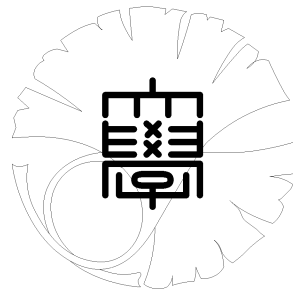


研 究 成 果 報 告 書

平 成 28 年 度

Annual Report
2016



東京大学大学院数理科学研究科

Graduate School of Mathematical Sciences
The University of Tokyo

序文

1992年4月に設置された数理科学研究科は、当時の理学部数学教室、教養学部数学教室、教養学部基礎科学科第一基礎数学教室を母体とする独立研究科で、2012年に創立20周年を迎えました。本研究科は、大学院のみならず学部教育も主体的にその任務とする部局です。具体的には、東京大学前期課程の数学教育、理学部数学科の教育を担当するだけでなく、教養学部統合自然科学科の数理自然科学コースの教育の一端を担っています。これは、数理科学研究科創立当時から現在にいたる一貫した我々の立場です。

2016年度から研究科長には河野俊丈教授が就任され、副研究科長には時広哲治教授が就任されました。

2016年度は、2015年度に導入されたターム制と呼ばれる新学事歴、およびそれに伴う教養前期課程の数学科目の内容に対する見直しにつき、再検討を行い、見直しの適正化を行いました。

2014年10月から東京大学ではスーパーグローバル大学創成支援に係る戦略的パートナーシップ構築プロジェクトを実施しています。この一つとして、数理科学研究科を取りまとめ部局とするカリフォルニア大学バークレー校との間のプロジェクトがあります。そのプロジェクトの一環として、Tokyo-Berkeley Autumn School, “Quantum Field Theory and Subfactors” が2016年11月にカリフォルニア大学バークレー校において開催されました。

数理科学研究科と企業との社会連携の受け皿となることを一つの目的として、2013年4月に設立された附属数理科学連携基盤センターは、2015年4月1日から全学から認められた附属教育研究施設となりました。さらに、2015年12月にはその中にキャリア支援室が設置され、在学生たちの就職活動支援を行っています。当センターの生命動態に関わるプロジェクトである「転写の機構解明のための動態システム生物医学数理解析拠点 (iBMath: Institute for Biology and Mathematics of Dynamical Cell Processes)」は平成24年度から28年度までの5年間にわたって活動してまいりましたが、今年度3月で終了しました。

2012年10月に、博士課程教育リーディングプログラム「数物フロンティア・リーディング大学院 (FMSP)」がオンリーワン型として採択されました。数物フロンティア・リーディング大学院は、東京大学大学院数理科学研究科と理学系研究科物理学専攻、地球惑星科学専攻が提携し、カブリ数物連携宇宙研究機構と協力して行う大学院教育プログラムで、先端数学のトレーニングと研究活動を確固たるアイデンティティとし、既存の分野にとらわれず広い視野を持ち、数学力を発揮できる博士人材を育成することを目的とします。要請する人物像は、数学と諸科学に対してグローバルな視点を持ち高度な数学を創成・展開しうる人材、および最先端の数学を使いこなし産業・環境分野に応用して社会に貢献しうる人材です。特に、数学と諸科学の連携の深さと広さを兼ね備えた人材を養成することを目指しています。プログラム開始から4年目を迎える2015年度には、中間評価が実施されました。そこでの提言を参考に、産業界や諸科学分野との連携を強化するプログラムとして「社会数理実践研究」を2016年度からスタートさせました。

11月5日、6日に第18回高木レクチャーが行われました。講演者・講演内容はゴ教授（弧空間、ハンケル変換とL関数の関数等式）、ヴォーガン教授（無限次元表現の大きさ）、ウィリアムソン教授（代数群の表現論）でした。

2016年度における当研究科の教員の異動は以下の通りでした。まず、4月に米田剛准教授が東京工業大学から、北山貴裕准教授が東京工業大学から、間瀬崇史特任助教が東京大学から、柏原崇人特任助教が東京工業大学から、中安淳特任助教が東京大学から、田中雄一郎特任助教が九州大学から着任致しました。また、同じく4月に権業善範氏が助教から准教授に昇任されました。

第三種客員ポストを利用して、Uwe Jannsen 特任教授、Piotr Rybka 特任教授、Xing Liang 特任教授、Fabricio Macia 特任教授が当研究科に滞在されました。

一方、2016年度末には、片岡清臣教授と舟木直久教授が定年退職をお迎えになり、斉藤義久准教授が立教大学教授に栄転されました。

2016年度中の教員の受賞がありました。森田茂之名誉教授は日本数学会賞秋季賞を受賞されました。受賞業績は、「写像類群と自由群の外部自己同型群のコホモロジー理論」です。高山茂晴教授は

日本数学会幾何学賞を受賞されました。受賞理由は「一般型代数多様体の多重標準写像の双有理性に関する代数幾何的研究」です。木田良才准教授は作用素環賞を受賞されました。受賞理由は「離散群とエルゴード理論」です。斎藤恭司教授は第1回岡潔賞を受賞されました。受賞理由は「保型形式の理論、二次形式の理論に新たな道を開く原始形式の理論を創始した。」です。志甫淳教授は第13回日本学術振興会賞を受賞されました。受賞理由は「 p 進数論幾何学におけるコホモロジー論、基本群論の研究」です。小林俊行教授はアメリカ数学会フェローに選出されました。業績題目は「簡約リー群の構造論と表現論に対する貢献」です。河野俊丈教授は理学部イメージコンテスト2016最優秀賞を受賞されました。

次に、2016年度に実施されたアウトリーチ活動についてご報告いたします。8月3日、4日の開催された理学部オープンキャンパスは、7,000人を超える驚異的な来場者数を記録し、数学科会場にも常時多くの来場者があった。博士課程一年生の加藤本子さんの講演、斎藤義久准教授の講演などがありました。

恒例となっている公開講座が、駒場祭のさなかの11月26日（土）に開催されました。「数学のからくり」と題し、金子昌信・九州大学教授、坪井俊教授、神保道夫・立教大学教授を講師とした講演は317名を超える参加者の関心を引きました。

最後に、数理科学研究科の教育・研究活動を献身的に支えてくださっている事務職員の皆様に深く感謝致します。

2017年5月

東京大学大学院数理科学研究科 2016年度数理科学専攻長 二木 昭人

目 次

序 文

個人別研究活動報告項目についての説明

1. 個人別研究活動報告

- 教授・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 准教授・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7 3
- 助教・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1 2 4
- 特任教授・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1 3 0
- 特任准教授・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1 4 0
- 特任助教・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1 4 3
- 連携併任講座 – 客員教授・准教授・・・・・・ 1 5 8
- 学振特別研究員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1 6 6
- 特任研究員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1 8 3
- 協力研究員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2 1 6
- 博士課程学生・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2 3 5
- 修士課程学生・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 3 2
- 研究生・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 5 1

2. 学位取得者

- 博士号取得者・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 5 2
- 修士号取得者・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 5 6

3. 学術雑誌 – 東大数理科学ジャーナル第 2 3 巻・2 4 巻・・・・・・・・ 3 6 0

4. プレプリント・シリーズ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 6 2

5. 公開講座・研究集会等・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 6 3

6. 談話会・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 9 4

7. 公開セミナー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 9 5

8. 日本学術振興会特別研究員採用者(研究課題)リスト・・・・・・・・ 4 1 8

9. 平成 2 8 年度ビジターリスト・・・・・・・・・・・・・・・・ 4 2 1

CONTENTS

Preface

Format of the Individual Research Activity Reports

1. Individual Research Activity Reports

- Professors 1
- Associate Professors 7 3
- Research Associates 1 2 4
- Project Professors 1 3 0
- Project Associate Professors 1 4 0
- Project Research Associates 1 4 3
- Special Visiting Chairs – Visiting (Associate) Professors 1 5 8
- JSPS Fellows 1 6 6
- Project Researchers 1 8 3
- Associate Fellows 2 1 6
- Doctoral Course Students 2 3 5
- Master’s Course Students 3 3 2
- Research Students 3 5 1

2. Graduate Degrees Conferred

- Doctoral—Ph.D. : conferee, thesis title, and date 3 5 2
- Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date 3 5 6

3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Vol. 23, Vol. 24 3 6 0

4. Preprint Series 3 6 2

5. Public Lectures, Symposiums, and Workshops etc 3 6 3

6. Colloquium 3 9 4

7. Seminars 3 9 5

8. JSPS Fellow List 4 1 8

9. Visitor List of the Fiscal Year 2016 4 2 1

個人別研究活動報告項目の説明

A. 研究概要

- 研究の要約（日本語と英語）。

B. 発表論文

- 5年以内（2012～2016年度）のもので10篇以内。書籍も含む。
但し、2016年1月1日～2015年12月31日に出版されたものはすべて含む。

C. 口頭発表

- シンポジウムや学外セミナー等での発表で、5年以内（2012～2016年度）のもの10項目以内。

D. 講義

- 講義名、簡単な内容説明と講義の種類。
- 講義の種類は、
 1. 大学院講義または大学院・4年生共通講義
 2. 理学部2年生（後期）・理学部3年生向け講義
 3. 教養学部前期課程講義, 教養学部基礎科学科講義
 4. 集中講義に類別した。

E. 修士・博士論文

- 平成28年度中に当該教員の指導（指導教員または論文主査）によって学位を取得した者の氏名および論文題目。

F. 対外研究サービス

- 学会役員、雑誌のエディター、学外セミナーやシンポジウムのオーガナイザー等。

G. 受賞

- 過去5年間の受賞。

H. 海外からのビジター

- JSPS等で海外からのビジターのホストになった者は、研究内容、講演のスケジュール、内容などの簡単な紹介を書く。人数が多い場合は、主なものを5件までとした。

※ 当該項目に記述のないものは、項目名も省略した。

Format of the Individual Research Activity Reports

A. Research outline

- Abstract of current research (in Japanese and English).

B. Publications

- Selected publications of the past five years (up to ten items, including books).
As an exceptional rule, the lists include all the publications issued in the period 2016.1.1~2016.12.31

C. Invited addresses

- Selected invited addresses of the past five years (symposia, seminars etc., up to ten items).

D. Courses given

- For each course, the title, a brief description and its classification are listed.

Course classifications are:

1. graduate level or joint fourth year/graduate level;
2. third year level (in the Faculty of Science);
3. courses in the Faculty of General Education*;
4. intensive courses.

*Courses in the Faculty of General Education include those offered in the Department of Pure and Applied Sciences (in third and fourth years).

E. Master's and doctoral theses supervised

- Supervised theses of students who obtained degrees in the academic year ending in March, 2016.

F. External academic duties

- Committee membership in learned societies, editorial work, organization of external symposia, etc.

G. Awards

- Awards received over the past five years.

H. Host of Foreign Visitor by JSPS et al.

- Brief activities of the visitors; topics, contents and talk schedules, up to five visitors

1. 個人別研究活動報告

Individual Research Activity Reports

教授 (Professors)

新井 仁之 (ARAI Hitoshi)

A. 研究概要

私の研究テーマは数理視覚科学とその応用の研究である。これは脳内の視覚情報処理の新しい数理モデルを作り、それを視覚に関連する諸科学技術分野に応用するものである。本研究の特徴を一言で言えば、一つの理論を自ら構築し、

純粋数学の研究 → 異分野 (視覚科学、脳科学、認知科学、情報科学、芸術) 融合研究 → 実用化・商品化・ソフトウェア化

までを実践しているということである。

しかも本研究成果は科学、技術、産業、社会からも高い関心をもたれている。

たとえば今年度の場合、C、Fにも記したが

- 参天製薬株式会社・第70回日本臨床眼科学会共催の同学会イブニングセミナー「視覚情報と自動運転」にて講演 (招待)、
- 『朝日新聞』(2016/8/28 朝刊)、『医歯協MATE』(東京医師歯科医師協同組合発行) 2017年3月号 (印刷中)、その他複数のメディアで本研究成果が紹介、
- 日本包装技術協会主催『パッケージイノベーションセミナー』にて講演予定 (招待)、
- 日本科学未来館にて錯視と画像処理に関する研究成果の展示、

などがあった。昨年度には、第95回ロボット工学セミナー』(日本ロボット学会主催)で講演 (招待)、『第47回日本医学放射線学会総会』にて特別講演などを行った。

このほか、昨年度の『JST フェア-科学技術による未来の産業創造展』において、「ライセンス成功事例・注目特許の紹介」の一つとして取り上げられ、講演を行った。海外のいくつかの産業展示会でも展示された。

知的財産関連では、本年度、国内特許を新規出願したほか、出願中の米国の特許が認められ取得した。特許実績は下記のものである。

【国内特許】(下線は筆頭発明者)

1. 発明者: 新井仁之、新井しのぶ、特許権者: JST、発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、および、プログラム、2013年出願、2014年特許取得、特許第5599520号。(発明内容: 人の視覚に優しい鮮鋭化、人の視覚機能の数理モデルによるノイズ低減、エッジ検出、輪郭線検出、立体エッジ検出など新しい画像処理技術。)
2. 発明者: 新井仁之、新井しのぶ、特許権者: JST、発明の名称: 画像処理用デジタルフィルタ、画像処理生成装置、画像生成方法、デジタルフィルタ作成方法、および、プログラム、2013年出願、2014年特許取得、特許第5456929号。(発明内容: 2次元デジタル・フィルタの全く新しい設計方法。)
3. 発明者: 新井仁之、新井しのぶ、特許権者: JST、発明の名称: 色知覚の新しい数理モデルによる色知覚の定量化、錯視の分析、2013年出願、2014年特許取得、特許第5622971号。(発明内容: 2次元デジタル・フィルタの全く新しい設計方法。)
4. 発明者: 新井仁之、新井しのぶ、特許権者: JST、発明の名称: スーパーハイブリッド画像生成装置、スーパーハイブリッド画像生成方法、印刷媒体製造方法、電子媒体製造方法、および、プログラム、2012年出願、2014年特許取得、特許第5385487号。(発明内容: スーパーハイブリッド画像生成方法と関連技術。)
5. 発明者: 新井仁之、新井しのぶ、特許権者: JST、発明の名称: 印刷媒体、および、規則

媒体、2012 年出願、2013 年特許取得、特許第 5276739 号。

6. 発明者：新井仁之、新井しのぶ、特許権者：JST、発明の名称：文字列傾斜錯視生成装置、文字列傾斜錯視生成方法、印刷媒体製造方法、電子媒体製造方法、および、プログラム、2013 年出願、2014 年特許取得、特許第 5456931 号。
7. 発明者：新井仁之、新井しのぶ、特許権者：JST、発明の名称：錯視画像生成装置、錯視画像生成方法、印刷媒体製造方法、および、プログラム、2011 年出願、2012 年特許取得、特許第 5038547 号。（発明内容：浮遊錯視生成技術。）
8. (本年度新規出願) 発明者：新井仁之、新井しのぶ、特許権者：JST、発明の名称：エッジ起因錯視発生装置、エッジ起因錯視生成方法、エッジ起因錯視生成プログラム、印刷媒体、ならびに、記録媒体、2016 年出願、特願第 2016-159771。

これらの特許のうち複数がライセンスされた。また上記特許の幾つかを元にソフトウェア開発も行い、企業で使用されているものもある。

また米国でも特許を取得した（下記参照）。他の国でも複数の特許が査定登録されている。

【US Patents】

US1 Inventors: Hitoshi Arai and Shinobu Arai, Patentee: JST, Title of Invention: Image Processing Apparatus, Image Processing Method, Program, Printing Medium, and Recording Medium, 2016, US Patent No: 9,292,910.

US2 Inventors: Hitoshi Arai and Shinobu Arai, Patentee: JST, Title of Invention: Illusion analyzing apparatus, apparatus for generating illusion-considered image for which illusion is taken into consideration to allow perception according to original image, illusion analyzing method, method of generating illusion-considered image for which illusion is taken into consideration to allow perception according to original image, and program, 2016, US Patent No: 9,426,333.

US3 Inventors: Hitoshi Arai and Shinobu Arai, Patentee: JST, Title of Invention: Print medium displaying illusion image and non-transitory computer-readable recording medium holding illusion image data, 2016, US Patent No: 9,418,452.

US4 Inventors: Hitoshi Arai and Shinobu Arai, Patentee: JST, Title of Invention: Illusion image generating apparatus, medium, image data, illusion image generating method, printing medium manufacturing method, and program, 2014, US Patent No: 8,873,879.

I have patents in other countries.

B. 発表論文

1. 新井仁之：“錯視アートの新技術とその販促グッズ、パッケージへの利用”，包装技術 **54**(1) (2016) 58–62.
2. 新井仁之：“視覚と錯視の数理における非線形性”，電子情報通信学会誌 **98**(11) (2015), 1012–1016.
3. Hitoshi Arai：“From mathematical study of visual information processing in the brain to image processing”，Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis II, Springer, 2015, 105–110.
4. Hitoshi Arai：“Mathematical models of visual information processing in the human brain and applications to visual illusions”，Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis I, Springer, 2014, 7–12.
5. 新井仁之，新井しのぶ：“視覚の数理モデルと錯視図形の構造解析”，心理学評論，**55** (2012), 309–333.
6. 新井仁之（監修・著）：〈錯視〉だまされる脳、ミネルヴァ書房、2015（錯視のひみつにせまる本（全3巻），2013の合本・縮刷版）。【海外での翻訳】新井仁之監修/著「錯視のひみつにせまる本（全3巻）」が中国語に訳され出版された（出版社：浙江少年儿童出版社，2015年）。
7. 【実用化ソフトウェア】新井仁之，新井しのぶ作成：浮遊錯視生成ソフト，2015（新

井仁之の著作権は東京大学が承継，企業が使用。新井・新井の特許技術に基づくソフトウェア）。

8. 【実用化ソフトウェア】 新井仁之，新井しのぶ作成：文字列傾斜錯視自動生成ソフト，2016（新井・新井の特許技術に基づくソフトウェア，日本科学未来館が展示に使用）。
9. 新井仁之：応用数理、解析学 - ウェブレットから視覚情報処理へ，「数学の現在 e」（斎藤毅，小林俊行，河東泰之編集，東京大学出版会，2016），135-151。
10. 川又雄二郎，坪井俊，楠岡茂雄，新井仁之編集「朝倉数学辞典」，朝倉書店，2016。

C. 口頭発表

1. 錯視の科学と錯視を応用したパッケージ技術について，第7回パッケージイノベーションセミナー - パッケージを進化させる新たな技術や考え方 -，日本包装技術協会主催，於 TKP ガーデンシティ PREMIUM 秋葉原，2017年3月17日。（講演予定）
2. 錯視と視覚の数学的研究とその画像処理への応用，錯視のシステム視覚科学シンポジウム，於 立命館大学茨木キャンパス，2017年3月10日。
3. 視覚情報処理の数理モデルとその錯視，画像処理への応用，そして展望，第70回日本臨床視覚学会イブニングセミナー「視覚情報と自動運転」，於国立京都国際会館，2016年11月4日。
4. 数理視覚科学による錯視の研究と画像処理への応用，2016 武蔵野大学 数理工学シンポジウム，於 武蔵野大学有明キャンパス，2016年11月21日。
5. 視覚の錯覚から画像処理へ，第47回日本医学放射線学会総会 特別講演，於パシフィコ横浜，2015年4月。
6. 視覚と錯視の数学からアート，そして画像処理，第14回日本数学協会総会および講演会，於 東京大学，2015年6月。
7. 数理視覚科学からのイノベーション - 錯視と画像処理，JST フェア - 科学技術による

未来の産業創造展 - 「ライセンス成功事例・注目特許の紹介」，於 東京ビッグサイト，2015年8月。

8. 視覚・錯視の数理からアート，そして画像処理へ，第95回ロボット工学セミナー（日本ロボット学会主催），於 中央大学，2015年10月。
9. 視覚と錯視の数理からアート，そして画像処理へ，日本応用数理学会主催「応用数理ものづくり研究会」，於 中央大学，2015年12月。
10. 数学でせまる錯視のなぞ，「数学の魅力6-女子中高生のために-」（2017/3/19）於 東京大学大学院数理科学研究科（講演予定）。

D. 講義

1. 数物先端科学 VII/応用数学 XF：調和解析の基礎，ブラウン運動による調和解析，及びいくつかの未解決問題の解説を行った。（数理大学院・4年生共通講義）
2. 非線形解析学/応用数学 XA：ウェブレットを基礎から講じ，デジタル信号処理への応用，視覚情報処理との関連などにも触れた。（数理大学院・4年生共通講義）
3. 実解析学 I：集合，位相，ルベグ積分に関する講義（統合自然科学科3年生向け講義）
4. 実解析学演習 I：集合，位相，ルベグ積分に関する演習。
5. 数学講究 XA/数学特別講究：4年生向けセミナー。
6. 特別講義 早稲田大学教育学部，2016年12月2日。「掛谷問題からはじめる実解析入門」というタイトルで講義を行った。

F. 対外研究サービス

1. 日本科学未来館の展示『数理の国の錯視研究所』（2016/11/17-2017/5/15）にて，錯視と画像処理に関する研究成果を展示。このためパネル用画像，映像作品，ソフトウェア等を作成した。

2. 『朝日新聞』(2016/8/28) 朝刊で本研究成果が紹介された。そのための取材対応及び錯視画像を作成・提供した。
3. 『医歯協 MATE』(東京医師歯科医師協同組合発行) 2017年3月号(印刷中)で本研究成果が紹介された。そのための取材対応し、錯視画像を提供した。
4. 『ITmedia NEWS』(2016/11/18)で本研究成果が紹介された。そのための取材対応をした。
5. 『Daily Portal』(2016/12/1)で本研究成果が紹介された。そのための取材対応をした。
6. 『脳のみひつ しゅみ、はたらきがよくわかる!』(川島隆太監修, PHP 研究所, 2016)の「脳は簡単にだまされる 錯視の不思議」の節と本の見返し用に錯視画像提供。
7. 日本科学未来館『数理の国の錯視研究所』DM ハガキの錯視デザインをデザイナーの大日本タイポ組合とコラボで作成(2016)。
8. 京都大学数理解析研究所専門委員
9. Journal of Mathematical Sciences, Univ. Tokyo, 編集委員 (Vice Editor-in-Chief)
10. 「朝倉 数学辞典」編集委員。
11. 「共立講座 数学探検」, 「共立講座 数学の魅力」, 「共立講座, 数学の輝き」, 編集委員。
12. 「シリーズ 現代基礎数学」(朝倉書店)編集委員。
13. 「数学の魅力 6-女子中高生のために-」(2017/3/19, 於 東京大学大学院数理科学研究科)の参加者に配布予定の浮遊錯視液晶クリーナーのための錯視画像を準備した。
14. 楽ブリ株式会社による新しいビジネス「ゆらりえ/YURARIE」が、数学により開発された浮遊錯視生成技術(特許:新井・新井, JST)と新井・新井が作成したソフトウェアにより昨年度より開始された。このビジネスはテレビ東京 ワールドビジネスサテライト「トレンドたまご」(2015年8月27日放映)で特集された。
15. 六花亭製菓株式会社が販売した2017年用バレンタイン・ラウンドハートのチョコレート缶の浮遊錯視デザインを作成した。

G. 受賞

1. 2013年度 日本応用数学会論文賞(JJIAM 部門)
2. 第8回科学技術の「美」パネル展(科学技術団体連合主催)優秀賞(2014年4月)

稲葉 寿 (INABA Hisashi)

A. 研究概要

主要な研究関心は、生物学、人口学、疫学に表れる構造化個体群ダイナミクスモデルの数理解析を進展させることである。最近の研究は以下のようである：

[1] Kermack-McKendrick reinfection model: ケルマックとマッケンドリックは1930年代の記念碑的な連作論文において、ホスト個体群の人口学を考慮した感染持続時間依存エンデミックモデルを開発した。そのモデルにおいては、免疫減衰による変動感受性と回復個体の再感染が考慮されていた。各状態のホスト個体群は滞在時間に依存するパラメータをもつ。再感染という現象は、新興再興感染症の理解にとって非常に重要なものであることがわかってきている。実際、自然な、あるいは人工的なブースト効果がなければ免疫の減衰は広く見られる現象であり、感染症のコントロールを困難にしている。再感染モデルにおいては、感染症の流行割合とコントロールの可能性に関する疫学的な含意が定性的に変化する基本再生産数の再感染閾値が存在する。さらに、再感染による疫学的な二次感染者再生産力の増幅(reproductivity enhancement)がおこると、基本再生産数が1を超える場合に後退分岐が発生することが期待される。その場合には基本再生産数を1より低く保つという感染症予防原則が必ずしも感染症の根絶を導かない。本研究では、Kermack-McKendrick reinfection modelの後退分岐の存在条件を示すとともに、そのモデルを拡張して、reproductivity enhancementがおきて、劣臨界でエンデミック定常解が存在するような現実的なモデルを提案した。

[2] 人口転換の感染症数理モデル：本研究では、人口転換(demographic transition)とよばれる人口学的現象を、感染症数理モデルとして定式化し、その振る舞いを数学的に解析することを試みた。周知のように、人口転換とは、高い死亡

率・高い出生率（多産多死）の状態から低い死亡率・高い出生率（多産少死）を経て低い死亡率・低い出生率（少産少死）に至る一連の歴史的な人口再生産様式の遷移過程をさす。人口転換の要因に関する拡散理論 (diffusion theory) は、少産動機が初めに都市の中産階層に生まれ、これが次第に他の階層ないし集団に受容され、拡散していったとする考えである。拡散説の特徴は、かならずしも社会経済要因が整わなくても、低出生力集団の再生産様式の模倣がおきうるといふダイナミカルな仮定にある。本研究では、人口転換の拡散モデルとして、低い出生力をもつ個体 (感染個体/Infected) から高い出生力をもつ個体 (感受性個体/Susceptible) へと少産動機が「感染」し、感染した個体は低出生力個体を再生産するという人口転換に関する年齢構造化感染症数理モデルを提案した。年齢構造を考慮した結果、二つの異なる出生力をもつ人口集団が共存する解があることがわかった。また一方の集団が安定成長している場合に、他集団が侵入した場合における侵入可能性条件を再生産数を定義して定式化した。

My main research interest has been to develop mathematical analysis for structured population dynamics models in biology, demography and epidemiology. Recent my concern focuses on the following two projects:

[1] The Kermack–McKendrick reinfection model: In a seminal series of papers published during the 1930s, Kermack and McKendrick developed an infection–age structured endemic model, which takes into account the demography of the host population, and the waning immunity (variable susceptibility) and reinfection of recovered individuals. The host population is structured by a duration variable for each status, as the susceptibility of the recovered individuals depends on the duration since the last recovery. The idea of reinfection has become increasingly important in understanding emerging and reemerging infectious diseases, since it makes the control of infectious diseases difficult, and waning immunity is widely observed if there is no (natural or artificial) boosting. For the reinfection model, we can introduce the reinfection

threshold of R_0 at which a qualitative change in the epidemiological implication occurs for the prevalence and controllability. If any enhancement of epidemiological reproductivity by reinfection exists, we also expect that endemic steady states backwardly bifurcate when the basic reproduction number crosses unity, which implies that attaining a subcritical level of R_0 is not necessarily a complete policy for disease prevention. Formulating concrete examples for malaria, measles and tuberculosis, I demonstrated the possibility of reproductivity enhancement to produce subcritical endemic steady states.

[2] Age-structured epidemic model for demographic transition: In this project, we formulated an age-structured epidemic model for demographic transition and examined its mathematical nature. Demographic transition is a historically observed transition of birth and death rates from high fertility and high mortality regime to low fertility and low mortality in human populations. Diffusion theory for explaining the demographic transition assumes that a low fertility preference was born in the urban middle class and spread among other groups. We first formulate an age-structured epidemic model in which the low fertility is transmitted from “infected individuals” with low fertility to susceptible individuals with higher fertility. It was proved that there exists at least one exponential solution where both types of fertility coexist. Moreover, we introduced reproduction numbers by which we can formulate the invasion conditions under which a stable population with high [low] fertility can be invaded by a population with low [high] fertility.

B. 発表論文

1. H. Inaba, The Malthusian parameter and R_0 for heterogeneous populations in periodic environments, *Math. Biosci. Eng.* 9(2) (2012) 313-346.
2. H. Inaba, On a new perspective of the basic reproduction number in heterogeneous environments, *J. Math. Biol.* 65(2) (2012)

- 309-348.
3. H. Inaba, On the definition and the computation of the type-reproduction number T for structured populations in heterogeneous environments, *J. Math. Biol.* 66 (2013) 1065-1097.
 4. T. Kuniya and H. Inaba, Endemic threshold results for an age-structured SIS epidemic model with periodic parameters, *J. Math. Anal. Appl.* 402(2) (2013) 477-492.
 5. S. Nakaoka and H. Inaba, Demographic modeling of transient amplifying cell population growth, *Math. Biosci. Eng.* 11(2) (2014) 363-384.
 6. H. Nishiura, K. Ejima, K. Mizumoto, S. Nakaoka, H. Inaba, S. Imoto, R. Yamaguchi and M. Saito, Cost-effective length and timing of school closure during an influenza pandemic depend on the severity. *Theor. Biol. Med. Modelling* 11:5, (2014) <http://www.tbiomed.com/content/11/1/5>.
 7. H. Inaba, On a pandemic threshold theorem of the early Kermack–McKendrick model with individual heterogeneity, *Math. Popul. Studies* 21(2) (2014) 95-111.
 8. Y. Nakata, Y. Enatsu, H. Inaba, T. Kuniya, Y. Muroya and Y. Takeuchi, Stability of epidemic models with waning immunity, to appear in *SUT Journal of Mathematics* Vol.50, No.2, (2014) 205-245.
 9. S. Iwami, J. S. Takeuchi, S. Nakaoka, F. Mammano, F. Clavel, H. Inaba, T. Kobayashi, N. Misawa, K. Aihara, Y. Koyanagi and K. Sato, Cell-to-cell infection by HIV contributes over half of virus infection, *eLIFE*, 2015;4:e0850. DOI: 10.7554/eLife.08150 (2015), pp.16.
 10. S. Iwami, K. Sato, S. Morita, H. Inaba, T. Kobayashi, J. S. Takeuchi, Y. Kimura, N. Misawa, F. Ren, Y. Iwasa, K. Aihara and Y. Koyanagi, Pandemic HIV-1 Vpu overcomes intrinsic herd immunity mediated by tetherin, *Scientific Reports* 5:12256, DOI: 10.1038/srep12256 (2015), pp.8
 11. 稲葉 寿, 基本再生産数 R_0 の数理, システム/制御/情報, Vol, 59, No. 12, pp. 1-6, 2015.
 12. H. Inaba, Endemic threshold analysis for the Kermack–McKendrick reinfection model, *Josai Mathematical Monographs* vol. 9, (2016) 105-133.
 13. T. Funo, H. Inaba, M. Jusup, A. Tsuzuki, N. Minagawa and S. Iwami, Impact of asymptotic infections on the early spread of malaria, *Japan J. Indust. Appl. Math.* DOI 10.1007/s13160-016-0228-6 (2016).
 14. T. Kuniya, J. Wang and H. Inaba, A multi-group SIR epidemic model with age structure, *Disc. Cont. Dyn. Sys. Ser. B* 21(10) (2016) 3515-3550.
- C. 口頭発表
1. 基本再生産数理論の最近の進歩, 第7回人口転換科学研究会, 2016年3月25日国立社会保障・人口問題研究所第4会議室.
 2. Endemic threshold analysis for the Kermack-McKendrick reinfection model, International Workshop on Current Topics in Epidemic Dynamics, 15-18 June 2016, Anyang Institute of Technology, Anyang, China.
 3. 基本再生産数と閾値現象: 原則と逸脱, 感染症流行の数理モデル 夏期短期(入門)コース, 2016年8月5日, 統計数理研究所
 4. More legacies of Kermack-McKendrick, Development of Infectious Disease Science - Multiscale Modeling Approach, 26-30 September 2016, Research Institute of Mathematical Sciences, Kyoto.
 5. The legacy of Kermack-McKendrick again - Prelude to integrating the immune dynamics -, International Conference for the 70th Anniversary of Korean Mathematical Society, 20-23 October 2016, Seoul National University, Seoul.

6. 人口転換に関する年齢構造化個体群モデルの数理解析 (齋藤涼平との共同報告), RIMS 研究集会第 13 回「生物数学の理論とその応用-連続および離散モデルのモデリングと解析-」 2016 年 11 月 14~17 日, 京都大学数理解析研究所 420 号室.
7. 感染症数理モデル: 歴史と展望, 第 13 回 MCME セミナー, 2017 年 1 月 24 日, 武蔵野大学有明キャンパス 4 号館 403 号室.
8. 人口転換の数理モデル, 第 5 回人口転換科研究研究会, 2017 年 3 月 14 日, 国立社会保障・人口問題研究所第 4 会議室.

D. 講義

1. 統合自然科学セミナー: 生物数学に関する入門セミナー (統合自然科学科 2 年 A セミスター)
2. 数理経済学特論 I [微分方程式論]: 常微分方程式に関する入門的講義. (慶應義塾大学経済学部)
3. Infectious diseases in structured populations: Lecture in the fifth school of a biennial series of international summer schools on mathematical ecology and evolution in Finland, organised by the Biomathematics Group of the University of Helsinki. The 2016 edition of the school focuses on structured populations. The series of The Helsinki Summer School on Mathematical Ecology and Evolution is part of the EMS-ESMTB School in Applied Mathematics. (21-28 August 2016 Linnasmäki Congress Centre, Turku, Finland)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 齋藤涼平 (SAITO Ryohei): Mathematical Analysis of an Age-Structured S-I Model for the Demographic Transition.

F. 対外研究サービス

1. 国立社会保障・人口問題研究所研究評価委員
2. 日本数理生物学会運営委員

3. Mathematical Population Studies, Advisory Board.
4. 独立行政法人日本学術振興会科学研究費委員会専門委員
5. 社会保障審議会人口部会委員 (部会長代理)

H. 海外からのビジター

以下のビジターのホストとしてセミナー, 談話会を主催した.

1. 2016 年 4 月 26 日数理生物学セミナー 128 演習室 Prof. Lev Idels (Vanvouver Island University), Delayed Models of Cancer Dynamics: Lessons Learned in Mathematical Modelling.

[講演概要] In general, delay differential equations provide a richer mathematical framework (compared with ordinary differential equations) for the analysis of biosystems dynamics. The inclusion of explicit time lags in tumor growth models allows direct reference to experimentally measurable and/or controllable cell growth characteristics. For three different types of angiogenesis models with variable delays, we consider either continuous or impulse therapy that eradicates tumor cells and suppresses angiogenesis. It was shown that with the growth of delays, even constant, the equilibrium can lose its stability, and sustainable oscillation, as well as chaotic behavior, can be observed. The analysis outlines the difficulties which occur in the case of unbounded growth rates, such as classical Gompertz model, for small volumes of cancer cells compared to available blood vessels. The Wheldon model (1975) of a Chronic Myelogenous Leukemia (CML) dynamics is revisited in the light of recent discovery that this model has a major drawback.

2. 2016 年 7 月 5 日 - 8 月 16 日 UC Education Abroad Program によるカリフォルニア大学夏期インターン生 Min Zhang (カリフォルニア大学デービス校) を受け入れて, 年齢構造化個体群ダイナミクスに関する集中セミナーをおこなった.

3. 2016年10月4日数理談話会 002号室
Prof. Odo Diekmann (Utrecht University),
Waning and boosting : on the dynamics of
immune status.

[講演概要] A first aim is to briefly review various mathematical models of infectious disease dynamics that incorporate waning and boosting of immunity. The focus will be on models that are described by delay equations, in particular renewal equations [1]. Concerning within-host dynamics, we limit ourselves to the rather caricatural models of Aron [2] and de Graaf e.a. [3]. From a biomedical point of view the main conclusion is that a higher force of infection may lead to less disease, see [4] and the references given there.

References [1] O. Diekmann, M. Gyllenberg, J.A.J. Metz, H.R. Thieme, On the formulation and analysis of general deterministic structured population models. I. Linear theory, *J. Math. Biol.* (1998) 36 : 349 - 388 [2] J.L. Aron, Dynamics of acquired immunity boosted by exposure to infection, *Math. Biosci.* (1983) 64 : 249-259 [3] W.F. de Graaf, M.E.E. Kretzschmar, P.M.F. Teunis, O. Diekmann, A two-phase within host model for immune response and its application to seriological profiles of pertussis, *Epidemics* (2014) 9 : 1-7 [4] A.N. Swart, M. Tomasi, M. Kretzschmar, A.H. Havelaar, O. Diekmann, The protective effect of temporary immunity under imposed infection pressure, *Epidemics* (2012) 4 : 43-47

ビデオアーカイブ : <http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/video/danwakai/dw2016-004.html>

ビデオゲストブック : <http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/video/vgbook/vg2016-004.html>

連携併任講座

連携併任講座の竹内康博教授(青山学院大学)とともに、2014年度から駒場数理生物学セミナーを主催してきた。これまで以下の報告がなされた:

- 2014/4/23: 中田行彦(東京大学大学院数理科学研究科), Age-structured epidemic model with infection during transportation.
- 2014/5/7: 江夏洋一(東京大学大学院数理科学研究科), 感染個体の年齢構造を持つ微分方程式系の漸近挙動とその周辺.
- 2014/5/28: 江島啓介(東京大学大学院医学系研究科国際保健政策学), 社会伝播の数理モデリング: 肥満流行とその対策の効果について.
- 2014/6/11: 小林徹也(東京大学生産技術研究所 統合バイオメディカル国際研究センター), 個体群ダイナミクスの経路積分表現と変分構造.
- 2014/6/25: 中岡慎治(RIKEN Center for Integrative Medical Sciences), T細胞による腫瘍免疫の数理モデル.
- 2014/7/23: 増田直紀(University of Bristol, Department of Engineering Mathematics), 脳の resting-state ネットワークとそのエネルギー地形、睡眠との関係.
- 2014/8/6: Nicolas Bacaër (Institut de Recherche pour le Développement), The stochastic SIS epidemic model in a periodic environment.
- 2014/10/8: 江夏洋一(東京大学大学院数理科学研究科), 再生方程式による感染症流行ダイナミクスの定性解析およびその周辺.
- 2014/10/22: 物部治徳(明治大学先端数理科学インスティテュート), 異なる反応項を持つある系の急速反応極限問題.
- 2014/11/5: 中丸麻由子(東京工業大学大学院社会理工学研究科), 固着性生物の分裂繁殖と環境攪乱について.
- 2014/11/19: 若野友一?(明治大学現象数理学科), Adaptive Dynamics の紹介と、その有限集団への応用.
- 2014/12/3: 國谷紀良(神戸大学大学院システム情報学研究科), 空間異質性を含む年齢構造化 SIS 感染症モデルの大域的解析.

13. 2014/12/17: 矢作由美 (東京都市大学), 細胞性粘菌の集合体形成現象モデルにおける確率論的解釈.
14. 2014/12/22: Don Yueping (Department of Global Health Policy, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo) Estimating the seroincidence of pertussis in Japan
15. 2015/4/15: 大泉嶺 (東京大学大学院数理科学研究科), 生活史と個体群動態の数理: ~一回繁殖生物における個体差と環境収容力への影響~.
16. 2015/6/3: 岩田繁英 (東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科), 回遊を伴う漁業資源の個体群動態と管理戦略.
17. 2015/6/17: 柿添友輔 (九州大学大学院システム生命科学), ウイルス感染に伴う時間遅れと保存量の存在: ウイルスダイナミクスの立場から.
18. 2015/10/21: 大森亮介 (北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター バイオインフォマティクス部門) The distribution of the duration of immunity determines the periodicity of *Mycoplasma pneumoniae* incidence.
19. 2015/10/28: 大泉嶺 (厚生労働省), r/K 選択説における確率制御理論の応用.
20. 2015/11/18: 高須夫悟 (奈良女子大学理学部情報科学科), Spatial population dynamics as a point pattern dynamics.
21. 2015/12/2: 八島健太 (総合研究大学院大学), 基本増殖率の感受性解析を用いたネットワーク中心性指標.
22. 2016/1/27: 布野孝明 (九州大学理学部生物学科), 村間の人口の流入出を考慮するマラリア感染の数理モデル.
23. 2016/1/27: 國谷紀良 (神戸大学大学院システム情報学研究科), バックステッピング法に基づく感染人口の増減予測.
24. 2016/1/27: 佐野英樹 (神戸大学大学院システム情報学研究科), 無限次元制御系に対する安定半径の近似について.
25. 2016/1/27: 中岡慎治 (東京大学大学院医学系研究科), HIV 感染リンパ器官ネットワークモデルの数理解析.
26. 2016/4/26: Lev Idels (Vanvouver Island University), Delayed Models of Cancer Dynamics: Lessons Learned in Mathematical Modelling.
27. 2016/6/1: 蕭冬遠 (東京大学大学院数理科学研究科), A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation.
28. 2016/7/13: Yu Min (青山学院大学理工学部), 腫瘍免疫系における時間遅れの二元的な役割.
29. 2016/7/27: Saki Takahashi (Princeton University), The ecological dynamics of non-polio enteroviruses: Case studies from China and Japan.
30. 2016/10/28: 原朱音 (九州大学システム生命科学府), When is the allergen immunotherapy effective?

小木曾 啓示 (OGUISO Keiji)

A. 研究概要

1. 第1ダイナミカル次数が1より真に大きい原始的双有理自己同型を有する任意次元 > 1 の有理多様体、カラビ・ヤウ多様体、アーベル多様体の存在を示した。また、エントロピーが正の原始的正則自己同型を有する任意偶数次元の有理多様体、カラビ・ヤウ多様体の存在を示した。これらは、ICM 2014での講演において提示した問題の一つに対する最初のほぼ完成した解答を与える。
2. 代数多様体としてアブストラクトには同型だが、 \mathbf{P}^3 のクレモナ変換では決して移りあえない滑らかな4次曲面對の存在を示した。また、 \mathbf{P}^3 のクレモナ変換では移りあうが、 \mathbf{P}^3 の射影変換では決して移りあえない滑らかな4次曲面對の存在を明示的に示した。これらの結果は、それぞれ T.T. Truong 氏、J. Kollár 氏からの e-mail による質問に答えたものである。

1. I proved that, in any dimension greater than one, there are an abelian variety, a smooth rational variety and a Calabi-Yau manifold, with primitive birational automorphisms of first dynamical degree > 1 . I also proved that there are smooth complex projective Calabi-Yau manifolds and smooth rational manifolds, of any even dimension, with primitive biregular automorphisms of positive topological entropy.
 2. I proved that there is a pair of smooth complex quartic K3 surfaces S_1 and S_2 in \mathbf{P}^3 such that S_1 and S_2 are isomorphic as abstract varieties but not Cremona isomorphic. I also proved that there is a pair of smooth complex quartic K3 surfaces S_1 and S_2 in \mathbf{P}^3 such that S_1 and S_2 are Cremona isomorphic, but not projectively isomorphic in an explicit way. This work is much motivated by questions by e-mails from Professors T.T. Truong and J. Kollár.
- B. 発表論文
1. K. Oguiso: “Isomorphic quartic K3 surfaces in the view of Cremona and projective transformations”, to appear in Special Issue for Algebraic Geometry in East Asia, Taiwanese J. Math.. (arXiv:1602.04588)
 2. H. Esnault, K. Oguiso, X. Yu : “Automorphisms of elliptic K3 surfaces and Salem numbers of maximal degree ”, Algebraic Geometry **3** 496–507 (2016).
 3. K. Oguiso : “Simple abelian varieties and primitive automorphisms of null entropy of surfaces”, In: “K3 Surfaces and their Moduli”, Progress in Math **315** 279–296 (2016).
 4. K. Oguiso : “On automorphisms of the punctual Hilbert schemes of K3 surfaces”, European J. Math. **2** (2016) 246–261.
 5. F. Catanese, K. Oguiso, A. Verra : “On the unirationality of higher dimensional Ueno-type manifolds”, Special Issue dedicated to Professor Lucian Badescu on the occasion of 70-th birthday, Romanian Journal of Pure and Applied Mathematics **60** (2015) 337–353.
 6. H. Esnault, K. Oguiso : “Non-liftability of automorphism groups of a K3 surface in positive characteristic”, Math. Ann. **363** (2015) 1187–1206.
 7. K. Oguiso : “Some aspects of explicit birational geometry inspired by complex dynamics”, Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Seoul 2014 (Invited Lectures) Vol.II (2015) 695–721.
 8. S. Cantat, K. Oguiso : “Birational automorphism groups and the movable cone theorem for Calabi-Yau manifolds of Wehler type via universal Coxeter groups”, Amer. J. Math. **137** (2015) 1013–1044.
 9. K. Oguiso, T. T. Truong : “Explicit examples of rational and Calabi-Yau threefolds with primitive automorphisms of positive entropy”, Kodaira Centennial issue, J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015) 361–385.
 10. K. Oguiso : “Automorphism groups of Calabi-Yau manifolds of Picard number two”, J. Algebraic Geom. **23** (2014) 775–795. (*accepted before becoming an editor*)
- C. 口頭発表
1. K. Oguiso, “Some aspects of explicit birational geometry inspired by complex dynamics”, International Congress of Mathematicians (Seoul 2014), Invited 45 minutes talk, Section 4, Algebraic and Complex Geometry, August 13 - 21, 2014, Coex, Seoul Korea.
 2. K. Oguiso, “The automorphism group of the Hilbert scheme of length two of a Cayley’s K3 surface”, ICM 2014 Satellite Conference on Algebraic and Complex Geometry, August 6 - 10, 2014, Daejeon Convention Center, Daejeon, Korea.
 3. K. Oguiso, “Higher dimensional manifolds with primitive birational automorphisms

of first dynamical degree > 1 ", the Legacy of Emmy Noether and Goettingen Mathematics, December 19-23, 2016, Yau Mathematical Science Center, Sanya, China.

4. K. Oguiso, "Higher dimensional projective manifolds with primitive automorphisms of positive entropy", Cremona conference, September 12-16, 2016, Basel, Switzerland, and International Conference for the 70-th Anniversary of Korean Mathematical Society (invited talk), October 20-23, 2016, Seoul National University, Korea.
5. K. Oguiso, "On primitive birational automorphisms of odd dimensional Calabi-Yau manifolds", -in honor of Ngaiming Mok's 60th birthday-October 17 - 21, 2016, KIAS, Korea.
6. K. Oguiso, "Birational geometry through complex dynamics", The 7th Pacific RIM Conference (invited talk), June 27-July 1, 2016, Seoul National University, Korea, 第61回代数学シンポジウム (一般向け講演), September 9, 2016, Saga U., Japan.
7. K. Oguiso, "Isomorphic quartic K3 surfaces in the view of Cremona and projective transformations", New methods in birational geometry, June 27-July 1, 2016, Toulouse, France.
8. K. Oguiso, "Primitive automorphisms, dynamical degrees and relative dynamical degrees" (three intensive lectures), KAIST, March 14-16, 2016, KAIST, Korea.
9. K. Oguiso, "Automorphisms of elliptic K3 surfaces and Salem numbers of maximal degree, The international conference "Algebraic Geometry, dedicated to Fabrizio Catanese on the occasion of his 65th birthday, March 12-14, 2015, the University of Bayreuth, Germany.
10. K. Oguiso, "Non-liftable automorphisms of K3 surfaces in positive characteristic to characteristic zero", Workshop Frontiers of rationality, July 14 - July 18, 2014, Longyearbyen (Spitsbergen), Norway.

D. 講義

1. 代数学 I・同演習: 群・環・体の入門講義 (理学部数学科 3 年生必修講義, S セメスター)
2. 線形代数学: 線形代数の入門講義 (教養学部前期課程理科 2,3 類必修講義, S, A セメスター)
3. 学術フロンティア講義: オムニバス講義の中の 3 回を担当 (教養学部前期課程 1,2 年生, A セメスター)

F. 対外研究サービス

1. a KIAS Scholar
2. an editor of J. Algebraic Geom.
3. an editor of J. Math. Soc. Japan.
4. an editor of Adv. Stud. Pure Math.
5. 京都大学数理解析研究所運営委員会委員
6. 日本数学会代数学賞委員 (2017 年 3 月まで)
7. the chief organizer of "Rationality and self-maps of algebraic varieties" (July 19 -22, 2016, RIMS, Kyoto)
8. one of the organizers of the special session (Algebraic Geometry) in "International Conference for the 70th Anniversary of Korean Mathematical Society" (Oct. 20-23, 2016, Seoul National University, Korea)
9. one of the organizers of "The 10th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry" (Dec. 12-15, 2016, U. Tokyo)
10. one of the organizers of "Higher Dimensional Algebraic Geometry, Holomorphic Dynamics and Their Interactions" (Jan. 3-28, 2017, National University of Singapore, Singapore)
11. one of the organizers of "New Trends in Arithmetic and Geometry of Algebraic Surfaces" (March 12-17, 2017, Banff International Research Station, Canada)

G. 受賞

1. ICM Seoul 2014 招待講演 (Invited 45 minutes talk, Section 4, Algebraic and Complex Geometry)
2. 大阪大学総長顕彰 2015(研究部門)

H. 海外からのビジター

1. De-Qi Zhang (National University of Singapore) “玉原数論幾何研究集会” (June 21–24, 2016) 招待講演
2. Stephen Schroeder (Dusseldorf 大学) “The 10th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry” (Dec. 12–15, 2016, U. Tokyo) 招待講演
3. Simon Brandhorst (Hannover 大学) “The 10th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry” (Dec. 12–15, 2016, U. Tokyo) 招待講演

片岡 清臣 (KATAOKA Kiyoomi)

A. 研究概要

1. \mathcal{D}_X -加群に対する混合問題の超局所解析の座標普遍な定式化

1991年に “On microhyperbolic mixed problems”, J. Math. Soc. Japan **43** で代数解析的な手法, すなわち層のマイクロ台理論を使い単独実解析的偏微分方程式の初期値・境界値混合問題の超局所解析に成功した. 実際この方面で画期的な結果である J. Sjöstrand の実解析的境界に沿う解析的正則性の伝播定理の別証明を与えるだけでなく存在定理も同時に示した. しかし, その議論は境界 $\{t=0\}$ に対して $\Gamma_{\{t \geq 0\}}(\mathcal{BO}_{\mathbb{R}_t \times \mathbb{C}_x^n})$ なる, 正則パラメータ付き超関数の層を使うものであり, 明らかに座標の取り方に依存した議論であった. 他方, “A geometric approach to diffraction problems”, RIMS Kokyuroku **757**(1991) では回折現象の超局所解析に応用する目的で境界と外側の空間の複素化 Y, X のみに依存する層 $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ を定義した. この層は $\Gamma_{\{t \geq 0\}}(\mathcal{BO}_{\mathbb{R}_t \times \mathbb{C}_x^n})$ をいわば t についても複素化した層であり, 今年度はこの層を使うことにより一般の連立方程式系に対し上記の混合問題の超局所解析理論を座標不変な形で一般化することに成功した. すなわち, ま

ず, $t=0$ を非特性境界面とする接続左 \mathcal{D}_X -加群 \mathcal{M} と境界条件にあたる接続左 \mathcal{D}_Y -加群 \mathcal{N} に対し混合問題の三つ組 $(\mathcal{M}, \mathcal{N}, \varphi)$ なる概念を定義し, 境界条件を満たす解を制御する接続左 \mathcal{D}_X -加群 $\widetilde{\mathcal{M}}_\varphi$ を構成した. 混合問題の超局所解析とは $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ に値を持つ $\widetilde{\mathcal{M}}_\varphi$ の解の層複体のマイクロ台を上から評価することであり, それを \mathcal{M} の特性多様体に対する条件と三つ組 $(\mathcal{M}, \mathcal{N}, \varphi)$ に対する Lopatinskii 条件との組み合わせによって与えた. ただし最終的な混合問題に関する応用定理などには $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ や $\widetilde{\mathcal{M}}_\varphi$ は現れない. また同時に $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ に現れる $\beta_Y(\cdot)$ は関手としても定義できることを示した.

2. 多種の円の連続族を含む曲面がみたす5階非線形偏微分方程式系

3次元ユークリッド空間内の2次元 C^5 -級曲面片で, 各点を通る2種類以上の連続的な円弧の族を含む球でない曲面としてトーラス(4種類), Blum cyclide(6種類)などが知られている. 東京学芸大学の竹内伸子との共同研究でこのような曲面を表す関数が2変数5階の非線形偏微分方程式系をみたすことを発見し, 方程式系の具体的な形, 条件式の必要十分性などを得た. さらに2種の円弧の連続族を含む曲面の場合, 対応する2連立偏微分方程式系が最終的に5個の1変数未知関数に対する多項式型5階常微分方程式の有限系へ帰着される事, などを得た.

1. A coordinate-free formulation of microlocal analysis of mixed problems for \mathcal{D}_X -modules

In “On microhyperbolic mixed problems”, J. Math. Soc. Japan **43**(1991), we succeeded in giving an algebraic method to microlocal analysis of initial-boundary value mixed problems for single partial differential equations with real analytic coefficients; namely, we successfully applied the micro-support theory of sheaves to such analysis. Indeed, we did not only give a new proof of J. Sjöstrand’s celebrated result on the propagation of microanalyticity along real analytic boundaries, but also obtained the existence results at the same time. However, since the arguments there use a sheaf $\Gamma_{\{t \geq 0\}}(\mathcal{BO}_{\mathbb{R}_t \times \mathbb{C}_x^n})$ of hyperfunctions with holomorphic parameters for the boundary $\{t=0\}$, it is clear that this method is not coordinate in-

variable. On the other hand, we defined a new sheaf $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ depending only on the complexifications Y, X of the boundary and the outer space in “A geometric approach to diffraction problems”, RIMS Kokyuroku **757**(1991) for the applications to the microlocal analysis of diffraction problems. Since this sheaf $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ is considered as the complexification in t of $\Gamma_{\{t \geq 0\}}(\mathcal{BO}_{\mathbb{R}_t \times \mathbb{C}_z^2})$, we succeeded in generalizing the above theory on mixed problems to the coordinate-free microlocal analysis of systems of differential equations in this year. Precisely speaking, letting \mathcal{M} be a coherent left \mathcal{D}_X -module with a non-characteristic boundary $t = 0$, and \mathcal{N} be a coherent left \mathcal{D}_Y -module corresponding to the boundary conditions, we defined a triple $(\mathcal{M}, \mathcal{N}, \varphi)$ for a mixed problem. Then we constructed a coherent left \mathcal{D}_X -module $\widetilde{\mathcal{M}}_\varphi$, which controls the solutions satisfying the boundary conditions. Our method of microlocal analysis of mixed problems is in giving an estimate of the microsupport of $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ -valued solution complex of $\widetilde{\mathcal{M}}_\varphi$ from above. Indeed, our estimate is expressed as the combination of some condition on the characteristic variety of \mathcal{M} , and some Lopatinskii conditions on the triple $(\mathcal{M}, \mathcal{N}, \varphi)$. It should be remarked that there are neither $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$ nor $\widetilde{\mathcal{M}}_\varphi$ in the statements of our application theorems on mixed problems. At the same time, we obtained a functorial construction $\beta_Y(\cdot)$ for the definition of $\beta_Y(\mathcal{O}_X)$.

2. Systems of fifth-order non-linear partial differential equations describing surfaces which include several continuous families of circles

We consider any C^5 -class surface in \mathbb{R}^3 , which includes several continuous families of circular arcs. For example, any solid torus \mathbb{T}^2 (4 families of circles), Blum’s cyclides (6 families of circles). In the past years, with Professor N. Takeuchi of Tokyo GAKUGEI Univ., we found some systems of fifth-order non-linear partial differential equations describing surfaces which include several continuous families of circular arcs, and proved the necessity and the sufficiency of such systems. Further, for any sur-

face including two continuous families of circular arcs, we proved that our system of two partial differential equations reduces to a finite system of ordinary differential equations of polynomial type for some five unknown functions of one variable.

B. 発表論文

1. K. Kataoka: “The functor $\beta_Y(\cdot)$ and mixed problems for \mathcal{D}_X -modules”, 京都大学数理解析研究所講究録別冊 **B61** 「Microlocal Analysis and Singular Perturbation Theory」(研究代表者: 竹井義次(京大)), 2016, 97–108.
2. 片岡清臣: “線形と非線形の偏微分方程式(超局所解析と代数解析)”, 東京大学出版会「数学の現在 e」(斎藤毅(東大数理)編集), 第11講, 2016.
3. K. Kataoka: “A review of the results on second analytic singularities in diffraction problems”, 京都大学数理解析研究所講究録別冊 **B57** 「超局所解析の諸相」(研究代表者: 本多 尚文(北大 理)), 2016, 159–174.
4. K. Kataoka: “Sato Hyperfunctions and Reproducing Kernels”, 京都大学数理解析研究所講究録 **1980** 「再生核の応用についての総合的な研究」(研究代表者 齋藤三郎(群馬大)), 2016, 125-138.
5. K. Kataoka and N. Takeuchi: “A system of fifth-order PDE’s describing surfaces containing 2 families of circular arcs and the reduction to a system of fifth-order ODE’s”, 京都大学数理解析研究所講究録 **1861** 「超局所解析と漸近解析の最近の進展」(研究代表者: 岡田 靖則(千葉大 理)), 2013, 194–204.
6. 片岡清臣, 神本晋吾: “無限階擬微分作用素の形式核関数”, 京都大学数理解析研究所講究録 **1835** (2013), 1–9.
7. K. Kataoka and N. Takeuchi: “On a system of fifth-order partial differential equations describing surfaces containing 2 families of circular arcs”, Complex Variables and Elliptic Equations **2013**, 1–13, iFirst (DOI: 10.1080/17476933.2012.746967).

8. K. Kataoka and N. Takeuchi: “The non-integrability of some system of fifth-order partial differential equations describing surfaces containing 6 families of circles”, 京都大学数理解析研究所講究録別冊 **B40** 「漸近解析に於ける超局所解析の展望 (研究代表者: 本多尚文)」, 2013, 095–117.
9. K. Kataoka and N. Takeuchi: “A system of fifth-order partial differential equations describing a surface which contains many circles, Bulletin des Sciences Mathématiques, **137**(2013), 325–360. (DOI: 10.1016/j.bulsci.2012.09.002).
10. S. Kamimoto and K. Kataoka: “On the composition of kernel functions of pseudo-differential operators $\mathcal{E}^{\mathbb{R}}$ and the compatibility with Leibniz rule”, 京都大学数理解析研究所講究録別冊 **B37** 「完全 WKB 解析と超局所解析 (研究代表者: 小池達也)」, 2013, 81–98.
5. A review of the results on second analytic singularities in diffraction problems, and some geometric proofs, 京都大学 RIMS 共同研究「超局所解析の諸相」(研究代表者: 本多尚文(北大)), 京都大学数理解析研究所, October 2014.
6. On mixed problems for \mathcal{D}_X -modules, 日本大学研究集会「代数解析学と局所凸空間」(研究代表者: 本多尚文(北大)), 日本大学理工学部駿河台校舎, February 2014.
7. A system of fifth-order PDE's describing surfaces containing 2 families of circular arcs and the reduction to a system of fifth-order ODE's, 京都大学 RIMS 共同研究「超局所解析と漸近解析の最近の進展」(研究代表者: 岡田 靖則(千葉大 理)), 京都大学数理解析研究所, October 2012.
8. 多種の円弧の連続族を含む曲面を記述する 5 階偏微分方程式系, 日本数学会秋季総合分科会函数解析学特別講演, 九州大学, September 2012.

C. 口頭発表

1. Sobolev forms for microfunctions with real analytic parameters and the microlocal energy method, 京都大学 RIMS 共同研究「超局所解析と特異摂動論の新展開」(研究代表者: 本多尚文(北大)), 京都大学数理解析研究所, October 2016.
2. 佐藤超関数と再生核形式, 京都大学 RIMS 共同研究「再生核の応用についての総合的な研究」(研究代表者 齋藤三郎(群馬大)), 京都大学数理解析研究所, October 2015.
3. The functor $\beta_Y(\cdot)$ and mixed problems for \mathcal{D}_X -modules, 京都大学 RIMS 共同研究「Microlocal Analysis and Singular Perturbation Theory」(研究代表者: 竹井義次(京大)), 京都大学数理解析研究所, October 2015.
4. 実解析的パラメーターをもつ佐藤超関数に対するソボレフ型 2 次形式とその応用(東京出版 山崎海斗氏と共同研究), 日本数学会秋季総合分科会函数解析学分科会, 京都産業大学, September 2015.

D. 講義

1. 基礎解析学概論・解析学 XB: ソボレフの埋蔵定理, Riesz-Thorin の補間定理, Marcinkiewicz の補間定理, Calderon-Zygmund の不等式など. (数理大学院・4 年生共通講義)
2. 常微分方程式: 常微分方程式入門. 定数係数線形常微分方程式系にも触れる. (教養学部前期課程講義; 理科 2・3 類など 2 年生向け).
3. 微分積分学続論: 多変数関数の極値問題, 陰関数の定理, 逆写像の定理, ラグランジュの未定乗数法, 重積分の変数変換など. (教養学部前期課程講義; 理科 2・3 類など 2 年生向け).

E. 修士・博士論文

1. (修士) 馬田 優 (Mada Yu): 蔵本予想と千葉理論

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会理事.
2. 日本数学会雑誌「数学」編集委員長.
3. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo 電子化担当.
4. 解析学火曜セミナーの代表幹事.

金井 雅彦 (KANAI Masahiko)

A. 研究概要

前年度に引き続き、「群作用に対する剛性問題へのシュワルツ微分の応用」が、おもな研究課題であった。これについて、少し説明を加えたい。そもそもこの研究計画は、わたし自身が1990年代に行った研究に端を発する。その研究において、ある離散群の作用に対しその局所剛性を証明した。後年、その中に高次元シュワルツ微分と呼ぶべきものが登場していることを認識した。この認識を手がかりに、かつて自身で行った先行研究で必要となった過剰な仮定、すなわち作用されている球面の次元が十分大きいというそれを取り除きたいというのが、この数年わたしが取り組んでいる問題のひとつである。かつてのわたしの証明においては、球面への群作用をより大きな空間への作用に持ち上げ、その持ち上げた作用を解析する。球面の次元が2次元の場合には、その大きな空間には双曲性を有する力学系が備わっているのに対し、球面の次元が3以上の場合には、葉層構造が与えられているに過ぎない。それが過剰な仮定を必要とした原因であったと、いまでは理解している。別の方法で構成される空間に群作用を持ち上げることにより、この困難が回復されると期待している。ただし、この新たなプログラムを実現するためには、その大きな空間に持ち上げた群作用が固有不連続であることを示す必要がある。この箇所、研究は停滞している。この問題は純粋に力学系理論的なものであり、実はそれが肯定的に解けることを主張している古い文献も存在する。

しかし、一部の専門家によると、その証明に必ずしも信頼がかけないということである。そこで、その古い仕事をわたし自身で証明しようとしている最中である。

I have continued to work on an application of the Schwarzian derivative to a rigidity problem for group actions. This program stemmed from an old work of mine made in the 1990's, in which I proved local rigidity of certain group actions on the sphere. Years later, I realized that what is to be called a higher-dimensional Schwarzian derivative appeared in my old work. I discovered a higher-dimensional Schwarzian derivative without noticing that. What I intend to do now is to refine the old work of mine with the aid of this discovery. More precisely, I would like to remove an extra assumption that I needed to put. I needed to assume that the dimension of the sphere on which a group acts is large enough. One of the indispensable ideas is to build a larger space out of the sphere onto which the action of a group is lifted. In my new approach, I need to show that the lifted action is properly discontinuous, but the proof of that is still missing.

C. 口頭発表

1. 「力学系の剛性と不変幾何構造」、関東若手幾何セミナー、東京大学、2016年1月30日.
2. “The cross ratio and its folks”, “Geometric Analysis in Geometry and Topology” Tokyo University of Science, November 9, 2015.
3. “Cross ratio and its folks in geometry and dynamics”, Tokyo-Seoul Conference in Mathematics – Differential Geometry, Univ. Tokyo, December 1, 2013.
4. “Cross ratio and its folks in geometry and dynamics I, II”, A workshop on “Geometry of Moduli Space of Low Dimensional Manifolds”, RIMS, Kyoto, November 7, 2013.
5. “Cross ratio and its folks in geometry and dynamics”, KIAS workshop on “Geomet-

ric Structures, Rigidity and Deformation Space”, August 12–16, Jeju, Korea.

6. 「複比とその仲間たち」, 談話会, 東京工業大学, 2013年5月29日.
7. 「シュワルツ微分と群作用の剛性」, 研究集会「複素力学系の新展開」, 京都大学数理解析研究所, 2012年12月.
8. 「複比とその仲間たち」, Rigidity Seminar, 名古屋大学, 2012年7月29日.
9. 「シュワルツ微分・射影構造・群作用」, 研究集会「力学系とその周辺分野の研究」, 京都大学数理解析研究所, 2012年7月9日.
10. “*Cross ratio and its relatives in geometry and dynamics*”, Centre International de Rencontres Mathématiques, Luminy, France, June 22, 2012.

D. 講義

1. 学術俯瞰講義 (教養学部前期課程) 講義を3回行うとともに, ナビゲータを務める.
2. 初年次ゼミナール (教養学部前期課程) 「見て, 触って, 作って学ぶ幾何学」と題したゼミナールを実施
3. 幾何学XB・微分幾何学 (数学科・大学院共通科目) リー群と等質空間の基礎を講義
4. 集合と位相 (数学科進学予定の2年生が対象)

E. 修士・博士論文

1. 岡部健次: 双曲空間内の部分多様体の平均曲率とガウス写像について (修士論文)

F. 対外研究サービス

1. An organizer of Rigidity School, Tokyo 2016/17.
2. 日本数学会学術委員会委員長
3. 日本数学会メモワール編集委員

河東 泰之 (KAWAHIGASHI Yasuyuki)

A. 研究概要

完全有理的な局所共形ネット2つからできるフル共形場理論のカップリング行列について, モジュラー不変性が成り立つのはフル共形場理論の表現論が自明な時であり, またその時に限ることが知られている. 一方2つの局所共形ネットが同じ場合, モジュラー不変行列を二つかけてもモジュラー不変性が保たれることは自明であり, その分解規則はモジュラー不変行列のフュージョンルールとして知られている. これについては, Evans-Pinto, Fuchs-Runkel-Schweigert の研究があり, フル共形場理論と, カイラル共形場理論の局所的とは限らない延長の関係に基づき, Q -system の braided product としての解釈が知られている. この「テンソル積」とその直和分解の構成を, 二つの局所共形ネットが同じとは限らない場合に一般化した. また物質のトポロジカル相の文脈では, これは gapped domain wall の合成にあたるものとなっている.

For a full conformal field theory arising from two completely rational conformal nets, its coupling matrix has modular invariant if and only if the full conformal field theory has a trivial representation theory. When the two conformal nets coincide, a product of two modular invariants clearly satisfies the modular invariance property, and its decomposition rules are known under the name of fusion rules of modular invariants. Due to works of Evans-Pinto and Fuchs-Runkel-Schweigert, its interpretation as a braided product of Q -systems is known based on a relation between a full conformal field theory and a not necessarily local extension of a chiral conformal field theory. We have generalized this “tensor product” and its decomposition to the case where the two conformal nets are different. In the context of topological phase, this gives a composition of two gapped domain walls.

B. 発表論文

1. S. Carpi, R. Hillier, Y. Kawahigashi, R. Longo, F. Xu: “ $N = 2$ superconformal nets”, Commun. Math. Phys. **336** (2015), 1285–1328.

2. Y. Kawahigashi, N. Suthichitranont: “Construction of holomorphic local conformal framed nets”, *Internat. Math. Res. Notices.* **2014** (2014), 2924–2943.
 3. Y. Kawahigashi, Y. Ogata, E. Størmer: “Normal states of type III factors”, *Pac. J. Math.* **267** (2014), 131–139.
 4. M. Bischoff, Y. Kawahigashi, R. Longo, K.-H. Rehren, “Phase boundaries in algebraic conformal QFT”, *Commun. Math. Phys.* **342** (2016), 1–45.
 5. M. Bischoff, Y. Kawahigashi, R. Longo, K.-H. Rehren, “Tensor categories and endomorphisms of von Neumann algebras (with applications to Quantum Field Theory)”, *SpringerBriefs in Mathematical Physics* Vol. **3**, 2015.
 6. M. Bischoff, Y. Kwahigashi, R. Longo, “Characterization of 2D rational local conformal nets and its boundary conditions: the maximal case”, *Doc. Math.* **20** (2015), 1137–1184.
 7. S. Carpi, Y. Kawahigashi, R. Longo, M. Weiner, “From vertex operator algebras to conformal nets and back”, to appear in *Mem. Amer. Math. Soc.*
 8. Y. Kawahigashi, “Conformal field theory, tensor categories and operator algebras”, *J. Phys. A* **48** (2015), 303001 (57 pages).
 9. Y. Kawahigashi, “A remark on gapped domain walls between topological phases”, *Lett. Math. Phys.* **105** (2015), 893–899.
 10. Y. Kawahigashi, “A relative tensor product of subfactors over a modular tensor category”, arXiv:1612.03549.
- C. 口頭発表
1. From vertex operator algebras to local conformal nets and back, Station Q seminar, Microsoft Research Station Q (U.S.A.), March 2016.
 2. Subfactors and gapped domain walls between topological phases, Noncommutative Geometry and Operator Algebras Spring Institute 2016, Universität Bonn (Germany), May 2016.
 3. A relative tensor product of subfactors over a modular tensor category, Operator Algebras and Quantum Field Theory, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Frascati (Italy), June 2016.
 4. Relative tensor products of heterotic full conformal field theories, Recent Mathematical Developments in Quantum Field Theory, Oberwolfach (Germany), July 2016.
 5. Subfactors, conformal field theory and modular tensor categories, Modular Categories—Their Representations, Classification, and Applications, Casa Matemática Oaxaca (Mexico), August 2016.
 6. Conformal field theory and operator algebras, Statistics, Quantum Information and Gravity, IPMU (Japan), September 2016.
 7. Gapped domain walls between topological phases and subfactors, Mathematical Physics Seminar, Harvard University (U.S.A.), October 2016.
 8. Topological phases and subfactors, Subfactors and Mathematical Physics, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum (China), December 2016.
 9. Subfactors, tensor categories and conformal field theory (4 lectures), Primer on subfactors and applications, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences (U.K.), January 2017.
 10. Relative tensor products of full conformal field theories, Seminar, Cardiff University (U.K.), January 2017.

D. 講義

1. 解析学 IV: Lebesgue 積分論の入門講義. (数学科 3 年生講義)
2. 解析学特別演習 I: Lebesgue 積分論の演習. (数学科 3 年生演習)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 荒野 悠輝 (ARANO Yuki) : Representation Theory of Drinfeld Doubles
2. (博士) OTANI Yul: Entanglement Entropy in Algebraic Quantum Field Theory
3. (博士) 窪田 陽介 (KUBOTA Yosuke) : A Categorical Approach for Freeness of Group Actions on C^* -algebras
4. (博士) 増本 周平 (MASUMOTO Shuhei) : Applications of Fraïssé Theory to Operator Algebras
5. (修士) 下條 絵利加 (SHIMOJO Erika) : Rohlin Flows on Irrational Rotation C^* -algebras
6. (修士) 野島 遼 (NOJIMA Ryo) : Structure of Hypergroups Associated with Holomorphic Framed Nets

F. 対外研究サービス

1. *Communications in Mathematical Physics* の editor.
2. *International Journal of Mathematics* の editor.
3. *Japanese Journal of Mathematics* の managing editor.
4. *Journal of Mathematical Physics* の associate editor.
5. *Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo* の editor-in-chief.
6. *Reviews in Mathematical Physics* の associate editor.
7. *Mathematical Physics Studies* (Springer) の editor.

8. 日本数学会「第 17 回高木レクチャー」(京都大学, 2016 年 6 月 18 日) のオーガナイザー.
9. MSJ-SI “Operator Algebras and Mathematical Physics” (東北大学, 2016 年 8 月 1–12 日) のオーガナイザー.
10. サマースクール数理物理「ミラーシンメトリーの数理と物理」(東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 8 月 26–29 日) のオーガナイザー.
11. 日本数学会「第 18 回高木レクチャー」(東京大学, 2016 年 11 月 5, 6 日) のオーガナイザー.
12. Berkeley-Tokyo Autumn School — Quantum Field Theory and Subfactors (UC Berkeley, U.S.A., 2016 年 11 月 14–23 日) のオーガナイザー.
13. East Asian Core Doctorial Forum on Mathematics (Seoul National University, Korea, 2017 年 1 月 6–10 日) のオーガナイザー.
14. Operator Algebras: Subfactors and their Applications (Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences, U.K., 2017 年 1–6 月) の scientific advisory committee のメンバー.

川又 雄二郎 (KAWAMATA Yujiro)

A. 研究概要

トーリック多様体上の接続層の導来圏が双有理写像によってどのように変化するかという問題を以前から研究してきたが、その応用として $GL(3, \mathbf{C})$ の有限部分群に対する導来的マッカーイ対応を証明した。主定理は以下の通りである：有限部分群 G の 3 次元アフィン空間への作用に関する同変導来圏は、対応する商特異点のひとつの最大 \mathbf{Q} -分解的末端化の導来圏と、いくつかの相対的例外対象による半直交分解を持つ。最大 \mathbf{Q} -分解的末端化とは、標準因子が減少するという条件のもとでの最大爆発のことであり、その存在は極小モデル理論からの帰結である。 G の固定点集合が原点のみであれば例外対象が出てくるが、一般の場合には相対的例外対象が

てくる。これは対数的標準因子の不等式に関する DK -原則と両立する結果である。

As an application of my study on the change of the derived categories under toric birational maps, I proved a derived McKay correspondence for finite subgroups of $GL(3, \mathbf{C})$. The main theorem states that the equivariant derived category for the action of a finite subgroup G on the affine 3-space has a semi-orthogonal decomposition into the derived category of a maximal \mathbf{Q} -factorial terminalization of the corresponding quotient singularity and certain number of relative exceptional objects. A maximal \mathbf{Q} -factorial terminalization is a maximal blowing up under the condition that the canonical divisor decreases. Its existence is guaranteed by the recent progress of the minimal model theory. If the fixed point set of G is isolated, then only usual exceptional objects appear. In the general case we need relative exceptional objects. This result is compatible with the DK principle on the inequalities of log canonical divisors.

B. 発表論文

1. Y. Kawamata: *Derived McKay correspondence for $GL(3, \mathbf{C})$* . preprint.
2. Y. Kawamata: *On multi-pointed non-commutative deformations and Calabi-Yau threefolds*. preprint.
3. Y. Kawamata: *Derived categories of toric varieties III*. European Journal of Mathematics, **2** (2016), 196–207. DOI: 10.1007/s40879-015-0065-1.
4. Y. Kawamata and S. Okawa: *Mori dream spaces of Calabi-Yau type and the log canonicity of the Cox rings*. J. Reine Angew. Math. **701** (2015), 195–203. DOI 10.1515/crelle-2013-0029
5. Y. Kawamata: *Variation of mixed Hodge structures and the positivity for algebraic fiber spaces*. Algebraic Geometry in East Asia – Taipei 2011. Adv. St. Pure Math. **65**(2015), 27–58.

6. 川又雄二郎：高次元代数多様体論。岩波書店、2014年。
7. Y. Kawamata: *Hodge theory on generalized normal crossing varieties*. Proc. Edinburgh Math. Soc. **57-1**(2014), 175–189.
8. Y. Kawamata: *Derived categories of toric varieties II*. Michigan Math. J. **62-2**(2013), 353–363.
9. Y. Kawamata: *On the abundance theorem in the case $\nu = 0$* . Amer. J. Math. **135**(2013), no. 1, 115–124.
10. Y. Kawamata (ed.): *Derived Categories in Algebraic Geometry*, EMS Series of Congress Reports, European Mathematical Society, 2012 ISBN: 978-3-03719-115-6.

C. 口頭発表

1. *Derived McKay correspondence for $GL(3, \mathbf{C})$* Algebraic geometry conference in honor of JongHae Keum’s 60th birthday. Haeundae, Busan, Korea. March 28–April 1, 2017.
2. *Derived McKay correspondence for $GL(3, \mathbf{C})$* . Derived Category and Birational Geometry. Osaka University. February 20–23, 2017.
3. *A remark on a theorem of Fujita*. The second higher dimensional algebraic geometry conference at Echigo Yuzawa. Yuzawacho Kominkan. February 13–17, 2017.
4. *On derived McKay correspondence for $GL(3, \mathbf{C})$* . Workshop on higher dimensional algebraic geometry, holomorphic dynamics and their interactions. Institute for Mathematical Sciences, National University of Singapore. January 9–20, 2017.
5. *On derived McKay correspondence for $GL(3, \mathbf{C})$* . Workshop on Algebraic Geometry. Hanga Roa, Chile. December 18–22, 2016.
6. *Derived categories of toric varieties*. SUMA 2016, Algebraic geometry session.

Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso. Valparaiso, Chile. December 13–16, 2016.

7. *Derived McKay correspondence for $GL(3, \mathbb{C})$* . Workshop on arithmetic and geometry. Cetraro, Italy. August 26–September 4, 2016.
8. *Derived McKay correspondence for finite abelian groups and derived toric MMP*. Non-commutative crepant resolutions, Ulrich modules and generalizations of the McKay correspondence. Kyoto University. June 13–17, 2016.
9. *On some derived McKay correspondences*. Categorical and Analytic Invariants in Algebraic Geometry II. Kavli IPMU, University of Tokyo. November 16–20, 2015.
10. *Multi-pointed NC deformations and CY 3folds*. Workshop on Algebraic Geometry. Fudan University, Shanghai, China. October 29–November 1, 2015.

D. 講義

1. 数理学基礎：解析入門の導入部分。(教養学部前期課程 1 年生講義)
2. 代数学 II: 環と加群. 代数学の入門講義. (理学部数学科 3 年生講義)
3. 代数学特別演習 II: 代数学 II に付属した演習. (理学部数学科 3 年生演習)
4. 代数幾何学: トーリック多様体の導来圏について. 名古屋大学集中講義, 11 月 28 日–12 月 2 日.

E. 修士・博士論文

1. (修士) 陳 韋中 (Chen Wei-Chung): Inequalities of mobility functions between the cycle classes and their intersections with divisors.

F. 対外研究サービス

Journal of the Mathematical Society of Japan の editor in chief.

Taiwanese Journal of Mathematics の special issue (Proc. AGEA Tokyo 2016) の editor in chief.

以下のシンポジュームのオーガナイザー：

1. *The second higher dimensional algebraic geometry conference at Echigo Yuzawa*. Organizers: Yoshinori Gongyo, Yujiro Kawamata, Yusuke Nakamura. Yuzawa-cho Kominkan. February 13–17, 2017.
2. 玉原代数幾何セミナー 2016. Organizer: Yoshinori Gongyo, Yujiro Kawamata, Masanori Kobayashi, Natsuo Saito, Kaori Suzuki. Tambara Mathematical Institute. July 30–August 3, 2016.
3. *NCTS Workshop in Algebraic Geometry at CCU*. Organizers: Jungkai Alfred Chen, Yujiro Kawamata. National Chung Cheng University, Chia-Yi, Taiwan. March 28–30, 2016.

儀我 美一 (GIGA Yoshikazu)

A. 研究概要

非平衡非線形現象の解析は、材料科学、流体力学のような自然科学だけではなく、産業技術にとっても重要である。そのために拡散現象を記述する非線形拡散方程式の数学解析は、現象に対しさまざまな理論を基礎を構築するうえで鍵となる。そのため、解の存在・一意性のような基礎的問題から解の解析の性質の解析を行った。典型的成果は以下のとおりである。

1. ナヴィエ・ストークス方程式：3次元流の場合、初速度の大きさの制限をつけずに時間無限大までなめらかな解が存在するかは、有名な未解決問題で、2000年に提示されたクレイ社の7つの難問のうちの1つになっている。このためなめらかな解が有限時間で爆発するとしたら、どのようなことが起こっているかについて、さまざまな研究が行われている。例えば渦度の方向が空間的に時間的一様にリプシッツ連続ならば、渦度が大きくても爆発は起こらないことが、1990年代に有限エネルギー解に対して示されている。境界がある場合、粘着条件の場

合、境界から渦が多数生じると考えられている。このため渦度の方向が空間方向に一樣連続であるとき、爆発が起こらないかどうかは、長らく不明であった。これに対して境界条件があっても、境界のない問題と同じように、爆発が起きないことを証明した。このため鍵となる数学的事実として、渦度方程式の Liouville 型定理を境界条件のある場合に確立した。

2. ストークス方程式: ストークス方程式に対応するストークス半群が有界関数の空間で解析半群になっていることは、30 年来未解決問題であった。「ふくらまし法」を用いて、この問題を有界領域の場合、外部領域の場合を含むさまざまな領域に対して肯定的に解決した。さらに BMO 空間において解析半群性を示した。それにより L^p ヘルムホルツ分解が成り立たない領域でも、ストークス半群が L^p 解析的となりうることを示した。これは従来の常識をくつがえす結果となった。
3. 結晶表面の渦巻成長: 結晶表面の成長メカニズムとして、2次元核生成によるものと、渦巻転位によるものの2つが典型的である。渦巻成長については、その成長を表す方程式は古くから知られているが、複数の渦巻が共存する場合、衝突し得るため、解を解析的に厳密に捉えることは非自明であった。これに対して、従来の等高面法を変形した手法により解を捉え、またその解を数値的に捉えることに成功した。これにより複数の転位が共存する場合のその面の成長速度を計算することが可能になった。一方、2つの転位が十分近く、向きが逆向きとすると、ちょうど2次元核生成のような状態になる。これは結晶面の高さについてのハミルトン・ヤコビ方程式によって捉えられるが、転位の中心のみに外力項が正でその他では零といった不連続項になる。解の形は予想されていたが、正確な解概念は存在しなかった。これについて、粘性解の理論を拡張することにより適切な解概念を構築した。

Analysis of nonlinear nonequilibrium phenomena is important not in natural sciences including materials science, fluid mechanics but also

in industrial technology. Mathematical analysis on nonlinear diffusion equations is a key to form various theoretical foundation for phenomena. For this purpose we analyze not only fundamental problems like unique existence of a solution but also analytic properties of solutions. Here is explanation of our typical achievements.

1. Navier-Stokes equations: It is a famous open problem whether or not a smooth solution exists globally-in-time for three-dimensional flow when the initial velocity is not necessarily small. This problem became one of the famous seven unsolved mathematical problems posed by Clay Institute in 2000. There are several researches on what happens when the smooth solution blows up in finite time. Among them, it has been known since 1990s that the blow-up does not occur when the vorticity direction is spatially Lipschitz continuous uniformly in time no matter how large the vorticity is. If the boundary exists and the adherence boundary condition is imposed, it is believed that many vortices are formed from the boundary. Thus it had been an open problem whether blow-up occurs under uniform continuity of vorticity direction. Even if the boundary exists, we prove that blow-up does not occur under the same condition as for the problem without boundary. We establish a Liouville type theorem for the vorticity equation with boundaries as a mathematical key.
2. Stokes equations: For the Stokes equations it had been a longstanding open problem whether or not the Stokes semigroup forms an analytic semigroup in spaces of bounded functions. We solve this problem affirmatively for various domains including a bounded domain, an exterior domain by a blow-up argument. Moreover, we prove analyticity in BMO space. As a result, we show that there exists a domain which does not allow L^p Helmholtz decomposition but L^p analyticity holds. This is a surprising

result.

3. Spiral growth of a crystal surface: There are two typical mechanisms of the growth of a crystal surface. One is by two-dimensional nucleations, the other is by screw dislocations. The equation which describes screw dislocations is well-known. However, if there coexist several spirals and they collide each other, it is non-trivial to grasp a solution in the rigorous basis of analysis. We propose to define a solution by a modified level-set method. We are successfully catch the solution numerically. By our analysis and numerics, we are able to calculate the growth speed numerically. On the other hand, if two screw dislocations are sufficiently close and their orientations are opposite, the situation looks like the growth by two-dimensional nucleation. This phenomenon can be described by a Hamilton-Jacobi equation for the height of the crystal surface. The equation has a discontinuous exterior force term which is positive at the center of the screw dislocation but zero elsewhere. For such an equation, we are able to extend the notion of a viscosity solution to characterize a plausible solution.

B. 発表論文

1. Y. Giga, P.-Y. Hsu and Y. Maekawa : “A Liouville theorem for the planer Navier-Stokes equations with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion”, *Comm. in Partial Differential Equations* **39** (2014) 1906–1935.
2. T. Ohtsuka, T.-Y. R. Tsai and Y. Giga : “A level set approach reflecting sheet structure with single auxiliary function for evolving spirals on crystal surfaces”, *Journal of Scientific Computing* **62** (2015) 831–874.
3. K. Abe, Y. Giga and M. Hieber : “Stokes resolvent estimates in spaces of

bounded functions”, *Annales scientifiques de l'É.N.S.* **48** (2015) 537–559.

4. K. Abe, Y. Giga, K. Schade and T. Suzuki : “On the Stokes semigroup in some non-Helmholtz domains”, *Arch. der Math.* **104** (2015) 177–187.
5. Y. Giga and X. Xiang : “Lorentz space estimates for vector fields with divergence and curl in Hardy spaces”, *Tamkang Journal of Mathematics* **47** (2016) 249–260.
6. R. Farwig, Y. Giga and P.-Y. Hsu : “Initial values for the Navier-Stokes equations in spaces with weights in time”, *Funkcialaj Ekvacioj* **59** (2016) 199–216.
7. M. Bolkart and Y. Giga : “On L^∞ - BMO estimates for derivatives of the Stokes semigroup”, *Math. Z.* **284** (2016) 1163–1183.
8. M. Endo, Y. Giga, D. Götze and C. Liu : “Stability of a two-dimensional Poiseuille-type flow for a viscoelastic fluid”, *J. Math. Fluid Mech. First Online* (2016) 1–29.
9. Y. Giga, H. Mitake and H. V. Tran : “On asymptotic speed of solutions to level-set mean curvature flow equations with driving and source terms”, *SIAM J. Math. Anal.* **48** (2016) 3515–3546.
10. Y. Giga and N. Pozar : “A level set crystalline mean curvature flow of surfaces”, *Adv. Differential Equations* **21** (2016) 631–698.

C. 口頭発表

1. On growth speed of a birth-spread model for two-dimensional nucleation on a crystal surface, *Hamilton-Jacobi Equations: new trends and applications*, University of Rennes 1 (France), 2016年6月.
2. Weighted estimates in L^∞ for the Neumann problem and its applications to the Stokes semigroup, *Nonlinear Analysis Seminar*, Paris-Sud University (France), 2016年6月.

3. On growth speed of a birth-spread model for two-dimensional nucleation on a crystal surface, Nonlinear Analysis Seminar, Paris-Sud University (France), 2016 年 6 月.
4. On L^∞ and BMO theory of the Stokes semigroup and related topics, Towards Regularity, Polish Academy of Sciences (Poland), 2016 年 9 月.
5. A level-set crystalline mean curvature flow of hypersurfaces, Mean Curvature Flow, University of Oxford (England), 2016 年 9 月.
6. 有界平均振動関数空間でのストークス半群の解析性とその応用, 月曜解析セミナー, 北海道大学大学院理学研究院, 2016 年 11 月.
7. On growth speed of a birth-spread model for two-dimensional nucleation on a crystal surface, Academia Sinica (Taiwan), 2017 年 1 月.
8. On L^∞ theory for the Navier-Stokes equations with applications to geometric regularity criteria, The 25th Annual Workshop on Differential Equations, National Chiao Tung University, Taiwan (Taiwan), 2017 年 1 月.

D. 講義

1. 基礎数理解特別講義 V・解析学 XH: 微分方程式における解の一意性問題を扱った.(数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 鈴木 拓也 (SUZUKI, Takuya): Semigroups generated by higher order elliptic operators and the Stokes operators in end point spaces (端点型空間上の高階楕円型作用素とストークス作用素により生成される半群).
2. (論文博士) 難波 時永 (NAMBA, Tokinaga): Analysis for Viscosity Solutions with Special Emphasis on Anomalous Effects (不規則効果を強調した粘性解析).

3. (修士) 古川 賢 (FURUKAWA, Ken): Stability of small Oseen type Navier-Stokes flow under three dimensional large perturbation (小さい Oseen 流型の非定常 Navier-Stokes 方程式の解に対する大きな 3 次元摂動の下での安定性).

F. 対外研究サービス

〈委員会委員等〉

1. 科学技術政策研究所科学技術動向センター 専門調査員 (2002 年-)
2. 日本応用数学会評議員 (2006 年-)

〈雑誌のエディター〉

1. Advances in Differential Equations (Editor-in-chief)
2. Advances in Mathematical Sciences and Applications
3. Boletim da Sociedade Paranaense de Matemática
4. Calculus of Variations and Partial Differential Equations
5. Differential and Integral Equations
6. Evolution Equations and Control Theory
7. Hokkaido Mathematical Journal
8. Interfaces and Free Boundaries
9. Journal of Mathematical Fluid Mechanics
10. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo
11. Mathematische Annalen

〈研究集会のオーガナイズ〉

1. 儀我美一, 須藤孝一, 横山悦郎, 表面・界面ダイナミクスの数理 11, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 4 月 20 日-22 日.
2. 儀我美一, 吉田善章, 神保秀一, 渦の特徴付け, 北海道大学大学院理学研究院, 2016 年 7 月 25 日-27 日.

3. 柴伸一郎, 小澤徹, 儀我美一, 久保英夫, 坂上貴之, 神保秀一, 高岡秀夫, 津田谷公利, 利根川吉廣, 第 41 回偏微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学大学院理学研究院, 2016 年 8 月 8 日-10 日.
4. Yoshikazu Giga, Kohichi Sudoh, Etsuro Yokoyama, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 12, Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo, 2016 年 10 月 19 日-21 日.
5. Charles M. Elliott, Yoshikazu Giga, Michael Hinze, Vanessa Styles, Emerging Developments in Interfaces and Free Boundaries, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, 2017 年 1 月 22 日-28 日.

G. 受賞

1. アメリカ数学会フェロー (2012 年)
2. 日本応用数理学会フェロー (2014 年)

H. 海外からのビジター

1. Elijah Liflyand (Bar-Ilan University)
(講演) Fourier transform versus Hilbert transform, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 4 月 27 日.
2. Piotr Rybka (University of Warsaw)
(講演) Special cases of the planar least gradient problem, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 7 月 12 日.
(講演) Berg's effect revisited, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 12, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 10 月 19 日.
3. Olivier Pierre-Louis (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)
(講演) I: Non-equilibrium interface dynamics in crystal growth, II: Liquid-state and solid-state wetting and dewetting, III: Adhesion and dynamics of membranes, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 12, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 10 月 19 日-21 日.

4. Yannick Sire (Johns Hopkins University)
(講演) De Giorgi conjecture and minimal surfaces for integro-differential operators, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 11 月 22 日.
5. Nader Masmoudi (Courant Institute)
(講演) On the stability of the 3D Couette Flow, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 12 月 20 日.

連携併任講座

学習院大学 横山 悦郎

河野 俊丈 (KOHNO Toshitake)

A. 研究概要

1. ホロノミー表現と高次の圏への拡張

組みひも群の量子表現の圏化の問題に動機付けられて, KZ 方程式のモノドロミー表現の高次の圏への拡張について研究した. 2 次の圏は対象と射に加えて, 射の組に間の 2 次の射からなる. ホモトピー・パス亜群のホロノミー表現を, Chen の形式的ホモロジー接続の概念を用いて, 高次の圏に拡張した. この方法を超平面配置の補集合上の KZ 接続の場合に適用して, ホモトピー・パス亜群の高次の圏としての表現を記述した. 特に, 配置空間のホモトピー・パス亜群の 2 次の圏としての表現により, 組みひものコボルディズムの圏の表現を構成した.

2. 組みひも群のホモロジー表現の量子対称性

組みひも群のホモロジー表現は, 点付き円板の写像類群としての, 配置空間のアーベル被覆のホモロジー群への作用として定義され, Krammer, Bigelow らによって研究された. KZ 方程式の解の超幾何関数による積分表示を用いて, 組みひも群のホモロジー表現と KZ 方程式のモノドロミー表現との関連を明らかにした. 共形場理論の場合は無限遠でレゾナントであり, 共形ブロックへの組みひも群の表現は量子群の 1 のベキ根における表現の対称性をもつ. この場合に, 積分サイクルの構造を詳しく調べて, KZ 方程式が, 代数多様体の周期積分の満たす微分方程式として表されること, つまり, Gauss-Manin 接続としての表示されることを示した.

3. Novikov ホモロジーと非可換 Hodge 理論

A. Pajitnov との共同研究により, 振じれ

Novikov ホモロジーと局所係数のホモロジーとの関係を調べた。 X を CW 複体, ρ をその基本群の有限次元複素表現とする。コホモロジー類 $\alpha \in H^1(X, \mathbf{C})$ を与えて, 表現 ρ の変形族 $\gamma_t(g) = \rho(g) \exp(t\langle \alpha, g \rangle)$ を考える。局所係数のホモロジー群から $H^*(X, \rho)$ 出発して, $H^*(X, \gamma_t)$ に収束するスペクトル系列を一般のパラメータ t について構成した。ここでは, 微分が Massey 積によって記述される。表現 ρ とコホモロジー類 α に付随した振じれ Novikov ホモロジーと γ_t に対する局所係数のホモロジーとの関係を調べ, 一般のコホモロジー類については, それらが同型で, ホモロジーの jumping loci が $H^1(X, \mathbf{R})$ における有限個の整係数の超平面の和集合になることを示した。さらに, 有理ホモトピー理論における formality を, 局所系のコホモロジーを考慮して強めた “strongly formal” という概念を定義し, 非可換ホッジ理論との関連で研究した。

1. Holonomy representations and their higher category extension

Motivated by a categorification of quantum representations of braid groups, I studied higher category extensions of the monodromy representations of KZ equations. The 2-categories consist of objects, morphisms and 2-morphisms for any pair of morphisms. I developed a method to construct higher category extension of holonomy representations of homotopy path groupoid by means of Chen’s formal homology connection. Applying this general method, I described an explicit form of higher holonomy for homotopy path groupoids in the case of the complement of hyperplane arrangements. I applied this general method to the case of KZ connections. I described a generalization of holonomy representations of braid groups to higher categories. I constructed a 2-functor from the path 2-groupoid of the configuration space, which can be extended to representations of braid cobordisms.

2. Quantum symmetry in homological representations of braid groups

Homological representations of braid groups are defined as the action of homeomorphisms of a punctured disk on the homology of an

abelian covering of its configuration space. These representations were extensively studied by Krammer and Bigelow. I described a relation between homological representations of braid groups and the monodromy representations of KZ connections based on solutions of the KZ equation expressed by hypergeometric integrals. I also studied the case of resonance at infinity appearing in conformal field theory and investigated the structure of integration cycles. In this case I described the symmetry by quantum groups at roots of unity. I showed that the KZ equation is represented as a differential equation satisfied by period integrals for certain algebraic varieties, and is expressed as a Gauss-Manin connection.

3. Novikov homology and non-abelian Hodge theory

In a joint work with A. Pajitnov we investigated a relation between twisted Novikov homology and homology with local coefficients. Let X be a CW complex and ρ a finite dimensional complex representation of the fundamental group of X . Given a cohomology class $\alpha \in H^1(X, \mathbf{C})$ we consider the deformation of ρ defined by $\gamma_t(g) = \rho(g) \exp(t\langle \alpha, g \rangle)$. We constructed a spectral sequence starting from $H^*(X, \rho)$ converging to $H^*(X, \gamma_t)$ for generic t , where the differentials are given by Massey products. We showed that twisted Novikov homology for ρ and α is isomorphic to the homology of the local system associated with γ_t for generic t and that the jumping loci for α is the union of finite number of integral hyperplanes in $H^1(X, \mathbf{R})$. Moreover, we defined the notion of “strongly formal” by encoding the cohomology of local systems for the notion of formality in rational homotopy theory. We studied this notion in relation with non-abelian Hodge theory.

B. 発表論文

1. T. Kohno : *Quantum representations of braid groups and holonomy Lie algebras*, Advanced Studies in Pure Mathematics 72 (2017), 117-144.
2. T. Kohno : *Higher holonomy maps of formal homology connections and braid cobor-*

disms, Journal of Knot Theory and Its Ramifications Vol. 26 (2016), 1642007 (14 pages), DOI: 10.1142/S0218216516420074

3. T. Kohno and A. Pajitnov : *Circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements*, Forum Math. 27 (2015), no. 4, 2113–2128. DOI 10.1515/forum-2013-0032
4. T. Kohno : *Local systems on configuration spaces, KZ connections and conformal blocks*, Acta Mathematica Vietnamica, Volume 39, Issue 4 (2014), 575–598.
5. L. Funar and T. Kohno, *On Braid representations at roots of unity*, Geometriae Dedicata: Volume 169, Issue 1 (2014), 145–163. DOI 10.1007/s10711-013-9847-0
6. T. Kohno and A. Pajitnov : *Novikov homology, jump loci and Massey products*, Cent. Eur. J. Math. 12(9), (2014), 1285–1304. DOI: 10.2478/s11533-014-0413-2
7. L. Funar and T. Kohno, *On Braid representations at roots of unity*, Geometriae Dedicata: Volume 169, Issue 1 (2014), 145–163. DOI 10.1007/s10711-013-9847-0
8. T. Kohno : *Hyperplane arrangements, local system homology and iterated integrals*, Advanced Studies in Pure Mathematics, 62, (2012), 157–174.
9. T. Kohno : *Quantum and homological representations of braid groups*, Configuration Spaces - Geometry, Combinatorics and Topology, Edizioni della Normale (2012), 355–372.
10. T. Kohno : *Homological representations of braid groups and KZ connections*, Journal of Singularities, 5, (2012), 94–108.

著書

河野俊丈：結晶群，共立出版，数学探検 2015 年，200 ページ。

C. 口頭発表

1. Higher category extensions of holonomy maps for hyperplane arrangements, Summer Conference on Hyperplane Arrangements (SCHA) in Sapporo, Hokkaido University, August 8 – August 12, 2016.
2. Higher category extensions of the holonomy maps of KZ connections, Workshop on Grothendieck-Teichmüller Theories Chern Institute of Mathematics, Nankai University, Tianjin, China, July 24 – July 30, 2016.
3. Holonomy of braids and its 2-category extension, Braids, Configuration Spaces and Quantum Topology, Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, September 7 – September 10, 2015.
4. Holonomy of braids and its 2-category extension, Integrability in Algebra, Geometry and Physics: New Trends, Congressi Stefano Franscini, Switzerland, July 13 – July 17, 2015.
5. Conformal blocks and homological representations of braid groups, Perspectives in Lie theory - Combinatorics and Hyperplane Arrangements, Centro de Giorgi, Pisa, Italy, February 17 – February 20, 2015.
6. Braids, quantum symmetry and hypergeometric integrals, UK-Japan Winter School “Topology and Integrability” Loughborough University, UK, January 5 – January 8, 2015.
7. Quantum symmetry of conformal blocks and representations of braid groups at roots of unity, Braids and Arithmetics, CIRM, Luminy, France, October 14 – October 17, 2014.
8. 反復積分と de Rham ホモトピー理論，日本数学会秋季総合分科会，企画特別講演，広島大学，September 25 – September 28, 2014.
9. Braids, quantum symmetry and hypergeometric integrals, 日本数学会秋季総合分科

会, 特別講演, 愛媛大学, September 24 – September 27, 2013.

10. Quantum symmetries in homological representations of braid groups and hypergeometric integrals, The 6th Pacific RIM Conference on Mathematics, plenary talk, Sapporo, July 1 – July 5, 2013.

D. 講義

1. 学術俯瞰講義「図形から広がる数理科学」:「4次元多面体から空間のかたちをみる」2016年6月30日- 4次元の図形を見よう 2016年7月7日- 空間が曲がっているとはどういうことか 2016年7月14日- 宇宙のトポロジー
2. 物理学特別講義 B XVII (東京大学理学系研究科集中講義):「物質科学のための結晶群と幾何構造入門」2016年12月19日–12月21日, 結晶群についてオービフォルドの幾何学の手法を用いて説明し, 3次元多様体の幾何構造の分類などについてもふれた.

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 杉山 聡 (SUGIYAMA Satoshi): Fukaya categories, surface Lefschetz fibrations, and Koszul duality theory (Fukaya 圏、曲面 Lefschetz 束、Koszul 双対について)
2. (課程博士) 藤内 翔太 (TOUNAI Shouta): Partially ordered sets, order complex and CAT(0) properties (半順序集合, 順序複体, 及び CAT(0) 性)
3. (修士) 佐藤 玄基 (SATO Genki): Lifting properties of Kan for simplicies and cubes in homotopy type theory (ホモトピー型理論における単体及び立方体のカンの持ち上げ性質)
4. (修士) 浅尾 泰彦 (ASAO Yasuhiko): Loop homology of some global quotient orbifolds (良い軌道体のループホモロジー群の計算)
5. (修士) 石黒 寛幸 (ISHIGURO Hiroyuki): Non-contractible orbits for Hamiltonian

functions on Riemann surfaces (リーマン面上のハミルトン関数に対する非可縮軌道について)

6. (修士) 小川 絵里衣 (OGAWA Erii): Representation of the category of braided graphs (組み紐グラフの圏の表現)

F. 対外研究サービス

1. 数物フロンティア・リーディング大学院プログラム (FMSP) プログラム責任者
2. カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU) 主任研究員 (兼任)
3. 京都大学数理解析研究所専門委員
4. Kyushu Journal of Mathematics, Editor.
5. Advances in Pure Mathematics, Editor.
6. Annales de l'Institut Henri Poincaré D, Editor.
7. Journal of Physical Mathematics, Editor-in-Chief.
8. Asia Pacific Journal of Mathematics, Editorial board.
9. 12th East Asian School of Knots and Related Topics, the University of Tokyo, February 13 – 16, 2016, program committee.

G. 受賞

日本数学会 2013 年度幾何学賞

H. 海外からのビジター

1. Murillo, Aniceto (Universidad de Malaga), 2016年4月3日–24日, 有理ホモトピー理論の研究, FMSP Lectures で講演.
2. Garvin, Antonio (Universidad de Malaga), 2016年4月3日–24日, 有理ホモトピー理論の研究.
3. Buijs, Urtzi (Universidad de Malaga), 2016年4月3日–24日, 有理ホモトピー理論の研究, FMSP Lectures.

4. Apéry, Francois (IRMA Strasbourg), 幾何学模型についての研究交流を行った. 2016年4月7日-8日, 談話会講演.

小林 俊行 (KOBAYASHI Toshiyuki)

A. 研究概要

今年度 (2016) は [3, 4, 5, 14] などの長編を中心に総計で約 500 ページの論文を出版した。以下では 2016 年の出版論文は番号 [1], [2], ... で表記し, それより以前の関連する論文はジャーナルの短縮形で引用する。研究テーマは次の 5 つに大別される。

1. 無限次元表現の分岐則の理論

筆者の長年のモチーフである「分岐則」に関して, 定性的理論から定量的理論に移行する新しいプログラムを提起した (日本数学会 70 周年記念企画特別講演, 文献 [1], [Progr. Math. '15]).

1.A. (定性的理論 1—離散性) 分岐則の離散性の判定条件をカテゴリー \mathcal{O} に対して幾何的に与え [Trans. Group 2012], またユニタリ表現のカテゴリーに対して, Zuckerman 導来関手加群 [Adv. Math.2012] および極小表現 [Crelle J. 2015] の場合に離散的な分岐則の生じるケースを分類した。

1.B. (定性的理論 2—有限性) 無限次元表現の分岐則の重複度有限性を与える必要十分条件を証明し [Perspective Math. 2014], さらに, 松木敏彦氏とその分類を完成した [Transf. Group 2014].

1.C. (定量的理論 1—対称性の破れの局所作用素) 対称性の破れの作用素の系統的な構成法 (F -method) を提唱し [Contemp. Math. AMS, 2012], Pevzner, Souček 等と共同で Rankin–Cohen 作用素や Juhl の共形不変な作用素を新証明で再構成し [Adv. Math. 2015], 種々の幾何構造に対して一般化を与えた ([4,5], 著書 [14]).

1.D. (定量的理論 2—対称性の破れの分類理論) 簡約リー群の対称性の破れの非局所作用素を完全に記述する最初の成功例を与え (著書 [15](B. Speth と共同)), その拡張を行った [12].

2. 極小表現の大域解析

筆者は, 表現論内部の問題意識とは逆の視点で, 極小表現とよばれる「小さな無限次元表現」の幾何学的モデルを用いた新しい大域解析の可能性を提唱し, 以下の研究を行った。

2.A. (フーリエ変換の一般化と変形理論) 2 つの簡約群の極小表現を interpolate するアイデアで, フーリエ変換の変形を構成し, Hankel 変換, Dunkl 変換, Hermite 半群等を群論的に包括する

変形理論を与えた [Compositio Math. 2012].

2.B. (冪零軌道の量子化) 幾何的量子化が難しいと考えられていた (極小) 冪零軌道の量子化に成功し, 2 通りの方法で構成した [JFA, 2012].

2.C. 保型形式への応用 (G. Savin と共同, [Math.Z.'15]).

3. 不連続群

筆者の長年のモチーフである「リーマン幾何学の枠組を越えた不連続群」について, スペクトル理論の構築に初めて踏み込んだ。幾何学的な準備として, 離散群の作用の不連続性を量的に評価する手法を導入し, 高次元タイヒミュラー空間上で安定な離散スペクトラムを構成した。長編の論文 [3] を出版し, さらに研究を推し進めている [2, 9].

4. 非対称空間の大域解析

非対称空間上の大域解析は未知の世界である。その研究の基盤のための理論構築を手がけた。

4.A. 幾何学的群論の手法を推し進め, 非対称空間の正則表現が L^p 緩増加となるための必要十分条件を証明した (Y. Benoist と共同 [J. Euro. Math. 2015]).

4.B. 誘導表現の既約分解における重複度の有限性および一様有界性に関する判定条件を, 偏微分方程式系の境界値問題を用いて決定した (大島利雄氏と共同 [Adv. Math. 2013]).

5. 可視的作用と無重複表現

複素多様体における可視的作用という概念を導入し無重複性の伝播定理を証明し (口頭発表 [6]), 無重複表現の統一的な構成を与えた。

1. Analysis on non-symmetric spaces

This is a challenge to the global analysis on homogeneous spaces beyond symmetric spaces.

1.A I introduced a notion of *real spherical manifolds* and established a geometric criterion for finite multiplicities in the induced/restricted representations [Adv.Math. 2013] with T.Oshima,

1.B classified all symmetric pairs that yield finite-multiplicity branching laws in [Trans. Group, 2014].

1.C Jointly with Y. Benoist [J. Euro. Math. '15], we proved a criterion for L^p -temperedness of the regular representation on G/H in the generality that $G \supset H$ are pair of reductive groups.

2. Analysis on minimal representations

Minimal representations are one of building blocks of unitary representations. Classic examples are the Weil representation. I proposed a *geometric approach* to minimal representations, by which we could expect a fruitful theory on global analysis by *maximal symmetries*. It includes a conformal construction of minimal representations with B. Ørsted [Adv. Math. 2003]), a theory of *unitary inversion operator* on the L^2 -model that generalizes the Euclidean Fourier transform with G. Mano ([Memoirs of AMS, **1000**, (2011)]), a deformation theory of the Fourier transform in [Compositio Math. 2012], new “special functions” satisfying a certain ODE of *order four* with G. Mano, Hilgert, and Möllers in [Ramanujan J. 2011], and a generalization of the Schrödinger/Fock model [JFA 2012] among others.

3. Multiplicity-free representations

I established the propagation theorem of multiplicity-freeness, which produces various multiplicity-free results as synthetic applications of the original theory of *visible actions* on complex manifolds.

4. Discontinuous groups

Developing my continuing motif on discontinuous groups for non-Riemannian homogeneous spaces, I initiated the study on discrete spectrum on locally non-Riemannian symmetric spaces with F. Kassel [3], and extended in [2,9].

5. Restriction of representations

I accomplished the classification of the triple $(\mathfrak{q}, \mathfrak{g}, \mathfrak{h})$ such that Zuckerman’s derived functor modules $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ decompose discretely with respect to a reductive symmetric pair $(\mathfrak{g}, \mathfrak{h})$ in [Adv. Math. 2012] and [Crelle 2015] with Y. Oshima. In the BGG category \mathcal{O} , I developed a theory of discretely decomposable restrictions [Transf. Groups 2012], proposed an effective method to find singular vectors (‘*F*-method’ [Contemp. Math. AMS, 2013]), and joint with B. Ørsted, V. Souček, P. Somberg, M. Pevzner, and T. Kubo determined explicit formulae of covariant differential operators in various geometric settings ([4,5,14]). With B. Speh, I classified symmetry breaking op-

erators of spherical principal series of Lorentz groups [15].

B. 発表論文 (2016 年以降)

1. T. Kobayashi. Birth of new branching problems. 2016 年度日本数学会秋季総合分科会, 日本数学会 70 周年記念, 総合講演・企画特別講演アブストラクト, pp. 65–92. Mathematical Society of Japan, 2016.
2. T. Kobayashi, Intrinsic sound of anti-de Sitter manifolds. In: Lie Theory and Its Applications in Physics, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, **191**, (2016), pp. 83–99, Springer.
3. F. Kassel and T. Kobayashi, “Poincaré series for non-Riemannian locally symmetric spaces”, Advances in Mathematics, **287** (2016), pp. 123–236.
4. T. Kobayashi and M. Pevzner. Differential symmetry breaking operators. I. General theory and F-method. Selecta Mathematica (N.S.), **22**, (2016), pp. 801–845.
5. T. Kobayashi and M. Pevzner. Differential symmetry breaking operators. II. Rankin-Cohen operators for symmetric pairs. Selecta Mathematica (N.S.), **22**, (2016), pp. 847–911.
6. T. Kobayashi, 共形幾何と分岐則 (plenary lectures), 2016 年度表現論シンポジウム講演集, pp. 16–37, 2016 年 11 月 29 日–12 月 2 日.
7. T. Kobayashi, T. Kubo, and M. Pevzner. Classification of differential symmetry breaking operators for differential forms. C. R. Acad. Sci. Paris, Ser.I, **354**, (2016), pp. 671–676.
8. T. Kobayashi, A. Nilsson, and F. Sato, “Maximal semigroup symmetry and discrete Riesz transforms”, Journal of the Australian Mathematical Society. **100**, (2016), pp. 216–240.
9. T. Kobayashi, Global analysis by hidden symmetry, to appear in Progr. Math., (special issue in honour of R. Howe).

10. T. Kobayashi and O. Leontiev. Symmetry breaking operators for the indefinite orthogonal groups $O(p, q)$. In Abstract of the Geometry Session at the MSJ 2016 Autumn Meeting, pp. 101–102. Mathematical Society of Japan, 2016.
 11. T. Kobayashi, T. Kubo, and M. Pevzner. Construction and classification of differential symmetry breaking operators for differential forms on spheres. In Abstract of the Functional Analysis Session at the MSJ 2016 Autumn Meeting, pp. 85–86. Mathematical Society of Japan, 2016.
 12. T. Kobayashi, A. Leontiev, 不定値直交群 $O(p, q)$ の対称性破れ作用素, 2016 年度表現論シンポジウム講演集, pp. 38–52, 2016 年 11 月 29 日-12 月 2 日.
 13. T. Kobayashi. 対称性と大域解析. 『数学の現在 π 』, pp. 1–21. 東京大学出版会, 2016.
- 著書:
14. T. Kobayashi, T. Kubo, and M. Pevzner. Conformal Symmetry Breaking Operators for Differential Forms on Spheres, Lecture Notes in Mathematics. **2170**, Springer, 2016 年, ix+192 pages. ISBN: 978-981-10-2656-0.
 15. T. Kobayashi and B. Speh, “Symmetry Breaking for Representations of Rank One Orthogonal Groups”, Mem. Amer. Math. Soc., **238**, アメリカ数学会, 2015 年, v+112 pages.

C. 口頭発表

1. Birth of New Branching Problems. 日本数学会 70 周年記念 企画特別講演, 日本数学会 秋季総合分科会, Kansai University, Japan, 15-18 September 2016.
2. Conformally Covariant Symmetry Breaking Operators on Differential Forms and Some Applications. Conference on Geometry, Representation Theory and the Baum-Connes Conjecture (Baum 教授 80 歳記念

- 研究集会). The Fields Institute, Toronto, Ontario, Canada, 18-22 July 2016.
3. “Analysis on Non-Riemannian Locally Symmetric Spaces —An Application of Invariant Theory”, (**3.A.**–**3.D.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる.) **3.A.** Harmonic Analysis, Group Representations, Automorphic Forms and Invariant Theory: in honour of Roger Howe celebrating his 70th birthday (Howe 教授 70 歳記念研究集会). Yale University, USA, 1-5 June 2015. **3.B.** Seminar. Institut Élie Cartan de Lorraine, Nancy, France, 15 October 2015. **3.C.** Workshop: Branching Laws, Quantum Ergodicity, Wave Front Sets & Resonances (organized by M. Pevzner and P. Ramacher. Reims, France, 23-24 October 2015. (2 lectures). **3.D.** Symposium on Representation Theory 2015, 伊豆長岡, Shizuoka, Japan, 17-20 November 2015.
 4. “Rigidity in geometry and spectral analysis on non-Riemannian locally homogeneous manifolds”, Workshop: Deformation of Discrete Groups and Related Topics. Nagoya University, Nagoya, Japan, 17-18 February 2015.
 5. Branching Laws for Infinite Dimensional Representations of Real Lie Groups; Symmetry Breaking Operators. (**5.A.**–**5.K.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる.) **5.A.** Mathematical Panorama Lectures in celebration of 125th birthday of Srinivasa Ramanujan (ラマヌジャン生誕 125 周年におけるインド数学会年記念のパノラマ・レクチャー, 5 回の連続講義). Tata Institute, India, 18–22 February 2013. **5.B.** Representations of reductive groups: (David Vogan 教授還暦記念研究集会) (organized by R. Bezrukavnikov, P. Etingof, G. Lusztig, M. Nevins, and P. Trapa). MIT, USA, 19-23 May 2014. **5.C.** Representation Theory and Groups Actions. The University of Tokyo, Tokyo,

- Japan, 12 July 2014. **5.D.** Workshop on New Developments in Representation Theory (opening lecture), Singapore, 14 March 2016. **5.E.** (2 回連続講演) Berkeley-Tokyo Winter School: Geometry, Topology and Representation Theory. University of California, Berkeley, USA, 8-19 February 2016. **5.F.** (opening lecture). Journées SL2R (Strasbourg, Lorraine, Luxembourg, Reims): Théorie des Représentations et Analyse Harmonique. Institut Elie Cartan de Lorraine, France, 9-10 June 2016. **5.G.** Analysis, Geometry and Representations on Lie Groups and Homogeneous Spaces (河添健教授および Ahmed Intissar 教授の還暦記念研究集会). Marrakech, Morocco, 8-12 December 2014. **5.H.** Symmetry Breaking Operators and Branching Problems. Symposium on Representation Theory 2014. Awajishima, Japan, 25-28 November 2014. (連続講演) **5.I.** Symmetry Breaking Operators and Branching Problems. Algebraic Geometry Seminar. Zurich University, Switzerland, 6 October 2014. **5.J.** Symmetry Breaking Operators for Rank One Orthogonal Groups. Prehomogeneous Vector Spaces and Related Topics (organized by Slupinski, Soufaifi, Y. Hironaka, H. Ochiai; scientific advisors: Rubenthaler and F. Sato). Rikkyo University, Tokyo, Japan, 1-5 September 2014. **5.K.** Tutorials and Workshop on New Developments in Representation Theory. Singapore, 14 March 2016.
- 6.** Visible Actions and Multiplicity-free Representations. XVIth International Conference on Geometry, Integrability and Quantization. Varna, Bulgaria, 6-11 June 2014.
- 7.** Geometric Analysis on Minimal Representations. (**7.A.-7.E.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては同じなので1つにまとめる.) **7.A.** Mathematical Physics and Representation Theory (Igor Frenkel 教授 60 歳記念研究集会) (organized by P. Etingof, M. Khovanov, A. Kirillov Jr., A. Lachowska, A. Licata, A. Savage and G. Zuckerman). Yale University, USA, 12-16 May 2012. **7.B.** International summer research school of CIMPA 2013: Hypergeometric functions and representation theory. Mongolia, 5-16 August 2013 (Plenary, 連続講演). **7.C.** (2 lectures). Analytic Representation Theory of Lie Groups. Kavli IPMU, the University of Tokyo, Japan, 1-4 July 2015. **7.D.** Geometric Quantization of Minimal Nilpotent Orbits. (Souriau 教授 90 歳記念研究集会) Aix-en-Provence, France, 25-29 June 2012. **7.E.** Conformal Geometry and Branching Problems in Representation Theory. Symposium on Representation Theory 2016. Okinawa, Japan, 29 November 29-2 December 2016. (連続講演).
- 8.** Natural Differential Operators in Parabolic Geometry and Branching Laws. (**8.A.-8.F.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては同じなので1つにまとめる.) **8.A.** The Interaction of Geometry and Representation Theory: Exploring New Frontiers (M. Eastwood 60 歳記念研究集会) ESI, Vienna, 10-14 September 2012. **8.B.** Symposium on Representation Theory 2012. Kagoshima, Japan, 4-7 December 2012. **8.C.** Workshop on Geometric Analysis on Euclidean and Homogeneous Spaces (S. Helgason 教授 85 歳記念研究集会). Tufts University, USA, January 2012. **8.D.** International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics (LT-10). Varna, Bulgaria, 17-23 June 2013. **8.E.** Analysis Seminar. Chalmers University of Technology and the University of Gothenburg, Sweden, 14 May 2013. **8.F.** Geometry, Representation Theory, and Differential Equation, Kyushu University, Japan, 26-19 February 2016.
- 9.** Finite Multiplicity Theorems and Real Spherical Varieties. (**9.A.-9.J.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては同じなので1つにま

とめる。) **9.A.** 松木敏彦教授還暦記念研究集会. Tottori, Japan, 8–9, February 2014. **9.B.** Representation Theory and Analysis of Reductive Groups: Spherical Spaces and Hecke Algebras Oberwolfach, Germany, 19–25 January 2014. **9.C.** Workshop on Representations of Lie Groups and their Subgroups (organized by G. Zhang). Chalmers University of Technology, Sweden, 19–20 September 2013. **9.D.** Representations of Reductive Groups Salt Lake City, USA, 8–12 July 2013. **9.E.** Group Actions with applications in Geometry and Analysis: in honour of Toshiyuki Kobayashi 50th birthday. Reims, France, 3–6 June 2013. **9.F.** Branching Laws, IMS, Singapore, March, 2012. **9.G.** Harmonic Analysis Seminar. Charles University in Prague, Czech, 14 December 2012. **9.H.** Harmonic Analysis, Operator Algebras and Representations. Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM), Luminy, France, 22–26 October 2012. **9.I.** Special Program “Branching Laws” (11–31 March 2012). Institute for Mathematical Sciences, NUS, Singapore, 19 March 2012. **9.J.** F-method III. Geometry, Representation Theory, and Differential Equations. Kyushu University, 16–19 February 2016.

- 10.** Global Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces—Beyond the Riemannian Case. (**10.A.**–**10.R.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては同じなので1つにまとめる。) **10.A.** Analysis on Manifolds with Symmetries and Related Structures. University of Bath, UK, 28–29 June 2016. **10.B.** Workshop: Deformation of Discrete Groups and Related Topics. Nagoya University, Nagoya, Japan, 17–18 February 2015. **10.C.** The 11th International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics (LT-11). Varna, Bulgaria, 15–21 June 2015. **10.D.** Kyushu University, 談話会, Fukuoka, Japan, 15

January 2015. **10.E.** JSPS-DST Asian Academic Seminar 2013: Discrete Mathematics & its Applications. the University of Tokyo, Japan, 3–10 November 2013. **10.F.** Sophus Lie Days. Cornell, USA, 11 October 2013. **10.G.** Japan–Netherlands Seminar. Nagoya University, Japan, 26–30 August 2013. **10.H.** Hayama Symposium on Complex Analysis in Several Variables XVI. Kanagawa, Japan, 20–23 July 2013. **10.I.** (2 lectures), Workshop d’analyse harmonique. Reims, France, 2 November 2012. **10.J.** 談話会, Colloquium Lorrain. Université de Lorraine - Metz, France, 16 October 2012. **10.K.** 談話会. Kyushu University, Fukuoka, Japan, 15 January 2015. **10.L.** 談話会. Tohoku University, Sendai, Japan, 15 December 2014. **10.M.** 談話会. The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 11 July 2014. **10.N.** Lie Groups: Structure, Actions and Representations (J. Wolf 教授 75 歳記念研究集会). Ruhr-Universität, Bochum, Germany, January 2012. **10.O.** Sophus Lie Days. Cornell, USA, 11 October 2013. **10.P.** Journée Mathématique de la Fédération de Recherche. Logis du Roy, Amiens, France, 2 July 2013. **10.Q.** Colloquium de Mathématiques de Rennes. Institut de Recherche mathématique de Rennes, France, 10 June 2013. **10.R.** Chalmers University of Technology and the University of Gothenburg, 談話会, Sweden, 20 May 2013.

D. 講義

1. 数理科学概論 I: 微積分, Taylor 展開, 偏微分, 近似と概算, 微分方程式の初歩, 多変数関数の積分を講義し, 約 200 題の演習で講義を補った. (教養学部文科 1, 2 年生)
2. 数物先端科学 IV・数学続論 XD: 球面調和関数の理論を軸とし, 古典解析の視点, 微分幾何学的な解釈, および表現論的な構成を通じてそこに用いられる基礎概念を説明した. さらに, これらの視点を生かして, 無限次元表現論の最先端のいくつかのトピッ

クにおけるアイデアを解説した。(数理大学院・4年生共通講義)

3. 数学講究 XB (数理科学概説)「大域解析と対称性」, (理学部数学科 4 年生), 2016 年 5 月 11 日.
4. 数学講究 XA, 数学特別講究, 通年: テキスト “Expansion in Finite Simple Groups of Lie Type”, “An Introduction to Symplectic Geometry”(理学部数学科 4 年生)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 森田 陽介 (MORITA Yosuke): A cohomological study of the existence problem of compact Clifford–Klein forms (コンパクト Clifford–Klein 形の存在問題のコホモロジー的研究).
2. (修士) 伊藤 要平 (ITO Yohei): Ind- D 加群について—接続性と増大度付き Cauchy–Kovalevskaya–柏原の定理—
3. (修士) 田森 宥好 (TAMORI Hiroyoshi): Minimal representations of $\widetilde{SL}(3, \mathbb{R})$ and $\widetilde{O}(3, 4)$ ($\widetilde{SL}(3, \mathbb{R})$ と $\widetilde{O}(3, 4)$ の極小表現)

F. 対外研究サービス

1. Kavli IPMU(数物宇宙連携機構), 上席科学研 究員併任 (2009.8–2011.5); 主任研究員 (Principal Investigator) 併任 (2011.6–)

[ジャーナルのエディター]

2. Managing Editor, Japanese Journal of Mathematics (日本数学会) (2005–)
3. Editor, International Mathematics Research Notices (Oxford 大学出版) (2002–)
4. Managing Editor, Takagi Booklet, vol. 1–18 (日本数学会) (2006–)
5. Editor, Geometriae Dedicata (Springer) (2000–)
6. Editor, Advances in Pure and Applied Mathematics (de Gruyter) (2008–)
7. Editor, International Journal of Mathematics (World Scientific) (2004–)

8. Editor, Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo (2007–)

9. Editor, Kyoto Journal of Mathematics (2010–)
10. Editor, Representation Theory (アメリカ数学会) (2015–)
11. Editor, AMS Translation Series (アメリカ数学会) (2016–)
12. Editor, Special Issue in commemoration of Professor Kunihiko Kodaira’s centennial birthday (J. Math. Sciences, the University of Tokyo) (2015).

13. Editor, Special Issue in honor of Professor Masaki Kashiwara’s 70th birthday (Publ. RIMS).

14. 共立出版, 『共立講座 数学探検 (全 18 巻)』, 『共立講座 数学の魅力 (全 14 巻+別巻 1)』, 『共立講座 数学の輝き (全 40 巻予定)』の 3 シリーズ編集委員

15. 編集委員, 数学の現在 i, e, π , (with 斎藤毅, 河東泰之), 東京大学出版会, 2016.

[学会・他大学の委員など]

16. 審査委員: European Research Council (2010–)

17. 京都大学数理解析研究所運営委員 (2015–2017)

18. 京都大学数理解析研究所専門委員 (2007–2009; 2009–2011; 2015–2017)

19. 科学研究費等の審査委員: 日本 (JSPS), 米国 (NSF-AMS), EU, ドイツ, ルクセンブルク, 中華人民共和国・香港 (various years)

20. 審査委員: Prize Committee 日本数学会春季賞・秋季賞他 (anonymous) (various years)

[国際研究集会のオーガナイザーなど]

21. Scientific Committee, Visible Actions and Multiplicity-free Representations. XVIIth International Conference on Geometry, Integrability and Quantization. Varna, Bulgaria, 2016.

22. オーガナイザー, Summer School on Representation Theory, リー群の群作用と大域解析セミナー, 玉原国際セミナーハウス, 10–14 August 2016.
23. オーガナイザー, Winter School 2016 on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東京大学大学院数理科学研究科, 22–27 January 2016. Coorganized with Toshihisa Kubo and Hideko Sekiguchi.
24. オーガナイザー, Summer School on Representation Theory, リー群の群作用と大域解析セミナー, 玉原国際セミナーハウス, 4–8 August 2015.
25. オーガナイザー, Analytic representation theory of Lie groups, 1–4 July 2015, Kavli 数物連携宇宙研究機構, 東京大学.
26. オーガナイザー, Winter School 2015 on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東京大学大学院数理科学研究科, 24–26 January 2015. Coorganized with Toshihisa Kubo, Hisayosi Matumoto and Hideko Sekiguchi.
27. オーガナイザー, Summer School on Representation Theory, 玉原国際セミナーハウス, 28–31 August 2014.
28. オーガナイザー, Winter School on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東大, 15–18 February 2014, (with T. Kubo, H. Matumoto and H. Sekiguchi).
29. オーガナイザー, Session “Representation Theory” in JSPS-DST Asian Academic Seminar 2013: Discrete Mathematics & Its Applications (小谷元子他), the University of Tokyo, Japan, 7 November, 2013.
30. オーガナイザー, Representations of Lie Groups and Supergroups, Oberwolfach, Germany, 10–16 March 2013 (with J. Hilgert, K.-H. Neeb and T. Ratiu)
31. Scientific committee, Harmonic Analysis, Operator Algebras and Representations, CIRM, Luminy, France, 21–26 October 2012
32. オーガナイザー, 高木レクチャー, 第 11 回 (東京大学, 2012 年 11 月), 第 12 回 (東京大学, 2013 年 5 月), 第 13 回 (京都大学数理研, 2013 年 11 月), 第 14 回 (東京大学, 2014 年 5 月), 第 15 回 (東北大学, 2015 年 6 月), 第 16 回 (東京大学, 2015 年 11 月), 第 17 回 (京都大学数理研, 2016 年 6 月), 第 18 回 (東京大学, 2016 年 11 月) (with Y. Kawahigashi, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito)
33. オーガナイザー, リー群論・表現論セミナー (2007–present 東大; 2003–2007 RIMS; 1987–2001 東大)

G. 受賞

1. アメリカ数学会フェロー (2017) 「簡約リー群の構造論と表現論に対する貢献」 (Contribution to Structure Theory and Representation Theory of Reductive Lie groups)
2. 2015 JMSJ 論文賞 (The JMSJ Outstanding Paper Prize) 「極小表現の構成に関する論文 Minimal representations via Bessel operators」 に関して」 (J. Hilgert, J. Möllers との共同受賞)
3. 紫綬褒章 (Medal with Purple Ribbon)(2014) 数学研究
4. 井上學術賞 (Inoue Prize for Science) (2011) 「無限次元の対称性の解析」 (Analysis on infinite dimensional symmetries)

H. 海外からのビジター

1. Salma Nasrin, University of Dhaka, バングラディシュ, Jun. 16–30, 2016.
2. Benjamin Harris, Bard College at Simon’s Rock, USA, Aug. 1–9, 2016.
3. David Vogan, MIT, USA, Nov. 4–7, 2016, delivered the Takagi Lectures.
4. Geordie Williamson, Max-Planck-Institute, ドイツ, Nov. 5–6, 2016, delivered the Takagi Lectures.
5. Yiannis Sakellaridis, Rutgers University, US, Jan. 20–27, 2016, Winter School 2016 on Representation Theory of Real Reductive Groups で連続講演を行う。

齋藤 毅 (SAITO Takeshi)

A. 研究概要

正標数の代数多様体上のエタール層の特性サイクルを研究した。特異台の順像の次元が射の行き先の次元と一致する場合に、固有射による順像との両立性が証明できた。これに関する論文は準備中である。また昨年投稿した特性サイクルの定義や指数公式に関する論文を、Beilinson氏のアイデアにより改良し出版することができた。指数公式の証明で使われる特性サイクルの外部積との両立性に関する論文も、Illusie氏とZheng氏のアイデアによりこれも改良し出版することができた。

このほか混標数の離散付値体の非対数的分岐群についても、その次数商の構造を調べる方法を確認した。これに関する論文も準備中である。今年には総長補佐だったので、研究のための時間の確保が非常に困難だったが、なんとかある程度の成果をあげることができた。

I studied the characteristic cycle of an étale sheaf on an algebraic variety of positive characteristic. I proved the compatibility with proper direct image, under the assumption that the dimension of the direct image of the singular support is the same as that of the target of the morphism. I am preparing an article on this. I published the article including the definition of characteristic cycle and the proof of the index formula submitted last year, with several improvements due to A. Beilinson. I published another article on the compatibility with external product, which is used in the proof of the index formula, with improvements due to L. Illusie and W. Zheng.

I also verified a method to study the graded quotients of ramification groups of a local field of mixed characteristic in the non-logarithmic case. I am preparing an article. Though I had serious difficulty in finding time to study caused by administrative duty, I managed to obtain some new results.

B. 発表論文

1. T. Saito “Characteristic cycle of the external product of constructible sheaves”, *Manuscripta Mathematica*, on line

2. T. Saito “Wild ramification and the cotangent bundle”, *Journal of Algebraic Geometry*, on line
3. T. Saito “The characteristic cycle and the singular support of a constructible sheaf”, *Inventiones mathematicae*, 207(2), (2017) 597-695,
4. T. Saito “Characteristic cycle and the Euler number of a constructible sheaf on a surface”, *Kodaira Centennial issue of the Journal of Mathematical Sciences*, the University of Tokyo, vol 22, (2015), 387-442.
5. K. Kato and T. Saito “Ramification theory for varieties over a local field,” *Publications Mathematiques, IHES.* 117, Issue 1 (2013), 1-178
6. T. Saito “The second Stiefel-Whitney classes of ℓ -adic cohomology,” *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, (2013), Issue 681, 101-147.
7. T. Saito “The determinant and the discriminant of a hypersurface of even dimension,” *Mathematical Research Letters.* 19 (2012), no. 04, 855-871
8. T. Saito “Ramification of local fields with imperfect residue fields III”, *Mathematische Annalen*, 352, Issue 3 (2012), 567-580.

C. 口頭発表

1. Characteristic cycle of an ℓ -adic sheaf, 数学会総合分科会, 特別講演, 関西大学, 9月17日, 東北大学代数セミナー 1月26日, 第12回 鹿児島代数・解析・幾何学セミナー 2月13日, JAMI 2017 Local zeta functions and the arithmetic of moduli spaces: A conference in memory of Jun-Ichi Igusa March 22-26, 2017 Johns Hopkins University (アメリカ)
2. On the characteristic cycle of a constructible sheaf, SAGA Orsay, 22/03/16, (フランス). Hakodate workshop on arithmetic geometry 2016. Hakodate arena.

- (日本) 6月1日. Tokyo-Seoul at KIAS, June 16-17, (韓国). PANT Characteristic cycle of a constructible sheaf, July 11-15 (台湾).
3. The characteristic cycle and the singular support of an étale sheaf, Workshop of arithmetic geometry in Tohoku, October 30, 2014 (日本). Arithmetic and Algebraic Geometry (Shioda 75), UTokyo, School of Math. Sci., Lecture hall, January 31, 2015, (日本). Séminaire Théorie des Nombres, Institute de Mathématique de Bordeaux, mars 20, 2015, Arithmetic Algebraic Geometry, May 15, 2015 (中国). Nordic Number-theory Network, Copenhagen June 16, (デンマーク). Géométrie arithmétique, théorie des représentations et applications, 24 juin 2015, (フランス). Guest seminar, Freie Universität Berlin, June 30 12:30-14:00 16:00-17:30, July 2, 7 (ドイツ). AMS algebraic geometry summer institute, July 27, 2015, (アメリカ). Conference on Algebraic Number Theory, TSIMF Sanya, January 17, 2016, (中国).
 4. On the characteristic cycle of an ℓ -adic sheaf, Journées de géométrie arithmétique de l'IHÉS 25-26 septembre 2014 IHÉS(フランス), 25.
 5. 1 進層の分岐と特性多様体、第三回九州合同セミナー 2014 年 1 月 11 日 佐賀大学, Characteristic cycles of a constructible sheaf on a surface, Arithmetic and Algebraic Geometry 2014, 東大数理大講義室 2014 年 1 月 29 日, Conference on Motives and Galois groups on the occasion of Uwe Jannsen's 60th birthday, March 12 14:00-15:00, 2014, University of Regensburg(ドイツ). Geometry and Arithmetic of Surfaces, March 18 10:00-11:00, 2014 LMU and TU Munich(ドイツ).
 6. The monodromy weight conjecture and perfectoid spaces (after Peter Scholze), VI-ASM Annual Meeting 2013, Hanoi, July 20-21, 2012. (ヴェトナム)
 7. Wild ramification and the cotangent bundle, 25/01/13 KIAS number theory seminar, 20/02/13 IPMU Inter-disciplinary Colloquium, 13/03/13 IHES Seminaire de mathematiques, 19/03/13 ENS a Lyon, 03/07/13 AMC 2013, Busan, 24/07/13 PANT (Pan Asia Number Theory) conference, VIASM, (ヴェトナム)
 8. Introduction to wild ramification of schemes and sheaves, Arizona Winter School 2012: Ramification and Geometry March 10-14, 2012, University of Arizona in Tucson (アメリカ) Uni Padova March 19-30, 2012
 9. Discriminant and determinant of a hypersurface of even dimension, 2011 年 7/27(水) 代数学コロキウム 東大数理 123 教室, 仙台シンポジウム 2011 年 8/2 (火)、Une apres-midi de Geometrie Arithmetique a l'IHES 12 septembre, 2011, (フランス) 2011 Japan-Taiwan Mini workshop on Arithmetic Algebraic Geometry and related topics, Nov. 17-19. (台湾) Number theory seminar, University of Chicago, 2012 Jan. 18, Arithmetic and Algebraic Geometry 2012 Univ. of Tokyo, 2012 Feb. 17. (日本)
 10. Second Stiefel-Whitney class of ℓ -adic cohomology, 東北大学代数学幾何セミナー、2011 年 1 月 14 日 (金) Geometrie Arithmetique et motivique, CIRM, 19 septembre 2011. (フランス) Galois Representations and Arithmetic Geometry, Institut de Mathematiques de Bordeaux, 15:15-16:15, July 11 2012. Orsay, 26-03-2013, (フランス)
- D. 講義
1. 数理科学基礎 (教養学部前期課程講義): 微積分と線形代数の初歩.
 2. 微分積分学 (教養学部前期課程講義): 微積分.
 3. 代数学 III (理学部 3 年生講義): 体とガロワ理論.

E. 修士・博士論文

1. (博士) 梅崎直也 (UMEZAKI Naoya): Characteristic class and the ε -factor of an étale sheaf
2. (博士) 吉川祥 (YOSHIKAWA Sho): On modularity of elliptic curves over abelian totally real fields
3. (修士) 加藤大輝 (KATO Hiroki): Wild ramification and restrictions to curves

F. 対外研究サービス

1. 第 17, 18 回高木レクチャー 6 月 18 日, 11 月 5, 6 日オーガナイザー
2. 玉原数論幾何研究集会 2016, 6 月 21 日 (火)–6 月 24 日 (金) オーガナイザー
3. Journal of Algebraic Geometry, エディター
4. Documenta Mathematica, エディター
5. Japanese Journal of Mathematics, エディター

志 甫 淳 (SHIHO Atsushi)

A. 研究概要

(1) X を正標数の代数閉体上の射影的で滑らかな代数多様体でエタール基本群が自明なものとするとき, X 上のアイソクリスタルは自明なものしかないだろうという予想が de Jong により提出されている. 以前の研究で $\mu_{\max}(\Omega_X^1) \leq 0$ の仮定の下で予想を証明した (論文は投稿中) が, 今年度も引き続きこの予想に関する研究を続けた. (H. Esnault 氏との共同研究.)

(2) p 進穴あき円板上の可解な微分加群の基本定理である p 進 Fuchs 定理および p 進局所モノドロミー定理のより強いヴァージョンが Kedlaya により示されていたが, 彼の論文における証明の不完全な所や誤りを指摘し, その修正に取り組んだ. (K. S. Kedlaya 氏との共同研究)

(3) 標数 0 の標準的対数点上の準射影的な正規交叉対数的代数多様体に対する対数的ドラム基本群のホモトピー完全列を純代数的に構成し,

幾何的副三角化可能商に対しての最初の射の単射性を示した. この論文を完成させ, 投稿した. (V. Di Proietto 氏との共同研究.)

(4) 適切な条件を満たす標数 0 の対数的代数多様体の切断付きの射 $f : (X, M) \rightarrow (S, N)$ に対して, その相対的な副冪単ドラム基本群の様々な定義が一致することを純代数的に証明した. 応用として f が安定対数的曲線のときの副冪単ドラム基本群へのモノドロミー作用が純代数的に記述でき, Andreatta-Iovita-Kim が示した双曲的曲線の p 進良還元判定条件の証明における超越的部分に純代数的証明を与えることができる. 論文は執筆中である. (B. Chiarellotto 氏, V. Di Proietto 氏との共同研究.)

(5) 準モンテカルロ法において積分を計算する際にとる点列の良さはを測る指標として t 値, WAFOM 値が知られており, この両者の関係は松本, 芳木, 鈴木らにより研究されている. 今年度は t 値をある意味で精密に捉える (u, e) 値の概念に着目し, これに関連すべき WAFOM 値の変種を構成した. しかしながら, 準モンテカルロ法における有用性はまだ確立できていない. (大川幸男氏との共同研究.)

(1) It is conjectured by de Jong that, for a projective smooth variety X over an algebraically closed field of positive characteristic with trivial étale fundamental group, any isocrystal on X would be trivial. We had proved the conjecture under the assumption $\mu_{\max}(\Omega_X^1) \leq 0$ (the article for which is under submission), and we continued our study on it. (Joint work with H. Esnault.)

(2) A stronger version of the p -adic Fuchs theorem and the p -adic local monodromy theorem, which are fundamental theorems of differential modules over p -adic annuli, had been proven by Kedlaya, but we pointed out that there were incomplete argument and errors in the proof in his article. We tried to fix them. (Joint work with K. S. Kedlaya.)

(3) We constructed in purely algebraic way the homotopy exact sequence of de Rham fundamental groups for quasi-projective normal crossing log algebraic varieties over standard

log point of characteristic 0 and we proved the injectivity of the first map in it for geometrically protrigonalizable quotients. We completed the article for this and submitted. (Joint work with V. Di Proietto.)

(4) We proved in purely algebraic way the coincidence of several definitions of relatively unipotent de Rham fundamental groups for a morphism $f : (X, M) \rightarrow (S, N)$ of certain log algebraic varieties with a section of characteristic 0. As an application, we can describe the monodromy action on the unipotent de Rham fundamental group for stable log curves, and we can give a purely algebraic proof for the transcendental part of the p -adic good reduction criterion for hyperbolic curves due to Andreatta-Iovita-Kim. The article is now in preparation. (Joint work with B. Chiarellotto and V. Di Proietto.)

(5) As the values which measure the goodness of sequences which we take when we calculate integral via quasi Monte Carlo method, t -value and WAFOM are known, and their relation has been studied by Matsumoto, Yoshiki and Suzuki. In this academic year, we learned the notion of (u, e) -value, which is a kind of refinement of t -value, and constructed a variant of WAFOM which should be related to it. However, we have not yet established the efficiency of our variant in quasi Monte Carlo method. (Joint work with Sachio Ohkawa.)

B. 発表論文

1. V. Di Proietto and A. Shiho: "On the homotopy exact sequence for log algebraic fundamental groups", arXiv:1608.00384.
2. 志甫 淳, 「層とホモロジー代数」, 共立講座数学の魅力 5, 共立出版, 2016.
3. H. Esnault and A. Shiho: "Chern classes of crystals", arXiv:1511.06874.
4. H. Esnault and A. Shiho: "Convergent isocrystals on simply connected varieties", arXiv:1503.04243.

5. A. Shiho: "Notes on Generalizations of Local Ogus-Vologodsky Correspondence", J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), 793–875.

6. V. Di Proietto and A. Shiho: "On p -adic differential equations on semistable varieties II", Manuscripta Math. **146** (2015) 179–199.

C. 口頭発表

1. Comparison of relatively unipotent log de Rham fundamental groups, Guest Seminar, Freie Universität Berlin(ドイツ), 2016年11月24日.
2. Isocrystals on simply connected varieties, East Asia Number Theory Conference, Chern Institute of Mathematics(中国), 2016年8月24日.
3. Isocrystals on simply connected varieties, ワークショップ「 p 進コホモロジーと数論幾何学」, 東京電機大学, 2016年7月29日.
4. Isocrystals on simply connected varieties, 2016 Seoul-Tokyo Conference on Number Theory, KIAS(韓国), 2016年6月16日.
5. Convergent isocrystals on simply connected varieties, Workshop on recent trends in p -adic cohomology, Imperial College London(イギリス), 2015年3月25日.
6. On differential Artin conductor of overconvergent isocrystals, Arithmetic and Algebraic Geometry 2014, 東京大学, 2014年1月30日.
7. On homotopy exact sequence for log de Rham fundamental groups, p -adic cohomology and its applications 2014, 東北大学, 2014年1月7日.
8. On the differential Artin conductor of overconvergent isocrystals, Seminario Padova "geometria algebraica aritmetica", Università di Padova(イタリア), 2013年11月7日.

9. p 進微分方程式と係数つきリジッドコホモロジー, 談話会, 大阪大学, 2013 年 10 月 21 日.
10. p 進数と p 進微分方程式, On restriction of overconvergent isocrystals, On a generalization of local Ogus-Vologodsky correspondence (3 回講演), 豊田中央研数学コロキウム, 豊田中央研究所, 2013 年 4 月 25 日.

D. 講義

1. 数理科学基礎: 数理科学の基礎について, 線型代数の部分を講義した. (教養学部前期課程講義)
2. 代数と幾何: 線形空間, 線形写像, ジョルダン標準形, 双対空間, 双線形写像, テンソル積, 外積について講義した. (理学部 2 年生 (後期))
3. 代数と幾何演習: 代数と幾何の内容に対応した演習を行った. (理学部 2 年生 (後期))

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) ガンツォージ バタザヤ (Gantsooj Batzaya): On simultaneous approximation to a pair of powers of a real number by rational numbers.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「代数的整数論とその周辺」運営委員会委員.

G. 受賞

第 13 回 (平成 28 年度) 日本学術振興会賞.

高山 茂晴 (TAKAYAMA Shigeharu)

A. 研究概要

複素多様体間の射影的な射 $f : X \rightarrow Y$ に対して, ある点 $0 \in Y$ のファイバー X_0 の退化の様子を調べたい. f の双有理モデルの取り換えにより, X_0 の特異性が緩やかであるようにできるのはどのような状況かを判定する充填問題の研究を行った. 得られた結果は次の通りである. f は弱半安定であり, 良い極小モデルを持つものとす

る. 中心ファイバーの既約分解を $X_0 = \bigcup_{i \in I} F_i$, 一般ファイバーを X_y とする. 多重種数の等式 $\sum_{i \in I} P_m(F_i) = P_m(X_y)$ が十分多くの $m > 0$ に対して成立するとする. このとき f の良い極小モデル $f' : X' \rightarrow Y$ に対し, 中心ファイバー X'_0 は正規であり高々標準特異点しか持たない. 特に $P_m(X'_0) = P_m(X_y)$ がすべての $m > 0$ に対して成立する. 応用として, 中心ファイバーが高々標準特異点しかもたないようなモデルの存在と, 底空間上のある種の Weil-Petersson 型擬計量が 0 の周りで非完備であることが同値であることを示した. これは 2003 年に提出された C.-L. Wang 氏の予想の肯定的な解決を与えるものである.

We would like to understand a degeneration of a special fiber X_0 of $0 \in Y$ for a projective morphism $f : X \rightarrow Y$ between complex manifolds. We studied the so-called filling-in problem, that is, when the fiber X_0 can be made mildly singular, possible after a birational model change of f . Our result is as follows. We suppose that f is weakly semi-stable and has a good minimal model. Let $X_0 = \bigcup_{i \in I} F_i$ be the irreducible decomposition, and let X_y be a general fiber. We further suppose that the pluri-genera equalities $\sum_{i \in I} P_m(F_i) = P_m(X_y)$ hold for all sufficiently large and enough divisible integer m . Then for any good minimal model $f' : X' \rightarrow Y$ of f , the central fiber X'_0 is normal and has canonical singularities at worst. In particular, $P_m(X'_0) = P_m(X_y)$ holds for any $m > 0$ as a consequence. As an application, we proved the equivalence between (i) there exists a model of f so that X_0 has canonical singularities at worst, and (ii) a Weil-Petersson type pseudo-metric defined on the base space is incomplete at 0 . This solves a conjecture of C.-L. Wang, posed in 2003, affirmatively.

B. 発表論文

1. G. Heier and S. Takayama: “Effective degree bounds for generalized Gauss map images”, to appear in a volume of Advanced Studies in Pure Math., Math. Soc. Japan, **74** (2017) 203–236.
2. S. Takayama: “Singularities of

Narasimhan-Simha type metrics on direct images of relative pluricanonical bundles”, Ann. Inst. Fourier **66** (2016) 753–783.

3. S. Takayama: “On moderate degenerations of polarized Ricci-flat Kähler manifolds”, Kodaira Centennial issue of J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015) 469–489.
4. S. Takayama: “A local ampleness criterion of torsion free sheaves”, Bull. Sci. math. **137** (2013) 659–670.

C. 口頭発表

1. Moderate degenerations of Calabi-Yau manifolds over higher dimensional bases, Analytic Methods in Algebraic Geometry Day, Northwestern Univ., シカゴ, アメリカ合衆国, 2017 年 3 月.
2. Positivity of the direct image of an adjoint bundle with multiplier ideal, 第 22 回複素幾何シンポジウム, 金沢県政記念 しいのき迎賓館, 2016 年 11 月.
3. 標準束の複素幾何学, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会 幾何学・トポロジー分科会 合同 特別講演, 関西大学, 2016 年 9 月.
4. Degeneration of algebraic varieties and the metric completeness of parameter spaces, 第 21 回複素幾何シンポジウム, 金沢大学サテライトプラザ, 2015 年 10 月.
5. On moderate degenerations of polarized Ricci-flat Kähler manifolds, Princeton-Tokyo workshop on Geometric Analysis, 東京大学, 2015 年 3 月.
6. Degenerations of polarized Ricci-flat Kähler manifolds, Komplexe Analysis, Oberwolfach, Germany, 2014 年 8 月.
7. On moderate degenerations of polarized Ricci-flat Kähler manifolds, HAYAMA Symposium on Complex Analysis in Several Variables XVII, 湘南国際村センター, 2014 年 7 月.

8. An effective birationality of pluricanonical maps for a family of canonically polarized manifolds over a curve, 代数幾何学城崎シンポジウム, 城崎大会議館, 2013 年 10 月.

9. An effective birationality of pluricanonical maps for a family of canonically polarized manifolds over a curve, Complex Geometry Conference in honor of Professor Y.-T. Siu’s 70th, KIAS, ソウル, 韓国, 2013 年 5 月.

10. On complex geometry of pluricanonical and adjoint bundles, 第 8 回代数・解析・幾何セミナー, 鹿児島大学, 2013 年 2 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：高校で学んだ数学から大学で学ぶ数学への橋渡しとなる講義を行った。(教養学部前期課程講義)
2. 微分積分学：数理科学基礎に引き続き, 高校で学習した微分・積分を発展させた解析学の基本的な考え方と方法について講義した。(教養学部前期課程講義)
3. 微分積分学続論：1 年生の微分積分学で学んだ内容に続く, 多変数関数および写像の微分積分について講義した。(教養学部前期課程講義)
4. 学術フロンティア講義: 現在の数学研究の現場で話題になっている事柄, 特に「フィールズ賞を受賞した日本人数学者たち II」について平易な解説を行った。(教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 野村 亮介 (NOMURA Ryosuke): Study on the Kähler-Ricci flow and its application in algebraic geometry.
2. (修士) 岩井 雅崇 (IWAI Masataka): Multiplier ideal sheaves and local geodesics for plurisubharmonic functions.

F. 対外研究サービス

1. (Organizer) 第 22 回複素幾何シンポジウム, 於 金沢県政記念 しいのき迎賓館, 石川県金沢市, 2016 年 11 月.
2. (Organizer) 第 18 回多変数複素解析葉山シンポジウム, 於 湘南国際村センター, 神奈川県葉山町, 2016 年 7 月.

G. 受賞

1. 2016 年度日本数学会幾何学賞. 業績題目: 一般型代数多様体の多重標準写像の双有理性に関する代数幾何的研究.

辻 雄 (TSUJI Takeshi)

A. 研究概要

p 進 Hodge 理論, p 進コホモロジー論およびそれらの応用について研究している. 前年度までの研究で半安定還元を持つ環に対する有理係数局所 p 進 Simpson 対応が完成していた. しかし半安定還元な多様体は一般にファイバー積で保たれないため, 応用上より一般の log smooth な環でも同様の結果があることが望ましかった. 今年度は, 生成ファイバーの log 構造が正規交叉因子から定まる log smooth な環の場合でも定理が成り立つことを証明し, それに伴い論文を大幅に書き改めた. 証明の鍵となる Sen の理論の幾何版において, log 座標と log 構造を定めるモノイド (の整構造) の関係が明示的にかけない困難をどう克服するかが主な問題であった. また 4 月の IHES 滞在中の Matthew Morrow 氏との議論をきっかけとして, Bhatt-Morrow-Scholze の整 p 進 Hodge 理論の係数理論についての研究を行った. smooth な環上の Faltings の整 crystalline 表現の理論について Fargues-Kisin 理論の相対版を構築し, BMS の意味での「ずらし」ガロア・コホモロジーが, 定数係数の場合の BMS の結果と同様, 整 crystalline 表現に対応する de Rham 複体を復元することを示した. この局所理論を大域的理論に結びつけることが今後の課題である. 2 月に Morrow 氏を招聘し議論した結果, 整 crystalline 表現そのもののガロアコホモロジーが, Frobenius 付きの A_{inf} 表現の「基本完全列」を新たに導入することによって, (フィルトレー

ション付きの) BMS のコホモロジーと簡明な形で結びつけられることが明らかになった.

Takeshi Tsuji is working on p -adic Hodge theory, p -adic cohomology and their applications. He had completed the p -adic Simpson correspondence for rational coefficients for a ring with semistable reduction. However varieties with semi-stable reduction are not stable under fiber products in general, and it had been desirable to have a generalization to a log smooth ring. He proved such a generalization for a log smooth ring whose log structure on the generic fiber is defined by a normal crossing divisor. The main problem was to how to control log coordinates which have no explicit relation with the (integral structure of) a monoid defining the log structure. Motivated by the discussion with Matthew Morrow at IHES in April, Takeshi Tsuji began to study possible coefficients theory for the integral p -adic Hodge Theory by Bhatt-Morrow-Scholze. He developed a relative Fargues-Kisin theory for integral crystalline representations (in the sense of Faltings) on a smooth ring, and showed that the Galois cohomology décalé in the sense of BMS recovers the de Rham complex, in a similar way to the results by BMS for constant coefficients. He invited and discussed Morrow on February, and they found that the Galois cohomology of an integral crystalline representation itself is simply described in terms of the BMS Galois cohomology (with filtrations) via a “fundamental exact sequence” of the associated A_{inf} -representation with Frobenius.

B. 発表論文

1. T. Tsuji, *Notes on the local p -adic Simpson correspondence*, submitted.
2. A. Abbes, M. Gros and T. Tsuji, *The p -adic Simpson Correspondence*. *Annals of Mathematics Studies* **193**, Princeton University Press, 616pp., 2016 February.
3. L. Illusie, C. Nakayama and T. Tsuji, *On log flat descent*, *Proceedings of the Japan Academy* **89**, Ser. A, No. 1 (2013) 1–5.

C. 口頭発表

1. p 進 Simpson 対応, 日本数学会 2017 年度年会, 企画特別講演, 首都大学東京, 2017 年 3 月
2. Notes on the local p -adic Simpson correspondence, p 進コホモロジーと数論幾何学, 東京電機大学, 2016 年 7 月
3. Notes on the local p -adic Simpson correspondence, Séminaire de Géométrie Arithmétique Paris-Pékin-Tokyo, Institut des Hautes Études Scientifiques (IHES), France, 2016 年 3 月
4. Notes on the local p -adic Simpson correspondence, Séminaire d'arithmétique à Lyon, École normale supérieure de Lyon, France, 2016 年 1 月
5. On p -adic étale cohomology of perverse sheaves, 2015 Summer Research Institute on Algebraic Geometry, University of Utah, Salt Lake City, Utah, France, 2015 年 7 月
6. On p -adic étale cohomology of perverse sheaves, Géométrie arithmétique, théorie des représentations et applications, Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM), Luminy, France, 2015 年 6 月
7. On p -adic étale cohomology of perverse sheaves, Pan Asian Number Theory 2014, POSTECH, Korea, 2014 年 8 月
8. The p -adic Simpson correspondence and Higgs isocrystals, Conférence Théorie de Hodge p -adique et Développements, IHES, France, 2013 年 9 月
9. Higgs crystals, Summer School: Higgs bundles on p -adic curves and representation theory, the University of Mainz, 2012 年 9 月
10. p -adic perverse sheaves and arithmetic D -modules with singularities along a simple normal crossing divisor, Algebraic K -theory and Arithmetic, Banach Center Bedlewo, Poland, 2012 年 7 月

11. p -adic perverse sheaves and arithmetic D -modules with singularities along a simple normal crossing divisor, Arithmetic Geometry week in Tokyo, 東京大学, 2012 年 6 月

D. 講義

1. 常微分方程式. 常微分方程式の基礎講義. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類 2 年 S)
2. ベクトル解析. ベクトル解析の基礎講義. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類 2 年 S)
3. 代数学 XB. 代数的整数論の講義. (数理, 大学院・4 年共通講義, A)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 坂本龍太郎 (SAKAMOTO Ryotaro) Higher rank Euler systems and higher rank Stark systems.

F. 対外研究サービス

1. 京都大学数理解析研究所講究録別冊「Algebraic Number Theory and Related Topics 2014」編集委員長
2. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, エディター

H. 海外からのビジター

Matthew Morrow (Assistant Professor, University Paris 6) Feb. 11–Feb. 24, 2017. He gave three talks at the conference: Motives in Tokyo, 2017, Feb. 20–Feb. 24, 2017 on his joint work with Bhatt and Scholze about integral p -adic Hodge theory.

坪井 俊 (TSUBOI Takashi)

A. 研究概要

- 微分同相群の一様完全性について研究し、偶数次元閉多様体 M^{2n} が、中間指数 n のハンドルを持たないハンドル分解を持つならば、 M^{2n} の微分同相群 $\text{Diff}^r(M^{2n})$ ($r \neq 2n + 1$) の恒等写像の成分 $\text{Diff}^r(M^{2n})_0$ の元は、4 個の交換子の積で書かれること、奇数次元閉多様体 M^{2n+1} の微分同相群

$\text{Diff}^r(M^{2n+1})$ ($r \neq 2n+2$) の恒等写像の成分 $\text{Diff}^r(M^{2n+1})_0$ の元は、5 個の交換子の積で書かれることを示した。また、6 次元以上の偶数次元閉多様体 M^{2n} の微分同相群 $\text{Diff}^r(M^{2n})$ ($r \neq 2n+1$) の恒等写像の成分 $\text{Diff}^r(M^{2n})_0$ は、一様完全であることを示した。さらに、上の一様完全性の条件を満たすコンパクトで連結な多様体 M^n の微分同相群 $\text{Diff}^r(M^n)$ ($r \neq n+1$) の恒等写像の成分 $\text{Diff}^r(M^n)_0$ は、一様単純であることを示した。

- 球面の同相群の恒等写像成分、メンガーコンパクト空間の同相群に対して、任意の元は、1 個の交換子として書けることを示した。
- ポリメラーゼ蛋白質は、DNA 上でループにそって運動するだけでなく、DNA のループ構造が形成され空間的に近接すると遺伝子と遺伝子の間、あるいはエクソンとエクソンの間を三次元的な確率的ジャンプをするという新しいモデルを提案した。

- We show that any element of the identity component of the group of C^r diffeomorphisms $\text{Diff}_c^r(\mathbb{R}^n)_0$ of the n -dimensional Euclidean space \mathbb{R}^n with compact support ($1 \leq r \leq \infty$, $r \neq n+1$) is written as a product of two commutators. This statement holds for the interior M^n of a compact n -dimensional manifold which has a handle decomposition only with handles of indices not greater than $(n-1)/2$. For the group $\text{Diff}^r(M)$ of C^r diffeomorphisms of a compact manifold M , we show the following for its identity component $\text{Diff}^r(M)_0$. For an even-dimensional compact manifold M^{2m} with handle decomposition without handles of the middle index m , any element of $\text{Diff}^r(M^{2m})_0$ ($1 \leq r \leq \infty$, $r \neq 2m+1$) is written as a product of four commutators. For an odd-dimensional compact manifold M^{2m+1} , any element of $\text{Diff}^r(M^{2m+1})_0$ ($1 \leq r \leq \infty$, $r \neq 2m+2$) is written as a product of five commutators. We showed also that For an even-dimensional compact manifold M^{2m} ($2m \geq 6$), $\text{Diff}^r(M^{2m})_0$ ($1 \leq r \leq \infty$,

$r \neq 2m+1$) is uniformly perfect. We showed that for compact connected manifolds M^n satisfying the condition above for $\text{Diff}^r(M^n)_0$ to be uniformly perfect, the group $\text{Diff}^r(M^n)_0$ is uniformly simple.

- We showed that every element of the identity component $\text{Homeo}(S^n)_0$ of the group of homeomorphisms of the n -dimensional sphere S^n can be written as one commutator. We also showed that every element of the group $\text{Homeo}(\mu^n)$ of homeomorphisms of the n -dimensional Menger compact space μ^n can be written as one commutator.
- We proposed a new traffic model of RNA polymerase II (RNAPII) on DNA during transcription. According to its position, an RNAPII protein molecule prefers paths obeying two types of time-evolution rules. One is an asymmetric simple exclusion process (ASEP) along DNA, and the other is a three-dimensional jump between transit points in DNA where RNAPIIs are staying.

B. 発表論文

1. Takashi Tsuboi: “On the uniform perfectness of the groups of diffeomorphisms of even-dimensional manifolds”, *Commentarii Mathematici Helvetici*, **87**, (2012) 141–185. DOI: 10.4171/CMH/251
2. Yoshihiro Ohta, Akinobu Nishiyama, Yoichiro Wada, Yijun Ruan, Tatsuhiko Kodama, Takashi Tsuboi, Tetsuji Tokihiro, and Sigeo Ihara: “Path-preference cellular-automaton model for traffic flow through transit points and its application to the transcription process in human cells”, *Physical Review E*, **86**, (2012) 021918. DOI: 10.1103/PhysRevE.86.021918
3. Takashi Tsuboi: “Homeomorphism groups of commutator width one”, *Proceedings Amer. Math. Soc.* **141**, (2013) 1839–1847. DOI: 10.1090/S0002-9939-2012-11595-3

4. Takashi Tsuboi: "Several problems on groups of diffeomorphisms", to appear in *Geometry, Dynamics, and Foliations 2013*.

C. 口頭発表

1. Homeomorphism groups of commutator width one, *Geometry in Dynamics - Satellite Thematic Session, 6th European Congress of Mathematics, Krakow, July 1, 2012*
2. Homeomorphism groups of commutator width one, *Seminar CalTech, December 17, 2012*.
3. Commutator width of Diffeomorphism groups, 第8回代数・解析・幾何学セミナー, Kagoshima, February 21, 2013.
4. Several problems on groups of diffeomorphisms, *Geometry and Foliations 2013 Komaba, Tokyo, September 11, 2013*.
5. On the group of real analytic diffeomorphisms, *Géométries en action, une conférence en l'honneur d'Étienne Ghys, Lyon, France, 3 juillet 2015*.
6. Old and New problems on diffeomorphism groups, *Distinguished Lecture Series, Stanford University, October 27, November 1, 14, 2016*.

D. 講義

1. 学術俯瞰講義「図形から拓がる数理科学」: 図形の性質をどのように理解してきたか、その理解が現実にどう役立てられているか、新しい社会の要請と、それに対応するための現代の図形の数理科学の発展を解説した。コーディネータ 坪井俊、ナビゲータ 金井雅彦。そのうち「周期性と対称性」(対称性を見つける・周期性を見つける; 回転と平行移動で空間を理解する; 空間を埋め尽くす多面体)を担当。(教養学部前期課程 S セメスター講義)
2. 学術フロンティア講義「現代の数学 — その源泉とフロンティア —」: 現在の数学研究の現場で話題になっている事柄を分担し

て平易に解説した。内容は、坪井俊「多面体のオイラー数」、平地健吾「複素数と無限大」、高山茂晴「フィールズ賞を受賞した日本人数学者たち II」、小木曾啓示「反比例対応からクレモナ変換へ」、寺杣友秀「平面 3 次曲線の神秘」(教養学部前期課程 A セメスター講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 折田龍馬 (ORITA Ryuma) *On the existence of infinitely many non-contractible periodic trajectories in Hamiltonian dynamics on closed symplectic manifolds* (閉シンプレクティック多様体上のハミルトン力学系における無限個の非可縮周期軌道の存在について)

F. 対外研究サービス

1. 日本学術会議連携会員 (2014 年 9 月まで)、会員 (2014 年 10 月から)
2. JST CREST 研究領域「現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築」研究総括 (2014 年 6 月から)
3. 理化学研究所数理創造プログラム (RIKEN iTHEMS) 副プログラムディレクター
4. Asian Mathematical Conference, Busan, June 30 - July 4, 2013, 組織委員の一人.
Geometry and Foliations 2013, September 9-14, 2013, 組織委員の一人.
Tokyo-Lyon Symposium, Geometry and Dynamics 2013, September 15-16, 2013, 組織委員の一人.
JSPS-DST Asian Academic Seminar 2013, Discrete Mathematics & its Applications, November 3 - 10, 2013, 組織委員の一人.
Mathematical Symposium ENS Lyon-Todai June 24-25 2015, ENS Lyon, 組織委員の一人.

寺杣 友秀 (TERASOMA Tomohide)

A. 研究概要

(1) フェルマー曲面とその上のいくつかの直線による双対コホモロジーを指標によって分解して得られるような混合ホッジ構造について考察した。特に指標に対応する部分が代数的サイクルからきている場合は、その周期が対数関数を使って書かれるが、その明示公式を求めた。とくにガンマ関数の2倍公式に対応する部分の公式を与えた。これによりある ${}_3F_2(1)$ に関する公式が得られる。

(2) 2次元のセルバーグ積分は超幾何関数 ${}_3F_2(1)$ を用いて表すことができるが、セルバーグ積分表示からくる対称性と超幾何関数の対称性を合わせることにより6次対称群の対称性が得られていることがわかった。これを用いることにより、セルバーグ積分の行列式から得られる周期がフェルマー超曲面の周期と代数的対応によって関係づけられることがわかった。

(1) We study mixed Hodge structures obtained from the character decomposition of the relative cohomologies of Fermat surfaces relative to several lines on them. It is known that if the character part comes from algebraic cycles, then the related period integrals can be written by logarithmic functions. We give an explicit formula if the algebraic cycles are related to Gauss multiplication formula for Gamma functions. As a consequence, we obtain an explicit formula for certain special values of ${}_3F_2(1)$.

(2) Selberg integrals can be expressed by special values of hypergeometric function ${}_3F_2$. By combining symmetries arising from Selberg integral expression and ${}_3F_2$ expression, we get an S_6 -exotic symmetry. Using this symmetry, we can show the algebraicity of Hodge cycles arising from the determinants of Selberg integrals and Fermat hyper surfaces.

B. 発表論文

1. Kaji, Hajime; Terasoma, Tomohide Degree formula for Grassmann bundles. J. Pure Appl. Algebra 219 (2015), no. 12, p. 5426–5428.
2. Keiji Matsumoto, Takeshi Sasaki, Tomohide Terasoma, Masaaki Yoshida, An ex-

ample of Schwarz map of reducible Appell's hypergeometric equation E_2 in two variables, to appear from Journal of the Mathematical Society of Japan

C. 口頭発表

1. Exotic S_6 action on Selberg Hodge structure of families of algebraic varieties, 第12回鹿児島代数・幾何・解析学セミナー、鹿児島大学、2017年2月13日
2. Exotic S_6 action on the cohomology of abelian covering of M_{05} , Guest Seminar, Berlin free University, 2016/10/20, ドイツ
3. Period of certain open Fermat hypersurfaces, Tsuda college and OIST joint workshop on Calabi-Yau varieties: Arithmetic, Geometry and Physics, 2016/8/1, 津田塾大学

D. 講義

数学統論XA:代数的サイクルとチャーン類、高次代数的サイクルと単数基準写像を扱った。(数理大学院・4年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 第61回代数学シンポジウム、佐賀大学、2016年9月7日ー10日、シンポジウム責任者
2. Arithmetic and Algebraic Geometry, 東京大学大講義室, 2016/12/12/-15
3. Motives in Tokyo, Organizer, 東京大学大講義室, 2017/2/20-24
4. 日本数学会理事、代数学分科会評議員
5. Journal of the Mathematical Society, Editor
6. International Journal of Mathematics, Editor

H. 海外からのビジター

Matthias Flach, Invited speaker of “Motives in Tokyo 2017”, 2017/2/18-3/4

A. 研究概要

(1) 昨年度に引き続き、可積分力学系とカオス力学系の双方の性質を兼ね備えた系（準可積分系）の代数的エントロピーや co-primeness について研究した。2次元戸田格子方程式を一般化した系を扱い、双線形形式では Laurent 性と既約性がなりたつことを示した。また、非線形形式では、一般化された co-primeness 性が成立することをしめした。さらに、co-primeness を保存する一般化は一般の $n + m$ 次元系に拡張できることを証明した。

(2) 改良した血管新生の離散力学的な数理モデルに対して数値シミュレーションを行い、血管の伸長に $2/3$ 乗のスケーリング側芽存在することを見出した。その連続極限を考えることによって、非線形拡散方程式モデルを導出し、このモデルでは $2/3$ 乗則が完全に成り立つことを解析的に示した。

(1) Following the research of the last year, we investigated algebraic entropy and co-primeness of the quasi-integrable systems which are equipped with both integrable and chaotic features. Considering extensions of the 2 dimensional Toda lattice equation, we proved that irreducibility and a Laurent property hold in bilinear form, and that corresponding nonlinear discrete equations show a generalized co-primeness property. Furthermore we have proved that co-primeness preserving extension is possible for arbitrary $n + m$ dimensional lattice systems.

