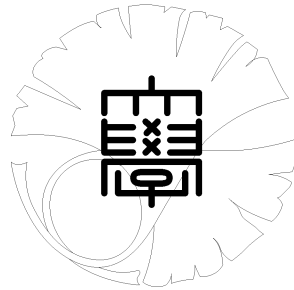


# 研 究 成 果 報 告 書

平 成 23 年 度

Annual Report  
2011



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

平成23年度の研究成果報告書をお届けします。

平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震および津波は東日本大震災と呼ばれる未曾有の被害をもたらし、原子力発電所からの核汚染問題もおきました。しかし、平成23年度の東京大学における教育研究は、入学式等の簡素化、電力不足に対応するための様々な措置を除いて、おおむね平常通り行われました。数理科学研究科においては、照明を暗くする、冷暖房の設定の変更等により、電気を使わない工夫などを求められました。例年8月に本郷、駒場で1日ずつ行われていたオープンキャンパスは、冷房に電力を使うことを避けて12月に本郷だけで行われ、数理科学研究科が関係するところでは、安田講堂での数理科学研究科の紹介および理学部における数学科の模擬授業、数学よろず相談という形で行いました。地震の影響で数理科学研究科の図書館の書架の一部が破損しましたが、図書館では、被災された大学所属の教員、研究者、学生の方への利用案内を出しました。このような1年間でしたが、数学の研究に関しては、平成23年度もこの報告書に記載されているように新しい数学の研究成果が数多く得られました。

数理科学研究科への教員の異動については、4月に石井志保子教授が東京工業大学から、金井雅彦教授が名古屋大学から、下村明洋准教授が首都大学東京から、吉野太郎准教授が東京工業大学から着任されました。また、中村信裕氏と鹿島洋平氏が特任助教として採用されました。さらに10月には、高木俊輔准教授が九州大学から着任されました。一方、数理科学研究科からの異動については、7月に齋藤秀司教授が東京工業大学に移られ、10月に鎌谷健吾特任助教が大阪大学助教に、1月に鈴木正俊特任助教が東京工業大学准教授に栄転されました。また、柳春, Andrei Pajitnov, Oliver Brinon, Mourad Bellassoued 各氏が教授あるいは特任教授として滞在されました。新しい年度の平成24年4月には、高山茂晴准教授が教授に昇任され、権業善範氏が助教として着任されました。また、中村信裕氏が学習院大学助教に栄転されました。

2009年度から3年間にわたりBNPパリバ証券からご寄付いただいた、「ファイナンス数理寄付講座」が今年度で終了になりました。寄付講座では志賀徳造先生に特任教授を務めていただき、また、延べ6名の特任助教を雇用していました。数理科学研究科の教育研究活動を強く支えていただいたBNPパリバ証券に感謝いたします。

数理科学研究科のメンバーの受賞については、平成23年度は、志甫淳准教授が日本数学会春季賞を受賞されました。また、石井志保子教授が日本数学会代数学賞を受賞されました。また、9月に博士を修了した権業善範君が、2月に学術振興会育志賞、3月に総長賞の栄誉に輝きました。育志賞は、創始された昨年度平成22年度の佐々田楨子さんに引き続いてのものであり、総長賞はこれで4年連続の受賞です。理学部数学科の森田陽介君も総長賞を受賞しており、当研究科スタッフとしては非常に誇らしく感じております。

数理科学研究科では、例年と同じく数多くの国際研究集会が開催されました。放射能汚染の影響により招待を辞退された研究者も数名ありましたが、ほとんど例年と同じ規模で開催されています。定例となった交流協定を結んでいるKIASと共同開催しているTokyo-Seoul Conferenceは12月に本研究科で行われました。10月に東大フォーラムがフランスのパリ市とリヨン市で開催され、その中のシンポジウムとして、Geometry and Geometryという研究集会を、リヨン高等師範学校で開催しました。リヨン高等師範学校とは、交流協定を結んだ後での初めての大きかりな研究集会となりました。

た。若手研究者の視野を広げるという目的で、東京大学GCOE「数学新展開の教育研究拠点」による若手研究者海外派遣事業および「組織的な若手研究者等海外派遣事業」により、大学院生、P D、助教の海外派遣を多数行いました。

アウトリーチ活動としては、応用班の担当で、公開講座「数理科学の広がり」が11月に開催されました。GCOEの援助により、「ジャーナリスト・イン・レジデンス」プログラムで中国新聞の記者が1週間滞在し、外部の視点からみた数理科学研究についての報告をいただきました。玉原国際セミナーハウスでは、例年と同じく、7月に「高校生のための現代数学講座」、9月に「群馬県高校生数学キャンプ」、10月に「中学生のための玉原数学教室」を開催しました。また、2月に女子中高生のために、『「数学の魅力」創造と展開』が開催されました。

これらの1年間の研究活動の報告が、この報告書です。この報告書が出せるのも、数理科学研究科の活動を献身的に支えてくださる事務職員の方々のおかげです。事務職員の皆様に深く感謝いたします。

平成24年(2012年)5月  
東京大学大学院数理科学研究科  
平成23年度数理科学専攻長  
坪井 俊

# 目 次

## 序 文

### 個人別研究活動報告項目についての説明

#### 1. 個人別研究活動報告

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

#### 2. 学位取得者

● 博士号取得者	2 3 8
● 修士号取得者	2 4 0

#### 3. 学術雑誌 – 東大数理科学ジャーナル第 1 8 巻

2 4 5

#### 4. プレプリント・シリーズ

2 4 7

#### 5. 公開講座・研究集会等

2 4 9

#### 6. 談話会

2 8 3

#### 7. 公開セミナー

2 8 4

#### 8. 日本学術振興会特別研究員採用者(研究課題)リスト

3 0 2

#### 9. 平成 2 3 年度ビジターリスト

3 0 4

# CONTENTS

Preface

Format of the Individual Research Activity Reports

1. Individual Research Activity Reports	
• Professor	1
• Associate Professor	7 2
• Research Associate	1 1 8
• Project Professor	1 2 1
• Project Research Associate	1 2 2
• Foreign Visiting (Associate) Professor	1 3 4
• Special Visiting Chair – Visiting (Associate) Professor	1 3 6
• JSPS Fellow	1 4 3
• Project Researcher	1 5 7
• Doctoral Course Student	1 8 0
• Master's Course Student	2 2 2
• Research Student	2 3 6
2. Graduate Degrees Conferred	
• Doctoral—Ph.D. : conferee, thesis title, and date	2 3 8
• Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date	2 4 0
3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Vol. 18	2 4 5
4. Preprint Series	2 4 7
5. Public Lectures • Symposiums • Workshops, etc	2 4 9
6. Colloquium	2 8 3
7. Seminars	2 8 4
8. JSPS Fellow List	3 0 2
9. Visitor List of the Fiscal Year 2011	3 0 4

## 個人別研究活動報告項目の説明

### A. 研究概要

- 研究の要約（日本語と英語）。

### B. 発表論文

- 5年以内（2007～2011年度）のもので10篇以内。書籍も含む。  
但し、2011年1月1日～2011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（2007～2011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23年度中に当該教員の指導（指導教員または論文主査）によって学位を取得した者の氏名および論文題目。

### F. 対外研究サービス

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

### G. 受賞

- 過去5年間の受賞。

### H. 海外からのビジター

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

当該項目に記述のないものは，項目名も省略した。

# Format of the Individual Research Activity Reports

## A. Research outline

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

## B. Publications

- Selected publications of the past five years (up to ten items, including books).  
As an exceptional rule, the lists include all the publications issued in the period  
2011.1.1 ~ 2011.12.31

## 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, 2011.

## 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

**【研究内容】** 新井は視覚と錯覚の数学的な研究をする新しい学術分野「数理視覚科学」を提唱している。これは数学、視覚科学、脳科学、心理学、神経科学、医学などの融合した新しい分野である。数理視覚科学の研究では、錯視（視覚の引き起こす錯覚）が重要な役割を果たす。今年度は視知覚の数理モデル、浮遊錯視と文字列傾斜錯視について研究を進め、成果を得た。

**【学術成果】** 視知覚に関連する脳内の情報処理の数理モデルに関する研究を行い、その成果を論文にまとめた（投稿中）。

**【知的財産】** 浮遊錯視生成アルゴリズムについて JST より PCT 出願および PCT 加盟国以外の台湾に特許出願した。また、新しく文字列傾斜錯視自動生成アルゴリズムを開発し、JST より特許出願した。

**【社会への発信】** 文字列傾斜錯視自動生成アルゴリズムは、社会でも興味をもたれ、開発後直ちに、共同通信社 47 ニュース、MSN 産経ニュース、東京新聞など各紙の web 版で報道され（2012 年 3 月 22 日）、翌 23 日には、東京中日スポーツ等の紙面でも報じられるほか、テレビ番組「とくダネ!」（フジテレビ）、「ひるおび!」（TBS）のオープニングで取り上げられた。なお浮遊錯視については、2011 年 10 月に TBS のテレビ番組「はなまるマーケット」で紹介された。

**【社会貢献】** 数学的方法による視覚の研究紹介、ならびに数学を用いて作成した浮遊錯視をトリックアートミュージアム（横浜大世界）からの依頼を受けて出品、同ミュージアムに 3 月 16 日から展示されている。また、2012 年 5 月から行われる城西大学水田美術館で作品展がある予定で、その準備も行った。その他、三省堂サイエンスカフェなどで一般向け講演を行った。

**【キーワード】** 数学、脳、視覚、知覚、錯覚、コンピュータ・ビジョン。

I have studied about visual perception by mathematical methods. My aim is to establish a new discipline, mathematical vision science. In this year I invented with S. Arai an algorithm for making fuyuu illusion (patent pending), and an algorithm for making automatically tilt illusions consisting of Japanese characters (patent pending). I studied mathematical models of visual information processing in the brain, and submitted a paper. Our algorithms and our works were reported by several newspapers and TV programs. Our works have been exhibited in a trick art museum in Yokohama.

#### B. 発表論文

1. 新井仁之, 新井しのぶ:特許出願, JST, 2012.
2. H. Arai and S. Arai : PCT 出願など, JST, 2011.
3. H. Arai and S. Arai : “Framelet analysis of some geometrical illusions”, Japan J. Indust. Appl. Math. **27** (2010) 23–46.
4. 新井仁之, “ウェーブレット”, 共立出版, 総頁数 463+xi, 2010.
5. 新井仁之, “新・フーリエ解析と関数解析学”, 培風館, 総頁数 339+viii, 2010.
6. H. Arai and S. Arai, “2D tight framelets with orientation selectivity suggested by vision science”, JSIAM Lett. **1** (2009), 9–12, *Invited Paper*.
7. 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.
8. 新井仁之, “視覚の科学と数学” 数理科学 **542** (2008)–**547** (2009) 連載.



9. H. Arai, "Achromatic and chromatic visual information processing and discrete wavelets", *Frontiers of Computational Sciences*, Springer, 2007, 83–89, *Invited Paper*.
10. H. Arai and S. Arai, "Finite discrete, shift-invariant, directional filterbanks for visual information processing, I: Construction", *Interdiscip. Information Sciences* **13** (2007), 255–273.

#### C. 口頭発表

1. 新井仁之, 視知覚と錯覚の数理科学, 明治大学大学院先端数理科学研究科開設記念講演会「現象数理科学の将来と展望」, 明治大学, 2011年10月.
2. 新井仁之, 視覚と錯視の数理解析 - 数理科学と知覚心理学の融合を目指して -, 日本心理学会第75回大会, 話題提供者, 日本大学, 2011年9月.
3. 新井仁之, 数学的方法による視知覚と錯覚の研究, I: 数理モデルによる錯視のシミュレーション, 制御, 創作, II: 詳論, NSC 特別講演会, 北海道大学電子科学研究所, 2011年8月.
4. 新井仁之, 目の錯覚のメカニズムを数学で探る, 三省堂サイエンスカフェ, 2011年4月.
5. 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」, 機会振興会館, 2011年2月.
6. 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, 第1回領域会議「越境する数学」(科学技術振興機構), 東京大学, 2011年2月.
7. 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.
8. 新井仁之, 人間の視覚のメカニズムを解明する, ウェーブレットフレームを用いた視覚

の数理モデル, 展示発表, 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』, 国際東京フォーラム, 2010年12月.

9. 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, 日本応用数学会 2009年度年会 特別講演, 大阪大学, 2009年9月.
10. 新井仁之, 視覚と錯視の数学的研究, 日本応用数学会 2008年度年会 総合講演, 東京大学, 2008年9月.

#### D. 講義

1. 解析学IV: 測度と積分の基礎を講じた. (理学部3年生向け講義)
2. 解析学特別演習I: 測度と積分に関する演習. (理学部3年生向け講義)
3. 解析学XB/基礎解析学概論: 実解析と関数解析など解析学の基礎的な事柄を講じた. (数理大学院・4年生共通講義)
4. 数理解析III: 集合, 位相, 測度, ルベーグ積分を講じた. (教養学部基礎科学科講義)
5. 解析学XC: ウェーブレットについて講じた. (理学部・理学研究科, 本郷開講科目)
6. 集中講義(慶應義塾大学): ウェーブレットと数理視覚科学について講じた.
7. 集中講義(東北大学): ウェーブレットとその応用について, 特に視覚の研究との関連を講じた.
8. 半期講義(早稲田大学): 離散フーリエ解析, ウェーブレット解析について, 信号処理, 画像処理などを中心に実用的側面を講義した.

#### E. 修士・博士論文

1. (修士)Hu Guorong: Characterizations of weighted non-isotropic Hardy spaces, with an application to pseudo-differential operators.

