ISSN 1341-6278

研　究　成　果　報　告　書

平　成　29　年　度

Annual Report
2017

東京大学大学院数理科学研究科

Graduate School of Mathematical Sciences
The University of Tokyo

研　究　成　果　報　告　書

平　成　29　年　度

Annual Report
2017

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，2017 年度には創立 25 周年を迎えました．本研究科は，大学院のみならず学部数学教育も一貫して担任する部局です．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数理教育を担っています．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任務です．

近年，計算能力や情報通信技術の進歩は著しく，それによって発生する膨大なデジタル情報を活用するための統計技術や数理モデルへの需要が急速に高まっています．そのような先進技術の基礎はいうまでもなく数学であり，これまで思ってもみなかったような産業分野においても，数理応用技術がもとめられ，数学はビジネス界においても，次世代産業革命を牽引するキーテクノロジーとして注目されてきています．こうした社会情勢は，純粋数学から応用数理にいたる広範な分野において，関連諸分野と共同しながら，指導的な研究者や専門職業人を養成していくという数理科学研究科の当初の理念が，まさに時代の求める方向であることを示しています．

上記のような情勢の下で，数学と諸科学の連携に大きく貢献できる人材を養成することを目指して 2012 年 10 月に採択された「数物フロンティア・リーディング大学院」(FMSP) は 2017 年度に 5 年目を迎え，22 名のプログラム修了者がでました．そのうち 13 名が数理科学研究科の修了者でした．　2016 年度からは，2015 年度における中間評価をうけて，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」がスタートとしています．

数理科学研究科と企業との社会連携も具体的な成果があがってきています．2013 年 4 月に設立された附属数理科学連携基盤センターでおこなわれたプロジェクトである「生物医学と数学の融合拠点（Institute for Biology and Mathematics of Dynamical Cell Processes; iBMath）」（平成 24 年度～28 年度）を契機として，2016 年に発足した数理科学研究科発のベンチャー企業（株）Mercury は，2017 年 5 月に（株）大塚製薬工場と再生医療分野でのバイオ実験・AI ロボットの開発契約を締結しました．

また言うまでもなく，グローバルな視点で数学研究を活性化していくことも重要な任務です．2013 年には，東京大学とプリンストン大学との間の戦略的パートナーシップが締結され，その一環として、数理科学研究科において，プリンストン・東京大学合同シンポジウムが 2017 年 7 月に数理科学研究科棟大講義室で開催されました．また、2014 年 10 月からスタートした東京大学の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 2014 年に採択されましたが，2017 年度から第 2 期として「戦略的パートナシップ大学プロジェクト」として実施されており、カリフォルニア大学バークレー校とのプロジェクトについては，数理科学研究科が引き続き取りまとめ部局となっています．戦略的パートナーシップ大学プロジェクトとしては，このほかに MIT, ケンブリッジ大学，北京大学，ソウル国立大学との間でプロジェクトが進んでいます．また部局間協定によって，12 月には Tokyo-Seoul Conference in Mathematics- Probability Theory -が，駒場キャンパス数理科学研究科棟および本郷キャンパス理学部にて開催されました．2018 年 2 月には Tokyo-Lyon Conference in Mathematics が数理科学研究科大講義室にて開催されました．

2017 年度の数理科学研究科の教員の異動は以下の通りでした．4 月 1 日付で，会田茂樹教授が東北大学から，松井千尋准教授が東京大学大学院情報理工学系研究科から着任いたしました．また 11 月 1 日付けで，田中公准教授が Imperial College London から，小池祐太准教授（数理・情報教育研究センター兼務）が首都大学東京から着任いたしました．　また 4 月 1 日付で，緒方芳子氏，齊藤宣一氏が，准教授から教授に昇任されました．一方，2017 年度末には，川又雄二郎教授，片岡俊孝助教が定年退職を迎えられ，二木昭人教授が清華大学へ異動，高木寛通准教授が学習院大学教授に栄転されました．また 12 月 31 日付けで俣野博教授が明治大学へ異動されました．

2017 年度中の教員の受賞については以下の通りです．桂利行名誉教授（法政大学理工学部教授）が日本数学会 2017 年度代数学賞を受賞しました．業績題目は「正標数の代数幾何学」です．また阿部知行 Kavli IPMU 准教授（数理科学研究科併任）が 2017 年度日本数学会賞春季賞を受賞しました．業績題目は「数論的 D 加群の理論とラングランズ対応の研究」でした．さらに，高木俊輔准教授が平成 29 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞しました．業績題目は「正標数の手法を用いた双有理幾何学に現れる特異点の研究」です．

また，学生では釼持智哉さんが 6 月に Student Paper Prize (second prize) を EASIAM2017 において受賞しました．9 月には，日本数学会秋季総合分科会において博士課程の金光秋博さんが業績題目「ファノ多様体に関するカンパナ・ペターネル予想と向井の問題への貢献」，三浦達哉さんが，業績題目「曲げ、付着、張力エネルギーの形状に及ぼす効果の数学解析」にて 2017 年度日本数学会建部賢弘賞奨励賞を受賞しました．

アウトリーチ活動としては，11 月に 2017 年度公開講座 「現象を記述する微分方程式」が，数理科学研究科大講義室でおこなわれました．また 2018 年 3 月には 「数学の魅力 7–女子中高生のために–」がやはり数理科学研究科大講義室で開催されました．

以上のように，2017 年度も非常に多彩な活動がおこなわれ，大きな成果を残すことができましたが，数理科学研究科の研究者が安心して研究でき，ここに 2017 年度の研究成果報告書が発刊できるのも，研究者の活動を献身的に支えてくださっている事務職員の方々のおかげです．この場をお借りして，事務職員の方々に深く感謝いたしたいと思います．

2018 年 7 月
東京大学大学院数理科学研究科
2017 年度数理科学専攻長
稲葉　寿

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 …… ７３
   - 助教 …… １２３
   - 特任教授 …… １２９
   - 特任准教授 …… １３６
   - 特任助教 …… １３８
   - 連携併任講座 – 客員教授・准教授 …… １４８
   - 学振特別研究員 …… １５６
   - 特任研究員 …… １７２
   - 協力研究員 …… １９７
   - 博士課程学生 …… ２０４
   - 修士課程学生 …… ２８７
2. 学位取得者
   - 博士号取得者 …… ３０９
   - 修士号取得者 …… ３１２
3. 学術雑誌 – 東大数理科学ジャーナル第２４巻・２５巻 …… ３１６
4. プレプリント・シリーズ …… ３１７
5. 公開講座・研究集会等 …… ３１８
6. 談話会 …… ３４２
7. 公開セミナー …… ３４４
8. 日本学術振興会特別研究員採用者 (研究課題) リスト …… ３６２
9. 平成２９年度ビジターリスト …… ３６５

CONTENTS

Preface
Format of the Individual Research Activity Reports

1. Individual Research Activity Reports
   - Professors ····· 1
   - Associate Professors ····· 73
   - Reseach Associates ····· 123
   - Project Professors ····· 129
   - Project Associate Professors ····· 136
   - Project Research Associates ····· 138
   - Special Visiting Chairs – Visiting (Associate) Professors ····· 148
   - JSPS Fellows ····· 156
   - Project Researchers ····· 172
   - Associate Fellows ····· 197
   - Doctoral Course Students ····· 204
   - Master's Course Students ····· 287
2. Graduate Degrees Conferred
   - Doctoral—Ph.D. : conferee, thesis title, and date ····· 309
   - Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date ····· 312
3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Vol. 24,Vol. 25 ····· 316
4. Preprint Series ····· 317
5. Public Lectures, Symposiums, and Workshops etc ····· 318
6. Colloquium ····· 342
7. Seminars ····· 344
8. JSPS Fellow List ····· 362
9. Visitor List of the Fiscal Year 2017 ····· 365

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（2013 ～2017 年度）のもので 10 篇以内．書籍も含む.
  但し、2017 年 1 月 1 日～2017 年 12 月 31 日に出版されたものはすべて含む.

C. 口頭発表

- シンポジュームや学外セミナー等での発表で，5 年以内（2013 ～2017 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 29 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ュームのオーガナイザー等.

G. 受賞

- 過去 5 年の間の受賞.

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 inclucle all the publications issued in the period 2017.1.1～2017.12.31

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, 2017.

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 Visiter 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)

会田 茂樹 (AIDA Shigeki)

A. 研究概要

ここ数年,

(1) パス空間上の Ornstein-Uhlenbeck 作用素や構成的場の量子論に現れる空間切断の入った $P(\phi)$ 型ハミルトニアンのスペクトルの準古典極限

(2) 反射壁の確率微分方程式 (=SDE) あるいは, より一般にラフパスで駆動された反射壁の方程式 (Reflected rough differential equation=RRDE), これらを含む過去の経路にも依存する方程式 (path-dependent rough differential equation)

(3) Rough differential equation の解の近似誤差分布

の研究を行っている. ここでは問題 (2) について説明を行う. 問題 (2) に現れる経路依存の汎関数がヘルダー連続なパス空間でリプシッツ連続性を期待できないため、一意性を示すのが難しい問題である. ブラウン運動で駆動された方程式の場合, 確率過程がセミマルチンゲールになるため, 様々な期待値の計算が可能であり, 解析が容易になる. しかし, 一般のラフパス, 例えば非整数ブラウン運動の場合は, そのようなよい性質は無い. 2013 年の論文で, 反射壁 SDE の場合の Wong-Zakai 近似解の収束の速さの評価を与えたが, その正確な収束の速さを決定することおよびラフパスとしての連続性定理の確立が当面の目標である. 後者の問題に取り組むためには、まず RRDE の定式化および解の存在と一意性を確立する必要がある. 解の存在は, 境界に対するある仮定の下, 2015 年出版の論文で証明した. さらに, 反射壁の方程式を含む経路依存の方程式を定式化し, 2015 年の時の仮定無しで, 解の存在を示した. この論文では、さらに Skorohod 方程式の解の評価を従来の物より改善した. すなわち, これまでの評価は上から指数オーダーの関数で評価していたが, この論文では, パスのヘルダー連続性の指数の逆数の高々多項式オーダーの関数で評価している. このおかげで RRDE の解の評価も指数オーダーでの評価ではなく, 多項式オーダーの評価に改善された. また, この論文ではまだ解の一意性は示せていないが、measurable selection theorem により構成される解に対してその位相的サポートが Stroock-Varadhan のサポート定理と同様な形で特徴づけられることも示している. 証明は, RDE の解をラフパスの汎関数と見た時, 滑らかなラフパスの所で連続性定理が成立することを示すことによりなされる. また, この結果をブラウン運動の反射壁 SDE の場合に適用すると, Ren-Wu により証明されていたサポート定理の別証明になっていることがわかる.

In recent years, we have been studying the following problems:

(1) Semi-classical limit of the spectral set of the Ornstein-Uhlenbeck operators on path spaces and spatially cut-off $P(\phi)$-type Hamiltonian arsing from constructive quantum field theory,

(2) Reflected stochastic differential equations, reflected rough differential equations, Path-dependent rough differential equations,

(3) Asymptotic error distribution of the several approximation scheme of the solution of RDE

We explain the results which we obtained concerning (2).
When the driving process is a Brownian motion, the solution is a semi-martingale and the several calculation becomes easier. However, it

is not the case in general rough path cases. We proved the Wong-Zakai approximation solution converges to the solution and gave an explicit rate of the convergence speed when the driving processes are Brownian motions. One of the goal of this study is to determine the precise convergence speed and establish a continuity theorem for general path-dependent RDEs.
In a paper published in 2015, we formulated reflected rough differential equations and proved the existence of the solutions under a slight stronger condition on the boundary than the Brownian motion cases.
The extra assumption is removed in a more recent our paper. Actually, we proved the existence of the solutions for more general path-dependent RDE. The RDE is containing the path-dependent bounded variation terms. Moreover, we give a better estimate of the solutions in the reflected cases. We also proved a Stroock-Varadhan type support theorem for a solution which is constructed via measurable selection theorem. The key of the proof is to prove the continuity of the solution mapping at smooth rough paths. This gives an alternative proof of the result due to Ren and Wu in the case of Brownian motions.

B. 発表論文

1. S. Aida, T. Kikuchi and S. Kusuoka : "The rates of the L^p-convergence of the Euler-Maruyama and Wong-Zakai approximations of path-dependent stochastic differential equations under the Lipschitz condition", to appear in Tohoku Mathematical Journal.

2. S. Aida :
"Semi-classical limit of Schrödinger operators in infinite dimensional spaces", Sugaku Expositions **29** (2016), 203–226.

3. S. Aida : "Asymptotics of spectral gaps on loop spaces over a class of Riemannian manifolds", J. Funct. Anal. **269** (2015), 3714–3764.

4. S. Aida : "Reflected rough differential equations", Stochastic Process. Appl. **125** (2015), 3570–3595.

5. S. Aida : "Wong-Zakai approximation of solutions to reflecting stochastic differential equations on domains in Euclidean spaces II", Stochastic analysis and applications 2014, 1–23, Springer Proc. Math. Stat., 100, Springer, Cham, (2014).

6. S. Aida and K. Sasaki : "Wong-Zakai approximation of solutions to reflecting stochastic differential equations on domains in Euclidean spaces", Stochastic Process. Appl. **123** (2013), 3800–3827.

C. 口頭発表

1. Rough differential equations containing path-dependent bounded variation terms, Workshop on "Mathematical finance and related issues", 大阪大学中之島センター, 2018 年, 3 月.

2. Asymptotics of spectral gaps on infinite dimensional spaces, Tokyo-Seoul conference in Mathematics –Probability Theory–, 東京大学, 2017 年, 12 月.

3. Asymptotics of spectral gaps on loop spaces, Metric Measure spaces and Ricci curvature, Max-Planck Institute for Mathematics, Bonn, Germany, 2017, September.

4. Support theorem for reflected diffusion processes, RIMS 研究集会「確率論シンポジウム」, 京都大学数理解析研究所, 2016 年 12 月.

5. Rough differential equations containing path-dependent bounded variation terms, 研究集会「確率解析とその周辺」, 九州大学 (伊都キャンパス), 2016 年 11 月.

6. Reflected rough differential equations via controlled paths, Rough paths, Regularity structures and related topics, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, May, 2016.

7. On solution to reflected rough differential equations, Stochastic Analysis, 京都大学, 2015 年 9 月.

8. Asymptotics of spectral gaps on loop spaces over a class of Riemannian manifolds, 確率論と幾何学, 東京工業大学, 2015 年 11 月.

9. ラフパスで駆動された反射境界条件付き微分方程式について, 東北大学数学教室談話会, 東北大学大学院理学研究科, 2015 年 6 月.

10. Wong-Zakai approximation of solutions to reflecting stochastic differential equations on domains in Euclidean spaces, Oxford-Man Institute and Mathematical Institute, University of Oxford, UK, September, 2013.

D. 講義

1. 確率解析学・確率統計学 XA：マルチンゲールに関する確率積分とそれに基づいた確率微分方程式の解析について講義した. (数理大学院・4 年生共通講義)

2. 基礎数理特別講義 VI・解析学 XF：ラフパスと被制御パス、ラフパスで駆動される微分方程式の基本性質、伊藤の確率微分方程式との関係などを論じた.(数理大学院・4 年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会統計数学分科会評議員

2. 日本数学会理事

3. “Journal of Mathematical Sciences”, Editor

4. “Communications on Stochastic Analysis”, Associate Editor

5. 2017 年研究集会「確率解析とその周辺」世話人

新井 仁之 (ARAI Hitoshi)

A. 研究概要

数理視覚科学とその応用の研究を行った．テーマは脳内の視覚情報処理の新しい数理モデルの作成と視覚に関連する諸科学技術分野への応用である．これまでに理論を自ら構築し，その過程で次のことを行ってきた．

本テーマに関連した純粋数学の研究.
異分野融合研究 (視覚科学，脳科学，認知科学，情報科学，芸術).
実用化・商品化・ソフトウエア化.

これらは独立したものではなく，相互に密接に関連するものである．

さらに，本研究成果は科学，技術，産業界からも高い関心をもたれている．たとえば C にも記したが，これまでに最近では，
・参天製薬株式会社・第 70 回日本臨床眼科学会共催同学会イブニングセミナー『視覚情報と自動運転』(2016)，
・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』(2016)，
・日本ロボット学会主催『第 95 回ロボット工学セミナー』(2015)
などでの招待講演，また，
・『第 47 回日本医学放射線学会総会』(2015)
での特別講演を行った．

海外でも本研究成果は注目され，米国科学雑誌『Nautilus』のサイトで新井の視覚･錯視と画像処理の研究成果の一部が ”How Japanese Floating Illusions Reverse-Engineer What We See” というタイトルで紹介された (Jun 21, 2017).

社会での関心も非常に高く，これまでに本研究成果は
朝日新聞 (2016.8.28, 2014.3.16), 読売新聞 (2014.2.28, 2012.9.16), 日本経済新聞 (2012.8.9, 2009.2.16), 日本経済新聞 Web 刊 (2012.5.18), 科研費 NEWS(2009.1), 神奈川新聞 (2005.10.16) 他多数
で取り上げられる他，
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」(2015.8.27)，とくダネ！(フジテレビ)(2012.3.23)，ひるおび！(TBS)(2012.3.23)，TV はなまるマーケット (TBS)(2011.10,12) などでも取り上げられた．

本年度は，F にも記したが，本研究成果である浮遊錯視生成技術を用いた次のような成果物があった．
☆「**東京大学入学式限定・浮遊錯視図書カード**」が東京大学から販売 (2017.4).
☆「**浮遊錯視クロス Utokyo**」と「**浮遊錯視 数理模型**」が東京大学コミュニケーションセンターと IMT Boutique ＋ UTCC（丸の内），及びオ

ンラインで販売されている．(2017.4〜)
これらについては，東京大学から『**数学で錯視は制御できる！アルゴリズムを用いて「浮遊錯視」化した画像を活用しオリジナルデザイン雑貨を開発**』というタイトルでプレスリリースがされた（2017.4.5）．

知財関係では，本年度に次の特許を取得した．『**画像処理装置，画像処理方法，および，画像処理プログラム**』（**特許第 6162283 号，発明者：新井仁之，新井しのぶ，特許権者：JST，発行日：2017.7.12**）
この他には次の PCT 出願をした
"EDGE-INDUCED ILLUSION GENERATION DEVICE, EDGE-INDUCED ILLUSION GENERATION METHOD, EDGE-INDUCED ILLUSION GENERATION PROGRAM, PRINTING MEDIUM, AND RECORDING MEDIUM"(Inventors: H. Arai and S. Arai, Applicant: JST, Aug 16, 2017)
これまでの特許取得状況は次のものである．

【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：画像処理用ディジタルフィルタ，画像処理生成装置，画像生成方法，ディ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 次元ディジタル・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 次元ディジタル・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.）

これらの特許のうち複数がライセンスされた．
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 appratus, 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 Paten 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 genrerating 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：“コンピュータで ‘錯視’ の謎に迫る”, ITmedia NEWS, 2017.6～ 連載中 (本研究成果を中心とした連載記事). http://www.itmedia.co.jp/news/series/6504/
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 新井仁之，リーマンと実解析学，数理科学 53 (9) (2015), 9–15.
7. 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）.
8. 新井仁之: “フーリエ解析の多彩な応用 ディジタル信号処理, 人の感覚との関わり”, 数学セミナー **57**(2017), 34–37.
9. 【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）．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).
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. 人の視知覚に切り込む数学とその応用 -調和解析，錯視，画像処理，アート-, 日本数学会 市民講演会, 於 東京大学, 2018 年 3 月 17 日.
2. 視知覚の数理科学, 東大数理 談話会･数理科学講演会, 於 東大数理, 2018 年 3 月 10 日.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

D. 講義

1. 全学自由研究ゼミナール : 応用線形代数，離散フーリエ変換，離散ウェーブレット変換，画像処理・信号処理への応用について講義した（教養学部前期課程講義）

2. 常微分方程式 : 常微分方程式の入門講義（教養学部前期課程講義）

3. 統合自然科学セミナー：ウェーブレットに関するセミナーを行った（教養学部後期課程講義）

4. 応用数学 XB/基礎数理特別講義 VII: 応用調和解析に関する講義を行った（数理大学院・4 年生共通講義）

5. 数学講究 XA : 関数解析学のセミナーを行った（理学部 4 年向け）

6. 数学特別講究 : 関数解析学のセミナーを行った（理学部 4 年生向け）

7. 数学講究 XB : オムニバス形式の講義.「脳内の視覚情報処理の数理モデルの研究とその応用，そして展望」というタイトルで講義を行った (2017.5.16)（理学部 4 年向け講義）

F. 対外研究サービス

1. Journal of Mathematical Sciences, Univ. Tokyo, 編集委員（Vice Editor-in-Chief）

2. 「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.

3. 「シリーズ 現代基礎数学」（朝倉書店）編集委員.

4. 米国科学雑誌『Nautilus』掲載記事 (2017/6) の取材対応.

5. 六花亭製菓株式会社が販売した 2018 年用『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.

6. 東京大学コミュニケーションセンターより販売されている浮遊錯視クロス 2 点，及び 2017 年度東京大学入学式限定販売の浮遊錯視図書カードの浮遊錯視作成.

7. 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.

8. 企業の技術アドバイザー 1 件.

G. 受賞

1. 2013 年度 日本応用数理学会論文賞（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, 数学的研究方法を発展させることである. 最近の研究は以下のようである：

[1] 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育まれ，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う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．

[2] 基本再生産数の理論： 一般的な時間的変動環境における個体群増殖の閾値条件を与える基本再生産数理論は，感染症疫学や人口学における最も基本的な重要性を持つ理論である．近年，これまでは扱うことのできなかった同次非線形モデルのゼロ解の安定性に関する基本再生産数が Thieme 等によって提起されたが，そこでは錐スペクトル半径の概念がキーとなる．この点から従来の線形理論をふりかえってみると，稲葉が提起した世代発展作用素がのスペクトル半径が，一般変動環境における基本再生産数を与えることがわかる．一方，このような基本再生産数が，時間依存非線形系の解の安定性の指標になっているかどうかは明確ではない．非自律系における自明解の線形化によって得られる基本再生産数が，個体群存続と絶滅の閾値として機能することを示すことを当面の目標として研究している．

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] 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.

[2] Theory of the basic reproduction number: The basic reproduction number in time-heterogeneous environments is a most important theory in population dynamics, epidemiology and demography, because it gives the threshold condition for population persistence and extinction. Recently Thieme and his collaborators have developed a basic reproduction number theory for the stability of the zero solution of homogeneous nonlinear models, which can not be formulated by the linearized stability principle. Their key idea is the cone spectral radius, and using this idea, we can understand that the spectral radius of the generation evolution operator, which was introduced by Inaba, gives the basic reproduction number in time-heterogeneous environments. It is not yet clear, however, whether this reproduction number gives a stability condition of the zero solution of nonautonomous nonlinear models. My tentative purpose is to show that the basic reproduction number gives the threshold value for growth and extinction even for the nonautonomous nonlinear population dynamics.

B. 発表論文

1. S. Nakaoka and H. Inaba, Demographic modeling of transient amplifying cell population growth, Math. Biosci. Eng. 11(2) (2014) 363-384.

2. H. Inaba, On a pandemic threshold theorem of the early Kermack–McKendrick model with individual heterogeneity,

Math. Popul. Studies 21(2) (2014) 95-111.

3. Y. Nakata, Y. Enatsu, H. Inaba, T. Kuniya, Y. Muroya and Y. Takeuchi, Stability of epidemic models with waning immunity, SUT Journal of Mathematics Vol.50, No.2, (2014) 205-245.

4. 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.

5. 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

6. 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.

7. H. Inaba, Endemic threshold analysis for the Kermack–McKendrick reinfection model, Josai Mathematical Monographs vol. 9, (2016) 105-133.

8. 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).

9. 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.

10. H. Inaba, Age-Structured Population Dynamics in Demography and Epidemiology, Springer Singapore, 2017, 555p.

C. 口頭発表

1. 人口と感染症の数理, 生命の教養学「感染」, 2017 年 4 月 28 日, 慶應義塾大学日吉キャンパス来往社.

2. The basic reproduction number in changing populations, Infactious Diseases in Aging Populations; Unifying Statistical and Dynamical Approach, 2017 年 7 月 29 日, 東京大学大学院数理科学研究科大講義室.

3. Backward bifurcation and some pitfalls, Summer short course of infectious disease modeling 2017，2017 年 8 月 5 日，統計数理研究所.

4. 人口転換の数理モデル, 第 27 回日本数理生物学会年会，2017 年 10 月 7 日，北海道大学工学部フロンティア応用科学研究棟.

5. 人口学と日本の人口問題，スポーツ先端科学研究拠点第 5 回学内セミナー，2017 年 10 月 27 日，駒場 I キャンパス 21KOMCEE EAST K212.

6. An age-structured epidemic model for demographic transition, 2017 KSIAM Annual Meeting, November 4, 2017, Haeundae Hotel, Busan.

7. An age-structured epidemic model for demographic transition, 第 14 回「生物数学の理論とその応用ー構造化個体群モデルとその応用ー」，2017 年 11 月 9 日, 京都大学北部総合教育研究棟 益川ホール.

8. （報告者 : 水田開）同次固有値問題とその応用, 第 14 回「生物数学の理論とその応用ー構造化個体群モデルとその応用ー」，2017 年 11 月 9 日，京都大学 北部総合教育研究棟 益川ホール.

9. Age-Structured Population Dynamics -A 30 Years Trip around Demography and Epidemiology, 稲葉寿先生還暦記念祝賀研究集会「数理人口学・数理疫学・構造化個体群モデル」, 2017 年 11 月 11 日, 東京大学大学院数理科学研究科大講義室.

10. Historical developments of the basic reproduction number in population dynamics,

The 18th RIES-HOKUDAI International Symposium 極, November 30, 2017.

D. 講義

1. 応用数学 XD: 集団生物学，疫学，人口学にあらわれる構造化個体群モデルに関する入門的講義.
2. 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）
3. 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)
4. 応用保健医療管理学第 7 回 安定人口理論：安定人口モデルに関する入門的講義.（北海道大学大学院医学院）

E. 修士・博士論文

1. (修士) 水田 開 (MIZUTA Kai): 連続時間同次力学系モデルに対する存続と絶滅の閾値とその応用.
2. (修士)XU Yaya: Mathematical analysis for HBV infection model and HBV-HDV coinfection model.

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. 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

Dr. Nicolas Bacaër (IRD, Bondy) stayed at the Graduate School of Mathematical Sciences, Komaba from 3 June to 5 August 2017 as a visiting professor. He gave a series of lectures about mathematical models for infectious diseases, and we had a seminar as follows:
June 20, 2017, 15:30-16:30, Lecture room 002.
Speaker: Nicolas Bacaër (IRD and The University of Tokyo)
Title: Some stochastic population models in a random environment
Abstract: Two population models will be considered: an epidemic model [1] and a linear birth-and-death process [2]. The goal is to study the first non-zero eigenvalue, which is related to the speed of convergence towards extinction, using either WKB approximations or probabilistic arguments. [1] "Le modèle stochastique SIS pour une épidémie dans un environnement aléatoire". Journal of Mathematical Biology (2016) [2] "Sur les processus linéaires de naissance et de mort sous-critiques dans un environnement aléatoire". Journal of Mathematical Biology (2017) [URL] http://www.ummisco.ird.fr/perso/bacaer/

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．今年度は以下の報告がなされた：

1. 2017/4/6: 五島祐樹 氏 (筑波大学医学群医学類)，数理的立場から見た造血幹細胞移植における急性 GVHD の発症機序.
2. 2017/4/6: 中岡慎治 氏 (JST さきがけ・東京大学生産技術研究所)，既存種が存在する条件下での新規種の侵入・絶滅を表す指標に関する考察.
3. 2017/5/11: 大泉嶺 氏 (国立社会保障・人口問題研究所), 環境変動と個体差の構造人口模型〜2 重のランダムネスにおける最適戦略の進化〜.
4. 2017/6/28: Moitri Sen (Department. of Mathematics, National Institute of Technology Patna), Allee effect induced rich dynamics of a two prey one predator model where the predator is generalist.
5. 2017/6/28: Malay Banerjee (Department of Mathematics and Statistics，IIT Kanpur), Stabilizing role of maturation delay on prey-predator dynamics.
6. 2017/11/16: 中林潤 (横浜市立大学 先端医科学研究センター), Human Immunodeficiency Virus (HIV) の細胞内複製ダイナミクスと感染個体内における進化.

7. 2017/12/14: 江夏洋一 (東京理科大学), On a mosquito-borne disease transmission by Wolbachia infection.

8. 2017/12/14: Don Yueping 氏 (青山学院大学), Delayed feedback controls in an Escherichia coli and Tetrahymena system.

9. 2017/12/14: 大泉嶺 (国立社会保障・人口問題研究所), 構造人口モデルにおける固有関数と生活史進化.

10. 2017/12/14: 中田行彦 (島根大学), Reinfection epidemic models in a heterogeneous host population.

11. 2017/12/14: 大森亮介 (北海道大学), Time evolution of Tajima's D of a pathogen during its outbreak.

12. 2017/12/14: Xu Yaya (東京大学大学院数理科学研究科), Mathematical analysis for HBV model and HBV-HDV coinfection model.

13. 2017/12/21: 山道真人 (東京大学大学院総合文化研究科), 生態-進化フィードバックを理解するための理論的アプローチ.

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 proba-

bility distributions in quantum systems. I studied 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.**352** (2017), 1205–1263.

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 8 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. 解析学 XD スペクトル理論
2. 微分積分学:微分積分学の入門講義

F. 対外研究サービス

1. Journal of Mathematical Physics Editorial Advisory Board
2. International Union of Pure and Applied Physics Commission C18 member

小木曽 啓示 (OGUISO Keiji)

A. 研究概要

1. Igor Dolgachev 教授の質問に答える形で、K3 曲面 S と S の自己同型 f の対 (S, f) で、条件「f は正のエントロピーを持ち、S 上のある滑らかな有理曲線に自明に作用する。」をみたすものを、射影的な S、 非射影的な S それぞれに対し構成した。また、応用として、同様な性質を持つ、Coble 型でない有理曲面とその自己同型対の例も構成した。（arXiv:1704.03142、リスト B 中の論文 2）
2. Thomas Peternell 教授と複素 4 次元射影多様体の位相的分類に関する共同研究を行った。まず、4 次元 Fano 多様体と Ricci-flat な 4 次元多様体との間の向きを保つ位相同型の非存在、任意次元 (≥ 4) の Calabi-Yau 多様体とコンパクト超ケーラー多様体の間の向きを保つ位相同型の非存在を示した。また、4 次元射影的超ケーラー多様体の基本的な例である $S^{[2]}$（射影 K3 曲面 S の長さ 2 の closed subschemes のなす Hilbert scheme) に対し、$S^{[2]}$ への向きを保つ位相同型をもつ滑らかな射影多様体 X の粗分類定理を与えた。その結果、X の標準因子はネフであり、その数値的小平次元は、$S^{[2]}$ の数値的小平次元である 0 であるかあるいは 2 となることがわかる。また、具体的構成により、数値的小平次元が 2 でありかつ $S^{[2]}$ と向きを保つ微分同相となる X の存在を確立し、$S^{[2]}$ には（固有かつ滑らかな複素変形からは誘導されない）exiotic な複素構造が入ることを確かめた。（arXiv:1707.05657）
3. Tien-Cuong Dinh 教授との共同研究で、滑らかな複素射影多様体 V で、その $\mathbf{C}$ 上の全自己同型群 $\mathrm{Aut}\,(V)$ は群として離散的だが有限生成ではなく、更に V の実形式 (実数体上定義された代数多様体 W で、$W \times_{\mathrm{Spec}\,\mathbf{R}} \mathrm{Spec}\,\mathbf{C}$ が $\mathrm{Spec}\,\mathbf{C}$ 上 V と同型になるもの) が $\mathrm{Spec}\,\mathbf{R}$ 上の同型を除き無限個あるものの存在を、2 以上の任意次元において示した。この結果は、John Lesieutre 博士の結果（6 次元の場合の存在）に示唆されたものであり、その最終的といってよい形での一般化である。最大の鍵は 2 次元の場合の V 構成であるが、これは、John Lesieutre 博士、Igor Dolgachev 教授、Hélène Esnault 教授からの質問への肯定的解答であるとともに、（Igor Dolgachev 教授によれば）永らく未解決であった問題に対する否定的解答でもある。（arXiv:1710.07019）

1. I gave a few explicit examples which answer an open minded question of Professor Igor Dolgachev on complex dynamics of the inertia group of a smooth rational curve on a projective K3 surface and its variants for a rational surface and a non-projective K3 surface (arXiv:1704.03142, Paper 2 in B below).
2. This is a joint work with Professor Thomas Peternell (U. Bayreuth). We studied smooth complex projective 4-folds which are topologically equivalent. First we show that Fano fourfolds are never oriented homeomorphic to Ricci-flat projective fourfolds and that Calabi-Yau manifolds and hyperkähler manifolds in dimension ≥ 4 are never oriented homeomorphic. Finally, we give a coarse classification of smooth projective fourfolds which are oriented homeomorphic to a hyperkähler fourfold which is deformation equivalent to the Hilbert scheme $S^{[2]}$ of two points of a projective K3 surface S. We also present an explicit example of a smooth projective fourfold oriented homeomorphic to $S^{[2]}$, which has positive Kodaira dimension. (arXiv:1707.05657)

3. This is a joint work with Professor Tien-Cuong Dinh (National University of Singapore). We have shown that there is a smooth complex projective variety, of any dimension greater than or equal to two, whose automorphism group is discrete and not finitely generated. Moreover, this variety admits infinitely many real forms which are mutually non-isomorphic over the real number field. Our result is inspired by the work of Lesieutre and answers questions by Professors Dolgachev, Esnault and Lesieutre. (arXiv:1710.07019)

B. 発表論文

1. K. Oguiso: "A criterion for the primitivity of a birational automorphism of a Calabi-Yau manifold and an application" to appear in Math. Res. Lett.

2. K. Oguiso: "A few explicit examples of complex dynamics of inertia groups on surfaces - a question of Professor Igor Dolgachev", to appear in Transformation Group, https://doi.org/10.1007/s00031-018-9473-x , First Online: 15 January 2018.

3. K. Oguiso: "Pisot units, Salem numbers and higher dimensional projective manifolds with primitive automorphisms of positive entropy" to appear in International Mathematics Research Notices, https://doi.org/10.1093/imrn/rnx142 , Published online 20 July 2017.

4. V. Lazić, K. Oguiso, Th. Peternell: "Automorphisms of Calabi-Yau threefolds of Picard number three" In: Higher dimensional algebraic geometry - in honour of Professor Yujiro Kawamata's sixtieth birthday, Adv. Stud. Pure Math **74**, (2017) 279–290.

5. K. Oguiso: "Isomorphic quartic K3 surfaces in the view of Cremona and projective transformations", In Special Issue for Algebraic Geometry in East Asia, Taiwanese J. Math. **21** (2017) 671–688.

6. H. Esnault, K. Oguiso, X. Yu : "Automorphisms of elliptic $K3$ surfaces and Salem numbers of maximal degree ", Algebraic Geometry **3** (2016) 496–507.

7. 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.

8. H. Esnault, K. Oguiso: "Non-liftability of automorphism groups of a K3 surface in positive characteristic", Math. Ann. **363** (2015) 1187–1206.

9. 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.

10. 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.

C. 口頭発表

1. Keiji Oguiso, "Smooth complex projective varieties with infinitely many real forms", Algebraic Geometry of positive characteristic and related topics, January 30 - February 1 2018, Housei University, Tokyo, Japan.

2. Keiji Oguiso, "Birational geometry through complex dynamics" Colloquium Talk at National University of Singapore, January 14 2018, Singapore.

3. Keiji Oguiso, "Projective manifolds with discrete and non-finitely generated automorphism group", K3 Surfaces and Related Topics (the 17th Nagoya International Math. Conference) – celebrating the sixtieth birthday of Professor Shigeyuki Kondo, 19–21 December 2017, Nagoya U.

4. Keiji Oguiso, "Primitive automorphisms, dynamical degrees and relative dynamical degrees" (two 90-minute lectures), Second Japanese-European Symposium on Symplectic Varieties and Moduli Spaces, 18 - 23 September 2017, Conference Hall, Bellavista Relax Hotel in Levico Terme, Italy.

5. Keiji Oguiso, "On homeomorphism type of projective fourfolds" Higgs Bundles, K3 Surfaces and Moduli, A Conference of the Kolleg Mathematik Physik Berlin (KMPB, an Interdisciplinary Research Center for Mathematics and Physics), 10 - 12 July 2017, Humboldt Universitaet zu Berlin.

6. Keiji Oguiso, "A few remarks on oriented homeomorphic projective 4-folds", NCTS Workshop in Higher Dimensional Algebraic Geometry, June 19 - 23, 2017, Taiwan National University, Taipei, Taiwan

7. K. Oguiso, "Higher dimensional projective manifolds with primitive automorphisms of positive entropy", "Recent developments in rationality questions", April 24–28, 2017 in Advances in Birational Geometry, Erwin Schrödinger Institute for mathematics and physics, Wien Austria, and Cremona conference, September 12-16, 2016, Basel, Swissland.

8. K. Oguiso "On a question of professor Igor Dolgachev" (changed the title of talk), Algebraic Geometry Conference–in honnor of Professor JongHae Keum's 60th birthday, March 28 – April 1, 2017, Haeundae, Busan, Korea

9. K. Oguiso, "Isomorphic quartic K3 surfaces in the view of Cremona and projective transformations", New methods in birational geometry, June 27-Juy 1, 2016, Toulouse, France.

10. Keiji Oguiso, "Some aspects of explicit birational geometry inspired by complex dynamics", International Congress of Mathematicains (Seoul 2014), Invited 45 minutes talk at Section 4 Algebraic and Complex Geometry, August 13 - 21, 2014, Coex, Seoul Korea.

D. 講義

1. 代数幾何学・代数学 XH, 数物先端科学 I：Dinh-Sibony, Truong 等の論文を題材に、複素力学系的代数幾何の一端を複素多様体、代数多様体の基本事項とともに解説した。（数理大学院･4 年生共通講義、A セメスター）

2. 自然科学ゼミナール（数理科学）：Galois の基本定理を最終目標においた代数入門。（教養学部 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. an organizer of "The 11th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry" (Jan. 22-25, 2018, U. Tokyo)

7. an organizer of "Higher dimensional algebraic geometry A conference to mark the retirement of Professor Yujiro Kawamata" (March 12 –16, 2018, U. Tokyo)

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. B. H. Lian 教授 (Brandise U.) 研究連絡。

2. F. Campana 名誉教授 (U. Nancy) 代数幾何学セミナーでの講演、研究連絡。

3. T.C. Dinh 教授 (National University of Singapore) 代数幾何学セミナーでの講演、代数幾何学城崎シンポジュームでの講演、共同研究。

4. M. Brion 教授 (U. Gronoble) The 11th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry での講演、研究連絡。

5. M. Groechenig 博士 (Berlin Free U. 研究員) The 11th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry での講演。

金井 雅彦 (KANAI Masahiko)

A. 研究概要

懸案の課題「群作用に対する剛性問題へのシュワルツ微分の応用」に 2017 年度も取り組んだ．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．この箇所で，研究は停滞している．残念ながら，2017 年度も大きな進展は見られなかった．

その他に，高階の半単純リー群の格子の剛性に関する新たな研究に着手した．この種の格子が強い剛性を示すことは，古くから Margulis の超剛性定理として知られている．一方，この種の格子の作用に対する Zimmer の予想が 1 年少々前 Brown–Fisher-Hurtado により解決されたことは記憶に新しい．新たな研究課題においては，これらの結果を典型とする一連の剛性定理の統一的理解を目指す．基本的な着想を標語的に述べるならば，高階半単純リー群とその格子に付随して現れる葉層化多様体に対し，葉方向には調和積分論を，一方法方向にはエルゴード理論を適用するというものである．

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 had 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 have to show that the lifted action is properly discontinuous, but the proof of that is still missing.

I have also started a new project, which aims at a unified understanding of rigidity phenomena indicated by lattices of higher-rank semi-simple Lie groups, such as the superrigidity theorem of Margulis or an affirmative answer to Zimmer's conjecture on group actions by Brown–Fisher-Hurtado. Attached to such a Lie group and its lattice, we are provided with a foliated space. My approach would then be depicted in a few word as follows — Apply the theory of harmonic integrals in the direction tangent to the foliation, and ergodic theory in the transverse direction.

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 falks", " 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 "Geometric 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.

D. 講義

1. 微分積分学続論：学部 2 年生向けの微積分学の講義．S セメスター開講.

2. 初年次ゼミナール：「見て，触って，作って学ぶ幾何学」と題したゼミナールを開催．S セメスター開講.

3. 集合と位相・同演習：数学科進学予定の学部 2 年生を主な対象とした講義，および演習．A セメスター開講.

E. 修士・博士論文指導

1. ソンヒョヌ：On growth of finitely generated groups（修士論文）

2. 峰岸龍：The first tangential cohomology of a foliated manifold（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

フュージョン圏におけるフル部分圏の Drinfel′d の意味での相対可換子圏の単純対象，フュージョン圏のフル部分圏についての既約な半 braiding, Ocneanu の tube 環を一般化した相対 tube 環の極小中心射影の間の対応を確立した．これを用いて，α-induction から生じるフュージョン圏の相対 Drinfel′d 可換子圏を明示的に計算した．カイラル共形場理論から生じる具体例も示した．

We established a correspondence among simple objects of the relative commutant of a full fusion subcategory in a larger fusion category in the sense of Drinfel′d, irreducible half-braidings of objects in the larger fusion category with respect to the fusion subcategory, and minimal central projections in the relative tube algebra generalizing Ocneanu's tube algebra. Based on this, we explicitly compute certain relative Drinfel′d commutants of fusion categories arising from α-induction for braided subfactors. We also presented examples arising from chiral conformal field theory.

B. 発表論文

1. Y. Kawahigashi, Y. Ogata, E. Størmer: "Normal states of type III factors", Pac. J. Math. **267** (2014), 131–139.

2. M. Bischoff, Y. Kawahigashi, R. Longo, K.-H. Rehren, "Phase boundaries in algebraic conformal QFT", Commun. Math. Phys. **342** (2016), 1–45.

3. 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.

4. 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.

5. S. Carpi, Y. Kawahigashi, R. Longo, M.

Weiner, "From vertex operator algebras to conformal nets and back", to appear in Mem. Amer. Math. Soc.

6. Y. Kawahigashi, "Conformal field theory, tensor categories and operator algebras", J. Phys. A **48** (2015), 303001 (57 pages).

7. Y. Kawahigashi, "A remark on gapped domain walls between topological phases", Lett. Math. Phys. **105** (2015), 893–899.

8. Y. Kawahigashi, "A relative tensor product of subfactors over a modular tensor category", Lett. Math. Phys. **107** (2017), 1963-1970.

9. Y. Kawahigashi, The relative Drinfeld commutant of a fusion category and α-induction, to appear in Internat. Math. Res. Notices.

10. Y. Kawahigashi, Conformal field theory, vertex operator algebras and operator algebras, to appear in Proceedings of ICM 2018.

C. 口頭発表

1. A relative tensor product of rational full conformal field theories, Seminar, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences (U.K.), March 2017.

2. Lectures on von Neumann algebras, Lecture series (four talks), Center de Recerca Mathemàtica (Spain), May 2017.

3. Moonshine and operator algebras, Seminar, Center de Recerca Mathemàtica (Spain), May 2017.

4. The relative Drinfeld commutant and α-induction, Subfactors, K-theory and conformal field theory, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences (U.K.), June 2017.

5. Conformal field theory, operator algebras and vertex operator algebras, Advances in Mathematics and Theoretical Physics, Rome (Italy), September 2017.

6. From vertex operator algebras to operator algebras and back, Seminar, Harvard University (U.S.A.), October 2017.

7. From vertex operator algebras to conformal nets and back, Seminar, MIT (U.S.A.), October 2017.

8. Conformal field theory and operator algebras, Reflection Positivity, Oberwolfach (Germany), November 2017.

9. Moonshine, conformal field theory and operator algebras, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics 2018, Tsinghua University (China), Janury 2018.

10. Topological phases of matter, modular tensor categories and gapped domain walls (3 talks), 「トポロジカル相についての数学的研究」, 京大数理研, January 2018.

D. 講義

1. 全学自由研究ゼミナール：英語による数学書の輪講. (教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 賀 卓豊 (HE Zhuofeng) : Actions on noncommutative tori and classification of the crossed products

2. (修士) 池田 康 (IKEDA Yasushi) : Tomita's Theorem in Tomita-Takesaki Theory

3. (修士) 大澤 綸正 (OSAWA Rinsei) : Amenability and group C*-algebras

4. (修士) 太田 紘一 (OTA Koichi) : Kasparov's KK-Theory — The Operator Bifunctor Including K-Theory and C^*-Extensions

5. (修士) 森 迪也 (MORI Michiya) : Tingley's problem through the facial structure of operator algebras

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 19 回高木レクチャー」(京都大学，2017 年 7 月 8,9 日) のオーガナイザー.

9. サマースクール数理物理「乱流とパーコレーション」(東京大学大学院数理科学研究科，2017 年 8 月 25–27 日) のオーガナイザー.

10. 日本数学会「第 20 回高木レクチャー」(東京大学，2017 年 11 月 4 日) のオーガナイザー.

11. East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics (Tsinghua University, China, January 12-16, 2018) のオーガナイザー.

12. Noncommutative Geometry and K-theory at Rits –The Fourth China-Japan Conference– (立命館大学，2018 年 3 月 26-28 日) のオーガナイザー.

川又 雄二郎 (KAWAMATA Yujiro)

A. 研究概要

Catanese 氏との共同研究では、代数的ファイバー空間（滑らかな代数多様体の間の連結な射影的全射）における相対標準層の直像を研究した。この研究対象はずっと以前に研究し, 半正値性定理を証明したものだったが、共同研究を機会に再度取り上げた。証明を精密化することにより、この直像がユニタリ平坦なベクトル束と、一般曲線切断上では豊富なベクトル束になるような連接層との直和に分解することを証明した。この定理は底空間が 1 次元の場合の藤田の定理の拡張である。

また、以前に考察した単純組というものの非可換変形の理論の研究を継続し、改訂を行ない改良を行なった．さらに, 正則偏屈層の圏内での単純対象の非可換変形を考え、半普遍変形を決定した。特に、ファイバーの次元が高々 1 で構造層が高次順像を持たないような射影的射に対して, ファイバーの構造層から作った単純組の半普遍変形を決定した（論文準備中）．これはフロップ収縮の場合における Donovan-Wemyss や Bodzenta-Bondal の結果の拡張だが, フリップ収縮の場合も含む.

I studied the direct image sheaf of the relative dualizing sheaf on an algebraic fiber space, a projective surjective morphism with connected fibers between smooth algebraic varieties, in a joint work with Fabrizio Catanese. I studied this subject long time ago, and proved the semi-positivity theorem. We refined the old proof and obtained a theorem stating that the direct image sheaf is a direct sum of a unitary flat vector bundle and a coherent sheaf whose generic curve section is ample. This is a generalization of a theorem of Fujita in the case where the base variety is a curve.
I continued the study of non-commutative deformations of simple collections, and refined a paper on this subject. Moreover I obtained a theorem on versal defomations for non-commutative deformations of simple objects in a category of perverse sheaves. In particular, I determined versal deformations of simple objects for acyclic morphisms whose fibers have dimension at most 1 (in preparation). This is a generalization of results of Donovan-Wemyss and Bodzenta-Bondal, but includes the case of flips besides flops.

B. 発表論文

1. Y. Kawamata: *Birational geometry and derived categories.* to appear in Surveys in Differential Geometry. arXiv:1710.07370

2. Fabrizio Catanese, Y. Kawamata: *Fujita decomposition over higher dimensional base.* arXiv:1709.08065

3. Y. Kawamata: *Derived McKay correspondence for $GL(3, \mathbf{C})$.* Adv. Math. (2018),

https://doi.org/10.1016/j.aim.2018.01.022. arXiv:1609.09540

4. Y. Kawamata: *On multi-pointed non-commutative deformations and Calabi-Yau threefolds.* to appear in Compositio Math. arXiv:1512.06170

5. Y. Kawamata: *Derived categories of toric varieties III.* European Journal of Mathematics, **2** (2016), 196–207. DOI: 10.1007/s40879-015-0065-1.

6. 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

7. 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.

8. 川又雄二郎：高次元代数多様体論。岩波書店、2014 年。

9. Y. Kawamata: *Hodge theory on generalized normal crossing varieties.* Proc. Edinburgh Math. Soc. **57-1**(2014), 175–189.

10. Y. Kawamata: *Derived categories of toric varieties II.* Michigan Math. J. **62-2**(2013), 353–363.

C. 口頭発表

1. *On DK conjecture.* Algebra-Analysis-Geometry Seminar. Kagoshima University, February 13–16, 2018.

2. *NC deformations of simple collections.* International Conference on Algebraic Geometry. YMSC, Tsinghua University, Beijing, China, December 8–11, 2017.

3. *NC deformations of simple collections.* Algebraic Geometry: Birational Classification, Derived Categories, and Moduli Spaces. Oberwolfach Mathematics Institute, Germany, September 25–29, 2017.

4. 非可換環上の変形について. 代数学シンポジウム, 大阪大学, September 4–7, 2017.

5. *Birational geometry and derived categories.* Higher Dimensional Algebraic Geometry. NCTS, Taiwan University, Taiwan, June 19–23, 2017.

6. *Birational geometry and derived categories.* The Algebraic and Arithmetic Geometry Conference 2017. University of Science and Technology of China. Hefei, China, May 8–12, 2017.

7. *Birational geometry and derived categories.* BICMR-Tokyo Algebraic Geometry Workshop. BICMR, Beijing University, Beijing, China, May 5–7, 2017.

8. *Birational geometry and derived categories.* Conference on Geometry and Topology (JDG 2017). Harvard University, Cambridge, USA, April 28–May 2, 2017.

9. *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.

10. *Derived McKay correspondence for* $GL(3, \mathbf{C})$. Derived Category and Birational Geometry. Osaka University. February 20–23, 2017.

D. 講義

1. 数理科学基礎：解析入門の導入部分. (教養学部前期課程 1 年生講義)

2. 微分積分学：解析入門. (教養学部前期課程 1 年生講義)

3. 代数幾何学・代数学 XG：フロップに対する導来同値予想を証明するための複数の方法を紹介した. (数理大学院・4 年生共通講義)

4. 代数幾何学：フロップに対する導来同値予想を証明するための複数の方法を紹介した. 大阪大学集中講義、11 月 13 日–11 月 17 日.

F. 対外研究サービス

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

以下のシンポジュームのオーガナイザー：

1. *Classification and Moduli Theory of Algebraic Varieties.* Scientific Committee: Fabrizio Catanese (Bayreuth) and Yujiro Kawamata. Ischia, Italy, September 11–16, 2017.

2. *BICMR-Tokyo Algebraic Geometry Workshop.* Organizing Comittee: Chenyang Xu and Yujiro Kawamata. BICMR, Peking University, Beijing, China, May 5–7, 2017.

3. 玉原代数幾何セミナー *2017.* Organizers: Yoshinori Gongyo, Yujiro Kawamata, Masanori Kobayashi, Keiji Oguiso, Natsuo Saito, and Kaori Suzuki. Tambara Mathematical Institute. August 21–25, 2017.

4. *NCTS Workshop in Higher Dimensional Algebraic Geometry.* Organizers: Jungkai Alfred Chen and Yujiro Kawamata. NCTS, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. June 19–23, 2017.

5. *Stability, Boundedness and Fano Varieties.* Scientific Committee: Gang Tian and Yujiro Kawamata. Organizing Committee: Ivan Cheltsov and Chenyang Xu. BICMR, Peking University, Beijing, China, August 28–September 1, 2017.

6. *NCTS Workshop on Singularities, Linear Systems, and Fano Varieties.* Organizers: Jungkai Alfred Chen, Caucher Birkar, and Yujiro Kawamata. NCTS, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. April 13–16, 2017.

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的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、どのような強さの特異性ならばその特異なデータを初期値として滑らかな解が作れるかということについて、さまざまな研究が行われている。1980 年代は次元乗の可積分な元を初期値とする局所可解性が示されていたが、近年さまざまな指数のベゾフ空間の元にまで拡張されている。一方、あまり関数の特異性が強いと、初期値問題が解けないことも知られている。全空間の場合に示されていても、流体の占める領域に境界があると、問題は難しくなってくる。ここでは、境界のある領域について、さまざまなベゾフ空間での可解性を導いた。また、それと弱解とが共存するときそれらが一致するかといった問題にも取り組んだ。

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. 結晶表面の成長速度：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、その成長速度については全くわかっていない。2 次元核生成の場合についてさえ、成長速度は研究されていなかった。その理由は、表面での水平方向への広がりの速さに、その等高

線の曲率が関係して、2 階方程式になってしまうからである。数学解析では、時間無限大での解の挙動はハミルトン・ヤコビ方程式を中心に活発に研究されているが、その設定に含まれない問題である。この問題に対して、核生成が起こる場所の形状により、成長速度が大きく異なりうることを示した。このレベルでも新発見であった。

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 strength of singularity which still admits a smooth solution with such an initial data. In 1980s, a local solvability was established for L^n initial data, where n is the space dimension. In recent years, it is extended to Besov functions with various exponents. However, it is also known that initial value problem does not admit a reasonable solution if the singularity of initial data is too strong. The problem will be more difficult if there is a boundary of the domain where the fluid occupies even if a similar result has been established for the whole space. We studied the boundary value problem and derive solvability in various Besov spaces. We also studied the problem that a weak solution must agree with the strong one.

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. Growth rate 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, its growth rate has been unknown. The growth rate even for two-dimensional nucleation was not studied. The reason is that the horizontal spreading velocity depends on the curvature so that the equation becomes an equation of the second order. In mathematical analysis, large time behavior has been actively studied for the Hamilton-Jacobi equation. However, our setting is not included in such a theory. For this problem, we show that the growth rate depends on the shape of the nucleation place, which is a new discovery.

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”, Jour-

nal of Scientific Computing **62** (2015) 831–874.

3. 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.

4. Y. Giga and N. Pozar : "A level set crystalline mean curvature flow of surfaces", Adv. Differential Equations **21** (2016) 631–698.

5. Y. Giga and T. Namba : "Well-posedness of Hamilton-Jacobi equations with Caputo's time-fractional derivative", Comm. in Partial Differential Equations **42** (2017) 1088–1120.

6. 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", Proc. Amer. Math. Soc. **145** (2017) 3865–3876.

7. H. Koba, C. Liu and Y. Giga : "Energetic variational approaches for incompressible fluid systems on an evolving surface", Quart. Appl. Math. **75** (2017) 359–389. Errata, **76** (2018) 147–152.

8. R. Farwig, Y. Giga and P.-Y. Hsu : "The Navier-Stokes equations with initial values in Besov spaces of type $B^{-1+3/q}_{q,\infty}$", J. Korean Math. Soc. **54** (2017) 1483–1504.

9. M. Bolkart, Y. Giga, T. Suzuki and Y. Tsutsui : "Equivalence of BMO-type norms with applications to the heat and Stokes semigroup", Potential Analysis, First Online (2017), 1–26.

10. K. Abe, Y. Giga, K. Schade and T. Suzuki: "On the Stokes resolvent estimates for cylindrical domains", J. Evol. Eq. **17** (2017) 17–49.

11. 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. **290** (2017) 2524–2546.

12. H. Beirão da Veiga, Y. Giga and Z. Grujić: "Vorticity Direction and Regularity of Solutions to the Navier-Stokes Equations", Handbook of Mathematical Analysis in Mechanics of Viscous Fluids, Springer (2018).

13. M. Bolkart, Y. Giga and T. Suzuki : "Analyticity of the Stokes semigroup in BMO-type spaces", J. Math. Soc. Japan **70** (2018) 153–177.

14. Y. Giga, S. Ibrahim, S. Shen and T. Yoneda : "Global well posedness for a two-fluid model", Differential Integral Equations **31** (2018) 187–214.

15. Y. Giga and N. Kajiwara : "On a resolvent estimate for bidomain operators and its applications", J. Math. Anal. Appl. **459** (2018) 528–555.

C. 口頭発表

1. On L^∞ and BMO theory of the Stokes semigroup and related topics, Towards Regularity, Polish Academy of Sciences (Poland), 2016 年 9 月.

2. A level-set crystalline mean curvature flow of hypersurfaces, Mean Curvature Flow, Clay Mathematics Institute / University of Oxford (UK), 2016 年 9 月.

3. 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.

4. On growth speed of a birth-spread model for two-dimensional nucleation on a crystal surface, Academia Sinica (Taiwan), 2017 年 1 月.

5. 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), 2017 年 1 月.

6. Analyticity of semigroups in end point spaces, Operator semigroups in Analysis: modern developments, Będlewo Conference Center (Poland), 2017 年 4 月.

7. Approximation by Cahn-Hoffman facets and the crystalline mean curvature flow, Analysis seminar, University of Warwick (UK), 2017 年 5 月.

8. On L^∞ theory for the Navier-Stokes equations and its applications to regularity criteria via vorticity direction, Incompressible Navier-Stokes Equations, Fudan University (China), 2017 年 9 月.

9. 有界平均振動関数空間における熱半群、ストークス半群の解析性, 第 660 回応用解析研究会, 早稲田大学先進理工学部, 2017 年 12 月.

D. 講義

1. 線形微分方程式論, 解析学 VIII：線形偏微分方程式の基礎理論、特にシャウダー評価を中心に解説. (数理大学院・4 年生共通講義)

2. 連続体力学：弾性体力学および流体力学の基礎方程式の導出とさまざまな特殊解の解説. (教養学部統合自然学科講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 三浦 達哉 (MIURA Tatsuya): On effects of curvatures of curves, surfaces and graphs (曲線、曲面およびグラフの曲率の効果について).

2. (修士) 尾上 文彦 (ONOUE Fumihiko): A varifold formulation of mean curvature flow with Dirichlet or dynamic boundary condition (ディリクレまたは動的境界条件付き平均曲率流のバリフォールド解による定式化).

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. 日本応用数理学会評議員 (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 13, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 4 月 19 日–21 日.

2. Yoshikazu Giga, Matthias Hieber, Edriss S. Titi, Geophysical Fluid Dynamics, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), 2016 年 5 月 7 日–13 日.

3. 栄伸一郎, 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, 浜向直, 第 42 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院, 2017 年 8 月 8 日–10 日.

4. Peter Constantin, Yoshikazu Giga, Hao Jia, Carlos Kenig, Zhen Lei, Fang hua Lin, Gregory Seregin, Vladimír Šverák, Edriss Titi, Sijue Wu, Incompressible Navier-Stokes Equations, Fudan University (China), 2017 年 9 月 11 日–15 日.

5. Yoshikazu Giga, Kohichi Sudoh, Etsuro Yokoyama, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 14, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 10 月 25 日–27 日.

6. Peter Constantin, Yoshikazu Giga, Vlad Vicol, Princeton-Tokyo Fluid Mechanics Workshop, Princeton University (USA), 2017 年 11 月 7 日–9 日.

7. 吉田善章, 儀我美一, 早稲田卓爾, 非線形科学の学融合的展開, 東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト, 2018 年 2 月 13 日–15 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. Olivier Pierre-Louis (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)
（講演）I: Crystal growth and atomic steps, Ⅱ: Wetting and dewetting of thin films, Ⅲ: Adhesion and dynamics of membranes, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 14, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 10 月 25 日–27 日.

2. Robert Nürnberg (Imperial College London)
（講演）Numerical approximation of (crystalline) anisotropic surface diffusion, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 14, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 10 月 27 日.

3. Kaj Nyström (Uppsala University)
（講演）Boundary value problems for parabolic equations with measurable coefficients, 第 90 回 PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 11 月 15 日.

4. Felix Schulze (University College London)
（講演）Optimal isoperimetric inequalities for surfaces in any codimension in Cartan-Hadamard manifolds, 第 91 回 PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 11 月 21 日.

5. Alex Mahalov (Arizona State University)
（講演）Stochastic three-dimensional Navier-Stokes equations + waves: Averaging, convergence, regularity and nonlinear dynamics, 第 92 回 PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 12 月 12 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
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．一般に，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．さらに，この手法による KZ 接続の圏化について研究した．

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，$\mathbf{C}^n$ の超平面配置の補集合上でサークルに値をとる Morse 理論を展開した．特に，Novikov ホモロジーは正の表現といわれる基本群の可換表現について，n 次元以外で消滅することを証明した．一般に，捩じれ Novikov ホモロジーと局所系係数のホモロジーとの関係を調べた．ここで構成したスペクトル系列において，微分は Massey 積によって記述される．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に拡張し，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
By means of a 2-functor from the path 2-groupoid of the configuration space, I constructed representations of the 2-category of braid cobordisms. More generally, I developed a method to construct higher category extension of holonomy representations of homotopy path groupoid my means of Chen's formal homology connection. Using this method, I investigated categorification of KZ connections.

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 monodoromy 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 developed the circle-valued Morse theory for the complement of a complex hyperplane arrangement in $\mathbf{C}^n$. We focused on the Novikov homology attached to an abelian representation of the fundamental group of the complement and showed that the Novikov homology vanishes except in dimension n for so called positive representations of the fundamental group. We investigated a relation between twisted Novikov homology and homology with local coefficients. Here, we constructed a spectral sequence whose differentials are given by Massey products. Moreover, we extended the notion of formality in rational homotopy theory for cohomology of local systems and studied it in relation with non-abelian Hodge theory.

B. 発表論文

1. T. Kohno : *Homological Representations of Braid Groups and the Space of Conformal Blocks*, F. Callegaro et al. (eds.), Perspectives in Lie Theory, Springer INdAM Series 19, DOI 10.1007/978-3-319-58971-8, 2018.

2. T. Kohno : *Configuration spaces, KZ connections and conformal blocks*, Oberwolfach Reports "Topology of Arrangements and Representation Stability", 2018.

3. T. Kohno : *Quantum representations of braid groups and holonomy Lie algebras*, Advanced Studies in Pure Mathematics 72 (2017), 117-144.

4. T. Kohno : *Higher holonomy maps of formal homology connections and braid cobordisms*, Journal of Knot Theory and Its Ramifications Vol. 26 (2016), 1642007 (14 pages), DOI: 10.1142/S0218216516420074

5. 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

6. T. Kohno : *Local systems on configuration spaces, KZ connections and conformal blocks*, Acta Mathematica Vietnamica, Volume 39, Issue 4 (2014), 575–598.

7. L. Funar and T. Kohno, *On Burau representations at roots of unity*, Geometriae Dedicata: Volume 169, Issue 1 (2014), 145-163. DOI 10.1007/s10711-013-9847-0

8. 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

9. L. Funar and T. Kohno, *On Burau representations at roots of unity*, Geometriae

Dedicata: Volume 169, Issue 1 (2014), 145-163. DOI 10.1007/s10711-013-9847-0

10. 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 and representations of braid cobordims, The 13th Algebra-Analysis-Geometry Seminar, Kagoshima University, February 13 – February 16, 2018.

2. Local systems on configuration spaces, KZ connections and conformal blocks, Topology of Arrangements and Representation Stability, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, January 14 – January 20, 2018.

3. Representations of the category of braid cobordisms, 2017 KIAS Research Station Busan, Self-distributive system and quandle (co)homology theory in algebra and low-dimensional topology, June 12 – June 16, 2017.

4. Higher category extensions of holonomy maps for hyperplane arrangements, Arrangements and beyond: Combinatorics, geometry, topology and applications, Centro de Ricerca Matematica Ennio De Giorgi, Pisa, Italy, June 6 – June 9, 2017 (June 9).

5. Higher category extensions of holonomy maps for hyperplane arrangements, Summer Conference on Hyperplane Arrangements (SCHA) in Sapporo, Hokkaido University, August 8 – August 12.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Braids, quantum symmetry and hypergeometric integrals, UK-Japan Winter School “Topology and Integrability” Loughborough University, UK, January 5 – January 8, 2015.

D. 講義

1. 数学講究 XB：結晶群と幾何構造を扱った. (4 年生オムニバス講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 川島　夢人 (KAWASHIMA Yumehito): A new relationship between the dilatation of pseudo-Anosov braids and fixed point theory (擬アノソフ組みひもの拡張率と固定点理論との新たな関係)

2. (課程博士) ヒメネス パスクアル アドリアン (JIMENEZ PASUCUAL, Adrian): On wrapping number, adequacy and the crossing number of satellite knots (ラッピング数，充足性とサテライト結び目の最小交点数について)

3. (修士) 玉尾 琢治 (TAMAO Takuji): Real polarization on the moduli space of flat $SO(3)$-bundles over surfaces (曲面上の平坦 $SO(3)$ 束のモジュライ空間における実偏極)

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. Kyushu Journal of Mathematics, Editor.

4. Annales de l'Institut Henri Poincaré D, Editor.

5. 13th East Asian School of Knots and Related Topics, the University of Tokyo, 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. Kim, Sang-hyun Kim (Seoul National University), 2017 年 11 月 27 日–29 日，トポロジー火曜セミナー講演.

2. Keum, JongHae Keum (KIAS), 2017 年 12 月 8 日–9 日，Tokyo-Seoul Conference in Mathematics 組織委員.

3. Ghys Etienne Ghys (ENS de Lyon), 2018 年 2 月 19 日–23 日，Tokyo-Lyon Conference in Mathematics, FMSP Lectures.

小林 俊行 (KOBAYASHI Toshiyuki)

A. 研究概要

2013–2017 の 5 年間で，1,2,3,4 の研究テーマを中心に総計で約 1,500 ページの論文を著した。以下では 2017 年の出版論文は番号 [1], [2], ··· で表記し，2016 年以前の関連する論文はジャーナルの短縮形で引用する。

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，[Progr. Math. '15])．

1.A.(定性的理論 1—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.B.（定性的理論 2—離散性）分岐則の離散性の判定条件 (Ann. Math., Invent. Math.) を極小表現に適用して離散的分岐則の生じるケースを分類した [Crelle J. 2015] (大島（芳）と共著)。

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 (単著 [Contemp. Math. 2013])，Pevzner, Souček, Ørsted, 久保氏 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・一般化し ([Adv. Math. 2015]，[Selecta Math. 2016]，著書 [13])，種々の幾何構造に対して新しい微分作用素を発見した．

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た (著書 [14], B. Speh と共同)．その拡張は文献 [5,6,10].

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」をモチーフとした新しい大域解析の可能性を提唱した．特に L^2 模型 (Memoirs AMS, 2011) を使い，保型形式への 1 つの応用 (G. Savin と共同，[Math. Z. 2015]) を与えた.

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 sharpness という概念を導入し，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，長編の論文 [Adv. Math. 2016] を出版した。さらに "安定でない" スペクトラムの存在定理も与えた (文献 [3])。

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援用し，非対称空間 G/H の正則表現が L^p 緩増加となるための必要十分条件を H が簡約の場合に証明し [J. Euro. Math. 2015]，それを H が一般の場合に拡張した (Y. Benoist と共同, 文献 [2])。

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**可視的な作用**という概念を導入し**無重複性の伝播定理**を証明し，無重複表現の統一的な構成を与えた (口頭発表 [8])．

For the last five years, I have been working on

the following research topics.

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 I classified all symmetric pairs that yield finite-multiplicity branching laws in [Trans. Group, 2014] with T. Matsuki based on the criterion given in [Perspective Math. 2014] and [Adv. Math. 2013].

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, and in [2] for general H.

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*. As an application of the theory of *unitary inversion operator* on the L^2-model that generalizes the Euclidean Fourier transform with G. Mano ([Memoirs of AMS, **1000**, (2011)]), we proved a global multiplicity-one theorem in automorphic form theory with G. Savin in [Math. Z. 2015].

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 global analysis on locally non-Riemannian symmetric spaces with F. Kassel in [Adv. Math. 2016] and proved the existence of "stable spectrum" under deformation of discontinuous groups. Another new idea is also proposed in [3].

5. **Restriction of representations**

I accomplished the classification of the symmetric pairs $(\mathfrak{g}, \mathfrak{h})$ for which there exists an infinite-dimensional representation of G whose restriction to H is discretely decomposable in [Crelle 2015] with Y. Oshima. In the BGG category $\mathcal{O}$, I 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 ([Adv. Math. 2015], [Selecta Math. 2016], and [13]). With B. Speh, I classified *symmetry breaking operators* of spherical principal series for a pair of Lorentz groups [14].

B. 発表論文

(2017 年以降)

1. T. Kobayashi and B. Speh, Symmetry breaking for representations of rank one orthogonal groups II, 305 pages. arXiv: 1801.00158.

2. Y. Benoist and T. Kobayashi, Tempered homogeneous spaces, preprint, 32 pages. arXiv: 1706.10131.

3. T. Kobayashi, Global analysis by hidden symmetry, Progr. Math., **323**, Birkhäuser, (2017), pp. 359–397, (special issue in honour of R. Howe).

4. T. Kobayashi, Residue formula for regular symmetry breaking operators, accepted for publication in Contemporary Mathematics, Amer. Math. Soc. (preprint available at arXiv: 1709.05035).

5. T. Kobayashi, Symmetry Breaking Operators for Orthogonal Groups $O(n, 1)$, 2017 年度表現論シンポジウム講演集 (plenary lectures)，pp. 17–45.

6. T. Kobayashi, Conformal symmetry breaking on differential forms and some applications, accepted for publication in Geometric Methods in Physics XXXVI, in Trends in Math., Birkhäuser Springer. (preprint available at arXiv:1712.0912)

7. T. Kobayashi and B. Speh, Symmetry breaking for orthogonal groups and a conjecture by B. Gross and D. Prasad, accepted for publication in proceedings of the Simons Symposium on Geometric Aspects of the Trace Formula, Simons Symposia, Springer, Cham., 24 pages. (preprint available at arXiv: 1702.00263).

8. T. Kobayashi, T. Kubo, and M. Pevzner, Conformal symmetry breaking operators for anti-de Sitter spaces, In: Geometric Methods in Physics XXXV (eds. P. Kielanowski, A. Odzijewicz, E. Previato), Trends in Math., 2018, pp. 69–85, Birkhäuser.

9. T. Kobayashi, Symmetry breaking operators for orthogonal groups $O(n,1)$, 3 pages. To appear in Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach Report No. 25/2017. Harmonic Analysis and the Trace Formula, Organised by W. Müller, S.-W. Shin, B. Speh, and N. Templier.

10. T. Kobayashi and A. Leontiev. Symmetry breaking operators for the restriction of representations of indefinite orthogonal groups $O(p,q)$. Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci., **93**(8), 2017, 86–91.

11. T. Kobayashi, A. Leontiev, 不定値直交群 $O(p,q)$ の対称性破れ作用素, 第５６回実函数論・函数解析学　合同シンポジウム講演集 (eds. 松本敏隆，渚勝), pp. 1–20, 2017.

12. T. Kobayashi, A. Leotiev, ２つの Gegenbauer 多項式を含むある積分公式 (A certain integral formula containing two Gegenbauer polynoimals) 数理解析研究所講究録" 表現論とその周辺分野の広がり" (ed. 阿部紀行), in press.

著書:

13. 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.

14. 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. The Kemeny Lectures 2017, I. "Universal sounds" of anti-de Sitter manifolds. The Kemeny lectures, II. Local to global-geometry of symmetric spaces with indefinite-metric, III. Analysis on locally pseudo-Riemannian symmetric spaces. Dartmouth College, USA, 3-5 May 2017.

2. Analysis of minimal representations-an approach to quantize nilpotent orbits. (**2.A.**–**2.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．) **2.A.** Representation Theory at the Crossroads of Modern Mathematics: Alexandre Kirillov 教授 81 際記念研究集会. Reims, France, 29 May-2 June 2017. **2.B.** International summer research school of CIMPA 2013: Hypergeometric functions and representation theory. Mongolia, 5-16 August 2013 (Plenary, 連続講演). **2.C.** (2 lectures). Analytic Representation Theory of Lie Groups. Kavli IPMU, the University of Tokyo, Japan, 1-4 July 2015. **2.D.** 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).

3. Symmetry Breaking Operators in Conformal Geometry. (**3.A.**–**3.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．) **3.A.** (opening lecture). Joint meeting of X. International Symposium: Quantum Theory and Symmetries and XII. International Workshop: Lie Theory and Its

Applications in Physics. Varna, Bulgaria, 19-25 June 2017. **3.B.** (plenary lecture), the XXXV Workshop on Geometric Methods in Physics. Bialowieza, Poland, 2-8 July 2017. **3.C.** Symposium on Representation Theory 2017. Isawa, Yamanashi, Japan, 28 November-1 December 2017. (special lecture), 日本. **3.D.** "Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces with Indefinite-metric—after 145 years of Klein's Erlangen Program". Colloquium. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Germany, 25 July 2017. **3.E.** Sophus Lie Seminar. Göttingen, Germany, 30 June-1 July 2017. **3.F.** Harmonic Analysis and the Trace Formula. Oberwolfach, Germany, 21-27 May 2017. **3.G.** AMS Special Session on Harmonic Analysis (In Honor of Gestur Olafsson's 65th Birthday). Atlanta, USA, 4 January 2017. **3.H.** 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.I.** International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics (LT-10). Varna, Bulgaria, 17–23 June 2013. **3.J.** Analysis Seminar. Chalmers University of Technology and the University of Gothenburg, Sweden, 14 May 2013. **3.K.** Geometry, Representation Theory, and Differential Equation, Kyushu University, Japan, 26-19 February 2016.

4. F-method for Constructing Symmetry Breaking Operators I. Abstract Branching Laws for Unitary Highest Weight Modules and Localness Theorem. V. Some Further Perspectives from the General Theory. The 20th Hakuba Workshop on Number Theory in 2017: Automorphic Differential Operators on Siegel Modular Forms (organized by T. Ibukiyama). Nagano, Japan, 3-7 September 2017.

5. 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.

6. "Analysis on Non-Riemannian Locally Symmetric Spaces —An Application of Invariant Theory", (**6.A.**–**6.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．) **6.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. **6.B.** Seminar. Institut Élie Cartan de Lorraine, Nancy, France, 15 October 2015. **6.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). **6.D.** Symposium on Representation Theory 2015, 伊豆長岡, Shizuoka, Japan, 17-20 November 2015.

7. Branching Laws for Infinite Dimensional Representations of Real Lie Groups; Symmetry Breaking Operators. (**7.A.**–**7.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．) **7.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. **7.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. **7.C.** Representation Theory and Groups Actions. The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 12 July 2014. **7.D.** Workshop on New Developments in Representation Theory (opening lecture), Singapore, 14 March 2016. **7.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. **7.F.** (opening lec-

ture). Journees SL2R (Strasbourg, Lorraine, Luxembourg, Reims): Théorie des Representations et Analyse Harmonique. Institut Elie Cartan de Lorraine, France, 9-10 June 2016. **7.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. **7.H.** Symmetry Breaking Operators and Branching Problems. Symposium on Representation Theory 2014. Awajishima, Japan, 25-28 November 2014. (連続講演) **7.I.** Symmetry Breaking Operators and Branching Problems. Algebraic Geometry Seminar. Zurich University, Switzerland, 6 October 2014. **7.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. **7.K.** Tutorials and Workshop on New Developments in Representation Theory. Singapore, 14 March 2016.

8. Visible Actions and Multiplicity-free Representations. XVIth International Conference on Geometry, Integrability and Quantization. Varna, Bulgaria, 6–11 June 2014.

9. Finite Multiplicity Theorems and Real Spherical Varieties. (**9.A.**–**9.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．) **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.** 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.P.** 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.** 談話会. Kyushu University, Fukuoka, Japan, 15 January 2015. **10.J.** 談話会. Tohoku University, Sendai, Japan, 15 December 2014. **10.K.** 談話会. The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 11 July 2014. **10.L.** Sophus Lie Days. Cornell, USA, 11 October 2013. **10.M.** Journée Mathématique de la Fédération de Recherche. Logis du Roy, Amiens, France, 2 July 2013. **10.N.** Colloquium de Mathématiques de Rennes. Institut de Recherche mathématique de Rennes, France, 10 June 2013. **10.O.** Chalmers University

of Technology and the University of Gothenburg, 談話会，Sweden, 20 May 2013. **10.P.** “Rigidity in geometry and spectral analysis on non-Riemnnnian locally homogeneous manifolds”, Workshop: Deformation of Discrete Groups and Related Topics. Nagoya University, Nagoya, Japan, 17-18 February 2015.

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 III・幾何学 XH: 簡約リー群の既約な無限次元表現の構成と分類の考え方について $SL(2,\mathbb{R})$ を例として解説した．さらに，シンプレクティック多様体の幾何的量子化の立場から，リー群が簡約でない場合も含めて，ユニタリ表現の軌道法の入門講義を行った．(数理大学院・4 年生共通講義)

3. 数学講究 XB（数理科学概説）「対称性と大域幾何学」, (理学部数学科 4 年生)，2017 年 7 月 19 日.

4. 数学講究 XA, 数学特別講究，通年: テキスト Bergeron, “The Spectrum of Hyperbolic Surfaces”(理学部数学科 4 年生)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 甘中 一輝 (KANNAKA Kazuki): 反ド・ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて

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, Tunijian Journal of Mathematics (2017–)

13. Editor, Special Issue in commemoration of Professor Kunihiko Kodaira’s centennial birthday (J. Math. Sciences, the University of Tokyo) (2015).

14. Editor, Special Issue in honor of Professor Masaki Kashiwara’s 70th birthday (Publ. RIMS) 2017–.

15. Chief Editor, Mikio Sato’s Collected Papers.

16. 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

17. 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]

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

19. 京都大学数理解析研究所運営委員 (2015–2017; 2017–)

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

21. 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)

22. 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]

23. オーガナイザー，Summer School on Representation Theory, リー群の群作用と大域解析に関するセミナー，玉原国際セミナーハウス，16–20 August 2017.

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

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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).

32. 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.

33. 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)

34. オーガナイザー, 高木レクチャー, 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），第 19 回（京都大学数理研，2017 年 7 月），第 20 回（東京大学，2017 年 11 月）(with Y. Kawahigashi, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito)

35. 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

H. 海外からのビジター

1. Roger Howe, Yale University, July, 2017, delivered the Takagi Lectures.
2. Salma Nasrin, Dhaka University, Bangladesh, June 4-17, 2017. Worked on orbit method in representation theory.
3. Andrei Okounkov, Chicago University, USA, November 3–4, 2017, delivered the Takagi Lectures.
4. Fanny Kassel, IHES, France November 6-18, 2017, Worked on locally pseudo-Riemannian symmetric spaces.

斎藤　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昨年証明できたので，論文を書いて投稿した．
離散付値体の分岐群の定義を大域化し，一般の付値環についても拡大体の整数環が完全交叉という強い条件を仮定すれば，同じ方法で分岐群が定義できることを証明した．混標数の場合の非対数的分岐群の次数商は課題として残った．

I studied the characteristic cycle of an étale sheaf on a variety in positive characteristic. I completed and submitted an article on the compatibility with proper direct image under the assumption that the dimension of the direct image of the singular support equals that of the target space, proved last year.
I globalized the definition of the filtration by ramification groups of a local field and generalized the definition to a general valuation field under the assumption that the integer rings of extension fields are of complete intersection. The problem of the graded pieces in the mixed characteristic and non logarithmic case remains to be studied.

B. 発表論文

1. T. Saito, Y. Yatagawa “Wild ramification determines the characteristic cycle”, Annales Scientifiques de l’Ecole normale superieure, 50, fascicule 4 (2017), 1065-1079.
2. T. Saito “Characteristic cycle of the external product of constructible sheaves”, Manuscripta Mathematica, 154, Issue 1-2, 2017, pp 1-12.
3. T. Saito “Wild ramification and the cotangent bundle”, Journal of Algebraic Geometry, 26 (2017), 399-473.
4. T. Saito “The characteristic cycle and the singular support of a constructible sheaf”, Inventiones mathematicae, 207(2), (2017) 597-695,
5. 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.
6. K. Kato and T. Saito “Ramification theory for varieties over a local field,” Publications Mathematiques, IHES. 117, Issue 1 (2013), 1-178
7. T. Saito “The second Stiefel-Whitney classes of ℓ-adic cohomology,” Journal für die reine und angewandte Mathematik, (2013), Issue 681, 101-147.

C. 口頭発表

1. Characteristic cycles and the conductor of direct image, Interactions between Representation Theory and Algebraic Geometry, the University of Chicago, August 22, 2017 （アメリカ）, p 進コホモロジーと数論幾何学， 東京電機大学 11 月 16 日, The Legacy of Carl Friedrich Gauss, Dec 18, 2017, TSIMF, Sanya, （中国）.
2. 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）, Fukuoka International Conference on Arithmetic Geometry in 2017 April 20, (日本). Workshop on arithmetic geometry at Tambara 2017 May 22, （日本）. Algebraic Analysis in honor of Masaki Kashiwara's 70th birthday IHES, June 9 2017（フランス）. Algebraic Analysis and Representation Theory – In honor of Professor Masaki Kashiwara's 70th Birthday – RIMS June 28（日本）. Regulators in Niseko 2017, 2017 年 9 月 4 日.

3. 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）.

4. The characteristic cycle and the singular support of an etale 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）.

5. On the characteristic cycle of an ℓ-adic sheaf, Journees de géométrie arithmétique de l'IHÉS 25-26 septembre 2014 IHÉS(フランス), 25.

6. ℓ 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).

7. The monodromy weight conjecture and perfectoid spaces (after Peter Scholze), VIASM Annual Meeting 2013, Hanoi, July 20-21, 2012.（ヴェトナム）

8. Wild ramification and the cotangent bundle, 25/01/13 KIAS number theory seminar, 20/02/13 IPMU Inter-desciprinary Colloquim, 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）

D. 講義

1. 微分積分学（A セメスター）: 微積分（教養学部 1 年生）

2. 代数学 3 : 体とガロワ理論（数学科 3 年生）

E. 修士・博士論文

1. （修士）河内谷 耀一 (KAWACHIYA Yoichi): 有限体上の代数曲線から得られる線型符号について

2. （修士）竹内 大智 (TAKEUCHI Daichi): Blow-ups and the class field theory for curves

F. 対外研究サービス

1. 第 19, 20 回高木レクチャー　7 月 8,9 日，11 月 4 日オーガナイザー
2. Workshop on arithmetic geometry at Tambara 2017, 5 月 22 日 (月)–5 月 25 日 (木) 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

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) 不連続 Galerkin 時間離散化 (DG time-stepping, dG(q)) 法は，偏微分方程式に対する Galerkin 型時間離散化手法の一つであり，試行関数と試験関数に区分的に q 次の多項式を用いる．dG(q) 法は一段法としての定式化が可能である．実際，dG(0) 法は，(微分作用素の近似に関しては）後退 Euler 法に一致する．$q \geq 1$ の際も，陰的 Runge–Kutta 法の一つとみなせる．その場合の精度は $2q+1$ 次である．dG(q) 法は，Space-Time 法での離散化に向いており，流体構造連成問題の計算によく応用されている．dG(q) 法の収束については，いろいろな結果が知られている．そのほとんどは，問題を一段法と解釈し，時間節点 t_n での誤差を調べている．

本研究では，抽象的な放物型発展方程式を考え，この場合の dG(q) 法が Lions の弱形式に対する不連続 Galerkin 近似として解釈できることに着目して，変分法的な解析を行なった．具体的には，Banach–Nečas–Babuška (BNB) 定理に基づいて，DG 双線形形式に対して，Babuška–Brezzi (inf-sup) 条件を導出し，それを元に，準最良近似評価式の成立を証明した．さらに，標準的な補間誤差評価と組み合わせることで，最適誤差評価を得ることができた．以上の議論では，ひとたび Babuška–Brezzi 条件が得らたならば，あとは，楕円型方程式の Galerkin 近似の解析とほぼ同様に考察を進めることができる．すなわち，放物型問題をあたかも楕円型のように扱えるのが，本研究の最大の利点である．

この結果を，具体的な偏微分方程式の全離散スキームへ応用することは容易である．例えば，熱方程式の Dirichlet 境界値問題を，空間変数について，連続かつ区分的 k 次多項式を用いた標準的な有限要素法（これを cG(k) 法と書くことにする）で離散化する．時間連続 cG(k) 法の誤差評価や安定性は，よく研究されているので，その結果と本研究の結果を合わせることで，時間変数を dG(q) 法で離散化した dG(q)cG(k) 法の最適誤差評価が直ちに得られる．

2) Isogeometric Analysis (IGA) への応用を念頭に置き，非定常移流拡散問題を対象にして，非斉次の Dirichlet 境界条件を，現実的な数値計算において実現するための Nitsche の方法について，その収束性を BNB 定理に基づいた変分法的な手法で研究した．(上田祐暉との共同研究）

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．特に，L^p ノルムでの誤差評価の考察も行った（千葉悠喜との共同研究）．

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) The discontinuous Galerkin (DG) time-stepping method, which is designated below as the *dG(q) method*, is a time discretization method using piecewise polynomials of degree q with an integer $q \geq 0$. The method is useful to address moving boundary problems and a system composed of equations having different natures. Indeed, the method is applied actively to fluid–structure interaction problems.

The dG(q) method is interpreted as an one-step method and that it is strongly A-stable of order $2q+1$. Particularly, the dG(0) method implies the backward Euler method. For this reason, earlier studies of stability and convergence of the dG(q) method are accomplished by formulating the method as a one-step method. However, this seems to make analysis somewhat intricate, especially for large q.

The purpose of this study is to present a different approach: I study the dG(q) method using a variational approach. In fact, the dG(q) method is the Galerkin approximation of the variational formulation of the equation by J. L. Lions and several techniques developed in the literature of the DG method are applicable. Consequently, the analysis becomes greatly simplified for any q. I first established the inf-sup condition or Babuška–Brezzi condition for the DG bilinear form. Then, a nearly best approximation property and a nearly symmetric error estimate were obtained as corollaries. Moreover, the optimal order error estimates under appropriate regularity assumption on the solution were derived as direct applications of the standard interpolation error estimates. I applied those abstract results to finite element approximation of the inhomogeneous heat equation in a polyhedral domain $\Omega \subset \mathbb{R}^d$, $d = 2, 3$, and derived the optimal order error estimates in several norms.

2) The Neumann boundary condition is naturally taken into account in the variational equation so that it is handled directly in the finite element method (FEM). On the other hand, a specification of the Dirichlet boundary condition (DBC) has a room for discussion. The strong imposition of DBC is based on the fact that unknown values of the resulting finite dimensional system agree with nodal values in the traditional FEM. Therefore, it is difficult to apply this technique to Isogeometric Analysis (IGA) and the weak imposition of DBC is frequently employed. Nitsche's method is a method of weak imposition of DBC. Stability and convergence of the method for elliptic problems are well studied so far. We studied convergence and error estimate for Nitsche's method applied to time-dependent diffusion-convection-reaction equations. We presented the variational approach based on BNB theorem. (This is a joint work with Y. Ueda.)

3) We proposed discontinuous Galerkin (DG) schemes for solving spherical symmetric solutions of the Poisson equation in n dimensional ball. We also proved the well-posedness and the optimal order error estimate. Moreover, we studied several L^p error estimates. (This is a joint work with Y. Chiba.)

B. 発表論文

1. 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.

2. 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.

3. 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

4. N. Saito and T. Sasaki: "Blow-up of finite-difference solutions to nonlinear wave equations", J. Math. Sci. Univ. Tokyo, **23** (2016) 349–380.

5. 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.

6. 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.

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", Advances in Computational Fluid-Structure Interaction and Flow Simulation: New Methods and Challenging Computations, 2016, Birkhauser, 307–317.

9. 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.

10. T. Kemmochi and N. Saito: "Discrete maximal regularity and the finite element method for parabolic equations", Numer. Math. (online) DOI: 10.1007/s00211-017-0929-z

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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

3. 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

4. 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

5. 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

6. 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

7. 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

8. 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

9. Convergence of the immersed-boundary finite-element method for the Stokes problem (invited lecture), ECM 2017: International Conference on Engineering and Computational Mathematics, May 31-June 2, 2017, The Hong Kong Polytechnic University, Hong-Kong, China

10. Banach–Nečas–Babuška の定理と DG time-stepping 法，RIMS 共同研究 (公開型)：数値解析学の最前線—理論・方法・応用—，2017 年 11 月 8 日–10 日，京都大学数理解析研究所

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) 上田　祐暉 (UEDA Yuuki): Mathematical foundation of Isogeometric Analysis for evolution problems

2. (課程博士) 剱持 智哉 (KEMMOCHI Tomoya): Numerical analysis for evolution equations

3. (修士) 中西 徹 (NAKANISHI Toru): 有限要素法による高次元半線形熱方程式の数値計算

F. 対外研究サービス

1. Numerische Mathematik 編集委員

2. International Journal of Computer Mathematics 編集委員

3. 日本応用数理学会　監事・代表会員

4. 日本応用数理学会「JSIAM Letters」編集委員

5. 日本応用数理学会「応用数理」編集委員

6. 日本応用数理学会三部会連携「応用数理セミナー」での講義：(1) 数値計算に潜むトラップ，(2) 不連続ガレルキン時間離散化手法の変分法的な解析 (2017 年 12 月 26 日，早稲田大学)

7. 地方独立行政法人 神奈川県立産業技術総合研究所 (KISTEC) の講座講座『研究者，技術者のための，もう一度，数学』での講義：第 1 回「数値計算に潜む落とし穴」，第 2 回「差分方の数理」，第 3 回「微分できない関数を微分する：超関数と関数空間」，第 4 回「解は存在するか：関数解析入門」，第 5 回「有限要素法の数理」(2018 年 1 月 22–24 日，KISTEC)

志 甫　淳 (SHIHO Atsushi)

A. 研究概要

(1)　X を標数 $p > 0$ の完全体 k 上の射影的で滑らかな代数多様体で幾何的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 de Jong により予想されている．$\mu_{\max}(\Omega^1_X) \leq 0$ の仮定の下で予想を証明した以前の論文 2 本が受理された．また，今年度は，k が有限体のときに，上の予想が収束アイソクリスタルに対する予想に帰着でき，それにより予想が X が曲面のときに帰着できることを示した．論文は準備中である．H. Esnault 氏との共同研究である．また，証明の過程で，ある種のアイソクリスタルの法 p 還元として定まる X 上の連接層のクリスタルチャーン類，リジッドチャーン類の消滅を示した．これも論文を準備中である．

(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誤りの修正を行い，それに関する論文が出版された．K. S. Kedlaya 氏との共同研究である．

(3)　適切な条件を満たす標数 0 の対数的代数多様体の対数的ドラーム基本群に関する V. Di Proietto 氏との共著論文の修正に取り組んだ．また，B. Chiarellotto 氏, V. Di Proietto 氏との別の共著論文について，執筆・修正を続けた．

(4)　相対的対数 de Rham-Witt 複体の相対コホモロジーと相対的対数クリスタリンコホモロジーとの比較定理について，平山和貴氏の修士論文の結果を拡張する研究を行った．平山和貴氏との共同研究である．

(5)　準モンテカルロ法において，Niederreiter-Xing や Hofer-Niederreiter による，有限体上の代数曲線を用いた低い t 値を持つ点集合の構成法がある．彼らの示した t 値の上からの評価が最適ではない例を見つけたが，準モンテカルロ法においてより有用な例の探索やこの現象のより深い理論的説明がまだ必要であると思われる．大川幸男氏，八尋耕平氏との共同研究である．

(1)　It is conjectured by de Jong that, if X is a projective smooth variety over a perfect field

k of characteristic $p > 0$ with trivial geometric etale fundamental group, any isocrystal on X is trivial. Two previous articles in which we proved the conjecture under the assumption $\mu_{\max}(\Omega^1_X) \leq 0$ have been accepted. Also, in this academic year, we proved that, when k is a finite field, the above conjecture is reduced to the conjecture for convergent isocrystals and thus reduced to the case where X is a surface. The article for this result is in preparation. This is a joint work with H. Esnault. Also, in the process of the proof, we proved the vanishing of crystalline Chern classes and rigid Chern classes of a coherent sheaf on X which is the mod p reduction of a certain isocrystal. The article for this result is also in preparation.

(2) Stronger version of p-adic Fuchs theorem and p-adic local monodromy theorem, which are the fundamental theorems of solvable differential modules on p-adic annuli, has been proven by Kedlaya. We fixed errors in the proof and the corrigendum is published. This is a joint work with K. S. Kedlaya.

(3) We made a revision on the joint article with V. Di Proietto on the log de Rham fundamental group of certain log algebraic variety of characteristic 0. Also, we continued writing and revising another joint article with B. Chiarellotto and V. Di Proietto.

(4) We studied a generalization of the result of Kazuki Hirayama in his master thesis on the comparison theorem between the relative cohomology of relative log de Rham-Witt complex and relative log crystalline cohomology. This is a joint work with Kazuki Hirayama.

(5) In quasi-Monte-Carlo method, there is a construction of point sets with low t-value by Niederreiter-Xing and Hofer-Niederreiter which uses algebraic curves over finite fields. We found an example such that their t-value estimate from above is not optimal, but we feel that we need to find an example which would be more useful in quasi-Monte-Carlo method and that we need to develop a deeper theoretical explanation for this phenomena. This is a joint work with Sachio Ohkawa and Kohei Yahiro.

B. 発表論文

1. K. S. Kedlaya and A.Shiho:"Corrigendum: Local and global structure of connections on nonarchimedean curves", Compositio Math. 153 (2017) 2658–2665.

2. V. Di Proietto and A. Shiho:"On the homotopy exact sequence for log algebraic fundamental groups", arXiv:1608.00384.

3. 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.

4. H. Esnault and A. Shiho:"Chern classes of crystals", arXiv:1511.06874, to appear in Trans. Amer. Math. Soc.

5. H. Esnault and A. Shiho:"Convergent isocrystals on simply connected varieties", arXiv:1503.04243, to appear in Ann. Inst. Fourier.

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

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

C. 口頭発表

1. Remarks on p-adic Fuchs theorem and p-adic local monodromy theorem, 代数セミナー，東北大学，2018 年 3 月 22 日.

2. Comparison of relatively unipotent log de Rham fundamental groups, p 進コホモロジーと数論幾何学 2, 東京電機大学，2017 年 11 月 16 日.

3. On de Jong conjecture, p-adic Cohomology and Arithmetic Applications, Banff International Research Station(カナダ), 2017 年 10 月 3 日.

4. エタール層とアイソクリスタル, 第 62 回代数学シンポジウム，大阪大学，2017 年 9 月 6 日.

5. Comparison of relatively unipotent log de Rham fundamental groups, Fukuoka International Conference on Arithmetic Geometry 2017, 九州大学西新プラザ, 2017 年 4 月 17 日.

6. Comparison of relatively unipotent log de Rham fundamental groups, Guest Seminar, Freie Universität Berlin(ドイツ), 2016 年 11 月 24 日.

7. Isocrystals on simply connected varieties, East Asia Number Theory Conference, Chern Institute of Mathematics(中国), 2016 年 8 月 24 日.

8. 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.

9. Isocrystals on simply connected varieties, 2016 Seoul-Tokyo Conference on Number Theory, KIAS(韓国), 2016 年 6 月 16 日.

10. 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.

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. 線型代数学 : 線形代数学について，数理科学基礎で扱う部分の続きを講義した．(教養学部前期課程講義)

3. 代数学 I : 群論，環論の基礎について講義した．(3 年生向け講義)

4. 代数学特別演習 I : 代数学 I の内容に対応した演習を行った．(3 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 長町　一平 (NAGAMACHI Ippei): Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves.

2. (修士) 平山 和貴 (HIRAYAMA Kazuki): 相対的対数ドラーム・ヴィットコホモロジーと相対的対数クリスタリンコホモロジーの比較について.

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

標準束が豊富であるような滑らかな代数多様体の退化・変形を研究した. 穴あき円板上に滑らかな族があり, 原点上では退化を許すものとする. このときに以下の二つの性質の相互関係について研究した. 滑らかな各ファイバー上のリッチ曲率が負なケーラー・アインシュタイン計量に関する多様体の直径の一様な評価, 原点上のファイバーが高々対数的端末特異点しか持たない.

We study degenerations of smooth projective varieties with ample canonical bundle, and discuss relationships between the uniform diameter bound of fibers with respect to the fiberwise Kähler-Einstein metrics with negative Ricci curvature and that the limit variety has log-terminal singularities at worst.

B. 発表論文

1. S. Takayama: “A filling-in problem and moderate degenerations of minimal algebraic varieties”, to appear in Algebraic Geom.

2. M. Păun and S. Takayama: “Positivity of twisted relative pluricanonical bundles and their direct images”, J. Algebraic Geom. **27** (2018) 211-272.

3. G. Heier and S. Takayama: "Effective degree bounds for generalized Gauss map images", Advanced Studies in Pure Math., Math. Soc. Japan, **74** (2017) 203–235.

4. S. Takayama: "Singularities of Narasimhan-Simha type metrics on direct images of relative pluricanonical bundles", Ann. Inst. Fourier **66** (2016) 753–783.

5. S. Takayama: "On moderate degenerations of polarized Ricci-flat Kähler manifolds", Kodaira Centennial issue of J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015) 469–489.

6. S. Takayama: "A local ampleness criterion of torsion free sheaves", Bull. Sci. math. **137** (2013) 659–670.

C. 口頭発表

1. Moderate degeneration of Kähler-Einstein manifolds, Mini-workshop on Complex Geometry, KIAS, 韓国 (ソウル), 2017 年 12 月.

2. Moderate degeneration of Kähler-Einstein manifolds with negative Ricci curvature, 第 23 回複素幾何シンポジウム, 石川県文教会館, 2017 年 11 月.

3. ファイバー空間の相対標準束と充填問題, 代数学シンポジウム, 大阪大学, 2017 年 9 月.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. On moderate degenerations of polarized Ricci-flat Kähler manifolds, Princeton-Tokyo workshop on Geometric Analysis, 東京大学, 2015 年 3 月.

9. Degenerations of polarized Ricci-flat Kähler manifolds, Komplexe Analysis, Oberwolfach, Germany, 2014 年 8 月.

10. 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.

D. 講義

1. 複素解析学 II : 複素関数論の古典的な内容, 調和関数, 解析接続, リーマンの写像定理, 楕円関数などについて講義した. (理学部 3 年生講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 細野 元気 (HOSONO Genki): On L^2-extension theorems and singularities of plurisubharmonic functions in complex analysis and geometry.

2. (修士) 稲山 貴大 (INAYAMA Takahiro): L^2 estimates, vanishing theorems, and curvature currents for holomorphic vector bundles equipped with singular Hermitian metrics.

F. 対外研究サービス

1. (Organizer) 第 23 回複素幾何シンポジウム, 於 石川県文教会館, 石川県金沢市, 2017 年 11 月.

2. (Organizer) 第 19 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, 2017 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.

H. 海外からのビジター

1. G. Schumacher (Marburg, Germany), 2017 年 11 月, Analytic theory of moduli spaces - some aspects, Relative canonical bundles for families of Calabi-Yau manifolds.

2. Ch. Mourougan (Rennes, France), 2017 年 9 月, Asymptotics of L^2 and Quillen metrics in degenerations of Calabi-Yau varieties.

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. 前年度の研究により，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 な環の場合の有理係数局所 p 進 Simpson 対応が完成した．これは幾何的基本群の一般化表現に関する理論である．数論的基本群の p 進表現に関する R. Liu, X. Zhu の最近の研究に触発され，今年度は数論的基本群の一般化表現に対する有理係数局所 p 進 Simpson 対応の類似を研究した．幾何的基本群の場合にはすべての表現は扱えなかったが，数論的基本群の場合には，すべての一般化表現のなす圏が，円分拡大のガロア群作用をもつベキ零 Higgs 束のなす圏と圏同値になるという簡明な結果が得られた．前年度 Bhatt-Morrow-Shcolze の定数係数に対する整 p 進 Hodge 理論の整 crystalline p 進エタール層に係数をもつ場合への拡張の研究を行った．今年度は，M. Morrow と共同で，BMS の整 p 進 Hodge 理論の係数理論の構築を目標に，一般の Frobenius 付き A_{inf} 表現について研究した．一般の場合にも枠付き周期環への降下を用いて「ずらし」局所ガロアコホモロジーの計算が可能であることや，表現に対応する Frobenius 付き接続付き加群が必ず存在することなどの興味深い結果を得た．引き続き共同で研究を進める予定である．

Takeshi Tsuji is working on p-adic Hodge theory, p-adic cohomology and their applications. He had completed the local p-adic Simpson correspondence for rational coefficients for a log smooth ring whose log structure on the generic fiber is defined by a normal crossing divisor. This theory is concerned with generalized representations of the geometric fundamental group. Inspired by a recent work by R. Liu and X. Zhu on p-adic representations of the arithmetic fundamental group, he studied an analogue of the local p-adic Simpson correspondence for generalized representations of the arithmetic fundamental group. He obtained a simple result that the category of all generalized representations of the arithmetic fundamental group is equivalent to the category of nilpotent Higgs bundles endowed with action of the Galois group of the cyclotomic extension of the base field. He had also studied the extension of the integral p-adic Hodge theory by Bhatt-Morrow-Scholze for constant coefficients to the cohomology with coefficients in an integral crystalline p-adic étale sheaf. With M. Morrow, he studied general A_{inf}-representations with Frobenius, aiming at developing a theory of coefficients for the integral p-adic Hodge theory by BMS. They obtained, for example, the following interesting results: Even in this general case, the local cohomology décalé is always computable via a descent to the period ring associated to a framing in the same way as the case of constant coefficients. For any representation, one can construct naturally an associated module with integrable connection and Frobenius. He plans to continue the joint research.

B. 発表論文

1. T. Tsuji, *Crystalline $\mathbb{Z}_p$-representations and A_{inf}-representations with Frobenius*, submitted.

2. T. Tsuji, *Notes on the local p-adic Simpson correspondence*, to appear in Mathematische Annalen.

3. T. Tsuji, *Saturated morphisms of logarithmic schemes*, to appear in Tunisian Journal of Mathematics.

4. A. Abbes, M. Gros and T. Tsuji, *The p-adic Simpson Correspondence.* Annals of Mathematics Studies **193**, Princeton University Press, 616pp., 2016 February.

5. 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. Recent progress in integral p-adic Hodge theory. Tokyo-Lyon Conference in Mathematics, the University of Tokyo, 2018 年 2 月
2. The relative Fontaine-Laffaille theory and A_{inf} representations with Frobenius. p 進コホモロジーと数論幾何学 2, 東京電機大学, 2017 年 11 月
3. The relative Fontaine-Laffaille theory and A_{inf} representations with Frobenius. Algebraic K-theory and arithmetic, Polish Academy of Sciences Conference Center, Będlewo, Poland, 2017 年 8 月
4. The relative Fontaine-Laffaille theory and A_{inf} representations with Frobenius. Simons Symposium on p-adic Hodge Theory, Schloss Elmau, Germany, 2017 年 5 月
5. 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
6. 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
7. On p-adic etale cohomology of perverse sheaves, 2015 Summer Research Institute on Algebraic Geometry, University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA, 2015 年 7 月
8. 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
9. On p-adic etale cohomology of perverse sheaves, Pan Asian Number Theory 2014, POSTECH, Korea, 2014 年 8 月
10. The p-adic Simpson correspondence and Higgs isocrystals, Conférence Théorie de Hodge p-adique et Développements, IHES, France, 2013 年 9 月

D. 講義

1. 常微分方程式．常微分方程式の講義.（教養学部前期課程講義，理科 1 類 2 年 S セメスター）
2. 数理科学概論 II. 数学 II に続く文科生向けの線形代数の講義．行列と線型写像，正方行列の固有値・固有ベクトル・対角化を扱った.（教養学部前期課程講義．文科 1, 2 年 A セメスター）
3. 数学続論 XA・整数論．整 p 進 Hodge 理論の最近の進展についての講義.（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. Tokyo-Lyon Satellite Conference in Number Theory, the University of Tokyo, February 21, 2018, オーガナイザー
2. Iwasawa 2017, the University of Tokyo, July 19–28, 2017, オーガナイザー
3. Proceedings of Iwasawa 2017, Advanced Studies in Pure Mathematics, エディター
4. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, エディター
5. Journal de Théorie des Nombres de Bordeaux , エディター

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 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})$ $(r \neq 2n+1)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})_0$ 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

$\mathrm{Diff}^r(M^{2n+1})$ $(r \neq 2n+2)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n+1})_0$ の元は、5 個の交換子の積で書かれることを示していた。これを改良し、それぞれ 3 個、4 個の交換子の積となることを示した。また、6 次元以上の偶数次元閉多様体 M^{2n} の微分同相群 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})$ $(r \neq 2n+1)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})_0$ は、一様完全であることを示している。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 $\mathrm{Diff}^r(M^n)$ $(r \neq n+1)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^n)_0$ は、一様単純である。

- 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。

- We previously showed that any element of the identity component of the group of C^r diffeomorphisms $\mathrm{Diff}^r_c(\mathrm{R}^n)_0$ of the n-dimensional Euclidean space R^n with compact support $(1 \leqq r \leqq \infty,\ r \neq n+1)$ 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 $\mathrm{Diff}^r(M)$ of C^r diffeomorphisms of a compact manifold M, we previously showed the following for its identity component $\mathrm{Diff}^r(M)_0$. For an even-dimensional compact manifold M^{2m} with handle decomposition without handles of the middle index m, any element of $\mathrm{Diff}^r(M^{2m})_0$ $(1 \leqq r \leqq \infty,\ r \neq 2m+1)$ is written as a product of four commutators. For an odd-dimensional compact manifold M^{2m+1}, any element of $\mathrm{Diff}^r(M^{2m+1})_0$ $(1 \leqq r \leqq \infty,\ r \neq 2m+2)$ is written as a product of five commutators. We gave better estimates replacing four and five above by three and four, respectively. Note that, by our previous result, for an even-dimensional compact manifold M^{2m} $(2m \geq 6)$, $\mathrm{Diff}^r(M^{2m})_0$ $(1 \leqq r \leqq \infty,\ r \neq 2m+1)$ is uniformly perfect. Note also that for compact connected manifolds M^n satisfying the condition above for $\mathrm{Diff}^r(M^n)_0$ to be uniformly perfect, the group $\mathrm{Diff}^r(M^n)_0$ is uniformly simple.

- We showed that every element of the identity component $\mathrm{Homeo}(S^n)_0$ 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 $\mathrm{Homeo}(\mu^n)$ of homeomorphisms of the n-dimensional Menger compact space μ^n can be written as one commutator.

B. 発表論文

1. Takashi Tsuboi: “Homeomorphism groups of commutator width one”, Proceedings Amer. Math. Soc. **141,** (2013) 1839–1847. DOI: 10.1090/S0002-9939-2012-11595-3

2. Takashi Tsuboi: “Several problems on groups of diffeomorphisms”, “ Geometry, Dynamics, and Foliations 2013”, Adv. Stud. Pure Math. **72** (2017), 239–248.

C. 口頭発表

1. Commutator width of Diffeomorphism groups, 第 8 回代数・解析・幾何学セミナー, Kagoshima, February 21, 2013.

2. Several problems on groups of diffeomorphisms, Geometry and Foliations 2013, Komaba, Tokyo, September 11, 2013.

3. On the group of real analytic diffeomorphisms, Géométries en action, une conférence en l’honneur d’Étienne Ghys, Lyon, France, 3 juillet 2015.

4. Old and New problems on diffeomorphism groups, Distinguished Lecture Series, Stanford University, October 27, November 1, 14, 2016.