(2) Numerical simulation of a refined discrete dynamical model for angiogenesis showed that elongation of blood vessels shows scaling behaviour of the power of $2/3$. By continuous limit of the model, we obtain a nonlinear diffusion equation the $2/3$ scaling behaviour of which can be proved analytically.

B. 発表論文

1. 間田潤, 松家敬介, 由良文孝, 栗原裕基, 時弘哲治, “血管新生の数理モデル”, 日本応用数理学会論文誌 Vol. 26 (2016) 105-123.
2. K. Matsuya, F. Yura, J. Mada, H. Kurihara, T. Tokihiro, “A Discrete Mathemat-

ical Model for Angiogenesis”, SIAM Journal on Applied Mathematics, Volume 76 (2016) 2123-2417.

3. Masataka Kanki, Takafumi Mase and Tetsuji Tokihiro, “Singularity confinement and chaos in two-dimensional discrete systems”, J. Phys. A: Math. Theor. **49** 23LT01 (9pp) (2016).
4. Masataka Kanki, Yuki Takahashi and Tetsuji Tokihiro, “Graphs emerging from the solutions to the periodic discrete Toda equation over finite fields”, Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE Vol. 7 No. 3 (2016) 338-353.
5. Masataka Kanki, Takafumi Mase and Tetsuji Tokihiro, “Algebraic entropy of an extended Hietarinta-Viallet equation”, J. Phys. A: Math. Theor. **48**, 355202 (19pp) (2015).
6. Masataka Kanki, Jun Mada and Tetsuji Tokihiro, “Integrability criterion in terms of coprime property for the discrete Toda equation”, J. Math. Phys. **56**, 022706 (22pp) (2015).
7. A. S. Carstea and T. Tokihiro, “Coupled discrete KdV equations and modular genetic networks”, J. Phys. A: Math. Theor. **48** 055205 (12pages) (2015).
8. Masataka Kanki, Jun Mada, Takafumi Mase and Tetsuji Tokihiro, “Irreducibility and co-primeness as an integrability criterion for discrete equations”, J. Phys. A: Math. Theor. **47** (2014), 465204 (15pp) (2014).
9. Masataka Kanki, Jun Mada and Tetsuji Tokihiro, “Singularities of the discrete KdV equations and the Laurent property”, J. Phys. A: Math. Theor. **47** 065201 (12pages) (2014).
10. M.Kanki, J.Mada and T.Tokihiro, “Discrete Painleve equations and discrete KdV equations over finite fields”, RIMS Kokyuro Bessatsu **B41**, pp.125–145 (2013).

C. 口頭発表

1. “On quasi-integrable extension of 2D Toda equation”, The 3rd China-Japan Joint Workshop on Integrable Systems, Shaanxi Normal University, Xi’an (China), August 19-22 (2016).
2. “Coprimeness as a quasi-integrability criterion for discrete equations”, Workshop “Topics on tropical geometry, integrable systems and positivity”, Aoyama-gakuin University, Dec. 22-24 (2015).
3. “生命動態の数理—心筋細胞と血管新生の数理モデル—”, 武蔵野大学数理工学シンポジウム 2015, 武蔵野大学有明キャンパス 2015年11月19,20日
4. “生命動態の数理—血管新生の数理モデルを中心—”, 第16回現象数理学コロキウム, 明治大学 中野キャンパス 2015年10月16日.
5. “Mathematical modeling for angiogenesis”, ICIAM2015, Aug. 10-15, 2015
6. “Irreducibility and co-primeness of terms in discrete equations with respect to initial variables”, Three days on Painlevé equations and their applications, Roma Tre University, Roma (Italy), Dec. 18-20 (2014).
7. “Cellular automaton approach to dynamics in vascular arborization”, The Joint Annual Meeting of the Japanese Society for Mathematical Biology and the Society for Mathematical Biology, Osaka International Convention Center (Japan), July 29-August 1 (2014).
8. “Integrable systems over finite fields”, International Conference on Symmetries and Integrability in Difference Equations, Indian Institute of Science (India), June 16-21 (2014).
9. “Ultradiscrete Systems”, Workshop on Discrete Integrable Systems, Indian Institute of Science (India), June 09-14 (2014).

10. “Integrable Equations over Finite Fields”, Conference on Nonlinear Mathematical Physics: Twenty Years of JNMP, Sophus Lie Conference Center (Norway), July 4-14th (2013)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 林 達也 (HAYASHI, Tatsuya): Mathematical modeling for synchronization of cardiac muscle cells

F. 対外研究サービス

1. 日本応用数学会 監事.
2. Journal of Physical Society of Japan, editor.
3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, editor.
4. Discrete Dynamics in Nature and Society, editor.

G. 受賞

日本応用数学会第2回業績賞 (2012年度)

H. 海外からのビジター

Prof. Alfred Ramani, IMNC (Imagerie et Modélisation en Neurobiologie et Cancérologie) - UMR 8165, Univ. Paris 7& Paris 11. He worked with mathematical modelling with discrete dynamical systems and gave a lecture titled “Who cares about integrability ? ” on Nov. 28th.

中村 周 (NAKAMURA Shu)

A. 研究概要

量子力学に現れる偏微分方程式 (シュレディンガー方程式、ディラック方程式、クライン・ゴルドン方程式など) を研究している。関数解析、超局所解析、散乱理論の概念、確率論などを用いて、数学的に厳密な形で量子力学の定性的理解を目指している。

今年度においては、主に以下の問題を考察した。

(1) 多様体上の掛け算作用素の擬微分作用素による摂動の形で拡張された、シュレディンガー型

作用素に対する超局所的レゾルベント評価、(2) 非コンパクト多様体、特にユークリッド空間上のシュレディンガー方程式での半古典測度の手法の応用 (F. Macia との共同研究)、(3) 量子スピン系における Lieb-Robinson 評価の改良 (松田拓朗、高麗徹との共同研究)、(4) 不定計量のリーマン多様体におけるシュレディンガー型作用素の本質的自己共役性 (平良晃一との共同研究)、(5) 境界条件の摂動による散乱理論の構成 (J. Behrndt, F. Gesztesy との共同研究)。

I am studying partial differential equations appearing in the quantum mechanics (Schrödinger equations, Dirac equations, Klein-Gordon equations, etc.). The aim is to achieve deeper understanding of the mathematical structure of quantum mechanics using functional analysis, microlocal analysis, the concept of scattering, probability theory, etc. During this academic year, I have been mainly working on the following topics: (1) Microlocal resolvent estimates for Schrödinger type operators, which are defined as perturbation of multiplication operators on manifolds; (2) Applications of the semiclassical measure methods to Schrödinger equations on non-compact manifolds, in particular Euclidean spaces (in collaboration with F. Macia (Madrid Tech. Univ.)); (3) Improvement of Lieb-Robinson bound on quantum spin systems (in collaboration with T. Matsuta and T. Koma); (4) Essential self-adjointness for Schrödinger type operators on Riemannian manifolds with sign non-definite metrics (in collaboration with K. Taira); (5) Scattering theory for Schrödinger operators with boundary condition type perturbations (in collaboration with J. Behrndt, F. Gesztesy).

B. 発表論文

1. K. Ito and S. Nakamura: “Microlocal properties of scattering matrices for Schrödinger equations on scattering manifolds”. *Analysis and PDE* **6** (2013) 257–286.
2. A. Pushnitski and S. Nakamura: “The spectrum of the scattering matrix near resonant energies in the semiclassical limit”.

Trans. American Math. Soc. **366** (2014), 1725–1747.

3. K. Horie and S. Nakamura: “Propagation of singularities for Schrödinger equations with modestly long range type potentials”. *Publ. RIMS* **50** (2014), 477–496.
4. S. Nakamura: “Modified wave operators for discrete Schrödinger operators with long-range perturbations”. *J. Math. Phys.* **55** (2014), 112101 (8 pages)
5. S. Nakamura: “A Remark on the Mourre theory for two body Schrödinger operators”. *J. Spectral Theory* **4** (2015), No.3, 613–619.
6. S. Nakamura: “Microlocal properties of scattering matrices”. *Comm. Partial Diff. Equations* **41** (6), 2016, 894–912. (<http://arxiv.org/abs/1407.8299>)
7. S. Nakamura: “Microlocal resolvent estimates, revisited”. To appear in *J. Math. Sci. Univ. Tokyo*. (<http://arxiv.org/abs/1602.03276>)
8. T. Matsuta, T. Koma, S. Nakamura: “Improving the Lieb-Robinson bound for long-range interactions”. *Ann. Inst. H. Poincaré* **18** (2), 2017, 519–528.
9. J. Behrndt, F. Gesztesy, S. Nakamura: “Spectral shift functions and Dirichlet-to-Neumann maps”, Preprint 2016 Sept. (<https://arxiv.org/abs/1609.08292>)
10. 中村 周『量子力学のスペクトル理論』(共立講座 21 世紀の数学 26), 2012.

C. 口頭発表

1. “Microlocal analysis of scattering matrix, and related topics”, April 27, 2015, Cardiff University, Analysis Seminar, Cardiff, UK.
2. “High energy asymptotics of scattering matrices”. 2015, May 29 (Conference “Topics in Analysis and Mathematical Physics”, May 29–30, 2015, Aalborg, Denmark)

3. 「散乱行列の高エネルギーでの漸近挙動について」2015年6月16日、神戸大学・解析学セミナー
 4. “High energy asymptotics of the scattering matrices for Schrödinger-type operators and Dirac operators”. 2015, Aug. 25. (Workshop: “Semiclassical Analysis, Spectral Theory and Resonances”, Erwin Schrödinger Institute, Vienna, Austria, 2015, Aug. 24–28).
 5. 「Microlocal resolvent estimates再訪」2015年11月3日、(研究集会 第26回「数理物理と偏微分方程式」、神戸、2015年11月1日–3日)
 6. “High energy asymptotics of the scattering matrices for Schrödinger and Dirac operators”. 2015, Dec. 15. (Conference “Semiclassical Analysis and Non-Self-adjoint Operators”. CIRM, Marseille, France, 2015, Dec. 14–18)
 7. “Microlocal Scattering Theory for Discrete Schrödinger Operators and Related Topics”. 2016 May 26. (Workshop “Solid Math 2016”, Aalborg University, Denmark, 2016, May 26–28)
 8. “Microlocal Scattering Theory for Discrete Schrödinger Operators and Related Topics”. 2016年6月6日(京都大学数理解析研究所・研究集会「保存則をもつ偏微分方程式に対する解の正則性, 特異性および長時間挙動の研究」2016年6月6日–8日)
 9. 「散乱理論における超局所的手法について」2016年9月7日–9日, 連続講演(京都大学数理解析研究所・共同研究「微分方程式に対する散乱理論の展開」, 2016年9月7日–9日)
 10. 「磯崎・北田 modifiers について」2016年11月27日(研究集会 第27回「数理物理と微分方程式」2016年11月25日–27日, 富山)
- D. 講義
1. 常微分方程式論: 常微分方程式の解法、理論の入門について講義を行った。(教養学部・統合自然科学科2年Aセメスター)
 2. 常微分方程式論演習: 常微分方程式の解法、理論に関する演習。(教養学部・統合自然科学科2年Aセメスター)
- E. 修士・博士論文
1. (修士) 平良晃一 (TAIRA Koichi): Analysis of semi-Riemannian Schrödinger operators (半リーマン型シュレディンガー作用素の解析)
 2. (修士) 松田拓朗 (MATSUTA Takuro): The long-range Lieb-Robinson bounds and spatial correlation decays (長距離型 Lieb-Robinson bounds と相関関数の減衰)
 3. (修士) バロノフ ノディール ジョン (BAKHROV Nodirjon): Discrete wavelets and lifting (離散ウェーブレットとリフティング)
- F. 対外研究サービス
1. 日本数学会 “Journal of Mathematical Society Japan” 編集委員.
 2. 日本数学会・関数方程式分科会・学術論文誌 “Funkcialaj Ekvacioj” 編集委員.
 3. Tokyo-Berkeley Mathematics Workshop: “Partial Differential Equations and Mathematical Physics”, 2017, Jan. 9–13. Organizer.
 4. “9ème rencontre du GDR Dynamique Quantique” 22–24 Feb. 2017, Université de Toulon, Scientific Committee member.
- H. 海外からのビジター
1. Horia Cornean (Aalborg University), 2016年12月2日–6日. 解析学火曜セミナーにおける講演: “On the trivialization of Bloch bundles and the construction of localized Wannier functions” (2016年12月6日), 及び数理物理学に関する共同研究, 研究交流.
 2. Hans Christianson (U. North Carolina), 2016年12月12日–18日. 解析学火曜セミナーにおける講演: “Distribution of eigenfunction mass on some really simple domains” (2016年12月13日), 及び半古典解析学に関する研究交流.

平地 健吾 (HIRACHI Kengo)

A. 研究概要

強擬凸領域とその境界の CR 構造を放物型幾何学の視点から研究している。本年は CR 構造の変形複体を用いて CR 構造のモジュライ空間を研究した。これは倉西プログラムとして知られている CR 多様体を境界とするスタイン空間の特異点の変形理論とは異なり、複素多様体の中で領域を動かす時の境界の CR 構造の同値類の記述を目指すものであり、 Q -prime 曲率やベルグマン核の漸近展開への応用が期待できる。この意味での変形理論は Bland-Duchamp により 1995 年に公表された結果があるが証明は未完成であった。私は Bland-Duchamp の手法を現代的に整理し、球面の近くでの CR 構造のモジュライ空間を具体的に記述した。さらにこの定理の応用として全 Q -prime 曲率に対する球面の剛性定理を導いた。

I have been studying the geometry of strictly pseudoconvex domains and CR structures on their boundaries from the point of view of parabolic geometry. This year, I studied the moduli space of CR structures by using the deformation complex. This is different from the well-known Kuranishi program, which studies the deformation of singularities of Stein spaces bounded by CR manifolds. Our object is the equivalence class of the boundaries of domains which moves in a fixed complex manifold — it is important in the study of Q -prime curvature and the asymptotic expansion of the Bergman kernel. A study of moduli space in this category had been done by Bland-Duchamp and there was an announcement of a theorem describing the moduli in 1995, while the proof is not published. Based on their approach, I described of the moduli space of the CR structures near the standard sphere in \mathbb{C}^n . As an application, I proved a rigidity theorem of the sphere for total Q -prime curvature.

B. 発表論文

1. K. Hirachi: Q -prime curvature on CR manifolds, *Diff. Geom. Appl.* 33 Suppl. (2014), 213–245
2. K. Hirachi: Q and Q -prime curvature

in CR geometry, *The Proceedings of the ICM, Seoul 2014*, vol. III, 257–277

3. K. Hirachi, C. Lübke and Y. Matsumoto: Q -curvature of Weyl structures and Poincaré metrics, preprint 2015 [arXiv:1502.06537]
4. S. Alexakis and K. Hirachi: Integral Kähler Invariants and the Bergman kernel asymptotics for line bundles, *Adv. Math.* 308 (2017), 348–403
5. K. Hirachi, T. Marugame, Y. Matsumoto: Variation of total Q -prime curvature on CR manifolds, *Adv. Math.* 306 (2017), 1333–1376

C. 口頭発表

1. アインシュタイン方程式と共形不変量, 日本数学会秋季総合分科会 総合講演, 九州大学 2012 年 9 月
2. Ambient metric for even dimensional conformal structures, *Recent Developments in Conformal Geometry*, University of Nantes (France), October 2012
3. Szegő kernels on strictly pseudoconvex domains and Q -curvature, *Analysis seminar*, Aarhus University (Denmark), February 2013
4. Q -prime curvature in CR geometry, *Conference on geometrical analysis*, Centre de Recerca Matemàtica (Spain), July 2013
5. Q -prime curvature in CR geometry, *ICM Seoul (Korea)*, August 2014, and *Princeton-Tokyo Workshop on Geometric Analysis*, March 2015
6. Integral Kähler Invariants and the Bergman kernel asymptotics for line bundles, *The Third Taiwan International Conference on Differential Geometry (Taiwan)*, January 2016
7. Total Q -prime curvature in view of scattering theory, *Pacific RIM Conference on Mathematics (Korea)*, July 2016

8. Renormalized volume of strictly pseudoconvex domains, *Complex Analysis: Geometric and Dynamical Aspects (India)*, November 2016

D. 講義

1. 複素解析学 II・同演習: 複素解析の入門講義の続編 (数学科 3 年)
2. 線型代数学: 線型代数の入門講義 (前期課程 1 年)

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 JMSJ 編集委員
2. 日本数学会 ASPM 編集委員
3. *Complex Analysis and its Synergies (Springer)* 編集委員
4. 多変数関数論葉山シンポジウム 組織委員

G. 受賞

1. ICM Seoul 招待講演 (2014 年度)

二木 昭人 (FUTAKI Akito)

A. 研究概要

ケーラー・アインシュタイン計量の存在問題の障害に関する研究を中心にし、その関連領域にある幾何学の問題に取り組んでいる。正のケーラー・アインシュタイン計量の存在問題は佐々木・アインシュタイン計量の存在問題と密接に関係するが、接触構造の変形を許す点で佐々木・アインシュタイン計量の存在問題は柔軟性が高い。筆者は小野肇, Guofang Wang との共同研究でトーリック佐々木・アインシュタイン計量の存在を一般的に証明した。これはリッチ平坦トーリックケーラー錐を決定したということの意味する。その延長上の研究として, Chow 不安定なケーラー・アインシュタイン多様体の例, 乗数イデアル層と二木不変量の関係などについて研究した。また, ケーラー・アインシュタイン計量の存在を証明する際に現れる Gromov-Hausdorff 極限の幾何学を研究した。以上と密接に関連するテーマとして, リッチ流, 平均曲率流およびこ

れらの自己相似解の研究を行った。その一つの成果としてリッチ・ソリトンの半径の下からの評価を得た。また, リッチ平坦トーリックケーラー錐の研究を用いてケーラー・リッチソリトンの永遠解の研究を行った。

It is conjectured that the existence of a Kähler metric of constant scalar curvature on a polarized manifold is equivalent to K-stability. The special case of the existence of a Kähler-Einstein metric on a Fano manifold is now known to be equivalent to the K-stability. The main theme of my research is the constant scalar curvature case and related problems in geometry. The existence of Sasaki-Einstein metrics has close relationship with the Kähler-Einstein problem, but it has additional flexibility of changing the contact structure with choosing a different Reeb vector field. The existence problem of toric Sasaki-Einstein metrics has been completely settled by H. Ono, G. Wang and I. This means that we determined the Ricci-flat toric Kähler cones. Further I studied as related issues examples of Chow unstable Kähler-Einstein manifolds and the relation between the multiplier ideal sheaves and the Futaki invariants. I also study the geometry of the Gromov-Hausdorff limits of the sequence of Fano manifolds. Other related themes are Ricci flow, mean curvature flow and their self-similar solutions. As a typical result, I obtained estimates of lower diameter bound of compact Ricci solitons. I also studied eternal solutions of Kähler Ricci flow on the Ricci-flat toric Kähler cones.

B. 発表論文

1. A. Futaki : “Asymptotic Chow polystability in Kähler geometry”, *Fifth International Congress of Chinese Mathematicians. Part 1, 2*, 139–153, AMS/IP Stud. Adv. Math., 51, pt. 1, 2, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2012.
2. A. Futaki and Y. Sano : “Lower diameter bounds for compact shrinking Ricci solitons”, *Asian J. Math.*, 17(2013), No.1, 17–31.

3. A. Futaki, K.Hattori and L.Ornea : “An integral invariant from the view point of locally conformally Kähler geometry”, *Manuscripta Math.* 140 (2013), no. 1-2, 1–12.
4. A. Futaki, H.Z.Li and X.D.Li : “On the first eigenvalue of the Witten-Laplacian and the diameter of compact shrinking solitons”, *Ann. Global Anal. Geom.* 44 (2013), no. 2, 105–114.
5. A. Futaki, K.Hattori and H.Yamamoto : “Self-similar solutons to the mean curvature flows on Riemannian cone manifolds and special Lagrangians on toric Calabi-Yau cones”, *Osaka J. Math.*, 51(2014), 1053–1079.
6. A. Futaki : “The weighted Laplacians on real and complex metric measure spaces”, in *Geometry and Analysis on Manifolds*, In Memory of Professor Shoshichi Kobayashi, (eds. T.Ochiai et al), *Progress in Mathematics*, vol.308(2015), 343-351, Birkhauser.
7. A. Futaki : “Einstein metrics and git stability. II”. *Sugaku Expositions* 28 (2015), pp. 231-249.
8. A. Futaki, S. Saito and S. Honda : “Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence”. To appear in *Asian J. Math.*
4. Kähler Geometry and GIT stability 京都大学大談話会, 京都大学, 2015年1月21日
5. Weighted Laplacian on real and complex complete metric measure spaces, *Recent Advances in Kähler Geometry*, Vanderbilt University, Nashville, USA, May 18-22, 2015.
6. Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence, 2015 Taipei Conference on Complex Geometry Institute of Mathematics, Academia Sinica, Taipei, Taiwan December 19–23, 2015.
7. Intorduction to K-stability in Kahler geometry I, II, Intorduction to K-stability in Kahler geometry II Berkeley-Tokyo Winter School, University of California at Berkeley, USA, Febryary 17, 18, 2016.
8. Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence, *Kähler Geometry, Einstein Metrics, and Generalizations*, MSRI, Berkeley, California, USA, March 21-25, 2016.
9. Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence, 11th Pacific Rim Complex Geometry Confrence, University of Science and Technology of China, Hefei, China, July 28, 2016.
10. Volume minimization principle for KRS, SE and cKEM, *International Conference on Differential Geometry*, University of Macau, China, December 14, 2016.

C. 口頭発表

1. Lower diameter bound for compact shrinking solitons, *Extremal Kähler Metrics*, Centre de recherches mathématiques, Université de Montréal, Canada, May 26 – June 1, 2013.
2. Kähler-Einstein metrics and K-stablity, *Special Seminar*, University of Bucharest, June 15, 2013.
3. Special Lagrangian submanifolds and Lagrangian self-shrinkers in toric Calabi-Yau cones, *X. International Workshop, Lie Theory and its Applications in Physics*, Varna, Bulgaria, June 17 – June 24, 2013.

D. 講義

1. 数学 II (文科学), 教養学部前期課程講義 : 線型代数学の講義.
2. 統合自然科学セミナー, 教養学部基礎科学科講義 : 「リー群の話」についてセミナー.
3. 大域幾何学概論・幾何学 XG, 数理大学院・4年生共通講義 : 接続の理論, リーマン幾何, ケーラー幾何, 特性類の理論 (Chern-Weil 理論) などの講義.
4. 研究倫理, 数理大学院・4年生共通講義 : 研究倫理の講義.

E. 修士・博士論文

1. (博士) 斎藤俊輔 (SAITO Shunsuke): Stability of anti-canonically balanced metrics.
2. (修士) 塩津諒 (SHIOTSU Ryo): HKT 幾何について

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会理事 2014/6 - 2016/6.
2. Journal of the Mathematical Society of Japan, Editor-in-Chief 2012/7 - 2016/6, Editor 2006/7 - 2016/6.
3. Communications in Mathematics and Statistics, Editor, 2012/5 - present.
4. 幾何コロキウム (東大数理セミナー)
5. Conference on Differential Geometry, UQAM, Montreal, Canada, July 5 - 9.
6. Trends in Modern Geometry, 東京大学数理科学研究科, 2016年7月21日(木) - 7月24日(日).
7. The First Japan-Taiwan Joint Conference on Differential Geometry, 早稲田大学, 2016年12月13日-12月17日. (Scientific Committee)
8. Singularities, symmetries and submanifolds. The 18th UK-Japan Winter School. University College London, January 4 - 7, 2017. (Scientific Committee)

舟木 直久 (FUNAKI Tadahisa)

A. 研究概要

(1) 揺動を伴う界面成長を記述する Kardar-Parisi-Zhang (KPZ) 方程式は一種の確率偏微分方程式であるが、発散項を含み、その数学的意味づけは非自明である。しかし、無限大の繰り込みを行って得られる Cole-Hopf 解には意味がつく。この解について、ウィナー測度が定常測度であることを示した。(Jeremy Quastel 氏との共同研究) さらに、多成分がカップルした KPZ 方程式に対して、擬被制御解析を用いてこの結果の拡張を行った。特に、非線形項のカップリ

ング定数が3重線形性とよばれる対称性の条件を満たせば、拡散係数による修正を加えた多次元ウィナー測度が定常測度であり、この測度についてほとんどすべての初期値に対し KPZ 方程式 (正確には対応する傾きの方程式) は大域的適切性を持つことを示した。(星野壮登氏との共同研究)

(2) 質量保存アレン・カーン方程式にノイズを加えて得られる確率偏微分方程式について、鋭敏界面極限を論じ、極限で確率的摂動を持つ質量保存平均曲率運動が導かれることを示した。証明には漸近展開の手法を用いる。確率項がない場合と違い、ノイズの影響により漸近展開の主要項以外は発散項となる。漸近展開の誤差評価は、係数がノイズの高階微分やそれらの冪に依存するような拡散作用素に対するシャドウ評価を示すことにより得られる。(横山聡氏との共同研究)

(3) 方向に依存するノイズを加えた平均曲率運動について調べた。近似解の一樣モーメント評価を導くことにより、曲率に対する確率偏微分方程式について Wong-Zakai 型の収束定理を示した。(Clément Denis 氏, 横山聡氏との共同研究)

(4) 数理生物学において用いられる Adaptive dynamics に数学的基礎づけを与えるために、マルコフ連鎖モデルを導入し、個体数が増加するときに、適切なスケール極限の下で系は replicator-mutator 方程式の解に収束することを示した。(若野友一郎氏, 横山聡氏との共同研究)

(5) 1階の保存則に Q-ブラウン運動とよばれる乗法的外力項を加えて得られる確率偏微分方程式について、有限体積法の観点から調べた。(Yueyuan Gao 氏, Danielle Hilhorst 氏との共同研究)

(1) Kardar-Parisi-Zhang (KPZ) equation, which describes an evolution of growing interfaces with fluctuation, is a kind of stochastic partial differential equation, but it involves a divergent term, so that it is nontrivial to give a mathematical meaning to it. However, a Cole-Hopf solution obtained after a renormalization has a meaning. We have shown that the Wiener measure is stationary under this solution. (Joint work with Jeremy Quastel) This result is extended to the multi-component coupled KPZ equation by applying the paracontrolled calculus. In particular, if

the coupling constants of the nonlinear term satisfy the symmetry condition called the “trilinear” property, the multi-dimensional Wiener measure twisted by the diffusion matrix is stationary and the global well-posedness is shown for a.s.-initial value sampled from the stationary measure. This is shown for the associated tilt process. (Joint work with Masato Hoshino)

(2) We have studied the sharp interface limit for a mass conserving Allen-Cahn equation added an external noise and derived a stochastically perturbed mass conserving mean curvature motion in the limit. We apply the asymptotic expansion method for the proof. Differently from the deterministic case, each term except the leading term appearing in the expansion diverges in the limit because of the noise. To derive the error estimate for our asymptotic expansion, we need to establish the Schauder estimate for a diffusion operator with coefficients determined from higher order derivatives of the noise and their powers. (Joint work with Satoshi Yokoyama)

(3) We have studied the motion by mean curvature perturbed by a direction-dependent noise. By showing a uniform moment estimate on solutions of approximating equations, we proved a Wong-Zakai type convergence theorem for the stochastic partial differential equations for the curvature. (Joint work with Clément Denis and Satoshi Yokoyama)

(4) To establish an affirmative mathematical base to the adaptive dynamics employed in the mathematical biology, we have introduced a Markov chain model and showed in a proper scaling limit as the population size increases that the system converges to the solution of replicator-mutator equations. (Joint work with Joe Yuichiro Wakano and Satoshi Yokoyama)

(5) We have studied the first order conservation law with a multiplicative source term called a Q -Brownian motion from the view point of a finite volume method. (Joint work with Yueyuan Gao and Danielle Hilhorst)

B. 発表論文

1. T. Funaki, M. Ohnawa, Y. Suzuki and

S. Yokoyama: “Existence and uniqueness of solutions to stochastic Rayleigh-Plesset equations”, *J. Math. Anal. Appl.*, **425** (2015), 20–32.

2. E. Bolthausen, T. Chiyonobu and T. Funaki: “Scaling limits for weakly pinned Gaussian random fields under the presence of two possible candidates”, *J. Math. Soc. Japan*, **67** (2015), 1359–1412, special issue for Kiyosi Itô.

3. T. Funaki and J. Quastel: “KPZ equation, its renormalization and invariant measures”, *Stochastic Partial Differential Equations, Analysis and Computations*, **3** (2015), 159–220.

4. T. Funaki: “Infinitesimal invariance for the coupled KPZ equations”, *Memoriae Marc Yor – Séminaire de Probabilités XLVII, Lect. Notes Math.*, **2137**, Springer (2015), 37–47.

5. T. Funaki and M. Hoshino: “A coupled KPZ equation, its two types of approximations and existence of global solutions”, arXiv:1611.00498.

6. T. Funaki and S. Yokoyama: “Sharp interface limit for stochastically perturbed mass conserving Allen-Cahn equation”, arXiv:1610.01263.

7. J.Y. Wakano, T. Funaki and S. Yokoyama: “Derivation of replicator-mutator equations from a model in population genetics”, preprint 2016.

8. T. Funaki, Y. Gao and D. Hilhorst: “Convergence of a finite volume scheme for a stochastic conservation law involving a Q -Brownian motion”, preprint 2016.

9. C. Denis, T. Funaki and S. Yokoyama: “Curvature motion perturbed by a direction-dependent colored noise”, the *Festschrift* volume in honor of Michael Röckner, 2017.

10. (著書) T. Funaki: “Lectures on Random Interfaces”, *SpringerBriefs in Probability*

ity and Mathematical Statistics, Springer, 2016, xii+138 pages.

C. 口頭発表

1. Coupled KPZ equation, Ceremade, University of Paris at Dauphine, 2016 年 3 月 15 日; “Stochastic Partial Differential Equations and Applications - X”, Levico Terme (Trento), 2016 年 6 月 2 日; “Large Scale Stochastic Dynamics”, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, 2016 年 11 月 14 日.
2. Coupled KPZ equation and its two types of approximations, “Probabilistic models - from discrete to continuous”, University of Warwick, 2016 年 3 月 29 日.
3. Two approximations of coupled KPZ equations, “The 4th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting (IMS-APRM)”, The Chinese University of Hong Kong, 2016 年 6 月 29 日.
4. A coupled KPZ equation, “Workshop on Stochastic Processes, in honour of Erwin Bolthausen’s 70th birthday”, Institut für Mathematik, Universität Zürich, 2016 年 9 月 16 日.
5. Sharp interface limit for stochastic Allen-Cahn equation, “ReaDiNet 2016, Reaction-Diffusion Systems in Mathematics and Biomedicine”, Villa Clythia, Frejus, Cote d’Azur, 2016 年 9 月 20 日.
6. Sharp interface limit for a stochastically perturbed mass conserving Allen-Cahn equation, “Stochastic Partial Differential Equations and Related Fields”, University of Bielefeld, 2016 年 10 月 13 日; “International Workshop on the Multi-Phase Flow; Analysis, Modeling and Numerics”, 早稲田大学, 2016 年 11 月 9 日.
7. 確率偏微分方程式, 特に KPZ 方程式について “早稲田大学「応用解析」研究会”, 早稲田大学・応用物理学科 2016 年 11 月 26 日; “第 6 回弘前非線形方程式研究会”, 弘前大学 50 周年記念会館 岩木ホール 2016 年 12 月 23 日.

8. KPZ, nonlinear fluctuations in Glauber-Kawasaki dynamics, “Kickoff Meeting for Stochastic Analysis on Infinite Particle Systems”, 九州大学, 2017 年 1 月 24 日.

9. KPZ, nonlinear fluctuations in Glauber-Kawasaki dynamics, “Stochastic Analysis Day”, University of Pisa, 2017 年 2 月 27 日.

10. KPZ, nonlinear fluctuations in 2D stochastic dynamics, Probability seminar, Technische Universität Berlin, 2017 年 3 月 3 日.

D. 講義

1. 数物先端科学 VI・解析学 XG: Lectures on Random Interfaces (数理大学院・理学部数学科 4 年生向け講義).
2. 数理統計学 III・確率過程論: マルチンゲール理論 (数理大学院・理学部数学科 4 年生共通講義).
3. 確率解析学・確率統計学 XA: 確率積分, 確率微分方程式 (数理大学院・理学部数学科 4 年生共通講義).

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 徐路 (XU Lu): Scaling limits in stochastic heat equation and stochastic chain model (確率熱方程式および確率鎖模型に対するスケール極限)
2. (課程博士) 李嘉衣 (LEE Kai): Sharp interface limit for the stochastic Allen-Cahn equation (確率アレン・カーン方程式に対する鋭敏な界面極限)
3. (課程博士) 星野 壮登 (HOSHINO Masato): Approximations of singular stochastic PDEs and their global well-posedness (特異な確率偏微分方程式の近似とその時間大域的適切性)
4. (修士) 中田 智史 (NAKADA Satoshi): A stochastically perturbed volume preserving mean curvature flow

F. 対外研究サービス

1. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, 編集委員, 2002 年～.
2. 岩波書店「数学叢書」編集顧問, 2009 年～.
3. Stochastic Partial Differential Equations: Analysis and Computations, Springer, 編集委員, 2012 年～.
4. Forum of Mathematics, Pi and Sigma, Cambridge University Press, 編集委員, 2012 年～.
5. 日本数学会 理事 (理事長代行), 2013 年～2017 年.
6. 日本数学会解析学賞委員会 委員長, 2016 年 6 月 1 日～2017 年 5 月 31 日.
7. 文部科学省 科学技術・学術審議会専門委員, 2015 年 4 月 1 日～.
8. 明治大学 文部科学省共同利用・共同研究拠点「現象数理解析研究拠点」運営委員, 2014 年 4 月 1 日～.
9. 明治大学先端数理科学インスティテュート MIMS 所員, 2014 年 4 月 1 日～.
10. 明治大学客員教授, 2016 年 4 月 1 日～2017 年 3 月 31 日.
11. 京都大学数理解析研究所運営委員会委員, 2015 年 9 月 1 日～.
12. 日独共同大学院プログラム「流体数学」, 早稲田大学-ダルムシュタット工科大学, メンバー, 2009 年～.
13. GDRI ReaDiNet: “Reaction-Diffusion Network in Mathematics and Biomedicine” (日仏韓台湾間プログラム), Steering Committee, 2015 年～.
14. 研究集会 “Stochastic PDE’s, Large Scale Interacting Systems and Applications to Biology”, University Paris-Sud at Orsay and ENSTA, フランス, 2016 年 3 月 9 日～11 日, 組織委員.
15. 研究集会 “Reaction-Diffusion Systems in Mathematics and Biomedicine”, Fréjus (Cote d’Azur), フランス, 2016 年 9 月 18 日～9 月 22 日, 組織委員.

16. 研究集会 “第 15 回大規模相互作用系の確率解析”, 東京大学数理科学研究科, 2016 年 11 月 2 日～4 日, 組織委員.
17. 講義: 現代数学における確率論, “高校生のための現代数学講座”, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016 年 7 月 16 日.

H. 海外からのビジター

1. Clément Denis (Ecole Normale Supérieure de Cachan), Internship title: Curvature motion perturbed by a direction dependent coloured noise, 2016 年 4 月 18 日～8 月 17 日.
2. Flanco Flandoli (University of Pisa), 2016 年 11 月 1 日～11 月 13 日.
3. Amir Dembo (Stanford 大学および京都大学スーパーグローバルコース特別招へい教授), 11 月 2 日～11 月 4 日.
4. Perla El Kettani (パリ南大学), 2 月 5 日～2 月 18 日.
5. Yueyuan Gao (パリ南大学), 2 月 9 日～2 月 10 日.

古田幹雄 (FURUTA Mikio)

A. 研究概要

専門は 4 次元トポロジーとゲージ理論である。特にゲージ理論の無限次元の幾何学としての側面を中心に研究をしている。現在の中心的研究対象は Seiberg-Witten 方程式による 4 次元多様体の安定コホモトピー不変量と、それと関連した 3 次元多様体の Floer ホモトピー型である (ミネソタ大学の Tian-Jun Li 氏との共同研究および、Tirasan Khandhawit 氏、笹平史裕氏との共同研究)。

同方程式は非線型偏微分方程式であるが、その線形化の主要部分である Dirac 方程式の性質が大きく反映する。これと関連したテーマとして、準古典近似が状態の厳密な個数を与えるための局所化のメカニズムがあり (吉田尚彦、藤田玄の両氏との共同研究)、また最近は、物性物理に現れるトポロジカル相への数学的アプローチについても考察している (小谷元子氏等後述の方たちとの共同研究)。

今年度のひとつの成果として、特性類の一般的な構成のひとつの方法を与えた。特に古典的な Stiefel-Whitney 類、Chern 類の場合には、これらの特性類の構成方法として良く知られていたり (1) 障害類としての構成および、(2) 同変 Euler 類としての構成の間の、幾何学的な関係を直接与える手段を提供している。

I have been studying 4-dimensional topology and gauge theory, in particular an aspect of gauge theory as infinite dimensional geometry. My current interest is a cohomotopy version of Seiberg-Witten invariants and Seiberg-Witten Floer homotopy type, which are invariants of 4-manifolds and 3-manifolds respectively (joint work with Tian-Jun Li, and also with Tirasan Khandhawit and Hirofumi Sasahira).

The linearization of the Seiberg-Witten monopole equation has Dirac equation as its principal part, and the Seiberg-Witten invariants reflects some properties of the family index of Dirac operators. As related topics, I study the localization of solution of Dirac operators (joint work with Takahiko Yoshida and Hajime Fujita) and also study a mathematical approach to topological phase in material science (joint work with Shin Hayashi, Motoko Kotani, Yosuke Kubota, Shinichiroh Matsuo and Koji Sato).

The main result of this year is a new construction of characteristic classes. In particular for the classical Stiefel-Whitney classes and Chern classes, the construction shed light to a geometric relations between two well-known constructions of these classes: the one using obstruction theory and the other using equivariant Euler classes.

B. 発表論文

1. M. Furuta and S. Matsuo: “The perturbation of the Seiberg-Witten equations revisited”, by Journal of the Mathematical Society of Japan, J. Math. Soc. Japan 68 (2016), 1655-1668.
2. H. Fujita, M. Furuta, and T. Yoshida: “Torus fibrations and localization of in-

dex III: equivariant version and its applications” . Comm. Math. Phys. 327 (2014), no. 3, 665–689

3. H. Fujita, M. Furuta, T. Yoshida: “Torus fibrations and localization of index II: local index for acyclic compatible system”. Comm. Math. Phys. 326 (2014), no. 3, 585–633.
4. M. Furuta, Y. Kametani : “Equivariant version of Rochlin-type congruences”. J. Math. Soc. Japan 66 (2014), no. 1, 205–221.
5. M. Furuta, Y. Kametani, H. Matsue and N. Minami: “Stable-homotopy Seiberg-Witten invariants and Pin bordisms”, preprint.
6. M. Furuta and Y. Kametani: “Equivariant maps and KO^* -degree”, arXiv:0502511v2 preprint.

C. 口頭発表

1. 「トポロジカル相とバルク・エッジ対応の数学的側面へのイントロダクション」, 日本数学会年会 企画特別講演 2017年3月
2. 「Seiberg-Witten Floer homotopy type について」 下呂幾何学研究集会 2016年12月
3. “Bulk-edge correspondence and partial differential equations” 基研ワークショップ BEC2016 2016年10月
4. Topological Invariants and Partial Differential Equations”, The AIMR International Symposium 2016, 東北大学 AIMR, 2016年2月
5. 「Seiberg-Witten 不変量と有限次元近似」, 第11回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 2016年2月
6. “An introduction to Seiberg-Witten equations” Berkeley-Tokyo Winter School “Geometry, Topology and Representation Theory”, UC Berkeley, February 2016 (米)

7. “Yang-Mills theory / Seiberg-Witten theory” 2015 SNU 4-Manifolds Workshop, Oak Valley, December 2015 (韓国)
 8. 「トポロジカル不変量と偏微分方程式」, 第1回 トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア 領域研究会、京都大学 2015年12月
 9. 「トポロジカル絶縁体 -バルク・エッジ対応の数学」, 日本女子大学理学セミナー, 2015年10月
 10. “10/8-type inequalities and TQFT”, IGA/AMSI Workshop “Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications”, Adelaide University, October 2015 (豪)
 11. “Bott periodicity and the bulk-edge correspondence”, International Workshop : Mathematical Approach to Topological Phases in Spintronics, 東北大学 October 2015
 12. “10/8-type inequalities and TQFT” Trends in Modern Geometry & the 10th Pacific Rim Complex Geometry Conference, 東京大学、2015年7月
 13. “The perturbation of the Seiberg-Witten equations revisited”, Workshop on Topology and Invariants of 4-Manifolds: August, 2014 SCGP, (米)
 14. 「ゲージ理論のいくつかの側面」, 第61回 トポロジーシンポジウム 東北大学片平キャンパス, 2014年7月
 15. 「TQFT としての Pin(2) 同変 Floer K コホモロジー群」, 服部晶夫先生研究報告会「トポロジーの動向と展望」, 東京大学数理, 2014年6月
 16. 「指数定理からゲージ理論へ」, 第8回 福岡・札幌幾何学セミナー 九州大学 大学院数理学研究院, February, 2014
 17. “Dirac operators on spin 4-manifolds and mod 2 index, Topological Phases in Spintronics, AIMR 東北大学, February, 2014
 18. “A TQFT for spin 4-manifolds associated with Pin(2)-equivariant Seiberg-Witten Floer K-group”, the Fourth Tsinghua-Sanya International Mathematics Forum, December, 2013 (中国)
 19. “Two variants of the 10/8 inequality”, Workshop and Conference on the Topology and Invariants of Smooth 4-Manifolds, University of Minnesota, July to August, 2013 (米)
 20. “Seiberg-Witten Floer K cohomology and a 10/8-type inequality for spin 4-manifolds with boundaries”, Geometry and topology of smooth 4-manifolds, Max Planck Institute for Mathematics, Bonn, June, 2013 (独)
 21. “An introduction to gauge theories”, 2013 SNU-KIAS Topology Winter School, Muju, December, 2012, (韓国)
 22. 「低次元トポロジーにおけるゲージ理論」, 筑波大学数学談話会、12月 2012年
- D. 講義
1. 数理科学基礎： 数理科学の基礎的内容を題材とし、高等学校で学んだ数学から大学で学ぶ数学への橋渡し。(教養学部前期課程講義)
 2. 線型代数学: 線形代数の入門講義。(教養学部前期課程講義)
 3. 自然科学ゼミナール [数理科学]: 不動点定理に関するセミナーを交えた形式の講義。(教養学部前期課程講義)
 4. 集中講義 「Seiberg-Witten 理論入門」 Seiberg-Witten Floer homotopy type への入門講義、京都大学 2017年1月
- E. 修士・博士論文
1. (課程博士) 林 晋 (HAYASHI Shin) : Topological invariants and localized wave functions for some topological phases
 2. (修士) 藤本 暁 (FUJIMOTO Akira): 社会選択理論における Eliaz の定理の幾何学的証明

3. (修士) 谷口正樹 (TANIGUCHI Masaki): 周期的な端を持つ多様体上のインスタントンと, 埋め込みの障害について
4. (修士) リン・デジー (LIN Dexie) Relative Chern character and Super-connection
5. (修士) 山崎由佳 Morse-Bott function について: 完全性と同変性および Morse 複体の拡張

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「4次元トポロジー」組織委員, 2016年11月.
2. 研究集会 Geometric Analysis in Geometry and Topology 組織委員, 2016年12月.

俣野 博 (MATANO Hiroshi)

A. 研究概要

楕円型や放物型の非線形偏微分方程式 (擬微分方程式を含む) が主たる研究対象である。これらの方程式の解の大域的構造や安定性を力学系の視点から考察したり, 解に現れるさまざまな特異性を調べている。拡散方程式における進行波や界面運動の研究, および解の爆発現象の解析にとくに重点を置いている。また, 均質化問題も扱う。最近の主な研究成果は以下の通り。

- (1) 双安定型拡散方程式における衝突パルス解: \mathbb{R} 上の双安定型拡散方程式の時間大域解で, $x = \pm\infty$ から発した二つのパルスが衝突して消滅するようなものが存在することを示した。単独の拡散方程式においては, 空間内を移動する非負パルス解の存在はこれまで知られておらず, 本研究の成果が最初の発見である (文献 [1])。
- (2) 空間 1 次元反応拡散方程式の定性的理論: \mathbb{R} 上で定義された反応拡散方程式の解の漸近挙動を分類する一般論を確立した。空間領域が有界の場合と違い, \mathbb{R} 上の方程式の場合は解の長時間挙動に未知の部分が多い。本研究では, 交点数非増大則と「拡張 ω 極限集合」の概念を用いて, 遠方で減衰する非負の初期値から出発した解の挙動を完全に分類することに成功した (文献 [2])。

(3) 縞状の空間非一様性をもつ媒質における疫病伝播モデル: ブドウ畑における疫病の発生を記述する数理モデルを考察した。ワイン用のブドウ畑では, ブドウの木は真っ直ぐな縞状に整然と並んでおり, 疫病の広がり方は, この縞状の空間非一様性に大きな影響を受ける。本研究では, 任意の方向の平面状進行波が存在することを示すとともに, 進行波の速度が進行方向にどのように依存するかを論じた (文献 [3])。

(4) バイドメイン Allen-Cahn 方程式の平面波の安定性: 心臓電気生理学で重要なバイドメインモデルの簡略版であるバイドメイン Allen-Cahn 方程式に現れる平面波の線形安定性を研究した。通常の Allen-Cahn 方程式と違い, この方程式の平面波は不安定になることがあり, 安定性は平面波の進行方向に依存する。本研究では, 各方向の平面波の長波長摂動に対する安定性が Frank 図形の凹凸で完全に特徴付けられることを示すと同時に, 中波長摂動に対する安定性についても興味深い結果を得た (文献 [1])

(5) 非局所項をもつ質量保存型方程式の長時間挙動: (文献 [5])。

(6) 曲線の曲率運動方程式に対する自由境界問題: (文献 [6])。

(7) 双曲空間上の非線形拡散方程式における広がり波面の研究: (文献 [7])。

(8) 空間 2 次元 KPP 方程式における波面の広がり速度を最大化する問題: (文献 [8])。

(9) 非線形 Stefan 問題の解の正則性と漸近挙動: (文献 [9])。

(10) 空間 1 次元非線形拡散方程式に現れる進行テラス解: (文献 [10])。

My research is concerned mainly with nonlinear partial differential equations of the elliptic and parabolic types (including pseudo-differential equations). The goal is to study qualitative properties of solutions from the point of view of dynamical systems, and to analyze various kinds of singularities that arise in those equations. I also work on homogenization problems. Here are what I have done in recent years:

- (1) **Colliding two pulses in a bistable reaction-diffusion equation:** We considered a bistable reaction-diffusion equation on \mathbb{R} and proved the existence of a solution consisting of two pulses that emanate from $x = \pm\infty$ and move toward each other, eventually colliding and annihilating each other. This is the first discovery of a nonnegative moving pulse solution for scalar reaction-diffusion equations ([1]).
- (2) **Qualitative theory of 1D reaction-diffusion equations:** We established a general theory that classifies the long-time behavior of solutions of reaction-diffusion equations on \mathbb{R} . Unlike the case where the spatial domain is bounded, much is unknown about equations on \mathbb{R} . By using the intersection-number argument and the new notion of “extended ω -limit sets”, we succeeded in making complete classification of solutions with nonnegative initial data that decay at $x = \pm\infty$ ([2]).
- (3) **Epidemic model in a medium with striped spatial inhomogeneity:** We considered a mathematical model for a spread of plant disease in a vineyard, where grapevine trees are aligned in a regular stripe pattern. How an epidemic spreads over the field is largely influenced by the striped spatial inhomogeneity. We proved that a planar traveling wave exists in every direction and studied how the speed of the traveling wave depends on the direction of propagation ([3]).
- (4) **Stability of planar waves in the bidomain Allen–Cahn equation:** The bidomain models are important in cardiac electrophysiology. We studied linear stability of planar waves of the bidomain Allen–Cahn equation. The stability of a planar wave depends on the direction of propagation. We proved that their stability with respect to long-wavelength perturbations is fully characterized by the Frank diagram associated with the equation. We also studied stability with respect to medium-wavelength perturbations ([4]).
- (5) **Large time behavior of a nonlocal ODE with mass conservation:** ([5]).
- (6) **Curvature flow for plane curves with free boundary:** ([6]).
- (7) **Front propagation in diffusion equations on the hyperbolic space:** ([7]).
- (8) **Maximizing the spreading speed in the 2D KPP equation:** ([8]).
- (9) **Regularity and asymptotic behavior of solutions of a nonlinear Stefan problem:** ([9]).
- (10) **Propagating terrace in 1D nonlinear diffusion equations:** ([10]).

B. 発表論文

1. H. Matano and P. Poláčik: “An entire solution of a bistable parabolic equation on \mathbb{R} with two colliding pulses”, *J. Funct. Anal.* **272** (5) (2017), 1956–1979.
doi:10.1016/j.jfa.2016.11.006
2. H. Matano and P. Poláčik: “Dynamics of nonnegative solutions of one-dimensional reaction-diffusion equations with localized initial data. Part I: A general quasiconvergence theorem and its consequences”, *Comm. Partial Differential Equations* **41** (5) (2016), 785–811.
doi:10.1080/03605302.2016.1156697
3. A. Ducrot and H. Matano: “Plant disease propagation in a striped periodic medium”, J.M. Cushing et al. (eds.), *Applied Analysis in Biological and Physical Sciences*, Springer Proc. Math. & Stat. **186** (2016), 121–164.
doi:10.1007/978-81-322-3640-5_8
4. H. Matano and Y. Mori: “Stability of front solutions of the bidomain equation”, *Comm. Pure Appl. Math.* **69** (12) (2016), 2364–2426. doi:10.1002/cpa.21634

5. D. Hilhorst, H. Matano, T.N. Nguyen and H. Weber: “On the large time behavior of the solutions of a nonlocal ordinary differential equation with mass conservation”, *J. Dynamics and Differential Equations* **28** (3) (2016), 707–731.
doi:10.1007/s10884-015-9465-7
 6. J.-S. Guo, H. Matano, M. Shimojo and C.-H. Wu: “On a free boundary problem for the curvature flow with driving force”, *Arch. Rat. Mech. Anal.* **219** (3) (2016), 1207–1272.
doi:10.1007/s00205-015-0920-8
 7. H. Matano, F. Punzo and A. Tesi: “Front propagation for nonlinear diffusion equations on the hyperbolic space”, *J. Eur. Math. Soc.* **17** (5) (2015), 1199–1227.
doi:10.4171/JEMS/529
 8. X. Liang and H. Matano: “Maximizing the spreading speed of KPP fronts in two-dimensional stratified media”, *Proc. London Math. Soc.* **109** (5) (2014), 1137–1174.
doi:10.1112/plms/pdu031
 9. Y. Du, H. Matano and K. Wang: “Regularity and asymptotic behavior of nonlinear Stefan problems”, *Arch. Rat. Mech. Anal.* **212** (3) (2014), 957–1010.
doi:10.1007/s00205-013-0710-0
 10. A. Ducrot, T. Giletti and H. Matano: “Existence and convergence to a propagating terrace in one-dimensional reaction-diffusion equations”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **366** (10) (2014), 5541–5566.
doi:10.1090/S0002-9947-2014-06105-9
- C. 口頭発表
(国際会議等での招待講演 ; Invited talks in international conferences and seminars)
1. “Asymptotic soliton resolution for the critical nonlinear heat equation”, *International Conference on PDEs, Geometric Analysis and Functional Inequalities*, University of Sydney, March 2017 (Sydney, オーストラリア).
 2. “Stability of front solutions of the bidomain equation”, *NCTS Workshop on Nonlinear Differential Equations: Theory and Applications*, National Taiwan University, Nov 2016 (Taipei, 台湾).
 3. “Asymptotic soliton resolution for the critical nonlinear heat equation”, *7th Euro-Japan Workshop on Blow-up*, Mathematical Research and Conference Center, Sept 2016 (Bedlewo, ポーランド).
 4. “Stability of front solutions of the bidomain equation”, *GDRi ReDiNet Conference 2016 “Reaction-Diffusion Systems in Mathematics and Biomedicine”*, Villa Clythia, Sept 2016 (Fréjus, フランス).
 5. “Soliton resolution for the critical nonlinear heat equation”, *Nonlinear Waves 2016: Summer School*, IHES, July 2016 (Bure-sur-Yvette, フランス).
 6. “Front propagation in predator-prey type reaction-diffusion systems”, *Patterns of Dynamics*, Free University of Berlin, July 2016 (Berlin, ドイツ).
 7. “Front propagation in an anisotropic Allen-Cahn equation”, *Topics in Applied Nonlinear Analysis: Recent Advances and New Trends*, Carnegie Mellon University, July 2016 (Pittsburgh, 米国).
 8. “Stability of front solutions of the bidomain equation”, *Pacific Rim Conference on Mathematics 2016*, Seoul National University, June 2016 (Seoul, 韓国).
 9. “Dynamics of order-preserving systems with mass conservation”, *IMA Special Workshop on Dynamics and Differential Equations*, University of Minnesota, June 2106 (Minneapolis, 米国).
 10. “Front propagation in predator-prey type reaction-diffusion systems”, *International Workshop on Nonlinear Partial Differential Equations and Applications*, NYU-Shanghai, June 2016 (Shanghai, 中国).

D. 講義

1. 偏微分方程式論 (教養3年生, 夏): 偏微分方程式の入門講義
2. 数学続論 XE・数物先端科学 V (4年大学院共通): 非線形解析学 (変分法)
3. 解析学 VIII・線型偏微分方程式論 (4年大学院共通): 線型楕円型偏微分方程式の解の正則性と解析的半群の理論の解説

E. 修士・博士論文

1. (博士) 伊藤 涼 (Ito Ryo): Analysis of the minimal travelling wave speed via the methods of Young measures

F. 対外研究サービス

● 学術誌の編集 (Editorial service)

1. Journal of Dynamics and Differential Equations
2. Proceedings of Royal Society of Edinburgh
3. Journal of Mathematical Sciences, University of Tokyo
4. Bulletin of the Korean Mathematical Society

● 会議の世話人 (Conferences organized)

1. ミニワークショップ『反応拡散系における進行波と広がり波面』, 2017年1月18日 (東京大学).
2. 国際会議『Reaction-Diffusion Network in Mathematics and Biomedicine』, 2016年9月19日-23日 (Fréjus, フランス).
3. FMSP ミニワークショップ『反応拡散方程式とその周辺』, 2016年1月21日 (東京大学).
4. 市民講座『知と行動の科学 - フランスと日本の科学者の対話』, 2015年10月31日 (日仏会館)
5. 国際会議『ICMMA 2015 "Self-Organization: Modeling and Analysis"』, 2015年10月26日-29日 (明治大学).

6. FMSP サマースクール『分散型方程式とソリトン』, 2015年7月27日-28日 (東京大学).

7. 国際会議『EQUADIFF 2015』セッション「Dynamics of Chemical, Metabolic, and Gene Regulatory Networks」, 2015年7月9日-10日 (Lyon, フランス).

H. 海外からのビジター

(1) 森洋一郎 (Mori, Yoichiro)

身分: 科研費招へい研究者

期間: (a) 2016年5月17日-29日

(b) 2017年1月28日-2月12日

国籍: 日本 (米国ミネソタ大学准教授)

専門: 数理生理学, 数値解析, 非線形解析

活動内容 (activities):

Research collaboration on the study of "bido-main Allen-Cahn equation".

(2) GRIETTE, Quentin

身分: JSPS サマープログラム招へい者

期間: 2016年6月21日-8月24日

国籍: フランス (モンペリエ大学大学院生)

専門: 非線形解析学

活動内容 (activities):

Research collaboration with the host professor on reaction-diffusion systems and many discussions with graduate students

(3) LIANG, Xing

身分: 第三種外国人客員教授

期間: 2016年11月1日-2017年1月26日

国籍: 中国 (中国科学技術大学教授)

専門: 非線形解析学

活動内容 (activities):

One-month intensive course on traveling waves in nonlinear diffusion equations and research collaboration on nonlinear analysis

(4) HILHORST, Danielle

身分: 科研費招へい研究者

期間: (a) 2016年11月6日-13日

(b) 2017年2月11日-18日

国籍: フランス (CNRS 主任研究員)

専門: 非線形解析学

活動内容 (activities):

Research collaboration on nonlinear diffusion equations and a lecture at Applied Analysis Seminar (February 16, 2016)

(5) ALFARO, Matthieu

身分： 科研費招へい研究者

期間： 2017 年 1 月 7 日-21 日

国籍： フランス（モンペリエ大学助教授）

専門： 非線形解析学

活動内容 (activities) :

Lecture at a miniworkshop (January 18, 2017) and research collaboration on nonlinear diffusion equations

(6) GILETTI, Thomas

身分： 科研費招へい研究者

期間： 2017 年 1 月 14 日-29 日

国籍： フランス（ロレーヌ大学助教授）

専門： 非線形解析学

活動内容 (activities) :

Lecture at a miniworkshop (January 18, 2017) and research collaboration on nonlinear diffusion equations

山本 昌宏 (YAMAMOTO Masahiro)

A. 研究概要

私の研究領域は数理科学における逆問題である。特に、過剰決定なデータから発展方程式の係数や非斉次項のようなパラメータ、さらに方程式が成り立っている領域形状を決定するという逆問題の研究に従事している。これらの問題はコンピュータ断層撮影法などのように実用上の見地から重要な問題であり、その数学解析が大いに要求されているにも関わらず、そのような逆問題がたまたまアダマールの意味で適切でないために、その数学的研究は十分ではない。私の主な興味は偏微分方程式に対する逆問題において適切性の構造を求め、それらの結果を数値解析と関連付けることである。最近是非整数階拡散方程式の包括的な研究にとりくんでいる。

1. 逆問題の数学解析の研究課題のうち代表的なものとしては、カーレマン評価による係数決定逆問題の一意性と条件付き安定性、Maxwell の方程式、Navier-Stokes の方程式、弾性体の方程式をはじめとする定常方程式に対する局所 Dirichlet-to-Neumann 写像による係数決定逆問題の一意性を確立した。さらに、不均質媒質における異常拡散を記述する非整数階拡散方程式に対する逆問題に対する一意性や初期値・境界値問題の弱解の構成と適切性にとりくんでいる。

2. 産業界など現実の課題解決のために数学を応

用することに従事している。数学はそれ自体で完結した理論体系であるだけでなく、抽象性と一般性ゆえに現実の問題の解決に大きな力を発揮できる。またそのような応用によって数学自体の発展につながることも期待できる。産学連携の活動を 2011 年度以降、継続して行っている。例えば 2016 年度は以下のように産業界ならびに工学分野からの課題解決のためのスタディグループ・ワークショップを組織した（前の 2 つは産業数理解、最後のものは環境数理解に関するものであった）:

<http://sgw2016.imi.kyushu-u.ac.jp/>

[http://faculty.ms.u-](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW16Dec/)

[tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW16Dec/](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW16Dec/)

[http://faculty.ms.u-](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW17Feb/)

[tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW17Feb/](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW17Feb/)

企業や工学などの異分野から問題提示があり、院生を中心とした参加者により解決が図られた。また企業との個別の共同研究も行っている。また、最後の環境数理解スタディグループでは福島原発事故後の汚染対策に関連した諸課題の数理解手法が議論された。

My research field is inverse problems in mathematical sciences. In particular, I am studying determination of parameters such as coefficients, nonhomogeneous terms in evolution equations and determination of shapes of domains from overdetermining data. Recently I have started to study fractional diffusion equations comprehensively.

1. I published 11 refereed journal articles between January 2016 and March 2017 with coauthors. The papers [3], [9], proved the uniqueness for coefficient inverse problem for partial differential equations in mathematical physics including the Navier-Stokes equations, Maxwell's equations by Dirichlet-to-Neumann maps. I have studied also inverse problems by Carleman estimates ([2], [4], [7], [11]) and moreover I have been intensively continuing comprehensive researches concerning fractional diffusion equations ([1], [5], [6], [8], [10]).

2. I have applied mathematics in order to solve problems in the real world such as industry. Mathematics is not only a system of theories

but also is powerful machinery for solutions of practical problems, by its character of abstraction and generalization. Moreover by applications, one expects more development of mathematics itself. In 2016 I continued activities of the mathematics for industry. I am one of the main organizers of "Study Group Workshop for Solving Problems from Industry and Engineering" in August, December of 2016 and February of 2017 within FMSP Graduate School Program and Cooperative Math. Program:

<http://sgw2015.imi.kyushu-u.ac.jp/>

[http://faculty.ms.u-](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW/2015Dec/)

[tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW/2015Dec/](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW/2015Dec/)

[http://faculty.ms.u-](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW/index.html)

[tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW/index.html](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~a3inverse/SGW/index.html)

The first was co-organized with Institute of Mathematics for Industry of Kyushu University. Companies and engineers proposed problems and the participants composed mainly of graduate students have worked towards practical solutions. In particular, at Study Group in February 2017, we discussed mathematical methods for several subjects related to Fukushima nuclear power plant accident in March 2011 for the recovery. Moreover I have continued joint research projects with companies.

B. 発表論文

1. Liu, Yikan, Rundell, William and Yamamoto, Masahiro: "Strong maximum principle for fractional diffusion equations and an application to an inverse source problem", *Fract. Calc. Appl. Anal.* **19**(2016) 888-906.
2. Gölgeleyen, Fikret and Yamamoto, Masahiro: "Stability for some inverse problems for transport equations", *SIAM J. Math. Anal.* **48** (2016) 2319-2344.
3. Imanuvilov, Oleg Y. and Yamamoto, Masahiro: "Calderón problem for Maxwell's equations in two dimensions", *J. Inverse Ill-Posed Probl.* **24** (2016) 351-355.

4. Bellassoued, Mourad, Imanuvilov, Oleg and Yamamoto, Masahiro: "Carleman estimate for the Navier-Stokes equations and an application to a lateral Cauchy problem", *Inverse Problems* **32** (2016) 025001, 23 pp.
5. Liu, J. J., Yamamoto, M. and Yan, L. L.: "On the reconstruction of unknown time-dependent boundary sources for time fractional diffusion process by distributing measurement", *Inverse Problems* **32** (2016), 015009, 25 pp.
6. Li, Zhiyuan, Imanuvilov, Oleg Yu. and Yamamoto, Masahiro: "Uniqueness in inverse boundary value problems for fractional diffusion equations", *Inverse Problems* **32** (2016) 015004, 16 pp.
7. Uesaka, Masaaki and Yamamoto, Masahiro: "Carleman estimate and unique continuation for a structured population model", *Appl. Anal.* **95** (2016) 599-614.
8. Li, Zhiyuan, Luchko, Yuri and Yamamoto, Masahiro: "Analyticity of solutions to a distributed order time-fractional diffusion equation and its application to an inverse problem", *Comput. Math. Appl.* **73** (2017) 1041-1052.
9. Imanuvilov, Oleg and Yamamoto, Masahiro: "On Calderón's problem for a system of elliptic equations", *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **53** (2017) 141-186.
10. Kian, Yavar and Yamamoto, Masahiro: "On existence and uniqueness of solutions for semilinear fractional wave equations", *Fract. Calc. Appl. Anal.* **20** (2017) 117-138.
11. Jiang, Daijun, Liu, Yikan and Yamamoto, Masahiro: "Inverse source problem for the hyperbolic equation with a time-dependent principal part", *J. Differential Equations* **262** (2017) 653-681.

C. 口頭発表

1. (1) Inverse problems for fractional diffusion equations: introduction and some overview, (2) "Recent Development in Inverse Problems for Partial Differential Equations and its Applications" 京都大学数理解析研究所、2016年1月28日.
2. (1) スタディグループによる産業、社会における諸課題解決の事例紹介:数学者による寄与とは、(2) 数学協働プログラム スタディグループに向けての講演会、名古屋大学大学院 多元数理科学研究科 2016年3月5日.
3. (1) Direct and inverse problems for fractional partial differential equations: some overview and prospects, (2) Southeast University 南京、中国、2016年4月28日
4. (1) Inverse boundary value problems by partial Cauchy data for Maxwell's equations and Schrödinger equations: cases of waveguides and cylindrical domains, (2) New Trends in Theoretical and Numerical Analysis of Waveguides, Porquerolles (IGESA), フランス、2016年5月18日.
5. (1) Mathematical analysis for inverse problems: around the viscoelasticity, (2) Università degli Studi di Roma "La Sapienza", ローマ、2016年5月30日.
6. (1) Forward and inverse problems for fractional diffusion equations: some overview, (2) "4th International Workshop on Computational Inverse Problems and Applications", Shandong University of Technology, Zibo, 中国、2016年7月10日.
7. (1) Inverse problems of determining moving sources in wave equation and heat equation: some overview, (2) SIMAI 2016, Politecnico di Milano, イタリア、2016年9月15日.
8. (1) Well-posedness of initial - boundary value problems for time-fractional diffusion equations and inverse problems, (2) Chemnitzer Symposium on Inverse Problems, Technische Universität Chemnitz, ドイツ、2016年9月23日.

9. (1) Unique existence and qualitative studies of solutions to initial - boundary value problems for time-fractional diffusion equations and applications, (2) Workshop on Control and Inverse Problems for Partial Differential Equations, Zhejiang University, 中国、2016年10月26日.
10. (1) Coefficient inverse problems for integro-partial differential equations by Carleman estimates: viscoelasticity, (2) "Inverse Problems and Related Topics", FRUMAM, Aix-Marseille Université, フランス、2016年11月25日.

D. 講義

1. 解析学XF: 逆問題の解説、2016年度A semester, 数理科学研究科、理学部4年生対象
2. 数理情報学: 偏微分方程式を中心とした数値解析の講義、教養学部基礎科学科講義 2016年度A semester
3. 解析学XC: 逆問題の入門講義で数学解析ならびに数値手法や応用事例を解説した。理学部3年生向け講義 2016年度A semester
4. 微積分学2: 微積分の講義、教養学部前期課程講義、2016年A semester

E. 修士・博士論文

1. (修士) 唐津裕貴 (KARATSU, Hiroki): Uniqueness and conditional stability for a time backward problem for the Navier-Stokes equations (ナビエ=ストークス方程式の時間逆向き問題における一意性と条件付き安定性).

F. 対外研究サービス

1. 数学会学術委員会委員長、2012年-現在
2. Editorial board "Journal of Inverse and Ill-posed Problems"、2011年-現在
3. Editorial board of "Numerical Methods and Programming"、2011年-現在

4. Editorial board of "Journal of the China Society of Industrial and Applied Mathematics (J. of Chinese SIAM)", 2011 年—現在
5. "Editorial board of "Applicable Analysis", 2011 年—現在
6. Board of "The Journal of World Mathematical Review"
7. Editorial Board of "IAENG International Journal of Applied Mathematics", 2011 年—現在
8. Advisor Board of "Inverse Problems in Science and Engineering", 2011 年—現在
9. Editorial Board of "Nonlinear Analysis: Real World Applications" 2011 年—現在
10. Vice President of International Society for Analysis, Applications and Computation 2011 年—2013 年
11. Vice President of Inverse Problems International Association 2011 年—2013 年
12. Fellow at Institute of Physics (Great Britain) 2011 年—2014 年
13. Honorary professor of East China Institute of Technology (China)
14. Guest Professor of Southeast University (Nanjing, China)

G. 受賞

1. the 2014 William F. Ames JMAA Best Paper Award
2. The Gold Medal for "For Great Contributions in Mathematics", 2012, ロシア科学アカデミー・シベリア支部

H. 海外からのビジター

1. Mourad Bellassoued 17/02/20 - 17/03/11 University of Tunis El Manar チュニジア、カーレマン評価による係数決定逆問題の共同研究

2. Jin Cheng 17/01/20 - 17/02/11 復旦大学 中国、関数論的な手法による逆問題の共同研究
3. Yves Dermenjian 16/12/03 - 16/12/20 Aix Marseille Université フランス、不連続係数をもつ熱方程式に対するカーレマン評価の共同研究
4. Oleg Emanouilov 17/01/04 - 17/01/11 Colorado State University アメリカ、境界値逆問題ならびに粘弾性体の逆問題の共同研究
5. 伊東一文 17/03/05 - 17/03/14 North Carolina State University アメリカ材料科学における逆問題の共同研究

吉田 朋広 (YOSHIDA Nakahiro)

A. 研究概要

1. Skorohod 積分の漸近展開
2. 混合正規分布を極限を持つマルチンゲールに対する漸近展開の研究
3. Malliavin 解析と極限定理
4. オイラー・丸山近似の誤差分布の漸近展開
5. パワーバリエーションの分布の高次近似
6. 有限時間離散観測下での拡散係数に対する疑似尤度解析の構成
7. 統計的確率場の非退化性と疑似尤度解析
8. HY 推定量のファイナンスへの応用：市場における企業間のリード・ラグ推定
9. 確率微分方程式に対するシミュレーション・統計解析ソフトウェアの開発 (YUIMA III プロジェクト)
10. 確率過程のスパース推定
11. 確率微分方程式に対する適合型推定アルゴリズム
12. 超高頻度データ解析の理論：点過程，リード・ラグ，リミット・オーダー・ブック
13. ボラティリティの予測と情報量規準の構成

14. ジャンプ型確率微分方程式の推定

1. Asymptotic expansion of Skorohod integrals
2. Asymptotic expansion for a martingale that has a mixed normal limit distribution
3. Malliavin calculus and limit theorems
4. Precise estimate of the error distribution of the Euler-Maruyama scheme
5. Higher-order approximation of the distribution of the power variation
6. Construction of the quasi likelihood analysis (QLA) for the volatility parameter under the finite time discrete sampling scheme
7. Nondegeneracy of the statistical random field and QLA
8. Applications of the HY estimator to finance: the lead-lag estimation in the market
9. Statistical package for simulation and statistical analysis for stochastic differential equations (YUIMA III Project)
10. Sparse estimation of stochastic processes
11. Adaptive estimation methods for stochastic differential equations
12. Theory of ultra high frequency data analysis: point processes, lead-lag, and limit order book
13. Prediction and model selection for volatility
14. Estimation for stochastic differential equations with jumps.

B. 発表論文

1. YUIMA Project Team: “The YUIMA Project: A Computational Framework for Simulation and Inference of Stochastic Differential Equations”, *Journal of Statistical Software*, **57**, no. 4 (2014) 1–51

2. T. Ogihara and N. Yoshida: “Quasi-likelihood analysis for nonsynchronously observed diffusion processes”, *Stochastic Processes and their Applications*, **124**, no. 9 (2014) 2954–3008
3. M. Uchida and N. Yoshida: “Model selection for volatility prediction”, *The Fascination of Probability, Statistics and their Applications*. In Honour of Ole E. Barndorff-Nielsen, (2016) 343–360.
4. A. Kimura and N. Yoshida: “Estimation of correlation for latent processes”, *Advanced Modeling in Mathematical Finance*, In honor of Ernst Eberlein, **189** (2016) 131–146
5. M. Podolskij, N. Yoshida: “Edgeworth expansion for functionals of continuous diffusion processes”, *Annals of Applied Probability*, **26**, no. 6 (2016) 3415–3455
6. N. Yoshida: “Asymptotic Expansions for Stochastic Processes”, *Rabi N. Bhattacharya: Selected Papers*, (2016) 15–32
7. I. Muni Toke and N. Yoshida: “Modelling intensities of order flows in a limit order book”, *Quantitative Finance*, **17**, no. 5 (2017) 683–701
8. S. Iacus and N. Yoshida: “Simulation and Inference for Stochastic Processes with YUIMA: A Comprehensive R Framework for SDEs and Other Stochastic Processes”, to appear
9. S. Clinet and N. Yoshida: “Statistical inference for ergodic point processes and application to Limit Order Book”, *Stochastic Processes and their Applications*, to appear.
10. M. Podolskij, B. Veliyev and N. Yoshida: “Edgeworth expansion for the pre-averaging estimator”, *Stochastic Processes and their Applications*, to appear.

C. 口頭発表

1. Asymptotic expansion and estimation of volatility. Stochastic Analysis and Statistics 1, 東京大学 (駒場キャンパス), 2016.4.22
2. Quasi likelihood analysis and limit order book modeling. Statistical methods for dynamical stochastic models (DYN-STOCH 2016), University Rennes 2, France, 2016.6.8
3. Statistics for stochastic processes: inferential and probabilistic aspects. The 4th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting, The Chinese University of Hong Kong, 2016.6.30 招待講演 (DL)
4. Point processes and limit order book modeling. World Congress in Probability and Statistics, Fields Institute, Toronto, Canada, 2016.7.13 招待講演
5. Asymptotic expansion of variations. Stochastic Analysis and Statistics 2, 東京大学 (駒場キャンパス), 2016.8.6
6. Recent developments in asymptotic expansion for non-ergodic systems. Advances in Statistics for Random Processes, Université du Maine, Le Mans, France, 2016.9.7 招待講演
7. Martingale expansion revisited. Stochastic Analysis and Statistics 4, 東京大学 (駒場キャンパス), 2016.10.31
8. Applications of the quasi-likelihood analysis for point processes to high frequency. 9th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2016), University of Seville, Spain, 2016.12.10 招待講演
9. Applications of the quasi likelihood analysis to point processes. ASC2017: Asymptotic Statistics and Computations, 東京大学 (駒場キャンパス), 2017.2.1

10. Malliavin Calculus and limit theorems in nonergodic statistics Statistics Seminar, Department of Mathematics, Humboldt University of Berlin, Germany, 2017.2.17
11. Limit order book modeling and quasi likelihood analysis. Workshop on Stochastic Models, Statistics and Their Applications, Humboldt University of Berlin, Germany, 2017.2.21 招待講演

D. 講義

1. 確率統計学基礎・確率統計 II: 統計モデルとしての多様な確率分布族と, それらに対する種々の統計推測法について解説した. 確率構造の表現, 確率変数, 確率分布, 離散分布, 連続分布, 期待値, 積率, 特性関数, 多次元分布, 共分散, 独立性, 条件つき期待値, 不偏推定等に関して説明した. (理学部数学科, 教養学部共通講義)
2. 統計財務保険特論 IV・確率統計学 XE: 線形推測論の基礎を解説した. 回帰分析, 主成分分析, 判別分析等を扱った. (数理大学院・4年生共通講義)
3. 数理統計学・確率統計学 II: 数理統計学の入門講義. 漸近理論の基礎について解説した. 最尤推定, 大数の法則と一様性, 最小コントラスト推定, M 推定量の漸近正規性, ワンステップ推定量, 尤度比検定, 多項分布の検定, 情報量規準に関して説明した. (数理大学院・4年生共通講義)
4. 基礎数理特別講義 VII・応用数学 XG: マリアバン解析の基礎を解説し, 混合型中心極限定理と 2 次変動への応用, fourth-moment theorem 等に関して解説した. (数理大学院・4年生共通講義)
5. 統計財務保険特論 VI・確率統計学 XF: セミマルチンゲール, 標準分解, 伊藤の公式, セミマルチンゲールに対する汎関数型中心極限定理について解説した. (数理大学院・理学部数学科共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 木下慶紀 (KINOSHITA Yoshiki): Penalized Quasi-likelihood Estimation for Variable Selection

2. (修士) 佐藤晴紀 (SATO Haruki): Oracle Inequality and Sparse Estimation for Diffusion Type Processes Observed at High Frequency
 3. (修士) 鈴木拓海 (SUZUKI Takumi): L^q penalized least squares approximation methods and their applications to point processes
- F. 対外研究サービス
1. 統計数理研究所リスク解析戦略研究センター, 客員教授
 2. 日本アクチュアリー会, 評議員
 3. Statistical Inference for Stochastic Processes, editorial board
 4. 統計数理研究所運営会議委員
 5. 京都大学数理解析研究所運営委員会委員, 専門委員会委員
 6. Statistics for Stochastic Processes and Analysis of High Frequency Data V, University Pierre and Marie Curie (Paris 6), 2016.3.23, Organizer
 7. Stochastic Analysis and Statistics 1, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016.4.22, 4.26, オーガナイザー
 8. Stochastic Analysis and Statistics 2, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016.8.6, オーガナイザー
 9. Stochastic Analysis and Statistics 3, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016.8.9-8.10, オーガナイザー
 10. ASC2017: Asymptotic Statistics and Computations, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017.1.30-2.1, オーガナイザー
- H. 海外からのビジター
1. Tudor Ciprian, Ecole Centrale Paris, France, 2016.4.11-5.8, 統計数学セミナー及び研究集会”Stochastic Statistics 1”で講演を行った.
 2. Lorenzo Mercuri, University of Milan, Italy, 2016.6.12-6.26, 統計数学セミナーで講演を行った.
 3. David Nualart, University of Kansas, USA, 2016.8.3-8.17, 統計数学セミナー及び研究集会”Stochastic Statistics 2-3”で講演を行った.
 4. Giovanni Peccati, University of Milan, Italy, 2016.10.29-11.5, 統計数学セミナー及び研究集会”Stochastic Statistics 4”で講演を行った.
 5. Tudor Ciprian, Ecole Centrale Paris, France, 2016.11.25-12.7, 統計数学セミナーで講演を行った.
 6. Iacus Stefano, University of Milan, Italy, 2016.12.28-2017.1.31, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
 7. Emanuele Guidotti, University of Milan, Italy, 2017.1.8-1.15, 統計数学セミナーで講演を行った.
 8. Mercuri Lorenzo, University of Milan, Italy, 2017.1.11-2.2, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
 9. Feng Chen, University of New South Wales, Australia, 2017.1.16-1.28, 統計数学セミナーで講演を行った.
 10. Ioane Muni Toke, Ecole Centrale Paris, France, 2017.1.24-2.4, 統計数学セミナー及び研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
 11. Frederic Abergel, Ecole Centrale Paris, France, 2017.1.25-2.4, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
 12. Xiaofei Lu, Ecole Centrale Paris, France, 2017.1.29-2.3, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
 13. Mark Podolskij, Aarhus University, Denmark, 2017.1.25-2.3, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
 14. Claudio Heinrich, Aarhus University, Denmark, 2017.1.25-2.3, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.

15. Bezirgen Veliyev, Aarhus University, Denmark, 2017.1.28-2.2, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
16. Michael Sorensen, University of Copenhagen, Denmark, 2017.1.29-2.4, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
17. Niels Richard Hansen, University of Copenhagen, Denmark, 2017.1.29-2.4, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
18. Nina Munkholt Jakobsen, University of Copenhagen, Denmark, 2017.1.29-2.4, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
19. Emil Joergensen, University of Copenhagen, Denmark, 2017.1.27-2.5, 研究集会”ASC:2017”で講演を行った.
20. Markus Bibinger, Philipp University of Marburg, Germany, 2017.2.26-3.10, 統計数学セミナーで講演を行った.

ウィロックス ラルフ (WILLOX Ralph)

A. 研究概要

今年、主として、下記の4つの数理物理学と関係する課題について研究を行い、研究成果を得た。

- パリ第7大学の Basile Grammaticos と Alfred Ramani との共同研究で、 $E_8^{(1)}$ の対称性を持つ離散パルヴェ方程式の様々な退化から得られる離散パルヴェ方程式を考察した。特に、自励系への極限において非 QRT 型の写像に対応する、新しい離散パルヴェ方程式に注目し、いくつかの場合に、その新しい方程式を既知の離散パルヴェ方程式と結ぶ Miura 変換を構成することができた。この結果を発表する論文は現在投稿中である。
- Basile Grammaticos, Alfred Ramani と Takafumi Mase (大学院数理科学研究科) との共同研究で、複素平面上の双有理写像の可積分性判定について研究を行った。特に、特異点閉じ込めという性質を持つ写像の代数的エントロピーを求めるための新しい手

法を考察し、既存の手法と比べて極めて容易にエントロピーが求められる方法の一つ新しく提案した。この結果を発表する論文は現在投稿中である。

- グラスゴー大学の Jonathan Nimmo との共同研究で、超離散 KdV 方程式に付随する direct scattering 問題の厳密解 (波動関数) を構成することができた。さらに、束縛状態に対応する波動関数を用いて離散スペクトルから固有値を外す「undressing」変換を厳密に構成すること、及び束縛状態に対応しない波動関数を用いて、逆に、離散スペクトルに固有値を加える「dressing」変換を厳密に構成することにも成功した。この結果を発表する論文は現在作成中である。
- 現在、エコール・サントラル・ドゥ・マルセイユの Thomas Durt と リオ・デ・ジャネイロの CBPF の Samuel Colin との共同研究で、非線形波動論、特にソリトンや rogue wave の理論を用いて、de Broglie の、量子力学の wave-monistic なモデルとして知られている「double solution programme」の数学的な根拠を考察している。

The research I conducted over the past year was mainly concerned with the following four topics in mathematical physics:

- In collaboration with Basile Grammaticos and Alfred Ramani (Université de Paris VII) I studied certain discrete Painlevé equations which are obtained through degeneration of discrete Painlevé equations with $E_8^{(1)}$ symmetry. We concentrated, in particular, on new discrete Painlevé equations that, at the autonomous limit, correspond to non-QRT type mappings. In several cases we were able to explicitly construct the Miura transformations that link these new equations to known discrete Painlevé equations. A paper reporting on these results is currently under review at a peer reviewed journal.
- Together with Basile Grammaticos, Alfred Ramani and T. Mase (the Graduate School of Mathematical Sciences) I studied

general integrability criteria for bi-rational mappings of the plane. Investigating a new method for calculating the algebraic entropy for mappings that enjoy the singularity confinement property, we were led to a technique which, compared to previously known methods, allows one to obtain the entropy for such mappings with incredible ease. A paper reporting on these results is currently under review at a peer reviewed journal.

- In collaboration with Jonathan Nimmo (University of Glasgow) I constructed an explicit solution (wave function) for the direct scattering problem associated with the ultradiscrete KdV equation. We also succeeded in giving an explicit description of the so-called ‘undressing’ transformation (in terms of the wave function for a bound state) which eliminates an eigenvalue from the discrete spectrum, as well as of the opposite, ‘undressing’, transformation (in terms of a generic wave function, i.e. not associated to a bound state) which has the effect of adding an eigenvalue to the discrete spectrum. A paper reporting on these results is currently under review at a peer reviewed journal.
- In collaboration with Thomas Durt (Ecole Centrale de Marseille) and Samuel Colin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro) I am studying the mathematical foundations of de Broglie’s ‘double solution’ programme (a well-known wave-monistic model for quantum mechanics), in the light of the theory of nonlinear waves, and of soliton theory and the theory of rogue waves in particular.

B. 発表論文

1. R. Willox, A. Ramani and B. Grammaticos: “The ultradiscrete sine-Gordon equation: introducing the oiston”, in 「非線形波動研究の拡がり」, 九州大学応用力学研究所研究集会報告 No.25AO-S2 (2014) 29–34.

2. S. Colin, T. Durt and R. Willox: “Can quantum systems succumb to their own (gravitational) attraction?”, *Classical and Quantum Gravity* **31** (2014) 245003 (54p).
3. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox, T. Mase and M. Kanki: “The redemption of singularity confinement”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **48** (2015) 11FT02 (8p).
4. A.P. Veselov and R. Willox: “Burchnall-Chaundy polynomials and the Laurent phenomenon”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **48** (2015) 205201 (15pp).
5. R. Willox and M. Hattori: “Discretisations of constrained KP hierarchies”, *Journal of Mathematical Sciences (the University of Tokyo)* **22** (2015) 613–661.
6. B. Grammaticos, A. Ramani, R. Willox, T. Mase and J. Satsuma: “Singularity confinement and full-deautonomisation: a discrete integrability criterion”, *Physica D* **313** (2015) 11–25.
7. T. Mase, R. Willox, B. Grammaticos and A. Ramani: “Deautonomisation by singularity confinement: an algebro-geometric justification”, *Proc. Royal Soc. A* **471** (2015) 20140956 (20pp).
8. R. Willox: 離散可積分系とは何か, 「数学の現在 e」 斎藤毅, 河東泰之, 小林俊行 (編) 東京大学出版会 (2016) p. 85–101.
9. R. Willox, T. Mase, A. Ramani and B. Grammaticos: “Full-deautonomisation of a lattice equation”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **49** (2016) 28LT01 (11pp).
10. S. Colin, T. Durt and R. Willox: “Crucial tests of macrorealist and semiclassical gravity models with freely falling mesoscopic nanospheres”, *Physical Review A* **93** (2016) 062102 (15pp).

C. 口頭発表

1. Introduction to Sato theory, 招待講演, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China, 2015 年 7 月.

2. Modeling Natural Phenomena Through Discretisation and Ultradiscretisation, ICIAM 2015, Beijing, China, 2015 年 8 月.
 3. Ultradiscrete Inverse Scattering and Combinatorics, ICIAM 2015, Beijing, China, 2015 年 8 月.
 4. Singularity confinement 2.0 : an easily implementable and sufficient integrability criterion, at last ?, 2016 Joint Mathematics Meetings of the American Mathematical Society & the Mathematical Association of America, Seattle, USA, 2016 年 1 月.
 5. Ultradiscrete inverse scattering and an elementary linearization of the Takahashi-Satsuma box-ball system, 招待講演, LMS meeting: “Classical and Quantum Integrability”, University of Glasgow, UK, 2016 年 3 月.
 6. A direct linearization of a Box&Ball system with arbitrary carrier capacity, 招待講演, Discrete Integrable Systems Workshop 2016, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum, Hainan, China, 2016 年 4 月.
 7. Rogue waves: a nonlinear paradigm relevant to quantum mechanics ?, FQXi workshop “Quantum Rogue Waves as Emerging Quantum Events”, Ecole Centrale de Marseille, France, 2016 年 6 月.
 8. Nonlinearity, non-locality and conservation laws, FQXi workshop “Quantum Rogue Waves as Emerging Quantum Events”, Ecole Centrale de Marseille, France, 2016 年 6 月.
 9. Full-deautonomisation or how to obtain the algebraic entropy of a map from singularity confinement, SIDE XII conference “Symmetries and Integrability of Difference Equations”, Sainte-Adèle, Québec, Canada, 2016 年 7 月.
 10. Singularity confinement, anticonfinement and algebraic entropy, AMS Fall Western Sectional Meeting, University of Denver, Denver, USA, 2016 年 10 月.
- D. 講義
1. Mathematics I (半年・夏): PEAK プログラムのための微積分学の入門講義 (教養学部前期課程・PEAK 1 年生)
 2. 現象数理 II・数理解析 IV (半年・夏): 自然現象の数理モデル化についての講義 (数理 4 年生・大学院生・統合自然科学科 4 年生の共通講義)
 3. 応用数学 XD (半年・夏): 離散可積分系の性質と数学的構造について論じる講義 (数理 4 年生・大学院生の共通講義)
 4. 微分積分学 2 (半年・冬): 微積分学の入門講義 (教養学部前期課程 1 年生)
- F. 対外研究サービス
1. ソルヴェ 国際研究所「Instituts Internationaux de Chimie et Physique, fondés par E. Solvay」評議員.
 2. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Advisory Board Member.
 3. FQXi workshop “Quantum Rogue Waves as Emerging Quantum Events”, Ecole Centrale de Marseille, France (01/06/16–03/06/16), co-organizer.
- H. 海外からのビジター
1. Alfred RAMANI (Ecole Polytechnique, Paris) 16/11/14 ~ 16/11/29. Miura transformations for discrete Painlevé equations and integrable non-QRT-type mappings.

准教授 (Associate Professors)

足助 太郎 (ASUKE Taro)

A. 研究概要

複素解析的なベクトル場や横断的に複素解析的な葉層構造の Julia 集合や特性類について研究した。

I studied the Julia sets and characteristic classes of holomorphic vector fields as well as those of transversely holomorphic foliations.

B. 発表論文

1. T. Asuke : “Independence and non-triviality of rigid secondary complex characteristic classes”, 数理解析研究所講究録 **1807**, 74–79, 2012.
2. T. Asuke : “On Fatou-Julia decompositions, Ann. Fac. Sci. Toulouse”, **22** (2013), 155–195.
3. T. Asuke : “On independent rigid classes in $H^*(WU_q)$ ”, Illinois J. of Math., **56** (2012), 1001–1343.
4. T. Asuke : “On deformations and rigidity of the Godbillon-Vey class”, to appear in Geometry, Dynamics, and Foliations 2013.
5. T. Asuke : “On Thurston’s construction of a surjective homomorphism $H^{2n+1}(B\Gamma_n, \mathbb{Z}) \rightarrow \mathbb{R}$: Translation of a paper of Tadayoshi Mizutani, to appear in Geometry, Dynamics, and Foliations 2013.
6. T. Asuke : “Transverse projective structures of foliations and infinitesimal derivatives of the Godbillon-Vey class”, Internat. J. Math. **26** (2015), 1540001, 29pp, Shoshichi Kobayashi Memorial Volume.
7. T. Asuke : “Derivatives of secondary classes and 2-normal bundles of foliations,” J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), The special issue for the 20th anniversary, 893–937.
8. T. Asuke: “Notes on ‘Infinitesimal derivative of the Bott class and the Schwarzian derivatives’ ”, Tohoku Math. J. **69** (2017), 129–139.

C. 口頭発表

1. On Fatou-Julia decompositions of complex dynamical systems, Geometry and Foliations 2013, Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo (日本国), 2013/9/9.
2. Construction of secondary characteristic classes for foliations using the Chern-Weil theory, BGamma School, Faculty of Science and Engineering, Chuo University (日本国), 2013/9/18,19.
3. Autour de la décomposition de Fatou-Julia, Séminaire (Systèmes Dynamiques), Institut de Mathématiques de Toulouse, 2013/10/25.
4. Autour de la décomposition de Fatou-Julia, Groupe de travail “Théorie ergodique et systèmes dynamiques”, Département de Mathématiques d’Orsay (Paris), 2013/11/4.
5. Autour de la décomposition de Fatou-Julia, Séminaires de Géométrie analytique, Institut de recherche mathématique de Rennes (Rennes), 2013/11/28.
6. Godbillon-Vey 類の変形と葉層の横断的な射影構造, 力学系セミナー (幾何学セミナー, トポロジーセミナーと合同), 九州大学, 2014/6/6.
7. Derivatives of the Godbillon-Vey class and transverse projective structures of foliations, 29th Summer Conference on TOPOLOGY and its APPLICATIONS (Sumtopo2014), College of Staten Island (アメリカ合衆国), 2014/7/23.
8. On derivatives of secondary classes for foliations, 葉層構造と微分同相群 2015 研究集

会, 東京大学玉原国際セミナーハウス (日本国), 2015/10/28.

9. 一次元特異葉層の Julia 集合について, 秋田幾何セミナー, カレッジプラザ (秋田), 2015/11/15.
10. A Chern–Weil construction for derivatives of characteristic classes, Foliations 2016, Bedlewo (ポーランド共和国), 2016/7/16.

D. 講義

1. 数理科学基礎 II: 数学に関する基礎的な事柄について講義した。(教養学部前期課程)
2. 線型代数学: 線型代数に関する基礎的な事柄について講義した。(教養学部前期課程)
3. 常微分方程式: 常微分方程式に関する基礎的な事柄について講義した。(教養学部前期課程)
4. 数学統論 XH (理学部)・基礎数理特別講義 III (大学院): 連続力学系 (ベクトル場により定まる力学系) の基本的な事柄について講義した。(理学部数学科・大学院数理科学研究科)
5. 数学講究 XB (数理科学概説): 「複素解析的な力学系について」と題して入門的な講義を行った (理学部数学科)。

5E. 修士・博士論文

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「葉層構造の幾何学とその応用」(京都教育大学, '16/12/9~11), 共催。

一井 信吾 (ICHII Shingo)

A. 研究概要

コンピュータネットワーク運用関連技術及びネットワークアプリケーションに関する研究を行っている。

昨今キャンパスネットワーク運用の最大の課題は広い意味の情報セキュリティ管理となっている。昨年度に引き続き, 主として学内外の実務上の要請に応えるため, 大学における情報セキュリティ・情報倫理関係の脅威及び BGP 経路情報伝播に関する調査等に時間を費やした。

I study the technology for computer network operation and network applications.

Recently, the most important issue in the campus network operation is the information security control. In this year most of my time was consumed in the study and analysis of various security threats (including information ethics issues) in the university and the properties of the propagation of interdomain routing information via BGP.

D. 講義

1. 計算数学 I, II: 数理科学研究を進めていく上で必要になるコンピュータとネットワークに関する技能と知識を実習によって体得する。(3年生向け講義)
2. 近代日本の科学者の著作集を読む: 全集や著作集がまとめられている近代日本の科学者を一人選び, その著作集などを全巻読み切ることを通じて生き方や考えを学ぶとともに, 近代日本社会の歩みや課題について考え, 議論した。(教養学部前期課程講義: 全学ゼミナール)
3. インターネットガバナンスのゆくえ: グローバルな自律分散ネットワークであるインターネットはどのような仕掛けでどのように運営されているのか, その発端からまさに現在起こっていることまでを調査やディスカッションを通じて学んだ。(教養学部前期課程講義: 全学ゼミナール)
4. ”情報化数理科学”の現在: 急速に発展し普及しつつある今日の情報環境を, 数学・数理科学の研究と教育に最大限活用する方策を探りたいという目標のもと, 数学におけるドキュメントの生成と活用について議論し, 実際の作業を役に立つドキュメントとしてまとめた。

(大学院講義)

F. 対外研究サービス

1. 日本学術振興会産学協力研究委員会第 163 インターネット技術研究委員会運営委員
2. 文部科学省科学技術政策研究所科学技術専門家ネットワーク専門調査員

3. 総務省情報通信審議会電気通信事業政策部
会電気通信番号政策委員会委員
4. 総務省情報通信行政・郵政行政審議会電気
通信番号委員会委員
5. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度専
門評価委員
6. 一般社団法人情報通信技術委員会番号計画
専門委員会特別委員
7. Technical Program Committee member,
The 30th of the International Conference
on Information Networking (ICOIN 2016).
8. Technical Program Committee member,
The 31st of the International Conference
on Information Networking (ICOIN 2017).
9. Technical Program Committee member,
COMPSAC 2016: The 40th Annual Inter-
national Computers, Software & Applica-
tions Conference.
10. Technical Program Committee member,
COMPSAC 2017: The 41st Annual Inter-
national Computers, Software & Ap-
plications Conference, Emerging Advances
in Technologies and Applications (EATA)
Symposium.
11. Technical Program Committee member,
International Conference on Multime-
dia and Ubiquitous Engineering 2016
(MUE2016).
12. Technical Program Committee member,
International Conference on Multime-
dia and Ubiquitous Engineering 2017
(MUE2017).
13. Technical Program Committee member,
Conference on Signal Processing, Telecom-
munications, and Computing 2017 (SigTel-
Com 2017).
14. Technical Program Committee member,
International Symposium on Advances in
Applied Informatics (SAI'16).
15. Technical Program Committee member,
Second Symposium on Advances in Ap-
plied Informatics (SAI'17).
16. Technical Program Committee member,
The Eighth International Conference on
Ubiquitous and Future Networks 2016
(ICUFN 2016).
17. Technical Program Committee member,
The Nineth International Conference on
Ubiquitous and Future Networks 2016
(ICUFN 2017).
18. Technical Program Committee member,
5th International Workshop on Computer
Image and its Applications (CIA-17).

今井 直毅 (IMAI Naoki)

A. 研究概要

局所 Langlands 対応の幾何化に関する Fargues の予想に現れる Hecke スタックの非安定部分について調べ、その被覆として現れる無限レベルの Rapoport-Zink 空間について Harris-Viehmann の予想が成り立っていることを HN 可約性の条件の下で証明した。応用として、Fargues の予想の Hecke 固有層性質が $GL(2)$ の尖点的 Langlands パラメータに対しては成り立っていることを証明した。Lubin-Tate 空間の研究との関連から代数群の形式の組に対する Deligne-Lusztig 構成について考察した。また、志村多様体の潜在的良還元跡に関する論文を完成させた。

We studied a non-semi-stable locus in a Hecke stack, which appears in Fargues' conjecture on a geometrization of the local Langlands correspondence. We showed the Harris-Viehmann conjecture for a Rapoport-Zink space at infinite level, which covers the non-semi-stable locus, under some HN-reducibility condition. As an application, we showed the Hecke eigen-sheaf property in Fargues' conjecture for cuspidal Langlands parameters in the $GL(2)$ -case. We studied a Deligne-Lusztig construction for a pair of forms in a relation with a research on Lubin-Tate spaces. We completed a paper on the potentially good reduction loci of Shimura varieties.

B. 発表論文

1. I. Gaisin and N. Imai : "Non-semi-stable

loci in Hecke stacks and Fargues' conjecture", preprint.

2. N. Imai and Y. Mieda: "Potentially good reduction loci of Shimura varieties", preprint.
3. N. Imai and T. Tsushima: "Local Jacquet-Langlands correspondences for simple supercuspidal representations", to appear in *Kyoto J. Math.*
4. N. Imai and T. Tsushima: "Stable models of Lubin-Tate curves with level three", *Nagoya Math. J.* **225** (2017), 100–151.
5. K. Cesnavicius and N. Imai: "The remaining cases of the Kramer-Tunnell conjecture", *Compos. Math.* **152** (2016), no. 11, 2255–2268.
6. N. Imai: "Local root numbers of elliptic curves over dyadic fields", *Kodaira centennial issue of J. Math. Sci. Univ. Tokyo* **22** (2015), 247–260.
7. N. Imai and T. Tsushima: "Cohomology of rigid curves with semi-stable coverings", *Asian J. Math.* **19** (2015), no. 4, 637–650.
8. N. Imai and Y. Mieda: "Toroidal compactifications of Shimura varieties of PEL type and its application", *RIMS Kokyuroku Bessatsu* **B44** (2013), 3–24.
9. N. Imai and T. Tsushima: "Action of Hecke operators on cohomology of modular curves of level two", *Math. Z.* **273** (2013), no. 3–4, 1139–1159.
10. N. Imai: "Dimensions of moduli spaces of finite flat models", *Galois-Teichmüller Theory and Arithmetic Geometry, Adv. Stud. Pure Math.* **63** (2012), 251–262.

C. 口頭発表

1. 局所 Langlands 対応の幾何化に関する Fargues の予想, 談話会, 京都大学数学教室, 2017 年 1 月 18 日.
2. Hecke スタックの非半安定部分と Fargues の予想, 整数論&保型形式セミナー, 大阪大学, 2016 年 12 月 16 日.

3. Deligne-Lusztig construction for a pair of forms, Morningside Seminar on Number Theory, Chinese Academy of Sciences, 中国, 2016 年 6 月 8 日.

4. Deligne-Lusztig construction for a pair of forms, MIT Lie Group Seminar, MIT, アメリカ, 2016 年 4 月 13 日.

D. 講義

1. 整数論・代数学 XE: パーフェクトイド空間. (数理大学院・4 年生共通講義)
2. 数理科学基礎 (補修): 数理科学の基礎. (教養学部前期課程講義)
3. 数学特別講義 (整数論 I): パーフェクトイド空間. (集中講義) 京都大学大学院理学研究科数学教室, 2017 年 1 月.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会 "Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics" (京都大学, 11 月 21 日–25 日) のオーガナイザー

植田 一石 (UEDA Kazushi)

A. 研究概要

Grassmann 多様体に対するミラー対称性の研究や、 G_2 型単純 Lie 群の等質空間の中の Calabi-Yau 完全交叉の研究を行った。

We studied mirror symmetry for Grassmannians. We also have studied Calabi-Yau complete intersection in homogeneous spaces of the simple Lie group of type G_2 .

B. 発表論文

1. Y. Nohara and K. Ueda: "Floer cohomologies of non-torus fibers of the Gelfand-Cetlin system", *J. Symp. Geom.* **14** (2016) 1251–1293.
2. A. Ishii and K. Ueda: "Dimer models and crepant resolutions", *Hokkaido Math. J.* **45** (2016) 1–42.

3. K. Chan, D. Pomerleano and K. Ueda : “Lagrangian torus fibrations and homological mirror symmetry for the conifold”, *Comm. Math. Phys.* **341** (2016) 135–178.

C. 口頭発表

1. モジュライ空間入門, 第7回 (非) 可換代数とトポロジー, 信州大学, 2017年2月.
2. The class of the affine line in the Grothendieck ring of varieties, *Moduli spaces of sheaves and related topics*, 数理解析研究所, 京都大学, 2017年2月.
3. Mirror symmetry and Grassmannians, *Singularities, Symmetries & Submanifolds*, University College London, ロンドン, イギリス, 2017年1月.
4. Calabi-Yau 3-folds in Grassmannians of exceptional types, *Workshop on mirror symmetry and related topics*, 数理解析研究所, 京都大学, 2016年12月.
5. Mini-course on mirror symmetry, 梨花女子大学, ソウル, 大韓民国, 2016年11月.
6. The class of the affine line in the Grothendieck ring of varieties, *The 4th Franco-Japanese-Vietnamese Singularities*, Chambéry, フランス, 2016年11月.
7. Compact moduli of K3 surfaces, *BICMR & IBS-CGP Joint Symplectic Geometry Workshop*, 西帰浦 KAL ホテル, 濟州島, 大韓民国, 2016年11月.
8. The affine line is a zero divisor in the Grothendieck group, *Categorical and analytic invariants in Algebraic geometry*, Steklov Mathematical Institute, モスクワ, ロシア連邦, 2016年9月.
9. Residue mirror symmetry for Grassmannians, *Modern Interactions between Algebra, Geometry and Physics*, 東北大学, 2016年6月.
10. NCTS mini-course on mirror symmetry, 国家理論科学研究中心, 国立台湾大学, 中華民国, 2016年6月.

11. Dimer models, Non-commutative crepant resolutions, Ulrich modules and generalizations of the McKay correspondence, 数理解析研究所, 京都大学, 2016年6月.

12. Residue mirror symmetry for Grassmannians, *Workshop on Symplectic Geometry and Mathematical Physics*, 北京国際数学研究中心, 北京大学 (中華人民共和国) 2016年5月.

D. 講義

1. 幾何学 XH : Frobenius 多様体に関する入門的な講義 (数理大学院・4年生共通講義)
2. 数理科学セミナー I: Maclagan–Sturmfels による教科書 “Introduction to Tropical Geometry” の輪読 (統合自然科学科3年生講義)
3. 全学セミナー: ピンヨップによる「パターン認識と機械学習」の輪講 (教養学部前期課程講義)
4. 常微分方程式: 常微分方程式の初歩 (教養学部前期課程講義)

緒方 芳子 (OGATA Yoshiko)

A. 研究概要

量子系の統計力学の研究を行っている. 非平衡系については, 非平衡定常状態と呼ばれる, 熱平衡から大きく外れた定常状態について, 作用素環論及び関数解析をもちいて研究をすすめてきた. 非平衡定常状態とは, 例えば左右の温度が異なる無限物理系が, 時間無限大において至る状態のことである. 特に, V.Jaksic C.A.Pillet 教授とともに, 非平衡定常状態における熱的な外力に対する線型応答理論である Green-Kubo formula が, ある物理的に自然な条件の下満たされるということを数学的に厳密に示した. これをスピンフェルミオンモデル, 局所的に相互作用するフェルミオンモデルに適用することにより, これらのモデルにおいて Green-Kubo formula が成り立つことを示した. さらに, V.Jaksic C.A.Pillet, R.Seiringer 教授とともに, 非平衡系において時間反転対称性の破れが「いかに速く」破れていくかを定量的に議論した.

熱平衡系については, 一次元量子スピンモデルの

ある状態について、大偏差原理が成り立つことを示した。また、複数の物理量についての同時確率分布については、トレース状態についてに限り、大偏差原理を得ることができた。この情報をもとに、巨視的物理量（量子系であるから一般に非可換である）を可換な行列により近似することが出来ることを示した。

さらに量子スピン系の基底状態の研究を行っている。量子力学において時間発展を与える演算子はハミルトニアンと呼ばれるが、量子スピン系においては、これは自己共役な行列の列により表される。この行列の最低固有値と、のこりのスペクトルの間に（系のサイズについて）一様なギャップが開いているか否かは基底状態の性質をきめる重要な問題である。近年このギャップをもった系の分類が注目をあつめている。一般にスペクトルギャップを示すのは非常に難しい問題であり、完全に一般的な量子スピン系についてこの問題を考えることは現在の技術では不可能である。しかし一次元系については finitely correlated state と呼ばれる状態を基底状態としてもつサブクラスは、ある良い条件のもとスペクトルギャップを持つということが知られている。今年度は、これを含むハミルトニアンのクラスで、スペクトルギャップを含むものを導入した。さらに、このクラスの物理的な5つの条件による特徴づけを行った。

I am working on Equilibrium, Nonequilibrium statistical mechanics of quantum systems, using operator algebra theory. About nonequilibrium systems, I mainly worked on a state called NESS (Nonequilibrium steady state), which is a steady state far from equilibrium. In particular, I proved Green-Kubo formula with Prof. V.Jaksic and Prof. C.A.Pillet, under some physically reasonable conditions. By using this result, we could prove Green-Kubo formula for locally interacting Fermion systems and spin Fermion systems. Furthermore, with Prof. V.Jaksic, Prof. C.A.Pillet, and Prof. R.Seiringer, I showed some function that appears in nonequilibrium statistical mechanics can be seen as a rate function of a hypothesis testing.

About equilibrium states, I am studying probability distributions in quantum systems. I stud-

ied one dimensional quantum spin model, and showed large deviation principle.

Using the large deviation principle for joint distributions in quantum spin systems with respect to the trace state, I showed that macroscopic observables can be approximated by commuting matrices in the norm topology.

Recently, I started a study on ground states of quantum spin systems. In this setting, Hamiltonian is given by a sequence of self-adjoint matrices. The existence of the uniform gap between the lowest eigenvalue and the rest of the spectrum is an important issue which decides the property of ground states. Recently, classification of such a gapped Hamiltonians attracts a lot of attentions. In general, it is a hard problem to show the existence of the gap. However, if the space dimension is 1, there exists a subclass which we can show the gap. This year, I introduced a generalization of this class. Furthermore, I characterized this class by five physical properties.

B. 発表論文

1. Yoshiko Ogata Approximating macroscopic observables in quantum spin systems with commuting matrices, *Journal of Functional Analysis* **264** (2013) 2005–2033
2. Y. Ogata The Shannon-McMillan theorem for AF C^* -systems, *Letters in Mathematical Physics* **103** (2013) 1367–1376
3. Y. Kawahigashi, Y. Ogata, E. Störmer, Normal states of type III factors *Pacific Journal of Mathematics* **267** (2014) 131–139
4. S. Bachmann, Y. Ogata, C^1 -Classification of gapped parent Hamiltonians of quantum spin chains, *Communications in Mathematical Physics* **338** (2015) 1011–1042
5. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization I, *Comm. Math. Phys.* **348** (2016), 847–895.
6. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and

its characterization II, Comm. Math. Phys. **348** (2016), 897–957.

7. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization III, Comm. Math. Phys. First Online: 23 January 2017

C. 口頭発表

1. Non-Equilibrium Statistical Mechanics, Conference on von Neumann Algebras and Related Topics, RIMS, 2012 年 1 月
2. Hypothesis testing and non-equilibrium statistical mechanics, Arizona School of Analysis and Mathematical Physics, Tucson, Arizona, 2012 年 3 月
3. A classification of finitely correlated states, Disordered quantum many-body systems, Banff International Research Station, 2013 年 10 月
4. C^1 -classification of gapped Hamiltonians, Subfactors and Conformal Field Theory, Oberwolfach, 2015 年 3 月
5. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its C^1 -classification, International Congress on Mathematical Physics, Santiago, 2015 年 7 月
6. Y. Ogata, Classification of gapped Hamiltonians in quantum spin chains, MSJ-SI Operator Algebras and Mathematical Physics, 2016 年 7 月
7. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization, Many-Body Quantum Systems and Effective Theories, Oberwolfach, 2016 年 9 月
8. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization, QMath13, 2016 年 10 月

D. 講義

1. 複素解析学 I : 複素解析学の入門講義
2. 複素解析学 I 演習 : 複素解析学 I の演習
3. 数理科学基礎補修 : 数理科学基礎の補修
4. 微分積分学:微分積分学の入門講義

F. 対外研究サービス

Journal of Mathematical Physics Editorial Advisory Board

G. 受賞

日本数学会賞建部賢弘特別賞受賞 日本数学会
2012 年 9 月 19 日

加藤 晃史 (KATO Akishi)

A. 研究概要

籓 (quiver) とその変異 (mutation) は, クラスタ代数とともに, 可積分系・低次元トポロジー・表現論・代数幾何学・WKB 解析などさまざまな分野に共通して現れる構造として注目を集めている. 特に, 籓の変異列 (mutation sequence) とゲージ理論や 3 次元双曲多様体の関連が提唱され, その不変量を数学的に厳密に解析する手段の開発が必要となった.

私は寺嶋郁二氏 (東京工業大学) との共同研究において, 与えられた籓変異の列 γ (quiver mutation loop = クラスタ代数の exchange graph 上のループに相当) に対し, 分配 q 級数 $Z(\gamma)$ と呼ばれる母関数を定義した. これは, 以下のような著しい性質を持つ. (1) $Z(\gamma)$ は籓変異の列 γ の反転操作や巡回シフトのもとで不変であり, 圏論的なモノドロミーの不変量と考えられる. (2) 籓変異の列 γ の変形に対し, 量子ダイログと同様なペンタゴン関係式を満たす. (3) ADE 型ディンキン図形やそのペアから自然に定義される分配 q 級数は, アフィン・リー環に附随する coset 型共形場理論に現れるフェルミ型 (準粒子型) 指標公式に一致し, 適当な q ベキ補正のもとで $Z(\gamma)$ は保型形式となる. (4) reddening sequence というクラスの籓変異列 γ に対し, 分配級数は量子ダイログの積で表され, combinatorial Donaldson-Thomas invariant と一致する.

分配 q 級数の考え方は, 周期境界条件でなくても, 初期条件のみを指定した有限区間に対して

も適用可能である。この場合は終状態に対する自由端条件を表すために、 c -vector で次数付けされた非可換トラス値関数として考えるのが自然である。加藤は、寺嶋郁二氏と水野勇磨氏（ともに東京工業大学）との共同研究において、Boltzmann weight を q -二項係数とする分配関数 (partition function) を導入し、その性質を調べた。この分配関数は、実は引数の異なる2つの分配 q 級数（組合せ論的 DT 不変量）の比として書けることが証明できる。その結果、分配関数もまた分配 q 級数が持つ様々な良い性質を引き継いでいる。

分配 q 級数や分配関数は組合せ論的データのみから定義され、籠が表す数学的対象の詳細には依らないので、双対性の背後にある共通の性質を追究する上で役立つと期待される。

Recently quivers and their mutations play pivotal role in mathematics and mathematical physics such as integrable systems, low dimensional topology, representation theory, algebraic geometry, WKB analysis, etc. There are various proposals which relate mutation sequences with gauge theories and/or three-dimensional hyperbolic manifolds. In order to study these proposals mathematically, it is useful to associate invariants with mutation sequences themselves.

In a recent joint work with Yuji Terashima (Tokyo Institute of Technology), we introduced a *partition q -series* $Z(\gamma)$ for a quiver mutation loop γ (a loop in a quiver exchange graph in cluster algebra terminology). This has following remarkable properties: (1) $Z(\gamma)$ is invariant under “inversion” and “cyclic shift” of γ ; so it may be regarded as a monodromy invariant. (2) $Z(\gamma)$ satisfies pentagon identities, similar to those for quantum dilogarithms. (3) If the quivers are of Dynkin type or square products thereof, they reproduce so-called fermionic character formulas of certain modules associated with affine Lie algebras. They enjoy nice modular properties as expected from the conformal field theory point of view. (4) If a mutation sequence is reddening, then the partition q -series is expressed as an ordered product of quantum-dilogarithms; this coincides with the

combinatorial Donaldson-Thomas invariant of the initial quiver.

The idea of partition q -series is also applicable to mutation sequences with free boundary conditions (as opposed to mutation loops with periodic boundary conditions). In the joint work with Y. Terashima and Y. Mizuno, we introduce a new type of invariants which uses q -binomial coefficients as local weights. This invariants turn out to be expressed as a ratio of two combinatorial DT invariants.

The definition of $Z(\gamma)$ requires only combinatorial data of quivers and mutation loops, and completely independent of the details of the problem. It is hoped that a deeper understanding of the partition q -series shed new lights on dualities and quantization.

B. 発表論文

1. Akishi Kato and Yuma Mizuno and Yuji Terashima : “Quiver mutation sequences and q -binomial identities”, preprint arXiv:1611.05969
2. Akishi Kato and Yuji Terashima : “Quantum dilogarithms and partition q -series” Communications in Mathematical Physics 338, 457-481 (2015)
3. Akishi Kato and Yuji Terashima : “Quiver mutation loops and partition q -series” Communications in Mathematical Physics 336, 811-830 (2015)
4. 加藤晃史 “数学と次元 – 次元の多様性と無次元化する物理学 –” 数理科学 第51巻5号 2013年 pp. 54-55
5. 加藤晃史 “圏論と物理学” 数理科学 第54巻2号 2016年 pp. 52-58

C. 口頭発表

1. “Quiver mutation loops and partition q -series” Tropical geometry and related topics 日本数学会無限可積分セッション特別講演首都大学東京 2017年3月.
2. “Quiver mutation loops and partition q -series” Tropical geometry and related top-

ics 京都大学理学研究科数学教室 2016 年 3 月.

3. “Quiver mutation loops and partition q -series” International Conference on Geometry and Quantization GEOQUANT 2015 Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), Campus de Cantoblanco, Madrid, Spain, September 18, 2015.
4. “Quiver mutation loops and partition q -series” Low dimensional topology and number theory VII, Innovation Plaza, Mochihama, Fukuoka, Japan, 2015 年 3 月.
5. “Quiver mutation loops and partition q -series” 「ゲージ理論／重力理論双対性における可積分性と強結合ゲージ理論ダイナミクス」(学振二国間交流事業共同研究セミナー), 東京工業大学, 2015 年 3 月
6. “Quiver mutation loops and partition q -series” Representation Theory, Geometry and Combinatorics Seminar, University of California, Berkeley, USA, 2015 年 3 月
7. “Quiver mutation loops and partition q -series” Aspects of Integrability in Mathematics and Physics, 大阪市立大学, 2015 年 3 月
8. “Quiver mutation loops and partition q -series” Aspects of Integrability in Mathematics and Physics, 立教大学 数理物理学研究センター, 2015 年 1 月
9. “Quiver mutation, partition q -series and quantum dilogarithms” 日本数学会・2014 年度秋季総合分科会 無限可積分系セッション, 広島大学, 2014 年 9 月
10. 「場の量子論の分配関数とゼータ関数 (1), (2)」 Geometric zeta functions and related topics, 佐賀大学, 2013 年 10 月.

D. 講義

1. 数理物理学特別講義 I / 代数幾何学特別講義 I, 場の量子論の枠組み (分配関数・摂動展開・経路積分・位相的場の理論) などについての解説と数学への応用について, 名古屋大学多元数理科学研究科, 集中講義 2016 年 7 月 4 日～8 日

2. 現象数理 III : 量子力学および場の量子論への入門 (数理大学院・4 年生共通講義)

3. 全学体験ゼミナール — 数理物理への誘い : 解析力学および相対性理論 (特殊・一般) への入門講義 (教養学部前期課程講義)

4. 数理科学概論 III : 文科生のための数学のトピックス : 初等整数論と暗号理論・微分方程式とその解法・Google page rank など (教養学部前期課程講義)

5. 数理代数学 : 群とその表現 (教養学部基礎科学科講義)

6. 数理代数学演習 (教養学部基礎科学科講義)

河澄 響矢 (KAWAZUMI Nariya)

A. 研究概要

主たる関心はリーマン面のモジュライ空間の位相を明らかにすることにある。ゴールドマン・トゥラエフ・リー双代数とシンプレクティック導分のリー代数が研究の中心である。久野雄介氏 (津田塾大・学芸) との共同研究により、境界成分 1 のコンパクト曲面のゴールドマン・リー代数からシンプレクティック導分のリー代数への準同型を発見した。この発見を出発点として

1. (久野氏との共同研究) 任意の境界つきの向きづけられた曲面について、その基本亜群の「完備亜群環」へのデー・ツイストの作用の明示的な公式を得た [B5] [B3]。オリジナルの境界成分 1 の場合 [B5] は我々の発見によるが、Massuyeau 氏と Turaev 氏 (Ann. Inst. Fourier. **63** (2013)) が別の一般化を与えている。

2. (久野氏との共同研究) 任意の境界つきの向きづけられた連結コンパクト曲面について、その基本亜群の「完備亜群環」の導分であって、境界のループを零化するもの全体のリー代数が、ゴールドマン・リー代数の完備化と自然に同型となることを証明した。応用として Johnson 準同型のより自然でより幾何学的な構成を与えた [B3]。

3. (久野氏との共同研究) 任意の境界つきの向きづけられた連結コンパクト曲面について、その基本亜群の「完備亜群環」がゴールドマン・トゥラエフ・リー双代数に関して対

合的加群となることを示した。これによりジョンソン準同型像の幾何的な制約条件が発見された。たとえば森田トレースは全てこの制約条件の外側にある [B4]。

4. (福原真二氏 (津田塾大名誉教授) および久野氏との共同研究) 曲面上の基点つき単純閉曲線の対数における Turaev 余加群構造射の値に Bernoulli 数が現れることを証明し、同時に Bernoulli 数に関する Kronecker 関係式の一般化を定式化し証明した [B10]。
5. 種数 0 の境界付き曲面について、指数関数による群状展開に関する Turaev 余括弧積のテンソル表示を与えた [B2]。Turaev 余括弧積のテンソル表示で完全に計算されたのは、これが初めてだった。
6. (Anton Alekseev 氏 (Genève 大), 久野氏および Florian Naef 氏 (Genève 大) との共同研究) 任意の向きづけられた連結コンパクト曲面について、曲面の基本群の生成系と接束の framing を適切に固定した場合に、対応する柏原 Vergne 問題を定式化し、正則ホモトピー版の Turaev 余括弧積が formal な記述をもつことを証明した。とくに、正則ホモトピー Turaev 余括弧積に由来する Johnson 準同型像の制約条件は榎本佐藤トレースによるものと同値である [B1]。

Siegel 上半空間に由来する Laplace 作用素に関して Kawazumi-Zhang 不変量は、d'Hoker-Green-Pioline-Russo によって種数 2 で固有函数であることが示されている。これに対して非超楕円の種数 3 では固有函数ではないことを証明した。

My primary interest has been in clarifying the topology of the moduli space of compact Riemann surfaces. The Goldman-Turaev Lie bialgebra and the Lie algebra of symplectic derivations play a central role in my research. In a joint work with Yusuke Kuno (Tsuda College), we discovered a Lie algebra homomorphism of the Goldman Lie algebra of a compact surface with 1 boundary component into the Lie algebra of symplectic derivations. Starting from this discovery,

1. (a joint work with Kuno) We obtained an explicit formula of the Dehn twist action

on the “completed groupoid ring” of the fundamental groupoid of any oriented connected surface with non-empty boundary [B5] [B3]. The original formula obtained for the case where the boundary is connected was due to us [B5], while another generalization of our formula was given independently by Massuyeau and Turaev (Ann. Inst. Fourier. **63** (2013)).

2. (a joint work with Kuno) For any compact connected oriented surface with non-empty boundary, we proved that the stabilizer of all boundary loops in the derivation Lie algebra of the “completed groupoid ring” of the fundamental groupoid of the surface is isomorphic to a completion of the Goldman Lie algebra. As an application, we constructed a natural and geometric variant of the Johnson homomorphisms of the Torelli group [B3].
3. (a joint work with Kuno) We showed the free vector space over the fundamental groupoid on a compact bordered oriented surface is a Goldman-Turaev involutive bimodule. As an application, we found out a geometric constraint on the image of the Johnson homomorphism of the largest Torelli group [B4]. For example, all the Morita traces are outside of our constraint.
4. (a joint work with Shinji Fukuhara (Tsuda College) and Kuno) We proved that the Bernoulli numbers appear in the value of the Turaev comodule structure map at the logarithm of a based simple closed curve on a surface, and formulated and proved a generalization of Kronecker formula for the Bernoulli numbers [B10].
5. We computed the tensor description of the Turaev cobracket on the genus 0 bordered surface with respect to the group-like expansion coming from the exponential function [B2]. This was the first complete computation of the tensor description of the Turaev cobracket.
6. (a joint work with Anton Alekseev (U.

Genève), Kuno and Florian Naef (U. Genève)) We formulated a variant of the Kashiwara-Vergne problem for any compact connected oriented surface with a generating system of its fundamental group and a suitable framing of its tangent bundle, and gave a formal description of a regular homotopy version of the Turaev cobracket on the surface. In particular, the constraint of the Johnson image coming from the regular homotopy Turaev cobracket is equivalent to that from the Enomoto-Satoh trace [B1].

With respect to the Laplacian coming from the Siegel upper-half space, the Kawazumi-Zhang invariant on the moduli space of compact Riemann surfaces was proved to be an eigenfunction in genus 2 by d'Hoker-Green-Pioline-Russo. We proved it is not an eigenfunction of the Laplacian in non-hyperelliptic genus 3.

B. 発表論文

1. A. Alekseev, N. Kawazumi, Y. Kuno and F. Naef: “Higher genus Kashiwara-Vergne problems and the Goldman-Turaev Lie bialgebra”, to appear in: C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I. (preprint, arXiv: 1611.05581)
2. N. Kawazumi: “A tensorial description of the Turaev cobracket on genus 0 compact surfaces”, to appear in: RIMS Kokyuroku Bessatsu (preprint: arXiv:1506.03174)
3. N. Kawazumi and Y. Kuno: “The Goldman-Turaev Lie bialgebra and the Johnson homomorphisms”, ‘Handbook of Teichmueller theory’, edited by A. Papadopoulos, Volume V, EMS Publishing House, Zurich, (2016) pp. 98–165.
4. N. Kawazumi and Y. Kuno: “Intersections of curves on surfaces and their applications to mapping class groups”, Ann. Inst. Fourier. **65** (2015) 2711–2762.
5. N. Kawazumi and Y. Kuno: “The logarithms of Dehn twists”, Quantum Topology **5** (2014) 347–423.

6. N. Kawazumi, Y. Kuno and K. Toda: “Generators of the homological Goldman Lie algebra”, Osaka J. Math. **51** (2014) 665–671.
7. N. Kawazumi: “Surface topology and involutive bimodules”, RIMS Kokyuroku Bessatsu **B48** (2014) 1–23.
8. N. Kawazumi and Y. Kuno: “The center of the Goldman Lie algebra of a surface of infinite genus”, Quarterly J. Math. **64** (2013) 1167–1190.
9. T. Ishida and N. Kawazumi: “The Lie algebra of rooted planar trees”, Hokkaido Math. J. **42** (2013) 397–416.
10. S. Fukuhara, N. Kawazumi and Y. Kuno: “Generalized Kronecker formula for Bernoulli numbers and self-intersections of curves on a surface”, preprint, arXiv: 1505.04840 (2015)

C. 口頭発表

1. A tensorial description of the Turaev cobracket on genus 0 compact surfaces, 2015 年 6 月 4 日, French-Japanese workshop on Teichmueller spaces and surface mapping class groups, IRMA, University of Strasbourg. (フランス)
2. A tensorial description of the Turaev cobracket on genus 0 compact surfaces, 2015 年 6 月 22 日, 研究集会「離散群と双曲空間の幾何と解析」京都大学数理解析研究所.
3. 曲面上の曲線の交叉のテンソル表示について, 2015 年 7 月 10 日, 第 203 回数理解析科学談話会, 鹿児島大学理学部数理解析科学科.
4. Algebraic aspects of the Goldman-Turaev Lie bialgebra, 2015 年 8 月 21 日, workshop “GRT, MZVs and associators”, Hôtel Les Sources, Les Diablerets. (スイス)
5. Mapping class groups and the Johnson homomorphisms, I, II, 2016 年 2 月 8 - 9

日, Berkeley-Tokyo Winter School "Geometry, Topology and Representation Theory", Department of Mathematics, University of California, Berkeley (アメリカ合衆国)

6. The Kashiwara- Vergne problem and the Goldman-Turaev Lie bialgebra, I, 2016 年 7 月 28 日, "Workshop on Grothendieck-Teichmüller Theories", Chern Institute of Mathematics, Nankai University. (中国)
7. The Kashiwara-Vergne problem and the Goldman-Turaev Lie bialgebra in genus zero 2016 年 10 月 20 日, "Pre-conference MCM2016" 東京大学大学院数理科学研究科 (自分が主催者の一員なの招待講演ではない)
8. Some tensor field on the Teichmüller space 2016 年 10 月 25 日 OIST workshop: MCM2016 沖縄科学技術大学院大学 (自分が主催者の一員なの招待講演ではない)
9. Some tensor field on the Teichmüller space 2016 年 11 月 1 日 Séminaire 'Groupes de Lie et espaces des modules', Section de Mathématiques, Université de Genève. (スイス)
10. Differential forms and functions on the moduli space of Riemann surfaces 2017 年 1 月 30 日 Séminaire Algèbre et topologie, IRMA, Université de Strasbourg. (フランス)

D. 講義

1. 微分積分学統論: 多変数関数の極値判定, 陰関数定理と逆写像定理, Lagrange の未定乗数法, 重積分の変数変換. (教養学部理科一類 2 年生向け講義)
2. 幾何学 XA =位相幾何学: 基本群, 被覆空間, ファイバー・バンドル, CW 複体, ホモトピー群などの入門 (数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 石橋 典 (ISHIBASHI Tsukasa): On a Nielsen-Thurston type classification theory on cluster modular groups
2. (修士) 茅原 涼平 (CHIHARA Ryohei): Bianchi IX type のファイバー構造をもつ G_2 構造

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」世話人, 2016 年 9 月
2. 研究集会「Pre-Conference MCM2016」世話人, 2016 年 10 月
3. 研究集会「Workshop: Moduli space, conformal field theory and matrix models; MCM2016」世話人, 2015 年 10 月
4. 研究集会「二次微分の幾何とその周辺」世話人, 2017 年 1 月

H. 海外からのビジター

1. Blazej Szepietowski 氏 (Gdansk 大学), 2016 年 4 月 19 日, トポロジー火曜セミナー, 'Topological rigidity of finite cyclic group actions on compact surfaces'
2. Vladimir Fock 氏 (Strasbourg 大学), 研究集会「Pre-Conference MCM2016」2016 年 10 月での講演.
3. Rinat Kashaev 氏 (Genève 大学), 研究集会「Pre-Conference MCM2016」2016 年 10 月での講演.
4. Paul Norbury 氏 (Melbourne 大学), 研究集会「Pre-Conference MCM2016」2016 年 10 月での講演.
5. Sergey Natanzon 氏 (ロシア国立大学高等経済学校), 研究集会「Pre-Conference MCM2016」2016 年 10 月での講演.
6. Ferdinando Gliozzi (Torino 大学), 研究集会「Pre-Conference MCM2016」2016 年 10 月での講演.

7. Arthur Soulié 氏 (Strasbourg 大学), 2017 年 3 月 8 日, トポロジー火曜セミナー, ‘Action of the Long-Moody Construction on Polynomial Functors’
8. Lizhen Ji 氏 (Michigan 大学), 2017 年 3 月 10 日, トポロジー火曜セミナー+Lie 群論・表現論セミナー 合同セミナー, ‘Satake compactifications and metric Schottky problems’

木田 良才 (KIDA Yoshikata)

A. 研究概要

Dye (1959) は, 確率測度空間への群作用を軌道同値関係の観点から研究し, その基礎を築いた. その中で Dye は, エルゴード的な II_1 型超有限同値関係 \mathcal{R}_0 の基本性質を示し, 特に, その唯一性を示した. Ornstein-Weiss (1980) は, 可算群 G の自由な作用に対し, その軌道同値関係が \mathcal{R}_0 と同型になるためには, G が無限従順であることが必要十分であることを示した. その結果, 多くの群作用の間に非自明な軌道同型がもたらされ, また, 従順性が軌道同型理論において決定的な役割を果たすことが明らかになった. Jones-Schmidt (1987) は, McDuff (1970) によるフォンノイマン環の安定性の特徴付けに倣い, 同値関係 \mathcal{R} の安定性を充足群 $[\mathcal{R}]$ の中心列の言葉で特徴付けた. ここで, 同値関係 \mathcal{R} が安定であるとは, 同型 $\mathcal{R} \times \mathcal{R}_0 \simeq \mathcal{R}$ が成り立つときをいう. 可算群による自由でエルゴード的な作用が安定であるとは, その軌道同値関係が安定であるときをいい, そのような作用をもつ可算群は安定であるという. Jones-Schmidt はさらに, 安定な群は内部従順であることを示した. 最近の研究では専ら, どのような内部従順群が安定になるかという問題を土台にして, 非自明な軌道同型の組織的な構成法を模索している. これまでの研究では, 内部従順群の典型例である, バウムスラッグ・ソリター群や無限の中心をもつ群などを考察し, それらがいつ安定になるかを明らかにしてきた. 後者の群に対する結果は, 最近 Tucker-Drob (2014) により応用され, その結果, 線型群が安定であるための必要十分条件が得られた.

今年度は, 安定群の任意の中心拡大が安定であることを示した. この主張は, 中心の群が有限であっても非自明である. Tucker-Drob の結果 “安定群の有限指数部分群は安定である” と併せると,

群の安定性が実質的同型 (virtual isomorphism) の下で保存されることが示される. 群の安定性がこのような基本操作で閉じているかどうかを知ることは, 安定群の特徴付けのためには必要不可欠である. また, 安定性が, 内部従順性が閉じるような群の操作で閉じているかどうかを調べることも同様に必要不可欠である. 内部従順性は群上の関数の言葉で定義されるため, それが実質的同型などの基本操作で閉じることを見るのは比較的易しい. それに比べ, 安定性の方は, 基本操作の下で充足群の中心列をコントロールすることが容易でなく, 対応する主張を示すには多くの技術的な障壁を乗り越える必要がある. 群の安定性の特徴付けには未だ遠く及ばないが, 具体的な状況での研究を重ね, 目標達成に向かっていきたい.

Dye (1959) established fundamentals of orbit equivalence relations for group-actions on probability measure spaces. Among other things, he showed basic properties of the ergodic hyperfinite equivalence relation of type II_1 , denoted by \mathcal{R}_0 , and its uniqueness property. Ornstein-Weiss (1980) showed that for a free action of a countable group G , its orbit equivalence relation is isomorphic to \mathcal{R}_0 if and only if G is infinite and amenable. This implies that many group-actions are non-trivially orbit equivalent to each other, and that amenability plays a ultimate role in orbit equivalence. Jones-Schmidt (1987) characterized when an equivalence relation \mathcal{R} is stable, in terms of central sequences in the full group $[\mathcal{R}]$. Here, we say that an equivalence relation \mathcal{R} is stable if we have an isomorphism $\mathcal{R} \times \mathcal{R}_0 \simeq \mathcal{R}$. A free ergodic action of a countable group is called stable if its orbit equivalence relation is stable, and a countable group is called stable if it has such a stable action. Jones-Schmidt furthermore showed that any stable group is inner amenable. Through the question asking which inner amenable group is stable, my recent research is devoted to finding unified construction of non-trivial orbit equivalence. So far I dealt with Baumslag-Solitar groups and groups with infinite center, which are typical examples of inner amenable groups, and clarified when

they are stable. The result on the latter groups was recently applied by Tucker-Drob (2014) to obtaining a characterization of stable groups among linear groups.

In this year I showed that any central extension of a stable group is stable. This is non-trivial even when the central subgroup is finite. Combining this with Tucker-Drob's result that any finite index subgroup of a stable group is stable, we obtain that stability of groups is preserved under virtual isomorphism. In characterizing stable groups, it is indispensable to know whether stability is preserved under such a basic operation, and also under an operation of groups which preserves inner amenability. It is often easy to see that inner amenability is preserved under basic operations such as virtual isomorphism because inner amenability is defined in terms of functions on that group. On the other hand, it is much harder to obtain the corresponding statement for stability because it involves technical difficulty in handling central sequences in the full group under such basic operations. Although it is still far from obtaining characterization of stable groups, I am going to approach the goal through solving problems in particular situations.

B. 発表論文

1. Y. Kida, Splitting in orbit equivalence, treeable groups, and the Haagerup property, preprint, to appear in the Proceedings of the MSJ-SI conference in 2014, arXiv:1403.0688.
2. I. Chifan, Y. Kida, and S. Pant : “Primeness results for von Neumann algebras associated with surface braid groups”, *Int. Math. Res. Not. IMRN* **2016**, no. 16, 4807–4848.
3. I. Chifan and Y. Kida: “OE and W^* super-rigidity results for actions by surface braid groups”, *Proc. Lond. Math. Soc.* (3) **111** (2015), 1431–1470.
4. Y. Kida : “Stable actions of central extensions and relative property (T)”, *Israel J. Math.* **207** (2015), 925–959.

5. I. Chifan, A. Ioana, and Y. Kida : “ W^* -superrigidity for arbitrary actions of central quotients of braid groups”, *Math. Ann.* **361** (2015), 563–582.
6. Y. Kida : “Stability in orbit equivalence for Baumslag-Solitar groups and Vaes groups”, *Groups Geom. Dyn.* **9** (2015), 203–235.
7. Y. Kida : “Inner amenable groups having no stable action”, *Geom. Dedicata* **173** (2014), 185–192.
8. Y. Kida : “Invariants of orbit equivalence relations and Baumslag-Solitar groups”, *Tohoku Math. J. (2)* **66** (2014), 205–258.
9. Y. Kida and S. Yamagata : “Automorphisms of the Torelli complex for the one-holed genus two surface”, *Tokyo J. Math.* **37** (2014), 335–372.
10. Y. Kida : “Examples of amalgamated free products and coupling rigidity”, *Ergodic Theory Dynam. Systems* **33** (2013), 499–528.

C. 口頭発表

1. Inner amenable groups, stable actions, and central extensions, The second Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications, Kyoto University, 2017 年 2 月.
2. Questions around stable equivalence relations, 作用素論・作用素環論研究集会, 前橋工科大学, 2016 年 10 月.
3. 安定作用と群の中心拡大, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会函数解析分科会一般講演, 関西大学, 2016 年 9 月.
4. Stable actions and central extensions, The 9th MSJ-SI, Operator Algebras and Mathematical Physics, Tohoku University, 2016 年 8 月.
5. Inner amenable groups, stable actions, and central extensions, Nagoya University, Rigidity School, Nagoya 2016, 2016 年 7 月.

6. Stable actions and central extensions, Von Neumann Algebras, Hausdorff Research Institute for Mathematics (ドイツ), 2016年7月.
7. Stable actions and central extensions, Geometric Analysis on Discrete Groups, RIMS, Kyoto University, 2016年5月.
8. On treeings arising from Baumslag-Solitar groups, International Conference on Non-commutative Geometry and K-Theory, Chongqing University (中国), 2015年12月.
9. 従順群に関する最近の進展について, 談話会, 東京大学, 2015年11月.
10. Mostow-type rigidity of the mapping class group and its generalization, IGA/AMSI Workshop: Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications, the University of Adelaide (オーストラリア), 2015年10月.

D. 講義

1. 数理科学基礎: 関数の連続性など, 微分積分学にまつわる基礎的な概念について講義した. (教養学部前期課程講義)
2. 微分積分学 (S2 タームのみ): 一変数・多変数関数の微分について講義した. (教養学部前期課程講義)
3. 関数解析学・解析学 VII: 関数解析学の基礎について講義した. (数理大学院・4年生共通講義)
4. 解析学 VI: フーリエ変換と超関数の基礎について講義した. (3年生向け講義)
5. 解析学特別演習 III: 解析学 VI の内容に沿った演習を行った. (3年生向け講義)
6. 数理科学セミナー II: 樋口保成著 “パーコレーション” を輪読した. (統合自然科学科3年生向けセミナー)

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会, 地方区代議員.

2. 雑誌 “数学”, 常任編集委員.

3. The second Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications (2017年1月30日-2月4日), オーガナイザー.

G. 受賞

1. 第5回作用素環賞, 2016年10月.

北山 貴裕 (KITAYAMA Takahiro)

A. 研究概要

まず, Stefan Friedl 氏と Matthias Nagel 氏, また, 原隆氏との共同研究において, 3次元多様体内の本質的曲面と多様体の基本群の指標多様体についての研究を行った. Culler と Shalen は SL_2 -指標多様体内の曲線の理想点から有限生成群のある樹への作用を構成する方法を確立した. 特に, その方法は3次元多様体の基本群の作用に対応した多様体内の本質的曲面を与える. しかし, ある3次元多様体内の本質的曲面は古典的な SL_2 の理論では捉えられないことが知られている. Culler-Shalen 理論の拡張として, 原氏と共に SL_n -指標多様体内の曲線の理想点から3次元多様体内のある種の分岐曲面を構成する方法を与えた. また, Friedl 氏, Nagel 氏と共に, 3次元多様体内の全ての連結な本質的曲面は, ある n が存在して, SL_n -指標多様体内のある有理曲線の理想点から与えられることを証明した. 次に, 森下昌紀氏, 丹下稜斗氏, 寺嶋郁二氏との共同研究において, Mazur によって提唱された Galois 表現に対する二つの問題の結び目群の表現に対する類似についての研究を行った. まず, ある条件の下で, 結び目群の SL_2 -表現の普遍変形のねじれ Alexander 加群がねじれ加群であることを示した. そして, Galois 表現の普遍変形の Selmar 加群に付随する代数的 p 進 L 関数の類似物として, ねじれ Alexander 加群に付随する L 関数を導入した. また, 幾らかの2橋結び目とそれらの SL_2 -表現に対する L -関数を明示的に計算した.

First, in joint works with Stefan Friedl and Matthias Nagel, and also with Takashi Hara, we studied essential surfaces in 3-manifolds and character varieties of their fundamental groups. Culler and Shalen have established a method

to construct nontrivial actions of a finitely generated group on trees from ideal points of a curve in its SL_2 -character variety. The method, in particular, gives essential surfaces in a 3-manifold corresponding to such actions of its fundamental group. There exists an essential surface in some 3-manifold known to be not detected in the classical SL_2 -theory. Extending Culler-Shalen theory, Hara and I presented a way to construct certain kinds of branched surfaces in a 3-manifold from an ideal point of a curve in the SL_n -character variety. Friedl, Nagel and I proved that every connected essential surface in a 3-manifold is given by an ideal point of a rational curve in the SL_n -character variety for some n .

Next, in a joint work with Masanori Morishita, Ryoto Tange and Yuji Terashima we investigated analogies for knot group representations of two problems proposed by Mazur for Galois representations. We first showed that the twisted Alexander module for the universal deformation of an SL_2 -representation of a knot group is a torsion module under certain conditions. Then as an analogue of the algebraic p -adic L -function associated to the Selmer module for the universal deformation of a Galois representation we introduced an L -function associated to the twisted Alexander module. We also explicitly computed the L -functions for some 2-bridge knots and SL_2 -representations of their groups.

B. 発表論文

1. S. Friedl, T. Kim and T. Kitayama : “Poincaré duality and degrees of twisted Alexander polynomials”, *Indiana Univ. Math. J.* **61** (2012) 147–192.
2. S. Friedl and T. Kitayama : “The virtual fibering theorem for 3-manifolds”, *Enseign. Math.* **60** (2014) 79–107.
3. T. Kim, T. Kitayama and T. Morifuji : “Twisted Alexander polynomials on curves in character varieties of knot groups”, *Internat. J. Math.* **24** (2013) 1350022 (16 pages).

4. T. Kitayama : “Homology cylinders of higher-order”, *Algebr. Geom. Topol.* **12** (2012) 1585–1605.
5. T. Kitayama : “Torsion volume forms on character varieties”, *RIMS Kokyuroku* **1836** (2013) 75–80.
6. T. Kitayama : “Twisted Alexander polynomials and ideal points giving Seifert surfaces”, *Acta Math. Vietnam.* **39** (2014) 567–574.
7. T. Kitayama : “Twisted Alexander polynomials and incompressible surfaces given by ideal points”, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* **22** (2015) 877–891.
8. T. Kitayama : “Normalization of twisted Alexander invariants”, *Internat. J. Math.* **26** (2015) 1550077 (21 pages).
9. T. Kitayama and Y. Terashima : “On PGL_3 -torsions”, *RIMS Kokyuroku* **1866** (2013) 39–44.
10. T. Kitayama and Y. Terashima : “Torsion functions on moduli spaces in view of the cluster algebra”, *Geom. Dedicata* **175** (2015) 125–143.

C. 口頭発表

1. Twisted Alexander polynomials and incompressible surfaces given by Culler-Shalen theory, Quantum Topology and Hyperbolic Geometry Conference, Yasaka Saigon Nhatrang Resort Hotel, ベトナム, 2013年5月.
2. Character varieties of higher dimensional representations and splittings of 3-manifolds, Global Analysis Seminar, Regensburg University, ドイツ, 2013年11月.
3. Cluster algebras and torsion functions on moduli spaces, Infinite Analysis 14, 東京大学, 2014年3月.
4. Representation varieties detect essential surfaces, Braids, Configuration Spaces and Quantum Topology, 東京大学, 2015年9月.

5. Representation varieties detect essential surfaces I, II, *Topology and Geometry of Low-dimensional Manifolds*, 奈良女子大学, 2015 年 10 月.
6. Representation varieties detect essential surfaces, *Geometry of Moduli Space of Low Dimensional Manifolds*, 京都大学, 2015 年 12 月.
7. Representation varieties detect essential surfaces, *Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2016*, 広島大学, 2016 年 3 月.
8. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, *Rigidity School, Nagoya 2016*, 名古屋大学, 2016 年 7 月.
9. トポロジー：空間のかたちをやわらかく考える, *高校生のための冬休み講座 2016*, 東京大学, 2016 年 12 月.
10. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, *The second Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications*, 京都大学, 2017 年 1 月.

D. 講義

1. 基礎数論特別講義 IV・幾何学 XE : 3次元多様体のトポロジーについての入門講義.(数論大学院・4年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, The University of Tokyo, February 13 – 16, 2017, Organizing Committee

権業 善範 (GONGYO Yoshinori)

A. 研究概要

今年度は, Lille 第一大学の A. Brouste さんとの共同研究を仕上げた. これは代数多様体に非自明な偏曲自己射が存在する場合に対する構造定理を得ようというもので森ドリーム空間の場合と曲面の場合に完成させ論文 [10] にまとめた. また特異点付きのファノ多様体の有界性、いわゆ

る BAB 予想が今年度 Birkar 氏に解決され, その証明の理解とおよび応用について研究を行った.

In this academic year, I work out preprint [10] with A. Broustet at Lille 1. In this work, we study some conjecture for a structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism. We prove these conjecture for Mori dream spaces and surfaces. Moreover I tried to understand a proof of the BAB conjecture which is stated about boundedness of singular Fano varieties and solved by Caucher Birkar. I also have tried to find some application of this theorem.

B. 発表論文

1. O. Fujino and Y. Gongyo : “On images of weak Fano manifolds II” *Algebraic and complex geometry*, 201–207, Springer Proc. Math. Stat., **71**, Springer, Cham, 2014.
2. O. Fujino and Y. Gongyo : “On log canonical rings” preprint (2013), to appear in *Kawamata 60*.
3. P. Cascini and Y. Gongyo : “On the anti-canonical ring and varieties of Fano type” *Saitama Math. J.* **30** (2013), 27–38.,
4. O. Fujino and Y. Gongyo : “On the moduli b-divisors of lc-trivial fibrations” *Annales de l’institut Fourier*, **64** no. 4 (2014), 1721–1735.,
5. P. Cascini, Y. Gongyo, and Karl Schwede : “Uniform bounds for strongly F-regular surfaces” *Trans. Am. Math. Soc.* **368**, No. 8, 5547–5563 (2016).,
6. Y. Gongyo, Z. Li, Z. Patakfalvi, K. Schwede, H. Tanaka, and H. R. Zong : “On rational connectedness of globally F-regular threefolds” *Adv. Math.* **280** (2015), 47–78.,
7. Y. Gongyo and S. Takagi : “Surface of globally F-regular and F-split type” *Math. Ann.* **364** (2016), no. 3-4, 841–855.,

8. Y. Gongyo and S-I. Matsumura : “Versions of injectivity and extension theorems” to appear in the Annales scientifiques de l’ENS., arXiv:1406.6132,
 9. Y. Gongyo, Y. Nakamura, H. Tanaka: “Rational points on log Fano threefolds over a finite field”, to appear in Journal of the EMS, arXiv:1512.05003,
 10. A. Broustet and Y. Gongyo : “Remarks on log Calabi–Yau structure of varieties admitting polarized endomorphism”, to appear in Taiwanese Journal of Mathematics, special issue for the proceedings of the conference ”Algebraic Geometry in East Asia 2016”, preprint (2016), arXiv:1607.01382.
- C. 口頭発表
1. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, Higher Dimensional Algebraic Geometry, Holomorphic Dynamics and Their Interactions, IMS, NUS, Singapore, 3rd–21st, Jan. 2017,
 2. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, Workshop on algebraic geometry, Hanga Roa, the Easter island, Chile, 18th–22nd, Dec. 2016,
 3. ファノ多様体の有界性とその周辺, 都の西北, 早稲田大学, 11th–18th Nov. 2016,
 4. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, Workshop on Spherical Varieties, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum in Sanya, 三亜, 中国, 31st Oct.–4th Nov. 2016,
 5. Rational points on log Fano 3-fold over a finite field, Higher Dimensional Algebraic Geometry and Characteristic p , CIRM, Luminy, France 12th–16nd Sep. 2016,
 6. 拡張定理と極小モデル理論, 代数学シンポジウム, 佐賀大学, 9th Sep. 2016,
 7. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, AG seminar, KIAS, 19th Aug. 2016,
 8. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, Rationality problem and selfmaps, RIMS, Kyoto, 19th–22nd Jul. 2016,
 9. Rational points on log Fano 3-fold over a finite field, WORKSHOP ON BIRATIONAL GEOMETRY AND REDUCTION TO POSITIVE CHARACTERISTIC, Edge days, Edinburgh, UK, June 3–5, 2016,
 10. A few remarks on varieties admitting non-trivial polarized endomorphisms, Tokyo-Princeton algebraic geometry conference, Princeton University, May 7–10, 2016,

D. 講義

1. 微分積分学続論 : 多変数の陰関数定理、逆関数定理、および積分の変数変換公式について講義した (教養学部前期課程講義)
2. 代数幾何学・代数学 XG : 射影代数多様体におけるケーラー・アインシュタイン計量の存在性について講義を行った (数理大学院・4年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 代数幾何セミナーの世話人,
2. 代数幾何学サマースクール 2016 世話人,
3. Tokyo-Princeton algebraic geometry conference の世話人,
4. The 2nd Higher dimensional algebraic geometry Echigo Yuzawa symposium の世話人,

G. 受賞

1. 2011 年度建部賢弘賞奨励賞,
2. 第二回日本学術振興会育志賞,
3. 2011 年度東京大学大学院数理科学研究科長賞,

4. 2011 年度第二回東京大学総長賞.

H. 海外からのビジター

1. Zhixian Zhu, KIAS, 韓国, 藤田予想の研究, 16/06/12–16/06/22
2. Christopher Hacon, University of Utah, アメリカ, Study of MMP, 16/06/26 – 16/06/28,
3. Kenji Matsuki, Purdue 大学, アメリカ, 特異点解消の研究, 16/07/11 –16/07/13,
4. Yongnum Lee, KAIST, 韓国, Study of deformation theory, 16/10/25 –16/10/26,
5. Luca Tasin, Rome Tre Universite, イタリア, Study of the number of minimal models, 17/01/26 – 17/01/29,
6. Roberto Svaldi, ケンブリッジ大学, イギリス, Study of foliations, 17/01/26 – 17/01/29,
7. Chenyang Xu, BICMR, 中国, Study of klt singulariteis, 17/02/05 – 17/02/16,
8. Sung Rak Choi, Yonsei University, 韓国, Study of the cone of curves, 17/02/19 – 17/02/24.

齊藤 宣一 (SAITO Norikazu)

A. 研究概要

有限要素法, 有限体積法, 差分法による非線形放物型発展方程式の数値解析, 特に, 方程式の解の持つ性質を再現する数値計算スキームの提案とその誤差解析, および, 誤差解析のための解析理論の構築を行っている. 今年度の主な成果は次の通り.

1) Stokes 界面問題に対する埋め込み境界法 (immersed boundary method, IB 法) の解析を行った. IB 法は, 界面の効果をデルタ関数を用いて外力項として取り入れ, Stokes 界面問題を特異な外力項を持った Stokes 問題として形式的に扱い, 数値解法を導出する手法である. これは, Peskin 1977 によって人工心臓弁のシミュレーションのため提案されて, 現在に至るまで, 流体 (血液) 構造 (弾性膜) 連成問題の数値解法として広く

応用されている. 本研究では, Dirichlet 境界条件下での定常 Stokes 方程式を取り上げ, i) デルタ関数を外力に持つ Stokes 方程式の適切性, ii) 正則化デルタ関数を用いた正則化 Stokes 問題と Stokes 問題の解との誤差 (正則化誤差), ii) 正則化 Stokes 問題の離散化 (離散化誤差) について詳細な解析を行った. このように問題を分け, 各段階での仮定と結論を整理することで, 収束性の本質を明確化し, 様々な問題設定 (境界条件, 離散化手法) に一般化をしやすくすることに成功した. (杉谷宜紀との共同研究)

2) プラズマシミュレーションに現れる楕円型界面問題に対して, ハイブリッド型の不連続 Galerkin 有限要素法を提案した. 従来の研究と比較すると, Galerkin 直交性を自然に満たすスキームとなっており, 理論的・実用的な価値が高い. また, 有限要素法の誤差解析の標準的な理論で要請される解の正則性は, 一般には, 界面問題では期待できない. それを踏まえて, 解が分数冪のソボレフ空間に属することのみを仮定して, 誤差解析を行い, 最適な収束率の導出に成功した. (宮下大との共同研究)

3) \mathbb{R}^n の球状領域で定義された Poisson 方程式の Dirichlet 境界値問題の球対称解を計算するための不連続 Galerkin 法を提案し, 問題の適切性と最適誤差評価を導出した.

My current research theme is development of numerical schemes to solve PDEs using computers, in addition to verification of them and their feasibility. Discretization of PDEs using finite element, finite difference, and finite volume methods is the central concern of my research. Some associated themes are the stability of solutions (numerical and approximate) and analysis of the asymptotic dependence of errors on discretization parameters.

1) We studied convergence of the immersed boundary method applied to a model Stokes problem. As a discretization method, we dealt with the finite element method. First, the immersed force field is approximated using a regularized delta function and its error in the $W^{-1,p}$ norm is examined for $1 \leq p < n/(n-1)$, n being the space dimension. Then, we considered the immersed boundary discretization of the Stokes problem and studied the regulariza-

tion and discretization errors separately. Consequently, error estimate of order $h^{1-\alpha}$ in the $W^{1,1} \times L^1$ norm for the velocity and pressure is derived, where α is an arbitrarily small positive number. Error estimate of order $h^{1-\alpha}$ in the L^r norm for the velocity is also derived with $r = n/(n-1-\alpha)$. The validity of those theoretical results are confirmed by numerical examples. This is a joint work with Y. Sugitani.

2) We proposed new hybridized discontinuous Galerkin (HDG) methods for the interface problem for elliptic equations. Unknown functions of our schemes are u_h in elements and \hat{u}_h on inter-element edges. That is, we formulated our schemes without introducing the flux variable. Our schemes naturally satisfy the Galerkin orthogonality. The solution u of the interface problem under consideration may not have a sufficient regularity, say $u|_{\Omega_1} \in H^2(\Omega_1)$ and $u|_{\Omega_2} \in H^2(\Omega_2)$, where Ω_1 and Ω_2 are subdomains of the whole domain Ω and $\Gamma = \partial\Omega_1 \cap \partial\Omega_2$ implies the interface. We studied the convergence, assuming $u|_{\Omega_1} \in H^{1+s}(\Omega_1)$ and $u|_{\Omega_2} \in H^{1+s}(\Omega_2)$ for some $s \in (1/2, 1]$, where H^{1+s} denotes the fractional order Sobolev space. Consequently, we succeeded in deriving optimal order error estimates in an HDG norm and the L^2 norm. This is a joint work with M. Miyashita.

3) I proposed a discontinuous Galerkin (DG) method for solving spherical symmetric solutions of the Poisson equation in n dimensional ball. I also proved the well-posedness and the optimal order error estimate.

B. 発表論文

1. N. Saito: “Error analysis of a conservative finite-element approximation for the Keller-Segel system of chemotaxis”, *Commun. Pure Appl. Anal.* **11** (2012) 339–364.
2. G. Zhou and N. Saito: “Analysis of the fictitious domain method with penalty for elliptic problems”, *Jpn. J. Ind. Appl. Math.* **31** (2014) 57–85.
3. N. Saito and G. Zhou: “Analysis of the fictitious domain method with an L^2 -penalty

for elliptic problems”, *Numer. Funct. Anal. Optim.* **36** (2015) 501–527.

4. 齊藤宣一: “Navier-Stokes 方程式といろいろな境界条件”, *計算工学*, 第 20 巻, 3 号, 2015 年, 13–16
5. N. Saito and T. Sasaki: “Blow-up of finite-difference solutions to nonlinear wave equations”, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo*, **23** (2016) 349–380.
6. N. Saito, Y. Sugitani, and G. Zhou: “Unilateral problem for the Stokes equations: the well-posedness and finite element approximation”, *Appl. Numer. Math.*, **105** (2016) 124–147.
7. N. Saito and T. Sasaki: “Finite difference approximation for nonlinear Schrödinger equations with application to blow-up computation”, *Jpn. J. Ind. Appl. Math.*, **33** (2016) 427–470.
8. G. Zhou and N. Saito: “The Navier-Stokes equations under a unilateral boundary condition of Signorini’s type”, *J. Math. Fluid Mech.* **18** (2016) 481–510.
9. N. Saito, Y. Sugitani and G. Zhou: “Energy inequalities and outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations”, *Advances in Computational Fluid-Structure Interaction and Flow Simulation: New Methods and Challenging Computations*, 2016, Birkhauser, 307–317.
10. G. Zhou and N. Saito: “Finite volume methods for a Keller-Segel system: discrete energy, error estimates and numerical blow-up analysis”, *Numer. Math.* **135** (2017) 265–311.

C. 口頭発表

1. Energy inequalities and outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations, *Advances in Computational Fluid-Structure Interaction and Flow Simulation*, March 19–21, 2014, Waseda University, Tokyo.

2. Numerical blow-up results for nonlinear wave equations, 2014 Japan-Taiwan Joint Workshop on Numerical Analysis and Scientific Computation, April 4–6 2014, Kyoto University
 3. Energy inequalities and numerical outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations (invited talk), CJK2014: The Fifth China-Japan-Korea Conference on Numerical Mathematics Ningxia University, Ningxia, China, August 25–28, 2014.
 4. Numerical outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations, RIMS 研究集会「新時代の科学技術を牽引する数値解析学」, 2014年10月8–10日, 京都大学数理解析研究所
 5. 有限要素法と有限体積法—走化性粘菌の Keller-Segel モデルを例に, 金沢大学数理学談話会, 2014年10月22日, 金沢大学大学院自然科学研究科
 6. Mathematical and numerical analysis for flows and related problems, The 1st Joint Conference of A3 Foresight Program: Mathematics of Fluid Dynamics and Material Science November 21–23, 2014, International Convention Center, Jeju, Korea
 7. A unilateral boundary condition for the Stokes equations with application to numerical outflow boundary conditions (keynote lecture), FEF 2015: The 18th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, March 16–18, 2015, Regent Taipei, Taipei, Taiwan
 8. Discrete maximal regularity and the finite element method for parabolic problems (invited lecture), CJK2016: The Sixth China-Japan-Korea Joint Conference on Numerical Mathematics, August 22–26, 2016, NIMS, Daejeon, Korea
 9. Penalty methods and the immersed boundary method, International Seminar on Applied Mathematics for Real-world Problems II, October 28–29, 2016, Research Institute for Electronic Science (RIES), Hokkaido University
 10. Analysis of the immersed boundary method for the Stokes interface problem, International Workshop on Mathematical Science for Nonlinear Phenomena, September 28–October 1, 2016, Hotel Grand Terrace Obihiro
- D. 講義
1. 計算数理 I・計算数理: 数値解析の入門講義. 連立一次方程式・非線形方程式の解法, 数値積分, 常微分方程式の初期値問題, 共役勾配法. (理学部・教養学部3年生向け講義)
 2. 計算数理 II・数値解析学: 偏微分方程式の数値解析. 熱方程式, Poisson 方程式に対する差分法や有限要素法. (数理大学院・4年生共通講義)
 3. 計算数理演習: 計算数理 I・計算数理の内容に沿った計算実習. (理学部・教養学部3年生向け講義)
- E. 修士・博士論文
1. (課程博士) 榊原 航也 (SAKAKIBARA Koya): Mathematical analysis of the method of fundamental solutions with its applications to fluid mechanics and complex analysis
 2. (課程博士) 杉谷 宜紀 (SUGITANI Yoshiki): Numerical analysis for interface and nonlinear boundary value problems for the Stokes equations
 3. (修士) 千葉 悠喜 (CHIBA Yuki): 多角形領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の L^∞ 誤差評価
- F. 対外研究サービス
1. International Journal of Computer Mathematics 編集委員
 2. 日本応用数理学会代表会員
 3. 日本応用数理学会「JSIAM Letters」編集委員
 4. 日本応用数理学会「応用数理」編集委員

5. RIMS 研究集会「現象解明に向けた数値解析学の新展開 II」(2016 年 11 月 18 -20 日) 研究代表者
6. 高校生のための現代数学講座『確率と統計』での講義「確率と期待値」(2016 年 7 月 15 日, 東京大学玉原国際セミナーハウス)
7. 東京大学学術俯瞰講義『図形から拓がる数理学』での講義「シミュレーションと多角形・多面体」(2016 年 6 月 16 日, 21KOMCEE レクチャーホール)
8. 公益財団法人神奈川科学技術アカデミー (KAST) 講座講座『研究者, 技術者のための, もう一度, 数学』での講義: 第 1 回「数値計算に潜むトラップ」, 第 2 回「微分できない関数を微分する: 超関数と関数空間」, 第 3 回「解は存在するか: 関数解析入門」, 第 4 回「有限要素法の数理」(2016 年 6 月 7-8 日, KAST)

H. 海外からのビジター

1. Sotirios E. Notaris (National and Kapodistrian University of Athens) 2016 年 11 月 17-22 日

齊藤 義久 (SAITO Yoshihisa)

A. 研究概要

(1) 量子群の幾何学的表現論; 幾何学的な立場から結晶基底の研究をしている。quiver と呼ばれる有限有向グラフから出発し、quiver に付随する代数多様体を考える。その代数多様体の余接バンドルのラクランジアン部分多様体の既約成分全体の集合に結晶構造が定義でき、さらに結晶として量子群の結晶基底と同型になることを証明した。また同様の方法で量子群の既約最高ウェイト表現の結晶基底も幾何学的に構成できることを示した。また、上記の応用として、 A_7 型の Schubert 多様体の交叉コホモロジー複体の特性多様体を完全に決定した。

(2) 量子群の表現のなす圏の構造; \mathfrak{sl}_2 に付随する制限型量子群の有限次元表現の圏のテンソル圏としての構造を調べた。具体的には、任意の直既約表現同士のテンソル積の直既約分解則を完全に決定した。結果として、 \mathfrak{sl}_2 に付随する制限型量子群の有限次元表現の圏が、テンソル圏としてブレイド圏ではないことを証明した。

(3) 楕円ヘッケ代数の表現論とその応用; 楕円ルート系に付随するヘッケ代数を定義し、二重アフィンヘッケ代数との比較を行った。また、楕円ヘッケ代数の表現論を直交多項式の理論に応用し、shifted Jack 多項式の代数的構造を明らかにした。さらに q -KZ 方程式の特殊解との関係も明らかにした。

(1) Geometrical representation theory of Quantum groups; We study the crystal base in geometrical way. Starting from a finite oriented graph (= quiver), we construct an algebraic variety associated to a quiver. This is called a quiver variety. We consider some Lagrangian subvarieties of the cotangent bundle of quiver varieties and define a crystal structure on the set of their irreducible components. Moreover, we prove that it is isomorphic to the crystal associated with quantum groups. In the similar way, the crystal associated with highest weight irreducible representations of quantum groups are realized geometrically. As an application, we completely determine the characteristic varieties of intersection cohomology complexes of Schubert varieties in type A_7 .

(2) Structure of the module categories of Quantum groups; We study the tensor structure of the category of finite dimensional modules of the restricted quantum enveloping algebra associated to \mathfrak{sl}_2 . Indecomposable decomposition of all tensor products of modules over this algebra is completely determined in explicit formulas. As a by-product, we show that the module category of the restricted quantum enveloping algebra associated to \mathfrak{sl}_2 is not a braided tensor category.

(3) Representation theory of elliptic Hecke algebras and its applications; We define a family of new algebras so-called elliptic Hecke algebras associated with elliptic root systems and prove a comparison theorem between elliptic Hecke algebras and double affine Hecke algebras.

As an application, we study multi-variable orthogonal polynomials and q -KZ equations by using representation theory of elliptic Hecke algebras.

B. 発表論文

1. PBW basis, quantum coordinate rings and q -boson algebras, *J. Alg.* 453 (2016), 456-491.
2. Satoshi Naito, Daisuke Sagaki and Yoshihisa Saito, “Toward Berenstein-Zelevinsky data in affine type A , III: Proof of the connectedness”, *Symmetries, Integrable Systems and Representations*, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics 40 (2013), 361-402.
3. Satoshi Naito, Daisuke Sagaki and Yoshihisa Saito, “Toward Berenstein-Zelevinsky data in affine type A , I: Construction of affine analogs”, *Contemp. Math.* 565 (2012), 143-184.
4. Satoshi Naito, Daisuke Sagaki and Yoshihisa Saito, “Toward Berenstein-Zelevinsky data in affine type A , II: Explicit description”, *Contemp. Math.* 565 (2012), 185-216.
5. Yoshihisa Saito ; “Mirković-Vilonen polytopes and a quiver construction of crystal basis in type A ”, *Int. Math. Res. Not.* 2012 (17), 3877-3928.

C. 口頭発表

1. Quantized enveloping algebras and their representations, UC. Berkeley (USA), November, 2016.
2. On Elliptic Artin Groups, Shanghai Conference on Representation Theory, Shanghai (China), December, 2015.
3. Geometric construction of crystal bases and its applications ,Tongji University, Shanghai (China), October, 2015.
4. PBW basis, quantum coordinate rings and q -boson algebras, Shanghai Workshop on Representation theory, Shanghai (China), December, 2014.
5. PBW basis, quantum coordinate rings and q -boson algebras, ICM2014 Satellite

Conference on Representation theory and related topics, Daegu (Korea), August, 2014.

6. 量子座標環とその表現, 大阪市立大学談話会, 2014年1月.
7. Realization of crystal bases, The 2-nd mini-symposium in Representation Theory, Jeju (Korea), December, 2012.
8. Toward Berenstein-Zelevinsky data in affine type A , 第15回代数群と量子群の表現論, いこいの村アゼイリア飯綱, 2012年5月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：大学数学の初歩. (教養学部前期課程講義)
2. 線型代数学：線型代数学の初歩. (教養学部前期課程講義)
3. 微分積分学統論：初等ベクトル解析. (教養学部前期課程講義)
4. 基礎数理特別講義 II・数学統論 XE：代数群に関する講義. (数理大学院・4年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 大矢 浩徳 (Oya Hironori): Twist maps on quantized coordinate algebras

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会無限可積分系セッション連絡世話人

H. 海外からのビジター

1. Bea Schuman (2016/4/3 ~ 8/2); Bea Schuman is a German mathematician. She stayed in Tokyo as a postdoctoral fellow of JSPS. She studies representation theory of quantum groups, and quivers. Especially, she studied a combinatorial interpretation of PBW bases of universal enveloping algebras, in her stay in Tokyo.

坂井 秀隆 (SAKAI Hidetaka)

A. 研究概要

最近の結果は以下の通り.

1. 4次元パンルヴェ型方程式の分類を目的として, とくにフックス型方程式の変形理論に対応する場合の4種類の非線型方程式を, ハミルトン系の形で求めた.
2. フックス型方程式の変形理論から得られる4つの4次元パンルヴェ型方程式に対して, 線型方程式の分岐しない場合の退化を考え, 2種類の4次元パンルヴェ型方程式と線型方程式との対応を与えた (川上拓志氏, 中村あかね氏との共同研究).
3. 小木曾・塩田による有理楕円曲面の分類に対応するハミルトン系の分類を行い, 双二次形式で作られるものを含むハミルトン関数と曲面の対応を調べた. また, バックルント変換の構成なども行った.
4. 線型 q 差分方程式の中間畳み込みを構成し, その主要な性質に証明をつけた (山口雅司氏との共同研究).

My research interest is in theory of differential and difference equations in complex domains. In particular, I have been studying special functions and integrable systems in this field.

Recent results are as follows:

1. All of 4 4-dimensional Painlevé-type equations which is obtained from deformation theory of Fuchsian equations, were formulated and expressed in the form of Hamiltonian systems. This is motivated by an attempt to classify the 4-dimensional Painlevé-type equations.
2. We gave a correspondence between 22 4-dimensional Painlevé type equations and Fuchsian and non-Fuchsian linear differential equations. This is obtained from a degeneration scheme of the 4 4-dimensional Painlevé type equations which is calculated from deformation theory of Fuchsian equations. This study contains only unramified case, and ramified case would be another story (joint work with KAWAKAMI Hiroshi and NAKAMURA Akane).
3. We gave a classification of Hamiltonian systems corresponding to Oguiso-Shioda's classification of rational elliptic surfaces. We also

construct a kind of Bäcklund transformations of the Hamiltonian systems.

4. We constructed “middle convolution” for linear q -difference equations of Fuchsian type. Some important properties of the transformation are proved (joint work with YAMAGUCHI Masashi).

B. 発表論文

1. H. Sakai : “Ordinary differential equations on rational elliptic surfaces”, *Symmetries, Interable Systems and Representations, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics* **40**(2012) 515–541.
2. H. Kawakami, A. Nakamura, and H. Sakai: “Toward a classification of four dimensional Painlevé-type equations, Algebraic and Geometric Aspects of Integrable Systems and Random Matrices, *AMS Comtemporary Mathematics* **593** (2013), 143–162.

C. 口頭発表

1. Rational surfaces and geometry of the Painlevé equations: Three days of the Painlevé equations and their applications (Roma Tre University, Italy) 2014年12月.
2. Linear q -difference equations and q -analog of middle convolution (joint work with M. Yamaguchi): Moduli Spaces of Connections (Renne, France) 2014年7月.
3. Monodromy preserving deformation and 4-dimensional Painlevé type equations: Workshop on Integrable Systems (University of Sydney) 2013年12月.
4. Degeneration scheme of 4-dimensional Painlevé-type equations (joint work with H. Kawakami and A. Nakamura): Joint Mathematics Meetings AMS Special Session (Hynes Convention Center, Boston, USA) 2012年1月.
5. Ordinary differential equations on rational elliptic surfaces: 微分方程式の展望 (熊本大学) 2014年10月.