#### F. 対外研究サービス

1. (独) 科学技術振興機構 CREST 研究担当者.

2. 京都大学数理解析研究所運営委員.
3. トリックアート・ミュージアム (横浜大世界) の展示作品作成.
4. 城西大学水田美術館の展示作品作成準備 (2012年5月展示予定).
5. 三省堂サイエンスカフェ講師.
6. サイエンスカフェ・ガリレオ・ガリレイ講師.
7. テレビ番組「ひろおび!」(TBS), 「はなまるマーケット」(TBS) に研究成果資料提供.

## G. 受賞

平成20年度 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.

## 石井 志保子 (ISHII Shihoko)

### A. 研究概要

弧 (arc) とは1変数で表示された微小な曲線であり,  $m$  次のジェット ( $m$ -jet) とは微小な曲線の  $m$  次近似である. 弧空間 (space of  $m$ -jets) は一つの代数多様体上の弧全体の集合であり,  $m$  次ジェット空間 (space of  $m$ -jets) は  $m$  次ジェット全体の集合である. これらには自然にスキームの構造が入り, その代数多様体の性質を反映する幾何学的対象になっている. 最初にこのジェット空間や弧空間を導入したのは John F. Nash で, 1968年のことであった. Nash 自身はこの弧空間上で特異点を通る弧のなす既約成分と, 特異点解消の本質的因子の対応を予想する問題 (Nash問題と呼ばれる) に興味があったようであるが, 近年この弧空間やジェット空間の双有理幾何学への応用が目覚ましく発展してきた.

石井は, 因子的附値に対して弧空間の既約閉集合が対応し, それらの既約閉集合の包含関係が因子的附値の条件で表されるかどうかを調べた. 具体的には附値の大小関係があれば対応する既約閉集合の包含関係はあるが, 逆は言えないことを例をあげて示した. この既約集合の余次元は対応する因子的附値における Mather discrepancy で与えられることを示した.

また弧空間やジェット空間の性質がどのように多様体の性質に反映してくるかということは興味深い問題であるが, ジェット空間が非特異であれ

ば多様体も非特異であること, ジェット空間の間の切り詰め射が平坦であれば多様体は非特異であることがわかった. 多様体の間に射があるとき, それから導入されたジェット空間の射が同形であれば多様体の射は同形になることも分かったが, 多様体の間の射の存在が保証されていないとき, ジェット空間の間に同形射があっても多様体の間に同形射は存在しないことを例を用いて示した. また, ジェット空間の上の種々の幾何学的性質 ( $\mathbb{Q}$ -Gorenstein 性, 標準性, 対数的標準性, 終着性, 完全交叉性) が多様体の性質にも遺伝することを示した. これまで, 色々な人たちによって観察されてきたこと: 「ジェット空間が全てある性質をもてば多様体はそれよりももっと良い性質を持つ」ということに基づき「ジェット空間が全て高々有理特異点をもてば, 多様体は非特異であろう」という予想があったが, 正標数手法を用いて反例をあげた.

Roughly speaking, an arc is a very small portion of a curve and  $m$ -jet is an approximation of order  $m$  of a small portion of a curve. The space of arcs is the set of all arcs on a scheme and the space of  $m$ -jets (jet scheme) is the set of all  $m$ -jets on a scheme. These spaces have the natural scheme structures and reflect the properties of the base scheme. The space of arcs and the space of  $m$ -jets was introduced in a short preprint of 1968 by John Forbes Nash. He posed a problem (called the Nash problem) which predicts the existence of the bijection between the irreducible components of the set of arcs passing through the singular locus and the essential divisors of the resolutions of the singularities. Recently, the theory of the arc space has developed with many application to birational geometry.

Ishii associates a divisorial valuation to an irreducible closed subset in the arc space and studies the inclusion relation between two irreducible closed subsets and proves that the inequality of the valuations implies the inclusion of the corresponding irreducible subsets but the converse does not hold in general. The codimension of the irreducible subset is proved to be written in terms of the Mather discrepancy at the corresponding valuation.

It is an interesting problem how the properties of the jet schemes affect to the properties of the base scheme. She proves that the scheme is non-singular if one of the jet schemes is non-singular. It is also proved that the scheme is non-singular if one of the truncation morphisms is flat. For a morphism of schemes, if the induced morphism of the  $m$ -jet schemes is isomorphic, then the morphism of the schemes is isomorphic. But it is proved that the isomorphisms of all jet schemes do not imply the existence of an isomorphism of the schemes. Some properties ( $\mathbb{Q}$ -Gorenstein, canonicity, log-canonicity, terminality, complete intersection) of the jet scheme are inherited by the base scheme. The evidence observed by many people: “the jet schemes have a property, then the base scheme has a better property” leads a problem “if all jet schemes have at worst rational singularities, then is the base scheme non-singular?”. This problem is answered negatively by using positive characteristic method.

#### B. 発表論文

1. S. Ishii: Jet schemes, arc spaces and the Nash problem, C.R.Math. Rep. Acad. Canada, 29 (2007) 1-21
2. S. Ishii: Maximal divisorial sets in arc spaces, Adv. St. Pure Math. 50, (2008) 237-249
3. L. Ein, T. De Fernex and S. Ishii: Divisorial valuations via arcs, Publ. RIMS 44, (2008) 425-448
4. S. Ishii: Smoothness and jet schemes, Adv. St. Pure Math. 56, (2009), 187-199
5. S. Ishii and J. Winkelmann: Isomorphisms of jet schemes, C. R. Math. Rep. Acad. Sci. Canada. 32, (2010) 19-23
6. S. Ishii: Nash problem for a toric pair and the minimal log-discrepancy, C. R. Math. Acad. Sci. Paris 348, (2010) 985-988
7. S. Ishii: Geometric properties on jet

schemes, Comm. Alg. 39, Number 5, (2011) 1872-1882

8. S. Ishii, A. Sannai and K-i. Watanabe: Jet schemes of homogeneous hypersurfaces, to appear in the Proceedings of Franco-Japanese Symposium on Singularities VI.

#### 著書

1. 石井 志保子他 共著者 19 名, 数学の道しるべ - 研究者の道とは何か, サイエンス社, 全 202 ページ, 2011
2. 石井 志保子他 共著者 64 名, 「キュリー夫人伝」 科学者の本棚, 岩波書店, 全 256 ページ, 2011

#### C. 口頭発表

1. Isomorphism problem on jet schemes, Invariants in Algebraic Geometry, 東京大学, 2009 年 11 月 13 日
2. Mather discrepancy and arc spaces, Algebraic Geometry and its Applications Abhyankar's 80th birthday Conference, Purdue University, USA, 2010 年 7 月 21 日
3. 特異点の問題, 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
4. Usual discrepancy versus Mather discrepancy, 特異点と多様体の幾何学, 山形大学, 2010 年 9 月 17 日
5. Arc spaces now, 研究集会「特異点とそのひろがり」, 京都大学, 2011 年 8 月 24 日
6. The arc space of a variety, 幾何学シンポジウム, 山口大学, 2011 年 8 月 29 日
7. Multiplier ideal via Mather discrepancy, 6th Franco-Japanese symposium on Singularities, 九州大学, 2011 年 9 月 8 日
8. Geometry of arc space and algebraic geometry, 2011 年度代数学賞受賞特別講演, 信州大学, 2011 年 9 月 30 日
9. Applications of arc spaces to birational geometry I, II: Workshop Artin Approximation and Arcs. Ervin Schlessinger Institut Vienna, 2011 年 11 月 19 日, 11 月 20 日

10. Jet closures and local isomorphism problem, Arithmetic and Algebraic Geometry, 東京大学, 2012年2月15日

#### D. 講義

1. 数学 II (教養学部前期課程講義)
2. 応用代数学・数学続論 XE: Introduction to arc spaces. 代数幾何学において, 比較的新しく興味深い対象である arc space について概説した. (数理大学院・4年生共通講義)

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 ASPM 編集委員
2. Journal of Algebra and its applications editor

#### G. 受賞

2011年度 日本数学会代数学賞

#### H. 海外からのビジター

Professor Javier Fernandez de Bobadilla (University of Madrid)

2011年9月11日~9月18日

### 大島 利雄 (OSHIMA Toshio)

#### A. 研究概要

1. 2011年において, 引き続き単独 Fuchs 型常微分方程式の解析を行い, 今までの研究で得られた結果を論文 [7] にまとめた. 具体的には, 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 型方程式の universal model を構成し (Deligne–Kac–Simpson 問題の解決), Kac–Moody ルート系との関連を明らかにして, 今まで知られていなかった既約性, 接続公式, 隣接関係式などを, ルート系とその Weyl 群を用いて一般的かつ具体的に表した. このうちで, 特に generalized Riemann scheme と universal model と接続公式についての新しい理論を講義録として発表した (論文 [9]).

2. 不確定特異点を含む場合の有理関数係数の一般の単独線型常微分方程式の研究を始めた. 不確定特異点において分岐が生じない場合に, スペクトル型と symmetric Kac–Moody ルート系の対

応を定義し, その方程式を Fuchs 型常微分方程式の合流として含む universal unfolding model を定義した (口頭発表 [5]). 特にアクセサリー・パラメーターを持たない rigid なスペクトル型の場合は, 特異点の位置をパラメータに含む具体的な積分表示による解の universal な表示を得ることができた. また, 廣恵氏との共同研究で, アクセサリー・パラメーターの個数を決めたとき, 解が具体的な積分変換で移り合うものを同一視すると, 方程式は有限個に分類されることを示し, 特にその個数が 2 以下の場合の方程式の分類を行った (論文 [10]).

3. Radon 変換の一般化の研究を行った. Grassmann 多様体と限らない一般の旗多様体の場合, さらに有限体や有限集合上の旗多様体の場合にいくつかの例での計算を行った (口頭発表 [7]).

1. In 2011, I continued analyzing single Fuchsian ordinary differential equations and I wrote a paper [7] containing the analysis which I had obtained until 2011. More precisely, I constructed a universal model of Fuchsian differential equations with a given Riemann scheme (which solved Deligne–Kac–Simpson problem) and clarified its relation to a Kac–Moody root system. Using the root system and its Weyl group, I generally and explicitly gave the condition of irreducibility, connection coefficients, contiguous relations etc. for the equation, which had not been known before. In particular, I wrote a lecture note [9], which mainly explains generalized Riemann schemes, universal models and connection problems.

2. I started the study of general linear ordinary differential equations with coefficients in rational functions which have irregular singular points. When their irregular singularities are unramified, I defined a correspondence between spectral types of the equations and a universal symmetric Kac–Moody roof system, realized them as confluences of regular singularities and defined universal unfolding models (talk [5]). In particular, if the equations are rigid and have no accessory parameter, I got explicit universal integral representations of their solutions with singular points as parameters. A joint work with K. Hiroe and me (paper [10])

proved that there exist only a finite number of equations with a fixed number of accessory parameters which assures that any other equation with the same number of accessory parameters can be obtained by a simple integral transformation from one of the equations and explicitly classified them when the number of accessory parameters are less than three.

3. I studied a generalized Radon transforms. I calculated some examples of generalized Radon transforms on generalized flag manifolds (not necessary Grassmann manifolds) and flag manifolds over finite fields or finite sets (talk [7]).

#### B. 発表論文

1. 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.
2. T. Oshima, “Commuting differential operators with regular singularities,” Algebraic Analysis of Differential Equations, Springer-Verlag, Tokyo, 2007, 195–224.
3. T. Oshima, “Classification of Fuchsian systems and their connection problem”, arXiv:0811.2916, 2008, 29pp, to appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu.
4. T. Oshima, “Katz’s middle convolution and Yokoyama’s extending operation”, arXiv:0812.1135, 2008, 18pp.
5. T. Oshima and N. Shimeno, “Heckman-Opdam hypergeometric functions and their specializations”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B20** (2010), 129–162.
6. T. Oshima and N. Shimeno, “Boundary value problems on Riemannian symmetric spaces of the noncompact Type”, 26pp, 2010, to appear in the book in honor of J. Wolf for his 75th birthday, Birkhäuser-Springer.

7. T. Oshima, “Fractional calculus of Weyl algebra and Fuchsian differential equations”, arXiv:1102.2792, 2011, 196pp.
8. T. Kobayashi and T. Oshima, “Finite multiplicity theorems”, arXiv:1108.3477v2, 2011, 31pp.
9. 大島利雄 (廣惠一希述), “特殊関数と代数的線形常微分方程式”, 東京大学数理科学レクチャーノート **11**, 2011, 111pp.
10. K. Hiroe and T. Oshima, “A classification of roots of symmetric Kac–Moody root systems and its application”, preprint, 2012, 42pp (submitted).

#### C. 口頭発表

1. “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, March 17–18, 2011.
2. “Ordinary differential equations and Kac–Moody root systems”, Recent Developments in Harmonic Analysis and their Applications, Marrakech, Morocco, April 29, 2011.
3. “Boundary value problems on Riemannian symmetric spaces and minimal polynomials associated to generalized Verma modules”, International Workshop on Representation Theory and Harmonic Analysis, Chern Institute of Mathematics, Nankai University, China, June 6, 2011.
4. “Fuchs 型方程式の合流と分岐を持たない不確定特異点を許す方程式と Kac–Moody ルート系”, Workshop on Accessory Parameters, 玉原国際セミナーハウス, Oct. 8–9, 2011.
5. “代数的線形常微分方程式と Kac–Moody ルート系”, 2011 年度表現論シンポジウム, みなべ町, 和歌山, Nov. 9, 2011.
6. “Radon 変換の一般化について”, 表現論 Workshop 2011, 鳥取, Dec. 26, 2011.

