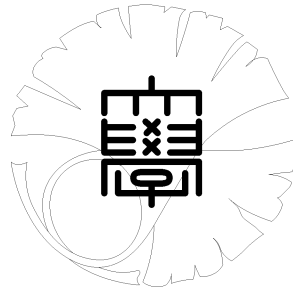


# 研 究 成 果 報 告 書

平 成 22 年 度

Annual Report  
2010



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

## Preface

年度末に近い3月11日の午後2時46分東北地方を中心とする巨大地震が発生した。このときを境にして「平時」では当たり前だった前提条件が次々と崩れていった。当日は筆者も帰宅難民として当研究科棟に宿泊した。少しでも被災地の役に立とうと義援金や支援物資を送ったりボランティアに参加することを希望する若手研究者もあった。現在研究科棟では節電のため暖房を止めエレベーターの使用を自粛している。放射能汚染や電力不足を警戒して外国人ビジターのキャンセルも始まった。

この小冊子に掲載する研究成果は主に震災前のものである。しかし我が国の数学研究と人材育成の拠点である当研究科の歩みが止まることはこれからもないであろう。

国際化は当研究科の重要なテーマの一つである。今年度も多数のGCOEカンファレンスを初めとする国際研究集会が頻繁に開催された。これに伴い多くの外国人研究者が当研究科を訪れた。その中には講演者ではない外国人研究者も多く含まれていた。開かれた研究科の国際化の進展は喜ばしいことである。一方、「組織的な若手研究者等海外派遣プログラム」による若手研究者の海外派遣が始まった。日本人の内向き指向が懸念される中、従来からあるGCOEによる若手研究者海外派遣事業と併せて若手研究者の視野の拡大に貢献することが期待される。

東京大学のGCOE「数学新展開の研究教育拠点」と九州大学のGCOE「マス・フォア・インダストリー教育研究拠点」の共催で、数学の産業への応用を探る「スタディ・グループ・ワークショップ」が当研究科で開催された。問題提示から問題解決までを1週間で行うというこのような試みは我が国では初めてのものであり、これからも継続して開催されることになっている。

アウトリーチ活動の一環として、日本数学会の斡旋で「ジャーナリスト・イン・レジデンス」という取り組みが始まった。これも我が国では初めてのことである。共同通信、毎日新聞の記者および2名のフリー・ジャーナリストが2週間ほどの日程で当研究科に滞在し、普段着の数学者の生態を観察した。数学者の活動がより多くの機会にまた正確にメディアで報道されるようになることが期待される。また、公開講座「複素数の話」が開催された。毎年恒例の公開講座は今年度は輪番により代数班の担当であった。200名近くの聴講者を得て盛況であった。そのほか、例年どおり高校生のための現代数学講座や中学生のための玉原数学教室が玉原国際セミナーハウスで開催された。

博士課程2年の佐々田槇子氏が第1回日本学術振興会育志賞を受賞した。この賞には各大学長および各学会長から推薦された206名の中から17名が選ばれ、東京大学からは3名が選ばれた。その中の一人ということは数学1%論を大きく超えるものであり快挙といえる。基礎科学分野における優秀な若手研究者の育成が長い目で見た国の発展にとって不可欠であるという叡慮の現れであると理解したいと思う。佐々田氏は東京大学総長大賞も受賞した。これで当研究科は3年連続で総長賞受賞者を出したことになる。

教員からも多くの受賞者を輩出した。儀我美一教授が秋の褒章で紫綬褒章を受章した。小林俊行教授が井上學術賞を受賞した。中村周教授が日本数学会解析学賞を受賞した。志甫淳准教授が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た。

例年と同じく多くの教員の異動があった。今年度は4月に広島大学から松本真教授が加わった。一方10月には、Georg Weiss 准教授がデュッセルドルフのハインリッヒ・ハイネ大学へ教授として転出した。来年度4月からは東京工業大学から石井志保子教授が、名古屋大学から金井雅彦教授が、首都

大学東京から下村明洋准教授が、東京工業大学から吉野太郎准教授が加わる予定である。一方、小沢登高准教授が京都大学数理解析研究所へ転任することになった。特任教員では、10月に中岡宏行特任助教が鹿児島大学准教授に、2月に阿部紀行特任助教が北海道大学助教に栄転した。また来年度4月には、永井保成特任助教が早稲田大学専任講師に、奈良光紀特任助教が岩手大学准教授に栄転する。さらに、Raphael Ponge 特任准教授は来年度10月からソウル大学教授に就任する予定である。外国人教員では、ベルサイユ・サンカンタン大学の Jean-Pierre Puel 教授、パリ南大学の Luc Illusie 教授、レンヌ大学の Ahmed Abbès 教授、ナント大学の Andrei Pajitonov 教授がそれぞれ半年間滞在した。

最後に日頃から我慢強く研究者たちの活動を支えて下さっている事務職員の方々に感謝を捧げる。

平成 23 ( 2011 ) 年 4 月  
東京大学大学院数理科学研究科  
平成 22 年度専攻長 川又雄二郎

## 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	6 6
● 助教	1 0 9
● 特任教授	1 1 2
● 特任准教授	1 1 5
● 特任助教	1 1 7
● 外国人客員教授・准教授	1 3 2
● 連携併任講座 – 客員教授・准教授	1 3 5
● 学振特別研究員	1 4 3
● 特任研究員	1 5 8
● J S T さきがけ研究員	1 8 1
● 博士課程学生	1 8 3
● 修士課程学生	2 3 1
● 研究生	2 4 6
2. 学位取得者	
● 博士号取得者	2 4 8
● 修士号取得者	2 5 1
3. 学術雑誌 – 東大数理科学ジャーナル第 1 7 巻	2 5 5
4. プレプリント・シリーズ	2 5 7
5. 公開講座・研究集会等	2 5 9
6. 談話会	2 7 2
7. 公開セミナー	2 7 3
8. 日本学術振興会特別研究員採用者 (研究課題) リスト	2 9 8
9. 平成 2 2 年度ビジターリスト	3 0 1

# CONTENTS

Preface

Format of the Individual Research Activity Reports

1. Individual Research Activity Reports	
• Professor	1
• Associate Professor	6 6
• Research Associate	1 0 9
• Project Professor	1 1 2
• Project Associate Professor	1 1 5
• Project Research Associate	1 1 7
• Foreign Visiting (Associate) Professor	1 3 2
• Special Visiting Chair – Visiting (Associate) Professor	1 3 5
• JSPS Fellow	1 4 3
• Project Researcher	1 5 8
• JST Sakigake Researcher	1 8 1
• Doctoral Course Student	1 8 3
• Master’s Course Student	2 3 1
• Research Student	2 4 6
2. Graduate Degrees Conferred	
• Doctoral—Ph.D. : conferee, thesis title, and date	2 4 8
• Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date	2 5 1
3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Vol. 17	2 5 5
4. Preprint Series	2 5 7
5. Public Lectures • Symposiums • Workshops, etc	2 5 9
6. Colloquium	2 7 2
7. Seminars	2 7 3
8. JSPS Fellow List	2 9 8
9. Visitor List of the Fiscal Year 2010	3 0 1

## 個人別研究活動報告項目の説明

### A. 研究概要

- 研究の要約（日本語と英語あわせて 1.5 ページ以内が目安）。

### B. 発表論文

- 5 年以内（2006 ～ 2010 年度）のもので 10 篇以内。書籍も含む。  
但し、2010 年 1 月 1 日～2010 年 12 月 31 日に出版されたものはすべて含む。

### C. 口頭発表

- シンポジウムや学外セミナー等での発表で、5 年以内（2006 ～ 2010 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 22 年度中に当該教員の指導（指導教員または論文主査）によって学位を取得した者の  
氏名および論文題目。

### F. 対外研究サービス

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

### G. 受賞

- 過去 5 年の間に受賞した者。

### H. 海外からのビジター

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

当該項目に記述のないものは、項目名も省略した。

# Format of the Individual Research Activity Reports

## A. Research outline

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

## B. Publications

- Selected publications of the past five years (up to ten items, including books).  
As an exceptional rule, the lists include all the publications issued in the period 2010.1.1 ~ 2010.12.31

## 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, 2010.

## F. External academic duties

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

## G. Awards

- Awards received over the past five years.

## H. Host of Foreign Visitor by JSPS et al.

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

# 1. 個人別研究活動報告

## Individual Research Activity Reports

### 教授 (Professor)

新井仁之 (ARAI Hitoshi)

#### A. 研究概要

[研究テーマ] 数学はこれまで物理現象，化学現象，生物現象，社会現象など外的な現象の研究と関わりながら発展してきた。しかし 21 世紀になり，科学の最後のフロンティアの一つである「脳」の本格的な解明が始まった今日，知覚，感覚など内的な現象の数理科学的な研究も必要とされるようになりつつある。私は内的な現象の中でも特に「視知覚」を数学的な方法により研究を進めている。具体的には次のようなテーマを研究している：

1. 人がものを見るとき，脳はどのような情報処理を行っているのだろうか？
2. 視覚は錯覚（錯視）を起こすが，どのようにして錯視は起こるのだろうか？

なお錯視は視覚の数理モデルに関する私の研究において，二つの重要な役割を果たす。一つは数理モデルの正しさの試金石としてであり，もう一つは視覚の未知のメカニズムに数学的推測を与える役割である。この点に関する詳細は，一般向けに記した拙稿『視覚および錯視の科学における数学的方法』（数学セミナー，2011 年 3 月号，40-45）を参照してほしい。

[研究成果] これまでに得た研究成果の一部を列挙する。

- a. 任意の画像から浮遊錯視を作る浮遊錯視生成アルゴリズムを発明した。これは視覚の数理モデル的な研究を行うことにより見出したものである。このアルゴリズムは現在特許を出願中である (2010, JST)。
- b 色知覚の数理モデルを作成し，知覚心理学の問題を研究した。現在発表を準備中である。
- c. 単純かざぐるまフレームレットというフレームレットの一つを構成した。単純かざぐるまフレームレットは視覚の数理モデルのために構成した新しいフレームレットである。

d. 単純かざぐるまフレームレットを用いて文字列傾斜錯視の解析を行い，文字列傾斜錯視の要因の特定，文字列傾斜錯視の数学的方法による発見方法を見出した。現在発表を準備中である。

e. 単純かざぐるまフレームレットを基礎に，幾何的フィルタリングという方法を考案し，渦巻き錯視などの幾何学的錯視の解析を行った。その成果の一部は「日本経済新聞」で報じられた。また「科研費ニュース」(2009)「科学新聞」(2009)でも取り上げられた。さらに新しいタイプの幾何学的錯視のクラスを発見し，幾何的フィルタリングによりその数学的解析を行った。

f. 大脳皮質の V1 野で起こると考えられる一連の錯視の統一的方法によるシミュレーションに成功した。たとえば，ヘルマン格子錯視，マッハの帯，シェプルー錯視，明暗の対比錯視，視覚的非線形性を表す錯視などである。

g. カフェウォール錯視，北岡の水路の錯視，北岡の縁飾りエッジの錯視など，傾きの錯視の要因を数学を用いて特定することに成功した。

[諸科学・技術への期待される波及効果] 本研究は視覚，錯視を対象としており，視覚科学と関連している。また錯視の研究に新しい数学的な方法を導入したが，これは錯視研究にブレークスルーを与えるものと考えている。また，私たちの色の知覚，色に関する錯視の研究は，色彩に関連するさまざまな科学・技術に応用を持つことが期待される。

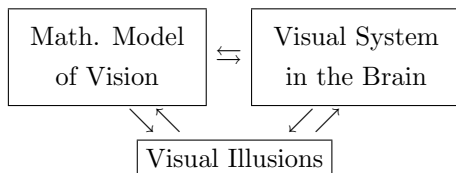
ところで，これまで視覚の数理モデルの基礎としてガボール関数が使われることが多かった。しかし近年の Young による神経科学的，心理物理学的研究により，むしろガウス導関数が適していることがわかってきた。この点から Escalante-Ramirez らは 2005 年にある種のフィルタバンクを設計し，LANDSAT など人工衛星の画像処理を行った。ただしガボール関数もガウス導関数もコンパクト台をもたないという難点を持つ。それに対して私たちは全く異なる発想から，ガウ



ス導関数と同様のプロファイルを有しながら、コンパクト台をもち、しかも非常に短い FIR フィルタで完全再構成性を実現できる単純かざぐるまフレームレットを構成した。この点からも私たちのこのフレームレットは、視覚・錯視の研究以外に、種々の画像解析にも貢献しうると考えている。

[The aim of my research] Recently the study of vision has rapidly developed by virtue of inventions of several new experimental techniques. Nevertheless there are a lot of unsolved problems. Exploring of visual system in the brain is one of the most exciting and crucial themes of sciences in the 21th century. The aim of my study is to reveal mechanism of vision by means of state-of-the-art mathematics and computational experiments.

[Strategy]



One of our aims is to construct mathematical models of human's vision. The models are designed based on various results from psychophysics, neuroscience, and brain science etc. Our idea of checking whether the models work like the real visual system is to use visual illusions: We perceive frequently visual illusions. Therefore if the models represent some parts of the visual information processing by the brain, our models must produce "visual illusions". Furthermore, visual illusions play not only such a role but also another important role in our study: I think that if we find out some mathematical algorithm which lets computers produce "visual illusions", we can speculate from the algorithm mechanisms of mysterious parts of vision.

[Results] (a) I found a mathematical algorithm of generating floating illusions from arbitrary images (patent pending, JST, 2010). (b) I found a new mathematical model of nonlinear visual information processing in V1 in the brain. The model provides us accurate computer simulations of certain visual illusions such

as Hermann grid, Mach band, Chevreul illusion, etc. (2005). (c) In 2009, I obtained with S. Arai new tight framelets modeled after functions of simple cells in V1. We call them simple pinwheel framelets. Moreover, implementing our framelets to a computer, we studied image processing. (d) We studied the fractal spiral illusion which was found by me and S. Arai. From a neuroscientific consideration, we found a new class of geometrical illusions. In order to investigate them, we proposed a new mathematical method called "geometrical filtering". We speculate that the geometrical filtering works similar to certain neurons in V4 of the brain.

## B. 発表論文

1. H. Arai and S. Arai: "Framelet analysis of some geometrical illusions", Japan J. Indust. Appl. Math. **27** (2010) 23–46.
2. 新井仁之, 新井しのぶ, "錯視画像生成装置, 錯視画像生成方法, および, プログラム", 特許出願, JST, 2010.
3. 新井仁之, "ウェーブレット", 共立出版, 総頁数 463+xi, 2010.
4. H. Arai and S. Arai, "2D tight framelets with orientation selectivity suggested by vision science", JSIAM Lett. **1** (2009), 9–12, *Invited Paper*.
5. 新井仁之, "ウェーブレット・フレームとその錯視研究への応用", 可視化情報学会誌 **29** (2009), 10–17.
6. 新井仁之, "視覚の科学と数学" 数理科学 **542** (2008)–**547** (2009) 連載.
7. 新井仁之, "視覚の数理モデルと新しいウェーブレット・フレームの構成", ACADOMIC GROOVE, 東京大学創立 130 周年記念出版, 2008, 44–51.
8. H. Arai, "Achromatic and chromatic visual information processing and discrete wavelets", Frontiers of Computational Sciences, Springer, 2007, 83–89, *Invited Paper*.

9. H. Arai and S. Arai, "Finite discrete, shift-invariant, directional filterbanks for visual information processing, I: Construction", Interdiscip. Information Sciences **13** (2007), 255–273.
10. 新井仁之 (執筆・監修): “ウェーブレットと錯視”, ビデオ全 1 巻, 放送大学教育振興会発行, 丸善株式会社発売, 2006.
9. Hitoshi Arai: Nonlinear models of visual information processing and applications to visual illusions, DFG-JSPS Conf. Infinite Dimensional Harmonic Analysis, Univ. Tokyo (Japan), Sep.,11, 2007.
10. 新井仁之: 視覚に適したフレームレットの構成と錯視の研究への応用, 日本視覚学会冬季大会, 於東工大, 2007 年 2 月 1 日.

#### C. 口頭発表

1. 新井仁之, “視覚と錯視の科学における数学的方法 – 数学, 知覚心理学, 脳科学の協働を目指して –”, 第 4 回錯覚ワークショップ, 明治大学駿河台キャンパス, 2011 年 3 月 14 日 (発表予定).
2. 新井仁之, “視覚の数理モデルによる錯視の解析と生成”, 映像情報メディア学会「画像・映像エンジニアのための視覚メカニズム・錯視講習会」, 機械振興会館, 2011 年 2 月 18 日.
3. 新井仁之, “ウェーブレットフレームを用いた視覚の数理モデル”, 越境する数学, 東京大学弥生ホール, 2011 年 1 月 16 日.
4. 新井仁之, “ウェーブレット・フレームによる視覚の数理モデルと明暗及び幾何的錯視への応用”, 脳と心のメカニズム第 11 回冬のワークショップ, ルスツリゾート, 2011 年 1 月 11 日.
5. 新井仁之, “視覚と錯視の数理”, 岡山大学創立 60 周年記念講演会「数理科学と諸科学の融合に向けて」, 岡山国際交流センター国際会議場, 2009 年 12 月 12 日.
6. 新井仁之, 方位選択性をもつ 2 次元フレームレットと視覚科学, 日本応用数理学会 2009 年度年会, 特別講演, 於大阪大学, 2009 年 9 月 30 日.
7. 新井仁之: フラクタル螺旋錯視と新しいタイプのウェーブレット・フレーム, 日本視覚学会冬季大会, 於工学院大学. 2009 年 1 月 22 日.
8. 新井仁之, 視覚と錯視の数学的研究, 日本応用数理学会 2008 年度年会, 総合講演, 於東京大学, 2008 年 9 月 17 日.

#### D. 講義

1. 数学 IB: 微分積分の講義. (教養学部前期課程講義)
2. 全学自由研究ゼミナール: テーマは「線形代数から学ぶフーリエ解析とウェーブレット」. 線形代数の応用数学としての側面をデジタル信号処理を軸に講義した. (教養学部前期課程講義)
3. 数理解析 III: 集合, 位相, ルベグ積分を講義した. (教養学部基礎科学科講義)
4. 解析学 XC: 離散ウェーブレットをマルチレート信号処理の観点重視して講じた. 理学部・理学研究科及び工学部・工学研究科から多くの受講生が出席した. (本郷開講科目)
5. スペクトル理論/解析学 XD: ヒルベルト空間上の自己共役作用素に対するスペクトル分解定理を中心に, 解析学の抽象的理論について講義した. (数理大学院・4 年共通講義)

#### F. 対外研究サービス

1. (独) 科学技術振興機構さきがけ研究者.
2. (独) 科学技術振興機構 CREST 研究担当者.
3. 三省堂サイエンスカフェ講師 (2011 年 4 月 9 日予定).
4. 日本テレビ「世界一受けたい授業」(2010/7/24 放送) に資料協力.
5. 東京大学本部棟入口に研究成果パネル (6 枚) が展示 (2010 年 9 月-11 月).
6. JST 戦略的創造研究推進事業 30 周年特別シンポジウム『世界を魅せる日本の課題解決型基礎研究』にて研究成果が展示された (2010 年 12 月 6 日).

7. 千葉県立現代産業科学館にて研究成果が展示された (2010 年 10 月 9 日-11 月 28 日) .
8. 錯覚美術館にて研究成果が展示 (2011 年 3 月より展示予定) .
9. Journal of Mathematical Sciences, Univ. Tokyo 編集委員.
10. 京都大学数理解析研究所運営委員 .

#### G. 受賞

1. 平成 20 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) (受賞理由: 視覚と錯視の数学的新理論の研究)

大島 利雄 (OSHIMA Toshio)

#### A. 研究概要

昨年度に引き続き, 単独 Fuchs 型常微分方程式の解析を行った. スペクトル型を与えたときの universal model を昨年度構成したが, Riemann scheme を定めたとき (局所モノドロミーと言っても同じ) の Fuchs 型方程式が, universal model に含まれるための十分条件を与え, 特に既約または simply reducible ならばその条件が満たされることを示した. さらに, 種々の隣接関係式の導出, 部分 Wronskian の間の接続公式, 多くの例の計算などの新しい結果を得た. また, Kac-Moody ルート系との関連をより明らかにし, Riemann scheme, 既約性, 接続公式, 隣接関係式を与える作用素などを, ルート系とその Weyl 群を用いて表した. これらを, 昨年度の結果と合わせて, 論文 [10] にまとめた.

非コンパクト型 Riemann 対称空間の任意の境界に対する境界値問題に対し, 対称空間上の線形束の場合を含んだ最も一般的な結果を, 示野氏との共同研究で得た (論文 [9]). 具体的には, 論文 [1] と [3] で得た generalized Verma 加群の零化加群を量子化最小多項式によって表す結果を用いて, 境界上の線形束の Poisson 変換の像を特徴付ける偏微分作用素系を具体的に計算し, Shilov 境界などの場合に知られていた従来の結果を一般化した.

I continued analyzing single Fuchsian ordinary differential equations. Last academic year, I

had constructed the universal model with a given Riemann scheme (or equivalently, given local monodromies) and this year I gave a condition which assures that any differential equation with a given Riemann scheme is in the universal model and showed that the condition is satisfied if the equation is irreducible or simply reducible. Moreover we got various contiguity relations, connection coefficients between partial Wronskians of local solutions and explicit calculations in many examples. I clarified the relation to a Kac-Moody root system and formulated Riemann schemes, irreducibility, shift operators, contiguity relations, connection formulas in terms of the root system and its Weyl group. I wrote a paper [10] containing these results including those obtained in the last year. A joint work with Shimeno got a general result for the boundary value problem associated with any boundary of a Riemannian symmetric space of the non-compact type including sections of line bundles over the space (paper [9]). In fact, using the construction of the annihilator of a generalized Verma module by a quantized minimal polynomial (papers [1], [2]), we calculated the system of differential equations characterizing the image of a Poisson transform of sections of a line bundle over each boundary and generalized the known result in the case associated with the Shilov boundary.

#### B. 発表論文

1. T. Oda and T. Oshima, “Minimal polynomials and annihilators of generalized Verma modules of the scalar type”, Journal of Lie Theory **16** (2006), 155-219.
2. T. Oshima, “Completely integrable quantum systems associated with classical root systems”, SIGMA **3** (2007), 071, 50pp.
3. T. Oshima, “Annihilators of generalized Verma modules of the scalar type for classical Lie algebras”, “Harmonic Analysis, Group Representations, Automorphic forms and Invariant Theory”, in honor of Roger Howe, Vol. 12, Lecture Notes Series, National University of Singapore, 2007,

277–319.

4. T. Oshima, “Commuting differential operators with regular singularities,” Algebraic Analysis of Differential Equations, Springer-Verlag, Tokyo, 2007, 195–224.
5. T. Oshima and N. Shimeno, “Heckman-Opdam hypergeometric functions and their specializations,” RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B20** (2010), 129–162.
6. T. Oshima, “Classification of Fuchsian systems and their connection problem,” arXiv:0811.2916, 2008, 29pp, to appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu.
7. T. Oshima, “A classification of subsystems of a root system,” math.RT/0611904, 2006, 47pp.
8. T. Oshima, “Katz’s middle convolution and Yokoyama’s extending operation,” arXiv:0812.1135, 2008, 18pp.
9. T. Oshima and N. Shimeno, “Boundary value problems on Riemannian symmetric spaces of the noncompact Type,” arXiv:1011.1314, 2010, 26pp, UTMS 2011-4.
10. T. Oshima: “Fractional calculus of Weyl algebra and Fuchsian differential equations,” arXiv:1102.2792, 2011, 196pp, UTMS 2011-5.

#### C. 口頭発表

1. “特殊関数と代数的線形常微分方程式”, 日本数学会企画特別講演, 慶応大学, 2010年3月.
2. “Kac-Moody root systems and linear algebraic differential equations”, 南開研究所, および, 東北師範大学, 中国, 2010年6月.
3. “Boundary value problems for Riemannian symmetric spaces”, 東北師範大学, および, 吉林大学, 中国, 2010年6月.
4. “スペクトルタイプからみた Fuchs 型微分方程式”, 連続講演, 常微分方程式ミ二研究会, 九州大学数理学府, 2010年7月.

5. “数式処理 (risa/asir) と  $\text{\TeX}$  と dviout”, ポスター発表,  $\text{\TeX}$  ユーザの集い, 東京大学生産技術研究所, 2010年9月,
6. 連続講演 “Fuchs 型常微分方程式についての最近の結果の概説”, および, “Gauss 超幾何の初等的解析”, および, “特異点の合流と middle convolution”, Workshop on accessory parameters, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2010年10月.
7. “Fuchs 型常微分方程式と Kac-Moody root 系”, 2010年表現論シンポジウム, 伊豆長岡, 2010年11月.
8. “常微分方程式と特殊関数の計算”, 計算による数理科学の展開, 神戸大学, 2011年1月.
9. “数学で学ぶこと”, 大学院における教養教育, 「イノベーション創出のための大学院教養教育 (AGEIN)」シンポジウム, 熊本大学, 2011年3月.
10. “Fuchs 型方程式の解析 – rigid な系列を例にとって”, および, “Fuchs 型方程式の解析 – 部分 Wronskian の間の接続係数”, アクセサリー・パラメーター研究会, 熊本大学, 2011年3月.

#### D. 講義

1. 代数解析学・解析学 XA : Fuchs 型常微分方程式についての最近発展中の一般理論を基礎から扱った (数理大学院・4年生共通講義)
2. 数の体系 実数と作図・多項式の定める写像・曲線, 閉曲線, 原点の周りの回転数-代数学の基本定理, 高校生玉原数学セミナー「複素数」, 9月.
3. “役に立つ素数”, 沼田市中学生のための玉原数学教室, 玉原国際セミナーハウス, 10月.

#### F. 対外研究サービス

1. 研究科長
2. 東京大学評議員
3. 東京大学出版会評議員
4. 学位授与機構学位審査会専門委員

5. 日本数学オリンピック評議員
6. Lie 群論・表現論セミナーのオーガナイザー  
および、表現論メーリングリストの管理
7. 古典解析セミナーのオーガナイザー
8. Workshop on accessory parameters (2010  
年 10 月 9 日–13 日, 於玉原国際セミナーハ  
ウス) のオーガナイザー
9. アクセサリー・パラメーター研究会 (2011  
年 3 月 17 日–19 日, 於熊本大学理学部) の  
オーガナイザー

#### H. 海外からのビジター

Lucia Di Vizio (Universite Paris 7), “Overview of local theory of  $q$ -difference equations and summation I, II” and “Arithmetic theory of  $q$ -difference equations and applications”, 古典解析セミナー (講演 3 コマ), 2011 年 2 月 .

#### 織田 孝幸 (ODA Takayuki)

##### A. 研究概要

(a) 2009 年の 12 月ごろから、古関春隆氏 (三重大学)、早田孝博氏 (山形大学) と  $SU(3, 1)$  の大きな離散系列表現で極小  $K$ -型に属するものの動径成分の明示公式を求める努力をしていて、ほぼ結果が得られた。

(b) Siegel 上半空間の、種数 2 の Siegel modular group  $Sp(2, \mathbf{Z})$  に関する基本領域の cell decomposition に関する研究が進展した (早田氏との共同研究)。

(a) From around December 2009, together with H. Koseki (Mie Univ.) and T. Hayata (Yamagata Univ), we have been trying to get an explicit formula of the matrix coefficients of the large discrete series representations of  $SU(3, 1)$ .

(b) The investigation of the cellular decomposition of the fundamental domain in the Siegel upper half space of degree 2 with respect to the Siegel modular group  $Sp(2, \mathbf{Z})$  of genus 2, has made some progress (joint work with Hayata).

##### B. 発表論文

1. Takahiro Hayata, Harutaka Koseki and T. Oda: “Matrix coefficients of the middle

discrete series of  $SU(2, 2)$ , J. Funct. Anal. **259** (2010), 301–307.

2. Masatoshi Iida (飯田正敏) and T. Oda: “Exact power series in the asymptotic expansion of the matrix coefficients with the corner  $K$ -type of  $P_J$ -principal series representations of  $Sp(2, \mathbf{R})$ ”, J. of Math. Sci., the Univ. of Tokyo **15** (2009), 512–543.
3. T. Oda: The Birch and Swinnerton-Dyer conjecture [translation of MR1962232]. Sugaku Expositions. Sugaku Expositions **22** (2009), no. 2, 169–186.
4. T. Oda and J. Schwermer: “On mixed Hodge structures of Shimura varieties attached to inner forms of the symplectic group of degree two”, Tohoku Math. J. (2) **61** (2009), 83–113.
5. T. Oda and Masao Tsuzuki (都築正男): “The secondary spherical functions and Green currents associated with symmetric pairs”, Pure and appl. math. quarterly **5** (2009), 977–1028.
6. Miki Hirano (平野幹) and T. Oda: “Calculus of principal series Whittaker functions on  $GL(3, \mathbf{C})$ ”, J. Funct. Analysis **256** (2009), 2222–2267.
7. Tatsuo Hina (日名龍夫), T. Ishii and T. Oda: “Principal series Whittaker functions on  $SL(4, \mathbf{R})$ ”, To appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu.
8. T. Oda and Masao Tsuzuki: “The secondary spherical functions and Green currents associated with symmetric pairs (announcement of results)”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B7** (2008), 121–135.
9. T. Oda, M. Hirano and T. Ishii: “Whittaker functions for  $P_J$  principal series representations of  $Sp(3, \mathbf{R})$ ”, Adv. in Math. **215** (2007), 734–765.
10. T. Oda and Kazuki Hiroe (廣恵一希): “Hecke-Siegel’s pull-back formula for the Epstein zeta function with harmonic polynomials”, J. Number Theory **128**, (2008), 835–857.

11. T. Oda, M. Hirano and T. Ishii: “Confluence from Siegel Whittaker functions to Whittaker functions on  $Sp(2, \mathbf{R})$ ”, Math. Proc. Camb. Phil. Soc., **141** (2006), 15-31.

### C. 口頭発表

1. “Explicit formula of the matrix coefficients of the large discrete series of  $SU(3,1)$ , Workshop at RIMS, Kyoto Univ., 2011年1月
2. “「小さな高階半単純リー群上の特殊関数」, Accessary Paramter 研究集会、2010年3月、熊本大学
3. “Explicit formulae for archimedean Whittaker functions on classical groups and related problems”, Workshop: “Representation theory of reductive groups – local and global aspect”, Erwin Schrödinger Internat. Insit. for Math. Physics, オーストラリア、ウイーン、2009年1月
4. “Matrix coefficients of the large discrete series of  $Sp(2, \mathbf{R})$ ”, Number Theory Seminar, Harvard Univ., Math. Department, 2008年9月
5. “Cohomological Siegel modular forms of genus 2”, 連続講演, Postec (浦項工科大学), 韓国浦項市 (Pohang), 2009年5月
6. Explicit formulae of  $P_J$ -principal series Whittaker functions on  $Sp(3, \mathbf{R})$ , Conference on  $L$ -functions, 九州大学, 2006年2月
7. Secondary spherical functions and the associated Eisenstein-Poincaré series, Intern. Conf. on representations of real reductive groupss, Tata Institute for Fudamental Research, 2006年1月

### D. 講義

1. 代数学 I・代数学特別演習:(夏学期、理学部3年生向け講義)群・環等に関する入門的講義

2. 総合演習:(夏学期、理学部教職用の科目)学生が各自、短い「模擬講義」を行う。
3. 数理学 IA:微分積分の入門(通年、教養学部前期課程講義)

### E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 富安亮子 (TOMIYASU Ryoko): On some algebraic properties of CM-types of CM-fields and their reflexes.
2. (修士) 鈴木裕一 (SUZUKI Yu-ichi): 複素素点をもつ代数体の整数環上の二次特殊線形群の基本領域の構成。
3. (修士) 西本将樹 (NISHIMOTO Masaki): On the linear independence of the special values of a Dirichlet series with periodic coefficients.

### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会ジャーナル編集委員
2. 科学技術振興機構、領域「数学と他分野との協同によるブレークスルー」の領域アドバイザー。

### H. 海外からのビジター

Dan Yasaki (North Carolina Univ.)、2011年1月10日から2週間来日: 計算機を用いて、対称空間の算術的な商の位相的な構造を調べる。当研究科の「代数学コロキウム」と、京都大学数理解析研究所で講演。

片岡 清臣 (KATAOKA Kiyoomi)

### A. 研究概要

1. 多種の円の族を含む曲面がみたす5階非線形偏微分方程式系の導出

3次元ユークリッド空間内の2次元  $C^5$ -級曲面片で、各点を通る2種類以上の円弧をもつような球でない曲面としてトーラス(4種類)、Blum cyclide(6種類)などが知られている。昨年度東京学芸大学の竹内伸子氏との共同研究でこのような曲面を表す関数が2変数5階の非線形偏微分方程式系をみたすことを発見したが今年度はこの方程式系が曲面片が存在するための必要十分条件であることを示した。また、約2ペー

ジにわたる5階方程式系のより具体的な表示を得た。

## 2. 擬微分作用素の結合の核関数表示

解析的擬微分作用素の結合の定義核関数に対する複素積分表示についてある種の分解定理を得ることにより, コホモロジー的表現との整合性を回復した。

## 3. 分数べき特異性の境界値理論

初期面のみで特性根が退化する双曲型方程式に対し, 茨城大の千葉康生が各特性根のみに特異性をもつ解の構成に成功した。しかしここでは通常の超局所解析では許されない種類の座標変換, すなわち初期面を  $t = 0$  としたとき  $t' = t^q$  のような分数べき型座標変換が本質的に使われる。ここで  $q$  は正の有理数である。しかし例えばヘビサイド関数  $Y(t')$  に  $t' = t^q$  を代入することは佐藤超関数としては許されないが通常の解析の範囲では  $Y(t^q) := Y(t)$  とするのが自然であり, これを  $t' = +0$  上に境界値をもつ超関数のクラス, いわゆるマイルドな超関数に一般化できる。このような分数べき座標変換で不変な, 境界値をもつ超関数のクラスをその量子化ルジャンドル変換の性質によって特徴付けることに成功した。これは千葉の解の構成法に理論的正当化を与えるものである。

## 1. A system of fifth-order non-linear partial differential equations related to $C^5$ -class surfaces which include several families of circles

We consider any  $C^5$ -class surface in  $\mathbb{R}^3$ , which includes several families of circles. For example, any solid torus  $\mathbb{T}^2$  (4 families of circles), Blum's cyclides (6 families of circles). In this year, with Professor N. Takeuchi of Tokyo GAKUGEI Univ., we proved the necessity and the sufficiency of the system of fifth-order non-linear partial differential equations for such surfaces, which was obtained in the last year by us. Further, we obtained a more explicit form of such differential equations of fifth-order, which requires about 2 pages to describe.

## 2. On the expression of the composition of pseudodifferential operators by kernel functions

We proved some decomposition theorem, which is useful to see the compatibility of composi-

tions for analytic pseudodifferential operators between kernel function expressions and cohomological expressions.

## 3. A boundary value theory with fractional power singularities

Professor Yasuo Chiba of Ibaraki University succeeded in constructing some good solutions for the weakly hyperbolic operators whose characteristic roots degenerate only on the initial hypersurface; solutions whose singularities are only either one of the characteristic roots. He employed essentially a kind of coordinate transformations with fractional power singularities, for example  $t' = t^q$ , which are prohibited in usual microlocal analysis. Here,  $q$  is a positive and rational number. For example, one cannot substitute  $t'$  in the Heaviside function  $Y(t')$  by  $t' = t^q$  in the theory of Sato's hyperfunctions. However, it is natural to define  $Y(t^q) = Y(t)$ . Further this extension of the substitutions applies to some class of hyperfunctions having boundary values on  $t' = +0$ , that is, mild hyperfunctions. Kataoka succeeded in characterizing such extended classes of mild hyperfunctions admitting fractional coordinate transformations by using their quantized Legendre transformations. This theory directly gives the theoretical justifications of Chiba's construction methods.

## B. 発表論文

1. K. Kataoka and N. Takeuchi: "A system of fifth-order nonlinear partial differential equations and a surface which contains many circles fifth-order nonlinear partial differential equations", 京都大学数理解析研究所講究録「経路積分と超局所解析の入門」1723 (2011.1), 142-149.
2. S. Kamimoto and K. Kataoka: "On the composition of kernel functions of pseudodifferential operators  $\mathcal{E}^{\mathbb{R}}$  and the compatibility with Leibniz rule", 京都大学数理解析研究所講究録別冊に掲載予定。

## C. 口頭発表

1. On the composition of kernel functions of

pseudo-differential operators  $\mathcal{E}^{\mathbb{R}}$  and the compatibility with Leibniz rule, 京都大学数理解析研究所研究集会「完全 WKB 解析と超局所解析」(研究代表者: 小池達也), 京都大学数理解析研究所, May 2008, .

2. An example of composition of two kernel functions of micro-differential operators and its bad part, 京都大学 RIMS 共同研究「無限階擬微分作用素の超局所解析と漸近解析」(研究代表者 青木貴史), 京都大学数理解析研究所, February 2009.
3. 多種の円の族を含む曲面が満たす 5 階非線形偏微分方程式系について, 日本数学会年会, 慶應義塾大学理工学部, March 2010.
4. 混合問題の代数解析, 京都大学 RIMS 共同研究「経路積分と超局所解析の入門」(研究代表者 熊ノ郷直人), 京都大学数理解析研究所, May 2010.
5. A system of fifth-order nonlinear partial differential equations and a surface which contains many circles, Global COE International Mini-Workshop of the University of Tokyo in 2010 “Microlocal Analysis and Partial Differential Equations”, November 2010.

#### D. 講義

1. 数理物理学 II: 1 階偏微分方程式から始まり, ラプラス方程式, 熱方程式, 波動方程式など偏微分方程式論入門講義 (教養学部基礎科学科講義; 3 年前期) .
2. 数理科学 I: 陰関数定理, ラグランジュ未定乗数法, グリーンの定理など 2 変数微積分学.(教養学部前期課程講義; 2 年生向け) .
3. 数理科学 III: 陰関数定理, ラグランジュ未定乗数法, 曲面上の積分, ベクトル場, 微分形式によるストークスの定理の解説など多変数微積分学 (教養学部前期課程講義; 2 年生向け) .

#### F. 対外研究サービス

1. Global COE International Mini-Workshop of the University of Tokyo in 2010 “Microlocal Analysis and Partial Differential Equations” の主催者 .
2. 解析学火曜セミナー・代数解析火曜セミナーの代表幹事 .
3. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo 電子化担当.

河東 泰之 (KAWAHIGASHI Yasuyuki)

#### A. 研究概要

Carpi, Hillier, Longo, Xu と共に, 中心電荷  $c$  が離散系列  $c < 3$  に属するときに, Neveu-Schwarz 代数の真空表現から  $N = 2$  超 Virasoro ネットを構成した. その偶部分ネットと,  $U(1)_{2m+4} \subset SU(2)_m \otimes U(1)_4$  から生じるコセット・ネットを同一視し, カイラル・リングとスペクトラル・フローをその表現論の文脈でとらえた.  $\alpha$ -誘導表現の理論とモジュラー不変行列を用いて, この超 Virasoro ネットのすべての拡張を分類した. そこには, コセット・ネットと Xu の意味でのミラー拡張の混ざった物ものが現れ, 位数の高い巡回群による, 新しいタイプのシンプル・カレント拡張が得られる .

With Carpi, Hillier, Longo and Xu, we construct the  $N = 2$  super Virasoro net from the vacuum representation of the Neveu-Schwarz algebra for the central charge in the discrete series  $c < 3$ . We then identify the even part of this superconformal net with the coset net for the inclusions  $U(1)_{2m+4} \subset SU(2)_m \otimes U(1)_4$ . We identify the chiral ring and the spectral flow in the context of the representation theory of this superconformal net. We further classify all of their extensions using  $\alpha$ -induction modular invariants. We have a mixture of the coset construction and the mirror extension in the sense of Xu and obtain a new type of simple current extensions with cyclic groups of large orders.



## B. 発表論文

1. Y. Kawahigashi and R. Longo: “Local conformal nets arising from framed vertex operator algebras”, *Adv. Math.* **206** (2006) 729–751.
2. Y. Kawahigashi, R. Longo, U. Pennig and K.-H. Rehren: “Classification of non-local chiral CFT with  $c < 1$ ”, *Commun. Math. Phys.* **271** (2007) 375–385.
3. Y. Kawahigashi: Conformal field theory and operator algebras, in “New Trends in Mathematical Physics”, Springer (2009), 345–356.
4. C. Carpi, Y. Kawahigashi and R. Longo: “Structure and classification of superconformal nets”, *Ann. Henri Poincaré* **8** (2008) 1069–1121.
5. Y. Kawahigashi: Superconformal field theory and operator algebras, in “Noncommutativity and Singularities”, *Adv. Stud. Pure Math.* **55**, (2009), 69–81.
6. S. Carpi, R. Hillier, Y. Kawahigashi and R. Longo: Spectral triples and the super-Virasoro algebra, *Commun. Math. Phys.* **295** (2010), 71–97.
7. Y. Kawahigashi: From operator algebras to superconformal field theory, *J. Math. Phys.* **51** (2010), 015209.
8. C. Carpi, Y. Kawahigashi and R. Longo: On the Jones index values for conformal subnets, *Lett. Math. Phys.* **92** (2010), 99–108.

## C. 口頭発表

1. Conformal field theory, Moonshine and operator algebras, Neumann-szeminárium, Alfred Renyi Institute (Hungary), April 2010.
2. Superconformal field theories and operator algebras, Seminar, Erwin Schrödinger Institute, Vienna (Austria), April 2010.

3. Superconformal field theory and operator algebras, The Eighth Spring Institute on Noncommutative Geometry and Operator Algebras, Nashville (U.S.A.), May 2010.
4. Superconformal field theory and operator algebras, EU-NCG 3rd Annual Meeting, Cardiff (U.K.), June 2010.
5. Superconformal field theory and operator algebras, The 23rd International Conference on Operator Theory, Timișoara (Romania), June 2010.
6.  $N = 2$  superconformal field theory and operator algebras, 13th Workshop: Noncommutative harmonic analysis, Będlewo (Poland), July 2010.
7. Superconformal field theory and operator algebras, ICM Satellite Conference on Operator Algebras, Chennai (India), August 2010.
8. Superconformal field theory, operator algebras and noncommutative geometry (3 lectures), Geometry and Physics VIII, Scalea (Italy), September 2010.
9. Superconformal field theory and operator algebras, Seminal Interactions between Mathematics and Physics, Rome (Italy), September 2010.
10. Conformal field theory, operator algebras and noncommutative geometry, (4 talks), Institute for Studies in Theoretical Physics and Mathematics, Tehran (Iran), October 2010.

## D. 講義

1. 解析学 VI : Fourier 解析と超関数 . (理学部 3 年生向け講義)
2. 解析学特別演習 II : 上記講義の演習 . (理学部 3 年生向け演習)

## E. 修士・博士論文

1. (修士) 寺西功哲: Notes on GSB models and smooth Feshbach maps

2. (修士) 松村真義: Amenable actions and crossed products of  $C^*$ -algebras
3. (修士) 吉田悠人: Positive maps on matrix algebras
4. (課程博士) 山下真: Deformation of torus equivariant spectral triples
5. (課程博士) 張欽: Noncommutative maximal ergodic inequality for non-tracial  $L^1$ -spaces

#### F. 対外研究サービス

1. *Communications in Mathematical Physics* の editor.
2. *International Journal of Mathematics* の chief editor.
3. *Japanese Journal of Mathematics* の managing editor.
4. *Journal of Mathematical Physics* の editor.
5. *Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo* の editor-in-chief.
6. *Reviews in Mathematical Physics* の associate editor.
7. 研究集会「作用素環論の最近の進展」(東京大学大学院数理科学研究科, 2010年6月25~26日)のオーガナイザー.
8. 13th Workshop: Non-commutative Harmonic Analysis with Applications to Probability (Bedlewo, Poland, July 11-17, 2009)のサイエンティフィック・オーガナイザー.
9. A satellite conference on Operator Algebras to ICM-2010 (Chennai, India, August 9-13, 2010)のプログラム組織委員.
10. サマースクール数理物理「ランダム・シュレーディンガー作用素」(東京大学大学院数理科学研究科, 2010年8月26~29日)のオーガナイザー.
11. 日本数学会「第8回高木レクチャー」(京都大学数理解析研究所, 2010年11月23日)のオーガナイザー.

川又雄二郎 (KAWAMATA Yujiro)

#### A. 研究概要

極小モデル理論は最近になって大きく発展を遂げたが、最後に残された大問題がいわゆるアバundance予想である。対数的標準因子はもしも擬有効ならば有効になるという予想である。一般型の代数多様体は極小モデルを持つことがビルカー・カシーニ・ヘーコン・マカーナンによってすでに証明されているが、もしもアバundance予想が正しければ任意の代数多様体が極小モデルを持つことも知られている。

今年の研究では、対数的標準因子はもしも有効因子と数値的に同値ならば実際に有効であるということを示した。すなわち、アバundance予想の弱型から本来のアバundance予想が従うことを示した。特に、数値的小平次元が0であるような対数的代数多様体に対してはアバundance定理が成立することを示した。これは中山、カンパナ、ペーターネル、シウの先行研究を一般化したものである。

The abundance conjecture is the last remaining major open problem in the minimal model theory after the recent big advances. The conjecture asserts that the log canonical divisor is effective if it is pseudo-effective. Birkar-Cascini-Hacon-McKernan proved the existence of a minimal model for a log variety of general type, and if the abundance conjecture holds, then for arbitrary log variety.

We proved this year that the log canonical divisor is effective if it is numerically equivalent to an effective divisor. In other words, the weak abundance conjecture implies the abundance conjecture. In particular, we proved that a log variety with numerical Kodaira dimension 0 satisfies the abundance conjecture. This is a generalization of preceding results by Nakayama, Campana, Peternell and Siu.

#### B. 発表論文

1. *Variation of mixed Hodge structures and the positivity for algebraic fiber spaces.* arXiv:1008.1489
2. Y. Kawamata: *On the abundance theorem in the case  $\nu = 0$ .* arXiv:1002.2682

3. *Kodaira dimension and vanishing, a homage to Eckart Viehweg (1948–2010)*. SMF Gazette **125** (2010), 119–123.
  4. *Derived categories and minimal models*. Sugaku Exp. **23-2** (2010), 235–259.
  5. Y. Kawamata: *Semipositivity theorem for reducible algebraic fiber spaces*. arXiv:0911.1670.
  6. Y. Kawamata: *Remarks on the cone of divisors*. Classification of Algebraic Varieties, European Math. Soc., 2011, 317–325.
  7. Y. Kawamata: *Finite generation of a canonical ring*. Current Development in Mathematics 2007, International Press, 2009, 43–76.
  8. Y. Kawamata: *Derived categories and birational geometry*. in Algebraic Geometry Seattle 2005, Proceedings of Symposia in Pure Mathematics **80.2** (2009), American Mathematical Society, 655–665.
  9. Y. Kawamata: *Flops connect minimal models*. Publ. RIMS, Kyoto Univ. **44**(2008), 419–423.
  10. Valery Alexeev, Christopher Hacon, Yujiro Kawamata: *Termination of (many) 4-dimensional log flips*. Invent. Math. **168**(2007), 433–448.
- Geometry. KIAS, South Korea, November 26–27, 2010.
  4. *On the abundance conjecture in the case  $\nu = 0$* . Mini Workshop on Algebraic Geometry, Fudan University, China, October 8, 2010.
  5. *Abundance theorem in the case  $\nu = 0$* . Conference on complex geometry, group actions and moduli spaces, Hyderabad, India, August 13–16, 2010.
  6. *Variations of mixed Hodge structures and the positivity for algebraic fiber spaces*. A mini-course at Institut Henri Poincaré, Paris, May, 2010.
  7. *Abundance theorem in the case  $\nu = 0$* . Workshop on derived categories, holomorphic symplectic geometry, birational geometry and deformation theory. Institut Henri Poincaré, Paris, May 17–21, 2010.
  8. *Variations of semipositivity theorems*. Invariants in Algebraic Geometry, Univ. Tokyo, November 9–13, 2009.
  9. *Semipositivity theorem for reducible algebraic fiber spaces*. Univ. Freiburg, Germany, September 25, 2009.
  10. *Minimal models and derived categories*. Noncommutative Algebraic Geometry and Related Topics, Kyoto Univ., August 24–28, 2009.

### C. 口頭発表

1. *Abundance theorem in the case  $\nu = 0$* . Algebraic Geometry, Complex Dynamics and Their Interaction, National University of Singapore, January 4–7, 2011.
2. *Survey on the abundance conjecture*. Birational Geometry in Honor of Slava Shokurov’s 60th birthday, International Center for Mathematical Sciences, Edinburgh University, UK, December 6–10, 2010.
3. *On the abundance conjecture*. Seoul-Tokyo Conference on Arithmetic and Algebraic

### D. 講義

1. 代数幾何学・代数学 XG : 極小モデル理論の解説を初歩から行い、フリップの存在定理までを証明した。来学期に継続する予定。(数理大学院・4年生共通講義)

### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 三内 顕義 (SANNAI, Akiyoshi): *Annihilation of local cohomology groups by separable extensions in positive characteristic*.

2. (課程博士) 吉富 修平 (YOSHITOMI, Shuhei): *Generators of modules in tropical geometry*.

#### F. 対外研究サービス

以下の雑誌のエディター:

1. Algebra and Number Theory
2. Mathematical Research Letters

以下の研究集会のオーガナイザー:

1. *GCOE Conference "Derived Categories 2011 Tokyo"*. Univ. Tokyo, January 24–28, 2011. Organisers: Yujiro Kawamata, Yukinobu Toda. [http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/kawamata\\_lab/derived/](http://faculty.ms.u-tokyo.ac.jp/kawamata_lab/derived/)
2. *Seoul-Tokyo Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry*. KIAS (Seoul Korea), November 26–27, 2010. Organisers: Yujiro Kawamata, JongHae Keum. <http://workshop.kias.re.kr/ST2010/>
3. *Perspectives on Algebraic Varieties*. Levico Terme (Trento, Italy), September 6–11, 2010. Scientific Committee: Marco Andreatta, Arnaud Beauville, Fedor Bogomolov, Alessio Corti, Igor Dolgachev, Gerard van der Geer, Fritz Grunewald, Klaus Hulek, Yujiro Kawamata, János Kollár, Rick Miranda, Miles Reid, Edoardo Sernesi. <http://www.science.unitn.it/pignatell/PoAV/index.html>
4. 代数幾何サマースクール 2010. 玉原国際セミナーハウス, August 2–5, 2010. Organisers: Shinobu Hosono, Yujiro Kawamata, Masanori Kobayashi, Keiji Oguiso, Natsuo Saito, Kaori Suzuki. <http://www.comp.tmu.ac.jp/masanori/10ws.txt>

儀我美一 (GIGA Yoshikazu)

#### A. 研究概要

非平衡非線形現象は、さまざまな自然現象にあらわれ、それを解析することは科学・技術全般にわたって重要である。その中で、拡散現象を

記述する非線形拡散方程式の研究は、意義が大きい。そこで、さまざまな解の性質を調べ、その方程式についての解析的性質を深めた。具体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: 流体力学の基礎方程式であるナヴィエ・ストークス方程式の初期値問題は、全空間の場合、有限エネルギーを仮定している事が多い。この枠組みでは、周期的な初速度や、概周期的な初速度は排除されてしまう。地球流体を記述するためのコリオリ力付の問題で、無限遠で減衰しない初期値についての時間局所解の一意存在問題を考察し、また大域存在のための初期速度の十分条件を導出した。概周期性が保たれることも示した。また、概周期関数を初期値とする2次元流で振幅の絶対値の和がある条件で有限時間で爆発しないことも示した。

一方、通常のナヴィエ・ストークス方程式に対してエネルギーが無限であっても過度の方向があまり変化しなければ特異点が現れないことを爆発法により示した。

2. 非コンパクト軸対称(超)曲面の平均曲率流による運動: コンパクトな曲面の平均曲率による運動はよく知られている。例えば、軸対称な場合は有限時間でくびれ部分が千切れるという現象が起こる。中には凸にならず、また千切れずに一点に収縮する例がある。しかし、コンパクトではない場合は、あまり研究されていない。ここでは、実軸上の正值関数のグラフを(実軸を中心に)回転して得られる(超)曲面を考える。特にその正值関数が無限遠点でその下限に収束する場合、有限時間で特異点を発生することなく無限遠点が閉じ、コンパクトな曲面になることを証明した。このことは解の空間無限遠での爆発問題と関係しているが、方程式が準線形のため、半線形で知られていた手法を使わず、新手法が必要である。

3. 自由境界問題: 円柱状の結晶が、その成長していく過程でどのような条件でその平らな面が崩れていくかを知ることは、結晶成長の安定性を考える上で基本的である。結晶表面での異方的ギブス・トムソン効果を考えたモデルを考察した。結晶表面の運動方程式は、特異表面エネルギー密度の劣微

分を含み、通常の偏微分方程式では記述できない。実際に平らな面が崩れていくような解を結晶の外の過飽和度が既知として構成した。

Nonlinear nonequilibrium phenomena appear in various natural phenomena and understanding these phenomena is important in various science and technology. Among them nonlinear parabolic equations describing nonlinear phenomena are important to study. We studied various properties of solutions and contributed to understanding analytic properties of equations.

1. Navier-Stokes equations : Navier-Stokes equations are fundamental equations of fluid mechanics. However, its initial value problem in whole spaces has been studied mostly under the assumption that initial data has finite energy. In this framework periodic initial velocity and almost periodic initial velocity are excluded.

We studied local-in-time solvability for problems with Coriolis force describing geofluid when initial data does not decay at space infinity. We derive a sufficient condition for initial velocity so that the solution exist global in time. Persistency of almost periodicity is also proved. We moreover proved for two-dimensional flow with almost periodic initial data the sum of modulus of amplitude does not blow up in finite time under some condition on initial data. For useful Navier-Stokes equations we show that if the vorticity direction does not change significantly, there exists no singularity by a blow up argument which allows infinite energy.

2. Motion by mean curvature for noncompact axisymmetric (hyper) surfaces: Motion by mean curvature of a compact surface has been well studied. For example, for an axisymmetric surface it can happen that a neck pinches in finite time. There is an example that a surface shrinks to a point without becoming convex. However, for

noncompact surfaces less is known. We consider a (hyper) surface generated by a rotation of the graph of a positive function defined on a whole axis. We assume that the function tends to its infimum at spatial infinity. We prove that the evolution closes the open ends in finite time without developing singularities. The surface becomes compact. This problem is related to blow up problems at spatial infinity. However, since the equations here is quasilinear not semilinear, new methods are necessary.

3. Free boundary problem : It is important to know under the condition that growing flat face breaks in crystal growth of cylinders. This problem is fundamental to understand stability of crystal growth. We studied model with anisotropic Gibbs-Thomson effect on crystal surfaces. Its evolution equations includes subdifferential of singular interfacial energy, which may not be viewed as usual partial differential equations. We constructed a solution whose flat part actually breaks when supersaturation outside crystals is given.

## B. 発表論文

1. M.-H. Giga, Y. Giga and H. Hontani, Self-similar expanding solutions in a sector for a crystalline flow, *SIAM J. Math. Anal.*, 37(2006), 1207-1226.
2. Y. Giga, M. Kubo and Y. Tonegawa, Magnetic clusters and fold energies, *Proc. Royal Soc. Edinburgh Sect. A* 137(2007), 23-40.
3. Y. Giga, K. Inui, A. Mahalov, S. Matsui and J. Saal, Rotating Navier-Stokes equations in nondecreasing at infinity : The Ekman boundary layer problem, *Arch. Rational Mech. Anal.*, 186(2007), 177-224.
4. E. Yokoyama, Y. Giga and P. Rybka, A microscopic time scale approximation to the behavior of the local shape on the faceted surface under a nonuniformity in supersaturation, *Physica D*, 237(2008), 2845-2855.

5. Y. Giga, K. Inui, A. Mahalov and J. Saal, Uniform global solvability of the rotating Navier-Stokes equations for nondecaying initial data, *Indiana Univ. Math. J.*, **57**(2008), 2775-2792.
  6. Y. Giga, Y. Seki and N. Umeda, Mean curvature flow closes open ends of noncompact surfaces of rotation, *Comm in Partial Differential Equations*, **34** (2009), 1508-1529.
  7. Y. Giga and Q. Liu, A billiard-based game interpretation of the Neumann problem for the curve shortening equation, *Adv. Differential Equations*, **14** (2009), 201-240.
  8. Y. Giga and P. Rybka, Facet bending driven by the planar crystalline curvature with a generic nonuniform forcing term, *J. Differential Equations*, **246** (2009), 2264-2303.
  9. Y. Giga and J. Zhai, Uniqueness of constant weakly anisotropic mean curvature immersion of the sphere  $S^2$  in  $\mathbf{R}^3$ , *Adv. Differential Equations*, **14** (2009), 601-619.
  10. Y. Giga, P. Górká and P. Rybka, Nonlocal spatially inhomogeneous Hamilton-Jacobi equation with unusual free boundary, *Discrete Contin. Dyn. Syst.*, **26** (2010), 493-519.
  11. M.-H. Giga and Y. Giga, Very singular diffusion equations - second and fourth order problems, *Japanese J. Ind. Appl. Math.*, **27**(2010), 323-345.
  12. Y. Giga, Interface dynamics-Effect of curvature (Kaimen Dynamics-Kyokuritsu no Kouka), *Handbook in Applied Analysis*, (ed. K. Masuda) Springer, (2010), 375-418 (in Japanese)
  13. Y. Giga, Y. Seki and N. Umeda, On a decay rate of quenching profile at space infinity for axisymmetric mean curvature flow, *Discrete Contin. Dyn. Syst.*, **29**(2011), 1463-1470.
  14. (著書) Mi-Ho Giga, Y. Giga and J. Saal, *Nonlinear Partial Differential Equations – Asymptotic Behavior of Solutions and Self-Similar Solutions*, Birkhäuser, (2010).
- C. 口頭発表
1. Y. Giga, Singular diffusion equations with nonuniform driving force, 2nd International Conference on Reaction-Diffusion Systems and Viscosity Solutions, July 13-18, 2009, Providence University, Taiwan, China, July 13, 2009.
  2. Y. Giga, Singular diffusion equations with nonuniform driving force, Workshop on New Connections Between Differential and Random Turn Games, PDE's and Image Processing, July 27-31, 2009, PIMS, University of British Columbia, Canada, July 28, 2009.
  3. Y. Giga, The Navier-Stokes flow with non-decaying initial velocity and its applications, Workshop on Regularity problems in hydrodynamics, August 3-7, 2009, PIMS, University of British Columbia, Canada, August 3, 2009.
  4. Y. Giga, On the Navier-Stokes flow with infinite energy and its applications, Colloquium, University of Minnesota, USA, September 17, 2009.
  5. Y. Giga, On the Navier-Stokes flow with non-decaying initial velocity and its applications, Analysis Seminar, Courant Institute, New York University, USA, September 24, 2009.
  6. Y. Giga, On the Navier-Stokes flow with infinite energy and its applications, Colloquium, University of Maryland, USA, October 23, 2009.
  7. Y. Giga, On the Navier-Stokes flow with infinite energy and its applications, Analysis Seminar, University of Texas, USA, November 4, 2009.
  8. Y. Giga, On scale-independent extinction time estimates for total variation flows, *New Directions in Simulation, Control and Analysis for Interfaces and Free*

Boundaries, January 31-February 6, 2010, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, February 2, 2010.

9. Y. Giga, Scale-invariant extinction time estimates for some singular diffusion equations, 4th Euro-Japanese Workshop on Blow-up, September 6-10, 2010, Lorentz Center, Leiden University, the Netherlands, September 6, 2010.
10. Y. Giga, Blow-up arguments and the Navier-Stokes equations, International Conference on Evolution Equations, October 11-15, Martin Niemoller-Haus, Schmitten, October 12 2010.

#### D. 講義

1. 数理解析 , 数理解析 演習 :  
簡単な内容説明 ( フーリエ解析入門 )  
講義の種類 ( 基礎科学科・3 年生共通講義 )
2. 解析学 , 解析学特別演習 :  
簡単な内容説明 ( 線形偏微分方程式入門 )  
講義の種類 ( 理学部数学科・3 年 )

#### E. 修士・博士論文

1. ( 修士 ) 阿部健 ( ABE, Ken ):  
Analyticity of the Stokes semigroup in space of bounded functions
2. ( 修士 ) 浜向直 ( HAMAMUKI, Nao ):  
Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms
3. ( 修士 ) 許本源 ( HSU, Pen-Yuan ):  
On non-existence for self-similar and stationary solutions with a linear background flow to the Navier-Stokes equations
4. ( 課程博士 ) 柳青 ( LIU, Qing ):  
Singular problems related to curvature flow and Hamilton-Jacobi equations

#### F. 対外研究サービス

1. Advanced Studies in Pure Mathematics 編集委員 ( 2000-2009 )
2. 数学辞典第 4 版常任編集委員 ( 2004-2005 )

3. 岩波数学叢書編集委員 ( 2005-2008 )

4. ( 編集 ) 儀我美一・小林俊行,  
数学は役に立っているのか?  
シュプリングーージャパン ( 2010 )

#### < その他の委員会委員等 >

1. 日本学術会議数学研究連絡会議委員 ( 1997-2004 )
2. 日本学術会議連携会員 ( 2006 年 - )
3. 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- )
4. 京都大学数理解析研究所  
運営委員会委員 ( 2003-2006 )
5. 北海道大学 21 世紀 COE ' 特異性からみた  
非線形構造の数学 ' 事業推進担当者 ( 2003-  
2008 )
6. 日本応用数理学会評議員 ( 2006- )

#### < 雑誌のエディター >

1. Abstract and Applied Analysis
2. Advances in Differential Equations
3. Advances in Mathematical Sciences and Applications
4. Boletim da Sociedade Paranaense de Mathematica
5. Calculus of Variations and Partial Differential Equations
6. Differential and Integral Equations
7. Hokkaido Mathematical Journal
8. Interfaces and Free Boundaries
9. Journal of Mathematical Fluid Mechanics
10. Mathematische Annalen
11. SIAM Journal on Mathematical Analysis
12. Taiwanese Journal of Mathematics

< 学外セミナー・シンポジウム >

1. 岡本久, 小園英雄, 柴田良弘, 儀我美一, Kyoto Conference on the Navier-Stokes equations and their Applications, 京都大学, 2006年6月6日-10日
2. 小澤徹, 神保秀一, 中村玄, 儀我美一, 利根川吉廣, 津田谷公利, 坂上貴之, The 31th Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, 北海道大学理学部, 2006年8月2日-8月4日
3. 儀我美一, 泉屋周一, 利根川吉廣, 出口光一郎, Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2006, 北海道大学理学部, 2006年11月15日-17日
4. G. Bellettini, P. Biler, Y. Giga, D. Hilhorst, W. Zajączkowski, Nonlocal and Abstract Parabolic Equations and Their Applications, Bedlewo, Poland, June 24-30, 2007.
5. Y. Giga and P. Rybka, Anisotropic curvature flow and its applications (two sessions), International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Zurich, July 17, 2007.
6. Y. Giga and E. Yokoyama, On morphology of growing surface of crystals, International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Zurich, July 20, 2007.
7. Y. Giga and A. Mahalov, Navier-Stokes equations and related topics, International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Zurich, July 20, 2007.
8. 小澤徹, 神保秀一, 中村玄, 儀我美一, 津田谷公利, 利根川吉廣, 坂上貴之, The 32nd Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, 北海道大学理学部, 2007年8月23日-25日
9. 儀我美一, 泉屋周一, 利根川吉廣, 出口光一郎, Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2007, 北海道大学理学部, 2007年11月15日-11月17日
10. SIAM Conference on Mathematical Aspects of Materials Sciences, Philadelphia, May 11-14, 2008.
11. IHES, 東京大学, 慶應義塾大学, 日本数学会共催, 日本学術振興会 日仏科学フォーラム, Perspectives in mathematical sciences, 2008年10月7日-9日
12. 入門講義とワークショップ, Analytic Semigroups and Related Topics on the occasion of the centenary of the birth of Professor Kôzaku Yosida, 2009年1月13日-16日
13. 石井仁司, 儀我美一, 小池茂昭, 「微分方程式の粘性解とその周辺」, 京都大学数理解析研究所 (RIMS), 京都, 2009年6月24日-26日
14. 小澤徹, 儀我美一, 坂上貴之, 神保秀一, 高岡秀夫, 利根川吉廣, 津田谷公利, 中村玄, 「第34回偏微分方程式論札幌シンポジウム」, 北海道大学理学部5号館大講義室, 2009年8月24日-26日
15. 出口光一郎, 儀我美一, 泉屋周一, 利根川吉廣, 「Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2009」, 北海道大学理学部, 2009年11月19日-21日
16. 足立匡義, 儀我美一, 菱田俊明, 隠居良行, 小園英雄, 小川卓克, 「Mathematical Analysis on the Navier-Stokes Equations and Related Topics, Past and Future - In memory of Tetsuro Miyakawa」, 神戸大学, 瀧川記念学術交流会館, 神戸, 2009年12月7日-9日
17. C. M. Elliott, Y. Giga, M. Hinze and V. Styles, New Directions in Simulation, Control and Analysis for Interfaces and Free Boundaries, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, January 31-February 6, 2010.
18. 舟木直久, 儀我美一, 菱田俊明, 小園英雄, 西田孝明, 柴田良弘, 流体数学国際研究集会, 早稲田大学, 2010年3月8日-16日
19. 儀我美一, 利根川吉廣, P. E. Souganidis, 石井仁司, 研究集会「Viscosity methods and nonlinear PDE」, 北海道大学大学院理学研究院, 2010年7月21日-23日



20. 石井仁司, 儀我美一, 坂上貴之, 横山悦郎, R. V. Kohn, P. Rybka, 学際的国際会議とチュートリアルセミナー ‘Mathematical Aspects of Crystal Growth’, 北海道大学百年記念会館, 2010年7月26日 - 30日
21. 儀我美一, 舟木直久, 利根川吉廣, P. Rybka, 儀我美保, 国際ワークショップとチュートリアルセミナー ‘Singular Diffusion and Evolving Interfaces’, 北海道大学大学院理学研究院, 2010年8月2日 - 6日
22. 小澤徹, 儀我美一, 坂上貴之, 神保秀一, 高岡秀夫, 利根川吉廣, 津田谷公利, 中村玄, ‘The 36th Sapporo Symposium on Partial Differential Equations’, 北海道大学大学院理学研究院, 2010年8月23日 - 25日
23. 出口光一郎, 儀我美一, 泉屋周一, 利根川吉廣, ‘Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2010’, 北海道大学クラーク会館, 2011年11月25日 - 27日

#### G. 受賞

紫綬褒章 2010年

#### H. 海外からのビジター

1. Marcus Wunsch  
(講演) Global and singular solutions to some hydrodynamic evolution equations, PDE Analysis Seminar, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, April, 28, 2010.
2. Jean-Pierre Puel  
(講演) Exact controllability for incompressible fluids, PDE Analysis Seminar, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, May 12, 2010.
3. Giovanni Pisante  
(講演) A selection criterion for solutions of a system of eikonal equation, PDE Analysis Seminar, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, May 26, 2010.
4. Christian Klingenberg  
(講演) Hydrodynamic limit of microscopic

particle systems to conservation laws to fluid models, 応用解析セミナー, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, June 10, 2010.

#### 5. Jong-Shenq Guo

(講演) Quenching Problem Arising in Micro-electro Mechanical Systems, PDE Analysis Seminar, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, January 26, 2011.

#### 連携併任講座

学習院大学 横山悦郎教授

#### 楠岡 成雄 (KUSUOKA Shigeo)

##### A. 研究概要

今年度は以下の研究を行った。

- (1) 吸収壁を持つ拡散過程の拡散作用素に対する精密評価の研究
- (2) 吸収壁を持つ拡散過程の期待値に関する新しい数値計算法の研究
- (3) 信用リスクのある複数の社債の時間発展モデルとコピュラの関係に関する研究
- (4) ランダムな力のある粒子の極限挙動に関する研究

I did research on the following topics.

- (1) Precise estimate on diffusin operators of absorbed diffusion processes.
- (2) New numerical computaion method for expectations of diffusion processes with Dirichlet boundary condition.
- (3) Relation between copula and dynamical credit risk model for bonds.
- (4) Limit theorem for a particle in random force field.

##### B. 発表論文

1. S. Kusuoka : A certain Limit of Iterated CTE, Advances in Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol. 13 (2010), 99-111.
2. H. Fushiya and S.Kusuoka : Uniform Estimate for distributions of the sum of i.i.d.

random variables with fat tail, J. Math. Sci. Univ. Tokyo 17(2010), 79-121.

3. K. Kuwada, S. Kusuoka and Y. Tamura : Large Deviation for stochastic line integrals as  $L^p$  current, Prob. Theory Related Fields 147(2010), 649-674.
4. S. Liang and S.Kusuoka : A calassical mechanical model of Brownian motion with plural particles , Reviews in Math. Physics 22(2010), 733-838.
5. S. Kusuoka :Gaussian K-Scheme, Preprint UTMS 2009-15.
6. S. Kusuoka and H. Osajima : A Remark on the Asymptotic Expansion of density function of Wiener Functionals, J. Fuct. Analysis 255(2008), 2545-2562.
7. 楠岡成雄 : 株式利益の希薄化を考慮した転換価格修正条項付き転換社債の価格について , 金融研究 第 27 卷 (2008) pp. 119-147.
8. T. Hayashi and S. Kusuoka : Consistent estimation of covariation under nonsynchronicity , Stat. Inference Stoch. Process. 11 (2008), no. 1, 93-106.
9. S. Kusuoka and Y. Morimoto : Homogeneous Law Invariant Multiperiod Value Measures and their Limits, J. Math. Sci. Univ. Tokyo 14 (2007), 117-156.
10. S. Kusuoka : A Remark on Law Invariant Convex Risk Measures, in Advances in Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol. 10, pp. 91-100, Springer 2007.

#### C. 口頭発表

1. Approximation of Expectation of Diffusion Processes, Analysis, Stochastics, Applications, ウィーン大学, 2010 年 7 月
2. Approximation of Expectation of Diffusion Processes with Dirichlet Boundary Conditions, International Workshop on Mathematical Finance: Topics on Leading-edge Numerical Procedures and Models, 東京工業大学, 2010 年 2 月

3. Approximation of Expectation of Diffusion Processes, Workshop on Computational Finance 京都大学, 2009 年 8 月

4. Malliavin calculus and Computational Finance, Minisymposium on stochastic analysis in the occasion of the award the Degree of a Doctor Honoris Causa to Professor Paul Malliavin , Bonn 大学, 2008 年 4 月

5. Malliavin calculus and Computational Finance, Symposium in Honor of Kiyosi Ito: Stochastic Analysis and Its Impact in Mathematics and Science, シンガポール国立大学, 2008 年 7 月

6. Malliavin calculus and Computational Finance, Seoul-Tokyo Conference, KIAS, 2008 年 11 月

7. ファイナンスと伊藤解析, 伊藤清先生ガウス賞受賞記念シンポジウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2007 年 1 月

#### D. 講義

1. 数理科学特別講義 XIII・応用数学 XC : 計算ファイナンスの話題について講義した。マリアバン解析の基礎について講義すると共に、拡散過程の期待値の計算の数値計算法として、オイラー丸山近似、楠岡近似、漸近展開法についての講義を行った。(数理大学院・4年生共通講義)

2. 確率統計学 ・確率論: 確率論の基礎(確率空間、確率変数、独立性など)、確率分布の収束と特性関数の収束、確率変数の収束概念、大数の法則、中心極限定理、マルコフ連鎖などについて講義した。(3年生講義)

3. 確率論演習: 確率統計学 の講義内容に関する演習を行った。(3年生講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 中原 健二 (NAKAHARA Kenji): Uniform Estimates for Distributions of Sums of i.i.d Random Variables with Fat Tail.

2. (修士) 山内 洋二 (YAMAUCHI Yoji): 確率ボラティリティモデルにおけるインブライド・ボラティリティの漸近挙動
3. (修士) 籠橋 祐来 (KAGOHASHI Yuki): BSDE から得られるバリュエメジャーのある種のバリュエメジャーによる近似

#### F. 対外研究サービス

1. Advance in Mathematical Economics, Chief Editor
2. 日本学会協議会員
3. 日本銀行金融研究所顧問

河野 俊丈 (KOHNO Toshitake)

#### A. 研究概要

##### 1. 共形場理論のモノドロミー群

共形場理論において, Riemann 面のモジュライ空間上のベクトル束の射影平坦接続のモノドロミー表現として, 写像類群の共形ブロックへの作用が定まる. L. Funar との共同研究において, このような表現による写像類群の像の構造を研究した. 特に, 任意の Johnson 部分群の像が, 非可換自由群を含むことを示した. 組みひも群の場合について, モノドロミー群を三角形群と関連して記述した. さらに, 組みひも群の Burau 表現と関連した Squier のいくつかの予想を解決した. Riemann 面上の共形場理論のモノドロミー群は円分体の整数環上定義されることが, P. Glmer と G. Masbaum によって示されているが, それらは, 半単純 Lie 群の格子としては表されないことを証明した.

##### 2. 超平面配置の Morse-Novikov 理論

A. Pajitnov との共同研究により,  $C^n$  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. P. Orlik と寺尾宏明によって構成された Morse 関数にもとづいて超平面配置の補集合は, サークル上のファイバー束の構造をもつ  $n$  次元 CW 複体に  $n$  次元のセルを貼付けて得られるホトピー型をもつことを示した. 超平面配置の補集合上の局所系のホモロジーについてはさまざまな研究があるが, ここでは, 基本群の可換表現に対応した Novikov ホモロジーに焦点をあてて研究した. Novikov ホモロジーは

広いクラスに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. この結果により, M. Davis, T. Januszkiewicz, I. J. Leary による最近の  $L^2$  ホモロジーの消滅定理に簡明な別証明を与えることができる.

#### 1. Monodromy groups of conformal field theory

In conformal field theory, there is an action of the mapping class groups on the space of the conformal blocks defined by the monodromy representation of a projectively flat connection for a vector bundle over the moduli space of Riemann surfaces. In a joint work with L. Funar we investigated the properties of the images of such representations of mapping class groups. In particular, we showed that the image of any Johnson subgroup contains a non-abelian free group. In the case of braid groups, we described the monodromy group in relation with triangle groups. Furthermore, we gave an answer to conjectures by Squier concerning Burau representations of braid groups. It is known that the monodromy groups of conformal field theory for Riemann surfaces are defined over cyclotomic integers by a result due to P. Glmer and G. Masbaum, but we proved that they are not isomorphic to lattices in semi-simple Lie groups.

#### 2. Morse-Novikov theory for hyperplane arrangements

In a joint work with A. Pajitnov we developed the circle-valued Morse theory for the complement of a complex hyperplane arrangement in  $C^n$ . Based on Morse functions constructed by P. Orlik and H. Terao, we showed that the complement has the homotopy type of a space obtained from a finite  $n$ -dimensional CW complex fibered over a circle by attaching  $n$ -dimensional cells. There have been many works concerning the homology of a local system over the complement of a hyperplane arrangement. 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 a large class of the above represen-

tations of the fundamental group. Our result also leads to a short proof of a recent result by M. Davis, T. Januszkiewicz and I. J. Leary on the vanishing of the  $L^2$ -homology.

## B. 発表論文

1. T. Kohno : *The volume of a hyperbolic simplex and iterated integrals*, Series on Knots and Everything 40 (2007) 179–188.
2. F. R. Cohen, T. Kohno and M. A. Xi-conténcatl : *Orbit configuration spaces associated to discrete subgroups of  $PSL(2, \mathbf{R})$* , Journal of Pure and Applied Algebra, 213, (2009), 2289 – 2300.
3. T. Kohno : *Bar complex, configuration spaces and finite type invariants for braids*, Topology and Its Applications, 157, (2010), 2–9.
4. L. Funar and T. Kohno : *On images of quantum representations of mapping class groups*, submitted to Quantum Topology. preprint, arXiv:0907.0568, submitted to Quantum Topology.
5. T. Kohno : *Hyperplane arrangements, local system homology and iterated integrals*, to appear in Advanced Studies in Pure Mathematics, Proceedings of the 2nd MSJ-SI.
6. T. Kohno : *KZ equation - structure of monodromy representations and their applications to invariants of knots*, Appendix to “Theory of Hypergeometric Functions” by K. Aomoto and M. Kita, Springer, (2011), 283–301.
7. T. Kohno and A. Pajitnov : *Circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements*, preprint, arXiv:1101.0437.
8. 河野俊文 : 場の理論とトポロジー, 岩波書店, 144 ページ, 2008 年 .
9. 河野俊文 : 反復積分の幾何学, シュプリンガー・ジャパン, 295 ページ, 2009 年 .
10. 河野俊文 : 新版 組みひもの数理, 遊星社, 206 ページ, 2009 年 .

## C. 口頭発表

1. Braids, local system homology and KZ connection, Intelligence of Low Dimensional Topology 2008, Osaka City University, October, 2008.
2. Bar complex, configuration spaces and finite type invariants for braids, 5th East Asian School of Knots and Related Topics, Gyeongju, Korea, January, 2009.
3. Local systems on configuration spaces and TQFT, Workshop on Turaev-Viro Invariants and Related Topics, Tokyo Institute of Technology, February, 2009.
4. Homology of local systems on configuration spaces and conformal field theory, Beijing Program on Algebraic Topology 2009, Chinese Academy of Sciences, Beijing, May, 2009.
5. Local systems on configuration spaces and the space of conformal blocks, Conférence Solstice, Univ. Paris VII, June, 2009.
6. Topology of the complements of hyperplane arrangements, local system homology and iterated integrals, The 2nd MSJ-SI “Arrangements of Hyperplanes”, survey talk, Hokkaido University, August, 2009.
7. Quantum representations of mapping class groups and their images, Workshop on “Algebra and Geometry of Configuration Spaces and related structures”, Centro de Ricerca Matematica Ennio De Giorgi, Pisa, Italy, June, 2010.
8. Gauss-Manin connections for the space of conformal blocks, 京都大学数理解析研究所, 研究集会「多重ゼータ値の諸相」, September, 2010.
9. Quantum representations of mapping class groups, International Conference Japan-Mexico on Topology and its Applications, Colima University, Mexico, September, 2010.

10. Braid groups, configuration spaces and iterated integrals, CIMPA-Vietnam School and Workshop on Braids in Algebra, Geometry and Topology, Institute of Mathematics, Hanoi, Vietnam, January, 2011.

D. 講義

1. 幾何学 III : 多様体上の微分形式, ベクトル場などの基本的な概念, Stokes の定理, de Rham の定理を扱った. (3 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 北山 貴裕 (KITAYAMA Takahiro): Non-commutative Reidemeister torsion, Morse-Novikov theory and homology cylinders of higher-order.
2. (修士) 岸田 真己 (KISHIDA Masaki): 免疫の減衰, 活性化を考慮した麻疹に関する Subclinical Infection モデル.
3. (修士) 坂巻 亮太 (SAKAMAKI Ryota): De Rham model for string topology.

F. 対外研究サービス

1. 東京大学数物連携宇宙研究機構 (IPMU) 主任研究員 (併任)
2. 京都大学数理解析研究所専門委員
3. 日本数学会出版委員長
4. Kyushu Journal of Mathematics 編集委員

小林俊行 (KOBAYASHI Toshiyuki)

A. 研究概要

1. 極小表現の幾何・解析的研究

極小表現は, すべてのユニタリ表現の中で最も根源的な対象であると考えられ, 1990 年代より多くの代数的研究がなされている. 筆者は D 型単純群の極小表現に焦点を当て, 1 つの極小表現の異種の幾何的モデルを構築することによって, それらが数学の異なる分野と結びつくような理論構成を目指し, この数年間で約 600 頁の論文を著してきた. 今年度の主な結果は以下の 5 つである.

1.A. (シュレーディンガーモデル) 極小表現の Schrödinger モデル (2003, with B. Ørsted) の大域公式を与えるために, 二次錐上においてフーリエ変換に相当する基本的な作用素であるユニタリ反転変換を導入し, その明示形を与えた (著書 [9]).

1.B. (フーリエ変換の変形理論) C 型単純群の極小表現である Weil 表現と D 型単純群の極小表現を連続的に結びつける “コアのユニタリ表現” を導入し, 特殊値が Fourier 変換, Hankel 変換, Dunkl 変換, Hermite 半群, Laguerre 半群となるような 3 パラメータをもつ作用素を構成し, 表現論的手法を用いてその基礎的性質 (Heisenberg の不確定性原理の一般化, Weyl 代数の一般化など) の統一的証明を与えた ([1], 口頭発表 [6]).

1.C. (特殊関数) 4 階の微分方程式を満たす “特殊関数論” への応用を見出した [2].

1.D. ジョルダン代数の共形変換群の枠組で, 極小表現の  $L^2$ -モデルを構築した (論文準備中).

1.E. A 型の ‘極小表現’ を半単純対称群に制限した時の分岐則を解析的手法で完全に決定した (M. Pevzner 氏等と共同) [5].

2. 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と無重複性の伝播という視点を導入し, 無限次元の場合および (組合せ論が絡む) 有限次元の場合を同時に含む, 無重複表現の統一的な理論をめざしている (口頭発表 [8]).

3. 不連続群

私の長年のモチーフである非リーマン空間における不連続群に関して, スペクトル理論の立場で新たな研究を行い, その第一歩となる論文を発表した ([6], 口頭発表 [9]).

4. 離散的な分岐則の理論

ユニタリ表現論の離散的な分岐則に関して, 最近の結果のサーベイと予想を Zuckerman 60 歳記念の論文集に寄稿 (招待) し [8], また, カテゴリー  $\mathcal{O}$  における離散的な分岐則の判定条件を決定した [arXiv:1008.4544]. さらに, Zuckerman 加群を対称対に制限した時に離散的に分解する場合のリストを大島芳樹氏と準備中である.

5. 実解析

5.A. 古典的な Weyl calculus を高次元化し, その積の明示公式を決定した (A. Unterberger 氏等と共同研究) [JFA 2009].

5.B. 対称性の高いマルチプライヤー作用素を全て捕捉する代数的枠組みを与え, その  $L^p$  有界性や

二次超曲面上の大域解析との関係を A. Nilsson 氏と共同で研究した [Math Z 2008, Ark Math 2009].

5.C. 無限次元表現における無重複分岐則をモチーフとして, J.-L. Clerc 氏等と共同で  $n$  次元球面の 3 重直積  $S^n \times S^n \times S^n$  上のある有理関数の積分値を具体的に決定した ( $n = 1$  の場合が Bernstein–Reznikov 積分となる) [5].

### 1. Analysis on minimal representations

Minimal representations are building blocks of unitary representations. Classic examples are the Weil representation, and intensive algebraic studies have been made since 1990s by many experts. Aiming for yet another *geometric approach* to minimal representations, in particular of type  $D$ , I have applied conformal techniques, got a new construction of minimal representations since 1991, found conserved quantities for ultra-hyperbolic equations that led us to their unitarizability, and also proved the existence of a *Schrödinger model* ( $L^2$ -model) with B. Ørsted. With G. Mano ([9]), we determined an explicit form of the *unitary inversion operator* on the  $L^2$ -model on the isotropic cones, that generalizes the Euclidean Fourier transform. I proposed also an original deformation theory in [1]. I also discovered “special functions” satisfying a certain ordinary differential equation of *order four* with G. Mano, Hilgert, and Möllers in [2] and [arXiv:0907.2608].

### 2. Multiplicity-free representations

I gave a plenary lecture in Winter School (Czech) on systematic and synthetic applications of the original theory of *visible actions* on complex manifolds to multiplicity-free theorems, in particular, branching problems to symmetric pairs.

### 3. Discontinuous groups

Developing my continuing motif on discontinuous groups for non-Riemannian homogeneous spaces, I initiated the study on discrete spectrum on locally non-Riemannian symmetric spaces with F. Kassel [6].

### 4. Theory of discrete branching laws

I published an expository paper [8] with some conjectures and new developments on the the-

ory of discretely decomposable unitary representations that I established in 1990s, and am preparing a classification of the triple  $(\mathfrak{g}, \mathfrak{g}, \mathfrak{h})$  such that Zuckerman’s derived functor modules  $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$  decompose discretely with respect to a reductive symmetric pair  $(\mathfrak{g}, \mathfrak{h})$  with Y. Oshima. I also extended the theory to the category  $\mathcal{O}$  [arXiv:1008.4544].

### 5. Real analysis - $L^p$ multipliers

5.A. We generalized the classic Weyl calculus to high dimensions, and found explicitly the composition formula with B. Ørsted, M. Pevzner and A. Unterberger ([JFA 2009]).

5.B. Inspired by the idea of prehomogeneous spaces, I studied multipliers with high symmetries with Nilsson ([Math Z 2008], [Ark Math 2009]).

5.C. I found an explicit formula of the integral of invariant meromorphic functions on  $S^n \times S^n \times S^n$  in a joint work with Clerc, Ørsted, and Pevzner [5].

### B. 発表論文

1. S. Ben Saïd, T. Kobayashi and B. Ørsted, “Generalized Fourier transforms  $\mathcal{F}_{k,a}$ ”, C. R. Math. Acad. Sci. Paris **347** (2009), 1119–1124. Its full paper (74 pages) is available at arXiv:0907.3749.
2. T. Kobayashi, “Orthogonal polynomials associated to a certain fourth order differential equation”, to appear in Ramanujan Journal, preprint version is available at arXiv:0907.2612. 14pp.
3. J.-L. Clerc, T. Kobayashi, B. Ørsted, and M. Pevzner, “Generalized Bernstein–Reznikov integrals”, Mathematische Annalen **349** (2011), 395–431.
4. 小林俊行, 張富士夫, 数学者とトヨタ自動車会長との対話「考えて考え抜くこと」, シュプリンガー数学クラブ第 22 巻, 2010 年, pp. 3–11.
5. T. Kobayashi, B. Ørsted, and M. Pevzner, “Geometric analysis on small unitary representations of  $GL(n, \mathbb{R})$ ”, J. Funct. Anal. **260** (2011), 1682–1720.

6. F. Kassel and T. Kobayashi, “Stable spectrum for pseudo-Riemannian locally symmetric spaces”, *C. R. Math. Acad. Sci. Paris* **349** (2011), 29–33.
7. T. Kobayashi and J. Möllers, “An integral formula for  $L^2$ -eigenfunctions of a fourth order Bessel-type differential operator”, *Integral Transforms and Special Functions* (2011), (published online first, on 27 January 2011), 11 pp.
8. T. Kobayashi, “Branching problems of Zuckerman’s derived functor modules”, preprint, submitted to “Representation Theory and Mathematical Physics: in honour of Gregg Zuckerman’s 60th birthday”, *アメリカ数学会*, 27 pp.  
[著書]
9. T. Kobayashi and G. Mano, “The Schrödinger model for the minimal representation of the indefinite orthogonal group  $O(p, q)$ ”, *Mem. Amer. Math. Soc.* **212**, no. 1000, *アメリカ数学会*, 2011 年, vi+132 pp.
10. 儀我美一, 小林俊行 (編), 『数学は役に立っているか?』, シュプリンガー数学クラブ第 22 巻, シュプリンガー・ジャパン, 2010 年.

### C. 口頭発表

1. Discontinuous Groups on pseudo-Riemannian Spaces, *Mathematische Arbeitstagung 2009*, Max-Planck-Institut für Mathematik, Bonn, Germany, June 2009.
2. Global Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces—Beyond the Riemannian case, *Yale University 談話会*, USA, March 2009.
3. Conformal Geometry and Schrödinger Model of Minimal Representations (opening lecture), *Bent Ørsted 教授 60 歳記念研究集会: Representations, Lie groups, and Conformal Geometry*, Göttingen, Germany, April 2009.
4. Branching Problems for Zuckerman’s Derived Functor Modules, *Representation Theory and Mathematical Physics (Gregg Zuckerman 教授 60 歳記念研究集会)*, Yale University, USA, October 2009.
5. Restriction of Unitary Representations to Reductive Subgroups, *Encuentro de Teoría de Lie (Jorge Vargas 教授 60 歳記念研究集会)*, Córdoba, Argentina, November 2009.
6. Conformal Geometry, Schrödinger Model of Minimal Representations, and Deformation of Fourier Transforms, (**6.A.–6.L.** では講演タイトル, 内容は多少異なるが, テーマが同じなので 1 つにまとめる.)  
**6.A.** Symmetry and Physics, Yale University, USA, March 2009; **6.B.** Research Seminar “Lie Theory,” Universität Paderborn, Germany, April 2009; **6.C.** 83ème Rencontre entre physiciens théoriciens et mathématiciens (Encounter between theoretical physicists and mathematicians), Institut de Recherche Mathématique Avancée, Strasbourg, France, June 2009; **6.D.** Representation Theory XI, Dubrovnik, Croatia, June 2009 (two lectures); **6.E.** Representation Theory of Real Reductive Groups, University of Utah, Salt Lake City, USA, July 2009; **6.F.** Workshop on Integral Geometry and Group Representations, Tambara Institute of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, Japan, August 2009. **6.G.** Geometry and Quantum Theory, Nijmegen, the Netherlands, June 2010. **6.H.** Autour des Transformations de Fourier, Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM), Luminy, France, September 2010. **6.I.** Colloquium, Université de Reims, France, October 2010. **6.J.** 9th Oka Symposium, Nara Women’s University, Japan, December 2010. **6.K.** Special Seminar [Mathematics], IPMU, the University of Tokyo, Japan, December 2010. **6.L.** Geometry and Dynamics Seminar, Université Lille, France, January 2011.

7. Applications of Branching Laws to Certain Problems on Global Analysis, The Seventh Workshop in Lie Theory and its Applications, Córdoba, Argentina, November 2009.
  8. Visible Actions and Multiplicity-free Representations, Plenary Lectures (3 lectures), The 30th Winter School on Geometry and Physics, Srni, Czech, January 2010.
  9. Stable Spectrum on Locally Homogeneous Spaces, Structure and Representations of Exceptional Groups, Banff International Research Station for Mathematical Innovation and Discovery (BIRS), Canada, July 2010.
  10. Geometric Quantization, Limits, and Restrictions—Some Examples for Elliptic and Minimal Orbits, **10.A.** Geometric Quantization in the Non-compact Setting, Oberwolfach, Germany, February 2011; **10.B.** (closing lecture), The 10th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory (NORTH10), Kyushu University, Japan, February 2011.
- ベクトル解析, サイズの小さい行列の幾何学的意味, 一般のサイズの行列式, 逆行列, 固有値と対角化 (+10 回の演習). (教養学部前期課程講義)
6. 数学講究 XA: テキスト: G. Folland (1989) Harmonic Analysis in Phase Space; Goodman–Wallach (2009) Symmetry, Representations, and Invariants. (数理 4 年生テキストセミナー)
  7. 数学講究 XB: 局所から大域へ—リー群と不連続群の世界: 擬リーマン等質空間における不連続群に関する未解決問題について. (数理大学院)
  8. Visible Actions and Multiplicity-free Representations, The 30th Winter School on Geometry and Physics. Srni, Czech, January 2010. 複素多様体における可視的作用を用いた, 無重複表現の統一理論のこころみを紹介. 対象: 専門家・ポスドク・大学院生.
  9. Multiplicity-Free Representations: Complex Geometric Methods in Representation Theory. Graduate course at Harvard University, 40 回の講義, アメリカ. 2008 年夏. 対象: ポスドク・大学院生.

#### D. 講義

1. 大域幾何概論・幾何学 XE: 複素幾何と無限次元表現論. 複素幾何的手法による無限次元表現の最先端のトピックの入門的講義. (数理大学院・4 年生共通講義)
2. 微分幾何学・幾何学 XB: リー群と等質空間: リー群・リー環の定義, 例, 線型リー群, 等質空間, 有界対称領域, 簡約リー群の構造. (数理大学院・4 年生共通講義)
3. 数学 II: 線形代数学: 抽象ベクトル空間上の線形代数の基礎. 通年. (教養学部前期課程講義)
4. 数学 II (文系, 夏): 行列とベクトル, ランク の概念, 連立一次方程式と行列, 外積と内積, ベクトル解析, サイズの小さい行列の幾何学的意味, 一般のサイズの行列式, 逆行列 (+10 回の演習). (教養学部前期課程講義)
5. 数学 II (文系, 冬): 行列とベクトル, ランク の概念, 連立一次方程式と行列, 外積と内積,

#### F. 対外研究サービス

[ジャーナルのエディター]

1. Managing Editor, Japanese Journal of Mathematics (日本数学会) (2005–)
2. Editor, International Mathematics Research Notices (Oxford 大学出版) (2002–)
3. Managing Editor, Takagi Booklet, vol. 1–8 (日本数学会) (2005–)
4. Editor, Geometriae Dedicata (Springer) (2000–)
5. Editor, Advances in Pure and Applied Mathematics (de Gruyter) (2008–)
6. Editor, International Journal of Mathematics (World Scientific) (2004–)



7. Editor, Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo (2007–)
  8. Editor, Kyoto Journal of Mathematics (2010–)
  9. Editor in Chief, Journal of Mathematical Society of Japan (日本数学会) (2002–2004; 2004–2006), Editor (1998–2006)
  10. Editor, Publications RIMS (2003–2007)
  11. Editor, Progr. Math. vol. 255 (with W. Schmid, J.-H. Yang), Birkhäuser, 2007
- [学会・他大学の委員など]
12. 審査委員: European Research Council (2010–)
  13. 日本学術会議連携会員 (2006–2008)
  14. 日本数学会理事 (2003–2005; 2005–2007)
  15. 日本数学会評議員 (2003–2005; 2005–2007)
  16. 京都大学数理解析研究所専門委員 (2007–2009; 2009–)
  17. 科学研究費等の審査委員: 日本 (JSPS), 米国 (NSF-AMS), ドイツ, ルクセンブルク, 中華人民共和国・香港 (various years)
  18. 審査委員: Prize Committee (anonymous) (various years)
  19. Jury, Habilitation, Reims University, France (2006)
  20. Jury, Doctor of Philosophy, Paderborn University, Germany (2010)
  21. Jury, Doctor of Philosophy, Utrecht University, the Netherlands (2011)
  22. IPMU, 上席科学研究員 (2009.8–)
- [国際研究集会のオーガナイザーなど]
23. オーガナイザー, Harmonische Analysis und Darstellungstheorie Topologischer Gruppen, Oberwolfach, Germany, 14–20 October 2007 (B. Krötz, E. Lapid, and C. Torossian)
  24. Scientific Committee, Hermitian Symmetric Spaces, Jordan Algebras and Related Problems (conference in honor of Prof. Jean-Louis Clerc), Centre International de Recherches Mathématiques, Luminy, France, 23–27 June, 2008
  25. オーガナイザー, 微分方程式と対称空間—大島利雄先生還暦記念研究集会, 東京大学, 2009年1月13–16日 (with H. Matumoto, H. Ochiai and H. Sekiguchi)
  26. オーガナイザー, Mathematics: From Today to Tomorrow—Global COE Opening Symposium at Tokyo, 東京大学, 2009年1月30日–2月1日 (with Y. Kawahigashi, Y. Kawamata and T. Saito)
  27. オーガナイザー, The 8th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory (NORTH 8), 大津, 2009年3月8–11日 (with K. Nishiyama and H. Yamashita)
  28. オーガナイザー, GCOE Spring school on representation theory, 東京大学, 2009年3月12–17日
  29. オーガナイザー, Conference in honor of Bent Ørsted’s 60th birthday: Representations, Lie groups, and conformal geometry, Göttingen, Germany, 6–10 April 2009 (with M. Pevzner, P. Ramacher and I. Witt)
  30. オーガナイザー, Workshop on Integral Geometry and Group Representations, 玉原, 2009年8月5–10日 (with F. Gonzalez, T. Takehi and T. Oshima)
  31. Scientific Committee, Conference in honor of Takayuki Oda’s 60th birthday, 東京大学, 2009年9月14–17日
  32. オーガナイザー, IPMU workshop: Quantizations, integrable systems and representation theory, IPMU, 東京大学柏キャンパス, 2009年11月5–6日 (with M. Guest and T. Kohno)
  33. オーガナイザー, Representation Theory and Harmonic Analysis, Oberwolfach, Germany, 14–20 November 2010 (with B. Krötz)

34. Scientific committee, Recent Developments in Harmonic Analysis and their Applications, Marrakech, Morocco, 25–29 April 2011
35. オーガナイザー, Branching Problems for Unitary Representations, Max Planck Institute for Mathematics Bonn, Germany, 25–29 July 2011 (with B. Ørsted and B. Speh)
36. Scientific committee, Harmonic Analysis, Operator Algebras and Representations, CIRM, Luminy, France, 21–26 October 2012
37. オーガナイザー, 高木レクチャー, 第1回 (京都大学数理研, 2006年11月), 第2回 (東京大学, 2007年5月), 第3回 (東京大学, 2007年11月), 第4回 (京都大学, 2008年6月), 第5回 (東京大学, 2008年10月), 第6回 (北海道大学, 2009年6月), 第7回 (東京大学, 2009年11月), 第8回 (京都大学数理研, 2010年11月), 第9回 (京都大学数理研, 2011年6月) (with Y. Kawahigashi, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito)
38. オーガナイザー, リー群論・表現論セミナー (2007–東大; 2003–2007 RIMS; 1987–2001 東大)

#### G. 受賞

1. 井上学术賞 (2010) 「無限次元の対称性の解析」
2. Monna Lecturer, “リーマン幾何の枠組みを越えた不連続群論”, Netherland (2008)
3. フンボルト賞 (数学部門), Germany (2008)
4. Sackler Distinguished Lecturer, “ユニタリ表現の分岐則の理論”, Israel (2007)
5. 日本学術振興会賞 (2007) 「代数・幾何・解析にまたがるリー群の無限次元表現の理論と不連続群の研究」
6. 大阪科学賞 (2006) 「リーマン幾何の枠組を超えた不連続群論の創始とリー群の無限次元表現における離散的な分岐則の発見」

7. [学生の受賞] 大島芳樹. 学生表彰「東京大学総長賞」(2010)

#### H. 海外からのビジター

1. Dr. Pierre Clare (2011 January–March, JSPS visitor)  
He gave a seminar talk entitled “Connections between noncommutative geometry and Lie groups representations” (2011.1.18)
2. Professor Michael Eastwood (2010 November)  
He gave a seminar talk: “Twistor theory and the harmonic hull” and GCOE lectures: “How to recognise the geodesics of a metric connection” and “Invariant differential operators on the sphere” (2010.11.2, 5, 8, 計3回)
3. Professor Birgit Speh (2010 May–June)  
She gave a series of lectures: “On the eigenvalues of the Laplacian on locally symmetric hyperbolic spaces” (2010.5.18); “Introduction to the cohomology of locally symmetric spaces 1, 2” (2010.6.1, 3, 計2回, GCOE レクチャーズ)
4. Professor Yves Benoist (2010 February–March)  
He gave a series of lectures: “Discrete groups acting on homogeneous spaces I–V” (2010.2.17, 18, 19, 計5回). He is to receive Clay Research Award (2011).
5. Dr. Fanny Kassel (2010 January–February)  
She gave a seminar talk entitled “Deformation of compact quotients of homogeneous spaces” (2010.2.2) in a joint seminar of Lie Groups and Representation Seminar and Topology Seminar, and also a series of informal lectures on this topic. Further, she gave a seminar talk at Kyoto University, and a one-hour talk at the 9th workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory held in Hokkaido University.

斎藤秀司 (SAITO Shuji)

#### A. 研究概要

当該研究は次の3つの部門からなる.

- (I) 数論的多様体のモチフィックコホモロジーの研究,
- (II) 代数的サイクルの  $p$  進 Hodge 理論を用いた研究,
- (III) 代数的サイクルの Hodge 理論を用いた研究,

以下特に, 前年度までに得ていた成果, 加藤予想の標数と素な部分の解決, を特異点の解消問題に応用する成果について解説する.

加藤予想とは, 加藤和也氏により 1986 年に提出された予想である.  $X$  を有限体あるいは整数環上有限型スキームとすると, 加藤ホモロジーと呼ばれる数論幾何学的不変量  $KH_q(X, \mathbf{Z}/n\mathbf{Z})$  ( $q, n$  は自然数) が定義される. 加藤予想は  $X$  が正則かつ固有な場合に, その加藤ホモロジー  $q = 0$  以外では消滅することを主張する.  $X$  が有限体上の曲線, あるいは代数体の整数環のスペクトラムの場合の加藤予想は, 有限体上の一変数関数体あるいは代数体  $K$  のブラウアー群に関する古典的基本定理「 $K$  上の中心的単純環にたいする Hasse 原理」に同値である. さらに  $K = \mathbf{Q}$  で  $n = 2$  の場合の加藤予想は,  $\mathbf{Q}$  係数の 2 次形式に対するハッセ原理 (Hasse-Minkowski) に同値で, このことから加藤予想はコホモロジー論的ハッセ原理とも呼ばれる. 前年度までの研究において加藤予想を  $n$  が  $X$  の標数と互いに素な場合に解決することに成功した. 加藤予想は数論幾何学における諸問題に様々な応用を持つ.モチフィックコホモロジーの有限性予想への応用, ゼータ関数の特殊値への応用, 高次元類体論への応用などが挙げられるがここでは特に特異点の解消問題への応用について簡単に解説する.

特異点の解消問題においては, 与えられた孤立特異点に  $(X, x)$  にたいしその特異点解消の例外因子の形状を何らかの方法で記述することが問題となる. たとえば  $(X, x)$  が複素数体上のアフィン空間の商特異点の場合には, これは最近盛んに研究されているマックイ対応の理論が扱う問題である. 当該研究では,  $(X, x)$  が商特異点 (基礎体は任意) あるいは正標数の体上の滑らかな多様体の純非分離な被覆に現れる特異点の場合にこれを研究した. 主結果は特異点解消の例外因子の形状を組み合わせ論的に記述するグラフ

(configuration graph) のがホモロジー的に自明であることを示したことである. 加藤予想という数論的な問題がこのような幾何学的な問題に応用できるのは意外である.

The research consists of three parts:

- (I) Finiteness of motivic cohomology,
- (II) Study of algebraic cycles by using the  $p$ -adic Hodge theory,
- (III) Study of algebraic cycles by using the Hodge theory.

Related to (I) we have succeeded to show the prime-to-characteristic part of the Kato conjecture. In what follows we explain an application of the result to resolution of singularities.

The Kato conjecture was proposed by Kazuya Kato in 1986. For a scheme  $X$  of finite type over a finite field or the ring of integers, he introduced an arithmetic invariant  $KH_q(X, \mathbf{Z}/n\mathbf{Z})$  ( $q, n \geq 0$  are integers) which is now called a Kato homology of  $X$ . The conjecture affirms that  $KH_q(X, \mathbf{Z}/n\mathbf{Z})$  vanishes for  $q \neq 0$  if  $X$  is regular and proper. It is a natural generalization to higher dimensional schemes of the Hasse principle for the Brauer group of a global field, a fundamental theorem in number theory. We have succeeded in proving the Kato conjecture in case  $n$  is prime to characteristic. The Kato conjecture has strong implications on various problems in arithmetic geometry; the finiteness conjecture of motivic cohomology, special values of zeta functions, higher dimensional class field theory. Here we briefly explain a geometric application to resolution of singularities.

In resolution of singularities, it is an important problem to describe the configuration of exceptional divisors of a resolution of an isolated singularity  $(X, x)$ . For example, in case  $(X, x)$  is a quotient singularity of a complex affine space by a finite group, it is the main aim of the theory of Mackay correspondence. We have studied the problem in case  $(X, x)$  is a quotient singularity of a smooth variety (over an arbitrary field) by a finite group or a singularity appearing in a purely inseparable covering of a smooth variety over a field of positive characteristic. As

an application of the Kato conjecture, we have shown that the configuration graph of exceptional divisors of a resolution is homologically trivial for these singularities. It is rather surprising that such an arithmetic object as Kato homology has a geometric application to resolution of singularities.

## B. 発表論文

1. “S. Saito, Cohomological Hasse principle and motivic cohomology of arithmetic schemes, to appear in the Proceedings of ICM Hyderabad, India 2010.
2. “U. Jannsen and S. Saito, Bertini theorems and Lefschetz pencils over discrete valuation rings, with applications to higher class field theory, to appear in *J. of Algebraic Geometry*.
3. “S. Saito and K. Sato, A  $p$ -adic regulator map and finiteness results for arithmetic schemes, *Documenta Math. Extra Volume: Andrei A. Suslin’s Sixtieth Birthday (2010)*, 525–594
4. “S. Saito and K. Sato, A finite theorem for zero-cycles over  $p$ -adic fields, *Annals of Mathematics* **172** (2010), 593–639
5. “S. Saito, Recent progress on the Kato conjecture, in: *Quadratic forms, linear algebraic groups, and cohomology, Developments in Math.* **18** (2010), 109–124
6. “M. Asakura and S. Saito, Surfaces over a  $p$ -adic field with infinite torsion in the Chow group of 0-cycles, *Algebra and Number Theory* **1** (2008), 163–181
7. “M. Asakura and S. Saito, Maximal components of Noether-Lefschetz locus for Beilinson-Hodge cycles, *Math. Ann.* **341** (2008), 169–199
8. “J. Lewis and S. Saito, Algebraic cycles and Mumford-Griffiths invariants, *Amer. J. of Math.* **129** (2007), 1449–1499
9. “M. Asakura and S. Saito, Beilinson’s Hodge conjecture with coefficient for open

complete intersections, *London Math. Society Lecture Note Series* **344** (2007), 3–37

10. “M. Asakura and S. Saito, Generalized Jacobian rings for open complete intersections, *Math. Nachr.* **279** (2006), 5–37
11. “M. Asakura and S. Saito, Noether-Lefschetz locus for Beilinson-Hodge cycles I, *Math. Zeit.* **252** (2006), 251–237.

## C. 口頭発表

1. (1) Weak Bloch-Beilinson conjecture for zero-cycles over local fields, (2) Cohomological approaches to rational points, (3) MSRI, Berkeley, USA, (4) 2006 March.
2. (1) Noether-Lefschetz problem for Beilinson-Hodge cycles on open surfaces, (2) Antalya Algebra Days VIII, (3) Antalya, Turkey, (4) 2006 May.
3. (1) Finiteness results for motivic cohomology of arithmetic schemes, (2) Arithmetic Geometry, (3) RIMS, Kyoto, Japan, (4) 2006 September,
4. (1) Surfaces over a  $p$ -adic field with infinite torsion in the Chow group of 0-cycles, (2) Algebraic cycles, motives and  $A^1$ -homotopy theory over general bases, (3) Regensburg, Germany, (4) 2007 February,
5. (1) Surfaces over a  $p$ -adic field with infinite torsion in the Chow group of 0-cycles, (2) Workshop on the geometry of holomorphic and algebraic curves in complex algebraic varieties, (3) CRM, Montreal, Canada, (4) 2007 May,
6. (1) Surfaces over a  $p$ -adic field with infinite torsion in the Chow group of 0-cycles, (2) Algebraic K-theory and its Applications, (3) ICTP, Trieste, Italy, (4) 2007 June,
7. (1) A conjecture of Colliot-Thélène on zero-cycles over local fields, (2) Géométrie arithmétique et variétés rationnelles, (3) CIRM, Luminy, France, (4) 2007 December.

8. (1) Finiteness results for motivic cohomology of arithmetic schemes, (2) Quadratic forms, linear algebraic groups and cohomology, (3) University of Hyderabad, Hyderabad, India, (4) 2008 December.
9. (1) Finiteness of motivic cohomology, cohomological Hasse principle, special values of zeta functions, (2) 代数学シンポジウム (基調講演) (3) 明治大学, Tokyo, Japan, (4) 2009 August.
10. (1) 類体論の高次元化と高次化, (2) 高木貞治 50 年祭記念学術講演会, (3) 東京大学, Tokyo, Japan, (4) 2009 December
11. (1) Equivariant weight homology and McKay correspondence, (2) Regulator III, (3) University of Barcelona, Barcelona, Spain, (4) 2010 July 19-23
12. (1) Cohomological Hasse principle and applications, (2) ICM (invited lecture), (3) Hyderabad, India, (4) 2010 August 19-27
13. (1) Cohomological Hasse principle and resolution of singularities, (2) Seoul-Tokyo Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry, (3) KIAS, Seoul, Korea, (4) 2010 November 26-27
14. (1) Cohomological Hasse principle and resolution of singularities, (2) Arithmetic and Algebraic Geometry, (3) University of Tokyo, Tokyo, Japan, (4) 2011 January 18-21
15. (1) Hasse principles from Brauer to Kato II, (2) Spring School on higher dimensional class field theory, (3) University of Mainz, Mainz, Germany, (4) 2011 March 14-18

#### D. 講義

1. 代数学 II・代数学 II 演習 (理学部 3 年生)

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会教育委員会委員

齋藤 毅 (SAITO Takeshi)

#### A. 研究概要

局所体上の多様体の  $\ell$  進層に関する導手公式の一般化である Riemann-Roch 型公式についての加藤和也氏との共著論文を, 完成させ投稿した . 正標数の高次元代数多様体の分岐に関する Abbes 氏との共著論文を, 完成させ投稿した . 偶数次元多様体の中間次元のエタールコホモロジーの第 2Stiefel-Whitney 類に関する論文を完成させ、投稿した . 混標数の局所体の分岐群の次数商が可換群であることは以前からわかっていたが, これが  $p$  倍で 0 になることを示し, さらにその指標群が微分形式と結びつくことを証明した . これについても論文を完成させ、投稿した .

I completed a joint paper with Kazuya Kato on the formula of Riemann-Roch type generalizing the conductor formula for varieties over a local field and submitted it to a journal. I also completed a joint paper with Ahmed Abbes on ramification of varieties of arbitrary dimension in positive characteristic and a paper on the second Stiefel-Whitney class of the étale cohomology of middle degree of a variety of even dimension and submitted them to journals. It had been known to be abelian the graded quotients of ramification groups of local field of mixed characteristic. I proved that they are killed by  $p$  and that the character groups are related to differential forms. I also completed a paper and submitted it to a journal.

#### B. 発表論文

1. A. Abbes and T. Saito “Local Fourier transform and epsilon factors”, *Compositio Mathematica*, 146-6, (2010) 1507-1551.
2. T. Saito “Hilbert modular forms and  $p$ -adic Hodge theory” *Compositio Mathematica*, 145-5, (2009) 1081-1113.
3. T. Saito “Wild ramification and the characteristic cycle of an  $l$ -adic sheaf” *Journal de l’Institut de Mathématiques de Jussieu*, (2009) 8(4), 769-829
4. A. Abbes and T. Saito “Analyse micro-

locale  $\ell$ -adique en caractéristique  $p > 0$ :  
Le cas d'un trait", Publications RIMS 45-  
1 (2009) 25-74

5. K. Kato and T. Saito "Ramification theory for varieties over a perfect field", Annals of Math. 168 (2008), 33-96.
6. A. Abbes and T. Saito "The characteristic class and ramification of an  $\ell$ -adic etale sheaf ", Inventiones Math. 168 No. 3 (2007) 567-612
7. T. Saito "Stiefel-Whitney classes of  $\ell$ -adic cohomology", arXiv:1012.1922
8. A. Abbes and T. Saito "Ramification and cleanliness", arXiv:1007.3873
9. K. Kato and T. Saito "Ramification theory for varieties over a local field", arXiv:1007.0310
10. T. Saito "Ramification of local fields with imperfect residue fields III arXiv:1005.2824

#### C. 口頭発表

1. An  $\ell$ -adic Riemann-Roch formula (joint work with Kazuya Kato), Conf. in honor of Jean-Marc Fontaine, IHP フランス, March 25, Regulator III, Barcelona スペイン, July 20, 代数的整数論とその周辺 数理研 2010年12月6日
2. Hasse-Arf theorem in higher dimension, Galois representations in arithmetic and geometry, Goa インド, August 11
3. Wild ramification of schemes and sheaves, ICM, Hyderabad インド, August 27, PANT, Kyoto 日本, September 17, Witt vectors, foliations, and absolute de Rham cohomology, Nagoya 日本 2010 Nov 24, Seoul-Tokyo Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry KIAS ソウル 2010 Nov. 26, Arithmetic and Algebraic Geometry 2011 東京 Jan. 22. 2010
4. Characteristic cycle of an  $\ell$ -adic sheaf Tsinghua, Beijing 中国, 2009 August 19, East

Asia number theory conference, Aug. 19-22, Tsinghua Univ.)

5. 分岐理論の現状と展望 2009年1月13日 (火) 分岐理論 合宿型セミナー 神戸フルーツフラワーパーク
6. Local Fourier transform and epsilon factors, (Tambara (2008 June 29, Workshop on Arithmetic and Algebraic Geometry)) 代数幾何研究集会 東大数理 (July 3)) (Rennes フランス, 2009 July 10, Journées arithmétiques de Rennes, July 6-10, Univ. de Rennes)
7. Wild ramification and the characteristic cycle of an  $\ell$ -adic sheaf, Chicago (March 14, 2007), A Conference Dedicated to the Mathematical Heritage of Spencer J. Bloch, Fields Institute, Toronto カナダ, March 19-23, 2007, Tokyo (April 11, 2007), miniconference on Arithmetic Geometry, Galois representations and modular forms, Paris 13 フランス, June 6-8, 2007, Algebraische Zahlentheorie, June 17-23, 2007, Oberwolfach ドイツ, Algebraic Analysis and Around in honor of Professor Masaki Kashiwara's 60th birthday, Kyoto RIMS, June 25-30, 2007, Rennes (5 juillet, 2007)
8. Automorphic forms and  $\ell$ -adic representations 4, Ecole d'été sur la conjecture de modularité de Serre, 8-20 juillet, 2007, Luminy フランス
9. Galois representations and modular forms. July 17-22, 2006. IHES フランス 数論幾何 サマースクール.
10. Ramification of schemes over a local field (joint work with K. Kato), Sept. 4, 2006, El Escorial EU network midterm conf., Sept. 13, 2006, RIMS. Conf. on Arith. Alg. Geom.

#### D. 講義

1. 抽象数学の極み：全学ゼミ．素数が平方数の和にかかる条件や，グリーンの公式で平面に開けた穴の有無を見分ける方法などを題材に，抽象数学の方法について解説した．(教養学部前期課程)

2. 代数と幾何: 線形代数 . 1 年で学ぶ数学 II にひきつづいて, ジョルダン標準形などの自己準同形の詳しい性質や, 双対空間, 商空間などの抽象的な構成など . (理学部 2 年生 (後期))

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 今井 直毅 (IMAI Naoki): On the moduli spaces of finite flat models of Galois representations

#### F. 対外研究サービス

1. 玉原数論幾何研究集会 5 月 24 日 (月) ~ 27 日 (木) オーガナイザー
2. 第 8 回高木レクチャー 11 月 23 日 (火・祝) オーガナイザー
3. Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu, エディター
4. Journal de théorie des nombres de Bordeaux, エディター
5. Documenta Mathematica, エディター
6. Japanese Journal of Mathematics, エディター

#### 辻 雄 (TSUJI Takeshi)

##### A. 研究概要

$p$  進 Hodge 理論,  $p$  進コホモロジー論及びそれらの応用について研究している . ここ数年  $D$  加群の nearby cycles の観点から  $p$  進体上半安定還元を持つ完備非特異代数多様体の  $p$  進コホモロジーを研究しているが, 平成 22 年度は特に  $p$  進重さスペクトル系列と代数的対応との compatibility を証明した . またこれまでの  $p$  進 Hodge 理論の研究で重要な役割を担ってきた  $p$  進エタール・コホモロジー,  $p$  進 nearby cycle と syntomic コホモロジー, syntomic 複体を結びつける写像を, Faltings site を少し修正したものを導入することにより, (係数が定数層でない場合も含めて) 簡明に構成することに成功した .

Takeshi Tsuji is working on  $p$ -adic Hodge theory,  $p$ -adic cohomology theory and their applications. Recently he is studying  $p$ -adic cohomology of a proper smooth scheme over a  $p$ -adic field with semi-stable reduction by using nearby cycles  $D$ -modules. In this academic year, he proved a compatibility of the  $p$ -adic weight spectral sequence with algebraic correspondences. He also succeeded in giving an alternative simple construction of the maps connecting  $p$ -adic étale cohomology and  $p$ -adic nearby cycles with syntomic cohomology and syntomic complexes, which have been playing a crucial role in his research on  $p$ -adic Hodge theory, by introducing a certain modified Faltings site.