6. Toward a classification of 4-dimensional Painlevé-type equations: Various Aspects on the Painlevé Equations (京大数理研) 2012 年 11 月.
7. Studies on the Painlevé equations: 微分方程式の総合的研究 (東大) 2013 年 12 月; 日本数学会年会, 無限可積分系特別講演 (明治大学) 2015 年 3 月.
8. Discrete Painlevé equations: Differential and Difference Equations (Laboratoire Paul Painlevé, Lille, France) 2015 年 10 月; Joint Mathematics Meetings AMS Special Session (Washington State Convention Center, Seattle, USA) 2016 年 1 月.

D. 講義

1. 常微分方程式: 常微分方程式に関する入門講義を行った (教養学部前期課程講義)
2. ベクトル解析: ベクトル解析に関する入門講義を行った (教養学部前期課程講義)
3. 代数解析学・解析学 XE: パンルヴェ方程式の超越解, 双線型形式に関する講義を行った (数理大学院・4 年生共通講義)
4. 解析学特別講義 IV (名古屋大学集中講義 2016 年 12 月)

F. 対外研究サービス

1. Funcialaj Ekvacioj 編集委員

逆井 卓也 (SAKASAI Takuya)

A. 研究概要

Kontsevich によるグラフホモロジーの理論は, 各種の自由代数のシンプレクティック微分 Lie 代数のホモロジーと, 対応するモジュライ空間のコホモロジーの間の密接な関係を与える. 昨年度までに引き続き, 自由 Lie 代数の場合のシンプレクティック微分 Lie 代数の構造とその関連事項について調べた. 具体的な成果は以下の通りである. (i) 森田茂之氏, 鈴木正明氏との共同研究において, Bartholdi が最近示した階数 7 の自由群の外部自己同型群の 11 次元有理ホモロジー群の階数が 1 であるという事実について, そ

の別証明をシンプレクティック微分 Lie 代数のアーベル商の計算を通じて与えた. (ii) Gwénaél Massuyeau 氏との共同研究において, 曲面のホモロジー同境界群の拡張森田トレース準同型を上記のホモロジー群と関連づけることにより, 一般の種数に対する曲面のホモロジー同境界群の有理アーベル化が非自明であることを示した. この結果の系として, 曲面のホモロジー同境界の加法的かつ 4 次元ホモロジー同境界不変な有限型不変量が得られた. (iii) 2 面体群作用で不変な自由結合代数の微分 Lie 代数の部分 Lie 代数の構造を調べ, その 2 次元ホモロジー群が非自明であることを証明した.

The theory of the graph homology due to Kontsevich gives a deep connection between the homology of symplectic derivation Lie algebras of various types of free algebras and the cohomology of the corresponding moduli spaces. This academic year, I studied the structure of the symplectic derivation Lie algebras of the free Lie algebra and related topics. The details are as follows. (i) In a joint work with Shigeyuki Morita and Masaaki Suzuki, we computed some part of the abelianization of the symplectic derivation algebra and gave another proof of Bartholdi's result that the 11th rational homology group of the outer automorphism group of a free group of rank 7 has rank 1. (ii) In a joint work with Gwénaél Massuyeau, we applied the extended Morita trace homomorphism for the homology cobordism group of surfaces to the above homology group. We showed that the rational abelianization of the homology cobordism group for a general surface is non-trivial. As a corollary, we obtained a finite type invariant of homology cobordisms of surfaces which is additive and invariant under 4-dimensional homology cobordism. (iii) I studied the structure of the dihedral invariant Lie subalgebra of the derivation Lie algebra of the free associative algebra and showed that its second homology group is non-trivial.

B. 発表論文

1. T. Sakasai: "A survey of Magnus representations for mapping class groups and homology cobordisms of surfaces", Hand-

- book of Teichmüller theory volume III (editor: A. Papadopoulos), (2012), 531–594.
2. T. Sakasai and H. Goda : “Homology cylinders and sutured manifolds for homologically fibered knots”, Tokyo Journal of Mathematics **36**, Number 1 (2013), 85–111.
 3. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : “Abelianizations of derivation Lie algebras of the free associative algebra and the free Lie algebra”, Duke Mathematical Journal **162**, Number 5 (2013), 965–1002.
 4. 逆井卓也・阿原一志 : パズルゲームで楽しむ写像類群入門, 日本評論社, 2013.
 5. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : “Integral Euler characteristic of $\text{Out } F_{11}$ ”, Experimental Mathematics **24**, (2015), 93–97.
 6. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : “Computations in formal symplectic geometry and characteristic classes of moduli spaces”, Quantum Topology **6**, (2015), 139–182.
 7. T. Sakasai : “The Magnus representation and homology cobordism groups of homology cylinders”, Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo **22**, (2015), 741–770.
 8. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : “Structure of symplectic invariant Lie subalgebras of symplectic derivation Lie algebras”, Advances in Mathematics **282**, (2015), 291–334.
 9. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : “An abelian quotient of the symplectic derivation Lie algebra of the free Lie algebra”, To appear in Experimental Mathematics.
 10. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : “Symmetry of symplectic derivation Lie algebras of free Lie algebras”, To appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu.
- C. 口頭発表
1. シンプレクティック微分リー代数とモジュライ空間のコホモロジー, 広島大学大学院理学研究科数学専攻談話会, 広島大学, 2015 年 12 月.
 2. 自由群の外部自己同型群の有理コホモロジーについて, 京都大学理学研究科/理学部数学教室談話会, 京都大学, 2016 年 1 月.
 3. Convex polytopes from fatgraphs, 位相的漸化式入門, 木更津工業高等専門学校, 2016 年 1 月.
 4. Johnson-Morita theory I, II, III, Winter Braids VI: School on braids and low-dimensional topology, Université Lille I (France), 2016 年 2 月.
 5. Cohomology of the moduli space of graphs and groups of homology cobordisms of surfaces, 離散群と双曲空間のトポロジーと解析, 京都大学 数理解析研究所, 2016 年 6 月.
 6. Topological approaches to Mumford-Morita-Miller classes, MCM 2016, 沖縄科学技術大学院大学, 2016 年 10 月.
 7. An abelian quotient of the symplectic derivation Lie algebra of the free Lie algebra, トポロジーとコンピュータ 2016, カレッジプラザ, 2016 年 10 月.
 8. Cohomology of the moduli space of graphs and groups of homology cobordisms of surfaces, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2016 年 11 月.
 9. On the dihedral invariant Lie subalgebra of the associative symplectic derivation Lie algebra, GD2016—微分同相群と離散群, 文部科学省共済組合箱根宿泊所, 2016 年 12 月.
 10. Homologically fibered knots and closed 3-manifolds, 筑波大学トポロジーセミナー, 筑波大学, 2017 年 2 月.
- D. 講義
1. 数学 I (文科生): 微分積分学の初歩に関する講義. (教養学部前期課程講義)

2. 幾何学 II・幾何学特別演習 II: 位相空間のホモロジー群の基礎に関する講義と演習. (3年生向け講義)
3. 構造幾何学, 構造幾何学演習: 非線形力学系の基礎に関する講義と演習. (教養学部統合自然科学科講義)
4. 数学特別講義 II: 写像類群と低次元トポロジーに関する基礎的事項の解説. (集中講義, 筑波大学理工学群数学類, 2017年2月20日-2月22日)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 今村 志郎 (IMAMURA Shiro): On embeddings between outer automorphism groups of right-angled Artin groups.
2. (修士) 関野 希望 (SEKINO Nozomu): Genus one fibered knots in 3-manifolds which have reducible genus two Heegaard splittings.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会: GD2016—微分同相群と離散群 (2016年12月, 文部科学省共済組合箱根宿泊所), 世話人.
2. 研究集会: 2次微分の幾何とその周辺 (2017年1月, 東京大学), 世話人.
3. 国際研究集会: The 12th East Asian School of Knots and Related Topics (2017年2月, 東京大学), Local Organizing Committee.
4. 2016年度日本数学会全国区代議員.
5. 2016年度日本数学会「数学通信」常任編集委員.

佐々田 禎子 (SASADA Makiko)

A. 研究概要

大規模相互作用系のスケール極限の問題に取り組んでいる。特に、非勾配型モデルに対する流体力学極限の問題と、確率的な摂動を加えた低次元調和振動子鎖の超拡散的 (superdiffusive) なエネルギーの伝搬に関する問題を主に研究している。最近得た結果は以下の通りである：

- 非勾配型モデルの流体力学極限の、現在 (本質的に) 唯一つ知られている証明手法は「勾配置き換え」と呼ばれている。この手法の鍵となるのは、「閉形式の特徴づけ」と呼ばれる定理である。この「閉形式の特徴づけ」を代数的・幾何的な視点から理解し直すことで、モデルによらない一般的な主張が成立する背景を、配置空間に関する CV 複体を導入することで明らかにした。また、この結果を用いて、ある種のモデルに対しスペクトルギャップの評価を用いない新しい証明を与えた。本研究は亀谷幸生氏との共同研究である。

- 対称な相互作用系に対する拡散型の流体力学極限においては、非線形あるいは線形な拡散方程式がその極限方程式として得られる。この極限方程式の拡散係数は、Green-Kubo formula によって与えられ、変分表現を持つ。勾配型モデルではこの変分問題は自明な解を持ち、Green-Kubo formula のうち静的な項のみで拡散係数は定まる。すなわち、Green-Kubo formula の動的な項は 0 である。我々は、この逆が成り立つか、つまり Green-Kubo formula の動的な項が 0 であれば、系は勾配型か、という問題について研究を行い、平衡測度が直積でありその L^2 空間が可分であるならば、逆も成り立つということを示した。

- 磁場中での確率的な摂動を加えた調和振動子鎖の、低次元 (1, 2次元) でのエネルギーの超拡散的ふるまいについて調べた。磁場の効果によって、これまで知られていた普遍性のクラスとは異なるスケージングの指数があらわれることを示した。本研究は齊藤圭司氏との共同研究である。

また、数理ファイナンスにおける主要なモデルで用いられる確率微分方程式を定めるベクトル場を持つ代数的構造に注目し、オプションの価格 (一般に確率微分方程式の解の関数の期待値で与えられる) の近似計算に応用する研究を行った。本研究は森本裕介氏との共同研究である。

I am working on scaling limits for large scale interacting stochastic systems, in particular the hydrodynamic limit for non-gradient systems and superdiffusive behavior of energy in a chain

of harmonic oscillators. Recently, I obtained following results:

- To prove the hydrodynamic limit for non-gradient interacting particle systems, applying the gradient replacement is a standard and unique strategy so far. Its essential part is the so-called characterization of closed forms. To understand the common structure of the characterization of closed forms among different models, we introduce a CW complex (or de Rham complex) associated to a configuration space and see the characterization theorem of closed forms from algebraic and geometric points of view. With this new observation, we have an alternative proof of the original characterization theorem, which does not require the sharp estimate of the spectral gap, for the class of lattice gases that are reversible under the Bernoulli measures. This is a joint work with Yukio Kametani.
- In the diffusive hydrodynamic limit for a symmetric interacting system, a possibly non-linear diffusion equation is derived as the hydrodynamic equation. The diffusion coefficient of the limiting equation is given by Green-Kubo formula and it can be characterized by a variational formula. In the case the system satisfies a gradient condition, the variational problem is explicitly solved and the diffusion coefficient is given from the Green-Kubo formula through a static average only. In other words, the contribution of the dynamical part of Green-Kubo formula is 0. We consider the converse, namely if the contribution of the dynamical part of Green-Kubo formula is 0, does it imply the system satisfies the gradient condition or not. We show that if the equilibrium measure is product and its L^2 space is separable, then the converse also holds.
- We consider a system of harmonic oscillators in a magnetic field perturbed by a stochastic dynamics. We study the anomalous behavior of the thermal conductivity

in one- and two-dimensional systems and showed that its exponent of the scaling parameter is in a different universality class from the one without the magnetic field. This is a joint work with Keiji Saito.

Also, I study an algebraic structure of vector fields appearing in the major financial diffusion models and its application for the numerical approximation of the price of an option, which is given as an expected value of some function. This is a joint work with Yusuke Morimoto.

B. 発表論文

1. T. Funaki, M. Sasada, M. Sauer and B.Xie: “Fluctuations in an evolutionary model of two-dimensional Young diagrams”, *Stochastic Process. Appl.* **123** (2013), no. 4, 1229–1275.
2. M. Sasada: “On the spectral gap of the Kac walk and other binary collision processes on d-dimensional lattice. Symmetries, integrable systems and representations”, *Springer Proc. Math. Stat.* **40** Springer, Heidelberg, (2013), 543–560.
3. S. Olla and M. Sasada: “Macroscopic energy diffusion for a chain of anharmonic oscillators”, *Probab. Theory Related Fields* **157** (2013), no. 3–4, 721–775.
4. M. Sasada: “Stochastic energy exchange models with degenerate rate functions. XVIIIth International Congress on Mathematical Physics”, *World Sci. Publ., Hackensack, NJ*, (2014), 344–350.
5. C. Bernardin, P. Gonçalves, M. Jara, M. Sasada and M. Simon: “From normal diffusion to superdiffusion of energy in the evanescent flip noise limit”, *J. Stat. Phys.* **159** (2015) no. 6, 1327–1368.
6. M. Sasada: “Spectral gap for stochastic energy exchange model with nonuniformly positive rate function”, *Ann. Probab.* **43** (2015) no. 4, 1663–1711.
7. Y.Kametani and M.Sasada “A new approach to the characterization of closed

forms in the nongradient method”, RIMS Kokyuroku Bessatsu B59 (2016), 1-13.

8. Y. Morimoto and M. Sasada “Algebraic structure of vector fields in financial diffusion models and its applications”, Quantitative Finance Pages 1–13. Published online (2017).

C. 口頭発表

1. Macroscopic diffusion for some energy models with mechanical origin, Large Scale Stochastic Dynamics, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, GERMANY, 2013 年 10 月.
2. Spectral gap estimates for the Kac walk and other binary interaction processes on d-dimensional lattice, JSPS-DST Asian Academic Seminar 2013 Discrete Mathematics and its Applications, 東京大学, 2013 年 11 月.
3. Energy diffusion for some stochastic particle systems with mechanical origin, 12th Workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems, 東京大学, 2013 年 11 月.
4. Recent topics on hydrodynamic limits, New Trends in Stochastic Analysis, International Institute of Advanced Study (Keihanna), 京都大学 2015 年 7 月.
5. Stochastic approach to the derivation of macroscopic energy diffusion in Hamiltonian systems, RIMS International Project Research 2015 ”Stochastic Analysis”, RIMS, 京都大学, 2015 年 9 月.
6. A new technique for the computation of central limit theorem variances for exclusion processes and its application, RIMS International Project Research 2015 ”Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems”, RIMS, 京都大学, 2015 年 10 月.
7. 非勾配型の流体力学極限に現れる無権直積空間上の完全形式と閉形式 (亀谷幸生氏

との共同研究), 2015 年度確率論シンポジウム, 岡山大学, 2015 年 12 月.

8. On decomposition theorems for closed forms in the non-gradient method, 2016 年度 大規模相互作用系の確率解析, 東京大学数理科学研究科, 2016 年 11 月.
9. Cohomological approach to the decomposition theorem for closed forms in the non-gradient method, Large Scale Stochastic Dynamics, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, GERMANY, 2016 年 11 月.
10. Thermal conductivity for a harmonic chain in a magnetic field, Physical and mathematical approaches to interacting particle systems -In honor of 70th birthday of Herbert Spohn-, 東京工業大学, 2017 年 1 月.

D. 講義

1. 確率統計 I : 確率論の入門講義, 確率空間, 確率変数, 様々な確率変数の収束の定義, 大数の法則, エントロピーなどを扱った。(教養学部基礎科学科講義)
2. 全学自由ゼミナール : 「数学を楽しもう ~現代社会を生き抜くために~」. 数学と社会の関わりについて, 毎回様々なテーマを取り上げて講義・参加者のプレゼンテーション・ディスカッションなどを行った。(教養学部前期課程講義)
3. 確率統計学 I : 確率論の入門講義, 確率空間, 確率変数, 様々な確率変数の収束の定義などのほか, 大数の法則, 中心極限定理を扱った。(3年生向け講義)
4. 数学 I : 数列・関数の極限, 級数, 様々な関数, 微分・積分の基礎, テイラー展開を扱った。(教養学部前期課程講義)

F. 対外研究サービス

1. 数学オリンピック財団 評議員
2. 日本学術振興会 人材育成企画委員会 委員
3. 第 61 回物性若手夏の学校 講師

H. 海外からのビジター

1. Carina Geldhauser (Bonn International Graduate School in Mathematics), 2016年5月15日～5月22日, Study on the hydrodynamic limit on particle systems with long-range interaction.
2. Marielle Simon (Inria Lille - Nord Europe), 2016年9月3日～9月15日, An invited talk “Interpolation process between standard diffusion and fractional diffusion, for a Hamiltonian lattice field mode” in a seminar at the University of Tokyo.
3. Oriane Blondel (Université Claude Bernard Lyon 1), 2016年9月3日～9月17日, Research collaboration on the hydrodynamic limit for particle systems with degenerate jump rates.
4. Olla Stefano (Université Paris-Dauphine), 2017年1月5日～1月23日, An invited talk at the workshop “Physical and mathematical approaches to interacting particle systems -In honor of 70th birthday of Herbert Spohn-”.
5. David Croydon (The University of Warwick), 2017年3月20～4月21日, Research collaboration on the scaling limit of random walks with integrable structure.

下村 明洋 (SHIMOMURA Akihiro)

A. 研究概要

関数解析やフーリエ解析の手法を用いて、発展方程式論や偏微分方程式の研究を行った。例えば、長距離型ポテンシャルを伴うハートリー・フォック型方程式の初期値問題について、分散性を持つ時間大域解の一意存在とその漸近形について検討した。また、実関数論について検討を行った。

I studied the theory of evolution equations and partial differential equations by using functional analysis and Fourier analysis. For example, I considered the existence, uniqueness and the large time behavior of dispersive global

solutions to the initial value problem of the Hartee-Fock type equation with a long-range potential. I also studied real analysis.

B. 発表論文

1. 下村明洋: 「偏微分方程式の初期値問題」, 東京大学 理学系研究科・理学部ニュース (連載 理学のキーワード 第35回), 43巻5号 (2012), p.15.
2. M. Ikeda, A. Shimomura and H. Sunagawa: “A remark on the algebraic normal form method applied to the Dirac-Klein-Gordon system in two space dimensions”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B33** (2012), 87–96.
3. Y. Nakamura, A. Shimomura and S. Tonegawa: “Global existence and asymptotic behavior of solutions to some nonlinear systems of Schrödinger equations”, Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo **22** (2015), “The special issue for the 20th anniversary, Part 1”, 771–792.

C. 口頭発表

1. 確率の計算いろいろ, 高校生のための現代数学講座, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016年7月.

D. 講義

1. 数理科学基礎: 主に, 線型代数の導入部分について講義した。(教養学部前期課程, 1年生 理科一類, S1ターム (週1回のみ)).
2. 線型代数学: 線型代数学の講義。(教養学部前期課程, 1年生 理科一類, S2タームのみ).
3. 自然科学ゼミナール「自然科学に現れる微分方程式」(教養学部前期課程, 2年生 理系, Sセメスター).
4. 数学講究 XA: 理学部数学科4年生のセミナー。(理学部4年生, Sセメスター).
5. 実解析学 II: フーリエ解析の講義。フーリエ解析の基本事項について講義した。(教養学部後期課程 統合自然科学科3年生, Aセメスター).

6. 実解析学演習 II : 「実解析学 II」の講義に対応する演習. (教養学部後期課程 統合自然科学科 3 年生, A セメスター).
7. 数学特別講究 : 理学部数学科 4 年生のセミナー. (理学部 4 年生, A セメスター).
8. スペクトル理論・解析学 XD : スペクトル理論の講義. 主に, 無限次元ヒルベルト空間上の自己共役作用素のスペクトル分解とその周辺について講義した. (数理大学院・4 年生共通講義, A セメスター).

F. 対外研究サービス

1. 平成 28 年度 国家公務員採用総合職試験 試験専門委員.
2. 日本数学会 2016 年度 地方区代議員.

白石 潤一 (SHIRAISHI Junichi)

A. 研究概要

ランクの小さい場合 ($n = 2, 3$ 等) について, C_n 型の Macdonald 多項式の明示公式の予想を得た. これらの予想のうち幾つかは, 変形 W 代数の表現論から期待されるある事情を考慮することによって見つけられた.

Some conjectures are obtained concerning explicit formulas for the Macdonald polynomials for type C_n for small rank ($n = 2, 3$ etc.). Some of these are guessed based on a certain properties of the representation theory of the deformed W algebras.

B. 発表論文

1. Boris Feigin, Ayumu Hoshino, Masatoshi Noumi, Jun Shibahara, Jun'ichi Shiraishi, *Tableau Formulas for One-Row Macdonald Polynomials of Types C_n and D_n* , SIGMA, 11 (2015), 100, 21 pp.
2. Ayumu Hoshino, Masatoshi Noumi, Jun'ichi Shiraishi, *Some Transformation Formulas Associated with Askey-Wilson Polynomials and Lassalle's Formulas for Macdonald-Koornwinder Polynomials*,

Moscow Mathematical Journal, Volume 15, Issue 2, April-June (2015) pp. 293-318.

3. Alexander Braverman, Michael Finkelberg, Jun'ichi Shiraishi, *Macdonald polynomials, Laumon spaces and perverse coherent sheaves*, Contemp. Math., 610 (2014) 23-41.
4. H. Awata, B. Feigin and J. Shiraishi, *Quantum algebraic approach to refined topological vertex*, JHEP 03 (2012) 041.
5. Y. Tutiya, J. Shiraishi, *On some special solutions to periodic Benjamin-Ono equation with discrete Laplacian*, Mathematics and Computers in Simulation 82 (2012), pp. 1341-1347.

C. 口頭発表

1. 星野歩, 野海正俊, 白石潤一, 一行型 C_n 型 Macdonald 多項式のタブロー和表示, 日本数学会年会, 2015 年 3 月 23 日, 明治大学
2. 星野歩, 野海正俊, 白石潤一, Askey-Wilson 多項式の四重級数表示, 日本数学会秋季総合分科会, 2014 年 9 月 25 日, 広島大学
3. 星野歩, 野海正俊, 白石潤一, 一行型 Koornwinder 多項式の明示的公式と Lassalle の予想の証明, 日本数学会秋季総合分科会, 2014 年 9 月 25 日, 広島大学
4. On Askey-Wilson polynomials, Representation Theory and applications to Combinatorics, Geometry and Quantum Physics, International Conference dedicated to the 60-th birthday of Boris Feigin December 13-19, 2013, Higher School of Economics, Independent University of Moscow (Moscow, Russia).
5. Elliptic hypergeometric series, Ruijsenaars operator and Heine's transformation formula, Elliptic Integrable Systems and Hypergeometric Functions from 15 Jul 2013 through 19 Jul 2013, Lorents Center, Netherlands.
6. Vertex operators, Nekrasov partition functions and Macdonald polynomials, 日本数

学会秋期総合分科会, 特別講演, 九州大学,
2012年9月18日.

D. 講義

1. 数理科学基礎, 2016年度夏学期, 教養学部
1年生対象.
2. 微分積分学 1, 2016年度夏冬学期, 教養学
部 1年生対象.
3. 全学自由研究ゼミナール (無限可積分系と
量子化), 2016年度夏学期, 教養学部 1年生
対象.
4. 現象数理 I(解析力学), 2016年度冬学期, 3
年生対象.
5. 応用数学 XB, 数物先端科学 VIII, 2016年度
冬学期, 4年大学院対象. Koornwinder 多
項式とその核関数関係式への入門.

関口 英子 (SEKIGUCHI Hideko)

A. 研究概要

数理物理で現れる Penrose 変換を半単純 Lie 群
の表現論の立場から研究しています. 特に, 等質
多様体の幾何構造を用いて Penrose 変換の一般
化を考察し, その中で, 特異な無限次元のユニタ
リ表現を具体的にとらえようと試みています.

Penrose 変換の像はサイクル空間上の偏微分方
程式系を満たす場合があります. 変換群が実シン
プレクティック群の場合, この偏微分方程式系を
具体的に書き下し (青本-Gel'fand の超幾何微分
方程式系を高階に一般化した形をしている), 逆
にその大域解が全て Penrose 変換で得られるこ
とを証明しました.

発表論文 [3] では, 2つの相異なる不定値グラス
マン多様体上の Dolbeault コホモロジー群で実
現される無限次元表現の間に絡作用素 (ツイス
ター変換) が存在するためのパラメータと, 表現
の特異性について考察しました. 発表論文 (In
ternat. J. Math., 2011) は従来の結果を非管状
領域に拡張した結果で, 発表論文 [4] ではユニタ
リ表現をある対称対に関して制限したときの具
体的な分岐則の公式を Penrose 変換を用いて決
定しました. 特に, その分岐則は無重複であり,
さらに離散的に分解可能になります. 口頭発表

[2,3] では 2つの異なる複素多様体上で構成され
た無限次元表現が同型になることが Penrose 変
換を用いて証明できる一例を示しました.

I have been studying so called the Penrose
transform, which originated in mathematical
physics. My view point is based on represen
tation theory of semisimple Lie groups, espe
cially, a geometric realization of singular (infi
nite dimensional) representations via the Pen
rose transform. Our main concern is with the
characterization of the image of the Penrose
transform by means of a system of partial dif
ferential equations on the cycle space, e.g., a
generalization of the Gauss-Aomoto-Gelfand
hypergeometric differential equations to higher
degree.

In [3] I discussed intertwining operators be
tween Dolbeault cohomologies on two indefi
nite Grassmannian manifolds, and studied a
condition on the possible parameters in con
nection with singular representations. I have
extended my previous results to non-tube do
mains of type AIII (Internat. J. Math., 2011),
and found explicit branching laws with respect
to symmetric pairs of certain family of infinite
dimensional representations which are realized
in the spaces of Dolbeault cohomologies on non
compact complex homogeneous manifolds [4].

B. 発表論文

1. H. Sekiguchi: 積分幾何学と表現論. 『数学
の現在 π 』, pp. 22-35. 東京大学出版会,
2016.
2. H. Sekiguchi: リー環とリー群, 朝倉書店,
数学辞典 (eds. 川又雄二郎, 坪井俊, 楠岡成
雄, 新井仁之), (2016).
3. H. Sekiguchi: “Radon-Penrose transform
between symmetric spaces”, Contempo
rary Mathematics, Amer. Math. Soc.,
598 (2013), pp. 239-256.
4. H. Sekiguchi: “Branching rules of singu
lar unitary representations with respect to
symmetric pairs (A_{2n-1}, D_n) ”, Internat.
J. Math. **24** (2013), no. 4, 1350011, 25
pp.

C. 口頭発表

1. Representations of Semisimple Lie Groups and Penrose transform, Colloquium, Reims University, France, September 27, 2016.
2. Penrose transform between symmetric spaces, Algebra/Representation Theory/Lie Theory, The Asian Mathematical Conference(AMC2013) BEXCO, Busan, Korea, June 30–July 4, 2013.
3. Penrose transform between symmetric spaces, 2012 Joint Mathematics Meetings, John B. Hynes Veterans Memorial Convention Center, Boston Marriott Hotel, and Boston Sheraton Hotel, Boston, MA, U.S.A., January 4–7, 2012 “AMS Special Session on Radon Transforms and Geometric Analysis in Honor of Sigurdur Helgason” (2012.1.6–7).

D. 講義

1. 微分積分学統論: 多変数解析 (教養学部理科 I 類 2 年生講義夏学期).
2. 数理科学セミナー III: セミナー (統合自然科学科 4 年夏学期)
3. 数学講究 XA: セミナー (理学部数学科 4 年生夏学期).
4. 数学特別講究: セミナー (理学部数学科 4 年生冬学期).

F. 対外研究サービス

1. オーガナイザー, Winter School 2016 on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東京大学大学院数理科学研究科, 22–27 January 2016, coorganized with T. Kobayashi, T. Kubo.
2. 中学生のための数学教室, 「複素数について」, (玉原セミナーハウス) 2015 年 10 月 10 日.
3. オーガナイザー, Winter School 2015 on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東京大学大学院数理科学研究科, 24–26 January 2015, coorganized with T. Kobayashi, T. Kubo and H. Matumoto.

4. オーガナイザー, Representation Theory and Group Actions on the occasion of the award of Purple Ribbon to Professor Toshiyuki Kobayashi, 東京大学大学院数理科学研究科, 12 July 2014.
5. オーガナイザー, Winter School on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東京大学大学院数理科学研究科, 15–18 February 2014, coorganized with T. Kobayashi, T. Kubo, and H. Matumoto.

高木 俊輔 (TAKAGI Shunsuke)

A. 研究概要

今年度は, 正標数の準射影代数多様体の一般超平面切断の特異点について研究した. X を標数 $p \geq 0$ の代数閉体上定義された 3 次元準射影代数多様体とし, H を X の一般超平面切断とする. $p = 0$ のとき Miles Reid は, X が高々標準特異点しか持たないならば, H は高々 Du Val 特異点しか持たないことを示した. 証明には自由な線形系に対する Bertini の定理が用いられるが, これは正標数では成り立たない. 「Reid の定理と同じ主張が正標数で成り立つか?」というのは, 正標数の双有理幾何学において基本的な問題の一つであった. 佐藤謙太との共同研究において, MJ 標準特異点の理論を利用することで, この問題を肯定的に解決した. また p が 7 以上のとき, X が高々対数的端末特異点しか持たないならば, H も高々対数的端末特異点しか持たないことも証明した. 対数的端末特異点の場合の証明には, F 特異点の理論を応用する.

In this year, we studied the singularities of a general hyperplane section of a quasi-projective variety over an algebraically closed field of positive characteristic.

Let X be a three-dimensional quasi-projective variety over an algebraically closed field of characteristic $p \geq 0$ and H be a general hyperplane section of X . When $p = 0$, Miles Reid proved that if X has only canonical singularities, then H has only Du Val singularities. His proof relies on the Bertini theorem for base point free linear systems, which fails in positive charac-

teristic. Hence, it is natural to ask whether a similar statement to Reid’s result holds in positive characteristic or not. In joint work with Kenta Sato, using the theory of MJ-canonical singularities, we gave an affirmative answer to this question. When $p > 5$, we also proved that if X has only klt singularities, then so does H , using the theory of F -singularities.

B. 発表論文

1. K. Sato and S. Takagi : “General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic”, arXiv:1703.00770.
2. A. Singh, S. Takagi and M. Varbaro : “A Gorenstein criterion for strongly F -regular and log terminal singularities”, to appear in Int. Math. Res. Not.
3. V. Srinivas and S. Takagi : “Nilpotence of Frobenius action and the Hodge filtration on local cohomology”, Adv. Math. **305** (2017), 456–478.
4. H. Dao and S. Takagi : “On the relationship between depth and cohomological dimension”, Compos. Math. **152** (2016), no.4, 876–888.
5. S. Takagi and K.-i. Watanabe : “ F -singularities: applications of characteristic p methods to singularity theory”, to appear in Sugaku Expositions.
6. T. de Fernex, R. Docampo, S. Takagi and K. Tucker : “Comparing multiplier ideals to test ideals on numerically \mathbb{Q} -Gorenstein varieties”, Bull. London Math. Soc. **47** (2015), No.2, 359–369.
7. B. Bhatt, K. Schwede, S. Takagi : “The weak ordinarity conjecture and F -singularities”, to appear in Advanced Studies in Pure Mathematics.
8. Y. Gongyo and S. Takagi : “Surfaces of globally F -regular and F -split type”, Math. Ann. **364** (2016), 841–855.
9. Y. Gongyo, S. Okawa, A. Sannai and S. Takagi : “Characterization of varieties of

Fano type via singularities of Cox rings”, J. Algebraic. Geom. **24** (2015), 159–182.

C. 口頭発表

1. A Gorenstein criterion for strongly F -regular and log terminal singularities, Beijing Algebraic Geometry Colloquium 5th meeting, Beijing International Center for Mathematical Research, China, 2016 年 4 月.
2. A Gorenstein criterion for strongly F -regular rings, Commutative Algebra and its Interactions with Algebraic Geometry: Tight Closure, Linkage, and Syzygies, University of Michigan, USA, 2016 年 7 月.
3. General hyperplane sections of canonical 3-folds in positive characteristic, Higher Dimensional Birational Geometry and Characteristic $p > 0$, CIRM Luminy, France, 2016 年 9 月.
4. F -singularities and singularities in birational geometry, Differential forms in algebraic geometry, University of Freiburg, Germany, 2016 年 9 月.
5. F 特異点と 3 次元準射影多様体の一般の超平面切断, 談話会, 広島大学, 2016 年 10 月.
6. A Gorenstein criterion for strongly F -regular and log terminal singularities, 都の西北代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学, 2016 年 11 月.

D. 講義

1. 常微分方程式 : 常微分方程式の入門的講義を行った (教養学部前期課程講義)
2. 代数学 XC (本郷) : 群と環の理論の初歩を講義し, 有限群の表現論について解説した (理学部 3 年生向け講義)
3. 代数学 XA・代数構造論 : 代数学 II の講義の続きとして, 可換環論の入門的講義を行った. Cohen-Macaulay 環の理論の初歩を説明した (数理大学院・4 年生共通講義)
4. 数理学概論 I : 文系向けに微分積分学の基礎を講義した (教養学部前期課程講義)

5. 数学特別講義 (F 特異点入門): F 特異点の理論において基本的な不変量である F 純閼値について解説した (広島大学・集中講義・10月24~28日)

F. 対外研究サービス

1. 東京大学代数幾何学セミナー世話人
2. 研究集会 “Commutative Algebra Day in Tokyo” (東京大学大学院数理科学研究科・2016年5月2日) 世話人
3. 文部科学省 科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センター専門調査員

H. 海外からのビジター

Karl Schwede (University of Utah) stayed from November 27 to December 3 and discussed the theory of F -singularities. He also gave a talk entitled “Etale fundamental groups of F -regular schemes” at Algebraic Geometry seminar.

高木 寛通 (TAKAGI Hiromichi)

A. 研究概要

本年度は Udine 大学の Francesco Zucconi 氏と共同で研究をして次の結果を得た. 種数 2 以上の超楕円の代数曲線とその上の 1 点, それから, その上の theta characteristic で大域切断を持たないもの, という 3 つ組のモジュライ空間は有理多様体である. その手法は, ある種の 3 次元概 del Pezzo 多様体上の曲線族の代数群による商が上記の三つ組のモジュライ空間と双有理的同値であることを示し, 前者の有理性を示すというものである.

In this year, I obtained the following result with Francesco Zucconi at University of Udine.

The moduli space of triplets (C, p, θ) is rational, where C is a curve of genus ≥ 2 , p is a point of C , and θ is a theta characteristic on C without global section. We showed that this moduli space is birationally equivalent to a group quotient of a family of curves on a certain almost del Pezzo 3-fold, and proved the rationality of the latter.

B. 発表論文

1. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “Geometries of lines and conics on the quintic del Pezzo threefold and its application to varieties of power sums”, *Michigan Math. J.* **61** (2012) 19–62.
2. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “The moduli space of genus 4 spin curves is rational”, *Adv. in Math.*, **231** (2012), 2413–2449.
3. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruences I”, *J. Algebraic Geom.* **23** (2014), 279–312.
4. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Determinantal Quintics and Mirror Symmetry of Reye Congruences”, *Comm. Math. Phys.*, **329** (2014), no. 3, 1171–1218.
5. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Duality between $S^2\mathbb{P}^4$ and the Double Quintic Symmetroid”, preprint (2012) arXiv:1302.5881
6. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Derived Categories of Artin-Mumford double solids”, preprint (2015)
7. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Double quintic symmetroids, Reye congruences, and their derived equivalence”, *J. Differential Geom.* **104** (2016), no. 3, 443–497.
8. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “The rationality of the moduli space of one-pointed ineffective spin hyperelliptic curves via an almost del Pezzo threefold”, preprint (2016), arXiv:1605.08249.

C. 口頭発表

1. Reye congruence, old and new, 代数曲面ワークショップ at 秋葉原, 首都大学東京 秋葉原サテライトキャンパス, 2013年1月26日

2. Double quintic symmetroids, Reye congruences, and their derived equivalence, GCOE research activity “Seminar weeks on Calabi-Yau manifolds, mirror symmetry, and derived categories”, 東京大学大学院数理科学研究科, 2013 年 2 月 19 日
3. Reye 合同の幾何学, 代数幾何学城崎シンポジウムにて, 城崎大会議館, 2013 年 10 月 24 日
4. 線形切断いろいろ, 研究集会「Fano 多様体の最近の進展」にて, 京都大学数理解析研究所, 2013 年 12 月 18 日
5. Geometry of Calabi-Yau 3-folds of Reye congruences, 第 7 回駒場幾何学的表現論と量子可積分系のセミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2013 年 12 月 21 日
6. Enriques 曲面の導来圏と非可換代数, 研究集会「(非) 可換代数とトポロジー」における 3 回講演, 信州大学理学部, 2015 年 2 月 13 日-2 月 15 日
7. On classification of prime \mathbf{Q} -Fano threefolds with only $1/2(1, 1, 1)$ -singularities of genus ≤ 1 , 第 13 回アフィン代数幾何学研究集会における講演, 関西学院大学大阪梅田キャンパス, 2016 年 3 月 5 日-8 日
8. $1/2(1,1,1)$ 特異点しか持たない種数 1 以下の prime \mathbf{Q} -Fano 3-fold の分類に向けて—森先生の Fano 多様体研究へのオマージュとして—, 京都大学理学部代数幾何セミナー, 2016 年 3 月 9 日
9. \mathbf{Q} -Fano 3-fold with $1/2(1, 1, 1)$ -singularities revisited, 都の西北代数幾何学シンポジウム, 2016 年 11 月 15 日-18 日
10. On key varieties of \mathbf{Q} -Fano threefolds with only $1/2(1, 1, 1)$ -singularities, 京大数理研究集会「代数的層のモジュライの研究とその周辺」, 2017 年 2 月 1 日-3 日

D. 講義

1. 数学 I, 教養学部文系向けの微分積分学の講義

2. 数理科学概論 II, 教養学部文系向けの線形代数の講義

E. 修士・博士論文

(修士) 長岡大 (NAGAOKA Masaru) 3 次元可縮アフィン多様体をコンパクト化するファノ多様体の分類

寺田 至 (TERADA Itaru)

A. 研究概要

以前, Brauer diagram と updown tableau の対応を与える Stanley/Sundaram の対応を, 冪零線型変換と symplectic form と flag に関連するある代数多様体を構成して幾何的に解釈できることを示した (“Brauer diagrams, updown tableaux and nilpotent matrices”, J. Algebraic Combin. **14** (2001), 229–267) が, これに関連して, Springer による一般化された Steinberg 多様体を用いて Trapa が与えた, Brauer diagram と列の長さが偶数の標準盤との間の対応に関する研究を進めている. 特に, Trapa と類似の対応を上述の代数多様体に関して考えると, 通常の Robinson–Schensted 対応の一部が得られる. また, 形が λ/μ で重みが ν の Littlewood–Richardson tableau は, Grassmann 多様体とベキ零線型変換から決まるある代数多様体の既約成分を parametrize する. Azenhas の記述した, μ と ν を交換する Littlewood–Richardson tableau の間の全単射が, 双対空間の間の自然な対応から引き起こされる既約成分の間の全単射と一致することを示した (2010 年にコインブラ大学のセミナーおよび第 65 回ロタリングア組合せ論セミナーで口頭発表し, 論文を投稿用に編集中). これに関連し, Azenhas の全単射の対合性の組合せ論的証明を, Azenhas の方針を途中まで用いながら完成した. これらを hive という概念を用いた形に言い換え, Azenhas, King 両氏との共同研究としてまとめた (arXiv:1603.05037 に保存 (109pp.), 現在投稿用に編集中). さらに, 冪単線型変換で固定される flag 全体のなす多様体とよく似た構造をもつ, 有限 abel p 群の組成列の集合およびその “係数拡大” に関する研究も続けている.

In relation to my former study on a geometric interpretation of Stanley and Sun-

daram’s correspondence between the Brauer diagrams and the updown tableaux by constructing an algebraic variety concerning nilpotent linear transformations, symplectic forms, and complete flags (“Brauer diagrams, updown tableaux and nilpotent matrices”, J. Algebraic Combin. **14** (2001), 229–267), some progress has been made on the study of the correspondence between the Brauer diagrams and the standard tableaux with even column lengths, given by Trapa using Springer’s generalized Steinberg variety. In particular, a correspondence similar to Trapa’s for the algebraic variety mentioned above produces a part of the ordinary Robinson–Schensted correspondence. In another direction, the Littlewood–Richardson tableaux of shape λ/μ and weight ν parametrize the irreducible components of a certain algebraic variety defined using the Grassmannian and a nilpotent linear transformation. The bijection between the Littlewood–Richardson tableaux switching μ and ν , as described by Azenhas, has been shown to coincide with the bijection between the irreducible components induced by a natural correspondence between the dual Grassmannians (talks were given at a seminar at University of Coimbra and at the 65th Séminaire Lotharingien de Combinatoire in 2010; the paper is under preparation for publication). A combinatorial proof of the involutiveness of Azenhas’ bijection has been completed by following her method up to a certain point. These have been converted into collaborations with Azenhas and King using the notion of hives (a preprint was stored in [arXiv:1603.05037](https://arxiv.org/abs/1603.05037) (109 pp.), and is being edited for publication). Also in progress is the study of the set of composition series of a finite abelian p -group and its “scalar extensions”, which have a structure similar to the variety of flags fixed by a unipotent linear transformation.

B. 発表論文

1. I. Terada, ヤング図形から表現論をさぐる, 数理科学, 通巻 595 号 (2013 年 1 月号). (これは雑誌の読み物記事で, 研究論文ではない.)

D. 講義

1. 数理科学基礎: 理系 1 年生 S1 ターム共通数学講義の偶数・奇数番号両方. (教養学部前期課程講義)
2. 線型代数学: 理系 1 年生 S2 ターム・A セメスターの線型代数入門講義. (教養学部前期課程講義)
3. 数学続論 XB: Littlewood–Richardson tableau に関連する組合せ論, 特に Klein tableau を用いた数え上げ. (数理大学院・4 年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. RIMS 研究集会「リー型の組合せ論」初日 午後の座長.

長谷川 立 (HASEGAWA Ryu)

A. 研究概要

(1) 操作的意味論を用いた実装の研究: プログラミング言語のコンパイルは, ユーザレベルの言語から (仮想) 機械の言語に翻訳していく複雑な操作である. 操作的意味論は, その複雑な操作を抽象化して, 数学的性質を議論する目的で導入された. 我々は, それを逆にして, 操作的意味論に基づいてコンパイラを作成する手法に関する研究を行っている. 言語の変換を繰り返して, ソースコードから実行可能コードへ順次翻訳を行っていくのが伝統的なコンパイル手法であるが, それに対して我々の提案手法では, 操作的意味論の変換を繰り返すことで効率的なコンパイラを構成する. これをセマンティック最適化と名付けた. 変換の対象をシンタックスからセマンティックスに移すという発想である. この手法に基づき, 最適化に関する体系の開発と実験的な実装を行った. 検討した最適化は, たとえば, 整数値などのデータ型や関数の unboxing, レジスタ割り当てなどである.

(2) コンパイラ作成過程の効率化の研究: 効率性はコンパイラ研究の主要な対象である. 今までの研究においては, 生成される実行可能コードの効率性に多くが向けられてきた. あるいは, コンパイルの効率性に向けられてきた. それに対して我々は, コンパイラ的设计や構成を効率化する

る方法論を研究している。そのための一つの方向性が、コア言語を最小化し、設計時に考慮すべき計算機構を少なくすることである。様々な計算機構はコア言語で表現することになるが、その際に問題となるのが実行効率の劣化である。つまり、デザイナーにとっての効率性と、ユーザにとっての効率性がトレードオフになっている。この困難を回避するために我々が開発しているのは、インライン展開の拡張とメタ関数の概念を組み合わせる手法である。実行効率の改善のためにフロー解析が必要になるが、そのために新たな型推論アルゴリズムを設計・実装した。さらに、ポリモルフィズムを組み入れた体系の設計を行っている。

(1) Study of implementation via operational semantics: Compilation of programming languages is a complicated operation translating the user-level language to the language of (virtual) machines. The operational semantics was originally introduced for the purpose of modeling such complicated processes and proving their properties mathematically. We study the reverse direction, that is, producing compilers using the operational semantics. The traditional style of compilation iterates translations from a source program to an executable code via transformation between languages. In place we propose a method to construct efficient compilers by iterating transformations between operational semantics. We coin the method semantic optimizations. Namely, the target of transformation is shifted from syntax to semantics. We developed theoretical systems related to several optimizations, and experimental implementations based on the method. The explored optimizations contain the unboxing of data types such as integer and of functions, and register allocation.

(2) Study of improving efficiency of compiler construction: Efficiency is one of the main topics in the study of compilers. The majority of previous works are targeted on efficiency of the executable codes produced by compilers, or efficiency of the compilers that produce the codes. Meanwhile we focus on improving efficiency in the design and construction of com-

pilars themselves. One direction toward it is to minimize the core language to reduce the number of structures we must take into consideration at designing compilers. Various constructs of programming languages turn out to be represented using the core language. A crucial problem in this approach is deterioration of compilation efficiency. Namely we face a trade-off between efficiency for compiler designers and that for users. To avoid this dilemma we developed an extension of the inline expansion method and its combination with the notion of meta-functions. We designed and implemented a new type inference algorithm to perform a flow analysis for improving efficiency. We also construct a system that incorporates polymorphism into the type inference algorithm.

D. 講義

1. 常微分方程式 (教養学部前期課程講義)
2. 応用数学 XC(本郷): プログラミング言語の数学的基礎理論 (理学部 3 年生向け講義)
3. 数学 II: 文系向け線形代数の入門講義 (教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 戸澤一成 (TOZAWA Kazunari): Meta-continuation semantics via meta-lambda calculus.

林 修平 (HAYASHI Shuhei)

A. 研究概要

コンパクト多様体上の C^2 微分同相写像の生成的性質として、(i) 公理 A (ii) C^1 摂動によりホモクリニック分岐を引き起こす (iii) リャプノフ指数が 0 であるようなエルゴード測度を持つ、の 3 つ性質のどれかが成立することが知られている。最後の (iii) の場合をさらに詳しく調べる方向の研究として、そのエルゴード測度の台の任意の近傍において小さな C^1 摂動によりどのような現象が発生するかを考察した。特にその近傍内でホモクリニック接触または異次元ヘテロクリニック・サイクルが C^1 摂動によりつくれないう場合について、数値的に観測可能とみなせるほど十分大きなサイズを持つ周期的な弧を C^1 摂

動により構成することを考えた。これは公理 A でなければ周期的な弧が C^1 摂動により構成可能であるが、それは数値的に観測できないほど小さいかもしれないという事実を非双曲的力学系も許容する文脈で考えることに対応する。

It is known that either one of the following three properties (i) Axiom A; (ii) causing homoclinic bifurcations by C^1 perturbations; and (iii) having an ergodic measure with zero Lyapunov exponents, holds is a C^2 generic property of C^2 diffeomorphisms on a compact manifold. As a study in the direction of investigating the last case (iii), I considered what kind of phenomena occur by C^1 small perturbations in an arbitrary small neighborhood of the support of the ergodic measure. In particular, for the case where homoclinic tangencies or heterodimensional cycles cannot be created by C^1 perturbations, constructing periodic arcs whose lengths are large enough to be numerically observable by C^1 perturbations is considered. This corresponds to considering the fact that the construction of periodic arcs by C^1 perturbations is possible if it is not hyperbolic, but their sizes might be too small to be numerically observed, in the context of allowing nonhyperbolic dynamics.

B. 発表論文

1. S. Hayashi: “A C^2 generic trichotomy for diffeomorphisms: hyperbolicity or zero Lyapunov exponents or the C^1 creation of homoclinic bifurcations”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **366** (2014) 5613–5651.
2. S. Hayashi: “A C^1 closing lemma for nonuniformly partially hyperbolic diffeomorphisms of class $C^{1+\alpha}$ ”, *Dynamical Systems* **30** (2015) 355–368.
3. S. Hayashi: “Sinks with relatively large immediate basins and a refinement of Mañé’s C^1 generic dichotomy”, *Nonlinearity* **29** (2016) 3597–3624.

C. 口頭発表

1. On the observability of periodic orbits for

diffeomorphisms, 京都力学系セミナー, 京都大学 2012 年 1 月.

2. On the observability of periodic orbits for diffeomorphisms, Conference in Dynamical Systems, Trieste, Italy, June 2012.
3. On infinitely many observable sinks for diffeomorphisms, RIMS 研究集会「力学系と計算」 京都大学 2014 年 1 月.
4. Sinks with relatively large immediate basins and a refinement of Mañé’s C^1 generic dichotomy, 関東力学系セミナー, 東京大学 2014 年 7 月.
5. A refinement of Mañé’s C^1 generic dichotomy, ICM 2014 Satellite Conference on “Dynamical Systems and Related Topics” Daejeon, Korea, August 2014.
6. Applications of the extended ergodic closing lemma, 冬の力学系研究集会, 日本大学 軽井沢研修所 2016 年 1 月.
7. A C^2 generic property on the presence of ergodic measures with a numerically chaotic behavior, RIMS 研究集会「力学系とその関連分野の連携探索」, 京都大学 2016 年 6 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：理科系の微積分学への導入講義。(教養学部前期課程講義)
2. 微分積分学：理科系の微積分学入門講義。(教養学部前期課程講義)
3. 全学ゼミナール「カオス力学系入門」：1 次元力学系の入門講義。2 次写像族やシャルコフスキーの定理を扱った。(教養学部前期課程講義)
4. 数学続論 XC・力学系：エルゴード理論入門と微分エルゴード理論への応用。バーコフのエルゴード定理, オセレデッツの定理, 測度論的エントロピーに関するルエルの定理やペシンの公式を扱った。(数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 川口徳昭 (KAWAGUCHI Noriaki): On the quantitative shadowing property of topological dynamical systems.

F. 対外研究サービス

1. Kanto Dynamics Days 2017, 東京大学 2017 年 3 月 (オーガナイザー).

松尾 厚 (MATSUO Atsushi)

A. 研究概要

私は、共形場理論に関連するさまざまな数学的構造の研究を行ってきたが、現在では、主として頂点作用素代数とムーンシャインに関する研究を行っている。この方向の研究においては、なかでも対称性の大きな頂点作用素代数に大きな関心を持ち、研究を行ってきた。その成果の一つとして、ある種の頂点作用素代数について、ゼロモード作用と呼ばれる作用を幾つか合成したものの跡を計算する公式が挙げられる。この公式は、モンスターに関して Norton 氏によって異なる方法で得られていたものの一般化となっており、現在では Matsuo-Norton trace formula と呼ばれてモンスターの部分群の作用の研究に利用されている。

最近では、アフィン・リー環に附随する頂点作用素代数の対称性の研究を行った。一般に、上記の跡公式の研究の副産物として、対称性の大きい頂点作用素代数については、中心電荷などのパラメータに拘束条件が入ることが分かっていたが、私は、丸岡浩之氏、島倉裕樹氏と共同で、特にアフィン・リー環のレベル 1 表現に附随する場合を考察し、そのような頂点作用素代数は、いわゆる Deligne 例外系列と呼ばれるリー環の系列から得られるものに限ることを示した。

昨年度より、ムーンシャインの一般化の方向を探る努力のなかから、上記の Deligne 例外系列に関する考察ならびに最近の W 代数の理論の進展に触発されて、単純リー環に関する普遍公式の研究を開始した。具体的には、P. Vogel 氏ほかの研究によって、単純リー環の随伴表現をはじめとするある種の表現の次元が三つのパラメータの有理式によって表されることが知られているが、その種の公式であって、頂点作用素代数に関連する

種々の状況で成立するものを探索し、例外的な頂点作用素代数の諸性質の成立する所以を理解しようとする研究である。

昨年度は、A.P. Veselov 氏と共同で、単純リー環の表現に対する一連の普遍公式を極小巾零軌道の言葉で言い換えることによって、極小巾零軌道の Hilbert 級数の普遍公式が得られ、その系として、いわゆる随伴多様体の次数を表す公式が得られることを注意した。今年度は、昨年度に引き続きこの方向の研究を進め、例外型リー環を特徴付ける条件と私自身の過去の研究を比較することによって、普遍公式に関する一定の理解を得た。

I have been working on various mathematical aspects of two-dimensional conformal field theories. Currently, I am mainly working on vertex operator algebras and moonshine. On this line, I have been interested in vertex operator algebras of large symmetries. One of my major achievements there is a study of automorphism groups of certain vertex operator algebras. More precisely, I obtained a trace formula for compositions of zero-mode actions of a vertex operator algebra of certain type with large symmetry. This formula is actually a generalization of a formula obtained by S.P. Norton in a different context, and my formula is now called the ‘Matsuo-Norton trace formula’, which are conveniently utilized in the studies of various subgroups of the monster appearing as automorphism groups of vertex operator algebras.

As a byproduct of the study of the trace formula, I showed that the central charges of vertex operator algebras with large symmetries are constrained. Recently, in a joint work with H. Maruoka and H. Shimakura, we considered the symmetries of vertex operator algebras associated with level 1 representations of affine Lie algebras and showed that such vertex operator algebras are only those associated with the Deligne exceptional series of simple Lie algebras.

Recently, in an attempt to generalize the moonshine phenomena, also motivated by the study of the Deligne exceptional series and the recent advances in the theory of W-algebras, we

started considering universal formulas for simple Lie algebras. Last year, in a joint work with A.P. Veselov, we obtained a universal formula for Hilbert series of minimal nilpotent orbits by means of the three parameters that are known to express the dimensions of the adjoint and certain other representations of simple Lie algebras. As a corollary, in the same joint work, we derived a formula which describes the degrees of the adjoint varieties of the corresponding types.

We have continued our research on the same direction this year. More precisely, we have compared a condition characterizing exceptional Lie algebras and our own results in past research, and obtained a better understanding of universal formulas to some extent.

B. 発表論文

1. H. Maruoka, A. Matsuo and H. Shimakura, “Classification of vertex operator algebras of class S^4 with minimal conformal weight one”, J. Math. Soc. Japan, **68**, (2016), 1369–1388.
2. 松尾 厚: “単純 Lie 環に関する普遍公式について”, 第 28 回有限群論草津セミナー報告集, 2016.
3. 松尾 厚: “無限次元リー環と有限群—頂点作用素代数とムーンシャイン”, 数学の現在 i , 第 4 講, 東京大学出版会, 2016

C. 口頭発表

1. “On a universal formula for minimal nilpotent orbits”, RIMS 研究集会 有限群・代数的組合せ論・頂点作用素代数の研究, 京都大学数理解析研究所, 京都, 2016 年 12 月.
2. “単純リー環に関する普遍公式について”, 第 28 回有限群論草津セミナー, 草津セミナーハウス, 草津, 2016 年 7 月.
3. “Classification of vertex operator algebras of class S^4 with minimal conformal weight one”, Perspectives from vertex algebras, 京都大学理学部, 京都, 2015 年 7 月.
4. “Topics on Vertex Operator Algebras with Exceptional Symmetries”, Workshop on

Majorana Theory, the Monster and Beyond. Imperial College, London, UK, September, 2013.

D. 講義

1. 数学 II (PEAK) : 英語による線型代数の入門講義 (S セメスター). 固有値問題などのやや発展的な話題を扱った. (教養学部 1 年 PEAK 生向け講義)
2. 数学 II (PEAK) : 英語による線型代数の入門講義 (A セメスター). 行列と行列式などの基礎的な話題を扱った. (教養学部 1 年 PEAK 生向け講義)
3. 微分積分学統論 : 多変数関数の極値判定, 陰関数定理と未定乗数法, 重積分の変数変換公式などを扱った. (教養学部 2 年生向け講義)
4. 幾何学 III : 多様体上のベクトル場および微分形式とド・ラーム・コホモロジーを扱った. (理学部 3 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 森脇湧登 (MORIWAKI Yuto): 中心電荷 26 の正則型頂点代数について

H. 海外からのビジター

1. Michael P. Tuite (National University of Ireland, Galway), May 5 – May 18, 2016. Working on various aspects of vertex operator algebras including the theory of exceptional vertex operator algebras. He delivered a series of lectures on May 9, 2016 under the titles “Vertex Operator Algebras according to Newton.” He also gave a talk under the title “Vertex operator algebras and Zhu theory on genus two Riemann surfaces” in the workshop ‘Algebras, Groups, and Modular Forms’ on May 7, 2016.
2. Ian Grojnowski (University of Cambridge), March 20 – 30, 2017. He delivered a series of lectures on March 25, 2017 under the following titles:

1. Derived symplectic varieties and the Darboux theorem.
2. The moduli of anti-canonically marked del Pezzo surfaces.

He also gave a talk under the title “From exceptional groups to Del Pezzo surfaces, and simultaneous log resolutions” in the workshop ‘Directions in Group Theory and Geometry’ on March 28, 2017.

3. Alexander A. Ivanov (Imperial College London), March 25 – 30, 2017.
Working on Majorana theory in its relation to the monster finite simple group. He gave a talk under the title “Character theoretical methods in Majorana theory” in the workshop ‘Directions in Group Theory and Geometry’ on March 28, 2017.
4. Elena Konstantinova (Sobolev Institute of Mathematics and Novosibirsk State University), March 25 – 30, 2017.
Working on spectra of graphs. She gave a talk under the title “Spectral properties of the Star graphs” in the workshop ‘Directions in Group Theory and Geometry’ on March 28, 2017.

松本 久義 (MATUMOTO Hisayosi)

A. 研究概要

一般化された Verma 加群の間の準同型の分類 \mathfrak{g} を複素半単純 Lie 代数、 \mathfrak{p} をその放物型部分代数とする。 \mathfrak{p} の一次元表現から \mathfrak{g} への誘導表現はスカラー型の一般化された Verma 加群と呼ばれる。スカラー型の一般化された Verma 加群の間の準同型は一般化された旗多様体の上の同変直線束の間の同変微作用素と対応しており、Bastonらによって提唱されている一般化された旗多様体をモデルとする、parabolic geometry の観点からも興味深い。 \mathfrak{p} が Borel 部分代数の時は Verma 加群であり、Verma 加群の間の準同型を決定することは、Verma, Bernstein-Gelfand-Gelfand によって 1970 年前後あたりから知られている有名な結果がある。(Verma は準同型の存在の十分条件を

与え、Bernstein-Gelfand-Gelfand はそれが必要条件になっていることを示した。) 1970 年代に Lepowsky が \mathfrak{p} が実半単純 Lie 代数の極小放物型部分代数の複素化の場合に Verma の結果を拡張するなど、基本的な結果を幾つか得たが一般には未解決である。すでに放物型部分代数 \mathfrak{p} が極大の場合の準同型の分類を完成させたがそこでは一般の放物型部分代数の場合にある種の比較定理により \mathfrak{p} が極大の場合の準同型の存在から準同型の存在が導けることも示していた。(このような準同型を elementary な準同型と呼ぶ。) そこで問題としては任意のスカラー型の一般化された Verma 加群の間の準同型は elementary なものの合成で書けるか? というものが考えられる。この問題が肯定的に解ければ準同型の分類が得られることになる。例えば \mathfrak{p} が Borel 部分代数の時は、Bernstein-Gelfand-Gelfand の結果はその問題が肯定的であるということに他ならない。まず Soergel の結果より問題は容易に infinitesimal character が integral な場合に帰着されるのでこのような場合のみ考えればよい。この予想について、[1] においては、すでに strictly normal というクラスの放物型部分代数に対して予想を無限小指標が非特異という条件のもとで肯定的であることを示していた。また $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$ の場合に一般の放物型部分代数に対して上記の予想が肯定的であることを示すことが出来て、この場合の準同型の分類が完成している [2]。

[2] において一つのカギになるのはスカラー型の一般化された Verma 加群の間の準同型が存在するためには、放物型部分代数から自然に定まるある種の Weyl 群の作用でパラメータが移りあうことが必要になることである。このことはもしそうでなければ $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$ の場合には Borho-Jantzen の結果より対応するスカラー型の一般化された Verma 加群の annihilator が一致しないことから容易に従う。このことは $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$ 以外では知られていないと思われる。(但し infinitesimal character が regular なら τ -invariant という annihilator の不変量を比較して容易にわかる。問題は infinitesimal character が singular な場合である。) 本年度においてこのことを $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$ 以外の複素半単純 Lie 代数に拡張することを試みた。そこで translation functor を使った Borho-Jantzen とは別のアプローチを見出さず $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$ の場合の別証明を与えた。このや

り方はほかの古典型特にB型C型の場合にも適用可能であると思われる。

[1] Hisayosi Matumoto, On the homomorphisms between scalar generalized Verma modules, *Compositio Math.* **150** (2014) 877–892.

[2] Hisayosi Matumoto, Homomorphisms between scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$, *Int. Math. Res. Notices*, **2016** (2016) 3525-3547

We study the homomorphisms between generalized Verma modules, which are induced from one dimensional representations (such generalized Verma modules are called scalar.

Classification of the homomorphisms between scalar generalized Verma modules is equivalent to that of equivariant differential operators between the spaces of sections of homogeneous line bundles on generalized flag manifolds.

Verma constructed homomorphisms between Verma modules associated with root reflections. Bernstein, I. M. Gelfand, and S. I. Gelfand proved that all the nontrivial homomorphisms between Verma modules are compositions of homomorphisms constructed by Verma. Later, Lepowsky studied the generalized Verma modules. In particular, Lepowsky constructed a class of homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated to the parabolic subalgebras which are the complexifications of the minimal parabolic subalgebras of real reductive Lie algebras. They are corresponding to reflections with respect to the restricted roots.

We introduced elementary homomorphisms between scalar generalized Verma modules. They can be regarded as a generalization of homomorphisms introduced by Verma and Lepowsky. We propose a conjecture on the classification of the homomorphisms between scalar generalized Verma modules, which can be regarded as a generalization of the above-mentioned result of Bernstein-Gelfand-Gelfand.

Conjecture All the nontrivial homomorphisms between scalar generalized Verma modules are compositions of elementary homomor-

phisms.

In [1], we confirmed the conjecture for strict normal parabolic subalgebras. Also, we confirmed the conjecture for $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$. ([2]) So, the classification of the homomorphisms between generalized Verma modules of $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$ is obtained.

In [2], one of main ingredient is a result of Borho-Jantzen on annihilators of scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$. We obtained new proof of this result using translation functors. This approach seems applicable to other semisimple Lie algebras.

[1] Hisayosi Matumoto, On the homomorphisms between scalar generalized Verma modules, *Compositio Math.* **150** (2014) 877–892.

[2] Hisayosi Matumoto, Homomorphisms between scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$, *Int. Math. Res. Notices*, **2016** (2016) 3525-3547

B. 発表論文

1. Hisayosi Matumoto, On the homomorphisms between scalar generalized Verma modules, *Compositio Math.* **150** (2014) 877–892.
2. Hisayosi Matumoto, Homomorphisms between scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$, *Int. Math. Res. Notices*, **2016** (2016) 3525-3547.

C. 口頭発表

1. Whittaker modules and vectors associated with the Jacobi parabolic subalgebras, "2011 Nankai International Workshop on Representation Theory and Harmonic Analysis", Nankai University June 2012.
2. スカラー型一般化バルマ加群の間の準同型について, 日本数学会 2013年度年会 特別講演, 京都大学 2013年3月.
3. $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$ のスカラー型一般化バルマ加群の間の準同型, Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2015, 岡山いこいの村, 2015年6月

D. 講義

1. 初年次ゼミナール理科 解析学の基礎についてグループ学習形式で体験型学習を行うもの
2. 自然科学ゼミナール 圏論についての講義および「カテゴリーの基礎」の輪講
3. 常微分方程式 (前期課程 2 年生)
4. 保型関数入門 (全学セミナー)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 八尋 耕平 (YAHIRO Kohei): Radon transforms of twisted D-modules on partial flag varieties

三枝 洋一 (MIEDA Yoichi)

A. 研究概要

p 進簡約代数群の表現を局所 Galois 表現によってパラメータ付ける局所ラングランズ対応に興味を持っている。最近、Rapoport-Zink 空間と呼ばれる p 進体上のリジッド空間の ℓ 進エタールコホモロジーと局所ラングランズ対応の関係を中心的なテーマとして研究を進めている。

F を p 進体とする。 $\mathrm{GL}_n(F)$ の局所ラングランズ対応により、 $\mathrm{GL}_n(F)$ の既約超尖点表現は F の Weil 群 W_F の n 次元既約表現によってパラメータ付けられることが知られている。その一方で、具体的な既約超尖点表現がどのようなパラメータを持つかという問題 (明示的局所ラングランズ対応と呼ばれる) についてはまだ分かっていないことが多い。本年度は、この問題に対し、 $\mathrm{GL}_n(F)$ の Rapoport-Zink 空間である Lubin-Tate 空間を用いて取り組む手法を検討した。Lubin-Tate 空間は高さ n の一次元形式 \mathcal{O}_F 加群の普遍変形空間として定義されるリジッド空間のエタール被覆の射影系であり、そのエタールコホモロジーには $\mathrm{GL}_n(F)$ の局所ラングランズ対応が現れることが知られている (非可換 Lubin-Tate 理論)。その射影極限をとったものはパーフェクトイド空間の構造を持ち、Lubin-Tate パーフェクトイド空間と呼ばれている。この Lubin-Tate パーフェクトイド空間のよいアフィノイド開集合を探し、その還元のエタールコホモロジーを計算するというタイプの研究が、近年多数の研究者によ

てなされている。私の基本的なアイデアは、非可換 Lubin-Tate 理論とアフィノイドの還元の計算を組み合わせることで明示的局所ラングランズ対応の結果を導こうというものである。この戦略を実行するには、まず始めに、アフィノイドパーフェクトイド空間のエタールコホモロジーとその還元のエタールコホモロジーを比較するという基礎的な問題を解決する必要がある。私はこの問題に取り組み、還元のエタールコホモロジーからパーフェクトイド空間のエタールコホモロジーに単射があるための使いやすい十分条件を見つけることに成功した。さらにその応用として、 $\mathrm{GL}_n(F)$ の既約超尖点表現 π に対し、 (1) π が深度 0 (2) π が単純超尖点表現 (3) n が F の剰余標数 p と異なる素数である のいずれかが成立するときに、 π に対応する W_F の n 次元既約表現を明示的に決定できた ((3) は津嶋貴弘氏との共同研究である)。明示的局所ラングランズ対応に関する上記の結果はいずれも先行研究で得られたものの別証明となっているが、我々の手法は先行研究とは異なり、超尖点表現の指標や局所 Galois 表現の ε 因子等に関する具体的な計算を一切必要としないという長所がある。それゆえ、Lubin-Tate パーフェクトイド空間のアフィノイドの還元の計算をさらに進めることで、先行研究に含まれない新しい結果が多数得られるであろうと強く期待している。今年度はこれに加え、前アーベル型志村多様体の潜在的良還元部分に関する今井直毅氏との共著論文の執筆を行った。この研究は数年前にほぼ完成していたものであるが、細部を詰めたり定式化を洗練させたりという作業が残っており、それにある程度の時間を費やす必要があった。

I am interested in the local Langlands correspondence, which parametrizes irreducible smooth representations of a p -adic reductive group by local Galois representations. Recently, I am mainly working on the problem relating the ℓ -adic étale cohomology of the Rapoport-Zink spaces and the local Langlands correspondence.

Let F be a p -adic field. By the local Langlands correspondence for $\mathrm{GL}_n(F)$, irreducible supercuspidal representations of $\mathrm{GL}_n(F)$ are known to be parametrized by n -dimensional irreducible representations of the Weil group W_F

of F . On the other hand, for a given irreducible supercuspidal representation, it is usually very difficult to determine its parameter explicitly. Such a problem is called the explicit local Langlands correspondence. In this year, I proposed an approach to this problem by using the Lubin-Tate space, which is the Rapoport-Zink space for $\mathrm{GL}_n(F)$. The Lubin-Tate space is a projective system of rigid étale coverings of the universal deformation space of a one-dimensional formal \mathcal{O}_F -module of height n . The non-abelian Lubin-Tate theory says that the étale cohomology of it realizes the local Langlands correspondence for $\mathrm{GL}_n(F)$. The projective limit of the Lubin-Tate space turns out to be a perfectoid space, and is called the Lubin-Tate perfectoid space. Recently, many people tried to find nice affinoids of this perfectoid space and compute the étale cohomology of their reductions. My basic idea is to obtain results on the explicit local Langlands correspondence by combining the non-abelian Lubin-Tate theory with the computation of reductions mentioned above. To carry out this strategy, we first need to compare the étale cohomology of an affinoid perfectoid space and that of its reduction. I worked on this fundamental problem, and obtained a useful criterion which ensures the existence of an injection from the étale cohomology of the reduction to that of the affinoid perfectoid space. Further, by using this result, I explicitly determined the n -dimensional irreducible representation of W_F attached to an irreducible supercuspidal representation π of $\mathrm{GL}_n(F)$, when one of the following holds: (1) π has depth 0, (2) π is simple supercuspidal, and (3) n is a prime number different from the residue characteristic p of F . The part (3) is a joint work with Takahiro Tsushima. All of the results on the explicit local Langlands correspondence are in fact previously known, and our method provides alternative proofs of them. However, our strategy has an advantage that it can avoid very complicated computations on the characters of supercuspidal representations or on the ε -factors of local Galois representations in the preceding

works. By this reason, I strongly believe that further computations on the reductions of affinoids of the Lubin-Tate perfectoid space will produce a lot of new results on the explicit local Langlands correspondence.

In this year, I also wrote up a joint paper with Naoki Imai on the potentially good reduction locus of a Shimura variety of preabelian type. This research had almost been completed a few years ago. However we still had to check details and refine some formulations, which took some time.

B. 発表論文

1. N. Abe and Y. Mieda : “Jacquet functor and De Concini-Procesi compactification”, *International Mathematics Research Notices* **12** (2015), 3810–3829.
2. Y. Mieda : “Variants of formal nearby cycles”, *Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu* **13** (2014), 701–752.
3. Y. Mieda : “Geometric approach to the local Jacquet-Langlands correspondence”, *American Journal of Mathematics* **136** (2014), 1067–1091.
4. Y. Mieda : “Lefschetz trace formula for open adic spaces”, *Journal für die reine und angewandte Mathematik* **694** (2014), 85–128.
5. Y. Mieda : “Comparison results for étale cohomology in rigid geometry”, *Journal of Algebraic Geometry* **23** (2014), 91–115.
6. Y. Mieda : “Lefschetz trace formula and ℓ -adic cohomology of Lubin-Tate tower”, *Mathematical Research Letters* **19** (2012), 95–107.

C. 口頭発表

1. Arthur 分類とその応用, 代数的整数論とその周辺 2016, 京都大学, 2016 年 12 月.
2. Compactly supported cohomology of affinoid perfectoid spaces and their reductions, Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics, 京都大学, 2016 年 11 月.

3. Cohomology of affinoid perfectoid spaces and their reductions, p -adic methods in arithmetic geometry at Sendai, 2016, 東北大学, 2016年11月.
4. 明示的局所ラングランズ対応への幾何学的アプローチ, 代数学セミナー, 九州大学, 2016年10月.
5. $GL(n)$ の局所ラングランズ対応とその幾何学的構成, 数論幾何学セミナー, 九州大学, 2016年10月.
6. Parity of the Langlands parameters of conjugate self-dual representations of $GL(n)$ and the local Jacquet-Langlands correspondence, Japan-Taiwan Joint Conference on Number Theory 2016, National Taiwan University (台湾), 2016年9月.
7. R. F. Coleman, P -adic Banach spaces and families of modular forms の Chapter A の概説, 2016年度整数論サマースクール「保型形式の p 進 family 入門」, 諏訪湖ホテル, 2016年8月23日.
8. Cohomology of affinoids in the Lubin-Tate space at infinite level and their reductions, 2016 Seoul-Tokyo Conference on Number Theory, Korea Institute for Advanced Study (韓国), 2016年6月.
9. Cohomology of affinoids in the Lubin-Tate space at infinite level and their reductions, 2016 AS-NCTS Workshop on Shimura Varieties and Related Topics, Institute of Mathematics, Academia Sinica (台湾), 2016年5月.

D. 講義

1. 保型関数論・代数学 $XG : p$ 可除群のモジュライ空間と局所ラングランズ対応に関する最近の進展について (数理大学院・4年生共通講義)
2. 数理科学基礎: 数学の基礎 (教養学部前期課程講義)
3. 微分積分学: 微積分の基礎 (教養学部前期課程講義)

F. 対外研究サービス

1. 第61回代数学シンポジウムプログラム責任者 (数論)
2. 研究集会 “Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics” オーガナイザー
3. Arizona Winter School 2017, Problem session leader

宮本 安人 (MIYAMOTO Yasuhito)

A. 研究概要

非線形楕円型と放物型偏微分方程式の個々の解の性質や解全体の構造など, 解の定性的理論を研究している. 近年は, 楕円型方程式でソボレフ優臨界 (または超臨界) と呼ばれる場合に興味がある. 優臨界の場合は, 関数解析的手法を適用することが困難 (現実的には不可能) であることが知られており, その詳しい解構造は未知の部分が大きい. 典型的な優臨界方程式の例として, $\Delta u + e^u = 0$ (空間次元 $N \geq 3$) や $\Delta u + u^p = 0$ ($p > (N+2)/(N-2)$, 空間次元 $N \geq 3$) の場合がある. 具体的には下記の問題を扱った.

1. $\Delta u + e^u = 0$ の非球対称特異解 [1]: 文献 [1] では, 領域 $\mathbb{R}^N \setminus \{0\}$ で空間次元 $4 \leq N \leq 10$ の場合に, 回転では写り合わない無限個の非球対称特異解を構成した. E. Dancer 等による先行研究で, $\Delta u + u^p = 0$ の場合に同種の結果があるが, それとは異なる手法を用いて, 証明を大幅に簡略化した. 特異解は, 解全体の構造の重要な情報が含まれていると一般的に考えられており, ここで発見した特異解を手掛かりにして解全体の構造を模索している.

2. 2つの正值球対称解の交点数 [2,3]: 文献 [2,3] では, m -ラプシアンや k -ヘシアンを含む, 優臨界準線形楕円型方程式の正值球対称解を求めるための常微分方程式

$$r^{-(\gamma-1)}(r^\alpha |u'|^{\beta-1} u')' + |u|^{p-1} u = 0, \quad r > 0$$

の2つの解 (特異解と古典解, または, 2つの古典解) の交点数を求めた. さらに対応する問題の分岐図式を決定した. この問題を通して, ジョセフ・ルンドグレン指数

と呼ばれる指数の一般化に相当する指数を決定した。[3]では部分的な結果であったが、証明を改良することにより[2]によって完全に解決された。この交点数に関する結果は、優臨界楕円型・放物型方程式の研究で中心的な役割を果たすと期待されている。

3. ソボレフ優臨界の分岐図式 [4,7,8]: 変分法による解析が困難なソボレフ優臨界の増大度を持つ非線形楕円型偏微分方程式に対して、常微分方程式の手法を用いて正值球対称解の分岐構造を明らかにした。文献[4]では多項式増大する非線形項を持つ Neumann 問題 $\varepsilon^2 \Delta u - u + u^p = 0$ を扱った。文献[8]では多項式増大する非線形項を持つ Dirichlet 問題の分岐図式を3種類に分類し、そのうちの1種類について研究し、文献[7]では指数増大する非線形項を持つ Dirichlet 問題の分岐図式を研究した。
4. ソボレフ劣臨界の分岐図式 [5,10]: 文献[10]では、ソボレフ劣臨界の指数を持つ楕円型方程式 $\varepsilon^2 \Delta u - u + u^p = 0$ の $1 \leq N \leq 6$ 次元の球領域における Neumann 問題の球対称解の分岐構造を明らかにした。また文献[5]では、ある種の1次元 Keller-Segel 系の定常解の分岐構造を明らかにした。
5. 2次元 Hénon 型問題の最大化元の形状 [6]: 文献[6]では、ある変分問題の最大化元の形状が球対称や非球対称になるための、具体的な十分条件を与えた。また、この問題がオイラー・ラグランジュ方程式の解構造と密接に関連していることを示した。
6. 解析的不完全分岐定理 [9]: 文献[9]では、解析的な非線形性を持つ方程式に対して、不完全分岐が起こるための抽象的な十分条件を与えた。円環領域上の Liouville 方程式 $\Delta u + e^u = 0$ の Dirichlet 問題を考え、領域を摂動させることによって実際に上記の条件が成り立ち、従って各2次分岐点で不完全分岐が起こることを示した。

I am studying qualitative properties of the solutions of nonlinear elliptic or parabolic PDEs. I am recently interested in the supercritical elliptic equations. It is almost impossible to take functional analytic approaches. Hence,

the structure of the solutions is unknown. Typical examples are $\Delta u + e^u = 0$ and $\Delta u + u^p = 0$ (p is large) in three or higher dimension. Recent topics are as follows:

1. **Nonradial singular solution [1]:** Infinitely many nonradial singular solutions of $\Delta u + e^u = 0$ in $\mathbb{R}^N \setminus \{0\}$, $4 \leq N \leq 10$, are constructed in [1]. E. Dancer *et al.* obtained a similar result in the case $\Delta u + u^p = 0$, $p_S < p < p_{JL}$. However, the proof of [1] is much shorter and easier.

2. **Intersection numbers [2,3]:** The intersection number of two solutions of

$$r^{-(\gamma-1)}(r^\alpha |u'|^{\beta-1} u')' + |u|^{p-1} u = 0, \quad r > 0$$

is obtained. Moreover, the bifurcation diagram of the positive solutions of the associated bifurcation problem is determined. We obtain a generalized exponent of the so-called Joseph-Lundgren exponent in this study.

3. **Bifurcation diagram of supercritical problems [4,7,8]:** I determined bifurcation diagrams of the radial solutions of supercritical Neumann problem $\varepsilon^2 \Delta u - u + u^p = 0$ and Dirichlet problems in a ball, using techniques of ODEs.

4. **Bifurcation diagrams of subcritical Neumann problems [5,10]:** I studied the branch of radial solutions of a subcritical Neumann problem in a ball and obtained the monotonicity of the first eigenvalue of the linearization. In [5] we obtained the structure of stationary solutions of a shadow system of Keller-Segel model.

5. **Nonradial Maximizers [6]:** A two-dimensional Hénon type problem is considered. An explicit sufficient condition for the maximizer to be nonradial is given. A bifurcation diagram of the Euler-Lagrange equation is studied.

6. **Analytic imperfect bifurcation theorem [9]:** An analytic imperfect bifurcation theorem whose assumptions are easy

to check is obtained. We applied the theorem to a domain perturbation problem and showed that the imperfect bifurcation occurs for a branch of solutions of the Liouville equation on an annulus.

B. 発表論文

1. Y. Miyamoto, “Infinitely many nonradial singular solutions of $\Delta u + e^u = 0$ in $\mathbb{R}^N \setminus \{0\}$, $4 \leq N \leq 10$ ”, to appear in Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A.
2. Y. Miyamoto and K. Takahashi, “Generalized Joseph-Lundgren exponent and intersection properties for supercritical quasilinear elliptic equations”, Arch. Math. **108** (2017), 71–83.
3. Y. Miyamoto, “Intersection properties of radial solutions and global bifurcation diagrams for supercritical quasilinear elliptic equations”, NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl. **23** (2016), Art. 16, 24 pp.
4. Y. Miyamoto, “Structure of the positive radial solutions for the supercritical Neumann problem $\varepsilon^2 \Delta u - u + u^p = 0$ in a ball”, J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), 685–739.
5. T. Tsujikawa, K. Kuto, Y. Miyamoto, H. Izuhara, “Stationary solutions for some shadow system of the Keller-Segel model with logistic growth”, Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. S **8** (2015), 1023–1034.
6. Y. Miyamoto, “Nonradial maximizers for a Hénon type problem and symmetry breaking bifurcations for a Liouville-Gel’fand problem with a vanishing coefficient”, Math. Ann. **361** (2015), 787–809
7. Y. Miyamoto, “Classification of bifurcation diagrams for elliptic equations with exponential growth in a ball”, Ann. Mat. Pura Appl. **194** (2015), 931–952.
8. Y. Miyamoto, “Structure of the positive solutions for supercritical elliptic equa-

tions in a ball”, J. Math. Pures Appl. **102** (2014), 672–701.

9. T. Kan and Y. Miyamoto, “Analytic imperfect bifurcation theorem and the Liouville-Gel’fand equation on a perturbed annular domain”, Math. Nachr. **286** (2013), 1142–1166.
10. Y. Miyamoto and K. Yagasaki, “Monotonicity of the first eigenvalue and the global bifurcation diagram for the branch of interior peak solutions”, J. Differential Equations **254** (2013), 342–367.

C. 口頭発表

1. Intersection number and applications for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, Tokyo-Berkeley Mathematics Workshop PDEs and Mathematical Physics, 東京大学, 2017年1月.
2. Intersection number and applications for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, RIMS 研究集会「常微分方程式の定性的理論とその周辺」, 京都大学, 2016年11月.
3. Structure of positive solutions for semilinear elliptic equations with supercritical growth, 3rd Chile-Japan Workshop on Nonlinear PDEs, 大阪大学, 2015年12月.
4. 優臨界楕円型方程式の正值球対称解の分岐図式, 森田善久先生還暦記念祝賀研究集会—パターン生成とダイナミクスの解構造の探求—, 北海道大学, 2015年6月.
5. A planar convex domain with many isolated hot spots on the boundary, 談話会, 東北大学, 2014年5月.
6. Structure of the positive radial solutions for a supercritical Neumann problem in a ball, 2014 International Workshop on Nonlinear PDE and Applications, Pusan Univ. (韓国), 2014年3月.
7. Stable patterns and the nonlinear “hot spots” conjecture, 数理科学講演会, 東京大学, 2013年5月.

8. Structure of the positive radial solutions for a supercritical Neumann problem in a ball, Workshop on Nonlinear PDE -Japan-China Joint Project for Young Mathematicians, 龍谷大学, 2013 年 10 月.
9. Stable patterns and Morse index one solutions, AIMS Conference, Orland (USA), 2012 年 7 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎 (S1 ターム): 微分積分学の入門講義 (教養学部前期課程)
2. 微分積分学 (S1, A セメスター): 微分積分学の入門講義 (教養学部前期課程)
3. 解析学 V (A セメスター): 偏微分方程式の基礎 (理学部数学科 3 年生)
4. 解析学特別演習 II (A セメスター): 解析学 V の演習 (理学部数学科 3 年生)
5. 基盤数理科学 2/基盤数理科学特論 2 (集中講義 6 月): 非線形ホットスポット予想とその周辺 (大学院・4 年生共通授業, 首都大学東京)

吉野 太郎 (YOSHINO Taro)

A. 研究概要

非ハウスドルフ空間において, その位相や収束の様子を直感的に捉えることは一般には難しい. そこで, 私は位相的ブローアップと言う操作を導入し, このような空間の位相を直感的に捕らえる手法を考えている. (ハウスドルフとは限らない) 局所コンパクト空間 X が与えられたとき, その位相的ブローアップと呼ばれる空間 Y と写像

$$\eta: 2^X \rightarrow 2^Y$$

が定義される. このとき, 組 (η, Y) は X の位相的情報を完全に持っている. これは単に抽象的に (η, Y) から X の位相が復元できるというだけでなく, 直感的な意味でも, Y における収束の様子から X における収束の様子を捉えることができる. 不連続群の研究において, Clifford-Klein 形の変形空間を理解することは重要であるが, 多くの変形空間はハウスドルフでないため, 空間を直

感的に捉えることは難しい. 位相的ブローアップの手法を使って, このような空間の理解が進むことが期待できる.

It is not easy to understand a topology on a non-Hausdorff space by intuition. So, I had introduced a method ‘Topological Blow-up’. By the method, one can understand topology on non-Hausdorff spaces. Let X be a (not necessarily Hausdorff) locally compact space. From the topology on X , one can define a locally compact Hausdorff space Y , which is called a topological blow-uped space of X , and a map

$$\eta: 2^X \rightarrow 2^Y.$$

Then the pair (η, Y) has complete information on the topology on X . This means not only that one can recover the original topology from (η, Y) , but one can understand intuitively the topology on X . In the theory of discontinuous groups, it is important to understand deformation spaces of Clifford-Klein forms. These deformation spaces, however, is not Hausdorff in many cases. So, I expect to understand these spaces well by using this method.

C. 口頭発表

1. On Topological blow-up, Group Actions with applications in Geometry and Analysis (フランス Reims) 2013 年 6 月.
2. On Topological blow-up, The Asian Mathematical conference 2013 (韓国 釜山) 2013 年 6,7 月.
3. On Topological blow-up, Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications (The 3rd Tunisian-Japanese Conferenc) (チュニジア Sousse) 2013 年 12 月
4. 位相的ブローアップについて, 日本数学会 2014 年度会 特別講演 (学習院大学 目白キャンパス) 2014 年 3 月
5. On the deformation space of Clifford-Klein forms of nilpotent Lie groups, and Baklouti’s conjecture. Deformation ワークショップ (名古屋大学) 2015 年 2 月

D. 講義

1. 数学 I : 微積分学 (教養学部前期過程講義, 理系 2,3 類向け)

米田 剛 (YONEDA Tsuyoshi)

A. 研究概要

非圧縮 Euler 方程式に対する双曲的平面せん断流の数学研究が、2014 年の Bourgain-Li や Kiselev-Sverak の breakthrough 以降、盛んになってきている。以下の研究結果はその双曲的平面せん断流に関する研究結果である。

1. 非圧縮 Euler 方程式における $C^{1,\alpha}$ から $L_t^\infty C_x^{1,\alpha}$ ($0 < \alpha < 1$) への solution map が連続とはならないことを示した。一方で little Hölder subspace $c^{1,\alpha}$ では連続になることを示した。我々はまたベゾフ空間 $B_{2,1}^1$ 付近で「弱い意味での norm inflation」が起きることを、その双曲的平面せん断流の構造を使って示した。([1,4] 参照)
2. 単位正方領域内 $\{(x_1, x_2) : 0 < x_1 + x_2 < \sqrt{2}, 0 < -x_1 + x_2 < \sqrt{2}\}$ における非圧縮 Euler 流について考えた。境界上でのよどみ点付近で渦度勾配の Lipschitz 評価が (時間発展において) 高々一重指数増大しかしないことを示した。([5] 参照)

Recently, some researchers made breakthrough in the incompressible Euler flow study field. They analyzed hyperbolic flow configurations with characteristic curve observation, and solved several open problems in the Euler flow study field. The most important recent works must be Bourgain-Li (2014, Invention Math.) and Kiselev-Sverak (2014, Annals of Math.). The following results are based on the hyperbolic flow configurations.

1. We constructed an example showing that the solution map of the Euler equations is not continuous in the Hölder space from $C^{1,\alpha}$ to $L_t^\infty C_x^{1,\alpha}$ for any $0 < \alpha < 1$. On the other hand we show that it is continuous when restricted to the little Hölder subspace $c^{1,\alpha}$. We also showed that an weak

type of norm inflation occurs near the critical Besov space $B_{2,1}^1$. (see [1,4])

2. The two dimensional Euler flow under a simple symmetry condition with hyperbolic structure in a unit square $\{(x_1, x_2) : 0 < x_1 + x_2 < \sqrt{2}, 0 < -x_1 + x_2 < \sqrt{2}\}$ is considered. We proved that the Lipschitz estimate of the vorticity on the boundary is *at most* single exponential growth near the stagnation point. (see [5])

B. 発表論文

1. G. Misiołek and T. Yoneda: “Continuity of the solution map of the Euler equations in Hölder spaces and weak norm inflation in Besov spaces”, to appear in Trans. Amer. Math. Soc.
2. N. Kishimoto and T. Yoneda: “A number theoretical observation of a resonant interaction of Rossby waves”, Kodai Math. J. **40** (2017) 16–20.
3. P-Y. Hsu, H. Notsu, T. Yoneda: “A local analysis of the axi-symmetric Navier-Stokes flow near a saddle point and no-slip flat boundary”, J. Fluid Mech. **794** (2016) 444-459.
4. G. Misiołek and T. Yoneda: “Local ill-posedness of the incompressible Euler equations in C^1 and $B_{\infty,1}^1$ ”, Math. Ann. **364** (2016) 243-268.
5. T. Itoh, H. Miura and T. Yoneda: “Remark on single exponential bound of the vorticity gradient for the two-dimensional Euler flow around a corner”, J. Math. Fluid Mech. **18** (2016) 531-537.
6. C-H. Chan, M. Czubak and T. Yoneda: “An ODE for boundary layer separation on a sphere and a hyperbolic space” Physica D **282** (2014) 34–38.
7. C-H Chan and T. Yoneda: “On the stationary Navier-Stokes flow with isotropic streamlines in all latitudes on a sphere or a 2D hyperbolic space” Dynamics of PDE **10** (2013) 209–254.

8. S.Ibrahim and T. Yoneda: “Long-time solvability of the Navier-Stokes-Boussinesq equations with almost periodic initial large data” J. Math. Sci. Univ. Tokyo, **20** (2013) 1–25.
9. D. Chae and T. Yoneda: “On the Liouville theorem for the stationary Navier-Stokes equations in a critical space” J. Math. Anal. Appl. **405** (2013) 706–710.
10. M. Yamada and T. Yoneda: “Resonant interaction of Rossby waves in two-dimensional flow on a β plane” Physica D **245** (2013) 1–7.
7. Loss of continuity of the solution map for the Euler equations, PDE seminar, University of Minnesota, USA, 2015 年 1 月
8. 2次元渦度方程式に対する数学解析：三波相互作用と Lagrangian deformation, 山田道夫先生還暦記念研究集会「非線形現象の数理」, Wakayama, 2014 年 12 月
9. Topics in Mathematical fluid dynamics, CMMSC seminar in dynamical system and differential equations, National Chiao Tung University, Taiwan, 2014 年 11 月
10. 3次元 Navier-Stokes 流の局所的振る舞いに対する微分幾何学的アプローチ, 談話会, 東京工業大学, 2014 年 5 月

C. 口頭発表

1. Pulsatile flow の乱流遷移に関する純粋数学的洞察の試み, 非線形現象と高精度高品質数値解析, 富山大学, 2017 年 2 月
2. Mathematical considerations of laminar-turbulent transition and vortex thinning in 2D turbulence, Tokyo-Berkeley Mathematics Workshop: Partial Differential Equations and Mathematical Physics, 東京大学, 2017 年 1 月
3. A local analysis of incompressible Euler flow, Fifth China-Japan Workshop on Mathematical Topics from Fluid Mechanics, Wuhan University, China, 2015 年 11 月
4. Loss of continuity of the solution map for the Euler equations using large Lagrangian deformation. 10th International ISAAC Congress in Macau, Harmonic Analysis and PDEs, University of Macau, China, 2015 年 8 月
5. Loss of continuity of the solution map for the Euler equations using multi-scale vorticities, Summer School on multiscale and geometric analysis, 北海道大学, 2015 年 7 月
6. Loss of continuity of the solution map for the Euler equations using large Lagrangian deformation. RIMS 研究集会「流体と気体の数学解析」, 京都大学, 2015 年 7 月

D. 講義

1. 全学自由研究ゼミナール:(微分積分学と線形代数という基礎知識だけにに基づく) Navier-Stokes 方程式のミレニアム懸賞問題の講義をおこなった。(教養学部前期課程講義)
2. 基礎数理特別講義 VIII: Euler 方程式の解の norm inflation に関する講義をおこなった。(数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 上野 健太 (UENO Kenta): 円環領域内の 2 次元非圧縮オイラー流における渦度勾配の時間発展について
2. (修士) 中井 拳吾 (NAKAI Kengo): Navier-Stokes 方程式の解の爆発と渦度の方向ベクトルの関係性

F. 対外研究サービス

流体力学学会年会 2016 における「流体数理」のセッションオーガナイザー

G. 受賞

1. 科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞, 2014 年 4 月
2. 日本数学会賞：建部賢弘特別賞, 2012 年 9 月
3. 井上研究奨励賞, 2012 年 2 月

助 教 (Research Associates)

麻生 和彦 (ASOU Kazuhiko)

A. 研究概要

1. 演習問題の解説ビデオを利用した大学教養課程数学の教育実践
大学教養課程の講義において演習時間が十分に取れない場合、演習問題のプリントを配布し自習を促しているが、学生の解答に対して十分な解説がされているとはいえない。そこで、演習問題の詳細な解説ビデオを作成し、演習問題プリントを配布した数日後にインターネット上で公開することを行った。その結果、受講生のアンケートでは、講義期間中に解説ビデオを視聴したのは受講者の半数と少なかったが、視聴した学生は解説プリントよりも理解に役立ったとの回答を得ることができた。今後は、教育工学のインストラクショナル・デザインの知見を用い、講義全体を解説ビデオと対面講義が連動する反転授業としてデザインしていく。
2. 黒板講義の見たいところを受講者が自由に視聴可能な講義ビデオ配信システム的设计
数理解説ビデオアーカイブ・プロジェクトで収録している講演や講義ビデオを教育や研究で有効に活用するため、新たな講義ビデオの収録公開システムを、商用のビデオ公開システムをベースとして開発を行っている。システムの概要は、1. 黒板を使った数学の講義を固定したハイビジョンカメラで黒板全体を収録、2. 収録された映像を黒板だけの静止画と講演者を中心に切り取った動画に自動編集、3. 自動編集した黒板の静止画と講演者の動画を組み合わせた web ページを公開する機能を持つ。このシステムにより学習者は、黒板の見にくい小さな文字や数式を拡大して視聴することができるようになり、また以前に書かれた板書をいつでもストレスなく見返すことができるようになる。今後は開発したシステムを用いた学習効果の実証実験を行っていく。
3. 遠隔講義システムの開発
東大数理とIHES(フランス・パリ)、Morningside

Center of Mathematics(中国・北京)の3地点で開催される「東京パリ数論幾何セミナー」の双方向遠隔中継の実践を通して、黒板を使った数学の講演を中継するための多地点システムの開発を行っている。今後は、開発したシステムを元に数理棟内の講義室(002, 056号室)や演習室(052号室)の遠隔セミナーシステムを効率よく運用できるようにシステムを改善していく。

4. 数学に関連する資料の保存や管理、公開に関する調査研究
数理図書室に保管されていた代数的整数論国際会議(1955)、函数解析学国際会議(1969)、多様体論国際会議(1973)などの講演音声テープ(計297本)を教育や研究を目的として長期的に活用するための保存方法の研究を行っている。
5. Educational practice of using the explainer video of math exercises
6. Development of video shooting method of the blackboard for video streaming
7. Development of distance learning system
8. Research study on preservation, conservation and exhibition of mathematics material

B. 発表論文

1. 麻生 和彦, “演習問題の解説ビデオを利用した大学教養課程数学の教育実践”, 数学教育学会 2014 年度数学教育学会秋季例会 発表論文集 (2014) pp.29-30.

C. 口頭発表

1. “数学コンテンツの活用について”, 研究集会「数理学と分子生物学を融合する研究・教育のアウトリーチについて」, 東京大学玉原セミナーハウス, 2015年5月.

2. “演習問題の解説ビデオを利用した大学教養課程数学の教育実践”, 2014 年度 数学教育学会秋季例会, 広島大学, 2014 年 9 月.
3. “インストラクショナルデザインと数学教育”, 明治大学 夏季特別数学教育セミナー, 明治大学 中野キャンパス, 2014 年 8 月.
4. “MOOC へ数学の講義を提供できるか?”, 研究集会「幾何学とインターネット数理科学 2014」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2014 年 7 月.
5. “大学教養課程の数学へ反転授業を導入する試みについて”, 第 16 回 SEA 教育事例研究会 2014, キャンパス・イノベーションセンター東京, 2014 年 6 月.
6. “数学コンテンツの発信方法について”, 研究集会「無限群と幾何学の展開のアウトリーチについて」, 東京大学玉原セミナーハウス, 2014 年 6 月.
7. “インターネットで数学を学べるか?”, 研究集会「幾何学とインターネット数理 2013」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2013 年 7 月.
8. “東大数理ビデオアーカイブス・プロジェクトでの「板書 Producer」の利用”, 大学 ICT 推進協議会 2012 年度年次大会, 神戸国際会議場, 2012 年 12 月.

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 情報システム運用委員会 専門委員

片岡 俊孝 (KATAOKA Toshitaka)

A. 研究概要

- (I). 整数論, 特に代数体の類数の拡大次数を割る成分についての研究.
- (II). 有限群の表現の指標値による特徴付け.
 - (I). Number theory. On the components dividing the degrees of the class numbers of algebraic number fields.

- (II). Characterization of representations of finite groups by their character values.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習: (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S1 ターム)
2. 数理科学基礎演習: (教養学部前期課程理科 II・III 類 1 年生 S1 ターム)
3. 数学基礎理論演習: (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S2 ターム)
4. 数学基礎理論演習: (教養学部前期課程理科 II・III 類 1 年生 S2 ターム)
5. 微分積分学演習: (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
6. 微分積分学演習: (教養学部前期課程理科 II・III 類 1 年生 A セメスター)
7. 線型代数学演習: (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
8. 線型代数学演習: (教養学部前期課程理科 II・III 類 1 年生 A セメスター)

清野 和彦 (KIYONO Kazuhiko)

A. 研究概要

4 次元多様体における局所線形な群作用と滑らかな群作用の違いについて研究している。昨年度まではスピン 4 次元多様体への群作用のスピン構造への持ち上げを利用してきたが、今年度は同じ作用について行列式直線束が自明であるようなスピン・シー構造への持ち上げでスピン構造への持ち上げにはなっていないものを利用してみた。しかし、今のところスピン構造への持ち上げで分かることしか得られていない。

I have studied difference between locally linear group actions and smooth ones on 4-manifolds. I had studied group actions on spin 4-manifolds by using the lift actions on the spin structures till last year. This year, I used lift actions on the spin^c structures with trivial determinant line bundle which do not act on the spin structures. But, so far, I obtained only results already known.

D. 講義

1. 数理学基礎演習：大学で数学を学ぶための基礎についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S1 ターム)
2. 数理学基礎演習：大学で数学を学ぶための基礎についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S1 ターム)
3. 数学基礎理論演習：微分積分学と線型代数学の初歩についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S2 ターム)
4. 数学基礎理論演習：微分積分学と線型代数学の初歩についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S2 ターム)
5. 微分積分学演習：微分積分学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
6. 微分積分学演習：微分積分学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
7. 線型代数学演習：線型代数学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
8. 線型代数学演習：線型代数学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
9. 全学自由研究ゼミナール「多変数関数の微分」：多変数関数の微分について解説した。(教養学部前期課程 S セメスター)
10. 全学自由研究ゼミナール「電磁気学で使う数学」：多変数関数の積分とベクトル解析について解説した。(教養学部前期課程 A セメスター)

牛腸 徹 (GOCHO Toru)

A. 研究概要

位相的場の理論に付随する不変量に対して、“母空間”という見方から理解を深めることを試みている。そのために、シンプレクティック多様体のループ空間の半無限同変コホモロジーや“半無限同変 K 群”に入る構造を調べている。ここ

数年の研究を通して、筆者はシンプレクティック多様体のループ空間の同変 K 群には、自然に差分作用素が作用することを確かめ、トーリック多様体やその完全交叉に対して、対応する差分方程式やその解を求めた。その結果、これらの差分方程式やその解は、量子コホモロジーから得られる微分方程式やその解のある種の“ q -類似”になっていることが分かった。筆者自身の定式化によれば、同様の考察は、同変 elliptic cohomology を用いても可能であるように思われるので、この場合に、どのような構造が得られることになるのか研究を続けているところである。

I have been trying to have a better understanding of various topological invariants associated with topological field theories from the viewpoint of “Bo-kuukan”. For that purpose, I have been studying the structure of the semi-infinite equivariant cohomology and “the semi-infinite equivariant K group” of the loop space of a symplectic manifold. In the last few years, I found that there exists a natural action of difference operators on the equivariant K group of the loop space of a symplectic manifold, and I obtained the corresponding difference equation and its solutions in the case of a toric manifold and its complete intersection. As a result, I found that the difference equation and its solution so obtained are a kind of “ q -analogue” of the differential equation and its solutions associated with their quantum cohomology. Using my formulation, the same consideration seems to be possible also in the case of the equivariant elliptic cohomology, and I have been studying to clarify what kind of structures we obtain in this case.

D. 講義

1. 数理学基礎演習：教養一年生の S1 タームの演習
2. 数学基礎理論演習：教養一年生の S2 タームの演習
3. 微分積分学演習：教養一年生の A セメスターの微分積分学の演習
4. 線型代数学演習：教養一年生の A セメスターの線型代数学の演習

5. 全学ゼミナール「じっくり学ぶ数学 I」, 「じっくり学ぶ数学 II」: 教養一年生を対象に, 微積分学や線型代数学における基本的な考え方を順番に取り上げて説明した.

中村 勇哉 (NAKAMURA Yusuke)

A. 研究概要

今年度は

1. 極小モデル理論と有理点の関係,
2. ACC 予想,

について研究を進めた. 以下, 研究成果を詳述する.

1. 有限体上定義された非特異ファノ多様体は有理点をもつという Esnault 氏の結果がある. また権業善範氏と田中公氏との共同研究として, 3次元の KLT ファノ型多様体について同様のことを証明した. 今年度はこの研究の続きとして, 田中公氏との共同研究により, KLT よりさらに特異点の悪いファノ多様体を研究し一定の成果を得た.
2. ACC 予想に関連して, 極小ログ食い違い係数を与えるようなブローアップの列の長さに関して予想を立てた. Mustața 氏との共同研究において, 低次元の場合とトーリック多様体の場合についての証明を与え, 論文としてまとめた.

In this year, I studied the following two topics:

1. Relation between the minimal model program and the rational points.
2. The ACC conjecture.

They will be described in detail below.

1. Esnault proved that any smooth Fano variety defined over a finite field has a rational point. In joint work with Y. Gongyo and H. Tanaka, we proved the same formula for three-dimensional klt variety of Fano type. In this year, as joint work with H. Tanaka, we considered non-klt Fano varieties and gave a new formulation.

2. Related to the ACC conjecture, I raised a question on the boundedness of the number of successive blow-ups necessary for obtaining the minimal log discrepancy. As joint work with M. Mustața, we proved this conjecture in dimension two and the toric case.

B. 発表論文

1. M. Mustața, Y. Nakamura: “A boundedness conjecture for minimal log discrepancies on a fixed germ”, preprint, available at arXiv:1502.00837.
2. Y. Nakamura, J. Witaszek: “On base point free theorem and Mori dream spaces for log canonical threefolds over the algebraic closure of a finite field”, preprint, available at arXiv:1603.06197.
3. Y. Gongyo, Y. Nakamura, H. Tanaka: “Rational points on log Fano threefolds over a finite field”, to appear in J. Eur. Math. Soc.
4. Y. Nakamura: “On minimal log discrepancies on varieties with fixed Gorenstein index”, Michigan Math. J. 65 (2016), no. 1, 165–187.
5. Y. Nakamura: “On semi-continuity problems for minimal log discrepancies”, J. Reine Angew. Math. 711 (2016), 167–187.
6. D. Martinelli, Y. Nakamura, J. Witaszek: “On base point free theorem for log canonical threefolds over the algebraic closure of a finite field”, Algebra Number Theory 9-3 (2015), 725–747.

C. 口頭発表

1. Rational points on log Fano threefolds over a finite field, Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop 2017, University of Cambridge, イギリス, ケンブリッジ, 2017年3月(予定).
2. New formulation of the number of rational points on singular Fano varieties over

a finite field, The 2nd Higher dimensional algebraic geometry Echigo Yuzawa symposium, 湯沢町公民館, 2017 年 2 月.

3. Rational points on log Fano threefolds over a finite field, Workshop on Higher Dimensional Algebraic Geometry, Holomorphic Dynamics and Their Interactions, National University of Singapore, シンガポール, シンガポール, 2017 年 1 月.
4. A boundedness conjecture for minimal log discrepancies, Algebraic Geometry Seminar, KIAS, 韓国, ソウル, 2016 年 8 月.
5. Birkar 氏の論文 “Anti-pluricanonical systems on Fano varieties” の解説, Summer School on Algebraic Geometry, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016 年 7–8 月.
6. Rational points on log Fano threefolds over a finite field, Tokyo-Princeton algebraic geometry conference, Princeton University, アメリカ, プリンストン, 2016 年 5 月.

D. 講義

1. 数理解科学基礎微積演習 : S2 タームと A セメスターを担当した.

F. 対外研究サービス

1. (オーガナイザー) The 2nd Higher dimensional algebraic geometry Echigo Yuzawa symposium, 湯沢町公民館, 2017 年 2 月 13–17 日.

鮑 園園 (BAO Yuanyuan)

A. 研究概要

Heegaard Floer 理論、量子不変量及びそれらの位相的な応用に興味があり、研究している。過去の二年間、三次元多様体に埋め込まれる二部均衡グラフの Heegaard Floer homology を研究してきた。この homology のオイラー標数はグラフの Alexander 多項式であり、古典的な手法で定義される不変量である。今年度、共同研究者と共に、グラフの Alexander 多項式は $\mathfrak{sl}(n)$ 量子多項式の MOY 関係式に類似した関係式が満

たすことを発見した。逆に、これらの関係式を用いて、Alexander 多項式の特徴付けを与えた。Heegaard Floer 理論と量子トポロジーの関係について、多くの研究者によって研究されている。今後の研究では、グラフの Alexander 多項式の量子トポロジー的な意味を考える予定である。これを通して、Heegaard Floer 理論の量子トポロジー的な意味も調べたい。

My research interests include the Heegaard Floer theory, quantum invariants and their topological applications in knot theory. In the past two years, I studied the Heegaard Floer homology for an embedded bipartite graph in a closed 3-manifold. The Euler characteristic of the homology is the Alexander polynomial, which is a classical invariant in knot theory. During this academic year, my coworker and I found that this polynomial satisfies some relations similar with MOY relations for $\mathfrak{sl}(n)$ quantum polynomial, and we showed that these relations, in turn, provide a characterization of the Alexander polynomial for a graph. One of the important questions in Heegaard Floer theory is how to understand the theory from the quantum topological viewpoint. In the future, we will study the quantum topological meaning of the Alexander polynomial and then that of its categorification, the Heegaard Floer homology.

B. 発表論文

1. Y. Bao : “Heegaard Floer homology for embedded bipartite graphs”, 数理解析研究所講究録. **2004** (2016) 1–12.
2. Y. Bao : “Polynomial splittings of Ozsváth and Szabó’s d -invariant”, Topol. Proc. **46** (2015) 309–322.
3. Y. Bao : “On knots having zero negative unknotting number”, Indiana Univ. Math. J. **63** No. 2 (2014) 597–613.
4. Y. Bao : “A note on knots with H(2)-unknotting number one”, Osaka J. Math. **51** No. 3 (2014) 585–596.
5. Y. Bao : “H(2)-unknotting operation related to 2-bridge links”, Topol. Appl. **159**

(2012) 2158–2167.

6. Y. Bao : “On the knot Floer homology of a class of satellite knots”, *J. Knot Theory Ramif.* **21** No. 4 (2012) 1–29.

C. 口頭発表

1. The Alexander polynomial of a bipartite graph, The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 東京大学, 2017年2月.
2. Heegaard Floer homology for embedded bipartite graphs, Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学, 2016年5月.
3. Heegaard Floer homology for transverse graphs with sinks and sources, Atelier de travail franco-japonais sur la géométrie des groupes modulaires et des espaces de Teichmüller, 日本, 東京大学, 2015年11月.
4. Heegaard Floer ホモロジーについて, 東北大学情報科学研究科情報数理談話会, 2015年6月.
5. Extending Kauffman’s definition of Alexander polynomial to bipartite spatial graphs, joint iBMath & QGM workshop, デンマーク, Aarhus 大学, 2013年12月.
6. A Heegaard Floer homology for bipartite spatial graphs and its properties, 第60回トポロジーシンポジウム, 大阪市立大学, 2013年8月.

D. 講義

1. Math 1 (PEAK コース・一年生講義)

特任教授 (Project Professors)

井原 茂男 (IHARA Sigeo)

A. 研究概要

生命科学における計測技術の進歩は特に目覚ましく従来常識を覆す全く新しい知見が得られつつある。その結果、生命科学ではデータ解析やモデリングが重要になり、新しい方法論やモデルにとどまらず、最先端の数学の応用、新概念の樹立への要求が高まっている。そこで、生物医学との融合研究による新しい数理科学の確立をめざし、生命動態システム科学のひとつの拠点として「生物医学と数学の融合拠点:iBMath」を推進している。個人的には主に、従来概念とは様相が異なる真核生物での転写過程の数理物理モデルの新しいモデルの構築に務めた。転写ファクトリーの基本的な物理メカニズムを明らかにしつつある。

The development of measurement technology is so rapid in life science that it increases not only the requirement of new analysis tools and mathematical modeling but also that of new application of newly developing mathematical concepts. Fusion of mathematics and molecular biology for medical research through the transcription processes, we seek a new mathematical paradigm. We have established a new research center, iBMath: Institute for Biology and Mathematics of Dynamic Cellular Processes. I mainly study dynamics of transcription factories in Eukaryotes from physics-based modeling and revealing some fundamental mechanisms.

B. 発表論文

1. Masuda K, Kitakami J, Kozasa T, Kodama T, Ihara S and Hamakubo T, Visualization of ligand-induced Gi protein activation in chemotaxing cells, *The FASEB Journal*, 2016. doi: [10.1096/fj.201601102R](https://doi.org/10.1096/fj.201601102R).
2. Hidaka T, Shimada A, Nakata Y, Kodama H, Kurihara H, Tokihiro T, and Ihara S, Simple model of pH-induced protein denaturation, *Phys. Rev. E* 92, 012709 - Published 7 July 2015. doi: [10.1103/PhysRevE.92.012709](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.92.012709).
3. Takashi Maejima, Tsuyoshi Inoue, Yasuharu Kanki, Takahide Kohro, Guoliang Li, Yoshihiro Ohta, Hiroshi Kimura, Mika Kobayashi, Akashi Taguchi, Shuichi Tsutsumi, Hiroko Iwanari, Shogo Yamamoto, Hirofumi Aruga, Shoulian Dong, Junko F. Stevens, Huay Mei Poh, Kazuki Yamamoto, Takeshi Kawamura, Imari Mimura, Jun-ichi Suehiro, Akira Sugiyama, Kiyomi Kaneki, Haruki Shibata, Yasunobu Yoshinaka, Takeshi Doi, Akimune Asanuma, Sohei Tanabe, Toshiya Tanaka, Takashi Minami, Takao Hamakubo, Juro Sakai, Naohito Nozaki, Hiroyuki Aburatani, Masaomi Nangaku, Xiaoan Ruan, Hideyuki Tanabe, Yijun Ruan, Sigeo Ihara, Akira Endo, Tatsuhiko Kodama, Yoichiro Wada, Direct Evidence for Pitavastatin Induced Chromatin Structure Change in the KLF4 Gene in Endothelial Cells, *PLoS One*. 2014 May 05;9(5):e96005. (2014) doi: [10.1371/journal.pone.0096005](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096005)
4. Ohta Y and Ihara S., Ultradiscrete Modeling and Simulation for Gene Transcription (The breadth and depth of nonlinear discrete integrable systems), *RIMS Kokyuroku Bessatsu*, B41, 101-123, 2013-08.
5. Yoshihiro Ohta, Akinobu Nishiyama, Yoichiro Wada, Yijun Ruan, Tatsuhiko Kodama, Takashi Tsuboi, Tetsuji Tokihiro, and Sigeo Ihara. Path-preference cellular-automaton model for traffic flow through transit points and its application to the transcription process in human cells. *Phys Rev E*. 86, 021918 (2012). doi: [10.1103/PhysRevE.86.021918](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.86.021918).
6. Tsuji S, Ihara S, Aburatani H. A simple knowledge-based mining method for exploring hidden key molecules in a

- human biomolecular network. BMC Syst. Biol. 2012 Sep 15;6(1):124. doi:10.1186/1752-0509-6-124.
7. Kanki Y, Kohro T, Jiang S, Tsutsumi S, Mimura I, Suehiro J, Wada Y, Ohta Y, Ihara S, Iwanari H, Naito M, Hamakubo T, Aburatani H, Kodama T, Minami T. Epigenetically coordinated GATA2 binding is necessary for endothelium-specific endomucin expression. EMBO J. 2011 Jun 10;30(13):2582-95. doi: 10.1038/emboj.2011.173.
 8. Ohta Y, Kodama T, Ihara S. Cellular-automaton model of the cooperative dynamics of RNA polymerase II during transcription in human cells. Phys. Rev. E 84, 041922 (2011). Epub 2011 Oct 19. doi: 10.1103/PhysRevE.84.041922.
 9. Daigo K, Kawamura T, Ohta Y, Ohashi R, Katayose S, Tanaka T, Aburatani H, Naito M, Kodama T, Ihara S, Hamakubo T. Proteomic analysis of native hepatocyte nuclear factor-4 α (HNF4 α) isoforms, phosphorylation status, and interactive cofactors, The Journal of biological chemistry, 286, 674-686 (2011); Epub 2010 Nov 3. doi: 10.1074/jbc.M110.154732
 10. Papantonis A, Larkin JD, Wada Y, Ohta Y, Ihara S, Kodama T, and Cook PR.: Active RNA Polymerases: Mobile or Immobile Molecular Machines?, PLoS Biology, 8, Issue 7, e1000419 (2010). doi: 10.1371/journal.pbio.1000419
 11. Nakajima K, Komiyama Y, Hojo H, Ohba S, Yano F, Nishikawa N, Ihara S, Aburatani H, Takato T, Chung U, Enhancement of bone formation ex vivo and in vivo by a helioxanthin-derivative, Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol.397, No.3, 631-631 (2010). doi: 10.1016/j.bbrc.2010.04.041.
- C. 口頭発表
1. 転写の機構解明の現状について ‘研究集会 生命動態とその数理’ 松江エクセルホテル 東急 2017年2月21日
 2. 転写の高時間分解時系列実験と数理解析: 分子生物学の革新への期待 ‘n-bio セミナー’ 長浜バイオ大学 2016年7月12日
 3. 生物医学と数学との融合 – 革新への期待 – ‘2015年度公開講座「生命のダイナミクスと数学」’ 東京大学 2015年11月21日
 4. Annulus Diagram of Modules in Biological Molecules ‘Random matrix theory from fundamental mathematics to biological applications (RMT2015)’ 沖縄科学技術大学院大学 OIST 2015年11月6日
 5. Annulus diagram of SO(3) rotation of protein modules ‘Geometry and Biophysics’ Institut de Recherche Mathématique Avancée (IRMA) Université de Strasbourg France 19 Sep 2015.
 6. A Diagram Representation of Interactions of Modules in Biological Molecules Institut des Hautes Études Scientifiques (IHÉS) - Le Bois-Marie 35, route de Chartres 91440 Bures-sur-Yvette France 14 Sep 2015.
 7. Modeling and Simulation for Gene Transcription ‘Moduli Spaces and Macromolecules’ Marilyn and James Simons Conference Centre Institut des Hautes Études Scientifiques (IHÉS) - Le Bois-Marie 35, route de Chartres 91440 Bures-sur-Yvette France 17 May 2013.
 8. 転写過程のシミュレーション ‘Spatiotemporal Modeling and Simulation of Gene Transcription’ 東北大学 2013年7月12日
- D. 講義
1. 現象数理 II・数理解析概論: 生命動態の基礎および転写の数理について講義した。(数理大学院・4年生共通講義)
 2. 全学自由ゼミナール「生命のダイナミクスとその数理」

F. 対外研究サービス

1. 数学協働プログラム「生命ダイナミクスの数理とその応用：新規課題の探索と新しい方法論の探求」平成 28 年 7 月 28 日-30 日
(於：東京大学玉原国際セミナーハウス)
世話人代表
2. 数学協働プログラム「生命ダイナミクスの数理とその応用：理論からのさらなる深化」平成 27 年 12 月 9 日-11 日 (於：東京大学数理科学研究科 大講義室) 世話人代表
3. 数学協働プログラム「生命ダイナミクスの数理とその応用：異分野との更なる融合-実践編 生命動態の分子メカニズムと数理」開催場所：平成 27 年 3 月 16 日-17 日 (於：京都大学芝蘭会館 (稲盛ホール))
4. 数学協働プログラム「生命ダイナミクスの数理とその応用：異分野とのさらなる融合」平成 26 年 12 月 2 日-4 日 (於：東京大学数理科学研究科 大講義室) 世話人代表
5. 数学協働プログラム「生命ダイナミクスの数理とその応用」平成 26 年 1 月 20 日-23 日 (於：東京大学数理科学研究科 大講義室) 世話人代表
6. Joint iBMath AND QGM Workshop: Geometry and topology of macromolecule folding, 4-6 December 2013 (Aarhus University) 世話人

H. 海外からのビジター

1. Joergen E Andersen Professor, Director of Centre for Quantum Geometry of Moduli Spaces (QGM), Aarhus University, Denmark. He gave three lectures on July 22, 23, and 25, 2014. We discussed modular geometry and biology.
2. Dr. Michaël Bon, IPhT, CEA Saclay, France. He gave three lectures on January 20, 23 2014. We discussed modeling of transcription factory.

大田 佳宏 (OHTA Yoshihiro)

A. 研究概要

細胞実験の自動化による超高密度な時空間ビッグデータの産出と、その数理解析によって遺伝子の転写メカニズムを解明し、革新的な転写創薬プロセスを実現するための研究を行っている。また、実験自動化ロボットに搭載する AI (Artificial Intelligence) の研究開発も行っており、複雑かつ繊細な作業とビッグデータ解析まで行う自律発見ロボットの開発も行っている。現在は、先端的な企業、病院、大学などと連携することで、画期的な創薬につながる融合研究を推進している。

遺伝子の転写とは、DNA 配列を鋳型に RNA polymerase II (RNAPII) という酵素によって遺伝子が読まれ RNA が合成される現象を指し「生命の基本原則」とも考えられている。一方で、転写の生成物である RNA は時間変異性が高く微小不均一性を持つため、細胞を用いた実験において高時間分解能の現象観察を行うことは難しいのが現状である。そこで、観察不可能な領域における高分解能の検証を可能とし、構築したモデルの再現性を保証するため、超離散系シミュレーションなどの数理科学的手法が必須となる。我々はセルオートマトンを用いた RNAPII のシミュレーションによって、速度変化をしながら自由流として運動する転写の様子を再現した。この速度変化領域と前方の RNAPII との時空間の間隔によって RNAPII の衝突が起こることを示し、渋滞の発生する相転移の閾値も導出することができた。

一方で、生物医学分野における大規模次世代遺伝子解析装置などの実験手法の進歩によって、転写運動の基盤となるクロマチン構造が動的に変化していることもわかってきている。そのため、セルオートマトンを用いた転写モデルについても、サイトの動的変化まで取り入れたモデルを導入する必要性が出てきた。我々は本問題点を解決するため、確率セルオートマトンのモデルである ASEP を拡張し、DNA 構造が 3 次元的近傍にあるサイト間で写像を導入することで RNAPII の転移が可能となる新規モデルを構築した。この新規モデルのシミュレーション結果によって、一部の遺伝子についての細胞実験の結果を正確に再現することができた。

We research innovative transcription drug dis-

covery processes by elucidating the transcription mechanism of genes by production of high density spatiotemporal big data. Also, we conduct research and development on AI (Artificial Intelligence) to be installed in experimental automation robots, and are developing autonomous discovery robots that perform complicated and delicate tasks and big data analysis. By collaborating with leading companies, hospitals, universities, etc., we are promoting integrated research leading to innovative drug discovery.

Transcription is a fundamental cellular process in which the RNA polymerase enzymes play a central role. In eukaryotes, RNA polymerase II (RNAPII) is responsible for this process, and genome-wide studies show that transcription by RNAPII is dynamically regulated. Due to the experimental difficulty in molecular biological approach, the picture of the gene transcription remains snapshot rather than dynamical views. Therefore, to reveal the principles of transcription, the mathematical modeling and simulation by fusing spatiotemporal deep analysis of real data are crucial.

By the cellular automaton (CA) simulation of the mobility of RNAPII over long distances, we found that the RNAPII molecules move as a free flow state, though there exist regions of reduced velocity, as far as the time interval between nearest RNAPII molecules is larger than the time required for an RNAPII passing the exclusion length in the reduction region. If the reduction is strong enough to reach a certain threshold, a transition occurs from the free flow state to the states with congested and repetitive flows.

On the other hand, by combining next generation sequencing and chromosome conformation capture (3C), it becomes evident that chromatin domains which represent the transcription basic structural units move dynamically within the nucleus. Therefore, it is required to apply this dynamical movement and configurational changes to the CA model.

We previously identified transitions of RNAPII in the spatial configuration of DNA. Our formu-

lation was extending the asymmetric simple exclusion process (ASEP) and derived an analytical expression for the dwell time distribution of the RNAPIIs during transcription. Also, we adopt the RNAPII transfer methods by mapping n forward (or backward) jump routes and m proximal points. Then we show that the simulation results of this model are consistent with the experimental findings for actual gene transcriptions. After that, we will make a detailed comparison of the results from the realistic simulation for a specific gene with the experimental data obtained here. Studies in this model also emphasize RNAPII flow stability and a fault tolerant system of the gene transcription.

B. 発表論文

1. Hosokawa Y, Hosokawa I, Shindo S, Ohta Y, Ozaki K, Matsuo T. "Alkannin inhibits CCL3 and CCL5 production in human periodontal ligament cells", *Cell Biology International*, Volume 40, Issue 12, December 2016, Pages 1380-1385.
2. Maejima T, Inoue T, Kanki Y, Kohro T, Guoliang Li, Ohta Y, Kimura H, Kobayashi M, Taguchi A, Tsutsumi S, Iwanari H, Yamamoto S, Aruga H, Dong S, Stevens JF, Poh HM, Yamamoto K, Kawamura T, Mimura I, Suehiro J, Sugiyama A, Kaneki K, Shibata H, Yoshinaka Y, Doi T, Asanuma A, Tanabe S, Tanaka T, Minami T, Hamakubo T, Sakai J, Nozaki N, Aburatani H, Nangaku M, Ruan X, Tanabe H, Ruan Y, Ihara S, Endo A, Kodama T, Wada Y. "Direct Evidence for Pitavastatin Induced Chromatin Structure Change in the KLF4 Gene in Endothelial Cells", *PLoS One*. 2014 May 05;9(5):e96005. doi: 10.1371/journal.pone.0096005.
3. Ohta Y and Ihara S. "Ultradiscrete Modeling and Simulation for Gene Transcription", *RIMS Kokyuroku Bessatsu*, The breadth and depth of nonlinear discrete integrable systems, pp 101 - 124, 2013.
4. Ohta Y, Nishiyama A, Wada Y, Ruan Y, Kodama T, Tsuboi T, Tokihiro T

and Ihara S : “Path-preference cellular-automaton model for traffic flow through transit points and its application to the transcription process in human cells”, *Physical Review E* 86, 021918, (2012) [11 pages].

5. Kawamura T, Ogawa Y, Nakamura Y, Nakamizo S, Ohta Y et al. : “Severe dermatitis with loss of epidermal Langerhans cells in human and mouse zinc deficiency” *The Journal of Clinical Investigation*, 122(2) (2012) 722–732.

C. 口頭発表

1. Yoshihiro Ohta, 「AI Smart Robot Network for Biomedical Analysis」, *AI in Asia*, 2017 年 3 月 6 日, 早稲田大学国際会議場井深大記念ホール.
2. 大田佳宏, 「Dynamic Approaches to Living System in Cell Biology」, 第 68 回日本細胞生物学会大会 細胞生物学の生命動態研究シンポジウム, 2016 年 6 月 16 日, 京都テルサ大会議室.
3. 大田佳宏, 「Cellular-automaton model of the cooperative dynamics of RNA polymerase II during the transcription process in human cells」, 文部科学省科学技術試験研究委託事業「数学・数理科学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム」生命ダイナミクスの数理とその応用, 2015 年 12 月 11 日, 東京大学大学院数理科学研究科 大講堂.
4. 大田佳宏, 「Ultradiscrete Modeling of Pol II dynamics for gene transcription」, *BMB2015* 第 38 回日本分子生物学会年会、第 88 回日本生化学会大会 合同大会, 2015 年 12 月 3 日, 神戸商工会議所 3 階 神商ホール B (第 27 会場).
5. 大田佳宏, 「転写機構解明のための時空間数理モデル」, 生命動態システム科学四拠点・CREST・PRESTO 合同シンポジウム「生命動態の分子メカニズムと数理」, 2015 年 3 月 16-17 日 京都大学 芝蘭会館 稲盛ホール.
6. 大田佳宏, 「遺伝子の転写機構解明のための数理モデル」, *Seminar on Mathematics for various disciplines* (諸分野のための数学研究会), 2015 年 1 月 27 日, 東京大学.
7. 大田佳宏, 「転写機構解明のための数理モデルとシミュレーション」, 日本数学会 (2014 年度年会)「数学連携ワークショップ -生命科学、材料科学における数理-」(主催: 文部科学省、統計数理研究所) 2014 年 3 月 16 日, 学習院大学.
8. 大田佳宏, 「転写過程の情報処理と数理モデル」, 数学協働プログラム「生命ダイナミクスの数理とその応用」(主催: 統計数理研究所), 2014 年 1 月 22 日, 東京大学大学院数理科学研究科 大講義室.
9. 大田佳宏, 「転写の CA モデルとシミュレーション」, 研究集会 [島根大学 [数理生物]-東京大学 iBMath 合同研究会: 生命動態の実験, 数理モデルおよびシミュレーションの現状と今後の課題], 2013 年 12 月 27 日, 島根県 一畑東館.
10. 大田佳宏, 「転写過程の超離散モデリングとシミュレーション」, 京都大学数理解析研究所研究集会 [非線形離散可積分系の拡がり], 益川ホール, Aug. 21, 2012.

D. 講義

1. 数理科学基礎: 理科 I 類 1 年生 (3,11-13 組) の必修科目 S1 ターム、および文科各類の選択科目.
2. 線型代数学: 理科 I 類 1 年生 (3,11-13 組) の必修科目 S2, A1, A2 ターム、および文科各類の選択科目.
3. 現象数理 II: 理学部数学科 3 年生対象の一部の講義を担当.

Macià, Fabricio

A. Summary of Research

The main focus of my research has been understanding the high-frequency properties of solutions to Schrödinger equations in unbounded

geometries, as part of a collaboration with S. Nakamura. Our main interest has been trying to develop tools that can be used to capture the asymptotic phase-space energy distribution of sequences of solutions to Schrödinger equations in non-compact manifolds, and in the presence of potentials that are not necessarily of short range.

We have introduced some variants of the well-studied semiclassical measures that are well-adapted to this setting. Using these tools we have been able to prove observability-type estimates that are of importance in control theory. Our most precise results apply to asymptotic Euclidean manifolds and potentials of quadratic growth. In this particular setting we have established propagation laws for “homogeneous wave-front set”-type semiclassical measures and obtained sharp conditions for the validity of observability inequalities.

B. List of Publications

Articles

1. N. Anantharaman, C. Fermanian-Kammerer, and F. Macià, Semiclassical completely integrable systems: long-time dynamics and observability via two-microlocal Wigner measures, *Amer. J. Math.* **137**(3) (2015) 577–638.
2. F. Macià, High-frequency dynamics for the Schrödinger equation, with applications to dispersion and observability. In *Nonlinear optical and atomic systems*, Lecture Notes in Math. **2146** (2015) 275–335.
3. N. Anantharaman, M. Léautaud, and F. Macià, Delocalization of quasimodes on the disk, *C. R. Math. Acad. Sci. Paris* **354**(3) (2016) 257–263.
4. N. Anantharaman, M. Léautaud, and F. Macià, Wigner measures and observability for the Schrödinger equation on the disk, *Invent. Math.* **206**(2) (2016) 485–599.
5. F. Macià and G. Rivière, Concentration and non-concentration for the Schrödinger evolution on Zoll manifolds, *Comm. Math. Phys.* **345**(3) (2016) 1019–1054.

6. F. Macià and G. Rivière, Observability and quantum limits for the Schrödinger equation on the sphere, arXiv:1702.02066 (2017).

C. Selected talks 2012 – 2016.(Up to 10 items)

1. Partial Differential Equations Seminar. Osaka University. March 2017.
2. Analysis Seminar. Saitama University. February 2017.
3. Tokyo Berkeley Mathematics Workshop Partial Differential Equations and Mathematical Physics, Tokyo, Japan. January 2017.
4. Marrakesh Workshop On Control, Inverse Problems and Stabilization of Infinite dimensional Systems, Marrakesh, Morocco. December 2016.
5. New trends in semiclassical analysis, Chals, France. December 2016.
6. XIIIème Colloque Franco-Roumain de Mathématiques Appliquées, Iasi, Romania. August 2016.
7. 1120th American Mathematical Society Spring Central Sectional Meeting. Fargo, USA. April 2016.
8. Probability Seminar. Northwestern University, Chicago, USA. April 2016.
9. Analysis Seminar. Northwestern University, Chicago, USA. February 2016.

D. A lecture course.

Semiclassical Measures and applications to Partial Differential Equations (10 hours). In this course we introduced Semiclassical measures, a tool aimed at describing the high-frequency behavior of a sequence of functions. More precisely, they are measures defined on the space of positions and frequencies that give a quantitative description of the phase-space asymptotic distribution of the L^2 -mass of a sequence of functions. If that sequence is known

to consist of solutions to a partial differential equation, then it is possible to infer additional properties on semiclassical measures, that in some cases, give a characterization of the asymptotic behavior of the sequence. We presented the basic theory in an elementary way, together with applications to controllability and observability estimates for Schrödinger equations on manifolds and concentration and non-concentration of eigenfunctions of the Laplacian.

Jannsen, Uwe

A. Summary of Research during my stay

On November 30, 2016, Shuji Saito, Yigeng Zhao, and I established a final version of our paper

Duality for relative logarithmic de Rham-Witt sheaves and wildly ramified class field theory over finite fields,

and put it on the ArXiv (arXiv:1611.08720, 30 pages). In this paper we established wildly ramified class field theory for smooth varieties over a finite field, by establishing a duality theorem for logarithmic de Rham-Witt sheaves with modulus in a divisor D with normal crossings. This gives a pairing between a discrete cohomology group and a profinite cohomology group, and thus a measure of wild ramification along this divisor. There is also a version over perfect fields, in which case one has to use a stronger structures like ind-algebraic groups and pro-algebraic groups and use Breen-Serre duality instead of Pontrjagin duality.

In December 2016 I started a collaboration with Thomas Geisser, concerning the study of Tate-Shafarevich groups in the setting of motivic étale cohomology groups. We conjecture the finiteness of these groups, as in the classical case of abelian varieties, and would like to construct a pairing between suitable Tate-Shafarevich groups, as in the classical case.

In February 2017 I took up some previous work with Jean-Marc Fontaine, where we had estab-

lished a new cohomology theory for varieties over perfect fields, the so-called gauge cohomology. I extended the theory to a theory over a basis S of characteristic p and drew a relation to the theory of (modified) F -zips as introduced by T. Wedhorn. The final aim is to establish a full cohomology theory of $W_n(\mathcal{O}_S)$ -sheaves, and relate it to other p -adic theories like Fontaine-Laffaille modules.

B. List of Publications

1. Jannsen, Uwe, Hasse principles for higher-dimensional fields. *Ann. of Math.* (2) 183 (2016), no. 1, 171.
2. Jannsen, Uwe, A spectral sequence for Iwasawa adjoints. *Münster J. Math.* 7 (2014), no. 1, 135148.
3. Jannsen, Uwe; Saito, Shuji; Sato, Kanetomo, Étale duality for constructible sheaves on arithmetic schemes. *J. Reine Angew. Math.* 688 (2014), 165.
4. Jannsen, Uwe; Saito, Shuji Bertini theorems and Lefschetz pencils over discrete valuation rings, with applications to higher class field theory. *J. Algebraic Geom.* 21 (2012), no. 4, 683705.

C. Selected talks 2012 – 2016.(Up to 10 items)

1. A spectral sequence for Iwasawa adjoints: 2013 Münster, Conference in honour of Peter Schneider,
2. On Resolution of singularities: 2013 Würzburg, Colloquium, 2014 Darmstadt, Colloquium, 2014, Heidelberg, Colloquium;
3. Canonical embedded and non-embedded resolution of singularities for excellent two-dimensional schemes: 2016, International Workshop on Motives, University of Tokyo, 2016, Mittag-Leffler-Institute, Sweden;
4. Duality for relative logarithmic de Rham-Witt sheaves and wildly ramified class field

theory over finite fields: 2014, International Workshop on Motives, University of Tokyo, 2015, Paris, Cycles seminar, 2016, Oberwolfach, Arithmetic Geometry (org. Faltings and de Jong), 2016, Kinosaki algebraic geometry symposium, 2016, RIMS Symposium on Algebraic Number Theory and Related Topics, 2017, Sendai, Tohoku University,

5. On a conjecture of Bloch and Kato, and a local analogue: 2016, Tokyo University,

D. A lecture course at Tokyo University: Deligne's proof of the Weil conjectures

In this course I introduced main properties of étale cohomology and outlined the main parts of Deligne's proof.

F. Since 2013 Co-organizer of the Conference on K-theory and Motivic Cohomology at Oberwolfach (usually every 2 years).

Since October 2009 head of the Senate of the University of Regensburg.

Ordinary member of the Bavarian Academy of Sciences since March 2010.

Member of the Academia Europaea since October 2011.

Cospeaker of the DFG Collaborative Research Center (Sonder-Forschungsbereich) 'Higher Invariants' since April 2014.

リプカ ピョートル (RYBKA Piotr)

A. 研究概要

- 1) We study the dynamic boundary conditions for the total variation flow in \mathbb{R}^N . The first task was the proper formulation of the problem, so that we obtained a gradient flow. (Joint work with Y. Giga, R. Nakayashiki and K. Shirakawa)

We establish existence of solutions by means of the nonlinear semigroup theory. After that we study properties of solutions focusing on facet behavior. We consider a few explicit examples, some of them exhibit a new phenomenon of boundary layer

detachment. We also study conditions for facet calibrability.

- 2) We work on

$$u_t = \left(\frac{d}{dp} W(u_x) \right)_x, \quad u(x, 0) = u_0(x)$$

with periodic boundary conditions when W is convex with linear growth. The initial condition u_0 has finite energy. Our main point is establishing that if u_0 is in $W^{1,1}(\mathbb{T})$, then the solution at time t has the same property, i.e. $u(t) \in W^{1,1}(\mathbb{T})$. (Joint work with A. Nakayasu)

- 3) We study the least gradient problem

$$\min \left\{ \int_{\Omega} |Du| : u \in BV(\Omega), u|_{\partial\Omega} = f \right\}, \quad (LG)$$

where Ω is a bounded region in \mathbb{R}^2 and $f \in L^1(\partial\Omega)$. The point is that Ω is convex, but not strictly convex. We work on establishing sufficient and necessary conditions for existence of solutions to (LG) in the trace sense. (Joint work with A. Sabra)

- 4) We work on the following fractional parabolic equation,

$$u_t = (D^\alpha u)_x, \quad (x, t) \in \Omega \times (0, +\infty)$$

augmented with initial and boundary conditions. Here D^α is the Caputo derivative with respect to the space variable x , $\alpha \in (0, 1)$. The goal is to establish a satisfactory existence theory. (Joint work with M. Yamamoto)

- 5) We study the following 6th order equation with periodic boundary conditions on \mathbb{T}^N , $N = 1, 2$, augmented with initial data,

$$h_t = \frac{\delta}{2} |\nabla h|^2 + \Delta (\Delta^2 h - D_F W(\nabla h)).$$

Here, W is a double-well potential. We work on establishing stabilization of solutions. (Joint work with G. Wheeler)

- 6) We work on scalar Free Material Design problems. Here, the task is to find

optimal location of the material given the load inside the design region. (Joint work with T. Lewiński)

B. 発表論文

1. Y. Giga, P. Górka and P. Rybka : “Evolution of regular bent rectangles by the driven crystalline curvature flow in the plane with a non-uniform forcing term”, *Advances in Differential Equations* **18** (2013) 201–242.
2. K. Kielak, P. B. Mucha and P. Rybka : “Almost classical solutions to the total variation flow”, *J. Evolution Eqs.* **13** (2013) 21–49.
3. M.-H. Giga, Y. Giga and P. Rybka : “A comparison principle for singular diffusion equations with spatially inhomogeneous driving force”, *Archive for Rational Mechanics and Analysis* **211** (2014) 419–453.
4. Y. Giga, P. Górka and P. Rybka : “Bent rectangles as viscosity solutions over a circle”, *Nonlinear Analysis Series A: Theory, Methods and Applications* **125** (2015) 518–549.
5. P. B. Mucha, M. Muszkieto and P. Rybka : “Two cases of squares evolving by anisotropic diffusion”, *Advances in Differential Equation* **20** (2015) 773–800.
6. A. Kubica and P. Rybka : “Fine singularity analysis of solutions to the Laplace equation”, *Math. Meth. Appl. Sci.* **38** (2015) 1734–1745.
7. M. D. Korzec, P. Nayar and P. Rybka : “Global attractors of sixth order PDEs describing the faceting of growing surfaces”, *Journal of Dynamics and Differential Equations* **28** (2016) 49–67.
8. M. Matusik and P. Rybka : “Oscillating facets”, *Port. Math.* **73** (2016) 1–40.
9. A. Kubica and P. Rybka : “Fine singularity analysis of solutions to the Laplace equation: Berg’s effect”, *Math. Meth. Appl. Sci.* **39** (2016) 1069–1075.

10. W. Górny, P. Rybka and A. Sabra : “Special cases of the planar least gradient problem”, *Nonlinear Analysis* **151** (2017) 66–95.

C. 口頭発表

1. (1) Sudden directional diffusion: counting and watching facets, (2) Viscosity solutions for closed curves driven by a singular weighted mean curvature flow, The 10th AIMS Conference on Dynamical Systems, Madrid (Spain), 2014 年 7 月.
2. Viscosity solutions for closed curves driven by a singular weighted mean curvature flow, *Recent Trends on Nonlinear Phenomena*, Reggio Calabria (Italy), 2014 年 11 月.
3. (1) The method of viscosity solutions for analysis of singular diffusion problems appearing in crystal growth problems, (2) Shape optimization in engineering problems, ICIAM 2015, Beijing (China), 2015 年 8 月.
4. The method of viscosity solutions for analysis of singular diffusion problems appearing in crystal growth problems, *Mathematics for Nonlinear Phenomena: Analysis and Computation*, 札幌コンベンションセンター, 2015 年 8 月.
5. Special cases of the planar least gradient problem, *Analysis and Partial Differential Equations*, Canberra (Australia), 2016 年 2 月.
6. Special cases of the planar least gradient problem, 9th European Conference on Elliptic and Parabolic Problems, Gaeta (Italy), 2016 年 5 月.
7. Berg’s effect, 7th Euro-Japanese Workshop on Blow-up, Będlewo (Poland), 2016 年 9 月.
8. Viscosity solutions to singular parabolic problems, *Mathematics of Pattern Formation*, Będlewo (Poland), 2016 年 9 月.

9. Berg's effect revisited, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 12, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016年10月.

D. 講義

1. 数理科学特別講義 XIII・数理科学続論 E : The BV space in variational and evolution problem, 有界変動関数空間における変分問題と発展問題についての解析法の入門. (数理大学院・4年生共通講義)

F. 対外研究サービス

〈学会員〉

1. AMS (American Mathematical Society)
2. SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics)

〈研究集会のオーガナイズ〉

1. Anisotropy 2013, Warsaw (Poland), 2013年4月.
2. Chilean-French-Polish Conference on Non-linear PDE's, Będlewo (Poland), 2013年7月.
3. Mathematics, Mechanics and Modeling, a tribute to Zbigniew Peradzyński, Będlewo (Poland), 2013年9月.
4. SIAM Conference on Analysis of Partial Differential Equations, a minisymposium, Orlando (USA), 2013年12月.
5. Computational Molecular Biology, Second edition. Warsaw and Lochów (Poland), 2014年9月.
6. Anisotropy 2014, Warsaw (Poland), 2014年10月.
7. ICIAM 2015, two minisymposia, Beijing (China), 2015年8月.
8. Anisotropy 2015, Warsaw (Poland), 2015年10月.
9. Pushing Frontiers of Analysis and PDE's, Legacy of Marek Burnat, Warsaw (Poland), 2016年5月.

10. Anisotropy 2017, a session embedded in the conference Towards Regularity. Warsaw (Poland), 2016年9月.

G. 受賞

1. Rector of the University of Warsaw award for the 30 years of service, 2014年.
2. Rector of the University of Warsaw award for the distinguished service, 2016年.

特任准教授 (Project Associate Professor)

児玉 大樹 (KODAMA Hiroki)

A. 研究概要

一様単純ではない単純群を調べた。特に無限交代群に単純性を評価する擬距離を導入すると、半直線と擬等長になることを示した。

松元重則氏との共同研究において、円周上の微分同相による力学系を調べ、可測な基本領域を持つ C^1 級微分同相を構成した。

三上健太郎氏、中江康晴氏と共同で、シンプレクティック \mathbb{R}^2 上の形式的ハミルトンベクトル場の特性類の計算を行った。

2007年11月から、先端融合プロジェクト「システム疾患生命科学による先端医療技術開発拠点」に、2010年4月から、最先端研究支援プログラム「分子設計抗体プロジェクト」に参加し、生命科学情報における数理モデルの構築を研究していた。2013年4月からプロジェクト「生物医学と数学の融合拠点」において転写機構の解明のための生体高分子の数理モデリングを研究している。

また、2011年3月から金属材料の物性について中川淳一氏 (新日本製鐵) らのグループと研究している。

2015年2月からコンタクトレンズの形状について権丈英紀氏 (レインボーオプティカル研究所)、許安昭男 (日本精機研究所)、土岡俊介氏 (東大数理) らと研究している。2016年10月からは、社会数理実践研究として、土岡氏とともに、学生とも一緒に研究している。

I researched on simple groups that are not uniformly simple. I showed the infinite alternating group with a pseudometric that evaluate the simpleness, is quasiisometric to the half line. Shigenori Matsumoto and I studied on dynamical systems by diffeomorphisms on a circle, and constructed C^1 -diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains. Kentaro Mikami, Yasuharu Nakae and I executed a calculation on characteristic classes of formal Hamiltonian vector fields of symplectic \mathbb{R}^2 .

I took part in a project “Translational Systems Biology and Medicine Initiative” from Novem-

ber 2007 and “Molecular Dynamics for Antibody Drug Development” from April 2010, where I study mathematical models for bioinformatics. From April 2013, I take part in a project “Institute for Biology and Mathematics of Dynamical Cell Processes”. I study mathematical models for biopolymers to reveal the mechanism of transcription.

From March 2011, I study on physical property of metals with Junichi Nakagawa (Nippon Steel).

From February 2015, I study on shape of contact lenses with Kenjo Hideki (Rainbow Optical Laboratory), Akio Motoyasu (Nippon Seiki Laboratory) and Shunsuke Tsushioka (UTokyo). From October 2016, I study on this subject with Shunsuke Tsushioka and also with students as FMSP project.

B. 発表論文

1. Hiroki KODAMA and Shigenori MATSUMOTO: “Minimal C^1 diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains”, Proc. Amer. Math. Soc. 141 (2013), 2061-2067.
2. T. Hidaka, A. Shimada, Y. Nakata, H. Kodama, H. Kurihara, T. Tokihiro, and S. Ihara: “Simple model of pH-induced protein denaturation”, Phys. Rev. E 92, 012709 2015.
3. 森秀樹, 片平晴己, 後藤浩, 児玉大樹, 権丈英紀: “ハードコンタクトレンズにおける実形状カーブの応用”, 日本眼感染症学会・日本眼炎症学会・日本コンタクトレンズ学会総会・日本涙道・涙液学会プログラム・講演抄録集, vol. 52nd-49th-58th-4th, 2015, pp 118.

C. 口頭発表

1. 対称空間 $F_3(S^1)$ から S^3 への同相写像の具体的な構成, 早稲田大学幾何学的トポロジーセミナー, 2013年7月8日.
2. 測度論的基本領域を持つ円周上の極小微分

同相写像, 関東力学系セミナー, 東大数理, 2013年10月4日.

3. Minimal C^1 -diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains, Geometry and topology of macromolecule folding, CENTRE for QUANTUM GEOMETRY of MODULI SPACES, Aarhus University, Denmark, 2013年12月6日.
4. 蛋白質の幾何学, 「島根大学 [数理生物] - 東京大学 iBMath 合同研究会: 生命動態の実験, 数理モデルおよびシミュレーションの現状と今後の課題」, 島根県松江市, 2013年12月26日.
5. ファットグラフからの蛋白質構造解析, 「生命ダイナミックスの数理とその応用」- 数理学と生物医学の融合 -, 東大数理, 2014年1月22日.
6. タンパク質構造と組合せ論, 第2回数理解デザイン道場, IBM 赤城ホームステッド, 2014年7月26日
7. Minimal C^1 -diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains, ICM, Seoul, Korea, 2014年8月19日
8. 3次元多様体上の tight 接触構造の分類と taut 葉層の空間の連結成分について, 「接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺」, 石川県金沢市, 2016年1月21日-22日
9. Protein structure analysis and $SO(3)$, 「トポロジーとコンピュータ 2016」, 秋田県秋田市, 2016年10月28日
10. (RNA の) 平面図と arc diagram, 研究集会「生命動態とその数理」, 島根県松江市, 2017年2月20日

D. 講義

1. 数理学基礎: 集合と写像、述語論理および微分積分学の一部を扱った。(教養学部前期課程講義、S1 ターム、理科一類1年6, 7, 9, 10組必修)

2. 微分積分学: 数列の和、数列や関数の極限、一変数関数や多変数関数の微分、一変数関数の積分、重積分を扱った。(教養学部前期課程講義、S2・A1・A2 ターム、理科一類1年6, 7, 9, 10組必修)

3. 全学自由研究ゼミナール (生命のダイナミックスとその数理): 一般的な数理モデルを説明したのち、タンパク質の $SO(3)$ モデリングを扱った。(教養学部前期課程講義、夏学期の授業のうち4月18日を担当)

4. 現象数理 II: タンパク質の $SO(3)$ モデリングを数学的に扱った。(3年生向け講義、夏学期の授業のうち6月14日・6月21日を担当)

F. 対外研究サービス

1. 第34回トポロジーセミナー (旧名 トポロジー伊豆セミナー) 世話人 2011年3月16日-19日, 震災のため中止

2. 第35回トポロジーセミナー世話人 2012年3月16日-19日

3. 第36回トポロジーセミナー世話人 2013年3月15日-18日

4. Geometry and Foliations 2013 Organizing Committee, 2013年9月9日-14日

5. 第37回トポロジーセミナー世話人 2014年3月19日-22日

6. 第38回トポロジーセミナー世話人 2015年3月17日-20日

7. 第39回トポロジーセミナー世話人 2016年3月20日-23日

8. 第40回トポロジーセミナー世話人 2017年3月20日-23日

PICHOT Mikael

A. 研究概要

Topological quantum field theories in the sense of Atiyah and Segal are tensor-functors from

certain categories of cobordisms to the category of vector spaces. As it turns out, similar categories of cobordisms can be defined in the context of geometric group theory, and they provide useful tools to understand the construction of certain discrete groups of an exotic nature. This includes, for example, the constructions of new groups of so-called “intermediate rank”. The resulting cobordism categories have interesting characteristics which are directly associated with their group theory input. This work resulted in a paper “Surgery on discrete groups” co-authored with S. Barré, of which a large portion was written during my stay at the university of Tokyo (invited by Prof. Kawahigashi). The paper is meant to be the first part of a series of papers on the subject of topological quantum field theories in the context of group theory.

B. 発表論文

1. Pichot, Mikael; Schick, Thomas; Zuk, Andrzej; Closed manifolds with transcendental L2-Betti numbers. *J. Lond. Math. Soc.* (2) 92 (2015), no. 2, 371–392.
2. Barré, Sylvain; Pichot, Mikael; Property RD for Wise’s non hopfian group, *Ann. Inst. Fourier*, Volume 65, number 2 (2015), p. 709–724.
3. Graham, Robert; Pichot, Mikael A free product formula for the sofic dimension. *Canad. J. Math.* 67 (2015), no. 2, 369–403.
4. Barré, Sylvain; Pichot, Mikael Random groups and nonarchimedean lattices. *Forum Math. Sigma* 2 (2014), e26, 39 pp.
5. Barré, Sylvain; Pichot, Mikael Removing chambers in Bruhat-Tits buildings. *Israel J. Math.* 202 (2014), no. 1, 117–160.
6. Dykema, Ken; Kerr, David; Pichot, Mikael Sofic dimension for discrete measured groupoids. *Trans. Amer. Math. Soc.* 366 (2014), no. 2, 707–748.
7. Robert Graham; Barré, Sylvain; Pichot,

Mikael; Universal entropy invariant, ArXiv Preprint (2014)

8. Barré, Sylvain; Pichot, Mikael; $Aut(F_2)$ puzzles, ArXiv Preprint (2015)
9. Barré, Sylvain; Pichot, Mikael; Surgery on discrete groups, ArXiv Preprint (2016)
10. Pichot, Mikael; A comment on Osajda’s group cubization paper, ArXiv Preprint (2016)

C. 口頭発表

1. Tokyo, Japan – Lecture series on Entropy (7 lectures, U. Tokyo) 16/05-07
2. Tokyo, Japan – Operator algebra seminar (U. Tokyo) 16/05
3. Montreal, Canada – COSy (Canadian Operator Symposium), Centre de recherche de Montreal 16/06
4. Tokyo, Japan – Operator algebra seminar (U. Tokyo) 15/07
5. Kyoto, Japan – Operator algebra seminar (RIMS) 15/07
6. Tokyo, Japan – Operator algebra seminar (Ochanomizu U.) 15/07
7. Vannes, France – Group theory seminar, 15/04
8. Paris, France – GENCO conference, 15/04

D. 講義

1. 数理科学特論 IX: エントロピーについて, 作用素環論, 離散群論の立場から扱った.(数理大学院講義)

F. 対外研究サービス

1. Main organizer of the Canadian Operator Symposium (June 2016 at the CRM in Montreal, Canada)
2. Co-organizer of the conference “Probabilistic methods in Topology” (Nov. 2016 at the CRM in Montreal, Canada)

特任助教 (Project Research Associates)

上坂 正晃 (UESAKA Masaaki)

A. 研究概要

金属結晶内部に現れる螺旋転位について、昨年度から引き続き研究を行っている。

結晶構造の中にある線状の欠陥を転位といい、そのなかでも、バーガーズベクトルが転位線と平行であるものを螺旋転位という。螺旋転位を記述する数学モデルについてはまだ十分であるとは言いがたく、とくに、そのエネルギーを記述するモデルについては、まだ新しいモデルを提唱する余地がある。

浜田裕康氏 (佐世保高専)、松谷茂樹氏 (佐世保高専)、中川淳一氏 (新日鐵住金)、佐伯修氏 (九州大学) との共同研究において、螺旋転位が持つファイバー構造を明確にした上で、与えられた結晶格子とバーガーズベクトルの方向からその束構造を代数的に導出する方法を提示した。また、螺旋転位のエネルギーに関する新たなモデルについても考察している。このモデルにおいては、結晶格子の持つエネルギーを、一定方向に並んでいる原子の fiber どうしの相互作用の和として記述するため、その相互作用は自然に周期関数となる。そこでこの離散相互作用系を、 S^1 上に値を持つようなそれとしてとらえ、その Γ 極限の計算を試みている。これについては現在投稿準備中である。

In this year, I continue the study of a screw dislocation in metal crystal from last year.

A dislocation is a line defect in a crystal structure and is called a screw dislocation if its Burgers' vector is parallel to the line. The mathematical modelling of a dislocation is hardly sufficient. Especially, There is a room for proposing a new model of the energy density in a screw dislocation.

In the joint work with Hiroyasu Hamada (Sasebo College), Shigeki Matsutani (Sasebo College), Junichi Nakagawa (Nippon Steel & Sumitomo Metal) and Osamu Saeki (Kyushu University), the fibering structure the screw dislocation has is revealed and the algebraic

method to derive it from a given lattice and a Burgers vector.

Moreover, I consider the new model for the energy of the screw dislocation. In this model, We describe the energy which a crystal has as the sum of interactions between the fibers of atoms which line in one direction and hence the interaction energy is a periodic function. We regard this discrete interaction system as that which is valued in S^1 and try to derive the Γ -limit. The analysis is now in preparation.

C. 口頭発表

1. Inverse problem of a structured population model. Canberra Symposium on Regularisation, Australian National University, 2012 年 11 月.
2. 線形化された Phase Field Model の係数決定逆問題について、偏微分方程式に対する逆問題の数学解析と数値解析, 京都大学数理解析研究所, 2013 年 7 月
3. Inverse problem for a phase field system by measurements of one component, International Conference on Inverse Problems and Related Topics, National Taiwan University, 2014 年 12 月.
4. Γ -limit of a variational problem of a discrete system valued in S^1 , Winter School in Imaging Science, High 1 Resort, Gangwon-Do, Korea, 2016 年 1 月.
5. 数学によるヘルスケア分野における課題解決への期待, 日本数学会・数学連携ワークショップ—産業界での数学の応用—, 筑波大学, 2015 年 3 月.
6. らせん転位のエネルギーの定式化について: S^1 に値を取る離散系の Γ 極限, 結晶のらせん転位の数理, 九州大学, 2016 年 9 月.
7. Algebraic formulation of screw dislocation and a related variation problem, 金沢解析セミナー, 金沢大学, 2017 年 3 月.

D. 講義

1. 数理学基礎理論演習：大学数学の基礎に関する演習を行った。(教養学部前期課程講義)
2. 線型代数学演習：線型代数の演習を行った。(教養学部前期課程講義)
3. 微積分学演習：微積分学の演習を行った。(教養学部前期課程講義)

F. 対外研究サービス

1. Inverse problems and medical imaging (2017年2月13日-2017年2月17日): 組織委員を務めた。

柏原 崇人 (KASHIWABARA Takahito)

A. 研究概要

私は偏微分方程式に対する数学解析と数値解析に興味を持っている。本年度は下記の2つのテーマについて研究を行った。

(1) 滑らかな領域における有限要素近似では、厳密な三角形分割が一般に不可能になるため、曲がった境界を多角形で近似する際に生じる誤差を考慮する必要がある。特に、このような状況でノイマン境界条件問題を考える場合、エネルギーノルム以外のものを用いた誤差評価はほとんど知られていなかった。我々はポアソン方程式に対してこの問題を考察し、 $W^{1,\infty}$ ノルムで最適な誤差評価が得られることがわかった。

(2) 滑らかな領域でストークス方程式の滑り境界値問題に対する有限要素近似を考えると、変分法違反の問題が生じる。この問題について、以前、我々は P1/P1 有限要素法とペナルティー法を組み合わせた数値計算スキームを提案し、エネルギーノルムにおいて $O(h + \sqrt{\epsilon} + h^2/\sqrt{\epsilon})$ の誤差評価を得ていた。ここで、 ϵ と h はそれぞれペナルティーパラメータとメッシュサイズを表す。今回、我々は、P1/P1 要素の代わりに P1/P0 要素を用いると、最適な誤差評価 $O(h + \epsilon)$ が得られることを示した。

I am interested in mathematical and numerical analysis of partial differential equations. This year I studied the following two topics.

(1) When one considers the finite element method in a smooth domain, it is necessary to take into account the errors caused by approximation of curved boundary by polygonal curves. In particular, analysis of Neumann boundary problems in such a situation, in non-energy norms, remained open. We have considered this problem for the Poisson equation, and obtained an optimal error estimate in the $W^{1,\infty}$ -norm.

(2) When one considers the slip boundary problem for the Stokes equations, there occurs an issue of variational crimes. In the previous work we proposed a numerical scheme by the P1/P1 element combined with a penalty method, and obtained $O(h + \sqrt{\epsilon} + h^2/\sqrt{\epsilon})$ -error estimate. We improved this result to the optimal one $O(h + \epsilon)$ by using the P1/P0 element instead.

B. 発表論文

1. M. Hieber and T. Kashiwabara: “Global strong well-posedness of the three dimensional primitive equations in the L^p -setting”, Arch. Rational Mech. Anal. **221** (2016) 1077–1115.
2. G. Zhou, T. Kashiwabara and I. Oikawa: “Penalty method for the stationary Navier-Stokes problems under the slip boundary condition”, J. Sci. Comp. **68** (2016), pp. 339–374
3. T. Kashiwabara, I. Oikawa and G. Zhou: “Penalty method with P1/P1 finite element approximation for the Stokes equations under the slip boundary condition”, Numer. Math. **134** (2016) 705–740.
4. M. Hieber, A. Hussein and T. Kashiwabara: “Global strong L^p well-posedness of the 3D primitive equations with heat and salinity diffusion”, J. Differential Equations, **261** (2016) 6950–6981.
5. Y. Giga, M. Gries, M. Hieber, A. Hussein and T. Kashiwabara: “Bounded H^∞ -calculus for the hydrostatic Stokes operator on L^p -spaces and applications”, to appear in Proc. Amer. Math. Soc.

6. D. Bothe, T. Kashiwabara and M. Köhne: “Strong well-posedness for a class of dynamic outflow boundary conditions for incompressible flows”, to appear in *J. Evolution Equations*.

C. 口頭発表

1. 滑らかな領域における有限要素法の誤差評価について, 数値解析セミナー, 東京大学, 2016年4月.
2. $W^{1,\infty}$ -error Analysis of the Finite Element Method in a Smooth Domain, EASIAM 2016, University of Macau (Macau), June 2016.
3. 有限要素法における L^∞ 型誤差評価と離散グリーン関数について, 日本数学会秋季総合分科会, 関西大学, 2016年4月.
4. 3次元オイラー方程式に対する Luo–Hou の potentially singular solution に関するいくつかの考察, 日本流体力学会年会, 名古屋工業大学, 2016年9月.
5. On the Navier-Stokes equations with nonlinear boundary conditions of friction type, Applied Mathematics for Real-world Problems II, Hokkaido University (Japan), October 2016.
6. 3次元オイラー方程式に対する Luo–Hou の potentially singular solution に関するいくつかの考察, 研究集会「非線形現象と高精度高品質数値解析」, 富山大学, 2017年2月.

F. 対外研究サービス

1. RIMS 研究集会「現象解明に向けた数値解析学の展開 II」で研究副代表者を担当

田中 雄一郎 (TANAKA Yuichiro)

A. 研究概要

簡約代数群の複素代数多様体への可視的作用について研究している。複素多様体に対する可視的作用の理論は小林俊行氏によって導入され、

その目的をリー群の無重複表現の統一的扱いとしている。実際、小林氏が証明した無重複性の伝播定理を用いることで、リー群の可視的作用から様々な無重複定理を（有限次元か無限次元かを問わず、また離散分解可能か連続スペクトラムを含むかどうかに関わらず）得ることができる。

小さく簡単な可視的作用からより大きく複雑なそれを得る手法として、可視的作用の誘導法が小林氏によって導入された。実際、同氏により、A型複素球冪零軌道へのコンパクト実形的作用の可視性の証明という形でその有用性が示された。この手法は最近になって笹木集夢氏によって一般の複素球冪零軌道へと拡張された。私は複素球等質空間に対して可視的作用の誘導法を適用し、一般の設定でコンパクト実形的作用の可視性を証明した。この結果について、C. 口頭発表 9 及び 10 で発表した。

I have been studying visible actions of reductive algebraic groups on complex spherical varieties. The theory of visible actions on complex manifolds was introduced by T. Kobayashi with the aim of uniform treatment of multiplicity-free representations of Lie groups. Indeed, by the propagation theorem of the multiplicity-freeness property proved by Kobayashi, we can obtain various kinds of multiplicity-free representations from a visible action.

The method of induction of visible action, which was introduced by Kobayashi enables us to obtain visible actions from more smaller and simpler ones. He proved the visibility of actions of the unitary group on complex spherical nilpotent orbits of type A by using the method. A. Sasaki extended recently this result to arbitrary type. Based on their results I proved the visibility of actions of compact Lie groups on complex spherical varieties in a general setting (C. 9, 10).

B. 発表論文

1. Yuichiro Tanaka, Classification of visible actions on flag varieties. *Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci.* 88 (2012), no. 6, 91–96.
2. Yuichiro Tanaka, Visible actions on flag

varieties of type B and a generalisation of the Cartan decomposition. Bull. Aust. Math. Soc. 88 (2013), no. 1, 81–97.

3. Yuichiro Tanaka, Visible actions on flag varieties of type C and a generalization of the Cartan decomposition. Tohoku Math. J. (2) 65 (2013), no. 2, 281–295.
4. Yuichiro Tanaka, Visible actions on flag varieties of type D and a generalization of the Cartan decomposition. J. Math. Soc. Japan 65 (2013), no. 3, 931–965.
5. Yuichiro Tanaka, Visible actions on flag varieties of exceptional groups and a generalization of the Cartan decomposition. J. Algebra 399 (2014), 170–189.
6. Yuichiro Tanaka, Geometry of multiplicity-free representations of $SO(N)$ and visible actions. Acta Appl. Math. 142 (2016), 189–205.

C. 口頭発表

1. Yuichiro Tanaka, Visible actions on generalized flag varieties -Geometry of multiplicity-free representations of $SO(N)$ - (口頭発表), Asian Academic Seminar 2013, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, November 7th, 2013.
2. 田中雄一郎, Geometry of multiplicity-free representations of $SO(N)$ and visible actions (口頭発表), 2013 年度表現論シンポジウム, マホロバ・マインズ三浦, 神奈川県三浦市, 2013 年 11 月 27 日.
3. 田中雄一郎, 旗多様体への可視的作用とカルタン分解の一般化 (口頭発表), 松木敏彦先生還暦記念研究集会, 県民ふれあい会館, 鳥取県, 2014 年 2 月 8 日.
4. Yuichiro Tanaka, Visible actions on generalized flag varieties and a generalization of the Cartan decomposition (口頭発表), Sixteenth International Conference on Geometry, Integrability and Quantization, Varna, Bulgaria, June 10th, 2014.

5. 田中雄一郎, アフィン球等質空間への可視的作用とその応用 (口頭発表), 表現論と調和解析の新たな進展, 京都大学数理解析研究所, 2014 年 6 月 25 日.

6. 田中雄一郎, Visible actions on generalized flag varieties (口頭発表), 量子化の幾何学 2014, 早稲田大学理工学部, 2014 年 12 月 20 日.

7. Yuichiro Tanaka, Visible actions on flag varieties (口頭発表), Mathematical Symposium ENS Lyon-Todai, ENS Lyon, France, June 25th, 2015.

8. 田中雄一郎, 球多様体への可視的作用とその応用について (口頭発表), 第 54 回実函数論・函数解析学合同シンポジウム, 神奈川大学, 2015 年 9 月 4 日.

9. 田中雄一郎, コンパクトリー群の複素球多様体に対する可視的作用について (口頭発表), 広島幾何学研究集会 2016, 広島大学東広島キャンパス, 2016 年 10 月 6 日.

10. 田中雄一郎, Visible actions of compact Lie groups on complex spherical varieties (口頭発表), 幾何学コロキウム, 北海道大学札幌キャンパス, 2016 年 11 月 25 日.

D. 講義

1. 数理学基礎演習・微積：教養学部理科 2 3 類 1 年生向けの微積分の演習.(教養学部前期課程講義)

千葉 優作 (TIBA Yusaku)

A. 研究概要複素モンジュ・アンペール方程式について研究した。解が滑らかでない場合に多変数ポテンシャル論や粘性解を使って研究する手法を勉強した。また正則曲線のアールフォルスカレントのコホモロジーなど研究した。結果として複素トーラス上で同一の正則曲線から、一方はケーラークラスに収束し、もう一方はケーラーではないクラスに収束するアールフォルスカレントが存在することが分かった。

I studied the complex Monge-Ampère equation by using pluri-potential theory and vis-

cosity solution. I also studied the cohomology class of Ahlfors currents. As a result, I showed that there is an entire curve in complex Torus whose Ahlfors currents have another cohomology classes.

B. 発表論文

1. Y. Tiba, The second main theorem of hypersurfaces in the projective space, *Math. Z.* **272** (2012), 1165–1186.
2. Y. Tiba, Holomorphic curves into the product space of the Riemann spheres, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo.* **18** (2011), 325–354.
3. Y. Tiba, Kobayashi hyperbolic imbeddings into toric varieties, *Math. Ann.* **355** (2013), 879–892.
4. Y. Tiba, The second main theorem for entire curves into Hilbert modular surfaces, *Forum Math.* **27** (2015), 1979–1985.
5. A. Ito and Y. Tiba, Curves in quadric and cubic surfaces whose complements are Kobayashi hyperbolically imbedded, *Ann. Inst. Fourier.* **65** (2015), 2057–2068.
6. Y. Tiba, Shilov boundaries of the pluri-complex Green function's level sets, to appear in *International Mathematics Research Notices*
7. Y. Tiba, The intersection of an entire holomorphic mapping and a complex Monge-Ampère current with a bounded potential, to appear in *Proc. Amer. Math. Soc.*

C. 口頭発表

1. 極大多重劣調和関数の最小値原理と複素モンジュ・アンペール方程式へのその応用, 広島複素解析セミナー, 広島大学, 2015年5月
2. 極大多重劣調和関数の最小値原理と複素モンジュ・アンペール方程式へのその応用, 複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺, 京都教育大学, 2015年12月
3. The intersection of an entire holomorphic mapping and a complex Monge-Ampère

current with a bounded potential, 複素解析幾何学のポテンシャル論的諸相, 東京大学, 2016年2月

4. The intersection of an entire holomorphic mapping and a complex Monge-Ampère current with a bounded potential, 東北複素解析セミナー, 東北大学, 2016年7月
5. The intersection of an entire holomorphic mapping and a complex Monge-Ampère current with a bounded potential, 多変数関数論冬セミナー, 福岡工業大学, 2016年12月

D. 講義

1. 数理科学基礎微積演習, 微積演習
2. 微分積分学 A セメスター演習, 微積演習

土岡 俊介 (TSUCHIOKA Shunsuke)

A. 研究概要

本年度は、昨年度、渡部正樹（東大数理）さんとの共同研究で発見・証明した Schur の分割定理の一般化の論文を完成させた (arXiv:1609.01905)。これは Külshammer-Olsson-Robinson 理論 (Invent.Math., 2003 年) のスピン類似を考察する中で得られた、奇数 $p \geq 3$ ごとの Rogers-Ramajujan 型分割定理である。 $p = 3$ の場合は「Schur の分割定理 (1926 年)」として分割理論の教科書で標準的に扱われている。 $p = 5$ の場合は、G.Andrews による Rogers-Ramajujan 型恒等式の 3 パラメータ一般化の研究の過程で 1970 年代に予想されたもので、約 20 年後に Andrews-Bessenrodt-Olsson によって計算機を使う形で証明された (Trans.A.M.S., 1994 年)。我々の一般化・証明は京都スクールによる perfect crystal の理論を用いるもので、分割理論に量子群の表現論から新しい知見を与えられたと考えている。この分割定理の”局所的な”証明の可能性を模索する中で、B2 型と G2 型 regular 柏原クリスタルの純グラフ理論的特徴付けを得ることに成功した (投稿準備中)。

In a course of a study of spin analog of Külshammer-Olsson-Robinson theory (Invent.Math., (2003)), we found and proved a new

Rogers-Ramajujan type identity for each odd number $p \geq 3$ (joint work with Masaki Watanabe). When $p = 3$, it is nothing but “Schur partition theorem (1926)” that you can find in almost all textbooks on the theory of partitions. When $p = 5$, it is the same as the conjecture due to G.Andrews found in 1970s in a course of his 3 parameter generalization of the Rogers-Ramajujan identities. Andrews’ conjecture was proved about 20 years later (Trans.A.M.S.,(1994)) with an aid of computers. Our generalization and proof are based on a theory of perfect crystals of Kyoto school and provides new insight into the theory of partitions (arXiv:1609.01905). In pursuing a “local proof” of the partition theorem, I found a purely graph-theoretic characterization of regular Kashiwara crystals of type B2 and G2 (in preparation).