5. Shapes of discrete groups, 21th iTHES Theoretical Science Colloquium, RIKEN, Wako, May 18, 2017.

6. 誰もが使う数学用語「トポロジー」, 日本物理学会科学セミナー, 東京大学数理科学研究科, 2017 年 8 月 19 日.

7. Commutators of groups of automorphisms, “2018 IBS Symposium, Geometric Topology and Geometry of String Thoery”, IBS, 韓国, March 13, 2018.

8. トポロジーからものをとらえる, “トポロジーがもたらす物理学の新展開” 日本物理学会シンポジウム, 東京理科大学, 2018 年 3 月 23 日.

D. 講義

1. 微分積分学続論:多変数関数の極値問題，ヘッセ行列，ヤコビ行列式，陰関数の定理，逆写像の定理，ラグランジュの未定乗数法，重積分の変数変換を扱った.（教養学部前期課程 S セメスター講講義）

2. 学術フロンティア講義「現代の数学 ー その源泉とフロンティア ー」: 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「円周からなる図形」、時弘哲治「良い性質を持つ離散力学系」、辻雄「楕円曲線の数論」、山本昌宏「1/2 回微分すること-非整数階の微分と積分、その応用」、古田幹雄「空間の対称性と対称性の空間」（教養学部前期課程 S セメスター講義）

3. 幾何学 I : 多様体の基礎的事項（定義、接空間、ベクトル場、リーマン計量など）について講義した（理学部 3 年生向け講義）

4. 幾何学特別演習 I : 多様体の基礎事項についての演習をした（理学部 3 年生向け講義）

5. 学術フロンティア講義「現代の数学 ー その源泉とフロンティア ー」: 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「負曲率の世界」、新井仁之「数学でせまる目の錯覚の謎」、斎藤毅「平方数の和になる素数と可換環」、儀我美一「微分方程式の微分できない解」、中村周「数学的に厳密な量子力学と、たくさんの謎」(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）田中淳波 (TANAKA Junha) Wrapping projections and decompositions of Kleinian groups （Wrapping 射影とクライン群の分解について）

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. 日本数学会理事 (2015 年 5 月まで)、日本数学会監事 (2017 年 6 月から)

5. 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, UTokyo; Mathematical Symposium ENS Lyon-Todai June 24-25 2015, ENS Lyon; Tokyo-Lyon Symposium in Mathematics, Frbruary 19-20, 2018, 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.

寺杣　友秀 (TERASOMA Tomohide)

A. 研究概要

1. 超幾何関数 ${}_3F_2$ の 1 のある条件を満たす有理指数変数の 1 における特殊値の代数性について考察した。有理指数変数の条件はあるフェルマー曲面に関するホッジ・サイクル条件と一致する。上記特殊値は対数関数の代数的数における特殊値および代数的数の代数体上の一次結合に書けることが朝倉・大坪・寺杣によって証明されていたが、その明示公式が問題となっていた。

ホッジ・サイクル条件を満たす有理指数変数の分類が青木・塩田によってなされており、例外型と呼ばれるもの以外はI型からIV型に分類されている。本年は例外型以外の場合の明示公式を与えた。代数的サイクルの明示式を頼りにそこに対数的極を持つ微分形式とストークスの定理により明示公式が得られ、これはワトソンの公式 (I型）の一般化となっている。

2. Appell の n 変数超幾何関数 F_4 の満たす微分方程式はある超平面配置の補空間のある商空間で非特異な解に解析接続される。その空間の補空間の商空間の基本群は $n = 3$ まで金子・後藤により計算されており、n が 4 以上の場合は生成元と関係式の予想がされていた。本年はこの予想が正しく、具体的な生成元の形で与えた。手法としては Salvetti complex を用いるものである。さらに具体的な計算に乗せるために、商超平面配置にうまく半順序をいれ、それをもとに spanning complex を導入するところが工夫したところである。

3. Beilinson-Goncharov-Shechitman-Varchenko によって定義された、青本多重対数関数ホッジ構造は混合テイト・ホッジ構造となることが知られている。本年はこれをホッジ実現として導く混合テイト・モチーフをブロック・クリス・ホップ代数上の余加群として構成した。そのためには、まずアファイン空間からなる微分次数複体をモチーフのなすの微分次数圏として構成しておき、ホモトピー修正の手法をもちる。そのためには、アファイン空間内の一点、およびそこへのホモトピーをとり、さらにそのホモトピーを用いて体サイクル複体の微分次数複体へと修正するというものである。

4. 代数多様体の自己同型群の有限生成部分群であって、連結成分部分群との共通部分が有限生成ではないものの例を構成した。

1. We consider special values of the hypergeometric function ${}_3F_2$ at 1 for rational exponents satisfying certain conditions. This condition coincides that for cohomology classes of Fermat hypersurfaces to be a Hodge cycles. In the previous work by Asakura-Ohtsubo-Terasoma, it is proved that it can be expressed as a $\overline{\mathbf{Q}}$-linear combination of special values of logarithmic functions and $\overline{\mathbf{Q}}$. The explicit formula for these spacial values was still a open problem. By Aoki and Shioda, the set of rational exponent parameters are classified as type $I - IV$ and finite exceptional exponents. In this year, we gave an explicit formula except for exceptional cases. We use the explicit equation of the algebraic cycles as a key data and construct certain differential form with logarithmic poles. This explicit formula is a generalization of Watson's formula which corresponds type I under the above classification.

2. Solutions of the differential equation satisfied by n-variable Appell hypergeometric function ${}_3F_2$ can be continued analytically on a quotient space of the complement of certain hyperplane arrangements. The fundamental group this quotient is computed up to $n = 3$ by Kaneko-Goto, but the explicit formula is conjecture for the case where n is greater than or equal to 4. In this year we proved this conjecture and give a concrete generators and relations. Here we use the method of Salvetti complex. Moreover we introduce a good partial order for the hyperplane arrangement and introduce a spanning complex.

3. Aomoto polylog Hodge structure introduced by Beilinson-Goncharov-Shechtman-Varchenko is known to be mixed Tate Hodge structure. In this year we construct a comodule over Bloch-Kriz Hopf algebra whose realization is isomorphic to Aomoto polylog Hodge structure. To construct it, we construct a DG complex consisting of affine spaces in the DG category of mixed motives and use the homotopy modifying method. To apply this method, we choose a point in each affine space and a homotopy to that point. We give its modification to a DG complexes for higher cycle algebra of points.

4. In this year, we construct a finitely generated subgroup of automorphism group of an algebraic variety, whose intersection with the connected component of automorphism group is infinitely generated.

B. 発表論文

1. K. Matsumoto, T. Sasaki, T. Terasoma and M. Yoshida: "An example of Schwarz map of reducible Appell's hypergeometric equation E_2 in two variables", J. Math.

Soc. Japan bf 69 (2017), no.2, 563–595.

2. T. Terasoma: "Φ-cohomology theory", to appear from 講究録別冊 B68

C. 口頭発表

1. "Algebraic cycles arising from hypergeometric equations", 3rd PRIMA Conference, Oaxaca, Mexico, 2018/8/15.

2. "Period integrals of open Fermat surfaces and special values of hypergeometric functions", 2018/1/16, in work shop Periods and Regulators

D. 講義

1. 代数構造論・代数学 XC: リーマン面の基礎

2. 微分積分学続論

E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 岩佐　亮明 (IWASA Ryomei): Homology pro stability for Tor-unital pro rings.

F. 対外研究サービス

1. International Journal of Mathematics, editor

2. Journal of Mathematical Society of Japan. editor

3. 日本数学会理事

4. 国際研究集会"11th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry",2018/1/22-25 ,organizer

5. 国際研究集会"Motives in Tokyo 2018, on the occasion of Shuji Saito's 60th birthday",2018/3/26-30,organizer

6. 玉原特殊多様体研究集会, 2017/9/19-22,organizer

H. 海外からのビジター
Luca Rizzi, 2018/3/01-5/01.

時弘 哲治 (TOKIHIRO Tetsuji)

A. 研究概要

(1) いわゆる線形化可能系の２次元への拡張を考察した．特に，Somos 漸化式に類似の線形化可能系である Heideman-Hogan 漸化式から出発しその２次元拡張を導いた．この２次元系は各軸の２方向に線形化可能であり，その簡約によって Heideman-Hogan 系を含む線形化可能系の属が得られる．また，Dana-Scott 漸化式に関連する高階の２次元線形化可能格子系の属を構成した．
(2) 一般の d 次元格子上で定義される一連の離散力学系を導入した．これらは，離散戸田格子方程式の高次元変形であり，特異点閉じ込め条件の代数的最適指揮下である coprimeness 条件を満たす．初期値依存性が指数関数的であるにもかかわらず，coprimeness 条件を満たすことから準可積分系と考えられる．また，この系が Laurent Phenomenon 代数の構造を持つことも示した．

(1) We have considered two dimensional extension of so called linearizable mappings. In particular, we started from the Heideman-Hogan recurrence which is known as one of linearizable Somos-like recurrences and introduced one of its two dimensional extensions. This two dimensional lattice equation is linearizable in both directions, and its reduction produces a generalized family of Heideman-Hogan recurrence. Higher order examples of two dimensional linearizable lattice equations related to the Dana-Scott recurrence were also discussed.
(2) We have introduced a class of recursions defined over the d-dimensional integer lattice. The discrete equations are interpreted as the higher dimensional extensions to the discrete Toda lattice equation. We proved that the equations satisfy the coprimeness property, which is one of integrability detectors analogous to the singularity confinement test. In spite of the fact that the degree of their iterates grows exponentially, they exhibit pseudo-integrable nature in terms of the coprimeness property. We also proved that the equations can be expressed as the mutations of a quiver in the sense of the Laurent phenomenon algebra.

B. 発表論文

1. Tatsuya Hayashi, Tetsuji Tokihiro, Hiroki Kurihara and Kenji Yasuda: "Community effect of cardiomyocytes in beating rhythms is determined by stable cells ", Scientific Reports **7**, 15450 (2017).

2. Ryo Kamiya, Masataka Kanki, Takafumi Mase, and Tetsuji Tokihiro: "Coprimeness-preserving non-integrable extension to the two-dimensional discrete Toda lattice equation "Journal of Mathematical Physics **58**, 012702 (2017).

3. 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.

4. K. Matsuya, F. Yura, J. Mada, H. Kurihara, T. Tokihiro, "A Discrete Mathematical Model for Angiogenesis", SIAM Journal on Applied Mathematics, Volume 76 (2016) 2123-2417.

5. 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).

6. 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.

7. Masataka Kanki, Takafumi Mase and Tetsuji Tokihiro, "Algebraic entropy of an extended Hietarinta-Viallet equation", J. Phys. A: Math. Theor. **48**, 355202 (19pp) (2015).

8. 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).

9. A. S. Carstea and T. Tokihiro, "Coupled discrete KdV equations and modular genetic networks", J. Phys. A: Math. Theor. **48** 055205 (12pages) (2015).

10. 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).

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アム, 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. (論文博士) 神谷 亮 (KAMIYA Ryo): Quasi-integrrable extensions of the discrete Toda lattice equation.

F. 対外研究サービス

1. 日本応用数理学会　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.

H. 海外からのビジター

(1) Prof. Basil Grammaticos (Université de Paris VII・XI); He gave two talks. One was given on Dec. 31th: "The end of the World". The other was given on Nov. 1st: "Discrete Painlevé equations associated with the E_8 group".

(2) Prof. Fon-che Liu (National Taiwan University); He gave a talk on Dec. 31th: "A hierarchy of approximate regularity of functions".

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の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) 一般化されたシュレディンガー型作用素の長距離型散乱における、散乱行列の性質の研究。特に、散乱行列がフーリエ積分作用素であることを示し、そのスペクトルを調べている。(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) 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）。

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) Scattering theory for Schrödinger-type operators, and the properties of scattering matrix. In particular, it is shown that the scattering matrix is a Fourier integral operator, and I am working on the spectral properties; (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) Essential self-adjointness for Schrödinger type operators on Rimannian manifolds with sign non-definite metrics (in collaboration with K. Taira);

B. 発表論文

1. Kohmoto, M., Koma, T., Nakamura, S.: "The spectral shift function and the Friedel sum rule". Ann. H. Poincaré **14**

(2013), 1413–1424.

2. K. Ito and S. Nakamura: "Microlocal properties of scattering matrices for Schrödinger equations on scattering manifolds". Analysis and PDE **6** (2013) 257–286.

3. 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.

4. K. Horie and S. Nakamura: "Propagation of singularities for Schrödinger equations with modestly long range type potentials". Publ. RIMS **50** (2014), 477–496.

5. S. Nakamura: "Modified wave operators for discrete Schrödinger operators with long-range perturbations". J. Math. Phys. **55** (2014), 112101 (8 pages)

6. S. Nakamura: "A Remark on the Mourre theory for two body Schrödinger operators". J. Spectral Theory **4** (2015), No.3, 613–619.

7. S. Nakamura: "Microlocal properties of scattering matrices". Comm. Partial Diff. Equations **41** (6), 2016, 894–912.

8. S. Nakamura: "Microlocal resolvent estimates, revisited". To appear in J. Math. Sci. Univ. Tokyo. **24** (2017), 239–257.

9. T. Matsuta, T. Koma, S. Nakamura: "Improving the Lieb-Robinson bound for long-range interactions". Ann. Inst. H. Poincaré **18** (2), 2017, 519–528.

10. J. Behrndt, F. Gesztesy, S. Nakamura: "Spectral shift functions and Dirichlet-to-Neumann maps", To appear in Math. Ann. (https://arxiv.org/abs/1609.08292)

C. 口頭発表

1. "High energy asymptotics of scattering matrices". 2015, May 29 (Conference "Topics in Analysis and Mathematical Physics", May 29–30, 2015, Aalborg, Denmark)

2. 「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

3. "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).

4. 「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)

5. "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)

6. "Microlocal Scattering Theory for Discrete Schrödinger Operators and Related Topics". 2016 May 26. (Workshop "Solid Math 2016", Aalborg University, Denmark, 2016, May 26–28)

7. "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）

8. 「散乱理論における超局所的手法についての話題」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）

9. 「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）

10. "Remarks on long-range scattering". Oct. 3, 2017, Aarhus University, Denmark.

D. 講義

1. 解析学 IV : ルベーグ積分、測度論の入門（理学部数学科 3 年生）

E. 修士・博士論文

1. (修士) 小野 太誠 (ONO Taisei): 固有値の摂動論とそのシュレディンガー作用素への応用.

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. Kato Tosio Centennial Conference, 2017 年 9 月 4 日–8 日、組織委員.
4. 数理解析研究所研究集会「スペクトル・散乱理論とその周辺」2017 年 12 月 6 日–8 日, 京都大学数理解析研究所, 研究代表者.

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「ベルグマン核の対数項の消滅が $\mathbb{C}^n$ の球を特徴付けるか」という古典的問題への放物型幾何学の理論の応用を考えた．対数項は強擬凸領域の境界の CR 構造のジェットによって定まる局所不変量であり，その具体的な計算は極めて困難である．しかし球の境界に対して対数項の一次変分は線形 CR 不変微分作用素になり，その固有値を放物型幾何学の一般論を用いて全て求めることができる．特に，固有値は全て否負であり，０固有空間は CR 構造を曲げない方向であることが分かった．この考察とバナッハ空間の逆写像定理を用いて，球に十分近い領域では上記の問の答えは Yes であることを示した．

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 following classical problem: Does the vanishing of the logarithmic term of the Bergman kernel characterize the ball in $\mathbb{C}^n$? The logarithmic term is a local invariant that can be written in terms of the jets of CR structure of the boundary of a strictly pseudoconvex domain. In general, it is very difficult to give its explicit formula. However, the first variation of the logarithmic term at the ball turns out to be a CR invariant linear differential operator, whose eigenvalues can be explicitly written down by using the general theory of parabolic geometry. In particular, we have shown that all eigenvalues are non-negative and the null space corresponds to the direction for which the CR structures stay flat. Combining this observation with the inverse mapping theorem in Banach spaces, we show that the answer to the problem above is yes for domains sufficiently close to the ball.

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. Lübbe 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. Renormalization volume of strictly pseudoconvex domains and Burns-Epstein invariant, HAYAMA Symposium on Com-

plex Analysis in Several Variables, July 2014

2. Q-prime curvature in CR geometry, ICM Seoul (Korea), August 2014, and Princeton-Tokyo Workshop on Geometric Analysis, March 2015
3. Integral Kähler Invariants and the Bergman kernel asymptotics for line bundles, The Third Taiwan International Conference on Differential Geometry (Taiwan), January 2016
4. Total Q-prime curvature in view of scattering theory, Pacific RIM Conference on Mathematics (Korea), July 2016
5. Renormalized volume of strictly pseudoconvex domains, Complex Analysis: Geometric and Dynamical Aspects (India), November 2016
6. Slice theorem for CR structures on the sphere and its applications, Complex Analysis and Geometry - XXIII (Italy), June 2017, The 12th Korean Conference on Several Complex Variables (Korea), July 2017 and International Conference on Symmetry and Geometric Structures, Banach center (Poland), November 2017
7. Log term of the Bergman kernel and the deformation complex for CR structures, Math department colloquium, Princeton Univ. (USA), September 2017 and Taipei Conference on Geometric Invariance and Partial Differential Equations (Taiwan), January 2018
8. Q and Q-prime curvature in conformal and CR geometry (3 lectures); Integral invariants on CR manifolds (50min talk), JAMI, Johns Hopkins Univ. (USA), March 2018

D. 講義

1. 複素解析学 III : 多変数の複素解析の入門講義 (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 (前期課程２年)
3. 数学 I(文系): 解析学の入門講義 (前期課程文系)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 北岡 旦 (KITAOKA Akira): The Rumin-Seshadri torsion function on the CR sphere

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. Nagoya Journal of Mathematics 編集委員
4. Complex Analysis and its Synergies 編集委員
5. 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を意味する．その延長上の研究として，Chow 不安定性なケーラー・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．佐々木・アインシュタイン計量，ケーラー・リッチソリトンと似た手法により，共形ケーラー，アインシュタイン・マックスウェル方程式の解を得るための体積最小原理を小野肇との共同研究により案出した．

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 detetermined 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. As an analogy to Sasaki-Einstein metrics and Kähler-Ricci solitons, Hajime Ono and I considered the volume minimization principle for conformally Kähler, Einstein-Maxwell equations.

B. 発表論文

1. A. Futaki and Y. Sano : “Lower diameter bounds for compact shrinking Ricci solitons”, Asian J. Math., 17(2013), No.1, 17-31.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. A. Futaki : “Einstein metrics and GIT stability. II”. Sugaku Expositions 28 (2015), pp. 231-249.
7. A. Futaki, S. Honda and S. Saito : “Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence”. Asian J. Math., 21(2017), 1015-1062.
8. A.Futaki and H.Ono : “Volume minimization and Conformally Kähler, Einstein-Maxwell geometry. To appear in J. Math. Soc. Japan. arXiv:1706.07953.

C. 口頭発表

1. Lower diameter bound for compact shrinking solitons, Extremal Kähler Metrics, Centre de recherches mathématiques, Université de Montréal, May 26 – June 1, 2013 (Canada).
2. Kähler-Einstein metrics and K-stablity, Special Seminar, University of Bucharest, June 15, 2013 (Romania).

3. Kähler Geometry and GIT stability 京都大学大談話会，京都大学，2015 年 1 月 21 日

4. Weighted Laplacian on real and complex complete metric measure spaces, Recent Advances in Kähler Geometry, Vanderbilt University, Nashville, May 18-22, 2015 (USA).

5. Fano-Ricci limit spaces and spectral convergence, Kähler Geometry, Einstein Metrics, and Generalizations, MSRI, Berkeley, California, March 21-25, 2016 (USA).

6. Volume minimization principle for KRS, SE and cKEM, International Conference on Differential Geometry, University of Macau, December 14, 2016 (China).

7. Volume minimization principle and conformally Kähler Einstein-Maxwell geometry, Perspectives of Mathematics in the 21st Century: Conference in Celebration of the 90th Anniversary of Mathematics Department of Tsinghua University, Tsinghua University, Beijing, April 21–24, 2017 (China).

8. Volume minimization and obstructions to geometric problems, Conference on Geometric Analysis, University of British Columbia, July 24 – 28, 2017 (Canada).

9. Volume minimization and conformally Kähler Einstein-Maxwell metrics, PRIMA third congress, Oaxaca, August 14 – 18, 2017 (Mexico).

10. Hessian formula for the norm squared moment maps and the structure of automorphisms, Constant Scalar Curvature Metrics in Kähler and Sasaki Geometry, Métriques à courbure scalaire constante en géométrie Kählériene et Sasakienne 15 - 19 January, 2018 (France).

D. 講義

1. 大域解析学・幾何学 XE，数理大学院・4 年生共通講義：複素微分幾何の一般論．K 安定性とケーラー多様体の非線形問題．

2. 微分幾何学 II・幾何学 XD，数理大学院・4 年生共通講義：接続の理論，リーマン幾何，測地線論，部分多様体の幾何，ケーラー幾何．

3. 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. (修士) 井上 瑛二 (INOUE Eiji)：The moduli space of Fano manifolds with Kähler-Ricci solitons

F. 対外研究サービス

1. Communications in Mathematics and Statistics, Editor, 2012/5 – present.

2. Trends in Modern Geometry, 東京大学数理科学研究科，2017 年 7 月 10 日（月）– 7 月 13 日（木）.

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．
同方程式は非線型偏微分方程式であるが, それ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, 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．
以前亀谷幸生氏との共同研究によって, $b_1 > 0$ の 4 次元スピン閉多様体の SW 写像から定義される KO 的写像度が, KO 特性数によって制限を受けることが観察された．今年度のひとつの成果として, 亀谷幸生, 大橋耕の両氏との共同研究によって, この制限による任意性を決定した．この任意性として実現されている値は, 4 次元スピン閉多様体のひとつの不変量を与える．

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 invarariants 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 linearlization 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 appoach to topological phase in material science (joint work with Shin Hayashi, Motoko Kotani, Yosuke Kubota, Shinichiroh Matsuo and Koji Sato).
In a previous study with Yukio Kametani, I found a restriction of the KO degree constructed by the Seiberg-Witten map given by the KO characteristic number. The main result of this year is a joint work with Ko Ohashi and Yukio Kametani to determine the ambiguity of the KO degree given under the restriction. The ambiguity is an invariant of spin 4-manifold.

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 index 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. "Gauge theory and Finite dimensional approximation", Gauge theory in Fukuoka, 福岡西陣プラザ・柳川かんぽの宿, 2018 年 2 月.

2. "Gauge theory, TQFT, and topological phase", 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何」キックオフワークショップ, 東北大学 AIMR, 2018 年 2 月.

3. "A (3+1)-dimensional TQFT with TRS-like symmetry Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases", University of Tsukuba, 2018 年 1 月.

4. "Pin(2)-Seiberg-Witten Floer functor on homology 3-spheres", Mathematical Aspects of Topological Phases of Matter and Quantum Computing, 東北大学 AIMR, 2017 年 7 月.

5. 「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

6. 「Seiberg-Witten Floer homotopy type について」下呂幾何学研究集会 2016 年 12 月

7. " Bulk-edge correspondence and partial differential equations" 基研ワークショップ BEC2016 2016 年 10 月

8. Topological Invariants and Partial Differential Equations ", The AIMR International Symposium 2016, 東北大学 AIMR, 2016 年 2 月

9. 「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

10. “An introduction to Seiberg-Witten equations” Berkeley-Tokyo Winter School ”Geometry, Topology and Representation Theory”, UC Berkeley, February 2016 (米)

11. “Yang-Mills theory / Seiberg-Witten theory” 2015 SNU 4-Manifolds Workshop, Oak Valley, December 2015 (韓国)

12. 「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

13. 「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

14. “10/8-type inequalities and TQFT”, IGA/AMSI Workshop “Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications”, Adelaide University, October 2015 (豪)

15. ”Bott periodicity and the bulk-edge correspondence”, International Workshop : Mathematical Approach to Topological Phases in Spintronics, 東北大学 October 2015

16. ”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

17. ”The perturbation of the Seiberg-Witten equations revisited”, Workshop on Topology and Invariants of 4-Manifolds: August, 2014 SCGP, (米)

18. 「ゲージ理論のいくつかの側面」, 第 6 1 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

19. 「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

20. 「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

21. ”Dirac operators on spin 4-manifolds and mod 2 index, Topological Phases in Spintronics, AIMR 東北大学, February, 2014

D. 講義

1. 位相幾何学・幾何学 XC : ベクトル束の特性類についての入門講義.(数理大学院・4 年生共通講義)

2. 大域幾何学概論・幾何学 XG : 4 次元トポロジーにおける Seiberg-Witten 理論について, 理論的構成を中心とした解説を行った.(数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 池 祐一 (IKE Yuichi): Applications of Microlocal Sheaf Theory to Symplectic Geometry in Cotangent Bundles.

2. (修士) キム ミンギュ(MINKYU Kim): A construction of TQFT using K-theory.

3. (修士) 加藤 佑矢 (KATO yuya): Nonsmoothable actions of $\mathbf{Z}_2 \times \mathbf{Z}_2$ on spin four-manifolds.

F. 対外研究サービス

1. Mini-Workshop on Topological Phase and K-theory, 組織委員, 2018 年 3 月.

2. 研究集会 Gauge Theory in Fukuoka, 組織委員, 2018 年 2 月.

3. 研究集会 Geometric Analysis in Geometry and Topology, 組織委員, 2017 年 12 月.

4. 研究集会「4 次元トポロジー」組織委員, 2017 年 11 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) **複雑なネットワークの摂動応答の研究**：生体内の複雑な化学反応ネットワークの構造には未知の部分が多い．最近 Fieder と望月は，ネットワークのグラフ構造だけから局部的攪乱に対するシステム応答を定性的に予測する数学理論 Structural sensitivity analysis を提唱した．本研究では，ネットワークを表す有向グラフが局所的に ‘balloon’ の構造をもてば，その balloon 内部での局部的攪乱は，balloon の外に全く影響を及ぼさないことを示した（文献 [1]）．

(2) **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 [2]）．

(3) **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 [3]）．

(4) **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 [4]）．

(5) **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ともに，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 [5]）

(6) **非局所項をもつ質量保存型方程式の長時間挙動**：（文献 [6]）．

(7) **曲線の曲率運動方程式に対する自由境界問題**：（「文献 [7]）．

(8) **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 [8]）．

(9) **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 [9]）．

(10) **非線形 Stefan 問題の解の正則性と漸近挙動**：（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) **Sensitivity analysis for a complex network**: Much is unknown about the structure of complex chemical reaction network in a living organism. Recently, B. Fiedler and A. Mochizuki proposed a new mathematicaly theory called *structural sensitivity analysis*, which aims to predict the network response to localized perturbation qulatitatively from the graph structure of the network. In our research, we showed that if the directed graph representing the given network possesses what we call a ‘balloon’, then the influence of

any perturbation in the balloon will be confined within the balloon ([1]).

(2) **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 ([2]).

(3) **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 $x = \pm\infty$ ([3]).

(4) **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 exsists in every direction and studied how the speed of the traveling wave depends on the direction of propagation ([4]).

(5) **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 ([5]).

(6) **Large time behavior of a nonlocal ODE with mass conservation**: ([6]).

(7) **Curvature flow for plane curves with free boundary**: ([7]).

(8) **Front propagation in diffusion equations on the hyperbolic space**: ([8]).

(9) **Maximizing the spreading speed in the 2D KPP equation**: ([9]).

(10) **Regularity and asymptotic behavior of solutuions of a nonlinear Stefan problem**: ([10]).

B. 発表論文

1. N. Vassena and H. Matano: "Monomolecular reaction networks: Flux- influenced sets and balloons", Mathematical Methods in the Applied Sciences **40** (18) (2017), 7722–7736. doi: 10.1002/mma.4557

2. 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

3. 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

4. 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

5. 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

6. 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

7. 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

8. H. Matano, F. Punzo and A. Tesei: "Front propagation for nonlinear diffusion equations on the hyperbolic space", J. Eur. Math. Soc. **17** (5) (2015), 1199–1227.

   doi:10.4171/JEMS/529

9. 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

10. 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

C. 口頭発表

（国際会議等での招待講演； Invited talks in international conferences and seminars）

1. "Stability of fronts in bidomain models", *International Conference on Mathematical Modeling and Applications (ICMMA 2017): "Self-Organization"*, MIMS, Meiji University, December 2017 （明治大学）.

2. "Dynamics of one-dimensional reaction-diffusion equations and the extended omega limit set", *ReaDi closing conference: "Reaction-diffusion, propagation and modelling"*, Institut Henri Poincaré, November 2017 （Paris, フランス）.

3. "Front propagation in an epidemiological model with mutations", *Workshop on Dynamics of Parabolic Euqations and Related Topics*, University of Science and Technology of China, November 2017 （Hefei, 中国）.

4. "Front propagation in an epidemiological model with mutations", RIMS 共同研究「非線形現象と反応拡散方程式」, October 2017 （京都大学数理解析研究所）.

5. "Front propagation in an epidemiological model with mutations", *ReaDiNet 2017: International Conference on Mathematical Biology*, National Center for Theoretica Sciences in Taiwan, October 2017（Taipei, 台湾）.

6. "Generation and propagation of fine transition layers for the stochastic Allen-Cahn equation", *UNE Mathematics Seminar*, Univeristy of New England, May 2017（Armidale, オーストラリア）.

7. "Front propagation in the predator-prey model", *One-day workshop on "Reaction-diffusion Equations and Their Applications to Biology"*, Le Havre Normandie University, March 2017 （Le Havre, フランス）.

8. "Front propagation in predator-prey type reaction-diffusion systems", *MIMS International Conference on "Reaction-diffusion system: theory and applications"*, MIMS, Meiji University, March 2017 （明治大学）.

9. "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）.

10. "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）.

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. 全学自由研究ゼミナール（1,2 年生，夏）: 繰り返し文様の数理

3. 解析学 XE・基礎数理特別講義 V （4 年大学院共通，秋）: 反応拡散方程式のパターン形成

E. 修士・博士論文

1. (博士) 森龍之介 (Mori, Ryunosuke): Validity of formal expansions for singularly perturbed competition-diffusion systems

（1 月に明治大学に移ったため，12 月末まで指導し，学位審査は宮本安人准教授に委任）

2. (修士) 達川雄貴 (Tatsukawa, Yuki): KPP 型拡散方程式の解の広がり速度の変分的特徴づけについて

（1 月に明治大学に移ったため，12 月末まで指導し，学位審査は宮本安人准教授に委任）

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）.

H. 海外からのビジター

(1) 森洋一朗 (Mori, Yoichiro)
身分： 科研費招へい研究者
期間： 2017 年 12 月 14 日–27 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 "bidomain Allen-Cahn equation".

(2) HILHORST, Danielle
身分： 科研費招へい研究者
期間： 2017 年 12 月 15 日–22 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.

(3) GRIETTE, Quentin
身分： 日本学術振興会外国人特別研究員（欧米短期）
期間： 2017 年 9 月 1 日–2018 年 7 月 31 日
国籍： フランス
専門： 非線形解析学，数理生物学
活動内容 (activities)：
Research collaboration on traveling waves and spreading phenomena in epidemiological models.

(4) DING, Weiwei
身分： 日本学術振興会外国人特別研究員

期間： 2017 年 4 月 26 日–2019 年 4 月 25 日
国籍： 中国
専門： 非線形解析学
活動内容 (activities)：
Research collaboration on the qualitative theory of 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．最近は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. 2017 年は査読付きの論文を 15 編、ならびに双曲型方程式の係数決定逆問題の数学解析の手法を解説した英文の専門書を出版した。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はなく、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 2017 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イグループ・ワークショップを組織した（前の 2 つは産業数理、最後のものは環境数理に関するものであった）：
http://sgw2017.imi.kyushu-u.ac.jp/
http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/∼a3inverse/SGW17Dec/
http://fmsp.ms.u-tokyo.ac.jp/FMSP180228.pdf
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 15 refereed journal articles and 1 monograph between January 2017 and March 2018 with coauthors. The monograph describes a method for proving the uniqueness and the stability for inverse coefficient problems for hyperbolic systems. The articles are concerned with the uniqueness for coefficient and source inverse problems, and Dirichlet-to-Neumann maps. Moreover I have been intensively continuing comprenhensive researches concerning fractional diffusion equations.

2. I have applied mathematics in oder 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 2017 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 2017 and February - March of 2018 within FMSP Graduate School Program and Cooperative

Math. Program:
http://sgw2017.imi.kyushu-u.ac.jp/
http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/∼a3inverse/SGW17Dec/
http://fmsp.ms.u-tokyo.ac.jp/FMSP180228.pdf
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 - March 2018, 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. Bellassoued, Mourad and Yamamoto, Masahiro: "Carleman Estimates and Applications to Inverse Problems for Hyperbolic Systems", Springer-Japan, Tokyo, 2017, 260pp.

2. Luchko, Yuri and Yamamoto, Masahiro: "Maximum principles for the time-fractional diffusion equations", Chapter 10 of "Frontiers in Fractional Calculus", Bentham Science Publishers, Chiba, Japan, 2018.

3. Yamamoto, Masahiro: "Weak solutions to non-homogeneous boundary value problems for time-fractional diffusion equations", J. Math. Anal. Appl. **460** (2018) 365-381.

4. Kian, Y., Oksanen, L., Soccorsi, E. and Yamamoto, M: "Global uniqueness in an inverse problem for time fractional diffusion equations", J. Differential Equations **264** (2018) 1146-1170.

5. Loreti, Paola, Sforza, Daniela and Yamamoto, Masahiro: "Carleman estimates for integro-differential parabolic equations with singular memory kernels", J. Elliptic Parabol. Equ. **3** (2017) 53-64.

6. Luchko, Yuri and Yamamoto, Masahiro: "On the maximum principle for a time-fractional diffusion equation", Fract. Calc. Appl. Anal. **20** (2017) 1131-1145.

7. Lorenzi, Alfredo, Lorenzi, Luca and Yamamoto, Masahiro: "Continuous dependence and uniqueness for lateral Cauchy problems for linear integro-differential parabolic equations", J. Inverse Ill-Posed Probl. **25** (2017) 617-631.

8. Hussein, S. O., Lesnic, D. and Yamamoto, M. :"Reconstruction of space-dependent potential and/or damping coefficients in the wave equation", Comput. Math. Appl. **74** (2017) 1435-1454.

9. Amirov, Arif, Golgeleyen, Fikret and Yamamoto, Masahiro, Uniqueness in an integral geometry problem and an inverse problem for the kinetic equation", Appl. Anal. **96** (2017) 2236-2249.

10. Jiang, Daijun, Li, Zhiyuan, Liu, Yikan and Yamamoto, Masahiro: "Weak unique continuation property and a related inverse source problem for time-fractional diffusion-advection equations", Inverse Problems **33** (2017) 055013, 22 pp.

11. 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.

12. Imanuvilov, Oleg, and Yamamoto, Masahiro: "On Calderon's problem for a system of elliptic equations", Publ. Res. Inst. Math. Sci. **53** (2017) 141-186.

13. Kian, Yavar and Yamamoto, Masahiro: "On existence and uniqueness of solutions for semilinear fractional wave equations", Fract. Calc. Appl. Anal. **20** (2017) 117-138.

14. Cheng, Xing, Li, Zhiyuan and Yamamoto, Masahiro: "Asymptotic behavior of so-

lutions to space-time fractional diffusion-reaction equations", Math. Methods Appl. Sci. **40** (2017) 1019-1031.

15. Alabau-Boussouira, Fatiha, Cannarsa, Piermarco and Yamamoto, Masahiro: "Source reconstruction by partial measurements for a class of hyperbolic systems in cascade", Mathematical paradigms of climate science, 35-50, Springer INdAM Ser., 15, Springer, 2017.

16. 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) Carleman estimates for parabolic and hyperbolic equations with discontinuous principal parts and application (2) "Inverse Problems and Related Fields" FRUMAM Aix-Marseille Universite, 2017 年 11 月 24 日

2. (1) Carleman estimates and inverse problems for viscoelasticity equation and related equations (2) "Applied Inverse Problems" 2017 Zhejiang University 2017 年 6 月 1 日

3. (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.

4. (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.

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. 数理先端科学 5 : 非整数階偏微分方程式論、2017 年度 A セメスター，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、2017 年度 A セメスター

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　2017 年度 A セメスター

E. 修士・博士論文

1. (論文博士）中川　淳一 (NAKAGAWA Junichi): Creation of mathematical methods for the social cooperation: solutions of problems in the steel industry, environments and the traffic flow (和訳：社会連携における数学的手法の創造：製鉄業、環境ならびに交通流についての課題の解決).

F. 対外研究サービス

1. Editorial board ”Journal of Inverse and Ill-posed Problems”、2011 年－現在
2. Editorial board of ”Journal of the China Society of Industrial and Applied Mathematics (J. of Chinese SIAM)”、2011 年—現在
3. ”Editorial board of ”Applicable Analysis”、2011 年ー現在
4. Board of ”The Journal of World Mathematical Review”
5. Advisor Board of ”Inverse Problems in Science and Engineering”、2011 年－現在
6. Editorial Board of ”Nonlinear Analysis: Real World Applications” 2011 年－現在 Vice President of International Society for Analysis, Applications and Computation 2011 年—2013 年
7. Vice President of Inverse Problems International Association 2011 年—2013 年
8. Fellow at Institute of Physics (Great Britain) 2011 年—2014 年
9. Honorary professor of East China Institute of Technology (China)
10. Guest Professor of Southeast University (Nanjing, China)
11. Senior researcher of Research Center of Nonlinear Problems of Mathematical Physics, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

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. Giuseppe Floridia 18/02/5 - 18/02/11 University of Napoli イタリア、動くソース項の決定逆問題の共同研究
2. Jin Cheng 18/02/03 - 18/02/24 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. I. Ben Aicha 18/03/13 - 18/03/27 Bizerte University チュニジア、放物型方程式の主要部の係数決定逆問題の共同研究
4. Oleg Emanouilov 18/03/10 - 18/03/18 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 18/03/04 - 18/03/13 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

擬似尤度解析，漸近決定理論，確率過程の統計学，極限定理，漸近展開，セミマルチンゲール，Malliavin 解析，計量ファイナンス，統計的学習理論，計算機統計を研究している：

1. Malliavin 解析と極限定理
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. マイクロストラクチャーノイズ下でのプレアベレージング推定量の漸近展開
4. Euler-Maruyama 近似誤差の漸近展開
5. Skorohod 積分の漸近展開

6. ランダムなウエイトを持つ fractional Brownian motion の二次変動の漸近展開
7. Wiener chaos と漸近展開
8. 擬似尤度解析の理論
9. 有限時間離散観測下でのボラティリティに対する疑似尤度解析とパラメトリック推定量の漸近展開
10. ジャンプフィルターと安定的なボラティリティ推定
11. 部分擬似尤度解析と長期記憶過程を成分に持つ統計モデルの推測理論
12. 擬似尤度解析と情報量規準
13. 確率過程のスパース推定
14. HY 推定法とリード・ラグ推定
15. 確率微分方程式に対する適合型推定アルゴリズム
16. 確率微分方程式に対するシミュレーション・統計解析ソフトウエアの開発 (YUIMA III プロジェクト)
17. 点過程とリード・ラグ，リミット・オーダー・ブック

I am studying quasi likelihood analysis, asymptotic decision theory, statistics for stochastic processes, limit theorems, asymptotic expansion, semimartingales, Malliavin calculus, quantitative finance, statistical machine learning and computational statistics:

1. Malliavin calculus and limit theorems
2. Asymptotic expansion for a martingale that has a mixed normal limit distribution
3. Asymptotic expansion of the pre-averaging estimator under microstructure noise
4. Asymptotic expansion in Euler-Maruyama approximation
5. Asymptotic expansion of Skorohod integrals
6. Asymptotic expansion of a quadratic variation of a fractional Brownian motion with random weights
7. Wiener chaos and asymptotic expansion
8. Theory of the quasi likelihood analysis (QLA)
9. Quasi likelihood analysis for volatility in finite time horizon and asymptotic expansion of the QLA estimators
10. Jump filters and stable volatility estimation
11. Partial quasi likelihood analysis and inference for a statistical model having long-memory components
12. Quasi likelihood analysis and information criteria for model selection
13. Sparse estimation of stochastic processes
14. Applications of the HY estimator to lead-lag estimation
15. Adaptive estimation methods for stochastic differential equations
16. Statistical package for simulation and statistical analysis for stochastic differential equations (YUIMA III Project)
17. Statistical inference for point processes applied to lead-lag phenomena and limit order book

B. 発表論文

1. M. Podolskij, N. Yoshida: : “Edgeworth expansion for functionals of continuous diffusion processes”, Annals of Applied Probability, **26**, no. 6 (2016) 3415–3455
2. A. Kimura and N. Yoshida: “Estimation of correlation for latent processes”, In: J. Kallsen and A. Papapantoleon (Eds.) Advanced Modeling in Mathematical Finance: In honor of Ernst Eberlein, Springer (2016) 131–146

3. N. Yoshida: "Asymptotic Expansions for Stochastic Processes", In: M. Denker and E. C. Waymire (Eds.) Rabi N. Bhattacharya: Selected Papers, Birkhäuser (2016) 15–32

4. I. Muni Toke and N. Yoshida: "Modelling intensities of order flows in a limit order book", Quantitative Finance, **17**, no. 5 (2017) 683–701

5. S. Clinet and N. Yoshida: "Statistical inference for ergodic point processes and application to Limit Order Book", Stochastic Processes and their Applications, **127** Issue 6 (2017) 1800–1839

6. M. Podolskij, B. Veliyev and N. Yoshida: "Edgeworth expansion for the pre-averaging estimator", Stochastic Processes and their Applications, **127** Issue 11(2017) 3558–3595

7. C. Tudor and N. Yoshida: "Asymptotic expansion for vector-valued sequences of random variables with focus on Wiener chaos", arXiv:1712.03123 (2017)

8. D. Nualart and N. Yoshida: "Asymptotic expansion of Skorohod integrals", arXiv:1801.00120 (2017)

9. N. Yoshida: "Partial quasi likelihood analysis", Japanese Journal of Statistics and Data Science, to appear

10. S. Iacus and N. Yoshida: "Simulation and Inference for Stochastic Processes with YUIMA: A Comprehensive R Framework for SDEs and Other Stochastic Processes", Springer, to appear

C. 口頭発表

1. 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 DL

2. Point processes and limit order book modeling. World Congress in Probability and Statistics, Fields Institute, Toronto, Canada, 2016.7.13 招待講演

3. 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

4. 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

5. 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

6. Recent topics in quasi likelihood analysis. Dynstoch 2017, Siegen, Germany, 2017.4.6

7. Quasi likelihood analysis and model selection for stochastic processes. 1st International Conference on Econometric and Statistics (EcoSta 2017), Hong Kong University, Hong Kong, 2017.6.15 招待講演

8. Penalized methods for stochastic processes. 10th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2017), University of London, UK, 2017.12.17 招待講演

9. Asymptotic expansion of Skorohod integrals. ASC2018: Asymptotic Statistics and Computations, 東京大学（駒場キャンパス）, 2018.2.5

10. New YUIMA functions to be constructed. Computational Aspects of Simulation and Inference for Stochastic Processes and the YUIMA Project, University of Milan, Italy, 2018.3.28

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，指数型分布族，条件つき期待値，不偏推定，十分性，完備性，ラオ・ブラックウェルの定理，レーマン・シェフェの定理等を説明した．(理学部数学科，教養学部共通講義)

2. 数理統計学・確率統計学 II：線形推測の基礎について解説した．確率分布の取り扱い，多変量正規分布，一般化逆行列，射影行列，t 分布，F 分布，ガウス・マルコフモデル，仮説検定，重回帰分析，分散分析，主成分分析，判別分析に関して説明した．(数理大学院・4 年生共通講義)

3. 統計財務保険特論 IV・確率統計学 XE：パラメトリックモデルに対する漸近推測論を，擬似尤度解析の枠組みで， 従属性の構造によらない方法で一般的に構成し，確率過程の統計学に応用した．Ibragimov-Hasminskii 理論，確率場の収束理論，統計的確率場の収束， 大偏差不等式， 擬似尤度推定量の漸近的性質，確率微分方程式の推定に関して話した．(数理大学院・4 年生共通講義)

4. 統計財務保険特論 VI・確率統計学 XF：マルチンゲール中心極限定理と安定的収束を解説した．ネスティング条件のもとでの混合型のマルチンゲール中心極限定理を証明した．C 空間，D 空間とタイトネスに関して説明した．次に，ネスティング条件によらず，マルチンゲール問題的方法で，連続時間の局所 2 乗可積分マルチンゲールの列に対する混合型のマルチンゲール中心極限定理（安定的収束）を証明した．最後に高頻度金融データ解析におけるボラティリティ推定問題に関連する極限定理への応用を示した．(数理大学院・4 年生共通講義)

5. 基礎数理特別講義 VIII・応用数学 XA：マリアバン解析の基礎をまとめ，極限定理への応用について解説した．また，最近導入された補間法を用いて，エルゴード系での Wiener 汎関数の分布の漸近展開を証明した．(数理大学院・4 年生共通講義)

6. 統計データ解析 II：統計ソフトウエア R を用いた多変量解析法の入門講義．R の使い方から始め，多変量分布のシミュレーション，重回帰分析，主成分分析，判別分析に関して基礎概念を紹介し，R によるデータ解析の方法を説明した．さらに，時系列解析の初歩を解説した．（前期課程講義）

7. 統計データ解析 I：統計ソフトウエア R の基本的な使い方と統計学の基礎概念を解説した．データのプロット，シミュレーションと極限定理，確率分布，基礎的な記述統計量とデータの集約，推定，検定，分散分析，回帰分析に関して話した．（前期課程講義）

E. 修士・博士論文

1. (博士) 木村晃敏 (KIMURA Akitoshi): Estimation and statistical testing of the correlation between latent processes.

2. (修士) 千葉航平 (CHIBA Kohei): Estimation of the lead-lag parameter between two stochastic processes driven by fractional Brownian motions.

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. 大規模統計モデリングと計算統計 IV，東京大学大学院数理科学研究科，2017.9.11-9.12，オーガナイザー

7. 第 3 回 YUIMA ユーザ会ユース，東京大学大学院数理科学研究科，2017.9.13，オーガナイザー

8. 確率過程の統計推測の最近の展開，東京大学大学院数理科学研究科，2018.1.22，オーガナイザー

9. ASC2018: Asymptotic Statistics and Computations，東京大学大学院数理科学研究科，2018.2.5，オーガナイザー

10. Computational Aspects of Simulation and Inference for Stochastic Processes, University of Milan, Italy, 2018.3.27-3.28, organizer

H. 海外からのビジター

1. David Nualart, Kansas University, USA, 2017.4.16-4.23, 統計数学セミナーで講演を行う.

2. Sebastian Holtz, Humboldt University of Berlin, Germany, 2017.8.20-9.11. 統計数学セミナーで講演を行う.

3. Ciprian Tudor, Université de Lille 1, France, 2017.10.29-11.7, 統計数学セミナーで講演を行う.

4. Yukai Yang, Uppsala University, Sweden, 2018.1.31-2.9, ASC 2018: Asymptotic Statistics and Computations と統計数学セミナーで講演を行う.

5. Yuliia Mishura, Taras Shevchenko National University of Kiev, Ukraine, 2018.2.1-2.9, ASC 2018: Asymptotic Statistics and Computations と統計数学セミナーで講演を行う.

6. Ioane Muni Toke, Ecole Centrale Paris, France, 2018.1.28-2.3. 統計数学セミナーで講演を行う.

7. Arnaud Gloter, University of Evry Val d'Essonne, France, 2018.2.25-3.5, 統計数学セミナーで講演を行う.

8. Iacus Stefano, University of Milan, Italy, 2018.3.12-3.17. 統計数学セミナーで講演を行う.

ウィロックス ラルフ (WILLOX Ralph)

A. 研究概要

今年は，主として，下記の 3 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.

- 去年の続きで，$E_8^{(1)}$ の対称性を持つ離散パンルヴェ方程式についてパリ第 7 大学の Basile Grammaticos と Alfred Ramani と共同研究を行った．特に，$E_8^{(1)}$ の対称性を持つ q-型離散パンルヴェ方程式の様々な退化から得られる離散可積分系を考察した結果，新しい線形化可能な離散系，及びそれらの非自励化と具体的な線形化を 2 組，そして新しい離散パンルヴェ方程式を 2 つも発見した．この結果を発表する論文は既に J. Math. Phys. に掲載済みである [B.9]. さらに，ある意味で，上述の結果の逆方向で QRT-型の（自励の）写像から出発したとき，その写像を自励極限に含む $E_8^{(1)}$ 対称性の離散パンルヴェ方程式，及びそれらの方程式の退化配列（cascade）に属する離散パンルヴェ方程式をすべて系統的に構築できる手法を考案した．この方法をいくつかの具体例をあげながら解説する論文は既に J. Math. Phys. に掲載済みである [B.10].

- 本研究科の Takafumi Mase，及びパリ第 7 大学の Basile Grammaticos と Alfred Ramani との共同研究で，昨年一緒に新しく開発した 複素平面上の双有理写像の可積分性が簡単に判定できる手法 [B.6] を，今年，さらに拡張し，特異点閉じ込めという性質を持たない写像の場合にも写像の力学系次数（dynamical degree）が容易に計算できる方法を提唱した．この結果を発表する論文は，現在，投稿中である.

- エコール・サントラル・ドゥ・マルセイユ の Thomas Durt と Mohamed Hatifi，およびリオ・デ・ジャネイロの CBPF の Samuel Colin との共同研究で，Ghirardi-Rimini-Weber のデコヒーレンス理論を原子のドップラー冷却という比較的に単純な物理的過程に適用し，そのプロセスにおける波動関数の量子力学的な自由度と古典的な自由度の間に起こるエネルギー移動を考察した．その結果を発表する論文は現在作成中である.

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

- Continuing my joint research with Basile Grammaticos and Alfred Ramani (Université Paris VII), I investigated the possible degenerations of discrete Painlevé equations of multiplicative type, with $E_8^{(1)}$ symmetry. Among the discrete integrable systems that arise from these degenerations we found: two sets of new linearisable systems together with their deautonomisations and explicit linearisations, as well as two until now unknown discrete Painlevé equations. These results already appeared this year in J. Math. Phys. [B.9].
  We also studied what is in a certain sense exactly the opposite problem: starting from a given (autonomous) QRT mapping, we proposed a systematic procedure for constructing all discrete Painlevé equations with $E_8^{(1)}$ symmetry, as well as all discrete Painlevé equations in their degeneration cascades, that give rise to that QRT mapping at the autonomous limit. A paper explaining these results on several well-chosen examples appeared already this year in J. Math. Phys. [B.10].

- Together with Takafumi Mase (from this institute) and Basile Grammaticos and Alfred Ramani (Université Paris VII), I extended the method we proposed last year for establishing the integrability of birational mappings of the complex plane, to mappings that do not possess the singularity confinement property. We thus obtained a method that allows us to calculate the exact value of the dynamical degree for such mappings with remarkable computational ease. A paper describing these results was submitted to an international journal and is currently under review.

- In collaboration with Thomas Durt and Mohamed Hatifi (Ecole Centrale de Marseille) and Samuel Colin (CBPF, Rio de Janeiro), I studied how the Ghirardi-Rimini-Weber theory of decoherence can be applied to a relatively simple physical situation such as, for example, laser Doppler cooling of an atom. A particular point of interest for us was the study of the energy transfer that occurs between the quantum and classical degrees of freedom for the atomic wave function that arises in such a process. We are currently in the process of writing up a research paper detailing our results.

B. 発表論文

1. 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.

2. 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).

3. 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.

4. R. Willox, T. Mase, A. Ramani and B. Grammaticos: "Full-deautonomisation of a lattice equation", J. Phys. A: Math. Theor. **49** (2016) 28LT01 (11pp).

5. 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).

6. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox and T. Mase: "Calculating algebraic entropies: an express method", J. Phys. A: Math. Theor. **50** (2017) 185203 (13pp).

7. A. Ramani, B. Grammaticos and R. Willox: "Miura transformations for discrete Painlevé equations coming from the affine E_8 Weyl group", J. Math. Phys. **58** (2017) 043502 (10pp).

8. S. Colin, T. Durt and R. Willox: "L. de Broglie's double solution program: 90 years later", Annales de la Fondation Louis de Broglie **42**, numéro spécial (2017) 19–71.

9. B. Grammaticos, A. Ramani, R. Willox and J. Satsuma: "Multiplicative equations related to the affine Weyl group E_8", J. Math. Phys. **58** (2017) 083502 (9pp).

10. R. Willox, A. Ramani and B. Grammaticos: "A systematic method for constructing discrete Painlevé equations in the degeneration cascade of the E_8 group", J. Math. Phys. **58** (2017) 123504 (20pp).

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. Nonlinearity, non-locality and conservation laws, FQXi workshop "Quantum Rogue Waves as Emerging Quantum Events", Ecole Centrale de Marseille, France, 2016 年 6 月.

6. 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.

7. Singularity confinement, anticonfinement and algebraic entropy, AMS Fall Western Sectional Meeting, University of Denver, Denver, USA, 2016 年 10 月.

8. From singularity patterns to algebraic entropies, ISQS25 – the XXVth International Conference on Integrable Systems and Quantum Symmetries, Prague, Czech Republic, 2017 年 6 月.

9. ダルブー変換 と ボソン・フェルミオン対応: 記述, 応用と様々な二次的影響，数理科学の拡がり：可積分系・数理医学，松江市・島根県民会館，2017 年 8 月.

10. 特異点閉じ込めと代数的エントロピー II, 非線形波動研究の新潮流 – 理論と応用 – 九州大学応用力学研究所 共同研究集会，九州大学，2017 年 11 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎（S1 ターム）: 微積分学基礎の入門講義（教養学部前期課程 1 年生）

2. 微分積分学 1（S2 ターム）: 微積分学の入門講義（教養学部前期課程 1 年生）

3. 微分積分学 2（A セメスター）: 微積分学の入門講義（教養学部前期課程 1 年生）

4. 数理科学基礎 (補修)（A セメスター）: S1 タームの間に行われた「数理科学基礎」の補修講義（教養学部前期課程 1 年生）

5. 応用数学 XE（A セメスター）: 連続の無限次元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）

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. IOP Publishing Young Researchers' Meeting: "Frontiers in Fundamental and Applied Physics", the University of Tokyo, Japan (2017 年 2 月 21 日), scientific organizing committee member. [http://iopscience.iop.org/page/jphys50-japan]

4. the 2nd FQXI Workshop "Quantum Rogue Waves as Emerging Quantum Events", Ecole Centrale de Marseille, France (2017 年 7 月 11 日〜13 日), co-organizer. [http://www.fresnel.fr/FQXI2017/]

H. 海外からのビジター

1. Basile GRAMMATICOS (Université de Paris VII・XI) 2017 年 10 月 30 日〜11 月 2 日. (2017 年 10 月 31 日："The end of the World"，2017 年 11 月 1 日："Discrete Painlevé equations associated with the E_8 group")

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 : "On Fatou-Julia decompositions, Ann. Fac. Sci. Toulouse", **22** (2013), 155–195.
2. T. Asuke : "On independent rigid classes in $H^*(\mathrm{WU}_q)$", Illinois J. of Math., **56** (2012), 1001–1343.
3. 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.
4. 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.
5. T. Asuke: "Notes on 'Infinitesimal derivative of the Bott class and the Schwarzian derivatives' ", Tohoku Math. J. **69** (2017), 129–139.
6. T. Asuke : "On deformations and rigidity of the Godbillon-Vey class", Geometry, Dynamics, and Foliations 2013, Advanced Studies in Pure Mathematics 72, 2017, 1–18.
7. T. Mizutani : "On Thurston's construction of a surjective homomorphism $H^{2n+1}(B\Gamma_n, \mathbb{Z}) \to \mathbb{R}$, Geometry, Dynamics, and Foliations 2013, Advanced Studies in Pure Mathematics 72, 2017, 211–219（翻訳，ただし査読付き）.

C. 口頭発表

1. 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.
2. Autour de la décomposition de Fatou-Julia, Séminaire (Systèmes Dynamiques), Institut de Mathématiques de Toulouse, 2013/10/25.
3. Autour de la décomposition de Fatou-Julia, Groupe de travaille "Théorie ergodique et syetèmes dynamiques", Département de Mathématiques d'Orsay (Paris), 2013/11/4.
4. Autour de la décomposition de Fatou-Julia, Séminaires de Géométrie analytique, Institut de recherche mathématique de Rennes (Rennes), 2013/11/28.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. A Chern–Weil construction for derivatives of characteristic classes, Foliations 2016, Bedlewo (ポーランド共和国), 2016/7/16.

10. Characteristic classes for infinitesimal deformations of foliations, Workshop : Residues, dynamics and hyperfunctions, 北海道大学（札幌），2017//7/28.

D. 講義

1. 数理科学基礎：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. 微分積分学：微分法，積分法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. ベクトル解析：ベクトル解析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. 幾何学 III : 多様体上の微分形式とベクトル場およびベクトル解析に関する基本的な事柄について講義した.（理学部数学科）

5. 数学続論 XE（理学部）・基礎数理特別講義 IV（大学院）：Čech–de Rham コホモロジー，Chern–Weil 理論について講義した．また，複素ベクトル束の Chern 類に関する基本的な事柄についても講義した.（理学部数学科・大学院数理科学研究科）

6. 数学講究 XB（数理科学概説）：「複素射影平面の葉層構造に関するある古典的な問題について」と題して入門的な講義を行った（理学部数学科）.

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，'17/12/15〜17），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. 『歴史的音源』を聴く: 国立国会図書館が戦前の SP レコードの音源をディジタル化して公開しているデータベースである『歴史的音源』を利用して過去の演説・朗読・演奏などを聞き，戦前の社会を実感をもって感じられるようインターネットでアクセスできる様々なデータと合わせて検討した. (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, そもそも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, 新しいプレゼンテーションの方法を探った．具体的には、Prezi というサービスを用いて初等的な数学教材作成を試みた. (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 31st of the International Conference on Information Networking (ICOIN 2017).

8. Technical Program Committee member, The 32nd International Conference on Information Networking (ICOIN 2018).

9. Technical Program Committee member, COMPSAC 2017: The 41st Annual International Computers, Software & Applications Conference, Emerging Advances in Technologies and Applications (EATA) Symposium.

10. Technical Program Committee member, The Emerging Advances in Technology and Applications Symposium (EATA), COMPSAC 2018.

11. Technical Program Committee member, International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering 2017 (MUE2017).

12. Technical Program Committee member, The 12th International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering (MUE 2018) and the 2018 Global Conference on Information Technology, Computing and Applications (GlobalIT 2018).

13. Technical Program Committee member, Conference on Signal Processing, Telecommunications, and Computing 2017 (SigTelCom 2017).

14. Technical Program Committee member, Conference on Signal Processing, Telecommunications, and Computing 2018 (SigTelCom 2018).

15. Technical Program Committee member, Second Symposium on Advances in Applied Informatics (SAI'17).

16. Technical Program Committee member, The Nineth International Conference on Ubiquitous and Future Networks 2016 (ICUFN 2017).

17. Technical Program Committee member, 5th International Workshop on Computer Image and its Applications (CIA-17).

18. Technical Program Committee member, The NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS) 2017.

19. Technical Program Committee member, The 2017 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC'17).

20. Technical Program Committee member, the 8th International Conference on Information and Communications Technology Convergence (ICTC 2017).

今井 直毅 (IMAI Naoki)

A. 研究概要

局所 Langlands 対応の研究との関連から Deligne-Lusztig 構成について考察した．また Deligne-Lusztig 構成によって得られたある多様体の ℓ 進コホモロジーが，有限ユニタリ群の Heisenberg-Weil 表現の幾何学的実現を与えることを示し，Howe 対応が unipotency を保つことを特別な場合に示した．さらに，考えている多様体の mod ℓ コホモロジーを調べ，mod ℓ Howe 対応について考察した．

We studied a Deligne-Lusztig construction in a relation with a research on the local Langlands correspondence. We showed that an ℓ-adic cohomology of a variety obtained by the Deligne-Lusztig construction realizes the Heisenberg-Weil representations of a finite unitary group and that the Howe correspondence preserves unipotency in a special case. We studied also

the mod ℓ cohomology of the variety and a mod ℓ Howe correspondence.

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： "Affinoids in Lubin-Tate surfaces with exponential full level two", Contemp. Math. **691** (2017), 157–180.
5. N. Imai and T. Tsushima： "Stable models of Lubin-Tate curves with level three", Nagoya Math. J. 225 (2017), 100–151.
6. K. Cesnavicius and N. Imai: "The remaining cases of the Kramer-Tunnell conjecture", Compos. Math. **152** (2016), no. 11, 2255–2268.
7. N. Imai： "Local root numbers of elliptic curves over dyadic fields", Kodaira centennial issue of J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), 247–260.
8. N. Imai and T. Tsushima： "Cohomology of rigid curves with semi-stable coverings", Asian J. Math. **19** (2015), no. 4, 637–650.
9. N. Imai and Y. Mieda: "Toroidal compactifications of Shimura varieties of PEL type and its application", RIMS Kokyuroku Bessatsu **B44** (2013), 3–24.
10. 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.

C. 口頭発表

1. Geometric realization of Heisenberg-Weil representations for finite unitary groups, Tokyo-Lyon Satellite Conference in Number Theory, 東京大学, 2018 年 2 月 21 日.
2. Non-semi-stable loci in Hecke stacks and Fargues' conjecture, UK-Japan Winter School 2018 on Number Theory, King's College London, イギリス, 2018 年 1 月 8 日.
3. Non-semi-stable loci in Hecke stacks and Fargues' conjecture, Master Lectures - The Legacy of Carl Friedrich Gauss, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum, 中国, 2017 年 12 月 19 日.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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. 数理科学基礎: 数理科学の基礎．(教養学部前期課程講義)
2. 微分積分学: 微分積分学．(教養学部前期課程講義)
3. 数理科学概論 I（文科生）: 二変数微分積分学．(教養学部前期課程講義)
4. 代数と幾何: 線型代数．(理学部 2 年生 (後期))
5. 代数と幾何演習: 線型代数の演習．(理学部 2 年生 (後期))

H. 海外からのビジター

1. Ildar Gaisin, JSPS 外国人特別研究員, 2018 年 3 月〜. He works on a geometrization of the local Langlands correspondence.

植田 一石 (UEDA Kazushi)

A. 研究概要

明治大学理工学研究科の野原雄一氏と共同で、Grassmann 多様体に対するミラー対称性の研究を行った。我々のこれまでの研究で、多角形の三角形分割を一つ与える毎に、n 次元空間内の平面のなす Grassmann 多様体の上に完全可積分系が定まることが示されていたが、2017 年度の研究において、これらの完全可積分系のトーラスファイバーに対するポテンシャル関数の壁越え公式が、Grassmann 多様体の Plucker 座標の持つクラスター構造に関するクラスター変換と、適当な同一視のもとで一致することを示した。

また、King's College London の Yankı Lekili 氏と共同で、A_∞ 構造のモジュライ空間について研究を行った。A_∞ 代数は、積が up to coherent homotopy で結合的であるような次数付き微分代数の一般化である。与えられた次数付き代数 A の Hochschild コホモロジーが適当な条件を満たせば、A_∞ 代数 $\mathcal{A}$ と、$\mathcal{A}$ のコホモロジーと A の次数付き代数としての同型 $\varphi\colon H^*(\mathcal{A}) \to A$ の組 $(\mathcal{A}, \varphi)$ のモジュライ空間がスキームになることが Polishchuk によって知られていたが、我々は、A としてある明示的に表示される次数付き代数を取ると、得られるモジュライ空間が Arnold の意味の例外型 unimodal 特異点の半普遍開析の正の部分 (positive part) であり、これを乗法群の自然な作用で割ることによって対応する格子偏極 K3 曲面のモジュライ空間が得られる事を示した。

In a joint work with Yuichi Nohara, we studied mirror symmetry for Grassmannians. In particular, we have shown that the wall-crossing formulas for the potential functions of Lagrangian torus fibers of completely integrable systems on Grassmannians of planes in an n-space associated with triangulations of an n-gon can be identified with the cluster transformations of the Plücker coordinates of the dual Grassmannian.

In a joint work with Yankı Lekili, we studied moduli spaces of A_∞-structures. A_∞-algebras are generalizations of differential graded algebras where the multiplications are associative up to coherent homotopy. It is known by Polishchuk that the moduli functor for A_∞-structures on a fixed graded algebra is representable by a scheme. We showed that this moduli scheme for a particular graded algebra gives the positive part of the semiuniversal unfolding of an exceptional unimodal singularity, and the quotient by a natural action of the multiplicative group gives the moduli space of lattice-polarized K3 surfaces.

B. 発表論文

1. K. Hashimoto, H. Lee, and K. Ueda : "On a certain generalization of triangle singularities", Manuscripta Math. **153** (2017), no.1–2, 35–51.

2. K. Ueda and Y. Yoshida : "Equivariant A-twisted GLSM and Gromov–Witten invariants of CY 3-folds in Grassmannians", J. High Energy Phys. **9** (2017), 128.

C. 口頭発表

1. Moduli of K3 surfaces as moduli of A-infinity structures, Simons Collaboration Workshop on Homological Mirror Symmetry and Hodge Theory, Harvard University, アメリカ合衆国, 2018 年 1 月.

2. Moduli of K3 surfaces as moduli of A-infinity structures, Categorical and analytic invariants in algebraic geometry, 大阪大学, 2017 年 12 月.

3. Gamma conjecture for Brieskorn-Pham singularities, The 5th Franco-Japanese-Vietnamese Symposium on Singularities, 鹿児島大学, 2017 年 10 月.

4. Moduli of non-commutative Hirzebruch surfaces, 非可換代数幾何学とその周辺 (Noncommutative algebraic geometry and

related topics), 京都大学数理解析研究所, 2017 年 9 月.

5. Dimer models and homological mirror symmetry, Berkeley-Tokyo Summer School "Geometry, Representation Theory, and Mathematical Physics", UC Berkeley, アメリカ合衆国, 2017 年 8 月.

6. An update on tropical coamoebas, Inaugural conference for the Laboratory of Mirror Symmetry and Automorphic forms, Higher School of Economics, モスクワ, ロシア連邦, 2017 年 5 月.

7. Gamma conjecture for Brieskorn-Pham singularities, Hodge theory, Stokes Phenomenon and Applications, Centre International de Rencontres Mathématiques, Luminy, フランス, 2017 年 4 月.

D. 講義

1. 幾何学 XF：dg 圏や A-infinity 圏に関する講義（数理大学院・4 年生共通講義）

2. 自然科学ゼミナール：Hindley–Seldin による本 "Lambda-calculus and combinators" の輪講（教養学部前期課程講義）

3. 全学自由研究ゼミナール：Barendregt による本 "Lambda calculi with types" の輪講（教養学部前期課程講義）

4. 構造幾何学：力学系理論の基礎事項に関する講義（教養学部基礎科学科講義）

5. 構造幾何学演習：力学系理論の基礎事項に関する演習（教養学部基礎科学科講義）

6. 集中講義：Derived categories（北京大学数学科学学院，2017 年 5 月）

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 桑垣樹 (KUWAGAKI Tatsuki): トーリックスタックに対する非同変連接–構成可能対応.

加藤 晃史 (KATO Akishi)

A. 研究概要

箙 (quiver) とその変異 (mutation) は，クラスター代数とともに，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，箙の変異列 (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、与えられた箙変異の列 γ (quiver mutation loop = クラスター代数の 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) $Z(\gamma)$ は箙変異の列 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) 箙変異の列 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 というクラスの箙変異列 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ー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、箙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. Kato Akishi and Terashima Yuji, *Quantum dilogarithms and partition q-series*, Communications in Mathematical Physics, 2015, **338**, 457–481, 1, doi : 10.1007/s00220-015-2323-y,

2. Kato Akishi and Terashima Yuji, *Quiver mutation loops and partition q-series*, Communications in Mathematical Physics, 2015, **336**, 811–830, 2, doi : 10.1007/s00220-014-2224-5,

3. Kato Akishi, Mizuno Yuma and Terashima Yuji, *Quiver mutation sequences and q-binomial identities*, International Mathematics Research Notices, 2017, doi: 10.1093/imrn/rnx108

C. 口頭発表

1. "Quiver mutation loops and partition q-series" 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」東京大学数理科学研究科 2017 年 9 月

2. "Quiver mutation loops and partition q-series" 特別講演 日本数学会無限可積分セッション首都大学東京 2017 年 3 月

3. "Quiver mutation loops and partition q-series" Tropical geometry and related topics 京都大学理学研究科数学教室 2016 年 3 月

4. "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.

5. "Quiver mutation loops and partition q-series" Low dimensional topology and number theory VII, Innovation Plaza, Momochihama, Fukuoka, Japan, 2015 年 3 月.

6. "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

7. “Quiver mutation loops and partition q-series” Representation Theory, Geometry and Combinatorics Seminar, University of California, Berkeley, USA, 2015 年 3 月

8. “Quiver mutation loops and partition q-series” Aspects of Integrability in Mathematics and Physics, 大阪市立大学, 2015 年 3 月

9. “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

10. “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

11. 「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.

12. 「基本群の表現と位相的場の理論 (1), (2)」裏磐梯セミナー, 裏磐梯高原ホテル, 2013 年 7 月.

D. 講義

1. 現象数理 I : 数学科学生向けの解析力学 ハミルトニアン力学系・変分法・シンプレクティック幾何・可積分系など (理学部講義)

2. 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)

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」へのデーン・ツイストの作用の明示的な公式を得た [B8] [B6]。オリジナルの境界成分数 1 の場合 [B8] 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 準同型のヨリ自然でヨリ幾何学的な構成を与えた [B6]。

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双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 [B7]。

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 [B3]。

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 [B5]。 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][B4]。翻って、群状展開が Goldman 括弧積の形式表示を与えるならば、それは特殊・斜交展開の共役となることを証明した。以上の研究の副産物として空でない境界をもつ向きづけられた連結コンパクト曲面について framing のホモトピー集合における写像類群作用の軌道集合を計算した [B2]。

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的種数 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 [B8] [B6]. The original formula obtained for the case where the boundary is connected was due to us [B8], 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 [B6].

3. (a joint work with Kuno) We showed the free vector space over the fundamental groupoid on a compact borderd 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 [B7]. 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 [B3].

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 [B5]. 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][B4]. Moreover we prove that any group-like expansion inducing a formal description of the Goldman bracket is conjugate to a special/symplectic expansion. As a biproduct of these works, we computed the mapping class group orbits in the homotopy set of framings of a compact connected oriented surface with non-empty boundary [B2].

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 eigen-function in genus 2 by d'Hoker-Green-Piolline-Russo. We proved it is not an eigen-function of the Laplacian in non-hyperelliptic genus 3.

B. 発表論文

1. A. Alekseev, N. Kawazumi, Y. Kuno and F. Naef: "The Goldman-Turaev Lie bialgebra in genus zero and the Kashiwara-Vergne problems", Adv. Math. **326** (2018) 1–53.

2. N. Kawazumi: "The mapping class group orbits in the framings of compact surfaces", to appear in: Quarterly J. Math.

3. S. Fukuhara, N. Kawazumi and Y. Kuno: "Self-intersections of curves on a surface and Bernoulli numbers", to appear in: Osaka J. Math.

4. A. Alekseev, N. Kawazumi, Y. Kuno and F. Naef: "Higher genus Kashiwara-Vergne problems and the Goldman-Turaev Lie bialgebra", C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I. **355** (2017) 123–127.

5. N. Kawazumi: "A tensorial description of the Turaev cobracket on genus 0 compact surfaces", RIMS Kokyuroku Bessatsu **B66** (2017) 1–13.

6. 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.

7. N. Kawazumi and Y. Kuno: "Intersections of curves on surfaces and their applications to mapping class groups", Ann. Inst. Fourier. **65** (2015) 2711–2762.

8. N. Kawazumi and Y. Kuno: "The logarithms of Dehn twists", Quantum Topology **5** (2014) 347–423.

9. N. Kawazumi, Y. Kuno and K. Toda: "Generators of the homological Goldman Lie algebra", Osaka J. Math. **51** (2014) 665–671.

10. N. Kawazumi: "Surface topology and involutive bimodules", RIMS Kokyuroku Bessatsu **B48** (2014) 1–23.

C. 口頭発表

1. 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)

2. 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）

3. The Kashiwara- Vergne problem and the Goldman-Turaev Lie bialgebra, I, 2016 年 7 月 28 日, "Workshop on Grothendieck-Teichmueller Theories", Chern Institute of Mathematics, Nankai University. (中国)

4. 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）

5. 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）

6. 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）

7. 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）

8. The Kashiwara-Vergne problem and the Goldman-Turaev Lie bialgebra in genus zero 2017 年 3 月 16 日研究集会「Low dimensional topology and number theory IX」九州大学 AiRIMaQ

9. 写像類群、Goldman-Turaev Lie 双代数、柏原 Vergne 問題 2017 年 9 月 11 日日本数学会秋季総合分科会トポロジー分科会特別講演山形大学

10. The harmonic Magnus expansion on a compact Riemann surface with non-zero tangent vectors, 2017 年 11 月 14 日 Séminaire 'Groupes de Lie et espaces des modules', Section de mathématiques, Université de Genève. （スイス）

D. 講義

1. 微分積分学続論: 多変数函数の極値判定, 陰函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）

E. 修士・博士論文

1. (博士) 辻 俊輔 (TSUJI Shunsuke): A formula for the action of Dehn twists on HOMFLY-PT skein modules and its applications

2. (修士) 石原 秀紀 (ISHIHARA Hideki): Weil-Petersson isometries of the Teichmüller-Coxeter complex

3. (修士) 信田 萌伽 (NOBUTA Moeka): On cobrackets on the Wilson loops associated with flat $GL(1,\mathbb{R})$-bundles over surfaces

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「ジョンソン準同型とその周辺」世話人, 2017 年 5 月

2. 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」世話人, 2017 年 9 月

3. 研究集会「Special day for Teichmüller theory」世話人, 2017 年 10 月

4. 研究集会「MINI SYMPOSIUM: New development in Teichmuller space theory ; MCM2017」世話人, 2017 年 11 月

5. 研究集会「モジュライ空間のシンプレクティック幾何」世話人, 2017 年 1 月

H. 海外からのビジター

1. Richard Hain 氏 (Duke 大学), 研究集会「ジョンソン準同型とその周辺」2017 年 5 月 での講演.

2. Gwenael Massuyeau 氏 (Strasbourg 大学 /CNRS), 研究集会「ジョンソン準同型とその周辺」2017 年 5 月 の世話人および講演.

3. Christine Vespa 氏 (Strasbourg 大学), 研究集会「ジョンソン準同型とその周辺」2017 年 5 月 の世話人および講演.

4. Florian Naef 氏 (Genève 大学), 研究集会「ジョンソン準同型とその周辺」2017 年 5 月 での講演.

5. Arthur Soulié 氏 (Strasbourg 大学), 2018 年 1 月から 4 月まで日本学術振興会特別研究員（欧米短期）

6. Florian Naef 氏 (MIT), 2018 年 3 月, Goldman-Turaev 双代数の形式表示について

7. Matteo Felder 氏 (Genève 大学), 2018 年 3 月, 高次発散コサイクルについて

北山 貴裕 (KITAYAMA Takahiro)

A. 研究概要

高次元線形表現の成すモジュライ空間の幾何学を低次元位相幾何学に応用する研究の基礎付けを進めた．特に，3 次元多様体内の本質的曲面の Culler-Shalen 構成の拡張について研究し，構成される曲面のホモロジーが指標多様体上の特別な関数の正則性によってどのように制限されるかを記述した．これは，SL_n-指標多様体の理想点から 3 次元多様体内のある種の分岐曲面を構成する方法を確立し，全ての本質的曲面はある n に対してこの方法によって構成されることを

示した，Stefan Friedl 氏と Matthias Nagel 氏，また，原隆氏との共同研究に続くものである．
まず，Culler，Gordon，Luecke，Shalen による本質的曲面の境界スロープの記述を一般化した．表現の固有値の基本対称式は指標多様体上の基本的な正則関数を誘導する．トーラス境界を持つような 3 次元多様体に対して，構成される曲面の境界スロープは境界上のループに付随する基本的な関数の理想点における正則性によって決まることを示した．
次に，理想点が固定されたホモロジー類を代表するような本質的曲面を与えるためのある必要条件をトーション不変量の言葉を用いて提示した．3 次元多様体のねじれ Alexander 多項式の各係数は指標多様体上の正則関数を誘導する．この必要条件は最高次係数から決まる当関数の理想点における正則性によって定式化される．帰結として，Dunfield，Friedl，Jackson による予想の自然な一般化について，部分的な肯定的解決を得た．

I tried to establish foundations of applying the geometry of moduli spaces of higher-dimensional linear representations to low-dimensional topology. In particular, I studied an extension of the Culler-Shalen construction of essential surfaces in a 3-manifold to the case of general representations, and described how the homology of a constructed surface is restricted by regularity of special functions on character varieties. This was a continuation of joint works with Stefan Friedl, Matthias Nagel, and also with Takashi Hara, which provided a method to construct certain kind of branched surfaces in a 3-manifold from an ideal point of its SL_n-character variety, and showed that every essential surface in a 3-manifold is constructed by the method for some n.
First, I generalized a description of the boundary slopes of essential surfaces by Culler, Gordon, Luecke and Shalen. The elementary symmetric polynomials of eigenvalues of representations induce fundamental regular functions on its character varieties. I showed that for a 3-manifold with a torus boundary the boundary slope of a constructed surface is determined by regularity at an ideal point of the fundamental functions associated to loops in the boundary.
Next, I presented a certain necessary condition for an ideal point to give essential surfaces representing a fixed homology class in terms of torsion invariants. The coefficients of twisted Alexander polynomials of a 3-manifold induce regular functions on its character varieties. The necessary condition is formulated by regularity at an ideal point of the function of the highest degree. As a consequence we had a partial affirmative answer for a natural generalization of a conjecture by Dunfield, Friedl and Jackson.

B. 発表論文

1. S. Friedl and T. Kitayama : “The virtual fibering theorem for 3-manifolds”, Enseign. Math. **60** (2014) 79–107.

2. S. Friedl, T. Kitayama and M. Nagel : “A note on the existence of essential tri-branched surfaces”, Topology Appl. **225** (2017) 75–82.

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 : “Torsion volume forms on character varieties”, RIMS Kokyuroku **1836** (2013) 75–80.

5. T. Kitayama : “Twisted Alexander polynomials and ideal points giving Seifert surfaces”, Acta Math. Vietnam. **39** (2014) 567–574.

6. T. Kitayama : “Twisted Alexander polynomials and incompressible surfaces given by ideal points”, J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015) 877–891.

7. T. Kitayama : “Normalization of twisted Alexander invariants”, Internat. J. Math. **26** (2015) 1550077 (21 pages).

8. T. Kitayama, M. Morishita, R. Tange and Y. Terashima : “On certain L-functions for deformations of knot group representations”, Trans. Amer. Math. Soc. **370** (2018) 3171–3195.

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. Representation varieties detect essential surfaces, Braids, Configuration Spaces and Quantum Topology, 東京大学, 2015 年 9 月.

2. Representation varieties detect essential surfaces I, II, Topology and Geometry of Low-dimensional Manifolds, 奈良女子大学, 2015 年 10 月.

3. Representation varieties detect essential surfaces, Geometry of Moduli Space of Low Dimensional Manifolds, 京都大学, 2015 年 12 月.

4. Representation varieties detect essential surfaces, Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2016, 広島大学, 2016 年 3 月.

5. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, Rigidity School, Nagoya 2016, 名古屋大学, 2016 年 7 月.

6. 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.

7. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, The second Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications, 京都大学, 2017 年 1 月.

8. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, Invariants in Low-dimensional Topology, Korea Institute for Advanced Study, 韓国, 2017 年 5 月.

9. トポロジーへの誘い～ひもの結びから 3 じげんのかたちへ～, 東京大学オープンキャンパス 2017, 東京大学, 2017 年 8 月.

10. Representation varieties and essential surfaces, New Development in Teichmüller Space Theory, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University, Japan, 2017 年 11 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：数理科学の基礎的内容についての講義. (教養学部前期課程講義)

2. 線型代数学：線型代数学の基礎的内容についての講義. (教養学部前期課程講義)

3. 微分積分学続論：多変数ベクトル値関数の微分積分の基礎的内容についての講義. (教養学部前期課程講義)

4. 数理科学セミナー III : 微分トポロジーの基礎的内容についてのテキストセミナー. (教養学部基礎科学科講義)

5. 数理科学演習 II : 微分トポロジーの基礎的内容についての演習. (教養学部基礎科学科講義)

6. 数学特殊講義 I・数学特別講義 I・数学最先端特別講義 I : 3 次元多様体の基本群を巡る研究の進展についての集中講義. (集中講義，東京工業大学，2017 年 7 月 3 日–7 月 7 日)

木田 良才 (KIDA Yoshikata)

A. 研究概要

離散群による測度空間への作用はフォンノイマン環の豊富な例を提供し, 作用の軌道同値関係はそのようなフォンノイマン環の一側面を映し出す. この一側面を公理化する上で導入されたのが測度付き離散同値関係であり, これは作用の軌道同値関係を一般化したものである. 今年度は, 同値関係に付随する充足群の中心列 (つまり, 充足群の元の列でどんな元とも漸近的な意味で交換するようなもの) の振る舞いについていくつかの基本的な事実を得た. このような中心列の (非) 存在は, 同値関係上の二乗可積分関数からなるヒルベルト空間への充足群の作用に関するスペクトルギャップ性と関連する. 充足群の中心列はフォンノイマン環と同値関係を調べるための手がかりとなるだけでなく, しばしばそれらの代数的な特徴付けにおいて本質的な役割を果

たすことが古くから認識されてきた．測度付き離散同値関係がシュミットであるとは, その充足群が非自明な中心列をもつときをいう．また, 可算離散群がシュミットであるとは, それによる標準確率空間への保測作用で自由かつエルゴード的であって, 付随する軌道同値関係がシュミットであるようなものが存在するときをいう．この性質は未解明の部分が多く, 例えば, 可算離散群がシュミットであるためには内部従順であることが必要だが, 十分であるかどうかはわかっていない．シュミット性の理解に向けて今年度は R. Tucker-Drob 氏との共同研究により, シュミット性が同値関係の基本的な操作 (同値関係のコンパクト拡大と有限指数の包含) で閉じていることを示した.

Measure-preserving actions of discrete countable groups provide rich examples of von Neumann algebras, and the associated orbit equivalence relations reflect one aspect of those von Neumann algebras. It is a discrete measured equivalence relation that was introduced for the purpose of axiomatization of that aspect, and that generalizes the orbit equivalence relations associated with group-actions. I obtained some basic facts on behavior of central sequences in the full group of an equivalence relation, where we call a sequence in the full group central if it asymptotically commutes with any element of the full group. (Non-)existence of such central sequences are related with the spectral gap property of the action of the full group on the Hilbert space of L^2-functions on the equivalence relation. It has been recognized for a long time that central sequences are not only a clue to study von Neumann algebras and equivalence relations but also often play an essential role in algebraic characterization of them. We say that a discrete measured equivalence relation is Schmidt if its full group admits a non-trivial central sequence, and say that a discrete countable group is Schmidt if it admits an ergodic, free and measure-preserving action on a standard probability space such that the associated equivalence relation is Schmidt. This property is so unclear that for example inner amenability is known to be necessary for a countable group to be Schmidt, while it is unknown whether it is also sufficient. Toward understanding the Schmidt property, with R. Tucker-Drob, we showed that the Schmidt property is closed under several elementary operations of equivalence relations (e.g., compact extension and finite-index inclusion of equivalence relations).

B. 発表論文

1. Y. Kida : “The modular cocycle from commensuration and its Mackey range”, preprint, to appear in the Proceedings of the 9th MSJ-SI conference in 2016.

2. Y. Kida : “Splitting in orbit equivalence, treeable groups, and the Haagerup property”, in Hyperbolic geometry and geometric group theory, 167–214, Adv. Stud. Pure Math., 73, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2017.

3. Y. Kida : “Stable actions and central extesions”, Math. Ann. **369** (2017), 705–722.

4. 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.

5. I. Chifan and Y. Kida : “OE and W^* superrigidity results for actions by surface braid groups”, Proc. Lond. Math. Soc. (3) **111** (2015), 1431–1470.

6. Y. Kida : “Stable actions of central extensions and relative property (T)”, Israel J. Math. **207** (2015), 925–959.

7. I. Chifan, A. Ioana, and Y. Kida : “W^*-superrigidity for arbitrary actions of central quotients of braid groups”, Math. Ann. **361** (2015), 563–582.

8. Y. Kida : “Stability in orbit equivalence for Baumslag-Solitar groups and Vaes groups, Groups Geom. Dyn. **9** (2015), 203–235.

9. Y. Kida : “Inner amenable groups having no stable action”, Geom. Dedicata **173** (2014), 185–192.

10. Y. Kida : “Invariants of orbit equivalence relations and Baumslag-Solitar groups”, Tohoku Math. J. (2) **66** (2014), 205–258.

C. 口頭発表

1. On a treeing arising from the Baumslag-Solitar group, Advances in non commutative geometry, Kyoto University, 2017 年 5 月.

2. Inner amenable groups, stable actions, and central extensions, The second Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications, Kyoto University, 2017 年 2 月.

3. 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.

4. 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.

5. Stable actions and central extensions, The 9th MSJ-SI, Operator Algebras and Mathematical Physics, Tohoku University, 2016 年 8 月.

6. Inner amenable groups, stable actions, and central extensions, Nagoya University, Rigidity School, Nagoya 2016, 2016 年 7 月.

7. Stable actions and central extensions, Von Neumann Algebras, Hausdorff Research Institute for Mathematics (ドイツ), 2016 年 7 月.

8. Stable actions and central extensions, Geometric Analysis on Discrete Groups, RIMS, Kyoto University, 2016 年 5 月.

9. On treeings arising from Baumslag-Solitar groups, International Conference on Noncommutative Geometry and K-Theory, Chongqing University (中国), 2015 年 12 月.

10. 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.

D. 講義

1. 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)

2. 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)

3. 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)

4. 実解析学 II : フーリエ変換と超関数の基礎について講義した. (教養学部基礎科学科講義)

5. 実解析学演習 II : 実解析学 II の内容に沿った演習を行った. (教養学部基礎科学科講義)

6. トポロジー特別講義 I : 軌道同値関係とコストについて講義した. (集中講義, 名古屋大学, 6 月 12 日–16 日)

F. 対外研究サービス

1. 雑誌 “数学”, 常任編集委員.

G. 受賞

1. 第 5 回作用素環賞, 2016 年 10 月.

小池 祐太 (KOIKE Yuta)

A. 研究概要

リード・ラグ効果のモデル化, 統計解析手法, 及び理論的性質について研究した. リード・ラグ効果のモデル化については, (1) タイムスケールごとに異なるリード・ラグ効果を記述することが可能なモデル, (2) リード・ラグ効果の日内変動及びマイクロストラクチャーノイズを説明可能なモデル, の 2 つを提案し, それぞれについて統計解析手法も構築した. また, それらの手法を用いて, 実際の金融高頻度データの実証分析も行った.

リード・ラグ効果の理論的性質については, 広いクラスのリード・ラグのモデルが「条件付きフルサポート性」という性質を満たすことを示した. この性質を満たすモデルは, 取引時刻の離散性や取引コストを導入した場合に無裁定となることが知られている.

I have studied lead-lag effects in terms of modeling, statistical analysis and theoretical property. Regarding the modeling, I have proposed the following two models: (1) the model which can describe lead-lag effects on a scale-by-scale basis, and (2) the model which can explain intraday variations of lead-lag effects and microstructure noise. I have also established statistical analysis methods for these two models. Moreover, I have carried out some empirical studies using real financial high-frequency data. Regarding the theoretical property, I have shown that a broad class of lead-lag models satisfy the so-called "conditional full support property". It is known that models satisfy that property admit no arbitrage under discrete trading or transaction costs.

B. 発表論文

1. Y. Koike, "On the asymptotic structure of Brownian motions with a small lead-lag effect", Journal of Japan Statistical Society **47** (2017) 1–31.
2. Y. Koike, "Time endogeneity and an optimal weight function in pre-averaging covariance estimation", Statistical Inference for Stochastic Processes **20** (2017) 15–56.
3. Y. Koike, "Quadratic covariation estimation of an irregularly observed semimartingale with jumps and noise", Bernoulli **22** (2016), 1894–1936.
4. Y. Koike, "Estimation of integrated covariances in the simultaneous presence of nonsynchronicity, microstructure noise and jumps", Econometric Theory **32** (2016) 533–611.
5. Y. Koike, "Limit theorems for the pre-averaged Hayashi-Yoshida estimator with random sampling", Stochastic Process. Appl. **124** (2014) 2699–2753.
6. Y. Koike, "An estimator for the cumulative co-volatility of asynchronously observed semimartingales with jumps", Scand. J. Stat. **41** (2014) 460–481.
7. A. Brouste, M. Fukasawa, H. Hino, S. M. Iacus, K. Kamatani, Y. Koike, H. Masuda, R. Nomura, T. Ogihara, Y. Shimizu, M. Uchida, N. Yoshida, "The YUIMA Project: A Computational Framework for Simulation and Inference of Stochastic Differential Equations", Journal of Statistical Software **57** (2014) 1–51.

C. 口頭発表

1. Lead-lag analysis of non-synchronously observed time series with R, CMStatistics 2017, London, UK, 2017 年 12 月.
2. Wiener 汎関数ベクトルの最大値の Gauss 型近似とその高頻度データ解析への応用, 大阪大学確率論セミナー, 大阪大学豊中キャンパス, 2017 年 11 月.
3. 高頻度データ解析に現れる最大値統計量の分布の Gauss 型近似について, 大規模統計モデリングと計算統計 IV, 東京大学駒場キャンパス, 2017 年 9 月.
4. Lead-lag analysis of non-synchronously observed time series with R, 2017 年度統計関連学会連合大会, 南山大学名古屋キャンパス, 2017 年 9 月.
5. Testing the absence of lead-lag effects in high-frequency data, TMU Workshop on Finance 2017, Tokyo, Japan, 2017 年 8 月.
6. Web データと高頻度データ解析, 統計サマーセミナー 2017, 鬼怒川パークホテルズ, 2017 年 8 月.
7. On the asymptotic structure of Brownian motions with a small lead-lag effect, Asymptotic Statistics of Stochastic Processes and Applications XI, Saint Petersburg, Russia, 2017 年 7 月.
8. Wavelet-based methods for high-frequency lead-lag analysis, IAAE2017, Sapporo, Tokyo, 2017 年 6 月.
9. Capturing heterogeneous lead-lag relationships from ultra high frequency data (Poster), SoFiE 2017, New York, USA, 2017 年 6 月.

10. Capturing heterogeneous lead-lag relationships from ultra high frequency data, EcoSta 2017, Hong Kong, China, 2017 年 6 月.

D. 講義

1. 統計データ解析 II : 多変量解析および時系列解析の基礎を R による実習を中心に扱った. (教養学部前期課程講義)

2. 統計データ解析 I : 統計学の基礎 (記述統計量・極限定理・推定・検定など) を R による実習を中心に扱った. (教養学部前期課程講義)

G. 受賞

1. 2013 年度統計関連学会連合大会優秀報告賞, 2013 年 9 月.

權業 善範 (GONGYO Yoshinori)

A. 研究概要

今年度は前半は MMP の研究をしていたが、いくつかアイデアを出したがあまりうまくいかなかった。しかし少し進展したと信じたい。後半は気分を変えて、反標準因子の正値性の研究を行った。その結果 Hacon–Mckernan の Question に肯定的な解答を江尻祥氏との共同研究で得られた。それをまとめたのが論文 [9] である。また高木俊輔氏と大域的 F 正則多様体上でのコラーの単射性定理を証明した。 それは [10] である。

In the summer of this academic year, I did study of the MMP. Although I obtained some ideas, I can not say that it is a big success. Even that, I believe that still we are going to be somewhat closer to success. From the autumn, I was working about the study of positivity of anti-canonical bundles for a change. Thus I succeed to give an affirmative answer to Hacon–Mckernan's question in the joint work with Doctor Sho Ejiri. That is included in the paper [9]. Moreover I did prove Kollár's injectivity theorem for globally F-regular varieties with Professor Shunsuke Takagi. That is included in the paper [10].

B. 発表論文

1. 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.,

2. O. Fujino and Y. Gongyo : "On log canonical rings" preprint (2013), to appear in Kawamata 60.

3. P. Cascini, Y. Gongyo, and Karl Schwede : "Uniformbounds for strongly F-regular surfaces" Trans. Am. Math. Soc. **368**, No. 8, 5547–5563 (2016).,

4. 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), 4–78,

5. Y. Gongyo and S. Takagi : "Surface of globally F-regular and F-split type" Math. Ann. **364** (2016), no. 3-4, 841–855.,

6. Y. Gongyo and S-i. Matsumura : "Versions of injectivity and extension theorems" Ann. Sci. Éc. Norm. Supér. (4) 50 (2017), no. 2, 479–502

7. 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,

8. A. Broustet and Y. Gongyo : "Remarks on log Calabi–Yau structure of varieties admitting polarized endomorphism", Taiwanese J. Math. 21 (2017), no. 3, 569-582,

9. S. Ejiri and Y. Gongyo : "Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations", preprint, arXiv:1802.03732,

10. Y. Gongyo and S. Takagi : "Kollár's injectivity theorem for globally F-regular varieties", to appear in European Journal of Mathematics, arXiv:1802.07631,

C. 口頭発表

1. Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations, THE 16TH AFFINE ALGEBRAIC GEOMETRY MEETING, 関西学院大学梅田キャンパス, 8–11, March, 2018,

2. Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations, The 13th Kagoshima Algebra-Analysis-Geometry Seminar, 鹿児島大学, 13–16, Feb, 2018,

3. Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations, Positivity Concepts on Holomorphic Line Bundles and Theories on Canonical Kähler Metrics, 大阪市立大学, 28th–31st, Jan, 2018,

4. Some Vanishing Theorem for Cohomologies on Globally F-Regular Varieties, NCTS Seminar in Algebraic Geometry, National Taiwan University, Taiwan, 29th, Dec, 2017,

5. On Kollár's injectivity theorem on globally F-regular varieties,SINCHON WORKSHOP ON ALGEBRAIC GEOMETRY 3 HIGHER DIMENSIONAL ALGEBRAIC VARIETIES, Yonsei, 韓国, 9th, Nov, 2017,

6. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, Classification and Moduli Theory of Algebraic Varieties, Hotel Continental Ischia, Italy, 10–17, Sep, 2017,

7. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, Symposium in Geometry and Differential Equations, 中国科学院数学与系統科学研究院, 北京, China, 3–7, July, 2017

8. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, NCTS Workshop in Higher Dimensional Algebraic Geometry, National Taiwan University, Taiwan, June 19-23, 2017.

9. On log CY structure of varieties admitting non-trivial polarized endomorphism, BICMR-Tokyo Algebraic Geometry Workshop, Beijing International Center for Mathematical Research, China, May 5-7, 2017.

10. Globally F-regular varieties, Globally F-regulrar type varieties, Spring school-conference Birational geometry in positive characteristic, Laboratory of Algebraic Geometry, National Research University Higher School of Economics, Faculty of Mathematics, Moscow, April 3-7, 2017.

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. 代数学 II, 環と加群の基礎について講義した (3 年生講義)

3. 代数学特別演習 II, 上の講義に付随する演習を行った (3 年生演習).

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 2017 世話人,

3. Higer dimensional algebraic geometry conference の世話人.

H. 海外からのビジター

1. Roberto Svaldi, ケンブリッジ大学, イギリス, Study of boundedness, 17/10/27 – 17/11/1,

2. Caucher Birkar, ケンブリッジ大学, イギリス, Study of MMP, 18/03/11 – 18/03/21.

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，２２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. 小木曽・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函数と曲面の対応を調べた．また，ベ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).
5. ある q 離散パンルヴェ方程式の一般解を，AGT 対応の q 類似を使って構成した (神保道夫氏，名古屋創氏との共同研究).

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-dimesional 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 equaitons 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 Hamitonian systems corresponding to Oguiso-Shioda's calssification 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).
5. We gave a concrete expression of general slutions of a q-Painlevé equation. We used q-analog of AGT correspodence. (joint work with JIMBO Michio and NAGOYA Hajime).

B. 発表論文

1. 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.

2. H. Sakai and M. Yamaguchi: "Spectral types of linear q-difference equations and q-analog of middle convolution", Int. Math. Res. Not. IMRN (2017), no. 7, 1975-2013.

3. M. Jimbo, H. Nagoya, and H. Sakai: "CFT approach to the q-Painlevé VI equation", J. Integrable Syst. **2** (2017), no. 1, xyx009, 27 pp.

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, Rome, 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, Sydney, Australia) 2013 年 12 月.

4. Ordinary differential equations on rational elliptic surfaces: 微分方程式の展望 (熊本大

学) 2014 年 10 月;Integrable systems, symmetries, and orthogonal polynomials (ICMAT，Madrid, Spain) 2017 年 9 月.

5. Studies on the Painlevé equations: 微分方程式の総合的研究 (東京大学) 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.

6. Discrete Painlevé equations: Differential and Differece Equations (Laboratoire Paul Painlevé, Lille, France) 2015 年 10 月;Joint Mathematics Meetings AMS Special Session (Washington State Convvention Center, Seattle, USA) 2016 年 1 月.

7. A rigid, irreducible Fuchsian linear q-equation can be reduced to a 1st order equation by integral transformation: 25th International Conference on Integrable Systems and Quantum Symmetries (Czech Technical University, Prague, Czech) 2017 年 6 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. 複素解析学 I : 複素解析学の入門講義 (理学部 2 年生 (後期))

4. 複素解析学 I 演習: 複素解析学 I の演習 (理学部 2 年生 (後期))

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 松原宰栄 (Saiei-Jaeyeong Matsubara-Heo): Studies on integral representations of GKZ hypergeometric functions (GKZ 超幾何函数の積分表示に関する研究)

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

自由 Lie 代数のシンプレクティック微分 Lie 代数は, 計量グラフのモジュライ空間や 3 次元多様体の有限型不変量など, 様々な位相幾何的対象と関連した興味深い Lie 代数となっている. とくにその微分 Lie 代数の次数 1 で生成される部分 Lie 代数を決定することは曲面の写像類群に対する有理 Johnson 準同型の像を決定することと同等であり, 重要な問題となっている. 今年度は, 森田茂之氏, 鈴木正明氏との共同研究において, Torelli 群の降中心列から決まるフィルトレーションと Johnson 準同型から決まるフィルトレーションの比較を次数 6 まで行った. その系として, ホモロジー 3 球面の次数 6 までの有理数値有限型不変量が本質的に Casson 不変量と Johnson 準同型によって表されるという事実の証明や Johnson 核の有理アーベル化の最終決定をすることができた. Johnson 準同型の像の決定についても計算機を用いた組織的計算を行い, 第 7, 8 Johnson 準同型の像がほぼ決定できている. そこでは新たな種の余核成分が現れ, その位相的意味を調べることが今後の課題となっている.

The symplectic derivation Lie algebra of a free Lie algebra is an interesting mathematical object since it has a connection to the moduli space of metric graphs, finite type invariants of 3-dimensional manifolds etc. In particular, it is important to determine the subalgebra of the derivation Lie algebra generated by its degree 1 part, which turns out to be the same as the image of rational Johnson homomorphisms for the mapping class group of a surface. This academic year, in a joint work with Shigeyuki Morita and Masaaki Suzuki, I studied two filtrations of the mapping class group, the lower central filtration of the Torelli group and the Johnson filtration, and compared them up to degree 6. As a corollary, we showed that any finite type rational invariant of homology 3-spheres can be expressed in terms of the Casson invariant and Johnson homomorphisms. We also gave the explicit form of the rational abelianization of the Johnson kernel. The images of 7th and 8th rational Johnson

homomorphisms are almost determined. Here, new types of cokernel components appear and it is an important problem to understand the topological meaning of them.

B. 発表論文

1. T. Sakasai and H. Goda : "Homology cylinders and sutured manifolds for homologically fibered knots", Tokyo Journal of Mathematics 36, Number 1 (2013), 85–111.

2. 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.

3. 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.

4. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "Integral Euler characteristic of $\mathrm{Out}F_{11}$", Experimental Mathematics 24, (2015), 93–97.

5. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "Computations in formal symplectic geometry and characteristic classes of moduli spaces", Quantum Topology 6, (2015), 139–182.

6. T. Sakasai : "The Magnus representation and homology cobordism groups of homology cylinders", Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo 22, (2015), 741–770.

7. 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.

8. 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.

9. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "Symmetry of symplectic derivation Lie algebras of free Lie algebras", To appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu.

10. T. Sakasai : "Johnson-Morita theory in mapping class groups and monoids of homology cobordisms of surfaces", Winter Braids Lecture Notes, 3 (2016), Course no IV, 1–25.

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. Cohomology of the moduli space of graphs and groups of homology cobordisms of surfaces, Geometric Topology Fair 2017, KAIST (韓国), 2017 年 5 月.

5. Johnson homomorphisms and symplectic representation theory, ジョンソン準同型とその周辺, 東京大学, 2017 年 5 月.

6. Invariants of homology cobordisms of surfaces, Tsuda University Topology Workshop, 津田塾大学, 2017 年 7 月.

7. Cohomology of the moduli space of graphs and groups of homology cobordisms of surfaces, 北海道大学大学院理学研究院数学部門 幾何学コロキウム, 北海道大学, 2017 年 11 月.

8. 自由群の acyclic closure とその自己同型群について, ストリングトポロジーとその周辺, 文部科学省共済組合箱根宿泊所, 2017 年 12 月.

9. Additive invariants of homology cobordisms of surfaces, 大阪大学大学院理学研究科数学専攻・理学部数学科 談話会, 大阪大学, 2017 年 12 月.

10. (1) The mapping class group action in shear coordinates, (2) Mapping class group actions on moduli spaces of 3d gravity, モジュライ空間のシンプレクティック幾何, 東京大学, 2018 年 1 月.

D. 講義

1. 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)

2. 数学特別講義 IIB: シンプレクティック微分リー代数とトポロジー. (集中講義, 大阪大学大学院理学研究科数学専攻・理学部数学科, 2017 年 12 月 11 日–12 月 15 日)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 野崎 雄太 (NOZAKI Yuta): An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms and knots in lens spaces.

2. (修士) 浅香 猛 (ASAKA Takeru): Earthquake Maps of a Once-punctured Torus.

3. (修士) 松葉 省吾 (MATSUBA Shogo): On Thompson-like groups for Julia sets of quadratic maps.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会: ジョンソン準同型とその周辺 (2017 年 5 月, 東京大学), 世話人.

2. 研究集会: Special day for Teichmueller theory (2017 年 10 月, 東京大学), 世話人.

3. MINI SYMPOSIUM: New development in Teichmuller space theory ; MCM2017 (2017 年 11 月, 沖縄科学技術大学院大学), 世話人.

4. 研究集会: ストリングトポロジーとその周辺 (2017 年 12 月, 文部科学省共済組合箱根宿泊所), 世話人.

5. 研究集会: モジュライ空間のシンプレクティック幾何 (2018 年 1 月, 東京大学), 世話人.

H. 海外からのビジター

- Gwénaël Massuyeau (Université de Bourgogne) stayed from February 18 to February 24, 2018, and gave a talk on the category of bottom tangles in handlebodies, and the Kontsevich integral in “Tuesday Seminar on Topology”.
- Jørgen Ellegaard Andersen (Aarhus University) will stay from March 15 to March 28, 2018, and give FMSP lectures titled “Geometric Recursion”.

佐々田 槙子 (SASADA Makiko)

A. 研究概要

本年度は，以下の 3 つの異なるテーマで研究を行い，次の結果を得た．

- 磁場中での確率的な摂動を加えた 1 次元調和振動子鎖のエネルギーの超拡散的ふるまいについて，昨年に引き続き研究を行った．弱ノイズ極限として，ウィグナー分布が従うボルツマン方程式を導出した．さらに，このボルツマン方程式の解の適当なスケール極限が 5/6-分数冪熱方程式の解に収束することを示した．本研究は須田颯氏，齊藤圭司氏との共同研究である．
- 有界な報酬分布を持つ 2 アームの確率的バンディット問題についての研究を行った．この問題において，戦略の良さはリグレットと呼ばれる量によって定量的に評価される．特に報酬分布に依存したリグレットと，報酬分布に依存しない最悪時リグレットという 2 つの指標があり，報酬分布に依存したリグレットは $\log T$ のオーダーを持ち，その最適な係数についても知られているが，最悪時リグレットについては $\sqrt{T}$ のオーダーを持つことは知られているものの，係数の最適な評価についてはほとんど知られていなかった．我々の研究では，あるシンプルな探索-活用型の戦略について，最悪時のリグレットの上界が既存の戦略に比べ非常に小さくなることを示した．さらに，最適停止時刻の問題に基づく最悪時リグレットの下界の新しい評価も与えた．本研究は本多淳也氏，小宮山純平司氏，楠岡茂雄氏との共同研究である．

- 高橋-薩摩 (1990) により導入された箱玉系 (以下 BBS) は，ソリトン的なふるまいを持つセルオートマトンである．我々は，ランダムかつ無限個の粒子の配置を初期状態に持つ BBS を導入し, 研究を行った．$\mathbb{Z}$ 上の粒子の配置を $\mathbb{Z}$ 上のパスと対応させることで，BBS の時間発展がこのパスについての「過去の最大値による折り返し」という操作で表されることを用いて研究を行った．なお，この操作によりブラウン運動が 3 次元ベッセル過程にうつることは，Pitman の定理としてよく知られている．この操作を用いることで，まず無限個の粒子を持つ配置のうち，BBS の時間発展が任意の時刻で定義され，さらに任意の時刻で可逆になるようなクラスの特徴づけを行った．また，この配置の集合上の確率分布が BBS の不変分布になるためのシンプルな十分条件を与え，さらにその条件を満たす複数の例を与えた．またそれらの例が BBS の時間発展についてエルゴード的になっていることも示した．BBS の相互作用粒子系としての種々の性質，すなわち粒子のカレントや tagged particle の確率論的な性質についても調べた．また，ベルヌーイ直積分布の密度 $p \uparrow \frac{1}{2}$ という高密度極限のもとで, BBS が自然な連続極限を持つことを示し, そこから自然に得られる連続空間版の BBS を導入した．この連続版 BBS 自身も，興味深い対象であろう．本研究は David Croydon 氏，加藤毅氏，辻本諭氏との共同研究である．

This year, I worked on three different problems and obtained following results.

- We consider a one-dimensional infinite chain of harmonic oscillators in a magnetic field perturbed by a stochastic dynamics of order ϵ. We prove that for a space-time scale of order ϵ^{-1} the Wigner distribution evolves according to a linear transport equation, called Boltzmann equation. We also prove that an appropriately scaled limit of a solution of the Boltzmann equation is a solution of the 5/6-fractional diffusion equation. This is a joint work with Hayate Suda and Keiji Saito.

- We consider the stochastic two-armed bandit problem with rewards distributed over a bounded interval. In this problem, the performance of policies is measured by the quantity called regret, and two kinds of regret bounds are known: the distribution-dependent bound and the distribution-independent (worst-case) bound. Whereas it is known that the former bound scales with $\log T$ with its optimal constant, little is known about the optimal constant for the worst-case regret, which scales with $\sqrt{T}$. We show that a simple explore-then-commit-type policy assures a worst-case regret bound much better than known policies. We also derive a new regret lower bound based on the optimal stopping problem. This is a joint work with Junya Honda, Junpei Komiyama and Shigeo Kusuoka.