##### B. 発表論文

1. K. Bannai, S. Kobayashi and T. Tsuji, *On the de Rham and  $p$ -adic realizations of the elliptic polylogarithm for CM elliptic curves*, Annales Scientifiques de l'ENS 43, fascicule 2 (2010), 185-234.
2. T. Tsuji, *On nearby cycles and  $D$ -modules of log schemes in characteristic  $p > 0$* , Compositio Mathematica 146 (2010), 1552-1616.
3. T. Tsuji, *Purity for Hodge-Tate representations*, to appear in Mathematische Annalen
4. T. Tsuji, *Notes on  $p$ -adic Simpson correspondence and Galois cohomology*, preprint.

##### C. 口頭発表

1. On semi-stable smooth  $p$ -adic sheaves, International conference: Hodge theory, San Servolo, Venice, Italy, 2006 年 6 月
2. On semi-stable smooth  $p$ -adic étale sheaves, Workshop: Arithmetic Algebraic Geometry, 京都大学数理解析研究所, 2006 年 9 月
3. On log crystalline cohomology and arithmetic  $D$ -modules, Workshop:  $p$ -adic

Arithmetic Geometry, 京都大学数理解析研究所, 2006年11月

4. On purity for  $p$ -adic representations, Of ramification and Vanishing Cycles, 東京大学, 2007年9月
5. On purity for  $p$ -adic representations, Workshop: Arithmetic Applications of  $p$ -adic Analysis and Rigid Spaces, Universität Regensburg, 2008年2月
6. Arithmetic  $D$ -modules and weight spectral sequences, Journées de Géométrie Arithmétique de Rennes, Institut de Recherche Mathématique de Rennes, 2009年7月
7. Nearby cycles and  $D$ -modules of log schemes in characteristic  $p > 0$ , East Asia Number Theory Conference, 清華大学, 2009年9月
8.  $p$ -adic perverse sheaves and arithmetic  $D$ -modules on a curve, Conférence de Géométrie Arithmétique en l'honneur de Jean-Marc Fontaine, Institute Henri Poincaré, 2009年3月
9. Semi-stable reduction and arithmetic  $D$ -modules, Current trends in logarithmic geometry, Université Bordeaux 1, 2010年6月
10.  $p$ -adic perverse sheaves and arithmetic  $D$ -modules on a curve, Arithmetic geometry and  $p$ -adic differential equations, 東北大学, 2010年7月

#### D. 講義

1. 数学 I, 微分積分の講義 . (教養学部前期課程, 文科 1, 2年, 夏)
2. 数理代数学概論・代数学 XB, 代数的整数論の講義 . (数理大学院・4年生共通講義, 冬)

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 原隆 (TAKASHI Hara): Inductive construction of the  $p$ -adic zeta functions for non-commutative  $p$ -extensions of exponent  $p$  of totally real fields

#### G. 受賞

1. 第5回日本学術振興会賞 (2009年3月)
2. 第5回日本学士院学術奨励賞 (2009年3月)

坪井 俊 (TSUBOI Takashi)

#### A. 研究概要

- 葉層構造を保つ微分同相群の構造について研究し、葉を保つ微分同相群の恒等写像の連結成分は完全群であること、いくつかの場合に、いろいろな次数のコサイクルが定義されることを示した。
- $r < \infty$  に対し、 $C^r$  級の接触微分同相を定義し、 $1 \leq r < n + (3/2)$  のとき、 $2n + 1$  次元接触多様体  $M^{2n+1}$  の台がコンパクトな  $C^r$  級の接触微分同相のなす群  $\text{Cont}_c^r(M^{2n+1})$  が単純群であることを示した。
- 実解析的微分同相群の研究をした。円周束構造を持つ多様体および円周の特殊半自由作用を持つ多様体、円周作用を持つ2次元、3次元の多様体に対して、恒等写像の連結成分の群は完全群であることを示した。30年前に Herman がトーラスに対して恒等写像の連結成分の群は単純群であることを示して以来、恒等写像の連結成分の群が完全群となる他の多様体は知られていなかった。
- 微分同相群の一樣完全性について研究し、偶数次元閉多様体  $M^{2n}$  が、中間指数  $n$  のハンドルを持たないハンドル分解を持つならば、 $M^{2n}$  の微分同相群  $\text{Diff}^r(M^{2n})$  ( $r \neq 2n + 1$ ) の恒等写像の成分  $\text{Diff}^r(M^{2n})_0$  の元は、4個の交換子の積で書かれること、奇数次元閉多様体  $M^{2n+1}$  の微分同相群  $\text{Diff}^r(M^{2n+1})$  ( $r \neq 2n + 2$ ) の恒等写像の成分  $\text{Diff}^r(M^{2n+1})_0$  の元は、5個の交換子の積で書かれることを示した。また、6次元以上の偶数次元閉多様体  $M^{2n}$  の微分同相群  $\text{Diff}^r(M^{2n})$  ( $r \neq 2n + 1$ ) の恒等写像の成分  $\text{Diff}^r(M^{2n})_0$  は、一樣完全であることを示した。さらに、上の一樣完全性の条件を満たすコンパクトで連結な多様体  $M^n$  の微分同相群  $\text{Diff}^r(M^n)$  ( $r \neq n + 1$ ) の恒等写像の成分  $\text{Diff}^r(M^n)_0$  は、一樣単純であることを示した。



- I studied the group of diffeomorphisms preserving a given foliation. We showed that the identity component of the group of leaf preserving diffeomorphisms is a perfect group. We also constructed several higher cocycles for such diffeomorphism groups.
- We consider the group  $\text{Cont}_c^r(M^{2n+1}, \alpha)$  of  $C^r$  contactomorphisms with compact support of a contact manifold  $(M^{2n+1}, \alpha)$  of dimension  $(2n + 1)$  with the  $C^r$  topology. We show that the first homology group of the classifying space  $B\overline{\text{Cont}}_c^r(M^{2n+1}, \alpha)$  for the  $C^r$  foliated  $M^{2n+1}$  products with compact support with transverse contact structure  $\alpha$  is trivial for  $1 \leq r < n + (3/2)$ . This implies that the identity component  $\text{Cont}_c^r(M^{2n+1}, \alpha)_0$  of the group  $\text{Cont}_c^r(M^{2n+1}, \alpha)$  of contactomorphisms with compact support of a connected contact manifold  $(M^{2n+1}, \alpha)$  is a simple group for  $1 \leq r < n + (3/2)$ .
- I studied on the group of real analytic diffeomorphisms. For  $U(1)$  fibered manifolds, for manifolds admitting special semi-free  $U(1)$  actions and for 2- or 3-dimensional manifolds with nontrivial  $U(1)$  actions, we show that the identity component of the group of real analytic diffeomorphisms is a perfect group. Herman showed the simplicity of the identity component of the group of real analytic diffeomorphisms of tori 30 years ago and since that time there had been no other real analytic manifolds such that the identity component of the group of real analytic diffeomorphisms is perfect.
- We show that any element of the identity component of the group of  $C^r$  diffeomorphisms  $\text{Diff}_c^r(\mathbb{R}^n)_0$  of the  $n$ -dimensional Euclidean space  $\mathbb{R}^n$  with compact support ( $1 \leq r \leq \infty, r \neq n + 1$ ) is written as a product of two commutators. This statement holds for the interior  $M^n$  of a compact  $n$ -dimensional manifold which has a handle decomposition only with handles of

indices not greater than  $(n - 1)/2$ . For the group  $\text{Diff}^r(M)$  of  $C^r$  diffeomorphisms of a compact manifold  $M$ , we show the following for its identity component  $\text{Diff}^r(M)_0$ . For an even-dimensional compact manifold  $M^{2m}$  with handle decomposition without handles of the middle index  $m$ , any element of  $\text{Diff}^r(M^{2m})_0$  ( $1 \leq r \leq \infty, r \neq 2m + 1$ ) is written as a product of four commutators. For an odd-dimensional compact manifold  $M^{2m+1}$ , any element of  $\text{Diff}^r(M^{2m+1})_0$  ( $1 \leq r \leq \infty, r \neq 2m + 2$ ) is written as a product of five commutators. We showed also that For an even-dimensional compact manifold  $M^{2m}$  ( $2m \geq 6$ ),  $\text{Diff}^r(M^{2m})_0$  ( $1 \leq r \leq \infty, r \neq 2m + 1$ ) is uniformly perfect. We showed that for compact connected manifolds  $M^n$  satisfying the condition above for  $\text{Diff}^r(M^n)_0$  to be uniformly perfect, the group  $\text{Diff}^r(M^n)_0$  is uniformly simple.

## B. 発表論文

1. Takashi Tsuboi: “On the group of foliation preserving diffeomorphisms”, *Foliations 2005*, Lodz, World Scientific, Singapore (2006) 411–430.
2. Tomoo Yokoyama and Takashi Tsuboi: “Codimension one minimal foliations and the fundamental groups of leaves, *Annale de l’Institut Fourier* 58 (2008) 723–731
3. Takashi Tsuboi: “On the simplicity of the group of contactomorphisms”, *Advanced Studies in Pure Math.* **52** Groups of Diffeomorphisms (2008) 491–504.
4. Takashi Tsuboi: “On the uniform perfectness of diffeomorphism groups”, *Advanced Studies in Pure Math.* **52** Groups of Diffeomorphisms (2008) 505–524.
5. Takashi Tsuboi: “Classifying spaces for groupoid structures”, *Foliations, Geometry, and Topology: Paul Schweitzer Festschrift, Contemporary Mathematics* **498** (2009) 67–81.

6. Takashi Tsuboi: “On the group of real analytic diffeomorphisms”, *Annales Scientifiques de l’École Normale Supérieure*, **49**, (2009) 601–651.
7. Takashi Tsuboi: “On the uniform simplicity of diffeomorphism groups”, *Differential Geometry, Proceedings of the VIII International Colloquium, Santiago de Compostela*, 2008, World Scientific, Singapore (2009) 43–55.
8. Takashi Tsuboi: “On the uniform perfectness of the groups of diffeomorphisms of even-dimensional manifolds”, to appear in *Commentarii Mathematici Helvetici*.
9.  $\text{Diff}^\omega(\mathbb{C}P^2)_0$ , 「複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺」研究集会, 2009年12月13日.
10. On the uniform perfectness of the group of diffeomorphisms, *Centro de Recerca Matemàtica, Barcelona, Spain*, 2010年7月13日.

#### D. 講義

1. 幾何学 II, 幾何学特別演習 II : 幾何学 II では、位相空間の基本群、ホモロジー群について基礎的事項を解説。幾何学特別演習 II では、幾何学 II の内容に沿った演習を行った。(理学部3年生向け講義)
2. 数理・情報一般「数学の現在・過去・未来」: 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「2次元球面と3次元球面」、河野俊丈「多面体の幾何から空間のかたちをみる」、織田孝幸「有限体で遊ぶ」、平地健吾「複素数を使って無限大をみる」、寺杉友秀「無理数を求める 平方根、円周率、算術幾何平均」。(教養学部前期課程1・3学期講義)
3. 数理・情報一般「数学の現在・過去・未来」: 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「なめらかに回転する図形」、吉田朋広「マルチンゲール」、中村 周「量子力学と微分方程式の世界」、古田幹雄「指数定理」、齋藤秀司「整数論への誘い」。(教養学部前期課程2・4学期講義)

#### C. 口頭発表

1. On the perfectness of the group of real analytic diffeomorphisms, *ICM2006, Madrid*, 2006年8月.
2. On the group of real analytic diffeomorphisms, *Groups of Diffeomorphisms 2006, 東大数理*, 2006年9月.
3. On the group of real analytic diffeomorphisms, *Foliations, Topology and Geometry in Rio, PUC-Rio, Brazil*, 2007年8月.
4. On the uniform perfectness of the group of diffeomorphisms, July 9, 2008, *VIII International Colloquium on Differential Geometry, Santiago de Compostela, Spain*, 7-11 July 2008.
5. 多様体の微分同相群, 日本数学会秋季総合分科会・総合講演, 2008年9月25日、東京工業大学
6. 微分同相群の一様完全性と一様単純性研究集会「微分同相群と葉層構造」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2008年10月28日.
7. 偶数次元多様体の微分同相群の一様完全性, 「同相群とその周辺」研究会, 2009年2月21日.
8. On the uniform perfectness of the group of diffeomorphisms, *Seminaire, École Normale Supérieure de Lyon, France*, 2009年6月24日.

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 粕谷直彦 (KASUYA Naohiko): Sol 多様体と5次元球面上の接触構造
2. (修士) 斉藤翔平 (SAITO Shohei): 双曲空間におけるストレート単体の well-definedness
3. (修士) 吉安 徹 (YOSHIYASU Toru): Parametric h-principle for symplectic submersion relation (シンプレクティックサブマーシヨンの定める微分関係式におけるパラメータ付きのホモトピー原理)

## F. 対外研究サービス

1. 日本数学会理事長
2. 日本学会会議、連携会員
3. Groups of Diffeomorphisms 2006, on September 11-15, 2006, 東大数理, 学術委員会委員, 報告集エディターの一人.  
Foliations and Dynamical Systems 2007 on February 19 - 22, 2007, 東大数理, 世話人の一人.  
Foliations, Topology and Geometry in Rio, PUC-Rio, Brazil, August 6-10, 2007, 組織委員の一人.  
French-Japanese Scientific Forum: October 4 - 11, 2008, 組織委員の一人.

## H. 海外からのビジター

1. EYNARD-BONTEMPS, Hélène (ENS Lyon, JSPS 外国人特別研究員), 研究題目 “Homotopy type of spaces of codimension one foliations and their holonomies”.

## 寺嶋 友秀 (TERASOMA Tomohide)

### A. 研究概要

混合楕円モチーフに対応するホップ代数をその生成元と関係式で表わすという問題を考える。とくに保型多様体を基礎多様体として考えるとき、その生成元は尖点形式に対応していることが混合楕円モチーフの理論から結論される。さらにその関係式にどのようなものが存在するかという問題に関しては基本的な関係式が尖点形式の間の高次のチャウ群の交叉形式が関係していることが結論される。この交叉形式をより詳しく考察するために、ホッジ実現と関係してうるドリニニコホモロジーへの写像を考えその非消滅性などの考察が重要となってくる。そのために単数基準写像とL関数の特殊値との関係を表わすベイリンソン予想を証明することは重要な意味をもってくる。その問題の重要性を R.Hain 氏に指摘され、その問題に取り組みひとまずの成果を得た。その方法は相対ドリニニコホモロジーの計算とそれをランキン・セルバーグの方法の一般化を確立することにある。得られた結

果としては、高次チャウ群の中に定義されるベイリンソン元に対してその交叉形式の単数基準写像による像の直和分解成分が保型L関数の特殊値として表わせるというものである。

We study the generators and relations of the Hopf algebra associated to mixed elliptic motives. In particular, we are interested in the case where the base scheme is the modular variety. According to the theory of mixed elliptic motives, the generators correspond to Hecke eigen cusp forms. Moreover the relations between these generators are related to the intersection form for higher Chow groups of modular varieties. For the precise study of these intersection form, we study the regulator maps for modular varieties to the Deligne cohomology. In this problem, non-vanishing properites are important and for this reason, the relation between regulator map and the special values of automorphic L functions are important. This point of view is pointed out by R.Hain. In this year, we get satisfactory results on this relation. The key ingredient for this method is a generalization of Rankin-Selberg method applied to relative Deligne cohomologies. As a consequence, we show that the regulator of cup product of two Beilinson's Eisenstein elements is equal to the special value of automorphic L functions.

### B. 発表論文

1. Tomohide Terasoma : “The Artin-Schrier DGA and the  $\mathbf{F}_p$ -fundamental group of an  $\mathbf{F}_p$  schemes, in Cycles, Motives and Shiura varieties, Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India. 2010.

### C. 口頭発表

1. Relative DGA, associated DG category and mixed elliptic mitf, Motives and Homotopy Theory of Schemes, Oberwolfach, Germany, 2010/5/16-22.
2. 相対高次単数基準とアイゼンシュタイン級数, 玉原特殊多様体研究集会、2010/9/7, 玉原国際セミナーハウス

3. Relative completion and Beilinson conjecture for Kuga fiber space, Seoul-Tokyo Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry, 2010/11/27, KIAS, Seoul, Korea.
4. Beilinson conjecture for Kuga fiber spaces and relation of mixed elliptic Hopf algebra, in International workshop on motives in Tokyo part 6, 2010/12/13, The University of Tokyo
5. Beilinson conjecture for Kuga fiber spaces and relative bar complex, Arithmetic and Algebraic Geometry 2011, 2011/1/19, The University of Tokyo.

#### D. 講義

1. 数学続論 XF:混合ホッジ理論とその応用。Deligne の論文に従って開いた代数多様体のホッジ理論に関して講義をした。

#### E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 橋本 健治 (HASHIMOTO Kenji): Finite symplectic acitons on the K3 lattice. (K 3 格子への有限シンプレクティック作用)

#### F. 対外研究サービス

1. Algebraic Geometry 2011, 2011/1/18-22, the University of Tokyo, organizer.
2. 玉原特殊多様体研究集会、2010/9/6-9, 玉原国際セミナーハウス、オーガナイザー

#### H. 海外からのビジター

1. 李中華 (2010/10/15-)
2. Bruno Kahn(2010/12/11-22)
3. Frederich Deglise(2010/12/11-19)
4. Gereon Quick(2010/12/11-18)
5. Joseph Ayoub(2011/2/6-18)

時弘 哲治 (TOKIHIRO Tetsuji )

#### A. 研究概要

昨年度に引き続き周期箱玉系の相関関数を研究した。2点相関関数では、相関長が2, 3の場合に組合せ論的な手法により具体的な表式を得た。また、 $n$ 点相関関数について特殊な場合であるが漸化式を構成した。

超離散 KdV 方程式：

$$u_n^{t+1} = \min[1 - u_n^t, \sum_{k=-\infty}^n (u_k^{t+1} - u_k^t)]$$

の保存量を”負のソリトン”が存在する一般の場合について、箱の容量が大きな箱玉系への変換を利用して構成した。通常のソリトンと負のソリトンの存在する解も、この拡張した箱玉系の解として構成した。箱の容量が1の箱玉系では、すべての状態が離散 KdV 方程式のソリトン解からの超離散化によって得られ、この事実を利用して初期値問題を解くことが可能である。負のソリトンが存在する場合にも、同様にして初期値問題が解かれると予想している。

We investigate correlation functions in a periodic box-ball system. For the second and the third nearest neighbor correlation functions, we give explicit formulae obtained by combinatorial methods. A recursion formula for a specific  $N$ -point functions is also presented.

We constructed the conserved quantities of the ultradiscrete KdV equation(UKDV eq.):

$$u_n^{t+1} = \min[1 - u_n^t, \sum_{k=-\infty}^n (u_k^{t+1} - u_k^t)]$$

with negative solitons by using the transformation to the BBS with larger box capacities. The solutions to the UKDV eq. in which negative solitons and ordinary solitons coexist are also obtained as the solutions to this extended BBS. In the BBS with box capacity one, every state is obtained by ultradiscretization of a soliton solution of the discrete KdV equation, and using this fact, initial value problem is solved in elementary combinatorial methods. We conjecture that this fact also holds for the extended BBS and can be used to solve the initial value problems.

## B. 発表論文

1. M. Kanai, K. Nishinari and T. Tokihiro, “Exact solution and asymptotic behaviour of the asymmetric simple exclusion process on a ring”, *J. Phys. A* **39**, 9071-9079 (2006).
2. T. Tokihiro, “On Fundamental Cycle of Periodic Box-Ball Systems”, L. Fadeev et al. (eds.) *Bilinear Integrable Systems: From Classical to Quantum, Continuous to Discrete*, Springer, 325-334 (2006).
3. S. Iwao and T. Tokihiro, “Ultradiscretization of the theta function solution of pd Toda”, *J. Phys. A* **40**, 12987-13021 (2007).
4. Jun Mada, Makoto Idzumi and Tetsuji Tokihiro, “The box-ball system and the N-soliton solution of the ultradiscrete KdV equation”, *J. Phys. A*, **41** 175207 (23pp) (2008)
5. A. Nishiyama, H. Tanaka and T. Tokihiro, “An isotropic cellular automaton for excitable media”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, **387**, 3129-3136 (2008).
6. Hiroshi Tanaka, Asumi Nakajima, Akinobu Nishiyama, Tetsuji Tokihiro “Derivation of a differential equation exhibiting replicative time-evolution patterns by inverse ultra-discretization”, *Journal of the Physical Society of Japan* **78**, 034002 (5 pages) (2009).
7. Masahiro Kanai, Shin Isojima, Katsuhiro Nishinari, and Tetsuji Tokihiro, “Ultradiscrete optimal velocity model: A cellular-automaton model for traffic flow and linear instability of high-flux traffic” *Phys. Rev. E* **79**, 056108 (8 pages) (2009).
8. M. Idzumi, S. Iwao, J. Mada and T. Tokihiro “Solution to the initial value problem of the ultradiscrete periodic Toda equation”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **42** 315209 (14 pages) (2009).

9. A. Nishiyama, T. Tokihiro, M. Badoual and B. Grammaticos, “Modelling the morphology of migrating bacterial colonies” *Physica D: Nonlinear Phenomena*, **239**, 1573-1580 (2010).
10. J. Mada and T. Tokihiro, “Correlation functions for a periodic box-ball system” *J. Phys. A: Math. Theor.* **43** 135205 (15 pages) (2010).

## C. 口頭発表

1. The exact correspondence between conserved quantities of a periodic box-ball system and string solutions of the Bethe ansatz equations, *Symmetries and Integrability of Difference Equations (SIDE) VII*, Melbourne, Australia, 10–14 July, 2006.
2. Ultra discrete systems, Workshop on Integrable Systems, IISc Mathematics Initiative, Department of Mathematics, Indian Institute of Science, Bangalore, India, February 18–19, 2008.
3. Periodic Box-Ball System: an Integrable Cellular Automaton, Second Workshop on Nonlinearity and Geometry–Darboux Days–, Banach Center Bedlewo, Poland, April 13-19 (2008)
4. 箱玉系の数理, 企画特別講演, 日本数学会秋季総合分科会 9月 24–27 日, 東京工業大学 (2008)
5. Box-Ball System and Toda equation, Geometric Aspects of Discrete and Ultra-Discrete Integrable Systems, Department of Mathematics, University of Glasgow, UK, 30 March – 3 April (2009).
6. Correlation function of periodic box-ball system, China-Japan Joint Workshop on Integrable Systems, Shaoxing, China, January 7–10 (2010).
7. Correlation function for the periodic box-ball system, Satellite conference of ICM 2010, Integrable Systems and Geometry, Pondicherry University, India, August 12-17 (2010).

#### D. 講義

1. 数学 I : 微分積分学の初等的講義を行った (教養学部前期課程)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 神吉 雅崇 (KANKI Masataka): Conserved quantities and generalized solutions of the discrete and ultradiscrete KdV equation

#### F. 対外研究サービス

1. Journal of Physical Society of Japan, editor.
2. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, editor.
3. GCOE 研究集会「Algebraic and geometric aspects of discrete integrable systems –Integrable systems and cluster algebras」Dec.14–17(2010), organizer .

#### H. 海外からのビジター

1. Alfred Ramani (Centre de Physique Theorique, Ecole Polytechnique, CNRS, 91128 Palaiseau, France) 24 Oct. – 18 Nov. 2010. 超離散系の初期値問題の研究 .
2. Fon-Che Liu (Department of Mathematics, Tamkang University, Tamsui, Taiwan) 11-12 Jan. 2011. セミナーでの講演 : 「A duality principle and applications」
3. Jyh-Hao Lee (Institute of Mathematics, Academia Sinica, Taipei, Taiwan) 11-12 Jan. 2011. セミナーでの講演 : 「DNLS and the Reaction-Diffusion Systems Related to the Nonlinear Schrödinger Equation with Quantum Potential」

#### 中村 周 (NAKAMURA Shu)

##### A. 研究概要

シュレディンガー方程式を中心に, 数理物理の方程式について, 関数解析, 偏微分方程式などの手法を用いて研究している. 昨年度は, 以下の 2 点を中心に研究を行った .

(1) 散乱多様体上の散乱理論 (論文 [4,10] . 伊藤健一との共同研究) .

散乱多様体と呼ばれる漸近的に錐的な構造を持つリーマン多様体上の時間に依存する散乱理論を構成し, それに基づいて散乱作用素などの解析を行った . 論文 [4] では短距離型摂動の場合の波動作用素の存在と完全性, 散乱行列の Melrose 達による定義との同値性を示した . 論文 [10] では, 散乱行列の超局所的性質を研究し, 散乱行列がフーリエ積分作用素であることを示した . (2) 非定符号の摂動を持つランダム・シュレディンガー作用素の解析 (論文 [2,7,9] . F . Klopp , M . Loss , G . Stolz との共同研究) .

ランダム・シュレディンガー作用素のスペクトルの研究においては, 局所的な摂動が定符号であることを仮定する場合が多い . 特に, アンダーソン局在の証明の主要補題であるウエグナーの補題, リフシツ特異性の通常の証明には, 摂動が定符号であることが本質的に用いられている . 摂動が定符号でない重要なモデルとしては, 局所ポテンシャルが定符号でない alloy-type random Schrödinger operators , random displacement model , random magnetic Anderson model 等がある . 論文 [2,7] においては, 不定符号の局所ポテンシャルを持つ alloy-type model のリフシツ特異性を証明し, いくつかの場合にはアンダーソン局在も証明できることを示した . 論文 [9] においては, [2,7] の手法, 結果を下敷きにして, random displacement model のアンダーソン局在を証明した .

I am working on differential equations appearing in mathematical physics, especially Schrödinger equations, using theories of functional analysis and partial differential equations. During the last academic year, I work mainly on the following topics:

(1) Scattering theory on scattering manifolds ([4,10]. Joint work with K. Ito).

We constructed a time-dependent scattering theory for Schrödinger operators on a class

of manifolds called *scattering manifolds*, which are noncompact manifolds with asymptotically conic ends. In [4], we introduced the framework of the scattering theory, proved the asymptotic completeness, and showed the equivalence of our definition of the scattering matrices with that by Melrose and his collaborators. In [10], we studied the microlocal properties of the scattering matrices, and showed that they are Fourier integral operators.

(2) Analysis of random Schrödinger operators with non-sign definite perturbations ([2,7,9]. Joint work with F. Klopp, M. Loss, G. Stolz). In the study of the spectrum of random Schrödinger operators, usually the local potentials are supposed to be sign definite. In particular, two key lemmas of the proof of Anderson localization, the Wegner lemma and the Lifshitz tail, rely on the monotonicity of the perturbations. However, certain important models including alloy-type models with non-sign definite local potentials, random displacement models and random magnetic Anderson models have non-monotonous perturbations, and hence usual methods do not apply. In [2,7], we studied the Lifshitz tail for the non-monotonous alloy-type models, and proved Anderson localization for some classes of models. In [9], based on the methods and results of the above papers, we proved the Anderson localization for the random displacement models.

## B. 発表論文

1. S. Nakamura: “Semiclassical singularity propagation property for Schrödinger equations”. J. Math. Soc. Japan **61** (2009) 177–211.
2. F. Klopp and S. Nakamura: “Spectral extrema and Lifshitz tails for non-monotonous alloy type models”. Commun. Math. Phys. **287** (2009) 1133–1143.
3. A. Martinez, S. Nakamura and V. Sordani: “Analytic wave front for solutions to Schrödinger equation”, Advances in Math. **222** (2009) 1277–1307.
4. K. Ito and S. Nakamura: “Singularities of

solutions to Schrödinger equation on scattering manifold”. American J. Math. **131** (2009) 1835–1865.

5. K. Ito and S. Nakamura: “Time-dependent scattering theory for Schrödinger operators on scattering manifolds”. J. London Math. Soc. **81** (2010) 774–792.
6. A. Martinez, S. Nakamura and V. Sordani: “Analytic wave front for solutions to Schrödinger equation II – Long Range Perturbations”. Comm. Partial Differential Equations **35** (2010) 2279–2309.
7. F. Klopp and S. Nakamura: “Lifshitz tails for generalized alloy type random Schrödinger operators”. Analysis and PDE **3–4** (2010) 409–426.
8. K. Ito and S. Nakamura: “Remarks on the fundamental solution to Schrödinger equation with variable coefficients”. Preprint 2009 December. (<http://arxiv.org/abs/0912.4939>)
9. F. Klopp, M. Loss, S. Nakamura and G. Stolz: “Localization for the random displacement model”. Preprint 2010 July. (<http://arxiv.org/abs/1007.2483>)
10. K. Ito and S. Nakamura: “Microlocal properties of scattering matrices for Schrödinger equations on scattering manifolds”. Preprint 2011 February (<http://arxiv.org/abs/1102.2009>)

## C. 口頭発表

1. “Remarks on scattering theory on scattering manifolds”, Sep. 28, 2009 (Colloque Franco-Tunisien, d’équation aux dérivées partielles, Hammamet, Tunisia, Sep. 28 – Oct. 2, 2009)
2. “Remarks on Fundamental Solutions to Schrödinger Equation with Variable Coefficients” 2009年12月2日。(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』平成21年12月2日(水)~12月5日(金) 京都大学)

3. “Lifshitz tails for Schrödinger operators with non-sign definite random potentials”, Dec. 8, 2009 (Mini-Workshop: “ Modeling and Understanding Random Hamiltonians: Beyond Monotonicity, Linearity and Independence ”, Oberwolfach Mathematics Institute, Dec 7 - Dec. 11, 2009)
  4. “Remarks on Fundamental Solutions to Schrödinger Equation with Variable Coefficients”, (Seminar during Research Program: Spectral and Dynamical Properties of Quantum Hamiltonians, January - June 2010), Centre Interfacultaire Bernoulli, EPFL, Laussane, February 16, 2010.
  5. “Remarks on scattering theory for Schrödinger operators on scattering manifolds” (Conference: Spectral Problems for Quantum Hamiltonians, February 22 - 26, 2010), Centre Interfacultaire Bernoulli, EPFL, Lausanne, February 22, 2010.
  6. 「量子力学のスペクトル・散乱理論における数学的手法」(第2回 GCOE セミナー『社会に広がる数学について』2010年3月30日、東京大学数理科学研究科)
  7. “Localization for the random displacement model. II. The Lifshitz tail and the Wegner estimate (joint work with F. Klopp, M. Loss, G. Stolz)” (Conference: Random Schrödinger Operators, May 31 - June 4, 2010), Centre Interfacultaire Bernoulli, EPFL, Lausanne, May 31, 2010.
  8. “Remarks on Fundamental Solutions to Schrödinger Equation with Variable Coefficients (Semiclassical Proof)”, (Seminar during Research Program: Spectral and Dynamical Properties of Quantum Hamiltonians, January - June 2010), Centre Interfacultaire Bernoulli, EPFL, Laussane, June 10, 2010.
  9. “Remarks on scattering theory for Schrödinger operators on scattering manifolds”, Aug. 15, 2010. (ICM Satellite Conference on “ Quantum Systems ”, August 14 - August 18, 2010, IMSc, Chennai, India),
  10. “Anderson localization for the random displacement model”, 2010年9月5日(『2010年夏の作用素論シンポジウム』平成22年9月3日~6日、松本); 2010年11月6日(第21回『数理物理と微分方程式』2010年11月6日~11月8日、修善寺)
- D. 講義
1. 基礎解析学概論・解析学 XB : フーリエ解析に続く実解析学の基本的事柄, 特に  $L^p$ -空間, Sobolev 埋め込み, 補間定理などについて講義を行った. (数理大学院・4年生共通講義)
  2. 構造解析学: 力学系の理論の基礎, 特に2次元力学系の定性的解析の手法についての講義を行った. (教養学部基礎科学科3年生講義)
- E. 修士・博士論文
1. (博士) 水谷治哉 (MIZUTANI Haruya): Dispersive and Strichartz estimates for Schrödinger equations.
  2. (修士) 中谷雅大 (NAKAYA Masahiro): Schrödinger 作用素に関する定常理論およびトレース作用素を利用した応用について.
- F. 対外研究サービス
1. 日本数学会・出版委員
  2. 日本数学会・函数方程式論分科会・代議員
  3. Funcialaj Ekvacioj (日本数学会・函数方程式論分科会・機関誌) 編集委員
- G. 受賞
- 日本数学会 2010年度 解析学賞
- H. 海外からのビジター
1. Jean-Marc Bouclet (トゥールーズ大学) 2010年4月11日-4月24日
  2. Ivana Alexandrova (東カロライナ大学) 2010年6月17日-6月30日
  3. Carlos Villegas Blas (メキシコ国立自治大学) 2010年7月7日-7月17日



4. Bernard Helffer (パリ大学オルセイ校) 2010年10月25日-29日
5. Clotilde Fermanian (パリ西大学) 2010年10月25日-31日
6. Mouez Dimassi (パリ北大学) 2010年10月25日-31日
7. Frederic Herau (ナント大学) 2010年10月25日-31日
8. Thierry Ramond (パリ大学オルセイ校) 2010年10月25日-31日
9. Dimitri Yafaev (レンヌ大学) 2011年2月14日-3月13日 (GCOE 招聘教授)
10. David Damanik (ライス大学) 2011年2月14日-25日
11. Erik Skibsted (オーフス大学) 2011年2月14日-24日
12. Stephane Nonnenmacher (サクレー原子力研究所) 2010年2月10日-15日
13. Christian Gérard (パリ大学オルセイ校) 2010年2月23日-27日

野口潤次郎 (NOGUCHI Junjiro)

#### A. 研究概要

科研費基盤 (S) (平成 17 年年度 ~ 21 年度) の研究成果に基づく研究発表を内外で積極的に行い、研究成果の国際発信に努めた。個人研究では、準アーベル多様体  $A$  への整正則曲線  $f$  に対して得られた第二基本定理の応用を中心に研究した。P. Corvaja (Udine) と共同で  $A$  の超局面  $D$  を一般の位置に与えると、偏極準アーベル多様体  $(A, D)$  の同型類は基本的に複素平面の離散点分布  $f^{-1}(D)$  が無限遠点で作る集合の芽  $f^{-1}(D)_\infty$  で決まることを示した。また値域空間での交点  $f(\mathbb{C}) \cap D$  は、 $D$  内でザリスキー稠密であることを証明した。同時に同様な結果を代数体上の線形トーラス群内の算術回帰列について証明した。正則曲線の基本予想について可微分接続を用いる手法を引き続き研究した。J. Winkelmann (Bochum) との共同研究で、コンパクト複素多様体への有理型写像の値分布を考える時、ケーラーか非ケーラーかで差がある現象を初めて捉

えた。濱野 (福島大) との共同研究で岡の余零問題について研究が進展し、種々の例を得つつある。

I have given a number of talks based on the results obtained by the research supported by Grant-in-Aid for Scientific Research (S) in 2005-2009 for a better global recognition of the achieved works of the program. My research was focussed on the applications of the second main theorem with truncated counting function of level one for entire holomorphic curves  $f$  into a semi-abelian variety  $A$ . An application to the algebraic degeneracy problem for holomorphic curves into algebraic varieties had been obtained (jointly with J. Winkelmann and K. Yamanoi). Let  $D$  be a general hypersurface of  $A$ . Then jointly with P. Corvaja (Udine) we proved that the isomorphism class of a polarized semi-abelian variety  $(A, D)$  is essentially determined by the germ of the discrete points distribution,  $f^{-1}(D)_\infty$  at the infinity. Also, the Zariski denseness of  $f(\mathbb{C}) \cap D$  in  $D$  was obtained. I continued the study on the fundamental conjecture for holomorphic curves by means of a differentiable connection on the holomorphic tangent bundle. Jointly with J. Winkelmann we found a new phenomenon of the value distribution of holomorphic maps into a kähler or non-kähler compact manifold. Jointly with S. Hamano (Fukushima Univ.) we made some advances on Oka's extra-zero problem with some new examples.

#### B. 発表論文

1. Corvaja, P. and Noguchi, J., A new unicity theorem and Erdős' problem for polarized semi-abelian varieties, to appear in Math. Ann.
2. Noguchi, J., Value distribution and distribution of rational points, Spectral Analysis in Geometry and Number Theory, Ed. M. Kotani et al, Contemp. Math. 484, pp. 165-176, Amer. Math. Soc., Rhode Island, 2009.
3. Noguchi, J., Winkelmann, J. and Ya-

manoï, K., The second main theorem for holomorphic curves into semi-abelian varieties II, Forum Math. **20** (2008), 469–503.

4. Noguchi, J., Winkelmann, J. and Yamanoi, K., Degeneracy of holomorphic curves into algebraic varieties, J. Math. Pures Appl. **88** Issue 3, (2007), 293–306.
5. Noguchi, J., Some results in the analogue of Nevanlinna theory and Diophantine approximations, Proc. Diophantine Geometry, Ed. U. Zannier, pp. 259–275, Scuola Normal Superiore Pisa, 2007.

### C. 口頭発表

1. 野口潤次郎, Oka [VII], [VIII] と関連する話題について, 岡潔シンポジウム, 奈良女子大学, 2010年12月5日(奈良市).
2. J. Noguchi, A new fundamental theorem for entire curves into semi-abelian varieties and applications, Seminar in Complex Analysis, Université Paris 6, 2010 Nov. 2 (Paris).
3. J. Noguchi, Value distribution theory and unit equations, RIMS Workshop “Analytic Number Theory at Kyoto”, RIMS Kyoto University, 2010 Oct. 7 (Kyoto, Japan).
4. J. Noguchi, Problems in value distribution theory, Hanoi University of Education, 2010 Sept. 20 (Hanoi).
5. 野口潤次郎, 値分布論の問題, 研究集会「複素幾何学の諸問題」, 京都大学数理解析研究所, 2010年9月7日(京都市).
6. 野口潤次郎, On a problem of S. Lang on theta functions (with P. Corvaja), 日本数学会平成22年度年会, 2010年3月25日, 慶応大学(横浜市).
7. 野口潤次郎, A new unicity theorem and Erdős’ problem for polarized semi-abelian varieties (with P. Corvaja), 日本数学会平成22年度年会, 2010年3月25日, 慶応大学(横浜市).

8. 野口潤次郎, 正則曲線の第二基本定理と値分布の逆問題, 複素幾何2010 (Mabuchi 60), 2010年3月19日, 大阪大学.

9. J. Noguchi, Holomorphic curves into semi-abelian varieties and a conjecture of Lang, Komplex Analysis 2010 Albi, 2010年1月30日, Grand Hotel d’Orleans (Albi, France).
10. 野口潤次郎, 正則曲線と因子の交点及び新しい一致の定理について, 複素解析研究集会, 2010年1月9日, 山形市生涯学習センター遊学館.

### D. 講義

1. 数学 (社会、夏): 文系1年生を対象として、微分積分学の基礎を講義。(教養学部前期課程講義)
2. 複素解析学・同演習: 複素解析学の基礎講義。複素数の定義、平面位相、複素関数列の広義一様極限、巾級数、無限乗積、指数関数と三角関数、円周率 $\pi$ の定義、リーマン球面と一次変換、正則関数、コーシーの積分定理、巾級数展開、ポアソン積分、有理型関数、ローラン展開、留数の定理など(2年生、冬)。
3. 複素解析学・複素解析学特論(学部4年・院、夏): 複素解析関数の現れる数学の諸分野で基礎概念となっている岡の接続定理の証明を4回生向けに講義する。それに基づき正則凸領域上の基本定理(Oka-Cartan-Serre)を証明する。(数理大学院・4年生共通講義、夏)

### F. 対外研究サービス

1. Nagoya Mathematical Journal (Graduate School of Mathematics, Nagoya University), Associate Editor (2008–).
2. (社)日本数学会メモアール編集委員会委員(2003–)。
3. (社)日本数学会出版賞選考委員会委員(2006–2008)。

4. Tambara Workshop 2009 “Holomorphic Mappings and Related Diophantine Approximation”, 平成 21(2009) 年 10 月 9 日 ~ 12 日. 於東京大学玉原国際セミナーハウス (日本), 組織委員.
  5. Workshop on Complex Hyperbolic Geometry and Related Topics, Fields Institute, Toronto, 17 November 2008 (Canada) 組織委員.
  6. Workshop on Arithmetic and Hyperbolic Geometry, University of Montreal, 8 November 2008 (Canada) 組織委員.
  7. 多変数複素解析葉山シンポジウム, Hayama Symposium on Complex Analysis in Several Variables, 組織委員 (2004–2007).
  8. Forum Mathematicum, de Gruyter, Editor (1997–).
  9. Journal of Mathematical Analysis and Applications, Elsevier, Associate Editor (2001–2008).
  10. Workshop on Holomorphic Mappings, Kobayashi Hyperbolicity and Diophantine Approximation, July 20–23 2007, Komaba Tokyo, 組織委員.
  11. Effective Aspects of Complex Hyperbolic Varieties, 10–14 September, 2007, Aber Wrac’h France, Scientific Committee.
  12. Geometry of Holomorphic and Algebraic Curves in Complex Algebraic Varieties, 30 April–4 May, 2007, Centre Recherches Mathematiques, Université de Montréal Canada, Scientific Committee.
  13. 多変数関数論冬セミナー、2006 年 12 月 23 日 ~ 25 日、東京大学大学院数理科学研究科、組織委員.
  14. Seoul-Tokyo Conference in Mathematics – Complex Analysis, 24–25 November 2006, KIAS, 組織委員.
  15. Workshop on Holomorphic Mappings and Value Distribution Theory, 22 July 2006, Math. Sci. Univ. of Tokyo, 組織委員.
  16. Tambara Workshop on Holomorphic Foliations and Holomorphic Curves, 26–28 May 2006, Tambara Institute of Univ. of Tokyo, 組織委員.
  17. Banff Workshop 2006 on Analytic and Geometric Theories of Holomorphic and CR Mappings, 30 April–6 May 2006, Banff Center Canada, 組織委員.
- H. 海外からのビジター
- Filippo Bracci (Rome), 2010 年 4 月 12 日 ~ 22 日 .
- Damian Brotbek (Rennes), 2011 年 1 月 21 日 ~ 2 月 1 日 .
- 平地 健吾 (HIRACHI Kengo)
- A. 研究概要
- $Q$ -曲率と呼ばれる弱い共形不変性をもつ局所不変量は現在の共形幾何の主要なテーマとなっている.  $Q$ -曲率は CR 幾何においても類似の方法で定義が可能であるがその研究はあまり進んでいなかった. その大きな原因は共形幾何では  $Q$ -曲率は de Rham 複体を用いて定義されるが CR 幾何では Rumin 複体と呼ばれる楕円型でないより複雑な CR 不変微分作用の系列を用いる必要があるという点である.
- 本年度の研究では Rumin 複体に現れる微分作用の合成が Ricci 曲率のレビ計量のスケールリングに関する一次変分と一致することを用いて  $Q$ -曲率を  $(1, 1)$  形式の発散として具体的に書き表すことに成功した. その結果, 可積分 CR 多様体上での  $Q$ -曲率は常に 0 であることを示した. これは共形幾何には現れない CR 幾何の特徴を示すものである.
- 一方 CR 構造の可積分性を部分可積分性に弱めると  $Q$ -曲率の積分は殆どの場合 0 にならないことが松本佳彦君 (指導中の院生) の ACH アインシュタイン計量の漸近解析を用いて示すことができた.
- 前者は多くの研究者が予想していたことであるが, 後者は意外な発見であり, 今後の CR 幾何の研究の新しい方向性を与えるものである.

One of the main object in the study of recent conformal geometry is the  $Q$ -curvature, which

is a local Riemannian invariant that has weak conformal invariance. As an analogy, one can define  $Q$ -curvature for CR manifolds but its study is much difficult due to the following fact: conformal  $Q$ -curvature is defined by using de Rham complex, while CR  $Q$ -curvature based on Rumin complex — a sequence of CR invariant differential operators that are not elliptic. In this year, using the fact that the first variation of the Ricci tensor under the scaling of Levi-metric is given by a composition of two operators in the Rumin complex, we express  $Q$ -curvature as a double divergence of  $(1, 1)$ -form. As a result we show that the integral of the  $Q$ -curvature for integrable CR manifolds always vanishes.

On the other hand, based on the asymptotic analysis of ACH Einstein metric by Yoshihiko Matsumoto (graduate student), we can show that the integral of  $Q$ -curvature does not vanish for almost all “partially” integrable CR manifolds.

The former is a result believed by many researchers, while the latter is an unexpected discovery and showing a new direction of research in CR geometry.

## B. 発表論文

1. K. Hirachi: Logarithmic singularity of the Szegő kernel and a global invariant of strictly pseudoconvex domains, *Ann. of Math.* **163** (2006), 499–515.
2. C.R. Graham and K. Hirachi: Inhomogeneous Ambient Metrics, in “Symmetries and Overdetermined Systems of Partial Differential Equations,” *The IMA volumes in mathematics and its applications* 144, 403–420, Springer 2008.
3. K. Hirachi: Ambient metric construction of CR invariant differential operators, in “Symmetries and Overdetermined Systems of Partial Differential Equations,” *The IMA volumes in mathematics and its applications* 144, 61–76, Springer 2008.

## C. 口頭発表

1. Quadratic invariants of conformal structures, *Geometric Scattering Theory and Applications*, BIRS (Canada), March 2010
2. Integral Kähler invariants and the singularity of the Szegő kernel, *Programme for the d-bar Neumann problem*, ESI (Austria), December 2009
3. Total  $Q$ -curvature vanishes on integrable CR manifolds, *Tambara Workshop on Parabolic Geometries and Related Topics*, November 2010 および *Differential Geometry and Tanaka Theory*, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 1 月
4. Integral invariants of Kähler class and asymptotic expansion of the Bergman kernels of powers of line bundle, *Extremal metrics : evolution equations and stability*, CIRM (France), February 2011
5. 強擬凸領域の幾何とアンビエント空間, *Encounter with Mathematics*, 中央大学理工学部, 2011 年 2 月

## D. 講義

1. 数学 IA: 微積分学の入門講義 (前期課程)
2. 数理解析 I・同演習: 一変数の複素解析入門 (基礎科学科 2 年)

## E. 修士・博士論文

1. (修士) 大野 健太 (OONO Kenta): Conformally invariant differential operators on symmetric tensor fields

## F. 対外研究サービス

1. Tambara workshop on Parabolic geometry and related topics, *オーガナイザー*

## G. 受賞

1. Stefan Bergman Prize, 2006 年

## A. 研究概要

一定の長方形内にあり一定の面積を持つ、高さの差の値として 0 か 1 のみが許されたヤング図形全体のなす集合を考える。そのような集合上の一様な確率測度を考えれば、ヤング図形にランダムな構造を与えることができる。長方形の縦横の比および面積の比を一定にしたまま、図形のサイズを大きくする極限を考えれば、ヤング図形の境界は一定の曲線に近づくことが示される。この曲線は無限領域における Vershik 曲線の一部になる。このような極限定理は、粒子系の立場で考えれば、空間的な一様性のない保存量から定まるカノニカルなアンサンブルに対するアンサンブル同値を示し、その巨視的なプロフィールを求めることに帰着される。特に、極限におけるプロフィールが Vershik 曲線を定めることになる。アンサンブル同値の証明には、増大するウェイト付きの独立確率変数列の和に対する局所極限定理を示す必要があり、そのこと自体、確率論において興味深い問題となる。

We consider the set of all Young diagrams which are located inside a given rectangular and have a fixed volume with height differences 0 or 1. A uniform probability measure on such set gives a random structure to the Young diagrams. Under the limit as the size of the Young diagrams diverges keeping the ratio of height/width of the rectangular and the ratio of area, we can show that the boundaries of the Young diagrams converge to a definite curve. This curve is a part of the so-called Vershik curve defined on an infinite region. From the viewpoint of a particle system, such limit theorem can be reduced to establish the equivalence of ensembles for the canonical ensembles determined from a spatially inhomogeneous conserved quantity and to find its macroscopic profile. In particular, the limit profile determines the Vershik curve. For the proof of the equivalence of ensembles, we need to show the local limit theorem for a sum of independent random variables with growing weights, which is an interesting new problem in probability theory.

## B. 発表論文

1. T. Funaki, Y. Hariya, F. Hirsch and M. Yor: “On some Fourier aspects of the construction of certain Wiener integrals”, *Stoch. Proc. Appl.*, **117** (2007), 1–22.
2. T. Funaki: “Dichotomy in a scaling limit under Wiener measure with density”, *Electron. Comm. Probab.*, **12** (2007), 173–183.
3. 舟木直久: “大規模相互作用系の確率解析”, *数学*, **60** (2008), 113–133.
4. E. Bolthausen, T. Funaki and T. Otake: “Concentration under scaling limits for weakly pinned Gaussian random walks”, *Probab. Theory Relat. Fields*, **143** (2009), 441–480.
5. T. Funaki and B. Xie: “A stochastic heat equation with the distributions of Lévy processes as its invariant measures”, *Stoch. Proc. Appl.*, **119** (2009), 307–326.
6. T. Funaki: “Stochastic analysis on large scale interacting systems”, In *Selected Papers on Probability and Statistics, Translations, Series 2*, **227** (2009), 49–73, American Mathematical Society.
7. T. Funaki and T. Otake: “Scaling limits for weakly pinned random walks with two large deviation minimizers”, *J. Math. Soc. Japan*, **62** (2010), 1005–1041.
8. T. Funaki and M. Sasada: “Hydrodynamic limit for an evolutionary model of two-dimensional Young diagrams”, *Comm. Math. Phys.*, **299** (2010), 335–363.
9. T. Funaki: “Hydrodynamic limit for the  $\nabla\varphi$  interface model via two-scale approach”, submitted to the *Festschrift for E. Bolthausen and J. Gärtner*.
10. T. Funaki: “Equivalence of ensembles under inhomogeneous conditioning and its applications to random Young diagrams”, preprint.

### C. 口頭発表

1. Scaling limits for microscopic interface models, CERMICS (Écoles des Ponts, Paris), 2010年4月22日.
2. Hydrodynamic limit for a dynamic model of 2D Young diagrams, École normale supérieure de Cachan, Rennes, 2010年4月28日.
3. Hydrodynamic limit for a dynamic model of 2D Young diagrams, Univ. Paris 6/7, 2010年5月4日.
4. Hydrodynamic limit for a dynamic model of 2D Young diagrams, 5th Pacific Rim Conference on Mathematics, Stanford University, 2010年7月1日.
5. Hydrodynamic limit for 2D and 3D Young diagrams, Workshop on Probabilistic Techniques in Statistical Mechanics, celebrating the 65th birthday of Erwin Bolthausen, Technische Universität Berlin, 2010年10月14日.
6. Hydrodynamic limit for 2D and 3D Young diagrams, Large Scale Stochastic Dynamics, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, 2010年11月10日.
7. Scaling limits for the interface models and derivation of nonlinear PDEs, Mathematical Colloquium, Technische Universität Darmstadt, 2010年11月17日.
8. Scaling limits for a dynamic model of Young diagrams, IRTG Darmstadt-Tokyo seminar, Technische Universität Darmstadt, 2010年11月18日.
9. Hydrodynamic limit for interacting systems: lattice gases and interface models, 台湾中央研究院数学研究所, 2011年3月7日.
10. An evolutionary model of Young diagrams with conservation law, 台湾中央研究院数学研究所, 2011年3月7日.

### D. 講義

1. 2-スケール法による界面モデルの流体力学極限, 集中講義, 京都大学理学研究科, 2010年1月18日~22日.
2. ヤング図形の動的モデルに対するスケール極限, 集中講義, 九州大学数理学研究院, 2010年11月1日~5日.
3. Introduction to the theory of stochastic differential equations and stochastic partial differential equations, 流体数学特別講義, 早稲田大学理工学部, 2010年11月26日, 12月3日, 12月10日.

### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 佐々田 槿子 (SASADA Makiko): Hydrodynamic limit and equilibrium fluctuation for nongradient systems (非勾配型の系に対する流体力学極限と平衡揺動).
2. (修士) 菅原 遊 (SUGAWARA Yu): 独立な安定過程に従う無限粒子系のカレントの漸近挙動
3. (修士) 穂積 寛之 (HOZUMI Hiroyuki): 非有界な重みつき確率変数の和に対する局所極限定理
4. (修士) 三宅泰記 (MIYAKE Taiki): An invariance principle for wave fronts in a stochastic reaction-diffusion equation (確率反応拡散方程式の進行波に対する不変原理).

### F. 対外研究サービス

1. Annales de l'Institut Henri Poincaré, Probabilités et Statistique, editor, 2005年~.
2. Probability and Mathematical Statistics, Wrocław University and Wrocław University of Technology (Poland), associate editor, 2006年~2010年.
3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, editor, 2002年~.
4. 日本数学会学術委員会 運営委員 2008年~.

5. 岩波書店「数学叢書」編集顧問, 2009年～.
6. 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, Osaka, 2010 September, Member of Scientific Program Committee.
7. 大学評価・学位授与機構 学位審査会専門委員, 2005年～.
8. 研究会「大規模相互作用系の確率解析」2010年9月13日～17日, 東大数理大講義室, 組織委員.

#### G. 受賞

日本数学会賞秋季賞 (2007年9月)

#### H. 海外からのビジター

1. Michael Allman (Warwick 大学数学教室), 日本学術振興会外国人特別研究員, 2010年1月12日～5月11日, 講演会『Breaking the chain: slow versus fast pulling』2010年1月13日, 講演会(九大数理)『Chains of interacting Brownian particles under strain』2010年4月23日.
2. Stefano Olla (Paris 大学 Dauphine 校), 2011年2月2日～2月5日, 2月16日～3月5日, 講演会『Energy Diffusion: hydrodynamic, weak coupling, kinetic limits』2011年3月3日.
3. Amir Dembo (Stanford 大学), 2011年3月14日～3月27日, 講演会『Potts models and Bethe states on sparse random graphs』2011年3月22日.
4. Gerard Ben Arous (New York 大学 Courant 研究所), 2011年3月29日～4月2日, 講演会『Stable limits for biased random walks on random trees』2011年3月31日.

古田 幹雄 (FURUTA Mikio)

#### A. 研究概要

専門は4次元トポロジーとゲージ理論である。特にゲージ理論の無限次元の幾何学としての側面を中心に研究をしている。

Tian-Jun Li 氏との共同研究として、Pontrjagin-Thom 構成と非線形 Fredholm 理論について、今後の私たちの考察の基本となるはずの枠組みを整理し、結果をまとめつつある。

2年前に、4次元多様体の接束の構造群が  $Spin(4) \times_{\pm 1} Pin(2)$  に持ち上がる場合に Seiberg-Witten 不変量の変種の構成を構成した。この構成は、中村信裕氏によって、幾何学的な応用が見出された。それを受け、この変種の連結和公式について研究を行った。

局所係数付の第1 Betti 数は、連結和に関して加法的とは限らない。それに対応して、通常の不変量ではみられない現象が現れる。

また、吉田尚彦、藤田玄の両氏との共同研究により、閉シンプレクティック多様体に実偏極が与えられたとき、適当な摂動のもとにおける、twisted Dirac operator の解の Bohr-Sommerfeld 軌道の近傍への局所化を考察している。これによって、Kahler 偏極と実偏極との関係についてひとつのアプローチが与えられる。昨年度はその構成の同変版を用いて、すでに数種の証明が知られている Guillemin-Sternberg の量子化予想に対して、いまひとつの新しい別証明を与えた。今年度は、特異ファイバーに対する局所指数の具体例を計算した。

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 mainly how to deal with noncompactness of moduli spaces.

I am writing a paper with Tian-Jun Li about the Pontrjagin-Thom construction and nonlinear Fredholm theory, which would be a basis of our research project.

Two years ago I formulated a version of the Seiberg-Witten equation on 4-manifolds with their structure groups lifted to  $Spin(4) \times_{\pm 1} Pin(2)$ . Recently Nobuhiro Nakamura obtained some geometric applications of this construction. To understand the behavior of the construction better, I investigated the con-

nected sum formula for the invariant corresponding to the construction, and found a phenomenon which did not occur in the case of the original Seiberg-Witten invariant.

I am also working with Takahiko Yoshida and Hajime Fujita on a localization property for the solutions of perturbed twisted Dirac operator on closed symplectic manifolds with real polarizations, which is a new approach to compare  $\text{Spin}^c$  polarizations and real polarizations. Last year we applied its equivariant version to obtain a new alternative proof of Guillemin-Sternberg's quantization conjecture, for which several proofs are already known. This year we calculated local indices of several explicit examples of singular fibers.

## B. 発表論文

1. M. Furuta, Y. Kametani and N. Minami: "Nilpotency of the Bauer-Furuta stable homotopy Seiberg-Witten invariants", *Geometry and Topology Monographs* 10 (2007) 147-154.
2. M. Furuta, Y. Kametani, H. Matsue and N. Minami: "Homotopy theoretical considerations of the Bauer-Furuta stable homotopy Seiberg-Witten Invariants", *Geometry and Topology Monographs*, *Geometry and Topology Monographs* 10 (2007) 155-166.
3. M. Furuta, Index theorem. 1. Translated from the 1999 Japanese original by K. Ono. *Translations of Mathematical Monographs*, 235. Iwanami Series in Modern Mathematics. American Mathematical Society, Providence, RI, 2007.
4. H. Fujita, M. Furuta and T. Yoshida "Torus fibrations and localization of index I", *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* 17 (2010), no. 1, 1-26
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.
7. H. Fujita, M. Furuta and T. Yoshida "torus fibration and localization of Riemann-Roch numbers II", arXiv:0910.0358, preprint
8. H. Fujita, M. Furuta and T. Yoshida "torus fibration and localization of Riemann-Roch numbers III", arXiv:1008.5007v1, preprint

## C. 口頭発表

1. "Pontrjagin-Thom construction and non-linear Fredholm theories", Third Yamabe Memorial Symposium, *Geometry and Symplectic Topology*, University of Minnesota 2006年9月 (米国), MIT 2006年9月 (米国), Hayashibara Forum, IHES, 2006年11月 (フランス)
2. "An integral lift of Rokhlin invariant", *Differential Geometry and Symplectic Topology Seminar*, University of Minnesota 2006年9月 (米国), Brandeis University 2006年9月 (米国)
3. "What is gauge theory?", University of Minnesota, Colloquium 2006年9月 (米国)
4. "Pontrjagin-Thom construction and non-linear Fredholm theories", *Algebraic Topology: Old and New—M.M. Postnikov Memorial, Poland Conference*, Stefan Banach International Mathematical Center, (Bedlewo) 2007年6月 (ポーランド)
5. "Framed bordism invariants in non-linear Fredholm theories", *Tokyo-Seoul Conference in Mathematics Geometry and Topology*, 東京大学 2007年11月
6. "How to count Bohr-Sommerfeld orbits", 大連理工大学, 2008年3月 (中国)
7. "Gauge theories and group actions — a survey", *Transformation Groups in Topology and Geometry*, University of Massachusetts at Amherst, 2008年7月 (米国)



8. "Framed bordism invariants in nonlinear Fredholm theories", "10/8 inequality for spin 4-manifolds with  $b_1 > 0$ ", "Torus fibration and a localization of Riemann-Roch number" Morning Center of Mathematics, workshop on symplectic geometry and colloquium, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 2008 年 7 月 (中国)
9. "Polarization and Localization", University of Miami Department of Mathematics. Colloquium 2008 年 10 月, (米国), University of Michigan, Geometry seminar, 2008 年 12 月 (米国)
10. "Torus fibration and localization of Riemann-Roch number", Harvard University, 2008 年 10 月 (米国), Michigan State University 2009 年 4 月 (米国), Columbia University (米国) 2009 年 5 月

#### D. 講義

1. 数学 I (社) : 微積分の入門講義 (教養学部前期課程講義)
2. 全学自由研究ゼミナール : トポロジー入門. オイラー数、Riemann-Hurwitz の公式などについて.
3. 数理学 I : 2 変数のベクトル値関数を取り上げ, その取り扱い方法と幾何学的・物理的意味を扱った. (教養学部前期課程講義)
4. 集合と位相 : 集合と位相の入門講義、位相の定義などのほかコンパクト性などの基本性質を扱った. (理学部 2 年生 (後期)・3 年生向け講義)
5. 代数と幾何 演習 : 線形代数の基礎に関する演習. (理学部 2 年生 (後期)・3 年生向け講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 清水達郎 (SHIMIZU Tatsuro)

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 学術委員会委員長
2. MSJ Memoir 編集委員

3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo 編集委員

#### H. 海外からのビジター

Daniel Ruberman (Brandeis University), "Periodic-end manifolds and SW theory", Tuesday Seminar on Topology, November 2, 2010.

#### 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. また, 均質化問題にも興味がある. 本年度の成果は以下の通り.

- (1) 3 次元細胞電気生理学モデルの数学的研究 : 神経パルスの伝播は, 膜電位 (すなわち細胞膜内外の電位差) の変化が空間的に伝わる現象である. この現象を記述する古典的モデルである Hodgkin-Huxley 方程式や, その簡易版の FitzHugh-Nagumo 方程式は, いずれも細長い神経細胞 (ニューロン) を 1 次元媒体で近似したものである. これに対し, 細胞の 3 次元構造を考慮すると, 方程式は細胞の境界面 (すなわち細胞膜) 上で定義された擬微分方程式になるが, その詳しい性質は未解明であった. 今回の研究では, 「作用素の擬正值性」という概念を新たに導入することにより, 細胞が有限の大きさをもつ場合について解の一様有界性を証明することができた. また, 大域アトラクターの性質を調べた (文献 [10]).
- (2) 非等方的拡散方程式の特異極限と界面運動 : ある種 of 非線形拡散方程式においては, 拡散係数を 0 に近づけた特異極限において不連続な界面が現れ, その運動が平均曲率流に支配されることは知られている. 本研究では, 非等方性をもつ Allen-Cahn 型方程式の特異極限を考察し, 界面の位置に関する精密な評価を導いた (文献 [9]).
- (3) 空間 1 次元の半線形拡散方程式の漸近挙動 : 無限区間  $\mathbb{R}$  上で定義された半線形拡散方程式を考察し, 初期値がコンパクト台をもつ

任意の有界な非負解は,  $t \rightarrow \infty$  のとき定常解に収束することを証明した. この問題では, 適切なリャプノフ汎関数が存在しないことが解析を難しくしていたが, 従来の交点数非増大原理に新しい工夫を加えてこの困難を克服した. さらに, Allen-Cahn 型や燃焼モデル方程式に対して, 解の波面が無限に広がる初期値のクラスと波面が消滅する初期値のクラスとの間の閾値の幅が 0 であることを示した (文献 [8]).

- (4) 空間周期的係数をもつ KPP 型拡散方程式の進行波の速度を最大化する問題:  $\mathbb{R}$  上の半線形拡散方程式  $u_t = u_{xx} + b(x)f(u)$  で係数  $b(x)$  が周期関数であるものを考える. ここで  $f(u)$  は単安定型の非線形項である. 本研究では, ある制約条件の下で係数を変化させたとき, 周期的進行波の平均速度を最大にする  $b(x)$  を決定する変分問題を考察した. その結果, 速度を最大化する  $b(x)$  は関数ではなく, デルタ関数を周期的に並べた形の測度であることを示した (文献 [7]).

最近研究したその他のテーマは以下の通り.

- (5) Allen-Cahn 型方程式の平面波の安定性: (文献 [6]).
- (6) 調和写像に付随した熱方程式の解の爆発オーダーの評価: (文献 [5]).
- (7) 障害物にぶつかる拡散進行波: (文献 [4]).
- (8) 超臨界型非線形熱方程式の解の爆発: [3]
- (9) Allen-Cahn および FitzHugh-Nagumo 型拡散方程式の特異極限と界面運動: [2]
- (10) 非線形拡散方程式の爆発解の大域的ダイナミクス: [1]

My research is concerned 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 this year:

- (1) **Mathematical analysis of a 3D model in cellular electrophysiology:** The classical Hodgkin-Huxley system and the FitzHugh-Nagumo system, which describe the transmission of nerve pulses, are formulated by approximating the long nerve cell by a one-dimensional cable. If we take into account the 3D structure of the cell, then the resulting model becomes a pseudo-differential equation on the surface of the cell. Previously little was known mathematically about this 3D system. By introducing the concept of “quasi-positivity of an operator”, we proved uniform boundedness of solutions and studied the properties of global attractors ([10]).
- (2) **Singular limit of anisotropic diffusion equations and the interface motion:** It is known that the singular limit of certain types of nonlinear diffusion equations is a generalized mean curvature flow. We studied anisotropic Allen-Cahn type equations and obtained a sharp estimate for the location of limit interfaces ([9]).
- (3) **Asymptotic behavior of semilinear diffusion equations on  $\mathbb{R}$ :** We studied semilinear diffusion equations of the form  $u_t = u_{xx} + f(u)$  on  $\mathbb{R}$  and proved that any bounded nonnegative solution whose initial data has compact support converges to a stationary solution as  $t \rightarrow \infty$ . We also proved sharp transition between propagation and extinction of fronts ([8]).
- (4) **A variational problem for maximizing the traveling wave speed:** We considered a KPP type diffusion equation  $u_t = u_{xx} + b(x)f(u)$ , where  $b(x)$  is periodic. The goal is to determine the coefficient  $b(x)$  that maximizes the traveling wave speed. We showed that the maximal speed is achieved when  $b(x)$  is periodically arrayed Dirac’s delta functions ([7]).

Here are other topics I studied recently:

- (5) Asymptotic stability of planar waves in the Allen-Cahn equation: [6]

- (6) Rate of blow-up in a two-dimensional harmonic map heat flow: [5]
- (7) Behavior of planar traveling waves in the presence of obstacles: [4]
- (8) Classification of blow-up in supercritical nonlinear heat equations: [3]
- (9) Singular limit of the Allen-Cahn equation and the FitzHugh-Nagumo system: [2]

## B. 発表論文

- 1. B. Fiedler and H. Matano: “Global dynamics of blow-up profiles in one-dimensional reaction diffusion equations”, *J. Dynamics and Differential Equations* **19**, no. 4 (2007), 867–893.
- 2. M. Alfaro, D. Hilhorst and H. Matano: “The singular limit of the Allen-Cahn equation and the FitzHugh-Nagumo system”, *J. Differential Equations* **245**, no. 2 (2008), 505–565.
- 3. H. Matano and F. Merle: “Classification of Type I and Type II behaviors for a supercritical nonlinear heat equation”, *J. Funct. Anal.* **256**, no. 4 (2009), 992–1064.
- 4. H. Berestycki, F. Hamel and H. Matano: “Bistable travelling waves around an obstacle”, *Comm. Pure Appl. Math.* **62**, no. 6 (2009), 729–788.
- 5. S.B. Angenent, J. Hulshof and H. Matano: “The radius of vanishing bubbles in equivariant harmonic map flow from  $D^2$  to  $S^2$ ”, *SIAM J. Math. Anal.* **41**, no. 3 (2009), 1121–1137.
- 6. H. Matano, M. Nara and M. Taniguchi: “Stability of planar waves in the Allen-Cahn equation”, *Comm. Partial Differential Equations* **34**, no. 7-9 (2009), 976–1002.
- 7. X. Liang, X. Lin and H. Matano: “A variational problem associated with the minimal speed of travelling waves for

spatially periodic reaction-diffusion equations”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **462** (2010), 5605–5633.

- 8. Y. Du and H. Matano: “Convergence and sharp thresholds for propagation in nonlinear diffusion problems”, *J. Eur. Math. Soc.* **12**, no. 2 (2010), 279–312.
- 9. M. Alfaro, H. Garcke, D. Hilhorst, H. Matano and R. Schaetzle: “Motion by anisotropic mean curvature as sharp interface limit of an inhomogeneous and anisotropic Allen-Cahn equation”, *Proc. Royal Soc. Edinburgh, Ser. A* **140** (2010), 673–706.
- 10. H. Matano and Y. Mori: “Global existence and uniqueness of a three-dimensional model of cellular electrophysiology”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems, Ser. A* **29**, no 4 (2011), 1573–1636.

## C. 口頭発表

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

- 1. “Mathematical Analysis of a 3D Model of Cellular Electrophysiology”, *Workshop on Reaction-Diffusion Systems: Modelling and Analysis*, Orsay, June, 2009 (フランス).
- 2. “Front propagation in spatially ergodic media”, *Conference on Mathematical Challenges Motivated by Multi-Phase Materials*, Anogia, June, 2009 (ギリシャ).
- 3. “Homogenization limit of recurrent traveling waves in a 2D cylinder with sawtoothed boundary”, *The Second Chile-Japan Workshop on Nonlinear Elliptic and Parabolic PDEs*, Tokyo, December, 2009 (明治大学).
- 4. “Singular limit of the Allen-Cahn equation”, *7th East Asia Conference on PDE’s*, Hong Kong, December, 2009 (中国).
- 5. “Global solutions for a 3D model of cellular electrophysiology”, *ReadiLab conference on “Spatio-temporal patterns: from*

*mathematics to biomedical applications*”, Archamps, March, 2010 (フランス).

6. “Threshold and generic type I behaviors for a supercritical nonlinear heat equation”, *8th AIMS International Conference on “Dynamical Systems, Differential Equations and Applications*”, Dresden, May, 2010 (ドイツ).
7. “Front propagation on nonlinear diffusion equation on hyperbolic space”, *Workshop on Recent Advances on de Giorgi’s Conjecture and the Study of Entire Solutions of Nonlinear Scalar Equations*, Banff, August, 2010 (カナダ).
8. “Comparison of the rescaled energy for supercritical nonlinear heat equations”, *4th Euro-Japanese Conference on Blow-up*, Leiden, September, 2010 (オランダ).
9. “Front propagation under ergodic perturbations; Front propagation in the hyperbolic space”, *Conference on Nonlinear PDE’s*, Pohang, October, 2010 (韓国).
10. “Front propagation in hyperbolic space”, *Conference on Interface Motion and Traveling Waves in Reaction Diffusion Equations*, Shanghai, October, 2010 (中国).
11. “Global solutions for a 3D model of cellular electrophysiology”, *Conference on Far-From-Equilibrium-Dynamics 2011*, Kyoto, January, 2011 (京都大学).

#### D. 講義

1. 非線形解析学・解析学 XH: 不動点定理と分岐理論入門 (4年生・大学院生, 夏)
2. 数理科学 II: 常微分方程式入門 (理系2年生, 夏)
3. 全額自由研究ゼミナール: 変分法入門 (1,2年生, 夏)

#### E. 修士・博士論文

1. (博士) 張 光輝 (Zhang Guanghui): Regularity of two dimensional steady capillary gravity water waves.

#### 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. Advances in Mathematical Economics
5. Journal of Difference Equations and Applications
6. Communications in Contemporary Mathematics
7. SIAM Journal of Mathematical Analysis

会議の世話人 (Conferences organized)

1. 研究集会「非線形問題に現れる特異点の解明 2007」(Workshop “Singularities arising in Nonlinear Problems, SNP2007”)の世話人, 2007年11月26–28日(於 京都).
2. COE 研究集会「非線形数理東京フォーラム: 人と自然の数理」の世話人, 2008年2月2日–4日(於 東京大学, 明治大学 MIMS と共催).
3. 研究集会「非線形問題に現れる特異点の解明 2008」(Workshop “Singularities arising in Nonlinear Problems, SNP2008”)の世話人, 2008年12月1–3日(於 京都).
4. GCOE サマースクール「非可積分系におけるソリトンの振る舞いと安定性」(Summer school “Dynamics and Stability of Solitons in Non-integrable Systems”)の世話人, 2009年7月28日–30日(数理科学研究科).
5. 研究集会「非線形問題に現れる特異点の解明 2009」(Workshop “Singularities arising in Nonlinear Problems, SNP2009”)の世話人, 2009年11月30日–12月2日(於 京都).
6. 日仏合同研究集会 (“Spatio-Temporal Patterns: from Mathematics to Biological Applications”)の世話人, 2010年3月15–17日(於 Archamps, フランス).

7. GCOE チュートリアル講義「医学と生理学における数理モデリング」の世話人, 2010年7月13-14日(数理科学研究科).
8. 研究集会「非線形問題に現れる特異点の解明 2010」(Workshop “Singularities arising in Nonlinear Problems, SNP2010”)の世話人, 2010年11月29日-12月1日(於京都).
9. 冬の学校「数学の眼で探る生命の世界」の世話人, 2011年1月18日-20日(於東京大学, 明治大学と共催).

#### H. 海外からのビジター

(1) BOWEN, Mark

身分: 客員研究員

期間: 2010年4月1日-2011年3月31日

国籍: 英国

専門: 非線形解析と数値シミュレーション

活動内容 (activities):

Joint research on traveling waves in a saw-toothed domain and their numerical simulations.

(2) STARKE, Jens

身分: 招へい研究者

期間: 2010年2月16日-5月14日, 2011年1月15日-28日

国籍: ドイツ(デンマーク工科大学准教授)

専門: 非線形解析と力学系

活動内容 (activities):

Lecture at the GCOE mini-workshop held at the University of Tokyo and joint collaboration on nonlinear analysis.

(3) 森 洋一朗 (MORI Yoichiro)

身分: GCOE 招へい研究者

期間: 2010年6月25日-7月22日

国籍: 日本(ミネソタ大学助教授)

専門: 数理生物学

活動内容 (activities):

A mini-course on mathematical electrophysiology at the University of Tokyo and a joint research on a 3D cellular model.

(4) GILETTI, Thomas

身分: GCOE 招へい者

期間: 2010年1月29日-3月31日

国籍: フランス(ポール・セザンヌ大学博士課程学生)

専門: 非線形解析

活動内容 (activities):

Seminar talk at the University of Tokyo and joint research on nonlinear analysis.

(5) HILHORST, Danielle

身分: GCOE 招へい研究者

期間: 2011年1月17日-23日

国籍: フランス(CNRS 主任研究員)

専門: 非線形解析

活動内容 (activities):

Seminar talk at the University of Tokyo and joint collaboration on nonlinear analysis.

(6) DUCROT, Arnaud

身分: GCOE 招へい研究者

期間: 2011年2月18日-27日

国籍: フランス(ポルドー第2大学准教授)

専門: 非線形解析

活動内容 (activities):

Joint research on traveling waves in diffusive epidemic models.

松本 眞 (MATSUMOTO Makoto)

#### A. 研究概要

(a) 数論的基本群を用いて、数論とトポロジーの交わりを見る。

(b) 代数的・幾何的アルゴリズムによって、疑似乱数発生などへの数学の実用を行う。

(a) Via arithmetic fundamental groups, study interactions between number theory and topology.

(b) Using algebraic/geometric algorithms, design and deliver practical algorithms such as pseudorandom number generators.

#### B. 発表論文

1. Makoto Matsumoto, Isaku Wada, Ai Kuramoto, Hyo Ashihara, “Common Defects in Initialization of Pseudorandom Number Generators,” ACM Trans. on Modeling and Computer Simulation 17(4): (2007). (21 ページ)

2. Makoto Matsumoto, Mutsuo Saito, Takuji Nishimura, and Mariko Hagita. “A Fast

- Stream Cipher with Huge State Space and Quasigroup Filter for Software,” in: Carlisle M. Adams, Ali Miri, Michael J. Wiener Ed. Selected Areas of Cryptography 2007 (SAC 2007), Lecture Notes in Computer Science 4876, pp.245–262, Springer-Verlag 2007.
3. Haramoto, H., Nishimura, T., Matsumoto, M., Panneton, F, L’Ecuyer, P. ”Efficient Jump Ahead for  $F_2$ -linear Random Number Generators” *INFORMS Journal of Computing*, 20 (3), pp.385-390 (2008).
  4. Mariko Hagita, Makoto Matsumoto, Fumio Natsu, Yuki Ohtsuka. “Error Correcting Sequence and Projective De Bruijn Graph,” *Graphs and Combinatorics* 24, pp.185-194 (2008)
  5. Hiroshi Haramoto, Makoto Matsumoto, and Pierre L’Ecuyer. “A Fast Jump Ahead Algorithm for Linear Recurrences in a Polynomial Space,” *Lecture Notes in Computer Science* 5203, Sequences and Their Applications - SETA 2008, pp.290–298, 2008.
  6. Hiroshi Haramoto, Makoto Matsumoto. “A p-adic algorithm for computing the inverse of integer matrices,” *Journal of Computational and Applied Mathematics* 225 (2009), pp. 320-322. doi:10.1016/j.cam.2008.07.044
  7. Richard Hain, Makoto Matsumoto. “Relative Pro- $\ell$  Completions of Mapping Class Groups,” *Journal of Algebra*, vol. 321 (2009), pp. 3335-3374.
  8. Mutsuo Saito, Makoto Matsumoto. “A PRNG specialized in double precision floating point numbers using an affine transition,” in: *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods 2008*, P. L’Ecuyer and A. Owen (Ed.), Springer-Verlag 2009. pp.589–602.
  9. Shin Harase, Makoto Matsumoto, and Mutsuo Saito. “Fast lattice reduction for  $F_2$ -linear pseudorandom number generators,” *Mathematics of Computation* 80 (2011), 395-407.
  10. Makoto Matsumoto, “Difference between Galois representations in automorphism and outer-automorphism groups of a fundamental group” *Proceedings of the American Mathematical Society* 139 (2011), 1215-1220.
- C. 口頭発表
1. 2007年9月15日 “Relative pro- $\ell$  completion of fundamental groups,” *Asian Conference on Arithmetic Geometry 2007*, Korea Institute of Advanced Study. 招待講演。
  2. 2008年1月5日 “メルセンヌツイスター：SIMD 高速タイプ (SFMT) と暗号耐性化 (CryptMT)” 平成19年度統計数理研究所乱数重点型共同研究第2回研究会乱数の応用指向特性評価とその周辺 (応用) 統計数理研究所, 招待講演。
  3. 2008年7月6 - 11日 *Random Number Generation and Evaluation I, II Session organizer*. MCQMC2008, University of Montreal.
  4. 2008年7月9日 “Generating uniform real random numbers in IEEE 754 specification via affine transition” (presented by Mutsuo Saito) MCQMC2008, University of Montreal.
  5. 2008年12月13日 “擬似乱数検定における、サンプルサイズ調整の自動化” 平成20年度統計数理研究所乱数重点型共同研究第2回研究会統計数理研究所。
  6. 2009年8月28日 *Differences between Galois representations in automorphism and outer-automorphism groups of the fundamental group of curves “Anabelian Geometry” workshop 8/24–28 Newton Institute, Cambridge (Invited Speaker)*.
  7. 2009/9/16 “Study of Galois representations via Teichmüller modular groups.”

The international symposium Geometry and Analysis of Automorphic Forms of Several Variables, 14–17, September 2009 at Tokyo in honor of Professor Takayuki Oda on the occasion of his 60th birthday (Invited Speaker)

8. 2009/10/20 “Relations among Dehn twists given by deformation of simple singularities” 広島大学トポロジー幾何セミナー、依頼講演
9. 2010/08/16 “Variants of Mersenne twister suitable for graphic processors” 9th International Conference on Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing, ワルシャワ、ポーランド (with M. Saito)
10. 2010/10/29 “Universal mixed elliptic motive and derivation algebra of the fundamental group of one-punctured elliptic curve” The 3rd MSJ-SI: Development of Galois-Teichmüller Theory and Anabelian Geometry, RIMS Kyoto University. (with Richard Hain)

#### D. 講義

1. 整数論・代数学 XH : 数論的基本群とガロア群の作用について、入門から計算方法までを扱った。(数理大学院・4年生共通講義)
2. 数理科学 II : 常微分方程式の場合当たりの解法と線形定数係数常微分方程式と体系的解法。(教養学部前期課程講義)
3. 数理計算科学特論第7・情報数学 IV : 疑似乱数発生に用いられる数学的アルゴリズムとアーキテクチャ(東京工業大学情報理工学研究科大学院・4年生共通、集中講義 2010年11月)

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 原瀬 晋 (HARASE Shin): Fast lattice reduction algorithms for optimizing  $\mathbf{F}_2$ -linear pseudorandom number generators.

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会代数学分科会運営委員 (2003年4月–現在)
2. 日本学術会議連携会員 (2006年8月–2008年9月)
3. Monte Carlo and Quasi Monte Carlo methods 国際会議 Scientific committee (2006年–)
4. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, Area editor (2010年–)
5. 通産省 JIS 規格「JISZ9031 乱数発生及びランダム化の手順」改正原案作成委員会委員 (2010年12月–2011年3月)

#### G. 受賞

- 平成 18 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 (開発部門) (2006年4月18日受賞)
- 平成 19 年度日本学術振興会賞 (2008年3月3日受賞)
- 平成 20 年度広島大学学長賞 (2008年11月26日受賞)

宮岡洋一 (MIYAOKA Yoichi)

#### A. 研究概要

代数多様体上の部分多様体やベクトル束の幾何を研究している。

1. 代数曲面上の曲線の研究 複素数体上の一般型極小曲面  $X$  上の既約曲線  $C$  を考える. Green-Griffiths-Lang 予想が正しいと仮定すると,  $C$  の標準次数  $CK_X$  は,  $C$  の (幾何) 種数  $g(C)$  と  $X$  の位相不変量  $K^2, c_2(X)$  の関数  $L(g(C), K^2, c_2(X))$  で上から評価されるはずである.  $K^2 > c_2(X)$  という条件下では, パラメータ  $\alpha$  をうまく選ぶことによって orbifold Bogololov-Miyaoka-Yau 不等式  $c_1(\Omega(\alpha C))^2 \leq 3c_2(\Omega(\alpha C))$  がこの関数  $L(g(C), K^2, c_2(X))$  を明示的に与え, 一般には  $CK_X$  の最良評価を与える (Miyaoka 2008). 以上の考察を  $C$  が既約でない場合に一般化することにより, 偏極  $K3$  曲面  $(X, H)$  や標準偏極一般型曲面  $(X, K_X)$  上

の直線や2次曲線の個数を，上から評価することができた。たとえば次数  $H^2$  が十分大きい偏極 K3 曲面  $(X, H)$  について， $X$  に乗っている直線はたかだか 24 本であることがわかる。

2. **Higgs 束の研究** Higgs 束とは，接層  $\Theta_X$  が生成する対称積代数  $\text{Sym } \Theta$  が作用するベクトル束である。Higgs 束に対しては N. Hitchin, C. Simpson や望月拓郎氏による深い結果があるが，すべて微分幾何的な手法によるものであった。Higgs 束の基本的性質をあらためて純代数的に考察すると，Higgs 場の固有微分形式によって Higgs 束が直和分解し，各成分は標準的 Higgs 束に埋め込めることがわかる。こういった考察から出発して，安定束に対する Bogomolov 型不等式の代数的証明をはじめとする Higgs 束基礎理論の構築を試みている。

#### Outline of research activities:

My recent research is mainly concerned with subvarieties and vector bundles on algebraic varieties.

1. **Curves on algebraic surfaces.** Let  $C$  be an irreducible curve on a minimal algebraic surface  $X$  of general type defined over the complex numbers. A well known conjecture due to Green-Griffiths-Lang suggests that the canonical degree  $CK_X$  should be bounded from above by a certain function  $L(g(C), K^2, c_2(X))$  of the geometric genus  $g(C)$  and of the topological invariants  $K^2, c_2(X)$ . Under the assumption  $K^2 > c_2(X)$ , the orbibundle Bogomolov-Miyaoka-Yau inequality  $c_1(\Omega(\alpha C))^2 \leq 3c_2(\Omega(\alpha C))$  with a suitable choice of parameter  $\alpha$  gives an explicit function  $L(g(C), K^2, c_2(X))$ , which is an optimal upper bound of  $CK$  in general (Miyaoka 2008). By replacing  $C$  with reducible curves, I found that the same method gives an estimate of the numbers of lines and conics on a polarized K3 surface  $(X, H)$  or on a canonically polarized surface  $(X, K)$  of general type. For example, when the degree  $H^2$  is sufficiently high, the number of lines on a polarized K3 surface  $(X, H)$  is at most 24.

2. **Higgs bundles.** A Higgs bundle is a vector bundle together with an action of the tensor algebra  $\text{Sym } \Theta$  generated by the tangent sheaf  $\Theta$ .

There are deep results on Higgs bundles due to N. Hitchin, C. Simpson and T. Mochizuki, all of which being based on differential geometry. I tried to reconstruct the theory of Higgs bundles in a purely algebraic terms, showing that a Higgs bundles are decomposed to direct sum of components with respect to eigen-forms of the Higgs field and that each component is embedded into standard Higgs bundles. The next goal would be algebraic proof of several standard results like the Bogomolov inequality for stable Higgs bundles.

#### B. 発表論文

1. Y. Miyaoka : ““Counting lines and conics on a surface”, Publ. RIMS **45** (2009), 919 – 923.
2. Y. Miyaoka : ““Stable Higgs bundles with trivial Chern classes. Several examples”, Proc. Steklov Inst Math. **264** (2009), 123 – 130.
3. Y. Miyaoka : ““The orbibundle Miyaoka-Yau-Sakai inequality and an effective Bogomolov-McQuillan theorem”, Publ. RIMS **44** (2008), 403 – 417.

#### C. 口頭発表 Talks

1. The Bogomolov inequality for semistable Higgs bundles, KIAS, Seoul, 2010 年 11 月
2. 安定性・Bogomolov 不等式・Miyaoka-Yau 不等式，代数学シンポジウム，北海道大学 学術交流会館，2010 年 8 月
3. On the structure of Higgs bundles, Algebraic geometry in characteristic  $p$ , 東京大学 数理，2010 年 2 月
4. Thirty years of the Bogomolov-Miyaoka-Yau inequalities, Invariants in Algebraic Geometry, 東京大学 数理，2009 年 11 月
5. Bogomolov-Kobayashi-Uhlenbeck-Yau-Simpson inequality for Higgs bundles, Geometric Analysis, Present and Future, Harvard University, U.S.A. , 2008 年 8 月



#### D. 講義 Classes

1. 数学 I: 微積分 (教養前期)
2. 複素数多様体論: 複素多様体の定義, 層コホモロジー, Dolbeault の定理, Serre 双対定理, 小平・秋月・中野消滅定理, 埋め込み定理, コンパクト・リーマン面上の Riemann-Roch 定理など (理学部・大学院)

#### F. 対外研究サービス External scholarly service

1. 学術会議連携会員 (Correspondent member, Science Council of Japan)
2. 日本数学会理事 (Member of the Executive Board, The Mathematical Society of Japan)
3. Journal of the Mathematical Society of Japan 編集委員長 (Editor-in-Chief, The Journal of the Mathematical Society of Japan)

#### H. 海外からのビジター Visitors from overseas

Xavier Roulleau: "JSPS Visiting Research Fellow" (2008.11.01 – 2010.10.31). He studies algebraic geometry, specifically analysis of algebraic varieties via global sections of cotangent bundles.

#### 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。以下で、私の研究の概要を、あくまで便宜上ではあるが、

- 学術研究
- 実践的研究

に分けて述べる。

##### 学術研究

2010 年には 11 編の論文を査読付き雑誌に出版した。

非定常の偏微分方程式に関して、部分境界または部分領域における解の有限回の観測によって空間変数に依存する係数を決定するという逆問題に対して、一意性・条件付き安定性を証明する手法に Carleman 評価と呼ばれる重み付き不等式がある。境界での有限回の観測によって空間変数に依存する係数を決定する逆問題の数学解析の手法としては、Carleman 評価に基づくものが唯一である。長らくこのような研究に従事し、多くの成果を発表してきたが、2009 年は、逆問題の国際学術誌として最も有名な "Inverse Problems" からの依頼でその 25 周年記念号に放物型方程式に関する Carleman 評価とその逆問題の応用に関するサーベイ論文を出版した ([12])。本論文は高いダウンロード数を保っている。その他、Carleman 評価による逆問題に関する論文 [4], [14], [16], [17], [21] を出版した。また、環境工学と関連して非整数階の 1 次元拡散方程式の微分の (非整数の) 階数と係数を境界でのデータで決定する逆問題の一意性を確立した ([13])。これは、順問題に関しては夥しい文献のあるものの、非整数階拡散方程式の逆問題に関する最初の論文である。その他、相転移に関する逆問題 ([15])、双曲型方程式に関する Dirichlet-to-Neumann map による逆問題の安定性 ([18])、障害物が多面体の場合に電磁波の遠方での散乱場からその形状を決定するという逆散乱問題の一意性 ([19])、熱伝導現象の初期値決定の逆問題の数学解析と数値手法 ([20]) などの成果を挙げた。

##### 実践的研究

新日本製鐵株式会社との共同研究を継続して種々の問題の高速解法の開発と実用化にあたっている。

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.

I describe the achievements in 2010 separately

for convenience according to

- Academic researches
- Researches for real uses

### Academic researches

In 2010 I published 11 papers in journals with peer review systems.

For proving the uniqueness and the conditional stability for inverse problems of determining spatially varying coefficients in evolutionary equations by means of finite numbers of observations of solutions in subboundaries or subdomains, as key tools we can use Carleman estimates which are weighted  $L^2$  estimates. Indeed a method by Carleman estimate is a unique mathematical methodology for such inverse problems, and I have been working many years and published many papers. In 2009 by an invitation of "Inverse Problems" which gains the highest reputations as the journal on inverse problems, for the 25th year special issue, I published a survey paper [12] on Carleman estimates and its applications, and the paper keeps a high record of downloads. Moreover as papers on inverse problems by Carleman estimates, I published [4], [14], [16], [17], [21]. Related with environmental engineering, I established the uniqueness in determining order and coefficient by boundary data for a one-dimensional fractional diffusion equation [13] and this is the first achievement for the inverse problems among numerous papers on forward problems for fractional diffusion equations. Moreover I have published an inverse problem on the phase transition [15], stability on an inverse problem by Dirichlet-to-Neumann map for hyperbolic equation [18], the uniqueness for inverse electromagnetic obstacle scattering problem with polyhedra scatterers [19], mathematical analysis and numerical methods for the determination of initial value for a heat equation [20].

### Researches for real uses

With my international team composed of visitors by the GCOE program and the grants by JSPS and Nippon Steel Corporation, I have continued joint research projects with Nippon

Steel Corporation and I am developing fast numerical methods for various problems, and I put them to practical uses.

### B. 発表論文

1. O.Y. Imanuvilov, G. Uhlmann and M. Yamamoto: "The Calderón problem with partial data in two dimensions", *J. Amer. Math. Soc.* **23** (2010) 655–691.
2. J.J. Liu and M. Yamamoto: "A backward problem for the time-fractional diffusion equation", *Appl. Anal.* **89** (2010) 1769–1788,
3. B. Hofmann and M. Yamamoto: "On the interplay of source conditions and variational inequalities for nonlinear ill-posed problems", *Appl. Anal.* **89** (2010) 1705–1727.
4. P. Cannarsa, J. Tort and M. Yamamoto: "Determination of source terms in a degenerate parabolic equation", *Inverse Problems* **26** (2010), 105003, 20 pp.
5. H. Brunner, L. Ling and M. Yamamoto: "Numerical simulations of 2D fractional subdiffusion problems", *J. Comput. Phys.* **229** (2010) 6613–6622.
6. W. Chen, J. Cheng, M. Yamamoto and W. Zhang: "The monotone Robin-Robin domain decomposition methods for the elliptic problems with Stefan-Boltzmann conditions", *Commun. Comput. Phys.* **8** (2010) 642–662.
7. Y. Wang, J. Cheng, J. Nakagawa and M. Yamamoto: "A numerical method for solving the inverse heat conduction problem without initial value", *Inverse Probl. Sci. Eng.* **18** (2010) 655–671.
8. G. Yuan and M. Yamamoto: "Carleman estimates for the Schrodinger equation and applications to an inverse problem and an observability inequality", *Chin. Ann. Math. Ser. B* **31** (2010) 555–578.

9. J. Nakagawa, K. Sakamoto and M. Yamamoto: "Overview to mathematical analysis for fractional diffusion equations - new mathematical aspects motivated by industrial collaboration", *J. Math-for-Ind.* **2A** (2010), 99-108.
  10. J. Elschner and M. Yamamoto: "Uniqueness in inverse elastic scattering with finitely many incident waves", *Inverse Problems* **26** (2010), 045005, 8 pp.
  11. V.G. Romanov and M. Yamamoto: "Recovering a Lamé kernel in a viscoelastic equation by a single boundary measurement", *Appl. Anal.* **89** (2010) 377-390.
  12. M. Yamamoto: "Carleman estimates for parabolic equations and applications", *Inverse Problems* **25** (2009) 123013 (75pp).
  13. J. Cheng, J. Nakagawa, M. Yamamoto and T. Yamazaki: "Uniqueness in an inverse problem for a one-dimensional fractional diffusion equation", *Inverse Problems* **25** (2009) 115002 (16 pp).
  14. A. Benabdallah, M. Cristofol, P. Gaitan and M. Yamamoto: "Inverse problem for a parabolic system with two components by measurements of one component", *Appl. Anal.* **88** (2009) 683-709.
  15. D. Homberg, N. Togobytska and M. Yamamoto: "On the evaluation of dilatometer experiments", *Appl. Anal.* **88** (2009) 669-681.
  16. O. Yu. Imanuvilov, J.-P. Puel and M. Yamamoto: "Carleman estimates for parabolic equations with nonhomogeneous boundary conditions", *Chin. Ann. Math. Ser. B* **30** (2009) 333-378.
  17. G. Yuan and M. Yamamoto: "Lipschitz stability in the determination of the principal part of a parabolic equation", *ESAIM Control Optim. Calc. Var.* **15** (2009) 525-554.
  18. M. Bellassoued, M. Choulli and M. Yamamoto: "Stability estimate for an inverse wave equation and a multidimensional Borg-Levinson theorem", *J. Differential Equations* **247** (2009) 465-494.
  19. H. Liu, M. Yamamoto and J. Zou: "New reflection principles for Maxwell's equations and their applications", *Numer. Math. Theory Methods Appl.* **2** (2009) 1-17.
  20. J. Li, M. Yamamoto and J. Zou: "Conditional stability and numerical reconstruction of initial temperature", *Commun. Pure Appl. Anal.* **8** (2009) 361-382.
  21. S. Li, B. Miara and M. Yamamoto: "A Carleman estimate for the linear shallow shell equation and an inverse source problem", *Discrete Contin. Dyn. Syst.* **23** (2009) 367-380.
- C. 口頭発表
1. "Industrial mathematics in steel industry", OECD Global Science Forum on Mathematics in Industry, University of Heidelberg, ドイツ, 22-24 March 2007, 基調講演.
  2. "Stability results for inverse problems for vibrating systems by Carleman estimates", 22 August 2007, International Conference "Inverse Problems and Ill-posed Problems of Mathematical Physics, 20-25 August 2007, Novosibirsk, ロシア, 基調講演.
  3. "Uniqueness by Dirichlet-to-Neumann map on an arbitrary part of boundary in two dimensions", 23 September 2008, "Direct, Inverse and Control Problems for PDE's DICOP 08", 22-26 September 2008, Il Palazzone, Cortona, イタリア, 基調講演.
  4. "Inverse hyperbolic problem by a finite time of observations with arbitrary initial values", International Conference on Mathematical Control Theory, 17 May 2009, Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 中国, 基調講演.

5. "Inverse problems for diffusion equations of fractional orders", Chemnitz - RICAM Symposium on Inverse Problems, 15 July 2009, Johann Radon Institute for Computational and Applied Mathematics (RICAM) Austrian Academy of Sciences, Linz, オーストリア、基調講演.
6. "Practice of industrial mathematics related with the steel manufacturing process", The 7th International ISAAC Congress, 16 July 2009, Imperial College of London, イギリス、基調講演 (OCCAM Lecture on Applied Mathematics).
7. "Uniqueness and stability results in shape determination", 31 August 2009, Festkolloquium aus Anlass des 60. Geburtstages von Dr. Johannes Elschner, Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics, Berlin, ドイツ、招待講演.
8. "Initial value/boundary value problems for fractional diffusion-wave equations and inverse problems", 6 October 2009, Workshop on Advances and Trends in Integral Equations, Wasserschloss Klaffenbach (by Chemnitz), ドイツ、招待講演.
9. 「産業数学の実践：数学が解く産業現場の問題：産学連携の経験を踏まえて」, 2009 年度公開講座『解析学の広がり』, 2009 年 10 月 24 日, 東京大学大学院数理科学研究科.
10. Uniqueness for 2D inverse boundary value problems for second-order elliptic equations by partial data", 29 April 2010, International Conference on Inverse Problems, Wuhan University, Wuhan, 中国、招待講演.

#### D. 講義

1. 線形微分方程式論 (数理大学院・4 年生共通講義): 偏微分方程式の一意接続性とコーシー問題の一意性を論じた. 冬学期
2. 基礎数理特別講義 VI (数理大学院・4 年生共通講義): 逆問題の安定性、チホノフの正則化理論. 冬学期

3. 数学 IA (教養学部前期課程講義): 理 II, III の 1 年生のための微積分の講義 (冬学期)
4. 数学 II (教養学部前期課程講義): 文科 1 年生のための線形代数学の講義 (冬学期)
5. 数学 II - 2 (教養学部前期課程講義): 理 II, III の 1 年生のための線形代数学の講義 (冬学期)
6. 放物型逆問題に関する集中講義、平成 22 年 11 月 22 日-26 日、名古屋大学大学院多元数理科学研究科: カーレマン評価を用いた放物型方程式の係数決定逆問題の解説

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 上坂 正晃 (UESAKA, Masaaki): Coefficient inverse problems for partial differential equations in the viscoelasticity, the material science and population dynamics by Carleman estimates
2. (課程博士) 川本 敦史 (KAWAMOTO, Atsushi): Conditional stability by Carleman estimates for inverse problems: coefficient inverse problems for the Dirac equation, the determination of subboundary by the heat equation and the continuation of solution of the Euler equation

#### F. 対外研究サービス

1. Editorial board "Journal of Inverse and Ill-posed Problems"
2. Editorial board "Computer Mathematics and its Applications" (the Hellenic Mathematical Society)
3. International Advisory Board of "Inverse Problems"
4. Editorial board of "Numerical Methods and Programming"
5. Editorial board of "Nonlinear Functional Analysis and Applications"
6. Editorial board of "Journal of the China Society of Industrial and Applied Mathematics (J. of Chinese SIAM)"

7. Editorial board of "Journal of Mathematical and Physical Sciences"
8. Editorial board of "Applicable Analysis"
9. Editorial Board of "Journal of Integral Equations and Applications"
10. Editorial Board of "The Journal of World Mathematical Review "
11. Editorial Board of "IAENG International Journal of Applied Mathematics"
12. Editorial Board of "Inverse Problems in Science and Engineering"
13. Editorial Board of "Nonlinear Analysis: Real World Applications"
14. Vice President of International Society for Analysis, Applications and Computation
15. Vice President of Inverse Problems International Association
16. Institute of Physics (Great Britain) の上級会員 (fellow)
17. Honorary professor ( 名誉教授 ) of East China Institute of Technology (China)
18. Guest Professor ( 客座教授 ) of Southeast University (Nanjing, China)
19. Advisor of Institute of Applied Mechanics (HoChiMinh City, Vietnam)

#### H. 海外からのビジター

以下の 3 件は本研究科 G C O E による招へいによる講演であった :

1. Jin Cheng (Fudan University, P.R. China)  
"Unique continuation on the analytic curve and its application to inverse problems"  
内容紹介 : We show the unique continuation on the analytic curve for the elliptic equations with analytic coefficients. Some applications to inverse problems are mentioned.
2. Oleg Emanouilov (Colorado State University, USA)

"Inverse boundary value problem by measuring Dirichlet data and Neumann data on disjoint sets"

内容紹介 : We discuss the inverse boundary value problem of determining the conductivity in two dimensions from the pair of all input Dirichlet data supported on an open subset  $S_1$  and all the corresponding Neumann data measured on an open subset  $S_2$ . We prove the global uniqueness under some additional geometric condition, in the case where the intersection of  $S_1$  and  $S_2$  has no interior points.

3. Mourad Bellassoued (Faculté des Sciences de Bizerte, Tunisia)

"Stability estimates for the anisotropic Schrodinger equations from the Dirichlet to Neumann map"

内容紹介 : We show stability estimates for the inverse problem of determining the electric potential or the conformal factor in the Schrödinger equations in an anisotropic media with Dirichlet data from measured Neumann boundary observations.

#### 日本学術振興会日仏共同研究によるビジター

1. Lucie Baudouin (LAAS-CNRS groupe MAC in Toulouse, France)

共同研究 : "Inverse problems on the graph"

内容紹介 : For hyperbolic equations on a graph we discuss the determination of coefficients by data at the endpoints of the graph. By Carleman estimates, we show the stability and the uniqueness for the inverse problem.

2. Patricia Gaitan (Univ. Marseille, France)  
講演 : "Inverse Problems for parabolic System"

内容紹介 : I will present a review of stability and controllability results for linear parabolic coupled systems with coupling of first and zeroth-order terms by data of reduced number of components. The key ingredients are global Carleman estimates.

吉田 朋広 (YOSHIDA Nakahiro)

A. 研究概要

1. 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
2. リアライズド・ボラティリティの漸近展開
3. ボラティリティの変化点問題と極限定理
4. 有限時間離散観測下での拡散係数のベイズ型推定量の漸近混合正規性および積率収束
5. 従属性のある一般的なサンプリングスキームにおける非同期共分散推定量の極限定理
6. HY 推定量のファイナンスへの応用: 市場における企業間のリード・ラグ推定
7. 確率微分方程式に対するシミュレーション・統計解析ソフトウェアの開発 (YUIMA プロジェクト)
8. 学習理論と分布近似
9. 確率微分方程式に対する適合推定法
10. 条件付き分布の極限定理と漸近展開

1. Asymptotic expansion for a martingale that has a mixed normal limit distribution
2. Asymptotic expansion of the realized volatility
3. Change point problem for the volatility process, and related limit theorems
4. Asymptotic mixed normality of a Bayesian type estimator for the volatility parameter under the finite time discrete sampling scheme
5. Limit theorems for a nonsynchronous covariance estimator under general dependent sampling schemes
6. An application of the Hayashi-Yoshida estimator to finance: the lead-lag estimation in the market
7. Statistical package for simulation and statistical analysis for stochastic differential equations (YUIMA Project)

8. Machine learning and approximation of the distribution
9. Adaptive estimation methods for stochastic differential equations
10. Limit theorems and asymptotic expansion for the conditional distribution

B. 発表論文

1. S. Iacus, M. Uchida and N. Yoshida : “Parametric estimation for partially hidden diffusion processes sampled at discrete times”, *Stochastic Processes and their Applications* **119** (2009) 1580–1600
2. Y. Sakamoto and N. Yoshida : “Third-order asymptotic expansion of M-estimators for diffusion processes”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* **61** (2009) 629–661
3. S. Iacus and N. Yoshida : “Estimation for the discretely observed telegraph process”, *Theory of Probability and Mathematical Statistics* **78** (2009) 37–47
4. Y. Sakamoto and N. Yoshida : “Asymptotic Expansion for Functionals of a Marked Point Process” *Communications in Statistics - Theory and Methods* **39** Issue 8 and 9 (2010) 1449–1465
5. S. Iacus and N. Yoshida : “Numerical Analysis of Volatility Change Point Estimators for Discretely Sampled Stochastic Differential Equations”, *Economic Notes by Banca Monte dei Paschi di Siena SpA* **39** Issue 1 and 2 (2010) 107–127
6. T. Hayashi and N. Yoshida : “Nonsynchronous covariance process and limit theorems”, to appear in *Stochastic Processes and their Applications*
7. N. Yoshida : “Expansion of the asymptotically conditionally normal law”, *Research Memorandum* **1125** Institute of Statistical Mathematics (2010)

8. D. Arnak and N. Yoshida : “Second-order asymptotic expansion for a non-synchronous covariation estimator”, to appear in Annales de l’Institut Henri Poincaré, on-line (2010)
9. M. Hoffmann, M. Rosenbaum and N. Yoshida : “Estimation of the lead-lag parameter from non-synchronous data”, preprint (2009)
10. T. Ogihara and N. Yoshida : “Quasi-likelihood analysis for the stochastic differential equation with jumps”, to appear in Statistical Inference for Stochastic Processes
7. Statistical inference for volatility and related limit theorems. Asymptotic Statistics, Risk and Computation in Finance and Insurance, 東京工業大学, 2010.12.15
8. Some limit theorems in inference for volatility. Statistics for Stochastic Processes: Inference, Asymptotic Methods, Finance and Data Analysis, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011.2.23
9. Limit theorems in asymptotic statistics for diffusions. Asymptotical Statistics of Stochastic Processes VIII, Université du Maine, Le Mans, France, 2011.3.21

### C. 口頭発表

1. 確率過程の統計学：概観と展望（日本統計学会賞）. 第4回日本統計学会春季集会, 青山学院大学, 2010.3.7
2. Martingale expansion : mixed normal limit and applications. International conference “DYNSTOCH meeting”, The University of Angers, France, 2010.6.17
3. Inference for Discretely Observed Diffusion Processes. 1st R/ Rmetrics Summer School and 4th User/ Developer Meeting on Computational Finance and Financial Engineering, Meielisalp, Switzerland, 2010.6.29
4. Asymptotic expansion for a martingale with a mixed normal limit distribution. SPA OSAKA 2010, 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, Senri Life Science Center Building, 2010.9.10
5. Limit theorems and volatility estimation. 数理統計学の新たな展開, 大宮ソニックシティー, 2010.11.15
6. Statistical inference for volatility and related limit theorems. Market Microstructure, Confronting Many Viewpoints, Institut Louis Bachelier, Paris, France, 2010.12.7

10. Quasi-likelihood analysis and limit theorems in volatility estimation. Statistical inference and numerical analysis of stochastic processes: probabilistic tools and application to financial econometrics Universita’ Degli Studi Di Firenze, Novoli, Firenze, Italy, 2011.3

### D. 講義

1. 数理統計学・確率統計学 II : 数理統計学の入門．線形推測論および漸近理論の基礎を解説した．(数理大学院・4年生共通講義)
2. 確率モデルと統計手法・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．(理学部アクチュアリー統計プログラム・経済学部・基礎科学科 4年生共通講義)
3. 統計財務保険特論・IV 時系列解析：確率過程の統計学への入門講義．確率過程の様々な例を通じ、統計推測の漸近理論における基礎的な概念について解説した．(数理大学院・理学部アクチュアリー統計プログラム共通講義)

### F. 対外研究サービス

1. Bernoulli Society, Executive Committee
2. 日本学術会議連携会員
3. 日本統計学会評議員
4. 日本アクチュアリー会評議員

5. Statistical Inference for Stochastic Processes, editorial board
6. Annals of the Institute of Statistical Mathematics, associate editor
7. 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 さきがけ研究員
8. 8th World Congress in Probability and Statistics, Istanbul 2012, Program Committee
9. Statistique Asymptotique des Processus Stochastiques VIII, Université du Maine, Le Mans, March 21-24, 2011 (Organizer)
10. Asymptotic Statistics, Risk and Computation in Finance and Insurance, Tokyo Institute of Technology, December 14-18, 2010 (Organizer)

#### G. 受賞

- 日本数学会 2006 年度解析学賞  
 第 1 回日本統計学会研究業績賞 (2007)  
 第 14 回日本統計学会賞 (2009)

#### H. 海外からのビジター

1. Ernst W. Eberlein (University of Freiburg) 10/09/04 - 10/09/16.
2. Vladimir Bogachev (Moscow State University) 10/10/29 - 10/11/08, “The Malliavin calculus on configuration spaces and applications”, University of Tokyo. (November 2)
3. Stefano M. Iacus (University of Milan) 10/11/14 - 11/01/08, “On LASSO type estimation for discretely observed diffusion processes”, “The ”yuima” package: an R framework for simulation and inference of stochastic differential equations”, Asymptotic Statistics, Risk and Computation in Finance and Insurance, Tokyo Institute of Technology. (December 15 and 18, 2010)
4. Mark Podolskij (University of Heidelberg) 11/02/12 - 11/02/25, “Estimation of scaling parameter for continuous models”,

Statistics for Stochastic Processes: Inference, Asymptotic Methods, Finance and Data Analysis. (February 23, 2011)

5. Mathieu Rosenbaum (École Polytechnique) 11/02/20 - 11/03/01, “Asymptotic results for time-changed Lévy processes sampled at hitting times”, Statistics for Stochastic Processes: Inference, Asymptotic Methods, Finance and Data Analysis. (February 23, 2011)



## 准教授 (Associate Professor)

足助 太郎 (ASUKE Taro)

### A. 研究概要

複素解析的な写像からなる擬群や擬半群の Fatou-Julia 分解とそれに関する事柄や, 横断的に複素解析的な葉層構造の特性類に関する事柄を中心に研究を行った.

I studied a Fatou-Julia decomposition for holomorphic pseudogroups and holomorphic pseudosemigroups. I also studied secondary characteristic classes of transversely holomorphic foliations.

### B. 発表論文

1. Taro Asuke: “On infinitesimal derivatives of the Bott class”, *Foliations* 2005, pp. 37–46, World Scientific Publishing, Singapore, 2006.
2. Taro Asuke: “On the Fatou-Julia decomposition of transversally holomorphic foliations of complex codimension one”, *Advanced Studies in Pure Mathematics* **56** (2009), pp. 39–47, Mathematical Society of Japan.
3. Taro Asuke: “On the Fatou-Julia decomposition of transversally holomorphic foliations of complex codimension one”, *Differential Geometry, Proceedings of the VIII International Colloquium Santiago de Compostela, Spain, 7-11 July 2008*, World Scientific (2009), pp. 65–74.
4. 足助 太郎: “複素余次元 1 葉層の Fatou-Julia 分解について”, *数理解析研究所講究録 1661 葉層の微分幾何とベルグマン核* (2009), pp. 1–20.
5. Taro Asuke: “Infinitesimal derivative of the Bott class and the Schwarzian derivatives”, *Tohoku Math. J. (2)* **61** (2009), 393–416.
6. Taro Asuke: “A Fatou-Julia decomposition of transversally holomorphic foli-

ations”, *Ann. Inst. Fourier (Grenoble)* **60** (2010), 1057–1104.

7. Taro Asuke: “Godbillon-Vey class of transversely holomorphic foliations”, *MSJ memoirs* vol. 24, June 2010.
8. Taro Asuke: “On Fatou-Julia decompositions of pseudosemigroups”, *数理解析研究所講究録 1699 Integrated Research on Complex Dynamics and its Related Fields*, July 2010, pp. 137–143.

### C. 口頭発表

1. “Sur la décomposition Fatou-Julia de feuilletages transversalement holomorphes de complex codimension un”, *Analyse, géométrie et dynamique complexes*, Laboratoire Emile Picard, Université Paul Sabatier, Toulouse (フランス), 2007 年 11 月 22 日.
2. “A Fatou-Julia decomposition of complex codimension-one foliations”, *Global and Local Aspects of Holomorphic Foliations, in Honor of the 60th Birthday of Alcides Lins Neto, Angra dos Reis (ブラジル)*, 2008 年 2 月 15 日.
3. “On the Fatou-Julia decomposition of transversally holomorphic foliations of complex codimension one”, *VIII International Colloquium on Differential Geometry, Santiago de Compostela (スペイン)*, 2008 年 7 月 11 日.
4. “Sur la décomposition de Fatou-Julia d’un feuilletage transversalement holomorphes de codimension complexe 1”, *Séminaire Géométrie – Topologie Dynamique, Département de Mathématiques de la Faculté des Sciences d’Orsay (フランス)*, 2009 年 3 月 18 日.
5. “Une construction de mesures  $\delta$ -conformes pour des feuilletages

transversalement holomorphes de codimension complexe 1”, Dynamique et Géométrie complexes, Département de Mathématiques de la Faculté des Sciences d’Orsay ( フランス ), 2009 年 3 月 20 日.

6. “Embeddings of 2-tori transversal to linear vector fields on  $\mathbb{C}^2$ ”, 葉層構造と微分同相群研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2009 年 10 月 29 日.
7. “葉層の二次特性類の無限小微分について”, 複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺, 龍谷大学セミナーハウスともいき荘, 2009 年 12 月 11 日.
8. “Comparing Julia sets”, 複素力学系とその関連分野の総合的研究, 京都大学数理解析研究所および京都大学大学院人間・環境学研究科, 2009 年 12 月 17 日.
9. “A Fatou-Julia decomposition for transversely holomorphic foliations, 第 53 回 関数論シンポジウム, 名城大学サテライト, 2010 年 11 月 22 日.
10. “On Fatou-Julia decompositions, 2010 年度複素力学系研究集会 – 複素力学系とその周辺分野の研究 – ( 宇敷重廣先生還暦記念集会 ), 京都大学, 2010 年 12 月 9 日.

#### D. 講義

1. 数学 II : 線型代数の入門講義を通年で行った. 本講義は二クラス担当した. ( 教養学部前期課程講義 )
2. 数学 II 演習 : 線型代数に関する演習を通年で行った. 本講義は二クラス担当した. ( 教養学部前期課程講義 )
3. 数理解析 II : 常微分方程式を中心に, 微分方程式の入門講義を半年 ( 夏学期 ) 行った. ( 教養学部前期課程講義 )
4. 数理解析概論 ( 大学院 ) 幾何学 XG ( 学部 ) : 複素解析的なベクトル場・葉層構造に関していくつか話題を選んで概説した.

#### E. 修士・博士論文

1. ( 修士 ) 江夏健太 ( ENATSU Kenta ): A transversely holomorphic foliation whose complex secondary classes are non-trivial.

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会「数学」常任編集委員.
2. 研究集会「複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺」, Workshop on holomorphic vector fields and foliations, and related topics, 2010 年 11 月 26 日 ~ 28 日, オーガナイザー.

#### 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上の脅威及び情報セキュリティ・ポリシー実施に関する調査分析, 動向調査等に時間を費やした.

BGP の経路情報伝播の詳細な動的挙動を理解することがインターネットの発展と安定的運用に極めて重要であることは広く認識されているが, 非同期的に局所的なルール ( ポリシ ) による選択を受けつつ伝播する情報のトポロジーの相互作用などが複雑に関係するため, 必ずしも現実的に適用できるような理解に達しているとは言えない. AS への経路の多様性がどのように伝播するかを調査することを目的に BGP 経路情報を大量に集積する準備をしてきた. Routeviews project の複数の vantage point において, 到達可能な AS の経路多様性のネットワーク上距離に対する変動を調べると, 遠方で指数関数的に減衰するタイプとそうはならないタイプがあることが分かった. これは, vantage point となる AS が持つ external link の接続先の分布に依存するものと考えられ, ネットワーク構成・運用上考慮するポイントとしてとりあげることがで

きる可能性がある。(情報処理学会, 電子情報通信学会等で発表予定)

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 and the implementation of the information security policy in the university.

It is widely recognized that detailed understanding of the dynamic behavior of dissemination of routing information via BGP is quite important for the sound development and stable operation of the Internet. However, we are still far from its understanding practical enough to be applicable to the realistic operational requirements. It is partly due to the complex interactions between the Internet topology and the information dissemination dynamics. I have been preparing the vast amount of BGP routing information which are made open to the public in order to study the transportation of path diversity among ASes. By looking into the variance of path diversity for the ASes which are reachable from vantage points of the Routeviews project against the distance over the networks, it is found that there two types in the vantage points: for one type the path diversity decays roughly exponentially, and for another it does not decay. The difference could be attributed the variance of the locations of the external links of vantage point ASes. This point can be utilized to enhance route diversity, robustness and the traffic engineering in the network design and operation.

## B. 発表論文

1. 一井信吾: 「インターネットはスケールフリー」論再考, 電子情報通信学会技術研究報告, 107 (2007), 35-40. (情報処理学会研究報告, No.53 (2007), 35-40, は同内容)
2. 一井信吾: 「インターネットはスケールフリー」論再考, 電子情報通信学会通信ソサイエティマガジン, No. 7 (2008), 59-67.

## C. 口頭発表

1. 「インターネットはスケールフリー」論再考, 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会/情報処理学会高品質インターネット研究会, 2007.5.30.

## 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. (教養学部前期課程講義: 全学ゼミナール) 立体初等幾何を楽しむ: ユークリッド『原論』第11巻?第13巻から始め、戦前の参考書や旧制高校入試問題などまで、今はあまり顧みられない立体初等幾何をじっくりと楽しんだ。
3. (教養学部前期課程講義: 全学ゼミナール) 100年前の学生は何を学んでいたのか: 1010年(明治43年)に旧制第一高等学校に入学した生徒には、芥川龍之介や矢内原忠雄を始めとするそうそうたる人材が含まれていた。彼らが学んだことを、当時の教科書、参考書や、残されている日記や回想録をもとに再現し、今と変わらぬところ、すっかり変わってしまったところ様々な往時の学生生活をしのぶと共に、近代日本の成立・発展期に高等教育の入口としての高等学校教育が果たした役割を議論した。

## 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. 情報処理学会論文誌「仮想化時代のインターネットと運用技術」特集号編集委員
3. 情報処理学会論文誌「ディペンダブルなシステムの構築・運用・管理技術」特集号編集委員
4. 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会専門委員

5. 電子情報通信学会論文誌 “Special Section on Architectures, Protocols, and Applications for the Future Internet” 英文論文小特集編集委員
6. 電子情報通信学会論文誌 “Special Section on Deployment and Operation of New Internet Technology: Challenges and Approaches” 英文論文小特集編集委員
7. 電子情報通信学会論文誌 『インターネット技術と応用の最新動向』 和文論文誌特集号編集委員会委員長
8. 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
9. 総務省情報通信審議会情報通信技術分科会 ITU-T 部会サービス・ネットワーク運用委員会副主査
10. 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
11. 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
12. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度専門評価委員
13. Program Committee member, The 2010 International Symposium on Applications and the Internet (SAINT2010).
14. Program Committee member, The 2011 International Workshop on Computer Image and its Applications (CIA-11).
15. Program Committee member, The 4th IEEE International Conference on Ubiquitous Computing (U-Media 2011).