B. 発表論文

1. S. Tsuchioka : “Graded Cartan determinants of the symmetric groups”, Trans. Amer. Math. Soc. **366** (2014) 2019-2040.
2. S-J. Kang, M. Kashiwara and S. Tsuchioka : “Quiver Hecke superalgebras”, Journal für die reine und angewandte Mathematik. **711** (2016) 1-54.
3. A. Evseev and S. Tsuchioka : “On graded Cartan invariants of symmetric groups and Hecke algebras”, Mathematische Zeitschrift. **285** (2017) 177-213.
4. S. Tsuchioka and M. Watanabe : “Pattern avoidance seen in multiplicities of maximal weights of affine Lie algebra representations”, to appear in Proceedings of the American Mathematical Society.
5. S. Tsuchioka and M. Watanabe : “Schur partition theorems via perfect crystal”, arXiv:1609.01905 (査読なし, preprint).

C. 口頭発表

1. Schur 分割定理の一般化について, 東京無限可積分系セミナー, 東京大学, 2016 年 12 月.

2. Schur 分割定理の一般化について, 代数セミナー (可積分系セミナーと共催), 神戸大学, 2016 年 9 月.
3. 一般 Schur 分割定理と対称群のモジュラスピン表現論, 大岡山談話会, 東京工業大学, 2016 年 6 月.
4. On a general Schur’s partition identity, Categorical Representation Theory and Combinatorics, KIAS (韓国), 2015 年 12 月.
5. KOR 予想の広がり, 日本数学会 2015 年度秋季総合分科会代数学セッション特別講演, 京都産業大学 (京都), 2015 年 9 月.
6. On a general Schur’s partition theorem, Algebra Seminar Programme, University of Birmingham (英国), 2015 年 8 月.
7. A brief survey of KLR algebras (survey), Graded KOR conjecture via KLR algebras, Quiver Hecke superalgebras, Diagram algebra and topology (Camp Style Seminar), Hotel Sports Lodge Itoman (沖縄), 2015 年 8 月.
8. Elias-Khovanov (arXiv:0902.4700) の紹介 (survey), Elias-Williamson (arXiv:1309.0865) の紹介 (survey), Soergel Calculus 勉強会, 東京大学数理学研究科 (東京), 2015 年 3 月, 2015 年 5 月, 2015 年 6 月, 2015 年 7 月.
9. On graded Cartan invariants of symmetric groups and Hecke algebras, Representation theory and Related Topics (RIMS Camp Style Seminar), 伊良湖ビューホテル (愛知), 2015 年 2 月.
10. On graded Cartan invariants of symmetric groups and Hecke algebras, Conference on Cluster Algebras and Representation Theory, KIAS (韓国), 2014 年 11 月.

D. 講義

1. 代数と幾何の補習: 志甫淳教授による 4 学期授業「代数と幾何」について、8 名程度を対象に基礎的内容を復習した (数学科進学予定学生対象)。

2. 数理科学基礎演習線型代数: 小木曾啓示教授による授業「数理科学基礎」について、演習を担当した (S1 ターム, 理 2,3 1~7 組対象)。
3. 数学基礎理論演習線型代数: 小木曾啓示教授による授業「数学基礎理論」について、演習を担当した (S2 ターム, 理 2,3 1~7 組対象)。
4. 線型代数学演習: 小木曾啓示教授による授業「線型代数学」について、演習を担当した (A ターム, 理 2,3 1~7 組対象)。
5. 数学学修相談室: 教養課程の学生からの数学についての質問を受け付けた (S ターム, A ターム)。
6. 2016 年 6 月第 3 週に東京工業大学において対称群の通常表現論についての集中講義を行った。

F. 対外研究サービス

1. 東京医科大学病院 (西新宿) において、特殊ハードコンタクトレンズ製造に参考になると思われるプログラミングの技法について解説講演を行った (2015 年 12 月)。
2. 書泉グランデ (神保町) における「『圏論の歩き方』『圏論の技法』刊行記念トークイベント」において、Kazhdan-Lusztig 理論の圏論的手法による進展である Riche-Williamson (arXiv:1512.08296) および、圏論化の応用の嚆矢となった Chuang-Rouquier の \mathfrak{sl}_2 圏論化 (Ann.Math.(2007)) について、簡単な紹介を行い、丸山善宏氏 (京都大学白眉センター) と対談を行った (2016 年 1 月)。
3. Tom Leinster による圏論の入門書 "Basic Category Theory" (Cambridge University Press) の翻訳を行った (翻訳に際して、演習問題 107 問中 101 問に解答を付した)。2017 年 1 月に丸善出版から『ベーシック圏論』として出版された。
4. 書泉グランデ (神保町) における「『ベーシック圏論』発売記念トークイベント」において、twitter であらかじめ募集した圏論の質問に答える形で、斎藤恭司氏と対談を行った (2017 年 2 月)。
5. 数学セミナー 2017 年 2 月号「整数の分割」特集に、「シューア分割定理」を寄稿した。

H. 海外からのビジター

Anton Evseev (University of Birmingham), 2015 年 5 月-6 月.

中田 庸一 (NAKATA Yoichi)

A. 研究概要

ソリトン方程式の解の構造およびセルオートマトンモデルの応用について研究している。近年は所属する iBMath のテーマである転写ダイナミクスの数理モデルについての研究も行っている。主な結果は以下の通り。

1. 超離散 Somos-4, 5 方程式の初期値問題の解法

Somos sequence のうちいくつかは Laurent 性を持つ離散方程式系として知られているが、その超離散対応物のうち超離散 Somos-4 および超離散 Somos-5 方程式について、初期値の関数として見る解を凸多角形と対応させることにより、任意の初期値に対する一般解を与えた。

2. 転写時における DNA 空間構造の推定

転写時における DNA 空間構造を推定するための祖視化モデルを構築、実験から得られたデータを当てはめることでその空間構造の推定を行った (和田洋一郎教授 (アイソトープ総合センター), 井原茂男特任教授らとの共同研究)。

I am studying about structures of solutions for the soliton equations and applications of cellular-automaton model. Recently, I am studying about mathematical modeling of the transcriptional dynamics. The main results are as follows:

1. The solution to the initial value problem for the ultradiscrete Somos-4 and 5 equations.

We propose a method to solve the initial value problem for the ultradiscrete Somos-4 and Somos-5 equations by expressing terms in the equations as convex polygons and regarding max-plus algebras as those on polygons.

2. Construction 3D Chromatin Structure by Physics-based Mathematical Modeling

We constructed a coarse-grained model to determine 3D configuration of chromatin structure and visualize 3D structure in transcription by applying the experimental data to this model (Joint work with Prof. Y. Wada et al.).

B. 発表論文

1. Y. Nakata: "Solutions to the ultradiscrete KdV equation expressed as the maximum of a quadratic function", J. Phys. A: Math. Theor. 46 (2013) 265203.
2. Y. Nakata: "Solutions to the ultradiscrete KP hierarchy and its reductions", J. Phys. A: Math. Theor. 46 (2013) 465202.
3. Y. Nakata, Y. Ohta and S. Ihara: "Gaps on the flow of the simplified path-preference cellular automaton model", arXiv:1409.3311, 2014.
4. T. Hidaka, S. Shimada, Y. Nakata, et al.: "Simple exact model of pH-induced protein denaturation", Phys. Rev. E 92, 012709, Jul 2015.
5. Y. Nakata: "The solution to the initial value problem for the ultradiscrete Somos-4 and 5 equations", arXiv:1701.04262, 2017.

C. 口頭発表

1. 離散凸二次関数の最大値として表される超離散 KdV 方程式の解について, 九州大学応用力学研究所研究集会「非線形波動研究の最前線 - 構造と現象の多様性-」, 2012 年 11 月
2. 超離散 KP 階層 (の簡単な場合) の解 およびその簡約について, 九州大学応用力学研究所研究集会「非線形波動研究の拡がり」, 2013 年 11 月
3. On simplified path-preference model, Joint iBMath and QGM workshop, "Geometry and topology of macromolecule folding", Dec. 2013
4. 簡略化された path-preference model について, 研究集会「島根大学 [数理生物] - 東京大

学 iBMath 合同研究会: 「生命動態の実験, 数理モデルおよびシミュレーションの現状と今後の課題」, 2013 年 12 月

5. 単純化された path-preference model について, 数学協働プログラム「生命ダイナミックスの数理とその応用」 - 数理科学と生物医学の融合, 2014 年 1 月
6. 超離散 KP 階層 (の簡単な場合) の解 およびその簡約について, 九州大学応用力学研究所研究集会「非線形波動研究の拡がり」, 2014 年 10 月
7. 単純化された path-preference model について, 数学協働プログラム「生命ダイナミックスの数理とその応用」 - 数理科学と生物医学の融合, 2014 年 12 月
8. "単純化された path-preference model について", 生命動態システム四拠点・CREST・PRESTO 合同シンポジウム「生命動態の分子メカニズムと数理」, 京都大学, 2015 年 3 月.
9. "Gaps on the flow of the simplified path-preference cellular automaton model", Waseda Univ, Computational and Geometric Approaches for Nonlinear Phenomena, Aug. 2015.
10. "Gaps on the flow of the simplified path-preference cellular automaton model", ICIAM 2015, Aug. 2015.
11. "Path-preference model の特殊な場合の解析について", 数学協働プログラム「生命ダイナミックスの数理とその応用」, 東京大学数理科学研究科, 2015 年 12 月.
12. "粗視化モデルを用いた RNA ポリメラーゼ相互作用に基づく DNA の 3 次元構造の推測", シンポジウム「生命動態の分子メカニズムと数理」, 広島大学, 2016 年 3 月.
13. ポスター発表 "粗視化モデルを用いた ChIA-PET データに基づくクロマチン 3 次元構造の推測", 数理デザイン道場, 2016 年 6 月.
14. "超離散 Somos-4, 5 の初期値問題の解法", 九大応力研共同利用研究集会「非線形波動研究の深化と展開」, 2016 年 11 月.

15. ”ChIA-PET データに基づくクロマチン空間構造の解析”, 研究集会「生命動態とその数理」, 2017年2月.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習: 講義科目「数学基礎理論」について演習を行った.
2. 現象数理 2(理学部), 現象数理学 (大学院), 非線形数学 (教養学部後期): 転写についての導入とそのダイナミクスの数理モデル化および解析について講義を行った.
3. 数学基礎理論演習: 講義科目「微分積分学」, 「線形代数学」についての演習を行った.
4. 微分積分学演習: 講義科目「微分積分学」についての演習を行った.
5. 線形代数学演習: 講義科目「線形代数学」についての演習を行った.

中村 伊南沙 (NAKAMURA Inasa)

A. 研究概要

4次元空間内の曲面結び目および2次元ブレイドについて研究している。今年度は論文 (B-2) が出版された。論文 (B-2) では、1-ハンドルをいくつか加えることによって得られる曲面結び目上の2次元ブレイドで、ある繰り返しのパターンから成るものについて、1-ハンドルムーブという同値変形を導入し、この図式の変形によって2次元ブレイドがどれだけ簡単に変形できるか調べた。さらに、チャートループ付き1-ハンドルを加えるという操作は、任意の曲面結び目上の任意の2次元ブレイドについてブレイドを解消する操作であることを示した。また、今後は「曲面結び目上の2次元ブレイド」を「被覆曲面結び目」に変更することにした。チャートループ付き1-ハンドルを加えるという操作によって、被覆曲面結び目の「単純化数」という不変量が定義されるが、その評価を考察中である。プレプリント (B-1) では、RNA やクロマチンの2次構造の変形過程を表す方法として、格子上の表示および変形の面積を考察し、格子表示から得られる格子多角形の変形で、最小面積であるものについて考察したが、論文の構成等についてまだ検討中である。

I study surface-links and 2-dimensional braids, which are closed surfaces smoothly embedded in the Euclidean 4-space \mathbb{R}^4 . I investigated 2-dimensional braids obtained from a 2-dimensional braid over a knotted sphere by an addition of several 1-handles with chart loops. I introduced equivalent moves for surface diagrams with 1-handles with chart loops, called 1-handle moves, and investigated how much we can simplify a 2-dimensional braid by 1-handle moves. Further, I showed that an addition of 1-handles with chart loops is a simplifying operation for any 2-dimensional braid over a surface-knot (B-2). I am planning to change the term “a 2-dimensional braid over a surface-link” to “a covering surface-link”. In (B-2), I defined an invariant called the “simplifying number” for covering torus-knots, and I am considering the lower and upper bounds of the simplifying number.

I considered lattice presentations of partial matchings, in order to present a transformation of secondary structures of polymer molecules such as RNAs or chromatin. I considered lattice polytopes associated with lattice presentations, and transformations of lattice polytopes with minimal area (B-1). I am considering the construction of (B-1) for revision.

B. 発表論文

1. Inasa Nakamura: “Transformations of partial matchings”, preprint.
2. Inasa Nakamura: “On addition of 1-handles with chart loops to 2-dimensional braids”, *J. Knot Theory Ramifications* **26**, Article ID 1650061, 32 p. (2016).
3. Inasa Nakamura: “Showing distinctness of surface links by taking 2-dimensional braids”, *Pacific J. Math.* **278** (2015), no. 1, 235–251.
4. Tetsuya Ito and Inasa Nakamura: Erratum to “On surface links whose link groups are abelian”, *Math. Proc. Camb. Phil. Soc.* **159** (2015), no. 1, 187.
5. Tetsuya Ito and Inasa Nakamura: “On surface links whose link groups are abelian”,

Math. Proc. Camb. Phil. Soc. **157** (2014), no. 1, 63–77.

6. Inasa Nakamura: “Surface links with free abelian groups”, J. Math. Soc. Japan **66** (2014), no. 1, 247–256.
7. Inasa Nakamura: “Satellites of an oriented surface link and their local moves”, Topology Appl. **164** (2014), 113–124.
8. Inasa Nakamura: “Unknotting numbers and triple point cancelling numbers of torus-covering knots”, J. Knot Theory Ramifications **22**, no. 3, Article ID 1350010, 28 p. (2013).
9. Inasa Nakamura: “Triple linking numbers and triple point numbers of certain T^2 -links”, Topology Appl. **159** (2012), 1439–1447.
10. Inasa Nakamura: “Surface links which are coverings over the standard torus”, Algebr. Geom. Topol. **11** (2011), 1497–1540.

C. 口頭発表

1. “Simplifying covering torus-knots by an addition of 1-handles with chart loops”. The 12th East Asian School of Knots and Related Topics. The University of Tokyo. January 2017.
2. “Unbraiding 2-dimensional braids by an addition of 1-handles with chart loops”. 研究集会「4次元トポロジー」。大阪市立大学。2016年11月。
3. “Showing distinctness of surface links by taking 2-dimensional braids”. 研究集会「葉層構造と微分同相群 2016」。東京大学玉原国際セミナーハウス。2016年10月。
4. 「1-ハンドル付加による2次元ブレイドのブレイド解消操作」。日本数学会秋季総合分科会・トポロジー分科会一般講演。関西大学。2016年9月。
5. “Unbraiding 2-dimensional braids by an addition of 1-handles with chart loops”. KOOK-TAPU Workshop of Knots in

Tsushima Island, Tsushima, September 8, 2016.

6. 「クロマチンの2次構造のダイナミクスの数理」。CREST「生命動態の理解と制御のための基盤技術の創出」研究領域第6回数理解デザイン道場。三島。2016年6月。(ポスター発表)
7. 「クロマチンの2次構造のダイナミクスの数理」。生命動態システム科学四拠点・CREST・PRESTO・QBiC 合同シンポジウム。広島。2016年3月。(ポスター発表)
8. “On addition of 1-handles with chart loops to 2-dimensional braids”. 第39回トポロジーセミナー。伊東。2016年3月。

D. 講義

1. 数理科学基礎演習(奇数番)(S1ターム)、数学基礎理論演習(微分積分学)(S2ターム)、微分積分学演習(Aセメスター): 微分積分の演習, 教養学部1年生理科1類6-7, 9-10組対象。
2. 数理科学基礎演習(奇数番)(S1ターム)、数学基礎理論演習(微分積分学)(S2ターム)、微分積分学演習(Aセメスター): 微分積分の演習, 教養学部1年生理科23類21-24組対象。
3. 数理科学基礎演習(偶数番)(S1ターム)、数学基礎理論演習(線型代数学)(S2ターム)、線型代数学演習(Aセメスター): 線型代数の演習, 教養学部1年生理科23類21-24組対象。
4. 集合と位相の補習: 「集合と位相」に関する補習授業, 数学科進学予定者対象。

F. 対外研究サービス

1. 第40回伊豆トポロジーセミナーの世話人の一人, 2017年3月20日-3月23日。
2. 学習院大学トポロジーセミナー世話人, 2012年4月-2013年10月, 2015年11月から。
3. iBMath 玉原サマースクール世話人, 2015年7月25日-7月27日。

中安 淳 (NAKAYASU Atsushi)

A. 研究概要

以下に挙げる非線形偏微分方程式に対する粘性解の理論について研究をしている。

1. ハミルトン・ヤコビ方程式: ハミルトン・ヤコビ方程式は解析力学や前線伝播の問題において重要な役割を果たし, 応用上確率測度の空間およびネットワークやフラクタルなどの非ユークリッド空間上の方程式を考察することは意義が大きい. そこで, 一般化された空間上のハミルトン・ヤコビ方程式の適切性問題や解の漸近挙動に関する問題について研究している. また, 非強圧的非凸ハミルトン・ヤコビ方程式や弱結合系に関しても興味を持って取り組んでいる.
2. 曲率流方程式と全変動流: 結晶成長学で現れる非局所的曲率流にしたがって運動する曲線の研究に取り組んでいる. 特に曲線が関数のグラフとして与えられる場合の1次元非線形特異拡散方程式について研究しており, 特異性を含む方程式に対する解析手法の開発を進めている.

I study the theory of viscosity solutions for nonlinear partial differential equations as follows.

1. Hamilton-Jacobi equations: It is important from the viewpoint of the application to consider Hamilton-Jacobi equations on non-Euclidean spaces such as spaces of probability measures, networks and fractals since they play essential roles in problems on analytical mechanics and front propagation. I study well-posedness problems and problems on asymptotic behavior of solutions for Hamilton-Jacobi equations in generalized spaces. I also interested in non-coercive non-convex Hamilton-Jacobi equations and weakly coupled systems.
2. Curvature flow equations and total variation flows: I focus on curves moved by nonlocal curvature flow appearing in studies on crystal growth. I in particular study a one-dimensional nonlinear singular diffusion equation in the case when the curve is

a graph of a function, and have developed analysis of equations with singularities.

B. 発表論文

1. Q. Liu and A. Nakayasu: “Convexity preserving properties for Hamilton-Jacobi equations in geodesic spaces”, preprint.
2. A. Nakayasu and P. Rybka: “Energy solutions to one-dimensional singular parabolic problems with BV data are viscosity solutions”, arXiv:1603.07502.
3. T. Namba and A. Nakayasu: “Stability properties and large time behavior of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations on metric spaces”, arXiv:1602.00530.
4. A. Nakayasu: “Two approaches to minimax formula of the additive eigenvalue for quasiconvex Hamiltonians”, arXiv:1412.6735.
5. N. Hamamuki, T. Namba and A. Nakayasu: “On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and their application to homogenization problems”, *J. Differential Equations* **259** (2015), 6672–6693.
6. 中安 淳: “On stability of viscosity solutions under non-Euclidean metrics (非ユークリッド距離構造の下での粘性解の安定性について)”, doctoral thesis (2015).
7. Y. Giga, N. Hamamuki and A. Nakayasu: “Eikonal equations in metric spaces”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **367** (2015) 49–66.
8. A. Nakayasu: “Metric viscosity solutions for Hamilton-Jacobi equations of evolution type”, *Adv. Math. Sci. Appl.* **24** (2014), 333–351.
9. M.-H. Giga, Y. Giga and A. Nakayasu: “On general existence results for one-dimensional singular diffusion equations with spatially inhomogeneous driving force”, *Geometric Partial Differential Equations proceedings, CRM Series, Vol.*

15, Scuola Normale Superiore Pisa, Pisa, 2013, 145–170.

10. 中安 淳: “Viscosity solutions under various metrics (種々の距離構造のもとでの粘性解)”, master’s thesis (2013).

C. 口頭発表

1. Convexity preserving properties for Hamilton-Jacobi equations in geodesic spaces, 第 34 回九州における偏微分方程式研究集会, 九州大学, 2017 年 1 月.
2. Stability property and large time behavior of viscosity solutions to Hamilton-Jacobi equations on metric spaces, 発展方程式論とその非線形解析への応用, 京都大学, 2016 年 10 月.
3. Stability properties and large time behavior of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations on metric spaces, International conference on PDE ”TOWARDS REGULARITY”, Institute of Mathematics Polish Academy of Sciences, ポーランド, 2016 年 9 月.
4. Hamilton-Jacobi equations in generalized spaces, 第 63 回幾何学シンポジウム, 岡山大学, 2016 年 8 月.
5. Homogenization and cell problems for non-coercive quasiconvex Hamiltonians, The Shanghai Workshop on Hamilton-Jacobi equations, 復旦大学, 中国, 2016 年 7 月.
6. A viscosity approach for fully nonlinear PDEs with fractional time derivatives, Nonlinear PDE satellite Workshop, 東北大学, 2016 年 7 月.
7. Stability properties and large time behavior of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations on metric spaces, 広島数理解析セミナー, 広島大学, 2016 年 5 月.
8. (1) Homogenization and cell problems for noncoercive quasiconvex Hamiltonians, (2) A viscosity approach for fully nonlinear PDEs with fractional time derivatives, FMSP 院生集中講義, 東京大学, 2016 年 3 月.

9. Homogenization and cell problems for non-coercive quasiconvex Hamiltonians, A3 Joint Seminar on Inverse Problems, 復旦大学, 中国, 2016 年 3 月.

10. Hamilton-Jacobi equations in metric spaces, 東京確率論セミナー, 東京大学, 2016 年 1 月.

G. 受賞

1. 数理科学研究科長賞, 2016 年 3 月.
2. 数理科学研究科長賞, 2013 年 3 月.
3. 東京大学学生表彰「総長賞」(学業), 2013 年 3 月.

間瀬 崇史 (MASE Takafumi)

A. 研究概要

(1) 特異点閉じ込めを通過する 2 階の単独差分方程式について考察した. そのような方程式に対して, 特異点パターンから直接代数的エントロピーを求める手法を提案した.

(2) Laurent 性を持つ非可積分方程式の互いに素条件について考察した. 離散戸田方程式の拡張が互いに素条件を満たすことを示すとともに, 既約でない方程式の互いに素条件についても考察した.

(1) I studied 3-point mappings with all singularities confined. I proposed a method to calculate the algebraic entropy of such an equation, only by means of its singularity pattern.

(2) I studied the coprimeness condition for discrete nonintegrable equations with the Laurent property. I showed that a nonintegrable extension of the discrete Toda equation satisfies the coprimeness condition. I also studied the coprimeness condition for several reducible equations with the Laurent property.

B. 発表論文

1. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox and T. Mase, “Calculating algebraic entropies: an express method,” to appear in *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, arXiv:1611.05111.

2. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro, “Coprimeness-preserving non-integrable extension to the two-dimensional discrete Toda lattice equation,” *Journal of Mathematical Physics* 58 (2017): 012702.
 3. R. Willox, T. Mase, A. Ramani and B. Grammaticos, “Full-deautonomisation of a lattice equation,” *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 49, no. 28 (2016): 28LT01.
 4. M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro, “Singularity confinement and chaos in two-dimensional discrete systems,” *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 49, no. 23 (2016): 23LT01.
 5. T. Mase, “Investigation into the role of the Laurent property in integrability,” *Journal of Mathematical Physics* 57 (2016): 022703.
 6. B. Grammaticos, A. Ramani, R. Willox, T. Mase and J. Satsuma, “Singularity confinement and full-deautonomisation: a discrete integrability criterion,” *Physica D* 313 (2015): 11–25.
 7. T. Mase, R. Willox, B. Grammaticos and A. Ramani, “Deautonomisation by singularity confinement: an algebro-geometric justification,” *Proceedings of the Royal Society A* 471 (2015): 20140956.
 8. M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro, “Algebraic entropy of an extended Hietarinta-Viallet equation,” *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 48, no. 35 (2015): 355202.
 9. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox, T. Mase and M. Kanki, “The redemption of singularity confinement,” *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 48, no. 11 (2015): 11FT02.
 10. M. Kanki, J. Mada, T. Mase and T. Tokihiro, “Irreducibility and co-primeness as an integrability criterion for discrete equations,” *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 47, no. 46 (2014): 465204.
- C. 口頭発表
1. T. Mase, “Spaces of initial conditions for nonautonomous mappings of the plane,” The Tenth IMACS International Conference on Nonlinear Evolution Equations and Wave Phenomena: Computation and Theory, Georgia (U.S.), March 2017.
 2. 間瀬崇史, “非自励 2 階差分方程式の初期値空間,” アクセサリー・パラメーター研究会 2017, 熊本大学理学部 (熊本), 2017 年 3 月.
 3. T. Mase, “Spaces of initial conditions for nonautonomous mappings of the plane,” Workshop on Discrete Painlevé equations, Tokyo (Japan), December 2016.
 4. 間瀬崇史, “多次元格子上的擬似可積分系,” 可積分系数理の現状と展望, 京都大学数理解析研究所 (京都), 2016 年 9 月.
 5. T. Mase, “The Laurent Property and Discrete Integrable Systems,” International Conference on Symmetry and Integrability in Difference Equations, Bangalore (India), July 2014.
 6. 間瀬崇史, “ローラン現象と離散可積分系,” 非線形離散可積分系の拡がり, 京都大学数理解析研究所 (京都), 2012 年 8 月.
- G. 受賞
1. 東京大学数理科学研究科研究科長賞 (2015 年度)
 2. 東京大学数理科学研究科研究科長賞 (2012 年度)
- 若林 泰央 (WAKABAYASHI Yasuhiro)
- A. 研究概要
- 私の研究領域は、双曲的代数曲線やそのモジュライ空間に関連する (非可換) 代数幾何学及び数論幾何学である。より具体的には、dormant oper

を分類するモジュライ空間の構造を研究し、他の研究領域との関連やそれらへの応用を調べることを主として研究している。dormant oper とは正標数の代数曲線上で定義された然るべき可積分主束であり、それらの研究は p 進タイヒミュラー理論、グロモフ・ウィッテン理論、そして有理凸多面体（やスピネットワーク）の組み合わせ論といった様々な数学分野と結びつくものである。本年度では、任意標数体で定義された（対数構造を付加した）点付き安定曲線族上の（dormant）Miura \mathfrak{g} -oper（ただし \mathfrak{g} は随伴型半単純リー代数）なる概念を定式化し、それらを分類するモジュライ空間を構成した。また、このモジュライ空間の様々な幾何的性質を示すことにより、応用として、正標数体上の「（例えば小平消滅定理が成り立たないなどの）病理的な」代数多様体の（高次元の多様体によりパラメトライズされた）族を構成することができた。さらに、dormant (Miura) \mathfrak{sl}_2 -oper における Miura 変換の組み合わせ論的記述を実現した。この結果の系として、完全退化曲線上に存在する dormant Miura \mathfrak{sl}_2 -oper を完全に特定することができた。

My research areas are (noncommutative) algebraic geometry and arithmetic geometry concerning hyperbolic algebraic curves and their moduli space. More concretely, I mainly research the structure of the moduli space classifying dormant oper and study relationships with other mathematical fields and applications to them. Roughly speaking, a dormant oper is a certain principal homogeneous space on an algebraic curve in positive characteristic equipped with an integrable connection. The study of dormant oper may be linked to various areas of mathematics, including p -adic Teichüller theory, Gromov-Witten theory, and combinatorics of rational polytopes (and spin networks). In this year, I formulated the notion of a (dormant) Miura \mathfrak{g} -oper (where \mathfrak{g} is a semisimple Lie algebra of adjoint type) on a family of pointed stable curves (equipped with log structures) defined over a field of arbitrary characteristic, and constructed the moduli space classifying such objects. After proving some geometric properties of that moduli space, I obtained, as an application, a fam-

ily of “pathological (in the sense, e.g., of violating the Kodaira’s vanishing theorem)” algebraic varieties in positive characteristic (parameterized by a higher dimensional variety). Moreover, I realized a combinatorial description of the Miura transformation with respect to dormant (Miura) \mathfrak{sl}_2 -opers. As a corollary of this result, I could characterize completely the dormant Miura \mathfrak{sl}_2 -opers on any totally degenerate curve.

B. 発表論文

1. Y. Wakabayashi : “An explicit formula for the generic number of dormant indigenous bundles”, Publ. Res. Inst. Math. Sci. **50** (2014) 383–409.
2. Y. Wakabayashi : “On the cuspidalization problem for hyperbolic curves over finite fields”, Kyoto J. Math. **56** (2016) 125–164.
3. Y. Wakabayashi : “A theory of dormant oper on pointed stable curves — a proof of Joshi ’s conjecture —”, arXiv: math. AG/1411.1208v2.
4. Y. Wakabayashi : “Duality for dormant oper”, arXiv: math. AG/1507.00624.
5. Y. Wakabayashi : “Moduli of log twisted $\mathcal{N} = 1$ SUSY curves”, arXiv: math. AG/1602.07059.
6. Y. Wakabayashi : “Abelian étale coverings of generic curves and ordinarity of dormant oper”, arXiv: math. AG/1602.07061.
7. Y. Wakabayashi : “Counting dormant oper on a pointed stable curve: a research announcement”, RIMS 講究録別冊に掲載決定済み.
8. Y. Wakabayashi : “On the ordinarity of dormant GL_n -opers: a research announcement”, RIMS 講究録別冊に掲載決定済み.
9. Y. Wakabayashi : “Moduli of Tango structures and dormant oper”, in preparation.

10. Y. Wakabayashi : “Combinatorial description of dormant Miura transformation”, in preparation.

C. 口頭発表

1. The symplectic nature of the moduli stack of dormant curves, RIMS 整数論/数論幾何セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2013 年 6 月.
2. 正標数の Teichmüller 理論と関連する組み合わせ論, 広島大学代数学セミナー, 広島大学理学部数学科, 2013 年 12 月.
3. A theory of dormant opers on pointed stable curves, 東北大学代数幾何学セミナー, 東北大学理学部数学科, 2014 年 5 月.
4. Fusion rules for the moduli of dormant opers, RIMS 整数論/数論幾何セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2014 年 11 月.
5. A theory of dormant opers on pointed stable curves, 研究集会「代数的整数論とその周辺 2014」, 京都大学数理解析研究所, 2014 年 12 月.
6. A theory of opers in positive characteristic and Joshi’s conjecture, MS Seminar, Kavli IPMU, 2015 年 1 月.
7. Explicit computation of the number of dormant opers and duality, 代数学コロキウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2015 年 7 月.
8. A theory of dormant opers, 日仏共同研究小研究集会「写像類群とタイヒミュラー空間の幾何」, 東京大学大学院数理科学研究科, 2015 年 11 月.
9. Ordinarity and duality of dormant opers, 研究集会「代数的整数論とその周辺 2015」, 京都大学数理解析研究所, 2015 年 12 月.
10. Moduli of dormant (Miura) opers, 研究集会「複素領域における関数方程式とその周辺」, 広島大学理学研究科, 2017 年 3 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習：線形代数学に関する演習授業（教養学部前期課程 S1 ターム）
2. 数学基礎理論演習：線形代数学に関する演習授業（教養学部前期課程 S2 ターム）
3. 線形代数学演習：線形代数学に関する演習授業（教養学部前期課程 A セメスター）
4. 複素解析学 I 補修：複素解析学に関する補修授業・理学部 2 年生 (後期)
5. 数学学修相談室：教養課程の学生から数学に関する質問を受け付けた (S セメスター及び A セメスター)

連携併任講座 (Special Visiting Chairs)

☆ 客員教授 (Visiting Professors)

竹内 康博 (TAKEUCHI Yasuhiro)

A. 研究概要

H I V感染に代表されるウイルス感染や癌と人間の免疫防御の構造と機能を数理モデルを構築・解析して解明する.

The purpose of my study is to understand the structure and function between virus infection (represented by HIV) or cancer and human immunity by mathematical modeling and its analysis.

B. 発表論文

1. Min Yu, Yueping Dong and Y. Takeuchi, : “Dual role of delay effects in a tumor immune system, *Journal of Biological Dynamics*, DOI: 10.1080/17513758.2016.1231347
2. S. Nakaoka, S. Kuwahara, Chang Lee, Hyejin Jeon, Junho Lee, Y. Takeuchi, Yanguin Kim, : “Chronic Inflammation in the Epidermis: A Mathematical Model, *Applied Sciences* 6(9):252 · September 2016
3. Haiyin Li and Y. Takeuchi, Dynamics of the Density Dependent and Nonautonomous Predator-Prey System with Beddington-DeAngelis Functional Response, *DISCRETE AND CONTINUOUS DYNAMICAL SYSTEMS SERIES B*, **20**, (2015) 1117–1134.
4. Tsuyoshi Kajiwara, Toru Sasaki and Yasuhiro Takeuchi, : “Construction of Lyapunov functions for some models of infectious diseases in vivo: from simple models to complex models, *Mathematical Biosciences and Engineering* **12**, (2015) 117–133,
5. Yueping Dong, Gang Huang, Rinko Miyazaki, Yasuhiro Takeuchi, : “Dynamics in a tumor immune system with time delays, *Applied Mathematics and Computation*, **252**, (2015) 99–113.
6. M. Nagata, Y. Furuta, Y. Takeuchi and S. Nakaoka, : “Dynamical behavior of combinational immune boost against tumor, *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, **32**, (2015) 759–770 .
7. Ruili Fan, Yueping Dong, Gang Huang and Yasuhiro Takeuchi, : “Apoptosis in Virus Infection Dynamics Models, *Journal of Biological Dynamics*, **8** (2014) 20–41.
8. Yueping Dong, Rinko Miyazaki and Yasuhiro Takeuchi, : “A mathematical model helper T cells in a tumor immune system, *DISCRETE AND CONTINUOUS DYNAMICAL SYSTEMS SERIES B* **19** (2014) 55–72 .
9. G. Huang, X. Liu, Y. Takeuchi, : “Lyapunov Functions and Global Stability for Age-Structured HIV Infection Model, *SIAM Journal on Applied Mathematics*, **72** (2012) 25–38.
10. Toshio Sekimura, Yuta Fujihashi and Yasuhiro Takeuchi, : “A model for population dynamics of mimetic butterfly *Papilio polyte* in the Sakishima Islands, Japan, A model for population dynamics of mimetic butterfly *Papilio polyte* in the Sakishima Islands, Japan, **361** (2014) 133–140.
11. Lingzhen Dong and Yasuhiro Takeuchi, : “Impulsive Control of Multiple Lotka-Volterra Systems, *Nonlinear Analysis, RWA* **14** (2013) 1144–1154.
12. G. Huang, E. Beretta and Y. Takeuchi, : “GLOBAL STABILITY FOR EPIDEMIC MODEL WITH CONSTANT LATENCY AND INFECTIOUS PERIODS, *Mathematical Biosciences and Engineering* **9** (2012) 297–312.

C. 口頭発表

1. Modeling the Role of Information and Limited Optimal Treatment on Disease Prevalence, International workshop on Current Topics in Epidemic Dynamics, June 15-18, 2016 中国、安陽工学院
2. Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence in prey-predator model with Allee effect, 2016 年 CMS サマーミーティング、カナダ、エドモントン、アルバータ大学, 2016, June.
3. Dual role of delay effects in a tumor immune system, The Third International Workshop on Biomathematics Modelling and Its Dynamical Analysis, Heilongjiang University, Harbin China, 6-8 AUG, 2016.
4. Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence in prey-predator model with Allee effect, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, 2016, Aug.
5. Dual role of delay effects in a tumor immune system, International Conference On "Mathematical Modeling and Simulation, Banaras Hindu University, India, August, 2016.
6. Mathematical modelling of Tumor/Immune System Interaction, International Conference on Mathematical and Computational Biology, Feb 28 - Mar 3, 2015, Indian Institute of Technology, Kanpur
7. Stability of Intracellular Delay, Immune Activation Delay and Nonlinear Incidence on Viral Dynamics, 10th Colloquium on the qualitative Theory of Differential Equations, Szeged, Hungary, July 1-4, 2015.
8. Impact of Intracellular Delay, Immune Activation Delay and Nonlinear Incidence on Viral Dynamics, The 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 2015), China National

Convention Center, August 10 to 14, 2015. the minisymposium, entitled [Lyapunov Function Method in Mathematical Biology

9. Mathematical modelling of Tumor/Immune System Interaction, The Second International Workshop on Biomathematics Modelling and Its Dynamical Analysis, Heilongjiang University, Harbin China, Aug. 16-18, 2015.
10. Effect of Intracellular Delay, Immune Activation Delay and Nonlinear Incidence on Viral Dynamics, 2015 Joint Meeting of JSMB and CJK Colloquium on Mathematical Biology, August 26th (Wed.) - 29th (Sat.) 2015 Ryo-shin Kan, Imadegawa Campus, Doshisha University, Kyoto, Japan

D. 講義

数理科学総合セミナー II

中川淳一 (NAKAGAWA, Junichi)

A. 研究概要

異分野融合に数学を活用し数学イノベーションを推進：(1) 数学により抽象化した枠組みのなかで現実世界の問題をとらえ、問題の根源を明らかにすること、(2) 数学により構築した枠組みをもとに既存技術の再構築を図り、ゼロベースから新しい技術概念を創出すること、(3) 技術の出口をつくり、技術概念の製造現場や社会への普及を図り、イノベーションに繋げること。そのため、国内外の人脈を背景に、世界最先端の数学理論を駆使して、ニーズに対応する技術を世界最速での提案を目指す。

I have used mathematics to create an interdisciplinary platform for dealing with the problems of industry and society. This is the concept of mathematical innovation: (1) Clarification of the principle of the problem by looking at the real-world problems an abstracted framework using mathematics (2) Reconstruction of the existing technical concept based on the constructed framework and creating new technological concept by "think from zero" using mathematics (3) Applying the technology

and attempting to promote it among the manufacturing field and society, and leading them to innovation. With my domestic and international networks, I propose an appropriate technology toward industrial needs at the fastest speed in the world using cutting-edge mathematical theories.

B. 発表論文

1. A. Micheletti, J. Nakagawa, A. A. Alessi, D. Morale, E. Villa: “A germ-grain model applied to the morphological study of dual phase steel, *Journal of Mathematics in Industry* **6(1)** (2016) 1-24.
2. H. Hamada, S. Matsutani, J. Nakagawa, O. Saeki, M. Uesaka: “An Algebraic Description of Screw Dislocations in SC and BCC Crystal Lattices, arXiv: 1605.09550 [math-ph] (2016).
3. 山本昌宏, 中川淳一: “製鉄業における課題と逆問題: 数学手法の汎用性と技術の横展開 (その二)”, *数学セミナー*, 9月号 (2016) 79-85.
4. 山本昌宏, 中川淳一: “製鉄業における課題と逆問題: “数学手法の汎用性と技術の横展開 (その一)”, *数学セミナー*, 7月号 (2016) 78-84.
5. J. Nakagawa: “Non-stationary analysis of blast furnace through solution of inverse problems and recurrence plot, mathematical approach to research problems of science and technology, - Theoretical bases and mathematical modeling-, Ch.32, Springer International (2014).
6. M. Suzuki, K. Katsuki, J. Imura, J. Nakagawa, T. Kurokawa, K. Aihara: “Simultaneous optimization of slab permutation scheduling and heat controlling for a reheating furnace”, *Journal of Process Control* **24** (2014) 225-238.
7. J. Nakagawa, G. Nakamura, S. Sasayama, H. Wang: “Local maxima of solutions to some nonsymmetric reaction-diffusion systems”, *Mathematical Methods in the Applied Sciences* **37** (2014) 752-767.

8. J. Nakagawa, M. Yamamoto: “Cultivating an interface through collaborative research between engineers in Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation and mathematicians in university, educational interfaces between mathematics and industry”, pp.427-434, Springer International Publishing Switzerland (2013)

9. K. Aihara, K. Ito, J. Nakagawa, and T. Takeuchi: “Optimal control laws for traffic flow”, *Applied Mathematics Letters* **26** (2013) 617-623.

10. 中川淳一: “鉄鋼業における数学の活用”, IMI レクチャーノート Vol. 46 「科学・技術の研究課題への数学アプローチ数学モデリングの基礎と展開」 (2013), pp.251-260

C. 口頭発表

1. (1) 製造プロセスにおける数理的研究の現状と、数理科学と物質・材料の連携の展開について (2) 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会 数学連携ワークショップ ～物質材料科学に潜む「数理」を探る～, 関西大学, 2016.9.16.

2. (1) 製造プロセスにおける数理的研究の現状と、数理科学と物質・材料の連携の展開について, 日本機械学会 2016 年度年次大会 産業に応える数学—幾何・統計・計算数学からものづくりへ— (2) 九州大学, 2016.9.13.

3. (1) 製造プロセスにおける数理的研究の現状と数理科学と物質・材料の連携の展開について (2) 数学協働プログラムワークショップ「MI2 (情報統合型物質・材料開発) と数学連携による新展開」, J S T 東京本部, 2016.2.26

4. (1) 数学が製造現場・研究現場を変える～数学イノベーションの可能性 (2) 忘れられた科学-数学から 10 年 数学イノベーションの現状と未来 講演会, 文部科学省, 2015.4.16.

5. Interdisciplinary Collaboration for Industry and Academia Based on Mathematics, (2) 第 19 回計算工学講演会, 2014.6.11-13 (広島) .

6. 数学をコアにした異分野融合の産学連携 (2) 数学の産業応用シンポジウム, 東京大学生産技術研究所, 2014.2.21.
7. (1) FIRST 合原最先端数理モデルプロジェクトでの産業応用 (2) 日本応用数理学会 2013 年度年会, 福岡, 2013.9.9-11.
8. (1) 製造業における数学イノベーション (2) 日本数学会, 京都大学 (2013.3.20) .
9. (1) Core technology for a traffic flow system using the model predictive control of large and complex networks (2) Forum “Math-For-Industry ” 2012, October 22-26, Fukuoka, Japan.
10. 不均質媒体中の異常拡散のマルチスケールモデリングの取り組み (2) RIMS 共同研究「異常拡散の数理」, 2012.7.18-19 京都大学数理解析研究所.

D. 講義

1. 社会数理先端科学Ⅱ後期 (1月、2月)、数理大学院、産業数理についての実践研究

F. 対外研究サービス

1. 文部科学省科学技術・学術審議会先端研究基盤部会数学イノベーション委員会委員
2. 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点運営委員会委員
3. 日本数学会社会連携協議会委員
4. 文部科学省・J S T 戦略的創造研究推進事業 (新技術シーズ創出) 平成 29 年度戦略目標の策定等に関するワークショップに有識者として出席, 文部科学省, 11 月 13 日

長山 いづみ (NAGAYAMA Izumi)

A. 研究概要

市場リスク, 信用リスクの評価モデル研究開発に従事している. 今年度は, 主にストレス状態の市場環境下でのリスク計測モデルおよび、マ

イナス金利を説明する金利モデルの調査研究を行った.

We are studying on the models for measuring market risk and credit risk. In this year, we have researched the models for measuring risk in stressed market and the interest rate model which can explain minus interest rate.

D. 講義

1. 統計財務保険特論 I, 確率統計学 XD :
無裁定、複製戦略、ニュメレールなどファイナンスに関する基本的な事項を説明し、数理ファイナンスにおけるデリバティブの価格付け理論を解説する。(数理大学院・4年生共通講義)
2. 統計財務保険特論 II, 確率統計学 XD :
1 期間のポートフォリオ理論, 貨幣的効用関数とその性質など, アクチュアリーに関する基本的な事項について解説。(数理大学院・4年生共通講義)

本間 充 (HOMMA Mitsuru)

A. 研究概要

「大規模 VAS(Visual Analogue Scale) 調査データを活用した、人の情動評価についての、数理的分析・モデルの検討」

被験者 (約 600 人) から集められた、3 時間置き、30 日間の自分の気分に関するデータがある。通常のアンケートでは、5 段階や 10 段階などの、決められた答えに対して選択をする、プリ・コード型の回答を求めるが、今回のデータはそれとは異なる。VAS(Visual Analogue Scale) と呼ばれる方法で、線分 10cm の両端に、たとえば、気分が良くない、気分が良いと書いてあり、被験者はその線分の中を指し示すことで、現在の気分や状況を回答している。このような新しい被験者の回答方式のデータをどのように理解したらよいかを議論する。そして、不幸、幸せなどの気分が、一緒に回答しているその時のどの状況のパラメーターに依存性が高いのか、議論・探索する。

“Mathematical analysis and modeling for human feeling by VAS(Visual Analogue Scale)”

There are the person's reaction data which was taken by every 3hours, 30days and nearly 600 monitors. As usual, the pre-code style survey which is 5 steps or 10 steps surveys, are family. But, this VAS type survey is so unique. The monitor points a some point within a 10 cm line which has one word on both ends, for example, good feeling and bad feeling. We have discussed the understanding way for this VAS data, using the Mathematics. And we have tried to find the associations between the another data, which was taken at the same survey.

D. 講義

レーシングカーの数理モデルの研究 (FMSP)、数理大学院講義 (社会数理先端科学 I)

村田 昇 (MURATA Noboru)

A. 研究概要

生体の学習機能を数理的にモデル化して工学に応用することに取り組んでいる。特に大量のデータからその確率的構造を獲得する統計的学習を対象に、様々な学習アルゴリズムの動特性や収束の解析を行っている。また、脳波、筋電、音声といった生体が発生する信号の生成機構にも興味を持ち、これらの解析に適した信号処理の方法を研究している。

We try to understand learning mechanisms of biological systems mathematically, and to apply them to a variety of problems in the field of engineering. Particularly, we focus on statistical learning, which enables us to capture the probabilistic structure inside a large amount of data, and analyze dynamics and convergence property of various learning algorithms. We are also interested in generating mechanisms of biological signals such as EEG (electroencephalogram), EMG (electromyogram), and voice, and we study on signal processing methods suitable for analyzing them.

B. 発表論文

1. T. Aritake, H. Hino and N. Murata: "Learning ancestral atom via sparse cod-

ing", IEEE J. Sel. Top. Sig. Proc. **7** (2013) 586–594.

2. H. Hino and N. Murata: "Information estimators for weighted observations", Neural Networks **46** (2013) 260–275.
3. A. Noda, H. Hino, M. Tatsuno, S. Akaho and N. Murata: "Intrinsic graph structure estimation using graph Laplacian", Neural Comput. **26** (2014) 1455–1483.
4. I. Ahmad, M. Kano, S. Hasebe, H. Kitada and N. Murata: "Gray-box modeling for prediction and control of molten steel temperature in tundish", J. Process Contr. **24** (2014) 375–382.
5. K. Koshijima, H. Hino, and N. Murata: "Change-point detection in a sequence of bags-of-data", IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering **27** (2015) 2632–2644.
6. T. Kato, H. Hino, and N. Murata: "Multi-frame image super resolution based on sparse coding", Neural Networks **66** (2015) 64–78.
7. H. Hino, K. Koshijima, and N. Murata: "Non-parametric entropy estimators based on simple linear regression", Computational Statistics and Data Analysis **89** (2015) 72–84.
8. H. Hino, K. Takano, and N. Murata: "mmp: A package for calculating similarity and distance metrics for simple and marked temporal point processes", R Journal **7** (2015) 237–248.
9. N. Shafeghat, M. Heidarinejad, N. Murata, H. Nakamura, and T. Inoue: "Optical detection of neuron connectivity by random access two-photon microscopy", J. Neurosci. Meth. **263** (2016) 48–56.
10. K. Takano, H. Hino, S. Akaho, and N. Murata: "Nonparametric e-mixture estimation", Neural Comput. **28** (2016) 2687–2725.

C. 口頭発表

1. Sensitivity Analysis for Controlling Liquid Steel Temperature in Tundish, 2012 IFAC Workshop on Automation in the Mining, Mineral and Metal Industries, Gifu, Japan, 2012年9月.
2. Distance-based Change-Point Detection with Entropy Estimation, The Sixth Workshop on Information Theoretic Methods in Science and Engineering, Tokyo, Japan 2013年8月.
3. Semi-optimal on-line learning for restricted gradients, Stochastic Gradient Methods, Institute for Pure and Applied Mathematics, Los Angeles, USA, 2014年2月.

D. 講義

1. 確率統計学 XC・統計財務保険特論 V : 回帰分析, 主成分分析など多変量データ解析のための統計的手法を扱った. (数理大学院・4年生共通講義)
2. 自然科学ゼミナール (数理科学) : 確率分布, 統計量, 標本分布などに統計に関する基礎事項をシミュレーションによって体験させた. (教養学部前期課程講義)

横山 悦郎 (YOKOYAMA Etsuro)

A. 研究概要

主な研究テーマは, 様々な環境条件に応じて千差万別に成長する結晶の形態 (パターン) が出来る上がる仕組みを, 数理モデルを作って理論的・数値解析的に解明することである. 特色としては, 実験グループと積極的に共同研究を進める. 例えば, 国際宇宙ステーション「きぼう」における微小重力環境を使った過冷却水中での氷結晶の形態形成, 隕石中に含まれるコンドリュールという鉱物の形成などを行ってきた. また画像解析の新しい手法・開発なども手がけている. 東大での共同研究では, 分子的尺度で平坦な結晶面 (ファセット面) において不均一な過飽和度が存在する場合の安定な成長の厳密な取り扱いを数学的・数値解析的に考察した. その他結

晶成長にとどまらず, ろうそくの炎の振動現象など, 様々な振動現象の数理モデル確立も研究テーマのひとつである.

The morphological prediction of a crystal is interdisciplinary and is related to various subjects, transport and diffusion phenomena, physical chemistry of surface and interface, nucleation, chemical reactions, convection surrounding a crystal, and phase transformation, which involves a lot of mathematical problems. The formation of patterns during the growth of a crystal is a free-boundary problem in which the interface that separates the crystal from a nutrient phase moves under the influence of nonequilibrium conditions. The resulting patterns depend markedly on conditions in the nutrient phase, e.g. temperature and concentration, which influence the growth speed of each element of the interface. Furthermore, the growth speed of each element also depends on the local geometry of the interface, specifically on the interface curvature and the orientation of the interface relative to the crystal axes. My recent subjects are as follows:

1. The growth of single ice crystals from supercooled heavy water was studied under microgravity conditions in the Japanese Experiment Module “KIBO” of the International Space Station (ISS). The velocities of dendrite tips parallel to the a axis and the growth rates of basal faces parallel to the c axis were both analyzed under supercooling ranging from 0.03 to 2.0 K. The velocities of dendrite tips agree with the theory for larger amounts of supercooling when the growth on the basal faces are not zero. At very low supercooling there is no growth on the basal faces. With increasing supercooling the basal faces start to grow, the growth rate changing as a function of supercooling with a power law with an exponent of about 2, with the exponent approaching 1 as supercooling increases further. We interpret the growth on the basal faces as being controlled by two-dimensional nucleation under low su-

percooling, with a change in the growth kinetics to spiral growth with the aid of screw dislocations with increasing supercooling then to a linear growth law. We discuss the combined effect of tip velocity and basal face kinetics on pattern formation during the growth of ice.

2. Chondrules are submillimeter-sized and spherical-shaped crystalline grains consisting mainly of silicate material observed in chondritic meteorites. We numerically simulated pattern formation of a forsterite Mg_2SiO_4 -chondrule in the melt droplet using a phase-field method. Because of the large surface-to-volume ratio, the surface cooling term was introduced in the framework of this method. We reproduced a unique crystal growth pattern inside the droplet composed of two distinguishable parts; the rim that covers whole droplet surface, and dendrite inside the droplet. It was found that the rim was formed when there is a large temperature difference of 100K between the center and surface of the droplet due to the large cooling flux at the surface. In order to obtain the temperature difference, we derived temperature distribution of the droplet analytically, and concluded that the rim was formed only when the droplet cools rapidly at a rate of $R_{cool} \sim 103$ K/s. However, when the surface cooling was so large as the temperature at the droplet center still remains above the melting point, no dendrite was obtained, though the rim was formed. The double structure captures the distinctive features of barred-olivine textures observed in natural chondrules.
3. We demonstrate the oscillatory phenomenon for the twisting growth of a triclinic crystal through in situ observation of the concentration field around the growing tip of a needle by high-resolution phase-shift interferometry.

B. 発表論文

1. I. Yoshizaki, T. Ishikawa, S. Adachi, E. Yokoyama and Y. Furukawa : “Precise measurements of dendrite growth of ice crystals in microgravity”, *Microgravity Science and Technology*, **24**(2012)245–253.
2. 横山悦郎, 古川義純 : “多面体結晶の形態安定性の観点からみた氷円盤結晶の成長不安定”, *日本マイクログラビティ応用学会誌*, **30**(2013)19–23.
3. Kenta Murayama, Katsuo Tsukamoto, Atul Srivastava, Hitoshi Miura, Etsuro Yokoyama, and Yuki Kimura : “Measurement of two-dimensional distribution of surface supersaturation over a sodium chlorate crystal surface using multidirectional interferometry”, *Crystal Research & Technology*, **49**(2014) 315–322.
4. Harutoshi Asakawa, Gen Sazaki, Etsuro Yokoyama, Ken Nagashima, Shunichi Nakatsubo and Yoshinori Furukawa : “Roles of Surface/Volume Diffusion in the Growth Kinetics of Elementary Spiral Steps on Ice Basal Faces Grown from Water Vapor”, *Crystal Growth & Design*, **14**(2014)3210–3220.
5. Yoshinori Furukawa, Etsuro Yokoyama, Izumi Yoshizaki, Haruka Tamaru, Taro Shimaoka and Takehiko Sone : “Crystal Growth Experiments of Ice in Kibo of ISS”, *International Journal of Microgravity Science Application*, **31**(2014)93–99.
6. Shunsuke Ibaraki, Ryuta Ise, Koichiro Ishimori, Yuya Oaki, Gen Sazaki, Etsuro Yokoyama, Katsuo Tsukamoto and Hiroaki Imai : “Oscillatory growth for twisting crystals”, *Chemical Communications*, **51**(2015)8516–8519.
7. 横山悦郎 : “雪の成長と形”, *低温環境の科学事典*, 河村公隆 編集代表, 朝倉書店 (2016)363–364.
8. Yoshinori Furukawa, Ken Nagashima, Shun-ichi Nakatsubo, Izumi Yoshizaki,

Haruka Tamaru, Taro Shimaoka, Takehiko Sone, Etsuro Yokoyama, Salvador Zepeda, Takanori Terasawa, Harutoshi Asakawa, Ken-ichiro Murata and Gen Sazakii : “Oscillations and accelerations of ice crystal growth rates in microgravity in presence of antifreeze glycoprotein impurity in super-cooled water”, Scientific Reports 7, 43157; doi: 10.1038/srep43157 (2017).

4. 学習院大学計算機センター研究会「結晶成長の数理」(2016年12月)世話人

C. 口頭発表

1. 結晶の成長と溶解・蒸発の機構および形 1,2,3 , 表面・界面ダイナミクスの数理 11, 東京大学数理科学, 2016年4月.
2. Formation of patterns in growth and dissolution of crystals, Invited Lecture, Japan Geoscience Union MEETING2016, May 22nd-26th, Makuhari Messe, Japan.
3. Formation of side branches of dendrites of ice crystal in microgravity, The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, August 7th-12th, Nagoya, Japan, 2016.

D. 講義

1. 数理科学総合セミナーⅡ：表面・界面ダイナミクスの数理 – 結晶の成長と溶解・蒸発の機構およびその形態形成について入門となる解説と討論を行った。(数理大学院向け講義) 2016年4月20日(水)-4月22日(金) 及び 2016年10月19日(水)-10月21日(金) 数理科学研究科棟 056号室.

F. 対外研究サービス

1. JOURNAL OF THE PHYSICAL SOCIETY OF JAPAN 編集委員
2. ICCGE-18(The 18th international Conference on Crystal Growth and Epitaxy) Steering Committee Vice Chair 2016年8月31日まで
3. 表面・界面ダイナミクスの数理 11 and 12 組織委員

甲斐 亘 (KAI Wataru)

A. 研究概要

今年度は相対 K 群から代数的サイクルの群へのチャーン類の構成に取り組んだ。これは非特異多様体に対して 80 年代から知られていたチャーン類写像を非特異多様体と有効カルティエ因子の対に拡張するものである。

スキームの K 群 $K_n(X)$ という対象は X について反変的なアーベル群の族 ($n \in \mathbb{Z}$) である。スキームの閉埋め込み $D \subset X$ に対して相対 K 群 $K_n(X, D)$ が定義されて長完全列 $\dots \rightarrow K_n(X, D) \rightarrow K_n(X) \rightarrow K_n(D) \rightarrow K_{n-1}(X, D) \rightarrow \dots$ がある。

いま X は体上の非特異多様体を考えていることにすると、これに対しては代数的サイクルで定義された整係数モチビックコホモロジー $H^n(X, \mathbb{Z}(i))$ の理論が確立しており K 理論を加法的な情報でよく近似する。とくにチャーン類写像 $c_i: K_n(X) \rightarrow H^{2i-n}(X, \mathbb{Z}(i))$ と呼ばれる比較写像がある。

応用を視野に入れて、閉部分スキーム D が被約でない有効カルティエ因子である場合に興味がある。被約でない多様体に対してはモチビックコホモロジーの理論をどう構成すべきかまったく知られていない。ただし 2000 年代以降とくに二三年前から相対 K 群 $K_n(X, D)$ を近似する相対モチビックコホモロジー $H^n(X|D, \mathbb{Z}(i))$ の有力な候補が構成され説得力のある結果が蓄積していた。もしこれが成功を収めれば因子 D についても (錘をとって) 一応モチビックコホモロジーが定義できることになる。

私は東大の岩佐亮明氏と協力してチャーン類写像 $c_i: K_n(X, D) \rightarrow H^{2i-n}(X|D, \mathbb{Z}(i))$ の自然な構成を与えた。この際構築した枠組みは一定の良い性質を持つ相対コホモロジー論ならば同様に適用できると見られる。古典的な状況と同様、 $n \geq 1$ で加法的な写像であり $n = 0$ でホイットニー和公式をみたく。 $n < 0$ に対しては写像はまだ定義できていない (チャーン指標であっても)。写像の特徴づけを与えることもまだできていない。この線の研究を追究する場合の今後の当面の課題はこうした点を解決することのほかグロタンディーク・リーマン・ロッホ公式を示したりアティヤール・ヒルツェブルーフ型スペクトル系

列を構成することである。

また、相対 K 理論を内包するモチビックホモトピー論構築にむけてドイツ・レーゲンスブルクの F. Binda 氏が行った圏の構成に触発されて、対数スキームの K 理論を構築する為の準備を進めている。対数スキームの K 理論は萩原啓らによるものが既に存在しているが、今の目的の為には値として大きすぎる群が出てくるようなので、別のグロタンディーク位相を用いる・行列群による定義を追究するといった別のアプローチが必要になると見られる。

I worked on the construction of Chern class maps from relative K-groups to groups of algebraic cycles. This extends the ones for non-singular varieties known since 80's to the case of pairs of a non-singular variety and an effective Cartier divisor.

The K-groups $K_n(X)$ of schemes are a family of abelian groups ($n \in \mathbb{Z}$) contravariant in X . For a closed immersion $D \subset X$, the relative K-groups $K_n(X, D)$ are defined to give a long exact sequence $\dots \rightarrow K_n(X, D) \rightarrow K_n(X) \rightarrow K_n(D) \rightarrow K_{n-1}(X, D) \rightarrow \dots$.

We suppose X are non-singular varieties over a field. In this case there is an established theory of integral coefficient motivic cohomology $H^n(X, \mathbb{Z}(i))$ which approximates the K-groups in terms of additive data. In particular we have a family of comparison maps $c_i: K_n(X) \rightarrow H^{2i-n}(X, \mathbb{Z}(i))$ called Chern class maps.

For application we are interested in the case where D are non-reduced effective Cartier divisors. No one knows how to construct a motivic cohomology theory for non-reduced varieties yet. Still, since 2000's especially in the last few years, a hopeful candidate of the relative motivic cohomology $H^n(X|D, \mathbb{Z}(i))$ which should approximate $K_n(X, D)$ has been proposed and convincing results have been accumulating. If this turns out successful, we can give a definition of motivic cohomology groups for D (by taking cone) although somewhat *ad hoc*.

Jointly with Ryomei Iwasa at the University

of Tokyo, I have given a natural construction of Chern class maps $c_i: K_n(X, D) \rightarrow H^{2i-n}(X|D, \mathbb{Z}(i))$. Our framework may probably be applied to any other sufficiently good relative cohomology theory. Just like the classical case, our map is additive for $n \geq 1$ and satisfies the Whitney sum formula for $n = 0$. There is no map for $n < 0$ yet, even for Chern characters. We have not given any characterization of the maps either. For further study, besides these points, the next problems would be to prove a Grothendieck-Riemann-Roch formula and to construct an Atiyah-Hirzebruch type spectral sequence.

Aside from that, inspired by the construction of a motivic homotopy category encompassing relative K-groups by F. Binda at Regensburg, Germany, I have been preparing for developing a K-theory of log schemes. There is already a log K-theory developed by Kei Hagihara *et al*, but it seems to give too large groups for our purpose. Thus we need another approach such as the use of another Grothendieck topology or giving a definition using a log general linear group.

B. 発表論文

1. F. Binda, J. Cao, W. Kai, R. Sugiyama : “Torsion and divisibility for reciprocity sheaves and 0-cycles with modulus”, *Journal of Algebra* 469 (2017) 437–463.
2. W. Kai : “A higher-dimensional generalization of Lichtenbaum duality in terms of the Albanese map”, *Compositio Math.* 152 (2016) 1915–1934.
3. R. Iwasa, W. Kai : “Chern classes with modulus”, プレプリント arXiv:1611.07882, 2016 年 11 月.

C. 口頭発表

1. “Chern classes with modulus”. International Workshop on Motives in Tokyo 2017, 東京大学, 2017 Feb. 23.
2. “Motivic cohomology relative to a divisor, and relative Chern classes”. Japan-Taiwan

Joint Conference on Number Theory 2016, National Center for Theoretical Sciences, 台湾, 2016 Sep. 8.

3. “Toward Chern classes with modulus”. International Conference in K-theory, Western Sydney University, オーストラリア, 2016 Aug. 4.
4. “Chow’s moving lemma with modulus”. International Workshop on Motives in Tokyo 2016, 東京大学, 2016 Feb. 18.
5. “A moving lemma for algebraic cycles with modulus and contravariance”. International Colloquium on K-theory, Tata Institute of Fundamental Research, インド, 2016 Jan. 8.
6. “A moving lemma for algebraic cycles with modulus and contravariance”. Guest seminar “Arithmetic Geometry,” Freie Universität Berlin, ドイツ, 2015 Nov. 19.
7. “A moving lemma for algebraic cycles with modulus and contravariance”. A seminar run by Prof. de Jeu, Vrije Universiteit Amsterdam, オランダ, 2015 Oct. 30.
8. “A moving lemma for algebraic cycles with modulus and contravariance”. ASARC seminar, KAIST, 韓国, 2015 Sep. 15.

F. 対外研究サービス

1. Co-organizing: 八ヶ岳ワークショップ 2016 Descent for algebraic K-theory, 八ヶ岳自然文化園:長野県諏訪郡原村 17217-1613, 2016 年 9 月 1–5 日

河井 公大朗 (KAWAI Kotaro)

A. 研究概要

G_2 構造を持つ多様体の associative 部分多様体の無限小変形が、2 次まで非障害的になるための具体的な必要十分条件を導いた。その応用として J.Lotay 氏により構成された S^7 のある等質な associative 部分多様体の無限小変形は 2 次まで非障害的であることを示した。

また H.V.Lê 氏、L.Schwachhöfer 氏との共同研究により以下を行った。昨年度行った、Frölicher-Nijenhuis bracket を用いた $G_2, \text{Spin}(7)$ 構造の特徴づけの証明を簡略化した。更に、Nijenhuis-Lie 微分を用いて定まる $G_2, \text{Spin}(7)$ 多様体のコホモロジーを決定した。いくつかの場合は通常のコホモロジーに一致することを示した。

We derived the necessary and sufficient condition for an infinitesimal deformation of an associative submanifold in a manifold with a G_2 -structure to be unobstructed to second order explicitly. As an application, we showed that infinitesimal deformations of a homogeneous associative submanifold constructed by J.Lotay are unobstructed to second order. In the joint work with Prof. H.V.Lê and Prof. L.Schwachhöfer, we did the following. We simplified the proof about the characterization of G_2 - and $\text{Spin}(7)$ -structures by the Frölicher-Nijenhuis bracket, which we studied in the previous year. We calculated the cohomologies of G_2 - and $\text{Spin}(7)$ -manifolds defined by the Nijenhuis-Lie derivative. We showed that some of them coincide with the ordinary cohomologies.

B. 発表論文

1. K. Kawai : “Calibrated submanifolds and reductions of G_2 -manifolds”, Osaka J. Math. **52** (2015) 93–116.
2. K. Kawai : “Some associative submanifolds of the squashed 7-sphere”, Q. J. Math. **66**, (2015), 861–893.
3. K.Kawai, “Stabilities of affine Legendrian submanifolds and their moduli spaces”, Differential Geom. Appl. **47** (2016), 159–189.

C. 口頭発表

1. Cohomogeneity one coassociative submanifolds, 日中幾何学研究集会, 奈良女子大学, 2015 年 9 月.
2. 余等質性 1 の coassociative 部分多様体, 日本数学会 2015 年度秋季総合分科会, 京都産業大学, 2015 年 9 月.

3. Cohomogeneity one coassociative submanifolds, 微分幾何セミナー, 首都大学東京, 2015 年 10 月.
4. Cohomogeneity one coassociative submanifolds, 学習院・早稲田幾何学セミナー, 早稲田大学, 2016 年 1 月.
5. Stabilities of affine Legendrian submanifolds, Aspects of Differential Geometry, 東北大学, 2016 年 3 月.
6. アフィンルジャンドル部分多様体の安定性, 日本数学会 2016 年度年会, 筑波大学, 2016 年 3 月.
7. Frölicher-Nijenhuis bracket and geometry of G_2 -and $\text{Spin}(7)$ -manifolds, DGA2016, チェコ, Masaryk University, 2016 年 7 月.
8. Frölicher-Nijenhuis bracket and geometry of G_2 -and $\text{Spin}(7)$ -manifolds, 日中幾何学研究集会, 中国, Hilton Garden Inn Fuzhou, 2016 年 9 月.
9. Frölicher-Nijenhuis bracket and geometry of G_2 -and $\text{Spin}(7)$ -manifolds, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会, 関西大学, 2016 年 9 月.
10. nearly parallel G_2 多様体の associative 部分多様体の 2 次変形, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大学東京, 2017 年 3 月.

G. 受賞

1. 青葉理学振興会賞 (2013 年 3 月)
2. 博士論文川井賞 (2013 年 3 月)

柴田 康介 (SHIBATA Kohsuke)

A. 研究概要

代数多様体の特異点を代数幾何学の手法と可換環論を使って調べている。特に特異点の不変量について興味を持っている。特異点の不変量の関係を調べることで特異点を理解しようとしている。

n 次元 Du Bois 特異点 (X, x) が $\text{emb}(X, x) = e$ であるとき重複度は $e!/n!(e-n)!$ 以下であるという予想を Huneke-渡辺予想を呼ぶ。Huneke-渡辺

予想は Huneke 氏と渡辺氏が有理特異点の重複の上限を与えるという定理を一般化することで考えられた予想である。Du Bois 特異点は有理特異点よりも悪い特異点であるが、その場合でも上限があることを Huneke-渡辺予想は示している。この予想について私は Du Bois 特異点が正規かつ Cohen-Macaulay の時、この予想が正しいことを示した。また環が standard graded のときにもこの予想が正しいことを示した。Cohen-Macaulay でない場合については 3次元の log canonical 特異点の場合には Huneke-渡辺予想が正しいこと、さらに 1 点を除いたところで有理特異点になっているならば予想を少し弱めたものが成り立つことを示した。そして、有理特異点の時には重複度の上限を別の特異点の不変量である rational threshold を用いて表すものを発見した。

I study singularities of varieties using methods of algebraic geometry and commutative algebra. In particular I am interested in invariants of singularities. I have tried to understand singularities by studying the relation between invariants of singularities.

It is conjectured that the multiplicity of an n -dimensional Du Bois singularity with $\text{emb}(X, x) = e$ is less than or equal to $e!/n!(e-n)!$. This conjecture is called Huneke-Watanabe Conjecture. Huneke and Watanabe proved there exist the upper bounds of rational singularities. The conjecture is a generalization of this theorem. Though Du Bois singularities are generalization of rational singularities, Huneke-Watanabe Conjecture implies that there exist the upper bounds of Du Bois singularities. I proved Huneke-Watanabe conjecture when singularities are normal Cohen-Macaulay or rings are standard graded. In the case of non Cohen-Macaulay singularity, I proved Huneke-Watanabe Conjecture of 3-dimensional log canonical singularities and gave the upper bound of a Du Bois singularity which has rational singularities in the punctured spectrum. Moreover I gave the relation of multiplicities and rational threshold of rational singularities,

B. 発表論文

1. K.Shibata: "Upper bound of the multiplicity of a Du Bois singularity", Proceed-

ings of the American Mathematical Society 145.3 (2017): 1053-1059

2. K.Shibata: "Multiplicity and invariants in birational geometry", to appear in Journal of Algebra
3. K.Shibata and N.D.Tam: "Characterization of 2-dimensional normal Mather-Jacobian log canonical singularities", to appear in Tohoku mathematical journal
4. K.Shibata: "Rational singularities, ω -multiplier ideals and cores of ideals", to appear in Michigan Mathematical Journal

C. 口頭発表

1. Subadditivity of ω -multiplier ideals and core ideals, 特異点月曜セミナー, 日本大学, 2015 年 12 月
2. A subadditivity of ω -multiplier ideals, Algebraic Geometry and Singularities, 東京大学, 2016 年 3 月
3. Upper bound of the multiplicity of a Du Bois singularity, 特異点論月曜セミナー, 日本大学, 2016 年 4 月
4. Rational singularities and ω -multiplier ideals, Tokyo-Princeton algebraic geometry conference, Princeton University, USA, 2016 年 5 月
5. Reduction numbers and log canonical thresholds, 特異点論月曜セミナー, 日本大学, 2016 年 7 月
6. Upper bound of the multiplicity of Du Bois singularities and canonical singularities, 特異点論月曜セミナー, 日本大学, 2016 年 10 月
7. Upper bound of the multiplicity of a Du Bois singularity, 第 38 回可換環論シンポジウム, 生産性国際交流センター, 2016 年 11 月
8. Upper bound of the multiplicity of log canonical singularities, 特異点論月曜セミナー, 日本大学, 2017 年 1 月

9. Rational singularities, ω -multiplier ideals and cores of ideals, 第 29 回可換環論セミナー, 山口大学, 2017 年 2 月
10. Rational singularities, ω -multiplier ideals and cores of ideals, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大学東京, 2017 年 3 月

鈴木 杏奈 (SUZUKI Anna)

A. 研究概要

地下は石油・天然ガスなどの化石資源や地熱エネルギーの抽出の場であり、また、放射性廃棄物地層処分や CO₂ 地中貯留など排出物の廃棄の場として、今後さらなる利用が求められている。地下の流れは岩石同士の割れ目(き裂)に支配されており、地下から得られる限られた観測結果をもとに、地下がどんな構造をしているか、そこで流体や熱がどう移動するか、どのように設計をすれば持続的な開発ができるのか、について理解していかなければならない。本研究では、非整数階微分を含む偏微分方程式を用いて、き裂岩体内の物質・熱移動を評価し、非整数階微分の地下構造に関する物理的意味解明を目的とした。数値計算によって、地下構造を変化させ、そこでの温度変化を計算し、得られた結果に偏微分方程式の数値解をフィッティングすることで、地下構造と非整数階微分との関係を得ることができた。

Underground is a place of extraction of energy resources (e.g., oil, natural gas, geothermal energy) and a place of disposal (e.g., radioactive waste repository and CO₂ sequestration). Further engineering applications are expected. Flow in the underground is dominated by fractures between rocks. Based on the limited observation obtained from underground, we must understand how the underground structures, fluid and heat movement, and suitable designs for sustainable development. In this study, partial differential equations including fractional derivatives has been developed to describe mass and heat transfer in fractured rocks. We aimed to elucidate the physical meaning of the fractional derivatives in underground. Numerical simulation provided thermal responses due to

geothermal development. The results were fitted by the numerical solutions of fractional diffusion model. We found the correlations between the structures and the values of fractional derivatives. Our results indicate that the fractional diffusion models could be applied to several engineering applications in geological sites.

B. 発表論文

1. A. Suzuki, K. Li, and R. Horne : “ “ Potential Utilizations of 3D Printed Fracture Network Models ”, Proc. The 42th Stanford Workshop on Geothermal Reservoir Engineering (2017).
2. M. Shook and A. Suzuki : “ “ Use of Tracers and Temperature to Estimate Fracture Surface Area for EGS Reservoirs ”, Geothermics **66** (2017) 40–47.
3. T. Tsuji, F. Jiang, A. Suzuki, T. Shirai : “ “ Mathematical modeling of rock pore geometry and mineralization: Applications of persistent homology and random walk ”, Post-Proceedings of FMFI2016, accepted.
4. A. Suzuki, T. Hashida, K. Li, and R. N. Horne : “ “ Experimental tests of truncated diffusion in fault damage zones ”, Water Resources Research **52** (2016) doi:10.1002/2016WR019017.
5. A. Suzuki, S. A. Fomin, V. A. Chugunov, Y. Niibori, and T. Hashida : “ “ Fractional diffusion modeling of heat transfer in porous and fractured media ”, International Journal of Heat and Mass Transfer **103** (2016) 611–618.
6. S. Fomin, V. Chugunov, T. Hashida and A. Suzuki : “ “ Mathematical Modeling of the Anomalous Transport of Radioactive Materials in a Porous Medium ”, The 12 International Heat Transfer Conference (HEFAT2016) Transaction (2016).
7. A. Suzuki, S. A. Fomin, V. A. Chugunov, Y. Niibori, and T. Hashida : “ “ Prediction of reinjection effects in fault-related subsidiary structures by using fractional

derivative-based mathematical models for sustainable design of geothermal reservoirs”, *Geothermics* **57** (2015) 196–204.

8. A. Suzuki, S. A. Fomin, V. A. Chugunov, Y. Niibori, and T. Hashida : “Fractional derivative-based tracer analysis method for the characterization of mass transport in fractured geothermal reservoirs”, *Geothermics* **53** (2015) 125–132.
9. A. Suzuki, Y. Niibori, S. Fomin, V. Chugunov, and T. Hashida : “Characterization of mass/heat transfer in fractured geothermal reservoirs by means of mathematical model for complex systems”, *World Geothermal Congress Transactions*, (2015) 1–10.
10. A. Suzuki, Y. Niibori, S. Fomin, V. Chugunov, and T. Hashida : “Analysis of water injection in fractured reservoirs using a fractional-derivative-based mass and heat transfer model”, *Mathematical Geosciences*, **47**(1) (2014) 31–49.

C. 口頭発表

1. “Application of 3D Printer to Create Fracture Networks”, 6th Annual Conference for the Development and Utilization of Deep Geothermal Energy, Beijing, China, March 26-29, 2017.
2. “Mathematical modeling of rock pore geometry and mineralization: Applications of persistent homology and random walk”, Forum “Math-for-Industry” 2016, Queensland, Australia, November 21-23, 2016.
3. “Mathematical Modeling of the Anomalous Transport of Radioactive Materials in a Porous Medium”, The 12 International Heat Transfer Conference (HEFAT2016), Costa del Sol, Spain, July 2016.
4. “Mass transport in fault zones: transition from nonlocal to normal transport”, JpGU2016, Makuhari, Japan, May 2016.

5. “Fractional Dynamics in Fault Structures”, Proc. The 41th Stanford Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, USA, February 2016.
6. “Characterization of 3D Printed Fracture Networks”, Proc. The 41th Stanford Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, USA, February 2016.
7. “Characterization of mass/heat transfer in fractured geothermal reservoirs by means of mathematical model for complex systems”, World Geothermal Congress, Melbourne, Australia, April 2015.
8. “Anomalous solute and heat diffusion in fault structures”, The 40th Stanford Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, USA, January 2015.
9. “Development of mathematical heat transfer model toward design of reinjection for sustainable geothermal extraction”, Int. Symposium on Renewable Energy, Tokyo, Japan, July 2014.
10. “Modelling mass and heat transfer in geothermal reservoirs using fractional differential equations”, 2013 Flow dynamics, 10th International Conference on Flow Dynamics, Sendai, Japan, November 2013.

F. 対外研究サービス

1. Reviewer, *Applied Energy*(2016-現在)
2. Reviewer, *Journal of the Geothermal Research Society of Japan*(2015-現在)
3. Organizing Assistant, Stanford Geothermal Workshop (2015-現在)
4. Editorial Assistant, The World Geothermal Congress (2015)
5. Organizer, The 13th Korea-Japan Students Symposium (2012)

内藤 貴仁 (NAITO Takahito)

A. 研究概要

Chas-Sullivan により創始されたストリングトポロジーの理論の研究を行っている。ストリングトポロジーとは、有向閉多様体の自由ループ空間のホモロジー（ループホモロジーと呼ぶ）上の代数構造の研究分野であり、ループホモロジーは次数付き可換代数、Batalin-Vilkovisky 代数、2次元 TQFT といった代数構造を持つ事が知られている。本年度は主に Sullivan により導入された、被約ループホモロジー上の余積構造について研究を行った。特に、Sullivan の余積の基点付きループ空間版を考え、その性質を極小 Sullivan モデルを用いて調べた。その結果、自由ループ空間の時には見る事が出来なかった、Sullivan の余積と与えられた多様体の Whitehead 積との関連性を明らかにした。

I research the theory of string topology initiated by Chas and Sullivan. String topology is a study of algebraic structures on the homology of the free loop spaces of closed oriented manifolds (called the loop homology), and it is well known that the loop homology has structures of graded commutative algebra, Batalin-Vilkovisky algebra and 2-dimensional TQFT. In this academic year, I studied a coproduct on the reduced loop homology which is introduced by Sullivan. I constructed a based loop space version of the coproduct and observed it by using a minimal Sullivan model of given manifold. This enables us to see a relation between the coproduct and the Whitehead product of the manifold.

B. 発表論文

1. T. Naito: On moduli subspaces of central extensions of rational H-spaces, *Kyushu Journal of Mathematics*, 66 (2012), no. 2, p.273-290.
2. T. Naito: A model for the Whitehead product in rational mapping spaces, *Mathematical Journal of Okayama University*, 56 (2014), 75-89.
3. K. Kuribayashi, L. Menichi, T. Naito: Behavior of the Eilenberg-Moore spectral se-

quence in derived string topology, *Topology and its Applications*, 164 (2014), 24-44.

4. K. Kuribayashi, L. Menichi, T. Naito: Derived string topology and the Eilenberg-Moore spectral sequence, *Israel Journal of Mathematics*, 209 (2015), 745-802.
5. T. Naito: Computational examples of rational string operations on Gorenstein spaces, *Bulletin of the Belgian Mathematical Society - Simon Stevin*, 22(2015), 543-558.

C. 口頭発表

1. The loop homology of rationally elliptic manifolds, ホモトピー論シンポジウム, 県立広島大学サテライトキャンパス, 2016年11月13日.
2. Sullivan's coproduct on the reduced loop homology, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2016年11月22日.
3. On string topology of pure Gorenstein spaces, 高知ホモトピー論談話会2016, 高知大学, 2016年12月28日.
4. Sullivan's coproduct and a double bracket on the reduced based loop space homology, 福岡ホモトピー論セミナー, 福岡大学セミナーハウス, 2017年1月8日.
5. Sullivan's coproduct on the reduced based loop space homology, 京都大学代数トポロジーセミナー, 京都大学, 2017年1月16日.

古川 勝久 (FURUKAWA Katsuhisa)

A. 研究概要

1. 超曲面上の有理曲線族という基本的な幾何学的対象の研究を行った。ここでは、標数零での Fano 超曲面 X 上の e 次非特異有理曲線のなす族 $R_e(X)$ を Hilbert スキームの開部分多様体として考える。 X が一般であれば、このような族 $R_e(X)$ の性質については様々に研究されており、特に e が小さい場合には $R_e(X)$ の次元が期待次元に一致することもわかる。一方で X を一

般のかわりに任意の非特異超曲面とした場合には, $R_e(X)$ の次元を判定するのは難しい.

直線族については, Beheshti 氏による結果により, 非特異 Fano 超曲面 X の次数が 8 以下の場合に, 直線族 $R_1(X)$ の次元が期待次元に一致することが示されている. それでは二次曲線族 $R_2(X)$ についてはどうか. この場合, X が超平面を含むような時には $R_2(X)$ の次元が期待次元を越える.

本研究では, 非特異 Fano 超曲面 X の次数が 6 以下の場合に, $R_2(X)$ の既約成分 R について, R に属する一般の二次曲線の張る 2-平面が X に含まれないのであれば, R の次元が期待次元に一致するという結果を得た.

2. また, 正標数の射影幾何研究における分離的ガウス写像について, 伊藤 敦氏 (京都大学) と共同研究を行った. そこでは F. L. Zak 氏による高次ガウス写像への理論の拡張を試み, 「 m 次ガウス写像が分離であれば, 一般の m 次 contact locus は線型となる」ことを示した.

その応用として, L. Ein 氏の射影双対多様体の標数零での研究に関連する正標数での結果が得られ, 「 n 次元非特異射影多様体 $X \subset \mathbb{P}^N$ の $n+1$ 次ガウス写像 γ が分離的かつ $n < N-2$ であれば, γ が双有理でないことと, X が Segre 埋込み $\mathbb{P}^{n-1} \times \mathbb{P}^1 \subset \mathbb{P}^{2n-1}$ に一致することとは同値となる」ことが分かった.

1. Dimension on the space of conics on Fano: R. Beheshti showed that, for a smooth Fano hypersurface X of degree ≤ 8 over the complex number field \mathbb{C} , the dimension of the space of lines lying in X is equal to the expected dimension.

We investigate the space of conics on X . In this case, if X contains some linear subvariety, then the dimension of the space can be larger than the expected dimension.

We show that, for a smooth Fano hypersurface X of degree ≤ 6 over \mathbb{C} , and for an irreducible component R of the space of conics lying in X , if the 2-plane spanned by a general conic of R is not contained in X , then the dimension of R is equal to the expected dimension.

2. On separable higher Gauss maps (joint work with A. Ito (Kyoto)): We study the m -th Gauss map in the sense of F. L. Zak of a projective va-

riety $X \subset \mathbb{P}^N$ over an algebraically closed field in any characteristic. For all integer m with $n := \dim(X) \leq m < N$, we show that the contact locus on X of a general tangent m -plane is a linear variety if the m -th Gauss map is separable. We also show that for smooth X with $n < N-2$, the $(n+1)$ -th Gauss map is birational if it is separable, unless X is the Segre embedding $\mathbb{P}^1 \times \mathbb{P}^n \subset \mathbb{P}^{2n-1}$. This is related to L. Ein's classification of varieties with small dual varieties in characteristic zero.

B. 発表論文

1. K. Furukawa: "Convex separably rationally connected complete intersections", Proceedings of the American Mathematical Society **144** (2016) 3657-3669.
2. K. Furukawa: "On general fibers of Gauss maps in arbitrary characteristic", Journal of Algebra **451** (2016) 293-301.
3. K. Furukawa: "Cohomological characterization of hyperquadrics of odd dimensions in characteristic two", Mathematische Zeitschrift **278** (2014) 119-130.
4. K. Furukawa: "Duality with expanding maps and shrinking maps", and its applications to Gauss maps, Mathematische Annalen **358** (2014) 403-432.
5. K. Furukawa: "Cubic hypersurfaces admitting an embedding with Gauss map of rank 0", Advances in Mathematics **230** (2012) 1174-1183.
6. K. Furukawa: "Rational curves on hypersurfaces", Journal für die reine und angewandte Mathematik **665** (2012) 157-188.

C. 口頭発表

1. Dimension of the space of conics on Fano hypersurfaces, The 2nd Higher dimensional algebraic geometry Echigo Yuzawa symposium, Yuzawa-cho Kouminkan, 2017 年 2 月.
2. On separable higher Gauss maps, 京都大学・代数幾何学セミナー, 京都大学数学教室, 2017 年 1 月.

3. 非特異 Fano 超曲面上の 2 次曲線族の次元について, 都の西北 代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学理工学部, 2016 年 11 月.
4. 低次数 Fano 超曲面上の 2 次曲線族の次元について, 第 4 回 K3 曲面・エンリケス曲面ワークショップ, 北海道教育大学 札幌駅前サテライト, 2016 年 10 月.
5. 分離的な高次ガウス写像について, 特異点論月曜セミナー, 東京大学数理科学研究科, 2016 年 9 月.
6. Fano 超曲面上の二次曲線族の次元について, 山形代数幾何小研究集会, 山形大学小白川キャンパス, 2016 年 8 月.
7. m 次ガウス写像と小次元射影双対多様体, 山形代数幾何小研究集会, 山形大学小白川キャンパス, 2016 年 8 月.
8. m -th Gauss maps and small dual varieties, 野田代数幾何学シンポジウム 2016, 東京理科大学 理工学部, 2016 年 3 月.
9. m -th Gauss maps and small dual varieties, Higher Dimensional Algebraic Geometry, 2015, National Taiwan University (台湾), 2015 年 8 月.
10. Gauss maps in positive characteristic, New Developments in Algebraic Geometry, National Taiwan University (台湾), 2014 年 9 月.

F. 対外研究サービス

1. 都の西北 代数幾何学シンポジウム (早稲田大学理工学部, 2016 年 11 月) の世話人の一人

正井 秀俊 (MASAI Hidetoshi)

A. 研究概要

写像類群上のランダムウォークの対称性と力学系の研究を行った。関連して、自由群の外部自己同型群、距離スペクトラムの研究を行い現在論文執筆中である。

Mainly studied symmetry and dynamics of random walks on the mapping class groups. Also studied related topics; outer automorphisms of free groups, length spectra.

B. 発表論文

1. Hidetoshi Masai, “On commensurability of fibrations on a hyperbolic 3-manifold”, *Pacific Journal of Mathematics*, Vol. 266 (2013), No. 2, 313-327.
2. Hidetoshi Masai and Greg McShane, “Equidecomposability, volume formulae and orthospectra”, *Algebraic and Geometric Topology* 13 (2013): 3135-3152.
3. Craig Hodgson and Hidetoshi Masai “On the number of hyperbolic 3-manifolds of a given volume”, *Contemporary Mathematics*, “Proceedings of Hyamfest”, Volume 597 (2013), 295-320.
4. Neil Hoffman, Kazuhiro Ichihara, Masahide Kashiwagi, Hidetoshi Masai, Shin’ichi Oishi and Akitoshi Takayasu “Verified computations for hyperbolic 3-manifolds”, *Experimental Mathematics*, Volume 25, Issue 1, 2016, 66-78.
5. Kazuhiro Ichihara and Hidetoshi Masai “Exceptional surgeries on alternating knots”, *Communications in Analysis and Geometry*, Volume 24, Number 2, 337-377, 2016.
6. Hidetoshi Masai, “On the number of commensurable fibrations on a hyperbolic 3-manifold”, *Journal of Knot Theory and Its Ramifications*, Vol. 25, No. 5 (2016) 1650028 (6 pages).
7. Hidetoshi Masai, “Fibered commensurability and arithmeticity of random mapping tori”, to appear in *Groups, Geometry, and Dynamics*.
8. Hidetoshi Masai, “Topological entropy of random walks on the mapping class groups”, to appear in *International Mathematics Research Notices*.
9. Hidetoshi Masai, “On commensurability of quadratic differentials on surfaces”, to appear in *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*.

C. 口頭発表

1. “Some dynamics of random walks on the mapping class groups”, 火曜トポロジーセミナー, 東京大学, 2016年5月17日.
2. “写像類群上のランダムウォーク”, トポロジーシンポジウム2016, 神戸大学, 2016年7月7日.
3. “ハンドル体結び目補空間の双曲構造入門”, ハンドル体結び目とその周辺 IX, 近畿大学(東大阪キャンパス), 2016年10月9日,
4. “低次元トポロジーと幾何”, 日本応用数理学会三部会連携「応用数理学セミナー」, 東京大学本郷キャンパス, 2016年12月27日.
5. “Topological entropy of random walks on the mapping class groups”, 2016年度「リーマン面・不連続群論」研究集会, 東北大学片平キャンパス, 2017年1月8日.
6. “Symmetry and dynamics of random walks on the mapping class groups”, The second Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications, 京都大学, 2017年2月1日, 3日.
7. “正則2次微分の通約類と擬アノソフの通約性”, 日大セミナー, 日本大学, 2017年2月17日.

G. 受賞

1. 手島精一記念研究賞 博士論文賞(東京工業大学)
<http://www.titech.ac.jp/news/2015/030055.html>

谷田川 友里 (YATAGAWA Yuri)

A. 研究概要

正標数の代数多様体上の階数1の層の特性サイクルについて研究した。対数的な分岐に関する特別な条件のもとで、特性サイクルの台である特異台の規約成分の候補を見つけた。また、非対数的な分岐フィルトレーションに関する昨年度の成果を改良して論文を投稿した。

I studied the characteristic cycle of a rank 1 sheaf on a variety of positive characteristic. I found a conical closed subset of the cotangent bundle of the variety whose irreducible components have the same dimension as the variety and which contains the singular support of the sheaf under a condition on the logarithmic ramification of the sheaf. I also improved and submitted a paper on non-logarithmic ramification filtrations.

B. 発表論文

1. Y. Yatagawa: “Having the same wild ramification is preserved by the direct image”, arXiv:1611.01966.
2. Y. Yatagawa: “Equality of two non-logarithmic ramification filtrations of abelianized Galois group in positive characteristic”, arXiv:1609.01950.
3. T. Saito and Y. Yatagawa: “Wild ramification determines the characteristic cycle”, to appear at the Annales Scientifiques de l’Ecole Normale Supérieure, arXiv:1604.01513.

C. 口頭発表

1. Characteristic cycle of a rank 1 sheaf, 6th East Asian Number Theory Conference, the Chern Institute of Mathematics, Nankai University, 2016年8月, 中国.
2. Ramification theory and characteristic cycle of a rank 1 sheaf, 代数学セミナー, 九州大学, 2016年7月.
3. Characteristic cycle of a rank 1 sheaf and homotopy invariance, 数論幾何学セミナー, 九州大学, 2016年7月.
4. Characteristic cycle of a strongly clean sheaf of rank 1, 数論・幾何学セミナー, 東京工業大学, 2016年5月.
5. 曲面上階数1の層に対する特性サイクルについて, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学, 2015年10月.

6. Ramification Theory and Euler Characteristic (ポスター発表), 2015 KWSE/APNN International Young Woman Scientist Camp, University of Science and Technology (UST), 2015 年 10 月, 韓国.
7. 曲面上の階数 1 の層の特性サイクル, 第 8 回数論女性の集まり (WINJ8), 上智大学, 2015 年 5 月.
8. 曲面上の階数 1 の層の特性サイクル, 代数的整数論とその周辺 2014, 京都大学, 2014 年 12 月.
9. Cleanliness and characteristic cycles, 九州代数的整数論 2014 (KANT 2014), 九州大学, 2014 年 2 月.
10. Two invariants of ramification, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics The First Meeting, Kyoto University, 2013 年 12 月, 日本.

渡部 正樹 (WATANABE Masaki)

A. 研究概要

本年度は, Schubert 多項式と skew divided difference operator に関するある正值性の予想 (Kirillov, SIGMA 2007) を目標とし, Kraškiewicz-Pragacz 加群を用いた研究を行った. また, 昨年度に土岡俊介氏との共同研究で得られた, 分割恒等式に関する結果の執筆も行った.

Studied toward a positivity conjecture (Kirillov, SIGMA 2007) concerning Schubert polynomials and skew divided difference operators using Kraškiewicz-Pragacz modules. Also, wrote a paper on the result on integer partitions obtained by a joint research with Shunsuke Tsuchioka.

B. 発表論文

1. M. Watanabe: “On a relation between certain character values of symmetric groups and its connection with creation operators of symmetric functions, Combinatorial Representation Theory and Related Topics, RIMS kokyuroku **1870** (2013) 84–97.

2. M. Watanabe: “On a relation between certain character values of symmetric groups and its connection with creation operators of symmetric functions, J. Alg. Comb. **41**(2), (2015) 257–273.
3. M. Watanabe: “An approach toward Schubert positivities of polynomials using Kraškiewicz-Pragacz modules, Eur. J. Combin. **58** (2016) 17–33.
4. M. Watanabe: “Tensor product of Kraškiewicz-Pragacz modules, J. Algebra **443** (2015) 422–429.
5. M. Watanabe: “Kraškiewicz-Pragacz modules and Ringel duality, J. Algebra **468** (2016) 1–23.
6. M. Watanabe: “Kraškiewicz-Pragacz modules and some positivity properties of Schubert polynomials, FPSAC 2015, Discrete Math. Theor. Comput. Sci. Proc., AS, 253–260.
7. S. Tsuchioka and M. Watanabe: “Pattern avoidances seen in multiplicities of maximal weights of affine Lie algebra representations, to appear in Proc. Amer. Math. Soc.
8. M. Watanabe: “Kraškiewicz-Pragacz modules and Pieri and dual Pieri rules for Schubert polynomials, to appear in J. Math. Sci. Univ. Tokyo.
9. M. Watanabe: “Kraškiewicz-Pragacz modules and Pieri and dual Pieri rules for Schubert polynomials, FPSAC 2016.
10. S. Tsuchioka and M. Watanabe: “Schur partition theorems via perfect crystal, preprint, [arXiv:1609.01905](https://arxiv.org/abs/1609.01905)

C. 口頭発表

1. Structure of Schubert modules and Filtration by Schubert modules, 第 3 回シューベルトカルキュラスとその周辺, 岡山大学, 2014 年 8 月.

2. Kraśkiewicz-Pragacz 加群と Schubert 正値性, 名古屋大学組合せ論セミナー, 名古屋大学, 2015 年 1 月
3. Kraśkiewicz-Pragacz modules and some positivity properties of Schubert polynomials, 27th International Conference on Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, KAIST, 2015 年 7 月
4. Schubert polynomials and Kraśkiewicz-Pragacz modules, MIT Combinatorics seminar, MIT, 2015 年 10 月; University of Michigan Combinatorics seminar, University of Michigan, 2015 年 10 月; UW Combinatorics seminar, University of Washington, 2015 年 10 月
5. Kraśkiewicz-Pragacz modules and some positivity properties of Schubert polynomials, Shanghai Conference on Representation Theory, 2015 年 12 月
6. Kraśkiewicz-Pragacz modules and positivity properties of Schubert polynomials, RIMS 表現論セミナー, 2016 年 6 月
7. Kraśkiewicz-Pragacz modules and Pieri and dual Pieri rules for Schubert polynomials, poster at 28th International Conference on Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, Simon Fraser University, 2016 年 7 月
8. Schur 分割定理の一般化について, 神戸可積分系セミナー, 2016 年 7 月
9. Schubert polynomials, Kraśkiewicz-Pragacz modules and quasi-hereditary algebras, Summer School on Quasi-hereditary Algebras, 大阪市立大学, 2016 年 8 月
10. Schubert polynomials and Kraśkiewicz-Pragacz modules, Geometric Representation Theory, 京都大学, 2016 年 10 月

G. 受賞

Best Student Paper Award at *27th International Conference on Formal Power Series and Algebraic Combinatorics (FPSAC 2015)*

HU, Haoyu

A. Summary of Research

Last year, I continued to study semi-continuity properties of geometric invariants of étale sheaves. Let $f : X \rightarrow S$ be a smooth morphism of excellent Noetherian schemes of purely relative dimension d , D an effective Cartier divisor of X relative to S , U the complement of D in X , $j : U \rightarrow X$ the canonical injection, \mathcal{G} a locally constant and constructible sheaf of \mathbb{F}_ℓ -adic modules on U and $\mathcal{F} = j_! \mathcal{G}[d]$ (ℓ is a prime number invertible in S). When $d = 1$, Deligne and Laumon's lower semi-continuity property of Swan conductors implies that the singular support of the restriction of \mathcal{F} on each fiber X_s ($s \in S$) is continuous and that the characteristic cycle of the restriction is lower semi-continuous. We studied the generalization of Deligne and Laumon's results in singular supports and characteristic cycles for higher relative dimension cases. Roughly speaking, when $d > 1$, we proved that singular supports and characteristic cycles of the restrictions of \mathcal{F} along fibers of $f : X \rightarrow S$ are generically constant. However, we show that the lower semi-continuity property fails for the characteristic cycles, which is different from the relative curve case. This is a joint work with E. Yang.

In 2015, joint with E. Yang, I studied the lower semi-continuity of non-logarithmic total dimension divisors of ℓ -adic sheaves on a smooth fibration. Last year, following an idea of T. Saito, I proved the same property for logarithmic Swan divisors for ℓ -adic sheaves. This work is in preparation.

B. List of Publications

1. H. Hu: Ramification and nearby cycles for ℓ -adic sheaves on relative curves, *Tohoku Math. J.* **67**, no. 2 (2015) 153–194.
2. H. Hu: Refined Characteristic Class and Conductor Formula, *Math. Z.* **281** no.1–2 (2015) 571–609.
3. H. Hu and E. Yang: Semi-continuity for total dimension divisors of étale sheaves, to appear at *International Journal of Mathe-*

ematics

4. H. Hu and E. Yang: Relative singular support and the semi-continuity of characteristic cycles of étale sheaves, preprint.

C. List of Invited Talks

1. A conductor formula in equal characteristic case, Workshop on arithmetic geometry at Tambara, Tambara Institute of Mathematical Sciences the University of Tokyo, June 2015.
2. Ramification and nearby cycles for ℓ -adic sheaves on relative curves, Hiroshima-Sendai Workshop on Number Theory, Hiroshima University, July 2015.
3. Ramification and nearby cycles for ℓ -adic sheaves on relative curves, Number Theory Seminar, the University of Tokyo, July 2015.
4. Semi-continuity of total dimension divisors for ℓ -adic sheaves, RIMS Workshop: Algebraic Number Theory and Related Topics, RIMS, Kyoto University, November & December 2015.
5. Semi-continuity of total dimension divisors for ℓ -adic sheaves, Invited Talk, Morningside Center of Mathematics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, December 2015.
6. On the semi-continuity for singular support and characteristic cycles of étale sheaves, The 6th East Asia Number Theory Conference, Nankai University, Tianjin, China, August 2016.

ウデ サロメ (OUDET Salomé)

A. 研究概要

1. Mathematical context

The theory of viscosity solutions, introduced by Crandall and Lions in the early 1980s, see [4], is still quite young and

many natural questions remain to be studied. For example, the notion of viscosity solution is not completely clear in sets with geometric singularities, since in regular geometries, the definition of viscosity sub and supersolutions is based on regular test functions. Another interesting question, which is somehow related, is to give a sense to a problem with different Hamilton-Jacobi equations (HJ) depending on the region of the space. The main difficulty in such a problem is in the understanding of the junction condition across two regions. Note that these singular problems appear naturally in various fields such as traffic flows, see [5], or optimal control problems in a domain with several media, see [3]. These are difficult questions which have generated an increasing interest during the last decade.

2. Research thesis results

The two above mentioned issues are strongly connected. Indeed, for instance, if we consider HJ equations posed on networks (vertices connected to each other by edges), it is natural to consider independent Hamiltonians within each edge. It would be a good framework for studying traffic flow issues.

The simplest case of set with geometric singularities is the case of networks described above. In [1] with my PhD supervisors, Y. Achdou and N. Tchou, we proposed a proof of a general comparison result for Hamilton-Jacobi-Bellman equations (HJB) on networks, with possibly different Hamiltonian in each edges. In [7] I generalized this comparison result to the case of multidimensional junctions.

At last, in [2] with Y. Achdou and N. Tchou we have investigated singular perturbation questions. More precisely, we have considered control problems in \mathbb{R}^2 whose data may be discontinuous across an oscillating interface whose period and amplitude have the same order of magnitude. We proved that when the oscillating

interface tends to a straight line, then the value function tends to the unique solution of an Hamilton-Jacobi equation in \mathbb{R}^2 involving an effective transmission condition on the straight interface keeping track of the past oscillations.

3. Current research

The methods we have developed with Y. Achdou and N. Tchou during my Ph.D. can be generalized to a greater family of problems. With Y. Giga (who was my host professor during my JSPS fellowship at the university of Tokyo), N. Hamamuki and A. Nakayasu we are currently trying to adapt these methods for studying some control problems with random switching. Roughly speaking, we are interested in the study of control problems whose evolution is governed by random switching between N independent regimes. Such problems involve N value functions which, in classical cases, are characterized by weakly coupled systems of HJ equations. In this direction we are investigating two different problems.

The first one deals with control problems in \mathbb{R}^2 for which data can be discontinuous across a straight line and whose evolution is governed by random change. To deal with the random switching occurring in our control problems we are trying to adapt methods developed by H. Mitake, A. Siconolfi, H. V. Tran and N. Yamada in their recent article [6].

The second problem that interests us is a control problem with localized random switching. More precisely, we would like to consider control problems in a half-plan for which there would be random switching only on the boundary of the half-plan. This problem is more degenerated than the previous one and the first difficulty is to define properly the control problem, especially in a neighborhood of the boundary. Once the problem is well posed, the second difficulty is to determine the weakly coupled system of HJ equations which characterize the two value functions of this prob-

lem.

References

- [1] Y. Achdou, S. Oudet and N. Tchou : “Hamilton-Jacobi equations for optimal control on junctions and networks”, *ESAIM Control Optim. Calc. Var.* **21** (2015), no. 3, 876–899.
- [2] Y. Achdou, S. Oudet and N. Tchou: “Effective transmission conditions for Hamilton-Jacobi equations defined on two domains separated by an oscillatory interface”, *J. Math. Pures Appl.* (9) **106** (2016), no. 6, 1091–1121.
- [3] G. Barles, A. Briani and E. Chasseigne : “A Bellman approach for two-domains optimal control problems in \mathbb{R}^N ”, *ESAIM Control Optim. Calc. Var.* **19** (2013), no. 3, 710–739.
- [4] M. G. Crandall and P.-L. Lions : “Viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **277** (1983), no. 1, 1–42.
- [5] C. Imbert, R. Monneau and H. Zidani : “A Hamilton-Jacobi approach to junction problems and application to traffic flows”, *ESAIM Control Optim. Calc. Var.* **19** (2013), no. 1, 129–166.
- [6] H. Mitake, A. Siconolfi, H. V. Tran and N. Yamada : “A Lagrangian approach to weakly coupled Hamilton-Jacobi systems”, *SIAM J. Math. Anal.* **48** (2016), no. 2, 821–846.
- [7] S. Oudet : “Hamilton-Jacobi equations for optimal control on multidimensional junctions”, *ArXiv e-prints* (2014).

B. 発表論文

1. Y. Achdou, S. Oudet and N. Tchou : “Hamilton-Jacobi equations for optimal control on junctions and networks”, *ESAIM Control Optim. Calc. Var.* **21** (2015), no. 3, 876–899.

2. Y. Achdou, S. Oudet and N. Tchou: “Effective transmission conditions for Hamilton-Jacobi equations defined on two domains separated by an oscillatory interface”, *J. Math. Pures Appl.* (9) **106** (2016), no. 6, 1091–1121.
3. S. Oudet : “Hamilton-Jacobi equations for optimal control on multidimensional junctions”, *ArXiv e-prints* (2014).

C. 口頭発表

1. Contrôle optimal et équation d’Hamilton-Jacobi sur des structures hétérogènes, Colloque Inter’Action en Mathématiques, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand (France), 2013 年 5 月.
2. Hamilton-Jacobi equations for optimal control on junctions and networks, Third meeting of the ANR HJnet, IHP, Paris (France), 2014 年 1 月.
3. On Hamilton-Jacobi equations on network, Student seminar, 東京大学大学院数理科学研究科, 2014 年 7 月.
4. Un problème d’homogénéisation pour des équations de Hamilton-Jacobi-Bellman, Applications des mathématiques, ENS, Rennes (France). 2015 年 5 月.
5. Hamilton-Jacobi equations for optimal control on 2-dimensional junction, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 1 月.
6. Hamilton-Jacobi equations for optimal control on network, 第 17 回北東数学解析研究会, 北海道大学大学院理学研究院, 2016 年 2 月.

F. 対外研究サービス

1. In charge of the *PhD seminar Landau* at the University of Rennes (France) (2013 年–2014 年)
2. Member of the scientific committee of *Rencontres Doctorales Lebesgue 2014*, IRMAR Rennes (France) (2013 年–2014 年)

3. Member of the organizing committee of *Journées Jeunes EDPistes Français*, Saint Brévin (France) (2014 年–2015 年)

劉 逸侃 (LIU Yikan)

A. 研究概要

今年度は、三種類の偏微分方程式の逆問題について研究し、数学解析と数値解析を行った。

1. 双曲型方程式. すべての係数が時空間に依存する一般の双曲型方程式に関しては、ソース項および係数の空間成分を決定する逆問題について取り込んだ。まず、部分内部領域あるいは部分境界における観測データによってソース項を決定する逆問題については、Carleman 評価を用いて局所的な Hölder 安定性を証明した。次に、同じ観測データによる最高階係数の再構成については、上記の結果を応用し、同様な安定性を示した。更に、上記の2つの問題に対して、変分法に基づく反復法をそれぞれ構築した。一方、非線形波動方程式のソース項決定逆問題にも、適切な仮定のもとに大域的な Lipschitz 安定性を証明した。

2. 非整数階拡散方程式. 不均質媒質における特異拡散現象を記述する非整数階の時間微分項を持つ拡散方程式 (TFDE) に関しては、ソース項が変数分離の形をした場合に対し、時間成分または空間成分を決定する逆問題の研究を継続した。時間成分の決定については、TFDE の強最大値原理で一意性を示し、更に極めて弱い多重対数型の安定性を証明した。また、正則化付きの反復法を開発し、収束性を証明した。空間成分の決定については、TFDE の弱一意接続性で一意性を証明し、上記双曲型方程式の場合に類似する反復法を構築した。

3. Lamé 方程式. 弾性体の変位を表す Lamé 方程式に関しては、2次元の場合に、一成分の情報のみによる新しい一意接続性を確立した。この結果は、Lamé 係数を決定する逆問題への応用が期待される。

In this academic year, I carried out mathematical and numerical analysis of the inverse problems for three kinds of partial differential equations.

1. Hyperbolic equations. Regarding the general hyperbolic equations with time- and space-dependent coefficients, I investigated the

inverse problems on determining the spatial component of the source term and the coefficient. First, for the inverse source problem with partial interior or partial boundary observation data, I proved the local Hölder stability by Carleman estimates. Next, for the reconstruction of the highest order coefficient with the same observation data, I shown the same stability by applying the above result. Moreover, for the above 2 problems, I established a unified iterative thresholding algorithm based on the variational method. On the other hand, for the inverse source problem for nonlinear wave equations, I also proved the global Lipschitz stability under suitable assumptions.

2. Fractional diffusion equations. Regarding the time-fractional diffusion equations (TFDE) which model the anomalous diffusion phenomena in heterogeneous media, I continued to study the inverse source problems on determining either the temporal or the spatial component under the assumption that the source term takes the form of separated variables. For the reconstruction of the temporal component, I employed the strong maximum principle for TFDE to show the uniqueness, and further proved the extremely weak stability of multiple logarithmic type. In addition, I also developed an iteration method with regularization and verified the convergence. For the reconstruction of the spatial component, I proved the uniqueness by a newly established weak unique continuation property, and implemented an iteration method similarly to that for the above hyperbolic equations.

3. Lamé systems. For Lamé systems describing the dislocation of elastic bodies, in the two-dimensional case I established a new unique continuation property which relies only on the information of one component. This result is expected to be applicable for the inverse problem on determining the Lamé coefficients.

B. 发表論文

1. Y. Liu and M. Yamamoto : “On the multiple hyperbolic systems modeling phase transformation kinetics”, *Appl. Anal.* **93** (2014) 1297–1318.
2. B. Jin, R. Lazarov, Y. Liu and Z. Zhou : “The Galerkin finite element method for a multi-term time-fractional diffusion equation”, *J. Comput. Phys.* **281** (2015) 825–843.
3. Z. Li, Y. Liu and M. Yamamoto : “Initial-boundary value problems for multi-term time-fractional diffusion equations”, *Appl. Math. Comput.* **257** (2015) 381–397.
4. Y. Liu, D. Jiang and M. Yamamoto : “Inverse source problem for a double hyperbolic equation describing the three-dimensional time cone model”, *SIAM J. Appl. Math.* **75** (2015) 2610–2635.
5. Y. Liu, W. Rundell and M. Yamamoto : “Strong maximum principle for fractional diffusion equations and an application to an inverse source problem”, *Fract. Calc. Appl. Anal.* **19** (2016) 888–906.
6. D. Jiang, Y. Liu and M. Yamamoto : “Inverse source problem for the hyperbolic equation with a time-dependent principal part”, *J. Differential Equations* **262** (2017) 653–681.
7. D. Jiang, Y. Liu and M. Yamamoto : “Inverse source problem for a wave equation with final observation data”, *Mathematical Analysis of Continuum Mechanics and Industrial Applications*, H. Itou et al. (eds.), *Mathematics for Industry* **26**, Springer, Singapore (2017) 153–164.
8. Y. Liu : “Strong maximum principle for multi-term time-fractional diffusion equations and its application to an inverse source problem”, *Comput. Math. Appl.* **73** (2017) 96–108.
9. D. Jiang, Z. Li, Y. Liu and M. Yamamoto : “Weak unique continuation property and a related inverse source problem for time-fractional diffusion-advection equations”, *Inverse Problems* **33** (2017) to appear.
10. Y. Wang, Y. Liu and J. Cheng : “A new unique continuation property for the Lamé

system in two dimensions” (in Chinese),
Sci. Chin. Math. **47** (2017) to appear.

C. 口頭発表

1. An inverse source problem for fractional diffusion equations, Winter School in Imaging Science, High 1 Resort, Korea, 2016 年 1 月.
2. Inverse source problems for hyperbolic-type equations, Inverse Problems Seminar, Central China Normal University, China, 2016 年 2 月.
3. Strong maximum principle for fractional diffusion equations and its application to an inverse problem, Inverse Problems Seminar, Southeast University, China, 2016 年 4 月.
4. Inverse source problems for hyperbolic-type equations describing the time cone model, The 8th International Workshop on Theoretical and Computational Analyses for Inverse Problems, Chinese Academy of Sciences, China, 2016 年 6 月.
5. Determination of the temporal component in the source term of a fractional diffusion equation, The 8th International Conference on Inverse Problems and Related Topics, Ewha Womans University, Korea, 2016 年 6 月.
6. Inverse source problems for hyperbolic-type equations with time-dependent principal parts, The 8th International Conference on Inverse Problems and Related Topics, Ewha Womans University, Korea, 2016 年 7 月.
7. Iterative thresholding algorithm for inverse source problems for hyperbolic-type equations, The Fifth International Conference on Continuous Optimization, 政策研究大学院大学, 2016 年 8 月.
8. Two inverse source problems for time-fractional diffusion equations, Inverse Problems Seminar, Texas A&M University, USA, 2016 年 10 月.

9. Two inverse source problems for time-fractional diffusion equations, 2nd East Asia Section of IPIA-Young Scholars Symposium, National Taiwan University, Taiwan, 2016 年 11 月.

10. Inverse source problem for time-fractional diffusion equations (ポスター発表), 日本数学会異分野・異業種研究交流会, 明治大学, 2016 年 11 月.

G. 受賞

研究科長賞 (2014 年度)

特任研究員 (Project Researchers)

伊藤 昇 (ITO Noboru)

A. 研究概要

平面曲線は、数学研究者にとっては慣れ親しんでいるものであるが、位相的な平面曲線については、まだわかっていないことが多い。ここで、位相的な平面曲線（あるいは単に平面曲線）といったときには自己交差が全て横断的な2重点であり、かつ、2重点が有限個であるような滑らかな平面閉曲線のこととする。有名事実として、「どの平面曲線も3種類の局所変形をうまく有限回組み合わせることで交点が一つもない閉曲線にできる」ということがある。これは古典的な事実（ライデマイスターの定理）として1927年から知られている。

それにもかかわらず、RIとRIIIによって定義される平面曲線の同値類については、どの一つも決定されていない。

2016年に出版された結果において、HaggeとYazinskiが発見した、(RIIはRIとRIIIで生成できるという)Östlund予想の反例は最小交点数が16交点の例であったが、15交点の反例を与えた[N. Ito and Y. Takimura, “On a nontrivial knot projection under (1, 3) homotopy”, *Topology Appl.* 210 (2016), 22–28.]

また、この方面の入門的な専門書（洋書）が2016年に出版された[N. Ito, “Knot projections”, Chapman & Hall/CRC, 200 pages, 2016].

Every mathematical researcher may be familiar with “plane curve”. However, for topological plane curves, there are still many open problems. Here, a *topological plane curve*, simply called a *plane curve*, is the image of a generic immersion from a circle into a plane. Every singular point is a transverse double point. As is well-known, every plane curve is related to the simple closed curve by a finite sequence generated by Reidemeister moves. Reidemeister moves are often described as local replacements of three types, denoted by RI, RII, and RIII. This fact has been known from 1927 (Reidemeister’s Theorem). However, any class of plane curves has not been determined yet under the equivalence relation by RI and RIII.

A paper published in 2016 obtains us a nontrivial plane curve with 15 double points under the equivalence relation by RI and RIII. [N. Ito and Y. Takimura, “On a nontrivial knot projection under (1, 3) homotopy”, *Topology Appl.* 210 (2016), 22–28.] (cf. The example by Hagge and Yazinski has 16 double points.)

The book that gave an introduction to this area was published in 2016 [N. Ito, “Knot projections”, Chapman & Hall/CRC, 200 pages, 2016.]

B. 発表論文

1. N. Ito and Y. Takimura, “Strong and weak (1, 2) homotopies on knot projections and new invariants”, *Kobe J. Math.*, **33** (2016) 13–30.
2. N. Ito, “Knot projections”, Chapman & Hall/CRC, 200 pages, 2016.
3. N. Ito and Y. Takimura, “On a nontrivial knot projection under (1, 3) homotopy”, *Topology Appl.* 210 (2016), 22–28.
4. N. Ito and Y. Takimura, “Triple chords and strong (1, 2) homotopy”, *J. Math. Soc. Japan* **68** (2016), 637–651.
5. 伊藤昇, “An introduction to Khovanov homology and an R-matrix”, 奈良女子大学大学院人間文化研究科（博士後期課程）複合現象科学専攻, 2016年度 数学・物理・情報科学研究交流シンポジウム, 報告集, 2017年3月.
6. 伊藤昇・瀧村祐介, “Any nontrivial knot projection with no triple chords has a monogon or a bigon”, 研究集会「結び目の数学 IX」報告集, 2017年2月.
7. 伊藤昇・瀧村祐介, “32 equivalence relations on knot projections”, 研究集会「結び目の数学 IX」報告集, 2017年2月.
8. 伊藤昇, “Spaces of chord diagrams on spherical curves I”, 日本数学会秋季総合分科会アブストラクト, 関西大学, 9月, 2016年, 2pp.

9. 伊藤昇, “Any nontrivial knot projection with no triple chords has a monogon or a bigon”, 日本数学会秋季総合分科会アブストラクト, 関西大学, 9月, 2016年, 2pp.
10. 伊藤昇, “実験で見え難い紐を“観る”2つのアプローチ-微分構造と線形代数-”, 生命ダイナミクスの数理とその応用: 新規課題の探索と新しい方法論の探求, 東京大学玉原セミナーハウス, 2016年2月, 報告書, 4-5.

C. 口頭発表

1. Strong and weak (1, 3) homotopies on knot projections, 12th East Asia School of Knots and Related Topics, 東京大学, 日本, 2017年2月.
2. Any nontrivial knot projection with no triple chords has a monogon or a bigon, 結び目の数学 IX, 2016年12月.
3. An introduction to Khovanov homology and an R-matrix, 奈良女子大学大学院人間文化研究科(博士後期課程)複合現象科学専攻, 2016年度 数学・物理・情報科学研究交流シンポジウム, 2016年12月.
4. A survey of Khovanov homology and a genus bound, 研究集会「数学と物理」-第1回 トポロジーと物理-, 奈良女子大学, 2016年11月.
5. A new aspect of the Arnold invariant J^+ from a global viewpoint, 研究集会 葉層構造と微分同相群 2016, 東京大学玉原セミナーハウス, 2016年10月.
6. Spaces of chord diagrams on spherical curves I, 日本数学会秋季総合分科会, 関西大学, 2016年9月.
7. 入門講義(3部構成)(1) ナノワードの豊饒さ, (2) 結び目不変量のカテゴリフィケーション(圏論化)へのお誘い, (3) 平面曲線論の未解決問題について, 組み合わせ論サマースクール, 下呂市民会館, 2016年8月.
8. 実験で見え難い紐を“観る”2つのアプローチ-微分構造と線形代数-, 生命ダイナミクスの数理とその応用: 新規課題の探索と新しい方法論の探求, 東京大学玉原セミナーハウス, 2016年7月.

9. Spaces of chord diagrams of spherical curves, Tuesday Seminar on Topology, 東京大学, 2016年6月.
10. 結び目を通して世界を読み解く, 「無限群と幾何学の新展開のアウトリーチについての研究会 2016」, 東京大学玉原セミナーハウス, 2016年6月.

大川 幸男 (OHKAWA Sachio)

A. 研究概要

今年度は「数論幾何を使った超一様点列の設計」を目標とした研究活動を志甫淳氏と共同で行った。点集合の超一様性の指標 (star-discrepancy, t -value, WAFOM など) の基本的性質やそれらの間の関係について Niederreiter-Xing, Suzuki, Suzuki-Yoshiki 等の文献から学んだ。また代数曲線及びその有理点を使った超一様点集合の構成法 (Niederreiter-Xing 点列, Hofer-Niederreiter 点列) についても学んだ。これまでの結果の改良を目指し, Higher order digital net の理論を (u, m, e, s) -net の理論の視点から研究した。特に, 最も重要な propagation rule (digital net から新しい digital net を構成する法則) である Dick 構成の変種を与えることに成功したが, 論文を書くまでの研究には至らなかった。

I, jointly work with professor Atsushi shiho, advance the research project which is proposed to give a construction of low-discrepancy sequences from arithmetic geometry. We reviewed the theory of low-discrepancy sequences, several criterions of low-discrepancy sequences (star-discrepancy, t -value, and WAFOM) and its relationships among them from literatures of Niederreiter-Xing, Suzuki and Suzuki-Yoshiki. We also reviewed known constructions of low-discrepancy sequences using algebraic curves and rational points on it (Niederreiter-Xing sequences, Hofer-Niederreiter sequences). We studied the theory of Higher order digital nets from the point of view of the theory of (u, m, e, s) -net. We gave a variant of Dick construction, which is one of the most important propagation rule (that a rule, from a digital net, produces a

higher order digital net) but our work is still in progress.

B. 発表論文

1. ○ On logarithmic nonabelian Hodge theory of higher level in characteristic p , *Rend. Sem. Mat. Univ. Padova*, Vol. **134**, (2015), 47-91.
2. ○ On log global Cartier transform of higher level (Research announcement), *RIMS Kôkyûroku-Bessatsu*, **B53** (2015), 133-143.
3. ○ On log local Cartier transform of higher level in characteristic p , *Math. Z.* **283** (2016), no. 3-4, 871- 894.

C. 口頭発表

1. The Riemann-Hilbert correspondence for unit F -crystals, 2016 年 3 月, “日本数学会 2016 年度年会”, 筑波大学.
2. Maulik 氏の論文: “Supersingular K3 surfaces for large primes” の概説講演, 2016 年 6 月, “Workshop on arithmetic geometry at Tambara, 2016”, 東京大学玉原国際セミナーハウス.
3. Riemann-Hilbert correspondence for unit F -crystals on embeddable algebraic varieties, 2016 年 7 月, “第 15 回仙台広島整数論集会”, 東北大学.
4. Riemann-Hilbert correspondence for unit F -crystals on embeddable algebraic varieties, 2016 年 7 月, “ p 進コホモロジーと数論幾何学”, 東京電機大学 (招待あり).
5. 高レベル対数的カルチエ変換について, 2016 年 9 月, “日本数学会 2016 年度秋季総合分科会”, 関西大学.
6. Maulik 氏の論文: “Supersingular K3 surfaces for large primes” の概説講演, 2016 年 10 月, “代数幾何セミナー”, 名古屋大学 (招待あり).
7. Riemann-Hilbert correspondence for unit F -crystals on embeddable algebraic varieties, 2016 年 10 月, “整数論セミナー”, 早稲田大学.

G. 受賞

研究科長賞 2013 年 3 月

奥田 喬之 (OKUDA Takayuki)

A. 研究概要

複素曲線束に現れる特異ファイバーの分裂現象や、それに関連した写像類群の研究を中心に行っており、分野は複素代数幾何学と低次元トポロジーとの境界領域にあたる。

(1) 特異ファイバーの分裂を与える分裂族(複素曲線束の族)の位相型を統制する理論を構築している。特異ファイバーの近傍、即ちリーマン面の退化の位相型は位相モノドロミーによって完全に決定されるのであった。このアナロジーとして、分裂位相モノドロミーという概念を導入した。特に剥離変形族と呼ばれる分裂族の場合、固定された特異ファイバーの各成分への作用が負型擬周期的であり、その作用を特異ファイバーの部分因子の言葉で明示できることがわかってきた。最近の研究では、剥離変形族のみならず一般の分裂族においてもある条件を課せばこうした負型擬周期性が成り立つことを示した。

(2) 剥離変形を拡張することにより、特異ファイバーの分裂可能性に関する研究も幾分進んでいる。高村茂氏(京都大学)との共同研究により、プロペラ型という対称性の高いリーマン面の自己同型をモノドロミーを持つ特異ファイバーが、(単純特異点分解の隣接ダイアグラムを思わせる)系列によって”漸化式的/帰納的に”レフシェッツファイバーにまで分裂可能、即ちモース化可能であることを示した。また一方で、一度の変形によりモース化可能である為の十分条件をモノドロミーの言葉で与えた。

(3) こうした研究は特異ファイバーの分裂とその位相モノドロミーの分解との対応を利用した写像類のデーンツイスト積表示という目的が一つの背景にあった。さらに現在は、多面体群を始めとする閉リーマン面への有限群作用の積表示の記述に関する論文を執筆中である。

(4) 特異ファイバーを複数持つリーマン面上の大域的退化族の位相型に関する研究も進めている。写像類群の中で有限群を生成するようなモノドロミー達に対しては、これを実現するような大域的退化族が存在することを示した。さらに、こうした大域的退化族に対する分裂変形可能性についての研究も進めた。

I have been studying complex algebraic geometry and low dimensional topology. In particular, I am interested in splitting of singular fibers in fibred complex surfaces, and some related topics of the surface mapping class groups.

(1) The main challenge is to establish a theory of splitting families, in which a complex surface is deformed and a singular fiber splits, from the topological viewpoint. It is known that the topological types of degenerations of Riemann surfaces (regular neighborhoods of singular fibers) are determined by their topological monodromies. The notion of the topological monodromy for splitting families was introduced as an analogy of that for degenerations. And I showed that, in the particular case of barking families, the action of the topological monodromy on each component of the main singular fiber is pseudo-periodic of negative twist, and it can be explicitly determined in terms of simple crusts. For general splitting families, I also showed that such actions are pseudo-periodic of negative twist under certain assumptions.

(2) I have been improving a method to construct barking families, which gives us some results on splittability. In a joint work with Shigeru Takamura (Kyoto University), we showed that the singular fibers equipped with monodromies of propeller type can split into several Lefschetz fibers in some “inductive” deformation sequence. On the other hand, I showed some sufficient conditions for a singular fiber to admit a direct splitting into Lefschetz fibers.

(3) One topic of my research is Dehn-twist expression of mapping classes via splitting of singular fibers into Lefschetz fibers. The above results gave us new Dehn-twist expressions of periodic mapping classes. We also study Dehn-twist expressions of finite group actions (such as polyhedral group actions) on closed Riemann surfaces.

(4) I also study topological monodromies and splitting deformations for global degenerating families. For example, I showed that there exists a global degenerating family with a given

monodromy representation if its image forms a finite subgroup in the mapping class group.

B. 発表論文

1. T. Okuda: “Singular fibers in barking families of degenerations of elliptic curves”, *Singularities in Geometry and Topology 2011*, Adv. Stud. Pure Math., Vol. 66, Math. Soc. Japan (2015), 203–256.
2. T. Okuda: “Global degenerating families with periodic monodromies”, *Theory of singularities of smooth mappings and around it*, RIMS Kôkyûroku Bessatsu B55 (2016), 163–183.

C. 口頭発表

1. Sequences of degenerations of propeller surfaces and their splittings, 研究集会「トポロジー・特異点論とその応用」, 青山学院大学, 2016年6月.
2. Sequences of degenerations of propeller surfaces and their splittings, 学習院大学トポロジーセミナー, 学習院大学, 2016年6月.
3. Splittings of singular fibers into Lefschetz fibers, “Rigidity School, Nagoya 2016”, 名古屋大学, 2016年7月.
4. Splittings of singular fibers and topological monodromies, 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」, 東京大学, 2016年9月.
5. Sequences of degenerations of propeller surfaces and their splittings, 研究集会「4次元トポロジー」, 大阪市立大学, 2016年11月.
6. Monodromy of splitting families, 第14回代数曲線論シンポジウム, 神奈川工科大学, 2016年12月.
7. Splittings of singular fibers into Lefschetz fibers, 「リーマン面・不連続群論」研究集会, 東北大学, 2017年1月.
8. Splittings of singular fibers and vanishing cycles, 研究集会「接触構造, 特異点, 微分方程式及びその周辺」, 金沢大学, 2017年1月.

9. Splitting of singular fibers in fibred complex surfaces and its topology, 神戸幾何学セミナー, 神戸大学, 2017年2月.
10. Degenerations of propeller surfaces and sequences of splittings, Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2017, 東北学院大学, 2017年3月.

金井 政宏 (KANAI Masahiro)

A. 研究概要

我々は、細胞の指向性動態に関して新しい規準を提案し、その有効性を MS-1 細胞の観測データに基づいて実証した。

Cell migration plays a fundamental role in physiological collective phenomena including angiogenesis. Recent studies, based on experimental data measured with a high degree of accuracy, tend to conclude that cells move with a directional persistency. As a consequence, one considers that a persistent random walk will model cell migration well, where the mean squared displacement (MSD) includes a persistency parameter of time to cross over from the persistent regime to the random one. The persistence time may show a global property of cell migration. However, we need more detailed analysis of the dynamics of cell movement particularly in order to investigate a collective phenomenon like angiogenesis. For this purpose, we use MS-1 cells, mouse pancreatic islet-derived capillary endothelial cell line, which possesses angiogenic properties. However, their mobility is so little in the single-cell condition that a significant movement will be buried in a noise. We propose a novel criterion for the persistence of cell movement. The criterion proposed is inspired by the moving average method for time series which works as a smoothing filter and also by directional statistics. In directional statistics, the mean of angular data is fundamental and is calculated via the mean of the unit vectors with arguments corresponding to the angular data given. Also, the variance is defined from the length of the

summation of the unit vectors above. Here we consider the statistics of the velocity vectors. Our idea is to take the speed, i.e. the length of a velocity vector, into account. We consider the weighted mean of the velocity vectors, and then by the length of this vector, we define an index for the persistence of cell movement. Mathematical analysis including this novel persistence criterion works well especially for the tracking data of MS-1 cells, and reveals characteristic behaviors of angiogenic endothelial cells at a single-cell level.

B. 発表論文

1. Keisuke Matsuya and Masahiro Kanai, “Exact solution of a delay difference equation modeling traffic flow and their ultra-discrete limit”, arXiv:1509.07861.
2. 松家敬介, 金井政宏, 「時間遅れをもつ交通流モデルの離散化及び超離散化」, 第20回交通流のシミュレーションシンポジウム論文集, 2014, pp. 55–58.
3. Masahiro Kanai, “Realization of the open-boundary totally asymmetric simple exclusion process on a ring”, J. Stat. Phys. 157 (2014) 282.
4. 金井政宏, 「周期格子上での開境界 TASEP の実現」, 第19回交通流のシミュレーションシンポジウム論文集, 2013, pp. 5–8.
5. 金井政宏, 非平衡系のダイナミクスと特殊関数, RIMS 別冊 B41 巻, 173–180 (2013).
6. 金井政宏, 山崎啓介, 「2種粒子 TASEP における有効データ長分布からのパラメータ推定について」, 第18回交通流のシミュレーションシンポジウム論文集, 2012.

C. 口頭発表

1. Masahiro Kanai, “A Criterion for the Persistence of Cell Movement”, The 14th Korea-Japan Joint Symposium on Vascular Biology, Nagasaki, Dec. 9, 2016
2. 松家敬介, 金井政宏, 「時間遅れをもつ交通流モデルの離散化及び超離散化」, 日本応用数学会 2015 年研究部会連合発表会, 明治大学, 2015 年 3 月

3. 松家敬介, 金井政宏, 「時間遅れをもつ交通流モデルの離散化及び超離散化」, 第20回交通流のシミュレーションシンポジウム, 名古屋大学, 2014年12月
4. 金井政宏, 「生命ダイナミクスの非平衡統計物理と非線形科学」, 数学協働プログラム「生命ダイナミクスの数理とその応用」, 東京大学, 2014年12月
5. 松家敬介, 金井政宏, 「時間遅れをもつ交通流モデルの離散化とその解について」, 研究集会「非線形波動研究の現状-課題と展望を探る」, 九州大学応用力学研究所, 2014年10月
6. 金井政宏, 「交通流モデルによる歩行者の引き込み現象の解析」, 研究集会「非線形波動研究の現状-課題と展望を探る」, 九州大学応用力学研究所, 2014年10月
7. 金井政宏, 「周期格子上での開境界 TASEP の実現」, 第19回交通流のシミュレーションシンポジウム, 名古屋大学, 2013年12月.
8. 金井政宏, 山崎啓介, 「2種粒子 TASEP における有効データ長分布からのパラメータ推定について」, 第18回交通流のシミュレーションシンポジウム, 名古屋大学, 2012年12月13日.
9. 金井政宏, 「非平衡系のダイナミクスと特殊関数」, 京都大学, 2012年8月21日.

儀我 美保 (GIGA Mi-Ho)

A. 研究概要

特異な非等方的曲率を含むいくつかの発展方程式について広義解の解析を行った。

非等方的曲率流で界面エネルギー密度にカドがあり, 解にファセットと呼ばれる平らな面が出現するような現象は, 2階非線形退化特異放物型偏微分方程式で形式的に表わすことが出来る。界面に作用する外力が空間に依存する場合, ファセットが維持されず曲がる可能性がある。界面が曲線で関数のグラフで表せる時, 比較原理と解の存在を示した。

ところで, 界面エネルギーがクリスタラインエネルギーで, 空間一様な外力がある場合の曲線の運

動において, 初期形状がある臨界図形より少しだけ大きい任意の凸形であると, 初期のある時点で少なくとも一時的に凸多角形になり, 界面エネルギー密度のウルフ図形に類似な多角形となる事を証明した。

また平面上の閉曲線に対する非等方的曲率流の解の, 時間離散的決定論的ゲーム理論による近似を見出した。

一方, 結晶成長におけるファセット面の現れる表面拡散現象などは, 4階の特異拡散方程式で記述されうる。この種の方程式について, 界面エネルギー密度の増大度が1次以下のとき, 解の不連続性について考察した。一方, 界面エネルギーがクリスタラインの場合, 結晶形状の動きを表す ODE 系と代数方程式系の連立方程式を導出し, 区分一次関数からなるある特定の族に属する初期値に対して時間局所解の一意存在性を示した。

This work is concerned with analysis of generalized solutions for some nonlinear evolution equations with singular diffusivities.

We are interested in a singular anisotropic curvature flow. In evolving curves governed by singular interfacial energy density with corners, we often observe that a flat portion called a facet appears. Such a phenomena can be described as a nonlinear degenerate singular parabolic partial differential equation of second order. If the external force to the interface is spatially constant, facets stay as facets. However, the external force depends on the space, some facets may bend and the behavior of the evolving curves become more complicated. In this situation we proved the comparison principle and the existence of the viscosity solution, when the interface of evolving curve can be written as a graph of a function.

Besides this work we also studied a crystalline flow equation in a plane with constant driving force. We proved that if initial shape is convex and slightly larger than critical shape to grow, then after a very short time it becomes fully faceted and it is similar to the Wulff shape of the interfacial energy density, provided that it has some rotational symmetry like regular hexagon.

We also found a time-discrete deterministic game approximation for anisotropic curve shortening flow in the plane.

On the other hand, we also focused on a surface diffusion flow with very singular interfacial energy in crystal growth, which is a fourth order nonlinear partial differential equations. We first studied a property of discontinuous solution by a very singular interfacial energy whose growth order is less than or equal to one. Next, for crystalline energy density we derived an ODE system with a system of algebraic equations to describe the solution and local-in-time unique solvability of the solution for an initial curve in a special family of piecewise linear function.

B. 発表論文

1. M.-H. Giga, Y. Giga and A. Nakayasu : “On general existence results for one-dimensional singular diffusion equations with spatially inhomogeneous driving force”, Proc. ERC Workshop on “Geometry Partial Differential Equations” (eds. M. Novaga et al.), Centro di Ricerca Matematica Ennio De Giorgi (2013), 145–170.
2. M.-H. Giga and Y. Giga : “”Ketsuhoichmondai to Kyotokui Kakusan Hoteishiki”, Ijokakusan no Suri, RIMS Kôkyûroku (in Japanese) **1857** (2013), 33–56.
3. M.-H. Giga, Y. Giga and N. Pozar : “Nenseikai riron ni yoru Kyotokui Kakusan Hoteishiki no sugaku kaiseki”, Ijokakusan no Suri, RIMS Kôkyûroku (in Japanese) **1857** (2013), 57–77.
4. M.-H. Giga and Y. Giga : “On the role of kinetic and interfacial anisotropy in the crystal growth theory”, Interface and Free Boundaries **15** (2013), 429–450.
5. M.-H. Giga, Y. Giga, T. Ohtsuka and N. Umeda : “On behavior of signs for the heat equation and a diffusion method for data separation”, Comm. Pure Appl. Anal. **12** no. 5 (2013), 2277–2296.

6. M.-H. Giga, Y. Giga and P. Rybka : “A Comparison Principle for Singular Diffusion Equations with Spatially Inhomogeneous Driving Force for Graphs”, Archive for Rational Mechanics and Analysis **211** no. 2 (2014) 419–453. (with M.-H. Giga, Y. Giga, P. Rybka: “Erratum to: A comparison principle for singular diffusion equations with spatially inhomogeneous driving force for graphs”, Archive for Rational Mechanics and Analysis **212** no. 2, (2014) p.707)
7. M.-H. Giga, Y. Giga and N. Pozar : “Periodic total variation flow of non-divergence type in R^n ”, J. Math. Pures Appl. (9) **102** (2014), no. 1 (2014), 203–233.

C. 口頭発表

1. Recent Topics on Evolving Curves by Crystalline Curvature, (ERC Workshop on Geometric Partial Differential Equations (September 10-14, 2012) Organized by Antonin Chambolle, Matteo Novaga, Enrico Valdinoci), Centro de Ricerca Matematica Ennio De Giorgi, Pisa, Italy, September 13, 2012.
2. Motion by Singular Interfacial Energy and Related Topics, (UK-Japan Winter School 2013: Nonlinear Analysis (January 7-11, 2013), Organized by Jürgen Berndt, Adrian Constantin, Hisashi Okamoto), Royal Academy of Engineering, Prince Philip House, London, UK, January 8, 2013.
3. Motion of an Interface by crystalline energy: Full faceting phenomena in planar crystalline curvature flow with driving force, (Interfaces and Free Boundaries: Analysis, Control and Simulation (March 24-30, 2013), Organized by Charles M. Elliott, Yoshikazu Giga, Michael Hinze and Vanessa Styles) Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, March 27, 2013.

4. On fully faceted phenomena for small growing crystals in the plane, (Mathematical Aspects of Crystal Growth and Image Analysis, The 6th Pacific RIM Conference on Mathematics (July1-5, 2013), Organized by Yoshikazu Giga and Keizo Yamaguchi), Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan, July 2, 2013.
5. Mathematical analysis on formation of a fully faceted shape of a small growing crystal in the plane, (Workshop on Free Boundaries in Laplacian Growth Phenomena and Related Topics (October 14-17, 2013), Organized by Yoshikazu Giga and Izumi Takagi), Department of Mathematics, Tohoku University, Sendai, Japan, October 15, 2013.
6. Small growing crystals in the plane become fully faceted by crystalline energy, (Séminaire de l'ERC ReaDi Equations de réaction-diffusion, propagation et modélisation, Organized by Henri Berestycki), École des hautes études en sciences sociales (EHESS), Paris, France, November 6, 2014.
7. On effect of anisotropy of interfacial energy and mobility in planar crystal growth, (Young Researchers in Fluid Dynamics, (June 18 - 19, 2015) Organized by Matthias Hieber et al. of German-Japanese International Research Training Group 1529, Mathematical Fluid Dynamics), Department of Mathematics, TU Darmstadt, Darmstadt, Germany June 18, 2015.
8. Recent topic on motion of a curve by crystalline energy: a discrete deterministic game approach, (Banach center conferences: Anisotropy 2015, (October 15 - 17, 2015) Organized by Piotr Mucha, Piotr Rybka and Lukasz Skonieczny), the Institute of Mathematics of Polish Academy of Sciences, Banach Center, Warsaw, Poland, October 15, 2015.
9. A discrete deterministic game approach for the planer motion by crystalline energy, (Journée d'Analyse Non Linéaire, Organized by Jan Elias and Danielle Hilhorst), Laboratoire de mathématiques analyse numérique et edp, Université de Paris-Sud 11, UMR 8628, Paris, France, Jun 6, 2016.
10. A discrete deterministic game approach for the planer motion by crystalline energy, (Emerging Developments in Interfaces and Free Boundaries (January 22-28, 2017), Organized by Charles M. Elliott, Yoshikazu Giga, Michael Hinze and Vanessa Styles) Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, January 27, 2017.

F. 対外研究サービス

1. A member of the steering committee: The 6th Pacific RIM Conference on Mathematics, Sapporo Convention Center, Sapporo, July 1 - 4, 2013.
2. A member of the steering committee: Mathematics for Nonlinear Phenomena: Analysis and Computation, Sapporo Convention Center, Sapporo, August 16 - 18, 2015

小鳥居 祐香 (KOTORII Yuka)

A. 研究概要

絡み目不変量である Milnor の $\bar{\mu}$ 不変量に関する研究を行った。 $\bar{\mu}$ 不変量とは絡み数の一般化として定義された代数的不変量である。本年度の研究において、ハンドル体絡み目と呼ばれる絡み目の一般化に対して $\bar{\mu}$ 不変量を拡張し、あるクラスに対する分類を与えた。

My research work is Knot theory. I studied Milnor's $\bar{\mu}$ -invariant, which is an algebraic invariant as a generalized linking number. I extended the $\bar{\mu}$ -invariant to handlebody-links and classify some classes of handlebody-links.

B. 発表論文

1. Yuka Kotorii, “The Milnor $\bar{\mu}$ invariants and nanophrases”, *Journal of Knot Theory and Its Ramifications*, Vol 22 No 2, (2013).
2. Yuka Kotorii, *Finite type invariants for cyclic equivalence classes of nanophrases*, *Fundamenta Mathematicae*, Vol 225, 2014, 211–228.
3. Yuka Kotorii and Akira Yasuhara, *Milnor invariants of length $2k + 2$ for links with vanishing Milnor invariants of length $\leq k$* , *Topology and its Applications*, Vol 184, 2015, 87–100.
4. Yuka Kotorii, “A relation between Milnor’s μ invariants and HOMFLYPT polynomials”, *Journal of Knot Theory and Its Ramifications*, to appear.
5. Yuka Kotorii and Atsuhiko Mizusawa, *HL-homotopy of handlebody-links and Milnor’s invariants*, *Topology and its Applications*, to appear.

C. 口頭発表

1. “Relation between the Milnor’s bar- μ -invariant and HOMFLYPT polynomial”, *Knots in Washington XXXVII*; Washington, January 19-20, 2014.
2. “A relation between Milnor’s $\bar{m}\mu$ -invariant and HOMFLYPT polynomial”, *International Congress of Woman Mathematicians (ICWM 2014)*, Ewha Womans University and COEX Convention Center, Seoul Korea, August 12, 14, 2014.
3. “ミルナーの μ 不変量と HOMFLYPT 多項式の関係について”, 2014 日本数学会秋季総合分科会プログラム, 広島大学, 2014 年 9 月.
4. “Representing Milnor’s μ -invariant by HOMFLY polynomials”, *トポロジー金曜セミナー*, 九州大学, 2014 年 10 月.

5. “Relationship between the Milnor’s μ -invariant and HOMFLYPT polynomial”, *Topology, Geometry and Algebra of low-dimensional manifolds*, RIMS 合宿型セミナー, 2015 年 5 月.
6. “On HBL-homotopy classes of 3-component handlebody-links with vanishing linking numbers”, *The 11th East Asian School of Knots and Related Topics*, Osaka City University, Japan, January 2016.
7. “On handlebody-links and Milnor’s link-homotopy invariants”, *Intelligence of Low-dimensional Topology*, RIMS Kyoto, Japan, Jun 2016.
8. “On Milnor’s $\bar{\mu}$ -invariants for handlebody-links”, *International Workshop on Spatial Graphs 2016*, Waseda University, Japan, August 2016.
9. “Milnor invariant for handlebody-links”, 2016 日本数学会秋季総合分科会プログラム, 関西大学, 2016 年 9 月.
10. “Milnor invariant and its relationship with Alexander polynomial”, *筑波トポロジーセミナー*, 筑波大学, 2016 年 11 月.

G. 受賞

1. 「International Congress of Woman Mathematicians (ICWM 2014)」における Poster Award, 2014.8.12
2. 平成 26 年度手島精一記念研究賞 (博士論文賞・数学関係部門), 東工大, 2015.2.17

周 冠宇 (ZHOU Guanyu)

A. 研究概要

偏微分方程式に対する数値解法の数学理論に興味を持ち, 研究をすすめてきた. 特に, 単なる離散化手法の収束解析を超えて, 現実問題のシミュレーションの現場で応用される様々な手法を数学的に整理し解析することで, その数学的妥当性の確立を行ってきた. より具体的には, 流体シミュレーション (特に, 血流シミュレーション) に

応用される, 仮想領域法, 滑り境界条件, 人工境界条件の研究である. また, 生物学に現れる偏微分方程式にも興味を持ち, その数学的性質 (正値性, 質量保存, エネルギー散逸性) を厳密に再現する数値解法を提案し, その収束性を証明した.

Taking a great deal of interest in the partial differential equations (PDEs) and numerical methods, I focus my research on the mathematical analysis and numerical method for the PDEs modelling the physical/biological problems. For the mathematical analysis, I consider the well-posedness, regularity and other mathematical properties for the PDEs. For the numerical method, besides of the numerical simulation of the real-world problems, the stability, conservation laws and convergence behaviour of the numerical schemes are investigated. For specific, to facilitate the numerical simulation of fluid problems, I study the fictitious domain method for the moving-boundary problem, and a penalty method for the slip boundary problem. For the simulation of the blood flow in aorta, we propose an artificial unilateral boundary condition for the Navier-Stokes problem. For the Keller-Segel system modelling the chemotaxis cell migration, I study the conservation laws, Lyapunov functionals and convergence of the finite volume approximation. And for the cardiac cell beating, we propose and investigate a stochastic phase model with reflection and refractory.

B. 発表論文

1. G. Zhou and N. Saito: “Analysis of the fictitious domain method with penalty for elliptic problems”, Japan J. Indust. Appl. Math., **31** (2014) 31–57.
2. N. Saito and G. Zhou: “Analysis of the fictitious domain method with an L^2 -penalty for elliptic problems”, Numer. Funct. Anal., Opt. **36** (2015) 501–527.
3. G. Zhou and N. Saito: “Finite volume methods for a Keller-Segel system: discrete energy, error estimates and numerical blow-up analysis”, Numer. Math., **135** (2016) 265–311.

4. T. Kashiwabara, I. Oikawa and G. Zhou: “Penalty method with P1/P1 finite element approximation for the Stokes equations under the slip boundary condition”, Numer. Math., **134** (2016) 705–740.
5. G. Zhou, T. Kashiwabara and I. Oikawa: “Penalty method for the stationary Navier-Stokes problems under the slip boundary condition”, J. Sci. Comput., **68** (2016) 339–374.
6. N. Saito, Y. Sugitani and G. Zhou: “Unilateral problem for the Stokes equations: The well-posedness and finite element approximation”, Appl. Numer. Math., **105** (2016) 124–147.
7. G. Zhou and N. Saito: “The Navier-Stokes equations under a unilateral boundary condition of Signorini’s type”, J. Math. Fluid Mech., **18** (2016) 481–510.
8. N. Saito, Y. Sugitani and G. Zhou: “Energy Inequalities and Outflow Boundary Conditions for the Navier-Stokes Equations”, A book chapter in Birkhauser edited volume: Advances in Computational Fluid-Structure Interaction and Flow Simulation, Springer (2016).

C. 口頭発表

1. G. Zhou, T. Kashiwabara and I. Oikawa, *A penalty method for the time-dependent Stokes problem with the slip boundary condition and its finite element analysis*, Numerical Analysis: New Development for Elucidating Interdisciplinary Problems II, RIMS Kyoto University, Oct. 19-21, 2016.
2. G. Zhou, *On a conservative finite volume scheme for the Keller-Segel system*, The Autumn Conference of The Mathematics Society of Japan, Kansai University, Osaka, Sep. 15-18, 2016.
3. G. Zhou and T. Tokihiro, *On a stochastic model for the cardiac muscle cell beating*, JST/CREST The six suri-design dojo, Mishima, Jun. 13-14, 2016.

許 本源 (HSU Penyuan)

A. 研究概要

流体力学における基礎方程式のナビエ・ストークス方程式（以降NS方程式）を中心に研究しています。NS方程式は非圧縮性粘性流体の運動を記述する方程式として広く用いられます。3次元NS流に対して、有限時間で解が爆発するかどうかはミレニアム問題として有名な未解決問題であります。この問題に対して、いろいろなアプローチする方法があって、その一つはSerrinの条件を満たすレイ弱解（時間局所的強解）の延長可能性を考えることであります。他のアプローチは例えば、フィールズ賞の受賞者であるFefferman氏及びConstantin氏が提案した幾何的正則性判定法であります。現在は主に前述の二つのアプローチ及びその関連する流体の問題を取り組んでいます。具体的には次の問題を取り組んできて成果を上げました。1. NS方程式に対して、2次元半平面における粘着境界条件下でのリウヴィル型定理の構築とその応用。2. NS方程式の軸対称双曲型流の数値解析。3. 時間変数に対する重み付きSerrin条件及び重み付き強解に対し、存在性と一意性についての考察。4. 歪み流を伴う定常NS方程式に対するリウヴィル型定理の構築。

My research interest lies in the area of fluid mechanics, especially incompressible Navier-Stokes equations. So far I have worked on questions involving regularity criterion for the incompressible Navier-Stokes equations and obtained the following results. 1. A Liouville type result for a backward global solution to the Navier-Stokes equations in the half plane with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion. 2. A numerical simulation based on the axisymmetric Navier-Stokes equations for hyperbolic flow with swirl. 3. Introduction of a weighted Serrin condition that yields a necessary and sufficient initial value condition to guarantee the existence of local strong solutions contained in the weighted Serrin class. 4. A Liouville type result on stationary solutions to the 3D Navier-Stokes equations for viscous incompressible flows in the presence of a linear strain.

B. 発表論文

1. Pen-Yuan Hsu: Liouville type theorems for the Navier-Stokes equations and applications, 東京大学数理科学研究科博士論文.
2. Pen-Yuan Hsu and Yasunori Maekawa : On nonexistence for stationary solutions to the Navier-Stokes equations with a linear strain, *Journal of Mathematical Fluid Mechanics*, 15 (2013) no.2, 317-333.
3. Yoshikazu Giga, Pen-Yuan Hsu and Yasunori Maekawa: A Liouville theorem for the planar Navier-Stokes equations with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion, *Communications in Partial Differential Equations*, 39 (2014) 1906-1935.
4. Reinhard Farwig, Yoshikazu Giga and Pen-Yuan Hsu: Initial values for the Navier-Stokes equations in spaces with weights in time, *FUNKCIALAJ EKVA-CIOJ*, 59 (2016), 199-216.
5. Pen-Yuan Hsu, Hirofumi Notsu, Tsuyoshi Yoneda: A local analysis of the axisymmetric Navier-Stokes flow near a saddle point and no-slip flat boundary, *Journal of Fluid Mechanics*, 794 (2016) 444-459.
6. Reinhard Farwig, Yoshikazu Giga, Pen-Yuan Hsu: On the continuity of the solutions to the Navier-Stokes equations with initial data in critical Besov spaces, accepted for publication in *Journal of the Korean Mathematical Society*.
7. Reinhard Farwig, Yoshikazu Giga, Pen-Yuan Hsu: The Navier-Stokes equations with initial values in Besov spaces of type $B_{q,\infty}^{-1+3/q}$. Preprint no. 2709, *FB Mathematik*, TU Darmstadt (2016).

C. 口頭発表

1. Initial values for the Navier-Stokes equations in spaces with weights in time, *International Workshop on PDEs in Fluid Dy-*

namics and Related Models, shanghai jiao tong university (China), Nov 2014.

2. A Liouville theorem for the planer Navier-Stokes equations with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion, Workshop on analysis and its applications in biology and physiology, National Taiwan University (Taiwan), Dec 2014.
3. ナヴィエ・ストークス方程式の重みつき強解について、日本数学会 2015 年度年会、明治大学、2015 年 3 月。
4. A local analysis of the axi-symmetric Navier-Stokes flow near a saddle point and no-slip flat boundary, 日本数学会 2015 年度秋季総合分科会京都産業大学、2015 年 9 月。
5. Initial value conditions for the Navier-Stokes equations in the weighted Serrin class, RIMS 研究集会：非圧縮性粘性流体の数理解析、京都大学、2015 年 11 月。
6. Swirling flow of the axi-symmetric Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip boundary, RIMS 研究集会：現象解明に向けた数値解析学の新展開、京都大学、2015 年 11 月。
7. A local analysis of the swirling flow to the axi-symmetric Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip flat boundary, 解析学火曜セミナー、東京大学、2015 年 11 月。
8. A local analysis of the swirling flow to the Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip flat boundary, 若手による流体力学の基礎方程式研究集会プログラム、名古屋大学、2016 年 1 月。
9. ナビエ・ストークス方程式に対する数値シミュレーション及び竜巻の構造、渦の特徴付け研究会、北海道大学、2016 年 7 月。
10. Swirling flow of the Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip flat boundary, International conference on PDE "TOWARDS REGULARITY", Poland, August, 2016.

須崎 清剛 (SUZAKI Kiyotaka)

A. 研究概要

葉層構造および葉層付き空間は、力学系の一般化とみなすことができる。一方で不変測度に基づく力学系のエルゴード理論は、数学の様々な分野へ多くの興味深い結果を与えてきた。したがって、もし葉層付き空間の力学系的・幾何学的性質を反映するような測度の族を見つけることができれば、我々はそれらを用いて力学系のエルゴード理論から葉層付き空間のエルゴード理論へと発展させることができる。このような動機付けの下で、葉層付き空間上の葉に沿ったパスをもつ拡散過程（各葉拡散過程）と調和測度は重要な役割を果たす。

上記に関連する問題について、報告者は以下の研究を主に行った：

1. 葉層付き空間上の（一般化された）確率微分方程式の局所解は、横断方向に確率連続な確率流の族を定めていることがわかった。この族はコンパクト多様体上の拡散過程に関する大域的確率流の構成と Malliavin 解析の類似へ応用できることが期待される。
2. 東京工業大学の桑田和正氏との共同研究により、ある曲率次元条件を満たし直線をもつ完備 Riemann 多様体に対する Cheeger-Gromoll 分解定理の変形の確率論的証明を与えた。

Foliations and foliated spaces are regarded as generalization of dynamical systems. On the other hand, the ergodic theory of dynamical systems with invariant measures has been supplying many interesting results to various branches of mathematics. Therefore if we can find a class of measures which inherits dynamical and geometric properties of foliated spaces, we can extend the ergodic theory of dynamical systems to that of foliated spaces. Under the motivation, diffusion processes along the leaves on a foliated space (leafwise diffusions) and harmonic measures play important roles.

For problems related to the above, I studied the following:

1. I showed that local solutions of a (generalized) stochastic differential equation

on a foliated space determine a family of stochastic flows with a transverse stochastic continuity. This family can be expected to be applicable to analogues of the construction of global stochastic flows and Malliavin calculus for a diffusion on a compact manifold.

2. In a joint work with Kazumasa Kuwada (Tokyo Institute of Technology), for a complete Riemannian manifold with a curvature dimension condition that admits a line, we gave a probabilistic proof of a version of the Cheeger-Gromoll splitting theorem.

B. 発表論文

1. K. Suzaki : “An SDE approach to leafwise diffusions on foliated spaces and its applications”, *Tohoku Math. J.* (2) **67** (2015) 247–272.
2. T. Morita and K. Suzaki : “Central limit theorem for leafwise Brownian motions on mapping tori”, *Tokyo J. of Math.* **38** (2015) 15–44.

C. 口頭発表

1. 確率微分方程式を用いた葉層付き空間上の各葉非退化拡散過程の構成とその応用について, 日本数学会 2013 年度秋季総合分科会統計数学分科会 1, 愛媛大学, 2013 年 9 月.
2. Leafwise Brownian motions on generalized Kronecker foliations, *Measurable and Topological Dynamical Systems*, Keio 2013, JP, 慶應義塾大学, 2013 年 12 月.
3. An SDE approach to leafwise diffusions on foliated spaces and its applications, *UK-Japan Stochastic Analysis School*, UK, The University of Warwick, 2014 年 9 月.
4. An SDE approach to leafwise diffusions on foliated spaces and its application to a limit theorem, *Boston University/Keio University Workshop 2014 Dynamical Systems*, US, Boston University, 2014 年 9 月.

5. An SDE approach to leafwise diffusions on foliated spaces and its applications, 複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺 Workshop on holomorphic vector fields and foliations, and related topics, 京都教育大学, 2014 年 12 月.

6. An SDE approach to leafwise diffusions on foliated spaces, *Workshop on Measurable and Topological Dynamical Systems*, KR, National Institute for Mathematical Sciences, 2015 年 7 月.

7. Leafwise diffusions on foliated spaces and their properties, 「葉層構造と微分同相群 2015 研究集会」*Foliations and Diffeomorphism Groups 2015*』, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015 年 10 月.

8. 確率解析的手法によって得られる各葉拡散過程の諸性質について, 広島-岡山解析・確率論セミナー, 広島大学, 2016 年 2 月.

9. 葉層付き空間上の各葉拡散過程の確率解析的構成について, 幾何コロキウム, 東京大学, 2016 年 6 月.

10. 葉層付き空間上のある種の確率流の構成について, 葉層構造の幾何学とその応用 Workshop on geometry of foliations and its applications, 京都教育大学, 2016 年 12 月.

高棹 圭介 (TAKASAO Keisuke)

A. 研究概要

平均曲率流等の曲面の発展問題は、自然科学において数多く現れる現象であり、数学的にも興味深い研究対象である。平均曲率流方程式を中心とした問題に対し、幾何学的測度論とフェイズフィールド法を用いて以下の研究成果を得た。

1. 東京工業大学の利根川吉廣氏との共同研究により、移流項付きの平均曲率流に対し、Brakke 解と呼ばれる幾何学的測度論的な弱解の時間大域存在を示した。また、弱解の正則性と移流項の正則性の関係についても調査を行い、一般的な放物型方程式と同様の正則性定理を得た。
2. 体積保存条件付き平均曲率流に対するフェイズフィールド法を用いた解の近似法につ

いて調査を行った。体積保存条件付き平均曲率流に対するフェイズフィールド法は、Rubinstein と Sternberg による手法が良く知られている。しかし、その手法を用いた解の構成は、平均曲率の L^2 有界性を導くことが難しい為、未解決問題である。そこで Golovaty による手法を解析することにより、体積保存平均曲率流の平均曲率の L^2 有界性を導出し、さらに弱解の時間大域存在を示した。

3. 制約条件付きの Allen–Cahn 方程式の解の数値実験に対しての考察を行った。この方程式の解に対して数値実験を行う為には、方程式に吉田近似を施す必要がある。神奈川大学の山崎教昭氏及び鈴木友之氏との共同研究により、吉田近似を施した Allen-Cahn 方程式の解の数値計算に対しての安定基準を得た。

The problems of the surface evolution such as the mean curvature flow often appear in the natural sciences, and the problems are mathematically interesting subjects. For that problem we obtained the following results by using the geometric measure theory and the phase field method:

1. By joint work with Yoshihiro Tonegawa (Tokyo Institute of Technology), we obtained the time global existence of the weak solution for the mean curvature flow with transport term. Moreover we showed the regularity theorem for the problem.
2. We studied the approximation of the volume preserving mean curvature flow via the phase field method. Generally, the phase field method for the volume preserving mean curvature flow of Rubinstein and Sternberg is well known. However, the proof of the existence of the solution via the method is an open problem, due to the difficulty of estimates of the mean curvature. Accordingly, We proved the L^2 boundedness of the mean curvature of the volume preserving mean curvature flow via the method studied by Golovaty. Furthermore we proved the time global existence

of the volume preserving mean curvature flow by using the estimates.

3. We studied the Allen–Cahn equation with a double-obstacle constraint. To study a numerical simulation of the solution to the equation, we consider the Yosida approximation of the equation. By joint work with Noriaki Yamazaki (Kanagawa university) and Tomoyuki Suzuki (Kanagawa university), we obtained the stability criteria of the numerical simulation of the solution to the equation with the Yosida approximation.

B. 発表論文

1. K. Takasao: “Existence of weak solution for volume preserving mean curvature flow via phase field method”, to appear in Indiana University Mathematics Journal.
2. T. Suzuki, K. Takasao and N. Yamazaki: “New approximate method for the Allen–Cahn equation with double-obstacle constraint and stability criteria for numerical simulations”, *AIMS Mathematics*, **1** (2016) 288–317.
3. T. Suzuki, K. Takasao and N. Yamazaki: “Remarks on numerical experiments of Allen-Cahn equations with constraint via Yosida approximation”, *Advances in Numerical Analysis*, (2016) Article ID 1492812, 16pp.
4. K. Takasao and Y. Tonegawa: “Existence and regularity of mean curvature flow with transport term in higher dimensions”, *Mathematische Annalen*, **364** (2016) 857–935.
5. K. Takasao: “Gradient estimates and existence of mean curvature flow with transport term”, *Differential Integral Equations*, **26** (2013) 141–154.

C. 口頭発表

1. Global existence of weak solutions for volume preserving mean curvature flow,

Workshop on Nonlinear Partial Differential Equations-China-Japan Joint Project for Young Mathematicians 2016, East China Normal University, 中国, 2016年11月14-16日.

2. Global existence of weak solution for volume preserving mean curvature flow via phase field method, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学, 2016年10月14日.
3. 体積保存平均曲率流の弱解の存在及び単調性公式について, 部分多様体幾何とリー群作用 2016, 東京理科大学, 2016年9月1-2日.
4. Phase field method for mean curvature flow with transport term, Shokaku Mathematical Lecture Series by Professor Lawrence C. Evans + Nonlinear PDE satellite Workshop, 東北大学, 2016年7月20-22日.
5. Global existence and monotonicity formula for volume preserving mean curvature flow, RIMS 研究集会 保存則と保存則をもつ偏微分方程式に対する解の正則性, 特異性および長時間挙動の研究, 京都大学数理解析研究所, 2016年6月6-8日.
6. Existence of weak solution for volume preserving mean curvature flow via phase field method, 第8回名古屋微分方程式研究集会, 名古屋大学, 2016年2月23-24日.
7. Existence of weak solution for volume preserving mean curvature flow, 微分方程式の総合的研究, 東京大学, 2015年12月19-20日.
8. Existence of weak solution for volume preserving mean curvature flow via phase field method, RIMS 研究集会 非線形現象の解析への応用としての発展方程式論の展開, 京都大学数理解析研究所, 2015年10月21-23日.
9. フェイズフィールド法による体積保存平均曲率流の弱解の存在について, 日本数学会 2015年度秋季総合分科会, 京都産業大学, 2015年9月13-16日.
10. Neumann 境界条件における移流項付き平均曲率流の勾配評価について, 日本数学会 2015

年度秋季総合分科会, 京都産業大学, 2015年3月13-16日.

高村 正志 (TAKAMURA Masashi)

A. 研究概要

横断的幾何構造をもつ葉層構造の特性類について, ゲルファント・フックス理論の視点から研究を行っている. 形式的ハミルトンベクトル場や形式的接触ベクトル場のなすリー代数のコホモロジーの計算を進めた.

「生物医学と数学の融合拠点」において転写構造解明のために, クロマチンの3次元構造の推定の数値シミュレーションを行った.

I study characteristic classes of foliations with transverse geometric structure from the viewpoint of Gelfand–Fuks theory. I advanced calculations of the cohomologies of the Lie algebra formal Hamiltonian / contact vector fields.

I performed a numerical simulation to estimate the three dimensional structure of chromatin to reveal the mechanism of transcription at Institute for Biology and Mathematics of Dynamic Cellular Processes.

C. 口頭発表

1. 形式的ポアソン・ベクトル場のコホモロジー, 葉層構造と微分同相群 2014 研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2014年10月.
2. 数理科学の諸問題と大規模計算, 生命ダイナミクスの数理とその応用:新規課題の探索と新しい方法論の探求, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016年7月.
3. 形式的非圧縮接触ベクトル場のなすリー代数のコホモロジー, GD2016 – 微分同相群と離散群, 四季の湯強羅静雲荘, 2016年12月

F. 対外研究サービス

1. 第36回トポロジーセミナー世話人 2013年3月15日 – 18日
2. 第37回トポロジーセミナー世話人 2014年3月19日 – 22日

3. 第 38 回トポロジーセミナー世話人 2015 年 3 月 17 日 – 20 日
4. 第 39 回トポロジーセミナー世話人 2016 年 3 月 20 日 – 23 日
5. 第 40 回トポロジーセミナー世話人 2017 年 3 月 20 日 – 23 日

寺門 康裕 (TERAKADO Yasuhiro)

A. 研究概要

代数的に閉とはかぎらない体上定義された種数 1 曲線の数論的ヤコビ多様体のワイエルシュトラス方程式について考察した。特に、任意の標数で、3次元射影空間内の 2つの 2次曲面の完全交叉としてあらわされる種数 1 曲線の数論的ヤコビ多様体のワイエルシュトラス方程式の明示的表示を得た。

また昨年度に引き続き、代数多様体の中間次元 ℓ 進エタールコホモロジーのガロア表現の行列式について研究した。特に重み付き射影空間内の超曲面の、中間次元コホモロジーの行列式と定義多項式の判別式の関係について考察した。

I studied the Weierstrass equations of arithmetic Jacobian varieties of genus one curves. I gave explicit presentations of the Weierstrass equations of the complete intersections of two quadrics in the three dimensional projective space in any characteristic.

I also studied the determinants of the Galois representations of the ℓ -adic etale cohomology groups of middle degree of algebraic varieties. In particular, I considered a relation between the determinants of the cohomology groups of middle degree of hypersurfaces in weighted projective spaces and the discriminants of the defining equations of the varieties.

B. 発表論文

1. Y. Terakado : “The determinant of a double covering of the projective space of even dimension and the discriminant of the branch locus”, to appear in Journal of Number Theory.
2. Y. Terakado : “The determinant and the discriminant of a complete intersection of

even dimension”, to appear in Mathematical Research Letters.

3. Y. Terakado: “The determinant of a double covering of the projective space of even dimension and the discriminant of the branch locus (announcement)”, Algebraic Number Theory and Related Topics 2013, RIMS Kôkyûroku Bessatsu B53 (2015), 219-229.

C. 口頭発表

1. The determinant of a double covering of the projective space of even dimension and the discriminant of the branch locus, 第 12 回広島仙台整数論集会, 広島大学理学部, 2013 年 7 月.
2. The determinant of a double covering of the projective space of even dimension and the discriminant of the branch locus, 代数学コロキウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2013 年 7 月.
3. The determinant of a double covering of the projective space of even dimension and the discriminant of the branch locus, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2013 年 12 月.
4. The determinant of a double covering of the projective space of even dimension and the discriminant of the branch locus, 早稲田大学整数論セミナー, 早稲田大学理工学術院, 2015 年 1 月.

時本 一樹 (TOKIMOTO Kazuki)

A. 研究概要

K を非アルキメデス局所体, n を自然数とする. 非可換 Lubin-Tate 理論を動機とする, Boyarchenko-Weinstein および今井直毅氏, 津嶋貴弘氏の研究では, Lubin-Tate パーフェクトイド空間のアフィノイド部分空間の族が構成され, その還元のコホモロジーが, 特別なクラスの表現に対して, $GL_n(K)$ の局所 Langlands 対応と局所 Jacquet-Langlands 対応を実現することが示されている. 昨年度までの研究では, こ

これらの先行研究を基に、別のクラスの表現に対して、同様の結果を得た ([3]). ただし、先行研究と異なり、 K が等標数であると仮定していた。今年度は、以下の 2 つの問題に取り組んだ。

(1) 上記の結果を K が混標数の場合に一般化する問題を考察した。混標数の場合にもアフィノイドの自然な候補はあるが、その還元を群作用を含めて計算することができていなかった。還元を計算する方法を、三枝洋一氏に教えていただいた。この方法によれば、計算の大部分は等標数の計算で示した補題に帰着させることができる。一般化の議論を完結させるべく、群作用について、詳細をつめているところである。

(2) さらに別のクラスの表現に対して、同様の結果を得ることを目指した。より具体的には、minimal admissible pair $(L/K, \xi)$ でパラメトライズされる表現に注目した。これらのうち、 L/K が不分岐な場合は Boyarchenko-Weinstein の研究で、完全分岐な場合は [3] で扱われていた。 L/K が一般の拡大の場合を調べるために、Boyarchenko-Weinstein のアフィノイドの還元を [3] に近い形で計算し直した。これを指針に一般の場合のアフィノイドを構成できると期待している。

Let K be a non-archimedean local field, n a natural number. To better understand the non-abelian Lubin-Tate theory, Boyarchenko-Weinstein and Imai-Tsushima constructed families of affinoid subspaces in the Lubin-Tate perfectoid space and showed that the cohomology of the reduction of each affinoid realized the local Langlands correspondence for $GL_n(K)$ and the local Jacquet-Langlands correspondence for special classes of representations. Motivated by these preceding results, I had previously obtained a similar result for another class of representations, under the additional assumption that K is of equal-characteristic.