- The box-ball system (BBS), introduced by Takahashi and Satsuma in 1990, is a cellular automaton that exhibits solitonic behavior. We study the BBS when started from a random two-sided infinite particle configuration. We introduce a nearest neighbor path encoding of the particle configuration on $\mathbb{Z}$ and study the BBS dynamics using the transformation ‘reflection in the past maximum’, which was famously shown by Pitman to connect Brownian motion and a three dimensional Bessel process. We use this to characterize the set of configurations for which the dynamics are well-defined and reversible for all times. We give simple sufficient conditions for random initial conditions to be invariant in distribution under the BBS dynamics, which we check in several natural examples, and also investigate the ergodicity of the relevant transformation. Furthermore, we analyze various probabilistic properties of the BBS that are commonly studied for interacting particle systems, such as the integrated current of particles, and the distance travelled by a tagged particle. Finally, for Bernoulli product measures with parameter $p \uparrow \frac{1}{2}$ (which may be considered

the ‘high density’ regime), the path encoding we consider has a natural scaling limit, which motivates the introduction of a new continuous version of the BBS that we believe will be of independent interest as a dynamical system. This is a joint work with David Croydon, Tsuyoshi Kato and Satoshi Tsujimoto.

B. 発表論文

1. T. Funaki, M. Sasada, M. Sauer and B.Xie: “Fluctuations in an evolutional 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. XVIIth 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).

9. S. Tamaki, M. Sasada, and K. Saito “Heat transport via low-dimensional systems with broken time-reversal symmetry”, Phys. Rev. Lett. 119 (2017), 110602

10. M. Sasada “On the Green-Kubo formula and the gradient condition on currents”, Ann. Appl. Probab., accepted (2017).

C. 口頭発表

1. On decomposition theorems for closed forms in the non-gradient method, 15th Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems, The University of Tokyo, JAPAN, 2016 年 11 月.

2. 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.

3. Thermal conductivity for a harmonic chain in a magnetic field, Physical and mathematical approaches to interacting particle systems -In honer of 70th birthday of Herbert Spohn- , Tokyo Institute of Technology, JAPAN, 2017 年 1 月.

4. マクロパラメータに対する時間発展方程式のミクロな系からの導出, RIMS 共同研究 保存則をもつ偏微分方程式に対する解の正則性, 特異性および漸近挙動の研究, 京都大学, 2017 年 6 月.

5. Thermal conductivity for a chain of harmonic oscillators in a magnetic field, Stochastic dynamics out of equilibrium, Institut Henri Poincaré, FRANCE, 2017 年 6 月.

6. On superdiffusion of energy in a system of harmonic oscillator, RIMS camp-style

seminar, Large scale properties of partial differential equations with random coefficients, Crefeel Koto, Shiga, JAPAN, 2017 年 8 月.

7. On superdiffusion of energy in a system of harmonic oscillator, ReaDiNet 2017: International Conference on Mathematical Biology, National Taiwan University, TAIWAN, 2017 年 10 月.

8. Energy transport in a chain of oscillators with magnetic field, 16th Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems, The University of Tokyo, JAPAN, 2017 年 11 月.

9. Box-Ball System with random initial condition and Pitman ' s $2M - X$ theorem, Tokyo-Seoul Conference in Mathematics - Probability Theory -, The University of Tokyo, JAPAN, 2017 年 12 月.

10. 相互作用粒子系に対する勾配条件とグリーン久保公式, 2017 年度確率論シンポジウム, 東北大学, 2017 年 12 月.

D. 講義

1. 確率統計学 III・確率過程論：条件付き期待値，離散時間マルチンゲールの収束定理，関連する種々の不等式等を扱った．（数理大学院・4 年生共通講義）

2. 確率統計 I : 確率空間，確率変数，分布等の確率論の基礎事項を扱った.（教養学部基礎科学科講義）

3. 確率統計学 I : 測度論に基づく現代確率論の基礎事項を扱った.（3 年生向け講義）

4. 数理科学基礎（補修）：関数の連続性や微分可能性，偏微分，線形代数の初歩などを扱った.（教養学部前期課程講義）

E. 修士・博士論文

1. (修士）須田 颯 (SUDA Hayate): Superdiffusion of energy in a chain of harmonic oscillators with noise in a magnetic field（磁場中の確率調和振動子鎖モデルにおけるエネルギーの超拡散について）

F. 対外研究サービス

1. 東京確率論セミナー　世話人

2. 国立研究開発法人 理化学研究所　客員研究員

3. 研究集会 “16th Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems” Organizer

4. 数学オリンピック財団　評議員

H. 海外からのビジター

1. Olla Stefano (Université Paris-Dauphine), 2017 年 10 月 25 日〜11 月 9 日, 16th International Symposium on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems にて招待講演

2. David Croydon (The University of Warwick), 2017 年 9 月 15〜12 月 10 日, 16th International Symposium on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems にて招待講演

3. Martin Hairer (The University of Warwick), Xue-Mei Li (The University of Warwick), 2017 年 11 月 3 日〜11 月 8 日, 16th International Symposium on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems にて招待講演

4. Cedric Bernardin (Universite de Nice Sophia-Antipolis), Milton Jara (Universite de Nice Sophia-Antipolis), Nicolas Perkowski (Humboldt-Universitat zu Berlin), Sunder Sethuraman (University of Arizona), Fabio Toninelli (University Lyon 1), 2017 年 11 月 6 日〜11 月 10 日, 16th International Symposium on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems にて招待講演

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．それに関連して，実関数論についても検討を行った．また，偏微分方程式の古典理論にも取り組んだ．

I studied on 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. I worked on the classical theory of partial differential equations.

B. 発表論文

1. 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), 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. 数学 II：文科生対象の線型代数の入門講義．（教養学部前期課程，文科生，S セメスター）．
2. 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）．
3. 数理科学セミナー I：集合と位相に関する本の輪講．（教養学部後期課程 統合自然科学科 3 年生，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．（理学部数学科 4 年生，S セメスター）．
5. 数学特別講究：理学部数学科 4 年生のセミナー．（理学部数学科 4 年生，A セメスター）．
6. 基礎解析学概論・解析学 XB：実解析学の基礎の講義．主に，L^p-空間（の続論）とソボレフ空間の基礎について講義した．（数理大学院・4 年生共通講義，A セメスター）．

白石 潤一 (SHIRAISHI Junichi)

A. 研究概要

分割 λ が一列の場合, つまり $\lambda = (1^r)$ とかける場合について, C_n 型の Macdonald 多項式 $P_{(1^r)}(x)$ の明示公式を得た．Macdonald 多項式 $P_{(1^r)}(x)$ をモノミアル多項式 $m_{(1^s)}(x)$ で展開する際の係数は, ある 3 項間漸化式によって決定される．シューア多項式 $s_{(1^r)}(x)$ から, ホール・リトルウッド多項式 ($P_{(1^s)}(x)$ の $q = 0$ の極限) への遷移行列の行列要素が q カタラン数 (ないし, q カタラン三角数) で与えられることを見出した．

For partitions of one column type, namely for $\lambda = (1^r)$, an explicit formula is obtained for the type C_n Macdonald polynomials $P_{(1^r)}(x)$. Three term recursion relations are found for the entries of the transition matrix from $P_{(1^r)}(x)$ to the monomial symmetric polynomials $m_{(1^s)}(x)$. The entries of the transition matrix form the Schur polynomials $s_{(1^r)}(x)$ to the Hall-Littlewood polynomials (the $q = 0$ limit of $P_{(1^s)}(x)$) are given by the q-Catalan (or q-Catalan triangle) numbers.

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 co-*

herent sheaves, Contemp. Math., 610 (2014) 23-41.

C. 口頭発表

1. 星野歩, 白石潤一, 一列型 C, D 型 Macdonald 多項式の明示公式, 日本数学会年会, 2018 年 3 月 2 日, 東京大学
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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).
6. 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.

D. 講義

1. 数理科学基礎, 2017 年度夏学期，教養学部 1 年生対象.
2. 線形代数学 1, 2017 年度夏冬学期，教養学部 1 年生対象.
3. 現象数理 III(量子力学), 2017 年度夏学期，学部生対象.
4. 応用数学 XF, 離散数学概論, 2017 年度冬学期，4 年大学院対象. Topological vertex と Macdonald 多項式について.

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 (Internat. 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 representation theory of semisimple Lie groups, especially, a geometric realization of singular (infinite dimensional) representations via the Penrose transform. Our main concern is with the characterization of the image of the Penrose transform by means of a system of partial differential 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 between Dolbeault cohomologies on two indefinite Grassmannian manifolds, and studied a condition on the possible parameters in connection with singular representations. I have

extended my previous results to non-tube domains 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", Contemporary Mathematics, Amer. Math. Soc., **598** (2013), pp. 239–256.
4. H. Sekiguchi : "Branching rules of singular 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, Tokyo-Lyon Conference in Mathematics (February 19-20, 2018, organizers: Taro Asuke, Étienne Ghys, Toshitake Kohno, Takashi Tsuboi), Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, February 20, 2018.
2. Representations of Semisimple Lie Groups and Penrose Transform, トポロジー火曜セミナー，リー群論・表現論セミナーと合同，東京大学大学院数理科学研究科，September 26, 2017.
3. Representations of Semisimple Lie Groups and Penrose Transform, Colloquium, Reims University, France, September 27, 2016.
4. Penrose transform between symmetric spaces, Algebra/Representation Theory/Lie Theory, The Asian Mathematical Conference (AMC 2013) BEXCO, Busan, Korea, June 30–July4, 2013.

D. 講義

1. 数理科学基礎 (線型代数): (教養学部理科 I 類 1 年生講義 S1 セメスター).
2. 線型代数学: (教養学部理科 I 類 1 年生講義 S2 セメスター，冬学期)
3. 微分積分学続論: 多変数解析 (教養学部理科 I 類 2 年生講義夏学期).

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会広報委員 (2017 年度–).
2. 日本数学会函数解析学分科会委員 (2017 年度–).

高木 俊輔 (TAKAGI Shunsuke)

A. 研究概要

今年度は以下の 2 つの研究を行った．
判定イデアルは F 特異点論において重要な役割を担うイデアルである．判定イデアルには有限判定イデアルと巨大判定イデアルの 2 種があるが，両者は一致すると予想されている．この予想は，Aberbach–MacCrimmon，原伸生，Karen Smith らによって $\mathbb{Q}$-Gorenstein 多様体の場合には正しいことが知られていたが，私は彼らの結果を数値的 $\mathbb{Q}$-Gorenstein 多様体の場合に拡張した．
Kollár は標数 0 の非特異射影多様体上の半豊富な直線束に対する単射性定理を証明した．この Kollár の単射性定理は小平の消滅定理の拡張と見なされるものであり，正標数では一般には成り立たない．權業善範との共同研究において，Kollár の単射性定理が大域的 F 正則多様体上では成り立つことを証明した．藤野は Kollár の単射性定理がトーリック射影多様体上で成り立つことを証明したが，我々の結果は藤野の結果の一般化になっている．

I've worked on two research projects this year.

Test ideals play an important role in the theory of F-singularities. There are two kinds of test ideals, finitistic test ideals and big test ideals, and it is conjectured that they coincide with each other. Aberbach–MacCrimmon, N. Hara and K. Smith proved this conjecture when the variety was $\mathbb{Q}$-Gorenstein. I generalize their result to the numerically $\mathbb{Q}$-Gorenstein case.
Kollár proved an injectivity theorem for semi-ample line bundles on a smooth projective variety over an algebraically closed field of characteristic zero. Kollár's injectivity theorem can be viewed as a generalization of the Kodaira vanishing theorem and it fails in positive characteristic. On the other hand, Fujino proved that it holds for projective toric varieties over a field of any characteristic. In joint work with Yoshinori Gongyo, we prove that Kollár's injectivity theorem holds for globally F-regular varieties, which gives a generalization of Fujino's result.

B. 発表論文

1. Y. Gongyo and S. Takagi :"Kollár's injectivity theorem for globally F-regular varieties", arXiv:1802.07631, to appear in European Journal of Mathematics.
2. S. Takagi :"Finitistic test ideals on numerically $\mathbb{Q}$-Gorenstein varieties", arXiv: 1709.09383.
3. K. Sato and S. Takagi : "General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic", arXiv:1703.0070.
4. S. Takagi and K.-i. Watanabe :"F-singularities: applications of characteristic p methods to singularity theory", to appear in Sugaku Expositions.
5. B. Bhatt and K. Schwede :"The weak ordinarity conjecture and F-singularities", Higher dimensional algebraic geometry, 11–39, Adv. Stud. Pure Math., 74, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2017.
6. A. Singh, S. Takagi and M. Varbaro : "A Gorenstein criterion for strongly F-regular and log terminal singularities", Int. Math. Res. Not. IMRN **2017**, no.21, 6484–6522.
7. V. Srinivas and S. Takagi :"Nilpotence of Frobenius action and the Hodge filtration on local cohomology", Adv. Math. **305**, (2017), 456–478.
8. H. Dao and S. Takagi :"On the relationship between depth and cohomological dimension", Compos. Math. **152** (2016), no.4, 876–888.
9. Y. Gongyo and S. Takagi :"Surfaces of globally F-regular and F-split type", Math. Ann. **364** (2016), 841–855.

C. 口頭発表

1. General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic, 第 4 回杜の都代数幾何学研究集会, 2018 年 3 月.
2. Finitistic test ideals on numerically $\mathbb{Q}$-Gorenstein varieties, 第 30 回可換環論セミナー, 北海道教育大学, 2018 年 1 月.
3. 正標数の可換環論におけるフロベニウス射を用いた手法, 可換環論と数論幾何の新展開散〜ホモロジカル予想を通じて〜, 名古屋大学, 2017 年 6 月.
4. On F-pure thresholds (a series of 5 lectures), Commutative Algebra and Related Topics, 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 5 月.
5. General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic, The London Geometry and Topology seminar, Imperial College London, 2017 年 5 月.

D. 講義

1. 線型代数学 I・II : 理系向けに線形代数の基礎を講義した. (教養学部前期課程講義)
2. 数学 I（文系）: 文系向けに一変数関数の微分・積分を講義した. (教養学部前期課程講義)

3. 数学続論 XB・基礎数理特別講義 I : 有理特異点の基本的な性質から最近の進展までを概説した. (数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 江尻 祥 (EJIRI Sho): Studies on algebraic fiber spaces in positive characteristic

F. 対外研究サービス

1. 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
2. 研究集会 “第 39 回可換環論シンポジウム” (数理解析研究所・11 月 13-17 日) 世話人
3. 研究集会 “Higher dimensional algebraic geometry” (東京大学数理科学研究科・3 月 12-16 日) 世話人

G. 受賞

1. 平成 29 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞 (2017 年 4 月)

H. 海外からのビジター

Linquan Ma (University of Utah) stayed during December 12-16 and discussed an application of perfectoid spaces to commutative algebra. He also gave a talk entitled “Perfectoid test ideals” at Algebraic Geometry seminar.

高木 寛通 (TAKAGI Hiromichi)

A. 研究概要

本年度は、反標準線形系が general elephant を含まない non-Gorenstein prime **Q**-Fano 3-fold の種数が 19 以下であることを示した。

In this year, I showed that non-Gorenstein prime **Q**-Fano threefolds have genus less than or equal to 19 with no general elephants.

B. 発表論文

1. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruences I”, J. Algebraic Geom. **23** (2014), 279–312.
2. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Determinantal Quintics and Mirror Symmetry of Reye Congruences”, Comm. Math. Phys., **329** (2014), no. 3, 1171–1218.
3. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Derived Categories of Artin-Mumford double solids”, to appear in Kyoto Math. J.
4. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Double quintic symmetroids, Reye congruences, and their derived equivalence”, J. Differential Geom. **104** (2016), no. 3, 443–497.
5. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Towards homological projective duality for S2P3 and S2P4”, Advances in Mathematics, Volume 317, 7 September 2017, 371–409
6. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “The rationality of the moduli space of one-pointed ineffective spin hyperelliptic curves via an almost del Pezzo threefold”, Nagoya Mathematical Journal, published online: 06 June 2017.

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 **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 **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. **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 **Q**-Fano threefolds with only $1/2(1,1,1)$-singularities，京大数理研研究集会「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. 数理科学 III：5 次以上の代数方程式に解の公式がないことの証明を文系の学生を相手に説明した。

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 金光秋博 (Kanemitsu Akihiro): Studies on Fano manifolds and vector bundles

2. (修士) 松本修伍 (Matsumoto Shugo):Examples of **Q**-Fano 3-folds of genus six

田中 公 (TANAKA Hiromu)

A. 研究概要

今年度は、論文 [1] から [6] を発表した。[1] では、ネーデルの消滅定理のヴィット版を標数が 7 以上で 3 次元の場合に証明した。[2] では橋詰氏および中村氏と共に、標数が 7 以上で 3 次元の場合に対数的標準対に対する極小モデルプログラムを確立した。[3] では、adic 空間の Zariskian 版を確立した。[4] では、ヴィット標準層に対する小平消滅定理の類似を証明した。[5] では Cascini 氏と共に、ファイバー毎の半豊富性と相対的な半豊富性が正標数では同値になる事を証明した。[6] では、無限次元のエクセレント環が存在する事を証明した。

In this academic year, I wrote the papers [1]–[6]. In [1], I proved a Witt version of the Nadel vanishing theorem for three-dimensional varieties of characteristic $p > 5$. In [2], which is joint work with Hashizume and Nakamura, we established the minimal model program for three-dimensional log canonical pairs of characteristic $p > 5$. In [3], I established a Zariskian version of adic spaces. In [4], I proved an analogue of the Kodaira vanishing theorem for Witt canonical sheaves. In [5], which is joint work with Cascini, we showed that given a fibre space in positive charactesristic, being relative semiample is equivalent to being fibrewise semiample. In [6], I proved that there exist infinite dimensional excellent rings.

B. 発表論文

1. Y. Nakamura and H. Tanaka：“A Witt Nadel vanishing theorem for threefolds”, preprint available at arXiv:1712.07358.

2. K. Hashizume, Y. Nakamura and H. Tanaka：“Minimal model program for log canonical threefolds in positive characteristic”, preprint available at arXiv:1711.10706.

3. H. Tanaka：“Zariskian adic spaces”, preprint available at arXiv:1708.00220.

4. H. Tanaka：“Vanishing theorems of Kodaira type for Witt canonical sheaves”, preprint available at arXiv:1707.04036.

5. P. Cascini and H. Tanaka : “Relative semi-ampleness in positive characteristic”, preprint available at arXiv:1706.04845.

6. H. Tanaka : “Infinite dimensional excellent rings”, preprint available at arXiv:1706.02491.

7. H. Tanaka : “Abundance theorem for semi log canonical surfaces in positive characteristic”, Osaka J. Math. **53** (2016), no. 2, 535–566.

8. A. Sannai and H. Tanaka : “A characterization of ordinary abelian varieties by the Frobenius push-forward of the structure sheaf”, Math. Ann. **366** (2016), no. 3-4, 1067–1087.

9. P. Cascini, H. Tanaka and J. Witaszek : “On log del Pezzo surfaces in large characteristic”, Compos. Math. **153** (2017), no. 4, 820–850.

10. H. Tanaka : “Semiample perturbations for log canonical varieties over an F-finite field containing an infinite perfect field”, Internat. J. Math. **28** (2017), no. 5, 1750030, 13 pp.

C. 口頭発表

1. Kodaira vanishing theorem for Witt canonical sheaves, The 11th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry, 東京大学, 2018 年 1 月.

2. Kodaira vanishing theorem for Witt canonical sheaves, 代数幾何学セミナー, 東京大学, 2017 年 11 月.

3. (1) On log Fano varieties in positive characteristic, (2) Relative semi ampleness in positive characteristic, 第 1 回大阪高次元代数多様体論—正標数の世界—, 大阪大学, 2017 年 6 月.

4. Pathologies on Mori fibre spaces in positive characteristic, NCTS Workshop in Higher Dimensional Algebraic Geometry, National Taiwan University (台湾), 2017 年 6 月.

5. Purely log terminal threefolds with non-normal centres, Algebra and Number Theory Seminar, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (スイス), 2017 年 5 月.

6. (1) Keel’s semi-ampleness theorem and MMP in dimension 2, (2) F-singularities, (3) Examples, Birational geometry in positive characteristic, the Higher School of Economics (ロシア), 2017 年 4 月.

G. 受賞

2013 年 日本数学会賞建部賢弘賞奨励賞.

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–Richardon 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 回ロタリンギ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.), 大改訂版を現在投稿中). 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 Sundaram's correspondence between the Brauer diagrams and the updown tableaux by constructing an algebraic variety concerning nilpontent 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 corerspondence. 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` (109 pp.), and an extensively revised edition has been submitted 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.)

C. 口頭発表

1. On an involution on the set of Littlewood–Richardson tableaux—A module model for Azenhas' bijection, Algebraic and enumerative combinatorics in Okayama, 岡山大学大学院自然科学研究科, 2018 年 2 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎 (線型代数部分): 理系 1 年生 S1 ターム共通数学講義の線型代数部分. (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. 応用代数学・数学続論 XC: Littlewood–Richardson tableau に関連する組合せ論, 特に Azenhas 全単射の hive による証明と, ある代数多様体の既約成分を用いた意味付け. (数理大学院・4 年生共通講義)

H. 海外からのビジター

1. Frédéric Jouhet (Université Claude Bernard Lyon 1/Institut Camille Jordan), 講演のみ (2017 年 5 月 23 日, 17:00–18:00, 数理科学研究科 126 号室, タイトル: Enumeration of fully commutative elements in classical Coxeter groups)

2. Richard P. Stanley (Professor, M. I. T./University of Miami), 講演のみ (談話会, 2017 年 7 月 7 日, 15:30–16:30, 数理科学研究科棟 002 号室, タイトル: Smith normal form and combinatorics)

3. Guoniu Han (Université de Strasbourg/CNRS), 講演のみ (2017 年 10 月 17 日, 17:00–18:00, 数理科学研究科棟 128 号室, タイトル: Integer partitions and hook length formulas)

長谷川 立 (HASEGAWA Ryu)

A. 研究概要

(1) コード生成フェーズの数学化:　コンパイラの構成は大きくみて, 構文解析とコード生成の二つのフェーズからなっている. このうち構文解析に関しては, 標準的な数学理論が完成している. 他方, コード生成に関しては標準理論が存在せず, ソース言語から実行可能言語へ段階的なコードの変換を行うという, 一般的な方法論があるだけであった. 当該研究の目標は, コード生成に関して理論的な基盤を作ることである. 数学的なモデルとして操作的意味論を構築し, それを変換する操作をコンパイルとみなす手法を提案している. この手法に基づき, いくつかの最適化の実装とその正当性証明を与えた.

(2) Kan 表現を用いたコンパイラ構成:　ラムダ計算によるデータ構造の表現は, Kan 拡大およびそれの一般化として定式化できることを, 筆者は以前の研究で示した. それを Kan 表現と呼ぶことにする. コンパイラ設計において, これが実効的であることを示すのが目標である. Kan 表現によってデータ構造の実装のかわりとすることは, 理論的には問題ない. しかし表現のもたらすオーバーヘッドによってコードの実行効率が落ちるため, 実際的なコンパイラでは使うのは難しかった. 当研究においては, 幾つかの手法を組み合わせることにより, オーバーヘッドをほとんどゼロにできることを示した.

(3) 非評価正規化の拡張:　非評価正規化は, 数学的なモデルの構造から, 評価を経由せずに正規形を抽出する手法である. 当研究においては, 正規形が存在するかわからない, あるいは正規形の形すら定かでないような体系に対して非評価正規化を適用する試みを行っている. 評価手順を定式化せずとも, 等式論理だけから正規形が求まることに意味がある. 先に正規形が定まれば, そこから逆に, それに合うような評価手順や, さらには体系の適切な文法構造が導出されるということを期待している.

(1) Mathematical theory of the phase of code generation:　The process of compilation is split into two phases by and large: the first is parsing and the second is code generation. Of these two, the phase of parsing has a standard mathematical theory established decades ago. In contrast, there is no mathematical theory for the phase of code generation, only a general direction that the codes are generated by stepwise transformations of programs of source languages toward executables. A goal of this study is to give a theoretical foundation to the code generation. We propose a method to reinterpret compilation as a series of transformations of the operational models defined mathematically. Based on this method, we gave the implementation of several optimizations and the verification of their correctness.

(2) Compiler construction based on Kan represenations:　The represenations of data types in the lambda calculus can, as we showed in an earlier study, be interpreted using Kan extensions in category theory and their generalization. We call them Kan represenations. A goal of the current project is to show that they are effective in the construction of compilers. It is possible to use Kan representations in place of the direct native implementation of data types, at least theoretically. However, the decline of execution speed by the overhead of processing representations hinders us to use them in realistic compilers. We showed that the overhead can be reduced to nearly zero by combination of several methods.

(3) Extension of evaluation-free normalization: Evaluation-free normalization is a method to obtain normal forms from the structure of a mathematical model of a system, with no use of evaluation. We apply the method to systems for which existence of normal forms is not known, or even the shape of normal forms is unclear. We obtain normal forms of a system, only from its equational theory, without knowing what are suitable evaluation rules. It is expected that the normal forms obtained by this method oppositely guides us to the definition of evaluation rules that fit the results and to the suitable syntactic structures of systems.

D. 講義

1. 常微分方程式；常微分方程式の入門. (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)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 和田 智史 (WADA Satoshi); Progressiveness of a unification algorithm with expansion variables (展開変数付き単一化アルゴリズムの進行性)

林 修平 (HAYASHI Shuhei)

A. 研究概要

Shub のエンロピー予想は, 無限回微分可能な写像についてはすでに古典的な結果であるが, 一方で有限回微分可能な場合については近年いくつかの進歩が見られる. 例えばホモクリニック接触で C^1 近似できない C^1 微分同相写像についてはエンロピー予想が成立する. この結果から動機付けられ, すべての不変測度に関するリャプノフ指数が一様にゼロから離れているような $C^{1+\alpha}$ 微分同相写像についてエンロピー予想が成立するかどうかを考察した. 実際, このリャプノフ指数の性質とホモクリニック接触を同時に持つ 2 次元 C^2 微分同相写像は存在し, C^2 Hénon-like 写像族の第 1 分岐パラメータに対応する微分同相写像もこの種の性質を持つ.

Shub's entropy conjecture for C^∞ maps is already a classical result, but on the other hand, some progress in proving the conjecture for maps with finite order of differentiability has been made in recent years. For instance, the conjecture holds for C^1 diffeomorphisms away from homoclinic tangencies. Motivated by this result, it is investigated that whether the conjecture holds for $C^{1+\alpha}$ diffeomorphisms with all Lyapunov exponents of all invariant measures uniformly bounded away from zero. In fact, there exists a C^2 surface diffeomorphism having such a property of Lyapunov exponents and homoclinic tangencies simultaniously, and the diffeomorphism in C^2 Hénon-like families corresponding to the first bifurcation parameter also has this kind of property.

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 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.
2. 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.
3. A refinement of Mañé's C^1 generic dichotomy, ICM 2014 Satellite Conference on "Dynamical Systems and Related Topics" Daejeon, Korea, August 2014.
4. 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.
5. 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.
6. A refinement of Mañé's generic dichotomy for surface diffeomorphisms, 「葉層構造と微分同相群 2017 研究集会」, Foliations and Diffeomorphisms Groups 2017, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 10 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. 数学 I : 文科系の微積分学入門講義. (教養学部前期課程講義)

3. 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）

4. 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）

5. 数学続論 XD・基礎数理特別講義 III : 双曲力学系と位相的エントロピーの入門講義. 応用としてエントロピー予想を (弱) 双曲力学系に対して考察した. (数理大学院・4 年生共通講義)

松井 千尋 (MATSUI Chihiro)

A. 研究概要

1. **頂点作用素による隠れた超対称性の定式化**

   超対称性は超対称チャージとエネルギー作用素 (ハミルトニアン) により生成される. 超対称性は並進対称性を含むため，離散系における定義には工夫が必要である. 例えば，陽に超対称性を持たないいくつかの可積分量子スピン鎖では，システムサイズを変化させる演算子として超対称チャージを導入することで隠れた超対称性を定義できる場合がある. このような場合に対し，頂点作用素を用いて超対称チャージを定式化した. これにより，離散系に対して定義された超対称性がその連続極限で現れる超対称性と整合的であることを示した.

2. **量子群の高次元表現に対応する可解確率過程の構成**

   一次元多粒子ランダムウォークの一種である非対称単純排他過程は，量子群の基本表現で表される行列 (マルコフ行列) に従って時間発展する可解確率過程である. マルコフ行列として量子群の高次元表現を使うことで，各サイトが複数状態を取り得る新たな可解確率過程を構成した. ある行列がマルコフ行列であるためには非対角要素の非負性および各列のゼロ和が必要となり，フュージョン規則に従って構成した高次元表現をそのまま用いることはできない. 量子群の高次元表現を適切に分解することにより，これら二つの条件を満たす行列が構成できることを示した.

3. **量子可解模型における非自明な保存量の構成**

   可積分量子スピン鎖の保存量は，量子群に付随する R 行列で記述される転送行列から構成される. R 行列は，スピン鎖自由度に対応する空間と補助空間の両方の作用し，補助空間の選び方には任意性がある. 補助空間を無限次元に取ることで，非エルミートな保存量を構成した. 非エルミート保存量は，エルミート性を持たないカレントの計算等への応用が期待できる.

1. **Vertex-operator formulation of hidden supersymmetry**

   A supersymmetry is generated by supercharges and an energy operator (Hamiltonian). A supersymmetry needs to be modified on a discrete system, since it contains the translation symmetry which breaks in a discrete system. For instance, the actions of supercharges are redefined to change the system length on a certain class of integrable spin chains possessing a hidden supersymmetry. We formulate these supercharges by using vertex operators. Subsequently, we show the equivalence between the discrete analog of the supersymmetry on a spin chain and the supersymmetry on a system obtained as the continuum limit of the corresponding spin chain.

2. **Construction of stochastic processes associated with higher-dimensional representations of quantum groups**

   The asymmetric simple exclusion process, one of 1-dimensional multi-particle random walks, is a solvable stochastic process whose time development is determined by a matrix given by the fundamental representations of quantum groups (Markov matrix). We construct new integrable stochastic processes by using the higher-dimensional representations of the quantum groups as Markov matrices. A Markov matrix must satisfy the positivity of non-diagonal elements and the

zero-sum rule for each column. Therefore, the higher-dimensional representations constructed from the fusion rule cannot be used as a Markov matrix. We construct a matrix equipped with the two requirements above by decomposing the fused matrix in a proper way.

3. **Construction of non-trivial conserved charges on quantum solvable models**

   Conserved charges of integrable quantum spin chains are constructed from the transfer matrix expressed by the R-matrix associated with quantum groups. The R-matrix acts on a space which describes the spin degrees of freedom and an auxiliary space which can be freely chosen. We show the existence of non-Hermitian conserved charges by using the infinite-dimensional auxiliary space. The application of the non-Hermitian conserved charges includes the evaluation of non-Hermitian physical quantities such as currents.

B. 発表論文

1. C. Matsui :"Boundary effects on the supersymmetric sine-Gordon model through light-cone approach", Nucl. Phys. **B885** (2014) 373–408.
2. C. Matsui :"Multi-state asymmetric simple exclusion processes", J. Stat. Phys. **158** (2015) 158–191.
3. C. Arita and C. Matsui :"Phase coexistence phenomena in an extreme case of the misanthrope process with open boundaries", Europhys. Lett. **114** (2016) 60012.
4. C. Matsui :"Spinon excitations in the spin-1 XXZ chain and hidden supersymmetry", Nucl. Phys. **B913** (2016) 15–33.
5. C. Matsui and T. Prosen :"Construction of the steady state density matrix and quasilocal charges for the spin-1/2 XXZ chain with boundary magnetic fields", J. Phys. A: Math. Theor. **50** (2017) 385201.

C. 口頭発表

1. "Superconformal field theory and supersymmetric sine-Gordon model with Dirichlet boundary conditions", Conformal Field Theory, Integrable Models and Liouville gravity, Ehwa Womans University (Korea), 2013 年 7 月.
2. "Boundary effects on the supersymmetric sine-Gordon model through light-cone regularization", Integrable Lattice Models and Quantum Field Theories, Physikzentrum Bad Honnef (Germany), 2014 年 6–7 月.
3. "Multi-state extension of the asymmetric simple exclusion process", Correlations in Integrable Quantum Many-Body Systems, Wuppertal University (Germany), 2016 年 4 月.
4. "Spinon excitations in the spin-1 XXZ chain and hidden supersymmetry", New Trends in Low-Dimensional Physics: Quantum Integrability and Applications, Chinese Academy of Sciences (China), 2016 年 9 月.
5. "Exact solvability of the boundary driven diffusive spin-1/2 XXZ chain with non-diagonal boundary magnetic fields", INTEGRABILITY IN LOW-DIMENSIONAL QUANTUM SYSTEMS, MATRIX (Australia), 2017 年 6–7 月.
6. "Hidden supersymmetry behind the Fateev-Zamolodchikov spin chain", Fall 2017 Chern-Simons Workshop "Integrability across mathematics and physics", UC Berkeley (US), 2017 年 9 月.
7. "Quasilocal chargers of the XXZ spin chain and integrability of the boundary-driven diffusive system", Non-Equilibrium Systems and Special Functions, MATRIX (Australia), 2018 年 1–2 月.

F. 対外研究サービス

日本物理学会誌編集委員

H. 海外からのビジター

1. POZSGAY, Balázs (Budapest University of Technology and Economics, Hungary), 2017 年 11 月 11 日–18 日, Discussion on nonequilibrium behavior of quantum integrable spin chains.

2. QUELLA, Thomas (Melbourne University, Australia), 2017 年 11 月 23 日–12 月 10 日, Discussion on exact solvability of the integrable $SU(3)$ spin chains with Lindblad-type dissipators.

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の対称性に関する研究を行っている. この方向での私の研究成果の一つとして, 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, 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.

また，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，ケンブリッジ大学の I. Grojnowski 氏との議論に触発され，アフィン Lie 環に付随する頂点作用素代数の高次カシミール元の満たす関係式を調べた。そこで行った計算をさらに進め，ある種のW代数と比較することにより，アフィン・リー環に附随する頂点作用素代数の持つ普遍的な性質が明確化され，ひいては，より広い範囲の頂点作用素代数への一般化も得られるのではないかと期待している.

I have been working on various mathematical aspects of two-dimensional conformal field theories. Currently, I am mainly working on symmetries of vertex operator algebras (VOAs). One of my major achievements in this direction 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, parameters such as the central charge of a vertex operator algebra with large symmetry are shown to be constrained. In an 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.

On the other hand, in a joint work with A.P. Veselov, we obtained a unversal formula, in the sense of P. Vogel, 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.

This year, inspired by discussions with Prof I. Grojnowski (Cambridge University), I have

investigated the relations satisfied by higher Casimir elements in the VOAs associated with affine Lie algebras. We expect that, by further developing the calculations therein and comparing the results with the structures of certain W-algebras, we will be able to deepen our understanding of the universality of affine Lie algebras and, hopefully, to generalize it to a broader class of VOAs.

B. 発表論文

1. A. Matsuo and A.P. Veselov: "Universal formula for the Hilbert series of minimal nilpotent orbits", Proc. Amer. Math. Soc. **145** (2017), 5123–5130.
2. 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.
3. 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.
4. 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 Opeartor 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. 数学 II : 文科生向けの線型代数の入門講義 (A セメスター). 行列と行列式に関する基礎的な話題を扱った. (教養学部前期課程文科生向け講義)
4. 幾何学 XC（本郷）: 位相幾何学の入門講義（S セメスター）. 位相空間論から説き起こして，特異ホモロジーに関する基礎的内容を説明した． (数学科以外の理学部 3 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (修 士) 中 塚　成 徳 (NAKATSUKA Shigenori): A geometric construction of integrable Hamiltonian hierarchies associated with the classical affine W-algebras.
2. (修士) 矢部貴大 (YABE Takahiro): The classification of dihedral axial algebras of dimension at most 5.
3. (修士) 山下文稔 (YAMASHITA Fumitoshi): On modular linear differential operators and their applications.

松本 久義 (MATUMOTO Hisayosi)

A. 研究概要

複素半単純 Lie 代数の放物型部分代数の一次元表現からの誘導表現はスカラー型の一般化 Verma 加群と呼ばれる。スカラー型の一般化 Verma 加群の間の準同型は一般化旗多様体上の同変直線束の間の不変線形微分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。放物型部分代数が Borel 部分代数の時が 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。
$\mathfrak{p}$ が Borel 部分代数の時が 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 [1] 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、[2] 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 $\mathfrak{gl}(n,\mathbb{C})$ の場合には strictly normal とは限らない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 [3]。この場合無限小指標が非特異という条件も外れている。
そこで現在 [2] において無限小指標が非特異という条件を外すことを試みている。[2] において一つのカギになるのは無限小指標が非特異ならば、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 が一致しないことが τ-不変量の比較から容易に従う。　しかし、無限小指標が非特異でないと τ-不変量自体が求めにくいし τ-不変量の比較だけから結論を導ける保証もない。
無限小指標が非特異とは限らない [3] の $\mathfrak{gl}(n,\mathbb{C})$ についての結果ではこの部分は Borho-Jantzen によるスカラー型バルマ加群の annihilator の比較定理 [4] より出てくる。　この結果自体は A 型のみについてのものであり実際 B_2 型においては反例が知られている。　ただし上記のスカラー型の一般化された Verma 加群の間の準同型の分類問題に応用する際にはもっと弱い命題で十分でありその場合は正しい可能性がある。実際本年度においてこのことを B 型と C 型の場合に放物型部分代数に対応する一般化旗多様体に付随するモーメント写像がイメージの上に双有理という条件の下で正しいことを示した。

[1] H. Matumoto, The homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated to maximal parabolic subalgebras. Duke Math. J. **131** (2006), no. 1, 75?119.
[2] Hisayosi Matumoto, On the homomorphisms between scalar generalized Verma modules, Compositio Math. **150** (2014) 877–892.
[3] Hisayosi Matumoto, Homomorphisms between scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n.\mathbb{C})$, Int. Math. Res. Notices, **2016** (2016) 3525-3547
[4] W. Borho and J. C. Jantzen, Über primitive Ideale in der Einhüllenden einer halbeinfachen Lie-Algebra, *Invent. Math.* **39** (1977), 1-53

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 be-

tween 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.[1] 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 homomorphisms.
In [2], we confirmed the conjecture for strict normal parabolic sunalgebras. Also, we confirmed the conjecture for $\mathfrak{g}l(n,\mathbb{C})$. ([3]) So, the classification of the homomorphisms between generalized Verma modules of $\mathfrak{g}l(n,\mathbb{C})$ is obtained.
In [3], one of main ingredient is a result of Borho-Jantzen on annihilators of scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n.\mathbb{C})$. Although the corresponding statement to general complex semisimple Lie algebras is incorrect. However, we obtained some weaker statement for B and C-type simple Lie algebras under the assumption that the moment map associated to the cotangent bundle of the corresponding generalized flag manifold is birational to its image.

[1] H. Matumoto, The homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated to maximal parabolic subalgebras. Duke Math. J. **131** (2006), no. 1, 75?119.
[2] Hisayosi Matumoto, On the homomorphisms between scalar generalized Verma modules, Compositio Math. **150** (2014) 877–892.
[3] Hisayosi Matumoto, Homomorphisms between scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n.\mathbb{C})$, Int. Math. Res. Notices, **2016** (2016) 3525-3547
[4] W. Borho and J. C. Jantzen, Über primitive Ideale in der Einhüllenden einer halbeinfachen Lie-Algebra, *Invent. Math.* **39** (1977), 1-53

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. 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.
2. gl(n,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
3. スカラー型一般化バルマ加群の annihilator について, RIMS 共同研究（公開型）「表現論とその周辺分野の広がり」 2017 京都大学数理科学研究所

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. 常微分方程式 (前期課程 2 年生)

3. 社会科学　数学 II　：文科系学生向けの線形代数入門講義

4. 　全学自由研究ゼミナール　(対称群の表現論)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 佐藤　僚 (SATO　Ryo): Modular transformation properties of characters of the N=2 superconformal algebra

2. (課程博士) 林　拓磨 (HAYASHI Takuma): A study on (g,K)-modules over commutative rings

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．特に，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．

前年度は，パーフェクトイド空間のアフィノイドのエタールコホモロジーをその形式モデルの還元を用いて計算する手法を導入し，それを用いて Lubin-Tate 空間のエタールコホモロジーの分析を行った．今年度はその方法を，より一般の設定へと拡張することを目標として研究を進めた．主に考察したのは，Fargues-Fontaine 曲線上の階数 n のベクトル束の elementary modification のモジュライ空間である．この空間は Fargues による局所ラングランズ対応の幾何化予想に自然に現れるものであり，そのエタールコホモロジーは $\mathrm{GL}(n)$ の内部形式の局所ラングランズ対応および局所 Jacquet-Langlands 対応を実現すると期待されている．今年度の研究によって，このモジュライ空間がパーフェクトイド空間になり，Lubin-Tate パーフェクトイド空間の場合と同様，具体的な定義方程式による記述を持つことが分かった．さらに，$n = 3$ の場合にいくつかの具体的な計算を実行し，Fargues の予想が成立していることを確認した．

Chen-Fargues-Shen, Kaletha-Weinstein および Scholze-Weinstein によって，Lubin-Tate 塔と Drinfeld 塔の間の「双対同型」がより一般の局所志村多様体に拡張された．この結果を用いて，$\mathrm{GSp}(2n)$ の Rapoport-Zink 塔のエタールコホモロジーに現れる表現が長さ有限であることを証明した．この結果により，私のこれまでの Rapoport-Zink 空間に対する研究のいくつかが条件なしで成立することになる．

昨年度に概説講演を行った Arthur 分類とその応用について，概説論文をまとめた．

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

Last year I introduced a method to study the étale cohomology of an affinoid in a perfectoid space by using the reduction of its formal model, and I applied it to the Lubin-Tate space. This year I tried to extend this method to more general setting. I mainly considered the moduli space of elementary modifications of vector bundles of rank n over the Fargues-Fontaine curve. This space naturally appears in the geometrization conjecture of the local Langlands correspondence due to Fargues, and its étale cohomology is expected to realize the local Langlands correspondence and the local Jacquet-Langlands correspondence for an inner form of $\mathrm{GL}(n)$. In this year, I proved that this moduli space is a perfectoid space and described by an explicit defining equation, as in the Lubin-Tate case. Further, I carried out some explicit computation when $n = 3$, and verified that Fargues' conjecture actually holds in these cases.

Very recently, Chen-Fargues-Shen, Kaletha-Weinstein and Scholze-Weinstein extended the "duality isomorphism" between the Lubin-Tate tower and the Drinfeld tower to more general local Shimura varieties. By using their result, I proved that every representation appearing in the étale cohomology of the Rapoport-Zink tower for $\mathrm{GSp}(2n)$ has finite length. This result makes some of my previous results on the Rapoport-Zink spaces unconditional.

I wrote up a survey article on the Arthur classification and its applications, based on my lectures of last year.

B. 発表論文

1. 三枝 洋一：Arthur 分類とその応用，RIMS 講究録別冊「代数的整数論とその周辺 2016」に採録決定済.
2. N. Imai and Y. Mieda : "Potentially good reduction loci of Shimura varieties", preprint, arXiv:1611.04839.
3. Y. Mieda : "Geometric approach to the explicit local Langlands correspondence", preprint, arXiv:1605.00511.
4. Y. Mieda : "Parity of the Langlands parameters of conjugate self-dual representations of GL(n) and the local Jacquet-Langlands correspondence", preprint, arXiv:1603.04691.
5. N. Abe and Y. Mieda : "Jacquet functor and De Concini-Procesi compactification", International Mathematics Research Notices **12** (2015), 3810–3829.
6. Y. Mieda : "Variants of formal nearby cycles", Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu **13** (2014), 701–752.
7. Y. Mieda : "Geometric approach to the local Jacquet-Langlands correspondence", American Journal of Mathematics **136** (2014), 1067–1091.
8. Y. Mieda : "Lefschetz trace formula for open adic spaces", Journal für die reine und angewandte Mathematik **694** (2014), 85–128.
9. Y. Mieda : "Comparison results for étale cohomology in rigid geometry", Journal of Algebraic Geometry **23** (2014), 91–115.
10. Y. Mieda : "On irreducible components of Rapoport-Zink spaces", preprint, arXiv:1312.4784.

C. 口頭発表

1. 局所解析的許容表現について，定山渓 p 進表現論研究集会，研修保養施設倶楽部錦渓，2018 年 1 月.
2. パーフェクトイド代数の概要，可換環論と数論幾何の新展開～ホモロジカル予想を通じて～，名古屋大学，2017 年 6 月.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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. 数理代数学概論 II・代数学 XD：ホモロジー代数の基礎（数理大学院・4 年生共通講義）
2. 微分積分学続論：微積分の続き（教養学部前期課程講義）
3. 全学自由研究ゼミナール（モジュラー曲線と数論幾何学）：モジュラー曲線を通して，Weil 予想やフェルマー予想，ラングランズ予想等，現代整数論における大定理・大予想を概観する講義を行った.（教養学部前期課程講義）
4. 数理代数学：群とその表現（教養学部統合自然科学科講義）
5. 数理代数学演習：数理代数学の演習（教養学部統合自然科学科講義）

F. 対外研究サービス

1. 研究集会 “Arithmetic Geometry and Related Topics” オーガナイザー

宮本 安人 (MIYAMOTO Yasuhito)

A. 研究概要

楕円型偏微分方程式と放物型偏微分方程式を研究している，近年は，非線型楕円型偏微分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，関数解析的手法を用いることが困難であることが知られており，その詳しい解構造は未知である．典型的な優臨界楕円型偏微分方程式の例として，$\Delta u + e^u = 0$ (空間次元 $N \geq 3$) や $\Delta u + u^p = 0$ ($p > (N+2)/(N-2)$，空間次元 $N \geq 3$) がある．具体的には下記の問題を扱った．

1. **一般化スケール変換に関する極限方程式とその応用 [1]**: 広いクラスの非線形項を持つ優臨界半線形方程式 $\Delta u + f(u) = 0$ に対して，藤嶋陽平氏 (静岡大学) によって発見された一般化スケール変換による極限方程式を導いた．さらに，ある変数変換でその極限方程式が，標準的な 2 つの方程式 $\Delta u + u^p = 0$ か $\Delta u + e^u = 0$ に変換されることを発見した．これによってほぼ任意の増大する非線形項を持つ方程式について，大きい解は $\Delta u + u^p = 0$ か $\Delta u + e^u = 0$ の解で近似されることが明らかになった．この性質を利用し，$\Delta u + \exp(\exp(\cdots \exp(u) \cdots)) = 0$ などを含む広いクラスの非線形項を持つ方程式に対して Dirichlet 問題の球対称正値解の構造を明らかにした．
2. **$\Delta u + e^u = 0$ の非球対称特異解 [2]**: 領域 $\mathbb{R}^N \backslash \{0\}$ で空間次元 $4 \leq N \leq 10$ の場合に，本質的に異なる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．
3. **２つの正値球対称解の交点数 [3,4]**: m-ラプラシアンや k-ヘシアンを含む，優臨界準線形楕円型方程式の正値球対称解を求めるための常微分方程式

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

   の２つの解（特異解と有界な解，または，２つの有界な解）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，よく知られているジョセフ・ルンドグレン指数の一般化に相当する指数を決定した．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．
4. **ソボレフ優臨界の分岐図式 [5,8,9]**: 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値球対称解の分岐構造を明らかにした．文献 [5] 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 [9] 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．
5. **ソボレフ劣臨界の分岐図式 [6]**: ある種の 1 次元 Keller-Segel 系の定常解の分岐構造を部分的に明らかにした．厳密な解析が困難な大域的分岐構造は，数値解析を用いて分岐構造を調べた．
6. **2 次元 Hénon 型問題の最大化元の形状 [7]**: 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．

7. **解析的不完全分岐定理 [10]**: 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. Recent topics are listed below:

1. **Generalized scaling transformation [1]:** A limit equation of semilinear elliptic equation with respect to a generalized scaling transformation, which was found by Prof. Y. Fujishima, is derived. It is found that the limit equation is equivalent to either $\Delta u + u^p = 0$ or $\Delta u + e^u = 0$ through a certain change of variables. Using this property, I study global bifurcation diagrams for supercritical elliptic Dirichlet problem in a ball.

2. **Nonradial singular solution [2]:** Infinitely many nonradial singular solutions of $\Delta u + e^u = 0$ in $\mathbb{R}^N \backslash \{0\}$, $4 \le N \le 10$, are constructed. E. Dancer *et al.* obtained a similar result for $\Delta u + u^p = 0$, $p_{\mathrm{S}} < p < p_{\mathrm{JL}}$. However, the proof of [2] is much shorter and easier.

3. **Intersection numbers [3,4]:** The intersection number between two solutions of

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

is obtained Moreover, the bifurcation diagram of the positive solutions of the associated bifurcation problem is determined. We also obtain a generalized exponent of the Joseph-Lundgren exponent.

4. **Bifurcation diagram of supercritical problems [5,8,9]:** In [5] the complete bifurcation diagram of the radial solutions of the supercritical Neumann problem $\varepsilon^2 \Delta u - u + u^p = 0$ is determined if $p_{\mathrm{S}} < p < p_{\mathrm{JL}}$. In [8,9] bifurcation diagrams of supercritical elliptic Dirichlet problems are studied.

5. **Bifurcation diagram of a variant of the Keller-Segel model [6]**

6. **Nonradial Maximizers [7]:** 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.

7. **Analytic imperfect bifurcation theorem [10]:** An analytic imperfect bifurcation theorem is proved. We apply it to the Dirichlet problem of the Liouville equation on a perturbed annular domain.

B. 発表論文

1. Y. Miyamoto, “A limit equation and bifurcation diagrams of semilinear elliptic equations with general supercritical growth”, J. Differential Equations **264** (2018), 2684–2707.

2. Y. Miyamoto, “Infinitely many nonradial singular solutions of $\Delta u + e^u = 0$ in $\mathbb{R}^N \backslash \{0\}$, $4 \le N \le 10$”, Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A **148** (2018), 133–147.

3. Y. Miyamoto and K. Takahashi, “Generalized Joseph-Lundgren exponent and intersection properties for supercritical quasilinear elliptic equations”, Arch. Math. **108** (2017), 71–83.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Y. Miyamoto, “Nonradial maximizers for a H’enon type problem and symmetry breaking bifurcations for a Liouville-Gel’fand problem with a vanishing coefficient”, Math. Ann. **361** (2015), 787–809.

8. Y. Miyamoto, “Classification of bifurcation diagrams for elliptic equations with exponential growth in a ball”, Ann. Mat. Pura Appl. **194** (2015), 931–952.

9. Y. Miyamoto, “Structure of the positive solutions for supercritical elliptic equations in a ball”, J. Math. Pures Appl. **102** (2014), 672–701.

10. 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.

C. 口頭発表

1. 一般化スケール変換による極限方程式とその応用, 談話会, 東京工業大学理学院数学系, 2018 年 1 月 24 日.

2. A limit equation and bifurcation diagram for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, GDRI conference, Taiwan Univ. (Taiwan), October 13, 2017.

3. Structure of the positive radial solutions for the supercritical Neumann problem $\varepsilon^2\Delta u - u + u^p = 0$ in a ball, Equadiff2017, Slovak University of Technology (Slovakia), July 25, 2017.

4. A limit equation and bifurcation diagram for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, Seminaire Analyse Numerique et E.D.P, Paris-Sud Univ. (France), July 22, 2017.

5. Structure of the positive radial solutions for the supercritical Neumann problem $\varepsilon^2\Delta u - u + u^p = 0$ in a ball, International Workshop on Nonlinear Analysis and Reaction-Diffusion Equations, Jiangsu Univ. (China), July 5, 2017.

6. A limit equation and bifurcation diagram for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, Seminar, Shanghai Normal Univ. (China), July 1, 2017.

7. A limit equation and bifurcation diagram for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, 5th Italian-Japanese Workshop on Geometric Properties for Parabolic and Elliptic PDE ’ s, 大阪市立大学, May 15, 2017.

8. A limit equation and bifurcation diagram for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, 2017 International Workshop on Nonlinear PDE and Applications, KAIST(Korea), March 30, 2017.

9. 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 13 日.

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. 実解析学 I(S セメスター) : ルベーグ積分論（統合自然科学科 3,4 年生）

4. 実解析学演習 I(S セメスター) : ルベーグ積分論演習（統合自然科学科 3,4 年生）

5. 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 3,4 年生）

6. 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 3,4 年生）

7. 数学特殊講義 L/数学特別講義 L/数学最先端特別講義 L（集中講義 2018 年 1 月）: 反応拡散系の安定パターンとホットスポット予想（大学院・3,4 年生共通授業，東京工業大学）

E. 修士・博士論文

1. (博士) 森 龍之介 (MORI Ryunosuke): Validity of formal asymptotic expansions for singularly perturbed competition-diffusion systems

2. (修士) 鈴木 将満 (SUZUKI Masamitsu): Initial-boundary value problem for semilinear parabolic equations with rapidly growing nonlinear terms in a bounded domain

3. (修士) 達川 雄貴 (TATSUKAWA Yuki): KPP 型拡散方程式の解の広がり速度の変分的特徴づけについて

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 全国区代議員（評議員）2017 年度

吉野 太郎 (YOSHINO Taro)

A. 研究概要

非ハウスドル不空間において, 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

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

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 ncessarily 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

$$\eta : 2^X \to 2^Y.$$

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)
2. 常微分方程式 ： (教養学部前期 2 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 土屋 正朗 (TSUCHIYA Masaaki)：あるベクトルバンドル上の微分作用素の空間の有限生成性.
2. (修士) 前多 啓一 (MAETA Keiichi)：分解不可能な可約擬 Riemann 対称空間のコンパクト Clifford-Klein 形の存在問題について.
3. (修士) 砂原 由宇 (SUNAHARA Yuu)：許容的クリフォード加群の分類とその擬 H 型リー代数への応用 (Classification of admissible Clifford modues and its application to pseudo H-type Lie algebra).
4. (博士) 谷村 慈則 (TANIMURA Yoshinori)： An Application of The F-method to Duflo-Corwin-Greenleaf's Polynomial Conjecture.
5. (博士) 東條 広一 (TOJO Koichi)： Continuous Analogue of the Existence Problem of Compact Clifford-Klein Forms.

米田　剛 (YONEDA Tsuyoshi)

A. 研究概要

私の最近の主要な研究結果は「コリオリ力の数学解析」と「Kraichnan の vortex blob モデルに関連する数学解析」の二つである。いずれも乱流物理分野で重要な流体現象である。次元解析や渦粘性などを極力使わずに、非線形作用そのものの数理的理解を目指している点に特色がある。

1. 非圧縮 Euler 方程式における $C^{1,\alpha}$ から $L^\infty_t C^{1,\alpha}_x (0<\alpha<1)$ 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 $B^1_{2,1}$ 付近で「弱い意味での norm inflation」が起きることを示した。([3,7] 参照) その際、そのような norm inflation が Kraichnan の vortex blob モデルと深く関わっていることを見出した。
2. 分数冪ラプラシアン $(-\Delta)^\alpha$ の冪 α が真に一より小さい場合におけるコリオリ力付き Navier-Stokes 方程式において、コリオリパラメータが大きい場合の時間大域解の存在を示した ([1] 参照)。なお、乱流物理においては、低周波から高周波へと流れるエネルギーが最終的に粘性で散逸するというカスケード描像を基本コンセンサスとしており、その点において、分数冪ラプラシアン NS の数学解析を進めることは自然である。

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 $L^\infty_t C^{1,\alpha}_x$ for any $0<\alpha<1$. On the other hand we showed 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 $B^1_{2,1}$. (see [3,7]) Recently we also figured out that this kind of norm-inflation idea is deeply related to Kraichnan's vortex blob model.
2. We considered existence of global solutions to equations for three-dimensional rotating fluids in a periodic frame provided by a sufficiently large Coriolis force. The Coriolis force appears in almost all of the models of meteorology and geophysics dealing with large-scale phenomena. We showed existence of global solutions for fractional Laplacian case (with its power strictly less than the usual Laplacian) in the periodic domain with the same period in each direction. In the turbulence study field, they basically have "picture of the energy-cascade with viscous dissipation". In this point of view, the mathematical study of NS with fractional Laplacian is useful.

B. 発表論文

1. N. Kishimoto and T. Yoneda, Global solvability of the rotating Navier-Stokes equations with fractional Laplacian in a periodic domain, to appear in Math. Ann.

2. E.Nakai and T. Yoneda, New applications of Campanato spaces with variable growth condition to the Navier-Stokes equation, to appear in Hokkaido Math. J.

3. 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.

4. Y. Giga, S. Ibrahim, S. Shen and T. Yoneda, Global well posedness for a two-fluid model, to appear in Diff. and Integral Eq. 31 (2018) 187-214.

5. N. Kishimoto and T. Yoneda: "A number theoretical observation of a resonant interaction of Rossby waves", Kodai Math. J. **40** (2017) 16–20.

6. 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.

7. G. Misiołek and T. Yoneda: "Local ill-posedness of the incompressible Euler equations in C^1 and $B^1_{\infty,1}$", Math. Ann. **364** (2016) 243-268.

8. 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.

9. 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.

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.

C. 口頭発表

1. 様々な流体物理現象の数学解析：回転流体中の vortex breakdown と 2 次元乱流に現れる vortex thinning, 熊本大学応用解析セミナー, Dec., 2017.

2. An instability mechanism in the vorticity on the axis for the axisymmetric Euler equations, Princeton Tokyo Mathematical Fluid Dynamics, Princeton University, Princeton, USA, Nov., 2017.

3. A remark on trajectory behavior along the axis for the axisymmetric Euler equations with large uniform rotation, 2017 Program on Analysis of PDE: 2D Hydrodynamics and related Issues, Fudan University, Shanghai, China, Oct.30–Nov. 3, 2017.

4. Pulsatile flow の乱流遷移と Vortex breakdown に関する純粋数学的洞察の試み, SummerSchool 数理物理, University of Tokyo, Aug., 2017.

5. A weak type of norm inflation for solutions of the incompressible 2D Euler equations near the critical Besov space $B^2_{2,1}$, Harmonic Analysis and its Applications in Tokyo 2017, Nihon University, Aug., 2017.

6. A weak type of norm inflation for solutions of the incompressible 2D Euler equations near the critical Besov space $B^2_{2,1}$, 5th East Asian Conference in Harmonic Analysis and its Applications, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou (杭州), China, June, 2017

7. Mathematical analysis of pulsatile flow and vortex breakdown, interdisciplinary/international seminar on nonlinear sciences, University of Tokyo, Mar., 2017.

8. 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

9. 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

10. A local analysis of incompressible Euler flow, Fifth China-Japan Workshop on Mathematical Topics from Fluid Mechanics, Wuhan University, China, 2015 年 11 月

D. 講義

1. 自然科学ゼミナール：（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. 数物先端科学 VIII: Euler 方程式の解の norm inflation 及びコロモゴロフの $-5/3$ 乗則に関する講義をおこなった。(数理大学院・4 年生共通講義)

3. 全学自由科学ゼミナール：学部一年で習う微分積分学を出発点として、ルベーグ積分とソボレフ空間に関する講義を行った。（教養学部前期課程講義）

4. 常微分方程式論・常微分方程式論演習：常微分に関する講義・演習を行った。（教養学部基礎科学科講義）

F. 対外研究サービス

高校生向けの講義：JST 数学キャラバン:流体の数学研究とその社会的意義について，茨城県立水戸第二高校，水戸，Jan. 27, 2018

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 (Reseach 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の設計**
数理ビデオアーカイブ・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。

1. Educational practice of using the explainer video of math exercises
2. Development of video shooting method of the blackboard for video streaming
3. Depelopment of distance learning system
4. 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「数理科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「無限群と幾何学の新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.

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。
昨年度に引き続きスピン 4 次元多様体への群作用の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未知の結果を出そうとした。しかし、この方法ではスピン構造への持ち上げで得られることしか得られないことが分かってしまった。

I have studied difference between locally linear group actions and smooth ones on 4-manifolds. I have studied group actions on spin 4-manifolds by using the lift actions on the spin^c structures with trivial determinant line bundle which do not act on the spin structures since last year. Consquently, I realized unfortunately that this method can not obtain any results which can not be obtained by using the lift actions on the spin structures.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習：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. 数理科学基礎演習：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. 数理科学基礎演習：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. Witt vector cohomology の消滅定理,
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. 田中公氏との共同研究により, Witt vector cohomology の Nadel 型の消滅定理を, 標数が 7 以上の 3 次元ファノ多様体に対して証明した. その応用として, 連結性定理を証明したほか, 有理点問題に応用を得た. 具体的には, 「klt よりも悪い特異点をもつような有限体 k 上定義された 3 次元ファノ多様体について, その klt-locus 上にある有理点の個数 N は $N \equiv 0 \mod \#k$ をみたす」ことを証明した.
2. Birkar による BAB 予想の解決に用いられた手法を理解し, ACC 予想の研究に応用することを試みた.

In this year, I studied the following two topics:

1. Vanishing theorem of Witt vector cohomology.
2. The ACC conjecture.

They will be described in detail below.

1. As joint work with H. Tanaka, we prove vanishing theorems of Witt vector coholomogy of Nadel type for 3-dimensional Fano varieties (characteristic $p \geq 7$). We have two applications. One is the connectedness lemma. Another one is a rational point formula: For 3-dimensional Fano varieties with non-klt singularities defined over a finite field k, the number N of the rational points on klt-locus satisfies $N \equiv 0 \mod \#k$.
2. I study the paper by Birkar on the BAB conjecture, and try to apply the ACC conjecture.

B. 発表論文

1. Y. Nakamura, H. Tanaka: "A Witt Nadel vanishing theorem for threefolds", preprint, available at arXiv:1712.07358.
2. K. Hashizume, Y. Nakamura, H. Tanaka: "Minimal model program for log canonical threefolds in positive characteristic", preprint, available at arXiv:1711.10706.
3. M. Mustaţă, Y. Nakamura: "A boundedness conjecture for minimal log discrepancies on a fixed germ", preprint, available at arXiv:1502.00837.
4. Y. Gongyo, Y. Nakamura, H. Tanaka: "Rational points on log Fano threefolds over a finite field", to appear in J. Eur. Math. Soc.
5. 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", Math. Z. 287 (2017), no. 3-4, 1343?-1353.
6. Y. Nakamura : "On minimal log discrepancies on varieties with fixed Gorenstein index", Michigan Math. J. 65 (2016), no. 1, 165–187.
7. Y. Nakamura : "On semi-continuity problems for minimal log discrepancies", J. Reine Angew. Math. 711 (2016), 167–187.
8. 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. Vanishing theorems of Witt-vector cohomology for Fano threefolds, Higher dimensional algebraic geometry, 東京大学, 2018 年 3 月 (予定).

2. A rational point problem on singular Fano threefolds, 代数幾何セミナー, 熊本大学, 2018 年 2 月.

3. A vanishing theorem of Witt-vector cohomology for Fano threefolds, Algebraic geometry in positive characteristic and related topics, 法政大学, 2018 年 1,2 月.

4. A vanishing theorem of Witt-vector cohomology for Fano threefolds, Classification and Moduli Theory of Algebraic Varieties, Hotel Continental Ischia, イタリア, ナポリ, 2017 年 9 月.

5. An application of the ACC for LCT'S to the ACC for MLD's, NCTS Workshop in Higher Dimensional Algebraic Geometry, National Taiwan University, 台湾, 台北, 2017 年 6 月.

6. A rational point formula on singular Fano varieties over a finite field, BICMR-Tokyo Algebraic Geometry Workshop, Beijing International Center for Mathematical Research, 中国, 北京, 2017 年 5 月.

7. Birkar's paper "Singularities of linear systems and boundedness of Fano varieties" explanation, NCTS Workshop on Singularities, Linear Systems, and Fano Varieties, National Taiwan University, 台湾, 台北, 2017 年 4 月.

F. 対外研究サービス

1. (オーガナイザー) 代数幾何学サマースクール 2017, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月 21-25 日.

鮑　園園 (BAO Yuanyuan)

A. 研究概要

2017 年度、共同研究者の Zhongtao Wu 氏と共に、空間グラフの Alexander 多項式の研究を行った。結び目の場合と異なり、空間グラフに対し、Alexander 多項式の標準的な定義が知られていない（存在しない）。本研究では Kauffman による絡み目の Alexander 多項式の Kauffman 状態和を二部空間グラフに拡張し、二部空間グラフの Alexander 多項式を 1 つ提案した。そして、三価空間グラフ G と辺彩色 c に対し、多項式 $\Delta_{(G,c)}(t)$ を定義し、この多項式は一連の関係式を満たすことを証明した。これらの関係式は $U_q(\mathfrak{sl}(n))$ 量子多項式の MOY 関係式に類似するため、MOY-type 関係式と呼ぶことにする。これらの MOY-type 関係式を用いて、絡み目の Alexander 多項式のグラフィックな定義を与えた。更に、これらの MOY-type 関係式は $\Delta_{(G,c)}(t)$ を特徴付けることを証明した。
量子群 $U_q(\mathfrak{gl}(1|1))$ 及び $U_q(\mathfrak{sl}(2))$ の既約表現を用いて、Viro は三価空間グラフの $U_q(\mathfrak{gl}(1|1))$-Alexander 多項式と $U_q(\mathfrak{sl}(2))$-Alexander 多項式を構成した。最近の研究において、私は MOY-type 関係式を用いて $\Delta_{(G,c)}(t)$ と Viro の $U_q(\mathfrak{gl}(1|1))$-Alexander 多項式の同値性を証明した。

In a joint work with Zhongtao Wu, we studied the Alexander polynomial for a spatial graph. Unlike the Alexander polynomial of a knot, there is no standard definition for the Alexander polynomial of a spatial graph We studied a version of it, which generalizes Kauffman's state sum formula for the Alexander polynomial of a link. For a balanced bipartite graph with a proper orientation and a balanced coloring, which we call an MOY graph in this work, we got a regular isotopy invariant. For an oriented framed trivalent graph G equipped with a positive balanced coloring c, we got an ambient isotopy invariant $\Delta_{(G,c)}(t)$. We showed that $\Delta_{(G,c)}(t)$ satisfies a series of relations, which are analogs of MOY's relations for the $U_q(\mathfrak{sl}_n)$-polynomial invariants, and that these MOY-type relations provide a graphical definition of the single-variable Alexander polynomial of a link. In addition, we showed that these relations characterize $\Delta_{(G,c)}(t)$. Finally, we discussed some properties of the polynomial. As an application, we gave a condition for the planarity of a spatial graph diagram in terms of the Alexander polynomial.
As an application of the characterization of $\Delta_{(G,c)}(t)$ using MOY-type relations, I recently showed that the Alexander polyno-

mial $\Delta_{(G,c)}(t)$ is equivalent to Viro's $gl(1|1)$-Alexander polynomial of a trivalent graph, where a quantum topological interpretation of $\Delta_{(G,c)}(t)$ was given there.

B. 発表論文

1. Yuanyuan Bao, Heegaard Floer homology for embedded bipartite graphs, 京都大学数理研講究録, No. 2004, (2016), pp.1–12.
2. Yuanyuan Bao, Polynomial splittings of Ozsváth and Szabó's d-invariant, Topology Proceedings, Vol. 46, (2015), pp 309 - 322.
3. Yuanyuan Bao, On knots having zero negative unknotting number, Indiana University Mathematics Journal. Vol. 63 No. 2, (2014), pp 597–613.
4. Yuanyuan Bao, A note on knots with H(2)-unknotting number one, Osaka Journal of Mathematics, Vol. 51, No. 3, (2014), pp 585–597.

C. 口頭発表

1. The Alexander polynomial of a trivalent spatial graph and its MOY-type relations, 岡潔女性数学者セミナー，奈良女子大学, 2017 年 12 月.
2. The Alexander polynomial of a colored trivalent graph and its MOY-type relations, 4 次元トポロジー, 大阪市立大学, 2017 年 11 月.
3. The Alexander polynomial of the balanced bipartite graph, 微分トポロジー 17, 電気通信大学, 2017 年 3 月.
4. Heegaard Floer homology for embedded bipartite graphs, Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学, 2016 年 5 月.
5. 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 (日仏共同研究（タイヒミュラー空間）小研究集会)，東京大学, 2015 年 11 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. 数学 I (PEAK) : 一変数及び多変数微分積分学入門を紹介した.（PEAK 一年生向け講義）

特 任 教 授 (Project Professors)

大田 佳宏 (OHTA Yoshihiro)

A. 研究概要

実験自動化ロボットに搭載する AI (Artificial Intelligence) の研究開発を行っており、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を行っている。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。また、AI 技術を用いた画像解析分野に関する研究をおこなっている。手書き帳票に対する高精度な OCR、事故車両の画像から正確な破損部位の特定が実用レベルになってきている。運転時の動画からは、速度検出も併せて用いることにより、信号無視、一時停止違反の検出が可能となった。

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「生命の基本原理」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 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.

And we reserch image recogtion by AI technology. Accurate OCR on hand writing document and damage part detection from damaged car is becoming practical level. From driving video, with adding velocity detection from video, we now detect signal violation and stop line violation.

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 formulation 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. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 第 1 回 AIRPA セミナー, 2018 年 2 月 26 日, 徳島県徳島市港産業株式会社本社.

2. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 平成 29 年度徳島県産業教育振興会情報交換会, 2018 年 1 月 16 日, 徳島県徳島市ザグランドパレス.

3. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 東京徳島産業経済倶楽部会合, 2017 年 11 月 30 日, 東京都千代田区学士会館.

4. 大田佳宏,「AI SMART ROBOT の研究開発とそのビジネスモデル」, 産学連携数理レクチャー, 2017 年 10 月 5 日, 理化学研究所大河内記念ホール.

5. 大田佳宏,「高度数学を用いた AI プロファイリング・スコアリングの金融・ヘルスケア分野への応用」, 2017 年 6 月 23 日, 一般社団法人 FinTech 協会.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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).

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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「生命ダイナミッ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.

14. 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.

15. 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.

楠岡 成雄 (KUSUOKA Shigeo)

A. 研究概要

研究途中の成果の完成を目指している。

I try to complete unfinishied works.

B. 発表論文

1. S. Kusuoka and Y. Morimoto:Least Square Regression methods for Bermudan Derivatives and systems of functions, Advances in Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol.21 (2017),75-97.

2. S. Kusuoka and Y. Morimoto:Least Square Regression methods for Bermudan Derivatives and systems of functions, Advances in Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol.19 (2015),57-89..

3. S. Kusuoka and Y. Morimoto：Stochastic mesh methods for Hörmander type diffusion processes, tAdvances in Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol.18 (2014), 61-99.

4. S. Kusuoka : Gaussian K-Scheme: Justification for KLNV method, Advances Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol.17 (2013), 71-120.

D. 講義

1. 数理手法 IV

集合と写像についてまず述べた後、有限確率空間上で確率論の基礎（確率空間の考え方、確率変数、期待値、加法族、独立性など）について講義した。その後、条件付き期待値について述べ、離散時間マルチンゲールの理論の初歩（Doob の不等式、停止時刻等）について講義した。更に一般の確率空間に関して述べ、σ-加法族、確率変数、期待値の性質等を延べ、条件付き期待値についても講義し、離散時間マルチンゲールの理論が一般にも成り立つことを説明した。最後に応用として大数の法則について講義した。（工学部講義）

2. 数理手法 VI

まず、数理手法 IV の内容を一般の確率空間で確認した。その後、ブラウン運動の定義と存在について照明付きで述べ、対象を２乗可積分な連続過程に限って連続時間マルチンゲールの性質について述べた。さらにブラウン運動に基づく伊藤解析（確率積分、伊藤の公式、確率微分方程式）について照明付きで講義を行った。最後に局所連続マルチンゲールについても触れ確率積分や伊藤の公式の一般化について説明した。（工学部講義）

藤原毅夫 (FUJIWARA Takeo)

A. 研究概要

- **密度汎関数理論に基づいた強結合電子構造モデルの確立:** 現在の第一原理電子構造理論は，原子の位置と種類を与えれば，系の基底状態の構造および物性を知ることができる．実用上は，系の有限温度の性質，不純物などを添加した時の性質の変化，外場に対する応答などを知る必要がある．

  本研究では，数百万 ∼1 億次元の大規模固有値問題を有効的に解くアルゴリズム開発（課題１），および数万原子系における数 10 ナノ秒に亘る全原子配置の変化を追うための（シュレディンガー方程式を忠実に解くという手順を経ることなく電子状態の固有値方程式を得る）方法の開発（課題２），をおこなう．

  課題１の大規模固有値問題を有効的に解く方法については，数年前に COCG 法（Conjugate Orthogonal Conjugate Graduent 法）の応用として提案し，既に実際に利用されている．課題２では，幾つかの結晶系で第一原理計算を行い，その計算結果を参照系として大規模系の問題に対応することにより，未知の物質や大きな系での情報を多く蓄積するという方向を目指す．

  Semi-empirical method for constructing Hamiltonian : A novel tight-binding method is developed, based on the extended Hückel approximation, with referring the electronic structure and the total energy, obtained by the first principles method. This is a kind of parameter theory, in which the parameters are so adjusted by computer that the result reproduces the results by the first principles theory, and the algorithm for determining parameters is established. This algorithm is now being tested as for the aplicability to wide variety of materials.

- **理工系学部における数学基礎教育の在り方 :** 実社会における数学の利用は，至るところに広がりかつ深まっている．しかし理工系一般の数学教育の場では，学生はこれを意識せずまた教育の内容・方法も大きく変わっていない．そのため，学生の数学離れを生み，最近のデータサイエンスの重要性が叫ばれるに至った．反面で，学生自身の反応の鈍さは解消されていない．

  この課題に対しての一つの解決策として，可能な講義の形を検討している．例えば，少数ゼミの中で，a. 数学が本質的な実課題を見出し，b. 国内外企業における例を調べ，c. その結果をもとに具体的に用いられている数学を知り計算ソフトの使い方を学び，計

算プログラムを作成，d. 最後に学生に発表・競わせ評価させるなどを検討したい．

Basic education of mathematics in science and engineering : The use of mathematics is spreading and deeply everywhere in the real world. However, at the education of mathematics, students are not conscious of this point. We will inveatigate a style of a seminar class where students will (a) find problems strongly related with mathematics, (b) searching its real use, and (c) learning its mathematics and algorithm.

B. 発表論文

1. S. Nishino, T. Fujiwara, N. Watanabe, and S. Yamamoto, "Parameter determination procedure for extended Hückel approximation and its application for solid-states electrolytes", J. Mol. Model. **21**, 169 (2015).
2. S. Nishino, T Fujiwara and H. Yamasaki, "Nanoseconds Quantum Molecular Dynamics Simulations of Lithium Superionic Conductor $Li_{4-x}Ge_{-x}P_xS_4$", Phys. Rev. B**90**, 024303 (2014).
3. S. Nishino and T. Fujiwara, "Parametrization scheme with accuracy and transferability for tight-binding electronic structure calculations with extended Hückel approximation and molecular dynamics simulations", J. Molecular Modelling, **19**, 2363-2373 (2013).
4. 藤原毅夫, "数学基礎教育を再考する"，数理科学（サイエンス社），vol.645，2017 年 3 月号， 59，(2017).
5. 浦川肇, 高木泉, 藤原毅夫編著, 数学解析第一編　微分積分学第 2 巻 藤原松三郎著, (内田老鶴圃 2017).
6. 浦川肇, 高木泉, 藤原毅夫編著, 数学解析第一編　微分積分学第 1 巻 藤原松三郎著, (内田老鶴圃 2016).
7. 藤原毅夫, 石井靖, "力学" (数理工学社 2016)
8. 藤原毅夫, 物質・材料テキストシリーズ "固体電子構造論", (内田老鶴圃 2015).
9. 藤原毅夫, 東京大学工学教程 "複素関数論 II", (丸善出版 2014).
10. 藤原毅夫, 東京大学工学教程 "複素関数論 Ｉ", (丸善出版 2013).

D. 講義

1. 数理手法Ｖ　進学先が決定した駒場生を標準の対象とした現代数学の入門講義 (工学部開設科目として設定したが全学部対象)，I. 位相と連続，2. 微分形式と多様体上の微積分，3. 群と表現，の概要を扱った．(2 年生（後期）共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 中央大学外部評価委員会委員 (2017 年 3 月まで)
2. 東京都立小石川中等学校　SSH 運営指導委員
3. NPO 法人科学技術ソフトウェア研究センター理事長

Bacaër, Nicolas

A. Summary of Research

I gave lectures on mathematical models of epidemics. I helped Professor Inaba with the numerical simulations and the mathematical analysis of an age-structured model combining demography and epidemiology : the population changes from exponential growth to exponential decay by the spread of low fertility habits. The challenge was to find parameter values for which high fertility habits and low fertility habits could coexist, something which cannot occur if the model has no age structure. The lectures also led to a short note concerning the probability of extinction in stochastic epidemic models in a constant environment.

B. List of Publications

Articles

1. H. Inaba, R. Saito, N. Bacaër, An age-structured epidemic model for the demographic transition.J. Math. Biol,Published online: 31 July 2018

2. N. Bacaër, Sur l'extinction des populations avec plusieurs types dans un environnement aléatoire. Comptes Rendus Biologies 341 (2018) 145-151.

3. N. Bacaër, Sur la vitesse d'extinction d'une population dans un environnement aléatoire. Comptes Rendus Biologies 340 (2017) 259-263.

4. N. Bacaër, Sur la probabilité d'extinction dans des modèles mathématiques d'épidémies. Comptes Rendus Biologies 340 (2017) 453-455.

5. N. Bacaër, Sur les processus linéaires de naissance et de mort sous-critiques dans un environnement aléatoire. J. Math. Biol. 75 (2017) 85-108.

6. N. Bacaër, Le modèle stochastique SIS pour une épidémie dans un environnement aléatoire. J. Math. Biol. 73 (2016) 847-866.

7. R. Houben, N. Menzies et al., Feasibility of achieving the 2025 WHO global tuberculosis targets in South Africa, China, and India: a combined analysis of 11 mathematical models, Lancet Global Health 4 (2016) e806-e815.

8. J. Eaton, N. Bacaër et al., Assessment of epidemic projections using recent HIV survey data in South Africa: a validation analysis of ten mathematical models of HIV epidemiology in the antiretroviral therapy era, Lancet Global Health 3 (2015) e598-e608.

9. N. Bacaër, On the stochastic SIS epidemic model in a periodic environment, J. Math. Biol. 71 (2015) 491-511.

10. N. Bacaër, A. Ed-Darraz, On linear birth-and-death processes in a random environment, J. Math. Biol. 69 (2014) 73-90.

11. N. Bacaër, E.H. Ait Dads, On the probability of extinction in a periodic environment, J. Math. Biol. 68 (2014) 533-548.

12. C. Rebelo, A. Margheri, N. Bacaër, Persistence in some periodic epidemic models with infection age or constant periods of infection. Discr. Cont. Dynam. Syst. Ser. B 19 (2014) 1155-1170.

C. Selected talks 2013 – 2017.

1. seminar, Bordeaux (France), 2018

2. invited speaker, *Workshop algéro-français EDP et applications*, Tlemcen (Algeria), 2017

3. seminar, Helsinki (Finland), 2016

4. invited speaker, Conference on Mathematical Modeling and Control of Communicable Diseases, Rio (Brazil), January 2016

5. seminar, Trento (Italy), 2015

6. seminar, Paris (France), Institut Pasteur, 2015

7. seminar, Lisbon (Portugal), 2015

8. seminar, Madrid (Spain), 2014

9. seminar, Tokyo (Japan), 2014

D. A lecture course.

The course presented some deterministic and stochastic models of epidemics. There were ODE models, PDE models, discrete-time branching processes, birth and death processes. The environment could be either constant or periodic. There was also a short introduction to the case of random environments.

E. Supervised Master thesis and Doctor thesis

Doctor thesis : Abdelkarim Ed-Darraz (Université Paris 6 / Université de Marrakech, 2015)

ボリス フェイギン (Boris FEIGIN)

A. 研究概要

量子トロイダル代数とその表現論を研究した．それは, インスタントン解のモデュライ空間の幾何学などに付随して自然に現れる．共形代数の古くからある問題 (例えば VOA の拡大やコセット構成法) なども, この視点から再検討した.

Representation theories of the quantum toroidal algebras are studied. They appear naturally when we study the geometric problems such as moduli spaces of instanton solutions. One finds that the old problems of the conformal algebras, including the extension of VOAs and the coset constructions, must be reexamined from these new points of view.

B. 発表論文

1. Bershtein, Mikhail; Feigin, Boris; Merzon, Grigory; Plane partitions with a "pit": generating functions and representation theory. Selecta Math. (N.S.) 24 (2018), no. 1, 21-62.

2. Feigin, B. L.; Sopin, V. V. Combinatorics of a statistical model constructed for a 2 × n lattice. (Russian) Funktsional. Anal. i Prilozhen. 51 (2017), no. 4, 72-78; translation in Funct. Anal. Appl. 51 (2017), no. 4, 300-305.

3. Feigin, B.; Jimbo, M.; Mukhin, E. Integrals of motion from quantum toroidal algebras. J. Phys. A 50 (2017), no. 46, 464001, 28 pp.

4. Feigin, B.; Jimbo, M.; Miwa, T.; Mukhin, E. Finite type modules and Bethe ansatz for quantum toroidal gl_1. Comm. Math. Phys. 356 (2017), no. 1, 285-327.

5. Feigin, B. L. Extensions of vertex algebras. Constructions and applications. (Russian) Uspekhi Mat. Nauk 72 (2017), no. 4(436), 131-190; translation in Russian Math. Surveys 72 (2017), no. 4, 707-763

D. 講義

1. 集中講義, VOA の拡大とモデュライ空間の幾何学について, (4 年大学院)

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た。上記プロジェクトは 2017 年 3 月に終了したが、以降も研究を続けている。
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 (レインボーオプチカル研究所)、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。
2015 年 7 月から flat function についての初等的な性質を増田一男氏 (元東工大)、三松佳彦氏 (中央大) らと研究している

I researched on simple groups that are not uniformly simple. I showed the infinite altenating group with a pseudometric that evaluate the simpleness, is quasiisometric to the half line.
Shigenori Matsumoto and I studied on dynamical systems by diffeomophisms on a circle, and constructed C^1-diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains.
Kentaro Mikami, Yasuharu Nakae and I excuted 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 November 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 Steal).
From February 2015, I study on shape of contact lenses with Kenjo Hideki (Rainbow Optical Laboratory), AkioMotoyasu (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.
From July 2015, I study on elementary proprety of flat functions with Kazuo Masuda (ex- Tokyo Tech.) and Yoshihiko Mitsumatsu (Chuo Univ.).

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. 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.

2. 蛋白質の幾何学, 「島根大学 [数理生物] ー東京大学 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.

3. 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」- 数理科学と生物医学の融合 -, 東大数理, 2014 年 1 月 22 日.

4. タンパク質構造と組合せ論, 第 2 回数理デザイン道場, IBM 赤城ホームステッド, 2014 年 7 月 26 日

5. Minimal C^1-diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains, ICM, Seoul, Korea, 2014 年 8 月 19 日

6. 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

7. 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

8. (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

9. flat function についての考察, 玉原トポロジー・幾何セミナー, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月 1 日

10. flat function の高階導関数について, 「葉層構造と微分同相群 2017 研究集会」Foliations and Diffeomorphism Groups 2017, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 10 月 23 日

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

9. 第 41 回トポロジーセミナー世話人 2018 年 3 月 22 日–25 日

特任助教　(Project Research Associates)

柏原 崇人 (KASHIWABARA Takahito)

A. 研究概要

大規模なスケールにおける大気・海洋の運動を記述する 3 次元プリミティブ方程式を研究している．以前の研究で，我々はこの方程式系に対する時間大域解の L^p $(1 < p < \infty)$ 理論を展開した．その結果は，ベッセルポテンシャル空間 $H^{2/p,p}$ に属する初期値に対して，時間大域的な強解を構成したというものである．今年は，この解が初期時刻後は平滑化効果によって直ちに古典解になることを示した．さらに，$p = \infty$ に対応する場合を考察し，異方的な空間 $C^{\infty}_{xy}L^q_z$ に属する初期値に対して時間大域的な適切性を示すことができた．ノイマン境界条件と，より難しいディリクレ境界条件の両方を扱っている．

I study the three-dimensional primitive equations (PEs), which describe large-scale motion of ocean or atmosphere. Previously we developed an L^p-theory of global well-posedness $(1 < p < \infty)$ to this system, that is, global-in-time existence and uniqueness of a strong solution with the initial data belonging to the Bessel potential space $H^{2/p,p}$. This year we proved that the solution constructed above is indeed a classical solution, namely, it regularizes to belong to C^{∞} (or even real analytic) right after the initial time. Moreover, we considered the end-point case $p = \infty$ and established global well-posedness, in which the solution is constructed with the initial data in an anisotropic space $C_{xy}L^q_z$. Both the Neumann boundary conditions, and the more difficult Dirichlet ones, are addressed.

B. 発表論文

1. D. Bothe, T. Kashiwabara and M. Köhne: "Strong well-posedness for a class of dynamic outflow boundary conditions for incompressible flows", J. Evol. Equ. **17** (2017), 131–171.
2. 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", Proc. Amer. Math. Soc. **145** (2017), 3865–3876.
3. 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 approximation", Appl. Math. **62** (2017), 377–403.
4. G. P. Galdi, M. Hieber and T. Kashiwabara: "Strong time-periodic solutions to the 3D primitive equations subject to arbitrary large forces", Nonlinearity **30** (2017), 3979–3992.
5. Y. Giga, M. Gries, M. Hieber, A. Hussein and T. Kashiwabara: "The Primitive Equations in the scaling invariant space $L^{\infty}(L^1)$", submitted (arXiv:1710.04434).
6. Y. Giga, M. Gries, M. Hieber, A. Hussein and T. Kashiwabara: "Analyticity of solutions to the primitive equations", submitted (arXiv:1710.04860).
7. Y. Giga, M. Gries, M. Hieber, A. Hussein and T. Kashiwabara: "The hydrostatic Stokes semigroup and well-posedness of the primitive equations on spaces of bounded functions", submitted (arXiv:1802.02383).

C. 口頭発表

1. On the semigroup approach to the primitive equations, MFO Workshop, Oberwolfach (Germany), May 2017.
2. Some remarks on Luo–Hou's potentially singular solution for the 3D Euler equations, PDE seminar, Chung-ang University (Korea), May 2017.
3. プリミティブ方程式に対する解析半群の方法について，第 6 回岐阜数理科学研究会，岐阜大学，2017 年 8 月．

4. Semigroup approach and maximal-regularity theory for the primitive equations, Princeton–Tokyo Workshop, Princeton University (USA), November 2017.

5. Finite element method for slip and leak boundary conditions of friction type, A3 Workshop on Applied Inverse Problems and Related Topics, The University of Tokyo, November 2017.

6. Global strong well-posedness of the primitive equations in $L^\infty_{xy}L^p_z$-type spaces, The 15th Japanese–German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Waseda University, January 2018.

7. Semigroup approach and maximal-regularity theory for the primitive equations, Tokyo–Lyon Conference, The University of Tokyo, February 2018.

8. Finite element analysis for a generalized Robin boundary value problem in a smooth domain, Numerical Analysis: Applications to Biomedical Problems and Foundations, The University of Tokyo, February 2018.

田中 雄一郎 (TANAKA Yuichiro)

A. 研究概要

リー群の無重複表現の統一的扱いを目的とし、小林俊行氏は複素多様体に対する可視的な作用の理論を導入した。実際、小林氏の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。以下では可視的作用とコイソトロピック作用との比較に関して述べる。コンパクトリー群のケーラー多様体への正則等長作用については、スライスが最大次元であるという仮定の下で、可視性からコイソトロピック性が導かれることが小林氏によって証明されている。また笹木集夢氏の結果から、コンパクトリー群の複素線型作用については、強可視性とコイソトロピック性とが同値であることが分かっている。私はコンパクトリー群のハミルトニアンな作用について、強可視性とコイソトロピック性とが同値であることを示し、これについて C. 口頭発表 7 及び 8 で講演を行った。

With the aim of uniform treatment of multiplicity-free representations of Lie groups, T. Kobayashi introduced the theory of visible actions on complex manifolds. By using his propagation theorem of the multiplicity-freeness property, we can obtain various kinds of multiplicity-free theorems for both finite and infinite dimensional representations with discrete and continuous spectra from a visible action. He compared the coisotropicity with the visibility for holomorphic isometric actions of compact Lie groups on Kähler manifolds, and proved that a visible action with a slice of the maximal dimension is coisotropic. Also we can see from A. Sasaki's results that the coisotropicity is equivalent to the visibility for complex linear actions of compact Lie groups. In this year I proved the equivalence for actions of compact Lie groups under the Hamiltonian setting (C. 7, 8).

B. 発表論文

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. Yuichiro Tanaka, Visible actions on flag varieties of exceptional groups and a generalization of the Cartan decomposition. J. Algebra 399 (2014), 170–189.

5. 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. 球多様体上の調和解析, ラングランズと調和解析, 九州大学伊都キャンパス, 2016 年 3 月 11 日.
2. Visible actions of compact Lie groups on complex spherical varieties, RIMS 表現論セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2016 年 6 月 17 日.
3. 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, 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.
4. Visible actions of compact Lie groups on complex spherical varieties, 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.
5. 等質空間上の調和解析, Langlands and harmonic analysis, 芳泉閣, 静岡県熱海市, 2017 年 3 月 8 日.
6. 双対群の性質について（Knop の最近の論文から）, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学玉原国際セミナーハウス, 群馬県，2017 年 8 月 19 日.
7. Visible actions of compact Lie groups on complex spherical varieties, 5th Tunisian-Japanese Conference, Mahdia, Tunisia, December 20, 2017.
8. Visible actions of compact Lie groups on Hamiltonian manifolds, 2017 年度表現論ワークショップ, 県民ふれあい会館, 鳥取県, 2018 年 1 月 6 日.
9. 球等質空間に対する松木分解と球関数の構成, 龍谷表現論セミナー, 龍谷大学経済学部教育・研究センター, 2018 年 2 月 7 日.
10. 運動量写像による簡約化と調和解析, Langlands and Harmonic Analysis (第 3 回), いこいの村富山, 富山県, 2018 年 3 月 15 日.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習 (微積分): 微積分に関する演習 (教養学部前期課程講義)
2. 数理科学基礎演習 (線型代数): 線型代数に関する演習 (教養学部前期課程講義)
3. 数学基礎理論演習 (微積分): 微積分に関する演習 (教養学部前期課程講義)
4. 数学基礎理論演習 (線型代数): 線型代数に関する演習 (教養学部前期課程講義)
5. 微分積分学演習: 微積分に関する演習 (教養学部前期課程講義)
6. 線型代数学演習: 線型代数に関する演習 (教養学部前期課程講義)

土岡 俊介 (TSUCHIOKA Shunsuke)

A. 研究概要

本年度は，Broué-Malle-Rouquier 自由予想を最終的に解決した．Broué-Malle-Rouquier（Crelle,(1998)）は複素鏡映群についてヘッケ環や組紐群といったリー環論的対象を定義し，これらが通常の Coxeter 群のものと同様の性質をもつだろうと予想した．BMR 自由予想はこのうちもっとも有名なものであり，P.Eingof（arXiv:1606.08456）, I.Marin（qwww.lamfa.u-picardie.fr/marin/arts/reportBMR.pdf）などのサーベイからもわかるとおり，さまざまなアプローチで多くの研究者たちによって取り組まれてきた．例えば I.Losev による Riemann-Hilbert 対応を用いた弱い BMR 自由予想の解決は有名である．2016 年までの段階で 5 つの複素鏡映群について BMR 自由予想を証明すればよいところまで進んでおり，2017 年 2 月までの段階で，3 つの複素鏡映群 G_{17}, G_{18}, G_{19} について BMR 自由予想を証明すればよいことが知られていた．論文 [5] ではこれらを含むすべてのランク 2 の複素鏡映群について，G.Bergman の diamond 補題（Gröbner 基底の非可換版）に触発された手法で，計算機も援用し証明を与えた．
また論文 [6] において，B_2 型 regular 柏原クリスタルの純グラフ理論的特徴付けをあたえた．これは Stembridge が 2003 年に，simply-laced GCM に付随する regular 柏原クリスタルの純グ

ラフ理論的特徴付けをあたえて以来，Sternberg や Danilov-Karzanov-Koshevoy らによって部分的な結果がえられていたものの，未解決であった.「論文 [7] の主定理の純局所的な証明を与える」という動機から [6] にいたった，という点で，分割理論から表現論に知見を与えることができたと考えている.

I verify the remaining cases of the Broué-Malle-Rouquier freeness conjecture in [5]. In [6], I give a local characterization of B_2 regular crystals. The problem is open since Stembridge gave a characterization for simply-laced regular crystals in [Trans.AMS.,2003]. I verify the remaining cases of the Broué-Malle-Rouquier freeness conjecture in [5]. In [6], I give a local characterization of B_2 regular crystals. The problem is open since Stembridge gave a characterization for simply-laced regular crystals in [Trans.AMS.,2003].

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", Proc. Amer. Math. Soc. **146** (2018) 15-28.
5. S. Tsuchioka : "BMR freeness for icosahedral family", to appear in Experimental Mathematics.
6. S. Tsuchioka : "A local characterization of B_2 regular crystals", arXiv:1710.09622（プレプリント．査読なし）.
7. S. Tsuchioka and M. Watanabe : "Schur partition theorems via perfect crystal", arXiv:1609.01905（プレプリント．査読なし）.

C. 口頭発表

1. A local characterization of B_2 regular crystals, Infinite Analysis 17: Algebraic and Combinatorial Aspects in Integrable Systems, 大阪市立大学, 2017 年 12 月
2. BMR freeness for icosahedral family, 表現論と組合せ論, 京都大学, 2017 年 10 月
3. 柏原クリスタル理論を用いた Rogers-Ramanujan 型分割定理へのアプローチ, 第 62 回代数学シンポジウム, 大阪大学, 2017 年 9 月
4. New parametrization of irreducible modular spin representations of the symmetric groups，2017 Workshop on Representation Theory of Lie Superalgebras and Related Topics, Academia Sinica（台湾）, 2017 年 7 月
5. 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.
6. 一般 Schur 分割定理と対称群のモジュラースピン表現論, 大岡山談話会, 東京工業大学, 2016 年 6 月.
7. On a general Schur's partition identity, Categorical Representation Theory and Combinatorics, KIAS (韓国), 2015 年 12 月.
8. 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.
9. On a general Schur's partition theorem, Algebra Seminar Programme, University of Birmingham (英国), 2015 年 8 月.
10. 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.

D. 講義

1. 代数と幾何の補習：今井直毅准教授による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：今井直毅准教授と戸瀬信之教授による授業「数理科学基礎」について，演習を担当した (S1 ターム, 理1 2,4,5,8 組対象).

3. 数学基礎理論演習：今井直毅准教授と戸瀬信之教授による授業「数学基礎理論」について，演習を担当した (S2 ターム, 理1 2,4,5,8 組対象).

4. 線型代数学演習：戸瀬信之教授による授業「線型代数学」について，演習を担当した (A ターム, 理1 2,4,5,8 組対象).

5. 微分積分学演習：斎藤毅教授による授業「微分積分学」について，演習を担当した (A ターム, 理1 2,4,5,8 組対象).

6. 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).

7. 2017年10月〜2月に東京工業大学において線形代数学の講義を行った (第3Q, 第4Q).

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. A. Nakayasu and P. Rybka : "Integrability of the derivative of solutions to a singular one-dimensional parabolic problem", arXiv:1705.08469.

2. Q. Liu and A. Nakayasu : "Convexity preserving properties for Hamilton-Jacobi equations in geodesic spaces", arXiv:1710.00504.

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. A. Nakayasu and P. Rybka : "Energy solutions to one-dimensional singular parabolic problems with BV data are viscosity solutions", Mathematics for Nonlinear Phenomena - Analysis and Computation, 2017, 195–213.

6. 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.

7. 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).

8. Y. Giga, N. Hamamuki and A. Nakayasu : "Eikonal equations in metric spaces", Trans. Amer. Math. Soc. **367** (2015) 49–66.

9. A. Nakayasu : "Metric viscosity solutions for Hamilton-Jacobi equations of evolution type", Adv. Math. Sci. Appl. **24** (2014), 333-351.

10. 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.

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 noncoercive 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 noncoercive 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方程式の代数的エントロピーを, 特異点パターンのみから計算する「express method」という手法について考察した. さらに, この手法が特異点閉じ込めを通過しない一部の場合にも有効であることを確認した.
(2) いくつかの格子方程式の性質を, Laurent 性や互いに素条件を用いて調べた.

(1) I studied the "express method," which is a technique to calculate the algebraic entropy of an equation with all singularities confined, only by means of its singularity patterns. I applied this technique to several nonconfining cases.
(2) I studied several lattice equations by means of the Laurent property and the coprimeness condition.

B. 発表論文

1. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro, "Two dimensional lattice equation as an extension of the Heideman-Hogan recurrence," *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical,* 51 (2018): 125203.

2. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox and T. Mase, "Calculating algebraic entropies: an express method," *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 50 (2017): 185203.

3. 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.

4. R. Willox, T. Mase, A. Ramani and B. Grammaticos, "Full-deautonomisation of a lattice equation," *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 49 (2016): 28LT01.

5. M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro, "Singularity confinement and chaos in two-dimensional discrete systems," *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 49 (2016): 23LT01.

6. T. Mase, "Investigation into the role of the Laurent property in integrability," *Journal of Mathematical Physics* 57 (2016): 022703.

7. 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.

8. 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.

9. M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro, "Algebraic entropy of an extended Hietarinta-Viallet equation," *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 48 (2015): 355202.

10. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox, T. Mase and M. Kanki, "The redemption of singularity confinement," *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 48 (2015): 11FT02.

C. 口頭発表

1. 間瀬崇史, R. Willox, A. Ramani and B. Grammaticos, "特異点閉じ込めと代数的エントロピー I," 非線形波動研究の新潮流 - 理論とその応用-, 九州大学応用力学研究所 (福岡), 2017 年 11 月.

2. 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.

3. 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.

4. T. Mase, "Spaces of initial conditions for nonautonomous mappings of the plane," Workshop on Discrete Painlevé equations, Tokyo (Japan), December 2016.

5. 間瀬崇史, "多次元格子上の擬似可積分系," 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.

6. 神吉雅崇, 間瀬崇史, "離散方程式の代数的エントロピーと初期値空間," 青山数理セミナー, 青山学院大学 (神奈川), 2015 年 11 月.

7. T. Mase, "The Laurent Property and Discrete Integrable Systems," International Conference on Symmetry and Integrability in Difference Equations, Bangalore (India), July 2014.

8. 間瀬崇史, "Laurent 現象と離散双線形方程式," 数理∗セミナー, 東京大学数理科学研究科 (東京), 2013 年 10 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習: 教養学部前期過程、S1 ターム、理科 I 類 1 年 (32–35). 微積分学の演習を行った.

2. 数理科学基礎演習: 教養学部前期過程、S1 ターム、理科 II・III 類 1 年 (18–20). 微積分学・線形代数学の演習を行った.

3. 数学基礎理論演習: 教養学部前期過程、S2 ターム、理科 I 類 1 年 (32–35). 微積分学の演習を行った.

4. 数学基礎理論演習: 教養学部前期過程、S2 ターム、理科 II・III 類 1 年 (18–20). 微積分学・線形代数学の演習を行った.

5. 微分積分学演習: 教養学部前期過程、A セメスター、理科 I 類 1 年 (32–35). 微積分学の演習を行った.

6. 微分積分学演習: 教養学部前期過程、A セメスター、理科 II・III 類 1 年 (18–20). 微積分学の演習を行った.

7. 線型代数学演習: 教養学部前期過程、A セメスター、理科 II・III 類 1 年 (18–20). 線形代数学の演習を行った.

G. 受賞

1. 東京大学数理科学研究科研究科長賞 (2015 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（やスピンネットワーク）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。

本年度の主な研究は, 半単純代数群 G に対する dormant G-oper の数え上げ幾何学を発展させることだった. 忠実捻れ dormant G-oper なる概念を導入し, それらを分類することで完全障害類を持つコンパクトなモジュライを構成した. さらに, その仮想基本類を用いて dormant G-oper に対する半単純 2 次元位相的場の理論を得ることができ, これによりモジュライ上の ψ 類の交点数を記述する「ウィッテン・コンツェヴィッチの定理の dormant G-oper 類似」を証明することができた.

また, （前）丹後構造と dormant Miura PGL_2-oper との対応を構成することにより, （前）丹後構造のモジュライに対するより深い理解を得ることができた. 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）族を構成した.

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 opers 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 opers may be linked to various areas of mathematics, including p-adic Teichüller theory, Gromov-Witten theory, and combinatorics of rational polytopes (and spin networks).

The main study in this year was to develop the enumerative geometry of dormant G-opers for a semisimple algebraic group G. I constructed a compact moduli stack admitting a perfect obstruction theory by introducing the notion of a dormant faithful twisted G-oper. Moreover, a semisimple 2d TQFT (= 2-dimensional topological quantum field theory) counting the number of dormant G-opers was obtained by means of the resulting virtual fundamental class. This 2d TQFT gives an analogue of the Witten-Kontsevich theorem describing the intersection numbers of psi classes on the moduli stack of dormant G-opers.

Also, I constructed a correspondence between (pre-)Tango structures and dormant Miura PGL_2-opers. By means of this correspondence, we achieve a detailed understanding of the moduli stack of (pre-)Tango structures. I obtained, as an application, a family of "pathological (in the sense, e.g., of violating the Kodaira's vanishing theorem)" algebraic varieties in positive characteristic (parametelized by a higher dimensional variety).

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 : "Spin networks, Ehrhart quasi-polynomials, and combinatorics of dormant indigenous bundles", Kyoto J. Math.（掲載時期未定）.

4. Y. Wakabayashi : "A theory of dormant opers on pointed stable curves — a proof of Joshi ' s conjecture —", arXiv: math. AG/1411.1208v2.

5. Y. Wakabayashi : "Duality for dormant opers", J. Math. Sci. Univ. Tokyo 24 (2017),

pp271-320.

6. Y. Wakabayashi : "Moduli of log twisted $\mathcal{N} = 1$ SUSY curves", arXiv: math. AG/1602.07059.

7. Y. Wakabayashi : "Counting dormant opers on a pointed stable curve: a research announcement", Algebraic number theory and related toics 2014, RIMS Kokyuroku Bessatsu, B64, (2017), pp.175-194.

8. Y. Wakabayashi : "On the ordinariness of dormant GL_n-opers: a research announcement", RIMS 講究録別冊に掲載決定済み.

9. Y. Wakabayashi : "l-adic cohomological field theories of dormant opers", arXiv: math. AG/1709.04235.

10. Y. Wakabayashi : "Moduli of Tango structures and dormant opers", arXiv: math. AG/1709.04241.

C. 口頭発表

1. 正標数の Teichmuller 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. A theory of opers in positive characteristic and Joshi's conjecture, MS Seminar, Kavli IPMU, 2015 年 1 月.

6. 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.

7. 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.

8. Ordinariness 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.

9. 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.

10. l-adic CohFT and the Witten conjecture for dormant opers, 第 62 回代数学シンポジウム, 大阪大学理学研究科, 2017 年 9 月

D. 講義

1. 数理科学基礎演習：線形代数学および微分積分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：線形代数学および微分積分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. 微分積分学演習：微分積分学に関する演習授業（教養学部前期課程 A セメスター）

5. 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)

6. 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

ＨＩＶ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. Zhichao Jiang, Wanbiao Ma and Y. Takeuchi, : "Dynamics for Phytoplankton-Zooplankton System with Time Delays, Funkcialaj Ekvacioj, 60 (2017) 279-304.
2. Malay Banerjee, Yasuhiro Takeuchi, : "Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence for a class of prey-predator models, Journal of Theoretical Biology, 412, 2017, 154-171.
3. Anuj Kumar, Prashant K Srivastava and Y. Takeuchi, : "Modeling the Role of Information and Limited Optimal Treatment on Disease Prevalence, Journal of Theoretical Biology, 414, 2017, 103-119.
4. Min Yu, Yueping Dong and Y. Takeuchi, : "Dual role of delay effects in a tumor immune system, Journal of Biological Dynamics, 11, 52, 2017, 334–347
5. Sourav Kumar Sasmal, Yueping Dong and Y. Takeuchi, : "Mathematical modeling on T-cell mediated adaptive immunity in primary dengue infections, Journal of Theoretical Biology, 429, 2017, 229-240.
6. S. Nakaoka, S. Kuwahara, Chang Lee, Hyejin Jeon, Junho Lee, Y. Takeuchi, Yangin Kim, : "Chronic Inflammation in the Epidermis: A Mathematical Model, Applied Sciences 6(9):252 ・ September 2016
7. Shyan-Shiou Chen, Chang-Yuan Cheng, Yasuhiro Takeuchi, : "Stability analysis in delayed within-host viral dynamics with both viral and cellular infections, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 422, 2, 2016, 642–672.
8. S. Nakaoka, S. Kuwahara, Chang Lee, Hyejin Jeon, Junho Lee, Y. Takeuchi, Yangin Kim, : "Chronic Inflammation in the Epidermis: A Mathematical Model,Applied Sciences 6(9):252 ・ 2016
9. 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.
10. 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,
11. 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.
12. M. Nagata, Y. Furuta, Y.Takeuchi and S. Nakaoka, : "Dynamical behavior of combinational immune boost against tomor, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, **32**, (2015) 759–770.
13. Ruili Fan, Yueping Dong, Gang Huang and Yasuhiro Takeuchi, : "Apoptosis in Virus

Infection Dynamics Models, Journal of Biological Dynamics, **8** (2014) 20–41.

14. 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.

15. 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.

16. Lingzhen Dong and Yasuhiro Takeuchi, : "Impulsive Control of Multiple Lotka-Volterra Systems, Nonlinear Analysis, RWA **14** (2013) 1144–1154.

C. 口頭発表

1. HARMLESS MATURATION DELAY IN PREY-PREDATOR TYPE INTERACTIONS, Eighth Workshop Dynamical Systems Applied to Biology and Natural Sciences DSABNS 2017 ´ Evora, Portugal, January 31srt - February 3rd, 2017

2. Revisited: Rosenzweig-MacArthur model and Lotka-Volterra prey-predator model, 6th China India Japan Korea Mathematical Biology Colloquium (CIJKMB), August 23 - 26, 2017, IIT Kanpur

3. Revisited: Rosenzweig-MacArthur model and Lotka-Volterra prey-predator model, The Fourth International Workshop on Biomathematics Modelling and Its Dynamical Analysis, Kobe University at Oct. 3 -Oct. 6, Japan

4. A mathematical modelof multiple delayed feedback control system of the gut microbiota, 第２７回数理生物学会年会, 北海道大学, 10 月 6 日ー 8 日、2017

5. Revisited: paradox of Enrichment, 第 1 回松江数理生物学・現象数理ワークショップ 日程：2017 年 11 月 30 日 (木)-12 月 3 日 (日) 場所：松江テルサ [大会議・研修室 1],

6. 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

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Dual role of delay effects in a tumor immune system, International Conference On " Mathematical Modeling and Simulation, Banaras Hindu University, India, August, 2016.