#### G. 受賞

電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会「2007 (H19) 年度 インターネットアーキテクチャ研究賞」2008 年 5 月 .

稲葉 寿 (INABA Hisashi)

#### A. 研究概要

人口学および感染症数理疫学における構造化個体群モデルの開発と数理解析が一貫した研究課題であるが、2010 年度は以下の研究を行った：

[1] 周期的変動環境下における基本再生産数の定義と閾値現象の研究：人口学、疫学における基本再生産数の概念は、ホスト個体群の動態率や感染率が時間に依存しない自律系の方程式にもとづいて定式化されてきた。一方、感染症の伝達率や媒介生物の個体群動態などには明確な季節性、周期性が存在する 경우가少なくない。そうした変動環境における感染症流行ないし個体群成長の閾値条件を与えるような、基本再生産数概念の拡張が、これまで Heesterbeek and Roberts, Bacaër, Thieme, Wang and Zhao 等の著者によって提案されてきた。本研究では、弱エルゴード的な正の周期的発展システムが一樣に原始的 (uniformly primitive) であれば、フロケタイプの指数関数解をもつことを示し、それにもとづいて、線形常微分方程式ないしは McKendrick 型の偏微分方程式で表される周期的パラメータをもつ個体群 (感染症) モデルに関して、Bacaër, Thieme, Wang and Zhao による基本再生産数および次世代作用素の定義を再構成して閾値原理を示した。[2] 一般変動環境下における基本再生産数の定義と閾値現象の研究：本研究では、周期系を超えてより一般の変動環境において人口成長の閾値を与える基本再生産数の新たな定義を提案した。この新たな基本再生産数は、時間パラメータに依存する世代分布を次世代の分布に変換するある種の正積分作用素 (世代推進作用素: generation evolution operator: GEO) によって生成される世代分布のノルムのべき根の上極限として定義される。この作用素 GEO は、時間も状態変数とみなした拡張された状態空間における人口の世代分布に作用するために、生物学的意味が明快であり、かつ定常環境ないし周期的環境における次世代作用素は時間に関して集計された世代分布に作用する作用素として、この世代推進作用素から自然に導かれる。さらに、時間をも状態変数に取り入れた拡張された状態空間上で作用する世代推進作用素による世代の生成過程が、集計作用素によって次世代作用素の反復過程に還元されるという事実によって、定常環境と周期環境における次世代作用素による  $R_0$  の世代解釈が成り立つことが明らかとなる。さらに定常環境と周期的環境においては、新定義による  $R_0$  は GEO のスペクトル半径に一致し、かつそれは従来の定義における次世代作用素のスペクトル半径に一致することが示される。したがって、GEO による  $R_0$  の定義は Diekmann-

Heesterbeek– Metz による定常環境系における  $R_0$ , Bacaër–Guernaoui による周期環境系における  $R_0$  の拡張と見なせる。しかしながら、この新定義による一般変動環境における  $R_0$  が常に GEO のスペクトル半径として与えられるかどうかはまだわかっていない。また一般変動環境においては  $R_0 < 1$  という劣臨界条件は人口が滅亡する十分条件であるが、一方において過臨界条件  $R_0 > 1$  は必ずしも人口増加を意味しないという問題がある。すなわち、変動環境においては、 $R_0$  だけでは成長閾値としては不十分である。実際、成長率は平均世代間隔にも依存しているから、それが変動している場合、 $R_0 > 1$  であっても人口成長がおきない場合もある。 $R_0$  によって成長閾値が与えられるような（周期系を含む）変動環境下の人口の広いクラスを抽出することは今後の課題である。

Our main concern is mathematical analysis and model developments for structured population models in demography, epidemiology and theoretical biology. Research topics in 2009 are as follows:

[1] The basic reproduction number in a periodic environment:

The concept of the basic reproduction number is the most important idea in epidemiology for infectious diseases and demography. The basic reproduction number for infectious diseases, denoted by  $R_0$ , is defined as the average number of secondary cases produced by a typical primary case during its entire course of infection. Mathematically, the basic reproduction number is calculated from the next generation operator that is derived from autonomous dynamical systems describing the epidemic invasion process, so epidemic parameters are assumed to be time-independent. However, it is well-known that infectious disease parameters for many diseases (common childhood diseases, tropical vector-borne diseases, etc.) have seasonal variation, so several authors recently have developed ideas for the basic reproduction number for epidemic systems with time periodic parameters. In this research, first we have proved that a uniformly primitive, periodic evo-

lutionary system has a Floquet-type exponential solution, which dominates the asymptotic behavior of the basic system due to weak ergodicity. Then we have shown that the definition of the basic reproduction number for periodic systems introduced by Bacaër and Guernaoui can be naturally induced from the existence of the exponential solution, and the threshold principle for population growth can be extended to the periodic system.

[2] The basic reproduction number in a heterogeneous environment:

In this research, we introduce a new definitions of  $R_0$  in a heterogeneous environment based on a new integral operator, called the *generation evolution operator* (GEO), acting on the extended state space (the set of time-dependent generation distributions), which has a clear, realistic biological meaning and can be applied to structured population dynamics in any heterogeneous environment. Then the next generation operators are naturally induced from the GEO by aggregating generation distributions with respect to time parameter. Using the generation evolution operator, we have shown that the definition of  $R_0$  in a constant environment by Diekmann, Heesterbeek and Metz and the definition of  $R_0$  for a periodic environment by Bacaër and Guernaoui completely allow the generational interpretation, that is,  $R_0$  gives the asymptotic per generation growth factor. Moreover, in those two cases, the spectral radius of GEO equals the spectral radius of the next generation operator, so it gives the basic reproduction number. Hence the new definition is an extension of those existing definitions. Although our definition can be applied to linear population evolution process in any general heterogeneous environment, the price is that it is no longer clear whether  $R_0$  for general heterogeneous environments is always given by the spectral radius of the generation evolution operator. It is an open problem to seek a general class of environment in which we can define  $R_0$  with threshold property for population growth and generational interpretation.

## B. 発表論文

1. 稲葉 寿 (編著) (2007), 「現代人口学の射程」, ミネルヴァ書房.
2. 稲葉 寿 (編著) (2008), 「感染症の数理モデル」, 培風館.
3. H. Inaba and H. Nishiura (2008), The basic reproduction number of an infectious disease in a stable population: The impact of population growth rate on the eradication threshold, *Mathematical Modelling of Natural Phenomena*, Vol. 3, No. 7: 194-228.
4. H. Inaba and H. Nishiura (2008), The state-reproduction number for a multistate class age structured epidemic system and its application to the asymptomatic transmission model, *Math. Biosci.* 216: 77-89.
5. H. Nishiura, M. Kakehashi and H. Inaba (2009), Two critical issues in quantitative modeling of communicable diseases: Inference of unobservables and dependent happening, In G. Chowell, J. M. Hyman, L. M. A. Bettencourt and C. Castillo-Chavez (eds.) *Mathematical and Statistical Estimation Approaches in Epidemiology*, Springer, pp. 53-87.
6. H. Inaba (2010), The net reproduction rate and the type-reproduction number in multiregional demography, In *Vienna Yearbook of Population Research 2009*, pp. 197-215.
7. 稲葉 寿 (2010), 連続的状态変数に基づく感染症のタイプ別再生産数とその応用, 数理解析研究所講究録 1704 「第 6 回生物数学の理論とその応用」, pp. 22-30.
8. 稲葉 寿 (2010), ケルマック・マッケンドリック方程式-感染症流行のダイナミクス, 数理科学 No.564, pp. 65-70.
9. H. Nishiura and H. Inaba (2011), Estimation of the incubation period of influenza A (H1N1-2009) among imported cases: Addressing censoring using outbreak data at the origin of importation, *J. Theor. Biol.* 272: 123-130.

10. 西浦 博・稲葉 寿 (2011), 感染症の制御による癌リスク減少の評価手法, 「統計数理」第 59 巻第 2 号掲載予定.

## C. 口頭発表

1. 稲葉 寿: 基本再生産数と閾値原理-感染症数理モデルの基礎-, 「感染症～実像とモデリング～一分野の垣根を越えて～」, 明治大学生田校舎第二校舎 A 館 207 教室, 2010 年 2 月 18 日.
2. 稲葉 寿: 変動環境下における感染症の基本再生産数について, 「数理と生物・生命科学との融合に向けて -MathESD の実践-」, 岡山大学環境理工学部棟 105 教室, 2010 年 2 月 20 日.
3. H. Inaba, The basic reproduction number for infectious diseases in heterogeneous environments, The 3rd Conference of Computational and Mathematical Population Dynamics, Bordeaux, France, From May 31 to June 4, 2010.
4. H. Inaba, On the definition of the basic reproduction number for infectious diseases in heterogeneous environments, The 3rd China-Japan Colloquium of Mathematical Biology, October 18-21, 2010, Beijing, China.
5. 稲葉 寿: 変動環境下における感染症の基本再生産数の定義について, RIMS 研究集会「第 7 回生物数学の理論とその応用」, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 11 月 16 ~ 19 日.

## D. 講義

1. 統計財務保険特論 VI: 人口学に関する基礎的講義. (数理大学院・4 年生共通講義, アクチュアリー・統計プログラム専門科目).
2. 数理経済学特論 I [微分方程式論]: 常微分方程式に関する入門的講義. (慶應義塾大学経済学部).
3. 基礎科学セミナー II: Martin Nowak の「進化のダイナミクス」(共立出版)を用いたテキストセミナー (基礎科学科 5 学期科目)

## 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・会計幹事・大久保賞選考委員・研究奨励賞選考委員  
第20回日本数理生物学会大会シンポジウム「感染症の Population Dynamics」企画者
3. 日本人口学会理事(大会企画委員会委員長、学会賞選考委員)  
日本人口学会 2010年度第2回東日本部会(2011年3月10日)世話人
4. Mathematical Population Studies, Advisory Board.

緒方 芳子 (OGATA Yoshiko)

### A. 研究概要

非平衡、熱平衡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。これをスピネルミオンモデル、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、非平衡系において現れるある対称性をもつ関数について研究を行った。この関数自体は前から知られていたものであるが、我々は仮説検定の文脈でこの関数が時間反転対称性の破れの度合いをあらわすものとして理解できることをしめた。

熱平衡系については、量子系の確率分布についてさらに詳細な解析を進めている。特に、一次元量子スピンモデルにおいて、大偏差原理の研究を行った。この系で大偏差原理が成り立つことをについて2つの、タイプの異なる証明を与えた。(一つは ReyBellet 氏との共同研究)さらに

ReyBellet 氏とともに大偏差原理を与えるレート関数と呼ばれる関数についてその特徴づけを行った。

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, Prof. V.Jaksic, Prof. C.A.Pillet, and Prof. R.Seiringer showed some function that appear in nonequilibrium statistical mechanics can be seen as a rate function of a hypothesis testing.

About equilibrium states, I am studying probability distributions in quantum systems. I studied large deviation principle of one dimensional quantum spin model, and gave two different proof of large deviation principle. (One is with Prof. ReyBellet.) Furthermore, with Prof. Rey-Bellet, I gave a characterization of its rate function.

### B. 発表論文

1. Vojkan Jaksic, Yoshiko Ogata, Claude-Alain Pillet, The Green-Kubo formula and the Onsager reciprocity relations in quantum statistical mechanics, Communications in Mathematical Physics Vol.265 721-738 (2006)
2. Vojkan Jaksic, Yoshiko Ogata, Claude-Alain Pillet, The Green-Kubo formula for the spin-fermion system, Communications in Mathematical Physics Vol.268 369-401 (2006)
3. Yoshiko Ogata, Local distinguishability of quantum states in infinite dimensional systems, Journal of Physics A Vol.39 3059-

4. Vojkan Jaksic, Yoshiko Ogata, Claude-Alain Pillet, Linear response theory for thermally driven quantum open systems, *Journal of Statistical Physics* Vol.123 547-569 (2006)
  5. Bruno Nachtergaele, Yoshiko Ogata, Robert Sims, Propagation of Correlations in Quantum Lattice Systems, *Journal of Statistical Physics* Vol.124 1-13 July (2006)
  6. Vojkan Jaksic, Yoshiko Ogata, Claude-Alain Pillet, The Green Kubo formula for locally interacting fermionic open systems, *Annales Henri Poincare* Vol. 8, (2007)
  7. Yoshiko Ogata, Mio Murao, Remote extraction and destruction of spread qubit information *Phys. Rev. A* 77, 062340 (2008)
  8. Yoshiko Ogata, Large Deviations in Quantum Spin Chains *Communications in Mathematical Physics* 296. 35-68 (2010)
  9. Yoshiko Ogata, Luc Rey-Bellet Ruelle-Lanford functions and large deviations for asymptotically decoupled quantum systems To appear in *Reviews in Mathematical Physics*
- C. 口頭発表
1. 作用素環論の展開 研究集会, 2005年9月7日~9日, 京都大学数理解析研究所, “Transport properties of quantum systems ”
  2. 日本数学会秋季総合分科会, 2005年9月21日, 岡山大学, “The Green-Kubo formula in quantum statistical mechanics ”
  3. Open systems and Quantum dynamics, June 26 -29, 2006, CPT-CNRS UMR, Université du Sud Toulon-Var, “Linear response theory in quantum statistical mechanics ”
  4. Current Status of Rigorous Statistical Mechanics and Mathematical Quantum Field Theory, September 4-6, 2006, Kyushu University, “Linear response theory for thermally driven open quantum systems (II) Application to concrete models ”
  5. 作用素論・作用素環論研究集会, 2006年11月11日~13日, 東北大学, “Linear response theory for thermally driven open quantum systems ”
  6. 科研費特定領域研究「情報統計力学の深化と展開」平成19年度研究成果発表会, 2007年12月17日~20日 京都, “時間発展する量子スピン系における相関について”
  7. RIMS 共同研究「作用素環と数理解析学の研究」, 2008年1月23日~1月25日, “Nonequilibrium statistical mechanics”
  8. 「大規模相互作用系の確率解析」2009年10月7日~10月9日”Large Deviations in Quantum Spin Chains”
  9. Kochi School on Random Schrodinger Operators 2009年11月26日から11月28日”Large Deviations in Quantum Spin Chains”
  10. The 1st Crest-SBM International Conference “Random Media ”2010年1月25日~1月29日”Large Deviations in Quantum Spin Chains”
- D. 講義
1. 確率統計 (基礎科学科4年生)
  2. 解析学 :関数解析の基礎 (数理大学院・4年生共通講義)
- G. 受賞
1. 日本数学会賞建部賢弘奨励賞 2007年9月22日
  2. 第2回井上リサーチアワード (井上科学財団) 2010年2月4日



## H. 海外からのビジター

1. ReyBellet He made a talk on fluctuation in nonequilibrium systems. We discussed about large deviation of quantum spin systems and found that it holds for mean field models.
2. R.Sims He made a talk on Lieb Robinson bound and its application. We discussed about Lieb Robinson bound.
3. M.Merkli He made a talk on  $W^*$ -dynamical systems. We discussed about repeated interacting systems.
4. C.A.-Pillet He made a talk on repeated interacting systems. We discussed about repeated interacting systems.

### 小澤 登高 (OZAWA, Narutaka)

#### A. 研究概要

2010年度は前年度に引き続き、離散群と関数解析についての研究を行った。  $\varepsilon > 0$  に対して、群  $\Gamma$  から距離付き位相群  $U$  への写像  $\pi: \Gamma \rightarrow U$  が  $\varepsilon$ -準同型であるとは、任意の  $g, h \in \Gamma$  に対して  $d(\pi(gh), \pi(g)\pi(h)) < \varepsilon$  が成り立つときをいう。  $\varepsilon$ -準同型が本物の準同型の摂動であるか否かを問うのが Ulam の問題 (1960) である。特に、 $U$  として Hilbert 空間  $H$  上のユニタリ作用素全体  $U(H)$  に作用素ノルムで距離を入れたものを考える。この場合の Ulam の問題は、従順群に対しては肯定的に解けること、しかし一般には反例があることが知られていた (Kazhdan, 1982)。私は M. Burger (ETHZ) 及び A. Thom (Leipzig) との共同研究 [8] において以下の事実を明らかにした: 自由群を部分群として含む任意の群に対して反例が構成できるが、高階数単純 Lie 群の格子 (これらは自由群を部分群として含む) などの場合は有限次元の反例は存在しない。その他にも関連するいくつかの定量的な研究を行った。他にも弱従順性の研究 [9] を行い、先行する Haagerup (1988) の結果と Ozawa–Popa (2010) の結果を統合・拡張する成果を得た。

In the academic year 2010, N. Ozawa studied functional analytic aspects of discrete groups.

A map  $\pi: \Gamma \rightarrow U$  from a group  $\Gamma$  into a metric group  $U$  is called an  $\varepsilon$ -homomorphism if it satisfies  $d(\pi(gh), \pi(g)\pi(h)) < \varepsilon$  for all  $g, h \in \Gamma$ . Ulam (1960) asked whether an  $\varepsilon$ -homomorphism is a perturbation of an honest homomorphism. Here we focus on a particularly interesting case where  $U$  is the group  $U(H)$  of unitary operators on a Hilbert space  $H$ , equipped with the norm metric. A counterexample to this Ulam problem was given by Kazhdan (1982), who also provided a positive solution in the case of  $\Gamma$  being amenable. N. Ozawa ([8]) in collaboration with M. Burger (ETHZ) and A. Thom (Leipzig) proved that a counterexample can be constructed for any group containing a noncommutative free group, but certain groups, e.g. lattices in  $SL_{n \geq 3}(\mathbb{R})$ , do not admit counterexamples of finite dimension. They also did some qualitative study of related problems.

Other researches of N. Ozawa include a study of weak amenability ([9]), which generalized the works of Haagerup (1988) and Ozawa–Popa (2010).

#### B. 発表論文

1. N. P. Brown and N. Ozawa; “ $C^*$ -algebras and finite-dimensional approximations,” Graduate Studies in Mathematics, 88. American Mathematical Society, Providence, RI, 2008. xvi+509 pp.
2. N. Ozawa; “Weak amenability of hyperbolic groups,” Groups Geom. Dyn., **2** (2008), 271–280.
3. N. Ozawa and S. Popa; “On a class of  $II_1$  factors with at most one Cartan subalgebra,” Ann. of Math. (2), **172** (2010), 713–749.
4. N. Ozawa; “An example of a solid von Neumann algebra,” Hokkaido Math. J., **38** (2009), 557–561.
5. N. Ozawa and S. Popa; “On a class of  $II_1$  factors with at most one Cartan subalgebra II,” Amer. J. Math., **132** (2010), 841–866.

6. N. Monod and N. Ozawa; “The Dixmier problem, lamplighters and Burnside groups,” *J. Funct. Anal.*, **258** (2010), 255–259.
7. N. Ozawa; “Quasi-homomorphism rigidity with noncommutative targets,” *J. reine angew. Math.*, to appear.
8. M. Burger, N. Ozawa and A. Thom; “On Ulam stability,” preprint.
9. N. Ozawa; “Examples of groups which are not weakly amenable,” preprint.

### C. 口頭発表

1. *von Neumann algebras and ergodic theory* (Minicourse); (1) von Neumann algebras, Ergodic theory and Geometric Group theory, IMSc (Chennai), February 09. (2) Ergodic Theory of Group Actions, Göttingen, August 09.
2. *Dixmier’s Similarity Problem*; (1) 東北大学情報数理談話会, April, 09. (2) Noncommutative  $L_p$  spaces, operator spaces and applications, CIRM, June 09. (3) 東大作用素環セミナー, July 09. (4) Geometry and Rigidity of Groups, Münster, August 09. (5) Operators and Operator Algebras, Edinburgh, December 09. (6) 東大数理談話会, December 09.
3. *Hyperlinearity, sofic groups and applications to group theory* (Mini Course); Operator Spaces and Approximation Properties of Discrete Groups, Texas A&M University, August 09.
4. *Quasi-homomorphism rigidity with noncommutative targets*; (1) Rigidity in cohomology,  $K$ -theory, geometry and ergodic theory, HIM (Bonn), November 09. (2) Colloquium at University of Hawaii, March 10. (3) Danish-Norwegian Operator Algebra Seminar, Copenhagen, April 10. (4) Geometry and Ergodic Theory Seminar, EPFL, April 10. (5) Recent Developments in Operator Algebras,

東京大学, June 10. (6) Satellite Conference on Operator Algebras to ICM 2010, IMSc (Chennai), August 10. (7) Séminaire d’Algèbres d’Opérateurs, Institut de Mathématiques de Jussieu, September 10. (8) AMS Fall Western Section Meeting, UCLA, October 10.

### D. 講義

1. 解析学 IV ( 理数・3 年 )・解析学特別演習 I: 測度論と Lebesgue 積分論. 演習つき.
2. 数学 II ( 理 I・1 年 )・数学 II 演習: 線形代数, 通年.

### E. 修士・博士論文

1. (博士) 見村 万佐人 (MIMURA, Masato): Rigidity theorems for universal and symplectic universal lattices.

### F. 対外研究サービス

1. 学術雑誌「Groups, Geometry, and Dynamics」の editor.
2. アメリカ数学会秋季西地区学会 (UCLA, 10 月) の「Special Session on Rigidity in von Neumann Algebras and Ergodic Theory」の organizer.

### G. 受賞

1. ICM 招待講演 (Operator Algebras and Functional Analysis), 2006 年 8 月.
2. 春季賞 (日本数学会), 2009 年 4 月.
3. 日本学術振興会賞, 2010 年 3 月.

## 加藤 晃史 (KATO Akishi)

### A. 研究概要

双対性 (duality) とは、異なる自由度・作用汎関数・対称性・相互作用等を持った物理系が量子論としては全く等価になることを指し、弦理論の最も重要な課題の一つである。特に AdS/CFT 対応は、 $d$  次元のゲージ理論と  $d+1$  次元の重力

理論が実は同じ理論の二つの側面であるという大胆な予想である。これを示唆する様々な証拠があるが、重力理論の分配関数や相関関数の計算の困難さが障害となって、AdS/CFT 対応が数学的に確立されるには至っていない。

次元を  $d = 2$  に限定すると、AdS/CFT 対応は 2 次元の共形場理論と 3 次元の量子重力理論との対応となる。前者については affine Lie 環や量子群を用いた代数的な構造が良く理解されており、また後者についても Chern-Simons 理論の複素化を通じて 3 次元双曲幾何や結び目不変量による研究の蓄積がある。

現在、寺嶋祐二氏（東工大）と共同で AJ-予想について共同研究を行っている。AJ 予想とは、A-多項式と呼ばれる 3 次元多様体のホロノミー表現の変形空間を記述する多項式と、colored Jones 多項式と呼ばれる一種の分配関数との関係に関する予想である。より詳しくは、後者が満たすホロノミックな  $q$ -差分方程式系のスケーリング極限（特性多様体）として前者が再現されるという予想であり、AdS<sub>3</sub>/CFT<sub>2</sub> 対応の精密化と見なすことができる。

Duality means a quantum equivalence between two physical systems with different origin. AdS/CFT correspondence predicts that gauge theories in  $d$  dimensions and gravity in  $d + 1$  dimensions are dual to each other. In order to establish the correspondence mathematically, it is inevitable to compute the partition or correlation functions exactly; which are quite difficult tasks for gravitational theories.

In the case of  $d = 2$ , however, the AdS/CFT correspondence boils down to the relation between more thoroughly studied branch of mathematics — two dimensional conformal field theories and three dimensional geometry.

I am currently working with Yuji Terashima (TIT) on AJ-conjecture, which can be regarded as a refined version of AdS/CFT correspondence. AJ conjecture predicts that the A-polynomial, which is the defining polynomial of the deformation variety of holonomy representations of a three manifold, is obtained as the scaling limit (characteristic variety) of the holonomic  $q$ -difference system satisfied by the colored Jones polynomials.

## B. 発表論文

1. A. Kato “Zonotopes and four-dimensional superconformal field theories” Journal of High Energy Physics 06 (2007) 037. (arXiv:hep-th/0610266, UTMS 2006-28)
2. A. Kato and Y. Terashima “Geometry of colored Jones polynomials” in preparation
3. 加藤晃史 “複素数と現代物理”・数理科学・47 巻 8 号・2009・42-49
4. 加藤晃史 “時空の幾何学”・数理科学・48 巻 3 号・2010・57-63
5. 加藤晃史 “行列と微分方程式”・数理科学・49 巻 3 号・2011・45-51

## C. 口頭発表

1. “On concavity of  $a$ -functions” The Joint Meeting of Pacific Region Particle Physics Communities (DPF2006+JPS2006) Oct 2006, Honolulu, Hawaii, USA
2. “ $a$ -function の凸性について” 「弦理論と場の量子論における新たな進展」2006 年 9 月 京都大学基礎物理学研究所
3. “Zonotopes and four-dimensional superconformal field theories” KEK 理論研究会 2007 年 3 月; 日本数学会 2007 年度年会 (埼玉大学理学部) 2007 年 3 月
4. “Uniqueness of Black Hole Attractors in Five Dimensional  $N=2$  Gauged Supergravity” 日本物理学会 2007 年春季大会 (首都大学東京) 2007 年 3 月
5. “AdS/CFT 対応における  $a$ -maximization について” 東京無限可積分系セミナー (東大数理) 2007 年 5 月; 京大基礎物理学研究所セミナー 2007 年 7 月; 東大駒場 素粒子論セミナー 2007 年 7 月
6. “ $C_2$ -有限共形場理論とその圏論的性質”, 共形場理論集中セミナー, 人材開発センター 富士研修所 2008 年 9 月.
7. “Weyl 代数の自己準同型について”, 日本物理学会 近畿大学, 2008 年 3 月; 日本数学会 近畿大学, 2008 年 3 月; Lie 群論・表現論セ

ミナー東京大学数理科学研究科, 2008年5月.

8. 「数え上げ母関数としての経路積分」Encounter with Mathematics 第52回, 中央大学理工学部, 2010年1月.
9. “Geometry of colored Jones polynomials” Low dimensional topology and number theory III, 西新プラザ (九州大学, 福岡) 2011年3月.

#### D. 講義

1. 数学II: 線型代数 (教養学部前期課程講義)
2. 全学自由研究ゼミナール: 「時空の幾何学」特殊および一般相対性理論への入門講義 (教養学部1,2年生)
3. 現象数理I: 解析力学 (3年生向け講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 穂坂 秀昭 (HOSAKA Hideaki): 対称群およびその環積の表現論.

#### 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。昨年度後半以来、ゴールドマン・リー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になっている。後者は Kontsevich の形式的シンプレクティック幾何を通してリーマン面のモジュライ空間のコホモロジーを記述している。久野雄介氏 (広島大学・学振 PD) との共同研究によって、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。応用として

- (1) (久野氏との共同研究) 曲面の基本群の完備群環へのデー・ツイストの作用の明示的な公式を得た。この公式は古典的なピカル・レフシェッツ公式および森田によるジョンソン準同型の計算の一般化である。[B6]
- (2) (久野氏との共同研究) 無限種数でエンドが1つの曲面のゴールドマン・リー代数の中心が自明ループで張られることを示した。閉曲面の

ゴールドマン・リー代数についての類似の結果は Chas と Sullivan が予想し Etingof が解決している。[B7]

これらとは別に、

(3) コンパクト・リーマン面のモジュライ空間上に実数値関数を導入し、その第一および第二変分を計算した。これは Johnson 準同型をあらわす1次微分形式から得られる相対接束の Chern 形式と Arakelov-Green 関数の定める相対接束の Chern 形式の差をあらわすポテンシャル関数である [B5]。最近この計算をもとにして Robin de Jong は Faltings  $\delta$  不変量の第二変分を決定した (arXiv 1002.1618)。

(4) (A. Bene, R. Penner 両氏との共同研究) trivalent fat graph から標準的に決まるマグナス展開を構成した。これの定める亜群レベルでの拡大第一ジョンソン準同型は森田-Penner のそれに一致する。

(5) (秋田利之氏との共同研究) 写像類群の (準自由とは限らない) すべての有限巡回群について整数係数リーマンロッホ公式を証明した。

My primary interest has been in clarifying the topology of the moduli space of compact Riemann surfaces. The Goldman Lie algebra and the Lie algebra of symplectic derivations play a central role in my research. The latter describes the cohomology of all the moduli spaces of Riemann surfaces of finite type. In a joint work with Yusuke Kuno (Hiroshima U./JSPS-PD), 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. As applications, (1) (a joint work with Kuno) We obtained an explicit formula of the Dehn twist action on the completed group ring of the fundamental group of the surface. This generalizes the classical Picard-Lefschetz formula and some of Morita's explicit computations of (extended) Johnson homomorphisms.[B6]

(2) (a joint work with Kuno) We proved the center of the Goldman Lie algebra of a surface of infinite genus with 1 end is spanned by the trivial loop. A similar result for closed surfaces was conjectured by Chas and Sullivan, and proved by Etingof. [B7]

My other approaches to the topology of Riemann surfaces are

(3) We introduced a real-valued function on the moduli space of compact Riemann surfaces and compute the first and the second variations of the function. This function relates the Chern form of the relative tangent bundle of the universal family induced by the Arakelov-Green function with the Chern form of the same bundle induced by the twisted 1-form representing the first Johnson homomorphism [B5]. Recently, based on our computation, Robin de Jong computed the second variation of Faltings  $\delta$  invariant (arXiv 1002.1618).

(4) (a joint work with A. Bene and R. Penner) We constructed a Magnus expansion canonically constructed from trivalent fat graphs, which induces the Morita-Penner cocycle for the extended first Johnson homomorphism.[B1]

(5) (a joint work with T. Akita) We proved an integral Riemann-Roch formula for any cyclic subgroup of the mapping class groups. [B3]

## B. 発表論文

1. A. J. Bene, N. Kawazumi and R. C. Penner “Canonical lifts of the Johnson homomorphisms to the Torelli groupoid,” *Adv. Math.*, **221** (2009) 627–659.
2. N. Kawazumi: “Twisted Morita-Mumford classes on braid groups,” *Geometry and Topology Monograph series* **13** (2008) 293–306.
3. T. Akita and N. Kawazumi: “Integral Riemann-Roch formulae for cyclic subgroups of mapping class groups,” *Math. Proc. Camb. Phil. Soc.***144** (2008) 411–421.
4. N. Kawazumi: “On the stable cohomology algebra of extended mapping class groups for surfaces,” *Advanced Studies in Pure Mathematics* **52** (2008) 383–400.
5. N. Kawazumi “Johnson’s homomorphisms and the Arakelov-Green function,” arXiv: 0801.4218 (2008)

6. N. Kawazumi and Y. Kuno: “The logarithms of Dehn twists,” arXiv:1008.5017 (2010)
7. N. Kawazumi and Y. Kuno: “The Chas-Sullivan conjecture for a surface of infinite genus,” arXiv: 1009.4985 (2010)

## C. 口頭発表

1. A higher analogue of the period matrix of a compact Riemann surface, 2006年9月, Workshop ‘Groups of Diffeomorphisms 2006,’ 東京大学大学院数理学研究科.
2. A higher analogue of the period matrix of a compact Riemann surface, 2006年11月, Topology Seminar, CTQM, University of Aarhus. (デンマーク)
3. A higher analogue of the period matrix of a compact Riemann surface, 2007年1月, 東京都立大学幾何グループ, 東京都立大学理学部.
4. 実および複素一次元のゲルファントフクスコホモロジー, 2007年6月, 複素微分方程式の定性的理論と関連する幾何, 東京大学大学院数理学研究科.
5. Johnson’s homomorphisms and the Arakelov-Green function, 2007年12月「離散群と双曲空間の解析学とトポロジー」, 京都大学数理解析研究所.
6. The Goldman Lie algebra and Kontsevich’s associative symplectic geometry, 2010年9月28日, Seminar at QGM, University of Aarhus. (デンマーク)
7. The logarithms of Dehn twists, 2010年12月3日, Workshop ‘Teichmueller Theory,’ Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.(ドイツ)
8. The logarithms of Dehn twists, 2010年12月13日, 談話会, 大阪大学大学院理学研究科数学専攻.
9. The Chas-Sullivan conjecture for a surface of infinite genus, 2010年12月21日, 研究集会「トポロジーの現在と未来」, 文部科学省共済組合箱根宿泊所.

10. On the Turaev cobracket on the Lie algebra of symplectic derivations, 2011 年 1 月 26 日, Seminar at QGM, University of Aarhus. (デンマーク)

D. 講義

1. 数学 IB: 計算重視の微積分 (教養学部前期課程理科一類)
2. 数理学 II: 常微分方程式の入門 (教養学部前期課程理科二三類)
3. 大阪大学集中講義: 数学特別講義 VIIA = 特別講義 IIIB: いくつかの無限次元リー代数を通して 2 次元トポロジーを定量的に研究する試みを解説した。(大阪大学大学院理学研究科数学専攻)

北田 均 (KITADA Hitoshi)

A. 研究概要

1. 散乱理論: 短距離型ポテンシャル  $V_S$  に加え長距離型のポテンシャル  $V_L$  による摂動を持ったハミルトニアン  $H = H_0 + V_S + V_L$  と  $H_0 = -\frac{1}{2}\Delta$  の組  $(H_0, H)$  に対する散乱理論を長年研究してきた。最近では摂動のない場合のハミルトニアン  $H_0$  が通常のラプラシアン  $-\Delta$  の冪  $H_0 = \kappa^{-1}(-\Delta)^{\kappa/2}$  ( $\kappa \geq 1$ ) で与えられる場合に短距離型および長距離型ポテンシャルの和  $V = V_S + V_L$  による摂動を持ったハミルトニアン  $H = H_0 + V$  による散乱を研究しており 2010 年にこのハミルトニアン組  $(H_0, H)$  に対し波動作用素の存在および漸近完全性を Lax-Phillips-Enss 法により示した。この形のハミルトニアンは質量が 0 の場合の相対論的ハミルトニアン  $\sqrt{-\Delta}$  を含んでいる。

さらに後続の研究においてこのラプラシアンの冪の場合を含め従来の Lax-Phillips-Enss 法より簡明な漸近完全性の証明を与えた。すなわち Ruelle の定理により摂動  $V = V_S + V_L$  を持ったハミルトニアン  $H = H_0 + V$  の発展作用素  $\exp(-itH)$  ( $t > 0$  or  $t < 0$ ) による散乱粒子の運動は本質的に量子力学的運動量と座標とがほぼ平行ないし反平行となる相空間の領域 (strongly outgoing or

incoming region) への運動とみなしてよいことが含意され、従来の Lax-Phillips-Enss 法による漸近完全性の証明ではこれらの領域での非摂動ハミルトニアン  $H_0$  の発展作用素  $\exp(-itH_0)$  に対する伝播評価を用いることにより漸近完全性を示していた。しかし Ruelle の定理はこれらの領域では量子力学的運動量と座標がほぼ平行ないし反平行となるのみならず量子力学的座標は量子力学的速度と時間の積に漸近的に一致することを含意する。この結果を直接に用いることによりいわばトートロジカルに Cauchy の収束条件に相当するごく弱い評価が得られる。この評価を用いることにより波動作用素およびその逆作用素の収束が示されることが言え漸近完全性の新証明を与えることができた。したがって漸近完全性は Ruelle の定理の直接的帰結となり、数学的散乱理論は Ruelle の定理によりすでに完成しているといつて過言でないことを示した。

2. 数学的量子力学: 1 の研究の派生的研究として量子力学の数学的定式化を考察してきた。量子力学は正準交換関係と呼ばれる非可換な交換関係を満たす二種の量をもとに構成され、それら二種の量は通常座標作用素および運動量作用素と見なされる。ふつうはこれらの二種の量の他に時間座標が仮定される。しかし量子力学の定式化を見ると量子力学は座標作用素と運動量作用素のみで必要十分に記述される。したがって時間は余剰の量である。このことをふまえて量子力学を定式化すると、時間概念は座標および運動量を用いて定義される量として導入され、通常の不確定性関係は時間の不確定性として現れる。このような量子力学の定式化を通してニュートンの時代以来物理学においてある意味で曖昧に「先験的に与えられた量」と考えられてきた時間概念の正確な定義が与えられる。これらの考察により以下のことがわかる。(1) 量子力学は有限個の粒子より成る局所系の内部運動を記述する理論である。(2) 時間は正準交換関係を満たす二種の量を持つこれら各局所系に固有の「局所的な」概念である。各局所系に時間が定義されると言うことはそれら局所系が常に内的変化ないし運動を持った系であるということである。この局所運動

が各局所系の局所時間のおおもとである .  
 これらの事柄の厳密な定式化は擬微分作用素 , フーリエ積分作用素等を用いるシュレーディンガー方程式の解の時間無限における漸近挙動の研究 , すなわち上述の散乱理論を展開することにより行われる . そして局所運動たる局所時間の由来は決定不能命題の存在という数学基礎論の結果に帰着される .

1. Scattering Theory: For these years, I have been investigating scattering theory for the pair  $(H_0, H)$  of Hamiltonians  $H_0 = -\frac{1}{2}\Delta$  and  $H = H_0 + V_S + V_L$  with perturbation by a long-range potential  $V_L$  in addition to a short-range potential  $V_S$ . In my recent researches I have investigated the scattering theory for the Hamiltonian  $H = H_0 + V$ , where the unperturbed Hamiltonian  $H_0$  is given by the fractional power  $H_0 = \kappa^{-1}(-\Delta)^{\kappa/2}$  ( $\kappa \geq 1$ ) of negative Laplacian  $-\Delta$  and the perturbation  $V$  is a sum of a short-range potential  $V_S$  and a long-range potential  $V_L$ , and have given in 2010 a proof of the existence and asymptotic completeness of the wave operators for the pair  $(H_0, H)$  of the Hamiltonians  $H_0$  and  $H$  by Lax-Phillips-Enss method. The Hamiltonian of this form includes the relativistic Hamiltonian  $\sqrt{-\Delta}$  with vanishing mass.

In a subsequent paper I have further given a new proof of the asymptotic completeness including the above-mentioned case of fractional power of negative Laplacian, which is simpler than the existing proofs by Lax-Phillips-Enss method. Namely Ruelle's theorem implies that the evolution  $\exp(-itH)$  ( $t > 0$  or  $t < 0$ ) by the Hamiltonian  $H = H_0 + V$  with the perturbation  $V = V_S + V_L$  lets the scattering particle move toward the strongly outgoing or incoming region of the phase space where the quantum mechanical momentum and configuration are almost parallel or anti-parallel. The preceding proof of the asymptotic completeness by Lax-Phillips-

Enss method shows the asymptotic completeness by utilizing the propagation estimates on those regions for the evolution  $\exp(-itH_0)$  by the unperturbed Hamiltonian  $H_0$ . Ruelle's theorem however implies not only that the quantum mechanical momentum and configuration are almost parallel or anti-parallel in those regions but also that the quantum mechanical configuration is asymptotically equal to the product of quantum mechanical velocity and time. It is possible to show in a sort of tautological way with utilizing this consequence of Ruelle's theorem a very weak estimate corresponding to the Cauchy criterion of convergence. This estimate makes it possible to prove the convergence of wave operators and the inverse wave operators, whence gives a new proof of the asymptotic completeness. The asymptotic completeness is therefore a direct consequence of Ruelle's theorem, and it has been shown that it is no overstatement to say that the mathematical scattering theory is already completed by Ruelle's theorem.

2. Mathematical Quantum Mechanics: As an extended research arisen from the investigation of the scattering theory, I have been also investigating a mathematical formulation of Quantum mechanics. Quantum mechanics is formulated on the basis of two quantities which satisfy the non-commutation relation called canonical commutation relation. Those two quantities are identified as configuration operator and momentum operator. In usual formulation of quantum mechanics, it is assumed that the third quantity called time coordinate exists in addition to these two quantities. However, a careful examination of the formulation of quantum mechanics shows that the two quantities, configuration operator and momentum operator, are sufficient in formulating the quantum mechanics, which proves that the time coordinate is a redundant quantity. The formula-

tion of quantum mechanics based on this fact introduces the concept of time as a quantity defined in terms of configuration and momentum operators, and we see that the usual uncertainty occurs as an uncertainty of time. This formulation of quantum mechanics gives a rigorous notion of time which has been considered as an a priori given quantity in physics in somewhat ambiguous manner since the age of Isaac Newton. Consequences of these considerations are that (1) quantum mechanics must be considered as a theory describing the internal motion of a local system consisting of a finite number of particles, and (2) the concept of time is a ‘local’ notion proper to each local system having two quantities satisfying the canonical commutation relation. That every local system has its own local time means that each local system is an unceasingly changing system with the inside components always moving. This local internal motion is the origin of the local time of each local system.

The rigorous formulation of these things is given through the investigation of the asymptotic behavior of the solutions of Schrödinger equations, namely through developing the above-mentioned scattering theory for the Schrödinger equations with using the concepts of pseudodifferential and Fourier integral operators. The origin of the local time, namely the existence of the local motion inside each local system is explained by reducing it to the result in metamathematics of the existence of undecidable propositions.

## B. 発表論文

1. H. Kitada : “Fundamental solution global in time for a class of Schrödinger equations with time-dependent potentials”, *Communications in Mathematical Analysis* **1** (2006) 137–147.
2. H. Kitada and T. Ono : “Introduction to Mathematics for Scientists”, Gendai-

Suugaku-Sha, February 14, 2006, ISBN 4-7687-0358-5.

3. H. Kitada : “A Story of Fourier Analysis”, Gendai-Suugaku-Sha, November 1, 2007, ISBN 978-4-7687-0377-9.
4. H. Kitada : “An implication of Gödel’s incompleteness theorem”, *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, **52** (2009) 511-567.
5. H. Kitada : “Asymptotically outgoing and incoming spaces and quantum scattering”, *Commun. Math. Anal.* **8** (2010), No. 1, 12-25.
6. H. Kitada : “Scattering theory for the fractional power of negative Laplacian”, *J. Abstr. Differ. Equ. Appl.*, **1** (2010), No. 1, 1-26.

## D. 講義

1. 基礎数理特別講義 VII・応用数学 XA : 数理論理学に基づく自然数論の定式化, ゲーデルの不完全性定理の証明およびその数学基礎論との関連などを講じた。(数理大学院・4年生共通講義)
2. 数理解析学概論・現象数理 III : 量子力学の数学的な理解を目的として擬微分作用素, フーリエ積分作用素, 数学的散乱理論の展開, 波動作用素の漸近完全性の証明などをラブラシアンの場合を含め講じた。(数理大学院・4年生共通講義)

## F. 対外研究サービス

1. Editor of *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*.
2. Editor of *Far East Journal of Mathematical Sciences*.
3. Editor of *International Journal of Mathematics and Analysis*.
4. Editor of *Far East Journal of Mathematics*.
5. Editor of *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*.



6. Editor of Electronic Journal of Theoretical Physics.
7. Editor of Journal of Abstract Differential Equations and Applications.
8. Coordinating Editor of Communications in Mathematical Analysis.

今野 宏 (KONNO Hiroshi)

#### A. 研究概要

ハイパーケーラーモーメント写像のノルムの2乗をモース関数としてモース理論を適用することにより、ハイパーケーラー商のトポロジを研究している。この関数はプロパーでないので、この関数にモース理論を適用してハイパーケーラー商のトポロジを調べることができるかどうかは一般には不明である。この関数にモース理論を適用できるとすると、トラスによるハイパーケーラー商のベッチ数が効率よく計算でき、コホモロジー環についても多くの情報が得られることを数年前に示した。また、ある技術的な条件の下でこの関数の勾配の精密な評価をすることにより、プロパーである場合と同様にモース理論を適用できることを示したが、この技術的な条件を取り除くことが目標である。

Mark Hamilton 氏と共同で、幾何学的量子化、特に実偏極とケーラー偏極の関係を調べた。トーリック多様体については、実偏極を複素構造のある特殊な極限として理解できることが知られている。本年度は、旗多様体に対する類似の結果の証明を完成させた。すなわち、旗多様体のシンプレクティック構造を固定したときに、それと両立する複素構造の族で実偏極に収束するものを、旗多様体のトーリック退化を用いて構成した。旗多様体の複素構造の変形に伴い、前量子直線束の正則切断は、実偏極の定めるラグランジュ部分多様体に台を持つあるデルタ関数に収束することを証明した。

I have been studying topology of hyperkähler quotients by Morse theory, taking the norm square of a hyperkähler moment map as a Morse function. Since this function is not proper, it is not known in general whether one could study the topology of hyperkähler quotients by applying Morse theory to this

function. I showed a few years ago that, if Morse theory would work for this function, one could compute the Betti numbers of abelian hyperkähler quotients in a systematic way as well as get much information on their cohomology rings. I proved that Morse theory for this function works very well by establishing sharp gradient estimates of this function under certain technical conditions. I am trying to get rid of the technical conditions mentioned above.

I also studied geometric quantization, in particular, the relation between real and Kähler polarizations jointly with M.Hamilton. In the case of toric varieties a real polarization can be considered as a limit of a certain family of complex structures. This year we completed the proof of an analogous result for flag manifolds. Namely, fixing a symplectic structure on a flag manifold, we constructed a family of compatible complex structures, which converge to a real polarization, by using toric degeneration of the flag manifold. We proved that, according to the deformation of the complex structure of the flag manifold, holomorphic sections of the prequantum line bundle converge to certain delta-function sections supported on the Lagrangian submanifolds associated to the real polarizations.

#### B. 発表論文

1. “Geometry of toric hyperkähler varieties”, *Contemporary Math.* **480** (2008) 241–260.
2. “Morse theory for toric hyperkähler orbifolds”, in *Lecture Note Series in Mathematics*, Osaka University, **9** (2008) 217–226.
3. “Morse theory for abelian hyperkähler quotients”, preprint.
4. “Convergence of Kähler to real polarizations on flag manifolds”, preprint.

#### C. 口頭発表

1. Geometry of toric hyperkähler varieties, Workshop “Toric Topology”, 大阪市立大学, 2006年5月; Workshop “The second

China-Japan conference on differential geometry”, Yunnan Normal University, Kunming, China, December 2006; Workshop “Symplectic Geometry”, 京都大学数理解析研究所, 2007年7月.

2. “Morse theory for abelian hyperkähler quotients”, Workshop “Complex Geometry in Osaka”, 大阪大学, 2007年11月; 幾何学セミナー, 東北大学, 2008年7月; 第55回幾何学シンポジウム, 弘前大学, 2008年8月; East Asian Symplectic Conference 2009, Academia Sinica, Taiwan, May 2009.
3. “ハイパーケーラー商の幾何”, 研究集会 “幾何構造の諸相”, 名城大学, 2009年3月.
4. “Convergence of Kähler polarizations to real polarizations on flag varieties”, “The 16th International Symposium on Complex Geometry”, 菅平, 2010年10月.

#### D. 講義

1. 幾何学 I, 同演習: 多様体論の入門講義とその演習. (3年生向け講義)
2. 基礎数理解講義 III・幾何学 XH: シンプレクティック多様体の Gromov-Witten 不変量について解説した. (数理大学院・4年生共通講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 鈴木勇紀 (SUZUKI Yuuki) トーリック多様体のシンプレクティックポテンシャルの特徴付けについて
2. (修士) Matthew Neil Judell, Gelfand-Cetlin Theory via Toric Degeneration

#### H. 海外からのビジター

1. Mark Hamilton: JSPS 外国人特別研究員 (2008年10月~2010年9月), 幾何学的量子化の研究.

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 (系) 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.

2010年度は, 主に, 二相 Stefan 問題や多孔性媒質中を通過する流体問題の記述に現れる退化放物型方程式  $u_t - \Delta f(u) = 0$  に対する有限体積法の研究を行った. この方程式は, Crandall and Liggett (1971) による古典的な非線形半群の生成理論により, well-posedness が保証されている. すなわち,  $X = L^1(\Omega)$  空間において, (Dirichlet 境界条件の下で) 非線形作用素  $Av = -\Delta f(v)$  を導入すると, Brezis and Strauss (1973) により, これが極大消散型かつ (リゾルベントが) 順序保存,  $L^p$  安定となることがわかる. これより直ちに, 順序保存,  $L^1$  縮小かつ  $L^p$  安定である非線形半群の存在が従い, さらに, 方程式の解の一意存在や順序保存性や種々の安定性が保証されるのである.

以前, 私は, 鈴木貴氏, 水谷明氏との共同研究 (Mizutani et al. 2005) において, 集中質量近似を応用した有限要素近似を提案し (時間変数は連続なままとする), これが, 上記の  $A$  の離散版といえる諸性質を満たし, かつ, 微分方程式の解に  $L^\infty(0, T; L^1(\Omega))$  で収束することを証明した. 現在のところ, 微分方程式の解析的な性質の離散版と収束性の両方を同時に数学的に証明した結果は, この論文で報告されたものが唯一である. しかしながら, 離散消散型の証明のために, 領域の単体分割に “鋭角性” というやや強い仮定をおいていたり, 一方で, 収束性の証明では, 線形楕円型問題の解の  $W^{2,p}$  正則性を利用するために, 領域 (多面体領域) の形状に対してやや不自然な仮定を置いたりしている点で, 不満の残るものでもあった.

しかし, 今回, cell 型の有限体積法について, 同様の趣旨で解析を行った結果, 不自然な仮定を置くことなしに, 微分方程式と同様の仮定のみで, 提案の有限体積近似が, 微分方程式の解析的な性質の離散版と収束性の両方を同時に満たすことの証明に成功した. 解析の要点は, 上記の非線形作用素  $A$  の有限体積近似版を導入し, Brezis and Strauss 理論の離散版を構成するところにある. この結果は,  $u_t - \Delta f(u) = 0$  の形

の方程式に対して，有限体積法が極めて自然な近似となっていることを，非線形半群理論を通じて，はじめて明らかにしたものである．

The main subject of my research is numerical analysis of nonlinear evolution equations of parabolic type. In particular, I am interested in design of numerical schemes (by FEM, FVM, and FDM) that preserve analytical properties of the original problem and error analysis of those schemes.

Recently, I studied the finite volume method (FVM) for a degenerate parabolic equation  $u_t - \Delta f(u) = 0$  and showed that FVM is a suitable discretization method for a degenerate diffusion operator  $\Delta f(u)$  in the sense that the discrete version of  $L^1$  theory of Brezis and Strauss can be applied. The function  $f$  is assumed to be continuous and non-decreasing with  $f(0) = 0$ . Then, the equation describes, for example, two phase Stefan and porous media problems. First, I established some operator theoretical properties of FVM for a degenerate elliptic equation of the form  $u - \lambda \Delta f(u) = g$  for  $\lambda > 0$  and  $g \in L^1(\Omega)$  under the homogeneous Dirichlet boundary condition. Consequently, I obtained the generation of the nonlinear semigroup, namely, the unique existence of a time global solution to a semidiscrete (in space) FVM for  $u_t - \Delta f(u) = 0$ . Then, I proved stability results in  $L^p$  and order-preserving property for finite volume solutions by the nonlinear semigroup theory. This is totally new approach to study FVM for degenerate elliptic and parabolic problems.

## B. 発表論文

1. H. Fujita and N. Saito: “Shape-dependence of convergence rates in DDM”, Domain Decomposition Methods: Theory and Applications, GAKUTO Internat. Ser. Math. Sci. Appl. **25** (2006) 241–271.
2. N. Saito: “An interpretation of the Scharfetter-Gummel finite difference scheme”, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. **82** (2006) 187–191.

3. K. Ohmori and N. Saito: “On the convergence of finite element solutions to the interface problem for the Stokes system”, J. Comput. Appl. Math. **198** (2007) 116–128.
4. N. Saito: “Conservative upwind finite element method for a simplified Keller-Segel system modelling chemotaxis”, IMA J. Numer. Anal. **27** (2007) 332–365.
5. K. Ohmori and N. Saito: “Flux-free finite element method with Lagrange multipliers for two-fluid flows”, J. Sci. Comput. **32** (2007) 147–173.
6. N. Saito: “On interpolation spaces in a polygon”, Memoirs of the Faculty of Human Development, University of Toyama, **2** (2007) 7–12.
7. 林賢治，齊藤宣一：“腫瘍の浸潤を記述する数値モデルへの差分法”，日本応用数学会論文誌 **17** (2007) 331–345.
8. K. Ohmori and N. Saito: “Some remarks on the flux-free finite-element method for immiscible two-fluid flows”, Journal of Comput. Appl. Math. **232** (2009) 127–138.
9. N. Saito: “Conservative numerical schemes for the Keller-Segel system and numerical results”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu, **B15** (2009) 125–146.
10. 齊藤宣一：“Keller-Segel 方程式の数値解析”，応用数理 **19** (2009) 65–74.

## C. 口頭発表

1. 走化性 Keller-Segel 系の有限要素近似，日本数学会 (応用数学科分会)，特別講演，埼玉大学理学部，2007 年 3 月.
2. Upwind finite-element method for the Keller-Segel system in chemotaxis (Invited Lecture), INSF2007: International Conference on Recent Developments of Numerical Schemes for Flow Problems — 30years from upwind finite element methods, Kyushu University Nishijin Plaza, Japan, 2007 年 6 月.

3. Conservative finite-element method for the Keller-Segel system modeling chemotaxis (Invited Lecture), The 2nd China-Japan-South Korea Workshop on Numerical Mathematics, Weihai, China, 2008 年 8 月 .
4. Conservative finite-element method for the Keller-Segel system modeling chemotaxis, Seminar of Numerical Analysis, Seoul National University, Seoul, Korea, 2009 年 3 月 .
5. 移流拡散問題に対する有限体積近似の一意収束性, 数値解析・応用解析セミナー, 京都大学大学院情報学研究科, 2009 年 12 月 .
6. 放物型問題に対する有限体積法について, RIMS 研究集会: 数値解析と数値計算アルゴリズムの最近の展開, 京大会館, 2009 年 12 月 .
7. A finite-volume approximation for a degenerate Keller-Segel system, International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, 早稲田大学理工学術院, 2010 年 3 月 .
8. Finite volume method for degenerate diffusion problems, The 35th Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, 北海道大学理学部, 2010 年 8 月 .
9. Maximum-norm error estimate of the finite volume approximation for a convection-diffusion equation, Conference in Numerical Analysis: NumAn 2010, Chania, Greece, 2010 年 9 月 .
10. Analysis of the finite volume method for degenerate diffusion problems, The 8th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics: ICNAAM 2010, Rhodes, Greece, 2010 年 9 月 .

#### D. 講義

1. 計算数理 I・数理情報学 I: 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に対する一段法と多段法, 共役勾配法 . (理

学部 3 年生向け講義, 教養学部基礎科学科講義)

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, 波動方程式, 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. 数理情報学 II: 偏微分方程式の数値解析・熱方程式, 波動方程式, Poisson 方程式に対する差分法 . (教養学部基礎科学科講義)
4. 計算数理演習・数理情報学 I 演習: 計算数理 I・数理情報学 I の内容に沿った計算実習 . (理学部 3 年生向け講義, 教養学部基礎科学科講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 柏原 崇人 (KASHIWABARA, Takahito): On a finite element approximation of the Stokes problem under leak or slip boundary condition of friction type (摩擦型滑り・漏れ境界値条件を課したストークス方程式の有限要素近似について).

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会応用数学分科会分科会委員
2. 日本応用数理学会「日本応用数理学会誌」編集委員
3. 日本応用数理学会「JSIAM Letters」編集委員

斉藤 義久 (SAITO Yoshihisa)

#### A. 研究概要

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

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

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

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

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

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

As an application, we study multi-variable or-

thogonal polynomials and q-KZ equations by using representation theory of elliptic Hecke algebras.

## B. 発表論文

1. Saburo Kakei, Michitomo Nishizawa, Yoshihisa Saito and Yoshihiro Takeyama ; “The Rational qKZ equation and shifted non-symmetric Jack polynomials”, SIGMA 5 (2009), 010.
2. Yoshihisa Saito and Midori Shiota ; “On Hecke algebras associated with elliptic root systems and the double affine Hecke algebras”, Publ. RIMS 45 (2009), 845-905.
3. Yoshihisa Saito and Midori Shiota ; “On Hecke algebras associated with elliptic root systems”, Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups, Progress in Math. 284 (2010), 297-312, Birkhäuser.
4. Hiroki Kondo and Yoshihisa Saito ; “Indecomposable decomposition of tensor products of modules over the restricted quantum universal enveloping algebra associated to  $\mathfrak{sl}_2$ ”, J. Alg. 330 (2011), 103-129.

## C. 口頭発表

1. Hecke 代数の多項式表現について, 第 53 回代数学シンポジウム, 盛岡駅前アイーナ, 2008 年 8 月 .
2. Small quantum group  $\overline{U}_q(\mathfrak{sl}_2)$  の表現のテンソル積の直既約分解について, 日本数学会 2009 年度年会, 東京大学, 2009 年 3 月.
3. The rational qKZ equation and shifted non-symmetric Jack polynomials, 日本数学会 2009 年度年会, 東京大学, 2009 年 3 月.
4. On tensor products of Mirković-Vilonen polytopes in type A, 表現論と組合せ論, 北海道大学大学院理学研究科, 2009 年 8 月.
5. On tensor category arising from representation theory of the restricted quantum

universal enveloping algebra associated to  $\mathfrak{sl}_2$ , International workshop on combinatorial and geometric approach to representation theory, Seoul National University, Seoul (Korea), September, 2009.

6. Crystals, MV-polytopes and ‘tropical flag varieties’, トロピカル幾何と超離散系の新展開, 京都大学大学院工学研究科, 2010年3月.
7. On tensor category arising from representation theory of the restricted quantum universal enveloping algebra associated to  $\mathfrak{sl}_2$ , Interplay between representation theory and geometry, Tsinghua University, Beijing (China), May, 2010.
8. Mirković-Vilonen polytopes and quiver construction of crystal basis in type A, Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups '10, Nagoya University, August, 2010.
9. Berenstein-Zelevinsky data and the crystal basis of  $U_q^-$  in type  $A_{n-1}^{(1)}$ , 組合せ論的表現論とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2010年10月.
10. クラスタ代数とルート系, 室蘭工業大学談話会, 室蘭工業大学, 2011年1月.

#### D. 講義

1. 数学IB: 微積分の初歩 (教養学部前期課程講義)
2. 数理学II: 常微分方程式の基礎. (教養学部前期課程講義)
3. 離散数理学概論・数学統論 XE: D-加群の理論の入門講義, 複素多様体上のD-加群の基本的性質を解説した. (数理大学院・4年生共通講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (博士) 小寺 諒介 (KODERA Ryosuke): Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra.

#### F. 対外研究サービス

1. Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups '10, Nagoya, August, 2010, 組織委員.

坂井 秀隆 (SAKAI Hidetaka)

#### A. 研究概要

複素領域における微分方程式, 差分方程式の研究を, とくに, 特殊函数論, 可積分系の理論という観点から行ってきた.

最近の結果は以下の通り.

1. 津田照久氏, 岡本和夫氏との共同研究では, パンルヴェ微分方程式の双有理でない代数的対称性について, 折り畳み変換というクラスを設定し, それらをリスト・アップした.
2. 大山陽介氏, 川向洋之氏, 岡本和夫氏との共同研究で, 第三パンルヴェ微分方程式の特殊型に対して, モノドロミー保存変形, 代数解, 既約性, 初期値空間の各理論を研究した.
3. 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.
4. 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, 20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).

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. We defined a class of algebraic (but not birational) symmetry of the Painlevé equations. We call them folding transformations and we classified all of them up to birational equivalence (joint work with TSUDA Teruhisa and OKAMOTO Kazuo).
2. We studied theory of monodromy preserving deformation, algebraic solutions, irreducibility, and spaces of the initial conditions with respect to special types of the third Painlevé equation

(joint work with OHYAMA Yousuke, KAWAMUKO Hiroyuki and OKAMOTO Kazuo).

3. As an attempt to classify the 4-dimensional Painlevé type equations, all of 4 equations which is obtained from deformation theory of Fuchsian equations, were formulated and expressed in the form of Hamiltonian systems.

4. We gave a correspondence between 20 4-dimensional Painlevé type equations and Fuchsian and non-Fuchsian linear differential equations. This is obtained from a degeneration scheme of the 4 4-dimensional Painlevé type equations which is calculated from deformation theory of Fuchsian equations. This study contains only unramified case, and ramified case would be another story (joint work with KAWAKAMI Hiroshi and NAKAMURA Akane).

## B. 発表論文

1. Y. Ohyama, H. Kawamuko, H. Sakai and K. Okamoto :“Studies on the Painlevé equations, V, Third Painlevé equations of special type  $P_{III}(D_7)$  and  $P_{III}(D_8)$ ”, J. Math. Sci. Univ. Tokyo, **13** (2006) 145–204.
2. H. Sakai :“Lax form of the  $q$ -Painlevé equation associated with the  $A_2^{(1)}$  surface”, J. Phys. A: Math. Gen., **39** (2006) 12203–12210.
3. H. Sakai :“Problem: Discrete Painlevé equations and their Lax forms”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu, **B2**(2007) 195–208.

## C. 口頭発表

1. Lax form of  $q$ -Painlevé equation associated to  $A_2^{(1)}$ -surface: Continuous and discrete Painlevé equations (Univ. of Turku, Finland) 2006 年 3 月; Algebraic, Analytic and Geometric Aspects of Complex Differential Equations and their Deformations. Painlevé Hierarchies (京大数理研) 2006 年 5 月; Symmetries and Integrability of Difference Equations (SIDE) VII (Univ. of Melbourne, Australia) 2006 年 7 月.

2. Rational surfaces and discrete Painlevé equations: Painlevé equations and Monodromy problems (Univ. of Cambridge, UK) 2006 年 9 月.

3. Monodromy preserving deformation and 4-dimensional Painlevé type equations: From Painlevé to Okamoto (東大) 2008 年 6 月; Journées Franco-Japonaises en l'honneur de Kazuo Okamoto (Université Louis Pasteur, Strasbourg, France) 2008 年 11 月; 微分方程式のモノドロミをめぐり諸問題 (京大数理研) 2009 年 2 月.

4. 4次元パンルヴェ型方程式の退化図式 (Joint work with H. Kawakami and A. Nakamura): Diversity of the Theory of Integrable Systems (京大数理研) 2010 年 8 月.

## D. 講義

1. 数学 I(A) : 微積分の初歩.(教養学部前期課程講義)
2. 数理科学 II : 常微分方程式の入門講義 . (教養学部前期課程講義)
3. 集中講義 : 解析学特論 III. (琉球大学 11 月)

## E. 修士・博士論文

1. (修士) 山口 雅司 (YAMAGUCHI Masashi): 線型  $q$  差分方程式の rigidity index と  $q$  middle convolution.
2. (修士) 中村 あかね (NAKAMURA Akane): サイズ 2 の行列 Painlevé VI 型方程式の Bäcklund 変換について .

志 甫 淳 (SHIHO Atsushi)

## A. 研究概要

$p$  進微分方程式や過収束アイソクリスタルの理論についての研究を引き続き行った .  $X \subseteq \bar{X}$  を標数  $p > 0$  の完全体  $k$  上の連結平滑代数多様体の開埋入で  $\bar{X} \setminus X$  が単純正規交叉因子であるものとする . このとき , Katz, Crew により  $X$  の基本群の  $p$  進表現の圏と  $X$  上の単根収束  $F$  アイソクリスタルの圏が圏同値となることが知ら

れている．今年度はまず，この圏同値が  $X$  の基本群の局所有限モノドロミーをもつ  $p$  進表現の圏と  $(X, \bar{X})$  上の単根過収束  $F$  アイソクリスタルの圏の間の圏同値をひきおこすことを証明した．これは曲線の時に都築暢夫氏により知られていた結果の一般化である．証明のために過収束  $F$  アイソクリスタルに対する次の形の純性定理を示した： $\bar{Z} \subseteq Z \subseteq \bar{X}$  を余次元 2 以上の閉部分スキームとするとき， $(X, \bar{X})$  上の過収束  $F$  アイソクリスタルの圏と  $(X \setminus Z, \bar{X} \setminus \bar{Z})$  上の過収束  $F$  アイソクリスタルの圏は自然に圏同値である．また， $(\bar{X}, Z)$  上の半単純調整済単根放物的対数的収束  $F$  アイソクリスタルの圏を定義し，それが  $X$  の馴分岐基本群の  $p$  進表現の圏と同値になることを証明した．

I continued the study of  $p$ -adic differential equations and overconvergent isocrystals. Let  $X \subseteq \bar{X}$  be an open immersion of connected smooth varieties over a perfect field  $k$  of characteristic  $p > 0$  such that  $\bar{X} \setminus X$  is a simple normal crossing divisor. In this case, it is known by Katz and Crew that the category of  $p$ -adic representations of the fundamental group of  $X$  is equivalent to the category of unit-root convergent  $F$ -isocrystals on  $X$ . In this academic year, we proved that this equivalence induces the equivalence between the category of  $p$ -adic representations of the fundamental group of  $X$  with finite local monodromy and the category of unit-root overconvergent  $F$ -isocrystals on  $(X, \bar{X})$ . This is a generalization of a result of Nobuo Tsuzuki, who proved it in the case of curves. To prove this, we proved the following type of purity theorem for overconvergent  $F$ -isocrystals: For closed subschemes  $\bar{Z} \subseteq Z \subseteq \bar{X}$  of codimension greater than or equal to 2, the category of overconvergent  $F$ -isocrystals on  $(X, \bar{X})$  is equivalent to the category of overconvergent  $F$ -isocrystals on  $(X \setminus Z, \bar{X} \setminus \bar{Z})$ . Also, we defined the notion of the category of semisimply adjusted unit-root parabolic log convergent  $F$ -isocrystals and proved that it is equivalent to the category of  $p$ -adic representations of the tame fundamental group of  $X$ .

## B. 発表論文

1. A. Shiho: “Parabolic log convergent isocrystals”, preprint.
2. A. Shiho: “Purity for overconvergence”, preprint.
3. A. Shiho: “Cut-by-curves criterion for the log-extendability of overconvergent isocrystals”, to appear in Math. Z.
4. A. Shiho: “Cut-by-curves criterion for the overconvergence of  $p$ -adic differential equations”, manuscripta math. **132**(2010), 517–537.
5. A. Shiho: “On logarithmic extension of overconvergent isocrystals”, Math. Ann. **348**(2010), 467–512.
6. A. Shiho: “Relative log convergent cohomology and relative rigid cohomology III”, preprint.
7. A. Shiho: “Relative log convergent cohomology and relative rigid cohomology II”, preprint.
8. A. Shiho: “Relative log convergent cohomology and relative rigid cohomology I”, preprint.
9. Y. Nakkajima and A. Shiho: “Weight filtrations on log crystalline cohomologies of families of open smooth varieties”, Lecture Note in Mathematics **1959**(2008), Springer. (266 pages)
10. A. Shiho: “On logarithmic Hodge-Witt cohomology of regular schemes”, J. Math. Sci. Univ. Tokyo **14**(2007), 567–635.

## C. 口頭発表

1. Purity for overconvergence, 整数論セミナー，大阪大学，2010年10月．
2. Purity for overconvergence, Arithmetic geometry and  $p$ -adic differential equations, 東北大学，2010年7月．



3. Logarithmic extension of overconvergent isocrystals and an application, Current trends in logarithmic geometry, Université Bordeaux 1(フランス), 2010年6月.
4.  $p$ 進微分方程式の対数的延長について, 談話会, 千葉大学, 2010年5月.
5. On logarithmic extension of overconvergent isocrystals, Industrious Number Theory, 九州大学, 2009年12月.
6. Cut-by-curves criteria for certain properties of  $p$ -adic differential equations, Parabolic log convergent isocrystals, 九州大学, 2009年12月(2回講演).
7. Cut-by-curves criteria for certain properties of  $p$ -adic differential equations, Mini-workshop on isocrystals, 東北大学, 2009年10月.
8. On logarithmic extension of overconvergent isocrystals,  $p$ -adic method and its applications in arithmetic geometry at Sendai, 東北大学, 2008年11月.
9. On the overconvergence of relative rigid cohomology,  $p$ -adic differential equations: a conference in honor of Gilles Christol, Bressanone(イタリア), 2008年9月.
10. Sur la surconvergence de la cohomologie rigide relative, Sur la surconvergence de la cohomologie rigide relative (suite et fin), Groupe de travail de géométrie arithmétique, Université de Rennes 1(フランス), 2008年3月-4月(2回講演).

#### D. 講義

1. 代数学 XC(本郷): 本郷キャンパスの学生向けに, 群論, 環論, 体論の基礎的事項について講義を行った.(3年生向け講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 松本 雄也 (MATSUMOTO Yuya): ある種の K3 曲面の良還元について.

#### F. 対外研究サービス

1. 'International workshop on motives' 世話人.
2. 「数学」編集委員会委員 (2010年6月まで).

#### G. 受賞

平成 22 年度文部科学大臣表彰若手科学者賞.

#### 白石 潤一 (SHIRAISHI Junichi)

##### A. 研究概要

Ding-Iohara 代数と呼ばれる Hopf 代数のフォック表現のテンソル表現を研究した。この表現空間の上には自然に可積分系の構造が導入され、可換なハミルトニアンたちの同時固有関数として定められるようなある canonical な基底が存在する。この基底の規格化はある非自明な方法で与えられており、フォック表現の場合には Macdonald 多項式の整形式と呼ばれる規格化を与える。共形場の理論との類似として、primary 場を考えることが重要であるが、そのための方針として、Alday-Gaiotto-Tachikawa たちの予想で述べられている事柄の量子類似が成立するように理論を構築することとした。そして、上手く primary 場を定義すると、その primary 場の canonical な基底に関する行列要素の構造が Nekrasov の分配関数に現れるような形に因数分解されることを予想した。(H. Awata, B. Feigin, A. Hoshino, M. Kanai, S. Yanagida との共同研究)

I studied the tensor representation of the Fock representation of the Hopf algebra found by Ding and Iohara. On this space, we have a natural integrable structure, and we can introduce a canonical basis defined as the complete set of the simultaneous eigenvectors of the commuting Hamiltonians. One can normalize the basis vectors through a nontrivial systematic method in such a way that we recover the integral forms of the Macdonald polynomials for the single Fock case. From the point of view of the conformal field theory, it seems important to investigate an analogue of the primary field. As a guiding principle for a good quantum analogue, I closely followed the findings and conjectures of Alday-Gaiotto-Tachikawa. Then I

proposed a definition of the primary field in the deformed case, and conjectured that all the matrix elements of the primary field with respect to that canonical basis are factorized and expressed in terms of the Nekrasov partition function. (Collaboration with H. Awata, B. Feigin, A. Hoshino, M. Kanai and S. Yanagida.)

## B. 発表論文

1. J. Shiraishi: "A Family of Integral Transformations and Basic Hypergeometric Series", Commun. Math. Phys. **263** (2006) 439-460.
2. Y. Komori, M. Noumi, J. Shiraishi, Kernel functions for difference operators of Ruijsenaars type and their applications. SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods Appl. **5** (2009), Paper 054, 40 pp.
3. B. Feigin, K. Hashizume, A. Hoshino, J. Shiraishi and S. Yanagida, A commutative algebra on degenerate  $\mathbb{C}P^1$  and Macdonald polynomials, J. Math. Phys. **50** (2009), no. 9, 095215, 42 pp.
4. J. Shiraishi, Y. Tutiya, Periodic ILW equation with discrete Laplacian, J. Phys. A **42** (2009), no. 40, 404018, 15 pp.

## C. 口頭発表

1. Macdonald polynomials and integrals of motion, Workshop "Integrable quantum systems and solvable statistical mechanical models", CRM Centre de Recherches Mathématiques, Montreal, Canada, 2008年7月4日.
2. Macdonald 多項式と可積分系, 日本数学会秋期総合分科会, 特別講演, 東京工業大学, 2008年9月25日.
3. Hirota-Miwa equations and Macdonald operators, Infinite Analysis 09, New Trends in Quantum Integrable Systems, Department of Mathematics Kyoto University, Japan, July 30, 2009.

4. Macdonald polynomials and quantum algebras, 15th Itzykson meeting, New trends in quantum integrability, IPhT Saclay, France, June 23, 2010.

## D. 講義

1. 数理科学I(文科生)、教養学部前期課程講義、多変数の微積分
2. 集中講義、神戸大学理学部数学、2010年6月28日(月)~7月2日(金)、Ding-Iohara 代数の古典極限の定める古典可積分系、及び、その量子化と Macdonald 多項式について

## E. 修士・博士論文

1. (修士) 駒井 健太郎 (KOMAI Kentarou): Ding-Iohara 代数の古典極限と 2D 戸田方程式
2. (修士) 柴原 淳 (SHIBAHARA Jun):  $C_n$  型 Macdonald 対称多項式の Tableau 和表示と変形 W 代数

## 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。

[2] は従来の結果を非管状領域に拡張した結果で、[1,5] では Penrose 変換を用いて具体的な分岐則を求めました。[7] にこれらの結果の背景についてまとめました。

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.

I have extended my previous results to non-tube domains of type AIII [2], and also found multiplicity-free explicit branching laws by using the Penrose transform [1,5]. The survey paper [7] deals with recent progress on the Penrose transforms of Dolbeault cohomologies.

## B. 発表論文

1. H. Sekiguchi : “Branching rules of Dolbeault cohomology groups over indefinite Grassmannian manifolds”, Proc. Japan Acad. Ser. A Math.Sci., **87** (2011) 31–34.
2. H. Sekiguchi : “Penrose transform for indefinite Grassmann manifolds”, Internat. J. Math., **22** (2011) 47–65.
3. H. Sekiguchi : “無限次元表現”, 数理科学 – 特集「無限次元の魅力」, **559**, サイエンス社, 2009年1月号, 43–48.
4. 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), (to appear).
5. H. Sekiguchi : Branching rules of singular unitary representations with respect to symmetric pairs  $(A_{2n-1}, D_n)$ , submitted (修正中).
6. H. Sekiguchi : “連続群とその表現論を学ぶための本” 応用数理 (日本応用数学会誌), **17** (2007) 62–64.
7. H. Sekiguchi : “表現論とペンローズ変換”, 数理科学, **520**, サイエンス社, 2006年10月号, 34–40.

## C. 口頭発表

1. Penrose transform between symmetric spaces, International conference in honor of Toshio Oshima’s 60th birthday “Differential Equations and Symmetric Spaces”, The University of Tokyo, Japan, 2009年1月.
2. Radon–Penrose transform for the quantization of elliptic orbits, International Conference “Integral Geometry and Harmonic Analysis” (organizers: Fulton Gonzalez, Tomoyuki Kakehi, Toshio Oshima) University of Tsukuba, Japan, 2006年8月.

## D. 講義

1. 数学 II: 線型代数学 (教養学部理科 I 類 1 年生講義通年).
2. 数学講究 XA・数学特別講究: 『リー群と表現論』 (小林俊行・大島利雄著, 岩波書店 (2005)) の 1–4 章の講読 (理学部数学科セミナー夏・冬学期).
3. 数理代数学: 群の定義, リー群と等質空間, 簡単な古典群の有限次元表現 (教養学部基礎科学科講義冬学期).
4. 数理代数学演習: (教養学部基礎科学科講義冬学期).
5. 数理科学特殊講義 X: リー群の表現論の講義 (集中講義, 関西学院大学大学院理工学研究科, 2010年8月).

## F. 対外研究サービス

1. 群馬県高校生数学キャンプ「複素数」, (玉原セミナーハウス, 坪井俊教授主催) 2010年9月.
2. 創立 99 周年記念講演会, 栃木県立足利女子高等学校, 2008年5月.

木寛通 (TAKAGI Hiromichi)

#### A. 研究概要

本年度は細野忍氏と共同で研究をした。  $V$  を 5 次元複素ベクトル空間とし  $\mathbb{P}^4 = \mathbb{P}(V)$  と書く。二次ヴェロナーゼ多様体  $v_2(\mathbb{P}^4) \subset \mathbb{P}(S^2V)$  の射影双対が五次対称行列の行列式で定義される  $\mathbb{P}(S^2V^*)$  の超曲面  $\mathcal{H}$  であることはよく知られている。しかし, Kuznetsov 氏のホモロジー的射影双対性の観点からすると,  $v_2(\mathbb{P}^4)$  の割線多様体である  $\text{Chow}^2\mathbb{P}^4$  と  $\mathcal{H}$  を双対と見るほうが自然である。その一端として,  $\mathbb{P}(S^2V^*)$  における一般の 4 次元線形空間  $P$  による  $\mathcal{H}$  の切断  $H := \mathcal{H} \cap P$  と,  $P$  の  $\mathbb{P}(S^2V)$  における直交空間  $P^\perp$  による  $\text{Chow}^2\mathbb{P}^4$  の切断  $X := \text{Chow}^2\mathbb{P}^4 \cap P^\perp$  の関係を研究した (現在も進行中)。  $X$  は非特異カラビヤウ三様体,  $H$  は特異点を持ったカラビヤウ三様体になる。下記の論文 8 においては,  $H$  の二重被覆  $Y \rightarrow H$  で  $H$  の特異点集合でのみ分岐するものが存在して  $Y$  が非特異カラビヤウ三様体になることを証明し  $Y$  の様々な不変量を計算した。またミラー対称性により  $X$  と  $Y$  の様々な BPS 数を計算し, いくつかの場合にそれらが  $X$  と  $Y$  の曲線の数え上げで解釈できることを示した。現在,  $X$  と  $Y$  の導来圏が同値であることを示しつつある。

In this year, I have worked with Shinobu Hosono. Let  $V$  be a five dimensional complex vector space and  $\mathbb{P}^4 := \mathbb{P}(V)$ . It is well-known that the projective dual of the second Veronese variety  $v_2(\mathbb{P}^4)$  is the symmetric determinantal hypersurface  $\mathcal{H}$ . However, in the context of homological projective duality after Kuznetsov, it is natural to consider that  $\text{Chow}^2\mathbb{P}^4$ , which is the secant variety of  $v_2(\mathbb{P}^4)$ , and  $\mathcal{H}$  are dual. In this context, we have been studying relationship between the section  $H$  of  $\mathcal{H}$  by a general 4-plane  $P$  in  $\mathbb{P}(S^2V^*)$  and the section  $X$  of  $\text{Chow}^2\mathbb{P}^4$  by the orthogonal space  $P^\perp$  in  $\mathbb{P}(S^2V)$  of  $P$ . It is easy to see that  $X$  is a smooth Calabi-Yau threefold and  $H$  is a singular Calabi-Yau threefold. In the paper 9, we show that there exists a double cover  $Y \rightarrow H$  ramified only along the singular locus of  $H$ , and  $Y$  is a smooth Calabi-Yau threefold. Moreover, we calculate various invariants of  $Y$ . We also calculate several BPS numbers of  $X$  and  $Y$  by

using mirror symmetry, and interpret some of them by curve counting on  $X$  and  $Y$ . Now we are going to show  $X$  and  $Y$  are derived equivalent.

#### B. 発表論文

1. Hiromichi Takagi: “Classification of primary  $\mathbb{Q}$ -Fano 3-folds with anti-canonical Du Val K3 surfaces. I”, J. Algebraic Geom. 15 (2006), 31-85.
2. Hiromichi Takagi: “Classification of primary  $\mathbb{Q}$ -Fano 3-folds with anti-canonical Du Val K3 surfaces. II”, preprint.
3. Alessio Corti and Hiromichi Takagi: “4-fold flips after Shokurov”, preprint.
4. Alessio Corti, James McKernan and Hiromichi Takagi: “Saturated mobile b-divisors on weak del Pezzo klt surfaces”, in the book Flips for 3-folds and 4-folds, 111–120, Oxford Lecture Ser. Math. Appl., 35, Oxford Univ. Press, Oxford, 2007.
5. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “Geometries of lines and conics on the quintic del Pezzo threefold and its application to varieties of power sums”, to appear in Michigan Math. J.
6. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “Spin curves and Scorza quartics”, Math. Ann. 349, no. 3, 623-645.
7. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “The moduli space of genus 4 spin curves is rational”, preprint, submitted
8. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruences I”, preprint, submitted

#### C. 口頭発表

1. On the variety of power sums of the Scorza quartics of trigonal curves, Komplexe Algebraische Geometrie, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, October 3th, 2007.

2. Scorza quartics of trigonal spin curves and their varieties of power sums, Universität Bayreuth, Lehrstuhl Mathematik VIII, January 30th, 2008.
3. Scorza quartics of trigonal spin curves and their varieties of power sums, 名古屋大学代数幾何セミナー, 2008年4月.
4. 三角的 spin 曲線の Scorza 4 次超曲面とそのべき和多様体, 早稲田大学代数幾何セミナー, 2008年6月20日
5. Spin curves and Scorza quartics, 城崎代数幾何学シンポジウム, 2008年10月
6. Spin curves and Scorza quartics, Algebraic Geometry in East Asia, KIAS, Nov, 2008
7.  $\mathbb{Q}$ -Fano 3-folds and varieties of power sums, 代数幾何学国際研究集会「COE-COW Tokyo」, 東京大学大学院数理科学研究科, 2008年12月19日
8. The moduli space of genus 4 spin curves is rational, Classification of Algebraic Varieties, Schiermonnikoog, Netherland, 2009年5月15日
9. 種数 4 偶スピン曲線のモジュライの有理性, 射影多様体の幾何とその周辺 2009, 高知大学理学部, 2009年11月22日
10. Fano 多様体の問題, 京都大学数理解析研究所, 2010年9月8日

#### D. 講義

1. 理科一類一年 数学 講義 (月曜日 3 限, 通年)
2. 理科一類一年 数学 講義 (火曜日 3 限, 通年)
3. 夏学期, 大学院生向けに可換環論を (平坦性を中心に) 講義

高山 茂晴 (TAKAYAMA Shigeharu)

#### A. 研究概要

負曲率の Kähler-Einstein 多様体の族に対して, 底空間上に Weil-Petersson 計量が自然に定義される. その曲率を計算するための研究を行った.

I studied the curvature property of the Weil-Petersson metric on the tangent bundle of the base space for a family of Kähler-Einstein manifolds of negative curvature.

#### B. 発表論文

1. Ch. Mourougane and S. Takayama: “Extension of twisted Hodge metrics for Kähler morphisms”, *J. Differential Geom.* **83** (2009) 131–161.
2. S. Takayama: “On the uniruledness of stable base loci”. *J. Differential Geom.* **78** (2008) 521–541.
3. S. Takayama: “On uniruled degenerations of algebraic varieties with trivial canonical divisor”, *Math. Z.* **259** (2008) 487–501.
4. Ch. Mourougane and S. Takayama: “Hodge metrics and the curvature of higher direct images”, *Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.* **41** (2008) 905–924.
5. Ch. Mourougane and S. Takayama: “Hodge metrics and positivity of direct images”, *J. Reine Angew. Math.* **606** (2007) 167–178.
6. S. Takayama: “On the invariance and the lower semi-continuity of plurigenera of algebraic varieties”, *J. Algebraic Geom.* **16** (2007) 1–18.
7. S. Takayama: “Pluricanonical systems on algebraic varieties of general type”, *Invent. Math.* **165** (2006) 551–587.

#### C. 口頭発表

1. Hodge metrics and the curvature of higher direct image sheaves, ICM2010 Satellite conference on Complex Geometry, Group

Actions and Moduli Spaces, Hyderabad, India, 2010 年 8 月.

2. 高次順像層のホッジ計量について, 日本数学会 函数論分科会 特別講演, 東京大学, 2009 年 3 月.
3. On the extension of twisted Hodge metrics, 複素幾何学シンポジウム, 菅平, 2008 年 10 月.
4. 多重標準形式の拡張とその応用, 代数学シンポジウム, 盛岡市, 2008 年 8 月.
5. ホッジ計量の拡張について, Bergman 核と代数幾何への応用, 京都大学, 2008 年 6 月.
6. Boundedness of pluricanonical systems on algebraic varieties of general type, Algebraic Geometry and Commutative Algebra Tokyo 2007, 東京大学, 2007 年 12 月.
7. Hodge metrics and the curvature of higher direct images, Complex geometry in Osaka, 大阪大学, 2007 年 11 月.
8. Boundedness of pluricanonical systems on algebraic varieties of general type, Algebraic and Arithmetic Structures of Moduli Spaces, 北海道大学, 2007 年 9 月.
9. On the uniruledness of stable base loci. 多変数関数論冬セミナー, 東京大学, 2006 年 12 月.
10. On the uniruledness of stable base loci. 代数幾何学シンポジウム, 越後湯沢, 2006 年 12 月.
11. A remark on degenerations of Ricci flat Kahler manifolds. 複素幾何学シンポジウム, 菅平, 2006 年 10 月.

#### D. 講義

1. 数学 IB : 高校で学習した微分・積分を発展させた解析学の基本的な考え方と方法について講義した. (教養学部前期課程講義)
2. 数理科学 I : 多変数のベクトル値関数の取り扱い方法と幾何的・物理的意味について講義した. (教養学部前期課程講義)

3. 複素解析学 II : 複素関数論の古典的な内容, 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)

#### F. 対外研究サービス

1. 研究集会「複素幾何学の諸問題」を主催, 於京大数理研, 2010 年 9 月.

#### 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 [C1–7, C8 (1)]. 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  $\lambda/\mu$  で重みが  $\nu$  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 ([C8 (2), C9–10]). Azenhas の記述した,  $\mu$  と  $\nu$  を交換する Littlewood–Richardson tableau の間の involution 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がわかった. 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” に関する研究を続けている.

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 nilpotent linear transformations, symplectic forms, and complete flags (“Brauer diagrams, updown

tableaux and nilpotent matrices”, J. Algebraic Combin. **14** (2001), 229–267), some progress has been made on the study of the correspondence between the Brauer diagrams and the standard tableaux with even column lengths, given by Trapa using Springer’s generalized Steinberg variety [C1–7, C8 (1)]. In particular, a correspondence similar to Trapa’s for the algebraic variety mentioned above produces a part of the ordinary Robinson–Schensted correspondence. In another direction, the Littlewood–Richardson tableaux of shape  $\lambda/\mu$  and weight  $\nu$  parametrize the irreducible components of a certain algebraic variety defined using the Grassmannian and a nilpotent linear transformation ([C8 (2), C9–10]). The involution between the Littlewood–Richardson tableaux switching  $\mu$  and  $\nu$ , as described by Azenhas, is shown to coincide with the bijection between the irreducible components induced by a natural correspondence between the dual Grassmannians. 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.

#### C. 口頭発表

1. The Jordan types of certain nilpotent matrices, 57ème Séminaire Lotharingien de Combinatoire, Otrrott (France), October 2006.
2. —, Combinatorics Seminar, M. I. T., November 2006.
3. —, Université Claude Bernard Lyon-I, December 2006.
4. —, Università di Roma “Tor Vergata”, December 2006.
5. —, Algebra Seminar, University of Illinois at Chicago, April 2008.
6. —, 2009 NIMS Hot Topics Workshop in Algebraic Combinatorics, KAIST, Daejeon (Republic of Korea), December 2009.

7. —, 鳥取大学, February 2010.
8. (1) ある種のベキ零行列の Jordan 型について, (2) Littlewood–Richardson 盤に対応するある種の多様体について, プロジェクトゼミナール 2009・群論セミナー, 熊本大学, March 2010.
9. A module model for Azenhas’ bijection, Algebra and Combinatorics Seminar, Universidade de Coimbra, July 2010.
10. —, 65ème Séminaire Lotharingien de Combinatoire, Strobl (Austria), September 2010.

#### D. 講義

1. 数学 II : 線型代数. 連立 1 次方程式, 数ベクトル空間と行列, 行列式, ベクトル空間と線型写像, 固有値と対角化など. (教養学部前期課程講義)
2. 数学 II (社会科学) : 線型代数. 行列の演算, 連立 1 次方程式, 行列の階数, 数ベクトル空間, 行列式など. (教養学部前期課程講義)
3. 代数学 III : 体論入門と Galois 理論. 体の拡大の理論, ガロアの基本定理, 円分体, 有限体など. (理学部 3 年生向け講義)
4. 組合せ論・代数学 XE : Littlewood–Richardson 盤によって既約成分がパラメトライズされる代数多様体と, それを用いた Azenhas の全単射の解釈. (数理大学院・4 年生共通講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 佐藤 巨崇 (SATO Naotaka): Symplectic dual pair identity を導く Hamel–King の全単射の手順の自由度と対称性.

#### H. 海外からのビジター

1. Bernhard Matthias Mühlherr (Professor, Justis-Liebig-Universität Gießen): topics related with the isomorphism problem of Coxeter groups and (Tits’) buildings.

A. 研究概要

(1) 圏論的セマンティクスに基づく計算体系の研究: 型システムに対する, 圏論を用いたセマンティクスは古くから知られており, プログラミング言語と数学的構造を橋渡しする手段として用いられてきた. 伝統的な圏論的セマンティクスは, 計算の過程を等式とみなして同一視しており, いわゆる表示的意味論の形式をしているのが通常である. しかし, 線形論理に基づく型システムを対象とすることで, その圏論的セマンティクスに計算の概念が導入されることを我々は見いだした. すなわち計算のもつダイナミクスまで含めて, 型システムと圏論的セマンティクスの間に対応関係があることが分かる. 計算体系に望まれる性質, 特に Church-Rosser 性に関する研究を行った. 線形論理の計算体系には, proof net や Lamping graph のようなグラフに基づく実装が知られている. そこで, グラフに基づく実装と圏論的セマンティクスとの間の対応を調べた. 圏論的セマンティクスは必然的に健全かつ完全なので, それとの関係を調べることで, グラフに基づく実装の理論的な厳密性に関する情報が得られる.

(2) 数え上げ組み合わせ論的手法を用いた計算モデルの研究: 解析関手は, もともと数え上げ組み合わせ論で導入された概念である. 数え上げ組み合わせ論の基本的な道具である母関数に理論的な基盤を与える目的で開発された. だが解析関手は, 型理論のモデルを構成する手段としても有用である. ドメイン理論に基づく表示的意味論と共通の性質をもっているため, 各種の型理論のモデルとして機能する. それと同時に, 数え上げ組み合わせ論の手法が適用できるので, モデルの構造の解析に新たな手法が使えることになる. 言葉を変えると, 計算機構の構造を数え上げの問題に帰着できるようになるということである. 実際に線形論理や, 上で述べた圏論的セマンティクスに基づく計算体系などに対してモデルを構成して, その構造を定式化した. この技法を通して, 計算理論の体系の構造を, セマンティクスの構造の研究として数学的に実行することができるようになる.

(1) Studies of the computational system based on categorical semantics: The categorical models of various calculi of type systems

have been long studied as a theoretical link between the programming languages and mathematical structures. Traditional categorical semantics has the form of denotational semantics, collapsing the processes of computation by regarding them as equalities. Via recent studies, however, we disclosed that the concept of computation can be built into the categorical semantics, if the linear logic is taken as the underlying type systems. This observation signifies that the categorical semantics correctly captures the features of the type system, including the notion of computation. We studied the properties desirable for computational systems, especially, the Church-Rosser property. The systems of linear logic have several implementations based on graphs, such as proof nets and Lamping graphs. We examined relations between the graphical implementations and the categorical semantics. Since the categorical semantics is consequentially sound and complete, the studies of the relations give us information about theoretical rigor of graphical implementations.

(2) Study on models of computational system based on a method of combinatorial enumeration: The theory of analytic functors are originally introduced in the field of enumerative combinatorics, and is developed to provide foundations to generating functions frequently used in enumerative combinatorics. Analytic functors are, on the other hand, useful to build semantics of type systems. They share properties common to the traditional denotational semantics using the theory of domains, thus serving as models of various computational systems of the type theory. Since mathematical methods of enumerative combinatorics are applicable at the same time, we have new machineries to analyze the structures of the semantics. In other terms, we can reduce the properties of computational systems to problems of enumerative combinatorics. We build models of the linear logic and a new computational system based on the categorical semantics, and we analyze the structures of the models using the machineries mentioned above. Via these



methods, we can carry out the study on the syntactic structures of computational systems through the mathematical studies on the properties of the semantics.

## B. 発表論文

1. Makoto Tatsuta, Ken-etsu Fujita, Ryu Hasegawa, Hiroshi Nakano: "Inhabitation of polymorphic and existential types, Annals of Pure and Applied Logic, Volume 161, Issue 11, August 2010, Pages 1390-1399.

## C. 口頭発表

1. Inhabitation of Existential Types is Decidable in Negation-Product Fragment (with M. Tatsuta, K. Fujita, and H. Nakano), 35th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP 2008) Reykjavik, Iceland, Jul. 2008.
2. 理論計算機科学と圏論ワークショップ 2010, CSCAT 2010, 京都, 2010年3月.
3. 京都大学数理解析研究所, 京都, 2011年2月.

## D. 講義

1. 基礎科学セミナー 1: 計算論の輪講. (教養学部基礎科学科講義)
2. 応用数学 XC: ラムダ計算の理論と応用. (理学部3年生向け講義)

## E. 修士・博士論文

1. (修士) 北川弘典 (KITAGAWA Hironori): Algebraic set theory と Lawvere-Tierney sheaves の枠組における直観主義的集合論.

## F. 対外研究サービス

1. 情報処理学会・プログラミング研究会幹事
2. プログラミングおよびプログラミング言語ワークショップ, PPL2011, プログラム委員

## 林 修平 (HAYASHI Shuhei)

### A. 研究概要

高次元  $C^1$  Palis 予想へのステップとして, 一様双曲性を持つ, またはホモクリニック分岐を引き起こす  $C^1$  微分同相写像の集合の閉包の補集合において, (もしそれが空でなければ)  $C^2$  微分同相写像であって, あるエルゴード測度に対するリアプノフ指数 0 を持つものが稠密に存在することはすでに前年度に示した。今年度は論文 [3] の成果の下で, 上記  $C^1$  位相における稠密性の結果を  $C^2$  generic property へと変換した。すなわち, もし高次元  $C^1$  Palis 予想が正しくなければ  $C^2$  generic な意味での 3 者択一 ((i) 一様双曲性; (ii)  $C^1$  摂動によるホモクリニック分岐; (iii) (ii) でない場合におけるあるエルゴード測度に対するリアプノフ指数 0) が得られる。さらに, 同様の議論から得られる  $C^1$  位相を全く含まない結果を提示した。これは  $C^2$  Palis 予想に対する部分的結果とも考えられる。

As a step to the  $C^1$  Palis Conjecture, it has been already shown in the previous academic year that in the complement of the closure of  $C^1$  diffeomorphisms which either are uniformly hyperbolic or cause homoclinic bifurcations, (if it is not empty) there exist dense  $C^2$  diffeomorphisms having zero Lyapunov exponents for some ergodic measure. In this academic year, under the results of the paper [3], the above result of  $C^1$  density property was translated to a  $C^2$  generic property. That is, if the  $C^1$  Palis Conjecture for higher dimensions is not true, then a  $C^2$  generic trichotomy ((i) uniform hyperbolicity; (ii) homoclinic bifurcations by  $C^1$  small perturbations; (iii) zero Lyapunov exponents for some ergodic measure in the case except (ii)) is obtained. Moreover, results without involving  $C^1$  topology obtained by similar arguments are exhibited, which can be also thought of as partial results to the  $C^2$  Palis Conjecture.

### B. 発表論文

1. S. Hayashi: "Hyperbolicity, heterodimensional cycles and Lyapunov exponents for partially hyperbolic dynamics", Bull Braz

Math Soc, New Series **38** (2007) 203–218.

2. S. Hayashi: “An extension of the ergodic closing lemma”, *Ergodic Theory Dynam. Systems* **30** (2010) 773–808.
3. S. Hayashi: “Applications of Mañé’s  $C^2$  connecting lemma”, *Proc. Amer. Math. Soc.* **138** (2010) 1371–1385.
4. S. Hayashi: “A  $C^2$  generic trichotomy for diffeomorphisms: hyperbolicity or zero Lyapunov exponents or the  $C^1$  creation of homoclinic bifurcations”, submitted.

#### C. 口頭発表

1. Hyperbolicity, homoclinic bifurcations and zero Lyapunov exponents for  $C^1$  diffeomorphisms, “International Symposium of Dynamical Systems” Bahia-Salvador, Brazil, October 2006.
2. An extension of the ergodic closing lemma and its applications, RIMS 研究集会「双曲性を越えた位相力学系の新展開」京都大学数理解析研究所, 2008年9月
3. On a  $C^1$  dense trichotomy for diffeomorphisms, RIMS 研究集会「双曲性を越えた位相力学系の新展開」京都大学数理解析研究所, 2008年10月
4. On a  $C^1$  dense trichotomy for diffeomorphisms, 微分同相群と葉相構造シンポジウム, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2008年10月
5. A few measure theoretical perturbation theorems, 力学系研究集会, 日本大学軽井沢研修所, 2009年1月.
6. A  $C^2$  generic trichotomy for diffeomorphisms, 力学系研究集会, 東京工業大学, 2011年1月.

#### D. 講義

1. カオス力学系入門：全学自由研究ゼミナール（教養学部前期課程講義）
2. 基礎科学セミナー I（教養学部基礎科学科講義）

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 李 曉龍 (XIAOLONG Li): On  $R$ -robustly entropy-expansive diffeomorphisms.
2. (修士) 川口 徳昭 (KAWAGUCHI Noriaki): On locally maximal hyperbolic sets and topological dynamics.

#### 細野 忍 (HOSONO Shinobu)

##### A. 研究概要

カラビ・ヤウ多様体のミラー対称が発見されてから 20 年近くになり, 対称性の数学的定式化に向けた一般的な構成法がいくつか提案され, 関連する研究の動機となっている. 一方で, トーリック多様体の中で考えるカラビ・ヤウ超曲面 (や完全交叉) については具体的なミラー構成法が知られ, さらに周期積分を用いて Gromov-Witten 不変量などの具体的な量の計算処方 that 早くから明らかにされている. 後者の具体的な計算処方がミラー対称性の数学的・一般的定式化とどのように一体化するかに関心を持って調べている. 今年度は, 高木寛通氏 (数理科学研究科) と共に研究を進め, 3 次元の Reye congruence に関わって構成されるカラビ・ヤウ多様体の幾何学に関して研究成果が得られた (arXiv.mathAG/1101.2746). 2 次元の Reye congruence は nodal と呼ばれるクラスの Enriques 曲面を表し, その射影幾何学の研究の歴史には古いものがある. ミラー対称性に関連して現れる周期積分の満たす微分方程式を調べていると, この古典的な Reye congruence の 3 次元化であるカラビ・ヤウ多様体が現れる例に遭遇し, さらに微分方程式の性質から, この多様体には導来同値であるが双有理ではないカラビ・ヤウ多様体が存在する, という予想に至ることが分かった. そこで高木寛通氏の協力を得て 3 次元の Reye congruence の幾何学を詳しく調べ, 予想されるカラビ・ヤウ多様体実際に構成されることを示した. さらに継続して導来同値性の証明に向けた共同研究を進めている.

It is about 20 years after the discovery of mirror symmetry of Calabi-Yau manifolds. Since then, several mathematical (and abstract) proposals

toward the full understanding of the symmetry have been made, and motivating related mathematical studies. Since the early stage of the mirror symmetry it has been known that, for Calabi-Yau hypersurfaces or complete intersections in toric varieties, the symmetry can be realized in a combinatorial way and also there are concrete ways to calculate related invariants such as Gromov-Witten invariants. I have been studying mirror symmetry from the latter explicit viewpoint expecting useful insights to the general proposals.

This year, I have done a collaboration with Hiromichi Takagi (University of Tokyo) on the projective geometry of certain Calabi-Yau manifolds which arise in the study of three dimensional Reye congruences (arXiv.mathAG/1101.2746). The projective geometry of Reye congruences in two dimensions has a long history since it has interesting relations to the so-called nodal Enriques surfaces. I have arrived at a Calabi-Yau manifold of three dimensional Reye congruences from an analytic research of a certain Picard-Fuchs differential equation of fourth order. I have come to a conjecture that there exists another Calabi-Yau threefold which is derived equivalent to the three dimensional Reye congruence, but is not birational to it. Through the collaboration with Takagi, we have succeeded in constructing the predicted new Calabi-Yau threefold, and are now making progresses toward a proof of the expected derived equivalence between the two.

## B. 発表論文

1. S. Hosono, *Central charges, symplectic forms, and hypergeometric series in local mirror symmetry*, in “Mirror Symmetry V”, S.-T. Yau, N. Yui and J. Lewis (eds), IP/AMS (2006), 405–439.
2. C. Doran and S. Hosono, *On Stokes matrices of Calabi-Yau hypersurfaces*, Adv. Theor. Math. Phys. 11 (2007), 147–174.
3. 細野 忍, 微積分学の発展, 現代基礎数学 8 , 朝倉書店 (2008,6), 167p.
4. S. Hosono and Y. Konishi, *Higher genus Gromov-Witten invariants of the Grassmannian, and the Pfaffian Calabi-Yau 3-folds*, Adv. Theor. Math. Phys. 13 (2009), 1–33.
5. S. Hosono, *BCOV ring and holomorphic anomaly equation*, Advanced Studies in Pure Mathematics 59 (2010), 79–110.

## C. 口頭発表

1. *Mirror symmetry and Gromov-Witten invariants and Fourier-Mukai partners*, “Workshop of Algebraic Geometry and Physics 2007”, (2007, Jun), 於: KIAS, Korea.
2. *Topics on string theory, mirror symmetry, and Gromov-Witten invariants*, IPMU Komaba Seminar, 東京大 (2007年10月)
3. *Fourier-Mukai partners and Gromov-Witten invariants*, Kobe workshop, 神戸大 (2008年1月); IPMU (2008年3月); Workshop in algebraic geometry and physics, (2008, Apr), 於: CUHK, Hong Kong.
4. *The BCOV ring, anomaly equation and applications to GW invariants*, Workshop on Gromov-Witten theory and related topics, (2008, Jun), 於: KIAS, Korea.
5. *An overview of holomorphic anomaly equation II*, 津田塾大 (2008年8月),
6. *BCOV ring and holomorphic anomaly equation*, BIRS Workshop, “Number theory and physics at the crossroads”, (2008, Sep), 於: BIRS, Canada.
7. 正則アノマリー方程式と Calabi-Yau 多様体の Gromov-Witten 不変量, 名古屋大学 (2009年2月)
8. *BCOV ring and holomorphic anomaly equation*, International Conference of Mathematics, National Taiwan University (2009, Jul. 5 – Jul.10).

9. *Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruences*, DMM (Derived category, Mirror symmetry and McKay correspondence) seminar at IPMU (2011, Mar. 10).

#### D. 講義

1. 数学 II・演習: 教養学部前期課程理科 I 類学生年 1 生向け, 線型代数講義および演習 .
2. 数理科学 I(理科): 教養学部前期課程理科系学生向け, 多変数関数の微積分・ベクトル解析に関する講義 .
3. 数理科学 II(文科): 教養学部前期課程文科系学生向けに, 平面および空間図形の微分幾何学について初等的な講義を行った .

#### F. 対外研究サービス

1. 数理科学研究科公開講座『複素数の話』(2010年11月6日開催)において, 講演「その後の発展 - 量から数, 数から量子へ -」を行った .

松尾 厚 (MATSUO Atsushi)

#### A. 研究概要

私は二次元共形場理論の数学的側面について研究を行っている。なかでも, 頂点作用素代数の対称性(自己同型群の構造)を調べることで, 頂点作用素代数から構成された共形場理論の性質を調べることに興味を持って取り組んでいる。

前者は, 散在型有限単純群モンスターなどが頂点作用素代数の対称性として現れるなど, 興味深い研究テーマである。また, 後者は, 数理論理で期待される共形場理論の性質が, もととなる頂点作用素代数の性質と如何に結びついているかを解明しようというものであり, そこでは無限次元 Lie 代数の表現論と幾何学が重要な役割を果たしている。また, 後者の研究の前者の研究への応用が期待される。

今年度は, 頂点代数の公理系をオペラッドの視点からとらえる方法について, 関連する文献を調査しつつ考察を行い, 共形場理論の研究への応用を探った。

I am interested in mathematical aspects of two-dimensional conformal field theories, especially in symmetries (automorphism groups) of vertex operator algebras and in properties of conformal field theories constructed from vertex operator algebras.

The former theme is interesting since the groups such as sporadic finite simple group Monster arose as the automorphism groups of vertex operator algebras. The latter aims at revealing the way how the good properties of conformal field theories expected in mathematical physics are related to properties of the vertex operator algebras which underlie the theories, where representation theory of infinite-dimensional Lie algebras and geometry will play important roles. Note that the latter theme is expected to give applications to the former.

This year, I reconsidered axiomatics of vertex algebras from operadic view-point in investigating related papers and tried to apply them to conformal field theories.

#### B. 発表論文

1. A. Matsuo, K. Nagatomo and A. Tsuchiya: "Quasi-finite algebras graded by Hamiltonian and vertex operator algebras", in: *Moonshine - The First Quarter Century and Beyond*, Proceedings of a Workshop on the Moonshine Conjectures and Vertex Algebras, London Mathematical Society Lecture Note Series No. 372, Cambridge University Press, 2010.

#### C. 口頭発表

1. 頂点作用素代数に関する話題. 第 22 回有限群論草津セミナー, 草津セミナーハウス, August 2010.
2. Topics in the theory of vertex operators and the monster. 研究集会「Tokyo-Seoul Conference in Mathematics, Representation Theory」, 東京大学大学院数理科学研究科, December 2009.
3. Introduction to CFT and VOA. 研究集会「Algebras, Groups and Geometries 2009 in

Tambara」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, August 2009.

4. 頂点作用素代数とその周辺. 近畿大学数学講演会, 近畿大学, February 2009.
5. On the transformation property of the Lie algebras associated with vertex operator algebras. International conference on vertex operator algebras and related areas. Illinois State University, Normal, Illinois, USA, from July, 2008.
6. On a finiteness condition on vertex operator algebras. Infinite dimensional Lie algebra and its applications. Harish-Chandra Research Institute, Allahabad, India, December 2005
7. Quasi-finiteness of vertex operator algebras. 第 22 回代数的組合せ論シンポジウム, 愛媛大学, June 2005.

#### D. 講義

1. 数学 I: 微分積分学への入門 (教養学部前期課程講義)
2. 数理学 I: 微分積分学の続論 (教養学部前期課程講義)
3. 群構造論・幾何学 X F: 散在型の有限単純群である Mathieu 群, Conway 群, Monster について解説した. (数理大学院・4 年生共通講義)

松本久義 (MATUMOTO Hisayosi)

#### A. 研究概要

私の専門は表現論であるが最近では以下のようなテーマを主に研究している。

- (1) 退化系列表現 P. E. Trapa 氏との共同研究 ([1]) において次のようなことを示した。

$G$  の parabolic subgroup  $P$  の一次元表現からの parabolic induction (退化系列表現) が infinitesimal character で integral で長さ最小になるものを  $I_P$  ということにする。

このとき、 $I_P$  の任意の既約成分は Vogan の意味で weakly unipotent でありユニタリ化可能であ

る。さらに、 $P$  の complexified Lie algebra に関する Richardson orbit の任意の real form に対してその閉包を Wave front set にもつ integral infinitesimal character をもつ weakly unipotent 表現が一意的に存在して、それは  $I_P$  の既約成分となる derived functor module である。

これによれば  $I_P$  の既約成分のなかで大きな表現については素性がわかったわけであるが、より小さな既約成分が出て来る可能性がある。そしてそのような既約表現はもしあったとしたら weakly unipotent なユニタリ表現である。以下  $SO^*(2n)$  の場合について述べる。(  $Sp(p, q)$  の場合も対応した事が言える。) 極大放物型部分群は共役を除いてその Levi part の同型類できまり、結局  $GL(k, H) \times SO^*(2(n-2k))$  ( $1 \leq k \leq n/2$ ) なる Levi part をもつもので尽くされる。(  $2n = k$  がなりたつ場合は Sahi らによって退化系列表現の構造はわかっている。) このとき  $3k \leq n$  がなりたつときとそうでないときでは様子がちがう。まずこの条件がなりたつときは  $I_P$  は既約で 1 つの derived functor module と同型であることがわかった。次に成り立たない場合であるが、この場合山辺作用素の一般化にあたるような微分作用素の解空間がちょうど  $I_P$  の小さな既約成分を寄せ集めたものになることがわかっている。(大域的な問題なため非自明な解の存在は明らかでない。) 丁度  $k-1$  個の既約表現の直和になると予想されるが、現時点では特別な場合に解空間が自明でないことが分かる程度であり、今後の課題である。

[1] Hisayosi Matumoto and Peter E. Trapa : Derived functor modules arising as large irreducible constituents of degenerate principal series, *Compositio Math.* **143** (2007) 222–256.

#### (2) 一般化された Verma 加群の間の準同型

$\mathfrak{g}$  を複素半単純 Lie 代数、 $\mathfrak{p}$  をその放物型部分代数とする。 $\mathfrak{p}$  の一次元表現から  $\mathfrak{g}$  への誘導表現はスカラー型の一般化された Verma 加群と呼ばれる。スカラー型の一般化された Verma 加群の間の準同型は一般化された旗多様体の上の同変直線束の間の同変微作用素と対応しており、Baston らによって提唱されている一般化された旗多様体をモデルとする、parabolic geometry の観点からも興味深い。

$\mathfrak{p}$  が Borel 部分代数の時が 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。すでに下記[1]において放物型部分代数 $\mathfrak{p}$ が極大の場合の準同型の分類を完成させたがそこでは一般の放物型部分代数の場合にある種の比較定理により $\mathfrak{p}$ が極大の場合の準同型の存在から準同型の存在が導けることも示していた。(このような準同型をelementaryな準同型と呼ぶ。)そこで問題としては任意のスカラー型の一般化されたVerma加群の間の準同型はelementaryなもの合成で書けるか?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以下この場合のみを考える。放物型部分代数 $\mathfrak{p}$ がnormalであるとは $\mathfrak{p}$ とLevi部分代数を共有する放物型部分代数は全て $\mathfrak{p}$ と内部自己同型で移り合うこととする。(例えば佐武図形に白丸を結ぶ矢印が出ないような実単純Lie代数の極小放物型部分代数の複素化はexcellentになる。)例えば、 $\mathfrak{g}$ が古典型の場合「ほぼ半分の場合の」normalな放物型部分代数についてはinfinitesimal characterがregularな場合に上記の問題が肯定的に解けることを示した。([2])そこにおいて結果が古典型に限られているのは必要条件を取り扱うときに、Bruhat orderの比較を行う必要があるのだが、その際に古典型でしか存在しないProctorらによるYoung盤を用いたBruhat orderの記述を用いているためである。このBruhat orderの比較について研究をすすめ幾何的であり自然な証明をさらに得た。これで同様の結果が例外型についても得られたことになる。さらに、scalar generalized Verma moduleのGelfand-Kirillov次元の一番大きな既約成分についてしらべ、準同型の存在しない場合を調べた。

[1] Hisayosi Matumoto : The homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated to maximal parabolic subalgebras,

arXiv math.RT/0309454, Duke Math. J. **131** (2006) 75-118.

[2] Hisayosi Matumoto : On the homomorphisms between scalar generalized Verma modules, 数理研講究録「表現論および等質空間上の調和解析」2004 8月.

(3) Continuous Whittaker vector の空間の有限W-代数加群としての既約性

quasi-split な実半単純線形群において既約認容表現の上の連続 Whittaker vector の空間の次元は高々1であることが知られておりこれは保型表現の理論において重要な役割を果たす。(重複度1定理)一方 quasi-split で無い場合は連続 Whittaker vector の空間の次元は1より大きくなりうる。一方、代数的な Whittaker vector の Kostant-Lynch による研究により連続 Whittaker vector の空間はある非可換代数上の加群になることが知られていた。その代数は近年、affine Lie 代数における W-代数の有限次元半単純 Lie 代数における類似物であることが認識され有限 W-代数と呼ばれるようになった。そこで、重複度1定理の自然な一般化として連続 Whittaker vector の空間は有限 W-代数加群として既約であるという素朴な予想が出てくる。この予想は A 型の群 および  $SO(p, q)$  で  $p+q$  が偶数になる場合 あるいは  $SO_0(2n, 1)$  に対して肯定的である。一方 連結群ではないが、代数群の実有理点になっている  $SO(2n, 1)$  に対しては素朴な予想は離散系列表現に対して否定的であることがわかった。そこで、有限 W - 代数だけでなく、連続 Whittaker vector の空間に作用するある群の作用を加味すると既約になるという修正を予想に施すと、 $SO(p, q)$  で  $p+q$  が奇数の場合でも修正された予想は正しいことが確かめられた。

本年度の成果

本年度も上記研究課題について取り組んだが、特筆すべき成果としては以下のようなものがある。

(A) 課題(3)に関連して 放物型部分代数が局所有限に作用する複素半単純リー代数の有限生成加群の作る圏(いわゆる放物型O圏)から Whittaker 加群の作る圏への関手が以前から定義されていたが、単純加群の像を  $so(2n, 1)$  の極小放物型部分代数の複素化と  $sp(n, \mathbb{C})$  の Jacobi 放物型部分代数の場合に調べた。放物型 O 圏は Soergel の結果によりこの2つの場合は同型になるのであるが、一般化された旗多様体について

の moment map が像の上で双有理になるかどうか違うことが効いてきて、Whittaker 加群を対応させる関手の挙動はまったく異なる。

(B) やはり課題 (3) に関連することとして、今まで結果が知られていた moment map の双有理性が成り立つ場合でない時の退化主系列表現の連続 Whittaker vector を (パラメーターの正値性の仮定の下で) partial Jacquet integral として構成した。

以上の成果は研究集会”Nilpotent Orbits and Representation Theory” (2011 2 月 19 日 – 23 日) において ”Whittaker modules and vectors associated with the Jacobi parabolic subalgebras” という講演で発表した。

### (1) Degenerate principal series

In a joint work with Peter E. Trapa, we studied degenerate principal series of  $G = Sp(p, q)$  and  $SO^*(2n)$  with an infinitesimal character appearing as a weight of some finite-dimensional  $G$ -representation. We show at a most singular parameter each irreducible constituent is weakly unipotent and unitarizable. We consider the case of  $SO^*(2n)$  here. We write the Levi part of a maximal parabolic subgroup as  $GL(k, H) \times SO^*(2(n - 2k))$ . If  $3k \leq n$ ,  $I_P$  is irreducible and isomorphic to a derived functor module. If  $3k > n$ , we conjecture there are  $k - 1$  irreducible constituents in  $I_P$  other than derived functor modules of the maximal Gelfand-Kirillov dimension. However, it remains open at this point.

### (2) Homomorphisms between generalized Verma modules

Let  $\mathfrak{g}$  be a complex semisimple Lie algebra and let  $\mathfrak{p}$  be its parabolic subalgebra. The induced module of one-dimensional representation of  $\mathfrak{p}$  is called a (scalar) generalized Verma module. If  $\mathfrak{p}$  is a Borel subalgebra, it is called a Verma module. Around 1970, the existence condition of homomorphisms between Verma modules is found by Verma and Bernstein-Gelfand-Gelfand. In 1970s, Lepowsky studied homomorphisms between generalized Verma modules and obtained some fundamental result. However, the classification of the homomorphisms is known only for the case of the com-

mutative nilradical (Boe 1985) and a rank one parabolic associated with a symmetric pair. I classified the homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated to maximal parabolic subalgebras and I explained how to use the operators constructed in the maximal case to get some operators in general. I conjecture that all the homomorphisms arise in this way; this statement generalizes the result of Bernstein-Gelfand-Gelfand.

We call  $\mathfrak{p}$  normal, if each parabolic subalgebra which has a common Levi part with  $\mathfrak{p}$  is conjugate to  $\mathfrak{p}$  under some inner automorphism. For classical algebras and “almost half” of normal  $\mathfrak{p}$ , the above conjecture is affirmative for regular infinitesimal characters.