This year I worked on the following.

(1) I attempted to generalize the above result to the case where K is of mixed-characteristic. I had been unable to compute the reduction of natural candidates for the desired affinoids, along with the relevant group actions. Yoichi Mieda kindly explained to me a way to compute the reduction of the affinoids in mixed characteristic, which allows one to reduce most of the

computation to the lemmas already proved in the equal-characteristic case. I am now checking the details of the group actions to complete the generalization.

(2) I also worked toward obtaining a similar result for still other representations. Among the representations parametrized by minimal admissible pairs $(L/K, \xi)$, the results of Boyarchenko-Weinstein and [3] dealt with those where L/K is unramified and totally ramified, respectively. In order to study the case of general extensions L/K , I computed the reduction of each affinoid in the result of Boyarchenko-Weinstein in a way closer to [3]. This should be helpful in constructing affinoids for the general case.

B. 発表論文

1. Kazuki Tokimoto: “On the reduction modulo p of representations of a quaternion division algebra over a p -adic field”, J. Number theory **150** (2015) 137–167.
2. Kazuki Tokimoto: “Affinoids in the Lubin-Tate perfectoid space and special cases of the local Langlands correspondence in positive characteristic (announcement)”, to appear in the proceedings of “Algebraic Number Theory and Related Topics 2015”, RIMS Kokyuroku Bessatsu.
3. K. Tokimoto: “Affinoids in the Lubin-Tate perfectoid space and special cases of the local Langlands correspondence in positive characteristic”, 2016. arXiv:1609.02524.

C. 口頭発表

1. On the reduction modulo p of representations of a quaternion division algebra over a p -adic field, 東京数論幾何週間 (ポスター発表), 東京大学大学院数理科学研究科, 2012 年 6 月.
2. On the reduction modulo p of representations of a quaternion division algebra over a p -adic field, 代数学コロキウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012 年 6 月.

3. On the reduction modulo p of representations of a quaternion division algebra over a p -adic field, 第 11 回仙台広島整数論集会, 東北大学大学院理学研究科川井ホール, 2012 年 7 月.
4. On the reduction modulo p of representations of a quaternion division algebra over a p -adic field, 数論合同セミナー, 京都大学数学教室, 2012 年 11 月.
5. On the reduction modulo p of representations of a quaternion division algebra over a p -adic field, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2012 年 12 月.
6. Lubin-Tate perfectoid 空間のアフィノイドと局所 Langlands 対応のある場合について, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2015 年 12 月.
7. Lubin-Tate perfectoid 空間のアフィノイドと局所 Langlands 対応のある場合について, ラングランズと調和解析, 九州大学, 2016 年 3 月.
8. Lubin-Tate perfectoid 空間のアフィノイドと局所 Langlands 対応のある場合について, 東北大学代数セミナー, 東北大学, 2016 年 4 月.
9. Lubin-Tate perfectoid 空間のアフィノイドと局所 Langlands 対応のある場合について, 仙台広島整数論集会, 東北大学大学院理学研究科川井ホール, 2016 年 7 月.
10. Affinoids in the Lubin-Tate perfectoid space and special cases of the local Langlands correspondence, Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics, 京都大学数学教室, 2016 年 11 月.

野村 亮介 (NOMURA Ryosuke)

A. 研究概要

観測データに基づく微小拡散過程に対するパラメータ推定問題に取り組んだ。最尤型とベイズ型の 2 つの推定量において、ドリフト係数と拡

散係数に含まれるパラメータを順番に推定する手法の漸近正規性について研究した。微小拡散過程の期待値に対する漸近展開において、逐次的に高次の項を計算することのできる手法について研究し、R への実装を行った。

We worked on parameter estimation problems for small diffusion processes based on observed data. We studied methods that estimate drift and diffusion parameters in turn for both maximum likelihood type and Bayes type estimators and showed that they have asymptotic normality.

We studied the calculation method of higher order expansion for asymptotic expansion of expectations of small diffusion processes and implemented for R.

B. 発表論文

1. A. Brouste, M. Fukasawa, H. Hino, Stefano M. Iacus, K. Kamatani, Y. Koike, H. Masuda, R. Nomura, T. Ogihara, Y. Shimuzu, M. Uchida, N. Yoshida, The YUIMA Project : “A Computational Framework for Simulation and Inference of Stochastic Differential Equations”, Journal of Statistical Software, Volume 57 Issue 4 (2014).
2. R. Nomura, M. Uchida : “Adaptive Bayes estimators and hybrid estimators for small diffusion processes based on sampled data”, Journal of the Japan Statistical Society, 46 no.2 (2016) 129–154.

C. 口頭発表

1. TD 法における定数ステップサイズの選択, SART2012 Statistical Analysis and Related Topics: Theory, Methodology and Data Analysis, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012 年 12 月
2. (1) 漸近展開の近似精度の予測可能性, (2) TD 法の収束極限の性質について, ASC2013 Asymptotic Statistics and Computations, 東京大学大学院数理科学研究科, 2013 年 3 月
3. 漸近展開の近似精度の予測可能性, FMSP

Student Session, 東京大学大学院数理科学研究科, 2013 年 3 月

4. 時間的差分法における特徴量の構成, 統計サマーセミナー 2013, ホテル賀茂川荘, 2013 年 8 月
5. The convergence limit of the temporal difference learning, Asymptotic Statistics and Related Topics: Theories and Methodologies, 東京大学 山上会館, 2013 年 9 月
6. (1) 時間的差分法における特徴量の構築, (2) 機械学習による漸近展開の近似精度の予測, 2013 年度統計関連学会連合大会, 大阪大学豊中キャンパス, 2013 年 9 月
7. TD 法における価値関数への収束アルゴリズム, 統計数学セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2013 年 11 月
8. R による確率過程の統計解析, 2013 年度統計数理研究所共同研究集会 データ解析環境 R の整備と利用, 統計数理研究所, 2013 年 11 月
9. 漸近展開の近似精度の予測, ISM Financial Project 研究集会「統計科学とファイナンス」, 統計数理研究所, 2014 年 9 月
10. Computation of higher order terms in an asymptotic expansion, ASC2016: Asymptotic Statistics and Computations, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 2 月

濱田 法行 (HAMADA Noriyuki)

A. 研究概要

4次元トポロジーにおけるレフシェッツ束, 及びレフシェッツ・ペンシルは代数曲面論やシンプレクティック4次元多様体, 接触3次元多様体などの研究と深く関係している. さらにレフシェッツ束/ペンシルはそのモノドロミーを通して, 曲面の写像類群におけるデーンツイストの間のあるタイプの関係式と対応しており, 組合せ論的な研究が可能である. 報告者はこれまで, この写像類群の関係式の構造を主に組合せ論的な視点から研究してきた. この視点に立ち, 本年度も多くの

興味深いレフシェッツ・ペンシルを構成することができた. 以下はその主なリストである.

1. Matsumoto-Cadavid-Korkmaz レフシェッツ束をサポートする極小レフシェッツ・ペンシルの構成, 及びその性質の研究. これらのペンシルは最も基本的である小平次元 $-\infty$ のシンプレクティック4次元多様体を網羅しており, 基本的な重要性を持つと考えられる.
2. k -holed torus relation の表示の簡略化. k -holed torus relation は有理曲面上のレフシェッツ・ペンシルを与えたり, 単純楕円特異点のリンクのシュタイン充填を与えたりと, 多様な数学をまたがる興味深い対象である. この関係式の表示の簡略化を発見し, 写像類群の視点からもより自然なものであることが確認できた.
3. 種数2最小レフシェッツ・ペンシルの構成. Baykur-Korkmaz によって近年構成された種数2最小レフシェッツ束に対し, その (-1) -切断を見つけることによってペンシルを構成した.
4. レフシェッツ・ペンシルを用いたエキゾチック有理曲面の構成. 3. で構成したペンシルを応用し, エキゾチック有理曲面の構成の新しい方法を提供した.
5. レフシェッツ・ペンシルを用いたシンプレクティック・カラビ-ヤウ4次元多様体の豊富な構成. 3. で構成したペンシルを応用して, シンプレクティック・カラビ-ヤウ4次元多様体を大量に構成することができ, そのミステリアスな多様性を明らかにした.
6. 複素射影平面上のレフシェッツ・ペンシル. 複素射影平面上のレフシェッツ・ペンシルの幾何的な構成は知られているが, そのモノドロミーまでわかるものは少ない. これに対し, 組合せ論的な議論から, モノドロミーも明示的にわかる形で, 網羅的にペンシルを構成した.

Lefschetz fibrations, or Lefschetz pencils in 4 dimensional topology are deeply related to the studies of algebraic surfaces, symplectic 4-manifolds, contact 3-manifolds, and so on. Moreover, via their monodromies, Lefschetz fibrations correspond to some type of relations among Dehn twists in surface mapping class groups, so we can study them in a combinatorial way. I have studied the structures of these types of relations mainly in a combinatorial perspective. From this perspective, I con-

constructed a number of interesting Lefschetz pencils this year. The following is a list of such constructions.

1. Constructions of minimal Lefschetz pencils supporting the Matsumoto-Cadavid-Korkmaz Lefschetz fibrations and studies of their properties. Those pencils cover all of the symplectic 4-manifolds with Kodaira dimension $-\infty$; they are the most basic symplectic manifolds, hence the pencils also have basic importance.
2. Simplification of the expressions of the k -holed torus relations. The k -holed torus relations are very interesting objects in a sense that they are related to various branches of mathematics, for instance, they give Lefschetz pencils on the rational surfaces and they also give Stein fillings of the link of the simple elliptic singularities. I discovered simple expressions for those relations, which give them more naturality in terms of mapping class groups.
3. Construction of a genus-2 smallest Lefschetz pencil. For the genus-2 smallest Lefschetz fibration recently given by Baykur-Korkmaz, I constructed a pencil by finding (-1) -sections of it.
4. Construction of an exotic rational surface via Lefschetz pencil. Applying the pencil in 3., I provided a new method to construct exotic rational surfaces.
5. Constructions of diverse examples of symplectic Calabi-Yau 4-manifolds. Applying the pencil in 3., I constructed a great deal of symplectic Calabi-Yau 4-manifolds, which reveals the mysterious diversity of the SCY manifolds.
6. Lefschetz pencils on the complex projective plane. The geometric constructions of Lefschetz pencils on the complex projective plane are well known, but their monodromies are not. For this, from the combinatorial view, I exhaustively constructed pencils on it with the explicit monodromies.

B. 発表論文

1. N. Hamada : “Upper bounds for the minimal number of singular fibers in a Lefschetz fibration over the torus”, *Michigan Math. J.*, **63** (2014), 275–291.

C. 口頭発表

1. 4次元多様体論からの話題, 小研究集会「無限群と幾何学の周辺」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015年7月.
2. Sections of Matsumoto’s genus-2 Lefschetz fibration and related fibrations, 東京理科大学 特異点・トポロジーセミナー, 東京理科大学 理学部数学科 (神楽坂キャンパス), 2015年10月.
3. Finite covers of Lefschetz fibrations and combinatorial structure, 葉層構造と微分同相群 2015 研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015年10月.
4. Finite covers of Lefschetz fibrations, 研究集会「4次元トポロジー」, 大阪市立大学理学部, 2015年11月.
5. 4次元トラス上の正則レフシェッツペンシル, さくらセミナー 2016, 鹿児島大学理学部, 2016年3月.
6. Finite coverings of Lefschetz fibrations, 日本数学会 2016年度年会, 筑波大学, 2016年3月.
7. レフシェッツペンシルの様々な構成テクニック, 研究集会「微分トポロジー 16」, 筑波大学, 2016年3月.
8. 松本の種数 2 レフシェッツ束にまつわる話題, トポロジーセミナー, 学習院大学, 2016年5月.
9. シンプレクティック・カラビ・ヤウ 4次元多様体上のレフシェッツペンシル, 研究集会「トポロジー・特異点論とその応用」, 青山学院大学相模原キャンパス, 2016年6月.
10. 4次元トポロジーと写像類群, 無限群と幾何学の展開のアウトリーチについての研究会 2016, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016年6月.

原田 新也 (HARADA Shinya)

A. 研究概要

3次元(双曲)多様体(双曲結び目, 絡み目の3次元球面 S^3 における補空間など)の研究におい

て重要な対象に SL_2 -指標多様体があります。これは多様体の基本群の $SL_2(\mathbb{C})$ への表現の指標の全体として定まる有理数体上のアフィン代数多様体です。3次元多様体論においては指標多様体の ideal point からの非圧縮曲面の構成など、重要な応用があることが分かっています。特に双曲多様体の場合には、その完備双曲構造より定まるホロノミー表現と呼ばれる既約表現が存在します。ホロノミー表現を含む既約成分（双曲成分）には多様体そのものの情報がとりわけ含まれていると考えられます。

本研究の目標は、双曲多様体 M の指標多様体 $X(M)$ の双曲成分 $X_0(M)$ の Hasse-Weil 型ゼータ関数 $\zeta(X_0(M), s)$ を調べることで、多様体のもつ幾何的、数論的な性質を調べることです。本年度は昨年から取り組んできた双曲閉3次元多様体の場合について、更に研究を推し進めました。その結果ゼータ関数を完全に決定することが出来たことから論文にまとめました。具体的には以下の結果を得ました：

有限体積の向き付けられた3次元閉双曲多様体の SL_2 -指標多様体の双曲成分 $X_0(M)$ の Hasse-Weil ゼータ関数はそのトレース体の Dedekind ゼータ関数になる。また Heusener-Porti の意味の PSL_2 -指標多様体の双曲成分 $\bar{X}_0(M)$ の Hasse-Weil ゼータ関数はその不変トレース体の Dedekind ゼータ関数になる。特に閉3次元双曲多様体が数論的ならば PSL_2 -指標多様体の双曲成分 $\bar{X}_0(M)$ の Hasse-Weil ゼータ関数の $s = 2$ での値は双曲体積と π 、また不変トレース体 K_M の Discriminant Δ_{K_M} を用いて表される。具体的には以下の両辺は有理数倍を除いて一致する：

$$\zeta(\bar{X}_0(M), 2) \sim_{\mathbb{Q}^\times} \frac{(4\pi^2)^{[K_M:\mathbb{Q}]-1} \text{Vol}(M)}{|\Delta_{K_M}|^{3/2}}.$$

ここでトレース体とは完備双曲構造から定まるホロノミー表現 $\rho: \pi_1(M) \rightarrow PSL_2(\mathbb{C})$ のトレースの生成する代数体、また不変トレース体とはトレースの平方の生成する部分体のことです。指標多様体と双曲体積の間に関係性があることは双曲結び目の場合などに具体的な例で予想されていましたが、今回の結果により閉双曲3次元多様体の場合には PSL_2 -指標多様体との間に明確な関係があることを示すことが出来ました。

The SL_2 -character variety $X(M)$ of a 3-manifold M is an important object in the study of 3-manifold topology. For instance we

can construct essential surfaces from the ideal points of the curves in $X(M)$. It is the set of characters of $SL_2(\mathbb{C})$ -representations of the fundamental group $\pi_1(M)$ of M , which is an algebraic set defined over the rationals \mathbb{Q} .

When M is an orientable hyperbolic 3-manifold such as a knot or link complement in the 3-sphere we have an irreducible representation $\rho_M: \pi_1(M) \rightarrow PSL_2(\mathbb{C})$ associated with the complete hyperbolic structure of M called the holonomy representation of M , which lifts to $SL_2(\mathbb{C})$ -representations of M . Therefore in the character variety $X(M)$ we have points corresponding to the characters of the lifts of ρ_M into $SL_2(\mathbb{C})$. It is known by Thurston that the irreducible components $X_0(M)$ of $X(M)$ containing the points corresponding to the characters of the lifts of ρ_M behave well, namely they have dimension n if M has n cusps. Hence we can expect those irreducible components (called canonical components) $X_0(M)$ would contain much information on the hyperbolic structure of M .

The purpose of this research is to investigate the arithmetic and geometric properties of a hyperbolic 3-manifold M by studying the canonical components $X_0(M)$ of $X(M)$ and Hasse-Weil zeta functions $\zeta(M, s)$.

In the current year we have studied the case of closed hyperbolic 3-manifolds. As a result we could determine the zeta functions completely in this case. In fact we have obtained the following: The Hasse-Weil zeta function of the canonical component $X_0(M)$ of an orientable closed hyperbolic 3-manifold of finite volume is equal to the Dedekind zeta function of the trace field of M . In addition, the canonical component $\bar{X}_0(M)$ of the PSL_2 -character variety of M in the sense of Heusener-Porti is equal to the Dedekind zeta function of the invariant trace field K_M of M . Especially when M is arithmetic the special value of $\zeta(M, s)$ at $s = 2$ is expressed in terms of the hyperbolic volume of M and the discriminant of K_M . Precisely the following equality holds up to non-zero rational number:

$$\zeta(\bar{X}_0(M), 2) \sim_{\mathbb{Q}^\times} \frac{(4\pi^2)^{[K_M:\mathbb{Q}]-1} \text{Vol}(M)}{|\Delta_{K_M}|^{3/2}}.$$

Here the trace field is the number field generated by the traces of the holonomy representation $\rho : \pi_1(M) \rightarrow \mathrm{PSL}_2(\mathbb{C})$ associated with the complete hyperbolic structure of M , and the invariant trace field is the subfield generated by the squares of the traces of ρ . It is expected that there is a close relation between the character variety and the hyperbolic volume for a hyperbolic knot complement. This result confirms there is such a relation for the PSL_2 -character variety in the closed hyperbolic 3-manifold case.

B. 発表論文

1. S. Harada, Hasse-Weil zeta functions of SL_2 -character varieties of arithmetic two bridge link complements, *Finite Fields and Their Applications*, **27**, 115–129 (2014).
2. S. Harada, Hasse-Weil zeta functions of SL_2 -character varieties of closed orientable hyperbolic 3-manifolds, preprint, <http://arxiv.org/abs/1512.07747>.

C. 口頭発表

1. 3次元多様体の指標多様体のゼータ関数について, 第60回トポロジーシンポジウム, 大阪市立大学, 2013年8月.
2. トーラス結び目の A 多項式の Hasse-Weil ゼータ関数について, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2013年11月.
3. Hasse-Weil zeta functions of A -polynomials of torus knots, *Low dimensional topology and number theory VI*, 九州大学数理学研究科, 2014年3月.
4. Hasse-Weil zeta functions of SL_2 -character varieties of 3-manifolds, *Intelligence of Low-dimensional Topology 2014*, 京都大学数理解析研究所, 2014年5月.
5. Hasse-Weil zeta function of the SL_2 -character variety of a closed hyperbolic 3-manifold, *Industrious Number Theory 2015*, Blue square, Seoul, Republic of Korea, 2015年11月.

6. Hasse-Weil zeta functions of SL_2 -character varieties of closed hyperbolic 3 manifolds, *Low dimensional topology and number theory VIII*, Innovation Plaza, 2016年3月.

7. 研究報告: 双曲3次元多様体の指標多様体のゼータ関数の研究, 無限群と幾何学の新展開のアウトリーチについての研究会, 2016年6月.

平野 雄一 (HIRANO Yuichi)

A. 研究概要

保型形式の岩澤理論を研究している. 今年度は, 次の3点 (1), (2), (3) を示し, J. Mahnkopf 氏による $\mathrm{GL}(3)$ 上の尖点的保型表現 π に伴う p 進 L 関数における結果を改良した:

- (1) $\mathrm{GL}(2)$ 上のレベル N , 重さ k の Eisenstein 級数に伴う Betti コホモロジー類の分母を与えたこと;
- (2) Mahnkopf 氏によって構成された p 進分布 (distribution) の有界性を示したこと;
- (3) π に伴う L 関数の整数 (≥ 3) での値を補間する有界な p 進分布を構成したこと.

結果 (1) はレベル N が p と素な場合の G. Stevens 氏 ($k = 2$), 研究員 ($k > 2$) による結果の一般化である. 証明は, 研究員による結果 (B. [2]) の証明の手法に基づき, Eisenstein 級数に伴う 1 次群コサイクルの明示公式から従う.

結果 (2), (3) は Mahnkopf 氏と A. Geroldinger 氏による結果を改良したものである. π を $\mathrm{GL}(3)$ 上のコホモロジー的な尖点的保型表現で, p で不分岐及び通常の (p -ordinary) とする. Mahnkopf 氏によって, π と適当なイデール類指標に伴う L 関数の整数 (≥ 1) での値を補間する p 進分布が構成されていた. 結果 (2) では, この p 進分布の有界性を示した. 証明は, 合同型 Eisenstein 級数の零点と久保田富雄氏と H. W. Leopoldt 氏による Dirichlet 指標に伴う p 進 L 関数における結果を用いることで, 上述した結果 (1) から従う. 結果 (3) では, π に伴う L 関数の整数 (≥ 3) での値を補間する p 進分布を構成し, その有界性を示した. この分布の構成法は, Mahnkopf 氏と C.-G. Schmidt 氏による構成法に基づく. 分布性質の証明は, p での岩堀固定ベクトルにおける Hecke 関係式と合同型 Eisenstein 級数の分布性質に基づく. 分布の有界性の証明は, 上述した結果 (2)

の証明の手法に基づく。

The field of study is Iwasawa theory for modular forms. In this academic year, by obtaining the following (1), (2), and (3), we improve a result of J. Mahnkopf on a p -adic L -function for a cuspidal automorphic representation π on $GL(3)$:

(1) to give a denominator of the Betti cohomology class of Eisenstein series of level N and weight k on $GL(2)$;

(2) to prove the boundedness of the p -adic distribution constructed by Mahnkopf;

(3) to obtain a p -adic bounded distribution interpolating special values of L -functions associated to π at critical integers (≥ 3).

The result (1) is a generalization of results of G. Stevens ($k = 2$) and the project researcher ($k > 2$) in the case where the level N is prime to p . The proof is based on an explicit formula for a 1-cocycle of Eisenstein series, which is obtained by the project researcher (B. [2]).

The results (2), (3) are improvements of results of Mahnkopf and A. Geroldinger. Let π be a cohomological cuspidal automorphic representation on $GL(3)$ such that π is unramified at p and p -ordinary. Mahnkopf construct a p -adic distribution interpolating special values of twisted L -functions associated to π and some idele class character at critical integers (≥ 1). The result (2) is to prove the boundedness of this p -adic distribution. The proof is based on the above result (1) by using zero points of Eisenstein series of congruence type and a result of T. Kubota and H. W. Leopoldt on a p -adic L -function for Dirichlet characters. The result (3) is to construct a p -adic bounded distribution interpolating special values of L -functions associated to π at critical integers (≥ 3). The construction is based on the method of Mahnkopf and C.-G. Schmidt. The proof of the distribution property is based on a Hecke relation of the Iwahori fixed vector at p and the distribution property of Eisenstein series of congruence type. The proof of the boundedness is based on the method of the proof of the above result (2).

B. 発表論文

1. Y. Hirano : “Congruences of Hilbert modular forms over real quadratic fields and the special values of L -functions: announcement”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu, B53 (2015), 65–86.
2. Y. Hirano : “Congruences of modular forms and the Iwasawa λ -invariants”, submitted.
3. Y. Hirano : “Congruences between Hilbert modular forms of weight 2, and special values of their L -functions”, submitted.
4. Y. Hirano : “Congruences between Hilbert modular forms of weight 2, and the Iwasawa λ -invariants”, preprint.

C. 口頭発表

1. Congruences of Hilbert modular forms over real quadratic fields and the special values of L -functions, Number Theory Seminar, University of British Columbia, Canada, 2014 年 3 月 27 日
2. 実 2 次体上の Hilbert 保型形式の合同式と L 関数の特殊値, 慶應代数セミナー, 慶應義塾大学理工学部, 2014 年 4 月 14 日
3. 実 2 次体上の Hilbert 保型形式の合同式と L 関数の特殊値, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学 (西早稲田キャンパス), 2014 年 6 月 27 日
4. Riemann ゼータ関数と円分体の類数, iB-Math 玉原サマースクール 2014, 東京大学玉原セミナーハウス, 2014 年 7 月 23 日~7 月 25 日
5. 実 2 次体上の Hilbert 保型形式の合同式と L 関数の特殊値, 神戸大学代数セミナー, 神戸大学, 2015 年 1 月 8 日
6. Hilbert 保型形式の合同式と岩澤不変量, 東北大学代数セミナー, 東北大学, 2015 年 7 月 23 日
7. Congruences between Hilbert modular forms of weight 2 and the Iwasawa invariants, Boston University/Keio University

Workshop 2015, Boston University, United States of America, 2015 年 9 月 9 日

8. “Families of Galois representations and Selmer groups” の第 1 章の概説, 2016 年度整数論サマースクール「保型形式の p 進 family 入門」, 諏訪湖ホテル (長野県諏訪市), 2016 年 8 月 22 日~8 月 26 日
9. Period integrals and the integrality of p -adic L -functions of $GL(2)$ over totally real number fields, Mini-workshop 「Modular forms and period integrals」, 東京大学, 2016 年 9 月 12 日~9 月 14 日
10. Eisenstein コホモロジーと $GL(3)$ の p 進 L 関数の構成の現状, 合宿型セミナー「保型 L 関数の特殊値と付随する p 進 L 関数」, 美山町自然文化村 河鹿荘 (京都府南丹市), 2016 年 9 月 19 日~9 月 23 日

古川 遼 (FURUKAWA Ryo)

A. 研究概要

接触構造は奇数次元多様体上の最も非可積分な超平面場である. 今年度は, 3 次元接触多様体の組み合わせ的な記述に必要なホモトピー論的な不変量やその計算方法を高次元への拡張を試みた. 3 次元の場合は接触多様体の様々な改変操作によって平面場のホモトピー類がどう変わるかがよく研究されている. そのため, 例えば 3 次元球面上の全ての接触構造 (これは無限個存在する) を Legendre 絡み目に沿った手術や曲面の写像類群を使って組み合わせ的に記述することができる. 3 次元の手術の記述から得られる Gompf の不変量とそれを計算する方法の高次元への拡張の候補を考え, 簡単な場合に計算を行った. Borman-Eliashberg-Murphy は一般の奇数次元多様体上の接触構造に対し overtwisted という類を定義し, 一つ多様体を固定した時 overtested な接触構造のアイソトピー類の集合と概接触構造のホモトピー類の集合の間に全単射があることを示した. 今年度行った研究により, 例えば 5 次元以上の特定の次元では球面上の overtwisted な接触構造のなす群 (あるいはその直和成分) の生成元の一つのある程度組み合わせ的な記述を決定できると期待している.

A contact structure is a maximally non-

integrable hyperplane field on a odd dimensional manifold. In this year, I studied an extension to higher dimensional contact manifolds of a homotopy theoretical invariant of contact 3-manifolds and a method to calculate this invariant which are used to describe contact 3-manifolds combinatorially. In dimension 3, the alternation of homotopy classes of plane fields by various operations to alter contact structures are well-studied. Thus, for example, we can describe all the contact structures on the 3-sphere, which consist of infinitely many structures, combinatorially in terms of sugeries along Legendrian links or mapping class groups of surfaces. I considered a candidate of an extension to higher dimensional cases of an invariant obtained from surgery descriptions due to Gompf and the way to calculate them in dimension 3 and calculated it in easy cases. Borman, Eliashberg and Murphy defined overtwisted contact structures in any odd dimension and showed that when we fix a manifold there is a one-to-one correspondence between the set of isotopy classes of overtwisted contact structures and that of homotopy classes of almost contact structures. By my research, I expect that for example in certain dimensions greater than 3 we can determine a partially combinatorial description of one generator of (a direct summand of) the group of overtwisted contact structures on the sphere.

B. 発表論文

1. 古川 遼 : “Seifert 多様体上の fibered Seifert multilink と両立する接触構造”, 東京大学修士論文 (2012).
2. R. Furukawa : “On codimension two contact embeddings in the standard spheres”, 東京大学博士論文 (2016).
3. J. B. Etnyre and R. Furukawa : “Braided embeddings of contact 3-manifolds in the standard contact 5-sphere, preprint”, arXiv:1510.03091. submitted.
4. R. Furukawa : “On the relative Euler number of codimension two contact spheres in the standard spheres”, submitted.

C. 口頭発表

1. 5次元多様体上の接触構造について, 第36回トポロジーセミナー, いこいの村たてやま(千葉), 2013年3月.
2. 標準5次元球面への3次元接触多様体の接触埋め込み, 学習院大学トポロジーセミナー, 学習院大学, 2013年5月.
3. 5次元標準接触球面への接触埋め込みの構成, 「接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺」, 高知市文化プラザかるぽーと, 2014年1月.
4. 5次元接触球面への接触埋め込みの構成, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学大岡山キャンパス, 2014年4月.
5. Some contact embeddings to the standard 5-sphere, Georgia tech geometry topology seminar, ジョージア工科大学, 2014年10月.
6. 3次ブレイドと接触埋め込み, 第38回トポロジーセミナー, 山喜旅館(静岡), 2015年3月.
7. On codimension two contact embeddings in the standard spheres, 火曜トポロジーセミナー, 東京大学大学院数理科学研究科棟, 2016年1月.
8. 3次ブレイドと接触埋め込み, 「接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺」, 金沢大学サテライト・プラザ, 2016年1月.
9. 接触部分多様体の相対 Euler 数, 第39回トポロジーセミナー, ホテル伊東ガーデン(静岡), 2016年3月.
10. On the relative Euler numbers of codimension two contact submanifolds, トポロジー・特異点論とその応用, 青山学院大学, 2016年6月.
11. 3-dimensional braids and codimension two contact embeddings, 広島大学トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2016年6月.

丸亀 泰二 (MARUGAME Taiji)

A. 研究概要

与えられた3次元CR多様体を無限遠境界にもつ漸近的複素双曲(ACH)計量で,自己双対Einstein方程式を無限次のオーダーで満たすものを構成した.この構成は,松本佳彦氏による部分可積分CR多様体に対するEinstein ACH計量の構成の精密化であり,計量のTaylor係数の中でEinstein方程式では形式的に決定できない部分を自己双対方程式を利用して決定することにより得られる.応用として,Gover-Grahamによってtractor calculusと表現論を用いて示されていた,3次元CR多様体上にサブラプシアンへのべき Δ_b^k ($k \geq 1$)を主要部としてもつCR不変微分作用素が存在するという事実に別証明を与えた.

I constructed an asymptotically complex hyperbolic (ACH) metric which solves the self-dual Einstein equation to infinite order and has a given three dimensional CR manifold as the boundary at infinity. The construction is a refinement of that of Einstein ACH metric associated with partially integrable CR manifold by Y. Matsumoto, and we make use of the self-dual equation to determine the Taylor coefficients of the metric which cannot be formally determined by the Einstein equation. As an application, I gave another proof to the existence of CR invariant powers of the sub-Laplacian on three dimensional CR manifold, which had been proved by Gover-Graham via tractor calculus and representation theory.

B. 発表論文

1. T. Marugame: “Renormalized Chern-Gauss-Bonnet formula for complete Kähler-Einstein metrics”, *Amer. J. Math.* **138** (2016), 1067–1094.
2. K. Hirachi, T. Marugame, and Y. Matsumoto: “Variation of total Q -prime curvature on CR manifolds”, *Adv. in Math.* **306** (2017), 1333–1376.
3. T. Marugame: “GJMS operators and Q -curvature for conformal Codazzi structures”, *Differential Geom. Appl.* **49** (2016), 176–196.

4. T. Marugame: “Volume renormalization for the Blaschke metric on strictly convex domains”, preprint, arXiv:1601.06948.

C. 口頭発表

1. Volume renormalization for the Blaschke metric on strictly convex domains, Princeton-Tokyo workshop on Geometric Analysis, the University of Tokyo, March 2015.
2. On the volume expansion for the Blaschke metric on strictly convex domains 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 2015年10月.
3. Volume renormalization for the Blaschke metric on strictly convex domains, 2015年度多変数関数論冬セミナー, 京都大学, 2015年12月.
4. Volume renormalization for the Blaschke metric on strictly convex domains, 複素解析幾何学のポテンシャル論的諸相, 東大数理, 2016年2月.
5. 強凸領域上の Blaschke 計量の体積繰り込みについて, 幾何コロキウム, 東京大学, 2016年6月.
6. Construction of global CR invariants via Cheng–Yau metric, 多変数関数論葉山シンポジウム 2016, 湘南国際村センター, 2016年7月.
7. Volume renormalization for the Blaschke metric on strictly convex domains, 第63回幾何学シンポジウム, 岡山大学, 2016年8月.
8. 共形 Codazzi 構造の大域的共形不変量の構成について, 阪大幾何セミナー, 大阪大学, 2016年10月.
9. 共形 Codazzi 構造の大域的共形不変量の構成について, 東北大幾何セミナー, 東北大学, 2016年11月.
10. Volume renormalization for the Blaschke metric on strictly convex domains, Sinica-NCTS Seminar on Geometry and Several Complex Variables, Academia Sinica, 2016年11月.

三村 与士文 (MIMURA Yoshifumi)

A. 研究概要

細胞性粘菌の走化性による集中現象を記述した Keller-Segel 系における閾値現象に関心がある。この現象を解明するために、Wasserstein 距離を用いた変分的な手法で研究に取り組んでいる。

I am interested in the threshold phenomena on Keller-Segel system, which is a mathematical model to describe the aggregation phenomenon of slime molds. In order to clear this phenomena, I am researching on a variational approach using the Wasserstein distance.

B. 発表論文

1. Y. Mimura : “A priori bounds of stationary solutions of two dimensional Keller-Segel system on polygonal domains”, Differential Integral Equations, Volume 28, Number 3/4 (2015), 347–360.
2. Y. Mimura : “Critical mass of degenerate Keller-Segel system with no-flux and Neumann boundary conditions”, Discrete and Continuous Dynamical Systems - series A, Vol.37, No.3 (2017), 457–502.
3. Y. Mimura : “The variational formulation of the fully parabolic Keller-Segel system with degenerate diffusion”, Journal of Differential Equations (Accepted).

C. 口頭発表

1. Critical mass of Keller-Segel system from a variational point of view, The 2nd International Workshop on Mathematical Analysis of Chemotaxis, 東京, 2017年2月23日
2. Parabolic-parabolic Keller-Segel system between two critical diffusion, 数理モデルにおける非線型・分散構造の未開領域解明, 仙台, 2016年1月23日
3. Time-global solutions of degenerate Keller-Segel system with no-flux and Neumann boundary conditions, 北陸応用数理研究会 2015, 金沢, 2015年2月22日

4. A priori bounds of stationary solutions of two dimensional Keller-Segel system on polygonal domains, 第 16 回北東数学解析研究会, 仙台, 2015 年 2 月 16 日
5. A priori bounds of stationary solutions of two dimensional Keller-Segel system on polygonal domains, 三大学偏微分方程式セミナー, 東京, 2015 年 1 月 7 日.
6. The critical mass for a degenerate Keller-Segel system from a variational viewpoint, Tokyo-Seoul conference “Applied Partial Differential Equations: Theory and Applications”, ソウル (韓国), 2014 年 12 月 13 日.
7. Keller-Segel 系の質量の閾値の領域依存性について, 神楽坂解析セミナー, 東京, 2014 年 11 月 22 日.
8. The critical mass for a degenerate Keller-Segel system from a variational viewpoint, Mini-workshop on Patterns Resulting from Competition between Diffusion and Taxis, 仙台, 2014 年 10 月 31 日.
9. 多角形領域における Keller-Segel 系の定常解の先験的有界性, 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会, 広島, 2014 年 9 月 26 日.
10. Invariant sets of nonlinear perturbed Keller-Segel system with degenerate diffusion, 確率論と幾何学, 東京, 2014 年 9 月 23 日.

横山 聡 (YOKOYAMA Satoshi)

A. 研究概要

ランダムな外力を考慮した物理現象を記述する方程式, 確率偏微分方程式 について、現在は主に次の研究を行っている。

- 1) 確率オイラー、確率ナビエ・ストークス方程式に関する研究
- 2) 2 相を分ける界面の揺らぎなどの物理現象と確率反応拡散方程式の特異極限の研究
- 3) 生物の進化モデルである replicator mutator 方程式の確率論的手法による導出
以下 3) について述べる。生物集団の進化では、遺伝子を持つある個体が、平均してどの程度次

世代に子孫繁栄をさせられるかの指標である適応度と、その繁殖頻度の選択 (selection)、突然変異 (mutation) から決まる adaptive dynamics が広く知られている。adaptive dynamics の重要な進化的特異点、進化的安定性は、集団の平均適合度が満足する積分微分方程式である replicator mutator 方程式 (以下、RM 方程式) の解から導出され、RM 方程式を基礎方程式として採用すれば adaptive dynamics が数学的に構築される可能性があることは形式的には論じられている。本研究では、RM 方程式の導出を数学的に厳密に行い、解の一意存在性を明らかにした。具体的には、個体数 M のある個体の繁殖頻度の選択、突然変異を考慮した連続時間 Markov 連鎖とそれから決定される経験分布を考える。適切な仮定と時間スケールの下、個体数を無限にする極限操作で、経験分布が RM 方程式の弱解に確率分布の意味で収束する事を示した。

These days I study the following topics: 1. stochastic Euler and Navier-Stokes equations, 2. the singular limit for stochastic reaction diffusion equations and solutions of the motion by mean curvatures with some stochastic perturbations, 3. derivation of replicator mutator equations from a stochastic view point, which is a model discussed in evolutionary biology field and which is determined by the parameters so called selection and mutation.

As for 3, we constructed a continuous Markov chain taken into a consideration of the effects caused by selection and mutation and then the empirical measure determined from it. We discussed the convergence of its empirical measure mathematically under suitable assumption.

B. 発表論文

1. S. Yokoyama, “Construction of weak solutions of a certain stochastic Navier-Stokes equation”, *Stochastics* **86** (2014), 573–593.
2. W. Stannat and S. Yokoyama, “Weak solutions of non coercive stochastic Navier-stoke equations in \mathbb{R}^2 ”, *Aust. J. Math. Anal. Appl.* **11** (2014), 1–19.
3. T. Funaki, M. Ohnawa, Y. Suzuki and S. Yokoyama, “Existence and uniqueness of solutions to stochastic Rayleigh-Plesset

- equation”, *J. Math. Anal. Appl.* **425** (2015) 20–32.
4. S. Yokoyama, “Regularity for the solution of a stochastic partial differential equation with the fractional Laplacian”, *Present and Future Volume 183 of the series Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, 597–613.
 5. T. Funaki and S. Yokoyama, “Sharp interface limit for a stochastic Allen-Cahn equation with averaged reaction term”, arXiv:1610.01263.
 6. T. Funaki, Y. Wakano and S. Yokoyama, “Derivation of replicator-mutator equations from a model in population genetics, submitted.
 7. D. Clément, T. Funaki and S. Yokoyama, “Curvature motion perturbed by a direction-dependent colored noise, submitted to ”Springer Proceedings in Mathematics and Statistics”, ”Stochastic Partial Differential Equations and Related Fields - In Honor of Michael Roeckner - Bielefeld, Germany, October 2016”.
 8. T. Funaki, S. Nakada and S. Yokoyama, “A stochastically perturbed volume preserving mean curvature flow, in preparation.
 9. S. Yokoyama, “Two-dimensional Stochastic Navier-Stokes Equations derived from a certain Variational Problem” (*Mathematical Analysis of Incompressible Flow*), RIMS 研究集会 ”非圧縮流の数理解析” 講究録 1875.
- C. 口頭発表
1. Two-dimensional Stochastic Navier-Stokes equations derived from a certain variational problem, RIMS 研究集会 非圧縮流の数理解析, 京都大学, 2013 年 2 月.
 2. Existence and uniqueness of solutions to stochastic Rayleigh-Plesset equation, 第 33 回早稲田大学「流体数学セミナー」, 早稲田大学, 2013 年 10 月.
 3. Solutions of stochastic Rayleigh-Plesset equations, 研究集会「無限粒子系と確率場の諸問題 IX」ショートコミュニケーション, 奈良女子大学, 2014 年 1 月.
 4. Martingale solutions for some Stochastic Euler equations, Winter Seminar and Klausurtagung ”Fluids and Snow”, Chalet Giersch, La Clusaz, France, 2014 年 1 月.
 5. Sharp interface limit for a stochastic Allen-Cahn equation with averaged reaction term, 研究集会「第 13 回大規模相互作用系の確率解析」, 東京大学, 2014 年 12 月.
 6. On a stochastic Rayleigh-Plesset equation and a certain stochastic Navier-Stokes equation, 東京確率論セミナー, 東京大学, 2015 年 06 月.
 7. Existence and uniqueness of solutions to stochastic Rayleigh-Plesset equation, International Workshop on the Multi-Phase Flow; Analysis, Modeling and Numerics, 早稲田大学, 2015 年 11 月.
 8. Sharp interface limit for a stochastic Allen-Cahn equation with averaged reaction term, ”Stochastic PDE’s, Large Scale Interacting Systems and Applications to Biology”, Orsay, France, 2016 年 3 月.
 9. Sharp interface limit for stochastically perturbed mass conserving Allen-Cahn equation, 研究集会「第 15 回大規模相互作用系の確率解析」, 東京大学, 2016 年 11 月.
 10. Sharp interface limit for stochastically perturbed mass conserving Allen-Cahn equation, RIMS 研究集会 「確率論シンポジウム」, 京都大学, 2016 年 12 月.
 11. Sharp interface limit for stochastically perturbed mass conserving Allen-Cahn equation, 「東京確率論セミナー」, 東京大学, 2017 年 2 月.

吉田 建一 (YOSHIDA Ken'ichi)

A. 研究概要

3次元双曲多様体の位相と体積の関係について研究している. 3次元双曲多様体を本質的曲面で切り離した後の位相的性質から元の双曲多様体の体積を下から評価できるという結果が Agol-Storm-Thurston により示されていて, これを利用することによりカスプを4つもつ3次元双曲多様体のうち体積が最小のものを決定した.

また, 一般の群から双曲体積のような不変量が得られるかどうかについて考え, 有限表示群に対して stable presentation length という不変量を導入した. これは有限位数部分群をとると位数倍になるように定義している. 3次元多様体の基本群の stable presentation length は単体体積の定数倍で上下からおさえられ, 単体体積と同様に連結和分解や JSJ 分解における加法性をみたくことを示した.

今年度は, 向きづけ可能な3次元双曲多様体に含まれる, 全測地的な3点穴あき球面の合併の連結成分について位相型を分類した. このうちある種の型は, それぞれただ1つの非常に特別な3次元双曲多様体にのみ含まれる. カスプを4つもつ3次元双曲多様体のうち体積が最小のものも, このような非常に特別な多様体の1つである. 最も単純な型は3点穴あき球面が一列に並んだものだが, 3点穴あき球面の数が多いほどこのようなものの近傍の計量についての制約が強くなると予想している.

また, 3次元双曲多様体の有限被覆と Dehn 手術の関係を探るため, 3次元双曲多様体の通約類のなす空間の位相について考察した.

I study relation between topological properties and volumes of hyperbolic 3-manifolds. Agol, Storm and Thurston gave a lower bound of the volume of a hyperbolic 3-manifold by a topological property of the obtained manifold after cutting it along an essential surface. I determined the minimal volume orientable hyperbolic 3-manifold with 4 cusps by using this result.

I studied a volume-like invariant of groups. I introduced an invariant for a finitely presented group, "stable presentation length". I defined this to be multiplicative for finite index subgroups. I showed some similarities between sta-

ble presentation length and simplicial volume. The stable presentation length of the fundamental group of a 3-manifold is bounded from above and below by a constant multiples of its simplicial volume. Moreover, it is additive for a connected sum and the JSJ decomposition in the same way as the simplicial volume.

In this year, I classified the homeomorphic types of connected components of the union of the 3-punctured spheres in an orientable hyperbolic 3-manifold. Each of some special types of the unions appears only in a special manifold. The minimal volume orientable hyperbolic 3-manifold with 4 cusps is one of such special manifolds. In the simplest types of the unions, 3-punctured spheres form a line. I conjecture that the metric of a neighborhood of such 3-punctured spheres is stricter restricted as the number of 3-punctured spheres increases.

Moreover, in order to study relation between finite coverings and Dehn fillings for hyperbolic 3-manifolds, I considered the topology of space of their commensurability classes.

B. 発表論文

1. K. Yoshida: "The minimal volume orientable hyperbolic 3-manifold with 4 cusps", Pacific J. of Math. **266** (2013) no. 2, 457-476.
2. K. Yoshida: "Stable presentation length of 3-manifold groups", arXiv:1501.02418.

C. 口頭発表

1. Stable presentation length of 3-manifold groups, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2015年10月.
2. Intersection of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 研究集会「第39回トポロジーセミナー」, ホテル伊東ガーデン, 2016年3月.
3. 3次元多様体のトポロジーと幾何, 無限群と幾何学の展開のアウトリーチについての研究会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016年6月

4. Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 離散群と双曲空間のトポロジーと解析, 京都大学数理解析研究所, 2016年6月.
5. Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 日本数学会 2016年度秋季総合分科会, 関西大学, 2016年9月.
6. Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 「葉層構造と微分同相群 2016 研究集会」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016年10月.
7. Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 研究集会「Fundamental Groups, Representations and Geometric Structures in 3-Manifold Topology」, 広島大学, 2016年11月.
8. Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 火曜トポロジーセミナー, 東京大学, 2016年12月.
9. Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 学習院大学トポロジーセミナー, 学習院大学, 2016年12月.
10. Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold, 広島大学トポロジー幾何セミナー, 広島大学, 2017年2月.

G. 受賞

1. 東京大学大学院数理解析研究科 研究科長賞, 2015年3月.

吉安 徹 (YOSHIYASU Toru)

A. 研究概要

ラグランジュ埋め込みのホモトピー原理の応用について研究した. 連結和成分に $S^1 \times S^{n-1}$ または $S^1 \times N_{2g}$ を持つ閉多様体についてラグランジュ埋め込みの存在を示した.

I study applications of the h -principle for Lagrangian embeddings. I prove the existence of a Lagrangian embedding of a closed manifold having $S^1 \times S^{n-1}$ or $S^1 \times N_{2g}$ as a connected summand.

B. 発表論文

1. Toru YOSHIYASU: "On Lagrangian embeddings into the complex projective spaces", *Internat. J. Math.* **27** (2016) no. 5, 1650044, 12 pp.
2. Toru YOSHIYASU: "On Lagrangian embeddings of closed manifolds having $S^1 \times S^{n-1}$ as a connected summand", Preprint 2016 May.
3. Toru YOSHIYASU: "On Lagrangian embeddings of closed 3-manifolds having $S^1 \times N_{2g}$ as a connected summand", Preprint 2016 Nov.

C. 口頭発表

1. 複素射影空間のラグランジュ部分多様体について. 微分トポロジーセミナー. 京都大学. 2015年5月.
2. On Lagrangian submanifolds in the complex projective spaces. East Asian Symplectic Conference. Chinese University of Hong Kong (中国). 2015年11月.
3. 複素射影空間のラグランジュ部分多様体について. 複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺. 京都教育大学. 2015年12月.
4. On Lagrangian submanifolds in the complex projective spaces. Symplectic Geometry Seminar. Stanford University. 2016年3月.

李志遠 (LI Zhiyuan)

A. 研究概要

今の研究は前年度に引き続き, 分数階微分を持つ線形拡散方程式

$$\begin{cases} \partial_t^\alpha u - \partial_x^2 u = 0 & \text{in } (0, 1) \times (0, T), \\ u(x, 0) = u_0(x) & \text{in } (0, 1), \\ \partial_x u(0, t) = g(t) & \text{in } (0, T), \\ \partial_x u(1, t) = f(u(1, t)) & \text{in } (0, T), \end{cases} \quad (1)$$

に対して, 初期値・境界値問題などや逆問題を考察した. 但し f は非正の Lipschitz 連続関数であ

る, $\partial_t^\alpha u$ は Caputo 微分

$$\partial_t^\alpha u(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t (t-s)^{-\alpha} \partial_s u(s) ds$$

である.

第一, 定数 α と関数 f は未知の場合に, まず, Mittag-Leffler 関数及び θ -関数を用いて, 初期値・境界値問題を解 u に関する積分方程式を得る. この積分方程式を利用して, 一つ内点での観測データ $u(x_0, \cdot)$ から, 分数階微分の階数 μ と未知境界条件 f を決定する逆問題における一意性を証明した. すなわち, $x_0 \in \Omega$, $0 < t_0 < T$ を任意に与え, u, \tilde{u} を $\alpha, \tilde{\alpha} \in [\alpha_0, \alpha_1] \subset (0, 1)$ と f, \tilde{f} に関する初期値・境界値問題 (1) の解とする. 観測データ $u(x_0, \cdot) = \tilde{u}(x_0, \cdot)$ によって,

$$\alpha = \tilde{\alpha}, \quad f = \tilde{f}$$

を示した.

第二, 定数 α は未知の場合に, 内部での観測データ $u(x_0, t_0)$ によって, (1) の階数 α を決定する逆問題を考察した. 初期値・境界値問題を解 u に関する積分方程式を利用し, ラプラス変換とその逆変換により, (1) の分数階微分の階数は内部での観測データにリプシッツ連続依存することを証明した. すなわち, $x_0 \in \Omega$, $0 < t_0 < T$ を任意に与え, $u_\alpha, u_{\tilde{\alpha}}$ を $\alpha, \tilde{\alpha} \in [\alpha_0, \alpha_1] \subset (0, 1)$ に関する初期値・境界値問題 (1) の解とする.

$$|\alpha - \tilde{\alpha}| \leq C |u_\alpha(x_0, t_0) - u_{\tilde{\alpha}}(x_0, t_0)|$$

を示した. 但し, $t_0 \in (0, T)$ は十分小さいの定数. 定数 $C > 0$ は $\alpha_0, \alpha_1, t_0, u_0, \Omega$ によって決まる定数である.

I continued to studying the forward and inverse problems for the distributed order time-fractional diffusion equation:

$$\begin{cases} \partial_t^\alpha u - \partial_x^2 u = 0 & \text{in } (0, 1) \times (0, T), \\ u(x, 0) = u_0(x) & \text{in } (0, 1), \\ \partial_x u(0, t) = g(t) & \text{in } (0, T), \\ \partial_x u(1, t) = f(u(1, t)) & \text{in } (0, T), \end{cases}$$

where f is non-positive and Lipschitz function, and $\partial_t^\alpha u$ is the so-called Caputo derivative which is defined as follows

$$\partial_t^\alpha u(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t (t-s)^{-\alpha} \partial_s u(s) ds$$

First, we assume the fractional order α and the boundary condition f are unknown, by carrying out θ -function method and using Mittag-Leffler function, we first obtain an equivalent integral equation of the solution u to the problem (1). Then on the basis of this integral equation of u , and noting the asymptotic expansion of the Mittag-Leffler function as $t \rightarrow 0$, we prove that the one interior point observation $u(x_0, \cdot)$ can uniquely determine the unknown terms (α, f) . Namely, for fixed $x_0 \in (0, 1)$, supposed u, \tilde{u} are the solution to the system with respect to $\alpha, \tilde{\alpha}$ and f, \tilde{f} . Then

$$\alpha = \tilde{\alpha}, \quad f = \tilde{f}$$

provided that $u(x_0, \cdot) = \tilde{u}(x_0, \cdot)$ in $(0, T)$.

Second, in the case $\alpha \in (0, 1)$ is unknown. We consider an inverse problem in determining the fractional order α by the one interior point observation $u(x_0, t_0)$. By exploiting the integral equation of the solution u to the problem (1), and carrying out the inversion Laplace transforms, we verified the Lipschitz continuous dependency of the fractional order α with respect to the overposed data $u(x_0, t_0)$, say,

$$|\alpha - \tilde{\alpha}| \leq C |u_\alpha(x_0, t_0) - u_{\tilde{\alpha}}(x_0, t_0)|,$$

where $u_\alpha, u_{\tilde{\alpha}}$ are the solutions to the problem (1) with respect to $\alpha, \tilde{\alpha} \in [\alpha_0, \alpha_1] \subset (0, 1)$, $t_0 \in (0, T)$ is sufficiently small, x_0 is any fixed point of Ω . The constant $C > 0$ only depends on $\alpha_0, \alpha_1, t_0, u_0, \Omega$.

B. 発表論文

1. Z. Li and M. Yamamoto: "Initial-boundary value problems for linear diffusion equation with multiple time-fractional derivatives", arXiv preprint arXiv:1306.2778 (2013).
2. Z. Li, Y. Luchko and M. Yamamoto: "Asymptotic estimates of solutions to initial-boundary-value problems for distributed order time-fractional diffusion equations", *Fract. Calc. Appl. Anal.* **17.4** (2014) 1114–1136.

3. Z. Li and M. Yamamoto: “Uniqueness for inverse problems of determining orders of multi-term time-fractional derivatives of diffusion equation”, *Applicable Analysis*, **94.3** (2015) 570–579.
 4. Z. Li, Y. Liu and M. Yamamoto: “Initial-boundary value problems for multi-term time-fractional diffusion equations with positive constant coefficients”, *Applied Mathematics and Computation*, **257** (2015) 381–397.
 5. Z. Li and Y. O. Imanuvilov and M. Yamamoto: “Uniqueness in inverse boundary value problems for fractional diffusion equations. Inverse Problems”, **32.1** (2015): 015004.
 6. X. Cheng, Z. Li and M. Yamamoto: “Asymptotic behavior of solutions to space-time fractional diffusion equations”, *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 2015.
 7. Z. Li, Y. Luchko and M. Yamamoto: “Analyticity of solutions to a distributed order time-fractional diffusion equation and its application to an inverse problem”. *Computers & Mathematics with Applications*, 2016.
 8. D. Jiang, Z. Li, Y. Liu and M. Yamamoto: “Weak unique continuation property and a related inverse source problem for time-fractional diffusion-advection equations”, *Inverse Problems*, 2017.
- C. 口頭発表
1. Initial-boundary value problems for multi-time-fractional diffusion equation and its inverse problems, Conference on Diffusion in Heterogeneous Media and Related Topics, 東京大学, 2014年3月.
 2. Initial-boundary value problems for multi-time-fractional diffusion equations and some inverse problems, Recent Progress in Mathematical and Numerical Analysis of Inverse Problems, CIRM, Luminy, Marseille, France, 2014年5月.
 3. Forward and inverse problems for distributed order time-fractional diffusion equations, 日本数学会異分野・異業種研究交流会 (Multidisciplinary Research Communication Symposium for Mathematical Majored Young Researchers), 東京大学, 2014年10月.
 4. Asymptotic estimates of solutions to initial-boundary-value problems for time-fractional diffusion equations of distributed orders, 2014 A3 Foresight Program Conference on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, ICC, Jeju, Korea, 2014年11月.
 5. Uniqueness for inverse problems of determining orders of multi-term time-fractional derivatives of diffusion equations, 2014 A3 Seoul-Tokyo Conference on Applied Partial Differential Equations, KIAS, Seoul, Korea, 2014年12月.
 6. Determination of source term in a distributed order time-fractional diffusion equation, The 7th International Conference on Inverse Problems and Related Topics, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 2014年12月.
 7. Mathematical Analysis for fractional diffusion equations, PDE seminar, Aix Marseille University, Marseille, France, 2015年11月.
 8. A survey on weak unique continuation for the time-fractional diffusion equations, Shandong University of Technology, Zibo, China, 2016年10月.
 9. Forward and inverse problems for the time-fractional diffusion equations, Shandong University of Technology, Zibo, China, 2016年10月.
 10. Carleman estimates for the time-fractional diffusion equations and applications, 偏微分方程式の逆問題とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2017年1月.

G. 受賞

研究科長賞 (2012 年度)

研究科長賞 (2016 年度)

協力研究員 (Associate Fellow)

石部 正 (ISHIBE Tadashi)

A. 研究概要

Φ をランク l の既約 (非結晶型であってもよい) ルート系でその型を P とする. 対応するクラスター複体 $\Delta(P)$ (resp. その正部分複体 $\Delta_+(P)$) に対して, 単体複体 $\Delta(P)$ (resp. $\Delta_+(P)$) の次元 $i-1$ の面の個数の母関数を対応させ, それぞれ f -多項式, f^+ -多項式と呼ぶ. 論文 [3] において, f -多項式の零点と f^+ -多項式の零点との関係について論じた. f -多項式はちょうど l 個の単純零点を開区間 $(0, 1)$ に持ち, そして, 無限系列 A_l, B_l, D_l 型の最小の零点についてはランク l が無限に近づくとともに 0 に単調に収束することが言えた. 次に, f -多項式の零点と f^+ -多項式の零点の位置の比較を行った. f^+ -多項式はちょうど l 個の単純零点を半开区間 $(0, 1]$ に持ち, 特に $t=1$ を零点に持つ. f -多項式の零点と f^+ -多項式の零点は互いをまたぎ合う位置関係にあることが示せた.

Let Φ be an irreducible (possibly noncrystallographic) root system of rank l of type P . For the corresponding cluster complex $\Delta(P)$ (resp. its positive part $\Delta_+(P)$), we define the generating function of the number of faces of $\Delta(P)$ (resp. $\Delta_+(P)$) with dimension $i-1$, which is called f -polynomial (resp. f^+ -polynomial). In [3], we have studied relations for zeros of f -polynomial and f^+ -polynomial. We have shown that the f -polynomial has exactly l simple real zeros on the interval $(0, 1)$ and the smallest root for the infinite series of type A_l, B_l and D_l monotone decreasingly converges to zero as the rank l tends to infinity. Next, we compared the location of zeros of f -polynomials with those of f^+ -polynomials which are real and simple and are located in the interval $(0, 1]$, including a simple root at $t=1$. We have shown that the roots in decreasing order of f -polynomial alternate with the roots in decreasing order of f^+ -polynomial.

B. 発表論文

1. T. Ishibe: On the monoid in the fundamen-

tal group of type B_{ii} , *Hiroshima Math. J.* **42**, no. 1, (2012), 99-114.

2. T. Ishibe : Infinite examples of cancellative monoids that do not always have least common multiple, *Vietnam J. Math.* **42** (2014), no. 3, 305-326.
3. T. Ishibe : On relations for zeros of f -polynomials and f^+ -polynomials, to be published in *Acta Math. Vietnamica*.
4. T. Ishibe : The skew growth functions for the monoid of type B_{ii} and others, to be published in *Hiroshima Math. J.* **47**, no. 2, (2017) or **47**, no. 3, (2017).
5. T. Ishibe : The conjugacy problem for positive homogeneously presented monoids, (preprint) , arXiv:math.GR/1412.6662.
6. T. Ishibe : On the derivative at $t=1$ of the skew growth functions for Artin monoids, (preprint) , arXiv:math.CO/1603.04517.
7. T. Ishibe and K. Saito : Zero loci of skew-growth functions for dual Artin monoids, to be published in *J. Algebra*.

C. 口頭発表

1. The skew growth function $N(t)$ for the monoid of type B_{ii} and others, Topology of singularities and related topics III, ベトナム, 2012/3/26-2012/3/30.
2. Infinite examples of cancellative monoids that do not always have least common multiple, Workshop on Free Divisors and Differential Equations, 東京農工大学, 2012/11/5-2012/11/10.
3. Toward a generalization of the theory of Artin groups, Japanese Turkish Joint Geometry Meeting, トルコ, 2013/11/21-2013/11/24.
4. On the conjugacy problem for non-Garside groups, The mini-symposium (Japanese

Turkish Joint Geometry Meeting), トルコ, 2013/11/25-2013/11/26.

5. モノイドの増大度関数と群の増大度関数との関係について, 東京理科大学特異点・トポロジーセミナー, 東京理科大学神楽坂キャンパス, 2014/7/4.
6. A generalization of the theory of Artin groups, Geometry and Combinatorics of Hyperplane Arrangements and Related Problems, 北海道大学, 2014/9/4.
7. Toward a generalization of the theory of Artin group, Geometry of Moduli Space of Low Dimensional Manifolds, 京都大学, 2014/12/10.
8. Skew-growth functions for dual Artin monoids II, the 3rd Franco Japanese Vietnamese symposium on singularities, ハノイ数学研究所 (ベトナム), 2015/11/30-2015/12/4.

井上 大輔 (INOUE Daisuke)

A. 研究概要

私はグラスマン多様体上の既約な等質ベクトル束の直和の完全交叉となる3次元カラビ・ヤウ多様体について調べた。3次元カラビ・ヤウ多様体を与えるグラスマン多様体とベクトル束の組を明らかな同一視を除いて分類し, それぞれについて位相的不変量を計算した。また分類に現れた中でピカル数が1であるものについて I 関数を決定した。これらは伊藤敦氏, 三浦真人氏との共同研究である。

I have studied a complete intersection Calabi–Yau 3-folds with respect to direct sums of irreducible homogeneous vector bundles on Grassmannians. I gave a classification of such Calabi–Yau 3-folds and determined their topological invariants. I determined I -functions of Calabi–Yau 3-folds with Picard number one in our classification. These are joint works with Atsushi Ito and Makoto Miura.

B. 発表論文

1. D. Inoue, A. Ito, and M. Miura : “Complete intersection Calabi–Yau man-

ifolds with respect to homogeneous vector bundles on Grassmannians”, submitted, arXiv:1607.07821.

2. D. Inoue, A. Ito, and M. Miura : “ I -functions of Calabi–Yau 3-folds in Grassmannians”, submitted, arXiv:1607.08137.

C. 口頭発表

1. On Calabi–Yau 3-folds and homogeneous vector bundles over Grassmannians, Tsuda college mini-workshop on Calabi–Yau varieties: arithmetic, geometry and physics, 2015年8月.

植木 潤 (UEKI Jun)

A. 研究概要

素数と結び目の類似に基づく研究の様々な基礎理論を整備した。

3次元多様体のイデールの類体論において, 主イデール群に幾何的な解釈を与えることで, 類似の辞書を拡張した ([7] の改訂)。関連して論文 [3] が出版されたが, そこではイデール理論を用いて3次元多様体の相対種数公式を示し, また応用として岩澤 μ 不変量の定理を示した。

Shnirel'man 積分を模倣することで多項式の p 進 Mahler 測度なる概念を独自に導入し, Jensen の公式の類似を示した。絡み目の \mathbb{Z} 被覆における homology torsion growth を Alexander 多項式 $\Delta_L(t)$ の Mahler 測度を用いて記述する古典的な漸近公式の p 進類似を示した。また [Noguchi2007] の結果の拡張として, $\Delta_L(t)$ の最高次係数, Bowen の p 進エントロピー, 岩澤 μ_p 不変量の間バランス等式を示した ([8])。

結び目群の副有限完備化が Alexander 多項式を決定することを示した。証明には Artin-Mazur の力学系ゼータ関数を用いて示される Fried の定理を用いた。また完備群環 $\widehat{\mathbb{Z}}[[t^{\mathbb{Z}}]]$ の性質を幾つか調べて用いた。これを通じて結び目群の副有限剛性と数論的位相幾何学の関連性を指摘した ([9])。

結び目群の SL_2 剰余表現の完備離散付値環上への普遍変形に関する論文 [4] が出版された。その続編では付随する捻れ Alexander 不変量を L 関数と呼んで調べている。自分はこのような捻れ不変量や Milnor 不変量について [8] や [9] を拡張するための準備を行った。

I gave several fundamentals in the study of analogy between knots and prime numbers.

In idelic class field theory of 3-manifolds, we gave a topological interpretation of principal ideles and extended the dictionary of analogies ([7], revised). In the published paper [3], we gave a relative genus formula of 3-manifolds by using results of [7], and proved theorems on Iwasawa μ_p invariants as applications.

I introduced the notion of p -adic Mahler measure of polynomials imitating the Shnirel'man integral, satisfying Jensen's formula. I proved a p -adic analogue of a classical formula of homology torsion growth in \mathbb{Z} -covers of links with use of the Mahler measure of Alexander polynomials $\Delta_L(t)$. I generalized a result of [Noguchi2007] by proving a balance formula among the leading term of $\Delta_L(t)$, Bowen's p -adic entropy, and Iwasawa μ_p -invariant ([8]).

I proved that the profinite completion of knot groups determine the Alexander polynomials without any assumption. In the proof, I used Fried's theorem obtained by studying the associated Artin-Mazur zeta function of dynamical systems. In addition, I studied several properties of the profinite group ring $\widehat{\mathbb{Z}}[[t^{\widehat{\mathbb{Z}}}]$ and used them. I pointed out some relation between profinite rigidity of knot groups and arithmetic topology ([9]).

In the published paper [4], we studied universal deformations of residual SL_2 representations of knot groups over completed discrete valuation fields. In the succeeding paper, certain L -functions is defined as the associated twisted Alexander invariants and studied. I prepared for generalization of [8] and [9] for such twisted invariants and Milnor invariants.

B. 発表論文

- Thesis

1. Jun Ueki, *Arithmetic topology on branched covers of 3-manifolds*, Ph.D. Thesis, 2015, Kyushu University (90 pages).

- 査読付き論文

2. Jun Ueki, *On the homology of branched coverings of 3-manifolds*, Nagoya Math. J. **213** (2014), 21–39.

3. Jun Ueki, *On the Iwasawa μ -invariants of branched \mathbb{Z}_p -covers*, Proc. Japan Acad., Ser. A. Math. Sci. **92** (2016), no. 6, 67–72.

4. Masanori Morishita, Yu Takakura, Yuji Terashima, and Jun Ueki, *On the universal deformations of SL_2 -representations of knot groups*, Tôhoku Math. J. **69** (2017), no. 1, 67–84.

- 査読付き総説

5. Jun Ueki, *On the Iwasawa invariants of branched \mathbb{Z}_p -covers, a survey*, to appear in RIMS Kôkyû-roku Bessatsu.

- Preprints

6. Jun Ueki, *On the Iwasawa invariants for links and Kida's formula*, preprint. arXiv:1605.09036
7. Hirofumi Niibo and Jun Ueki, *Idèlic class field theory for 3-manifolds and very admissible links*, preprint. arXiv:1501.03890
8. Jun Ueki, *p -adic Mahler measure and \mathbb{Z} -covers of links*, preprint. arXiv:1702.03819
9. Jun Ueki, *The profinite completions of knot groups determine the Alexander polynomials*, preprint. arXiv:1702.03836

- Non-Refereed Contributions

10. Jun Ueki, *Ordinary Galois representations into $GL_2(\mathbb{Z}_p[[X]])$, 保型形式の p 進 family, 第 24 回 (2016 年度) 整数論サマースクール 報告集*, to appear.

C. 口頭発表

- 国際会議等

1. Jun Ueki, *p -adic Mahler measure, entropy, and $\widehat{\mathbb{Z}}$ -covers*, Low Dimensional Topology and Number Theory IX, 九州大学, 2017 年 3 月
2. Jun Ueki, *On knots and prime numbers*, Tambara Kavli IPMU Seminar, 東京大学 玉原国際セミナーハウス, 群馬県, 2016 年 8 月

3. Jun Ueki, *Arithmetic topology on branched covers of 3-manifolds I & II*, CGP-seminar, IBS in POSTECH, 浦項, 韓国, 2015 年 12 月
 4. Jun Ueki, *Relative genus theory and Iwasawa μ -invariants for rational homology 3-spheres*, 29th Journées Arithmétiques, デブレツェン大学, ハンガリー, 2015 年 7 月
- 国内会議等
5. 植木潤, *On several consequences of Fox's formula*, 量子論にまつわる数学と数論の連携探索, 早稲田大学, 2017 年 3 月
 6. 植木潤, *Topological interpretation of principal idèle groups of 3-manifolds*, 結び目の数学 IX, 日本大学, 2016 年 12 月
 7. 植木潤, *Arithmetic topology on branched covers of 3-manifolds*, 火曜トポロジーセミナー, 東京大学, 2016 年 4 月
 8. 植木潤, *Theory of genera and Iwasawa invariants for 3-manifolds*, 結び目の数学 VIII, 早稲田大学, 2015 年 12 月
 9. 植木潤, *Theory of genera and Iwasawa invariants for 3-manifolds*, 代数的整数論とその周辺 2015, 京都大学数理解析研究所, 2015 年 11–12 月
- その他
10. 植木潤, *Ordinary Galois representations into $GL_2(\mathbb{Z}_p[[X]])$* (概説), 第 24 回 (2016 年度) 整数論サマースクール “保型形式の p 進 family”, 長野, 2016 年 8 月

G. 受賞

九州大学大学院数理学府 学生表彰者 (学長から数理学府博士 1 名に授与), 2016 年 3 月

大久保 直人 (OKUBO Naoto)

A. 研究概要

クラスター変数が離散 BKP 方程式、離散 Sawada-Kotera 方程式、それらのリダクションにより得られるいくつかの方程式を満たすようなローラン現象代数を構成した。これらのロー

ラン現象代数は mutation-period の一般化に相当する性質をもつ seed から得られる。

I constructed the Laurent phenomenon algebras the cluster variables of which satisfy the discrete BKP equation, the discrete Sawada-Kotera equation and other difference equations obtained by its reduction. These Laurent phenomenon algebras are constructed from seeds with a generalization of mutation-period property.

B. 発表論文

1. N. Okubo : “Discrete Integrable Systems and Cluster Algebras”, RIMS Kokyuroku Bessatsu **B41** (2013) 25–42.
2. 大久保直人 : “クラスター代数と q -Painlevé 方程式”, 九州大学応用力学研究所研究集会報告 **26A0-S2** (2015) 109–114.
3. N. Okubo : “Bilinear equations and q -discrete Painlevé equations satisfied by variables and coefficients in cluster algebras”, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical **48** (2015) 355201.
4. N. Okubo : “Laurent phenomenon algebras and the discrete BKP equation”, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical **49** (2016) 355201.

C. 口頭発表

1. Discrete integrable equations associated with cluster algebra and its extension, SIDE12-International Conference, Quebec, Canada, 2016 年 7 月
2. Cluster algebras and discrete Painlevé equations, Workshop “Topics on tropical geometry, integrable systems and positivity”, College of Science and Engineering of Aoyama Gakuin University, Japan, 2015 年 12 月
3. クラスター代数と q -Painlevé 方程式, 九州大学応用力学研究所共同利用研究集会「非線形波動研究の現状—課題と展望を探る—」, 九州大学応用力学研究所, 2014 年 11 月.

4. 離散可積分系とクラスター代数, RIMS 研究集会「非線形離散可積分系の拡がり」, 京都大学数理解析研究所, 2012 年 8 月.

鹿島 洋平 (KASHIMA Yohei)

A. 研究概要

物性物理にあらわれるモデルを数学的に厳密な方法で解析すること, および収束が証明されている計算方法で数値的に解析することを目標としている. 今年度も引き続き正の温度下での多体電子系の数学的な構成について研究した. 正の温度下で複素磁場を加えた BCS モデルを主に研究した. ここで BCS モデルとは, 最近接格子点間のホッピングを仮定した自由な項とクーパー対長距離相互作用を仮定した 4 点の相互作用項からなるフェルミオンフォック空間上の自己共役演算子である. ここで複素磁場との相互作用は Z 方向のスピン演算子に純虚数をかけた演算子で表される. 複素磁場下でのギャップ方程式を導いた. 通常の BCS ギャップ方程式が解を持たない高温・弱結合領域でも複素磁場付きのギャップ方程式の解が存在することがわかった. さらに多体電子系の解析を進めた.

The purpose of my research is to analyze various models appearing in condensed matter physics in a mathematically rigorous way or by means of numerical methods whose convergence is mathematically proved. In this academic year I continued working on the mathematical construction of many-electron systems at positive temperature. I especially worked on the BCS model with an imaginary magnetic field at positive temperature. Here the BCS model is a self-adjoint operator on the Fermionic Fock space, consisting of a free part describing electrons' nearest neighbor hopping and a quartic interacting part describing a long range interaction between Cooper pairs. The interaction with the imaginary magnetic field is represented by the z-component of the spin operator multiplied by a pure imaginary parameter. I derived the gap equation with the imaginary magnetic field. It turned out that the gap equation is solvable in high temperature, weak coupling regions where the conventional BCS gap equation has no solution. Moreover I con-

tinued the analysis of many-electron systems.

B. 発表論文

1. Y. Kashima : “Characterization of subdifferentials of a singular convex functional in Sobolev spaces of order minus one”, *J. Func. Anal.* **262** (2012) 2833–2860.
2. Y. Kashima : “Exponential decay of equal-time four-point correlation functions in the Hubbard model on the copper-oxide lattice”, *Ann. Henri Poincaré*, **15** (2014) 1453–1522.
3. Y. Kashima : “Renormalization group analysis of multi-band many-electron systems at half-filling”, “*the special issue for the 20th anniversary*”, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo.* **23** (2016) 1–288.
4. Y. Kashima : “The zero-temperature limit of the free energy density in many-electron systems at half-filling”, arXiv:1508.07543, to appear in *J. Math. Sci. Univ. Tokyo.*
5. Y. Kashima : “Superconducting phase in the BCS model with imaginary magnetic field”, arXiv:1609.06121.

C. 口頭発表

1. CuO 格子上の多体電子系における有限温度相関関数の減衰について, 非線形現象の数値シミュレーションと解析 2013, 北海道大学, 2013 年 3 月.
2. 多体電子系におけるマルチスケール解析について, 数理物理セミナー, 九州大学, 2013 年 10 月.
3. 多体電子系における絶対零度極限, 学習院大学スペクトル理論セミナー, 学習院大学, 2014 年 6 月.
4. 多体電子系における繰り込み群の方法, 東京無限可積分系セミナー, 東京大学, 2014 年 12 月.
5. 多体電子系における繰り込み群の方法, 応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2014 年 12 月.

6. 多体電子系における絶対零度極限 (ポスター発表), 数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2015, 東京大学, 2015 年 11 月.
7. 一般次元の多体電子系における繰り込み群の方法, 数理物理セミナー, 九州大学, 2016 年 4 月.
8. 格子上的多体電子系の厳密な構成, 結晶のらせん転位の数理, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所, 2016 年 9 月.
9. 複素磁場下の BCS モデルにおける超伝導, 東京無限可積分系セミナー, 東京大学, 2016 年 11 月.
10. 複素磁場下の BCS モデルにおける超伝導, 応用数学合同研究会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2016 年 12 月.

勝島 義史 (KATSUSHIMA Yoshifumi)

A. 研究概要

線形差分方程式の変換について研究した。rigid な微分方程式より作られる差分方程式には様々なタイプの線形差分方程式があるが、今年度は特に Jordan-Pochhammer の微分方程式に付随する線形差分方程式を研究した。 q -差分方程式では q -超幾何関数の満たす線形差分方程式はラプラス型で、最も簡単な部類になるが、超幾何関数の満たす加法的な線形差分方程式は、より複雑な物になる。では、加法的なラプラス型の差分方程式を満たす関数は一体どのような物になるであろうか。Jordan-Pochhammer の微分方程式のシフト作用素 ∂ はパラメータを 1 だけ変化させるものであるが、それをもって差分作用素とし、微分方程式を順次割ると、実はラプラス型の線形差分方程式になる。実際に差分方程式を逆メリン変換し解を構成すると、J-P の関数が得られる。さて、差分方程式の変換についてであるが、addition と middle convolution を用いて線形差分方程式を作ることが目標である。今年度は J-P のラプラス型差分方程式を、ベータ関数の満たす差分方程式から addition を繰り返すことにより構成した。差分方程式の addition は、方程式を変換すると同時に解を和分の形で構成することが可能である。それにより、ラプラス型の線形差分作用素の解を級数

表示で得た。実際の形は多変数超幾何関数 (アペルの F_1 , ロリチェラの F_D , etc) で書くことができることを示した。

I studied about transformations of linear difference equations. There are many difference equations made from rigid differential equations. In this year, I studied about the difference equations which are generated from Jordan-Pochhammer differential equations. The basic hypergeometric difference equations, which are multiplicative difference equations, are the Laplace type difference equations. In the case of additive difference equations, the Laplace type difference equations are given by Jordan-Pochhammer functions: by dividing the J-P differential equations by shift operators $\sigma^k = \partial^k : \mu \mapsto \mu - k$, we get the Laplace type linear difference equations. By the way, our object is to create transformations of difference equations, which correspond to additions and middle convolutions of differential equations. In this year, I get a result that the Jordan-Pochhammer difference equations are obtained by a chain of “additions” from the difference equation of the beta function. A benefit of the “addition” is giving us both of new equations and series solutions. In this way, we get a power series solutions of the Laplace type difference equations, of which forms are the multi-variable hypergeometric functions like Appell’s F_1 functions, Lauricella’s F_D functions, and so on.

C. 口頭発表

1. (1) Jordan-Pochhammer 関数の差分方程式の構成, 2016 年度関数方程式論サマーセミナー, いこいの村能登半島, 2016 年 8 月
2. (2) 線形差分方程式の変換 3, 可積分系ウィンターセミナー 2017, KKR 湯沢ゆきぐに, 2017 年 2 月

川本 敦史 (KAWAMOTO Atsushi)

A. 研究概要

偏微分方程式に関する逆問題について研究を行っている。具体的には、カーレマン評価とその逆問題と制御理論への応用を研究をしている。特に、

ブフゲーム-クリバノフ法に関心がある。この手法は、カーレマン評価を用い、偏微分方程式の源泉項や係数を決定する逆問題に対して、一意性と条件付き安定性を導く手法である。今年度は、非整数階導関数を含むいくつかの偏微分方程式に対して、カーレマン評価を得た。また、ブフゲーム-クリバノフ法を用いて、以下の源泉決定逆問題における条件付き安定性評価を確立した。

- 時間 $1/2$ 階拡散方程式に対する源泉決定逆問題。
- 1 階と $1/2$ 階時間微分を含む拡散方程式に対する源泉決定逆問題。

さらに、町田学氏との共同研究において、次の問題を考えた。

- 時間 $1/2$ 階輻射輸送方程式に対する係数決定逆問題。(町田学氏との共同研究)

現在、上記三つの結果に関する論文を投稿中である。

I have been working on inverse problems for partial differential equations. More precisely, I have been studying the Carleman estimate and its applications for inverse problems and control theory. In particular, I am interested in the Bukhgeim-Klibanov method which is used to derive the uniqueness and the conditional stability for inverse problems of determining source terms or coefficients in partial differential equations by using Carleman estimates.

This academic year, I obtained Carleman estimates for several partial differential equations containing the fractional derivative and I established conditional stability estimates in the following inverse source problems by means of the Bukhgeim-Klibanov method.

- Inverse source problems for a half order time fractional diffusion equation.
- An inverse problem for a first and half order time fractional diffusion equation.

Moreover, we studied the following problems in the joint work with Prof. M. Machida.

- Coefficient inverse problems for a half order time fractional radiative transport

equation. (Joint work with Prof. M. Machida)

The articles for the above three results are under submission currently.

B. 発表論文

1. Atsushi Kawamoto and Masahiro Yamamoto : “Determination of an electromagnetic potential for the Dirac equation”, *Inverse Problems* **28** (2012) 115012 (26pp).
2. Atsushi Kawamoto : “Inverse problems for linear degenerate parabolic equations by “time-like” Carleman estimate”, *J. Inverse Ill-Posed Probl.* **23** (2015), 1-21.

C. 口頭発表

1. Inverse problems for linear degenerate parabolic equations, International Conference on Inverse Problems and Related Topics 2012, Southeast University, Nanjing, China, October 2012. (Invited plenary talk)
2. Inverse problems for linear degenerate parabolic equations, Seoul-Tokyo Conference on Elliptic and Parabolic PDEs and Related Topics, KIAS(Korea Institute for Advanced Study), Seoul, Korea, December 2012. (poster session)
3. Carleman Estimates and Inverse Source Problems for Fractional Diffusion Equations, 2nd East Asia Section of IPJA-Young Scholars Symposium, NCTS(National Center for Theoretical Sciences), Taipei, Taiwan, November 2016. (Invited talk)

北川 宜稔 (KITAGAWA Masatoshi)

A. 研究概要

リー群の表現の分岐則に関する研究を行った。簡約リー群 $G_{\mathbb{R}}$ の簡約な部分群 $G'_{\mathbb{R}}$ への分岐則の以下の項目に関する結果を得た。

1. 正則離散系列表現の分岐則
2. $\mathcal{U}(\mathfrak{g})^{G'}$ -加群の構造
3. 重複度の一様有界性

1. 小林俊行氏によるユニタリ最高ウェイト加群の対称対への制限の研究 (1997年, 2005年, 2008年) において、重複度が一様に有界になるための条件や無重複になる十分条件が得られていた。佐藤文広氏による spherical pair に対する分岐則の安定性の結果 (1993年) を一般化し、正則離散系列表現の場合に適用することでその場合には小林氏による無重複になるための十分条件が必要条件でもあることを示した。この結果と正則離散系列表現の解析接続を用いて、対称対に制限したときに無重複になるような正則離散系列表現の分類を与えた。

2. (\mathfrak{g}, K) -加群の分岐則から、自然に絡作用素の空間 $\text{Hom}_{\mathfrak{g}', K'}(V, V')$ 上に $\mathcal{U}(\mathfrak{g})^{G'}$ -加群の構造を入れることができる。 $(G_{\mathbb{R}}, G'_{\mathbb{R}})$ が対称対であるときに、離散分解する離散系列表現や、正則離散系列表現の反正則型の対称対への制限の場合に対してこの加群の長さ及び既約性を考察した。

3. (\mathfrak{g}, K) -加群や一般化 Verma 加群が離散的に分解する分岐則を持つ場合に、重複度の一様有界性と $\mathcal{U}(\mathfrak{g})^{G'}$ の環の不変量の有限性との同値性を示した。

I studied the branching problem of Lie group representations. I obtained results about the following topics related to branching problems of a reductive Lie group $G_{\mathbb{R}}$ with respect to a reductive subgroup $G'_{\mathbb{R}}$:

1. a branching law of a holomorphic discrete series representation;
2. structure of some $\mathcal{U}(\mathfrak{g})^{G'}$ -modules;
3. uniform boundedness of multiplicities.

1. In the study of the restriction of a unitary highest weight module with respect to a symmetric subgroup by T. Kobayashi (in 1997, 2005, 2008), he gave a sufficient condition for the uniform boundedness and multiplicity-freeness of multiplicities. Generalizing a stability theorem by F. Sato (in 1993) and applying it to the case of holomorphic discrete series representations, I showed that the sufficient condition for the multiplicity-freeness is a

necessary condition. Using this result and the analytic continuation of holomorphic discrete series representations, I gave the classification of multiplicity-free restrictions of holomorphic discrete series representations with respect to symmetric subgroups.

2. A branching law of a (\mathfrak{g}, K) -module induces a natural $\mathcal{U}(\mathfrak{g})^{G'}$ -module structure on the space of all intertwining operators $\text{Hom}_{\mathfrak{g}', K'}(V, V')$. In the case of symmetric pairs $(G_{\mathbb{R}}, G'_{\mathbb{R}})$, I considered the length and the irreducibility of this module for discretely decomposable restrictions of discrete series representations and restrictions of holomorphic discrete series representations with respect to symmetric subgroups of anti-holomorphic type.

3. I showed that uniform boundedness of multiplicities is equivalent to finiteness of a ring invariant of $\mathcal{U}(\mathfrak{g})^{G'}$ in the case of discretely decomposable branching laws.

B. 発表論文

1. M. Kitagawa: “正則離散系列表現の分岐則と複素化について”, RIMS Kokyuroku, **1977** (2015) 77–90
2. M. Kitagawa: “Stability of branching laws for highest weight modules”, Transformation Groups, **19**(4) (2014) 1027–1050.
3. M. Kitagawa: “A stability theorem for multiplicity-free varieties and its applications”, RIMS Kokyuroku, **1877** (2014) 41–49
4. M. Kitagawa: “Stability of branching laws for spherical varieties and highest weight modules”, Proc. Japan Acad. Ser. A Math Sci. **89**(10) (2013), 144–149.

C. 口頭発表

1. Uniformly boundedness of multiplicities and polynomial identities, 2016年度表現論シンポジウム, 沖縄県沖縄市, 2016年11月.
2. Algebraic aspects of branching laws for holomorphic discrete series representations, RIMS 研究集会「表現論と非可換調和解析をめぐる諸問題」, 京都大学数理解析研究所, 2016年6月.

3. The BGG category \mathcal{O} and the category of generalized Harish-Chandra modules, 日本数学会・2016 年度年会, 筑波大学, 2016 年 3 月.
4. 絡作用素の空間に入る代数構造について, 表現論セミナー, 北海道大学, 2016 年 3 月.
5. Classification of multiplicity-free holomorphic discrete series representations, 日本数学会・2015 年度秋季総合分科会, 京都産業大学, 2015 年 9 月.
6. On the irreducibility of $U(\mathfrak{g})^H$ -modules, Analytic representation theory of Lie groups, カブリ数物連携宇宙研究機構, 2015 年 7 月.
7. 正則離散系列表現の分岐則と複素化について, RIMS 研究集会「表現論および関連する調和解析と微分方程式」, 京都大学数理解析研究所, 2015 年 6 月.
8. On irreducibility of $U(\mathfrak{g})^H$ -modules, AGU Workshop on Geometry and Representation Theory, 青山学院大学理工学部, 2015 年 5 月.
9. 部分群の複素化のみに依存する正則離散系列表現の分岐則の性質について, トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2015 年 4 月.
10. ユニタリー表現の分岐則と複素化について, 2014 年度表現論シンポジウム, 淡路島 夢海遊, 2014 年 11 月.

G. 受賞

数理科学研究科長賞, 東京大学, 2013 年 3 月
数理科学研究科長賞, 東京大学, 2016 年 3 月

金城 謙作 (KINJO Kensaku)

A. 研究概要

本年度は, 前年度までに得た 3 進 3 次算術幾何平均列と 3 進体上の楕円曲線の対応について再度研究した.

Borwein 達により考案された実数体上の 3 次算術幾何平均列の p 進類似を考察すると, 3 でない素数 p に対して p 進 3 次算術幾何平均列は実数体上の場合と同様に同一極限を持つ. しかしな

がら, 3 進 3 次算術幾何平均列は同一極限を持つ場合と収束しない場合が生じる.

そして, p 進 3 次算術幾何平均列を用いて定義される p 進体上の Hesse 型の楕円曲線は, 同一極限に収束する場合は悪い還元と, 同一極限に収束しない場合は良い通常還元と対応する.

さらに同一極限に収束しない 3 進 3 次算術幾何平均列が \mathbb{Q}_3 上の不分岐拡大体の中で定義されているとき, 対応する Hesse 型楕円曲線の j 不変量は, 標数 3 の有限体上の通常楕円曲線の標準持ち上げの j 不変量に収束する. 3 進 3 次算術幾何平均列を用いて j 不変量が記述されることから, ある技術的な仮定の下で, 3 進 3 次算術幾何平均列の部分列の収束性がわかっていた.

本年度では, 3 次算術幾何平均列を用いた, 前年度とは異なる方程式で定義される 3 進体上の Hesse 型の楕円曲線で考察することで, 前年度までに設けた仮定をはずして収束性などを証明することができた. そこでこれまでに得た結果を, 新しい方程式が定める Hesse 型の楕円曲線で証明し直した.

I considered a relation between 3-adic cubic arithmetic-geometric mean sequences and Hessian elliptic curves over a 3-adic fields.

Borwein and Borwein considered the cubic arithmetic-geometric mean sequences on the real number field, which have a common limit. I studied a p -adic analogue of the cubic arithmetic-geometric mean sequences. If $p \neq 3$, then the p -adic cubic arithmetic-geometric mean sequences have a common limit. However, only $p = 3$, there exist the 3-adic cubic arithmetic-geometric mean sequences which are not convergent.

The p -adic cubic arithmetic-geometric mean sequences which have a common limit correspond to Hessian elliptic curves which have bad reduction at p . The non-convergent 3-adic cubic arithmetic-geometric mean sequences relates to Hessian elliptic curves which have good ordinary reduction at 3.

If the non-convergent 3-adic arithmetic-geometric mean sequences are in a unramified extension of \mathbb{Q}_3 , then the j -invariants of the Hessian elliptic curves corresponding to the sequences are convergent to that of the

canonical lift of the ordinary elliptic curves over a finite field of characteristic 3.

In this academic year, I obtained the convergence of the subsequence of the non-convergent 3-adic arithmetic-geometric mean sequences by Hessian elliptic curves defined by a new equation connecting to the sequences.

B. 発表論文

1. K. Kinjo and Y. Miyasaka : “Hypergeometric series and arithmetic-geometric mean over 2-adic fields”, Algebraic number theory and related topics 2011, 99–110, RIMS Kokyuroku Bessatsu, B44, Res. Inst. Math. Sci. (RIMS), Kyoto, 2013.
2. K. Kinjo and Y. Miyasaka : “Hypergeometric series and arithmetic-geometric mean over 2-adic fields”, Int. J. Number Theory, 8(2012), no. 3, 831–844.

C. 口頭発表

1. Cubic arithmetic-geometric mean and Hessian elliptic curves over p -adic fields, 工学院大学数理セミナー, 工学院大学, 2016 年 11 月 26 日.
2. Elliptic curves and cubic arithmetic-geometric mean over p -adic fields, 農工大数学セミナー 2015, 東京農工大学, 2015 年 6 月 24 日.
3. Hessian elliptic curves and cubic arithmetic-geometric mean over 3-adic fields, The fifth GCOE International symposium on “Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy”, 東北大学, 2013 年 3 月 4 日.
4. Hessian elliptic curves and cubic arithmetic-geometric mean over 3-adic fields, Calabi-Yau and Mirror Symmetry Seminar, Queen’s University, Canada, 2013 年 2 月 14 日.
5. Hypergeometric series and arithmetic-geometric mean over 2-adic fields, Number Theory Seminar, Queen’s University, Canada, 2013 年 1 月 25 日.

6. Hypergeometric series and arithmetic-geometric mean over 2-adic fields, Calabi-Yau and Mirror Symmetry Seminar, Queen’s University, Canada, 2012 年 12 月 11 日.

7. Hessian Elliptic Curves and Arithmetic-geometric Mean, 2012 NCTS Japan-Taiwan Joint Conference on Number Theory, 国立清華大学, 台湾, 2012 年 8 月 27 日.

中濱 良祐 (NAKAHAMA Ryosuke)

A. 研究概要

私は最近の研究で, 正則離散系列表現の解析に関するいくつかの話題について扱った. G を実簡約リー群としたとき, もしそのリーマン対称空間 G/K が自然な複素構造を持つならば, G の普遍被覆群 \tilde{G} は正則離散系列表現を持ち, それは G/K 上の \tilde{G} -同変正則ベクトル束の正則切断の空間の中の, G/K 上の収束する積分で与えられる内積から定まるヒルベルト部分空間上に実現される. さらにもし G が tube 型, すなわち G/K がある管状領域 $V + \sqrt{-1}\Omega \subset V^{\mathbb{C}}$ にも微分同相になるならば, 正則離散系列表現はラプラス変換を通じて対称錐 Ω 上の二乗可積分空間上にも実現される.

私の第一の研究は, ユークリッド型ジョルダン代数 V 上の多変数ベッセル関数に関するものである. 一般に G が tube 型のとき, 対応する管状領域の実部 V はユークリッド型ジョルダン代数の構造を持つが, その上の多変数ベッセル関数が Dib (1990) により級数展開を用いて定義された. 私はこのベッセル関数の新しい積分表示を求め, それを用いてこの関数の上からの精密な評価を与えた. さらにその応用として, 正則離散系列表現に関連するある積分作用素の 1 次元正則半群の核関数が指数減少することを示した.

私の第二の研究は, 正則離散系列表現の解析接続に関するものである. 一般に, G/K 上の \tilde{G} -同変ベクトル束は, そのファイバーとなるベクトル空間を固定すると, 1 次元の自由度を持つ. そのパラメータを λ とおく. このとき, λ が十分大きい場合には正則切断の空間の \tilde{G} -不変な内積を定義する積分が収束し, 正則離散系列表現を与える. 一方 λ を小さくするとこの積分は収束しなくなるが, それでも正則切断の空間内の

ユニタリ部分表現が存在する場合がある。私は Faraut-Korányi (1990) によるスカラー型正則離散系列表現の再生核の計算の結果に倣い、ベクトル値正則離散系列表現の再生核の展開を、 G が古典型でその K -タイプ分解が無重複のときに具体的に計算し、これを用いてユニタリ部分表現が存在する λ を具体的に決定した。これは Enright-Howe-Wallach (1983) および Jakobsen (1983) によるユニタリ最高ウェイト表現の分類の結果の一部に解析的な別証明を与えたことになる。

私の第三の研究は、正則離散系列表現を部分群に制限したときの分岐則に関するものである。一般に (G, G_1) を正則型の対称対、すなわちリーマン対称空間の埋め込み写像 $G_1/K_1 \hookrightarrow G/K$ が正則写像となる対称対のとき、 G の任意の正則離散系列表現は G_1 に制限すると離散分解し、その重複度は一様有界になることが知られている (小林, 2007)。私は G_1 の正則離散系列表現 \mathcal{H}_1 から G の正則離散系列表現 \mathcal{H} の G_1 -同変な埋め込み写像を、 \mathcal{H} がスカラー型、 \mathcal{H}_1 が極大コンパクト部分群の下で無重複という仮定の下で (ただし一部系列を除く)、無限解微分作用素の形で具体的に構成した。

In my recent study I treated some topics on analysis of holomorphic discrete series representations. Let G be a real reductive Lie group. Then if its Riemannian symmetric space G/K has the natural complex structure, then the universal covering group \tilde{G} of G admits a holomorphic discrete series representation, and it is realized on the Hilbert space of holomorphic sections of a \tilde{G} -equivariant holomorphic vector bundle on G/K , which is determined from an inner product defined by a converging integral on G/K . Moreover if G is of tube type, namely, if G/K is also diffeomorphic to a tube domain $V + \sqrt{-1}\Omega \subset V^{\mathbb{C}}$, then the holomorphic discrete series representation is also realized on the square-integrable space on the symmetric cone Ω via the Laplace transform.

My first study is about the multivariate Bessel functions on Euclidean Jordan algebras V . In general, when G is of tube type, the real part V of the corresponding tube domain has an Euclidean Jordan algebra structure, and

Dib (1990) defined the multivariate Bessel function on V by using series expansion. I found new integral expression of this Bessel function, and by using this I gave a sharp upper estimate of this function. Moreover as an application, I showed that the kernel functions of a 1-dimensional holomorphic semigroup consisting of integral operators have exponential decay, where this semigroup is related to the holomorphic discrete series representation.

My second study is about the analytic continuation of holomorphic discrete series representations. In general, \tilde{G} -equivariant vector bundles on G/K have a 1-dimensional degree of freedom, when we fix the typical fiber. We denote the parameter by λ . Then if λ is sufficiently large, the integral defining the \tilde{G} -invariant inner product on the space of holomorphic sections converges, and this gives the holomorphic discrete series representation. On the other hand, if λ is small, then this integral does not converge, but sometimes there exists a unitary subrepresentation in the space of holomorphic sections. Following the result of Faraut-Korányi (1990) on computation of reproducing kernels of holomorphic discrete series representations of scalar type, I explicitly computed the expansion of reproducing kernels of vector-valued holomorphic discrete series representations in the case G is classical and its K -type is multiplicity-free, and using this I determined for which λ there exists a unitary subrepresentation. Namely, I gave an analytical proof for a part of the result of Enright-Howe-Wallach (1983) and Jakobsen (1983) on the classification of unitary highest weight modules.

My third study is about the branching laws of the restriction of the holomorphic discrete series representations to subgroups. In general, let (G, G_1) be a symmetric pair of holomorphic type, namely, a symmetric pair such that the embedding map $G_1/K_1 \hookrightarrow G/K$ of Riemannian symmetric spaces is a holomorphic map. Then it is known that the restriction of arbitrary holomorphic discrete series representation to G_1 decomposes discretely, and its multiplicity is uniformly bounded (Kobayashi,

2007). I constructed the G_1 -equivariant embedding map from a holomorphic discrete series representation \mathcal{H}_1 of G_1 into a holomorphic discrete series representation \mathcal{H} of G in the form of infinite-order differential operators, under the assumption that \mathcal{H} is of scalar type and \mathcal{H}_1 is multiplicity-free under the maximal compact subgroup of G_1 (but except for some series).

B. 発表論文

1. R. Nakahama, *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*. 実函数論・函数解析学合同シンポジウム講演集 (編集者: 示野 信一 (関西学院大学), 松岡 勝男 (日本大学)) (2016), 45–60.
2. R. Nakahama, *Norm computation and analytic continuation of vector valued holomorphic discrete series representations*. J. Lie Theory **26** (2016), no. 4, 927–990.
3. R. Nakahama, *Some topics on analysis of holomorphic discrete series representations* (正則離散系列表現の解析に関するいくつかの話題). 学位論文 (2016), 東京大学.
4. R. Nakahama, *Norm computation and analytic continuation of vector-valued holomorphic discrete series representations*. 数理解析研究所講究録 **1977**, 表現論および関連する調和解析と微分方程式 (編集者: 竹村 剛一 (中央大学)) (2015), 91–108.
5. R. Nakahama, *The action of 1-dimensional holomorphic semigroups for functions on symmetric cones and the Bessel functions*. 数理解析研究所講究録 **1877**, 表現論および表現論の関連する諸分野の発展 (編集者: 笹木 集夢 (東海大学)) (2014), 88–103.
6. R. Nakahama, *Norm computation and analytic continuation of vector-valued holomorphic discrete series representations*. 表現論シンポジウム講演集 (編集者: 松澤淳一 (奈良女子大学), 示野信一 (関西学院大学)) (2014), 17–28.

7. R. Nakahama, *Integral formula and upper estimate of I and J -Bessel functions on Jordan algebras*. J. Lie Theory **24** (2014), no. 2, 421–438.

8. R. Nakahama, *Norm computation and analytic continuation of holomorphic discrete series*. 表現論シンポジウム講演集 (編集者: 小木曾 岳義, 飯田 正敏 (城西大学)) (2013), 71–79.

9. R. Nakahama, *Analysis of generalized Fock spaces on Jordan pairs* (ジヨルダン対上の一般化フォック空間の解析). 修士論文 (2013), 東京大学.

C. 口頭発表

1. *Norm computation and analytic continuation of vector-valued holomorphic discrete series representations*, Harmonic analysis forum (世話人: 吉野 邦生 (東京都市大学)), 東京都市大学, 2017年2月.

2. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, 2016年度ワークショップ「表現論と微分方程式」(世話人: 井沼 学, 大島 利雄, 小木曾 岳義, 廣惠 一希 (城西大学)), 城西大学, 2016年11月.

3. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, 実函数論・函数解析学合同シンポジウム (開催責任者: 示野 信一 (関西学院大学), 松岡 勝男 (日本大学)), 首都大学東京, 2016年9月.

4. *Laguerre semigroups for functions on symmetric cones and the Bessel functions*, 調和解析セミナー (世話人: 吉野 邦生 (東京都市大学)), 東京都市大学, 2016年3月.

5. *Explicit embeddings of holomorphic discrete series representations*, 日本数学会年会, 筑波大学, 2016年3月.

6. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, Geometry, Representation Theory, and Differential Equation (研究代表者: 大島 利雄 (城西大学)), 九州大学, 2016年2月.

7. *Laguerre semigroups for functions on symmetric cones and the Bessel functions*, 日本数学会秋季総合分科会, 京都産業大学, 2015年9月.
8. ベクトル値正則離散系列表現のノルム計算と解析接続, RIMS 研究集会「表現論および関連する調和解析と微分方程式」(研究代表者: 竹村 剛一 (中央大学)), 京都大学数理解析研究所, 2015年6月.
9. *Norm computation and analytic continuation of vector valued holomorphic discrete series representations*, AGU workshop on geometry and representation theory (世話人: 西山 享 (青山学院大学)), 青山学院大学, 2015年5月.
10. *Laguerre semigroups and Bessel functions on symmetric cones*, Hypergeometric Functions and Representation Theory, CIMPA Research School 2013 (student session), モンゴル日本センター (モンゴル), 2013年8月.

橋本 健治 (HASHIMOTO Kenji)

A. 研究概要

K3 曲面について研究した。特に、有限群による K3 曲面への作用について、格子理論を応用することで具体的に調べた。また、hypersurface triangle singularity およびその類似についての研究を行った。

I studied K3 surfaces. In particular, by applying lattice theory, I studied actions on K3 surfaces by finite groups explicitly. I also studied hypersurface triangle singularities and their analogues.

B. 発表論文

1. K. Hashimoto and A. Kanazawa: “Calabi–Yau threefolds of type K (I) Classification”, to appear in *International Mathematics Research Notices*.
2. K. Hashimoto, Hwayoung Lee and K. Ueda: “On a certain generalization of triangle singularities”, to appear in *manuscripta mathematica*.

3. K. Hashimoto and A. Kanazawa: “Calabi–Yau threefolds of type K (II) Mirror symmetry”, *Communications in Number Theory and Physics* **10** (2016), no. 2, 157–192.

C. 口頭発表

1. Counting sections of some special elliptic surfaces, Workshop on Fano varieties and Calabi–Yau varieties, 神戸大学理学部, 2017年1月.

藤城 謙一 (FUJISHIRO Kenichi)

A. 研究概要

前年度に引き続き非整数階拡散方程式を研究した。非整数階拡散方程式とは、

$$\partial_t^\alpha u(x, t) = \Delta u(x, t) + f(x, t), \quad 0 < \alpha < 1$$

などのように、時間変数 t に関して整数でない階数の微分を含む方程式である。

通常、水や大気中の拡散現象を表すには、

$$\partial_t u(x, t) = \Delta u(x, t) + f(x, t)$$

のように時間に関して1階微分を含む方程式が用いられる。しかし、この方程式では土壌中の拡散の様子が正確に記述できないことが Adams や Gelhar によって指摘されており、より適切なモデル方程式の1つとして、上に挙げた非整数階拡散方程式が提唱されている。非整数階微分 ∂_t^α の定義の仕方には何種類もの方法があるが、ここではとくに、Caputo による定義

$$\partial_t^\alpha u(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{-\alpha} \frac{\partial u}{\partial \tau}(\tau) d\tau$$

を採用する。また、上記の微分のさらなる一般化として、 $[0, 1]$ 上の関数 μ に対し

$$D_t^\mu u(t) = \int_0^1 \partial_t^\alpha u(t) \mu(\alpha) d\alpha$$

で定まる分布階数の微分を含んだ方程式による数理モデルも提唱され、現在盛んに研究されている。

今年度はこの種の偏微分方程式に対するソース項決定および微分の階数決定の逆問題の研究を進めた。

ソース項決定の逆問題とは、方程式の解 $u(x, t)$ の観測データからソース項 $f(x, t)$ を推定する問

題のことである。昨年度は $f(x, t)$ の代わりに $f(t)R(x, t)$ という形で時間 t に依存する部分が分離されている場合を考えて、一点 x_0 における観測 $\{u(x_0, t)\}_{t \in (0, T)}$ から $f(t)$ を決定する際の安定性を証明し、今年度はその結果をまとめた論文の改訂が終わって雑誌への掲載に至った。

また、微分の階数決定の逆問題の研究では、同研究科の特任研究員である李志遠博士とともに、ゼロでない境界値が与えられている場合を考え、分布階数の微分の定義式に表れる関数 μ を決定する際の一意性を与えた。この結果は現在投稿準備中である。

As a consequence of the work in the last year, I studied fractional diffusion equations. They include derivatives of non-integer order with respect to time variable t and are written as follows;

$$\partial_t^\alpha u(x, t) = \Delta u(x, t) + f(x, t), \quad 0 < \alpha < 1.$$

In usual, we use the differential equations with time derivative of 1st order (classical diffusion equations) like

$$\partial_t u(x, t) = \Delta u(x, t) + f(x, t)$$

to describe the diffusion phenomena in water and air. However, it is pointed out by Adams and Gelhar that such equations cannot explain the diffusion in soil exactly, and the above fractional diffusion equations are proposed as one of the better model equations. Among various definitions of fractional derivative ∂_t^α , we especially use Caputo's one;

$$\partial_t^\alpha u(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{-\alpha} \frac{\partial u}{\partial \tau}(\tau) d\tau.$$

As a further generalization of this definition, we can also define the derivatives of distributed order by

$$D_t^\mu u(t) = \int_0^1 \partial_t^\alpha u(t) \mu(\alpha) d\alpha,$$

where μ is defined on $[0, 1]$. The mathematical model described by equations containing such derivatives are suggested and widely studied. For this kind of partial differential equations, I studied inverse problems of determining the source terms and fractional orders.

The inverse source problem is to determine $f(x, t)$ from the observation data $u(x, t)$. Last year, I assumed the source term to be represented as $f(t)R(x, t)$ and proved the stability of determining the time-dependent factor $f(t)$ from the one-point observation $\{u(x_0, t)\}_{t \in (0, T)}$. This year, I finished the revision of the paper containing the above result and it was published in a journal.

In the study of determining the weight function μ , I cooperated with Dr. Zhiyuan Li to consider the equation with derivatives of distributed order and non-homogeneous boundary values and prove the uniqueness in determining μ . Concerning this result, we are now preparing for submission.

B. 発表論文

1. K. Fujishiro and M. Yamamoto: "Approximate controllability of fractional diffusion equations by interior control", Appl. Anal. 93 (2014), no.9, 1793-1810.
2. K. Fujishiro and Yavar Kian: "Determination of time dependent factors of coefficients in fractional diffusion equations", MCRF, 6 (2016), 251-269.
3. K. Fujishiro: "Approximate controllability of fractional diffusion equations by Dirichlet boundary control", Submitted.
4. K. Fujishiro: "Non-homogeneous boundary value problems for fractional diffusion equations in L^2 -setting", arXiv: 1501.01483.
5. K. Fujishiro: "Approximate Controllability, Non-homogeneous Boundary Value Problems and Inverse Source Problems for Fractional Diffusion Equations", 東京大学博士論文 (2015).

C. 口頭発表

1. "Approximate controllability for fractional diffusion equations", International Conference on Inverse Problems and Related Topics 2012, Southeast University, 中国, 2012年10月.

2. “Approximate controllability for fractional diffusion equations”, Seoul-Tokyo Conference on Elliptic and Parabolic PDEs and Related Topics, Korea Institute for Advanced Study, 韓国, 2012 年 11-12 月.
3. “Approximate controllability of fractional diffusion equations by interior control”, 逆問題とその周辺分野に関するミニワークショップ, 東京大学大学院数理科学研究科, 2013 年 3 月.
4. “Approximate controllability of fractional diffusion equations by interior control”, The 6th Pacific RIM Conference on Mathematics 2013, 札幌コンベンションセンター, 日本, 2013 年 6-7 月.
5. “Non-homogeneous boundary value problems for fractional diffusion equations and their approximate controllability”, International Workshop on Inverse Problems and Regularization Theory, Fudan University, 中国, 2013 年 9 月.
6. “Approximate controllability of fractional diffusion equations by boundary control”, Recent progress for mathematical and numerical analysis of inverse problems, Centre International de Rencontres Mathématiques, フランス, 2014 年 5 月.
7. “Mathematical analysis for anomalous diffusion phenomena via fractal calculus—forward problems, inverse problems, control problems and related results”, Séminaire GOMS, Aix-Marseille Université, フランス, 2014 年 6 月.
8. “Determination of source term in fractional diffusion equations”, Seoul-Tokyo Conference on Applied Partial Differential Equations: Theory and Applications, Korea Institute for Advanced Study, 韓国, 2014 年 12 月.

松岡 拓男 (MATSUOKA Takuo)

A. 研究概要

E_n 代数のコシユール双対性への応用を念頭に、安定 $(\infty, 1)$ 圏の filtration の概念を導入したが、

その理論に於ける基本的結果の幾つかをより簡単に導出する事に成功し、基礎理論の簡素化を行う事が出来た。

局所定値 factorization 代数らのなす $(\infty, 1)$ 圏は、多様体の圏の上の層をなす事を示したが、この層を orbifold らの圏上に拡張する層の具体的な記述を与えた。更に、その記述を用いる事で、局所微分同相写像による局所定値 factorization 代数の引き戻しが簡潔に記述できる事を示した。また、局所定値 factorization 代数らが $(\infty, 1)$ 圏の層をなす事実、及びそれに繋がる一連の基本的結果について、従来より簡潔な証明も与える事が出来た。

代数の「高次理論」について、既に一般的かつ基本的な「高次理論」の構成法が得られているが、更なる発展を模索する中で、更に多種の一般的な構成法についての構想を得るに至った。種々の構成法を完成させるとともに、それらの意義を明らかにしていく事をつぎなる課題として設定した。

Previously, I have introduced the notion of filtration on a stable infinity 1-category for the purpose of applications for the study of the Koszul duality for E_n -algebras. Concerning this, I have succeeded in deriving some of the fundamental results in a simpler manner than before, and could simplify the basic theory as a result.

Previously, I have proved that the infinity 1-categories formed by locally constant factorization algebras form a sheaf on the category of manifolds. Concerning this, I have given a concrete description of the extension of this sheaf to a sheaf on the category of orbifolds. Moreover, I have shown that this description leads to a simple description of the pull-back of a locally constant factorization algebra by a local diffeomorphism. I have also found new and simpler proofs of the fact that locally constant factorization algebras form a sheaf of infinity 1-categories, as well as the series of fundamental results which have led to this.

I had already obtained several fundamental general constructions of “higher theories” of algebra. Concerning this, in the attempt of developing the theory further, I have developed ideas

for further general constructions of “higher theories”. To complete those constructions as well as to clarify their uses has been set as the next goals of my research.

B. 発表論文

1. T. Matsuoka: “Koszul duality for locally constant factorization algebras”, *Serdica Math. J.* **41** (2015) 369–414.

C. 口頭発表

1. Higher coherence and higher theories of algebraic structures. 第 43 回変換群論シンポジウム、姫路、2016 年 11 月 17 日から 19 日
2. Higher coherence and a generalization of higher categorified algebraic structures. ホモトピー論シンポジウム、広島、2016 年 11 月 12 日から 14 日
3. Higher theories of algebraic structures. *Workshop on applications of higher category theory to arithmetic and geometry*, 中央大学、2016 年 8 月 2 日
4. Koszul duality for factorization algebras. *Bousfield classes form a set: a workshop in memory of Tetsusuke Ohkawa*, 名古屋大学、2015 年 8 月 28 から 30 日
5. Koszul duality for factorization algebras and extended topological field theories 1, 2. 空間の代数的・幾何的モデルとその周辺、信州大学、2015 年 8 月 18 日から 20 日
6. Koszul duality for filtered algebras, 東北大学代数幾何学セミナー、2014 年 11 月 14 日。
7. Koszul duality for E_n -algebras and the topological chiral homology, *Novel Vantage of Arithmetic and Derived Geometry — Integrable systems, Koszul duality and non \mathbf{A}^1 -homotopy invariant motive theory —* 中央大学、2014 年 10 月 10–11 日
8. Factorization algebras and the Koszul duality, in *Algebraic Methods in Quantum Field Theory*, a mini-symposium in

the International Conference “*Mathematics Days in Sofia*”, Sofia, Bulgaria, July 7–10, 2014.

9. On the Koszul duality for E_n -algebras and factorization algebras, *Topology and Field Theory Seminar, University of Notre Dame*, 2014 年 4 月 29 日

D. 講義

1. Introduction to topological field theories: in Mathematics and String Theory Seminar at Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (IPMU), The University of Tokyo. 26, 27 October, 2016. 位相的場の理論に関する入門的講義（集中講義）
2. ∞ 圏とその応用: 第 3 回代数的トポロジー信州春の学校、信州大学、2015 年 3 月 4 日から 6 日、岩成 勇氏（東北大学准教授、当時）と共に講師を担当。 ∞ 圏の理論の基礎と応用を概説した。（集中講義）

松本 雄也 (MATSUMOTO Yuya)

A. 研究概要

K3 曲面の数論幾何的性質を調べている。昨年度から研究していた K3 曲面の自己同型の延長可能性に関する論文を完成させ投稿した（論文 2）。

微分形式に 1 の原始 m 乗根倍 ($m \neq 1, 2, 3, 4, 6$) で作用する自己同型をもつ K3 曲面は退化しないことを見出し、発表しプレプリントを公開した（発表 1–4, 論文 1）。

I am interested in K3 surfaces, in particular their arithmetic properties.

I submitted a paper on extendability of automorphisms of K3 surfaces.

I found out that a K3 surface does not degenerate if it admits an automorphism that acts on the global 2-forms by a primitive m -th root of unity with $m \neq 1, 2, 3, 4, 6$.

B. 発表論文

1. Y. Matsumoto: “Degeneration of K3 surfaces with non-symplectic automorphisms”, preprint. ([arXiv:1612.07569](https://arxiv.org/abs/1612.07569))

2. Y. Matsumoto: “Extendability of automorphisms of K3 surfaces”, submitted. (arXiv:1611.02092)
3. C. Liedtke and Y. Matsumoto: “Good reduction of K3 surfaces”, submitted. (arXiv:1411.4797v2)
4. Y. Matsumoto: “Good reduction criterion for K3 surfaces”, Math. Z. **279** (2015), no. 1, 241–266. (arXiv:1401.1261)
5. Y. Matsumoto: “K3 曲面の良い還元の判定法について：アナウンスメント (Good reduction criterion for K3 surfaces: an announcement)”, Algebraic Number Theory and Related Topics 2013, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B53** (2015), 95–102.
6. Y. Matsumoto: “Good reduction criterion for K3 surfaces”, 東京大学博士論文, 2014.
7. Y. Matsumoto: “On good reduction of some K3 surfaces related to abelian surfaces”, Tohoku Math. J. (2) **67** (2015), no. 1, 83–104. (arXiv:1202.2421)
8. Y. Matsumoto: “On good reduction of some K3 surfaces (announcement)”, Algebraic Number Theory and Related Topics 2011, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B44** (2013), 111–113.

C. 口頭発表

1. Degeneration of K3 surfaces and automorphisms, 野田シンポジウム, 東京理科大学, 2017/03/22–23.
2. Degeneration of K3 surfaces and automorphisms, New Trends in Arithmetic and Geometry of Algebraic Surfaces, Banff International Research Station, Banff, Canada, 2017/03/12–17.
3. Degeneration of K3 surfaces and automorphisms, Workshop on Fano varieties and Calabi-Yau varieties, 神戸大学, 2017/01/24.
4. Degeneration of K3 surfaces and automorphisms, Workshop on Shimura varieties,

representation theory and related topics, 京都大学, 2016/11/25.

5. The Tate conjecture for K3 surfaces over finite fields [survey], 代数幾何学セミナー, 名古屋大学, 2016/10/24.
6. K3 曲面の自己同型の延長可能性, 代数幾何学セミナー, 京都大学 2016/10/14.
7. K3 曲面の自己同型の延長可能性, 玉原数論幾何研究集会 2016, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016/06/21.
8. K3 曲面の自己同型の延長可能性, 代数幾何学セミナー, 名古屋大学, 2016/05/30.
9. K3 曲面の良い還元について, 代数幾何学セミナー, 名古屋大学, 2016/05/16.
10. Extendability of automorphisms of K3 surfaces,
Séminaire de théorie des nombres de l’IMJ-PRG, Jussieu, Paris, France, 2016/03/14.

宮崎 弘安 (MIYAZAKI Hiroyasu)

A. 研究概要

体 k 上の代数多様体 X (\doteq 多項式の零点集合) の Chow 群は X の部分代数多様体の整数係数の形式的な有限和 (=代数的サイクル) のなす群を、有理同値で割ることで得られるアーベル群である。Chow 群をある種のコホモロジー理論として拡張したものが Bloch の高次 Chow 群 $\text{CH}(X, *)$ である。高次 Chow 群は X の代数的 K 理論やエタールコホモロジーなどの様々な不変量と密接に関係する重要な研究対象である。近年、Binda-Kerz-齋藤により、高次 Chow 群のさらなる一般化が与えられた。代数多様体 X と X 上の有効カルティエ因子 D の組 $\mathcal{X} = (X, D)$ (これをモデュラス対という) に対し、モデュラス付き高次 Chow 群と呼ばれる次数付きアーベル群 $\text{CH}(\mathcal{X}, *) = \text{CH}(X|D, *)$ が定義される。因子 D が自明ならば、これは X の高次 Chow 群と一致する。モデュラス付き高次 Chow 群を用いることで、高次 Chow 群では十分に捉えられなかった代数多様体の数論的な情報を引き出すことが出来る。Kerz-齋藤による有限体上の高次元類体論は重要な応用の 1 つである。前年度に引き続き、モデュラス付き高次 Chow 群の性質に関する研究を行った。前年度は、高

次 Chow 群の最も基本的な性質である \mathbb{A}^1 -ホモトピー不変性を cube 不変性と呼ばれる性質に一般化した。本年度は、cube 不変性を応用して、モデュラス付き高次 Chow 群の基本的な性質を研究し、以下の成果を得た： k を正の標数 p をもつ体とする。このとき、 k 上のモデュラス対 $\mathcal{X} = (X, D)$ に対し、 \mathbb{A}^1 -ホモトピー不変性

$$\mathrm{CH}(\mathcal{X}, *) \otimes \mathbb{Z} \left[\frac{1}{p} \right] \xrightarrow{\cong} \mathrm{CH}(\mathcal{X} \times \mathbb{A}^1, *) \otimes \mathbb{Z} \left[\frac{1}{p} \right]$$

が成り立つ。ここで $\mathcal{X} \times \mathbb{A}^1 := (X \times \mathbb{A}^1, D \times \mathbb{A}^1)$ と定める。さらに $\mathrm{CH}(\mathcal{X}, *) \otimes \mathbb{Z} \left[\frac{1}{p} \right]$ は有効カルティエ因子 D の重複度に依存しない。この結果から、正標数の体上において、モデュラス付き高次 Chow 群の最も興味深い情報は p 冪ねじれ部分群であることがわかる。前年度の結果と上記の結果を博士論文としてまとめ提出し、博士の学位を得た。

また、モデュラス付き高次 Chow 群に対する Suslin の移動補題の一般化に関する甲斐亘氏との共同研究を論文にまとめて公表した。

The Chow group of an algebraic variety over a field k is defined as the free abelian group generated by closed subvarieties of X modulo rational equivalence. The Chow group is generalized to Bloch's higher Chow group $\mathrm{CH}(X, *)$, which is a kind of cohomology theory. The higher Chow group is an important and fundamental object which has close relationships with algebraic K -group, étale cohomology group and so on.

Recently, Binda-Kerz-Saito defined a generalization of the higher Chow group. For a pair $\mathcal{X} = (X, D)$ of an algebraic variety X and an effective Cartier divisor D on X (called a *modulus pair*), they defined a graded abelian group $\mathrm{CH}(\mathcal{X}, *) = \mathrm{CH}(X|D, *)$ called the higher Chow group with modulus. If D is trivial, then it coincides with the higher Chow group of X . Using the higher Chow group with modulus instead of the higher Chow group, we can capture much arithmetic information of algebraic varieties. One of the striking applications is Kerz-Saito's higher dimensional class field theory over finite fields.

Last year, I generalized \mathbb{A}^1 -homotopy invariance, which is the most fundamental property

of the higher Chow group, to a property called cube invariance. This year, I continued to study properties of the higher Chow group with modulus. Using cube invariance, I obtained the following result: Let k be a field of positive characteristic p . Then, for any modulus pair $\mathcal{X} = (X, D)$ over k , \mathbb{A}^1 -homotopy invariance

$$\mathrm{CH}(\mathcal{X}, *) \otimes \mathbb{Z} \left[\frac{1}{p} \right] \xrightarrow{\cong} \mathrm{CH}(\mathcal{X} \times \mathbb{A}^1, *) \otimes \mathbb{Z} \left[\frac{1}{p} \right]$$

holds, where $\mathcal{X} \times \mathbb{A}^1 := (X \times \mathbb{A}^1, D \times \mathbb{A}^1)$. Moreover, $\mathrm{CH}(\mathcal{X}, *) \otimes \mathbb{Z} \left[\frac{1}{p} \right]$ is independent of the multiplicity of the effective Cartier divisor D . This result suggests that over a field of positive characteristic, the most interesting part of the higher Chow group with modulus is its p -primary torsion subgroup. I have submitted Ph.D thesis on the above results, and finished the doctor course.

Also, I wrote a preprint with Wataru Kai on a modulus-theoretic generalization of Suslin's moving lemma of algebraic cycles.

B. 発表論文

1. H. Miyazaki: "Special Values of Zeta Functions of Singular Varieties over Finite Fields via Bloch's Higher Chow Groups", 東京大学修士論文
2. H. Miyazaki: "高次 Chow 群を用いた有限体上の多様体のゼータ関数の特殊値の記述: サーベイ", Algebraic Number Theory and Related Topics 2013 B53, 103-115.
3. H. Miyazaki: "モデュラス対の一般化と応用について", to appear in Algebraic Number Theory and Related Topics 2015.
4. H. Miyazaki: "Cube invariance of higher Chow groups with modulus", 東京大学博士論文
5. W. Kai and H. Miyazaki: "Suslin's moving lemma with modulus", Preprint, arXiv:1604.04356.

C. 口頭発表

1. Special values of zeta functions of singular varieties over finite fields via Bloch's higher

Chow groups, 代数学コロキウム, 東京大学
数理科学研究科, 2013 年 5 月.

2. 高次チャウ群を用いた有限体上の多様体の
ゼータ関数の特殊値の記述, 代数的整数論
とその周辺 2013, 京都大学数理解析研究所
420 教室, 2013 年 12 月.
3. Special values of zeta functions of singular
varieties over finite fields via higher Chow
groups, Séminaire Autour des Cycles
Algébriques, Institute de Mathématiques
de Jussieu, フランス, 2014 年 10 月.
4. Special values of zeta functions of singular
varieties over finite fields via higher Chow
groups, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学
西早稲田キャンパス, 2014 年 11 月.
5. On moving algebraic cycles with modulus
of bounded degree, 第 14 回広島仙台整数
論集会, 広島大学理学部東広島キャンパス,
2015 年 7 月.
6. On moving algebraic cycles with modulus
of bounded degree, レギュレーター in ニセ
コ 2015, ヒルトンニセコビレッジ, 2015 年 9
月.
7. On moving algebraic cycles with modulus
of bounded degree, 代数的整数論とその周
辺 2015, 京都大学数理解析研究所, 2015 年
11-12 月.
8. Cube invariance of higher Chow groups
with modulus, 第 15 回仙台広島整数論集
会, 東北大学理学研究科青葉山キャンパス,
2016 年 7 月.
9. An invariance property of higher Chow
groups with modulus and its applications,
日本数学会・2016 年度秋季総合分科会, 関
西大学千里山キャンパス, 2016 年 9 月.
10. Cube invariance of higher Chow groups
with modulus (講演予定), 国際研究集会
Motives in Tokyo, 2017 東京大学駒場キャン
パス, 2017 年 2 月.

博士課程学生 (Doctoral Course Students)

学振 DC1,2 : 日本学術振興会・特別研究員 DC

FMSP コース生 : 数物フロンティア・リーディング大学院プログラムコース生

☆ 3 年生 (Third Year)

荒野 悠輝 (ARANO Yuki)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

De Commer–Freslon–Yamashita による離散量子群の中心的近似性質/剛性, および等価な概念である Popa–Vaes, Neshveyev–Yamashita, Ghosh–Jones らによるテンソル圏の近似性質/剛性は, 部分因子環論との関連も含めて, 重要な分野となってきた. 私は, 昨年度に引き続き, このような性質について調べた. 特に, q -変形の Drinfeld double の表現論を推し進めることによって, 私の以前の結果である $SU_q(2n+1)$ の表現圏の性質 (T) を拡張し, 高階の単純コンパクト Lie 群の q -変形の表現圏が性質 (T) を持つことを示した. また, Tim de Laat 氏, Jonas Wahl 氏との共同研究において, テンソル圏の Howe–Moore 性を導入し, q -変形についてこの性質を示した.

Central approximation/rigidity properties of discrete quantum groups introduced by De Commer–Freslon–Yamashita and approximation/rigidity property of tensor categories introduced by Popa–Vaes, Neshveyev–Yamashita and Ghosh–Jones have attracted great attentions of operator algebraists, especially with the relation to subfactors. From last year, I studied these properties for representation categories of q -deformations. In particular, by studying representation theory of Drinfeld doubles, I proved property (T) for the representation category of a q -deformation of a compact simple Lie group of higher rank, generalizing my earlier result on property (T) for the representation category of $SU_q(2n+1)$. In the collaboration with Tim de Laat and Jonas Wahl, we introduced the Howe–Moore property for tensor category and proved it for the representation category of a q -deformation of a compact simple Lie group.

B. 発表論文

1. Y. Arano : “Maximalization of Quantum Group Equivariant Hilbert C^* -modules”, master thesis.
2. Y. Arano : “Unitary spherical representations of Drinfeld doubles”, to appear in Journal für die reine und angewandte Mathematik.
3. Y. Arano and Y. Kubota : “A categorical perspective on the Atiyah–Segal completion theorem in KK-theory”, arXiv:1508.06815.
4. Y. Arano and K. De Commer: “Torsion-freeness for fusion rings and tensor C^* -categories”, arXiv:1511.07982.
5. Y. Arano and Y. Kubota : “Compact Lie group actions with continuous Rokhlin property”, Journal of Functional Analysis, 272(2017), no. 2, 522 -545.
6. Y. Arano and S. Vaes : “ C^* -tensor categories and subfactors for totally disconnected groups”, Operator Algebras and Applications, The Abel Symposium 2015, Springer, 2016, pp. 1-43.
7. Y. Arano : “Comparison of unitary duals of Drinfeld doubles and complex semisimple Lie groups”, to appear in Communications in Mathematical Physics
8. Y. Arano, T. de Laat and J. Wahl : “Howe–Moore type theorems for quantum groups and rigid C^* -tensor categories”, arXiv:1605.08658

C. 口頭発表

1. Unitary representations of Drinfeld doubles, C^* -algebra seminar, University of Oslo, ノルウェー, 2016 年 2 月.

2. Compact Lie group actions with continuous Rokhlin property, Operator algebra seminar, KU Leuven, ベルギー, 2016 年 6 月.
3. Unitary representations of Drinfeld doubles, Séminaire d'Algèbres d'Opérateurs, Université Paris Diderot, フランス, 2016 年 6 月.
4. Unitary representations of Drinfeld doubles, Workshop "Von Neumann Algebras", Hausdorff Research Institute for Mathematics, ドイツ, 2016 年 7 月.
5. C^* -tensor categories and subfactors for totally disconnected groups, 作用素環セミナー, 九州大学, 2016 年 8 月.
6. Torsion-freeness for fusion rings and tensor C^* -categories, 第 51 回関数解析研究会, 草津, 2016 年 8 月.
7. Representation theory of Drinfeld doubles, "Recent Developments in Operator Algebras", RIMS, 2016 年 9 月.
8. C^* -tensor categories and subfactors for totally disconnected groups, 作用素環セミナー, 東京大学, 2016 年 10 月.
9. Representation theory of Drinfeld doubles, Topological quantum groups and Hopf algebras, IMPAN, ポーランド, 2016 年 11 月.
10. Torsion-freeness for fusion rings and tensor C^* -categories, KOAS, RIMS, 2016 年 12 月.

伊藤 涼 (ITO Ryo)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は, 次の反応拡散方程式を考えた.

$$u_t = u_{xx} + h(b(x))(1-u)u \quad x \in \mathbf{R}, t > 0.$$

ここで, $\gamma \mapsto h(\gamma)$ は非負値連続関数で, $b(x)$ は周期 $L > 0$ の正値周期関数である. この方程式は外来生物の侵入モデルを記述している. t は時刻, x は位置, u は外来生物の個体数密度, $h(b(x))$ が外来生物の内的自然増加率 (intrinsic growth

rate), すなわちこの場合は個体数密度が非常に小さい場合の増加率を表している.

この方程式は, 一定の時間間隔では解の波面の形状を変えずに進む進行波と呼ばれるタイプの解を持つことが知られている. さらに, 様々な速度の進行波が存在すること, またそれらの進行波の速度のうちで最小のもの (以下, これを「最小速度」と呼んで $c^*(h(b(x))) > 0$ で表す) が生態学への応用上の観点から最も重要であることが示されている. 具体的には, $c^*(h(b(x)))$ はコンパクトな台をもつ解の波の広がり速度 (spreading speed) と一致することが 2002 年の Weiberger の結果や, 2005 年の Berestycki et al によって証明されている. 生態学の観点からいえば, 波面の広がり速度とは, 外来生物の侵入速度に他ならない. 本年度は, 環境パラメータ $b(x)$ を特定の制約条件の下でいろいろ変えて, $c^*(h(b(x)))$ を最小化あるいは最大化する変分問題を考えた.

In this year, we consider the equation $u_t = u_{xx} + h(b(x))(1-u)u$, $x \in \mathbf{R}$, where $\gamma \mapsto h(\gamma)$ is a nonnegative continuous function and $b(x)$ is a periodic function. In some sense, $b(x)$ represents a controllable parameter and the function $\gamma \mapsto h(\gamma)$ describes how the intrinsic growth rate of u depends on the parameter b . It is known that there exists a nonnegative number $c^*(h(b))$ such that the travelling wave with average speed c exists if and only if $c \geq c^*(h(b))$. We study minimizing problems and maximizing problems of the minimal speed $c^*(h(b))$ by varying $b(x)$ under the constraint $\frac{1}{L} \int_0^L b(x) dx = \alpha$, where α is a given positive constant. We prove the existence of minimizers and maximizers of the minimal speed, but it turns out that the minimizers for certain choices of h do not exist in the class of functions but also in the space of Young measures. This means that the minimizing sequence exhibits indefinitely rapid oscillations. Similarly oscillation appear in the maximizing problems as we let the spatial period L of b tend to 0. We give sufficient condition on the occurrence and non-occurrence such oscillation. As far as we know, this work gives the first application of Young measures to travelling waves.

B. 発表論文

1. R. Ito: “Analysis of the minimal traveling wave speed via the methods of Young measures”, submitted.

C. 口頭発表

1. A minimizing problem associated with the minimal speed, 応用解析 夏の学校, 群馬, 2016年8月.
2. Rearrangement of Young measure and its applications, 応用解析 夏の学校, 群馬, 2016年8月.
3. Mathematical Description of Disordered Structures in Crystal, study group, 東京, 2015年8月.
4. Young measures and extended variational problem, 応用解析 秋の学校, 群馬, 2014年10月.
5. Young measure and its applications, 応用解析 夏の学校, 群馬, 2013年8月.
6. Γ -convergence through Young measures, 応用解析 夏の学校, 群馬, 2013年8月.

梅崎 直也 (UMEZAKI Naoya)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年は無限体上射影的で滑らかな代数多様体上の構成可能複体の特性類について研究した。加藤と斎藤により予想された構成可能複体の ε 因子の捻り公式を証明することができた。この公式は構成可能複体とその滑らかな層による捻りの ε 因子の差を特性類により記述するものである。またこの公式の応用として、固有射による押し出しと特性類の間の整合性を証明できた。

In this year, we studied the characteristic class of a constructible complex over a smooth projective variety over a finite field. We proved the twist formula of the ε -factor of constructible complexes which is conjectured by Kato and Saito. This formula describes the difference of the ε -factor of a constructible complex with its twist by a smooth sheaf in terms of the characteristic class. As a corollary of this formula,

we prove the compatibility with proper push-forward of characteristic class.

B. 発表論文

1. N. Umezaki, E. Yang and Y. Zhao: “Characteristic class and the ε -factor of an étale sheaf”, submitted
2. N. Umezaki: “A uniform bound for the order of monodromy”, *Mathematical Research Letters* **23** (2016) 3, 929–937

C. 口頭発表

1. epsilon-factor と特性サイクル
Langlands and Harmonic Analysis, 熱海温泉 旅館 芳泉閣, 2017年3月
2. エタール層の分岐と特性サイクル
ラングランズと調和解析, 九州大学, 2016年3月
3. The characteristic cycle of an étale sheaf
Berkeley-Tokyo Winter School, University of California, Berkeley, 2016年2月
4. 志村多様体の基礎
整数論サマースクール 2015, 青森アップランド, 2015年8月
5. 有限体上の関数体上のガロワ表現の有限性について
玉原数論幾何研究集会 2015, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015年6月
6. 数論幾何と分岐
新日鐵住金先端技術研究所, 2014年8月
7. Fake annuli について
玉原数論幾何研究集会 2014, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2014年6月
8. Fundamental groups in arithmetic geometry
Séminaire de Mathématiques, IHES, France, 2013年11月
9. perfectoid spaces IV (weight monodromy 予想への応用について)
玉原数論幾何研究集会 2013, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2013年6月

10. Grothendieck のモノドロミー定理について
第 18 回代数学若手研究会, 大阪大学, 2013
年 3 月

オオタニ ユウ (OTANI Yul)

A. 研究概要

共同研究者谷本溶氏 (University of Rome Tor Vergata) と代数的場の量子論におけるエンタングルメント・エントロピーの研究を行った。Split 条件を満たす Möbius 共編局所ネットにおいて、空間とエネルギーで正則されたエントロピー量の定義をあげた。それらが有限であることを証明し、共形ハミルトニアン固有空間の次元よっての評価も上げた。それらの結果は雑誌 “Annales de Henri Poincaré” に投稿し、かつ私の博士論文としても投稿した。

Together with Yoh Tanimoto (University of Rome Tor Vergata) we researched the concept of entanglement entropy in the context of algebraic quantum field theory. Considering a Möbius covariant local net satisfying the split property, we gave definitions for entropic quantities with regularizations in space and energy. We showed those are finite (under certain nuclearity conditions) and gave some estimates in terms of the dimensions of the eigenspaces of the conformal Hamiltonian. The results were submitted to the journal “Annales de Henri Poincaré” and were also submitted as my doctoral thesis.

B. 発表論文

1. The factorization theorem of Dixmier and Malliavin, 関数解析研究会, エスポールみやぎ (宮城県仙台市), 2012 年 8 月.
2. Deformation quantization, 関数解析研究会, 中沢ヴィレッジ (群馬県吾妻郡草津町), 2013 年 9 月.
3. A Supersymmetric model in AQFT (after Buchholz and Grundling), 東大作用素環セミナー, 東京大学数理科学研究科棟, 2014 年 5 月.

4. Deformation in QFT, 関数解析研究会, せせらぎ街道の宿たかお (岐阜県郡上八幡), 2014 年 8 月.
5. Deformation in quantum field theory. Oberseminar Deformationsquantisierung, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Germany. 2015 年 7 月.
6. Warped convolutions for the Klein-Gordon field, Young Researchers Symposium of the International Congress on Mathematical Physics, Santiago, Chile. 2015 年 7 月.
7. Nuclearity in AQFT and related results. 作用素環セミナー, 東京大学, 2015 年 12 月.
8. Entanglement entropy in algebraic quantum field theory. KOAS, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 1 月.

大矢 浩徳 (OYA Hironori)

(学振 DC2)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は捻り写像 (twist map) と呼ばれる冪単部分群, 冪単胞体の座標環の同型写像の量子類似を, 双対標準基底との関連から研究した. 冪単部分群, 冪単胞体とは半単純代数群のある部分代数多様体であり, これらの座標環の量子類似は De Concini, Kac, Procesi らにより導入されている. 双対標準基底とはこれらの量子座標環における特別な基底であり, 特にその積構造は量子座標環のみならず圏化を介して他の数学的対象の “構造” を反映する対象として深く調べられてきた. 本研究の目的は, 非自明な代数写像である捻り写像を双対標準基底の積構造の対称性を見る道具とするために, まずそれらと双対標準基底との整合性を調べることにある. 捻り写像としては 2 種類, “Fomin-Zelevinsky 型” のもの (FZ 捻り写像と呼ぶ) と “Berenstein-Fomin-Zelevinsky 型” のもの (BFZ 捻り変換と呼ぶ) を扱った. なお, 前者は冪単部分群の座標環の間の同型であり, 後者は冪単胞体の座標環の自己同型である. 以下が本年度得られた成果である.

- (1) Lenagan-Yakimov により導入された FZ 捻り写像の量子類似が双対標準基底の間の全

単射を導くことの証明. および, 量子 FZ 捻り写像によるある種の量子幕単小行列式の像の具体的な記述. (木村嘉之氏との共同研究)

- (2) 一般の幕単胞体の座標環の量子類似における BFZ 捻り変換の類似の構成, およびそれが双対標準基底を保つことの証明. (木村嘉之氏との共同研究)
- (3) Geiß-Leclerc-Schröer は (量子でない)BFZ 変換を彼らの加法的圏化を用いて記述したが, (2) で構成した量子 BFZ 捻り変換もその記述の量子類似を持つことの証明. 特に, 量子 BFZ 捻り変換が量子団単項式を保つことの証明. (木村嘉之氏との共同研究)
- (4) 量子 BFZ 捻り変換を用いた Chamber Ansatz 型公式の導出.

以上の内容は博士論文としてまとめた.

さらに藤田直樹氏と共同で Schubert 多様体の Newton-Okounkov 凸体について研究を行った. Schubert 多様体の Newton-Okounkov 凸体はその非常に豊富な直線束と, 関数体の付値を与えることにより定まる凸体であり代数的, 幾何的情報を持っている. 本研究ではある 2 種類の異なる付値から定まる Newton-Okounkov 凸体が本質的に同じものである (具体的なアフィン変換で移りあう) ことを証明した.

From the basis-theoretic viewpoint, I have studied quantum analogues of the isomorphisms, called the twist maps, between the coordinate algebras of unipotent subgroups or unipotent cells. Unipotent subgroups and unipotent cells are subvarieties of a semisimple algebraic group, and quantum analogues of the coordinate algebras of these varieties have been introduced by De Concini, Kac and Procesi. There are specific bases of these quantized coordinate algebras, called the dual canonical bases. The dual canonical bases have attracted a lot of attention because they reflect “structures” of other mathematical objects via categorification. The main aim of this research is to study the compatibility between the quantum analogues of twist maps and the dual canonical bases in order to use these maps as tools for investigating the “symmetries” of the dual canon-

ical bases. I have dealt with two kinds of twist maps, that is, “Fomin-Zelevinsky twist maps (henceforth FZ-twist maps)” and “Berenstein-Fomin-Zelevinsky twist automorphisms (henceforth BFZ-twist automorphisms)”. The FZ-twist maps are isomorphisms between the coordinate algebras of unipotent subgroups and the BFZ-twist automorphisms are automorphisms of the coordinate algebras of unipotent cells. The following are our main results obtained in this research.

- (1) The quantum FZ-twist maps, defined by Lenagan-Yakimov, give bijections between the dual canonical bases of quantum unipotent subgroups. The images of certain unipotent quantum minors under the quantum FZ-twist maps have been explicitly described. (Joint work with Yoshiyuki Kimura)
- (2) The quantum analogues of BFZ-twist automorphisms on arbitrary quantum unipotent cells are constructed. They induce permutations on the dual canonical bases. (Joint work with Yoshiyuki Kimura)
- (3) The quantum BFZ-twist automorphisms, constructed in (2), have the description as a quantum analogue of Geiß-Leclerc-Schröer’s presentation of (non-quantum) BFZ-twist automorphisms in terms of additive categorification. In particular, the quantum BFZ-twist automorphisms preserve “quantum cluster monomials”. (Joint work with Yoshiyuki Kimura)
- (4) The quantum analogues of the “Chamber Ansatz formulae” are obtained by using the quantum BFZ-twist automorphisms.

The above results are summarized as my Ph.D. thesis.

In collaboration with Naoki Fujita, we have studied the Newton-Okounkov bodies of Schubert varieties. A Newton-Okounkov body of a Schubert variety is constructed from a very ample line bundle on it with a valuation on its function field. It is known that the Newton-Okounkov body inherits information about algebraic and geometric properties of a Schubert

variety and a very ample line bundle on it. In this research, we have proved that the Newton-Okounkov bodies of a Schubert variety associated with specific two kinds of valuations coincide through an explicit affine transformation.

B. 発表論文

1. H.Oya: “The Chamber Ansatz for quantum unipotent cells”, preprint arXiv:1702.00383, submitted.
2. Y.Kimura and H.Oya: “Twist automorphisms on Quantum unipotent cells and Dual canonical bases”, preprint arXiv:1701.02268, submitted.
3. N.Fujita and H.Oya: “A comparison of Newton-Okounkov polytopes of Schubert varieties”, preprint arXiv:1610.08783, submitted.
4. Y.Kimura and H.Oya: “Quantum twist maps and dual canonical bases”, preprint arXiv:1604.07748, submitted.
5. H.Oya: “Representations of quantized coordinate algebras via PBW-type elements”, Osaka J. Math., to appear.
6. H.Oya: “A naive construction of irreducible representations of the quantized function algebra $\mathbb{C}[SL_n]_v$ ”, 東京大学修士論文 (2014).

C. 口頭発表

1. Twist maps on quantum unipotent cells and the Chamber Ansatz, Oberseminar Algebra, ケルン大学, ドイツ, 2016年10月.
2. Quantum twist maps and dual canonical bases, 表現論と非可換調和解析をめぐる諸問題, RIMS, 2016年6月.
3. Quantum twist maps and dual canonical bases, 第4回つくばフレッシュマンセミナー, 筑波大学, 2016年6月.
4. On some reducible representations of the quantized coordinate algebras, 第21回代数学若手研究会, 奈良女子大学, 2016年3月.

5. Representations of quantized coordinate algebras via PBW-type elements, 神戸可積分系セミナー, 神戸大学, 2016年1月.
6. Representations of quantized function algebras and the transition matrices from Canonical bases to PBW bases, 第3回つくばフレッシュマンセミナー, 筑波大学, 2015年7月.
7. Representations of quantized function algebras and the transition matrices from Canonical bases to PBW bases, Algebraic Lie theory and Representation theory 2015, 岡山いこいの村, 2015年6月.
8. The representations of quantized function algebras and the transition matrices between Canonical bases and PBW bases, 日本数学会 2015年度年会, 明治大学, 2015年3月.
9. A construction of irreducible representations of the quantized function algebra $\mathbb{C}[SL_n]_v$, 第17回代数群と量子群の表現論 (RAQ2014), 一般財団法人 富山勤労総合福祉センター呉羽ハイツ, 2014年6月.
10. 量子座標環 $\mathbb{C}[SL_n]_v$ の既約表現の素朴な構成について, 第19回代数学若手研究会, 信州大学, 2014年2月.

折田 龍馬 (ORITA Ryuma)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

閉シンプレクティック多様体上のハミルトン力学系における非可縮な周期軌道の存在、特に Gürel 予想について研究した。Gürel 予想は Conley 予想の変種であり、「閉シンプレクティック多様体上の任意のハミルトニアンは、非可縮周期軌道を少なくとも1つ持てば、無限に多くの非可縮周期軌道を持つ」ということを主張している。Gürel 予想はまず Gürel 自身によって多様体が symplectically atoroidal な場合に示され、その後 Ginzburg と Gürel によって toroidally monotone な場合にまで拡張されている。前年度私は、両者に当てはまらない多様体であるトーラス \mathbb{T}^{2n} に

ついて Gürel 予想が正しいことを示した。そこで本年度は、以上の先行研究の拡張を行った。すなわち、基本群が virtually abelian 群か \mathbb{R} 群である場合に、symplectically aspherical な多様体について Gürel 予想が正しいことを示した。さらに、同様の条件を満たす基本群を持つ monotone な多様体に対しても成り立つことを示した。

I studied the existence of non-contractible periodic trajectories in a Hamiltonian dynamics on closed symplectic manifolds, especially, the Gürel conjecture. The Gürel conjecture is a variant of the Conley conjecture, and asserts that every Hamiltonian on closed symplectic manifolds has infinitely many non-contractible periodic trajectories, provided that the Hamiltonian has a non-contractible periodic trajectory. The conjecture was proved for symplectically atoroidal manifolds by Gürel herself, and then generalized for toroidally monotone manifolds by Ginzburg and Gürel. In the last year, I showed that the conjecture holds for tori \mathbb{T}^{2n} , which are neither symplectically atoroidal nor toroidally monotone. In this year, I generalized the above results. Namely, I proved that the Conley conjecture is still true for symplectically aspherical manifolds whose fundamental groups are either virtually abelian groups or \mathbb{R} -groups. Moreover, I proved that the same holds for monotone manifolds under the same conditions on their fundamental groups.

B. 発表論文

1. R. Orita: “On the existence of infinitely many non-contractible periodic trajectories in Hamiltonian dynamics on closed symplectic manifolds”, 東京大学博士論文, 2017.
2. R. Orita: “Non-contractible periodic orbits in Hamiltonian dynamics on tori”, Preprint 2016.
3. M. Kawasaki and R. Orita: “Computation of annular capacity by Hamiltonian Floer theory of non-contractible periodic trajectories”, Preprint 2015.
4. R. Orita: “The Morse–Bott inequalities

for manifolds with boundary”, to appear in Tokyo J. Math.

C. 口頭発表

1. 閉シンプレクティック多様体上のハミルトン力学系における無限個の非可縮周期軌道の存在について, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2017 年 1 月.
2. 閉シンプレクティック多様体における非可縮なハミルトン周期軌道の無限個存在問題について, 接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺, 金沢大学, 2017 年 1 月.
3. Non-contractible periodic orbits in Hamiltonian dynamics on tori, 幾何学セミナー, 首都大学東京, 2016 年 6 月.
4. Non-contractible periodic orbits in Hamiltonian dynamics on tori, Workshop on Symplectic Geometry and Physics, Tohoku University, Japan, May 2016.

川口 徳昭 (KAWAGUCHI Noriaki)

A. 研究概要

位相的力学系の擬軌道追跡性について研究を行った。特に擬軌道追跡性を定量化する量的擬軌道追跡性, さらにそれを局所化する量的擬軌道可追跡点の概念を導入し考察した。量的擬軌道追跡性が, カオス的な力学系の一特性である初期値鋭敏性との組み合わせによってエントロピー点の豊富な存在を保証することを証明した。鍵となる技術的な補題として擬軌道による短絡の補題 (shortcut lemma) を導入した。最近の Morales のアイデアにしたがって量的擬軌道可追跡点を定義しその基本的な諸性質を証明するとともに関連するいくつかの例を構成することによって擬軌道追跡性の定量的かつ局所的な考察の基礎を固めた。また Morales の二つの問いに対する解答を与えた。さらにカオスや同程度連続性との関連で量的擬軌道可追跡点についての考察を進めた。カオス的な諸性質との関わりにおいて, ある量的擬軌道可追跡点がエントロピー点で近似されるための十分条件を与えた。また鎖同値性による分解のアイデアを元に全シフト及び加算器を用いて鎖回帰的な量的擬軌道可追跡点の局所的な性質を記述した。

I studied the shadowing property of topological dynamical systems. Especially, I introduced the notion of quantitative shadowing property and quantitative shadowable points, and examined the implications of them. I proved that a quantitative shadowing property combined with the sensitivity implies the abundance of entropy points. As a key ingredient of the proof, a technical lemma called as a ‘shortcut lemma’ was introduced. Following the recent idea of Morales, I defined the notion of quantitative shadowable points. By giving basic properties and examples related to them, I provided a basis for studying the shadowing property from a local and quantitative viewpoint. Also, I answered two questions asked by Morales. I extended the study on the (quantitative) shadowable points in relation to chaos and equicontinuity. I gave some sufficient conditions for a quantitative shadowable point to be approximated by an entropy point, each of which corresponds to a definition of chaos. By using a method of chain decomposition, in terms of the full shift and the odometers, I gave a detailed description of local features of interior points in the set of shadowable points, under the assumption of chain recurrence.

B. 発表論文

1. N. Kawaguchi : “Entropy points of continuous maps with the sensitivity and the shadowing property”, *Topol. Appl.* **210** (2016) 8–15.
2. N. Kawaguchi : “Quantitative shadowable points”, *Dynamical Systems* (2017), published online.
3. N. Kawaguchi : “Properties of shadowable points: chaos and equicontinuity”, to appear in *Bulletin of the Brazilian Mathematical Society, New Series*.

C. 口頭発表

1. 初期値鋭敏性, 擬軌道追跡性に関する, 位相的エントロピーが正であるための十分条件, RIMS 研究集会 力学系とその関連分野の連携探索, 京都大学, 2016 年 6 月.

2. Quantitative shadowing property, shadowable points, and local properties of topological dynamical systems, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2017 年 1 月.

川島 夢人 (KAWASHIMA Yumehito)

A. 研究概要

修士課程において Braid 群の homology 表現について研究し, 博士課程では組みひもの Nielsen-Thurston 型について Braid 群の homology 表現などを用いて研究している。

I studied about the homological representation of the braid groups in Master course and study about Nielsen-Thurston types of braids using the homological representations of the braid groups.

B. 発表論文

1. Y. Kawashima: “Linearity of the mapping class groups of punctured surfaces of genus zero with boundary”, Master’s thesis, University of Tokyo, 2014.

ガンツォージ バタザヤ (Gantsooj Batzaya) (FMSP コース生)

A. 研究概要

Suppose that $1 \leq l < k$ integers and ξ is a real number such that $1, \xi^l, \xi^k$ are linearly independent over the rational numbers. It is known by Davenport and Schmidt that the uniform exponent of simultaneous approximation to $(1, \xi^l, \xi^k)$ by rational numbers with the same denominator is at most $(\sqrt{5} - 1)/2$, when $(l, k) = (1, 2)$. Lozier and Roy proved that the uniform exponent of simultaneous approximation to $(1, \xi^l, \xi^k)$ by rational numbers is at most $2(9 + \sqrt{11})/35$ for $(l, k) = (1, 3)$. The proof of Lozier-Roy’s theorem consists of three steps, and in my master thesis we studied similar problems for any (l, k) . Our first result is that the uniform exponent of simultaneous approximation to $(1, \xi^l, \xi^k)$ by rational numbers is at most $(\sqrt{(k-1)(k+3)} - (k-1))/2$. This is an extension of easy case of Davenport-Schmidt’s theorem for any (l, k) . Our second result is that $(k-1)(k+2)/(k^2 + 2k - 1)$ gives

an improved upper bound for any odd k . This is regarded as an extension of the first two steps of Lozier-Roy's proof to any odd k .

In this year, we proved that the uniform exponent of simultaneous approximation to $(1, \xi^l, \xi^k)$ by rational numbers is at most $(k^2 - 1)/(k^2 + k - 1)$, when $k \geq 3$. This result is an improved upper bound of our previous result for any even $k \geq 3$. When $k \in \{5, 7, 9\}$, we also have obtained that the uniform exponent of simultaneous approximation to $(1, \xi^l, \xi^k)$ by rational numbers is at most the largest root of polynomial $f_k(x)$, where $f_5(x) = 31x^3 + 120x^2 - 144x + 20$, $f_7(x) = 278x^3 + 171x^2 - 432x + 63$ and $f_9(x) = 983x^3 + 8x^2 - 960x + 144$. The last upper bound is stronger than our previous result for $k \in \{5, 7, 9\}$.

B. 発表論文

1. G. Batzaya: "On simultaneous approximation to a pair of powers of a real number by rational numbers", thesis.
2. G. Batzaya : "On simultaneous approximation to powers of a real number by rational numbers", J. Number Theory, **147**(2015) 141–155.

C. 口頭発表

1. On simultaneous approximation to powers of a real number by rational numbers, Number theory seminar, the University of Tokyo, 2014, May
2. On simultaneous approximation to powers of a real number by rational numbers, Hiroshima Sendai number theory conference, Hiroshima University, 2015, July.

窪田 陽介 (KUBOTA Yosuke)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度に継続して、以下の二種類の研究を行った。まず、 C^* -環への群作用の自由性に対して、同変 Kasparov 圏 $\mathfrak{K}\mathfrak{K}^G$ (対象は可分 G - C^* -環, 射

は同変 KK 群で、合成が Kasparov 積によって与えられる加法圏) の相対ホモロジー代数を調べるホモロジー代数的なアプローチと、コンパクト Lie 群の C^* -環への作用の Rokhlin 性とその変種を調べる力学系的なアプローチの両面から研究を行い、両者を関連付けた。特に、Kirchberg 環への任意の連続 Rokhlin 次元を持つ作用を具体的に構成した。これは荒野悠輝 (東京大) との共同研究である。

第二に、トポロジカル絶縁体の理論の数学的な枠組みについて研究した。ハミルトニアン作用素がスペクトルにギャップを持つとき、ギャップ以下の固有空間への射影は物理量の C^* -環の K_0 群の元を定め、このトポロジーは Hall 伝導度などの物理量と関連付けられる。Altland-Zirnbauer 分類に含まれる 10 種の対称性を含む広いクラスの対称性を持つ系に対して、粗幾何と振れ K 理論の言葉を用いることでトポロジカル相と指数の定式化を行った。また、空間の反転に関する対称性を持つ系に対して、指数の地域にあたる群を決定し、非自明なトポロジーを持つもっとも単純なハミルトニアンの例を与えた。

I continued my study of the following two topics. First, I studied freeness of the group actions on C^* -algebras, from both homological-algebraic (that is, the relative homological algebra of the equivariant Kasparov category $\mathfrak{K}\mathfrak{K}^G$ (the additive category whose objects are separable G - C^* -algebras, morphisms are equivariant KK-groups and composition is given by the Kasparov product)) and dynamical (that is, the Rokhlin property and its variations) and relate them. In particular, I constructed explicit examples of compact Lie group actions on Kirchberg algebras with an arbitrary continuous Rokhlin dimension with commuting towers. This is a joint work with Yuki Arano (Univ. Tokyo).

Second, I studied a mathematical framework for topological insulators. When the Hamiltonian operator has a spectral gap, the spectral projection corresponding to the gap determines an element of the K_0 -group of the algebra of observables, which is related to some physical quantities such as the Hall conductance. For quantum systems with a general symmetry of

quantum mechanics containing 10 symmetries in the Altland–Zinbauer classification, I introduced the notion of topological phases and the bulk and edge indices by using notions in coarse geometry and twisted K-theory. Moreover, for systems with reflection symmetry, I determined the range of these indices and constructed a simple example of Hamiltonian with nontrivial topology.

B. 発表論文

1. Y. Kubota, *The joint spectral flow and localization of the indices of elliptic operators*, *Annals of K-theory*, **1**, 1 (2016), 43 – 83.
2. Y. Arano and Y. Kubota, *A categorical perspective on the Atiyah-Segal completion theorem in KK-theory*, preprint.
3. Y. Kubota, *Notes on twisted equivariant K-theory for C*-algebras*, *International Journal of Mathematics*, **27**, 6 (2016).
4. Y. Kubota, *Controlled topological phases and bulk-edge correspondence*, *Communications in Mathematical Physics* (2016).
5. Y. Arano and Y. Kubota, *Compact Lie group actions with the continuous Rokhlin property*, *Journal of Functional Analysis*, **272**, no. 2 (2016), 522 – 545.

C. 口頭発表

1. An operator algebraic approach to topological phases I, II, スペクトル・散乱 松本シンポジウム, 信州大学, 松本 2017 年 1 月 7-8 日.
2. Classification of topological phases via coarse topology, IGA/AMSI Workshop: Topological Matter, Strings, K-theory and related areas, アデレード大学, アデレード (オーストラリア), 2016 年 9 月 26 日.
3. Compact Lie group actions on C*-algebras with the continuous Rokhlin property, 作用素環論の最近の進展, 京都, 2016 年 9 月 12 日.

4. Twisted equivariant K-theory and topological phases, Spectral theory of novel materials, マルセイユ (フランス), 2016 年 4 月 19 日.
5. Controlled topological phases and bulk-edge correspondence I, II, Mathematical Approach to Topological Phases in Spintronics, AIMR, 2015 年 10 月 5-6 日.
6. Topological phases via coarse geometry, Group actions and metric embeddings, RIMS, 京都 2015 年 9 月 10 日.
7. A categorical approach to Atiyah-Segal completion theorem, 日本数学会年会, 明治大学, 東京 2015 年 3 月 23 日.
8. The Atiyah-Segal completion theorem in KK-theory: a categorical approach, The Second China-Japan Conference on Non-commutative Geometry and K-Theory, 那覇 2014 年 10 月 4 日.
9. The joint spectral flow and localization of the indices of elliptic operators, トポロジーシンポジウム, 東北大学, 仙台 2014 年 7 月 27 日.
10. A generalization of the spectral flow, FMSP 交流会, 東京大学, 東京 2014 年 7 月 19 日.

CLINET Simon (クリネ シモン)

A. 研究概要

I have been studying statistical inferences for various semi-martingales applied to the modelling and the describing of the micro-structural effects in finance. My first work deals with an extension model of the standard exponential Hawkes process, that we call a doubly stochastic Hawkes process (DSHP) by analogy with the doubly stochastic Poisson process. In a word, a point process N is a DSHP if its underlying stochastic intensity satisfies the equation

$$\lambda(t) = \nu_t + \int_0^{t-} a_s e^{-b_s(t-s)} dN_s.$$

$\theta_t = (\nu_t, a_t, b_t)$ is called the time-varying parameter of the process, and may be random.

Under suitable regularity conditions on θ , it is possible to show that there exists an asymptotically normal estimator for the integrated value $\Theta = T^{-1} \int_0^T \theta_s ds$ in the high-frequency (infill) asymptotics. After the introduction of the model and the main theoretical results, we made use of such an extension to study seasonal and purely stochastic effects in the market order flow of stocks on various financial venues.

My second project deals with a very popular topic in financial econometrics although its result may appear quite theoretical in flavor. It discusses the possibility of designing efficient estimators of the integrated volatility $\Sigma = \int_0^T \sigma_s^2 ds$ of an Ito process X (often used to model the log-price of some stock on a market) in the context of noisy observations. Assuming that at given times t_1, \dots, t_n , we observe

$$Z_{t_i} = X_{t_i} + \epsilon_{t_i},$$

where ϵ_{t_i} is a noise term independent of the process X and of variance ω^2 , one natural question that arises is the following : do exist estimators of Σ ? Many papers have positively answered that question. In fact, more can be said : first, the optimal convergence rate is in $n^{-1/4}$. Second, the optimal variance in the Central Limit Theorem is commonly conjectured to be $V = 8\omega T^{1/2} \int_0^T \sigma_s^3 ds$. In my second project, we adapt two popular estimators, namely the Quasi-Maximum Likelihood Estimator (QMLE) and the Realized Kernels (RK) and show that they can be made almost efficient in the sense that they can be made asymptotically normal with asymptotic variance within the interval $(V, V + \epsilon]$ for any $\epsilon > 0$. We conjecture that some adaptations in the method would lead to efficient estimators, but for the sake of clarity we have preferred the former approach as it makes no difference from a practical point of view. The method has been then used on tick-by-tick financial data to document the impact on real situations.

B. 発表論文

1. Clinet, S. and Yoshida, N., Statistical Inference for Ergodic Point Processes

and Application to Limit Order Book. *Stochastic Processes and Their Applications* (2016)

2. Clinet, S. and Potiron, Y., Statistical inference for the doubly stochastic self-exciting process. *arXiv:1607.05831v2* (2017)
3. Clinet, S. and Potiron, Y., Efficient asymptotic variance reduction when estimating volatility in high frequency data. *arXiv:1701.01185* (2017)

C. 口頭発表

1. Quasi Likelihood Analysis for ergodic point processes, IMS-APRM : The 4th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting, Chinese University of Hong Kong, 2016 年 06 月 30 日.
2. Efficient asymptotic variance reduction when estimating volatility in high frequency data, Keio University econometrics workshop, Institute of Economic Studies. 2016 年, 11 月 22 日.
3. Statistical inference for the doubly stochastic self-exciting process and application to the market order flow, Workshop on Portfolio dynamics and limit order books (Co-organizer). Ecole Centrale Paris, France. 2016 年, 12 月 12 日.
4. Statistical Inference for Ergodic Point Processes and Application to Limit Order Book, Keio University, Job Market Paper Presentation, Department of Economics. 2017 年, 1 月 25 日.
5. Statistical inference for the doubly stochastic self-exciting process, ASC2017: Asymptotic Statistics and Computations, 東京大学数理科学研究科, 2017 年 1 月 31 日.

齋藤 俊輔 (SAITO Shunsuke)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度は Fano 多様体上の標準計量の存在問題について研究を行った。

昨年度に引き続き高橋良輔氏 (東北大) と共同で反標準的 balanced 計量の存在問題について研究した。我々は 'F 安定性' なる安定性を定義し、次のような成果を得た: (1) 反標準的 balanced 計量が存在するならば F 安定である; (2) 漸近的 Chow 安定ならば漸近的 F 安定である; (3) 一様 K 安定ならば漸近的 F 安定である; (4) 漸近的 F 半安定ならば K 半安定である。副産物として Calabi 型汎関数の下限評価を得た。これは S. Donaldson による Calabi 汎関数の下限評価の Fano 多様体における類似である。

満洲俊樹氏により導入された一般化された Kähler-Einstein 計量の存在問題について研究を行った。Y. Yao によればトーリック Fano 多様体に対しては、一般化された Kähler-Einstein 計量の存在と相対 Ding 安定性は同値である。そこでトーリック Fano 多様体に対して、相対 Ding 半安定性が相対 K 安定性を導くことを示した。四ツ谷-Zhou の計算結果を組み合わせることで 18 個ある 3 次元トーリック Fano 多様体の内の 6 個が相対 Ding 不安定であり、したがって一般化された Kähler-Einstein 計量を許容しないことがわかった。残る 12 個については真に安定か否かをチェックしている所である。

I have studied the existence problems of canonical metrics on Fano manifolds.

I have continued the study on the existence problem of anti-canonically balanced metrics with R. Takahashi (Tohoku Univ.). We have defined 'F-stability' and obtained the following: (1) the existence of anti-canonically balanced metrics implies F-stability; (2) asymptotic Chow stability implies asymptotic F-stability; (3) uniform K-stability implies asymptotic F-stability; (4) asymptotic F-semistability implies K-semistability. As a byproduct, we also get lower bound estimates on Calabi like functionals. This is an analogue of S. Donaldson's lower bound estimates on Calabi functionals.

I have investigated the existence problem of

generalized Kähler-Einstein metrics introduced by T. Mabuchi. According to Y. Yao, the existence of generalized Kähler-Einstein metrics on toric Fano manifolds is equivalent to relative Ding stability. I have proved that on toric Fano manifolds, relative Ding semistability implies relative K-stability in toric sense. Combining this with the computation due to Yotsutani-Zhou, I have shown that six out of eighteen toric Fano threefolds are relatively Ding unstable, and hence do not admit generalized Kähler-Einstein metrics. The rest of them is under investigation.

B. 発表論文

1. S. Saito: "On the vanishing of the holomorphic invariants for Kähler-Ricci solitons" Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. Volume 90, Number 3 (2014), 57-59.
2. A. Futaki, S. Honda and S. Saito: "Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence" To appear in Asian J. Math., arXiv:1509.03862.
3. S. Saito and R. Takahashi: "Stability of anti-canonically balanced metrics" arXiv:1607.05534, submitted.

C. 口頭発表

1. Fano 多様体上の標準計量の存在問題, 第 11 回城崎新人セミナー, 城崎総合支所, 2 月, 2014 年.
2. On the existence problem of Kähler-Ricci solitons, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 4 月, 2014 年.
3. On the Futaki's type invariants for Kähler-Ricci solitons, 第 20 回複素幾何シンポジウム, 信州菅平高原プチホテルゾントック, 11 月, 2014 年.
4. On the vanishing of the modified Futaki invariants, 日本数学会 2015 年度年会, 明治大学, 3 月, 2015 年.
5. Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence, 微分幾何・トポロジーセミナー, 慶應大学, 1 月, 2016 年.

6. Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence, 東工大幾何セミナー, 東京工業大学, 1月, 2016年.
7. Fano 多様体上に anti-canonically balanced 計量が存在するための障害, 日本数学会 2016 年度年会, 筑波大学, 3月 2016年.
8. Stability of anti-canonically balanced metrics, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 1月, 2017年.
9. Stability of anti-canonically balanced metrics, 複素幾何と幾何解析, 明治大学, 3月, 2017年.
10. Stability of anti-canonically balanced metrics, The 7th international workshop on differential geometry, 唐津虹の松原ホテル, 日本, 3月, 2017年.

榊原 航也 (SAKAKIBARA Koya)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

基本解近似解法 (Method of Fundamental Solutions, MFS) は, 線型同次偏微分方程式に対するメッシュフリー解法である. MFS という名前は, 近似解を, 領域の外部に特異点を持つ, 考えている偏微分作用素の基本解の線型結合で求めることからきている. MFS は, 差分法や有限要素法と異なって, 領域のメッシュ分割を必要としないため, 計算コストが軽く, その実装も容易である. さらに, ある条件下では, 近似誤差が近似点の個数に関して指数的に減衰することが示されている. 一方で, 誤差の指数減衰という性質は, 数値的に調べられていることが多いが, 数学的に示されている例は限られている. 従って, 本研究の数学側からの目標は, “特異点・近似点を与えた時に, 近似解が一意に存在し, 誤差が指数的に減衰することを示すこと” である. また, この観点に基づき, 信頼のおける数値計算アルゴリズムを提唱することも, 重要な研究テーマである. この観点で, 次に挙げる研究を遂行した. (I) ポテンシャル問題に対して, MFS およびその派生版である双極子法 (Dipole Simulation Method, DSM) の数学解析を行った. 具体的に述べれば, 特異点・近似点を等角写像を用いて配置し, 函数解析の言葉を用いて問題を再定式化

することで, 近似解の一意存在, および誤差の指数減衰を証明した. さらに, MFS の別の定式化として, 重み付き平均条件ならびに仮想点を導入したものを提唱し, その場合の数学解析も行った. この新しい定式化は, Hele-Shaw 問題に対する, 幾何学的構造保存型数値解法を構築する際に必要となるものである. また, 理論の拡張として, 重調和方程式を考え, 重調和函数の Almansi 型分割に基づいた MFS のスキームを考え, 数学解析を行った. (II) 応用研究として, 正則函数の有理函数補間スキーム (Complex Dipole Simulation Method, CDSM), 等角写像の数値計算スキーム, Hele-Shaw 問題に対する幾何学的構造保存型数値計算スキームを提唱した. CDSM は, その名の通り, DSM の複素バージョンを考えることにより得られるものであり, Cauchy の積分表示のある種の離散化のような形に見えるものである. 等角写像の数値計算に対しても, DSM を応用している. 従来の天野の方法では, シンプルな MFS に基づくスキームの構築を行っており, その結果として, 複素数の偏角を計算する必要がある. コンピュータで計算する際には, 偏角の主値しか計算できないので, 正しい値を得るためにはそれなりの工夫が必要となる. 一方で, 我々が提唱した数値計算スキームでは, DSM に基づいているためにこのような困難は生じず, 従来よりも簡潔でありながら, 高精度な数値等角写像を得ることを可能にした. Hele-Shaw 問題は, ポテンシャル問題の移動境界問題として定式化される流体の問題である. そして, その解は周長減少, 面積保存, 重心不変といった幾何学的変分構造を満たすことが知られている. 従って, 数値計算をする際には, それらの性質がある意味で離散的に成り立つことを要請するのは自然であるが, 我々の知る限り, そのような数値計算スキームは今までに存在していない. そこで, 法線速度を計算するのに MFS を用い, 接線速度を計算するのに一様配置法を用いることで, 幾何学的変分構造を漸近的に満たす数値計算スキームを得ることに成功した.