7. “Generalizations of Radon transforms on compact homogeneous spaces”, Geometric Analysis on Euclidean and Homogeneous Spaces, Tufts University, USA, Jan. 8, 2012.
8. “Ordinary differential equations and Kac-Moody root systems”, Conference - Lie groups: structure, actions and representations, Bochum, Germany, Jan. 12, 2012.
9. “常微分作用素のスペクトル型と universal unfolding model”, アクセサリー・パラメーター研究会, 熊本大学, March 16, 2012.
10. “Riemann 球面上の代数的線型常微分方程式”, 日本数学会, 特別講演, 東京理科大, March 28, 2012.

#### D. 講義

1. “空間を埋め尽くすブロックについて”, 高校生玉原数学セミナー「複素数」, 玉原国際セミナーハウス, Sep. 18, 2011.
2. “図形と組み合わせ”, 沼田市中生ための玉原数学教室, 玉原国際セミナーハウス, Oct. 8, 2011,

#### F. 対外研究サービス

1. 研究科長
2. 学位授与機構学位審査会専門委員
3. 日本数学オリンピック評議員
4. 表現論などのメーリングリストの管理
5. 古典解析セミナーのオーガナイザー
6. Workshop on Accessory Parameters (2011年10月8日-11日, 於玉原国際セミナーハウス) のオーガナイザー
7. アクセサリー・パラメーター研究会 (2012年3月15日-17日, 於熊本大学理学部) のオーガナイザー
8. dviout の開発とサポート (1990年~)
9. 表現論, 微分作用素などの計算にかかわる数学プログラムや `risa/asir` のライブラリ の開発と公開

#### H. 海外からのビジター

- Mark R. Sepanski (Baylor Univ.)  
“Distinguished orbits and the L-S category of simply connected compact Lie groups”, Topic in the theory of Weyl Groups and Root Systems, Room123, Sep. 20, 2011.
- Alfred Noël (Univ. Massachusetts Boston)  
“Variations on a recent theorem of Kostant”, Topic in the theory of Weyl Groups and Root Systems, Room 123, Sep. 21, 2011.

#### 織田孝幸 (ODA Takayuki)

##### A. 研究概要

(a) Siegel 上半空間の、種数 2 の Siegel modular group  $Sp(2, \mathbf{Z})$  に関する Gottschling の基本領域の cell 分割のうち、零次元の部分の数え尽くしがほぼ完了した。

(b)  $Sp(2, \mathbf{R})$  の大きな離散系列の行列係数の動径成分の明示公式の論文を完成・投稿した。

(a) We are interested in the cell decomposition of the Gottschling fundamental domain of the Siegel modular group of genus 2 in the Siegel upper half space. We enumerated the zero cells “almost” completely.

(b) The paper on the explicit formula for the radial part of “the matrix coefficients of the large discrete series of  $Sp(2, \mathbf{R})$ ” is completed.

##### B. 発表論文

1. T. Oda: “Matrix coefficients of the large discrete series of  $SP_{2n}, \mathbb{R}$ ”, To appear in Nagoya Journal of Math.
2. Takahiro Hayata, T. Oda and Tomoki Yataougo: “Zero cells of the Siegel-Gottschling fundamental domain of degree 2”, To appear in Experimental Math.
3. Takahiro Hayata(早田孝博), Harutaka Koseki(古関春隆) and T. Oda: “Matrix coefficients of the middle discrete series of  $SU(2, 2)$ ”, J. Funct. Anal. **259** (2010), 301–307.

4. 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.
5. T. Oda: “The Birch and Swinnerton-Dyer conjecture”, [translation of MR1962232]. *Sugaku Expositions* **22** (2009), no. 2, 169–186.
6. 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.
7. T. Oda and Masao Tsuzuki (都築正男): “The secondary spherical functions and Green currents associated with symmetric pairs”, *Pure and appl. math. quaterly* **5** (2009), 977–1028.
8. Miki Hirano (平野幹) and T. Oda: “Calculus of principal series Whittaker functions on  $GL(3, \mathbf{C})$ ”, *J. Func. Analysis* **256** (2009), 2222–2267.
9. T. Oda and Masao Tsuzuki: “The secondary spherical functions and Green currents associated with symmetric pairs (aanounce of resuts)”, *RIMS Kôkyûroku Bessatsu B7* (2008), 121–135.
10. T. Oda and Kazuki Hiroe (廣恵一希): “Hecke-Siegel’s pull-back formula for the Epstein zeta functions with harmonic polynomial”, *J. Number Theory* **128** (2008), 835–857.
11. T. Oda, M. Hirano and T. Ishii: “Whittaker functions for  $P_J$ -principal series representations of  $Sp(2, \mathbf{R})$ ”, *Adv. in Math.*, **215** (2007), 734–765.
- genus two”, and an application of the language “Ruby”, 国際研究集会 “New developments in Modern Number Theory and Applied Mathematicd and Special Contributions of Students and E-learning”, Muscat, Sultanate Oman, 2012年2月
2. “Introduction to the classical reduction theory”. 集会”14-th Hakuba Autum Workshop: Reduction theory and applications to automorphic forms”. 長野県白馬村、2011年11月
3. “Zero cells of the Siegel-Gottschling fundamental domain of degree 2”. The International Conference “Polynomial Computer Algebra”, Euler International Mathematical Institute Saint-Petersburg, Russia, 2011年4月
4. “Explicit formula of the matrix coefficients of the large discrete series of  $SU(3, 1)$ ”. Workshop at RIMS, Kyoto Univ., 2011年1月
5. “小さな高階半単純 Lie 群上の特殊関数”. Accesary Parameter 研究集会, 熊本大学理学部、2010年3月
6. “Explicit formulae for archimedian Whittaker functions on classical groups and related problems”, Workshop “Representation theory of reductive groups– local and global aspect”, Erwin Schrödinger Intern. Inst. for Math. Physics, Wien, Austria, 2009年1月
7. “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
8. “Matrix coefficients of the large discrete series of  $Sp(2, \mathbf{R})$ ”, *Number Theory Seminar*, Harvard Univ., Math. Department, 2008年9月

#### C. 口頭発表

1. “Cell decomposition of the fundamental domain of the Siegel modular group of

#### D. 講義

1. 数学 IA: 微分積分学の基礎的な部分を講義した。(教養学部理系1年生、通年)

2. 数学 II: 線形代数学の基礎的な部分の講義.  
(教養学部理系 1 年生、通年)
3. 数理学 I: ベクトル解析の基礎を講義した.  
(教養学部理系 2 年生、夏学期)

#### E. 修士・博士論文

1. (博士論文) 宗野 恵樹 (SOUNO Keijyu):  
Spherical functions associated to the principal series representations of  $SL(3, \mathbb{R})$  and higher rank Epstein zeta functions.

#### 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
3. 国際研究集会 "L-ufnctions and related problems" (March 10–13, 2012) 東京大学駒場キャンパス、数理科学研究科大講義室

### 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

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. 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、方程式系の具体的な形、条件式の必要十分性などを得ていた. 今年度はさらに 6 連立の場合の非可積分性、2 連立方程式系の解の空間の有限次元性、さらに最終的に 5 階常微分方程式系へ帰着される事、などを得た.

##### 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. 分数ベキ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  $t' = t^q$  のような分数ベキ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. このような分数ベキ座標変換で不変な、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. Systems of fifth-order non-linear partial differential equations describing 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  $T^2$  (4 families of circles), Blum's cyclides (6 families of circles). In the past years, with Professor N. Takeuchi of Tokyo GAKUGEI Univ., we found some systems of fifth-order non-linear partial differential equations describing surfaces which include several families of circles, and proved the necessity and the sufficiency of such systems. In this year, we got the non-integrability of such systems of 6 equations, and the finite dimensionalities of solution spaces for such systems of 2 equations. Further, we succeeded in proving that such systems of two PDE's reduce to some systems of fifth order ordinary differential equations.

#### 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 compositions 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. We 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: "On the system of fifth-order partial differential equations describing surfaces containing 2 families of circular arcs", Proceedings of the conference Microlocal Analysis and Related Topics, 2011, Saitama University に掲載予定.
2. K. Kataoka and N. Takeuchi: "The non-integrability of some system of fifth-order partial differential equations describing surfaces containing 6 families of circles", 京都大学数理解析研究所講究録別冊「漸近解析に於ける超局所解析の展望 (研究代表者: 本多尚文) に掲載予定.
3. K. Kataoka and N. Takeuchi: "A system of fifth-order nonlinear partial differential equations and a surface which contains many circles", 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.

4. S. Kamimoto and K. Kataoka: "On the composition of kernel functions of pseudo-differential operators  $\mathcal{E}^{\mathbb{R}}$  and the compatibility with Leibniz rule", 京都大学数理解析研究所講究録別冊「完全 WKB 解析と超局所解析」(研究代表者: 小池達也) 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 (神戸大)), 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 (近畿大)), 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 (工学院大)), 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.
6. 5 階方程式系の非可積分性と 6 円を含む曲面について, 日本数学会函数解析学分会, 信州大学, September 2011.
7. The non-integrability of some system of fifth-order partial differential equations describing surfaces containing 6 families of

circles, 京都大学 RIMS 共同研究「漸近解析に於ける超局所解析の展望」(研究代表者: 本多尚文(北大)), 京都大学数理解析研究所, November 2011.

8. On the system of fifth-order partial differential equations describing surfaces containing 2 families of circular arcs, 埼玉大学国際研究集会「Microlocal Analysis and Related Topics」(研究代表者: 滝口孝志(防衛大)), 埼玉大学東京サテライト, December 2011.
9. From PDE to ODE - A reduction to the system of ODE's describing surfaces containing 2 families of circular arcs -, 日本大学研究集会「超局所解析とその展望」(研究代表者: 山崎晋(日本大学)), 日本大学理工学部駿河台校舎, March 2012.

#### D. 講義

1. 数理学 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).
2. 数理学 II: 常微分方程式の具体例と初等的解法, および理論的基礎付けを講義. 特に定数係数線形常微分方程式系の解法においては固有値, 固有ベクトル理論を応用(教養学部前期課程講義; 2 年生向け).
3. 数理解析 II: フーリエ級数とフーリエ変換の入門講義.(教養学部基礎科学科講義; 3 年前期).
4. 数理解析 II 演習: 数理解析 II に対応したフーリエ級数とフーリエ変換の演習.(教養学部基礎科学科演習; 3 年前期).
5. 代数解析学・解析学 XA: 佐藤超関数, マイクロ関数をコホモロジー論を使わないより直観的な方法で定義, 解説した後に擬微分作用素, 量子化接触変換と微分方程式の標準形などを解説.(数理大学院・4 年生共通講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 神本 晋吾 (KAMIMOTO Shingo): On the exact WKB analysis of Schrödinger equations

#### F. 対外研究サービス

1. 解析学火曜セミナー・代数解析火曜セミナーの代表幹事.
2. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo 電子化担当.

#### 金井 雅彦 (KANAI Masahiko)

##### A. 研究概要

2011 年度より新たな研究に着手した. 新たな研究テーマは複比 (cross ratio), その歴史はきわめて古い. 一説によれば, アレクサンドリアのパプス (290-350 年), さらにはユークリッド (紀元前 3 世紀頃) まで起源を遡ることができることである. それにもかかわらず, いまだに複比に関する論文が出版され続けている. 複比について考えを巡らせた経験のない者は, 二千年内外にもおよぶその歴史にいまさらなにを付け加えることがあるのだろうかと思うに違いない. しかし, 実際にはわれわれの複比に対する知見はどれも貧弱なものであるようである. そもそも, それを認識したことがこの研究の出発点であった. 複比はしばしばその姿を変えわれわれの前に出現する. シュワルツ微分 (Schwarzian derivative), パラケーラー構造 (paraKähler structure), 測地カレント (geodesic current), いずれもが複比のまたの姿である. シュワルツ微分と複比の関係はそれなりに古くから “folk theorem” の類として知られていたようであるが, パラケーラー構造との関係が理解され, さらには複比の一般化であるところの測地カレントが導入されたのは, 今からわずか二十数年前のことである. 複比に対するわれわれの理解の少なからずが, (その二千年にも及ぶ歴史と比したとき) 驚くほど新しい. いまから二十数年前に, 複比の亜種のひとつであるところのパラケーラー構造の応用として, 負曲率リーマン多様体の測地流の力学系理論的研究を行ったことがある. 今年度はとくに, パラケーラー構造のさらなる応用を求め研究を行った. 具体的には, 1) 双曲空間内の超曲面のガウス写像, および 2) ルジャンドリアン結び目のエネルギーについて考察を行った. 研究に着手してからまだ日が浅いこともあり, 出版可能な成果をあげるまでには至っていない. しかし, それぞれに対し, 基本的な定義と性質はすでに手

中に行っている。その有効性を示す応用を現在模索しているところである。

【要約】複比, およびその一種の「亜種」であるところのシュワルツ微分・パラケーラー構造・測地カレントに関する研究を開始した。とくに今年度は, 1) 双曲空間内の超曲面のガウス写像, および 2) ルジャンドリアン結び目のエネルギーに焦点をあて研究を実施した。

[abstract] I started working on a new subject, namely, cross ratio and its variants, such as the Schwarzian derivative, para-Kähler structures and geodesic currents. In particular in this academic year, an attention was especially focused on 1) the Gauss maps of hypersurfaces in the hyperbolic space, and 2) energy of Legendrian knots.

## B. 発表論文

1. M. Kanai, “Rigidity of the Weyl chamber flow and vanishing theorems of Matsushima and Weil”, *Ergod. Th. Dynam. Sys.*, **29** (2009), 1273–1288.
2. 金井雅彦, 「Weyl 領域流の剛性と Weil・松島による古典的な消滅定理」, *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, **B7** (2008), 25–28.