### (2) Irreducibility of the space of continuous Whittaker vectors

The famous “multiplicity one theorem” tells us that the dimension of the space of continuous Whittaker vectors on an irreducible admissible representation of a quasi-split real linear Lie group is at most one. For non quasi-split groups the multiplicity one theorem fails. As a natural extension of the multiplicity one theorem to non quasi-split case, we may consider the following naive conjecture. “the space of continuous Whittaker vectors is irreducible as a module over the finite W-algebra.” For example, we have an affirmative answer for the type A groups. For  $SO_0(2n, 1)$ , the above naive conjecture is affirmative. However, for  $SO(2n, 1)$ , the discrete series are counterexamples for the conjecture. So, I propose refined conjecture. Namely, Let  $H$  be the stabilizer in the Levi part of a minimal parabolic subgroup of the non-degenerate unitary character  $\psi$  of the nilradical of the minimal parabolic subgroup. Then,  $H$  acts on the space of continuous Whittaker vectors with respect to  $\psi$ . the refined conjecture is that the space of continuous Whittaker vectors is irreducible as a module over the finite W-algebra and  $H$ . This refined conjecture is affirmative for  $SO(p, q)$ .

Research in 2010

(A) I studied a functor from so-called parabolic category  $\mathcal{O}$  to the category of Whittaker mod-

ules. In particular, I determined the image of simple modules for a complexified minimal parabolic subalgebra of  $so(2n, 1)$  and the Jacobi parabolic subalgebras of  $sp(n, \mathbb{C})$ .

(B) Without the assumption of birationality of the moment map, the dimension of the space of the continuous (degenerate) Whittaker vectors on degenerate principal series is not known. I constructed the continuous (degenerate) Whittaker vectors as partial Jacquet integrals for a sufficiently positive parameter,

## B. 発表論文

1. Hisayosi Matumoto : The homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated to maximal parabolic subalgebras, *Duke Math. J.* **131**(2006) 75-118.
2. Hisayosi Matumoto and Peter E. Trapa : Derived functor modules arising as large irreducible constituents of degenerate principal series, *Compositio Math.* **143** (2007) 222–256.

## C. 口頭発表

1. 実古典群の表現の幾何的不変量と退化主系列表現 I, II, II, 保型形式とその周期の構成と応用 数理解析研究所研究集会, January 2007.
2. On irreducibility of the space of continuous Whittaker vectors, The NORThern Workshop on Representation Theory of Lie Groups and Lie Algebras, Hokkaido University, March 2007.
3. On homomorphisms between scalar generalized Verma modules, Tambara Workshop 2007, Geometry and Representations in Lie Theory, August 2007.
4. Generalized Verma modules, old and new, 表現論シンポジウム 讃岐五色台, November 2007.
5. On homomorphisms between scalar generalized Verma modules, Mini-Workshop on Representation Theory, University of Tokyo September 2008.

6. On homomorphisms between scalar generalized Verma modules, Conference in honor of Toshio Oshima's 60th birthday "Differential Equations and Symmetric Spaces, University Tokyo, January 2009.

7. On homomorphisms between scalar generalized Verma modules, The 8th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory, Ogoto Shiga Japan, March 2009.

8. On existence of homomorphisms between generalized Verma modules, "Representation Theory of Real Reductive Groups", University of Utah, July 2009.

9. On a finite  $W$ -algebra module structure on the space of continuous Whittaker vectors for an irreducible Harish-Chandra modules, "The 9th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory", Hokkaido University, February 2010.

10. Whittaker modules and vectors associated with the Jacobi parabolic subalgebras, "The 10th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory", Kyushu University, February 2011.

## D. 講義

1. 数理科学 V 解析学の基礎付けを解説 (2 年生対象)
2. 保型関数入門 (全学セミナー)

## E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 直井 克之 (NAOI Katsuyuki): Weyl modules, Demazure modules, and finite crystals for non-simply laced type.
2. (修士) 森 真樹 (MORI Masaki): On some generalizations of representation categories of wreath products.

## F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 函数解析学分会連絡評議員
2. 日本数学会 函数解析学分会分科会委員



### 3. 2010 年度第 49 回実関数論・函数解析学会 同シンポジウム開催責任者

ウィロックス ラルフ (WILLOX Ralph)

#### A. 研究概要

今年、主に離散可積分系と超離散可積分系について研究を行った。特に、下記の具体的な研究成果を得た。

- 連続 KdV 方程式の場合に成り立つ Crum-Darboux の定理の超離散 KdV 方程式への拡張により、整数全体で定義されている超離散 KdV 方程式における初期値問題を解くことに成功した。特に、任意の（整数上の）初期状態が超離散 KdV 方程式の時間発展によってソリトンの列と速度 1 で進む「背景」に分離することを示し、一般的な背景と単独のソリトンとの相互作用の漸近的な記述により、ソリトンの背景による phase-shift を厳密に計算することができた。
- 可積分な 2 次元離散力学系の中で、biquadratic な不変量を持つ QRT 写像は最も代表的なものであるが、高次不変量や周期係数の不変量を持つ可積分な写像も知られている。このような QRT 型でない写像の新しい例をいくつか構成し、それらの不変量が定める「correspondence」と呼ばれる力学系を考察した。一般の代数的 correspondence による像の数は指数関数のように急増するが、polynomial growth を持ち、可積分系であると思われる correspondence も存在する（例えば、QRT 型の不変量は linear growth を引き起こす。）新しく構成した写像の polynomial growth を持つ correspondence を調べた結果、それらの growth がすべて同じ組み合わせ論的な量で記述できることを示した。
- 広田の双線形化法において高々 2 つの tau 関数で双線形化できる離散可積分系を結びつける様々な Miura 変換を考察した。その結果、20 年以上前から研究されている modified KdV 方程式と sine-Gordon 方程式の離散化は、実際、同一の離散系であることを判明した。

The research I conducted over the past year is mainly concerned with discrete and ultradiscrete integrable systems and their interrelation. In particular:

- Relying on an extension of the celebrated Crum-Darboux theorem for the (continuous) KdV equation to the ultradiscrete setting, we were able to solve the general initial value problem, i.e. defined over the full set of integers, for the ultradiscrete KdV equation. In particular, we were able to show that arbitrary initial profiles decompose into trains of solitons and a “background” part which travels at speed 1. We were also able to give an asymptotic description of the interaction between a single soliton and a general background, which led to an explicit formula for the phase-shift due to this interaction.
- Among all integrable 2D mappings, the QRT mapping – which possesses a bi-quadratic invariant – is probably the most representative one. However, other examples, e.g. with higher degree invariants or with invariants with periodic coefficients are also known. We constructed several new examples of such non-QRT mappings and we studied the correspondences defined by their invariants. General algebraic correspondences tend to give rise to an exponential proliferation of the number of images they produce, but correspondences leading to polynomial growth and which are thought of as integrable, are also known (e.g., the QRT case leads to linear growth). We identified all invariants that lead to integrable correspondences among these newly constructed examples and we proved that in general, their growth rates can be expressed in terms of the same simple combinatorial object.
- We investigated the various Miura transformations that exist between discrete integrable systems that can be bilinearized with at most 2 tau functions. As a result, we uncovered the startling fact that the

discrete forms of the modified KdV and sine-Gordon equations (two fundamental systems whose discretisations have been studied for well over 20 years) are in fact one and the same system.

## B. 発表論文

1. A. Ramani, B. Grammaticos and R. Willox: “Bilinearisation and solutions of the KdV6 equation”, *Analysis and Applications* **6** (2008) 401–412.
2. A. Ramani, B. Grammaticos and R. Willox: “Contiguity relations for discrete and ultradiscrete Painlevé equations”, *Journal of Nonlinear Mathematical Physics* **15** (2008) 353–364.
3. S. Kakei, J.J.C. Nimmo and R. Willox: “Yang-Baxter maps and the discrete KP hierarchy”, *Glasgow Mathematical Journal* **51 A** (2009) 107–119.
4. A. Ramani, B. Grammaticos, J. Satsuma and R. Willox: “On two (not so) new integrable partial difference equations”, *Journal of Physics A: Math. Theor.* **42** (2009) FT 282002 (6pp).
5. R. Willox: “可積分系と方程式 — ソリトンとパンルヴェ方程式”, *数理科学* **557** (2009) 12–17.
6. S. Kakei, R. Willox and J.J.C. Nimmo: “Yang-Baxter maps from the discrete KP hierarchy”, *数理解析研究所講究録* **1650** (2009) 162–172.
7. R. Willox, A. Ramani and B. Grammaticos: “A discrete-time model for cryptic oscillations in predator-prey systems”, *Physica D* **238** (2009) 2238–2245.
8. S. Kakei, J.J.C. Nimmo and Ralph Willox: “離散 BKP 方程式と Yang-Baxter 写像” in 「非線形波動研究の現状と将来 – 次の10年への展望」, 九州大学応用力学研究所研究集会報告 No.21ME-S7 (2010), 142–148.

9. S. Kakei, J.J.C. Nimmo and R. Willox: “Yang-Baxter maps from the discrete BKP equation”, *SIGMA* **6** (2010) 028 (11pp).

10. R. Willox, Y. Nakata, J. Satsuma, R. Ramani and B. Grammaticos: “Solving the ultradiscrete KdV equation”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **43** (2010) FT 482003 (7pp).

## C. 口頭発表

1. Discrete KP, “Box and Ball” systems and Yang-Baxter maps, *Nonlinear Waves – Theory and Applications*, Beijing, China, 2008年6月.
2. Construction of Yang-Baxter maps from the discrete KP hierarchy, *Aspects of Quantum Integrability*, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, 2008年7月.
3. Crystal-like structures arising from the discrete KP hierarchy, *Geometric Aspects of Discrete and Ultra-Discrete Integrable Systems*, University of Glasgow, Scotland, UK, 2009年4月.
4. Constructing ultradiscretisable Yang-Baxter maps, *China-Japan Joint Workshop on Integrable Systems*, Shaoxing, China, 2010年1月.
5. Darboux 変換入門, 離散可積分系・離散微分幾何チュートリアル, 九州大学, 2010年2月.
6. Solving the initial value problem for the ultradiscrete KdV equation, *Integrable Systems and Geometry*, ICM 2010 Satellite Meeting, Pondicherry, India, 2010年8月.
7. 超離散 KdV 方程式の解法, 無限可積分系セッション・特別講演, 日本数学会・秋季総合分科会, 名古屋大学大学院多元数理科学研究科, 2010年9月.
8. 自然現象の離散・超離散系によるモデル化, 非線形波動研究の新たな展開 – 現象とモデル化 – 特別講演, 九州大学応用力学研究所共同利用研究集会, 2010年10月.

9. 超離散 KdV 方程式の初期値問題, グローバル COE H22 年度知識グリッドコアセミナー, 京都大学大学院情報学研究科, 2010 年 11 月.
10. 数理モデルの離散化とセル・オートマトン, セルオートマトンは現象数理学の武器となりうるか?, 明治大学グローバル COE プログラム【現象数理学の形成と発展】・第 9 回現象数理若手シンポジウム, 明治大学, 2011 年 2 月.

#### D. 講義

1. 数学 IA ( 通年 ): 微分積分学の入門講義 ( 教養学部前期課程 )
2. 応用数学 XB・応用数理特別講義 V ( 半年・冬 ): 離散可積分系と超離散可積分系の構造と対称性に関する講義 ( 数理大学院・4 年生共通講義 )

#### E. 修士・博士論文

1. ( 修士 ) 服部 円佳 ( HATTORI Madoka ): 広田三輪方程式からのリダクションによる離散非線形 Schrödinger 方程式の導出.

#### 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. Algebraic and geometric aspects of discrete integrable systems: integrable systems and cluster algebras, 14 – 17 December 2010, Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, co-organized with T. Tokihiro.

## 助 教 (Research Associate)

麻生 和彦 (ASOU Kazuhiko)

### A. 研究概要

1. 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  
数理解析研究所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の設計を行った。具体的には、固定した高解像度カメラで講義全体を収録し、公開時に視聴者が見たいところを自由に操作できる仕組みを加えた。この仕組みにより、視聴者は黒板の見にくかった小さな文字や数式を拡大してみることができ、また前に書かれた板書をいつでもスムーズに見ることができるようになる。来年度は、本システムのプロトタイプを作成し実際に利用してもらいシステムの完成度を高めていく。

2. 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) を教育や研究で有効活用するための保存方法の研究を行った。

3. 遠隔講義システムの開発

東大数理と IHES 間で開催された「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じて、数学の講演を中継するためのシステムのプロトタイプ作成を行った。

1. Designing a Video Streaming System that Learners can Freely Zoom into any Area of Blackboards They Want
2. Research study on preservation, conservation and exhibition of mathematics material
3. Development of distance learning system

### B. 発表論文

1. K. Asou, T. Namiki: “ポータルの試験実装とメタデータ仕様”, 数理解析研究所講究録 1463 (2006) pp.4–12.
2. 麻生 和彦: “数学の講義・講演ビデオ映像の有効活用方法について”, 情報教育研究集会論文集 (2006) pp.689–690.
3. 麻生 和彦: “第 6 回高木レクチャーの多地点中継実験の報告”, 数学通信 第 14 巻, 第 3 号 (2009) pp.29–30.
4. 麻生 和彦ほか: “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と実装の試み”, 教育システム情報学会 第 35 回全国大会 講演論文集 (2010) pp.29–30.

### C. 口頭発表

1. WDML に関するワークショップの報告, RIMS 研究集会「紀要の電子化と周辺の話題」, 京都大学数理解析研究所, 2005 年 7 月.
2. 数学に関する映像の公開について, 数学ソフトウェアとフリードキュメント II, 中央大学, 2006 年 3 月.
3. 数学の講義・講演ビデオ映像の有効活用方法について, 平成 18 年度 情報教育研究集会, 広島大学, 2006 年 11 月.
4. 数学関連ビデオアーカイブスの今後の展開 — 東大数理の新たな試み, RIMS 研究集会「紀要の電子化と周辺の話題」, 京都大学数理解析研究所, 2007 年 9 月.
5. T2V を使った代数幾何の講演資料の映像化について, 研究集会「代数幾何の応用を見込んだインターネット数理科学」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2009 年 8 月.
6. 東京日光シンポジウム (1955) 講演音声テープのデジタル化とその活用方法, RIMS 研究集会「数学におけるデジタルライブラリー構

築へ向けて—研究分野間の協調のもとに」, 京都大学附属図書館, 2009年9月.

7. 「1955年東京日光代数学シンポジウム」音声テープについて, 日本数学会 2009年度秋季総合分科会, 大阪大学, 2009年9月.
8. 黒板講義の见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と実装の試み, 教育システム情報学会 第35回全国大会, 北海道大学, 2010年8月.

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. 数学 IA 演習: 微分積分学の演習 (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生通年)
2. 数学 IA 演習: 微分積分学の演習 (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生通年)
3. 数学 I 演習: 微分積分学の演習 (教養学部前期課程理科 II・III 類 1 年生通年)
4. 数学 I 演習: 微分積分学の演習 (教養学部前期課程理科 II・III 類 1 年生通年)
5. 数学 II 演習: 線形代数の演習 (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生通年)

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。一昨年度、次の定理を純粋に代数的な手法で証明した。

定理. 奇素数  $p$  を位数とする巡回群  $\mathbb{Z}_p$  が向きのついた 4次元スピ閉多様体に局所線形で擬自由だが自由ではなく作用しているとき、仮想次元が  $-\sigma(X)/8$  である  $\mathbb{Z}_p$  の複素線形仮想表現で指標がその作用の不動点定理に関する  $G$  スピン公式を満たすものが存在する。

さらに  $\sigma(X)/8$  が偶数なら、その仮想表現は四元数構造を持つ。

今年度は昨年度に引き続き上の定理を位相幾何学的に証明しようと試みたが手がかりはつかめなかった。

I have studied the difference between locally linear group actions and smooth ones on 4-manifolds.

I proved the following theorem by purely algebraic method in the year before last.

**Theorem.** Let  $p$  be an odd prime number. If the cyclic group  $\mathbb{Z}_p$  acts pseudofreely but not freely, and locally linearly on a closed, oriented, spin topological 4-manifold  $X$ , then there exists a complex linear virtual representation whose character satisfies the  $G$ -spin formula for the fixed point data of the action and whose virtual dimension is equal to  $-\sigma(X)/8$ .

Moreover, if  $\sigma(X)/8$  is even then the representation has a structure of quaternionic linear representation.

I have tried to prove topologically the theorem since last year, but I have made no progress yet.

#### B. 発表論文

1. K. Kiyono and X.-M. Liu : “On spin alternating group actions on spin 4-manifolds”, J. of Kor. Math. Soc. **43** (2006), 1183 – 1197
2. K. Kiyono : “Nonsmoothable group

actions on spin 4-manifolds”, preprint, arXiv:0809.0119 (2008).

3. 清野和彦 : Finite group actions on spin 4-manifolds (四次元スピンドル多様体への有限群作用), 博士論文 (2009)

#### C. 口頭発表

1. Nonsmoothable group actions on spin 4-manifolds, トポロジー火曜セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2008年10月
2. Nonsmoothable group actions on spin 4-manifolds, 研究集会「4次元のトポロジー」, 広島大学理学部, 2009年1月
3. Nonsmoothable group actions on spin 4-manifolds, 第36回変換群論シンポジウム, 大阪市立大学杉本キャンパス, 2009年12月

#### D. 講義

1. 数学 IA 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 年生通年)
2. 数学 IA 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 年生通年)
3. 数学 I 演習 : 微分積分学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 II・III 類 1 年生通年)
4. 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。(教養学部前期課程夏学期)
5. 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。(教養学部前期課程冬学期)

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. 数学 IB 演習 : 教養一年生の微積分学の演習
2. 数学 I 演習 : 教養一年生の微積分学の演習
3. 全学ゼミナール「じっくり学ぶ数学」: 主に, 教養一年生を対象に, 微積分学や線型代数における基本的な考え方を順番に取り上げて説明した.

## 特任教授 (Project Professor)

志賀 徳造 (SHIGA Tokuzo)

### A. 研究概要

統計物理や数理生物にあらわれる確率モデルを確率論、確率解析の立場から研究してきた。近年興味をもつ問題は次の3つである。

1. 統計物理に現れる向きをもつポリマーモデルの漸近解析。
2. ランダム環境下でのランダムな運動の漸近解析をランダム確率分布の枠組みで展開すること。
3. 数理ファイナンスの意義深いモデルへの確率解析の応用を進めること。

I have investigated stochastic models appearing in statistical physics and mathematical biology from the view points of probability theory and stochastic analysis. Recent themes I am interested in are the following.

1. Asymptotic analysis of directed polymer models in statistical physics.
2. To develop asymptotic analysis of random motions in random environment in the framework of random probability distributions.
3. To develop stochastic analysis of significant mathematical models in finance.

### B. 発表論文

1. T. Shiga and H. Tanaka : “Infinitely divisible random probability distributions with an application to a random motion in a random environment”, *Electron. J. Probab.* **11** (2006) 1114–1183.

### D. 講義

1. 確率過程論・確率統計学 : 確率過程の入門講義, 条件付き期待値から始め, マルチンゲール理論の基本定理とその応用を扱った。(数理大学院・4年生共通講義)
2. 確率解析学・確率統計学 XA : 確率解析の入門講義, 確率積分の定義から始め, 伊藤の公式, 確率微分方程式の基本定理などを扱った。(数理大学院・4年生共通講義)

Luc ILLUSIE

### A. 研究概要

I visited the Department of mathematics of the University of Tokyo from April 1, 2010 to September 30, 2010. My host professor was Prof. Takeshi Saito. During my stay I mostly worked on the following topics :

(a) I gave three talks around a recent paper of Serre [Se] (April 28, May 7, 12). The application of his criterion to families arising from varieties over number fields relies on results of uniform generic constructibility due to Katz-Laumon and of which I had independently proven variants and generalizations [I2]. I also gave a talk on this at the University of Kyoto on July 19, in a workshop on Arithmetic geometry and related topics organized by Prof. T. Ito.

(b) In a recent paper [LS], Lan and Suh prove a generalization of a vanishing theorem that I had established long ago [I1]. I had extensive discussions with them and with Prof. C. Nakayama on this topic. I gave a talk on this on June 16. I also reported on this at a conference at the ICTP in Trieste on Hodge theory and related topics (June 28 - July 2). Though the main interest for me was de Rham cohomology in positive characteristic, I seized the opportunity of my visit to learn some of the techniques of representation theory and Shimura varieties involved in [LS].

Besides, I finalized two papers which have appeared in the Notices of the AMS : *A Tribute to Henri Cartan*, September 2010 (joint work with P. Cartier), and *Reminiscences of Grothendieck and His School*, October 2010.

[I1] L. Illusie, *Réduction semi-stable et décomposition de complexes de de Rham coefficients*, *Duke Math. J.* **60** (1990), 139-185.

[I2] L. Illusie, *Constructibilité générique et uniformité en  $\ell$* , preprint, April 9, 2010.

[LS] K.-W. Lan and J. Suh, *Vanishing theorems for torsion automorphic sheaves on gen-*

eral PEL type Shimura varieties, preprint, August 17, 2010.

[Se] J-P. Serre, *Un critère d'indépendance pour une famille de représentations  $\ell$ -adiques*, arXiv:1006.2442 (June 2010).

## PAJITNOV Andrei

### A. 研究概要

I visited the Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo for four months (October 1, 2010 – January 31 2011). During this period we worked with Professor Toshitake Kohno on the circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements.

We developed the real-valued and circle-valued Morse theory for the complement to a complex hyperplane arrangement in  $\mathbf{C}^n$ . Denote this complement by  $M$  (we assume that the arrangement is essential). We have shown in particular, that  $M$  has the homotopy type of a space obtained from a finite  $n$ -dimensional CW complex fibered over a circle, by attaching cells of dimension  $n$ . We have computed the Novikov homology of  $M$ .

These results are resumed in our preprint (arXiv:1101.0437). They constitute the first part of our research project aiming at understanding the structure of the Novikov homology of  $M$  and its relations to the homology with local coefficients.

We worked also with Professor Hiroshi Goda (TUAT) on our long-term research project concerning the half-transversal Morse theory and its applications to the Seiberg-Witten equations on 3-dimensional manifolds.

### B. 発表論文

1. A. Pajitnov, *On the tunnel number and the Morse-Novikov number of knots*, Algebraic & Geometric Topology **10** (2010) 627–636.
2. H. Goda and A. Pajitnov, *Dynamics of gradient flows in the half-transversal Morse theory*, Proc. Jpn. Acad., Ser. A **85** (2009) 6–10.
3. A. Pajitnov, *Novikov Homology, twisted*

*Alexander polynomials and Thurston cones*, Algebra i Analiz, **18** (2006) 173–209.

4. T. Kohno and A. Pajitnov, *Circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements* arXiv:1101.0437 (2011).
5. H. Goda, H. Matsuda and A. Pajitnov, *Morse-Novikov theory, Heegaard splittings and closed orbits of gradient flows* arXiv:0709.3153 (2007).
6. A. Pajitnov, *Circle-valued Morse Theory*, 454 pages. Walter de Gruyter, 2006.

### C. 口頭発表

1. Conference “Topology of singularities and related topics, II”, Tohoku University, Sendai, January 2011.
2. Topology seminar of the Graduate School of Mathematics, Tokyo University (December 2008, December 2009, December 2010).
3. Conference “Intelligence of Low-dimensional Topology” (Osaka), November 2009.
4. Topology seminar of the Nihon University, Tokyo, December 2009.
5. Topology seminar of the Nara University, Nara, December 2009.
6. The Fourth East Asian School of Knots and related topics (plenary talk), January 2008.
7. Algebra and Topology seminar, Nice University, 2007.

### D. 講義

数学統論 X C ・ 基礎数理特別講義 IV (数理大学院 ・ 4 年生共通講義)

During my visit to the Graduate School of Mathematical Sciences I gave a lecture course “Circle-valued Morse theory” for graduate students. The first part of the course (8 lectures) was dedicated to the classical Morse theory and



its applications to geometry. We discussed the homotopy type of complex manifolds, the construction of the Morse complex, the gradient flow and other topics.

In the second part (8 lectures) I gave an introduction to the circle-valued Morse theory, including Novikov homology, the construction of the Novikov complex, the chain equivalence between the Novikov complex and completed chain complex of the corresponding infinite cyclic covering of the manifold. In the concluding lectures I explained the proof of the generic rationality of the Novikov complex.

## 特任准教授 (Project Associate Professor)

### PONGE Raphaël

#### A. 研究概要

– Fefferman’s program and singularities of the Green functions of the conformal powers of the Laplacian.

– Analysis of the resolvent and scattering matrix of an asymptotically hyperbolic manifold (joint project with Dr. Colin Guillarmou and Prof. Kengo Hirachi).

– Local index formula in noncommutative geometry. Applications to biholomorphism-invariant geometry and contactomorphism-invariant geometry.

#### B. 発表論文

1. A New hypoelliptic operator on almost CR manifolds, To appear in *Rev. Mat. Iberoamericana*, 16 pages.
2. A microlocal approach to Fefferman’s program in conformal and CR geometry, *Clay Mathematics Institute Proceedings*, 12, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2011, pp. 219–242.
3. Traces on pseudodifferential operators and sums of commutators, *J. Anal. Math.* 110 (2010) 1–30.
4. Noncommutative geometry and lower dimensional volumes in Riemannian geometry, *Lett. Math. Phys.* 83 (2008) 19–32.
5. Noncommutative residue invariants for CR and contact manifolds, *J. Reine Angew. Math.* 614 (2008) 117–151.
6. Heisenberg calculus and spectral theory of hypoelliptic operators on Heisenberg manifolds, *Mem. Amer. Math. Soc.* 194 (2008) no. 906, 140 pages.
7. Noncommutative residue for Heisenberg manifolds and applications in CR and contact geometry, *J. Funct. Anal.* 252 (2007) 399–463.
8. Spectral asymmetry, zeta functions and the noncommutative residue, *Int. J. Math.* 17 (2006) 1065–1090.
9. The tangent groupoid of a Heisenberg manifold, *Pacific J. Math.* 227 (2006) 151–175.
10. A new proof of the local regularity of the eta invariant of a Dirac operator, *J. Geom. Phys.* 56 (2006) 1654–1665.

#### C. 口頭発表

1. Noncommutative geometry and group actions. Operator Theory seminar, University of Victoria, Canada, Mar. 2, 2011.
2. Logarithmic singularities of the Green functions of the conformal powers of the Laplacian. Differential Geometry and PDE seminar, University of British Columbia, Vancouver, Canada, Mar. 1, 2011.
3. Noncommutative geometry and group actions (3 lectures of one hour). Noncommutative Geometry seminar, University of Western Ontario, London, Canada, Feb. 14–15, 2011.
4. Logarithmic singularities of the Green functions of the conformal powers of the Laplacian. Differential Geometry and Geometric Analysis seminar, Princeton University, USA, Feb. 11, 2011.
5. Noncommutative geometry and group actions. Operator Theory seminar, University of Toronto, Canada, Feb. 7, 2011.
6. Noncommutative geometry and diffeomorphism-invariant geometries. Operator Algebras Seminar, University of Tokyo, Japan, Jan. 11, 2011.
7. Diffeomorphism-invariant geometries and Noncommutative geometry. Topology Seminar, University of Tokyo, Japan, Dec. 7, 2010.

8. Tambara Workshop on Parabolic Geometries and Related Topics, Tambara Seminar House, University of Tokyo, Japan, Nov. 3, 2011.
9. Mathematics Seminar, Institute for the Physics and Mathematics of the Universe, University of Tokyo, Japan, Oct. 28, 2010.
10. Noncommutative geometry and lower dimensional volumes in Riemannian geometry. Analysis seminar, University of Auckland, New Zealand, Oct. 18, 2010.

D. 講義

1. Pseudodifferential Operators and Applications (数理大学院・4年生共通講義)
2. Introduction to Noncommutative Geometry. (数理大学院・4年生共通講義)

## 特任助教 (Project Research Associate)

阿部 紀行 (ABE Noriyuki)

### A. 研究概要

簡約群の表現論を、主に代数的な立場から研究している。本年度は九州大学の三枝洋一氏と共同で、幾何学的 Jacquet 加群に関する研究を行った。Jacquet 加群にはその定義から極小放物型部分群の作用が入る。従って幾何学的な Jacquet 加群にもその作用が入るはずであるが、それが幾何学的に定義できることを示した [2]。

I study the representation theory of reductive groups from an algebraic viewpoint. In this year, I studied the geometric Jacquet functor with Yoichi Mieda (Kyushu university). By the definition of the Jacquet module, there is an action of the minimal parabolic subgroup. We give such action by the geometric way [2].

### B. 発表論文

1. N. Abe: “On the existence of homomorphisms between principal series representations of complex semisimple Lie groups”, *J. Algebra* 330 (2011), no. 1, 468–481.
2. N. Abe and Y. Mieda: “A remark on the geometric Jacquet functor”, *J. Math. Sci. Tokyo* 17 (2010), 243–246.
3. N. Abe and H. Nakaoka: “General heart construction on a triangulated category (II): Associated cohomological functor, *Applied Categorical Structures*”, DOI:10.1007/s10485-010-9226-z.
4. N. Abe: “Vanishing of extensions of twisted Verma modules”, *Proc. Amer. Math. Soc.* 137 (2009), 3923–3926.
5. N. Abe and H. Yamashita: “A note on Howe duality correspondence and isotropy representations for unitary lowest weight modules of  $Mp(n, \mathbb{R})$ ”, *J. Lie Theory* 19 (2009), No. 4, 671–683.
6. N. Abe: “Jacquet Modules of Principal Series Generated by the Trivial  $K$ -Type”, *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* 44 (2008), no. 4, 1169–1197.
7. N. Abe: “First extension groups of Verma modules and  $R$ -polynomials”, preprint.
8. N. Abe: “The category  $\mathcal{O}$  for a general Coxeter system”, preprint.
9. N. Abe: “Generalized Jacquet modules of parabolic induction”, preprint

### C. 口頭発表

1. Verma 加群の拡大と  $R$  多項式, 2010 年度表現論シンポジウム, 伊豆の国市, 2010 年 11 月 12 日.
2. 複素半単純 Lie 群の主系列表現の間の Ext 群について, 日本数学会秋季総合分科会 特別講演, 名古屋大学, 2010 年 9 月 22 日.
3. Jacquet modules of parabolically induced representation, 2010 Nankai Summer School on Representation Theory and Harmonic Analysis, 南開大学, 2010 年 6 月 11 日.
4. On the extensions between Verma modules, *Recent Advances in Mathematics at IPMU*, 2, IPMU, 2010 年 4 月 6 日.
5. On extensions between principal series of complex semisimple Lie groups, 第 9 回冨零軌道と表現論研究集会, 北海道大学, 2010 年 2 月 19 日.
6. On the existence of homomorphisms between principal series of complex semisimple Lie groups, *Tokyo-Seoul Conference in Mathematics Representation Theory*, 東京大学, 2009 年 12 月 4 日.
7. On dimension of Whittaker vectors, 金沢数論幾何集会, 金沢, 2009 年 11 月 26 日.

8. Jacquet modules of parabolic induction, AGU Lectures on Representation Theory, 青山学院大学, 2009年10月22日.

9. ねじれた Verma 加群の間の高次 Ext 群の消滅について, 日本数学会秋季総合分科会, 大阪大学, 2009年9月27日.

#### D. 講義

1. 数学 I 演習: 講義「数学 IA」の演習 (教養学部前期課程講義)

笠谷 昌弘 (KASATANI Masahiro)

#### A. 研究概要

境界付き  $q$ KZ 方程式とは、量子群の表現のテンソル積上に働く  $R$  行列および  $K$  行列を用いて定義される  $q$  差分方程式系である。一方、ダブルアフィンヘッケ環 (DAHA) とは、アフィンヘッケ環 (アフィンワイル群の  $q$  変形) をその部分代数として 2 つ含む結合代数である。

DAHA の多項式表現を用いて、 $K$  行列や境界付き  $q$ KZ 方程式を定式化し、その多項式解を構成する手続きを得た。また、非対称 Koornwinder 多項式を用いて、具体的に方程式の多項式解を構成した。解が因子化する場合など、興味深い例が見つかっている。

$R$  行列およびここで得た  $K$  行列は、境界での可積分条件として知られている反射関係式を満たす。つまり我々が構成した  $K$  行列は、DAHA の表現論 (多項式表現) から導かれる反射方程式の特殊解である。他の  $K$  行列により定義される  $q$ KZ 方程式について、そのような表現論的な手法を用いて解の構成などができないか検討している。

Boundary  $q$ KZ equation is a system of  $q$ -difference equations defined by  $R$ - and  $K$ -matrices which act on a tensor product of representations over quantum algebra. The double affine Hecke algebra (DAHA) is an associative algebra which includes two affine Hecke subalgebras ( $q$ -deformations of affine Weyl groups). In terms of a polynomial representation of the DAHA, we formulated  $K$ -matrices and the boundary  $q$ KZ equation, and obtained a procedure to construct polynomial solutions of the

equation. We explicitly constructed polynomial solutions by using non-symmetric Koornwinder polynomials. We found interesting solutions: factored solutions, and so on.

$R$ -matrix and our  $K$ -matrices satisfy a reflection equation which is known as integrability condition on boundary. Hence our  $K$ -matrices are special solutions of the reflection equation induced from representation theory (the polynomial representation) of DAHA. On  $q$ KZ equation which is defined by other  $K$ -matrices, I am examining whether we can construct solutions of the  $q$ KZ equation by representation-theoretical method.

#### B. 発表論文

1. Masahiro Kasatani : “Boundary Quantum Knizhnik-Zamolodchikov Equation”, New Trends in Quantum Integrable Systems: Proceedings of the Infinite Analysis 09 (2010) 157–171.
2. Masahiro Kasatani : “The polynomial representation of the double affine Hecke algebra of type  $(C_n^\vee, C_n)$  for specialized parameters”, arXiv:0807.2714 (2008).
3. M. Kasatani and Y. Takeyama : “The quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation and non-symmetric Macdonald polynomials”, Funkcialaj Ekvacioj Volume 50 Number 3 (2007) 491–509.
4. M. Kasatani and V. Pasquier : “On polynomials interpolating between the stationary state of a  $O(n)$  model and a Q.H.E. ground state”, Communications in Mathematical Physics Volume 276, Number 2 (2007) 397–435.
5. M. Kasatani, T. Miwa, A. N. Sergeev, A. P. Veselov : “Coincident root loci and Jack and Macdonald polynomials for special values of the parameters”, Contemporary Mathematics Volume 417 (2006) 207–225.

### C. 口頭発表

1. “ $C^V C$  型 DAHA の多項式表現と境界付き  $qKZ$  方程式について”, 研究集会「BC 系と AGT 予想の周辺」, 東京大学大学院数理解析科学研究科, 2010 年 9 月.
2. “境界付き  $qKZ$  方程式と非対称 Koornwinder 多項式について”, RIMS 研究集会「可積分系数理の多様性」, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 8 月.
3. “The  $qKZ$  equation and its polynomial solutions”, RIMS 合宿型セミナー「Diagram algebras and related topics」, 沖縄県宜野湾市, 2010 年 7 月.
4. “アフィンヘッケ環の多項式表現と  $qKZ$  方程式について”, 日本数学会 2009 年度秋季総合分科会 無限可積分系セッション特別講演, 大阪大学豊中キャンパス, 2009 年 9 月.
5. “Boundary quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation”, 国際研究集会「量子可積分系の新潮流」, 京都大学理学部数学教室, 2009 年 7 月.
6. “The quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation and non-symmetric Macdonald polynomials”, 東京無限可積分系セミナー, 東京大学, 2007 年 4 月.
7. “The quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation and non-symmetric Macdonald polynomials”, 第 4 回京都大学・ソウル大学数学若手交流会, ソウル大学 (韓国), 2007 年 2 月.
8. “The quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation and non-symmetric Macdonald polynomials”, MSJ-IHES Joint Workshop on Noncommutativity, IHES (フランス), 2006 年 11 月.
9. 「Temperley-Lieb 代数の多項式表現について」, 筑波大学数学系代数分野セミナー, 筑波大学, 2006 年 5 月.

### D. 講義

1. 数学 IB 演習 : 計算を中心とした微積分学の演習. (教養学部前期課程 理科一類 1 年生 通年)

2. 数学 II 演習 : 線形代数学の演習. (教養学部前期課程 理科二・三類 1 年生 冬学期)

金井 政宏 (KANAI Masahiro)

#### A. 研究概要

通常, セルオートマトンによるモデル化は空間を等しいサイズのセルに分割することにより行われるが, このセルサイズを車の密度に対して最適化する方法を提案した. これにより, 交通流ダイナミクスをセルオートマトンのルールと密接に結びつけることに成功した. セルオートマトンによるモデル化は生物分野を初め多くの研究分野で行われているが, 今回開発した方法は, これまでに得られている成果を大きく改善するものと期待されるものであり, 今後も積極的に研究を進めていきたい.

We recently proceeded with study on cellular automaton modeling, proposing a calibration method to optimize the cell size (length) according to the vehicle density. With this method, one can directly connect CA rules to dynamical phenomena, such as traffic flow, and then find their intrinsic mechanisms.

#### B. 発表論文

1. Masahiro Kanai, “Two-lane traffic-flow model with an exact steady-state solution”, *Phys. Rev. E* **82** (2010) 066107.
2. Masahiro Kanai, “Calibration of the Particle Density in Cellular-Automaton Models for Traffic Flow”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **79** (2010) 075002.
3. Masahiro Kanai, Shin Isojima, Katsuhiko Nishinari, and Tetsuji Tokihiro, “Ultra-discrete Optimal Velocity Model: a Cellular-Automaton Model for Traffic Flow and Linear Instability of High-Flux Traffic”, *Phys. Rev. E* **79** (2009) 056108.
4. Y. Tutiya and M. Kanai: “Exact solution of a coupled system of delay differential equations: a car-following model”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **76** (2007) 083002.

5. M. Kanai: “Exact solution of the zero-range process: fundamental diagram of the corresponding exclusion process”, J. Phys. A: Math. Gen. **40** (2007) 7127-7138.
  6. M. Kanai, K. Nishinari, and T. Tokihiro: “Solvability and Metastability of the Stochastic Optimal Velocity Model, Traffic and Granular Flow '05, A. Schadscheider et. al (eds), 2007, Springer-Verlag.
  7. M. Kanai, K. Nishinari and T. Tokihiro: “Exact solution and asymptotic behaviour of the asymmetric simple exclusion process on a ring”, J. Phys. A: Math. Gen. **39** (2006) 9071-9079.
  8. M. Kanai, K. Nishinari, and T. Tokihiro: “Stochastic Cellular-Automaton Model for Traffic Flow”, Cellular Automata, Lecture Notes in Computer Science vol. 4173 (2006), Springer-Verlag.
  9. M. Kanai, K. Nishinari and T. Tokihiro: “Analytical study on the criticality of the stochastic optimal velocity model”, J. Phys. A: Math. Gen. **39** (2006) 2921-2933.
- C. 口頭発表
1. 金井政宏, 『2車線交通流モデルとその厳密解』, 第16回交通流のシミュレーションシンポジウム, 名古屋大学, 2010年11月.
  2. Masahiro Kanai, *A Velocity-Clearance Relation in the Rule-184 Cellular Automaton as a Model of Traffic Flow*, ACRI2010 - IX International Conference on Cellular Automata for Research and Industry -, Ascoli Piceno (Italy), Sep., 2010.
  3. 金井政宏 『可積分系数理の多様性について』, RIMS 研究集会 可積分系数理の多様性 - Diversity of the Theory of Integrable Systems -, 2010年8月.
  4. 金井政宏, 『2車線交通流の確率モデルとその解析』, 2010年度第1回中央大学工学部物理学科談話会, 中央大学, 2010年7月.
  5. 金井政宏, 『交通流モデルの定常解とその漸近展開』, HMA セミナー・冬の研究会 2010, 広島大学, 2010年1月
  6. 金井政宏, 磯島伸, 西成活裕, 時弘哲治 『最適速度モデルから得られるセルオートマトンモデルについて』, 第15回交通流のシミュレーションシンポジウム, 名古屋大学, 2009年12月
  7. 金井政宏, 『ゼロレンジプロセスの可解構造について』, 第5回中央大学香取研究室火曜セミナー, 中央大学, 2009年11月
  8. 金井政宏, *Exact partition function of the zero-range process and expectation values in the thermodynamic limit*, 2009年度大規模相互作用系の確率解析 (VIIIth workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems), 東京大学, 2009年10月
  9. 金井政宏, 磯島伸, 西成活裕, 時弘哲治 『超離散OVモデルの厳密解と線形不安定性について』, 日本物理学会 2009年秋季大会, 熊本大学, 2009年9月
  10. 金井政宏, 『交通流の確率モデルと更新ルールについて』, RIMS 研究集会 『可積分系数理とその応用』, はこだて未来大学, 2009年8月

#### D. 講義

1. 数学IB演習(理科1類)(教養学部前期課程講義)
2. 数学I演習(理科2,3類)(教養学部前期課程講義)
3. 集中講義 『交通流の応用数理』(物理学特別講義第一), 中央大学大学院理工学研究科物理学専攻, 2010年7月23-24, 30-31日(計14コマ)

#### F. 対外研究サービス

1. RIMS 研究集会 『可積分系数理の多様性 - Diversity of the Theory of Integrable Systems - 』研究代表者(2010年8月)

2. 内閣府経済社会総合研究所委託事業「サービスイノベーションに関する国際共同研究」「流通と理学に関する研究会」委員
3. 日本物理学会 領域 11 運営委員 (任期: 2009 年 11 月から 2010 年 10 月まで)

#### G. 受賞

“JPSJ Papers of Editors’ Choice”, 2007 年 8 月 .

#### 鎌谷 研吾 (KAMATANI Kengo)

##### A. 研究概要

マルコフ連鎖モンテカルロ法と関連領域の研究を行った .  $D[0, \infty)$  上の確率分布の集合  $\mathcal{P}(D[0, \infty))$  に適当な距離を入れ, マルコフ分布値過程の弱収束を考えた . 昨年得られた混合モデルにおける弱収束を捉え直し, 様々な状況での収束を見た . 例えば Cowles 96 などが指摘しているように, Cumulative logit モデルなどで広く用いられている Albert-Chib の手法が degenerate である事を示した . またシンプルなモデルにおいては OU 過程に収束することを示し, その事実を利用して  $n$ -weakly consistent であることを示した .

My current research is asymptotic theory for Bayesian inference and related computing problem. A primary focus is asymptotic property of Markov chain and its application to Markov chain Monte Carlo (MCMC) methods. The convergence property of a Markov chain to a diffusion process is well known. I generalized it to the convergence of a Markov measure valued random variable to a  $\mathcal{P}(D[0, \infty))$ -valued random variable. I applied it to MCMC for mixture model and cumulative probit model. For the former, we proved that the MCMC for simple mixture model has  $\epsilon_n n^{1/2}$ -consistency where  $n$  is the sample size and  $\epsilon_n$  is the distance between mixture components. For the latter, we showed that a well known Albert-Chib method is degenerate. Moreover for a simple setting, the method is  $n$ -weak consistent, which means that the MCMC needs  $n$  times worse than the well behaved MCMC methods.

#### B. 発表論文

1. Application to Regular Gibbs Sampler, arXiv:1012.0996 (2010).
2. Metropolis-Hastings Algorithm for Mixture Model and its Weak Convergence, Proceedings of COMPSTAT’2010, eBook, (2010) 1175-1182.
3. Metropolis-Hastings Algorithms with acceptance ratios of nearly 1, Annals of the Institute of Statistical Mathematics, **61** (2009), 949–967

#### C. 口頭発表

1. Weak convergence of the Gibbs sampler for some simple models, Stochastic Analysis and Statistical Inference V, 東京大学, 東京, 2010 年 2 月
2. Weak convergence of the Gibbs sampler and its application to mixture model, Stochastic Analysis of the Advanced Statistical Models, 広島大学, 広島, 2010 年 3 月
3. Weak convergence of Markov chain Monte Carlo method and its application to Yuima, 統計数学セミナー, 東京大学, 東京, 2010 年 6 月
4. Validity of the EM algorithm for Haplotype frequency estimation, サマーセミナー, 伊豆, 静岡, 2010 年 8 月
5. Metropolis-Hastings Algorithm for Mixture Model and its Weak Convergence, COMPSTAT 2010, CNAM, パリ, フランス, 2010 年 8 月
6. マルコフチェーンモンテカルロ法の弱収束, 統計関連学会連合大会, 早稲田大学, 東京, 2010 年 9 月
7. マルコフチェーンモンテカルロ法のエルゴード性の解析, マクロ経済動学の非線形数理, RIMS, 京都, 2010 年 9 月
8. Convergence of Markov measure valued random variables and its application to MCMC, SPA 2010, Senri life science center, 大阪, 2010 年 9 月



9. MCMC 法の解析における漸近的方法,  
RIMS, 京都, 2010 年 11 月

## F. 対外研究サービス

### 統計数学セミナーのオーガナイズ

児玉 大樹 (KODAMA Hiroki)

#### A. 研究概要

三松佳彦氏・三好重明氏・森淳秀氏との共同研究において、オープンブック葉層構造における Thurston の不等式の成立条件を調べた。

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。

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る。

Yoshihiko Mitsumatsu, Shigeaki Miyoshi, Atsuhide Mori and I studied on Thurston's inequality for openbook foliations.

I researched on simple groups that are not uniformly simple. I showed the infinite alternating group with a pseudometric that evaluate the simpleness, is quasiisometric to the half line.

Shigenori Matsumoto and I studied on dynamical systems by diffeomorphisms on a circle, and constructed  $C^1$ -diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains. I take 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.

#### B. 発表論文

1. 上原七生, 溝田淳, 安達恵美子, 山本修一, 石原顕紀, 岩瀬克郎, 大塚里子, 瀧口正樹, 加藤真樹, 二村好憲, 関直彦, 児玉大樹: "自家

製 cDNA マイクロアレイを用いた糖尿病マウス網膜の網羅的遺伝子発現解析", 日本眼科紀要, 日本眼科紀要会, 56 巻 2 号 (2005) 85-89.

2. Nanami Adachi-Uehara, Masaki Kato, Yoshinori Nimura, Naohiko Seki, Akinori Ishihara, Eriko Matsumoto, Katsuro Iwase, Satoko Ohtsuka, Hiroki Kodama, Atsushi Mizota, Shuichi Yamamoto, Emiko Adachi-Usami, Masaki Takiguchi: "Up-regulation of genes for oxidative phosphorylation and protein turnover in diabetic mouse retina", *Experimental Eye Research*, Elsevier, Vol. 83 (2006) 849-857.
3. Hiroki Kodama, Peter W. Michor: "The homotopy type of the space of degree 0 immersed plane curves", *Revista Matematica Complutense*, Facultad de Ciencias Matemáticas Universidad Complutense de Madrid, Vol. 19 no. 1 (2006) 227-234.
4. Shigeyuki Kamatani, Hiroki Kodama, Takeo Noda: "A Birkoff Section for the Bonatti-Langevin Example of Anosov Flows", *Proceedings of the International Conference Foliations 2005*, World Scientific Publishing Co., (2006) 229-243.
5. Hiroki KODAMA, Yoshihiko MITSUMATSU, Shigeaki MIYOSHI and Atsuhide MORI, On Thurston's inequality for spinnable foliations, *Foliations, Geometry, and Topology: Paul Schweitzer Festschrift*, (2009) 173-193.

#### C. 口頭発表

1. The homotopy group of the space of degree 0 immersed plane curves, "Foliations, Topology and Geometry in Rio", PUC Rio, Rio de Janeiro, Brazil, 2007 年 8 月 7 日.
2. 葉層構造に対する Thurston の不等式について 1, 葉層構造論シンポジウム, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2007 年 10 月 30 日.
3. サーストン不等式とオープンブック葉層構造, トポロジー火曜セミナー, 東大数理, 2007 年 11 月 6 日.

4. Thurston's inequality and open book foliations, Tokyo-Seoul Conference in Mathematics Geometry and Topology, 東大数理, 2007年12月1日
5. 無限交代群について, トポロジーと表現論の諸相 2009, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2009年10月3日.
6. 非一様単純群について, 信州トポロジーシンポジウム, 信州大学, 2009年12月18日.
7. 非一様な単純群について, 日本数学会年会トポロジー分科会, 慶應大学, 2010年3月24日.
8. Minimal  $C^1$  diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains, 「葉層構造と微分同相群 2010 研究集会」 Foliations and Groups of Diffeomorphisms 2010, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2010年10月25日.
9. 可測な基本領域を持つ円周上の  $C^1$ -級極小微分同相, シンプレクティック幾何とその周辺, 秋田大学, 2010年11月18日.
10. がんの特効薬を求めて -創薬における数理解科学的な手法-, 数学の展開 諸分野との連携を探る, 東北大学, 2010年11月27日.

#### D. 講義

1. 幾何学特別演習 II: 位相空間のホモトピー同値, ホモトピー群, ホモロジー群などに関する演習を行った. (理学部数学科3年生講義)

#### 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

鈴木 正俊 (SUZUKI Masatoshi)

#### A. 研究概要

有理数体上定義された簡約代数群と, その極大放物部分群から定義されるゼータ関数に対して, 昨年度, 小森靖 (立教大), Haseo Ki (韓国・延世大)

との共同研究により, 半単純群に対応するゼータ関数に対しては, 弱い形の Riemann 予想の類似が一般的に成り立つという結果を得た. 今年度, この成果の証明の改良/簡略化を行い, 論文としてまとめた. この共同研究の副産物として, ルート系の構造に関する美しい性質が得られる. この他, 上半平面上のハーディ空間のモデル部分空間の理論を, 数論的に定義される  $L$  関数の零点分布に応用する研究を開始した. 最初の成果として, リーマン予想とある種の級数の正值性との同値性が得られた. この研究は近年行っている関数解析における平均周期性の概念と,  $L$  関数の解析的性質とを関連付ける研究から派生している.

Concerning zeta functions associated with pairs of reductive groups defined over the rational number field and their maximal parabolic subgroups, last year, I obtained the result that they satisfy analogue of the Riemann hypothesis in a weak sense at least if algebraic groups are semisimple in the joint work with Yasushi Komori (Rikkyo Univ.) and Haseo Ki (Yonsei Univ.). This year, we improved and simplified the proof, and summarized them in an article. As a by-product of this work, we find beautiful structural properties of root systems. In addition I started a project which apply the theory of model subspaces of the Hardy space on the upper half-plane to studies of distributions of zeros of arithmetic  $L$ -functions. As the first result, I obtained a new equivalence condition between the Riemann hypothesis and a positivity of certain series. This project was derived from my recent studies about a correspondence between certain classes of mean-periodic functions and analytic properties of  $L$ -functions of arithmetic schemes.

#### B. 発表論文

1. Y. Kamiya and M. Suzuki: "An attempt to interpret the Weil explicit formula from Beurling's spectral theory", J. Number Theory **131** (2011), no. 4, 685-704 .
2. M. Suzuki: "Two dimensional adelic analysis and cuspidal automorphic representations of  $GL(2)$ ", Proceedings of the workshop "Multiple Dirichlet Series and Ap-

lications to Automorphic Forms”, Edinburgh (August 2008), to appear.

3. M. Suzuki and L. Weng : “Zeta functions for  $G_2$  and their zeros”, Int. Math. Res. Not. IMRN **2009** (2009), no. 2, 241–290.
4. M. Suzuki : “The Riemann hypothesis for Weng’s zeta function of  $\mathrm{Sp}(4)$  over  $\mathbb{Q}$ ” with an appendix by L. Weng, J. Number Theory **129** (2009), no. 3, 551–579.
5. M. Suzuki : “On the zeros of approximate functions of Rankin-Selberg  $L$ -function”, Acta Arith. **136** (2009), no. 1, 19–45.
6. M. Suzuki : “An analogue of the Chowla-Selberg formula for several automorphic  $L$ -functions”, Probability and number theory-Kanazawa 2005, Adv. Stud. Pure Math., **49** (2007), 479–506.
7. M. Suzuki : “A proof of the Riemann hypothesis for the Weng zeta function of rank 3 for the rationals”, The Conference on  $L$ -Functions, 175–199, World Sci. Publ., Hackensack, NJ, 2007 .
8. J.C. Lagarias and M. Suzuki : “The Riemann hypothesis for certain integrals of Eisenstein series”, J. Number Theory **118** (2006), no. 1, 98–122.

#### C. 口頭発表

1. Zeros of Weng’s zeta functions for Chevalley groups, RIMS Project Research: Workshop on various zeta functions and related topics, 東京大学数理解析研究所, 2010 年 12 月.
2. On subspaces of the Hardy space related to zeros of zeta functions, 解析数論-複素関数の値の分布と性質を通して, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 10 月.
3. Zeros of Weng’s zeta functions for  $(G, P)$ , 保型形式・保型表現およびそれに伴う  $L$  関数と周期の研究, 東京大学数理解析研究所, 2010 年 1 月.

4. Eisenstein series and zeros of zeta functions, 解析数論およびその周辺の諸問題, 京都大学数理解析研究所, 2009 年 10 月.
5. On the zeros of zeta functions for  $(G, P)$ , International conference “Zeta Function Days in Seoul”, Yonsei University, Korea, 2009 年 9 月.
6. アイゼンシュタイン級数とある種のゼータ関数のリーマン予想, 日本数学会 2009 年度年会, 東京大学数理解析研究所, 2009 年 3 月.
7. Continuous deformations of the Riemann zeta-function, 第 14 回 早稲田大学整数論研究集会, 早稲田大学理工学部, 2009 年 3 月.
8. Riemann ゼータ関数のある連続変形について, 解析的整数論の新しい展開, 京都大学数理解析研究所, 2008 年 10 月.
9. Mean-periodicity and zeta functions, Multiple Dirichlet Series and Applications to Automorphic Forms, University of Edinburgh, Scotland, 2008 年 8 月.
10. On zeta integrals related to Hasse-Weil  $L$ -functions of elliptic curves, 解析的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2007 年 10 月.

#### D. 講義

1. 数学 I 演習: 数学 I の内容にそって微積分学の演習を行った. (教養学部前期課程・通年)
2. 複素解析学特別演習: 複素解析学 II の内容に沿って演習を行った. (3 年生向け講義)
3. 代数と幾何補習: 代数と幾何の講義内容に沿って補習を行った (理学部 2 年生 (後期))

#### F. 対外研究サービス

1. 研究集会オーガナイザー: RIMS Project Research; Workshop on various zeta functions and related topics, 東京大学数理解析研究所, 2010 年 12 月 (主催者: 松本耕二, 鈴木正俊, 中村隆).

田中 仁 (TANAKA Hitoshi)

#### A. 研究概要

実解析的手法による調和解析の分野で、多重線形作用素に関わる研究は、幾つかの先駆的な結果を得て、近年盛んに進められている。Morrey 空間は、関数の局所的な regularity を Lebesgue 空間よりも正確に記述することのできる関数空間である。今年度私は、多重線形分数積分作用素について、Morrey 空間上での既知の有界性を改善し、さらに、それが最良であることを示した。また、多重線形分数積分作用素について、Lebesgue 空間上で知られていた加重の理論を Morrey 空間上へ拡張することに成功した。ノルムの定義に上限を含むことが災いして、適切な公式化が難しく、Morrey 空間上での加重の理論は未成熟である。私の用いた定式化は、その簡便さゆえ、多くの応用が可能ではないかと期待している。

Morrey spaces, which were introduced by C. Morrey in order to study regularity questions which appear in the Calculus of Variations, describe local regularity more precisely than Lebesgue spaces and are widely used not only in harmonic analysis but also in partial differential equations. We have developed a theory of weights for multilinear fractional integral operators and multi(sub)linear fractional maximal operators in the framework of Morrey spaces. We give natural sufficient conditions for the one and two weight inequalities of these operators and, as a corollary, obtain the Olsen inequality for multilinear fractional integral operators. The results extend to Morrey spaces of those in Lebesgue spaces due to Kabe Moen.

#### B. 発表論文

1. H. Tanaka: “Morrey spaces and fractional operators”, *J. Aust. Math. Soc.*, **88**(2010), no.2, 247–259.
2. T. Iida, E. Sato, Y. Sawano and H. Tanaka : “Multilinear fractional integrals on Morrey spaces”, submitted.
3. T. Iida, E. Sato, Y. Sawano and H. Tanaka : “Sharp bounds for multilinear fractional integral operators on Morrey type spaces”, submitted.

4. T. Iida, E. Sato, Y. Sawano and H. Tanaka : “Weighted norm inequalities for multilinear fractional operators on Morrey spaces”, submitted.
5. H. Gunawan, E. Nakai, Y. Sawano and H. Tanaka : “Generalized Stummel class and Morrey spaces”, submitted.
6. Y. Sawano, S. Sugano and H. Tanaka : “Generalized fractional integral operators and fractional maximal operators in the framework of Morrey spaces”, to appear in *Trans. Amer. Math. Soc.*
7. Y. Sawano, S. Sugano and H. Tanaka : “A note on generalized fractional integral operators on generalized Morrey spaces”, *Boundary Value Problems*, Volume 2009 (2009), Article ID 835865, 18 pages.
8. Y. Sawano and H. Tanaka : “Triebel-Lizorkin-Morrey spaces and Besov-Morrey spaces with non-doubling measures”, *Math. Nach.*, **282**(2009), no.12, 1788–1810.
9. Y. Sawano and H. Tanaka : “Predual of Morrey spaces with non-doubling measures”, *Tokyo J. Math.*, **32**(2009), no.2, 471–486.
10. Y. Sawano and H. Tanaka : “Decompositions of Besov-Morrey spaces and Triebel-Lizorkin-Morrey spaces”, *Math. Z.*, **257**(2007), 871–905.

#### C. 口頭発表

1. “Fractional integral operators and Morrey spaces with small parameters”, *Harmonic Analysis and its Applications at Pohang* (2009), Korea.
2. “The John-Nirenberg type inequality for non-doubling measures”, *Intern. Conf. on Harmonic Analysis and its Application at Sevilla* (2006), Spain.
3. “The John-Nirenberg type inequality for non-doubling measures”, *proceedings of Harmonic Analysis and its Application at Sapporo* (2005), Japan.

#### D. 講義

1. 基礎数理論特別講義 (夏学期木曜2限)を担当し,大学院生向けに調和解析に関する講義を行った. Carleson と Hunt による  $L^p$  関数の Fourier 級数の概収束定理の解説を試みた.

永井 保成 (NAGAI Yasunari)

#### A. 研究概要

前年度の研究からの継続として,本年度はいわゆる O'Grady の 6 次元の例について,その Donaldson-Uhlenbeck コンパクト化上の双有理幾何についての研究を行い,一定の結果を得た.他にも,高次元のシンプレクティック多様体上の豊富因子の特殊性に関する研究(KIASのHwang教授との共同研究),また中島 Quiver 多様体や parabolic Higgs 束のモジュライ空間の上で起こりうる双有理変換の明示的幾何に関する研究も行った.

As an continuation of my research of the previous year, I studied so-called O'Grady's six dimensional example. I obtained a result on the birational geometry of the example over the Donaldson-Uhlenbeck compactification. I also studied some other problems; a kind of specialty property of an ample divisor on a higher dimensional holomorphic symplectic manifold (jointly with Prof. J.-M. Hwang at KIAS), and explicit birational geometry of Nakajima Quiver variety and the moduli space of parabolic Higgs bundles over an algebraic curve.

#### B. 発表論文

1. Y. Nagai: "On monodromies of a degeneration of irreducible symplectic Kähler manifolds" *Math. Z.* **258** (2008) pp. 407-426.
2. J.-M. Hwang and Y. Nagai: "Algebraic complete integrability of an integrable system of Beauville" *Ann. Inst. Fourier* **58** no. 2 (2008) p. 559-570.

3. Y. Nagai and F. Sato: "Deformation of a smooth Deligne-Mumford stack via differential graded Lie algebra" *J. Algebra* **320** (2008) issue 9 pp. 3481-3492.

4. Y. Nagai: "Non-locally-free locus of O'Grady's ten dimensional example" preprint (2010)

5. Y. Nagai: "Birational geometry of O'Grady's six dimensional example over the Donaldson-Uhlenbeck compactification" preprint (2010)

#### C. 口頭発表

1. An explicit study of non-locally-free locus of O'Grady's examples, 都の西北代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学, 2010年11月12日
2. An explicit study of O'Grady's six dimensional example, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2011年1月14日

#### D. 講義

1. 数学II演習:教養学部大学1年次の線形代数の講義に付随する演習を2クラス担当した.

中岡 宏行 (NAKAOKA Hiroyuki)

#### A. 研究概要

三角圏, Abel 圏などを中心に,代数分野への応用をもつ圏のホモロジカルな側面を研究している.また最近では,(プロ)有限群  $G$  上での Abel 群の  $G$ -両変アナロジーとしての Mackey 関手,可換環の  $G$ -両変アナロジーとしての丹原関手に興味をもってこれに取り組んでいる.

Mackey 関手は, (1)  $G$  の部分群の包含と共役に付随する群準同型の族による組合せ論的定義 (2)  $G$  集合上の共変関手と加法的反変関手の組を用いた両変関手としての定義 (3) Mackey algebra 上の加群とする定義 (4) スパン圏を用いた Lindner 型の定義 という 4 つの (互いに同値な) 側面をもつ代数的対象であり, コホモロジー群, 加群値の fixed point functor, Burnside 関手 (の加法部分) 等々, 群論・表現論の対象を例に持つ.  $G$  が自明な場合は Abel 群に他ならない.

丹原関手は，加法的に Mackey 関手であり乗法的に半 Mackey 関手（即ち，可換半群の  $G$ -両変類似物）となるような  $G$  上の代数的対象として定義され，コホモロジー環，表現環，可換環値の fixed point functor, (Witt-)Burnside 関手などを具体例に持つ．丹原関手の圏は  $G$ -環の圏を fully faithful に含み， $G$  が自明な場合は可換環の圏に一致する．

当研究では，可換環の  $G$ -両変類似物として，可換環論の基本的な部分を丹原関手に拡張することを目指しており，半群環，イデアル剰余，素スペクトラム，商環，多項式環などの  $G$ -両変アナロジーの構成を行っている．

We are studying homological aspects of categories used in algebraic areas, especially on triangulated or abelian categories. Besides, recently we are interested in **Mackey functors** as a  $G$ -bivariant analog of abelian groups, and **Tambara functors** as a  $G$ -bivariant analog of commutative rings, where  $G$  is a (pro-)finite group.

A Mackey functor admits four equivalent definitions; (1) combinatorially, as a family of group homomorphisms indexed by inclusions and conjugations of subgroups in  $G$  (2) as a bivariant pair of a covariant functor and an additive contravariant functor on the category of finite  $G$ -sets (3) as a module over Mackey algebra (4) by the Lindner-type definition, using the category of spans. Cohomology groups, module-valued fixed point functors, and Burnside (module) functors are first examples, which appear in the group theory or the representation theory. When  $G$  is trivial, it is nothing other than an abelian group.

A Tambara functor is an algebraic object on  $G$ , consisting of an additive Mackey-functor part and a multiplicative semi-Mackey-functor part. Cohomology rings, representation rings, ring-valued fixed point functors, and (Witt-)Burnside functors are examples. The category of Tambara functors on  $G$  contains the category of  $G$ -rings fully faithfully, and agrees with the category of commutative rings when  $G$  is trivial.

In our research, as a  $G$ -bivariant analogy, we

aim at a generalization of some fundamental parts of the commutative ring theory to the level of Tambara functors. We are now constructing analogs of semi-group rings, ideal quotients, prime spectra, fractions, polynomial rings, and so on.

## B. 発表論文

1. Nakaoka, H.: “Structure of the Brauer ring of a field extension”, Illinois Journal of Mathematics **52** (2008), no.1, 261–277.
2. Nakaoka, H.: “Tambara functors on profinite groups and generalized Burnside functors”, Communications in Algebra **37** (2009) no.9, 3095–3151.
3. Nakaoka, H.: “Cohomology theory in 2-categories”, Theory and Applications of Categories **20** (2008), No.16, 542–604 .
4. Nakaoka H.: “Brauer groups, Mackey and Tambara functors on profinite groups, and 2-dimensional homological algebra, 東京大学大学院博士論文, 2009年3月.
5. Nakaoka, H.: “Comparison of the definitions of Abelian 2-categories”, Tsukuba Journal of Mathematics **34** (2010) No.2, 173–182.
6. Nakaoka, H.: “General heart construction on a triangulated category (I): Unifying  $t$ -structures and cluster tilting subcategories”, Applied Categorical Structures, online first: DOI 10.1007/s10485-010-9223-2.
7. Abe, N.; Nakaoka, H.: “General heart construction on a triangulated category (II): Associated homological functor”, Applied Categorical Structures, online first: DOI 10.1007/s10485-010-9226-z.
8. Nakaoka, H.: “Frobenius condition on a pretriangulated category, and triangulation on the associated stable category”, arxiv:1006.1033.
9. Nakaoka, H.: “Tambarization of a Mackey functor and its application to the Witt-

*Burnside construction*”, to appear in *Advances in Mathematics*.

10. Nakaoka, H.: “*A generalization of The Dress construction for a Tambara functor, and polynomial Tambara functors*”, preprint.

#### C. 口頭発表

1. *Introduction to the 2-categorical homological algebra*, Math.-String seminar, IPMU 2009年3月19日.
2. *Cohomology theory in 2-categories: Definitions and Comparison*, Workshop: 高次元圏による表現論、ホモトピー代数、代数幾何学, 京都大学理学部, 2009年9月4日.
3. *General heart construction on a triangulated category*, Complex algebraic geometry, Oberwolfach, Germany, 2009年9月30日.
4. *Some homological constructions on a triangulated category I, II*, 代数学セミナー, 名古屋大学, 2009年12月18日, 19日.
5. *General heart construction on a triangulated category*, 数理情報科学セミナー, 広島大学, 2009年12月25日.
6. *On some homological constructions concerning abelian and triangulated categories*, 代数幾何学セミナー, 東京工業大学, 2010年1月29日.
7. *On some homological constructions concerning abelian and triangulated categories*, 第5回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 2010年2月16日.
8. *Frobenius condition on a pretriangulated category*, 第15回代数学若手研究会, 名古屋大学, 2010年3月3日.
9. *Categorical aspect of the Witt-Burnside construction*, Lefschetz fibration and category theory, 大阪大学, 2010年6月6日.
10. *Categorical aspect of the Witt-Burnside construction*, 第27回代数的組合せ論シンポジウム, 高知大学, 2010年6月22日.

#### D. 講義

1. 数学II演習: 線型代数に関する演習を行った. (教養学部前期課程 理科一類1年)
2. 代数学I演習: 群論に関する演習を行った. (理学部数学科3年)

#### G. 受賞

2009年3月 東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞

2010年9月 日本数学会 建部賢弘賞奨励賞

奈良光紀 (NARA Mitsunori)

#### A. 研究概要

放物型および双曲型偏微分方程式の定性的理論に関する研究を行った. 双安定型の非線形項を持つ反応拡散方程式の代表である Allen-Cahn 方程式に焦点を当て, 時刻無限大での解の漸近挙動と進行波の漸近安定性の解析に取り組んだ. 特に, 空間多次元の Allen-Cahn 方程式に現れる進行波として広く知られる平面波 (planar wave) の安定性解析を中心に研究を行い, 無限次元力学系の理論を応用することで, 解の時間漸近挙動について新たな評価を得た. また, Allen-Cahn 方程式と Damped wave equation の特異極限問題を通じて, 非線形偏微分方程式に現れる界面運動の解析を行った. 双曲型偏微分方程式の一種である Damped wave equation の解析では, 新たに解の比較定理を証明し, これを基礎として放物型偏微分方程式の解析で用いられる漸近展開や優解劣解を構成する手法を応用した. この結果として, Damped wave equation においても, Allen-Cahn 方程式と同様の界面運動が現れることを明らかにした.

My research is mainly for qualitative theory for partial differential equations of parabolic type. The Allen-Cahn equation is a typical example of reaction-diffusion equation with bistable type nonlinearity. I studied the large time behavior of the solutions in the Allen-Cahn equation and analyze the stability of the planar wave, which is the most common type of traveling wave for this problem. By introducing some notions in the dynamical systems theory, I showed some estimates for the derivatives of

the solutions at large time, and obtained some sufficient conditions for their asymptotic stability. I also studied the interfacial phenomena that appear in the singular limit problems of the Allen-Cahn equation and the damped wave equation. In the analysis of the damped wave equation, I proved the comparison principle by assuming the over-damping condition. It allows us to apply the technique of constructing supersolutions and subsolutions and to show that the motion of interfaces is governed by the mean curvature flow, similarly to the case of the Allen-Cahn equation.

## B. 発表論文

1. Mitsunori Nara and Masaharu Taniguchi : “Stability of a traveling wave in curvature flows for spatially non-decaying perturbations”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, **14** (2006) 203-220.
2. Mitsunori Nara and Masaharu Taniguchi : “Convergence to V-shaped fronts in curvature flows for spatially non-decaying perturbations”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, **16** (2006) 137-156.
3. Mitsunori Nara and Masaharu Taniguchi : “The condition on the stability of stationary lines in a curvature flow in the whole plane”, *J. Differential Equations*, **237** (2007) 61-76.
4. Mitsunori Nara : “Large time behavior of radially symmetric surfaces in the mean curvature flow”, *SIAM J. Math. Anal.*, **39** (2008) 1978-1995.
5. Hiroshi Matano, Mitsunori Nara, and Masaharu Taniguchi : “Stability of planar waves in the Allen-Cahn equation”, *Communications in Partial Differential Equations*, **34** (2009) 976-1002.

## C. 口頭発表

1. Large time behavior of disturbed planar fronts in the Allen-Cahn equation, Conference “Geometrical aspects of partial differential equations”, C.I.R.M., Marseille, France, March 2009.

2. Stability of planar waves in the Allen-Cahn equation, seminar talk, University Montpellier 2, Montpellier, France, March 2009.
3. Large time behavior of disturbed planar fronts in the Allen-Cahn equation, RDS セミナー, 明治大学先端数理科学インスティテュート, July 2009.
4. Allen-Cahn 方程式と平均曲率流における進行波, 日本数学会 2009 年度秋季総合分科会 応用数学分科会 特別講演, 大阪大学, September 2009.
5. Stability of traveling waves in the Allen-Cahn equation and the mean curvature flow, 第9回盛岡応用数学小研究集会, 岩手大学, November 2009.
6. Stability of planar waves in the Allen-Cahn equation, seminar talk, University Bordeaux 2, Bordeaux, France, February 2010.
7. Large time behavior of disturbed planar fronts in the Allen-Cahn equation, The 8th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Dresden University of Technology, Germany, May 2010.
8. Allen-Cahn 方程式における解の時間漸近挙動と平面波の安定性, 洞爺解析セミナー, 洞爺山水ホテル (北海道), September 2010.
9. Large time behavior of graphical curves in curvature flow, seminar talk, University of Paris-Sud, Orsay, France, February 2011.
10. Allen-Cahn 方程式における解の時間漸近挙動と平面波の安定性, 非線形現象の数値シミュレーションと解析 2011, 北海道大学, March 2011.

## D. 講義

1. 数学 演習 : 数学 (線形代数) に対応する演習 (教養学部前期課程講義)



松田 能文 (MATSUDA Yoshifumi)

#### A. 研究概要

今年度は、尾國新一氏、山形紗恵子氏とともに群の相対的双曲構造について研究を行なった。

相対的双曲群の概念はグロモフにより導入されたものであり幾何学的有限なクライン群や双曲群の一般化である。可算群  $G$  が無限部分群のなす共役不変な族  $\mathfrak{h}$  に対して相対的に双曲的であるとき、 $\mathfrak{h}$  を  $G$  の相対的双曲構造と呼ぶ。我々は群の相対的双曲構造全体の集合に興味を持っている。この集合は、非初等的な双曲群に対しても可算無限集合である。

我々は、有限生成群に対して、その上の相対的双曲構造全体のなす集合が部分群の包含関係から誘導される順序に関して有向集合であることを証明した。さらに、有限生成群の二つの相対的双曲構造に対して、各々に関する相対的擬凸部分群が一致するための必要十分条件を得た。

In this academic year I studied relatively hyperbolic structures on groups jointly with Shin-ichi Oguni and Saeko Yamagata.

The notion of relatively hyperbolic groups was introduced by Gromov and it is a generalization of those of geometrically finite Kleinian groups and hyperbolic groups. When a countable group  $G$  is hyperbolic relative to a conjugacy invariant collection of infinite subgroups  $\mathfrak{h}$ , We call  $\mathfrak{h}$  a relatively hyperbolic structure on  $G$ . We are interested in the set of all relatively hyperbolic structures on a group. This set is countably infinite even for non-elementary hyperbolic groups.

We showed that the set of all relatively hyperbolic structures on a finitely generated group is a directed set with respect to the partial order induced from the inclusion relation of subgroups. Furthermore, we obtained a criterion for two relatively hyperbolic structures on a finitely generated group to have the same set of relatively quasiconvex subgroups.

#### B. 発表論文

1. Y. Matsuda : “Polycyclic groups of diffeomorphisms of the closed interval ”, C. R. Math. Acad. Sci. Paris, Ser. I **347** (2009), no. 13-14, 813-816.

2. Y. Matsuda : “Groups of real analytic diffeomorphisms of the circle with a finite image under the rotation number function ”, Ann. Inst. Fourier (Grenoble) **59** (2009), no. 5, 1819-1845.

3. Y. Matsuda: “Global fixed point for groups of homeomorphisms of the circle ”, Contemporary Mathematics **498** (2009), 151-154.

#### C. 口頭発表

1. 円周の微分同相のなす群の上の回転数関数, リーマン面不連続群論研究集会, 岡山大学, 2008年1月14日.

2. 円周の同相群の部分群に対する二者択一性について, 第55回トポロジーシンポジウム, 金沢市文化ホール, 2008年8月7日.

3. 余次元1葉層の周期的な葉と1次元多様体の微分同相群, 研究集会「微分同相群と葉層構造」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2008年10月27日.

4. The rotation number function on groups of real analytic diffeomorphisms of the circle, Seminario de Sistemas Dinámicos, Universidad de Chile, 2009年1月26日.

5. 閉区間の微分同相のなすポリサイクリック群, 「同相群とその周辺」研究会, 京都産業大学, 2009年2月21日.

6. 円周の微分同相群の離散部分群, 日本数学会秋季総合分科会, トポロジー分科会特別講演, 大阪大学, 2009年9月24日.

7. Groups admitting only elementary convergence actions, 葉層構造と微分同相群研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2009年10月26日.

8. 松田能文: 円周の微分同相群の離散部分群, トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2009年11月18日.

9. On the isometry group of the universal Teichmüller curve, Workshop(s): Lefschetz fibration and category theory, 大阪大学, 2010年6月11日.

10. 双曲群の境界について, 一般位相幾何学及び幾何学的トポロジーの最近の話題とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2010年10月13日.

#### D. 講義

1. 数学II演習: 線型代数の基本的内容に関する演習を行なった. (教養学部前期課程講義)
2. 集合と位相補習: 集合及び位相空間の基礎について問題演習および質問への対応を行なった. (理学部2年生(後期))

#### F. 対外研究サービス

1. 「Coarse Geometry を学ぶ会 2」世話人, 2010年9月14~17日, 東京大学.

客員教授 (Visiting Professor)

Ahmed ABBES

A. 研究概要

I visited the Department of Mathematical Sciences at the University of Tokyo from October 1, 2010 to March 31, 2011. During my stay, I gave a graduate course, entitled “*Lectures on the  $p$ -adic Simpson correspondence*”.

I am expert in arithmetic geometry. My recent work focus on three topics : ramification theory, rigid geometry and  $p$ -adic Hodge theory. During my visit to Todai, I worked mainly on the last topic, and more precisely on the  $p$ -adic Simpson correspondence

In 1965, extending an earlier result of Weil, Narasimhan and Seshadri established a bijective correspondence between the set of equivalence classes of unitary irreducible representations of the fundamental group of a compact Riemann surface  $X$  of genus  $\geq 2$ , and the set of isomorphism classes of stable vector bundles of degree 0 on  $X$ . The correspondence has been extended later by Donaldson to all complex smooth projective varieties. The analogue for general linear representations is due to Simpson. In order to get a correspondence of the same type, we have to add to the vector bundle an extra structure ; it is the notion of Higgs bundle first introduced by Hitchin for algebraic curves. The main result of Simpson establishes an equivalence between the category of (complex) linear representations of the fundamental group of a complex smooth projective variety, the category of modules with integrable connections and the category of semi-stable Higgs bundles with vanishing Chern classes.

Faltings developed recently a  $p$ -adic analogue of Simpson’s correspondence. His approach extends earlier results of Tate, Sen and Fontaine, and relies on his theory of almost étale extensions. It is a sequel to his work in  $p$ -adic Hodge theory.

Let  $K$  be a discrete complete valuation field of characteristic 0, with perfect residue field  $k$  of characteristic  $p > 0$ ,  $\bar{K}$  be an algebraic closure of  $K$ . We denote by  $\mathcal{O}_K$  the valuation ring of  $K$ , by  $\mathcal{O}_{\bar{K}}$  the integral closure of  $\mathcal{O}_K$  in  $\bar{K}$ , by  $\mathcal{O}_C$  the  $p$ -adic completion of  $\mathcal{O}_{\bar{K}}$  and by  $C$  the field of fractions of  $\mathcal{O}_C$ . Faltings constructed a fully faithful functor from the category of  $p$ -adic representations of the geometric fundamental group of a proper smooth geometrically connected curve  $X$  over  $K$  (relatively to a base point  $x \in X$ ) to the category of Higgs bundles over  $\mathcal{O}_{X_C}$  with coefficients in  $\Omega_{X/K}^1(-1)$ . This functor is naturally defined over a strictly larger category than that of  $p$ -adic representations of  $\pi_1(X_{\bar{K}}, x)$ , called the category of *generalized representations* of  $\pi_1(X_{\bar{K}}, x)$ , and it is then an equivalence between this new category and that of Higgs bundles over  $\mathcal{O}_{X_C}$ . Faltings proved that Higgs bundles associated to “true”  $p$ -adic representations of  $\pi_1(X_{\bar{K}}, x)$  are semi-stable with vanishing slope, and expressed the hope that all semi-stable Higgs bundles with vanishing slope are obtained in this way. This statement would correspond to the difficult part in Simpson’s work on the complex case. At this stage, the correspondence works only partially in higher dimensions.

In a joint work with Michel Gros (Rennes), we developed a new approach for the  $p$ -adic Simpson correspondence, closely related to the original approach of Faltings, but also inspired by the work of Ogus and Vologodsky on an analogue in characteristic  $p > 0$ . Our first article on this subject is devoted to the local aspects of the theory. It was completed during my stay at Todai. The globalization of our approach is the subject of our second article in progress. During my stay at Todai, I concentrated on the study of the main tool for this purpose, namely, Faltings’ topos.

In my course, I presented the local aspect of my joint approach with M. Gros to  $p$ -adic Simp-

son's correspondence. I started by giving an extensive review of the theory of almost étale extensions, and I also covered Faltings' original construction.

## B. 発表論文

1. A. Abbes, T. Saito, *The characteristic class and ramification of an  $l$ -adic étale sheaf*, *Inventiones Mathematicae* **168** (2007), 567–612.
2. A. Abbes, T. Saito, *Analyse micro-locale  $l$ -adique en caractéristique  $p > 0$ , le cas d'un trait*, *Publ. RIMS, Kyoto Univ.* **45** (2009), 25–74.
3. A. Abbes, T. Saito, *Local Fourier transform and epsilon factors*, *Compositio Mathematica* **146** (2010), 1507-1551.
4. A. Abbes, *Éléments de Géométrie Rigide. Volume I. Construction et étude géométrique des espaces rigides*, livre (496 pages), *Progress in Mathematics Vol. 286*, Birkhäuser (2010).
5. A. Abbes, T. Saito, *Ramification and cleanliness*, prepublication (2010), arXiv:1007.3873.
6. A. Abbes, M. Gros, *Sur la correspondance de Simpson  $p$ -adique. I : étude locale*, prepublication (2011).

## C. 口頭発表

1. Ramification and cleanliness, 代数的整数論とその周辺 数理研 2010年12月6日(月) ~ 10日(金)

## PUEL Jean-Pierre

### A. 研究概要

My research field is mainly Controllability Theory for Partial Differential Equations and Inverse Problems in Partial Differential Equations.

I have been working for a long time on controllability for viscous incompressible fluid equations like Navier-Stokes equations. The method relies on a linearization process and a careful study of the linearized controllability problem. This requires an observability estimate for the adjoint system which can be obtained from a global Carleman estimate. This type of estimate for linearized Navier-Stokes equations is quite complex and we have found successive improvements in the last years.

We have also noticed a strong relation between controllability problems and some inverse problems, like recovery of some coefficients in wave type or Schrödinger type equations. Also the treatment of data assimilation problems leads to a result of unconditional stability with use of Carleman estimates. We have applied these methods to several cases including some models of quasigeostrophic large scale ocean motions. Another important question is the quantum logic information theory which involves control of quantum systems by the action of electromagnetic potentials. We have obtained some results of approximate controllability for the case of one single trapped ion (one qubit) and we are working on the case of two qubit systems which is fundamental in the understanding of quantum logic gates.

These researches have been presented in several publications which are already accepted or only submitted.

## B. 発表論文

1. A. Osses, J.-P. Puel : “Unique continuation property near a corner and its fluid-structure controllability consequences”, *ESAIM : COCV*, Vol **15** (2009), 279-294.
2. J.-P. Puel : “A non standard approach to a data assimilation problem and Tychonov regularization revisited”, *SIAM J. Control Optim.*, **48** (2009), 1089-1111.
3. M. Gonzales-Burgos, S. Guerrero, J.-P. Puel : “Local exact controllability to the trajectories of the Boussinesq system”,

Comm. Pure and Appl. Anal. **8** (2009), 311-333.

4. O. Yu. Imanuvilov, J.-P. Puel : “On global controllability of 2-D Burgers equation”, Discrete and Continuous Dynamical Systems **23** (2009) 299-313.
5. O.Yu. Imanuvilov, J.-P. Puel, M. Yamamoto : “Carleman estimates for parabolic equations with nonhomogeneous boundary conditions”, Chinese Annals of Math. **30**(2009), 333-378.

1. Associate editor of Annales Blaise Pascal.
2. Associate editor of Revista Matematica Complutense.
3. Associate editor of ESAIM : COCV.

#### C. 口頭発表

1. Invitation and conference at the CMM, Universidad de Chile, January 2008.
2. Invited conference in Oberwolfach, March 2008.
3. Invited conference in a special session at MTNS, Blacksburg, Virginia, August 2008.
4. Invited lecture at the franco-chinese Institute CNRS-NSFC, Shanghai, September 2008.
5. Invited conference at the meeting on control and inverse problems, Cortona, September 2008.
6. Invited lecturer at the CIMPA summer school on Population Dynamics and Control in Point-a-Pitre, Guadeloupe, January 2009.
7. Invited conference at the workshop in CIRM, Luminy, February 2009.
8. Invited conference at the meeting on Quantum Control, IMA, Minneapolis, March 2009.
9. Invited conference at the meeting in honor of David Russell, Beijing, China, May 2009.
10. Invited conference in a special session at AIP2009, Vienna, July 2009.

#### F. 対外研究サービス

## 連携併任講座 (Special Visiting Chairs)

### 客員教授 (Visiting Professors)

青沼 君明 (AONUMA Kimiaki)

#### A. 研究概要

事業リスク・マネジメント、信用リスク評価、金融工学を利用したモデル開発などを中心とした研究に従事。

I am developing the model of business risk management for credit risk evaluation.

#### B. 発表論文

1. 青沼・市川, "Excel で学ぶ「パーゼル」と評価手法", 金融財政事情研究会, 2008.
2. 青沼・村内, "Excel で学ぶ VaR ", 金融財政事情研究会, 2009.
3. 青沼・市川, "Excel で学ぶ金融統計の基礎 ", 金融財政事情研究会, 2009.
4. 青沼・村内, "Excel で学ぶ信用リスク ", 金融財政事情研究会, 2010.
5. 青沼・村内, "Excel で学ぶ確率統計の基礎 ", 金融財政事情研究会, (近刊).

#### C. 口頭発表

1. 一橋大学大学院経済学研究科「計量ファイナンス特論」, 2008 年
2. 大阪大学大学院基礎工学研究科「金融数理特論」, 2008 年
3. 一橋大学大学院経済学研究科「計量ファイナンス特論」, 2009 年
4. 大阪大学大学院基礎工学研究科「金融数理特論」, 2009 年
5. 一橋大学大学院経済学研究科「計量ファイナンス特論」, 2010 年
6. 大阪大学大学院基礎工学研究科「金融数理特論」, 2010 年
7. 大阪大学大学院基礎工学研究科「金融数理特論」, 2010 年

8. ソシエテ・ジェネラル ジャパン・マーケット・フォーラム, 2010 年

9. 国土交通省・不動産リスク協議委員, 2010 年

#### D. 講義

1. 統計保険財務特論 IX・X : 企業実務で必要となる金融工学の体系を学び、実務の中での数学モデルの実践方法とモデル開発のプロセスを実習を取り入れながら学ぶ (数理大学院・4 年生共通講義 (通期))

#### F. 対外研究サービス

1. JAFEE(日本金融・証券計量・工学学会), 評議委員
2. 計量ファイナンス特論 : 一橋大学大学院経済学研究科 (通期)
3. 金融数理特論 : 大阪大学大学院基礎工学研究科 (前期)

丸山 徹 (MARUYAMA Toru)

#### A. 研究概要

1. Hamilton-Jacobi-Bellman 方程式の周期解 設備投資循環の記述として
2. Hopf の分岐定理の Fourier 解析による基礎づけ
3. 積分可能条件 (Frobenius の定理)

1. Periodic solutions for Hamilton-Jacobi-Bellman equation as a description of investment cycles

2. Fourier analysis of Hopf-bifurcation phenomena

3. Integrability problem (Frobenius Theorem)

## B. 発表論文

1. T. Maruyama: “Existence of Periodic Solutions for Kaldorian Business Fluctuations” AMS series Contemporary Mathematics **514** (June 2010) .
2. T. Maruyama: “On the Fourier Analysis Approach to the Hopf Bifurcation Theorem”, to appear in Advances in Mathematical Economics.

## C. 口頭発表

## D. 講義

1. ミクロ経済学の基礎理論: 極値問題と二次形式の符号、凸函数と擬凸函数、消費の理論、生産の理論、一般均衡、競争均衡の最適性、一般均衡の安定性、Ljapunov の第二法。
2. 経済学における積分可能性条件 (Frobenius の定理) の意義を、Samuelson, Hurwicz-Uzawa など、これまでの研究成果をふりかえりながら検討吟味。

## E. 修士・博士論文

## F. 対外研究サービス

1. Advances in Mathematical Economics, Managing editor

## G. 受賞

## H. 海外からのビジター

1. Andrew McLennan (University of Queensland)
2. Ali Khan (Johns Hopkins University)

## 連携併任講座

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 mathematically understand the learning mechanism of biological systems, and to apply it 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 study on signal processing methods suitable for analyzing them.

## B. 発表論文

1. Y. Fujimoto and N. Murata : “A modified EM Algorithm for mixture models based on Bregman divergence”, Ann. I. Stat. Math. **59** (2007) 57–75.
2. T. Kanamori, T. Takenouchi and N. Murata : “Tutorial Series on Brain-Inspired Computing, Part 6: Geometrical Structure of Boosting Algorithm”, New Generat. Comput. **25** (2007) 117–141.
3. T. Kanamori, T. Takenouchi, S. Eguchi and N. Murata : “Robust Loss Functions for Boosting”, Neural Comput. **19** (2007) 2183–2244.
4. T. Takenouchi, S. Eguchi, N. Murata and T. Kanamori : “Robust Boosting Algorithm Against Mislabeling in Multiclass Problems”, Neural Compu. **20** (2008) 1596–1630.
5. N. Murata and Y. Fujimoto : “Bregman divergence and density integration”, J. Math Ind. **JMI2009B** (2009) 97–104.
6. H. Hino, Y. Fujimoto and N. Murata : “A Grouped Ranking Model for Item Preference Parameter”, Neural Comput. **22** (2010) 2417–2451.

7. H. Hino and N. Murata : “A Conditional Entropy Minimization Criterion for Dimensionality Reduction and Multiple Kernel Learning”, *Neural Comput.* **22** (2010) 2887–2923.

#### C. 口頭発表

1. 独立成分分析, 統計関連学会連合大会, 東北大学, 2006年9月.
2. Non-linear feature extraction based on marginal entropy minimization, Joint Meeting of 4th World Conference of the IASC and 6th Conference of the Asian Regional Section of the IASC on Computational Statistics & Data Analysis, Yokohama, Japan, 2008年12月.
3. An Extension of EM algorithm based of Bregman divergence, Mathematical Aspects of Generalized Entropies and their Applications (RIMS workshop), Kyoto, Japan, 2009年7月.
4. A geometrical extension of the Bradley-Terry model, Information Geometry and its Applications III (IGAIA3), Leipzig, Germany, 2010年8月.
5. Non-parametric estimation of information from weighted data, Long-term workshop: Mathematical Sciences and Their Applications, Kamisuwa, Japan, 2010年9月.

#### D. 講義

1. 多変量解析・統計財務保険特論 (アクチュアリー・統計プログラム専門科目): 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学ぶ. (数理大学院・4年生共通講義)

横山 悦郎 (YOKOYAMA Etsuro)

#### A. 研究概要

主な研究テーマは, 様々な環境条件に応じて千差万別に成長する結晶の形態 (パターン) が出来る上がる仕組みを, 数理モデルを作って理論的・

数値解析的に解明することである. 特色としては, 実験グループと積極的に共同研究を進める. 例えば, 宇宙ステーション「きぼう」における微小重力環境を使った過冷却水中での氷結晶の形態形成, 隕石中に含まれるコンドリュールという鉱物の形成などを行ってきた. また画像解析の新しい手法・開発なども手がけている. 東大での共同研究では, 分子的尺度で平坦な結晶面 (ファセット面) において不均一な過飽和度が存在する場合の安定な成長の厳密な取り扱いを数学的・数値解析的に考察した. その他結晶成長にとどまらず, ろうそくの炎の振動現象など, 様々な振動現象の数理モデル確立も研究テーマのひとつである.

The morphological prediction of a crystal is interdisciplinary and is related to various subjects, transport and diffusion phenomena, physical chemistry of surface and interface, nucleation, chemical reactions, convection surrounding a crystal, and phase transformation, which involves a lot of mathematical problems. The formation of patterns during the growth of a crystal is a free-boundary problem in which the interface that separates the crystal from a nutrient phase moves under the influence of nonequilibrium conditions. The resulting patterns depend markedly on conditions in the nutrient phase, e.g. temperature and concentration, which influence the growth speed of each element of the interface. Furthermore, the growth speed of each element also depends on the local geometry of the interface, specifically on the interface curvature and the orientation of the interface relative to the crystal axes. My recent subjects are as follows:

1. We study the appearance of an asymmetrical pattern for a disk crystal of ice growing from supercooled water by using an analysis of growth rates for radius and thickness. The growth of the radius is controlled by transport of latent heat and is calculated by solving the diffusion equation for the temperature field surrounding the disk. The growth of the thickness is governed by the generation of steps. Symmetry breaking with respect to the basal



plane of an ice disk crystal can be observed when the thickness reaches a critical value; then one basal face becomes larger than the other and the disk loses its cylindrical shape. Subsequently, morphological instability occurs at the edge of the larger basal face of the asymmetrical shape. We show that the critical thickness is related to the critical condition for the stable growth of a basal face.

2. We study the time dependent behavior of local slope density on the growing macroscopically flat facet under a given nonuniformity in supersaturation along the surface by means of the characteristics for a first order partial differential equation of growing surface and show that the asymptotic behavior of local slope density can be determined by the variation of reciprocal of supersaturation under the conditions of stability.
3. We propose a model of self-oscillatory growth to explain the appearance of patterns with period structures during growth of a crystal under constant external conditions, such as temperature, concentration and convection. The model takes into account a hysteresis behavior of interface kinetic processes at a rate determined by the deviation from the local equilibrium temperature. Self-oscillatory growth occurs because of the coupling of interface kinetics to the transport of latent heat from the interface under constant growth conditions.
4. Chondrules are small particles of silicate material of the order of a few millimeters in radius, and are the main component of chondritic meteorite. We present a model of the growth starting from a seed crystal at the location of an outer part of pure melt droplet into spherical single crystal corresponding to a chondrule. The formation of rims surrounding a chondrule during solidification is simulated by using the phase field model in three dimensions. Our

results display a well developed rim structure when we choose the initial temperature of a melt droplet more than the melting point under the condition of larger supercooling. Furthermore, we show that the size of a droplet plays an important role in the formation of rims during solidification.

## B. 発表論文

1. 古川義純, 横山悦郎, 吉崎泉, 足立聡, 島岡太郎, 曾根武彦, 友部俊之, “「きぼう」における氷の円盤結晶の形態不安定化実験”, 日本マイクログラフィティ応用学会誌 **25**(2008)680–682.
2. K. Matsumoto, T. Irisawa, E. Yokoyama and M. Kitamura, “Growth of a binary ideal solid solution crystal studied by Monte Carlo simulation”, *J. Crystal Growth* **310**(2008)646–654.
3. E. Yokoyama, Y. Giga and P. Rybka, “A microscopic time scale approximation to the behavior of the local slope on the faceted surface under a nonuniformity in supersaturation”, *Physica D*, **237**(2008)3666–3672.
4. S. Zepeda, E. Yokoyama Y. Uda, C. Katagiri and Y. Furukawa, “In Situ observation of antifreeze glycoprotein kinetics at the ice interface reveals a two-step reversible adsorption mechanism”, *Crystal Growth & Design*, **8**(2008)2845–2855.
5. E. Yokoyama, R. F. Sekerka and Y. Furukawa, “Growth of Ice Disk : Dependence of critical thickness for ice disk instability on supercooling of water”, *Journal of Physical Chemistry B*, **113**(2009) 4733–4738.
6. H. Kitahata, J. Taguchi, M. Nagayama, T. Sakurai, Y. Ikura, A. Osa, Y. Sumino, M. Tanaka, E. Yokoyama and H. Miike, “Oscillation and Synchronization in the Combustion of Candles”, *Journal of Physical Chemistry A*, **113**(2009) 8164–8168.

7. 古川義純, 横山悦郎, 吉崎泉, 依田眞一, 田中哲夫, 島岡太郎, 曾根武彦, 友部俊之, “氷の結晶成長における形態不安定化-ISS「きぼう」実験の概要”, 日本マイクログラフィティ応用学会誌 **27**(2010)24-31.
8. A. Srivastava, K. Tsukamoto, E. Yokoyama, K. Murayama and M. Fukuyama, “Fourier analysis based phase shift interferometric tomography for three-dimensional reconstruction of concentration field”, Journal of Crystal Growth, **312**(2010) 2254-2262.
9. G. Sazaki, S. Zepeda, S. Nakatsubo, E. Yokoyama and Y. Furukawa, “Elementary steps at the surface of ice crystals visualized by advanced optical microscopy”, Proceedings of the National Academy of Sciences, **107**(2010) 19702-19707.
10. H. Miura, E. Yokoyama, K. Nagashima, K. Tsukamoto and A. Srivastava, “Phase-field simulation for crystallization of a highly supercooled forsterite-chondrule melt droplet”, Journal of Applied Physics **108**(2010) 114912-114912-12.
5. Morphological stability of a growing faceted crystal, 6th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Zurich Swiss, July (2007).
6. A model for antifreeze glycoprotein adsorption at an ice-solution interface, 15th International Conference on Crystal Growth, Salt Lake City, USA, August(2007).
7. Transition behavior of local slope on the faceted surface under a nonuniformity in supersaturation, 15th International Conference on Crystal Growth, Salt Lake City, USA, August(2007).
8. A theoretical study of the kinetic effect of AFGP adsorption on ice, American Chemical Society National Meeting, Boston, USA, August(2007).
9. A microscopic time scale approximation to the behavior of the local slope on the growing faceted surface under a nonuniformity in supersaturation, Japan-Netherlands Symposium on Crystal Growth: Theory and in situ Measurements, invited, Sapporo, Japan, October(2008).

#### C. 口頭発表

1. Self-oscillatory growth of a crystal controlled by interface kinetics and transport process, Japan-Netherlands Symposium on Crystal Growth: Theory and in situ Measurements, invited, Helvoirt, The Netherlands, March(2006).
2. Oscillatory growth of a crystal controlled by interface kinetics and transport process, 第5回諸分野のための数学研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2006年4月.
3. Formation of rims surrounding a chondrule during solidification in 3- dimensions using the phase field model, 第10回諸分野のための数学研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2006年12月.
4. A model of self-oscillatory growth of ice crystals in antifreeze glycoprotein solutions, American Physical Society March Meeting, Denver, USA (2007).
10. Formation of solidification texture in a melt droplet during rapid cooling using a three dimensional phase field model The 2nd International Symposium ” Interface Mineralogy”, invited, March 9-12, 2009, Sendai, Japan

#### D. 講義

1. 数理科学総合セミナー II : 結晶成長の基礎理論, J.J. Xu の Interfacial Wave (IFW) theory による樹枝状結晶の成長機構の紹介や結晶粒界に関する Mullins のモデルの解説など (数理大学院) .

#### F. 対外研究サービス

1. JOURNAL OF THE PHYSICAL SOCIETY OF JAPAN 編集委員 (2010年9月~)

2. 日本結晶成長学会評議員 (2010年4月～)
3. 特別企画 2010年札幌ミニセメスター「動く界面」(2010年8月)組織委員
4. 学習院大学計算機センター研究会「結晶成長の数理」(2010年12月)世話人

長山 いづみ (NAGAYAMA Izumi)

#### A. 研究概要

市場リスク評価モデル開発, 派生証券のヘッジ手法開発などを中心とした研究に従事.  
特に, 将来における銀行勘定の損益をシミュレートすることを目的として, 中央銀行による金融政策転換がもたらす短期金利変動の表現を含む金利モデルを研究.

We are studying on the models for measuring market risk and the hedging strategies of derivative securities. Especially we are studying stochastic interest rate models which include the short rate changing by monetary policy switching. The purpose of them is to simulate the gain and loss of banking account in future.

#### B. 発表論文

1. 三浦良造, 長山いづみ, 野間幹晴, 伊藤正晴, 千葉義夫 共著「ストック・オプションの価値評価と会計基準」『企業会計』第58巻第5号, 2006年5月, 74-80頁

#### D. 講義

1. 統計財務保険特論 I, 確率統計学 XB, アクチュアリー数理 1: 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.(数理大学院・4年生共通講義)
2. 統計財務保険特論 II, アクチュアリー数理 2: 多期間離散時間のファイナンスモデルとその性質, デリバティブの価格付け, 連続時間モデル入門など, ファイナンスに関する基本的な事項について.(数理大学院・4年生共通講義)

戸田 幸伸 (TODA Yukinobu)

#### A. 研究概要

本年度は, 昨年度に引き続き代数多様体上の曲線の数え上げ不変量の壁越え理論についての研究を継続した。曲線の数え上げ理論については Gromov-Witten(GW) 理論と Donaldson-Thomas(DT) 理論が存在し, これらの理論が等価であることが Maulik-Nekrasov-Okounkov-Pandharipande (MNOP) によって予想されている。後者の DT 理論については昨年度までの研究で, 接続層の導来圏上の安定性条件及び壁越え理論を用いることで様々な幾何的応用を与えることに成功した。特に DT 不変量の生成関数がある種の保型性を持つ有理関数になるという予想 (MNOP による有理性予想) が解決され, 壁越え理論が MNOP 予想と密接に関わることが明らかになった。その一方で GW 理論については DT 理論の様な壁越え理論の一般論は現在のところ存在しない。そこで, GW 理論における壁越え理論を構築し, 幾何的な応用を試みることは自然な問題意識である。以上の背景の下で, 私は Marian-Oprea-Pandharipande(MOP) らによって導入された「安定商」の概念に着目し, グラスマン多様体上の GW 理論と MOP による安定商の理論が壁越え理論で解釈できることを発見した。より正確には各  $\epsilon \in \mathbb{R}_{>0}$  に対して,  $\epsilon$ -安定商の概念を導入し,  $\epsilon$  が十分大きい場合には GW 理論を,  $\epsilon$  が十分小さい場合には MOP による安定商理論を復元することを示した。更に各  $\epsilon \in \mathbb{R}_{>0}$  に対して  $\epsilon$ -安定商を数え上げる GW 型の不変量を構築し, これが  $\epsilon$  を変えた時にどの様に振る舞うか調べた。その結果, 安定性のパラメータ空間  $\mathbb{R}_{>0}$  には壁と領域の構造が存在することが分かるが, 実際には不変量は壁越えで不変であることが示された。しかしグラスマン多様体の超曲面や, 標準因子の全空間を考えると, 対応する  $\epsilon$ -安定商の数え上げ不変量には興味深い壁越え現象が存在することが分かった。これらの不変量の壁越え公式の一般論はまだ確立されていないが, 今後の興味深い研究対象であり, GW 不変量の計算に有用な道具になると考えられる。以上の結果は「Moduli spaces of stable quotients and wall-crossing phenomena」に纏められている。

In this year, I have continued wall-crossing phenomena of curve counting invariants on

algebraic varieties. There are two kinds of curve counting theories: Gromov-Witten(GW) theory and Donaldson-Thomas(DT)theory, and they are conjectured to be equivalent by Maulik-Nekrasov-Okounkov-Pandharipande(MNOP). As for the latter DT theory, I have succeeded in giving several geometric applications by using stability conditions on derived categories of coherent sheaves and wall-crossing formula. In particular, I solved a conjecture that the generating series of DT invariants is a rational function with a certain automorphic property (rationality conjecture by MNOP), and found that wall-crossing phenomena and MNOP conjecture are closely related. On the other hand, there is no general theory of wall-crossing in GW theory as in DT theory. So it is a natural problem to construct a theory of wall-crossing and give geometric applications. Under the above background, I have focused on the notion of ‘stable quotients’ introduced by Marian-Oprea-Pandharipande(MOP), and interpreted that GW theory on Grassmannian and stable quotients by MOP are related by wall-crossing phenomena. More precisely, for each  $\epsilon \in \mathbb{R}_{>0}$ , I have introduced the notion of  $\epsilon$ -stable quotients, and showed that it reconstructs GW theory when  $\epsilon$  is sufficiently big, and stable quotients by MOP when  $\epsilon$  is sufficiently small. Moreover for each  $\epsilon \in \mathbb{R}_{>0}$ , I have constructed GW type invariants counting  $\epsilon$ -stable quotients, and investigated how they vary under change of  $\epsilon$ . As a result, there is a wall and chamber structure on the parameter space of stability conditions  $\mathbb{R}_{>0}$ , but in fact the invariants do not change under the wall-crossing. However if I consider a hypersurface of a Grassmannian or the total space of canonical line bundle on a Grassmannian, it has turned out that there is an interesting wall-crossing phenomena among corresponding invariants. A general theory of wall-crossing formula for these invariants is not yet established, but this seems to be an interesting problem in a future, and a useful tool in studying GW invariants. The above

results are written in ‘Moduli spaces of stable quotients and wall-crossing phenomena’.

## B. 発表論文

1. Y. Toda : “Curve counting invariants around the conifold point, arXiv:1007.4641.
2. Y. Toda: “Moduli spaces of stable quotients and wall-crossing phenomena, to appear in *Compositio Math.*
3. Y. Toda: “Generating functions of stable pair invariants via wall-crossings in derived categories, *Adv. Stud. Pure. Math.* **59** (2010) 389-434.
4. Y. Toda: “Curve counting theories via stable objects I, DT/PT correspondence, *J. Amer. Math. Soc.* **23** (2010), 1119-1157.
5. Y. Toda: “On a computation of rank two Donaldson-Thomas invariants, *Communications in Number Theory and Physics* **4** (2010) 49-102.
6. Y. Toda and H. Uehara: “Tilting generators via ample line bundles, *Advances in Math* **223** (2010) 1-29.
7. Y. Toda: “Curve counting theories via stable objects II, DT/ncDT flop formula, arXiv:0909.5129.
8. Y. Toda: “Limit stable objects on Calabi-Yau 3-folds, *Duke Math. J.* **149** (2009) 157-208.
9. Y. Toda and T. Yasuda: “Noncommutative resolution, F-blowups and D-modules, *Advances in Math* **222** (2009) 318-330.
10. Y. Toda: “Deformations and Fourier-Mukai transforms, *J. Differential Geom.* **81** (2009) 197-224.

## C. 口頭発表

1. Curve counting theories via stable objects I, II, III. The 15th Midrasha Mathematicae, *Derived Categories of Algebro Geometric Origin*, The Institute for Advanced Study, Jerusalem, Israel, December 2010.

2. Moduli stacks of stable quotients and the wall-crossing phenomena, VBAC 2010, New invariants and stability conditions, Lisbon, Portugal, June 2010.
3. Donaldson-Thomas theory near the conifold point, Wall-crossing in Mathematics and Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA, May 2010.
4. Moduli spaces of stable quotients and the wall-crossing phenomena, Interplay between representation theory and geometry, Tsinghua University, China, May 2010.
5. Moduli stacks of stable quotients and the wall-crossing phenomena, Higher dimensional algebraic geometry, National Taiwan University, Taiwan, March 2010.
6. Stability conditions and Donaldson-Thomas type invariants, BPS state counting, stability structures and derived algebraic geometry, University of Hamburg, Germany, September 2009.
7. Stability conditions and Donaldson-Thomas type invariants, Modern Moduli theory, MSRI, USA, February 2009.
8. Limit stable objects on Calabi-Yau 3-folds, Aspects of Moduli, Scuola Normale Superiore di Pisa, Italy, June 2008.
9. Moduli stacks and invariants of semistable objects on K3 surfaces, Vector Bundles, Tata Institute, India, March 2008.
10. Limit stable objects on Calabi-Yau 3-folds, New developments in algebraic geometry, integrable systems and mirror symmetry, RIMS, Kyoto, January 2008.

#### D. 講義

1. 集中講義: Donaldson-Thomas 不変量の壁越え理論を解説した。(名古屋大学・2010年7月)
2. 集中講義: Donaldson-Thomas 不変量の壁越え理論を解説した。(京都大学: 2010年10月)

青木 昌雄 (AOKI Masao)

A. 研究概要

私が研究しているのは代数幾何学, 特に代数スタックの理論である.

私の目指しているのは, 代数スタックの一般論を発展させることにより, 代数スタックを代数多様体やスキームのような基本的な代数幾何の対象とし, モジュライの問題をはじめ多くの分野に応用することである. このために, スキーム論で知られている結果を代数スタックに拡張すると同時に, スキームの場合と異なる代数スタックの場合に特有な現象を明らかにしたいと考えている. これまでに行なった主な研究には, 代数スタックの変形理論と Hom スタック及び Picard スタックの理論がある. 代数スタックの変形理論は複素多様体やスキームなどで知られている (無限小) 変形の理論を代数スタックに拡張したものである. また Hom スタックの理論はスキームの Hom スキームの理論の拡張であるが, Hom スキームは Hilbert スキームを利用して構成されるのに対し, 代数スタックの場合の “Hilbert スタック” はうまく定式化されていないため, 構成には異なる議論が必要であった. これは前述した代数スタックの変形理論をスタックの射の変形理論へ拡張することで解決した. また Hom スタックは種々のモジュライスタックの構成に応用することができるが, その一例として代数スタック上の直線束のモジュライスタックである Picard スタックの構成を行なった.

現在進行中の研究課題としては, 代数スタック上の直線束の研究がある. いくつかのモジュライスタックについて, その Picard 群を計算することを試みている. これには前述の Picard スタックを用いるとともに, その群構造を利用するため「群スタック」の理論を構築している. 並行して, 代数スタック上の直線束の豊富性に関する理論や, 線形系と粗モジュライ空間の関係などについても研究している.

I study algebraic geometry, mainly the theory of algebraic stacks.

My goal of research is to develop the general theory of algebraic stacks and make them basic objects in algebraic geometry like schemes and

algebraic spaces, and apply the theory to various problems such as moduli problems. For this purpose, I will generalize known facts in scheme theory to the case of algebraic stacks, and also discover unique phenomena that occur only in the case of algebraic stacks.

My previous research contains the deformation theory of algebraic stacks and the theory of Hom stacks and Picard stacks. The deformation theory of algebraic stacks is a generalization of the theory of (infinitesimal) deformations of complex manifolds and schemes. The theory of Hom stacks is a generalization of that of Hom schemes in scheme theory, where Hom schemes are obtained from Hilbert schemes. However, in the theory of algebraic stacks, we lack a good formulation of “Hilbert stacks”, and I needed the deformation theory of morphisms of algebraic stacks to get Hom stacks. We can use Hom stacks to construct moduli stacks. For example, I constructed Picard stacks which are moduli stacks of line bundles on algebraic stacks using Hom stacks.

I am now working on line bundles on algebraic stacks. I am trying to calculate the Picard groups of certain moduli stacks. For this purpose I will use the construction of Picard stacks, and also the group structure of them. So I will also study the theory of “group stacks”. I am also studying ampleness of line bundles on algebraic stacks, and relations between linear systems and coarse moduli spaces.

B. 発表論文

1. M. Aoki : “Deformation Theory of Algebraic Stacks”, *Compositio Mathematica* **141** (2005) 19–34
2. M. Aoki : “Hom stacks”, *manuscripta mathematica* **119** (2006) 37–56
3. M. Aoki : “Erratum: Hom stacks” : *manuscripta mathematica* **121** (2006) 135

## C. 口頭発表

1. 「代数スタックの構成」, 北海道大学代数幾何・数論セミナー (連続講演), 北海道大学, 2007年3月
2. “Hom stacks and Picard stacks”, *Autour de la géométrie d’Arakelov*, Institut de Mathématiques de Jussieu, France, 2008年3月
3. “Hom stacks and Picard stacks”, Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, France, 2008年3月
4. “Hom stack and Picard stack” 早大理工代数幾何学セミナー, 早稲田大学, 2010年5月
5. “On Picard groups of moduli stacks of curves” 研究集会「高次元代数幾何の周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2010年12月
6. “Introduction to algebraic stacks I - IV” The 2nd Kyushu University/POSTECH Joint Workshop -Algebraic Geometry and Related Topics -, 九州大学, 2010年3月
7. 「スタック理論の入門と現況」, 代数幾何研究集会 2010, 法政大学, 2010年7月

阿部 知行 (ABE Tomoyuki)

### A. 研究概要

まず, [4] で都築暢夫先生の充満忠実予想の反例を構成した.  $k$  を標数  $p > 0$  の体として  $K$  を混標数の完備離散付置体で  $k$  が剰余体であるものとする. さらに,  $X$  を  $k$  上の滑らかな多様体,  $U$  を  $X$  の稠密な部分多様体として  $Z$  をその補集合とする. この時  $Z$  に沿って overconvergent な  $U$  上の isocrystal の圏  $\text{Isoc}^\dagger(U, X/K)$  から  $U$  上の isocrystal の圏  $\text{Isoc}(U/K)$  への関手があるが, 都築はこれが充満忠実であると予想した. これの反例は指数が Liouville 数となっている正則微分加群を用いて構成される.

一方, [6] では数論的  $\mathcal{D}$  加群において相対的な Poincaré 双対を構築した. これまでは Frobenius 構造を無視した形である程度理論が出来ていたが, Frobenius 構造を加え, さらに extraordinary な引き戻しと普通の引き戻しの比較を滑らかな射で行うことで完成された. 証明の途中で  $\mathcal{D}$  加

群としての押し出しとリジッドコホモロジーの比較を Frobenius 構造付きで行った. この種の結果はリジッドコホモロジーの結果を  $\mathcal{D}$  加群で利用するのに欠かすことが出来ないといえる. その他いくつか懸案になっていた Frobenius の計算も同論文で行った.

最後に [7] では  $p$  進  $\varepsilon$  因子の積公式を A. Marmora 氏と共同で示した. これは私の結果 [5] に強くよっていて, 部分的にはこの結果の拡張である.  $\ell$  進の場合この定理は Lafforgue による関数体の Langlands 予想の予想の鍵の一つになっている.

In [4], I have constructed a counter-example for Tsuzuki’s full faithfulness conjecture. Let  $k$  be a field of characteristic  $p$  and  $K$  be a mixed characteristic discrete valuation field whose residue field is  $k$ . Let  $X$  be a smooth variety over  $k$ , and  $U$  be an open dense subvariety of  $X$  whose complement is denoted by  $Z$ . There exists a functor from the category  $\text{Isoc}^\dagger(U, X/K)$  of the convergent isocrystal on  $U$  overconvergent along  $Z$  to the category  $\text{Isoc}(U/K)$  of the convergent isocrystal on  $U$ . Tsuzuki conjectured that the functor is fully faithful. The counter-example is constructed using a regular differential equation whose indexes are Liouville numbers.

In [6], I have constructed a relative Poincaré duality in the theory of arithmetic  $\mathcal{D}$ -modules. A duality theory had been constructed to some extent if we ignore Frobenius structures, but I took Frobenius structures into account, and compared the extraordinary pull-backs and the ordinary pull-backs in the smooth morphism case. On the way, I also compared the push-forward as arithmetic  $\mathcal{D}$ -modules and rigid cohomologies with Frobenius structure. This type of result is necessary when we think of exploiting results of the theory of rigid cohomology in the theory of arithmetic  $\mathcal{D}$ -modules and *vice versa*. I also calculated Frobenius structures of some modules which had been pending questions in the same paper.

Finally, in [7], I proved the product formula for  $p$ -adic epsilon factors jointly with A. Marmora. The proof strongly depends on my result [5],

and some part of it can be seen as a generalization. In the  $\ell$ -adic case, this theorem is one of key points of the Lafforgue's proof of Langlands' program for function fields.

## B. 発表論文

1. T. Abe,  $\ell$ -進層の Swan 導手と unit-root overconvergent  $F$ -isocrystal の特性サイクルについて (On the Swan conductors for smooth  $\ell$ -adic sheaves and the characteristic cycles for unit-root overconvergent  $F$ -isocrystals), RIMS Kôkyûroku Bessatsu B12 (2009), pp.51–56.
2. T. Abe, Comparison between Swan conductors and characteristic cycles, Compositio Math. 146 (2010), pp.638–682.
3. T. Abe, Coherence of certain overconvergent isocrystals without Frobenius structures on curves, to appear in Math. Ann.
4. T. Abe, Some notes on Tsuzuki's full faithfulness conjecture, to appear in Int. Math. Res. Not.
5. T. Abe, Rings of microdifferential operators for arithmetic  $\mathcal{D}$ -modules, preprint.
6. T. Abe, Explicit calculation of Frobenius isomorphisms and Poincaré duality in the theory of arithmetic  $\mathcal{D}$ -modules, preprint.
7. T. Abe, A. Marmora, Product formula for  $p$ -adic epsilon factors, preprint.
3. Sheaves of microdifferential operators and their application to the characteristic varieties on curves, Journées de Géométrie Arithmétique de Rennes, Rennes, France, 2009.7.7;  $p$ -adic Automorphic Forms and Arithmetic Geometry, 気仙沼, 2009.7.31.
4. Comparison between Swan conductors and characteristic cycles,  $p$ -adic differential equations: a conference in honor of Gilles Christol, Bressanone, France, 2008.9.7; Séminaire Arithmétique et géométrie algébrique, Strasbourg, France, 2008.12.01.
5. Comparison between Swan conductors and characteristic cycles, 第 6 回広島整数論集会, 広島大, 2007.7.24; Groupe de Travail de Géométrie Arithmétique, Univ. Rennes, France, 2007.11.28.
6.  $\ell$  進層の Swan 導手と unit-root overconvergent  $F$ -isocrystal の特性サイクルについて, 代数コロキウム, 東京大, 2007.10.24; 代数的整数論とその周辺, 京都数理研, 2007.12.10.

## C. 口頭発表

1. The theory of arithmetic  $D$ -modules and characteristic cycles, IPMU Colloquium, IPMU, 2010.11.17.
2. Coherence of certain overconvergent isocrystals without Frobenius structures on curves, Mini-workshop on isocrystals, 東北大学, 2009.10.16; Séminaire de Théorie des Nombres de Caen, Univ. Caen, France, 2010.6.18; Séminaire Arithmétique et géométrie algébrique, Univ. Strasbourg, France, 2010.7.7.

岩尾 慎介 (IWAIO Shinsuke)

### A. 研究概要

超離散可積分系とは、離散可積分系から超離散化という特別な極限操作によって得られる力学系である。超離散可積分系は、トロピカル幾何学と密接に関係していることが知られている。今年、以下の 2 つの研究を行った。

- トロピカル多様体上の積分理論を、複素多様体の積分理論の超離散極限として実現する。
- 周期離散 KP 方程式から導出される周期 2 次元箱玉系を導出し、その基本周期を求めるアルゴリズムを作った。

The ultradiscrete integrable systems are obtained from discrete integrable systems through special limiting procedure called ultradiscretization. It is known that these systems are closely related with the tropical geometry. This year, I studied the following two subjects:

- To realize the integrations over tropical varieties as the ultradiscrete limits of the integra-



tions over complex varieties.