D. 講義

1. 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)

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)

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. Algebraic Analysis of Orientation Relationship Created by Phase Transition in Crystals, 九大マスフォア・インダストリ研究集会「結晶の界面、転位、構造の数理」, 2017.8.23.

2. 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.

3. 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 ー幾何・統計・計算数学からものづくりへー, 九州大学, 2016.9.13.

4. 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」,JST 東京本部, 2016.2.26.

5. 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, 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」, ＪＳＴ東京本部, 2016.2.26.

6. 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, 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」,JST 東京本部, 2016.2.26.

7. 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, 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.

8. Interdisciplinary Collaboration for Industry and Academia Based on Mathematics, 第 19 回計算工学講演会, 2014.6.11-13（広島）.

9. 数学をコアにした異分野融合の産学連携, 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.

10. FIRST 合原最先端数理モデルプロジェクトでの産業応用, 日本応用数理学会 2013 年度年会, 福岡,2013.9.9-11.

D. 講義

1. 社会数理先端科学☒後期（２月)、数理大学院、集中講義、産業数学の実習

2. 社会数理実践研究　結晶班（～2017.10）、格子班（2017.11～）, 数理大学院、集中講義、産業数学の実習

F. 対外研究サービス

1. 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.

2. ＪＳＴ　CREST 革新材料開発領域アドバイザリー

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市場および信用リスク計測モデルの調査・検証を行った。

We are studying on the models for measuring market risk and credit risk. In this year, we have researched the market and credit models for measuring risk in stressed market.

D. 講義

1. 統計財務保険特論 I，確率統計学 XB：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 時間ごとに、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のかを議論する。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 coding", 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: "mmpp: 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.

11. T. Kato, H. Hino, and N. Murata: "Double sparsity for multi-frame super resolution", Neurocomput. **240** (2017) 115–126.

12. H. Hino, J. Fujiki, S. Akaho and N. Murata: "Local intrinsic dimension estimation by generalized linear modeling", Neural Comput. **29** (2017) 1838–1878.

13. T. Chiba, H. Hino, S. Akaho and N. Murata: "Time-varying transition probability matrix estimation and its application to brand share analysis", PLoS ONE **12** (2017).

14. S. Sonoda and N. Murata: "Neural network with unbounded activation functions is universal approximator", ACHA **43** (2017) 233–268.

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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)

横山 悦郎 (YOKOYAMA Etsuro)

A. 研究概要

主な研究テーマのひとつは，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，タンパク質結晶，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．そこでは実験結果の解析として画像処理の新しい手法・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．また結晶成長のみならず，様々な現象の数理モデル確立が研究テーマである．

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). 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.

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. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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 supercooled water”, Scientific Reports 7, 43157; doi: 10.1038/srep43157 (2017).

C. 口頭発表

1. 結晶成長入門ー結晶の成長機構と形態形成 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, 2017 年 4 月.

2. Time dependent change of tip velocities of a dendritic ice crystal in growing from supercooled water, 14th International Conference on the Physics and Chemistry of Ice, PCI-2018 in Zurich Switzerland, January 8-12.

3. Anisotropic impurity effect for ice crystal growth in supercooled water, 14th International Conference on the Physics and Chemistry of Ice, PCI-2018 in Zurich Switzerland, January 8-12.

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 Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics– 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) 2017 年 4 月 19 日 (水)-4 月

21 日 (金) 及び 2017 年 10 月 25 日 (水)-10 月 27 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. 表面・界面ダイナミクスの数理 13 and 14 組織委員
3. 学習院大学計算機センター研究会「結晶成長の数理」（2017 年 12 月）世話人

学振特別研究員 (JSPS Fellow)

跡部 発 (ATOBE Hiraku)

A. 研究概要

宮脇リフトを表現論的に再定式化した。特に、局所宮脇リフトの概念を定義し、その性質を調べた。また、シーソー等式を示すことにより、大域宮脇リフトの非消滅性の問題を、大域 Gan–Gross–Prasad 予想に帰着した。

We reformulated the Miyawaki liftings using the representation theory. In particular, we defined and studied the notion of local Miyawaki liftings. In addition, by proving a seesaw identity, we reduced the non-vanishing problem for global Miyawaki liftings to the global Gan–Gross–Prasad conjecture.

B. 発表論文

1. H. Atobe : "Pullbacks of Hermitian Maass lifts", J. Number Theory **153** (2015) 158–229.
2. H. Atobe : "The local theta correspondence and the local Gan–Gross–Prasad conjecture for the symplectic-metaplectic case", Math. Ann. (2017).
3. H. Atobe : "On the uniqueness of generic representations in an L-packet", Int. Math. Res. Not. IMRN, Volume 2017, Issue 23, 1 December 2017, Pages 7051–7068.
4. H. Atobe and W. T. Gan : "On the local Langlands correspondence and Arthur conjecture for even orthogonal groups", Represent. Theory **210** (2017), no. 2, 341–415.
5. H. Atobe and W. T. Gan : "Local Theta correspondence of Tempered Representations and Langlands parameters", Invent. Math. **210** (2017), no. 2, 341–415.
6. H. Atobe and H. Kojima : "On the Miyawaki lifts of hermitian modular forms", J. Number Theory **185** (2018), 281–318.

C. 口頭発表

1. On the non-vanishing of theta liftings of tempered representations of $\mathrm{U}(p,q)$, Representation Theory and Number Theory, シンガポール国立大学, シンガポール, 2017 年 2 月 16 日.
2. A conjecture of Gross–Prasad and Rallis for metaplectic groups, The 2nd KTGU Mathematics Workshop for Young Researchers, 京都大学数学教室, 2017 年 2 月 20 日.
3. A conjecture of Gross–Prasad and Rallis for metaplectic groups, RIMS 共同研究（公開型）「表現論とその周辺分野の広がり」, RIMS, 2017 年 6 月 22 日.
4. Gan-Gross-Prasad 予想 (Fourier-Jacobi case), 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2017 年 7 月 31 日.
5. 局所 Gan–Gross–Prasad 予想について, Workshop on "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, 2017 年 8 月 19 日.
6. On the Miyawaki lifts of hermitian modular forms, 3rd Japanese–German Number Theory Workshop, Max Planck Institute, ドイツ, 2017 年 11 月 21 日.
7. An explicit description of the local theta correspondence, Seminars, Korea Institute for Advanced Study, 韓国, 2017 年 12 月 19, 21 日.

江尻　祥 (EJIRI Sho)

A. 研究概要

今年度は、ネフな (相対) 反標準因子の飯高-小平次元について調べた。これは權業善範氏との共同研究である。$f : X \to Y$ を標数 0 (resp. $p > 0$) の代数閉体上定義された滑らかな射影多様体間の全射であって連結かつ正規な一般ファイバー

Z を持つものとする。X 上に有効 $\mathbb{Q}$ 因子 Δ があって、組 $(Z, \Delta|_Z)$ が klt(resp. 強 F 正則) かつ $L := -(K_{X/Y} + \Delta)$ がネフであると仮定する。このとき、各自然数 m に対し、$H^0(X, \lfloor -mL \rfloor)$ から $H^0(Z, \lfloor -mL|_Z \rfloor)$ への制限射が単射であることを証明した。特に、飯高-小平次元の不等式 $\kappa(X, L) \leq \kappa(Z, L|_Z)$ が得られる。この不等式は、項目 B の発表論文 2 においてその正否が問われたものであり、かつ同論文内の次の結果を一般化するものである：L がネフかつ巨大ならば、f は定値写像である。
以上の結果は f がある種の不確定点を持ち得る場合にも証明された。これを用いて、複素射影多様体 X に付随する極大有理連結ファイブレーション $r : X \dashrightarrow W$ を調べた。X 上に有効 $\mathbb{Q}$ 因子 Δ があって、対 (X, Δ) が klt かつ $L := -(K_X + \Delta)$ がネフであると仮定する。このとき、不等式 $\kappa(X, L) \leq \dim X - \dim W$ が成り立つことを示した。この不等式は Hacon–McKernan によってその正否が問われたものであり、かつ彼らの次の結果を一般化するものである：L がネフかつ巨大ならば、X は有理連結である。

In this academic year, I studied the Iitaka–Kodaira dimension of nef relative anti-canonical divisors. This is joint work with Professor Yoshinori Gongyo. Let X and Y be smooth projective varieties over an algebraically closed field of characteristic zero (resp. $p > 0$), and Δ an effective $\mathbb{Q}$-Cartier divisor on X. Let $f : X \to Y$ be a separable surjective morphism whose general fiber Z is connected and normal. Suppose that $L := -(K_{X/Y} + \Delta)$ is nef and the pair $(Z, \Delta|_Z)$ is klt (resp. strongly F-regular). Then, for each positive integer m, we proved the injectivity of the restriction map from $H^0(X, \lfloor -mL \rfloor)$ to $H^0(Z, \lfloor -mL|_Z \rfloor)$. In particular, we obtain the inequality $\kappa(X, L) \leq \kappa(Z, L|_Z)$. This result answers a question posed in [B. 2] that asks whether the inequality holds or not, and generalize a result in [B. 2] which states that if L is nef and big, then f is a constant map.
The above results are also proved in the case where f has certain indeterminacy locus. This was applied to the investigation of the maximal rationally connected fibration $r : X \dashrightarrow W$ associated with a complex projective variety X. Let Δ be an effective $\mathbb{Q}$-Cartier divisor on X. Suppose that $L := -(K_X + \Delta)$ is nef and the pair (X, Δ) is klt. We then showed the inequality $\kappa(X, L) \leq \dim X - \dim W$. This inequality was posed as a question by Hacon–McKernan, and generalize one of their results which states that if L is nef and big, then X is rationally connected.

B. 発表論文

1. S. Ejiri: "Weak positivity theorem and Frobenius stable canonical rings of geometric generic fibers", J. Algebraic Geom. **26** (2017), 691–734

2. S. Ejiri: "Positivity of anti-canonical divisors and F-purity of fibers", arXiv:1604.02022

3. S. Ejiri and L. Zhang: "Iitaka's $C_{n,m}$ conjecture for 3-folds in positive characteristic", arXiv:1604.01856, to appear in Math. Res. Lett.

4. S. Ejiri and A. Sannai: "A Characterization of Ordinary Abelian Varieties by the Frobenius Push-Forward of the Structure Sheaf II", arXiv:1702.04209, to appear in Int. Math. Res. Not.

5. S. Ejiri: "When is the Albanese morphism an algebraic fiber space in positive characteristic?", arXiv:1704.08652

6. S. Ejiri and Y. Gongyo: "Nef anti-canonical divisors and rationally connected fibrations", arXiv:1802.03732

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 11 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, 台湾, 2016 年 1 月

4. Positivity of anticanonical divisors and Fpurity of fibers, Tokyo–Princeton algebraic geometry conference, Princeton University, アメリカ, 2016 年 5 月

5. 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

6. 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

7. Weak positivity theorem and Iitaka's conjecture for 3-folds in positive characteristic, Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop 2017, University of Cambridge, イギリス, 2017 年 3 月

8. Iitaka's conjecture for 3-folds in positive characteristic, BICMR–Tokyo Algebraic Geometry Workshop, Beijing International Center for Mathematical Research, 中国, 2017 年 5 月

9. On canonical bundle formulas in positive characteristic, 第 1 回大阪高次元代数多様体論—正標数の世界—, 大阪大学, 2017 年 6 月

10. Decomposition of Frobenius push-forwards into line bundles, 代数幾何ミニ研究集会, 埼玉大学, 2018 年 2 月

金光 秋博 (KANEMITSU Akihiro)

A. 研究概要

Fano 多様体やその上のベクトル束の幾何について, 特に Campana と Peternell による予想や Fano 多様体上の Fano 束の分類等について研究している.
今年度には, 主に向井対について研究を行った. 向井対とは Fano 多様体 X とその上の豊富ベクトル束 E の対 (X, E) であって, $c_1(X) = c_1(E)$ を満たすものの事を言う. このような対は向井氏によって, 射影空間の特徴づけに関する諸問題のうちで導入された後, E の階数が $\dim X - 1$ 以上の場合の分類が 1990 年台までに為されていた. 今年度は, 次に階数が大きい場合, すなわち E の階数が $\dim X - 2$ の場合の分類のうち, とくに $\dim X = 4$ の場合について主に調べた. この場合の分類は, Novelli 氏と Occhetta 氏によって部分的に為されているという状況であった. そこで, この場合の完全な分類を目指し取り組み, 分類をあたえることに成功した.

My research is concerned with the geometry of Fano manifolds and vector bundles on it.
In this academic year, I mainly studied certain pairs, called Mukai pairs. A Mukai pair (X, E) consists of a Fano manifold X and an ample vector bundle E on it which satisfies $c_1(X) = c_1(E)$. Such pairs are introduced by Mukai in his list on several problems about characterization of projective spaces, and they have been classified when the rank of E is greater than or equal to $\dim X - 1$ by the early 1990s. In this academic year, I mainly studied the case where $\dim X = 4$ and rank of E is two. In such a case, the classification problem is partially done by Novelli and Occhetta. Thus, in this academic year, I tried to complete the classification in this case, and obtained a complete solution.

B. 発表論文

1. A. Kanemitsu : "Extremal rays and nefness of tangent bundles", arXiv:1605.04680v1, to appear in Michigan Math. J.

2. A. 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. A. Kanemitsu : "Classification of Mukai pairs with corank 3", arXiv:1704.04995v2, 2017, to appear in Ann. Inst. Fourier (Grenoble).

4. A. Kanemitsu : “Fano 5-folds with nef tangent bundles”, Math. Res. Lett. **24** (2017), no. 5, 1453–1475.

C. 口頭発表

1. 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 20 日.
2. 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 27 日.
3. Extremal rays and nefness of tangent bundles, MAGIC seminar, Imperial College London, イギリス, 2017 年 3 月 20 日.
4. 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, イギリス, 2017 年 3 月 16 日.
5. Classification of Mukai pairs with corank 3, 都の西北代数幾何学セミナー, 早稲田大学, 2017 年 7 月 7 日.
6. Classification of Mukai pairs with corank 3, 代数幾何学セミナー, 東京大学, 2017 年 10 月 10 日.
7. Classification of Mukai pairs with corank 3, 射影多様体の幾何とその周辺 2017, 高知大学, 2017 年 11 月 3 日.
8. Classification of Mukai pairs with corank 3, 特異点論月曜セミナー, 日本大学, 2017 年 12 月 4 日.
9. Classification of Mukai pairs with dimension 4 and rank 2, 代数幾何ミニ研究集会, 埼玉大学, 2018 年 3 月 1 日.

G. 受賞

1. 東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2015 年 3 月).
2. 2017 年度日本数学会建部賢弘賞奨励賞 (2017 年 9 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。移流項、保存料、境界条件等を与えた平均曲率流に関する問題に対し、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教授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 Alen-Cahn 方程式の解の数値計算に対しての安定基準を得た。
4. 東京大学の儀我美一教授及び東京大学の尾上文彦氏との共同研究により、力学的境界条件付きの平均曲率流に対して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い、境界におけるエネルギーに対しての適当な仮定の下では力学的境界条件付き平

均曲率流方程式の Brakke 解が存在することが示された。

The problem of the surface evolution such as the mean curvature flow often appear in the natural sciences, and the problem is an interesting subject of research. For that problem I 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 obtain the time global existence of the weak solution for the mean curvature flow with transport term. Moreover we show the regularity theorem for the problem.

2. I 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, I proved the L^2 boundedness of the mean curvature of the volume preserving mean curvature flow via the method studied by Golovaty. Furthermore I 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.

4. By joint work with Professor Yoshikazu Giga (University of Tokyo) and Fumihiko Onoue (University of Tokyo), we showed that the existence of the Brakke flow with the dynamic boundary condition under appropriate assumption for energy on the boundary.

B. 発表論文

1. K. Takasao: "Existence of weak solution for volume preserving mean curvature flow via phase field method", Indiana University Mathematics Journal, **66** (2017) 2015-2035.

2. M. Mizuno and K. Takasao: "Gradient estimates for mean curvature flow with Neumann boundary conditions", Nonlinear Differential Equations and Applications, **24** (2017) 24pp.

3. K. Takasao: "Convergence of the Allen-Cahn equation with constraint to Brakke's mean curvature flow", Advances in Differential Equations, **22** (2017) 765-792.

4. 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.

5. 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.

6. K. Takasao and Y. Tonegawa: "Existence and regularity of mean curvature flow with transport term in higher dimensions", Mathematische Annalen, **364** (2016) 857–935.

7. 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. Convergence of the Allen-Cahn equation with non-local term to the volume preserving mean curvature flow, 第３７回「南大阪応用数学セミナー」, 大阪市立大学, 2017 年 6 月 10 日.

2. Existence of weak solutions for mean curvature flow with a non-local term, RIMS 共同研究（公開型）『偏微分方程式の解の形状解析』, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 6 月 5–7 日.

3. Global existence of weak solution for volume preserving mean curvature flow via phase field method, Geometric Analysis Seminar, Massachusetts Institute of Technology, 2017 年 3 月 10 日.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

永野 中行 (NAGANO Atsuhira)

A. 研究概要

本研究者は $K3$ 曲面の周期写像と多変数超幾何方程式の関係を研究し、逆周期写像の特殊値による代数体の類体の構成方法を与えた。
19 世紀の楕円曲線の研究では、楕円曲線の周期(即ち楕円積分)・ガウスの超幾何微分方程式・楕円モジュラー関数・類体の構成が一体となった数学が展開されている。これは現在の数論・代数幾何学・関数論の発展にきわめて大きな影響を与えている。さて、$K3$ 曲面は楕円曲線の自然な拡張とみなせる。本研究者はトーリック超曲面として得られる $K3$ 曲面族に注目し、その周期写像を利用して、代数・幾何・解析が一体となった研究成果を与えた。具体的には、$K3$ 曲面のトレリ型定理を経由して周期写像の逆写像を構成し、それが判別式最小の 2 変数ヒルベルト・モジュラー関数となることを示した。また、周期を解に持つ多変数超幾何微分方程式を明示的に書き出した。そのシュヴァルツ写像の性質を精密に考察し、逆周期写像をテータ関数で表示した。論文 1., 論文 3. において、このテータ関数を用いた志村曲線・志村多様体の標準モデルを与えた。これより標準モデルの CM 点における特殊値が CM 体の不分岐類体を生成することが示される。また、この類体のガロア群の構造を決定した。
トーリック超曲面として出現する 3 次元のカラビ・ヤウ多様体はミラー対称性における重要な対象であり、多くの研究結果が知られている。上記の結果を受け本研究者は、上述のトーリック $K3$ 超曲面に付随する数論的性質や超幾何関数を介して、トーリック超曲面として得られるカラビ・ヤウ 3 次元多様体が持つ整数論的な性質を解明することができるのではないかと期待している。

更に進んで、$K3$ 曲面を用いた新しい保型形式を得るための計画として、特異点の半普遍変形が定める $K3$ 曲面と保型形式の研究を進めている (東大, 植田一石氏, 橋本健治氏との共同研究計画)。
実 3 次元双曲空間上の保型形式はビアンキ・モジュラー形式と呼ばれている。これはラングランズ・プログラムなどの観点から非常に注目されており、最近になって重要性を増している。本研究者はビアンキ・モジュラー形式の専門家との共同研究として、ビアンキ・モジュラーのカスプ形式を $K3$ 曲面の周期を用いて明示的に表示する計画を進めている (英国シェフィールド大,H.Sengun 氏との共同研究計画)。
また、論文 2. において、微分作用素環が定めるスペクトル代数曲線の係数が保型形式となる場合を詳しく調べた。

The researcher studied periods for $K3$ surfaces coming from toric hypersurfaces. The period mappings for such $K3$ surfaces are controlled by GKZ hypergeometric differential equations. The inverse period mappings are expressed by theta functions. The researcher gave canonical models of Shimura curves and Shimura varieties in terms of these theta functions (paper 1. and paper 3.). Thus, the researcher proved that the special values of the inverse period mapping at CM-points generate unramified class fields of CM-fields. The results of this research give natural analogues of classical Kronecker's Jugendtraum concerned with elliptic curves, elliptic modular functions and Gauss hypergeometric differential equations.
Toric Clabi-Yau hypersurfaces are important in mirror symmetry. Especially, there are many results for toric Calabi-Yau 3-folds. The researcher expects that we can obtain new arithmetic results for toric Calabi-Yau 3-folds by applying the above arithmetic properties of periods and hypergeometric functions for toric $K3$ hypersurfaces.
Moreover, the researcher started a project to obtain new automorphic forms from periods of $K3$ surfaces derived from versal deformation of singularities (joint work with K. Ueda and K. Hashimoto, Tokyo).
Automorphic forms on real 3-dimensional hyperbolic spaces are called Bianchi modular forms. They become to be very important from the viewpoint of Langlands program. The researcher started a project to obtain explicit expressions of Bianchi modular cusp forms by periods of $K3$ surfaces. This is a joint work with H. Sengun (Sheffield, UK), who is a specialist of Bianchi modular forms and Langlands program.
Also, the researcher studied automorphic forms coming from coefficients of spectral curves for rings of differential operators (paper 2.).

B. 発表論文

1. Atsuhira Nagano, "Icosahedral invariants and a construction of class fields via periods of $K3$ surfaces, The Ramanujan Journal", 2018, in press.

2. Atsuhira Nagano, "On rings of differential operators derived from automorphic forms", Complex Analysis and Operator Theory, 2018, in press.

3. Atsuhira Nagano, "Icosahedral invariants and Shimura curves", Journal de Théorie des Nombres de Bordeaux, **29** (2), 2017, 603-635.

4. Atsuhira Nagano and Hironori Shiga, "One visualization of Shimura's complex multiplication theorem via hypergeometric modular functions", RIMS Kokyuroku Bessatsu "Algebraic Number Theory and Related Topics 2015", 2018, in press.

5. Atsuhira Nagano and Hironori Shiga, "To the Hilbert class field from the hypergeometric modular function", Journal of Number Theory, **165**, 2016, 408-430.

6. Atsuhira Nagano, "Double integrals on a weighted projective plane and the Hilbert modular functions for $\mathbb{Q}(\sqrt{5})$", Acta Arithmetica, **167** (4), 2015, 327-345.

7. Atsuhira Nagano and Hironori Shiga, "Modular map for the family of abelian

surfaces via elliptic $K3$ surfaces", Mathematische Nachrichten, **288** (1), 2015, 89-114.

8. Atsuhira Nagano, "A theta expression of the Hilbert modular functions for $\sqrt{5}$ via periods of $K3$ surfaces", Kyoto Journal of Mathematics, **53** (4), 2013, 815-843.

C. 口頭発表

1. Analogues of Kronecker's Jugendtraum from the viewpoint of toric $K3$ hypersurfaces, Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry, Univ. of Tokyo (Japan), 2018 年 1 月.

2. Differential equations concerned with mirror symmetry of toric $K3$ hypersurfaces with arithmetic properties, Conference "Differential Geometry and Differential Equations: the influence of Mirror Symmetry and Physics", Waseda Univ. (Japan), 2017 年 12 月.

3. 保型形式の視点から見たスペクトル曲線, 玉原特殊多様体研究会, 2017 年 9 月.

4. A construction of class fields via periods of toric $K3$ hypersurfaces, Journées Arithmétiques, Univ. Caen-Normandie (France), 2017 年 7 月.

5. Toric $K3$ hypersurfaces and a Shimura variety, OCAMI-KOBE-WASEDA Joint International Workshop on Differential Geometry and Integrable Systems, OCAMI (Japan), 2017 年 3 月.

6. $K3$ surfaces and a construction of a Shimura variety, London Number Theory Seminar, University Coll. London (UK), 2017 年 2 月.

7. Periods of toric $K3$ hypersurfaces and Hilbert modular surfaces, KCL / UCL Geometry Seminar, King's Coll. London (英国), 2016 年 9 月.

8. $K3$ surfaces, periods and reflexive polytopes, Heilbronn Number Theory, Univ. Bristol (UK), 2016 年 9 月.

9. Modular functions coming from elliptic curves and $K3$ surfaces (基調講演), Autumn Workshop on Number Theory, Hakuba High Mount Hotel (Japan), 2015 年 11 月.

10. Hilbert modular functions via $K3$ surfaces and applications in number theory, Workshop at Tsinghua Sanya International Mathematics Forum "Computational Aspects of Algebraic Geometry, Automorphic Forms, and Number Theory", Tsinghua Univ. Yau Mathematical Sciences Center (China), 2015 年 8 月.

F. 対外研究サービス

1. Mathematical Reviews (MathSci), Reviewer.

2. Zentralblatt Math, Reviewer.

3. 早稲田大学数学若手異分野交流会, 世話人.

G. 受賞

公益財団法人, 住友財団, 基礎科学研究助成, 2015 年.

難波 時永 (NAMBA Tokinaga)

A. 研究概要

本年度は以下の 2 つの研究を行った。

1. 昨年度、カプトーの非整数階時間微分項を持つ非線形偏微分方程式に対して適切な粘性解の概念を導入した。この定義では、カプトー微分そのものではなく、それを少し変形したものが用いられている。他方、従来の粘性解のアイデアに従えば、カプトー微分そのものを使った解の概念も導入することも可能である。本研究では、これら 2 つの概念が同値であることを明らかにした。これにより、後者の概念について不明であった適切性が明らかになったことに加え、存在証明も随分簡易になった。本結果を論文に纏め国際誌に投稿した。

2. 空間 2 階微分項が階数 1 未満のカプトー微分の一階微分で置き換えられた 1 次元熱方程式を初期境界条件の下で考察した。非整数階空間微分を扱う必要があるため、例えばフーリエの方法 (ガレルキン法) は従来のようには適用できな

い。そこで、昨年度までの研究を基に、適切な粘性解の概念を導入した。比較定理とペロンの方法を確立することで一意存在性を示した。また、安定性のような解の性質もいくつか示した。

1. Last year, I introduced a notion of proper viscosity solutions for nonlinear partial differential equations with Caputo's time fractional derivatives. In this definition, not the Caputo derivative itself, but a slightly modified one is used. On the other hand, according to the idea of conventional viscosity solution, it is also possible to introduce a notion of solutions using Caputo derivative itself. In this study, I clarified that these two notions are equivalent. This not only established the well-posedness by means of the latter notion, which has been unclear so far, the proof of existence has become much simpler. I compiled this result into a paper and submitted it to an international journal.
2. I considered one dimensional heat equations in which the space second order derivative term is replaced with the first derivative of the Caputo derivative of order less than one under the initial boundary conditions. Since it is necessary to deal with space fractional derivatives, for example the Fourier method (Galerkin method) can not be applied as in the past. Therefore, based on the research up to last year, I introduced a notion of proper viscosity solutions. By establishing the comparison theorem and Peron's method, I obtained a unique existence result. I also showed some properties of solutions such as stability.

B. 発表論文

1. Y. Giga and T. Namba : "Well-posedness of Hamilton-Jacobi equations with Caputo's time-fractional derivative", Comm. Partial Differential Equations **42** (2017), no. 7, 1088-1120.

2. N. Hamamuki, A. Nakayasu, and T. Namba : "On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with non-coercive Hamiltonians and its application to homogenization problems", J. Differential Equations **259** (2015) 6672–6693.

3. A. Nakayasu and 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.

7. T. Namba, "Analysis for Viscosity Solutions with Special Emphasis on Anomalous Effects(不規則効果を強調した粘性解析)", 東京大学数理科学研究科博士論文.

8. T. Namba, "On Existence and Uniqueness of Second Order Fully Nonlinear PDEs with Caputo time fractional derivatives", arXiv:1709.02949.

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Well-posedness of Hamilton-Jacobi equations with Caputo's time-fractional derivative, Seminar of the Equation of Mathematical Physics - Weekly research seminar, The University of Warsaw, 2017 年 5 月 18 日.

7. Hamilton-Jacobi equations with Caputo's time-fractional derivative, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大学東京, 2017 年 3 月 25 日.

8. Well-posedness of fully nonlinear PDEs with Caputo ' s time-fractional derivative, Viscosity solution approach to asymptotic problems in front propagation, dynamical system and related topics, RIMS, 2017 年 7 月 5 日.

9. Well-posedness of fully nonlinear PDEs with Caputo's time-fractional derivative, Nonlinear Partial Differential Equations for Future Applications - Optimal Control and PDE, 東北大学, 2017 年 7 月 19 日.

10. Fractional heat equations with Caputo space fractional derivatives, 愛媛大学解析セミナー, 愛媛大学, 2018 年 1 月 20 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,2017 年 3 月)

古川 勝久 (FURUKAWA Katsuhisa)

A. 研究概要

1. 前年度にひきつづき, 超曲面上の有理曲線族の研究を行った. 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. 特に X を任意の非特異超曲面とした場合に, $R_e(X)$ の次元を考察する.
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. 一方で, 二次曲線族 $R_2(X)$ については, 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得る.
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ている.
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 (名古屋) 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」ことを示している.
3. 低次数特異超曲面 (たとえば 3 次特異超曲面) に関する射影退化に関する研究を行っている. これは, 射影退化によって, 特別な超曲面にある種の特徴づけを与えることを目的としている. 現在までに部分的な結果を得ており, これについては, さらなる進展を目指して考察を深めているところである.

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 coincs 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 coincs 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 (Nagoya)): We study the m-th Gauss map in the sense of F. L. Zak of a pro-

jective variety $X \subset \mathbb{P}^N$ 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.
3. Dual defects of singular hypersurfaces of low degrees: Our purpose is to characterize certain special hypersurfaces by using projective dual defects. So far, we have partial results, and the research is in progress.

B. 発表論文

1. K. Furukawa and A. Ito: "On separable higher Gauss maps", to appear in Michigan Mathematical Journal.

2. K. Furukawa and A. Ito: "Gauss maps of toric varieties", Tohoku Mathematical Journal **69** (2017) 431-454.

3. K. Furukawa and A. Ito: "On Gauss maps in positive characteristic in view of images, fibers, and field extensions", International Mathematics Research Notices, Vol. 2017, No. 8 (2017) 2337-2366.

4. K. Furukawa: "Convex separably rationally connected complete intersections", Proceedings of the American Mathematical Society **144** (2016) 3657-3669.

5. K. Furukawa: "On general fibers of Gauss maps in arbitrary characteristic", Journal of Algebra **451** (2016) 293-301.

6. K. Furukawa: "Cohomological characterization of hyperquadrics of odd dimensions in characteristic two", Mathematische Zeitschrift **278** (2014) 119-130.

7. K. Furukawa: "Duality with expanding maps and shrinking maps", and its applications to Gauss maps, Mathematische Annalen **358** (2014) 403–432.

C. 口頭発表

1. 正標数のガウス写像の研究, 新潟代数セミナー, 新潟大学, 2017 年 7 月.

2. On separable higher Gauss maps, 東京大学代数幾何学セミナー, 東京大学, 2017 年 5 月.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

丸橋広和 (MARUHASHI Hirokazu)

A. 研究概要

以下の内容は九州大学の蔦谷充伸氏との共同研究である。小平–Spencer 理論は多様体の複素構造の変形を記述するための理論として生まれたが、その方法は複素構造だけではなく、様々な幾何学的対象や代数的対象の変形を記述する枠組みとして一般的に使われている。今回は小平–Spencer 理論の枠組みを用いることによって Lie 群の閉多様体への滑らかな局所自由作用のパラ

メータ変形を調べられないか考えた。ここでパラメータ変形とは作用を変形するときに作用の軌道葉層を変えないような変形のことをいう。小平–Spencer 理論においては対象の変形を記述するための DGLA を見つけることがまず必要になる。$\mathfrak{g}$ を作用している Lie 群 G の Lie 環、$\mathcal{F}$ を変形を考える作用 ρ_0 の軌道葉層とすると、それは $\Omega^*(\mathcal{F};\mathfrak{g})$ という $\mathfrak{g}$ 値の leafwise な微分形式の空間に ρ_0 を使って定義される適当な外微分作用素を入れたもの $\Omega^*(\mathcal{F};\mathfrak{g})^{\omega_0}$ で与えられる。作用に対する小平–Spencer 理論が作用の変形を調べるためにどの程度有効なのかを知るために、まず変形について分かっている最も興味深い例を考察した。Γ を $\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ の一様格子、AN を $\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ の上三角行列全体からなる部分群とする。このとき AN の $\Gamma\backslash\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ への右掛け算による作用 ρ_0 のパラメータ変形は浅岡正幸氏によって完全に決定されている。この場合は局所的な変形だけでなく作用のモジュライ空間が決定されており、それは $H^1(\Gamma\backslash\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R});\mathbb{R})$ の 0 のある開近傍 Δ_Γ と同一視できる。浅岡氏による $a\in\Delta_\Gamma$ に対応する作用 ρ_a の構成は双曲力学系を用いたものであり、いくつかの点において完全に構成的ではない。（つまりある種の対象の抽象的な存在に基づいている。）その点を補うために今回は双曲力学系ではなく表現論に基づいた作用の変形の構成を目指した。現時点ではまだ作用を構成するにはいたっていないが、いくつかの結果を得た。まず作用の変形を支配する（非可換な）DGLA $\Omega^*(\mathcal{F};\mathfrak{an})^{\omega_0}$ に対して可換な DGLA L と擬同型 $\Omega^*(\mathcal{F};\mathfrak{an})^{\omega_0}\to L$ が存在することを示した。この系として元の作用 ρ_0 の変形の構成は unobstructed であることが従う。つまり与えられた任意の無限小変形に対してそれを速度ベクトルとする変形の 1-parameter family が形式的べき級数として抽象的に存在する。形式的べき級数を定義するためには外微分 $d_{\mathcal{F}}^{\omega_0}\colon\Omega^1(\mathcal{F};\mathfrak{an})\to\mathrm{im}\ d_{\mathcal{F}}^{\omega_0}$ の section $G\colon\mathrm{im}\ d_{\mathcal{F}}^{\omega_0}\to\Omega^1(\mathcal{F};\mathfrak{an})$ を構成するとよい。さらに形式的べき級数の収束を示すためには G について Sobolev ノルムの良い評価が必要になる。今回の研究で何通りかの G を構成することができたが、今のところ収束を示せるほど良い Sobolev ノルムの評価は得られていない。典型的な変形理論においては変形を支配する DGLA の下部構造としてのコチェイン複体は楕円型になっている。しかし作用の変形理論においてはコチェイン複体は楕円型でなく、それが難しさの原因であると思われる。G の構成は $\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ のユニタリ表現論に基づいている。変形理論を行ううえで軌道葉層 $\mathcal{F}$ のコホモロジーをいろいろな係数で計算することが必要になる。例えば自明係数のコホモロジー $H^*(\mathcal{F})$ を計算しなくてはならないが、2 次のコホモロジー $H^2(\mathcal{F})$ だけは計算されていなかった。今回 $\mathcal{F}$ のいくつかの係数のコホモロジーを全ての次数で計算する方法を 2 種類得た。特に $H^2(\mathcal{F})$ が計算されたことにより Haefliger が 1980 年頃考えていた未解決問題が解ける。つまり $\mathcal{F}$ は totally minimizable という微分幾何学的性質をもつことが分かった。

The following is a joint work with Mitsunobu Tsutaya. Kodaira–Spencer theory is a theory to describe deformations of complex structures on manifolds and its framework has been used to understand deformations of various geometric or algebraic objects. We developed a Kodaira–Spencer theory for parameter deformations of smooth locally free actions of Lie groups on closed manifolds. Here a parameter deformation means a deformation of an action which leaves their orbit foliations unchanged. The first step in Kodaira–Spencer theory is to find a DGLA which controls the deformations of a given object. In our situation it is the space $\Omega^*(\mathcal{F};\mathfrak{g})$ of $\mathfrak{g}$-valued leafwise differential forms of the orbit foliation $\mathcal{F}$ of an action ρ_0, equipped with an exterior derivative defined from ρ_0. ($\mathfrak{g}$ is the Lie algebra of the acting Lie group G.) To know whether this Kodaira–Spencer approach is effective to understand deformations of actual actions, we considered the most interesting action whose deformations are known. Let Γ be a cocompact lattice in $\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ and AN be the subgroup of $\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ consisting of all upper triangular matrices. The parameter deformations of the action ρ_0 of AN on $\Gamma\backslash\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ by right multiplication is completely determined by Masayuki Asaoka. In fact the moduli space of the smooth locally free actions of AN on $\Gamma\backslash\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$ with the same orbit foliation as ρ_0 is identified with an open neighborhood Δ_Γ of 0 in $H^1(\Gamma\backslash\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R});\mathbb{R})$. The construction of an

action ρ_a which corresponds to $a \in \Delta_\Gamma$ uses hyperbolic dynamics and depends on several abstract existence of certain objects. To complement this defect, we aimed at constructing the deformation of the action ρ_0 using representation theory instead of hyperbolic dynamics. The goal has not been achieved yet, but we got some results. First we proved that there exist an abelian DGLA L and a quasiisomorphism from the nonabelian DGLA $\Omega^*(\mathcal{F};\mathfrak{an})^{\omega_0}$, which controls the deformation problem of the action ρ_0, to L. This implies a construction of the deformation of the action ρ_0 is unobstructed, which means for any infinitesimal deformation of ρ_0 we can find abstractly a 1-parameter family which integrates the infinitesimal deformation, but this exists only as a formal power series. To define the formal power series explicitly, it is enough to construct a section $G\colon \mathrm{im}\ d_{\mathcal{F}}^{\omega_0} \to \Omega^1(\mathcal{F};\mathfrak{an})$ of the exterior derivative $d_{\mathcal{F}}^{\omega_0}\colon \Omega^1(\mathcal{F};\mathfrak{an}) \to \mathrm{im}\ d_{\mathcal{F}}^{\omega_0}$. To prove the convergence of the formal power series, it is necessary to have good estimates of Sobolev norms for G. We have found several constructions of G but we haven't had good enough Sobolev estimates for those G. For a typically nice Kodaira–Spencer theory the underlying cochain complex of the DGLA which controls the deformation problem is an elliptic complex. However it is not an elliptic complex in our case and this is a difficulty. The constructions of G is based on the unitary representation theory of $\mathrm{PSL}(2,\mathbb{R})$.

As a byproduct, we got a solution to an open problem considered by Haefliger around 1980, that is, the foliation $\mathcal{F}$ is totally minimizable. This is a differential geometric property of foliations. The solution is due to the computation of the second leafwise cohomology $H^2(\mathcal{F})$ which had not been computed.

B. 発表論文

1. H. Maruhashi "Vanishing of cohomology and parameter rigidity of actions of solvable Lie groups", Geom. Topol. **21**(2017), no. 1, 157–191.
2. H. Maruhashi "Parameter rigid actions of simply connected nilpotent Lie groups", Ergodic Theory Dynam. Systems **33**(2013), no. 6, 1864–1875.

C. 口頭発表

1. Lie 群の局所自由作用のパラメータ変形に対する小平–Spencer 理論とその最初の応用, ワークショップ：幾何学的群論の新展開, ルネッサ赤沢, 2018 年 2 月.
2. 高階数半単純 Lie 群に対する AN の $\Gamma\backslash G$ への作用のパラメータ剛性, 葉層構造の幾何学とその応用, 京都教育大学藤森キャンパス, 2017 年 12 月.
3. AN の $\Gamma\backslash G$ への作用のパラメータ剛性と対称空間の擬等長写像の剛性定理, 第 64 回幾何学シンポジウム, 金沢大学角間キャンパス, 2017 年 8 月.
4. 高階数半単純 Lie 群に対する AN の作用のパラメータ剛性, 玉原トポロジー・幾何セミナー, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.
5. Parameter rigidity of the action of AN on $\Gamma\backslash G$ for higher rank semisimple Lie groups, 幾何コロキウム, 東京大学数理科学研究科, 2017 年 5 月.
6. Parameter rigidity of the action of AN on $\Gamma\backslash G$ for higher rank semisimple Lie groups, Foliations 2016 – Paweł Walczak's 50 years in mathematics, the Będlewo Conference Center of the Institute of Mathematics of the Polish Academy of Sciences, Będlewo, Poland, 2016 年 7 月.
7. Vanishing of cohomology and parameter rigidity of actions of solvable Lie groups, Séminaire d'Analyse et Géométrie, Institut de Mathématiques de Jussieu, Paris, France, 2014 年 11 月.
8. 群の作用とその剛性, 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, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2014 年 6 月.
9. Vanishing of cohomology and parameter rigidity of actions of solvable Lie groups,

Rigidity School, Tokyo 2013/2014, 東京大学, 2014 年 1 月.

10. Vanishing of cohomology and parameter rigidity of actions of solvable Lie groups, Metric Geometry and Analysis, 京都大学, 2013 年 12 月.

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対する研究を継続し, 数学解析と数値解析の深化を行った.

1. 双曲型方程式. すべての係数が時空間に依存する双曲型方程式に対して, 最高階係数の空間成分を決定する逆問題に関する研究を完成した. 線形化および Carlaman 評価を用いて, 部分内部あるいは部分境界における観測データによる局所的な Hölder 安定性を証明した. 一方, 数値解法として, 正則化付きの最適化問題で定式化し, 変分法に基づく反復法を構築した.

2. 非整数階偏微分方程式. 非整数階の時間微分項を持つ偏微分方程式に関しては, ソース項 $F(x,t)$ を決定する逆問題に関する研究を継続した. まず, $0<\alpha<1$ かつ $F(x,t)=f(x)R(x,t)$ の場合, $f(x)$ を部分内部観測データによる再構成について, 離散化された最適化問題の解の存在性, 安定性および収束性を示した. 次に, $0<\alpha\leq 2$ かつ移動ソース $F(x,t)=f(x-p(t))$ の場合, ソースの形状 $f(x)$ あるいは軌道 $p(t)$ の決定について取り込んできた. (1) ソースが平行移動と仮定し, 境界全体の近傍における観測で $f(x)$ を決定する問題について, $\alpha\in\{1,2\}$ の場合は条件付き安定性, その他の場合は一意性を証明した. (2) ソースの移動範囲が小さいと仮定し, 有限個の点における観測で $p(t)$ を決定する問題についても, 安定性を示した.

3. 弾性方程式. 2 次元弾性体の変位の部分情報のみによる一意接続性について, Lamé 方程式に対して確立したが, 非等方の弾性方程式に対しても適切な仮定の下で成立することを証明した. 特に, 変位の第一成分が 0 のとき, 第二成分が高々 5 つの定数のみに依存することを示した. この結果は, 弾性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 continued to investigate inverse problems for three kinds of partial differential equations, carrying out further mathematical and numerical analysis.

1. Hyperbolic equations. Regarding the general hyperbolic equations with time- and space-dependent coefficients, I completed the research on the inverse problem on determining the spatial component of the highest order coefficients. By linearization and Carleman estimates, I proved the local Hölder stability with partial interior or partial boundary observation data. Meanwhile, as a numerical approach, I formulated the problem as a minimization problem with regularization, and established an iterative thresholding algorithm based on the variational method.

2. Fractional partial differential equations. Regarding the partial differential equations with fractional time derivatives, I continued to study the inverse problems on determining the source term $F(x,t)$. First, in the case of $1<\alpha<1$ and $F(x,t)=f(x)R(x,t)$, for the reconstruction of $f(x)$ by partial interior observation data, I showed the existence, stability and convergence of the solution to the discretized minimization problem. Next, in the case of $0<\alpha\leq 2$ and a moving source $F(x,t)=f(x-p(t))$, I have investigated the determination of either the shape $f(x)$ or the orbit $p(t)$ of the source. (1) On the determination of $f(x)$ by the observation near the whole boundary when the source moves with constant velocity, I proved the conditional stability for $\alpha\in\{1,2\}$ and the uniqueness otherwise. (2) On the determination of $p(t)$ by the observation at a finite number of points, I showed the stability when the source only moves locally.

3. Elasticity systems. Regarding the displacement of two-dimensional elastic bodies, I established a new unique continuation property for Lamé systems with partial information. Recently, I proved that it also holds true for general anisotropic elasticity systems under appropriate assumptions. Especially, I showed that if the first component of the displacement vanishes, then the second depends at most on 5

constants. This result is expected to be applicable for the inverse problem on determining the elastic coefficients.

B. 発表論文

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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) 055013 (22pp).
8. Y. Liu and Z. Zhang : "Reconstruction of the temporal component in the source term of a (time-fractional) diffusion equation", J. Phys. A **50** (2017) 305203 (27pp).
9. 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) 1327–1334.
10. J. Yu, Y. Liu and M. Yamamoto : "Theoretical stability in coefficient inverse problems for general hyperbolic equations with numerical reconstruction", Inverse Problems **34** (2018) 045001 (30pp).

C. 口頭発表

1. 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.
2. Summary of Study Group 2016: Improvement of measurement algorithms in automatic straightening machines, Workshop on Computational Sciences and Financial Data Analysis, Fudan University, China, 2016 年 12 月.
3. An inverse source problem for (time-fractional) diffusion equations, Inverse Problems Seminar, Southeast University, China, 2017 年 5 月.
4. Reconstruction of the temporal component in the source term of a fractional diffusion equation, Applied Inverse Problem Conference 2017, Zhejiang University, China, 2017 年 5 月.
5. Inverse problems for hyperbolic equations, Inverse Problems Seminar, Texas A&M University, USA, 2017 年 6 月.
6. Inverse problems for the acoustic equation with a time-dependent principal part, CSRC Summer School on Applied Inverse Problems, Beijing Computational Science Research Center, China, 2017 年 8 月.
7. A new unique continuation property for anisotropic elasticity systems in two dimensions, A3 Workshop on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, CSIAM 2017, Qingdao Huanghai Hotel, China, 2017 年 10 月.

8. Coefficient inverse problem for hyperbolic equations with time-dependent principal parts, Taiwan-Japan Joint Workshop on Inverse Problems, 金沢大学, 2017 年 11 月.

9. Time-fractional diffusion equations: Maximum principle and inverse problem, 草津セミナー 2018, 草津セミナーハウス, 2018 年 1 月.

10. Unique continuation property with partial information for two-dimensional anisotropic elasticity systems, 広島数理解析セミナー, 広島大学, 2018 年 2 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

下記 2017 年 (1 月–12 月) に出版・掲載決定した査読付き論文について報告する.

1. (研究論文 [1] について) 球面曲線のホモトピーに現れる特異点により, 32(= 2 の 5 乗) 通りの同値関係が考えられるが, その中で任意の 2 つの同値関係が等しいのか独立なのかが問題となる. この問題を完全に解いた. その際に新しい不変量を作成した.

2. (研究論文 [2] について) 基点つきのコード図が生成するベクトル空間から線型代数における解空間といった簡便な方法により, 基点なしの球面曲線について位相的な不変量 (アーノルド不変量の再構成と新不変量) を与えた.

3. (研究論文 [3] について) Multi-component generic oriented curve なる球面曲線に対し, 交点の向きによって局所的に定まる平滑化をすべての交点で一斉に行ったとき, 球面上で円周配置が定まる. 本論文では, この円周配置を動かさないことの必要十分条件を与え, link の特徴づけに応用した.

4. (研究論文 [4] について) 新しい次数付き結び目不変量 (広義の意味で有限型不変量といわれるもの) を「コード図の変化」に注目して導入し位相的な特徴づけを与えた. 特にそれらの零点集合を導く十分条件を与えた. 現在では, この不変量全体は結び目の完全不変量を与えることが知られている.

5. (解説論文 [5] について) 結び目理論のテイト予想 (既約交代結び目における村杉の定理), 量子不変量, 積分型不変量, 有限型不変量, 圏論化, バシリエフ予想, クラスパーといった重要な概念を物理におけるモチベーションと応用を意識しつつ物理学者向けに横断的に解説した.

1. [1] For generic spherical curves, there exist 32 equivalence relations generated using singularities that appear in homotopy between two spherical curves. We detect which two equivalence relations are equivalent or not by using a new topological invariant.

2. [2] By introducing a linear space generated by based oriented chord diagrams, the Arnold invariant and new invariants of spherical curves are obtained.

3. [3] We introduce a new topological invariant, which is called a circle arrangement, of a multi-component spherical curve by applying a half-twisted splice to every double point of the spherical curve. We determine the set of spherical curves that have a fixed circle arrangement, and give an application to characterize links.

4. [4] We introduce a new filtration of topological invariants where the set of the invariants implies a complete knot invariant. We give a sufficient condition that each of the filtered invariants is trivial.

5. [5] In this survey paper, for physicists, we discuss the following topics: Tait conjecture (Theorem with respect to reduced alternating knots, which proof was given by K. Murasugi), Quantum invariants, topological invariants obtained by integrals, finite type invariants, categorification, Vassiliev conjecture, and clasper. In particular, motivations and applications are explained.

B. 発表論文

1. (査読付論文) N. Ito and Y. Takimura, Thirty-two equivalence relations on knot projections, Topology Appl. 225 (2017), 130–138.

2. (査読付論文) N. Ito and Y. Takimura, Based chord diagrams of spherical curves, Kodai Math. J., accepted.

3. (査読付論文) N. Ito, S. Matsuzaki, and K. Taniyama, Circle arrangements of link projections, Kobe J. Math., accepted.

4. (査読付論文) N. Ito and M. Sakurai, On n-trivialities of classical and virtual knots for some unknotting operations, J. Math. Soc. Japan, accepted.

5. (査読付論文) 伊藤昇, 結び目で世界はどこまで描けるのか–幾何と物理の交差点–, 日本物理学会誌, **73** 巻 2 号, (2018), 76–84.

6. (著書) 伊藤昇, 結び目理論の圏論, 日本評論社, 2018.

7. (記事) 伊藤昇, トポロジー (結び目) における不可能性, 数学セミナー 10 月号, 日本評論社, 2017.

8. (報告集記事) 伊藤昇・瀧村祐介, Any non-trivial 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, 日本大学, 2017 年 2 月.

9. (報告集記事) 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, 日本大学, 2017 年 2 月.

C. 口頭発表

1. (1) An introduction to finite type invariants of knots, (2) Spaces of chord diagrams of spherical curves, 空間の代数的・幾何的モデルとその周辺, 2017 年 9 月.

2. Crosscaps and knot projections, 葉層構造と微分同相群 2017 研究集会, 2017 年 10 月.

3. Spaces of chord diagrams of spherical curves, 研究集会「結び目の数学 X」, 東京女子大学, 2017 年 12 月.

F. 対外研究サービス

1. オーガナイザー, 研究集会「結び目の代数と幾何」, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 3 月 9 日, 2018 (共同オーガナイザー : 小須田雅, 塚本達也, 水澤篤彦).

伊藤　涼 (ITO Ryo)

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 $c^*(h(b)) > 0$ 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，$c^*(h(b))$ 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 $b(x)$ を積分平均一定かつ上限の値が一定値以下という制約条件の下でいろいろ変えて，$c^*(h(b))$ を最大化する変分問題を考え，この最大化問題は h の形状によらず，常に解をもつことを示した．

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 a maximizing problem of the minimal speed $c^*(h(b))$ by varying $b(x)$ under the constraint $\frac{1}{L}\int_0^L b(x)dx = \alpha$ and $0 \leq b(x) \leq M$, where α and $M > 0$ are given positive constants. We prove that this maximizing problem always has a maximizing function.

B. 発表論文

1. R. Ito: “Analysis of the minimal travelling wave speed via the methods of Young measures”, to appear.

2. 伊藤　涼: “進行波の最小速度の Young 測度による解析”, 第 39 回発展方程式若手セミナー報告集.

C. 口頭発表

1. 進行波の最小速度の Young 測度による解析，小山高専数学談話会，栃木，2018 年 1 月.

2. 進行波の最小速度の Young 測度による解析，第 70 回京都駅前セミナー，京都，2017 年 12 月.

3. 進行波の最小速度の Young 測度による解析，第 39 回発展方程式若手セミナー，愛知，2017 年 9 月.

4. 進行波の最小速度の Young 測度による解析，第 149 回神楽坂解析セミナー，東京，2017 年 6 月.

5. Analysis of the minimal travelling wave speed via the methods of Young measures, Reaction-diffusion equations and applications to biology, Le Havre, 2017 年 3 月.

6. Analysis of the minimal travelling wave speed via the methods of Young measures, Equations Elliptiques et Paraboliques non Linéaires, Paris, 2017 年 3 月.

7. A minimizing problem associated with the minimal speed，応用解析　夏の学校，群馬，2016 年 8 月.

8. Rearrangement of Young measure and its applications，応用解析　夏の学校，群馬，2016 年 8 月.

9. Mathematical Description of Disordered Structures in Crystal, study group，東京，2015 年　8 月.

10. Young measures and extended variational problem，応用解析　秋の学校，群馬，2014 年 10 月.

井上 大輔 (INOUE Daisuke)

A. 研究概要

グラスマン多様体上のベクトル束の零点となる 3 次元カラビ・ヤウ多様体を調べた伊藤敦氏, 三浦真人氏との共同研究において, グラスマン多様体上の射影束の線形切断として記述できるものがいくつか存在した. 射影束の線形切断は Kuznetsov 氏のホモロジー的射影双対性が適用できる例として興味深い対象である．そこで本年度はグラスマン多様体上のベクトル束に付随した射影束の線形切断として得られる 3 次元カラビ・ヤウ多様体を研究した.

In a work with Atsushi Ito and Makoto Miura, we found several examples of Calabi–Yau 3-folds which are linear sections of projective bundles on Grassmannians. Linear sections of projective bundles are interesting since the theory of homological projective duality due to Kuznetsov can be applied to them. Then, in this year, I studied Calabi–Yau 3-folds which are linear sections of projective bundles on Grassmannians.

B. 発表論文

1. D. Inoue, A. Ito, and M. Miura : “Complete intersection Calabi–Yau manifolds 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”, Commun. Number Theory Phys. **11** (2017), no. 2, 273–309.

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, 津田塾大学, 2015 年 8 月.

2. Wall-crossing in genus zero quasimap theory and mirror maps (survey), ミラー対称性の諸相 京都 2017, 京都大学, 2017 年 6 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、分野は低次元トポロジーと複素代数幾何学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いた。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が示せている。

(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。一度の変形により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為の十分条件をモノドロミーの言葉で与えた。また一方で、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に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”モース化可能であることを示した。最近の研究では、多パラメータによる分裂族の研究を進めており、例えば与えられた一次元分裂族を包含する多次元分裂族が存在する為の十分条件や、その際のジェネリックな変形が与える分裂型を決定した。

(3) 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も一つの大きな研究課題である。(2) の結果を用いたこれまでにない新たな “経済的な” 積表示が得られたことを始め、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研究も行っている。

(4) 大域的なリーマン面上の退化族や各種の複素曲面を始めとする高次の退化族に関する研究も進めている。前者については、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する大域的退化族の存在性の証明を、後者についてはisotrivialな退化族のモノドロミーの解析を行った。いずれもそうした退化族に対する分裂変形を想定したアプローチをとっている。

I have been studying low dimensional topology and complex algebraic geometry. 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. I showed some sufficient conditions for a singular fiber to admit a direct splitting into Lefschetz fibers. On the other hand, 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. Recently, we are studying multi-dimensional splitting families. We showed certain sufficient conditions where for given two one-dimensional splitting families there exists a two-dimensional splitting families containing them.

(3) One topic of my research is Dehn-twist expression of mapping classes via splitting of singular fibers into Lefschetz fibers. The above results gives us new Dehn-twist expressions of periodic mapping classes, which are more reason-

able than ones already known. We also study Dehn-twist expressions of finite group actions (such as polyhedral group actions) on closed Riemann surfaces.
(4) Furthermore I study global degenerating families and higher-dimensional degenerations. 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. I also analyzed the topological monodromies of isotrivial degenerations of complex surfaces etc. These works are based on my new approach to the development of splitting deformation theory.

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. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Monodromies of degenerations of Riemann surfaces, and splitting deformations, 研究集会「ハンドル体結び目とその周辺 10・Hurwitz action 7」, 筑波大学, 2017 年 10 月.
9. Layer construction of multi-dimensional splitting families of degenerations of Riemann surfaces, 研究集会「4 次元トポロジー」, 大阪市立大学, 2017 年 11 月.
10. Layer construction of multi-dimensional splitting families of degenerations of Riemann surfaces, 小研究集会「幾何学と特異点 2018」, 東京学芸大学, 2018 年 3 月.

川本 敦史 (KAWAMOTO Atsushi)

A. 研究概要

偏微分方程式の逆問題について研究を行っている．具体的には，偏微分方程式の源泉項や係数を決定する逆問題における一意性と安定性の研究をしている．
今年度は，放物型積分微分方程式に対する逆問題の研究を行った．放物型積分微分方程式に対して，カーレマン評価を導出し，ブフゲイム-クリバノフ法と呼ばれる手法を用いて，逆源泉問題における一意性とヘルダー型の条件付き安定性評価を得た (口頭発表 [2])．
また，一昨年度から引き続き，非整数階拡散方程式に対する逆問題とカーレマン評価の研究を行っており，昨年度出した結果のひとつが論文 [2] として出版された．
さらに，今年度から偏微分方程式に対する均質化法の研究をはじめ，均質化法によって時間に関する非整数階偏導関数を含む偏微分方程式の導出を目指している．

I have been working on inverse problems for partial differential equations. More precisely, I have been studying the uniqueness and the

stability in inverse problems of determining the source term or the coefficients in partial differential equations.
In this academic year, I have been studying inverse problems for parabolic integro-differential equations. I derived the Carleman estimate for parabolic integro-differential equations and obtained the uniqueness and the conditional stability estimate of Hölder type in the inverse source problem by the Bukhgeim-Klibanov method (Talks[2]).
Since the year before last, I have continued the works on inverse problems and Carleman estimates for some fractional diffusion equations, and one of the results was published as a paper [2].
Furthermore, I have started the research on the homogenization for partial differential equations from this academic year. The aim of this research is to derive partial differential equations including time fractional derivatives by the homogenization.

B. 発表論文

1. Atsushi Kawamoto : "Inverse problems for linear degenerate parabolic equations by "time-like" Carleman estimate", J. Inverse Ill-Posed Probl. **23** (2015) 1–21.
2. Atsushi Kawamoto : "Hölder stability estimate in an inverse source problem for a first and half order time fractional diffusion equation", Inverse Probl. Imaging **12** (2018) 315–330.

C. 口頭発表

1. Carleman Estimates and Inverse Source Problems for Fractional Diffusion Equations, 2nd East Asia Section of IPIA-Young Scholars Symposium, NCTS(National Center for Theoretical Sciences), Taipei, Taiwan, November 2016. (Invited talk)
2. Inverse problems for parabolic integro-differential equations, 若手研究集会「波動・振動・流れの制御と逆問題 -理論と数値計算-」, 同志社大学, 2017 年 8 月.

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.
また複雑流体の動きを記述する様々なモデルを変分的に統一的視点から導出することについて解説した.

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 forth 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. Nextly, 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.

In the meanwhile we explain several models describing motion of complex fluids from synthetic viewpoint of variational theory.

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 : ""Ketshoseicho mondai 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.

8. M.-H. Giga, A. Kirshtein and C. Liu: "Variational modeling and complex fluids ", In : Y. Giga, A. Novotny (eds), Handbook of Mathematical Analysis in Mechanics of Viscous Fluids, Springer, 41pp, DOI: 10.1007/978-3-319-10151-4_2-1.

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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 Mathematcs,Tohoku University, Sendai, Japan, October 15, 2013.

5. 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, Novembrt 6, 2014.

6. 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.

7. Resent 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.

8. A discrete deterministic game approach for the planer motion by crystalline energy, (Journée d'Analyse Non Linéarire, 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.

9. 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.

10. On planar anisotropic curvature flow and its approximation by deterministic games, (Partial Differential Equations and their Applications 2016/17 Organized by Charles M. Elliott, Jose Dodorigo) University of Warwick, United Kingdom, May 3, 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

榊原 航也 (SAKAKIBARA Koya)

A. 研究概要

本年度の研究成果は以下の通りである : (A) 基本解近似解法 (MFS) の不変スキームの統一的な構成方法の提案，(B) 重調和方程式に対する MFS の数学理論の構築，(C) 点渦力学系への MFS の応用研究，(D)Lie 群に値をとる全変動流の数値解析．以下，順に詳しく述べる．(A) 物理現象を記述する偏微分方程式の解は，座標のスケーリングや境界データの原点シフトに対して不変であることが多く，その場合，その近似解もこれら不変性を満たすべきであると考えるのは自然である．しかしながら，MFS に対して，そのような不変スキームを構築できるのはごく一部の問題に対してのみであり，様々な問題に対して統一的な不変スキームを構築する手法は知られていなかった．この問題に対し，矢崎成俊氏（明治大学）との共同研究により，スケール因子を導入することで，ほとんどすべての問題に対し，統一的に不変スキームを構築できることを示した（論文 6）．(B)MFS の数学理論は，調和函数に対してよく発展してきているが，その他の問題に対する理論は未だに少ないと言わざるを得ない．そこで，MFS の数学理論の拡張を目指し，重調和方程式を考察した．結果として，重調和函数の Almansi 型分割に基づいた MFS を考えることで，近似解の一意存在ならびに誤差評価を示すことに成功した（論文 7,8）．(C) 点渦力学系は，非圧縮非粘性流の近似モデルであり，Hamilton 力学系となる．点渦力学系において最も重要な役割を果たすのは流体力学的 Green 函数であり，比較的シンプルな形状を持つ領域（円盤，標準円領域，回転対称な曲面など）においては，その解析的な表示が知られている．しかしながら，より複雑な形状を持つ平面領域，回転対称ではない曲面などでは，Green 函数の解析的な表示を得るのは難しく，数値解析により Green 函数の近似を得ることになる．本年度は，清水雄貴氏（京都大学）との共同研究により，極小曲面上の点渦力学系を扱うことのできる数値計算スキームを構築し，その数学解析を行った（論文執筆中）．(D) 結晶粒界を記述するモデルに Kobayashi-Warren-Carter モデル（KWC モデル）が存在する．KWC モデルの中には，$SO(3)$ に値を束縛された全変動流方程式が現れる．本年度は，上坂正晃氏（北海道大学），儀我美一氏（東京大学），田口和稔氏（東京大学）との共同研究により，より一般に，Lie 群に値を持つ全変動流方程式に対し，その空間離散化問題を考え，比較的シンプルな数値計算スキームを提案し，その収束解析を行った（論文執筆中）．

Research results in this academic year can be summarized as follows: (A) Proposed unified way to construct invariant scheme for MFS, (B) Constructed mathematical theory of MFS applied to biharmonic equation, (C) Applied MFS to point vortex dynamics, and (D) Numerical analysis of Lie group-valued total variation flow. I explain each topic in detail below. (A) Most of solutions to partial differential equations, which describe physical phenomena, satisfy invariance properties under scaling of coordinates and origin shift of boundary data. Therefore it is natural to request that numerical solutions also satisfy invariance properties. However, in previous studies, invariant scheme of MFS could be constructed to only limited problems, and unified way to construct invariant scheme was not known. I, collaborated with Prof. S. Yazaki (Meiji University), have pointed out in the paper 6 that invariant scheme of MFS can be constructed to almost all problems by introducing scaling factors. (B) Mathematical theory of MFS has been well developed for harmonic function, however, there are only a few results to the other problems. In the papers 7 and 8, I have developed mathematical theory of MFS to biharmonic function based on Almansi-type decomposition, as a first step towards general mathematical theory of MFS. (C) Point vortex dynamics is one of approximation models to incompressible and inviscid flows, and it is described as a Hamiltonian system. The most important factor in point vortex dynamics is the hydrodynamic Green function, of which an-

alytic form is known when the problem region has simple geometry, such as disk, canonical disk region, and surface with rotational symmetry. However, it is difficult to obtain analytic form of the hydrodynamic Green function on surface without rotational symmetry, and numerical analysis is adopted to obtain approximate hydrodynamic Green function. I, collaborated with Mr. Y. Shimizu (Kyoto University), have constructed simple but also efficient numerical scheme which can deal with point vortex dynamics on minimal surface, and have established mathematical analysis (the paper is in preparation). (D) Kobayashi-Warren-Carter model is known as a mathematical model which describes motion of grain boundaries, in which total variation flow with values in $SO(3)$ appeas. I, collaborated with Dr. M. Uesaka (Hokkaido University), Prof. Y. Giga (The University of Tokyo), and Mr. K. Taguchi (The University of Tokyo), have considered spatially discretized problem for Lie group-valued total variation flow, and proposed several simple numerical schemes with convergence analysis.

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), no. 2, 309–326.

2. K. Sakakibara and S. Yazaki: "A charge simulation method for the computation of Hele-Shaw problems", 数理解析研究所講究録 **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 **56** (2016), no. 4, 1369–1400.

4. K. Sakakibara: "Asymptotic analysis of the conventional and invariant schemes for the method of fundamental solutions applied to potential problems in doubly-connected regions", Japan J. Indust. Appl. Math. **34** (2017), no. 1, 177–228.

5. K. Sakakibara and S. Yazaki: "Method of fundamental solutions with weighted average condition and dummy points", JSIAM Lett. **9** (2017), 41–44.

6. K. Sakkaibara and S. Yazaki: "On invariance of schemes in the method of fundamental solutions", Appl. Math. Lett. **73** (2017), 16–21.

7. 榊原 航也，"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"，数理解析研究所講究録 **2013** (2017), 85–95.

8. K. Sakakibara: "Method of fundamental solutions for biharmonic equation based on Almansi-type decomposition", Appl. Math. **62** (2017), no. 4, 297–317.

C. 口頭発表

1. Structure-preserving numerical schemes for the one-phase Hele-Shaw problems by the charge simulation method, First International ACCA-UK/JP Workshop, Imperial College London, March 12–13, 2015.

2. Mathematical modeling and numerical study of fingering instability in Hele-Shaw problem, ALGORITMY 2016, Vysoke Tatry, Podbanske, Slovakia, March 13–18, 2016.

3. 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, AGH University of Science and Technology, Poland, September 5–9, 2016.

4. 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, Waseda University, Japan, November 7–11, 2016.

5. 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，2016 年 12 月 15–17 日.

6. Method of fundamental solutions for biharmonic equation based on Almansi-type decomposition, Third International ACCA-UK/JP Workshop, Imperial College London, the United Kingdom, March 13–14, 2017.

7. 基本解近似解法の数学解析およびその複素解析・流体力学への応用，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，2017 年 7 月 23 日.

8. 基本解近似解法の理論と応用，数値解析セミナー，東京大学大学院数理科学研究科 002 教室，2017 年 4 月 25 日.

9. Kobayashi-Warren-Carter モデルの数値解析～結晶粒界の可視化に向けて～，RIMS 共同研究（公開型）「数値解析学の最前線—理論・応用・方法—」，京都大学数理解析研究所 420 号室，2017 年 11 月 8–10 日.

10. Numerical analysis of point vortex dynamics by the method of fundamental solutions, Fourth International ACCA-UK/JP Workshop, Kyoto University, Japan, March 26–27, 2018.

F. 対外研究サービス

1. 数学と現象 in X，世話人

2. 日本応用数理学会 2017 年度年会，実行委員

G. 受賞

1. 数理科学研究科長賞

柴田 康介 (SHIBATA Kohsuke)

A. 研究概要

双有理幾何学に現れる特異点の可換環論的性質について研究している。双有理幾何学によい特異点では重複度は大きくならないと考えられている。特に完全交叉特異点の場合には渡辺敬一による重複度の上限に関する予想がある。私はこの予想を log canonical threshold を使って精密化し、次元が小さい場合にはこの精密化した予想が正しいことを示した。本年度はアーベル群による商特異点が完全交叉になる場合について研究した。このとき、渡辺敬一による特徴づけを利用することで精密化された重複度の上限に関する予想が任意の次元で正しいことを示した。また、この研究の際にアーベル商特異点完全交叉特異点の重複度の下限に関しても log canonical threshold を使って表せることを示した。

I study singularities which appear in birational geometry using the methods in commutative algebra. We think that the multiplicities of good singularities which appear in birational geometry are small. In particular, when singularities are complete intersection, Watanabe's conjecture implies that there is an upper bound of the multiplicity of singularities. I conjectured the refinement of this conjecture and proved that this refined conjecture holds when the dimension of singularities are small. In this year, I studied abelian quotient complete intersection singularities. I proved this conjecture holds for abelian quotient complete intersection singularities using the characterization of abelian quotient complete intersection proved by Watanabe. Moreover I gave the lower bound of the multiplicities of abelian quotient complete intersection.

B. 発表論文

1. K.Shibata : "Upper bound of the multiplicity of a Du Bois singularity ",. Proceeding of the American Mathematical Society. **145** (2017) 1053-1059.

2. K.Shibata : "Multiplicity and invariants in birational geometry ",. Journal of Algebra, Volume . **476** (2017) 161-185.

3. K.Shibata : "Rational singularities, ω-multiplier ideals and cores of ideals",. The Michigan Mathematical Journal. **66** (2017) 309-346.

4. K.Shibata and N.Duc Tam : "Characterization of 2-dimensional normal Mather-Jacobian log canonical singularities",. to appear in Tohoku mathematical journal.

C. 口頭発表

1. Upper bound of the multiplicity of log canonical singularities, 特異点月曜セミナー, 日本大学　2017 年 1 月
2. 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
3. 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
4. Watanabe ' s conjecture for log canonical singularities, 特異点月曜セミナー, 日本大学,2017 年 4 月
5. Upper bound of multiplicity of locally complete intersection singularities, 代数幾何学セミナー、東京大学数理科学研究科、2017 年 5 月
6. Terminal singularities, which are not Cohen-Macaulay(after B. Totaro), 特異点月曜セミナー 日本大学, 2017 年 11 月
7. Upper bound of the multiplicity of locally complete intersection singularities, 第 39 回可換環論シンポジウム, 京都大学数理解析研究所,2017 年 11 月
8. Bound of the multiplicity of abelian quotient complete intersection singularities, 特異点月曜セミナー, 日本大学 2017 年 12 月
9. Bound of the multiplicity of complete intersection singularities, 第 30 回可換環論セミナー, 北海道教育大学札幌駅前サテライト, 2018 年 2 月
10. Bound of the multiplicity of complete intersection singularities, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学,2018 年 3 月

中島 さち子 (NAKAJIMA Sachiko)

A. 研究概要

主に、
(1) 数学と諸科学・技術・工学・芸術・スポーツとの学際融合の新しい学術開拓。
(2) (1) のような学際的数理分野や（現代）数学のさまざまな考え方をアクティブラーニング形式で社会に伝えるアウトリーチ活動。
※数学を中心とした、Active / Experiential / Quest / Project Based Learning 形式の横断的 STEAMS(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics, Sports) プログラム開発。

社会の中で数学がどのように生かされているか、より（本質的で自由な）数学的発想を促すにはどのようなワークショッププログラムが適切か、などを数学者の方々と議論しながらデザインし、提供しています。
特に「数理女子」関連活動（母娘で体験する数理女子ワークショップの企画・提供等）を通じて、数学の醍醐味をより多くの女性に届ける活動もしています。
【対象数学例】　パーコレーション、ランダムウォーク、セルフアヴォイディングウォーク、ビュフォンの紐（円に帰着）、テセレーション、結晶構造、スポーツの数理モデル化、幾何学模型（複素曲面の視覚化）、セルオートマトン他
また、
(3) ζ 函数、類体論、$\mathbb{F}_1$ 上の絶対数学など数論分野についても継続的研究と同時に社会への分かりやすい紹介を心がけています。

Mainly,
(1) Interdisciplinary new researches over mathematics and various sciences / technology / engineering / art / sports.
(2) Outreach activities to introduce interdisciplinary reseraches like 1) and various (modern) mathematical ideas by Active Learning methodology.
* Development of new interdisciplinary STEAMS (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics, Sports) learning program by Active / Experiential / Quest / Project Based Learning methodologies, based mainly on mathematics

These workshops are designed and provided through intimate discussions by various mathematicians on how mathematics could be found in our societies and what kinds of programs could be appropriate to inspire essential and free mathematical ideas.

Also, I have been doing various Suri-Joshi (math-loving girls) related activities such as Suri-Joshi workshop for girls and their mothers and introducing joys of mathematics especially to women.
[Examples of "mathematics" in the workshops] percolation, random walk, self-avoiding walk, Buffon's noodle problem (reducing to the case of a "circle"), tesselations, mathematical modeling of the sports, mathematical sculptures, cellular automaton etc.
Furthermore, I have been doing
(3) continuous researches and outreach activities on zeta functions, class field theory, absolute mathematics over $\mathbb{F}_1$.

B. 発表論文

1. Shin-ya Koyama and Sachiko Nakajima : "Zeta functions of generalized permutations with application to their factorization formulas", Proceedings of the Japan Academy, Series A, Vol. 88 (2012) 115-120.

C. 口頭発表

1. 『一般化された置換のゼータ関数とその応用』, 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学, 2011 年 9 月
2. 『一般化された置換のゼータ関数とその応用』, ゼータ研究集会, 沖縄ゼータ研究センター, 2011 年 11 月
3. 『アイゼンシュタイン級数の等分布性』, 日本数学会春季総合分科会, 東京理科大学, 2012 年 3 月

F. 対外研究サービス

1. 数理女子ワークショップ vol.2-1, 「サイコロやゲームの中に隠れた算数・数学　～確率であそぼう～」企画・講師, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 9 月
2. 「見えない人・見えにくい人・見える人の音楽と数学による交流会」企画・講師, MAC's Carrot, 2017 年 12 月
3. 「タグラグビー×数学ワークショップ (Social Sports Park)」企画・講師, 千代田区立麹町中学校, 2018 年 1 月
4. 数理女子ワークショップ vol.2-2, 企画・講師（vol. 2-1 と同様内容）, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 2 月
5. 「数学の魅力」～女子中高生のために～,「数学と音楽の織りなす世界」講演者, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 3 月
6. 社会人のための「数学×○○」講座 , 企画・講師, 東京ガーデンテラス紀尾井町, 2017 年 4 月～2018 年 3 月毎月開催

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 (λ とする)

を持つ．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，無限階微分作用素の形で具体的に構成した．また，極に当たるパラメータに対し，この写像の留数が部分商からの写像を導く様子を見た．

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 (denote by λ), when we fix the typical fiber. 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. Also, when the parameter is a pole, I observed that its residue induces the map from some subquotient module.

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 representaions.* 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: 小木曽 岳義, 飯田 正敏 (城西大学)) (2013), 71–79.

9. R. Nakahama, *Analysis of generalized Fock spaces on Jordan pairs* (ジョ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. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, Harmonic analysis forum (世話人: 吉野邦生先生 (東京都市大学)), 東京都市大学，2018 年 3 月.

2. 正則離散系列表現の間の絡作用素，AGU 新春セミナー (世話人: 西山享先生 (青山学院大学))，青山学院大学，2018 年 1 月.

3. *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.

4. *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，小木曽 岳義，廣惠 一希 (城西大学))，城西大学，2016 年 11 月.

5. *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.

6. *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.

7. *Explicit embeddings of holomorphic discrete series representations*, 日本数学会年会, 筑波大学, 2016 年 3 月.

8. *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.

9. *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.

10. 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.

中村 伊南沙 (NAKAMURA Inasa)

A. 研究概要

４次元空間内の曲面結び目について研究している。以下、論文 (B–2)(B–1)(B–3) について説明する。

(B–2). 論文 (B–2) では、まず、今までの「曲面結び目上の 2 次元ブレイド」を「分岐被覆曲面結び目」に変更することを宣言した。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、分岐被覆曲面結び目の、ある「単純化」を考えることができ、「単純化数」という不変量が定義される (B–4)。論文 (B–2) では、分岐被覆曲面結び目のさらなる単純化について考察し、単純化数の新しい上からの評価をいくつか与えた。

(B–1). 分岐被覆曲面結び目はブランチ点を持たない場合もあるが、論文 (B–1) では、分岐被覆曲面結び目が実際ブランチ点を持つ場合、言い換えれば分岐被覆曲面結び目を表すチャートが黒い頂点を持つという、特別な場合について考察し、単純化数の上からの評価を与えた。黒い頂点をもつことにより、論文 (B–2) よりよい評価を得ることができ、証明もより簡潔になる。

(B–3). 昨年度の結果をまとめたものである。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。

I study surface-knots, which are closed surfaces smoothly embedded in $\mathbb{R}^4$.

(B–2). In this paper, I announced that I changed a “2-dimensional braids over a surface-knot” to a “branched covering surface-knot”. An addition of 1-handles with chart loops is a simplifying operation for any branched covering surface-knot, and I defined an invariant called the “(weak) simplifying number” for branched covering surface-knots (B–4). In (B–2), I considered such simplifications, and I gave several upper bounds of the (weak) simplifying number.

(B–1). I considered the simplifying operation of branched covering surface-knots for the special case when branched covering surface-knots have a non-zero number of branch points, that is, when the presenting charts have a non-zero number of black vertices. Since the presenting chart has black vertices, we have a better upper bound of the (weak) simplifying number, and the proof becomes much simpler than the case when the presenting chart has no black vertices.

(B–3). I considered lattice presentations of partial matchings, in order to present a transformation of secondary structures of polymer molecules such as RNA or chromatin. I considered lattice polytopes associated with lattice presentations, and transformations of lattice polytopes with minimal area.

B. 発表論文

1. Inasa Nakamura: “Simplifying branched covering surface-knots by chart moves involving black vertices”, arXiv:1709.07762.

2. Inasa Nakamura: “Simplifying branched covering surface-knots by an addition of 1-handles with chart loops”,

arXiv:1707.07888, to appear in J. Knot Theory Ramifications.

3. Inasa Nakamura: "Transformations of partial matchings", arXiv:1705.07401.

4. 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).

5. Inasa Nakamura: "Showing distinctness of surface links by taking 2-dimensional braids", Pacific J. Math. **278** (2015), no. 1, 235–251.

6. 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.

7. Tetsuya Ito and Inasa Nakamura: "On surface links whose link groups are abelian", Math. Proc. Camb. Phil. Soc. **157** (2014), no. 1, 63–77.

8. Inasa Nakamura: "Surface links with free abelian groups", J. Math. Soc. Japan **66** (2014), no. 1, 247–256.

9. Inasa Nakamura: "Satellites of an oriented surface link and their local moves", Topology Appl. **164** (2014), 113–124.

10. 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).

C. 口頭発表

1. "Simplifying branched covering surface-knots by chart moves involving black vertices". The 13th East Asian School of Knots and Related Topics. KAIST, Daejeon, Korea. January 2018.

2. 「曲面結び目のチャート表示について」。琵琶湖特異点論ワークショップ。 滋賀県大津市。2017 年 12 月。

3. "Simplifying covering surface-knots by an addition of 1-handles with chart loops". 葉層構造と微分同相群 2017 研究集会。東京大学玉原国際セミナーハウス。2017 年 10 月。

4. "Simplifying covering surface-knots by an addition of 1-handles with chart loops". ハンドル体結び目とその周辺 10・Hurwitz action 7。筑波大学。2017 年 10 月。

5. 「1-ハンドル付加による被覆曲面結び目の単純化」。日本数学会秋季総合分科会・トポロジー分科会一般講演。山形大学。2017 年 9 月。

6. 「チャートループ付き 1-ハンドル付加による被覆曲面結び目の単純化」。研究集会「玉原トポロジー・幾何セミナー」。東京大学玉原国際セミナーハウス。2017 年 7 月。

F. 対外研究サービス

1. 第４１回伊豆トポロジーセミナーの世話人の一人, 2018 年 3 月 22 日–3 月 25 日.

2. 玉原トポロジー・幾何セミナー世話人, 2017 年 7 月 31 日–8 月 2 日.

3. 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.

4. 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–現在に至る.

野村 亮介 (NOMURA Ryosuke)

A. 研究概要

宮岡-Yau の不等式とは，標準束がある種の代数幾何学的正値性をもつ射影代数多様体の Chern 類に関する位相的な不等式である．この不等式は 1970 年代に宮岡氏・Yau らによって証明され，その後，様々な一般化がなされてきた．しかし，知られている結果は全て射影代数多様体に対するものであるため，Kähler 多様体にも拡張できることを期待するのは自然である．そこで，私は，宮岡-Yau の不等式を標準束が semi-positive な Kähler 多様体の場合に拡張した．

証明の要点は，Kähler-Ricci flow と呼ばれる，ある放物型偏微分方程式を満たす Kähler 計量の族を用いることにより，議論を計量のスカラー曲率の L^2-ノルムの評価に帰着し，そして新しいエネルギー汎関数を考えることにより求める L^2-ノルムの評価を得るというものである．

The Miyaoka-Yau inequality is the topological inequality for Chern classes of projective varieties with suitably positive canonical bundle. It was first shown by Yau and Miyaoka in 1970's and later it was generalized in many directions. Since this inequality is proved for projective varieties, it is natural to expect that it still holds for Kähler manifolds. In our research, we showed it for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle. The key point of the proof is the L^2-bound for the scalar curvature along the Kähler-Ricci flow.

B. 発表論文

1. R. Nomura: "Miyaoka-Yau inequality for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle".
2. R. Nomura: "Blow-up behavior of the scalar curvature along the conical Kähler-Ricci flow with finite time singularities", Differential Geometry and its Applications, Volume 58, June 2018, Pages 1-16, DOI: 10.1016/j.difgeo.2017.12.001.
3. R. Nomura: "Kähler manifolds with negative holomorphic sectional curvature, Kähler-Ricci flow approach", International Mathematics Research Notices, rnx075, 2017, DOI: 10.1093/imrn/rnx075.
4. R. Nomura: "Schwarz lemma for conical Kähler metrics with general cone angles", arXiv:1610.01975 [math.DG].
5. R. Nomura: "Study of the Kähler-Ricci Flow and its Application in Algebraic Geometry"，博士論文，東京大学大学院数理科学研究科，2017 年 3 月．
6. R. Nomura: "Kähler-Ricci flow on minimal surfaces of general type and its convergence"，修士論文，東京大学大学院数理科学研究科，2014 年 3 月．

C. 口頭発表

1. Miyaoka-Yau inequality for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle, Positivity Concepts on Holomorphic Line Bundles and Theories on Canonical Khler Metrics, 大阪市立大学，2018 年 1 月．
2. Miyaoka-Yau inequality for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle, 2017 年度多変数関数論冬セミナー, 東京理科大学，2017 年 12 月．
3. Miyaoka-Yau inequality for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle, 幾何セミナー，東北大学，2017 年 11 月.
4. Miyaoka-Yau inequality for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle, 第 23 回複素幾何シンポジウム，イブニング・セッション，2017 年 11 月.
5. Miyaoka-Yau inequality for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle, 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会，2017 年 9 月 11 日
6. Kähler manifolds with negative holomorphic sectional curvature, Kähler-Ricci flow approach, 第 64 回幾何学シンポジウム，2017 年 8 月．
7. Miyaoka-Yau inequality for compact Kähler manifolds with semi-positive canonical bundle, 葉山シンポジウム，イブニング・セッション，2017 年 7 月.
8. Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow，東北複素解析セミナー，2017 年 6 月．
9. 負の正則断面曲率をもつコンパクト Kähler 多様体の標準束の正値性について，日本数学会 2017 年度年会，2017 年 3 月．

10. Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow，幾何セミナー，大阪大学，2017 年 1 月.

11. Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow，Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016，東京大学，2016 年 11 月.

12. 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.

13. Introduction to the Kähler-Ricci flow，Working Group Seminar，Université du Québec à Montréal，2016 年 10 月.

14. Negative holomorphic sectional curvature and the Kähler-Ricci flow，Geometry/Topology Seminar，Stony Brook University，2016 年 10 月.

15. 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.

16. 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.

17. Kähler-Ricci flow approach to negative holomorphic sectional curvatures，HAYAMA Symposium on Complex Analysis in Several Variables XVIII，evening session，湘南国際村センター，2016 年 7 月.

18. 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.

19. 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.

F. 対外研究サービス

1. ワークショップ “ケーラー・リッチ流勉強会’（東京大学，2017 年 7 月 20 日–22 日）オーガナイザー.

橋本 健治 (HASHIMOTO Kenji)

A. 研究概要

K3 曲面について研究した。特に、ピカール数 2 の射影的 K3 曲面の位数無限の自己同型について詳しく調べた（JongHae Keum 教授、Kwangwoo Lee 氏との共同研究）。既存の実 2 次体の類数についての結果を応用することで、そのような自己同型が存在するための簡単な必要十分条件を見つけた。結果はプレプリントとしてまとめて公表した。
また、楕円 K3 曲面で大域切断があるような場合について、生成的には特異ファイバーの配置（それは射影直線の 24 点の配置となる）が元の K3 曲面を一意的に定めることを示した（植田一石准教授との共同研究）。この証明には Mordell–Weil 格子の理論を応用した。

We studied K3 surfaces. In particular, We explicitly studied automorphisms of infinite order of projective K3 surfaces with Picard number 2 (a joint work with JongHae Keum and Kwangwoo Lee). By applying a known result on class numbers of real quadratic fields, we found a simple necessary and sufficient condition for the existence of such automorphisms. The result is summarized in a preprint, which is available in arXiv.
We also studied elliptic K3 surfaces with a global section (a joint work with Kazushi Ueda). We showed that, in generic case, the arrangement of the singular fibers (i.e. 24 points on the projective line) uniquely determines the K3 surface. In order to prove this, we applied the theory of Mordell–Weil lattice.

B. 発表論文

1. K. Hashimoto, JongHae Keum and Kwangwoo Lee: “K3 surfaces with Picard number 2, Salem polynomials and Pell equation”, arXiv:1711.02822.

2. K. Hashimoto and A. Kanazawa : "Calabi–Yau threefolds of type K (I) Classification", International Mathematics Research Notices, Vol. 2017, Issue 21, 6654-6693.

3. K. Hashimoto, Hwayoung Lee and K. Ueda: "On a certain generalization of triangle singularities", manuscripta math. **153** (2017), 35-51.

4. Jae-Seung Jeong, Hantao Lu, Ki Hoon Lee, K. Hashimoto, Suk Bum Chung and Kwon Park, "Competing states for the fractional quantum Hall effect in the 1/3-filled second Landau level", Phys. Rev. B 96 (2017), 125148.

5. 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. Global sections of some special elliptic surfaces, UC Riverside Algebraic Geometry Seminar, UC Riverside, アメリカ合衆国, 2018 年 2 月.

2. Symplectic automorphisms of K3 surfaces and applications, 11th Conference on Arithmetic and Algebraic geometry, 東京大学, 2018 年 1 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．一定の周期で同期拍動している心筋細胞の集団をひとつひとつの細胞にバラバラにすると, それぞれは勝手な周期で拍動し，周期の揺らぎも不安定である．これら孤立した心筋細胞が集まり，互いに接触することで同期し，全体として一定の周期で拍動するようになる．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，拍動周期の最も早い細胞がペースメーカー細胞となって他の細胞を引き込むと考えられていた．しかし，最近の実験によって，たとえ拍動周期が遅い側であっても拍動周期の揺らぎが最も小さい安定な細胞がペースメーカー細胞として働くという観測結果が報告された．我々は，実験結果をもとに，従来の連成振動の心筋細胞モデルにはなかった,「発火」と「不応期」という同期現象で最も重要な生理学モデルの心筋細胞の特性を取り入れた数理モデルの構成を行った．このモデルを用いた数理計算結果から，安定な細胞に同期する現象の理論的根拠が統計力学における揺動散逸定理であることを示した．この 2 細胞モデルを用いて，多細胞系への応用を行い，多細胞系では振動子の配置に関係なく，振動子の数が多くなるにつれてシステム全体の揺らぎが小さくなるという実験結果と同様の傾向を示すことができた．さらに，この数理モデルの一つの拡張として繊維芽細胞を考慮したモデルについても調べた．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. When cardiomyocytes are isolated, they only beat independently. However, if cardiomyocytes come into contact and interact with each other, their beating rhythms become synchronized. Researchers originally hypothesized that, in a network of cardiomyocytes, firing of one cardiomyocyte triggers induced firing of adjacent cardiomyocytes, and all of the cardiomyocytes start beating synchronously, and that the beating rate is tuned to the fastest cardiomyocyte. However, recent experiments have shown that other cells are synchronized not to the fastest cell, but to the cell with the least fluctuation in beating rhythm. We investigated the community effect of cardiomyocytes in different configurations of networks constituted by cells with specified characteristics of beating rhythms. The model that we adopted in this study is a modification of the well-known integrate-and-fire model, which has been widely used as a spiking neuron model. The numerical results of our model indicated that the phenomenon of synchronizing to a stable cardiomyocyte lies in the fluctuation-dissipation theorem in sta-

tistical mechanics. Using this model, we investigated the dependence of fluctuation in beating rhythm on the number of cells and that on configuration of the networks. We found the same results as the observation that regardless of configurations of the networks, fluctuation rapidly decreased with an increase in the size of the system. We also investigated a mathematical model for non-excitable cells as fibroblasts (Joint work with Prof. T. Tokihiro, Prof. H. Kurihara, Prof. F. Nomura and Prof. K. Yaduda).

B. 発表論文

1. T. Hayashi, T. Tokihiro, H. Kurihara, F. Nomura and K. Yasuda, "Integrate and fire model with refractory period for synchronization of two cardiomyocytes". *J. Theor. Biol.* **437**, 141-148 (2018).
2. T. Hayashi, T. Tokihiro, H. Kurihara and K. Yasuda, "Community effect of cardiomyocytes in beating rhythms is determined by stable cells".*Scientific Reports* **7**, 15450 (2017).

C. 口頭発表

1. 数理モデルによる心筋細胞集団の引き込み効果について，日本応用数理学会 2017 年度年会，武蔵野大学，2017 年 9 月
2. 心筋細胞の同期モデル，研究集会 「数理科学の拡がり：可積分系・数理医学」，島根県民会館，2017 年 8 月
3. 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
4. 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
5. 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
6. 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
7. 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
8. 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
9. 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
10. Integrate and fire model with refractory period for synchronization of two cardiomyocytes，Computational and Geometric Approaches for Nonlinear Phenomena，Waseda University，Japan, August 2015

G. 受賞

東京大学数理科学研究科研究科長賞（2016 年度）

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．本年度は, 適当な条件をみたす総実代数体 F に対し, F の狭義類数が 1 という仮定を用いずに, 次の 3 点 (1), (2), (3) を示し, 以前得た結果 B. [1], [3] を改訂した (B. [4], [5]):

(1) 平行な重さ 2 をもつ F 上の Hilbert Eisenstein 級数の相対コホモロジー類の整性及び mod p 非消滅性;

(2) 平行な重さ 2 をもつ F 上の Hilbert 尖点形式と Hilbert Eisenstein 級数の間の合同式から得られる, それらに伴う L 関数の特殊値の代数的部分の間の合同式;

(3) 平行な重さ 2 をもつ (p で通常的な) F 上の Hilbert 尖点形式に伴う 2 次元 p 進 Galois 表現が剰余して可約な場合における, 代数的岩澤 λ 不変量と解析的岩澤 λ 不変量の間の等号.

(1), (2), (3) は, F の狭義類数が 1 の場合の研究員による結果を改訂したものである．本結果の証明は, 辻雄氏 (東京大学) による洞察と指導に基づく.

(1) の結果の証明は, Wiles 氏によって証明された総実代数体の岩澤主予想を用いることで, 次の (1-A), (1-B) に基づく: (1-A) Eisenstein 級数

に伴う L 関数の特殊値の相対コホモロジー論的な記述; (1-B) Eisenstein 級数の零点における境界部分のコホモロジーに関する消滅性.

(2) の結果は, (1) の結果と, 次の (2-A), (2-B) から従う: (2-A) 尖点形式と Eisenstein 級数の間の合同式から得られる相対コホモロジー類の間の合同式; (2-B) 尖点形式と Eisenstein 級数に伴う L 関数の特殊値の相対コホモロジー論的な記述.

(3) の結果は, (2) の結果と, 次の (3-A), (3-B) から従う: (3-A) 尖点形式に伴う p 進 L 関数の整性; (3-B) (3-A) で述べた p 進 L 関数と Deligne 氏と Ribet 氏により構成された Hecke 指標に伴う p 進 L 関数の積の間の合同式.

The field of study is Iwasawa theory for modular forms. In this academic year, under some conditions on a totally real number field F, without assuming the narrow class number of F is equal to 1, we revise the results B. [1], [3] by obtaining the following (1), (2), and (3) (B. [4], [5]):

(1) the integrality and mod p non-vanishing of the relative cohomology class of a Hilbert Eisenstein series over F of parallel weight 2;

(2) congruences between algebraic parts of critical values of L-functions obtained from a congruene between a Hilbert cusp form and a Hilbert Eisenstein series over F of parallel weight 2;

(3) the equality between the algebraic Iwasawa λ-invariant and the analytic Iwasawa λ-invariant for a (p-ordinary) Hilbert cusp form over F of parallel weight 2 in the special case where the associated 2-dimensional p-adic Galois representation is residually reducible.

The results (1), (2), and (3) are revisions of results of the project researcher in the case where the narrow class number of F is equal to 1. The proof of the results is based on the insight and guidance of Professor Takeshi Tsuji (the University of Tokyo).

The proof of the result (1) is based on the following (1-A) and (1-B) by using the Iwasawa main conjecture for totally number fields proved by Wiles: (1-A) a relative cohomological description of special values of L-functions associated to an Eisenstein series; (1-B) a vanishing result on a cohomology of boundaries attached to zero points of an Eisensten series.

The result (2) follows from (1) and the following (2-A) and (2-B): (2-A) a congruence between relative cohomology classes obtained from a congruence between a cusp form and an Eisenstein series; (2-B) relative cohomological descriptions of special values of L-functions associated to a cusp from and an Eisenstein series.

The result (3) follows from (2) and the following (3-A) and (3-B): (3-A) the integrality of a p-adic L-function attached to a cusp from; (3-B) a congruence between the p-adic L-function mentioned in (3-A) and a product of the p-adic L-functions for Hecke characters constructed by Deligne and Ribet.

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"(修士論文), submitted.

3. Y. Hirano : "Congruences of Hilbert modular forms over real quadratic fields and the special values of L-functions"(博士論文).

4. Y. Hirano : "Congruences between Hilbert modular forms of parallel weight 2, and special values of their L-functions", preprint.

5. Y. Hirano : "Congruences between Hilbert modular forms of parallel weight 2, and the Iwasawa λ-invariants", preprint.

C. 口頭発表

1. 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

2. 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

3. 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

4. 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

5. 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

6. 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

7. "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

8. 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

9. Eisenstein コホモロジーと GL(3) の p 進 L 函数の構成の現状, 合宿型セミナー「保型 L 函数の特殊値と付随する p 進 L 函数」, 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

10. Hilbert 保型形式の合同式と岩澤 λ 不変量, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学 (西早稲田キャンパス), 2017 年 11 月 10 日

八尋 耕平 (YAHIRO Kohei)

A. 研究概要

旗多様体上の D 加群の積分変換の研究と、その半単純リー環の表現論への応用についての研究を行なった。
特別なクラスの等質空間による積分変換がホロノミック D 加群の圏の同値を与えることを昨年度示した。今年度は、このクラスの積分変換は連接 D 加群の圏の間の圏同値を与えることを示した。積分変換が D 加群の連接性を保つというのは固有性などの有限性とは異なる性質であり、等質性が証明で重要な役割を果たす。弱同変 D 加群の場合にこの定理を適用することにより、放物型 BGG 圏の間の非自明な圏同値を得ることができた。
代数曲線を用いた超一様点集合についての研究を行なった。
構成された点列の性質が理論でわかっている限界からどの程度ずれているかについて、米田らによって構成された C_{3ab} 曲線の種数が小さい場合に Macaulay2 を用いて計算を行った。

I prove that certain correspondence given by a homogeneous space produce an equivalence of categories of coherent D-modules on partial flag varieties extending a result obtained in the last year. Using this we obtain an equivalence between parabolic BGG categories.
I studied how low discrepancy sequences constructed from algebraic curves over finite fields using C_{3bc}-curves explicitly constructed by Komeda and others.

B. 発表論文

Kohei Yahiro: "Radon transforms of twisted D-modules on partial flag varieties", Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences, Volume 53, Issue 4, 2017, pp. 597–627

C. 口頭発表

1. D-modules on partial flag varieties and intertwining functors, 表現論セミナー, 京都大学, 2017 年 1 月.

2. (Twisted) D-modules and intertwining functors, Langlands and Harmonic analysis, 芳泉閣, 2017 年 3 月

3. FRENKEL, D. GAITSGORY, K. VILO-

NEN, On the geometric Langlands conjecture, J. Amer. Math. Soc. 15, (2002), 367-417. (概説) Workshop on arithmetic geometry at Tambara, 2017, 玉原国際セミナーハウス, 2017 年 5 月

4. Integral transforms of D-modules on G-varieties, 第 3 回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 帝都アカデミー富士, 2017 年 6 月.

5. Twisted D-modules on partial flag varieties and intertwining functors, (ポスター) Algebraic Analysis and Representation Theory – In honor of Professor Masaki Kashiwara's 70th Birthday –, 京都大学, 2017 年 6 月

6. 重複度 1 定理, (概説) 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2017 年 7 月

7. 表現の制限の重複度 1 定理 (Chengbo-Sun の論文紹介), (概説) Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月

8. 一般旗多様体上の D 加群の積分変換, AGU 新春セミナー, 青山学院大学, 2018 年 1 月

9. Integral transforms of D-modules on partial flag varieties, The 13th Kagoshima Algebra-Analysis-Geometry Seminar, 鹿児島大学, 2018 年 2 月

10. 半単純リー群の表現論入門 (概説), Langlands and Harmonic Analysis(第 3 回), 富山県富山市, いこいの村磯波風, 2018 年 3 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(第 3 回)」, 富山県富山市, いこいの村磯波風, 2017 年 3 月 12 日から 16 日

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ヴィエ・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 の条件を満たすルレイ弱解（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 planer 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 EKVACIOJ, 59 (2016), 199-216.

5. Pen-Yuan Hsu, Hirofumi Notsu, Tsuyoshi Yoneda: A local analysis of the axi-symmetric 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, Journal of the Korean Mathematical Society, 54 (2017) no.5, 1483-1504

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. 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。

2. 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。

3. 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。

4. 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。

5. 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。

6. 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。

7. 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。

8. 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.

9. Initial value conditions for the Navier-Stokes equations in the weighted Serrin class, NCTS PDE Workshop on Fluid Dynamics and Related Problems, National Taiwan University (Taiwan), Sep. 2017.

10. A Liouville theorem for the planar Navier-Stokes equations with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion, National Central University (Taiwan), Sep. 2017.

協力研究員 (Associate Fellow)

植木 潤 (UEKI Jun)

A. 研究概要

素数と結び目、代数体と 3 次元多様体の類似に関する研究を引き続き行った。
3 次元多様体のイデール的類体論 [3] に関連して「素数の全体」の類似物を検討した。擬 Anosov 流を固定した 3 次元多様体上の閉軌道族として得られる結び目の無限族 $(K_n)_n$ が Chebotarev の密度定理の類似を満たすことが [McMullen2013] で証明されていたが、McMullen 氏との議論により、我々[3] の very admissible link、さらには三原氏の stably generic link の条件（[Mihara2018]）を $\cup_n K_n$ が満たすことが確かめられた。これより、[3] と整合する形での解析数論の類似の発展が期待できるようになった。論文 [Curtis T. McMullen and Jun Ueki, *Chebotarev link is stably generic*] を準備中である。
数論的基本群は副有限であることを踏まえると、3 次元多様体の基本群の副有限完備化（有限商の全体）がどんな幾何的情報を持っているか？という副有限剛性の問題が、数論的位相幾何学の文脈に乗る（[Mazur2012] の指摘）。[1] の延長として、結び目群 π_K の代数体の S 整数環 O に値を持つ表現 ρ に付随する捻れ Alexander 多項式 $\Delta_{K,\rho}(t)$ の副有限剛性を定式化し、完備群環 $\widehat{O}[[t^{\widehat{\mathbb{Z}}}]]$ のイデアルを調べるなどして一定の進捗を得た。これについて CIRM（フランス, Luminy）にて講演を行い、情報交換を行った。論文 [Jun Ueki, *The profinite completions of knots groups and the twisted Alexander polynomials over S-integers*] を準備中である。
他に、5 月にはオランダの Leiden 大学における *Workshop on Arithmetic Chern–Simons Theory*、8 月にはドイツの Oberwolfach 数学研究所における *Low dimensional topology and number theory* に招待され、参加して情報収集を行った。

I continued the study of analogy between knots and prime numbers, 3-manifolds and number fields.
In a view of idelic class field theory for 3-manifolds [3], I explored a more precise analogue of the set of all prime numbers. McMullen proved in [McMullen2013] that if we take a pseudo Anosov flow on a certain 3-manifold, then the set $(K_n)_n$ of closed orbits satisfies an analogue of the Chebotarev density theorem. I proved with McMullen that his link $\cup_n K_n$ is very admissible and stably generic in the senses of [3] and [Mihara2018]. This would enable us to develop an analogue of analytic number theory compatible with [3]. A paper [Curtis T. McMullen and Jun Ueki, *Chebotarev link is stably generic*] is in preparation.
Since an arithmetic fundamental group is a profinite group a priori, the following natural question would lie on the context of Arithmetic Topology, as suggested in [Mazur2012]: What kind of topological information of a 3-manifold M does the profinite completion (the set of all finite quotients) of the fundamental group $\pi_1(M)$ know? As a continuation of [1], I studied the profinite rigidity of twisted Alexander polynomials of knots, associated with representations over an S-integer ring O of a number field. I obtained some progress by studying ideals of the completed group ring $\widehat{O}[[t^{\widehat{\mathbb{Z}}}]]$. I gave an invited talk at CIRM (France, Luminy) and exchanged ideas with some experts. A paper [Jun Ueki, *The profinite completions of knots groups and the twisted Alexander polynomials over S-integers*] is in preparation.
I was also invited to *Workshop on Arithmetic Chern–Simons Theory*, Leiden University, Netherland, in May and *Low dimensional topology and number theory*, Oberwolfach Research Institute of Mathematics, German, in August, 2017, and joined discussions with various experts.

B. 発表論文

Publications

- 査読付き論文

1. Jun Ueki, *The profinite completions of knot groups determine the Alexander polynomials*, to appear in Algebraic & Geometric Topology, 13 pages, (arXiv:1702.03836).

2. Jun Ueki, *p-adic Mahler measure and* $\mathbb{Z}$-

cover of link, to appear in Ergodic Theory and Dynamical Systems, 20 pages, (arXiv:1702.03819).

3. Hirofumi Niibo and Jun Ueki, *Idèlic class field theory for 3-manifolds and very admissible links*, to appear in Trans. Amer. Math. Soc., 22 pages.

4. Jun Ueki, *On the Iwasawa invariants of branched $\mathbb{Z}_p$-covers, a survey*, to appear in RIMS Kôkyû-roku Bessatsu.

5. Jun Ueki, *On the Iwasawa invariants for links and Kida's formula*, Int. J. Math., **28**, 1750035 (2017) [30 pages].

6. 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.

7. 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.

8. Jun Ueki, *On the homology of branched coverings of 3-manifolds*, Nagoya Math. J. **213** (2014), 21–39.

- Thesis

9. Jun Ueki, *Arithmetic topology on branched covers of 3-manifolds*, Ph.D. Thesis, 2015, Kyushu University (90 pages).

C. 口頭発表

- 国際会議等

1. Jun Ueki, *Profinite completions and twisted Alexander polynomials of knots*, Winter Braid VIII, CIRM, France, (February 2018), invited talk.

2. Jun Ueki, *p-adic Mahler measure, entropy, and $\widehat{\mathbb{Z}}$-covers*, Low Dimensional Topology and Number Theory IX, Kyushu University, Japan (March 15, 2017)

3. Jun Ueki, *Arithmetic Topology on branched covers of 3-manifolds I&II*, CGP-seminar, IBS in POSTECH, Pohang, Korea (December 22-23, 2015), invited talks.

4. Jun Ueki, *Relative genus theory and Iwasawa μ-invariants for rational homology 3-spheres*, 29th Journèes Arithmétiques, Debrecen University, Hungary (July 9, 2015)

- 邦人向け会議等

5. 植木潤, *The Profinite completions of knot groups determine the Alexander polynomials*, 結び目の数学 X, 東京女子大学, 2017 年 12 月

6. 植木潤, *On several consequences of Fox's formula*, 玉原特殊多様体研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 9 月

7. 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

8. 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

9. 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

- ほか

10. 植木潤, *Ordinary Galois representations into* $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p[[X]])$, 概説講演, 第 24 回整数論サマースクール "保型形式の p 進 family", 長野, 2016 年 8 月

D. 講義 （いずれも非常勤講師）

明治学院大学 数学 1,2, 入門経済数学 1,2
東京理科大学理工学部 線形代数学 1,2 数学研究基礎 1,2
工学院大学 線形代数 1,2 微積分, 微積分演習

G. 受賞

九州大学大学院数理学府学生表彰者, 2016 年 3 月

佐藤 僚 (SATO Ryo)

A. 研究概要

超共形代数と呼ばれる無限次元 Lie 超代数およびその一般化として得られる（アフィン）$\mathcal{W}$ 代数の表現論を研究している．これらの $\mathcal{W}$ 代数およびその表現論は，Mathieu Moonshine 現象や Alday-Gaiotto-Tachikawa 対応などの発見により，複数の分野を横断して重要な役割を果たしている．
本年度は，以下の研究を行った．

1. 昨年度から引き続き研究を行っている $\mathcal{N}=2$ 超共形代数の指標のモジュラー不変性に関する研究成果を論文にまとめて出版 (発表論文 [4]) した．
2. $\mathcal{N}=2$ 超共形代数に付随する $\mathcal{W}$ 代数から得られる，Slodowy 横断片と呼ばれる Poisson 超多様体およびその変形量子化について研究を行った．本研究成果に関する論文は，現在準備中である．

We study the representation thory of certain infinite-dimensional Lie superalgebras called superconformal algebras. These algebras are obtained as special cases of so-called (affine) $\mathcal{W}$-algebras. The theory of $\mathcal{W}$-algebras plays a prominent role in the study of the Mathieu moonshine phenomena, Alday-Gaiotto-Tachikawa correspondence, and so on.
In the current year, we studied the following.

1. We proceeded with the research on the modular invariance of the characters of modules over the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra. The results we obtained are included in the published paper (B. [4]).
2. We studied the Slodowy slice, which is an affine Poisson supervariety associated with the $\mathcal{N}=2$ vertex operator superalgebra, and its deformation quantization. We prepare a paper on this research.

B. 発表論文

1. R. Sato : “Equivalences between weight modules via $\mathcal{N}=2$ coset constructions”, arXiv:1605.02343, submitted.
2. R. Sato : “Kazama-Suzuki coset construction and its applications”, submitted to Proceedings of Meeting for Study of Number theory, Hopf algebras and related topics (2017).
3. R. Sato : “Modular transoformation properties of characters of the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra”, PhD Thesis, the University of Tokyo (2017).
4. R. Sato : “Modular invariant representations of the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra”, to appear in Int. Math. Res. Not., doi:10.1093/imrn/rny007.

C. 口頭発表

1. On admissible modules over the $\mathcal{N}=2$ superconforal algebra, Meeting for Study of Number Theory, Hopf algebras and related topics, 富山大学, 2017 年 2 月.
2. On equivalences between $\widehat{sl}_2$ and the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra, Seminar in Representation Theory, Institute of Mathematics, Academia Sinica, 台湾, 2017 年 2 月.
3. Modular transformation properties of characters of the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra, Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2017, 帝人アカデミー富士, 2017 年 6 月.
4. Modular transformation properties of characters of the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra, Tsukuba Workshop on Pure and Applied Mathematics 2017, 筑波大学, 2017 年 7 月.
5. Modular transformation properties of characters of the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra, 表現論講演会, 東京理科大学, 2017 年 10 月.
6. Modular transformation properties of characters of the $\mathcal{N}=2$ vertex operator superalgebra, 定例セミナー, 立教大学数理物理学研究センター, 2017 年 11 月.