## C. 口頭発表

1. 「複比を巡って」首都大学東京幾何セミナー, 2012年1月13日.
2. 「複比を巡って」, 研究集会「複素解析的ベクトル場・葉層構造とその周辺」, ともいき荘(京都市), 2011年12月10日.
3. 「複比を巡って」, 談話会, 東京大学, 2011年11月4日.
4. “Cross ratio, its relatives and rigidity”, Today Forum, “Geometry and Dynamics”, October 17, 2011, ENS Lyon.
5. 「群作用の剛性 — 不変幾何構造を介して」, 慶応幾何セミナー, 慶應義塾大学, 2011年6月20日.
6. “Rigidity of group actions via invariant geometric structures”, リー群・表現論セミナーおよびトポロジー火曜セミナー(合同開催), 東京大学, 2011年6月7日.

7. “Rigidity of the Weyl chamber flow, and the vanishing theorems of Weil and Matsushima”, International Conference “Spectral Analysis in Geometry and Number Theory”, Nagoya, Japan, August 6, 2007.

## D. 講義

1. 「数学 I B」(教養学部前期課程講義: 夏学期・冬学期). 新入生に対する微積分学の入門的講義.
2. 「微分幾何学/幾何学 XD」(数理大学院生・4年生共通講義). リーマン幾何に関する入門講義. リーマン多様体に関する基本的な事柄からはじめ, 最終的にはリーマン多様体の基本群に関する幾何学的群論的な結果をいくつか紹介し, 講義を終えた.

## 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  $c < 3$  に属するときの, Neveu-Schwarz 代数の真空表現から生じる  $N = 2$  超 Virasoro ネットと非可換幾何の関係について研究した.  $N = 2$  超 Virasoro ネットからは, その普遍  $C^*$ -環が生じるが, ある種の DHR 表現がその  $C^*$ -環の  $K_0$ -群の元を与えることを示し, 一方, これらの DHR 表現が, Connes の意味での entire cyclic cohomology の元, JLO-cocycle を生じることとも示し, それらの間の index pairing を計算し, Kronecker  $\delta$  が生じることを示した. また, この流れの中で, 物理学者の予想していた, character formula の新しい証明を作用素環論を用いて与えた.

With Carpi, Hillier, Longo and Xu, we study connections between noncommutative geometry and the  $N = 2$  super Virasoro nets from the vacuum representations of the Neveu-Schwarz algebra for the central charge in the discrete series  $c < 3$ .

A universal  $C^*$ -algebra arises from the  $N = 2$  super Virasoro net, and we show that certain DHR sectors give elements of the  $K_0$ -group

of this  $C^*$ -algebra. We also show that these DHR sectors produce JLO-cocycles in the entire cyclic cohomology of the  $C^*$ -algebra in the sense of Connes, and compute the index pairing between them. The result gives the Kronecker  $\delta$ .

In this context, we also give a new proof of certain character formulas conjectured by physicists.

#### B. 発表論文

1. 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.
2. C. Carpi, Y. Kawahigashi and R. Longo: “Structure and classification of superconformal nets”, *Ann. Henri Poincaré* **8** (2008) 1069–1121.
3. Y. Kawahigashi: Conformal field theory and operator algebras, in “New Trends in Mathematical Physics”, Springer (2009), 345–356.
4. S. Carpi, R. Hillier, Y. Kawahigashi and R. Longo: Spectral triples and the super-Virasoro algebra, *Commun. Math. Phys.* **295** (2010), 71–97.
5. Y. Kawahigashi: From operator algebras to superconformal field theory, *J. Math. Phys.* **51** (2010), 015209.
6. S. 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. Superconformal field theory and noncommutative geometry, NCTS (Taiwan)-CPT(France) Joint Workshop on Symplectic Geometry and Quantum Symmetries in Mathematical Physics, Hsinchu (Taiwan), February 2011.
2. Superconformal field theory and noncommutative geometry Infinite-dimensional

Algebra Seminar, MIT (U.S.A.), March 2011.

3.  $N = 2$  superconformal field theory and noncommutative geometry \*EU-NCG 4th Annual Meeting, Bucharest (Romania), April 2011.
4.  $N = 2$  superconformal field theory and operator algebras,  $II_1$  factors: rigidity, symmetries and classification, Paris (France), May 2011.
5.  $N = 2$  superconformal field theory and operator algebras, Conformal field theories and tensor categories, Beijing (China), June 2011.
6. Conformal field theory, von Neumann algebras and noncommutative geometry, The Special Week on Operator Algebras, East China Normal University (China), June 2011.
7.  $N = 2$  superconformal field theory and noncommutative geometry, NITheP Workshop 2011 “Constructive and Perturbative Aspects of Quantum Field Theory”, Durban (South Africa), August 2011.
8. Superconformal field theory and noncommutative geometry, Operator Algebras and Quantum Groups, Warsaw (Poland), September 2011.
9.  $N = 2$  superconformal field theory and noncommutative geometry, 14th Workshop: Non-commutative harmonic analysis, Bedlewo (Poland), September 2011.
10. Symmetries in conformal field theory, operator algebras and noncommutative geometry, Todai Forum 2011 — Geometry and Dynamics, Lyon (France), October 2011.

#### 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) Amornsit Atchariyabodee: Extensions of automorphisms on the irrational rotation algebras
2. (修士) 磯野優介: Weak Exactness for  $C^*$ -algebras and Application to Condition (AO)
3. (修士) 大城慶浩: Irreducible  $C^*$ -subalgebras of the  $C^*$ -algebras generated by some Toeplitz operators and Pimsner algebras
4. (修士) 上林謙: Functional Representation of von Neumann Algebras

#### 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. プロジェクト研究「作用素環とその応用」(京都大学数理解析研究所, 2011年4月1日～2012年3月31日)の代表組織委員.
8. 日本数学会「第9回高木レクチャー」(京都大学数理解析研究所, 2011年6月4日)のオーガナイザー.
9. サマースクール数理物理「可積分系の新展開」(東京大学大学院数理科学研究科, 2011年8月25～28日)のオーガナイザー.
10. RIMS プロジェクト研究集会「 $C^*$ 環および関連する話題」(京都大学数理解析研究所, 2011年9月5日～9日)のオーガナイザー.

11. 14th Workshop: Non-commutative Harmonic Analysis with Applications to Probability (Bedlewo, Poland, September 25–October 1, 2011) のサイエンティフィック・コミッティー委員.
12. RIMS 合宿型セミナー「作用素環と数理解析」(関西セミナーハウス, 2011年10月25日～28日)のオーガナイザー.
13. 3rd Conference of Settat on Operator Algebras and Applications (Marrakech, Morocco, November 1–5, 2011) のサイエンティフィック・コミッティー委員.
14. RIMS プロジェクト研究集会「作用素環インター・スクール」(京都大学数理解析研究所, 2011年12月7日～16日)のオーガナイザー.
15. RIMS プロジェクト研究集会「フォン・ノイマン環および関連する話題」(京都大学数理解析研究所, 2012年1月9日～13日)のオーガナイザー.

#### 川又雄二郎 (KAWAMATA Yujiro)

##### A. 研究概要

一つ目の論文では、一般化された正規交差多様体と呼ばれるものに対して、ドゥリーニュが定義した混合ホッジ構造が明示的に記述できることを証明した。重みフィルトレーションを具体的にうまく構成し、得られた混合ホッジ構造が滑らかな多様体に対する場合と同様のわかりやすい構造を持つことを示した。これを使って、だいたい前に書いた論文“*Pluricanonical systems on minimal algebraic varieties*”, *Invent. Math.* **79** (1985), 567–588 の定理 4.3 の証明において使った論法の不十分だった部分を正当化した。

二つ目の論文は、以前発表した論文“*Derived categories of toric varieties*”, *Michigan Math. J.* **54** (2006), 517–535 の続きである。前の論文ではトーリック極小モデル・プログラムによる導来圏の変化を具体的に記述したが、ここでは  $\mathbb{Q}$ -分解的トーリック多様体に対する相対的極小モデルの構成に現れる因子抽出写像による導来圏の変化を具体的に記述し、半直交分解による残りの部分が例外対象の列で生成されることを示した。さらに、与えられた  $\mathbb{Q}$ -分解的トーリック

ク多様体に対して、これと同値な導来圏を持つ多様体（フーリエ向井仲間）が有限個であることも証明した。

三つ目の論文は大川新之介氏との共同研究である。森夢空間  $X$  において、 $\mathbf{Q}$  因子  $B$  が存在して  $(X, B)$  がカラビヤウ組になるための必要十分条件は、コックス環  $R(X)$  が対数的標準特異点を持つことであることを証明した。

In the first paper, I proved that the mixed Hodge structures defined by Deligne have nice explicit structures in the case of so-called generalized simple normal crossing varieties just as in the case of smooth varieties, by defining weight filtrations in a suitable way. Using this result, I justified the argument used in the proof of Theorem 4.3 in my old paper “*Pluricanonical systems on minimal algebraic varieties*”, Invent. Math. **79** (1985), 567–588.

The second paper is a continuation of the paper “*Derived categories of toric varieties*”, Michigan Math. J. **54** (2006), 517–535, which described explicitly the change of the derived categories under the toric minimal model program. In this continuation, I described the change of the derived categories under the toric divisorial extractions which appear in the construction of relative minimal models of  $\mathbf{Q}$ -factorial toric varieties. I proved that the semi-orthogonal complements are again generated by exceptional collections. I also proved that there are only finitely many Fourier-Mukai partners for any given  $\mathbf{Q}$ -factorial projective toric variety.

The third paper is a joint work with Shinnosuke Okawa. We proved that a Mori dream space  $X$  has a  $\mathbf{Q}$ -divisor  $B$  such that  $(X, B)$  is a Calabi-Yau pair if and only if the Cox ring  $R(X)$  has only log canonical singularities.

#### B. 発表論文

1. Y. Kawamata and S. Okawa: *Mori dream spaces of Calabi-Yau type and the log canonicity of the Cox rings*. preprint.
2. Y. Kawamata: *Derived categories of toric varieties II*. arXiv:1201.3460
3. Y. Kawamata: *Hodge theory on generalized normal crossing varieties*.

arXiv:1104.0524

4. Y. Kawamata: *Variation of mixed Hodge structures and the positivity for algebraic fiber spaces*. arXiv:1008.1489
5. Y. Kawamata: *On the abundance theorem in the case  $\nu = 0$* . Amer. J. Math., to appear.
6. Y. Kawamata: *Kodaira dimension and vanishing, a homage to Eckart Viehweg (1948–2010)*. SMF Gazette **125** (2010), 119–123.
7. Y. Kawamata: *Derived categories and minimal models*. Sugaku Exp. **23-2** (2010), 235–259.
8. Y. Kawamata: *Semipositivity theorem for reducible algebraic fiber spaces*. Pure App. Math. Quarterly, **7-4**(2011), 1427–1447.
9. Y. Kawamata: *Remarks on the cone of divisors*. Classification of Algebraic Varieties, European Math. Soc., 2011, 317–325.
10. Y. Kawamata: *Finite generation of a canonical ring*. Current Development in Mathematics 2007, International Press, 2009, 43–76.

#### C. 口頭発表

1. *Derived categories in algebraic geometry*. Algebraic Geometry Conference, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, December 19–23, 2011.
2. *Introduction to complex algebraic geometry*. King Abdulaziz University, Saudi Arabia, December 12, 14, 2011.
3. *On derived categories of toric varieties*. Algebraic Geometry in East Asia 2011, National Taiwan University, Taipei, November 16–20, 2011.
4. *A remark on the abundance conjecture*. Birational Geometry Day, 12 October 2011, DPMMS, University of Cambridge.

5. *Triangulated Categories in Algebraic Geometry*. Triangulated categories and applications, Banff International Research Station, Canada, June 12–17, 2011. <http://www.birs.ca/events/2011/5-day-workshops/11w5009/videos>
6. *Abundance theorem in the case  $\nu = 0$* . Algebraic Geometry, Complex Dynamics and Their Interaction, National University of Singapore, January 4–7, 2011.
7. *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.
8. *On the abundance conjecture*. Seoul-Tokyo Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry. KIAS, South Korea, November 26–27, 2010.
9. *On the abundance conjecture in the case  $\nu = 0$* . Mini Workshop on Algebraic Geometry, Fudan University, China, October 8, 2010.
10. *Abundance theorem in the case  $\nu = 0$* . Conference on complex geometry, group actions and moduli spaces, Hyderabad, India, August 13–16, 2010.

#### D. 講義

1. 代数幾何学・代数学 XG : 極小モデル理論の解説の続き。標準環の有限生成定理を証明した。(数理大学院・4年生共通講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 伊藤 敦 (ITO, Atsushi): *How to estimate Seshadri constants*.
2. (課程博士) 大川 新之介 (OKAWA, Shinosuke): *Studies on the geometry of Mori dream spaces*.
3. (修士) 趙 一暉 (ZHAO, Yihui): *On McKay correspondence for certain fourfold quotient singularity*.

#### 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. 代数幾何研究集会. 東京大学大学院数理学研究科 002 号室, December 7–8, 2011. Organisers: 桂利行 (法政), 川又雄二郎 (東京)
2. *Algebraic Geometry Conference*. Chulalongkorn University, Bangkok. December 19–23, 2011. Organisers: Caucher Birkar (Cambridge), Yujiro Kawamata (Tokyo).
3. *Algebraic Geometry in East Asia 2011*. National Taiwan University, Taipei. November 16–20, 2011. Organisers: Jungkai Alfred Chen (NTU), Meng Chen (Fudan), Yujiro Kawamata (Tokyo), JongHae Keum (KIAS).
4. *Complex Algebraic Geometry*. Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, September 25th–October 1st, 2011. Organisers: Fabrizio Catanese (Bayreuth), Yujiro Kawamata (Tokyo), Bernd Siebert (Hamburg), Gang Tian (Princeton).
5. 代数幾何サマースクール 2011. 玉原国際セミナーハウス, July 6–10, 2011. Organisers: Yujiro Kawamata, Masanori Kobayashi, Natsuo Saito, Kaori Suzuki, Shigeharu Takayama.