- An algorithm for calculating the fundamental cycle of a 2-dimensional periodic Box-Ball system, that is the ultradiscretization of the discrete KP equation, is obtained.

## B. 発表論文

1. T.Tokihiko and S.Iwao “Ultradiscretization of the theta function solutions of pd Toda”, J.Phys.A: Math.Theor. **40** (2007) 12987–13021
2. 井上玲, 竹縄知之, 岩尾慎介 “超離散系に付随するトロピカルスペクトル曲線とテータ関数”, 数理解析研究講究録「可積分数理の新潮流」(2007)
3. S.Iwao “Solutions of the generalized periodic Toda equation”, J.Phys.A: Math.Theor. **41** (2008) 115201
4. S.Iwao “Integrations over Tropical Plane Curves and ultradiscretisation”, Int.Math.Res.Not **2010** (1) pp.112
5. S.Iwao “The Periodic Box-Ball System and Tropical Curves”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B13** (2009) 157–174
6. S.Iwao “Solution of the generalized periodic discrete Toda equation II; Theta function solution”, J.Phys.A: Math.Theor. **43** (2010) 155208
7. S.Iwao “Linearisation of the  $(M, K)$ -reduced non-autonomous discrete periodic KP equation”, arXiv/09123333
8. R.Inoue and S.Iwao “Tropical spectral curves, Fay’s trisecant identity, and generalized ultradiscrete Toda lattice”, *New Trends in Quantum Integrable Systems* submitted to festschrift volume for Tetsuji Miwa, (2009) 101–116
9. S.Iwao “Two dimensional periodic box-ball system and its fundamental cycle”, arXiv/11024392

## C. 口頭発表

1. 一般化された周期箱玉系の保存量とトロピカル曲線, 京都大学 RIMS, 「可積分系数理の新展開」, August 2008
2. 超離散化としてのトロピカル積分, 日本数学会 2009 年度会, March 2009
3. Abelian Integrals over Complex Curves and Lattice Integrals over Tropical Curves, Geometric Aspects of Discrete and Ultradiscrete Integrable Systems, Glasgow Univ., April 2009
4. 玉の種類一般, 箱の種類一般, 箱の容量一般の周期箱玉系の超離散テータ関数解, 九州大学, November 2009
5. トロピカル積分の可積分系への応用, 神戸大学, January 2010
6. 複素積分 vs トロピカル積分, 日本数学会秋季大会, 名古屋大学, September 2010
7. いろいろな超離散ソリトン, 「非線形若手の会」, 九州大学, November 2010
8. Ultradiscrete periodic KP equation, 「可積分系、ランダム行列、代数幾何と幾何学的不変量」講演会, 京都大学, December 2010
9. Abelian Integral over Tropical curve, リーマン面・不連続群論, 大阪国際センター, January 2011
10. 周期 2 次元箱玉系, 「青山数理セミナー」, 青山学院大学, January 2011

酒匂 宏樹 (SAKO Hiroki)

### A. 研究概要

測度論的群論の研究を行った。測度論的群論とは可算群の間の測度同値という同値関係を研究する新しい分野である。測度同値な 2 つの群は代数的な結びつきがなくても、弱い結びつきが与えられていると考えることができる。作用素環論における中心的な問題である  $II_1$  型 von Neumann 環の分類とも関係がある。

昨年度のストーンチェック境界を用いた研究に引き続き、リース積群と融合積群の測度論的群論に

おける剛性について研究した。内部従順な群と任意の群との測度同値カップリングについても調べた。

Hiroki Sako studied measurable group theory. Measurable group theory is a new interdisciplinary area. The main topic of the area is Gromov's measure equivalence, which is an equivalence relation among countable groups. If two groups are measure equivalent, we can consider that one group is a deformation of the other. Measurable group theory has a connection with classification of type  $II_1$  von Neumann algebras, which is one of the main subject of operator algebra.

Sako proceeded the study by using Stone–Cech remainders of countable discrete groups. He especially studied rigidity phenomena on wreath product groups and amalgamated free product. He also tried to answer whether inner amenability is an invariant under measure equivalence or not.

#### B. 発表論文

1. H. Sako : “The Class  $\mathcal{S}$  as an ME Invariant”, *Int. Math. Res. Not.* (2009) 2749–2759.
2. H. Sako : “Measure Equivalence Rigidity and Bi-exactness of Groups”, *J. Funct. Anal.* **257** (2009) 3167–3202.
3. H. Sako : “Twisted Bernoulli shift actions of  $\mathbb{Z}^2 \times SL(2, \mathbb{Z})$  and their commuting automorphisms”, *J. Math. Soc. Japan* **62** (2010) 135–166.

#### C. 口頭発表

1. Twisted Bernoulli shift actions of  $\mathbb{Z}^2 \times SL(2, \mathbb{Z})$  and their commuting automorphisms, “RIMS 研究集会 作用素環論の最新展開”, 京都大学数理解析研究所, 2007 年 9 月.
2. Groups with AO property and orbit equivalence rigidity, “Functional Analysis Seminar”, University of California, Los Angeles (U.S.A.), May 2008.

3. Solid groups and orbit equivalence rigidity, “日本数学会秋季総合分科会函数解析分科会”, 東京工業大学, 2008 年 9 月.
4. Biexactness and orbit equivalence rigidity, “Von Neumann Algebras and Ergodic Theory of Group Actions”, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), October 2008.
5. The Class  $\mathcal{S}$  as an ME Invariant, “Functional Analysis Seminar”, University of California, Los Angeles (U.S.A.), January 2009.
6. Measure equivalence rigidity and biexactness of groups, Workshop “von Neumann Algebras and Ergodic Theory”, University of California, Los Angeles (U.S.A.), March 2009.
7. Measure equivalence rigidity and biexactness of groups, “RIMS 研究集会 作用素環論とその関連分野の研究”, 京都大学数理解析研究所, 2009 年 9 月.
8. 離散群の Bi-exactness とグロモフの測度同値, “作用素環論、エルゴード理論セミナー”, 九州大学数理学研究院, 2009 年 10 月.
9. Stone–Cech boundaries of discrete groups and measure equivalence theory, “NC-GOA Spring institute, von Neumann algebras”, Vanderbilt University (U.S.A.), March 2010.
10. Biexactness and Orbit Equivalence Rigidity, “American Mathematical Society Sectional Meeting”, University of California, Los Angeles (U.S.A.), October 2010.

新國 裕昭 (NIKUNI Hiroaki)

#### A. 研究概要

本研究では, 周期的一般化点相互作用に従う 1 次元シュレディンガー作用素 (一般化クローニツヒ・ペニーハミルトニアン) のスペクトルについて議論を行った。クローニツヒ・ペニーハミルトニアンは, 固体物理学において, 1 次元結晶内の電子のハミルトニアンを表している。ポテンシャル

の周期性とフロッケ・ブロッホの理論から, 一般化クローニッヒ・ペニーハミルトニアン  $H$  のスペクトルはバンド構造を持つ. すなわち, バンドと呼ばれる内点を共有しない可算無限個の閉区間の和集合として表される. 自然数  $j$  に対して,  $j$  番目のバンドを  $B_j = [\lambda_{2j-2}, \lambda_{2j-1}]$  と書く. フロッケ・ブロッホの定理から,  $j \in \mathbf{N}$  に対し  $\lambda_{2j-2} < \lambda_{2j-1} \leq \lambda_{2j}$  が成り立つ. 連続する2つのバンド  $B_j, B_{j+1}$  は開区間  $G_j := (\lambda_{2j-1}, \lambda_{2j})$  によって隔てられ,  $G_j$  は  $H$  の  $j$  番目のスペクトラルギャップと呼ぶ. ある自然数  $j$  が存在し,  $G_j = \emptyset$  を満たす時, すなわち,  $j$  番目のスペクトラルギャップが退化している時, 対応する2つのバンド  $B_j, B_{j+1}$  は1点で交わりを持つ. 退化したスペクトラルギャップの存在/非存在を調べる問題は, 点相互作用を定義するパラメータや配列の仕方によって微細に変化する繊細な問題である. 本研究では, 与えられた自然数  $j$  に対して,  $j$  番目のスペクトラルギャップが空か否かを調べる問題 (coexistence problem) について考察を行った.

In our works, we discussed the spectrum of the one-dimensional Schrödinger operators with periodic generalized point interactions, which are the generalized Kronig–Penney Hamiltonians. In the solid state physics, the Kronig–Penney Hamiltonian is a Hamiltonian for an electron in a one-dimensional crystal. By the periodicity and the Floquet–Bloch theory, the spectrum of the generalized Kronig–Penney Hamiltonian  $H$  has band structure. Namely, its spectrum is expressed as the union of infinitely many closed intervals, which are called the bands. For  $j \in \mathbf{N}$ , we define the  $j$ th band as  $B_j = [\lambda_{2j-2}, \lambda_{2j-1}]$ . By the Floquet–Bloch theory, we have  $\lambda_{2j-2} < \lambda_{2j-1} \leq \lambda_{2j}$  for a natural number  $j$ . Two consecutive bands  $B_j$  and  $B_{j+1}$  are separated by an open interval  $G_j := (\lambda_{2j-1}, \lambda_{2j})$ , which is named the  $j$ th gap of the spectrum of  $H$ . If there exists some  $j \in \mathbf{N}$  such that  $G_j = \emptyset$ , i.e., the  $j$ th spectral gap is degenerate, then the two corresponding bands  $B_j$  and  $B_{j+1}$  merge. The existence of degenerate spectral gaps is highly susceptible to the parameters and arrays of point interactions. The main purpose of our works is to

determine whether or not the  $j$ th spectral gap is degenerate for a given  $j \in \mathbf{N}$ .

## B. 発表論文

1. H. Niikuni: “Identification of the absent spectral gaps in a class of generalized Kronig–Penney Hamiltonians”, *Tsukuba J. Math.* **31** (2007), no.1, 39–65.
2. H. Niikuni: “The rotation number for the generalized Kronig–Penney Hamiltonians”, *Ann. Henri Poincaré* **8** (2007), 1279–1301.
3. H. Niikuni: “Absent spectral gaps of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians”, *Kyushu J. Math.* **62** (2008), no.1, 89–105.
4. H. Niikuni: “On the location of the degenerate spectral gaps of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians”, *Funkcialaj Ekvacioj* **53** (2010), 311–330.
5. H. Niikuni: “Coexistence problem for the one-dimensional Schrödinger operator with the double or triple periodic  $\delta^{(1)}$ -interactions”, *J. Math. Anal. Appl.* **366** (2010), 283–293.
6. H. Niikuni: “On the degenerate spectral gaps of the 1D Schrödinger operators with periodic point interactions”, submitted.
7. H. Niikuni: “On the degenerate spectral gaps of the 1D Schrödinger operators with a 4-term periodic delta potential”, submitted.

## C. 口頭発表

1. Identification of the absent spectral gaps in a class of generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 神楽坂解析セミナー, 東京理科大学, 2006年4月.
2. Identification of the absent spectral gaps in a class of generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 第28回発展方程式若手セミナー, 六甲山YMCA(神戸市灘区六甲山町), 2006年8月.

3. Rotation number for the one-dimensional Schrodinger operators with periodic singular potentials, スペクトル・散乱理論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2007年2月.
4. 周期的な点相互作用に従う1次元シュレディンガー作用素の回転数によるスペクトル解析, 数理解析セミナー, 首都大学東京, 2007年12月.
5. Rotation number approach to absent spectral gaps of the Kronig–Penney Hamiltonians, 2008年夏の作用素論シンポジウム, アバンセ(佐賀県立女性・生涯学習センター), 2008年9月.
6. Rotation number approach to spectral analysis of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 日本数学会 秋季総合分科会(函数方程式論分科会), 東京工業大学, 2008年9月.
7. Rotation number approach to spectral analysis of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 作用素論セミナー, 京都大学数理解析研究所 2008年10月.
8. Rotation number approach to spectral analysis of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 神楽坂解析セミナー, 東京理科大学, 2008年10月.
9. Rotation number approach to spectral analysis of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 筑波大学解析セミナー, 筑波大学, 2008年11月.
10. Rotation number approach to spectral analysis of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 解析学火曜セミナー, 東京大学, 2008年11月.
11. On the rotation number and the spectrum of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 熊本大学応用解析セミナー, 熊本大学, 2009年2月.
12. Rotation number approach to spectral analysis of the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 第5回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2009年3月.
13. Rotation number for the generalized Kronig–Penney Hamiltonians, 第90回学習院大学スペクトル理論セミナー, 学習院大学, 2009年4月.
14. Coexistence problem for the one-dimensional Schrodinger operators with the triple periodic  $\delta^{(1)}$ -interactions, 2009年夏の作用素論シンポジウム, いわて県民情報交流センターアイーナ, 2009年9月.
15. 周期的な  $\delta^{(1)}$  型点相互作用に従う1次元 Schrodinger 作用素の退化したスペクトラルギャップについて, 日本数学会 秋季総合分科会(函数方程式論分科会), 大阪大学, 2009年9月.
16. Coexistence problem for the one-dimensional Schrodinger operators with the periodic point interactions, Quantum Circle Seminar, Czech Technical University in Prague, 2009年11月.
17. On the degenerate spectral gaps of the one-dimensional Schrodinger operators with the periodic  $\delta^{(1)}$ -interactions, Kochi School on Random Schrodinger Operators, 高知大学朝倉キャンパス 2009年11月.
18. 周期的  $\delta^{(1)}$  型点相互作用に従う1次元シュレディンガー作用素の退化したスペクトラルギャップについて, スペクトル・散乱理論とその周辺, 京都大学数理解析研究所(京都大学大学院人間・環境研究科 大講義室(会場)), 2009年12月.
19. Coexistence problem for the one-dimensional Schrodinger operators with the periodic  $\delta^{(1)}$ -interactions, 第6回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2010年2月.
20. Coexistence problem for the one-dimensional Schrodinger operators with the periodic point interactions, Workshop “Inverse Spectral Theory - Continuous and Discrete Models”, 筑波大学, 2010年3月.
21. On the degenerate spectral gaps of the one-dimensional Schrodinger opera-

tors with the periodic scale invariant  $\delta^{(1)}$ -interactions, 高知工科大学, 2010年7月.

22. On the degenerate spectral gaps of the one-dimensional Schrodinger operators with the periodic  $\delta^{(1)}$ -interactions, NLPDE Seminar, 京都大学, 2010年7月.
23. Coexistence problem for the one-dimensional Schrodinger operators with the periodic point interactions, Fifth International Conference on Operator Theory Analysis and Mathematical Physics (OTAMP 2010), Stefan Banach International Mathematical Center (Poland), 2010年8月.
24. 3個の周期的点相互作用に従う1次元シュレディンガー作用素のスペクトルについて, 第32回発展方程式若手セミナー, 伊豆長岡温泉 えふでの宿 小松家八の坊, 2010年8月.
25. On the degenerate spectral gaps of the one-dimensional Schrodinger operators with periodic point interactions, QMath11 Mathematical Results in Quantum Physics, University of Hradec Kralove, 2010年9月.
26. 周期的点相互作用に従う1次元シュレディンガー作用素の退化したスペクトラルギャップについて, 日本数学会 秋季総合分科会(函数方程式論分科会), 名古屋大学, 2010年9月.
27. 周期的点相互作用に従う1次元シュレディンガー作用素の退化したスペクトラルギャップの同定問題, 信州数理物理セミナー, 信州大学松本キャンパス, 2010年10月.
28. 3個の周期的デルタ型点相互作用に従う1次元シュレディンガー作用素について, 第7回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2011年2月.

中岡 慎治 (NAKAOKA Shinji)

#### A. 研究概要

私は生物数学, 数理生物学という分野で研究を行っている. 数理生物学とは, 生命現象を微分方程式やアルゴリズムといった数理的手法によって定式化し, 解析を通じて現象の理解を目指す分野である. 特にこれまで, 生物システムに現れる資源競争とディレイドフィードバック機構に興味をもって研究してきた(学位論文邦題: 生物システムに現れる資源競争とディレイドフィードバック機構の数理解析).

資源をめぐる競争は自然界で数多く観察されており, 資源が限られている場合には種内間もしくは同じ資源を利用する他種との間で競争が生じる. このような資源競争は生態系で多く観察されており, 数多くの実験や理論的考察, 数理モデルが提案されている. 一方で, 個体数変化を記述した力学系モデルは一般に非線型であり, 競争や捕食などの影響は個体数密度に依存して個体数変化に影響する. このような密度依存効果として知られる影響は, しばしば時間遅れを伴って現れてくる. 時間遅れを伴った密度依存効果はディレイドフィードバックとして作用し, 生態系で幅広く観察されるような個体群の周期振動を生み出す機構の一つと考えられている. このようなディレイドフィードバック機構は, 生態系のみならず免疫系や体内時計など生理学の分野, 制御理論などにも見られる.

現在では, 資源競争とディレイドフィードバックを基軸として, 免疫系や微生物による有機物分解といった生命現象に対する数理モデルを構築し, 数理解析を通じて現象の理解を深めようとしている. 具体的な研究例を挙げれば, たとえば農薬分解菌による農薬の協働分解に対する数理モデル研究, 動物行動や年齢構造といった個体の生活史が個体群動態に及ぼす影響を考察した研究, 体内の免疫系とウィルスやガンといった抗原の相互作用を記述した力学系モデルの研究などである.

研究手法は微分方程式や力学系理論が主体である. 常微分方程式系, 時間遅れをもつ微分方程式系の解の安定性については, Lyapunov 関数の構築や不等式を評価して解を漸近挙動を調べる方法, もしくは位相力学系の理論や力学系の分岐理論を応用して解の大域的性質や定性的な変化を解析している. 近年では, モデルのシミュレーションや計算機を用いた分岐解析, 確率過程や確

率微分方程式のシミュレーション, 統計モデルによるデータ解析なども手がけ, できる限り包括的に対象とする生命に現象を理解しようと努めている。

In biological systems, interaction among individuals is diversified. A variety of interactions among individuals would form the phenomenon being observed at a population level. The relationship between the interaction among individuals and the population level phenomenon is often the subject to be elucidated in ecology, epidemiology, cell biology or any fields those closely concern with population dynamics study. I have been particularly interested in two classes of biological models, such as the chemostat equations and Lotka-Volterra equations. I collaborate the methods developed in the stability theory of differential equations and dynamical systems or numerical simulations and computations to investigate the dynamics of interacting populations in which resource competition or delayed feedback mechanism plays a role.

Because of ubiquitous nature of resource competition and delayed feedback mechanism, one can bring several ideas underlying the study of resource competition and delayed feedback mechanism into a variety of biological phenomena not only ecology and evolution but also immunology and virology. Recently I have been fascinated with the phenomena appeared in environmental and medical sciences. For example, I have studied a model describing the population dynamics of some microbial species for which resource competition on their common resource plays an important role but at the same time the cooperative activity in degradation of some organic compound is important. Some mathematical models for the population dynamics of immune cells that are engaged with eliminating an antigen such as virus and cancer are of my interest. I am now try to extend my skill in mathematical analyses and numerical computations developed in computer science, engineering and statistics to obtain a comprehensive view of the biological system of interests.

## B. 発表論文

1. S. Nakaoka and Y. Takeuchi: “Mathematical study on sharing metabolism”, *RIMS Kokyuroku Bessatsu* **B3** (2007) 193–205.
2. S. Nakaoka and Y. Takeuchi: “Two types of coexistence in cross-feeding microbial consortia”, *BIOCOMP 2007*, AIP Proceedings, Vol. 1028, (2008) 233–260.
3. S. Iwami, S. Nakaoka and Y. Takeuchi: “Frequency dependence and viral diversity imply chaos in HIV model”, *Physica D Nonlinear phenomena* **223** (2006) 222–228.
4. W. Wang, S. Nakaoka and Y. Takeuchi: “Invest Conflicts of Adult Predators”, *J. of Theor. Biol.* **253** (2008) 12–23.
5. S. Iwami, S. Nakaoka and Y. Takeuchi: “Viral diversity limits immune diversity in asymptomatic phase of HIV infection”, *Theor. Pop. Biol.* **73** (2008) 332–341.
6. S. Iwami, S. Nakaoka and Y. Takeuchi: “Mathematical analysis of HIV model with frequency dependence and viral diversity”, *Math. Biosci. and Eng.* **5** (2008) 457–476.
7. Odo Diekmann, Mats Gyllenberg, J.A.J. Metz, Shinji Nakaoka and André de Roos, “*Daphnia* revisited: local stability and bifurcation theory for physiologically structured population models explained by way of an example”, *Journal of Mathematical Biology* **61** (2010) 277–318.

## C. 口頭発表

1. “*Daphnia* revisited: an example of local stability and bifurcation analyses for physiologically structured population models”, Nonlinear Dynamics of Natural Systems, April 13 – April 16, 2010, Eindhoven, The Netherlands.
2. “Dynamics of immune cell division and proliferation”, Conference on Computational and Mathematical Population Dynamics, May 31 – June 4, 2010, Bordeaux, France.

3. “A mathematical model for cell division, death and differentiation of CD4 positive T cells”, Summer 2010 Thematic Program on the Mathematics of Drug Resistance in Infectious Diseases (Theme Weeks on Mathematical Immunology), July 19 – July 30, 2010, Tronto, Fields Institute, Canada.
4. “Mathematical study on dynamic regulation of neutrophil differentiation and related genetic diseases”, The Second Workshop of Synthetic Immunology, December 17 – 18, 2010, Kyoto, Japan.
5. “Periodic oscillations in hematopoietic diseases”, Far-From-Equilibrium Dynamics 2011, January 4 – 8, 2011, Kyoto, Japan.
6. “Development of quantitative mathematical models for CD4 T cell proliferation and differentiation”, T lymphocyte dynamics in acute and chronic viral infection, 24 – 25 January 2011, Venue - Wellcome Trust, central London, UK.
7. “Population dynamics of hematopoietic stem cells – a mathematical study on successful transplantation –”, Basque Center for Applied Mathematics Seminar, Feb. 8, Basque, Spain.
8. “A mathematical model of hematopoiesis – theoretical conditions for successful transplantation –”, The 1st International Symposium on Innovative Mathematical Modelling, 28 February – 2 March, Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Japan.

西岡 斉治 (NISHIOKA Seiji)

#### A. 研究概要

差分方程式の可解性や既約性などを研究している。本年度は二本の論文を書いた。一本は一階有理的差分方程式の超越関数解の非初等性に関するものである。方程式の有理式部分の次数が2以上であれば超越関数解は非初等的であるという結果で、系として、指数関数や三角関数、ワ

リエルシュトラスのペー関数の、倍角公式を持つ関数としての非初等性が得られる。

もう一本の論文ではポアンカレの乗法公式が定義する関数を扱った。ポアンカレの論文では、それらの関数は一価関数の新しいクラスを構成すると、「新しい」の意味が明確にされずに主張されている。私はある種の乗法公式の既約性を示すことでこの主張が正しいことを証明した。本年度に発表された論文は四本あり、 $q$ -パンルヴェ方程式の解の超越性に関するものが二本、差分 Riccati 方程式の可解性に関するものが一本、差分方程式の既約性に関するものが一本となっている。

I study properties of difference equations such as solvability, irreducibility and so on. I wrote two papers in this year. The first paper deals with transcendental function solutions of first order rational difference equations. It says that the solutions are not elementary if the degree of the rational form of the equation is greater than 1. As a corollary we find that the exponential function, the trigonometric functions and the Weierstrass' function  $\wp(z)$  are not elementary as functions admitting duplication formulas.

In the second paper I studied functions satisfying Poincaré's multiplication formula. In his paper Poincaré claimed that the class of such functions is a new class of single-valued functions, though he did not give a precise meaning of “new”. I proved that his claim is true by proving irreducibility of a kind of multiplication formula.

Four papers were published in this year. Two of them are on transcendence of solutions of  $q$ -Painlevé equations, another one is on solvability of difference Riccati equations and the other on irreducibility of difference equations.

#### B. 発表論文

1. Nishioka, S., *Difference algebra associated to the  $q$ -Painlevé equation of type  $A_7^{(1)}$ , “Differential Equations and Exact WKB Analysis” Kôkyûroku Bessatsu, Vol. B10 (2008), 167–176.*
2. Nishioka, S., *On Solutions of  $q$ -Painlevé Equation of Type  $A_7^{(1)}$ , Funkcial. Ekvac.,*

52 (2009), 41–51.

3. Nishioka, S., *Transcendence of Solutions of  $q$ -Painlevé Equation of Type  $A_7^{(1)}$* , Aequat. Math., 79 (2010), 1–12.
4. Nishioka, S., *Solvability of difference Riccati equations by elementary operations*, J. Math. Sci. Univ. Tokyo, 17 (2010), 159–178.
5. Nishioka, S., *Decomposable extensions of difference fields*, Funkcial. Ekvac., 53 (2010), 489–501.
6. Nishioka, S., *Transcendence of solutions of  $q$ -Painlevé equation of type  $A_6^{(1)}$* , Aequat. Math., 81 (2011), 121–134.

### C. 口頭発表

1. 古典解析セミナー, 大阪大学, 「 $q$ -Painlevé II の irreducibility」, 2008 年 12 月 6 日
2. 日本数学会 2009 年度年会, 東京大学, 「 $q$ -Painlevé II の irreducibility」, 2009 年 3 月 28 日
3. Algebraic Theory of Difference Equations, University of Leeds, UK, 「Irreducibility of  $q$ -Painlevé equation of type  $A_6^{(1)}$  in the sense of order」, 2009 年 5 月 13 日
4. 玉原特殊多様体研究集会, 玉原国際セミナーハウス, 東京大学, 「 $q$ -Bessel の非可解性」, 2009 年 7 月 23 日
5. 研究集会「非線形波動研究の現状と将来」, 応用力学研究所, 九州大学, 中園信孝, 西岡斉治, 「 $A_4$  型アフィンワイル群対称性を持つ  $q$ -パンルヴェ方程式」, 2009 年 11 月 20 日
6. 古典解析セミナー, 大阪大学, 「 $A_6^{(1)}$  型  $q$ -Painlevé 方程式の解の超越性」, 2010 年 1 月 20 日
7. 日本数学会 2010 年度年会, 慶應義塾大学, 中園信孝, 西岡斉治, 「 $\tilde{W}(A_4^{(1)})$  から得られる  $q$  パンルヴェ方程式」, 2010 年 3 月 27 日
8. Equations différentielles, équations fonctionnelles, Université d'Angers, France, 「Irreducibility of  $q$ -Painlevé equation」, 2010 年 6 月 25 日

9. Séminaire Equations fonctionnelles, Université de Strasbourg, France, 「Irreducibility of  $q$ -Painlevé equation」, 2010 年 6 月 29 日

10. RIMS 研究集会 2010 「可積分系数理の多様性」 - Diversity of the Theory of Integrable Systems -, 京都大学, 「差分 Riccati 方程式の可解性」, 2010 年 8 月 19 日

山本 修司 (YAMAMOTO Shuji)

### A. 研究概要

代数体のゼータ関数,  $L$  関数や, 多重ゼータ関数などに興味を持っている. 今年度は実 2 次体における射類不変量に対して,  $f(z, \tau) = \prod_{m=0}^{\infty} (1 - e^{2\pi iz} e^{2\pi im\tau})$  で定義される関数を用いた表示について研究した. これは以前得た二重正弦関数の有限積による表示に新しい解釈を与えるものである. また Essouabri-Matsumoto-Tsumura によって予想された, ある種の多重  $L$  値に関する等式 (多重ゼータ値の和公式の一般化) を証明した.

I am interested in the zeta and  $L$  functions of algebraic number fields, and multiple zeta functions. This year, I studied a formula which expresses certain ray class invariants of real quadratic fields in terms of the function  $f(z, \tau) = \prod_{m=0}^{\infty} (1 - e^{2\pi iz} e^{2\pi im\tau})$ . This gives a new interpretation for the expression as a finite product of double sine functions obtained before. I also proved a formula for certain multiple  $L$ -values (a generalization of the sum formula of multiple zeta values), which was conjectured by Essouabri-Matsumoto-Tsumura.

### B. 発表論文

1. S. Yamamoto and A. Yamashita: “A counterexample related to topological sums”, Proc. Amer. Math. Soc. **134** (2006), 3715–3719.
2. S. Yamamoto: “Kronecker limit formula for real quadratic fields and Shintani invariant”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu B4 (2007), 45–50.
3. S. Yamamoto: “On Kronecker limit formulas for real quadratic fields”, Journal of



Number Theory 128 (2008), 426–450.

4. S. Yamamoto: “Hecke’s integral formula for relative quadratic extensions of algebraic number fields”, Nagoya Math. J. 189 (2008), 139–154.
5. S. Yamamoto: “On Shintani’s ray class invariant for totally real number fields”, Math. Ann., 346 (2010), 449–476.
6. S. Yamamoto: “Factorization of Shintani’s ray class invariant for totally real fields”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu B19 (2010), 249–254.

### C. 口頭発表

1. On Kronecker limit formulas for real quadratic fields, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, December 2006.
2. On Shintani’s ray class invariant for totally real number fields, 第7回広島整数論集会, 広島大学, July, 2008.
3. On Shintani’s ray class invariant for totally real number fields, Workshop on Shimura Varieties, Automorphic Representations and Related Topics, 京都大学, November 2008.
4. On Shintani’s ray class invariant for totally real number fields, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, December 2008.
5. Zeta functions and cone decompositions for totally real fields, 愛媛整数論集会, 愛媛大学, February 2009.
6. On Shintani’s invariants for totally real number fields, 解析数論とその周辺の諸問題, 京都大学数理解析研究所, December 2009.
7. Kronecker’s limit formula for real quadratic fields, 第8回北陸数論研究会, 金沢大学サテライトプラザ, December 2009.

8. On analytic expressions of the Shintani invariants for real quadratic fields, Workshop on various zeta functions and related topics, 東京大学, December 2010.

9. 多重  $L$  値の和公式について, 解析数論セミナー, 名古屋大学, February 2011.

## CLARE, Pierre

### A. 研究概要

During my Ph.D (2006-2009) I worked on representation theory of semisimple Lie groups from the point of view of Noncommutative Geometry. More precisely, I obtained a construction of Hilbert modules which accurately describe principal series in the  $C^*$ -algebraic framework. The resulting objects give the possibility to prove generic irreducibility statements in a global sense and to easily define intertwining integrals. The forthcoming task is then to normalise those into twisted unitaries. This was achieved for  $SL_2(\mathbb{R})$  and  $SL_2(\mathbb{C})$  and ongoing work is meant to treat the case of Lorentz groups.

The other direction of my current research is joint work with Pr. T. Kobayashi. We are currently working on adapting techniques of geometrical analysis developed by him and various co-authors to study certain representations of complex symplectic and linear groups. In particular, we are studying the possibility of constructing models for degenerate principal series, in which the Knapp-Stein operators take an algebraic form.

My stay at the Graduate School of Mathematical Sciences extends from January, 4th to May, 3rd, 2011 on a JSPS post-doctoral fellowship with host professor T. Kobayashi.

### B. 発表論文

1. P. Clare “ $C^*$ -modules et opérateurs d’entrelacement associés la série principale de groupes de Lie semi-simples”, Ph.D Thesis, University of Orléans, (2009).

2. P. Clare “Hilbert modules associated to parabolically induced representations”, preprint, (2009).
3. P. Clare “Detecting reducibility in the principal series: case of  $SL_2$ ”, preprint, (2010).
4. P. Clare “ $C^*$ -algebraic intertwiners for  $SL_2(\mathbb{R})$ ”, in preparation, (2011).
5. P. Clare “ $C^*$ -algebraic intertwiners for Lorentz groups”, in preparation, (2011).
6. P. Clare “On the degenerate principal series of  $Sp(n, \mathbb{C})$ ”, in preparation, (2011).

### C. 口頭発表

1. Seminar *Lie groups and representation theory*, University of Tokyo, Japan, January 2011.
2. Seminar *Analysis, geometry, algebra*, University of Metz, France, November 2010.
3. Summer school *Around the Baum-Connes conjecture*, Indiana University, USA, August 2010.
4. Seminar of the Maths Department, University of Reims, France, June 2010.
5. Seminar *Noncommutative harmonic analysis*, University of Caen, France, January 2010.
6. Seminar *Geometry and analysis of symmetries*, University of Paderborn, Germany, December 2009.
7. Mid-term review meeting of the european network *Noncommutative geometry*, Copenhagen, Denmark, September 2009.
8. Focused semester *KK-theory and applications*, Münster, Germany, June 2009.
9. Seminar *Noncommutative geometry*, University of Neuchâtel, Switzerland, March 2009.
10. Seminar *Operator algebras*, University of Orléans, France, January 2009.

## OIKONOMIDES Catherine

### A. 研究概要

The theory of noncommutative geometry, developed by Alain Connes in the 1980s and 1990s, uses algebraic and analytical tools to describe the geometry of some noncommutative spaces, such as the leaf space of a foliation. Foliations have been studied since the late 1950s as a part of classical differential geometry. Many important geometrical results have been obtained. In particular, the Godbillon-Vey invariant, a geometrical invariant for smooth codimension one foliations, was defined in 1971. In the late 1970s, Connes defined the  $C^*$ -algebra of a foliation. He did this by replacing the usual commutative algebra of continuous functions on a foliated manifold by a non-commutative  $C^*$ -algebra, called the foliation  $C^*$ -algebra, whose construction is based on the holonomy groupoid of the foliation. Furthermore, Connes proved that the foliation  $C^*$ -algebra describes sometimes quite accurately the geometrical behaviour of the foliation. In particular, the K-theory groups of the foliation  $C^*$ -algebra are sometimes considered as a foliated analog of the homology groups of a manifold. Furthermore, Connes defined cyclic cohomology and proved that all the geometrical characteristic classes of smooth foliations, and in particular the Godbillon-Vey invariant, can be re-defined as cyclic cocycles on the foliation  $C^*$ -algebra. By using the pairing between cyclic cohomology and K-theory, he gave an index theorem, generalizing the Atiyah-Singer index theorem, which relates the analytical index (the cyclic cocycle applied to some K-theory class) to the geometrical invariant of the foliation. However, very few concrete examples of foliation  $C^*$ -algebras have been studied until now. The main nontrivial examples that are well-known are the irrational rotation algebras, studied by Connes, Rieffel and many others, and the foliations of the 2-torus by “Reeb” components, studied by Torpe. The starting point of my research was to find more interesting concrete computable geometrical exam-

ples of foliation  $C^*$ -algebras. Furthermore, the work of Connes is only concerned with smooth foliations. On the other hand, the geometry of foliations whose transverse structure is not smooth, and in particular of transversely piecewise linear foliations (which we will call in short PL-foliations) has been studied in the 1980s and 1990s by Greenberg, Ghys, Sergiescu, Tsuboi and others. In particular, a discrete Godbillon-Vey invariant for PL-foliations was defined geometrically by Ghys and Sergiescu in 1986. For this invariant, there are very simple nontrivial examples, like the Reeb foliation of the 3-sphere. More generally, a definition domain for the Godbillon-Vey invariant was given by Tsuboi in 1992. It contains in particular the set of foliations which are transversely “ of class  $P$  ”, which itself contains both smooth and PL-foliations. The aim of my research until now was to extend Connes’s theory of noncommutative geometry to these non-smooth foliations and to compute some simple nontrivial examples.

In my PhD thesis and subsequent research, I extended Connes’definition of the Godbillon-Vey cyclic cocycle to PL-foliations. Furthermore, I computed explicitly the index theorem for PL-foliations of the 3-torus by “ slope components ” (meaning essentially foliations of the 3-torus by 2-tori and cylinders). For these foliations, the discrete Godbillon-Vey invariant of Ghys and Sergiescu is generally non zero, therefore this gives us concrete and simple non trivial geometrical examples for Connes’index theorem in this extended context. Furthermore, I computed the K-theory of the  $C^*$ -algebra of foliations of the 3-torus by “ slope components ”, thus extending the result of Torpe on the 2-torus. This result also showed that the K-theory groups of the foliation  $C^*$ -algebra reflect in some way the geometrical properties of the foliation.

During the academic year 2010-2011, I mainly worked on two topics. First, I want to give an algorithm to compute the K-theory of the  $C^*$ -algebra of all codimension one foliations which are “ almost without holonomy ” (mean-

ing that the holonomy groups of all the non-compact leaves are trivial). This would extend my previous work on “ foliations by slope components ”. Foliation which are “ almost without holonomy ” have been studied geometrically by Moussu, Hector, Imanishi, Mizutani, Morita, Tsuboi and many others. Their geometrical structure is fairly simple. In particular, all the so-called “ spinnable foliations ” (that is foliations coming from an open book decomposition) fall into this category. They would provide very interesting examples in noncommutative geometry. This work is now under progress. Second, in collaboration with Vlad Sergiescu, I studied the Novikov conjecture for the Thompson group (which is a subgroup of the group of piecewise linear homeomorphisms of the circle). We are using the index theorem of Connes and Moscovici to prove that the Thompson group satisfies the Novikov conjecture. This work is now reaching its terminal phase.

#### B. 発表論文

1. C.Oikonomides: “The Godbillon-Vey cyclic cocycle for PL-foliations”, *J. of Functional Analysis* **234** Issue 1 (2006), 127–151.
2. C.Oikonomides: “A cyclic cocycle associated with the discrete Godbillon-Vey invariant”, *The COE seminar on Mathematical Sciences 2007*, Keio University (2008), 67–73.
3. C.Oikonomides: “The K-theory of the  $C^*$ -algebra of foliations by slope components”, *J. of K-theory* **3** Issue 2 (2009), 221–260.

#### C. 口頭発表

1. The Novikov conjecture and the Thompson group, *International Conference, Noncommutative Geometry 2006*, Kyoto, June 2006.
2. K-theory for foliation  $C^*$ -algebras, *International School and Conference on Noncommutative Geometry*, Chern Institute, Nankai University, Tianjin, August 2007.

3. K-theory for foliations of the 3-sphere which are almost without holonomy, Tambara Institute of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, November 2007.
4. Introductory Lecture on twisted K-theory, International Conference, Noncommutative Geometry and Physics 2008, K-theory and D-brane, Shonan Kokusai Mura Center, February 2008.
5. Cyclic cohomology and the Novikov conjecture, Operator algebra Seminar, The University of Tokyo, July 2009.
6. The C\*-algebra of codimension one foliations which are almost without holonomy, Operator algebra seminar, The University of Tokyo, May 2010.

## ROYDOR, Jean

### A. 研究概要

During this academic year I have been working on perturbation of operator algebras in the sense of Kadison & Kastler. They define a metric on the collection of subalgebras of a fixed operator algebra in considering the Hausdorff distance between the unit balls. The general question is: if two subalgebras are close enough, are they isomorphic? Recently, I proved that if a non-selfadjoint dual operator algebra satisfying a certain amenability condition is close enough to an injective von Neumann algebra, then these two algebras are similar (i.e. conjugated by an invertible operator). This extends a result of E. Christensen (Please find below the list of papers I wrote this year).

### B. 発表論文

1. "On dual operator algebras with normal virtual h-diagonals," submitted.
2. "Dual operator algebras close to injective von Neumann algebras," submitted.
3. "C\*-envelope of analytic semi-crossed product," submitted.

4. "Near inclusion of amenable operator algebras," accepted to Bull. London Math. Soc.

### C. 口頭発表

1. "Dual operator algebras close to injective von Neumann algebras," Operator algebra seminar, Copenhagen, March 2011
2. "Dual operator algebras close to injective von Neumann algebras," Functional analysis seminar, Lille (France), March 2011.
3. "Perturbation of dual operator algebras and similarity," Operator algebra seminar, Tokyo, November 2010.
4. "Perturbation of dual operator algebras and similarity," Annual meeting of the French functional analysis research network, (Metz, France), October 2010 .
5. "Perturbation of dual operator algebras and similarity," Analysis seminar (Univ. Franche-Comte, France), October 2010 .

## 特任研究員 (Project Researcher)

梅田 典晃 (UMEDA Noriaki)

### A. 研究概要

私は反応-拡散方程式及び反応-拡散方程式及び方程式系の初期値問題の非負の解について研究している。反応-拡散方程式の解の挙動は、化学反応における物質の温度変化や、数理生態学における個体数の変動など、さまざまな反応-拡散現象を表す。私の行ってきた研究は大きく分けて2つある。

1つ目は、この方程式(系)の初期値問題の非負の解について、有限時間での解の爆発や時間大域解の存在についてである。この分野の研究は1966年のH. Fujitaの研究から始まり、今まで多くの人々によって様々な研究が行われており、現在でも盛んに研究されている。

2つ目は、方程式の有限時間で爆発する解について、解の爆発点についてである。特に、初期値が空間無限遠点で最大値をとる場合、解が爆発時間で無限遠点でのみ爆発することがあることがわかった。これに関連して、最近では方物型方程式の解の瞬間爆発や、平均曲率流方程式の解の急冷についての研究も行っている。

My study has focused on non-negative solutions to the initial value problem surrounding reaction-diffusion equations and systems. Solutions to such equations formally represent various reaction-diffusion phenomena, including temperature changes in substances that are caused by chemical reactions, as well as changes in the numbers of individuals that exist in a mathematical ecology. There are two kinds of research, which I studied.

One is about the blow-up in finite time and the global existence in time of the nonnegative solutions of the equations and systems. Ever since Hiroshi Fujita's seminal work in 1966, much research has been done in this area. In particular, a number of researchers are still actively studying the blow-up of solutions in finite time and the existence of global solutions to reaction-diffusion equations. In this talk, I am going to discuss a few aspects of this vast area of research, with special attention to evaluation

methods for blow-up and global solutions to such equations.

The other is about the blow-up point for the solutions blowing up in finite time. In particular, it has been understood that when the initial value have the maximal value in the space infinity, there exist the case that the solution blows up at space infinity. Recently, in relation to this result, we study the instant blow-up for the parabolic equations and the quenching for the mean curvature flow equations.

### B. 発表論文

1. T. Igarashi and N. Umeda, "Existence and nonexistence of global solutions in time for a reaction-diffusion system with inhomogeneous terms", *Funkcialaj Ekvacioj*, **51** (2008), 17–37.
2. Y. Giga and N. Umeda, "On instant blow-up for semilinear heat equation with growing initial data", *Methods Appl. Anal.* **15** (2008), no. 2, 185–196.
3. T. Igarashi and N. Umeda, "Nonexistence of global solutions in time for reaction-diffusion systems with inhomogeneous terms in cones", *Tsukuba J. Math.* **33** (2009), no. 1, 131–145.
4. Y. Y. Giga, Y. Seki and N. Umeda, "Mean curvature flow closes open sets of noncompact surface of rotation", *Comm. Partial Differential Equations* **34** (2009) no. 11, 1508–1529.
5. M. Shimojo and N. Umeda, "Blow-up at space infinity for solutions of cooperative reaction-diffusion systems", to appear.
6. Y. Giga, Y. Seki and N. Umeda, "On decay rate of quenching profile at space infinity for axisymmetric mean curvature flow", to appear.
7. T. Igarashi and N. Umeda, "Existence of global solutions in time for reaction-

diffusion Systems with inhomogeneous terms in cones”, submitted.

8. R. Suzuki and N. Umeda, “Blow-up of solutions of a quasilinear parabolic equation”, submitted.
9. N. Umeda, “On quenching and dead-core at space infinity for semilinear heat equation with absorption”, preparation.
10. T. Igarashi and N. Umeda, “Nonexistence of global solutions in time for quasilinear reaction-diffusion Systems with inhomogeneous terms”, preparation.

### C. 口頭発表

1. On blow-up at space infinity for nonlinear heat equations, 非線形発展方程式と現象の数理解、京都大学、2007年10月.
2. Yoshikazu Giga, Noriaki Umeda, *On instant blow-up for semilinear heat equations with growing initial data*, The third Euro-Japanese workshop on blow-up (ポスターセッション) (柳田英二先生), 東北, 2008年9月.
3. 儀我美一, 梅田 典晃, 増大する初期値をもつ半線形熱方程式の初期値問題の非可解性, 日本数学会, 2008年度秋季総合分科会, 関数方程式分科会, 東京工業大学, 2008年9月.
4. 儀我美一, 梅田 典晃, 増大する初期値に対する半線形熱方程式の解の瞬間爆発について, 米子偏微分方程式研究集会, 米子工業高等専門学校, 2008年10月.
5. 儀我美一, 関行宏, 梅田典晃, *Mean curvature flow closes open ends of noncompact surface of rotation*, 中央大学偏微分方程式セミナー (望月清先生), 中央大学, 2008年10月.
6. 梅田典晃, *On instant blow-up for semilinear heat equation with growing initial data*, 非線形発展方程式と現象の数理解 (山田義雄先生), 京都大学, 2008年11月.
7. 梅田典晃, *On instant blow-up for quasilinear parabolic equations with growing initial data*, 望月清先生退職記念研究集会, 中央大学, 2009年3月.

8. 儀我美一, 関行宏, 梅田典晃, *On decay rate of quenching profile at space infinity for axisymmetric mean curvature flow*, 八王子偏微分方程式研究集会, 八王子セミナーハウス, 2009年10月.
9. 梅田典晃, *On quenching at space infinity for semilinear heat equation with absorption*, 第4回非線形偏微分方程式と変分問, 首都大学東京, 2010年2月
10. 梅田典晃, *On quenching and dead-core at space infinity for semilinear heat equation with absorption*, 京都大学 NLPDE セミナー, 京都大学, 2011年1月21日

川上 拓志 (KAWAKAMI Hiroshi)

### A. 研究概要

Painlevé VI 型方程式は, アクセサリーパラメータを2つ持つ Fuchs 型方程式系のモノドロミー保存変形を記述する方程式である. Painlevé VI 型方程式の退化を考えることで, 他の全ての Painlevé 方程式が得られる. Painlevé 方程式の退化は線型方程式の特異点の合流と対応している. アクセサリーパラメータを4つ持つ Fuchs 型方程式は, 大島利雄氏の分類によると13個あり, そのうち(連続的な)モノドロミー保存変形を許すものは4つある. そのうち1つは変形の次元が2次元であり, 2変数 Garnier 系に対応している. 後の3つは変形の次元が1次元であるが, それらの変形方程式が何であるかは興味ある問題である.

坂井秀隆氏はそれら3つの変形方程式を計算し, 多項式 Hamilton 系としての記述を得た. それらは藤・鈴木系, 笹野系, そして知られていなかった系である.

坂井氏, 中村あかね氏との共同研究で, 3つの Hamilton 系の退化を計算し, 線型方程式の Poincaré rank が整数の場合に限ってはあるが, Painlevé 方程式の場合のような退化図式を求めた.

また, 上で述べた3つの方程式のうち, 知られていなかった Hamilton 系を一般化し, その Hamiltonian が Painlevé VI 型方程式の Hamiltonian の正準変数を行列で置き換え, トレースをとった形で書けることを示した. さらにその退化を

計算し，V 型，IV 型，III 型，II 型方程式に対応するものも得た．

The sixth Painlevé equation describes the isomonodromic deformation of a Fuchsian system with two accessory parameters. By considering the confluence of singularities of the Fuchsian system, we can obtain all the other Painlevé equations.

According to the classification by T. Oshima, there are 13 Fuchsian systems with four accessory parameters. One of them admits two-dimensional isomonodromic deformation, which is described by the Garnier system with two variables. Three out of the 13 systems admit one-dimensional deformation, and the rest have no continuous deformation. Then it is natural to ask: what are the deformation equations of the three Fuchsian systems?

Recently H. Sakai gave an answer to this question: the deformation of the three Fuchsian systems are governed by polynomial Hamiltonian systems. Two of them are known as the Fujii-Suzuki system and the Sasano system, and the rest is new system.

In a joint work with H. Sakai and A. Nakamura, we obtained degeneration schemes of the three Hamiltonian systems in the case of integer Poincaré rank.

Moreover, I generalized the last one of the above three Fuchsian systems and showed that the isomonodromic deformation of the Fuchsian system is described by the “matrix Painlevé equation”, namely, a Hamiltonian system whose Hamiltonian is the trace of the Hamiltonian of sixth Painlevé equation with the replacement of canonical variables by some matrices. By considering the degeneration of the equation, I obtained matrix Painlevé equations that correspond to the fifth, fourth, third, and the second Painlevé equation.

## B. 発表論文

1. H. Kawakami: “Generalized Okubo systems and the middle convolution”, 東京大学博士論文 (2009).
2. H. Kawakami: “Generalized Okubo sys-

tems and the middle convolution”, *Int. Math. Res. Not.* **17** (2010), 3394–3421.

3. 川上拓志: “一般大久保型方程式と middle convolution の拡張について”, 数理解析研究所講究録 1700 「可積分系数理とその応用」 (2010), 33–47.

## C. 口頭発表

1. 不確定特異点を持つ大久保型方程式と middle convolution の拡張について, 日本数学会 2009 年度年会, 東京大学, 2009 年 3 月.
2. 特異点の合流と大久保型方程式の対応について, 日本数学会 2009 年度年会, 東京大学, 2009 年 3 月.
3. 一般大久保型方程式と middle convolution の拡張について, RIMS 研究集会「可積分系数理とその応用」, 公立はこだて未来大学, 2009 年 8 月.
4. 一般大久保型方程式と rigidity の理論, 日本数学会 2009 年度秋季総合分科会特別講演, 大阪大学, 2009 年 9 月.
5. 一般大久保型方程式とその応用, 研究集会「微分方程式の総合的研究」, 東京大学, 2009 年 12 月.
6. 4 次元 Painlevé 型方程式の退化図式, RIMS 研究集会 2010 可積分系数理の多様性, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 8 月.
7. 4 次元 Painlevé 型方程式の退化図式, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月.
8. 行列 Painlevé 方程式, 日本数学会 2010 年度秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月.
9. 行列 Painlevé 方程式, Workshop on Accessory Parameters, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2010 年 10 月.
10. Degeneration of 4-dimensional Painlevé type equations, Journée Japon-France de l'équipe Equations fonctionnelles, Université de Strasbourg, France, 2011 年 2 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。

非等方的曲率流は、非線形退化特異放物型偏微分方程式で形式的には表わせるが、これは、結晶成長の界面の動きの記述や画像処理に用いられる。界面エネルギー密度がクリスタラインの場合に、2階の特異拡散方程式について、この方程式の扇状領域における拡大自己相似解の一意存在性を示した。さらに初期形状が一般の多角形の場合の解の一意存在性を示すとともに、数値近似計算法を提案した。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、表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。さて、材料科学において結晶表面のステップの成長速度がステップの高さに依存して与えられている場合の界面の動きは、ショックの表われうる、発散型とは限らない、多次元空間におけるスカラーの一階ハミルトンヤコビ方程式としてモデル化できる。これを曲面の発展方程式とみなして、退化放物型方程式の手法を応用して粘性解の理論を展開していくために、鉛直方向のみに働く非局所的曲率を導入する方法が提案されている。この方法を確立を目指し、非局所的曲率項の係数の大きさの十分条件を求めた。これにより、この理論を用いた等高面法による数値計算に対し、ショック付近でオーバーターン現象を起こさないための十分条件を与えることが出来た。

ところで、方程式を変えないスケール変換に対して不変な解を一般に自己相似解とよばれるが、拡散型非線形偏微分方程式のある代表的な方程式について、自己相似解が一般の解のある典型的挙動を漸近的に近似していることを、平易な証明を軸に著書にまとめた。

This work is concerned with analysis of generalized solutions for some nonlinear evolution equations with singular diffusivities.

A singular anisotropic curvature flow can be described as a nonlinear degenerate singular parabolic partial differential equation of second order. Such a flow is often used to describe the motion of phase boundaries of a crystal and also used in image processing. When the interfa-

cial energy density is crystalline, we proved the unique existence of a selfsimilar expanding solution for a crystalline flow in a sector. We also proved the unique existence of the solution for a crystalline flow starting from a general polygon. The results improve a method of numerical computation for crystalline flow when an initial shape is a general polygon not necessarily "admissible". On the other hand, we also focused on a surface diffusion flow with very singular interfacial energy in crystal growth, which is a fourth order nonlinear partial differential equations. We studied a property of non-continuous solution by a very singular interfacial energy whose growth order is less than or equal to one.

Besides this work we studied an equation describing motion of steps of a crystal surface, when its normal velocity depends on the height of steps. This model is represented by a scalar first order Hamilton–Jacobi equation in multidimensional space, whose solutions may develop shock phenomena and may not be of divergence form. We are interested in interpreting such solutions as evolving surfaces (or curves) governed by a degenerate parabolic equation, adding nonlocal curvature effect in the vertical direction called vertical diffusion. To complete such a strategy, we obtained a sufficient condition for the magnitude of the vertical diffusion. The result provides a sufficient condition to prevent overturning from approximate solutions near shocks by the numerical computation via the level-set method.

Moreover a selfsimilar solution is, roughly speaking, a solution invariant under a scaling transformation that does not change the equation. For some nonlinear partial differential equations of diffusion type, we wrote a book including an easier way to prove that certain selfsimilar solutions asymptotically approximate the typical behavior of those solutions, as well as basic tools in analysis.

#### B. 発表論文

1. M.-H. Giga, Y. Giga and H. Hontani: "Selfsimilar expanding solutions in a sector for a crystalline flow" SIAM J. Math.



Anal. **37** (2006) 1207-1226.

2. M.-H. Giga, Y. Giga and J. Saal: "Nonlinear Partial Differential Equations :Asymptotic Behavior of Solutions and Self-Similar Solutions" Springer, New York (2010) 295+18 pages.
3. (著書) M.-H. Giga and Y. Giga: "Very singular diffusion equations: second and fourth order problems", Japan J. Indust. Appl. Math. **27** (2010) 323-345.

### C. 口頭発表

1. Singular Diffusivity and its Applications, International Conference on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 2007 (July 16-20)), Zurich, Switzerland, July 17, 2007
2. The Crystalline Flow Starting from Non-admissible Data, Special Analysis Seminar, Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University, New York, U.S.A., September, 2009
3. Motion by Crystalline Curvature with Non-admissible Data, Analysis Seminar, Department of Mathematics, The University of Texas at Austin, Austin, U.S.A., November, 2009
4. Planar Motion by Anisotropic Curvature Derived from Singular Interfacial Energy, International Conference on Evolution Equations, Martin Niemöller-Haus, Schmitten, Germany, October, 2010

菊地 哲也 (KIKUCHI Tetsuya )

#### A. 研究概要

ソリトン方程式と Painlevé 方程式について、無限次元 Lie 環で記述される対称性の視点により研究している。Painlevé 方程式はソリトン方程式の相似簡約で得られることが知られており、例えば野海・山田による  $A_l^{(1)}$  型 affine Weyl 群対称性をもつ常微分方程式 (Painlevé II 型, IV 型, V 型方程式を含む) は変形 Drinfeld-Sokolov 階層 (変形 KdV 方程式, 変形 Boussinesq 方程式などのソリトン方程式を含む) の相似簡約で得ら

れる。この観点から、箕三郎との共同研究において、“一般化された” Drinfeld-Sokolov 階層を構成した。現在はこの研究の発展として、 $q$  差分ソリトン方程式の相似簡約, モノドロミー保存系のハミルトン構造,  $2+1$  次元非線形 Schrödinger 階層と退化 Garnier 系の関連について研究している。今年度は、変形 Pohlmeier-Lund-Regge 階層を調べ、特にこの方程式系の affine Weyl 群対称性から Painlevé III 型方程式の対称性を記述できることを示し、論文にまとめた。

I have studied soliton equations and Painlevé equations from a viewpoint of symmetry described by infinite-dimensional Lie algebra. Painlevé equations are obtained by similarity reduction for soliton equations. For example, the equations described by Noumi and Yamada, which has  $A_l^{(1)}$  affine Weyl group symmetry, including Painlevé II, IV and V, are obtained by a reduction of the Drinfeld-Sokolov hierarchy of soliton equations, including modified KdV equation, modified Boussinesq equation. Paying attention to this correspondence, in the joint work with S. Kakei, we have constructed the “generalized” Drinfeld-Sokolov hierarchy. As development of this research, we investigate the similarity reduction for  $q$ -difference equations, Hamiltonian structure of the system of monodromy preserving deformation equations and the relation between the  $2+1$ -dimensional nonlinear Schrödinger hierarchy and the degenerate Garnier system. This year I studied the Pohlmeier-Lund-Regge hierarchy and showed that the affine Weyl group symmetry of this hierarchy express the symmetry of the third Painlevé equation and wrote a paper.

#### B. 発表論文

1. S. Kakei and T. Kikuchi: “A  $q$ -analogue of  $\hat{\mathfrak{gl}}_3$  hierarchy and  $q$ -Painlevé VI”, J. Phys. A: Math. Gen. **39** (2006) 12179–12190.
2. S. Kakei and T. Kikuchi: “The sixth Painlevé equation as similarity reduction of  $\hat{\mathfrak{gl}}_3$  generalized Drinfel’d-Sokolov hierarchy”, Lett. Math. Phys. **79** (2007) 221–234.

### C. 口頭発表

1.  $q$ -Painlevé equations arising from  $q$ -KP hierarchy, 九州可積分セミナー, 九州大学箱崎キャンパス, 2006年6月8日.
2. 自己相似簡約と  $\tau$  関数, 古典解析セミナー, 大阪大学理学部, 2006年12月20日.
3. ソリトン方程式の保存則と相似簡約, 2007 函数方程式論サマーセミナー, ビレッジ安曇野, 2007年8月7日.
4. 戸田階層とパンルヴェ方程式, 2007年度 表現論シンポジウム, 休暇村 讃岐五色台, 2007年11月14日.
5.  $2+1$  次元 NLS 階層とパンルヴェ方程式, 神戸可積分系セミナー, 神戸大学自然科学研究科, 2008年1月16日.
6.  $2+1$  次元 NLS 階層の相似簡約, 「可積分系ウィンターセミナー 2008」KKR 湯沢ゆきぐに, 2008年2月19日.
7.  $2+1$  次元 NLS 階層とパンルヴェ方程式, 古典解析セミナー, 大阪大学理学部, 2008年2月21日.
8. 変形 Pohlmeier-Lund-Regge 方程式から見た Painlevé III 型方程式, 研究集会「非線形波動の数理と物理」, 九州大学応用力学研究所, 2008年11月6日.
9. AKNS-ASDYM 階層とパンルヴェ方程式, 研究集会「微分方程式のモノドロミーをめぐる諸問題」, 京都大学数理解析研究所, 2009年2月6日 (数理解析研究所講究録 1662)
10. 変形 Pohlmeier-Lund-Regge 方程式と Painlevé III 型方程式, 日本数学会 2009 年度年会, 東京大学, 2009年3月29日.

木村 康人 (KIMURA Yasto)

#### A. 研究概要

結び目  $K$  に対して, 結び目カンドルとよばれる不変量  $Q(K)$  を考えることができる. 結び目カンドルは, 結び目の完全不変量であるが, その扱いは簡単ではなく, それ故, 結び目カンドルから, 扱いやすくかつ十分な情報を持った不変量をい

かに構成するかということが問題となる. その一つの方法として, 結び目カンドル  $Q(K)$  の (コ)ホモロジー群を考えるものがある.

私の主要な関心は, 結び目カンドルのホモロジー群やコホモロジー群が, 代数的にはどのような構造を持つのか, また, それらは結び目のどのような位相的情報を反映しているのかということである.

これまでに, 結び目カンドル  $Q(K)$  の二次以下の (コ)ホモロジー群の構造については決定されており, また, それらの結果を応用することで, 私は三次のホモロジー群の非自明な元を図式的に構成することに成功した.

私が構成した  $Q(K)$  のホモロジー群の非自明な元  $[D_{sh}]$  は, 対応する結び目  $K$  の結び目図式  $D$  から得られるものであるが, 一方で  $[D_{sh}]$  と独立したホモロジー類を与えるような図式が存在しうるのかどうかについては, 今のところ判定できない. このことに関して, 私は, 図式内で退化彩色された交差点における交差交換が, ホモロジーの観点から許容される図式の変形であると予想しているが, 残念ながら, 交差点が退化彩色されることを特徴づける術を未だ見出せていない.

We can consider the knot quandle  $Q(K)$  for a knot  $K$ , which is the complete invariant of  $K$  but difficult for calculation. Therefore, we need to construct methods to extract usable information from  $Q(K)$ . One of these methods is to consider the (co)homology groups of  $Q(K)$ .

I am mainly concerned with the algebraic structures of these (co)homology groups of knot quandles, and with what topological information they reflect.

The structures of (co)homology groups of the knot quandle  $Q(K)$  with degree less than or equal to two are already determined, and, by applying these results, I found a diagrammatic construction of some non-trivial elements of the third homology groups.

Though such element  $[D_{sh}]$  of the homology group of  $Q(K)$  that I constructed is obtained from the knot diagram  $D$  of the corresponding knot  $K$ , it is not solved whether there exist some diagrams which give homology classes independent to  $[D_{sh}]$ . As for this, I conjectured that crossing changes at degenerate coloured

crossings are the only way of deforming diagrams which are admissible in the viewpoint of homology groups, but regrettably I cannot find the way to characterise the crossings which are degenerate coloured.

## B. 発表論文

1. Y. Kimura : “Characterisation of Framings via Cohomology of the Knot Quandle”, to appear in J. Knot Theory Ramifi.
2. Y. Kimura : “A Diagrammatic Construction of Third Homology Classes of Knot Quandles”, preprint, 2007.
3. Y. Kimura : “Topological Constructions of Homology Classes of Knot Quandle”, doctoral thesis, 2008.

## C. 口頭発表

1. Topological Characterization of Second Cohomology of Knot Quandle, The Third East Asian School of Knots and Related Topics, Osaka, Japan, February 2007.
2. Surgeries on Shadow Coloured 2-diagrams, The Fifth East Asian School of Knots and Related Topics, Gyeongju, Korea, January 2009.

## 関 行宏 (SEKI Yukihiro)

### A. 研究概要

今年度はいわゆる Keller-Segel model と呼ばれる反応拡散系の爆発解の振る舞いについて研究した。本研究の目的は、接合漸近展開の手法を用いて爆発点付近におけるある非球対称解の挙動のメカニズムを明らかにすることである。球対称な爆発解については、その爆発集合は原点のみであることが知られており、また爆発時刻において質量  $8\pi$  を持つ Dirac デルタ型の特異性を発生させる特殊解の存在が 1996 年の Herrero-Velazquez の仕事によって示されている。

一般に Keller-Segel model の任意の爆発解は爆発時刻において Dirac デルタ型の特異性を発生させることが知られているが、その質量について  $8\pi$  より大きい解が実際に存在するかどうか

未知であった。ここでは 2 つのピークを有する非球対称解の形式的展開を漸近解析の手法を用いて構成する。ここで構成する特殊解は各ピークにおいてそれぞれ  $8\pi$  の漸近的な局所質量を有し、爆発時刻において質量  $16\pi$  の Dirac デルタ型の特異性を発生させる。

その他、位置に依存する非線形項を有する半線形熱方程式について研究した。原点に零点を有する非線形項を伴う非線形熱方程式の解の爆発については任意の爆発解に対して原点は爆発点になり得ないと予想されていたが、最近この予想に反して、空間 3 次元の場合に原点に爆発点をもつ解が構成された。その解の爆発速度は後方自己相似解のそれより速いが、実際の爆発速度については不明であった。

本研究では高次元においては接合漸近展開を用いて原点に爆発点とする解を具体的な爆発速度と共に構成できることを示した。

In this academic year, I studied the blow-up behavior of particular solutions of a reaction-diffusion system known as the Keller-Segel model. The goal of this work is to describe, using matched asymptotics, the asymptotic behavior near blow-up points of nonradially symmetric solutions of the Keller-Segel model. In the case of radially symmetric solutions, the asymptotic behavior of the solutions near blow-up points was obtained by Herrero and Velazquez in 1996. The solutions constructed there produce the aggregation of Dirac mass with an amount of mass  $8\pi$ .

As for the general case, every blow-up solution is known to produce a Dirac mass with an amount greater than or equal to  $8\pi$  at the blow-up time. It has been unknown whether or not there exists a blow-up solution that produces a Dirac mass with amount greater than  $8\pi$ .

I will describe the formal asymptotic expansions of nonradially symmetric solutions having two peaks. The solutions contain an amount of the local mass asymptotically close to  $8\pi$  at each peak and yield formation of Dirac masses with the amount of mass  $16\pi$  at the blow-up time.

## B. 発表論文

1. Yukihiro Seki, Ryuichi Suzuki, and Noriaki Umeda, " Blow-up directions for quasilinear parabolic equations ", Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A, 138(2008), 379-405.
2. Yukihiro Seki, " On directional blow-up for quasilinear parabolic equations with fast diffusion ", J. Math. Anal. Appl. 338(2008) 572-587.
3. Yukihiro Seki, " On behavior of solutions near singularities for nonlinear diffusion equations ", 2008 年度東京大学数理科学研究科博士論文
4. Yukihiro Seki, " On behavior of solutions near singularities for nonlinear diffusion equations ", 2008 年度東京大学数理科学研究科博士論文
5. Yoshikazu Giga, Yukihiro Seki, and Noriaki Umeda, " Mean curvature flow closes open ends of noncompact surfaces of rotation ", Comm. Partial Differential Equations, 34 (2009), 1508-1529.
6. Yukihiro Seki, " On exact dead-core rates for a semilinear heat equation with strong absorption ", Comm. Contemp. Math, 13(2011), 1-52.
7. Yoshikazu Giga, Yukihiro Seki, and Noriaki Umeda, " On decay rate of quenching profile at space infinity for axisymmetric Mean curvature flow ", Discrete and Continuous Dynamical Systems (Series S) , in press.

## C. 口頭発表

1. Blow-up at space infinity for quasilinear parabolic equations, 2008 年 5 月 19 日, the 7th AIMS International Conference, Special session, "Global or/and Blowup Solutions for Nonlinear Parabolic Equations and Their Applications ", University of Texas at Arlington. (Texas, USA)
2. Mean curvature flow closes open ends of noncompact surface of rotation, 第 33 回偏

微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学理学部, 2008 年 8 月 26 日.

3. On exact dead-core rates for a semilinear heat equation with strong absorption, Equadiff 12, Masaryk University, 2009 年 7 月 21 日. (Brno, Czech Republic)
4. On the dead-core problema, 三大学偏微分方程式セミナー, 国土館大学世田谷キャンパス, 2010. 4. 21;
5. Non-self-similar behavior for a semilinear heat equation with strong absorption, 応用数学セミナー, 東北大学大学院理学研究科, 2010. 6. 24;
6. A remark on blow-up for a semilinear heat equation with space-dependent nonlinearity, 信州松本偏微分方程式セミナー, 松本市中央公民館, 2010. 12. 4

## G. 受賞

2008 年 3 月

東京大学大学院数理科学研究科研究科長賞

高村 正志 (TAKAMURA Masashi)

### A. 研究概要

葉層構造の特性類について, Gel'fand-Fuks 理論の視点から研究を行っている. 特に, 形式的接触ベクトル場, 形式的 Poisson ベクトル場や形式的 Hamilton ベクトル場のなす Lie 代数のコホモロジーについて研究を行っている. 形式的 Poisson ベクトル場の非自明なコホモロジー類を求めるために, Laplace 作用素を行列表示し, その階数を計算すればよい. この場合, 500 万回以上の行列を扱う必要がある. この計算を東京大学情報基盤センターにあるスーパーコンピュータを用いて計算を行っている.

I study characteristic classes of foliations from viewpoints of Gel'fand-Fuks theory. The main subject is the cohomology of the Lie algebras of formal contact vector fields, formal Poisson vector fields and formal Hamiltonian vector fields. In order to obtain the non-trivial cohomology classes of the Poisson case, we express Laplace operators as matrix and calculate those ranks.

But we have to operate large matrices. I calculate this calculation with a super computer in the Information Technology Center at The University of Tokyo.

## B. 発表論文

1. M. Takamura : “The relative cohomology of formal contact vector fields with respect to formal Poisson vector fields”, J. Math. Soc. Japan, Vol. 60, No. 1 (2008) pp. 117-125.
2. M. Takamura : “The cohomology of the Lie algebras of formal Poisson vector fields and Laplace operators”, Tokyo J. Math., Vol. 32, No. 1 (2009) pp. 105-111.

## C. 口頭発表

1. “形式的接触ベクトル場と形式的 Poisson ベクトル場の相対コホモロジー”, 微分幾何・トポロジーセミナー, 慶応義塾大学, 2006 年 10 月
2. “The relative cohomology of formal contact vector fields with respect to formal Poisson vector fields”, Foliations, Topology and Geometry in Rio, PUC-Rio, Rio de Janeiro, Brazil, August 2007
3. “接触微分同相の Gel'fand-Fuks cohomology”, 研究集会「接触構造と葉層構造」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2007 年 9 月
4. “The cohomology of the Lie algebras of formal Poisson vector fields and Laplace operators”, トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2008 年 4 月
5. “Computer computation of the cohomology of the Lie algebra of formal Poisson vector fields on the plane”, 葉層構造論シンポジウム, 東京大学玉原セミナーハウス, 2008 年 10 月 27 日 ~ 10 月 31 日
6. “形式的ポアソン・ベクトル場のコホモロジーについて”, 研究集会「複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺」, 龍谷大学セミナーハウスともいき荘, 2010 年 11 月

津嶋 貴弘 (TSUSHIMA Takahiro)

## A. 研究概要

今年度も、前年度に引き続きモジュラー曲線・Lubin-Tate 空間の安定モデルの計算を行ってきた。以下、 $F$  を局所体、 $\mathcal{O}_F$  をその整数環、 $\pi$  を素元とする。更に剰余体を  $k$  とかく。 $F$  の代数閉包  $F^{\text{ac}}$  を固定する。その完備化を  $\mathbb{C}_\pi$  とする。 $\mathbb{C}_\pi$  の剰余体を  $k^{\text{ac}}$  とかく。 $\Sigma$  を  $k^{\text{ac}}$  上の同型を除いて唯一つに定まる高さ 2 の  $\mathcal{O}_F$ -形式群とする。このとき Lubin-Tate 空間  $\mathcal{X}(\pi^n)$  とは、Drinfeld  $\pi^n$ -構造付き  $\mathcal{O}_F$ -形式群  $\Sigma$  の変形空間のことである。

特に、今年はフルレベル構造付きのモジュラー曲線・Lubin-Tate 空間  $\mathcal{X}(\pi^2)$  の安定モデルの計算を行い、それに付随してその安定モデルへの惰性群の作用を明示的に書いた。また  $\text{GL}_2$  の作用も明示的に書き下した。更に連結成分への  $\text{SL}_2(\mathcal{O}_F/\pi^2\mathcal{O}_F)$  への作用からこの有限群の如何なる表現が生じるかを Lusztig 理論の観点の下で考察した。また不変量  $1/2$  の division algebra の作用も明示的に書けることがわかった。

Let  $F$  be a local field with integer ring  $\mathcal{O}_F$ ,  $\pi$  uniformizer and residue field  $k$ . We fix an algebraic closure  $F^{\text{ac}}$  of  $F$ . Let  $\mathbb{C}_\pi$  denote the completion of  $F^{\text{ac}}$ . We denote by  $k^{\text{ac}}$  the residue field of  $\mathbb{C}_\pi$ . Let  $\Sigma$  denote the unique (up to isomorphism) formal  $\mathcal{O}_F$  module of height 2 over  $k^{\text{ac}}$ . The Lubin-Tate space  $\mathcal{X}(\pi^n)$  is a deformation space of  $\Sigma$  equipped with the Drinfeld  $\pi^n$ -level structure.

We determine the stable reduction of  $\mathcal{X}(\pi^2)$  explicitly only using blow-up. Furthermore, we determine the inertia action  $I_F$  and the action of  $\text{GL}_2(\mathcal{O}_F/\pi^2\mathcal{O}_F)$  on the stable reduction  $\overline{\mathcal{X}(\pi^2)}$ . We also understand the action of the division algebra  $\mathcal{O}_D^\times$  with invariant  $1/2$  on  $\overline{\mathcal{X}(\pi^2)}$ .

## B. 発表論文

1. Elementary computation of ramified component of the Jacobi sum Hecke character, J. of Number Theory **130** issue **9** (2010), pp 1932-1938.
2. On localization of the characteristic classes of l-adic sheaves and conductor formula in

characteristic  $p > 0$ , to appear in Math Z.

3. On the stable reduction of  $X_0(p^4)$ , preprint.
4. Elementary computation of the stable reduction of the Drinfeld modular curve  $\mathcal{X}(\pi^2)$ , preprint.

#### C. 口頭発表

1. On the stable reduction of  $X_0(p^4)$ , 「大阪大学数論セミナー」, 大阪大学, 2010/2/12.
2. On the stable reduction of  $X_0(p^4)$ , 「早稲田整数論集会」, 早稲田大学, 2010/3/19.
3. On the stable reduction of  $X_0(p^4)$ , 「数論合同セミナー」, 京都大学, 2010/5/21.
4. On the stable reduction of  $X_0(p^4)$ , 「代数学コロキウム」, 東京大学大学院数理科学研究科, 2010/7/7.
5. On the stable reduction of  $X_0(p^4)$ , 「第9回仙台広島整数論集会」, 東北大学, 2010/7/22.
6. On the stable reduction of  $X_0(p^4)$ , 「Industrious Number Theory 3」, KIAS, 2010/11/10.
7.  $X_0(p^4)$  の安定モデルについて, 「代数的整数論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2010/12/8.

寺澤 祐高 (TERASAWA Yutaka)

#### A. 研究概要

私の最近の研究の興味は、非圧縮粘性流体の運動を記述する Navier-Stokes 方程式およびそれを

一般化した形の方程式の適切性にある。Navier-Stokes 方程式に対して、前川泰則氏との共同研究により、一様局所  $L^p$  空間に初期値をとったときの適切性の問題を取り扱い、時間局所解の存在を示した。また、Helmut Abels 氏との共同研究により、砂やセメントの運動を記述する粉粒体の方程式及び、同じ密度を持つ二層流体の Diffuse Interface Model で易動度がゼロの場合を記述する方程式を含む一般的な非等質 Navier-Stokes 方程式の表面張力なしの自由境界問題に対して、 $L^p$  理論の枠組みで、時間局所解を構成した。同方程式は、粘性係数が Order Parameter といわれる、粉粒体の密度や二層流体における一方の流体の割合を表わす量に依存することが特徴である。同方程式の線形化方程式として、ストークス方程式において粘性係数が場所に依存する方程式が現れるが、これより以前の Abels 氏との共同研究の結果において、その  $L^p$  空間での最大正則性を、対応する作用素 (= 変数粘性係数ストークス作用素) が解析半群を生成し、さらに  $H_\infty$ -calculus を持つことから証明した。変数粘性係数ストークス作用素が  $H_\infty$ -calculus を持つことは、そのレゾルベント問題のパラメトリックスを Boute de Monvel, Grubb らによる擬微分境界演算を用いて構成することにより証明される。また、昨年度、京都大学の吉田伸生氏との共同研究で、確率的外力項を持つ冪乘法則型流体方程式に対して、ある冪の範囲での弱解の存在とそれより狭い冪の範囲での弱解の一意性を示した。本結果は、外力項がない場合の、Nečas-Málek-Růžička('93) の同様の結果を、確率的外力項がある場合に拡張したものとみなせる。今年度は、Bulíček 氏と Málek 氏との共同研究で冪乘法則型流体方程式の弱解に関して、時間部分正則性を考察し、Leray, Scheffer が Navier-Stokes 方程式に対して得た結果の拡張を行った。同様の考察は、Guillén-González と Rodoriguez-Bellido('01) によってなされているが、本研究ではその結果の改良を行った。そのために、弱解に対してなりたつあるアプリアリ評価がキーになった。現在は、冪乘法則型流体方程式の動境界問題に関して、弱解の構成を試みている。

My recent research interest is in the well-posedness problem of the Navier-Stokes equations and some of the equations which generalize it. In a joint work with Mr. Ya-

sunori Maekawa, I treated the well-posedness of Navier-Stokes equations with initial data in uniformly local  $L^p$  spaces and proved the local existence of the solution. In a joint work with Dr. Helmut Abels, I constructed the local solution of general non-homogeneous Navier-Stokes equations which models both the motion of granular material such as sand and cement and two-phase fluid of the same densities with diffuse interface with the mobility constant zero. This equation's feature is that the viscosity depends on the order parameter which is the density of the granular material or the proportion of one fluid in two-phase flow with diffuse interface etc. As a linearization of this equation, we obtain Stokes-like system where the viscosity depends on the space variable. In a joint work with Helmut Abels before, we obtained the maximal regularity of the linearized equation in  $L^p$  space via the analytic semigroup property and the admittance of  $H_\infty$ -calculus of the corresponding operator (=Stokes operator with variable viscosity.) These properties were proven by the construction of the parametrix of the resolvent problem of the operator by using the pseudo-differential boundary calculus by Boutet de Monvel and Grubb. In the last academic year, in a joint work with Prof. Nobuo Yoshida, I obtained the existence of weak solutions of power-law type fluid equations in a certain range of powers and the uniqueness of it in a narrower range of powers. It extends the similar result of Nečas-Málek-Růžička('93) concerning the no exterior force case to the case with random exterior force. In this academic year, in a joint work with Bulíček and Málek, I considered the partial regularity in time of weak solutions of power-law type fluid equations and extended the result of Leray and Scheffer concerning the Navier-Stokes equations. The similar investigation was already done by Guillén-González and Rodoriguez-Bellido('01) and we improved their result. Some a priori estimate for the weak solution is the key to that result. I am now trying to construct weak solutions to the power-law type fluid equation with moving boundary.

## B. 発表論文

1. Y. Terasawa: "Outer measures and weak type (1,1) estimates of Hardy-Littlewood maximal operators", *J. Ineq. Appl.*, Article ID **15063** (2006) 13pp.
2. Y. Maekawa and Y. Terasawa: "The Navier-Stokes equations with initial data in uniformly local  $L^p$  spaces", *Diff. Int. Eq.* **19** (2006) 369–400.
3. L. Ephremidze, N. Fujii and Y. Terasawa: "The Riesz "rising sun" lemma for arbitrary Borel measures with some applications", *J. Funct. sp. appl.* **5** (2007) 319–331.
4. H. Abels and Y. Terasawa: "On Stokes operators with variable viscosity in bounded and unbounded domains", *Math. Ann.* **344** (2009) 381–429.
5. H. Abels and Y. Terasawa: "Non-homogeneous Navier-Stokes systems with order-parameter dependent stresses", *Math. Meth. Appl. Sci.* **33** (2010) 1532–1544.
6. Y. Terasawa and N. Yoshida: "Stochastic Power Law Fluids: Existence and Uniqueness of Weak Solutions", to appear in *Ann. of Appl. Prob.*
7. M. Bulíček, J. Málek and Y. Terasawa: "On Hausdorff dimension of blow-up times relevant to weak solutions of generalized Navier-Stokes fluids", submitted.

## C. 口頭発表

1. Navier-Stokes equations with initial data in uniformly local  $L^p$  spaces, Evolution equation 2006, University of Mons, Belgium, 2006年8月.
2. Navier-Stokes equations with initial data in the amalgam spaces, Arbeitsgemeinschaft Mikrostructren, Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences, Germany, 2006年10月.

3. On Stokes operators with variable viscosity, Analysis Seminar, Technische Universität Darmstadt, Germany, 2007 年 11 月.
4. 変数粘性係数ストークス作用素のレゾルベント評価について, 調和解析セミナー, 草津セミナーハウス, 2007 年 12 月.
5. On Stokes operator with variable viscosity, 北東数学解析研究会, 北海道大学, 2008 年 2 月.
6. On Stokes operators with variable viscosity in bounded and unbounded domains, Workshop “Mathematical Fluid Dynamics”, Technische Universität Darmstadt, Germany, 2008 年 9 月.
7. Non-homogeneous Navier-Stokes equations with order-parameter stresses, Differential equation seminar, Wroclaw University, Poland, 2009 年 11 月.
8. Non-homogeneous Navier-Stokes equations with order-parameter dependent stresses, 応用解析セミナー, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Germany, 2009 年 11 月.
9. 確率的外力項を持つ冪乗法則型流体方程式の弱解の存在と一意性について, 解析セミナー, 神戸大学, 2010 年 6 月.
10. 確率冪乗法則型流体方程式の弱解の存在と一意性について, 発展方程式研究会, 中央大学, 2010 年 12 月.

中石 健太郎 (NAKAISHI kentaro)

#### A. 研究概要

今年度は substitution に関する Pisot 予想についての研究を行った. Substitution とは語を語に写す変換である. たとえば  $a, b$  という 2 語が生成する列に対して  $a \mapsto ab, b \mapsto ba$  といった置き換えをする操作を Morse-Thue substitution と呼ぶ. Substitution の生成する無限列の回帰性の研究は歴史的には Morse を契機とする. その研究において双曲多様体上の測地線の中で周期的ではないが回帰的なものが十分に存在することを示すことに substitution は利用された. Pisot

予想とは, Pisot 数という整数論的な背景をもつ Pisot substitution が生成する無限列のエルゴード的シフト力学系が離散 (純点) スペクトルをもつであろうという予想である. 離散スペクトルをもてば, あるコンパクト・アーベル群上の回転と同型にできるためある種の分類問題とも見なせる. 2 次の Pisot 数に対応する 2 語の Pisot substitution の場合にはシフト力学系と同型な Interval exchange transform が構成できるためよく研究されてきたが, 特定の 3 語に対して Rauzy(1982) が離散群の「フラクタル」基本領域上の力学系と同型にできることに気づき, さらに高次元化 (任意次数の Pisot substitution) への道を開いた. この力学系は 2 トーラス上の平行移動を被覆するので元の力学系が離散スペクトルをもつことも分かる. 後に Arnoux-Ito(2001) により一般化がなされたが, トーラス上の平行移動との準同型を示すに留まった. 今年度の研究では Arnoux-Ito(2001) にさらに修正を加えて discrete flow とし Furstenberg の構造定理を適用することで unimodular の場合の Pisot 予想が正しいことを示すことができた.

This academic year, we studied *Pisot conjecture*. A *substitution* is a replacement of letters. For any given word generated by  $\{a, b\}$ , for example, the replacement  $a \mapsto ab, b \mapsto ba$  is called *Morse-Thue substitution*. The study of recurrent sequences generated by a substitution historically goes back to the one by Morse to show that on a hyperbolic manifold there are plenty of recurrent geodesics other than periodic ones. Pisot conjecture states that the ergodic shift dynamical system coming from any Pisot substitution related to a certain algebraic integer, Pisot number, has discrete spectrum. It is known that if a measure-preserving system has discrete spectrum, the system can be conjugate to a rotation on a compact abelian group. So Pisot conjecture is sort of a classification problem. A quadratic Pisot number is closely related to continued fraction and gives a Pisot substitution over 2 letters. This case has been well-studied since one can construct an interval exchange transformation which is conjugate to the shift dynamical system. For a specific Pisot substitution of three letters,



Rauzy(1982) was the first to realise that one can construct a dynamical system, isomorphic to the shift, on a "fractal" fundamental domain of a discrete group and opened a path to general cases. Since this dynamical system covers a translation on 2-torus, it follows that the shift system has discrete spectrum. Later Arnoux-Ito(2001) has succeeded in generalising Rauzy's framework to unimodular Pisot cases, yet the conjugacy remained unproved. We modify Arnoux-Ito(2001) to construct a discrete flow. By applying Furstenberg structure theorem we prove Pisot conjecture for unimodular cases.

## B. 発表論文

1. K.Nakaishi: "Strong convergence of additive Multidimensional Continued Fraction algorithms", *Acta Arithmetica* **121** (2006) 1-19.

## C. 口頭発表

1. Pisot Conjecture and Rauzy fractals, 「数論とエルゴード理論」金沢大学サテライト・プラザ, 2011年2月19日~2月20日.
2. Pisot conjecture and Rauzy fractals (poster session), *Functions in Number Theory and its Probabilistic Aspects*, RIMS, 日本, 2010年12月13 - 17日.
3. On conformal map models for DLA, 「数論とエルゴード理論」研究集会, 金沢大学サテライトプラザ, 2010年3月6日.
4. A strategy for coincidence conjecture on primitive Pisot substitutions, 「エルゴード理論の展望」研究集会, 三重大学, 基盤研究(A)「確率論の総合的研究」, 2006年12月.
5. A Dynamical Approach to singular Bernoulli Convolutions, 「準周期 Tiling とその周辺」研究集会, 京都大学数理解析研究所, 2006年1月.

6. A Dynamical Approach to singular Bernoulli Convolutions, 広島確率論・力学系セミナー, 広島大学理学部数学科, 2005年11月.

中田 庸一 (NAKATA Yoichi)

## A. 研究概要

ソリトン方程式の構造及びその他の数学分野への応用について研究している。主な結果は以下の通り。

- $N$ -ソリトン解を  $N+1$ -ソリトン解に写すソリトン理論における頂点作用素の類似物を超離散 KP 方程式及びその簡約となる他の方程式について提出した。またこの頂点作用素が背景と呼ばれる広い解のクラスに適用可能であることを示した。
- (ラルフ・ウィロックス准教授、薩摩順吉教授(青山学院大学)、A. Ramani氏(Ecole Polytechnique)、B. Grammaticos氏(パリ第7大学)との共同研究) ソリトン方程式における逆散乱法の超離散類似を用いることによって、任意の超離散 KdV 方程式の初期値からそこに含まれるソリトンおよび背景の情報を引き出し、頂点作用素を用いて厳密解を再構成する手続きを提出した。
- 超離散戸田分子方程式のソリトン解を平面グラフ上のフローの最小重み問題の解として表現し、その構造に従って解であることの証明を与えた。またその Bäcklund 変換、高次元化である二次元戸田分子方程式について同様の証明を行った。グラフ表現は超離散ソリトン方程式における頂点作用素の構造を拡張されたものであり、可積分性の本質を表しているものと考えられる。

I am studying about structures of the soliton equations and their applications for other mathematical topics. The main results are as follows:

- We have proposed an ultradiscrete analogue of the vertex operator in the case of the ultradiscrete KP equation—several other ultradiscrete soliton equations—

which maps  $N$ -soliton solutions to  $N + 1$ -soliton ones. We have also proven that we can apply the vertex operator to the larger class called “backgrounds”.

- (Joint work with Prof. R. Willox, Prof. J. Satsuma, Prof. A. Ramani and Prof. B. Grammaticos) We have proposed the method to obtain the information of solitons and backgrounds of solutions for the ultradiscrete KdV equation by employing an ultradiscrete analogue of the inverse scattering method for ordinary soliton equations and reconstruct exact solutions of this equation by virtue of the vertex operator.
- We have expressed the soliton solution for the ultradiscrete Toda molecule equation as the minimal weight flow of the planar graph and proven that it solves the equation according to its structure. We have also given similar proofs for the Bäcklund transformation of this equation and the two dimensional Toda molecule equation. The expression is an extension of the vertex operator structure for ultradiscrete soliton equations. Therefore, the graph structure is considered as fundamental to the integrability of ultradiscrete soliton equations.

## B. 発表論文

1. Y. Nakata: “Vertex operator for the ultradiscrete KdV equation”, J. Phys. A: Math. Theor., 42:412001 (6pp), 2009.
2. Y. Nakata: “Vertex operator for the non-autonomous ultradiscrete KP equation”, Submitted.
3. 中田 庸一: “Vertex operators and background solutions for ultradiscrete soliton equations (邦題: 超離散ソリトン方程式における頂点作用素と背景解)”, 博士論文 (2010).
4. R. Willox, Y. Nakata, J. Satsuma, A. Ramani and B. Grammaticos: “Solving the

ultradiscrete KdV equation”, J. Phys. A: Math. Theor., 43:482003 (7pp), 2010.

5. Y. Nakata: “Solutions to the ultradiscrete Toda molecule equation expressed as minimum weight flows of planar graphs”, Preprint, arXiv:1102.1239

## C. 口頭発表

1. 負定曲率曲面の超離散化, COERA 中間発表会, 東京大学数理科学研究科, 2006 年 9 月
2. 負定曲率曲面の超離散化, COERA 中間発表会, 東京大学数理科学研究科, 2007 年 9 月
3. 超離散 KdV 方程式における頂点作用素, RIMS 研究集会「可積分系数理論とその応用」, はこだて未来大学, 2009 年 8 月
4. 超離散ソリトン方程式における頂点作用素と背景解, 九州大学産業技術数理研究センター第 9 回ワークショップ「離散可積分系・離散微分幾何チュートリアル」, 九州大学, 2010 年 2 月
5. 超離散ソリトン方程式の頂点作用素, 研究集会「離散・超離散系の課題」, 島根大学, 2010 年 3 月
6. 超離散 KdV 方程式の初期値問題を解く, 日本応用数学会 2010 年年会, 中央大学, 2010 年 9 月

中村 信裕 (NAKAMURA Nobuhiro)

## A. 研究概要

ゲージ理論と 4 次元トポロジーの研究を行っている。今年度は  $\text{Pin}^-(2)$  モノポール方程式の研究を行った。  $\text{Spin}^c$  構造は  $\text{Spin}^c(4) = \text{Spin}(4) \times_{\{\pm 1\}} \text{U}(1)$  を用いたスピン構造の複素版と思えるものであるが、古田幹雄氏は約二年ほど前に、  $\text{Spin}(4) \times_{\{\pm 1\}} \text{Pin}^-(2)$  を用いたスピン構造の変種である  $\text{Spin}^{c-}$ -構造を定式化している。この  $\text{Spin}^{c-}$ -構造の上には Seiberg-Witten 方程式の  $\text{Pin}^-(2)$  版を自然に定義することができ、それが  $\text{Pin}^-(2)$  モノポール方程式である。この  $\text{Pin}^-(2)$  モノポール方程式のモジュライ空間を調べることで、4 次元多様体の局所係数交叉形式に対するいくつかの制約が得られた。得られ

る制約は 2 種類あり、一つ目の制約は Froyshov の定理のアナロジーで、閉 4 次元多様体の局所係数交叉形式が定値であるなら標準的なものに限るという結果である。もう一つは古田幹雄氏による  $10/8$  不等式の局所係数版である。これらの応用として、Rohlin の定理と  $10/8$  不等式を破らない nonsmoothable なスピン多様体を構成した。現在は  $\text{Pin}^-(2)$  モノポール方程式を用いて定義される不変量 (Seiberg-Witten と Bauer-Furuta 不変量のアナロジー) の研究を進めている。

My research focuses on gauge theory and 4-dimensional topology. This year, I studied the  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole equations. While a  $\text{Spin}^c$ -structure can be considered as a complex version of a spin structure by using the group  $\text{Spin}^c(4) = \text{Spin}(4) \times_{\{\pm 1\}} \text{U}(1)$ , M. Furuta introduced another variant of spin structure,  $\text{Spin}^{c-}$ -structure, by using  $\text{Spin}(4) \times_{\{\pm 1\}} \text{Pin}^-(2)$ . On a  $\text{Spin}^{c-}$ -structure, we can naturally define a  $\text{Pin}^-(2)$ -version of the Seiberg-Witten equations, which we call,  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole equations. By studying the moduli spaces of the  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole equations, I obtained several constraints on the intersection forms with local coefficients of 4-manifolds. There are two kinds of constraints. First one is an analogy of Froyshov's theorem, which claims that, if the intersection form with local coefficient of a closed 4-manifold is definite, then it should be the standard one. Another constraint is a local coefficient version of the  $10/8$ -inequality due to Furuta. As an application, I constructed nonsmoothable spin 4-manifolds which do not violate Rohlin's theorem and the  $10/8$ -inequality. Now, I am studying the invariants defined by the  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole equations which are the analogies of Seiberg-Witten and Bauer-Furuta invariants.

## B. 発表論文

1. N. Nakamura: "Mod  $p$  vanishing theorem of Seiberg-Witten invariants for 4-manifolds with  $\mathbb{Z}_p$ -actions", Asian J. Math. 10 (2006), no. 4, 731–748.
2. X. Liu and N. Nakamura: "Pseudofree  $\mathbb{Z}/3$ -actions on  $K3$  surfaces", Proc. Amer.

Math. Soc. 135 (2007), no. 3, 903–910.

3. X. Liu and N. Nakamura: "Nonsmoothable group actions on elliptic surfaces", Topology Appl. 155 (2008), 946–964.
4. N. Nakamura: "Bauer-Furuta invariants under  $\mathbb{Z}_2$ -actions", Math. Z. 262 (2009), 219–233.
5. N. Nakamura: "Smoothability of  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ -actions on 4-manifolds", Proc. Amer. Math. Soc. 138 (2010), no. 8, 2973–2978.
6. N. Nakamura: "Mod  $p$  equality theorem for Seiberg-Witten invariants under  $\mathbb{Z}_p$ -actions", preprint, arXiv:0905.3022
7. N. Nakamura, "Pin<sup>-</sup>(2)-monopole equations and intersection forms with local coefficient of 4-manifolds", preprint, arXiv:1009.3624

## C. 口頭発表

1. "Bauer-Furuta invariants and a nonsmoothable involution on  $K3\#K3$ ", 第 54 回トポロジーシンポジウム, 会津大学大講義室, August 2007.
2. "族の Seiberg-Witten 方程式と 4 次元多様体の微分同相写像", 研究集会「低次元幾何学と無限次元幾何学」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, September 2007.
3. "Manolescu の Seiberg-Witten Floer homotopy type について", 研究集会「低次元幾何学と無限次元幾何学」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, September 2007.
4. "Nonsmoothable group actions in dimension 4", 第 34 回変換群論シンポジウム, 和歌山市民会館, November 2007.
5. "Nonsmoothable group actions in dimension 4", Mini workshop on 4-manifolds and related topics, Dalian University of Technology, China, March 2008.
6. "Nonsmoothable involutions on  $K3$  and  $K3\#K3$ ", 研究集会「4 次元トポロジー」, 広島大学, January 2009.

7. “Surgery exact sequence について”, キャッソン・フリードマン理論 研究会, 京都 けいはんなプラザホテル, October 2009.
8. “Edmonds-Ewing の理論 : Freedman 理論の群作用への応用”, キャッソン・フリードマン理論 研究会, 京都 けいはんなプラザホテル, October 2009.
9. “Smoothability of  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ -actions on 4-manifolds”, 研究集会「4次元トポロジー」, 広島大学, January 2010.
10. “Seiberg-Witten theory and intersection forms with local coefficients of 4-manifolds”, 研究集会「4次元トポロジー」, 広島大学, November 2010.

二木 昌宏 (FUTAKI Masahiro)

#### A. 研究概要

弦理論で提示された計算に基づき、トーリック Fano 多様体と Landau-Ginzburg 模型の間の、LG 模型を A 模型側とするホモロジー的ミラー対称性を研究している。B ブレインの圏はトーリック Fano 多様体上の接続層の導来圏であり、一方 A 側は Paul Seidel により詳しく研究された LG 模型の有向深谷圏である。

植田一石氏 (大阪大学) との共同研究により、Brieskorn-Pham 特異点、射影空間および 2 次元トーリック Fano スタックに対するホモロジー的ミラー対称性を証明した。また、有向深谷圏についてのより一般的な研究を継続中である。

Based on ideas from string theorists, I am studying the homological version of the mirror symmetry between toric Fano variety and Landau-Ginzburg model with LG model as the A-model side. The category of B-branes is the derived category of coherent sheaves on the toric Fano variety, while the A-counterpart is the directed Fukaya category of the LG model extensively studied by Paul Seidel.

In collaboration with Kazushi Ueda (Osaka U.), I proved the homological mirror symmetry for Brieskorn-Pham singularities, projective spaces and 2-dimensional toric Fano stacks. I continue studying the directed Fukaya category in more generality.

#### B. 発表論文

1. M. Futaki and K. Ueda, Exact Lefschetz fibrations associated with dimer models, *Math. Res. Lett.* **17**(2010) no.06, 1029-1040.
2. M. Futaki, On the generalized suspension theorem for directed Fukaya categories, Thesis (2010).
3. M. Futaki and K. Ueda, Homological mirror symmetry for Brieskorn-Pham singularities, to appear in *Selecta Mathematica*.
4. M. Futaki and K. Ueda, preprint arXiv:1001.4858.
5. M. Futaki and K. Ueda,
6. M. Futaki and K. Ueda, preprint arXiv/1004.3620.

#### C. 口頭発表

1. 2008 年 9 月 25 日 Fukaya-Seidel 圏の安定化について, 日本数学会年会幾何学分科会
2. 2008 年 12 月 12 日 The directed Fukaya category of Landau-Ginzburg models Algebraic and Symplectic Geometry Seminar, Mathematical Institute, University of Oxford, UK
3. 2009 年 2 月 18 日 On the local homological mirror for toric del Pezzo surface, 研究集会「Quantum algebra related to various topological field theories」, 京都大学
4. 2009 年 3 月 11 日 アメーバとコアメーバ、Dimer 模型, 研究集会「トロピカル幾何と超離散系の展開」鈴鹿医療科学大学
5. 2009 年 8 月 29 日 Coamoeba and Equivariant Homological Mirror Symmetry for Projective Spaces, 第 56 回幾何学シンポジウム, 佐賀大学
6. 2010 年 1 月 12 日 On a generalized suspension theorem for directed Fukaya categories, トポロジー火曜セミナー, 東大数理

7. 2010年2月19日 Around Homological Mirror Symmetry, GCOE Symposium 「Weaving Science Web beyond Particle-matter Hierarchy」, 東北大学
8. 2010年6月12 - 13日 Directed Fukaya category and Picard-Lefschetz theory, Workshop "Lefschetz fibrations and category theory", 大阪大学
9. 2010年12月17日 Homological mirror symmetry for Fano and directed Fukaya categories, シンポジウム「代数幾何とホモトピー論の新展開」, 東京都市大学
10. 2011年3月10日 Exact Lefschetz fibrations associated to dimer models, Mirror Symmetry Working Group, Simons Center, Stony Brook University, USA

長谷川 泰子 (HASEGAWA Yasuko)

#### A. 研究概要

$Sp(2, \mathbf{R})$  上の実解析的 Siegel-Eisenstein 級数の Fourier 展開の明示公式を求めることを主目的として, その無限素点部分である  $P_S$ -series の Siegel-Whittaker 関数の明示的に求めることをテーマとしている. これまで主系列表現の Siegel-Whittaker 関数は石井氏によって Meijer の  $G$ -関数を用いて現されており, その結果とシフト作用素, 及び様々な次元の  $K$ -type における  $(\mathfrak{g}, K)$ -加群構造を使って,  $P_S$ -series の明示公式を求めたいと思っている.

$P_S$ -series の  $(\mathfrak{g}, K)$ -加群構造は織田氏によって考察がなされているが, きちんと計算されたものはない. そこで, 織田氏と共同で  $(\mathfrak{g}, K)$ -加群構造を完全に明示的に記述することを試みた.  $P_{min}$ -series と同様に,  $K$  の canonical basis を用いて計算した. なぜならば, シフト作用素や固有値の行列が tri-diagonal になるからである. また, 固有関数となる elementary 関数の行列は  $P_S$ -series の表現空間の構造を綿密に調べることによって,  $P_S$ -series の偶奇 ( $K$ -type の次元  $d = l_1 - l_2$  の偶奇) 及び,  $l_1, l_2$  の偶奇と Blattner parameter  $k$  の偶奇による場合わけで取り方が決まることが分かった. 実際にシフト作用素が elementary 関数におよぼす作用を計算すると, 固有値の行列の 2 つ目の diagonal ラインに虚数単位が現れ

るために, 織田氏の示唆による canonical basis の取り方を工夫する余地があるかもしれない. 一方で,  $Sp(2, \mathbf{R})$  の極大放物型部分群は Siegel 極大放物型部分群の他に, Jacobi 極大放物型部分群があり, その  $(\mathfrak{g}, K)$ -加群構造を改めて論文としてまとめることも行ってきた.

The main purpose of my study is to set up an explicit formula of the Fourier expansion of the real analytic Siegel-Eisenstein series on  $Sp(2, \mathbf{R})$  and an explicit formula of the Siegel-Whittaker function of a  $P_S$ -series which is appear the analytic part of the Fourier expansion. In the past, Ishii has expressed the Siegel-Whittaker function of the principal series representation by Meijer's  $G$ -functions. If we put the result together on shift operators and  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structures around various dimensional  $K$ -types, I want to get an explicit formula of the  $P_S$ -series one.

However the structures of the  $(\mathfrak{g}, K)$ -module of the  $P_S$ -series have been considered by Oda, there have not been completed papers. Then I try to describe the complete structures of the  $(\mathfrak{g}, K)$ -module with Oda. Because the shift operators and the matrices of the eigen values are tri-diagonal, we calculated using the canonical basis of  $K$  as same as  $P_{min}$ -series. We understand that the matrices of the elementary functions are decided by even or odd of  $P_S$ -series (the dimensions of  $K$ -types  $d = l_1 - l_2$ ),  $l_1, l_2$  and the Blattner parameter  $k$ . When we calculate the actions of shift operators on the elementary functions, an imaginary unit is appear in the second diagonal line of the matrices of eigenvalues. It might be a good idea to improve how to take the canonical basis, which is Oda's suggestion.

On the other hand, we could summarize the  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structures of the  $P_J$ -series in our thesis.

#### B. 発表論文

1. Y.Hasegawa : "A special value of Asai L-function of a lifting associated with imaginary quadratic fields" UK-Japan winter school 2007, Center for integrative mathematical sciences the 21st century COE pro-

gram at Keio (2007) 99-103 .

2. Y. Hasegawa and T. Miyazaki : “Twisted Mellin transforms of the real analytic residue of Siegel-Eisenstein series of degree 2” International Journal of Mathematics · Internat. J. Math · **20** (2009) No.8 1011–1027.
3. 長谷川泰子 : “Principal series Whittaker functions on the real symplectic group of rank 2” RIMS Kôkyûfoku Bessatsu **B21** (2010) 111–118.
4. Y. Hasegawa : “Principal series and generalized principal series Whittaker functions with peripheral K-types on the real symplectic group of rank 2” Manuscripta math **134** (2011) 91–122.
7. Equidistribution of Eisenstein series in various aspects(小山信也氏(梨花女子大・東洋大)との共同研究), 広島大学整数論集会, 広島大学, 2009年7月.
8. Generalized principal series Whittaker functions on  $Sp(2, \mathbf{R})$ , 慶應義塾大学代数セミナー, 慶應義塾大学, 2009年11月.
9. Generalized principal series Whittaker functions on  $Sp(2, \mathbf{R})$ , 第三回数論女性の集まり, 早稲田大学, 2010年5月.
10. Fourier expansion of Eisenstein series and explicit formula of Whittaker functions on  $Sp(2, \mathbf{R})$ , 津田塾大学整数論セミナー, 津田塾大学, 2010年11月.

### C. 口頭発表

1. A special value of Asai L-function of a lifting associated with imaginary quadratic fields, Center of mathematical sciences, university of Cambridge UK-Japan winter school, Univ of Cambridge, 2007年1月.
2. Mellin transforms of a residue of Siegel-Eisenstein series, 日本数学会, 埼玉大学, 2007年3月.
3. Symmetric square L-function of a lifting associated to imaginary quadratic fields, 2nd Japanese-German number theory workshop, MPIM, 2008年2月.
4. Principal series Whittaker functions on the real symplectic group of rank 2, 早稲田大学整数論セミナー, 早稲田大学, 2008年7月.
5. Principal series Whittaker functions on the real symplectic group of rank 2, 表現論と非可環調和解析における新しい視点, 京都大学数理解析研究所, 2008年9月.
6. Twisted Mellin transforms of the real analytic residue of Siegel-Eisenstein series of degree 2, Number theory seminar in Mannheim, Mannheim univ, 2009年2月.

### 服部 広大 (HATTORI Kota)

#### A. 研究概要

本年度は  $A_\infty$  型超ケーラー多様体について研究した。 $A_\infty$  型超ケーラー多様体は、Anderson、Kronheimer、LeBrun らによって構成された実4次元非コンパクト完備リッチ平坦ケーラー多様体で、ホモロジー群が無限生成となる。一般に超ケーラー多様体は自然な正則シンプレクティック構造を持つが、私は特に  $A_\infty$  型超ケーラー多様体上の正則シンプレクティック構造について調べた。 $A_\infty$  型超ケーラー多様体上には、正則シンプレクティック構造を保つ自然な  $\mathbb{C}^\times$ -作用が存在することが知られている。そこで、2つの  $A_\infty$  型超ケーラー多様体の間に  $\mathbb{C}^\times$ -同変な双正則写像が存在するための必要十分条件を記述した。

I have studied about hyperkähler manifolds of type  $A_\infty$ . Hyperkähler manifolds of type  $A_\infty$  are noncompact complete Ricci-flat Kähler manifolds whose homology groups are infinitely generated, which constructed by Anderson, Kronheimer and LeBrun. In particular, I studied on the holomorphic symplectic structures on them. It is known that there are canonical  $\mathbb{C}^\times$ -actions preserving the holomorphic symplectic structures. Then I described the necessary and sufficient conditions for the existence of  $\mathbb{C}^\times$ -equivariant biholomorphism preserving

the holomorphic symplectic structures between two hyperkähler manifolds of type  $A_\infty$ .

## B. 発表論文

1. K. Hattori: “A rigidity theorem for quaternionic Kähler structures”, *International Journal of Mathematics*, **20** (2009) 1397-1419.
2. K. Hattori: “The volume growth of hyperkähler manifolds of type  $A_\infty$ ”, *Journal of geometric analysis*, to appear.

## C. 口頭発表

1. 「四元数ケーラー構造の剛性定理」東京幾何セミナー (東京大学) 2008年11月5日
2. 「四元数ケーラー構造の剛性定理」シンプレクティック幾何とその周辺 (秋田大学) 2008年11月12日
3. 「Ooguri-Vafa 計量の構成」四元数的構造と関連分野 (お茶の水女子大学) 2009年3月25日
4. 「The volume growth of hyperkahler manifolds of type  $A_\infty$ 」トポロジー火曜セミナー (東京大学) 2010年1月5日
5. 「The volume growth of hyperkahler manifolds of type  $A_\infty$ 」第5回日中友好幾何学研究会 (沖縄科学技術研究基盤整備機構 Seaside House) 2010年2月1日
6. 「 $A_\infty$ 型超ケーラー多様体の体積増大」日本数学会 2010年度年会 (慶應義塾大学) 2010年3月26日
7. 「 $A_\infty$ 型超ケーラー多様体の体積増大度」東京幾何セミナー (東京工業大学) 2010年5月26日
8. 「 $A_\infty$ 型超ケーラー多様体の体積増大度」九大幾何学セミナー (九州大学) 2010年7月9日
9. 「 $A_\infty$ 型超ケーラー多様体の体積増大度」幾何セミナー (大阪大学) 2010年7月12日
10. 「 $A_\infty$ 型超ケーラー多様体の体積増大度」第57回幾何学シンポジウム (神戸大学) 2010年8月8日

廣惠 一希 (HIROE Kazuki)

## A. 研究概要

線形常微分方程式における Katz ミドルコンボリューションの不確定特異点を持つ場合への拡張を考えた。特にすべての不確定特異点が多分岐という仮定のもとで、ミドルコンボリューションの作用を Kac-Moody Lie 代数のルート系とその Weyl 群作用を用いて表現することができた。

I studied a generalization of the Katz middle convolution for differential equations with irregular singular points. In particular, if all the singular points are unramified, I could find a correspondence between the action of the middle convolution and Weyl group action on a root system of a Kac-Moody Lie algebra.

## B. 発表論文

1. K. Hiroe: “The Euler transform and the Weyl group of a Kac-Moody root system”, preprint.
2. K. Hiroe: “Twisted Euler transform of differential equations with an irregular singular point”, preprint.
3. K. Hiroe: “Generalized Whittaker functions for degenerate principal series of  $GL(4, \mathbb{R})$ ”, preprint.
4. K. Hiroe and T. Oda: “Hecke-Siegel’s pull back formula for the Epstein zeta function with a harmonic polynomial”, *J. Number Theory*, **128/4** (2007) pp 835-857.

## C. 口頭発表

1. Linear ordinary differential equations and Kac-Moody root systems, Séminair Equations fonctionnelles, Université de Strasbourg (France), 2011年3月.
2. The Euler transform and root systems, Séminaire de Géométrie Analytique, Université de Rennes 1 (France), 2011年2月.
3. Combinatorics of the Katz middle convolution, Journée Japon-France de l’équipe Equations fonctionnelles, Université de Strasbourg (France), 2011年2月.

4. Euler 変換と Kac-Moody ルート系の Weyl 群, 函数方程式分科会 研究集会「微分方程式の総合的研究」, 京都大学, 2010 年 12 月.
5. Euler transforms and Weyl groups of symmetric Kac-Moody Lie algebras, RIMS 研究集会 組合せ論的表現論とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 10 月.
6. Euler 変換と Kac-Moody Lie 代数の Weyl 群, 第 49 回実函数論函数解析学合同シンポジウム, 東京理科大学, 2010 年 8 月.
7. Euler transform and Weyl groups of symmetric Kac-Moody Lie algebras, 古典解析セミナー, 東京大学, 2010 年 6 月.

松尾 信一郎 (MATSUO Shinichiroh)

#### A. 研究概要

開多様体上の非線型解析は幾何と解析が交錯する魅力的な研究分野である。私は反自己双対方程式と非線型 Cauchy-Riemann 方程式に興味がある。

今年度は開多様体上の反自己双対接続のモジュライ空間を研究した。具体的には、従順群が作用する四次元開多様体上の反自己双対接続のモジュライ空間の平均次元 (mean dimension) を、塚本真輝 (京都大学) 氏と共同で、研究した。平均次元とは「無限次元空間の次元」であり、Gromov が 1999 年に導入した。我々は四次元開多様体上の Yang-Mills ゲージ理論に興味があり、特に  $L^\infty$  ノルムが一様に抑えられた反自己双対接続のモジュライ空間を調べた。具体的には、モジュライ空間の平均次元の評価を示した。Atiyah-Hitchin-Singer は有限エネルギー反自己双対接続のモジュライ空間に対して、次元公式を与えた。我々の結果は、Atiyah-Hitchin-Singer の結果の無限エネルギー版の萌芽である。

Non-linear analysis on open manifolds is a challenging research field where analysis meets geometry. I am interested in the Yang-Mills instanton equations (= ASD equations) and non-linear Cauchy-Riemann equations.

Local mean dimension formula of the moduli spaces of infinite energy ASD connections on  $S^3 \times \mathbb{R}$  was proved, which is

a joint work with Masaki Tsukamoto, Kyoto University. This result generalizes the Atiyah-Hitchin-Singer dimensional formula of the moduli spaces of finite energy ASD connections on closed four-manifolds, and it is a first step toward “infinite energy Yang-Mills gauge theory”.

#### B. 発表論文

1. S. Matsuo and M. Tsukamoto: “Instanton approximation, periodic ASD connections, and mean dimension”, Journal of Functional Analysis Volume 260, Issue 5, 1 March 2011, Pages 1369-1427.

#### C. 口頭発表

1. “Gauge theory on open four-manifolds and mean dimension”, Geometry and Analysis, Japan, Kyoto University, March, 2011.
2. “Instanton approximation, non-degenerate ASD connections, and mean dimension”, UK, UK-Japan Winter School New Methods in Geometry, King’s College London, January, 2011.
3. 「無限次元モジュライ空間の平均次元とコルモゴロフ複雑性」, 2010 年度日本数学会秋季総合分科会 トポロジー分科会 特別講演, 名古屋大学, 九月, 2010 年.
4. 「Kolmogorov 複雑性と平均次元とゲージ理論」, 第 57 回幾何学シンポジウム, 神戸大学, 8 月, 2010 年.

山下 温 (YAMASHITA Atsushi)

#### A. 研究概要

私は最近、距離空間の漸近的 (asymptotic) な性質と呼ばれるものに関心を持っている。それは直観的には、距離空間を非常に遠くから見たときに観察される性質である。この視点からの有限生成 (離散) 群の研究は Gromov により提唱された幾何学的群論である。私はなかでも、距離空間の漸近的性質から決まる次元である漸近次元 (asymptotic dimension) の概念に注目している。漸近次元が有限であるような有限生成群



については Novikov 予想が成立するという G. Yu の結果が、漸近次元の研究の大きなモチベーションとなっている。

距離空間  $X$  の漸近的な性質は、その無限遠境界と呼ばれるコンパクトな空間のトポロジーに反映されている。Higson コロナ  $\nu X$  は、任意の距離空間  $X$  に対して定義される、ある種の無限遠境界である。Higson コロナは関数環の言葉で間接的に定義されている。にもかかわらず Dranishnikov らがその次元論的性質を解明しつつあり、例えば  $\text{asdim} X < \infty$  のとき  $\text{asdim} X = \dim \nu X$  であるという注目すべき等式  $s$  を証明した。

漸近次元や Higson コロナを定義するには、距離空間に備わっている粗構造 (coarse structure) があれば十分である。距離空間に入れることのできる粗構造には、標準的なものとして有界粗構造があり、もう一つ  $C_0$  粗構造というものがある。前者についての Higson コロナは通常の意味のものであるが、後者についての Higson コロナは、良い条件のもとでは Smirnov コンパクト化と呼ばれる、一様連続写像の環からきまるコンパクト化の境界に一致することが分かっている。このことを動機にして、私は現在  $C_0$  粗構造についての漸近次元論について研究をすすめている。

Recently I have been interested in asymptotic properties of metric spaces. Intuitively, these are the properties of metric spaces which can be observed from a great distance. Studies of finitely generated (discrete) groups from such a point of view is proposed by Gromov and is known as Geometric Group Theory. In particular, I am interested in the asymptotic dimension  $\text{asdim} X$ , which is an interger-valued invariant of a metric space that reflects its asymptotic properties. A motivation for study of this dimension comes from G. Yu's result stating that the Novikov conjecture is true for finitely generated groups of finite asymptotic dimension.

Asymptotic properties of a metric space  $X$  is encoded in various kinds of "boundaries at infinity" of  $X$ . The Higson corona  $\nu X$  is one of such boundaries which is defined in terms of the ring of the "slowly oscillating" func-

tions. In spite of such an indirect definition, A. N. Dranishnikov was able to obtain various dimensional properties of  $\nu X$ , and in particular, proved a remarkable equality  $\text{asdim} X = \dim \nu X$  whenever  $\text{asdim} X < \infty$ .

The asymptotic dimension and the Higson corona of a metric space  $X$  depend only on the underlying standard *coarse structure*, which is the source of the asymptotic properties of  $X$ . There is another coarse structure of a metric space  $X$  different from the standard one, called  $C_0$  *coarse structure*. The Higson corona of a metric space with respect to this structure coincides with the Smirnov compactification which is defined from the ring of uniformly continuous functions. Motivated by this observation, I am now studying the asymptotic dimension theory for  $C_0$  coarse structure.

## B. 発表論文

1. S. Yamamoto and A. Yamashita, "A counterexample related to topological sums", Proc. Amer. Math. Soc. **134** (2006), 3715-3719.
2. A. Yamashita, "Non-separable Hilbert manifolds of continuous mappings", submitted.
3. J. Smrekar and A. Yamashita, "Function spaces of CW homotopy types are Hilbert manifolds", Proc. Amer. Math. Soc. **137** (2009), 751-759.
4. A. Yamashita, "Compactification of the homeomorphism group of a graph", Topology Appl. **157** (2010), 1044-1063.
5. K. Mine, K. Sakai, T. Yagasaki and A. Yamashita, "Topological type of the group of uniform homeomorphisms of the real line", Topology Appl. **158** (2011), 572-581.

## C. 口頭発表

1. The space of bounded continuous functions into ANR's in the uniform sense, General Topology シンポジウム, 静岡大学 浜松キャンパス, December 2005.

2. Examples of function spaces which are non-separable topological Hilbert manifolds, International Conference on Set-theoretic Topology, Swietokrzyska Academy, Kielce, Poland, August 2006.
3. 可分でないヒルベルト空間をモデルとする位相多様体の例について, 日本数学会秋季総合分科会, 大阪市立大学杉本キャンパス, September 2006.
4. Infinite-dimensional manifolds of continuous mappings from a noncompact space, 同相群とその周辺, 京都工芸繊維大学, December 2006.
5. Infinite-dimensional manifolds of continuous mappings from a noncompact space, 数学系特別セミナー, 筑波大学, March 2007.
6. Function spaces that are Hilbert manifolds, Dubrovnik VI - Geometric Topology, Inter-University Centre, Dubrovnik, Croatia, October 2007.
7. Function spaces that are Hilbert manifolds, International Conference on Topology and its Applications 2007 at Kyoto, 京都大学, December 2007.
8. グラフの同相群のコンパクト化について, General Topology シンポジウム, 高崎経済大学, December 2008.
9. 無限次元位相多様体をなす関数空間について, 第 56 回トポロジーシンポジウム, 北海道大学, August 2009.
10. 実数直線の一様同相写像のなす群について, General Topology シンポジウム, 大分大学, December 2009.
11. 同相写像の空間とそのコンパクト化, GCOE 玉原自主セミナー, 東京大学玉原国際セミナーハウス, September 2010.
12. 無限遠境界に関する Bestvina-Mess の公式について, General Topology シンポジウム, 筑波大学, December 2010.