The Method of Fundamental Solutions (MFS) is a meshfree numerical solver for linear homogeneous partial differential equation, in which approximate solution is constructed by a linear combination of fundamental solutions for

the considered problem with singular points being outside the problem region. MFS does not require any mesh generation, therefore its implementation is so easy. Moreover, under some situation, it has been reported that approximation error decays exponentially with respect to the number of approximation points. On the other hand, exponential convergence is observed numerically in many previous studies, and its mathematical analysis has not been done sufficiently so far. Therefore, the goal of the study of MFS from mathematical point of view is to establish the unique existence and exponential convergence of approximate solution under some specific configuration of the singular and collocation points. Simultaneously, it is important to propose efficient algorithm based on the above mathematical analysis. From the viewpoints of the above backgrounds, I have studied the following. (I) For potential problem, I have studied MFS and the dipole simulation method (DSM), which is a variant of MFS, mathematically. Particularly, I have arranged the singular and collocation points by using conformal mapping, and transformed the original problem into the problem on functional analysis. Then, I have proved that an approximate solution exists uniquely, and that an approximation error decays exponentially with respect to the number of approximation points. Moreover, I have modified the conventional scheme of MFS by introducing the weighted average condition and the dummy points. This modification enables us to construct geometrical variational-structure preserving numerical scheme for the one-phase Hele-Shaw problems. I have also considered the biharmonic equation in order to extend the mathematical theory for MFS. I have proposed modified numerical scheme based on Almansi-type decomposition of biharmonic function, and established the unique existence and exponential convergence of approximate solution. (II) I have constructed numerical scheme for interpolation of holomorphic function (Complex Dipole Simulation Method, CDSM), numerical scheme for computing con-

formal mapping, and geometrical variational-structure preserving numerical scheme for the one-phase Hele-Shaw problem. CDSM, which is a complex version of DSM, offers an approximation of holomorphic function in the form of discretization of Cauchy representation formula in some sense. I have also applied DSM to compute conformal mapping numerically. In Amano's method, approximate solution for potential problem is given by the usual MFS. Therefore, we have to compute complex argument, which yields some difficulty in implementing the algorithm. On the other hand, in our numerical scheme, DSM is adopted. Hence, we need not compute complex argument, therefore it is much easier to implement our new numerical scheme. In constructing numerical scheme for the one-phase Hele-Shaw problem, I have used the modified MFS in computing normal velocities, and the uniform distribution method in computing tangential velocities. As a result, I have succeeded to construct geometrical structure-preserving numerical scheme for the one-phase Hele-Shaw problems.

B. 発表論文

1. K. Sakakibara and M. Katsurada : "A mathematical analysis of the complex dipole simulation method", Tokyo J. Math. **38** (2015) 309–326.
2. K. Sakakibara and S. Yazaki : "A charge simulation method for the computation of Hele-Shaw problems", RIMS Kôkyûroku **1957** (2015), 116–133.
3. K. Sakakibara : "Analysis of the dipole simulation method for two-dimensional Dirichlet problems in Jordan regions with analytic boundaries", BIT Numer. Math. **56** (2016) 1369–1400.
4. K. Sakakibara and S. Yazaki : "Method of fundamental solutions with weighted average condition and dummy points", accepted by JSIAM Lett., 4 pp.
5. K. Sakakibara : "Asymptotic analysis of the conventional and invariant schemes for the

method of fundamental solutions applied to potential problems in doubly-connected regions”, accepted by Jpn. J. Indust. Appl. Math., 52 pp.

6. K. Sakakibara : “Mathematical analysis of the method of fundamental solutions with its application to fluid mechanics and complex analysis”, Doctor thesis, 193 pp.
7. K. Sakakibara and S. Yazaki : “Structure-preserving numerical scheme for the one-phase Hele-Shaw problems by the method of fundamental solutions”, submitted revised version.
8. K. Sakakibara : “Method of fundamental solutions for biharmonic equation based on Almansi-type decomposition, submitted.

C. 口頭発表

1. 代用電荷法およびその数値等角写像・非定常問題への応用, Intersection of Pure Mathematics and Applied Mathematics VI, 九州大学伊都キャンパス, 2014年8月.
2. 代用電荷法による Hele-Shaw 問題の数値計算, RIMS 研究集会「新時代の科学技術を牽引する数値解析学」, 京都大学数理解析研究所 4階 420号室, 2014年10月.
3. 代用電荷法および双極子法による複素解析関数の近似, 日本数学解 2015 年度年会, 明治大学駿河台キャンパス, 2015年3月
4. 基本解近似解法の数学解析およびその複素解析・流体力学の応用, 語ろう「数理解析」7月のセミナー芝浦工業大学豊洲キャンパス教室棟 5F505号室, 2016年7月.
5. Asymptotic analysis of the invariant scheme for the method of fundamental solutions applied to potential problems in doubly-connected regions, Czech-Japanese-Polish Seminar in Applied Mathematics 2016, Faculty of Metals Engineering and Industrial Computer Science, AGH University of Science and Technology, Kraków, Poland, September 2016.

6. Almansi 型分割に基づいた重調和方程式に対する基本解近似解法, RIMS 研究集会「現象解明に向けた数値解析学の新展開 II」, 京都大学数理解析研究所 420号室, 2016年10月.

7. Structure-preserving numerical scheme for Hele-Shaw problems by the method of fundamental solutions, International Workshop on the Multi-Phase Flow: Analysis, Modeling and Numerics, 05 Conference Room, 63 Bldg., Nishi-waseda Campus, Waseda University, November 2016.

8. 双極子法による等角写像の数値計算, 2016 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2016年12月.

9. Structure-preserving numerical scheme for the one-phase Hele-Shaw problem by the method of fundamental solutions combined with the uniform distribution method, A3 Workshop on Computational Fluid Dynamics and Numerical Analysis, Novotel Ambassador Hotel, Haewoondae, Busan, South Korea, February 2017.

10. Method of fundamental solutions for biharmonic equation based on Almansi-type decomposition, Third International ACCA-UK/JP Workshop, 58 Prince’s Gate, Imperial College London, United Kingdom, March 2017.

佐藤 僚 (SATO Ryo)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

2次元共形場理論という場の量子論の対称性は、頂点作用素代数と呼ばれる代数系によって記述される。頂点作用素代数が“有理的”な場合、この代数系の表現論から現れる指標関数は対応する理論の1点相関関数と関連しており、モジュラー不変性という顕著な性質を示す。一方、Kac-Wakimoto はモジュラー不変性をもつ非有理的な頂点作用素代数の系列を発見しているが、その場合における非有理的共形場理論との関係性は未だ確立されていない。

私は Kazama-Suzuki コセット構成と呼ばれる手法を介して、上記の Kac-Wakimoto による系列の特別な場合から $N = 2$ 超 Virasoro 代数に付随する非有理性的な頂点作用素超代数を構成し、その表現の指標のモジュラー不変性を示した。これによって得られた頂点作用素超代数は、 C_2 -余有限性を満たさないがモジュラー不変性を示す新たな例を与えており、Y. Zhu, M. Miyamoto および J. Ekeren らによる既存の一般論には含まれない例となっている。

The symmetry of a 2-dimensional conformal field theory (CFT) is described by a certain algebraic structure which is called a vertex operator algebra (VOA). When it is “rational”, character functions of modules over the VOA are related to 1-point correlation functions of the corresponding CFT, and thus they have the modular invariance property. On the other hand, Kac-Wakimoto discovered a family of irrational VOAs which carries the modular invariance property. In this case, an analogous relationship between these VOAs and irrational CFTs has not been established yet.

In our research, we construct the irrational vertex operator superalgebra (VOSA) associated with the $N = 2$ super Virasoro algebra which corresponds to the special case of the Kac-Wakimoto irrational VOAs via the Kazama-Suzuki coset construction. Then we prove the modular invariance property of the character functions of modules over the VOSA. We note that the VOSA does not satisfy the so-called C_2 -cofinite condition and therefore this result is not included in the general theory of C_2 -cofinite VOSAs developed by Y. Zhu, M. Miyamoto, and J. Ekeren.

B. 発表論文

1. “Equivalences between weight modules via $N = 2$ coset constructions”, preprint, arXiv:1605.02343.

C. 口頭発表

1. “Equivalences between logarithmic weight modules via $N = 2$ coset constructions”, 数学特別セミナー, 筑波大学, 2016 年 4 月

2. “Equivalences between logarithmic weight modules via $N = 2$ coset constructions”, Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2016, 長野県上田市 プチホテル ゾンタック, 2016 年 6 月
3. “Non-unitary highest-weight modules over the $N = 2$ superconformal algebra”, 東京無限可積分系セミナー, 東大数理, 2016 年 10 月
4. “ $N = 2$ 超共形代数の認容表現について”, Meeting for Study of Number theory, Hopf algebras and related topics, 富山大学, 2017 年 2 月
5. “On equivalence between $\widehat{\mathfrak{sl}}_2$ and the $N = 2$ superconformal algebra”, Seminar in Representation Theory, Institute of Mathematics (Academia Sinica, Taiwan), 2017 年 2 月

徐路 (XU Lu)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度では振動子の鎖モデルに対しスケール極限に関する研究を行った。微視的な格子空間上のハミルトン系の巨視的挙動は統計物理学の分野における中心的な研究テーマの一つである。一次元振動子鎖モデルはその典型例であり、とくに調和的相互作用を持つ鎖のスケール極限に関する研究は最近進められている。一方、非調和的鎖モデルに関する研究はまだ十分に展開されていない。

本研究では非調和的相互作用を持つ鎖にエネルギー、運動量と長さを同時に保存する確率的摂動を加え、平衡状態の揺らぎのスケール極限を調べた。得られた結果によると、ミクロな確率過程が一様なスペクトルの跳びを満たすとき、その平衡揺動の双曲型スケール極限が線形オイラー方程式の解であることが分った。さらに、一様なスペクトルの跳びが成り立つための十分条件も挙げた。

この研究はパリ大学ドフィーヌ校の Stefano Olla 教授との共同研究である。

This year I start the research on the scaling

limit of a stochastic chain model. The macroscopic behavior of a microscopically defined Hamiltonian system on lattices is one of the central topics in the field of statistical physics. One-dimensional chain of oscillators is a typical example of it, which is widely used to study the heat diffusion in Hamiltonian system. Recently a lot of new progresses are obtained for chain with harmonic interactions, while there is still few mathematically rigorous results on anharmonic model.

We considered an anharmonic chain perturbed by particular noises conserving total energy, momentum and length simultaneously. Due to our result, the hyperbolic scaling limit of its equilibrium fluctuation evolves with linearized Euler equations, provided that a uniform spectral gap holds for the microscopic dynamics. Furthermore, we discussed the sufficient condition for the spectral gap estimate. This is a collaboration with Professor Stefano Olla from Université Paris Dauphine.

B. 発表論文

1. L. Xu : “Central limit theorem for finite and infinite dimensional diffusions in ergodic environments”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B59** (2016) 57–68.
2. L. Xu : “A central limit theorem for stochastic heat equations in random environment”, J. Theoret. Probab. accepted.
3. L. Xu: “An invariance principle for stochastic heat equations with periodic coefficients”, arXiv 1505.03391.
4. L. Xu : “Scaling limits in stochastic heat equation and stochastic chain model”, Doctoral Thesis, The University of Tokyo.

C. 口頭発表

1. A central limit theorem for stochastic heat equation in random environment, stochastic PDE’s, large scale interacting and applications to biology, Université Paris-Sud, FRANCE, 2016 年 3 月.

2. Chain of oscillators perturbed by noise with multiple conservative laws, 確率論ヤングサマーセミナー, 伊勢公民館, 2016 年 8 月.
3. A central limit theorem for stochastic heat equation in random environment, 大規模相互作用系の確率解析, 東京大学数理科学研究科, 2016 年 11 月.
4. Equilibrium fluctuation and spectral gap of a stochastic chain model, Kick off meeting for stochastic analysis on infinite particle systems I, 九州大学 IMI, 2017 年 1 月.
5. 非調和的確率鎖モデルにおける平衡揺動とスペクトルの跳び, 信州大学確率論セミナー, 信州大学理学部, 2017 年 3 月.

G. 受賞

研究科長賞, 東京大学数理科学研究科, 2014 年 3 月.

杉谷 宣紀 (SUGITANI Yoshiki)

A. 研究概要

流体の数値シミュレーションは理工医学の分野で広く応用されており, 基本的には Navier- Stokes 方程式の初期値境界値問題が考えられる事になるが, 現実の複雑な現象を数理モデル化する要求に応じて, 非標準的な境界条件や特異な外力を持つ数理モデルが採用される. 本研究の目的は, それらの数理モデルに対して数学的正当性と, 数値解析手法の提案, および誤差解析を与える事である. 例えば, 胸部大動脈血流のシミュレーションにおいて新たに提案された片側境界条件は, 流出境界上で逆流の可能性を排除する事で非定常問題に対してエネルギー不等式を担保し, それによって安定的な数値シミュレーションが期待されている. 本研究では, 片側境界条件が課された Stokes 方程式に対して, 解の存在と一意性を証明し, 有限要素法による計算手法の提案と誤差解析を行った. その際に, 不等式条件である片側境界条件はそのままでは数値的な扱いが難しいので, 処罰法による近似が導入される. 数値解と厳密解との誤差は, 処罰パラメータを適当に選べば従来の有限要素法と同じ精度で収束する事を確認した.

別の例に, 埋め込み境界法という心臓弁と血液との相互作用からなる血流シミュレーションの為に 1972 年に C. S. Peskin によって提案された数理モデルがある. その特徴は, 弁を流体領域中に埋め込まれた薄膜とみなして, さらに膜の効果をインターフェース条件ではなくデルタ関数を用いた領域全体に働く外力のように取り扱う点にある. 本研究では, 応用研究は非常に多い一方で数学研究は少なかった埋め込み境界法に対して, Stokes 方程式を対象に詳細な数学解析を行った. モデル方程式の解の存在と一意性を証明し, 数値計算の誤差を, デルタ関数の正則化による正則化誤差と正則問題に対する有限要素法による離散化誤差に分けて, 空間次元より小さい p に対する $W^{1,p} \times L^p$ -Sobolev ノルムに対する誤差評価を得た. また, 1995 年に藤田先生らによって提案された, 埋め込み境界法と本質的に同値な定式化に対しても同様の解析を行った. その定式化は, デルタ関数ではなく特性関数を用いたものであり数値計算がより簡単で, 誤差評価もよりスタンダードな $H^1 \times L^2$ ノルムで得ることができる. これらの結果は現在学術雑誌に投稿中である.

Numerical simulations are now widely applied in the field of biomedical engineering. Then, in order to describe complex dynamics of real-world flow problems, we often consider the Navier-Stokes equations modelled with non-standard boundary conditions or singular outer sources. The purpose of my research is giving mathematical validity, algorithm for computation, and error estimates to such models. For example, we proposed the *unilateral boundary condition* as a new outflow bc for blood flow problem in thoracic aorta in order to provide the energy inequality and stable numerical computation. I studied a model Stokes equation imposing the unilateral bc and provided the well-posedness, a finite element approximation, and error estimates. To do so, I introduce a penalty approximation of the unilateral bc for easy implementation. As a result, the error between the exact solution and numerical one converses of same order as usual finite element method.

As another example, we studied the *immersed boundary method*, a method for solving a class

of fluid-structure interaction problems originally proposed by C.S. Peskin to simulate blood flow through artificial heart valves. In the IB method, recognizing the valve as a thin membrane or interface immersed in the fluid domain, the valve effect is described as an outer force defined on a whole domain with the Dirac's delta function, although it is usually described as a moving interface boundary condition. In contrast to the huge number of applications, only a few results are related to theoretical convergence analysis. Therefore, studying a model Stokes problem of the IB method, I derived some theoretical results of well-posedness, $W^{1,p} \times L^p$ error estimates for p smaller than the spacial dimension. In this study, the error was divided into a regularization error and a discretization error, then studied each error separately in detail. Furthermore, I also studied a formulation proposed by Fujita et. al. in 1995, which is essentially equivalent to the IB method. Since this formulation is described with the characteristic function instead of the delta function, we can realize easier computation and obtain error estimates in the standard $H^1 \times L^2$ norm.

B. 発表論文

1. N.Saito, Y.Sugitani and G.Zhou : “Unilateral problem for the Stokes equations: the well-posedness and finite element approximation”, Applied Numer. Math. **105** (2016), 124–147.

C. 口頭発表

1. Finite element approximation for the Stokes equations under a unilateral boundary condition, 日本数学会, 広島大学, 2014 年 9 月.
2. Navier–Stokes 方程式に対するエネルギー保存型の流出条件, 日本流体力学会年会 2014, 東北大学, 2014 年 9 月.
3. A unilateral open boundary value problem for the Stokes equations”, EASIAM 2014 The 10th East Asia Section of SIAM Conference, Pattaya, Thailand, June 2014.

4. Finite element approximation for the Stokes equations under a unilateral boundary condition, ICIAM 2015 The 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Beijing, China, August 2015.
5. 埋め込み境界法の数学的定式化に対する諸注意, 日本応用数理学会, 神戸学院大学, 2016年3月.
6. Some outflow boundary conditions for the Navier-Stokes Equations, ITNG 2016 13th International Conference on Information Technology: New Generations, Las Vegas, USA, April 2016.
7. A remark on the mathematical formulation for the immersed boundary method, EASIAM 2016 The 11th East Asian SIAM Conference 2016, Macau, China, June 2016.
8. 埋め込み境界法の数学的定式化に対する諸注意, 日本数学会秋季総合分科会, 関西大学, 2016年9月.
9. 埋め込み境界法の数学的定式化に対する諸注意, 日本流体力学会年会 2016, 名古屋工業大学, 2016年9月.
10. A remark on the mathematical formulation for the immersed boundary method, RIMS 研究集会: 現象解明に向けた数値解析学の展開 京都大学, 2016年10月.

杉山 聡 (SUGIYAMA Satoshi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Riemann 面の Fukaya 圏の代数的応用について研究した。具体的には、有限次元代数、特に、箭上の関係式付き道代数の Koszul 双対の計算に用いた。実際には、一方向に向きがついた A_n -箭に任意の関係式を与えて得られる関係式付き道代数に対する A_∞ -Koszul 双対の具体的な表式を与えた。この表式は、関係式が 2 次の場合における、Koszul 双対は積構造と関係式的双対性であるという旧来の理解を支持し、2 次以外の関係式を保つ場合への拡張となっている。

We study an application of the Fukaya categories of Riemann surfaces to some algebraic problems. Concretely, we use such Fukaya categories to compute A_∞ -Koszul duals of finite dimensional algebras, especially, the path algebras with relations over quivers. We calculate the concrete formula of A_∞ -Koszul duals of path algebras with arbitrary relations over directed A_n -quivers. The formula supports the classical understandings of Koszul duality for quadratic case that the Koszul duality is the duality over the product structures and relations.

B. 発表論文

1. S. Sugiyama: “On the Fukaya-Seidel categories of surface Lefschetz fibrations”, arXiv preprint arXiv:1607.02263 (2016).
2. S. Sugiyama: “Fukaya categories in Koszul duality theory”, arXiv preprint arXiv:1701.00429 (2017).

C. 口頭発表

1. Fukaya category in the Koszul duality theory, 京都大学表現論セミナー, 京都大学, 2016.09.30.
2. Fukaya categories of Riemann surfaces and Koszul duality, 小研究会「深谷圏 2016」, 千葉大学, 2016.09.12-13.
3. An application of Fukaya categories to the Koszul duality, 第 2 回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 2016.06.12.
4. On geometric Koszul duals of directed higher Koszul algebras, Berkeley-Tokyo Winter School “Geometry, Topology and Representation Theory”, Common Room 1015, Evans Hall, U. C. Berkeley, 2016.02.08.
5. PALF の Fukaya-Seidel 圏について, 金沢 研究集会「接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺」, 2016.01.21.

6. On the Fukaya-Seidel categories of surface Lefschetz fibrations, Primitive Forms, Mirror Symmetry and Related Topics 2014, 京都大学, 2014.12.24-26.
7. 曲面 Lefschetz 束の Fukaya-Seidel 圏について, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2014.12.03.
8. 曲面 Lefschetz 束の Fukaya-Seidel 圏について, 信州トポロジーセミナー, 信州大学, 2014.07.02.
9. 曲面 Lefschetz 束の Fukaya-Seidel 圏について, 名古屋大学幾何学セミナー, 名古屋大学, 2014.04.10.
10. On the Fukaya-Seidel categories of surface Lefschetz fibrations, Primitive forms and related topics, KavliIPMU, 2014.02.12.

鈴木 拓也 (SUZUKI Takuya)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本研究の研究目的は様々な非有界領域が与えられたときに流体の方程式を取り扱うための基礎となる線形理論を整備することである。拡散方程式の平滑化作用を数学的に定量化した解作用素の解析性は特に有界関数空間では線形の場合でも未解決の問題がある。主に次の二つの方程式の解作用素について考察した。

- ストークス方程式 (流体)

$$\begin{cases} v_t - \Delta v + \nabla p = 0, \operatorname{div} v = 0 & \text{in } \Omega \times (0, T) \\ v|_{\partial\Omega} = 0 & \text{on } \partial\Omega \times (0, T) \\ v|_{t=0} = v_0 & \text{on } \Omega. \end{cases}$$

- 4階以上も含む放物型方程式 (不均一媒質での一般の拡散現象)

$$\begin{cases} v_t + \Delta^2 v = 0 & \text{in } \Omega \times (0, T) \\ v|_{\partial\Omega} = \partial_\nu v|_{\partial\Omega} = 0 & \text{on } \partial\Omega \times (0, T) \\ v|_{t=0} = v_0 & \text{on } \Omega. \end{cases}$$

これまでの研究において, 有界関数空間などの端点型空間上で高階楕円型作用素により生成される半群や Stokes 半群の解析性について考察した。発散型高階楕円型作用素により生成される半群について, Kunstmann-Weis(2004), Auscher-Qafsaoui(2000) などにより p がソボレフ臨界指数を超える場合は L^p 最大正則性は成立しないだろうと予想されていたが, 今年度は主にこの問題についてデービスの摂動による方法を用いて考察し予想とは反して適切な仮定のもとで p がソボレフ臨界指数を超える場合でも L^p 最大正則性が成立することを示した。

また, 境界付近での項を加えた BMO 型空間でのストークス半群の時間大域的な挙動についても考察した。

The main purpose of our study is to construct the foundations of the linear problem in order to analyse the partial differential equations which, for example, describe fluid mechanics, especially in end point spaces on various kinds of unbounded domains. We consider semigroups generated by higher order divergence type elliptic operators and the Stokes operators in end point spaces, for example, L^∞ spaces and BMO-type spaces.

- Stokes equations

$$\begin{cases} v_t - \Delta v + \nabla p = 0, \operatorname{div} v = 0 & \text{in } \Omega \times (0, T) \\ v|_{\partial\Omega} = 0 & \text{on } \partial\Omega \times (0, T) \\ v|_{t=0} = v_0 & \text{on } \Omega. \end{cases}$$

- Higher order parabolic equations

$$\begin{cases} v_t + \Delta^2 v = 0 & \text{in } \Omega \times (0, T) \\ v|_{\partial\Omega} = \partial_\nu v|_{\partial\Omega} = 0 & \text{on } \partial\Omega \times (0, T) \\ v|_{t=0} = v_0 & \text{on } \Omega. \end{cases}$$

We have established the Gaussian bounds for the semigroups generated by higher order elliptic operators and we have applied the Gaussian bounds to L^p maximal regularity. It is claimed in Kunstmann-Weis(2004), Auscher-Qafsaoui(2000) that semigroups generated by divergence type operators fails to have L^p maximal regularity when p is larger than the Sobolev

exponent. However, it turns out that the Gaussian bounds of the semigroups generated by higher order divergence type operators for large p provided that the coefficients of the leading terms of the operator has C_{bu} regularity and the boundary of the domain is Lipschitz provided that the Lipschitz constant is small enough where $C_{bu}(\bar{\Omega})$ is the spaces of bounded uniformly continuous functions in $\bar{\Omega}$. Our argument is based on a Davies perturbation, operator theories, and R-boundedness.

B. 発表論文

1. T.suzuki : “Analyticity of semigroups generated by higher order elliptic operators in spaces of bounded functions on C^1 domains”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文, (2014).
2. 鈴木拓也 : “ C^1 級領域上の高階楕円型作用素が有界関数空間で生成する半群の解析性について”, 第 36 回発展方程式若手セミナー報告集, (2014), 77-81.
3. K. Abe, Y. Giga, K. Schade, T. Suzuki : “On the Stokes semigroup in some non-Helmholtz domains”, Archiv der Mathematik, (2015).
4. 鈴木拓也 : “On the Stokes resolvent estimate for cylindrical domains”, 第 37 回発展方程式若手セミナー報告集, (2015), 266-275.
5. K. Abe, Y. Giga, K. Schade, T. Suzuki : “On the Stokes resolvent estimates for cylindrical domains”. J. Evol. Eq., to appear.
6. M. Bolkart, Y. Giga, T. Suzuki : “Analyticity of the Stokes semigroup in BMO-type Spaces”, Journal of the Mathematical society of Japan, to appear.
7. T. Suzuki : “Analyticity of semigroups generated by higher order elliptic operators in spaces of bounded functions on C^1 domains”, Advances in Differential Equations, to appear.

8. M. Bolkart, Y. Giga, Tatsu-Hiko Miura, T. Suzuki, Y. Tsutsui : “On analyticity of the L^p -Stokes semigroup for some non-Helmholtz domains”, Mathematische Nachrichten, to appear.
9. M. Bolkart, Y. Giga, T. Suzuki, Y. Tsutsui : “Equivalence of BMO-type norms with applications to the heat and Stokes semigroups”, Hokkaido University Preprint Series in Math. # 1090 (2016).
<http://eprints3.math.sci.hokudai.ac.jp/2393>.
10. T. Suzuki : “Semigroups generated by higher order elliptic operators and the Stokes operators in end point spaces”, Thesis, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, (2017).

C. 口頭発表

1. Analyticity of semigroups generated by higher order elliptic operators in spaces of bounded functions on C^1 domains, FMSP 卓越拠点院生集中講義, 東京大学, 2014 年 3 月 11 日.
2. C^1 級領域上の高階楕円型作用素が有界関数空間で生成する半群の解析性について, 第 36 回発展方程式若手セミナー, 熊本休暇村南阿蘇, 2014 年 8 月 28 日.
3. Analyticity of semigroups generated by higher order elliptic operators in spaces of bounded functions on C^1 domains, 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会, 広島大学, 2014 年 9 月 25 日.
4. Analyticity of semigroups generated by higher order elliptic operators in spaces of bounded functions on C^1 domains, International Research Training Group 1529 Mathematical Fluid Dynamics, Autumn School and workshop on Fluid Dynamics, Badball, ドイツ, 2014 年 10 月 28 日.
5. Analyticity of semigroups generated by higher order elliptic operators in spaces of bounded functions on C^1 domains, Darmstadt, ドイツ, 2014 年 11 月 4 日.

6. ある L^p ヘルムホルツ分解が成立しない領域上のストークス半群について, 日本数学会 2015 年度春季総合分科会, 明治大学, 2015 年 3 月.
7. C^1 級領域上の有界関数空間での高階楕円型作用素が生成する半群の解析性について, 第 11 回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2015 年 3 月.
8. On the Stokes resolvent estimate for cylindrical domains, 第 37 回発展方程式若手セミナー, 小樽朝里クラッセホテル, 2015 年 8 月.
9. On the elliptic resolvent estimates in spaces of bounded functions, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学, 2016 年 1 月.
10. M. Bolkart, Y. Giga, Tatsu-Hiko Miura, T. Suzuki, Y. Tsutsui, Analyticity of the Stokes semigroups in BMO type spaces Darmstadt, June, 2016.
11. M. Bolkart, Y. Giga, Tatsu-Hiko Miura, T. Suzuki, Y. Tsutsui, Analyticity of the Stokes semigroups in BMO type spaces, 実解析と微分方程式特別セミナー, 東北大学, 2016 年 4 月.

G. 受賞

共著論文 On the Stokes semigroup in some non-Helmholtz domains が論文雑誌 Archiv der Mathematik の Editer's choice に選ばれて Archiv der Mathematik の代表論文となりました。

田中 淳波 (TANAKA Junha)

A. 研究概要

曲面群に同型なクライン群の変形空間の境界における自己接触について研究を始めた。この現象は境界上の表現に対応する双曲多様体から、同表現に代数的に収束する表現列の幾何学的極限である双曲多様体への自然な射影が、“wrap”する、すなわち、ある accidental parabolic に対応する \mathbb{Z} -カスプを $\mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}$ -カスプに巻き付ける場合にその例が知られている。

そこで、wrapping について調べ、境界上の表現が与えられたとき、2つの conformal 境界に isotopy で移せる単純閉曲線を $\mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}$ -カスプ (近傍)

内に持つ幾何学的極限への wrap する自然な射影が存在することの特徴付けを、与えられた表現の像であるクライン群の wrapping を与える accidental parabolic による分解の極限集合の情報で与えた

I started to study self-bumpomnics on the boundary of the deformation space of Kleinian surface groups. The examples which have been known occur only when the natural projection from a hyperbolic 3-manifold corresponding to the representation at the boundary to a geometric limit of a sequence of representations converging algebraically to the representation wraps a \mathbb{Z} -cusp around a $\mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}$ -cusp.

Given a representation at the boundary, I gave the condition of the representation to have the associated geometric limit which has a simple closed curve on its $\mathbb{Z} \oplus \mathbb{Z}$ -cusp homotopic into its two conformal boundaries, and the wrapping natural projection, by using the information of limit sets of decomposed Kleinian groups of the image of the representation along the accidental parabolic to the wrapping.

B. 発表論文

1. 田中淳波: “擬アノソフ類の曲線複体上の安定移動距離と写像トーラスの双曲体積”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2014) .

東條 広一 (TOJO Koichi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

コンパクトクリフォードクライン形の存在問題を研究している。主に次の 2つの問題に取り組んでいる。

1. 無限小化等質空間のコンパクトクリフォードクライン形の存在問題,
2. 簡約型等質空間 G/H に固有かつ余コンパクトに作用する G の簡約部分群の存在問題.

1: 簡約型等質空間 G/H に対し, その無限小化等質空間 G_θ/H_θ が定義される. ここで G_θ, H_θ はそれぞれ G, H のカルタン運動群である. 特に, 既約半単純対称空間 G/H に対して, その無

無限小化等質空間 G_θ/H_θ がコンパクトクリフォードライン形を持つかどうか調べている。今年度は主に、例外型既約半単純対称空間に対する無限小化等質空間について調べた。

2: 簡約型等質空間 G/H に固有かつ余コンパクトに作用する G の簡約部分群 L が存在すれば、 G/H はコンパクトクリフォードライン形を持つことが知られている。 G/H が既約半単純対称空間の場合には、コンパクトクリフォードライン形を持つと現在までに知られている 12 系列は全て、この事実の帰結と捉えられる。そこで、この事実を用いて得られるコンパクトクリフォードライン形はその 12 系列のいずれかに局所同型であるかという自然な問に対して、 G/H は古典型、 L は単純という仮定のもとで肯定的な答えを与えた。用いた手法は余コンパクトとは限らない場合にも適用できるため、非コンパクト性の小さいクリフォードライン形の存在問題にも取り組んだ。

I am studying the existence problem of compact Clifford-Klein forms. I am approaching the following two problems mainly:

1. the existence problem of compact Clifford-Klein forms for tangential homogeneous spaces,
2. the existence problem of reductive subgroups of G acting on a homogeneous space G/H of reductive type properly and cocompactly.

1: For a homogeneous space G/H of reductive type, we can define the tangential homogeneous space G_θ/H_θ . Here G_θ, H_θ are the Cartan motion groups of G, H respectively. I consider whether G_θ/H_θ admits compact Clifford-Klein forms or not in the case when G/H is an irreducible semisimple symmetric space. In this year, I dealt with tangential symmetric spaces for exceptional irreducible semisimple symmetric spaces.

2: For a homogeneous space G/H of reductive type, if there exists a reductive subgroup of G acting on G/H properly and cocompactly, then G/H admits a compact Clifford-Klein form. In the class of irreducible semisimple symmetric spaces, twelve types are known to admit compact Clifford-Klein forms. All of them comes

from the above fact. I studied the conjecture that in the class of irreducible semisimple symmetric spaces, a compact Clifford-Klein form obtained by using the above fact is locally isomorphic to one of the twelve types. I gave an affirmative answer under the condition that G/H is classical type and L is simple. Moreover, I applied the method to the existence problem of Clifford-Klein forms which have a low non-compact dimension.

B. 発表論文

1. 東條広一：“対称空間への固有な作用の存在問題とその制約条件”，東京大学修士論文 (2014)

C. 口頭発表

1. 無限小化等質空間のコンパクトクリフォードライン形の存在問題, 2015 年度表現論ワークショップ, 県民ふれあい会館 (鳥取県立生涯学習センター), 2016 年 1 月.
2. 既約半単純対称空間への固有かつ余コンパクトな作用の存在問題, Actions of Reductive Groups and Global Analysis, 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2016 年 8 月.
3. 低い非コンパクト次元を持つクリフォードライン形の存在について, 2016 年度表現論ワークショップ, 県民ふれあい会館 (鳥取県立生涯学習センター), 2017 年 1 月.
4. 一般化された Hurwitz-Radon 数と Clifford-Klein 形の存在問題の関係について, ワークショップ「行列解析の展開」, 名古屋大学, 2017 年 3 月.

藤内 翔太 (TOUNAI Shouta)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

オーソスキーム複体の CAT(0) 性について研究を行った。 P を階層的半順序集合とする。 P の順序複体の極大面をオーソスキームと呼ばれるユークリッド単体とみなすことで P の順序複体に距離を入れたものを P のオーソスキーム複体と呼ぶ。本研究の目標は P のオーソスキーム

複体の CAT(0) 性の判定法を与えることである。結果として、Gromov による立方体的複体に対する CAT(0) 性の判定法を拡張する形で次を示した: S が局所分配的半束であるとき, S のオーソスキーム複体が CAT(0) であることと S がフラグ半束であることは同値である。

I studied about the CAT(0) properties for orthoscheme complexes. Let P be a graded poset. The orthoscheme complex of P is a metric space obtained from the order complex of P by identifying its maximal faces with certain Euclidean simplices, which is called orthoschemes. The aim of this study is to characterize the condition for P to have CAT(0) orthoscheme complex. As a result, I showed the following as an extension of Gromov's characterization for cubical complexes: A locally distributive semilattice S has CAT(0) orthoscheme complex if and only if S is a flag semilattice.

C. 口頭発表

1. フロベニウス複体のホモトピー型, 組合せ論サマースクール 2014, 山口県山口市, 2014 年 9 月.
2. Homotopy types of Frobenius complexes, Workshop and Seminar on Topological Combinatorics and Related Topics, Kasetsart University, Thailand, 2015 年 1 月.
3. フロベニウス複体のホモトピー型, 組合せ数学セミナー, 東京大学, 2015 年 2 月.
4. フロベニウス複体のホモトピー型, 日本数学会年会, 明治大学, 2015 年 3 月.
5. Orthoscheme complex の CAT(0) 性, 組合せ論サマースクール 2015, 群馬県渋川市, 2015 年 9 月.
6. Orthoscheme complex の CAT(0) 性, Algebraic Topology from Combinatorial Viewpoint, 愛媛県松山市, 2015 年 11 月.
7. CAT(0) properties for orthoscheme complexes, トポロジー火曜セミナー, 東京大学数理科学研究科, 2016 年 9 月.

戸澤 一成 (TOZAWA Kazunari)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

限定継続を扱う計算体系とメタラムダ体系の関係について研究している。

限定継続は継続の一般化概念であり, これを明示的に扱うことで様々な制御構造がより効率的に表現できることが知られている。限定継続は, 継続の範囲を限定する限定子を用いて実現されるが, 計算の各時点において継続演算子の参照する限定子が異なるという意味で, 動的な性質を持つ。λμτ̂p-計算では動的性質を持つ特殊継続変数によって限定子が表現されている。この特殊継続変数の持つ動的性質についてメタラムダ計算を用いて説明を与えた。

メタラムダ計算はメタ変数をオブジェクトを持つようなラムダ計算の拡張であり, 二種類の代入を持つ。一方の代入はテキスト代入と呼ばれ, 動的束縛が生じる。二つの代入は変数のレベルを用いて制御されるが, この変数レベルと特殊継続変数の間には類似性がある。

以上の観点から, 以下のことを行った。

- 既存のラムダ計算との比較が容易であるような, 新たなメタラムダ計算を形式化した。この体系はレベル横断的な計算が可能であり, 合流性が成り立つ。
- 値呼び λμτ̂p-計算に対し, メタラムダ計算への CPS 変換を構成した。これが標準的な意味論である Danvy, Filinski の CPS 変換の分解となっており, CPS 理論について健全かつ完全であることを示した。また, 名前呼び戦略の λμτ̂p-計算についても CPS 変換を構成し, 既存の意味論と一致していることを示した。
- 値呼び λμτ̂p-計算の型体系に対し, contextual modal type theory を用いた型の CPS 変換を構成した。この CPS 変換が型付け, 型付き等号について健全かつ完全であることを示した。

We study the relation between lambda-calculus with delimited control and meta-lambda calculus.

Delimited continuation is a generalization of continuation. First-class delimited continuation enables us to implement many kinds of

control flow more efficiently. Delimited continuation is represented by using control delimiters that delimits the range of continuation. Delimited control has dynamic nature in the sense that the delimiter associated with a control operator changes along the computation. In $\lambda\mu\hat{\text{tp}}$ -calculus, control delimiters are represented by using dynamically-scoped variables. Meta-lambda calculus is an extension of the lambda calculus so as to have meta-variables as objects, and has two kinds of substitutions. One is called textual substitution that may cause dynamic binding. The two kinds of substitutions are distinguished by the level of variables. We observe that there is similarity between the level of variables and dynamically-scoped variables.

By the above observation, we have the following:

- We formalize a new meta-lambda calculus that is easy to compare with existing systems. Our calculus supports level-cross computation and satisfies confluence.
- We give a CPS translation of the call-by-value $\lambda\mu\hat{\text{tp}}$ -calculus to the meta-lambda calculus. It is a piece Danvy and Filinski's CPS translation and we show that our translation is sound and complete with respect to the CPS theory. Moreover we proposed a CPS translation for call-by-name, and the equational theories determined by our translation and the existing translation coincide.
- We extend the CPS translation for call-by-value to the type systems. It establishes the relation between Danvy and Filinski's type system supporting answer-type modification and contextual modal type theory of Nanevski et al.. We show that typed CPS translation is sound and complete with respect to typability and typed equational theories.

C. 口頭発表

1. メタラムダ計算を用いた限定継続への意味付け, Tsukuba Science Seminar, 筑波大学,

2017年1月.

G. 受賞

2013年度数理科学研究科長賞 受賞

難波 時永 (NAMBA Tokinaga)

(学振 DC2)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Caputo の意味での時間微分 ∂_t^α ($0 < \alpha < 1$) を持つ偏微分方程式は、整数階微分を持つ方程式では説明の困難であった現象をよく記述するとして、応用分野を中心に近年多くの注目を集めている。特に、線形の方程式 ($\partial_t^\alpha u - \Delta u = 0$ や $\partial_t^\alpha u + b(t, x) \cdot \nabla u = 0$ など) に対しては、研究領域を超えた、膨大な数の調査結果が報告されている。最近では、非整数階時間微分を持つ非発散型方程式も調査対象となってきている。このような背景を受け、本年度は、粘性解のアイデアに基づく弱解の概念の導入及びその適切性に関する研究を行った。結果として、(1階)Hamilton-Jacobi 方程式及び退化楕円型作用素を主要項に持つ2階方程式に対して、一意に存在する連続な粘性解を定義することに成功した。また、この解は、粘性消去法を含むある安定性を有することも示した。今後は、得られた解の諸性質を明らかにしていくことが課題である。

PDEs with time-fractional derivatives in the Caputo sense ∂_t^α ($0 < \alpha < 1$) have been attracted many attentions in applied fields as they describe phenomena which it had been difficult to explain. In particular, for linear PDEs such as $\partial_t^\alpha u - \Delta u = 0$ and $\partial_t^\alpha u + b(t, x) \cdot \nabla u = 0$, a huge number of results have been reported beyond research fields. Later, there are results for equations of the non-divergence type with Caputo's time-fractional derivatives. Based on such a background, I have investigated the well-posedness for PDEs with Caputo's time-fractional derivatives in the framework of viscosity solutions. More precisely, I defined a continuous viscosity solution for (first order) Hamilton-Jacobi equations and second order PDEs with a degenerate elliptic operator in a principal part. Also, I proved that it exists

uniquely and possesses a certain stability including the vanishing viscosity. The problem in future is to clarify properties of the solution.

B. 発表論文

1. Y. Giga, T. Namba, “Well-posedness of Hamilton-Jacobi equations with Caputo’s time-fractional derivative”, arXiv:1612.05408.
2. N. Hamamuki, A. Nakayasu, T. Namba, “On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems”, *J. Differential Equations* 259 (2015) 66726693.
3. A. Nakayasu, T. Namba, “Stability properties and large time behavior of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations on metric spaces”, arXiv:1602.00530.
4. T. Namba, “Homogenization of Hamilton-Jacobi equations under various conditions”, 東京大学数理科学研究科修士論文.
5. T. Namba, “On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems”, 第 36 回発展方程式若手セミナー報告集.
6. T. Namba, “Homogenization problem for Hamilton-Jacobi equations with state-constraint”, 第 36 回発展方程式若手セミナー報告集.

C. 口頭発表

1. Homogenization of Hamilton-Jacobi equations under various conditions, FMSP 卓越拠点院生集中講義, 東京大学数理科学研究科, 2014 年 3 月 13 日.
2. On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems, 新日鐵住金君津製鉄所工場見学会及び討議会, 新日鐵住金技術開発本部先端技術研究所, 2014 年 8 月 8 日.

3. On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems, 第 36 回発展方程式若手セミナー, 休暇村南阿蘇, 2014 年 8 月 19 日.

4. On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems, 2014 日本数学会秋期総合分科会, 広島大学東広島キャンパス, 2014 年 9 月 25 日.

5. On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems, weekly seminar, *SA PIENZA* University of Rome Department of Mathematics, 2014 年 11 月 14 日.

6. On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学理学部 3 号館 3-309 室, 2014 年 12 月 1 日.

7. 結晶成長における数学理論 - 浜向・中安・難波の研究 (均質化問題) から -, 第 1 回数学活用のための交流会, 新日鐵住金技術開発本部先端技術研究所, 2014 年 12 月 19 日.

8. On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems, 名古屋微分方程式セミナー, 名古屋大学大学院多元数理科学研究科, 2015 年 5 月 18 日.

9. Well-posedness for Hamilton-Jacobi equations with Caputo’s time-fractional derivative, 研究集会「若手のための偏微分方程式と数学解析」, 福岡大学 セミナーハウス・A 室, 2017 年 2 月 17 日.

10. Well-posedness for Hamilton-Jacobi equations with Caputo’s time-fractional derivative, 偏微分方程式の最大値原理とその周辺 2, 北海道大学理学部 4 号館 4-501, 2017 年 3 月 6 日.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 数理科学研究科
長賞 (2014 年 3 月)

野村 亮介 (NOMURA Ryosuke)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

(a) 負の正則断面曲率をもつコンパクト Kähler
多様体への Kähler-Ricci flow の応用:

コンパクト Kähler 多様体 (X, ω) に対し, その
曲率として, Ricci 形式 $\text{Ric}(\omega)$ と正則断面曲率
 $H(\omega)$ が考えられる. この 2 つの曲率の間の直接
的な関係は知られておらず, 一方の曲率の正值
性が他方の正值性を導く, という主張ですら未解
決である. そこで, Ricci 形式が, コホモロジー
類 $-2\pi c_1(K_X)$ を代表することに着目すると, X
の標準束 K_X の正值性と正則断面曲率 $H(\omega)$ の
負値性との関係性はどのようなものかという問
題を考えることができる. これについて, 近年
Wu-Yau および, Tosatti-Yang が次の結果を
得た. つまり, X が, $H(\omega) \leq 0$ なる Kähler 計量
 ω をもつならば, その標準束 K_X は数値的半正
(nef) である. また, $H(\omega) < 0$ なる Kähler 計量
 ω をもつならば, その標準束 K_X は豊富 (ample)
である. これらの定理に対し, Kähler-Ricci flow
を用いた別証明を与えた.

(b) conical Kähler 計量に対する Schwarz の補題:
conical Kähler 計量とは, ある因子に沿って特
定の特異性を持った Kähler 計量のことであり,
近年の Kähler 幾何の進展において重要な役割を
果たしている. この conical Kähler 計量に対し,
Jeffres は体積形式に関する Schwarz の補題を得
た. 今回, この結果を改良・一般化した.

(a) Applications of the Kähler-Ricci flow to a
compact Kähler manifolds with negative holo
morphic sectional curvature:

For a compact Kähler manifold (X, ω) , we can
associate two notions of curvature: the Ricci
curvature $\text{Ric}(\omega)$, and the holomorphic sec
tional curvature $H(\omega)$. The relation between
them is not yet clear. In this direction, re
cently, Wu-Yau and Tosatti-Yang obtained the
following theorems: If X admits a Kähler met
ric with $H(\omega) \leq 0$, then K_X is nef. If X admits

a Kähler metric with $H(\omega) < 0$, then K_X is am
ple. We gave another proof of these theorems
via the Kähler-Ricci flow.

(b) Schwarz lemma for conical Kähler metrics:
Conical Kähler metric is a Kähler metric with
certain singularities along some smooth divisor.
This notion is important in the recent develop
ment of the Kähler geometry. Jeffres showed
the Schwarz lemma for volume forms of conical
Kähler metrics. We generalized this theorem
to general cone angles.

B. 発表論文

1. R. Nomura: “Kähler-Ricci flow on mini
mal surfaces of general type and its con
vergence”, 修士論文.
2. R. Nomura: “Blow-up behavior of the
scalar curvature along the conical Kähler
-Ricci flow with finite time singularities”,
arXiv:1607.03004 [math.DG].
3. R. Nomura: “Schwarz lemma for conical
Kähler metrics with general cone angles”,
arXiv:1610.01975 [math.DG].
4. R. Nomura: “Kähler manifolds with
negative holomorphic sectional cur
vature, Kähler-Ricci flow approach”,
arXiv:1610.01976 [math.DG].

C. 口頭発表

1. Blowup behavior of the scalar curvature
along the conical Kähler-Ricci flow with
finite time singularities, 複素解析幾何学の
ポテンシャル論的諸相, 東京大学, 2016 年 2
月.
2. Blowup behavior of the scalar curvature
along the conical Kähler-Ricci flow, 幾何
学セミナー, 名古屋大学, 2016 年 7 月.
3. Schwarz lemma for Kähler cone metrics,
日本数学会・2016 年度秋季総合分科会, 関
西大学, 2016 年 9 月.
4. Blowup behavior of the scalar curvature
along the conical Kähler-Ricci flow with
finite time singularities, 日本数学会・2016

年度秋季総合分科会, 関西大学, 2016年9月.

5. Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow, Geometry/Topology Seminar, Stony Brook University, 2016年10月.
6. Kähler manifolds with negative holomorphic sectional curvature, Kähler-Ricci flow approach, Séminaire de géométrie et topologie, Université du Québec à Montréal, 2016年10月.
7. Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow, Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016, 2016年11月.
8. Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow, 幾何セミナー, 大阪大学, 2017年1月.

F. 対外研究サービス

1. Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016, 東京大学, 2016年11月10日-13日のオーガナイザー.

林 晋 (HAYASHI Shin)

A. 研究概要

いわゆるトポロジカル物質の理論に数学を応用する研究を行った. 結果として従来のトポロジカル相に対し, ある種 secondary な, 新しいトポロジカル相が存在することを示した. さらにこの新しいトポロジカル相においては, 角 (境界の境界) に局在した波動関数で系の摂動に対してロバストなものが存在することがわかった.

I applied mathematics to topological matters. As a result, I showed that there are “new” topological phases which are secondary compared to conventional topological phases. I also showed that this new topological phase has wave functions localized near the corner (the boundary of the boundary) which are robust against the perturbation of the system.

B. 発表論文

1. S. Hayashi : “Localization of Dirac Operators on $4n+2$ Dimensional Open Spin^c Manifolds, preprint, arXiv1306.0389.
1. S. Hayashi : “Bulk-edge Correspondence and the Cobordism Invariance of the Index, preprint, arXiv:1611.08073.
1. S. Hayashi : “Topological Invariants and Corner States for Hamiltonians on a Three Dimensional Lattice, preprint, arXiv:1611.09680.

C. 口頭発表

1. Atiyah-Singer の指数定理と Dirac 作用素について, 関西低次元トポロジー若手セミナー, 奈良女子大学, 2013年10月.
2. $4n+2$ 次元 Spin^c 開多様体の指数とその特性部分多様体上への局所化, 東工大幾何学セミナー, 東京工業大学, 2013年11月.
3. $4n+2$ 次元 Spin^c 開多様体の指数とその特性部分多様体上への局所化, 大阪大学幾何セミナー, 大阪大学, 2013年12月.
4. $4n+2$ 次元 Spin^c 開多様体の指数とその特性部分多様体上への局所化, 第61回幾何学シンポジウム, 名城大学, 2014年8月.
5. Localization of Dirac Operators on $4n+2$ Dimensional Open Spin^c Manifolds and Its Applications, Friday Seminar on Knot Theory, 大阪市立大学, 2014年10月.
6. Localization of Dirac Operators on $4n+2$ Dimensional Open Spin^c Manifolds and Its Applications, 量子化の幾何学 2014, 早稲田大学, 2014年12月.
7. トポロジカル絶縁体におけるバルクエッジ対応とその K 理論的側面, 信州トポロジーセミナー (信州数理物理セミナーと共催), 信州大学, 2015年1月.
8. トポロジカル絶縁体におけるバルクエッジ対応とその K 理論的側面, 若手非可換幾何勉強会 指数定理の発展と応用, 名古屋大学, 2015年3月.

9. Bordism invariance of indices and the bulk-edge correspondence, Mini-workshop on topological states and non-commutative geometry, AIMR 東北大学, 2015 年 3 月.
10. K 理論とバルクエッジ対応, 神楽坂勉強会「K-理論とトポロジカル絶縁体」, 東京理科大学, 2015 年 5 月.
11. Topological Invariants and Corner States for Hamiltonians on a Three Dimensional Lattice, トポロジー火曜セミナー, 2017 年 1 月 10 日, 東京大学.

G. 受賞

数学・数理学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2016 ベストポスター発表賞 (2016 年 11 月)

林 達也 (HAYASHI Tatsuya)

A. 研究概要

心筋細胞の拍動同期に関する数理モデルについて研究した。心筋細胞の集団において各細胞の拍動が同期する場合、従来は、拍動周期が最も短い細胞の拍動リズムに他の細胞が引き込まれて同期すると考えられていた。しかし、最近の安田研究室の実験では、拍動の揺らぎが最も小さい細胞に同期する、という観測結果が得られた。そこで、本研究では、安田研究室の実験結果を再現する数理モデルとして、統計物理学の基本定理の一つである揺動散逸定理をもとに、心筋細胞の発火と不応期を取り入れた確率微分方程式モデルを構成した。このモデルによる数値シミュレーションを行ったところ、実験的に例外であった 1 例を除いて、理論値と実験値がとてもよく合うことがわかり、拍動揺らぎの小さい細胞に同期する現象の理論的根拠が揺動散逸定理であることを示した。また、このモデルを用いていくつかの数値実験を行った。まず、細胞数とその配置を変えた場合のシステム全体の揺らぎの変化を調べた。結果は、細胞数が比較的少ない段階でシステム全体の揺らぎが中心極限定理からはずれ、心筋細胞の集団が通常独立分布に従うようなアンサンブルとは異なることがわかった。また、基準となる標準的なリズムを持つ単細胞または細胞集団に、何種類かの細

胞を接続した場合のシステム全体の揺らぎの変化を調べた。結果は、たとえ単細胞であっても拍動が安定していれば、相手となる細胞集団は引き込まれて安定な単細胞のリズムに同期することがわかった。ゆえに、モデルから心筋細胞の集団状態の安定化の傾向が再現できた。本研究は、時弘哲治教授、栗原裕基教授 (東京大学医学部)、野村典正准教授 (東京医科歯科大学)、安田賢二教授 (東京医科歯科大学) との共同研究である。

We study a mathematical model for synchronization of cardiomyocytes. It was conjectured for a long time that, in a network of cardiomyocytes, firing of one cardiomyocyte triggers induced firing of the adjacent cardiomyocytes and all the cardiomyocytes start beating synchronously and that the beating rate is tuned to the fastest one. However, recent experiments of Yasuda laboratory have revealed that other cells are not synchronized to the fastest one but the one with the least fluctuation of the beating rhythm. We considered a stochastic phase model for two cardiomyocytes and constructed the phase model on the basis of the experimental data, including refractory periods, stochastic process and weak cell-to-cell interactions which modulate phase variables. An important point is that the stochastic process and the cell-to-cell interaction are correlated through the fluctuation dissipation theorem that gives the relation between fluctuations and linear response to external force. Despite its simplicity, we showed that our model reproduces quite accurately most experimental results for interacting two cardiomyocytes though it has only one free parameter and the other parameters are determined by experiments. Using this model, we performed several numerical experiments. We investigated the dependence of beating rhythm fluctuation on the number of cells and that on the configuration of the networks. We found that in all configurations, fluctuation decreases rapidly with increase of the system size, and the data of fluctuation are considerably deviated from $N^{-1/2}$ and the feature of beating fluctuation is fairly differ-

ent from that of ordinary stochastic ensembles. We examined several configurations of networks composed of cardiomyocytes of various cellular features. We found that even a single stable cardiomyocyte can lower the fluctuation of a network consisting of a number of cardiomyocytes (Joint work with Prof. T. Tokihiro, Prof. H. Kurihara, Prof. F. Nomura and Prof. K. Yasuda).

B. 発表論文

1. T. Hayashi, T. Tokihiro, H. Kurihara, F. Nomura and K. Yasuda, "Community effect of cardiomyocytes in beating rhythms is ruled by stable cells", submitted.
2. T. Hayashi, T. Tokihiro, H. Kurihara, F. Nomura and K. Yasuda, "Integrate and fire model with refractory period for synchronization of two cardiomyocytes", submitted.
3. G. Zhou, T. Hayashi and T. Tokihiro, "A stochastic phase model with reflective boundary and refractory threshold: application to cardiac muscle cell networks and comparison to the conventional model", submitted.

C. 口頭発表

1. Integrate and fire model with refractory period for synchronization of two cardiomyocytes, Computational and Geometric Approaches for Nonlinear Phenomena, Waseda University, Japan, August 2015
2. 2個の心筋細胞の同期現象に関する不応期をもつ積分発火モデル, 応用数理学会 2015 年度年会, 金沢大学, 2015 年 9 月
3. 心筋細胞の同期現象に関する不応期をもつ積分発火モデル, MIMS 共同研究集会「可積分系が拓く現象数理モデル」, 明治大学, 2015 年 11 月
4. 数理モデルによる心筋細胞の集団効果の解析と数理モデルの数学的解析, CREST 第 4 回領域会議, 国立科学博物館, 2016 年 2 月

5. 数理モデルによる心筋細胞の集団効果の解析, 応用数理学会 2016 年研究部会連合発表会, 神戸学院大学, 2016 年 3 月
6. 数理モデルによる心筋細胞の集団効果の解析について, 日本応用数理学会 2016 年度年会, 北九州国際会議場, 2016 年 9 月
7. 繊維芽細胞と相互作用をもつ心筋細胞の数理モデル, CREST 第 5 回領域会議, 日本科学未来館, 2016 年 12 月
8. 心筋細胞の同期モデル, 研究集会「生命動態とその数理」, 松江エクセルホテル東急, 2017 年 2 月
9. 数理モデルによる心筋細胞の集団効果の解析, 日本応用数理学会 2017 年研究部会連合発表会, 電気通信大学, 2017 年 3 月
10. Analysis of the community effect of cardiomyocytes by mathematical modeling, 第 94 回日本生理学会大会, アクトシティ浜松, 2017 年 3 月

増本 周平 (MASUMOTO Shuhei)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

有限生成な 1 階構造のなす可算クラスは, 共埋込可能性 (そのクラスに属する任意の 2 つの構造に対し, 同じくそのクラスに属する別の構造が存在し, 元の 2 つを埋め込むことができる) 及び融合性 (そのクラスに属する 3 つの構造が与えられ, かつそのうちの 1 つが他の 2 つに埋め込まれているとき, 同じくそのクラスに属する別の構造が存在し, 元の 3 つをその関係性を保ったまま埋め込むことができる) を満たすとき Fraïssé クラスと呼ばれる. Fraïssé クラスに対しては, そのクラスに属する構造からなるゼネリックな増大列の帰納極限として与えられる特別な均質可算構造が一意に存在することが知られており, そのクラスの Fraïssé 極限と呼ばれる.

本年度は昨年度に引き続き, この Fraïssé 理論を古典的な離散構造から距離構造に一般化したものの, 作用素環論への応用について研究した. 特に, Jiang-Su 環への応用について研究を進め,

この環が prime dimension drop algebra の機能極限として得られる環の中で単純かつ一意なトレースをもつ唯一のものであることを初等的な別証明を与えた。また, Fraïssé 理論で扱う対象をクラスから圏へと拡張し, 超立方体上の行列値連続関数のなすトレース付き C^* 環とその間の対角化可能な準同型のなす圏が『Fraïssé 圏』でありその極限が UHF 環となることを証明した。

A countable class of finitely generated 1st order structures is called a Fraïssé class if it satisfies the joint embedding property (i.e. any two members of that class can be embedded into another) and the amalgamation property (i.e. given three members of that class such that one of them is simultaneously embedded into the others, one can embed these three members into another while keeping the information of the embeddings). It is known that, for a Fraïssé class, there is a unique countable homogeneous structure obtained as an inductive limit of a generic increasing sequence of members of the class, which is called the Fraïssé limit of that class.

I studied applications of this Fraïssé theory to operator algebras. In particular, an alternative extremely elementary proof of the fact that the Jiang–Su algebra is the unique simple monotracial C^* -algebra among all the inductive limits of prime dimension drop algebras was given. I also generalized Fraïssé theory to a theory of Fraïssé categories and their limits, and showed that a category of tracial C^* -algebras of matrix-valued continuous functions on hypercubes and diagonalizable homomorphisms between them is a Fraïssé class the limit of which is a UHF algebra, and that every UHF algebra can be obtained in this way.

B. 発表論文

1. Shuhei MASUMOTO, *The countable chain condition for C^* -algebras*, Tokyo Journal of Mathematics **38** (2015), 513–522.
2. Shuhei MASUMOTO, *The Jiang–Su algebra as a Fraïssé limit*, to appear in The Journal of Symbolic Logic.
3. Shuhei MASUMOTO, *On a generalized*

Fraïssé limit construction, submitted.

4. Shuhei MASUMOTO, *A Fraïssé theoretic approach to the Jiang–Su algebra*, submitted.

C. 口頭発表

1. *The countable chain condition and tensor products of operator algebras*, 日本数学会年会, 明治大学, 2015 年 3 月.
2. *The countable chain condition and operator algebras*, Differential Geometry Seminar, University of Science and Technology of China, 2015 年 8 月.
3. 「距離空間のモデル理論について」, 第 50 回関数解析研究会, 軽井沢 星の子, 2015 年 9 月.
4. *Dimension drop algebras and the near amalgamation property*, Operator Algebras Seminar, Fields Institute, Canada, 2016 年 2 月.
5. *Fraïssé theory and the Jiang–Su algebra*, 作用素環セミナー, 東京大学大学院理学系研究科, 2016 年 7 月.
6. *Fraïssé theory and the Jiang–Su algebra*, Young Mathematicians in C^* -Algebras, Mathematical Institute at the University of Münster, Germany, 2016 年 7 月.
7. *Fraïssé theory and the Jiang–Su algebra*, 第 51 回関数解析研究会, 草津セミナーハウス, 2016 年 8 月.
8. *Fraïssé theory and the Jiang–Su algebra*, 作用素環論の最近の進展, 京都大学数理解析研究所, 2016 年 9 月.
9. *The Jiang–Su algebra and Fraïssé theory*, 日本数学会秋季総合分科会, 関西大学, 2016 年 9 月.
10. *On a generalized Fraïssé limit construction*, 作用素環セミナー, 東京大学大学院理学系研究科, 2016 年 12 月.

森田 陽介 (MORITA Yosuke)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

等質空間 G/H の開集合を G の作用で貼り合わせて得られる空間 M のことを, G/H を局所的なモデルとする多様体という. 例えば G の離散部分群 Γ が G/H に固かつ自由に作用するとき (または同値なことであるが, 射影 $G/H \rightarrow \Gamma \backslash G/H$ が主 Γ -束になるとき), $\Gamma \backslash G/H$ は G/H を局所的なモデルとする多様体になる. このとき $\Gamma \backslash G/H$ を Clifford–Klein 形, Γ を G/H の不連続群という. M が G/H を局所的なモデルとする多様体のとき, G/H 上の G -不変微分形式を各開集合に制限して G の元の左移動で貼り合わせることで $\eta : \Omega(G/H)^G \rightarrow \Omega(M)$ という準同型が定まる. これはコホモロジー間の準同型 $\eta : H^\bullet(\mathfrak{g}, H; \mathbb{R}) \rightarrow H^\bullet(M; \mathbb{R})$ を誘導する. この準同型 η から, 与えられた等質空間 G/H を局所的なモデルとするコンパクト多様体が存在するための障害が幾つか得られることが知られている.

以前の研究で, 簡約型等質空間 G/H を局所的なモデルとするコンパクト多様体が存在するためには, Lie 環の相対コホモロジーの間の準同型 $i : H^\bullet(\mathfrak{g}, H; \mathbb{R}) \rightarrow H^\bullet(\mathfrak{g}, K_H; \mathbb{R})$ が単射でなければならないことが分かっていた (論文 [1]). 本年度の研究では, この準同型 i が単射になるための簡単な必要十分条件を不変式論の言葉で与えた. 証明には, Lie 環の相対コホモロジー $H^\bullet(\mathfrak{g}, H; \mathbb{R})$ が Weil 代数の転入写像から定まる pure Sullivan 代数のコホモロジー $H^\bullet(\Lambda P_{\mathfrak{g}^*} \otimes (S\tilde{\mathfrak{h}}^*)^H, -\delta_{\tau_{\mathfrak{g}, \mathfrak{h}}})$ に同型である, という H. Cartan, C. Chevalley, J.-L. Koszul, A. Weil らの結果を用いる. 応用として, 小林俊行が 1989 年に述べた「rank $G - \text{rank } K < \text{rank } H - \text{rank } K_H$ を満たす簡約型等質空間 G/H はコンパクトな Clifford–Klein 形を持たない」という予想の証明が得られた.

A manifold M is said to be locally modelled on a homogeneous space G/H if it is covered by open sets that are diffeomorphic to open sets of G/H and their transition functions are locally in G . For instance, if a discrete subgroup Γ of G acts properly and freely on G/H (or equivalently, if the projection $G/H \rightarrow \Gamma \backslash G/H$ is a principal Γ -bundle), then $\Gamma \backslash G/H$ becomes

a manifold locally modelled on G/H . In this case, $\Gamma \backslash G/H$ is called a Clifford–Klein form and Γ a discontinuous group for G/H . If M is a manifold locally modelled on a homogeneous space G/H , we can define a differential graded algebra homomorphism $\eta : \Omega(G/H)^G \rightarrow \Omega(M)$ by patching G -invariant differential forms on open sets of G/H by left translations by elements of G . This induces a homomorphism $\eta : H^\bullet(\mathfrak{g}, H; \mathbb{R}) \rightarrow H^\bullet(M; \mathbb{R})$. The homomorphism η gives some obstructions to the existence of a compact manifold locally modelled on a given homogeneous space G/H .

I have previously proved that there exists a compact manifold locally modelled on a homogeneous space G/H of reductive type only when the homomorphism of relative Lie algebra cohomologies $i : H^\bullet(\mathfrak{g}, H; \mathbb{R}) \rightarrow H^\bullet(\mathfrak{g}, K_H; \mathbb{R})$ is injective ([1]). In this academic year, I gave a necessary and sufficient condition for the injectivity of this homomorphism i . The condition is written in terms of invariant theory and is easy to verify. The proof is based on a result of H. Cartan, C. Chevalley, J.-L. Koszul and A. Weil that gives an isomorphism between relative Lie algebra cohomology $H^\bullet(\mathfrak{g}, H; \mathbb{R})$ and the cohomology $H^\bullet(\Lambda P_{\mathfrak{g}^*} \otimes (S\tilde{\mathfrak{h}}^*)^H, -\delta_{\tau_{\mathfrak{g}, \mathfrak{h}}})$ of a pure Sullivan algebra defined from a transgression in the Weil algebra. As an application, the following result is obtained: a homogeneous space G/H of reductive type does not admit a compact Clifford–Klein form if $\text{rank } G - \text{rank } K < \text{rank } H - \text{rank } K_H$. This is conjectured by Toshiyuki Kobayashi in 1989.

B. 発表論文

1. Y. Morita: “A topological necessary condition for the existence of compact Clifford–Klein forms”, J. Differential Geom. **100** (2015), 533–545.
2. Y. Morita: “Obstructions for the existence of compact manifolds locally modelled on homogeneous spaces”, 東京大学修士論文 (2014).
3. Y. Morita: “Semisimple symmetric spaces without compact manifolds locally mod-

- elled thereon”, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. **91** (2015), 29–33.
4. Y. Morita: “Homogeneous spaces of nonreductive type locally modelling no compact manifold”, arXiv:1508.04862, to appear in Publ. Res. Inst. Math. Sci.
 5. Y. Morita: “A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms”, Selecta Math. (N.S.), DOI: 10.1007/s00029-016-0295-1 (online first publication).
 6. Y. Morita: “A cohomological study of the existence problem of compact Clifford–Klein forms”, 東京大学博士論文 (2017).
 7. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. 第63回幾何学シンポジウム, 岡山大学, 2016年8月.
 8. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. Group Actions and Dynamics Seminar, Yale University, USA, 2016年9月.
 9. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. International Conference for the 70th Anniversary of Korean Mathematical Society (Session: Geometric Group Theory and Dynamics of Group Actions), Seoul National University, South Korea, 2016年10月.

C. 口頭発表

1. コンパクト Clifford–Klein 形の存在問題について. 2015 年度表現論シンポジウム, 公共の宿おおとり荘, 2015 年 11 月.
2. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. Berkeley–Tokyo Winter School “Geometry, Topology and Representation Theory” (Student Session), University of California, Berkeley, USA, 2016 年 2 月.
3. 等質空間を局所モデルとするコンパクト多様体が存在するための障害. 日本数学会 2016 年度年会 (幾何学学科会, 一般講演), 筑波大学, 2016 年 3 月.
4. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. Geometric Analysis on Discrete Groups, 京都大学, 2016 年 5 月.
5. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. Geometry and Topology Seminar, University of Luxembourg, Luxembourg, 2016 年 6 月.
6. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. Rigidity School, Nagoya 2016, 名古屋大学, 2016 年 7 月.
10. A cohomological obstruction to the existence of compact Clifford–Klein forms. 2016 年度表現論シンポジウム, オキナワグランメールリゾート, 2016 年 11 月.

G. 受賞

1. 理学部学修奨励賞 (2012).
2. 東京大学総長賞 (2012).
3. 数理科学研究科長賞 (2014).

八尋 耕平 (YAHIRO Kohei)

A. 研究概要

一般旗多様体上の捻られた D 加群の研究および一般旗多様体上の捻られた D 加群の積分変換の研究を行なった。

昨年度は一般旗多様体上の捻られた D 加群から大域切断で得られる加群を調べたが、今年度は一般 Verma 加群を調べるために完備旗多様体上の放物型部分群に関して同変な加群の研究を行なった。このような設定での積分変換の類似として、放物型部分群同変の (捻られていない) D 加群をより小さい群に制限し、その小さい群を含む別のほう物型部分群に関して同変化するという操作を考える。これは同変 D 加群と商スタック上の D 加群の圏の同値から、積分変換の自然な一般化と思える。ここでは捻られていない D 加群のみ考えているが、Jantzen らによる移送関

手の理論を用いれば表現論への応用上は十分である。二つの放物型部分群が associate であるときに一般旗多様体の D 加群の積分変換が圏同値であることはすでに示している。同変 D 加群の積分変換の場合にこの結果が応用できて、放物型部分群に対する同じ仮定の下同変 D 加群の積分変換が圏同値を与えることがわかった。この結果は完備旗多様体に限らず一般の簡約群が作用する代数多様体上の同変 D 加群に対しても成立する。

I studied intertwining functors of D-modules on complete flag varieties equivariant with respect to parabolic subgroups. Intertwining functors are defined as compositions of forgetful functors and equivariantization functors. We showed that if the two parabolic subgroups are associate, this intertwining functor is an equivalence of categories, using the result on partial flag varieties. This result can be extended to the setting that a reductive group acting on an algebraic variety instead of a complete flag variety.

B. 発表論文

1. Kohe Yahiro: “Radon transforms of twisted D-modules on partial flag varieties”, arXiv:1701.02655

C. 口頭発表

1. 有理 Cherednik 代数のウェイト加群, 第 9 回 城崎新人セミナー, 城崎健康福祉センター, 2012 年 2 月
2. Weight modules of rational Cherednik algebras, 第 15 回 代数群と量子群の表現論研究集会, いこいの村 アゼィリア飯綱, 2012 年 5 月.
3. Weight modules of rational Cherednik algebras, 2012 年度表現論シンポジウム, マリンパレスかごしま, 2012 年 12 月.
4. 積分変換と D 加群, 第 13 回城崎新人セミナー, 城崎総合支所 2 階 城崎市民センター 大会議室, 2016 年 2 月.
5. Categorical harmonic analysis, ラングランズと調和解析, 九州大学, 2016 年 3 月

6. 一般旗多様体上の D 加群と Radon 変換, 第 2 回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 菅平高原 プチ・ホテル ゾンタック, 2016 年 6 月.
7. 幾何的テータ対応, 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2016 年 7 月
8. D-modules on partial flag varieties and intertwining functors, 2016 年度表現論シンポジウム, オキナワ グランメールリゾート, 2016 年 11 月.
9. D-modules on partial flag varieties and intertwining functors, 表現論セミナー, 京都大学, 2017 年 1 月.

F. 対外研究サービス

研究集会のオーガナイザー

「Langlands and Harmonic Analysis」, 静岡県熱海市, 芳泉閣, 2017 年 3 月 5 日から 9 日

吉川 祥 (YOSHIKAWA Sho)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は、志村谷山予想の一般化、すなわち総実代数体上の楕円曲線の保型性に取り組んだ。まず、7 で不分岐な総実代数体上で定義された楕円曲線 E について、 E の 7 等分点のなす mod 7 表現が既約であれば E が保型的である、ということを実証した。この結果を用いることにより、次の 2 つの結果を導いた：

ひとつは、3,5,7 で不分岐かつ \mathbb{Q} 上アーベルな総実代数体上のすべての楕円曲線が保型的である、という結果である。どの楕円曲線の保型性も既に知られている保型性持ち上げ定理に帰着できる、ということを見出した点が新しい視点である。

もうひとつは、 $K = \mathbb{Q}(\sqrt{d_1}, \dots, \sqrt{d_r})$ という形の総実代数体について、 K 上のすべての楕円曲線が保型的であるための K に関する十分条件を得た。この十分条件は、あるモジュラー曲線の適切な二次捻りが有理点を有限個しか持たないという言葉で述べられる。ひとつめの結果と異なり、この場合は保型性持ち上げ定理を適用できない楕円曲線もあり得るが、そのような楕円曲線の保型性は (Freitas-Le Hung-Siksek による)

実二次体上の楕円曲線の保型性に帰着できることを示した。

これまでは与えられた体上のすべての楕円曲線の保型性を証明することは困難であったようなので、広いクラスの総実代数体について楕円曲線の保型性が示せたことには意義があると思われる。

This year, we worked on a generalization of the Shimura-Taniyama conjecture; that is, modularity of elliptic curves over totally real fields. We first proved that, if E is an elliptic curve over a totally real field unramified at 7 such that its mod 7 Galois representation is irreducible, then E is modular. From this, we then obtained the following two results:

The one is that all elliptic curves over abelian totally real fields unramified at 3, 5, and 7 are modular. The new insight is that modularity of such elliptic curves can be reduced to using modularity lifting theorems which are already known.

The other is that we give a sufficient condition on a totally real field $K = \mathbb{Q}(\sqrt{d_1}, \dots, \sqrt{d_r})$ such that all elliptic curves over K are modular. The condition is (mainly) on finiteness of rational points on some quadratic twists of a certain modular curve. In this case, modularity lifting theorems may not be applied to some elliptic curves, but we showed that modularity of such elliptic curves can be reduced to that of elliptic curves over real quadratic fields, which is already shown by Freitas-Le Hung-Siksek.

The point of our result is that we proved modularity of *all* elliptic curves defined over (many) *fixed* fields, which has been difficult because of constraints of modularity lifting theorems.

B. 発表論文

1. Sho Yoshikawa, “modularity of elliptic curves over abelian totally real fields unramified at 3, 5, and 7”, preprint.
2. Sho Yoshikawa, “On the modularity of elliptic curves over a composite field of some real quadratic fields”, *Research in Number Theory*, 2(1), 1-6, 2017.
3. Kohei Fukuda and Sho Yoshikawa, “The

12-th roots of the discriminant of an elliptic curve and its torsion points”, to appear in *International Journal of Number Theory*, 2017.

4. Sho Yoshikawa, “The 12-th roots of the discriminant of an elliptic curve and the torsion points; a survey”, *Algebraic Number Theory and Related Topics 2013 - a volume in RIMS-Bessatsu Series-*, pp.245-250 (2015).

C. 口頭発表

1. On modularity of elliptic curves over certain totally real fields, 代数的整数論とその周辺 2016, 京都大学数理科学研究所, 2016年12月.
2. ある総実代数体上の楕円曲線の保型性について, 代数幾何セミナー, 九州大学, 2016年11月.
3. 総実代数体上の楕円曲線の保型性について, 東工大数論・幾何学セミナー, 東京工業大学, 2016年10月.
4. On the reduction of a potentially Barsotti-Tate Galois representation of certain wild type, “Geometry, Topology and Representation Theory” Berkeley-Tokyo winter school, University of California, Berkeley, USA, 2016年2月.
5. On the existence of a cristabelline Galois representation with a prescribed wild inertial type, FMSP Tambara Student Session 2015, Tambara Seminar House, 2015年9月.
6. 過取束 F -アイソクリスタルの半安定還元 I, 玉原数論幾何研究集会 2014, 玉原セミナーハウス, 2014年6月.
7. 楕円曲線の判別式の巾根と等分点, 代数的整数論とその周辺 2013, 京都大学数理科学研究所, 2013年12月.
8. On a relation between the discriminant of an elliptic curve and the torsion points, 第12回広島仙台整数論集会, 広島大学理学部, 2013年7月.

李 嘉衣 (LEE Kai)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

確率アレン・カーン方程式に対する鋭敏な界面極限に関する研究を行った。アレン・カーン方程式とは、十分小さい $\varepsilon > 0$ によりパラメータ付けされた双安定な反応項を持つ反応拡散方程式のことであり、相転移現象、界面モデルなどの物理現象を記述する。このパラメータは界面の幅に関係している。興味の対象は界面の幅が限りなく小さくなり界面の形状が鋭敏となった時の解の挙動である。この極限を鋭敏な界面極限と呼ぶ。本研究では確率項の加わった確率アレン・カーン方程式に対して以下の考察を行なった。

1. 初期値において界面が生成されていない場合の空間 1 次元確率アレン・カーン方程式の解の挙動について調べた。この場合、 $O(\varepsilon |\log \varepsilon|)$ の非常に短い時刻において界面の生成が起こり、その後は舟木の結果である界面運動に繋がれることを示した。
2. 空間多次元の確率アレン・カーン方程式に対しても同様の考察を行った。ただし解が空間変数について滑らかなものとなるようにノイズを取る。この場合も $O(\varepsilon |\log \varepsilon|)$ の時刻までに界面の生成が起こることを示した。
3. ディリクレ境界条件 $u(\pm 1) = \pm 1$ を持つような空間 1 次元確率アレン・カーン方程式を考察した。この解を $L^2[-1, 1]$ -値のマルコフ過程と見なし、この解に対応するディリクレ形式のモスコ収束を示した。これらの議論から、極限における界面の挙動が反射壁ブラウン運動になることを示した。
4. これまでの研究に関連する数値シミュレーションを行った。特に、空間 1 次元の場合、空間多次元の場合、空間多次元かつ保存則が満たされる場合を扱い、得られた結果を博士論文内で取りまとめた。
5. Perla El Kettani と Danielle Hilhorst との共同研究において、非線形な拡散項と非局所項を持ち、保存則が満たされるような確率アレン・カーン方程式の時間大域解の存在と一意性について考察を行なっている。

We studied sharp interface limits for stochastic

Allen-Cahn equations. Allen-Cahn equation is a reaction-diffusion equation which has a bilinear reaction term and parametrized by a small parameter $\varepsilon > 0$. For example, the phase transitions and interface models are described by this equation. The parameter ε corresponds to the width of interface. We are interested in the limit when $\varepsilon \rightarrow 0$ which called sharp interface limit. In this study, we investigated the following settings for the stochastic Allen-Cahn equations with additional noise terms.

1. We investigated a behavior of solution for a one-dimensional stochastic Allen-Cahn equation where the interface is not generated at the initial time. In this case, the interface is generated until an early time of order $O(\varepsilon |\log \varepsilon|)$, and we can connect it to a motion of interface which is the result of Funaki.
2. We also studied a generation of interface for a multi-dimensional case. We note that we take another noise so that the solution becomes smooth in a space variable. Also in this case, the interface is generated until a time of order $O(\varepsilon |\log \varepsilon|)$.
3. We considered a one-dimensional case that the solution has Dirichlet boundary conditions $u(\pm 1) = \pm 1$. We regarded this solution as a $L^2[-1, 1]$ -valued Markov process, and proved Mosco convergence of Dirichlet form which corresponds to this process. From this observation, we concluded that the interface motion at the limit is a Brownian motion with reflected wall.
4. We did some numerical simulation which is related to our preceding works. Especially, we treat one-dimensional case, multi-dimensional case and volume-preserving case. The results are referred in Ph.D thesis.
5. As the joint work with Perla El Kettani and Danielle Hilhorst, we are working on the existence and uniqueness of a global solution for a stochastic Allen-Cahn equation with a non-linear diffusion term and

a non-local term. The volume of solution is preserved.

B. 発表論文

1. K. Lee : “The generation of interface for the stochastic Allen-Cahn equation”, Master thesis,
2. K. Lee : “Generation and motion of interfaces in one-dimensional stochastic Allen-Cahn equation”, To appear in Journal of Theoretical Probability, arXiv:1511.05727v2,
3. K. Lee: “Generation of interfaces for multi-dimensional stochastic Allen-Cahn equation with a noise smooth in space”, arXiv:1604.06535,
4. K. Lee: “Sharp interface limit for stochastic Allen-Cahn equations”, RIMS 講究録 (確率論シンポジウム 2016) ,
5. K. Lee : “Sharp interface limit for the stochastic Allen-Cahn equation”, Ph.D thesis,

C. 口頭発表

1. Generation and motion of interface for 1-dimensional stochastic Allen-Cahn equations, 確率論サマースクール 2014, 信州大学, 2014 年 9 月 10 日.
2. Generation and motion of interface for 1-dimensional stochastic Allen-Cahn equations, 大規模相互作用系の確率解析 2014, 東京大学, 2014 年 11 月 7 日.
3. Sharp interface limit for one-dimensional stochastic Allen-Cahn equation with Dirichlet boundary condition, Stochastic PDE's, Large Scale Interacting Systems and Applications to Biology, University Paris-Sud and ENSTA (France), 2016 年 3 月 10 日.
4. Sharp interface limit for one-dimensional stochastic Allen-Cahn equation with Dirichlet boundary condition, 東京確率論セミナー, 東京大学, 2016 年 4 月 18 日.

5. Sharp interface limit for one-dimensional stochastic Allen-Cahn equation with Dirichlet boundary condition, 九州確率論セミナー, 九州大学, 2016 年 6 月 17 日.
6. Sharp interface limit for stochastic Allen-Cahn equations (Poster session), Reaction-Diffusion Systems in Mathematics and Biomedecine, Frejus, Cote d'Azur (France), 2016 年 9 月 21 日.
7. Sharp interface limit for stochastic Allen-Cahn equations, 大規模相互作用系の確率解析 2016, 東京大学, 2016 年 11 月 4 日.
8. Sharp interface limit for stochastic Allen-Cahn equations, International Workshop on the Multi-Phase flow; Analysis, Modeling, and Numerics, 早稲田大学, 2016 年 11 月 9 日.
9. Sharp interface limit for stochastic reaction-diffusion equations (Poster session), 数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2016, 明治大学, 2016 年 11 月 19 日.
10. Sharp interface limit for stochastic Allen-Cahn equations, 確率論シンポジウム 2016, 京都大学, 2016 年 12 月 22 日.

G. 受賞

日本数学会社会連携協議会主催「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2016」にてポスター発表を行い、ベストポスター発表を受賞しました。

☆ 2 年生 (Second Year)

池 祐一 (IKE Yuichi)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

層の超局所理論の幾何学への応用について研究している。今年度は特にシンプレクティック幾何やミラー対称性との関わりについて研究を行った。まず桑垣樹氏との共同研究において連接・構成可能対応における圏の局所化現象について調べた(発表論文の 3.)。構成可能層の導来圏は余接

束の深谷圏と圏同値であることが Nadler-Zaslow によって示されており、接続・構成可能対応はトーリック多様体に対する一種のホモロジー的ミラー対称性とみなせる。我々はある仮定の下で接続・構成可能対応において圏の局所化が起こることを示し、非完備なトーリック多様体の接続・構成可能対応は完備な場合から従うことを示した。

また余接束のコンパクト完全ラグランジアン多様体の交叉点の個数は Tamarkin 圏 \mathcal{T} における標準層量子化の間の射の空間の次元で下から評価できることを示した (発表論文の 4.)。Tamarkin は層の導来圏の商圏としてある圏 \mathcal{T} を構成し、これを用いて移動不可能性定理を示した。すなわち、圏 \mathcal{T} におけるある射の空間が非自明であることを示せば、二つのコンパクトラグランジアンの片方をハミルニアンアイソトピーで移動して交叉しないようにはできないのである。私は Guillermou によるコンパクト完全ラグランジアンの標準層量子化を用いることによって、 \mathcal{T} の射の空間で移動不可能性のみでなく交叉点の個数の評価も行えることを示した。またコンパクト完全ラグランジアンの標準層量子化の間の \mathcal{T} における射の空間は底空間のコホモロジーと同型になることも示した。系としてこれら二つの交叉点の個数は底空間のベッチ数の和で下から評価されるという Nadler と深谷-Seidel-Smith の結果の超局所層理論による別証明を与えた。

I study application of microlocal sheaf theory to geometry. In this year, I studied its relation to symplectic geometry and mirror symmetry. First, with Tatsuki Kuwagaki, I studied the categorical localization for the coherent-constructible correspondence (in the paper 3.). Nadler-Zaslow proved the equivalence between derived categories of constructible sheaves and Fukaya categories of cotangent bundles. In this sense, the coherent-constructible correspondence can be regarded as a version of homological mirror symmetry. We showed the categorical localization under some assumptions and the coherent-constructible correspondence for non-complete toric varieties follows from that for complete ones.

Also, I proved that the cardinality of the intersection points of two compact exact Lagrangian

submanifolds in a cotangent bundle is bounded from below by the dimension of the Hom space of the canonical sheaf quantizations of the Lagrangians in Tamarkin's category \mathcal{T} (in the paper 4.). Tamarkin constructed the category \mathcal{T} as the quotient category of the derived category of sheaves and proved the non-displaceability theorem. That is, the non-triviality of some Hom space in \mathcal{T} implies the non-displaceability of given two Lagrangians. Using Guillermou's canonical sheaf quantization of compact exact Lagrangians, I showed that Hom spaces in \mathcal{T} can be used not only for the non-displaceability but also for the estimation of the cardinality of the intersection points. Moreover I also proved the Hom space of the canonical sheaf quantizations is isomorphic to the ordinary cohomology of the base space. As a corollary, I gave a microlocal-sheaf-theoretic proof of a result of Nadler and Fukaya-Seidel-Smith, which asserts that the cardinality is at least the sum of the Betti numbers of the base space.

B. 発表論文

1. Y. Ike: "Microlocal Lefschetz classes of graph trace kernels", Publ. RIMS Kyoto Univ. **52** (2016), 83–101.
2. Y. Ike, Y. Matsui, and K. Takeuchi: "Hyperbolic localization and Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets", to appear in Int. Math. Res. Not., [arXiv:1504.04185](https://arxiv.org/abs/1504.04185).
3. Y. Ike and T. Kuwagaki: "Categorical localization for the coherent-constructible correspondence", preprint, [arXiv:1609.01177](https://arxiv.org/abs/1609.01177), (2016).
4. Y. Ike: "Compact exact Lagrangian intersection in cotangent bundles via sheaf quantization", preprint, [arXiv:1701.02057](https://arxiv.org/abs/1701.02057), (2017).

C. 口頭発表

1. Hyperbolic localization and Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets 農工大数学セミナー 2015, 東京農工大学, 2015 年 6 月.

2. Hyperbolic localization and Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets 埼玉大学木曜セミナー (幾何), 埼玉大学, 2015 年 7 月.
3. Hyperbolic localization and Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets 超局所解析と特異摂動論, 京都大学数理解析研究所, 2015 年 10 月.
4. Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets 第六回日豪実・複素特異点研究集会, 鹿児島大学, 2015 年 11 月.
5. Categorical localization for the coherent-constructible correspondence (ポスター発表, 桑垣樹氏と共同) Summer school 2016 of the IMJ-PRG, Symplectic topology, sheaves and mirror symmetry, IMJ-PRG, 2016 年 6,7 月.
6. Hyperbolic localization and Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets Workshop on Stratified Spaces: Perspectives from Analysis, Geometry and Topology, トロント大学 フィールズ研究所, 2016 年 8 月.
7. Categorical localization for the coherent-constructible correspondence Seminaire symplectix, アンリ・ポアンカレ研究所, 2016 年 10 月.
8. Hyperbolic localization and Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets Seminaire Analyse Algebrique, IMJ-PRG, 2016 年 10 月.
9. Categorical localization for the coherent-constructible correspondence Workshop on mirror symmetry and related topics, Kyoto 2016, 京都大学, 2016 年 12 月.
10. Compact exact Lagrangian intersection in cotangent bundles via sheaf quantization, 第 12 回 鹿児島 代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 2017 年 2 月.

岩佐 亮明 (IWASA Ryomei)

A. 研究概要

1. 単位的とは限らない結合的な環 A に対して、その一般線形群の整係数群ホモロジーの間の写像 $H_i(\mathrm{GL}_n(A)) \rightarrow H_i(\mathrm{GL}_{n+1}(A))$ を考える。 A が単位的で有限安定レンジの時は、上の写像は $n \gg i$ で同型であることが知られているが、 A が単位的でない場合はこれは殆ど成立しない。筆者は A が副単位的で可換で有限安定レンジ (例えば有限次元ネーター可換環のイデアル) という仮定の元で、群ホモロジーのシステム間写像 $\{H_i(\mathrm{GL}_n(A^m))\}_m \rightarrow \{H_i(\mathrm{GL}_{n+1}(A^m))\}_m$ が $n \gg i$ で副同型であることを示した。応用として、このような A と A を両側イデアルとして含む有限安定レンジで単位的な環 R に対して、相対 K 群のシステム $\{K_l(R, A^m)\}_m$ が $\{\pi_l \mathbb{Z}_\infty \mathrm{BGL}_n(A^m)\}_m$ に $n \gg l \geq 1$ で副同型であることを示した。

2. X を体 k 上有限型で等次元的なスキームとし、 D を X の効果的なカルティエ因子とする。 $X \setminus D$ が k 上滑らかと仮定する。この状況の元、筆者は甲斐亘氏との共同研究で、相対 K 群からのチャーヌ類 $C_{n,i}: K_n(X, D) \rightarrow H_M^{2i-n}(X|D, \mathbb{Z}(i))$ を構成した。ここで $H_M^{2i-n}(X|D, \mathbb{Z}(i))$ はビンダ-斎藤によるモデュラス付きサイクルの理論を用いて定義される相対モチヴィックコホモロジーである。

1. Let A be a (not necessarily unital) associative ring. We consider the canonical map $H_i(\mathrm{GL}_n(A)) \rightarrow H_i(\mathrm{GL}_{n+1}(A))$ between the integral group homologies of the general linear groups of A . It is well known that if A is unital of finite stable range, the above map becomes an isomorphism for $n \gg i$. However, such a stability fails for non-unital rings. The author shows that if A is a pro unital commutative ring of finite range (e.g. an ideal of a finite dimensional noetherian commutative ring), then the pro morphism $\{H_i(\mathrm{GL}_n(A^m))\}_m \rightarrow \{H_i(\mathrm{GL}_{n+1}(A^m))\}_m$ is a pro isomorphism for $n \gg i$. As an application, he shows that for a ring A as above and a unital ring R which contains A as a two-sided ideal, the pro system of relative algebraic K -groups $\{K_l(R, A^m)\}_m$ is pro isomorphic to $\{\pi_l \mathbb{Z}_\infty \mathrm{BGL}_n(A^m)\}_m$ when $n \gg l \geq 1$.

2. Let X be a scheme of finite type and equidimensional over a field k , and D an effective Cartier divisor on X . Assume that $X \setminus D$ is smooth over k . Then, in a joint work with Wataru Kai, we have constructed Chern classes $C_{n,i}: K_n(X, D) \rightarrow H_M^{2i-n}(X|D, \mathbb{Z}(i))$ from the relative K -group to the relative motivic cohomology. Here, the relative motivic cohomology is defined by using the cycles with modulus introduced by Binda-Saito.

B. 発表論文

1. R. Iwasa, *Homology pro stability for pro unital rings, and relative algebraic K-theory*, Preprint.
2. R. Iwasa, W. Kai, *Chern classes with modulus*, Preprint.

C. 口頭発表

1. SFB Seminar, Regensburg Germany, May. 2016: Pro Chern classes in the relative motivic cohomology.
2. The international conference in K -theory, Sydney, Australia, Aug. 2016: Homology pro stability for pro unital rings.
3. Yatsugatake Workshop - Descent for algebraic K -theory, Japan, Sep. 2014: Nisnevich descent.
4. Motives in Tokyo, Japan, Feb. 2017: Homology pro stability and relative algebraic K -theory.

上田 祐暉 (UEDA Yuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は時間発展偏微分方程式の時間変数が、NURBS 基底関数により離散化される数値計算手法の数値解析を研究している。偏微分方程式に対する Space-Time (ST) 法は、通常は時間の表現に区分的多項式を用いるが、ST computation technique with continuous representation in time (ST-C) は時間について NURBS を用いた滑らかな表現を与える。私は ST-C を数値実

験によりテストし、その数学的性質についての研究を続けている。特に、ST-C with successive projection technique (ST-C SPT) に対しては、安定性の評価と誤差評価を得た。

I research the numerical analysis of the computational methods that time variable for time-dependent partial differential equations is discretized by NURBS basis functions. The Space-Time (ST) methods for partial differential equations are usually based on temporal representation using piecewise polynomials. However, the ST computation technique with continuous representation in time (ST-C) provides a smooth temporal representation using NURBS basis functions in time. I test the ST-C by numerical experiments, and study its mathematical properties. Especially, I got the stability and error estimate for ST-C with successive projection technique (ST-C SPT).

B. 発表論文

1. Y. Ueda : “Space-time computation technique with continuous representation in time (ST-C) の解析”, 東京大学修士論文 (2014)

C. 口頭発表

1. B-spline に基づく高精度逐次的時間離散化法の解析, 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会, 広島大学, 2014 年 9 月.
2. B-spline に基づく高精度逐次的時間離散化法の解析, 応用数理合同研究集会, 龍谷大学, 2014 年 12 月.
3. NURBS を用いた時間変数の離散化手法の解析, 日本応用数学会, 明治大学, 2015 年 3 月.
4. Analysis of space-time computation technique with continuous representation in time (ST-C), The 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM), Beijing, China, 2015 年 8 月.
5. B-spline による逐次射影法とその解析, JST CREST-PRESTO Symposium 2015 “22 世

紀創造のための数学”, ステーションコンファレンス東京, 2015 年 9, 10 月.

6. Analysis of successive projection with B-spline, Second Joint Workshop of China-Japan-Korea A3 Foresight Program, Xiamen University, China, 2015 年 11 月.
7. Successive projection with B-spline, ITNG2016: 13th International Conference on Information Technology: New Generation, Las Vegas, Nevada, USA, 2016 年 4 月.
8. An Error Estimate of the Successive Projection Methods by B-spline, SIAM: East Asian Section Conference 2016, University of Macau, 2016 年 6 月.
9. B-spline による時間変数近似の逐次的構成の解析, 日本応用数学会 2016 年度年会, 北九州国際会議場, 2016 年 9 月.
10. B-spline による時間変数近似の逐次的構成の拡張と解析, CREST・さきがけ・数学協働プログラムの合同シンポジウム “数学パワーが世界を変える”, 東京大学, 2017 年 2 月.

G. 受賞

東京大学数理科学研究科数理科学研究科長賞, 2015 年 3 月.

江尻 祥 (EJIRI Sho)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度は正標数の Abel 多様体に関する 2 種類の研究を行った。1 つ目の研究では正標数の正規射影多様体の Albanese 射の幾何学的性質について調べた。Albanese 射は正規射影多様体に同型を除き唯一定まる Abel 多様体への射であり、多様体の性質を調べる上でしばしば重要な役割を果たす。正標数の代数閉体上の滑らかな射影代数多様体が次のいずれかの条件を満たすとき、その Albanese 射は代数的ファイバー空間、即ち、各ファイバーが連結な分離的全射となることを示した：(1) 反標準因子がネフかつ Albanese 射

の像の上の一般ファイバーが F 純特異点しか持たない。(2) 大域的 F 分裂である、即ち、構造層の Frobenius 射が分裂する。条件 (1) の場合は、標数 0 における Zhang の結果の、正標数における類似である。条件 (2) を満たす多様体は、標数 0 の場合の Calabi-Yau 型の多様体に対応していると考えられている。また条件 (2) の場合の系として、通常 Abel 多様体、即ち p 階数が最大の Abel 多様体を、第一 Betti 数が次元の 2 倍に等しい大域的 F 分裂な多様体として特徴づけることができる。2 つ目の研究は三内顕義氏との共同研究である。この研究では、上記のものとは異なる要素によって、通常 Abel 多様体の特徴づけを与えた。主張は以下の通りである：正標数の代数閉体上の滑らかな射影多様体 X が通常 Abel 多様体であるのは、その標準因子 K_X が擬有効であり、かつ $p^e > 2$ を満たすある自然数 e に対し e 回 Frobenius 射による構造層の直像層 $F_*^e \mathcal{O}_X$ が直線束の直和に分解するとき、またそのときに限る。先行研究である三内氏と田中氏による通常 Abel 多様体の特徴付けは、上記の条件が無数個の自然数 e について成り立つことを要求しているが、今回の結果ではある一つの e について要求している。また $p^e > 2$ という条件は最良である。即ち、Abel 多様体でない滑らかな射影多様体であって、 $p^e = 2$ の場合に上記の条件を満たすものが存在する。

In this academic year, I had studied two topics related to abelian varieties in positive characteristic. In the first, I studied the geometric properties of the Albanese morphisms of normal varieties in positive characteristic. For a normal projective variety, the Albanese morphism is the morphism to an abelian variety which is uniquely defined up to isomorphism, and this plays an important role in the study of the properties of the variety. I proved that the Albanese morphism of a smooth projective variety is an algebraic fiber space, that is, a separable surjective morphism with connected fibers if one of the following holds: (1) The anti-canonical divisor is nef and the generic fiber of the Albanese morphism over the image has only F -pure singularities. (2) It is globally F -split, that is, the Frobenius morphism of the structure sheaf splits. The condition (1) gives

a positive characteristic analogue of Zhang’s result of characteristic 0. Varieties satisfying the condition (2) are considered to be related to varieties of Calabi-Yau type in characteristic 0. Also, as a corollary of the case of the condition (2), we can characterize ordinary abelian varieties, that is, abelian varieties of maximal p -rank, as F -split varieties whose first Betti number is equal to two times the dimension. The second study is a joint work with Akiyoshi Sannai. In this study, we give a characterization of ordinary abelian varieties by a factor which is different from the above. The statement is as follows: A smooth projective variety X is an ordinary abelian variety if and only if K_X is pseudo-effective and the direct image sheaf $F_*^e \mathcal{O}_X$ of the structure sheaf is isomorphic to a direct sum of line bundles for a natural number e with $p^e > 2$. Although a characterization due to Sannai and Tanaka, which is a previous work of this study, requires that the condition above holds for infinitely many natural numbers e , our result requires it for one e . Furthermore, the condition $p^e > 2$ is optimal. In other words, there exists a smooth projective variety satisfying the above condition for $p^e = 2$ which is not abelian variety.

B. 発表論文

1. S. Ejiri, “Weak positivity theorem and Frobenius stable canonical rings of geometric generic fibers”, to appear in J. Algebraic Geom.
2. S. Ejiri, “Positivity of anti-canonical divisors and F-purity of fibers”, arXiv:1604.02022v2
3. S. Ejiri and L. Zhang, “Iitaka’s C_n, m conjecture for 3-folds in positive characteristic”, arXiv:1604.01856v3

C. 口頭発表

1. Weak positivity theorem and Frobenius stable canonical rings of geometric generic fibers, Cambridge-Tokyo mini-workshop, University of Cambridge, イギリス, 2015 年 9 月

2. Weak positivity theorem and Frobenius stable canonical rings of geometric generic fibers, Singularities and invariants of higher dimensional algebraic varieties, 京都大学数理解析研究所, 2015 年 12 月
3. Weak positivity theorem and Frobenius stable canonical rings of geometric generic fibers, Younger Generation in Algebraic Geometry and Complex Geometry, National Taipei University, 2016 年 1 月
4. Positivity of anticanonical divisors and F -purity of fibers, Tokyo-Princeton algebraic geometry conference, Princeton University, アメリカ, 2016 年 5 月
5. 反標準因子の正值性とファイバーの F 純性, 代数幾何学セミナー, 九州大学, 2016 年 6 月
6. Positivity of anti-canonical divisors and F -purity of fibers, 代数幾何・複素幾何セミナー, 大阪大学, 2016 年 7 月
7. On varieties with splittings of relative Frobenius morphisms of Albanese maps, 代数幾何学セミナー, 東京大学, 2016 年 10 月
8. On weak positivity theorem and Iitaka’s conjecture in positive characteristic, 代数幾何学城崎シンポジウム, 城崎国際アートセンター, 2016 年 10 月
9. Albanese morphisms of certain varieties in positive characteristic, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2016 年 12 月
10. On images of weak Fano varieties in positive characteristic, Workshop on Fano varieties and Calabi-Yau varieties, 神戸大学, 2017 年 1 月

大内 元気 (OUCHI Genki)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

接続層の導来圏の自己同値について力学系的視点を交えて研究している。三角圏の自己関手の圏論的エントロピーは, Dimitrov-Haiden-Katzarkov-Kontsevich によって導入された。圏

論的エントロピーと位相的エントロピーにいくつかアナロジーがあることが知られている。本年度は、ピカル数2の高次元射影的超ケーラー多様体で位相的エントロピーが正である自己同型をもつものの例を K3 曲面上の安定層のモジュライとして構成した。さらに、モジュライ空間の自己同型と K3 曲面の自己同値の関係を調べ、それらの位相的、圏論的エントロピーを比較した。また、圏論的エントロピーの基本的性質に関する研究も行った。特に、球面対象や \mathbb{P}^n 対象から定まる捻り関手の圏論的エントロピーの計算を行った。

I study autoequivalences of derived categories from point of view of dynamical systems. Categorical entropy of endofunctors of triangulated categories is introduced by Dimitrov-Haiden-Katzarkov-Kontsevich. It is known that there are some analogies between categorical entropy and topological entropy. In this year, I constructed examples of higher dimensional projective hyperKahler manifolds of Picard number two with automorphisms of positive topological entropy as moduli spaces of stable sheaves on K3 surfaces. Moreover, I studied relations between automorphisms on moduli spaces and autoequivalences on K3 surfaces and compared their topological/ categorical entropy. I also studied basic properties of categorical entropy. Especially, I computed categorical entropy of twist functors defined from spherical objects and \mathbb{P}^n -objects.

B. 発表論文

G.Ouchi, “Lagrangian embeddings of cubic fourfolds containing a plane” 修士論文

C. 口頭発表

1. Lagrangian embeddings of cubic fourfolds containing a plane, Categorical and analytic invariants in Algebraic geometry 1, Steklov Mathematical Institute, Moscow, Russia, September 14-18, 2015
2. Lagrangian embeddings of cubic fourfolds containing a plane, 代数幾何学城崎シンポジウム, 2015 年 10 月 22 日
3. Lagrangian embeddings of cubic fourfolds

containing a plane, Japanese-European Symposium on Symplectic Varieties and Moduli, 2015 年 10 月 27 日

4. Lagrangian embeddings of cubic fourfolds containing a plane, Mirror Symmetry and Algebraic Geometry 2015, 2015 年 12 月 9 日
5. Lagrangian embeddings of cubic fourfolds containing a plane, East Asian Core Doctorial Forum on Mathematics, Fudan university, China, 2016 年 1 月 10 日
6. Derived automorphisms of K3 surfaces of Picard number one inspired by complex dynamics, Categorical Methods in Algebraic Geometry and Mirror Symmetry, Korea Institute for Advanced Study, Korea, 2016 年 3 月 28 日から 3 月 30 日
7. Automorphisms of positive entropy on some hyperKahler manifolds via derived automorphisms of K3 surfaces, Tokyo-Princeton algebraic geometry conference, America, 2016 年 5 月 7 日から 5 月 10 日
8. Automorphisms of positive entropy on some hyperKahler manifolds via derived automorphisms of K3 surfaces, Categorical and analytic invariants in Algebraic geometry 3, Rusia, Higher School of Economics, 2016 年 9 月 12 日から 9 月 16 日
9. Automorphisms of positive entropy on some hyperKahler manifolds via derived automorphisms of K3 surfaces, 都の西北代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学, 2016 年 11 月 15 日から 11 月 18 日
10. Automorphisms of positive entropy on some hyperKahler manifolds via derived automorphisms of K3 surfaces, 10th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry, 東京大学, 2016 年 12 月 12 日から 12 月 15 日

G. 受賞. 東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2015 年 3 月)

大橋 耕 (OHASHI Ko)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

トポロジーにおける古典的な定理にボルスク・ウラムの定理がある。ボルスク・ウラムの定理とは次の主張である。「 n 次元球面から m 次元球面への対蹠写像 (antipodal map) が存在するならば n は m 以下である」。この定理の証明の1つに特異コホモロジーを用いるものがある。別のコホモロジー理論を用いることでボルスク・ウラムの定理の一般化が得られる。私はこれまで K 理論のオイラー類を用いて、表現球面間の同変写像の存在の必要条件について研究してきた。本年度はボルスクウラム型の定理の周辺について学ぶため以下の4項目について勉強した。

1. 特異コホモロジーのオイラー類を用いたボルスク・ウラム型の定理の証明 (Crabb) について。
2. Mass Partition Problem について。Mass Partition Problem (Grünbaum, Ramos) とは次の問題を指す。自然数 j, k に対して次を満たす最小の $d = \Delta(j, k)$ を求めよ。 d 次元ユークリッド空間 \mathbb{R}^d 内の任意の j 個の物体に対して、 k 個の超平面で j 個の物体すべてを 2^k 個に等分するものが存在する。
例えば $k = 1$ の場合は $\Delta(j, 1) = j$ となることが知られている (Ham-Sandwich の定理)。他にも $4 \leq \Delta(1, 4) \leq 5$ などの評価がいくつかわかっているが、値が厳密にわかっているのは j, k が特別な場合に限られている。主なアプローチは写像度と障害理論である。
3. Gromov's Waist of the Sphere Theorem (Gromov) について。
4. KO 理論のオイラー類とボルスク・ウラム型の定理 (Furuta, Kametani) について。この定理は4次元スピンド様体のトポロジーの研究において現れたものであり、多様体のクラスを広げることにより、多様体論への応用を持つ新しいボルスク・ウラム型の定理が得られると考えている。

The Borsuk-Ulam theorem asserts that if there exists an antipodal map from the n -dimensional

sphere to the m -dimensional sphere, then n is less than or equal to m . This theorem can be proved by using the ordinary cohomology theory and the Euler classes. Then other cohomology theories give some generalizations and variations of the Borsuk-Ulam theorem. I had studied the existence of equivariant maps between representation spheres by means of the K -theoretic Euler classes.

In this year, I studied the following topics related to Borsuk-Ulam type theorems.

1. Proofs of classical Borsuk-Ulam type theorems by means of the Euler classes (Crabb).
2. Mass Partition Problem. Mass Partition Problem (Grünbaum, Ramos) is the following problem. Let j and k be natural numbers. Determine the smallest number $d = \Delta(j, k)$ such that for any j -masses in the d -dimensional Euclidean space there exists a k -affine hyperplanes which cut each the j -masses into 2^k equal pieces.
When $k = 1$, it is known that $\Delta(j, 1) = j$ (The Ham-Sandwich theorem). Tools mainly used for this problem are mapping degree and obstruction theory.
3. Gromov's Waist of the Sphere Theorem (Gromov).
4. A Borsuk-Ulam type theorem of equivariant maps between sphere bundles over tori and the KO -theoretic Euler classes (Furuta, Kametani). This theorem appears in a study of the topology of smooth four dimensional spin manifolds. Considering other classes of manifolds seems to provide new Borsuk-Ulam type theorems which have applications to the topology of manifolds.

B. 発表論文

1. 大橋 耕: "On a necessary condition for the existence of equivariant maps between some representation spheres of cyclic p -groups of order p^2 and p^3 ", 東京大学修士論文 (2015).

賀 卓豐 (HE Zhuofeng)

A. 研究概要

My research concerns a certain type of actions on higher dimensional noncommutative tori by finitely generated abelian groups, related classification results and other associated properties. So far this class of actions can be only realized on noncommutative tori coming from taking tensor products of lower dimensional noncommutative tori for finitely many times, and essentially by finite abelian subgroups of $GL_d(\mathbb{Z})$, where d stands for the dimension of the tori. We define an integer-valued function \widetilde{W} to detect whether such actions exist, and it turns out that the function \widetilde{W} detects such actions completely. We also give a necessary and sufficient condition for the resulting crossed products to be AF-algebras. Now we are heading to a general structure theorem, that is a necessary and sufficient condition for two of such resulting crossed products, which are both AF, being isomorphic. Let us denote \mathcal{A}_Θ the noncommutative torus, G the finite abelian group acting on \mathcal{A}_Θ as we constructed, and $\mathcal{A}_\Theta \rtimes G$ the resulting crossed product which is AF. We are looking forward to accomplishing the structure theorem by finding an explicit basis for the K-theory $K_0(\mathcal{A}_\Theta \rtimes G)$ and then computing their image under the map induced by the unique tracial state of $\mathcal{A}_\Theta \rtimes G$. We note that this method works for 2-dimensional cases, given by S. Echterhoff, W. Lück, N. C. Phillips and S. Walters. The topic follows the structure theorem shall be such actions on some more general classes of noncommutative tori.

We have some progress on such actions on 4-dimensional noncommutative tori with the form of $\mathcal{A}_{\theta_1} \otimes \mathcal{A}_{\theta_2}$. When considering non-trivial finite cyclic group actions on simple $\mathcal{A}_{\theta_1} \otimes \mathcal{A}_{\theta_2}$, the order of the group can be only 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 and 12. When the order is 6 or 12, we compute the K-theory of each crossed product. Moreover, for each case, a basis of K_0 -group is computed, so are their images under the unique tracial state of the crossed product. But it shows that we can only get the de-

sired structure theorem when some additional relation between θ_1 and θ_2 is assumed. We can also define $\mathbb{Z}_{k_1} \times \mathbb{Z}_{k_2}$ actions on $\mathcal{A}_{\theta_1} \otimes \mathcal{A}_{\theta_2}$ when $k_1, k_2 = 2, 3, 4, 6$, and we compute the K-theory of resulting crossed products to show they are all AF-algebras. We also give a computation of the image of K_0 -groups under the unique tracial state of each crossed product.

B. 發表論文

1. Zhuofeng He: "Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori", arXiv:1505.02968. (2015)
2. Zhuofeng He: "Certain finite abelian group actions on 4-dimensional noncommutative tori", preprint. (2016)

C. 口頭發表

1. "Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori", Operator Algebra Seminar, the Research Center for Operators Algebras at East China Normal University, Jun. 9, 2015.
2. "Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori", Geometric Group Theory Seminar, Fudan University, Jun. 11, 2015.
3. "Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori", Young Mathematicians in C*-Algebras, the University of Copenhagen, Aug. 18, 2015.
4. "Certain actions on higher dimensional noncommutative tori with type of tensor products", Junior Meeting on Functional Analysis, Karuizawa, Sep. 5, 2015.
5. "Certain actions on higher dimensional noncommutative tori with type of tensor products", International Conference on Non-commutative Geometry and K-Theory, Chongqing University, Dec. 19, 2015.

6. “Certain actions on higher dimensional noncommutative tori with type of tensor products”, Berkeley-Tokyo Winter School: “Geometry, Topology and Representation Theory”, UC Berkeley, Feb. 18, 2016.
7. “Matrix type actions on noncommutative 4-tori”, Junior Meeting on Functional Analysis, Kusatsu, August 26, 2016.
8. “KR-theory for Real C^* -algebras”, Berkeley-Tokyo Autumn School: Quantum Field Theory and Subfactors, UC Berkeley, Nov. 18, 2016.
9. “Matrix type actions on noncommutative tori”, East Asian Doctoral Forum on Mathematics, Seoul National University, Jan. 11, 2017.

加藤 本子 (KATO Motoko)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

トンプソン群 V は、カントール集合の自己同相群の部分群として表される有限生成無限単純群である。この群の一般化として、Brin の定義した次元付きトンプソン群がある。1次元トンプソン群は V 自身であり、各次元のトンプソン群は、より次元の高いトンプソン群に自然な埋め込みを持つ。

Belk, Bleak と Matucci は、任意の Right-angled Artin 群 A が、 A に依って定まる次元 n のトンプソン群に埋め込まれることを示した。本研究では、彼らの構成した埋め込みを改良することで、次元 n のより良い評価を得た。この結果は、Corwin による「 $\mathbb{Z}^{n+1} * \mathbb{Z}$ は nV に埋め込める」という結果を、特別な場合として含んでいる。

The Thompson group V is an infinite simple finitely presented group, which is described as a subgroup of the homeomorphism group of the Cantor set C . As a generalization, Brin defined n -dimensional Thompson groups, nV , where $V = 1V$. nV and mV are isomorphic if and only if $n = m$. nV embeds into mV where $n \leq m$.

Belk, Bleak and Matucci proved that for every

right-angled Artin group A , there is n such that nV contains A . We modified their construction of embeddings, and got a better estimate for such n . According to this construction, we may recover a result by Corwin, which shows that $\mathbb{Z}^{n+1} * \mathbb{Z}$ embeds into nV for every $n \in \mathbb{N}$.

B. 発表論文

1. M. Kato : “Higher dimensional Thompson groups have Serre’s property FA”, RIMS Kôkyûroku No.1991 (2016) 82–87.

C. 口頭発表

1. Higher dimensional Thompson groups have Serre’s property FA Geometric Analysis on Discrete Groups, 京都大学数理解析研究所, 2016年6月.
2. On Serre’s property FA of higher dimensional Thompson groups, 離散群と双曲空間のトポロジーと解析, 京都大学数理解析研究所, 2016年6月.
3. 無限の対称性を捉える方法–タイル張りからカントールの塵まで, 東京大学オープンキャンパス, 東京大学, 2016年8月.
4. Embeddings of right-angled Artin groups into higher dimensional Thompson groups, 幾何学セミナー, 首都大学東京, 2016年10月.
5. Embedding free products into higher-dimensional Thompson groups, “Moduli space, conformal field theory and matrix models”, Okinawa Institute of Science and Technology, October 2016.
6. 高次元トンプソン群への自由積の埋め込みについて, 日本数学会異分野・異業種研究交流会 2016, 明治大学, 2016年11月.
7. Embeddings of right-angled Artin groups into higher dimensional Thompson groups. GD2016 – 微分同相群と離散群文部科学省共済組合箱根宿泊所, 2016年12月.
8. Embeddings of right-angled Artin groups into higher dimensional Thompson groups, 特異点・トポロジーセミナー, 東京理科大学, 2017年1月.

9. 無限単純群への埋め込みを持つ graph groups について, 新日鐵住金工場見学・交流会, 新日鐵住金君津製作所, 2017年1月.
10. 高次元 Thompson 群への right-angled Artin 群の埋め込みについて, 早稲田双曲幾何幾何学的群論セミナー, 早稲田大学, 2017年1月.

金光 秋博 (KANEMITSU Akihiro)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

接束がネフな Fano 多様体に関する Campana-Peternell の予想や Fano 多様体上のある種のベクトル束の分類について研究した.

I. Campana と Peternell は Fano 多様体の接束がネフであれば, その多様体は有理等質多様体であろうと予想している. この予想と端射線収縮の関係について研究した.

有理等質多様体の端射線収縮を手がかりにして, 帰納的に Campana-Peternell の予想に取り組むことを考えると, 次のような Fano 多様体の (帰納的) 条件が出てくる: 勝手な端射線収縮の列をとると, 各収縮は有理等質多様体によるファイブレーションである. 実際, このような帰納的な条件を満たす Fano 多様体の分類を与えれば, Campana-Peternell 予想は Picard 数が 1 の場合に帰着されることが Demailly-Peternell-Schneider の定理によってわかる.

今年度のはじめには上記の条件を満たす Fano 多様体であって Picard 数が $n-6$ より大きいものの分類について論文にまとめ発表した (投稿中). この分類には, 等質でない例 (Ottaviani 束の射影化) が含まれており, 端射線収縮を調べることでは等質性の判別ができないことを示している.

II. 向井氏は, 指数 r の Fano 多様体の一般化として, n 次元 Fano 多様体と階数 r の豊富なベクトル束の対 (X, E) であって, $c_1(X) = c_1(E)$ を満たすものを考え, 階数 r が n 以上の場合の分類を予想していた. その予想は, 後に 藤田氏, Peternell, Ye-Zhang らによって解決がなされていた. 次に階数の小さい場合, すなわち $r = n-1$ の場合は Peternell-Szurek-Wiśniewski らによって分類されていた. 階数 r が $n-2$ の場合は, Novelli-Occhetta によって $n = 4$ の場合の分類

が与えられていた. 以上を踏まえ, 今年度には $r = n-2$ かつ $n \geq 5$ の場合の分類を行った. (論文執筆中). 上記の Ottaviani 束は $r = n-2$ の場合の一つの例を与えている.

My research concerns mainly with the Campana-Peternell conjecture on Fano manifolds with nef tangent bundles, and classifications of certain vector bundles on Fano manifolds.

I. Campana and Peternell conjectured that any Fano manifolds with nef tangent bundle are rational homogeneous manifolds. I studied the relation between this conjecture and extremal contractions.

In the study of the Campana-Peternell conjecture by an inductive method, it is natural to consider Fano manifolds with the following condition: For any sequences of elementary contraction, each contraction is a rational homogeneous fibration. Indeed, the classification of Fano manifolds with this condition reduces the conjecture to the case of Picard number one by a theorem of Demailly-Peternell-Schneider.

I gave a classification of Fano n -folds with the above condition with Picard number greater than $n-6$. There is a non-homogeneous example (the projectivisation of the Ottaviani bundle) in the classification and hence it is difficult in general to detect the homogeneity by studying elementary contractions.

II. As a generalization of the index of a Fano manifold, Mukai considered pairs (X, E) of a Fano n -fold and an ample vector bundle of rank r with $c_1(X) = c_1(E)$. Also he conjectured the classification of the case where $\text{rank } r \geq n$, which was solved by Fujita Peternell Ye-Zhang. The next larger rank case $r = n-1$ was classified by Peternell-Szurek-Wiśniewski. For the case of $\text{rank } r = n-2$, there was a classification with $n = 4$ by Novelli-Occhetta. Based on the above results, we studied the case of $r = n-2$ and $n \geq 5$, and gave a classification.

B. 発表論文

1. Akihiro Kanemitsu, "Fano 5-folds with nef tangent bundles", arXiv:1503.04579v1, to appear in Math. Res. Lett.

2. Akihiro Kanemitsu, “Fano n -folds with nef tangent bundle and Picard number greater than $n - 5$ ”, *Math. Z.* **284** (2016), no. 1-2, 195–208.

3. Akihiro Kanemitsu, “Extremal rays and nefness of tangent bundles”, arXiv:1605.04680v1, 2016 年 5 月, submitted.

C. 口頭発表

1. *Extremal rays and nefness of tangent bundles*, Tokyo-Princeton algebraic geometry conference, Princeton University, 2016 年 4 月.

2. *Extremal rays and nefness of tangent bundles*, トレント大学セミナー, トレント大学, 2016 年 9 月.

3. *Extremal rays and nefness of tangent bundles*, 都の西北代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学, 2016 年 11 月.

4. *Fano n -folds with ample vector bundles of rank $n-2$ whose adjoint bundles are trivial*, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2017 年 1 月.

5. *Fano n -folds with ample vector bundles of rank $n-2$ whose adjoint bundles are trivial*, 代数幾何学セミナー, 九州大学, 2017 年 1 月.

6. *Extremal rays and nefness of tangent bundles*, MAGIC seminar, Imperial College London (予定), 2017 年 3 月.

7. *Fano n -folds with ample vector bundles of rank $n - 2$ whose adjoint bundles are trivial*, Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop 2017, the Isaac Newton Institute, Cambridge (予定), 2017 年 3 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2015 年 3 月)

木村 晃敏 (KIMURA Akitoshi)

A. 研究概要

点過程の強度確率過程の間の相関推定について研究した. 吉田朋広教授との共同研究において, 提案された相関推定量の高頻度観測の元での漸近混合正規性を示した. この結果を用い, 強度確率過程にリード・ラグ構造を入れ, リード・ラグパラメータを点過程の観測データから推定した. 高頻度金融取引データや, Twitter データ, 村田昇教授から供与された二光子顕微鏡の観測データへの応用にも取り組んでいる.

I studied the estimation of correlation between latent stochastic processes of point processes. Prof. N. Yoshida and I showed the asymptotic mixed normality of the proposed correlation estimator in high frequency setting. I put a lead-lag structure in latent stochastic processes and estimated the lead-lag parameter from the sampling data of point processes. I am trying to apply it to the high frequency financial data, Twitter data and the sampling data of Two-photon excitation microscopy which is given by Prod. N. Murata.

B. 発表論文

1. A. Kimura and N. Yoshida : “Estimation of Correlation Between Latent Processes” *Advanced Modelling in Mathematical Finance In Honour of Ernst Eberlein* (2016) 131–146.

2. A. Kimura : “Estimation for Correlation between Intensity Processes of Doubly Stochastic Poisson Processes”, 東京大学修士論文 (2015)

C. 口頭発表

1. Estimation of lead-lag parameter between latent processes, 第 2 回 YUIMA ユーザー会コース, 東京大学, 2016 年 8 月

2. Estimation of correlation between latent processes, ASC2016, 東京大学, 2016 年 2 月

3. 金融超高頻度データを利用した金融資産の相関・ジャンプ推定, JST CREST-さきが

けシンポジウム「22世紀創造のための数学」, 富士ソフトアキバプラザ/アキバホール, 2015年9月

木村 満晃 (KIMURA Mitsuaki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

共役不変ノルムと呼ばれる, 群上の関数に関する研究を行っている. 昨年度までに得られた, 無限ブレイド群の交換子部分群 $[B_\infty, B_\infty]$ 上の安定非有界なノルムに関する結果を投稿し, Journal of Topology and Analysis に出版されることとなった. 上の結果の続きとして, 今年度は無限種数写像類群 \mathcal{M}_∞ 上の安定非有界なノルムの構成に取り組んだ. その結果, 部分的解決として, トレリ群などの部分群上で安定非有界なノルムを構成できることが分かった.

I study about conjugation-invariant norms on groups. I studied about stably unbounded norms on the commutator subgroup of the infinite braid group $[B_\infty, B_\infty]$ until last year, and the result will be published in Journal of Topology and Analysis. In this year, as a continuation of the above result, I tried to construct stably unbounded norms on the stable mapping class group \mathcal{M}_∞ . As a result, I partially solved this problem. Namely, it is found that we can construct stably unbounded norms on the Torelli subgroup and some subgroups.

B. 発表論文

1. M. Kimura: "Conjugation-invariant norms on the commutator subgroup of the infinite braid group", J. Topol. Anal. (to appear)

C. 口頭発表

1. 無限ブレイド群の交換子部分群上の共役不変ノルム, 第12回城崎新人セミナー, 城崎市民センター, 2015年2月 (ポスター発表)
2. 無限ブレイド群の交換子部分群上の共役不変ノルム, 学習院大学トポロジーセミナー, 学習院大学, 2015年5月

3. 群の双不変距離と共役不変ノルム, FMSP Tambara Student Session, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015年9月

4. 無限ブレイド群の交換子部分群上の共役不変ノルム, 結び目の数学 VIII, 早稲田大学, 2015年12月.

5. Conjugation-invariant norms on the commutator subgroup of the infinite braid group, Geometric Analysis on Discrete Groups, RIMS, Kyoto Univ., May-June, 2016

6. 無限ブレイド群と擬準同型の変種, 第17回関東若手幾何セミナー, 早稲田大学, 2016年6月

7. Conjugation-invariant norms on the commutator subgroup of the infinite braid group, Rigidity school, Nagoya Univ., July 2016

8. (1) Acylindrically hyperbolic groups, part 1, (2) Bounded cohomology of acylindrically hyperbolic groups, 第3回幾何学的群論若手勉強会, ルネッサ赤沢, 2017年3月

F. 対外研究サービス

1. 第13回城崎新人セミナー運営委員, 2016年2月15日-19日
2. 関東若手幾何セミナー世話人

剣持 智哉 (KEMMOCHI Tomoya)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

有限要素法を中心として, 偏微分方程式に対する効果的な数値計算手法の開発や, 数値解の安定性・誤差評価などの理論解析を行っている. 本年度は, 以下の3つのテーマについて研究した.

(A-1): 平面曲線の勾配流に対する構造保存的数値解法の開発

平面内の (閉) 曲線の勾配流に対して, エネルギー散逸性を保つような数値計算手法を開発した. 曲線の近似に B-spline 曲線を用いることで, 高階

の方程式に対しても適用することができる, という点の特徴で, elastic flow や Willmore flow などの高階の方程式に対しても適用することができる. 実際に elastic flow に対して適用し, 定常解まで安定に計算できることを多くの数値例で確かめた.

(A-2): 境界が滑らかな領域における放物型方程式に対する有限要素法の L^∞ 誤差評価

境界が滑らかであるような \mathbb{R}^N 内の有界領域における放物型方程式に対して, 三角形分割に基づく有限要素法を考え, L^∞ ノルムによる誤差評価を与えた. 境界が滑らかであるために領域を厳密に三角形分割することができないが, 境界を多角形で近似した後に三角形分割をすることで, 原理的には有限要素法を実装することができる. しかし, 古典的な有限要素法の理論とは異なり, 領域の誤差による影響を考慮に入れた解析をする必要があった. 結果として, 区分的 k 次多項式による有限要素法を考えたとしても, 領域の誤差によって, 区分的 1 次多項式による有限要素法と同程度の誤差評価しか得られない, ということを示した. なお, この成果により, 2016 年度日本数学会応用数学研究奨励賞を受賞した. (柏原崇人氏との共同研究)

(A-3): 非定常 hydrostatic Stokes 方程式に対する有限要素法の誤差評価

非定常 hydrostatic Stokes 方程式とは, 地球表面の気や海流の運動を記述する方程式である primitive 方程式の線形化方程式である. 3次元の偏微分方程式ではあるものの, 通常の Navier-Stokes 方程式や Stokes 方程式とは異なり, z 軸方向だけを特別視する, という点の特徴である. この方程式に対して有限要素法を考え, 最適オーダーの誤差評価を得た. なお, z 軸方向を特別視する都合上, 領域の四面体分割には制限がつく. また, Stokes 方程式の場合と同様に inf-sup 条件が満たされる必要があるため, 有限要素空間の選び方にも制限がつく.

I am interested in development of efficient numerical schemes for PDEs and its theoretical analysis such as stability and error estimates, with a central focus on the finite element method (FEM). In this term, I worked with the following three topics.

(A-1): Derivation of structure-preserving

numerical schemes for gradient flows of planar curves

I have derived numerical schemes for gradient flows of planar (closed) curves, which preserves the energy dissipation property. Moreover, by B-spline approximation, the method can be applied to higher order problems such as the elastic flow and the Willmore flow. I applied the new scheme to the elastic flow and I observed that a lot of numerical solutions are stable.

(A-2): L^∞ -error estimates for the finite element method of parabolic problems on domains with smooth boundaries

I have obtained L^∞ -error estimates for the simplicial FEM of parabolic problems on bounded domains with smooth boundaries. In principle, we can perform FEM by triangulate the discrete domain after approximating the boundary by a polygon. However, in contrast to the classical theory of FEM, I should pay attention to the gap of domains. I showed that one can obtain error estimates of the same order as the piecewise linear FEM, even if one uses the FEM with piecewise polynomials of degree k . I received the MSJ Prize for Excellent Young Applied Mathematicians for this work. This is a joint work with Dr. Kashiwabara.

(A-3): Error estimates for the finite element method of the non-stationary hydrostatic Stokes equation

The hydrostatic Stokes equation is a linearized problem of the primitive equation, which describes geophysical flows such as the ocean and the atmosphere. Although it is three-dimensional problem, the z -direction is perceived as special, in contrast to the usual Navier-Stokes and the Stokes problems. I have considered the FEM for this problem and established optimal order error estimates. Note that the tetrahedralization is restricted due to the different treatment for the horizontal and vertical directions. The choice of finite element spaces should also be restricted because of the inf-sup condition as in the case of the Stokes problems.

B. 発表論文

1. T. Kemmochi: “Discrete maximal regularity for abstract Cauchy problems”, *Studia Math.*, vol. 234, no. 3, 2016, pp. 241–263.

[投稿中]

1. T. Kemmochi and N. Saito: “Discrete maximal regularity and the finite element method for parabolic equations”, [arXiv:1602.06864](https://arxiv.org/abs/1602.06864).
2. T. Kemmochi: “Numerical analysis of elastica with obstacle and adhesion effects”, [arXiv:1604.03400](https://arxiv.org/abs/1604.03400).
3. T. Kemmochi: “Energy dissipative numerical scheme for gradient flows of planar curves using discrete partial derivatives and B-spline curves”, [arXiv:1610.03014](https://arxiv.org/abs/1610.03014).

[査読なし]

1. 剣持智哉: 付着の影響のある基板上の薄膜の形状決定問題に関する数値解析, RIMS 講究録 No. 1995, 現象解明に向けた数値解析学の展開, 京都大学数理解析研究所, 2015 年.

C. 口頭発表

1. Discrete maximal regularity and the finite element method for parabolic problems. EASIAM 2016, University of Macau, Macau, China, June, 2016.
2. 平面曲線の勾配流に対する B-spline による構造保存数値解法. 第 38 回発展方程式若手セミナー, あうる京北, 2016 年 8 月.
3. 平面曲線の勾配流に対する B-spline による構造保存数値解法. 日本応用数理学会 2016 年度年会, 北九州国際会議場, 2016 年 9 月.
4. 最大正則性と作用素の分数べきによる, 放物型方程式に対する有限要素法の誤差解析. 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会 (応用数学分科会), 関西大学千里山キャンパス, 2016 年 9 月.
5. Discrete maximal regularity and its application to the finite element method. IRTG seminar, TU Darmstadt, Darmstadt, Germany, October, 2016.

6. Discretization of maximal regularity and its application to the finite element method. The 13th Japanese-German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Darmstadt, Darmstadt, Germany, November–December, 2016.

7. 滑らかな領域における放物型問題の有限要素近似に対する L^∞ 誤差評価. 2016 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2016 年 12 月.

8. 偏微分方程式に対する有限要素法における諸問題. 研究集会「数学と諸科学の融合 2016」, 早稲田大学早稲田キャンパス, 2016 年 12 月.

9. Error estimate for the finite element semi-discretization of the nonstationary hydrostatic Stokes equation. The 14th Japanese-German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Waseda University, March, 2017.

G. 受賞

1. 2014 年度東京大学大学院数理解析科学研究科長賞, 2015 年 3 月.
2. 2016 年度日本数学会応用数学研究奨励賞, 2017 年 3 月.

高橋 和音 (TAKAHASHI Kazune)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Differential equations

1. Stand wave solutions of nonlinear Schrödinger-Poisson systems [5]

This is a joint work with Hiroyuki Miyahara (UTokyo). We worked on stand wave solutions of the following nonhomogeneous nonlinear Schrödinger-Poisson systems: $-\Delta u - a\phi|u|^{q-1}u = \lambda u + b|u|^{p-1}u, -\Delta\phi = |u|^{q+1}$. There were many previous studies for the case the dimension $N = 3$, but our study covered

the case $N \geq 3$. We proved existence and nonexistence theorem where each $p, q+1$ is critical or subcritical. Especially, for some specific case, we determined the range of λ where a non-trivial solution (u, ϕ) does exist or does not exist.

2. Generalized Joseph–Lundgren exponent [1]

This is a joint work with Prof. Yasuhito Miyamoto (UTokyo). We worked on the following ordinary differential equation for $r \in (0, \infty)$: $r^{-(\gamma-1)}(r^\alpha |u'|^{\beta-1} u')' + |u|^{p-1} u = 0$. Here the left term represents a generalized radial differential operator that covers, for example, the N -dimensional usual Laplacian, m -Laplacian or k -Hessian. In previous research the generalized Joseph–Lundgren exponent for this operator was calculated, but there was a technical underbound for the exponent p . We removed that bound by transforming the equation and determined intersection numbers which role differently on p .

3. Nonhomogeneous semilinear elliptic equations involving critical Sobolev exponent [2] [7]

I worked on the following nonhomogeneous semilinear elliptic equation involving the critical Sobolev exponent: $-\Delta u + au = bu^p + \lambda f$. I proved that provided b achieves its maximum at an inner point of the domain and a has a growth of the exponent q in some neighborhood of that point, then if the dimension of the domain is less than $6 + 2q$, there exist at least two positive solutions. It seems to be new that the coefficient of a linear term affects the dimension of the domain on which solutions exist.

Mathematical informatics

4. Zero-dimensional fold and cut [3] [4]

This is a joint work with Yasuhiko Asao (UTokyo), Prof. Erik D. Demaine (MIT), Prof. Martin L. Demaine (MIT), Hideaki Hosaka (Azabu high school), Prof. Akitoshi Kawamura (UTokyo) and Prof. Tomohiro Tachi (UTokyo). We showed how

to fold a piece of paper and punch one hole on given n points so as to produce any desired patterns of holds. There is 4 variants of problems; the paper is finite or infinite and we allow or forbid the crease on the points. In [4], we gave solutions for each case and the order of crease are bounded on the polynomial order of n and the paper ratio r . In the sequel paper [3], we also gave a definition of the complexity of folds, which will be useful for further studies that determine NP-hardness of complex folding problems.

5. Application of SAT-solver for AI [6]

It is known that n -satisfiability problems are NP-complete to solve for $n \geq 3$ but are solved quickly by SAT-solver in recent years. I applied it for AI in the international programming contest “Samurai Coding 2016–17”, which was held by Information Processing Society of Japan. I made an algorithm on SAT-solver to decide the all possible places of the hidden enemy logically by observing which places were conquered. It worked faster than a rudimentary algorithm by brute force.

Social mathematics in FMSP

6. Control model for traffic lights

This is a joint work with Xinchu HUANG (UTokyo). We worked on discrete model of traffic lights which would not cause traffic jams. A observation data showed each number of cars for the pair of inlet and outlet of roads but there was ambiguity of the route of each cars. We let the problem come to n -varieties transportation problem but it is known as NP-complete. Therefore we also suggested an algorithm that superimpose usual max flow problems.

B. 発表論文

Refereed Papers

1. Yasuhito Miyamoto and Kazune Takahashi: “Generalized Joseph–Lundgren ex-

ponent and intersection properties for supercritical quasilinear elliptic equations”, Archiv der Mathematik **108** (2017) 71–83.

2. Kazune Takahashi: “Semilinear elliptic equations with critical Sobolev exponent and non-homogeneous term”, Master Thesis, The University of Tokyo (2015).
3. Yasuhiko Asao, Erik Demaine, Martin Demaine, Hideaki Hosaka, Akitoshi Kawamura, Tomohiro Tachi and Kazune Takahashi: “Folding and Punching Paper”, to appear in Journal of Information Processing.

Refereed Conference Abstracts

4. Yasuhiko Asao, Erik Demaine, Martin Demaine, Hideaki Hosaka, Akitoshi Kawamura, Tomohiro Tachi and Kazune Takahashi: “Folding and Punching Paper”, Abstracts from the 19th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs and Games (2016) 40–41.

Preprints

5. Hiroyuki Miyahara and Kazune Takahashi: “Existence and Nonexistence of Standing Wave Solutions of Nonlinear Schrödinger-Poisson System”, preprint.

Miscs

6. Kazune Takahashi: “Application of SAT-solver for AI on SamurAI Coding 2016–17”, (2017), <https://github.com/kazunetakahashi-thesis/SAT-solver-AI-project>.
7. Kazune Takahashi: “Semilinear elliptic equations with critical Sobolev exponent and non-homogeneous term”, to appear in RIMS Kôkyûroku.

C. 口頭発表

International Conferences

1. Semilinear elliptic equations with critical Sobolev exponent and non-homogeneous term, RIMS Workshop: Shapes and other

properties of solutions of PDEs, RIMS, Kyoto University, Japan, Nov 2015. [Invited]

2. (With Yasuhiko Asao, Erik Demaine, Martin Demaine, Hideaki Hosaka, Akitoshi Kawamura and Tomohiro Tachi) Folding and Punching Paper, The 19th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games, Tokyo University of Science, Japan, Sep 2016.

Domestic Conferences

3. Existence and Nonexistence of Standing Wave Solutions of Nonlinear Schrödinger-Poisson System, The 39th Differential Equation Seminar at Yokohama National University, Yokohama National University, Japan, Aug 2016. [Invited]

G. 受賞

International Programming Contests

1. SamurAI Coding 2014–15, World Final: 6th place, 77th Information Processing Society of Japan National Convention, Kyoto University, Japan, Mar 2015.

Domestic Programming Contests

2. Code Runner 2015, Final Round: 1st place, Recruit Career, Tokyo, Dec 2015.
3. Code Runner 2014, Final Round: 7th place, Recruit Career, Tokyo, Nov 2014.
4. Code Festival 2014 AI Challenge, Final Round: 3rd place, Recruit Holdings, Tokyo, Nov 2014.

谷村 慈則 (TANIMURA Yoshinori)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は今年度、可解な階層付きリー代数に対応する1-連結リー群を変換群とする Clifford-Klein 形の分類・変形問題に関する研究に取り組んだ。

可換・冪零・可解なリー群を変換群にもつ Clifford-Klein 形の分類・変形問題に関する研究は、2006 年の Kobayashi-Nasrin による論文を

発端とし、その後 Ali Baklouti や Imed Kédim などによって進められてきた。これらの研究における最も本質的な手法の 1 つに連結殻 (syndetic hull) に関する性質を用いたものがある。ここで連結殻とは、連結リー群 G の離散部分群 Γ に対して、 Γ を余コンパクトに含む G の連結リー部分群 L のことをいう。 G が 1-連結完全可解リー群の場合は、任意の離散部分群 $\Gamma \subset G$ に対してその連結殻 $L \subset G$ が必ず存在し、 Γ から G への準同型は L から G への準同型へ連続に拡張できる。この連結殻に関する性質を用いれば、離散群について考えている際に生じる群論的な困難のうちのいくつかを、連結リー群のリー代数を対象とする線形代数の議論に落とし込むことができるので、連結殻に関する性質を用いることができる状況の下では多くの考察がなされてきた。一方で、連結殻の性質を用いることができる状況は、変換群が完全可解リー群や指数的可解リー群の場合に限られるため、変換群がより一般の可解リー群の場合についてはあまり研究がなされていないのが現状である。

以上のような背景の下で、2016 年のはじめ、指数的可解ではない具体的な可解リー群 (ダイヤモンド群) を変換群とする Clifford-Klein 形の変形問題へアプローチした論文が Imed Kédim によって提出された。私は今年度、この論文で行われている計算や論証を整理し、より一般的な手法の開発を試みた。その結果、特殊な条件をつけた階層付きリー代数に対応する 1-連結リー群が変換群の場合にも使うことができる、一般的手法を得ることができた。

I researched the classification and deformation problem of Clifford-Klein forms whose translation groups are 1-connected Lie groups corresponding to solvable graded Lie algebras.

The research on the classification and deformation problem of Clifford-Klein forms whose translation groups are abelian, nilpotent and solvable is started by Kobayashi-Nasrin in 2006 and developed by Ali Baklouti, Imed Kédim and so on. In this research, the property of the syndetic hulls is one of the most important tools. For a connected Lie group G and its discrete subgroup Γ , the connected subgroup L of G is called the syndetic hull if L contains Γ as a cocompact lattice. If G is 1-connected

completely solvable Lie group, there exists the unique syndetic hull L for any discrete subgroup Γ of G and the homomorphism from Γ to G can be extended to the unique one from L to G continuously. This property of syndetic hull makes some of the difficult arguments of group theory caused by discrete subgroups easy ones of linear algebra of Lie algebras. So there are many researches in the assumption that we can use the property of the syndetic hulls. On the other hand, since we can use the property of the syndetic hulls only when the translation groups are completely solvable or exponential solvable, there is room to be researched in the case that the translation groups are generally solvable.

In the above background, in the beginning of 2016, Imed Kédim suggested an approach to research the classification and deformation of Clifford Klein forms whose translation group is the diamond group, which is not exponential solvable but solvable. During this year, I arranged the calculations and arguments of the paper of Imed Kédim and tried to generalize. In the result, I could generalize the way of the paper to the way which can be used in the case that the translation group is 1-connected Lie groups corresponding to “good” graded Lie algebras.

B. 発表論文

Yoshinori Tanimura “A splitting of the local rigidity of Clifford-Klein forms of homogeneous spaces of completely solvable Lie groups,” 2016, arXiv:1607.07199

C. 口頭発表

1. 可換・冪零・可解 Lie 群の Clifford-Klein 形の変形空間について (ポスター発表)、日本数学会異分野・異業種研究交流会、東京大学大学院数理科学研究科大講義室 他、2014 年 10 月。
2. 冪零 Lie 群の等質空間の Clifford-Klein 形の変形問題、関東若手幾何セミナー、首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス、2015 年 5 月。
3. “A splitting of the local rigidity of Clifford-Klein forms of homogeneous spaces of

nilpotent Lie groups,” SEMINAIRE, Université Tunis El Manar Laboratoire LATAO, Faculté des Sciences de Tunis Département de Mathématiques, 26/01/2017

辻 俊輔 (TSUJI Shunsuke)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

ゴールドマン・リー代数とスケインダイスの類似性に着目して曲面の写像類群の研究と結び目の研究を行っている。

HOMFLY-PT タイプのスケイン代数と曲面における写像類群の関係を明らかにした。特に、曲面のトレリ群から完備化された HOMFLY-PT タイプのスケイン代数への埋め込みを構成した。この埋め込みは、テュラエフ・余代数の拡張を与える。さらに、この埋め込みを用いて、 $\mathbb{Q}[\rho][[h]]$ に値をとる整係数ホモロジー球面の不変量を構成した。

I study theory of mapping class groups of surfaces and theory of links with respect to the similarity between Goldman Lie algebras and skein algebras.

I reveal the relationship between HOMFLY-PT-type skein algebra and mapping class group of a surface. In particular, I construct an embedding from the Torelli group of a surface into the completed HOMFLY-PT-type skein algebra of the surface. This embedding gives an extension of Turaev cobracket. Furthermore, I construct an invariant for an integral homology 3-sphere which is an element of $\mathbb{Q}[\rho][[h]]$ using this embedding.

B. 発表論文

1. 辻俊輔: “曲面のスケイン代数、ゴールドマン・リー代数および写像類群の相互関係の研究”, 東京大学修士論文 (2015).
2. S. Tsuji: “The logarithms of Dehn twists on non-orientable surfaces”, preprint, arXiv:1405.2161(2014), to appear in Osaka Math. J.
3. S. Tsuji: “Dehn twists on Kauff-

man bracket skein algebras”, preprint, arXiv:1510.05139(2015).

4. S. Tsuji: “The quotient of a Kauffman bracket skein algebra by the square of an augmentation ideal”, preprint, arXiv:1606.01096(2016), to appear in Journal of Knot Theory and Its Ramifications.
5. S. Tsuji: “The Torelli group and the Kauffman bracket skein module”, preprint, arXiv:1606.01114(2016), to appear in Mathematical Proceedings Cambridge Philosophical Society.
6. S. Tsuji: “Construction of an invariant for integral homology 3-spheres via completed Kauffman bracket skein algebra”, preprint, arXiv:1607.01580(2016).

C. 口頭発表

1. Skein algebras and mapping class groups on oriented surfaces, 研究集会「東北結び目セミナー 2015」, 山形市保健センター視聴覚室, 平成27年10月.
2. Skein algebras and mapping class groups on oriented surfaces, 研究集会「Topology and Geometry of Low-dimensional Manifolds」, 奈良女子大学コラボレーションセンター, 平成27年10月.
3. スケイン代数と写像類群, 九大数理トポロジー金曜セミナー, 九州大学伊都キャンパス, 平成27年12月.
4. スケイン代数による整数3-ホモロジー球面の不変量, 東京理科大学特異点・トポロジーセミナー, 東京理科大学野田キャンパス, 平成28年1月.
5. The Kauffman bracket skein algebra and the Johnson homomorphisms, 離散群と双曲空間のトポロジーと解析, 京都大学 数理解析研究所, 平成28年6月.
6. カウフマン・ブラケット・スケイン代数による整係数ホモロジー球面の不変量, 京都大学 Low-dimensional Topology Seminar, 京都大学 数理解析研究所, 平成28年6月.

7. The Kauffman bracket skein algebra and the Johnson homomorphisms, 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」, 東京大学駒場キャンパス, 平成28年9月.
8. Completed Kauffman bracket skein algebras and an invariant for integral homology 3-spheres, Workshop on Volume Conjecture and Quantum Topology, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 平成28年9月.
9. Completed Kauffman bracket skein algebras and an invariant for integral homology 3-spheres, Strasbourg university quantum seminar, IRMA, 平成28年10月.
10. Construction of an invariant for integral homology, spheres via Kauffman bracket skein algebras and its application, 研究集会「Casson 不変量にかかわる3次元多様体の不変量」, 京都大学 数理解析研究所, 平成29年1月.
11. Construction of an invariant for integral homology spheres, 研究集会「Low dimensional topology and number theory IX」, 九州大学産学官連携イノベーションプラザ, 平成29年3月.

長町 一平 (NAGAMACHI Ippei)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年に引き続き離散付値体上の多重双曲曲線の還元とエタール基本群のホモトピー完全列から定まる外 Galois 表現の関係についての研究を行った. 特に対数的幾何への理解を深め, 以前得た良還元に関する研究と同様の定式化を対数的良還元版について行い, 成果を得た. そのために, 対数的スキームに関する Zariski-Nagata purity 定理の証明を行い, また対数版の余接空間を定義し対数的クンマーエタール射での振る舞いを記述した.

I studied the relationship between reduction of a hyperbolic polycurve over a discrete valuation field and its outer Galois representation induced by the homotopy exact sequence of its étale fundamental group. I have obtained a

criterion to determine whether a proper polycurve with sections has good reduction or not, and this year I proved a log-smooth reduction version of the criterion. In the proof, I defined logarithmic cotangent space and proved Zariski-Nagata purity theorem for Kummer log-étale morphisms.

B. 発表論文

1. I. Nagamachi: “A good reduction criterion for proper hyperbolic polycurves with sections”, 東京大学修士論文.

C. 口頭発表

1. On a good reduction criterion for proper polycurves with sections, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016年9月.
2. Log-shell, log-volume and log-link I and II, Inter-universal Teichmüller Theory Summit, 京都大学数理科解析研究所, 2016年7月.
3. Log-shell, log-volume and log-link, 「 p 進数論幾何とその周辺」セミナー, 京都大学数理科解析研究所, 2016年7月.
4. On a good reduction criterion for proper polycurves with sections, 代数的整数論とその周辺 2015, 京都大学数理科解析研究所, 2015年12月.
5. On a good reduction criterion for proper polycurves with sections, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 2015年10月.
6. On a good reduction criterion for proper polycurves with sections, 第14回広島仙台整数論集会, 広島大学理学部, 東京大学大学院数理科学研究科, 2015年7月.
7. On a good reduction criterion for proper polycurves with sections, 代数学コロキウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2015年5月.

野崎 雄太 (NOZAKI Yuta)

(学振 DC2)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

任意のレンズ空間が種数 1 の homologically fibered knot を含むことを証明した。これは種数 1 の fibered knot を含まないレンズ空間が存在することと対照的である。証明において, Chebotarev の密度定理や 2 変数の 2 次形式など数論の道具が重要な役割を果たした。

I proved that every lens space contains a genus one homologically fibered knot, which is contrast to the fact that some lens spaces do not contain a genus one fibered knot. In the proof, the Chebotarev density theorem and binary quadratic forms in number theory play a key role.

B. 発表論文

1. Y. Nozaki: “An extension of the LMO functor”, *Geom. Dedicata* **185** (2016) 271–306.
2. Y. Nozaki : “An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3 ”, *RIMS Kôkyûroku* **2004** (2016) 101–107.
3. Y. Nozaki: “An extension of the LMO functor”, 「結び目の数学 VII」報告集 (2015) 9–15.
4. Y. Nozaki : “Every lens space contains a genus one homologically fibered knot”, preprint, arXiv:1702.02731 (2017).
5. Y. Nozaki : “An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3 ”, preprint, arXiv:1602.05884 (2016).

C. 口頭発表

1. The preimage of a knot under the covering map from S^3 to $\mathbb{R}P^3$, 日本数学会 2016 年度年会, 筑波大学, 2016 年 3 月.
2. An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3 , *Intelligence of Low-dimensional Topology*, 京大数理研, 2016 年 5 月.

3. An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3 , Summer Workshop 2016 & Knotting Nagoya, 名城大学, 2016 年 6 月.

4. LMO 関手の拡張, トポロジー金曜セミナー, 九州大学, 2016 年 7 月.

5. An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3 , Workshop on knot theory and related topics - Presented by women in mathematics-, 京大数理研, 2016 年 8 月.

6. An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3 , Séminaire Quantique, University of Strasbourg (フランス), 2016 年 9 月.

7. Ribbon categories from quantum groups, Groupe de travail Topologie Quantique, University of Strasbourg (フランス), 2016 年 10 月.

8. 種数 1 の曲面上のホモロジーコボルディズムとレンズ空間, GD2016 – 微分同相群と離散群, 文部科学省共済組合箱根宿泊所, 2016 年 12 月.

9. 種数 1 の曲面上のホモロジーコボルディズム, 東京無限可積分系セミナー, 東京大学, 2016 年 12 月.

10. モジュラー表現の次元公式の TQFT を用いた導出 1, 2, 2 次微分の幾何とその周辺, 東京大学, 2017 年 1 月.

林 拓磨 (HAYASHI Takuma)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年は可換環上の (\mathfrak{g}, K) 加群の研究を行った。特に可換環 k 上定義された Harish-Chandra 対の射 $(\mathfrak{p}, L) \rightarrow (\mathfrak{g}, K)$ に対して誘導される (\mathfrak{g}, K) 加群の圏から (\mathfrak{p}, L) への制限関手の右随伴関手 $I_{\mathfrak{p}, L}^{\mathfrak{g}, K}$ の記述をいくらかの特別な場合に行った。まずリー群 $SU(1,1)$ とその (極小) 放物部分群から自然に得られる $\mathbb{Z}[1/2]$ 上の代数上定義された Harish-Chandra 対の射の場合には $k = \mathbb{C}$ の時と同様の具体的な記述を持つことがわかった。例

例えば $SU(1,1)$ の主系列表現の自然な $\mathbb{Z}[1/2]$ 形式は右随伴性を満たす。この研究の途上でトラス及びその巡回部分群に対して Hecke 環を構成し、これらの群に対して可換環上の双対 Zuckerman 関手を定義することができた。また、関手 $I_{\mathfrak{p},M}^{\mathfrak{sl}_2,T^1}$ が小さい余極限を保つことを証明した。特にこの関手は右随伴関手を持つ。より一般に (標数 0 の) 体上定義された放物誘導関手が右随伴を持つことも同じ方法によって示した。

次に私はほかの場合を調べるためにこの分野に 2 つの手法を持ち込んだ。それらは関手 $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$ によって得られる表現に関する情報を $k = \mathbb{C}$ の場合などのわかっている場合から引き出すための道具である。一つは底変換を行うことでこれは体拡大の場合にはすでに F. Januszewski によって使われていた。もう一つはコンパクト対象について論じることであり、この概念は圏論の中で深く研究されてきた。これら 2 つの技法を用いることで私は関手 $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$ に関する新しい底変換定理を証明した。

この応用として私は 2 つの場合に $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$ の良い記述を見つけることができた。ひとつは \mathbb{Z} 上の分裂簡約群に対する Borel-Weil 型誘導の場合である。 G の極大トラスの指標 λ に対してその Borel-Weil 誘導は $G \otimes \mathbb{Q}$ の既約または零表現の \mathbb{Z} 形式を与える。さらに、この \mathbb{Z} 形式は零表現でない時最高ウェイト空間が \mathbb{Z} となるものの中で最大であることがわかった。

もう一つの場合は Zuckerman 関手 $\Gamma = I_{\mathfrak{g},L}^{\mathfrak{g},K}$ 、つまり $\mathfrak{g} = \mathfrak{p}$ のときである。基礎環 k が整域で \mathbb{Z} が単射に埋め込まれていて、 K が整であり、 V が k 上ねじれがない (\mathfrak{g}, L) 加群であるとき $\Gamma(V)$ は構造が (\mathfrak{g}, K) 加群に (一意的に) 拡張する V の (\mathfrak{g}, L) 部分加群のうち最大のものになるとわかった。

In this year, I studied (\mathfrak{g}, K) -modules over commutative rings. Especially, I described the functor $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$ in some special cases; here $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$ is defined for a map $(\mathfrak{p}, L) \rightarrow (\mathfrak{g}, K)$ of Harish-Chandra pairs over a commutative ring k as a right adjoint functor to the restriction from the category of (\mathfrak{g}, K) -modules to that of (\mathfrak{p}, L) -modules.

I firstly obtained a similar description in the case of the map $(\mathfrak{p}, M) \rightarrow (\mathfrak{sl}_2, T^1)$ over a $\mathbb{Z}[1/2]$ -algebra which is naturally obtained

from the Lie group $SU(1,1)$ and its (minimal) parabolic subgroup to the case $k = \mathbb{C}$. For instance, the natural $\mathbb{Z}[1/2]$ -forms of the principal series representations of $SU(1,1)$ enjoy right adjointness properties. In its course, I constructed the Hecke algebras of tori and their cyclic subgroups. This enables us to define the dual Zuckerman functors over commutative rings along these groups. I also proved that $I_{\mathfrak{p},M}^{\mathfrak{sl}_2,T^1}$ respects small colimits. In particular, it admits a right adjoint functor. More generally, a similar argument shows that the parabolic induction functors over fields (of characteristic 0) are left adjoint.

I next introduced two methods to this area to work with other cases. They are tools to extract information on representations produced by the functor $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$ from the known cases like $k = \mathbb{C}$. One is the base change functor as considered by F. Januszewski in the case that the bases are fields. The other one is to discuss compact objects which are deeply studied in category theory. Using these two, I proved a new base change theorem on the functor $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$. As applications, I found nice descriptions of $I_{\mathfrak{p},L}^{\mathfrak{g},K}$ in two cases. One is for the Borel-Weil type induction for split reductive groups G over \mathbb{Z} . If we are given a character λ of a maximal torus of G , its Borel-Weil induction exhibits a \mathbb{Z} -form of the irreducible or zero representation of $G \otimes \mathbb{Q}$. Moreover, it is maximal among those whose highest weight spaces are \mathbb{Z} unless it vanishes.

The other one is the Zuckerman functor $\Gamma = I_{\mathfrak{g},L}^{\mathfrak{g},K}$, i.e., $\mathfrak{g} = \mathfrak{p}$. If the base ring k is an integral domain injectively containing \mathbb{Z} , K is integral, and V is a (\mathfrak{g}, L) -module which is torsion-free over k then $\Gamma(V)$ exhibits the maximal (\mathfrak{g}, L) -submodule whose structure (uniquely) extends to that of a (\mathfrak{g}, K) -module.

B. 発表論文

1. T. Hayashi : “Induction and production for $(\mathcal{A}, K, \mathcal{D})$ -modules”, 東京大学修士論文 (2015).
2. T. Hayashi : “Dg analogues of the Zuckerman functors and the dual Zuck-

erman functors I”, arXiv preprint arXiv:1507.06405 (2015).

3. T. Hayashi: “The Zuckerman functor over a commutative ring”, 数理解析研究所講究録 1992, 80-90, 2016-04.
4. T. Hayashi: “Dg analogues of the Zuckerman functors and the dual Zuckerman functors II”, arXiv preprint arXiv:1606.04320 (2016).

C. 口頭発表

1. On the categories of equivariant complexes and the equivariant derived categories. Kobayashi Lab. Camp Seminar, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2014年8,9月.
2. A brief survey on the paper: D.Ben-Zvi, D.Nadler, Beilinson-Bernstein Localization over the Harish-Chandra Center. Workshop on ”Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015年8月.
3. The Zuckerman functor over a commutative ring. 組合せ論的表現論とその周辺, 数理解析研究所, 2015年10月.
4. Dualities in the Kazhdan-Lusztig conjecture. ラングランズと調和解析, 九州大学, 2016年3月.
5. A description of principal series representations of $SU(1,1)$ over $\mathbb{Z}[1/2]$ -algebras. 京都表現論セミナー, 数理解析研究所, 2016年7月.
6. The Hecke algebra of the torus over a commutative ring. Actions of Reductive Groups and Global Analysis, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016年8月.
7. Categorical methods to (\mathfrak{g}, K) -modules over commutative rings. Langlands and Harmonic Analysis, 熱海温泉 旅館 芳泉閣, 2017年3月.

JIMÉNEZ PASCUAL Adrián

(ヒメネス パスクアル アドリアン)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

ソリッドトーラス内の結び目のラッピングナンバーに注目し、結び目のソリッドトーラスでの Jones 多項式と Kauffman ブラケットの最大幕の上限を計算する二つの方法を考案した。この為に結び目の図に対する k -skeleton (骨格) を定義した。

そして、結び目の adequacy とサテライトノットへの影響について研究した。この研究は発展中。

Focusing on the wrapping number of knots inside the solid torus, I developed two methods that help set an upper bound for the maximum exponent of the Jones polynomial and Kauffman bracket in the solid torus. To this purpose I defined the k -skeleton of a diagram.

I also researched about the adequacy of knots and its effect on satellite knots. This is a research in progress.

B. 発表論文

1. A. Jiménez Pascual: “On lassos and the Jones polynomial of satellite knots”, arXiv: 1501.01734.
2. A. Jiménez Pascual: “On lassos and the Jones polynomial of satellite knots”, J. Knot Theory Ramifications **25**(2) (2016).

C. 口頭発表

1. On lassos and the Jones polynomial of satellite knots, 結び目の数学 VII, 東京女子大学, 2014年12月.
2. On lassos and the Jones polynomial of satellite knots, Tenth East Asian School of Knots and Related Topics, East China Normal University, China, January 2015.
3. Presenting lassos, Berkeley-Tokyo Winter School, University of California, Berkeley, U.S.A., February 2016.

細野 元気 (HOSONO Genki)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

多変数関数論、複素幾何に興味を持っている。主に、複素多様体上の(準)多重劣調和関数や、正則ベクトル束上の特異エルミート計量を対象に研究を行っている。本年度の主な成果は以下のとおりである。

(1) コンパクト複素多様体上の Kähler 計量の空間の測地線の類似として、擬凸領域上の多重劣調和関数の空間内の(弱)測地線が考察された [Rashkovskii, 2016]。一般のトーリック多重劣調和関数について、測地線に沿って端点で関数が収束するための必要十分条件を、Lelong 数に関する条件として記述した。

(2) (小池貴之氏 (京都大学) との共同研究) 射影的複素多様体 X 上の巨大直線束 L について、安定基点集合 $Y = SB(L)$ が正則管状近傍を持つ非特異多様体であるようなときに、法束 $N_{Y/X}$ の負曲率性に関する適切な条件のもとで、 L の最小特異性計量の具体的な表示を得た。この結果は、中山の例に対する類似の結果 [小池, 2015] を一般化したものになっている。

I am working on several complex variables and complex geometry. In particular, I study (quasi-)plurisubharmonic functions on complex manifolds and singular Hermitian metrics on holomorphic vector bundles.

(1) As an analog of geodesics in the space of Kähler metrics on a compact complex manifold, geodesics in the space of plurisubharmonic functions on a pseudoconvex domains are considered in [Rashkovskii, 2016]. For toric plurisubharmonic functions, I described the condition for convergence along geodesics at their endpoints using Lelong numbers.

(2) (joint work with T. Koike (Kyoto Univ.)) Let X be a projective complex manifold and let L be a big line bundle on X . Let $Y = SB(L)$ be the stable base locus of L . We described minimal singularities of metrics of L explicitly when Y is a non-singular manifold and the normal bundle $N_{Y/X}$ has negativity conditions. It is a generalization of [Koike, 2015] for Nakayama's example.

B. 発表論文

1. G. Hosono, "Approximations and examples of singular Hermitian metrics on vector bundles", to appear in *Arkiv för Matematik*.
2. G. Hosono, "Local geodesics between toric plurisubharmonic functions with infinite energy", *preprint*, arXiv:1606.05235.
3. G. Hosono and T. Koike, "On minimal singular metrics of line bundles whose stable base loci admit holomorphic tubular neighborhoods", *preprint*, arXiv:1612.08212.

C. 口頭発表

1. Approximations and examples of singular Hermitian metrics on vector bundles, 2015 Seoul Workshop on Complex Geometry and Analysis, ソウル国立大, ソウル, 2015 年 7 月 23 日
2. Approximations and examples of singular Hermitian metrics on vector bundles, 日本数学会 2015 年度秋季総合分科会, 京都産業大, 京都, 2015 年 9 月 15 日
3. On local geodesics between toric plurisubharmonic functions (ショートコミュニケーション), 2016 年多変数複素解析葉山シンポジウム, 湘南国際村センター, 神奈川県葉山町, 2016 年 7 月 18 日
4. トーリック多重劣調和関数の間の測地線に沿う収束について, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会, 関西大, 大阪府吹田市, 2016 年 9 月 16 日
5. 多重劣調和関数の間の測地線に沿う収束について, 解析幾何学セミナー, 名古屋大, 愛知県名古屋市, 2016 年 10 月 6 日
6. On convergence along geodesics between plurisubharmonic functions, 第 22 回複素幾何シンポジウム, 金沢県政記念しいのき迎賓館, 石川県金沢市, 2016 年 11 月 1 日
7. On convergence along geodesics between plurisubharmonic functions, Young Mathematicians Workshop on Several Complex

Variables 2016, 東京大, 東京都目黒区, 2016年11月13日.

8. 多重劣調和関数の間の測地線に沿う収束について, 東北複素解析セミナー, 東北大, 宮城県仙台市, 2016年12月7日
9. On geodesics between toric plurisubharmonic functions, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics, ソウル国立大, ソウル, 2017年1月7日

F. 対外研究サービス

ワークショップ「Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016」のオーガナイズ。

松原 幸栄 (MATSUBARA Saiei)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私の研究対象は複素領域の線形偏微分方程式系である。2015年度から引き続き、振動積分と呼ばれる特殊関数の研究を行っている。これは、Laplace-Gauss-Manin系というホロノミー系の解である。

1. Laplace-Gauss-Manin系の解空間の茎は、Bloch-Esnault-Hienの急減少ホモロジー群と同型である。一方でF.Phamは全く別の方法で急減少ホモロジー群を導入して、その計算方法を確立していた。私はF.Phamによる急減少ホモロジー群とBloch-Esnault-Hienによるものが同型であることを証明した。応用として、合流型Aomoto-Gelfand超幾何方程式の解空間の基底を超平面配置の言葉で記述した。

2. 合流型GKZ超幾何関数はSchulze-Waltherの結果により振動積分としてとらえることができる。この場合の急減少ホモロジー群は振動積分の相関数が定めるNewton多面体と深く関係する。私は、Newton多面体に関するある仮定の下、急減少ホモロジー群の基底をKunneth型公式により具体的に記述した。応用として合流型GKZ超幾何関数のMellin-Barnes型積分表示が得られる。現在も研究中。

My research interest is systems of linear partial differential equations in the complex domain. Since 2015, I have been working on a

class of special functions called oscillatory integrals. This class arises as a solution space of a holonomic system (Laplace-Gauss-Manin system).

1. The stalk of solutions of Laplace-Gauss-Manin systems is canonically isomorphic to the rapid decay homology group introduced by Bloch-Esnault-Hien. On the other hand, F.Pham has already introduced his own version of rapid decay homology group and established a method of computation. I proved that these two definitions are isomorphic to each other. As an application, I constructed a basis of solutions of confluent Aomoto-Gelfand hypergeometric equation in terms of hyperplane arrangements.

2. By the result of Schulze-Walther, confluent GKZ hypergeometric functions can be recaptured as oscillatory integrals. In such a situation, the rapid decay homology group is closely related to the Newton polytope. Under a specific assumption on the Newton polytope, I constructed a basis of rapid decay homology group explicitly with the help of Kunneth type formula. As an application, Mellin-Barnes type integral representation of GKZ hypergeometric functions can be obtained. This is a work in progress.

B. 発表論文

[1] Residue current approach to Ehrenpreis-Malgrange type theorem for linear differential equations with constant coefficients and commensurate time lags. arXiv:1507.06757

C. 口頭発表

1. "Residue current techniques applied for Malgrange-Ehrenpreis type theorems of $D \Delta$ equations" 玉原アクセサリパラメーター研究会・東京大学玉原国際セミナーハウス・2015年6月18日(木)-6月21日(日)
2. 「微分方程式系のEhrenpreis原理について その2」 関数方程式論サマーセミナー2015・2015年8月5日(水)~8日(土)
3. 「Ehrenpreis-Malgrange型定理の差分、微分方程式系への拡張について」 HMA

セミナー・冬の研究会 2016・2016 年 1 月 8 日 (金)

4. 「D.Barlet の積分カレントについて」 可積分系ウィンターセミナー 2016・2016 年 1 月 23 日 (土)~1 月 25 日 (月)
5. ”On microlocal analysis of Gauss-Manin systems for boundary singularities” 偏微分方程式の諸問題・2016 年 3 月 3 日 (木)~3 月 4 日 (金)
6. 「F.Pham の rapid decay homology について」 函数方程式論サマーセミナー 2016・いこいの村能登半島・2016 年 8 月 2 日 (火)~8 月 5 日 (金)
7. 「Rapid decay homology of F.Pham and its relative variant」 玉原アクセサリパラメーター研究会・東京大学玉原国際セミナーハウス・2016 年 8 月 22 日 (月)~8 月 25 日 (木)
8. 「On the rapid decay homology of F.Pham」 RIMS 研究集会「超局所解析と特異摂動論の新展開」・京都大学・2016 年 10 月 3 日 (月)~10 月 7 日 (金)
9. 「Ordinary and relative Laplace-Gauss-Manin systems and their cycles」 代数解析奈良研究集会・奈良女子大学・2016 年 11 月 25 日 (金)~11 月 27 日 (日)
10. 「Comparison of rapid decay homology theories and construction of solution basis of irregular connections of hypergeometric type」 Séminaires systèmes dynamiques et géométrie, Angers 大学, 2017 年 1 月 17 日 (月)

G. 受賞

平成 26 年度数理科学研究科長賞

三浦 達哉 (MIURA Tatsuya)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は [2] でも考察した弾性曲線の付着問題に対し、主に解のグラフ表示可能性の観点から

研究を行った。ここで弾性曲線の付着問題とは、ある固定された一次元関数 (基板関数) のグラフの上部に拘束された平面曲線 (許容曲線) に対し、全二乗曲率 (曲げエネルギー) と接触エネルギー (付着エネルギー) の線形和からなる全エネルギーを最小化する問題である。当該モデルに対する先行研究はいくつかあるが、[2] を含む全ての論文において、許容曲線はある関数のグラフであると仮定されていた。論文 [4] ではこの仮定の妥当性について検討するために、許容曲線として一般の曲線も含め、そのうえで最小化のグラフ表示可能性について考察した。結論として、実際に多くの場合において解はグラフ表示可能となるが、その一方で、たとえ基板関数が C^∞ 級であっても解がグラフとならない場合があることを証明した。

また弾性曲線の付着問題において曲げエネルギーの効果が小さい場合に関する研究も推し進めていたが、その過程で、古典的な弾性曲線問題と相転移モデルの間には理論的な繋がりがあることを発見した。この洞察から得られるエネルギーの漸近展開を用いることで、曲げエネルギーの効果を小さくする極限において、弾性曲線の漸近的な形状がある尺度変換された収束の意味で求まることを示した。

I studied an adhesion problem of elastic curves, which is also studied in [2], in view of the graph representation of solution curves. The adhesion problem is formulated as an energy minimizing problem. The total energy is defined as the linear sum of the total squared curvature (bending energy) and a contact energy (adhesion energy). It is defined for planar curves (admissible curves) constrained in the upper side of the graph of a fixed one-dimensional function (substrate). There are some known results on this model, but all the papers (including [2]) assume that admissible curves are the graphs of functions. The paper [4] studies the adequacy of the graph assumption; more precisely, in the setting that admissible curves are not necessarily graphs, it is considered whether global minimizers are represented as graphs. In conclusion, I proved that in many cases solutions are represented as graphs and, on the other hand, there is a situation such that solutions are not

graphs even if the substrate function is of class C^∞ .

In addition, I recently found a new theoretical connection between classical elastic curve problems and phase transition models. This insight implies an asymptotic expansion of the elastic energy. By using the expansion we can prove a rescaled convergence of the asymptotic shape of elastic curves in the limit as the effect of bending tends to be small.