#### 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

は、非圧縮性粘性ニュートン流体の運動を記述する方程式として広く用いられている。しかし、3次元流の場合、初測度の大きさの制限をつけずに時間無限大までなめらかな解が存在するかは、有名な未解決問題で、2000年に提示されたクレイ社の7つの難問のうちの1つになっている。一方、なめらかな解が有限時間で爆発するとしたら、どのようなことが起こっているかについては、さまざまな研究が行われている。例えば渦度の方向が一樣連続であれば爆発が起らないということが、1990年代に既に知られている。しかし、そこで考えられているのはエネルギーが有限の解で、例えば概周期的な初期値からの解については適用できない。そこで、いわゆる爆発法という幾何解析でよく用いられている手法を用いて、エネルギーが無限大であっても、渦度の方向が一樣連続であれば2次元流とみなせ、(タイプ I) 爆発が起きないことを証明した。

2. 全変動流の消滅時刻の評価: 全変動流は画像処理でよく用いられる特異拡散方程式であるが、巨視的立場で結晶表面のファセット面の成長を表すにも用いられる。これは劣微分方程式で表されるが、その解の挙動については、特に4階の方程式については未知なことが多い。有限時間で解が消滅することが予想されていたが、その消滅時刻の評価については解析されていなかった。この問題に対して周期境界条件の場合、消滅時刻を領域の大きさによらない初期値のある種のノルムのみによる定数で上から評価することに成功した。数学的には (i) エネルギー評価 (ii) 負の微分を含む補間不等式 (iii) 解の弱いノルムの増大評価を確立することにより導いた。この中で補間不等式はそれ自体おもしろいと思われる。
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. They are widely used to describe motion of incompressible viscous Newtonian fluids. However, it is a famous open problem whether or not a smooth solution exists globally-in-time for three-dimensional flow when the initial velocity is not necessarily small. This problem became one of the famous seven unsolved mathematical problems posed by Clay Institute in 2000. There are several researches on what happens when the smooth solution blows up in finite time. Among them, it has been known since 1990s that the blow-up does not occur when the vorticity direction is uniformly continuous. However, the statement is only for solutions of finite energy. It excludes almost periodic solutions. To overcome this difficulty we introduce a new method called a blow-up argument which is familiar in geometric analysis and prove that the blow-up does not occur for solutions when the vorticity direction is uniformly continuous even if the solution is of infinite energy provided that blow-up is type I. The major reason is that solution is asymptotically two-dimensional.
2. Estimates on extinction time for total variation flow: The total variation flow is often used in image processing. It is a singular diffusion equation. It is also applied to describe growth of facets on a crystal surface from macroscopic point of



view. This equation is one of subdifferential equations. The behavior of solutions is not well-studied especially for a fourth order problem. It is expected that the solution vanishes in finite time but there were no rigorous mathematical arguments. We successfully derived an upper bound on the extinction time by some norms of initial data independent of the size of periodic cell (when we impose the periodic boundary condition.) Key mathematical ingredients are (i) energy estimates (ii) interpolation inequality involving negative order derivatives (iii) growth of a weak norm of the solutions. The interpolation inequality itself is interesting by itself.

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. 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.
2. 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.
3. 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.

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Y. Giga, P. Górká and P. Rybka : “Non-local spatially inhomogeneous Hamilton-Jacobi equation with unusual free boundary”, *Discrete Contin. Dyn. Syst.* **26** (2010), 493–519.
8. M.-H. Giga and Y. Giga : “Very singular diffusion equations – second and fourth order problems”, *Japanese J. Ind. Appl. Math.* **27** (2010), 323–345.
9. 儀我美一: “界面ダイナミクス – 曲率の効果”, *応用解析ハンドブック (増田久弥 編), シュプリンガー・ジャパン* (2010年), 375–418.
10. 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.
11. (著書) Mi-Ho Giga, Y. Giga and J. Saal : “Nonlinear Partial Differential Equations – Asymptotic Behavior of Solutions and Self-Similar Solutions”, *Birkhäuser* (2010).
12. Y. Giga and H. Miura : “On vorticity directions near singularities for the Navier-Stokes flows with infinite energy”, *Comm. Math. Phys.* **303** (2011), no. 2, 289–300.
13. Y. Giga and R. V. Kohn : “Scale-invariant extinction time estimates for some singular

diffusion equations”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems* **30** (2011), no. 2, 509–535.

14. Y. Giga, N. Mizoguchi and T. Senba : “Asymptotic behavior of type I blowup solutions to a parabolic-elliptic system of drift-diffusion type”, *Arch. Rational Mech. Anal.* **201** (2011), no. 2, 549–573.
15. Y. Giga, A. Mahalov and T. Yoneda : “On a bound for amplitudes of Navier-Stokes flow with almost periodic initial data”, *J. Math. Fluid Mech.* **13** (2011), no. 3, 459–467.

#### C. 口頭発表

1. A comparison principle for singular diffusion equations with spatially inhomogeneous driving force, Workshop on Free boundary problems and random effects, Technische Universität Dortmund (Germany), 2011 年 3 月.
2. Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, Vorticity, Rotation and Symmetry (II) - Regularity of Fluid Motion, Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM) (France), 2011 年 5 月.
3. The Stokes operator in the space of bounded functions (1), (2), Analysis Seminar, Technische Universität Darmstadt (Germany), 2011 年 5 月.
4. Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, Nonlinear Diffusion: Algorithms, Analysis and Application, University of Warwick (England), 2011 年 6 月.
5. Blow-up arguments and the Navier-Stokes equations (1), (2), (3), Workshop on Applied Analysis and Applied PDEs, University of Victoria (Canada), 2011 年 7 月.
6. A few topic on Hamilton-Jacobi equations arising from the theory of crystal growth, International Congress on Industrial and

Applied Mathematics (ICIAM), Vancouver Convention Centre (Canada), 2011 年 7 月.

7. 渦の定義, シンポジウム “渦の特徴付け”, 北海道大学理学部, 2011 年 8 月.
8. Eikonal equations in metric spaces, Front propagation, biological problems and related topics: viscosity solution methods for asymptotic analysis, 北海道大学理学部, 2011 年 9 月.
9. 大きく変わる数学の役割, ホームカミングデー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011 年 10 月.
10. Crystalline curvature flow with spatially inhomogeneous driving force, Geometric Partial Differential Equations: Theory, Numerics and Applications, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), 2011 年 11 月.

#### D. 講義

1. 連続体物理学：弾性体や流体の基礎概念の説明と、それらの運動を支配する方程式の導出。(基礎科学科・3 年生)

#### F. 対外研究サービス

1. Advanced Studies in Pure Mathematics 編集委員 (2000 年–2009 年)
2. 岩波数学叢書編集委員 (2005 年–2008 年)
3. (編集) 儀我美一・小林俊行, “数学は役に立っているか?”, シュプリンガー・ジャパン (2010 年)

〈その他の委員会委員等〉

1. 日本学術会議連携会員 (2006 年–)
2. 科学技術政策研究所科学技術動向センター専門調査員 (2002 年–)
3. 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 年–2008 年)

4. 日本応用数学会評議員 (2006 年-)

〈シンポジウムの組織委員等〉

1. Nonlocal and Abstract Parabolic Equations and Their Applications, オーガナイザー: G. Bellettini, P. Biler, Y. Giga, D. Hilhorst, W. Zajaczkowski, Bedlewo (Poland), 2007 年 6 月 24 日-30 日.
2. Anisotropic curvature flow and its applications (two sessions), オーガナイザー: Y. Giga, P. Rybka, International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Zurich (Switzerland), 2007 年 7 月 17 日.
3. On morphology of growing surface of crystals, オーガナイザー: Y. Giga, E. Yokoyama, International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Zurich (Switzerland), 2007 年 7 月 20 日.
4. Navier-Stokes equations and related topics, オーガナイザー: Y. Giga, A. Mahalov, International Conference on Industrial and Applied Mathematics, Zurich (Switzerland), 2007 年 7 月 20 日.
5. The 32nd Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, オーガナイザー: 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, 北海道大学理学部, 2007 年 8 月 23 日-25 日.
6. Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2007, オーガナイザー: 儀我美一, 泉屋周一, 利根川吉廣, 出口光一郎, 北海道大学理学部, 2007 年 11 月 15 日-17 日.
7. SIAM Conference on Mathematical Aspects of Materials Sciences, Minisymposium, オーガナイザー: Y. Kohsaka, Y. Giga, Philadelphia (USA), 2008 年 5 月 11 日-14 日.
8. 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, オーガナイザー: J. P. Bourguignon, 儀我美一, 東京大学大学院数理科学研究科, 慶應義塾大学三田キャンパス, 2008 年 10 月 7 日-9 日.
9. 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, オーガナイザー: 儀我美一, 東京大学大学院数理科学研究科, 2009 年 1 月 13 日-16 日.
10. 微分方程式の粘性解とその周辺, オーガナイザー: 石井仁司, 儀我美一, 小池茂昭, 京都大学数理解析研究所 (RIMS), 2009 年 6 月 24 日-26 日.
11. 第 34 回偏微分方程式論札幌シンポジウム, オーガナイザー: 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, 北海道大学理学部, 2009 年 8 月 24 日-26 日.
12. Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2009, オーガナイザー: 出口光一郎, 儀我美一, 泉屋周一, 利根川吉廣, 北海道大学理学部, 2009 年 11 月 19 日-21 日.
13. Mathematical Analysis on the Navier-Stokes Equations and Related Topics, Past and Future – In memory of Tetsuro Miyakawa, オーガナイザー: 足立匡義, 儀我美一, 菱田俊明, 隠居良行, 小藺英雄, 小川卓克, 神戸大学瀧川記念学術交流会館, 2009 年 12 月 7 日-9 日.
14. New Directions in Simulation, Control and Analysis for Interfaces and Free Boundaries, オーガナイザー: C. M. Elliott, Y. Giga, M. Hinze, V. Styles, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), 2010 年 1 月 31 日-2 月 6 日.
15. 流体数学国際研究集会, オーガナイザー: 舟木直久, 儀我美一, 菱田俊明, 小藺英雄, 西田孝明, 柴田良弘, 早稲田大学, 2010 年 3 月 8 日-16 日.
16. 研究集会 “Viscosity methods and nonlinear PDE”, オーガナイザー: 儀我美一, 利根川吉廣, P. E. Souganidis, 石井仁司, 北海道大学大学院理学研究院, 2010 年 7 月 21 日-23 日.

17. 学際的国際会議とチュートリアルセミナー “Mathematical Aspects of Crystal Growth”, オーガナイザー: 石井仁司, 儀我美一, 坂上貴之, 横山悦郎, R. V. Kohn, P. Rybka, 北海道大学百年記念会館, 2010年7月26日-30日.
  18. 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”, オーガナイザー: 儀我美一, 舟木直久, 利根川吉廣, P. Rybka, 儀我美保, 北海道大学大学院理学研究院, 2010年8月2日-6日.
  19. The 36th Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, オーガナイザー: 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, 北海道大学大学院理学研究院, 2010年8月23日-25日.
  20. Mathematical Aspects of Image Processing and Computer Vision 2010, オーガナイザー: 出口光一郎, 儀我美一, 泉屋周一, 利根川吉廣, 北海道大学クラーク会館, 2010年11月25日-27日.
  21. 表面・界面ダイナミクスの数理 I, オーガナイザー: 横山悦郎, 須藤孝一, 儀我美一, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011年5月11日-13日.
  22. 致死性不整脈の機序の解明 - 非線形ダイナミクスからのアプローチ, オーガナイザー: 儀我美一, 齊藤宣一, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011年6月14日-16日.
  23. Anisotropic Evolution of Interfaces - Part I, II, 2011年7月18日, オーガナイザー: Piotr Rybka, Yoshikazu Giga, International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM), Vancouver Convention Centre (Canada), 2011年7月18日-22日.
  24. Recent Topics on Mathematical Analysis for the Navier-Stokes Equations - Part I, II, 2011年7月18日-19日, オーガナイザー: Shin'ya Matsui, Yoshikazu Giga, International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM), Vancouver Convention Centre (Canada), 2011年7月18日-22日.
  25. 渦の特徴付け, オーガナイザー: 吉田善章, 儀我美一, 神保秀一, 北海道大学理学部, 2011年8月3日-5日.
  26. Front propagation, biological problems and related topics: viscosity solution methods for asymptotic analysis, オーガナイザー: P.E. Souganidis, 石井仁司, 儀我美一, 神保秀一, 利根川吉廣, 北海道大学理学部, 2011年9月6日-9日.
  27. 表面・界面ダイナミクスの数理 II, オーガナイザー: 横山悦郎, 須藤孝一, 儀我美一, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011年10月12日-14日.
  28. 致死性不整脈の機序の解明 - 非線形ダイナミクスからのアプローチ 2, オーガナイザー: 儀我美一, 齊藤宣一, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011年11月8日-10日.
  29. Introduction to Complex Fluids (複雑流体の数理), オーガナイザー: 儀我美一, Chun Liu, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012年1月17日-20日.
- 〈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 Boudaries
  9. Journal of Mathematical Fluid Mechanics
  10. Mathematische Annalen
  11. SIAM Journal on Mathematical Analysis
  12. Taiwanese Journal of Mathematics

## G. 受賞

1. 紫綬褒章 (2010 年)

## H. 海外からのビジター

1. Chun Liu

(講演) Energetic variational approaches for ionic fluids, 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, 2011 年 10 月 5 日.