7. Representation theory of the $\mathcal{N}=2$ superconformal algebra, 研究集会「リーマン面の展望」, 山口大学, 2017 年 12 月.

8. Modular invariant representations of the $\mathcal{N}=2$ vertex operator superalgebra, 東京無限可積分セミナー, 東京大学, 2018 年 2 月.

松岡 拓男 (MATSUOKA Takuo)

A. 研究概要

筆者は安定 $(\infty,1)$ 次圏の filtration の概念を導入し、その応用として E_n 代数に関するコシュール双対性を研究した。E_n 代数に関するコシュール双対性を基礎として、E_n 代数に基づく代数幾何学に於ける formal derived deformation theory が、幾人もの研究者らの努力により作られている。本年度は、E_n 代数に基づく幾何学の、高次圏化の見方を用いた研究に着手した。これについては技術的な諸課題があるが、前述の filtration の理論を高次圏化する事も重要な一歩となる。そのための準備として filtration の理論を詳細に見直し、圏化へ向けての改良を行う事が出来た。更に、infinity 1-category を幾何学に応用するにあたって用いられる諸技術の高次圏化も検討したが、これは引き続き研究すべき課題となった。
エンリッチされた圏の magnitude homology が Leinster と Shulman により導入されている。これは、monoidal 函手の「中に係数を入れる」(と彼らが呼ぶ) かたちで、(別の) エンリッチされた圏の Hochschild homology として記述される。これに関連し、玉木大氏と共同して、エンリッチされた圏の Hochschild homology の函手性の、monad の理論を用いた研究に着手した。この理論を前述の magnitude homology に適用する事も出来ると考えるが、その際に有用と思われる視点として、係数を入れる monoidal 函手の普遍性が、Day の畳み込みの構成により実現される事を見いだした。更に、monoidal 構造の適切な平坦性を用い、より広い枠組みに於ける理論を模索している。

Previously, I have introduced the notion of filtration on a stable infinity 1-category, and have applied it in the study of the Koszul duality for E_n-algebras. Based on the Koszul duality for E_n-algebras, formal derived deformation theory in the algebraic geometry based on E_n-algebras has been established owing to the work of a number of researchers. In this academic year, I have initiated a study of the E_n-algebraic geometry from the point of view of higher categorification. While there are several technical challenges in the project, one important step would be to higher-categorify the theory of filtration mentioned above. I have examined the theory of filtration closely, and have made a few improvements preparing for a categorification of the theory. I have also examined the methods for possibly categorifying the known techniques for using infinity 1-categories in geometry and have recognized this as an important subject to be investigated further.
Leinster and Shulman have introduced the maginitude homology of an enriched category. The homology theory "with coefficients in" a monoidal functor (as they call it), is described as the Hochschild homology of another enriched category. Concerning this, we, jointly with Dai Tamaki, have iniated study of the functoriality of the Hochschild homology using the theory of monads. While our results would lead to new insights on magnitude homology, we have also obtained a result which gives a useful viewpoint for this application. Namely, we have discovered that the Day convolution construction supplies the coefficient monoidal functor with a universal property. We have in fact been seeking for a broader framework for the theory by considering appropriate flatness of the monoidal structures.

B. 発表論文

1. T. Matsuoka: "Descent properties of topological chiral homology", Münster J. of Math. **10** (2017), 83–118.

2. 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 Visage 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）

宮崎 弘安 (MIYAZAKI Hiroyasu)

A. 研究概要

モチーフの圏 **DM** と高次チャウ群 $\mathrm{CH}(X,*)$ の間には深い関係があることが知られている．ここで **DM** は Voevodsky により構成されたモノイダル三角圏であり，$\mathrm{CH}^r(X,*)$ は Bloch により導入されたサイクル複体と呼ばれるチェイン複体 $z^r(X,*)$ のホモロジー群として定義される（コ）ホモロジー理論である．Voevodsky によれば，完全体 k 上のなめらかな代数多様体 X, Y に対し，Y が k 上固有ならば，アーベル群の同型 $\mathrm{Hom}_{\mathbf{DM}}(\mathcal{M}(X)[n], \mathcal{M}(Y)) \cong \mathrm{CH}^{\dim Y}(X \times Y, n)$ が成り立つ（$\mathcal{M}(X)$ は X のモチーフ）．
近年，モチーフの圏と高次チャウ群は，類似の（しかし独立の）文脈で一般化された．Kahn-齋藤-山崎らはモチーフの圏 **DM** をモジュラス付きモチーフの圏 $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$ に一般化した．圏 $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$ の典型的な対象はモジュラス対と呼ばれる対 $(\overline{X}, X_\infty)$ に対して定まるモジュラス付きモチーフ $\mathcal{M}(\overline{X}, X_\infty)$ である．ここで $\overline{X}$ は体 k 上の代数多様体，X_∞ は $\overline{X}$ 上の有効カルティエ因子で $\overline{X} \setminus |X_\infty|$ が k 上なめらかなものである．一方，Binda-齋藤は高次チャウ群の一般化としてモジュラス付き高次チャウ群 $\mathrm{CH}^r(\overline{X}, X_\infty, *)$ を定義した．モジュラス付きモチーフとモジュラス付き高次チャウ群は，それぞれモチーフと高次チャウ群の相対版とみなせるが，従来の理論よりも本質的に深い代数多様体の情報を捉えることが知られている．
今年度は，冒頭で述べた同型をモジュラス付きの場合に一般化する研究に取り組んだ．前年度に行ったモジュラス付き高次チャウ群の cube 不変性に関する研究によれば，モジュラス対の概念を一般化して，X_∞ が有効カルティエ因子とは限らない場合を考えることが重要であると考えられる．単純に X_∞ を一般のカルティエ因子に置き換えるアプローチを用いると技術的な困難が多

く発生するが，モジュラス対の概念をモジュラス triple と呼ばれる三つ組 $M = (\overline{M}, M^+, M^-)$ に一般化することで困難の一部が解消されることに気づいた．そこで，この着想に基づき，$\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$ の構成モデルである加法圏 $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{Cor}$ を一般化した圏 $\mathbf{R}\underline{\mathbf{M}}\mathbf{Cor}$ を構成した．来年度はこの構成を利用して $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$ の一般化に取り組む．
また，モジュラス付き Suslin の移動補題に関する東北大学の甲斐亘氏との共同研究の内容を Annals of K-theory から出版した．

The category of motives **DM** and the higher Chow groups have a deep relationship. Here, **DM** is a monoidal triangulated category defined by Voevodsky, and $\mathrm{CH}^r(X, *)$ is the (co)homology theory defined as the homology groups of Bloch's chain complex $z^r(X, *)$. According to Voevodsky, for smooth varieties X, Y over a perfect field k, assuming that Y is proper over k, we have an isomorphism of abelian groups $\mathrm{Hom}_{\mathbf{DM}}(\mathcal{M}(X)[n], \mathcal{M}(Y)) \cong \mathrm{CH}^{\dim Y}(X \times Y, n)$, where $\mathcal{M}(X)$ denotes the motif of X.
Recently, motives and the higher Chow groups have been generalized independently. Kahn-Saito-Yamazaki generalized **DM** to the category of motives with modulus $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$. The typical objects of $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$ are the motives of modulus pairs $(\overline{X}, X_\infty)$, where $\overline{X}$ is a variety over k, and X_∞ is an effective Cartier divisor on $\overline{X}$ such that $\overline{X} \setminus |X_\infty|$ is smooth over k. On the other hand, Binda-Saito defined the higher Chow groups with modulus, as a generalization of the higher Chow groups. Motives with modulus and higher Chow groups with modulus can be regarded as the relative versions of the classical theory, but they capture deeper information of algebraic varieties.
This year, I tried to generalize the above comparison isomorphism in the modulus setting. The study on the cube invariance for higher Chow groups with modulus, which I did last year, suggests that it is not enough to consider effective Cartier divisors on $\overline{X}$. The approach to replace X_∞ by not necessarily effective Cartier divisors does not work well, but I realized that several technical problems are resolved by considering modulus triples $M = (\overline{M}, M^+, M^-)$, where M^+ and M^- are effective Cartier divisors on a variety $\overline{M}$. Based on this idea, I constructed an additive category $\mathbf{R}\underline{\mathbf{M}}\mathbf{Cor}$ as a generalization of the addtive category of admissible correspondences $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{Cor}$, which plays a fundamental role in the construction of $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$. Nest year, I will try to generalize $\underline{\mathbf{M}}\mathbf{DM}$ using this construction.
Also, I published a paper on the joint work with Wataru Kai (Tohoku University) on Suslin's moving lemma with modulus, in Annals of K-theory.

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", Ann. K-Theory, Volume 3, Number 1 (2018), 55-70.

C. 口頭発表

1. 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.
2. Special values of zeta functions of singular varieties over finite fields via higher Chow groups, Séminaire Autour des Cycles Algébriques, Institute de Mathématques de Jussieu, フランス, 2014 年 10 月.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Cube invariance of higher Chow groups with modulus, 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.

8. A cycle-theoretic counterpart of the nilpotent K-group and its module structure, 第 16 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, 2017 年 7 月.

9. On the obstruction for $\mathbb{A}^1$-homotopy invariance of the higher Chow group with modulus, and its module structure over the ring of Witt vectors, Regulators in Niseko 2017, ヒルトンニセコビレッジ, 2017 年 9 月.

10. Higher Chow groups with modulus and cube invariance, Séminaire de théorie des nombres, Institut de Mathématiques de Jussieu, France 2018 年 2 月.

G. 受賞

Fondation Sciences Mathématiques de Paris, post-doctoral fellowship 2017

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)

池 祐一 (IKE Yuichi)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

層の超局所理論のシンプレクティック幾何への応用について研究を行った．
まず余接束のコンパクト完全ラグランジュ部分多様体が横断的に交わるとは限らず斉交叉している場合にも，交叉の全ベッチ数を Tamarkin 圏における層量子化の間の Hom 空間の次元で評価できることを証明した（発表論文の 5）．この証明は交叉の連結成分からの寄与が μhom の切断として計算できることに依っており，退化した交叉を扱うことも可能である．
次に浅野氏との共同研究で Tamarkin 圏を用いた displacement energy を評価する新たな層理論的手法を提案した（発表論文の 6）．これは Tamarkin の non-displaceability 定理をエネルギー評価付きに拡張したものである．最近発表された柏原と Schapira によるパーシステント加群間の interleaving distance の層理論的解釈に動機づけられて，我々は Tamarkin 圏にその類似物 translation distance を導入した．Tamarkin 圏での層のハミルトン変形は translation distance をそのハミルトン関数の Hofer ノルム以下だけ変化させることを証明し，エネルギー評価を得た．

I studied applications of microlocal sheaf theory to symplectic geometry.
First, I proved that the total Betti number of the clean intersection of compact exact Lagrangian submanifolds is bounded from below by the dimension of Hom space of the associated sheaf quantizations in Tamarkin's category (in the paper 5). In the course of the proof, I proved that the contribution of a component of the intersection is computed as the section of μhom, which enable us to deal with degenerate Lagrangian intersections.
Second, with Tomohiro Asano, I proposed a new sheaf-theoretic method to estimate the displacement energy of compact subsets of cotangent bundles using Tamarkin's category (in the paper 6). This can be regarded as a quantitative version of Tamarkin's non-displaceability theorem. Inspired by the recent work of Kashiwara and Schapira on sheaf-theoretic interpretation of the interleaving distance for persistence modules, we introduced a similar pseudo-distance, which we call the translation distance, on Tamarkin's category. We proved that the translation distance between an object in Tamarkin's category and its Hamiltonian deformation is at most the Hofer norm of the Hamiltonian function, which gives the energy estimate.

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`.
3. Y. Ike and T. Kuwagaki: "Categorical localization for the coherent-constructible correspondence", to appear in Publ. RIMS Kyoto Univ., `arXiv:1609.01177`, (2016).
4. Y. Ike: "Hyperbolic localization via shrinking subbundles", preprint, `arXiv:1602.04651`, (2016).
5. Y. Ike: "Compact exact Lagrangian intersections in cotangent bundles via sheaf quantization", preprint, `arXiv:1701.02057`, (2017).
6. T. Asano and Y. Ike: "Persistence-like distance on Tamarkin's category and sym-

plectic displacement energy", preprint, arXiv:1712.06847, (2017).

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. Categorical localization for the coherent-constructible correspondence, Séminaire symplectix, アンリ・ポアンカレ研究所，2016 年 10 月.

5. Hyperbolic localization and Lefschetz fixed point formulas for higher-dimensional fixed point sets, Séminaire Analyse Algébrique, IMJ-PRG, 2016 年 10 月.

6. Categorical localization for the coherent-constructible correspondence, Workshop on mirror symmetry and related topics, Kyoto 2016, 京都大学，2016 年 12 月.

7. 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.

8. Sheaf-theoretic approaches to symplectic geometry in cotangent bundles, Seminar on geometry and related topics, 京都大学 数理解析研究所，2017 年 3 月.

9. Introduction to microlocal sheaf theory, introduction to sheaf quantization, and Lagrangian intersection in cotangent bundles, Mini Workshop on Microlocal Geometry, 2017, 名古屋大学大学院多元数理科学研究科，2017 年 4 月.

10. Applications of microlocal sheaf theory to symplectic geometry in cotangent bundles, 幾何学セミナー，首都大学東京，2017 年 6 月.

岩佐 亮明 (IWASA Ryomei)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

相対代数的 K 理論の研究を行った。スキーム X とその閉部分スキーム D のペア (X, D) を考える。興味の対象は、K 理論スペクトラム間の標準写像 $K(X) \to K(D)$ のホモトピーファイバー $K(X, D)$ である。[Relative K_0 and relative cycle class map] では D がアフィンの時に $K_0(X, D)$ の構造を完全複体の言葉で記述し、応用としてモデュラス付き Chow 群 $CH_*(X|D)$ から $K_0(X, D)$ の適当な部分商へのサイクル写像を構成し、これが全射であることを示した。高次の相対 K 群とモデュラス付き高次 Chow 群の関係は分かっていることは少ないが、Krishna 氏との共著 [Relative homotopy K-theory and algebraic cycles with moduli] にて、ホモトピー K 理論（Weibel の KH 理論）に関しては相対ホモトピー K 理論 $KH(X, D)$ とモデュラス付きサイクル理論との関係を満足のいく形で確立することができた。すなわち、Atiya-Hirzebruch 型のスペクトル系列が存在することを証明した。

I have studied relative algebraic K-theory. Let us consider a pair (X, D) of a scheme X and a closed subscheme D of X. Our interest is the homotopy fiber $K(X, D)$ of the canonical map $K(X) \to K(D)$ between K-theory spectra. In [Relative K_0 and relative cycle class map], under the assumption that D is affine, we give a description of $K_0(X, D)$ in terms of perfect complexes. As an application, we construct a cycle class map from the Chow group with modulus $CH_*(X|D)$ to a suitable subquotient of $K_0(X, D)$ and show that it is

surjective. We don't know so much about the relation between higher relative K-groups and higher Chow groups with modulus. However, about homotopy K-theory (Weibel's KH-theory), in the joint work with Krishna [Relative homotopy K-theory and algebraic cycles with moduli], we could establish a satisfying relation between the relative homotopy K-theory $KH(X, D)$ and algebraic cycles with modulus; namely, we establish an Atiyah-Hirzebruch type spectral sequence relating them.

B. 発表論文

1. R. Iwasa, A. Krishna, *Relative homotopy K-theory and algebraic cycles with moduli*, in preparation.
2. R. Iwasa, *Relative K_0 and relative cycle class map*, arXiv:1706.08935, submitted.
3. R. Iwasa, *Homology pro stability for Tor-unital pro rings*, arXiv:1610.04998, submitted.
4. R. Iwasa, W. Kai, *Chern classes with modulus*, arXiv:1611.07882, preprint.

C. 口頭発表

1. Algebra seminar, Tohoku university, Japan, February 2018: Relative homotopy K-theory and algebraic cycles with moduli.
2. Seminar on Number Theory and Automorphic Forms, Osaka university, Japan, October 2017: Homology pro stability and pro excision in algebraic K-theory.
3. Regulators in Niseko 2017, Japan, September 2017: Some results on relative K0, and relative cycle class map.
4. Workshop: K-theory in algebraic geometry and number theory, HIM, Germany, May 2017: Chern classes with modulus.
5. Motives in Tokyo, Japan, February 2017: Homology pro stability and relative algebraic K-theory.
6. The international conference in K-theory, Sydney, Australia, Asgust 2016: Homology pro stability for pro unital rings.

上田 祐暉 (UEDA Yuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

発展問題に対する計算手法の数値解析に興味を持っている. 特に, 私は計算力学分野において広く用いられている NURBS の応用について研究している. 本年度は, 以下の事柄について研究した.

1. ST computation technique with continuous representation in time (ST-C) は, 時間変数の記述に NURBS 基底関数を用いることで滑らかな時間表現を得る手法である. ST-C の一つである ST-C Direct Computation Technique (DCT) についての研究を行った. DCT によりいくつかの計算例を試し, その数値的安定性及び収束性を確認した.

2. 放物型問題に対する Nitsche の方法について研究した. この方法は, ペナルティ項を用いることで Dirichlet 境界条件を弱い意味で課す. 私は放物型問題に対する Nitsche の方法に対し, 変分法を用いた解析を行い, inf–sup 条件の成立を証明した. さらに inf-sup 条件を用いることで, 近似解が一意に存在することや最適次数での誤差評価を得た.

I am interested in the numerical analysis of the computational methods for evolutionary problems. In particular, I study the application of NURBS which is widely used in many fields of computational mechanics. In this year, I studied the following two topics.

1. The ST computation technique with continuous representation in time (ST-C) provides a smooth temporal representation using NURBS basis functions in time. I have studied the ST-C Direct Computation Technique (DCT), which is one version of ST-C. Some numerical examples were tested with DCT, and I could check the numerical stability and convergence.

2. The Nitsche method for parabolic problems is studied. This method uses a penalty term, and the Dirichlet boundary condition is

imposed “weakly”. I applied the variational method to the Nitsche method for parabolic problems, and it has been proved that the inf–sup condition is satisfied. Further this implies the unique existence of approximate solution and optimal order error estimate.

B. 発表論文

1. Y.Ueda and N.Saito: “Successive Projetion with B-spline”, Information Technology: New Generations, 13th International Conference on Information Technology (2016) 917-928.

C. 口頭発表

1. Analysis of space-time computation technique with continuous representation in time (ST-C), ICIAM2015: The 8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Beijing, China, August 2015
2. 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”, 東京, 2015 年 9 月
3. Analysis of successive projection with B-spline, Second Joint Workshop of China-Japan-Korea A3 Foresight Program, Xiamen University, China, November 2015
4. Successive projection with B-spline, ITNG2016: 13th International Conference on Information Technology: New Generations, Las Vegas, Nevada, USA, April 2016
5. An Error Estimate of the Successive Projection Methods by B-spline, SIAM: East Asian Section Conference 2016, University of Macau, June 2016
6. B-spline による時間変数近似の逐次的構成の解析, 日本応用数理学会 2016 年度年会, 北九州国際会議場, 2016 年 9 月
7. 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
8. Space-Time Computation Technique with Continuous Representation in Time (ST-C): Mathematical Analysis and Numerical Examples, EMI2017: 2017 Engineering Mechanics Institute Conference, San Diego, California, USA, June 2017
9. ST-C-DCT 法による数値計算例, 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学有明キャンパス, 2017 年 9 月
10. 放物型問題に対する Nitsche の方法の応用, 不連続 Galerkin 有限要素法の数学理論とその周辺, コンフォートホテル長崎, 2018 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.

大橋 耕 (OHASHI Ko)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は同変 KO 理論を用いてトーラス上のベクトル束の間の固有な同変写像について研究した。本研究の背景として 4 次元多様体のトポロジーとの関係がある。Seiberg-Witten 理論を用いることで、不定値交叉形式をもつ 4 次元連結閉スピン多様体 X （単連結とは限らない）から、トーラス上の 2 つのベクトル束 V と W およびその間の固有な Pin(2) 同変写像 $f : V \to W$ の存在が導かれる。そこで Furuta, Kametani はこの設定を一般化し、トーラス上のある性質を満たすベクトル束の間の固有な Pin(2) 同変写像の存在の必要条件をある仮定の下で与えた。そしてその系として、上の性質を満たす 4 次元多様体 X の位相不変量の間の不等式を与えた。これらの証明において同変 KO 理論のオイラー類の整除関係が重要であった。

本年度は古田先生・亀谷先生との共同研究を通して、オイラー類の整除関係が成り立つための必要十分条件を与えた。さらにその条件が成立するとき、$e(W) = \alpha \cdot e(V)$ を満たす α をすべて決定した。これらは上述した Furuta, Kametani の結果の一般化・精密化を与えている。特に、上述したスピン多様体の状況において f の写像度 $\alpha(f)$ を有限の不確定を除いて決定した。この不

確定性は $e(V)$ を乗じると 0 となる要素の個数と対応しており、オイラー類の整除関係を考察することだけでは取り除くことはできない。今後は 1 次ベッチ数を持つ非自明な 4 次元スピン多様体の具体例を構成し、考察することで写像度 $\alpha(f)$ の不確定部分と X の既知の幾何学的不変量との関係などを明らかにしたい。

In this year, I studied equivariant KO-theoretical Euler classes and equivariant proper maps between vector bundles over tori.
Let X be a closed connected spin 4-manifold with indefinite intersection form. As an application of the Seiberg-Witten theory to X, we obtain a proper Pin(2)-equivariant map $f : V \to W$ between equivariant vector bundles V and W over the Jacobian torus J_X of X. The torus J_X, the vector bundles V, W and the equivariant map f are constructed from the geometric data of X. The existence of the proper equivariant map f implies the divisibility of the equivariant KO-theoretical Euler classes $e(V)$ and $e(W)$. Furuta and Kametani studied the necessary condition of the existence of proper equivariant maps between vector bundles over tori, and gave an inequality between some topological invariants of X.
We gave the necessary and sufficient condition of the divisibility of the equivariant KO-theoretical Euler classes $e(V), e(W)$, and determined the solution α of the equation $e(W) = \alpha \cdot e(V)$. As a corollary of these result, we generalize and improve the above-mentioned result of Furuta, Kametani.

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　卓豊 (HE Zhuofeng)

(FMSP コース生)

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 $\mathcal{A}_\Theta$ the noncommutative torus, G the finite abelian group acting on $\mathcal{A}_\Theta$ 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 nontrivial 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 prod-

uct. But it shows that we can only get the desired 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.

Back to 2-dimensional case, that is the action of $SL_2(\mathbb{Z})$ on the irrational rotation algebra $\mathcal{A}_\theta$, we have some progress on characterizing the crossed products of the restriction of this action to integer subgroups of $SL_2(\mathbb{Z})$ each of which is generated by a single matrix A that has infinite order. We give an explicit computation of the K-groups of these crossed products, and combined with the classification results we prove that the isomorphism classes of this type of crossed products are completely determined by the angle θ and the matrix $I_2 - A^{-1}$. Analogously and with our result of the isomorphism class of such crossed products, we also characterize the Morita equivalence classes of such crossed products.

B. 発表論文

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)
3. Christian Bönicke, Sayan Chakraborty, Zhuofeng He and H. Liao: "Isomorphism and Morita equivalence classes for crossed products of irrational rotation algebras by cyclic subgroups of $SL_2(\mathbb{Z})$", arXiv:1711.05055. (2017)

C. 口頭発表

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.
10. "Matrix type actions on noncommutative tori", East Asian Doctoral Forum on Mathematics, Seoul National University, Jan. 11th, 2017.

11. "Matrix type actions on noncommutative tori", Kleines Seminar, University of Münster, Jun. 26th, 2017

12. "Crossed products of the irrational rotation algebras with integer", Kleines Seminar, University of Münster, Oct. 9th, 2017.

13. "Isomorphism and Morita equivalence classes for crossed products of irrational rotation algebras by cyclic subgroups of $SL_2(\mathbb{Z})$", Operator Algebra Seminar, University of Tokyo, Dec. 18th, 2017.

加藤 本子 (KATO Motoko)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

n を 2 以上の自然数とする。Higman-Thompson 群 V_n は、$[0,1)$ を有限個の n 分半開区間に分割し、それぞれの区間上でアファインかつ向きを保つ全単射の成す群として定義される。カントール空間の自己同相群の部分群として定義することもできる。全ての n について、V_n は有限表示を持つ無限群であり、単純な指数有限部分群を持つ。符号付き Higman-Thompson 群 $V_n^{\pm}$ は、V_n の定義を一部拡張することによって得られる群であり、Funar と Neretin によって 2017 年に定義された。$V_n^{\pm}$ はカントール集合の自己同相群の部分群として定義され、単位区間 $[0,1)$ 上の区分的にアファインかつ、向きを保つもしくは反転させる全単射の成す群とみなすことができる。この群は Higman-Thompson 群の一つの一般化であると同時に、普遍写像類群の理論を通して意義づけられる。
本研究では J. Aramayona 氏、J. Aroca 氏（マドリード自治大学）と共に $V_n^{\pm}$ の基本的な性質を調べた。具体的には、(1) 全ての $V_n^{\pm}$ について、交換子部分群が単純でありアーベル化が有限であること、(2) 全ての $V_n^{\pm}$ がタイプ F_∞ を持つこと、(3)$V_n^{\pm}$ と $V_{n'}$ が群として同型であるためには「$n = n'$ かつ n が偶数」が必要十分であることを示した。系として、V_2 と $V_2^{\pm}$ が同型であることを用いて、Aramayona-Funar の種数 g 普遍写像類群 $\mathcal{H}_g$ について (1)k が g に比べて十分小のとき、$\mathcal{H}_g$ の k 次有理ホモロジー群が種数 g の純写像類群の k 次安定ホモロジー群と一致すること、(2) 種数 g が異なるとき互いに同型でないことを確認した。

Let n be a natural number greater than or equal to 2. For each n, Higman-Thompson group V_n is defined to be a group consisting of bijections from $[0,1)$ to itself, which are piecewise affine and orientation preserving with respect to standard n-adic divisions of $[0,1)$. Every V_n can also be defined as a subgroup of the homeomorphism group of the Cantor space. Signed Higman-Thompson group $V_n^{\pm}$ is a group defined by Funar and Neretin in 2017. $V_n^{\pm}$ is a subgroup of the homeomorphism group of the Cantor space, described as a group consisting of bijections from $[0,1)$ to itself, which are piecewise affine and orientation preserving or orientation reversing.
With J. Aramayona and J. Aroca (Autonomous University of Madrid), I studied some basic properties of $V_n^{\pm}$. We showed that (1) the commutator subgroup of $V_n^{\pm}$ is simple and V_n has finite abelianization, (2) $V_n^{\pm}$ has type F_∞, and (3) $V_n^{\pm}$ and $V_{n'}$ are isomorphic if and only if $n = n'$ and n is even. It follows that the genus g universal mapping class group $\mathcal{H}_g$ by Aramayona and Funar satisfies that (1) $\mathcal{H}_g$ and $\mathcal{H}_h$ are not isomorphic if $g \neq h$ and (2) when k is small enough with respect to g, the k-th rational homology group of $\mathcal{H}_g$ is equal to the k-th stable homology group of pure mapping class groups of closed surfaces of genus g.

B. 発表論文

1. M. Kato, Higher dimensional Thompson groups have Serre's property FA, RIMS Kôkyûroku No.1991 (2016) 82–87.

2. M. Kato, Embeddings of right-angled Artin groups into higher-dimensional Thompson groups, 2017, accepted, Journal of Algebra and Its Applications.

C. 口頭発表

1. On Serre's property FA of higher dimensional Thompson's groups, East Asian

Core Doctorial Forum on Mathematics, 復旦大学（中国）, 2016 年 1 月.

2. 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.

3. 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.

4. Embedding free products into higher-dimensional Thompson groups, workshop "Moduli space, conformal field theory and matrix models", Okinawa Institute of Science and Technology, 2016 年 10 月.

5. 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.

6. 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.

7. Right-angled Artin subgroups of higher-dimensional Thompson groups, 群論セミナー, マドリード自治大学（スペイン）, 2017 年 4 月.

8. Generalizations of Higman-Thompson groups which are not locally orientation preserving, Rigidity School Nagoya, 2017 年 11 月.

9. On signed Thompson groups, OIST Mini Symposium "New development in Teichmuller space theory", Okinawa Institute of Science and Technology, 2017 年 11 月.

10. On the isomorphism problem of signed Thompson groups, The 13th East Asian School of Knots and Related Topics, KAIST（韓国）2018 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。その一環として、擬アノソフな組みひもの拡張率と固定点理論との新たな関係を Jiang 氏と Zheng 氏が構成した表現を用いて解き明かした。

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. I reveal a new relationship between the dilatation of pseudo-Anosov braids and fixed point theory by showing a formula for the dilatation of pseudo-Anosov braids by means of the representations of braid groups due to B. Jiang and H. Zheng.

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.
2. Y. Kawashima: "A new relationship between the dilatation of pseudo-Anosov braids and fixed point theory", arXiv:1801.04790, 2018

C. 口頭発表

A new relationship between the dilatation of pseudo-Anosov braids and fixed point theory, The 13th East Asian School of Knots and Related Topics, Korea, 2018 年 1,2 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ている. 以前, 吉田朋広教授との共同研究において, 相関推定量を提案し, その高頻度観測の元での漸近混合正規性を示した. 相関推定量の漸近分散推定量を提案し, 相関推定量の漸近混合正規性が成り立つ条件の下で一致性を示した. これにより, 区間推定や, 統計的仮説検定が

可能となった. 実データへの応用においては, 観測頻度を表すパラメータを適切に決定することが重要となる. 二重確率的ポアソン過程を用いたシミュレーションを利用し, パラメータの決定について議論した. さらに, シミュレーションの結果をもとに, 高頻度金融注文データへの応用を行った. また, 高頻度金融取引データや, Twitter データ, それらの組み合わせ, および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 research the estimation of correlation between latent stochastic processes of point processes. Prof. N. Yoshida and I previously proposed the correlation estimator and showed its asymptotic mixed normality in high frequency setting. I proposed the asymptotic variance estimator of the correlation estimator and proved its consistency under the same condition for the asymptotic mixed normality of the correlation estimator. Then, interval estimation and hypothesis testing can be used. It is important to determine the sampling frequency parameter suitably for application to the real data. I discussed the determination method with the simulation of doubly stochastic Poisson processes. Furthermore, I apply it to the high frequency financial order data based on the simulation result. I also work on application to the high frequency financial data, Twitter data, their combination, and the sampling data of Two-photon excitation microscopy which is given by Prod. N. Murata.

B. 発表論文

1. A. Kimura : "Estimation and statistical testing of the correlation between latent processes", 東京大学博士論文 (2018)
2. A. Kimura : "Confidence interval for correlation estimator between latent processes", arXiv:1710.0668
3. A. Kimura and N. Yoshida : "Estimation of Correlation Between Latent Processes" Advanced Modelling in Mathematical Finance In Honour of Ernst Eberlein (2016) 131–146.
4. 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. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, 第 12 回日本統計学会春季集会, 早稲田大学, 2018 年 3 月
2. 潜在確率過程間の相関の推定及び統計的検定, 確率過程の統計推測の最近の展開, 東京大学, 2018 年 1 月
3. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, CREST・さきがけ数学関連領域合同シンポジウム 「数学パワーが世界を変える 2018」, アキバホール, 2018 年 1 月
4. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, 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 2017, 明治大学, 2017 年 11 月
5. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, 2017 年度統計関連学会連合大会, 南山大学, 2017 年 9 月
6. Estimation of lead-lag parameter between latent processes, 第 2 回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学, 2016 年 8 月
7. Estimation of correlation between latent processes, ASC2016, 東京大学, 2016 年 2 月
8. 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

剱持 智哉 (KEMMOCHI Tomoya)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

偏微分方程式に対する数値解析の理論を研究している. 本年度は, 放物型方程式の離散化に関して, 3 つのトピックを研究した.

まず, 放物型方程式の空間変数を, 有限要素法により離散化した問題に対して, 時刻に依存しない誤差評価について考察した. すなわち, 熱方程式

$$\begin{cases} u_t = \Delta u, & \text{in } \Omega \times (0,T), \\ \partial_n u = 0, & \text{on } \partial\Omega \times (0,T), \\ u(0) = u_0, & \text{in } \Omega \end{cases}$$

と, その有限要素近似

$$(u_{h,t}, v_h) + (\nabla u_h, \nabla v_h) = 0, \quad \forall v_h \in V_h$$

を考える. ただし, $\Omega \subset \mathbb{R}^N$ は有界な多角形領域, ∂_n は境界 $\partial\Omega$ における外向き法線微分, $V_h \subset H^1(\Omega)$ は Ω の三角形分割 $\mathcal{T}_h$ に付随する P^1 有限要素空間であり, 近似解 u_h は $u_h \in C^0([0,T]; V_h)$ を満たす. この問題について, Laplace 作用素の生成する半群の有界性に着目することで, 時間に関して一様な誤差評価を得ることに成功した.
次に, Allen-Cahn 方程式に対する有限要素近似の, パラメータに対する依存性について考察した. Allen-Cahn 方程式とは, (小さな正の) パラメータ $\varepsilon > 0$ を持つ方程式

$$\begin{cases} u_t = \Delta u + \dfrac{1}{\varepsilon^2}(u - u^3), & \text{in } \Omega \times (0,T), \\ \partial_n u = 0, & \text{on } \partial\Omega \times (0,T), \\ u(0) = u_0, & \text{in } \Omega \end{cases}$$

であり, インターフェース問題に現れる方程式である. この問題の数値計算を行う場合は, メッシュサイズ h を $O(\varepsilon)$ に比べて小さく取らなければならないということが経験的に知られているが, 一方で, 計算コストの観点からは, メッシュサイズを際限なく小さくできるわけではない. そこで,「h をどの程度まで大きく取ることが許されるか?」という問題を考え,「少なくとも $h \le O(\varepsilon)$ と取る必要がある」という, 必要条件を理論的に得た.
本年度の後半は, 不連続 Galerkin 法による時間離散化手法 (DG 法) について考察した. DG 法は, 一般の Hilbert 空間上の常微分方程式に対して定式化される離散化手法であり, 時間の区間を小区間に分割した後, 時間変数に関する多項式の空間を用いた Galerkin 法により方程式を離散化する手法である. 通常の差分法などとは異なり, 各時刻において近似解が定義されていることが特徴であるのだが, 分割の端点における誤差評価に対する研究がほとんどであり, 分割の内部における評価に関してはあまり考察がなされていなかった. そこで, 先述の斉次熱方程式に対して DG 法を適用し, 半群の有理関数近似の理論を援用することで, 内部における精密な誤差評価を得ることに成功した.
さらに, 2017 年 6 月に韓国のソウルで行われた EASIAM 2017 において, 昨年度得た平面曲線の勾配流方程式に対する数値計算手法に関して講演し, Student Paper Prize (2nd prize) を受賞した.

I am studying numerical analysis for partial differential equations. In this term, I studied three topics on discretization of parabolic equations. First I considered uniform-in-time error estimates for spatial discretization of parabolic problems. Let us consider a homogeneous heat equation

$$\begin{cases} u_t = \Delta u, & \text{in } \Omega \times (0,T), \\ \partial_n u = 0, & \text{on } \partial\Omega \times (0,T), \\ u(0) = u_0, & \text{in } \Omega \end{cases}$$

and its finite element approximation

$$(u_{h,t}, v_h) + (\nabla u_h, \nabla v_h) = 0, \quad \forall v_h \in V_h,$$

where $\Omega \subset \mathbb{R}^N$ is a bounded polygonal domain, ∂_n is the outward normal derivative on $\partial\Omega$, $V_h \subset H^1(\Omega)$ is the P^1-finite element space associated with a triangulation $\mathcal{T}_h$ of Ω, and the approximate solution u_h belongs to $C^0([0,T]; V_h)$. For this problem, I succeeded in establishing uniform-in-time error estimates by an analytic semigroup approach.
Next I considered the parameter-dependence of numerical solutions for the Allen-Cahn equation. The Allen-Cahn equation is the following semilinear parabolic problem involving a small parameter $\varepsilon > 0$:

$$\begin{cases} u_t = \Delta u + \dfrac{1}{\varepsilon^2}(u - u^3), & \text{in } \Omega \times (0,T), \\ \partial_n u = 0, & \text{on } \partial\Omega \times (0,T), \\ u(0) = u_0, & \text{in } \Omega, \end{cases}$$

which arises from interface problems. It is empirically well-known that, for numerical computation, the mesh size h should be small enough relative to $O(\varepsilon)$. On the other hand, we cannot make h so small due to numerical costs. I thus

considered the upper bounds for the mesh size for suitable computation, and I theoretically obtained a necessary condition that h should satisfy at least $h \leq O(\varepsilon)$.

I finally studied discontinuous Galerkin time-stepping methods (DG methods). DG method is formulated for ordinary differential equations on general Hilbert spaces, which is based on a Galerkin method by the space of piecewise polynomials with respect to the time variable. In contrast to finite difference methods, approximate solutions are well-defined at each time. However, although nodal error estimates are well-studied, there are few results on error estimates in the interior of subintervals. I thus studied interior estimates of the DG method for homogeneous parabolic equations and I established rigorous error estimates via the theory of rational approximation of semigroups.

Moreover, I gave a talk on the numerical methods for gradient flows of planar curves, which is a result of the last term, at EASIAM 2017 held in Seoul, Korea in June 2017. Then, I won the Student Paper Prize (2nd prize).

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.
2. T. Kemmochi. Energy dissipative numerical schemes for gradient flows of planar curves. *BIT Numer. Math.,* vol. 57, no. 4 (2017), pp. 991–1017.
3. T. Kemmochi and N. Saito. Discrete maximal regularity and the finite element method for parabolic equations. *Numer. Math.,* on-line.
4. T. Kemmochi. Numerical analysis of elastica with obstacle and adhesion effects. *Appl. Anal.,* on-line.
5. T. Kemmochi. On the finite element approximation for non-stationary saddle-point problems. *Japan J. Indust. Appl. Math.,* on-line.
6. T. Kemmochi. Numerical analysis for evolution equations. Ph.D thesis, Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo.

C. 口頭発表

1. L^∞-error estimates for the finite element method of parabolic problems on domains with smooth boundaries. The Third International Conference on Engineering and Computational Mathematics (ECM2017), The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, June, 2017.
2. Energy dissipative numerical schemes for gradient flows of planar curves. SIAM East Asian Section Conference 2017 (EASIAM2017), Seoul National University, Korea, June, 2017.
3. Allen-Cahn 方程式に対する数値解の漸近挙動. 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学有明キャンパス, 2017 年 9 月.
4. 放物型方程式に対する有限要素法の時間について一様な誤差評価. 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会 (応用数学分科会), 山形大学小白川キャンパス, 2017 年 9 月.
5. Allen-Cahn 方程式の数値解に対する漸近的な誤差解析. RIMS 研究集会「数値解析学の最前線 —理論・方法・応用—」, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 11 月.
6. 発展方程式に対する不連続 Galerkin 法による時間離散化について. 応用数学フレッシュマンセミナー, 京都大学理学部数学教室, 2017 年 11 月.
7. DG time-stepping 法に対する半群論的なアプローチ. 2017 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2017 年 12 月.
8. 平面曲線の勾配流に対する構造保存的な数値解法. 数学と現象 in 清里. 明治大学 清里セミナーハウス, 2018 年 2 月.
9. An analytic semigroup approach for DG time-stepping methods. Workshop on recent progresses in modern numerical analysis, The University of Tokyo (Hongo campus), March, 2018.

10. DG time-stepping 法に対する解析半群論的なアプローチ．日本数学会 2018 年度年会 (応用数学分科会)，東京大学駒場キャンパス, 2018 年 3 月.

G. 受賞

1. 2015 年 3 月: 2014 年度 数理科学研究科長賞

2. 2017 年 3 月: 2016 年度 日本数学会応用数学研究奨励賞

3. 2017 年 6 月: Student Paper Prize (second prize) at EASIAM2017

田中 淳波 (TANAKA Junha)

A. 研究概要

昨年度に引き続き，クライン曲面群の変形空間，すなわち曲面群から $PSL_2(\mathbb{C})$ への忠実かつ離散な表現の共役類のなす空間について研究している．変形空間の点に対し，付随する幾何学的極限，すなわちその点に収束する変形空間上の点列に対応する双曲 3 次元多様体の列の Gromov-Hausdroff 極限を考えることができ，与えられた点 (に対応する双曲多様体) は幾何学的極限への自然な射影を持つ．このような自然な射影で，annulus cusp 近傍を torus cusp 近傍に巻き付ける様に被覆するもの (wrapping 射影と呼ぶ) の存在を下に，変形空間が自分自身に自己接触する現象が示された．この wrapping 射影の定義では，変形空間の点が accidental parabolic curve を持つことが仮定されるが，その仮定の下，その点 (を代表する表現) の像であるクライン群は分割される．そこで昨年度は変形空間の点が与えられたとき，(ある種の位相構造を持つ) 付随する幾何学的極限で自然な射影を wrap するものが存在するための必要十分条件を，分解されたクライン群の $\hat{\mathbb{C}}$ への作用の情報で与えた．今年度はこの定理の系として自己接触点からなる変形空間上の連続曲線の例を得た．以上を論文にまとめて投稿した．

Since the last year, I have studied the deformation space of Kleinian surface groups, that is, the space consisting of conjugacy classes of discrete and faithful representations from a surface group into $PSL_2(\mathbb{C})$. For a point of the deformation space, we can consider an associated geometric limit, that is, the Gromov-Hausdroff limit of a sequence of hyperbolic 3-manifolds corresponding to a sequence in the deformation space which converges to the given point, and a natural projection from (a hyperbolic manifold corresponding to) the given point to the geometric limit. Under the existence of a natural projection which wraps an annulus cusp neighborhood into a torus cusp neighborhood, it was shown that the deformation space self-bums with itself. The definition of wrapping projections requires the assumption that the given point in the deformation space has an accidental parabolic curve. Meanwhile, under the same assumption, the Kleinian group which is the image of (a representation representing) the given point is decomposed. In the last year, I gave the necessary and sufficient condition for a given point of the deformation space having an associated geometric limit (with some topological structure) and a wrapping projection by the information of the action on $\hat{\mathbb{C}}$ of the decomposed Kleinian groups. In this year, I gives an example of a continuous curve in the deformation space consisting of self-bumping points as a corollary, and submitted these results.

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）.

2. J. Tanaka:“Wrapping projections and Decompositions of Kleinian groups”, submitted.

C. 口頭発表

1. wrapping projection とクライン群の分解について, 早稲田双曲幾何幾何学的群論セミナー 早稲田大学 2017 年 6 月 23 日

2. Wrapping projections and decompositions of Keinian groups, トポロジー火曜セミナー 東京大学 2018 年 1 月 23 日

3. Wrapping projections and decompositions of Kleinian Groups, 2017 年度「リーマン

面・不連続群論」研究集会 名古屋大学 2018 年 2 月 10 日

谷村 慈則 (TANIMURA Yoshinori)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度の研究テーマは冪零・可解を主としたリー群上の調和解析であった。特に、Duflo-Corwin-Greenleaf の多項式予想に対する F-method を適用について考察した。

Duflo-Corwin-Greenleaf の多項式予想は、Duflo が 1986 年に発表した一般的な予想をもとにして、Corwin と Greenleaf が 1992 年に発表したものである。冪零リー群を変換群とする等質直線束上の群作用に関する不変微分作用素全体の環構造が可換であれば、その環構造はある種の多項式環と同型になるというのが予想の概要である。一方で、F-method は 2010 年の春に小林俊行が考案した手法である。この手法は、対称性の破れ微分作用素を考察するために導入された。先行研究においては、複素簡約型リー群とその放物型部分群に対する厳密な定式化が、2016 年に小林俊行と Pevzner によって行われている。

私は今年度、対称性の破れ微分作用素が同一の等質直線束上においては群作用に関する不変微分作用素と同値な概念になることに注目して、Duflo-Corwin-Greenleaf の多項式予想に対する F-method の適用を試みた。これはまだ考えられていない新しい試みである。この研究によって、私は Duflo-Corwin-Greenleaf の多項式予想におけるある種の多項式環上に “distolution”、“distoadjoint representation”、“distomorphism” の三つの概念を導入した。そして、この三つの概念を用いることで、Duflo-Corwin-Greenleaf の多項式予想に類似の同型を導出することができた。この同型が同一の等質直線束上における F-method の定式化と言うこともできる。

In this fiscal year, I researched harmonic analysis on Lie groups, especially on nilpotent or solvable ones. In particular, an application of F-method to Duflo-Corwin-Greenleaf's polynomial conjecture was considered.

Duflo-Corwin-Greenleaf's polynomial conjecture was published by Corwin and Greenleaf in 1992. This conjecture was based on the general expectations Duflo published in 1986. An overview of this conjecture is the following: if the ring of all invariant differential operators on a homogeneous line bundle of a nilpotent translation group is commutative, then its ring structure is isomorphic to a certain polynomial ring.

On the other hand, F-method is a method created by Kobayashi in the spring of 2010. This approach was introduced to consider the symmetry breaking differential operators. In previous research, Kobayashi and Pvzner formulated strictly, in the case of complex simplified Lie group and its parabolic subgroup in 2016.

In this fiscal year, I note that if we consider same homogeneous line bundle, the symmetry breaking differential operators is equivalent to the invariant differential operators. So I tried applying F-method to Duflo-Corwin-Greenleaf polynomial conjecture. This is a new attempt that has not yet been considered. Through this research, I introduced the following three concepts: “distolution,” “ distoadjoint representation” and “distomorphism.” Moreover, by this three concept, I obtained a ring isomorphism, which is similar to Duflo-Corwin-Greenleaf's polynomial conjecture. It can be said that this isomorphism is the formulation of F-method on the same homogeneous line bundle.

B. 発表論文

1. 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 Laboratorire LATAO, Faculté des Sciences de Tunis Départment de Mathématiques, Tunis, Tunisia, January, 2017.

4. 可解な階層付きリー代数に対応するリー群を変換群とする Clifford-Klein 形の柔軟性について、日本数学会 2017 年度年会、首都大学東京南大沢キャンパス、2017 年 3 月

5. "An application of F-method to nilpotent homogeneous spaces," 5th Tunisian-Japanese Conference: Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications, Royal-Elmansour Hotel, Mahdia, Tunisia, December, 2018.

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代数の類似点に着目して、写像類群や絡み目と 3 次元多様体の有限型不変量の研究を行っている。
カウフマン・ブラケット・スケイン理論と HOMFLY-PT スケイン理論の研究を結びつけた。どちらの理論においても、コンパクト曲面のトレリ群のフィルトレーションを定義できる。HOMFLY-PT スケイン理論で定義したフィルトレーションの方が、カウフマン・ブラケット・スケイン理論で定義したフィルトレーションの方が細かいことを示した。さらに、両理論において、整形数ホモロジー球面の不変量を構成した。カウフマン・ブラケット・スケイン理論において定義された不変量は $\mathbb{Q}[[A+1]]$ の元で、HOMFLY-PT スケイン理論において定義された不変量は $\mathbb{Q}[\rho][[h]]$ の元である。HOMFLY-PT スケイン理論で定義された不変量の方がカウフマン・ブラケット・スケイン理論で定義された不変量より強い不変量である。実際、HOMFLY-PT スケイン理論で定義された不変量に $h = -A^2 + A^{-2}$ と $\exp(\rho h) = A^4$ と代入するとカウフマン・ブラケット・スケイン理論で定義された不変量が得られる。

I study theories of mapping class groups of surfaces and finite type invariants for links and 3-manifolds with respect to the similarity between Goldman Lien algebras and skein algebras.
We describe some relationships between the Kauffman bracket skein theory and the HOMFLY-PT skein theory. In both theories, two filtrations of Torelli group of compact surface can be defined. We prove that the filtration defined in the HOMFLY-PT skein theory is finer than the one defined in the Kauffman bracket skein theory. Furthermore, in both theories, we constructed two invariants for integral homology 3-spheres. The invariants are elements of $\mathbb{Q}[[A+1]]$ and $\mathbb{Q}[\rho][[h]]$ in the Kauffman bracket skein theory and the HOMFLY-PT skein theory, respectively. We prove that the invariant defined in the HOMFLY-PT skein theory are stronger than the one defined in the Kauffman bracket theory. Actually, one can obtain the invariant defined in the Kauffman bracket skein theory substituting $h = -A^2 + A^{-2}$ and $\exp(\rho h) = A^4$ into the invariant defined in the HOMFLY-PT skein theory.

B. 発表論文

1. S. Tsuji: "The logarithms of Dehn twists on non-orientable surfaces", preprint, Osaka Math. J., 53(2016), 1125-1132.

2. S. Tsuji: "Dehn twists on Kauffman bracket skein algebras", Kodai Math. J., 41(2018), 16-41.

3. S. Tsuji: "The quotient of a Kauffman bracket skein algebra by the square of an augmentation ideal", Journal of Knot and its Ramifications, Vol. 26, No. 5(2017), 1750030 1-34.

4. S. Tsuji: "The Torelli group and the Kauffman bracket skein module", Math. Proc. Camb. Soc., doi:10.1017/S030500411700366(2017), 1-16.

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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.

3. Completed Kauffman bracket skein algebras and an invariant for integral homology 3-spheres, Strasbourg university quantum seminar, IRMA, 平成２８年１０月.

4. Construction of an invariant for integral homology, spheres via Kauffman bracket skein algeebras and its appplication, 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.

5. 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.

6. A formula for the action of Dehn twists on HOMFLY-PT type skein algebra and its application Workshop: Johnson homomorphisms and related topics, 東京大学駒場キャンパス, 平成２９年５月.

7. A formula for the action of Dehn twists on the HOMFLY-PT skein algebra and its application, 東京大学トポロジー火曜セミナー, 東京大学駒場キャンパス, 平成２９年６月.

8. カウフマン・ブラケット・スケイン代数におけるデーン・ツィストの公式とその応用, 第６４回トポロジーシンポジウム, 東海大学高輪キャンパス, 平成２９年８月.

9. A formula for the action of Dehn twists on the HOMFLY-PT type skein algebra and its application, 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２９年１０月.

10. An analogy around the Goldman Lie algebra,the Kauffman bracket skein algebra and the HOMFLY-PT skein algebra, 研究集会「2017 年度琉球結び目セミナー」, 那覇市ぶんかテンブス館 2 階 那覇市伝統工芸館会議室, 平成３０年１月.

東條 広一 (TOJO Koichi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

コンパクト Clifford–Klein 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 Clifford–Klein 形の存在問題,

2. 簡約型等質空間 G/H の standard なコンパクト Clifford–Klein 形の存在問題.

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, その無限小化等質空間 G_θ/H_θ がコンパクト Clifford–Klein 形を持つかどうか調べている．今年度は, $E_{6(-14)}/F_{4(-20)}$ を除く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コンパクト Clifford–Klein 形の存在非存在を決定した．
2: 簡約型等質空間 G/H に対し，standard なコンパクト Clifford–Klein 形を持つことと固有かつ余コンパクトに作用する G の簡約部分群 L が存在することは同値である．既約半単純対称空間で現在までにコンパクト Clifford–Klein 形を持つと知られている非自明な 12 系列は全て standard なコンパクト Clifford–Klein 形を持つ．そこで，既約半単純対称空間で standard なコンパクト Clifford–Klein 形を持つものを分類せよという自然な問に対して，非自明なものは既に知られている 12 系列で尽くされているという結果を得た．さらに，それぞれに対し，固有かつ余コンパクトに作用する簡約部分群 L の分類を行った．

I am studying the existence problem of com-

pact 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 standard compact Clifford–Klein forms of homogeneous spaces G/H of reductive type.

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 where G/H is an irreducible semisimple symmetric space. I classified exceptional irreducible semisimple symmetric spaces whose tangential symmetric spaces admit compact Clifford-Klein forms except for $E_{6(-14)}/F_{4(-20)}$.
2: For a homogeneous space G/H of reductive type, G/H admits a standard compact Clifford–Klein form if and only if there exists a reductive subgroup L of G acting on G/H properly and cocompactly. In the class of irreducible semisimple symmetric spaces, twelve types of symmetric spaces which are known to admit compact Clifford–Klein forms admit a standard one. So, a natural question is to classify irreducible semisimple symmetric spaces G/H admitting a standard compact Clifford–Klein form. I gave an answer that such G/H is locally isomorphic to a Riemannian symmetric space, a group manifold or one of the twelve types which are mentioned above. Moreover, I classified reductive subgroups L of G acting on G/H properly and cocompactly for each symmetric space G/H of twelve types.

B. 発表論文

1. K. Tojo: “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)
2. K. Tojo: “Continuous Analogue of the Existence Problem of Compact Clifford–Klein Forms”, 東京大学博士論文 (2018)

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ク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, Workshop on “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ク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.
5. 固有かつ余コンパクトに作用する簡約部分群を持つ既約半単純対称空間の分類，トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2017 年 4 月.
6. 固有かつ余コンパクトに作用する簡約部分群を持つ既約半単純対称空間の分類，談話会，東海大学, 2017 年 4 月.
7. 半単純リー代数の古典型単純リー代数への埋め込み判定について, Workshop on “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, 2017 年 8 月.
8. The existence problem of standard compact Clifford-Klein forms for semisimple symmetric spaces, Berkeley-Tokyo Summer School ”Geometry, Representation Theory, and Mathematical Physics” Student Session, University of California, Berkeley, 2017 年 8 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的曲線の還元に関する研究を行った. 特に, 以前得た織田・玉川の双曲的曲線の良還元判定法の副 p' 版高次元類似について, 曲線族や種数に関する条件をより弱めた場合について考察し, いくつかの結果を得た. また, 副 l 版高次元類似に関して反例を構成した. p 進体上の多重双曲的曲線の遠アーベル幾何学に関する研究を行い, 特に高次元の副 p-Grothendieck 予想について反例を構成した.

I studied a higher dimensional analogue of the good reduction criterion of a hyperbolic curve over a discrete valuation ring established by Oda and Tamagawa. I obtained stronger versions of the criterion for a hyperbolic polycurve than the criterion which I have already obtained for proper polycurve with sections. Moreover, I constructed a counterexample of pro-l-analogue of this criterion. I also studied anabelian geometry of hyperbolic polycurve over a p-adic field and constructed a counterexample of pro-p Grothendieck conjecture.

B. 発表論文

1. I. Nagamachi : "On a good reduction criterion for proper hyperbolic polycurves with sections", to appear in Hiroshima Mathematical Journal.
2. I. Nagamachi : "Log-Shell and Log-Volume", to appear in RIMS Kokyuroku.
3. I. Nagamachi : "Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves ", arXiv: 1801.08728v1[math.NT].

C. 口頭発表

1. 固有多重双曲的曲線の良還元判定条件について, 京都数論合同セミナー, 京都大学数学教室, 2017 年 8 月 .
2. On a good reduction criterion and a log smooth reduction criterion for proper polycurves with sections, 数理研数論セミナー, 京都数理解析研究所, 2017 年 4 月.
3. 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.
4. Log-shell, log-volume and log-link I and II ", Inter-universal Teichmuller Theory Summit, 京都大学数理科解析研究所, 2016 年 7 月.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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

ホモロジーコボルディズムを用いて定義される閉 3 次元多様体の位相不変量 $\mathrm{hc}(X)$ について研究し，次の等式を証明した：$\mathrm{hc}(X\sharp(\sharp^2 S^1 \times S^2)) = \mathrm{hc}(X) + 1$. これにより，$\mathrm{hc}(X)$ の計算は，有理ホモロジー 3 球面 Y に対して $\mathrm{hc}(Y)$ 及び $\mathrm{hc}(Y\sharp S^1 \times S^2)$ を計算することに帰着される. ここで Y がレンズ空間 $L(p,q)$ の場合には，昨年度の研究においてそれらの計算を行っており，結果として様々な X に対して $\mathrm{hc}(X)$ を決定できた.

またホモロジーコボルディズムを用いて定義されるホモロジーファイバー結び目を Alexander 多項式をによって特徴付けた．その系として，有理ホモロジー 3 球面内の結び目の連結和がホモロジーファイバー結び目なら元の結び目もホモロジーファイバー結び目であることがわかった．

I studied the topological invariant $\mathrm{hc}(X)$ of closed 3-manifolds defined via homology cobordisms and proved the equality $\mathrm{hc}(X\sharp(\sharp^2 S^1 \times S^2)) = \mathrm{hc}(X) + 1$. This equality reduces the computations of $\mathrm{hc}(X)$ for any 3-manifold X to the computations of $\mathrm{hc}(Y)$ and $\mathrm{hc}(Y\sharp S^1 \times S^2)$ for any rational homology 3-sphere Y. Last year, I computed them for the case where Y is the lens space $L(p,q)$, using this year's results, $\mathrm{hc}(X)$ can be computed for various 3-manifolds.
Also, I characterized homologically fibered knots defined via homology cobordisms by the Alexander polynomial. As a corollary, one can conclude that if the connected sum of knots in rational homology 3-spheres is homologically fibered then the original knots are homologically fibered.

B. 発表論文

1. Y. Nozaki : "An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms and knots in lens spaces", 東京大学学位論文 (2018).
2. Y. Nozaki: "An extension of the LMO functor", Geom. Dedicata **185** (2016) 271–306.
3. Y. Nozaki : "An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3", RIMS Kôkyûroku **2004** (2016) 101–107.
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. An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2018 年 1 月.
2. An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms, New development in Teichmüller space theory, 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月.
3. ホモロジーコボルディズムを用いた 3 次元多様体の不変量, 広島大学 トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2017 年 11 月.
4. Homology cobordisms over a surface of genus one, Topological invariants in low dimensional topology, 島根大学, 2017 年 10, 11 月.
5. レンズ空間内のホモロジーファイバー結び目, 東北結び目セミナー ２０１７, 山形大学, 2017 年 9, 10 月.
6. Every lens space contains a genus one homologically fibered knot, 2017 年度秋季総合分科会, 山形大学, 2017 年 9 月.
7. レンズ空間内のホモロジーファイバー結び目, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2017 年 6 月.
8. An extension of the LMO functor, Johnson homomorphisms and related topics, 東京大学, 2017 年 5 月.
9. Any lens space contains a genus one homologically fibered knot, The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 東京大学, 2017 年 2 月.
10. 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, 農工大セミナー, 東京農工大学, 2017 年 2 月.

林 拓磨（**HAYASHI Takuma**）
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年に続いて可換環上定義された関手 $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ の研究を行った。関手 $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ は可換環 k 上定義された Harish-Chandra 対の射 $(\mathfrak{q},L)\to(\mathfrak{g},K)$ に対して誘導される $(\mathfrak{g},K)$ 加群の圏から $(\mathfrak{q},L)$ への制限関手の右随伴である。昨年までに得られていた結果とそのアイデアを発展させ、主に 2 つの結果を得た。

1 つは平坦底変換定理と呼ばれ、$I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ またはその導来関手と底変換 $\otimes_k k'$ (k' は k 上平坦な可換環) の交換性を主張するものである。私はいくつかの状況で底変換定理を証明した。結果として $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ 加群の平坦底変換定理を緩い仮定 (及び暫定的な定義) の下で得ることができた。例えば $k=\mathbb{Z}$、$k'=\mathbb{C}$ のとき、このことは複素数体上の $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ 加群の整形式を得たことを意味する。

2 つ目は関手 $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ によって得られる PU(1,1) の有限被覆群の Harish-Chandra 加群の整形式の計算である。初めに PU(1,1) の有限被覆群に付随する対の分裂整形式という概念を定式化し、分類を行った。次に実放物部分対の整形式をそれら分裂整形式の部分対として与えた。この場合対応する $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ を直接計算をすることができ、結果として既約な最高または最低ウェイト表現のある整形式で主系列表現型の普遍性を満たす例を発見した。

Following the last year, I proceeded studies on the functor $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ defined over commutative rings k. For a map $(\mathfrak{q},L)\to(\mathfrak{g},K)$ of pairs over k, $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ is right adjoint to the forgetful functor from the category of $(\mathfrak{g},K)$-modules to that of $(\mathfrak{q},L)$-modules. I improved my former results and ideas for them to find new results in two directions.

The first one is the flat base change theorems which assert that $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ or its derived functor commute with the flat base change functor $-\otimes_k k'$ for flat commutative k-algebras k'. I proved the flat base change formulas under some situations. As a consequence, I established the flat base change formula for $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ under mild assumptions and a tentative definition of $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$. If $k=\mathbb{Z}$ and $k'=\mathbb{C}$ for instance, it implies that we have constructed integral forms of the $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$-modules over the comlex number field.

The second one is to compute integral models of Harish-Chandra modules of the finite covering groups of PU(1,1) produced by $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$. I defined and classified split $\mathbb{Z}$-forms of the Harish-Chandra pairs associated to the finite covering groups of PU(1,1). Then I considered integral models of real parabolic subpairs as subpairs of split $\mathbb{Z}$-forms. In this case, the integral model $I_{\mathfrak{q},L}^{\mathfrak{g},K}$ of the real parabolic induction can be computed directly. I found examples of integral models of irreducible highest and lowest weight representations which satisfy the universal property of principal series representation type.

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 Zuckerman 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).

5. T. Hayashi : “Integral models of Harish-Chandra modules of covering groups of PU(1,1)”, arXiv preprint arXiv:1712.07336 (2017).

6. T. Hayashi : “Flat Base Change Formulas for $(\mathfrak{g},K)$-modules over Noetherian rings”, arXiv preprint arXiv:1712.07518 (2017).

7. T. Hayashi : “A study on $(\mathfrak{g},K)$-modules over commutative rings”, 東京大学大学院学位論文 (2018).

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.

8. Universal constructions of $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings I. Seminar Algebra and Number Theory, カールスルーエ工科大学, 2017 年 5 月.

9. Universal constructions of $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings II. Seminar Algebra and Number Theory, カールスルーエ工科大学, 2017 年 6 月.

10. Flat base change theorems for $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings. Actions of Reductive Groups and Global Analysis, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.

11. Recent progress in the theory of Harish-Chandra modules over commutative rings. Langlands and Harmonic Analysis, いこいの村磯波風, 2018 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上限を与える方法，そしてその方法に基づきラッピングナンバーを求めるメリディアンを全て (up to isotopy) 再構成する方法を導入した．
一方，サテライト結び目の最少交点数を検討した．$P \in ST$ をサテライト結び目のパターン (pattern)，$C \in \mathbb{S}^3$ をサテライト結び目のコンパニオン (companion) とする。サテライト結び目の最小交点数には今まで知られていた下限として $c(Sat(P,C)) \geq \frac{c(C)}{10^{13}}$ があった．私はパラレルリンク及びケーブルリンクのジョンズ多項式を利用し，次の下限を決めた．
$P \in ST$ はラッピングナンバー M を持つとする．そして $C \in \mathbb{S}^3$ は充足 (adequate) な結び目とする．そのとき，

$$c(Sat(P,C) \geq \frac{M^2}{2}c(C) + 2M - 1.$$

I created a method for giving an upper bound to the wrapping number of a knot in the solid torus, and I introduced a method for recovering all the meridians that generate that wrapping number based on the previous method.
I also inspected the minimal number of crossings a satellite knot can have. Assume $P \in ST$ is the pattern and $C \in \mathbb{S}^3$ the companion of the satellite knot. Until now, the best lower bound for the minimal number of crossings a satellite knot could have was $c(Sat(P,C)) \geq \frac{c(C)}{10^{13}}$. Studying the Jones polynomial of parallel links and cable links, I set the following lower bound to this value. Let $P \in ST$ have wrapping number M. Let $C \in \mathbb{S}^3$ be adequate. Then,

$$c(Sat(P,C) \geq \frac{M^2}{2}c(C) + 2M - 1.$$

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).

3. A. Jiménez Pascual: "On wrapping number, adequacy and the crossing number of satellite knots", arXiv: 1712.05635.

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, 華東師範大学, 中国, 2015 年 1 月.

3. Presenting lassos, Berkeley-Tokyo Winter School, カリフォルニア大学バークレー校, アメリカ合衆国, 2016 年 2 月.

4. Text similarity function based on word embeddings for short text analysis, CICLing Conference on Computational Linguistics and Natural Language Processing, ブダペスト, ハンガリー, 2017 年 4 月.

5. On adequacy and the crossing number of satellite knots, Berkeley-Tokyo Summer School, カリフォルニア大学バークレー校, アメリカ合衆国, 2017 年 8 月.

6. On adequacy and the crossing number of satellite knots, トポロジーとコンピュタ 2017, 大阪大学, 2017 年 10 月.

7. On adequacy and the crossing number of satellite knots, 結び目の数学 X, 東京女子大学, 2017 年 12 月.

8. On adequacy and the crossing number of satellite knots, Thirteenth East Asian School of Knots and Related Topics, KAIST, 韓国, 2018 年 1 月.

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、大沢-竹腰の L^2 拡張定理や、複素多様体上の (準) 多重劣調和関数、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通りである。

(1) 大沢-竹腰の L^2 拡張定理は、複素多様体の部分多様体上の L^2 正則関数を、全体の多様体上の L^2 正則関数に、L^2 評価付きで拡張する定理である。その評価を改良したバージョンである、最良係数の L^2 拡張定理が Błocki, Guan-Zhou により知られている。その別証明である Berndtsson-Lempert による証明をもとに、Demailly による定式化のもとでジェットに対する最良係数の L^2 拡張定理を示した。

(2) 最良係数の L^2 拡張定理は、ウェイト関数によらないような評価であるが、これをウェイト関数に依存させることによって、さらに良い評価を得ることが可能と考えられる。これがある場合には実現できることを、Hartogs 領域の方法を用いることにより示した。

I'm interested in several complex variables and complex geometry. I'm mainly working on the Ohsawa-Takegoshi L^2-extension theorems, (quasi-)plurisubharmonic functions, and singular Hermitian metrics on holomorphic line (or vector) bundles.

(1) The Ohsawa-Takegoshi L^2-extension theorem states that, for a subvariety V of a complex manifold X with certain conditions, every L^2 holomorphic function on V can be extended to X with an a priori L^2 estimate. Recently, Błocki and Guan-Zhou proved an optimal version of the L^2-extension theorem. Berndtsson-Lempert gave another proof of the optimal result. I proved a jet extension theorem with an optimal estimate using their method.

(2) The known optimal estimate does not depend on weight functions. To obtain a sharper estimate, I considered an estimate depending on weight functions. I used Hartogs domains to obtain a sharper estimate.

B. 発表論文

1. G. Hosono, Approximations and examples of singular Hermitian metrics on vector bundles, Arkiv för Matematik, Vol. 55, No. 1 (2017), pp. 131–153.

2. G. Hosono, Local geodesics between toric plurisubharmonic functions with infinite energy, Annales Polonici Mathematici, Vol. 120, No. 1 (2017), pp. 33–40.

3. G. Hosono and T. Koike, On minimal singular metrics of line bundles whose stable base loci admit holomorphic tubular neighborhoods, to appear in Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse.

4. G. Hosono, The optimal jet L^2 extension of Ohsawa-Takegoshi type, preprint, arXiv:1706.08725.

5. G. Hosono, On sharper estimates of Ohsawa-Takegoshi L^2-extension theorem, preprint, arXiv:1708.08269.

C. 口頭発表

1. 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

2. 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

3. On minimal singular metrics of line bundles whose stable base loci admits holomorphic tubular neighborhoods, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大, 東京都八王子市, 2017 年 3 月 25 日

4. The optimal jet L^2 extension of Ohsawa-Takegoshi type (ショートコミュニケーション), 2017 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, 2017 年 7 月 15 日

5. The optimal jet L^2 extension of Ohsawa-Takegoshi type, 第 23 回複素幾何シンポジウム, 石川県文教会館, 石川県金沢市, 2017 年 11 月 7 日

6. On the proof of the optimal L^2 extension theorem by Berndtsson-Lempert and related results, 複素解析幾何セミナー, 東京大, 東京都目黒区, 2017 年 11 月 27 日

7. On recent topics on L^2 extension theorems, Topology of pseudoconvex domains and analysis of reproducing kernels, 京都大, 京都府京都市, 2017 年 11 月 21 日

8. On recent topics on L^2 extension theorems, 2017 年度多変数関数論冬セミナー, 東京理科大, 千葉県野田市, 2017 年 12 月 22 日

9. On recent topics on L^2 extension theorems, Positivity Concepts on Holomorphic Line Bundles and Theories on Canonical Kähler Metrics, 大阪市立大, 大阪府大阪市, 2018 年 1 月 28 日

10. On the proof of the optimal L^2 extension theorem by Berndtsson-Lempert and related results, 解析幾何学セミナー, 名古屋大, 愛知県名古屋市, 2018 年 2 月 5 日

松原 宰栄 (MATSUBARA Saiei)
(学振 DC2)
(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 年度から引き続き行ってきた、振動積分と呼ばれる特殊函数の積分サイクルの構成を本年度も引き続き発展させた。特に、本年度は GKZ 超幾何函数の理論との関係がついて、研究に大きな進展があった。

1.GKZ 超幾何函数は Schulze-Walther らの結果により振動積分としてとらえることができる。また、そのサイクルの空間は rapid decay homology 群として捉えることができる。私は Newton 図形に対するある仮定の下、rapid decay homology の特別な基底を構成し、これが級数展開および Mellin-Barnes 型積分表示に書き直せることを示した。さらに、Mellin-Barnes 型積分表示の方は Newton 図形に関する仮定なしに一般の正則三角形分割に対応して構成できることを示し、級数解の基底 (Gelfand および Fernández-Fernández によるもの) との対応を示した。この対応には正

則三角形分割の各単体に付随する有限 Abel 群の指標行列が現れる。
2. さらに進んで GKZ 超幾何函数の 3 つの積分表示、すなわち Euler 型、Laplace 型、Residue 型積分表示を考察し、これらに対応する Gauss-Manin 系は GKZ 系が regular holonomic である場合にいは D 加群として同型であることを証明した。また、正則三角形分割をとると、そこから適切な torus の (被覆) 座標変換が定まり、それぞれの積分表示に対応したサイクルの基底が、Pochhammer cycle と Hankel contour の組み合わせで構成され、級数解による基底との変換公式はやはり正則三角形分割の各単体に付随する有限 Abel 群の指標行列たちで記述できることを示した。

B. 発表論文

1. S.-J. Matsubara-Heo: Residue current approach to Ehrenpreis-Malgrange type theorem for linear differential equations with constant coefficients and commensurate time lags. arXiv:1507.06757, accepted in Adv. Math.
2. S.-J. Matsubara-Heo: On the rapid decay homology of F. Pham. to appear in the forthcoming volume of RIMS Kōkyūroku Bessatsu
3. S.-J. Matsubara-Heo: On Mellin-Barnes integral representations for GKZ hypergeometric functions. arXiv:1802.04939, submitted
4. S.-J. Matsubara-Heo: Laplace, Residue, and Euler integral representations of GKZ hypergeometric functions. arXiv:1801.04075, submitted

C. 口頭発表

1. 「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）
2. 「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）
3. 「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）
4. 「不確定 GKZ 超幾何関数の Mellin-Barnes 型積分表示について」大域解析セミナー・熊本大学・2017 年 7 月 5 日（水）
5. 「A 超幾何関数の Mellin-Barnes 型積分表示について」函数方程式論サマーセミナー 2017・かんぽの宿恵那・2017 年 8 月 1 日（火）〜4 日（金）
6. 「On Laplace and Residue integral representations of GKZ hypergeometric functions」RIMS 共同研究（公開型）超局所解析と漸近解析・京都大学・2017 年 10 月 16 日 (月)〜10 月 20 日 (金)
7. 「GKZ 超幾何関数の Euler,Laplace,Residue 積分表示について」超幾何方程式研究会 2018・神戸大学・2018 年 1 月 5 日（金）〜1 月 7 日（日）
8. 「GKZ 超幾何関数の級数解と積分表示の双対性」琉球超幾何ワークショップ・琉球大学・2018 年 2 月 19 日（月）〜2 月 21 日（水）
9. 「GKZ 超幾何関数の Euler 型積分表示とサイクルの基底の構成について」複素領域における関数方程式とその周辺・広島大学・2018 年 3 月 5 日（月）〜3 月 7 日（水）
10. 「GKZ 超幾何関数の Euler 型積分表示とサイクルの基底の構成について」アクセサリーパラメータ研究会 2018・熊本大学・2018 年 3 月 14 日（水）〜3 月 16 日（金）

G. 受賞

平成 26 年度数理科学研究科長賞

森 龍之介 (MORI Ryunosuke)

A. 研究概要

ある種の反応拡散方程式や方程式系，界面方程式の解の挙動を解析した．本年度の主な結果は次の通り．

1. 外力項付き平均曲率流方程式の解の肥満化現象: 回転対称性を持ち，ある 1 点で自己交差するような曲面を初期値とする外力項付き平均曲率流方程式の等高面法における粘性解を調べた．特異性のある初期値に対する平均曲率流方程式の古典解の一意性は，一般的には，成り立たない．ここでは，空間次元が 3 以上の場合に，古典解が一意的に存在するための初期値がみたすべき条件や古典解の一意性が成り立たない場合の条件を研究した．(張 龍傑氏との共同研究．)

2. KPP 方程式における解の広がり速度に関する変分問題: 空間 1 次元の KPP 型反応拡散方程式で非線形項の係数が空間周期的な非一様性を持つ場合に，最小進行波解の平均速度（以下，平均速度という）を最大化する係数の存在を様々な積分制約条件の下で示した．また，係数が定数に近い場合の平均速度についても考察し，定数係数が平均速度の極大点となるための積分制約条件に関する公式を得た.（蕭 冬遠氏との共同研究.）

3. 競争拡散系の特異摂動問題: 競争拡散系と呼ばれる反応拡散系の特異摂動問題に現れる界面（内部遷移層）の性質を詳しく調べて，形式的な漸近展開から予想される遷移層のプロファイルと実際のプロファイルが一致することを広いクラスの初期値を持つ解に対して証明した．

I studied behavior of solutions for certain reaction-diffusion equations, systems and interface equations. Here are what I have done in this year:

1. Fattening phenomena of solutions to a mean curvature flow with a driving force: I considered an axisymmetric closed hypersurface evolving by its mean curvature with a driving force under singular initial hypersurface. I studied this problem by level set method. I obtained some criteria to judge whether the interface evolution is fattening or non-fattening. (Joint work with Longjie Zhang.)

2. Variational problem of the spreading speed in KPP equations: I considered a variational problem associated with the spreading speed of the equation $u_t = u_{xx} + b(x)(1-u)u$, $x \in \mathbb{R}$, $t > 0$, where the coefficient $b(x)$ is nonnegative and periodic in $x \in \mathbb{R}$ with a period $L > 0$. I proved the existence of the maximizer under various integral constraints. Moreover I obtained a formula of integral constraints for judging whether the constant coefficient is a local maximizer or not. (Joint work with Dongyuan Xiao.)

3. Problem of singularly perturbed competition-diffusion systems: I considered a two-species competition-diffusion system involving a small parameter $\varepsilon > 0$ and discussed the validity of formal asymptotic expansions of solutions near the sharp interface limit $\varepsilon \approx 0$. As in the scalar Allen–Cahn equation, it is known that the motion of the sharp interfaces of such systems is governed by the mean curvature flow with a driving force. The formal asymptotic expansion also suggests that the profile of the transition layers converges to that of a traveling wave solution as $\varepsilon \to 0$. I rigorously verified this latter ansatz for a large class of initial data.

B. 発表論文

1. R. Mori: “Validity of formal expansions for singularly perturbed completion-diffusion systems”, arXiv:1801.00081.

2. R. Mori and D. Xiao: “A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for spatially periodic KPP type equations”, arXiv:1712.09778.

3. R. Mori and L. Zhang: “On mean curvature flow with driving force start-

ing as singular initial hypersurface", arXiv:1712.09590.

C. 口頭発表

1. Validity of formal asymptotic expansions for singularly perturbed competition-diffusion systems, Workshop on Reaction-Diffusion Systems and Related Topics 研究集会「反応拡散系とその周辺」, 越後湯沢 湯沢グランドホテル, 2018 年 2 月.

2. A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, Summer School of Applied Analysis Seminar, 草津セミナーハウス, 2016 年 8 月.

3. A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, Journee d'Analyse Non Lineaire, パリ第 1 1 大学, 2016 年 7 月.

4. 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, Okayama analysis and probability seminar, 岡山大学, 2016 年 1 月.

5. 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.

6. 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, 2014 年 10 月.

7. The boundary value eigenvalue problems of the Laplacian in special domains, Summer School of Applied Analysis Seminar, 草津セミナーハウス, 2013 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の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、トロピカル超曲面を収縮することで得られる、特異性を許容する整アフィン多様体に関して研究を行った。Δ を 3 次元の滑らかな反射的多面体、W を Δ の極多面体を Newton 多面体とするトロピカル多項式とする。W によって定められるトロピカル K3 超曲面を収縮することで、特異点を持つ整アフィン構造付き 2 次元球面を構成することができる。特異点の補集合を $i\colon B_0 \hookrightarrow B$、$B_0$ 上の整接ベクトルの局所系を T と書く。私は、Δ の正規扇に付随するトーリック多様体 X の Picard 群の $H^1(B, i_*T)$ への原始的な埋め込みを与え、B の光輝障害を計算した。

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 tropi-

calization. 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 integral affine manifolds with singularties obtained by contracting tropical hypersurfaces. Let Δ be a smooth reflexive polytope in dimension 3 and W be a tropical polynomial whose Newton polytope is the polar dual of Δ. One can construct a 2-sphere equipped with an integral affine structure with singularities by contracting the tropical K3 hypersurface defined by W. We write the complement of the singularity as $i\colon B_0 \hookrightarrow B$, and the local system of integral tangent vectors on B_0 as T. I gave a primitive embedding of the Picard group Pic$X$ of the toric variety X associated with the normal fan of Δ into $H^1(B, i_*T)$, and computed the radiance obstruction of B, which sits in the image of Pic$X$.

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. Monodromy transformation around the tropical limt, Tokyo-Berkeley Summer School ”Geometry and Mathematical Physics”, Student Session, 2015 年 7 月.
2. 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.
3. 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.
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, 信州大学, 2016 年 1 月.
5. Geometric monodromy around the tropical limit, Tropical Geometry and Related Topics, 京都大学, 2016 年 3 月.
6. Geometric monodromy around the tropical limit, Student Tropical Algebraic Geometry Seminar, Yale University, the United States of America, 2016 年 6 月
7. 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
8. Tropical homologies of hypersurfaces in tori, Tropical working group seminar, University of Geneva, Switzerland, 2016 年 11 月
9. Limit mixed Hodge structures and tropical geometry ”, Winter school in mathematical physics 2017, Student session, Les Diablerets, Switzerland, 2017 年 1 月
10. Tropical homologies of hypersurfaces in algebraic tori, Students' workshop on Non-Archimedean and Tropical Geometry, Universitat Regensburg, Germany, 2017 年 8 月

吉田 純 (YOSHIDA Jun)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

グラフィカル計算に興味がある。2 次元のコボルディズム $W_1 : \partial_- W_1 \to \partial_+ W_1$ で 1 次元の部分多様体 $W_0 \subset W_1$ を持つものを考える。このようなコボルディズムは対称モノイダル圏 $\mathbf{ArrCob}_{(2,1)}$ をなし、相対モース理論によってこれらを分類し、その生成系と関係式を求めることができる。この圏は、オペラッドとして記述できる二つの部分圏 $\mathbf{PlTang} \subset \mathbf{SrfTang} \subset \mathbf{ArrCob}_{(2,1)}$ を持つ。オペラッド **PlTang** 上の代数は Jones の Planar 代数であり、**SrfTang** 上の代数は、Planar 代数に、種数が正の平面に対応する演算を付け加えたものである。本年の研究では、これら二つのオペラッドに関連した結果を得た。
第一に、これらのオペラッドの ∞ 版である二つの ∞-オペラッド $\mathfrak{PlTang} \subset \mathfrak{SrfTang}$ を定義した。これは、上記の幾何学的な記述から自然に誘導されるものであり、Lurie のコボルディズム仮説の証明に現われるコボルディズムの ∞-圏の記述をもとにしている。これにより、Planar 代

数を ∞-圏で考えることが可能になり、いくつかの量子不変量を ∞ の持ち上げを可能にすると期待される。
第二に、crossed interval group を用いて、一連のモノイダル圏上の対称性を記述する方法を発見した。これは、次数毎に群構造を持つ余単体的集合で適切な条件を満たすものである。各 crossed interval group G について、圏 ∇_G を定義できることが知られており、G 上の対称性を持つモノイダル圏は、この圏 ∇_G 上のある種のファイブレーションとして定義できることを示した。この研究は上記の研究と以下のような関連を持っている。上で述べた Planar 代数には、集合 Q でラベル付けされたものを考えることができ、$\mathbf{PlTang}_{/Q}$ というオペラッドによって記述される。この Q-ラベル付き Planar 代数の下部構造は、Q の元の有限列で添え字付けられた族 $\{V(a_1,\ldots,a_n)\}$ であるが、これが Planar 代数の構造を持つためには、巡回対称性 $V(a_1,a_2,\ldots,a_n)\cong V(a_2,\ldots,a_n,a_1)$ と結合演算 $V(a_1,\ldots,a_n)\otimes V(b_1,\ldots,b_m)\to V(a_1,\ldots,a_n,b_1,\ldots,b_m)$ を持たなければならない。これらの構造を両立させるためのオペラッドを用いた記述は知られていなかったが、これは crossed interval group を用いて記述できる。すなわち crossed interval group の圏から crossed simplicial group の圏への関手 $\mathfrak{J}^\natural$ があるが、私はこれが左随伴関手 $\mathfrak{J}_\flat$ を持つことを示した。すると、上記の構造は、Connes の定義した、巡回群からなる crossed simplicial group Λ の像 $\mathfrak{J}_\flat\Lambda$ を用いて記述することができると期待される。また、crossed interval group の研究は、対称ではないモノイダル圏の上での Hochschld (コ) ホモロジーの研究とも関連があることを付け加えておく。

The graphical calculus is of the central interest. Indeed, consider a 2-dimensional oriented cobordism $W_1:\partial_-W_1\to\partial_+W_1$ together with an embedded 1-dimensional submanifold $W_0\subset W_1$. Such cobordisms form a symmetric monoidal category $\mathbf{ArrCob}_{(2,1)}$. The relative analogue of Morse theory classifies them so that one obtains the list of generators and relations of $\mathbf{ArrCob}_{(2,1)}$, and it turns out that there are two monoidal subcategories $\mathbf{PlTang}\subset\mathbf{SrfTang}\subset\mathbf{ArrCob}_{(2,1)}$ which come from operads. Note that the algebras over the operad **PlTang** (with appropriate labeling) are nothing but planar algebras introduced by Jones. On the other hand, the algebras over **SrfTang** are planar algebras equipped with operations associated with surfaces of positive genera. In this year, I obtained two results related with these operads.
First, I defined an ∞-operads $\mathfrak{PlTang}$ and $\mathfrak{SrfTang}$ lying over **PlTang** and **SrfTang** respectively. This result is a bonus of the geometric description above of planar algebras, and based on the idea of Lurie's definition of the ∞-category of cobordisms. It makes the notion of *planar algebras* available even in ∞-categorical situations so that some quantum invariants may have lifts there.
Second, I found a new notion to describe a series of symmetries on monoidal categories. A *crossed interval group* is a cosimplicial set equipped with a degreewise group structure compatible with the cosimplicial structure. A crossed interval group G gives rise to a category ∇_G. I proved that a kind of fibrations over ∇_G can be seen as G-symmetric monoidal categories. The motivation of the study is as follows: note that one can consider labeled versions of planar algebras, namely as algebras over the operad $\mathbf{PlTang}_{/Q}$ for a set Q. The underlying structures of them are the family $\{V(a_1,\ldots,a_n)\}$ indexed by finite sequences of elements of Q. Because of the cyclic symmetry of the punctured circles, the family need to enjoy the symmetry $V(a_1,a_2,\ldots,a_n)\cong V(a_2,\ldots,a_n,a_1)$ while, for it to become a planar algebra, it has a *concatenation* $V(a_1,\ldots,a_n)\otimes V(b_1,\ldots,b_m)\to V(a_1,\ldots,a_n,b_1,\ldots,b_m)$. Unfortunately, there were no structure known to describe compatibility of these structures in an operadic way. This is why crossed interval groups were needed. There is a functor $\mathfrak{J}^\natural$ from the category of crossed interval groups to that of crossed simplicial groups, and I showed it admits a left adjoint $\mathfrak{J}_\flat$. Then, the required compatibility is possibly described in terms of the crossed interval group $\mathfrak{J}_\flat\Lambda$, where Λ is the Connes' crossed

cyclic group. I finally mention that the study of the functor $\mathfrak{J}_\flat$ is very related to the study of Hochschild (co)homologies in non-symmetric monoidal categories.

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. 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.
2. Morse-Cerf theory in some relative situations, 2016 East Asian Core Doctorial Forum on Mathematics, China, Fudan University, 2016 年 1 月.
3. Cobordisms with strings, International Category Theory Conference 2016, Canada, St. Mary's University, 2016 年 8 月.
4. Morse theory in highly relative situations, 信州トポロジーセミナー, 信州大学, 2016 年 12 月 20 日.
5. Relative settings in differential topology, The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 東京大学, 2017 年 2 月.
6. Graphical calculus in symmetric monoidal (∞-)categories with duals (part 1,2), Australian Category Seminar, Australia, Macquarie University, 2017 年 5,6 月.
7. Graphical calculus in symmetric monoidal (∞-)categories with duals, International Category Theory Conference 2017, Canada, University of British Columbia, 2017 年 7 月.
8. On cobordisms of dimension 2 with strings, Young Topologists Meeting 2017, Sweden, KTH Royal Institute of Technology, 2017 年 7 月.
9. $\pi_*(\mathbb{F}_p \otimes \mathbb{F}_p)$ after Milnor, 八ヶ岳ワークショップ 2017: Topological Hochschild homology and integral p-adic Hodge theory, 八ヶ岳自然文化園, 2017 年 9 月.
10. Crossed groups and symmetries on monoidal categories, 2017 年度ホモトピー論シンポジウム, 高松市生涯学習センター (まなび CAN), 2017 年 11 月.

☆ 2 年 生 (Second Year)

浅野 知紘 (ASANO Tomohiro)

A. 研究概要

シンプレクティックコバノフホモロジーの元として定義される S^3 内の横断的な絡み目についての研究を継続した. 特に Hendricks-Lipshitz-Sarkar が定義した同変版のシンプレクティックコバノフホモロジーに対して考察を行った.
また池祐一氏との共同研究において, 層の超局所理論を用いて, 多様体の余接束の部分集合のディスプレイスメントエナジーの下からの評価を与える方法を提案した.

I continued a study on an invariant of transverse links in the standard contact S^3 which is defined as an element of the symplectic Khovanov homology. Especially, I studied on the equivariant version of the symplectic Khovanov homology defined by Hendricks-Lipshitz-Sarkar.
Also with Yuichi Ike, using microlocal sheaf theory, we proposed a new method to give a lower bound for the displacement energy of compact subsets in the cotangent bundles of manifolds.

B. 発表論文

1. T. Asano and Y. Ike : "Persistence-like distance on Tamarkin's category and symplectic displacement energy", preprint, arXiv:1712.06847.

大井 雅雄 (OI Masao)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は p 進簡約群の表現論に興味をもっている．p 進簡約群の表現論における重要な予想の一つに，p 進簡約群の表現を Galois 表現と関連付ける Langlands 対応がある．この Langlands 対応を仮定することで得られる p 進簡約群の表現論的操作は総称して Langlands 関手性と呼ばれるが，私はこの中でも特に「エンドスコピー持ち上げ」という操作に興味をもっている．
ここ二年間は，古典群の単純超尖点表現と呼ばれる表現に対して，エンドスコピー持ち上げを明示的に記述するという研究を続けてきた．今年度はこの研究を完成させて論文にまとめることができた．また，エンドスコピー持ち上げの特徴づけであるエンドスコピー指標関係式を，局所指標展開と呼ばれる調和解析の技術と組み合わせることで，表現の不変量である「深さ」のエンドスコピー持ち上げにおける振る舞いに関する等式を得た．こちらの結果は現在論文にまとめている最中である．

I am interested in the representation theory of p-adic reductive groups. The Langlands correspondence is one of the important conjectures in the representation theory of p-adic reductive groups, and relates the representations of p-adic reductive groups to Galois representations. The representation-theoretic operations which are obtained by assuming the Langlands correspondence are called the Langlands functoriality. I am interested especially in the endoscopic lifting, which is a kind of Langlands functoriality.
Since two years ago, I have been trying to describe explicitly the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of the classical groups. In this year, I completed this study and wrote a paper about this result. Furthurmore, by combining the endoscopic character relation, which is the characterization of the endoscopic lifting, with the local character expansion, I got an equality on the behavior of the depth of representations under the endoscopic lifting. I am preparing an article about this result.

B. 発表論文

1. M. Oi, Endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of $\mathrm{SO}(2n+1)$ to $\mathrm{GL}(2n)$, preprint, arXiv: 1602.03453, to appear in Amer. J. Math.
2. M. Oi, Endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of $\mathrm{U}(N)$ to $\mathrm{GL}(N)$, preprint, arXiv: 1603.08316.
3. M. Oi, Simple supercuspidal L-packet of quasi-split classical groups, preprint.

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. 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．
6. 古典群の単純超尖点表現の指標と L パケットについて，表現論セミナー，北海道大学，2017 年 1 月．
7. 古典群の単純超尖点 L パケットについて, 整数論セミナー，早稲田大学，2017 年 1 月．
8. 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．

9. On the formal degree conjecture for simple supercuspidal representations of symplectic groups，第 4 回京都保形形式研究集会，京都大学，2017 年 6 月.

10. 準分裂型古典群の単純超尖点 L パケット，RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」，京都大学数理解析研究所，2017 年 12 月.

梶原 直人 (KAJIWARA Naoto)

A. 研究概要

1. バイドメイン方程式

心臓電位の伝達を表す数理モデルであるバイドメイン方程式の研究を行っている．方程式は複雑なシステムで記述され, 反応拡散系の一般論のような解析が困難であることがわかっている. Bourgault et al. ('09) らはバイドメイン作用素を導入し, バイドメイン方程式を抽象発展方程式の枠組みに書き直した．私はこのバイドメイン作用素が L_p 空間 $(1 < p \leq \infty)$ や BUC 空間で解析半群を生成することを示した (儀我先生との共同研究, 論文 [1], 報告集 [2])．また, 心臓が時間周期的に拍動することを考慮し, 時間周期問題を考えた．抽象放物型発展方程式の時間周期解の線形理論を L_p-$D_A(\theta, p)$ クラスで構築し, 非線形方程式であるバイドメイン方程式へ応用した (Hieber 先生, Tolksdorf 氏, Kress 氏との共同研究, 論文 [3], 講究録 [4])．この手法では非線形項として様々なものが取れる一方, 外力の大きさに制限を課さなくてはいけなかった. その為, 新たな手法としてガレルキン法とブラウワーの不動点定理を組み合わせることにより, 外力の大きさに制限をすることなく, L_2-L_2 クラスで時間周期解の存在を示した (儀我先生, Kress 氏との共同研究, 論文準備中).

2. 最大正則性理論と準線形放物型発展方程式

非圧縮粘性流体中のベシクル膜の変形を表す数理モデルであるフェイズフィールド・ナヴィ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，最大正則性の理論を用いて L_p-L_q クラスでの時間局所強解の一意存在性を示した．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, 古典解の存在を明らかにした．また, 二次変分が正となる定常解の近傍に初期値を取る際には, 時間大域的に解を取れ, 指数的にその定常解へ収束することを示した (論文 [5])．

合金の層分離を表すスピノーダル分解を記述する Cahn-Hilliard 方程式の解析も行っている. 従来この方程式には体積保存を導くノイマン境界条件が課されていたが, 境界に結晶が染み込む場合や, 境界から領域外に抜けていく場合には, 別の境界条件が必要である. これらをモデルに入れた新たな境界条件 (力学的境界条件) を考え, それらの大域可解性を最大 L_p 正則となる関数空間で示した (報告集 [6], 投稿論文準備中).

時間に依存した係数, 非線形項を持つ準線形放物型発展方程式

$$\dot{u} + A(t, u) = F(t, u), t > 0, \quad u(0) = u_0$$

の時間局所解の構成を重み付き最大 L_p 正則となるクラスで考えた. また, 時間大域となる十分条件も与えた. この結果を応用し, 空間 3 次元においてバイドメイン方程式の強解の大域一意存在を示した. さらに, 時間に関する重みを適切に取ることで初期値のクラスを L_p 強解となる臨界 (最大) まで広げることも可能である (論文準備中).

1. The bidomain equations

I studied the bidomain equations which is the model to describe the electrophysiological wave propargation in the heart. The equations are the complicated system, so it is known that the analysis to use general theory of reaction diffusion system are difficult. Bourgault et al. in 2009 introduced the bidomain operator and they transformed the equations into an abstract evolution equation. I proved that the bidomain operator generates an analytic semigroup in L_p spaces for $1 < p \leq \infty$ and BUC space (joint work with Prof. Giga [1,2]). Moreover since the heart is beating periodically, we considered the time-periodic problems. I constructed the linear theory of the abstract parabolic evolution equations in L_p-$D_A(\theta, p)$ class, and then I applied the non-linear bidomain equations (joint work with Prof. Hieber, Dr. Tolksdorf, Mr. Kress [3,4]). In this theorem, we can treat various non-linear terms, but we had to assume that the source term is sufficiently small. Therefore by considering new method based on Galerkin method and

Brouwer's fixed point theorem, I proved the existence of time-periodic solutions in L_2-L_2 space without assuming smallness condition on the source (in preparation).

2. Maximal regularity theory and quasi-linear parabolic evolution equations

I studied the phase-field Navier-Stokes equations which represent the deformation of the vesicle membranes in incompressible viscus fluids. I transformed the equations into a quasi-linear equation and applied the maximal L_p-regularity theory. Then I showed the existence and uniqueness of the time-local strong solutions in L_p-L_q class. By considering time-weight, the class of the initial value is wider than before, and the regularizing effect and existence of the classical solution have also shown. When the initial value is sufficiently close to the stationary solution whose second variation is positive, the solution can be extended globally in time and the solution converges to the stationary solution exponentially ([5]).

I studied the Cahn-Hilliard equation which is the model to describe the spinodal decomposition of binary mixtures. Originally, Neumann boundary condition, which leads the volume conservation, is considered, but we need other boundary conditions when the boundary is porous medias. Namely we considered the domain with permeable and non-permeable walls, which is dynamic boundary conditions, and then we prove the global strong solutions in maximal L_p regularity space ([6], in preparation).

I studied the local strong solutions for the quasi-linear parabolic evolution equations

$$\dot{u} + A(t,u) = F(t,u), t > 0, \quad u(0) = u_0$$

with time-dependent coefficient and non-linear term in time-weighted maximal $L_{p,\mu}$ spaces. Moreover I gave some sufficient conditions to extend the global solutions. I applied this general theory to the 3-dim. bidomain equations to get the unique existence of the strong L_p-L_q solutions. When we take a suitable time-weight, it is possible to use critical space for the initial class so that the solution is well-posed in L_p framework (in preparation).

B. 発表論文

1. Y. Giga, N. Kajiwara : "On a resolvent estimate for bidomain operators and its applications", J. Math. Anal. Appl. **459** (2018), no.1, 528–555.
2. 梶原直人 : "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報告集 258–265.
3. M. Hieber, N. Kajiwara, K. Kress, P. Tolksdorf : "Strong time periodic solutions to the bidomain equations with FitzHugh-Nagumo type nonlinearities, submitted, available in arXiv: 1708.05304.
4. N. Kajiwara : "On the bidomain equations as parabolic evolution equations, RIMS kôkyûroku.
5. N. Kajiwara : "Strong well-posedness for the phase-field Navier-Stokes equations in the maximal regularity class, accepted in Comm. in. Math. Sci.
6. 梶原直人 : 最大正則性理論を用いた Wentzell 境界条件を持つ Cahn-Hilliard 方程式の大域可解性, 第 39 回発展方程式若手セミナー報告集, 投稿済.

C. 口頭発表

1. 放物型発展方程式の立場から見るバイドメイン方程式について, 2017 年度第 6 回明治非線形数理セミナー, 明治大学, 2017 年 6 月.
2. 最大正則性理論を用いた phase-field Navier-Stokes 方程式の可解性及び定常解の安定性について, 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会, 山形大学, 2017 年 9 月.
3. On the bidomain equations as parabolic evolution equations, Theory of Evolution Equation and Mathematical Analysis of Nonlinear Phenomena, RIMS Kyoto University, Oct. 2017.

4. Time periodic solutions to the bidomain equations subject to arbitrary large forces, 第 43 回発展方程式研究会, 日本女子大学, 2017 年 12 月

5. Well-posedness for the phase-field Navier-Stokes equations in the maximal regularity space, The 15th Japanese-German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Waseda University, Jan. 2018.

6. Introduction to the maximal Lp-regularity and its applications to the quasi-linear parabolic equations, FMSP Tokyo-Princeton joint student seminar, The university of Tokyo, Jan. 2018.

7. Time periodic solutions to the bidomain equations, 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, 2018 年 2 月.

8. Global well-posedness for the Chan-Hilliard equation in bounded domains with permeable and non-permeable walls, The 19th Northeastern Symposium on Mathematical Analysis, Hokkaido university, Feb. 2018.

9. Time periodic solutions on real interpolation spaces and its applications to some electrophysiological models, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 月.

10. Time periodic solutions to the bidomain equations subject to arbitrary large force, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 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)

(学振 DC2)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

超特異な素点での楕円曲線の岩澤理論の同変化について研究した．p で超特異良還元を持つ $\mathbb{Q}$ 上の楕円曲線について，p と素な正整数 m に対し $\mathbb{Q}(\mu_{mp^\infty})$ 上で考察する．$m = 1$ の場合には，$\pm$-Selmer 群の特性イデアルが $\pm$-p 進 L 関数によって生成されるという形で主予想が定式化されている．一般の m でも $\pm$-Selmer 群が同様に定義されるが，それが同変主予想の枠組みに適用できるかは知られていなかった．私はその $\pm$-Selmer 群の性質について調べ，特に同変主予想に現れるべき代数側の対象として適当であることを示した．その議論の中で $\pm$-Coleman 写像を構成した．さらに Kato の Euler 系の定めるコホモロジー類の $\pm$-Coleman 写像による像が $\pm$-p 進 L 関数とみなせることを示した．この事実に近年発展している同変的な Euler 系の方法を応用することで主予想の一方の可除性についての結果が得られると考えている．

I studied equivariant aspects of Iwasawa theory for elliptic curves at supersingular primes. We consider an elliptic curve over $\mathbb{Q}$ which has good supersingular reduction at p and Iwasawa theory over $\mathbb{Q}(\mu_{mp^\infty})$ for a positive integer m prime to p. In the case $m = 1$ the main conjecture has been formulated, stating that the characteristic ideal of $\pm$-Selmer group is generated by the $\pm$-p-adic L-function. For general m, the $\pm$-Selmer group is defined similarly, but its equivariant properties had not been known. I showed that the $\pm$-Selmer group is actually suitable as the algebraic object in the equivariant main conjecture. I constructed the $\pm$-Coleman map, and I showed that the $\pm$-Coleman map sends the cohomology class determined by Kato's Euler system to $\pm$-p-adic L-function. I think applying the equivariant Euler system method to this fact results in one divisibility of the main conjecture.

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", Acta Arithmetica. **180** (2017) 171–182.

4. T. Kataoka : "Fitting invariants in equivariant Iwasawa theory", submitted.

C. 口頭発表

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Fitting ideals in equivariant Iwasawa theory，Number Theory Seminar，University of Washington，2017 年 5 月.

8. Fitting ideals in equivariant Iwasawa theory，Iwasawa 2017，東京大学，2017 年 7 月.

9. Fitting ideals in equivariant Iwasawa theory，代数的整数論とその周辺 2017，京都大学，2017 年 12 月.

後藤 ゆきみ (GOTO Yukimi)

(FMSP コース生)

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) 異種原子・分子の束縛状態の束縛・非束縛状態の遷移.

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 binding-unbinding transition of bound states of exiotic atoms and molecules.

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, Lectures on Semi-Classical Analysis", Ritsumeikan University, July, 2016.

2. Absence of the Ground State for Bosonic Coulomb Systems with the Critical Charge, Workshop Young Women in Probability and Analysis, Mathematik-Zentrum, Germany, October, 2016.

3. Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge, Oberseminar Mathematische Physik, Ludwig Maximilian University of Munich, Germany, October, 2016.

4. Absence of the Ground State for Bosonic Coulomb Systems with the Critical Charge, 研究集会 第 27 回「数理物理と微分方程式」, 富山, 2016 年 11 月.

5. Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge, 研究集会「スペクトル・散乱 松本シンポジウム」, 信州大学, 2017 年 1 月.

6. Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge, Math/Phys Seminar, Aarhus University, Denmark, October, 2017.

7. Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge, RIMS workshop Spectral and Scattering Theory and Related Topics, RIMS Kyoto University, December, 2017.

8. Bound states of atomic anions at the binding threshold, 研究集会「岡山-広島 解析・確率論セミナー 2018」, 岡山大学, 2018 年 3 月 .

今野 北斗 (KONNO Hokuto)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は,
(1) Seiberg–Witten 方程式の族を用いた spin^c 閉 4 次元多様体の不変量の研究,
(2) 4 次元多様体上の正スカラー曲率を持つ計量の空間のトポロジーの Seiberg–Witten 理論による研究
に関する 4 プレプリントを執筆し公表した．また
(3) 4 次元多様体束に対する特性類のゲージ理論による構成およびその計算
を行った．また,
(4) 森田陽介氏と，高次元多様体上の Seiberg–Witten 型の方程式に関する議論,
(5) 井上瑛二氏・谷口正樹氏と反自己双対方程式の解のモジュライのコンパクト化に関する議論,
(6) 谷口正樹氏と同変インスタントン Floer ホモロジーに関する議論
を行った．(1), (2) の数学的内容の多くは昨年度の研究成果報告書に記述した．以下本年度最も進展のあった (3) について述べる．(3) の中心的な研究成果は，4 次元多様体をファイバーとするファイバー束に対する特性類を，$SO(3)$-Yang–Mills 反自己双対方程式と Seiberg–Witten 方程式を用いて構成し，いくつかの具体例の計算を実行できたことである．この特性類の特徴を列挙すると以下の通りである．
(I) この特性類の構成は，曲面束に対する Mumford–Morita–Miller 類に代表される，可微分多様体に対する従来の特性類の構成の無限次化とみなすことができる．
(II) 族のゲージ理論の不変量については，既に Li–Liu による $\mathbb{Z}$ に値を持つ族の Seiberg–Witten 不変量や Ruberman による 4 次元多様体の微分同相の不変量があるが，この特性類はこれらの不変量の精密化および一般化を与えている．
(III) 位相的には自明であるが滑らかな範疇では非自明な 4 次元多様体束をこの特性類は検出できる．
(IV) この特性類は，与えられた 4 次元多様体束のファイバーごとの連結和に対する障害を与えている．
(V) この特性類は，Lê–小野による族の Gromov–Witten 不変量を用いたシンプレクティックファイブレーションに対する特性類の，ゲージ理論における対応物とみなすことができる．
ここで (III) についてより正確に述べると次の通りである．与えられた 4 次元多様体とその上に固定した spin^c 構造に対して，その spin^c 構造の同型類を保つような同相写像全体の群を構造群と思ったときには自明であるような 4 次元多様体束であって，微分同相群の同様に定義される部分群を構造群と思うと非自明であるようなものを構成することができた．非自明性の証明にこの特性類が用いられる．これは Ruberman が $SO(3)$-Yang–Mills 理論を用いて与えていた議論の Seiberg–Witten 版の対応物である．
技術的に構成のポイントとなるのは，中村信裕のゲージ群をモジュロするとコサイクルになっている関数系を用いてパラメータ付けられたモジュライ空間を構成するアイデアを，反自己双対方程式や Seiberg–Witten 方程式から生じる Fredholm 切断そのものに対して適用し Fredholm 切断の族を構成すること，さらに Ruan による仮想近傍の理論の族版を展開することである．

I wrote two preprints on

(1) an invariant of closed spin^c 4-manifolds defined using families of Seiberg–Witten equations, and
(2) topology of the space of positive scalar curvature metrics for a 4-manifold via Seiberg–Witten equations.
I also studied
(3) characteristic classes of 4-manifold bundles via gauge theory.
In addition, I discussed
(4) with Yosuke Morita, Seiberg–Witten type equations on higher-dimensional manifolds,
(5) with Eiji Inoue and Masaki Taniguchi, some compactification of instanton moduli space, and
(6) with Masaki Taniguchi, an equivariant instanton Floer homology.
I here focus my attention on (3). Main results of (3) are construction of characteristic classes of 4-manifold bundles using $SO(3)$-Yang–Mills anti-self-dual equations and Seiberg–Witten equations and its calculations. Main features of these characteristic classes are as follows.
(I) The construction can be regarded as an infinite dimensional analogue of usual characteristic classes of smooth manifold bundles, say the Mumford–Morita–Miller classes for surface bundles.
(II) The characteristic classes are generalizations of Li–Liu's numerical invariant of families of Seiberg–Witten equaiotions and Ruberman's invariants of diffeomorphisms on a 4-manifold.
(III) The characteristic classes detect a bundle which is topologically trivial but smoothly non-trivial.
(IV) The characteristic classes obstruct a fiber-wise connected sum for a given 4-manifold bundle.
(V) The characteristic classes can be also regarded as a gauge-theoretic counter part of characteristic classes of symplectic fibrations due to Lê and Ono.
I here explain (III) more precisely. I constructed a 4-manifold bundle which is trivial as a bundle whose structure group is the homeomorphisms preserving the isomorphism class of a given spin^c structure, but is non-trivial as a bundle whose structure group is a similar subgroup of the diffeomorphism group. The chracteristic class arising from Seiberg–Witten equations is used for the proof of the non-triviality. This is the counter part of the argument due to Ruberman based on $SO(3)$-Yang–Mills theory. Main points of the construction are to make use of Nakamura's idea that functions satisfying the "cocycle condition modulo gauge" for some Fredholm sections corresponding to anti-self-dual equations and Seiberg–Witten equations, and to develop a family version of Ruan's virtual neighborhood technique.