B. 発表論文

1. T. Miura, An example of a mean-convex mean curvature flow developing infinitely many singular epochs, *J. Geom. Anal.* **26** (2016), 3019–3026.
2. T. Miura, Singular perturbation by bending for an adhesive obstacle problem, *Calc. Var. Partial Differential Equations*, in press.
3. T. Miura, A characterization of cut locus for C^1 hypersurfaces, *NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl.*, in press.
4. T. Miura, Overhanging of membranes and filaments adhering to periodic graph substrates, submitted. (arXiv:1612.08532)

C. 口頭発表

1. 高階特異摂動による自由境界問題の解の選択原理, 九州関数方程式セミナー, 福岡大学セミナーハウス, 2016年5月.
2. 基板に付着する弾性曲線の形状について, 第38回発展方程式若手セミナー, あうる京北, 2016年8月.
3. Morphology of membranes and filaments adhering to rippled substrates, *Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 12*, 東京大学, 2016年10月.
4. On minimizers of Euler's elastica energy with an adhesion effect, *Analysis on Shapes of Solutions to Partial Differential Equations*, RIMS, 2016年11月.

5. Elastic curves and phase transitions, 南大 阪応用数学セミナー, 大阪市立大学, 2016年12月.
6. 基板に付着する薄膜や細糸の形状解析, 新日 鐵住金(株)工場見学会, 君津製鉄所, 2017年1月.
7. On elastic curves adhering to sub- strates, *Emerging Developments in Inter- faces and Free Boundaries*, *Mathematis- ches Forschungsinstitut Oberwolfach* (Ger- many), 2017年1月.
8. On straightened Euler's elasticae, *Inter- national Conference in PDE, Geometric Analysis, and Functional Inequalities*, Uni- versity of Sydney (Australia), 2017年3月.

F. 対外研究サービス

1. 「FMSP 院生集中講義」オーガナイザー, 東 京大学, 2017年3月.

G. 受賞

1. Excellent Poster Award, 16th Northeast- ern Symposium on Mathematical Analy- sis, 2015年2月.
2. 研究科長賞, 東京大学, 2015年3月.

森 龍之介 (MORI Ryunosuke)

A. 研究概要

本年度は、非線形項の係数が空間周期的な KPP 型反応拡散方程式において、波面の広がり速度を最大化する係数の解析を適当な積分制約条件の下で行った。その結果、広がり速度を最大化するような係数が関数のクラスに存在することを示し、その最大化関数がみたす Euler-Lagrange 方程式を導出した。さらに、その Euler-Lagrange 方程式の解の個数や性質を常微分方程式の理論や変分法的手法を用いて解析した。

We studied a KPP type reaction-diffusion equation of which nonlinearity has spatially periodic coefficient, and the coefficient which maximizes the spreading speed of the equation. We proved

the existence of the maximizer in a class of function, and derived an Euler–Lagrange equation which the maximizer satisfies. Furthermore, we also analyzed the number and stability of solutions of the equation by using theory of ordinary differential equations and variational method.

B. 発表論文

1. 森 龍之介: “A free boundary problem for a curve-shortening flow with Lipschitz initial data”, 東京大学修士論文 (2015).

C. 口頭発表

1. (1) 齊次楕円型方程式の L_{loc}^∞ -解の除去可能特異点集合について, (2) Boundedness of eigenfunctions for Laplacian on an open set with Dirichlet boundary condition, Autumn School of Applied Analysis Seminar, 草津セミナーハウス (群馬), 2014 年 10 月.
2. A free boundary problem for a curve-shortening flow with Lipschitz initial data, FMSP 院生集中講義, 東京大学, 2015 年 3 月.
3. Lipschitz 連続な初期値に対する外力項付き曲線短縮流の自由境界問題の適切性, 解析セミナー, 岡山大学, 2016 年 1 月.
4. A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, Journée d’Analyse Non Linéaire, パリ第 11 大学 (フランス), 2016 年 7 月.
5. A singular perturbation problem of the Allen–Cahn equation, Summer School of Applied Analysis Seminar, 草津セミナーハウス (群馬), 2016 年 8 月.

山本 悠登 (YAYAMAMOTO Yuto)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

トロピカル幾何学を専門に研究を行っている。トロピカル幾何学とは、ある特殊な半環 (トロピカル半環) 上の代数幾何学である。トロピカル

幾何学では、ある種の整アファイン構造をもつ多面複体 (トロピカル多様体) が、代数多様体の役割を果たす。これは、複素代数多様体の一変数退化族の、退化点に向かう極限 (トロピカル極限) での、アメーバの収束先として現れる。複素代数多様体の一変数退化族に対して、そのトロピカル極限にあたるトロピカル多様体を構成することをトロピカル化というが、このトロピカル化を介して、トロピカル幾何学が複素代数多様体の退化と深く関わる。トロピカル多様体は組み合わせ的な対象であり、通常の代数多様体に比べて取り扱いが簡単である。私は、このトロピカル多様体の性質を利用して、代数多様体とトロピカル多様体間の関係を明確にし、もとの代数多様体に関する様々な性質を明らかにすることを目指して研究を行っている。

本年度は、射影的でない複素代数多様体の混合 Hodge 構造とトロピカルホモロジーの関係性を調べた。トロピカルホモロジーとは、トロピカル多様体に対するホモロジー論で、複素射影多様体の一変数退化族の場合、トロピカル多様体のトロピカルホモロジーの階数は、退化族の一般ファイバーの Hodge 数に一致することが知られている。私は、代数的トーラス内の非特異複素超曲面の退化族の極限混合 Hodge 数が、トロピカルホモロジーの階数に一致することを示した。

I am working on tropical geometry. Tropical geometry is algebraic geometry over a particular semi-ring (tropical semi-ring). In tropical geometry, polyhedral complexes equipped with some kind of integral affine structures (called tropical varieties) play roles of algebraic varieties. These objects emerge as limits of amoebas of complex algebraic varieties. The procedure to associate the corresponding tropical variety with a one-parameter degenerating family of complex algebraic varieties is called tropicalization. Tropical geometry closely relates to degeneration phenomena of complex algebraic varieties via tropicalization. Tropical varieties are much easier to deal with than usual algebraic varieties, since they are combinatorial objects. By using this feature of tropical varieties, I am trying to extract informations about original algebraic varieties.

In this year, I studied the relation between tropical homologies and mixed Hodge structures of complex algebraic varieties, which are not projective. Tropical homology is a homology theory for tropical varieties. It has known that ranks of tropical homologies coincide with Hodge numbers of a generic fiber of the corresponding degenerating family in the case where the variety is projective. I calculated tropical homologies of hypersurfaces in algebraic tori and showed that they coincide with the limit mixed Hodge numbers of corresponding degenerating families.

B. 発表論文

1. Y. Yamamoto : “Geometric Monodromy around the Tropical Limit”, SIGMA 12 (2016), 061, 23 pages

C. 口頭発表

1. トロピカル極限点周りのモノドロミー変換, トロピカル・セミナー, 青山学院大学, 2015年7月.
2. Monodromy transformation around the tropical limit, Tokyo-Berkeley Summer School ”Geometry and Mathematical Physics”, Student Session, 2015年7月.
3. トロピカル幾何学とモノドロミー変換, トポロジーセミナー, 学習院大学, 2015年11月.
4. トロピカル極限の周りの幾何学的モノドロミー, トポロジーセミナー, 九州大学, 2015年12月.
5. トロピカル極限の周りの幾何学的モノドロミー, トポロジーセミナー, 信州大学, 2016年1月.
6. Geometric monodromy around the tropical limit, Tropical Geometry and Related Topics, 京都大学, 2016年3月.
7. Geometric monodromy around the tropical limit, Student Tropical Algebraic Geometry Seminar, Yale University, the United States of America, 2016年6月

8. トロピカル極限の周りの幾何学的モノドロミー, 第63回幾何学シンポジウム, 岡山大学, 2016年8月
9. Tropical homologies of hypersurfaces in tori, Tropical working group seminar, University of Geneva, Switzerland, 2016年11月
10. Limit mixed Hodge structures and tropical geometry”, Winter school in mathematical physics 2017, Student session, Les Diablerets, Switzerland, 2017年1月

吉田 純 (YOSHIDA Jun)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

圏の高次構造の研究をしている。近年、これらの構造は、数学的対象を圏として記述する「圏化」によって現われることがわかってきた。これは、コホモロジー理論は勿論、高次 K 群、導来圏、モジュライや変形理論など、数学の様々な分野で見られている。基礎的な枠組みは、先進的な研究者によって整備されてきたが、特に私はこれらのトポロジーへの適用を目指している。トポロジーにおける圏化については、グラフィカル計算と呼ばれる手法がとても重要である。これは、代数的な、つまり生成元と関係式によって記述された代数系として定義され使用されるのが普通である。本年は、これに対して、もっと幾何学的方法によって正確な定義を与えることに集中した。配置コボルディズムの概念を定義し、各次元 d について、それらが対象モノイダル圏 \mathbf{ArrCob}_d をなすことを示した。この圏は、いくつかのオペラッドを部分圏として含んでおり、グラフィカル計算は、それらの上の代数として記述することができる。この幾何学的定義の優れた点は、グラフィカル計算の高次の構造が定義より直ちに従うことである。前年の成果である Morse-Cerf 理論によって、この圏 \mathbf{ArrCob}_d は、既存の代数的記述と適合する生成元と関係式を持つことがわかる。しかし、高次の構造まで込めた「ホモトピー代数」としてグラフィカル計算を定式化するという目的のためには、この結果は不十分である。代数的記述に頼らずに、例が構成できる方法が重要であ

る。私は、配置コボルディズムの「継ぎ籠」の概念を導入し、これを用いて、対象モノイダル圏 \mathcal{V} で豊穣化された対象モノイダル圏は、代数的記述を経由せずに、 \mathcal{V} を値として持つグラフィカル計算によって復元されることを示した。

I am interested in higher structures of categories. Recently, it turns out that they often arise when things are “categorified” and that they appear in unbelievably wide areas; e.g. higher K -groups, derived categories, moduli problems, and deformations as well as generalized cohomology theories. Fundamental frameworks have been provided by progressive researchers. My work aims to apply them to topology.

For categorifications in topology, folklore-techniques called graphical calculi are really important tools. People usually use them in more or less algebraic ways; i.e. in terms of generators and relations. In this year, I concentrated on finding appropriate formalizations in terms of geometry. Precisely, I introduced the notion of arranged cobordisms and show they form a symmetric monoidal category $\mathbf{ArrCob}_{\mathbf{d}}$ for each dimension function \mathbf{d} . This symmetric monoidal category contains some sort of operads as subcategories, which enables us to describe graphical calculi as algebras over them. As a bonus of this purely geometric definition, the structures of higher coherence of calculi are straightforward.

Using relative Morse-Cerf theory, which I developed in the last year, we can obtain the set of generators and relations for the category $\mathbf{ArrCob}_{\mathbf{d}}$ which agrees with the folklore description. Nevertheless, this is not satisfactory result since I want to expose graphical calculi not as just algebras but as *homotopical* algebras including higher coherences. For this, we need a way to construct examples not relying on algebraic description. I developed the notion of *patching quivers* of arrangements and made use of it to show that symmetric monoidal categories enriched over \mathcal{V} can be recovered from graphical calculi in \mathcal{V} without using algebraic descriptions.

B. 発表論文

1. J. Yoshida : “A new construction of cube-like categories and applications to homotopy theory”, 東京大学修士論文 (2015)

C. 口頭発表

1. Joyal による単体的集合の圏のモデル構造, 代数的トポロジー信州春の学校 第3回, 信州大学理学部, 2015年3月.
2. Cubical set とその変種の統一的構成, ホモトピー論シンポジウム, 姫路・西はりま地場産業センター, 2015年11月.
3. Morse-Cerf theory in some relative situations, 2016 East Asian Core Doctorial Forum on Mathematics, China, Fudan University, 2016年1月.
4. Cobordisms with strings, International Category Theory Conference 2016, Canada, St. Mary’s University, 2016年8月.
5. Relative settings in differential topology, The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 東京大学, 2017年2月.

☆ 1 年生 (First Year)

浅野 知紘 (ASANO Tomohiro)

A. 研究概要

Plamenevskaya は、標準的な接触構造をもつ S^3 における横断的絡み目の不変量を、その絡み目の Khovanov homology の元として定義した。

私は、その不変量の symplectic Khovanov homology における対応物を定義し、基本的な性質の証明を行った。その定義は Heegaard Floer 理論における接触構造の不変量の定義を参考にしており、定義および証明には Manolescu による symplectic Khovanov homology の記述を用いる。

Plamenevskaya defined an invariant of transverse links in the standard contact S^3 as an element of the Khovanov homology of the link.

I defined the counterpart in the symplectic Khovanov homology and proved some basic properties of it. The definition is inspired by a definition of the contact invariant in the Heegaard Floer theory, and I used Manolescu's description of the symplectic Khovanov homology for the definition and proofs.

上田 昂 (UEDA Takashi)

A. 研究概要

量子タイヒミュラー空間における量子トレース関数を、曲面の三角形分割と曲線の位置関係から、曲線に沿って量を書き下すという形式の計算方法を考えている。

I consider the calculation method of the quantum trace in the quantum Teichmüller space, in the form of writing the quantities along the curve from the positional relationship between the triangulation of the surface and the curve.

C. 口頭発表

1. Algebraic interpretation of McShane's/Mirzakhani's identity in the 1-punctured/hole torus case. 離散群と双曲空間のトポロジーと解析, 京都大学, 2016年6月.
2. Algebraic interpretation of McShane's/Mirzakhani's identity in the 1-punctured/hole torus case. リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 2016年8月.
3. Algebraic interpretation of McShane's/Mirzakhani's identity in the 1-punctured/hole torus case. MCM2016: Moduli space, conformal field theory and matrix model, 沖縄科学技術大学院大学, 2016年10月.
4. Algebraic interpretation of McShane's/Mirzakhani's identity in the 1-punctured/hole torus case. リーマン面・不連続群論, 東北大学, 2017年1月.

大井 雅雄 (OI Masao)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

p 進簡約群の Langlands 関手性に興味をもっている。Langlands 関手性とは、Langlands 対応を仮定することで得られる表現論的操作の総称である。今年度は昨年度に引き続き、エンドスコピー持ち上げと呼ばれる種類の Langlands 関手性を、古典群の単純超尖点表現の場合に研究した。まず斜交群のエンドスコピーを調べることで、斜交群の単純超尖点表現の成す L パッケージが、adjoint 群の作用の軌道から成る 2 元集合となることを証明した。また指標関係式を詳細に調べることで、その L パッケージの一般線型群へのエンドスコピー持ち上げの形も具体的に決定した。これらの結果に関する論文は現在準備中である。

I am interested in the Langlands functoriality for p -adic reductive groups. The representation-theoretic operations which are obtained by assuming the Langlands correspondence are called the Langlands functoriality. This year, I focused on the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of the classical groups. By studying the endoscopy of the symplectic group, I proved that the order of the L -packet of the symplectic group containing a simple supercuspidal representation is two and consists of the orbit of the adjoint action. In addition, I determined its endoscopic lifting to the general linear groups by computing the endoscopic relation precisely. I am preparing an article about these results.

C. 口頭発表

1. 単純超尖点表現のエンドスコピー持ち上げについて, 代数セミナー, 東北大学, 2016年4月.
2. On the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations, 代数学コロキウム, 東京大学, 2016年4月.
3. 単純超尖点表現のエンドスコピー持ち上げについて, 数論合同セミナー, 京都大学, 2016年5月.
4. 単純超尖点表現のエンドスコピー持ち上げ

について, 第 15 回仙台広島整数論集会, 東北大学大学院理学研究科 川井ホール, 2016 年 7 月.

5. Bun_G の基礎, 第 7 回倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2016 年 7 月.
6. On the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of classical groups, Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics, 京都大学, 日本, 2016 年 11 月.
7. 古典群の単純超尖点表現の指標と L パッケージについて, 表現論セミナー, 北海道大学, 2017 年 1 月.
8. 古典群の単純超尖点 L パッケージについて, 整数論セミナー, 早稲田大学, 2017 年 1 月.
9. On the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of classical groups, RIMS 研究集会「保型形式とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 2 月.
10. エンドスコーピー指標関係式について, 第 14 回城崎新人セミナー, 城崎市民センター大会議室, 2017 年 2 月.

梶原 直人 (KAJIWARA Naoto)

A. 研究概要

今年度は抽象発展方程式 $\frac{du}{dt} + Au = f$ の時間周期解についての研究を行った. Arendt Bu ('02) の結果で L^p-L^q を用いた最大正則性のクラスにおける時間周期解の結果がある一方, 実補間空間 $L^p-D_A(\theta, p)$ での最大正則性の時間周期解の理論を構築した. ここで作用素 A の仮定は解析半群の生成素である事や, 元々の関数空間 X に UMD 空間の条件が必要ないという事で先行研究より仮定を弱めた形で定理が述べられる. またこの線形理論を心臓の電気信号伝達モデルであるバイドメイン方程式のような非線形方程式へ応用した. その他の研究として, 流体中の膜の変形を表す数理モデルであるフェイズフィールド-ナビエ-ストークス方程式の研究を行った. 方程式を準線形方程式の表記に書き換え, 最大正則性の結果と共に L^p-L^q での強解の一意存在性

を示した. この際時間に関しある種の重みを付ける事により初期値のクラスを広くとり, 従来得られていなかった正則化効果を明らかにした. 現在定常解の安定性を線形化作用素のスペクトルを調べる事で研究している.

This year I studied the time periodic solution of the abstract parabolic evolution equation $\frac{du}{dt} + Au = f$. There is the result of the time periodic solution in L^p-L^q class by Arendt Bu ('02), while I constructed the linear theory in the real interpolation space $L^p-D_A(\theta, p)$. The theorem is described in the form that the assumption is weakened from the previous result because the assumption of A is the generator of analytic semigroups and the condition of the UMD space is not needed in the base space. Moreover I applied this linear theory to the nonlinear theory like bidomain equations that are electric signal transmission models of the heart. As other research I studied the Phase-Field Navier-Stokes that describe the deformation of the membrane in a fluid. I transformed into the quasilinear evolution equation and proved existence and uniqueness of the strong solution in L^p-L^q class with the maximal regularity result. Here, by considering a certain time weight, the initial data was larger than before and it was shown the regularizing effect, which was the first result. Current research is to see the spectrum of the linearized operator to show the stability of the stationary solution.

B. 発表論文

1. Y. Giga, N. Kajiwara: "On a resolvent estimate for bidomain operators and its applications", submitted, arXiv: 1610.02120.

C. 口頭発表

1. Analyticity of semigroups generated by harmonic mean of two elliptic operators and its application to bidomain equation, 第 37 回発展方程式若手セミナー, 小樽朝里クラッセホテル, 2015 年 8 月.
2. 電気生理学におけるバイドメイン方程式の解析性, 日本数学会 異分野・異業種研究交

流会 2015, 東京大学駒場キャンパス数理科学研究科棟, 2015 年 11 月.

3. Analysis of bidomain operators and its applications, 第 41 回発展方程式研究会, 日本女子大学目白キャンパス, 2015 年 12 月.
4. On a resolvent estimate for bidomain operators and its applications, 第 17 回北東数学解析研究会, 北海道大学, 2016 年 2 月.
5. On a resolvent estimate for bidomain operators and its applications, FMSP 院生集中講義, 東京大学駒場キャンパス, 2016 年 3 月.
6. On a resolvent estimate for bidomain operators, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会, 関西大学, 2016 年 9 月.
7. On a resolvent estimate for bidomain operators, IRTG 1529 seminar, Technische universität Darmstadt, Germany, 2016 年 11 月.
8. On a resolvent estimate for bidomain operators, The 13th Japanese-German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Darmstadtium, Germany, 2016 年 12 月.

G. 受賞 「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2015」 ベストポスター発表, 2015 年 11 月

片岡 武典 (KATAOKA Takenori)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度は同変岩澤理論における主予想の精密化について研究した. 岩澤理論における主予想によると岩澤加群のおおよその構造は p -進 L -関数によって記述でき, 実際に最も基本的な状況での同変主予想は Ritter-Weiss によって証明されている. しかしながら彼らの同変主予想は元々の岩澤加群を修正してから定式化されているため, 岩澤加群の Fitting イデアルという, より精密な情報を直接には与えない. これに対して, Greither-Kurihara は (可換な場合に) 岩澤加群の Fitting イデアルをより正確に記述した. 私は

今年度の研究において, 彼らの研究の本質的な部分を取り出して一般化した. その一般化の応用として, 非可換な場合にも適用することができ, 岩澤加群の Nickel の定義した意味での非可換 Fitting 不変量を計算できることを示した. また, 虚二次体上の二変数的な設定においても同様の議論が適用できることがわかってきた.

I studied about the refinement of the main conjectures of equivariant Iwasawa theory. The main conjectures of Iwasawa theory state that the rough structures of Iwasawa modules can be described by p -adic L -functions, and actually Ritter-Weiss proved the equivariant main conjecture in the most fundamental setting. However, because their equivariant main conjecture is formulated after modifying the Iwasawa module appropriately, it does not provide directly the more refined structure, the Fitting ideal, of it. Greither-Kurihara described the Fitting ideal of it more precisely (in the commutative case). I extracted the essential part of their argument and generalized it. As an application of the generalization, I showed that the argument can be applied to the non-commutative case and that the non-commutative Fitting invariant, introduced by Nickel, of the Iwasawa module can be described. Moreover, it seems that the argument can also be applied to the two-variable case over imaginary quadratic fields.

B. 発表論文

1. T. Kataoka : “On Greenberg’s generalized conjecture for complex cubic fields”, Int. J. Number Theory. **13** (2017) 619–631.
2. T. Kataoka : “A consequence of Greenberg’s generalized conjecture on Iwasawa invariants of \mathbb{Z}_p -extensions”, J. Number Theory. **172** (2017) 200–233.
3. T. Kataoka : “On pseudo-isomorphism classes of tamely ramified Iwasawa modules over imaginary quadratic fields”, submitted.

C. 口頭発表

1. 複素三次体の一般 Greenberg 予想について, 第 13 回城崎新人セミナー, 城崎市民センター, 2016 年 2 月.
2. A consequence of Greenberg's generalized conjecture on Iwasawa invariants of \mathbb{Z}_p -extensions, 代数学コロキウム, 東京大学, 2016 年 5 月.
3. A consequence of Greenberg's generalized conjecture on Iwasawa invariants of \mathbb{Z}_p -extensions, 第 15 回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2016 年 7 月.
4. A consequence of Greenberg's generalized conjecture on Iwasawa invariants of \mathbb{Z}_p -extensions, 北陸数論セミナー, 金沢大学サテライトプラザ, 2016 年 8 月.
5. A consequence of Greenberg's generalized conjecture on Iwasawa invariants of \mathbb{Z}_p -extensions, 早稲田大学整数論セミナー, 早稲田大学, 2016 年 10 月.
6. 複素三次体の一般 Greenberg 予想について, 愛媛大学代数セミナー, 愛媛大学, 2016 年 12 月.
7. 虚二次体上の順分岐岩澤加群について, 早稲田大学整数論研究集会, 早稲田大学, 2017 年 3 月.

KIM Donghyun

A. 研究概要

非線形偏微分方程式, 特にクライン・ゴールドン方程式とシュレディンガー方程式を研究する. 現在までの研究は主に単独のクライン・ゴールドン方程式とシュレディンガー方程式に集中され, 系に対してはまだ知られた結果が多くない. 特に, 解の長時間挙動を調べる時には非線形項の構造のみならず, 系の質量関係も解の漸近挙動に影響を与えるため, それを考慮しなければならない. 今まで筆者は特に空間 1 次元の消散型非線形クライン・ゴールドン方程式系又はシュレディンガー方程式系の初期値問題を研究し, 時間大域解の存在が保障される臨界冪非線形項の構造と質量関係を探し, 時間大域解の L^∞ -減衰が自由解より速

くなる十分条件を探した. これからは劣臨界非線形クライン・ゴールドン方程式系又はシュレディンガー方程式系について研究を行う計画である. この主題については筆者が知る限り知られた結果がほとんどない. まだこの主題については筆者が発表した論文はないが, この場合, 質量関係が系の時間大域解の存在と振る舞いに与える影響を調べるのが, これからの研究の目標である.

I have done some research concerning nonlinear Klein-Gordon equations and nonlinear Schrödinger equations. As most research have done for the single Klein-Gordon equations and Schrödinger equations until now, there are not that many results concerning the system cases. Especially, in the system cases, the asymptotic behavior of the solutions is affected by not only the structure of the nonlinearities, but also the mass terms of the equations. I investigated some structural conditions of nonlinearities and the masses under which the initial value problems for one-dimensional Klein-Gordon systems and Schrödinger systems admit unique global solutions and they decay strictly faster than the free solutions in L^∞ -sense. From now on, I am going to investigate the subcritical nonlinear Klein-Gordon systems and Schrödinger systems. Since there are not many results for this theme, it should be clarified that how the solutions of the nonlinear Klein-Gordon systems and Schrödinger systems are affected by the structure of subcritical nonlinearities and masses.

B. 発表論文

1. D. Kim and H. Sunagawa: "Remarks on decay of small solutions to systems of Klein-Gordon equations with dissipative nonlinearities", *Nonlinear Analysis* **97** (2014) 94–105.
2. D. Kim: "Global existence of small amplitude solutions to one-dimensional nonlinear Klein-Gordon systems with different masses", *J. Hyper. Differential Equations* **12** (2015) 745–762.
3. D. Kim: "A note on decay rates of solutions to a system of cubic nonlinear

Schrödinger equations in one space dimension”, *Asymptotic Analysis* **98** (2016) 79–90.

C. 口頭発表

1. Remarks on decay of small solutions to systems of Klein-Gordon equations with dissipative nonlinearities, 若手研究者による実解析と偏微分方程式 2013, 大阪大学大学院理学研究科, 2013 年 11 月.

桑垣 樹 (KUWAGAKI Tatsuki)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

ホモロジー的ミラー対称性および超局所幾何にかかわる問題について研究を行った。以下が研究の一部である。

1. Fang–Liu–Treuermann–Zaslow の接続–構成可能対応予想とは、コンパクトトーリック多様体のホモロジー的ミラー対称性を超局所幾何の言葉を使った定式化である。昨年度はトーリック多様体が二次元でコンパクトの場合にこの予想を証明していた。今年度はまず、Nadler 氏による巻き構成可能層の導入を受けて、池祐一氏と共同で接続–構成可能対応予想を非コンパクトの場合に拡張し、非コンパクト版とコンパクト版が圏の局所化によって関係づいていることを示し、論文を投稿した。その後、トーリックスタックのあるクラスまでさらに予想を拡張したうえで予想を解決をし、論文を投稿した。
2. 深谷圏の自己圏同値について、超局所幾何的な方法をつかって研究を行った。Andrew Hanlon 氏と Vivek Shende 氏と共同でトーリック曲面のミラーの簡単な場合に、巻き構成可能層の圏が巻き深谷圏と同様に自己圏同値の極限で得られることを示した。また、Vivek Shende 氏と共同で余接束の無限小巻き深谷圏の自己圏同値について研究し、底多様体が S^1 の場合に自己圏同値群を決定した。これらの研究はまだ進行中である。

3. 余接束のラグランジュ部分多様体の量子化と Nadler–Zaslow の圏同値について、池祐一氏と共同で研究を行っている。Guillemin による余接束のコンパクトラグランジュ部分多様体の量子化をノンコンパクトの場合に一般化したものは、構成を精密化することによって深谷圏から「層の圏」への関手を与える。Nadler–Zaslow の圏同値は、余接束の無限小巻き深谷圏と底多様体の構成可能層の圏の間の圏同値を与える。これらの二つの関手が本質的に同じことであるということを現在証明中である。

I studied various problems related to homological mirror symmetry and microlocal geometry. The followings are part of my study.

1. The coherent-constructible correspondence conjectured by Fang–Liu–Treuermann–Zaslow is homological mirror symmetry for compact toric varieties in terms of microlocal geometry. I proved 2-dimensional case last year. This year, with Yuichi Ike, we generalized the conjecture for noncompact cases by using Nadler’s wrapped constructible sheaves. We proved the relation between compact cases and noncompact cases by using categorical localization. After this work, I generalized the conjecture for a class of toric stacks and proved the conjecture.
2. I studied autoequivalences of Fukaya categories by using microlocal geometry. With Andrew Hanlon and Vivek Shende, we proved the category of wrapped constructible sheaves for mirrors of certain toric surfaces are obtained by the limit of certain autoequivalences on the category of constructible sheaves with certain microsupport condition. Also, with Vivek Shende, we studied the groups of autoequivalences of the infinitesimally wrapped Fukaya categories of cotangent bundles and formulated a conjecture on the structure of the groups. In particular, we determined the group of autoequivalences for the cotangent bundle of S^1 .

3. With Yuichi Ike, we studied the relation between quantization of Lagrangian submanifolds and Nadler–Zaslow equivalence. A generalization of Guillermou’s quantization of compact exact Lagrangian submanifolds for noncompact ones will give a functor from the Fukaya category to “category of sheaves”. Nadler–Zaslow equivalence is an equivalence between the Fukaya category of a cotangent bundle and the category of constructible sheaves on its base space. We are now proving these two functors are essentially same.

B. 発表論文

1. T. Kuwagaki, The nonequivariant coherent-constructible correspondence for toric surfaces, to appear in Journal of Differential Geometry (arXiv:1507.05393).
2. Y. Ike and T. Kuwagaki, Categorical localization for the coherent-constructible correspondence, preprint (arXiv:1609.01177).
3. T. Kuwagaki, The nonequivariant coherent-constructible correspondence for toric stacks, preprint (arXiv:1610.03214)

C. 口頭発表

1. Homological mirror symmetry for toric stacks via micolocal geometry, Geometry, Analysis and Mathematical Physics, 京都大学, 京都, 日本, 2017年2月17日.
2. On the coherent-constructible correspondence, D-modules and Hodge theory, Kavli IPMU, 千葉, 日本, 2017年1月26日.
3. Homological mirror symmetry for toric stacks via micolocal geometry, 複素幾何・代数幾何セミナー, 大阪大学, 大阪, 日本, 2017年1月6日.
4. Microlocal-geometric approach to homological mirror symmetry for toric varieties, Mathematics seminar, Korea Institute for Advanced Study, Seoul, Korea, 2016年2月14日、16日.

5. Homological mirror symmetry via constructible sheaves, MS seminar, Kavli IPMU, 千葉, 日本, 2016年11月18日.
6. On the coherent-constructible correspondence, 城崎代数幾何シンポジウム, 城崎国際アートセンター, 兵庫, 日本, 2016年10月20日.
7. The nonequivariant coherent-constructible correspondence for toric stacks, Representation Theory, Geometry, and Combinatorics Seminar, University of California, Berkeley, San Francisco, USA, 2016年9月30日.
8. Categorical localization for the coherent-constructible correspondence (poster session), Summer school 2016 of the IMJ-PRG “Symplectic topology, sheaves and mirror symmetry”, Institut de Mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche, Paris, France, 2016年6月30日, 7月7日.
9. Coherent-constructible correspondence, Mini workshop on mirror symmetry, 京都大学, 京都, 日本, 2015年10月26日.
10. The nonequivariant coherent-constructible correspondence for toric surfaces, 日本数学会秋季分科会, 京都産業大学, 京都, 日本, 2015年9月15日.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科長賞, 2015年3月

黄 欣馳 (HUANG Xinchi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

カーレマン評価とその逆問題における応用を考察する。具体的に次の二種類の方程式を考える。

(ア) 磁気流体力学 (MHD) 方程式 :

磁気流体においては、電導性により、流体の運動が磁場の変化をもたらす電流を誘起し、流れ

る電流によって生じるローレンツ力が改めて流体に作用することになる。従って、MHDの基礎方程式は、マクスウェル方程式及びナビエ・ストークス方程式から導出されることが出来る。MHD方程式に対して二つの逆問題を研究する。一つは、境界或いは内部の観測データから空間依存のソース項を決める問題である。もう一つは、境界の観測データによって粘性係数と電導率を決定する問題である。カーレマン評価を使って一定の条件のもとでこういう逆問題の安定性が言える。

(イ) 非整数階の拡散方程式 (FDE) :

いろんな現場において FDE が普通の拡散方程式より実測データに合うことが分かり、地中における汚染物質の拡散現象などのモデリングとして研究されている。

一般的な場合、FDE に対して作用素がライプニッツの公式に満たさないことでカーレマン評価が成り立たない。ただし、特殊なケースにおいて FDE が熱方程式系に帰着できる。よってカーレマン評価を利用して逆問題も考えられる。

I work on the method of Carleman estimate and its applications to the inverse problems of partial differential equations. In details, I consider the following two kinds of equations:

(A) Magnetohydrodynamics (MHD) systems: The fundamental concept behind MHD is that magnetic fields change with the motion of fluids and the magnetic fields can induce currents in moving conductive fluids, which in turns polarized the fluids. Therefore, the set of equations can be a coupling of Maxwell's equations and the Navier-Stokes equations.

For MHD systems, two inverse problems are discussed. We consider not only an inverse source problem (ISP) of determining a spatial varying factor in the source term but also a coefficient inverse problem (CIP) of determining the coefficients, i.e. viscosity and resistance simultaneously. For both inverse problems, stability results are derived.

(B) Fractional diffusion equation (FDE):

Numerous field experiments show that FDE describes the solute transport in highly heterogeneous media as a better approximation than

the classical diffusion equation.

In general case, the operator of FDE does not admit the Leibniz formula which prevents us from applying the technical method of Carleman estimate directly. However, we can rewrite the equation as a parabolic system in some special cases. Therefore the Carleman estimate for parabolic equations works and stability results for inverse problems can be proved.

C. 口頭発表

1. Variable Selection in Support Vector Machine, 産業界からの課題解決のためのスタディグループ, 東京大学大学院数理科学研究科, 2014 年 12 月.
2. Inverse source problem for linearized magnetohydrodynamics equations with data in arbitrary interior sub-domain, International Conference on Inverse Problems, Imaging and Applications, Zhejiang University(China), 2015 年 8 月.
3. Inverse source problem for magnetohydrodynamics system with data in arbitrary interior sub-domain, FMSP Tambara Student Session 2015, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015 年 9 月.
4. Carleman estimate and its application to inverse source problems for linearized Magnetohydrodynamics system, 日本数学会異分野・異業研究交流会 2015, 東京大学大学院数理科学研究科, 2015 年 10 月.
5. Carleman estimate for magnetohydrodynamics system and inverse source problem, A3 Joint Seminar on Inverse Problems, Fudan University, 2016 年 3 月.
6. Mathematical Description Concerning Anisotropy of Grain Boundary Energy for Metals, 産業界からの課題解決のためのスタディグループ, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 8 月.
7. Inverse problems for magnetohydrodynamics system by Carleman estimate, 数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業研究交流会 2016, 明治大学中野キャンパス, 2016 年 11 月.

8. Summary of Measurement Algorithms and the Pressing Control in Automatic Straightening Machines, 産業界からの課題解決のためのスタディグループ, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 12 月.
9. Inverse problems for magnetohydrodynamics system, RIMS workshop on inverse problems for partial differential equations and related areas, Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, 2017 年 1 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科修士課程研究科長賞.

後藤 ゆきみ (GOTO Yukimi)

A. 研究概要

量子力学的多体系を研究している. とくに, 原子・分子モデルの多粒子系を関数解析や確率論などを用いて調べている. 今年度においては, 以下の問題を考察した. (1) 原子・分子モデルにおけるイオン化問題. (2) 分子モデルやその近似モデルでの熱力学極限.

I am studying quantum many-body systems. In particular, I am investigating atoms and molecules using functional analysis, probability theory, etc. During this academic year, I have been working on the following topics. (1) The ionization problem for atoms and molecules. (2) The thermodynamic limit for Coulomb systems and density matrix functional theories.

B. 発表論文

1. Y. Goto: “The absence of the ground state for Coulomb systems with the critical charge”, Preprint, 2016, May. (<https://arxiv.org/abs/1605.02949>).

C. 口頭発表

1. “The Absence of the Ground State for Coulomb Systems with the Critical Charge”, 2016, July (“Lectures on Semi-Classical Analysis”, Ritsumeikan University)

2. “Absence of the Ground State for Bosonic Coulomb Systems with the Critical Charge”, 2016, October (Workshop “Young Women in Probability and Analysis”, Mathematik-Zentrum, Germany)
3. “Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge”, 2016, October (“Oberseminar Mathematische Physik”, Ludwig Maximilian University of Munich, Germany)
4. “Absence of the Ground State for Bosonic Coulomb Systems with the Critical Charge”, 2016 年 11 月 (研究集会 第 27 回「数理物理と微分方程式」, 富山)
5. “Absence of the Ground State for Bosonic Coulomb Systems with the Critical Charge”, 2017 年 1 月 (研究集会「スペクトル・散乱 松本シンポジウム」, 信州大学)

今野 北斗 (KONNO Hokuto)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

(1) Seiberg–Witten 理論を用いた spin^c 閉 4 次元多様体の新たな不変量の定式化およびその非自明性の証明を行った. この不変量の定式化の目的は, 以下の二つの観点から生じる問いに答えることにある.

第一の問いは, ゲージ理論的な観点から生じるものである. ゲージ理論における主要な不変量のひとつである Seiberg–Witten 不変量は spin^c 閉 4 次元多様体の不変量であるが, 与えられた spin^c 構造 \mathfrak{s} に対して定まる形式的次元と呼ばれる整数 $d(\mathfrak{s})$ が負のときは, 自明なものと定義される. $d(\mathfrak{s})$ が負であるような spin^c 4 次元多様体 (X, \mathfrak{s}) を与えたとき, 然るべき $-d(\mathfrak{s})$ 次元の空間でパラメータ付けられた 4 次元多様体の族に対応するパラメータ付けられた Seiberg–Witten 方程式の解のモジュライ空間の数え上げにより, Seiberg–Witten 不変量の類似の不変量を構成することができる期待される. このような不変量であって非自明な例を持つものを作ることができるかということが第一の問いである.

第二の問いは、4次元トポロジーの観点から生じるものである。4次元多様体上の2次のホモロジー類を与えたとき、それを代表する曲面の種数の下からの評価を与えることは古典的な問題である。Seiberg–Witten 不変量が非自明な場合に成立する随伴不等式と呼ばれる評価式はしばしば最善の評価を与えるが、Seiberg–Witten 不変量が自明な4次元多様体に対しては随伴不等式を破る曲面の例が知られている。そのような4次元多様体に対しては、複数の曲面たちの埋め込み方の配位に対して随伴不等式に関連した制約を与えるという一般化された問題を考えることが自然である。この方向では Strle の仕事と私の修士論文で与えられた制約のみが知られており、これ以外の制約を見いだすことができるかということが第二の問いである。

本年度に定式化した不変量で、この二つの問いに答えることができる。この不変量は、与えられた spin^c 構造の形式的次元が負の場合に、然るべき Seiberg–Witten 方程式の族を考察することで定義されるもので、随伴不等式を破る曲面全てからなる単体的複体上のコホモロジー類として定式化される。この単体的複体は2次元トポロジーにおける曲線複体のある種の類似である。また、この不変量が非自明になるような例を、通常の Seiberg–Witten 不変量が消えてしまうような4次元多様体に対して構成した。この非自明性を用いることで、通常の Seiberg–Witten 不変量ではアプローチの手段がないような4次元多様体に対して、その中に埋め込まれる曲面たちの配位に制約を与えた。

(2) Ruberman は、4次元多様体上の自己微分同相写像が与えられたとき、それに応じて得られる4次元多様体の1-パラメータ族上のゲージ理論的なモジュライの数え上げを考察することにより微分同相のアイソトピー不変量を定義し、与えられた4次元多様体上の正スカラー曲率計量の空間のトポロジーを調べることにこの不変量を応用した。この Ruberman の構成を拡張し、可換な自己微分同相写像の組に対する不変量を定義した。この不変量の非自明な例を構成することで、Ruberman の不変量を用いることのできなかった4次元多様体上の正スカラー曲率計量の空間のトポロジーへの応用を得た。

I defined an invariant of spin^c closed 4-manifolds using Seiberg–Witten theory and

proved a non-vanishing result for this invariant. The aim of this invariant is to answer the following two questions.

The first question arises from the gauge theoretical point of view. The Seiberg–Witten invariant is an invariant of spin^c 4-manifold. This invariant vanishes if the formal dimension of the given spin^c structure is negative. One may expect that some invariant can be defined by using a family of the Seiberg–Witten equations in such a case. The first question is : Can one construct such a non-trivial invariant?

The second question arises from 4-dimensional topology. For a given second homology class on a 4-manifold, one can ask lower bounds on the genus of a surface which represents the homology class. If the Seiberg–Witten invariant is non-trivial, a lower bound called the adjunction inequality holds and it is often strict. However, if the Seiberg–Witten invariant vanishes, there may be an embedded surface that violates the adjunction inequality. Therefore the generalized problem is natural in such a case, namely, one can consider configurations of several embedded surfaces. In this direction, only Strle’s result and author’s one are known. The second question is : Can one find other constraints on configurations?

Our invariant can be used to answer these two questions. This invariant is defined by using certain families of the Seiberg–Witten equations. This is given as an cohomology class on a simplicial complex defined by considering all embedded surfaces violating the adjunction inequalities. This simplicial complex is an analogue of the complex of curves in 2-dimensional topology. Our invariant is defined if the formal dimension of the given spin^c structure is negative. I gave non-trivial examples of this invariant for 4-manifolds whose Seiberg–Witten invariants vanish. Using this non-vanishing result, I also gave certain constraints for configurations of embedded surfaces in 4-manifolds which one cannot investigate using the Seiberg–Witten invariant.

(2) Ruberman defined an invariant of diffeomorphisms on a 4-manifold considering gauge

theory on a 1-parameter family of 4-manifolds corresponding to a given diffeomorphism and applied it to topology of the space of positive scalar curvature metrics on a 4-manifold. I generalized Ruberman's invariant to tuples of diffeomorphisms. I gave a non-trivial example of this invariant. Using this non-vanishing result, I obtained an application to topology of the space of positive scalar curvature metrics on a 4-manifold which one cannot investigate using Ruberman's argument.

B. 発表論文

H. Konno, "Bounds on genus and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds", *Journal of Topology* (2016) 9 (4): 1130-1152.

C. 口頭発表

(1) The generalized Thom conjecture and Seiberg-Witten wall crossing, 学習院大学トポロジーセミナー, 学習院大学, 2015年7月

(2) Bounds on genus and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds, 4次元トポロジー, 大阪市立大学, 2015年11月

(3) Bounds on genus and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds, 関西ゲージ理論セミナー, 京都大学, 2016年3月

(4) Bounds on genus and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds, 日本数学会2016年度年会, 筑波大学, 2016年3月

(5) Seiberg-Witten theory and the adjunction inequalities, 微分トポロジー16, 筑波大学, 2016年3月

(6) A family of the Seiberg-Witten equations and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds, Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学, 2016年5月

(7) A family of the Seiberg-Witten equations and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds, トポロジー・特異点論とその応用, 青山学院大学, 2016年6月

(8) High-dimensional wall crossing and gluing in Seiberg-Witten theory, 第63回 幾何学シンポジウム岡山大学, 2016年8月

(9) High-dimensional wall crossing and gluing in Seiberg-Witten theory, 日本数学会2016年度秋季総合分科会, 関西大学, 2016年9月

(10) Genus bound problem and a cohomologi-

cal Seiberg-Witten invariant, East Asian Core Doctorial Forum on Mathematics 2017, Seoul National University, Korea, 2017年1月

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科長賞 (2015年度)

佐藤 謙太 (SATO Kenta)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は, 正標数の3次元代数多様体における Bertini 型の定理について研究を行った. X を代数閉体上定義された準射影的 3次元代数多様体とし, $H \subseteq X$ を X の一般の超平面切断とした時,

1. X が log terminal 特異点しか持たず, 標数が 5 より大きいとき, H も log terminal 特異点しかもたない.
2. X が canonical 特異点しか持たないとき, H も canonical 特異点しかもたない.

ということを示した. log terminal の方の結果を証明する過程で, 正標数の二次元特異点に関する次の命題を示した: 標数が 5 より大きい二次元 F -有限正規局所環 R について, R が log terminal 特異点しか持たないことと, 強 F -正則特異点しか持たないことが同値である. 本研究は高木俊輔先生との共同研究である.

I studied Bertini type theorems for 3-dimensional algebraic varieties in positive characteristic. For a quasi-projective 3-fold X over an algebraically closed field of characteristic $p > 0$ and a general hyperplane section $H \subseteq X$, we proved the following:

1. Assume that $p > 5$. If X has only log terminal singularities, then so does H .
2. If X has only canonical singularities, then so does H .

In order to prove the theorem for log terminal singularities, we proved the following result on a two-dimensional singularity in positive characteristic: if R is a two-dimensional F -finite log terminal local ring with characteristic larger

than 5, then R is strongly F -regular. This is joint work with Professor Shunsuke Takagi.

B. 発表論文

1. K. Sato: "Stability of test ideals of divisors with small multiplicity", preprint, arXiv: 1602.02996.
2. K. Sato and S. Takagi: "General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic", preprint.

C. 口頭発表

1. On the non-nef loci of divisors on singular varieties in positive characteristic, 野田代数幾何シンポジウム 2016, 東京理科大, 2016年3月
2. Stability of test ideals of divisors with small multiplicity (ポスター), Non-commutative crepant resolutions, Ulrich modules and generalization of McKay correspondence, 京都大学, 2016年6月
3. On the non-nef loci of divisors on singular varieties in positive characteristic, 代数幾何セミナー, 京都大学, 2016年7月
4. Stability of test ideals of divisors with small multiplicity (ポスター), Higher Dimensional Algebraic Geometry, University of Utah, アメリカ, 2016年7月
5. "On the fitting ideals in free resolution" の紹介, 第13回可換環論サマースクール, 関西学院大学, 2016年10月
6. Bertini theorems for canonical or klt 3-folds in positive characteristic (ポスター), 代数幾何学城崎シンポジウム 2016, 城崎国際アートセンター, 2016年10月
7. Stability of multiplier ideals of divisors with small multiplicity, 特異点セミナー, 日本大学, 2017年1月
8. General hyperplane sections of 3-folds in positive characteristic, The 2-nd Higher dimensional algebraic geometry Echigo Yuzawa symposium, 越後湯沢, 2017年2月

9. General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic, 農工大数学セミナー 2017, 東京農工大, 2017年3月(予定)

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2016年3月)

島本 直弥 (SHIMAMOTO Naoya)

(学振 DC1)

A. 研究概要

旗多様体 G/P の, G の部分群 H による軌道分解については, 表現の分岐則など様々な研究の応用に用いることができ, 以前から研究されてきた. 特に私は, 簡約群 G の多重旗多様体 $(G \times G \times \cdots \times G)/(P_1 \times P_2 \times \cdots \times P_m)$ の, G の対角作用による軌道分解の具体的な記述についての研究を行っている.

$m = 2$ の場合, これは対称空間 $(G \times G)/\text{diag}(G)$ の, 放物型部分群 $P_1 \times P_2$ による軌道分解としても捉えることができ, 上記の研究はこのケースの一般化された設定だともいえる. Magyar-Weyman-Zelevinsky は, G を標数 0 の代数閉体上の一般線形群とした時, 軌道が有限個であるならば m は 3 以下であることを証明し, またその場合に起動が有限個になる放物型部分群 (P_1, P_2, \dots, P_m) の組の分類, そして軌道が有限個になる場合の軌道空間の具体的な記述を与えた.

この分類から漏れる, 軌道が無数個になるケースについて軌道分解のようすを具体的に記述し, 観察するのが本研究の主題である. 昨年度は, P_1, P_2, \dots, P_m をすべてミラボリック部分群とした時について (この時, 軌道が有限個になることと m が 3 以下になることは同値である), $m = 4, 5$ の場合の軌道分解の具体的な記述を与え, さらに軌道空間の閉包関係についても考察した (cf. 論文 1). 本年は昨年の結果を受けつつ, Magyar-Weyman-Zelevinsky の手法も取り入れ, 一般の m について組み合わせ論と射影空間の言葉を用いて軌道を記述し, また軌道空間の位相についても考察した.

Let G be a reductive group, P be its parabolic subgroup, and H be a subgroup of G . There are some previous researches on the orbit decompo-

sition of the flag variety G/P by the H -action, and these researches are expected to play an important role in various researches, for example in the branching problem of G with respect to H . Especially, I study explicit descriptions of the orbit decomposition of a multiple flag variety $(G \times G \times \cdots \times G)/(P_1 \times P_2 \times \cdots \times P_m)$ by the diagonal action of G .

If $m = 2$, this situation is viewed as the orbit decomposition problem of the symmetric space $(G \times G)/\text{diag}(G)$ by the action of a parabolic subgroup $P_1 \times P_2$, and my study can be considered to be a generalisation of this orbit decomposition problem of group case symmetric spaces. Now, let G be a general linear group on an algebraically closed field with the characteristic 0. Magyar-Weyman-Zelevinsky proved that there are only finitely many orbits only if $m \leq 3$. Furthermore, they gave the classification of tuples (P_1, P_2, \dots, P_m) of parabolic subgroups where the number of orbits are finite, and they also gave an explicit orbit decomposition for the cases where there are only finitely many orbits. To describe the orbit decompositions explicitly and to observe them in the cases where the multiple flag varieties have infinitely many orbits, in other words in the cases which do not contained in the classification above, are my main studies. Last year, I gave an explicit description of orbit decompositions in the case where P_1, P_2, \dots, P_m are all mirabolic subgroups (in this case, the finiteness of orbits is equivalent to that $m \leq 3$) and $m = 4, 5$. Furthermore I gave closure relations between orbits (cf. Paper 1). According to this previous study, and adopting the technique of Magyar-Weyman-Zelevinsky, I gave an explicit description of orbit decompositions for general m by using the language of combinatorics and projective spaces this year. Also, I observed some topological properties of these orbit spaces.

B. 発表論文

1. N. Shimamoto: "Description of infinite orbits on multiple flag varieties", Master's thesis in Univ. of Tokyo, 2015, 69 pp.
2. N. Shimamoto: "The orbit decompositions

of multiple flag manifolds of $SL(3, \mathbb{C})$ under the diagonal action", to appear in 数理解析研究所講究録 (2015) 「組合せ論的表現論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, (ed. K. Naoi), 16 pp.

C. 口頭発表

1. The orbit decompositions of multiple flag manifolds of $SL(3, \mathbb{C})$ under the diagonal action, RIMS 研究集会「組合せ論的表現論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2015年10月.
2. Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A, 広島大学 トポロジー・幾何セミナー, 広島大学大学院理学研究科, 2017年1月.

下野 遥大 (SHIMONO Yota)

A. 研究概要

指数増大する非線型項 $(e^{\lambda|u|^2} - 1)u$ ($\lambda > 0$) を持つ Schrödinger 方程式の, 臨界 Sobolev 空間 $H^{n/2}(\mathbb{R}^n)$ における適切性 (解の存在, 一意性, 初期値への連続依存性) について, 主に関数解析的な手法を用いて研究している. この種の非線型項に対する臨界指数 $n/2$ は, 冪乗型非線型項 $|u|^{p-1}u$ ($p > 1$) に対応する (n 次元の) 臨界指数 $s_0 = n/2 - 2/(p-1)$ の $p \rightarrow \infty$ での極限として与えられる. 2次元の場合に, 解の存在を仮定すれば, 初期値の大きさに制限を課すことなく, $H^1(\mathbb{R}^2)$ より広い空間 $L^2(\mathbb{R}^2)$ において一意性が成り立つことを示した. 論文は準備中である.

I study the well-posedness (the existence, the uniqueness and the continuous dependence on the initial data of the solution) of the Schrödinger equation with nonlinearities of exponential growth $(e^{\lambda|u|^2} - 1)u$ ($\lambda > 0$) in the critical Sobolev space $H^{n/2}(\mathbb{R}^n)$ by methods mainly based on functional analysis. The critical order $n/2$ for this type of nonlinearities is given as the limit of $s_0 = n/2 - 2/(p-1)$ as $p \rightarrow \infty$, the corresponding critical order (in the n -dimensional case) to the power type

nonlinearities $|u|^{p-1}u$ ($p > 1$). In the two-dimensional case, I proved that if the existence of the solutions is assumed, then the uniqueness holds in a larger space $L^2(\mathbb{R}^2)$ than $H^1(\mathbb{R}^2)$ without conditions on the size of the initial data. The paper for this study is in preparation.

B. 発表論文

1. 下野 遥大: “1 次の摩擦項と指数型非線型項を持つ Schrödinger 方程式の時間大域解について”, 東京大学修士論文 (2016).

蕭 冬遠 (XIAO Dongyuan)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

修論の研究に引き続き、空間周期的な媒質における KPP 方程式の進行波の最小速度に関する研究を行った。

The spatially periodic KPP equation $u_t = u_{xx} + b(x)u(1-u)$ is motivated by a model in mathematical ecology describing the invasion of an alien species into spatially periodic habitat. In my research project, I consider the following variational problem :

$$\text{Maximize}_{b \in A_i} c^*(b) (i = 1, 2).$$

Here the quantity $c^*(b)$ denotes the minimal speed of traveling waves of the above equation and the sets A_1, A_2 are defined by

$$A_1 := \{b \mid b \geq 0, b(x) \equiv b(x+L), \frac{1}{L} \int_0^L b = \alpha, b \leq h\},$$

$$A_2 := \{b \mid b \geq 0, b(x) \equiv b(x+L), \frac{1}{L} \int_0^L b^2 = \beta\},$$

where $h \geq \alpha \geq 0$ and $\beta \geq \alpha \geq 0$ are arbitrarily given constants.

At first, we proved that the maximizer does indeed exist. Secondly, we derived the corresponding Euler-Lagrange equation. Moreover, by investigating this Euler-Lagrange equation, we found many properties of the maximizer.

B. 発表論文

1. Chen H, Luo P, Xiao D : “Lower and upper bounds of Dirichlet eigenvalues for to-

tally characteristic degenerate elliptic operators”, Sci. China. Math. **57** (2014) 2235-2246.

2. Xiao Dongyuan: “A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation”, 修士論文.

C. 口頭発表

1. Lower and upper bounds of Dirichlet eigenvalues for totally characteristic degenerate elliptic operators, 応用解析秋の学校, 2014年10月25日, 群馬(草津セミナーハウス).
2. A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, 数理生物学セミナー, 2016年6月1日, 東京大学大学院数理科学研究科.

田内 大渡 (TAUCHI Taito)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

P を実簡約リー群 G の極小放物型部分群, H を G の実簡約代数部分群とする. このとき, 等質多様体 G/H 上の P 軌道の個数が有限であることと, 任意の G/P 上の G 同変ベクトル束 $\mathcal{V} \rightarrow G/P$ に対し $c_G(\mathcal{V}) := \dim \text{Hom}_G(C^\infty(G/P, \mathcal{V}), C^\infty(G/H))$ が有限であることの同値性が小林・大島により示された (2013年). ここで $C^\infty(G/P, \mathcal{V})$ はベクトル束 \mathcal{V} の可微分な切断全体がなすフレシェ空間を表す. また $G_{\mathbb{C}}, H_{\mathbb{C}}$ をそれぞれ G, H の複素化とし B を $G_{\mathbb{C}}$ のポレル部分群とすると, $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ 上の B 軌道の個数が有限であることと, $c_G(\mathcal{V})$ が G 同変なベクトル束 \mathcal{V} 全体に対して一様有界であることの同値性も両氏により示されている. これを踏まえ, 次の問題を考える. 「 $P_{\mathbb{C}}$ を P の複素化とし, $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ 上の $P_{\mathbb{C}}$ 軌道の個数が有限であるとする. このとき $\sup(c_G(\mathcal{L})) < \infty$ が成り立つか? ここで \sup は G 同変な G/P 上の線束 \mathcal{L} 全体をはしるものとする.」

今年度, 私はこの問題に取り組み, パラメータ付きホロノミー D 加群の理論を用いることで証明を与えることができた

Let P be a minimal parabolic subgroup of a real reductive Lie group G , and H a real reductive algebraic subgroup of G . Then it is proved by T. Kobayashi and T. Oshima in 2013 that the finiteness of the number of P -orbits on a homogeneous space G/H is equivalent to the finiteness of $c_G(\mathcal{V}) := \dim \text{Hom}_G(C^\infty(G/P, \mathcal{V}), C^\infty(G/H))$ for any G -homogeneous vector bundle $\mathcal{V} \rightarrow G/P$. Here $C^\infty(G/P, \mathcal{V})$ denotes the Fréche space of the smooth sections of \mathcal{V} . Moreover they proved that the finiteness of the number of B -orbits on a homogeneous space $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ is equivalent to the finiteness of $\sup(c_G(\mathcal{V}))$ where the supreme is taken over all G -homogeneous vector bundles \mathcal{V} over G/P . Here we write $G_{\mathbb{C}}, H_{\mathbb{C}}$ for complexifications of G, H , respectively, and B is a Borel subgroup of $G_{\mathbb{C}}$. Concerning this, we consider the following problem: "Let $P_{\mathbb{C}}$ be a complexification of P and suppose that the number of $P_{\mathbb{C}}$ -orbits in $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ is finite. Then whether it is true or not that there exists $C > 0$ such that $c_G(\mathcal{L}) < C$ for any G -homogeneous line bundles \mathcal{L} over G/P ?"

In this year, I studied and proved this problem by using the theory of the family of holonomic D -modules.

B. 発表論文

1. T. Tauchi: "実リ一群の軌道と不変超関数の次元について", 東京大学修士論文.

C. 口頭発表

1. Homogeneous Domains on Flag Manifolds (論文紹介: B. Kimelfeld), Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2015年8月.
2. Dimension of invariant distributions, Berkeley-Tokyo Winter School "Geometry, Topology and Representation Theory", アメリカ, University of California Berkeley 2016年2月.
3. Dimension of the space of intertwining operators from degenerate principal series representations, "表現論と非可換調和解析

をめぐる諸問題" (研究代表者: 青木茂 (拓殖大学工学部)), 京都大学数理解析研究所, 2016年6月.

4. 柏原の構成可能定理について, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2016年8月.
5. 退化主系列表現からの絡作用素の次元について, 日本数学会秋季総合分科会, 関西大学千里山キャンパス, 2016年9月.

滝間 太基 (TAKIGIKU Motoki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

(A型の)アフィングラスマン多様体の K -ホモロジーは対称関数環のある部分環に同型であることが知られている。このときそのシューベルト基底は K - k -Schur 関数と呼ばれる対称関数に対応し、ヤング図形を用いて組合せ論的に計算することが出来る。本年度はこの組合せ論的な方法を用いて K - k -Schur 関数についてのいくつかの公式を示した。

It is known that the K -homology of the affine Grassmannian (of type A) is isomorphic to a subring of the ring of symmetric functions, under which the Schubert bases correspond to explicit symmetric functions called K - k -Schur functions. I proved some formulas of K - k -functions, using the combinatorial characterization of them.

B. 発表論文

1. M. Takigiku: "Factorization formulas of K - k -Schur functions I", in preparation.
2. M. Takigiku: "Factorization formulas of K - k -Schur functions II", in preparation.

C. 口頭発表

1. On some factorization formulas of K - k -Schur functions, Combinatorics of Lie Type, RIMS, 2016年10月.

2. On some factorization formulas of K - k -Schur functions, 山梨大学 数学セミナー, 山梨大学, 2016 年 9 月.
3. On some factorization formulas of K - k -Schur functions, 第 2 回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 菅平高原, 2016 年 6 月.
4. On k -rectangle factorization of K - k -Schur functions, 岡山理科大学, 2015 年 11 月.

田口 和稔 (TAGUCHI Kazutoshi)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

1 調和写像流方程式の可解性について取り組んだ。具体的には、区分的定関数により離散化した問題を近似することで、それによって元の問題の解を構成することを試みた。ところが、 BV 空間に由来する難しさを解決することができず、ほとんど成果をあげられていない。また、ノイズをもつ 4 階全変動流方程式の可解性と消滅時刻の研究のための準備を行い、可解性については見通しをたてることができた。

I studied solvability of one-harmonic map flow equations. In particular, I tried to construct solutions of the original problems by approximating discrete problems associated with piecewise constant functions. But I have not been able to overcome difficulties derived by BV space and to obtain any results. On the other hand, I prepared to study solvability and extinction time of fourth order total variation flow equation with a noise, and I can aim for solvability.

B. 発表論文

1. 田口 和稔：“全変動写像流の一意性について”，東京大学修士論文 (2016)

C. 口頭発表

1. (1) On discrete one-harmonic map flows with values into an embedded manifold in a multi-dimensional domain, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 12, 東京大学, 2016 年, 10 月,

2. (2) 画像処理における拡散方程式, 第 29 回 科研費新学術領域「多元計算解剖学」セミナー, 東京大学, 2016 年, 11 月.

竹内 有哉 (TAKEUCHI Yuya)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度から行っていた Sasakian η -Einstein 多様体の CR 多様体としての研究を継続した。アンビエント空間の理論を応用することで、compatibility 作用素と P -prime 作用素に関する具体的な表示を得た。この表示を用いることで、全 Q -prime 曲率について第一、第二変分に関する結果を得た。

また、CR 不変微分作用素である critical GJMS operator に関する研究も行った。この微分作用素は核が無限次元であり、特に準楕円型ではない。Hsiao は 3 次元 CR 多様体の場合に、この作用素が像が閉な自己共役作用素であり、核の直交補空間上ではアプリアリ評価が成り立つことを示した。私は Heisenberg 擬微分作用素を用いることで、この結果を一般次元に拡張した。その応用として、CR Q 曲率が 0 になる接触形式が存在する必要十分条件を得た。

I continued a study for Sasakian η -Einstein manifolds from the viewpoint of CR geometry, which was started in the last academic year. By applying the theory of ambient spaces, I obtained explicit formulas for compatibility operators and P -prime operators on such manifolds. From these formulas, I had results for the first and second variation of total Q -prime curvature.

I also studied the critical GJMS operator, which is a CR invariant differential operator. This differential operator has an infinite dimensional kernel, and in particular, is not a hypoelliptic operator. Hsiao proved that for three-dimensional CR manifolds, this is a range closed, self-adjoint operator, and satisfies a priori estimate on the orthogonal complement of its kernel. I extended this result to higher dimensional CR manifolds by using Heisenberg pseudodifferential operators. As an applica-

tion, I obtained a necessary and sufficient condition for the existence of a contact form whose Q -curvature vanishes.

B. 発表論文

1. Y. Takeuchi: “ Q -prime curvature and scattering theory on strictly pseudoconvex domains”, to appear in Mathematical Research Letters.

C. 口頭発表

1. 強擬凸領域上の散乱理論, 第 50 回 函数論サマーセミナー, あだたらふれあいセンター, 2015 年 9 月.
2. 強擬凸領域上の散乱理論, 複素解析幾何学のポテンシャル論的諸相, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 2 月.
3. CR geometry of Sasaki- η -Einstein manifolds, Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 11 月.
4. CR 多様体の Q -prime 曲率について, 第 14 回 城崎新人セミナー, 城崎総合支所, 2017 年 2 月.
5. Q -prime curvature and Sasakian η -Einstein manifolds, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大学東京, 2017 年 3 月.

只野 之英 (TADANO Yukihide)

A. 研究概要

様々な形の格子上での離散シュレーディンガー作用素に対する長距離散乱理論の研究を行っている。正方格子や三角格子などの場合に限定されていた私の修士論文の結果を拡張し、六角格子の場合にも長距離散乱理論が構築できる事を示した。

I study a long-range scattering theory for discrete Schrödinger operators on various lattices. To construct the long-range scattering theory in the hexagonal lattice case, I enhanced the result of my master’s thesis, which covered only

the case of the square or triangular lattice and so on.

C. 口頭発表

1. Long-range scattering for discrete Schrödinger operators, Lectures on Semi-Classical Analysis, 立命館大学, 2016 年 7 月.
2. Long-range scattering for discrete Schrödinger operators, 日本数学会秋季総合分科会, 関西大学, 2016 年 9 月.
3. Long-range scattering for discrete Schrödinger operators, 第 27 回数理解論と微分方程式, かんぼの宿 富山, 2016 年 11 月.

張 龍傑 (ZHANG Longjie)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私の興味は駆動力付き平均曲率流方程式です。主な方法は等高面方法と交点個数原理であります。私の修士論文は以下の問題を研究しました、

$$V = -\kappa + A \text{ on } \Gamma(t) \subset \Omega,$$

$$\Gamma(t) \perp \partial\Omega,$$

$$\Gamma(0) = \Gamma_0,$$

ここで、 $\Omega = \mathbb{R}_+ \times \mathbb{R}$ 、 V は外向き法線速度ベクトル、 κ は平均曲率、 $A > 0$ は定数。 Γ_0 は滑らかな曲線であります、ただし、この曲線は $\partial\Omega$ に接触しています。この問題が明らかに非グラフ状況であります。非グラフの下で、等高面方法が有効です。その結論は、初期曲線と境界の接触するところの平均曲率によって、解の存在性と一意性の判定条件を得ました。なお、一意的な解が得られたときの解の挙動により分類されることがわかりました。各状況の時間大域漸近挙動を調べました。すなわち、

1. 滑らかな解の存在時間が有限の場合、曲線は有限時間で消える。
2. 滑らかな解の存在時間が無限の場合、曲線が有界であるとき、安定解に収束する。
3. の滑らかな解の存在時間が無限の場合、曲

線は有界ではない時、曲線は無限大に増大する(増大速度も決定しています)。

次の研究について、以下いくつの問題を考えたいです。1、修士論文の結論には、存在時間有限の場合、曲線は最終凸となることを予想しています。

2、微小なブラウン運動付きの等高面方程式のレベルセットとブラウン運動ついてないのレベルセットの関係。

3、以下の自由境界条件問題

$$u_t = \frac{u_{xx}}{1+u_x^2} + A\sqrt{1+u_x^2}, \quad a(t) < x < b(t), \quad t > 0,$$

$$u(a(t), t) = 0, \quad u(b(t), t) = 0, \quad t > 0,$$

$$u_x(a(t), t) = +\infty, \quad u_x(b(t), t) = -\tan \psi, \quad t > 0,$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad a(0) < x < b(0),$$

ここで、 ψ は鋭角。

4、“二次肥満化”に関して研究したいと思います。今まで、等高面方法について、一次肥満化という現象はいろいろな例があります。私の修士論文にもこれに関して研究しました。でも、一次肥満化後、もう一回肥満化なるかどうかどんな結論もありません。

5、自分の研究について、主な方法は交点個数原理。交点個数原理はそもそも零点原理であります。しかし、高次元にあまり結果がありません。高次元の時等高面方法で調べたいです。

6、高次元に、特異な回転曲面を初期曲面にして、等高面方法を使うとき、肥満かどうかを調べます。

My interest is mean curvature flow with driving force. Main methods are level set method and intersection number principle. In my Master's Thesis, the following problem has been studied

$$V = -\kappa + A \text{ on } \Gamma(t) \subset \Omega,$$

$$\Gamma(t) \perp \partial\Omega,$$

$$\Gamma(0) = \Gamma_0,$$

is mean curvature, $A > 0$ is a constant. Γ_0 is a smooth curve which touches $\partial\Omega$. It is obviously non-graph condition, so we use level set method. As a result, the mean curvature at the touch point decides the uniqueness. Under uniqueness, we can classify the solution into three condition and the asymptotic behavior in

each condition. 1. When the maximal smooth time is finity, the solution will shrink to a ball.

2. When the maximal smooth time is infinity and the curve is bounded, the solution will converge to the stationary solution.

3. When the maximal smooth time is infinity and the curve is unbounded, the solution will expand to infinity.

For future researches, I want to study the following six problems: 1. Asymptotic behavior for shrinking condition. In my master's thesis, the curve will become convex eventually is predicted.

2. Random system. I want to consider the level set equation with small Brown movement.

3. A free boundary problem.

$$u_t = \frac{u_{xx}}{1+u_x^2} + A\sqrt{1+u_x^2}, \quad a(t) < x < b(t), \quad t > 0,$$

$$u(a(t), t) = 0, \quad u(b(t), t) = 0, \quad t > 0,$$

$$u_x(a(t), t) = +\infty, \quad u_x(b(t), t) = -\tan \psi, \quad t > 0,$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad a(0) < x < b(0),$$

where ψ is an acute angle.

4. Second fattening problem. So far There are some results for the first fattening problem, also in my master's thesis. But for second fattening, there is little result.

5. Heat equation's zero set. In my research, main method is intersection number principle. Indeed, the intersection number principle is Sturm-Liouville theorem. But in high dimension, there is some results for high dimension. I want to study the solution's zero set like level set method.

6. Is it fattening? In high dimension, I want to consider whether the solution for level set equation is fattening with initial hypersurface which is axis-asymmetric and singular.

B. 発表論文

Jia, Gao; Zhang, Long-jie; Chen, Jie Multiplicity and boundedness of solutions for quasilinear elliptic equations on Heisenberg group. Bound. Value Probl. 2015, 2015:131, 1-15.

Jia, Gao; Zhang, Long-jie Multiplicity of solutions for singular semilinear elliptic equations in weighted Sobolev spaces. Bound. Value Probl. 2014, 2014:156, 1-14.

Zhang, Long Jie; Jia, Gao; Chen, Jie Multiple solutions of semilinear elliptic systems on the Heisenberg group. (Chinese) Appl. Math. J. Chinese Univ. Ser. A 28 (2013), no. 3, 311-320.

Jia, Gao; Chen, Jie; Zhang, Long-jie Infinitely many solutions for a class of quasilinear elliptic equations with p-Laplacian in RN. Bound. Value Probl. 2013, 2013:179, 1-13.

Jia, Gao; Zhang, Long-jie; Chen, Jie Multiple solutions of semilinear elliptic systems on the Heisenberg group. Bound. Value Probl. 2013, 2013:157, 1-10.

DIAS ALEXIOU Carolina

A. 研究概要

昨年に得られた極大エンタングルメントと巡回ベクトルを含む研究成果の継続として、シュミット数と対応ベクトルによって生成された空間の次元の相関を観察し、ある程度の一般化を得られた。

そして、量子相関の測定研究に進み、以前の結果に従って量子相関の幾何学的測度の概念を生み出すための応用ができるかどうかを調べ始めた。

Continuing the work obtained last year involving maximal entanglement and cyclic vector, I obtained a small generalization in this correspondence by observing a correlation between the Schmidt number and the dimension of the space generated by the corresponding vector.

Later, I moved my studies into the measurement of quantum correlations and started to explore if my previous result could be used to give rise to a natural notion of a geometric measure for quantum correlations.

C. 口頭発表

1. Cyclic Vectors and Maximally Entangled Pure States, Quantum Correlations and Group C^* -algebra Theory, School of Mathematics of Zhejiang University, China, 2016年7月
2. Tsirelson problem and QWEP conjecture, Young Mathematicians in C^* -algebras, Mathematical Institute of University of

Munster, Germany, 2016年7月

手塚 峻典 (TEZUKA Takenori)

A. 研究概要

半線形熱方程式の爆発問題について研究をした。特に拡散係数が小さいときのタイプI (時間が爆発時刻に近づくときの解の増大度の評価) の解の爆発時刻 (古典解の一意的な最大存在時間) と爆発集合 (爆発時刻で解が発散する点の集合) の挙動について調べた。適当な非線形項において拡散係数が0に近づくとき、爆発時刻と爆発集合がある意味で収束することを示した。言い換えると、拡散係数が十分小さいとき爆発集合は初期関数の最大点の近傍に含まれる。Fujishima(2012)の結果より非線形項が u^p ($p > 1$), e^u の場合に拡散係数を0に近づけたときタイプIの解の爆発時刻と爆発集合はある意味で収束することが知られている。彼の論文の手法を改良し新たな非線形項の例として $(u+1)(\log(u+1))^p$ ($p > 2$) を得た。そして、非線形項が時間依存する場合にも同様の結果を得た。

I studied blow-up problem for a semi-linear heat equation. Especially I investigated behavior of the blow-up time (the maximal time of existence of the unique classical solution) and the blow-up set (the set of all points that the solution diverges at the blow-up time) with the small diffusion coefficient when the blow-up rate is type I (a certain increasing rate of the solution as time tends to the blow-up time). In a nonlinear term, I proved that the blow-up set and the blow-up time converge in a sense when the diffusion coefficient tends to 0. In other words, the blow-up set is contained in a neighborhood of the maximum points of the initial function with the sufficiently small diffusion coefficient. From the result of Fujishima (2012), in the cases that the nonlinear term is u^p ($p > 1$) and is e^u , it is known that, as the diffusion coefficient tends to 0, the type I blow-up time and set converge in a sense. I obtained $(u+1)(\log(u+1))^p$ ($p > 2$) as a new example of the nonlinear term by improving his paper's methods. Moreover, I obtained similar results when the nonlinear term depends on time.

B. 発表論文

1. 手塚 峻典 : “時間依存する非線形項をもつ半線形熱方程式の拡散係数が小さいときの爆発集合”, 東京大学修士論文 (2016)

C. 口頭発表

1. Infinitely many positive solutions of semi-linear elliptic problems via sub- and super-solutions, 草津セミナー 2014 応用解析 秋の学校 Autumn School of Applied Analysis Seminar, 草津セミナーハウス, 2014 年 10 月
2. 時間依存する非線形項をもつ半線形熱方程式の拡散係数が小さいときの爆発集合, 第 38 回発展方程式若手セミナー, あうる京北, 2016 年 8 月
3. 時間依存する非線形項をもつ半線形熱方程式の拡散係数が小さいときの爆発集合, 第 42 回発展方程式研究会, 日本女子大学, 2016 年 12 月

中村 允一 (NAKAMURA Makoto)

A. 研究概要

単位球の (双正則) 不変ラプラシアン of Dirichlet 問題の境界正則性を調べる上で, 球面調和関数は重要な働きをする. 強擬凸領域の不変ラプラシアンを調べるために, 強擬凸領域への球面調和関数の一般化を試みている.

Spherical harmonics play an important role in studying boundary regularities of the Dirichlet problem of the invariant Laplacian on the unit sphere. In order to study invariant Laplacians on strictly pseudoconvex domains, I have been trying to generalize spherical harmonics to them.

B. 発表論文

1. M. Nakamura : “Some remarks on the Folland-Stein operators on the Heisenberg group and the unit sphere”, 東京大学修士論文, 2016.

早瀬 友裕 (HAYASE Tomohiro)

A. 研究概要

ランダム行列と自由確率論の研究を行った. GUE などの不変性をもったランダム行列のサイズ無限に関する漸近的固有値分布が決定的になることは古くから知られている. 自由確率論の道具を用いると, より一般のランダム行列の漸近的固有値分布を数値的方法によらず計算することができる. 今研究では二次元自己回帰移動平均モデルのハイパーパラメータ選択指標を自由乗法的畳込および自由決定的等価性を用いて構成した.

Our research field is in random matrices and free probability. It is known that the limit empirical eigen value distribution of GUE random matrices is deterministic. Free probability theory can treat more general random matrices. In this research we constructed a method to test hyper parameters of two dimensional autoregressive moving average model by using free multiplicative convolution and free deterministic equivalent.

B. 発表論文

1. T.Hayase : “De Finetti theorems for a Boolean analogue of easy quantum groups”, J. Math. Sci. (accepted).

C. 口頭発表

1. A symmetry in free probability: Quantum de Finetti theorem, The 49-th functional analysis seminar, gifu, Japan, August, 2014.
2. De Finetti theorems for a Boolean analogue of easy quantum groups, Operator algebras seminar, University of Tokyo, July, 2014.
3. De Finetti theorems for a Boolean analogue of easy quantum groups, Saarland university, August, 2015.
4. Cumulants in noncommutative probability The 50-th Functional analysis, karuizawa, September, 2015.

5. Free product of von Neumann algebras, Workshop of Free monotone transport, Tiba, March, 2016.
6. De Finetti theorems for a Boolean analogue of easy quantum groups, Free Probability and the Large N Limit, V, Berkeley, March, 2016

福岡 尊 (FUKUOKA Takeru)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は主に del Pezzo ファイブレーション, すなわち非特異射影 3 様体 X から非特異射影曲線 C への端射線収縮 $\varphi: X \rightarrow C$ の相対的埋め込みを研究した.

φ の一般ファイバー F は, 非特異な del Pezzo 曲面であり, その反標準因子の自己交点数 $d = (-K_F)^2$ を φ の次数という. 一般に, 次数 d の del Pezzo 曲面 F は, ある Fano 多様体の完全交叉として得られる事が知られている. 例えば, $d = 5$ ならば F は $\text{Gr}(2, 5)$ の線型切断であり, $d = 6$ ならば F は $(\mathbb{P}^2)^2$ の線型切断でも $(\mathbb{P}^1)^3$ の線型切断でもある. この形の記述を del Pezzo ファイブレーションに相対化する事を, ここでは相対的な埋め込みと言う事にする.

$d \neq 6$ なる del Pezzo ファイブレーションの場合, 相対化埋め込みの存在は知られていた. 正確には, 全てのファイバーが同型な Fano 多様体によるファイブレーション $\varphi_Y: Y \rightarrow C$ に完全交叉として埋め込める事が知られていた. 私の知る限り, この事実は $d = 8$ の場合は Beauville または Araujo により示され, $d \neq 5, 8$ の場合は Fujita により間接的に示された. また $d = 5$ の場合は, φ_Y は $\text{Gr}(2, 5)$ -束となり, φ はその相対的な線型切断として得られる事が, Takeuchi により主張された.

$d = 6$ の場合を考えると, 次数 6 の del Pezzo ファイブレーションは, $(\mathbb{P}^2)^2$ -ファイブレーション, もしくは $(\mathbb{P}^1)^3$ -ファイブレーション $\varphi_Y: Y \rightarrow C$ の線型切断として得られると自然に期待される. しかし, φ_Y のアイソトリヴィアリティが期待できないという点で, $d \neq 6$ の場合とは本質的に異なる. 実際, C が射影直線 \mathbb{P}^1 の時, φ_Y は必ず特異ファイバーを持つ.

本研究で得た主結果は, 非特異射影 3 様体 X から

の次数 6 の del Pezzo ファイブレーション $X \rightarrow C$ に対して, ある非特異射影 5 様体 Y と, 一般ファイバーが $(\mathbb{P}^2)^2$ となる端射線収縮 $\varphi_Y: Y \rightarrow C$ であって, Y が X を相対的な線型切断として含むものを構成した事である. これについては, 現在論文執筆中である.

以下, 本結果の証明の概略を述べたい. まず次数 $d \in \{5, 6\}$ の del Pezzo ファイブレーション $\varphi: X \rightarrow C$ は, X 上に特定の階数 2 のベクトル束を構成する事で, C 上の $\text{Gr}(2, d)$ -束に埋め込まれる事を示した. さらに $d = 5$ ならば, この埋め込みは線型切断になる. 結果として, $d = 5$ の場合の上記の問題に関する別証明を与えた.

$d = 6$ の場合は, X を含む一般ファイバーが $(\mathbb{P}^2)^2$ となる代数多様体 Y が, $\text{Gr}(2, 6)$ -束の部分多様体として一意に決まる事がわかる. この Y の非特異性を示す事で, 本結果を得る事が出来た. 本結果の応用に関しては現在も研究中である. 特に, 次数 6 の del Pezzo ファイブレーションを持つ弱 Fano 3 様体の変形同値類の分類, 次数 6 の del Pezzo ファイブレーションの退化ファイバーの分類等に応用があると期待している.

In this academic year, I studied about relative embeddings of del Pezzo fibrations $\varphi: X \rightarrow C$ that is a contraction of extremal ray from a non-singular projective 3-fold X onto a smooth curve C .

A general φ -fiber F is a non-singular del Pezzo surface. We call the anti-canonical degree $d = (-K_F)^2$ the degree of φ . It is known that every del Pezzo surface F of degree d is a complete intersection of some Fano variety. For example, if $d = 5$, then F is a linear section of $\text{Gr}(2, 5)$. If $d = 6$, then F is a codimension 2 linear section of $(\mathbb{P}^2)^2$ and also a hyperplane section of $(\mathbb{P}^1)^3$. Just here, a relative embedding denotes the relativization of such description to del Pezzo fibrations.

If $d \neq 6$, it is known that there exists relative embeddings. More precisely, for any del pezzo fibration $\varphi: X \rightarrow C$ of degree d , there exists a fibration $\varphi_Y: Y \rightarrow C$ whose every fiber is isomorphic to a certain Fano variety such that Y contains X as a complete intersection. To the best of my knowledge, Beauville and Araujo proved this result in case of $d = 8$ and Fujita

indirectly proved in case of $d \neq 5, 8$. If $d = 5$, Takeuchi assert that $\varphi_Y: Y \rightarrow C$ exists as $\text{Gr}(2, 5)$ -bundle and Y contains X as a relative linear section.

If $d = 6$, it is natural expectation that for any del Pezzo fibration $\varphi: X \rightarrow C$ of degree 6, there exists a $(\mathbb{P}^2)^2$ -fibration or a $(\mathbb{P}^1)^3$ -fibration $\varphi_Y: Y \rightarrow C$ which contains X as a relative linear section. However, it is essentially different from the case $d = 6$ in that the isotriviality of φ_Y can not be expected. Actually, such φ_Y must have a singular fiber if $C = \mathbb{P}^1$.

The main results obtained by this study proves that for any del Pezzo fibration $\varphi: X \rightarrow C$ of degree 6 with smooth total space X , there exists a non-singular 5-fold Y and Mori fiber space $\varphi_Y: Y \rightarrow C$ such that a general fiber φ_Y is isomorphic to $(\mathbb{P}^2)^2$ and Y contains X as a relative linear section. I am now writing papers about this result.

Let me introduce a sketch of proof of this result. First, I prove that for any del pezzo fibration $\varphi: X \rightarrow C$ of degree $d \in \{5, 6\}$, there exists a specific rank 2 vector bundle on X which induces a closed embedding into $\text{Gr}(2, d)$ -bundle over C . Moreover, if $d = 5$, then this embedding is a complete linear section. Therefore, I obtain an alternative proof of the existence of relative embeddings in case of $d = 5$.

If $d = 6$, then there exists a unique subvariety Y of $\text{Gr}(2, 6)$ -bundle such that it contains X and general fibers are isomorphic to $(\mathbb{P}^2)^2$. I obtained the main result by proving the smoothness of this Y .

Now I am studying about applications of this result. In particular, I expect that this results can be applied to the classification of deformation classes of weak Fano 3-folds with del Pezzo fibrations and the classification of singular fibers of del Pezzo fibrations of degree 6.

B. 発表論文

1. T. Fukuoka : “On the existence of almost Fano threefolds with del Pezzo fibrations”, arXiv:1603.07139. To appear in Math. Nachr.

C. 口頭発表

1. 「次数 6 の del Pezzo ファイブレーションを持つ 3 次元概 Fano 多様体の分類について」, 城崎新人セミナー 第 13 回, 城崎市民センター, 2016 年 2 月 18 日.
2. 「del Pezzo ファイブレーションを持つ 3 次元概 Fano 多様体の存在について」, 都の西北代数幾何学セミナー, 早稲田大学 西早稲田キャンパス, 2016 年 4 月 15 日.
3. 「On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration」, Summer School on Algebraic Geometry, Tambara Institute of Mathematical Sciences, 2016 年 8 月 2 日.
4. 「del Pezzo ファイブレーションを持つ 3 次元概 Fano 多様体の存在について」, 射影多様体の幾何とその周辺 2016, 高知工科大学 永国寺キャンパス, 高知県高知市, 2016 年 10 月 9 日
5. 「del Pezzo ファイブレーションを持つ 3 次元概 Fano 多様体の存在について」, 日大特異点セミナー, 日本大学文理学部, 東京都世田谷区, 2016 年 10 月 24 日.
6. 「del Pezzo ファイブレーションを持つ 3 次元概 Fano 多様体の存在について」, 都の西北代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学 西早稲田キャンパス, 東京都新宿区, 2016 年 11 月 17 日
7. 「On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration」, アフィン代数幾何学研究集会 第 15 回, 関西学院大学 大阪梅田キャンパス, 2017 年 3 月 4 日. (予定)
8. 「On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration」, 代数幾何ミニ研究集会 (埼玉大学), 埼玉大学, 2017 年 3 月 7 日. (予定)
9. 「On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration」, Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop 2017, Isaac Newton Institute, 2017 年 3 月 16–17 日. (予定)
10. 「On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration」, MAGIC semi-

nar, Imperial College London, 2017年3月20日。(予定)

戸次 鵬人 (BEKKI Hohto)

A. 研究概要

昨年度は古典的な連分数論における Lagrange の周期性定理が、モジュラー曲線上の閉測地線を用いて幾何学的に解釈されることに着目し、幾何学的なアイデアで連分数論および Lagrange の周期性定理の一般化を得ることに成功した。この結果は我々が考察した幾何学的な一般化の枠組み (Heegner 対象の理論) と、重要な数論的对象である単数群あるいはレギュレーターを結びつけるものであり、Heegner 対象の理論がレギュレーターを含む様々な L -関数の特殊値の研究へ応用されうることを示唆する。そこで本年度は昨年度考察した高次元連分数の幾何学的枠組みとそれを用いた L -関数の研究を行った。結果として、“モジュラー曲線上の閉測地線上で実解析的 Eisenstein series を積分すると、対応する実二次体の Dedekind zeta-関数が得られる” という古典的な Hecke の積分公式を実二次体から一般の代数体の拡大 E/F へと一般化することに成功した。この結果は古典的な Hecke の積分公式の既存の相異なる一般化であった Hiroe-Oda (2008) および Yamamoto (2008) の結果を同時に含む一般化となっている。

Last year, I established a generalization of the classical theorem of Lagrange in the theory of continued fractions using the geometric interpretation of the classical theorem in terms of closed geodesics on the modular curve. This result suggests that the geometric frame work which we used in this generalization can be used to study various arithmetic objects and L -values including the fundamental units and the regulators. Therefore, this year, I studied L -functions of number fields using the geometric frame work of geodesic continued fractions which I studied last year. As a result, I obtained a generalization of the following classical Hecke’s integral formula: The integration of the real analytic Eisenstein series along the closed geodesic on the modular curve equals to the Dedekind zeta function of the real quadratic

field associated to the closed geodesic. More precisely, I generalized this theorem to any extension E/F of number fields, not only real quadratic fields. In fact, this gives a simultaneous generalization of the two different known generalizations of Hiroe-Oda (2008) and Yamamoto (2008).

B. 発表論文

1. H. Bekki : “On periodicity of geodesic continued fractions”, 東京大学修士論文 (2015).

C. 口頭発表

1. 測地線連分数の周期性について, 第 13 回城崎新人セミナー, 城崎総合支所, 2016 年 2 月.
2. On periodicity of geodesic continued fractions, 代数学コロキウム, 数理科学研究科, 2016 年 4 月.
3. On periodicity of geodesic continued fractions, 第 15 回仙台台広島整数論集会, 東北大学大学院理学研究科, 2016 年 7 月.
4. 測地線連分数の周期性について, 早稲田大学整数論セミナー, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 2016 年 11 月.
5. On periodicity of geodesic continued fractions, RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」2016, 京都大学数理解析研究所, 2016 年 11 月.
6. On generalization of Hecke’s integral formula—from a view point of geodesic continued fraction, 第 10 回ゼータ若手研究集会, 名古屋大学多元数理科学棟, 2017 年 2 月.

星野 壮登 (HOSHINO Masato)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

特異な確率偏微分方程式を, Gubinelli, Imkeller, Perkowski によって構築された擬被制御解析を使って研究している.

まず、舟木先生と共に多成分 Kardar-Parisi-Zhang 方程式を研究した。適切な繰り込みの下で、解の局所的適切性を示した。また係数についてのある仮定の下で、解の大域的適切性も示した。

次に、稲浜氏（九州大）、永沼氏（大阪大）と共に複素数値の3次 Ginzburg-Landau 方程式を研究した。多成分 KPZ 方程式と同様、適切な繰り込みの下での解の局所的適切性を示した。また私は係数についてのある仮定の下で、解の大域的適切性も示した。

I am studying singular stochastic PDEs by using the theory of Paracontrolled calculus, which was established by Gubinalli, Imkeller and Perkowski.

First, I studied the multi-component Kardar-Parisi-Zhang equation with Professor Funaki. We showed the local well-posedness of the solution under a suitable renormalization. We also showed the global well-posedness of the solution under an assumption of the coefficients. These results were obtained without the Cole-Hopf transformation.

Second, I studied the complex-valued cubic Ginzburg-Landau equation with Professor Inahama (Kyushu U.) and Professor Naganuma (Osaka U.). As with the multi-component KPZ equation, we showed the local well-posedness of the solution under a suitable renormalization. I also showed the global well-posedness of the solution under an assumption of the coefficients.

B. 発表論文

1. M. Hoshino : “KPZ equation with fractional derivatives of white noise”, *Stoch. Partial Differ. Equ. Anal. Comput.* **4**(4) (2016), 827–890.
2. M. Hoshino : “Paracontrolled calculus and Funaki-Quastel approximation for the KPZ equation”, arXiv:1605.02624.
3. T. Funaki and M. Hoshino : “A coupled KPZ equation, its two types of approximations and existence of global solutions”, arXiv:1611.00498.
4. M. Hoshino, Y. Inahama and N. Na-

ganuma : “Stochastic complex Ginzburg-Landau equation with space-time white noise”, arXiv:1702.07062.

5. M. Hoshino : “Global well-posedness of complex Ginzburg-Landau equation with space-time white noise”, in preparation.

C. 口頭発表

1. Coupled KPZ equations and complex-valued stochastic Ginzburg-Landau equation, 確率論ヤングサマーセミナー, 伊勢市二見公民館, 2016年8月.
2. Coupled KPZ equations and complex-valued stochastic Ginzburg-Landau equation, 東京確率論セミナー, 東京大学, 2016年10月.
3. Complex-valued Ginzburg-Landau equation with space-time white noise, 関西確率論セミナー, 京都大学, 2016年10月.
4. Coupled KPZ equations, 大規模相互作用系の確率解析, 東京大学, 2016年11月.
5. (1) Hairer 理論による Φ^4 モデルへのアプローチの概説, (2) Global well-posedness of singular stochastic PDEs, 確率解析とその周辺, 九州大学, 2016年11月.
6. Global solution of the coupled KPZ equations, 確率論シンポジウム, 京都大学, 2016年12月.
7. Global well-posedness of the coupled KPZ equations, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics 2017, Seoul National University, South Korea, 2017年1月.
8. Global solution of the coupled KPZ equation, Physical and mathematical approaches to interacting particle systems -In honer of 70th birthday of Herbert Spohn-, 東京工業大学, 2017年1月.
9. Global well-posedness of singular stochastic PDEs, Kick off Meeting for Stochastic Analysis on Infinite Particle Systems I Young session, 九州大学, 2017年1月.

10. Global solutions of some singular stochastic PDEs, Séminaire de Probabilités, Université de Rennes 1, France, 2017 年 2 月.

G. 受賞

1. 平成 27 年度数理科学研究科長賞
2. 平成 27 年度東京大学総長賞

松澤 陽介 (MATSUZAWA Yohsuke)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

代数多様体の支配的自己有理写像 $f: X \dashrightarrow X$ に対して (第一) 力学次数 δ_f という双有理不変量が定義される. 一方, 基礎体が例えば代数体や関数体の場合, 点 $P \in X$ に対してその軌道に沿った Weil 高さ関数の増加度を測る算術次数 $\alpha_f(P)$ なるものが定義できる. ただ $\alpha_f(P)$ を定義する極限が存在するかはまだわかっていないので上極限を $\bar{\alpha}_f(P)$, 下極限を $\underline{\alpha}_f(P)$ と書く. この $\alpha_f(P)$ が存在して, さらに軌道が Zariski 稠密ならば $\alpha_f(P) = \delta_f$ となることが Kawaguchi-Silverman によって予想されている (KSC).

この予想に関連して, 一般に $\bar{\alpha}_f(P) \leq \delta_f$ となることを示した. 与えられた力学系を調べるための鍵となるものとして, 標準高さ関数というものがある. これもある極限で定義するのだが, f が射でない場合は一般的な状況での収束は知られていなかった (と言うより完全に一般には妥当に定義することが困難だと思われる). これに関して, 例えばピカル数が 1 の多様体の上の algebraically stable な有理写像 ($\delta_f > 1$ はもちろん課す) に対して標準高さ関数の収束を示した. KSC そのものについては, 曲面の自己射に対して成立することを京大の佐野氏, 柴田氏との共同研究で示した. (自己同型の場合は川口氏が示しているので, 同型ではない自己射について示したということである.) さらに, どのような自己射に対しても $\alpha_f(P) = \delta_f$ となる点が存在することも示した.

また基礎体が標数 0 の 1 変数代数関数体の場合に, 不等式 $\alpha_f(P) \leq \delta_f$ に幾何学的でより簡単な証明があることを京大の柴田氏と示した. さらに関数体の係数体が非可算ならば, すべての有理写像に対して $\alpha_f(P) = \delta_f$ となる点が存在することも示した.

For a dominant rational self-map $f: X \dashrightarrow X$, a birational invariant δ_f called the first dynamical degree is defined. When the ground field is, say, a number field or a function field, the arithmetic degree $\alpha_f(P)$ of a point $P \in X$ is a quantity which measures the growth rate of the Weil height function along the f -orbit of P . Note that it is still open whether the limit defining $\alpha_f(P)$ exists. We write the limit superior $\bar{\alpha}_f(P)$ and limit inferior $\underline{\alpha}_f(P)$. Kawaguchi-Silverman conjecture (KSC) says that the arithmetic degree $\alpha_f(P)$ always exists and equal to δ_f when the f -orbit of P is Zariski dense in X .

We prove that the inequality $\bar{\alpha}_f(P) \leq \delta_f$ always holds. To study the dynamical system, the canonical height function of the dynamical system is a key technical tool. The convergence of the limit defining the canonical height is not known in general where f is not a morphism. We prove that, for example, the canonical height exists for an algebraically stable rational self-map on a variety with Picard number 1.

We prove KSC for any endomorphism on surface in a joint work with Sano and Shibata. Moreover, we prove that there exists a point $P \in X$ such that $\alpha_f(P) = \delta_f$ for any endomorphism f on any X .

When the ground field is an one dimensional function field of characteristic zero, Shibata and I give a geometric proof of $\bar{\alpha}_f(P) \leq \delta_f$. Moreover, if the coefficient field is uncountable, there exists a point $P \in X$ such that $\alpha_f(P) = \delta_f$ for any rational self-map f on any X .

B. 発表論文

1. Y. Matsuzawa, On the Invariant Hilbert schemes and Luna's étale slice theorem, preprint.
2. Y. Matsuzawa, On the Hilbert schemes of finite algebras over an algebraically closed field, preprint.
3. Y. Matsuzawa, On upper bounds of arithmetic degrees, preprint.

4. Y. Matsuzawa, K. Sano, T. Shibata, Arithmetic degrees and dynamical degrees of endomorphisms on surfaces, preprint.
5. Y. Matsuzawa, K. Sano, T. Shibata, Arithmetic degree for dynamical systems over function fields of characteristic zero, preprint.

C. 口頭発表

1. On the Hilbert schemes of finite algebras, 城崎新人セミナー, 2016年2月.
2. 代数多様体の自己写像の力学次数と算術次数, 阪大代数幾何セミナー, 2016年10月.
3. 代数多様体の自己有理写像の算術次数と力学次数, 代数的整数論とその周辺, 2016年11月.
4. 代数多様体の自己写像の力学次数と算術次数について, 城崎新人セミナー, 2017年2月.
5. 代数多様体の自己有理写像の力学次数と算術次数, 第13回数学総合若手研究集会, 2017年2月.

三浦 達彦 (MIURA Tatsu-Hiko)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は動く閉曲面に退化する薄膜領域上の拡散現象および流体運動の方程式について, 領域の退化に関する特異極限問題を考察した.

1. 輸送方程式および Darcy の法則からなる多孔質媒体方程式型の非線形拡散方程式について, 動く薄膜領域上の方程式から薄膜領域が動く閉曲面に退化する際の退化曲面上の極限方程式を形式的な計算により導出した. 特に, 薄膜領域上の輸送方程式および Darcy の法則の薄膜極限はそれぞれ動く曲面上の輸送方程式, Darcy の法則に対応することを発見した. また, 各方程式のエネルギー保存則を導き, 退化曲面上のエネルギー保存則が薄膜領域上のエネルギー保存則の薄膜極限としても導出されることを示した.

さらにエネルギー変分の方法によって保存則から領域および曲面上の非線形拡散方程式の導出を行い, 薄膜極限とエネルギー変分の操作が可換であることを観察した.

2. 3次元の動く薄膜領域上の非圧縮 Euler 方程式および Navier–Stokes 方程式について, 薄膜領域が2次元の動く曲面に退化するときの極限方程式を形式的な計算により導出し, 元の方程式および極限方程式のエネルギー構造の関係について考察した. 動く退化曲面上の Navier–Stokes 方程式の極限方程式は粘性項を持つが, これが二層流の研究における Boussinesq–Scriven 表面流モデルに現れるものと同じであることを発見した.

In this year we studied singular limit problems for equations of diffusion processes and fluid dynamics in a moving thin domain degenerating into a closed surface.

1. We considered a nonlinear diffusion equation of porous medium type in a moving thin domain which consists of a transport equation and Darcy’s law and derived by formal calculations its limit equation on a moving surface as the thin domain shrinks to the surface. In particular, we observed that the thin width limits of the transport equation and Darcy’s law in the thin domain correspond to those on the degenerate surface. Moreover, we derived energy identities of each equation and showed that the energy identity on the degenerate surface is also derived as the thin width limit of the energy identity on the thin domain. We also employed an energetic variational approach to derive the nonlinear diffusion equations on the moving thin domain and the moving surface from the energy identities, and observed that the energetic variational procedure can commute with the operation of thin width limit.
2. We derived thin width limit equations on a two-dimensional moving closed surface of the incompressible Euler and Navier–Stokes equations in a three-dimensional

moving thin domain by formal calculations and investigated relation between their energy structures. It turned out that the viscous term in the limit equation of the Navier–Stokes equations is the same as that of the Boussinesq–Scriven surface fluid model in the study of two-phase flows.

B. 発表論文

1. T.-H. Miura : “Two topics on parabolic equations”, 東京大学修士論文 (2016).
2. M. Bolkart, Y. Giga, T.-H. Miura, T. Suzuki, and Y. Tsutsui : “On analyticity of the L^p -Stokes semigroup for some non-Helmholtz domains”, Math Nachr., to appear.
3. T.-H. Miura : “Zero width limit of the heat equation on moving thin domains”, Interfaces Free Bound., to appear.

C. 口頭発表

1. Zero width limit of the heat equation on moving thin domains, 第37回発展方程式若手セミナー, 小樽朝里クラッセホテル, 2015年8月.
2. 偏微分方程式を用いたデータ分離について, 数学・数理科学の視点からのエンジン適合の研究 (2回目), 九州大学, 2015年11月.
3. Zero width limit of the heat equation on moving thin domains, 非線形現象の数値シミュレーションと解析 2016, 北海道大学, 2016年3月.
4. Zero width limit of the heat equation on moving thin domains, FMSP 院生集中講義, 東京大学, 2016年3月.
5. Zero width limit of the heat equation on moving thin domains, the 10th Euro-Maghrebian Workshop on Evolution Equations, Heinrich Fabri Institut (Germany), 2016年9月.
6. 動く曲面に退化する薄膜領域上の熱方程式に関する特異極限問題, 第42回発展方程式研究会, 日本女子大学, 2016年12月.

7. Singular limit problems for parabolic equations in curved moving thin domains, Emerging Developments in Interfaces and Free Boundaries, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), 2017年1月.

8. Singular limit problems for the heat equation and the Navier–Stokes equations in curved moving thin domains, Partial Differential Equations and their Applications Seminar, Warwick Mathematics Institute (UK), 2017年2月.

9. Zero width limit of the heat equation on moving thin domains, 日本数学会 2017年度年会, 首都大学東京, 2017年3月.

G. 受賞

1. 第17回北東数学解析研究会 優秀ポスター賞, 2016年2月.
2. 2015年度数理科学研究科長賞.

三上 溪太 (MIKAMI Keita)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

多様体上のシュレディンガー作用素について研究している。特に散乱理論や半古典解析などを用いてシュレディンガー作用素のスペクトルの様子を調べることに関心がある。

今年度においては漸近的に0次斉次なポテンシャルを持つシュレディンガー作用素のスペクトルに関する諸問題に取り組んだ。具体的にはまず修士論文としてすでに発表してあった幾何学的散乱に関する結果を出版用にまとめた。次に0次斉次なポテンシャルを持つシュレディンガー作用素のなかでも特に扱いやすい円柱型の多様体の場合について固有値の有無や欠落測度の性質などを考察した。

I study Schrödinger operators on manifolds. I am especially interested in study of the spectrum of the Schrödinger operators by the scattering theory and the semiclassical analysis.

In this year, I worked on the spectral properties of the Schrödinger operators with homogeneous potentials on the manifolds. Especially, I first revised my master thesis for the publication. I then considered absence of the eigenvalue and properties of the defect measures when the manifold is tubic, which is easy to treat.

B. 発表論文

1. K. Mikami : “Geometric Scattering for the Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero”, 東京大学修士論文 (2016)
2. K. Mikami : “Geometric Scattering for Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero”, arXiv:1604.08674.

C. 口頭発表

1. (1) ワイルの法則について, (2) 第 25 回数理解物理と微分方程式, 四季の湯強羅静雲荘, 2014 年 11 月.
2. (1) Geometrical scattering of the Schrödinger operators with potentials of order 0, (2) 第 26 回数理解物理と微分方程式, ニューサンピア姫路ゆめさき, 2015 年 11 月.
3. (1) Geometric Scattering for Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero, (2) Lectures on Semi-Classical Analysis, 立命館大学びわこくさつキャンパス, 2016 年 7 月.
4. (1) Schrödinger operators with homogeneous potentials on manifolds, (2) 第 27 回数理解物理と微分方程式, かんぼの宿富山, 2016 年 11 月.
5. (1) Geometric Scattering for Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero, (2) スペクトル・散乱 松本シンポジウム, 信州大学松本キャンパス, 2017 年 1 月.

横山 慶一 (YOKOYAMA Keiichi)

A. 研究概要

一次元反応拡散方程式の初期値問題の解の漸近挙動について調べた. 非線形項は空間について周期的であるとする. ある条件下で Heaviside 型の初期値に対する解は「進行テラス」に収束することが知られている. テラスとは定常解の列と定常解をつなぐ進行波解の列の組である. この収束は $o(t)$ の位相の補正を伴うものである. ここでは, テラスを構成する進行波を「ステップ」, この補正を表すものを「位相関数」と呼ぶことにする. 私は線形安定な定常解をつなぎ速度が上下のものと異なるステップに対する位相関数が定数に収束することを示した. 私の結果が適用できる非線形項の典型例として, 多重安定なものや KPP-双安定なものが挙げられる. また, 一番下のステップが KPP 方程式を満たし, その速度が上のものより速い場合, 一番下のステップに対する位相関数の評価はステップが一つしか現れない KPP の場合と変わらないことを示した. さらに上のステップに一番下のステップと等しい速度のものがある場合でも, ある条件下では同様のことが成り立つ.

本年度は, 線形安定な定常解をつなぎ速度が上下のものと等しいステップに対する位相関数の評価について考察した.

I studied the asymptotic behavior of the solution of an initial value problem for the one-dimensional reaction-diffusion equation. The nonlinearity is assumed to be periodic in space. It is known that the solution for Heaviside-type initial data converges to a “propagating terrace” under certain assumptions. A terrace is a pair of a sequence of stationary solutions and a sequence of traveling wave solutions connecting the stationary solutions. The convergence requires corrections to phases of $o(t)$. Here we call traveling waves composing a terrace “step” and these corrections “phase functions”. I proved that if a step connects linearly stable stationary solutions and its speed is different from the speeds of the upper and lower steps, the corresponding phase function tends to a constant. Typical examples of nonlinearities to which my results apply include multistable ones and KPP-bistable ones. I also proved that if the

lowest step satisfies the KPP equation and its speed is faster than those of the upper steps, the estimate of the phase function for the lowest step is the same as that in the KPP case, where only one step appears. Moreover, the same holds under a certain additional condition even if speeds of upper steps are equal to that of the lowest step.

In this year, I studied the estimates of the phase functions for steps which connect linearly stable stationary solutions and whose speeds are equal to the speeds of the upper and lower steps.

B. 発表論文

1. K. Yokoyama: “Convergence to a propagating terrace with asymptotic phase in one-dimensional reaction-diffusion equations”, 東京大学修士論文 (2016).

李 煥元 (LI Huanyuan)

A. 研究概要

My research interest lies in the mathematical theory of fluid mechanics. Mathematically, we use the so-called Navier-Stokes equations and magnetohydrodynamic equations etc. (systems of partial differential equations) to describe the macroscopic motion of fluids.

The model that I studied recently is nonhomogeneous incompressible magnetohydrodynamic equations (MHD in short), which describes the motion of mixture of several incompressible electrically conducted fluids. In my master thesis, I constructed the global strong solution for nonhomogeneous MHD with full dissipation and magnetic diffusion. This year I studied the nonhomogeneous MHD equations without full dissipation or magnetic diffusion, which is a more challenging problem. And this work is in progress.

B. 発表論文

1. Huanyuan Li, Global strong solution to the three dimensional nonhomogeneous incompressible magnetohydrodynamic equations with density-dependent viscosity and resistivity. Submitted.

レオンチエフ・アレックス

(LEONTIEV Oleksii)

(学振 DC2)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

G を Lie 群、 G' を G の閉部分群とする。さらに、 (π, V) と (τ, W) を G と G' の表現とする。その時、 V から W へ G' -線形作用素は対称性破れ作用素と呼ばれる。特に、 π が無限次元で、 G' が非コンパクトの時、対称性破れ作用素の空間 $\text{Hom}_{G'}(\pi|_{G'}, \tau)$ を具体的に求めるとい問題はかなり難しい。しかし最近、 $O(n+1, 1) \supset O(n, 1)$ という特別な場合に、すべての対称性の破れ作用素が 2014、2015 年に小林俊行氏と B. Speth 氏によって完全に分類された。これはその問題の完全な答えとして、一番最初である。

私の目的は小林俊行氏と B. Speth 氏によって発展された一般的な手法によって、 $(G, G') = (O(p+1, q), O(p, q))$ の場合の対称性の破れ作用素を研究するということであった。具体的には、2016–2017 学年で以下の問題を考えて、完全に答えた：問 1. 与えられた $(\lambda, \nu) \in \mathbb{C}^2$ に対して、対称性の破れ作用素の空間 $\text{Hom}_{G'}(I(\lambda), J(\nu))$ を具体的に求めよ。特に、この空間の基底を具体的に求めよ。ここで、 $I(\lambda) := C^\infty(G \times_P \mathbb{C}_\lambda)$ と $J(\nu) := C^\infty(G' \times_{P'} \mathbb{C}_\nu)$ は G と G' の退化主系列である。

今年は否定値直交群の対称性破れ作用素を更に研究して、次の結果を得た：

1. 対称性破れ作用素の間の函数等式を得た；
2. singular と微分対称性破れ作用素を regular 対称性破れ作用素の留数として表している留数公式を得た；
3. 対称性破れ作用素の像を計算した；
4. 求退化主系列表現のある部分表現ファミリーの対称性破れ作用素の像を計算した；
5. 求退化主系列表現として出て来る Zuckerman 導来関手加群間の G' -普遍写像を分類した；

Let G be a Lie group and G' be its closed subgroup. Moreover, let (π, V) and (τ, W) be representations of G and G' respectively. Then, the G' -intertwining operator from V

to W is called symmetry breaking operator (SBO, for short). In particular, when π is infinitely-dimensional and G' is non-compact, the problem of explicit description of space $\text{Hom}_{G'}(\pi|_{G'}, \tau)$ of symmetry breaking operators becomes highly nontrivial. However, in their recent work T. Kobayashi and B. Spoh (2014,2015) were able to obtain the complete classification of SBOs between the principal series in the setting $(G, G') = (O(n+1, 1), O(n, 1))$. To my knowledge, this is the first example of complete description of SBOs. My initial goal was to classify symmetry breaking operators between the degenerate principal series representations for the setting $(G, G') = (O(p+1, q), O(p, q))$. More precisely, the following question was posed and answered during the academic year 2015–2016:

Question 1. For every pair $(\lambda, \nu) \in \mathbb{C}^2$, explicitly describe the space $\text{Hom}_{G'}(I(\lambda), J(\nu))$ of SBOs. In particular, find the explicit basis. Here $I(\lambda) := C^\infty(G \times_P \mathbb{C}_\lambda)$ and $J(\nu) := C^\infty(G' \times_{P'} \mathbb{C}_\nu)$ are the degenerate principal series representations of G and G' respectively. This year I've elaborated on these results, obtaining further results on SBOs in case of $O(p+1, q) \downarrow O(p, q)$ branching. More precisely, the following results were obtained:

1. Functional identities between SBOs were obtained;
2. Residue formulæ exhibiting singular and differential SBOs as residues of the regular family were derived;
3. Images of SBOs were explicitly computed;
4. Images of certain families of submodules of $I(\lambda)$ were explicitly computed;
5. All G' -invariant maps between the Zuckerman modules that appear as submodules/subquotients of spherical degenerate principal series were classified.

B. 発表論文

- (1) O. Leontiev and P. Feketa, “A new criterion for the roughness of exponential dichotomy on \mathbb{R} ”. *Miskolc Mathematical Notes*, 16(2): 987-994, 2015;

- (2) T. Kobayashi and O. Leontiev, “Symmetry breaking operators for representations of indefinite orthogonal groups $O(p, q)$ ”. *Symposium on Representation Theory 2016*, pp. 39–52;
- (3) T. Kobayashi and O. Leontiev, “Symmetry breaking operators for representations of indefinite orthogonal groups $O(p, q)$ ”, (submitted);

C. 口頭発表

- (1) 2017年3月26日, 日本数学会 2017年度年会, 共形変換群 $O(p, q)$ に関する対称性破れ作用素, 首都大学, 東京;
- (2) 2016年11月30日, *Symposium on Representation Theory 2016*, 不定値直交群 $O(p, q)$ の対称性破れ作用素, Grand Mer Resort, 沖縄;
- (3) 2016年11月19日, 日本数学会 異分野・異業種研究交流会 2016, *Symmetry breaking operators of indefinite orthogonal groups $O(p, q)$* , 明治大学;
- (4) 2016年10月7日, 広島幾何学研究集会 2016, *Symmetry breaking operators of indefinite orthogonal groups $O(p, q)$* , 広島大学;
- (5) 2016年9月18日, 日本数学会 2016年度秋季総合分科会, 関西大学;
- (6) 2016年8月11日, *Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”*, “Discrete decomposability of the restriction of $A_q(\lambda)$ with respect to reductive subgroups and its applications (T. Kobayashi, *Invent Math*) の紹介, 東京大学 玉原国際セミナーハウス;
- (7) 2016年7月19日, 広島大学幾何セミナー, 不定値直交群 $O(p, q)$ の対称性破れ作用素, 広島大学;

G. 受賞

- (1) 平成 27 年度学生表彰「数理科学研究科長賞」;

若月 駿 (WAKATSUKI Shun)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

有理ホモトピー論とその応用について興味を持って研究している。以前の研究において, Sullivan 代数の semi-pure 性を定義し, その下でストリング作用素の具体的記述や自明性の証明を行った。しかし, この仮定が代数的で分かりにくいという問題点が残されていた。

そこで, 今年度は semi-pure 性について代数的に詳しく調べることで, ストリング作用素の具体的記述においてはこの仮定が本質的には不要であることを示した。また, 自明性においても, 代数的であった仮定を幾何的に記述することができた。

I am interested in rational homotopy theory and its applications. Previously, I defined semi-purity of Sullivan algebras. Under the assumption of semi-purity, I described the loop products and coproducts explicitly and proved some triviality of them.

In this year, I studied the semi-purity of Sullivan algebras. Then I showed that the assumption of semi-purity is not essential in the description, and proved the above triviality under a topological assumption.

B. 発表論文

1. S. Wakatsuki: Description and triviality of the loop products and coproducts for rational Gorenstein spaces, arXiv:1612.03563

C. 口頭発表

1. Thompson 群とループ空間のコホモロジー, 無限離散群と量子トポロジー, 文部科学省 共済組合箱根宿泊所, 2014 年 12 月
2. 有理 Gorenstein 空間上のストリングトポロジーについて, ホモトピー論シンポジウム, 姫路・西はりま地場産業センター (じばさんびる), 2015 年 11 月
3. 有理 Gorenstein 空間上のストリングトポロジーについて, リーマン面の幾何の展開, KKR 伊豆長岡 千歳荘, 2015 年 12 月

4. Description and triviality of the loop products and coproducts for rational Gorenstein spaces, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 2016 年 9 月

5. String topology on rational Gorenstein spaces, 日本数学会 秋季総合分科会, 関西大学, 2016 年 9 月

6. Computation of string operations using rational homotopy theory, トポロジーとコンピュータ 2016, 秋田市 カレッジプラザ, 2016 年 10 月

7. Description and triviality of the loop products and coproducts for rational Gorenstein spaces, 信州トポロジーセミナー, 信州大学, 2016 年 11 月

8. Sullivan 代数の semi-pure 性について, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大学東京, 2017 年 3 月

渡部 淳 (WATANABE Jun)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

特異性を持つ多様体、特に manifold with fibered boundary について指数問題を研究した。Manifold with fibered boundary 上の作用素のクラスとして Mazzeo-Melrose による fibered cusp operator が知られている。私は manifold with fibered boundary の定義を角のある多様体の場合に拡張し、fibered cusp operator の定義を拡張した。また、その概念を利用して角のある多様体上の指数定理について研究した。

I studied index problems on manifolds with singularities, especially on manifolds with fibered boundaries. Mazzeo-Melrose defined a notion of fibered cusp operators on manifolds with fibered boundaries. I extended the notion of manifolds with fibered boundaries to the manifolds with corners, and also extended the notion of fibered cusp operators on such manifolds. Furthermore, I studied the index problem on manifolds with corners using that notion.

B. 発表論文

1. 渡部 淳：“Mod k 指数の同変な拡張について”，東京大学数理科学研究科修士論文 (2016)

G. 受賞

理学部学修奨励賞，2014年3月

浅尾 泰彦 (ASAO Yasuhiko)

A. 研究概要

ある条件を満たすオービフォルドに対してそのループホモロジー群とループ積構造を決定した。位相空間 X に対してその自由ループ空間とは X に値を持つ円周 S^1 上の連続関数全体がなす空間 $LX = \text{Map}(S^1, X)$ のことでありループホモロジー群とはその特異ホモロジー群 $H_*(LX)$ のことを言う。1990年代に Chas と Sullivan は有向閉多様体のループホモロジー群にループ積と呼ばれる積構造を発見し、さらに Batalin-Vilkovisky 構造と呼ばれる豊かな代数構造が存在することを証明した。この代数構造の研究はストリングトポロジーと呼ばれ主に代数トポロジーの手法を用いてさまざまなアプローチにより探求されており、多様体論、離散群論、リー群論、数理物理など数学の広い分野と深く関連することがわかっている。その代数構造がさまざまな分野と関連していることが知られている一方で、具体的な空間に対してそのループホモロジー群やループ積構造を決定することは一般に難しく重要な課題と言える。また有向閉多様体を含むより広いクラスの空間に対してストリングトポロジーを展開する研究も多くされており、Lupercio, Uribe, Xicot'encatl による良いオービフォルドへの拡張はその一つである。有向閉多様体 M を有限群 G によるなめらかな作用で割って得られるオービフォルド $[M/G]$ に対して、その自由ループ空間はボレル構成の自由ループ空間 $\text{Map}(S^1, M \times_G EG)$ として定義される。著者は Lupercio らが用いた手法を深く考察することでオービフォルド $[M/G]$ のループホモロジー群が、多様体 M のループホモロジー群と分類空間 BG のループホモロジー群とのテンソル積にループ積構造を保ったまま同型となる十分条件を発見した。またこの十分条件を満たすための M と G に関する条件をいくつか発見した。We determine the ring structure of

the loop homology of some global quotient orbifolds. In 1990's, Chas and Sullivan discovered nice and rich algebraic structures on the homology of the mapping space $\text{Map}(S^1, M)$, where M denotes smooth orientable closed manifold. The study related to this structure is called

String topology, and many interesting interactions with other mathematical areas has been found. The String topology for wider classes of spaces are also studied. Lupercio, Uribe, Xicot'encatl's beautiful paper, Orbifold string topology, is one of them. Meanwhile, concrete computation of the algebraic structure is very difficult and important. We can compute by our theorem the loop homology ring with suitable coefficients of the global quotient orbifolds of the form $[M/G]$ for M being some kinds of homogeneous manifolds, and G being a finite subgroup of a path connected topological group \mathcal{G} acting on M . It is shown that these homology rings split into the tensor product of the loop homology ring of the manifold $\mathbb{H}_*(LM)$ and that of the classifying space of the finite group, which coincides with the center of the group ring $Z(k[G])$.

C. 口頭発表

1. "Classification of Weighted Projective Spaces", Berkeley-Tokyo winter school, アメリカ, 2016年2月
2. "Loop homology of some global quotient orbifolds", MCM2016: モジュライ空間、共型場理論と行列模型, 沖縄, 2016年10月
3. "Loop homology of some global quotient orbifolds", The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 東京, 2017年2月
4. 「Elliptic genus について」, トポロジー新人セミナー, 愛知, 2015年8月
5. "Loop homology of some global quotient orbifolds", トポロジー新人セミナー, 滋賀, 2015年8月
6. "Loop homology of some global quotient orbifolds", 城崎新人セミナー, 兵庫, 2016年2月

石黒 寛幸 (ISHIGURO Hiroyuki)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

Biran, Polterovich, Salamon らによって定義された相対シンプレクティック容量を一般化し、リーマン面とその上のディスジョイントかつホモトピックな2つの非可縮な閉曲線にたいして一般化された相対シンプレクティック容量が有限であることを証明した。

シンプレクティック幾何学における重要な問題の一つとして、ハミルトン方程式の1-周期解(すなわち、 X_H をハミルトンベクトル場とした時、方程式 $\dot{x}(t) = X_H(x(t))$ の t に関して周期的な解)を見つけることがあげられる。また、存在した場合にはその個数を評価することも重要である。最も古典的な問題としてはアーノルド予想が挙げられる。これは可縮な1-周期解を多様体のベッチ数の和によって下から評価するものである。これはすでに Floer, Hofer, Salamon, 深谷, 小野らの貢献によって解かれている。ここから派生する問題として、非可縮な場合の1-周期解の存在がある。Biran-Polterovich-Salamon, Weber らは閉リーマン多様体の単位余接束上のハミルトン関数がゼロセクションの上で十分大きな値を取れば非可縮な1-周期解が存在することを示した。

著者はこれを閉多様体の場合に一般化することを試みた。 Σ をコンパクトなリーマン面の内部、 l_0, l_1 をディスジョイントかつホモトピックな2つの非可縮な単純閉曲線とした場合に、一方の曲線上で大きく他方で小さな値を取るハミルトン関数は $[l_0]^{-r}$ ($r \in \mathbb{N}$) というホモトピータイプの1-周期解を持つことを示した。

BPS 容量を一般化した相対シンプレクティック容量 C を定義することで、主定理を次のように書き換えることができる。

$$C(\Sigma_{g,e}, l_0, l_1; [l_0]^{-r}) = r \cdot \text{Area}(l_0, l_1).$$

I generalized the relative capacity that was defined by Biran Polterovich and Salamon and proved the finiteness of the capacity for two disjoint and homotopic non-contractible embedded loops on Riemann surfaces.

One of the most important problems in symplectic geometry is to find a 1-periodic orbit of Hamiltonian equations. If such an orbit ex-

ists, it is natural to estimate the number of the orbits. A well-known problem in this area is the Arnold conjecture. It states that the number of contractible 1-periodic orbits for a non-degenerate Hamiltonian function H on a closed symplectic manifold is greater than or equal to the sum of the Betti numbers. This problem was solved by Floer, Hofer-Salamon, Fukaya-Ono, etc. As a non-contractible case of this problem, Biran, Polterovich and Salamon proved that there exists a non-contractible 1-periodic orbit for every Hamiltonian function on the unit cotangent bundle of closed Riemannian manifolds that has large values on the zero section.

I tried to generalize this result to a closed symplectic manifold. Let Σ be a Riemann surface and l_0, l_1 be disjoint and homotopic non-contractible embedded loops on Σ . I proved that there exists a 1-periodic orbit in class $[l_0]^{-r}$ for a Hamiltonian function that takes a large values on l_0 and small values on l_1 .

Generalizing the definition of the Biran-Polterovich-Salamon capacity, we can reword the theorem as in the following way.

$$C(\Sigma_{g,e}, l_0, l_1; [l_0]^{-r}) = r \cdot \text{Area}(l_0, l_1).$$

B. 発表論文

Hiroyuki Ishiguro: “Non-contractible orbits for Hamiltonian functions on Riemann surfaces”, arXiv:1612.07062.

C. 口頭発表

1. Non-displaceable subsets in symplectic manifolds, Berkeley-Tokyo Winter School, UC Berkeley, 2015 年 2 月 8 日 ~ 19 日.
2. Non-contractible orbits for Hamiltonian functions on Riemann surfaces, The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 東京大学, 2017 年 2 月 14 日.

石橋 典 (ISHIBASHI Tsukasa)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

籠に付随するクラスターモジュラー群について研究している。修士論文ではクラスターアンサンプルの Thurston コンパクト化へのクラスターモジュラー群の作用の固定点性質について研究し、曲面の写像類群に対する Nielsen-Thurston 理論 (1974) に類似の結果を得た。また有限変異型とよばれるクラスのいくつかのクラスターモジュラー群が Dehn twist に類似の元および籠の自己同型で生成されることを示し、さらに有限表示を得た。

I'm studying the cluster modular groups associated with a quiver. In my master's thesis, I studied on fixed point properties of the action of the cluster modular group on the Thurston compactification of the cluster ensemble and obtained an analogous result to Nielsen-Thurston theory on the mapping class groups of surfaces (1974). Moreover I proved that some of the cluster modular groups of finite mutation type are generated by certain elements analogous to the Dehn twists and quiver automorphisms, and obtained finite presentations.

B. 発表論文

1. T. Ishibashi: "On a Nielsen-Thurston type classification theory on cluster modular groups", 東京大学修士論文 (2017)

C. 口頭発表

1. Towards Nielsen-Thurston type classification theory on cluster modular groups, MCM2016: モジュライ空間、共型場理論と行列模型, 沖縄科学技術大学院大学, 2016年10月.

伊藤 要平 (ITO Yohei)

A. 研究概要

帰納層は緩増加などの局所的な性質でないものをとらえるために柏原正樹, Pierre Schapira の

両氏によって導入され不確定特異点型 Riemann-Hilbert 対応の研究に用いられている. \mathcal{D}_X で複素多様体 X 上の線型微分作用素の成す環の層を表す事にする. 私は今年度, Ind- \mathcal{D}_X -加群と呼ばれる特別な帰納層について研究し主に次の2つを示した. ここでの用語として, Ind- A -加群がある有限性を満たす時に接続な Ind- A -加群と呼ぶ事にする. 1つ目の結果として, \mathbb{C} -代数の層 \mathcal{A} に対して接続 \mathcal{A} -加群の圏と接続 Ind- \mathcal{A} -加群の圏が圏同値である事を示した. そして, その系として接続 \mathcal{D} -加群の圏と接続 Ind- \mathcal{D} -加群の圏が圏同値である事を示した. 2つ目の結果として, 複素多様体の射 $f : Y \rightarrow X$ が Ind- \mathcal{D}_X -加群 M に対して非特异的であるならば帰納層の複体の射 $f^{-1}R\mathit{Hom}_{\beta_X \mathcal{D}_X}(M, \mathcal{O}_X^\lambda) \rightarrow R\mathit{Hom}_{\beta_Y \mathcal{D}_Y}(\mathbb{D}f^{-1}(M), \mathcal{O}_Y^\lambda)$ が擬同型となる事を示した. ここで $\lambda = t, w, \omega$ であり, 特に \mathcal{O}_X^t は緩増加正則関数の成す帰納層, \mathcal{O}_X^w は Whitney 正則関数の成す帰納層と呼ばれている. また, $R\mathit{Hom}$ は帰納層の圏における hom 関手 Hom の右導来関手であり, $\mathbb{D}f^{-1}(M)$ は Ind- \mathcal{D}_X -加群 M の f による Ind- \mathcal{D} -加群としての逆像を表す. この結果は Cauchy-Kovalevskaya-柏原の定理の一般化になっていて, Luca Prelli 氏によって証明された増大度付き Cauchy-Kovalevskaya-柏原の定理の帰納層版に対応する.

The Ind-sheaf was introduced by Masaki Kashiwara and Pierre Schapira for catch non-local properties like a temperedness. We write sheaf of rings of linear differential operators as \mathcal{D}_X . I studied a special Ind-sheaf called Ind- \mathcal{D}_X -modules this year, and I proved next two results. As a term here, I say coherent Ind- A -module if Ind- A -module satisfies some finiteness. As a first result, I proved that the category of coherent \mathcal{A} -modules and the category of coherent Ind- \mathcal{A} -modules with respect to sheaf of \mathbb{C} -algebras are equivalence of categories. And more, I proved that the category of coherent \mathcal{D}_X -modules and the category of coherent Ind- \mathcal{D}_X -modules are equivalence of categories as a corollary of this result. As a second result, I proved if a morphism of complex manifolds $f : Y \rightarrow X$ is non-characteristic for a Ind- \mathcal{D}_X -module M then a natural morphism of com-

plex of Ind-sheaf $f^{-1}RThom_{\beta_X \mathcal{D}_X}(M, \mathcal{O}_X^\lambda) \rightarrow RThom_{\beta_Y \mathcal{D}_Y}(\mathbb{D}f^{-1}(M), \mathcal{O}_Y^\lambda)$ is quasi isomorphism. Here the λ is t , w or ω , in particular \mathcal{O}_X^t is the Ind-sheaf of tempered holomorphic functions on X and \mathcal{O}_X^w is the Ind-sheaf of Whitney holomorphic functions on X . Furthermore, $RThom$ is the right derived functor of the hom-functor $Thom$ of category of Ind-sheaves and $\mathbb{D}f^{-1}(M)$ is inverse image as Ind- \mathcal{D} -module of Ind- \mathcal{D}_X -module M by a morphism of complex manifolds $f : Y \rightarrow X$. The second results is a generalization of Cauchy-Kovalevskaya-Kashiwara' theorem, it corresponds to a Ind-sheaf version of Cauchy-Kovalevskaya-Kashiwara' theorem with growth conditions which was proved by Luca Prelli.

B. 発表論文

1. Y.Ito: "Ind- \mathcal{D} -加群について—接続性と増大度付き Cauchy-Kovalevskaya-柏原の定理—", 東京大学修士論文.

C. 口頭発表

1. 層とコホモロジー, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2015 年 8 月
2. The Riemann-Hilbert correspondence for Holonomic systems の (柏原 1984) 紹介 (論文紹介: M.Kashiwara), Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2016 年 8 月

今村 志郎 (IMAMURA Shiro)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Salvetti 複体の被覆を用いることによって、RAAG の外部自己同型群のその RAAG の特性部分群の外部自己同型群への埋め込みを構成した。また、一意冪根を持つ有限生成群の外部自己同型群のその部分群の外部自己同型群への virtual な埋め込みも構成した。これらの結果によって RAAG の外部自己同型群の間の (virtual な) 埋め込みの例が多く得られる。一方、RAAG の純外部自己同型群の p 進付値や \mathbb{Z}_p -階数を決定す

ることによって埋め込めない条件をいくつか求めた。

Using abelian coverings of Salvetti complexes, embeddings of outer automorphism groups of right-angled Artin groups (RAAGs) into outer automorphism groups of their particular characteristic subgroups are constructed. Virtual embeddings of outer automorphism groups of finitely generated groups having the unique root property into outer automorphism groups of their particular subgroups are also given. These results provide us with rich examples of (virtual) embeddings between outer automorphism groups of RAAGs. Finite subgroups of pure (outer) automorphism groups of RAAGs are also investigated. p -adic valuations and \mathbb{Z}_p -ranks of these groups are determined to establish some non-embeddability conditions.

B. 発表論文

1. 今村 志郎: "On embeddings between outer automorphism groups of right-angled Artin groups", 東京大学修士論文 (2017)

C. 口頭発表

1. Embeddings between outer automorphism groups of right-angled Artin groups, GD2016 微分同相群と離散群, 四季の湯強羅静雲荘, 2016 年 12 月.

岩井雅崇 (IWAI Masataka)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

複素領域上の多重劣調和関数、および複素多様体上の擬多重劣調和関数に関する研究に興味を持っている。今年度は多重劣調和関数上の弱測地線について研究を行った。

複素多様体上の擬多重劣調和関数の空間における弱測地線は Darvas によって定義され、その後擬凸領域上の多重劣調和関数の空間における弱測地線は Rashkovskii によって定義された。一般には 2 つの多重劣調和関数が弱測地線で結ばれるとは限らない。また弱測地線は多重劣調和関数の特異性を図るもだと思われているが、詳

しいことはよくわかっていない。修士論文ではトーリック多重劣調和関数やある極をもつ多重劣調和関数らについて、弱測地線で結ばれるという条件が複素解析で重要な乗数イデアル層をもちいて記述できることを示した。今後は複素多様体上の擬多重劣調和関数についても同様の考察を行うとともに、弱測地線の新たな応用について研究する予定である。

I am interested in plurisubharmonic (in short psh) functions on a complex domain and quasi-psh functions on a complex manifold. in this year, I studied a weak geodesic on psh functions.

Darvas defined a weak geodesic in the space of quasi-psh functions on a complex manifold. After, Rashkovskii defined a weak geodesic in the space of psh functions on a pseudoconvex domain. In general, a weak geodesic joining with two psh functions does not necessarily connect with them. Also, a weak geodesic may measure singularities of psh functions but it is not well known in detail. In my thesis, I proved the condition that a weak geodesic between two psh functions connects with them is described by multiplier ideal sheaves of them. I will study similar considerations about a weak geodesic of quasi-psh functions on a complex manifold and applications of a weak geodesic.

B. 発表論文

1. Multiplier ideal sheaves and local geodesics for plurisubharmonic functions.
修士論文

岡部 健次 (OKABE Kenji)

A. 研究概要

双曲空間内の部分多様体が研究対象です。ホップの定理に主に興味があります。双曲空間内の部分多様体のガウス写像の調和性について研究しています。

My research topic is submanifolds in hyperbolic spaces. My major particular interest lies in Hopf theorem. I am studying about the harmonicity of the Gauss map of submanifolds in

hyperbolic spaces

B. 発表論文

1. 岡部 健次：“双曲空間内の部分多様体の平均曲率とガウス写像について”。

小川 絵里衣 (OGAWA Erii)

A. 研究概要

Burau 表現とは、組み紐群の線形表現であり、結び目理論に応用されている。私は、組み紐グラフという次数 1 の頂点を持つ空間グラフであって組み紐の一般化となっているものを定義し、組み紐群の概念を組み紐グラフが成す圏の概念へと拡張した。そして Fox の自由微分を用いることで、組み紐グラフが成す圏の表現であって Burau 表現の拡張となっているものを構成した。また、その表現を空間グラフの Alexander 多項式の計算に応用した。

The Burau representation is a linear representation of the braid group and is applied to the knot theory. I defined a braided graph which is a spatial graph with vertices of valency one and is a generalization of a braid. I extended the notion of the braid group to the notion of the category of braided graphs. By using Fox's free derivative, I constructed a representation of the category of braided graphs which is a generalization of the Burau representation. I also applied that representation to a calculation of the Alexander polynomials of spatial graphs.

B. 発表論文

1. E. Ogawa：“Representation of the category of braided graphs”, 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. A representation of the category of braided graphs and its applications, The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 東京大学数理科学研究科, 2017 年 2 月.

加藤 大輝 (KATO Hiroki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

正標数の多様体上のエタール層の Euler-Poincaré 標数はすべての曲線への制限の Artin 導手で決まることを示した。また、より一般に、局所体上の多様体の上の層の閉ファイバーに沿った分岐なども含めて、暴分岐がすべての曲線への制限の Artin 導手で決まるかどうか調べ、特異点解消の仮定のもとで（特に、スキームの“次元”が 2 以下の場合に）それが正しいことを示した。このことから、局所体上の多様体の場合について、エタール層のコホモロジー群の Swan 導手の交代和がすべての曲線への制限の Artin 導手で決まることを導いた。

I proved that the Euler-Poincaré characteristic of an étale sheaf on a variety of positive characteristic is determined by the Artin conductors of the restrictions of the sheaf to all curves. More generally I studied whether wild ramification is determined by the Artin conductors of the restrictions to all curves, including ramification of a sheaf on a variety over a local field along the closed fiber and proved that it is true assuming resolution of singularities. In particular, I got the result that wild ramification of a sheaf on a scheme of “dimension” 2 is determined by the Artin conductors of the restrictions to all curves. I deduced from the above result that, for a sheaf on a variety over a local field, the alternating sum of the Swan conductors of the cohomology groups is also determined by the Artin conductors of the restrictions to all curves.

B. 発表論文

1. H. Kato: “Wild Ramification and Restrictions to Curves”, arXiv:1611.07642.

加藤 佑矢 (KATO Yuya)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

ある位相的な 4 次元スピンド様体の上の $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ の作用であって次のふたつの性質を同時に満た

すものを構成した。(1) いかなる可微分構造に対してもその $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ の作用はなめらかでない。(2) $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ のどの固有部分群に対しても、ある可微分構造が存在し、それに対してその固有部分群の作用がなめらかになる。方法としては古田の 10/8 不等式のある同変版を利用する。

I constructed some topological actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on some topological spin four-manifolds which satisfy both of the following two properties: (1) The group action is not smooth for any smooth structure. (2) Each proper subgroup of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ is smoothable for some smooth structure. The proof of nonsmoothability is shown by using an equivariant version of Furuta's 10/8-inequality.

B. 発表論文

1. Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds, preprint

C. 口頭発表

1. 同変版の 10/8 不等式 関西ゲージ理論セミナー 京都大学、2016 年 6 月
2. Nonsmoothable actions on spin four-manifolds, Berkeley-Tokyo Winter School, University of California, Berkeley, U.S.A., February 2016

唐津 裕貴 (KARATSU Hiroki)

A. 研究概要

偏微分方程式の逆問題に関して研究を行っている。特に、Navier-Stokes 方程式における時間逆向き問題に取り組んだ。時間逆向き問題とは現在時刻での流体の速度場を観測し、その観測データから過去の時刻における速度場を決定する問題である。これを、Carleman 評価と呼ばれる重み付きの L^2 ノルムの不等式を利用し、従来とは異なった手法で考察し、その結果を修士論文にまとめた。

I consider an inverse problem of partial differential equations. Especially I research a time backward problem for the Navier-Stokes

equations. It means that we determine the velocity field of the fluid in the past time of from the present data. I apply a Carleman estimate, which is an inequality about L^2 -weighted norm with some large parameters, and consider it from a new viewpoint.

B. 発表論文

1. H. Karatsu : “Uniqueness and conditional stability for a time backward problem for the Navier-Stokes equations ”, 東京大学修士論文 (2017)

木下 慶紀 (KINOSHITA Yoshiki)

A. 研究概要

疑似尤度推定の枠組みでの変数選択について研究した。疑似尤度関数に罰則項を付加することで変数選択とパラメータ推定を同時に行った。変数選択の成功する確率をデータの量に関する多項式で評価した。

I studied the variable selection in quasi likelihood analysis. The estimation and the variable selection are performed simultaneously by imposing the penalty term on the quasi likelihood function. The probability of the variable selection is evaluated with the polynomial of the amount of the data.

C. 口頭発表

1. Jackson’s Network のシミュレーション. 第一回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学大学院数理科学研究科 2016 年 1 月

小関 直紀 (KOSEKI Naoki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

三角圏上の安定性条件の概念は、超弦理論における Douglas II-安定性の数学的定式化として、Bridgeland 氏によって導入された。特に、代数多様体の接続層の導来圏上の安定性条件は、古典的な代数幾何学と密接に関係しており、近年活発に研究されている対象である。しかし、3次元

の滑らかな射影代数多様体上の安定性条件の構成は、一般には未解決である。本年度の研究の成果として、射影直線とアーベル曲面の直積、射影平面と楕円曲線の直積、射影直線 2 つと楕円曲線の直積という 3 つの 3 次元代数多様体上に安定性条件が存在することを示し、修士論文にまとめた。

Bridgeland introduced the notion of stability conditions on triangulated categories as the mathematical interpretation of Douglas’ II-stability in string theory. In particular, stability conditions on the derived categories of coherent sheaves on algebraic varieties have been studied in the connection with classical algebraic geometry. However, the construction problem of stability conditions on a given 3-fold is widely open. In my master thesis, I have shown that there exist Bridgeland stability conditions on the product threefolds of projective spaces and Abelian varieties.

B. 発表論文

小関直紀, 代数多様体上の Bridgeland 安定性条件について, 東京大学修士論文 (2017)

齋藤 涼平 (SAITO Ryohei)

A. 研究概要

人口転換とよばれる人口学的現象を定式化した数理モデルを研究し、修士論文にまとめた。数理モデルは、感染によって出生力が低下する homogeneous な年齢構造化 S-I モデルである。このモデルに関して、解の存在と一意性および well-posedness を証明した。また、規格化されたシステムの平衡解の存在条件をある非線形作用素の不動点の存在に帰着させ、非自明平衡解の存在する一つの十分条件を与えた。続いて、“高出生力状態”に対応する自明な平衡解の周りでシステムを線形化し、低出生力の個体に関する次世代作用素と、そのスペクトル半径として基本再生産数に相当する量を定義し、それが高出生力状態の局所安定性の閾値であることを示した。また、この閾値と非自明平衡解の存在との関わりを見出した。さらに、“低出生力状態”に対応する自明な平衡解の周りでも同様に線形化を行い、Lotka の安定人口理論に沿う形で高出生力人口の基本再生産数を定義し、それが低出生力状態

の局所安定性の閾値であることを示した。

I studied a mathematical model which formulates demographic phenomenon called demographic transition and summarized it in my master thesis. The mathematical model is a homogeneous age-structured S-I model in which the birth rate decreases due to infection. Regarding this model, I proved existence, uniqueness, and well-posedness of the solution. Also, I reduced the existence of the equilibrium solution of the normalized system to the existence of the fixed point of a certain nonlinear operator, and gave a sufficient condition for existence of nontrivial equilibrium solution. Subsequently, I linearized the system at the trivial equilibrium solution corresponding to “high fertility state”, calculated the next generation operator for individuals with low fertility, defined the amount interpreted as the basic reproductive number as the spectral radius of the next generation operator and proved that it is the threshold value of local stability of the high fertility state. I also found a relationship between this threshold value and existence of nontrivial equilibrium solution. In addition, I linearized similarly at the trivial equilibrium solution corresponding to “low fertility state”, defined the basic reproduction number of high fertility population in line with Lotka’s stable population theory and proved that it is the threshold value of local stability of the low fertility state.

B. 発表論文

1. R. Saito: “Mathematical Analysis of an Age-Structured S-I Model for the Demographic Transition”, master’s thesis (2016).

C. 口頭発表

1. 人口転換に関する年齢構造化個体群モデルの数理解析, 生物数学の理論とその応用 第13回, 京都大学数理解析研究所, 2016年11月.

坂本 龍太郎 (SAKAMOTO Ryotaro)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

K を代数体, R を剰余体が標数 $p > 2$ の有限体であるような完備 Noether 局所環とする. T を有限生成自由 R -加群で連続かつ R -線型な $\text{Gal}(\bar{K}/K)$ -作用を持ち, その作用が有限個の素点を除いて不分岐であるものとする. \mathcal{F} を T 上の Selmer 構造とする. R が 0 次元 Gorenstein 環または正則局所環のとき \mathcal{F} に対する Stark 系を定義した. さらに, いくつかの仮定の下で, \mathcal{F} に対する Stark 系の成す加群が階数 1 の自由加群であること, \mathcal{F} に対する双対 Selmer 群の Pontryagin 双対の Fitting イデアルすべてが \mathcal{F} に対する Stark 系を用いて記述できることを証明した. また, R が完備離散付置環または円分岩澤代数で K の類数が p で割れないとき, T に対する高階 Euler 系の先頭項の成す加群が自然な Selmer 構造に対する Stark 系の先頭項の成す加群に含まれることを証明した.

Let K be a number field and let R be a Noetherian complete local ring with a finite residue field of characteristic $p > 2$. Let T denote a finitely generated free R -module with an R -linear continuous $\text{Gal}(\bar{K}/K)$ -action which is unramified outside a finite set of places of K . Let \mathcal{F} be a Selmer structure on T . When R is a zero dimensional Gorenstein ring or regular, we define a Stark system for \mathcal{F} . Furthermore, under some assumptions, we prove that the module of Stark systems for \mathcal{F} is a free R -module of rank one and that all the Fitting ideals of the Pontryagin dual of the dual Selmer group associated to \mathcal{F} is determined by Stark systems for \mathcal{F} . If R is a complete discrete valuation ring or the cyclotomic Iwasawa algebra and the class number of K is not divided by p , then we show that the module of the leading term of higher rank Euler systems for T is contained in the module of the leading term of Stark systems for the canonical Selmer structure.

B. 発表論文

1. R. Sakamoto: “Stark Systems over Regular Complete Local Rings”, preprint (2016), arXiv:1612.06531.

C. 口頭発表

1. Λ -adic Stark System について, 城崎新人セミナー, 兵庫県, 2016 年 2 月.
2. Λ -adic Stark System について, Langlands and harmonic analysis, 静岡県, 2016 年 3 月.

佐藤 玄基 (SATO Genki)

A. 研究概要

私の主な研究対象はホモトピー型理論 (HoTT) である. 大雑把に言うなら, HoTT とは, ホモトピー論的空間にとって, 集合にとっての形式的公理的集合論に当たるものである. 形式的な公理的集合論とは, 形式的論理体系, つまり使って良い記号と, 記号の列が意味ある「命題」を指すための条件と, 「命題」から「命題」をいつ「導いて」いいかの規則の組であって, 「集合」たちを対象とするために作られたものである. 同様に, HoTT は, ホモトピー論的空間, すなわち ∞ -groupoid を対象とするべく作られた形式的論理体系である.

私は, ホモトピー論的な空間に対する理論としての HoTT が, 通常の集合論と比較した時に見劣りしない証明能力を持つかという点に興味を持って研究している. 今年度, 私は単体的カン複体および立方体的カン複体が単体的および立方体的集合として満たすべき持ち上げ性質を, HoTT の意味での空間に関する HoTT の命題へと翻訳してこれを証明した. このために, Licata と Brunerie による HoTT における特異正方形の定義を拡張して, 任意のループのない有限圏の nerve K に対して特異- K の定義を行い, 組み合わせ論的に組織化されたメタ理論によって, HoTT で必要な構成が実行可能なための十分条件を, メタレベルの組み合わせ論的な条件として書き下した.

My main subject of research is homotopy type theory (HoTT). Roughly speaking, HoTT is to homotopy-theoretic spaces what formal axiomatic set theories are to sets. Remember that formal axiomatic set theories are formal systems (i.e. tuples of available symbols, conditions required for a sequence of symbols to be a

“proposition”, and rules to decide when to “derive” a “proposition” from “propositions”) with their intended objects being sets. Likewise, HoTT is a formal system with their intended objects being homotopy-theoretic spaces, aka ∞ -groupoids.

My main interest of research is how many of set-theoretically provable homotopy-theoretic propositions are provable in HoTT. This year, I translated into the propositions in HoTT on HoTT-spaces the lifting properties that a simplicial and a cubical set need to satisfy to be a simplicial or a cubical Kan complex, respectively, and I proved the translation. For that purpose, I extended Licata and Brunerie’s definition of singular squares of a space in HoTT to get the definitions of singular- K of a space for the nerve K of any loop-free finite category. Also, I used the combinatorially organized meta-theory in order to describe in terms of meta-level combinatorics a sufficient condition for a desired construction to be possible.

B. 発表論文

1. 佐藤玄基, “Lifting properties of Kan for simplices and cubes in homotopy type theory”, 東京大学修士論文 (2017 年 3 月提出).

C. 口頭発表

1. 佐藤玄基, 「モデル圏の基本」, 代数的トポロジー信州春の学校第 3 回, 長野, 2015 年 3 月
2. 佐藤玄基, “Homotopy Type Theory: a Homotopy-Invariant Homotopy Theory”, FMSP Tambara Student Session, 群馬, 2015 年 9 月
3. 佐藤玄基, “Finite-dimensional geometric realizations of semisimplicial sets in homotopy type theory”, 第 13 回城崎新人セミナー, 兵庫, 2016 年 2 月
4. 佐藤玄基, “Kan’s horn-filling for simplices and cubes in HoTT”, 第 14 回城崎新人セミナー, 兵庫, 2017 年 2 月

佐藤 晴紀 (SATO Haruki)

A. 研究概要

Lasso 推定量の性質、特に推定誤差の非漸近スパース性オラクル不等式及び、Lasso 推定量の確率過程への応用を研究した。修士論文において、広い範囲のモデルに適用でき、パラメータのほとんどの成分が0 または小さいという拡張されたスパースシナリオの下で有効に働く、スパース性オラクル不等式を与えた。さらに、その不等式を高頻度観測に基づく拡散型確率過程のスパース推定に応用した。

I studied properties of Lasso estimator, in particular non-asymptotic sparsity oracle inequality for the prediction loss, and I considered its application to stochastic processes. In master's thesis, I provided sparsity oracle inequalities which can apply to wide models and effectively work under an extended sparse scenario which means that almost all parameters are 0 or small. Furthermore, I applied these inequalities to sparse estimations for diffusion type processes observed at high frequency.

B. 発表論文

1. H. Sato: "Oracle Inequality and Sparse Estimation for Diffusion Type Processes Observed at High Frequency", 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. YUIMA で生成される path の検証, YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学, 2016 年 1 月.

下條 絵利加 (SHIMOJO Erika)

A. 研究概要

作用素環への群作用の分類の手法は、1970 年代の Connes の結果以降、多くの研究者によって発展してきた。特に、von Neumann 環への、従順離散群の (強) 外部的作用や Rohlin flow については、Bratteli-Elliott-Evans-岸本の議論を用いることで完全に分類がなされている。この議論を導くために必要な性質である、Rohlin 性について研究をした。Rohlin 性を持つ作用の具体例

として、 n 次元非可換トーラス上のある種の \mathbb{R} 作用が知られている (岸本 (1996))。修士論文では、この結果を拡張し、 n 次元非可換トーラス上のある種の \mathbb{R}^2 作用が Rohlin 性を持つことを証明した。

The classification theory of group actions on operator algebras has proceeded since Connes' work in the 1970's. In particular, outer actions of discrete amenable groups and Rohlin flows on von Neumann algebras are completely classified by using the Bratteli-Elliott-Evans-Kishimoto intertwining argument. I studied on the Rohlin properties, which are required for the intertwining argument. It is known that a certain kind of flows on noncommutative n -torus (Kishimoto(1996)). In master thesis, I extend them to the case of \mathbb{R}^2 actions.

B. 発表論文

1. E. Shimojo: "Rohlin flows on irrational rotation C^* -algebras", Master's thesis of the University of Tokyo (2017).

鈴木 拓海 (SUZUKI Takumi)

A. 研究概要

ロス関数の二次近似項と L^q 罰則項からなる目的関数を構築した。二次近似により、様々なロス関数を統一的な手法で扱えることが可能になった。また、 L^q 罰則項を付け加えることにより、変数選択とパラメータ推定が同時に行うことができる。そのようなロス関数から求めた推定量がオラクル性を持つことを示し、さらに、それよりも良い性質を持つことを示した。また、応用としてエルゴード的な点過程を調べた。

We construct an objective function that consists of a quadratic approximation term and an L^q penalty ($0 < q \leq 1$) term. Thanks to the quadratic approximation, we can deal with various kinds of loss functions into a unified way, and by taking advantage of the L^q penalty term, we can simultaneously execute variable selection and parameter estimation. We proved that our estimator has oracle properties, and even better property. We also treat an ergodic

point process as an application.

B. 発表論文

1. T. Suzuki : “ L^q penalized least squares approximation methods and their applications to point processes”, 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. point process とその intensity について, CREST 研究集会:R ソフトウェア”YUIMA” ユーザー会ユース, 東京大学, 2016 年 1 月

関野 希望 (SEKINO Nozomu)

A. 研究概要

3次元多様体をその中のファイバー結び目、それに対応したヒーガード分解を用いて調べようとした。

I tried to research 3-manifolds by using its fibered knots and the corresponding Heegaard splitting.

C. 口頭発表

1. 素でない 3次元多様体の GOF-knot, GD2016-微分同相群と離散群, 箱根, 2016 年 12 月.

平良 晃一 (TAIRA Kouichi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

線形 Schrödinger 型方程式の分散構造や平滑化効果について関数解析や超局所解析、半古典解析の手法を用いて研究している。特に本年度は Lorentz 型を含む半 Riemannian 型の Schrödinger 作用素の本質的自己共役生, Strichartz 評価について考察した。楕円型の Laplacian については計量が完備ならば本質的自己共役であるということが古くから知られているが, 半 Riemannian 型の場合にはそのような簡単な判定条件は知られていない。修士論文に

おいて Euclid 空間上でより弱い条件, 零 エネルギー面上での非捕捉条件下での Laplacian の本質的自己共役性を証明した。ただしこの場合, 技術的な理由により摂動が compact な台を持つという仮定が必要となる。証明には 無限遠点付近での交換子の計算と, Schrödinger 方程式の解の特異性伝播定理を用いる。楕円型の Laplacian の場合には Strichartz 評価についての文献は数多くある。一方半 Riemannian 型では Euclid 空間上, compact 多様体上で正則性の損失を伴う時間局所的 Strichartz 評価が知られており, Torus 上では楕円型とは異なる結果を示すことも知られている。修士論文において Euclid 空間で長距離型摂動を持つ非捕捉計量に付随する Laplacian について, 対応する Schrödinger 作用素の正則性の損失のない時間局所的 Strichartz 評価を証明した。

I study dispersive structures and smoothing effects of linear Schrödinger type equations by using functional analysis, microlocal analysis and semiclassical analysis. In this year, I considered essential self-adjointness and Strichartz estimates for semi-Riemannian Schrödinger operators. It is well known that Riemannian Laplacian is essentially self-adjoint if a corresponding metric is complete. However, in semi-Riemannian cases, such easy condition is not known. In the master thesis, we proved the essential self-adjointness of Laplacian on Euclidean spaces under compactly supported perturbations and null non-trapping conditions. For a proof, we used commutator arguments near infinity and Schrödinger-type propagation of singularities. There are many articles about Strichartz estimates for elliptic Schrödinger operators. On the other hand, in semi-Riemannian cases, Strichartz estimates on compact manifolds and Euclidean spaces with derivative loss is known. Moreover, Strichartz estimates on tori is known, on which loss is different from the elliptic tori. In the master thesis, we proved the Strichartz estimates on Euclidean spaces under long range perturbations, non-trapping conditions, and the existence of positive energy.

A. 研究概要

私はゲージ理論を用いた低次元トポロジーの研究を行っている。これまで行った主な研究は、非コンパクトな多様体上でのゲージ理論の展開とその低次元トポロジーへの応用である。具体的には、周期的な端とシリンダー状の端の両者を持つような非コンパクトな4次元多様体上の ASD 方程式の解のモジュライ空間が適切な仮定のもと、自然なコンパクト化を持つことを示した。また、この結果の応用として、低次元トポロジーにおける埋め込みの存在問題に関する障害の構成を念頭に置き、いくつかの不変量を定式化した。非コンパクトなゲージ理論に関する先行研究との比較をする。シリンダー状よりも広い周期的な端を持つ多様体に対する代表的な先行研究として Taubes(1987) と Lin(2016) によるものがある。それぞれ周期的な端を持つ4次元多様体に端を構成する要素 W_i の基本群やスカラー曲率に関する仮定を置いた上で ASD, Seiberg-Witten 方程式の解のモジュライ空間のコンパクト化について論じている。私は、 W_i の境界にある Y についての微分幾何的な仮定のもと、コンパクト化の存在を示した。

さらにコンパクト化に関する結果のトポロジカルな応用を Floer 理論の言葉で記述することを念頭にフィルター付きのインスタントン Floer(コ)ホモロジーの定式化 $HF_r^i(Y)$, $HF_r^i(Y)$ を行った。これらの概念は、既に本質的に Fintushel-Stern(1992) によって扱われていたものである。また、このフィルター付きのコホモロジー $HF_r^1(Y)$ の中の θ^r という元を構成し、摂動の取り方に依存しないことを示した。これは Donaldson(2002) や Froyshov(2002) によって定義された Floer コホモロジーの元 $\theta \in HF^1(Y)$ の一般化にあたるものである。更にある仮定を満たす Y とホモロジー $S^1 \times S^3$ である X に対して不変量 $Q(X, Y) \in \mathbb{R}_{\geq 0} \cup \{\infty\}$ を定義した。現段階では、周期的な端とシリンダー状の端の両方を持つ4次元多様体における ASD 方程式の解のモジュライ空間に多様体の構造と向きを入れる議論は未完成である。この二つの議論に関する予想のもと、 Y から X への埋め込みであって H_3 を生成するものの存在に関する障害として $\theta^{Q^{Y,X}}$ が捉えられることを示した。予想が正しいとすると、具体的な例として $\Sigma(2, 3, 6k - 1)$ はホモト

ピー $S^1 \times S^3$ に $1 \in H_3(X)$ を代表するような埋め込みの非存在を得る。

This year, I studied low dimensional topology by using gauge theory. The main studies are gauge theory on non-compact 4-manifolds and its application for low dimensional topology. More precisely, I proved ASD-moduli spaces on non-compact 4-manifolds which have both cylindrical and periodic ends have natural compactification under suitable assumptions. And, I constructed some invariants to get an application of the result for existence of embedding from 3-manifolds to 4-manifolds. In what follows my result is compared with the preceding ones. There are preceding studies of gauge theory on non-compact manifolds which have periodic ends by Taubes and Lin. Their results state the compactness of ASD(Seiberg-Witten) moduli spaces under the assumption on the fundamental group or the scalar curvature on each segment W_i of periodic ends. I proved the compactness result under some differential geometric assumption of Y . I formulated filtered instanton Floer (co)homology $HF_r^i(Y)$, $HF_r^i(Y)$ to give a description of topological application of above result using Floer theory. These invariants were already considered by Fintushel-Stern essentially. And, I constructed an element θ^r in $HF_r^1(Y)$ for a homology 3-sphere Y and showed the θ^r is independent of choice of additional data(metric, perturbation). This invariant is a generalization of the element $\theta \in HF^1(Y)$ defined by Donaldson and Froyshov. Furthermore, I defined an invariant $Q^{(Y,X)} \in \mathbb{R}_{\geq 0} \cup \{\infty\}$ of pairs (Y, X) with Y a homology 3-sphere and X a homology $S^1 \times S^3$. But at the present stage, I have yet to solve problems for a manifold structure and an orientation of ASD moduli spaces on 4-manifolds which have both cylindrical and periodic ends. I showed that if such actually solve, we can regard the invariant $\theta^{Q^{(Y,X)}}$ as an obstruction of embedding from Y to X satisfying $[Y] = 1 \in H_3(X)$. In particular, if such actually solve, we can show there is no embedding from $\Sigma(2, 3, 6k - 1)$ to any homotopy $S^1 \times S^3$

as a generator of H_3 of homotopy $S^1 \times S^3$.

B. 発表論文

1. 谷口正樹:周期的な端を持つ多様体上のインスタントンと埋め込みの障害について, 東京大学修士論文

C. 口頭発表

1. Gauge theory on periodic end 4-manifolds, 2. Berkeley-Tokyo Winter School "Geometry, Topology and Representation Theory" University of California, Berkeley 2016年2月8日~19日

田森 宥好 (TAMORI Hiroyoshi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

実単純リー群 $G = \widetilde{O}_0(3, 4)$ の極小表現 π と $G' = \widetilde{SL}(3, \mathbb{R})$ の最も退化した表現 π' について研究した. ここでは下付きゼロを単位元成分, 上付きチルダを普遍被覆群の意味で用いている.

具体的には π を, 放物型誘導表現上定義される, 群作用と可換な微分作用素の核空間として実現した. この実現は, Langlands parameter の放物型部分群の冪零根基が非可換である π に対しては分かっていた. この実現で新しく起こった現象として, 微分作用素の数が複数 (二つ) 必要であるという点と, ある部分群の極小表現への非自明な準同型が自然に得られるという点が挙げられる.

さらに π, π' がある放物型誘導表現の中でどのような関数からなるかを明示した. 今までに上記の実現が分かっていた極小表現では, 極大コンパクト群 K の表現と見たときに各既約成分の重複度が0か1だったので, 核空間に各既約成分が含まれているかどうかを確かめればよかった. 一方 π や π' では1より大きい重複度をもつ既約表現があるため, 核空間の K -type がどのように埋め込まれているかを決定しなければならない. 私は多くの計算から基底の一般項を予測し, それに二通りの証明を与えた. 加えてリー環の作用を具体的に書き下し, 群作用で不変な内積が存在することの直接証明を与え, その内積を K への制限に対する Parseval-Plancherel の形で求めた.

I studied the minimal representation π of $G = \widetilde{O}_0(3, 4)$ and some most degenerate representation π' of $G' = \widetilde{SL}(3, \mathbb{R})$. Here the zero subscript denotes the identity component and the tildes denote the universal cover groups.

I realized the minimal representation π as the kernel of G -differential operators defined on a parabolically induced module. This was not known for π whose nilradical of the parabolic subgroup of the Langlands parameter is not Abelian. There are two new phenomena in this realization. The first is that the realization uses several(two) G -differential operators. The second is that nontrivial homomorphisms to minimal representations of some subgroups are given naturally.

Furthermore, I described what functions π, π' are made of in the parabolic inductions. As for other minimal representations which were already constructed, since the restriction to a maximal compact subgroup K is multiplicity-free, it is enough to check whether the kernel includes each irreducible representation of K or not. On the other hand, as for π and π' , we have to determine how each K -type of the kernel is embedded since the restriction of the parabolically induced modules to K is not multiplicity-free. By hard calculations, I predicted a basis of π and that of π' and gave two different proofs of them. I also wrote down the actions of the Lie algebras, gave direct proofs of their unitarizability, and described the invariant inner products in the Parseval-Plancherel form by using their K -types.

B. 発表論文

1. H. Tamori: "Minimal representations of $\widetilde{SL}(3, \mathbb{R})$ and $\widetilde{O}(3, 4)$ ", 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. 「A unified proof of the Howe-Moore property(Corina Ciobotaru)」の紹介, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015年8月.

2. A “deformation” of two minimal representations, Berkeley-Tokyo Winter School “Geometry, Topology and Representation Theory”, カリフォルニア大学バークレー校, アメリカ, 2016 年 2 月.
3. Fourier transform on the isotropic cone, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016 年 8 月.
3. 多面体領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の L^∞ 誤差評価, 日本応用数学会 2017 年 研究部会連合発表会, 電気通信大学, 2017 年 3 月.
4. 多角形領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の L^∞ 誤差評価, 日本数学会 2017 年度年会 (応用数学分科会), 首都大学東京南大沢キャンパス, 2017 年 3 月.

千葉 悠喜 (CHIBA Yuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

不連続 Galerkin 法 (DG 法) は偏微分方程式の数値計算手法の一つであり, その解析については L^2 ノルムやエネルギーノルムを中心に行われてきた. 一方, L^∞ ノルムといった, 他のノルムについての解析はあまり行われておらず, 非線形問題への応用があまり行われていない. 本年度は, Poisson 方程式に対する DG 法の L^∞ ノルムにおける解析を行い, 適当な仮定のもとで凸とは限らない多角形領域上の L^∞ 誤差評価を得た.

Discontinuous Galerkin (DG) method is one of numerical methods for solving partial differential equations. The analysis of the DG methods in L^2 and energy norms were well developed so far. However, it seems that there are only a few works using other norms like L^∞ norm. Hence, there are few applications of DG method to nonlinear problem. I researched DG method for Poisson equation, and got L^∞ error estimate on convex or non-convex polygonal domain under some assumptions.

C. 口頭発表

1. 楕円型特異摂動問題の DG 法, ワークショップ「数理モデルとシミュレーション」, 休暇村伊良湖, 2016 年 10 月
2. 移流拡散方程式に対する不連続 Galerkin 法の理論解析における注意, 日本応用数学会 2016 年 研究部会連合発表会, 神戸学院大学ポートアイランドキャンパス, 2016 年 3 月.

茅原 涼平 (CHIHARA Ryohei)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

7次元可微分多様体上の G_2 幾何の局所構造についての理解を深める目的で, Bryant と Salamon による G_2 構造の構成法の一般化を研究した. 具体的には, M を有向 3次元多様体, I を区間として $M \times (I \times S^3)$ 上の, ファイバーに Bianchi IX タイプの Riemann 計量を誘導し, S^3 の作用について不変である G_2 構造について, そのトーシオンと M の構造との関係を研究した. とくに M が有向閉曲面上の主 $U(1)$ 束の全空間である場合について詳しく調べ, この場合には上記の G_2 構造で coclosed かつファイバーに除去可能な bolt 特異点を持ち, $M \times (I \times S^3)$ 上に直積計量でない Riemann 計量を誘導するものを構成した. また, 一定の条件下ではそのような G_2 構造は, 特異点除去後のファイバーが特異点の近傍において 2次元球面の余接束 T^*S^2 と微分同相になるものに限られることを示した.

I studied a generalization of the construction of G_2 structures by Bryant and Salamon to understand the local structure of the G_2 geometry on 7 dimensional differentiable manifolds. Let M be an oriented 3 dimensional manifold and I be an interval. I studied the relationship between the torsions of the G_2 structures on $M \times (I \times S^3)$ and the structures of M . The G_2 structures induce a Riemannian metric of Bianchi IX type on the fiber $I \times S^3$ and are invariant by the action of S^3 . In particular, I studied in detail the case where M is the total space of a principal $U(1)$ bundle over a closed oriented surface and constructed the S^3 -invariant coclosed G_2

structure on $M \times (I \times S^3)$, where the fibers $I \times S^3$ had removable bolt singularities. Moreover, I showed under some conditions such a G_2 structure was limited to one such that the fibers were diffeomorphic to the cotangent bundle of 2-sphere T^*S^2 in the neighbourhood of the singularities after removing the singularities.

B. 発表論文

1. R. Chihara : “Bianchi IX type のファイバー構造をもつ G_2 構造について”, 東京大学修士論文 (2017)

陳 韋中 (CHEN Weichung)

A. 研究概要

モビリティ関数に関する問題を検討した。ボリュウム関数は、整射影多様体におけるカルティエ因子に対して、その因子の倍数の断面の次元の成長速度を測る。ボリュウム関数を一般化させるという前提で、准有効サイクル類に属するモビリティ関数は、そのサイクル類の倍数の断面の次元の成長速度を測る。このようなモビリティ関数は、大きなサイクル類を理解する 1 つの方法として挙げられる。因子類に対して、モビリティ関数とボリュウム関数は同じである。一方、0 サイクル類に対して、モビリティ関数は n の階乗掛けるそのサイクル類の次数の結果に等しい。本研究は以下の 2 つの定理を証明しようとする。まず 1 つ目の定理を元に、サイクル類とそのネフ因子との交わりに関するモビリティ関数の不等式が成り立つ。そして 2 つ目の定理は、准有効因子とザリスキ分解で得られた准有効サイクル類の正の部分による不等式が成立することについて説明する。一般的に、例え最もシンプルな状況だとしても、非因子的なサイクル類のモビリティ関数の計算は難しい。言い換えれば、 X は射影 3 空間の P^3 であり、加えて H は X における超平面である際に、 $mob([H]^2)$ は 1 に等しいか否かは不明である。Brian Lehmann は $1 \leq mob([H]^2) < 3.45$ を証明した。本研究の最初の狙いは、Brian Lehmann の結果を更に強化させることである。しかし、上述の 2 つの不等式を通じて望ましい結果には至らなかったことが分かる。

I studied the mobility function. The volume vol

of a Cartier divisor on a projective integral variety measures the asymptotic rate of growth of the dimension of the global sections of the multiples of the divisor. It provides a good way to understand the big divisor classes. As a generalization, the mobility mob defined on the cone of pseudo-effective cycle classes measures the asymptotic rate of growth of the dimensions of the global sections of the multiples of the cycle classes. It provides a way to understand the big cycle classes. The mobility function for divisors coincides with the volume function, and the mobility function for 0-cycles is just $n!$ times the degree function deg . The main purpose of this article is to prove the following two theorems. The first one provides an inequality of mobilities of a cycle class and its intersection with a nef divisor. The second theorem states that similar inequality holds for not necessarily nef divisors and a positive part of a cycle class obtained by the Zariski decomposition defined by Mihai Fulger and Brian Lehmann. The mobility of a cycle class is in general difficult to compute, even for the most simple non-trivial case. In other words, for $X = P^3$ and H being the hyperplane in P^3 , it is not known if $vol([H]) = mob([H]^2)$. It is shown by Brian Lehmann that $1 \leq mob([H]^2) < 3.45$. The initial motivation of this subject was to improve this result. But these two inequalities do not give the desired improvement.

B. 発表論文

1. Inequalities of Mobility Functions between the Cycle Classes and their Intersections with Divisors, 東京大学数理科学研究科修士論文, 2017 年 1 月.

土屋 正朗 (TSUCHIYA Masaaki)

A. 研究概要

対称性の破れ作用素について研究した。小林俊行, Michael Pevzner 氏らによって導入された F-method は、対称性の破れ作用素、特に対称性の破れ微分作用素を調べる上で強力な手法である。私は、F-method を $(G, H, G', H) = (SO_0(n+1, 1), SO(n+1), SO_0(n, 1), SO(n))$ の場合

に適用し, $\text{Diff}(\text{Ind}_H^G(\sigma), \text{Ind}_{H'}^{G'}(\tau))$ が n によってのみ定まるある \mathbb{C} -代数 $\mathcal{A}_n \times \mathcal{B}_n$ 上の加群として有限生成であることを示し, その生成元を $n = 2, 3, 4$ のときについて求めた.

I studied symmetry breaking operators. F-method, provided by Toshiyuki Kobayashi and Michael Pevzner, is an effective method for investigating symmetry breaking operators, especially differential ones. I applied F-method to cases $(G, H, G', H) = (SO_0(n+1, 1), SO(n+1), SO_0(n, 1), SO(n))$, showed $\text{Diff}(\text{Ind}_H^G(\sigma), \text{Ind}_{H'}^{G'}(\tau))$ is finitely generated $\mathcal{A}_n \times \mathcal{B}_n$ -module where \mathcal{A}_n and \mathcal{B}_n are \mathbb{C} -algebras depend only on n , and calculated generators for $n = 2, 3, 4$.

長岡 大 (NAGAOKA Masaru)

A. 研究概要

複素数体上の滑らかな 3 次元可縮アフィン多様体を研究した. 特にそのようなアフィン多様体 U の滑らかな Fano 多様体 V によるコンパクト化の分類問題を研究した. ここで, $D := V \setminus U$ とする. Fano 多様体 V の第二 Betti 数が 1 の場合, 三つ組 (V, D, U) は本質的に古島氏, 中山氏, Peternell 氏, Schneider 氏の四名によって分類された.

以下, V の第二 Betti 数が 2 とする. この時, V の標準因子と D の和 $K_V + D$ が nef でない三つ組 (V, D, U) は岸本氏により分類された.

筆者は $K_V + D$ が nef である場合の一部として $K_V + D = 0$ を満たす三つ組 (V, D, U) を研究した. まず, V が属する変形同値類が 14 個に限られることを示した. 次に, 14 個の変形同値類それぞれに対応する三つ組 (V, D, U) の具体例を構成した. さらに, V が \mathbb{P}^3 の曲線に沿った爆発である場合は, 三つ組 (V, D, U) を分類した. 最後の場合は 14 個のうち 6 個の変形同値類に対応する.