(講演) Energetic variational approach: generalized diffusion, stochastic differential equations and optimal transport, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012 年 2 月 1 日.

2. Horst Heck

(講演) Stationary weak solutions of the Navier-Stokes equations past an obstacle, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011 年 10 月 31 日.

3. Ralph Bruckschen

(講演) Interactive data visualization challenges, approaches and examples, 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, 2011 年 11 月 8 日.

4. Ernie Esser

(講演) A convex model for non-negative matrix factorization and dimensionality reduction on physical space, 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, 2011 年 11 月 21 日.

5. Jürgen Saal

(講演) Exponential convergence to equilibria for a general model in hydrodynamics, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012 年 3 月 14 日.

連携併任講座

NTT 物性科学基礎研究所 日比野浩樹

## 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ンピュータ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
- (5) Winer functional の 2 次関数の分布の特性関数に関する研究

I did research on the following topics.

- (1) Precise estimate on diffusion operators of absorbed diffusion processes.
- (2) New numerical computation 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.
- (5) The characteristic function of quadratic Wiener functionals.

### B. 発表論文

1. S. Kusuoka and T. Nakashima A remark on credit risk models and copula, to appear in Advances in Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol. 16 (2012).
2. S. Kusuoka : A certain Limit of Iterated CTE, Advances in Mathematical Economics ed. S.Kusuoka, M.Maruyama vol. 13 (2010), 99-111.
3. 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.
4. 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.

5. S. Liang and S.Kusuoka : A calassical mechanical model of Brownian motion with plural particles , *Reviews in Math. Physics* 22(2010), 733-838.
  6. S. Kusuoka : Gaussian K-Scheme, Preprint UTMS 2009-15.
  7. S. Kusuoka and H. Osajima : A Remark on the Asymptotic Expansion of density function of Wiener Functionals, *J. Fuct. Analysis* 255(2008), 2545-2562.
  8. 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巻(2008) pp. 119-147.
  9. T. Hayashi and S. Kusuoka : Consistent estimation of covariation under nonsynchronicity , *Stat. Inference Stoch. Process.* 11 (2008), no. 1, 93-106.
  10. S. Kusuoka and Y. Morimoto : Homogeneous Law Invariant Multiperiod Value Measures and their Limits, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* 14 (2007), 117-156.
- C. 口頭発表
1. Numerical Computation for the Expectation on Diffusion Processes, ICIAM 2011, Vancouver, 2011年7月
  2. Approximation of Expectation of Diffusion Processes, *Analysis, Stochastics, Applications*, ウィーン大学, 2010年7月
  3. 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
  4. Approximation of Expectation of Diffusion Processes, *Workshop on Computational Finance* 京都大学, 2009年8月
  5. Malliavin calculus and Computational Fimamce, *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
  6. Malliavin calculus and Computational Fimamce, *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
  7. Malliavin calculus and Computational Fimamce, *Seoul-Tokyo Conference, KIAS*, 2008年11月
  8. ファイナンスと伊藤解析, *伊藤清先生ガウス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
- E. 修士・博士論文
1. (修士) 白田 健人 (USUDA Kento) : CVaRによる最適投資問題
  2. (修士) 岡村 和樹 (OKAMURA Kazuki) : ある自己相互作用を持つランダムウォークの区間上のレンジについて
  3. (修士) 伴野 光 (TOMONO Mitsuru) : 損害保険会社と投資家からなる経済における災害デリバティブの最適化
- F. 対外研究サービス
1. Chief Editor of "Advance in Mathematical Economics"
  2. 日本学術会議会員
  3. 日本銀行金融研究所顧問
- 河野 俊丈 (KOHNO Toshitake)
- A. 研究概要
1. 組みひも群の量子表現とホモロジー表現の比較  
組みひも群の線形表現として, R. Lawrence, D. Krammer, S. Bigelow によるホモロジー表現が知られているが, この表現と量子表現つまり, KZ方程式のモノドロミー表現との関連を明らかにした. 具体的には, パラメータが一般の場合に,

$sl_2(\mathbf{C})$  の Verma 加群のテンソル積の零ベクトル空間への組みひも群の作用がホモロジー表現と同値であることを証明した。パラメータが特殊な場合に、共形ブロックの超幾何積分表示との関連で、組みひも群の表現を研究し、KZ 方程式の Gauss-Manin 接続としての表示を得た。

## 2. 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、種数とレベルが十分大きいとき、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 表現の 1 のベキ根おける核と関連した Squier のいくつかの予想を解決した。

## 3. 超平面配置の Morse-Novikov 理論

A. Pajitnov との共同研究により、 $\mathbf{C}^n$  の超平面配置の補集合上でサークルに値をとる Morse 理論を展開した。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 ホモロジーは正の表現といわれる基本群の可換表現について、 $n$  次元以外で消滅することを証明した。この結果はこのクラスの表現に対応するウェイトがレゾナントでないことを示している。

## 1. Quantum and homological representations of braid groups

I described a relation between the homological representations of the braid groups studied by R. Lawrence, D. Krammer and S. Bigelow and the monodromy of the KZ equation with values in the space of null vectors in the tensor product of Verma modules of  $sl_2(\mathbf{C})$  when the parameters are generic. I also studied the case of special parameters in relation with integral representations of the space of conformal blocks

by hypergeometric integrals. This leads to a presentation of the KZ equation and a Gauss-Manin connection.

## 2. Monodromy groups of conformal field theory

In conformal field theory, there is an action of the mapping class groups on the space of 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 if the genus and the level are sufficiently large. 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 the kernel of Burau representations of braid groups at roots of unity.

## 3. 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  $\mathbf{C}^n$ . 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 so called positive representations of the fundamental group. This shows, in particular, that the weights defined by these representation are non-resonant.

## 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*, preprint, arXiv:0907.0568.
  5. 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.
  6. T. Kohno : *Hyperplane arrangements, local system homology and iterated integrals*, Advanced Studies in Pure Mathematics, 62, (2012), 157–174.
  7. T. Kohno and A. Pajitnov : *Circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements*, preprint, arXiv:1101.0437v1 [math.GT]
  8. L. Funar and T. Kohno : *Free subgroups within the images of quantum representations*, Forum Mathematicum 2011, Published on line DOI 10.1515, 19 pages.
  9. T. Kohno : *Quantum and homological representations of braid groups*, to appear in Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa.
  10. T. Kohno : *Homological representations of braid groups and KZ connections*, to appear in Journal of Singularities.
  11. 河野俊丈 : 場の理論とトポロジー, 岩波書店, 144 ページ, 2008 年.
  12. 河野俊丈 : 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.
  13. 河野俊丈 : 新版 組みひもの数理, 遊星社, 206 ページ, 2009 年.
- C. 口頭発表
1. 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.
  2. 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.
  3. Quantum representations of mapping class groups, International Conference Japan-Mexico on Topology and its Applications, Colima University, Mexico, September, 2010.
  4. 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.
  5. La théorie de Morse-Novikov pour arrangements d’hyperplans, Séminaire de topologie, Institut Fourier, Grenoble, June 17, 2011.
  6. Groupe de monodromie de la théorie des champs conformes, Séminaire de topologie, Université de Nantes, June 23, 2011.
  7. Monodromy groups of conformal field theory, “Singularity theory and its applications”, Chinese University of Science and Technology, Hefei, July 25 – 31, 2011.
  8. Morse-Novikov theory for hyperplane arrangements, “Hyperplane arrangements and applications”, PIMS, University of British Columbia, August 8 – 12, 2011.
  9. Lecture 1, Homological representations of braid groups and KZ equations ; Lecture 2, Quantum representations of mapping class groups, 仙台シンポジウム, 東北大学, August 23, 2011.



- Quantum and homological representations of braid groups, East Asian School of Knots and Links, KAIST, Daejeon, January 9 – 12, 2012.

#### D. 講義

- 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

- (課程博士) 伊藤 哲也 (ITO Tetsuya): Construction of invariant group ordering from topological point of view.
- (修士) 臼井 啄也 (USUI Takuya): Heegaard Floer homology, L-spaces and smoothing order on links.
- (修士) 清水 超貴 (SHIMIZU Tatsuki): Algebraic theory and a delooping functor of free loop spaces.
- (修士) 堀野 泰徳 (HORINO Yasunori): Legendrian negative torus knots and convex plumbings.

#### F. 対外研究サービス

- 東京大学数物連携宇宙研究機構 (IPMU) 主任研究員 (併任)
- 京都大学数理解析研究所専門委員
- 日本数学会出版委員長
- 日本数学会教育研究資金問題検討委員会委員
- 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) 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 ([arXiv:1106.3621]). さらに, 二次錐上にフーリエ変換に相当するユニタリ反転変換を導入し, その明示形を与え, これによって不定値直交群の極小表現の Schrödinger モデル ([Adv. Math. 2003]) の大域公式を与えた (著書 [14]).

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 “対称性の破れ” を定義し, 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, Heisenberg の不確定性原理や Weyl 代数の一般化などの統一的証明を与えた ([13], 口頭発表 [6]).

1.C. (特殊関数) 極小表現から自然に生じる 4 階の微分方程式を満たす “特殊関数論”, “特殊多項式” の基礎的性質を研究した [10,11,12].

1.D. (関口対応の量子化) euclid Jordan 代数の共形変換群に対して極小冪零軌道に関する関口対応の量子化に成功した ([arXiv:1203.5462]).

1.E. (極小表現の分岐則) 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) [2].

##### 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 ([5]).

##### 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 ([7], 口頭発表 [1]).

##### 4. 分岐則の理論

誘導表現の有限重複度に関する幾何的条件や分岐則の有限性の判定条件を著した (T.Oshima と共同 [arXiv:1108.3477]). また, カテゴリー  $\mathcal{O}$  において分岐則の問題が well-posed であるかについての問題を提起し, その幾何的判定条件を

決定した [4]。さらに, Zuckerman 加群や極小表現等を対称対に制限した時に離散的に分解する場合を完全に分類し大島芳樹氏と共同で発表した [arXiv:1104.4400, arXiv:1202.5743]。ユニタリ表現論の分岐則に関して, 最新の結果と予想を Zuckerman 60 歳記念の論文集に著した [6]。

## 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) [1]。

## 1. Analysis on minimal representations

Minimal representations are one of 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 ([14]), 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. We proposed also an original deformation theory in [13]. I also discovered “special functions” satisfying a certain ordinary differential equation of *order four* with G. Mano, Hilgert, and Möllers in [10,11,12]. We also have constructed an analogue of the Schrödinger model and the Fock model for other simple groups in the framework of the Jordan algebra [arXiv:1106.3621]。

## 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 [1]。

## 4. Restriction of representations

The paper [arXiv:1108.3477] discusses a theory of real spherical variety, and giving a geometric criterion for finiteness multiplicities in the induced/restricted representations. Together with Y. Oshima, I accomplished the 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  $(\mathfrak{g}, \mathfrak{h})$  in [arXiv:1104.4400] and also some other small representations in [arXiv:1202.5743]. I also extended the theory to the category  $\mathcal{O}$  in [4]。

## 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 [1]。

## B. 発表論文

1. J.-L. Clerc, T. Kobayashi, B. Ørsted, and M. Pevzner, “Generalized Bernstein-Reznikov integrals”, *Mathematische Annalen* **349** (2011), 395–431.
2. T. Kobayashi, B. Ørsted, and M. Pevzner, “Geometric analysis on small unitary rep-

- representations of  $GL(n, \mathbb{R})$ , *J. Funct. Anal.* **260** (2011), 1682–1720.
3. T. Kobayashi, “Algebraic analysis of minimal representations”, *Publ. RIMS (Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences)* **47** (2011), 585–611, Special issue in commemoration of the golden jubilee of algebraic analysis.
  4. T. Kobayashi, “Restrictions of generalized Verma modules to symmetric pairs”, to appear in *Transformation Groups* (2012), 31 pp. (published on line first, DOI: 10.1007/s00031-012-9180-y).
  5. T. Kobayashi, “Propagation of multiplicity-free property for holomorphic vector bundles”, to appear in the volume in honor of J. Wolf for his seventy-fifth birthday, *Progr. Math.* Birkhäuser, 32 pp.
  6. T. Kobayashi, “Branching problems of Zuckerman derived functor modules”, *Representation Theory and Mathematical Physics (in honor of Gregg Zuckerman)* (J. Adams, B. Lian, and S. Sahi, eds.), *Contemporary Mathematics*, vol. 557, アメリカ数学会, 2011, pp. 23–40.
  7. F. Kassel and T. Kobayashi, “Stable spectrum for pseudo-Riemannian locally symmetric spaces”, *C. R. Math. Acad. Sci. Paris* **349** (2011), 29–33.
  8. T. Kobayashi, “Geometric quantization, limits, and restrictions—some examples for elliptic and nilpotent orbits”, *Geometric Quantization in the Non-compact Setting* (L. Jeffrey, X. Ma, and M. Vergne, eds.), *Oberwolfach Reports*, vol. 8, 2011, European Mathematical Society, Publishing House, pp. 466–469.
  9. T. Kobayashi, “Geometric analysis on minimal representations”, *Ninth Oka Symposium Lecture Notes* (J. Matsuzawa and S. Tsunoda, eds.), Department of Mathematics, Faculty of Science, Nara Women’s University, 2011, pp. 27–61.
  10. J. Hilgert, T. Kobayashi, G. Mano, and J. Möllers, “Special functions associated to a certain fourth order differential equation”, *Ramanujan Journal* **26** (2011), 1–34.
  11. J. Hilgert, T. Kobayashi, G. Mano, and J. Möllers, “Orthogonal polynomials associated to a certain fourth order differential equation”, *Ramanujan Journal* **26** (2011), 295–310.
  12. 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* **22** (2011), 521–531.
  13. S. Ben Saïd, T. Kobayashi, and B. Ørsted, “Laguerre semigroup and Dunkl operators”, to appear in *Compositio Mathematica*, 75 pp.  
[著書]
  14. 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.
- C. 口頭発表
1. Analysis on pseudo-Riemannian locally symmetric spaces. (S. S. Chern 生誕 100 周年記念集会). *Mathematical Science Research Institute (MSRI) at Berkeley, California, USA, October 2011.*
  2. Discrete Spectrum for Non-Riemannian Locally Symmetric Spaces. *Cohomology of Arithmetic Groups* (M. S. Raghunathan 教授 70 歳記念研究集会). *Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India, December 2011.*
  3. Conformally Equivariant Differential Operators and Branching Problems of Verma Modules. *Workshop on Geometric Analysis on Euclidean and Homogeneous Spaces* (S. Helgason 教授 85 歳記念研究集会). *Tufts University, USA, January 2012.*