#### F. 対外研究サービス

GCOE プログラムからの支援のもと、GCOE 特任助教の松田能文氏とともに以下のような研究

会およびセミナーを主催した。1. は東大駒場キャンパス 5 号館で、他は数理科学研究科棟内での開催である。

1. Coarse Geometry を学ぶ会 (2010 年 3 月 1 日~3 月 5 日) J. Roe のテキスト “Lectures on Coarse Geometry” の解説と、関連する話題の紹介を行った研究会。参加者 32 名以上。
2. 距離空間の幾何学入門セミナー (2010 年 4 月 21 日~7 月 21 日、毎週木曜日) Buyalo-Schroeder のテキスト “Elements of Asymptotic Geometry” の輪講。Gromov 双曲空間の漸近的性質と、無限遠境界の距離構造との関係について扱った。参加者 6 名。
3. Coarse Geometry を学ぶ会 2 (2010 年 9 月 14 日~9 月 17 日) 上記セミナーの続きを、公開の研究集会形式で扱った。距離空間の双曲近似と Bonk-Schramm, Assouad の埋め込み定理、漸近次元論などを扱った。参加者 15 名。
4. Coarse Geometry を学ぶ会 3 (2011 年 3 月 14 日~3 月 18 日 (予定)) Higson コロナについて、基礎知識から最新の話題まで扱う研究集会を予定している。参加者は 15 名前後を想定している。

#### 毛 仕寛 (MAO Shikuan)

##### A. 研究概要

去年私はシュレーディンガー方程式について変数係数の調和振動子の時間発展の解の特異性の特徴付きを研究しました。平坦な調和振動子の大域的な摂動の仮定の下で周期時間点までの解の超局所特異性を初期値の超局所特異性と修正な伝播子を用いて特徴付きしました。その後、それに関しての磁場の摂動の場合も考えました。同じような結果を得られました。それから、弱い超局所特異性の現象を研究して来ました。

Last year I studied long-range perturbed Schrödinger equations with harmonic oscillator potentials and variable coefficients. For this type of equations, the microlocal singularities

of the solution is characterized by using the microlocal singularities of the initial data and a modified propagator. I also studied this type of equations with magnetic fields. Similar result has been obtained. Since then, I has been studying the weak singularities of these type of equations.

#### B. 発表論文

1. S. Mao, S. Nakamura, Wave front set for perturbed harmonic oscillators, *Comm. Partial Differential Equations* **34** (2009) 506-519.
2. S. Mao, Singularities for solutions of Schrödinger equations with constant magnetic fields, To appear in *Funkcialaj Ekvacioj* **54** (2011) 157–171.
3. S. Mao, Singularities for solutions to Schrödinger equations, PhD thesis (2009).
4. S. Mao, Singularities for solutions to Schrödinger equations with asymptotically constant magnetic fields, preprint.

#### C. 口頭発表

1. Singularities of solutions to Schrödinger equations with constant magnetic fields, 81st Gakushuin Spectral Seminar, Gakushuin University, Japan, June 2007.
2. Singularities of solutions to Schrödinger equations with constant magnetic fields, 18th Differential Equation and Mathematical Physics, Yamaguchi, Japan, October 2007.
3. On singularities of Schrödinger equations, 20th Differential Equation and Mathematical Physics, Atami, Japan, March 2009.
4. On singularities of Schrödinger equations, PhD Seminar, Graduate school of mathematical department, University of Tokyo, February 2010.

## GONBODORJ Bayarmagnai

#### A. 研究概要

This year I have worked on the expansions of the Whittaker functions for the principal series representations of  $SU(2, 2)$ , with higher dimensional minimal  $K$ -type, which is consistent with the previous studies.

#### B. 発表論文

1. G. Bayarmagnai, “The structures of standard  $(\mathfrak{g}, K)$ -modules of  $SU(2, 2)$ ”, *J. Math. Soc. of Japan*, Vol. 61, No. 3 (July, 2009), 661-686
2. G. Bayarmagnai, “Explicit evaluation of the certain Jacquet integrals on  $SU(2, 2)$ ”, *Communications in Number Theory and Physics*, Volume 3, Number 2, 297-322, 2009
3. G. Bayarmagnai, “Versal torsors with few parameters”, (preprint), 2010

#### C. 口頭発表

1. On a certain generic  $Z/nZ$ -torsor, Number Theory Seminar, Hausdorff Institute for Mathematics, Bonn University, January 2010
2. On the principal series representation of  $SU(2, 2)$ , Conference on Automorphic forms, trace formulas and zeta functions, RIMS, January 2011

岩見 真吾 (IWAMI Shingo)

A. 研究概要

HIV 感染症は、極めて長い経過をたどる慢性感染症です。この特性のため、HIV 感染症の拡大阻止には、長期効果を有する AIDS ワクチンの開発が不可欠です。1983 年の HIV の単離からすでに 26 年たった今でも、効果的なワクチンは開発されていません。本研究では、数理モデルと動物実験を用いることで、アカゲザル生体内での免疫反応を実験的・理論的に理解・検証し、次世代改良型ワクチン開発の手がかりを理論免疫学的な立場から探索していきます。

HIV infection is a chronic infection characterized by an extremely long disease progression. Therefore, in order to prevent the disease spread, we should develop an AIDS vaccine which is effective for a long time. Even now, although it has passed 26 years from the discovery of HIV, we have not developed an effective AIDS vaccine. In this research, by using both mathematical models and animal experiments, I try to understand and inspect immune responses against the infection in rhesus macaques experimentally and theoretically. And, from a view point of theoretical immunology, I search and propose a new idea to develop the vaccine.

B. 発表論文

1. S. Iwami and T. Hara : “Global stability of a generalized epidemic model”, *Journal of Mathematical Analysis and Applications* **362** (2009) 286–300.
2. S. Iwami, T. Miura, S. Nakaoka, and Y. Takeuchi : “Immune impairment effect in HIV infection: Existence of risky and immunodeficiency thresholds”, *Journal of Theoretical Biology* **260** (2009) 490–501.
3. S. Iwami, Y. Takeuchi, X. Liu, and S. Nakaoka : “A geographical spread of vaccine-resistance in avian influenza epidemics”, *Journal of Theoretical Biology*

**259** (2009) 219–228.

4. S. Iwami, S. Nakaoka, Y. Takeuchi, Y. Miura, and T. Miura : “Immune impairment thresholds in HIV infection”, *Immunology Letters* **123** (2009) 149–154.
5. S. Iwami, T. Suzuki, and Y. Takeuchi : “Paradox of vaccination: Is vaccination really effective against avian flu epidemics?”, *PLoS ONE* **4**(3) (2009) e4915.
6. S. Iwami, Y. Takeuchi, and X. Liu : “Avian flu pandemic: can we prevent it?”, *Journal of Theoretical Biology* **257** (2009) 181–190.
7. S. Iwami, Y. Takeuchi, K. Iwamoto, Y. Naruo, and M. Yasukawa : “Mathematical design of vector vaccine against autoimmune disease”, *Journal of Theoretical Biology* **256** (2009) 382–392.

C. 口頭発表

主な国際会議

1. S. Iwami, Y. Takeuchi, T. Igarashi and T. Miura: Estimate of viral productivity and infectivity in vitro. KSIAM @ Chungnam National University, 2010. 4. 24-25.
2. S. Iwami, Y. Takeuchi, T. Igarashi and T. Miura: Estimate of viral productivity and infectivity in vitro. CMPD3 @ Bordeaux, France, 2010. 5. 31- 6. 4.

主な国内会議

1. 岩見真吾, 多田哲子, 五十嵐樹彦, 三浦智行 : 計算ウイルス学・免疫学の展開-ウイルス感染力推定法の開発-. 日本応用数理学会「現象の数理モデル」@ 明治大学 2010. 09. 08.
2. 岩見真吾, 多田哲子, 五十嵐樹彦, 竹内康博, 守田智, 三浦智行 : 保存量を用いたウイルス感染力推定法の開発. 日本数理生物学会 @ 北海道大学 2010. 09. 14.
3. 岩見真吾, 堀池麻里子, 三浦智行, 稲葉寿, 守田智, 五十嵐樹彦 : SIV 感染アカゲザルに

よる HAART 治療モデルのデータ解析とその理論. 日本数理生物学会 @ 北海道大学 2010. 09. 14.

4. 岩見真吾, 多田哲子, 三浦智行: 保存量を用いたウイルス感染力推定法の開発. 日本数学会 秋季総合分科会 @ 名古屋大学 2010. 09. 24.
5. 岩見真吾, 多田哲子, 五十嵐樹彦, 三浦智行: 数理モデルによるウイルス感染力推定法の開発. 日本ウイルス学会 @ 徳島郷土文化会館 2010. 11. 9.
6. 岩見真吾, 堀池麻里子, 三浦智行, 五十嵐樹彦: SIV 感染アカゲザルによる HAART 治療モデルのデータ解析. 日本エイズ学会学術集会・総会 @ ザ・プリンス さくらタワー 東京 2010. 11. 25.

#### G. 受賞

1. Hosu Awards, Osaka Prefecture University, 2007.
2. Poster Prize, The International Symposium on Dynamical Systems Theory and Its Applications to Biology and Environmental Sciences, 2007.
3. Poster Prize, The International Symposium on Dynamical Systems Theory and Its Applications to Biology and Environmental Sciences, 2007.
4. Student Awards, Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University, 2009.
5. JSMB Young Scholar Awards, The Japan Society for Mathematical Biology, 2009.
6. Paper Prize, The Japan Society for Industrial and Applied Mathematics, 2010.

## 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  
GCOE-RA : グローバル COE リサーチアシスタント

### 3 年生 (Third Year)

上坂 正晃 (UESAKA Masaaki)  
(学振 DC)

#### A. 研究概要

偏微分方程式で記述されるような物理的モデルに対して、逆問題は応用上極めて重要な問題である。逆問題とは、解に関する部分的な情報から、モデルを記述する物理的パラメータや、領域の形状などを決定する問題であり、多岐にわたる研究がなされている。その中でも、Carleman 評価と呼ばれる偏微分作用素に関する重み付き  $L^2$  ノルム評価は、係数決定の逆問題の安定性を示すためには広く用いられる方法の一つである。このような背景のもと、本年度の私は以下の結果を得た。

##### 1. 粘弾性体モデルに対する逆問題

粘弾性体のモデルである Kelvin-Voigt モデルに対して、領域の部分境界における Cauchy データの観測から、係数を決定する逆問題の一意性と条件付き安定性を示した。

##### 2. 線形化 phase field モデルに対する逆問題

phase field モデルは、相転移を伴うような物理現象を記述するためのモデルとして極めて重要である。このモデルにおいて重要な係数は、熱伝導係数と易動度であるが、私は線形化された phase field モデルに対し、これらの係数を温度のみの観測から決定する逆問題を考察し、一意性と Lipschitz 型の安定性を示した。

##### 3. 構造化された個体群動態モデルに対する逆問題

構造化された個体群動態モデルは、個体数が時刻や場所のみならず、年齢や個体サイズにも依存することを考慮に入れたモデルである。このモデルに対し、拡散係数や走性に関わる係数を決定する逆問題を考察し、その一意性と安定性を証明した。

For physical models described by partial differential equations (PDE), inverse problems are very important for application. Inverse problems include the determination of physical pa-

rameters and the shape of a domain from the partial information of a solution. In a various studies of inverse problems, weighted  $L^2$ -norm estimates, which is called Carleman estimates, is widely used in order to prove the stability of the problems.

In this academic year, I obtain the following results: **1. Inverse problems for a model of viscoelasticity**

Kelvin-Voigt model is one of the models of viscoelasticity. I considered the inverse problem for this model of determining the coefficients by measurements of Cauchy data on sub-boundary and proved the uniqueness and conditional stability for this inverse problem.

##### **2. Inverse problems for a phase field model**

I considered the inverse problem of determining the thermal conductivity and the mobility in a phase field model by measurements only the temperatures and proved the uniqueness and the Lipschitz-type stability for this problem.

##### **3. Inverse problems for a structured population model**

A structured population model is a population model which considers not only time and spatial position, but also age and individual size. For this model, I consider an inverse problem of determining the diffusion coefficient and taxis coefficients and proved its uniqueness and stability.

#### B. 発表論文

1. Masaaki Uesaka, Inverse problems for some system of viscoelasticity via Carleman estimates, submitted.
2. Masaaki Uesaka, Inverse problem for the phase field system by measurements of one component, submitted.

3. Masaaki Uesaka, Inverse problem of a structured population model, submitted.

### C. 口頭発表

1. Inverse problems for some system of viscoelasticity via Carleman estimates, International Conference on Inverse Problems, Wuhan University, April 29th, 2010.
2. Inverse problems for some system of viscoelasticity via Carleman estimates, RIMS 研究集会『偏微分方程式の逆問題解析とその周辺分野に関する研究』, 京都大学数理解析研究所, 2010年6月22日.
3. Inverse problems for some system of viscoelasticity via Carleman estimates, 青葉山研究会(第6回)「逆問題と逆散乱問題」, 東北大学, 2010年12月9日.

及川 一誠 (OIKAWA Issei)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

産業, 理工学で広く用いられている有限要素法等の数値計算法を, 偏微分方程式の数値解析手法としてとらえ, 計算法の考案と関数解析の手法を用いた数学的な誤差解析, 数値実験による検証などの研究をしている. 最近には主にハイブリッド型不連続 Galerkin 法というスキームを提案し, 理論的な解析を行っている. Poisson 方程式に対しては, 提案手法の数学的な解析と数値計算の結果は得られたので, 現在は, 移流拡散方程式や Stokes 方程式などに適用範囲を広げようと研究を進めている.

I have been studying numerical analysis of partial differential equations by means of the finite element method (FEM). In particular, concrete finite element schemes have been developed, numerically tested, and mathematically analyzed and justified. Now, I propose a new method, the hybridized discontinuous Galerkin(HDG) method, and I study it mathematically and numerically. The HDG method has already been developed for Poisson problems, so I am trying to apply the HDG method to the convection-diffusion equations, the Stokes equations, etc.

### B. 発表論文

1. F. Kikuchi, K. Ishii, and I. Oikawa, "Discontinuous Galerkin FEM of hybrid displacement type - Development of Polygonal Elements - ", Theo. & Appl. Mech. Japan, 57 (2009) 395-404.
2. I. Oikawa and F. Kikuchi, "Discontinuous Galerkin FEM of Hybrid Type ", JSIAM Letters. vol.2 (2010) pp. 49-52.
3. I. Oikawa, "Hybridized Discontinuous Galerkin Method with Lifting Operator", JSIAM Letters, vol.2 (2010) pp. 99-102.

### C. 口頭発表

1. 菊地 文雄, 及川 一誠, ハイブリッド型不連続ガレルキン有限要素法, 日本応用数理学会 2008 年度年会, 東京大学 柏キャンパス, 9月17-19日, 2008.
2. 及川 一誠, ハイブリッド型不連続ガレルキン有限要素法, 日本応用数理学会 春の連合部会発表会, 京都大学理学部, 3月8日, 2008.
3. 及川 一誠, 楕円型問題に対する不連続 Galerkin 法, Q-NA セミナー, 九州大学箱崎キャンパス 理学部, 6月2日, 2009.
4. Issei OIKAWA, Hybridized Discontinuous Galerkin Methods, Ehime Workshop - Recent Development of the Theory of Finite Elements and Related Topics, Department of Mathematics, Ehime University, July 3, 2009.
5. 及川 一誠, ハイブリッド型不連続ガレルキン法, 日本数学会 2009 年度秋季総合分科会, 大阪大学豊中キャンパス, 9月27日, 2009.
6. 及川 一誠, ハイブリッド型不連続ガレルキン法, 日本応用数理学会 2009 年度年会, 大阪大学豊中キャンパス, 9月28日, 2009.
7. 及川 一誠, 定常移流拡散方程式に対するハイブリッド型不連続 Galerkin 法, 東京大学数値解析セミナー, 東京大学大学院 数理科学研究科, 7月28日, 2010.

8. 及川 一誠, 移流拡散方程式に対するハイブリッド型不連続 Galerkin 法, 日本応用数理学会 2010年度年会, 明治大学, 9月6日, 2010.
9. 及川 一誠, 定常移流拡散方程式に対するハイブリッド型不連続 Galerkin 法, 富山大学人間発達科学部, 9月27,2010.
10. 及川 一誠, 移流拡散方程式に対するハイブリッド型不連続 Galerkin 法日本数学会 2010年度秋季総合分科会, 名古屋大学, 9月24日,2010.

川本 敦史 (KAWAMOTO Atsushi)  
(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

偏微分方程式に関する逆問題について研究を行っている。具体的には、カーレマン評価と呼ばれる偏微分方程式の解のアプリオリ評価の導出法とその逆問題への応用として、係数決定の逆問題と境界決定の逆問題、さらに解の一貫接続性における安定性の研究を行っている：

1. 静電場におけるディラック方程式に対して、係数である電磁ポテンシャルを決定する逆問題を考えた。境界観測をした場合と内部観測した場合を考え、それぞれリブシッツ型安定性評価を示した。特に後者の場合は、四成分あるデータの二成分のみの観測によってヘルダー型の安定性評価を示した。2. 問題設定として、腐食などにより物体の境界の一部が破壊された場合を考え、さらに、この破壊された境界の一部を直接観測することが難しい状況を想定した。非定常熱伝導方程式を用いて、破壊された境界の一部とは異なる観測可能な境界の一部から破壊された境界の形状を調べる逆問題とその安定性評価を研究した。
3. 線形化されたオイラー方程式に対するカーレマン評価を導出し、それをういた線形化されたオイラー方程式に対する一貫接続性における安定性の問題を研究した。

I have been studying inverse problems for partial differential equations. More precisely, I have been studying the Carleman estimate and

as its applications for inverse problems, coefficient inverse problems, the determination of sub-boundary, a stability in a unique continuation: 1. I studied inverse problems of determining an electromagnetic potential for the Dirac equation. I considered the case of the boundary observation and the case of interior observation. I proved the Lipschitz type stability estimates respectively. Moreover, in the latter case I proved the Hölder type estimate by observing two components of data with four components. 2. On setting the problem, I considered the case that a part of the boundary of the body was destructed by a corrosion. Moreover, I assumed the situation that it was difficult to observe the destructed part of the boundary directly. By using the heat equation as a governing equation, I studied the inverse problem of determining the destructed part of the boundary from the observable part of the boundary and I proved its stability estimate.

3. I studied the Carleman estimate for a linearized Euler equation. Moreover, I could obtain the stability in a unique continuation for this equation by using the Carleman estimate.

#### B. 発表論文

1. A. Kawamoto : “A stability estimate for an inverse problem of determining an unknown part of boundary and a stability in a unique continuation for a linearized Euler equation”, 東京大学修士論文 (2008).
2. A. Kawamoto : “Conditional stability by Carleman estimates for inverse problems: coefficient inverse problems for the Dirac equation, the determination of subboundary by the heat equation and the continuation of solution of the Euler equation”, 東京大学博士論文 (2011).

#### C. 口頭発表

1. 偏微分方程式における逆問題, 玉原自主セミナー, 玉原国際セミナーハウス, 2010年9月.



2. Determination of an electromagnetic potential for the Dirac equation, Thematic day on Inverse Problems, Institut Henri Poincare, France, November 2010.
3. 熱方程式を用いた非破壊検査：熱方程式による境界形状決定の逆問題, GCOE 工場見学と討論会, 新日本製鐵 先端技術研究所, 2011 年 2 月.

北山 貴裕 (KITAYAMA Takahiro)

(学振 DC)

#### A. 研究概要

まず, 曲面からのマーキング写像が基本群の  $(m+1)$  階の可解商上に同型写像を導くようなホモロジーシリンダーとして, 私はコンパクト有向曲面上の  $m$  次ホモロジーシリンダーを導入し, 正数  $m$  と第一 Betti 数が正である曲面に対して, それらの成すモノイドとそのホモロジー同境界群が通常ホモロジーシリンダーに対するものとは異なる曲面の写像類群の拡大であることを示した. 更に, 全ての  $m$  と第一 Betti 数が正である境界付き曲面に対して, 私は曲面群の同様の可解商に自明に作用する既約なホモロジーシリンダーたちの成すモノイドが無限ランクのアーベル群を商として持つことを示した.

次に, S. Friedl 氏, T. Kim 氏と共に, 私は線形表現に対する精密化された Reidemeister torsion のある双対定理を示した. 帰結として, 境界が空かトーラスからなる向き付け可能なコンパクト既約 3 次元多様体に対して, 双対と共役である線形表現と全ての境界成分への制限が非自明となるような第一コホモロジー群の原始的な元に付随するねじれ Alexander 多項式の次数が, 線形表現の次元と第一コホモロジー類の Thurston ノルムの積と偶奇性が等しいことが得られた.

First I introduced homology cylinders of order  $m$  over a compact oriented surface as ones whose marking embeddings from the surface induce isomorphisms on the  $(m+1)$ th solvable quotients of the fundamental groups, and proved that for  $m > 0$  and a surface whose first Betti number is positive, the monoid of them and the homology cobordism group are other enlargements of the mapping class group of the

surface than these of ordinary homology cylinders. Furthermore, I proved that for all  $m$  and a surface with boundary whose first Betti number is positive, the monoid of irreducible ones trivially acting on the solvable quotient of the surface group has an abelian group quotient of infinite rank.

Secondly, S. Friedl, T. Kim and I proved a duality theorem of refined Reidemeister torsion for linear representations. As a corollary we obtained that for a compact irreducible orientable 3-manifold with empty or toroidal boundary, the degree of the twisted Alexander polynomial associated to a linear representation which is conjugate to its dual and a primitive element of the first cohomology group whose restriction in that of every boundary component is non-trivial is equal to the product of the dimension of the linear representation and the Thurston norm of the first cohomology class modulo 2.

#### B. 発表論文

1. T. Kitayama: "Symmetry in  $SU(2)$ -representation spaces of knot groups and normalized twisted Alexander invariants", master's thesis, University of Tokyo (2008).
2. T. Kitayama: "Reidemeister torsion for linear representations and Seifert surgery on knots", *Topology Appl.* **156** (2009) 2496–2503.
3. T. Kitayama: "Symmetry of Reidemeister torsion on  $SU_2$ -representation spaces of knots", *Topology Appl.* **156** (2009) 2772–2781.
4. T. Kitayama: "Non-commutative Reidemeister torsion and Morse-Novikov theory", *Proc. Amer. Math. Soc.* **138** (2010) 3345–3360.
5. T. Kitayama: "Non-commutative Reidemeister torsion, Morse-Novikov theory and homology cylinders of higher-order", doctoral thesis, University of Tokyo (2011).

### C. 口頭発表

1. Refinement of twisted Alexander invariants and sign-determined Reidemeister torsion, The Third East Asian School of Knots and Related Topic, Osaka, Japan, February 2007.
2. Reidemeister torsion for linear representations and Seifert surgery on knots, The Fifth East Asian School of Knots and Related Topics, Gyeongju, South Korea, January 2009.
3. Torsion volume forms and twisted Alexander functions on character varieties of knots, Low Dimensional Topology and Number Theory, Fukuoka, Japan, March 2009.
4. Non-commutative Reidemeister torsion and Morse-Novikov theory, Intelligence of Low Dimensional Topology, Osaka, Japan, November 2009.
5. On metabelian Reidemeister torsion, The Sixth East Asian School of Knots and Related Topics, Tianjin, China, January 2010.
6. Non-commutative Reidemeister torsion and Morse-Novikov theory, Low Dimensional Topology and Number Theory II, Tokyo, Japan, March 2010.
7. Non-commutative Reidemeister torsion and Morse-Novikov theory, Knots, Contact Geometry and Floer homology, Tambara Workshop, Gunma, Japan, May 2010.
8. On the leading coefficients of higher-order Alexander polynomials, Twisted Topological Invariants and Topology of Low-Dimensional Manifolds, Akita, Japan, September 2010.
9. Non-commutative Reidemeister torsion and Morse-Novikov theory, Low Dimensional Topology, Cologne, Germany, November 2010.
10. Non-commutative Reidemeister torsion for homology cylinders, Low Dimensional

Topology and Number Theory, Fukuoka, Japan, March 2011.

### G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞, 2008年3月.

小寺 諒介 (KODERA Ryosuke)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

1. 一般化されたカレント Lie 代数の表現の間の拡大の研究 .

2009 年度に, 一般化されたカレント Lie 代数の有限次元既約表現に対し 1 次の Ext 群を決定した . 結果をまとめた論文 ( 発表論文 2 ) が出版され, これを学位論文として提出した .

2. 量子ループ代数の表現の間の拡大の研究 .

量子ループ代数  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$  の有限次元既約表現に対し 1 次の Ext 群の計算を試み, 部分的な結果を得た . 特に自明表現との間に非自明な拡大を持つ有限次元既約表現を決定した . この問題の完全な解決に向けて引き続き研究中である .

3. カレント Lie 代数の Weyl 加群の研究 ( 直井克之氏との共同研究 ) .

単純 Lie 代数に付随するカレント Lie 代数の Weyl 加群は, その定義から自然な次数付けを持つ .  $ADE$  型カレント Lie 代数の Weyl 加群に対して, 次数付けから定まるフィルトレーション, radical 列, socle 列が一致することを示した . また, 籠多様体のホモロジー群を用いて Weyl 加群を構成した際に, ホモロジー群の次数から定まる次数付けが上で述べたものと一致することの証明を与えた . 二つの次数付けが一致することの系として,  $ADE$  型籠多様体の Poincaré 多項式をあるクリスタル上定義されたエネルギー関数を用いて表す公式を得た ( 発表論文 3 ) .

1. Extensions between modules over a generalized current Lie algebra.

In 2009, I determined the first extension groups for finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra. The paper B-2 has been published. This is my thesis for the degree.

2. Extensions between modules over the quantum loop algebra.

I made an attempt to calculate the first extension groups for finite-dimensional simple modules over the quantum loop algebra  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$  and obtained partial results. In particular I determined the finite-dimensional simple modules that admit nontrivial extensions with the trivial module. I continue to research for solving this problem.

3. Weyl modules for a current Lie algebra (with Katsuyuki Naoi).

Weyl modules for the current Lie algebra associated with a simple Lie algebra have the gradings by the definition. We proved that the grading filtration, the radical series and the socle series of a Weyl module for the current Lie algebra of type  $ADE$  coincide. We also gave a proof of the fact that another grading of a Weyl module which comes from the degree of the homology group of the quiver variety coincides with the original grading. As a corollary we obtained a formula for the Poincaré polynomials of quiver varieties of type  $ADE$  in terms of the degree functions on certain crystals (B-3).

#### B. 発表論文

1. Ryosuke Kodera, “A generalization of adjoint crystals for the quantized affine algebras of type  $A_n^{(1)}$ ,  $C_n^{(1)}$  and  $D_{n+1}^{(2)}$ ”, *Journal of Algebraic Combinatorics* 30 (2009), no. 4, 491–514.
2. Ryosuke Kodera, “Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra”, *Transformation Groups* 15 (2010), no. 2, 371–388.
3. Ryosuke Kodera and Katsuyuki Naoi, “Loewy series of Weyl modules and the Poincaré polynomials of quiver varieties”, preprint.

#### C. 口頭発表

1. A generalization of adjoint crystals for the quantized affine algebras of type  $A_n^{(1)}$ ,  $C_n^{(1)}$

and  $D_{n+1}^{(2)}$ , Workshop “Crystals and Tropical Combinatorics”, 関西セミナーハウス, 2008年8月.

2. A generalization of adjoint crystals for the quantized affine algebras of type  $A_n^{(1)}$ ,  $C_n^{(1)}$  and  $D_{n+1}^{(2)}$ , 日本数学会 2008年度秋季総合分科会, 東京工業大学, 2008年9月.
3. A generalization of adjoint crystals for the quantized affine algebras of type  $A_n^{(1)}$ ,  $C_n^{(1)}$  and  $D_{n+1}^{(2)}$ , Russia-Japan School of Young Mathematicians, 京都大学, 2009年1月.
4. Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra, 量子可積分系の新潮流 (ポスター発表), 京都大学, 2009年7月.
5. Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra, Workshop “Algebras, Groups and Geometries 2009 in Tambara”, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2009年8月.
6. Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra, 日本数学会 2009年度秋季総合分科会, 大阪大学, 2009年9月.
7. Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra, Lie 群論・表現論セミナー, 東京大学, 2009年10月.
8. Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra, RIMS 研究集会「代数的組合せ論および関連する群と代数」, 信州大学, 2009年11月.
9. Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra, Tokyo-Seoul Conference in Mathematics: Representation Theory, 東京大学, 2009年12月.
10. Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra, 表現論セミナー, 名古屋大学, 2010年5月.

三内 顕義 (SANNAI Akiyoshi)  
(学振 DC1)

#### A. 研究概要

正標数の可換環に対する局所コホモロジーについて研究を行い、Hochster, Huneke らによって示されたある種の消滅定理を拡張した。またその結果を応用することで新しい Big Cohen-Macaulay algebra の存在も示すことができた。

I studied on the local cohomology on a commutative ring of positive characteristic and I extend the vanishing theorem which is proved by Hochster and Huneke. I also proved the existence of new Big Cohen-Macaulay algebra by applying this result.

#### B. 発表論文

1. Akiyoshi Sannai and Kei-ichi Watanabe : “F-signature of graded Gorenstein rings”, To appear in Journal of Pure and Applied Algebra.
2. Satoshi Mochizuki and Akiyoshi Sannai : “Generalized Koszul resolution”, Illinois Journal of Mathematics, submitted.
3. Akiyoshi Sannai and Anurag Singh : “Galois extentions, plus closure, and maps on local cohomology”, Advances in Mathematics, submitted.
4. Satoshi Mochizuki and Akiyoshi Sannai : “Homotopy invariance of higher K-theory for abelian categories”, Mathematische Annalen, submitted.
5. Akiyoshi Sannai : “Annihilation of local cohomology groups by separable extensions in positive characteristic”, 東京大学博士論文 (2010 年度).

#### C. 口頭発表

1. ガロア拡大と局所コホモロジー間の写像について, 東京大学代数幾何セミナー, 東京大学, 2010 年 10 月.
2. ガロア拡大と局所コホモロジー間の射について, 明治大学可換環論セミナー, 明治大学, 2010 年 10 月, 2010 年 6 月.

3. Galois extention and maps on local cohomology, 城崎代数幾何セミナー, 玉原セミナーハウス, 2010 年 10 月.

4. Galois extention and maps on local cohomology, 第 32 回可換環論シンポジウム, The 6th Japan-Vietnam Joint Seminar on Commutative Algebra, 2010 年 12 月.

須子 淳一 (SUKO Junnichi)

#### A. 研究概要

私は Schrödinger 方程式の散乱理論について研究を行った。半直線  $\mathbb{R}_+$  と  $n-1$  次元ユークリッド空間のコンパクト集合  $\Theta$  の直積に微分同相な多様体  $M_\infty = \mathbb{R}_+ \times \Theta$  と相対コンパクトな部分  $M_c$  との和集合としてかける多様体  $M = M_c \cup M_\infty$  上のシュレーディンガー方程式を扱った。これは量子導波路の一つのモデルとなっている。形式的自己共役な二階の楕円型偏微分作用素で  $M_\infty$  においては

$$-\sum_{i,j=1}^n \partial_i a_{ij} \partial_j + i \sum_{i=1}^n (b_i \partial_i + \partial_i b_i) + V(r, s)$$

という形で表される作用素を摂動系とし  $\mathbb{R}_+ \times \Theta$  上のディリクレラプラシアンを非摂動系として 2 空間散乱理論を用いた定式化をした。量子導波路は  $\mathcal{L} : \Omega_0 := \mathbb{R} \times \omega \rightarrow \mathbb{R}^n$  (ここで  $\omega$  は  $\mathbb{R}^{n-1}$  の連結有界集合) を埋め込みとして,  $\Omega := \mathcal{L}(\mathbb{R} \times \omega)$  上の自由ラプラシアンをモデルとして多く研究されてきた。これは私のモデルでは  $\Theta$  を 2 つの  $\omega$  と合同な集合の直和とした場合にあたる。Enns の方法を用い波動作用素の存在と完全性, 特異連続スペクトルの非存在, 本質的スペクトルの不変性を示した。Mourre 理論を適用するための仮定を満たすことを証明し極限吸収原理の成立を示した。散乱行列を構成し散乱行列の一般化固有関数の係数としての関係を示した。

I studied the scattering theory for the Schrödinger operators. I considered Schrödinger operators on a manifold  $M$  such that  $M = M_c \cup M_\infty$ , where  $M_c$  is relatively compact and  $M_\infty$  is diffeomorphic to the product of the half line and a compact subset  $\Theta$  of Euclidean space. This is a model of quantum wave guides. I use two space scattering theory with formally elliptic operator of

the form:

$$-\sum_{i,j=1}^n \partial_i a_{ij} \partial_j + i \sum_{i=1}^n (b_i \partial_i + \partial_i b_i) + V(r, s)$$

on  $M_\infty$  as perturbed system and Dirichlet Laplacian on  $\mathbb{R}_+ \times \Theta$  as unperturbed system. Quantum wave guides was investigated as free Laplacian on  $\Omega := \mathcal{L}(\mathbb{R} \times \omega)$ , where  $\mathcal{L} : \Omega_0 := \mathbb{R} \times \omega \rightarrow \mathbb{R}^n$  is an embedding and  $\omega$  is a compact bounded set in  $\mathbb{R}^{n-1}$ . In terms of our model,  $\Theta$  is a disjoint union of two subsets of  $\mathbb{R}^{n-1}$  that is congruent to  $\omega$ . I proved the completeness of the wave operators, absence of singular continuous spectrum and the invariance of the essential spectrum by Enss method. I proved limiting absorption principle by Mourre theory. I constructed the scattering matrix and proved the relation between generalized eigenfunctions.

## B. 発表論文

1. 須子淳一: "一次元の局所可積分なポテンシャルを持った周期的 Schrödinger 作用素について", 東京大学修士論文 (2007).

## C. 口頭発表

1. 1次元の周期的 Schrödinger 作用素のスペクトルについて, 学習院大学スペクトル理論セミナー, 学習院大学, 2007年6月
2. Levinson の定理の一般化について, 日本数学会 2007年度秋季総合分科会, 東北大学, 2007年9月
3. 量子細線上の Levinson の定理について, 第18回微分方程式と数理物理, 山口, 2007年11月

孫 娟娟 (SUN Juanjuan )

## A. 研究概要

In the theory of finite dimensional representation of quantum affine algebra, the  $q$ -character of Kirillov-Reshetikhin(KR) modules are known to satisfy an important family of identities called the T-system. Indeed they are the defining relations of the Grothendieck ring

of finite dimensional modules of quantum affine algebras. It is natural to try to find analogs of the  $T$ -systems for the Borel subalgebras. Originally the  $T$ -systems arose as functional relations for the transfer matrices (or the  $T$ -operators) in integrable spin chain. We are also interest in the Baxter's  $Q$ -operators, which are the transfer matrices associated with representations of the Borel subalgebras. For the case of type  $A$ , identities involving  $T$ -and  $Q$ -operators have been proposed and is proved for the quantum affine algebra  $U_q(\widehat{\mathfrak{sl}}_2)$  and  $U_q(\widehat{\mathfrak{sl}}_3)$ . For the case of type  $B$ , identities which do not involve the spin representations can be extracted from as a special case of supersymmetric algebras. For the other types nothing is known. We want to give a definition of the  $Q$ -operators and give the relations among the  $Q$ -operators. Moreover we want to give proofs for lower rank.

## B. 発表論文

1. M.Jimbo, H.Nagoya, J.Sun, "Remarks on the confluent KZ equation for  $2$  and quantum Painlevé equations", J.Phys.A: math.Theor.41(17), 2 May (2008)175205.
2. H.Nagoya, J.SUN, "Confluent primary fields in the conformal field theory", J. Phys. A: Math. Theor. 43 (2010) 465203.

## C. 口頭発表

1. On Izergin-Korepin model, 可積分系ウィンターセミナー 2010, 2010年2月, 新潟.
2. Baxter's  $Q$ -operators of quantum affine algebra  $U_q(\widehat{\mathfrak{sl}}_n)$ , 2010年函数方程式論サマーセミナー, 2010年7月, 群馬.

張 欽 (ZHANG, Qin)

## A. Summary of Research

My research interest lies in the structure theory of operator algebras, particularly the modular theory of von Neumann algebras based on the well-known Tomita-Takesaki Theory. In the last year, I extended the noncommutative  $L^1$ -maximal ergodic inequality for semifinite von

Neumann algebras established by Yeadon in 1977 to the framework of noncommutative  $L^1$ -spaces associated with  $\sigma$ -finite von Neumann algebras. Since the semifinite case of this result is one of the two essential parts in the proof of noncommutative maximal ergodic inequality for tracial  $L^p$ -spaces ( $1 < p < \infty$ ) by Junge-Xu in 2007, I hope this result will be helpful to establish a complete noncommutative maximal ergodic inequality for non-tracial  $L^p$ -spaces in the future.

## B. List of Publications

1. Qin Zhang “Noncommutative maximal ergodic inequality for non-tracial  $L^1$ -spaces”, submitted.

## C. List of Invited Talks

1. Notes on noncommutative maximal ergodic theorems, Functional Analysis Symposium, Ritsumeikan University, Kyoto, Japan, September 5, 2009.
2. Symmetric norms and spaces of operators modeled on a semifinite von Neumann algebra, Operator Algebra Seminars, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Japan, December 10, 2009.

直井 克之 (NAOI Katsuyuki)

(学振 DC1)

### A. 研究概要

current 代数は単純 Lie 代数と一変数多項式環のテンソル積によって定義される Lie 代数で、Weyl 加群はある関係式によって定義される current 代数の重要な一元生成有限次元表現である。私は任意の Weyl 加群が Demazure 加群による filtration を持つことを示すとともにその重複度を決定した。これは ADE 型の Weyl 加群が Demazure 加群と同型である、という Fourier と Littelmann の結果の一般化である。また、量子 affine 代数の fundamental representation の結晶基底のテンソル積についても研究を行い、それと Weyl 加群との間の関係を明らかにした。この結晶基底と適当

な最高 weight 表現の結晶基底の最高 weight 元とのテンソル積は Demazure crystal (Demazure 加群に対応する最高 weight 表現の結晶基底の部分集合) の disjoint union と同型となるが、ここに現れる Demazure crystal が Weyl 加群の filtration に現れる Demazure 加群に対応するものであることを、path model と呼ばれる実現を用いて示したのである。また Weyl 加群は自然な  $\mathbb{Z}$ -grading を持つが、この  $\mathbb{Z}$ -grading が energy function と呼ばれる crystal 上定義される関数と対応することも示すことができた。crystal の古典的な意味での最高 weight 元の energy function に関する母関数は 1 次元状態和と呼ばれる。この 1 次元状態和が fermionic formula と呼ばれる多項式と等しい、というのが X=M 予想と呼ばれる予想であるが、上で述べた結果と di Francesco, Kedem による最近の結果を組み合わせることで、この予想に部分的にはあるが証明を与えることもできた。

上でも述べたように、ADE 型の場合には Weyl 加群は Demazure 加群と同型である。私は小寺諒介氏との共同研究において、この事実を用いて ADE 型の Weyl 加群が rigid (長さ最小の semisimple filtration が一意) であることを示すとともにその socle と Loewy length を決定することができた。Weyl 加群は quiver variety から幾何的に構成される standard 加群と同型であることが知られている。このとき standard 加群は幾何からくる  $\mathbb{Z}$ -grading を持つが、これが Weyl 加群の自然な  $\mathbb{Z}$ -grading と一致することを Weyl 加群が rigid であるという性質から示すことができた。(ただしこの結果は構成から直接示すことも可能である。) standard 加群の幾何からくる  $\mathbb{Z}$ -grading は quiver variety の Poincare 多項式や Kazhdan-Lusztig 型の多項式とも関係を持つので、上の結果からこれらの多項式についてもさまざまな情報を得ることができた。

A current algebra is a Lie algebra defined by the tensor product of a simple Lie algebra and a polynomial ring in one variable, and a Weyl module is an important cyclic module of current algebra defined by some relations. I showed that a Weyl module of any type has a filtration such that its successive quotients are isomorphic to Demazure modules, and also determined its multiplicities. This result is a

generalization of the result of Fourier and Littelmann, which asserts that a Weyl module of ADE type is isomorphic to Demazure module. I also studied the tensor product of the crystal bases of fundamental representations of a quantum affine algebra, and found that it has some relations with Weyl modules. To be precise, I showed that the Demazure crystals appearing in the tensor product of the crystal stated above and the highest weight element of the crystal basis of a suitable highest weight module correspond to the ones appearing in the filtration of a Weyl module. Moreover, I proved that the  $\mathbb{Z}$ -grading of a Weyl module corresponds to the  $\mathbb{Z}$ -grading on this crystal defined by a function called the energy function. The generating function of classically highest weight elements weighted by the energy function is called the one-dimensional sum, and it is conjectured that the one-dimensional sum is equal to the other polynomial called the fermionic form, which is called the  $X = M$  conjecture. Combining the above result with the recent result of Di Francesco and Kedem, the  $X = M$  conjecture is partially proved.

As stated above, Weyl modules of ADE type are isomorphic to Demazure modules. In the joint work with K. Kodera, we showed using this fact that a Weyl modules of ADE type is rigid, that is, it has a unique semisimple filtration of minimal length, and determined its socle and the Loewey length. It is known that a Weyl module is isomorphic to a standard module which is constructed geometrically from a quiver variety. A standard module has a  $\mathbb{Z}$ -grading which comes from geometry, and we showed that this grading corresponds to the  $\mathbb{Z}$ -grading on Weyl modules. (It should be remarked that this fact can be checked directly from the construction). Since the  $\mathbb{Z}$ -grading on a standard module has connections with Poincaré polynomials of a quiver variety and Kazhdan-Lusztig type polynomials, we obtained some information on these polynomials using the above result.

## B. 発表論文

1. K. Naoi: “Multiloop Lie algebras and the construction of extended affine Lie algebras”, *Journal of Algebra*, vol. **323** (2010) 2103-2129.
2. K. Naoi: “有限位数自己同型を用いた extended affine Lie algebra の構成について”, *RIMS 講究録別冊*, **B20** (2010) 21-30.
3. K. Naoi: “Weyl modules, Demazure modules and finite crystals for non-simply laced type”, 査読中.
4. K. Kodera and K. Naoi: “Loewey series of Weyl modules and the Poincaré polynomials of quiver varieties, preprint.

## C. 口頭発表

1. Construction of extended affine Lie algebras from multiloop Lie algebras, 第十一回「代数群と量子群の表現論」研究集会, 岡山県青年館, May 2008.
2. Construction of extended affine Lie algebras from multiloop Lie algebras, RIMS 研究集会「表現論と非可換調和解析における新しい視点, RIMS, September 2008.
3. Categorical approach for Weyl modules, after Chari-Fourier-Khandai, MS Seminar, IPMU, August 2009.
4. loop 代数と multiloop 代数の表現論について, 研究集会「Algebras, Groups and Geometry 2009 in Tambara」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, August 2009.
5. Weyl 加群、Demazure 加群と fundamental representation の crystal basis の関係について, RAQ セミナー, 上智大学, January 2011.
6. Weyl module, Demazure module と fundamental representation の crystal basis の関係について, 大阪表現論 seminar, 大阪市立大学文化交流センター, February 2011.

中原 健二 (NAKAHARA Kenji)

#### A. 研究概要

独立同分布の確率変数の和の分布の一樣評価に関する研究を行った。各分布の分布関数が指数  $\alpha$  の正則変動関数と呼ばれる族に属するとき、特にその指数  $\alpha$  が 2 の場合を調べた。指数が 2 よりも小さいときと 2 以上のときで分布の極限が違っており、指数 2 の場合がちょうど境界になっている。そのため指数が 2 のときはその極限の振る舞いを調べることは他の場合と比べて難しい。指数が 2 よりも大きいときの場合の結果は知られていたが、そこでの手法を改良することにより指数が 2 の場合にも対応する一樣評価を得ることができた。さらに、より一般の場合についての知られている一樣評価はその収束の速さについては示されていなかったが、この研究では、一樣評価は収束の速さについても示した。また既知の一樣評価との関連についても研究した。

I did a research on uniform estimates for distributions of sums of i.i.d. random variables with fat tail. Here, fat tail means that the distribution function of each distribution is regularly varying. In particular, I studied the case where the index of regularly varying  $\alpha$  is 2. The limit distributions are different when  $\alpha < 2$  or  $\geq 2$ . So it is more difficult to examine the case  $\alpha = 2$  than other cases. I obtained a similar result to the case  $\alpha > 2$  by improving the method used when  $\alpha > 2$ . The results has the rate of convergence, which was not known in other forms of uniform estimate. I showed a relationship with other forms of uniform estimate.

#### B. 発表論文

1. K. Nakahara : “Uniform estimate for distributions of the sum of i.i.d. random variables with fat tail: threshold case, preprint. (2010).

#### C. 口頭発表

1. 中心極限定理について, GCOE 玉原自主セミナー, 玉原国際セミナーハウス, 2009 年 9 月 3 日.
2. Uniform estimates for distributions of sums of i.i.d. random variables with fat

tail: threshold case., 確率論シンポジウム, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 12 月 22 日.

橋本 健治 (HASHIMOTO Kenji)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

有限シンプレクティック作用をもつ複素  $K3$  曲面について研究した。特に、有限群  $G$  の  $K3$  曲面へのシンプレクティック作用が引き起こす  $K3$  格子への作用は 5 つの例外の  $G$  を除き一意的に定まることを示した (博士論文)。この結果を応用して、(有限群  $G$  による) 極大有限シンプレクティック作用をもつ  $d$  次偏極  $K3$  曲面が、いつ  $G$  と  $d$  により一意的に定まるかについて研究した。

I studied complex  $K3$  surfaces with finite symplectic actions. In particular, I showed that the action of a finite group  $G$  on the  $K3$  lattice induced by a symplectic action of  $G$  on a  $K3$  surface is unique up to isomorphism, except for five  $G$  (Ph.D. Thesis). By applying this result, I studied a pair  $(G, d)$  for which a polarized  $K3$  surface of degree  $d$  with a (finite) symplectic action of  $G$  is unique up to isomorphism.

#### B. 発表論文

1. 橋本健治 : “5 次対称群の対称性をもつ  $K3$  曲面の族について”, 修士論文.
2. K. Hashimoto : “Period map of a certain  $K3$  family with an  $\mathfrak{S}_5$ -action”, to appear in J. Reine Angew. Math.
3. 橋本健治 : “Finite symplectic actions on the  $K3$  lattice”, 博士論文.

#### C. 口頭発表

1. 5 次対称群が作用する  $K3$  曲面のある 1 次元族の周期写像と逆写像, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, June 2008.
2. Period map of a certain family of  $K3$  surfaces over a Shimura curve, 第 8 回広島整数論集会, 広島大学, July 2009.



3. K3 曲面と正定値 3 変数 2 次形式, 神戸整数論集会, 神戸大学, January 2010.
4. ある K3 曲面の族の周期写像について, 周期写像とモチーフワークショップ, 東京大学, February 2010.
5. Period map of a certain family of K3 surfaces, アクセサリー・パラメーター研究会, 熊本大学, March 2010.
6. Maximal finite symplectic actions on K3 surfaces, 複素幾何セミナー, 首都大学東京, June 2010.

原 隆 (HARA Takashi)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

研究分野: 整数論, 数論幾何学

研究項目: 非可換岩澤理論,  $L$ -関数の特殊値についての研究

非可換岩澤理論は、代数体の無限次非可換ガロワ拡大に付随する代数的対象 (セルマー複体) と解析的对象 ( $p$ -進ゼータ関数) の間に存在する神秘的な関係を記述する理論である。

平成 22 年度は主に以下の 3 つの項目に関して研究を行った;

- (1) 非可換変形理論;
- (2)  $p$ -進ゼータ関数間の合同式の研究;
- (3) ユニタリ群に付随する志村多様体及びその上の保型形式の研究。

項目 (1) 及び (2) は既存のバーズ-加藤による  $p$ -進ゼータ関数の 貼り合わせ の手法とは異なる方針に基づく非可換岩澤主予想へのアプローチを目指して行った研究であるが、残念ながらめぼしい結果はいまだ得られていない状態である。項目 (3) に関連して、謝銘倫 (シェ・ミンルン) が近年ユニタリ群  $U(2, 1)$  に付随する志村多様体上のアイゼンシュタイン級数を用いて CM 体の岩澤主予想に関する部分的な結果を得ている。謝の手法は CM 体の非可換  $p$ -進ゼータ関数の構成に応用できるのではないかと期待されるので、今後もこのトピックについての研究を継続するつもりである。

尚、昨年度の結果 (発表論文 [2]) の出版が決定したことを付記しておく。

**Field of research:** Number theory, Arithmetic geometry

**Content of research:** Non-commutative Iwasawa theory, Study on the special values of  $L$ -functions

Noncommutative Iwasawa theory describes a mysterious relation between two quite different objects associated to an infinite-dimensional non-commutative Galois extension of a number field: one is algebraic (that is, a Selmer complex à la Jan Nekovář) and the other is analytic (that is, the  $p$ -adic zeta function).

This academic year I mainly worked on the following three subjects;

- (1) non-commutative deformation theory;
- (2) study on congruences between  $p$ -adic zeta functions;
- (3) study on Shimura varieties associated to unitary groups and automorphic forms defined on them.

I studied on subjects (1) and (2) aiming to obtain another approach to the non-commutative Iwasawa main conjecture based on a method different from the existing one: namely “patching” of  $p$ -adic zeta functions which was developed by David Burns and Kazuya Kato. Unfortunately I have not yet obtained any noteworthy results on these topics.

In connection with subject (3) Ming-Lun Hsieh has recently obtained a partial result on the Iwasawa main conjecture for CM fields by using Eisenstein series on the Shimura variety associated to the unitary group  $U(2, 1)$ . I expect that we can apply his method for construction of the non-commutative  $p$ -adic zeta functions for CM fields, and hence I will continue to study on this topic in the coming academic years.

Finally I remark that the thesis containing results obtained last academic year [2] was accepted and is to be published.

#### B. 発表論文

1. T. Hara : “Inductive construction of the  $p$ -adic zeta functions for non-commutative  $p$ -extensions of exponent  $p$  of totally real fields,” 東京大学大学院数理科学研究科 平成 22 年度博士論文.

2. T. Hara : “Inductive construction of the  $p$ -adic zeta functions for non-commutative  $p$ -extensions of exponent  $p$  of totally real fields,” preprint (2009) arXiv:0908.2178 [math.NT], Duke Math. J. に掲載決定.
3. T. Hara (原 隆) : “On non-commutative Iwasawa theory of totally real number fields,” RIMS Kôkyûroku Bessatsu, **B19** (2010) 277–299.
4. T. Hara : “Iwasawa theory of totally real fields for certain non-commutative  $p$ -extensions,” J. Number theory, **130**, Issue 4 (2010) 1068–1097.
5. T. Hara : “Iwasawa theory of totally real fields for certain non-commutative  $p$ -extensions,” 東京大学大学院数理科学研究科 平成 19 年度修士論文.
- topology and number theory II, 東京大学, March 2009.
8. Non-commutative Iwasawa main conjecture for totally real number fields and induction method, 神戸整数論集会, 神戸大学, 2010 年 1 月.
9. Inductive construction of the  $p$ -adic zeta functions for non-commutative  $p$ -extensions of totally real fields with exponent  $p$ , Non-commutative algebra and Iwasawa theory, International Centre for Mathematical Sciences (Edinburgh, United Kingdom) September–October 2009.
10. Iwasawa theory of totally real fields for non-commutative  $p$ -extensions of strictly upper triangular type, Iwasawa 2008, Kloster Irsee (Augsburg, Germany) June–July 2008.

### C. 口頭発表

1. 非可換岩澤主予想及び関連する話題について, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学, 2011 年 1 月.
2. 総実代数体の冪指数  $p$  型非可換  $p$  拡大に対する  $p$ -進ゼータ関数の帰納的構成, 代数学コロキウム, 東京大学, 2010 年 12 月.
3. 総実代数体の非可換岩澤主予想について, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 12 月.
4. Inductive construction of non-commutative  $p$ -adic zeta functions for totally real number fields, Iwasawa 2010, Fields Institute for Research in Mathematical Sciences (Toronto, Canada) July 2010.
5. 総実代数体の非可換  $p$ -進ゼータ関数の帰納的構成について, 岩澤理論セミナー, 慶応義塾大学, 2010 年 6 月.
6. 非可換岩澤主予想と同変玉河数予想について, 九州代数的整数論 2010, 九州大学, 2010 年 3 月.
7. Reidemeister torsion,  $p$ -adic zeta function and its non-abelization, Low dimensional

原瀬 晋 (HARASE Shin)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

二元体上の線形擬似乱数発生法について研究を行ってきた。擬似乱数発生法の評価規準の一つとして、 $v$  ビット精度均等分布次元が広く用いられている。その次元計算は、出力列から構成されるある格子の簡約基底を計算する問題に帰着される。

本年度は、Mulders と Storjohann による格子簡約アルゴリズムを用いて、以前の方法 (松本眞氏と斎藤睦夫氏との共同研究で得た SIS 法, 論文 [2]) よりも高速な均等分布次元計算法を提案した。特に、この改良により、計算量が減少することを示した。他の方向性の改良として、メルセンヌツイスタ法の場合には、零超過初期状態を用いると、格子計算を高速化できることを発見した。これらの結果を論文としてまとめ、MCQMC2010 など国内外で発表を行った。

I have studied linear pseudorandom number generators over the two-element field. Among the quality criteria of the generators, the notation of the dimension of equidistribution with

$v$ -bit accuracy is widely used. Such dimensions are obtained by computing reduced bases of certain lattices constructed from output sequences.

In this year, I proposed a faster method to compute these dimensions, using a lattice reduction algorithm by Mulders and Storjohann, than the previous method (SIS method [2] proposed with Makoto Matsumoto and Mutsuo Saito). In particular, I showed that this improvement lessens the order of computational complexity. As another direction, I found that just using a sparsest initial state (i.e., consisting of all 0 bits except one) significantly accelerates the lattice computation, in the case of Mersenne Twister generators. I wrote a paper about the above results, and gave talks in MCQMC2010 and so on.

#### B. 発表論文

1. S. Harase : “Maximally equidistributed pseudorandom number generators via linear output transformations”, *Math. Comput. Simul.* **79** (2009) 1512–1519.
2. S. Harase, M. Matsumoto, and M. Saito : “Fast lattice reduction for  $\mathbf{F}_2$ -linear pseudorandom number generators”, *Math. Comp.* **80** (2011) 395–407.
3. S. Harase : “An efficient lattice reduction method for  $\mathbf{F}_2$ -linear pseudorandom number generators using Mulders and Storjohann algorithm”, submitted.
4. 原瀬晋 : “Fast lattice reduction algorithms for optimizing  $\mathbf{F}_2$ -linear pseudorandom number generators”, *東京大学博士論文* (2010 年度).

#### C. 口頭発表

1. Maximally equidistributed pseudorandom number generators via linear output transformations, Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods (MCQMC2008), Université de Montréal, Montreal, Canada, July 2008.

2. Maximally equidistributed pseudorandom number generators via linear output transformations, 日本数学会秋季総合分科会, 東京工業大学, 2008 年 9 月.
3. Fast lattice reductions for  $\mathbf{F}_2$ -linear pseudorandom number generators, Monte Carlo Methods (MCM2009), Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium, September 2009.
4.  $\mathbf{F}_2$ -線形擬似乱数の評価に用いる格子の縮小基底計算の高速化, 日本数学会秋季総合分科会, 大阪大学, 2009 年 9 月.
5.  $\mathbf{F}_2$ -線形擬似乱数の評価に用いる格子の被約基底計算の高速化, 2009 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2009 年 12 月.
6.  $\mathbf{F}_2$ -線形擬似乱数の評価に用いる格子簡約の状態表現による高速化, 2010 年度日本数学会年会, 慶應義塾大学, 2010 年 3 月.
7. An efficient lattice reduction method for  $\mathbf{F}_2$ -linear pseudorandom number generators using Mulders and Storjohann algorithm, Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods (MCQMC2010), The University of Warsaw, Warsaw, Poland, August 2010.
8. An efficient lattice reduction for  $\mathbf{F}_2$ -linear pseudorandom number generators using Mulders and Storjohann algorithm, 日本数学会秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月.
9.  $\mathbf{F}_2$ -線形擬似乱数発生法の評価に用いる格子の簡約基底計算の高速化, 数理研究会, 政策研究大学院大学, 2010 年 11 月.
10.  $\mathbf{F}_2$ -線形擬似乱数発生法の評価に用いる格子の簡約基底計算の高速化”, 代数学コロキウム, 東京大学, 2010 年 11 月.

#### G. 受賞

広島大学大学院理学研究科長表彰 (2010 年 3 月)

水谷 治哉 (MIZUTANI Haruya)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

Schrödinger 方程式の解の平滑化作用・分散性について研究している。昨年度は以下について研究した。

・散乱多様体上の Strichartz 評価と分散型評価。散乱多様体は空間遠方で漸近的に錐型構造を持つ非コンパクト多様体の一クラスである。論文 [3] では、散乱多様体上の Schrödinger 方程式に対する  $L^p$  型の平滑化作用について研究し、解に対する超局所的な分散型評価を証明した。また、この評価とリトルウッド-ペイリー理論を組み合わせることで、時間局所的な Strichartz 評価を全ての admissible pair に対して示した。これらの評価は非線型方程式の適切性の証明に役立つことがよく知られている。さらに、非有界なポテンシャルを摂動した場合への拡張を試みている。

I am working on smoothing and dispersion properties of solutions to Schrödinger equations. During the last academic year, I studied the following topic.

・ Strichartz and dispersive estimates on scattering manifolds.

The scattering manifold is a class of non-compact manifolds, which have an asymptotically conic structure near infinity. In [3], I studied the  $L^p$ -smoothing properties for Schrödinger equations on scattering manifolds, and proved microlocal dispersive estimates for solutions. Combining this with the Littlewood-Paley theory, we also proved local-in-time Strichartz estimates for any admissible pair. In the proof, we also studied a relationship Strichartz estimates between microlocal smoothing effects. It is well known that these estimates play a fundamental role proving the well-posedness of nonlinear equations. Moreover, I am working on its extension to unbounded potential perturbation cases.

#### B. 発表論文

1. H. Mizutani : “Dispersive estimates for Schrödinger equations in dimension one”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu B16 (2010) 141–152.

2. H. Mizutani : “Dispersive estimates and asymptotic expansions for Schrödinger equations in dimension one”, J. Math. Soc. Japan **63** (2011) 239-261.

3. H. Mizutani : “Strichartz estimates for Schrödinger equations on scattering manifolds”, submitted

#### C. 口頭発表

1. Dispersive estimates for Schrödinger equations in dimension one, Spectral and Scattering Theory and Related Topics, 京都大学, 2008 年 12 月.
2. Dispersive estimates for Schrödinger equations in dimension one, 研究集会 第 19 回「微分方程式と数理物理」, 静岡, 2009 年 3 月.
3. Strichartz estimates for Schrödinger equations on scattering manifolds, 研究集会 第 20 回「微分方程式と数理物理」, 静岡, 2009 年 11 月.
4. Strichartz estimates for solutions to Schrödinger equations on scattering manifolds, Satellite Meeting of “ Kochi School on Random Schrödinger Operators ”, 高知, 2009 年 11 月.
5. Strichartz estimates for solutions to Schrödinger equations on scattering manifolds, 数理解析セミナー, 首都大学東京, 2009 年 12 月.
6. 散乱多様体上の Schrödinger 方程式に対するストリッカーツ評価について, 日本数学会年会, 慶應大学, 2010 年 3 月.
7. 散乱多様体上のシュレディンガー方程式に対するストリッカーツ評価について, 第 32 回発展方程式若手セミナー, 静岡, 2010 年 8 月.
8. Endpoint Strichartz and microlocal dispersive estimates for solutions to Schrödinger equations on scattering manifolds, 神楽坂解析セミナー, 東京理科大学, 2010 年 10 月.

9. Strichartz estimates for Schrödinger equations on a class of non-compact manifolds, 第7回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2011年3月.
10. On asymptotic expansions in time for Schrödinger equations on the line, 日本数学会年会, 早稲田大学, 2011年3月.

山下 真 (YAMASHITA Makoto)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

Connes–Landi によって導入された  $\theta$  変形環上のスペクトラル 3 つ組によって定まる巡回コサイクルの振る舞いについて研究した。もとの環の上のトラス作用で不変な巡回コサイクルに対し変形された環の上の巡回コサイクルを定義し、その  $K$ -群との対合に関する公式を与えた。

証明の鍵となったのは Kronecker 葉層の類似である実数群の作用によって  $\theta$  変形環を強森田同値な環で置き換えることだった。この置き換えによって巡回コホモロジー群に関する Elliott–Natsume–Nest の定理が適用できるようになった。

このコサイクル対応の応用として、変形パラメータを動かしたときに Connes–Chern 指標が  $K$ -群に引き起こす写像が不変であることを示した。また、無理数回転環の場合に知られていた正規化トレースが  $K$ -群に引き起こす写像の像の計算の問題が、一般的に  $\theta$  変形の枠組みの中で実行可能なことも示せた。

また、対称群の  $II_1$ -因子表現から導かれる作用素環の包含の構造についても研究した。このようにして得られる包含が既約であることの必要十分条件や指数有限であることの必要十分条件などを Thoma 指標に関する条件として与えることができた。

とくに、既約な部分因子環は Wassermann による構成と正則表現により得られる構成との 2 種類に限られることがわかった。ここでの証明の鍵となったのは、対称群の中の特別な元の、部分因子環の相対交換子への条件付き期待値のモーメントとして Thoma 指標を解釈することだった。この構成によって得られる部分因子環が指数有限になるのは対応する指標が群環上で忠実なことと同値であることを示した。証明の際に重要

だったのは Kerov–Vershik による Ulam 予想の解決によって与えられた、次元の増大度が指数関数に比べて十分に大きい既約表現の系列の存在だった。

また、Vershik らによる因子表現の力学系的表示を用いて、上記の構成による部分因子環の相対エントロピーが Boyko–Nesonov による力学エントロピーと同様に評価できることが示せた。

上記の  $II_1$  因子型表現の構造を用いて、同じ台を持つ複数の Thoma 指標を合わせて考えることで異なる因子表現を部分系として含むような III 型表現の系列を構成した。この構成によって得られる III 型作用素環の不変量が表現の構成に用いた Thoma 指標によって計算できることもわかった。これは Boyer による無限ユニタリ群の III 型表現の構成の無限対称群に関する類似になっている。

We investigated the behaviour of the cyclic cocycles given by the  $\theta$ -deformation of spectral triples introduced by Connes–Landi. As a result we obtained a formula for the pairing of the  $K$ -group of the deformed algebra and the cocycles coming from the cyclic cocycles on the non-deformed algebra invariant under the action of the torus.

The key of the proof was to replace the  $\theta$ -deformation by an iterated crossed product of the non-deformed algebra by certain actions of real line, which is analogous to the correspondence of the irrational rotation algebra and the Kronecker foliation. This enabled us to apply a result of Elliott–Natsume–Nest to compute the cyclic cocycles on the deformed algebra.

As an application of this method, we also showed that the computation of the pairing between the normalized trace and the  $K$ -group of the irrational rotation algebras can be generalized to arbitrary  $\theta$ -deformation.

In a separate project we investigated the inclusion of von Neumann algebras coming from the  $II_1$ -factorial representations of the infinite symmetric group. We obtained a characterization of the factoriality and an estimate of index, both in terms of the Thoma parameter describing the factorial representation.

In particular, we obtained that the irreducible

subfactors obtained this way are limited to the one constructed by Wassermann and the one coming from the regular representation. The key to the proof of this fact was the interpretation of the Thoma parameter as the higher moments of the image of a distinguished element under the conditional expectation to the relative commutant of the subfactor.

In order to estimate the index of this subfactor, we used a sequence of irreducible representations of the symmetric groups with large growth of dimension. This implied that the subfactor is of finite index if and only if the corresponding character of the infinite symmetric group is faithful.

## B. 発表論文

1. M. Yamashita: “Connes–Landi deformation of spectral triples”, *Lett. Math. Phys.* **94** (2010) 263–291
2. M. Yamashita: “On subfactors arising from asymptotic representations of symmetric groups”, to appear in *Proc. AMS*.

## C. 口頭発表

1. Connes–Landi deformation of spectral triples,  $C^*$ -seminar, University of Oslo, Oslo, Norway, December 2010.
2. Introduction to spectral triples after Connes, Workshop on Operator Algebras, RIMS, Kyoto

## 吉富 修平 (YOSHITOMI Shuhei)

### A. 研究概要

$\mathbb{C}$  上の代数多様体から  $\log|x|$  の写像によって得られる  $\mathbb{R}$  上の集合の、ある変形による極限として、トロピカル多様体という区分的線形な対象が得られる。この対応により、代数多様体について成り立つ定理、例えばリーマン・ロッホの定理やアーベル・ヤコビの定理が、トロピカル曲線についても成立することが Mikhalkin らにより知られている。

トロピカル可換半体上のモジュール  $M$  は可換体上のモジュールと類似である。 $M$  が直進的で反

射的であるという仮定のもとで、私は直進的で反射的な部分モジュール  $N \subset M$  が次元についての不等式をみたすことを証明した。この結果はトロピカル射影空間の多面体への応用を持っている。Joswig-Kulas によれば、polytrope はトロピカル単体である。私はこの結果の一般化を証明した。多面体  $P$  は、対応するモジュール  $M$  が直進的で反射的ならば、高々  $n + 1$  個の点のトロピカル凸包である。また、 $P$  が polytrope ならば、 $M$  は直進的で反射的である。

トロピカル曲線についてのリーマン・ロッホの定理は、Gathmann-Kerber により、因子の不変量  $r(D)$  を用いて証明されている。しかし  $r(D)$  は、誘導されたモジュール  $M = H^0(D)$  の不変量ではない。私は  $r(D)$  と  $M$  の次元についての不等式を証明した。

A variety over  $\mathbb{C}$  maps to a set over  $\mathbb{R}$  via the map  $\log|x|$ . By limit of its deformation we get the tropical variety that is a piecewise-linear object. In this correspondence it is known by Mikhalkin that some theorems for varieties (Riemann-Roch, Abel-Jacobi etc.) follow also for tropical curves.

A module  $M$  over a tropical semifield is analogous to a module over a field. Under the assumption that  $M$  is straight reflexive, I proved that the dimension of a straight reflexive submodule  $N \subset M$  satisfies an inequality for dimensions. This result has an application to polytopes in a tropical projective space. By Joswig and Kulas, a polytrope is a tropical simplex. I proved a generalization of this result. A polytope  $P$  is the tropically convex hull of at most  $n + 1$  points if the corresponding module  $M$  is straight reflexive. Also  $M$  is straight reflexive if  $P$  is a polytrope.

A Riemann-Roch theorem for tropical curves is proved by Gathmann and Kerber, using an invariant  $r(D)$  of the divisor. But  $r(D)$  is not an invariant of the induced module  $M = H^0(D)$ . I proved an inequality between  $r(D)$  and the dimension of  $M$ .

### B. 発表論文

1. Shuhei Yoshitomi, “Jacobian varieties of reduced tropical curves”, Preprint, arXiv:math.AG/0612810 (2006).

2. Shuhei Yoshitomi, “Tropical Jacobians in  $R^2$ ”, *Journal of Mathematical Sciences*, the University of Tokyo 17 (2010), 135–157.
3. Shuhei Yoshitomi, “Generators of modules in tropical geometry”, Preprint, arXiv:1001.0448 (2010).

### C. 口頭発表

1. トロピカル曲線について, 玉原代数幾何セミナー, 玉原国際セミナーハウス, 2007年8月.
2. Tropical curves and semigroups, Algebraic Geometry and Commutative Algebra Tokyo, University of Tokyo, December, 2007.
3. Modules over a tropical semifield, 東京工業大学代数幾何学セミナー, 東京工業大学, 2009年7月.
4. トロピカル曲面とトーリック曲面, 玉原代数幾何セミナー, 玉原国際セミナーハウス, 2009年7月.

柳 青 (LIU Qing)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

非線形偏微分方程式、特に曲率流方程式と Hamilton-Jacobi 方程式の特異問題を対象として考察する。ここでの特異問題は実際に最適制御、微分ゲーム、幾何運動、結晶成長など重要な応用と関連している。本研究は二つの部分から構成されている。

1. 決定論的ゲームによる偏微分方程式の解の表現と解析。ゲーム理論により平均曲率流方程式の特異現象 level set の肥満現象 (fattening phenomenon) の別証明を与えた。本研究では放物型方程式の一般論を一切利用せず、ゲーム理論だけで証明を行った。さらに、この fattening の証明に用いられるゲームの戦略を利用し、平均曲率型の定常問題の弱比較定理の反例を構成した。一般的には、正曲率流方程式の粘性解に fattening 現象が起きれば、定常問題の比較定理

が成り立たないことも証明した。これにより、Kohn-Serfaty (2006) の比較原理に関する未解決問題を部分的に解決した。

2. 結晶成長に現れる非強圧的 Hamilton-Jacobi 方程式の解の長時間挙動。空間一次元の Cauchy-Dirichlet 問題と空間多次元の初期値問題を考察した。特異 Neumann 条件と特異 Dirichlet 条件付きの定常問題の比較定理を示した。与えられた Hamiltonian から有効領域とその領域での成長速度がどのように決まるかについて明らかにした。

I have been working on the nonlinear partial differential equations, especially the singular problems for curvature flow equations and Hamilton-Jacobi equations, which have significant applications in optimal control theory, differential games, geometric motion and crystal growth. My research consists of the following two parts.

1. A deterministic game-theoretic approach to PDEs. We gave an alternative game-theoretic proof of the existence of the singular phenomenon – fattening of the level sets – for the mean curvature flow. My proof involves nothing related to the general parabolic theory but the game theory only. Moreover, I managed to construct the counterexample for the weak comparison theorem of the stationary problem of mean curvature type by using the special game strategies in the proof of fattening. A more general result of mine shows that the comparison principle for the stationary problem will fail to hold if the fattening phenomenon takes place for the corresponding positive mean curvature flow. By doing this, I partially solved an open problem about the comparison principle proposed by Kohn and Serfaty in 2006.

2. The large-time behavior of solutions of non-coercive Hamilton-Jacobi equations appearing in crystal growth. We studied the one space dimensional Cauchy-Dirichlet problems and multidimensional Cauchy problems. The comparison principles for the stationary problems with

singular Neumann or singular Dirichlet boundary conditions were proved. We also clarified how to determine the effective domain and the growth rates for any given Hamiltonian.

## B. 発表論文

1. Y. Giga and Q. Liu : “A remark on the discrete deterministic game approach for curvature flow equations”, *Nonlinear phenomena with energy dissipation: Mathematical analysis, modeling and simulation*, **29** (2008), 103–115.
2. Y. Giga and Q. Liu: “A billiard-based game interpretation of the Neumann problem for the curve shortening equation”, *Advances in Differential Equations*, **14** (2009), 201–240.
3. Q. Liu : “Fattening and comparison principle for level-set equations of mean curvature type”, submitted.
4. Y. Giga, Q. Liu and H. Mitake : “Large-time asymptotics for one-dimensional Dirichlet problems for Hamilton-Jacobi equations with noncoercive Hamiltonians”, submitted.
5. Y. Giga, Q. Liu and H. Mitake : “Singular Neumann problems and large-time behavior of solutions of noncoercive Hamilton-Jacobi equations”, submitted.

## C. 口頭発表

1. The 36th Conference on Evolution Equations and Applications, Chuo University, December 24, 2010.
2. PDE seminar at Hokkaido University, November 29, 2010.
3. Poster presentation, Mathematical Aspects of Crystal Growth, Special Project: A minisemester on evolution of interfaces, Hokkaido University, July 26, 2010.
4. Viscosity Methods and Nonlinear PDE, Special Project: A minisemester on evolution of interfaces, Hokkaido University, July 22, 2010.

5. Spring Meeting of Mathematical Society of Japan, Keio University, March 26, 2010.
6. Student presentation, Workshop on New Connections Between Differential and Random Turn Games, PDE’s and Image Processing, PIMS at University of British Columbia, Vancouver, Canada, July 31, 2009.
7. Viscosity Solutions of Differential Equations and Related Topics, RIMS, Kyoto University, June 25, 2009.
8. Mathematical Analysis of pattern dynamics and related topics, RIMS, Kyoto University, June 27, 2008.

## 渡辺 英和 (WATANABE Hidekazu)

### A. 研究概要

マクドナルド作用素の持つ‘可換性’, またダンクナル作用素への退化の様子を詳しく調べることが研究のひとつのテーマである. 昨年度取り組んできた‘ $h$ -展開’, つまりマクドナルド作用素に含まれる2つのパラメタ  $q, t$  をそれぞれ  $exp(h)$ ,  $exp(\beta h)$  とおき,  $h$  に関して0の周りのテイラー展開をできるだけ高次まで行うことは大きな目標であった. 今年度, マクドナルド作用素全体, すなわち  $D_n^1$  のみならず  $D_n^r$  すべてに対して  $h^3$  の係数までを明らかにすることができた. 計算の見通しを良くするために導入した作用素がいくつかあるのだが, これらの交換関係等を調べることにより, マクドナルド作用素についてのより深い理解が得られるのではないかと期待される.

The subject is to grasp the commutativity of Macdonald operators minutely. Especially to analyze their degeneration to the Dunkl operators. Since last year, I have been engaged in the calculation of the  $h$ -expansion of Macdonald operators. More precisely, the Taylor expansion of Macdonald operators with respect to  $h$ , on the condition that  $q = exp(h)$ ,  $t = exp(\beta h)$ . This year, I succeeded in clarifying the coefficient of  $h^3$  for all Macdonald operators, that is, not only  $D_n^1$  but also all of  $D_n^r$ . In this calculation, I introduced some tentative operators to



simplify the calculations. Then, by summerizing the commutative relations of these operators, I expect to grasp the background of the commutativity of Macdonald operators more deeply.

## B. 発表論文

1. H. Watanabe, : The h-expansion of Macdonald operators and their expression by Dunkl operators, (once rejected, again in preparation).

## 2 年生 (Second Year)

浅井 智朗 (ASAI Tomoro)

(学振 DC2)

### A. 研究概要

表面拡散流方程式  $V = -\Delta_\Gamma H_\Gamma$  と Willmore 流方程式  $V = -\Delta_\Gamma H_\Gamma - \frac{1}{2}H_\Gamma^3 - 4H_\Gamma K_\Gamma$  で代表される高階曲率流の、曲率が必ずしも連続でない初期曲線に対する局所可解性について考察した。今年度は昨年度の結果を  $n$  次元に拡張した論文を書いた。

My research work is the theory of analytic semigroups and the higher order curvature flow equations. To be more precise, we consider the unique solvability of the surface diffusion flow  $V = -\Delta_\Gamma H_\Gamma$  and the Willmore flow  $V = -\Delta_\Gamma H_\Gamma - \frac{1}{2}H_\Gamma^3 - 2H_\Gamma K_\Gamma$  with the curvatures of its initial curves may not be continuous. This year, I wrote one paper which is the extension of my previous paper.

### B. 発表論文

1. T. Asai : “On smoothing effect for higher order curvature flow equations”, to appear in Adv. Math. Soc. Appl.
2. T. Asai : “Quasilinear parabolic equation and its applications to fourth order equations with rough initial data”, preprint.

### C. 口頭発表

1. 第 12 回北東数学解析研究会, ポスターセッション, 2011 年 2 月 21 日 ~ 22 日

石田 智彦 (ISHIDA Tomohiko)

(GCOE-RA)

### A. 研究概要

私は昨年度に続き, 恒等写像に  $C^k$ -級で接している  $(\mathbb{R}, 0)$  の  $C^\infty$ -級微分同相群のホモロジーおよびコホモロジーについて研究した。昨年度は  $k = 1$  の場合にこの群に一次独立な 2-コサイクルが少なくとも二つ存在することを示した。これらのコサイクルは対応する Gel'fand-Fuks コホモロジーに由来すると思われるものである。今年度は,  $k \geq 2$  の場合に Gel'fand-Fuks コホモロジーに由来する 2-コサイクルを  $\frac{1}{2}(k^2 - k + 6)$  個構成し, それらの非自明性を示した。

I studied homology and cohomology of the group of  $C^k$ -flat diffeomorphisms of  $(\mathbb{R}, 0)$  as in the preceding year. Last year, I proved that there exist at least two linearly independent 2-cocycles of this group in the case  $k = 1$ . It seems that they originate in the corresponding Gel'fand-Fuks cohomology. In this year, I constructed  $\frac{1}{2}(k^2 - k + 6)$  2-cocycles which originate in the Gel'fand-Fuks cohomology and proved them to be non-trivial for  $k \geq 2$ .

### B. 発表論文

1. Tomohiko Ishida: “Gel'fand-Fuks cohomology on the line and its geometric realization”, 修士論文 (2009).
2. Tomohiko Ishida : “Second cohomology classes of the group of  $C^1$ -flat diffeomorphisms of the line”, to appear in Ann. Inst. Fourier, **61** (2011).

### C. 口頭発表

1.  $C^1$ -flat な微分同相芽の 2 次元ホモロジー群, 研究集会「トポロジーと表現論の諸相 2009」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, October 2009.
2. Two dimensional homology of the group of 1-flat diffeomorphisms of  $(\mathbb{R}, 0)$ , 研究集会「葉層構造と微分同相群研究集会」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, October 2009.
3. Second cohomology of the group of diffeomorphisms of the line  $C^1$ -tangent to the

identity at the origin, 研究集会「微分・代数トポロジーの現在と未来」, かんぼの宿徳島, November 2009.

4. 恒等写像と  $C^1$ -級で接する実直線の微分同相群の 2 次元ホモロジー群について, 信州トポロジーセミナー, 信州大学, December 2009.
5. 恒等写像と  $C^1$ -級で接する実直線の微分同相群の 2 次元ホモロジー群について, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学, December 2009.
6. 恒等写像と  $C^1$ -級で接する実直線の微分同相群の 2 次元ホモロジー群について, 日本数学会 2010 年度年会, 慶應義塾大学, March 2010.
7. Second cohomology classes of the group of  $C^1$ -flat diffeomorphisms of the line, Séminaire interne, Unité de mathématiques pures et appliquées de l'École normale supérieure de Lyon, France, June 2010.
8. Second cohomology classes of the group of  $C^1$ -flat diffeomorphisms of the line, Conference on Geometry and Topology of Foliations, Centre de Recerca Matemàtica, Spain, July 2010.
9. Second cohomology classes of the group of  $C^k$ -flat diffeomorphisms of the line, 研究集会「トポロジーと確率論の諸相 2010」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, July 2010.
10. Second cohomology classes of the group of  $C^1$ -flat diffeomorphisms of the line, 研究集会「尾鷲微分トポロジー 2010」, 尾鷲市立中央公民館, August 2010.

伊藤 敦 (ITO Atsushi)

(GCO-RA)

#### A. 研究概要

私は偏極代数多様体の Seshadri 定数を研究している。特に、計算するのが困難な不変量である Seshadri 定数を具体的にどのように計算、評価をすればよいかを調べている。これまでの研究

では、多面体から定まる偏極トーリック多様体について多面体の大きさなどの情報から Seshadri 定数のよい評価を与え、その評価と退化を用いて一般の偏極代数多様体の場合に下からの評価を与えるための方策を得た。また Okounkov body と Seshadri 定数とのある種の関係も示した。

I studied about the Seshadri constants of polarized varieties. In particular, I investigated how to compute or estimate Seshadri constants because it is very difficult to compute them in general. I obtained good estimations of the Seshadri constants of the polarized toric varieties constructed from polytopes, and gave a strategy for estimations of Seshadri constants of general polarized varieties using the estimations in toric cases and degenerations. I also proved a relationship between Seshadri constants and Okounkov bodies.

#### B. 発表論文

1. 伊藤 敦：“代数曲面上の随伴束の基底点集合について”, 東京大学修士論文 (2008).

#### C. 口頭発表

1. 代数曲面上の随伴束の基底点集合について, 代数幾何セミナー, 東京大学, 2009 年 10 月.
2. How to estimate Seshadri constants, 代数幾何セミナー, 東京大学, 2010 年 11 月.
3. Seshadri constants on toric varieties, 代数幾何学研究集会-ファノ多様体と正標数上の話題を中心として-, 九州大学, 2011 年 2 月.

伊藤 哲也 (ITO Tetsuya)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

今年度は群の不変順序についてトポロジーの観点からの研究を進めた。群の不変順序のなす空間と群の有界コホモロジーとの関係、(ねじれ)アレキサンダー多項式を用いた両側順序の存在についてなどを研究した。加えて、これまでの結果を論文にまとめて投稿し、論文出版に勤めた。

This year I studied invariant total orderings of groups from topological point of view. I studied

relationships between the space of left orderings and bounded cohomologies, and studied the existence of bi-invariant orderings using the (twisted) Alexander polynomials. I also submitted papers on my previous results for publications.

## B. 発表論文

1. Tetsuya Ito: "On finite Thurston-type orderings of braid groups", *Groups Complexity Cryptol.* **2**, (2010), 123–155.
2. Tetsuya Ito: "A note on geometric constructions of bi-invariant orderings", *Topology Appl.* **158**, (2011), 690–696.
3. Tetsuya Ito: "Braid ordering and the geometry of closed braids", *Geom. Topol.* to appear.
4. Tetsuya Ito: "Braid ordering and knot genus", *J. Knot Theory Ramification*, to appear.
5. Tetsuya Ito: "Finite Thurston type orderings on dual braid monoids", *J. Knot Theory Ramifications*, to appear.
6. Tetsuya Ito: "Finite orbits of Hurwitz actions on braid systems", *Osaka J. Math.* to appear.

## C. 口頭発表

1. Braid ordering and knot genus, UBC Topology seminar, Canada, The University of British Columbia, 2010.3.3
2. Space of group orderings, quasi-morphisms and bounded cohomology groups, 東工大トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2010.10.6
3. An application of mapping class group orderings to topology and geometry, Topology seminar, USA, The University of Iowa, 2010.11.4
4. An application of orderings of mapping class groups, Columbia Geometric Topology Seminar, USA, Columbia University, 2010.11.12

5. A remark on Alexander criterion for bi-orderability, 結び目の数学 III, 日本大学, 2011.12.21
6. An algorithmic approach to Hurwitz equivalences, The Seventh East Asian School of knot and related topoiocs, 広島大学 学士会館, 2010.1.10
7. Studying contact structures via orderings of mapping class groups, /接触構造・特異点・微分方程式およびその周辺, 京都市職員厚生会 職員会館かもがわ, 2011.1.24.

糸崎 真一郎 (ITOZAKI Shinichiro)

## A. 研究概要

シュレディンガー方程式の散乱理論について研究している。散乱多様体上のシュレディンガー方程式において長距離型のポテンシャルが摂動項として存在する場合について、修正型波動作用素を構成し、またそれが存在することを証明した。また、漸近的に多項式増大するような遠方を持つリーマン多様体上のシュレディンガー作用素に対して、摂動項が長距離型である場合についてムール理論を適用し、極限吸収原理を得た。これを用い、摂動項が短距離型である場合について波動作用素の存在および漸近完全性を示した。

I am working on the scattering theory for Schrödinger equations. I proved the existence of modified wave operators for the Schrödinger equations with long range potentials on scattering manifolds. Also, I study Schrödinger operators on Riemannian manifolds with asymptotically polynomially large ends. I applied the Mourre theory to such operators with long-range perturbation term, and obtain the limiting absorption principle and the radiation estimates. By using these estimates, I showed the existence and asymptotic completeness of wave operators for the short-range perturbation case.

## B. 発表論文

1. Shinichiro ITOZAKI: "Existence of wave operators for the Schrödinger equations with long range potentials on scattering

manifolds”, Master’s Thesis, University of Tokyo, 2008.

### C. 口頭発表

1. Existence of wave operators for the Schrödinger equations with long range potentials on the scattering manifolds., 研究集会 第 19 回「微分方程式と数理物理」, ウエルハートピア熱海 2009 年 3 月 16 日
2. On classical dynamics and wave operators for the Schrödinger equations on scattering manifolds, 研究集会 第 20 回「微分方程式と数理物理」, かんぼの宿 焼津, 2009 年 11 月 1 日
3. Modified wave operators for Schrödinger equations on scattering manifolds., Satellite Meeting of“ Kochi School on Random Schrödinger Operators ”, Kuroshio-Honjin, Nov. 29, 2009
4. Existence of wave operators for Schrödinger equations with long range potentials on scattering manifolds 首都大学東京数理解析セミナー, 首都大学東京, 2009 年 12 月 25 日
5. Wave Operators for Schrödinger Equations with Long Range Potentials on Scattering Manifolds, 第 32 回 発展方程式若手セミナー, 伊豆長岡温泉えふでの宿小松家八の坊, 2010 年 8 月 31 日
6. Wave operators with time-independent modifiers for the Schrödinger equations with long range potentials on scattering manifolds, 研究集会第 21 回『数理物理と微分方程式』, かんぼの宿 修善寺, 2011 年 11 月 7 日
7. Kato-smooth operators and wave operators for Schrödinger equations on scattering manifolds, 第 93 回神楽坂解析セミナー, 東京理科大学, 2011 年 1 月 22 日

大久保 俊 (OHKUBO Shun)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

本年度は  $p$  進表現論の論文をいくつか読んだ。

In this year, I read several papers on  $p$ -adic representations.

#### B. 発表論文

1. S. Ohkubo : “Galois Theory of  $B_{\text{dR}}^+$  in the imperfect residue field case”, Journal of Number Theory **130** (2010) 1609–1641.
2. S. Ohkubo : “A ring of periods for Sen modules in the imperfect residue field case”, C. R. Acad. Sci. Paris **348** (2010) 601–603.
3. S. Ohkubo : “A note on Sen’s theory in the imperfect residue field case”, accepted for publication at Mathematische Zeitschrift.

柿澤 亮平 (KAKIZAWA Ryôhei)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

偏微分方程式の逆問題という視点から, 半線型熱伝導方程式や Navier-Stokes 方程式などを含む一般の半線型放物型偏微分方程式の初期値境界値問題を研究している. 特に, この初期値境界値問題の時間大域的な解に対し,  $\mathbb{R}^n$  ( $n \in \mathbb{Z}$ ,  $n \geq 2$ ) 上の有界領域  $\Omega$  上のある有限個の点からなる集合における解の漸近挙動というデータから,  $\Omega$  全体における解の漸近挙動を一意に決定することが主な研究課題である.

I study the initial-boundary value problem for semilinear parabolic equations, e.g., the semilinear heat equation and the Navier-Stokes equations from the view point of inverse problems for partial differential equations. The main research is to determine uniquely the asymptotic behavior of the time-global solutions in a bounded domain  $\Omega \subset \mathbb{R}^n$  ( $n \in \mathbb{Z}$ ,  $n \geq 2$ ) from the asymptotic behavior of the time-global solutions on a suitable finite set of  $\Omega$ .

## B. 発表論文

1. R. Kakizawa, Determining nodes for semi-linear parabolic equations, *J. Math. Anal. Appl.* (2011), to appear.

## C. 口頭発表

1. 柿澤 亮平, Determining nodes for semilinear parabolic equations, 第 6 回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2010 年 2 月.

鍛治 匠一 (KAJI Shoichi)

(GCOE-RA)

## A. 研究概要

私は, 保型表現とそれに付随する  $L$  関数に興味を持っている. 昨年度に引き続き,  $SL(4, \mathbb{R})$  の一般化主系列表現の Whittaker 関数の計算をした. ここにおける一般化主系列表現とは, 2 つの  $SL(2, \mathbb{R})$  の離散系列表現から誘導された表現のことであるが, 明示的な公式はその 2 つの離散系列表現の Blattner パラメータが等しいときに与えた.

I am interested in automorphic representations and  $L$ -functions belonging to them. Following the study of last year, I have calculated Whittaker functions for generalized principal series representations of  $SL(4, \mathbb{R})$ . While the generalized principal series representation means an induced representation from two discrete series representations of  $SL(2, \mathbb{R})$ , I have obtained formulas when the Blattner parameters of the two discrete series representations are equal.

## B. 発表論文

1. S. Kaji: “The  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structures of standard representations of  $SL(4, \mathbb{R})$ ”, 東京大学修士論文 (2009).

加藤 直樹 (KATO Naoki)

(GCOE-RA)

## A. 研究概要

余次元 2 の横断的にアファインな葉層構造の分類及びリーアファイン葉層構造の分類について研究した.

$S^1$  上の  $T^n$  バンドルの上のリーアファイン葉層構造を分類した.

I study codimension two transversely affine foliations and Lie affine foliations.

I classified Lie affine foliations of  $T^n$ -bundle over  $S^1$ .

## B. 発表論文

1. N. Kato: “Transversely affine foliations on torus bundles over the circle”, master’s thesis, University of Tokyo (2009).

## C. 口頭発表

1. 横断構造をもつフロー, トポロジーと表現論の諸君 2009, 玉原国際セミナーハウス, October, 2009.
2. Transversely affine foliations of torus bundles over the circle, 首都大学東京幾何学セミナー, 首都大学東京, December, 2009
3. リーアファイン葉層構造について, トポロジーと確率論の諸相 2010, 玉原国際セミナーハウス, July, 2010

神本 晋吾 (KAMIMOTO Shingo)

(学振 DC2)

## A. 研究概要

特異摂動の常微分方程式の完全 WKB 解析を行っている. WKB 解の Stokes 現象を記述する際, WKB 解の Borel 変換像の解析的特異点が重要な役割を果たす. 大きなパラメータを含む 1 次元定常型 Schrödinger 方程式に対し, 標準形への WKB 解析的な変換を通して, これらの WKB 解の Borel 変換像の特異性の明確な記述を行った. 具体的に本年度は以下の結果が得られた;

- i) 一般に二つの単純極により引き起こされる動

かない特異点の解析には困難が伴うが、二つの単純極に加え、一つの単純変わり点の合流を考えると、動かない特異点での alien derivative の計算に成功した。本研究は河合隆裕氏、竹井義次氏との共同研究である。

ii) 青木-河合-竹井により単純変わり点の近傍での Airy 方程式への WKB 解析的変換が導入された。単純変わり点から出る Stokes 曲線が全て不確定特異点に流れ込む場合に、そこで用いられた変換級数の Borel 総和可能性を示す事により、WKB 解の Borel 変換像の Borel 平面の実軸の近傍上での特異性の記述を行った。本研究は小池達也氏との共同研究である。

iii) 単純極から出る Stokes 曲線が不確定特異点に流れ込む場合に、小池により導入された単純極での WKB 解析的変換級数の Borel 総和可能性を示す事により、WKB 解の Borel 変換像の Borel 平面の実軸の近傍上での特異性の記述を行った。本研究は小池達也氏との共同研究である。

I am studying the exact WKB analysis of singular perturbed ordinary differential equations. As is well known, analytic singularities of the Borel transformed WKB solutions play an important role in describing the Stokes phenomena for the WKB solutions. I gave concrete description of singularities of the Borel transformed WKB solutions for 1 dimensional stationary Schrödinger equations with a large parameter through the WKB theoretic transformation to their canonical form. Precisely, I obtained the following results this year;

i) Generally, it is difficult to analyse fixed singularities caused by two simple poles. By considering a merging triplet of two simple poles and one additional simple turning point, we succeeded in calculation of alien derivatives at the fixed singularities. This is a joint work with Takahiro Kawai and Yoshitugu Takei.

ii) WKB theoretic transformation to the Airy equation near a simple turning point was introduced by Aoki, Kawai and Takei. We proved the Borel summability of the transformation series employed there when all the Stokes curves emanating from a simple turning point in question run into some irregular singular points. As a consequence, we gave a tangible description

of singularities of the Borel transformed WKB solutions near the real axis of the Borel plane. This is a joint work with Tatsuya Koike.

iii) By showing the Borel summability of the transformation series for simple pole equations, which was introduced by Koike, when the Stokes curve emanating from a simple pole in question runs into an irregular singular point, we obtained a concrete description of singularities of the Borel transformed WKB solutions near the real axis of the Borel plane. This is a joint work with Tatsuya Koike.

## B. 発表論文

1. S. Kamimoto and K. Kataoka : “On the composition of kernel functions of pseudodifferential operators  $\mathcal{E}^{\mathbb{R}}$  and the compatibility with Leibniz rule”, submitted.
2. S. Kamimoto, T. Kawai, T. Koike and Y. Takei : “On the WKB theoretic structure of a Schrödinger operator with a merging pair of a simple pole and a simple turning point”, *Kyoto J. Math.* **50** (2010), no. 1, 101–164.
3. S. Kamimoto, T. Kawai, T. Koike and Y. Takei : “On a Schrödinger equation with a merging pair of a simple pole and a simple turning point — Alien calculus of WKB solutions through microlocal analysis”, preprint (RIMS-1686).

## C. 口頭発表

1. 無限階擬微分作用素の形式核関数について、火曜解析セミナー、東京大学、2009年6月。
2. On a Schrödinger operator with a merging pair of a simple pole and a simple turning point, I — WKB theoretic transformation to the canonical form, 漸近解析と力学系の新展開、京都大学数理解析研究所、2009年6月。
3. 解析的擬微分作用素の核関数と指数解析、日本数学会秋季総合分科会、特別講演、大阪大学、2009年9月。
4. On a Schrödinger operator with a merging pair of a simple pole and a simple turning

point, Seminar on Functional Analysis and Global Analysis, 東京理科大学, 2009年10月.

5. On a Schrödinger operator with a merging pair of a simple pole and a simple turning point, I — WKB theoretic transformation to the canonical form, Asymptotics in dynamics, geometry and PDEs, generalized Borel summation, Centro de Ricerca Matematica Ennio de Giorgi (Italy), 2009年10月.
6. On a Schrödinger operator with a merging pair of a simple pole and a simple turning point, 超局所解析とその周辺, 関西学院大学, 2009年10月
7. On the WKB theoretic transformation and its application, 準古典解析における諸問題, 京都大学数理解析研究所, 2010年7月.
8. Analysis by Legendre equation of fixed singularities of a Schrödinger equation with a merging triplet of poles and a turning point via Mathieu equation, Recent Developments in Resurgence Theory and Related Topics, 関西セミナーハウス, 2010年7月.
9. WKB analysis of a Schrödinger equation with a merging triplet of two simple poles and one simple turning point via Mathieu equation, Seminar on Singular Perturbations, 京都大学数理解析研究所, 2010年11月.
10. Formal kernel functions of holomorphic pseudodifferential operators of infinite order, 超局所解析と偏微分方程式, 2010年11月.

佐々田 慎子 (SASADA Makiko)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

2次元ヤング図形の時間発展モデル、速度を持つ排他過程、エネルギー保存型のノイズを持つ非調和振動子鎖等に対するスケール極限を研究し

ている。また、空間的に非一様な多種排他過程のスペクトルギャップの評価にも取り組んだ。

I have studied scaling limits for an evolutionary model of two-dimensional Young diagrams, exclusion processes with velocity, a chain of oscillators with energy conservative noise and some other models. Also, I worked on the estimate of the spectral gap for non-homogeneous multi-species exclusion processes.

#### B. 発表論文

1. 佐々田 慎子: “二種排他過程および退化した飛躍率を持つ粒子系の流体力学極限”, 東京大学修士論文 (2009).
2. M. Sasada: “Hydrodynamic limit for two-species exclusion processes”, Stoch. Proc. Appl., **120** (2010) 494–521.
3. M. Sasada: “Hydrodynamic limit for particle systems with degenerate rates without exclusive constraints”, ALEA, **7** (2010) 277–292.
4. T. Funaki and M. Sasada: “Hydrodynamic limit for an evolutionary model of two-dimensional Young diagrams”, Comm. Math. Phys., **299** (2010) 335–363.
5. 佐々田 慎子: “非勾配型の系に対する流体力学極限と平衡揺動”, 東京大学博士論文 (2011).

#### C. 口頭発表

1. Hydrodynamic limit for an evolutionary model of 2D Young diagrams, Topics on random media, Kyoto University, Japan, September 2009.
2. Hydrodynamic limit and fluctuations for an evolutionary model of 2D Young diagrams, 8th workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems, University of Tokyo, Japan, October 2009.
3. Nonlinear diffusion equations derived from nonreversible particle systems, International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Waseda University, Japan, March 2010.

4. Spectral gap for multi-species exclusion processes with site disorder, 東京確率論セミナー, 東京工業大学, 2010 年 7 月.
5. ランダムな方向反転を伴う単純排他過程の流体力学極限, 可積分系の数理, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 8 月.
6. Hydrodynamic limit for exclusion processes with velocity, Universality and Scaling Limits in Probability and Statistical Mechanics, Hokkaido University, Japan, August-September 2010.
7. Hydrodynamic limit for exclusion processes with velocity, 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, Senri Life Center Building, Japan, September 2010.
8. Scaling limits for an evolutionary model of two-dimensional Young diagrams, 9th workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems, University of Tokyo, Japan, September 2010.
9. Hydrodynamic limit for exclusion processes with velocity, Large Scale Stochastic Dynamics, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, November 2010.
10. 速度を持つ排他過程に対する流体力学極限, 第 8 回城崎新人セミナー, 城崎, 2011 年 2 月.

#### G. 受賞

- 東京大学 理学部学修奨励賞 (2007)  
 東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2009)  
 日本数学会賞建部賢弘賞奨励賞 (2010)  
 日本学術振興会育志賞 (2011)

宗野 恵樹 (SONO Keiju )

#### A. 研究概要

去年から引き続き、 $SL(3, \mathbf{R})$  の主系列表現から定まる行列係数を研究した。研究の方針は、Casimir 方程式と Dirac-Schmid 方程式という 2 つの方程式を構成し、それらを調べることで

ある。 $K = SO(3, \mathbf{R})$  の自明な表現の場合は Casimir 作用素から来る微分方程式のみで十分であるが、私はまずこれら (Casimir 作用素は 2 次のものと 3 次のものの 2 つがある) を作ることから始め、Dirac-Schmid 方程式の固有値や解の特性根を計算し、自明な表現の場合の級数解、および 3 次元の tautological な表現の場合の級数解を求めた。更に、微分方程式を変形し超幾何関数の接続公式を利用することで、本来の行列係数をこれら 6 つの解の線形結合で表した (spherical の場合と non-spherical の場合の両方)。この線形結合に現れる関数は  $c$ -関数 と呼ばれ、spherical の場合は Harish-Chandra などによりある程度研究されているが、non-spherical の場合の計算例はあまり知られていない。これらの研究は、Selberg の跡公式などへの応用が期待される。

行列係数の研究が一段落したのち、次に  $SL(3, \mathbf{R})$  の主系列表現から定まる新谷関数の研究に着手することにした。関数を調べるための道具は行列係数の場合と同じで、Casimir 方程式と Dirac-Schmid 方程式の構成から着手した。これらの方程式を組み合わせることで、spherical あるいは non-spherical な主系列表現から定まる新谷関数が存在した場合の明示公式及び、新谷関数の空間の次元が高々 1 になるという定理を得た。特に次元が 1 以下になるという事実は重要で、新谷関数による保型形式の展開などに利用できる可能性がある。

これらの研究とは別に、 $\zeta_n(s, u, v, Q) = \sum_{m+v \neq 0} e^{2\pi i^t m \cdot u} Q[m + v]^s$  で定義される  $GL(n)$  の twisted Epstein ゼータ関数について研究した。この関数に関して、第 2 極限公式及び Chowla-Selberg の公式の類似を得た。また、第 2 極限公式を利用することで、ある空間に作用するラプラシアン行列式に意味を与えることにも成功した。

I investigated on the matrix coefficient of the principal series representations of  $SL(3, \mathbf{R})$ . I constructed the Casimir equations and the Dirac-Schmid equation, and obtained the explicit formula of the matrix coefficient by solving these equations. Among others, I obtained the  $c$ -function which was not known so much in case of the non-spherical representations. Further, I studied the Shintani functions on



$SL(3, \mathbf{R})$ . I obtained the explicit formula of the Shintani functions and proved that the dimension of the space of Shintani functions is equal or less than one.

Moreover, I investigated on the twisted Epstein zeta functions of  $GL(n)$ . I obtained the second limit formula and the analogue of the Chowla-Selberg formula. I used the second limit formula to give some interpretation of the determinant of Laplacian on some functional space.

#### B. 発表論文

1. The  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structures of the principal series representations of  $GL(3, \mathbf{C})$  Master Thesis, University of Tokyo, 2008

2. The matrix coefficients with minimal  $K$ -types of the spherical and non-spherical principal series representations of  $SL(3, \mathbf{R})$ , UTMS preprint series 2010-8 (submitted)

#### C. 口頭発表

1. 保型形式の整数論研究集会 2008年11月1日

タイトル:  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structure of the principal series of  $GL(3, \mathbf{C})$

2. 第9回仙台広島整数論集会 2010年7月21日

タイトル: The matrix coefficients with minimal  $K$ -types of the spherical and non-spherical principal series representations of  $SL(3, \mathbf{R})$

3. 第13回白馬整数論オータムワークショップ 2010年11月4日

タイトル: The matrix coefficients of the spherical and non-spherical principal series representations of  $SL(3, \mathbf{R})$

#### E. 修士・博士論文

The  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structures of the principal series representations of  $GL(3, \mathbf{C})$  Master Thesis, University of Tokyo, 2008

千葉 優作 (TIBA Yusaku)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

主にネヴァンリンナ理論を研究している。有理型接続を用いていくつかのネヴァンリンナ第2主要定理をしめした。最近はトーリック多様体における正則曲線の値分布について研究している。

My research subject is the Nevanlinna theory. I proved Nevanlinna Second Main Theorem by using meromorphic connections. Recently, I studied the value distribution of holomorphic curves in a toric variety.

#### B. 発表論文

1. Y. Tiba : “The second main theorem of hypersurfaces in the projective space”, UTMS Preprint Series. 2010-10.

2. Y. Tiba : “Holomorphic curves into the product space of the Riemann spheres”, UTMS Preprint Series. 2010-19.

#### C. 口頭発表

1. Degeneracy of holomorphic curves into the complements of hypersurfaces in a complex projective space, 複素解析幾何セミナー, 東京大学数理科学研究科, April 2010.

2.  $n$ 次元射影空間の超曲面に関する第2主要定理, 日本数学回秋季総合分科会, 名古屋大学, September 2010.

3. リーマン球面の直積内の正則曲線に対する第2主要定理, 多変数関数論冬セミナー, 京都大学, December 2010.

張 祺智

ZHANG Qizhi (張 祺智)

#### A. 研究概要

離散対数問題に関する問題を研究しました。特に, Mingdeh Huang氏と Wayne Raskind氏によって提唱された離散対数問題と実2次体の ramification signature の計算問題の同値の一般化を試行しました。

I studied on the discrete logarithm problem. Specially, I tried to generalize the equivalence between the discrete logarithm problem and computation of ramification signature of real quadratic field.

## B. 発表論文

1. L. Yin and Q. Zhang : “All double coverings of cyclotomic fields (with Q.Zhang)”, *Math. Zeit.* **253**(2006), 479-488.

## 田 然 (TIAN Ran)

### A. 研究概要

Davenport 不等式の一般の楕円曲面へのいろんな拡張を研究してきました。特に Orbibundle に対する Miyaoka-Yau 不等式を応用して楕円曲面の任意のセクションと 0-セクションとの交点重複度に対するさまざまな評価が得られます。

I have studied on various generalizations of Davenport’s inequality to general elliptic surfaces. In particular I found that as an application of the Miyaoka-Yau inequality for orbibundles, we obtain many estimates for the intersection multiplicities between a section of the elliptic surface and its 0-section.

### B. 発表論文

1. R. Tian : “The mathematical solution of a cellular automaton model which simulates traffic flow with a slow-to-start effect”, *Discrete Appl. Math.* **157** (2009) 2904–2917.
2. R. Tian : “The explicit calculation of Čech cohomology and an extension of Davenport’s inequality”, submitted.

## 馬 昭平 (Ma Shouhei)

(学振 DC1)

### A. 研究概要

1. Non-symplectic 対合付き K3 曲面のモジュライ空間の双有理型を研究した。まず、モジュライの間の同種関係を見つけることによってすべてのモジュライの単有理性を証明した。その過

程で平面上の 5 ~ 8 点配置に対する IV 型周期写像を発見した。その後有理性を追求し、67 個のモジュライについて有理性を証明した。

2. trigonal 曲線のモジュライ空間が奇数種数の場合に有理的であることを証明した。

1. I proved the unirationality of the moduli spaces of K3 surfaces with non-symplectic involutions. As a by-product, I constructed birational period maps of orthogonal type for the configuration spaces of  $5 \leq d \leq 8$  points in the projective plane. Then I proved the rationality of those moduli of K3 for sixty-seven deformation types.

2. I proved the rationality of the moduli spaces of trigonal curves of odd genus.

### B. 発表論文

1. S. Ma : “Fourier-Mukai partners of a K3 surface and the cusps of its Kahler moduli”, *Internat. J. Math.* **20** (2009) 727–750.
2. S. Ma : “Twisted Fourier-Mukai number of a K3 surface”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **362** (2010) 537–552.
3. S. Ma : “On the 0-dimensional cusps of the Kähler moduli of a K3 surface”, *Math. Ann.* **348** (2010) 57–80.
4. S. Ma : “Decompositions of an Abelian surface and quadratic forms”, to appear in *Ann. Inst. Fourier*.
5. S. Ma : “On K3 surfaces which dominate Kummer surfaces”, arXiv 0905.4107.
6. S. Ma : “The unirationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces (with an Appendix by Ken-Ichi Yoshikawa)”, arXiv 1011.1963.
7. S. Ma : “The rationality of the moduli spaces of trigonal curves of odd genus”, arXiv 1012.0983.

### C. 口頭発表

1. Abel 曲面の分解と 2 次形式, 代数幾何セミナー, 東京大学, 2009 年 6 月.

2. K3 曲面と Kummer 曲面の間の有理写像について、特殊多様体研究集会、玉原 SH、2009 年 7 月.
3. Unirationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, 代数幾何ミ二研究集会、埼玉大学、2010 年 3 月.
4. The unirationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, 代数幾何セミナー、東京大学、2010 年 4 月.
5. (Uni)rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, 代数幾何に関連する諸分野、北海道大学、2010 年 8 月.
6. (Uni)rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, 特殊多様体研究集会、玉原 SH、2010 年 9 月.
7. (Uni)rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, 城崎代数幾何シンポジウム、城崎大会議館、2010 年 10 月.
8. (Uni)rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, 代数幾何複素幾何セミナー、大阪大学、2010 年 12 月.
9. 対合付 K3 曲面のモジュライの有理性について、多変数関数論冬セミナー、京都大学、2010 年 12 月.
10. 対合付 K3 曲面のモジュライの有理性について、特異点セミナー、日本大学、2011 年 1 月.

三村 与士文 (MIMURA Yoshifumi)  
(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

反応拡散方程式における解の爆発現象や進行波に興味を持っている。とりわけ、粘菌の集合体形成を描いた Keller-Segel 系について研究を行ってきた。昨年は、このモデルにおいて重要な閾値を勾配流の観点から得た。さらに、粘菌の総量がこの閾値を下回るとき、時間離散化の方法が有効であることを示した。

I am interested in the blow-up phenomenon and the traveling wave of the reaction-diffusion equations. I have studied mainly the Keller-Segel model describing the aggregation of a

slime mold. In the past one year, from the perspective of the gradient flow, I found the threshold number which play an important role in this model. Moreover, I showed that the time discretization method work in the sub-critical case.

#### B. 発表論文

1. 三村与士文：“多角形領域における Keller-Segel 系の定常解”，東京大学修士論文 (2009).

#### C. 口頭発表

1. The Chemotaxis model as steepest descent, GROUPE DE TRAVAIL equations Elliptiques et Paraboliques non linéaires, Orsay, September, 2010 (フランス)
2. The Chemotaxis model as steepest descent, Reaction-Diffusion Systems: Experiments, Modeling, and Analysis, Orsay, October, 2010 (フランス)

横山 聡 (YOKOYAMA Satoshi)

#### A. 研究概要

確率偏微分方程式、特に stochastic Navier-Stokes equation の弱解についての研究。

Our interest is about stochastic partial differential equations, especially the weak solutions of stochastic Navier-Stokes equations.

#### C. 口頭発表

1. Existence of  $L^2$ -solution of stochastic Navier-Stokes equations appearing in variational setting, University of technique in Darmstadt, Germany, December 2010.

1 年生 (First Year)

池田 暁志 (IKEDA Akishi)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

位相的弦理論や位相的場の理論に現れる様々な物理量の持つ性質について研究を行っている。昨

年度は行列模型と呼ばれる位相的弦理論の模型と、閉曲面の分岐被覆の数え上げである Hurwitz 数から定まる 2 次元の位相的場の理論の間に正確な対応があることを示した。今年度はそれを応用し、自由エネルギーが準保型形式になっている行列模型や local Gromov-Witten 不変量になっている行列模型を構成した。現在は様々なタイプの行列模型での同様の対応の確立を目指している。また、Virasoro 対称性を利用して様々な模型(行列模型を含む)を解く方法である位相的漸化式の理論の数学的構造と Frobenius 構造の間関係性の研究に取り組んでいる。

I am studying the properties of the physical quantities which appears in topological string theories or topological field theories. Last year, I show that there exists a correspondence between the matrix models, which are some models of topological string theories, and the two dimensional topological field theories associated to the Hurwitz number which is the enumeration of ramification coverings of a closed surface. This year, by using this correspondence, I construct the matrix models whose free energy constitute quasi modular forms or local Gromov-Witten invariants. Recently, I am trying to establish similar correspondences for another types of matrix models. I am also studying the relationship between the mathematical structure of the topological recursion relation which is the solution method for various models (including matrix models) by using Virasoro symmetry and the Frobenius structure.

#### B. 発表論文

1. 池田暁志: “行列模型と Hurwitz 数の Frobenius 代数構造”, 東京大学修士論文 (2010).

#### C. 口頭発表

1. “The correspondence between Frobenius algebra of Hurwitz numbers and matrix models”, IPMU Komaba Seminar, 東京大学, 2010 年 4 月.
2. “Hurwitz 数の Frobenius 代数と行列模型の対応”, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 2010 年 9 月.

3. “The correspondence between Frobenius algebra of Hurwitz numbers and matrix models”, “可積分系、ランダム行列、代数幾何と幾何学的不変量”, 京都大学, 2010 年 12 月.
4. “The correspondence between Frobenius algebra of Hurwitz numbers and matrix models”, “Integrable Systems, Random Matrices, Algebraic Geometry and Geometric Invariants”, Steklov Mathematical Institute (Russia), 2011 年 2 月.

石崎 晋也 (ISHIZAKI Shinya)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

リーマン球面上における常微分方程式についての研究を行っている。このような常微分方程式に対して、middle convolution と addition という可逆な操作が知られており、これらの操作では微分方程式の既約性やアクセサリパラメータの数が保存されるという性質がある。また特に、任意の既約で rigid な Fuchs 型常微分方程式はこれらの操作の有限回の繰り返しで 1 階の微分方程式に帰着できることが知られている。本年度はこれらの操作を不確定特異点を持つ Fuchs 型ではない常微分方程式に対して適用するため、そのような微分方程式の例である合流型一般超幾何微分方程式についての研究を行った。その結果 Laplace 変換と addition という 2 つの操作の組み合わせによって、任意の合流型一般超幾何微分方程式をより低階のそれに帰着できることを示した。また Gauss の超幾何微分方程式のモノドロミー生成元をパラメータが一般の場合でも普遍的に表示する方法を得たことも本年度の研究結果の一部である。

I am reseaching on the theory of ordinary differential equations defined on the Riemann sphere. Middle convolution and addition are the invertible operation on ordinary differential equations. The irreducibility of differential equations and the number of accessory parameters are preserved in these operations and moreover it is known that any irreducible and rigid Fuchsian differential equations can be reduced

to a differential equation of rank 1 by finite iteration of these operations. To apply these operations to the non-Fuchsian differential equation which has irregular singular points, I researched on confluent generalized hypergeometric equations which are the typical example of non-Fuchsian differential equation in this academic year. The result which I obtained is that any confluent generalized hypergeometric equations can be reduced to a lower rank of it by Laplace transformation and addition which are the invertible operation for differential equations. It is also a part of my research results at current year to have obtained the universal representation of the monodromy generators of Gauss hypergeometric equation which can apply to any parameters.

## B. 発表論文

1. ISHIZAKI Shinya: "Multiplicative version of Yokoyama's operations and the monodromy generator of the system of Okubo normal form", Master's Thesis, University of Tokyo (2010).

## C. 口頭発表

1. Gauss の超幾何微分方程式の Euler 型積分による普遍的独立解の構成. Workshop on Accessory Parameters. 東京大学玉原国際セミナーハウス. 9 Oct 2010
2. Okubo 標準型と単独 Fuchs 型方程式の対応. Workshop on Accessory Parameters. 東京大学玉原国際セミナーハウス. 13 Oct 2010
3. Gauss の超幾何微分方程式のモノドロミー生成元の普遍的表示. ウィンターセミナー 2011. KKR 湯沢ゆきぐに. 27 Jan 2011

植松 哲也 (UEMATSU Tetsuya)

(GCOE-RA)

## A. 研究概要

主に、代数体、局所体上の代数多様体の有理点の性質、構造について研究している。とくに、代数体上の対角的 3 次曲面において、どのような曲面が Hasse 原理を満たすのかを Brauer-Manin

障害などの手法を使って考察している。加えて、Brauer-Manin 障害より精密な障害の性質、および新たな障害構成の研究も行っている。

また、1 の原始 3 乗根を含む局所体上の、ある種の対角的 3 次曲面の次数 0 の 0-サイクルのなす群の構造を決定した。

I mainly study the Hasse principal of algebraic varieties. Especially, I study what kind of diagonal cubic surfaces satisfies the Hasse principal by using some arithmetic methods such as the Brauer-Manin obstruction. I also study the properties of finer obstructions to the Hasse principal than the Brauer-Manin obstruction and the construction of new types of obstructions.

On the other hand, I decide the structure of the group of zero cycles with degree zero on some diagonal cubic surfaces over the local field containing a primitive cubic root of unity.

## B. 発表論文

1. T. Uematsu: On the Local Evaluation Map of the Brauer-Manin Obstruction, master thesis(2010).

Uzun, Mecit Kerem

## A. 研究概要

I mainly studied the motivic cohomology and the triangulated category of pure motives defined by V. Voevodsky. I attended a conference on the regulator maps and motives in Barcelona in the summer of 2010. Then I have studied different approaches to higher dimensional class field theory of arithmetic schemes such as using K-theory or intersection theory of cycles, where both of are related to the theory of motives. I mainly focused on the G. Wiesend approach which uses the data attached to the closed points and curves on an arithmetic scheme  $X$  to describe the abelian fundamental group  $\pi_1^{ab}$  of  $X$ . I am currently working to understand better the relation between the homomorphism groups appearing in motivic category and the groups appearing in

different higher dimensional class field theories.

## B. 発表論文

1. M.K.Uzun : “On the maximal components of Noether-Lefschetz locus for Beilinson’s Hodge cycles”, MSc. Thesis The University of Tokyo (2010).

大川新之介 (OKAWA Shinnosuke)

(学振 DC1)

### A. 研究概要

本年度の研究は Mori dream space(以下 MDS)に関するものが大半であった。これは 2000 年に Hu 氏と Keel 氏によって定義された代数多様体のクラスで、log Fano 多様体の自然な拡張になっている。

本年度の前半は、MDS の global Okounkov body の有理凸性に関する Lazarsfeld 氏と Mustařa 氏の予想について研究した。ここで global Okounkov body とは代数多様体とその部分多様体の列に対して定義される錐体で、代数多様体の上の直線束の体積関数の幾何学的実現かつ精密化を与えるものである。成果として、曲面の場合に予想が正しいということが証明できた。3 次元以上の場合にも、(技術的な仮定を課せば、) MDS からなる部分多様体の列を持つような MDS について予想が正しいということが証明できた。以上について研究集会で講演し (C1)、そのプロシーディングスに成果を発表した (B2)。

本年度の後半は、MDS からの全射を持つような代数多様体について研究した。最初の成果として、そのような多様体が再び MDS になることを証明した。次に、MDS に対してその有効錘上に標準的に決まる扇を定義した。これは MDS の Zariski 分解の情報を反映したものであると共に、MDS から定まる Variation of GIT quotients(以下 VGIT) の情報をも反映したものになっていることを明らかにした。最後に MDS の間に全射があったときに像多様体の扇が定義域多様体の扇から誘導されることを証明した。以上について研究集会で講演をした (C2)。

The most part of my research in the current year was about Mori dream spaces (MDS in short). This is a class of algebraic varieties defined by Hu and Keel in 2000, which contains

log Fano varieties.