I studied smooth contractible affine 3-folds over the complex number field. Especially, I investigated the classification of compactifications of such affine varieties U into smooth Fano 3-folds V . Let $D := V \setminus U$. In the case that the second Betti number of V are one, the classification

of such triplets (V, D, U) was completed essentially by M. Furushima, N. Nakayama, Th. Peternell and M. Schneider.

From now on, we assume that the second Betti number of V is two. T. Kishimoto classified such triplets (V, D, U) when $K_V + D$ are not nef, where K_V is the canonical divisor of V .

I investigated such triplets (V, D, U) with $K_V + D = 0$, which are part of triplets whose $K_V + D$ are nef. First, I proved that there are only 14 deformation equivalence classes to one of which the Fano 3-folds V belong. Next, I constructed an example of triplets (V, D, U) with $K_V + D = 0$ for each of all 14 classes. Furthermore, I classified triples (V, D, U) with $K_V + D = 0$ when V are given by the blow-ups of \mathbb{P}^3 along curves, which corresponds to six classes of the 14 classes.

B. 発表論文

1. M. Nagaoka: “Fano compactifications of contractible affine 3-folds with trivial log canonical divisors”, 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. 3 次元可縮アフィン多様体をコンパクト化するファノ多様体の分類-対数的標準因子が自明の場合-, 第 14 回城崎新人セミナー, 城崎総合支所, 2017 年 2 月.
2. Contractible affine threefolds in smooth Fano threefolds, The 15th Affine Algebraic Geometry Meeting, 関西学院大学梅田キャンパス, 2017 年 3 月.
3. Contractible affine threefolds in smooth Fano threefolds, 日大特異点セミナー, 東京女子大学, 2017 年 3 月.

野島 遼 (NOJIMA Ryo)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

2 次元共形場理論のカイラル成分を作用素環を用いて定式化した局所共形ネットと呼ばれるものがある. このようなネットの包含があるとき,

包含の Jones 指数が有限であれば大きい方のネットへの有限超群の作用があり, 部分ネットは超群の作用の不動点環になっていることが知られている.

本年度は枠付き共形ネットと呼ばれる種類の例で現れる有限超群の構造を調べた. 枠付き共形ネットとは中心電荷が $1/2$ のヴィラソロネットをいくつかテンソルしたネットと同型な部分ネットを持つ局所共形ネットのことである. 枠付き共形ネットは中心電荷 $1/2$ のヴィラソロネットのいくつかのテンソル積を二元線形符号で 2 回 simple current extension したものであることが知られている. ある種の条件を満たす二元線形符号の組によって中心電荷 $1/2$ のヴィラソロネットのテンソル積を拡大すると, 得られるネットの表現圏は自明なものになることが知られている. 修士論文では, この種類のネットに作用する有限超群でヴィラソロネットのテンソル積を固定するものの構造を二元線形符号の組を用いて部分的に記述した.

A local conformal net is a family of von Neumann algebras which describes chiral part of 2-dimensional conformal field theory. For an inclusion of these nets with finite Jones index, it is known that there is a finite hypergroup action on the bigger net fixing the subnet.

I studied the structure of finite hypergroups arising from certain framed conformal nets. A framed conformal net is an extension of a tensor product of the Virasoro net with central charge $1/2$. A framed conformal net is a simple current extension of a simple current extension of the tensor product of the Virasoro net with central charge $1/2$ by two binary codes. From a certain pair of binary codes, we have a holomorphic framed conformal net. I studied the hypergroup acting on this type of net which fixes the tensor product of the Virasoro net in terms of the binary codes and determined its structure partially.

B. 発表論文

1. R. Nojima, "Structure of hypergroups associated with holomorphic framed nets", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文

C. 口頭発表

1. Cuntz algebra method of constructing subfactors, Young Mathematicians in C^* -Algebras, University of Münster, ドイツ, 2016 年 7 月 25 日
2. Boundary conformal field theory and subfactors, 第 51 回関数解析研究会, 草津セミナーハウス, 2016 年 8 月 27 日
3. Modular theory on conoformal nets, Berkeley-tokyo Autumn School –Quantum Field Theory and Subfactors–, University of California, アメリカ合衆国, 2016 年 11 月 23 日

藤本暁 (FUJIMOTO Akira)

A. 研究概要

私は社会選択理論の Eliaz の定理を幾何学的に証明する研究を行った。社会選択理論とは、個人個人の選好をもとにして社会全体としての一つの選好を導き出す集計方法について解明する理論である。社会選択理論の分野では場合分けや組み合わせの議論を用いて証明することが多いが、近年幾何学的な証明も試みられるようになってきている。同分野の Arrow の不可能性定理に関しては 2013 年に Manabe 氏が幾何学的な証明を行った。Manabe 氏は選好を単体的複体とみなし、単体的複体間の写像を分析することで定理を証明したが、特にこの単体的複体に距離を導入することで証明を非常に簡潔にまとめている。Eliaz の定理は Arrow の不可能性定理を拡張したものと言えるが、Eliaz の定理の幾何学的な証明は 2006 年に Tanaka 氏が試みている。しかしその証明に一部ギャップがあったため、私は Manabe 氏による Arrow の不可能性定理の証明を参考にすることでそのギャップを改善し、改めて Eliaz の定理の幾何学的な証明を行った。このことから、Eliaz の定理と Arrow の不可能性定理は幾何学的に見ても非常に関連が深いことが分かる。

I studied to prove Eliaz's theorem, which is in social choice theory, in a geometric method. Social choice theory is a theory analyzing the

way of making one social preference from individual preferences. In the theory, many theorems are proved in dividing or combination method, but recently they become proved in geometric method. Arrow's impossibility theorem, which is in social choice theory, was proved in geometric method by Manabe in 2013. Manabe proves the theorem by regarding preferences as simplicial complexes and analyzing the mapping between the complexes. Especially, he introduces a distance in the complex to simplify his proof. Eliaz's theorem, which is an extension of Arrow's, was proved in geometric method by Tanaka in 2006. But I think the proof has a gap, so I improve the proof referring Manabe's proof of Arrow's, and I make a proof in geometric method once again. For this, Eliaz's theorem and Arrow's theorem are deeply linked in the geometric viewpoint.

古川 賢 (FURUKAWA Ken)

A. 研究概要

3次元 Navier-Stokes 方程式に関する二つの話題を扱った。一つ目は小さい Oseen 渦型の Navier-Stokes 流を構成したこと。その系として新しいタイプの自己相似解を作った。二つ目は垂直方向に周期的な Euclid 空間上で一つ目で構成した解の大きい 3次元摂動に対する安定性を示した。

We consider two topics on the three dimensional Navier-Stokes equations. The first one is the existence of the mild solution to the Navier-Stokes equations for small initial data in the whole space \mathbb{R}^3 and the vertically periodic space $\mathbb{R}_h^2 \times \mathbb{T}_v$ that include the Oseen vortex. The second one is the asymptotic stability for the solutions constructed in the first topic under arbitrarily large $L_v^\infty \overline{C}_0^\infty L_h^{2,\infty}$ -perturbations in $\mathbb{R}_h^2 \times \mathbb{T}_v$.

C. 口頭発表

第 18 回北東数学解析研究会 (東北大学 2月 20-21 日) ポスター発表

G. 受賞

第 18 回北東数学解析研究会 優秀ポスター賞

松田 拓朗 (MATSUTA Takuro)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

量子スピン系において、情報伝播速度には上限が存在することが知られており、それを表す不等式は Lieb-Robinson bound と呼ばれている。従来の結果では、相互作用が距離に関して多項式的に減衰する場合における評価が最適でないため、多項式的に減衰する相互作用の下での評価の改良に取り組んでいる。

For quantum spin systems, the growing velocity of information propagation is bounded. This phenomena is represented by the inequality called the Lieb-Robinson bound. Since this inequality isn't optimal in the case interactions for quantum spin systems decay by power low, we try to improve the Lieb-Robinson bound for interactions decaying by power low.

B. 発表論文

1. T. Matsuta, T. Koma, and S. Nakamura : Improving the Lieb-Robinson bound for long-range interactions, *S. Ann. Henri Poincaré*, doi:10.1007/s00023-016-0526-1. (2016).

森脇 湧登 (MORIWAKI Yuto)

A. 研究概要

ある条件を満たす共形頂点代数に対して同型より弱い同値関係とその同値類である種概念を導入し、1つの種に属する共形頂点代数の同型類の個数を自己同型群の格子に対する作用を用いて記述した。この手法を用いて正則型と呼ばれる頂点作用素代数のクラスの問題に新しい視点をもたらした。特に分類については保型形式を用いた新しい手法を考案し実際に計算を行った。また頂点代数の共形ベクトルの分類や自己同型群の構造などを研究した。

A new equivalent class on certain conformal vertex algebras, called genus, is introduced. A number of isomorphism class in each genus is described by an action of an automorphism group on a lattice. By using this, we pro-

vided new methods on a classification problem of holomorphic vertex operator algebras. Further, modular forms is shown to be useful. In addition, I studied conformal vectors in a vertex algebra and a structure of an automorphism group.

C. 口頭発表

1. 頂点作用素代数における共形ベクトルの一意性, 第 33 回代数的組合せ論シンポジウム, 滋賀大学大津キャンパス, 2016 年 6 月.
2. On Uniqueness of Vertex Operator Algebra structure and Vertex Algebra Automorphism Group, Seminar On Lie Theory, Academia Sinica, 2016 年 8 月
3. On Uniqueness of Vertex Operator Algebra structure and Vertex Algebra Automorphism Group, Berkeley-Tokyo Autumn School, UC Berkeley, 2016 年 11 月
4. On Holomorphic Vertex Algebra of Central Charge 26, Vertex Operator Algebra and Related Topics, 大阪大学, 2017 年 3 月

山崎 由佳 (YAMAZAKI Yuka)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Morse 複体の古田による拡張について考察し, さらに拡張するための方向性と方策を提案した.

I studied the extension of Morse complexes by Furuta and suggested some directions and strategies to extend them furthermore.

B. 発表論文

1. Y. Yamazaki: “Morse-Bott 関数について: 完全性と同変性および Morse 複体の拡張”, 東京大学修士論文 (2017)

林 徳燮 (Lin, Dexie)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

二つ同じ階数のあるベクトル束であり, 2 つのベクトル束の間の線形準同形である. 更に, 線形準同形の特異点集合は有限個の奇数次元の球面の直和である. 上の仮定の下で 相対 Chern 特性数の計算公式を与えた. これにより, 局所化方法を使って, 奇数次元の球面束の構造を持つ向きつけられた spin 閉多様体に対して ねじれ Dirac 算子の指数の公式を与える.

For two complex vector bundles admitting a homomorphism with odd-dimensional sphere singularity between them, we give a formula to compute the relative Chern characteristic number of these two complex vector bundles. As a consequence, for the spin manifold admitting some bundle structure, we give a formula to express the index of twisted Dirac operator by using localization method.

B. 発表論文

1. (修士) Lin Dexie: 相対 Chern 特性類と Super 接続

C. 口頭発表

1. Relative Chern class and Superconnection, Berkeley-Tokyo Autumn School — Quantum Field Theory and Subfactors, Berkeley University, 2016 年 11 月.

研究生 (Research Students)

林 太郎 (HAYASHI Taro)

A. 研究概要

曲面の点のヒルベルトスキームについて研究を行った。特に自己同型写像が成す群の構造が元の曲面のものとどれ程異なるのか調べた。また曲面を n 点のヒルベルトスキームから復元する事を調べた。

I studied the Hilbert schemes of n points of a surface. In particular, I studied the automorphism group and, whether a surface could be restored from the Hilbert schemes of n points of a surface.

B. 発表論文

1. T. Hayashi: “Universal covering space of the Hilbert scheme of n points of Enriques surface”, Asian J. Math., to appear.

C. 口頭発表

1. Universal covering space of the Hilbert scheme of n points of Enriques surface, Categorical Methods in Algebraic Geometry and Mirror Symmetry, Korea Institute for Advanced Study, 2016 年 3 月.
2. Universal covering space of the Hilbert scheme of n points of Enriques surface, 大阪大学, 2016 年 11 月.

2. 学位取得者

Graduate Degrees Conferred

☆ 博士号取得者と論文題目

(Doctor of Philosophy in the field of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

♣ 課程博士

- 井上大輔 (INOUE Daisuke)
Calabi-Yau 3-folds in Grassmannians and their I -functions
(グラスマン多様体に含まれる3次元カラビ・ヤウ多様体とそれらの I -関数)
16 September, 2016
- 宮崎弘安 (MIYAZAKI Hiroyasu)
Cube invariance of higher Chow groups with modulus
(モデュラス付き高次チャウ群のキューブ不変性)
16 September, 2016
- 川口徳昭 (KAWAGUCHI Noriaki)
On the quantitative shadowing property of topological dynamical systems
(位相的力学系の量的擬軌道追跡性について)
23 March, 2017
- 梅崎直也 (UMEZAKI Naoya)
Characteristic class and the ε -factor of an étale sheaf
(エタール層の特性類と ε 因子)
23 March, 2017
- 八尋耕平 (YAHIRO Kohei)
Radon transforms for twisted D-modules on partial flag varieties
(一般旗多様体上の捻られた D-加群のラドン変換)
23 March, 2017
- OTANI Yul
Entanglement Entropy in Algebraic Quantum Field Theory
(代数的場の量子論におけるエンタングルメント・エントロピー)
23 March, 2017
- 林晋 (HAYASHI Shin)
Topological invariants and localized wave functions for some topological phases
(ある種のトポロジカル相に対する位相不変量と局在化した波動関数の関係について)
23 March, 2017
- 吉川祥 (YOSHIKAWA Sho)
On modularity of elliptic curves over abelian totally real fields
(総実アーベル拡大体上の楕円曲線の保型性について)
23 March, 2017

- 荒野 悠輝 (ARANO Yuki)
Representation theory of Drinfeld doubles
(ドリンフェルトダブルの表現論)
23 March. 2017
- 伊藤 涼 (ITO Ryo)
Analysis of the minimal travelling wave speed via the methods of Young measures
(進行波の最小速度の Young 測度による解析)
23 March. 2017
- 大矢 浩徳 (OYA Hironori)
Twist maps on quantized coordinate algebras
(量子座標環における捻り写像)
23 March. 2017
- 折田 龍馬 (ORITA Ryuma)
On the existence of infinitely many non-contractible periodic trajectories in Hamiltonian dynamics on closed symplectic manifolds
(閉シンプレクティック多様体上のハミルトン力学系における無限個の非可縮周期軌道の存在について)
23 March. 2017
- Gantsooj Batzaya
On simultaneous approximation to a pair of powers of a real number by rational numbers
(実数の冪の対の有理数による同時近似について)
23 March. 2017
- 窪田 陽介 (KUBOTA Yosuke)
A Categorical Approach for Freeness of Group Actions on C^* -algebras
(C^* -環への群作用の自由性に対する圏論的アプローチ)
23 March. 2017
- 斎藤 俊輔 (SAITO Shunsuke)
Stability of anti-canonically balanced metrics
(反標準的平衡化計量の安定性)
23 March. 2017
- 榊原 航也 (SAKAKIBARA koya)
Mathematical analysis of the method of fundamental solutions with its application to fluid mechanics and complex analysis
(基本解近似解法の数学解析およびその流体力学, 複素解析への応用)
23 March. 2017
- 徐 路 (XU Lu)
Scaling limits in stochastic heat equation and stochastic chain model
(確率熱方程式および確率鎖模型に対するスケール極限)
24 March. 2017
- 杉谷 宜紀 (SUGITANI Yoshiki)
Numerical Analysis for Interface and Nonlinear Boundary Value Problems for the Stokes Equations
(ストークス方程式に対するインターフェースおよび非線形境界値問題の数値解析)
23 March. 2017

- 杉山 聡 (SUGIYAMA Satoshi)
Fukaya categories, surface Lefschetz fibrations, and Koszul duality theory
(Fukaya 圏、曲面 Lefschetz 束、Koszul 双対について)
23 March. 2017
- 鈴木 拓也 (SUZUKI Takuya)
Semigroups generated by higher order elliptic operators and the Stokes operators in end point spaces
(端点型空間上の高階楕円型作用素やストークス作用素により生成される半群)
23 March. 2017
- 藤内 翔太 (TOUNAI Shota)
Partially ordered sets, order complexes and CAT(0) properties
(半順序集合, 順序複体, 及び CAT(0) 性)
23 March. 2017
- 戸澤 一成 (TOZAWA Kazunari)
Meta-continuation Semantics via Meta-lambda Calculus
(メタラムダ計算を用いたメタ継続意味論)
23 March. 2017
- 難波 時永 (NAMBA Tokinaga)
Analysis for Viscosity Solutions with Special Emphasis on Anomalous Effects
(不規則効果を強調した粘性解析)
23 March. 2017
- 野村 亮介 (NOMURA Ryosuke)
Study of the Kähler-Ricci Flow and its Application in Algebraic Geometry
(ケーラー・リッチ流の研究とその代数幾何学における応用)
23 March. 2017
- 林 達也 (HAYASHI Tatsuya)
Mathematical modeling for synchronization of cardiac muscle cells
(心筋細胞の拍動同期現象に関する数理モデル)
23 March. 2017
- 増本 周平 (MASUMOTO Shuhei)
Applications of Fraïssé theory to operator algebras
(Fraïssé 理論の作用素環への応用)
23 March. 2017
- 森田 陽介 (MORITA Yosuke)
A cohomological study of the existence problem of compact Clifford-Klein forms
(コンパクト Clifford-Klein 形の存在問題のコホモロジー的研究)
23 March. 2017
- 李 嘉衣 (LEE Kai)
Sharp interface limit for the stochastic Allen-Cahn equation
(確率アレン・カーン方程式に対する鋭敏な界面極限)
23 March. 2017

- 大内 元気 (OUCHI Genki)
Automorphisms of positive entropy on some hyperKähler manifolds via derived automorphisms of K3 surfaces
(K3 曲面の導来自己同型を用いた超ケーラー多様体上の正エントロピー自己同型の構成について)
23 March, 2017
- 星野 壮登 (HOSHINO Masato)
Approximations of singular stochastic PDEs and their global well-posedness
(特異な確率偏微分方程式の近似とその時間大域的適切性)
23 March, 2017

☆ 修士号取得者と論文題目

(Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

- 唐津 裕貴 (KARATSU Hiroki)
Uniqueness and conditional stability for a time backward problem for the Navier-Stokes equations
(ナヴィエ=ストークス方程式の時間逆向き問題における一意性と条件付き安定性)
23 March. 2017
- 岡部 健次 (OKABE Kenji)
双曲空間内の部分多様体の平均曲率とガウス写像について
23 March. 2017
- 佐藤 玄基 (SATO Genki)
Lifting properties of Kan for simplices and cubes in homotopy type theory
(ホモトピー型理論における単体及び立方体のカンの持ち上げ性質)
23 March. 2017
- Bakhturov Nodirjon (バロノフ ノディールジョン)
Discrete wavelets and lifting
(離散ウェーブレットとリフティング)
23 March. 2017
- 浅尾 泰彦 (ASAO Yasuhiko)
Loop homology of some global quotient orbifolds
(良い軌道体のループホモロジー群の計算)
23 March. 2017
- 石黒 寛幸 (ISHIGURO Hiroyuki)
Non-contractible orbits for Hamiltonian functions on Riemann surfaces
(リーマン面上のハミルトン関数に対する非可縮軌道について)
23 March. 2017
- 石橋 典 (ISHIBASHI Tsukasa)
On a Nielsen-Thurston type classification theory on cluster modular groups
(クラスターモジュラー群上の Nielsen-Thurston 型分類理論について)
23 March. 2017
- 伊藤 要平 (ITO Yohei)
Ind- D -加群について—接続性と増大度付き Cauchy-Kovalevskaya-柏原の定理—
23 March. 2017
- 今村 志郎 (IMAMURA Shiro)
On embeddings between outer automorphism groups of right-angled Artin groups
(直角アルティン群の外部自己同型群間の埋め込みについて)
23 March. 2017
- 岩井 雅崇 (IWAI Masataka)
Multiplier ideal sheaves and local geodesics for plurisubharmonic functions
(多重劣調和関数らの乗数イデアル層と局所測地線について)
23 March. 2017

- 小川 絵里衣 (OGAWA Erii)
Representation of the category of braided graphs
(組み紐グラフの圏の表現)
23 March. 2017
- 加藤 大輝 (KATO Hiroki)
Wild Ramification and Restrictions to Curves
(暴分岐と曲線への制限)
23 March. 2017
- 木下 慶紀 (KINOSHITA Yoshiki)
Penalized Quasi-likelihood Estimation for Variable Selection
(変数選択のための罰則付き疑似尤度推定)
23 March. 2017
- 小関 直紀 (KOSEKI Naoki)
代数多様体上の Bridgeland 安定性条件について
23 March. 2017
- 齋藤 涼平 (SAITO Ryohei)
Mathematical Analysis of an Age-Structured S-I Model for the Demographic Transition
(人口転換に関する年齢構造化 S-I モデルの数理解析)
23 March. 2017
- 坂本 龍太郎 (SAKAMOTO Ryotaro)
Higher Rank Euler Systems and Higher Rank Stark Systems
(高階オイラー系と高階スターク系)
23 March. 2017
- 佐藤 晴紀 (SATO Haruki)
Oracle Inequality and Sparse Estimation for Diffusion Type Processes Observed at High Frequency
(オラクル不等式と高頻度観測に基づく拡散型過程のスパース推定)
23 March. 2017
- 塩津 諒 (SHIOTSU Ryo)
HKT 幾何について
23 March. 2017
- 下條 絵利加 (SHIMOJO Erika)
Rohlin flows on irrational rotation C^* -algebras
(非可換トーラス上の Rohlin flow)
23 March. 2017
- 鈴木 拓海 (SUZUKI Takumi)
 L^q penalized least squares approximation methods and their applications to point processes
(L^q 罰則付き最小二乗近似法と点過程への応用)
23 March. 2017
- 関野 希望 (SEKINO Nozomu)
Genus one fibered knots in 3-manifolds which have reducible genus two Heegaard splittings
(可約な種数 2 Heegaard 分解を持つ 3 次元多様体内の種数 1 ファイバー結び目)
23 March. 2017

- 平良 晃一 (TAIRA Kouichi)
Analysis of semi-Riemannian Schrödinger operators
(半リーマン型シュレディンガー作用素の解析)
23 March. 2017
- 谷口 正樹 (TANIGUCHI Masaki)
周期的な端を持つ多様体上のインスタントンと埋め込みの障害について
23 March. 2017
- 田森 宥好 (TAMORI Hiroyoshi)
Minimal representations of $\widetilde{SL}(3, R)$ and $\widetilde{O}(3, 4)$
($\widetilde{SL}(3, R)$ と $\widetilde{O}(3, 4)$ の極小表現)
23 March. 2017
- 千葉 悠喜 (CHIBA Yuki)
多角形領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の L^∞ 誤差評価
23 March. 2017
- 茅原 涼平 (CHIHARA Ryohei)
Bianchi IX type のファイバー構造をもつ G_2 構造
23 March. 2017
- 長岡 大 (NAGAOKA Masaru)
Fano compactifications of contractible affine 3-folds with trivial log canonical divisors
(3次元可縮アフィン多様体のコンパクト化として現れるファノ多様体の分類-対数的標準因子
が自明の場合-)
23 March. 2017
- 中田 智史 (NAKATA Satoshi)
A stochastically perturbed volume preserving mean curvature flow
(確率的摂動を加えた体積保存平均曲率流)
23 March. 2017
- 野島 遼 (NOJIMA Ryo)
Structure of hypergroups associated with holomorphic framed nets
(正則枠付きネットに付随する超群の構造)
23 March. 2017
- 藤本 暁 (FUJIMOTO Akira)
幾何学的手法を用いた Eliaz の定理の証明
23 March. 2017
- 古川 賢 (FURUKAWA Ken)
Stability of small Oseen type Navier-Stokes flow under three dimensional large perturbation
(小さい Oseen 流型の非定常 Navier-Stokes 方程式の解に対する大きな3次元摂動の下での安
定性)
23 March. 2017
- 馬田 優 (MADA Yu)
蔵本予想と千葉理論
23 March. 2017

- 松田 拓朗 (MATSUTA Takuro)
The long-range Lieb-Robinson bounds and spatial correlation decays
(長距離型 Lieb-Robinson bounds と相関関数の減衰)
23 March. 2017
- 森脇 湧登 (MORIWAKI Yuto)
中心電荷 26 の正則型頂点代数について
23 March. 2017
- 山崎 由佳 (YAMAZAKI Yuka)
Morse-Bott 関数について：完全性と同変性および Morse 複体の拡張
23 March. 2017
- 陳 韋中 (CHEN Weichung)
Inequalities of Mobility Functions between the Cycle Classes and their Intersections with Divisors
(サイクル類とその因子との交わりに関するモビリティ関数の不等式)
23 March. 2017
- 林 徳燮 (LIN Dexie)
Relative Chern Character and Super-connection
(相対 Chern 特性類と Super 接続)
23 March. 2017

3. 学術雑誌 - 東大数理科学ジャーナル 第 23・24 巻

Journal of Mathematical Sciences
The University of Tokyo, Vol. 23, Vol. 24

Vol. 23 No. 3 Published June 24, 2016

- **Peter D. T. A. ELLIOTT and Jonathan KISH**
Harmonic Analysis on the Positive Rationals I: Basic Results
- **Peter D. T. A. ELLIOTT and Jonathan KISH**
Harmonic Analysis on the Positive Rationals II: Multiplicative Functions and Maass Forms
- **E. LEÓN-CARDENAL and W. A. ZÚÑIGA-GALINDO**
Erratum to “Local Zeta Functions for Non-degenerate Laurent Polynomials Over p -adic Fields”
- **Shigenori MATSUMOTO**
Horocycle Flows without Minimal Sets
- **Kenjiro SASAKI and Shigeru TAKAMURA**
Uniformization of Cyclic Quotients of Multiplicative A -singularities

Vol. 23 No. 4 Published October 31, 2016

- **Bhikha Lila GHODADRA**
On the Coefficients of Multiple Walsh-Fourier Series with Small Gaps
- **Kenta HASHIZUME**
Finite Generation of Adjoint Ring for Log Surfaces
- **Seiji NISHIOKA**
Proof of Unsolvability of q -Bessel Equation Using Valuations
- **Takeyoshi KOGISO and Fumihiro SATO**
Clifford Quartic Forms and Local Functional Equations of Non-Prehomogeneous Type
- **Nakao HAYASHI and Pavel I. NAUMKIN**
Large Time Asymptotics of Solutions for the Third-Order Nonlinear Schrödinger Equation

- **Yohei KASHIMA**

The Zero-Temperature Limit of the Free Energy Density in Many-Electron Systems at Half Filling

- **Tujin KIM and Daomin CAO**

Non-stationary Navier-Stokes Equations with Mixed Boundary Conditions

- **Teruo NAGASE and Akiko SHIMA**

Properties of Minimal Charts and Their Applications IV:Loops

- **Shu NAKAMURA**

Microlocal Resolvent Estimates, Revisited

- **Masaki WATANABE**

Kraśkiewicz-Pragacz Modules and pieri and Dual Pieri Rules for Schubert Polynomials

4. プレプリント・シリーズ
(2016.4 ~ 2017.3)

Preprint Series

- 2016–3 Atsushi KAWAMOTO: *Lipschitz stability estimates in inverse source problems for a fractional diffusion equation of half order in time by Carleman estimates.*
- 2016–4 Yoshikazu GIGA and Naoto KAJIWARAI: *On a resolvent estimate for bidomain operators and its applications.*
- 2016–5 Yoshikazu GIGA and Tokinaga NAMBA: *Well-posedness of Hamilton-Jacobi equations with Caputo's time-fractional derivative .*

5. 公開講座・研究集会 等

Public Lectures · Symposiums · Workshops, etc

FMSMP チュートリアル シンポジウム / 数理科学連携基盤センター 共催
Symposium on Mathematics for Various Disciplines 16

表面・界面ダイナミクスの数理 11

2016年4月20日(水)～4月22日(金)
東京大学大学院数理科学研究科 056号室

4月20日(水)

10:15 – 開会

10:30 – 11:30 横山 悦郎 (Yokoyama, E.) (学習院大学)
結晶の成長と溶解・蒸発の機構および形 1

13:30 – 14:00 大塚 岳 (Ohtsuka, T.) (群馬大学)
結晶のスパイラル成長におけるインアクティブ・ペアについて

14:00 – 14:20 討論

14:40 – 15:20 蟹澤 聖 (Kanisawa, K.) (NTT 物性科学基礎研究所)
半導体表面に吸着した原子の熱脱離に関わる量子過程

15:20 – 15:40 討論

16:00 – 16:30 木村 正人 (Kimura, M.) (金沢大学)
衝突と分裂を許容する拡張クリスタライン法の解析と2次元雪結晶のシミュレーション

16:30 – 16:50 討論

4月21日(木)

10:30 – 11:30 横山 悦郎 (Yokoyama, E.) (学習院大学)
結晶の成長と溶解・蒸発の機構および形 2

13:30 – 14:00 川西 咲子 (Kawanishi, S.) (東北大学)
SiC の高温溶液成長界面のリアルタイム観察

14:00 – 14:30 討論

14:50 – 15:30 三竹 大寿 (Mitake, H.) (広島大学)
結晶成長の漸近的成長速度の一考察

15:30 – 16:00 討論

16:10 – 16:40 熊崎 耕太 (Kumazaki, K.) (苫小牧工業高等専門学校)
コンクリートの中酸化現象を表すマルチスケールモデルについて

16:40 – 17:10 討論

4月22日(金)

10:30 – 11:30 横山 悦郎 (Yokoyama, E.) (学習院大学)
結晶の成長と溶解・蒸発の機構および形 3

13:30 – 14:10 塚本 勝男 (Tsukamoto, K.) (東北大学/大阪大学)
成長ステップ速度の過飽和度依存性

14:10 – 14:40 総合討論

組織委員会：

儀我 美一 (Giga, Y.) (東京大学大学院数理科学研究科)

須藤 孝一 (Sudoh, K.) (大阪大学産業科学研究所)

横山 悦郎 (Yokoyama, E.) (学習院大学計算機センター)

連絡先事務局：labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

支援を受けた研究費：日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 S

課題番号：26220702 「特異構造が支配する非線形現象の高度形態変動解析」

<http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~labgiga/conf.etc.html>

<http://fmsp.ms.u-tokyo.ac.jp>

Algebras, Groups, and Modular forms

May 7, 2016

Room 002, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Tuesday, March 28

10:00 – 10:50 **Hiroki Shimakura** (Tohoku University)

On classification of vertex operator algebras of class S^n .

11:00 – 11:50 **T. Nakaya** (Kyushu University)

On (quasi)modular solutions of certain modular linear differential equation.

13:30 – 14:20 **Y. Sakai** (Kyushu University)

Modular forms and modular linear differential equations:

Some applications to vertex operator algebras.

14:30 – 15:20 **Kazuya Kawasetsu** (Academia Sinica, Taipei)

Modular invariant W-algebras, intermediate vertex algebras, and the Deligne exceptional series.

15:40 – 16:30 **Michael P. Tuite** (National University of Ireland, Galway)

Vertex operator algebras and Zhu theory on genus two Riemann surfaces.

16:40 – 17:30 **Masahiko Miyamoto** (The University of Tokyo)

On projectivity of fusion products with projective modules.

Tokyo-Princeton algebraic geometry conference 2016

May 7 – May 10, 2016

Seminar Fine Hall, Room 314, Princeton University, USA

Organizers: Yujiro Kawamata, János Kollár, Yoshinori Gongyo, Zsolt Patakfalvi

Program

Saturday, May 7

9:30 – 10:30 **Yuchen Zhang** (University of Michigan) Varieties admitting noninvertible endomorphisms

11:00 – 12:00 **Yoshinori Gongyo** (The University of Tokyo) Some remarks on varieties admitting polarized endomorphisms

14:00 – 15:00 **Shihoko Ishii** (The University of Tokyo) On finite determination of MJ-minimal log discrepancies

15:30 – 16:30 **Morgan Brown** (University of Miami) A characterization of Toric Pairs

17:00 – 18:00 **Yusuke Nakamura** (The University of Tokyo) Rational points on log Fano threefolds over a finite field

Sunday, May 8

9:30 – 10:30 **Akihiro Kanemitsu** (The University of Tokyo) Extremal rays and nefness of tangent bundles

11:00 – 12:00 **Fumiaki Suzuki** (The University of Tokyo) Birational rigidity of complete intersections

14:00 – 15:00 **Gabriele Di Cerbo** (Columbia University) Log birational boundedness of Calabi-Yau pairs

15:30 – 16:30 **Chen Jiang** (IPMU, The University of Tokyo) Binational boundedness of singular log Fano 3-folds

17:00 – 18:00 **Brian Lehmann** (Boston College) Volume functions for curves

Monday, May 9

9:00 – 10:00 **Yuchen Liu** (Princeton University) Volume upper bounds for Kähler-Einstein \mathbb{Q} -Fano varieties

10:15 – 11:15 **János Kollár** (Princeton University) Conic bundles that are not birational to numerical Calabi-Yau pairs

11:30 – 12:30 **Kosuke Shibata** (The University of Tokyo) Rational singularities and ω -multiplier ideals

14:00 – 15:00 **Zsolt Patakfalvi** (Princeton University) On projectivity of the moduli space of stable surfaces in characteristic $p > 5$

15:30 – 16:30 **Sho Ejiri** (The University of Tokyo) Positivity of anti-canonical divisors and F -purity of fibers

17:00 – 18:00 **Jakub Witaszek** (Imperial College London) Global F-regularity of projective surfaces and liftability to the second Witt vectors

Tuesday, May 10

9:00 – 10:00 **John Lesieutre** (University of Illinois at Chicago) Dynamical Mordell–Lang and automorphisms of higher-dimensional varieties

10:15 – 11:15 **Genki Ouchi** (IPMU, The University of Tokyo) Automorphisms of positive entropy on some hyperKähler manifolds via derived automorphisms of K3 surfaces

11:30 – 12:30 **Yukinobu Toda** (IPMU, The University of Tokyo) Rationality in higher rank DT invariants

Study Group Workshop 2016

2016年7月27日～7月29日 九州大学

2016年8月1日～8月2日 東京大学大学院数理科学研究科

Program

7月27日 : 10:00-16:10

Transpower NZ Ltd.

九州大学 カーボンニュートラルエネルギー国際研究所 I2CNER, Kyushu University,

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology,

村田製作所 Murata Manufacturing Co., Ltd.,

新日鐵住金株式会社 NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION, アビームコンサルティング株式会社 ABeam Consulting Ltd.,
による課題提供、説明

7月28日–8月2日

各班にわかれて課題解決のためのワーク

8月2日 : 14:30-17:30

最終報告会、課題提供企業との議論

玉原代数幾何学サマースクール 2016

July 30 – August 3, 2017

玉原国際セミナーハウス

Organizers: 東京大学 数理科学研究科 川又 雄二郎,
首都大学東京 理工学研究科 小林 正典,
横浜国立大学大学院国際社会学研究院 鈴木 香織,
広島市立大学 情報科学研究科 齋藤 夏雄,
東京大学 数理科学研究科 権業 善範

Program

Saturday, July 30

15:00 – 17:40 **Short Communications**

榎園誠 : Upper bounds on the slope of bielliptic fibrations

江辰: On Fujita spectrum and Fujita invariants

佐藤謙太 : On the non-nef loci in positive characteristic

福岡尊 : del Pezzo ファイブレーションの構造に関する研究

古川勝久 : 超曲面上の有理曲線族の研究について

Sunday, July 31

9:10 – 12:30 権業善範, 中村勇哉, 江辰 (The University of Tokyo) 「C. Birkar, Anti-pluricanonical systems on Fano varieties」の解説

13:30 – 15:00 権業善範, 中村勇哉, 江辰 (The University of Tokyo) 「C. Birkar, Anti-pluricanonical systems on Fano varieties」の解説

15:30 – 17:50 **Pu Cao** (The University of Tokyo) 「B. Totaro, Hypersurfaces that are not stably rational, J. Amer. Math. Soc. 29 (2016), no. 3, 883–891.」の解説

Monday, August 1

9:10 – 12:30 権業善範, 中村勇哉, 江辰 (The University of Tokyo) 「C. Birkar, Anti-pluricanonical systems on Fano varieties」の解説

Monday, August 2

9:10 – 12:30 権業善範, 中村勇哉, 江辰 (The University of Tokyo) 「C. Birkar, Anti-pluricanonical systems on Fano varieties」の解説

13:30 – 15:00 藤田健人 (Kyoto University) A valuative criterion for uniform K-stability of log Fano pairs

15:30 – 17:50 鈴木文顕 (The University of Tokyo) 「B. Totaro, Hypersurfaces that are not stably rational, J. Amer. Math. Soc. 29 (2016), no. 3, 883–891.」の解説

Tuesday, August 3

9:10 – 12:30 藤田健人 (Kyoto University) A valuative criterion for uniform K-stability of log Fano pairs

研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」

2016年9月3日 – 9月6日

東京大学大学院数理科学研究科大講義室

科学研究費補助金基盤研究(B)「リー双代数によるリーマン面の位相幾何学的研究」研究代表者: 河澄 響矢 (東京大学) 課題番号 15H03617 により, 標記の研究集会を開催致します.

世話人: 河澄響矢 (東大数理), 田所勇樹 (木更津高専), 佐藤隆夫 (東京理科大学), 佐藤正寿 (東京電機大学).

Program

9月3日 土曜日

9:50 – 10:50 金 英子 (阪大理)

Braids, automorphisms of free groups and orderings

11:10 – 12:10 吉原 和也 (九大数理)

Generating the mapping class group of a punctured non-orientable surface by involutions

14:10 – 15:10 辻 俊輔 (東大数理)

The Kauffman bracket skein algebra and the Johnson homomorphisms

15:30 – 16:30 小谷久寿 (九大数理)

Group-like expansions and invariants of string links

16:50 – 17:50 廣瀬 進 (東京理大理工)

超楕円的ハンドル体群の有限表示

9月4日 日曜日

9:50 – 10:50 早野 健太 (慶大理工)

Topology of Lefschetz pencils on symplectic Calabi-Yau 4-manifolds with positive b_1

11:10 – 12:10 奥田 喬之 (東大数理)

Splittings of singular fibers and topological monodromies

14:10 – 15:10 岩木 耕平 (名大多元)

完全 WKB 解析とその応用 1

15:30 – 16:30 山崎 亮介 (学習院高等科)

Jørgensen numbers of some Kleinian groups on the boundary of the Schottky space

16:50 – 17:50 中西 敏浩 (島根大総合理工)

Action of mapping classes on Teichmüller space and their representations as rational transformations

9月5日 月曜日

9:50 – 10:50 宮地 秀樹 (阪大理)

極値的長さの幾何学, 位相幾何学と複素解析学

11:10 – 12:10 上田 昂 (東大数理)

Algebraic interpretation of the McShane's/Mirzakhani's identity in the 1-punctured/hole torus case

14:10 – 15:10 岩木 耕平 (名大多元)

完全 WKB 解析とその応用 2

15:30 – 16:30 志賀 啓成 (東工大理学院)

Holomorphic motions over Riemann surfaces and the extension problem

16:50 – 17:50 **Gabino González-Diez** (Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid)

Families of Riemann Surfaces, Uniformization and Arithmeticity

9月6日 火曜日

9:50 – 10:50 大森 源城 (東工大理工)

向き付け不可能曲面の写像類群の単純な無限表示

11:10 – 12:10 若月 駿 (東大数理)

Description and triviality of the loop products and coproducts for rational Gorenstein spaces

14:10 – 15:10 長町 一平 (東大数理)

On a good reduction criterion for proper polycurves with sections

15:30 – 16:30 笠原 泰 (高知工科大)

曲面の写像類群における単純閉曲線と線型性の視覚化について

「葉層構造と微分同相群 2016 研究集会」
Foliations and Diffeomorphism Groups 2016
開催のお知らせ

日本学術振興会科学研究費補助金, 基盤研究 (S) 研究課題番号 24224002 研究課題名「無限群と幾何学の新展開」(New developments in infinite groups and geometry)(代表者 坪井 俊) の援助のもと, Foliations and Diffeomorphism Groups 2016 「葉層構造と微分同相群 2016 研究集会」を下記の要領で開催いたします。

記

日時: 2016年10月17日(月) 14時30分~10月21日(金) 12時00分

場所: 東京大学玉原国際セミナーハウス

<http://tambara.ms.u-tokyo.ac.jp/>

〒378-0071

群馬県沼田市上発知町玉原高原

電話 FAX 0278-23-9836

プログラム

10月17日(月)

15:00 ~ 16:00 松田能文 (青山学院大学)

TBA

16:30 ~ 18:00 伊藤 昇 (東京大学)

A new aspect of the Arnold invariant J^+ from a global viewpoint

10月18日(火)

- 9:30 ~ 10:30 吉田建一 (東京大学)
T. B. A.
- 10:30 ~ 11:00 **Coffee Break**
- 11:00 ~ 12:00 佐藤 肇 (名古屋大学)
Grassmann 構造の基本微分方程式
- 16:00 ~ 17:30 松元重則 (日本大学)
Cyclic orders of countable groups: after K. Mann and C. Rivas

10月19日(水)

- 9:30 ~ 10:30 足立二郎 (北海道大学)
トールスが芯の plastikstufe と過旋性と高次元 Lutz 振り
- 10:30 ~ 11:00 **Coffee Break**
- 11:00 ~ 12:00 矢ヶ崎達彦 (京都工芸繊維大学)
T. B. A.
- 16:00 ~ 17:30 **Problem Session**

10月20日(木)

- 9:30 ~ 10:30 中村伊南沙 (東京大学)
Showing distinctness of surface links by taking 2-dimensional braids
- 10:30 ~ 11:00 **Coffee Break**
- 11:00 ~ 12:00 横山知郎 (京都教育大学)
流れの位相的な文字化理論とその応用
- 16:00 ~ 17:30 野澤 啓 (立命館大学)
横断的ケーラー葉層構造の二次特性類の変形について

10月21日(金)

- 9:30 ~ 10:30 櫻井みぎ和 (茨城高専)
2- and 3-variations and finite type invariants of degree 2 and 3
- 11:00 ~ 12:00 三上健太郎 (秋田大学)
Weighted (co)homology groups of homogeneous Poisson structures

世話人 坪井 俊 (東大数理)
tsuboi@ms.u-tokyo.ac.jp
東京大学大学院数理科学研究科
〒153-8914
東京都目黒区駒場3-8-1

F MSP チュートリアル シンポジウム / 数理科学連携基盤センター 共催
Symposium on Mathematics for Various Disciplines 17

Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 12

表面・界面ダイナミクスの数理 12

October 19 – October 21, 2016

Room 056, Graduate School of Mathematical Sciences,
The University of Tokyo

Wednesday, October 19

10:30 – 11:30 **Olivier Pierre-Louis** (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)

I: Non-equilibrium interface dynamics in crystal growth

13:30 – 14:00 **Discussion**

14:00 – 14:40 **Piotr Rybka** (University of Warsaw)

Berg's effect revisited

14:50 – 15:10 **Kazutoshi Taguchi** (University of Tokyo)

On discrete one-harmonic map flows with values into an embedded manifold in a multi-dimensional domain

15:10 – 15:30 **Discussion**

15:40 – 16:20 **Salvador Moll** (University of Valencia)

The TV_1 flow in the plane

16:30 – 16:50 **Norbert Pozar** (Kanazawa University)

A level set approach to the crystalline mean curvature flow

16:50 – 17:20 **Discussion**

Thursday, October 20

10:30 – 11:30 **Olivier Pierre-Louis** (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)

II: Liquid-state and solid-state wetting and dewetting

13:30 – 14:00 **Discussion**

14:00 – 14:40 **Tatsuya Miura** (University of Tokyo)

Morphology of membranes and filaments adhering to rippled substrates

14:40 – 15:00 **Discussion**

15:10 – 15:50 **Takeshi Yoshikawa** (University of Tokyo)

In-situ observation of solution growth of SiC

15:50 – 16:10 **Discussion**

16:20 – 17:00 **Hiroki Hibino** (Kwansei Gakuin University)

Crystal growth of 2D materials

17:00 – 17:20 **Discussion**

Friday, October 21

10:30 – 11:30 **Olivier Pierre-Louis** (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)

III: Adhesion and dynamics of membranes

13:30 – 14:00 **Discussion**

Organizers:

Yoshikazu Giga (University of Tokyo)

Kohichi Sudoh (Osaka University)

Etsuro Yokoyama (Gakushuin University)

Secretariat: Satoko Kimura/labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

支援を受けた研究費：日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 S

課題番号：26220702 「特異構造が支配する非線形現象の高度形態変動解析」

http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~labgiga/conf_etc.html

<http://fmisp.ms.u-tokyo.ac.jp>

Pre-conference MCM2016

October 20 – October 22, 2016

Room 002, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Thursday, October 20

10:00 – 11:00 **Nariya Kawazumi** (U. Tokyo)

The Kashiwara-Vergne problem and the Goldman-Turaev Lie bialgebra in genus zero

11:30 – 12:30 **Vladimir Fock** (U. Strasbourg)

Integrable systems, Newton polygons and configurations of flags

13:45 – 14:45 **Rinat Kashaev** (U. Geneva)

Pacher's 3-3 relations and Hopf algebras

Friday, October 21

10:00 – 11:00 **Takashi Ueda** (U. Tokyo)

Algebraic interpretation of McShane's/Mirzakhani's identity in the 1-punctured/hole case

11:30 – 12:30 **Paul Norbury** (U. Melbourne)

Irregular spectral curves and Givental decomposition

13:45 – 14:45 **Sergey Natanzon** (Higher School of Economics)

Moduli space of $N=1$ Riemann super surfaces

Saturday, October 22

10:00 – 11:00 **Ferdinando Gliozzi** (U. Torino)

The Conformal Bootstrap approach to critical systems

The 15th Workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems

Date: November 2nd (Wed.) - 4th (Fri.), 2016.

Place: Room 002, Graduate School of Mathematical Sciences,
The University of Tokyo (Komaba Campus).

Organizers: T. Funaki (The University of Tokyo), H. Osada (Kyushu University),
Y. Nagahata (Niigata University), Y. Otobe (Shinshu University)
R. Fukushima (Kyoto University), M. Nakashima (Nagoya University).

November 2nd

10: 00 - 10: 40 **Tomohiro Sasamoto** Tokyo Institute of Technology
An analysis of q -TASEP with a random initial condition.

10: 40 - 11: 00 Coffee Break

11: 00 - 11: 40 **Akira Sakai** Hokkaido University
Mean-field bound on the 1-arm exponent for Ising ferromagnets in high dimensions.

11: 40 - 13: 30 Lunch

13: 30 - 14: 10 **Makoto Katori** Chuo University
Martingales and determinantal processes.

14: 30 - 15: 10 **Daisuke Shiraishi** Kyoto University
On loops of Brownian motion.

15: 10 - 15: 40 Coffee Break

15: 40 - 16: 00 **Izumi Okada** Tokyo Institute of Technology
Exponents for the number of high points of simple random walks in two dimensions.

16: 05 - 16: 25 **Yosuke Kawamoto** Kyushu University
Some property of infinite-dimensional Dyson's model with multiple tails.

16: 35 - 16: 55 **Shota Osada** Kyushu University
Discrete approximations of continuous determinantal measure: tree representations and tail triviality.

17: 00 - 17: 20 **Jun Misumi** Kochi University
A remark on the graph diameter for long-range percolation on generalized pre-Sierpinski carpet.

November 3rd

09: 20 - 10: 00 **Makoto Nakashima** Nagoya University
On the asymptotics of the free energy of directed polymers on hierarchical lattice.

10: 00 - 10: 20 Coffee Break

10: 20 - 11: 00 **Hideki Tanemura** Chiba University
On uniqueness of solutions of SDEs related to infinite particle systems with jumps.

11: 10 - 11: 50 **Franco Flandoli** Università di Pisa
Scaling limits in Mathematical Oncology.

11: 50 - 13: 30 Lunch

13: 30 - 14: 10 **Amir Dembo** Stanford University
The Atlas model, in and out of equilibrium.

14: 30 - 14: 50 **Shuta Nakajima** Kyoto University
Maximal edge-traversal time in first passage percolation.

14: 55 - 15: 15 **Syota Esaki** Kyushu University
SDE representation of infinite particle systems with jumps.

15: 15 - 15: 40 Coffee Break

15: 40 - 16: 00 **Yuki Tokushige** Kyoto University
Jump processes on the boundaries of random trees.

16: 05 - 16: 25 **Kenkichi Tsunoda** Kyushu University
Limit theorems for Betti numbers of random cubical set.

16: 35 - 17: 15 **Ryoki Fukushima** Kyoto University
Quenched tail estimate for the random walk in random scenery.

November 4th

09: 20 - 10: 00 **Yukio Nagahata** Niigata University
On scaling limit of a cost in adhoc network model.

- 10: 00 - 10: 20 Coffee Break
- 10: 20 - 11: 00 **Makiko Sasada** The University of Tokyo
On decomposition theorems for closed forms in the non-gradient method.
- 11: 10 - 11: 50 **Bin Xie** Shinshu University
Intermittency for stochastic partial differential equations driven by inhomogeneous space-time noises.
- 11: 50 - 13: 30 Lunch
- 13: 30 - 13: 50 **Kai Lee** The University of Tokyo
Sharp interface limit for the stochastic Allen-Cahn equations.
- 13: 55 - 14: 15 **Masato Hoshino** The University of Tokyo
Coupled KPZ equations.
- 14: 30 - 14: 50 **Lu Xu** The University of Tokyo
A central limit theorem for stochastic heat equation in random environment.
- 14: 55 - 15: 15 **Satoshi Yokoyama** The University of Tokyo
Sharp interface limit for stochastically perturbed mass conserving Allen-Cahn equation.

当研究集会は以下の補助金の支援を受けています.

- 日本学術振興会科学研究費補助金:
 - 基盤研究 (S) (一般) 課題番号 16H06338 「無限粒子系の確率解析学」 代表者: 長田博文 (九州大学);
 - 基盤研究 (S) (一般) 課題番号 24224004 「流体现象のマクロ構造とメゾ構造解明のための解析理論の構築」 代表者: 柴田良弘 (早稲田大学);
 - 基盤研究 (B) (一般) 課題番号 26287014 「大規模相互作用系の確率解析とその発展」 代表者: 舟木直久 (東京大学);
- 京都大学スーパーグローバル大学創成支援事業「ジャパングートウェイ構想」.

The 18th Takagi Lectures

November 5 – November 6, 2016

Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Saturday, November 5

12:30 – 13:30 **Registration**

13:30 – 13:40 **Opening**

13:40 – 14:40 **Geordie Williamson** (Max-Planck-Institut für Mathematik)

On the Representation Theory of Algebraic Groups (I)

(代数群の表現論)

15:10 – 16:10 **Ngô Bảo Châu** (The University of Chicago)

On Geometry of Arc Spaces, the Hankel Transform and Function Equation of L -Functions

(I)

(弧空間の幾何、ハンケル変換と L 関数の関数等式)

16:10 – 17:00 **Coffee/Tea Break**

17:00 – 18:00 **David Vogan** (Massachusetts Institute of Technology)

The Size of Infinite-Dimensional Representations (I)

(無限次元表現の大きさ)

Sunday, November 6

10:00–11:00 **Geordie Williamson** (Max-Planck-Institut für Mathematik)

On the Representation Theory of Algebraic Groups (II)

(代数群の表現論)

11:30–12:30 **Ngô Bảo Châu** (The University of Chicago)

On Geometry of Arc Spaces, the Hankel Transform and Function Equation of L -Functions

(II)

(弧空間の幾何、ハンケル変換と L 関数の関数等式)

12:30–14:00 **Lunch Break**

14:00–15:00 **David Vogan** (Massachusetts Institute of Technology)

The Size of Infinite-Dimensional Representations (II)

(無限次元表現の大きさ)

15:10–16:10 **Workshop closing with drinks**

Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016

November 10 – November 13, 2016

Room 052 (Nov.10) and Room 126 (Nov. 11 – 13), Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Thursday, November 10

13:30 – 14:30 **Chengchen Zhong** (Capital Normal University): the holomorphic automorphism of the Cartan-ellipsoid type domain

14:40 – 15:40 **Inyoung Park** (GAIA, POSTECH): Joint Carleson measure of composition operators on the weighted Bergman spaces defined on polydisks

15:50 – 16:50 **Hendrik Herrmann** (University of Cologne): Embedding of CR manifolds with circle action

Friday, November 11

10:30 – 11:30 **Feng Rong** (Shanghai Jiao Tong University): Quasi-Reinhardt domains and Cartan's Linearity Theorem

13:30 – 14:30 **Yuya Takeuchi** (University of Tokyo): CR geometry of Sasaki- η -Einstein manifolds

14:40 – 15:40 **Sungmin Yoo** (GAIA, POSTECH): Lower bound of holomorphic sectional curvatures of the Bergman metric

Saturday, November 12

10:30 – 11:30 **Ngoc Cuong Nguyen** (GAIA, POSTECH): The Dirichlet problem for a complex Hessian equation on compact Hermitian manifolds with boundary

13:30 – 14:30 **Hiroki Fujino** (Nagoya University): Quasisymmetric embedding of discrete subset and its extensibility

14:40 – 15:40 **Jujie Wu** (Henan University): A global approximation result by Al Taylor and the strong openness conjecture in C^n

15:50 – 16:50 **Yoshikazu Nagata** (GAIA, POSTECH): On Lie group structure of automorphism groups

Sunday, November 13

10:30 – 11:30 **Genki Hosono** (University of Tokyo): On convergence along geodesics between plurisubharmonic functions

13:30 – 14:30 **Seungro Joo** (GAIA, POSTECH): On the scaling methods by Pinchuk and Frankel

14:40 – 15:40 **Ryosuke Nomura** (University of Tokyo): Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow

This conference is partially supported by the Leading Graduate Course for Frontiers of Mathematical Sciences and Physics, University of Tokyo.

Organizers

Genki Hosono, genkih [at] ms.u-tokyo.ac.jp (The University of Tokyo)

Ryosuke Nomura, nomu [at] ms.u-tokyo.ac.jp (The University of Tokyo)

Taeyong Ahn (KIAS)

Tobias Harz (GAIA, POSTECH)

Xu Liu (Fudan University)

Yanyan Niu (Capital Normal University)

Advisory Committee

Masanori Adachi (Tokyo University of Science)

産業界からの課題解決のためのスタディグループ

2016年12月12日～12月16日 東京大学大学院数理科学研究科

Program

12月12日 : 10:30-12:10

東和精機株式会社、武田薬品工業株式会社、花王株式会社による課題提供、説明

12月12日—12月16日

各班にわかれて課題解決のためのワーク

12月16日 : 14:00-16:00

最終報告会、課題提供企業との議論

Tokyo-Berkeley Mathematics Workshop Partial Differential Equations and Mathematical Physics

January 9–13, 2017

Room 123, Graduate School of Mathematical Sciences

University of Tokyo

January 9 (Mon):

9:30–10:30: S. Dyatlov (MIT), M. Zworski (Berkeley)

Microlocal methods in chaotic dynamics (I)

10:50–11:50: M. Tsujii (Kyushu)

The spectrum of semi-classical transfer operator for expanding-semi flows

12:00–13:00: P. Hintz (Berkeley)

Non-linear stability of Kerr-de Sitter black holes (I)

14:30–15:30: K. Ito (Kobe)

Stationary scattering theory on manifolds with ends (I)

15:40–16:40: H. Mizutani (Osaka)

Global-in-time Strichartz estimates for Schrödinger equations on long-range asymptotically conic manifolds

January 10 (Tue):

9:30–10:30: P. Hintz (Berkeley)

Non-linear stability of Kerr-de Sitter black holes (II)

10:50–11:50: F. Macia (Madrid & Tokyo)

Concentration, non-concentration and controllability of Schrödinger flows

12:00–13:00: S. Dyatlov (MIT), M. Zworski (Berkeley)

Microlocal methods in chaotic dynamics (II)

14:30–15:30: K. Ito (Kobe)

Stationary scattering theory on manifolds with ends (II)

15:40–16:40: A. Drouot (Berkeley)

Pollicott–Ruelle resonances via kinetic Brownian motion

January 11 (Wed):

9:30–10:30: P. Hintz (Berkeley)

Non-linear stability of Kerr-de Sitter black holes (III)

10:50–11:50: K. Ito (Kobe)

Stationary scattering theory on manifolds with ends (III)

12:00–13:00: T. Yoneda (Tokyo)

Mathematical considerations of laminar-turbulent transition and vortex thinning in 2D turbulence (I)

(Free Afternoon)

January 12 (Thu):

9:30–10:30: K. Ito (Kobe)

Stationary scattering theory on manifolds with ends (IV)

10:50–11:50: S. Yamada (Gakushuin)

Construction of stationary solutions to the 4+1 Einstein equation with non-spherical black-holes

12:00–13:00: S. Dyatlov (MIT), M. Zworski (Berkeley)

Microlocal methods in chaotic dynamics (III)

14:30–15:30: P. Hintz (Berkeley)

Non-linear stability of Kerr-de Sitter black holes (IV)

15:40–16:40: T. Yoneda (Tokyo)

Mathematical considerations of laminar-turbulent transition and vortex thinning in 2D turbulence (II)

January 13 (Fri):

9:30–10:30: S. Dyatlov (MIT), M. Zworski (Berkeley)

Microlocal methods in chaotic dynamics (IV)

10:50–11:50: K. Abe (Kyoto)

Global well-posedness of the two-dimensional exterior Navier-Stokes equations for non-decaying data

12:00–13:00: T. Yoneda (Tokyo)

Mathematical considerations of laminar-turbulent transition and vortex thinning in 2D turbulence (III)

14:30–15:30: T. Yoneda (Tokyo)

Mathematical considerations of laminar-turbulent transition and vortex thinning in 2D turbulence (IV)

15:40–16:40: Y. Miyamoto (Tokyo)

Intersection number and applications for semilinear elliptic equations with general supercritical growth

Organizers:

M. Zworski (University of California, Berkeley, zworski@math.berkeley.edu)

S. Nakamura (University of Tokyo, shu@ms.u-tokyo.ac.jp)

Support: This workshop is supported by Top Global University Project, MEXT, Japan, Japan Student Services Organization (JASSO), Leading Graduate Course for Frontiers of Mathematical Sciences and Physics (FMSP) and National Science Foundation, USA.

研究集会「2次微分の幾何とその周辺」

2017年1月11日 – 1月13日

東京大学大学院数理科学研究科 002 教室

沖縄科学技術大学院大学及び東京大学大学院数理科学研究科の共同プロジェクトの支援により、標記の研究集会を開催致します。

世話人: , 田所勇樹 (木更津高専), 逆井卓也 (東大数理), 河澄響矢 (東大数理).

Program

1月11日 水曜日

13:00 – 14:00 宮地 秀樹 (阪大理)

Measured foliations と交点数

14:10 – 15:10 宮地 秀樹 (阪大理)

2次微分と height theorem, Jenkins-Strebel の定理

15:30 – 16:30 市川 尚志 (佐賀大学理工)
Arithmetic invariants for families of algebraic curves

1月12日 木曜日

10:00 – 11:00 宮地 秀樹 (阪大理)

Hubbard-Masur の定理

11:10 – 12:10 中西 敏浩 (島根大総合理工)

タイヒミュラー距離のなめらかさについて 1

13:50 – 14:50 小櫃 邦夫 (鹿児島大理)

タイヒミュラー距離のなめらかさについて 2

15:00 – 16:00 野崎 雄太 (東大数理)

モジュラー表現の次元公式の TQFT を用いた導出 1

16:20 – 17:20

議論

1月13日 金曜日

10:00 – 11:00 野崎 雄太 (東大数理)

モジュラー表現の次元公式の TQFT を用いた導出 2

11:10 – 12:10 四之宮 佳彦 (静岡大学教育)

平坦曲面の幾何

13:00 – 14:00 蒲谷 祐一 (北見工大)

Spectral networks

14:00 – 15:00 岩木 耕平 (名大多元数理)

Bridgeland stability and quadratic differentials

ミニワークショップ

「反応拡散系における進行波と広がり波面」

”Traveling Waves and Spreading Fronts in Reaction-Diffusion Systems”

日程： 2017年1月18日 (水) 10:00 ~ 16:15

場所： 東京大学大学院数理科学研究科棟 002 教室

Program

10:00 – 11:00 **Matthieu Alfaro** (University of Montpellier)

”Long range dispersion vs. Allee effect”

11:15 – 12:15 **Xing Liang** (Science and Technology University of China)

”The semi-wave solutions of the KPP equations with free boundaries in almost periodic media”

Lunch

14:00 – 15:00 **Gaël Raou** (Ecole Polytechnique)

”Climate change and the impact of a heterogeneous environment”

15:15 – 16:15 **Thomas Giletti** (University of Lorraine)
”Spreading and extinction in a multidimensional shifting environment”

非整数階微分方程式と環境汚染の数理についてのミニワークショップ

2017年2月9日、東京大学 大学院数理科学研究科

Program

Thursday, February 9

Room 002

16:00-16:40 **Yavar Kian** (Aix-Marseille University) Inverse and direct problem for fractional diffusion equation

16:40-17:20 **Yuri Luchko** (University of Applied Sciences Berlin) Mellin integral transform approach to analysis of the fractional diffusion-wave equations

17:30-18:00 **Yuko Hatano**(University of Tsukuba) Aerosols in Fukushima: Fractional diffusion equation

18:00-18:30 **Shuai Lu** (Fudan University) An application of stochastic parameter estimation

18:30-19:00 **Jin Cheng** (Fudan University) The mathematical model for the contamination problems and related inverse problems

The 12th East Asian School of Knots and Related Topics February 13–16, 2017

Graduate School of Mathematical Sciences
The University of Tokyo

Program Committee :

Jae Choon Cha (POSTECH), Boju Jiang (Peking University),
Gyo Taek Jin (KAIST), Seiichi Kamada (Osaka City University),
Akio Kawauchi (Osaka City University), Ki Hyoung Ko (KAIST),
Toshitake Kohno (University of Tokyo), Yukio Matsumoto (Gakushuin University),
Ruifeng Qiu (East China Normal University), Jiajun Wang (Peking University),
Shicheng Wang (Peking University)

Local Organizing Committee :

Hiroshi Goda, Takahiro Kitayama, Toshitake Kohno (chair),
Kimihiro Motegi, Takuya Sakasai, Yuichi Yamada

Program

13 February MONDAY

LECTURE HALL

09:00–09:10 Opening remarks: Toshitake Kohno

09:10–10:10 **Sangyop Lee** (Chung-Ang University)

Knot types of twisted torus knots

10:30–11:30 **Tamas Kalman** (Tokyo Institute of Technology)

The Homfly polynomial and Floer homology

ROOM 1

13:00–13:25 **Taizo Kanenobu** (Osaka City University)

Classification of ribbon 2-knots presented by virtual arcs with up to four crossings

13:30–13:55 **Sang Youl Lee** (Pusan National University)

On invariants for surface-links satisfying skein relations

14:05–14:30 **Zhiqing Yang** (Dalian University of Technology)

Enhanced brackets

14:35–15:00 **Naoko Kamada** (Nagoya City University)

Virtual doodles and semiquandles

15:30–15:55 **Inasa Nakamura** (University of Tokyo)

Simplifying covering surface-knots by an addition of 1-handles with chart loops

16:00–16:25 **Mizuki Fukuda** (Tohoku University)

On classification of branched twist spins via their knot groups

16:35–17:00 **María de los Angeles Guevara Hernández** (Instituto Potosino de

Investigación Científica y Tecnológica, and Osaka City University)

Infinite families of prime knots with alternation number 1 and dealternating number n

17:05–17:30 **Shin'ya Okazaki** (OCAMI)

Constituent knots of a handlebody-knot

ROOM 2

13:00–13:25 **Ximin Liu** (Dalian University of Technology)

Homologically trivial group actions on elliptic surfaces

13:30–13:55 **Yuuki Tadokoro** (Kisarazu National College of Technology)

Pointed harmonic volume and its relation to extended Johnson homomorphism

- 14:05–14:30 **Naoki Sakata** (Hiroshima University)
 Veering triangulations of mapping tori of some pseudo-Anosov maps arising from Penner’s construction
- 14:35–15:00 **Hyunshik Shin** (KAIST)
 Small asymptotic translation lengths of pseudo-Anosov maps on the curve complex
- 15:30–15:55 **Yi Liu** (BICMR/Peking University)
 Virtual 1-domination onto 3-manifolds
- 16:00–16:25 **Yuta Nozaki** (University of Tokyo)
 Any lens space contains a genus one homologically fibered knot
- 16:35–17:00 **Delphine Moussard** (RIMS, Kyoto University)
 Finite braid group orbits in $\text{Aff}(C)$ -character varieties of the punctured sphere
- 17:05–17:30 **Fumikazu Nagasato** (Meijo University)
 Ghost characters, character varieties and abelian knot contact homology
- 17:35–18:00 **Shinnosuke Suzuki** (Meijo University)
 On a special $\text{SL}(2, C)$ -representation of $\pi_1(\Sigma_2 K)$ (joint work with Fumikazu Nagasato)

ROOM 3

- 13:00–13:25 **Ying Zhang** (Soochow University)
 On Atiyah’s independence conjecture for four points in a hyperbolic plane
- 13:30–13:55 **Yasuhiko Asao** (University of Tokyo)
 Loop homology of some global quotient orbifolds
- 14:05–14:30 **Youngjin Bae** (IBS-CGP)
 Chekanov-Eliashberg algebra for Legendrian graph
- 14:35–15:00 **Youlin Li** (Shanghai Jiao Tong University)
 Fillings of unit cotangent bundles of nonorientable surfaces
- 15:30–15:55 **Byunghye An** (IBS-CGP)
 Grid diagrams for singular knots
- 16:00–16:25 **Hironobu Naoe** (Tohoku University)
 The acyclic 4-manifolds with shadow complexity zero
- 16:35–17:00 **Hyoungjun Kim** (Ewha Womans University)
 Best packing of identical helices
- 17:05–17:30 **Noboru Ito** (University of Tokyo)
 Strong and weak $(1, 3)$ homotopies on knot projections
- 17:35–18:00 **Yusuke Takimura** (Gakushuin Boys’ Junior High School)
 Strong and weak $(1, 2, 3)$ homotopies on knot projections

14 February TUESDAY

LECTURE HALL

- 09:10–10:10 **Shin Satoh** (Kobe University)
 On the double of a surface-link

10:30–11:30 **Yi Ni** (California Institute of Technology)
The realization problem of spherical 3-manifolds

ROOM 1

13:00–13:25 **Jae Choon Cha** (POSTECH)

L^2 -acyclic bordism and Whitney towers

13:30–13:55 **Shengkui Ye** (Xi'an Jiaotong-Liverpool University)

The L^2 -Betti numbers and acylindrically hyperbolicity of matrix groups

14:05–14:30 **Masaaki Suzuki** (Meiji University)

Epimorphisms between two-bridge knot groups and their crossing numbers

14:35–15:00 **Erii Ogawa** (University of Tokyo)

A representation of the category of braided graphs and its applications

15:30–15:55 **Taehee Kim** (Konkuk University)

Unknotted gropes and Whitney towers in 4-space and double sliceness of knots

16:00–16:25 **Gihyeon Lee** (POSTECH)

Controlled chain homotopy and complexity

16:35–17:00 **Bin Yu** (Tongji University)

Smale solenoid attractors and affine Hirsch foliations

17:05–17:30 **Hiroyuki Ishiguro** (University of Tokyo)

Non-contractible orbits for Hamiltonian functions on Riemann surfaces

ROOM 2

13:00–13:25 **Jun O'Hara** (Chiba University)

From energy of knots to regularized Riesz energy of submanifolds

13:30–13:55 **Se-Goo Kim** (Kyung Hee University)

Secondary Upsilon invariants of knots

14:05–14:30 **Byeorhi Kim** (Kyungpook National University)

On the decomposition of finite quandles and inner automorphism groups

14:35–15:00 **Katsumi Ishikawa** (RIMS, Kyoto University)

The automorphism group of a smooth quandle

15:30–15:55 **Zhi Chen** (Hefei University of Technology)

Generalized Lawrence-Krammer representations (LK representations) for Artin groups

16:00–16:25 **Eon-Kyung Lee** (Sejong University)

Conjugacy Problem for Periodic Braids

16:35–17:00 **Zhiyun Cheng** (Beijing Normal University)

Chord index and its ramifications

17:05–17:30 **Migiwa Sakurai** (National Institute of Technology, Ibaraki College)

On n -trivialities of classical and virtual knots for some unknotting operations

ROOM 3

13:00–13:25 **Xiaoming Du** (South China University of Technology)

The extended mapping class groups can be generated by two torsions

- 13:30–13:55 **Genki Omori** (Tokyo Institute of Technology)
 A small normal generating set for the handlebody subgroup of the Torelli group
- 14:05–14:30 **Yongju Bae** (Kyungpook National University) (CANCELED)
 On coloring cover of links
- 14:35–15:00 **Eri Matsudo** (Nihon University)
 On the minimal coloring number of even parallels of links
- 15:30–15:55 **Erika Kuno** (Tokyo Institute of Technology)
 Abelian subgroups of the mapping class groups for non-orientable surfaces
- 16:00–16:25 **Megumi Hashizume** (Nara Women's University)
 Link version of Inoue-Shimizu's result on region crossing change
- 16:35–17:00 **Tsukasa Yashiro** (Sultan Qaboos University)
 On covering diagrams and triple points
- 17:05–17:30 **Amal Al Kharusi** (Sultan Qaboos University)
 A non-trivial surface-knot of genus one having a diagram with two triple points
 is pseudo-ribbon

15 February WEDNESDAY

LECTURE HALL

- 09:10–10:10 **Min Hoon Kim** (KIAS)
 On the bipolar filtration of topologically slice knots
- 10:30–11:30 **Eiko Kin** (Osaka University)
 Braids, orderings and minimal volume cusped hyperbolic 3-manifolds

ROOM 1

- 13:00–13:25 **Sangbum Cho** (Hanyang University)
 The mapping class groups of reducible Heegaard splittings of genus two
- 13:30–13:55 **Teruaki Kitano** (Soka University)
 A polynomial invariant of a homology 3-sphere defined by Reidemeister torsion
- 14:05–14:30 **Yuanyuan Bao** (University of Tokyo)
 The Alexander polynomial of a bipartite graph
- 14:35–15:00 **Kyungbae Park** (KIAS)
 Irreducible 3-manifolds that are not obtained by 0-surgery along a knot
- 15:30–15:55 **Atsushi Mochizuki** (RIMS, Kyoto University)
 On a quantum representation of the mapping class group through the LMO
 invariant in the case of genus one
- 16:00–16:25 **Fengling Li** (Dalian University of Technology)
 Essential subsurfaces and self-amalgamations of 3-manifolds
- 16:35–17:00 **Sheng Bai** (Peking University)
 Counterexamples to the quadriseccant approximation conjecture

17:05–17:30 **Eri Kamikawa** (FMS, Meiji University)

Yuumu Rikiishi (FMS, Meiji University)

Kazushi Ahara (FMS, Meiji University)

Towards an integrated knot diagram editor that allows us to manipulate Reidemeister moves

ROOM 2

13:00–13:25 **Yanqing Zou** (Dalian Minzu University)

The R^3 and metrics on the curve complex

13:30–13:55 **Sangrok O** (KAIST)

Quasi-isometric classification of planar graph 2-braid groups

14:05–14:30 **Takuya Katayama** (Hiroshima University)

An obstruction to the existence of embeddings between right-angled Artin groups

14:35–15:00 **Qiang Zhang** (Xi'an Jiaotong University)

Fixed subgroups in direct products of free and surface groups

15:30–15:55 **Teruhisa Kadokami** (Kanazawa University)

Analytic function for an infinite family of graphs via Blaschke product (joint work with Akio Kawauchi (OCAMI))

16:00–16:25 **Jieon Kim** (Osaka City University)

Marked graph diagrams of immersed surface-links

16:35–17:00 **Celeste Damiani** (Osaka City University)

The many faces of Loop Braid Groups

17:05–17:30 **Jun Yoshida** (University of Tokyo)

Relative settings in differential topology

ROOM 3

13:00–13:25 **Youngjin Cho** (KAIST)

A structure of the automorphism groups on connected, large-type and triangle-free Artin groups

13:30–13:55 **Ye Liu** (Hokkaido University)

Second mod 2 homology of Artin groups

14:05–14:30 **Takefumi Nosaka** (Kyushu University)

Milnor invariants via unipotent Magnus embeddings

14:35–15:00 **Seonmi Choi** (Kyungpook National University)

Rack homology groups of certain finite quandles via permutations

15:30–15:55 **Hongzhu Gao** (Beijing Normal University)

Some polynomial invariants of virtual string links

16:00–16:25 **Kodai Wada** (Waseda University)

Link invariants of Milnor type

16:35–17:00 **Bo-hyun Kwon** (Korea University)

Rectangle condition and a family of alternating 3-bridge knots

17:05–17:30 **Kazuto Takao** (RIMS, Kyoto University)

On bridge positions and bridge decompositions

16 February THURSDAY

LECTURE HALL

09:10–10:10 **Hiroshi Goda** (Tokyo University of Agriculture and Technology)

Twisted Alexander invariants and Hyperbolic volume of knots

10:30–11:30 **Yin Tian** (Yau Mathematical Sciences Center, Tsinghua University)

A categorification of super Hopf algebra $U_tsl(1|1)$ via contact topology

11:30–11:40 Closing remarks

The 2nd Higher dimensional algebraic geometry Echigo Yuzawa symposium

February 13 – February 17, 2017

Yuzawa-cho Kouminkan, Niigata, Japan

Organizers: Yujiro Kawamata, Yoshinori Gongyo, Yusuke Nakamura

Program

Monday, February 13

15:30 – 16:30 **Yusuke Nakamura** (The University of Tokyo) New formulation of the number of rational points on singular Fano varieties over a finite field

16:50 – 17:50 **Chen Jiang** (IPMU) Remarks on Kawamata's effective non-vanishing conjecture

Tuesday, February 14

9:20 – 10:20 **Kenta Sato** (The University of Tokyo) General hyperplane sections of 3-folds in positive characteristic

10:40 – 11:40 **Akiyoshi Sannai** (RIMS, Kyoto University) Abelian varieties in positive characteristic

14:00 – 15:00 **Yoshinori Gongyo** (The University of Tokyo) Note on extremal rays on the cone of movable curves

15:20 – 16:20 **Taro Sano** (Kobe University) Deformations of VNC Calabi-Yau varieties

Wednesday, February 15

9:30 – 12:00 Free discussion

14:00 – 16:00 Free discussion

Thursday, February 16

9:20 – 10:20 **Atsushi Ito** (Kyoto University) On derived equivalence and Grothendieck ring of varieties

10:40 – 11:40 **Katsuhisa Furukawa** (The University of Tokyo) Dimension of the space of conics on Fano hypersurfaces

14:00 – 15:00 **Takehiko Yasuda** (Osaka University) A refinement of the motivic Serre invariant vspace2mm

15:20 – 16:20 **Yujiro Kawamata** (The University of Tokyo) A remark on a theorem of Fujita

Friday, February 17

9:20 – 10:20 **Keiji Oguiso** (The University of Tokyo) Higher dimensional projective manifolds with primitive automorphisms of positive entropy

10:40 – 11:40 **Chenyang Xu** (Beijing International Center of Mathematics Research) Moduli space of smoothable K-semistable Q-Fano varieties

Inverse problems and medical imaging

February 13 – February 17, 2017,
東京大学 大学院数理科学研究科

Program

Monday, February 13

14:00-16:15 **Yoko Hoshi** (Hamamatsu University, School of Medicine) Overview of near-infrared optical imaging and its clinical applications

16:30-17:30 **Hiroyuki Kudo** (University of Tsukuba) Fundamentals of statistical image reconstruction in medical X-ray CT, SPECT, and PET

Tuesday, February 14

10:00-11:00 **Jin Keun Seo** (Yonsei University) Medical imaging techniques using electromagnetic radiations short break

11:15-12:15 **Jin Keun Seo** (Yonsei University) Deep Learning for medical image analysis

14:00-15:00 **Vadim A. Markel** (Aix-Marseille Université) Nonlinear inverse scattering problem: New approaches (I)

15:15-16:15 **Jijun Liu** (Southeast University) Reconstruction of nonsmooth refractive index of scattering media by dynamical regularizing scheme

Wednesday, February 15

11:15-12:15 **Vadim A. Markel** (Aix-Marseille Université) Nonlinear inverse scattering problem: New approaches (II)

14:00-14:45 **Goro Nishimura** (Hokkaido University) Optical tomography for near-infrared fluorescence imaging

15:00-15:45 **Kernel Prieto** (Hokkaido University) A new scheme for the time-domain fluorescence imaging of a semi-infinite turbid medium: Monte Carlo evaluation

16:00-16:45 **Takashi Ohe** (Okayama University of Science) Algebraic reconstruction of moving monopolar wave sources from boundary measurements

Thursday, February 16

11:00-11:45 **Haibing Wang** (Southeast University) Numerical approach for inverse scattering problems

14:00-14:45 **Hisao Hayakawa** (Kyoto University) Inverse estimation of environmental properties by using a non-Gaussian probe

15:00-15:45 **Manabu Machida** (Hamamatsu University, School of Medicine) Transport-based optical tomography algorithms by rotated reference frames

16:00-16:45 **Guanghui Hu** (Beijing Computational Science Research Centre) Uniqueness and stability for inverse scattering problems

Friday, February 17

11:00-11:45 **Eiji Okada** (Keio University) Monte Carlo simulation of near-infrared light propagation in head models

14:00-14:45 **Masayuki Umemura** (University of Tsukuba) Novel challenge for radiative transfer solver in astrophysics

15:00-15:45 **Hiroyuki Fujii** (Hokkaido University) Numerical solver of the 3D radiative transfer equation in turbid media with anisotropic scattering based on the discrete ordinates method

16:00-16:45 **Okito Yamashita** (ATR) Probabilistic image reconstruction algorithm of diffuse optical tomography for human functional brain imaging

研究集会「生命動態とその数理」

平成 29 年 2 月 19 日 (日)~2 月 21 日 (火)

松江エクセルホテル東急, 〒690-0003 島根県松江市朝日町 590

Program

2 月 19 日 (日)

14:00-14:30 礪波一夫 (東大・医)・金井政宏 (東大・数理)

内皮細胞動態の統計的性質

14:40-15:10 由良文孝 (はこだて未来大・複雑系)

血管新生の新しい数理モデル

15:30-16:00 林 達也 (東大・数理科学)

心筋細胞の同期モデル

16:10 - 17:00 座長：栗原裕基 (東大・医)

質疑応答 (今後の展望について)

2月20日(月)

10:00-10:45 中田行彦 (島根大・総合理工)

感染症数理モデルのダイナミクス：免疫減衰と再感染

10:55-11:40 大槻道夫 (島根大・総合理工)

粉体の剛性率：粒子間摩擦と雪崩の影響

13:20-13:40 中田庸一 (東大・iBMath)

ChIA-PET データに基づくクロマチン空間構造の解析

13:50-15:10 竹内 隆 (鳥取大・医)

(特別講演) マウスとイモリを用いた再生研究～再生能の違いは何が決めるか？

15:30-16:15 和田洋一郎 (東大・アイソトープ総合センター)

Dynamic chromatin movement in stimulated endothelial cells suggested by interactome analysis

16:30- 17:00 児玉大樹 (東大・iBMath)

TBA

18:00-20:00

懇談会「生命動態の階層構造の理解に向けて」(会場：アイビー)

2月21日(火)

10:00-10:45 齋藤保久 (島根大・総合理工)

生物的防除における系の大域漸近安定性とリミットサイクルについて

11:00-11:20 比留間英・高村正志 (東大・iBMath)

転写ダイナミクスの情報解析と数理

11:30-12:00 井原茂男 (東大・iBMath)

転写の機構解明の現状について

環境数理スタディグループ

2017年2月22日～2月28日 東京大学大学院数理科学研究科

Program 2月22日：10:30-12:00

和田洋一郎・東京大学アイソトープ総合センター・教授、

羽田野祐子・筑波大学機能工学系・教授、

川西 琢也・金沢大学理工研究域 自然システム学系・准教授

による課題提供、説明

2月22日-2月28日

各班にわかれて課題解決のためのワーク

2月28日：14:00-16:00
最終報告会、課題提供企業との議論

数学の魅力6

2017年3月19日
大学院数理科学研究科大講義室

Program

11:30 開場・受付開始 (11:00 ランチ交流会参加の方の受付開始)
11:30-12:30 ランチ交流会
13:00 ごあいさつ 東京大学大学院数理科学研究科長 河野 俊丈
13:10-14:00 自然現象を数列で見よう！早稲田大学グローバルエデュケーションセンター
助手 佐々木 多希子
14:00-14:20 学生紹介・休憩
14:20-15:10 数学とわたし：好きこそものの……一般向け科学（主に数学）啓蒙書翻訳家
富永 星
15:10-15:30 休憩 15:30-16:20 数学でせまる錯視のなぞ 東京大学大学院数理科学研究科 教授
新井 仁之
16:30-17:30 全体質疑応答および交流会
17:30 終了

Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop 2017

March 16 – March 17, 2017

Seminar Room 1 in the Isaac Newton Institute, Cambridge, UK

Organizers: Caucher Birkar, Yoshinori Gongyo, Giovanni Rosso, Roberto Svaldi,
Shunsuke Takagi

Program

Thursday, March 16

10:00 – 11:00 **Ruadhair Dervan** (University of Cambridge) A Harder-Narasimhan filtration for unstable Fano varieties

11:30 – 12:30 **Julius Ross** (University of Cambridge) Variation of Moduli Spaces of Sheaves

14:00 – 15:00 **Hironu Tanaka** (Imperial College London) Purely log terminal threefolds with non-normal centres

15:30 – 16:30 **Andrea Fanelli** (University of Duesseldorf) Del Pezzo fibrations in positive characteristic

16:30 – 18:00 **Akihiro Kanemitsu** (The University of Tokyo) Fano n -folds with ample

vector bundles of rank $n-2$ whose adjoint bundles are trivial

Friday, March 16

9:30 – 10:30 **Takeru Fukuoka** (The University of Tokyo) On the existence of almost Fano threefolds with del Pezzo fibrations

11:00 – 12:00 **Tyler Kelly** (University of Cambridge) A Toric Orlov Theorem via Landau-Ginzburg Models

13:30 – 14:30 **Gabriele Di Cerbo** (Columbia University) Log birational boundedness of Calabi-Yau pairs

15:00 – 16:00 **Yusuke Nakamura** (The University of Tokyo) Rational points on log Fano threefolds over a finite field

16:15 – 17:15 **Sho Ejiri** (The University of Tokyo) Weak positivity theorem and Iitaka's conjecture for 3-folds in positive characteristic

Directions in Group Theory and Geometry

March 28, 2017

Room 002, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Tuesday, March 28

10:00 – 10:50 **Alexander A. Ivanov** (Imperial College London)
Character theoretical methods in Majorana Theory.

11:00 – 11:50 **Elena Konstantinova** (Sobolev Institute of Mathematics and Novosibirsk State University)
Spectral properties of the Star graphs.

13:30 – 14:20 **Hiraku Nakajima** (RIMS, Kyoto University)
Informal talk on Coulomb branches and vertex algebras.

14:30 – 15:20 **Ian Grojnowski** (University of Cambridge)
From exceptional groups to Del Pezzo surfaces, and simultaneous log resolutions.

15:40 – 16:30 **Kyoji Saito** (IPMU, The University of Tokyo)
Towards elliptic Lie groups.

16:40 – 17:30 **Hidetaka Sakai** (The University of Tokyo)
A rigid irreducible Fuchsian q -difference equation can be reduced to a 1st order equation by integral transformation.

6. 談 話 会

Colloquium

日時：4月8日（金）15:30～16:30

場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室

講師：François Apery 氏 (l'IRMA á Strasbourg)

題目：Using mathematical objects

日時：5月27日（金）15:30～16:30

場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室

講師：北山 貴裕 氏（東京大学大学院数理科学研究科）

題目：線形表現のモジュライ空間と3次元多様体の分解について

日時：6月24日（金）15:30～16:30

場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室

講師：権業 善範 氏

題目：極小モデル理論の進展とその周辺

日時：10月4日（金）15:30～16:30

場所：数理科学研究科棟（駒場）002号室

講師：Odo Diekmann 氏 (Utrecht University)

題目：Waning and boosting : on the dynamics of immune status

日時：11月25日（金）15:30～16:30

場所：数理科学研究科棟（駒場）056号室

講師：米田 剛 氏（東京大学大学院数理科学研究科）

題目：軸対称 Euler 方程式による plusatile flow の不安定化現象の純粋数学的洞察

日時：12月7日（水）15:30～16:30

場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室

講師：Uwe Jannsen 氏 (Regensburg/東大数理)

題目：On a conjecture of Bloch and Kato, and a local analogue.

日時：2017年3月21日（火）14:45～15:40

場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室

講師：片岡 清臣 氏（東京大学大学院数理科学研究科）

題目：超局所解析と代数解析を巡って

日時：2017年3月21日（火）16:00～17:00

場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室

講師：舟木 直久 氏（東京大学大学院数理科学研究科）

題目：確率解析とともに歩んだ40年 — 統計物理の諸問題に動機づけられて —

7. 公開セミナー

Seminars

複素解析幾何セミナー

日時：4月11日(月)10:30–12:00

講師：足助 太郎 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Defining the Julia sets on CP^2

日時：4月18日(月)10:30 – 12:00

講師：小櫃 邦夫 (鹿児島大学)

題目：Weil-Petersson 計量の漸近展開についての最近の進展

日時：4月25日(月)10:30 – 12:00

講師：山盛 厚伺 (台湾中央研究院)

題目：The representative domain and its applications

日時：5月9日(月)10:30 – 12:00

講師：厚地 淳 (慶應義塾大学)

題目：Nevanlinna type theorems for meromorphic functions on negatively curved Kähler manifolds

日時：5月16日(月)10:30 – 12:00

講師：泊 昌孝 (日本大学)

題目：2次元正規小平特異点の正規化接錐の被約性による特徴づけと、特異点解消および極大イデア
ル因子の性質

日時：5月23日(月)10:30 – 12:00

講師：鍋島 克輔 (徳島大学)

題目：A computation method for algebraic local cohomology and its applications

日時：5月30日(月)10:30 – 12:00

講師：大沢 健夫 (名古屋大学)

題目：レビ平坦面の幾何と $\bar{\partial}$ -方程式

日時：6月6日(月)10:30 – 12:00

講師：菊田 伸 (工学院大学)

題目：対数的標準束の正值性の退化と完備ケーラー・アインシュタイン計量の境界挙動

日時：6月13日(月)10:30 – 12:00

講師：足立 真訓 (東京理科大学)

題目：複素射影平面内のレビ平坦面の曲率制約について

日時：6月20日(月)10:30 – 12:00

講師：松村 慎一 (東北大学)

題目：A transcendental approach to injectivity theorems for log canonical pairs

日時：6月27日(月)10:30 – 12:00

講師：小池 貴之 (京都大学)

題目：On a higher codimensional analogue of Ueda theory and its applications

日時：10月3日(月)10:30 – 12:00

講師：島内 宏和 (山梨英和大学)

題目：Visualizing the radial Loewner flow and the evolution family

日時：10月17日(月)10:30 – 12:00

講師：野村 隆昭 (九州大学)

題目：等質開凸錐の実現

日時：10月24日(月)10:30 – 12:00

講師：清水 悟 (東北大学)

題目：Structure and equivalence of a class of tube domains with solvable groups of automorphisms

日時：10月31日(月)10:30 – 12:00

講師：石井 豊 (九州大学)

題目：Henon 写像族のパラメータ空間におけるホースシュー領域について

日時：11月7日(月)10:30 – 12:00

講師：伊師 英之 (名古屋大学)

題目：管状領域の Paley-Wiener 型定理と指数型分布族

日時：11月14日(月)10:30 – 12:00

講師：濱野 佐知子 (大阪市立大学)

題目：種数有限の開リーマン面が誘導するユークリッドスパンと擬凸領域

日時：11月21日(月)10:30 – 12:00

講師：野瀬 敏洋 (福岡工業大学)

題目：局所ゼータ関数の漸近解析と有理型関数としての解析接続について

日時：11月28日(月)10:30 – 12:00

講師：中村 聡 (東北大学)

題目：偏極トーリック多様体の対数的チャウ準安定性について

日時：12月5日(月)10:30 – 12:00

講師：大場 貴裕 (東京工業大学)

題目：Stein 充填を無限個もつ高次元接触多様体の構成について

日時：12月12日(月)10:30 – 12:00

講師：川上 裕 (金沢大学)

題目：完備極小曲面の研究の最近の進展について

日時：2017年1月16日(月)10:30 – 12:00

講師：Dinh Tuan Huynh (大阪大学)

題目：A geometric second main theorem

日時：2017年1月23日(月)10:30 – 12:00

講師：野口潤次郎(東京大学)

題目：A unified proof of Cousin I, II and \bar{d} -equation on domains of holomorphy

日時：2017年2月13日(月)10:30 – 12:00

講師：Qi'an Guan(北京大学)

題目：A Characterization of regular points by Ohsawa-Takegoshi Extension Theorem

日時：2017年3月6日(月)10:00 – 11:30

講師：Vladimir Matveev(University of Jena)

題目：Projective and c -projective metric geometries: why they are so similar

代数幾何学セミナー

日時：4月11日(月)15:30 – 17:00

講師：Piotr Pragacz(Institute of Mathematics, Polish Academy of Sciences)

題目：Gysin maps, duality and Schubert classes

日時：4月19日(月)15:30 – 17:00

講師：小木曾啓示(東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Isomorphic quartic K3 surfaces and Cremona transformations

日時：4月26日(火)15:30 – 17:00

講師：尾高悠志(京大数学教室)

題目：A gentle introduction to K-stability and its recent development

日時：5月17日(火)15:30 – 17:00

講師：伊藤敦(京大数学教室)

題目：On dual defects of toric varieties

日時：5月24日(火)15:30 – 17:00

講師：山ノ井克俊(大阪大学)

題目：ON PSEUDO KOBAYASHI HYPERBOLICITY OF SUBVARIETIES OF ABELIAN VARIETIES

日時：5月31日(火)15:30 – 17:00

講師：渡邊究(埼玉大理)

題目：A Characterization of Symplectic Grassmannians

日時：6月20日(月)14:45 – 16:15

講師：Zhixian Zhu(KIAS)

題目：Fujita's freeness conjecture for 5-fold

日時：6月20日(月)16:30 – 18:00

講師：De-Qi Zhang(National University of Singapore)

題目：BUILDING BLOCKS OF POLARIZED ENDOMORPHISMS OF NORMAL PROJECTIVE VARIETIES

日時 : 6月27日(月)15:30 – 17:00

講師 : Christopher Hacon (University of Utah)

題目 : Generic vanishing and birational geometry in char $p > 0$

日時 : 7月5日(火)15:30 – 17:00

講師 : Dulip Piyaratne (IPMU)

題目 : Generalized Bogomolov-Gieseker type inequality for Fano 3-folds

日時 : 7月12日(火)15:30 – 17:00

講師 : Kenji Matsuki (Purdue/RIMS)

題目 : Hypersurfaces of maximal contact and jumping phenomenon in the problem of resolution of singularities in positive characteristic

日時 : 7月25日(月)13:30 – 15:00

講師 : 鈴木 文顕 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Birational rigidity of complete intersections

日時 : 7月25日(月)15:30 – 17:00

講師 : 谷本 祥 (University of Copenhagen)

題目 : On the geometry of thin exceptional sets in Manin's conjecture

日時 : 10月4日(火)15:30 – 17:00

講師 : 鈴木 拓 (早稲田大学)

題目 : Higher order minimal families of rational curves and Fano manifolds with nef Chern characters

日時 : 10月11日(火)15:30 – 17:00

講師 : 江尻 祥 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : On varieties with splittings of relative Frobenius morphisms of Albanese maps

日時 : 10月25日(火)15:30 – 17:00

講師 : Yongnam Lee (KAIST/RIMS)

題目 : \mathbb{Q} -Gorenstein deformation theory and its applications to algebraic surfaces

日時 : 11月8日(火)15:30 – 17:00

講師 : 橋詰 健太 (京都大学数学教室)

題目 : Minimal model theory for relatively trivial log canonical pairs

日時 : 11月29日(火)15:30 – 17:00

講師 : Karl Schwede (University of Utah)

題目 : Etale fundamental groups of F -regular schemes

日時 : 2017年1月27日(金)14:00 – 15:30

講師 : Luca Tasin (Roma Tre University)

題目 : On the number and boundedness of minimal models of general type

日時：2017年1月27日(金)16:00 – 17:30
講師：Roberto Svaldi (University of Cambridge/SISSA)
題目：Adjoint dimension of foliations

日時：2017年2月7日(火)15:30 – 17:00
講師：Chenyang Xu (Beijing International Center of Mathematics Research)
題目：Stability theory of a klt singularity I

日時：2017年2月10日(月)14:00 – 15:30
講師：Chenyang Xu (Beijing International Center of Mathematics Research)
題目：Stability theory of a klt singularity II

東京確率論セミナー

日時：4月18日(月)16:50 – 18:20
講師：李 嘉衣 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Sharp interface limit for one-dimensional stochastic Allen-Cahn equation with Dirichlet boundary condition

日時：4月25日(月)16:50 – 18:20
講師：中島 秀太 (京都大学数理解析研究所)
題目：Concentration results for directed polymer with unbounded jumps

日時：5月9日(月)16:50 – 18:20
講師：河本 陽介 (九州大学大学院数理学府)
題目：無限粒子系の拡散過程の密度保存性について

日時：5月16日(月)16:50 – 18:20
講師：俣野 博 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Generation and propagation of fine transition layers for the Allen-Cahn equation with mild noise

日時：5月23日(月)16:50 – 18:20
講師：Fabrice Baudoin (Department of mathematics, Purdue university)
題目：Sub-Riemannian diffusions on foliated manifolds

日時：5月30日(月)16:50 – 18:20
講師：大塚 隆史 (首都大学東京大学院理工学研究科)
題目：シェルピンスキー・ガスケツト上の自己回避過程の族のくりこみ群の方法を用いた解析

日時：6月13日(月)16:50 – 18:20
講師：得重 雄毅 (京都大学数理解析研究所)
題目：Jump processes on boundaries of random trees

日時：7月4日(月)16:50 – 18:20
講師：難波 隆弥 (岡山大学大学院自然科学研究科)
題目：Central limit theorems for non-symmetric random walks on nilpotent covering graphs

日時：7月11日(月)15:00 – 16:30

講師：Jin Feng (University of Kansas)

題目：An introduction to Hamilton-Jacobi equation in the space of probability measures

日時：7月11日(月)16:50 – 18:20

講師：上山 大信 (明治大学大学院先端数理科学研究科)

題目：ある化学反応系のモデリングとそのシミュレーション解析

日時：7月25日(月)16:50 – 18:20

講師：謝 賓 (信州大学理学部数学科)

題目：Intermittent property of parabolic stochastic partial differential equations

日時：10月3日(月)16:50 – 18:20

講師：星野 壮登 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Coupled KPZ equations and complex-valued stochastic Ginzburg-Landau equation

日時：11月21日(月)16:50 – 18:20

講師：永幡 幸生 氏 (新潟大学 工学部)

題目：On scaling limit of a cost in adhoc network model

日時：12月12日(月)16:50 – 18:20

講師：秋元 琢磨 (慶應義塾大学)

題目：異常拡散におけるエルゴード性の破れとサンプル依存性

日時：2017年1月16日(月)16:50 – 18:20

講師：桑田 和正 (東京工業大学理学院)

題目：Monotonicity and rigidity of the W-entropy on RCD $(0, N)$ spaces

日時：2017年1月30日(月)16:50 – 18:20

講師：三角 淳 (高知大学理学部)

題目：フラクタル格子上的長距離浸透モデルとランダムウォーク

日時：2017年2月13日(月)16:50 – 18:20

講師：横山 聡 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Sharp interface limit for stochastically perturbed mass conserving Allen-Cahn equation

トポロジー火曜セミナー

日時：4月5日(火)17:00 – 18:30

講師：北山 貴裕 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Torsion invariants and representation varieties for non-positively curved cube complexes

日時：4月12日(火)17:00 – 18:30

講師：Aniceto Murillo (Universidad de Malaga)

題目：Homotopy theory of differential graded Lie algebras

日時：4月19日(火)17:00 – 18:30

講師：Błżej Szepietowski (Gdansk University)

題目：Topological rigidity of finite cyclic group actions on compact surfaces

日時：4月26日(火)17:00 – 18:30

講師：植木 潤 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Arithmetic topology on branched covers of 3-manifolds

日時：5月10日(火)17:00 – 18:30

講師：小鳥居 祐香 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：On Milnor's link-homotopy invariants for handlebody-links

日時：5月17日(火)17:00 – 18:30

講師：正井 秀俊 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Some dynamics of random walks on the mapping class groups

日時：5月24日(火)17:00 – 18:30

講師：田中 心 (東京学芸大学)

題目：Independence of Roseman moves for surface-knot diagrams

日時：5月31日(火)17:00 – 18:30

講師：Benoît Guerville-Ballé (東京学芸大学)

題目：A linking invariant for algebraic curves

日時：6月7日(火)17:00 – 18:30

講師：早野 健太 (慶應義塾大学)

題目：Topology of holomorphic Lefschetz pencils on the four-torus

日時：6月14日(火)17:00 – 18:30

講師：粕谷 直彦 (青山学院大学)

題目：Non-Kähler complex structures on R^4

日時：6月21日(火)17:00 – 18:30

講師：伊藤 昇 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Spaces of chord diagrams of spherical curves

日時：6月28日(火)17:00 – 18:30

講師：見村 万佐人 (東北大学)

題目：Strong algebraization of fixed point properties

日時：7月12日(火)17:00 – 18:30

講師：John Parker (Durham University)

題目：Non-arithmetic lattices

日時：7月19日(火)17:00 – 18:30

講師：渡邊 陽介 (University of Hawaii)

題目：The geometry of the curve graphs and beyond

日時：9月27日(火)17:00 – 18:30

講師：藤内 翔太 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：CAT(0) properties for orthoscheme complexes

日時：10月11日(火)17:00 – 18:30

講師：河澄 響矢 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：The Kashiwara-Vergne problem and the Goldman-Turaev Lie bialgebra in genus zero

日時：10月18日(火)17:00 – 18:30

講師：橋本 義武 (東京都市大学)

題目：拡大 W 代数に対する共形場理論

日時：11月1日(火)17:00 – 18:30

講師：大場 貴裕 (東京工業大学)

題目：Higher-dimensional contact manifolds with infinitely many Stein fillings

日時：11月8日(火)17:00 – 18:30

講師：秋田 利之 (北海道大学)

題目：Second mod 2 homology of Artin groups

日時：11月15日(火)17:00 – 18:30

講師：逆井 卓也 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Cohomology of the moduli space of graphs and groups of homology cobordisms of surfaces

日時：11月22日(火)17:00 – 18:30

講師：内藤 貴仁 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Sullivan's coproduct on the reduced loop homology

日時：11月29日(火)17:30 – 18:30

講師：千葉 逸人 (九州大学)

題目：一般化スペクトル理論とその結合振動子系のダイナミクスへの応用

日時：12月6日(火)17:00 – 18:30

講師：吉田 建一 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Union of 3-punctured spheres in a hyperbolic 3-manifold

日時：12月13日(火)17:00 – 18:30

講師：三松 佳彦 (中央大学)

題目：3次元多様体上の平面場とそれに接する非圧縮流の漸近的絡み目

日時：12月20日(火)17:00 – 18:30

講師：Irene Pasquinelli (Durham University)

題目：Deligne-Mostow lattices and cone metrics on the sphere

日時：2017年1月10日(火)17:00 – 18:00
講師：斎藤 俊輔 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Stability of anti-canonically balanced metrics

日時：2017年1月10日(火)18:00 – 19:00
講師：林 晋 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Topological Invariants and Corner States for Hamiltonians on a Three Dimensional Lattice

日時：2017年1月17日(火)17:30 – 18:30
講師：杉山 聡 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On an application of the Fukaya categories to the Koszul duality

日時：2017年1月24日(火)17:00 – 18:00
講師：折田 龍馬 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：閉シンプレクティック多様体上のハミルトン力学系における無限個の非可縮周期軌道の存在について

日時：2017年1月24日(火)18:00 – 19:00
講師：川口 徳昭 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Quantitative shadowing property, shadowable points, and local properties of topological dynamical systems

日時：2017年2月20日(月)17:00 – 18:30
講師：Jørgen Ellegaard Andersen (Aarhus University)
題目：The Verlinde formula for Higgs bundles

日時：2017年3月8日(水)17:00 – 18:30
講師：Arthur Soulié (Université de Strasbourg)
題目：Action of the Long-Moody Construction on Polynomial Functors

日時：2017年3月10日(金)17:00 – 18:30
講師：Lizhen Ji (University of Michigan)
題目：Satake compactifications and metric Schottky problems

Lie 群・表現論セミナー

日時：4月12日(火)17:00 – 18:30
講師：Piotr Pragacz (Institute of Mathematics, Polish Academy of Sciences)
題目：Universal Gysin formulas for flag bundles

日時：7月5日(火)17:00 – 18:00
講師：服部 俊昭 (東工大・理・数学)
題目：清水の補題の一般化について

日時：2017年3月10日(金)17:00 – 18:30
講師：Lizhen Ji (University of Michigan, USA)
題目：Satake compactifications and metric Schottky problems

数値解析セミナー

日時：4月4日(月)16:30 - 18:00

講師：Eric Chung (Chinese University of Hong Kong)

題目：Staggered discontinuous Galerkin methods for the incompressible Navier-Stokes equations

日時：4月18日(月)16:30 - 18:00

講師：柏原 崇人 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：滑らかな領域における有限要素法の誤差評価について

日時：5月9日(月)16:30 - 18:00

講師：田中 健一郎 (武蔵野大学工学部)

題目：重み付きハーディ空間における関数近似公式および数値積分公式の設計に対するポテンシャル論的アプローチ

日時：5月23日(月)16:30 - 18:00

講師：保國 恵一 (筑波大学システム情報系)

題目：最小二乗問題に対する内部反復前処理とその応用

日時：6月13日(月)16:30 - 18:00

講師：鈴木 厚 (大阪大学サイバーメディアセンター)

題目：Dissection: A direct solver with kernel detection for finite element matrices

日時：7月11日(月)16:30 - 18:00

講師：藤原 宏志 (京都大学大学院情報学研究科)

題目：Towards fast and reliable numerical computations of the stationary radiative transport equation

日時：10月31日(月)16:50 - 18:20

講師：鍾 菁廣 (大阪大学サイバーメディアセンター)

題目：半導体における量子流体方程式系の数値解法

日時：11月21日(月)16:50 - 18:20

講師：Sotirios E. Notaris (National and Kapodistrian University of Athens)

題目：Gauss-Kronrod quadrature formulae

日時：2017年1月16日(月)16:50 - 18:20

講師：河原田 秀夫 (AMSOK, 千葉大学)

題目：炭酸カルシウム Scale (湯あか) 形成の抑止原理の解明

解析学火曜セミナー

日時：4月12日(火)16:50 - 18:20

講師：Jussi Behrndt (Graz University of Technology)

題目：Scattering matrices and Dirichlet-to-Neumann maps

日時：4月26日(火)16:50 - 18:20

講師：松原 宰栄 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：On microlocal analysis of Gauss-Manin connections for boundary singularities

日時：6月14日(火)16:50 – 18:20
講師：新國 裕昭 (前橋工科大学)
題目：Schrödinger operators on a periodically broken zigzag carbon nanotube

日時：6月21日(火)16:50 – 18:20
講師：廣川 真男 (広島大学大学院工学研究院)
題目：量子 Rabi 模型に対する Hepp-Lieb-Preparata 量子相転移について

日時：6月28日(火)16:50 – 18:20
講師：Georgi Raikov (The Pontificia Universidad Católica de Chile)
題目：Discrete spectrum of Schrödinger operators with oscillating decaying potentials

日時：7月12日(火)16:50 – 18:20
講師：X. P. Wang (Université de Nantes, France)
題目：Gevrey estimates of the resolvent and sub-exponential time-decay

日時：10月25日(火)16:50 – 18:20
講師：山根 英司 (関西学院大学理工学部数理科学科)
題目：可積分離散非線型シュレーディンガー方程式の漸近解析

日時：11月29日(火)16:50 – 18:20
講師：庄司 直高 (筑波大学大学院数理物質科学研究科)
題目：Interior transmission eigenvalue problems on manifolds

日時：12月6日(火)16:50 – 18:20
講師：Horia Cornean (オールボー大学、デンマーク)
題目：On the trivialization of Bloch bundles and the construction of localized Wannier functions

日時：12月13日(火)16:50 – 18:20
講師：Hans Christianson (North Carolina State University)
題目：Distribution of eigenfunction mass on some really simple domains

PDE 実解析研究会

日時：4月27日(水)15:00 – 16:00
講師：Elijah Lifyand (Bar-Ilan University, Israel)
題目：Fourier transform versus Hilbert transform

日時：7月12日(火)10:20 – 11:00
講師：Piotr Rybka (University of Warsaw)
題目：Special cases of the planar least gradient problem

日時：7月12日(火)11:20 – 12:00
講師：Monika Muszkieta (Wroclaw University of Science and Technology)
題目：The total variation flow in H^{-s}

日時 : 7月12日(火)12:10 – 12:50
講師 : Elio Espejo (National University of Colombia)
題目 : The role of convection in some Keller-Segel models

日時 : 7月12日(火)14:20 – 15:00
講師 : Amru Hussein (TU Darmstadt)
題目 : Global Strong L^p Well-Posedness of the 3D Primitive Equations

日時 : 8月29日(月)10:30 – 11:30
講師 : Nguyen Cong Phuc (Louisiana State University)
題目 : The Navier-Stokes equations: stationary existence, conditional regularity,
and self-similar singularities

日時 : 10月11日(火)10:30 – 11:30
講師 : Nam Quang Le (Indiana University)
題目 : Global solutions to the second boundary value problem of the prescribed affine mean curvature
and Abreu's equations

日時 : 11月22日(火)10:30 – 11:30
講師 : Yannick Sire (Johns Hopkins University)
題目 : De Giorgi conjecture and minimal surfaces for integro-differential operators

日時 : 12月20日(火)10:30 – 11:30
講師 : Nader Masmoudi (Courant Institute, NYU)
題目 : On the stability of the 3D Couette Flow (English)

代数学コロキウム

日時 : 4月13日(水)17:30 – 18:30
講師 : 玉川 安騎男 (京都大学数理解析研究所)
題目 : Semisimplicity of geometric monodromy on étale cohomology (joint work with Anna Cadoret and
Chun Yin Hui)

日時 : 4月20日(水)17:00 – 18:00
講師 : 戸次 鵬人 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : On periodicity of geodesic continued fractions

日時 : 4月27日(水)16:30 – 17:30
講師 : 大井 雅雄 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : On the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations

日時 : 5月11日(水)17:30 – 18:30
講師 : Wiesława Nizioł (CNRS & ENS de Lyon)
題目 : Syntomic complexes and p-adic nearby cycles

日時 : 5月18日(水)17:00 – 18:00

講師 : 片岡 武典 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : A consequence of Greenberg's generalized conjecture on Iwasawa invariants of Z_p -extensions

日時 : 6月8日(水)16:00 – 17:00

講師 : Bruno Kahn (Institut de mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche)

題目 : Torsion order of smooth projective surfaces

日時 : 6月8日(水)17:30 – 18:30

講師 : Xu Shen (Morningside Center of Mathematics)

題目 : Local and global geometric structures of perfectoid Shimura varieties

日時 : 10月12日(水)17:30 – 18:30

講師 : Uwe Jannsen (Universität Regensburg, 東京大学数理科学研究科)

題目 : Filtered de Rham Witt complexes and wildly ramified higher class field theory over finite fields
(joint work with Shuji Saito and Yigeng Zhao)

日時 : 11月2日(水)18:00 – 19:00

講師 : Yves André (CNRS, Institut de Mathématiques de Jussieu)

題目 : Direct summand conjecture and perfectoid Abhyankar lemma: an overview

日時 : 11月9日(水)18:00 – 19:00

講師 : Emmanuel Ullmo (Institut des Hautes Études Scientifiques)

題目 : Flows on Abelian Varieties and Shimura Varieties

日時 : 12月14日(水)18:00 – 19:00

講師 : Luc Illusie (Université Paris-Sud)

題目 : On vanishing cycles and duality, after A. Beilinson

日時 : 2017年1月11日(水)18:00 – 19:00

講師 : Lei Fu (Tsinghua University)

題目 : Deformation and rigidity of ℓ -adic sheaves

日時 : 2017年3月30日(木)16:40 – 17:40

講師 : Haoyu Hu (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Logarithmic ramifications via pull-back to curves

諸分野のための数学研究会

日時 : 11月17日(木)10:30 – 11:30

講師 : 柳 青 (福岡大学)

題目 : Convexity preserving properties for nonlinear evolution equations

統計数学セミナー

日時：4月22日(金)10:30 – 11:50

講師：Ciprian Tudor (Université de Lille 1)

題目：Stein method and Malliavin calculus : theory and some applications to limit theorems 1

日時：4月22日(金)12:50 – 14:10

講師：Ciprian Tudor (Université de Lille 1)

題目：Stein method and Malliavin calculus : theory and some applications to limit theorems 2

日時：4月22日(金)14:20 – 15:50

講師：Seiichiro Kusuoka (Okayama University)

題目：Equivalence between the convergence in total variation and that of the Stein factor to the invariant measures of diffusion processes

日時：4月22日(金)16:10 – 17:10

講師：Nakahiro Yoshida (University of Tokyo, Institute of Statistical Mathematics, JST CREST)

題目：Asymptotic expansion and estimation of volatility

日時：4月26日(火)13:00 – 14:20

講師：Ciprian Tudor (Université de Lille 1)

題目：Stochastic heat equation with fractional noise 1

日時：4月26日(火)14:30 – 15:50

講師：Ciprian Tudor (Université de Lille 1)

題目：Stochastic heat equation with fractional noise 2

日時：4月26日(火)16:10 – 17:10

講師：Teppei Ogihara (Institute of Statistical Mathematics, JST PRESTO, JST CREST)

題目：LAMN property and optimal estimation for diffusion with non synchronous observations

日時：5月30日(月)13:00 – 14:10

講師：岡田 随象 (大阪大学)

題目：遺伝統計学で迫る疾患病態の解明とゲノム創薬

日時：6月21日(火)13:00 – 15:00

講師：Lorenzo Mercuri (University of Milan)

題目：New Classes and Methods in YUIMA package

日時：7月26日(火)13:00 – 14:30

講師：Ajay Jasra (National University of Singapore)

題目：Multilevel Particle Filters

日時：8月6日(土)10:00 – 10:50

講師：Nakahiro Yoshida (University of Tokyo, Institute of Statistical Mathematics, and JST CREST)

題目：Asymptotic expansion of variations

日時：8月6日(土)11:00 – 11:50

講師：Teppei Ogihara (The Institute of Statistical Mathematics, JST PRESTO, and JST CREST)

題目：LAMN property and optimal estimation for diffusion with non synchronous observations

日時：8月6日(土)13:10 – 14:00

講師：David Nualart (Kansas University)

題目：Approximation schemes for stochastic differential equations driven by a fractional Brownian motion

日時：8月6日(土)14:10 – 15:00

講師：David Nualart (Kansas University)

題目：Parameter estimation for fractional Ornstein-Uhlenbeck processes

日時：8月6日(土)15:20 – 16:10

講師：Seiichiro Kusuoka (Okayama University)

題目：Stein's equations for invariant measures of diffusions processes and their applications via Malliavin calculus

日時：8月6日(土)16:20 – 17:10

講師：Yasushi Ishikawa (Ehime University)

題目：Asymptotic expansion of a nonlinear oscillator with a jump diffusion

日時：8月9日(火)13:00 – 16:30

講師：David Nualart (Kansas University)

題目：Malliavin calculus and normal approximations

日時：8月10日(水)13:00 – 14:30

講師：David Nualart (Kansas University)

題目：Malliavin calculus and normal approximations

日時：10月11日(火)16:50 – 18:00

講師：磯貝 孝 (首都大学東京)

題目：ネットワーク理論を応用した相関クラスタリングによる株価の自動分類

日時：10月31日(月)10:40 – 11:30

講師：Nakahiro Yoshida (University of Tokyo, Institute of Statistical Mathematics, JST CREST)

題目：Martingale expansion revisited

日時：10月31日(月)11:30 – 12:20

講師：Nobuaki Naganuma (Osaka University)

題目：Error analysis for approximations to one-dimensional SDEs via perturbation method

日時：10月31日(月)13:50 – 14:40

講師：Seiichiro Kusuoka (Okayama University)

題目：Characterization of the convergence in total variation by Stein's method and Malliavin calculus

日時 : 10 月 31 日 (月)14:50 – 15:40

講師 : Teppei Ogihara (The Institute of Statistical Mathematics, JST PRESTO, JST CREST)

題目 : Parameter estimation for diffusion processes with high-frequency observations

日時 : 10 月 31 日 (月)15:40 – 16:30

講師 : Kengo Kamatani (Osaka University, JST CREST)

題目 : Markov chain Monte Carlo for high-dimensional target distribution

日時 : 10 月 31 日 (月)16:50 – 17:40

講師 : Giovanni Peccati (Université du Luxembourg)

題目 : New Functionals inequalities via Stein's discrepancies

日時 : 10 月 31 日 (月)17:40 – 18:30

講師 : Giovanni Peccati (Université du Luxembourg)

題目 : Stochastic geometry and Malliavin calculus on configuration spaces

日時 : 11 月 1 日 (火)10:40 – 11:30

講師 : Yuta Koike (Tokyo Metropolitan University, JST CREST)

題目 : Wavelet-based methods for high-frequency lead-lag analysis

日時 : 11 月 1 日 (火)11:30 – 12:30

講師 : Giovanni Peccati (Université du Luxembourg)

題目 : Second order fluctuations for zeros of arithmetic random waves

日時 : 12 月 1 日 (木)16:00 – 18:00

講師 : Ciprian Tudor (Université Lille 1)

題目 : On the determinant of the Malliavin matrix and density of random vector on Wiener chaos

日時 : 2017 年 1 月 12 日 (木)13:00 – 15:00

講師 : Emanuele Guidotti (Milan University)

題目 : yuimaGUI: a Graphical User Interface for the yuima Package

日時 : 2017 年 1 月 16 日 (月)16:50 – 18:00

講師 : 広瀬 勇一 (University of Wellington)

題目 : Profile likelihood approach to a large sample distribution of estimators in joint mixture model of survival and longitudinal ordered data

日時 : 2017 年 1 月 19 日 (木)13:00 – 15:30

講師 : Feng Chen (University of New South Wales)

題目 : Talk 1:Likelihood inference for a continuous time GARCH model

Talk 2:Nonparametric Estimation for Self-Exciting Point Processes: A Parsimonious Approach

日時 : 2017 年 1 月 26 日 (木)13:00 – 16:00

講師 : Ioane Muni Toke (Centrale Supélec Paris)

題目 : High-frequency financial data : trades and quotes databases, order flows and time resolution
I, II, III

日時 : 2017 年 3 月 7 日 (火)14:00 – 15:30
講師 : Markus Bibinger (Humboldt-Universität zu Berlin)
題目 : Nonparametric change-point analysis of volatility

作用素環セミナー

日時 : 4 月 11 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : Ryszard Nest (Univ. Copenhagen)
題目 : On analytic construction of the group three-cocycles

日時 : 4 月 18 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : Juan Orendain (UNAM/東大数理)
題目 : On the functoriality of Haagerup's L^2 -space construction: Verticalizing decorated 2-categories

日時 : 4 月 25 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : 山下 真 (お茶の水女子大)
題目 : Graded twisting of quantum groups, actions, and categories

日時 : 5 月 9 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : Mikael Pichot (McGill 大学/東大数理)
題目 : Surgery theory and discrete groups

日時 : 5 月 30 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : 窪田 陽介 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : 未定

日時 : 6 月 6 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : 鈴木 悠平 (千葉大理)
題目 : Minimal ambient nuclear C^* -algebras

日時 : 6 月 13 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : Liang Kong (Univ. New Hampshire/Harvard Univ.)
題目 : Lattices models for topological orders and boundary-bulk duality

日時 : 6 月 20 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : 磯野 優介 (京大数理研)
題目 : Bi-exact groups, strongly ergodic actions and group measure space type III factors with no central sequence

日時 : 7 月 11 日 (月)16:45 – 18:15
講師 : 増本 周平 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : Fraïssé Theory and Jiang-Su algebra

日時 : 7 月 22 日 (金)16:45 – 18:15
講師 : N. Christopher Phillips (Univ. Oregon)
題目 : Radius of comparison for C^* crossed products by free minimal actions of amenable groups

日時：9月26日(月)16:45 – 18:15

講師：Sorin Popa (UCLA)

題目：未定

日時：10月3日(月)16:45 – 18:15

講師：荒野 悠輝 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目： C^* -tensor categories and subfactors for totally disconnected groups

日時：10月17日(月)16:45 – 18:15

講師：安藤 浩志 (千葉大)

題目：Unitarizability, Maurey-Nikishin factorization and Polish groups of finite type

日時：10月24日(月)16:45 – 18:15

講師：磯野 優介 (京大数理研)

題目：Cartan subalgebras of tensor products of free quantum group factors with arbitrary factors

日時：10月31日(月)16:45 – 18:15

講師：Sergey Neshveyev (Univ. Oslo)

題目：Dual cocycles and equivariant deformation quantization

日時：11月21日(月)16:45 – 18:15

講師：小沢 登高 (京大数理研)

題目：Finite-dimensional representations constructed from random walks (joint work with A. Erschler)

日時：11月28日(月)16:45 – 18:15

講師：長谷部 高広 (北海道大学)

題目：Fock space deformed by Coxeter groups

日時：12月5日(月)16:45 – 18:15

講師：増本 周平 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：On a generalized Fraïssé limit construction

日時：12月12日(月)16:45 – 18:15

講師：瀬戸 樹 (名大多元数理)

題目：Roe コサイクルと分割された多様体の指数定理, そして一般化へ

応用解析セミナー

日時：10月27日(木)16:00 – 17:30

講師：Fred Weisler (パリ第13大学)

題目：Sign-changing solutions of the nonlinear heat equation with positive initial value

日時：2017年2月16日(木)16:00 – 17:30

講師：Danielle Hilhorst (CNRS / University of Paris-Sud)

題目：Diffusive and inviscid traveling wave solution of the Fisher-KPP equation

数理人口学・数理生物学セミナー

日時：4月26日(火)15:00 – 16:00

講師：Lev Idels (Vancouver Island University)

題目：Delayed Models of Cancer Dynamics: Lessons Learned in Mathematical Modelling

日時：6月1日(水)16:30 – 17:30

講師：蕭冬遠 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation

日時：7月13日(水)15:00 – 16:00

講師：Yu Min (青山学院大学理工学部)

題目：腫瘍免疫系における時間遅れの二元的な役割

日時：7月27日(水)15:00 – 16:00

講師：Saki Takahashi (Princeton University)

題目：The ecological dynamics of non-polio enteroviruses: Case studies from China and Japan

日時：10月28日(金)13:30 – 14:30

講師：原朱音 (九州大学システム生命科学府)

題目：When is the allergen immunotherapy effective?

FMSP レクチャーズ

日時：4月11日(月)15:30 – 17:00

講師：Alan Weinstein (University of California, Berkeley)

題目：Lecture 1: Special subspaces in symplectic vector spaces

日時：4月13日(水)13:30 – 14:30

講師：Yavar Kian (Aix-Marseille Univ.)

題目：Determination of time-dependent coefficients for wave equations from partial data

日時：4月14日(木)15:30 – 17:00

講師：Alan Weinstein (University of California, Berkeley)

題目：Lecture 2: Geometric and algebraic Poisson modules

日時：4月20日(水)15:00 – 16:00, 16:10 – 17:10

講師：Aniceto Murillo et al (Universidad de Malaga)

題目：Rational homotopy theory : Quillen and Sullivan approach.(1)

日時：4月21日(木)15:00-16:00, 16:10-17:10

講師：Aniceto Murillo et al (Universidad de Malaga)

題目：Rational homotopy theory : Quillen and Sullivan approach.(2)

日時：5月9日(月)15:00 – 17:00

講師：Michael Tuite (National University of Ireland, Galway)

題目：Vertex Operator Algebras according to Newton

日時：6月23日(木)15:00 – 16:30

講師：Klaus Mainzer (Technische Universität München)

題目：Complexity and Computability: Complex Dynamical Systems beyond Turing-Computability

日時：8月8日(月)16:30 – 17:30

講師：Benny Y C Hon (City Univ. of Hong Kong)

題目：Global-local-integration-based kernel approximation methods

日時：8月8日(月)17:30 – 18:30

講師：Daniel Gerth (Tech. Univ. Chemnitz)

題目：On the lifting of deterministic convergence results for inverse problems to the stochastic setting

日時：8月10日(水)10:00 – 11:00

講師：Benny Y C Hon (City Univ. of Hong Kong)

題目：Global-local-integration-based kernel approximation methods: Technical arguments

日時：8月12日(金)15:00 – 16:00

講師：Eric Chung (Chinese Univ. of Hong Kong)

題目：Multiscale simulations of waves and applications

日時：8月12日(金)16:00 – 17:00

講師：Christian Clason (University Duisburg-Essen)

題目：Discrete regularization of parameter identification problems

日時：9月26日(月)16:00 – 17:30

講師：Murray Muraskin (University of North Dakota, Grand Forks)

題目：Mathematical Aesthetic Principles and Nonintegrable Systems

日時：11月1日(火)10:30 – 11:30

講師：Piotr Rybka (the University of Warsaw)

題目：The BV space in variational and evolution problems (1)

日時：11月1日(火)13:15 – 14:15

講師：Piotr Rybka (the University of Warsaw)

題目：The BV space in variational and evolution problems (2)

日時：11月4日(金)10:30 – 11:30

講師：Piotr Rybka (the University of Warsaw)

題目：The BV space in variational and evolution problems (3)

日時：11月4日(金)13:00 – 14:00

講師：Piotr Rybka (the University of Warsaw)

題目：The BV space in variational and evolution problems (4)

日時 : 11 月 8 日 (火)10:30 – 11:30
講師 : Piotr Rybka (the University of Warsaw)
題目 : The BV space in variational and evolution problems (5)

日時 : 11 月 8 日 (火)13:15 – 14:15
講師 : Piotr Rybka (the University of Warsaw)
題目 : The BV space in variational and evolution problems (6)

日時 : 11 月 9 日 (水)10:30 – 11:30
講師 : Piotr Rybka (the University of Warsaw)
題目 : The BV space in variational and evolution problems (7)

日時 : 11 月 9 日 (水)13:15 – 14:15
講師 : Piotr Rybka (the University of Warsaw)
題目 : The BV space in variational and evolution problems (8)

日時 : 11 月 9 日 (水)17:00 – 18:00
講師 : Oleg Emanouilov (Colorado State University)
題目 : Conditional stability in Gelfand-Levitan problem

日時 : 11 月 10 日 (木)10:30 – 11:30
講師 : Piotr Rybka (the University of Warsaw)
題目 : The BV space in variational and evolution problems (9)

日時 : 11 月 10 日 (木)13:15 – 14:15
講師 : Piotr Rybka (the University of Warsaw)
題目 : The BV space in variational and evolution problems (10)

日時 : 11 月 14 日 (月)10:25 – 12:10
講師 : Arthur Ogus (University of California, Berkeley)
題目 : Introduction to Logarithmic Geometry I

日時 : 11 月 16 日 (水)10:25 – 12:10
講師 : Arthur Ogus (University of California, Berkeley)
題目 : Introduction to Logarithmic Geometry II

日時 : 11 月 18 日 (金)10:25 – 12:10
講師 : Arthur Ogus (University of California, Berkeley)
題目 : Introduction to Logarithmic Geometry III

日時 : 11 月 21 日 (月)10:25 – 12:10
講師 : Arthur Ogus (University of California, Berkeley)
題目 : Introduction to Logarithmic Geometry IV

日時 : 11 月 25 日 (金)10:25 – 12:10
講師 : Arthur Ogus (University of California, Berkeley)
題目 : Introduction to Logarithmic Geometry V

日時 : 2017 年 2 月 23 日 (木)13:30 – 15:00
講師 : 富安 亮子 (山形大学理学部)
題目 : 結晶学, 量子ビーム科学分野との連携の中で見たこと, 考えたこと

日時 : 2017 年 3 月 22 日 (水)13:00 –
講師 : Ian Grojnowski (University of Cambridge)
題目 : Lecture 1: Derived symplectic varieties and the Darboux theorem.
Lecture 2: The moduli of anti-canonically marked del Pezzo surfaces.

東京無限可積分系セミナー

日時 : 10 月 27 日 (木)15:00 – 17:30
講師 : 佐藤 僚 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : Non-unitary highest-weight modules over the $N=2$ superconformal algebra

日時 : 11 月 10 日 (木)15:00 – 17:00
講師 : 鹿島 洋平 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : 複素磁場下の BCS モデルにおける超伝導

日時 : 12 月 22 日 (木)14:00 – 15:30
講師 : 野崎 雄太 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : 種数 1 の曲面上のホモロジーコボルディズム

日時 : 12 月 22 日 (木)16:00 – 17:30
講師 : 土岡 俊介 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : Schur 分割定理の一般化について

古典解析セミナー

日時 : 6 月 23 日 (木)16:50 – 18:20
講師 : 神本 晋吾 (広島大学)
題目 : Resurgence of formal series solutions of nonlinear differential and difference equations

日時 : 12 月 6 日 (火)16:45 – 18:15
講師 : David Sauzin 氏 (CNRS)
題目 : Introduction to resurgence on the example of saddle-node singularities

幾何コロキウム

日時 : 4 月 21 日 (木)17:00 – 18:00
講師 : 本多 正平 (東北大学)
題目 : Spectral convergence under bounded Ricci curvature

日時：5月27日(金)10:00 – 11:30
講師：今城 洋亮 (Kavli IPMU)
題目：Compact Special Lagrangian T^2 -conifolds

日時：5月27日(金)13:00 – 14:30
講師：松本 佳彦 (大阪大学)
題目：有界強擬凸領域における Cheng-Yau 計量の Einstein 変形と L^2 コホモロジー

日時：6月3日(金)13:00 – 14:30
講師：西納 武男 (立教大学)
題目：On a construction of holomorphic disks

日時：6月3日(金)15:00 – 16:30
講師：三浦 真人 (KIAS)
題目：Caldero のトーリック退化とミラー対称性

日時：6月24日(金)10:00 – 11:30
講師：丸亀 泰二 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：強凸領域上の Blaschke 計量の体積繰り込みについて

日時：6月24日(金)13:00 – 14:30
講師：須崎 清剛 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：葉層付き空間上の各葉拡散過程の確率解析的構成について

8. 日本学術振興会特別研究員採用者 (研究課題) リスト

JSPS Fellow List

♣ 継 続

河井 公大朗

特殊なホロノミー群をもつ多様体およびその部分多様体の研究

甲斐 亘

数体または p 進体上で定義された多様体の代数的サイクル理論

谷田川 友里

多様体の分岐と特性サイクルについて

渡部 正樹

Schubert 加群の構造の研究

正井 秀俊

3次元多様体の諸性質のランダムネスから見る特徴付け

内藤 貴仁

ストリングトポロジーとゴールドマン・トゥラエフ・リー双代数の研究

宮崎 弘安

代数多様体のモチーフの圏に関する研究

柴田 康介

代数多様体の特異点の不変量

徐 路 (XU, Lu)

ランダムな係数を持つ確率偏微分方程式に対する中心極限定理

斎藤 俊輔

ケーラー・リッチソリトンと端的ケーラー計量の複素解析幾何

大矢 浩徳

量子座標環を用いた量子包絡環の構造、表現の研究

荒野 悠輝

作用素環と量子群

増本 周平

作用素環論の公理的集合論との関わりについて

藤内 翔太

位相幾何学のグラフ理論への応用とホモトピー理論への組み合わせたアプローチ

折田 龍馬

Morse 理論の様々な応用に関する研究

窪田 陽介

スペクトル流の一般化と指数定理

森田 陽介

指数定理と余随伴軌道に関する研究

李 嘉衣 (LEE, kai)

確率反応拡散方程式に対する鋭敏な界面極限の研究

興津 優史

強凸でないモーメント錐に対応する連結コンパクト接触トーリック多様体の分類

神谷 亮

非アルキメデス体上の可積分系のセルオートマトン解析への応用

三浦 達哉

材料科学に現れる表面・界面支配モデルの数学解析

辻 俊輔

曲面のスケイン代数、ゴールドマン・リー代数および写像類群の相互関係の研究

林 拓磨

(\mathfrak{g}, K) 加群の導来代数幾何学的枠組み

剣持 智哉

離散最大正則性とその有限要素法・有限体積法への応用

金光 秋博

ファノ多様体や有理等質多様体の研究

吉田 純

モデル構造を用いた高次圏の理論による圏化の研究

池 祐一

代数解析的手法による指数定理の研究

細野 元気

大沢-竹腰型拡張定理の改良と特異エルミート計量の拡張問題

大内 元気

代数多様体上の接続層の導来圏について

江尻 祥

通常代数多様体を一般ファイバーに持つファイバー空間の研究

OUDET, Salome

幾何学的特異点のある異方的媒質でのハミルトン・ヤコビ方程式と最適制御

HU, Haoyu (胡 昊宇)

確率反応拡散方程式に対する鋭敏な界面極限の研究

♣ 新規

古川 勝久

任意標数の射影幾何と基本的射影多様体の特徴づけ

鈴木 杏奈

地殻エネルギー持続的活用のためのシステム設計—数学理論から実用化

難波 時永

均質化問題と分数冪時間微分を持つ方程式の粘性解理論

野崎 雄太

LMO 関手の拡張を用いた境界付き曲面とコボルディズムの研究

岩佐 亮明

代数的 K 理論とサイクリックホモロジー, 及びその代数幾何への応用

桑垣 樹

ホモロジー的ミラー対称性の研究

三浦 達彦

動く薄膜領域上のナビエ・ストークス方程式の解析

星野 壮登

特異な確率偏微分方程式に対する近似理論の正則性構造理論による研究

竹内 有哉

CR 幾何における大域解析

今野 北斗

ゲージ理論の 4 次元トポロジーへの応用

若月 駿

有理ホモトピー論を用いたストリングトポロジーの研究

島本 直弥

多重旗多様体の軌道分解

SCHUMANN, Beatrix Caroline

量子群の結晶基底の簞による構成

LIU, Yikan (劉 逸侃)

結晶成長と特異拡散の数学解析とその応用

9. 平成 28 年度 ビジターリスト

Visitor List of the Fiscal Year 2016

平成 28 年度当研究科に外国からみえた研究者の一部のリストである。

データは、お名前 (所属研究機関名, その国名), 当研究科滞在期間の順である。滞在期間は、年/月/日の順に数字が書いてあるが、年は 2016 年のときは省略した。敬称は略した。

Here is the list of a part of the foreign researchers who visited our Graduate School in the fiscal year 2016.

The data are arranged in the order of Name (Institution, its Country), the period of the stay. The date of the stay is denoted in the order of Year/Month/Day, but the year is omitted in case of 2016.

- Kazufumi Ito (North Carolina State University ・ 米国) 4/1-4/7
- Jussi Behrndt (Graz 大学 ・ オーストリア) 4/1-7/2
- Fikret Golgeleyen (Bulent Ecevit University ・ トルコ) 4/3-4/14
- Aniceto Murillo (Universidad de Malaga ・ スペイン) 4/3-4/24
- Urtzi Buijs (Universidad de Malaga ・ スペイン) 4/3-4/24
- Antonic Garvin (Universidad de Malaga ・ スペイン) 4/3-4/24
- Beatrix Caloline Schumann (学振外国人特別研究員 ・ ドイツ) 4/3-8/2
- Francois Apery (ポアンカレ研究所 ・ フランス) 4/7-4/8
- Yavar Kian (Aix-Marseille University ・ フランス) 4/9-4/19
- Piotr Pragacz (Institute of Mathematics, Polish Academy of Science ・ ポーランド) 4/11-4/15
- Ciprian Tudor (Université de Lille 1 ・ フランス) 4/12-5/7
- Blazej Szepietowski (Gdansk 大学 ・ ポーランド) 4/18-4/23
- Lev Idels (Department of Math. Vancouver Island University ・ カナダ) 4/25-4/26
- Michael Tuite (National University of Ireland, Galway ・ アイルランド) 5/5-5/18
- Oleg Emanouilov (Colorado State University ・ 米国) 5/7-5/18
- Adam Kubica (University of Warsaw ・ ポーランド) 5/9-5/27
- Kazufumi Ito (North Carolina State University ・ 米国) 5/11-5/15
- Carina Geldhauser (University of Bonn ・ ドイツ) 5/16-5/22
- 森 洋一郎 (ミネソタ大学 ・ 米国) 5/17-5/29
- Liang Kong (New Hampshire 大学 ・ 米国) 6/5-6/22
- Zhixian Zhu (KIAS ・ 韓国) 6/12-6/22
- Lorenzo Mercuri (University of Milan ・ イタリア) 6/13-6/26

- Saima Nasrin (University of Dhaka ・ バングラデシュ) 6/16–6/30
- De-Qi Zhang (National University of Singapore ・ シンガポール) 6/20–6/30
- Monika Muszkieta (Wroclaw University of Technology ・ ポーランド) 6/20–7/15
- Quentin Griette (学振外国人特別研究員 ・ フランス) 6/21–8/23
- Christopher Hacon (University of Utah ・ 米国) 6/26–6/28
- Georgi Raikov (チリ ・ カトリカ大学 ・ チリ) 6/27–6/29
- Amru Hussein (ダルムツシュタット工科大学 ・ ドイツ) 7/1–7/18
- Arne Jensen (オールボー大学 ・ デンマーク) 7/1–7/31
- Piotr Rybka (University of Warsaw ・ ポーランド) 7/3–7/21
- Elio Espejo (コロンビア国立大学 ・ コロンビア) 7/6–7/23
- Xue-Ping Wang (ナント大学 ・ フランス) 7/10–7/14
- Kazufumi Ito (North Carolina State University ・ 米国) 7/10–7/16
- Kenji Matsuki (Purdue 大学 ・ 米国) 7/11–7/13
- Oleg Emanouilov (Colorado State University ・ 米国) 7/16–7/27
- Adam Kubica (University of Warsaw ・ ポーランド) 7/18–8/7
- 加藤 和也 (シカゴ大学 ・ 米国) 7/20–9/30
- Christopher Phillips (Oregon 大学 ・ 米国) 7/22–7/25
- Ming-Cheng Shiue (National Chiao Tung University ・ 台湾) 7/29–8/2
- Mourad Choulli (Université de Lorraine ・ フランス) 7/29–8/8
- Benjamin Harris (Bard College at Simon's Rock ・ 米国) 8/1–8/9
- Kazufumi Ito (North Carolina State University ・ 米国) 8/1–8/16
- Daniel Gerth (Chemnitz University of Technology ・ ドイツ) 8/2–8/12
- Christian Clason (エッセン大学 ・ ドイツ) 8/3–8/17
- David Nualart (Kansas University ・ 米国) 8/4–8/17
- Jin Cheng (復旦大学 ・ 中国) 8/4–8/28
- Leevan Ling (Hong Kong Baptist University ・ 中国) 8/5–8/12
- Yanbo Wang (上海財経大学 ・ 中国) 8/18–8/21
- Oriane Blondel (Université Claude Bernard Lyon 1 ・ フランス) 9/3–9/17
- Marielle Simon (Inria Lille-Nord Europe ・ フランス) 9/3–9/17
- Lassina Dembele (Warwic University ・ イギリス) 9/11–9/18
- Adam Kubica (University of Warsaw ・ ポーランド) 9/13–10/1
- Sorin Popa (University of California, Los Angeles ・ 米国) 9/26–9/27

- Odo Diekmann (Utrecht University · オランダ) 10/3–10/4
- Mathis Gries (ダルムシュタット工科大学 · ドイツ) 10/3–3/31
- Kazufumi Ito (North Carolina State University · 米国) 10/7–10/12
- Sergiy Neshveyev (Oslo 大学 · ノルウェー) 10/13–17/2/10
- Michel Gros (レンヌ大学 · フランス) 10/17–10/31
- Vladimir Fock (Université de Strasbourg · フランス) 10/18–10/22
- Olivier Pierre-Louis (フランス国立科学研究センター · フランス) 10/18–10/27
- Rinat Kashaev (Université de Geneve · スイス) 10/19–10/22
- Sergei Natanzon (ロシア国立大学高等経済学校 · ロシア) 10/19–10/22
- Ferdinando Gliozzi (University of Torino · イタリア) 10/19–10/22
- Paul Norbury (University of Melbourne · オーストラリア) 10/20–10/22
- Fred Weissler (パリ第13大学 · フランス) 10/20–10/29
- Yongnum Lee (KAIST/RIMS · 韓国/日本) 10/25–10/26
- Simon Brandhorst (Leibniz Universität Hannover · ドイツ) 10/25–12/14
- Giovanni Peccati (University of Luxembourg · ルクセンブルク) 10/30–11/5
- Franco Flandoli (ピザ大学数学教室 · イタリア) 11/1–11/13
- Yikan Liu (学振外国人特別研究員 · 中国) 11/1–18/10/31
- Amir Dembo (Stanford University · 米国) 11/2–11/4
- Ngo Bao Chau (シカゴ大学 · 米国) 11/3–11/7
- David Vogan (MIT · 米国) 11/4–11/7
- Geordid Williamson (Max-Planck-Institute · ドイツ) 11/5–11/6
- Danielle Hilhorst (Le Centre national de la recherche scientifique · フランス) 11/6–11/13
- Oleg Emanouilov (Colorado State University · 米国) 11/7–11/13
- Arthur Ogus (カリフォルニア大学バークレー校 · 米国) 11/13–11/26
- Alfred Ramani (パリ第7・11大学 · フランス) 11/14–11/29
- Sotiris Notaris (University of Athene · ギリシャ) 11/17–11/22
- Yannick Sire (Johns Hopkins University · 米国) 11/21–11/22
- Adam Kubica (University of Technology · ポーランド) 11/24–12/3
- Ciprian Tudor (Université de Lille 1 · フランス) 11/26–12/6
- Karl Schwede (ユタ大学 · 米国) 11/28–12/2
- Horia Cornean (オーフス大学 · デンマーク) 12/2–12/7
- Yves Dermenjian (Aix-Marseille University · フランス) 12/3–12/20

- David Sauzin (CNRS · フランス) 12/4–12/11
- Kazufumi Ito (North Carolina State University · 米国) 12/4–12/19
- Oleg Emanouilov (Colorado State University · 米国) 12/5–12/14
- Hans Christianson (ノースキャロライナ大学 · 米国) 12/12–12/17
- 加藤 和也 (シカゴ大学 · 米国) 12/15–12/31
- Nader Masmoudi (ニューヨーク大学クーラン数学研究所 · 米国) 12/20–12/22
- Stefano Iacus (University of Milan · イタリア) 12/29–17/1/31
- Oleg Emanouilov (Colorado State University · 米国) 17/1/4–17/1/11
- Fikret Goelegeleyen (Bulent Ecevit University · トルコ) 17/1/4–17/1/22
- Stefano Olla (Université Paris-Dauphine · フランス) 17/1/5–17/1/23
- Semiyon Dyatlov (マサチューセッツ工科大学 · 米国) 17/1/6–17/1/14
- Daijun Jiang (Central China Normal University · 中国) 17/1/6–17/1/14
- Maciej Zworski (カリフォルニア大学バークレー校 · 米国) 17/1/7–17/1/15
- Simon Becker (カリフォルニア大学バークレー校 · 米国) 17/1/7–17/1/20
- Peter Hinz (カリフォルニア大学バークレー校 · 米国) 17/1/8–17/1/14
- Alexis Drouot (カリフォルニア大学バークレー校 · 米国) 17/1/8–17/1/16
- Matthieu Alfaro (モンペリエ大学 · フランス) 17/1/8–17/1/21
- Gael Raoul (エコールポリテクニク · フランス) 17/1/8–17/1/21
- Peter Polacik (ミネソタ大学 · 米国) 17/1/9–17/1/13
- Emanuele Guidotti (University of Milan · イタリア) 17/1/9–17/1/15
- Ben Aicha Ibtissem (カルタゴ大学 · チュニジア) 17/1/10–17/2/5
- Bernadette Miara (East University of Paris · フランス) 17/1/11–17/2/1
- Lorenzo Mercuri (University of Milan · イタリア) 17/1/11–17/2/2
- Thomas Giletti (ロレーヌ大学 · フランス) 17/1/15–17/1/29
- Feng Chen (University of New South Wales · オーストラリア) 17/1/16–17/1/27
- Jin Cheng (復旦大学 · 中国) 17/1/20–17/2/11
- Ioane Muni Toke (University of New Caledonia · フランス) 17/1/25–17/2/3
- Roberto Svaldi (ケンブリッジ大学 · イギリス) 17/1/26–17/1/29
- Luca Tasin (Rome Tre University · イタリア) 17/1/26–17/1/29
- Mark Podolskij (Aarhus University · デンマーク) 17/1/26–17/2/2
- Andreas Hauptmann (ヘルシンキ工科大学 · フィンランド) 17/1/26–17/2/2
- Claudio Heinrich (Aarhus University · デンマーク) 17/1/26–17/2/3

- Frederic Abergel (Centrale Supélec · フランス) 17/1/26–17/2/4
- Bezirgen Veliyev (Aarhus University · デンマーク) 17/1/29–17/2/2
- Xiaofei Lu (Centrale Supélec · フランス) 17/1/29–17/2/2
- 森 洋一朗 (ミネソタ大学 · 米国) 17/1/29–17/2/12
- Michael Sorensen (University of Copenhagen · デンマーク) 17/1/30–17/2/2
- Nina Munkholt Jakobsen (University of Copenhagen · デンマーク) 17/1/30–17/2/2
- Niels Richard Hansen (University of Copenhagen · デンマーク) 17/1/30–17/2/2
- Mareile Grosse Ruse (University of Copenhagen · デンマーク) 17/1/30–17/2/2
- Emil Steen Jorgensen (University of Copenhagen · デンマーク) 17/1/30–17/2/2
- Caixuan Ren (Donghua University · 中国) 17/2/1–17/2/28
- Yavar Kian (Aix-Marseille University · フランス) 17/2/3–17/3/6
- Perla Kettaneh (パリ南大学数学教室 (Orsay) · フランス) 17/2/5–17/2/18
- Chenyang Xu (BICMR · 中国) 17/2/5–17/2/19
- Shuai Lu (Fudan University · 中国) 17/2/6–17/2/12
- Yuri Luchko (Beuth University of Applied Sciences Berlin · ドイツ) 17/2/8–17/2/22
- Yueyuan Gao (パリ南大学数学教室 (Orsay) · フランス) 17/2/9–17/2/10
- Danielle Hilhorst (CNRS · フランス) 17/2/11–17/2/18
- Jijun Liu (Southeast University · 中国) 17/2/12–17/2/17
- Guanghui Hu (Beijing Computational Science Research Centre · 中国) 17/2/12–17/2/17
- Qi'an Guan (北京大学 · 中国) 17/2/13–17/2/15
- Vadim Markel (Aix-Marseille University · フランス) 17/2/13–17/2/18
- Matthew Morrow (University Paris 6 · フランス) 17/2/13–17/2/24
- Bruno Chiarellotto (Padova 大学 · イタリア) 17/2/17–17/2/23
- Sung Rak Choi (Yonsei University · 韓国) 17/2/19–17/2/24
- Piermarco Cannarsa (University of Rome ☒) 17/2/19–17/3/4
- Jørgen Ellegaard Andersen (Aarhus University · デンマーク) 17/2/20–17/2/27
- Eric Soccorsi (Aix-Marseille University · フランス) 17/2/20–17/3/4
- Mourad Bellassoued (Tunis EI Manar University · チュニジア) 17/2/20–17/3/12
- Benny Hon (香港城市大学 · 中国) 17/2/22–17/2/26
- Leevan Ling (Baptist University of Hong Kong) 17/2/22–17/2/26
- Adam Kubica (Warsaw University of Technology · ポーランド) 17/2/23–17/3/4
- Vladimir G. Romanov (Sobolev Institute of Mathematics · ロシア) 17/2/25–17/3/9

- Min Zhong (Southeast University · 中国) 17/2/25–17/3/11
- Jijun Liu (Southeast University · 中国) 17/2/25–17/3/25
- Yves Dermenjian (Aix-Marseille University · フランス) 17/2/27–17/3/4
- Markus Bibinger (Universität mannheim · ドイツ) 17/2/28–17/3/9
- Arthur Soulié (Strasbourg 大学 · フランス) 17/3/5–17/3/11
- Kazufumi Ito (North Carolina State University · 米国) 17/3/5–17/3/14
- Vladimir Matveev (University of Jena · ドイツ) 17/3/6–17/3/8
- Lizhen Ji (University of Michigan · 米国) 17/3/9–17/3/13
- Evgeny Mukhin (Indiana University-Purdue University Indianapolis · 米国) 17/3/13–17/3/17
- Leonid Rybnikov (Higher School of Economics · ロシア) 17/3/13–17/3/17
- 加藤 和也 (シカゴ大学 · 米国) 17/3/13–17/3/18
- Ian Grojnowski (ケンブリッジ大学純粋数学 および数理統計学科 · イギリス) 17/3/20–17/3/30
- David Croydon (The University of Warwick · イギリス) 17/3/20–17/4/21
- Alexander A.Ivanov (インペリアル・カレッジ・ロンドン · イギリス) 17/3/25–17/3/30
- Elena Konstantinova (ソボレフ数学研究所 およびノボシビルスク州立大学 · ロシア) 17/3/25–17/3/30

索引

● アルファベット順

A

ARAI Hitoshi (新井 仁之).....	1
ARANO Yuki (荒野 悠輝).....	235
ASANO Tomohiro (浅野 知紘).....	300
ASAO Yasuhiko (浅尾 泰彦).....	332
ASOU Kazuhiko (麻生 和彦).....	124
ASUKE Taro (足助 太郎).....	73

B

BAO Yuanyuan (鮑 園園).....	128
BEKKI Hohto (戸次 鵬人).....	322

C

CHEN Weichung (陳 章中).....	346
CHIBA Yuki (千葉 悠喜).....	345
CHIHARA Ryohei (茅原 涼平).....	345
CLINET Simon.....	244

D

DIAS ALEXIOU Carolina.....	318
----------------------------	-----

E

EJIRI Sho (江尻 祥).....	275
-----------------------	-----

F

FUJIMOTO Akira(藤本 暁).....	348
FUJISHIRO Kenichi (藤城 謙一).....	228
FUKUOKA Takeru (福岡 尊).....	320
FUNAKI Tadahisa (舟木 直久).....	53
Furukawa Katsuhisa (古川 勝久).....	172
FURUKAWA Ken (古川 賢).....	349
FURUKAWA Ryo (古川 遼).....	206
FURUTA Mikio (古田 幹雄).....	56
FUTAKI Akito (二木 昭人).....	51

G

GANTSOOJ Batzaya.....	242
GIGA Mi-Ho (儀我 美保).....	188
GIGA Yoshikazu (儀我 美一).....	20
GOCHO Toru (牛腸 徹).....	126
GONGYO Yoshinori (権業善範).....	89
GOTO Yukimi (後藤 ゆきみ).....	308

H

HAMADA Noriyuki (濱田 法行).....	201
HARADA Shinya (原田 新也).....	202
HASEGAWA Ryu (長谷川 立).....	109
HASHIMOTO Kenji (橋本 健治).....	228
HAYASE Tomohiro (早瀬 友裕).....	319
HAYASHI Shin (林 晋).....	262
HAYASHI Shuhei (林 修平).....	110
HAYASHI Takuma (林 拓磨).....	291
HAYASHI Taroi (林 太郎).....	351
HAYASHI Tatsuya (林 達也).....	263
HE Zhuofeng (賀 卓豊).....	279
HIRACHI Kengo (平地 健吾).....	50
HIRANO Yuichi (平野 雄一).....	204
HOMMA Mitsuru(本間 充).....	161
HOSHINO Masato (星野 壮登).....	322
HOSONO Genki (細野 元気).....	294

HSU Penyuuan (許 本源).....	193
HU Haoyu (胡 昊宇).....	177
HUANG Xinchí (黄 欣馳).....	306

I

ICHII Shingo (一井 信吾).....	74
IHARA Sigeo(井原茂男).....	130
IKE Yuichi (池 祐一).....	271
IMAI Naoki (今井 直毅).....	75
IMAMURA Shiro (今村 志郎).....	335
INABA Hisashi (稲葉 寿).....	4
INOUE Daisuke (井上 大輔).....	217
ISHIBASHI Tsukasa (石橋 典).....	334
ISHIBE Tadashi (石部 正).....	216
ISHIGURO Hiroyuki (石黒 寛幸).....	333
ITO Noboru (伊藤 昇).....	183
ITO Ryo (伊藤 涼).....	236
ITO Yohei (伊藤 要平).....	334
IWAI Masataka (岩井雅崇).....	335
IWASA Ryomei (岩佐 亮明).....	273

J

Jannsen, Uwe.....	136
JIMÉNEZ PASCUAL Adrián.....	293

K

KAI Wataru (甲斐 亘).....	166
KAJIWARA Naoto (梶原 直人).....	302
KANAI Masahiko (金井 雅彦).....	15
KANAI Masahiro (金井 政宏).....	187
KANEMITSU Akihiro (金光 秋博).....	281
KARATSU Hiroki (唐津 裕貴).....	337
KASHIMA Yohei (鹿島 洋平).....	220
KASHIWABARA Takahito (柏原 崇人).....	144
KATAOKA Kiyoomi (片岡 清臣).....	12
KATAOKA Takenori (片岡 武典).....	303
KATAOKA Toshitaka (片岡 俊孝).....	125
KATO Akishi (加藤 晃史).....	79
KATO Hiroki (加藤 大輝).....	337
KATO Motoko (加藤 本子).....	280
KATO Yuya (加藤 佑矢).....	337
KATSUSHIMA Yoshifumi (勝島 義史).....	221
KAWAGUCHI Noriaki (川口 徳昭).....	241
KAWAHIGASHI Yasuyuki (河東 泰之).....	16
KAWAI Kotaro (河井 公大朗).....	167
KAWAMATA Yujiro (川又 雄二郎).....	18
KAWAMOTO Atsushi (川本 敦史).....	221
KAWASHIMA Yumehito (川島 夢人).....	242
KAWAZUMI Nariya (河澄 響矢).....	81
KEMMOCHI Tomoya (剣持 智哉).....	283
KIDA Yoshikata (木田 良才).....	85
KIM Donghyun.....	304
KIMURA Akitoshi (木村 晃敏).....	282
KIMURA Mitsuaki (木村 満晃).....	283
KINJO Kensaku (金城 謙作).....	224
KINOSHITA Yoshiki (木下 慶紀).....	338
KITAGAWA Masatoshi (北川 宜稔).....	222
KITAYAMA Takahiro (北山 貴裕).....	87
KIYONO kazuhiko (清野 和彦).....	125
KOBAYASHI Toshiyuki (小林 俊行).....	28
KODAMA Hiroki (児玉 大樹).....	140

KOHNO Toshitake (河野 俊丈).....	24
KONNO Hokuto (今野 北斗).....	308
KOSEKI Naoki(小関 直紀).....	338
KOTORII Yuka (小鳥居 祐香).....	190
KUBOTA Yosuke (窪田 陽介).....	243
KUWAGAKI Tatsuki (桑垣 樹).....	305

L

LEE Kai (李 嘉衣).....	270
Leontiev Oleksii.....	328
LI Huanyuan (李 煥元).....	328
LI Zhiyuan (李志遠).....	212
Lin Dexie (林 德燮).....	350
LIU Yikan (劉 逸侃).....	180

M

Macià, Fabricio.....	134
MARUGAME Taiji (丸亀 泰二).....	207
MASAI Hidetoshi (正井 秀俊).....	174
MASE Takafumi (間瀬 崇史).....	154
MASUMOTO Shuhei (増本 周平).....	264
MATANO Hiroshi (俣野 博).....	59
MATSUBARA Saiei (松原 宰栄).....	295
MATSUMOTO Yuya (松本 雄也).....	231
MATSUO Atsushi (松尾 厚).....	112
MATSUOKA Takuo (松岡 拓男).....	230
MATSUTA Takuro (松田 拓朗).....	349
MATSUZAWA Yohsuke (松澤 陽介).....	324
MATUMOTO Hisayosi (松本 久義).....	114
MIEDA Yoichi (三枝 洋一).....	116
MIKAMI Keita (三上 溪太).....	326
MIMURA Yoshifumi (三村 与士文).....	208
MIURA Tatsu-Hiko (三浦 達彦).....	325
MIURA Tatsuya (三浦 達哉).....	296
MIYAMOTO Yasuhito (宮本 安人).....	118
MIYAZAKI Hiroyasu (宮崎 弘安).....	232
MORI Ryunosuke (森 龍之介).....	297
MORITA Yosuke (森田 陽介).....	266
MORIWAKI Yuto (森脇 湧登).....	349
MURATA Noboru (村田 昇).....	162

N

NAGAMACHI Ippei (長町 一平).....	290
NAGAOKA Masaru (長岡 大).....	347
NAGAYAMA Izumi (長山 いづみ).....	161
NAITO Takahito (内藤 貴仁).....	172
NAKAGAWA Junichi (中川 淳一).....	159
NAKAHAMA Ryosuke (中濱 良祐).....	225
NAKAMURA Inasa (中村 伊南沙).....	151
NAKAMURA Makoto (中村 允一).....	319
NAKAMURA Shu (中村 周).....	47
NAKAMURA Yusuke (中村 勇哉).....	127
NAKATA Yoichi (中田 庸一).....	149
NAKAYASU Atsushi (中安 淳).....	153
NAMBA Tokinaga (難波 時永).....	259
NOJIMA Ryo (野島 遼).....	347
NOMURA Ryosuke (野村 亮介).....	200, 261
NOZAKI Yuta (野崎 雄太).....	291

O

OGATA Yoshiko (緒方 芳子).....	77
OGAWA Erii (小川 絵里衣).....	336
OGUIO Keiji (小木曾 啓示).....	9
OHASHI (大橋 耕).....	278
OHKAWA Sachio (大川 幸男).....	184

Ohta Yoshihiro (大田 佳宏).....	132
OI Masao (大井 雅雄).....	301
OKABE Kenji (岡部 健次).....	336
OKUBO Naoto (大久保 直人).....	219
OKUDA Takayuki (奥田 喬之).....	185
ORITA Ryuma (折田 龍馬).....	240
OTANI Yul.....	238
OUCHI Genki(大内 元気).....	276
OUDET Salome.....	178
OYA Hironori (大矢 浩徳).....	238

P

PICHOT Mikael.....	141
--------------------	-----

R

RYBKA Piotr.....	137
------------------	-----

S

SAITO Norikazu (齊藤 宣一).....	91
SAITO Ryohei (齋藤 涼平).....	338
SAITO Shunsuke (斎藤 俊輔).....	246
SAITO Takeshi (斎藤 毅).....	35
SAITO Yoshihisa (齊藤 義久).....	94
SAKAI Hidetaka (坂井 秀隆).....	96
SAKAKIBARA Koya (榊原 航也).....	247
SAKAMOTO Ryotaro (坂本 龍太郎).....	339
SAKASAI Takuya (逆井 卓也).....	97
SASADA Makiko (佐々田 槇子).....	99
SATO Genki (佐藤 玄基).....	340
SATO Haruki (佐藤 晴紀).....	341
SATO Kenta (佐藤 謙太).....	310
SATO Ryo (佐藤 僚).....	249
SEKIGUCHI Hideko (関口 英子).....	104
SEKINO Nozomu (関野 希望).....	342
SHIBATA Kohsuke (柴田 康介).....	168
SHIHO Atsushi (志甫 淳).....	37
SHIMAMOTO Naoya (島本 直弥).....	311
SHIMOJO Erika (下條 絵利加).....	341
SHIMOMURA Akihiro (下村 明洋).....	102
SHIMONO Yota (下野 遥大).....	312
SHIRAISHI Junichi (白石 潤一).....	103
SUGITANI Yoshiki (杉谷 宜紀).....	251
SUGIYAMA Satoshi (杉山 聡).....	253
SUZAKI Kiyotaka (須崎 清剛).....	194
SUZUKI Anna (鈴木 杏奈).....	170
SUZUKI Takumi (鈴木 拓海).....	341
SUZUKI Takuya (鈴木 拓也).....	254

T

TADANO Yukihide (只野 之英).....	316
TAGUCHI Kazutoshi (田口 和稔).....	315
TAIRA Kouichi (平良 晃一).....	342
TAKAGI Hiromichi (高木 寛通).....	107
TAKAGI Shunsuke (高木 俊輔).....	105
TAKAHASHI Kazune (高橋 和音).....	285
TAKAMURA Masashi (高村 正志).....	197
TAKASAO Keisuke (高棹 圭介).....	195
TAKAYAMA Shigeharu (高山 茂晴).....	39
TAKEUCHI Yasuhiro (竹内 康博).....	158
TAKEUCHI Yuya (竹内 有哉).....	315
TAKIGIKU Motoki (滝間 太基).....	314
TAMORI Hiroyoshi (田森 宥好).....	344
TANAKA Junha (田中 淳波).....	256
TANAKA Yuichiro (田中 雄一郎).....	145
TANIGUCHI Masaki (谷口 正樹).....	343

TANIMURA Yoshinori (谷村 慈則)	287
TAUCHI Taito (田内 大渡)	313
TERADA ITARU (寺田 至).....	108
TERAKADO (寺門 康裕).....	198
TERASOMA Tomohide (寺杣 友秀).....	45
TEZUKA Takenori (手塚 峻典)	318
TIBA Yusaku (千葉 優作).....	146
TOJO Koichi (東條 広一).....	256
TOKIHIRO Tetsuji (時弘 哲治).....	46
TOKIMOTO Kazuki (時本 一樹).....	198
TOUNAI Shouta (藤内 翔太)	257
TOZAWA Kazunari (戸澤 一成)	258
TSUBOI Takashi (坪井 俊)	42
TSUCHIOKA Shunsuke (土岡 俊介).....	147
TSUCHIYA Masaaki (土屋 正朗).....	346
TSUJI Shunsuke (辻 俊輔).....	289
TSUJI Takeshi (辻 雄).....	41

U

UEDA Kazushi (植田 一石).....	76
UEDA Takashi (上田 昂).....	301
UEDA Yuki (上田 祐暉)	274
UEKI Jun (植木 潤)	217
UESAKA Masaaki (上坂 正晃).....	143
UMEZAKI Naoya (梅崎 直也)	237

W

WAKABAYASHI Yasuhiro (若林 泰央)	155
WAKATSUKI Shun (若月 駿)	330
WATANABE Jun (渡部 淳).....	330
WATANABE Masaki (渡部 正樹).....	176
WILLOX Ralph	70

X

XIAO Dongyuan (蕭 冬遠).....	313
XU Lu (徐 路).....	250

Y

YAHIRO Kohei(八尋 耕平)	267
YAMAMOTO Masahiro (山本 昌宏).....	63
YAMAZAKI Yuka (山崎 由佳).....	350
YATAGAWA Yuri (谷田川 友里).....	175
YAYAMAMOTO Yuto (山本 悠登).....	298
YOKOYAMA Etsuro (横山 悦郎).....	163
YOKOYAMA Keiichi (横山 慶一).....	327
YOKOYAMA Satoshi (横山 聡).....	209
YONEDA Tsuyoshi (米田 剛)	122
YOSHIDA Jun (吉田 純)	299
YOSHIDA Ken'ichi (吉田 建一).....	211
YOSHIDA Nakahiro (吉田 朋広).....	66
YOSHIKAWA Sho (吉川 祥).....	268
YOSHINO Taro (吉野 太郎)	121
YOSHIYASU Toru (吉安 徹).....	212

Z

ZHANG Longjie (張 龍傑).....	316
ZHOU Guanyu (周 冠宇)	191

● 五十音順

あ

浅尾 泰彦	332
浅野 知紘	300
足助 太郎	73
麻生 和彦	124
新井 仁之	1
荒野 悠輝	235

い

池 祐一	271
石黒 寛幸	333
石橋 典	334
石部 正	216
一井 信吾	74
伊藤 昇	183
伊藤 要平	334
伊藤 涼	236
稲葉寿	4
井上 大輔	217
井原茂男	130
今井 直毅	75
今村 志郎	335
岩井雅崇	335
岩佐 亮明	273

う

ウィロックスラルフ	70
植木 潤	217
上坂 正晃	143
植田 一石	76
上田 昂	301
上田 祐暉	274
ウデ サロメ	178
梅崎 直也	237

え

江尻 祥	275
------	-----

お

大井 雅雄	301
大内 元気	276
大川 幸男	184
大久保 直人	219
オオタニ ユウ	238
大田 佳宏	132
大橋 耕	278
大矢 浩徳	238
緒方 芳子	77
岡部 健次	336
小川 絵里衣	336
小木曾 啓示	9
奥田 喬之	185
折田 龍馬	240

か

甲斐 亘	166
鹿島 洋平	220
柏原 崇人	144
梶原 直人	302
片岡 清臣	12
片岡 武典	303
片岡 俊孝	125
ガ タクホウ	279

勝島 義史	221
加藤 晃史	79
加藤 大輝	337
加藤 本子	280
加藤 佑矢	337
金井 雅彦	15
金井 政宏	187
金光 秋博	281
唐津 裕貴	337
河井 公大朗	167
川口 徳昭	241
川島 夢人	242
河澄 響矢	81
河東 泰之	16
川又 雄二郎	18
川本 敦史	221
ガンツォージ バタザヤ	242

き

儀我 美保	188
儀我 美一	20
北川 宜稔	222
北山 貴裕	87
木田 良才	85
木下 慶紀	338
キムドンヒョン	304
木村 晃敏	282
木村 満晃	283
清野 和彦	125
金城 謙作	224

く

窪田 陽介	243
くりねしもん	244
桑垣 樹	305

け

剣持 智哉	283
-------	-----

こ

コウ キンチ	306
河野 俊丈	24
小関 直紀	338
児玉 大樹	140
牛腸 徹	126
後藤 ゆきみ	308
小鳥居 祐香	190
小林 俊行	28
権業善範	89
今野 北斗	308

さ

斎藤 俊輔	246
斎藤 毅	35
齊藤 宣一	91
斉藤 義久	94
齋藤 涼平	338
坂井 秀隆	96
榊原 航也	247
逆井 卓也	97
坂本 龍太郎	339
佐々田 槇子	99
佐藤 玄基	340
佐藤 謙太	310
佐藤 晴紀	341

佐藤 僚	249
<hr/>	
し	
柴田 康介	168
志甫 淳	37
島本 直弥	311
下條 絵利加	341
下野 遥大	312
下村 明洋	102
シュウ ベンユエン	193
シュウ カンウ	191
ショウトウエン	313
ジョロ	250
白石 潤一	103
<hr/>	
す	
杉谷 宜紀	251
杉山 聡	253
須崎 清剛	194
鈴木 杏奈	170
鈴木 拓海	341
鈴木 拓也	254
<hr/>	
せ	
関口 英子	104
関野 希望	342
<hr/>	
た	
平良 晃一	342
田内 大渡	313
高木 俊輔	105
高木 寛通	107
高棹 圭介	195
高橋 和音	285
高村 正志	197
高山 茂晴	39
滝間 太基	314
田口 和稔	315
竹内 康博	158
竹内 有哉	315
只野 之英	316
田中 淳波	256
田中 雄一郎	145
谷口 正樹	343
谷村 慈則	287
田森 宥好	344
<hr/>	
ち	
千葉 悠喜	345
千葉 優作	146
茅原 涼平	345
チョウリュウケツ	316
チン イチュウ	346
<hr/>	
つ	
辻 俊輔	289
辻 雄	41
土岡 俊介	147
土屋 正朗	346
坪井 俊	42
<hr/>	
て	
ディアス アレクシーウ カロリーナ	318
手塚 峻典	318
寺門 康裕	198

寺杣 友秀	45
寺田 至	108
<hr/>	
と	
東條 広一	256
藤内 翔太	257
時弘 哲治	46
時本 一樹	198
戸澤 一成	258
<hr/>	
な	
内藤 貴仁	172
長岡 大	347
中川 淳一	159
中田 庸一	149
中濱 良祐	225
長町 一平	290
中村 伊南沙	151
中村 周	47
中村 允一	319
中村 勇哉	127
中安 淳	153
長山 いづみ	161
難波 時永	259
<hr/>	
の	
野崎 雄太	291
野島 遼	347
野村 亮介	200, 261
<hr/>	
は	
バオユアンユアン	128
橋本 健治	228
長谷川 立	109
濱田 法行	201
林 修平	110
林 晋	262
林 拓磨	291
林 達也	263
林 太郎	351
早瀬 友裕	319
原田 新也	202
<hr/>	
ひ	
ビショ ミカエル	141
ヒメネス パスクアル アドリアン	293
平地 健吾	50
平野 雄一	204
<hr/>	
ふ	
フー ハオユ	177
福岡 尊	320
藤城 謙一	228
藤本 暁	348
二木 昭人	51
舟木 直久	53
古川 勝久	172
古川 賢	349
古川 遼	206
古田 幹雄	56
<hr/>	
へ	
戸次 鵬人	322
<hr/>	
ほ	
星野 壮登	322

細野 元気.....	294
本間 充.....	161
<hr/>	
ま	
正井 秀俊.....	174
マシアファブリシオ.....	134
増本 周平.....	264
間瀬 崇史.....	154
俣野 博.....	59
松尾 厚.....	112
松岡 拓男.....	230
松澤 陽介.....	324
松田 拓朗.....	349
松原 宰栄.....	295
松本 久義.....	114
松本 雄也.....	231
丸亀 泰二.....	207
<hr/>	
み	
三浦 達彦.....	325
三浦 達哉.....	296
三枝 洋一.....	116
三上 溪太.....	326
三村 与士文.....	208
宮崎 弘安.....	232
宮本 安人.....	118
<hr/>	
む	
村田 昇.....	162
<hr/>	
も	
森田 陽介.....	266
森 龍之介.....	297
森脇 湧登.....	349
<hr/>	
や	
谷田川 友里.....	175
八尋 耕平.....	267
山崎 由佳.....	350
山本 昌宏.....	63
山本 悠登.....	298
ヤンセンウヴェ.....	136
<hr/>	
よ	
横山 悦郎.....	163
横山 慶一.....	327
横山 聡.....	209
吉川 祥.....	268
吉田 建一.....	211
吉田 純.....	299
吉田 朋広.....	66
吉野 太郎.....	121
吉安 徹.....	212
米田 剛.....	122
<hr/>	
り	
李 嘉衣.....	270
リ カンゲン.....	328
リ シエン.....	212
リプカ ピョートル.....	137
リュウ イツカン.....	180
リン デジー.....	350
<hr/>	
れ	
レオンチエフ アレックス.....	328

<hr/>	
わ	
若月 駿.....	330
若林 泰央.....	155
渡部 淳.....	330
渡部 正樹.....	176