B. 発表論文

1. H. Konno, "Bounds on genus and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds", Journal of Topology (2016) 9 (4): 1130-1152.
2. H. Konno, A cohomological Seiberg-Witten invariant emerging from the adjunction inequality, arXiv:1704.05859
3. H. Konno, Positive scalar curvature and higher-dimensional families of Seiberg-Witten equations, arXiv:1707.08974

C. 口頭発表

1. A cohomological Seiberg-Witten invariant, Germany-Japan One-Day Workshop on Geometry and Topology, 早稲田大学，2017 年 5 月 22 日
2. A cohomological Seiberg-Witten invariant emerging from the adjunction inequality, Low Dimensional Topology and Gauge Theory, BIRS-CMO, 2017 年 8 月 10 日
3. A cohomological Seiberg-Witten invariant, 微分トポロジーセミナー，京都大学，2017 年 9 月 5 日
4. A cohomological Seiberg-Witten invariant, 関西ゲージ理論セミナー，京都大学，2017 年 9 月 16 日
5. A cohomological Seiberg-Witten invariant emerging from the adjunction inequality, UCLA Topology Seminar, University of California, Los Angeles, 2017 年 10 月 6 日

6. Complex of embedded surfaces in a 4-manifold and family Seiberg-Witten theory, The East Asian Symplectic Conference, Sichuan University, 2017 年 10 月 30 日

7. Families of Seiberg-Witten equations and positive scalar curvature, 東工大 幾何セミナー，東京工業大学，2017 年 11 月 17 日

8. Characteristic classes of bundles of a 4-manifold via gauge theory, 4 次元トポロジー，大阪市立大学，2017 年 11 月 24 日

9. Family gauge theory and characteristic classes of bundles of 4-manifolds, Gauge theory in Fukuoka, 九州大学/かんぽの宿柳川，2018 年 2 月 20 日

10. Family gauge theory and characteristic classes of bundles of 4-manifolds, Differential geometry seminar, the University of Adelaide，2018 年 3 月 16 日

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)

(学振 DC2)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

正標数の代数多様体おける，F 純閾値の昇鎖条件について研究を行っている．この研究は，標数 0 の双有理幾何における「対数的標準閾値の昇鎖条件」の正標数化を目標としている．この「対数的標準閾値の昇鎖条件」に関する予想は，近年 Hacon-Mckernan-Xu らによって解決されたのに対し，その正標数化はこれまでほとんど何もわかっていなかった．今年度は，その正標数化に関する以下の定理を証明した．

X を正標数の代数多様体の芽とし，$\mathfrak{a}$ をその構造層のイデアルとする．この時，対 $(X, \mathfrak{a})$ の特異点の悪さを反映する数値的量として F 純閾値と呼ばれる非負の実数 $\mathrm{fpt}(X, \mathfrak{a})$ が，フロベニウス写像を用いて定義される．X を固定し，$\mathfrak{a}$ をイデアルすべて動かすときに，とりうる F 純閾値の全体という集合 $\mathrm{FPT}(X) \subseteq \mathbb{R}$ を考える．この時，もし X が正則であるならば，$\mathrm{FPT}(X)$ が昇鎖条件を満たすということを証明した．更に，同様の手法で，X が強 F 正則という “mild” な特異点しか持たない場合にも同様の昇鎖条件が成立することを示した．

I researched on the ascending chain condition for F-pure thresholds. The aim of this research is to prove a positive characteristic analogue of the theory on the ascending chain condition for log canonical thresholds in characteristic 0. Although the ascending chain condition for log canonical thresholds was proved recently by Hacon-Mckernan-Xu, there is no general result on the ascending chain condition for F-pure thresholds. In this year, I proved the following result about the ascending chain condition for F-pure thresholds.

For a germ X of a variety of positive characteristic and an ideal $\mathfrak{a}$ of the structure sheaf of X, we can define the F-pure threshold $\mathrm{fpt}(X, \mathfrak{a}) \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ in terms of the Frobenius morphism. We define $\mathrm{FPT}(X) \subseteq \mathbb{R}$ as the set of all $\mathrm{fpt}(X, \mathfrak{a})$, where $\mathfrak{a}$ runs through all ideals of the structure sheaf of X.

I proved that if X is regular, then the set $\mathrm{FPT}(X)$ satisfies the ascending chain condition. Moreover, I proved that the same result holds even if X has only strongly F-regular singularities.

B. 発表論文

1. K. Sato : “Stability of test ideals of divisors with small multiplicity”, Math. Z に掲載予定.

2. K. Sato and S. Takagi: “General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic”, arXiv:1703.00770.

3. K. Sato: “Ascending chain condition for F-pure thresholds on a fixed strongly F-regular germ”, arXiv:1710.05331.

C. 口頭発表

1. ”F 純閾値の昇鎖条件”, 第 23 回代数若手研究会, 大阪大学, 2018 年 3 月 発表予定.

2. "Berkovich log discrepancies in positive characteristic (after E. Canton)", 特異点セミナー, 日本大学, 2018 年 1 月.

3. "Ascending chain condition for F-pure thresholds on fixed strongly F-regular germ", 東大代数幾何セミナー, 東京大学, 2017 年 12 月.

4. "Ascending chain condition for F-pure thresholds", 第 39 回可換環論シンポジウム, 京都大学, 2017 年 11 月.

5. "On Ascending chain condition for F-pure thresholds", 特異点セミナー, 日本大学, 2017 年 11 月.

6. "Ascending chain condition for F-pure thresholds on fixed strongly F-regular germ", 代数幾何学城崎シンポジウム 2017 城崎国際アートセンター, 2017 年 10 月.

7. "General hyperplane sections of 3-folds in positive characteristic", Algebraic Geometry Seminar, University of Illinois at Chicago, 2017 年 4 月.

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，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は，対応する星形箙の表現の同型類の分類とも関連している．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 $(P_1, P_2, \cdots, P_m)$ 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，軌道が無限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．昨年度までは，G を A 型簡約群，$P_1, P_2, \cdots, P_m$ を全て最高ウェイトに対応する極大放物型部分群とした時についての表現論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．

本年は，前年度の結果を一般の標数 0 の体に一般化し，さらに箙の表現論の言葉を極力使わずに射影空間の言葉のみを用いて説明できるように，また A 型だけでなく B，C，D 型への応用も期待できるよう体系化し，それらについて研究発表を行った．また，表現論的な分野については，これらの結果を用い，多重旗多様体上の H(今でいえば対角部分群) 不変な微分作用素の構成について考察した．

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 decomposition 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, 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 is related to the classification of isomorphic classes of representation of corresponding star shaped quiver. 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 $(P_1, P_2, \cdots, P_m)$ 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. Until last year, I gave an explicit description of orbit decompositions in the case

where G is an reductive group of *typeA* and $P_1, P_2, \cdots, P_m$ are all maximal parabolic subgroups corresponding to the highest root over an algebraically closed field with the characteristic by using the language of representation theory of quivers. Also, I observed some topological properties of these orbit spaces.
This year, I generalised this result to any field with the characteristic 0, and I systemised this results so that we can describe the orbit decomposition with the language of projective spaces but the representation theory of quivers. This is expected to enable us to describe the orbit decomposition for not only type A but other types, e.g. B, C, and D. Furthermore on representation theory, I considered the construction of H (in our setting, the diagonal subgroup) invariant differential operators on the multiple flag varieties.

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.
3. N. Shimamoto:"Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A", to appear in 数理解析研究所講究録 (2017) 「表現論とその周辺分野の広がり」, 京都大学数理解析研究所, (ed. N. Abe), 12 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.
3. Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A, RIMS 研究集会「表現論とその周辺分野の広がり」, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 6 月.
4. Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A, 龍谷表現論セミナー, 2017 年 10 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、主に関数解析の手法を用いて研究している。この場合の臨界 Sobolev 空間の階数 $n/2$ は、$|u|^{p-1}u \ \ (p>1)$ のような冪乗型非線型項に対応する、空間 n 次元における臨界冪 $s_c(p)=n/2-2/(p-1)$ の $p\to\infty$ での極限と考えることができる。空間次元 n が偶数の場合に、Moser-Trudinger 型の評価を用いて $H^{n/2}(\mathbb{R}^n)$ における適切性、特に $H^{n/2}(\mathbb{R}^n)$ の意味での初期値への連続依存性を示した。論文は現在準備中である。

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 $(e^{\lambda|u|^\alpha}-1)u \ \ (\lambda>0)$ in the critical Sobolev space $H^{n/2}(\mathbb{R}^n)$ by a method mainly based on functional analysis. The critical order $n/2$ of the Sobolev space in this case can be regarded as the limit of $s_c(p)=n/2-2/(p-1)$ as $p\to\infty$, where $s_c(p)$ is the corresponding critical order to the power type nonlinearities like $|u|^{p-1}u \ \ (p>1)$ in the n-dimensional case. I proved the well-posedness in $H^{n/2}(\mathbb{R}^n)$, especially the continuous dependence in $H^{n/2}(\mathbb{R}^n)$ on the initial data, by using a Moser-Trudinger type estimate with the spatial dimension n even. 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).

田内 大渡 (TAUCHI Taito)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

G を実簡約代数群, P をその極小な放物型部分群, H を G の実代数部分群とする. このとき P 開軌道が等質多様体 G/H 上に存在する, もしくはそれと同値なことであるが G/H 上の P 軌道の個数が有限であるならば, 正則表現 $C^\infty(G/H)$ が G の各既約表現を高々有限回ずつしか含まないことが小林・大島により代数解析を用いる手法で証明された. また小林は一般放物型部分群 Q に対しても, もし Q が G/H 上に開軌道を持たなければ $C^\infty(G/H)$ は Q から誘導されたある退化主系列表現を重複度無限で含むというより精密な結果を, ポアソン変換の一般化を用いることで証明している. これらを踏まえ本年度私は「G/H 上に Q 開軌道が存在するが Q 軌道が無限個存在するとき $C^\infty(G/H)$ に重複度無限でふくまれる Q から誘導された退化主系列表現が存在するか? 」という問題に取り組み, 向き付けに関するある仮定のもとでは, 上の問題は肯定的であることをドラームのカレントの理論を用いて証明した.

Let G be a real reductive algebraic group, H a algebraic subgroup of G. Then it is proved by T. Kobayashi and T. Oshima that the regular representation $C^\infty(G/H)$ contains each irreducible representation of G at most finitely many times if a minimal parabolic subgroup P of G has an open orbit in G/H, or equivalently, if the number of P-orbits on G/H is finite. Moreover, T. Kobayashi proved that for a general parabolic subgroup Q of G, there is a degenerate principal representation induced from Q contained in $C^\infty(G/H)$ with infinite multiplicity if there is no open Q-orbit on X. With these in mind, I wonder the following statement is true or not. “ There is a degenerate principal representation induced from Q contained in $C^\infty(G/H)$ with infinite multiplicity if the number of Q-orbits on G/H is infinite even when there exists an open Q-orbit on G/H.” I dealt with this problem and prove that the statement is true under the certain condition of orientability.

B. 発表論文

1. T. Tauchi : ”実リー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.
2. T. Tauchi : “退化主系列表現からの絡作用素の次元について ”, 京都大学数理解析研究所講究録 **2031**, 表現論と非可換調和解析をめぐる諸問題 (2016), 1–14.

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.
6. Multiplicity of degenerate principle series with infinite orbits, ”表現論とその周辺分野の広がり”(研究代表者 : 阿部紀行 (北海道大学理学部)), 京都大学数理解析研究所, 2017 年 6 月.
7. Introduction to two papers ”Finite multiplicity theorems for induction and restriction” (T. Kobayashi and T. Oshima)

and "Shintani functions, real sphrical manifolds, and symmetry breaking operators" (T. Kobayashi), Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2017 年 8 月.

8. Multiplicity of degenerate principle series with infinite orbits, 龍谷表現論セミナー, 龍谷大学経済学部教育・研究センター, 2017 年 10 月.

滝聞 太基 (TAKIGIKU Motoki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

A 型アフィングラスマン多様体のホモロジーは対称関数環のある部分環に同型になり、このときそのシューベルト類は k-シューア関数 $s_\lambda^{(k)}$ と呼ばれる、シューア関数の一般化になっている対称関数に対応する。この K-理論的類似も知られている: A 型アフィングラスマンの K-ホモロジーは対称関数環の同じ部分環になり、そのシューベルト類は K-k-シューア関数 $g_\lambda^{(k)}$ と呼ばれ、k-シューア関数の非斉次化（低次の項を加えたもの）になっている。

本年度は K-k-シューア関数に関係するいくつかの公式を示した。まず、k-有界分割上の強順序（Bruhat 順序）に関する単項イデアルに渡る $g_\lambda^{(k)}$ たちの和 $\sum_{\mu\leq\lambda} g_\mu^{(k)}$ を考え、$\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$ とおく。これは幾何的には構造層のシューベルト類に対応する。このとき $\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$ についてのピエリ型の公式と、その応用として k-長方形を括り出す因数分解公式 $\widetilde{g}_{R_t\cup\lambda}^{(k)} = \widetilde{g}_{R_t}^{(k)}\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$ (ただし $R_t = (t^{k+1-t})$) を示した。証明の主な部分は一般のコクセター群の強順序と弱順序についての議論に加えてアフィン対称群特有の事情を調べることによる。

Affine Schubert Calculus is one of the major recent developments on the interaction between Algebraic Combinatorics and Algebraic Geometry. The homology of the affine Grassmannian for SL_{k+1} was shown by Thomas Lam to be isomorphic to a certain subring of the ring of symmetric functions, and its Schubert class corresponds to a certain symmetric function called k-Schur function $s_\lambda^{(k)}$, generalizing the Schur function s_λ. These developments have K-theoretic analogues. The K-homology of the affine Grassmannian for SL_{k+1} was shown by Lam–Schilling–Shimozono to be the same subring of symmetric functions as the homology, and its Schubert class $g_\lambda^{(k)}$, called the K-k-Schur function, is an "inhomogeneous version" of k-Schur function $s_\lambda^{(k)}$.

My recent research have shown some formulas involving K-k-Schur functions. I have considered the sum of K-k-Schur functions $\sum_{\mu\leq\lambda} g_\mu^{(k)}$, which I denoted by $\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$, over a principal order ideal of the poset of k-bounded partitions under the strong (Bruhat) order $\leq$, which sum geometrically corresponds to the Schubert class of the structure sheaves of the affine Grassmannian. Then I gave a Pieri-type formula for $\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$, and as an application of this, I gave a k-rectangle factorization formula $\widetilde{g}_{R_t\cup\lambda}^{(k)} = \widetilde{g}_{R_t}^{(k)}\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$, where $R_t = (t^{k+1-t})$, analogous to that of k-Schur functions (in the same form). The ingredients of the proof are combinatorial arguments on the strong and weak orders on arbitrary Coxeter groups, followed by some specifics for the affine symmetric groups.

B. 発表論文

1. M. Takigiku, A Pieri-type formula and a factorization formula for sums of K-k-Schur functions, arXiv:1802.06335.

2. Motoki Takigiku, On some factorization formulas of K-k-Schur functions (extended abstract), Séminaire Lotharingien de Combinatoire, volume 78B, 2017, Article 59.

3. M. Takigiku, Factorization formulas of K-k-Schur functions II, arXiv:1704.08660.

4. M. Takigiku, Factorization formulas of K-k-Schur functions I, arXiv:1704.08643.

C. 口頭発表

1. "A factorization formula for K-k-Schur functions", Algebraic and Enumerative Combinatorics in Okayama, Okayama, Feb 2018.

2. "On some factorization formulas of K-k-Schur functions", Formal Power Series and Algebraic Combinatorics (FPSAC), London, UK, Jul 2017.

3. "On some factorization formulas of K-k-Schur functions", Combinatorics of Lie Type, RIMS, Oct 2016.

4. "On some factorization formulas of K-k-Schur functions", Mathematics seminar at Yamanashi University, Sep 2016.

5. "On some factorization formulas of K-k-Schur functions", Algebraic Lie Theory and Representation Theory, Nagano, Jun 2016.

6. "On k-rectangle factorization of K-k-Schur functions", Mathematics seminar at Okayama University of Science, Nov 2015.

田口 和稔　(TAGUCHI Kazutoshi)

A. 研究概要

本年度は、離散 1 調和写像流方程式の数値解析を行った．特に、解を構成するスキームを提案して、その誤差評価と数値実験を行った．

In this fiscal year, we study numerical analysis of discrete one-harmonic mapping flow equations. In particular, we propose an approximation scheme of solutions, and we establish their error eistimate and numerical experiments.

B. 発表論文

1. K. Taguchi : "On discrete one-harmonic map flows values into an embedded manifold in a multi-dimensional domain", to appear in Advances in Mathematical Sciences and Applications.

C. 口頭発表

1. 離散 1 調和写像流方程式について，北大 MMC セミナー 第 74 回, 北海道大学電子科学研究所, 2017 年 8 月 4 日.

竹内 有哉 (TAKEUCHI Yuya)

(学振 DC1)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

強擬凸 CR 多様体の幾何学について研究している．本年度の主な成果は以下の通りである．

1. 昨年度に引き続き，Sasakian η-Einstein 多様体に関する研究を行った．昨年度得られた GJMS 作用素の具体的な表示式を用いて，実超曲面としての変形に対する全 Q-prime 曲率の第二変分を考察した．その結果として，非負のスカラー曲率を持つ Sasakian η-Einstein 多様体に対しては，第二変分が非正であることを示した．さらに第二変分が 0 である必要十分条件が実超曲面の変形が誘導する CR 構造の無限小変形が自明であることで与えられることも分かった．一方，負のスカラー曲率を持つ場合には，上述の結果が成り立たない例を構成することができた．また，全 Q-prime 曲率の具体的な表示式を用いることで，Kähler-Einstein 多様体上の tube に対する繰り込み体積を計算する公式を得た．

2. 昨年度に引き続き，CR 不変微分作用素である critical GJMS 作用素に関する研究を行なった．この微分作用素は準楕円型ではなく，一般に解析が難しい．本年度はこの作用素が下に有界な作用素であることを示した．証明には Heisenberg 擬微分作用素に関する理論と Heisenberg 群上の群 Fourier 変換を用いた．

I study the geometry of strictly pseudoconvex CR manifolds.

1. I continued the study for Sasakian η-Einstein manifolds from the viewpoint of CR geometry. I considered the second variation of the total Q-prime curvature under deformations of real hypersurfaces. I proved that the second variation is non-positive if the scalar curvature of a Sasakian η-Einstein manifold is non-negative, and it is equal to zero if and only if the deformation is trivial as an infinitesimal deformation of CR structures. Moreover, I constructed a Sasakian η-Einstein manifold with negative scalar curvature that the above statements do not hold. I also obtained a formula for the renormalized volume of tubes over polarized Kähler-Einstein manifolds.

2. I continued the study for analytic proper-

ties of the critical GJMS operator. This operator is a non-subelliptic CR invariant differential operator. I showed that this operator is bounded from below. I used the theory of Heisenberg pseudodifferential operators and the group Fourier transform on the Heisenberg group for the proof.

B. 発表論文

1. Y. Takeuchi: "Q-prime curvature and scattering theory on strictly pseudoconvex domains", Math. Res. Lett. **24** (2017), no. 5, 1523–1554.
2. Y. Takeuchi: "Ambient constructions for Sasakian η-Einstein manifolds", Adv. Math. **328** (2018), 82–111.
3. T. Takeuchi: "On the renormalized volume of tubes over polarized Kähler-Einstein manifolds", to appear in J. Geom. Anal.

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, 2016 年 2 月.
3. CR geometry of Sasaki-η-Einstein manifolds, Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016, 東京大学, 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.
6. Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 2017 年 6 月.
7. Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds, 多変数函数論葉山シンポジウム 2017（ショートコミュニケーション）, 湘南国際村センター, 2017 年 7 月
8. Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds, 2017 年度多変数函数論冬セミナー, 東京理科大学, 2017 年 12 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科長賞, 2015 年 3 月

只野 之英 (TADANO Yukihide)

(学振 DC2)

A. 研究概要

離散シュレディンガー作用素のスペクトル散乱理論を研究している．特に様々な格子上の離散シュレディンガー作用素に長距離型の摂動を加えたときのスペクトルの性質，例えば修正波動作用素の存在と完全性，埋蔵固有値が存在するか否か，に興味を持っている．

I study spectral and scattering theory of discrete Schrödinger operators. In particular, I am interested in spectral properties of discrete Schrödinger operators with long-range perturbation on various lattices; for example, existence and completeness of modified wave operators, whether embedded eigenvalues exist or not.

C. 口頭発表

1. Long-range scattering for discrete Schrödinger operators, Lectures on Semi-Classical Ananysis, 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 回数理物理と微分方程式, かんぽの宿　富山, 2016 年 11 月.
4. 離散シュレディンガー作用素の長距離散乱理論について, 箱根における偏微分方程式

研究会 2017, ミスティイン仙石原, 2017 年 9,10 月.

5. Long-range scattering for discrete Schrödinger operators on some lattices, 神戸大学解析セミナー, 神戸大学理学部, 2017 年 11 月.

6. Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operator on several lattices, スペクトル・散乱葛飾シンポジウム, 東京理科大学葛飾キャンパス, 2018 年 1 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付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 semilinear elliptic problems via sub- and supersolutions, 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

4. 優臨界指数増大の非線形項をもつ反応拡散方程式の解のレート, 第 39 回発展方程式若手セミナー, グリーンホテル三ヶ根, 2017 年 9 月

5. 優臨界指数増大の非線形項をもつ反応拡散方程式の解のレート, 第 43 回発展方程式研究会, 日本女子大学, 2017 年 12 月

中村 允一 (NAKAMURA Makoto)

A. 研究概要

本年度は，Kähler 多様体上の高次 Cauchy-Riemann 方程式の解である k 次正則関数につ

いて調べた．複素 Euclid 空間の場合，k 次正則関数は，正則関数を係数とする反正則 k 次多項式のことである．このモデルから，斉次多項式に対応する微分条件を見つけた．特に強擬凸領域の Bergman 型計量の場合には，ふたつの k 次斉次正則関数が境界で一致すれば，それらは領域内部でも一致する．このことから，Hardy 空間や Szegö 核の高次におけるアナロジーが存在すると期待できる．

In this year, I studied solutions of a certain higher-order Cauchy-Riemann equation on a Kähler manifold. I call them holomorphic functions of degree k. In the complex Euclidean space $\mathbb{C}^n$, a function is holomorphic of degree k if and only if it is a polynomial of $(\overline{z}_1, \cdots, \overline{z}_n)$ with holomorphic coefficients. I found a certain differential condition, which characterizes homogeneous polynomials with holomorphic coefficients in the complex Euclidean space case. Now we consider a strictly pseudoconvex domain with a Kähler metric of Bergman type. In this case, if two homogeneous holomorphic functions of degree k have the same boundary value, they coincide with each other on the domain. From this property, I expect there exist higher-order analogies of the Hardy space and the Szegö kernel.

B. 発表論文

1. M. Nakamura：“Some remarks on the Folland-Stein operators for the Heisenberg group and the unit shpere”, 東京大学修士論文 (2016).

早瀬 友裕 (HAYASE Tomohiro)

A. 研究概要

Voiculescu の導入した自由確率論は, ランダム行列理論の研究領域を拡げている．自由確率論は, 行列サイズが大きい様々なランダム行列モデルの漸近挙動を記述する有用な道具である．
今年度の研究では, 自由確率論と統計的最適化の道具を使って, ランダム行列モデルのパラメータ最適化を行う新しい手法を構成した．また, この手法を自己回帰移動平均モデルのパラメータ推定と, 統計モデルの次元削減に応用した．

The development of the free probability theory invented by Voiculescu expands the scope of research of random matrix models. The free probability theory is an invaluable tool for describing the asymptotic behavior of many random matrix models when the matrices are large.
We constructed a new parameter estimation method of random matrix models only from a single-shot empirical eigenvalue distribution. Our method is a combination of techniques in free probability theory and stochastic optimization. We also suggested its applications to the optimization of autoregressive moving-average model and the dimension reduction of stochastic models.

B. 発表論文

1. T.Hayase：“De Finetti theorem for a Boolean analogue of easy quantum groups”, J. Math. Sci., vol. 24, no. 03, pp. 355 398, 2017.

2. T. Hayase, “Free deterministic equivalent Z-scores of compound Wishart models: A goodness of fit test of 2DARMA models”, arXiv:1710:09497.

C. 口頭発表

1. De Finetti theorems for a Boolean analogue of easy quantum groups, Free Probability and the Large N Limit, V, UCML (USA), March, 2016

2. Genus expansion of random matrices and free deterministic equivalents, Free probability seminar, Ochanomizu University (Japan), May, 2017

3. An inverse problem in random matrices and free probability, research seminar, Institute Henri Pincare, UPMC (France), Nov., 2017

4. An inverse problem in random matrix theory and free probability theory, Functional analysis seminar, Saarland university (Germany), Nov., 2017

5. Cauchy noise loss: A machine learning approach to random matrices and free probability, Noncommutative probability theory and its applications, Ochanomizu University (Japan), Dec., 2017 s

福岡 尊 (FUKUOKA Takeru)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は前年度に引き続き，次数 6 の del Pezzo ファイブレーション，すなわち 3 次元射影的複素多様体 X から非特異曲線 C への端射線収縮 $\varphi\colon X \to C$ であって，ファイバー F について $(-K_F)^2 = 6$ であるものを研究した．次数 6 の del Pezzo 曲面は，$(\mathbb{P}^1)^3$ の超平面切断でも，$(\mathbb{P}^2)^2$ の線型切断でもある．この記述の相対化を与える事が本研究の目標である．

前年度，次数 6 の del Pezzo ファイブレーション $\varphi\colon X \to C$ に対して，それを含む $(\mathbb{P}^2)^2$-ファイブレーションの存在について報告したが，その証明には不備があった．今年度は，前年度とは全く異なる方針で，次の結果を得た．

まず，次数 6 の del Pezzo ファイブレーション $\varphi\colon X \to C$ に対して，付随する二重被覆 $\varphi_B\colon B \to C$ と三重被覆 $\varphi_T\colon T \to C$ を定義した．この付随する被覆らにより，不変量の等式 $h^{1,2}(X) + g(C) = g(B) + g(T)$ と $(-K_X)^3 = 22 - (6g(B) + 4g(T) + 12g(C))$ を得た．さらに次を示した：$\mathcal{L} := \mathrm{Coker}\,(\mathcal{O}_C \to \varphi_{B*}\mathcal{O}_B) \otimes \omega_C^{-1}$，$\mathcal{G} := \mathrm{Coker}\,(\mathcal{O}_C \to \varphi_{T*}\mathcal{O}_T) \otimes \omega_C^{-1}$ とする．

(1) ある 4 次元非特異射影多様体 Y，端射線収縮 $\varphi_Y\colon Y \to C$ と Y 上の因子 H_Y が存在して，次を満たす：(a) φ_Y の非特異ファイバーは $(\mathbb{P}^1)^3$ である．(b) $\mathcal{O}_Y(K_Y + 2H_Y) = \varphi_Y^*\mathcal{L}$．(c) Y は X を $|\mathcal{O}_Y(H_Y) \otimes \varphi_Y^*\mathcal{L}^{-1}|$ の元として持つ．

(2) ある 5 次元非特異射影多様体 Z，端射線収縮 $\varphi_Z\colon Z \to C$ と Z 上の因子 H_Z が存在して，次を満たす：(a) φ_Z の非特異ファイバーは $(\mathbb{P}^2)^2$ である．(b) $\mathcal{O}_Z(K_Z + 3H_Z) = \varphi_Z^* \det \mathcal{G}$．(c) Z は X をベクトル束 $\mathcal{O}_Z(H_Z) \otimes \varphi_Z^*\mathcal{G}^\vee$ のある大域切断の零点として含む．

(1) と (2) の応用として，次数 6 の del Pezzo ファイブレーションの特異ファイバーの分類を得た．これらの結果は投稿準備中である．

また，2018 年 1 月にメールを受け取り，修論の証明に不備がある事に気がついた．これは，証明途中で用いた表を見間違えるという不注意が原因である．その後，証明を改良し正した．これに関しては，現在論文執筆中である．

In this academic year, I studied about relative embeddings of sextic del Pezzo fibrations $\varphi\colon X \to C$, that is, a contraction of extremal ray from a smooth projective 3-fold X onto a smooth curve C such that $(-K_F)^2 = 6$ for a φ-fiber F. Every sextic del Pezzo surface is a hyperplane section of $(\mathbb{P}^1)^3$ and also a linear section of $(\mathbb{P}^2)^2$. The goal of this study is to give a relativization of such descriptions.

In the last year, I reported that for any sextic del Pezzo fibration, there is a $(\mathbb{P}^2)^2$-fibration containing it. However, I realized that my proof is incomplete. In this year, I have obtained the following result in a completely different way.

First, for an arbitrary sextic del Pezzo fibration $\varphi\colon X \to C$, I defined the double covering $\varphi_B\colon B \to C$ and the triple covering $\varphi_T\colon T \to C$ associated to φ. Using these coverings, I obtained equalities $h^{1,2}(X) + g(C) = g(B) + g(T)$ and $(-K_X)^3 = 22 - (6g(B) + 4g(T) + 12g(C))$. Moreover, I proved the following results: let $\mathcal{L} := \mathrm{Coker}\,(\mathcal{O}_C \to \varphi_{B*}\mathcal{O}_B) \otimes \omega_C^{-1}$ and $\mathcal{G} := \mathrm{Coker}\,(\mathcal{O}_C \to \varphi_{T*}\mathcal{O}_T) \otimes \omega_C^{-1}$.

(1) There exists a smooth projective 4-fold Y, an extremal contraction $\varphi_Y\colon Y \to C$ and a divisor H_Y on Y such that (a) every smooth fiber of φ_Y is $(\mathbb{P}^1)^3$, (b) $\mathcal{O}_Y(K_Y + 2H_Y) = \varphi_Y^*\mathcal{L}$ and (c) X is a member of $|\mathcal{O}_Y(H_Y) \otimes \varphi_Y^*\mathcal{L}^{-1}|$.

(2) There exists a smooth projective 5-fold Z, an extremal contraction $\varphi_Z\colon Z \to C$, a divisor H_Z on Z such that (a) every smooth fiber of φ_Z is $(\mathbb{P}^2)^2$, (b) $\mathcal{O}_Z(K_Z + 3H_Z) = \varphi_Z^* \det \mathcal{G}$ and (c) X is the zero set of a global section of $\mathcal{O}_Z(H_Z) \otimes \varphi_Z^*\mathcal{G}^\vee$.

As an application of (1) and (2), I obtained a classification of singular fibers of sextic del Pezzo fibrations. I wrote a paper about these results as a manuscript in preparation.

Meanwhile, in January 2018, I realized that some proofs in my master thesis are incomplete by receiving an e-mail. This is caused by my mistaking a classification table carelessly. After that, I refined and fixed the proof. Now I

am writing a paper about that.

B. 発表論文

1. T. Fukuoka. On the existence of almost Fano threefolds with del Pezzo fibrations. *Math. Nachr.*, 290(8-9):1281–1302, 2017.

C. 口頭発表

1. "On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration", Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop 2017, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences, 2017 年 3 月 17 日.
2. "On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration", MAGIC seminar, Imperial College London, 2017 年 3 月 20 日.
3. "On the existence of almost Fano 3-fold with del Pezzo fibration", 東京大学代数幾何学セミナー, 東京大学 駒場キャンパス, 2017 年 4 月 18 日.
4. "Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations", 京大代数幾何セミナー, 京都大学 数学教室, 2017 年 10 月 13 日.
5. "Relative embeddings of del Pezzo fibrations of degree six", 城崎代数幾何シンポジウム 2017, 城崎国際アートセンター, 2017 年 10 月 27 日.
6. "Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations", 第 16 回代数曲面ワークショップ, 首都大学東京 秋葉原サテライトキャンパス, 2017 年 11 月 18 日.
7. "Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations", GMPLboro seminar, University of Loughbourough, 2018 年 2 月 7 日.
8. "Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations", Warwick Algebraic Geometry Seminar, University of Warwick, 2018 年 2 月 20 日.
9. "Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations", MAGIC seminar, Imperial College London, 2018 年 3 月 5 日. (予定)
10. "Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations", アフィン代数幾何学研究集会 第 16 回，関西学院大学 大阪梅田キャンパス，2018 年 3 月 11 日. (予定)

戸次 鵬人 (BEKKI Hohto)

A. 研究概要

昨年度の研究において、$\mathrm{Res}_{F/\mathbb{Q}}GL_n$ の極大放物型部分群に付随する Eisenstein 級数を、代数体の n 次拡大 E/F に付随する Heegner 対象と呼ばれる $\mathrm{Res}_{F/\mathbb{Q}}GL_n$ から定まる局所対称空間の閉部分多様体に沿って積分すると、E/F に付随する "相対" 部分ゼータ関数が得られることが示されていた。本年度はこの積分公式の応用として代数体の拡大 E/F に付随する相対部分ゼータ関数の特殊値の研究を行なった。そのために、（$\mathrm{Res}_{F/\mathbb{Q}}GL_n$ の極大放物型部分群に付随する）Eisenstein 級数の Fourier 展開を計算し、それを用いて Eisenstein 級数の $s=1$ での留数と定数項の明示的な公式を示した。これは Asai(1970), Yamamoto(2008) の一般化を与えている。この結果と前述の積分公式を組み合わせることで、E/F に付随する相対部分ゼータ関数の $s=1$ での留数や定数項の明示的な（積分）公式を得た。具体的には、相対部分ゼータ関数の留数が E の部分ゼータ関数の $s=1$ での特殊値と F の部分ゼータ関数の $s=n$ での特殊値によって記述されること、定数項は Bessel 関数を用いた無限級数の Heegner 対象に沿った積分として表せることを証明した。以上の結果を論文にまとめて投稿した。

以上の結果は相対部分ゼータ関数の特殊値の主に解析的な性質であり、現在は特殊値のより算術的な性質の研究を行うために、Hecke の積分公式のコホモロジー的解釈の研究に取り組んでいる。

Last year I obtained a generalization of Hecke's integral formula in the case of an arbitrary extension E/F of number fields. This gives an expression of the "relative" partial zeta function of E/F as an integral of the maximal parabolic Eisenstein series of $\mathrm{Res}_{F/\mathbb{Q}}GL_n$ along a certain totally geodesic closed submanifold (Heegner object) of the locally symmetric space for $\mathrm{Res}_{F/\mathbb{Q}}GL_n$. This year I studied the special

values of the relative partial zeta function of E/F using this integral formula. First I computed the Fourier expansion of the Eisenstein series for $\mathrm{Res}_{F/\mathbb{Q}}GL_n$, and obtained explicit formulas for the residue and the constant term of the Eisenstein series at $s = 1$. This gives a generalization of the results of Asai(1970), Yamamoto(2008). Then by using the integral formula, I obtained explicit (integral) formulas for the residue and the constant term of the relative partial zeta function at $s = 1$. More precisely, I proved that the residue is described by the special value of the partial zeta function of E at $s = 1$ and the special value of the partial zeta function of F at $s = n$, and the constant term can be expressed by an integral of some infinite series of Bessel functions along the Heegner object. I wrote a paper on this result and submitted the paper to a journal.
The above result gives an analytic properties of the special values of the relative partial zeta function. I am working on the "cohomological interpretation" of Hecke's integral formula to study more arithmetic properties of the special values.

B. 発表論文

1. H. Bekki : "On periodicity of geodesic continued fractions", 東京大学修士論文 (2015).
2. H. Bekki: "On periodicity of geodesic continued fractions", J. Number Theory 177 (2017), 181–210.
3. H. Bekki: "Relative Hecke's integral formula for an arbitrary extension of number fields", arXiv:1712.08392, submitted.

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.
7. Relative Hecke's integral formula for an arbitrary extension of number fields, 第 11 回玉原特殊多様体研究集会, 玉原国際セミナーハウス, 2017 年 9 月.

松澤 陽介 (MATSUZAWA Yohsuke)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

代数体上定義された代数多様体の自己写像の研究を行った．自己写像による軌道の算術次数が，自己写像と多様体の幾何 (第一力学次数など) からどのように決まるかを研究した．セミアーベル多様体の場合にその様子を完全に理解した．また，自己射による逆軌道に沿った高さ関数の振る舞いも研究した．ここでは，軌道の場合とは対照的に，余次元 1 の力学次数が自然に現れてきた．

I have studied self-maps of algebraic varieties defined over a number field. I have focused on the phenomenon that the geometry of self-maps and the varieties (e.g. the first dynamical degree..) determines the arithmetic degrees of the orbits. I completely described the situation when the varieties are semi-abelian varieties. I have also studied the behavior of height functions along the back-ward orbits of self-morphisms. The codimension one dynamical

degrees naturally appeared in contrast to the forward-orbit case.

B. 発表論文

1. Y. Matsuzawa : "On the Invariant Hilbert schemes and Luna ' s étale slice theorem", to appear in manuscripta math.
2. Y. Matsuzawa : "On the Hilbert schemes of finite algebras over an algebraically closed field", to appear in Comm. Algebra.
3. Y. Matsuzawa, K. Sano, and T. Shibata : "Arithmetic degree for dynamical systems over function fields of characteristic zero", to appear in Math. Z.
4. Y. Matsuzawa : "On upper bounds of arithmetic degrees", arXiv:1606.00598v3.
5. Y. Matsuzawa, K. Sano, and T. Shibata : "Arithmetic degrees and dynamical degrees of endomorphisms on surfaces", arXiv:1701.04369v2.
6. Y. Matsuzawa and K. Sano : "Arithmetic and dynamical degrees of self-morphisms of semi-abelian varieties", arXiv:1802.03173.

C. 口頭発表

1. Arithmetic and dynamical degrees of self-maps of algebraic varieties，東大代数幾何セミナー，東京大学，2017 年 7 月.
2. On the arithmetic degrees of endomorphisms on surfaces，第 16 回広島仙台整数論集会，広島大学，2017 年 7 月.
3. On the dynamical and arithmetic degrees of self-maps of algebraic varieties，日本数学会 2017 年度秋季総合分科会，山形大学，2017 年 9 月.
4. Arithmetic degrees and dynamical degrees of self-maps of algebraic varieties，城崎代数幾何学シンポジウム，城崎，2017 年 10 月.
5. Arithmetic degrees of self-morphisms of semi-abelian varieties，Esat Asian Core Doctorial Forum on Mathematics，清華大学，2018 年 1 月.
6. The height growth along the orbits of rational self-maps and the dynamical degrees，11TH CONFERENCE OF ARITHMETIC AND ALGEBRAIC GEOMETRY, 2018，東京大学，2018 年 1 月.
7. On the height growth along the orbits of self-maps of algebraic varieties，第 1 回 数理新人セミナー，京都大学，2018 年 2 月.
8. Arithmetic and dynamical degrees of semi-abelian varieties，第 14 回数学総合若手研究集会，北海道大学，2018 年 2 月.

F. 対外研究サービス

1. 第 14 回城崎新人セミナーの世話人をした.

三浦 達彦 (MIURA Tatsu-Hiko)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

3 次元空間内の薄膜領域における非圧縮粘性流体の数学解析について研究している．薄膜領域とは空間内のある方向への幅が非常に小さく, 幅ゼロの極限で低次元集合に退化するような領域である．本年度は 3 次元空間内の 2 次元閉曲面に退化するような曲がった薄膜領域における非圧縮 Navier–Stokes 方程式について考察を行い, 薄膜領域の幅が小さいときに大きな初期値と外力に対して方程式の強解が時間大域的に存在することを証明した．これまでの薄膜流体の数学研究は平面または球面に退化する薄膜領域を対象とするものがほとんどであり, 曲率が一定ではないような一般の閉曲面に退化する薄膜領域上で Navier–Stokes 方程式の強解の時間大域存在を証明したのは本研究が初めてである.

We study mathematical analysis of incompressible viscous fluids in a three-dimensional thin domain. A thin domain is a domain with very small width in one or several directions and it degenerates into a lower dimensional set as its width tends to zero. In this year we studied the incompressible Navier–Stokes equations in

a three-dimensional curved thin domain that shrinks to a two-dimensional closed surface and established the global-in-time existence of a strong solution for large data when the width of the thin domain is small. This is the first result on the global existence of a strong solution in the case where the degenerate set of a thin domain is a general closed surface with nonconstant curvatures, since previous works mainly dealt with the Navier–Stokes equations in thin domains around a plane or a sphere.

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. **290** (2017), 2524–2546.
3. T.-H. Miura : "Zero width limit of the heat equation on moving thin domains", Interfaces Free Bound. **19** (2017), 31–77.
4. T.-H. Miura:"On singular limit equations for incompressible fluids in moving thin domains", Quart. Appl. Math. **76** (2018), 215–251.
5. T.-H. Miura, Y. Giga, and C. Liu:"An energetic variational approach for nonlinear diffusion equations in moving thin domains", Adv. Math. Sci. Appl., to appear.

C. 口頭発表

1. 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.
2. 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.
3. On singular limits for the Navier–Stokes equations in curved moving thin domains, Geophysical Fluid Dynamics, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), 2017 年 5 月.
4. 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, 広島数理解析セミナー, 広島大学, 2017 年 6 月.
5. 動く曲面に退化する薄膜領域上の放物型方程式に関する特異極限問題, 界面現象の数理・モデリング研究合宿 2017, いするの家西原脩三記念館, 2017 年 6 月.
6. Mathematical and numerical analysis of the Hamilton–Jacobi equation on an evolving surface, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 14, 東京大学, 2017 年 10 月.
7. On the Navier–Stokes equations with Navier boundary conditions in a curved thin domain, Princeton–Tokyo Fluid Mechanics Workshop, Princeton University (US), 2017 年 11 月.
8. On the Navier–Stokes equations in a curved thin domain, 非圧縮粘性流体の数理解析, 京都大学, 2017 年 12 月.
9. Finite volume scheme for the Hamilton–Jacobi equation on an evolving surface, 数値解析セミナー, 東京大学, 2017 年 12 月.
10. On singular limit equations for the Navier–Stokes equations in moving thin domains, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 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 渓太 (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。
今年度は前年度から引き続き漸近的に 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 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固有値の有無や欠落測度の性質並びにハミルトン流の性質などを考察した。また、セミナーでは欠落測度に関する L.Jin と S.Dyatlov による最新の論文を講読し、論文中で用いられている手法を既存の問題に応用できないかを考察した。

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 considered absence of the eigenvalue and properties of the defect measures and properties of corresponding Hamiltonian of this class of Schrödinger operators.
Also I did seminar on recent paper on semiclassical defect measure by L.Jin and S.Dyatlov and considered if I can use the methods in the paper to known problem.

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 回数理物理と微分方程式, かんぽの宿富山, 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.
6. (1) On Schrodinger operators with homogeneous potentials of order zero on manifolds, (2) 神戸大学解析セミナー, 神戸大学六甲キャンパス, 2017 年 11 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．

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.
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).

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，特に有理 Gorenstein 空間上のストリング作用素について興味を持って研究している．これは，有理 Gorenstein 空間 M の自由ループ空間 $LM = \mathrm{Map}(S^1, M)$ のホモロジー $H_*(LM;\mathbb{Q})$ に入る代数的構造であり，特に「ループ積」と呼ばれる積と「ループ余積」と呼ばれる余積を含むものである．
本年度の研究では，$\pi_*(M) \otimes \mathbb{Q}$ が有限次元であるような k 連結空間 M 上でストリング作用素を拡張して，より一般の球面からの写像空間 $S^kM = \mathrm{Map}(S^k, M)$ のホモロジー $H_*(S^kM;\mathbb{Q})$ に積 (ブレーン積) と余積 (ブレーン余積) を導入した．ブレーン積はループ積と同様の方法により構成することができるが，ブレーン余積の構成には写像空間の「有限次元性」の考察が新たに必要であった．
この拡張により，既存のストリング作用素では見られなかったような，興味深い現象が現れることを期待している．

I am interested in rational homotopy theory and its applications, especially in string operations on rational Gorenstein spaces. String operations are algebraic operations on the homology $H_*(LM;\mathbb{Q})$ of the free loop space $LM = \mathrm{Map}(S^1, M)$ of a rational Gorenstein space M, including the loop product and the loop coproduct.
In this year, I extended string operations to brane operations, which are operations on the homology of general sphere spaces $S^kM = \mathrm{Map}(S^k, M)$, for a k-connected space M satisfying $\pi_*(M) \otimes \mathbb{Q}$. Although the brane product can be constructed by a similar way to the loop product, I used "finite dimensionality" of sphere spaces to construct the brane coproduct.

B. 発表論文

1. S. Wakatsuki : Description and triviality of the loop products and coproducts for rational Gorenstein spaces, arXiv:1612.03563
2. S. Wakatsuki : Coproducts in brane topology, arXiv:1802.04973

C. 口頭発表

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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
6. 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
7. String topology on rational Gorenstein spaces，変換群を核とする代数的位相幾何学，京都大学数理解析研究所，2017 年 5 月
8. String topology on rational Gorenstein spaces, Young Topologists Meeting, KTH Royal Institute of Technology in Stockholm, 2017 年 7 月
9. Brane topology on rational Gorenstein spaces，ホモトピー論シンポジウム，高松市生涯学習センター (まなび CAN)，2017 年 11 月
10. Coproducts in brane topology，ストリングトポロジーとその周辺，四季の湯強羅静雲荘，2018 年 12 月

渡部 淳 (WATANABE Jun)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Melrose による b-calculus の手法を用いて特異性のある多様体上の指数について研究した. 特に 2 つの境界超平面 $\partial_0 X, \partial_1 X$ をもつ角のある多様体 X について, 2 つの境界において異なる境界条件を課して Mazzeo-Melrose の Φ-calculus と Melrose の b-calculus を一般化した新しい calculus を定義した. さらにその calculus における Fredholm 条件を決定し, 応用として 'non-closed' な $\mathbb{Z}/k$-manifold に対する指数定理を証明した.

I studied the index problems on the manifolds with singularities using the method of b-calculus of Melrose. Let X be a manifold with corners which has two boundary hypersurfaces $\partial_0 X, \partial_1 X$. I defined a new calculus on X which generalize the Φ-calculus of Mazzeo-Melrose and b-calculus of Melrose. I determined the Fredholm condition of the calculus, and as an application, I proved the index theorem of 'non-closed' $\mathbb{Z}/k$-manifolds.

B. 発表論文

1. 渡部淳: "Mod k 指数の同変な拡張について", 東京大学修士論文 (2016)

C. 口頭発表

1. Fibered cusp b-pseudodifferential operators and its applications, 日本数学会 2018 年度会, 東京大学, 2018 年 3 月.

G. 受賞

理学部学修奨励賞 , 2014 年 3 月

DIAS ALEXIOU Carolina

A. 研究概要

シナリオに応じて量子通信路について容量の種々の定義がある（例. 量子通信路の古典的容量やプライベート量子容量等)。しかし、非加法性はそれらの大半が共有している特徴である。
これらの異なるシナリオはほとんどの場合、有限次元システムのために定式化するが一般的なフォン・ノイマン環を使った類似の記述がある。

この文脈でプライベート量子容量の場合は、情報漏洩を適切に記述するようにサブファクター理論を使う必要がある。
テンソル積に対してサブファクターの指数の乗法性のようなプロパティはある種の通信路について容量が加法的である可能性があることを強く指し示す。加法的通信路の可能な族を調べるのためにこのような結果を利用することを試みている。

Depending on the scenario, there are different definitions of capacity for quantum channels (e.g. classical capacity of quantum channel, private quantum capacity, etc), but all of them share a common characteristic: they are usually non-additive.
Although these different scenarios are most commonly formulated for finite dimensional systems, they have analogous descriptions using general von Neumann algebras. In this context, one needs to make use of subfactors to properly describe the leakage of information in the case of private quantum capacity.
Some properties of subfactors, like the multiplicativity of the index for the tensor product, strongly indicates that capacity could be additive for some class of channels. We have been trying to make use of these results to study possible families of channels with this characteristic.

C. 口頭発表

1. Index Theory of Subfactors and Quantum Privacy, Analysis in Quantum Information Theory, Institute Henri Poincare, France, 2017 年 12 月
2. Tsirelson problem and QWEP conjecture, Young Mathematicians in C^*-algebras, Mathematical Institute of University of Munster, Germany, 2016 年 7 月
3. 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

レオンチエフ アレックス (LEONTIEV Alex)
(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 $\mathrm{Hom}_{G'}(\pi\big|_{G'}, \tau)$ を具体的に求めるという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. Speh 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. Speh 氏によって発展された一般な手法によって、$(G, G') = (O(p+1,q), O(p,q))$ 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 $\mathrm{Hom}_{G'}(I(\lambda), J(\nu))$ 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ーリ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 導来函手加群間の 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 $\mathrm{Hom}_{G'}(\pi\big|_{G'}, \tau)$ of symmetry breaking operators becomes highly nontrivial. However, in their recent work T. Kobayashi and B. Speh (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 $\mathrm{Hom}_{G'}(I(\lambda), J(\nu))$ 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 the indefinite orthogonal groups $O(p,q)$. In *Abstract of the Geometry Session at the MSJ 2016 Autumn Meeting*, pages 101-102. Mathematical Society of Japan, 2016.

(3) 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;

(4) T. Kobayashi and A. Leontiev. Symmetry breaking operators for conformal transformation groups $O(p,q)$. In *Abstract Book of MSJ Spring Meeting 2017 at Tokyo Metropolitan University*, pages 81-82, 2017.

(5) T. Kobayashi and A. Leontiev. Symmetry breaking operators for the restriction of representations of indefinite orthogonal groups $O(p,q)$. *Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci.*, 93(8):86-91, 2017. DOI: 10.3792/pjaa.93.86.

C. 口頭発表

(1) 2018 年 2 月 20 日, Tokyo-Lyon Conference in Mathematics, Symmetry breaking operators for the restriction of representations of indefinite orthogonal groups $O(p,q)$, 東京大学大学院数理科学研究家;

(2) 2017 年 8 月 4 日, Number Theory Seminar, Symmetry breaking operators of indefinite orthogonal groups $O(p,q)$, National Taiwan University, Institute of Mathematics;

(3) 2017 年 8 月 21 日, 2017 年度の実函数論・函数解析学合同シンポジウム, 不定値直交群 O(p,q) の対称性破れ作用素, お茶の水大学、東京;

(4) 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 ;

(5) 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;

(6) 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;

(7) 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;

(8) 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;

(9) 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;

(10) 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」;

KIM Donghyun

A. 研究概要

非線形偏微分方程式, 特にクライン・ゴ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.

4. D. Kim : "A note on a system of cubic nonlinear Klein-Gordon equations in one space dimension", Differential Equations and Dynamical Systems **25** (2017) 431–451.

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し電流を誘起し、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できる。
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ブ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. 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.

2. Carleman estimate for magnetohydrodynamics system and inverse source problem, A3 Joint Seminar on Inverse Problems, Fudan University(China), 2016 年 3 月.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Inverse problems for a magnetohydrodynamics system by Carleman estimates, Workshop for young scholars, Control and inverse problems on waves, oscillations and flows, Doshisha University, 2017 年 8 月.

8. Inverse problems for a magnetohydrodynamics system by Carleman estimates, A3 Workshop on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, CSIAM 2017, Qingdao, China, 2017 年 10 月.

9. Inverse source problem for a magnetohydrodynamics system via Carleman estimate, Recent progress on Inverse Problems & A3 Meeting, 3rd CSE Winter School 2018, SonofelIce, Korea, 2018 年 1 月.

10. Carleman estimates for a time-fractional advection-diffusion equation and applications to inverse source problems, RIMS Workshop on Inverse problems for partial differential equations and related areas, Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, 2018 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.

蕭 冬遠 (XIAO Dongyuan)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

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 $u_t = u_{xx}+b(x)u(1-u)$, $x \in \mathbb{R}$, $t > 0$, where the coefficient $b(x)$ is nonnegative and periodic in $x \in \mathbb{R}$ with a period $L > 0$ is introduced to study a model in mathematical ecology describing the invasion of an alien species into spatially periodic habitat. It is known that there exists a quantity $c^*(b) > 0$ such that a pulsating traveling wave with the average speed $c > 0$ exists if and only if $c \geq c^*(b)$. The quantity $c^*(b)$ is the so-called minimal speed of pulsating traveling waves.

In my study project, I studied the problem of maximizing $c^*(b)$ by varying the coefficient $b(x)$ under some constraints.

$$A_f = A_{f,L,\beta} := \Big\{ b \in L^1_{\mathrm{loc}}(\mathbb{R}) \,\Big|\, b(\cdot + L) = b(\cdot),$$

$$b \geq 0,\ \frac{1}{L}\int_0^L f(b)dx = \beta \Big\},$$

where $f(b)$ is an nonlinear function of b. I proved the existence of the maximizer under a certain assumption of the constraint and derive the Euler–Lagrange equation which the maximizer satisfies under L^2 constraint $\int_0^L b(x)^2 dx = \beta$. The limit problems of the solution of this Euler–Lagrange equation as $L \to 0$ and as $\beta \to 0$ are also considered. Moreover, we also consider the variational problem in a certain class of step functions under L^p constraint $\int_0^L b(x)^p dx = \beta$ when L or β tends to ∞.

B. 発表論文

1. Chen H, Luo P, Xiao D : “Lower and upper bounds of Dirichlet eigenvalues for totally characteristic degenerate elliptic operators”, Sci. China. Math. **57** (2014) 2235-2246.

2. Xiao Dongyuan: “A variational problem associated with the minimal speed of travel-

ing waves for the spatially periodic KPP equation", 修士論文.

3. Xiao Dongyuan・R. Mori "A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for spatially periodic KPP type equations・arXiv

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.

3. A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, 応用解析冬の学校, 2018 年 1 月 20 日, 群馬 (草津セミナーハウス).

4. A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, Workshop on Reaction-Diffusion Systems and Rekated Topics 反応拡散系とその周辺, 2018 年 2 月 9 日, 新潟県南魚沼越後湯沢 (湯沢グランドホテル).

張 龍傑 (ZHANG Longjie)

(学振 DC2)

(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

$$u_t = \frac{u_{xx}}{1+u_x^2} + A\sqrt{1+u_x^2},\ a(t) < x < b(t),\ t > 0,$$

$$u(a(t),t) = 0,\ u(b(t),t) = 0,\ t > 0,$$

$$u_x(a(t),t) = +\infty,\ u_x(b(t),t) = -\tan\psi,\ t > 0,$$

$$u(x,0) = u_0(x),\ a(0) < x < b(0),$$

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 studies

$$V = -\kappa + A \text{ on } \Gamma(t) \subset \Omega,$$

$$\Gamma(t) \perp \partial\Omega,$$

$$\Gamma(0) = \Gamma_0,$$

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.

$$u_t = \frac{u_{xx}}{1+u_x^2} + A\sqrt{1+u_x^2},\ a(t) < x < b(t),\ t > 0,$$

$$u(a(t),t) = 0,\ u(b(t),t) = 0,\ t > 0,$$

$$u_x(a(t),t) = +\infty,\ u_x(b(t),t) = -\tan\psi,\ t > 0,$$

$$u(x,0) = u_0(x),\ a(0) < x < b(0),$$

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

1. Jia, Gao; Zhang, Long-jie; Chen, Jie, Multiple solutions of semilinear elliptic systems on the Heisenberg group. Bound. Value Probl. 2013,157, 1-10.
2. Jia, Gao; Chen, Jie; Zhang, Long-jie, Infi nitely many solutions for a class of quasilinear ellip-tic equations with p-Laplacian in RN. Bound. Value Probl. 2013, 2013:179, 1-13.
3. 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.
4. 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.
5. Jia, Gao; Zhang, Long-jie; Chen, Jie, Multiplic-ity and boundedness of solutions for quasilinear elliptic equations on Heisenberg group. Bound. Value Probl. 2015, 2015:131, 1-15.
6. Longjie, ZHANG, On Curvature Flow with Driving Force Starting as Singular Initial Curve in the Plane, J Geom Anal (2017). https://doi.org/10.1007/s12220-017-9937-6.
7. Longjie, ZHANG, Curvature flow with driving force on fixed boundary points, J Geom Anal (2017). https://doi.org/10.1007/s12220-017-9967-0.
8. Longjie, ZHANG, Asymptotic behavior for curvature flow with driving force when curvature blowing up, Advances in Mathematical Sciences and Applications, Vol.26, No.1 (2017), 89-108.

李 煥元 (LI Huanyuan)

A. 研究概要

My research interest lies in the mathematical

analysis on the motion of various fluids. In particular, I am interested in the solvability of the governing equations of fluid motion by means of the theory of partial differential equations and other branches of mathematics. This year I continued the study of governing equations of magnetohydrodynamics (in short, MHD), which is a system of partial differential equations combining the classical Navier-Stokes and simplified Maxwell equations. In my previous work, the global "small" solutions to the initial and boundary problem of the 3D MHD equations are established, provided the initial data with some regularity and compatibility is small. The aim of this year was to extend our result of MHD to the MHD system with Hall effect. The Cauchy problem of the Hall-MHD equations has been studied extensively, However, to my best knowledge, there are little mathematical literature of the IBVP to Hall-MHD system. One of the difficulties is to propose the suitable boundary conditions for the initial boundary problems. After the discussion with Prof. Yoshida at Kashiwa campus, we found that a class of nonlinear boundary conditions may be available. This work will continue in my third year of PhD course.

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", *Math. Methods Appl. Sci.* (2018) 31pp.

C. 口頭発表

1. 3 次元非斉次磁気流体方程式の大域的強解, 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会, 山形大学小白川キャンパス, 2017 年 9 月 11 日-9 月 14 日. (12min. 口頭発表)

2. Mathematical analysis on the motion of several immiscible fluids, 博士課程教育リーディングプログラム フォーラム 2017, 名古屋マリオットアソシアホテル, 2017 年 10 月 20 日-21 日. (ポスター発表)

3. Global strong solutions to the equations governing the motion of nonhomogeneous fluids, Princeton-Tokyo Fluid Mechanics Workshop, Princeton University, USA, 7-9th, November, 2017. (30min. 口頭発表)

☆ 1 年 生 (First Year)

浅尾 泰彦 (ASAO Yasuhiko)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

多様体の有限群作用に関するボレル構成 M_G のストリングトポロジーについて前年度の研究を精密化することで次の成果を得た。$\mathcal{G}$ を有向連結閉多様体 M に連続に作用する弧状連結群とする。また G をその有限部分群で M に滑らかに作用するものとする。k を標数が G の位数 $|G|$ と互いに素な体とする。まずベクトル空間としての同型 $H_*(LM_G;k) \cong H_*(LM;k) \otimes Z(k[G])$ が成り立つための十分条件として、「$|G|$ と $|(\pi_1\mathcal{G})^{tor}|$ が互いに素」を得た。(しかしループ積構造については後述の通りこの限りでない)。作用 $\mathcal{G} \times M \to M$ の随伴写像と Hurewicz 写像を合成することで写像 $\phi : \pi_1\mathcal{G} \to H_{\dim M}(LM)$ が得られる。$P := \phi^{-1}[M]$ とする。このとき上の同型 $H_*(LM_G;k) \cong H_*(LM;k) \otimes Z(k[G])$ により右辺に誘導される積構造の同型類は、群コホモロジー $H^2(G;\pi_1\mathcal{G}/P)$ によって分類されることを証明し、対応するコホモロジー類が 0 の場合は積構造が分裂することを示した。また積構造が分裂しない群作用の例を構成した。この結果によりオービフォールドストリングトポロジーから非自明なオービフォールド不変量を構成することに成功した。

By looking carefully at the proof of our previous result, we obtain the following refined results on the string topology of the Borel construction M_G. Let $\mathcal{G}$ be a path connected topological group acting continuously on an oriented closed smooth manifold M. Let G be its finite subgroup acting smoothly on M. Let k be a field whose characteristic is coprime to $|G|$, the order of G. At first, we obtain a sufficient condition "$|G|$ *is coprime to* $|(\pi_1\mathcal{G})^{tor}|$ " for

the splitting as vector spaces $H_*(LM_G;k) \cong H_*(LM;k) \otimes Z(k[G])$ (However, the splitting for the ring structure is not guaranteed as stated below). By composing the adjoint map of the action $\mathcal{G} \times M \to M$ and the Hurewicz map, we obtain a map $\phi : \pi_1\mathcal{G} \to H_{\dim M}(LM)$. We put $P := \phi^{-1}[M]$. Then we prove that the isomorphism class of the ring structure of RHS of $H_*(LM_G;k) \cong H_*(LM;k) \otimes Z(k[G])$ is classified by the group cohomology $H^2(G;\pi_1\mathcal{G}/P)$. We also prove that the ring structure splits if the corresponding cohomology class vanishes. Further, we constructed some non-splitting examples. By this result, we successfully achieve to construct a non-trivial orbifold invariant from String Topology.

B. 発表論文

1. Y. Asao : "Loop homology of some global quotient orbifolds", Algebr. Geom. Topol. 18 (2018), no. 1, 613 - 633.

C. 口頭発表

1. Loop homology of some global quotient orbifolds. The 12th East Asian School of Knots and Related Topics, 日本, 2017 年 2 月.
2. Loop homology of some global quotient orbifolds. 学習院大学トポロジーセミナー, 学習院大学, 2017 年 4 月.
3. Loop homology of some global quotient orbifolds. 京大代数トポロジーセミナー, 京都大学, 2017 年 5 月.
4. Loop homology of some global quotient orbifolds. Young Topologists Meeting 2017, スウェーデン, 2017 年 7 月.
5. 自由ループ空間　おもしろい, トポロジー新人セミナー 2017, 山梨県, 2017 年 8 月.
6. Splitting formula for loop homology. OIST Mini Symposium "New development in Teichmuller space theory", 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月.
7. Splitting formula for loop homology. 高知ホモトピー論談話会, 高知大学, 2017 年 12 月.
8. Splitting formula for loop homology. 福岡ホモトピー論セミナー, 福岡大学セミナーハウス, 2018 年 1 月.
9. Splitting formula for loop homology. East Asia Core Doctorial Forum in Mathematics 2018, 中国, 2018 年 1 月.
10. Crossed product appears in loop homology. 第一回数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.

F. 対外研究サービス

1. 第一回数理新人セミナー オーガナイザー

石橋　典 (ISHIBASHI Tsukasa)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

クラスター代数の自己同型群の一種であるクラスターモジュラー群について研究している. 点付きコンパクト曲面の理想三角形分割から得られるクラスター代数に対応するクラスターモジュラー群は曲面の写像類群を有限指数部分群として含んでいることから, 現在までの研究は写像類群に関する既知の結果をクラスターモジュラー群へ一般化することに重点を置いている. 修士論文では写像類群の Dehn ツイストに類似の元である "クラスター Dehn ツイスト" の概念を導入しその性質を調べた. 本年は有限変異型 $\tilde{E}_6$, $\tilde{E}_7$, $\tilde{E}_8$, X_6, X_7 と呼ばれるクラスター代数に関して, 対応するクラスターモジュラー群がクラスター Dehn ツイストで生成されることを示した. 一般にクラスターモジュラー群の群構造に関しては変異の間の非標準的な関係式から生ずる複雑さが存在しうるが, それを分離するためにクラスターモジュラー群の被覆である飽和クラスターモジュラー群に関する一般論を整備した. 特に上述の X_6, X_7 に関しては飽和クラスターモジュラー群の有限表示を得た.
また, 井上玲氏 (千葉大学) との共同研究により (緩い条件をみたす)Coxeter 群 W に対して, あるクラスター代数であって対応するクラスターモジュラー群が W からの非自明な準同型を許容するものを構成した. W が有限の場合には高次 Teichmüller 空間への W 作用との関係が期待される.

I'm studying the cluster modular groups, which are certain automorphism groups of cluster algebras. For the cluster algebra arising from an ideal triangulation of a marked compact surface, the corresponding cluster modular group contains the mapping class group of the surface. In view of this fact, I'm attempting to generalize known results for mapping class groups to cluster modular groups so far. In my master thesis, I introduced the notion of "cluster Dehn twists", which is an analog of the Dehn twists in mapping class groups. This year I showed that for the cluster algebras of finite mutation type $\tilde{E}_6$, $\tilde{E}_7$, $\tilde{E}_8$, X_6 and X_7, the corresponding cluster modular group can be generated by cluster Dehn twists.

In general the cluster modular group can have a complexity arising from non-standard relations among mutations. In order to separate it, I arranged a theory for a saturated cluster modular group, which is a covering of the cluster modular group. In particular for the cluster algebras of type X_6 and X_7 mentioned above, I got a finite presentation of the corresponding saturated cluster modular group.

With Rei Inoue (Chiba university), I showed that for a Coxeter group W satisfying some mild conditions, there exists a cluster algebra such that the corresponding cluster modular group admits a non-trivial homomorphism from W. In the case the group W is finite, it is expected that our construction is closely related to the W-action on the higher Teichmüller space.

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)
2. T. Ishibashi: "On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups", preprint (2017)
3. T. Ishibashi: "Presentations of the saturated cluster modular groups of finite mutation type X_6 and X_7", preprint (2017)

C. 口頭発表

1. Towards Nielsen-Thurston type classification theory on cluster modular groups, MCM2016: Moduli space, conformal field theory and matrix models, 沖縄科学技術大学院大学, 2016 年 10 月.
2. クラスターモジュラー群上の Nielsen-Thurston 型力学理論について, 第 3 回幾何学的群論若手勉強会, ルネッサ赤沢, 2017 年 3 月.
3. On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups, 低次元トポロジーセミナー, 大阪大学, 2017 年 7 月.
4. On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups, Geometry and Physics Seminar, Tsinghua university (China), 2017 年 7 月.
5. Lattice defects from monodromy, 結晶の界面, 転位, 構造の数理, 九州大学, 2017 年 8 月.
6. On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups, リーマン面に関する位相幾何学, 東京大学, 2017 年 9 月.
7. On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups, Special day for Teichmuller theory, 東京大学, 2017 年 10 月.
8. On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups, Topology and Geometry of Low-dimensional Manifolds, 奈良女子大学, 2017 年 10 月.
9. Cluster Dehn twists in cluster modular groups, MCM2017: New development in Teichmuller space theory, 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月.
10. Cluster Dehn twists in cluster modular groups, リーマン面・不連続群論研究集会, 名古屋大学, 2018 年 2 月.

G. 受賞

1. 2016 年度東京大学大学院数理科学研究科長賞, 2017 年 3 月.

伊藤要平 (ITO Yohei)

A. 研究概要

$\mathcal{D}$-加群の Fourier 変換はホロノミー性を保つがレギュラー性を保たない．そこで筆者はレギュラーホロノミー $\mathcal{D}$-加群の Fourier 変換 $\mathcal{M}^\wedge$ のイレギュラー性について研究を行い以下に述べる結果を得た ([arXiv:1801.07444], 竹内潔氏と共同)． まず, $\mathcal{M}^\wedge$ の enhanced solution complex $Sol^E(\mathcal{M}^\wedge)$ を具体的に計算した．その系として $\mathcal{M}^\wedge$ は monodromic でありかつ、ある稠密な Zariski 開集合に制限すると可積分接続になる事が分かった．更に, $\mathcal{M}^\wedge$ の特性サイクルの一部を計算した．また、主結果と A.D'Agnolo, M.Kashiwara, P.Schapira らによって証明された (Extended) Irregular Riemann-Hilbert Theorem を用いて $\mathcal{M}^\wedge$ のイレギュラー性を具体的に求めた.

Fourier transform for a $\mathcal{D}$-module preserves holonomicity, however, not preserves regularity. I studied irregularity of Fourier transforms of regular holonomic $\mathcal{D}$-modules, and proved the following results (this is a joint work with K.Takeuchi, [arXiv:1801.07444]). First, we calculated the enhanced solution complex $Sol^E(\mathcal{M}^\wedge)$ of the Fourier transform $\mathcal{M}^\wedge$ of a regular holonomic $\mathcal{D}$-module $\mathcal{M}$. As a corollary of this result, we proved that $\mathcal{M}^\wedge$ is monodromic, and restriction of $\mathcal{M}^\wedge$ to some Zariski open dence subset is a integrable connection. Moreover, we calculated some parts of characteristic cycles of the Fourier transforms $\mathcal{M}^\wedge$. Using the main result and (Extended) Irregular Riemann-Hilbert Theorem proved by A.D'Agnolo, M.Kashiwara and P.Schapira, we calculated the irregulartity of $\mathcal{M}^\wedge$.

B. 発表論文

1. Y. Ito: "Ind-$\mathscr{D}$-加群について–連接性と増大度付き Cauchy-Kovalevskaya-柏原の定理–", 東京大学修士論文.
2. Y. Ito and K. Takeuchi : "On Irregularities of Fourier Transforms of Regular Holonomic D-Modules", preprint, arXiv:1801.07444.

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 (柏原 1984) の紹介」, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2016 年 8 月
3. 「Equivariant Derived Category and Representation of Real Semisimple Lie Groups (柏原 2008) の紹介」, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2017 年 8 月

稲次 春彦 (INATSUGU Haruhiko)

A. 研究概要

ジャンプを含む確率微分方程式のパラメータ推測について研究した。
ジャンプを含まない確率微分方程式の統計推測問題は、比較的早い時期から盛んに研究され、すでに多くの有益な結果が得られている。しかし、ジャンプを含むケースは、実社会での応用ニーズが高まっている一方で、統計理論的な取り扱いが難しく、十分な研究がなされてこなかった。2000 年代に現れた先行研究で、一致性や漸近正規性といった理論的に望ましい性質をもつ推定量が構成されたものの、仮想データに基づくシミュレーションによると、推定値が真値から外れてしまうなど、実用面で問題を抱えていた。そこで、2017 年度中は、実用に耐えうる新しい推定量の構成を主要課題として取り組んだ。指導教官の吉田教授とともに、データ全体の中で非常に大きな変動を示すものがジャンプであるとみなしパラメータを推定する "global threshold method" を提唱し、その統計理論的な妥当性を検証した。一致性や漸近正規性などは理論的に

証明し、そのうえで、実用的な状況を想定したシミュレーションでは、先行研究に比べてパラメータ推定の精度が向上したことを確認した。現在、2018 年中の投稿を目指して、こうした研究成果をまとめているところである。

I studied the problems of parametric estimation of stochastic differential equations with jumps. Parametric estimation of SDEs without jumps is actively studied by many statisticians and there are a plenty of useful results.
However, despite increasing needs in application in the society, the method for SDEs with jump has not been well studied because of its statistical-theoretic difficulty. Although several previous research appeared in 2000s provided some estimators with theoretically desirable properties like consistency and asymptotic normality, it had some problems in application since it was shown by numerical simulations that it sometimes gave wrong results deviating from the true value.
In fiscal 2017, I mainly tried to construct a new, reasonably applicable estimator of SDEs with jumps. Together with Professor Nakahiro Yoshida, my supervisor, I proposed a "global threshold method," which regard some biggest increments among all samples as jumps.
We showed consistency and asymptotic normality, and conducted numerical simulation and saw that the new method was better than those of previous research from the viewpoint of accuracy of estimators.
Currently, we are preparing a paper about these research, with a view to submit it in 2018.

今村 志郎 (IMAMURA Shiro)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度に引き続き RAAG の外部自己同型群の研究を行った。RAAG とは right-angled Artin groups の略で、有限単純グラフに対して定義される群のクラスであり、近年 Agol による virtual Haken 予想の解決への寄与などで著名となっている。さて有限単純グラフが与えられたとき、それに対応する RAAG はグラフの頂点集合により生成され、辺を生成子間の可換性と同一視することによって定義される。昨年の結果を概説する。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。これらの結果は Bridson と Vogtmann による自由群の外部自己同型群に関する結果を含んでおり、自然な拡張とみなすことができる。群の間の埋め込みが与えられた場合、遺伝する群論的な性質が多く知られており応用として RAAG の外部自己同型群の性質を求めることができることが期待される。今年度は複数回の口頭発表を通して、理論の流れの説明の洗練化を行った。

B. 発表論文

1. S. Imamura, On embeddings between outer automorphism groups of right-angled Artin groups, arXiv:1702.04809

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, 文部科学省共済組合箱根宿泊所, 2016 年 12 月.
2. RAAG の外部自己同型群間の埋め込みについて, 第 20 回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, 2017 年 5 月
3. On embeddings between outer automorphism groups of right-angled Artin groups, リーマン面に関連する位相幾何学 2017, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 9 月

岩井雅崇 (IWAI Masataka)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は代数幾何, 複素幾何, 複素解析に興味を持っている. 今年度は 2 つの研究を行った.

(1) 相対的な設定での藤田予想の研究.

射影代数多様体間の全射 $f\colon X \to Y$ に対して, Popa と Schnell が次のような予想を挙げた.

予想 Y 上の豊富直線束を L とし, $n = \dim Y$ とする. $b \geq a(n+1)$ を満たす任意の正の整数 a, b について, $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ は Y 上において大域切断で生成されるか?

この予想は藤田予想よりも強い予想である. Popa と Schnell は L が大域切断で生成されると仮定した時, この予想が正しいことを示した. その後, Dutta が $b \geq a(\frac{n^2+n}{2}+1)$ を満たす任意の正の整数 a, b について $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ は Y の一般点上において大域切断で生成されることを示した. 私はこの予想の研究を行い, b に関してのより良い評価と, より広い範囲で $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ が大域切断で生成されることを得た.

主定理 $b \geq \frac{n^2-n}{2} + a(n+1)$ を満たす任意の正の整数 a, b について, $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ は f の正則値において大域切断で生成される.

この主定理に加えて, (X, Δ) が klt 対である場合でも上の主定理のような b に関してより良い評価を得た.

(2) ベクトル束の特異エルミート計量に関するコホモロジーの消滅定理の研究.

直線束の特異エルミート計量の拡張として, ベクトル束およびねじれがない層についての特異エルミート計量の研究が近年盛んに行われている. 特に Păun と高山により射影代数多様体間の全射 $f\colon X \to Y$ に対して $f_*(K_{X/Y}^{\otimes m})$ に Griffiths 正なる特異エルミート計量が入る事が示された. 近年この結果を用いて, Cao と Păun が底空間がアーベル多様体である時の飯高予想を証明した. 本研究ではこれまであまり研究がなされてなかった, ベクトル束の特異エルミート計量に関するコホモロジーの消滅定理及びその周辺について研究を行った. 具体的には特異性が閉部分多様体上にしかないベクトル束の特異エルミート計量について, Nadel-中野型の消滅定理や Kollár-大沢型の消滅定理, Griffiths 消滅定理の拡張, 榎-Kollár 型のコホモロジーの単射性定理を示した.

I am interested in algebraic geometry, complex geometry, and complex analysis. In this year, I studied two topics.

(1) On the relative version of Fujita's conjecture.

Popa and Schnell proposed the following conjecture.

Conjecture Let $f\colon X \to Y$ be a surjective morphism between smooth projective algebraic varieties and L be an ample line bundle on Y. Put $n = \dim Y$. For any positive integers a, b such that $b \geq a(n+1)$, is $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ globally generated ?

This conjecture is a version of Fujita's conjecture. Popa and Schnell proved this conjecture if L is ample and globally generated. After that, Dutta proved that $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ is globally generated at any general point on Y for any positive integers a, b such that $b \geq a(\frac{n^2+n}{2}+1)$. In this study, I obtained a better effective bound on the global generation of $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ on the regular locus.

Main Theorem For any positive integers a, b such that $b \geq \frac{n^2-n}{2} + a(n+1)$, $f_*(K_X^{\otimes a}) \otimes L^{\otimes b}$ is globally generated on the regular locus of f. By using the proof of this result, I obtained the same bound for b in the case when (X, Δ) is a klt pair.

(2) On the vanishing theorems of cohomology group of vector bundles with singular Hermitian metrics.

A singular Hermitian metric on a vector bundle, which is a higher rank analogy of a singular Hermitian metric on a line bundle, has been studied. In particular, Păun and Takayama proved that $f_*(K_{X/Y}^{\otimes m})$ can be endowed a positively curved singular Hermitian metric for any fibration $f\colon X \to Y$. Recently by using this result, Cao and Păun proved Iitaka's conjecture when the base space is an Abelian variety.

Although a singular Hermitian metric of a vector bundle was investigated in many papers, there exist few results of vanishing theorems of vector bundles with singular Hermitian metrics. In this study, I studied vanishing theorems of vector bundles with singular Hermitian metrics. I proved Nadel-Nakano type van-

ishing theorem, Kollár-Ohsawa type vanishing theorem, a generalization of Griffiths' vanishing theorem, and Enoki-kollár type injectivity theorem of vector bundles with singular Hermitian metrics which have singularities along a proper closed analytic set.

B. 発表論文

1. Multiplier ideeal sheaves and local geodesics for plurisubharmonic functions. 修士論文
2. On the global generation of direct images of pluri-adjoint line bundles. arXiv:1712.06293v2
3. Nadel-Nakano vanishing theorems of vector bundles with singular Hermitian metrics. arXiv:1802.01794v1

加藤　大輝 (KATO Hiroki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

ℓ 進エタールコホモロジーにおける Riemann-Roch 型の問題に興味を持っている．この方向の研究の一つの答えが T.Saito による ℓ 進層の特性サイクルの理論である．今年度の成果は特性サイクルと暴分岐の関係についての研究を進めたことである．これに関してはすでに T.Saito と Y.Yatagawa による結果がある．彼らは大域的な議論によって, 完備な代数多様体上の ℓ 進層の特性サイクルは暴分岐で決まることを証明した．ところが，特性サイクルは局所的な対象であるので，局所的な議論によってより直接的に証明できた方が望ましい．私は，隣接サイクルの暴分岐を調べることに局所的な証明に成功した．その結果，完備という仮定を外すこともできた．また, これを通じて隣接サイクル複体の暴分岐に関するいくつかの結果を得た．

I am interested in Riemann-Roch type problems in ℓ-adic étale cohomology. One of the answer of these problems is the theory of the characteristic cycle of an ℓ-adic sheaf due to T.Saito. In this year I got a new result on a relation between the characteristic cycle and wild ramification of an ℓ-adic sheaf. Relation of them has been already studied by T.Saito and Y.Yatagawa. They proved, by a global argument, that the characteristic cycle of an ℓ-adic sheaf on a complete algebraic variety is determined by its wild ramification. However, characteristic cycles are local objects and there should be a more direct proof relying only on local argument. I gave a local proof of their result by analyzing wild ramification of nearby cycle complexes. As a result, I succeeded to remove the the completeness assumption. Through this work, I also obtained some results on wild ramification of nearby cycle complexes.

B. 発表論文

1. H. Kato : "Wild ramification and restrictions to curves", Int. J. Math. , to appear.

C. 口頭発表

1. Wild ramification and restrictions to curves, 代数学コロキウム, 東京大学大学院数理科学研究科，2017 年 5 月．
2. Wild ramification and restrictions to curves, 代数的整数論とその周辺，京都大学大学院数理解析研究所，2017 年 12 月．
3. Wild ramification and restrictions to curves, 数理新人セミナー，京都大学大学院数理解析研究所，2018 年 2 月．
4. Wild ramification and restrictions to curves, Galois representations, ramification theory, and related topics, 埼玉大学理学部数学科，2018 年 3 月．

木下 慶紀 (KINOSHITA Yoshiki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

多項式型大偏差不等式が成り立つ状況における変数選択を研究した．罰則項の係数を一般化し変数選択が成功するために罰則項が満たすべき性質を導いた．また罰則項を上手く設定することで元の擬似尤度推定量と同等の漸近分布を持つ罰則付き推定量を得た．

I studied the variable selection in the situation where the polynomial type large deviation holds. The penalty term was generalized and the conditions of it to do variable selection were derived. It was shown that the penalized estimator with an appropriate penalty term has the same asymptotic distribution as the original quasi maximum likelihood estimator.

C. 口頭発表

1. Jackson's Network のシュミレーション, 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.
2. 多項式型大偏差不等式と変数選択, 統計サマーセミナー 2017, 栃木県日光市鬼怒川パークホテルズ (木楽館), 2017 年 8 月.
3. penalty 付き qml による変数選択, 第三回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 9 月.
4. 擬似尤度解析における変数選択と多項式型大偏差不等式, 確率過程の統計推測の最近の展開, 2018 年 1 月

小関 直紀 (KOSEKI Naoki)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は、以下のことを証明した: Y を複素数体上定義された滑らかな射影的代数多様体とし, X を Y の余次元 2 の滑らかな部分多様体での爆発とする. この時, 適切な数値的条件のもと, X 上の安定層のモジュライ空間と, Y 上の安定層のモジュライ空間は, 具体的に構成されるフリップ型の図式の列で結ぶことができる.
上記の定理は, Y の次元が 2 の場合には, 中島・吉岡による結果である. 同様の結果が一般の次元でも成り立つことを示した. フリップ型の図式に現れるスキームはそれぞれ異なる安定性を課した連接層のモジュライ空間として記述される. その安定性の変化を捻れ対と呼ばれるものを用いて捉えた点が重要なポイントであり, 中島・吉岡には見られなかったアイデアである. また, 上記の定理の応用として, 2 点のヒルベルトスキームの双有理幾何について具体的に調べた.
We proved the following: Let Y be a smooth projective variety over the complex number field, X be the blow up of Y along a codimension two smooth closed subvariety. Under a certain numerical condition, the moduli space of stable sheaves on X and that of Y can be connected by a sequence of flip-like diagrams. When the dimension of Y is two, the above theorem is due to Nakajima and Yoshioka. We show that the similar result also holds in higher dimension. In the above theorem, the intermediate schemes in the diagrams are described as the moduli spaces of coherent sheaves with different stability conditions. The key point is to capture the change of stability conditions in terms of torsion pairs. Furthermore, we analyze the birational geometry of the Hilbert scheme of two points.

B. 発表論文

1. N. Koseki : "Stability conditions on product threefolds of projective spaces and Abelian varieties", Bull. London Math. Soc.

C. 口頭発表

1. Stability conditions on product threefolds of projective spaces and Abelian varieties, Current Topics in Algebraic and Symplectic Geometry, 京都大学, 2017 年 3 月.
2. Perverse coherent sheaves on blow-ups at codimension two loci, 代数幾何学セミナー, 東京大学, 2017 年 5 月.
3. "A.Bayer, E.Macri, MMP for moduli of sheaves on K3s via wall-crossing: nef and movable cones, Lagrangian fibrations, Invent. Math. 198 (2014), no. 3, 505–590." の解説, 代数幾何サマースクール 2017, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.
4. Perverse coherent sheaves on blow-ups along codimension two loci, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2017 年 11 月.
5. Perverse coherent sheaves on blow-ups at codimension two loci, Categorical and Analytic Invariants in Algebraic Geometry V, 大阪大学, 2017 年 11, 12 月.

6. Perverse coherent sheaves on blow-ups at codimension two loci, 第 15 回代数曲線論シンポジウム, 日本大学, 2017 年 12 月.

坂本 龍太郎 (SAKAMOTO Ryotaro)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

高階の Euler 系，Kolyvagin 系，Stark 系の一般論について研究を行った．具体的には，Burns 氏と佐野氏との共同研究により以下の結果を得た．二重双対外積を用いて高階 Kolyvagin 系，高階 Stark 系の新しい定義を与え，これらの概念を 0 次元 Gorenstein 環上の代数体の Galois 表現に拡張した．高階 Euler 系から高階 Kolyvagin 系への自然な射を構成し，それがいくつかの弱い仮定の下で全射であることを示した．さらに，高階 Stark 系から高階 Kolyvagin 系への写像が同型であることを示した．

I studied on the theory of higher rank Euler, Kolyvagin, and Stark systems. The following results are joint work with D. Burns and T. Sano. By using an exterior bi-dual, we gave new definitions of higher rank Kolyvagin and Stark systems. We constructed a canonical map from the module of higher rank Euler systems to the module of higher rank Kolyvagin systems and we showed that the map is surjective under some mild assumptions. Furthermore, we proved that a natural map from the module of higher rank Stark systems to the module higher rank Kolyvagin systems is an isomorphism.

B. 発表論文

1. R. Sakamoto : “Stark Systems over Gorenstein Local Rings”, preprint (2016), arXiv:1612.06531.

C. 口頭発表

1. Λ-adc Stark system について, 城崎新人セミナー, 兵庫県, 2017 年 2 月.
2. Λ-adc Stark system について, Langlands and Harmonic Analysis, 静岡県, 2017 年 3 月.
3. On the theory of Euler, Kolyvagin, and Stark systems, 代数的整数論とその周辺 2017, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 12 月.
4. On the theory of Euler, Kolyvagin, and Stark systems, UK-Japan Winter School 2018 on Number Theory, King’s College London, 2018 年 1 月.
5. On the theory of Euler, Kolyvagin, and Stark systems, 第 1 回数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.
6. On the theory of Euler systems, 早稲田整数論研究集会, 早稲田大学, 2018 年 3 月.
7. On the theory of higher rank Euler systems, Langlands and Harmonic Analysis, 富山県, 2018 年 3 月.

佐藤 玄基 (SATO Genki)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

報告者の現在の研究目標は、ホモトピー型理論において、（通常のホモトピー論でいう単体的集合の幾何的実現のアナロジーであるところの）有限次元単体的離散空間の幾何的実現を高次元帰納型（Higher inductive type、HIT）として構成し、そのうえでこの幾何的実現がホモトピー群などのホモトピー論的性質を保つことを主張することである。これにより、「ホモトピー型理論が具体的な空間に対してのホモトピー論的性質を正しく証明することを証明する」ことを、単体的集合についての証明をホモトピー型理論における単体的離散空間についての証明へと直接移植することによって達成できると考えている。報告者は、今年度において、この有限次元単体的離散空間の幾何的実現を構成することに注力した。そのための最も大きな障害は、HIT として定義されているところの、空間図式のホモトピー押し出し（homotopy pushout）が∞ -関手的であることを示すことであった。幾何的実現はこのホモトピー押し出しを各次元について繰り

返すことによって定義されるが、ある次元におけるホモトピー押し出しの対象たる空間図式を構成するためには、それ未満の次元における構成を参照する必要があり、その助けとなるのがホモトピー押し出しの∞ -関手性である。この主張は、ある複雑な有限順序集合の族に関する単純な組み合わせ論的命題を示すことに帰着するが、報告者は、長い期間をかけたものの、この組み合わせ論的命題を証明することに成功した。また、障害がほかにいくつかあったけれども、これらについても適切な証明をつけることが出来、よって幾何的実現を構成することに成功した。また、今年度は、情報収集にも力を入れた。ストックホルム大学で行われた研究集会「Logic Colloquium 2017」、及び、オックスフォード大学で行われた研究集会「FSCD 2017」に参加し、ホモトピー型理論における最近の結果についての講演を聴講した。また、いくつかの論文と教科書を読んでの情報収集にも精力的に取り組んだ。

I am currently working on constructing the geometric realization of finite-dimensional simplicial discrete spaces in homotopy type theory as higher inductive types, in analogy to the geometric realization of simplicial sets, and on proving the geometric realization preserves several homotopy-theoretic properties, including homotopy groups. I expect that this helps to prove that homotopy type theory correctly proves several homotopy-theoretic properties of concrete spaces, by allowing us to transplant the set-theoretic proof into homotopy type theory as a proof concerning discrete spaces.
I successfully constructed the geometric realization in problem this academic year. The biggest obstacle was that the homotopy type theoretic homotopy pushout, constructed as HIT, is ∞-functorial. We require this property in order to investigate the lower-dimensional constructions when working on a certain dimension, for constructing the span which is subject to homotopy pushout. The functoriality reduces to show a simple combinatorial property for a complicated family of finite partially ordered sets, which I have proved this academic year.
I also worked hard on gathering knowledge on recent results. I participated the conferences "Logic Colloquium 2017" in Stockholm and "FSCD 2017" in Oxford, and attended a several talk on homotopy type theory. I also read several books and papers.

C. 口頭発表

1. Kan's horn-filling property in homotopy type theory, 京都大学代数トポロジーセミナー，京都大学，2017 年 6 月.
2. Kan's horn-filling property in homotopy type theory, 学習院大学トポロジーセミナー，学習院大学，2017 年 7 月.

盛 小冰 (SHENG Xiaobing)

A. 研究概要

Thompson 群 F、T、V は 1965 年に R.Thompson により発見された unsolvable word problem という性質を持つ群である。さらに T,V は有限表示無限単純群になることが証明され、Higman や Brown たちによる拡張と共に、様々な興味深い性質を持つことが示された。これまでの研究で、T の拡張 T_n から T の quasi-isometric という性質を持つ埋め込みを構成することができ、一方で T から T_n の埋め込みは存在しないことを証明した。このことについてまとめた修士論文内容を整理し投稿の準備をしている。これに加え、現在までの Thompson 群に関する文献をレビューに基づいてまとめ、universal Teichmüller 理論との関係を勉強し、また、Thompson 群 T の部分群 T_n の拡張から T の埋め込みについて quasi-isometry かどうかを調べている。

Thompson's group F, T and V were first introduced by Richard Thompson for the construction of the finitely presented groups with unsolvable word problems, while they have turned out to be one of the most mysterious family of the groups in the past half century. F, T and V are defined as the groups of the homeomorphisms of the unit interval, circles and the Cantor set. These groups arose in the study of logic and later found to have connections with string rewriting system, homotopy theory, combinatorics and large scale geometry.

Up to now, I have been conducting research on the generalised Thompson's groups T_n of Thompson's group T, defined by Brown in the 80's. I have proved that for all integers n there is an isometric embedding from T_n to T_2 for integer $n \geq 3$, however, the embedding from T_2 to T_n does not exist. These results have been summarised and revised.
I have also been working on summarising the Literature Reviews of Thompson's group and the related generalisations including going through the original paper of Richard Thompson's and Higman's notes on the generalised version at the same time studied the universal Teichmüller theory, understood Thompson's group T as the universal Ptolemy group. I have also been researching on the relationship between the generalised subgroups T_n and their products and T, working on the problems such as :if these groups are embedded quasi-isometrically in T?

B. 発表論文

1. Xiaobing Sheng "Generalised Thompson's group T_n in T, 修士論文.
2. Xiaobing Sheng "Quasi-isometric embedding from the generalised Thompson's group T_n to T, arXiv preprint 1803.00866

C. 口頭発表

1. On the generalised Thompson's group T_n in T, discussion time, MINI SYMPOSIUM: New development in Teichmüller space theory, 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月

鈴木 拓海 (SUZUKI Takumi)

（FMSP コース生）

A. 研究概要

ロス関数の二次近似に L^q 罰則項 $(0 < q \leq 1)$ を足したもので目的関数を構成し，その目的関数から得られる推定量の性質を調べた．さらに，その応用として確率過程の統計における変数選択の問題を考えた．具体的には，エルゴード的な点過程，エルゴード的な拡散過程，非エルゴード的な拡散過程について調べた．また，それぞれにおいてシミュレーションを行った．

We construct an objective function that consists of a quadratic approximation of a loss function term and an L^q penalty term $(0 < q \leq 1)$. We also treat variable selection problem in stochastic processes as applications. Concretely, we study ergodic point processes, ergodic diffusion processes and non-ergodic diffusion processes. Additionally, we run simulations in each case.

B. 発表論文

1. T. Suzuki : "L^q penalized lest 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:第 1 回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学, 2016 年 1 月.
2. Penalized LSA methods, 統計サマーセミナー 2017, 栃木県日光市, 2017 年 8 月.
3. Cox モデルにおける変数選択のシミュレーション, CREST 研究集会:第 3 回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学, 2017 年 9 月.
4. L^q penalized LSA methods and their applications to stochastic processes, JST CREST・さきがけ・AIMap 合同シンポジウム「数学パワーが世界を変える 2018」, 2018 年 1 月.
5. L^q penalized LSA methods and their applications to stochastic processes, CREST 研究集会:確率過程の統計推測の最近の展開, 東京大学, 2018 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.
2. 可約な種数 2 Heegaard 分解を持つ 3 次元多様体の GOF-knot, 東北結び目セミナー 2017 , 山形大学, 2017 年 9 月.
3. Genus one fbered knots in 3-manifolds with reducible genus two Heegaard splittings, The 13th East Asian School of Knots and Related Topics, KAIST (韓国), 2018 年 1〜2 月.

平良 晃一 (TAIRA Kouichi)

(学振 DC1)
(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のスペクトルの性質と、多様体の幾何学的、古典力学的性質の間の関係について研究している。本年度の研究活動としては主に以下の通りである。(1) 昨年度以前より考察していた非退化計量に付随するシュレディンガー作用素の本質的自己共役性 (中村周教授との共同研究) について、論文にまとめた。(2) コンパクトなローレンツ多様体上のシュレディンガー作用素で、本質的自己共役でないものを構成した。 現在はこの構成法を用いて、一般の微分作用素の本質的自己共役性をそのシンボルが生成する Hamilton 流の性質で特徴づけできないかを考察している。 (3) 各方向の比が非有理的である平坦ローレンツトーラス上のシュレディンガー作用素のスペクトルに興味深い性質をもつことがわかった; トーラスの次元が 3 以上であるときにはスペクトルは $\mathbb{R}$ 上稠密な点スペクトルをもち、次元が 2 であるときのスペクトルの形は、方向の比を表す無理数の数論的性質に依存する。両者の古典力学的性質の違いは以下のように現れている; 測地流を余接球面と特性集合の共通部分に制限すれば、次元が 3 以上では測地流は非エルゴード的であり、次元が 2 ならばエルゴード的になる。 現時点では、これらのスペクトルの性質と古典力学的性質の間の関係は明らかになっていないため、次年度以降でこの問題について考察していきたい。

I am studying relationships between spectral properties of Schrödinger operators on manifolds and geometric properties of the manifolds. In this year, I have been working on the following topics; (1) I wrote a paper about the essential self-adjointness of Schrödinger operators with non-degenerate metrics (in collabolation with Professor S. Nakamura). (2) I constructed a Schrödinger operator on a compact Lorentzian manifold which is not essential self-adjoint. Now, I am considering how the essential self-adjointness of differential operators on compact manifolds relates to the Hamilton flow generated by the symbol. (3) I discoverd that spectrum of Schrödinger operators on irrational tori has interesting properties; in dimension greater than 3 the spectrum is the pure point spectrum and dense in $\mathbb{R}$, and in dimension 2 the shape of the spectrum depends on arithmetic propeties of irratioanal numbers which difene the irrational tori. From a geometric point of veiw, the geodesic flows which restrict to intersections of the cosphere bundles and the characteristic sets are not ergodic in dimension greater than 3, however, ergodic in dimension 2. At the moment, though the relationship between the spectral properties and the geometric properties have not been clear, I plan to study this problem in the next year.

B. 発表論文 Kouichi taira. Strichartz estimates for non-degenerate Schrödinger equations. arxiv:1708.01989v1.

C. 口頭発表

- ”Strichartz estimates for semi-Riemannian Schrödinger equations”. 2017 年 6 月 17 日,

(”第 158 回学習院大学スペクトル理論セミナー”)

- ”Strichartz Estimates for Lorentzian Schrödinger Equations”. 2017, Oct. 10. (Master class ”Geometric Analysis on Noncompact Manifolds”, the University of Copenhagen, Denmark, 2017, Oct. 9-13)
- ”Strichartz estimates for non-degenerate Schrödinger equations”. 2017, Dec. 7. (Workshop ”Spectral and Scattering Theory and Related Topics” RIMS, Kyoto, 2017, Dec. 6-8)
- ”Strichartz estimates for non-degenerate Schrödinger equations”. 2018 年 2 月 27 日, (研究集会 ”第 14 回数学総合若手研究集会 〜数学の交叉点〜”. 北海道大学, 2018 年 2 月 27 日-3 月 2 日.)

谷口 正樹 (TANIGUCHI Masaki)

A. 研究概要

私が今年度行った研究は, 周期的端を持つ 4 次元多様体上でのゲージ理論と, $\mathbb{Z}^l$ 被覆型の端を持つ多様体上の楕円型作用素の Fredholm 性に関するものである.

前者について説明する. 私は, 昨年度 3, 4 次元多様体に対していくつかの Floer 理論的な不変量を構成していた. さらにそれら不変量の言葉を用いて, 3 次元多様体から 4 次元多様体への制約付き埋め込みの存在に関する障害が構成できることを予想していた. この予想を解くためには, 周期的端を持つ 4 次元多様体上の ASD モジュライ空間の (Floer 理論と整合性の取れた) 摂動と向き付けに関する議論が必要であった. 摂動はホロノミー摂動とエネルギーの技術を用いて達成し, 向き付け可能性も既存の技術に帰着できることを障害理論を用いて示した. これにより予想が示され, Floer 理論的な埋め込みの障害が完成した. 例としていくつかの 3 次元 Brieskorn 多様体が任意のホモトピー $S^1 \times S^3$ に H_3 を生成するように埋め込まれないことがわかった.

後者の研究について述べる. Taubes(1987) は, 周期的端 ($\mathbb{Z}$ 被覆型の端) を持つ多様体上で. 楕円型作用素の Fredholm 理論を構築した. 私は, Taubes の行った議論が $\mathbb{Z}^l$ 被覆型の端を持つ場合に一般化できないかを考察した. 結果として Taubes の Fourier-Laplace 変換の方法では, l が 2 以上の場合に一般論の構築は難しいことがわかった. しかし, いくつかの Taubes による命題を一般化することで, Fredholm 性の必要十分条件を得た. その必要十分条件のもと, 以下の二つの作用素 (もしくは複体) の Fredholm 性が得られた. 一つは, $\Sigma_g \times T^2$ とコホモロジー環の構造が同じであるような, 4 次元多様体の $\mathbb{Z}^2$ 被覆上の自明平坦接続に関する Atiyah-Hithcin-Singer 複体である. もう一つは, 球面にスピン同境な 4 次元以上のスピン多様体の $\mathbb{Z}^l$ 被覆上のある周期的計量から定まる Dirac 作用素である. Fredholm 性を用いてゲージ理論を実行したいと考えているが, ゲージ理論を実行する際, $l = 1$ の場合と異なる技術的問題が発生した. この問題をどう乗り越えるかが来年度からの課題である.

This year, I studied gauge theory for 4-manifolds with periodic ends and Fredholm theory for an elliptic differential operator over manifolds with ends like $\mathbb{Z}^l$ cover.

I explain the first one. Last year, I constructed several invariants for 3 or 4-manifolds. Moreover, I anticipated that we can construct an obstruction to existence of embedding of 3-manifolds into 4-manifolds by using these invariants. To prove the conjecture, we needed to get transversality and orientation (which are compatible with Floer theory) of ASD-moduli space for 4-manifolds with periodic ends. By using the holonomy perturbation and a bound of energy, I got transversality and also established orientation of the moduli space. Finally I proved the conjecture. As a corollary of the result, we have the following example. There are several Brieskorn 3-manifolds which can not be embedded into any homotopy $S^1 \times S^3$ as an generator of H_3.

Second, I developed Fredholm theory for an elliptic differential operator over manifolds with ends like $\mathbb{Z}^l$ cover. The method which I used is Fourier-Laplace transformation due to Taubes(1987). As results of a generalization of Taubes's work, we got Fredholmness of the following two elliptic differential operators(complexes). First one is the Atiyah-Hithcin-Singer complex for $\mathbb{Z}^2$ covering space

of closed oriented 4-manifolds whose cohomology rings are isomorphic to the cohomology ring of $\Sigma_g \times T^2$. Second one is the Dirac operator(for some metric) for $\mathbb{Z}^l$ covering space of spin $n(\geq 4)$-manifolds which are spin cobordant to S^n. I want to perform the gauge theory by the use of Fredholmness, but I found there is technical issue when we construct the configuration space. Next year I want to consider such problem.

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
1. Instantons for 4-manifolds with periodic ends and an obstruction to embeddings of 3-manifolds , arXiv:1707.08555v2

C. 口頭発表

1. Gauge theory on periodic end 4-manifolds, Berkeley-Tokyo Winter School ”Geometry, Topology and Representation Theory” University of California, Berkeley 2016. 2.8 19
2. The moduli spaces of the ASD equations on 4-manifolds on a periodic end and obstruction to embeddings of 3-manifolds, Handle friendship seminar 2017, 5.17 , Tokyo Institute of Technology
3. Instanton moduli spaces on 4-manifolds with periodic ends and an obstruction of existence of embeddings ,Intelligence of Low-dimensional Topology, 2017. 5.25, Kyoto University
4. Instanton moduli spaces on 4-manifolds with periodic ends and an obstruction of existence of embeddings, Kansai gauge theory seminar , 2017. 5.27, Kyoto University
5. Instantons for 4-manifolds with periodic ends and an obstruction to embeddings of 3-manifolds, Four dimensional topology, 2017.11.24 26 Osaka City University
6. Instantons for 4-manifolds with periodic ends and an obstruction to embeddings of 3-manifolds, Gauge theory in Fukuoka, 2018, 18-21, , Kanpo no Yado Yanagawa, Conference room

田森 宥好 (TAMORI Hiroyoshi)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

G を A 型でない実単純リー群とし，K を G のある Cartan 対合の固定点全体からなる部分群とする．$\mathfrak{g} := Lie(G)$ とする．極小表現とは，Hilbert 空間上の G の既約 K-admissible な表現で，付随して得られる $(\mathfrak{g}, K)$-加群の零化イデアルが Joseph イデアルという特別な両側イデアルになるもののことをいう．Kirillov–Kostant の軌道法の観点からいうと，ユニタリな極小表現は極小冪零軌道に付随するはずだと考えられているもので，Torasso や Brylinski–Kostant らによって様々な手法で構成されている．
私は極小表現が既に構成されているものの何れかと無限小同値か，ということを研究した．Quaternionic な E 型の群に対しては Gan–Savin によって肯定的に答えが与えられており，ユニタリな極小表現に限れば Salmasian や Huang–Li によって多くの実単純リー群の極小表現が尽くされていることが知られている．私は Gan–Savin の議論を一般化することで，ユニタリとは限らない一般の実単純リー群の極小表現が，知られているもので全て尽くされていることを示した．結果として極小表現はユニタリな極小表現と無限小同値であること，どんな G に対しても高々4 個しか存在しないこと，Torasso や Brylinski–Kostant による極小表現の構成は漏れがないことが従う．

Let G be a real simple Lie group not of type A with $\mathfrak{g} := Lie(G)$, and K the invariant part of a Cartan involution of G. An irreducible K-admissible representation of G on a Hilbert space is called minimal if the annihilator of the associated $(\mathfrak{g}, K)$-module is some special ideal called the Joseph ideal. From the viewpoint of the Kostant–Kirillov orbit method, minimal representations are supposed to be attached to the minimal nilpotent coadjoint orbits, and

have been constructed in several ways mainly by Torasso and Brylinski–Kostant.
I studied whether any minimal representation is infinitesimally equivalent to one already constructed. For quaternionic groups of type E it was shown to hold by Gan–Savin, and unitary minimal representations are exhausted by the result of Salmasian and Huang–Li. Based on the idea by Gan–Savin, it is proven that minimal representations which are already constructed exhaust all not necessarily unitary minimal representations. Consequently, minimal representations are infinitesimally equivalent to unitary one and any simple Lie group G not of type A admits at most four minimal representations, and the constructions by Torasso and Brylinski–Kostant exhaust all possible minimal representations.

B. 発表論文

1. H. Tamori, "Minimal representations of $\widetilde{\mathrm{SL}}(3,\mathbb{R})$ and $\widetilde{\mathrm{O}}(3,4)$", 東京大学修士論文, 2017.
2. 田森宥好, "実単純リー群の極小表現の分類", 2017 年度表現論シンポジウム講演集, 2017, 114–122.

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.
4. A geometric realization of the minimal representation of $\widetilde{O}(3,4)$, Representation Theory at the Crossroads of Modern Mathematics in honor of Alexandre Kirillov, ランス大学, フランス, 2017 年 5-6 月 (ポスター発表).
5. 「The minimal nilpotent orbit, the Joseph ideal, and differential operator (Levasseur–Smith–Stafford'86)」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, 2017 年 8 月.
6. 実単純リー群の極小表現の分類, 2017 年度表現論シンポジウム, かんぽの宿 石和, 2017 年 11-12 月.
7. Classification of minimal representations, 第 1 回数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.
8. 極小表現について, Langlands and Harmonic Analysis (第 3 回), いこいの村磯波風, 2018 年 3 月.

G. 受賞

数理科学研究科長賞（2017 年度）

千葉 悠喜 (CHIBA Yuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

非線形偏微分方程式論では，空間の次元 N に関係した臨界値に基づいた様々な臨界現象が知られている．したがって，特に高次元の場合に，数値計算が可能であれば，実験的な考察により，そのような臨界現象の理解と解明に大いに役立つと予想される．この考えの元，基礎的な線形偏微分方程式である Poisson 方程式について研究を行った．N 次元球状領域における Poisson 方程式に対し，係数関数に球対称性を仮定することで，1 次元領域における特異性を持つ移流拡散方程式に帰着させることができる．この移流拡散方程式の近似解を不連続 Galerkin 法で計算するスキームを 2 つ提案し，一方のスキームについてはエネルギーノルム，もう一方のスキームについては L^∞ ノルムによる誤差評価を示した．

It is useful to make numerical method for nonlinear PDEs in higher dimension for researching critical phenomena of it. I considered a

spherically symmetric Poisson equation in N-dimensional ball. This equation can be written as one dimensional convection-diffusion equation with singularity. I proposed two discontinuous Galerkin schemes to calculate numerical solution of this convection-diffusion equation, and showed error estimates with respect to energy norm or L^∞ norm.

B. 発表論文

1. 千葉悠喜 : “多角形上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の L^∞ 誤差評価”, 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. 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, 日本応用数理学会 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.
2. 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, 日本応用数理学会 2017 年 研究部会連合発表会, 電気通信大学, 2017 年 3 月.
3. 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.
4. L^∞ error estimates of discontinuous Galerkin methods for the Poisson equation on a polygonal domain, SIAM: East Asian Section Conference 2017, 韓国, 2017 年 6 月.
5. N 次元球状領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法, 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学有明キャンパス, 2017 年 9 月.
6. N 次元球状領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法, 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会 (応用数学分科会), 山形大学, 2017 年 9 月.
7. 球対称 Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の各点評価, 2017 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2017 年 12 月.

茅原　涼平 (CHIHARA Ryohei)

A. 研究概要

ホロノミー群が Lie 群 G_2 に含まれる 7 次元 Riemann 多様体は Ricci 平坦であり、G_2 多様体と呼ばれる。G_2 多様体の幾何は 6 次元多様体上の $SU(3)$ 構造の幾何と関連する。本年度は、3 次元トーラス T^3 あるいは $SO(3)$ が作用する 6 次元多様体上の非可積分特殊ラグランジアン束構造の 1 パラメータ族によって構成される G_2 多様体の構造を研究した。特に $SO(3)$ が作用している場合について、次の成果を得ることができた。3 次元多様体上の solder 1 形式 $e = \sum e^i v_i$ と正定値対称 2 階テンソル S の組の 1 パラメータ族 $(e(t), S(t))$ について、

1. 方程式 $\partial e^i/\partial t = \tilde{S}_{ij} e^j$、$\partial S_{ij}/\partial t = -G_{ij} - \mathrm{tr}\tilde{S}\cdot S_{ij} + 2\det S\cdot\delta_{ij}$ の解軌道は divergence-free 条件 $\nabla_j S_{ij} = 0$ を保つ。ここで $\tilde{S}$ は S の余因子行列、G は e についての Einstein テンソルとする。
2. 1 の方程式の任意の解軌道から G_2 多様体の構造が得られ、逆に任意の $SO(3)$ 不変かつ一定の条件を満たす G_2 多様体の局所構造は、1 の方程式の解軌道によって得られる。

以上の成果を T^3 が作用する場合とともにプレプリントにまとめて arXiv に投稿した。今後は、1 の方程式の解の具体例の解析を進めるとともに、1 の方程式が G_2 幾何に限らない形をしていることから、他の次元への一般化や他の問題との関連を探りたい。

7-dimentional Riemannian manifolds wtih holonomy groups contained in G_2 are Ricci-flat, and called G_2-manifolds. The geometry of G_2-manifolds is related to that of $SU(3)$-structures on 6-dimensional manifolds. In this year, I studied G_2-structures constructed by 1-parameter families of T^3- and $SO(3)$-invariant non-integrable special Lagrangian fibration structures on 6-manifolds. In particular, I obtained the following results in the case of acting $SO(3)$. Let $(e(t), S(t))$ be a 1-parameter family of pairs of solder 1-form $e = \sum e^i v_i$ and positive-definite symmetric tensor S on a 3-dimensional manifold.

1. The solutions of equations $\partial e^i/\partial t = \tilde{S}_{ij} e^j$, $\partial S_{ij}/\partial t = -G_{ij} - \mathrm{tr}\tilde{S}\cdot S_{ij} + 2\det S\cdot$

δ_{ij} preserve the divergence-free condition $\nabla_j S_{ij} = 0$. Here $\tilde{S}$ is the cofactar matrix of S and G is the Einstein tensor with respect to e.