One of my research was about a conjecture by Lazarsfeld and Mustařa which asks if a global Okounkov body of a MDS should be rational polyhedral. Here global Okounkov body is a convex cone defined for an algebraic variety and a sequence of subvarieties, which is a geometric refinement of the volume function for line bundles.

The result is that I proved the conjecture for surfaces and also for higher dimensional MDSs which admits a sequence of sub-MDSs (under some technical assumptions). I made a talk on this result at a symposium (C1) and wrote an article for its proceedings (B2).

The other was about the images of morphisms from a MDS. I proved that such images again are MDSs. Next I defined for a MDS a canonically defined fan which is supported on its effective cone. I showed that it contains both information of the Zariski decompositions and that of the Variation of GIT quotients which naturally comes from the MDS. Finally I proved that for a surjective morphism between MDSs the fan of the target space is naturally induced from that of the source.

I made a talk on these results in a workshop (C2).

## B. 発表論文

1. “Extensions of two Chow stability criteria to positive characteristics”, to appear on Michigan Mathematical Journal.
2. “On global Okounkov bodies of Mori dream spaces”, to appear on the proceedings of the Miyako-no-Seihoku Algebraic Geometry Symposium.

## C. 口頭発表

1. On global Okounkov bodies of Mori dream spaces, 都の西北代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学, 2010. 11. 10.
2. On images of Mori dream spaces, 代数幾何学研究集会-ファノ多様体と正標数上の話題を中心として-, 九州大学, 2011. 2. 22.

大島 芳樹 (OSHIMA Yoshiki)

A. 研究概要

実簡約リー群の対称対に関する Vogan-Zuckerman 導来関手加群  $A_q(\lambda)$  の制限を研究した。離散分解する  $A_q(\lambda)$  について、その分岐公式を得た。

I studied the restriction of Vogan-Zuckerman derived functor modules  $A_q(\lambda)$  with respect to symmetric pairs of real reductive Lie groups. I obtained branching formulas for discretely decomposable  $A_q(\lambda)$ .

B. 発表論文

1. Y. Oshima: "Restriction of derived functor modules to symmetric subgroups", 東京大学修士論文 (2010).

C. 口頭発表

1. Vogan-Zuckerman 加群の対称部分群に関する制限, リー群論・表現論セミナー, 東京大学, 2010 年 4 月.
2. Restriction of Vogan-Zuckerman derived functor modules to symmetric subgroups, 第 13 回代数群と量子群の表現論研究集会, 愛知県江南市 すいとびあ江南, 2010 年 6 月.
3. Restriction of Vogan-Zuckerman derived functor modules to symmetric subgroups, 等質空間と非可換調和解析, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 6 月.
4. 導来関手加群の離散分岐則, 表現論シンポジウム, 静岡県伊豆の国市 おおとり荘, 2010 年 11 月.
5. Discrete branching laws of derived functor modules, 第 6 回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 2011 年 2 月.

G. 受賞

2007 年度 理学部学修奨励賞

2009 年度 総長賞

奥田 隆幸 (OKUDA Takayuki)

(学振 DC1)

A. 研究概要

私は次のことに興味を持ち研究を行っている:

- 非リーマン大域対称空間におけるリー群の固有作用, 不連続群,
- コンパクト対称空間上のデザインと符号.

非リーマン対称空間におけるリー群の固有作用, 不連続群について: 前年度は, 半単純対称空間  $G/H$  にリー群  $SL(2, \mathbb{R})$  が固有に作用するための必要十分条件を与え, 条件を満たす  $(G, H)$  の分類を行った (修士論文). 今年度は, その条件が曲面群と同型な不連続群の存在と同値であることを示した. 特に, 半単純対称空間  $G/H$  で, 曲面群と同型な不連続群が存在するものの分類を行ったことになる. また,  $(G, H), (G, L)$  が共に対称対である場合に, リー群  $L$  が対称空間  $G/H$  に固有に作用するための必要十分条件を与え, この条件を満たす  $(G, H, L)$  の組を分類した.

コンパクト対称空間上のデザインと符号について: 球面上で展開されているデザインと符号の理論を, 一般のコンパクト対称空間上の理論に拡張したいと考えている. よく知られている結果として, ランクが 1 の対称空間については球面の場合と同様にデザインと符号の理論が展開できることが知られている. またランクが 1 より高い場合については, グラスマン多様体やユニタリ群の場合について, Fisher 型不等式の類似が知られていた. 今年度の研究においては, 対称空間として一般のコンパクト群を考え, その上で表現論の言葉を用いてデザインと符号の概念を定義することで, Fisher 型不等式の類似にあたる定理を得た.

I'm interested in the following two topics:

- Proper actions and discontinuous groups for non-Riemannian symmetric spaces,
- Designs and codes on compact symmetric spaces.

**Proper actions and discontinuous groups for non-Riemannian symmetric spaces:**

In the previous year, I studied proper actions of  $SL(2, \mathbb{R})$  on a semisimple symmetric space  $G/H$  and classified  $(G, H)$  such that  $G/H$  admits a proper  $SL(2, \mathbb{R})$ -action. In this year, I

proved that  $G/H$  admits a proper  $SL(2, \mathbb{R})$  if and only if  $G/H$  admits a discontinuous group which is isomorphic to a surface group. Thus, the list of  $(G, H)$  such that  $G/H$  admits proper  $SL(2, \mathbb{R})$ -actions is also a list of  $(G, H)$  such that  $G/H$  admits a discontinuous action of a surface group.

I also classified  $(G, H, L)$  such that  $L$  acts properly on  $G/H$  when both  $(G, H)$  and  $(G, L)$  are semisimple symmetric pairs in this year.

**Designs and codes on compact symmetric spaces:** I want to construct a theory of designs and codes on compact symmetric spaces as an analogue of the theory on a sphere. If a compact symmetric space  $X$  is rank 1, then the theory of designs and codes on  $X$  is well-known as a complete analogue of the theory on a sphere. Furthermore, analogues of Fisher type inequalities are known for Grassman manifolds and unitary groups. In this year, I studied general compact groups as compact symmetric spaces, and I defined designs and codes on a compact group by using some notations of the representation theory. Then, I got analogues of Fisher type inequalities on general compact groups.

## B. 発表論文

1. “Proper actions of  $SL(2, \mathbb{R})$  on semisimple symmetric spaces” Proceedings of the Japan Academy, Ser. A, Mathematical Sciences, 採録決定済み
2. “Proper actions of  $SL(2, \mathbb{R})$  on real semisimple symmetric spaces” 修士論文
3. “不変式環における zeta 多項式と微分作用素の関係について,” 京都大学数理解析研究所講究録別冊 B20, pp.57-69

## C. 口頭発表

1. “互いに固有に作用する半単純対称対の組の分類,” 2010 年度表現論シンポジウム, 静岡県伊豆の国市 おおとり荘, 2010 年 11 月
2. “半単純対称空間への  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有作用についての組合せ論,” 組合せ論的表現論とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 10 月

3. “半単純対称空間における  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有な作用,” 幾何学セミナー 九州大学, 2010 年 7 月
4. “コンパクト Lie 群上のデザインと符号,” 第 27 回代数的組合せ論シンポジウム, 高知大学総合研究棟, 2010 年 6 月
5. “半単純対称空間における  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有な作用,” 第 64 回数理解析セミナー 高知大学, 2010 年 6 月
6. “半単純対称空間における  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有な作用,” 等質空間と非可換調和解析, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 6 月
7. “コンパクトリー群上のデザインと符号についての不等式,” 第 1 回 九州大学 組合せ数学セミナー, 2010 年 5 月
8. “コンパクトリー群上のデザインと符号についての不等式,” 組合せ論セミナー 東北大学 情報科学研究科, 2010 年 5 月
9. “半単純対称空間における  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有な作用,” Lie 群論・表現論セミナー 東京大学, 2010 年 4 月
10. “Proper actions of  $SL(2, \mathbb{R})$  on semisimple symmetric spaces,” The 38th KNU-PNU-PMI Algebraic Combinatorics Seminar, 釜山国際大学 (大韓民国), 2010 年 3 月

糟谷久矢 (KASUYA Hisashi)

(学振 DC1)

### A. 研究概要

冪零多様体の有利ホモトピー論はよく理解されている。しかし、可解多様体の有利ホモトピー論はあまりわかってはいない。私は新しい手法を用いて、可解多様体の有利ホモトピーに関する結果で冪零多様体の場合に成り立つ結果に類似するものを示した。

主結果:

- (1) コホモロジー的にシンプレクティックな可解多様体はシンプレクティックであることを示した。
- (2) 可解多様体の平坦束に値をとるような微分形式のサリヴァン極小モデルを構成した。これによ



り、長谷川の定理 (Proc. Ams 1989) と Beson-Gordon の定理 (Topology 1988) の拡張となる定理を示した。

The rational homotopy theory of nilmanifold is well-understood. However the rational homotopy theory of a solvmanifold have not been understood easily. Using new methods, I got some results for the rational homotopy theory of solvmanifolds which are analogous to the results for nilmanifolds.

Main results.:

- (1) I showed that cohomologically symplectic solvmanifolds are symplectic.
- (2) I constructed Sullivan's minimal models of differential forms on solvmanifolds with values in certain flat bundles. By this results I showed generalizations of Hasegawa's theorem (Proc. AMS 1989) and Benson and Gordon's theorem (Topology 1988).

#### B. 発表論文

1. H. Kasuya, Cohomologically symplectic solvmanifolds are symplectic, Accepted by The Journal of Symplectic Geometry
2. H. Kasuya, Formality and hard Lefschetz properties of aspherical manifolds, preprint
3. H. Kasuya, Exponential iterated integrals of invariant forms on solvmanifolds, preprint
4. H. Kasuya, Minimal models, formality and hard Lefschetz properties of solvmanifolds with local systems, preprint
5. H. Kasuya, De Rham homotopy theory and the algebraic hulls of solvable groups, 東京大学修士論文

#### C. 口頭発表

1. Abelian unipotent hulls and the formality of aspherical manifolds, 信州トポロジーセミナー、信州大学、2010年4月23日(金)
2. フォーマリティーと強 Lefschetz 性を満たすような非ケーラー多様体、第 45 回 函数論

サマーセミナー、ヒルズサンピア山形、8月28日(土)

3. Minimal models, formality and hard Lefschetz properties of solvmanifolds with local coefficient, 第 37 回変換群論シンポジウム、九州大学西新プラザ、11月23日(火)
4. コホモロジー的にシンプレクティックな多様体はいつシンプレクティックになるか? 奈良女子大学トポロジーセミナー、奈良女子大学理学部、2月16日(水)

勝島 義史 (KATSUSHIMA Yoshifumi)  
(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

差分方程式の形式解を求める手順を研究した。無限階微分作用素としての差分作用素は、Gevrey 空間上の有界作用素であることを示し、特に線形差分方程式に関しては微分方程式と同様な計算をすることで Gevrey 級数として形式解が求まることを示した。

I investigated the method for calculating the formal solution of difference equations. I proved the difference operator as an infinite order differential operator is a bounded operator on the Gevrey space. And in particular, the linear difference equation is formally solved by the similar method for differential equations.

#### B. 発表論文

1. 勝島 義史：“Gevrey 空間上の有界作用素と差分方程式”，東京大学修士論文 (2010).

#### C. 口頭発表

1. Gevrey 空間上の有界作用素と差分方程式, 日本数学会年会函数方程式論分科会, 慶應義塾大学, March 2010.
2. A formal theory of difference equations and differential equations, Recent Developments in Resurgence Theory and Related Topics, 関西セミナーハウス, June 2010.

3. 差分方程式の級数解のはなし, HMA セミナー・冬の研究会 2011, 広島大学, January 2011.
4. Bounded operators on Gevrey spaces and additive difference operators (in a view of differential operators of infinite order), 古典解析セミナー, 東京大学, February 2011.

金沢 篤 (KANAZAWA Atsushi)  
(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

私の現在の研究テーマは主に次の二つである。

1. 3次元 Calabi-Yau 多様体の幾何学の研究。
2. Behrend 関数、Chern-Simon 関数の具体的な記述。

初めのテーマは修士から一貫して取り組んでいるものである。今年度は論文 [1] 内のミラー対称性で現れた特異 Calabi-Yau の解析を進めた。解析方法の一つとして解析的部分多様体での爆裂による non-Kähler 特異点解消の存在を確かめた。二つ目のテーマについて、完全対称障害理論を持つモジュライ空間上には  $\mathbb{Z}$  値構成可能関数 (Behrend 関数) の存在が知られている。このような空間は適当な Chern-Simon 関数の臨界点集合となることが予想され、そして実際に適当な Chern-Simon 関数の臨界点集合となる場合には Behrend 関数等の解析が容易になる。現在の研究は  $Hilb^n(\mathbb{C}^3)$  の自然な一般化として 3次元 トーリック Calabi-Yau 多様体上の点の Hilbert Scheme の Chern-Simon 関数の具体的な記述を簡潔な代数を用いて研究した。

My current research themes are the following:

1. Geometry of 3-dimensional Calabi-Yau Varieties,
2. Explicit description of Behrend function and Chern-Simon function.

The first theme is the continuation of the paper [1]. I analyzed the singular Calabi-Yau varieties I obtained in the context of mirror symmetry in [1]. By working locally analytically, I showed that there exist non-Kähler

resolutions of singularities. As to the second theme, Behrend's key observation is the existence of a certain  $\mathbb{Z}$ -valued constructible function (Behrend function), which takes care of the singularities of the moduli space endowed with perfect symmetric obstruction theory. Moduli space with perfect symmetric obstruction theory is conjectured to be locally given by critical set of a function called Chern-Simons function. If the moduli space is realized as critical set of Chern-Simon function, it also allows the use of topological techniques to analyze the space. The goal of my current research is to explicitly determine Chern-Simon function for the Hilbert schemes of points on toric Calabi-Yau 3-folds, as a natural generalization of that of  $Hilb^n(\mathbb{C}^3)$ .

#### B. 発表論文

1. On Pfaffian Calabi-Yau Varieties and Mirror Symmetry, arXiv:1006.0223v1.

#### C. 口頭発表

1. Pfaffian Calabi-Yau Varieties and Mirror Symmetry, 複素数幾何セミナー、首都大学東京、May 2010.
2. Pfaffian Calabi-Yau Varieties and Mirror Symmetry, 代数幾何セミナー、東京大学、May 2010.
3. Pfaffian Calabi-Yau Varieties and Mirror Symmetry, 幾何セミナー、大阪大学、June 2010.
4. Pfaffian Calabi-Yau Varieties and Mirror Symmetry, 特異点セミナー、日本大学、June 2010.
5. Pfaffian Calabi-Yau Varieties and Mirror Symmetry, Algebraic Geometry Seminar, University of British Columbia, November 2010.

#### G. 受賞

1. ESSVAP, Harvard University and Massachusetts Institute of Technology, March 2007.

2. Science Department Award for Academic Excellence, The University of Tokyo, March 2008.
3. Dean's Honour, The University of Tokyo, March 2010.
4. Four-Year Fellowship, University of British Columbia, September 2010.

國谷 紀良 (KUNIYA Toshikazu)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

連立微分方程式を用いて記述される各種感染症の数理モデルに対し、その各平衡解の安定性解析を中心に研究活動を進めている。2010年度は、一階の連立常微分方程式系で表される感染症モデルの中でも特にその非自明な平衡解の大域的漸近安定性に関して未解決の点が多く残されている多状態感染症モデルと呼ばれるいくつかのモデルに対して、典型的なリアプノフ関数の手法、近年開発されたグラフ理論の手法に加え微分不等式を用いた独自の手法を開発することにより、感染症の初期侵入相に対する有名な疫学上の閾値である基本再生産数  $\mathcal{R}_0$  が、感染症の駆逐される状況に対応する自明な平衡解、および風土病として生き残る状況に対応する非自明平衡解の局所のみならず大域的な漸近安定性を保証する完全な閾値としての役割を果たし得ることを証明した。例えば具体的には、感染症の地域的な広がりをモデル化したある多状態 SIR 感染症モデルに対し、 $\mathcal{R}_0 \leq 1$  ならば感染症の駆逐された平衡解が、 $\mathcal{R}_0 > 1$  ならば感染症の生き残る平衡解が、それぞれ大域的に漸近安定となることを上述の微分不等式を用いた手法を適用することで証明した。

I have studied various epidemic models described by systems of differential equations, focusing mainly on the stability properties of their equilibrium solutions. During the year 2010, I have developed an original approach of differential inequalities, which can be combined with the classical method of Lyapunov functions and a recently developed graph-theoretic approach, in order to prove that the well-known epidemiological threshold value, the basic reproduction number  $\mathcal{R}_0$  for the disease initial in-

vasion phase can play a role of a perfect threshold for not only the local but also the global asymptotic stability of the trivial disease-free equilibrium that corresponds to the situation where the disease dies out and a nontrivial endemic equilibrium that corresponds to the situation where the disease remains, of some systems of first-order ordinary differential equations called *multigroup epidemic models*, for which such global stability results, in particular of endemic equilibria, had been left as open problems for decades. For example, I constructed a multigroup SIR epidemic model for the geographical spread of disease, and by applying the aforementioned approach of differential inequalities I proved that the disease-free equilibrium and an endemic equilibrium of the model are globally asymptotically stable in the situation where  $\mathcal{R}_0 \leq 1$  and  $\mathcal{R}_0 > 1$ , respectively.

#### B. 発表論文

1. Y. Nakata and T. Kuniya: "Global dynamics of a class of SEIRS epidemic models in a periodic environment", *J. Math. Anal. Appl.* **363** (2010) 230–237.

#### C. 口頭発表

1. Toshikazu Kuniya, Yukihiko Nakata: The conditions of the permanence and extinction for a nonautonomous SEIRS epidemic model, Workshop "R0 and related concepts: methods and illustrations", Paris, France, October 2008.
2. 國谷 紀良, 八代田 千鶴, 飛永 賢一: 捕獲に対する鹿の逃避行動はカモシカおよび鹿の個体群存続に有益となるか?, 生物現象に対するモデリングの数理, 京都大学数理解析研究所, 2008年12月.
3. 國谷 紀良, 江夏 洋一: 連続型遅れをもつ媒介生物感染モデルの安定性解析, 第19回日本数理生物学会年会, 東京大学数理解析研究科, 2009年9月.
4. 國谷 紀良: 新型インフルエンザ流行に関する媒介生物感染モデルの安定性解析, 第6

回生物数学の理論とその応用, 龍谷大学セミナーハウス「ともいき荘」, 2009年11月.

5. Toshikazu Kuniya: A method for global stability analysis of multigroup epidemic models, The Third Conference on Computational and Mathematical Population Dynamics, Bordeaux, France, May 2010.
6. 國谷 紀良: 多状態感染症モデルの大域的安定性解析, 日本応用数学会 2010 年度年会, 明治大学駿河台キャンパス, 2010 年 9 月.
7. 國谷 紀良: インフルエンザの地理的流行に関する多状態感染症モデルの大域的安定性解析, 第 20 回日本数理生物学会年会, 北海道大学学際交流会館, 2010 年 9 月.
8. Toshikazu Kuniya: Global stability of a multigroup SIR epidemic model for the geographical spread of influenza, The Third China-Japan Colloquium of Mathematical Biology, Beijing, China, October 2010.
9. 國谷 紀良: 年齢構造化感染症モデルにおける離散化を伴う大域的安定性解析, 第 7 回生物数学の理論とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 11 月.

古場 — (KOBAYASHI Hajime)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

大気や海洋などの大規模な流体を地球流体と呼ぶ。地球流体の運動は、回転や成層の影響を考えたナビエ・ストークス・ブジネスク方程式で表現される。私はその定常解 (エクマン境界層) に興味があり、重力方向と回転軸の方向が一致していない場合のエクマン層の安定性や不安定性を研究している。

A large-scale fluid such as the atmosphere, ocean and climate is called geophysical fluid. The dominant equation of the motion is a Navier-Stokes Boussinesq equation with Coriolis and stratification effects. I study the stability and instability of Ekman layers (stationary solutions of a geophysical system) in the case when the rotating axis needs not perpendicular to the horizon.

#### B. 発表論文

H. Koba, “Analysis on the Rotating Navier-Stokes Boussinesq Equation with Stratification effect (回転や成層の影響を考えた地球流体方程式の解析)” 修士論文.

#### C. 口頭発表

1. “成層の影響を考えたエクマン層の安定性について”, GCOE セミナー「社会に広がる数学について」, 東京大学大学院数理科学研究科, 2010 年 2 月.
2. “Global solvability of the rotating Navier-Stokes-Boussinesq equation with stratification effect with decaying initial data”, JSPS-DFG Japanese-German Graduate Externship International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Waseda University, March 8-16, 2010.
3. “成層の影響を考慮した地球流体方程式の時間大域的一意可解性”, 日本数学会 2010 年度年会, 慶應義塾大学, 2010 年 3 月 27 日.
4. “Nonlinear stability of Ekman boundary layers in rotating stratified fluids with oblique rotation” (Poster), International Conference on Evolution Equations Schmitten, October 11-15, 2010 (Schmitten, German).
5. “Nonlinear stability of Ekman boundary layers in rotating stratified fluids with oblique rotation” IRTG (International Research Training Group) Seminar, Department of Mathematics, Technical University of Darmstadt, October 19, 2010.
6. “Nonlinear stability of Ekman boundary layers in rotating stratified fluids with oblique rotation”, 若手による流体力学の基礎方程式研究集会, 名古屋大学多元数理科学研究科, 2011 年 1 月 6 日.
7. “Asymptotic stability of Ekman layers”, Spring School TU Darmstadt, February 28-March 3, 2011.

#### G. 受賞

数理科学研究科長賞, 2010 年 3 月.

近藤 健一 (KONDO Kenichi)

#### A. 研究概要

引き続き非可換可積分系、特に非可換 KP 階層及び非可換離散 KP 方程式について研究している。可換の場合、KP 階層を  $\tau$  関数についての双線形方程式で表し、それを留数計算を通して離散化することで離散 KP 方程式が得られることが知られている。これと同様の離散化が非可換の場合にできるかどうかと考えた場合、非可換可積分系については  $\tau$  関数が存在しないようであるという困難がある。ところが、 $\tau$  関数を用いない波動関数についての双線形方程式を直接離散化することが可能であり、それによって非可換離散 KP 方程式が得られることを示した。また、非可換 KP 階層の簡約によって得られる非可換 CKP 階層についても同様の手法を適用し、今まで知られていなかった非可換離散 CKP 方程式を導くことに成功した。

We continued studying on noncommutative integrable systems, especially the noncommutative KP hierarchy and the noncommutative discrete KP equation. In the commutative case, the KP hierarchy can be expressed by a bilinear identity for the  $\tau$  function, and via residue calculations this identity is transformed into the discrete KP equation. It is natural to ask whether or not this discretization procedure can be applied to the noncommutative case. The problem is that noncommutative discrete integrable systems does not seem to have any  $\tau$  functions. However, we proved that a bilinear identity for wave functions, which does not use any  $\tau$  functions, can be directly discretized to give the noncommutative discrete KP equation. Moreover, we applied this method to the noncommutative CKP hierarchy, which is a reduction of the noncommutative KP hierarchy, and obtained the noncommutative discrete CKP equation for the first time.

#### B. 発表論文

1. K. Kondo : “Sato-theoretic construction of solutions to noncommutative integrable systems”, Phys. Lett. A **375** (2011) 488–492.
2. K. Kondo : “Discretization of bilinear

identities for the noncommutative KP and CKP hierarchies”, submitted.

権業 善範 (GONGYO Yoshinori)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

今年度は、アバundance予想を中心とした極小モデル理論の研究 ([3], [5]) と標準因子公式の研究 ([2], [4]), その2つ合わせた研究 [6] を行った。また昨年度行った修士論文 [1] が J. Reine Angew. Math. にアクセプトされた。アバundance予想について, [3] で対数的標準因子が数値的に自明の場合のアバundance定理を半対数的標準対に拡張した。この論文での一つの特徴は川又対数的端末対での結果を用いて, 半対数的標準対に拡張するというものである。[5] では, 因子的対数的端末対に対する数値的小平次元 0 の極小モデルの存在を証明した。これらにより数値的小平次元 0 の極小モデル理論は完成したと言ってよいだろう。次に標準因子公式の研究について, こちらは藤野修氏との共同研究である。[2] では川又の半正値性定理を用いて(弱)Fano 多様体の非特異射による像はまた(弱)Fano 多様体であることを証明した。[4] では, 有限射に対する標準因子公式を証明し, その応用として, 川又劣随伴公式の精密化を証明した。また, Schwede-Smith 両氏の問題にもあった有限射に対する log Fano 対の像はまた log Fano 対であることも証明した。論文 [6] はミシガン大学のポスドクの B. Lehmann 氏との共同研究である。これは数値的小平次元 0 の極小モデル理論と藤野-森の標準因子公式の応用により, 数値的な飯高ファイブレーションが存在すれば極小モデルの存在とアバundance予想が従うというものである。

In this academic year, I have researched on the minimal model theory as the focus on the abundance conjecture([3], [5]), and canonical bundle formulae([2], [4]). Moreover I worked on [6] which is the application of these. My master thesis [1], which was studied last year, is also accepted by J. Reine Angew. Math. On the abundance conjecture, in [1], I extended the abundance theorem of numerical trivial log canonical divisors to semi-log canonical pairs.

The advantage of this paper is a process from Kawamata log terminal pairs to semi-log canonical pairs. In [5] I showed the existence of log minimal models for divisorial log terminal pairs of numerical log Kodaira dimension 0. Thus the minimal model theory of numerical Kodaira dimension 0 virtually is completed. Next, on canonical bundle formulae, these are joint works with Professor Osamu Fujino. In [2] we showed that the images of (weak) Fano manifolds by smooth morphisms are also (weak) Fano by using the Kawamata semi-positivity theorem. In [4] we get canonical bundle formulae of finite morphisms. Thus we obtain the generalization of Kawamata's subadjunction formulae. And we also showed that the images of log Fano pairs by finite morphism are log Fano, which is Schwede-Smith's question. The paper [6] is worked with B. Lehmann, who is a PosDoc at the University of Michigan. In this work, we show that the existence of the numerical Iitaka fibration implies the existence of minimal models and the abundance conjecture as application of Fujino–Mori's technique of the canonical bundle formulae and the MMP of numerical Kodaira dimension zero.

## B. 発表論文

1. Y. Gongyo :“On weak Fano varieties with log canonical singularities”, (2009), 修士論文, to appear in *J. Reine Angew. Math.*
2. O. Fujino and Y. Gongyo :“On images of weak Fano manifolds”, (2010), to appear in *Math. Z.*
3. Y. Gongyo :“Abundance theorem for numerically trivial log canonical divisors of semi-log canonical pairs”, preprint (2010), submitted.
4. O. Fujino and Y. Gongyo :“On canonical bundle formulae and subadjunctions”, preprint (2010), submitted.
5. Y. Gongyo :“On the minimal model theory of numerical Kodaira dimension zero”, preprint (2010), submitted.

6. Y. Gongyo and B. Lehmann :“Reduction maps and minimal model theory”, preprint (2010).

## C. 口頭発表

1. ”On weak Fano varieties with log canonical singularities”, 京都大学代数幾何セミナー, 2010. Apr. 23.
2. ”On weak Fano varieties with log canonical singularities”, 早稲田大学代数幾何セミナー, 2010. May 7 and 14.
3. ”On images of weak Fano manifolds”, 九州大学代数幾何セミナー, 2010. June 1,
4. ”Abundance theorem for numerical trivial log canonical divisors of semi-log canonical pairs”, WORKSHOP ON THE MINIMAL MODEL PROGRAM AND SHOKUROV'S ACC CONJECTURE, Trento, 2010. July 10,
5. ”Abundance theorem for numerical trivial log canonical divisors of semi-log canonical pairs”, 代数幾何に関連する諸分野, 北海道大学, 2010. Aug. 30–Sep.2,
6. ”Minimal model theory of numerical Kodaira dimension zero”, 大阪大学代数幾何セミナー, 2010. Oct. 15,
7. ”Minimal model theory of numerical Kodaira dimension zero”, 都の西北 代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学, 2010. Nov. 10–Nov.13,
8. ”Minimal model theory of numerical Kodaira dimension zero”, 東北大学代数幾何セミナー, 2010. Nov. 19,
9. ”On the minimal model theory from a viewpoint of numerical invariants”, Seminari di Geometria, Roma Tre University, 2011. Jan. 13.
10. ”On canonical bundle formulae and subadjunctions”, Séminaire d'Analyse et Géométrie Complexes, Institut de Mathématiques Elie Cartan, Nancy, 2011. Feb. 7.

## G. 受賞

2009 年度東京大学大学院数理科学研究科長賞

## Noppakhun SUTHICHITRANONT

### A. 研究概要

Noppakhun has studied connections on bipartite graph and the application on hyperfinite  $II_1$  factors as appeared in Evans and Kawahigashi, “Quantum Symmetries on Operator Algebras”. The topic is intimately related to Jone’s index of subfactors where the connections are used to identify possible structures for hyperfinite  $II_1$  factors.

野崎 統 (NOZAKI Osamu)

(GCOE-RA)

### A. 研究概要

線型系にまつわる代数曲線の不変量について研究している。

被覆  $X \rightarrow C$  において  $X$  の不変量を下の曲線  $C$  と被覆写像の情報で決定する、というのは重要な問題である。被覆次数が 2 か 3 の時には  $X$  は  $C$  上の線織曲面に埋め込めるので、修士論文での考察を用いてこの問題に取り組んだ。特に、 $C$  が超楕円的で被覆次数が 3 の場合に、 $X$  のゴナリティが  $C$  の超楕円の因子の引き戻しで計算されるための条件についてシャープな結果を得た。また、Clifford 指数についても結果を得た。

I am interested in invariants of algebraic curves and linear series.

It is important to determine the invariants of a curve  $X$  admitting a morphism onto a curve  $C$  in terms of  $C$  and the covering map. In the cases of double or triple covering, the curve  $X$  can be embedded into a ruled surface over the base curve  $C$ . So I applied the same considerations as in my M.S. thesis. I established a sharp condition that the gonality of a triple covering  $X$  of a hyperelliptic curve  $C$  is computed by the pull-back of the hyperelliptic pencil on  $C$ . A result on the Clifford index of  $X$  was also obtained.

### B. 発表論文

1. O. Nozaki: “Gonalities and Clifford Indices of Curves on a Ruled Surface”, M.S. thesis, the Univ. of Tokyo (2010).

久本智之 (HISAMOTO Tomoyuki)

(学振 DC1)

### A. 研究概要

射影的代数多様体上の正則直線束に付随するベルグマン核の研究を行っている。今年度は、部分多様体に沿ったベルグマン核の漸近解析について昨年度得た知見を代数幾何学に応用することを目指し、直線束の Hermite 計量の拡張問題、および Zariski 分解の問題について研究した。

I study the Bergman kernel function associated to a holomorphic line bundle on a smooth projective variety. In this year I studied the asymptotic of restricted Bergman kernels and its applications to algebraic geometry, especially on the extension problem for metrics of line bundles and on the Zariski decomposition problem.

### B. 発表論文

1. T. Hisamoto: “Restricted Bergman kernel asymptotics”, preprint.

### C. 口頭発表

1. 部分多様体に沿った直線束の Bergman 核の漸近挙動について, 日本数学会 2010 年度年会, 慶應義塾大学, 2010 年 3 月 25 日.
2. 部分多様体に沿った Bergman 核の漸近挙動, 解析幾何セミナー, 名古屋大学, 2010 年 5 月 18 日.
3. 部分多様体に沿った Bergman 核の漸近展開, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 2010 年 6 月 7 日.
4. 部分多様体に関する  $L^2$ -拡張定理とその応用, 第 45 回 関数論サマーセミナー, ヒルズサンピア山形, 2010 年 8 月 28 日.
5. Calabi 予想について: Monge-Ampère 方程式による定式化と証明の方針, 平成 22 年度 GCOE 若手研究者自主企画事業 ワークショップ「Monge-Ampère 方程式と複素幾

何」, 玉原国際セミナーハウス, 2010年8月10日.

6. 変分法と Monge-Ampère 方程式, 平成 22 年度 GCOE 若手研究者自主企画事業 ワークショップ「Monge-Ampère 方程式と複素幾何」, 玉原国際セミナーハウス, 2010年8月13日.
7. 部分多様体と直線束の冪に対する Bergman 核の漸近挙動, 多変数函数論冬セミナー, 京都大学, 2010年12月23日.
8. Analytic approach to study volumes of line bundles along subvarieties, Complex and Riemannian Geometry, week 2: Extremal metrics: evolution equations and stability, Centre International de Rencontres Mathematiques, Luminy, Marseille, France, 2011年2月11日.

平野 雄一 (HIRANO Yuichi)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

保型形式の岩澤理論を研究している。今年度は、2009年度に提出した修士論文に関する仮定を外した。すなわち、ある係数付きのパラボリックコホモロジーを複素共役で固有分解したとき、固有値が正もしくは負の空間の階数が1であることを示した。

証明の鍵は、Faltings氏や辻氏によって解明された定数層のコホモロジーの $p$ 進 Hodge 理論に帰着させることである。そのため、パラボリックコホモロジーが、Deligne氏によって構成された久賀・佐藤多様体と定数層から得られるコホモロジーとフィルトレーション付き Hecke 加群として同型であることを示した。この結果は、Faltings氏によって得られている、より一般的な結果からも従う。

この結果として、ある保型形式に付随する $p$ 進ガロア表現が剰余して可約な場合に $p$ 冪を除いて岩澤予想を解決した。

The field of study is Iwasawa theory for modular forms. This academic year, we removed an assumption imposed in the master's thesis. That is, we proved that rank of either (+1)-part

or (-1)-part of parabolic cohomologies of certain non-constant sheaves is equal to 1.

The key to a problem is to reduce it to the result of  $p$ -adic Hodge theory which is proved by Faltings and Tsuji. For this purpose, we showed that parabolic cohomologies are isomorphic as filtered Hecke modules to cohomologies of constant sheaves on Kuga-Sato varieties constructed by Deligne. We remark that this result also follows from a Faltings's result.

As a consequence, we proved Iwasawa main conjecture at  $p$  up to  $p$ -power in the special case where  $p$ -adic Galois representations attached to modular forms are residually reducible.

#### B. 発表論文

1. Y. Hirano: "Congruences of modular forms and the Iwasawa  $\lambda$ -invariants", Master thesis (東京大学大学院数理科学研究科修士論文), 2010.

松村 慎一 (MATSUMURA Shin-ichi)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

コンパクトな複素多様体上の正則直線束の冪のコホモロジーの漸近挙動を研究した。特に、高次のコホモロジーの漸近挙動と直線束の曲率との関係を調べた。Andreotti-Grauertの消滅定理によれば、直線束が $q$ -正値性を満たす曲率を持つ時、 $q$ より大きい次数のコホモロジーが消える。この定理の逆が成立することが予想されている。Monge-Ampère方程式を駆使することで、この予想が2次元射影多様体では正しいことを証明した。この定理は Serre によるコホモロジーを用いた直線束の豊富性の特徴付けの拡張を与えている。また、同様の論法で数値的に自明でない擬正な直線束が $(n-1)$ -正値性を持つことも示した。(ここで、 $n$ は多様体の次元を意味する。)これは大沢氏と布施氏の有効な直線束に対する結果を一般化している。さらに、上の予想が半豊富な直線束に対しては一般次元のコンパクト複素多様体で正しいことも示した。これは、Sommese氏の意味での $q$ -豊富性を曲率で特徴付けたこととなる。

The current principal research area is the



asymptotic behavior of the cohomology groups associated to tensor powers of holomorphic line bundles. In particular, I investigate a relation between the positivity of the curvature and the asymptotic behavior of higher cohomology groups. The Andreotti-Grauert vanishing theorem asserts that a partial curvature positivity implies asymptotic vanishing of certain higher cohomology groups. It is conjectured that the converse of the theorem would hold. I prove that the conjecture holds on a smooth projective surface by using Monge-Ampère equations. It gives the generalization of the characterization of ample line bundles in terms of cohomology groups by Serre. In the same method, we can prove that pseudo-effective line bundles have a partial curvature positivity. It can be seen as the generalization of the result for effective line bundles by Ohsawa and Fuse. Moreover, I show that the conjecture holds for semi-ample line bundles on any compact complex manifolds. It gives the characterization of  $q$ -ampleness in the sense of Sommese in terms of curvatures.

#### B. 発表論文

1. Shin-ichi Matsumura: “Restricted volumes and divisorial Zariski decompositions”, preprint, arXiv:1005.1503v1.
2. Shin-ichi Matsumura: “On a converse of the Andreotti-Grauert vanishing theorem on smooth projective surfaces. ”, preprint.

#### C. 口頭発表

1. On the restricted volume of a big divisor, 早稲田大学代数幾何セミナー, 早稲田大学, 2010年4月9日.
2. Restricted volumes and divisorial Zariski decompositions, 特異点セミナー, 日本大学, 2010年4月9日.
3. Restricted volumes and divisorial Zariski decompositions, 東京大学代数幾何セミナー, 東京大学, 2010年4月19日.
4. Restricted volumes and divisorial Zariski decompositions, 東北大学代数幾何セミナー, 東北大学, 2010年6月18日.

5. 制限型体積のカレントを用いた積分表示, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 2010年7月5日.
6. On the restricted volume of a big divisor, 九州大学代数幾何セミナー, 九州大学, 2010年7月20日.
7. Degenerated Monge-Ampère equation and the volume of a divisor, Monge-Ampère方程式と複素幾何, 玉原国際セミナーハウス, 2010年8月14日.
8. コホモロジーの漸近挙動と正則モース不等式, 玉原自主セミナー, 玉原国際セミナーハウス, 2010年9月1日.
9. Expression of restricted volumes with current integration and its application. 多変数関数論冬セミナー, 京都大学, 2010年12月25日.
10. On asymptotic behavior of the cohomology groups associated to holomorphic line bundles, Complex and Riemannian Geometry, Week 2: Extremal metrics: evolution equations and stability, Centre International de Rencontres Mathématiques, Luminy, Marseille, France, 2011年2月11日.

松本 佳彦 (MATSUMOTO Yoshihiko)  
(学振 DC1)

#### A. 研究概要

CR 幾何学を, 漸近的複素双曲多様体 (ACH 多様体) との関わりを中心として研究している. ACH 多様体はある種の完備 Riemann 多様体であり, そのモデルは Bergman タイプの計量を備えた有界強擬凸領域である. その (無限遠) 境界の近くにおける振る舞いを抽出することにより, Epstein, Melrose, Mendoza が一般的な定義を与えた. 定義に含まれる要請のうち, 無限遠境界上に非退化半可積分 (partially integrable) 概 CR 構造を誘導するということが重要である (この構造を CR 無限遠と呼ぶことにする). 昨年度, 私は ACH-Einstein 計量の境界における形式的漸近展開を調べ, その第 1 対数項の係数として, CR 無限遠上に, CR オブストラクション・テン

ソルと呼ばれる新しい局所不変量が現れることを発見した。

今年度行った研究の概要は以下のとおりである。

1. 対数項を含むような形式的漸近展開で Einstein 方程式を満たすものがその CR 無限遠によりどのように決定されるかを記述した。その内容は最近のプレプリントの中にまとめられている。これは完全な記述に近いが、境界付近でゲージを固定する操作が対数項を含む ACH 計量に対しては議論されていない、ということとは不満足な点として残されている。
2. ACH-Einstein 計量に対する散乱行列を考えることで定義される CR  $Q$  曲率を調べた。共形幾何の場合の類似の議論を追うことで、CR オブストラクション・テンソルは全 CR  $Q$  曲率の変分になっていることが示される。このことは新たな論文で扱われる予定である。
3. 最近では、CR オブストラクション・テンソルに放物幾何の理論のことはを用いた記述を与える問題に取り組んでいる。

I am working on CR geometry, in particular on its connection with asymptotically complex hyperbolic (ACH) manifolds. ACH manifolds are a kind of complete Riemannian manifolds, which are modeled on bounded strictly pseudoconvex domains equipped with Bergman-type metrics. By abstracting the behavior of such metrics near the boundary (at infinity), Epstein, Melrose and Mendoza gave the general concept of ACH metrics. What is important is that they induce nondegenerate partially integrable almost CR structures on the boundary at infinity, which we call the *CR infinities*. Last year, I studied the formal asymptotic expansions of ACH-Einstein metrics at the boundary, and discovered that a new local CR-invariant tensor, the *CR obstruction tensor*, arises as the coefficient of the first logarithmic term.

The following is a summary of my research this year:

1. I gave a description of the way how the CR infinity determines the Einstein formal expansion involving logarithmic terms. The

result is contained in my recent preprint. This is nearly a complete description, but there is a defect: the gauge-fixing process is not discussed for log-involving ACH metrics.

2. The CR  $Q$ -curvature was studied, which is defined using the scattering matrices of ACH-Einstein metrics. Following a similar argument in conformal geometry, one can verify that the CR obstruction tensor is the variation of the total CR  $Q$ -curvature. This will be dealt with in a forthcoming paper.
3. Recently, I'm working to obtain a good understanding of the CR obstruction tensor in the language of the theory of parabolic geometries.

## B. 発表論文

1. Y. Matsumoto: "Asymptotics of ACH-Einstein metrics", preprint, arXiv:1009.4163v2.
2. 松本佳彦: "Asymptotic analysis of ACH-Einstein metrics", 東京大学大学院数理学研究科修士論文, 2010.
3. 斎藤恭司 (述), 松本佳彦 (記): "複素解析学特論", 東京大学数理学レクチャーノート 5, 2009.

## C. 口頭発表

1. Asymptotics of ACH-Einstein metrics, Extremal metrics: evolution equations and stability (Complex and Riemannian Geometry, Week 2), Centre International de Rencontres Mathématiques, Luminy, Marseille, France, February 2011.
2. ACH-Einstein 計量の漸近展開と CR 不変量, 平成 22 年度多変数関数論冬セミナー, 京都大学理学研究科数学教室, 2010 年 12 月.
3. On the CR obstruction tensor, Tambara Workshop on Parabolic Geometries and Related Topics I, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2010 年 11 月.

4. 完備 Einstein 計量を用いた CR 不変量の構成, 第 45 回函数論サマーセミナー, ヒルズサンピア山形, 2010 年 8 月.

5. ACH-Einstein 計量の漸近展開と半可積分概 CR 多様体上のある不変テンソル場, 複素解析幾何セミナー, 東大数理, 2010 年 5 月.

#### G. 受賞

1. 東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞, 2010 年 3 月.

グローバル COE プログラムからの支援のもと, 博士課程 1 年の久本智之氏, 松村慎一氏とともに, 若手研究者によるワークショップ「Monge-Ampère 方程式と複素幾何」を 2010 年 8 月に開催した.

松家 敬介 (MATSUYA Keisuke)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

これまでの研究で半線形熱方程式:  $f_t = \Delta f + f^{1+\alpha}$  の離散化が得られており, その偏微分方程式の解の爆発を定義している. 引き続きその偏微分方程式の解の性質について調べた. 本研究で扱った解は矩形領域上で Dirichlet 境界条件を与えたものである. その解に関して, 初期条件の  $l^1$  ノルムを十分小さくすることで解の爆発が起こらないことを示した.

また, 半線形波動方程式:  $u_{tt} = \Delta u + |u|^p$  の離散化を行った. この偏微分方程式について, 解の爆発を特徴付ける, 空間次元に依存した特殊なパラメータの存在が知られている. 本研究ではこのパラメータを保存した離散化を得ることを目的としている.

今回は離散化によって得られた偏微分方程式の解に対して爆発を定義し, 空間 1 次元においてある初期条件の下ではどんなに小さな初期値であっても解の爆発が起こることを示した. この結果は連続の偏微分方程式の場合と同様の結果となっている.

I continued to study solutions for the difference equation, which is discretization of the semilinear heat equation:  $f_t = \Delta f + f^{1+\alpha}$ . I have also defined the blow-up of the solution for te

parital difference equation. I studied the solutions for a initial value problem in a rectangular domain with Dirichlet boundary condition. I proved that the solution does not blow up if the  $l^1$  norm of the initial condition is sufficiently small.

I also discretized the semilinear wave equation:  $u_{tt} = \Delta u + |u|^p$ . It is known that there is a particular parameter which depends on a dimension of the space and characterise the blow-up of the solution. The purpose of this study is to discretize the equation with preserving the character of the parameter. I get the discretization of the partial differential equation and defined the blow-up of the solution for the partial difference equation. If the dimension of the space is 1, the solution of the partial difference equation blows up even if the initial condition is small. This result is same to that of the partial differential equation.

#### B. 発表論文

1. K. Matsuya and T. Tokihiro: Existence and non-existence of global solutions for a discrete semilinear heat equation, submitted
2. 非線形差分方程式の爆発現象, 数理科学 2010 年 11 月

#### C. 口頭発表

1. 離散化した半線形熱方程式の時間大域解の存在について, 日本応用数理学会 2010 年研究部会連合発表会応用可積分系, 筑波大学, 2010 年 1 月
2. Existence and non-existence of global solutions for a discrete semilinear heat equation, UT Numerical Analysis Seminar, University of Tokyo, May 2010
3. 非線形差分方程式の爆発現象, 2010 年函数方程式論サマーセミナー, 玉原国際セミナーハウス, 2010 年 7 月
4. 解の爆発を伴う半線型波動方程式の離散化, ウィンターセミナー 2011, 新潟, 2011 年 1 月

5. Blow-up of solutions for a nonlinear difference equation, HMA Special Seminar, Hiroshima University, 2011 Winter, January 2011

#### G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2009)

三浦 真人 (MIURA Makoto)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

旗多様体のトーリック退化とミラー対称性について研究してきた。今年度は、トーリック退化の理論を進展させ、これを応用していくつかの3次元カラビ・ヤウ多様体の例に対してミラー族を構成した。また、これらの例の量子微分方程式を計算し、ミラー定理の成り立つことを確認した。

I worked on the toric degenerations of flag varieties and the mirror symmetry. In this year, I developed the theory of toric degenerations and applied it to the constructions of mirror families for some examples of Calabi-Yau 3-folds. I calculated the quantum differential equations for these examples, and checked the mirror theorem.

#### C. 口頭発表

1. Grassmann 多様体のトーリック退化とミラー対称性, 代数幾何学セミナー, 東京大学, 2010年5月.
2. Grassmann 多様体のトーリック退化とミラー対称性, 複素幾何セミナー, 首都大学東京, 2010年6月.
3. Grassmann 多様体のトーリック退化とミラー対称性, 代数幾何・複素幾何セミナー, 大阪大学, 2010年7月.
4. Toric degenerations of Grassmann manifolds and mirror symmetry, DDM seminar, IPMU, 2010年8月.

宮谷 和亮 (MIYATANI Kazuaki)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

まず, Christine Noot-Huyghe 氏による, 数論的  $D$ -加群の Beilinson–Bernstein 対応の理論を進展させることを試みた. 氏は, 混標数の完備付値体上に定義された旗多様体が  $D^\dagger$ -affine であることを証明した ( $D^\dagger$  とは, 微分作用素のなす層  $D$  の, 混標数における類似である). 私はこの  $D^\dagger$  の大域切断の構造を記述することで, 複素数体上の Beilinson–Bernstein 対応に相当する,  $D^\dagger$ -加群の圏とある種の表現の圏の圏同値を証明することを試みた. この研究は, 困難な点がみつかったため, 現在止まっている.

また, それとは別の研究として, Christopher Davis, Andreas Langer と Thomas Zink の3氏による, 相対的 de Rham–Witt 複体の, 対数化についても検討した. この研究は進行中である.

First, I worked on the theory of Beilinson–Bernstein correspondence of arithmetic  $D$ -modules originated by Christine Noot-Huyghe. She proved that the flag varieties defined over CDVF of mixed characteristic are  $D^\dagger$ -affine, where  $D^\dagger$  is a variant of the sheaf  $D$  of differential operators in the context of mixed characteristic. What I tried to do is to establish, by describing the structure of the ring of global sections of  $D^\dagger$ , a category equivalence between the category of the  $D^\dagger$ -modules and the category of (a kind of) representations; this corresponds to the Beilinson–Bernstein correspondence over  $\mathbb{C}$ . This research was not successful because of a difficulty.

Second, I also tried to develop the logarithmic version of relative de Rham–Witt complex introduced by Christopher Davis, Andreas Langer and Thomas Zink. This is in progress.

#### B. 発表論文

1. K. Miyatani, Finiteness of Crystalline Cohomology of Higher Level, 修士論文 (2010).

#### C. 口頭発表

1. 高レベルクリスタリンコホモロジーの有限性, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理

解析研究所, 2010 年 12 月 6 日.

2. Finiteness of Crystalline Cohomology of Higher Level, 第 9 回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2010 年 7 月 22 日.
3. Finiteness of Crystalline Cohomology of Higher Level, Arithmetic Geometry and  $p$ -adic differential equations, 東北大学, 2010 年 7 月 1 日.
4. Finiteness of Crystalline Cohomology of Higher Level, 玉原数論幾何研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2010 年 5 月 24 日.

#### G. 受賞

2009 年度東京大学大学院数理科学研究科長賞

阿部 健 (ABE Ken)

A. 研究概要

- 研究テーマ: 有界関数の空間におけるストークス半群の解析性

ナビエ-ストークス方程式の線形化方程式であるストークス方程式の初期値問題について有界関数の空間での解の構成とその解作用素の解析半群性について研究した。これは放物型方程式であるため平滑化効果が予想され、抽象的に定式化すると解作用素から決まる半群が解析半群になるかという問題になる。これまでソレノイダルな  $L^p$  ベクトル場全体である  $L^p_\sigma$  空間 ( $1 < p < \infty$ ) 上ではストークス作用素が解析半群を生成することが V.A.Solonnikov(1977) や Y.Giga(1981) の結果により知られている。しかし  $L^\infty_\sigma$  空間では全空間と半空間のように解が具体的に表現できる場合を除いて、有界領域の場合でさえ永年未解決であった。これは通常の楕円型作用素の議論を適用することが困難であるためである。

- 研究結果

本研究では領域が有界の場合に解の二階微分までのアприオリ評価を導くことで  $L^\infty_\sigma$  空間上の解作用素の解析性を示した。また領域が非有界である場合にも領域に対して何がわかれば解決できるのかという判断条件を与えた。

- 研究成果

半群生成を示すには解の二階微分までのアприオリ評価を微小時間で導出できればよいことをまず見出した。これを得るために背理法の一つである爆発法と呼ばれる非線形方程式の解析手法を用いた。これをストークス方程式に適用することで解が最大値をとる点付近を中心にスケール変換し、拡大された領域上で初期値がゼロに収束する解の点列を得ることができる。リスケールする前の解の最大値をとる点の挙動により領域は半空間または全空間のいずれかに拡大されることがわかる。

この論法がうまくいくための十分条件として圧力勾配が境界から法線方向に減衰す

る評価があることを見いだした。これが鍵であった。この評価は一般領域で成り立つとは限らないので、減衰評価の導出できる領域を許容な領域と定めた。許容な領域上では圧力勾配は距離関数を用いて速度場の一階微分によって評価できる。実際に有界領域や半空間は許容な領域である。この評価を用いて解の点列が最大値をとる点の近傍で一様収束することを示すことができ、極限は半空間または全空間上で初期値ゼロの弱解となるため、これに半空間上のストークス方程式の一意性定理を拡張することにより矛盾を導いた。リスケールされた領域が全空間へと拡大する場合は熱方程式の一意性へと帰着する。この手法により領域の有界性を仮定せずに任意の許容領域でストークス方程式のアприオリ評価を導くことが可能になった。

本論文において証明した解の二階微分までの  $L^\infty$  評価は領域が非有界である場合にも一様  $C^3$  かつ許容な領域であるならば成立する。

- Reserch subject: Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions.

We consider the initial-boundary problem for the Stokes equations, i.e. the linearized Navier-Stokes equations. It is well-known that the solution operator is an analytic semigroup in  $L^r_\sigma$  space ( $1 < r < \infty$ ) [Solonnikov, '77], [Giga, 81], where  $L^r_\sigma$  denotes the  $L^r$ -closure of the set of all divergence-free vector field with compact support. However, it has been a long standing open problem whether or not the Stokes semigroup is analytic in  $L^\infty_\sigma$  even if a domain is bounded. It is difficult for the Stokes equations to apply the general theory for general elliptic operators.

- Main result

We show the solution operator is an analytic semigroup in  $L^\infty_\sigma$  when a domain is bounded. A key idea is to show an a priori

estimate for a solution up to second derivatives. We give an assumption for a domain such the estimate holds.

- Approach

We appeal to a blow-up argument which is often used in a study of nonlinear elliptic and parabolic equations. Our goal is to establish an a priori bound for a solution up to second derivatives. We argue by contradiction to get a sequence of solutions and rescale around a point the solution attains a maximum. A sequence of these points determines a limit of a rescaled domain whether the whole space or a half space.

A key observation is an estimate of pressure by velocity using a distance function. Such the estimate is not always true for a general domain. We call the domain admissible if such the estimate holds. We show a bounded domain is admissible. Of course, a half space is admissible. Using this estimate we are able to show the rescaled solution converge locally uniformly and the limit solves the Stokes equations with zero initial data either the whole space or the half space. We derive a contradiction by proving the uniqueness of the limit problem under the condition derived from the key estimate. This is a rough idea of our strategy to establish a priori estimate. Our approach is still valid for admissible domains. We have  $L^\infty$ -estimate for a solution up to second derivatives in an admissible and uniformly- $C^3$  domain.

## B. 発表論文

1. K. Abe, Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, master's thesis

## C. 口頭発表

1. Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, 北東数学解析研究集会, 東北大学, February, 2011, ポスター発表

2. Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, GCOE 院生集中講義, 東京大学, March, 2011

江夏 健太 (ENATSU Kenta)

### A. 研究概要

私は複素二次特性類が非自明な、横断的に複素解析的な葉層構造について研究した。

私は複素余次元が 6 の横断的に複素解析的な葉層構造を多様体  $\Gamma \backslash \mathrm{SL}(5; \mathbb{C})/K$  上に構成した。ただし  $K = \mathrm{S}(\mathrm{U}(2) \times \mathrm{U}(3))$  とし、 $\Gamma$  は  $\Gamma \backslash \mathrm{SL}(5; \mathbb{C})/K$  がコンパクトとなるような  $\mathrm{SL}(5; \mathbb{C})$  の離散部分群とする。また葉は、 $K \subset P$  となるような  $\mathrm{SL}(5; \mathbb{C})$  の放物的部分群  $P$  の左剰余群により自然に定まるものである。そして、この葉層構造の複素二次特性類  $(v_1)^6 \cdot (\bar{v}_1)^6 \cdot \tilde{u}_1 \wedge \tilde{u}_2$  と  $(v_1)^6 \cdot (\bar{v}_1)^6 \cdot \tilde{u}_1 \wedge \tilde{u}_2 \wedge \tilde{u}_3$  が非自明であることを証明した。

I studied transversely holomorphic foliations with non-trivial complex secondary characteristic classes.

I constructed a transversely holomorphic foliation of complex codimension 6 of manifolds of the form  $\Gamma \backslash \mathrm{SL}(5; \mathbb{C})/K$ , where  $K = \mathrm{S}(\mathrm{U}(2) \times \mathrm{U}(3))$  and  $\Gamma$  is a discrete subgroup of  $\mathrm{SL}(5; \mathbb{C})$  such that  $\Gamma \backslash \mathrm{SL}(5; \mathbb{C})/K$  is compact. The leaves of the foliation are induced by the left cosets of a parabolic subgroup  $P$  of  $\mathrm{SL}(5; \mathbb{C})$  such that  $K \subset P$ . I proved that complex secondary characteristic classes  $(v_1)^6 \cdot (\bar{v}_1)^6 \cdot \tilde{u}_1 \wedge \tilde{u}_2$  and  $(v_1)^6 \cdot (\bar{v}_1)^6 \cdot \tilde{u}_1 \wedge \tilde{u}_2 \wedge \tilde{u}_3$  of the foliation are non-trivial.

### B. 発表論文

1. Kenta Enatsu: "A transversely holomorphic foliation whose complex secondary characteristic classes are non-trivial", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2011)

大野 健太 (OHNO Kenta)

### A. 研究概要

修士課程では共形不変微分作用素の構成を研究のテーマとした。最も基本的な問題の一つとし

て、「ラプラシアン<sup>1</sup>の冪に低階の微分作用素を付け加えて共形不変とする事が出来るか」という問題が考えられる。ラプラシアン<sup>1</sup>の冪を主要部とする共形不変微分作用素を系統的に構成する方法として Graham, Janne, Mason, Sparling が 1990 年代前半に開発したアインシュタイン方程式を用いる方法がある。この構成は漸近解析という微分幾何学の一分野の研究手法の雛形と言える。また、Fefferman が 1980 年代後半に導入したアンビエント空間が用いられる点やこの構成により作られる作用素 (GJMS 作用素) が散乱理論等数学の異なる分野にも現れる点でも重要である。GJMS 作用素は多様体上の関数に作用するものであったが、修士論文ではこの手法を対称テンソル場に作用するものに一般化し、さらに既約テンソルに作用する共形不変微分作用素の存在の予想を挙げた。

The theme of my master paper is construction of conformally invariant differential operators. One of the most fundamental question of this field is whether we can construct conformally invariant operators by adding lower order natural differential operators to the power of Laplacian. In former 1990's, Graham, Janne, Mason, Sparling invented a way of constructing a series of conformally invariant differential operators using Einstein equation. This construction is regarded as a model of study in asymptotic analysis. Also it is important in that we use Ambient Space, which was introduced by Fefferman in latter 1980's, and in that the operators this construction yield (GJMS operators) appeared in different fields of Mathematics (e.g. scattering theory).

While GJMS operators acts on smooth functions, in my master paper we generalized the construction and yields conformally invariant differential operators on symmetric tensor field and conjectured the existence of conformally invariant differential operator on arbitrary irreducible tensor fields.

## B. 発表論文

1. K. Ohno : Conformally Invariant Differential Operators On Symmetric Tensor Fields, master thesis

柏原 崇人 (KASHIWABARA Takahito)

## A. 研究概要

非圧縮粘性流体に対する数学解析は、そのほとんどが粘着境界条件を研究の対象としてきた。一方で、現実の複雑な現象の中には滑りや漏れを許容する数理モデルを採用したいものもある。そのような数理モデルの 1 つとして、摩擦型滑り・漏れ境界条件が 1994 年に藤田宏氏により導入された。

私は本年度の修士論文研究において、これらの摩擦型境界条件を課した定常 Stokes 方程式に対し、有限要素法による近似問題を提案した。近似解がただひとつ存在することを示し、近似解と厳密解の誤差評価を証明し、近似解の数値計算法を議論した。さらに提案手法を用いて実際に数値実験を行い、理論で示した結果を検証した。

Most of the mathematical studies for incompressible viscous flow assume the no-slip boundary condition. In some cases, however, we would like to allow fluids to slip or leak so that we can describe complex behavior of them appearing in realistic situations. As a mathematical model considering such situations, the slip or leak boundary conditions of friction type were proposed by Hiroshi Fujita in 1994.

In my master thesis, I presented approximate problems discretized by finite element method for the stationary Stokes equations under those frictional boundary conditions. I proved the unique existence of approximate solutions, established an error estimate, and discussed a numerical realization. Some numerical experiments were performed, confirming the theoretical results.

## B. 発表論文

1. 柏原崇人：摩擦型漏れ・滑り境界条件を課したストークス問題に対する有限要素近似について、2010 年度東京大学大学院数理学研究科修士論文。
2. T. Kashiwabara: On a finite element approximation of the Stokes problem under leak or slip boundary conditions of friction type, submitted, arXiv:1012.4982.



## C. 口頭発表

1. 摩擦型境界条件を課した Stokes 方程式の有限要素近似について, 日本応用数学会年会, 明治大学, 2010 年 9 月.
2. 摩擦型境界条件を課した Stokes 方程式の有限要素近似について, 日本数学会秋季総合分科会, 名古屋大学, 2010 年 9 月.
3. 摩擦型漏れ境界条件を課した Stokes 問題の有限要素近似, 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2010 年 12 月.
4. 非線形境界条件を課した Stokes 方程式の変分不等式による定式化と数値計算, 数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2011 年 2,3 月.

## 粕谷 直彦 (KASUYA Naohiko)

### A. 研究概要

Sol 多様体上の Anosov 流から来る正の接触構造は Hilbert modular surface におけるカusp特異点のリンクに入る自然な接触構造と接触同値であることを示した。このようなカusp特異点は Karras と Laufer の条件を満たすとき、複素 3 次元空間内に代数曲面の孤立特異点として埋め込まれる。このとき Sol 多様体が標準的接触構造の入った 5 次元球面に法束が自明な部分接触多様体として埋め込まれるから、それに沿った 5 次元 Lutz twist を施すことができる。

Any positive contact structure on a Sol-manifold coming from Anosov flow is contactomorphic to the contact structure on the link of the cusp singularity on a Hilbert modular surface. If such a cusp singularity satisfies the condition of Karras and Laufer it is embedded into the 3-dimensional complex space as an isolated singularity of an algebraic surface. Then a Sol-manifold is embedded into the 5-sphere with the standard contact structure as a contact submanifold with a trivial normal bundle, so we can perform a 5-Lutz twist along it.

### B. 発表論文

1. 粕谷 直彦: “Sol 多様体と 5 次元球面上の接触構造”, 東京大学修士論文 (平成 22 年度).

## 神吉 雅崇 (KANKI Masataka)

### A. 研究概要

私の研究テーマは超離散可積分系である。特に超離散 KdV 方程式について調べている。超離散 KdV 方程式は、「箱玉系」と呼ばれるセルオートマトンとしても知られている。昨年度は、一般化された箱玉系の上の「負のソリトン」という孤立波現象について研究した。負のソリトンを許す超離散 KdV 方程式において、保存量および、背景解とソリトン解との共存解を具体的に構成した。離散 KdV 方程式との対応についても興味を持っており、実際に上記の共存解は離散 KdV 方程式の  $N$ -ソリトン解から、超離散極限とスケール極限によって構成されることを証明した。

My subject of study is the ultradiscrete integrable system. In particular, I deal with the ultradiscrete KdV equation, which is known as the cellular automaton called “Box Ball System”. Last year, the solitary wave phenomena called “negative solitons” on a generalized Box Ball System have been dealt with. Conserved quantities and the coexisting state of background solutions and soliton solutions of the ultradiscrete KdV equation which allow negative solitons have been constructed. I am also interested in the relations with the discrete KdV equation. The coexisting state described above is proved to be constructed from the  $N$ -soliton solutions of the discrete KdV equation through an ultradiscrete limit and some scaling limit.

### B. 発表論文

1. M. Kanki, J. Mada and T. Tokihiro: “Conserved quantities and generalized solutions of the ultradiscrete KdV equation”, *arXiv 1012.4061v1* (2010), 16pp
2. M. Kanki: “Conserved quantities and generalized solutions of the discrete and ultradiscrete KdV equation”, 修士論文, 東京大学 (2011), 45pp

### C. 口頭発表

1. 神吉雅崇: “負の数を値に含む箱玉系の周期境界化と保存量の構成”, 非線形波動研究の

新たな展開-現象とモデル化-, 九州大学応用力学研究所, October 2010.

2. 神吉雅崇: “Conserved quantities and generalized solutions of the discrete and ultradiscrete KdV equation”, ウィンターセミナー 2011, KKR 湯沢ゆきぐに, January 2011.

岸田 真己 (KISHIDA Masaki)

#### A. 研究概要

麻疹に関する数理モデルについての研究を行った。研究では免疫の減衰, 活性化, subclinical infection を総合的に組み込んだモデルを構築し, モデルの定常解 (定常状態) の安定性を解析した。解析により, 感染者のいない定常状態 (DFSS) の安定性条件, 感染者が定着した定常状態 (ESS) の存在の十分条件, 特定の ESS の安定性条件を求めた。また, 研究結果から subclinical infection を考慮しないワクチン接種政策の危険性や, 免疫の活性化や subclinical infection が起こるときの麻疹根絶の困難さについての示唆を得た。

I researched a mathematical model of measles. In this research, I composed a model that included waning of immunity, boosting immunity, and subclinical infection. And I analyzed the stability of equilibria (steady states). Analyzing the model, I showed the stability condition for Disease-Free Steady States (DFSSs), the sufficient condition of existence for Endemic Steady States (ESSs), and the stability condition for the specific ESSs. Moreover, I suggested that the policy of vaccination would fail when they didn't consider subclinical infection, and that the practical prevention of measles could be difficult when there were boosting immunity and subclinical infection.

#### B. 発表論文

1. 岸田真己: “免疫の減衰, 活性化を考慮したはしかに関する Subclinical Infection モデル”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2011).

#### C. 口頭発表

1. 免疫の Waning, Boosting を考慮した麻疹に関する Subclinical Infection モデル, RIMS 研究集会「第7回 生物数学の理論とその応用」, 京都大学数理解析研究所, 京都, 2010年11月16-19日.

北川 弘典 (KITAGAWA Hironori)

#### A. 研究概要

集合論の解釈ができる小射つき圏  $(\mathcal{C}, \mathcal{S})$  とその上の Lawvere–Tierney 被覆  $J$  から構成される, 「層のなす圏」 $(\mathcal{C}_J, \mathcal{S}_J)$  の構造に関して考察した。具体的には,  $J$  について (JS0), (JS1), (JS2) と呼ばれる3種類の条件を提示した上で, 次を示した:

- $J$  が (JS0) を満たし, かつ  $(\mathcal{C}, \mathcal{S})$  が RST 集合論を解釈するのに十分な公理を満たせば,  $(\mathcal{C}_J, \mathcal{S}_J)$  でもそうなる。
- CZF 集合論の場合は,  $J$  について (JS2) という条件を満たせば同様のことが成立。
- IZF 集合論の場合は,  $J$  に関する条件は不要 (証明には (JS0) を用いているが, それは  $(\mathcal{C}, \mathcal{S})$  側に課す条件から自動的に従う)。

I studied the structure of a “sheaf category”  $(\mathcal{C}_J, \mathcal{S}_J)$  which is obtained from a “category with small maps”  $(\mathcal{C}, \mathcal{S})$  in which some set theory can be interpreted, and a Lawvere–Tierney coverage  $J$  on it. More concretely, I presented three conditions on  $J$ —(JS0), (JS1) and (JS2), and proved that

- If  $J$  satisfies (JS0) and  $(\mathcal{C}, \mathcal{S})$  satisfies the axioms which are strong enough to interpret RST set theory, then  $(\mathcal{C}_J, \mathcal{S}_J)$  also satisfy those axioms.
- In the case of CZF set theory, that  $J$  satisfies (JS2) is sufficient.
- In the case of IZF set theory, no condition is needed on  $J$ . The proof uses (JS0), but (JS0) automatically follows from the fact that  $(\mathcal{C}, \mathcal{S})$  satisfies the axioms which are strong enough to interpret IZF.

## B. 発表論文

H. Kitagawa: “Intuitionistic Set Theories in the Framework of Algebraic Set Theory and Lawvere–Tierney Sheaves”, Master Thesis, University of Tokyo (2011).

## 許 本源 (HSU Penyuan)

### A. 研究概要

発展型偏微分方程式の解の存在性問題、爆発問題など解の挙動を知る上で重要な研究課題を中心に研究しています。これまでの研究した内容はナビエ・ストークス方程式の非存在問題です。以下研究の概略をまとめます。

線形の背景流付きナビエ・ストークス方程式の自己相似解及び定常解の非存在性の研究を行った。より詳しく述べると、三次元の非圧縮ナビエ・ストークス方程式の速度場が次の何れかの型の場合を考察した。(1) 軸対称湧き出しなし渦なし流(背景流)と三次元的流れから構成した定常解。(背景流自身も非圧縮ナビエ・ストークス方程式の定常解である)(2) 背景流が湧き出しゼロでない場合は、等方的な流れだけでなくことにより湧き出しをゼロにし、形成した新背景流と三次元流から構成した自己相似解。本研究では、空間無限遠での減衰についての比較的弱い仮定の下で、上述の三次元流の形状関数がみだす楕円型方程式には自明解(ゼロ)しか存在しないことに示すことを目的とする。得られた結果は次に要約される。背景流の第一成分と第二成分のパラメータが正で、第三成分のパラメータが任意な実数の時に、形状関数のみだす楕円型方程式の速度(三次元流)と圧力が有界かつ二回微分連続な関数で、背景流、速度及び圧力三者に依存する量(あるスカラー関数)が空間無限遠方で適切な減衰条件を課したら、この楕円方程式の解(速度)は恒等的にゼロとなる。この減衰条件は背景流の第三方向のパラメータの符号によって変わる。

In this work, we consider nonexistence problem for the incompressible Navier–Stokes equations in three spatial dimensions. We show the nonexistence of self-similar and stationary solutions with a linear background flow to the Navier–Stokes equations for several specific types of background flows. Our result is proved

under slight spatial decay assumptions on the quantity which depends on velocity, pressure and the structure of the background flows.

## B. 発表論文

1. P. Hsu: “On nonexistence for self-similar and stationary solutions with a linear background flow to the Navier–Stokes flows”, Master’s thesis, University of Tokyo, 2011.

## C. 口頭発表

1. 第12回北東数学解析研究会, Poster Session, Hokkaido University, February 2011.

## 佐藤 巨崇 (SATO Naotaka)

### A. 研究概要

symplectic dual pair と呼ばれる Lie 環の対  $(\mathfrak{sp}(2m, \mathbb{C}), \mathfrak{sp}(2n, \mathbb{C}))$  が、直交 Lie 環  $\mathfrak{o}(4mn, \mathbb{C})$  への埋め込みを通じてそのスピン表現の空間に作用する表現の既約分解を表す指標の等式として、symplectic dual pair identity と呼ばれる等式が知られている。

この等式の両辺は、ある条件を満たす  $m \times n$  長方形型の tableau の集合の weight の母関数にもなっている。最近、A.M.Hamel, R.C.King が、Schützenberger の jeu de taquin にいくつかの条件を課して変形したものを利用して、これら2つの長方形型の tableau の集合間の weight-preserving な全単射を構成し、symplectic dual pair identity の組合せ論的な再証明を与えた。

私は、この Hamel–King による全単射について考察し、この全単射が、 $\mathfrak{sp}(2m, \mathbb{C})$  と  $\mathfrak{sp}(2n, \mathbb{C})$  とを交換することに相当する対称性をもつことを証明した。この等式の weight-preserving な全単射による組合せ論的な証明は I.Terada によっても既に与えられているが、この全単射は今回示した Hamel–King の全単射の対称性に相当する性質はもたない。この対称性は、Robinson–Schensted 対応で言えば、置換  $w$  に tableau の対  $(P, Q)$  が対応するとき  $w^{-1}$  には  $(Q, P)$  が対応するという性質に相当するものであり、Hamel–King の全単射が大変よい構成であることを示すものと考えられる。

A pair of Lie algebras, called symplectic

dual pair,  $(\mathfrak{sp}(2m, \mathbb{C}), \mathfrak{sp}(2n, \mathbb{C}))$  act on the spin representation space of the orthogonal Lie algebra  $\mathfrak{o}(4mn, \mathbb{C})$  by the embedding  $(\mathfrak{sp}(2m, \mathbb{C}), \mathfrak{sp}(2n, \mathbb{C}))$  into  $\mathfrak{o}(4mn, \mathbb{C})$ . There is a well-known character formula for the decomposition of irreducible representations of this pair, called symplectic dual pair identity. Each left-hand and right-hand side of this identity is identified as a weight-generating function for a set of some tableaux having  $m \times n$  rectangular shape.

Hamel and King gave a combinatorial proof for this identity, namely they constructed a weight-preserving bijection for these two sets of rectangular tableaux. The idea for this construction is using a type of Schützenberger’s jeu de taquin.

I studied this bijection by Hamel–King, and proved the symmetry of the bijection corresponding to commutate  $\mathfrak{sp}(2m, \mathbb{C})$  and  $\mathfrak{sp}(2n, \mathbb{C})$ .

The weight-preserving bijective proof has been also given by I.Terada, but the bijection in this proof doesn’t have the symmetry corresponding to the symmetry of Hamel–King’s bijection. The symmetry is, from a viewpoint on Robinson–Schensted correspondence, corresponds to the property: when a permutation  $w$  corresponds to a pair of tableau  $(P, Q)$ ,  $w^{-1}$  corresponds to  $(Q, P)$ . This means that Hamel–King’s bijection is good construction.

## B. 発表論文

1. 佐藤巨崇：“symplectic dual pair identity を導く Hamel–King の全単射の手順の自由度と対称性”, 東京大学修士論文 (2011).

柴原 淳 (SHIBAHARA Jun)

### A. 研究概要

Macdonald 対称多項式と変型  $W$  代数の関係を研究した。まず,  $A_n$  型の変型  $W$  代数の相関関数を一般のパーティションにおいて Macdonald 対称多項式で書き表すことができた。その後,  $C_n$  型の Macdonald 対称多項式の tableau 和表示について研究し,  $C_n$  型の変型  $W$  代数の相関関数との繋がりについても調べてみた。tableau 和

表示については  $A_n$  型には出てこなかった不定元  $T$  を  $T = t/q$  と特殊化し, さらにパーティションが一行のときに表すことができた。一方,  $C_n$  型変型  $W$  代数の相関関数も  $T = t/q$  と特殊化し, パーティションが一行の場合にのみ  $C_n$  型の Macdonald 対称多項式で書き表すことができた。 $A_n$  型における, 変型  $W$  代数の相関関数の Macdonald 対称多項式による表示は Feigin-odeskii 代数の言葉を借りて記述されるのだが,  $C_n$  型においてはその対応物がまだよくわかっていない。一般のパーティションにおける,  $C_n$  型変型  $W$  代数の Macdonald 対称多項式による表示は今後の課題である。

I studied relation of Macdonald symmetric polynomials and deformed  $W$ -algebras. First, in general partition the vacuum expectation values of deformed  $W$ -algebras was transformed into Macdonald symmetric polynomials in  $A_n$ -type. Then, I studied tableau sum of Macdonald symmetric polynomials in  $C_n$ -type and studied the vacuum expectation values of deformed  $W$ -algebras in  $C_n$ -type. I transformed  $C_n$ -type Macdonald symmetric polynomials into tableau sum form in specialized  $T = t/q$  and in one row partition. While, I transformed the vacuum expectation values of deformed  $W$ -algebras in  $C_n$ -type into  $C_n$ -type Macdonald symmetric polynomials in specialized  $T = t/q$  and in one row partition. In  $A_n$ -type, I transformed the vacuum expectation values of deformed  $W$ -algebras into Macdonald symmetric polynomials by Feigin-odeskii algebra, but in  $C_n$ -type, the alternative of Feigin-odeskii algebra is not discovered. Therefore, in general partition,  $C_n$ -type vacuum expectation values of deformed  $W$ -algebras is not transformed into  $C_n$ -type Macdonald symmetric polynomials. It will be next subject.

### B. 発表論文

1. B. Feigin, A. Hoshino, J. Shibahara, J. Shiraishi and S. Yanagida：“Kernel function and quantum algebras”, 数理科学研究所講究録. **1689** (2010) 133-152.
2. 柴原淳：“ $C_n$  型 Macdonald 対称多項式の Tableau 和表示と変型  $W$  代数”, 東京大学

大学院数理科学研究以下修士論文, (2011).

清水達郎 (Shimizu Tatsuro)

#### A. 研究概要

有理ホモロジー 3 球面の間の correspondence について研究した。特に、ある条件をみだす correspondencd に対して不変量を定義し、それを考察した。この不変量は第 1Kontsevich-Kuperberg-Thurston 不変量の拡張となっている。

I studied the correspondence between two rational homology 3-spheres. In particular, I defined and studied an invariant of correspondences in some conditions. This invariant is an extension of 1st Kontsevich-Kuperberg-Thurston invariant.

#### B. 発表論文

1. 清水達郎, 第 1Kontsevich-Kuperberg-Thurston 不変量の、有理ホモロジー 3 球面の間のある種の *correspondence* に対する拡張について、2010 年度東京大学修士論文。

菅原 遊 (SUGAWARA Yu)

#### A. 研究概要

安定過程に従う粒子系に対するカレントの挙動を調べた。

I Checked the behavior of current for particle system which follow stable process.

#### B. 発表論文

独立な安定過程に従う無限粒子系のカレントの漸近挙動 (修士論文、2010)

鈴木 裕一 (SUZUKI Yuuichi)

#### A. 研究概要

代数体  $K$  に対して  $SL(2, \mathcal{O}_K)$  の基本領域は  $K$  が総実代数体の場合及び  $K$  が虚二次体の場合は既に知られていた。しかしそれ以外の代数体の場合は基本領域が明示的に求められていなかった。そこで修士論文では  $K$  が複素素点を持つ三次体の場合に  $SL(2, \mathcal{O}_K)$  の基本領域を構成した。一方で  $m \geq 2$  の場合は  $\zeta_K(m)$  は  $D_m(x)$  という

関数を用いて表示出来るという予想は部分的にしか解決していない。今回計算した基本領域及び作用している空間をより詳しく調べることで上に挙げた予想を証明する手がかりを見つけることが期待できる。

For an algebraic number field  $K$  of degree  $n$ , the fundamental domain of  $SL(2, \mathcal{O}_K)$  has been already known for only the cases of the totally real number field and the imaginary quadratic field. We determine a fundamental domain  $P_K$  for  $SL(2, \mathcal{O}_K)$  when  $K$  is a cubic field and has complex places. It is partially solved that  $\zeta_K(m)$  can be displayed for  $m \geq 2$  by a function of  $D_m(x)$ . It is expected that we can find a handhold of the conjecture by examining  $P_K$  and  $\mathbb{H}_2 \times \mathbb{H}_3$  more in detail.

#### B. 発表論文

1. 鈴木 裕一: 複素素点を持つ代数体の整数環上の二次特殊線形群の基本領域の構成, 東京大学修士論文 (2011).

寺西 功哲 (TERANISHI Noriaki)

#### A. 研究概要

非相対論的場の量子論の基底状態と Smooth Feshbach map のスペクトルの性質を調べた。

I study about the ground state of non relativistic quantum field theory and spectral properties of the smooth Feshbach map.

%enddocument

鳥越 貴智 (TORIGOE Takatomo)

#### A. 研究概要

プログラミング言語論における、限定継続の隠れた制御効果を明示する型システムの構築。および、それに対応する計算モデルからラムダ計算への変換について。

My research field is programming language. I construct a type system that exhibits hidden control effects of delimited continuations. This secondary product is a translation from corresponding calculus to lambda calculus.

中村あかね (NAKAMURA Akane)

A. 研究概要

行列 Painlevé VI 型方程式に対して，線型方程式のスペクトル型を変えない変換から得られる  $D_4^{(1)}$  型の Bäcklund 変換を具体的に構成した (サイズ 2 のときは  $D_4^{(1)} + A_1^{(1)}$ ) . 方程式の退化と VI 型方程式の対称性から V 型方程式の  $A_3^{(1)}$  型の変換も構成した .

また，川上拓志氏，坂井秀隆氏との共同研究で，アクセサリパラメーターが 4 個の Fuchs 型方程式のモノドロミー保存変形で得られる 3 種類の常微分方程式系に対してその退化を求め，野海-山田系をはじめとする既知の Painlevé 型方程式を線型方程式のモノドロミー保存変形と退化図式という枠組みで捉え直すとともに，新しい Painlevé 型方程式を系統的に得た .

I obtained  $D_4^{(1)}$  type generators for Bäcklund transformations of matrix Painlevé VI equations by calculating transformations of the original linear equations which do not change their spectral type. Combining this result with a degeneration, I wrote down  $A_3^{(1)}$  type symmetries of Bäcklund transformations for matrix Painlevé V equations.

In a joint work with H. Kawakami and H. Sakai, we studied degenerations of Painlevé type equations, which are derived as deformation equations for representative Fuchsian equations with 4 accessory parameters. In the course of degenerations, we could not only gain new Painlevé type equations systematically, but also reformulate familiar Noumi-Yamada system and others in the context of isomonodromic deformation and degeneration scheme.

B. 発表論文

サイズ 2 の行列 Painlevé VI 型方程式の Bäcklund 変換について (修士論文)

C. 口頭発表

1. 22,22,22,211 型変形方程式の Bäcklund 変換について，函数方程式論サマーセミナー，2010 年 7 月 .
2. 4 次元 Painlevé 型方程式の退化図式，日本数学会 2010 年度秋季総合分科会，名古屋大学，2010 年 9 月.

3. 行列 Painlevé 方程式の Bäcklund 変換について，可積分系ウィンターセミナー，2011 年 1 月 .

服部 円佳 (HATTORI Madoka)

A. 研究概要

非線形 Schrödinger 方程式の離散化について研究した。

I studied discretization of the nonlinear Schrödinger equation.

B. 発表論文

1. 服部円佳: “広田三輪方程式からのリダクションによる離散非線形 Schrödinger 方程式の導出” 修士論文 (2011)

C. 口頭発表

1. 非線形シュレディンガー方程式の離散化について，青山数理セミナー，青山学院大学，2011 年 1 月

浜向 直 (HAMAMUKI Nao)

A. 研究概要

空間変数について不連続なハミルトニアンを持つ，ハミルトン・ヤコビ方程式の初期値問題について研究した . 従来の粘性解理論を拡張することによって新しい解の概念を導入し，時間大域的な一意解が存在することを証明した . また，半連続なランニングコスト関数を持つ最適制御問題を考えることによって，値関数としての解の表現公式を与えた .

I studied the initial-value problem for a Hamilton-Jacobi equation whose Hamiltonian is discontinuous with respect to the state variable. I introduced a new notion of solutions by extending the conventional theory of viscosity solutions and proved that our problem admits a unique global-in-time solution. I also found a representation formula of the solution as a value function of an optimal control problem with a semicontinuous running cost function.

## B. 発表論文

1. N. Hamamuki: “Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms”, 東京大学修士論文 (2011).

## C. 口頭発表

1. Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, GCOE 院生集中講義, 東京大学, 2011 年 3 月.

## 藤城 謙一 (FUJISHIRO Kenichi)

### A. 研究概要

量子力学において、散乱現象の理論的妥当性は、素粒子の支配方程式であるシュレーディンガー方程式から波動作用素を定義し、その存在および漸近完全性を示すことによって確かめられる。散乱多様体上の方程式については、これらの事は既に定常的な方法によって証明されている。

私は散乱多様体上の波動作用素の存在と漸近完全性を、時間依存的な方法によって証明しようと試みた。また、それに続けて、散乱多様体を含む一般の多様体上での方程式に対しても波動作用素の存在と漸近完全性が示せるかどうかを研究した。

In quantum mechanics, theoretical validity of scattering phenomena is confirmed by defining wave operators of the Schrödinger equation—the governing equation of particles—and showing their existence and asymptotic completeness. Those of the equations on the scattering manifold have been already proved by the stationary method.

I tried to prove the existence and the asymptotic completeness of the wave operators on the scattering manifold by the time-dependent method. And I also studied whether the similar results hold for the wave operators on general manifolds, containing scattering manifolds.

## 古川 遼 (FURUKAWA Ryo)

### A. 研究概要

私は今年度から多様体上の接触構造の研究をしております。その中でも特に、3次元の Seifert 多

様体上で、fiber を軸にするような rational open book 構造というものを考え、それに両立する接触構造の種類について現在は研究しています。石川昌治氏によりホモロジー 3 球面内の fibered Seifert multilink (fiber を軸とするような rational open book 構造) と両立する接触構造が新しい方法で具体的に構成され、その性質が調べられました。今の研究はこれをもう少し一般の状況で考えてみるというものです。また、convex surface の理論を用いて、Seifert 多様体上の tight な接触構造の分類も行いたいと考えています。

I've been studying contact structures in three-manifolds through this term. Especially, I study contact structures compatible with rational open book structures in Seifert three-manifolds, where bindings of rational open book structures are fibers of Seifert manifolds. Masaharu Ishikawa introduced a new technique for constructing contact structures compatible with fibered Seifert multilinks in homology three-spheres, and my research is the generalization for it. Moreover I want to classify tight contact structures of Seifert manifolds by using convex surface theory.

## 穂坂 秀昭 (HOSAKA Hideaki)

### A. 研究概要

15 年ほど前に、対称群の表現論に関する新しいアプローチが Okounkov-Vershik によって与えられた。修士論文において、この方法を有限 Abel 群と対称群の環積に応用することに成功した。その帰結として、対称群の場合の半正規表現および Murnaghan-中山の公式を、環積の場合に拡張した形で証明した。

About 15 years ago, Okounkov and Vershik give a new approach to the representation theory of symmetric groups. I extend their method to wreath products of finite abelian groups and symmetric groups in my master thesis. As a result, I prove the seminormal form and Murnaghan-Nakayama formula for wreath product.

## B. 発表論文

1. 穂坂秀昭, 対称群およびその環積の表現論, 2011年東京大学修士論文

## G. 受賞

1. 東京大学理学部学修奨励賞 (2009)
2. 東京大学総長賞 (2009)

## 穂積 寛之 (HOZUMI Hiroyuki)

### A. 研究概要

非有界な重みつき確率変数列  $(kX_k)_{k=1,2,\dots}$  に対する局所極限定理を証明した。ここで  $(X_k)$  は独立同分布な  $\{0, 1\}$ -値確率変数列である。

I proved the local limit theorem for the random variables with the unbounded weight  $(kX_k)_{k=1,2,\dots}$ . Here  $X_k$  are the i.i.d.  $\{0, 1\}$ -valued random variables.

## B. 発表論文

1. H. Hozumi: “非有界な重みつき確率変数の和に対する局所極限定理”, 修士論文.

## 松村 真義 (MATSUMURA Masayoshi)

### A. 研究概要

$\Gamma$  を離散群とし、 $\Gamma$ - $C^*$  環の全  $C^*$  接合積および被約  $C^*$  接合積が  $C^*$  環の極大テンソル積および極小テンソル積に対応していると考えたとき、 $C^*$  環の核型性、完全性、WEP (weak expectation property)、局所反射性などに対応する性質を  $\Gamma$ - $C^*$  環に対して定義し、その性質を研究した。それにより、 $C^*$  環の性質でテンソル積を用いて定義されるものの幾つかに対して、それに対応する性質が  $\Gamma$ - $C^*$  環に対しても成り立つことを示した。特に、 $C^*$  環の包含の弱可補性に対応する  $\Gamma$ - $C^*$  環の性質の十分条件を得た。また、全ての  $\Gamma$ - $C^*$  環が局所反射性に対応する性質を持つことは  $\Gamma$  が完全であることと同値であることを示した。

In view of an analogy between maximal/minimal tensor products with full/reduced

crossed products for  $C^*$ -algebras, we defined the properties of  $\Gamma$ - $C^*$ -algebras corresponding with nuclearity, exactness, WEP (weak expectation property) and local reflexivity of  $C^*$ -algebras. We then showed that some properties of  $C^*$ -algebras defined in terms of tensor products have some counterpart for  $\Gamma$ - $C^*$ -algebras. In particular, we have a sufficient condition for the property corresponding with weak complementation of inclusions of  $C^*$ -algebras. We also showed that a discrete group  $\Gamma$  is exact if and only if any  $\Gamma$ - $C^*$ -algebra has the property corresponding with local reflexivity.

## 松本 雄也 (MATSUMOTO Yuya)

### A. 研究概要

局所体上の (完備かつ滑らかな) 代数多様体が良い還元をもつための条件を調べた。アーベル多様体の場合の Néron–Ogg–Shafarevich の判定法 ( $l$  進エタールコホモロジーから定まるガロア表現が不分岐か否かで良い還元をもつかどうかを判定できる) を参考にして、次を証明した: ある種の K3 曲面は、その (2 次)  $l$  進エタールコホモロジーから定まるガロア表現が不分岐ならば、基礎体にある程度の拡大を許せば、良い還元をもつ (ただし、剰余体の標数  $p$  は  $l$  と  $2, 3$  と異なることと仮定する)。

また、この結果の  $p$  進類似 (やはり  $p \neq 2, 3$  は仮定する) も証明した。

以上を修士論文としてまとめた。

I studied on when a (smooth proper) algebraic variety over a local field has good reduction. As an analogue of the Néron–Ogg–Shafarevich criterion for abelian varieties (which states that, if the Galois representation induced from the  $l$ -adic étale cohomology of an abelian variety is unramified, then the variety has good reduction), I proved the following: for a K3 surface with some special structures, if the Galois representation induced from its  $l$ -adic étale cohomology (of degree 2) is unramified, then the surface has good reduction after taking an extension of the base field (here the residue characteristic  $p$  is assumed to be different from  $l, 2$ , and 3).



I also proved a  $p$ -adic analogue of the above theorem (under the assumption  $p \neq 2, 3$ ). These are contained in my master's thesis.

## B. 発表論文

1. Y. Matsumoto: "On good reduction of some K3 surfaces", 東京大学修士論文, 2011.

## 三宅 泰記 (MIYAKE Taiki)

### A. 研究概要

#### 反応拡散方程式

$$u_t - u_{xx} - f(u) = 0, \quad t > 0, \quad x \in \mathbf{R}$$

は、反応項  $f \in C^1[0, 1]$  が双安定型であれば進行波解を持つことが知られている。私はまずポアソン過程  $\{P_t\}_{t \geq 0}$  を用意し、ミクロな時間では十分な時間が経過することを  $\{P_{tN^{-\alpha}}\}_{t \geq 0}$  で表現した。ここで、 $\alpha$  は  $1 < \alpha < 2$  を満たす定数である。また二つの双安定型の関数  $g_1, g_2 \in C^1[0, 1]$  を用意し、これらがポアソン時刻を修正した時刻によって互いに移り変わるよう反応項  $f^N$  を定義した。これらにより定まる確率反応拡散方程式

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} - f^N(t, u) = 0, & t > 0, \quad x \in \mathbf{R}, \\ u(0, x) = \phi(x), & x \in \mathbf{R} \end{cases}$$

を考え、この方程式の時間  $t$  における解の位置  $X_t$  を定義した。マクロな視点で観察するよう時間を  $tN^2$  と変更し、さらに空間についてもスケールリングを行って得られる  $\frac{1}{N^{1+\frac{\alpha}{2}}} X_{tN^2}$  の  $N \rightarrow \infty$  での漸近挙動を調べることを目標とした。実際には、 $X_t$  を多少修正した  $\bar{X}_t$  を扱い、Fife と McLeod による、進行波解と他の解との差の絶対値の、時間  $t \rightarrow \infty$  での漸近挙動に関する結果を用いて、 $\frac{1}{N^{1+\frac{\alpha}{2}}} \bar{X}_{\cdot N^2}$  が  $[0, T]$  上の連続関数の空間の上でブラウン運動に弱収束することを導いた。

It is known that a reaction-diffusion equation

$$u_t - u_{xx} - f(u) = 0, \quad t > 0, \quad x \in \mathbf{R}$$

has a traveling wave solution if the reaction term  $f \in C^1[0, 1]$  is of bistable type. Let  $\{P_t\}_{t \geq 0}$  be a Poisson process and I used

$\{P_{tN^{-\alpha}}\}_{t \geq 0}$  which represents that it can take enough time at microscopic level. The  $\alpha$  is a constant satisfying  $1 < \alpha < 2$ . I defined a random reaction term which takes functions  $g_1$  or  $g_2$ , both of which are of  $C^1[0, 1]$  and bistable type. The change is caused by a slightly modified Poissonian time. Considering a stochastic reaction-diffusion equation

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} - f^N(t, u) = 0, & t > 0, \quad x \in \mathbf{R}, \\ u(0, x) = \phi(x), & x \in \mathbf{R}, \end{cases}$$

I defined a position of the traveling wave solution  $X_t$ . To represent macroscopic time, I adjusted a suitable scaling in time and space to it. Though I tried to show the limit process of  $\frac{1}{N^{1+\frac{\alpha}{2}}} X_{tN^2}$  as  $N \rightarrow \infty$ , I finally modified  $X_t$  and defined  $\bar{X}_t$ , then showed that  $\frac{1}{N^{1+\frac{\alpha}{2}}} \bar{X}_{\cdot N^2}$  converges weakly to a Brownian motion on  $C[0, T]$ , in light of Fife and McLeod's results.

### B. 発表論文

1. T. Miyake: "An invariance principle for wave fronts in a stochastic reaction-diffusion equation", master's thesis, University of Tokyo (2010).

## 森 真樹 (MORI Masaki)

### A. 研究概要

Deligne により構成された、自然数でない次数  $t$  に対する「対称群  $\mathfrak{S}_t$  の表現圏」について研究を行った。これは通常の自然数次数の対称群の表現圏の間を補完する構造である。私はこの構成を一般化し、テンソル圏から新たなテンソル圏をつくる関手  $S_t$  を定義した。この関手を特に代数  $A$  の表現圏に適用することで、「環積  $A \rtimes \mathfrak{S}_t$  の表現圏」が得られる。これに関し、テンソル圏  $S_t(\mathcal{C})$  は元のテンソル圏  $\mathcal{C}$  が持つ構造や性質を自然に受け継いでいること、通常の表現圏に対する操作の多くが  $S_t(\mathcal{C})$  についても定義できることなどが確認できた。また、Deligne の圏に対する Comes-Ostrik の結果を拡張する形で、圏  $\mathcal{C}$  が半単純な場合について  $S_t(\mathcal{C})$  の加法圏としての構造の完全な記述が得られた。

I studied Deligne's category of representations of the symmetric group  $\mathfrak{S}_t$  on a non-integral rank  $t$ , which interpolates the usual represen-

tation categories of the symmetric groups on integral ranks. As a generalization of his construction, I defined the functor  $\mathcal{S}_t$  which sends a tensor category to another tensor category. Applying  $\mathcal{S}_t$  to a representation category of some algebra  $A$ , we obtain a new tensor category, the representation category of wreath product  $A \rtimes \mathfrak{S}_t$  in some sense. I proved that the tensor category  $\mathcal{S}_t(\mathcal{C})$  inherits some structures and properties which  $\mathcal{C}$  has, and many operations for the usual representation category can be extended to those for  $\mathcal{S}_t(\mathcal{C})$ . In addition, I obtained the description of the structure of the additive category  $\mathcal{S}_t(\mathcal{C})$  when  $\mathcal{C}$  is semisimple, which extends the result by Comes-Ostrik for Deligne's category.

## B. 発表論文

1. M. Mori : "On some generalizations of representation categories of wreath products", Master's Thesis in Univ. of Tokyo, 2011.

## C. 口頭発表

1. Deligne's category  $\text{Rep}(\mathfrak{S}_t)$  and wreath products of braided tensor categories, 2010 年度表現論シンポジウム, 伊豆の国市, November 2010.
2. Dynamical systems generated by algebraic method and low discrepancy sequences, School on Information and Randomness 2010, Pucón, Chile, December 2010.

山内 洋二 (YAMAUCHI Youji)

### A. 研究概要

本年度は、確率ボラティリティモデルにおけるインプライド・ボラティリティの漸近挙動について研究を行った。インプライド・ボラティリティの漸近挙動は特定のモデルで詳しく知られているが、さらに一般のモデルで、ボラティリティ過程の分布関数で評価した。また、インプライド・ボラティリティの漸近挙動と証券価格のモーメントが爆発する指数との関係が知られており、本研究により、そのような指数が1となるためのボ

ラティリティ過程の分布関数の十分条件が与えられる。以上の結果を修士論文としてまとめた。

In this year, I investigated asymptotic behavior of implied volatility in stochastic volatility model. The asymptotic behavior of implied volatility is already investigated in some specific model. However, I proved the estimation of the behavior with the distribution function of the volatility process in the general model. The asymptotic behavior is related with the index at which the moment of stock price process explodes. I gave a sufficient condition of the distribution function of the volatility process for the index to be equal to one. I submitted these results as a master thesis.

## B. 発表論文

1. 山内洋二 : "確率ボラティリティモデルにおけるインプライド・ボラティリティの漸近挙動", 東京大学修士論文 (2011)

山口 雅司 (YAMAGUCHI Masashi)

### A. 研究概要

線形  $q$  差分方程式系  $Y(qx) = (A_0 + xA_1 + \dots + x^n A_n)Y(x)$  ( $A_i \in M_m(\mathbb{C})$ ) のアクセサリーパラメーターと、方程式の変換について研究した。まず坂井氏によって定義された rigidity index から、2 階の既約かつ rigid な方程式の分類を得た。さらにそこから、 $(11,2;1,1,1,1)$  型方程式の、確定特異点  $x = 0$  における基本解系を構成した。次に Fuchs 型方程式を定義し、 $q$ -middle convolution :  $mc_\lambda$  を代数的に定義した。さらに Euler 変換を用いた解析的変換としても再構成した。最後にこの  $q$ -middle convolution が一般に、Fuchs 型、既約性、そして rigidity index を保存することを示した。

I study accessory parameters and transformation of linear  $q$ -difference equations  $Y(qx) = (A_0 + xA_1 + \dots + x^n A_n)Y(x)$  ( $A_i \in M_m(\mathbb{C})$ ). At first, I obtained classification of 2nd order irreducible rigid equations, using rigidity index defined by Sakai. Moreover, I composed fundamental solutions system of  $(11,2;1,1,1,1)$  type equation at regular singularity 0. Next I defined Fuchsian type equations and  $q$ -middle

convolution algebraically. Moreover I recomposed analytical transformation using Euler transformation. Finally I showed that  $q$ -middle convolution preserves Fuchsian type, irreducibility, and rigidity index in general case.

## B. 発表論文

1. 山口雅司: 線型  $q$  差分方程式の rigidity index と  $q$  middle convolution, 修士論文 (2010).

## C. 口頭発表

1. Workshop on Accessory Parameters, 玉原国際セミナーハウス, 10月2010年.

2. 古典解析セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 3月2011年.

3. Workshop on Accessory Parameters, 熊本大学, 3月2011年.

## 吉田 悠人 (YOSHIDA Yuto)

### A. 研究概要

有限次元 Hilbert 空間  $\mathcal{H}$  上の有界線形作用素全体である行列環の上の線形写像について、特に  $k$ -positive maps, CP maps,  $k$ -superpositive maps について研究した。それらの写像は, Jamiołkowski の同型写像によって,  $\mathcal{H} \otimes \mathcal{H}$  上の作用素である  $k$ -block positive operators, positive operators,  $k$ -entangled positive operators にそれぞれ対応する。 $B(\mathcal{H} \otimes \mathcal{H})$  上の Hilbert-Schmit product を考えて、それらの positive cones の duality の関係を調べた。

I have studied linear maps on matrix algebras, in particular the  $k$ -positive maps, CP maps, and  $k$ -superpositive maps. By Jamiołkowski isomorphism, the maps above correspond to  $k$ -block positive operators, positive operators, and  $k$ -entangled positive operators on  $\mathcal{H} \otimes \mathcal{H}$  respectively where  $\mathcal{H}$  is the underlying Hilbert space of finite dimension. I have studied the duality relations between the positive cones of such operators with Hilbert-Schmidt product.

## B. 発表論文

1. Y. Yoshida: “Positive maps on matrix algebras”, 東京大学修士論文 (2011)

## 吉安 徹 (YOSHIYASU Toru)

### A. 研究概要

シンプレクティック構造込みの写像がなす空間について、ホモトピー類の意味での分類について研究した。holonomic approximation の手法を応用して、開シンプレクティック多様体上のシンプレクティック沈め込みのなす differential relation がパラメータ付きのホモトピー原理をみたすことを示した。

I study mapping space which has the condition of symplectic structure in the sense of classification of homotopy class. I proved symplectic submersion relation on open symplectic manifold satisfies the parametric h-principle by means of holonomic approximation.

## B. 発表論文

1. 吉安 徹: “Parametric h-principle for symplectic submersion relation”, 東京大学修士論文 (2010).

## 李 曉龍 (LI Xiaolong)

### A. 研究概要

I am interested in understanding the dynamical phenomena which happen for typical systems in both geometric and measure-theoretic point of view. We introduce the notion of R-robust entropy-expansiveness for  $C^1$  diffeomorphisms on closed manifold which is a generalization of robust entropy-expansiveness defined by Pacifico and Vieitez. Encouraged by their idea, some consequences on dynamical structures of infinitesimal and measure-theoretic levels are also shown. There are two advantages for this extension: not only for extending the application range of the theory to a larger class of diffeomorphisms, but also for easier verification. Indeed, in the theory of  $C^1$  dynamics, generic properties are always easier to understand. For a homoclinic class  $H(p_f)$  of  $f \in \text{Diff}^1(M)$ ,  $f|_{H(p_f)}$  is called R-robustly entropy-expansive if for any  $g$  in a locally residual subset around  $f$ , the set  $\Gamma_\varepsilon(x) = \{y \in M : \text{dist}(g^n(x), g^n(y)) \leq \varepsilon (\forall n \in \mathbb{Z})\}$  has zero topological entropy for

each  $x \in H(p_g)$ . We prove that there exists an open and dense set around  $f$  such that for any  $g$  in it,  $H(p_g)$  admits dominated splitting of the form  $E \oplus F_1 \oplus \cdots \oplus F_k \oplus G$  where each  $F_i$  is one-dimensional non-hyperbolic subbundle. Our proof relies on the construction of arbitrary small horseshoe from a homoclinic tangency in Pacifico and Vieitez's paper, where the major difference is that by selecting proper sequence of open and dense subsets, we observe rather than assuming locally robust, just locally generic entropy-expansiveness is sufficient for leading to a contradiction. This can be achieved by strengthening a generic dichotomy of Gourmelon. Proceeding furthermore, a dichotomy on hyperbolicity of homoclinic class in a local open and dense subset is obtained, where our approach to hyperbolic case is different from the original one and easier which relies on the strong form of the dichotomy mentioned above. Besides, another direction in characterizing the absence of uniform hyperbolicity is by studying its properties in ergodic level. In particular, we prove that one can expect the existence of all types of non-hyperbolic measures with large support.

#### B. 発表論文

1. X. Li : "On R-robustly entropy-expansive diffeomorphisms", Master's thesis, University of Tokyo, 2011.

#### C. 口頭発表

1. 2010年度 冬の力学系研究集会, ショットコミュニケーション, 東京工業大学, Jan. 2011.

## 研究生 (Research Student)

桜井 真 (SAKURAI Makoto)

### A. 研究概要

桜井は 2010 年度に日本数学会 (慶應大学、名古屋大学) および日本物理学会において 3 回の口頭発表を行った。これ以外にもドイツ ESSEN 2010 という代数幾何と数論の国際会議にグローバル COE に一部の旅費を補助してもらった。その詳細は主に 2007 年度の博士論文の数学的一般化・導来代数幾何的定式化と物理的な意味・意義を説明するものである。

慶應大学の 2010 年 3 月の代数学分科会では、博士論文で調べたヒッチンの一般化複素構造という余接層を考慮した微分幾何のマウラー・カルタン方程式を、del Pezzo 曲面とは限らない代数曲面の極小モデル・プログラムの記述から調べた。具体的には重み付き代数曲面の非斉次座標に関して対数的微分形式の層のコホモロジーによるカイラルド・ラーム複体が考察出来るという従来の結果を、トーリック図のアルゴリズムに依存しないブローアップの統制に拡張した。九州工業大学の 2010 年 9 月の日本物理学会素粒子理論分科会 (超弦理論セッション) においては、ブローアップが特別な場合に混合量子アノマリーが消滅すると言うことを、物理学者にも分かるように前層のコホモロジー消滅とファイバーバンドルの関係や、ケーラー多様体にコンパクト化する時の正準量子化を述べた。DGA (Differential Graded Algebra) や Gauss-Manin 接続によるカイラル共形場の理論により、正則な VOA (頂点作用素代数) の有限群論や Leech 格子の従来の記述ではなく、カイラル・フェルミオンの第二量子化が理解できることを述べた。

名古屋大学の 2010 年 9 月の代数学分科会では、DG カテゴリーの層による記述を目指してミラー対称性の定式化を実験的に試みた。特に Batyrev による小量子コホモロジー環のヒルベルト・ポアンカレ E 多項式の、漸近級数の完備化  $D^\pi(Fuk)$  によるシンプレクティック不変量の境界付きリーマン面 (複素 1 次元多様体) から一般化モース関数の、有限次元グラスマン代数多様体による近似列を提案した。

Sakurai delivered 3 oral presentations in the year 2010, at the Mathematical Society of

Japan (Keio University and Nagoya University) and at the Physical Society of Japan (Kyushukogyo University). In addition, he participated in the international conference "Essen 2010: Algebraic Geometry and Arithmetic" in Germany, whose travel budget was partially supported by the global COE. The three presentations were performed in the aims to mathematically generalize and formulate the Ph.D. thesis of 2007, in addition to the derivation of physical meanings and significance for physicists. This trial is summarized in the following 3 paragraphs.

At the algebra session of MSJ, Keio University, 2010 March, Sakurai scrutinized the Maurer-Cartan equation of generalized complex geometry of Hitchin school. He examined the complex geometry from the description of minimal model program which is not particular to smooth projective algebraic surfaces. To be more precise, Sakurai controls the blowups without depending on the algorithms of toric diagrams. This controls extended the conventional approach to the chiral de Rham complex by the sheaf cohomology in terms of logarithmic differential forms with respect to the inhomogeneous coordinates under weighted projective algebraic surfaces.

At the super-string theory session of Physical Society of Japan, 2010 September, Sakurai described the canonical quantization scheme for the compactification of chiral conformal field theory to Kahler manifolds. He explained to physicists about the phenomenon of mixed anomaly vanishing in terms of various blowups and cohomology vanishing of pre-sheaf and gauge theory of fiber bundles. Sakurai's suggestion was not restricted to finite simple group theory and Leech lattice of holomorphic vertex operator algebras. His claim was that the second quantization of chiral fermions simplifies the compactification of gauge theory, with the help of Differential Graded Algebras and Gauss-Manin integrable connections.

At the algebra session of MSJ, Nagoya Univer-

sity, 2010 September, Sakurai experimentally tried the formulation of mirror symmetry aiming at the sheaf description for DG categories. He especially suggested the approximation series by finite-dimensional Grassmannian varieties for the asymptotic series completion of Batyrev ring of small quantum cohomology and its Hilbert-Poincaré E-polynomial by the generalized Morse potential for the symplectic invariants for  $D^\pi(Fuk)$  by means of embeddings of 1-dimensional complex manifolds (generalized Riemann surfaces) with boundary.