4. Stable Spectrum for non-Riemannian Locally Symmetric Spaces. Lie Groups: Structure, Actions and Representations (J. Wolf 教授 75 歳記念研究集会). Ruhr-Universität, Bochum, Germany, January 2012.
  5. 1. Branching problems for unitary representations — analytic aspects; 2. Branching problems for unitary representations — algebraic aspects. (opening lecture), AIM Conference: Branching Problems for Unitary Representations. Max Planck Institute for Mathematics, Bonn, Germany, July 2011.
  6. Conformal Geometry, Schrödinger Model of Minimal Representations, and Deformation of Fourier Transforms. (6.A.–6.C. 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. Geometry and Dynamics Seminar, Université Lille, France, January 2011. 6.B. IX. International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics. Varna, Bulgaria, June 2011. 6.C. Harmonic Analysis, Deformation Quantization, Noncommutative Geometry. Scalea, Italy, September 2011.
  7. Geometric Quantization, Limits, and Restrictions—Some Examples for Elliptic and Minimal Orbits, 7.A. Geometric Quantization in the Non-compact Setting, Oberwolfach, Germany, February 2011; 7.B. (closing lecture), The 10th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory (NORTH10), Kyushu University, Japan, February 2011.
  8. Conformally Equivariant Differential Operators and Branching Problems of Verma Modules. 8.A. Workshop on the Interaction of Representation Theory with Geometry and Combinatorics. Hausdorff Institute, Bonn, Germany, March 2011. 8.B. Special day on Lie groups. Utrecht University, the Netherlands, May 2011. 8.C. (2 lectures), Representation Theory XII. Dubrovnik, Croatia, June 2011.
  - 8.D. Lie Groups: Geometry and Analysis (JSPS/DFG seminar). Paderborn, Germany, September 2011.
  9. Finite Multiplicity Theorems. 9.A. (closing lecture), Seminar Sophus Lie. Erlangen, Germany, July 2011. 9.B. Analysis on Lie Groups. Max Planck Institute for Mathematics, Bonn, Germany, September 2011. 9.C. (closing lecture), Lie Groups, Lie Algebras and their Representations (organized by Joseph Wolf). University of California, Berkeley, USA, November 2011., 9.D. Branching Laws, IMS, Singapore, March, 2012.
  10. Global Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces—Beyond the Riemannian Case. 10.A. 談話会, University of Chicago, USA, May 2011. 10.B. 談話会, IPMU, the University of Tokyo, Japan, December 2011.
- D. 講義
1. 幾何学 XE (大域幾何概論): 大学院・4年共通講義, Equivariant differential operators の構成と無限次元表現論入門
  2. 数学講究 XA: シンプレクティック幾何および指数定理に関して毎週2つのセミナーを開いた. テキスト: R. Berndt "An Introduction to Symplectic Geometry" American Mathematical Society (2000) および Berline-Getzler-Vergne "Heat Kernels and Dirac Operators" Springer (2004) (数理4年生)
  3. 数学 I: 微積分 (文系1・2年生) (聴講者が多かったため, 夜にも開講した)
  4. 数学 II: 線型代数 (演算, 基本変形, ランク, 連立一次方程式, 固有値と固有ベクトル, 外積と内積, 逆行列) (文系1・2年生)
- E. 修士・博士論文
1. (修士) 田中 雄一郎 (TANAKA Yuichiro): Visible actions on flag varieties and a generalization of the Cartan decomposition (旗多様体への可視的作用とカルタン分解の一般化)

2. (修士) 藤井 雄規 (FUJII Yuki): Geometric approach to analysis on homogeneous spaces — a survey (幾何学的手法による等質空間上の解析 — 概説)

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. 1–9 (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; 2009–2011)

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 日本数学会春季賞・秋季賞他 (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(数物宇宙連携機構), 上席科学研究員併任 (2009.8–); 主任研究員併任 (2011.6–)

[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, Representations of Lie Groups and Supergroups, Oberwolfach, Germany, 10–16 March 2013 (with J. Hilgert, K.-H. Neeb and T. Ratiu)
38. オーガナイザー, 高木レクチャー, 第1回 (京都大学数理解, 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 (京都大学数理解, 2010年11月), 第9回 (京都大学数理解, 2011年6月) (with Y. Kawahigashi, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito)
39. 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. 井上學術賞 (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. [学生の受賞] 大島芳樹. 学生表彰「東京大学総長賞」(2010); 森田陽介. 学生表彰「東京大学総長賞」(2012)

#### H. 海外からのビジター

1. F. Kassel, (CNRS, France)
2. Hung Yean Loke (Singapore)

#### 齋藤秀司 (SAITO Shuji)

##### A. 研究概要

コホモロジー的ハッセ原理 (加藤予想) の標数と素な部分の解決を、商特異点の解消の例外因子にたいするマッカイ原理に応用したのでこれについて解説する。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) 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  $CW$  複体 (dual complex) が可縮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。

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 num-

ber 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 compute the dual complex of the exceptional divisor of a resolution of an isolated singularity  $(X, x)$ . The dual complex describes the configuration of exceptional divisors. 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. As an application of the Kato conjecture, we have shown that the dual complex of exceptional divisors of a resolution is contractible. 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. “M. Kerz and S. Saito, Cohomological Hasse principle and motivic cohomology of arithmetic schemes, to appear in Publ. Math. IHES.
2. “U. Jannsen, S. Saito and K. Sato, Etale duality for constructible sheaves on arithmetic schemes, to appear in J. Reine Angew.
3. “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.
4. “S. Saito, 高次元ハッセ原理と類体論の一般化 (Cohomological Hasse principle and higher dimensional class field theory),

to appear in 数理研講究録別冊 (RIMS Kokyuroku Bessatsu)

5. "S. Saito, Cohomological Hasse principle and motivic cohomology of arithmetic schemes, Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Hyderabad, India, 2010.
  6. "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
  7. "S. Saito and K. Sato, A finite theorem for zero-cycles over  $p$ -adic fields, Annals of Mathematics **172** (2010), 593-639
  8. "S. Saito, Recent progress on the Kato conjecture, in: Quadratic forms, linear algebraic groups, and cohomology, Developments in Math. **18** (2010), 109-124
  9. "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
  10. "M. Asakura and S. Saito, Maximal components of Noether-Lefschetz locus for Beilinson-Hodge cycles, Math. Ann. **341** (2008), 169-199
  11. "J. Lewis and S. Saito, Algebraic cycles and Mumford-Griffiths invariants, Amer. J. of Math. **129** (2007), 1449-1499
  12. "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
- C. 口頭発表
1. (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,
  2. (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,
  3. (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,
  4. (1) A conjecture of Colliot-Th'el'ene on zero-cycles over local fields, (2) G'geom'etrie arithm'etique et vari'etes rationnelles, (3) CIRM, Luminy, France, (4) 2007 December.
  5. (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.
  6. (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.
  7. (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
  8. (1) Equivariant weight homology and McKay correspondence, (2) Regulator III, (3) University of Barcelona, Barcelona, Spain, (4) 2010 July 19-23
  9. (1) Cohomological Hasse principle and applications, (2) ICM (invited lecture), (3) Hyderabad, India, (4) 2010 August 19-27
  10. (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
  11. (1) Cohomological Hasse principle and resolution of singularities, (2) Arithmetic and Algebraic Geometry, (3) University of



Tokyo, Tokyo, Japan, (4) 2011 January 18-21

12. (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
13. (1) Cohomological Hasse principle and McKay principle, (2) Arithmetic and Algebraic Geometry 2012, (3) University of Tokyo, Tokyo, Japan, (4) 2012 February 15-18
14. (1) Cohomological Hasse principle and McKay principle, (2) Algebraic Cycles and L-Functions, (3) Johannes Kepler Research Center, Regensburg, Germany, (4) 2012 February 27-March 2

#### D. 講義

数学講究4年セミナー

#### E. 修士・博士論文

(修士, 指導教官は8月まで) 小野田実頼・Mirai Onoda・論文題名: Regulator map for relative Chow group of algebraic curves

### 斎藤 毅 (SAITO Takeshi)

#### A. 研究概要

正標数の局所体の分岐群について,  $\log$  つきの分岐群の次数商についてはその微分加群との関係がわかっているが,  $\log$  なしの場合にも同様の関係が期待される.  $\log$  つきの場合と異なり  $\log$  なしの場合には Deligne による特性サイクルの定義と関係が深いと考えられる. 詳細の確認は今後の課題である.

射影空間内の偶数次元の非特異超曲面の中間次元のエタール・コホモロジーへのガロワ作用の行列式は, 定義体のガロワ群の位数2以下の指標を定める. この指標は定義方程式の判別式の $\pm 1$ 倍の平方根で定まるが, この符号を決定した. 偶数次元の完全交叉についても同様のことがなりたつ. 前者については論文を投稿中であり, 根者については論文を準備中である.

For the ramification groups of a local field of positive characteristic, a relation with differ-

ential forms is established for the logarithmic version. A similar relation is expected to hold for the non-logarithmic version and should imply an interpretation of the definition of the characteristic cycle due to Deligne. Details are remained to be checked.

The determinant of the Galois action on the étale cohomology of the middle degree of a smooth hypersurface of even dimension in a projective space defines a quadratic character of the Galois group of the base field. It is defined by the square roots of  $\pm 1$ -times the discriminant of a defining polynomial. I determined the sign and submitted an article on the proof. I am also preparing an article on a similar result for a complete intersection.

#### B. 発表論文

1. T. Saito “Ramification of local fields with imperfect residue fields III, *Mathematische Annalen*, 352, Issue 3 (2012), 567-580.
2. A. Abbes and T. Saito “Ramification and cleanliness”, *Tohoku Mathematical Journal*, Centennial Issue, 63 No. 4 (2011), 775-853.
3. A. Abbes and T. Saito “Local Fourier transform and epsilon factors”, *Compositio Mathematica*, 146-6, (2010) 1507-1551.
4. T. Saito “Hilbert modular forms and  $p$ -adic Hodge theory” *Compositio Mathematica*, 145-5, (2009) 1081-1113.
5. T. Saito “Wild ramification and the characteristic cycle of an  $\ell$ -adic sheaf” *Journal de l’Institut de Mathématiques de Jussieu*, (2009) 8(4), 769-829
6. A. Abbes and T. Saito “Analyse microlocale  $\ell$ -adique en caractéristique  $p > 0$ : Le cas d’un trait”, *Publications RIMS* 45-1 (2009) 25-74
7. K. Kato and T. Saito “Ramification theory for varieties over a perfect field”, *Annals of Math.* 168 (2008), 33-96.
8. A. Abbes and T. Saito “The characteristic class and ramification of an  $\ell$ -adic

etale sheaf ”, *Inventiones Math.* 168 No. 3 (2007) 567-612

9. T. Saito “Stiefel-Whitney classes of  $\ell$ -adic cohomology”, [arXiv:1012.1922](#)
10. K. Kato and T. Saito “Ramification theory for varieties over a local field”, [arXiv:1007.0310](#)

#### C. 口頭発表

1. Discriminant and determinant of a hypersurface of even dimension, 7/27(水) 代数学コロキウム 東大数理 123 教室, 仙台シンポジウム 8/2 (火), Une apres-midi de Geometrie Arithmetique a l’IHES 12 septembre, 2011, 2011 Japan-Taiwan Mini workshop on Arithmetic Algebraic Geometry and related topics, Nov. 17-19. Number theory seminar, University of Chicago, 2012 Jan. 18,
2. Discriminant and the determinant of a complete intersection, Okinawa Shogaku, 10:00-11:20, Oct. 10, 2011, Workshop on arithmetic geometry 2011 notes.
3. Second Stiefel-Whitney class of  $\ell$ -adic cohomology, 東北大学代数幾何セミナー、2011年1月14日(金) Geometrie Arithmetique et motivique, CIRM, 19 septembre 2011.
4. An  $\ell$ -adic Riemann-Roch formula (joint work with Kazuya Kato), Geometric Langlands seminar, University of Chicago, 2012 Jan. 16, 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
5. 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

6. Characteristic cycle of an  $\ell$ -adic sheaf Tsinghua, Beijing 中国, 2009 August 19, East Asia number theory conference, Aug. 19-22, Tsinghua Univ.)