2. Any solution of equations in 1 produces torsion-free G_2-structures , and conversely any $SO(3)$-invariant G_2-manifold satisfying some conditions is locally constructed by some solution of the equations in 1.

I submited to arXiv a preprint conserning these results together with consideration of T^3-invariant cases. In the next year, I will analyze concrete solutions of equations in 1, and study generalizations to other dimensions and relations to other problems.

B. 発表論文

1. R. Chihara, G_2-metrics arising from non-integrable special Lagrangian fibrations, preprint, arXiv:1801.05540.

C. 口頭発表

1. A flow approach to $SU(2)$-invariant coassociative fibrations, 玉原トポロジー・幾何セミナー, 玉原セミナーハウス, 8 月, 2017 年.

2. A flow approach to $SU(2)$-invariant coassociative fibrations, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 9 月, 2017 年.

陳 韋中 (CHEN Weichung)

A. 研究概要

My research field in mathematics is algebraic geometry. So far, my main interest of research concentrates on the boundedness problems of families of Calabi-Yau varieties. More precisely, I consider that given a family of log pairs of projective varieties and boundaries divisor with numerically trivial log canonical classes whether there is a morphism of projective varieties of finite type, such that any element in the given family is isomorphic to a fiber of the morphism. Recently, Birkar shows that for fixed d and $\epsilon > 0$, there is a number m, such that for any Fano ϵ-log canonical pairs of projective varieties of dimension d, the anti-pluricanonical map of higher multiple than m is a birational map. Moreover, it is shown that these pairs form a bounded family, which is the famous BAB conjecture by Alexeev and the Borisov brothers. On the other hand, considering about the case of Calabi-Yau pairs, D.Cerbo and Svaldi shows that up to dimension 4, the set of non-product-type Calabi-Yau kawamata log terminal pairs with the coefficients of the boundaries in a finite set forms a log birational bounded family. Based on recently these result, I want to study the boundedness problems for Calabi-Yau pairs, such as the Shockurov conjecture, which says that the family of Calabi-Yau rationally connected ϵ-lc pairs is bounded.

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.

C. 口頭発表

1. The Mobility Function And its Estimatation, Berkeley-Tokyo Summer School "Geometry, Representation Theory, and Mathematical Physics", University of California, Berkeley 2017 年 8 月.

H. 海外からのビジター

I discussed with Prof. Svaldi on the boundedness of log Calabi-Yau pairs, and attended a workshop, in which Prof Birkar explainded his proof of BAB conjecture and other results. University of Cambridge 2017 年 11,12 月

中井 拳吾 (NAKAI Kengo)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

乱流のエネルギーの流れに関する研究を行っている. 低周波部分を非粘性にした Navir–Stokes 方程式の考察を行った. 特にこの低周波非粘性にした Navir–Stokes 方程式を時間発展させて得ら

れるエネルギーの様子を深く考察した．これらの研究は岸本氏 (Kyoto U.), 斉木氏 (Hitotsubashi U.), 米田氏 (U. Tokyo) らとの共同研究である．

I study the behavior of energy in turbulence. For the first step, we study the Navir–Stokes equations with partial hyperviscosity (dissipation is removed from some of the low Fourier modes). In this year, the most of my time was consumed in the calculate the energy of the generalised equations by using supercomputer. I joint work with Professors Kishimoto (Kyoto U.), Saiki (Hitotsubashi U.) and Yoneda (U. Tokyo).

C. 口頭発表

1. 畠山神部の乱流モデルにおける渦度の方向ベクトルに着目した洞察, 日本流体力学会年会 2016, Nagoya Institute of Technology, 2016 年 9 月.
2. 分数冪 Navier-Stokes 方程式の解の延長と渦度の方向ベクトルの関係について, 第 13 回数学総合若手研究集会, Hokkaido University, 2017 年 2 月.
3. Disturbance of the direction vector of vorticity in Hatakeyama-Kambe turbulence model, 2017 年度年会日本数学会, Tokyo Metropolitan University, 2017 年 3 月.
4. Direction of vorticity and a refined blow-up criterion for the Navier-Stokes equations with fractional Laplacian, 2017 年度年会日本数学会, Tokyo Metropolitan University, 2017 年 3 月.
5. Direction of vorticity and a refined blow-up criterion for the Navier-Stokes equations with fractional Laplacian, Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics, RIMS, 2017 年 7 月.
6. Burgers 渦管流体乱流モデルにおける渦度の方向ベクトルの乱れ, 日本応用数理学会 2017 年度 年会, Musashino University, 2017 年 9 月.
7. Mathematical and numerical analysis of the energy cascade for the Navier-Stokes Equations with partial hyperviscosity, Princeton University(America), 2017 年 12 月.
8. Regurarity of General Navier-Stokes equations and Energy Cascade, 中山大学 (Chaina), 2017 年 12 月.
9. 粘性項を変形した流体方程式における大域解の Regularity と Energy Cascade の考察, 応用数学合同研究集会 2017, Ryukoku University, 2017 年 12 月.
10. regularity of Navier-Stokes equations with hyperviscosity, 数学と現象 in 清里, Meiji University, 2018 年 2 月.

長岡 大 (NAGAOKA Masaru)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度から継続して, 3 次元可縮アフィン多様体のコンパクト化について研究した．先行研究では ambient space が Fano 多様体であるコンパクト化の分類のみ取り組まれていた．私は ambient space が Fano とは限らないが 3 次元射影空間の曲線に沿った爆発である場合を研究し, 特に対数的標準因子が自明である場合のコンパクト化を分類した．

I continued a study of compactifications of contractible affine 3-folds. In previous research, we always assumes the ambient spaces to be Fano manifold. For this reason, we consider such compactifications whose ambient space is not necessarily Fano but the blow-up of the 3-dimensional projective space along a curve, and classified them when its logarithmic canonical divisor is trivial.

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.

4. Compactifications of contractible affine 3-folds into Fano blow-ups of $\mathbb{P}^3$, 射影多様体の幾何とその周辺 2017, 高知大学, 2017 年 11 月.

5. Compactifications of contractible affine 3-folds into blow-ups of $\mathbb{P}^3$, 代数幾何ミニ研究集会, 埼玉大学, 2018 年 2 月.

野島　遼 (NOJIMA Ryo)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

局所共形ネットとは, 物理学における 2 次元共形場理論のカイラルな部分を作用素環を用いて数学的に定式化したものである. 数学における他の代表的な共形場理論へのアプローチとしては, 共形場理論に現れる作用素値超関数を純代数的に定式化した頂点作用素代数もある. 私は, これら二つの関係や互いの手法を用いることで共形場理論を研究することに興味を持っている.
本年度は, 修士論文で扱った枠付き局所共形ネット, および枠付き頂点作用素代数について継続して研究を行った. 本年度は, 枠付き頂点作用素代数から局所共形ネットを構成できないかという点について調べていた. 一般に, ある種の条件を満たす頂点作用素代数からは局所共形ネットを構成できることが知られている. この構成に必要な条件の中でも, 強局所性と呼ばれる条件の確認は非有界作用素の解析が絡み一般には難しい. 私は上に述べた種類の頂点作用素代数について, Virasoro 頂点作用素代数の表現と絡作用素を具体的に調べることでこの条件の確認に取り組んでいる.

A local conformal net is an operator algebraic framework for 2-dimensional chiral conformal field theory in physics. A vertex operator algebra is another mathematical framework for chiral conformal field theory which formulates operator valued distributions in a purely algebraic way. I am interested in the relation between these two notions and studying conformal field theory from both aspects.
In this year, I continued the study of framed conformal nets and vertex operator algebras. In particular, I have tried to construct framed conformal nets from framed vertex operator algebras. It is known that we can construct a local conformal net from a vertex operator algebra with certain conditions. Among them, the condition called strong locality is difficult to check in general. I have tried to check this condition for framed vertex operator algebras by studying representations and intertwining operators of Virasoro vertex operator algebra.

B. 発表論文

1. R. Nojima: “Structure of hypergroups associated with holomorphic framed nets”, 東京大学修士論文 (2017)

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

4. Groups with the same tensor category of representations, 第 52 回関数解析研究会, 奈良女子大学, 2017 年 8 月 28 日

古川　賢 (FURUKAWA Ken)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

2 つの問題を取り扱った。一つ目の研究課題は、3 次元 Oseen 渦の漸近安定性問題についてである。この問題については、修士論文でも扱った。しかし、領域を垂直方向に周期的という条件を課していた。この条件を外すことを目標として、本年度も引き続き研究をした。二つ目として、Primitive 方程式は、リスケーリングされた Navier-Stokes 方程式の形式的な極限として得られるが、この数学的正当化を問題として扱った。先行研究では、L^2 の枠組みであったが、これを L^p の枠組みに拡張できた。

I studied two problems this year; the one is the asymptotic stability of the 3-D Oseen vortex in $\mathbb{R}^3$, the other is a singular limit problem from the Navier-Stokes equations to the primitive equations.

B. 発表論文

1. K.Furukawa 「Asymptotic Stability of Small Oseen Type Navier-Stokes Flow under 3-D Large Perturbation」『RIMS kôkyuroku』, to appear.

C. 口頭発表

1. ○K.Furukawa 「Asymptotic Stability of small Oseen type Navier-Stokes Flow under 3-D Large Perturbation」, 『Princeton-Tokyo Fluid Mechanics Workshop』, Princeton University, USA Nov. 2017.
2. ○K.Furukawa 「Asymptotic stability of Oseen type Navier-Stokes flow under large perturbation」, 『Mathematical Analysis of Viscous Incompressible Fluid』, RIMS, JAPAN Dec. 2017.
3. ○K.Furukawa 「Asymptotic stability of the three-dimensional Oseen vortex」, 『The 15th Japanese-German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics』, Waseda University, JAPAN Jan, 9, 2018.
4. ○古川賢「Stability of 3-D small Oseen Type Flows under Large Perturbation」, 『第１８回北東数学解析研究会』 ポスター発表 2017 年 3 月.
5. ○古川賢「Navier-Stokes 流の安定性について」『FMSP 院生集中講義』 2017 年 3 月.
6. ○古川賢「3 次元 Oseen 渦型 Naiver?Stokes 流の漸近安定性」, 『日本数学会秋季総合分科会』,2017 年 9 月.

宮下　大 (MIYASHITA Masaru)

A. 研究概要

プラズマ数値シミュレーション技術の研究開発を通して，数理の研究をするだけでなく，数理を実際の設計に使い産業応用するまでの幅広い領域を研究テーマとしている．対象としているプラズマの問題に合わせて，設計のために現実的な計算時間で解ける簡易モデルを導出から始めモデルの数理的性質の調査，解法の開発，コーディング，可視化，実験との比較，最適化，新装置形状と一貫して研究開発を行っている．最近，私たちは高周波プラズマ源開発のために電磁場計算技術を開発している．電磁場計算はスカラーポテンシャルとベクトルポテンシャルの計算からなる．各々のポテンシャルの計算結果はプラズマの密度分布の計算に反映され，仕様を満たすプラズマ分布を持つプラズマ源の設計の装置に用いられる．

外力項をローレンツ力とするボルツマン方程式の速度モーメント式から，スカラーポテンシャルを未知変数とした異方拡散方程式が得られる．プラズマ領域 Ω_1 のスカラーポテンシャル分布を異方拡散方程式で取り扱い，容器領域 Ω_2 とプラズマの界面 $\Gamma = \Omega_1 \cap \Omega_2$ における値と微分値のジャンプをシースモデル界面問題として取り扱うスカラーポテンシャルの計算モデルを提案している．非凸領域 Ω 上の Poisson 方程式の解 ϕ は鈍角の頂点において解の値が急激に変化するため $H^2(\Omega)$ に含まれない可能性がある．通常よりも解に弱い正則性を仮定した場合における楕円型界面問題のハイブリッド型の不連続ガラーキン法の適切性を議論し誤差評価を与えた．数値実験は誤差評価を支持する結果を示した．

ベクトルポテンシャルに対しては，周期的定常状態を仮定し，周波数領域でヘルムホルツ方程式にて取り扱う．ベクトルを未知変数とする偏微分方程式では，解が複数の方向に関する微分に対する滑らかさが要求され，分割した計算領域境界の接線方向と法線方向に求められる連続性の条件が異なるなど複雑である．計算方法の正当化にはゲージ理論や微分形式といった微分幾何の知識を必要とする．数値実験による調査の結果，A 法を採用した．今後も理論および数値実験の研究を行う．

各々のポテンシャル分布から電磁場から電子へ吸収される分布を求めることができる．電子のエネルギー保存則である移流拡散方程式によりプラズマ密度を見積もる．シミュレーションを用いて装置形状の最適化を行った．開発した装置の実機試験結果は予想と一致した．

Through the research and development of plasma numerical simulation technology, my research theme is not only mathematics, but also a wide range of fields from mathematics to practical design to industrial application.
Starting with derivation of simple governing equation that can be solved in realistic calculation time for design. Next to study of mathematical property of the model, coding, visualization, comparison with experiment, optimization, propose new design, and so on, we take part in from beginning to end. Recently, we have developed calculation method of electromagnetic field for design of high frequency plasma source. The electro magnetic field calculation consists of scalar potential and vector potential. The calculation results of both potential affect to the calculation of plasma density distribution and used in design to meet the specifications for plasma source.

The anisotropic diffusion equation with scalar potential as unknown variable is obtained from the velocity moment of Boltzmann equation with external force term as Lorentz force. We propose a scalar potential computation model as elliptic interface problem that in the plasma region Ω_1 governed by anisotropic diffusion equation, in the reactor region Ω_2 governed by Poisson equation, and on sheath region $\Gamma = \Omega_1 \cap \Omega_2$ governed by semi analytical sheath model. The solution ϕ of the Poisson equation on the non-convex region Ω may be not included in $H^2(\Omega)$ because the value of the solution changes large at the vertex of the obtuse angle. We discussed the well-posedness of the hybrid discontinuous Galerkin method for the elliptic interface problem under low regularity assumption, and the error estimation is obtained. The numerical experiments support our theoretical result.

For the vector potential, a periodic steady state is assumed and treat in the frequency domain by the Helmholtz equation. Justification of the calculation method requires knowledge of differential geometry such as gauge theory and differential form. As a result of numerical experiment investigation, A method was adopted. We will continue to study theoretical and numerical experiments.

The power absorption distribution in electrons can be obtained by electromagnetic field from each potential. The plasma density is estimated by convection diffusion equation which is the electron energy conservation law. The shape optimization of equipment was carried out by simulation. The result by experiment of the developed equipment agreed with in the prediction.

B. 発表論文

1. M. Miyashita and N. Saito: “Hybridized discontinuous Galerkin method for elliptic interface problems: error estimates under low regularity assumptions of solutions”, J. Sci. Comput.(accepted)

2. 宮下大, 越智秀太: “高周波プラズマ数値シミュレーション技術開発 ”, 住友重機械技法 **192** (2017) p.23

C. 口頭発表

1. 数学-産業協働のインターフェース問題〜プラズマ数値シミュレーション技術開発を通して, AIMaP 公開シンポジウム「数学と産業の協働ケーススタディ」, 日本橋ライフサイエンスビルディング, 2018 年, 1 月.

2. Mathematical science in Reactive Plasma Deposition equipment, Study Group Workshop 2017, 九州大学 IMI and 東京大学数理科学研究科, 2017 年, 7,8 月.

3. Discontinuous model with semi analytical sheath interface for radio frequency plasma, 69th Annual Gaseous Electronics Conference, Ruhr university Bochum, Germany, 2016 年, 10 月.

4. プラズマ物理学における高周波シースモデルの数理特性調査, 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.

5. 2D-Combined ICP/CCP numerical modeling for RF plasma source, 68th GEC/ICRP 9, Hawaii Convention center ,USA 2015 年, 10 月.

6. , プラズマ存在条件下の誘導電場計算技術の開発 , 電磁力関連のダイナミクスシンポジウム (SEAD28), 慶應義塾大学日吉キャンパス協生館, 2016 年, 5 月.

7. The Development of Adaptive Mesh Refinement Technique for Hybrid Kinetic/Fluid Plasma Simulation, 2015 International Conference on Numerical Simulation of Plasmas, Golden Hotel, USA, 2015 年, 8 月.

8. Hybrid Discontinuous Galerkin method for Anisotropic Equation, The 18th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, Regent Taipei, Taiwan, 2015 年, 3 月.

9. Numerical Plasma Simulation for Reactive Plasma Deposition Equipment with Multi Gun , International conffrence on fluid dynamics, sendai international center,Japan, 2013 年, 11 月.

10. 反応性プラズマ蒸着装置中のプラズマ数値シミュレーション, 数値解析セミナー 49, 東京大学数理科学研究科, 2013 年, 7 月.

F. 対外研究サービス

1. 日本応用数理学会雑誌編集委員

2. Study Group Workshop 2017 Industrial delegate

G. 受賞

1. 日本応用数理学会 2016 年度ベストオーサー賞　インダストリアルマテリアルズ部門

森脇 湧登 (MORIWAKI Yuto)

(FMSP コース生)

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の概念を導入し，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分類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 a automorphism group on a lattice. By using this , we provided new methods on a classfication 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 Au-

tomorphism 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

5. 共形頂点代数の種, 有限群論・駒場セミナー, 2017 年 5 月

6. On Genus of Conformal Vertex Algebras, Berkeley-Tokyo Summer School, UC Berkeley , 2017 年 8 月

林 徳燮 (リン デジー)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

偶数次元多様体については、ディラック演算子のカーネルが、関連するコンセン較正に関するディラック演算子のカーネルに埋め込まれることを示しました。

For even dimensional manifold, I showed the kernel of Dirac operator can be embedded into the kernel of Dirac operator on its associated Connes-fibration.

B. 発表論文

1. D. Lin, Relative Chern character number and super-connection, Topology and its Applications Volume 234, 1 February 2018, Pages 155-165, https://doi.org/10.1016/j.topol.2017.11.035

C. 口頭発表

1. Seiberg-Witten equation with foliation of positive scalar curvature, C.I.M. Nakai University, Tianjin, China, Sep. 11th. – Sep. 24th. 2017

2. Seiberg-Witten equation and its application, Harbin Engineering University, Harbin, China, Jan. 14th. – Jan. 21st. 2018

Burkin, Sergei

(FMSP コース生)

A. Summary of Research

Pure mathematics. This year I have been studying operads and dendroidal sets. I have found a functor from operads to categories, such that for a "nice" operad presheaves over the corresponding category are corresponding geometric objects. For example, for the operad As of associative algebras in Set, i.e. operad of monoids, the corresponding category is the category Δ, whose presheaves are simplicial sets. For the operad $nsOp$ of nonsymmetric operads the corresponding presheaves are nonsymmetric dendroidal sets.

Now I am trying to construct a geometric realization for dendroidal sets. I have found a candidate for this construction and it remains to check whether this construction satisfies the desired properties.

Mathematics in Machine Learning. I am working on applications of persistent homology theory to ML. I see two approaches on how to apply it. The first approach is to use data obtained via persistent homology theory as input to neural network. It has been shown recently that using persistent homology alone as input allows to achive state of the art results in certain classes of tasks. However, a filtered complex contains much more information than is given by its persistent diagram. In particular, persistent zero homology groups are better described by trees rather than by persistent diagrams. And higher persistent homology is a module over such a tree (i.e. as a quiver representation). Different spaces can have the same persistent diagrams but different persistent trees. Currently I am working on imlementing an algorithm that can learn from such persistent trees.

I should also remark that for any higher persistent homology class there is a corresponding volume optimal cycle. Dually, discrete Hodge theory provides specific cocycle for a given cohomology class. As I understand, discrete and metric Hodge theories were clarified just a few years ago, and persistent Hodge theory is not

developed yet (though such theory is mentioned in the slides of Andre Lieutier). Since Hodge theory provides a scalar product in cohomology, one should be able to obtain (in case of sufficiently fine filtration) a sequence of cohomology classes of a given filtered complex. I intend to use properties of these classes (or dual classes) as additional input to neural networks.

The second approach is to compute topological signatures of neuron and synapse activation of NN. Given a NN and an input, one can compute the activation of neurons of the NN for this input, and the activation of synapses. First, both of the activations provide an embedding of the input space into Euclidean space. The dimension of this space might seem too big for any practical applications, especially for synapses, but for natural inputs the corresponding vectors are likely to be sparse. It is possible to use both traditional ML methods and TDA methods to study these embeddings. In fact, a recent paper on Deep k-Nearest Neighbors applies k-Nearest Neighbors to the neuron embedding. Possible applications are outlier detection, adversary detection, interpretability, more refined division of inputs into subclasses, better understanding of a NN, i.e. which of the classes it has successfully learned. I am working on comparing synapse and neuron embedding approaches, and TDA and k-Nearest Neighbors approaches.

Second, sinapse activation is a weighted graph. I am investigating applications of Hodge theory to such graphs. I expect that Hodge decomposition will allow to decompose such graphs into essential and noisy parts, which should be useful, in particular, for solving adversary detection problem in neural networks.

修士課程学生 (Master's Course Student)

浅香 猛 (ASAKA Takeru)

A. 研究概要

曲面についての地震変形の構成法を示した。さらに、剪定座標を用い、1つ穴あきトーラスのエンハンスド・タイヒミュラー空間において地震変形により基点の動く領域を、地震変形の断層を固定し、いくつか計算した。

We show the construction of an earthquake map for surfaces. Moreover, we fix laminations of earthquake maps and calculate the domains where a base point moves by earthquake maps in the enhanced Teichmüller space of a once-punctured torus by using the shear coordinates.

B. 発表論文

1. T. Asaka :"Earthquake Maps of o Once-punctured Torus

C. 口頭発表

1. Introduction to Teichmüller space, MCM2016:Moduli space, conformal field theory and matrix models、沖縄科学技術大学院大学, 2016 年 10 月
2. Earthquake Maps of a Once-punctured Torus, OIST Mini Symposium "New development in Teichmüller space theory" MCM2017, 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月
3. Earthquake Maps of a Once-punctured Torus, モデュライ空間のシンプレクティック空間, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 1 月

F. 対外研究サービス

1. 第 54 回トポロジー新人セミナー副幹事, 2017 年 8 月

石原 秀紀 (ISHIHARA Hideki)

A. 研究概要

タイヒミュラー空間のヴェイユ・ピーターソン幾何に関する研究を行っている。特に、今年度は山田澄生氏が構成したタイヒミュラー・コクセター複体の研究を行った。タイヒミュラー・コクセター複体とは、タイヒミュラー空間のヴェイユ・ピーターソン計量に関する測地的完備化である。この複体の等長同型群のある種の表示を与えた。さらに、等長同型の分類にも取り組んでいる。特に、一点穴あきトーラスと四点穴あき球面に関するタイヒミュラー・コクセター複体の等長同型が semisimple であることがわかった。

We study the Weil-Petersson geometry of the Teichmüller space, especially the Teichmüller-Coxeter complex constructed by Sumio Yamada this year. This is the geodesic completion of the Teichmüller space with respect to the Weil-Petersson metric. We give an explicit expression of the full isometry group of this complex. Moreover, we work on the classification of the isometries. In particular, we find that all isometries of the complex with respect to the once-punctured torus and the fourth-punctured sphere are semisimple.

B. 発表論文

1. H. Ishihara: "Weil-Petersson isometries of the Teichmüller-Coxeter complex", Master's thesis in Univ. of Tokyo, 2018

稲山 貴大 (INAYAMA Takahiro) (FMSP コース生)

A. 研究概要

複素多様体 X 上の正則ベクトル束 E に付随する特異エルミート計量 h の性質について研究した. 今年度は主に 2 つの結果を得た.
1 つ目は, $E \otimes \det E$ 係数の L^2 評価式である. 一般に, ベクトル束の特異エルミート計量に付随する Chern 曲率カレントは測度係数で定義できないことが Raufi の結果により知られている. そ

のため曲率の正値性を直接定義することができず, L^2 評価式等に関する結果はあまり得られていない．そこで私は, E に Griffiths 半正な特異エルミート計量が与えられているとき, ある程度解析的な条件を付け加えることで, $E \otimes \det E$ 係数の L^2 評価が成り立つことを示した．また特異性がある程度抑えられている場合には, コホモロジーの消滅定理も成り立つことを示した．
2 つ目としては, 曲率カレントが測度係数で定義できる新たな条件を見つけた．今までは, 特異エルミート計量が退化していないところでは適切に定義できることが知られていたが, 退化しているところでも, $\log \det h$ がある条件を満たせば適切に定義できることを示した．

I investigate singular Hermitian metrics on vector bundles. Let X be a comples manifold, E be a vector bundle over X, and h be a singular Hermitian metric on E.
Firstly, I show various L^2 estimates and vanishing theorems. It is known that curvature currents of singular Hermitian metrics on vector bundles are not always defined with measure coefficients. Under the condition that h is a Griffiths semi-positive and satisfies some good conditions, I obtain L^2 estimates with coefficients $E \otimes \det E$.
Secondly, I find the condition that the curvature current can be defined with measure coefficients over the degenerate set.

B. 発表論文

1. T. Inayama, L^2 estimates and vanishing theorems for holomorphic vector bundles equipped with singular Hermitian metrics, preprint, arXiv:1802.10516.

2. 稲山貴大, L^2 estimates, vanishing theorems, and curvature currents for holomorphic vector bundles equipped with singular Hermitian metrics, 東京大学修士論文 (2018)

井上 瑛二 (INOUE Eiji)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

ケーラー・リッチ・ソリトンを持つファノ多様体全体の集合が自然にハウスドルフ正規複素解析空間の構造を許容し，幾何的なモジュライ空間を成すことを証明した．この研究によってケーラー・アインシュタイン計量を持つファノ多様体のモジュライ空間（尾高，Li-Wang-Xu）を拡大し，それまで知られていた範疇より広範のファノ多様体に対して，統合的な視点に基づくモジュライ空間の実現が可能であることを明らかにした．証明に際して，ケーラー・リッチ・ソリトンに関する無限次元のモーメント写像の描像（ドナルドソン-藤木の描像）を新たに発見し，これをモジュライ空間の構成に効果的に用いる新しい手法を見出した．また，モジュライ空間の位相がグロモフ・ハウスドルフ位相と一致すること，後者の位相空間の幾何的なコンパクト化を考察した Phong-Song-Sturm が提起した有界性の問題を解決し，結果として今回構成したモジュライ空間がモジュライとして自然な位相的コンパクト化を持つことも明らかにした．
上記の結果に関連して，Chen-Sun-Wang は「**任意の**ファノ多様体 X に対して，ある修正 K 半安定な $\mathbb{Q}$-ファノ多様体 X_0 に退化する X の $\mathbb{R}$-退化が存在し，このような X_0 は同型を除いて一意的である.」ということを予想している．この予想は連接層の Harder-Narasimhan フィルトレーションのアナロジーと考えられることが Dervan-Székelyhidi によって指摘されている．仮にこの予想が正しければ，ケーラー・リッチ・ソリトンを持つファノ多様体のモジュライ理論は，ケーラー・リッチ・ソリトンを持つファノ多様体のみならず，モジュライ・スタックにおいて既に関与している修正 K 半安定なファノ多様体を介して，**任意の**ファノ多様体と関与する究極のモジュライ理論になる．

B. 発表論文

1. E. Inoue: “The moduli space of Fano manifolds with Kähler-Ricci solitons”, arXiv:1802.08128.

C. 口頭発表

1. Kähler-Ricci solitons を持つ Fano 多様体の

モジュライ, 数理新人セミナー 第 1 回, 京都大学理学研究科, 2018 年 2 月.

井上 裕貴 (INOUE Yuki)

A. 研究概要

一般の小量子群について研究を行った．特に，Lie 環 $\mathfrak{sl}_2$ と 1 の偶数乗根から定まるある小量子群上の有限次元の直既約な加群の分類は知れらていたが，私はそのテンソル積の直既約分解を決定した．

I studied general small quantum groups. In particular, I have determined the indecomposable decompositions of the tensor products of finite-dimensional indecomposable modules over a certain small quantum group associated with the Lie algebra $\mathfrak{sl}_2$ and each even root of unity, whose finite-dimensional indecomposable modules have all been known.

江島 駿 (EJIMA Shun)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

量子統計力学は物理の理論である。これは、無数の粒子がある物理系を扱う。私たちの周りの物体は全て原子や分子などの小さな大量の粒子から構成されており、統計力学は非常に応用が広い。例えば磁性体と温度等との関係は統計力学を用いて議論される。これはミクロな量と、マクロな量をつなぐ議論として量子統計力学が用いられるためである。

量子統計力学のモデルの一つとして、作用素環論によるものがある。作用素環論とは、無限次の行列のようなものを扱う理論である。

私の研究のテーマはこの量子統計力学を作用素環論の枠組みで議論するという内容である。作用素環論で量子統計力学を議論するメリットとして、2 点あげられる。一点目は相転移などの難しい現象を、作用素環論的な枠組みであれば扱いやすい場合があるという点である。二点目は、量子統計力学の理論と作用素環論の議論は、並行するする部分があるので、物理の考え方を数学に持ち込み、理論の発展が期待できる点である。

私は特に統計力学の基本概念の一つである平衡状態の性質について作用素環論の枠組みで調べた。平衡状態は、物理系がとりうる無数の状態の中で時間経過により不変な状態で、しかも「平衡状態に近い状態は、十分な時間経過により平衡状態に収束していく」という性質をもつものということができる。一方、平衡状態以外の不安定な状態は時々刻々と変化する。このように、物理系における全ての状態がそれぞれ時間経過でどう変化するか（又は変化しないか）というルールが決まっているわけであるが、このルールを決めているのがハミルトニアンという量である。このハミルトニアンを僅かに変化させる操作を摂動と呼び、摂動をするとそのルールも僅かに変化する。平衡状態は、その周りの状態が変化のルールに従って収束していく先の状態であったため、平衡状態は摂動をすると普通は平衡状態ではなくなってしまう。しかし、摂動後も平衡状態は摂動前の平衡状態の近くに存在することが知られている。私の研究は摂動により、平衡状態はどうなるかということを作用素環論の枠組みで調べることである。

Quantum Statistical Mechanics is a kind of physical theories. It studies physical systems containing a lot of particles. Because there are a lot of particles around us, quantum statistical mechanics has many applications. For example, it studies the relationship between magnetism and temperature. This is because we use the theory to discuss the relationship between macroscopic quantities and microscopic quantities.

Operator algebra is a mathematical theory. It studies a kind of infinite matrixes.

My field of study is studying quantum statistical mechanics by operator algebra. There are two good points of it. One of them is that it is easier for operator algebra to study difficult phenomena like phase transition than for normal approach. The other point is it is expected that we apply physical ideas to operator algebra.

Especially, I study equilibrium states, elementary concept in quantum statistical mechanics by operator algebra. It is a special time-invariable state, and it has the property that states around it converge to it. On the other hand, other unstable states vary. Therefore,

there is a rule to decide the way all states vary (or do not vary). This rule is defined by the special quantity, Hamiltonian. Changing the Hamiltonian a little is called perturbation. Perturbation changes the rule of transition of states. After perturbation, an equilibrium state generally becomes a non-equilibrium state because an equilibrium state is time-invariable. However, it is known that there is a new equilibrium state around the original equilibrium state. I study the properties of an equilibrium states after perturbation by operator algebra.

C. 口頭発表

1. (1)Quantum dynamical systems, 関数解析研究会, 草津セミナーハウス,2016 年 8 月
2. (2)Equilibrium states and KMS states, Berkeley-Tokyo Autumn School Quantum Field Theory and Subfactors,U.S., 2016 年 11 月
3. (3)KMS states and perturbation,2017 年度関数解析研究会, 奈良女子大学,2017 年 8 月

大澤 綸正 (OSAWA Rinsei)

A. 研究概要

従順群と群 C*-環についての調査を行った。離散群のユニタリ表現は群環の $*$-表現に拡張でき、群環に表現から作られたノルムを入れて完備化することで C*-環となる。左正則表現から作られたものを被約 C*-環、全ての表現から作られたものを群 C*-環と呼び、従順群ではこれらが一致する。

I have studied amenable groups and group C*-algebras. A unitary representation of a discrete group makes the $*$-representation of the group algebra. The completion of the group algebra with the norm induced by the $*$-representation is a C*-algebra. The reduced C*-algebra is one with the norm induced by the left regular representation, and the group C*-algebra is by all $*$-representation.

太田 紘一 (OTA Koichi)

A. 研究概要

Kasparov の KK 理論について考察した．KK 理論は G. Kasparov によって 1980 年に創始され, C^* 環の K 理論やエクステンションを内包する非常に興味深い研究対象である．初学者が読む文献は限られており, かついずれも難解であるため, 自身でまとめ直して修士論文とした.

I investigated Kasparov's KK-theory. This theory was founded by G. Kasparov in 1980. It is a very interesting subject of study including K-theory and extensions of C^*-algebras. There are limited numbers of literature for beginners to learn this theory, which are all quite difficult. So I reorganized this theory in my master thesis.

B. 発表論文

1. K. Ota : "Kasparov's KK-Theory – The Operator Bifunctor Including K-Theory and C^*-Extensions", 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. Index Theory and Extensions, 第 51 回関数解析研究会, 草津セミナーハウス, 2016 年 8 月.
2. K-theory for C^*-algebras and its applications, 第 14 回城崎新人セミナー, 城崎市民センター, 2017 年 2 月.
3. Extensions and K-homology, 第 52 回関数解析研究会, 奈良女子大学理学部, 2017 年 8 月.

尾上 文彦 (ONOUE Fumihiko)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度私は、平均曲率流の一般化解についての研究を行った。これは儀我美一教授 (東京大学) と高棹圭介准教授 (京都大学) との共同研究である。そもそも、平均曲率流とは与えられた曲面の速度ベクトルがその平均曲率ベクトルに等し

いという運動法則である。これは、金属の焼きなまし現象を記述するモデルとして Mullins によって提唱された。一般的に、平均曲率流で動く曲面は特異性を持ち得ることが知られている。特異性とは方程式の解がある時刻以降で意味を成さなくなるということである。しかし、物理現象解明の観点から、このような特異性発生後も曲面の解析を行う必要がある。そのためには、方程式の解の概念を適切に拡張しなければならない。そこで、今日までいくつかの一般化解が提唱された。私はその一般化解の 1 つである、Brakke 解についての研究を行った。Brakke 解とは、変分法に基づく解であり、Brakke によって 1978 年に提唱された。Brakke 解についての先行研究はいくつかあるが、特に境界条件付き Brakke 流についてのそれはあまり存在しない。例えば、ゼロノイマン境界条件付き Brakke 流は、水野と利根川 (2015) によって定式化が行われている。そこで今回私は、特にディリクレあるいは動的境界条件付きの Brakke 流の定式化を行った。注目すべきは、フェイズフィールド法と呼ばれる、曲面を薄い遷移相の特異極限として特徴付ける解析手法を用いたことである。

そこで、今年度得られた結果について述べる。まず初めに、ディリクレ境界条件あるいは動的境界条件付きの Brakke 流であるための十分条件を与え、定式化を行った。さらに、この定式化は水野と利根川のゼロノイマン境界条件のそれと本質的に対応しているということも得られた。次に、私の定義した Brakke 解の存在定理を証明した。この証明において、フェイズフィールド法を用いている。最後に、定式化における解の選別において重要となるような曲線族の例を、古典的な平均曲率流の枠組みにおいて構成した。この例は、解の存在定理を示す際に必要な仮定の 1 つに対して、その妥当性を与えると考えられるものである。

We worked on the generalized solutions of mean curvature flow. This is a joint work with Prof. Yoshikazu Giga (The University of Tokyo) and Assoc. prof. Keisuke Takasao (Kyoto University). In the first place, mean curvature flow is the motion law that the velocity vector of a given hypersurface is equal to its mean curvature vector. This notion was introduced by Mullins to model the annealing of metal and has been studied mathematically for a long time. Generally, it is known that singularities may appear. Here singularity means that the solutions to mean curvature flow equation may get meaningless from a certain time. However, from the point of investigating natural phenomena, the notion of solutions must be extended. Several generalized solutions are introduced so far. Specifically, we focus on Brakke flow, one of the generalized solutions. Brakke flow is based on calculous of variation and was suggested by Brakke (1978). There are few previous works on Brakke flow, especially with boundary conditions. For instance, Mizuno and Tonegawa (2015) formulated a Brakke flow with zero Neumann boundary condition. Inspired by the backgrounds, we made a formulation of a Brakke flow with Dirichlet or dynamic boundary condition. We emphasis that the phase field method was applied in making the formulation.

Now we will state the main results in the following. First of all, we gave the sufficient conditions for a Brakke flow with Dirichlet or dynamic boundary condition and made a formulation of it. Moreover, we showed that my formulation corresponds to that of Mizuno and Tonegawa in the case of zero Neumann boundary condition. Secondly, we proved the existence theorem of my Brakke flow by applying the phase field method. Finally, we succeeded to construct the example showing that it is important for us to clarify in which class solutions are suitable for my solutions to Brakke flow. This example is the one that is expected to give the validity of imposing one of the assumptions which are necessary to prove the existence theorem.

B. 発表論文

1. F. Onoue: "A varifold formulation of mean curvature flow with Dirichlet or dynamic boundary condition", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2018)

C. 口頭発表

1. 第 19 回北東数学解析研究会 (ポスター発表), 北海道大学, 2018 年 2 月 19〜2 月 20 日

2. Workshop on Geometric Evolution Equations (poster presentation), University of Regensburg(Germany), 2018 年 3 月 5〜3 月 8 日

加藤佑矢 (KATO Yuya)

A. 研究概要

Casson 不変量の 4 次元における類似物について、Seiberg-Witten 理論を用いて研究した。Furuta-Ohta および Mrowka-Ruberman-Saveliev によって、ホモロジー $S^1 \times S^3$ に対しては、そのような不変量は構成されている。私はホモロジー $S^1 \times S^1 \times S^2$ に対して、彼らの不変量の一般化にあたるものを構成した。ホモロジー $S^1 \times S^1 \times S^2$ のような第 2 ベッチ数が 0 でない多様体に対して、彼らの構成は直接は適用できないように見える。私は 4 次元多様体の族を考えることで、不変量がうまく定義できることを見出した。本研究で得られた不変量の具体的計算や応用は今後の課題である。

I studied a 4-dimensional analogue of the Casson invariant using Seiberg-Witten theory. For homology $S^1 \times S^3$, such invariants are constructed by Furuta-Ohta and Mrowka-Ruberman-Saveliev. I consructed a generalization of their invariants for homology $S^1 \times S^1 \times S^2$. It seems that we cannot apply their constructions directly for 4-manifolds with nonzero second betti numbers like homology $S^1 \times S^1 \times S^2$. I found that we could obtain a well-defined invariant by considering families of 4-manifolds. Concrete calculations and applications of the invariant obtained in the research is the subject to further study.

B. 発表論文

1. Y. Kato : "Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds", arXiv:1708.08030 [math.DG]
2. Y. Kato : "Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds", 東京大学修士論文

C. 口頭発表

1. $\mathbb{Z}_2$ 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 of on spin four-manifolds, Berkley-Tokyo Winter School, University of California, Berkeley, U.S.A., 2016 年 2 月
3. Nonsmoothable actions of on spin four-manifolds, 4 次元トポロジー, 大阪市立大学, 2016 年 11 月
4. Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds, Miniworkshop on Topological phase and K-theory, AIMR, Tohoku University, 2018 年 3 月

甘中　一輝　(KANNAKA Kazuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

X を不定値計量を持つ簡約型対称空間，Γ を X の不連続群，X_Γ を局所対称空間 $\Gamma\backslash X$ とする．X_Γ の離散スペクトラムに関する新理論を創始した，2016 年の小林-Kassel による論文の中で，彼らは Γ が X の「強不連続群」である時に，Γ の X における軌道の数え上げの評価を行い，それを X_Γ の離散スペクトラムの (無限個の) 構成に応用した．ここで，強不連続性とは簡約型等質空間の不連続群について小林により定義された概念で，これは小林，Benoist による不連続性の判定法をもとに定義される．従って強不連続性は一般の等質空間の不連続群について定義されるものではない．

私は強不連続性を課さない場合にも，軌道の数え上げを評価することで小林-Kassel の手法を用いて離散スペクトラムを構成する事を目標とした．目的のためには，X の一般化カルタン分解を用いて得られる「擬球」において Γ の軌道を数え上げた際に，軌道によらずその数え上げが擬球の半径に関する同じ指数関数で上から抑えられる事を示せば良い．ここで，正定値計量を持つ場合とは違い，X が不定値計量を持つ場合は一つの軌道の数え上げが指数増大以下になることすら明らかでは無い．まずは取っ掛りをつかむために，本年度では 2017 年に Guéritaud-Kassel

によって構成された，反ド・ジッター空間における無限自由生成の強不連続に作用しない不連続群を用いて計算することにした．すべての軌道の数え上げの評価を行うことは出来なかったが，原点の軌道の数え上げについては指数増大であることが分かった．

Let X be a reductive symmetric space with an indefinite metric, Γ be a discontinuous group acting on X, and X_Γ be a locally symmetric space $\Gamma\backslash X$. In 2016, Kobayashi-Kassel developed a new theory for the discrete spectrum of X_Γ. In this paper, when Γ is "sharp" for X, they estabilished some counting results for the orbits of Γ in X in order to construct an infinite discrete spectrum of X_Γ. Here, sharpness for discontinuous groups acting on reductive homogeneous spaces was defined by Kobayashi on the basis of a criterion for proper discontinuity established by Benoist and Kobayashi, so sharpness for discontinuous groups acting on homogeneous spaces is not defined.
Even when Γ is not sharp for X, I wish to construct an infinite discrete spectrum of X_Γ using their method. In order to do this, it is enough to prove that counting of the Γ-orbits in the "pseudo-ball" which is defined using generalized Cartan decomposition of X are less than an exponential function of radius of the pseudo-ball. When X is non-Riemannian, It is not even obvious that counting of each Γ-orbit is less than exponential growth . To begin with, I consider counting problem for a non-sharp discontinuous group acting on anti de-Sitter space which was constructed by Guéritaud-Kassel in 2017. I proved that counting of "one" Γ-orbit is exponential growth.

B. 発表論文

甘中一輝: "反ド・ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて"，東京大学修士論文 (2018).

C. 口頭発表

1. 論文"Essential Self Adjointness for the Dirac Operator and Its square"(J.A.Wolf) 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，2016 年 8 月.
2. 論文"Poincare series for non-riemannian locally symmetric spaces"(Kobayashi-Kassel,2016) の一部の紹介，Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis"，東京大学玉原国際セミナーハウス，2017 年 8 月.

北岡 旦 (KITAOKA Akira)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は接触多様体に関する不変量，特に Rumin-Seshadri 捩率函数について研究した．
向き付可能接触多様体に対し Rumin-Seshadri 捩率函数 κ という $\mathbb{C}$ 上の有理型函数が定まる．この函数は Rumin-Seshadri ラプラシアン Δ_{RS} の固有値から定まる函数である．加えて，この函数の原点での値は接触不変量であり，また，Rumin-Seshadri 捩率 T_C はこの函数を用いて表される．函数 κ は接触不変量であり，3 次元向き付可能接触多様体に対し，$\kappa(0) = 0$ であることが知られている．また，3 次元 Seifert CR 多様体に対し，T_C は Ray-Singer 捩率と一致し，特に位相不変量であることが知られている．しかし，5 次元以上の場合において，$\kappa(0)$ と T_C 共に計算された例が存在しなかった．
そこで，今年度の研究は球面上で κ を解析することに取り組んだ．主に取り組んだ内容は二つある．一つ目は，球面上の Δ_{RS} の固有値をすべて求めた．二つ目は，この固有値の情報から，球面上で $\kappa(0) = 0$ であることを示した．

I studied invariants on contact manifolds, especially the Rumin-Seshadri torsion function in this year.
Rumin-Seshadri torsion function κ is defined on orientable contact manifolds. This function is used with the eigenvalues of the Rumin-Seshadri Laplacian. The function *kappa* is a contact invariant, and on 3-dimensional orientable contact manifolds $\kappa(0) = 0$. On 3-dimensional CR Seifert manifolds, T_C coincides with the Ray-Singer torsion, in particular, T_C is a topological invariant. However, in the dimension greater than or equal to 5, whether $\kappa(0)$ is

equal to 0 has been an open problem. In addition, we can not calculate the Rumin-Seshadri torsion on contact manifolds of the dimension greater than or equal to 5.
Then, in this year I tried to analyse κ on the spheres. There are two goals. The first goal is to calculate all eigenvalues of the Rumin-Seshadri Laplacian Δ_{RS} on the sphere S^{2n+1}. The second goal of this paper is to compute $\kappa(0) = 0$ on S^{2n+1} with the data of the eigenvalue.

B. 発表論文

1. A. Kitaoka：“The Rumin-Seshadri torsion function on the sphere”, 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. 論文紹介その 2 (Poletsky Theory とその応用), 複素解析幾何のポテンシャル論的諸相 (Potential Theoretical Aspects of Complex Analytic Geometry), 東京大学数理科学研究所, 2016 年 2 月.
2. Eigenvalues of Rumin-Seshadri laplacian on spheres, Berkeley Tokyo Summer School Seminar, University of California, Barkeley, 2017 年 8 月.
3. 球面上の Rumin-Seshadri 捩率函数, 数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.

E. 修士・博士論文

1. (修士) 北岡　旦 (KITAOKA Akira)： The Rumin-Seshadri torsion function on the sphere.

キムミンギュ (KIM Minkyu)

A. 研究概要

R. Dijkgraaf と E. Witten は構造群として有限群を用いる Chern-Simons 理論を提案した (「Topological Gauge Theories and Group Cohomology(1989)」)。その場合経路積分が有限和になるので TQFT の計算が単純になる。彼らによる構成は格子ゲージ理論を用いているが、最近 A. Sharma と A. A. Voronov により代数トポロジー的な手段で解釈された (「Categorification of Dijkgraaf-Witten Theory(2017)」)。彼らはある Picard groupoid を係数とするようなコホモロジーと Picard groupoid として取られたホモロジーの間のキャップ積を用いて TQFT を構成している。TQFT を構成するとき`関手性'を確認する必要があるが、その議論を Picard groupoid として取られる（コ）ホモロジー理論の方がすでに含んでいるのである。彼らの構成は他のホモロジー理論を用いる TQFT の構成の可能性を示唆すると思われる。その 1 つの試みとして本研究では K 理論を用いた。Hermitian line からなる Picard groupoid を係数とする分類空間の K 群の対象 1 つを用いて Spin^c 多様体に対する部分的な (d+1)-TQFT を構成した。ここで部分的な (d+1)TQFT とは定義域が Spin^c 多様体からなる cobordism category の subcategory であるような (d+1)-TQFT のことである。具体的にその subcategory は (d+1) 次の K ホモロジーが有限群であるような Spin^c 多様体がなすものである。

R. Dijkgraaf and E. Witten suggested a Chern-Simons theory using a finite group(「Topological Gauge Theories and Group Cohomology(1989)」). It is easy to compute since its path integral is given as a finite sum. A lattice gauge theroy is used to construct Dijkgraaf-Witten theory, but recently A. Sharma and A. A. Voronov used a categorification of (co)homology theory to construct the Dijkgraaf-Witten theory (「Categorification of Dijkgraaf-Witten Theory(2017)」). Here, a categorification of (co)homology theory means a (co)homology theory with a coefficient valued at a Picard groupoid. When we construct the Dijkgraaf-Witten theory, its functoriality is automatically shown by some canonicalities which is already contained in the categorification of (co)homology theory. Their research may imply possibilities that one can use another homology theory to construct a Dijkgraaf-Witten theory. In our study, we tried to use K-theory. We use an object in a K-group (with coefficieints of a Picard groupoid of Hermitian

lines) of a classifying space to construct a 'partial' (d+1)-Dijkgraaf-Witten theory. Here, a 'partial' (d+1)-Dijkgraaf-Witten theory means that its domain is given as a subcategory of the Spin^c cobordism category consisting of d-manifolds with (d+1)-th K-homology is a finite group.

B. 発表論文

1. M. Kim : "A construction of TQFT using K-theory", 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. "A construction of TQFT using K-theory", Mini-Workshop on Topological Phase and K-theory, AIMR Room 4C, 2018 年 3 月 1-2 日.

佐野 岳人 (SANO Taketo)

A. 研究概要

計算機を用いた低次元トポロジーの研究に興味を持ち、絡み目の不変量である Khovanov homology, Khovanov-Lee homology の計算プログラムを開発した。Khovanov homology 上に誘導されるいくつかの写像： Lee の Φ 写像、Schumakovitch の μ 写像、Bar-Natan の h 写像の特徴とそれらの関係を調べている。

I am interested in the study of low-dimensional topology via computational approach. I have developed a program to calculate the link invariants, the Khovanov homology and the Knovanov-Lee homology. I am studying the properties and relations between several maps induced on the Khovanov homology: Lee ' s Φ map, Schumakovitch's μ map, and Bar-Natan' s h map.

佐野 悠太 (SANO Yuta)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

調和写像と熱流の幾何学的応用について研究している．今年度は平坦な葉をもつ葉層化多様体上の葉に沿った熱流について考察した．ここで，葉に沿った熱流とは葉層化多様体からリーマン多様体への写像であって，各葉に制限すると熱流の方程式を満たすもののことである．この葉に沿った熱流とエルゴード理論を組み合わせて．松島と村上による非コンパクト型の高ランク局所対称空間に対する，第一コホモロジーの消滅定理に別証を与えることを試みた．十分な結果を得ることはできなかったが，この研究を継続していくつもりである．

I have been studying geometric applications of harmonic maps and the heat flow. In this year, I obsreved the leafwise heat flow on a foliated maifold whose leaves are flat. The leafwise heat flow means a map from a foliated manifold to a Riemannian manifold which satisfies the heat flow equation on each leaf. By making use of the leafwise heat flow and ergodic theory, I tried to give an alternative proof of the vanishing of the first cohomology of noncompact type higher rank locally symmetric spaces due to Matsushima and Murakami. However, I have not yet obtained satisfying results.

鈴木 将満 (SUZUKI Masamitsu)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は，半線形放物型方程式の有界領域における初期境界値問題 (Dirichlet 問題) $u_t = \Delta u + f(u)$ を研究した．初期関数は有界ではなく，非線形項は例えば $f(s) = e^s,\ e^{s^2},\ e^{e^s}$ など，速く増大する場合を考えた．
初期境界値問題は，初期関数が有界であれば時間局所解が一意的に存在することが知られている．一方，初期関数が有界でない場合は解の存在が非線形項の増大する速さに大きく依存することも知られている．従って，有界でない初期関数と増大する速さが大きい非線形項に対する解を考察することは重要だと考えられる．
具体的には局所古典解の存在と非存在を，優解を構成して示した．ここで解の非存在とは，ある初期関数が存在して，どのような時間に対しても局所解が存在しないことである．また領域が 3 次元以上の単位球であるとき，解の一意性を，半群を用いて双対問題に帰着させて示した．

In this year, I studied the initial-boundary value problem (Dirichlet problem) for semilinear parabolic equations $u_t = \Delta u + f(u)$ in a bounded domain. I considered the case where the initial function is unbounded and the nonlinear term f grows rapidly, e.g., $f(s) = e^s,\ e^{s^2},\ e^{e^s}$.
It is known that if the initial function is bounded, there exists a unique local in time classical solution of the problem. On the other hand, it is known that for the case where the initial function is unbounded, the existence results of solutions heavily depend on the growth rate of the nonlinear term. Therefore, it is important for us to consider solutions when the initial function is unbounded and the nonlinear term grows rapidly.
Specifically, I studied the existence and nonexistence of local in time classical solutions by constructing a supersolution. Here the nonexistence of solutions means that there exists an initial function such that for any time there is no local in time solution. Moreover, when the domain is a unit ball of three dimensions or more, I proved the uniqueness of the solution by the dual problem using a semigroup.

B. 発表論文

1. M. Suzuki :“ Initial-boundary value problem for semilinear parabolic equations with rapidly growing nonlinear terms in a bounded domain ”, 東京大学修士論文 (2018).

C. 口頭発表

1. 増大度の大きな非線形項を持つ放物型発展方程式, 第 39 回発展方程式若手セミナー, グリーンホテル三ヶ根, 2017 年 9 月.

須田 颯 (SUDA Hayate)

A. 研究概要

統計力学に由来する確率論の問題について研究を行っている。特に現在は、振動子鎖モデルと呼ばれる熱伝導現象の微視的モデルにおけるフーリエ則の破れについて数学の立場から解析を行っている。本年度は、磁場のある確率調和振動子鎖モデルの巨視的なエネルギー分布の時間発展が $\frac{5}{6}$-分数階拡散方程式に従うことを示した。

I am working on problems of probability theory originated from statistical mechanics. Currently, I study anomolous heat transport of chains of oscillators from a mathematical point of view. In this year, I proved that the superdiffusion of energy in a chain of harmonic oscillators with noise in a magnetic field and the time evolution of the macroscopic energy distribution is governed by some $\frac{5}{6}$-fractional diffusion equation.

B. 発表論文

H. Suda : “Superdiffusion of energy in a chain of harmonic oscillators with noise in a magnetic field”, 修士論文

C. 口頭発表

1. ショートコミュニケーション, 確率論ヤングサマーセミナー 2017, 岡山, 2017 年 8 月.
2. 磁場のある調和振動子モデルにおける熱の異常拡散について, 無限粒子系と確率場の諸問題 XIII, 奈良女子大学, 2017 年 11 月.
3. 磁場のある調和振動子鎖モデルにおける熱の異常拡散について, 確率論シンポジウム, 東北大学, 2017 年 12 月.
4. 磁場中の確率調和振動子鎖モデルにおける熱の異常拡散について, 2018 年確率論早春セミナー, 神戸大学, 2018 年 3 月.

砂原 由宇 (SUNAHARA Yuu)

A. 研究概要

許容的クリフォード加群の分類を行い、それによって Kenro Furutani 及び Irina Markina による擬 H 型 Lie 代数の分類の一部の別証を与えた。

I have classified the admissible Clifford modules and get partial another proof the classification of pseudo H-type Lie algebra, which originally given by Kenro Furutani and Irina Markina.

竹内　大智　(TAKEUCHI Daichi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度は曲線に対する幾何学的類体論の別証明を行った。

曲線に対する幾何学的類体論の主定理は、完全体 k 上の非特異射影曲線 C に対し，C 上の分岐を許したアーベル被覆が C の generalized jacobian varieties の（ある条件を満たす）不分岐被覆から得られるというものである。この定理は、もともとは M. Rosenlicht によって示されたが、1980 年代、P. Deligne によって、曲線の対称積が generalized jacobian 上の射影（或いはアファイン）空間束になるということを用いた、被覆の分岐が tame の場合の別証明が考えられた。私は、曲線の対称積のブローアップを考えることで一般の分岐の場合の証明を行った。また、その副産物として、曲線上の分岐アーベル被覆の Swan 導手とその対称積の Swan 導手との間の関係式を得た。

This year I found another proof of the geometric class field theory for curves.

The main theorem of the geometric class field theory for curves is as follows:

For a projective smooth curve C over a perfect field k, its ramified abelian coverings are obtained from (a certain class of) unramified coverings of the generalized jacobian varieties of C.

Originally this was proved by M. Rosenlicht. On the other hand, in 1980s, P. Deligne found another method for tamely ramified cases by using symmetric powers of curves. I conpleted his proof by considering blow-ups of symmetric powers of curves. As a by-product, I found a relation between the Swan conductor of a ramified abelian covering of a curve and that of its symmetric power.

B. 発表論文

D. Takeuchi:"Blow-ups and the class field theory for curves", 東京大学修士論文 (2018)

%enddocument

達川 雄貴 (TATSUKAWA Yuuki)

A. 研究概要

変分法に興味を持って研究している．修士論文では空間周期的な係数を持つ Fisher–KPP 型拡散方程式の解の広がり速度の変分的特徴づけについてまとめた．この広がり速度はある楕円型作用素の周期境界条件下における主固有値によって特徴づけられることが Weinberger によって知られており，さらにその主固有値はある汎関数の最小値として変分的に表されることが Nadin によって知られている．空間 1 次元かつ拡散係数が 1 である場合には，この公式から Schwarz rearrangement に関する広がり速度の評価が得られる．今後は多次元の場合や拡散係数が定数でない場合にこの公式がどのように表されるかについて取り組みたい．

I am interested in variational calculus. I wrote my master thesis about variational characterization of spreading speed of Fisher–KPP type diffusion equation with spatially periodic coefficient. It is known by Weinberger that the spreading speed is described by using principal eigenvalue of a certain elliptic operator under the periodic boundary condition, and by Nadin that the principal eigenvalue is characterized variationally as minimal value of a certain functional. If spatial dimension is 1 and diffusion coefficient is 1, applying this formula, estimate of the spreading speed about Schwarz rearrangement is proved. It remains to be seen how the formula is described if space is multidimensional or diffusion coefficient is not constant.

B. 発表論文

1. 達川 雄貴：“KPP 型拡散方程式の解の広がり速度の変分的特徴づけについて”, 東京大学修士論文 (2018).

C. 口頭発表

1. Minimal surface of revolution, Summer School of Applied Analysis Seminar, 草津セミナーハウス, 2016 年 8 月.

田中 俊輝 (TANAKA Toshiki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

有限次元半単純リー環 $\mathfrak{g}$ 上の表現に対して定義されていた最高ウェイトの概念は，カレント代数 $\mathfrak{g}[t]$ 上の表現への拡張を持つことが知られている．さらに最高ウェイト λ を持つ $\mathfrak{g}[t]$ 加群のうち普遍的な対象として局所ワイル加群 $W(\lambda)$ があり，同じ最高ウェイトを持つ可積分な加群はすべてこの加群の商になることが知られている．従って局所ワイル加群の構造を調べることはカレント代数の性質を知ることにつながり，また関連の深い対象であるループ代数やアフィンリー代数に関しても新しいことがわかることが期待されている．局所ワイル加群は $\mathfrak{g}$ が A 型のときには CPL 基底と呼ばれる基底を持ち「さらに A_1 型のときには安定性と呼ばれる非常に良い性質を持つことが知られている．私は主にこれらに関する研究をしていて，現在は特に CPL 基底関連の事実が他の型に拡張できないか，リー環の作用が CPL 基底で書けないかという問題に取り組んでいる．

The concept of highest weight over a finite dimensional semisimple Lie albebra $\mathfrak{g}$ is extended to that over the corresponding current algebra $\mathfrak{g}[t]$. The local Weyl module $W(\lambda)$ is a special $\mathfrak{g}[t]$-module that any $\mathfrak{g}[t]$-module with the same highest weight is a quatient module of it. So the knowledge of the structure of local Weyl modules contribules the study of current algebra itself and other deeply-related objects like loop algebras and affine algebras. It is also known that if $\mathfrak{g}$ is of type A, Weyl modules admids a useful basis called CPL basis and if of type A_1, it has a nice property called stability. Now I am tackleing the problems that "Is these facts extended to other types?", "Is the action of Lie algebra discribed in view of CPL basis'?" and so on.

玉尾琢治 (TAMAO Takuji)

A. 研究概要

閉曲面の $SO(3)$ 平坦束のモジュライ空間上で, Weitsman が $SU(2)$ の場合に行った, 曲面のパンツ分解に関連付けられた実偏極の構成が再現できることを示した．また, Goldman のツイストフローに関する結果を用い, 実偏極の各成分関数が周期的なハミルトニアンフローを持つことを示した. 関連して, 誘導されるトーラス作用のモーメントマップの像を決定した.

I constructed a real polarization on the moduli space of flat $SO(3)$-bundles over closed surfaces, associated to a trinion decomposition, in a similar way to the construction introduced by Weitsman in the case of the moduli space of flat $SU(2)$-bundles. I also showed the component fonctions of the polarization have periodic Hamiltonian flows, by using some results about Goldman twist flow.I also determined the image of the moment map with respect to the induced torus action.

B. 発表論文

1. T. Tamao : "Real polarization on the moduli space of flat $SO(3)$-bundles over surfaces", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文

土屋 正朗 (TSUCHIYA Masaaki)

A. 研究概要

あるベクトルバンドルの切断の空間の間に定まる微分作用素の空間について，小林俊行氏によって 2010 年に提唱された F-method を適用し，考察した． $(G, K, G', K') = (O(n+1,1), O(n+1) \times O(1), O(n,1), O(n) \times O(1))$ とし，$\mathcal{V}$ を G/K 上の G-同変ベクトル束，$\mathcal{W}$ を G'/K' 上の G'-同変ベクトル束とする，私は, $\mathrm{Diff}_{G'}(C^\infty(G/K, \mathcal{V}), C^\infty(G'/K', \mathcal{W}))$ が $C^\infty(G/K, \mathcal{V})$ が $\mathcal{A}_0$-加群として自由かつ有限次元であることを示し, その基底を特殊な例について与えた．ここで, $\mathcal{A}_0$ は $C^\infty(G/K, \mathcal{V})$ への G の Casimir 元の作用と, $C^\infty(G'/K', \mathcal{W})$ への G' の Casimir 元の作用によって定まる $\mathcal{C}$-代数である.

I studied differential operator between vector bundles. F-method is provided by Toshiyuki Kobayashi in 2010. I applied F-method to this study. Let $(G, K, G', K') = (O(n+1,1), O(n+1) \times O(1),\ O(n,1), O(n) \times O(1))$, $\mathcal{V}$ be a G -

equivaliant vector bundle over G/K, and $\mathcal{W}$ be a G'-equivaliant vector bundle over G'/K'. I showed $\mathrm{Diff}_{G'}(C^\infty(G/K,\mathcal{V}), C^\infty(G'/K',\mathcal{W}))$ is a free, finite-dimensional $\mathcal{A}_0$-mod, and give a basis for a special case, where $\mathcal{A}_0$ is a $\mathbb{C}$ -algebla generated by the action of Casimir operator of G on $C^\infty(G/K,\mathcal{V})$ and of G' on $C^\infty(G'/K',\mathcal{W})$.

B. 発表論文

1. 土屋 正朗：“あるベクトルバンドル上の微分作用素の空間の有限生成性”, 東京大学修士論文 (2018)

千葉 航平 (CHIBA Kohei)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度，報告者は非整数ブラウン運動に関連するふたつの統計的問題について研究を行った．ひとつはリード・ラグ推定の研究であり，もうひとつは最尤推定に関する研究である．

前者に関して，報告者はハースト指数 H が $1/2$ より大きい非整数ブラウン運動で駆動される確率過程間のリード・ラグパラメータを推定する問題を考察した．報告者は非整数ブラウン運動で駆動される確率過程間のリード・ラグモデルを提案し，リード・ラグパラメータの一致推定量を可能な収束レートと共に構成した．

後者に関して，報告者はハースト指数 H が $1/2$ より小さい非整数ブラウン運動で駆動される確率微分方程式のドリフトパラメータを完全観測によって推定する問題を考察した．報告者は異なるドリフトパラメータに対応する確率微分方程式の解が誘導する確率分布の尤度比の公式を導出した．さらに報告者は $H \in (1/4, 1/2)$ について局所漸近正規性が成立し，その収束レートは，方程式

$$\mathbb{E}^*_\theta\{\partial_\theta a(X,\theta)\} = 0 \tag{1}$$

が成り立つ場合は $T^{-1/2}$ であり，方程式 (1) が成り立たない場合は $T^{-(1-H)}$ になるという予想を得た．ここで a はドリフト係数であり，$\mathbb{E}^*_\theta$ はパラメータ $\theta \in \Theta \subset \mathbb{R}$ に対応する不変分布による期待値を表している．

In this school year, I studied two statistical problems involving fractional Brownian motion (fBM): lead-lag estimation and maximum likelihood estimation.

First, I considered the problem of estimating the lead-lag parameter between two stochastic processes driven by fBMs of Hurst parameter greater than 1/2. I proposed a lead-lag model between two stochastic processes involving fBMs, and constructed a consistent estimator of the lead-lag parameter with possible convergence rate.

Second, I considered the problem of estimating the drift parameter of the solution to the stochastic differential equation driven by an fBM with Hurst parameter less than 1/2 under complete observation. I derived a formula for the likelihood ratio and conjectured that local asymptotic normality (LAN) holds when $H \in (1/4, 1/2)$ with the convergence rate $T^{-1/2}$ for the parameters satisfying a certain equation and $T^{-(1-H)}$ for the others.

B. 発表論文

1. K. Chiba : “Estimation of the lead-lag parameter between two stochastic processes driven by a fractional Brownian motion”, preprint, `arXiv:1705.10466`, (2017).

C. 口頭発表

1. Estimation of the lead-lag parameter between two stochastic processes driven by a fractional Brownian motion, 統計サマーセミナー 2017, 鬼怒川パークホテルズ（木楽館）, 2017 年 8 月.
2. ハースト指数が 1/2 より大きい非整数ブラウン運動で駆動される確率過程間のリード・ラグ推定（ポスター発表）, CREST・さきがけ数学関連領域合同シンポジウム “数学パワーが世界を変える 2018”, 富士ソフト秋葉原ビル 5 階アキバホール, 2018 年 1 月.
3. 非整数ブラウン運動で駆動される確率過程間のリード・ラグ推定, 確率過程の統計推測の最近の展開, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 1 月.

中塚 成徳 (NAKATSUKA Shigenori)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

古典 W 代数と呼ばれるポアソン頂点代数に付随した無限次元可積分系の存在問題，およびその幾何学的実現について研究を行った．一般に古典 W 代数の遮蔽作用素を用いた構成法を与え，この構成が幾何学的に解釈できる古典 W 代数の族 F を導入した．この場合，古典 W 代数が，ある副冪単代数群の両側商の関数環になることを示し，この空間に作用する無限次元可換代数群の作用を用いて無限個の可換微分作用素を古典 W 代数上に構成した．この微分作用素たちが無限次元可積分系をんし，それらのハミルトン関数全体が，ある時間発展方程式の保存量全体として特徴づけられることを示した．この結果は主古典 W 代数の場合の Feigin-Frenkel によって得られた結果の拡張になっている。

I studies the existence and the geometric realization of integrable Hamiltonian hierarchies associated with the classical affine W-algebras. I realized the classical affine W-algebras via screening operators and introduced a class F of those algebras whose screening operators have a geometric meaning. For this class, I proved those algebras to be the regular function algebras of double coset spaces of prounipotent proalgebraic groups. Using infinite-dimensional abelian proalgebraic groups acting on these cosets, I constructed hierarchies of mutually commuting derivations on those W-algebras. Furthermore, I proved that the hierarchies are integrable Hamiltonian hierarchies and characterized their Hamiltonians as the conservative quantities of some time evolution equations.

B. 発表論文

1. 中塚 成徳: “古典 W 代数に付随にした無限次元可積分系の幾何学的構成”, 東京大学修士論文 (2017 年)

中西　徹 (NAKANISHI　Toru)

A. 研究概要

私は，有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値計算手法について研究してきました．具体的には次の方程式を考えました．

$$u_t = \Delta u + u|u|^\alpha \quad in \quad \Omega \times (0,T)$$
$$u(0,t) = u_0(x) \quad in \quad \Omega, \quad u = 0 \quad on \quad \partial\Omega$$

ここで，$\Omega \subset \mathbb{R}^n (n \geq 3)$ としています．この方程式は，非線形性を表す α と空間次元 n, 初期値 u_0 に依存して，解 u が有限時刻で爆発したり，時間大域的に存在し無限大に発散したり，時間大域的に 0 に減衰するという数学的に興味深い結果が知られています．しかし，具体的な臨界条件は特別な場合しかわかっていないという問題があります．そこで，数値計算手法を考えるようになりました．一般に高次元の方程式に対して直接的な数値計算および可視化が困難であるために球対称性を課した問題を考えました．

$$u_t = u_{xx} + \frac{n-1}{x}u_x + u|u|^\alpha$$
$$in \quad (0,L) \times (0,T)$$
$$u(0,x) = \phi(x) \quad in \quad (0,L)$$
$$u'(t,0) = u(t,L) = 0 \quad in \quad (0,T)$$

すると，求める関数 u は 2 変数の関数に帰着することができます．先行研究では，差分法によって離散化したスキームは提案されていますが, 有限要素法による研究は球対称解について扱ったものはほとんどありませんでした．ここで，差分法ではなく有限要素法を利用するメリットとしては，差分法ではメッシュを等分割する必要がありますが，有限要素法ではメッシュを非一様に分割しても適用できるということがあります．そこで，私は有限要素スキームを 4 種類提案し，正値性や比較原理，誤差評価についての数学的証明を与えました．

I studied numerical methods for computing the radially symmetric solution for high-dimensional semilinear heat equation by the finite element method. My target problem is the following semilinear heat equation.

$$u_t = \Delta u + u|u|^\alpha \quad in \quad \Omega \times (0,T)$$
$$u(0,t) = u_0(x) \quad in \quad \Omega, \quad u = 0 \quad on \quad \partial\Omega$$

where $\Omega \subset \mathbb{R}^n (n \geq 3)$. It is known that the solution of this equation blows up in finite time,

globally tends to infinity or globally vanishes ; it depends on the relationship between α, n and u_0. However we do not know the concrete values of those critical condition for general case. Therefore I considered the numerical methods. In general, it is difficult to calculate and visualize the solution of high-dimensional problem. Instead, assuming the spherically symmetry on the solution, I consider

$$\begin{aligned} u_t = u_{xx} + \frac{n-1}{x}u_x + u|u|^\alpha \\ in \quad (0,L)\times(0,T) \\ u(0,x) = \phi(x) \quad in \quad (0,L) \\ u'(t,0) = u(t,L) = 0 \quad in \quad (0,T) \end{aligned}$$

That is, the original problem is reduced to the 2-dimensional problem. In previous study, the finite difference method was studied. However the finite element method was not studied. The advantage of using FEM is that we can use non-uniform mesh for space. I proposed four FEM schemes and checked positivity, comparison principle and error estimates.

B. 発表論文

1. 中西　徹 : " 有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値計算", 修士論文 (2018)

C. 口頭発表

1. "球対称解計算のプログラミング"
   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
2. "有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の有限要素法"
   応用数学合同研究集会, 龍谷大学
   2017 年 12 月
3. "球対称問題の有限要素法の数値計算"
   研究集会　不連続 Galerkin 有限要素法の数学理論とその周辺 , 長崎コンフォートホテル
   2018 年 2 月

信田　萌伽 (NOBUTA Moeka)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Goldman Lie 代数に関連した Lie 代数上の余括弧積について研究した。曲面上の平坦 $\mathrm{GL}(1,\mathbb{R})$ 束に関連したウィルソンループのなす Lie 代数 $W_1(g)$ について考え、以下の同型写像を得た。

$$\mathrm{Hom}(\mathbb{Z}^{2g},\mathbb{R}) \cong H^1(W_1(g), W_1(g)\wedge W_1(g)),\ k \mapsto [\Delta_k].$$

線形写像 Δ_k は Lie bracket と両立する余括弧積である。境界付きのコンパクトな曲面を考えると、接空間の枠 f によって決まる枠付き Turaev 余括弧積 δ^f が存在する。余括弧積 Δ_k は Turaev 余括弧積の枠の取替えに対応していると言うことができる。Turaev 余括弧積は $H^1(\mathbb{Z}[\hat{\pi}]_0, \mathbb{Z}[\hat{\pi}]_0 \wedge \mathbb{Z}[\hat{\pi}]_0)$ の非自明なコホモロジー類をなすが、$W_1(g)$ 上には Turaev 余括弧積に対応するコホモロジー類は存在しないことが分かった。

We study about cobrackets on a Lie algebra which is associated with the Goldman Lie algebra. We consider the Lie algebra $W_1(g)$ which is generated by all Wilson loops associated with flat $\mathrm{GL}(1,\mathbb{R})$-bundles over surfaces. We obtain the following isomorphism.

$$\mathrm{Hom}(\mathbb{Z}^{2g},\mathbb{R}) \cong H^1(W_1(g), W_1(g)\wedge W_1(g)),\ k \mapsto [\Delta_k].$$

The linear map Δ_k is a Lie bracket which is compatible with the Lie bracket. If we consider a compact surface with non-empty boundary, then there is a framed Turaev cobracket δ^f on the compact surface associated with a framing f of the tangent bundle. The Lie bracket Δ_k corresponds to the change of framing of Turaev cobracket. But there is no cohomology class corresponding to the Turaev cobracket on the Lie algebra $W_1(g)$ which represents a non-trivial cohomology class in $H^1(\mathbb{Z}[\hat{\pi}]_0, \mathbb{Z}[\hat{\pi}]_0 \wedge \mathbb{Z}[\hat{\pi}]_0)$.

B. 発表論文

M. Nobuta: "On cobrackets on the Wilson loops associated with flat $\mathrm{GL}(1,\mathbb{R})$-bundles over surfaces", 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. 表現空間とその Poisson 構造について, 第 53 回トポロジー新人セミナー, 滋賀, 2016 年 8 月.

2. The Poisson structure on the moduli space of flat bundles over a surface, MCM2016: Moduli space, conformal field theory and matrix models, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University, 2016 年 10 月.

3. On cobrackets on the Wilson loops associated with flat $\mathrm{GL}(1,\mathbb{R})$-bundles over surfaces, OIST Mini Symposium "New development in Teichmuller space theory", Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University, 2017 年 11 月.

4. On cobrackets on the Wilson loops associated with flat $\mathrm{GL}(1,\mathbb{R})$-bundles over surfaces, モジュライ空間のシンプレクティック幾何, 東京大学, 2018 年 1 月.

平山 和貴 (HIRAYAMA Kazuki)

A. 研究概要

特定の条件下の対数スキームに対し, 相対的対数ドラーム・ヴィット・コホモロジーと, 対応する相対的対数クリスタリン・コホモロジーの同型を証明した. (相対的) ドラーム・ヴィット・コホモロジーは Illusie や Langer-Zink によってクリスタリン・コホモロジーを計算できるものとして定義された. これから松植により対数の場合に応用され, そこで定義された射を用いて, 相対的対数ドラーム・ヴィット複体を実際に計算することで同型を証明した. この条件は松植の結果を完全に包含するものではないものの, 多くの別の場合を含むものである.

I proved the quasi-isomorphism between relative logarithmic de-Rham Witt cohomology and relative logarithmic crystalline cohomology corresponding to it on the certain condition for logarithmic schemes. (Relative) de-Rham Witt cohomology was defined by Illusie or Langer-Zink as a cohomology which can calculate a crystalline cohomology corresponding to it. Matsuue applied these notions to a logarithmic case, and I proved it by an actual calculation of relative de-Rham Witt complex and using the morphism defined there. This condition doesn't include all products of Matsuue, but many other cases.

前多 啓一 (MAETA Keiichi)

A. 研究概要

分解不可能な可約擬 Riemann 対称空間のコンパクト Clifford–Klein 形の存在問題について研究した. 全ての可解 Lorentz 対称空間を含む, 擬 Riemann 対称空間のクラス $G_{D,D'}/H$ を定義し, $G_{D,D'}/H$ に固有かつ余コンパクト作用する $G_{D,D'}$ の連結部分群 L の存在の必要十分条件を与えた. 簡約型等質空間に対しては, コンパクト Clifford–Klein 形が存在すれば, L は存在するとした小林予想がある. 5 次元 Lorentz 対称空間で小林予想の“可解類似”が成り立たない例を発見し, 小林予想の「簡約型等質空間」という仮定が本質的であることを確かめた. そこで, $G_{D,D'}$ に対し, 連結部分群 L の代替となる, 連結とは限らない部分群 L' を定義した. $G_{D,D'}/H$ に余コンパクトに作用する $G_{D,D'}$ の離散部分群に対し, それを含む L' は必ず存在する. これによって, 作用の固有性を L' の Lie 代数を用いて簡単に議論できる.
また, 分解不可能な符号 $(2,2)$ の完全可解型擬 Riemann 対称空間でコンパクト Clifford–Klein 形を持つものが, 同型をのぞいてただ 1 つ存在することを示した. さらに高次元の例として, 符号 $(n,2)$ の擬 Riemann 対称空間において, 特定の系列にはコンパクト Clifford–Klein 形が存在しないことを示した.

I study the existence problem of compact Clifford–Klein forms of pseudo Riemannian symmetric spaces. I defined a class $G_{D,D'}/H$ of pseudo Riemannian symmetric spaces which includes all solvable Lorentzian symmetric spaces, and obtained a criterion for the existence of a connected subgroup L of $G_{D,D'}$ which acts on $G_{D,D'}/H$ properly and cocompactly. Kobayashi's conjecture states that for

homogeneous spaces of reductive type, the existence of compact Clifford–Klein forms implies the existence of such L. I found counterexamples of "solvable analogy" of Kobayashi's conjecture and confirm the assumption "homogeneous space of reductive type" of Kobayashi's conjecture is essential. I introduced a not necessary connected subgroup L' of $G_{D,D'}$ which plays a similar role to a connected subgroup L. For a discrete subgroup Γ of $G_{D,D'}$ which acts on $G_{D,D'}/H$ cocompactly, there exists a subgroup L' which includes Γ. To determine the properness of the Γ action is easier by using the argument of Lie algebra of L'.
In addition, I proved that in the class of completely solvable pseudo Riemannian symmetric spaces of type $(2,2)$, there exists a unique symmetric space up to isomorphism which has a compact Clifford–Klein forms. As higher dimensional examples, I showed that specific series of pseudo Riemannian symmetric spaces of type $(n,2)$ have no compact Clifford–Klein forms.

B. 発表論文

1. 前多啓一：“分解不可能な可約擬 Riemann 対称空間のコンパクト Clifford–Klein 形の存在問題について”, 東京大学修士論文 (2018)

C. 口頭発表

1. Existence of compact Clifford-Klein forms for indecomposable pseudo Riemannian symmetric spaces, Berkeley-Tokyo Summer School, Berkeley, 2017 年 8 月

松葉 省吾 (MATSUBA Shogo)

A. 研究概要

二次式による複素力学系に対応した、トンプソン群 T の一般化にあたる群を定義し、その性質について調べている．トンプソン群 T は無限群だが type F_∞ で単純なものの一例となっており、その一般化の一つに、J. Belk と B. Forrest らによるバジリカトンプソン群 T_{-1} がある．これは力学系 $f_{-1}(z) = z^2 - 1$ のジュリア集合に作用するような、単位円周上の区分的線形な向きを保つ同相写像の成す群であり、この群は有限生成、実質的単純であるが、一方で T と異なり有限表示可能でないという性質を持つ．マンデルブロ集合のある双曲成分の中心 c に対して、$f_c(z) = z^2 + c$ のジュリア集合に作用するようなトンプソン的群 T_c が同様に定義でき、c が付随的 (satellite) 成分の中心のときは T_{-1} に類似した性質を持ち、c が原始的 (primitive) 成分の中心のときは T_c が type F_∞ となることなどが分かった。特に、トンプソン群 T は T_0 に一致する。

We are making a study on generalization of the Thompson group T corresponding to Julia sets of quadratic complex dynamical systems. The Thompson group T is an example of an infinite but of type F_∞ and simple. J. Belk and B. Forrest defined the generalized Thompson group called the basilica Thompson group T_{-1}, the group consists of orientation preserving piecewise linear homeomorphisms on the unit circle acting on the Julia set of $f_{-1}(z) = z^2 - 1$. This group is finitely generated and virtually simple, however it cannot be finitely presented different from T. For the center c of a hyperbolic component of the Mandelbrot set, we defined Thompson-like group T_c acting on the Julia set of $f_c(z) = z^2 + c$. We showed that if c is in a satellite component T_c has similar properties with T_{-1}, on the other hand, if c is in a primitive component it is of type F_∞. In particular, the Thompson group T equals T_0.

C. 口頭発表

1. Some properties of the universal Teichmüller space, OIST Symposium: MCM2016, OIST, Japan, October 5, 2016.

2. Dynamical asymptotic Teichmüller spaces and the Thompson F-group, 第三回幾何学的群論若手勉強会, ルネッサ赤沢, 2017 年 3 月 8 日.

3. Thompson-like groups corresponding to

dynamical systems, OIST Mini Symposium "New development in Teichmüller space theory", OIST, Japan, November 28, 2017.

水田 開 (MIZUTA Kai)

A. 研究概要

今年は、連続時間を持つ一次同次モデルで表される個体群動態に関する研究を行った。本研究では、錐スペクトル半径がモデルの絶滅と存続を定める閾値として振舞うことを示した。また、一般論を基に、具体的なモデルへの応用を行った。

In this year, we studied homogeneous (of degree one) systems with continuous time. In this study, we showed that cone spectral radius acts as threshold value for persistence and extinction. And then, we applied this theory to a concrete model.

B. 発表論文

1. K. Mizuta : "Persistence and extinction threshold for homogeneous models with continuous time and its applications", 東京大学修士論文, (2018).

C. 口頭発表

1. RIMS workshop: Theory of Biomathematics and its Applications XIV, Modeling and Analysis for Structured Population Dynamics and its Applications, 京都大学, 2017 年 11 月.

峰岸 龍 (MINEGISHI Ryu)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

半単純 Lie 群 G の一様格子の作用の C^∞ 級局所剛性と関係する, 一次葉向コホモロジーの消滅の問題に取り組んだ. コホモロジーは G の随伴表現を用いて定義されるバンドルに局所係数を持つ. これは, Matsushima-Murakami の結果を, 葉層多様体の設定し, 葉向コホモロジーに変えたものということができる. 1 形式に対する葉向のポアソン方程式を考え, その解の法方向の regularlity を調べることが問題となり, 別の表現を用いて定義されるバンドル上でポアソン方程式を考察することでそれは解決した. 随伴表現のみを扱う Matsushima-Murakami より多くの仮定を G (の Lie 環) に課す必要が生じたが, その仮定を満たす単純 Lie 群の例を見つけることができた.

I studied a problem of vanishing of a tangential cohomology of a foliated manifold related to a C^∞ local rigidity problem of a uniform lattice of a semisimple Lie group G. The cohomology has local coefficients in a bundle defined by the adjoint representation of G. It can be said a variation of the result by Matsushima-Murakami for a foliated manifold. The crucial part was considering the regularity of the solution of a Poisson equation for 1-form, and it was resolved by considering Poisson equations on bundles defined by other representations. More assumptions became necessary for (the Lie algebra of) G than the case of Matsushima-Murakami which treat only the adjoint representation, but I found examples of simple Lie groups satisfying them.

B. 発表論文

1. R. Minegishi : "The first tangential cohomology of a foliated manifold", 東京大学修士論文 (2018).

森 迪也 (MORI Michiya)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

作用素環について，Banach 空間論および保存問題の視点を用いた研究を行っている．作用素環論に登場する C*-環や非可換 L^p-空間は，古典的な Banach 空間である連続関数環や関数空間 L^p を一般化した概念であるととらえられる．他方，作用素環は行列環の一般化であり，行列環と同様に多様な構造を持つ．こうした構造のいくつかを保存する写像を決定せよという問題は，保存問題と呼ばれる．修士論文においては，Banach 空間論と保存問題の双方に関連するテーマとし

て，作用素環の設定の下での Tingley 問題に関するいくつかの新たな結果を得た．

I made a research on operator algebras through Banach space theory and the preserver problem. Classical Banach spaces such as $C_0(X)$ and $L^p(\Omega)$ admit noncommutative or operator algebraic versions called C*-algebras and noncommutative L^p-spaces. On the other hand, operator algebras are generalization of matrix algebras, and they have various structures. The preserver problem asks to determine mappings which preserve some of such structures. In master's thesis, I gave some new results concerning Tingley's problem in the setting of operator algebras, which is closely related to both Banach space theory and the preserver problem.

B. 発表論文

1. M. Mori : "Tingley's problem through the facial structure of operator algebras", 東京大学修士論文，arXiv:1712.09192.

C. 口頭発表

1. Noncommutative L^p spaces, 関数解析研究会，草津，2016 年 8 月.
2. Symmetric operator spaces, Berkeley-Tokyo Autumn School, Berkeley, USA, November 2016.
3. Classification of noncommutative L^p spaces, 関数解析研究会，奈良，2017 年 8 月.
4. Tingley's problem for operator algebras, 東京大学作用素環セミナー，2018 年 1 月.
5. Tingley's problem for operator algebras, 京都作用素環セミナー，京都大学，2018 年 2 月.

山下 文稔 (YAMASHITA Fumitoshi)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度、私はモジュラー線形微分作用素（modular linear differential operator, MLDO）と呼ばれる微分作用素の研究を行い、その成果を修士論文にまとめた。MLDO とはモジュラー線形微分方程式（modular linear differential equation, MLDE）と呼ばれる線形常微分方程式に現れる微分作用素のことである。MLDO は 2010 年に C. Marks と G. Mason の共著論文で導入されたが、現在のところ厳密な定義はなく、基本的な性質も知られていない。MLDO は MLDE と密接に関係する重要な数学的対象であると考えられるため、私は MLDO を研究することとした。以下に研究で得られた成果を挙げる。
まず、MLDO の厳密な定義を与えた。ある次数付きベクトル空間を定め、それに作用する線形作用素として MLDO を定義した。MLDO の全体 $\mathcal{R}$ は非可換な次数付き $\mathbb{C}$ 代数となることが分かる。
次いで、代数 $\mathcal{R}$ の基本的な性質を示した。主なものを列挙すると次の通りである。まず、$\mathcal{R}$ の $\mathbb{C}$ 上の基底を求めた。この基底を用いることによって、$\mathcal{R}$ を生成元と交換関係によって表示した。また、$\mathcal{R}$ は整域であることを示した。$\mathcal{R}$ は体ではないが、余りを許すことによって除法を定めることができることを示した。
代数 $\mathcal{R}$ の性質を応用することによって、次の二つの結果を得た。いずれも、証明において $\mathcal{R}$ の除法が重要な役割を果たしている。
まず、あるモニック MLDE の解空間を別のモニック MLDE の解空間に写す MLDO に課せられる条件を示した。「モニック MLDE の解を線形に変形して別のモニック MLDE の解に写す」という手法は既存の研究でも用いられているが、既存の研究では場当たり的に変形するだけであった。本研究では $\mathcal{R}$ の代数的性質を用いることによって、そのような変形の一般的な条件を示した。
次に、${E_4}^m{E_6}^n$ という形のモジュラー形式が満たすモニック MLDE の階数が $\max(m,n)$ より大きいことを示した（E_k は重さ k のアイゼンシュタイン級数である）。一般にモジュラー形式はある 1 階 MLDE の解となることは容易に示されるが、モニック MLDE の解となるかどうかは明らかでなく、その階数がいくつになるかも明らかでない。$\mathcal{R}$ の除法を用いることによって、${E_4}^m{E_6}^n$ が満たすモニック MLDE の階数に関する条件を示した。

This year, I studied modular linear differential operators (MLDOs) and summarized the

results in the master's thesis. An MLDO is a linear differential operator arising in a modular linear differential equation (MLDE). The idea of MLDO was introduced by C. Marks and G. Mason in 2010. However, at present, the rigorous definition of MLDO is not given and the general properties of MLDO remain unknown. Since MLDO has a deep connection with MLDE, I started to study MLDO. I summarize the results in the following paragraphs.
At first, I gave the rigorous definition of MLDO. I defined a graded vector space H and defined an MLDO as a linear operator on H. MLDOs form a non-commutative graded $\mathbb{C}$-algebra $\mathcal{R}$.
Then, I showed the basic properties of MLDOs. I gave a $\mathbb{C}$-basis of $\mathcal{R}$. Using the basis, I expressed $\mathcal{R}$ by generators and their relations. I also showed that $\mathcal{R}$ is an integral domain. Although $\mathcal{R}$ is not a field, $\mathcal{R}$ admits the division with a quotient and a remainder. I showed the properties of division of $\mathcal{R}$.
I applied the properties above to the theory of MLDE and obtained the following two results. I showed a condition under which an MLDO maps the solution space of a monic MLDE to another solution space of a monic MLDE. I also showed that the order of a monic MLDE satisfied by ${E_4}^m {E_6}^n$ is greater than $\max(m,n)$, where E_k is the weight k Eisenstein series. In the proofs of both results, the division of MLDOs plays central roles.

山本 雅彦 (YAMAMOTO Masahiko)

A. 研究概要

複素数体 $\mathbb{C}$ 上の半単純リー代数の初歩的事項について勉強しました。
まず、リー代数 L の普遍包絡代数 $U(L)$ について、Poincarè-Birkhoff-Witt の定理を証明しました。これによって、任意の集合 X に対して自由リー代数 $\mathrm{L}(X)$ を定義することができます。
ルート系 Φ に対して、それをルート系に持つ半単純リー代数 L を構成しました。またこの過程で、そのような半単純リー代数が一意に存在することが分かります。
次に、半単純リー代数 L の最高ウェイト加群について勉強しました。L の加群 V と Borel 部分代数 $B \subset L$ について、$B \cdot v^+ = 0$ を満たす $v^+ \in V$ を極大ベクトルといいます。このとき、$V = U(L) \cdot v^+$ が既約加群となるための必要十分条件になります。この場合、

$$V = \sum_{\mu \prec \lambda} V_\mu \ , \ V_\lambda = \mathbb{C}v^+$$

但し、$\mu \prec \lambda$ とは、$\lambda - \mu$ がいくつかの正ルートの和でかけることを意味します。このとき、λ を V の最高ウェイトといいます。
L 加群 V の重複度を、$H^* = \mathrm{Hom}(H, \mathbb{C})$ の線型汎関数と見なすことで、Kostant の公式と Weyl の公式を求めることができます。これを示すためには、Harish-Chandra の定理が必要であり、これも証明しました。
最後に、Chevalley リー代数について勉強しました。半単純リー代数 L の Cartan 分解

$$L = H \oplus \sum_{\alpha \in \Phi^+} L_\alpha$$

に対して、基底 $\{h_1, \cdots, h_l\} \subset H$ と $x_\alpha \in L_\alpha$ $(\alpha \in \Phi)$ をうまく選ぶことによって、L のすべての構造定数が整数になるようにできます。これによって、L に含まれる $\mathbb{Z}$ 格子状のリー代数 $L(\mathbb{Z})$ を構成できます。また、普遍包絡代数 $U(L)$ に対して

$$U(L)_\mathbb{Z} = \left\langle \frac{{x_\alpha}^t}{t!} \mid \alpha \in \Phi, t \in \mathbb{Z}_{\geq 0} \right\rangle$$

とおくと、$U(L)$ に含まれる $\mathbb{Z}$ 格子状の結合代数になります。しかし、L の有限次元加群 V の格子 M は、$L(\mathbb{Z})$ 加群になったとしても、必ずしも $U(L)_\mathbb{Z}$ 加群になるとは限りません。M は $U(L)_\mathbb{Z}$ 加群となるとき、admissible であるといいます。
K を標数が正の体とします。$L(K) = K \otimes_\mathbb{Z} L(\mathbb{Z})$ を L の Chevalley リー代数といいます。$V(K) = K \otimes_\mathbb{Z} M$ とおくと、K 線型空間 $V(K)$ は $L(K)$ 加群となります。$V(K)$ は V の性質を保つとは限りませんが、完全可約でないなどの性質は保たれます。

I have studied fundamental matters about semisimple Lie algebras over $\mathbb{C}$.
First, related to the definition of universal enveloping algebra $U(L)$, we have proved Poincarè-Birkhoff-Witt theorem. Using this theorem, we are able to define free Lie algebras $L(X)$ generated by any set X.

Given a root system Φ, we have constructed a semisimple Lie algebra L that has Φ as its root system. In this process, moreover, we know the existence and uniqueness of such semisimple Lie algebra.

Next, we have studied the highest weight module of semisimple Lie algebra L. As to L-module V and Borel Lie subalgebra $B \subset L$, $v^+ \in V$ such that $B \cdot v^+ = 0$ is called a maximal vector of V. Then, V becomes an irreducible module if and only if $V = U(L) \cdot v^+$. In this case,

$$V = \sum_{\mu \prec \lambda} V_\mu \ , \ V_\lambda = \mathbb{C}v^+$$

, where $\mu \prec \lambda$ means that $\lambda - \mu$ becomes the sum of several positive roots. Then λ is called the highest weight of V.

By regarding the multiplicities of a L-module V as linear functionals in $H^* = \mathrm{Hom}(H, \mathbb{C})$, we can get Kostant's and Weyl's formulas. Since Harish-Chandra's theorem is needed for this proved, we have also proved the theorem.

Finally, we have studied Chevalley Lie algebras. As for the Cartan decomposition of semisimple Lie algebra L

$$L = H \oplus \sum_{\alpha \in \Phi^+} L_\alpha$$

, we can choose a basis $\{h_1, \cdots, h_l\} \subset H$ and $x_\alpha \in L_\alpha$ $(\alpha \in \Phi)$ so that all of the structure constants of L lie in $\mathbb{Z}$. In this way, we can construct $\mathbb{Z}$-lattice $L(\mathbb{Z})$ that becomes Lie subalgebra contained in L. Then defining a subset $U(L)_\mathbb{Z} \subset U(L)$ by

$$U(L)_\mathbb{Z} = \left\langle \frac{{x_\alpha}^t}{t!} \mid \alpha \in \Phi, t \in \mathbb{Z}_{\geq 0} \right\rangle$$

, $U(L)_\mathbb{Z}$ becomes both $\mathbb{Z}$-lattice and associative algebra. As to $\mathbb{Z}$-lattice M of finite dimensional L-module V, however, if M is $L(\mathbb{Z})$-module, M is not necessarily $U(L)_\mathbb{Z}$-module. When M becomes $U(L)_\mathbb{Z}$-module, it is called admissible. Let K a field of positive characteristic. Then $L(K) = K \otimes_\mathbb{Z} L(\mathbb{Z})$ is called a Chevalley Lie algebra of L. When $V(K) = K \otimes_\mathbb{Z} M$, K linear space $V(K)$ becomes $L(K)$-module. $V(K)$ do not necessarily have the properties of V, but also several properties, for example, indecomposability.

和田 智史 (WADA Satoshi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は型推論について、特に交叉型型推論に用いる特殊な変数である展開変数に関して研究した。展開変数は、A. J. Kfoury と J. B. Wells が交叉型型体系 System I における型推論アルゴリズムを提示する際に導入されたものである。System I における型推論のために、彼らは展開変数付き単一化アルゴリズムを開発した。

彼らは与えられた可解な等式集合に対して単一化アルゴリズムが解を与えることを示そうとしていた。これを示すには、展開変数付き単一化アルゴリズムが進行することを示さねばならない。このことは自明ではない。なぜなら、単一化の途中で展開変数が他の変数に影響を及ぼし、等式の形を変形させる可能性があり、単一化アルゴリズムが進行することを保障するには単一化の途中における等式の形を制御しなければならない。

A. J. Kfoury らは λ 項から作られる等式集合が満たす条件である λ-compatibility という条件を定義し、その条件下で単一化の途中で現れ得る等式の形を固定し単一化アルゴリズムが進行することを保障しようとしていた。

しかしながら、λ-compatibility の条件を満たしながら、単一化の途中で意図しない形の等式が出てくるような等式集合が存在することを発見し、λ-compatibility という条件が単一化アルゴリズムの進行性を保障していないようであることがわかった。

実はこの単一化問題は決定不能であるので、解のない等式集合については単一化アルゴリズムの進行性を考える必要がない。

そこで、私は他の研究を参考にしつつ λ-compatibility を再定義し、解があり λ-compatible であるような等式集合に対して単一化アルゴリズムが進行することを示した。

λ 項から作られる等式集合は新しい定義における λ-compatibility の条件を満たしている。与えられた λ 項が System I で型付け可能であることと、その項から作った等式集合が解をもつことは同値であるので、型付け可能な λ 項から作られる等式集合に対して単一化アルゴリズムが進行することが示される。

I studied type inferences, especially expansion

variables, a special kind of variables used in type inferences for intersection type systems.
Expansion variables were introduced by A. J. Kfoury and J. B. Wells in order to construct a type inference algorithm for an intersection type system, System I. For the type inference in System I, they developed the unification algorithm with expansion variables.
They tried to prove that the unification algorithm returns a solution for a given solvable constraint set. In order to prove it we have to show that the unification algorithm with expansion variables progresses. This is not trivial because during a unification expansion variables may affect other variables and change the forms of the constraints and therefore we have to control the forms of constraints during a unification to guarantee that the unification algorithm progresses.
A. J. Kfoury et al. defined λ-*compatibility*, the property which a constraint set induced by a λ-term satisfies and which should guarantee that the possible forms of constraints are fixed during a unification and the unification algorithm progresses.
However, I found that there exists a constraint set which satisfies λ-compatibility but produces an unexpected form of constraints during a unification and therefore λ-compatibility does not seem to guarantee the progressiveness of the unification algorithm.
In fact, the unification problem is undecidable. Therefore, we do not have to consider the progressiveness of unification algorithms for an unsolvable constraint set.
Referring to other researches, I redefined λ-compatibility and proved that the unification algorithm progresses for a solvable and λ-compatible constraint set.
A constraint set induced by a λ-term satisfies λ-compatibility in terms of the new definition. A given λ-term is typable in system I if and only if a constraint set induced by the term is solvable, and therefore we can show that the unification algorithm progresses for a constraint set induced by a typable λ-term in system I.

B. 発表論文

1. S. Wada : "Progressiveness of a Unification Algorithm with Expansion Variables", master's thesis.

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

- 佐藤　僚 (SATO Ryo)
  Modular transformation properties of characters of the $\mathcal{N} = 2$ superconformal algebra

  （モジュラー不変性をもつ $\mathcal{N} = 2$ 超共形代数の表現について）
  15 September. 2017

- CLINET Simon(クリネ　シモン)
  Statistical inference for point processes and its applications to Limit Order Book
  （点過程に対する統計的推測及びリミットオーダーブックへの応用）
  15 September. 2017

- 江尻　祥 (EJIRI Sho)
  Studies on algebraic fiber spaces in positive characteristic
  （正標数の代数的ファイバー空間に関する研究）
  15 September. 2017

- 金光　秋博 (KANEMITSU Akihiro)
  Studies on Fano manifolds and vector bundles
  (Fano 多様体とベクトル束の研究)
  15 September. 2017

- 三浦　達哉（MIURA Tatsuya）
  On effects of curvatures of curves, surfaces and graphs
  （曲線、曲面およびグラフの曲率の効果について）
  15 September. 2017

- 桑垣　樹 (KUWAGAKI Tatsuki)
  The nonequivariant coherent-constructible correspondence for toric stacks
  （トーリックスタックに対する非同変連接-構成可能対応）
  15 September. 2017

- 神谷 亮 (KAMIYA Ryo)
  Quasi-integrable extensions of the discrete Toda lattice equation
  (離散戸田格子方程式の準可積分拡張)
  22 March. 2018

- 川島 夢人 (KAWASHIMA Yumehito)
  A new relationship between the dilatation of pseudo-Anosov braids and fixed point theory
  (擬アノソフ組みひもの拡張率と固定点理論との新たな関係)
  22 March. 2018

- 田中 淳波 (TANAKA Junha)
  Wrapping projections and decompositions of Kleinian groups
  (Wrapping 射影とクライン群の分解について)
  22 March. 2018

- 東條 広一 (TOJO Koichi)
  Continuous Analogue of the Existence Problem of Compact Clifford-Klein Forms (コンパクト Clifford-Klein 形の存在問題の連続類似)
  22 March. 2018

- 池 祐一 (IKE Yuichi)
  Applications of Microlocal Sheaf Theory to Symplectic Geometry in Cotangent Bundles
  (余接束のシンプレクティック幾何への超局所層理論の応用)
  22 March. 2018

- 岩佐 亮明 (IWASA Ryomei)
  Homology pro stability for Tor-unital pro rings
  （捻単位的副環のホモロジー副安定性）
  22 March. 2018

- 上田 祐暉 (UEDA Yuki)
  Mathematical foundation of Isogeometric Analysis for evolution problems
  (発展問題に対する Isogeometric Analysis の数学的基礎)
  22 March. 2018

- 賀 卓豊 (HE Zhuofeng)
  Actions on noncommutative tori and classification of the crossed products
  (非可換トーラス上の作用と接合積の分類)
  22 March. 2018

- 木村 晃敏 (KIMURA Akitoshi)
  Estimation and statistical testing of the correlation between latent processes
  (潜在確率過程間の相関の推定及び統計的検定)
  22 March. 2018

- 剱持 智哉 (KEMMOCHI Tomoya)
  Numerical analysis for evolution equations
  (発展方程式に対する数値解析)
  22 March. 2018

- 辻 俊輔 (TSUJI Shunsuke)
  A formula for the action of Dehn twists on HOMFLY-PT skein modules and its applications
  (HOMFLY-PT スケイン加群への Dehn ツィストの作用の公式とその応用)
  22 March. 2018

- 長町 一平 (NAGAMACHI Ippei)
  Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves
  (多重双曲的曲線の良還元判定条件)
  22 March. 2018

- 野崎 雄太 (NOZAKI Yuta)
  An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms and knots in lens spaces
  (ホモロジーコボルディズムを用いた 3 次元多様体の不変量とレンズ空間内の結び目)
  22 March. 2018

- 林 拓磨 (HAYASHI Takuma)
  A study on $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings
  (可換環上の $(\mathfrak{g}, K)$ 加群の研究)
  22 March. 2018

- JIMÉNEZ PASCUAL Adrián(ヒメネス パスクアル アドリアン)
  On wrapping number, adequacy and the crossing number of satellite knots
  (ラッピング数、充足性と随伴結び目の最小交点数について)
  22 March. 2018

- 細野 元気 (HOSONO Genki)
  On L^2-extension theorems and singularities of plurisubharmonic functions in complex analysis and geometry
  (複素解析・複素幾何における L^2 拡張定理と多重劣調和関数の特異性について)
  22 March. 2018

- 松原 宰榮 (MATSUBARA Saiei)
  Studies on integral representations of GKZ hypergeometric functions
  (GKZ 超幾何函数の積分表示に関する研究)
  22 March. 2018

- 森 龍之介 (MORI Ryunosuke)
  Validity of formal asymptotic expansions for singularly perturbed competition-diffusion systems
  (競争拡散系の特異摂動に対する形式的漸近展開の正当性)
  22 March. 2018

☆ 修士号取得者と論文題目

(Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

- 池田 康 (IKEDA Yasushi)
  Tomita's Theorem in Tomita-Takesaki Theory
  （冨田・竹崎理論における冨田の定理について）
  22 March. 2018

- 大澤 綸正 (OSAWA Rinsei)
  Amenability and group C^*-algebras
  （従順性と群 C^*-環）
  22 March. 2018

- 加藤 佑矢 (KATO Yuya)
  Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds
  （4 次元スピン多様体上の非可滑な $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ の作用について）
  22 March. 2018

- Seong Hyunwoo(ソン　ヒョヌ)
  On Growth of Finitely Generated Groups
  （有限生成群の増大度について）
  22 March. 2018

- 土屋 正朗 (TSUCHIYA Masaaki)
  あるベクトルバンドル上の微分作用素の空間の有限生成性
  22 March. 2018

- 松本 修伍 (MATSUMOTO Shugo)
  Examples of prime $\mathbb{Q}$-Fano 3-folds of genus six
  （種数 6 の 3 次元主 $\mathbb{Q}$ ファノ多様体の例）
  22 March. 2018

- 浅香 猛 (ASAKA Takeru)
  Earthquake maps of a Once-punctured Torus
  （ 1 つ穴あきトーラスの地震変形）
  22 March. 2018

- 石原 秀紀 (ISHIHARA Hideki)
  Weil-Petersson isometries of the Teichmüller-Coxeter complex
  タイヒミュラー・コクセター複体上のヴェイユ・ピーターソン等長同型
  22 March. 2018

- 稲山 貴大 (INAYAMA Takahiro)
  L^2 estimates, vanishing theorems, and curvature currents for holomorphic vector bundles equipped with singular Hermitian metrics
  （特異エルミート計量を持つ正則ベクトル束に関する L^2 評価式，コホモロジーの消滅定理，及び曲率カレントについて）
  22 March. 2018

- 井上 瑛二 (INOUE Eiji)
  The moduli space of Fano manifolds with Kähler-Ricci solitons
  （ケーラー・リッチ・ソリトンを持つファノ多様体のモジュライ空間）
  22 March. 2018

- 太田 紘一 (OTA Koichi)
  Kasparov's KK -Theory – The Operator Bifunctor Including K-Theory and C^*-Extenxions
  （Kasparov の KK 理論 –K 理論と C^* 環の拡大を内包する、作用素環の双関手）
  22 March. 2018

- 小野 太誠 (ONO Taisei)
  固有値の摂動論とそのシュレディンガー作用素への応用
  22 March. 2018

- 尾上 文彦 (ONOUE Fumihiko)
  A varifold formulation of mean curvature flow with Dirichlet or dynamic boundary condition
  （ディリクレあるいは動的境界条件付き平均曲率流のバリフォールドによる定式化）
  22 March. 2018

- 河内谷 耀一 (KAWACHIYA Yoichi)
  有限体上の代数曲線から得られる線型符号について
  22 March. 2018

- 甘中 一輝 (KANNAKA Kazuki)
  反ド・ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて
  22 March. 2018

- 北岡 旦 (KITAOKA Akira)
  The Rumin-Seshadri torsion function on the CR sphere
  （CR 球面上の Rumin-Seshadri 捩率函数）
  22 March. 2018

- キム ミンギュ(KIM MinKyu)
  A construction of TQFT using K-theory
  （TQFT の K 理論を用いた一構成）
  22 March. 2018

- 鈴木 将満 (SUZUKI Masamitsu)
  Initial-boundary value problem for semilinear parabolic equations with rapidly growing non-linear terms in a bounded domain
  （速く増大する非線形項を持つ半線形放物型方程式の有界領域における初期境界値問題）
  22 March. 2018

- 須田 颯 (SUDA Hayate)
  Superdiffusion of energy in a chain of harmonic oscillators with noise in a magnetic field
  （磁場中の確率調和振動子鎖モデルにおけるエネルギーの超拡散について）
  22 March. 2018

- 砂原 由宇 (SUNAHARA Yuu)
  Classification of admissible Clifford modules and its application to pseudo H-type Lie algebra
  （許容的クリフォード加群の分類とその擬H型リー代数への応用）
  22 March. 2018

- 竹内 大智 (TAKEUCHI Daichi)
  Blow-ups and the class field theory for curves
  （ブローアップと曲線に対する類体論）
  22 March. 2018

- 達川 雄貴 (TATSUKAWA Yuki)
  KPP 型拡散方程式の解の広がり速度の変分的特徴づけについて
  22 March. 2018

- 玉尾 琢治 (TAMAO Takuji)
  Real polarization on the moduli space of flat $SO(3)$-bundles over surfaces
  （曲面上の平坦 $SO(3)$ 束のモジュライ空間における実偏極）
  22 March. 2018

- 中塚 成徳 (NAKATSUKA Shigenori)
  古典 W 代数に付随した無限次元可積分系の幾何学的構成
  22 March. 2018

- 中西 徹 (NAKANISHI Toru)
  有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値計算
  22 March. 2018

- 信田 萌伽 (NOBUTA Moeka)
  On cobrackets on the Wilson loops associated with flat $\mathrm{GL}(1,\mathbb{R})$-bundles over surfaces
  （曲面上の平坦 $\mathrm{GL}(1,\mathbb{R})$ 束に関連したウィルソンループ上の余括弧積について）
  22 March. 2018

- 平山 和貴 (HIRAYAMA Kazuki)
  相対的対数ドラーム・ヴィットコホモロジーと相対的対数クリスタリンコホモロジーの比較について
  22 March. 2018

- 前多 啓一 (MAETA Keiichi)
  分解不可能な可約擬 Riemann 対称空間のコンパクト Clifford-Klein 形の存在問題について
  22 March. 2018

- 松葉 省吾 (MATSUBA Shogo)
  On Thompson-like groups for Julia sets of quadratic maps
  （2 次式のジュリア集合に対するトンプソン的群について）
  22 March. 2018

- 水田 開 (MIZUTA Kai)
  Persistence and extinction threshold for homogeneous dynamical models with continuous time and its applications
  （連続時間同次力学系モデルに対する存続と絶滅の閾値とその応用）
  22 March. 2018

- 峰岸 龍 (MINEGISHI Ryu)
  The first tangential cohomology of a foliated manifold
  （ある葉層構造を持つ多様体の一次葉向コホモロジー）
  22 March. 2018

- 森 迪也 (MORI Michiya)
  Tingley's Problem through the Facial Structure of Operator Algebras
  （作用素環の面構造を用いた Tingley 問題の研究）
  22 March. 2018

- 矢部 貴大 (YABE Takahiro)
  The classification of dihedral axial algebras of dimension at most 5
  （5 次元以下の二面体型軸代数の分類）
  22 March. 2018

- 山下 文稔 (YAMASHITA Fumitoshi)
  On modular linear differential operators and their applications
  （モジュラー線形微分作用素とその応用について）
  22 March. 2018

- 和田 智史 (WADA Satoshi)
  Progressiveness of a Unification Algorithm with Expansion Variables
  （展開変数付き単一化アルゴリズムの進行性）
  22 March. 2018

- ジョ ヤヤ (Xu Yaya)
  Mathematical analysis for HBV infection model and HBV-HDV coinfection model
  （HBV 感染モデルと HBV-HDV 重複感染モデルの数理解析）
  22 March. 2018

- 千葉 航平 (CHIBA Kohei)
  Estimation of the lead-lag parameter between two stochastic processes driven by fractional Brownian motions
  （非整数ブラウン運動で駆動される確率過程間のリード・ラグ推定）
  22 March. 2018

3. 学術雑誌 - 東大数理科学ジャーナル 第 24・25 巻

Journal of Mathematical Sciences
The University of Tokyo, Vol. 24,Vol. 25

Vol. 24 No. 3 Published July 14, 2017

- **Yasuhiro WAKABAYASHI**
  Duality for Dormant Opers

- **Takahiro MATSUSHITA**
  Fundamental Groups of Neighborhood Complexes

- **Tomohiro HAYASE**
  De Finetti Theorems for a Boolean Analogue of Easy Quantum Groups

- **Takayuki OKUDA**
  Abundance of Nilpotent Orbits in Real Semisimple Lie Algebras

Vol. 25 No. 1 Published March 28, 2018

- **Yuichiro HOSHI**
  On the Pro-p Absolute Anabelian Geometry of Proper
  Hyperbolic Curves

- **Kenjiro SASAKI and Shigeru TAKAMURA**
  Dehn Twists, Hypertwists, and Uniformization of Twined Singularities

4. プレプリント · シリーズ

(2017.4 ∼ 2018.3)

Preprint Series

- 2017–1 Junjiro NOGUCHI: *A remark on Oka's coherence without Weierstrass' preparation theorem and the Oka theory.*
- 2017–2 Shigeo KUSUOKA: *Some regularity estimates for Diffusion semigroups with Dirichlet boundary conditions I.*
- 2017–3 Junjiro NOGUCHI: *An application of the value distribution theory for semi-abelian varieties to problems of Ax-Lindemann and Manin-Mumford types* .
- 2017–4 Ken FURUKAWA: *Asymptotic Stability of Small Oseen Type Navier-Stokes Flow under Three-Dimensional Large Perturbation* .