## B. 発表論文

1. Makoto Sakurai: "Beilinson-Drinfeld chiral algebras for del Pezzo surfaces", Ph.D. thesis, 2007 December, University of Tokyo

## C. 口頭発表

1. Beilinson-Drinfeld chiral algebra, geometric Langlands program, and open Gromov-Witten invariants(国際会議 ASP-JPS Joint Meeting, Hawaii, USA2006)
2. Beilinson-Drinfeld chiral algebras for del Pezzo surfaces(日本数学会秋季総合分科会, 東北大 2007)
3. Beilinson-Drinfeld chiral algebras and gerbes of chiral differential operators(日本数学会秋季総合分科会, 東京工業大学 2008)
4. Deformed chiral algebras and Kac-Moody algebras(日本数学会春季年会, 東京大学 2009)
5. Recent developments of chiral categories(Mathematics mini-workshop @ Tsukuba, 筑波大学 2009)
6. Chiral categories at non-critical levels and generalized localization(日本数学会秋季総合分科会, 大阪大学 2009)
7. Differential Graded Categories and heterotic string theory(IPMU Komaba Seminar in mathematical physics, 東京大学駒場キャンパス 2009)
8. Level structures and moduli space of chiral conformal field theories(日本数学会春季年会, 慶応大学 2010)
9. Moduli space of chiral conformal field theories and compactification to Kähler manifolds(日本物理学会秋季大会, 九州工業大学 2010)
10. DG schemes and quantum invariants(日本数学会秋季総合分科会, 名古屋大学 2010)

## 2. 学位取得者

### Graduate Degrees Conferred

#### 博士号取得者と論文題目

(Doctoral-Ph.D. : conferee, thesis title, and date)

##### ♣ 論文博士

- 富安 亮子 (TOMIYASU Ryoko)  
On some algebraic properties of CM-types of CM-fields and their reflexes  
( CM 体の CM-type と reflex の体のある代数的性質について )  
10 September. 2010

##### ♣ 課程博士

- 今井 直毅 (IMAI Naoki)  
On the moduli spaces of finite flat models of Galois representations  
( Galois 表現の有限平坦モデルのモジュライ空間について )  
24 March. 2011
- 吉富 修平 (YOSHITOMI Shuhei)  
Generators of modules in tropical geometry  
( トロピカル幾何における加群の生成元 )  
24 March. 2011
- 上坂 正晃 (UESAKA Masaaki)  
Coefficient inverse problems for partial differential equations in the viscoelasticity, the material science and population dynamics by Carleman estimates  
( カーレマン評価を用いた、粘弾性論・材料科学・個体群動態学における偏微分方程式系の係数決定問題について )  
24 March. 2011
- 川本 敦史 (KAWAMOTO Atsushi)  
Conditional stability by Carleman estimates for inverse problems: coefficient inverse problems for the Dirac equation, the determination of subboundary by the heat equation and the continuation of solution of the Euler equation  
( 逆問題に対するカーレマン評価による条件付き安定性 : ディラック方程式に対する係数逆問題 , 熱方程式による部分境界の決定とオイラー方程式に対する解の接続性 )  
24 March. 2011
- 北山 貴裕 (KITAYAMA Takahiro)  
Non-commutative Reidemeister torsion, Morse-Novikov theory and homology cylinders of higher-order  
( 非可換ライデマイスタートーション , モース-ノビコフ理論及び高次のホモロジーシリンダー )  
24 March. 2011

- 小寺 諒介 (KODERA Ryosuke)  
Extensions between finite-dimensional simple modules over a generalized current Lie algebra  
(一般化されたカレントリー代数上の有限次元単純加群の間の拡大)  
24 March, 2011
- 三内 顕義 (SANNAI Akiyoshi)  
Annihilation of local cohomology groups by separable extensions in positive characteristic  
(正標数における局所コホモロジー群の分離拡大による消滅)  
24 March, 2011
- 張 欽 (ZHANG Qin)  
Noncommutative maximal ergodic inequality for non-tracial  $L^1$ -spaces  
(非トレース的  $L^1$  空間に対する非可換極大エルゴード不等式)  
24 March, 2011
- 直井 克之 (NAOI Katsuyuki)  
Weyl modules, Demazure modules and finite crystals for non-simply laced type  
(ノンシンプリースト型のワイル加群、デマズール加群および有限クリスタルについて)  
24 March, 2011
- 中原 健二 (NAKAHARA kenji)  
Uniform estimates for distributions of sums of i.i.d. random variables with fat tail  
(分布がファットテールをもつ場合の独立同分布の確率変数和の分布の一樣評価について)  
24 March, 2011
- 橋本 健治 (HASHIMOTO Kenji)  
Finite symplectic actions on the  $K3$  lattice  
( $K3$  格子への有限シンプレクティック作用)  
24 March, 2011
- 原 隆 (HARA Takashi)  
Inductive construction of the  $p$ -adic zeta functions for non-commutative  $p$ -extensions with  
exponent  $p$  of totally real fields  
(総実代数体の冪指数  $p$  型非可換  $p$  拡大に対する  $p$  進ゼータ関数の帰納的構成)  
24 March, 2011
- 水谷 治哉 (MIZUTANI Haruya)  
Dispersive and strichartz estimates for Schrödinger equations  
(シュレディンガー方程式に対する分散型及びストリッカーツ評価)  
24 March, 2011
- 見村 万佐人 (MIMURA Masato)  
Rigidity theorems for universal and symplectic universal lattices  
(普遍格子と斜交普遍格子の剛性定理)  
24 March, 2011
- 山下 真 (YAMASHITA Makoto)  
Deformation of torus equivariant spectral triples  
(トーラス同変なスペクトラル三つ組の変形)  
24 March, 2011



- 柳 青 (LIU Qing)  
 Singular problems related to curvature flow and Hamilton-Jacobi equations  
 ( 曲率流とハミルトン・ヤコビ方程式における特異問題 )  
 24 March, 2011
  
- 佐々田 禎子 (SASADA Makiko)  
 Hydrodynamic limit and equilibrium fluctuation for nongradient systems  
 ( 非勾配型の系に対する流体力学極限と平衡揺動 )  
 24 March, 2011
  
- 張 光輝 (ZHANG Guanghui)  
 Regularity of two dimensional steady capillary gravity water waves  
 ( 二次元定常表面張力重力波の正則性 )  
 24 March, 2011
  
- 原瀬 晋 (HARASE Shin)  
 Fast lattice reduction algorithms for optimizing  $F_2$ -linear pseudorandom number generators  
 (  $F_2$  線形擬似乱数発生法の最適化のための高速格子簡約アルゴリズム )  
 24 March, 2011

## 修士号取得者と論文題目

(Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

- 川口 徳昭 (KAWAGUCHI Noriaki)  
On locally maximal hyperbolic sets and topological dynamics  
(局所極大双曲型集合と位相力学系について)  
24 March 2011
- 岸田 真己 (KISHIDA Masaki)  
免疫の減衰, 活性化を考慮した麻疹に関する Subclinical Infection モデル  
24 March 2011
- 坂巻 亮太 (SAKAMAKI Ryota)  
De Rham model for string topology  
(ストリングトポロジーのド・ラームモデル)  
24 March 2011
- 清水 達郎 (SHIMIZU Tatsuro)  
第 1 Kontsevich-Kuperberg-Thurston 不変量の, 有理ホモロジー 3 球面の間のある種の correspondence に対する拡張について  
24 March 2011
- 菅原 遊 (SUGAWARA Yu)  
独立な安定過程に従う無限粒子系のカレントの漸近挙動  
24 March 2011
- 山内 洋二 (YAMAUCHI Youji)  
確率ポラティリティモデルにおけるインプライド・ポラティリティの漸近挙動  
24 March 2011
- 山口 雅司 (YAMAGUCHI Masashi)  
線型  $q$  差分方程式の rigidity index と  $q$  middle convolution  
24 March 2011
- 阿部 健 (ABE Ken)  
Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions  
(有界な関数の空間におけるストークス半群の解析性)  
24 March 2011
- 江夏 健太 (ENATSU Kenta)  
A transversely holomorphic foliation whose complex secondary characteristic classes are non-trivial  
(複素二次特性類が非自明な横断的に複素解析的な葉層構造)  
24 March 2011
- 大野 健太 (OHNO Kenta)  
Conformally invariant differential operators on symmetric tensor fields  
(対称テンソル場上の共形不変微分作用素)  
24 March 2011
- 籠橋 佑来 (KAGOHASHI Yuki)  
BSDE から得られるバリュエメジャーのある種のバリュエメジャーによる近似  
24 March 2011

- 柏原 崇人 (KASHIWABARA Takahito)  
 On a finite element approximation of the Stokes problem under leak or slip boundary conditions of friction type  
 (摩擦型漏れ・滑り境界条件を課したストークス問題の有限要素近似について)  
 24 March 2011
- 粕谷 直彦 (KASUYA Naohiko)  
 Sol 多様体と5次元球面上の接触構造  
 24 March 2011
- 神吉 雅崇 (KANKI Masataka)  
 Conserved quantities and generalized solutions of the discrete and ultradiscrete KdV equation  
 (離散および超離散 KdV 方程式の保存量と一般解について)  
 24 March 2011
- 北川 弘典 (KITAGAWA Hironori)  
 Intuitionistic set theories in the framework of algebraic set theory and Lawvere-Tierney sheaves  
 (Algebraic set theory と Lawvere-Tierney sheaves の枠組における直観主義的集合論)  
 24 March 2011
- 許 本源 (Hsu PenYuan)  
 On nonexistence for self-similar and stationary solutions with a linear background flow to the Navier-Stokes equations  
 (背景流付きナビエ・ストークス方程式の自己相似解及び定常解の非存在問題)  
 24 March 2011
- 駒井 健太郎 (KOMAI kentaro)  
 Ding-Iohara 代数と 2D 戸田方程式  
 24 March 2011
- 斉藤 翔平 (SAITO Shohei)  
 双曲空間におけるストレート単体の well-definedness  
 24 March 2011
- 佐藤 巨崇 (SATO Naotaka)  
 Symplectic dual pair identity を導く Hamel-King の全単射の手順の自由度と対称性  
 24 March 2011
- 柴原 淳 (SHIBAHARA Jun)  
 $C_n$  型 Macdonald 対称多項式の Tableau 和表示と変形  $W$  代数  
 24 March 2011
- Judell Matthew Neil  
 Gelfand-Cetlin theory via toric degeneration  
 (トーリック退化によるゲルファントセトリン理論)  
 24 March 2011
- 鈴木 裕一 (SUZUKI Yuuichi)  
 複素素点を持つ代数体の整数環上の二次特殊線形群の基本領域の構成  
 24 March 2011

- 鈴木 勇紀 (SUZUKI Yuki)  
 トーリック多様体のシンプレクティックポテンシャルの特徴付けについて  
 24 March 2011
- 寺西 功哲 (TERANISHI Noriaki)  
 Notes on GSB models and smooth Feshbach maps  
 (GSB モデルと滑らかな Feshbach 写像について)  
 24 March 2011
- 中村 あかね (NAKAMURA Akane)  
 サイズ 2 の行列 Painlevé VI 型方程式の Bäcklund 変換について  
 24 March 2011
- 中谷 雅大 (NAKAYA Masahiro)  
 Schrödinger 作用素に関する定常理論およびトレス作用素を利用した応用について  
 24 March 2011
- 西本 将樹 (NISHIMOTO Masaki)  
 On the linear independence of the special values of a Dirichlet series with periodic coefficients  
 (周期的な係数をもつ Dirichlet 級数の特殊値の線型独立性について)  
 24 March 2011
- 服部 円佳 (HATTORI Madoka)  
 広田三輪方程式からのリダクションによる離散非線形 Schrödinger 方程式の導出  
 24 March 2011
- 浜向 直 (HAMAMUKI Nao)  
 Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms  
 (不連続ソース項を持つハミルトン・ヤコビ方程式)  
 24 March 2011
- 穂坂 秀昭 (HOSAKA Hideaki)  
 対称群およびその環積の表現論  
 24 March 2011
- 穂積 寛之 (HOZUMI Hiroyuki)  
 非有界な重みつき確率変数の和に対する局所極限定理  
 24 March 2011
- 松村 真義 (MATSUMURA Masayoshi)  
 Amenable actions and crossed products of  $C^*$ -algebras  
 (従順作用と接合積  $C^*$  環)  
 24 March 2011
- 松本 雄也 (MATSUMOTO Yuya)  
 On good reduction of some  $K3$  surfaces  
 (ある種の  $K3$  曲面の良還元について)  
 24 March 2011
- 三宅 泰記 (MIYAKE Taiki)  
 An invariance principle for wave fronts in a stochastic reaction-diffusion equation  
 (確率反応拡散方程式の進行波に対する不変原理)  
 24 March 2011

- 森 真樹 (MORI Masaki)  
 On some generalizations of representation categories of wreath products  
 (環積の表現圏の一般化について)  
 24 March 2011
  
- 吉田 悠人 (YOSHIDA Yuto)  
 Positive maps on matrix algebras  
 (行列環上の正写像)  
 24 March 2011
  
- 吉安 徹 (YOSHIYASU Toru)  
 Parametric  $h$ -principle for symplectic submersion relation  
 (シンプレクティックサブマーシヨンの定める微分関係式におけるパラメータ付きのホモトピー原理)  
 24 March 2011
  
- 李 曉龍 (Li Xiaolong)  
 On  $R$ -robustly entropy-expansive diffeomorphisms  
 (残留的に強健なエントロピー拡大微分同相写像について)  
 24 March 2011

### 3. 学術雑誌 - 東大数理科学ジャーナル 第 17 卷

Journal of Mathematical Sciences  
The University of Tokyo, Vol. 17

Vol. 17 No. 1 Published July 20, 2010

- **Hajime FUJITA, Mikio FURUTA and Takahiko Yoshida**  
Torus Fibrations and Localization of Index I-Polarization and Acyclic Fibrations
- **Xuefeng LIU , Fumio KIKUCHI**  
Analysis and Estimation of Error Constants for  $P_0$  and  $P_1$  Interpolations over Triangular Finite Elements
- **Hiroataka FUSHIYA and Shigeo KUSUOKA**  
Uniform Estimate for Distributions of the Sum of i.i.d. Random Variables with Fat Tail
- **A.A.George Michael**  
The Generalized Gluškov-Iwasawa Local Splitting Theorem

Vol. 17 No. 2 Published October 26, 2010

- **Shuhei YOSHITOMI**  
Tropical Jacobians in  $\mathbb{R}^2$
- **Seiji NISHIOKA**  
Solvability of Difference Riccati Equations by Elementary Operations
- **James D. LEWIS**  
Abel-Jacobi Equivalence and a Variant of the Beilinson-Hodge Conjecture
- **Atsumu SASAKI**  
A Generalized Cartan Decomposition for the Double Coset Space  $SU(2n + 1) \backslash SL(2n + 1, \mathbb{C}) / Sp(n, \mathbb{C})$
- **Teruo NAGASE and Akiko SHIMA**  
On Charts with Two Crossings I: There Exist No NS-Tangles in a Minimal Chart
- **Noriyuki ABE and Yoichi MIEDA**  
A Remark on the Geometric Jacquet Functor

- **Manabu YOSHIDA**  
Ramification of Local Fields and Fontaine's Property ( $P_m$ )
- **Susumu YAMAZAKI**  
Remarks on Boundary Values for Temperate Distribution Solutions to Regular-Specializable Systems
- **Ondrej BUDÁČ and Marek FILA**  
Stabilizing Effect of Diffusion and Dirichlet Boundary Conditions
- **A.C.YADAV and Ramji LAL**  
Smooth Right Quasigroup Structures on 1-Manifolds

- **V.A.GALAKTIONOV**  
Vast Multiplicity of Very Singular Self-Similar Solutions of a Semilinear Higher-Order Diffusion Equation with Time-Dependent Absorption
- **Yuji UMEZAWA**  
A Limit Theorem on Maximum Value of Hedging with a Homogeneous Filtered Value Measure
- **Akihiro NISHIO and Osami YASUKURA**  
Orbit Decomposition of Jordan Matrix Algebras of Order Three under the Automorphism Groups
- **Daichi KOHMOTO**  
A Generalization of the Artin-Tate Formula for Fourfolds

## 4. プレプリント・シリーズ

(2010.4 ~ 2011.3)

Preprint Series

- 2010–4 Tomohiko Ishida: *Second cohomology classes of the group of  $C^1$ -flat diffeomorphisms of the line.*
- 2010–5 Shigeo Kusuoka: *A remark on Malliavin Calculus : Uniform Estimates and Localization.*
- 2010–6 Issei Oikawa: *Hybridized discontinuous Galerkin method with lifting operator.*
- 2010–7 Hitoshi Kitada: *Scattering theory for the fractional power of negative Laplacian.*
- 2010–8 Keiju- Sono: *The matrix coefficients with minimal  $K$ -types of the spherical and non-spherical principal series representations of  $SL(3, R)$ .*
- 2010–9 Taro Asuke: *On Fatou-Julia decompositions.*
- 2010–10 Yusaku Tiba: *The second main theorem of hypersurfaces in the projective space .*
- 2010–10 Yusaku Tiba: *The second main theorem of hypersurfaces in the projective space .*
- 2010–10 Yusaku Tiba: *The second main theorem of hypersurfaces in the projective space.*
- 2010–11 Hajime Fujita , Mikio Furuta and Takahiro Yoshida: *Torus fibrations and localization of index III – equivariant version and its applications.*
- 2010–12 Nariya Kawazumi and Yusuke Kuno: *The logarithms of Dehn twists.*
- 2010–13 Hitoshi Kitada: *A remark on simple scattering theory.*
- 2010–14 Kenichi Sakamoto and Masahiro Yamamoto : Corresponding AUTHOR: *Initial value/boundary value problems for fractional diffusion-wave equations and applications to some inverse problems.*
- 2010–15 Nobuhiro Nakamura:  *$\text{Pin}^-(2)$ -monopole equations and intersection forms with local coefficients of 4-manifolds.*
- 2010–16 Kenji Nakahara: *Uniform estimate for distributions of the sum of i.i.d random variables with fat tail: threshold case.*
- 2010–17 Hidetaka Sakai: *Isomonodromic deformation and 4-dimensional Painlevé type equations.*
- 2010–18 Takahito Kashiwabara: *On a finite element approximation of the Stokes problem under leak or slip boundary conditions of friction type.*
- 2010–19 Yusaku Tiba: *Holomorphic curves into the product space of the Riemann spheres.*
- 2010–20 Nariya Kawazumi and Yusuke Kuno: *The Chas-Sullivan conjecture for a surface of infinite genus.*
- 2011–1 Qing Liu: *Fattening and comparison principle for level-set equation of mean curvature type.*
- 2011–2 Oleg Yu. Imanuvilov, Gunther Uhlmann, and Masahiro Yamamoto: *Global uniqueness in determining the potential for the two dimensional Schrödinger equation from cauchy data measured on disjoint subsets of the boundary.*



- 2011–3 Junjuro Noguchi: *Connections and the second main theorem for holomorphic curves.*
- 2011–4 Toshio Oshima and Nobukazu Shimeno: *Boundary value problems on Riemannian symmetric spaces of the noncompact type.*
- 2011–5 Toshio Oshima: *Fractional calculus of Weyl algebra and Fuchsian differential equations.*

## 5. 公開講座・研究集会 等

Public Lectures · Symposiums · Workshops, etc

### 玉原数論幾何研究集会 2010

Workshop on arithmetic geometry at Tambara, 2010

2010年5月24日(月)~27日(木)

東京大学玉原国際セミナーハウス (群馬県沼田市上発知町玉原高原)

#### プログラム

5月24日(月)

13:10 上越新幹線 上毛高原駅 集合

14:00 セミナーハウス到着

15:00-16:00 中村健太郎(慶応):

*Construction of  $p$ -adic families of trianguline representations*

16:30-17:30 宮谷和堯(東大):

*Finiteness of crystalline cohomology of higher level*

18:00-19:00 夕食

5月25日(火)

7:30-8:30 朝食

9:00-12:00 森田知真(北大):

論文紹介 “Olivier Brinon, *Représentations  $p$ -adiques cristallines et de de Rham dans le cas relatif*, Mémoires de la SMF, numéro 112 (2008)”

12:00-13:00 昼食

13:00-17:00 野外活動

18:00-19:00 夕食

5月26日(水)

7:30-8:30 朝食

9:00-12:00 大久保俊(東大), 中村健太郎(慶応):

論文紹介 “Olivier Brinon, Fabrizio Andreatta, *Surconvergence des représentations  $p$ -adiques : le cas relatif*, Astérisque 319 (Représentations  $p$ -adiques de groupes  $p$ -adiques I : représentations galoisiennes et  $(\varphi, \Gamma)$ -modules), p. 39-116 (2008)”

12:00-13:00 昼食

13:45-14:45 阿部知行(東大):

曲線上のある種の過収束アイソクリスタルの接続性について

15:00-16:00 森田知真(北大):

*Generalization of the theory of Sen in the semi-stable representation case*

16:30-17:30 都築暢夫 (東北大):

*Generalized hypergeometric functions and arithmetic families of Calabi-Yau varieties*

18:00-19:00 夕食

5月27日(木)

7:30-8:30 朝食

9:00-12:00 宮谷和堯 (東大), 阿部知行 (東大):

論文紹介 “Fabrizio Andreatta, Adrian Iovita, *Global applications of relative  $(\varphi, \Gamma)$ -modules  $F$* ”, preprint

12:30 出発

本集会は, 科学研究費 (A)22244001 (代表者 斎藤毅),

(B)22340001 (代表者 都築暢夫) の援助を受けています.

オーガナイザー: 志甫淳, 都築暢夫, 斎藤毅

## Knots, Contact Geometry and Floer Homology May 24 - 28, 2010

Lecture Hall  
Graduate School of Mathematical Sciences  
The University of Tokyo  
GCOE and Horiba International Symposium

### Program

#### 24 May MONDAY

09:25-09:30 Opening Remarks

09:30-10:30 **András Juhász** (University of Cambridge)

Cobordisms of sutured manifolds

11:00-12:00 **Paul Kirk** (Indiana University)

Instantons, Chern-Simons invariants, and Whitehead doubles of  $(2, 2^k - 1)$  torus knots

13:30-14:30 **Matt Hedden** (Michigan State University)

An invariant for knots in a contact manifold

15:00-16:00 **Dylan Thurston** (Columbia University)

Bordered Floer Homology

16:20-17:20 **Takuya Sakasai** (Tokyo Institute of Technology)

Homology cylinders and knot theory

## 25 May TUESDAY

- 09:30-10:30 **Michael Hutchings** (University of California, Berkeley)  
The chord conjecture in three dimensions
- 11:00-12:00 **Sergiy Maksymenko** (Institute of Mathematics of NAS of Ukraine)  
Deformations of circle-valued Morse functions on surfaces
- 13:30-14:30 **Kaoru Ono** (Hokkaido University)  
Lagrangian Floer theory on compact toric manifolds
- 15:00-16:00 **Tobias Ekholm** (Uppsala University)  
Symplectic homology of 4-dimensional Weinstein manifolds and Legendrian homology of links
- 16:20-17:20 **Vera Vertesi** (MSRI, Berkeley)  
Legendrian and Transverse Classification of twist knots

## 26 May WEDNESDAY

- 09:30-10:30 **Nikolai Saveliev** (The University of Miami)  
Seiberg-Witten invariants and end-periodic Dirac operators
- 11:00-12:00 **Kenji Fukaya** (Kyoto University)  
Spectral invariant with bulk and its applications

## 27 May THURSDAY

- 09:30-10:30 **András Stipsicz** (Renyi Institute of Mathematics)  
Tight contact structures and Dehn surgery
- 11:00-12:00 **Lenhard Ng** (Duke University)  
Enhanced knot contact homology and transverse knots
- 13:30-14:30 **Ko Honda** (University of Southern California)  
ECH=HF via open book decompositions I
- 15:00-16:00 **John Etnyre** (Georgia Institute of Technology)  
Contact geometry, open books and monodromy
- 16:20-17:20 **Masaharu Ishikawa** (Tohoku University)  
On the compatible contact structures of fibered Seifert links in homology 3-spheres

## 28 May FRIDAY

- 09:30-10:30 **Eleny Ionel** (Stanford University)  
Moduli space of holomorphic curves relative singular divisors
- 11:00-12:00 **Vincent Colin** (University of Nantes)  
ECH=HF via open book decompositions II

**9th workshop on  
Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems**

DATE : 13th September (Monday) — 17th September (Friday), 2010  
PLACE : Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo  
ORGANIZERS : Tadahisa FUNAKI (Univ. of Tokyo)  
Hirofumi OSADA (Kyushu Univ.)  
Yoshiki OTOBE (Shinshu Univ.)

This workshop is supported by

- Global COE Program: The research and training center for new development in mathematics, University of Tokyo.
- Japan Society for the Promotion of Science, Grant-in-Aid for Scientific Research (S: 21224001), HI: Y. Giga.
- Japan Society for the Promotion of Science, Grant-in-Aid for Scientific Research (A: 22244007), HI: T. Funaki.
- Japan Society for the Promotion of Science, Grant-in-Aid for Scientific Research (B: 21340031), HI: H. Osada.

**13th September (Monday)**

- 9:00–10:00 (60)** Reimbursement for foreign speakers
- 10:00–10:50 (50)** Gregory F. LAWLER (University of Chicago)  
Brownian intersection exponent in three dimensions
- 10:50–11:20 (30)** Coffee and Reimbursement
- 11:20–12:10 (50)** Claudio LANDIM (IMPA, Rio de Janeiro)  
Nonequilibrium fluctuations for a tagged particle in one-dimensional zero-range processes
- 12:10–14:00 (110)** Lunch and Reimbursement
- 14:00–14:50 (50)** Bálint TÓTH (Budapest University of Technology)  
Superdiffusive bounds on random walks and diffusions with long memory in the critical dimension
- 14:50–15:20 (30)** Coffee
- 15:20–16:10 (50)** Cédric BOUTILLIER (Paris 6)  
Random Young diagrams in a rectangular box
- 16:20–16:50 (30)** Makiko SASADA (University of Tokyo)  
Scaling limits for evolutionary models of two-dimensional Young diagrams

**14th September (Tuesday)**

- 9:30–10:20 (50)** Thierry BODINEAU (École Normale Supérieure, Paris)  
Finite size corrections for kinetically constrained models
- 10:30–11:20 (50)** Jean-Dominique DEUSCHEL (TU Berlin)  
Invariance principle for the random conductance model
- 11:20–11:40 (20)** Coffee

- 11:40–12:30 (50)** Hideki TANEMURA (Chiba University)  
Complex Brownian motion representation of the Dyson model [tanemura.pdf](#)
- 12:30–14:00 (90)** Lunch
- 14:00–14:50 (50)** József LÖRINCZI (Loughborough University)  
On spectral properties of some non-local operators through stochastic methods
- 14:50–15:20 (30)** Coffee
- 15:20–16:10 (50)** Nicolas DIRR (University of Bath)  
Large deviations on the macroscale for an interface in a 1-d Ising model with Kac interaction
- 16:20–16:50 (30)** Daisuke SHIRAISHI (Kyoto University)  
Rigorous exponents for four dimensional random walk trace

15th September (Wednesday)

- 9:30–10:20 (50)** Thomas G. KURTZ (University of Wisconsin-Madison)  
Prophetic construction of branching and related processes
- 10:30–11:20 (50)** Marek BISKUP (UCLA and University of South Bohemia)  
Gibbs measures on permutations of the integers
- 11:20–11:40 (20)** Coffee
- 11:40–12:30 (50)** Jason P. MILLER (Stanford University)  
CLE(4) and the Gaussian Free Field
- 12:30–14:00 (90)** Lunch
- 14:00–14:50 (50)** Boris ROZOVSKIĀ (Brown University)  
Quantization of stochastic Navier-Stokes equation
- 14:50–15:20 (30)** Coffee
- 15:20–16:10 (50)** Benoît COLLINS (University of Ottawa and CNRS Lyon 1)  
Eigenvalues of vectors in a random subspace
- 16:20–16:50 (30)** Makoto NAKASHIMA (Kyoto University)  
Phase transition of measure for branching process in random environment

16th September (Thursday)

- 9:30–10:20 (50)** Jean-Claude ZAMBRINI (GFMUL, Lisbon)  
Stochastic contact geometry and associated time reversible dynamics
- 10:30–11:20 (50)** Omer ANGEL (University of British Columbia)  
Local time coalescing Brownian motions
- 11:20–11:40 (20)** Coffee
- 11:40–12:30 (50)** István GYÖNGY (University of Edinburgh)  
On stochastic difference equations of parabolic type
- 12:30–14:00 (90)** Lunch

14:00–14:50 (50) Yunshyong CHOW (Academia Sinica, Taipei)  
Simulated annealing and evolutionary games

14:50–15:20 (30) Coffee

15:20–16:10 (50) Hubert LACOIN (Università degli studi Roma Tre)  
Directed polymer on hierarchical lattices

16:20–16:50 (30) Yukio NAGAHATA (Osaka University)  
Spectral gap for multi-species exclusion processes

17th September (Friday)

9:30–10:20 (50) Volker BETZ (University of Warwick)  
Spatial random permutations and Bose-Einstein condensation

10:30–11:20 (50) Christophe SABOT (Université Lyon 1)  
The environment viewed from the particle for certain random walks  
in random environment

11:30–12:20 (50) Vladas SIDORAVICIUS (CWI and IMPA, Rio de Janeiro)  
Abundance of maximal paths

## Workshop on Accessory Parameters

2010年10月9日(土) – 10月13日(水)

於：東京大学玉原国際セミナーハウス

群馬県沼田市玉原高原

世話人：大島利雄，原岡喜重

10月9日(土)

15:00 – 15:20 オープニング

15:20 – 16:20 大島利雄(東京大学)

Fuchs 型常微分方程式についての最近の結果の概説 I

16:50 – 17:50 石崎晋也(東京大学)

Gauss の超幾何微分方程式の Euler 型積分による普遍的独立解の構成

20:00 – 21:00 大島利雄(東京大学)

Gauss 超幾何の初等的解析

10月10日(日)

9:00 – 10:30 野海正俊(神戸大学)

不確定特異点の局所理論の概説 I

11:00 – 12:00 川上拓志(東京大学)

行列 Painlevé 方程式

14:00 – 15:00 大島利雄(東京大学)

Fuchs 型常微分方程式についての最近の結果の概説 II

15:20 – 16:20 原岡喜重(熊本大学)

微分方程式サイドから見た共形場理論について

- 16:50 – 17:50 山口雅司 (東京大学)  
線形  $q$  差分方程式の rigidity index と  $q$  middle convolution
- 20:00 – 21:00 大島利雄 (東京大学)  
Fuchs 型常微分方程式の最近の結果の Risa/Asir への実装
- 10月11日(月)
- 9:00 – 10:30 野海正俊 (神戸大学)  
不確定特異点の局所理論の概説 II
- 11:00 – 12:00 川向洋之 (三重大) - 眞野智行 (琉球大学)  
高階線形微分方程式の合流操作とモノドロミー保存変形の退化
- 14:00 – 15:00 大島利雄 (東京大学)  
Fuchs 型常微分方程式についての最近の結果の概説 III
- 15:20 – 16:20 廣惠一希 (東京大学)  
不分岐な不確定特異点をもつ常微分作用素の Fourier 変換  
J. Fang, C. Sabbah の仕事の紹介
- 16:50 – 17:50 安藤加奈 (千葉大学)  
A certain reduction of single differential equation to a system  
of differential equation in a general case
- 20:00 – 21:00 宮崎 直 (東京農工大学)  
Whittaker 関数と保型形式
- 10月12日(火)
- 9:00 – 10:30 野海正俊 (神戸大学)  
不確定特異点の局所理論の概説 III
- 11:00 – 12:00 長谷川浩司 (東北大学)  
量子化差分 Painlevé VI 方程式
- 14:00 – 16:00 自由討論
- 16:30 – 18:00 自由討論
- 20:00 – 21:00 大島利雄 (東京大学)  
特異点の合流と middle convolution
- 10月13日(水)
- 9:00 – 10:00 石崎晋也 (東京大学)  
Okubo 標準型と単独 Fuchs 型方程式の対応
- 10:00 – 11:00 蛭子彰仁 (九州大学)  
Gauss の超幾何関数の 3 項間関係式について
- 11:00 – 12:00 渡辺英和 (東京大学)  
マクドナルド作用素について



## Study Group Workshop for Math-for-Industry

期間：2010年10月25-29日

場所：東京大学・大学院数理科学研究科

趣旨：

このワークショップは産業界から提案された問題の数学者による解決を目指すものです。10月25日（全日）と26日（午前）に全体会議として、産業界ならびに関係分野から問題提起がなされ、その後、参加者は各グループに分かれて提示された問題を数理的手法を用いて解決することを問題提案者とともに目指します。最終日10月29日には、各グループを代表して学生（もしくはポスドク）がその成果を全体会議で報告します。産業界からの問題の数理的手法による解決のために大学院生、ポスドクが参加し、大学で学んできた知識を実際に活用する機会にするとともに、このような活動によって数学的な能力を一層発展させることも期待されています。産業界の数学への要請に答える1つの枠組みを提供するとともに、院生らの活動により数学における新たな研究分野を開拓することも目指すこのような形の本格的なスタディグループは日本では例がなく、この度、東京大学・大学院数理科学研究科と九州大学・大学院数理学研究院が積極的な協力連携の下で開催されます。

問題提供者：

佐藤尚宜（日立製作所）、秋山 浩一郎（株式会社 東芝）、C. Pandu Rangan (Indian Institute of Technology)、安生 健一（株式会社オー・エル・エム・デジタル）、J.P. Lewis (Weta Digital Ltd./Victoria University)、中川淳一（新日本製鐵株式會社）、Bob Anderssen (CSIRO)、本間充（花王株式会社）、日高 中（武田薬品工業株式会社）

主催：

東京大学・大学院数理科学研究科、グローバルCOEプログラム「数学新展開の研究教育拠点」

九州大学・大学院数理学研究院、グローバルCOEプログラム「マス・フォア・インダストリ教育研究拠点」

九州大学・特別経費（プロジェクト分）、「大学院数学教育の国際スタンダード - 国際社会がもつめる大学院レベル数学教育の構築と展開 - 」九州大学・産業技術数理研究センター (MRIT)

組織委員：

若山正人、福本康秀、金子昌信、落合啓之、佐伯修、高木剛、谷口説男（九州大学）、山本昌宏（東京大学）、安生健一（株式会社オー・エル・エム・デジタル）

<http://fmi2010.math.kyushu-u.ac.jp/>

東京大学大学院数理科学研究科  
2010 年度公開講座  
グローバル COE プログラム「数学新展開の研究教育拠点」

『複素数の話』

日時：2010 年 11 月 6 日 (土) , 13:20-17:00  
場所：東京大学大学院数理科学研究科棟・大講義室  
最寄駅：京王井の頭線「駒場東大前」  
アクセス：<http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/access/index.html>

プログラム

- 13:20-13:30 大島利雄 研究科長挨拶
- 13:30-14:30 『複素数の発見』  
川又 雄二郎 (東京大学大学院数理科学研究科)
- 14:45-15:45 『代数学の基本定理』  
辻 雄 (東京大学大学院数理科学研究科)
- 16:00-17:00 『その後の発展 - 量から数, 数から量子へ -』  
細野 忍 (東京大学大学院数理科学研究科)

- \* 対象：高校生，大学生，教員，数学に興味のある一般の方。  
\* 入場無料．事前登録不要．

問合せ先：〒 153-8914 目黒区駒場 3-8-1  
東京大学大学院数理科学研究科  
公開講座世話人 斎藤 毅

**Algebraic and geometric aspects of discrete integrable systems:  
integrable systems and cluster algebras**

December 14 – 17, 2010

Room 002, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

**14 December (Tuesday)**

- 10:00 – 11:00 Sergey Fomin (University of Michigan)  
*Total positivity and cluster algebras*
- 11:30 – 12:30 Allan Fordy (University of Leeds)  
*Cluster Mutation-Periodic Quivers and Associated Laurent Sequences*
- 14:30 – 15:30 Christian Korff (University of Glasgow)  
*Quantum plactic polynomials and a  $q$ -deformation of the  $su(n)$  Verlinde algebra*

- 16:00 – 17:00 Atsuo Kuniba (University of Tokyo)  
*Yang-Baxter map, tau functions and crystal energies for type D*
- 17:00 – 18:00 Masatoshi Noumi (Kobe University)  
*Birational Weyl group action on the space of matrices and a discrete integrable system*

### 15 December (Wednesday)

- 9:30 – 10:30 Yasuhiro Ohta (Kobe University)  
*Coordinate transformation and discretization for soliton equations*
- 11:00 – 12:00 Toshiki Nakashima (Sophia University)  
*Decorated Geometric Crystals, Monomial Realizations and Polyhedral Realizations of Crystal Bases*
- 12:00 – 13:00 Sergey Fomin (University of Michigan)  
*Cluster algebras and triangulated surfaces*
- 14:30 – 15:30 Andrew Hone (University of Kent)  
*Symplectic structure of cluster maps associated with quivers*
- 16:00 – 17:00 Tomoki Nakanishi (Nagoya University)  
*Difference equations and cluster algebras I: general T-systems and Y-systems*
- 17:00 – 18:00 Rei Inoue (Suzuka University of Medical Science)  
*Difference equations and cluster algebras II: Poisson structure for integrable difference equations*

### 16 December (Thursday)

- 10:00 – 11:00 Sebastian Zwicknagl (University of Bonn)  
*Toric Poisson Ideals in Cluster Algebras*
- 11:30 – 12:30 Michael Shapiro (Michigan State University)  
*Poisson geometry of directed networks and integrable lattices*
- 14:30 – 15:30 Kenji Kajiwara (Kyushu University)  
*Motion and Bäcklund transformations of plane discrete curves*
- 16:00 – 17:00 Saburo Kakei (Rikkyo University)  
*From discrete KP to Yang-Baxter maps*
- 17:00 – 18:00 Max Glick (University of Michigan)  
*The pentagram map and Y-patterns*

### 17 December (Friday)

- 10:00 – 11:00 Yuri Suris (Technical University of Berlin)  
*On the Lagrangian structure of integrable quad-equations*
- 11:30 – 12:30 Claire Gilson (University of Glasgow)  
*A direct analysis of solitons in BBS's with background*
- 14:30 – 15:30 Junkichi Satsuma (Aoyama Gakuin University)  
*Solutions of the ultradiscrete Painlevé II equation*

Organizers: T. Tokihiro and R. Willox

## Workshop on various zeta functions and related topics

**Organizers** K. Matsumoto, T. Nakamura, M. Suzuki

**Place** The University of Tokyo (Komaba I Campus)  
Room #002 of Graduate School of Mathematical Sciences

**Date** December 21 and 22, 2010

### PROGRAM

December 21

**10:00–11:00 L. Pankowski**

Hybrid universality of L-functions and applications  
(joint work with T. Nakamura)

**11:15–12:15 M. Suzuki**

Zeros of Weng's zeta functions for Chevalley groups  
(joint work with H. Ki and Y. Komori)

**14:00–15:00 R. Steuding**

Elliptic divisibility sequences, Beatty sequences, and new examples of hyper-transcendental Dirichlet series

**15:15–16:15 R. Garunkstis**

Zeros of the Estermann zeta-function. Dependence on the parameters

**16:45–17:45 J. Lagarias**

Analytic continuation of the Lerch zeta function

December 22

**10:00–11:00 Y. Lee**

Zeros of periodic zeta functions (joint work with H. Ki)

**11:15–12:15 S. Yamamoto**

On analytic expressions of the Shintani invariants for real quadratic fields

**14:00–15:00 R. Macaitiene**

A mixed joint universality theorem for zeta-functions

**15:15–16:15 J. Steuding**

Differential Polynomials in Zeta

**GCOE Conference “Derived Categories 2011 Tokyo” Program**

**January 24 (Mon)**

14:00–15:00 **Yukinobu TODA** (IPMU Tokyo): *Stability conditions and Bogomolov-Gieseker type inequalities, I*

15:20–16:20 **Emanuele MACRI** (Utah): *Stability conditions and Bogomolov-Gieseker type inequalities, II*

16:40–17:40 **Paolo STELLARI** (Universita’ degli Studi di Milano): *Fourier-Mukai functors in geometric contexts*

**January 25 (Tue)**

10:00–11:00 **Keiji OGUISO** (Osaka): *Bounded derived categories of very simple manifolds*

11:30–12:30 **Mihnea POPA** (UI Chicago): *Derived equivalence of irregular varieties*

14:00–15:00 **Yoshinori NAMIKAWA** (Kyoto): *Equivalence problems of symplectic singularities*

15:20–16:20 **Alexander POLISHCHUK** (Oregon): *Matrix factorizations and cohomological field theories*

16:40–17:40 **Christian SCHNELL** (UI Chicago): *On the Calabi-Yau threefolds of Gross-Popescu*

**January 26 (Wed)**

10:00–11:00 **Bernhard KELLER** (Paris 7): *Quiver mutation and quantum dilogarithm identities*

11:30–12:30 **Osamu IYAMA** (Nagoya): *Stable categories of Cohen-Macaulay modules and Cluster categories*

14:00–15:00 **Bertrand TOEN** (Montpellier): *Derived symplectic structures*

15:20–16:20 **Izuru MORI** (Shizuoka): *Fano algebras and quantum projective spaces*

16:40–17:40 **Marcello BERNARDARA** (Universitaet Duisburg-Essen): *Derived categories and rationality of conic bundles*

**January 27 (Thu)**

10:00–11:00 **Michel VAN DEN BERGH** (Brussel): *Derived autoequivalences of singular elliptic curves and mirror symmetry*

11:30–12:30 **Dmitry KALEDIN** (Steklov): *Non-commutative Witt vectors and de Rham-Witt complex*

14:00–15:00 **Kentaro NAGAO** (Nagoya): *Donaldson-Thomas theory for triangulated surfaces*

15:20–16:20 **Alexander KUZNETSOV** (Steklov): *Exceptional collections on Grass-*

*mannians*

16:40–17:40 **Kazushi UEDA** (Osaka): *On the derived category of the quintic 3-fold*

**January 28 (Fri)**

10:00–11:00 **Kyoji SAITO** (IPMU Tokyo): *Study of vanishing cycles of types  $A_{\frac{1}{2}\infty}$  and  $D_{\frac{1}{2}\infty}$*

11:20–12:20 **Atsushi TAKAHASHI** (Osaka): *Mirror Symmetry for Weighted Homogeneous Polynomials*

13:30–14:30 **Sabin CAUTIS** (Columbia U): *Categorical actions and derived equivalences*

14:45–15:45 **Alexey BONDAL** (IPMU Tokyo and Aberdeen): *Derived categories and geometry*

## 6. 談 話 会

Colloquium

日時：4月23日(金) 16:30~17:30

場所：数理科学研究科棟(駒場)123号室

講師：松本 眞 氏(東京大学大学院数理科学研究科)

題目：疑似乱数発生に用いられる数学:メルセンヌ・ツイスターを例に

日時：5月7日(金) 16:30~17:30

場所：数理科学研究科棟(駒場)123号室

講師：Jean-Pierre Puel 氏(The University of Tokyo, Universite de Versailles Saint-Quentin)

題目：Why to study controllability problems and the mathematical tools involved

日時：6月11日(金) 17:00~18:00

場所：数理科学研究科棟(駒場)123号室

講師：梅原 雅顕 氏(大阪大学大学院理学研究科)

題目：ガウス・ボンネの定理と曲面上の特異点

日時：7月2日(金) 16:30~17:30

場所：数理科学研究科棟(駒場)123号室

講師：宍倉 光広 氏(京都大学)

題目：等角フラクタルのハウスドルフ次元と測度

日時：10月8日(金) 16:30~17:30

場所：数理科学研究科棟(駒場)123号室

講師：佐々木 隆 氏(京都大学基礎物理学研究所)

題目： $3 + \ell$  ( $\ell = 1, 2, \dots$ ) 個の確定特異点を持つ Schroedinger (Sturm-Liouville) 方程式の解として  
例外 Jacobi 多項式

日時：10月29日(金) 16:00~17:00

場所：数理科学研究科棟(駒場)002号室

講師：Robin Graham 氏(University of Washington)

題目：Ambient metrics and exceptional holonomy

日時：12月10日(金) 16:30~17:30

場所：数理科学研究科棟(駒場)117号室

講師：儀我 美一 氏(東京大学大学院数理科学研究科)

題目：ハミルトン・ヤコビ方程式と結晶成長

日時：平成22年1月28日(金) 16:30~17:30

場所：数理科学研究科棟(駒場)117号室

講師：白井朋之 氏(九州大学)

題目：確率論における共形不変性

## 7. 公開セミナー

Seminars

### 複素解析幾何セミナー

日時：4月12日(月)10:30–12:00

講師：千葉 優作 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Degeneracy of holomorphic curves into the complements of hypersurfaces  
in a complex projective space

日時：4月19日(月)10:30 – 12:00

講師：Filippo Bracci (Universita di roma "Tor Vergata")

題目：Loewner's theory on complex manifolds

日時：4月26日(月)10:30 – 12:00

講師：相原 義弘 (福島大学)

題目：Deficiencies of holomorphic curves in projective algebraic varieties

日時：5月10日(月)10:30 – 12:00

講師：松本 佳彦 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：ACH-Einstein 計量の漸近展開と半可積分概 CR 多様体上のある不変テンソル場

日時：5月17日(月)10:30 – 12:00

講師：田辺 正晴 (東京工業大学)

題目：On the norm defined on the holomorphic maps of compact Riemann surfaces

日時：5月31日(月)10:30 – 12:00

講師：吉川 謙一 (京都大学)

題目：Singularities and analytic torsion

日時：6月7日(月)10:30 – 12:00

講師：久本 智之 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：部分多様体に沿った Bergman 核の漸近展開

日時：6月14日(月)10:30 – 12:00

講師：松本 和子 (大阪府立大学)

題目： $\mathbb{C}^n$  の Levi 平坦実超曲面への距離の Levi form の退化条件

日時：6月21日(月)10:30 – 12:00

講師：濱野 佐知子 (福島大学)

題目：A remark on  $\mathbb{C}^1$  subharmonicity of the harmonic spans for discontinuously moving  
Riemann surfaces

日時：6月28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：Total Q-curvature vanishes on integrable CR manifolds



日時：7月5日(月)10:30 – 12:00

講師：松村 慎一 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：制限型体積のカレントを用いた積分表示

日時：7月12日(月)10:30 – 12:00

講師：川上 裕 (九州大学数理)

題目：波面の Gauss 写像の値分布とその応用

日時：10月4日(月)10:30 – 12:00

講師：伊師 英之 (名古屋大学多元数理)

題目：The canonical coordinates associated to homogeneous Kaehler metrics on a homogeneous bounded domain

日時：10月18日(月)10:30 – 11:30

講師：Sergey Ivashkovitch (Univ.de Lille)

題目：Limiting behavior of minimal trajectories of parabolic vector fields on the complex projective plane.

日時：10月18日(月)13:00 – 14:00

講師：Philippe Eyssidieux (Institut Fourier, Grenoble)

題目：Degenerate complex Monge-Ampere equations

日時：10月26日(火)13:00 – 14:30

講師：Dan Popovici (Toulouse)

題目：Limits of Moishezon Manifolds under Holomorphic Deformations

日時：11月8日(月)10:30 – 12:00

講師：辻 元 (上智大学)

題目：Variation of canonical measures under Kaehler deformations

日時：11月15日(月)10:30 – 12:00

講師：諏訪 立雄 (北海道大学)

題目：Excess intersections and residues in improper dimension

日時：12月6日(月)10:30 – 12:00

講師：小野 肇 (東京理科大学)

題目：偏極トーリック多様体のチャウ半安定性について

日時：12月13日(月)10:30 – 12:00

講師：山ノ井 克俊 (東京工業大学理工)

題目：第二主要定理の等式評価

日時：12月20日(月)10:30 – 12:00

講師：山口 博史 (滋賀大学)

題目：ホップ曲面の擬凸状領域について

日時：2011年1月17日(月)10:30 – 12:00

講師：野瀬 敏洋 (九州大学数理)

題目：Asymptotics of the Bergman function for semipositive holomorphic line bundles

日時：2011年1月24日(月)10:30 – 12:00

講師：加藤 昌英 (上智大学)

題目：Toward a complex analytic 3-dimensional Kleinian group theory

日時：2011年1月31日(月)10:30 – 12:00

講師：Damian Brotbek (Rennes Univ.)

題目：Varieties with ample cotangent bundle and hyperbolicity

#### 代数幾何学セミナー

日時：4月5日(月)16:40 – 18:10

講師：Alexandru Dimca (Université Nice-Sophia Antipolis)

題目：From Lang's Conjecture to finiteness properties of Torelli groups

日時：4月19日(月)16:40 – 18:10

講師：松村 慎一 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：制限型体積と因子的ザリスキー分解

日時：4月26日(月)16:40 – 18:10

講師：馬 昭平 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：The unirationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces

日時：5月10日(月)16:40 – 18:10

講師：三浦 真人 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Grassmann 多様体のトーリック退化とミラー対称性

日時：5月17日(月)16:40 – 18:10

講師：尾高 悠志 (京都大学数理解析研究所 (RIMS))

題目：On the GIT stability of Polarized Varieties

日時：5月24日(月)16:40 – 18:10

講師：上原 北斗 (首都大学東京)

題目：A counterexample of the birational Torelli problem via Fourier–Mukai transforms

日時：5月31日(月)16:40 – 18:10

講師：金沢 篤 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：On Pfaffian Calabi-Yau Varieties and Mirror Symmetry

日時：6月7日(月)16:40–18:10

講師：Xavier Roulleau (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Genus 2 curve configurations on Fano surfaces

日時 : 6月14日(月)16:40–18:10  
講師 : Yongnam Lee (Sogang University)  
題目 : Slope of smooth rational curves in an anticanonically polarized Fano manifold

日時 : 6月21日(月)16:40–18:10  
講師 : 月岡 透 (大阪府立大学)  
題目 : ファノ多様体の擬指数と端射線の長さの最小値

日時 : 7月5日(月)16:40–18:10  
講師 : 古川 勝久 (早稲田大学)  
題目 : Rational curves on hypersurfaces

日時 : 7月12日(月)16:40–18:10  
講師 : 大川 領 (東京工業大学)  
題目 : Flips of moduli of stable torsion free sheaves with  $c_1 = 1$  on  $\mathbb{P}^2$

日時 : 7月29日(木)14:30–16:00  
講師 : 二木 昌宏 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Homological Mirror Symmetry for 2-dimensional toric Fano stacks

日時 : 9月6日(月)16:40–18:10  
講師 : Remke Kloosterman (Humboldt University, Berlin)  
題目 : Non-reduced components of the Noether-Lefschetz locus

日時 : 10月18日(月)16:40–18:10  
講師 : 三内 顕義 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : ガロア拡大と局所コホモロジー間の写像について

日時 : 11月1日(月)16:40–18:10  
講師 : 伊藤 敦 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : How to estimate Seshadri constants

日時 : 11月15日(月)16:40–18:10  
講師 : 吉富 修平 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Generators of tropical modules

日時 : 11月16日(火)16:30–18:00  
講師 : Viacheslav Nikulin (Univ Liverpool and Steklov Moscow)  
題目 : Self-correspondences of K3 surfaces via moduli of sheaves

日時 : 11月29日(月)16:40–18:10  
講師 : 大橋 久範 (名古屋大学大学院多元数理科学研究科)  
題目 : K3 surfaces and log del Pezzo surfaces of index three

日時 : 12月13日(月)16:40–18:10  
講師 : Sergey Fomin (University of Michigan)  
題目 : Enumeration of plane curves and labeled floor diagrams

日時 : 12月20日(月)16:40-18:10  
講師 : 榎業 善範 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : On the minimal model theory from a viewpoint of numerical invariants

日時 : 2011年1月17日(月)16:40-18:10  
講師 : Dano Kim (KIAS)  
題目 :  $L^2$  methods and Skoda division theorems

日時 : 2011年1月31日(月)16:40-18:10  
講師 : Sukmoon Huh (KIAS)  
題目 : Restriction maps to the Coble quartic

#### トポロジー火曜セミナー

日時 : 4月13日(火)16:30 - 18:00  
講師 : Christian Kassel (CNRS, Univ.de Strasbourg)  
題目 : Torsors in non-commutative geometry

日時 : 4月20日(火)16:30 - 18:00  
講師 : Helene Eynard-Bontemps (東京大学大学院数理科学研究科, JSPS)  
題目 : Homotopy of foliations in dimension 3.

日時 : 4月27日(火)16:30 - 18:00  
講師 : 横田 佳之 (首都大学東京)  
題目 : On the complex volume of hyperbolic knots

日時 : 5月11日(火)16:30 - 18:00  
講師 : 河澄 響矢 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : The logarithms of Dehn twists

日時 : 5月18日(火)16:30 - 18:00  
講師 : 門田 直之 (大阪大学大学院理学研究科)  
題目 : On roots of Dehn twists

日時 : 6月01日(火)17:00 - 18:30  
講師 : 足助 太郎 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : On Fatou-Julia decompositions

日時 : 6月15日(火)16:30 - 18:00  
講師 : 市原 一裕 (日本大学文理学部)  
題目 : On exceptional surgeries on Montesinos knots (joint works with In Dae Jong and Shigeru Mizushima)

日時 : 6月29日(火)16:30 - 18:00  
講師 : 北山 貴裕 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Non-commutative Reidemeister torsion and Morse-Novikov theory

日時：7月6日(火)17:00 – 18:00

講師：河野 明 (京都大学大学院理学研究科)

題目：On the cohomology of free and twisted loop spaces

日時：7月13日(火)16:30 – 18:00

講師：Marion Moore (University of California, Davis)

講師：High Distance Knots in closed 3-manifolds

日時：7月20日(火)17:00 – 18:00

講師：川室 圭子 (University of Iowa)

題目：A polynomial invariant of pseudo-Anosov maps

日時：7月27日(火)16:30 – 18:00

講師：井上 歩 (東京工業大学)

題目：Quandle homology and complex volume (Joint work with Yuichi Kabaya)

日時：10月12日(火)16:30 – 18:00

講師：Andrei Pajitnov (Univ.de Nantes, 東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Asymptotics of Morse numbers of finite coverings of manifolds

日時：10月19日(火)16:30 – 18:00

講師：Jinseok Cho (早稲田大学)

題目：Optimistic limits of colored Jones invariants

日時：10月26日(火)17:00 – 18:00

講師：葉廣 和夫 (京都大学数理解析研究所)

題目：Quantum fundamental groups and quantum representation varieties for 3-manifolds

日時：11月02日(火)16:30 – 18:00

講師：Daniel Ruberman (Brandeis University)

題目：Periodic-end manifolds and SW theory

日時：11月9日(火)17:00 – 18:00

講師：大鹿 健一 (大阪大学)

題目：Characterising bumping points on deformation spaces of Kleinian groups

日時：11月16日(火)16:30 – 18:00

講師：伊藤 昇 (早稲田大学)

題目：On a colored Khovanov bicomplex

日時：11月30日(火)16:30 – 18:00

講師：中村 信裕 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目： $\text{Pin}^{\pm}(2)$ -monopole equations and intersection forms with local coefficients of 4-manifolds

日時：12月7日(火)16:30 – 18:00

講師：Raphael Ponge (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Diffeomorphism-invariant geometries and noncommutative geometry

日時 : 12月14日(火)16:30 – 18:00  
講師 : Kenneth Schackleton (IPMU)  
題目 : On the coarse geometry of Teichmueller space

日時 : 2011年1月11日(火)16:30 – 18:00  
講師 : 河澄 響矢 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : The Chas-Sullivan conjecture for a surface of infinite genus

日時 : 2011年1月25日(火)16:30 – 17:30  
講師 : 春田 力 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : シート数が小さい曲面結び目の自明化について

#### Lie 群・表現論セミナー

日時 : 4月6日(火)16:30 – 18:00  
講師 : 加藤 周 (京都大学)  
題目 : On the characters of tempered modules of affine Hecke algebras of classical type

日時 : 4月15日(木)16:30 – 18:00  
講師 : Uuganbayar Zunderiya (Nagoya University)  
題目 : 超幾何微分方程式系の一般化

日時 : 4月20日(火)16:30 – 18:00  
講師 : 奥田 隆幸 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : 半単純対称空間における  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有な作用

日時 : 4月27日(火)16:30 – 18:00  
講師 : 大島 芳樹 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Vogan-Zuckerman 加群の対称部分群に関する制限

日時 : 5月11日(火)16:30 – 18:00  
講師 : 松本 久義 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : On a finite  $W$ -algebra module structure on the space of continuous Whittaker vectors for an irreducible Harish-Chandra module

日時 : 5月18日(火)16:30 – 18:00  
講師 : B. Spohn (Cornell University)  
題目 : On the eigenvalues of the Laplacian on locally symmetric hyperbolic spaces

日時 : 5月25日(火)17:00 – 18:00  
講師 : 平賀 郁 (京都大学)  
題目 : On endoscopy, packets, and invariants

日時 : 6月8日(火)17:00 – 18:30  
講師 : 金行 壮二 (Sophia University)  
題目 : Automorphism groups of causal Makarevich spaces

日時 : 7月15日(木)14:30 – 16:00  
講師 : Soo Teck Lee (Singapore National University)  
題目 : Pieri rule and Pieri algebras for the orthogonal groups

日時 : 9月1日(水)16:30 – 18:00  
講師 : Bernhard Mühlherr (Justus-Liebig -Universität Giessen)  
題目 : Groups of Kac-Moody type

日時 : 10月26日(火)16:30 – 18:00  
講師 : Daniel Sternheimer (Keio University and Institut de Mathematiques de Bourgogne)  
題目 : Some instances of the reasonable effectiveness (and limitations) of symmetries  
and deformations in fundamental physics

日時 : 11月2日(火)16:30 - 18:00  
講師 : Michael Eastwood (University of Adelaide)  
題目 : Twistor theory and the harmonic hull

日時 : 12月21日(火)16:30 – 18:00  
講師 : 直井 克之 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Some relation between the Weyl module and the crystal basis of the tensor product  
of fundamental representations

日時 : 2011年1月18日(火)17:00 – 18:00  
講師 : Pierre Clare (Universite Orleans and the University of Tokyo)  
題目 : Connections between Noncommutative Geometry and Lie groups representations

#### 解析学火曜セミナー

日時 : 4月13日(火)16:30 – 18:00  
講師 : Jean-Marc Bouclet (トゥールーズ大学, フランス)  
題目 : Strichartz estimates and the Isozaki-Kitada parametrix on asymptotically hyperbolic manifolds

日時 : 6月15日(火)16:30 – 18:00  
講師 : 滝口 孝志 (防衛大学校 数学教育室)  
題目 : Sato's counterexample and the structure of generalized functions

日時 : 6月22日(火)16:30 – 18:00  
講師 : Ivana Alexandrova (East Carolina University)  
題目 : Resonances for Magnetic Scattering by Two Solenoidal Fields at Large Separation

日時 : 7月13日(火)17:00 – 18:00  
講師 : Carlos Villegas Blas (メキシコ国立自治大学)  
題目 : On a limiting eigenvalue distribution theorem for perturbations of the hydrogen atom

日時 : 9月28日(火)16:30 – 18:00  
講師 : Pavel Exner (Czech Academy of Sciences)  
題目 : Some spectral and resonance properties of quantum graphs

日時 : 11月16日(火)16:00 – 16:45  
講師 : 打越 敬祐 (防衛大学校 数学教育室)  
題目 : Hyperfunctions and vortex sheets

日時 : 11月16日(火)17:00 – 18:30  
講師 : L.Boutet de Monvel (University of Paris6)  
題目 : Residual trace and equivariant asymptotic trace of Toeplitz operators

#### PDE 実解析セミナー

日時 : 4月28日(水)10:30 – 11:30  
講師 : Marcus Wunsch (Kyoto University)  
題目 : GLOBAL AND SINGULAR SOLUTIONS TO SOME HYDRODYNAMIC EVOLUTION EQUATIONS

日時 : 5月12日(水)10:30 – 11:30  
講師 : Jean-Pierre Puel (Graduate School of Mathematical Sciences The University of Tokyo)  
題目 : Exact controllability for incompressible fluids

日時 : 5月26日(水)10:30 – 11:30  
講師 : Giovanni Pisante (Department of Mathematics Hokkaido University)  
題目 : A SELECTION CRITERION FOR SOLUTIONS OF A SYSTEM OF EIKONAL EQUATIONS

日時 : 2011年1月26日(水)10:30 – 11:30  
講師 : Jong-Shenq Guo (Department of Mathematics, Tamkang University)  
題目 : Quenching Problem Arising in Micro-electro Mechanical Systems

#### 代数学コロキウム

日時 : 4月14日(水)17:30 – 18:30  
講師 : Gerard Laumon (CNRS, Université Paris XI-Orsay)  
題目 : The cohomological weighted fundamental lemma

日時 : 5月12日(水)17:30 – 18:30  
講師 : 松本 眞 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Differences between Galois representations in outer-automorphisms of the fundamental groups and those in automorphisms, implied by topology of moduli spaces

日時 : 6月2日(水)16:30 – 17:30  
講師 : 富安 亮子 (高エネルギー加速器研究機構)  
題目 : On some algebraic properties of CM-types of CM-fields and their reflex fields



日時 : 6月9日(水)16:15 – 17:15

講師 : Richard Hain (Duke 大学)

題目 : Universal mixed elliptic motives

日時 : 6月9日(水)17:30 – 18:30

講師 : Fabrice Orgogozo (CNRS École polytechnique)

題目 : エタールコホモロジーの高次順像の一樣構成可能性について

日時 : 6月16日(水)16:30 – 17:30

講師 : Luc Illusie (Universite de Paris-Sud)

題目 : Vanishing theorems revisited, after K.-W. Lan and J. Suh

日時 : 7月7日(水)16:30 – 17:30

講師 : 津嶋 貴弘 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : On the stable reduction of  $X_0(p^4)$

日時 : 10月6日(水)16:30 – 17:30

講師 : Hélène Esnault (Universität Duisburg-Essen)

題目 : Finite group actions on the affine space

日時 : 11月17日(水)16:30 – 17:30

講師 : 原瀬 晋 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : F<sub>2</sub>-線形疑似乱数発生法の評価に用いる格子の簡約基底計算の高速化

日時 : 12月1日(水)16:30 – 17:30

講師 : 星 裕一郎 (京都大学数理解析研究所)

題目 : On a problem of Matsumoto and Tamagawa concerning monodromic fullness of hyperbolic curves

日時 : 12月1日(水)17:45 – 18:45

講師 : Marco Garuti (University of Padova)

題目 : Galois theory for schemes

日時 : 12月22日(水)16:30 – 17:30

講師 : 原 隆 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : 総実代数体の冪指数  $p$  型非可換  $p$  拡大に対する  $p$ -進ゼータ関数の帰納的構成

日時 : 2011年1月12日(水)16:30 – 17:30

講師 : Zhonghua Li (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : On regularized double shuffle relation for multiple zeta values

日時 : 2011年1月12日(水)17:45 – 18:45

講師 : Dan Yasaki (North Carolina University)

題目 : Spines with View Toward Modular Forms

日時 : 2011年1月26日(水)16:30 – 17:30

講師 : 小林 真一 (東北大学)

題目 : 楕円曲線の超特異素点における  $P$ -進 Gross-Zagier 公式

日時：2011年2月10日(木)11:00 – 12:00  
講師：Joseph Ayoub (University of Zurich)  
題目：The motivic Galois group and periods of algebraic varieties

#### 諸分野のための数学研究会

日時：4月14日(水)10:30 – 11:30  
講師：横山 悦郎 (学習院大学計算機センター)  
題目：国際宇宙ステーション「きぼう」における「氷の結晶成長における形態不安定化」  
実験解析 氷の底面及び樹枝先端の成長速度解析とその理論的考察

日時：4月21日(水)10:30 – 11:30  
講師：佐崎 元 (北海道大学低温科学研究所)  
題目：高分解光学顕微法による結晶成長素過程の直接観察

日時：5月19日(水)10:30 – 11:30  
講師：水藤 寛 (岡山大学大学院環境学研究科)  
題目：臨床医療診断に対する数理科学からのアプローチ

日時：7月7日(水)10:30 – 11:30  
講師：佐藤 正英 (金沢大学総合メディア基盤センター)  
題目：拡散場の非対称性により生じる微斜面上のステップの不安定化

日時：10月20日(水)10:30 – 11:30  
講師：小川 直久 (北海道工業大学)  
題目：厚みのある2次元曲面での粒子の拡散

日時：2011年1月19日(水)10:30 – 11:30  
講師：小笠原 義仁 (早稲田大学 理工学術院)  
題目：Mullins 方程式の本質への探求

#### 統計数学セミナー

日時：4月28日(水)15:00 – 16:10  
講師：加藤 昇吾 (統計数理研究所)  
題目：A Markov process for circular data

日時：5月19日(水)15:00 – 16:10  
講師：吉田 朋広 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：確率過程の分散共分散構造推定および YUIMA パッケージの適用

日時：5月26日(水)16:20 – 17:30  
講師：深澤 正彰 (大阪大学 金融・保険教育研究センター)  
題目：R-Yuima パッケージによるファイナンス高頻度データ解析とシミュレーション

日時：6月9日(水)15:00 – 16:10

講師：鎌谷 研吾 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Weak convergence of Markov chain Monte Carlo method and its application to Yuima

日時：7月15日(木)15:00 – 16:10

講師：増田 弘毅 (九州大学大学院数理学研究院)

題目：Mighty convergence in LAD type estimation

日時：10月6日(水)15:00 – 16:10

講師：鈴木 大慈 (東京大学大学院情報理工学系研究科)

題目：Elasticnet 型正則化を持つ Multiple Kernel Learning について

日時：2011年1月19日(水)15:00 – 16:10

講師：清水 泰隆 (大阪大学)

題目：Notes on estimating the probability of ruin and some generalization

日時：2011年1月26日(水)15:00 – 16:10

講師：廣瀬 勇一 (Victoria University of Wellington)

題目：Semi-parametric profile likelihood estimation and implicitly defined functions

日時：2011年2月2日(水)15:00 – 16:10

講師：三浦 良造 (一橋大学)

題目：An Attempt to formalize Statistical Inferences for Weakly Dependent Time-Series  
Data and Some Trials for Statistical Analysis of Financial Data

#### 関数解析セミナー

日時：2011年2月23日(水)14:00 – 14:45

講師：Dimitri Yafaev (Univ. Rennes 1)

題目：The semiclassical limit of eigenfunctions of the Schroedinger equation and  
the Bohr-Sommerfeld quantization condition, revisited

日時：2011年2月23日(水)15:00 – 15:45

講師：David Damanik (Rice University)

題目：Uniform localization

日時：2011年2月23日(水)16:15 – 17:00

講師：Erik Skibsted (Aarhus University)

題目：Global solutions to the eikonal equation

日時：2011年2月23日(水)17:15 – 18:00

講師：Christian Gerard (Univ. Paris Sud 11)

題目：Applications of microlocal analysis to quantum field theory on curved space-times

## 作用素環セミナー

日時 : 4月22日(木)16:30 - 18:00

講師 : Nigel Higson (Pennsylvania State Univ.)

題目 : The Baum-Connes Conjecture and Group Representations

日時 : 5月6日(木)16:30 - 18:00

講師 : 山下 真 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Connes-Landi Deformation of Spectral Triples

日時 : 5月27日(木)16:30 - 18:00

講師 : Catherine Oikonomides (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : The  $C^*$ -algebra of codimension one foliations which are almost without holonomy

日時 : 6月3日(木)16:30 - 18:00

講師 : 山下 真 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Fixed Points in the Stone-Cech boundary of Groups

日時 : 6月10日(木)16:30 - 18:00

講師 : Mikael Pichot (IPMU)

題目 : Random groups and nonarchimedean lattices

日時 : 6月17日(木)16:30 - 18:00

講師 : Feng Xu (UC Riverside)

題目 : On a relative version of Wall's conjecture

日時 : 6月24日(木)16:30 - 18:00

講師 : Thomas Sinclair (Vanderbilt Univ)

題目 : Strong solidity of factors from lattices in  $SO(n,1)$  and  $SU(n,1)$

日時 : 7月6日(火)16:30 - 18:00

講師 : Robert Sims (Univ. Arizona)

題目 : On the Existence of the Dynamics for Anharmonic Quantum Oscillator Systems

日時 : 7月8日(木)16:30 - 18:00

講師 : Dave Penneys (UC Berkeley)

題目 : Killing weeds with annular multiplicities  $\ast 10$  via quadratic tangles

日時 : 7月15日(木)16:30 - 18:00

講師 : 小澤 登高 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Type  $II_1$  von Neumann representations for Hecke operators on Maass forms (after F.Radulescu)

日時 : 7月22日(木)16:30 - 18:00

講師 : Owen Sizemore (UCLA)

題目 :  $W^*$  Rigidity for actions of wreath product groups

日時 : 10 月 14 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : 河東 泰之 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Nonstandard analysis for operator algebraists

日時 : 10 月 21 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : Benoit Collins (Univ. Ottawa)

題目 : Free probability and entropy additivity problems for Quantum information theory

日時 : 10 月 28 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : 山下 真 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Type III representations of the infinite symmetric group

日時 : 11 月 4 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : 緒方 芳子 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Nonequilibrium Statistical Mechanics

日時 : 11 月 18 日 (木)16:30 – 18:30

講師 : Jean Roydor (Univ. Tokyo)

題目 : Perturbation of dual operator algebras and similarity

日時 : 11 月 25 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : 戸松 玲治 (東京理科大学)

題目 : Kac 環の作用の分類

日時 : 11 月 30 日 (火)16:30 – 18:00

講師 : Yi-Jun Yao (Fudan Univ.)

題目 : Noncommutative geometry and Rankin-Cohen brackets

日時 : 12 月 9 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : Ryszard Nest (Univ. Copenhagen)

題目 : Spectral flow associated to KMS states with periodic KMS group action

日時 : 12 月 16 日 (木)15:15 – 16:15

講師 : Nicolas Monod (EPFL)

題目 : Fixed point theorems and derivations

日時 : 12 月 16 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : Marco Merkli (Memorial Univ. Newfoundland)

題目 : Evolution of Quantum Dynamical Systems

日時 : 2011 年 1 月 11 日 (火)16:30 – 18:00

講師 : Raphael Ponge (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Noncommutative geometry and diffeomorphism-invariant geometries

日時 : 2011 年 1 月 13 日 (木)16:30 – 18:00

講師 : Robert Coquereaux (CNRS/CPT)

題目 : Global dimensions for fusion categories of type  $(G, k)$

日時 : 2011 年 1 月 18 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : Claude-Alain Pillet (Univ. de Toulon et de Var)  
題目 : Scattering induced current in a tight binding band

日時 : 2011 年 1 月 20 日 (木)16:30 – 18:00  
講師 : 見村 万佐人 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Property (TT)/T and homomorphism rigidity into  $\text{Out}(Fn)$

日時 : 2011 年 1 月 27 日 (木)16:30 – 18:00  
講師 : 高井 博司 (首都大学東京)  
題目 : Entire Cyclic Cohomology of Noncommutative Riemann Surfaces

日時 : 2011 年 1 月 28 日 (金)14:45 – 16:15  
講師 : 勝良 健史 (慶応大学)  
題目 : Semiprojectivity of graph algebras

日時 : 2011 年 2 月 10 日 (木)16:30 – 18:00  
講師 : Alan Weinstein (UC Berkeley)  
題目 : Symplectic and quantum categories

日時 : 2011 年 2 月 18 日 (金)10:30 – 12:00  
講師 : Pedram Hekmati (Univ. Adelaide)  
題目 : Dirac families and 1-cocycles

#### 応用解析セミナー

日時 : 4 月 15 日 (木)16:00 – 17:30  
講師 : Alberto Tesi (University of Roma 1)  
題目 : Long-time behaviour of solutions of a forward-backward parabolic equation

日時 : 4 月 22 日 (木)16:00 – 17:30  
講師 : Jens Starke (デンマーク工科大学)  
題目 : Deterministic and stochastic modelling of catalytic surface processes

日時 : 6 月 10 日 (木)16:00 – 17:30  
講師 : Christian Klingenberg (Wuerzburg 大学)  
題目 : Hydrodynamic limit of microscopic particle systems to conservation laws to fluid models

日時 : 6 月 24 日 (木)16:00 – 17:30  
講師 : 村川 秀樹 (富山大学大学院理工学研究部)  
題目 : 非線形拡散問題の反応拡散系近似

日時 : 7 月 8 日 (木)16:00 – 17:30  
講師 : Anna Vainchtein (University of Pittsburgh, Department of Mathematics)  
題目 : Effect of nonlinearity on the steady motion of a twinning dislocation

日時：2011年1月27日(木)16:00 – 17:30

講師：Nitsan Ben-Gal (The Weizmann Institute of Science)

題目：Attraction at infinity: Constructing non-compact global attractors in the slowly non-dissipative realm

日時：2011年2月10日(木)15:30 – 16:30

講師：Jean-Michel Coron (University of Paris 6)

題目：Control and nonlinearity

日時：2011年2月17日(木)16:00 – 17:30

講師：Thomas Giletti (University of Paul Cezanne(Marseilles))

題目：Study of propagation phenomena in some reaction-diffusion systems

日時：2011年2月24日(木)16:00 – 17:00

講師：Arnaud Ducrot (University of Bordeaux 2)

題目：Travelling waves for a size and space structured model in population dynamics:  
Point to sustained oscillating solution connections

日時：2011年2月24日(木)17:10 – 18:10

講師：Enrique Zuazua (Basque Center for Applied Mathematics)

題目：Some open problems in PDE control

#### 数理人口学・数理生物学セミナー

日時：4月19日(月)16:30 – 18:00

講師：波江野 洋 (Memorial Sloan-Kettering Cancer Center)

題目：骨髄増殖性疾患の起源細胞に関する数理的研究

#### 東京幾何セミナー

日時：10月6日(水)14:45 – 16:15

講師：入江 慶 (京都大学大学院理学研究科)

題目：Handle attaching in wrapped Floer homology and brake orbits in classical Hamiltonian systems

日時：10月6日(水)16:30 – 18:00

講師：高橋 篤史 (大阪大学大学院理学研究科)

題目：Mirror Symmetry for Weighted Homogeneous Polynomials

#### 東京無限可積分系セミナー

日時：9月11日(土)13:00 – 14:00

講師：伊藤 雅彦 (東京電機大学 未来科学部 数学系列)

題目： $BC_n$  型  $q$ -超幾何関数の三項間隣接関係式とその応用

日時：9月11日(土)14:30 – 15:30

講師：野海 正俊 (神戸大学)

題目：TBA

日時：9月11日(土)16:00 – 17:00  
講師：瀧 雅人 (京都大学基礎物理学研究所)  
題目：AGT 予想と幾何工学

日時：9月12日(日)10:30 – 11:30  
講師：森田 英章 (室蘭工業大学)  
題目：マクドナルド多項式のベキ根における分解公式

日時：9月12日(日)13:00 – 14:00  
講師：白石 潤一 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：W 代数と対称多項式

日時：9月12日(日)14:30 – 15:30  
講師：長谷川 浩司 (東北大学)  
題目：Quantizing the difference Painlevé VI equation

日時：9月12日(日)16:00 – 17:00  
講師：沼田 泰英 (東京大学情報理工)  
題目：1 の巾根での Macdonald 多項式の分解公式の組合せ論的証明について

日時：9月13日(月)10:30 – 11:30  
講師：笠谷 昌弘 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目： $C^{\vee}C$  型 DAHA の多項式表現と境界付き  $qKZ$  方程式について

日時：9月13日(月)13:00 – 14:00  
講師：山田 泰彦 (神戸大学)  
題目：CFT, モノドロミー保存変形, Nekrasov 関数

日時：9月13日(月)14:30 – 15:30  
講師：三町 勝久 (東京工業大学)  
題目：Twisted de Rham theory—resonances and the non-resonance

日時：9月14日(火)10:30 – 11:30  
講師：柳田 伸太郎 (神戸大学)  
題目：AGT 予想と recursion formula

日時：9月14日(火)13:00 – 14:00  
講師：山田 裕二 (立教大学)  
題目：Belavin の R 行列の 3 角極限に対する反射方程式の解の分類

#### 保型形式の整数論月例セミナー

日時：4月17日(土)13:30 – 14:30  
講師：宮崎 直 (東京農工大学)  
題目： $Sp(2, C)$  上の主系列 Whittaker 関数



日時 : 4月17日(土)15:00 – 16:00  
講師 : 原下 秀士 (横浜国立大学)  
題目 : A paving of the Siegel 10-fold of positive characteristic

日時 : 5月15日(土)13:30 – 14:30  
講師 : 成田 宏秋 (熊本大学理学部数学教室)  
題目 : Strict positivity of the central values of some Rankin-Selberg L-functions

日時 : 5月15日(土)15:00 – 16:00  
講師 : 山内 卓也 (大阪府立大学総合教育研究機構)  
題目 : 超幾何層に付随するカラビヤウ多様体とその応用について

### IPMU Komaba Seminar

日時 : 4月26日(月)16:30 – 18:00  
講師 : 池田 暁志 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : The correspondence between Frobenius algebra of Hurwitz numbers and matrix models

日時 : 10月18日(月)16:30 – 18:00  
講師 : Todor Milanov (IPMU)  
題目 : Quasi-modular forms and Gromov–Witten theory of elliptic orbifold  $\mathbb{P}^1$

日時 : 11月26日(金)14:40 – 16:10  
講師 : 松村 朝雄 (Cornell University)  
題目 : Hamiltonian torus actions on orbifolds and orbifold-GKM theorem (joint work with T.Holm)

日時 : 11月29日(月)16:30 – 18:00  
講師 : Scott Carnahan (IPMU)  
題目 : Borcherds products in monstrous moonshine.

日時 : 2011年1月31日(月)16:30 – 18:00  
講師 : Kwok-Wai Chan (IPMU, the University of Tokyo)  
題目 : Mirror symmetry for toric Calabi-Yau manifolds from the SYZ viewpoint

### 古典解析セミナー

日時 : 4月15日(木)16:00 – 17:00  
講師 : Claude Mitschi (Univ. de Strasbourg)  
題目 : The Galois group of projectively isomonodromic deformations

日時 : 5月28日(金)16:30 – 18:00  
講師 : 関口 次郎 (東京農工大学)  
題目 : 一意化方程式の解について

日時：6月17日(木)16:30 – 18:00

講師：津田 照久 (九州大学)

題目：あるシュレジンジャー系のクラスについて

日時：6月25日(金)16:30 – 18:00

講師：廣惠 一希 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Euler transform and Weyl groups of symmetric Kac-Moody Lie algebras

日時：12月3日(金)16:30 – 18:00

講師：山川 大亮 (神戸大学)

題目：Painleve 第3方程式と籠多様体

日時：12月4日(土)9:30 – 10:30

講師：松木 敏彦 (京都大学)

題目：多重旗多様体の軌道分解と quiver の表現

日時：12月4日(土)10:40 – 11:40

講師：竹村 剛一 (中央大学)

題目：ホインの微分方程式における積分変換とその応用

日時：12月4日(土)13:00 – 14:00

講師：廣惠 一希 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：二重合流型 Heun 方程式の Weyl 群対称性

日時：12月4日(土)14:10 – 15:10

講師：鈴木 貴雄 (神戸大学)

題目：アフィン・ルート系とモノドロミー保存変形系、超幾何関数

日時：12月4日(土)15:30 – 16:30

講師：関口 次郎 (東京農工大学)

題目：階数3の複素鏡映群の判別式集合に沿って特異点を持つ一意化方程式について

日時：2011年2月16日(水)13:30 – 14:30

講師：H.Sakai (東京大学)

題目：Isomonodromic deformation and 4-dimensional Painlevé type equations

日時：2011年2月16日(水)14:45 – 15:45

講師：H.Kawakami (東京大学)

題目：Degeneration scheme of 4-dimensional Painlevé type equations  
(Joint work with H.Sakai and A.Nakamura)

日時：2011年2月16日(水)16:00 – 17:00

講師：S.Nishioka (東京大学)

題目：Solvability of difference Riccati equations

日時 : 2011 年 2 月 17 日 (木)11:00 – 12:00

講師 : L. Di Vizio (Universite Paris7)

題目 : Overview of local theory of  $q$ -difference equations and summation, 1

日時 : 2011 年 2 月 17 日 (木)13:30 – 14:30

講師 : Y. Katsushima (University of Tokyo)

題目 : Bounded operators on Gevrey spaces and additive difference operators  $x$   
(in a view of differential operators of infinite order)

日時 : 2011 年 2 月 17 日 (木)14:45 – 15:45

講師 : K. Matsuya (University of Tokyo)

題目 : Blow-up of solutions for a nonlinear difference equation

日時 : 2011 年 2 月 17 日 (木)16:00 – 17:00

講師 : L. Di Vizio (Universite Paris7)

題目 : Overview of local theory of  $q$ -difference equations and summation, 2

日時 : 2011 年 2 月 18 日 (金)10:15 – 10:45

講師 : Y. Ohyama (Osaka University)

題目 : Degeneration scheme of basic hypergeometric equations and  $q$ -Painlevé equations

日時 : 2011 年 2 月 18 日 (金)11:00 – 12:00

講師 : T. Morita (Osaka University)

題目 : Connection problem on the Hahn-Exton  $q$ -Bessel functions

日時 : 2011 年 2 月 18 日 (金)13:30 – 14:30

講師 : M. Yamaguchi (University of Tokyo)

題目 : Rigidity index and middle convolution of  $q$ -difference equations (Joint work with H.Sakai)

日時 : 2011 年 2 月 18 日 (金)14:45 – 15:45

講師 : L. Di Vizio (Universite Paris 7)

題目 : Arithmetic theory of  $q$ -difference equations and applications (Joint work with C. Hardouin)

## GCOE セミナー

日時 : 5 月 12 日 (水)16:30 – 18:00

講師 : 荻田 武史 (東京女子大学現代教養学部)

題目 : 悪条件行列の高精度な分解法とその応用

日時 : 5 月 26 日 (水)16:30 – 18:00

講師 : 松家 敬介 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Existence and non-existence of global solutions for a discrete semilinear heat equation

日時：6月9日(水)16:30 – 18:00

講師：松本 純一 (産業技術総合研究所)

題目：直交基底気泡関数有限要素法による流体解析と応用計算

日時：6月23日(水)16:30 – 18:00

講師：村川 秀樹 (富山大学大学院理工学研究部(理学))

題目：非線形交差拡散系の数値解法 反応拡散系近似理論の応用

日時：6月24日(木)16:00 – 17:30

講師：村川 秀樹 (富山大学大学院理工学研究部(理学))

題目：非線形拡散問題の反応拡散系近似

日時：7月7日(水)17:00 – 18:00

講師：天野 要 (愛媛大学大学院理工学研究科)

題目：代用電荷法による多重連結領域の数値等角写像

日時：7月28日(水)16:30 – 18:00

講師：及川 一誠 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：定常移流拡散方程式に対するハイブリッド型不連続 Galerkin 法

日時：7月30日(金)16:30 – 17:30

講師：Oleg Emanouilov (Colorado State University)

題目：Global uniqueness in determining a coefficient by boundary data on small subboundaries

日時：8月6日(金)15:00 – 16:30

講師：Matthieu Alfaro (University Montpellier 2)

題目：Motion by mean curvature and Allen-Cahn equations

日時：12月3日(金)13:30 – 14:30

講師：Nalini Joshi (University of Sydney)

題目：Geometric asymptotics of the first Painleve equation

日時：12月3日(金)11:00 – 12:00

講師：Jarmo Hietarinta (University of Turku)

題目：Discrete Integrability and Consistency-Around-the-Cube (CAC)

日時：12月22日(水)11:00 – 12:00

講師：Mourad Bellassoued (Faculté des Sciences de Bizerte)

題目：Stability estimates for the anisotropic Schrodinger equations from the Dirichlet to Neumann map

日時：2011年2月14日(月)13:00 – 14:00

講師：Jin Cheng (Fudan University)

題目：Unique continuation on the analytic curve and its application to inverse problems.

日時：2011年3月4日(金)17:00 – 18:00

講師：Oleg Emanouilov (Colorado State University)

題目：Inverse boundary value problem by measuring Dirichlet data and Neumann data on disjoint sets

日時 : 2011 年 3 月 8 日 (火)15:00 – 16:30  
講師 : Dimitri Yafaev (Univ. Rennes 1)  
題目 : Diagonal singularities of the scattering matrix and the inverse problem at a fixed energy

#### GCOE レクチャーズ

日時 : 6 月 1 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : Birgit Speh (Cornel University)  
題目 : Introduction to the cohomology of locally symmetric spaces

日時 : 6 月 3 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : Birgit Speh (Cornel University)  
題目 : Introduction to the cohomology of locally symmetric spaces 2

日時 : 6 月 17 日 (木)16:30 – 18:00  
講師 : Feng Xu (UC Riverside)  
題目 : On a relative version of Wall's conjecture

日時 : 6 月 26 日 (土)13:50 – 14:50  
講師 : Feng Xu (UC Riverside)  
題目 : On a subfactor generalization of Wall's conjecture

日時 : 11 月 5 日 (金)16:30 – 18:00  
講師 : Michael Eastwood (Australian National University)  
題目 : How to recognise the geodesics of a metric connection

日時 : 11 月 8 日 (月)16:30 – 18:00  
講師 : Michael Eastwood (Australian National University)  
題目 : Invariant differential operators on the sphere

#### 各種講演会

日時 : 4 月 19 日 (月)16:00 – 17:00  
講師 : Cyrill Muratov (New Jersey Institute of Technology)  
題目 : Droplet phases in non-local Ginzburg-Landau models with Coulomb repulsion in two dimensions

日時 : 4 月 28 日 (水)16:00 – 17:30  
講師 : Luc Illusie (東京大学大学院数理科学研究科/Paris 南大学)  
題目 : Independence of families of  $\ell$ -adic representations and uniform constructibility

日時 : 5 月 7 日 (金)16:00 – 17:30  
講師 : Luc Illusie (東京大学大学院数理科学研究科/Paris 南大学)  
題目 : Independence of families of  $\ell$ -adic representations and uniform constructibility

日時 : 5月12日(水)15:30 – 17:00

講師 : Luc Illusie (東京大学大学院数理科学研究科/Paris 南大学)

題目 : Independence of families of  $\ell$ -adic representations and uniform constructibility

日時 : 6月25日(金)15:00 – 16:00

講師 : 小澤 登高 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Quasi-homomorphism rigidity with noncommutative targets

日時 : 6月25日(金)16:30 – 17:30

講師 : 緒方 芳子 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Ruelle-Lanford functions for quantum spin systems

日時 : 6月26日(土)10:00 – 11:00

講師 : 植田 好道 (九州大学)

題目 : On the predual of non-commutative  $H^\infty$

日時 : 6月26日(土)11:20 – 12:20

講師 : 松井 宏樹 (千葉大学)

題目 :  $\mathbf{Z}^N$ -actions on UHF algebras of infinite type

日時 : 6月26日(土)13:50 – 14:50

講師 : Feng Xu (UC Riverside)

題目 : On a subfactor generalization of Wall's conjecture

日時 : 6月26日(土)15:10 – 16:10

講師 : 泉 正己 (京都大学)

題目 : Group actions on Kirchberg algebras

日時 : 8月5日(木)16:30 – 17:30

講師 : Yongzhi Steve Xu (University of Louisville, USA)

題目 : Radiation Conditions for Wave in Stratified Medium and Related Inverse Problems

日時 : 8月6日(金)15:30 – 16:30

講師 : Leevan Ling (Hong Kong Baptist University)

題目 : A Spectral Method for Space–Time Fractional Diffusion Equation

日時 : 8月6日(金)16:45 – 17:45

講師 : Mourad Choulli (University of Metz)

題目 : A multidimensional Borg-Levinson theorem

日時 : 9月3日(金)14:30 – 15:30

講師 : Luc Robbiano (University of Versailles)

題目 : Carleman estimates and boundary problems.

日時 : 9月4日(土)09:30 – 11:00

講師 : Bernhard Mühlherr (Justus-Liebig-Universität Gießen)

題目 : Mini-course on Buildings (1/3)

日時 : 9月4日(土)11:10 – 12:40

講師 : Bernhard Mühlherr (Justus-Liebig-Universität Gießen)

題目 : Mini-course on Buildings (2/3)

日時 : 9月9日(木)16:30 – 18:00

講師 : Bernhard Mühlherr (Justus-Liebig-Universität Gießen)

題目 : Mini-course on Buildings (3/3)

日時 : 10月28日(木)10:40 – 12:10

講師 : Jean Meyer, 久松 康子 (BNP パリバ証券キャピタルマーケット・リスク管理部)

題目 : Market, Liquidity and Counterparty Risk

日時 : 11月1日(月)16:00 – 17:00

講師 : Michel Cristofol (マルセイユ大学)

題目 : Inverse problems in non linear parabolic equations : Two differents approaches

日時 : 11月1日(月)17:15 – 18:15

講師 : Patricia Gaitan (マルセイユ大学)

題目 : Inverse Problems for parabolic System

日時 : 11月2日(火)13:00 – 16:10

講師 : Vladimir Bogachev (Moscow)

題目 : The Malliavin calculus on configuration spaces and applications

日時 : 11月4日(木)10:40 – 12:10

講師 : Jean Meyer, 久松 康子 (BNP パリバ証券キャピタルマーケット・リスク管理部)

題目 : Market, Liquidity and Counterparty Risk

日時 : 12月16日(木)13:00 – 14:30

講師 : Sebastien Hitier (BNP Paribas, Head of Quantitative Research, Credit Asia)

題目 : Credit Derivatives Modelling and the concept of Background Intensity I

日時 : 12月16日(木)14:40 – 16:10

講師 : Sebastien Hitier (BNP Paribas, Head of Quantitative Research, Credit Asia)

題目 : Credit Derivatives Modelling and the concept of Background Intensity II

日時 : 2011年2月2日(水)15:15 – 16:15

講師 : Guanghui ZHANG (張光輝)(東京大学大学院数理科学研究科)

題目 : Regularity of two dimensional capillary gravity water waves

日時 : 2011年2月2日(水)16:30 – 17:30

講師 : Yong Jung Kim (Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST))

題目 : Connectedness of a level set and a generalization of Oleinik and Aronson-Benilan type one-sided inequalities

日時 : 2011 年 2 月 28 日 (月)17:00 – 18:00

講師 : Ying Tan (The University of Melbourne)

題目 : Extremum Seeking Control: history and recent developments

日時 : 2011 年 3 月 3 日 (木)13:30 – 14:30

講師 : Stefano Olla (Univ. Paris Dauphine)

題目 : Energy Diffusion: hydrodynamic, weak coupling kinetic limits

日時 : 2011 年 3 月 3 日 (木)14:45 – 15:45

講師 : 長田 博文 (九州大学数理)

題目 : Singularity and absolute continuity of Palm measures of Ginibre random fields

日時 : 2011 年 3 月 3 日 (木)16:00 – 16:30

講師 : 針谷 祐 (東北大学理)

題目 : A proof of the Brascamp-Lieb inequality based on Skorokhod embedding



## 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

阿部 知行

ホロノミック数論的 D 加群の様々なコホモロジー作用素による保存の研究

李 聖林

生態系における、環境又は生物種間相互作用による個体群変動のモデリングと数理解析

西岡 斉治

差分方程式の解の超越性と既約性の研究

青木 昌雄

群スタックの理論

中岡 慎治

細胞レベルの個体群ダイナミクス：微生物生態・免疫系・ガンの数理研究

山本 修司

総実代数体の L 関数と幾何学的解釈の研究

岩尾 慎介

超離散化としてのトロピカル曲線の研究

原瀬 晋

擬似乱数とその応用に関する研究

及川 一誠

不連続 Galerkin 法による偏微分方程式の数値解析の研究

原 隆

非可換岩澤理論及び L 関数の特殊値についての研究

柳 青

決定論的ビリヤード微分ゲームと放物型境界値問題

山下 真

葉層構造および数論的な位相空間に対する力学系の作用素環論的手法を用いた解析

直井 克之

リー環とその自己同型から構成される拡大アフィンリー環の表現論の研究

水谷 治哉

シュレーディンガー方程式の  $L^p - L^q$  評価

上坂 正晃

グラフ上の偏微分方程式系の逆問題

北山 貴裕

ライデマイスターション、モース理論による非可換不変量と 3 次元の幾何構造の研究

三内 顕義

アーベル多様体とそのモジュライ空間の研究

見村 万佐人

作用素環論によるグラフについての研究とその応用

橋本 健治

K3 曲面の自己同型群と周期の研究と格子理論

馬 昭平

K3 曲面の幾何学

佐々田 禎子

退化した飛躍率を持つ格子気体モデルの研究

伊藤 哲也

組みひも群・写像類群の順序構造とその結び目理論・三次元接触幾何への応用

今井 直毅

Galois 表現とその変形の研究

糸崎 真一郎

シュレーディンガー方程式のスペクトル理論、散乱理論

ROULLEAU, Xavier

余接束による代数多様体の研究

HAMILTON, Mark David

幾何学的量子化における実および複素偏極について

EYNARD-BONTEMPS, Helene Gwenael

余次元 1 葉層構造の空間のホモトピー型と葉層構造のホロノミー

#### ♣ 新規

酒匂 宏樹

作用素環論を用いた測度論的群論の研究

新國 裕昭

周期的なシュレディンガー作用素のスペクトル解析

イコノミデス キャサリン

非可換幾何学とその葉層構造への応用

小寺 諒介

アファイン量子展開環の結晶基底

大久保 俊

p 進表現と p 進微分方程式の分岐理論

千葉 優作

高次元値分布論の研究

神本 晋吾

超局所解析・WKB 解析

浅井 智朗

解析半群論の高階曲率流への応用

佐野 太郎

射影多様体上の曲線に付随する不変量の研究

大島 芳樹

実簡約リー群のユニタリ表現の分岐則の研究

大川 新之介

安定点つき写像を用いた代数幾何的補間問題の研究

國谷 紀良

豚を媒介者とする新型インフルエンザ感染症の数理モデル構成およびその解析

糟谷 久矢

可解ド・ラームホモトピー理論の構築と、その理論の複素・代数幾何への応用

松本 佳彦

CR 多様体の幾何学的不変量の研究

久本 智之

ケーラー多様体上のベルグマン核の漸近挙動に関する研究

池田 暁志

行列模型の代数的構造の研究とその応用

奥田 隆幸

直交群上のデザインと符号の理論

権業 善範

極小モデル理論の研究

LI, Zhonghua

多重ゼータ値の代数的、幾何的研究

ROYDOR, Jean

作用素環論による諸問題への非可換関数解析的な取り組み

## 9. 平成 22 年度 ビジターリスト

### Visitor List of the Fiscal Year 2010

平成 22 年度当研究科に外国から見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 2010 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 2010.

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 2010.

- Luc Illusie (Univ. Paris XI (Orsay) ・ フランス) 4/1-10/31
- Jean-Pierre Puel (ヴェルサイユ・サンカンタン大学 ・ フランス) 4/1-11/3/11
- Oleg Emanouilov (Colorado State University ・ 米国) 4/2-4/8
- Kerz Moritz (University of Essen ・ ドイツ) 4/6-4/28
- Jean-Marc Bouclet (トゥールーズ大学 ・ フランス) 4/11-4/24
- Christian Kassel (Univ.Louis Pasteur,Strasbourg ・ フランス) 4/12-4/17
- Claude Mitschi (Univ.Louis Pasteur,Strasbourg ・ フランス) 4/12-4/17
- Alberto Tesei (ローマ第 1 大学 ・ イタリア) 4/12-4/22
- Filippo BRACCI (Universita di Roma "Tor Vergata" ・ イタリア) 4/12-4/22
- XU, Xiang (Fundan University ・ 中国) 4/12-4/22
- 劉 京軍 (中山大学 ・ 中国) 4/14-11/3/31
- Nigel Higson (Pennsylvania State University ・ 米国) 4/18-4/30
- Birgit Speh (Cornell University ・ 米国) 5/10-6/6
- 本田 公 (南カリフォルニア大学 ・ 日本) 5/20-5/28
- Andrei Pajitnov (Univ. de Nantes ・ フランス) 5/21-6/6
- Giovanni Pisante (Napoli 大学 ・ イタリア) 5/23-5/30
- 川室 圭子 (Iowa 大学 ・ 米国) 5/26-6/24
- Richard Hain (Duke University) 6/6-6/13
- 程 晋 (復旦大学 ・ 中国) 6/8-6/12
- 陳 文斌 (復旦大学 ・ 中国) 6/8-6/12
- 陳 蔚 (復旦大学 ・ 中国) 6/8-6/12
- 華 誠 (復旦大学 ・ 中国) 6/8-6/12

- 徐 翔 (復旦大学・中国) 6/8–6/12
- Oleg Yu. Emanouilov (Colorado State University・米国) 6/8–6/14
- Christian Klingenberg (Wuerzburg University・ドイツ) 6/9–6/12
- Feng Xu (University of California, Riverside・米国) 6/14–6/30
- Ivana Alexandrova (East Calolina 大学・米国) 6/17–6/30
- Thomas Sinclair (Vanderbilt 大学・米国) 6/18–7/19
- Fabien Trihan (Nottingham 大学・フランス) 6/20–10/31
- Christian KORFF (グラスゴー大学・ドイツ) 6/21–7/2
- Dave Penneys (UC Berkeley 数学科・米国) 6/22–8/24
- Owen Sizemore (UCLA 数学科・米国) 6/22–8/24
- Marion Moore (University of California, Davis・米国) 6/22–8/24
- Marcus Meyer (Technical University of Chemnitz・ドイツ) 6/22–8/24
- Mattieu Alfaro (モンペリエ第2大学・フランス) 6/28–8/26
- Robert Sims (Department of Mathematics, University of Arizona・米国) 7/1–7/7
- Guram Kervalishvili (Bundesanstalt für Materialforschung und prüfung・ドイツ) 7/1–7/9
- Abdulali Salman (East Calolina 大学・米国) 7/2–7/20
- Carlos Villegas Blas (Universidad Nacional Autonoma de Mexico・メキシコ) 7/7–7/17
- Anna Vainchtein (Pittsburgh 大学・米国) 7/8–7/8
- Pierre Raphael (トゥールーズ大学・フランス) 7/12–7/26
- Soo Teck Lee (National University of Singapore・シンガポール) 7/14–7/16
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 7/22–8/2
- Tomoya Takeuchi (North Carolina State University・米国) 7/27–8/20
- Kazufumi Ito (North Carolina State University・米国) 7/29–8/18
- 加藤 和也 (シカゴ大学・日本) 8/1–8/31
- Yongzhi Steve Xu (University of Louisville・米国) 8/2–8/7
- Mourad Choulli (University of Metz・米国) 8/4–8/11
- Leevan Ling (Baptist University of Hong Kong・香港) 8/5–8/12
- Thomas Simon (Lille 1 University・フランス) 8/23–9/4
- Claudio Landim (IMPA(Rio de Janeiro)・ブラジル) 8/30–9/18
- Bernhard Muhlherr (Justus-Liebig-Universitat Giessen・ドイツ) 8/31–9/14
- Reinhard Hoepfner (Johannes-Gutenberg Universitat (Mainz)・ドイツ) 9/2–9/5
- Luc Robbiano (University of Versailles・フランス) 9/2–9/6

- Jerome Le Rousseau (University of Orleans ・ フランス ) 9/2–9/6
- Matthieu Leautaud (University Paris6 ・ フランス) 9/2–9/6
- Ernst Eberlein (University of Freiburg ・ ドイツ) 9/4–9/16
- Sylvain Ervedoza (University of Versailles ・ フランス ) 9/4–9/27
- Dietmar Hoemberg (Weierstrass Institute ・ ドイツ) 9/5–9/11
- Thomas Petzhold (Weierstrass Institute ・ ドイツ) 9/5–9/11
- 程 晋 (復旦大学 ・ 中国) 9/9–9/12
- Pavel Exner (チェコ科学アカデミー ドブラー研究所 ・ チェコ) 9/25–9/30
- Ying Zhang (Fudan University ・ 中国) 9/25–11/1/24
- Helene Esnault (Universitaet Duisburg - Essen ・ ドイツ) 9/27–10/9
- Andrei Pajitnov (Nantes 大学 ・ フランス ) 9/30–11/1/31
- Benoit Collins (オタワ大学数学科 ・ カナダ) 10/1–10/22
- Andreas Juhl (Uppsala University ・ スエーデン) 10/8–11/10
- 李 忠華 (同済大学 ・ 中国) 10/15–12/10/14
- Sergey Ivashkovich (リール第 1 大学 ・ フランス ) 10/18–10/19
- Kazufumi Ito (North Carolina State University ・ 米国) 10/23–10/27
- Susanne Beckers (Bremen University ・ ドイツ) 10/24–10/30
- Wenbin Chen (Fudan University ・ 中国) 10/24–10/30
- Cheng Hua (Fudan University ・ 中国) 10/24–10/30
- Jijun Liu (Southeast University ・ 中国) 10/24–10/30
- Feng Wang (Southeast University ・ 中国) 10/24–10/30
- Bob Anderssen (Applied and Industrial Mathematician. CMIS,Canberra ・ オーストラリア) 10/24–10/30
- Dietmar Hoemberg (Weierstrass Institute ・ ドイツ) 10/24–10/30
- Tomoya Takeuchi ( North Carolina State University ・ 米国) 10/24–10/31
- Bernard Helffer (パリ大学オルセイ校 ・ フランス) 10/25–10/29
- Clotilde Fermanian (パリ西大学 ( 12) ・ フランス) 10/25–10/31
- Mouez Dimassi (パリ北大学 ・ フランス) 10/25–10/31
- Frederic Herau (ナント大学 ・ フランス) 10/25–10/31
- Thierry Ramond (パリ大学オルセイ校 ・ フランス) 10/25–10/31
- Rafael Henry (パリ大学オルセイ校 ・ フランス) 10/25–10/31
- Alfred RAMANI (エコール ・ ポリテクニク ・ フランス) 10/25–11/18

- Andreas Cap (University of Vienna ・ オーストリア) 10/27–11/6
- ROYDOR, Jean ( ・ フランス) 10/27–12/10/26
- Vladimir Bogachev (Moscow State University ・ ロシア) 10/29–11/8
- Robin Graham ( University of Washington ・ 米国) 10/29–11/9
- Michel Cristofol (マルセイユ大学 ・ フランス) 10/31–11/5
- Patricia Gaitan (マルセイユ大学 ・ フランス) 10/31–11/5
- Daniel Ruberman (Brandeis University ・ 米国) 11/1–11/3
- Michael Eastwood (University of Adelaide ・ オーストラリア) 11/1–11/10
- Basile GRAMMATICOS (パリ第7大学 ・ フランス) 11/2–11/12
- Rod Gover (University of Auckland ・ ニュージーランド) 11/8–11/11
- Michael Ruzhansky (Imperial College, London ・ 英国) 11/14–11/25
- Stefano IACUS (University of Milan ・ イタリア) 11/14–11/1/8
- Marco Garuti (Padova 大学 ・ イタリア) 12/1–12/1
- Nalini JOSHI (シドニー大学 ・ オーストラリア) 12/2–12/5
- Jarmo HIETARINTA (トゥルク大学 ・ フィンランド) 12/2–12/5
- Jon NIMMO (グラスゴー大学 ・ 英国) 12/6–12/19
- Ryszard Nest (Copenhagen 大学数学科 ・ デンマーク) 12/7–12/9
- Allan FORDY (リーズ大学 ・ 英国) 12/8–12/18
- Kerz Moritz (Universitat Essen ・ ドイツ) 12/8–12/19
- Wildeshaus Jorg (Universite Paris 13 ・ フランス) 12/8–12/21
- Changlong Zhong (南カリフォルニア大学 ・ 米国) 12/12–12/25
- Sebastian ZWICKNAGL (ボン大学 ・ ドイツ) 12/13–12/18
- Yuri SURIS (ベルリン工科大学 ・ ドイツ) 12/13–12/18
- Nicolas Monod (スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL) ・ スイス) 12/13–12/20
- Marco Merkli (Memorial University of Newfoundland ・ カナダ) 12/14–12/22
- Kazufumi Ito (North Carolina State University ・ 米国) 12/16–11/1/6
- Mourad Bellassoued (1University of 7th November at Carthage ・ チュニジア) 12/17–11/1/5
- Tomoya Takeuchi (North Carolina State University ・ 米国) 12/18–11/1/8
- Yoonbok Lee (K I A S ・ 韓国) 12/19–12/28
- Lukasz Pankowski (Adam Mickiewicz University, Poland ・ ポーランド) 12/19–12/28
- Gerard van der Geer (Univ. Amsterdam ・ オランダ) 11/1/4–11/1/29
- Pierre CLARE (University of Orleans ・ フランス) 11/1/4–11/5/4

- Robert Coquereaux (CNRS・フランス) 11/1/6–11/2/5
- Dan Yasaki (University of North Carolina Greensboro・米国) 11/1/10–11/1/17
- Eamonn Gaffney (Mathematical Institute, University of Oxford・英国) 11/1/15–1/23
- Chia-Fu Yu (Academia Sinica, Taipei・台湾) 11/1/16–11/1/28
- Claude-Alain Pillet (マルセイユ大学・フランス) 11/1/17–11/1/21
- Danielle Hilhorst (パリ第11大学/CNRS・フランス) 11/1/17–11/1/25
- Jens Starke (デンマーク工科大学・ドイツ) 11/1/18–11/1/28
- Damian BROTBEK (レンヌ大学・フランス) 11/1/21–11/2/1
- Nitsan Ben-Gal (ワイツマン科学研究所・イスラエル) 11/1/25–11/2/1
- Jin Cheng (復旦大学・中国) 11/1/25–11/2/3
- Thomas Giletti (ポールセザンヌ大学・フランス) 11/1/28–11/4/27
- Lucie Baudouin (ツールーズ大学・フランス) 11/1/30–11/2/12
- Yong Jung Kim (KAIST (韓国高等科学技術大学)・韓国) 11/2/1–11/2/7
- Kazufumi Ito (North Carolina State University・米国) 11/2/1–11/2/28
- Tomoya Takeuchi (North Carolina State University・米国) 11/2/1–11/2/28
- Stefano Olla (パリ大学ドフィーヌ校・フランス) 11/2/2–11/2/5
- Jean-Michel Coron (University Pierre-Marie-Curie・フランス) 11/2/6–11/2/11
- Joseph Ayoub (チューリッヒ大学・スイス) 11/2/6–11/2/18
- Alan Weinstein (UC Berkeley・米国) 11/2/7–11/2/17
- Jin Cheng (復旦大学・中国) 11/2/8–11/2/15
- Lucia Di Vizio (Institut de Mathematiques de Jussieu・フランス) 11/2/8–11/2/21
- Stephane Nonnenmacher (サクレ原子力研究所・フランス) 11/2/10–11/2/15
- Mark Podolskij (University of Heidelberg・ドイツ) 11/2/12–11/2/25
- Erik Skibsted (オーフス大学・デンマーク) 11/2/14–11/2/24
- David Damanik (ブラウン大学・米国) 11/2/14–11/2/25
- Dimitri Yafaev (レンヌ大学・フランス) 11/2/14–11/3/13
- Stefano Olla (パリ大学ドフィーヌ校) 11/2/16–11/3/5
- Pedram Hekmati (University of Adelaide・オーストラリア) 11/2/17–11/2/18
- Arnaud Ducrot (ボルドー大学・フランス) 11/2/18–11/2/27
- Enrique Zuazua (Basque Center for Applied Mathematics・スペイン) 11/2/20–11/2/26
- Mathieu Rosenbaum (Ecole Polytechnique・フランス) 11/2/20–11/3/1
- Marie Arcadias (University Pierre et Marie Curie・フランス) 11/2/21–11/7/31



- Christian Gerard (パリ大学オルセイ校・フランス) 11/2/23–11/2/25
- Gang Liu (The University of Poitiers・フランス) 11/2/23–11/3/7
- Ying Tan (The University of Melbourne・オーストラリア) 11/2/24–11/3/2
- Lu, Steven Shin-Yi (University of Quebec at Montreal・カナダ) 11/2/26–11/3/3
- Job Kuit (The Utrecht University・オランダ) 11/3/1–11/3/8
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 11/3/2–11/3/7
- Giovanni Pisante (ナポリ大学・イタリア) 11/3/9–11/3/11
- Nicholas Crawford (The Technion, Haifa Israel・イスラエル) 11/3/13–11/3/25
- Francesco Zucconi (Universita Udine・イタリア) 11/3/13–11/3/27
- Rainer Hempel (ブラウンシュヴァイク大学・ドイツ) 11/3/16–11/3/26
- Giovanni Pisante (ナポリ大学・イタリア) 11/3/17–11/3/18
- Kyle Matoba (UCLA・米国) 11/3/20–11/3/26
- Amir Dembo (Stanford 大学・米国) 11/3/20–11/3/27
- Gerard Ben Arous (ニューヨーク大学クーラント研究所) 11/3/30–11/4/1

## 索引

### • アルファベット順

#### A

- ABBES Ahmed ..... 132  
ABE Ken (阿部 健) ..... 231  
ABE Noriyuki (阿部 紀行) ..... 117  
ABE Tomoyuki (阿部 知行) ..... 144  
AOKI Masao (青木 昌雄) ..... 143  
AONUMA Kimiaki(青沼 君明) ..... 135  
ARAI Hitoshi (新井 仁之) ..... 1  
ASAI Tomoro (浅井 智朗) ..... 202  
ASOU Kazuhiko (麻生 和彦) ..... 109  
ASUKE Taro (足助 太郎) ..... 66

#### C

- CLARE, Pierre ..... 154

#### E

- ENATSU Kenta (江夏 健太) ..... 232

#### F

- FUJISHIRO Kenichi (藤城 謙一) ..... 240  
FUNAKI Tadahisa (舟木 直久) ..... 46  
FURUKAWA Ryo (古川 遼) ..... 240  
FURUTA Mikio (古田 幹雄) ..... 48  
FUTAKI Masahiro (二木 昌宏) ..... 173

#### G

- GIGA Mi-Ho (儀我 美保) ..... 161  
GIGA Yoshikazu (儀我 美一) ..... 13  
GOCHO Toru (牛腸 徹) ..... 111  
GONBODORJ Bayarmagnai ..... 180  
GONGYO Yoshinori (権業 善範) ..... 222

#### H

- HAMAMUKI Nao (浜向 直) ..... 239  
HARA Takashi (原 隆) ..... 194  
HARASE Shin (原瀬 晋) ..... 195  
HASEGAWA Ryu (長谷川 立) ..... 97  
HASEGAWA Yasuko (長谷川 泰子) ..... 174  
HASHIMOTO Kenji (橋本 健治) ..... 193  
HATTORI Kota (服部 広大) ..... 175  
HATTORI Madoka (服部 円佳) ..... 239  
HAYASHI Shuhei (林 修平) ..... 98  
HIRACHI Kengo (平地 健吾) ..... 44  
HIRANO Yuichi (平野 雄一) ..... 225  
HIROE Kazuki (廣惠 一希) ..... 176

- HISAMOTO Tomoyuki (久本 智之) ..... 224  
HOSAKA Hideaki (穂坂 秀昭) ..... 240  
HOSONO Shinobu (細野 忍) ..... 99  
HOZUMI Hiroyuki (穂積 寛之) ..... 241  
HSU Penyuan (許 本源) ..... 236

#### I

- ICHII Shingo (一井 信吾) ..... 67  
IKEDA Akishi (池田 暁志) ..... 212  
ILLUSIE Luc ..... 112  
INABA Hisashi (稲葉 寿) ..... 69  
ISHIDA Tomohiko (石田 智彦) ..... 202  
ISHIZAKI Shinya (石崎 晋也) ..... 213  
ITO Atsushi (伊藤 敦) ..... 203  
ITO Tetsuya (伊藤 哲也) ..... 203  
ITOZAKI Shinichiro (糸崎 真一郎) ..... 204  
IWAMI Shingo (岩見 真吾) ..... 181  
IWAO Shinsuke (岩尾 慎介) ..... 145

#### K

- KAJI Shoichi (鍛冶 匠一) ..... 206  
KAKIZAWA Ryôhei (柿澤 亮平) ..... 205  
KAMATANI Kengo (鎌谷 研吾) ..... 121  
KAMIMOTO Shingo (神本 晋吾) ..... 206  
KANAI Masahiro (金井 政宏) ..... 119  
KANAZAWA Atsushi (金沢 篤) ..... 219  
KANKI Masatake (神吉 雅崇) ..... 234  
KASATANI Masahiro (笠谷 昌弘) ..... 118  
KASHIWABARA Takahito (柏原 崇人)  
..... 233  
KASUYA Hisashi (糟谷 久矢) ..... 217  
KASUYA Naohiko (粕谷 直彦) ..... 234  
KATAOKA Kiyoomi (片岡 清臣) ..... 7  
KATAOKA Toshitaka (片岡 俊孝) ..... 110  
KATO Akishi (加藤 晃史) ..... 75  
KATO Naoki (加藤 直樹) ..... 206  
KATSUSHIMA Yoshifumi (勝島 義史)  
..... 218  
KAWAHIGASHI Yasuyuki (河東 泰之)  
..... 9  
KAWAKAMI Hiroshi (川上 拓志) ..... 159  
KAWAMATA Yujiro (川又 雄二郎) ..... 11  
KAWAMOTO Atsushi (川本 敦史) ..... 185  
KAWAZUMI Nariya (河澄 響矢) ..... 77  
KIKUCHI Tetsuya (菊地 哲也) ..... 162

KIMURA Yasto (木村 康人).....	163
KISHIDA Masaki (岸田 真己).....	235
KITADA Hitoshi (北田 均).....	79
KITAGAWA Hironori (北川 弘典).....	235
KITAYAMA Takahiro (北山 貴裕).....	186
KIYONO Kazuhiko (清野 和彦).....	110
KOBA Hajime (古場 一).....	221
KOBAYASHI Toshiyuki (小林 俊行).....	22
KODAMA Hiroki (児玉 大樹).....	122
KODERA Ryosuke (小寺 諒介).....	187
KOHNO Toshitake (河野 俊丈).....	20
KONDO Kenichi (近藤 健一).....	222
KONNO Hiroshi (今野 宏).....	82
KUNIYA Toshikazu (國谷 紀良).....	220
KUSUOKA Shigeo (楠岡 成雄).....	18

## L

LI Xiaolong (李 曉龍).....	244
LIU Qing (柳 青).....	200

## M

Ma Shouhei (馬 昭平).....	211
MAO Shikuan (毛 仕寬).....	179
MARUYAMA Toru (丸山 徹).....	135
MATANO Hiroshi (俣野 博).....	50
MATSUDA Yoshifumi (松田 能文).....	130
MATSUMOTO Makoto (松本 眞).....	54
MATSUMOTO Yoshihiko (松本 佳彦) .....	226
MATSUMOTO Yuya (松本 雄也).....	241
MATSUMURA Masayoshi (松村 真義) .....	241
MATSUMURA Shin-ichi (松村 慎一)....	225
MATSUO Atsushi (松尾 厚).....	101
MATSUO Shinichiroh (松尾 信一郎)....	177
MATSUYA Keisuke (松家 敬介).....	228
MATUMOTO Hisayosi (松本 久義).....	102
MIMURA Yoshifumi (三村 与士文).....	212
MIURA Makoto (三浦 真人).....	229
MIYAKE Taiki (三宅 泰記).....	242
MIYAOKA Yoichi (宮岡 洋一).....	56
MIYATANI Kazuaki (宮谷 和亮).....	229
MIZUTANI Haruya (水谷 治哉).....	197
MORI Masaki (森 真樹).....	242
MURATA Noboru (村田 昇).....	136

## N

NAGAI Yasunari (永井 保成).....	126
NAGAYAMA Izumi (長山 いづみ).....	140

NAKAHARA Kenji (中原 健二).....	193
NAKAISHI kentaro (中石 健太郎).....	169
NAKAMURA Akane (中村 あかね).....	239
NAKAMURA Nobuhiro (中村 信裕)....	171
NAKAMURA Shu (中村 周).....	39
NAKAOKA Hiroyuki (中岡 宏行).....	126
NAKAOKA Shinji (中岡 慎治).....	150
NAKATA Yoichi (中田 庸一).....	170
NAOI Katsuyuki (直井 克之).....	191
NARA Mitsunori (奈良 光紀).....	128
NIKUNI Hiroaki (新國 裕昭).....	147
NISHIOKA Seiji (西岡 斉治).....	152
NOGUCHI Junjiro (野口 潤次郎).....	42
NOZAKI Osamu (野崎 統).....	224

## O

ODA Takayuki (織田 孝幸).....	6
OGATA Yoshiko (緒方 芳子).....	72
OHKUBO Shun (大久保 俊).....	205
OHNO Kenta (大野 健太).....	232
OIKAWA Issei (及川 一誠).....	184
OIKONOMIDES Catherine.....	155
OKAWA Shinnosuke (大川 新之介).....	215
OKUDA Takayuki (奥田 隆幸).....	216
OSHIMA Toshio (大島 利雄).....	4
OSHIMA Yoshiki (大島 芳樹).....	216
OZAWA Narutaka (小澤 登高).....	74

## P

PAJITNOV Andrei.....	113
PONGE Raphaël.....	115
PUEL Jean-Pierre.....	133

## R

ROYDOR, Jean.....	157
-------------------	-----

## S

SAITO Norikazu (齊藤 宣一).....	83
SAITO Shuji (斎藤 秀司).....	28
SAITO Takeshi (斎藤 毅).....	30
SAITO Yoshihisa (斎藤 義久).....	85
SAKAI Hidetaka (坂井 秀隆).....	87
SAKO Hiroki (酒匂 宏樹).....	146
SAKURAI Makoto (桜井 眞).....	246
SANNAI Akiyoshi (三内 顕義).....	189
SASADA Makiko (佐々田 槿子).....	208
SATOH Naotaka (佐藤 巨崇).....	236
SEKI Yukihiko (関 行宏).....	164
SEKIGUCHI Hideko (関口 英子).....	91

SHIBAHARA Jun (柴原 淳) .....	237
SHIGA Tokuzo (志賀 徳造) .....	112
SHIHO Atsushi (志甫 淳) .....	88
Shimizu Tatsuro (清水 達郎) .....	238
SHIRAISHI Junichi (白石 潤一).....	90
SONO Keiju (宗野 恵樹).....	209
SUGAWARA Yu (菅原 遊).....	238
SUKO Junnichi (須子 淳一).....	189
SUN Juanjuan (孫 娟娟) .....	190
SUTHICHITRANONT Noppakhun .....	224
SUZUKI Masatoshi (鈴木 正俊).....	123
SUZUKI Yuuichi (鈴木 裕一).....	238

## T

TAKAGI Hiromichi (高木 寛通).....	93
TAKAMURA Masashi (高村 正志).....	165
TAKAYAMA Shigeharu (高山 茂晴).....	94
TANAKA Hitoshi (田中 仁).....	125
TERADA Itaru (寺田 至) .....	95
TERANISHI Noriaki (寺西 功哲).....	238
TERASAWA Yutaka (寺澤 祐高).....	167
TERASOMA Tomohide (寺杣 友秀) ....	36
TIAN Ran (田 然) .....	211
TIBA Yusaku (千葉 優作).....	210
TODA Yukinobu (戸田 幸伸).....	140
TOKIHIRO Tetsuji (時弘 哲治).....	37
TORIGOE Takatomo (鳥越 貴智).....	238
TSUBOI Takeshi (坪井 俊).....	33
TSUJI Takeshi (辻 雄).....	32
TSUSHIMA Takahiro (津嶋 貴弘).....	166

## U

UEMATSU Tetsuya (植松 哲也).....	214
UESAKA Masaaki (上坂 正晃).....	183
UMEDA Noriaki (梅田 典晃).....	158
UZUN Mecit Kerem .....	214

## W

WATANABE Hidekazu (渡辺 英和) .....	201
WILLOX Ralph (ウィロックス ラルフ) .....	106

## Y

YAMAGUCHI Masashi (山口 雅司).....	243
YAMAMOTO Masahiro (山本 昌宏).....	58
YAMAMOTO Shuji (山本 修司).....	153
YAMASHITA Atsushi (山下 温).....	177
YAMASHITA Makoto (山下 真).....	198

YAMAUCHI Youji (山内 洋二).....	243
YOKOYAMA Etsuro (横山 悦郎).....	137
YOKOYAMA Satoshi (横山 聡).....	212
YOSHIDA Nakahiro (吉田 朋広).....	63
YOSHIDA Yuto (吉田 悠人).....	244
YOSHITOMI Shuhei (吉富 修平).....	199
YOSHIYASU Toru (吉安 徹).....	244

## Z

ZHANG Qizhi (張 祺智) .....	210
ZHANG, Qin (張 欽).....	190

●五十音順

あ

青木 昌雄	143
青沼 君明	135
浅井 智朗	202
足助 太郎	66
麻生 和彦	109
阿部 健	231
アベス アハメッド	132
阿部 知行	144
阿部 紀行	117
新井 仁之	1

い

池田 暁志	212
石崎 晋也	213
石田 智彦	202
一井 信吾	67
伊藤 敦	203
伊藤 哲也	203
糸崎 真一郎	204
稲葉 寿	69
イリュージョー リュク	112
岩尾 慎介	145
岩見 真吾	181

う

ウィロックス ラルフ	106
上坂 正晃	183
植松 哲也	214
ウズン メシット ケレム	214
梅田 典晃	158

え

江夏 健太	232
-------	-----

お

及川 一誠	184
オイコノミデス キャサリン	155
大川 新之介	215
大久保 俊	205
大島 利雄	4
大島 芳樹	216
大野 健太	232
緒方 芳子	72
奥田 隆幸	216
小澤 登高	74
織田 孝幸	6

か

柿澤 亮平	205
笠谷 昌弘	118
鍛冶 匠一	206
柏原 崇人	233
粕谷 直彦	234
糟谷 久矢	217
片岡 清臣	7
片岡 俊孝	110
勝島 義史	218
加藤 晃史	75
加藤 直樹	206
金井 政宏	119
金沢 篤	219
鎌谷 研吾	121
神本 晋吾	206
川上 拓志	159
河澄 響矢	77
河東 泰之	9
川又 雄二郎	11
川本 敦史	185
神吉 雅崇	234

き

儀我 美一	13
儀我 美保	161
菊地 哲也	162
岸田 真己	235
北川 弘典	235
北田 均	79
北山 貴裕	186
木村 康人	163
清野 和彦	110

く

楠岡 成雄	18
國谷 紀良	220
クレア ピエール	154

こ

河野 俊丈	20
児玉 大樹	122
牛腸 徹	111
小寺 諒介	187
古場 一	221
小林 俊行	22
権業 善範	222
近藤 健一	222
今野 宏	82

ゴンポドール バヤマグナイ	180
<hr/>	
さ	
斎藤 秀司	28
斎藤 毅	30
齊藤 宣一	83
斉藤 義久	85
坂井 秀隆	87
桜井 真	246
酒匂 宏樹	146
佐々田 槇子	208
佐藤 巨崇	236
三内 顕義	189
<hr/>	
し	
志賀 徳造	112
柴原 淳	237
志甫 淳	88
清水 達郎	238
シュウ ベンユエン	236
白石 潤一	90
<hr/>	
す	
ズアン キン	190
ズアン クイズイ	210
菅原 遊	238
須子 淳一	189
鈴木 正俊	123
鈴木 裕一	238
スッティチトラノン ノッパクン	224
<hr/>	
せ	
関口 英子	91
関 行宏	164
<hr/>	
そ	
宗野 恵樹	209
ソン ジュアンジュアン	190
<hr/>	
た	
高木 寛通	93
高村 正志	165
高山 茂晴	94
田中 仁	125
<hr/>	
ち	
千葉 優作	210
<hr/>	
つ	
辻 雄	32

津嶋 貴弘	166
坪井 俊	33
<hr/>	
て	
ティアン ラン	211
寺澤 祐高	167
寺杣 友秀	36
寺田 至	95
寺西 功哲	238
<hr/>	
と	
時弘 哲治	37
戸田 幸伸	140
鳥越 貴智	238
<hr/>	
な	
直井 克之	191
中石 健太郎	169
永井 保成	126
中岡 慎治	150
中岡 宏行	126
中田 庸一	170
中原 健二	193
中村 あかね	239
中村 周	39
中村 信裕	171
長山 いづみ	140
奈良 光紀	128
<hr/>	
に	
新國 裕昭	147
西岡 斉治	152
<hr/>	
の	
野口 潤次郎	42
野崎 統	224
<hr/>	
は	
パジトノフ アンドレイ	113
橋本 健治	193
長谷川 泰子	174
長谷川 立	97
服部 広大	175
服部 円佳	239
浜向 直	239
林 修平	98
原 隆	194
原瀬 晋	195
<hr/>	
ひ	
久本 智之	224

平地 健吾 .....	44	山口 雅司 .....	243
平野 雄一 .....	225	山下 温 .....	177
廣惠 一希 .....	176	山下 真 .....	198
<hr/>		山本 修司 .....	153
ふ		山本 昌宏 .....	58
プエル ジャン-ピエール .....	133	<hr/>	
藤城 謙一 .....	240	よ	
二木 昌宏 .....	173	横山 悦郎 .....	137
舟木 直久 .....	46	横山 聡 .....	212
古川 遼 .....	240	吉田 朋広 .....	63
古田 幹雄 .....	48	吉田 悠人 .....	244
<hr/>		吉富 修平 .....	199
ほ		吉安 徹 .....	244
穂坂 秀昭 .....	240	<hr/>	
細野 忍 .....	99	り	
穂積 寛之 .....	241	リ シャオロン .....	244
ボンジュ ラファエル .....	115	リュウ キン .....	200
<hr/>		<hr/>	
ま		ろ	
マ ショウヘイ .....	211	ロイドル ジャン .....	157
マオ シクァン .....	179	<hr/>	
俣野 博 .....	50	わ	
松尾 厚 .....	101	渡辺 英和 .....	201
松尾 信一郎 .....	177	<hr/>	
松田 能文 .....	130		
松村 慎一 .....	225		
松村 真義 .....	241		
松本 久義 .....	102		
松本 眞 .....	54		
松本 雄也 .....	241		
松本 佳彦 .....	226		
松家 敬介 .....	228		
丸山 徹 .....	135		
<hr/>			
み			
三浦 真人 .....	229		
水谷 治哉 .....	197		
三村 与士文 .....	212		
宮岡 洋一 .....	56		
三宅 泰記 .....	242		
宮谷 和亮 .....	229		
<hr/>			
む			
村田 昇 .....	136		
<hr/>			
も			
森 真樹 .....	242		
<hr/>			
や			
山内 洋二 .....	243		

研究成果報告書 平成 22 年度  
(Annual Report 2010)

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 22 年度担当 川又 雄二郎  
福井 伸江