FMSP 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 18

表面・界面ダイナミクスの数理 13

2017 年 4 月 19 日（水）– 4 月 21 日（金）
東京大学大学院数理科学研究科 056 号室

4 月 19 日（水）

10:15 – **開会**
10:30 – 11:30 **横山 悦郎 (Yokoyama, E.)** （学習院大学）
結晶成長入門 — 結晶の成長機構と形態形成 1

13:30 – 14:10 **深尾 武史 (Fukao, T.)** （京都教育大学）
力学的境界条件下での Cahn-Hilliard 方程式とその周辺

14:30 – 15:10 **三浦 達哉 (Miura, T.)** （東京大学）
相転移の視点による弾性曲線の形状解析

15:10 – 15:40 **討論**

16:00 – 16:40 **三浦 均 (Miura, H.)** （名古屋市立大学）
不純物によって引き起こされる結晶成長ヒステリシスの理論的研究

16:40 – 17:10 **討論**

4 月 20 日（木）

10:30 – 11:30 **横山 悦郎 (Yokoyama, E.)** （学習院大学）
結晶成長入門 — 結晶の成長機構と形態形成 2

13:30 – 14:10 **古川 一暁 (Furukawa, K.)** （明星大学）
固体表面における脂質二分子膜の自発展開制御と動的特性

14:10 – 14:40 **討論**

15:00 – 15:40 **鈴木 良尚 (Suzuki, Y.)** （徳島大学）
タンパク質結晶成長界面のステップカイネティクス

15:40 – 16:10 **討論**

16:20 – 17:00 **大塚 岳 (Ohtsuka, T.)** （群馬大学）
クリスタライン曲率流方程式による渦巻成長の最小化問題アプローチ

17:00 – 17:20 **討論**

4 月 21 日（金）

10:30 – 11:30 **横山 悦郎 (Yokoyama, E.)** （学習院大学）
結晶成長入門 — 結晶の成長機構と形態形成 3

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

Workshop: Johnson homomorphisms and related topics

May 22 – May 26, 2017
Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo

Organizers: Nariya Kawazumi (Tokyo), Gwénaël Massuyeau (Strasbourg/CNRS), Hiroaki Nakamura (Osaka), Takuya Sakasai (Tokyo) and Christine Vespa (Strasbourg).

This workshop is supported by Grant-in-Aid for Scientific Research (B) 26287006, (B) 15H03617 and (B) 15H03618.

Program

Monday, May 22

10:00–11:00, **Takuya Sakasai** (University of Tokyo)
Johnson homomorphisms and symplectic representation theory

11:20–12:20, **Florian Naef** (Université de Genève)
The Goldman-Turaev Lie bialgebra and its connection to the Kashiwara-Vergne problem

14:00–15:00, **Shunsuke Tsuji** (University of Tokyo)
A formula for the action of Dehn twists on HOMFLY-PT type skein algebra and its application

15:20–16:20, **Takefumi Nosaka** (Tokyo Institute of Technology)
Cocycles of nilpotent quotients of free groups; Massey products,Milnor invariants, and Johnson-Morita homomorphisms

16:40–17:40, **Ryoma Kobayashi** (National Institute of Technology, Ishikawa College)
A normal generating set for the Torelli group of a compact non-orientable surface

17:50–18:20, **Genki Omori** (Tokyo Institute of Technology)
Generators for the level 2 twist subgroup of the mapping class group of a non-orientable surface and its abelianization

Tuesday, May 23

10:00–11:00, **Yuta Nozaki** (University of Tokyo)
An extension of the LMO functor

11:20–12:20, **Gwénaël Massuyeau** (IRMA, Université de Strasbourg, CNRS)
The Kontsevich integral for bottom tangles in handlebodies: construction & properties

14:20–15:20, **Kazuo Habiro** (RIMS, Kyoto University)
The Kontsevich integral for bottom tangles in handlebodies: algebraic aspects

15:40–16:40, **Shigeyuki Morita** (University of Tokyo / Tokyo Institute of Technology (emeritus))
Torelli group versus invariants of homology spheres and beyond

17:00–18:30, **Richard Hain** (Duke University)
Johnson homomorphisms, stable and unstable

Wednesday, May 24

10:00–11:00, **Seidai Yasuda** (Osaka University)
Linearized and derived double shuffle Lie algebras

11:20–12:20, **James Conant** (University of Tennessee)
Quotients of the Lie Lie algebra

Thursday, May 25

10:00–11:00, **Kevin Kordek** (Texas A&M University)
Picard groups of moduli spaces of curves with symmetry

11:20–12:20, **Hirofumi Nakai** (Tokyo City University)
On the cohomology of moduli space of hyperelliptic curves

14:20–15:20, **Pierre Dèbes** (Université Lille 1)
Topological Aspects in Inverse Galois Theory

15:40–16:40, **Richard Hain** (Duke University)
Ihara Curves

17:00–18:00, **Alexander Berglund** (Stockholm University)
Rational homotopy theory of automorphisms of simply connected manifolds

Friday, May 26

10:00–11:00, **Christine Vespa** (IRMA, Université de Strasbourg)
Polynomial functors and the Johnson filtration

11:20–12:20, **Arthur Soulié** (IRMA, Université de Strasbourg)
Action of the Long-Moody Construction on Polynomial Functors

14:20–15:20, **Tomáš Zeman** (University of Oxford)
Homological stability for quotients of mapping class groups of surfaces

15:40–16:40, **Oscar Randal-Williams** (University of Cambridge)
Stable twisted cohomology via scanning

Trends in Modern Geometry 2017

July 10 – July 13, 2017 Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

July 10th (Monday)

8:00–9:00 Registration

9:00–9:50 Shouhei Honda (Tohoku U)
"New stability results for sequences of metric measure spaces with uniform Ricci bounds from below"

10:30–11:20 Yuji Sano (Fukuoka U)
"A moment map picture of relative balanced metrics on extremal Kähler manifolds"

12:00–12:50 Yuji Odaka (Kyoto U)
"Tropical geometric compactification of moduli"

15:00–15:50 Jian Song (Rutgers U)
"Degeneration of Kähler-Einstein manifolds with negative scalar curvature"

16:30–17:20 Matthew J. Gursky (U Notre Dame)
"Local existence and non-existence results for Poincaré-Einstein metrics"

July 11th (Tuesday)

9:00–9:50 Jean-Yves Welschinger (U Lyon1)
"Expected topology of a random subcomplex in a simplicial complex"

10:30–11:20 Michael Usher (U Georgia)
"Existence and uniqueness for symplectic embeddings"

12:00–12:50 Kwokwai Chan (CU Hong Kong)
"Scattering diagrams and Maurer-Cartan equations"

15:00–15:50 Hiroshi Ohta (Nagoya U)
"Complete partition and application to autoequivalences"

16:30–17:20 Simon Brendle (Columbia U)
"Ricci flow in higher dimensions"

18:00–21:00 Reception

July 12th (Wednesday)

9:00–9:50 Jean-Pierre Demailly (U Grenoble)
"General extension theorem for cohomology classes on non reduced analytic subspaces"

10:30–11:20 Sébastien Boucksom (l'École Polytechnique)
"Determinant of cohomology and Deligne pairings in complex and non-Archimedean geometry"

12:00–12:50 Tamás Darvas (U Maryland)
"Complex Monge-Ampere equations with prescribed singularity type"

15:00–15:50 Ved Datar (UC Berkeley)
"Extremal metrics on blow-ups"

16:30–17:20 Jeff Streets (UC Irvine)
"Generalized Kähler Ricci flow and a generalized Calabi conjecture"

July 13th (Thursday)

9:00–9:50 Huai-Dong Cao (Lehigh U)
"Geometry of Ricci Solitons"

10:15–11:05 Hajime Ono (Saitama U)
"Conformally Kaehler Einstein-Maxwell metrics and volume minimization"

11:30–12:20 Jeff Viaclovsky (UC Irvine)
"Scalar-flat Kähler ALE metrics"

ケーラー・リッチ流勉強会

2017 年 7 月 20 日 – 22 日, 2017
東京大学大学院数理科学研究科 122 教室・056 教室

プログラム

7 月 20 日 (木)

10:00 – 12:00 **久本智之** (名古屋大学)
Chen-Wang の論文の証明の概略 I
13:30 – 17:00 **久本智之** (名古屋大学)
Chen-Wang の論文の Chen-Wang の論文の証明の概略 II

7 月 21 日 (金)

10:00 – 12:00 **高橋良輔** (東北大学)
Chen-Wang の論文の metric geometry の解説 I
13:30 – 17:00 **高橋良輔** (東北大学)
Chen-Wang の論文の metric geometry の解説 II

7 月 22 日 (土)

10:00 – 12:00 **野村亮介** (東京大学)
Chen-Wang の論文の標準半径と収束についての解説 I
13:30 – 17:00 **野村亮介** (東京大学)
Chen-Wang の論文の標準半径と収束についての解説 II

研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」

トポロジー研究連絡会議のトポロジープロジェクトの 1 つとして, 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)
佐藤正寿 (東京電機大学)
久野雄介 (津田塾大学)

期日: 2017 年 9 月 2 日 (土)〜9 月 5 日 (火)
会場: 東京大学大学院数理科学研究科 123 教室
東京大学駒場キャンパス（〒 153-8914 東京都目黒区駒場 3-8-1)

集会 website:
`http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~tado/riemann_surface17.html`

プログラム

9 月 2 日 (土)

09:50〜10:50　杉山聡 (株式会社アトラエ)
On the Fukaya-Seidel categories of PALFs

11:10〜12:10　茅原 涼平 (東大数理)
A Flow Approach to $SU(2)$-invariant Coassociative Fibrations

14:00〜15:00　榎園 誠 (阪大理)
Slope equality of plane curve fibrations

15:20〜16:20　山下 靖 (奈良女子大情報)
The realization problem of Jørgensen numbers

16:40〜17:40　市川尚志 (佐賀大学 工学系研究科)
Chern-Simons invariant, Deligne-Riemann-Roch isomorphism and Liouville action

9 月 3 日 (日)

09:50〜10:50　廣瀬 進 (東京理大理工)
Dehn twist presentations of finite group actions on oriented surfaces of genus 3

11:10〜12:10　久野恵理香 (東工大理工)
Abelian subgroups of the mapping class groups for non-orientable surfaces

14:00〜15:00　伊藤哲也 (阪大理)
Positive factorization of symmetric mapping class

15:20〜16:20　今村 志郎 (東大数理)
On embeddings between outer automorphism groups of right-angled Artin groups

16:40〜17:40　井上 玲 (千葉大理)
クラスター代数の双曲幾何への応用 1

9 月 4 日 (月)

09:50〜10:50　馬場伸平 (ハイデルベルク大学)
リーマン面上の複素射影構造とホロノミー表現について

11:10〜12:10　石原 秀紀 (東大数理)
Weil-Petersson isometries of the developed Teichmüller space

14:00〜15:00　井上 玲 (千葉大理)
クラスター代数の双曲幾何への応用 2

15:20〜16:20　石橋 典 (東大数理)
On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups

16:40〜17:40　加藤晃史 (東大数理)
Quiver mutation loops and partition q-series

9 月 5 日 (火)

09:30〜10:30　久野雄介 (津田塾大学芸)
Kauffman-Jones polynomial of a curve on a surface

10:50〜11:50　池田曉志 (東大 Kavli IPMU)
Homological representations of framed braid groups

12:10〜13:10　柳田伸太郎 (名大多元数理)
Torus skein algebra and homological mirror symmetry

Special day for Teichmueller theory

October 3, 2017 Rooms 126 and 056, Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo

Organizers: Nariya Kawazumi (U. Tokyo), Yusuke Kuno (Tsuda U.) and Takuya Sakasai (U. Tokyo).

supported by: Invitation Fellowship Short-term FY2017: Synthetic study on convex geometries of moduli spaces, Grant-in-Aid for Scientific Research (B) 15H03617

Program

Tuesday October 3

10:00–11:00 **Hideki Ishihara** (University of Tokyo)
Weil-Petersson isometries of the developed Teichmüller space

11:20–12:20 **Shogo Matsuba** (University of Tokyo)
Thompson groups corresponding to dynamical systems

14:10–15:10 **Tsukasa Ishibashi** (University of Tokyo)
On a Nielsen-Thurston classification theory on cluster modular groups

15:30–16:30 **Hidetoshi Masai** (Tohoku University)
Symmetry of mapping classes and outer automorphisms

17:00–18:00, **Athanase Papadopoulos** (IRMA, University of Strasbourg/CNRS)
Transitional geometry

「葉層構造と微分同相群2017研究集会」
Foliations and Diffeomorphism Groups 2017

2017年10月23日（月）〜10月27日（金）
東京大学玉原国際セミナーハウス

プログラム

１０月２３日（月）

14:30–15:30　児玉大樹（東京大学）　flat function の高階導関数について
15:40–16:45　林　修平（東京大学）　A refinement of Mane's generic dichotomy for surface diffeomorphisms
17:00–18:00　伊藤　昇（東京大学）　Crosscaps and knot projections

１０月２４日（火）

9:30–10:30　田中淳波（東京大学）　wrapping projection とクライン群の分解について
11:00–12:00　矢ヶ崎達彦（京都工芸繊維大学）　リーマン計量の空間の位相的性質に関する諸結果の紹介
15:30–16:30　野澤　啓（立命館大学）　円周上の曲面束のオイラー類が極大な葉層構造について
17:00–18:00　高橋典寿（立命館大学）　商空間がトーラスとなる対合と可換なリーマン面上の周期的写像の分類

１０月２５日（水）

9:30–10:30　高村正志（青山学院大学）　Exercises on the space of chord diagrams on spherical curves
11:00–12:00　中山裕道（青山学院大学）　Minimal flows on 3-manifolds with 2 invariant angular directions
16:30–17:30　松元重則　Dynamics of Isolated Left Orders

１０月２６日（木）

9:30–10:30　中村伊南沙（東京大学）　Simplifying covering surface-knots by an addition of 1-handles with chart loops
11:00–12:00　松田能文（青山学院大学）　The sepak takraw link from the Hopf link
15:30–16:30　佐藤　肇　幾何構造の Cartan 接続と tractor 接続
17:00–18:00　三上健太郎（秋田大学）　A trial of weighted GF theory for symplectic tori

１０月２７日（金）

9:30–10:30　粕谷直彦（京都産業大学）　Knots and links of complex tangents
11:00–12:00　足立二郎（北海道大学）　接触構造とその特性葉層について

FMSP 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 19

Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 14
表面・界面ダイナミクスの数理 14

October 25 – October 27, 2017
Lecture Hall/Room 056, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Wednesday, October 25

10:15 – **Opening**

10:30 – 11:30 **Olivier Pierre-Louis** (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)
I: Crystal growth and atomic steps

13:30 – 14:00 **Discussion**

14:00 – 14:40 **Marcel J. Rost** (Universiteit Leiden)
When vapor deforms metal: Thermodynamics of deposition flux dependent intrinsic film stress

14:50 – 15:10 **Tatsu-Hiko Miura** (University of Tokyo)
Mathematical and numerical analysis of the Hamilton-Jacobi equation on an evolving surface

15:10 – 15:30 **Discussion**

15:40 – 16:20 **Dionisios Margetis** (University of Maryland)
The The trouble with crystal facets

16:30 – 17:00 **Discussion**

Thursday, October 26

10:30 – 11:30 **Olivier Pierre-Louis** (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)
II: Wetting and dewetting of thin films

13:30 – 14:00 **Discussion**

14:00 – 14:40 **Yuki Kimura** (Hokkaido University)
Direct TEM observation of nucleation processes in a solution

14:50 – 15:30 **Ken Shirakawa** (Chiba University)
Mathematical approaches to Kobayashi-Warren-Carter type models of grain boundary motions

15:40 – 16:20 **Discussion**

16:20 – 17:00 **Takeshi Ohtsuka** (Gunma University)
Growth rate of a crystal surface by several screw dislocations and grouping of dislocation centers by the effective growth rate

17:00 – 17:20 **Discussion**

Friday, October 27

10:30 – 11:30 **Olivier Pierre-Louis** (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)
Ⅲ: Adhesion and dynamics of membranes

13:30 – 14:00 **Discussion**

14:00 – 14:40 **Koichi Sudoh** (Osaka University)
Phase-field simulation of void formation by annealing of hole patterns on Si(001)

14:50 – 15:30 **Robert Nürnberg** (Imperial College London)
Numerical approximation of (crystalline) anisotropic surface diffusion

15:40 – 16:10 **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」
文部科学省委託事業「数学アドバンストイノベーションプラットフォーム (AIMaP)」

http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~labgiga/conf_etc_info/sympo_mvd19/
http://fmsp.ms.u-tokyo.ac.jp

The 20th Takagi Lectures

November 4, 2017
Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Saturday, November 4

09:00 – 10:00 **Registration**
10:00 – 10:05 **Opening**
10:05 – 11:05 **Andrei Okounkov** (Columbia University / Kyoto University)
The Donaldson–Thomas theory of threefolds, or why is it interesting to count sheaves? (I)
（3 次元多様体のドナルドソン・トーマス理論、または、なぜ層の数え上げがおもしろいのか？）
11:05 – 11:30 **Coffee/Tea Break**

11:30 – 12:30 **Martin Hairer** (Imperial College London)
Renormalisation of parabolic stochastic PDEs (I)
（放物型確率偏微分方程式の繰り込み）
12:30 – 14:00 **Lunch Break**

14:00 – 15:00 **Andrei Okounkov** (Columbia University / Kyoto University)
The Donaldson–Thomas theory of threefolds, or why is it interesting to count sheaves? (II)
（3 次元多様体のドナルドソン・トーマス理論、または、なぜ層の数え上げがおもしろいのか？）
15:20 – 16:20 **Martin Hairer** (Imperial College London)
Renormalisation of parabolic stochastic PDEs (II)
（放物型確率偏微分方程式の繰り込み）
16:30 – 17:30 **Workshop closing with drinks**

16th International Symposium on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems

November 6 – November 9, 2017
Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences,
The University of Tokyo (Komaba Campus)

Program

Monday, November 6

10:00 – 10:40 **Tomohiro Sasamoto** (Tokyo Institute of Technology)
Large deviation of a tagged particle position in 1D symmetric exclusion process
10:40 – 11:00 Coffee break
11:00 – 11:40 **Cedric Bernardin** (Université de Nice Sophia-Antipolis)
Microscopic models of fractional diffusion with Dirichlet boundary conditions
11:40 – 13:30 Lunch & Photo
13:30 – 14:10 **Makoto Katori** (Chuo University)
Excursion Processes Associated with Elliptic Combinatorics
14:20 – 15:00 **Milton Jara** (IMPA)
Non-equilibrium fluctuations of interacting particle systems
15:00 – 15:30 Coffee break
15:30 – 16:10 **Sunder Sethuraman** (University of Arizona)
On multi-colored fluctuation field scaling limits
16:20 – 16:40 **Lu Xu** (Kyushu University)
Equilibrium fluctuation for a momentum-conserving chain of oscillators
16:50 – 17:10 **Satoshi Yokoyama** (Waseda University)
Curvature motion perturbed by a direction-dependent colored noise
18:30 – Welcome party

Tuesday , November 7

9:20 – 10:00 **Makoto Nakashima** (Nagoya University)
On the asymptotics of the free energy of directed polymers in random environment in 1 + 1 dimension

10:10 – 10:30 **Takashi Imamura** (Chiba University)
Fluctuations for the stationary q-TASEP
10:30 – 11:00 Coffee break
11:00 – 11:40 **Hideki Tanemura** (Chiba University)
On uniqueness of Dirichlet forms related to interacting systems with an infinite number of particles
11:40 – 13:30 Lunch
13:30 – 14:10 **Martin Hairer** (Imperial College London)
A new 1+1-dimensional universality class
14:20 – 15:00 **Fabio Toninelli** (Université Claude Bernard Lyon 1)
Two-dimensional growth models in the Anisotropic KPZ class
15:00 – 15:30 Coffee break
15:30 – 16:10 **Nicolas Perkowski** (Humboldt-Universität zu Berlin)
Stochastic Burgers equation with Dirichlet boundary conditions
16:20 – 16:40 **Jun Misumi** (Kochi University)
Extension of the estimates on the graph diameter for long-range percolation
16:50 – 17:10 **Kenkichi Tsunoda** (Osaka University)
Hydrostatics for Glauber-Kawasaki processes

Wednesday , November 8

9:20 – 10:00 **Makiko Sasada** (The University of Tokyo)
Energy transport in a chain of oscillators with magnetic field
10:10 – 10:30 **Bin XIE** (Shinshu University)
Dimension-free Harnack inequalities for the stochastic partial differential equation with reflection
10:30 – 11:00 Coffee break
11:00 – 11:40 **Yuzuru Inahama** (Kyushu University)
Stochastic complex Ginzburg-Landau equation with space-time white noise
11:40 – 13:30 Lunch
13:30 – 14:10 **Xue-Mei Li** (Imperial College London)
Formulas and estimates for heat kernels
14:20 – 15:00 **Masato Hoshino** (Waseda University)
Global well-posedness of complex Ginzburg-Landau equation with a space-time white noise
15:00 – 15:30 Coffee break
15:30 – 16:10 **Bartek Blaszczyszyn** (INRIA)
Limit theory for geometric statistics of clustering point processes
16:20 – 17:00 **Stefano Olla** (Université Paris-Dauphine-PSL Research University)
Hydrodynamic limit for a harmonic chain with random masses

Thursday , November 9

9:20 – 10:00 **Ryoki Fukushima** (Kyoto University)
A directed polymer in random environment with unbounded jumps
10:10 – 10:30 **Yoshihiro Abe** (Gakushuin University)
Extremal process of local time for simple random walk on b-ary tree
10:30 – 11:00 Coffee break

11:00 – 11:40 **David Croydon** (The University of Warwick)
Stochastic processes associated with resistance forms
11:40 – 13:30 Lunch
13:30 – 14:10 **Yuu Hariya** (Tohoku University)
A unification of the hypercontractivity and its exponential variant of the Ornstein-Uhlenbeck semigroup
14:20 – 14:40 **Naoki Kubota** (Nihon University)
Tail estimates for the first passage time in the frog model
14:40 – 15:00 Coffee break
15:00 – 15:20 **Yosuke Kawamoto** (Kyushu University)
Mosco convergence for infinite particle systems related to random matrices
15:30 – 15:50 **Kazuki Okamura** (Kyoto University)
Some results for range of random walk on graphs with spectral dimension two

A3 Workshop on Applied Inverse Problems and Related Topics

November 28 – 30, 2017
Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

November 28 (Tue.)
10:30-11:15 Registration
11:15-11:20 Opening address
Tiangang Lei (National Natural Science Foundation of China)
11:20-12:05 Gang Bao (Zhejiang University)
Progress and challenges in scattering and inverse scattering problems
12:05-14:30 Lunch break
14:30-15:15 Yoko Hoshi (Hamamatsu University School of Medicine)
Estimation of optical properties of rat and monkey brains from in situ femtosecond time-resolved measurements
15:15-15:45 Group photo & coffee break
15:45-16:30 Hiroshi Fujiwara (Kyoto University)
Quantitative simulation of light emitting by optical fibers in the radiative transport equation
16:30-17:15 Manabu Machida (Hamamatsu University School of Medicine)
Coefficient inverse problems for the time-fractional linear Boltzmann equation
17:15-17:45 Yuko Hatano (Tsukuba University)
Long-term atmospheric contaminations of the Fukushima accident

November 29 (Wed.)
10:00-10:45 Johannes Elschner (Berlin)
Acoustic scattering from corners, edges and conic points
10:45-11:30 Jialin Hong (Chinese Academy of Sciences)
Stochastic symplectic methods for stochastic Schrödinger equation

11:30-13:30 Lunch break
13:30-14:15 Jin Cheng (Fudan University)
Some results on unique continuation
14:15-15:00 Won-Kwang Park (Kookmin University)
Real-time detection of moving anomaly in microwave tomography: analysis and real-data experiment
15:00-15:30 Coffee break
15:30-16:15 Jijun Liu (Southeast University)
On fluorescence imaging: diffusion equation model and non-uniqueness of the inverse problem
16:15-17:00 Hiromichi Itou (Tokyo University of Science)
On inverse problems of a crack and a cavity in linearized elasticity
17:00-18:00 Free discussion

November 30 (Thu.)
10:00-10:45 Shuai Lu (Fudan University)
On parameter identification in linear stochastic differential equations by Gaussian statistics
10:45-11:30 Xiang Xu (Zhejiang University)
Inverse random source problem on biharmonic equation
11:30-13:20 Lunch break
13:20-17:00 Short communications
13:20-13:40 Zewen Wang (East China University of Technology)
Multivariate numerical derivative by solving an inverse heat source problem
13:40-14:00 Takahito Kashiwabara (The Unviersity of Tokyo)
Finite element method for slip and leak boundary conditions of friction type
14:00-14:20 Wen Zhang (East China University of Technology)
A two-dimensional, two free-interface problem in combustion
14:20-14:40 Hongxiang Lin (The Unviersity of Tokyo) Towards the discretization aspects on the adjoint approach of photoacoustic tomography
14:40-15:00 Jianhua Zhang (East China University of Technology)
A new iterative method for solving complex symmetric linear systems
15:00-15:20 Coffee break
15:20-15:40 Jun-Yong Eom (Tohoku University)
Reconstruction of the shear modulus of viscoelastic systems in a thin cylinder
15:40-16:00 Zhousheng Ruan (East China University of Technology)
Simultaneous inversion of the fractional order and the space-dependent source term for the time-fractional diffusion equation
16:00-16:20 Suguru Maekawa (Kyoto University)
Coefficient reconstruction in time harmonic viscoelastic equation for MR elastography by multiscale algorithm
16:20-16:40 Yunliang Zhang (East China University of Technology)
Two class of non-Newtonian fluids underground state
16:40-17:00 Hiroshi Takase (The University of Tokyo)
Inverse problem related to the St. Venant equation for one dimensional water flow
17:00-17:10 Closing address Masahiro Yamamoto (The University of Tokyo)

Tokyo-Seoul Conference in Mathematics
–Probability Theory–

December 8 – December 9, 2017
Venue:
December 8 : Room 002, Mathematical Sciences Bldg., Komaba Campus, the University of Tokyo
December 9 : Room 201a, Faculty of Science Bldg.1, Hongo Campus, the University of Tokyo

Program

December 8(Friday)

9:50-10:00 Opening

10:00-11:00 Kim Kyeonghun (Korea University)
On the L_p boundedness of stochastic singular integral operators

11:15-12:15 Hoshino Masato (Waseda University)
Global solutions of some singular SPDEs

12:15-14:00 Lunch

14:00-15:00 Kim Kunwoo (Postech)
Intermittency and dissipation of stochastic heat equations

15:00-15:15 Tea Break

15:15-16:15 Sasada Makiko (University of Tokyo)
Box-Ball System with random initial condition and Pitman's $2M - X$ theorem

16:30-17:30 Lee Ji Oon (KAIST)
Free Energy of Spherical Spin Glass Model

December 9 (Saturday)

10:00-11:00 Uemura Toshihiro (Kansai University)
On convergence of symmetric Dirichlet forms

11:15-12:15 Kim Panki (Seoul National University)
Boundary theory of subordinate killed Levy processes

12:15-13:30 Lunch

13:30-14:30 Katori Makoto (Chuo University)
Hydrodynamic Limits of Multiple SLE

14:45-15:45 Seo Insuk (Seoul National University)
Metastability without time-reversibility

16:00-17:00 Aida Shigeki (University of Tokyo)
Asymptotics of spectral gaps on infinite dimensional spaces

研究集会「モジュライ空間のシンプレクティック幾何」

2018 年 1 月 26 日 - 28 日

東京大学大学院数理科学研究科, 123 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および科学研究費補助金 基盤研究 (C)「周期から得られる位相的漸化式の新展開」，課題番号 17K05234, 研究代表者: 田所 勇樹 (木更津高専) 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 26 日 金曜日

13:00 – 14:40 **河井 真吾** (東工大理学院)
The symplectic nature of the space of projective connections on Riemann surfaces
15:00 – 16:40 **宮地 秀樹** (阪大理)
Teichmüller theory and shear coordinates
17:00 – 17:45 **信田 萌伽** (東大数理)
On cobrackets on the Wilson loops associated with flat $GL(1, \mathbb{R})$-bundles over surfaces

1 月 27 日 土曜日

9:50 – 11:30 **小櫃 邦夫** (鹿児島大理)
Symplectic structures on the space of quadratic differentials
13:30 – 14:30 **石橋 典** (東大数理)
Moduli spaces of 3d gravity
14:50 – 15:50 **石橋 典** (東大数理)
Generalised shear coordinates
16:10 – 17:10 **田所 勇樹** (木更津高専)
Symplectic structures on the space of projective connections

1 月 28 日 日曜日

9:50 – 10:20 **石橋 典** (東大数理)
The gravitational symplectic structure
10:20 – 10:50 **逆井 卓也** (東大数理)
The mapping class group action in shear coordinates
11:10 – 12:10 **池田 暁志** (東大 Kavli IPMU)
Schwarzian and linear second order equations on Riemann surfaces
13:30 – 14:00 **浅香 猛** (東大数理)
Earthquake maps of a once-punctured torus
14:00 – 15:00 **逆井 卓也** (東大数理)
Mapping class group actions on moduli spaces of 3d gravity

平成 29 年度東京大学卓越大学院トライアル

非線形科学の学融合的展開

2018 年 2 月 13 日（火）– 2 月 15 日（木）
東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト
フューチャーセンター推進機構 1 階多目的ホール

2 月 13 日（火）

10:00 – 10:40 **Philip J. Morrison** (University of Texas at Austin)
Hamiltonian Description of Matter
10:50 – 11:30 **(discussions)**

14:00 – 14:50 **Tadashi Tokieda** (Stanford University)
Chain reactions
15:00 – 15:30 **(discussions)**

15:40 – 16:20 **Vlad Vicol** (Princeton University)
Mathematical Analysis of fluid models I
16:30 – 17:00 **(discussions)**

2 月 14 日（水）

10:00 – 10:40 **Vlad Vicol** (Princeton University)
Mathematical Analysis of fluid models Ⅱ
10:50 – 11:30 **(discussions)**

14:00 – 14:40 **Richard Tsai** (University of Texas at Austin)
The level set method and related algorithms I
14:50 – 15:30 **(discussions)**

15:40 – 16:20 **Elena Tobisch** (Johannes Kepler University Linz)
Dynamic Cascade I
16:30 – 17:00 **(discussions)**

2 月 15 日（木）

10:00 – 10:40 **Philip J. Morrison** (University of Texas at Austin)
Hamiltonian Description of Matter
10:50 – 11:30 **(discussions)**

14:00 – 14:40 **Elena Tobisch** (Johannes Kepler University Linz)
Dynamic Cascade Ⅱ
14:50 – 15:30 **(discussions)**

15:40 – 16:20 **Richard Tsai** (University of Texas at Austin)
The level set method and related algorithms Ⅱ
16:30 – 17:00 **(discussions)**

組織委員：
吉田 善章 (Yoshida, Z.)（新領域創成科学研究科）
儀我 美一 (Giga, Y.)（数理科学研究科）

早稲田 卓爾 (Waseda, T.)（新領域創成科学研究科）
問い合わせ先: 先端エネルギー工学専攻　吉田 善章/yoshida@ppl.k.u-tokyo.ac.jp　内線：63991

Inverse Problems and Medical Imaging

February 13 - 16, 2018
Room 123, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

February 13 (Tue.)
13:20-13:30 Opening address
13:30-14:15 June-Yub Lee (Ewha Womans University)
Quasi-periodic scattering problems with material junction points using a fast direct numerical method
14:15-15:00 Xiang Xu (Zhejiang University)
Inverse Problems on Quantifying Mechanical Properties for Nanomaterials
15:00-15:30 Group photo & coffee break (at Room 122)
15:30-16:15 Yoko Hoshi (Hamamatsu University School of Medicine)
What is the primary bottleneck in developing diffuse optical tomography?
16:15-17:00 Won-Kwang Park (Kookmin University)
Application of direct sampling method in microwave tomography: analysis, feasibilities and limitations
17:00-18:00 Free discussion

February 14 (Wed.)
10:00-10:45 Guanghui Hu (Beijing Computational Science Research Center)
Inverse source problems for time-dependent wave equations
10:45-11:30 Luca Lorenzi (University of Parma)
On some linear (integro-)differential parabolic equations with no initial conditions
11:30-13:30 Lunch break
13:30-14:15 Chang-Ock Lee (KAIST)
Three-dimensional volume reconstruction using two-dimensional parallel slices
14:15-15:00 Jae Sung Lee (Seoul National University)
Deep learning for nuclear medicine image correction and analysis
15:00-15:30 Coffee break (at Room 122)
15:30-16:00 Soomin Jeon (KAIST)
Review of frameworks for scatter suppression in X-ray CT
16:00-16:30 Chang Min Hyun (Yonsei University)
Deep learning for undersampled MRI reconstruction
16:30-17:00 Kang Cheol Kim (Yonsei University)
Machine-learning-based automatic identification of fetal abdominal circumference from ultrasound images

February 15 (Thu.)
10:00-10:45 Manabu Machida (Hamamatsu University School of Medicine)
Optical tomography with structured illumination based on the radiative transport equation
10:45-11:30 Goro Nishimura (Hokkaido University)
Diffuse correlation spectroscopy: analysis of moving particles
11:30-13:30 Lunch break
13:30-14:15 Jin Cheng (Fudan University / Shanghai University of Finance and Economics)
Some inverse problems in industry
14:15-15:00 Cheng Hua (Fudan University)
What is the difference between straight and spiral cochlea model
15:00-15:30 Coffee break (at Room 122)
15:30-16:15 Dinghua Xu (Zhejiang Sci-Tech University / Shanghai University of Finance and Economics)
A space-fractional heat-moisture transfer model and textile parameter determination problems
16:15-17:00 Zhiyuan Li (Shandong University of Technology)
Unique continuation principle for the time-fractional diffusion equation

February 16 (Fri.)
10:00-10:45 Takaaki Nara (The University of Tokyo)
A direct method for magnetic resonance electrical property tomography (MREPT)
10:45-11:30 Masaaki Uesaka (Hokkaido University)
A discrete total variation flow with rotation matrix-valued function coming and directional data processing in crystal structure
11:30-13:30 Lunch break
13:30-14:15 Takeaki Shimokawa (ATR)
Hierarchical Bayesian diffuse optical tomography for task-evoked and resting-state brain imaging
14:15-15:00 Shinpei Okawa (National Defense Medical College)
Quantitative photoacoustic image reconstruction with linearization and l1-norm minimization
15:00-15:30 Coffee break (at Room 122)
15:30-16:15 Masayuki Umemura (University of Tsukuba)
Hybrid scheme for resonant line transfer
16:15-17:00 Yoshifumi Saijyo (Tohoku University)
Clinical significance of sound speed imaging

Tokyo-Lyon Conference in Mathematics

February 19 – 20, 2018
Lecture Hall
Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo
http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/~topology/Tokyo-Lyon2018.html

Program

February 19 (Monday)

9:25 – 9:30 Opening remarks

9:30 – 10:30 Sanjay Ramassamy (ENS de Lyon)
Miquel dynamics for circle patterns

11:00 – 12:00 Denis Serre (ENS de Lyon)
Divergence-free positive tensors ; applications to gas dynamics.

14:00 – 15:00 Takahito Kashiwabara (The University of Tokyo)
Semigroup approach and maximal-regularity theory for the primitive equations

16:30 – 17:30 Marco Mazzucchelli (ENS de Lyon)
Periodic orbits of Tonelli Hamiltonian systems on surfaces

Banquet
18:00 – 20:00 Komaba Faculty House

February 20 (Tuesday)

9:30 – 10:30 Hideko Sekiguchi (The University of Tokyo)
Representations of semisimple Lie groups and Penrose transform

11:00 – 12:00 Valentin Seigneur (ENS de Lyon)
Extending Morse functions from a neighborhood of the sphere to the ball

14:00 – 15:00 Oleksii Leontiev (The University of Tokyo)
Symmetry breaking operators for the restriction of representations of indefinite orthogonal groups $O(p, q)$

15:20 – 16:20 Takeshi Tsuji (The University of Tokyo)
Recent progress in integral p-adic Hodge theory

16:30 – 17:30 Laurent Berger (ENS de Lyon)
The Nottingham group

Numerical Analysis: Applications to Biomedical Problems and Foundations

February 21st, 2018
Room 123, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

10:00 Opening

10:10–10:50 **Alfio Quarteroni** (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne)
Numerical algorithms for coupled problems in heart modeling

11:00–11:40 **Kenji Takizawa** (Waseda University)
Space-time computational analysis of heart valve and aorta

11:45-12:25 **Jun-ichi Okada** (The University of Tokyo)
Multi-scale Multi-physics Heart Simulator, UT-Heart

14:00–14:40 **Hiroshi Fujiwara** (Kyoto University)
Numerical challenges to the radiative transport equation for near-infrared light propagation in tissue

14:45–15:25 **Hirofumi Notsu** (Kanazawa University)
Numerical analysis and computation of viscoelastic models

15:35–16:15 **Shinya Uchiumi** (Waseda University)
A pressure-stabilized FEM using higher-order elements with application to some channel flows

16:20–17:00 **Takahito Kashiwabara** (The University of Tokyo)
Finite element analysis for a generalized Robin boundary condition in a smooth domain

17:00 Closing

Higher dimensional algebraic geometry

March 12 – March 16, 2018 Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Monday, March 12

10:00 – 10:50 **Yukinobu Toda** (IPMU)
Birational geometry for d-critical loci and wall-crossing in Calabi-Yau 3-folds
11:10 – 12:00 **Takehiko Yasuda** (Osaka University)
The motivic version of Serre's mass formula
14:00 – 14:50 **Paolo Cascini** (Imperial College London)
Minimal Model Program for foliations
15:10 – 16:00 **Masayuki Kawakita** (RIMS)
Minimal log discrepancies on smooth threefolds
16:20 – 17:10 **Caucher Birkar** (University of Cambridge)
Some problems about singularities

Tuesday, March 13

10:00 – 10:50 **Jungkai Alfred Chen** (National Taiwan University)
On Noether type inequality, I – general theory
11:10 – 12:00 **Chen Jiang** (IPMU)
On Noether type inequality, II – 3-folds with (1, 2) surface fibration
14:00 – 14:50 **Yusuke Nakamura** (University of Tokyo)
Vanishing theorems of Witt-vector cohomology for Fano threefolds
15:10 – 16:00 **Atsushi Ito** (Nagoya University)
A remark on higher syzygies on abelian varieties
16:20 – 17:10 **Jun-Muk Hwang** (KIAS)
Rigidity of Legendrian singularities

Wednesday, March 14

10:00 – 10:50 **Yongnam Lee** (KAIST)
Exceptional collections on Dolgachev surfaces associated with degenerations
11:10 – 12:00 **Fabrizio Catanese** (Universität Bayreuth)
Canonical surfaces of high degree and low genus
14:00 – 14:50 **Yoshinori Namikawa** (Kyoto University)
Towards the classification of symplectic singularities
15:10 – 16:00 **Akira Ishii** (Hiroshima University)
G-constellations and the maximal resolution of a quotient surface singularity

16:20 – 17:10 **Yukari Ito** (IPMU/Nagoya University)
Higher dimensional McKay correspondence

Thursday, March 15

10:00 – 10:50 **Nobuyoshi Takahashi** (Hiroshima University)
Modules on quandle varieties
11:10 – 12:00 **Yasunari Nagai** (Waseda University)
Degeneration of Hilbert scheme of points on surfaces
14:00 – 14:50 **Shinnosuke Okawa** (Osaka University)
On the definition of noncommutative del Pezzo surfaces
15:10 – 16:00 **Hokuto Uehara** (Tokyo Metropolitan University)
Spherical sheaves on D_n singularities
16:20 – 17:10 **Hiromichi Takagi** (University of Tokyo)
On rationality of certain moduli spaces of even spin curves via Fano 3-folds

Friday, March 16

10:00 – 10:50 **Taro Sano** (Kobe University)
Effective non-vanishing for weighted complete intersections
11:10 – 12:00 **Kenji Matsuki** (Purdue University)
Toward embedded resolution of singularities of 3-folds in positive characteristic

6. 談　話　会

Colloquium

日時：4 月 28 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：松井 千尋 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：可積分量子スピン鎖における隠れた超対称性

日時：5 月 26 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：会田　茂樹 氏（東京大学大学院数理科学研究科）
題目：ループ空間上のスペクトルギャップの漸近挙動について

日時：6 月 20 日（火）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：Nicolas Bacaër 氏
題目：Some stochastic population models in a random environment

日時：7 月 7 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：Richard Stanley 氏 (MIT/University of Miami)
題目：Smith Normal Form and Combinatorics

日時：10 月 6 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：宮地 晶彦 氏 (東京女子大学)
題目：調和解析における特異積分と実関数論の方法

日時：11 月 24 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：伊藤 由佳理 氏 (IPMU, 名古屋大学)
題目：特異点解消とマッカイ対応

日時：2018 年 1 月 26 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：小池 祐太 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Wiener 汎関数ベクトルの最大値の Gauss 型近似とその高頻度データ解析への応用

日時：2018 年 2 月 23 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：田中 公 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：正標数における極小モデル理論について

日時：2018 年 3 月 10 日（金）11:00〜12:00
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：新井 仁之 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：視知覚の数理科学

日時：2018 年 3 月 10 日（金）13:00〜14:00
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：二木 昭人 氏 (東京的理論大学大学院数理科学研究科)
題目：K 安定性と幾何学的非線形問題

日時：2018 年 3 月 10 日（金）14:30〜15:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：川又 雄二郎 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：双有理幾何学と導来圏

日時：2018 年 3 月 10 日（金）16:00〜17:00
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：俣野 博 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：反応拡散方程式の定性的理論

7. 公開セミナー

Seminars

複素解析幾何セミナー

日時：4 月 10 日 (月)10:30 – 12:00
講師：平地 健吾 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Slice theorem for CR structures near the sphere and its applications

日時：4 月 17 日 (月)10:30 – 12:00
講師：日下部 佑太 (大阪大学)
題目：Dense holomorphic curves in spaces of holomorphic maps

日時：4 月 24 日 (月)10:30 – 12:00
講師：今野 宏 (明治大学)
題目：Lagrangian Mean Curvature Flows and Moment maps

日時：5 月 8 日 (月)10:30 – 12:00
講師：藤澤 太郎 (東京電機大学)
題目：Semipositivity theorems for a variation of Hodge structure

日時：5 月 15 日 (月)10:30 – 12:00
講師：服部 広大 (慶應義塾大学)
題目：On the moduli spaces of the tangent cones at infinity of some hyper-Kähler manifolds

日時：5 月 22 日 (月)10:30 – 12:00
講師：小池 貴之（京都大学）
題目：Complex K3 surfaces containing Levi-flat hypersurfaces

日時：5 月 29 日 (月)10:30 – 12:00
講師：澤井 洋 (沼津工業高等専門学校)
題目：LCK structures on compact solvmanifolds

日時：6 月 12 日 (月)10:30 – 12:00
講師：松本 佳彦（大阪大学）
題目：On Sp(2)-invariant asymptotically complex hyperbolic Einstein metrics on the 8-ball

日時：6 月 19 日 (月)10:30 – 12:00
講師：竹内 有哉 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds

日時：6 月 26 日 (月)10:30 – 12:00
講師：二木 昭人 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Volume minimization and obstructions to geometric problems

日時：7 月 3 日 (月)10:30 – 12:00
講師：長友 康行（明治大学）
題目：Holomorphic isometric embeddings into Grassmannians of rank 2

日時：9 月 25 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Christophe Mourougane (Université de Rennes 1)
題目：Asymptotics of L^2 and Quillen metrics in degenerations of Calabi-Yau varieties

日時：10 月 2 日 (月)10:30 – 12:00
講師：千葉 優作 (お茶の水女子大学)
題目：The extension of holomorphic functions on a non-pluriharmonic locus

日時：10 月 16 日 (月)10:30 – 12:00
講師：須川 敏幸 (東北大学)
題目：Characterizations of hyperbolically k-convex domains in terms of hyperbolic metric

日時：10 月 30 日 (月)10:30 – 12:00
講師：加藤 昌英 (上智大学)
題目：Odd dimensional complex analytic Kleinian groups

日時：11 月 13 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Georg Schumacher (Philipps-Universität Marburg)
題目：Relative Canonical Bundles for Families of Calabi-Yau Manifolds

日時：11 月 20 日 (月)10:30 – 12:00
講師：新田 泰文 (東京工業大学)
題目：Relative GIT stabilities of toric Fano manifolds in low dimensions

日時：11 月 27 日 (月)10:30 – 12:00
講師：細野 元気 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On the proof of the optimal L^2 extension theorem by Berndtsson-Lempert and related results

日時：12 月 11 日 (月)10:30 – 12:00
講師：大沢 健夫 (名古屋大学)
題目：Nishino's rigidity theorem and questions on locally pseudoconvex maps

日時：12 月 18 日 (月)10:30 – 12:00
講師：久本 智之 (名古屋大学)
題目：Gradient flow of the Ding functional

日時：2018 年 1 月 15 日 (月)10:30 – 12:00
講師：赤川 晋哉 (大阪大学)
題目：Vanishing theorems of L^2 -cohomology groups on Hessian manifolds

日時：2018 年 1 月 22 日 (月)10:30 – 12:00
講師：川上 裕 (金沢大学)
題目：Recent topics on the study of the Gauss images of minimal surfaces

代数幾何学セミナー

日時：4 月 18 日 (火)15:30 – 17:00
講師：福岡 尊 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On the existence of almost Fano threefolds with del Pezzo fibrations

日時：4 月 25 日 (火)15:30 – 17:00
講師：鈴木 拓 (早稲田大学)
題目：On the Picard number of Fano 6-folds with a non-small contraction

日時：5 月 9 日 (火)15:30 – 17:00
講師：柴田 康介 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Upper bound of the multiplicity of locally complete intersection singularities

日時：5 月 16 日 (火)15:30 – 17:00
講師：古川 勝久 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On separable higher Gauss maps

日時：5 月 23 日 (火)15:30 – 17:00
講師：小関 直紀 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Perverse coherent sheaves on blow-ups at codimension two loci

日時：5 月 30 日 (火)15:30 – 17:00
講師：長岡 大 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Contractible affine threefolds in smooth Fano threefolds

日時：6 月 6 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Chen Jiang (IPMU)
題目：Fano varieties: K-stability and boundedness

日時：6 月 12 日 (月)17:00 – 18:30
講師：Ivan Cheltsov (The University of Edinburgh)
題目：Rational and irrational singular quartic threefolds

日時：6 月 27 日 (火)15:30 – 17:00
講師：岸本 崇 (埼玉大学)
題目：Cylinders in del Pezzo fibrations

日時：7 月 4 日 (火)15:30 – 17:00
講師：谷本 祥 (University of Copenhagen)
題目：The space of rational curves and Manin's conjecture

日時：7 月 11 日 (火)15:30 – 17:00
講師：松澤 陽介 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Arithmetic and dynamical degrees of self-maps of algebraic varieties

日時：7 月 18 日 (火)15:30 – 17:00
講師：呼子 笛太郎 (東北大理)
題目：On a generalization of Frobenius-splitting and a lifting problem of Calabi-Yau varieties

日時：10 月 10 日 (火)15:30 – 17:00
講師：金光 秋博 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Classification of Mukai pairs with corank 3

日時：10 月 17 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Tien Cuong Dinh (Singapore)
題目：Intersection of currents, dimension excess and complex dynamics

日時：10 月 30 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Roberto Svaldi (Cambridge)
題目：Towards birational boundedness of elliptic Calabi-Yau varieties

日時：10 月 31 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Zhan Li (Beijing)
題目：ACC for log canonical threshold polytopes

日時：11 月 7 日 (火)15:30 – 17:00
講師：村山 匠 (ミシガン大学)
題目：Characterizations of projective space and Seshadri constants in arbitrary characteristic

日時：11 月 14 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Meng Chen (Fudan)
題目：A characterization of the birationality of 4-canonical maps of minimal 3-folds

日時：11 月 21 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Frédé ric Campana (Université de Lorraine/KIAS)
題目：Orbifold rational connectedness

日時：11 月 28 日 (火)15:30 – 17:00
講師：田中 公 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Koaita vanishing theorem for Witt canonical sheaves

日時：12 月 5 日 (火)15:30 – 17:00
講師：佐藤 謙太　(東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Ascending chain condition for F-pure thresholds on a fixed strongly F-regular germ

日時：12 月 14 日 (木)10:30 – 12:00
講師：Laquan Ma (University of Utah)
題目：Perfectoid test ideals

日時：12 月 14 日 (木)15:30 – 17:00
講師：Gerard van der Geer (Universiteit van Amsterdam)
題目：Algebraic curves and modular forms of low degree

日時：12 月 26 日 (火)15:30 – 17:00
講師：藤田 健人 (RIMS)
題目：K-stability of log Fano hyperplane arrangements

日時：2018 年 1 月 26 日 (金)16:30 – 18:00
講師：高木　寛通 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On classification of prime Q-Fano 3-folds with only 1/2(1,1,1)-singularities and of genus less than 2

トポロジー火曜セミナー

日時：4 月 11 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Alexander Voronov (University of Minnesota)
題目：Homotopy Lie algebroids

日時：4 月 18 日 (火)17:00 – 18:30
講師：野坂 武史 (東京工業大学)
題目：冪単マグナス展開によるミルナー不変量

日時：4 月 25 日 (火)17:00 – 18:30
講師：久野 雄介 (津田塾大学)
題目：Formality of the Goldman-Turaev Lie bialgebra and the Kashiwara-Vergne problem in positive genus

日時：5 月 9 日 (火)17:00 – 18:30
講師：諏訪 立雄 (北海道大学)
題目：Local and global coincidence homology classes

日時：5 月 16 日 (火)17:00 – 18:30
講師：合田 洋 (東京農工大学)
題目：Twisted Alexander invariants and Hyperbolic volume of knots

日時：5 月 23 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Richard Hain (Duke University)
題目：Johnson homomorphisms, stable and unstable

日時：5 月 30 日 (火)17:00 – 18:30
講師：森藤 孝之 (慶應義塾大学)
題目：On a conjecture of Dunfield, Friedl and Jackson for hyperbolic knots

日時：6 月 6 日 (火) 17:00 – 18:30
講師：辻 俊輔 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：A formula for the action of Dehn twists on the HOMFLY-PT type skein algebra and its application

日時：6 月 13 日 (火)17:00 – 18:30
講師：小川 竜 (東海大学)
題目：Local criteria for non-embeddability of Levi-flat manifolds

日時：6 月 20 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Anh Tran (The University of Texas at Dallas)
題目：Introduction to the AJ conjecture

日時：6 月 27 日 (火)17:00 – 18:30
講師：金 英子 (大阪大学)
題目：Braids and hyperbolic 3-manifolds from simple mixing devices

日時：7 月 4 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Jean-Baptiste Meilhan (Université Grenoble Alpes)
題目：On link-homotopy for knotted surfaces in 4-space

日時：7 月 11 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Celeste Damiani (JSPS, 大阪市立大学)
題目：Some remarkable quotients of virtual braid groups

日時：9 月 26 日 (火)17:00 – 18:30
講師：関口 英子 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Representations of Semisimple Lie Groups and Penrose Transform

日時：10 月 3 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Athanase Papadopoulos (IRMA, Université de Strasbourg)
題目：Transitional geometry

日時：10 月 10 日 (火)17:00 – 18:30
講師：與倉 昭治 (鹿児島大学)
題目：Poset-stratified spaces and some applications

日時：10 月 17 日 (火)17:00 – 18:30
講師：石井 敦 (筑波大学)
題目：Generalizations of twisted Alexander invariants and quandle cocycle invariants

日時：10 月 24 日 (火)17:00 – 18:30
講師：宮岡 礼子 (東北大学)
題目：ラグランジュ交叉のフレアホモロジーに対する部分多様体論からのアプローチ

日時：10 月 31 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Yash Lodha (École Polytechnique Fédérale de Lausanne)
題目：Nonamenable groups of piecewise projective homeomorphisms

日時：11 月 7 日 (火)17:00 – 18:30
講師：林 晋 (産総研・東北大オープンイノベーションラボラトリ)
題目：On an explicit example of topologically protected corner states

日時：11 月 21 日 (火)17:30 – 18:30
講師：境 圭一 (信州大学)
題目：The space of short ropes and the classifying space of the space of long knots

日時：11 月 28 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Sang-hyun Kim (Seoul National University)
題目：Diffeomorphism Groups of One-Manifolds

日時：12 月 5 日 (火)17:00 – 18:30
講師：川村 一宏 (筑波大学)
題目：Derivations and cohomologies of Lipschitz algebras

日時：12 月 12 日 (火)17:00 – 18:30
講師：清水 達郎 (京都大学数理解析研究所)
題目：On the self-intersection of singular sets of maps and the signature defect

日時：12 月 19 日 (火)17:30 – 18:30
講師：宮地 秀樹 (大阪大学)
題目：Deformation of holomorphic quadratic differentials and its applications

日時：2018 年 1 月 16 日 (火)17:00 – 18:00
講師：Jimenez Pascual Adrian (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On adequacy and the crossing number of satellite knots

日時：2018 年 1 月 16 日 (火)18:00 – 19:00
講師：川島 夢人 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：A new relationship between the dilatation of pseudo-Anosov braids and fixed point theory

日時：2018 年 1 月 23 日 (火)17:00 – 18:00
講師：野崎 雄太 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms

日時：2018 年 1 月 23 日 (火)18:00 – 19:00
講師：田中 淳波 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Wrapping projections and decompositions of Keinian groups

日時：2018 年 1 月 30 日 (火)17:00 – 18:00
講師：池 祐一 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Persistence-like distance on Tamarkin's category and symplectic displacement energy

日時：2018 年 2 月 21 日 (水)17:00 – 18:30
講師：Gwénaël Massuyeau (Université de Bourgogne)
題目：The category of bottom tangles in handlebodies, and the Kontsevich integral

日時：2018 年 3 月 30 日 (金)15:00 – 16:30
講師：Matteo Felder (University of Geneva)
題目：Graph Complexes and the Kashiwara-Vergne Lie algebra

日時：2018 年 3 月 30 日 (金)17:00 – 18:30
講師：Florian Naef (Massachusetts Institute of Technology)
題目：Goldman-Turaev formality in genus 0 from the KZ connection

Lie 群・表現論セミナー

日時：9 月 26 日 (火)17:00 – 18:30
講師：関口 英子 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Representations of Semisimple Lie Groups and Penrose Transform

日時：10 月 24 日 (火)17:30 – 18:30
講師：宮岡 礼子 (東北大学)
題目：ラグランジュ交叉のフレアホモロジーに対する部分多様体論からのアプローチ

日時：2018 年 3 月 12 日 (月)15:00 – 16:30
講師：Christian Ikenmeyer (Max-Planck-Institut fur Informatik)
題目：Plethysms and Kronecker coefficients in geometric complexity theory

数値解析セミナー

日時：4 月 11 日 (火)16:50 - 18:20
講師：内海 晋弥 (早稲田大学基幹理工学部)
題目：Lagrange-Galerkin 法における諸問題とその解決策：計算可能性・粘性係数依存性・流入境界条件

日時：4 月 25 日 (火)16:50 – 18:20
講師：榊原 航也 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：基本解近似解法の理論と応用

日時：6 月 13 日 (火)16:50 - 18:20
講師：野津 裕史 (金沢大学理工研究域)
題目：Numerical analysis of viscoelastic fluid models

日時：7 月 4 日 (火)16:50 – 18:20
講師：Ming-Cheng Shiue (National Chiao Tung University)
題目：Boundary conditions for Limited-Area Models

日時：10 月 10 日 (火)16:50 – 18:20
講師：中野　張 (東京工業大学大学院情報理工学院)
題目：線形・非線形放物型偏微分方程式に対するメッシュフリー選点法

日時：10 月 23 日 (月)16:00 – 17:30
講師：Christian Klingenberg (Wuerzburg University, Germany)
題目：On the numerical discretization of the Euler equations with a gravitational force and applications in astrophysics

日時：11 月 14 日 (火)16:50 – 18:20
講師：石川 歩惟 (神戸大学大学院システム情報学研究科)
題目：変分原理に基づくエネルギー保存数値解法と無制約最適化問題への応用

日時：11 月 28 日 (火)16:50 – 18:20
講師：小山　大介 (電気通信大学大学院情報理工学研究科)
題目：Hybrid discontinuous Galerkin methods for nearly incompressible elasticity problems

日時：12 月 19 日 (火)16:50 – 18:20
講師：三浦 達彦 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Finite volume scheme for the Hamilton-Jacobi equation on an evolving surface

日時：2018 年 2 月 19 日 (月)15:00 – 16:00
講師：Michael Plum (Karlsruhe Insitute of Technology)
題目：Existence, multiplicity, and orbital stability for travelling waves in a nonlinearly supported beam

日時：2018 年 2 月 19 日 (月)16:15 – 17:15
講師：長藤 かおり (Karlsruhe Insitute of Technology)
題目：An approach to computer-assisted existence proofs for nonlinear space-time fractional parabolic problems

PDE 実解析研究会

日時：7 月 18 日 (火)10:30 – 11:30
講師：米田 剛 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：軸対称非圧縮 Euler 方程式の或る瞬間爆発について

日時：10 月 17 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Hoái-Minh Nguyên (École Polytechnique Fédérale de Lausanne)
題目：Some perspectives on negative index materials

日時：11 月 15 日 (水)10:30 – 11:30
講師：Kaj Nyström (Uppsala University)
題目：Boundary value problems for parabolic equations with measurable coefficients

日時：11 月 21 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Felix Schulze (University College London)
題目：Optimal isoperimetric inequalities for surfaces in any codimension in Cartan-Hadamard manifolds

日時：12 月 12 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Alex Mahalov (Arizona State University)
題目：Stochastic Three-Dimensional Navier-Stokes Equations + Waves: Averaging, Convergence, Regularity and Nonlinear Dynamics

代数学コロキウム

日時：4 月 11 日 (火)17:30 – 18:30
講師：Peter Scholze (University of Bonn)
題目：The geometric Satake equivalence in mixed characteristic

日時：4 月 12 日 (水)17:00 – 18:00
講師：跡部 発 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：A conjecture of Gross-Prasad and Rallis for metaplectic groups

日時：5 月 10 日 (水)17:00 – 18:00
講師：加藤 大輝　(東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Wild ramification and restrictions to curves

日時：5 月 17 日 (水)17:30 – 18:30
講師：Olivier Fouquet (Université Paris-Sud)
題目：The Equivariant Tamagawa Number Conjecture for modular motives with coefficients in Hecke algebras

日時：5 月 31 日 (水)17:00 – 18:00
講師：坂本 龍太郎 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Stark Systems over Gorenstein Rings

日時：6 月 14 日 (水)17:30 – 18:30
講師 :Yongquan Hu (Chinese Academy of Sciences, Morningside Center of Mathematics)
題目：Multiplicity one for the mod p cohomology of Shimura curves

日時：9 月 27 日 (水)17:30 – 18:30
講師：加藤 和也 (University of Chicago)
題目：Height functions for motives, Hodge analogues, and Nevanlinna analogues

日時：10 月 11 日 (水)17:30 – 18:30
講師：Michael Temkin (The Hebrew University of Jerusalem)
題目：Logarithmic resolution of singularities

日時：11 月 8 日 (水)18:00 – 19:00
講師：Xin Wan (Morningside Center for Mathematics)
題目：Iwasawa theory and Bloch-Kato conjecture for modular forms

日時：12 月 13 日 (水)18:00 – 19:00
講師：Javier Fresán (École polytechnique)
題目：Exponential motives

日時：2018 年 1 月 17 日 (水) 18:00 – 19:00
講師：Ana Caraiani (Imperial College)
題目：On the vanishing of cohomology for certain Shimura varieties

諸分野のための数学研究会

日時：10 月 24 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Christian Klingenberg (Würzburg University)
題目：The initial value problem for the multidimensional system of gas dynamics may have infinitely many weak solutions

統計数学セミナー

日時：4 月 20 日 (木)15:00 – 16:30
講師：David Nualart (Kansas University)
題目：Central limit theorem for symmetric integrals

日時：4 月 20 日 (木) 16:30 – 18:00
講師：David Nualart (Kansas University)
題目：Stochastic heat equation with rough multiplicative noise

日時：5 月 18 日 (木)15:00 – 16:10
講師：Alexander A. Novikov (University of Technology Sydney)
題目：On a representation of fractional Brownian motion and the limit distributions of statistics arising in cusp statistical models

日時：8 月 23 日 (水)13:30 – 14:40
講師：Sebastian Holtz (Humboldt University of Berlin)
題目：Covariation estimation from noisy Gaussian observations:equivalence, efficiency and estimation

日時：11 月 2 日 (木)14:00 – 15:10
講師：Tudor Ciprian (Université Lille 1)
題目：Hermite processes and sheets

日時：11 月 16 日 (木)13:00 – 16:00
講師：二宮 嘉行 (九州大学)
題目：スパース推定法における自由度について

日時：2018 年 2 月 2 日 (金)13:30 – 14:40
講師：Ioane Muni Toke (Centrale Supelec Paris)
題目：Estimation of ratios of intensities in a Cox-type model of limit order books

日時：2018 年 2 月 4 日 (日)12:30 – 15:00
講師：Yukai Yang (Uppsala University)
題目：Nonlinear Economic Time Series Models

日時：2018 年 2 月 4 日 (日)15:30 – 18:00
講師：Yuliia Mishura (The Taras Shevchenko National University of Kiev)
題目：Analytic, representation and statistical aspects related to fractional Gaussian processes.

日時：2018 年 3 月 2 日 (金)15:00 – 16:10
講師：Arnaud Gloter (Universitéd'Evry Val d'Essonne)
題目："Estimating functions for SDE driven by stable Lévy processes" Joint work with Emmanuelle Clément (Ecole Centrale)

日時：2017 年 3 月 15 日 (木)16:00 – 17:10
講師：Stefano Iacus (University of Milan)
題目：On Hypotheses testing for discretely observed SDE (Joint work with Alessandro De Gregorio, University of Rome)

作用素環セミナー

日時：4 月 10 日 (月)16:45 – 18:15
講師：窪田 陽介 (理研)
題目：Reconstruction of the Bost-Connes groupoid from K-theoretic data

日時：4 月 17 日 (月)16:45 – 18:15
講師：木田 良才 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On diagonal actions whose full group is closed

日時：4 月 24 日 (月)16:45 – 18:15
講師：長谷川 慧 (九大数理)
題目：Bass-Serre trees of amalgamated free product C *-algebras

日時：5 月 22 日 (月)16:45 – 18:15
講師：増田 俊彦 (九大数理)
題目：Classification of Roberts actions of strongly amenable C^*-tensor categories on the injective factor of type III_1

日時：5 月 29 日 (月)16:45 – 18:15
講師：磯野 優介 (京大数理研)
題目：On fundamental groups of tensor product II_1 factors

日時：6 月 26 日 (月)16:45 – 18:15
講師：David Kerr (Texas A & M Univ.)
題目：Dimension, comparison, and almost finiteness

日時：7 月 3 日 (月)16:45 – 18:15
講師：北島 雄一郎 (日大生産工)
題目：A State-Dependent Noncontextuality Inequality in Algebraic Quantum Theory

日時：7 月 10 日 (月)16:45 – 18:15
講師：荒野 悠輝 (京大理)
題目：Rokhlin actions of fusion categories

日時：7 月 28 日 (金)16:45 – 18:15
講師：Benoit Collins (京大理)
題目：Free orthogonal groups and quantum information

日時：10 月 2 日 (月)16:45 – 18:15
講師：Mikael Pichot (RIMS, Kyoto Univ./McGill Univ.)
題目：Introduction to intermediate rank geometry

日時：10 月 30 日 (月)16:45 – 18:15
講師：澤田 友佑 (名大多元数理)
題目：The bicategory of W^* -bimodules

日時：11 月 13 日 (月)16:45 – 18:15
講師：Juan Orendain (UNAM)
題目：Globularily generated double categories: On the problem of existence of internalizations for decorated bicategories

日時：12 月 4 日 (月)16:45 – 18:15
講師：Pieter Naaijkens (UC Davis)
題目：Subfactors and wiretapping channels

日時：12 月 18 日 (月)16:45 – 18:15
講師：賀 卓豊 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Isomorphism and Morita equivalence classes for crossed product of irrational rotation algebras by cyclic subgroups of SL_2 ($\mathbb{Z}$)

日時：12 月 25 日 (月)16:45 – 18:15
講師：小澤 登高 (京大数理研)
題目：Kazhdan's property (T) and semidefinite programming

日時：2018 年 1 月 22 日 (月)16:45 – 18:15
講師：早瀬 友裕 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：On Cauchy noise loss in a stochastic parameter optimization of random matrices

日時：2018 年 1 月 29 日 (月)16:45 – 18:15
講師：森 迪也 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Tingley's problem for operator algebras

日時：2018 年 2 月 14 日 (水)16:45 – 18:15
講師：Valerio Proietti (Copenhagen Univ.)
題目：Index theory on the Mishchenko bundle

応用解析セミナー

日時：7 月 13 日 (木)16:00 – 17:30
講師：下條 昌彦 (岡山理科大学)
題目：Behaviors of solutions for a singular prey-predator model and its shadow system

日時：12 月 14 日 (木)16:00 – 17:30
講師：I-Kun, Chen (Kyoto University)
題目：Regularity for diffuse reflection boundary problem to the stationary linearized Boltzmann equation in a convex domain

日時：12 月 21 日 (木)16:00 – 17:30
講師：森 洋一朗 (ミネソタ大学)
題目：Well-posedness and qualitative behavior of Peskin's problem of an immersed elastic filament in 2D Stokes flow

数理人口学・数理生物学セミナー

日時：4 月 6 日 (木)16:00 – 17:00
講師：中岡　慎治 (JST さきがけ・東京大学生産技術研究所)
題目：既存種が存在する条件下での新規種の侵入・絶滅を表す指標に関する考察

日時：4 月 6 日 (木)17:00 – 18:00
講師：五島　祐樹 (筑波大学医学群医学類)
題目：数理的立場から見た造血幹細胞移植における急性 GVHD の発症機序

日時：5 月 11 日 (木)16:30 – 17:30
講師：大泉　嶺 (国立社会保障・人口問題研究所)
題目：環境変動と個体差の構造人口模型〜2 重のランダムネスにおける最適戦略の進化〜

日時：6 月 28 日 (水)15:50 – 16:40
講師：Moitri Sen (Department. of Mathematics, National Institute of Technology Patna)
題目：Allee effect induced rich dynamics of a two prey one predator model where the predator is generalist

日時：6 月 28 日 (水)14:55 – 15:45
講師：Malay Banerjee (Department of Mathematics & Statistics，IIT Kanpur)
題目：Stabilizing role of maturation delay on prey-predator dynamics

日時：11 月 16 日 (木)16:30 – 18:00
講師：中林　潤 (横浜市立大学 先端医科学研究センター)
題目：Human Immunodeficiency Virus (HIV) の細胞内複製ダイナミクスと感染個体内における進化

日時：12 月 14 日 (木)13:00 – 13:30
講師：江夏 洋一 (東京理科大学)
題目：On a mosquito-borne disease transmission by Wolbachia infection

日時：12 月 14 日 (木)13:30 – 14:00
講師：Don Yueping (青山学院大学)
題目：Delayed feedback controls in an Escherichia coli and Tetrahymena system

日時：12 月 14 日 (木)14:00 – 14:30
講師：大泉 嶺 (国立社会保障・人口問題研究所)
題目：構造人口モデルにおける固有関数と生活史進化

日時：12 月 14 日 (木)14:40 – 15:10
講師：中田 行彦 (島根大学)
題目：Reinfection epidemic models in a heterogeneous host population

日時：12 月 14 日 (木)15:10 – 15:40
講師：大森 亮介 (北海道大学)
題目：Time evolution of Tajima's D of a pathogen during its outbreak

日時：12 月 14 日 (木)15:40 – 16:10
講師：Xu Yaya (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Mathematical analysis for HBV model and HBV-HDV coinfection model

日時：12 月 21 日 (木)16:30 – 18:00
講師：山道　真人 (東京大学大学院総合文化研究科)
題目：生態-進化フィードバックを理解するための理論的アプローチ

日時：2018 年 3 月 19(月)17:00 – 18:00
講師：杉山 友規 (東京大学生産技術研究所)
題目：Age 構造付き増殖過程の大偏差原理を用いた解析

FMSP レクチャーズ

日時：10 月 31 日 (火)16:00 – 17:00
講師：V. G. Romanov (Sobolev Institute of Mathematics)
題目：Some Geometric Aspects in Inverse Problems

日時：11 月 6 日 (月)17:00 – 18:00
講師：V. G. Romanov (Sobolev Institute of Mathematics)
題目：Phaseless inverse problems for Maxwell equations

日時：12 月 13 日 (水)17:00 – 17:45
講師：Anar Rahimov (The Institute of Control Systems of ANAS and Baku State University)
題目：An approach to numerical solution to inverse source problems with nonlocal conditions

日時：2018 年 1 月 16 日 (火)10:30 – 11:00
講師：Federico Pasqualotto (Princeton)
題目：Large data global solutions for the shallow water system in one space dimension

日時：2018 年 1 月 16 日 (火)11:00 – 11:30
講師：Naoto Kaziwara (U. Tokyo)
題目：Introduction to the maximal Lp-regularity and its applications to the quasi-linear parabolic equations

日時：2018 年 1 月 25 日 (木)15:00 – 16:30
講師：Norbert A'Campo (University of Basel)
題目：NUMERICAL ANALYSIS, COBORDISM OF MANIFOLDS AND MONODROMY.

日時：2018 年 2 月 21 日 (水)15:00 – 16:30
講師：Etienne Ghys (ENS de Lyon)
題目：The topology of singular points of real analytic curves I

日時：2018 年 2 月 22 日 (木)15:00 – 16:30
講師：Etienne Ghys (ENS de Lyon)
題目：The topology of singular points of real analytic curves II

日時：2018 年 2 月 23 日 (金)13:30 – 15:00
講師：Etienne Ghys (ENS de Lyon)
題目：The topology of singular points of real analytic curves III

日時：2018 年 3 月 23 日 (金)10:00 – 12:00
講師：Jørgen Ellegaard Andersen (Aarhus University)
題目：Geometric Recursion I

日時：2018 年 3 月 26 日 (月)10:00 – 12:00
講師：Jørgen Ellegaard Andersen (Aarhus University)
題目：Geometric Recursion II

東京無限可積分系セミナー

日時：5 月 30 日 (火)17:30 – 18:30
講師：岡田 聡一 (名大多元数理)
題目：C 型ルート系に付随した Q 関数

日時：11 月 10 日 (金)17:00 – 18:30
講師：Fabio Novaes (International Institute of Physics (UFRN))
題目：Chern-Simons, gravity and integrable systems.

日時：2018 年 2 月 6 日 (火)15:00 – 16:00
講師：桂 法称 (東大理物)
題目：１次元量子臨界系のサイン二乗変形

日時：2018 年 2 月 6 日 (火)16:30 – 17:30
講師：佐藤 僚 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：モジュラー不変性をもつ N=2 頂点作用素超代数の表現について

日時：2018 年 3 月 27 日 (火)15:00 – 16:00
講師：福住 吉喜 (東大物性研)
題目：シュラム・レヴナー発展とリウヴィル場理論

Kavli IPMU Komaba Seminar

日時：11 月 9 日 (木)13:30 – 14:30
講師：Edouard Brezin (lpt ens, Paris)
題目：Various applications of supersymmetry in statistical physics

古典解析セミナー

日時：6 月 1 日 (木)16:30 – 18:00
講師：池田 暁志 (東京大学 IPMU)
題目：Homological and monodromy representations of framed braid groups

社会数理コロキウム

日時：4 月 6 日 (木)15:00 – 16:00
講師：瀧　雅人 (理化学研究所 iTHES)
題目：光学迷彩を設計するための数理的手法

日時：7 月 21 日 (金)16:30 – 17:30
講師：藤原 洋 (株式会社ブロードバンドタワー 代表取締役会長兼社長 CEO)
題目：数理科学を原理とする第 4 次産業革命

日時：10 月 19 日 (木)17:00 – 18:30
講師：高島 克幸 (三菱電機 情報技術総合研究所)
題目：格子と同種写像に関するアルゴリズムの耐量子暗号への応用

離散数理モデリングセミナー

日時：4 月 26 日 (水)15:30 – 17:00
講師：土谷 洋平 (神奈川工科大学) 題目：nonlocal な古典可積分系に関する最近の話題

日時：10 月 31 日 (火)15:30 – 16:30
講師：Fon-Che Liu (National Taiwan University)
題目：A hierarchy of approximate regularity of functions

日時：10 月 31 日 (火)16:30 – 17:30
講師：Basile Grammaticos (Université de Paris VII・XI)
題目：The end of the World

日時：11 月 1 日 (水)17:00 – 18:00
講師：Basile Grammaticos (Université de Paris VII・XI)
題目：Discrete Painlevé equations associated with the E8 group

日時：2018 年 1 月 17 日 (水)17:00 – 17:50
講師：Samuel Colin (CBPF, Rio de Janeiro, Brasil)
題目：Quantum matter bounce with a dark energy expanding phase

日時：2018 年 1 月 17 日 (水)17:50 – 18:40
講師：Thomas Durt (Aix Marseille Université, Centrale Marseille, Institut Fresnel)
題目：Mass of the vacuum: a Newtonian perspective

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

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

金光　秋博
ファノ多様体や有理等質多様体の研究

大内　元気
代数多様体上の連接層の導来圏について

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

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

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

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

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
(g，K) 加群の導来代数幾何学的枠組み

剱持　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

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

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ヴィエ・ストークス方程式の解析

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

LIU, Yikan [劉　逸侃]
結晶成長と特異拡散の数学解析とその応用

♣新　規

跡部　発
保型形式のリフティングと保型表現の分類

丸橋　広和
Lie 群の作用の剛性

高棹　圭介
保存則を持つ曲面の発展問題の解析

永野　中行
K3 曲面の周期写像と微分方程式による類体の構成

田内　大渡
実球多様体と無限次元表現

レオンチエフ　オレクシィ [LEONTIEV, Oleksii]
対称性破れの作用素

松原　宰栄
Gauss-Manin 系の代数解析学の深化

佐藤　謙太
F 純閾値の昇鎖条件について

片岡　武典
岩澤理論的手法によるイデアル類群の研究

只野　之英
離散シュレーディンガー作用素の長距離散乱および格子幅 0 における漸近解析

張　龍傑 [ZHANG, Longjie]
結晶表面の成長現象の数学解析

大井 雅雄
調和解析的観点からの Langlands 関手性の研究

加藤 本子
一般化トンプソン群の CAT(0) 方体複体への群作用の研究

小関　直紀
安定性条件を用いた双有理幾何学の研究

田森　宥好
極小表現の幾何と解析

浅尾　泰彦
ストリングトポロジーのオービフォールドへの拡張

坂本　龍太郎
Stark 系の一般論と Selmer 群の研究

谷口　正樹
低次元多様体に対するゲージ理論的不変量の研究

岩井　雅崇
直線束の最小特異計量の具体的な構成とそのザリスキー分解可能性の判定への応用

平良　晃一
多様体の幾何構造とその上のシュレディンガー方程式の関係

佐藤　玄基
単体的手法によるホモトピー型理論の研究

DING, Weiwei [丁　維維]
反応拡散方程式および関連する自由境界問題における広がり波面の研究

GRIETTE, Quentin
数学とその進化疫学への応用

9. 平成 29 年度 ビジターリスト

Visitor List of the Fiscal Year 2017

平成 29 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 2017 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 2017.

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 2017.

- Zhongtao Wu (The Chinese University of Hong Kong・中国）4/1–4/5
- Adam Kubica (ワルシャワ工科大学・ポーランド) 4/2–4/12
- Katarzyna Ryszewska (ワルシャワ工科大学・ポーランド) 4/2–4/12
- Yihong Du (ニューイングランド大学・オーストラリア) 4/2–4/12
- David Nualart (Kansas University・米国) 4/17–4/23
- Richard Hain (Duke University・米国) 5/20–5/27
- Florian Naef (Geneva 大学・スイス) 5/20–6/2
- Christine Vespa (Strasbourg 大学・フランス) 5/22–5/26
- Gwenael Massuyeau (Strasbourg 大学/CNRS・フランス) 5/22–5/26
- Frédéric Jouhet (Université Claude Bernard Lyon 1・フランス）5/23–5/23
- 伊東 一文 (North Carolina State University・米国) 5/28–6/4
- Bong Lian (ブランダイス大学・米国) 5/28–6/6
- Salma Nasrin (ダッカ大学・) 6/4–6/16
- Ming-Cheng Shiue (National Chiao Tung University・台湾) 6/21–7/6
- 伊東 一文 (North Carolina State University・米国) 6/25–6/28
- David Kerr (Texas A&M 大学・米国) 6/26–6/27
- 伊東 一文 (North Carolina State University・米国) 7/1–7/11
- Richard Stanley (Massachusetts Institute of Techonology・米国) 7/5–7/8
- 加藤 和也 (シカゴ大学・米国）7/5–9/25
- Olivier Pierre-Louis (リヨン大学・フランス) 7/10–7/11
- Olivier Pierre-Louis (リヨン大学・フランス) 7/14–7/15
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 7/15–7/25

- Jin Cheng (復旦大学・中国) 7/31–8/28
- Dinghua Xu (Zhejiang Sci-Tech University・中国) 7/31–8/28
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 8/12–8/20
- Sebastian Holtz (Humboldt University of Berlin・ドイツ) 8/21–9/10
- Ali Baklouti (Sfax 大学・チュニジア) 8/22–8/30
- Guojie Zheng (河南師範大学・中国) 9/8–10/15
- David Croydon (The University of Warwick・イギリス) 9/15–12/10
- Christophe Mourougane (レンヌ大学・フランス) 9/25–9/27
- Marc Wrona (ダルムシュタット工科大学・ドイツ) 9/25–18/3/21
- Ahmed Abbes (IHES・フランス) 10/2–10/31
- Klaus Kress (ダルムシュタット工科大学・ドイツ) 10/2–18/4/6
- 伊東 一文 (North Carolina State University・米国) 10/7–10/15
- Dinh Tien Cuong (National University of Singapore・シンガポール) 10/10–11/7
- Vladimir G.Romanov (Sobolev Institute of Mathematics・ロシア) 10/15–11/14
- Olivier Pierre-Louis (リヨン大学・フランス) 10/19–10/29
- 加藤 和也 (シカゴ大学・米国）10/23–12/31
- Marcel J. Rost (Leiden University・オランダ）10/24–10/27
- Robert Nürnberg (Imperial College London・イギリス) 10/24–10/27
- Dionisios Margetis (University of Maryland・米国) 10/24–10/29
- Stefano Olla (Université Paris-Dauphine・フランス) 10/25–11/9
- Roberto Svaldi (ケンブリッジ大学・イギリス) 10/27–11/1
- Ciprian Tudor (Université Lille 1・フランス) 10/29–11/7
- Basile Grammaticos (パリ第７・１１大学・フランス) 10/30–11/2
- Zhan Li (Beijing University・中国) 10/30-11/7
- Fabio Novaes (International Institute of Physics・ブラジル) 10/30–11/30
- Martin Hairer (The University of Warwick・イギリス) 11/3–11/8
- Xue-Mei Li (The University of Warwick・イギリス) 11/3–11/8
- Oleg Emanouilov（Colorado State University・米国）11/5-11/12
- Edouard Brezin (École Normale Supérieure・フランス) 11/5–11/18
- Milton Jara (Universite de Nice Sophia-Antipolis・ブラジル) 11/6–11/10
- Cedric Bernardin (Universite de Nice Sophia-Antipolis・フランス) 11/6–11/10
- Nicolas Perkowski (Humboldt-Universitat zu Berlin・ドイツ) 11/6–11/10

- Sunder Sethuraman (University of Arizona・米国) 11/6–11/10
- Fabio Toninelli (University Lyon 1・フランス) 11/6–11/10
- Bartek Blaszczyszyn（INRIA-ENS・フランス）11/9–11/10
- Fanny Kassel（IHES・フランス）11/6–11/19
- Balázs Pozsgay (Budapest University of Technology and Economics･ハンガリー) 11/11–11/18
- Georg Schumacher (マールブルク大学・ドイツ) 11/13–11/17
- Meng Chen（Fudan University・中国）11/13–11/17
- Juan Orendain （メキシコ自治大学・メキシコ）11/13–12/15
- Barry Green (African Institute for Mathematical Sciences ・南アフリカ共和国) 11/15–11/18
- Frédéric Campana（Nancy University/KIAS・フランス）11/20–11/24
- Pieter Naaijkens （RWTH Aachen University・ドイツ）11/23–12/9
- Thomas Quella (The University of Melbourne・オーストラリア) 11/23–12/10
- Jin Cheng（Fudan University・中国）11/26–12/2
- Jijun Liu（Southeast University・中国）11/26–12/2
- Xiang Xu（Zhejiang University・中国）11/26–12/2
- Gang Bao（Zhejiang University・中国）11/26–12/3
- Johannes Elschner（Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics・ドイツ）11/26–12/9
- Sang-hyun Kim（Seoul National University・韓国）11/27–11/29
- Jialin Hong（中国科学院　数学與系統科学研究院・中国）11/27–11/30
- Tiangang Lei（国家自然科学基金委員会 数理科学部・中国）11/27–12/1
- Won-Kwang Park（Kookmin University・韓国）11/27–12/3
- Shuai Lu（Fudan University・中国）11/29–12/2
- 伊東　一文（North Carolina State University・米国）12/3–12/17
- Alex Mahalov (アリゾナ州立大学・米国) 12/6–12/17
- JongHae Keum（KIAS・韓国）12/8–12/8
- Anar Rahimov（Baku State University・アゼルバイジャン）12/10–12/17
- Gerard van der Geer (アムステルダム大学コルテヴェーグドブリース研究所･オランダ) 12/12–12/15
- I-Kun Chen（National Taiwan University・台湾）12/13–12/15
- Linquan Ma（University of Utah・米国）12/14–12/15
- Danielle Hilhorst（CNRS・フランス）12/15–12/22

- 森　洋一朗（ミネソタ大学・米国）12/15–12/27
- Oleg Emanouilov（Colorado State University・米国）2018/1/2–2018/1/10
- Ibtissem Ben Aicha（ビゼルト大学・チュニジア）2018/1/5–2018/1/20
- Thomas Durt（Ecole Centrale de Marseille・Institut Fresnel・フランス）2018/1/15–2018/1/26
- Mohamed Hatifi（Ecole Centrale de Marseille ・Institut Fresnel・フランス）2018/1/15–2018/1/26
- Samuel Colin（CBPF - Rio de Janeiro・ブラジル）2018/1/15–2018/1/28
- Eric Soccorsi（Aix Marseille University・フランス）2018/1/17–2018/1/24
- Jijun Liu（東南大学・中国）2018/1/18–2018/2/13
- Michael Groechenig（FU Berlin・ドイツ）2018/1/19–2018/1/23
- Fikret Gólgeleyen（Buelent Ecevit University・トルコ）2018/1/21–2018/2/11
- Zhiyuan Li（山東理工大学・中国）2018/1/23–2018/2/24
- Dinghua Xu（上海財経大学・中国）2018/1/27–2018/2/24
- Ioane Muni Toke（Centrale　Supelec・フランス）2018/1/28–2018/2/3
- Giuseppe Floridia（Napoli University・イタリア）2018/1/29–2018/2/11
- Yukai Yang (Uppsala University・スウェーデン) 18/1/31–18/2/9
- Yuliya　Mishura (Taras Shevchenko National University of Kyiv・ウクライナ)18/2/1–18/2/9
- Xiang Xu（浙江大学・中国）2018/2/1–2018/2/14
- Shuai Lu（復旦大学・中国）2018/2/3–2018/2/12
- Luca Lorenzi（Parma University・イタリア）2018/2/3–2018/2/15
- Cheng Jin（復旦大学・中国）2018/2/3–2018/2/24
- Cheng Hua（復旦大学・中国）2018/2/4–2018/2/17
- Piermarco Cannarsa（ローマ大学ＩＩ・イタリア）2018/2/5–2018/2/11
- Shumin Li（University of Science and Technology of China・中国）2018/2/5–2018/2/13
- Guanghui Hu（Beijing Computational Science Research Center・中国）2018/2/11–2018/2/15
- Adrien Kassel（ENS Lyon・フランス）2018/2/15–2018/2/21
- 長藤かおり（カールスルーエ工科大学・ドイツ）2018/2/17–2018/2/25
- Michael Plum（カールスルーエ工科大学・ドイツ）2018/2/17–2018/2/25
- Jin Wen（西北師範大学・中国）2018/2/18–2018/3/19
- Etienne Ghys（ENS Lyon・フランス）2018/2/19–2018/2/23
- Laurent Berger（ENS Lyon・フランス）2018/2/19–2018/2/23
- Marco Mazzucchelli（ENS Lyon・フランス）2018/2/19–2018/2/23

- Denis Serre（ ENS Lyon・フランス）2018/2/19–2018/2/23
- Adam Kubica（ワルシャワ工科大学・ポーランド）2018/2/20–2018/3/8
- Katarzyna Ryszewska（ワルシャワ工科大学・ポーランド）2018/2/20–2018/3/8
- Arnaud Gloter（University of　Evry Val dÉssonne・フランス）2018/2/26–2018/3/5
- Bernadette Miara（パリ工科大学・フランス）2018/2/27–2018/3/28
- Luc Illusie (パリ南大学・フランス) 18/3/1–18/3/31
- Luca Rizzi（Udine University・イタリア）2018/3/1–2018/5/1
- 伊東　一文（North Carolina State University・米国）2018/3/4–2018/3/13
- Oleg Emanouilov（Colorado State University・米国）2018/3/10–2018/3/18
- Caucher Birkar (ケンブリッジ大学・イギリス) 2018/3/11–2018/3/31
- Stefano Iacus（University of Milan・イタリア）2018/3/12–2018/3/17
- 加藤　和也（シカゴ大学・米国）2018/3/12–2018/3/26
- Ibtissem Ben Aicha（ビゼルト大学・チュニジア）2018/3/13–2018/3/27
- Jørgen Ellegaard Andersen（Aarhus University・デンマーク）2018/3/15–2018/3/28
- Helene Esnault （Berlin Free University・ドイツ）2018/3/28–2018/3/31

索 引

● アルファベット順

A

AIDA Shigeki (会田 茂樹) 1
ARAI Hitoshi (新井 仁之) 3
ASAKA Takeru (浅香 猛) 287
ASANO Tomohiro (浅野 知紘) 231
ASAO Yasuhiko (浅尾 泰彦) 263
ASOU Kazuhiko (麻生 和彦) 123
ASUKE Taro (足助 太郎) 73
ATOBE Hiraku (跡部 発) 156

B

Bacaër, Nicolas 133
Bao Yuanyuan (鮑 園園) 127
BEKKI Hohto (戸次 鵬人) 249
Burkin, Sergei 285

C

CHEN Weichung (陳 韋中) 279
CHIBA Kohei (千葉 航平) 299
CHIBA Yuki (千葉 悠喜) 277
CHIHARA Ryohei(茅原 涼平) 278

D

DIAS ALEXIOU Carolina 255

E

EJIMA Shun(江島 駿) 289
EJIRI Sho (江尻 祥) 156

F

FEIGIN Boris 135
FUJIWARA Takeo (藤原 毅夫) 132
FUKUOKA Takeru (福岡 尊) 248
Furukawa Katsuhisa (古川 勝久) 165
FURUKAWA Ken (古川 賢) 282
FURUTA Mikio (古田 幹雄) 55
FUTAKI Akito (二木 昭人) 53

G

GIGA Mi-Ho (儀我 美保) 177
GIGA Yoshikazu (儀我 美一) 20
GOCHO Toru (牛腸 徹) 125
GONGYO Yoshinori (權業 善範) 89
GOTO Yukimi (後藤 ゆきみ) 236

H

HASEGAWA Ryu (長谷川 立) 106
HASHIMOTO Kenji (橋本 健治) 190
HAYASE Tomohiro (早瀬 友裕) 247
HAYASHI Shuhei (林 修平) 107
HAYASHI Takuma (林 拓磨) 222
HAYASHI Tatsuya (林 達也) 191
HE Zhuofeng (賀 卓豊) 208
HIRACHI Kengo (平地 健吾) 52
HIRANO Yuichi (平野 雄一) 192
HIRAYAMA Kazuki(平山 和貴) 302
HOMMA Mitsuru(本間 充) 151
HOSONO Genki (細野 元気) 224
HSU Penyuan (許 本源) 195
HUANG Xinchi (黄 欣馳) 259

I

ICHII Shingo (一井 信吾) 74
IKE Yuichi (池 祐一) 204
IMAI Naoki (今井 直毅) 75
IMAMURA Shiro (今村 志郎) 267
INABA Hisashi (稲葉 寿) 6
INATSUGU Haruhiko (稲次 春彦) 266
INAYAMA Takahiro (稲山 貴大) 287
INOUE Daisuke(井上 大輔) 174
INOUE Eiji (井上 瑛二) 288
INOUE Yuki (井上 裕貴) 289
ISHIBASHI Tsukasa (石橋 典) 264
ISHIHARA Hideki (石原 秀紀) 287
ITO Noboru (伊藤 昇) 172
ITO Ryo (伊藤 涼) 173
ITO Yohei (伊藤 要平) 266
IWAI Masataka (岩井 雅崇) 268
IWASA Ryomei (岩佐 亮明) 205

J

JIMÉNEZ PASCUAL Adrián 223

K

KAJIWARA Naoto (梶原 直人) 233
KANAI Masahiko (金井 雅彦) 15
KANEMITSU Akihiro (金光 秋博) 158
KANNAKA Kazuki (甘中 一輝) 292
KASHIWABARA Takahito (柏原 崇人) 138
KATAOKA Takenori (片岡 武典) 235
KATAOKA Toshitaka (片岡 俊孝) 124
KATO Akishi (加藤 晃史) 78
KATO Hiroki (加藤 大輝) 269
KATO Motoko (加藤 本子) 210
KATO Yuya（加藤 佑矢） 292
KAWAHIGASHI Yasuyuki (河東 泰之) 16
KAWAMATA Yujiro (川又 雄二郎) 18
KAWAMOTO Atsushi (川本 敦史) 176
KAWASHIMA Yumehito (川島 夢人) 211
KAWAZUMI Nariya (河澄 響矢) 80
KEMMOCHI Tomoya (剱持 智哉) 212
KIDA Yoshikata (木田 良才) 85
KIM Donghyun 258
KIM Minkyu 294
KIMURA Akitoshi (木村 晃敏) 211
KINOSHITA Yoshiki (木下 慶紀) 269
KITAOKA Akira (北岡 旦) 293
KITAYAMA Takahiro (北山 貴裕) 83
KIYONO kazuhiko (清野 和彦) 124
KOBAYASHI Toshiyuki (小林 俊行) 27
KODAMA Hiroki (児玉 大樹) 136
KOHNO Toshitake (河野 俊丈) 24
KOIKE Yuta (小池 祐太) 87
KONNO Hokuto (今野 北斗) 237
KOSEKI Naoki (小関 直紀) 270
KUSUOKA Shigeo(楠岡 成雄) 131

L

Leontiev Oleksii 256
LI Huanyuan (李 煥元) 262
LIN Dexie (林 德燮) 285
LIU Yikan (劉 逸侃) 169

M

MAETA Keiichi(前多 啓一) 302
MARUHASHI Hirokazu (丸橋 広和) 166
MASE Takafumi (間瀬 崇史) 144
MATANO Hiroshi (俣野 博) 57
MATSUBA Shogo (松葉 省吾) 303
MATSUBARA Saiei(松原 宰栄) 225
MATSUI Chihiro (松井 千尋) 108
MATSUO Atsushi (松尾 厚) 110
MATSUOKA Takuo (松岡 拓男) 200
MATSUZAWA Yohsuke (松澤 陽介) 250
MATUMOTO Hisayosi (松本 久義) 111
MIEDA Yoichi (三枝 洋一) 114
MIKAMI Keita (三上 渓太) 252
MINEGISHI Ryu (峰岸 龍) 304
MIURA Tatsu-Hiko (三浦 達彦) 251
MIYAMOTO Yasuhito (宮本 安人) 116
MIYASHITA Masaru(宮下 大) 282
MIYAZAKI Hiroyasu (宮崎 弘安) 201
MIZUTA Kai (水田 開) 304
MORI Michiya (森 迪也) 304
MORI Ryunosuke (森 龍之介) 227
MORIWAKI Yuto (森脇 湧登) 284
MURATA Noboru (村田 昇) 152

N

Nagamachi Ippei (長町 一平) 220
NAGANO Atsuhira (永野 中行) 161
NAGAOKA Masaru (長岡 大) 280
NAGAYAMA Izumi (長山 いづみ) 151
NAKAGAWA Junichi (中川 淳一) 149
NAKAHAMA Ryosuke (中濱 良祐) 184
NAKAI Kengo (中井 拳吾) 279
NAKAJIMA Sachiko (中島 さち子) 183
NAKAMURA Inasa (中村 伊南沙) 187
NAKAMURA Makoto (中村 允一) 246
NAKAMURA Shu (中村 周) 50
NAKAMURA Yusuke (中村 勇哉) 126
NAKANISHI Toru (中西 徹) 300
NAKATSUKA Shigenori (中塚 成徳) 300
NAKAYASU Atsushi (中安 淳) 142
NAMBA Tokinaga (難波 時永) 163
NOBUTA Moeka (信田 萌伽) 301
NOJIMA Ryo (野島 遼) 281
NOMURA Ryosuke (野村 亮介) 188
NOZAKI Yuta (野崎 雄太) 220

O

OGATA Yoshiko (緒方 芳子) 10
OGUISO Keiji (小木曽 啓示) 12
OHASHI Ko(大橋 耕) 207
Ohta Yoshihiro (大田 佳宏) 129
OI Masao (大井 雅雄) 232
OKUDA Takayuki (奥田 喬之) 175
ONOUE Fumihiko (尾上 文彦) 290
OSAWA Rinsei(大澤 綸正) 290
OTA Koichi (太田 紘一) 290

S

SAITO Norikazu (齊藤 宣一) 36
SAITO Takeshi (斎藤 毅) 34
SAKAI Hidetaka (坂井 秀隆) 90
SAKAKIBARA Koya (榊原 航也) 180
SAKAMOTO Ryotaro(坂本 龍太郎) 271
SAKASAI Takuya (逆井 卓也) 92
SANO Taketo (佐野 岳人) 295
SANO Yuta (佐野 悠太) 295
SASADA Makiko (佐々田 槙子) 94
SATO Genki (佐藤 玄基) 271
SATO Kenta (佐藤 謙太) 239
SATO Ryo (佐藤 僚) 199
SEKIGUCHI Hideko (関口 英子) 99
SEKINO Nozomu (関野 希望) 274
SHENG Xiaobing 272
SHIBATA Kohsuke (柴田 康介) 182
SHIHO Atsushi (志甫 淳) 39
SHIMAMOTO Naoya (島本 直弥) 240
SHIMOMURA Akihiro (下村 明洋) 97
SHIMONO Yota (下野 遥大) 241
SHIRAISHI Junichi (白石 潤一) 98
SUDA Hayate (須田 颯) 296
SUNAHARA Yuu (砂原 由宇) 296
SUZUKI Masamitsu (鈴木 将満) 295
SUZUKI Takumi (鈴木 拓海) 273

T

TADANO Yukihide (只野 之英) 245
TAGUCHI Kazutoshii (田口 和稔) 244
TAIRA Kouichi (平良 晃一) 274
TAKAGI Hiromichi (高木 寛通) 102
TAKAGI Shunsuke (高木 俊輔) 100
TAKASAO Keisuke (高棹 圭介) 159
TAKAYAMA Shigeharu (高山 茂晴) 41
TAKEUCHI Daichi (竹内 大智) 297
TAKEUCHI Yasuhiro (竹内 康博) 148
TAKEUCHI Yuya (竹内 有哉) 244
TAKIGIKU Motoki (滝聞 太基) 243
TAMAO Takuji (玉尾 琢治) 298
TAMORI Hiroyoshi (田森 宥好) 276
TANAKA Hiromu (田中 公) 103
TANAKA Junha (田中 淳波) 215
TANAKA Toshiki (田中 俊輝) 298
TANAKA Yuichiro (田中 雄一郎) 139
TANIGUCHI Masaki (谷口 正樹) 275
TANIMURA Yoshinori (谷村 慈則) 216
TATSUKAWA Yuuki (達川 雄貴) 297
TAUCHI Taito (田内 大渡) 242
TERADA ITARU (寺田 至) 104
TERASOMA Tomohide (寺杣 友秀) 46
TEZUKA Takenori (手塚 峻典) 246
TOJO Koichi (東條 広一) 218
TOKIHIRO Tetsuji (時弘 哲治) 48
TSUBOI Takashi (坪井 俊) 44
TSUCHIOKA Shunsuke (土岡 俊介) 140
TSUCHIYA Masaaki (土屋 正朗) 298
TSUJI Shunsuke (辻 俊輔) 217
TSUJI Takeshi (辻 雄) 43

U

UEDA Kazushi (植田 一石) 77
UEDA Yuki(上田 祐暉) 206
UEKI Jun (植木 潤) 197

W

WADA Satoshi (和田 智史) 307
WAKABAYASHI Yasuhiro (若林 泰央) 146
WAKATSUKI Shun (若月 駿) 254
WATANABE Jun (渡部 淳) 255
WILLOX Ralph 69

X

XIAO Dongyuan (蕭 冬遠) 260

Y

YAHIRO Kohei (八尋 耕平) 194
YAMAMOTO Masahiko (山本 雅彦) 306
YAMAMOTO Masahiro (山本 昌宏) 62
YAMASHITA Fumitoshi (山下 文稔) 305
YAYAMAMOTO Yuto (山本 悠登) 228
YOKOYAMA Etsuro (横山 悦郎) 153
YOKOYAMA Keiichi (横山 慶一) 253
YONEDA Tsuyoshi (米田 剛) 120
YOSHIDA Jun (吉田 純) 229
YOSHIDA Nakahiro (吉田 朋広) 65
YOSHINO Taro (吉野 太郎) 119

Z

ZHANG Longjie (張 龍傑) 261

● 五十音順

あ

会田 茂樹 1
浅尾 泰彦 263
浅香 猛 287
浅野 知紘 231
足助 太郎 73
麻生 和彦 123
跡部 発 156
新井 仁之 3

い

池 祐一 204
石橋 典 264
石原 秀紀 287
一井 信吾 74
伊藤 昇 172
伊藤 要平 266
伊藤 涼 173
稲次 春彦 266
稲葉 寿 6
稲山 貴大 287
井上 瑛二 288
井上 大輔 174
井上 裕貴 289
今井 直毅 75
今村 志郎 267
岩井 雅崇 268
岩佐 亮明 205

う

ウィロックス ラルフ 69
植木 潤 197
植田 一石 77
上田 祐暉 206

え

江島 駿 289
江尻 祥 156

お

大井 雅雄 232
大澤 綸正 290
太田 紘一 290
大田 佳宏 129
大橋 耕 207
緒方 芳子 10
小木曽 啓示 12
奥田 喬之 175
尾上 文彦 290

か

柏原 崇人 138
梶原 直人 233
片岡 武典 235
片岡 俊孝 124
賀 卓豊 208
加藤 晃史 78
加藤 大輝 269
加藤 本子 210
加藤 佑矢 292
金井 雅彦 15
金光 秋博 158
川島 夢人 211
河澄 響矢 80
河東 泰之 16
川又 雄二郎 18
川本 敦史 176
甘中 一輝 292

き

儀我 美保 177
儀我 美一 20
北岡 旦 293
北山 貴裕 83
木田 良才 85
木下 慶紀 269
キムドンヒョン 258
キムミンギュ 294
木村 晃敏 211
清野 和彦 124

く

楠岡 成雄 131

け

剱持 智哉 212

こ

小池 祐太 87
コウ キンチ 259
河野 俊丈 24
小関 直紀 270
児玉 大樹 136
牛腸 徹 125
後藤 ゆきみ 236
小林 俊行 27
權業 善範 89
今野 北斗 237

さ

斎藤 毅 34
齊藤 宣一 36
坂井 秀隆 90
榊原 航也 180
逆井 卓也 92
坂本 龍太郎 271
佐々田 槙子 94
佐藤 玄基 271
佐藤 謙太 239
佐藤 僚 199
佐野 岳人 295
佐野 悠太 295

し

シェン シャオビン 272
柴田 康介 182
志甫 淳 39
島本 直弥 240
下野 遥大 241
下村 明洋 97
シュウ ベンユエン 195
ショウ トウエン 260
白石 潤一 98

す

鈴木 拓海 273
鈴木 将満 295
須田 颯 296

砂原 由宇 296

せ

関口 英子 99
関野 希望 274

た

平良 晃一 274
田内 大渡 242
高木 俊輔 100
高木 寛通 102
高棹 圭介 159
高山 茂晴 41
滝聞 太基 243
田口和稔 244
竹内 大智 297
竹内 康博 148
竹内 有哉 244
只野 之英 245
達川 雄貴 297
田中 淳波 215
田中 俊輝 298
田中 公 103
田中 雄一郎 139
谷口 正樹 275
谷村 慈則 216
玉尾 琢治 298
田森 宥好 276

ち

千葉 航平 299
千葉 悠喜 277
茅原 涼平 278
チョウ リュウケツ 261
チン イチュウ 279

つ

辻 俊輔 217
辻 雄 43
土岡 俊介 140
土屋 正朗 298
坪井 俊 44

て

ディアス アッレクシーウ カロリーナ 255
手塚 峻典 246
寺杣 友秀 46
寺田 至 104

と

東條 広一 218
時弘 哲治 48

な

中井 拳吾 279
長岡 大 280
中川 淳一 149
中島 さち子 183
中塚 成徳 300
中西 徹 300
永野 中行 161
中濱 良祐 184
長町 一平 220
中村 伊南沙 187
中村 周 50
中村 允一 246
中村 勇哉 126
中安 淳 142
長山 いづみ 151
難波 時永 163

の

野崎 雄太 220
野島 遼 281
信田 萌伽 301
野村 亮介 188

は

バオ ユアンユアン 127
バカエル 二コラ 133
橋本 健治 190
長谷川 立 106
林 修平 107
林 拓磨 222
林 達也 191
早瀬 友裕 247

ひ

ヒメネス パスクアル アドリアン 223
平地 健吾 52
平野 雄一 192
平山 和貴 302

ふ

フェイギン ボリス 135
福岡 尊 248
藤原 毅夫 132
二木 昭人 53
古川 勝久 165
古川 賢 282
ブルキン セルゲイ 285
古田 幹雄 55

へ

戸次 鵬人 249

ほ

細野 元気 224
本間 充 151

ま

前多 啓一 302
間瀬 崇史 144
俣野 博 57
松井 千尋 108
松尾 厚 110
松岡 拓男 200
松澤 陽介 250
松葉 省吾 303
松原 宰栄 225
松本 久義 111
丸橋 広和 166

み

三浦 達彦 251
三枝 洋一 114
三上 渓太 252
水田 開 304
峰岸 龍 304
宮崎 弘安 201
宮下 大 282

宮本 安人 116

む

村田 昇 152

も

森 迪也 304
森 龍之介 227
森脇 湧登 284

や

八尋 耕平 194
山下 文稔 305
山本 雅彦 306
山本 昌宏 62
山本 悠登 228

よ

横山 悦郎 153
横山 慶一 253
吉田 純 229
吉田 朋広 65
吉野 太郎 119
米田 剛 120

り

リ カンゲン 262
リュウ イッカン 169
リン デジー 285

れ

レオンチエフ アレックス 256

わ

若月 駿 254
若林 泰央 146
和田 智史 307
渡部 淳 255

研究成果報告書　平成２９年度
(Annual Report　2017)

編 集 発 行

〒153-8914 東京都目黒区駒場 3-8-1
東京大学大学院数理科学研究科　主任室
平成 29 年度担当　稲葉　寿
福井 伸江