7. 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 神戸ブルーツフラワーパーク
8. 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)
9. 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)
10. 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

#### D. 講義

1. 数学 IB : 微積分 (教養学部前期課程講義),
2. 全学自由ゼミナール : 「抽象数学の極み」代数学の基本定理や楕円曲線を例にとり, 現代数学は抽象化によりどこにむかったかを解説した。(教養学部前期課程講義),

#### E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 張 祺智 (ZHANG Qizhi): On The Discrete Logarithm Problem in Finite Fields (有限体上の離散対数問題について)

2. (修士) 梅崎 直也 (UMEZAKI Naoya): On uniform bound of the maximal subgroup of the inertia group acting unipotently on  $\ell$ -adic cohomology ( $\ell$ 進コホモロジーに冪単に作用する惰性群の最大部分群の一様な限界について)
3. (修士) 竹本 恭規 (TAKEMOTO Yasuchika): 最大ランクを持つ楕円曲線  $y^2 = x^3 + pqr x$  の構成

#### F. 対外研究サービス

1. 玉原数論幾何研究集会 5月30日(月)~6月2日(木) オーガナイザー
2. 第9回高木レクチャー 6月4日オーガナイザー
3. 2011 Japan-Taiwan workshop on Arithmetic Algebraic Geometry and related topics, November 17 (Thu) -19 (Sat), Inst. of Mathematics, Academia Sinica (NTU campus) オーガナイザー
4. Documenta Mathematica, エディター
5. Japanese Journal of Mathematics, エディター

#### 辻 雄 (TSUJI Takeshi)

##### A. 研究概要

$p$ 進 Hodge 理論,  $p$ 進コホモロジー論およびそれらの応用について研究している. 平成23年度は,  $p$ 進整数環上のスムーズ・スキーム上で,  $p$ 進 perverse 層と数論的  $D$  加群 (Frobenius 自己同型と filtration の付加構造つき) の対応について, 特異点集合が単純正規交叉因子になっている場合に研究した. 局所系の場合の Faltings の crystalline 層の理論は基本群の  $p$ 進表現の理論を基礎としている.  $p$ 進 perverse 層と数論的  $D$  加群 (+付加構造) を, 正規交叉因子の各既約成分およびそれらの交わり上の  $\log p$ 進エタール局所系と可積分  $\log$  接続付きベクトル束を用いてとらえることにより, crystalline 層の概念の一般化や crystalline  $p$ 進 perverse 層に伴う数論的  $D$  加群 (+付加構造) の構成を与えた. 平成21年度の曲線上の場合の研究の一般化である.

Takeshi Tsuji is working on  $p$ -adic Hodge theory,  $p$ -adic cohomology and their applications. In this academic year, he studied a correspondence between  $p$ -adic perverse sheaves and arithmetic  $D$ -modules (with Frobenius endomorphism and filtration) on a smooth scheme over  $p$ -adic ring, in the case where the singular locus is a simple normal crossing divisor. The theory of crystalline sheaves for local systems by Faltings is based on the description of  $p$ -adic étale local systems in terms of  $p$ -adic representations of the fundamental group. Describing  $p$ -adic perverse sheaves and arithmetic  $D$ -modules (with additional structures) in terms of  $\log p$ -adic étale local systems and vector bundles with integrable  $\log$  connections on irreducible components of the normal crossings divisor and their intersections, he generalized the notion of crystalline sheaves and constructed an arithmetic  $D$ -module corresponding to a crystalline  $p$ -adic perverse sheaf (with singularity along the fixed simple normal crossing divisor). This is a generalization of the results in the case of curve obtained in the academic year 2009-2010.

##### 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*, Mathematische Annalen 350 (2011), 829-866.
4. T. Tsuji, *Notes on  $p$ -adic Simpson correspondence and Galois cohomology*, preprint.

##### C. 口頭発表

1. On purity for  $p$ -adic representations, Of

ramification and Vanishing Cycles, 東京大学, 2007年9月

2. On purity for  $p$ -adic representations, Workshop: Arithmetic Applications of  $p$ -adic Analysis and Rigid Spaces, Universität Regensburg, Germany, 2008年2月
3. Arithmetic  $D$ -modules and weight spectral sequences, Journées de Géométrie Arithmétique de Rennes, Institut de Recherche Mathématique de Rennes, France 2009年7月
4. 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
5.  $p$ -adic perverse sheaves and arithmetic  $D$ -modules on a curve, Conférence de Géométrie Arithmétique en l'honneur de Jean-Marc Fontaine, Institute Henri Poincaré, France 2009年3月
6. Semi-stable reduction and arithmetic  $D$ -modules, Current trends in logarithmic geometry, Université Bordeaux 1, 2010年6月
7.  $p$ -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
8.  $p$ -adic perverse sheaves and arithmetic  $D$ -modules with singularities along a normal crossing divisor, Algebraische Zahlentheorie, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany 2011年6月

#### D. 講義

1. 整数論・代数学 XH :  $p$ -torsion 係数の  $p$  進 Hodge 理論の講義 (数理大学院・4年生共通講義, 夏)
2. 代数と幾何 : 抽象線形代数の講義. Jordan 標準形, 商空間, 双対空間, 双線形形式, テンソル積, 外積などを扱った. (理学部2年生(後期), 冬)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 時本 一樹 (TOKIMOTO Kazuki): On the reduction modulo  $p$  of representations of a quaternion division algebra over a  $p$ -adic field.
2. (修士) 三原 朋樹 (MIHARA Tomoki): Singular homologies of non-archimedean analytic spaces and integrals along cycles.

#### F. 対外研究サービス

1. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, エディター

#### 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

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

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

- 球面の同相群の恒等写像成分、メンガーコンパクト空間の同相群に対して、任意の元は、1 個の交換子として書けることを示した。
- 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.
- We showed that every element of the identity component  $\text{Homeo}(S^n)_0$  of the group of homeomorphisms of the  $n$ -dimensional sphere  $S^n$  can be written as one commutator. We also showed that every element of the group  $\text{Homeo}(\mu^n)$  of homeomorphisms of the  $n$ -dimensional Menger compact space  $\mu^n$  can be written as one commutator.

## B. 発表論文

1. Tomoo Yokoyama and Takashi Tsuboi: “Codimension one minimal foliations and the fundamental groups of leaves, *Annale de l’Institut Fourier* 58 (2008) 723–731
2. Takashi Tsuboi: “On the simplicity of the

group of contactomorphisms”, Advanced Studies in Pure Math. **52** Groups of Diffeomorphisms (2008) 491–504.

3. Takashi Tsuboi: “On the uniform perfectness of diffeomorphism groups”, Advanced Studies in Pure Math. **52** Groups of Diffeomorphisms (2008) 505–524.
4. Takashi Tsuboi: “Classifying spaces for groupoid structures”, Foliations, Geometry, and Topology: Paul Schweitzer Festschrift, Contemporary Mathematics **498** (2009) 67–81.
5. Takashi Tsuboi: “On the group of real analytic diffeomorphisms”, Annales Scientifiques de l’École Normale Supérieure, **49**, (2009) 601–651.
6. 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.
7. Takashi Tsuboi: “On the uniform perfectness of the groups of diffeomorphisms of even-dimensional manifolds”, to appear in Commentarii Mathematici Helvetici.
8. Takashi Tsuboi: “Homeomorphism groups of commutator width one”, to appear in Proceedings Amer. Math. Soc.

#### C. 口頭発表

1. On the group of real analytic diffeomorphisms, Foliations, Topology and Geometry in Rio, PUC-Rio, Brazil, 2007年8月.
2. 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.
3. 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

4. On the uniform perfectness of the group of diffeomorphisms, Seminaire, École Normale Supérieure de Lyon, France, 2009年6月24日.

5.  $\text{Diff}^\omega(\mathbb{C}P^2)_0$ , 「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.

6. On the uniform perfectness of the group of diffeomorphisms, Centro de Recerca Matemàtica, Barcelona, Spain, 2010年7月13日.

7. 完全な群をご存知ですか, 中央大学理工学部数学科談話会. 2011年7月11日.

8. 微分同相群の交換子長, 交換子長1の群, 仙台シンポジウム, 2011年8月3日, 4日.

9. Homeomorphism groups of commutator width one, Poster at Geometry and Dynamics, Todai Forum, École Normale Supérieure de Lyon, 2011年10月17日.

10. Homeomorphism groups of commutator width one, Plane Fields on Manifolds and Diffeomorphisms Groups 2011, 玉原国際セミナーハウス, 2011年10月31日.

#### D. 講義

1. 数理科学 I: ベクトル解析の入門講義 (教養学部前期課程講義)
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「空間内の奇妙な図形」、宮岡洋一「振り子の周期は二つある? — 楕円関数入門」、片岡清臣「円を含む曲面と無限小解析」儀我美一「微分方程式とその諸科学・技術への応用」、小林俊行「対称性の幾何学」。(教養学部前期課程 1・3 学期講義)
3. 学術俯瞰講義「国境なき数学—ことばを越えて社会とともに」のコーディネータ・ナビゲータを室田一雄氏 (工学部) とともに務めた。講演者は、岡本和夫 (大学評価・学位授与機構)、合原一幸 (生産技術研究所)、河東泰之 (理学部)、増田直紀 (工学部)、松本眞 (理学部) (敬称略) であった。

## E. 修士・博士論文

1. (修士) 古川 遼 (FURUKAWA Ryo) Seifert 多様体上の fibered Seifert multilink と両立する接触構造.
2. (修士) 根元悠輔 (NEMOTO Yusuke) Whitney-Graustein theorem の証明について.
3. (修士) 吉田健一 (YOSHIDA Ken-ichi) カスプを4つもつ最小体積の向き付可能な3次元双曲多様体.

## F. 対外研究サービス

1. 日本数学会理事
2. 日本学術会議、連携会員
3. 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.  
Todai Forum 2011, Geometry and Dynamics, ENS-Lyon, October 16 - 18, 2011, 組織委員の一人.  
Foliations 2012, June 24-30, 2012, Lodz, 組織委員の一人.  
Asian Mathematical Conference, Busan, June 30 - July 4, 2013, 組織委員の一人.

## 寺杣 友秀 (TERASOMA Tomohide)

### A. 研究概要

1. Pollack は楕円曲線の基本群の Derivation Lie algebra の特殊な元を Garoufalidis による構成法を用いて定義し、さらにそれらの間の関係式を発見した。この関係式は cusp form に対して得られるものである。これらが実際に幾何学的な意味があるか、つまりモチーフ的な元の関係式からくるかという問題に関して昨年、バー複体のレベルでモチーフ的な関係式が存在することを示したが、これが実際に普遍楕円曲線から原

点を除いたものの基本群と関連しているか、という問題に取り組んだ。周期を計算することにより、 $p$ -関数の微分が現れることを発見した。

2. 混合テイトモチーフに関して、Bloch-Kriz の構成法でとくに polylog motif の計算に使えるような理論に書き換えることをおこなった。これは木村氏と花村氏との共同研究である。3つ組みについて理論を構築すること、カレントの制限あるいはそれに代わる理論について研究した。

3. Kummer 曲面に対する  $2\tau$  写像を書くことをした。これは種数2の曲線に関するトマエの公式に利用できるとおもわれる。ここでは  $12A_1$  モデルが重要であることがわかった。

1. Pollack defined certain elements in the derivation Lie algebra of the fundamental group of a punctured elliptic curve after the method of Garoufalidis. He also found relations between these elements attached to cusp forms. Motivated by this relation, last year, we realized that these relations actually hold in the level of Bar complex classifying elliptic motives. In this year, we try to prove that it actually comes from the fundamental group of punctured universal elliptic curves. In this context, we found that the period associated to these motives can be expressed by derivations of  $p$ -functions.

2. We rewrite the theory of Bloch-Kriz's construction of mixed Tate motives so that we can use the rigorous computation of polylog motives. This is a joint work with K. Kimura and M. Hanamura. We construct mixed Tate realization in the setting of triples and study restriction of currents or substitution of these theories.

3. We gave an explicit expression of  $2\tau$  map for Jacobian Kummer surface. This is expected to be useful to study Thomae formula for genus 2 curves. To obtain such formula, we found that  $12A_1$ -model is useful.

### B. 発表論文

1. K. Kimura, T. Terasoma, Relative and mixed elliptic motives, (submitted)
2. T. Terasoma, Varieties of lines on Fermat hypersurfaces, to appear from Advanced study of Mathematics, Mathematical So-

ciety of Japan.

### C. 口頭発表

1. Deligne bar complex に関する comparizon copath, 代数幾何とモチーフ理論ワークショップ、東北大学、2012年3月9日
2. Motif associated to fundamental group of universal elliptic curves and its regulator, Arithmetic and Algebraic Geometry 2012, 東京大学 2012年2月17日
3. Bar comodules associated to fundamental group of punctured elliptic curves, Taiwan-Japan workshop on Arithmetic Algebraic Geometry and Related Topics, Institute of Mathematics, Academia Sinica, 2012年11月19日
4. Relative regulator and automorphic L-functions. 城崎大会議場, 代数幾何シンポジウム、2012年10月27日
5. Relative regulator for Kuga fiber space and Beilinson conjecture, Workshop on multiple zeta values, modular forms and mixed elliptic motives, 2012年5月6日

### D. 講義

1. 代数学 I : 代数学の入門講義, (3年生講義)
2. 数学 I : 線形代数学 (教養前期課程)

### F. 対外研究サービス

1. Arithmetic and Algebraic Geometry 2012, 東京大学大会議場、2012年2月15日~18日オーガナイザー
2. 国際研究集会 Motives in Tokyo 2011, 東京大学大会議場、12月12日~16日、オーガナイザー
3. 玉原特殊多様体研究集会、玉原国際セミナーハウス、2011年9月5日~9月8日、オーガナイザー

### H. 海外からのビジター

李忠華 (学術振興会海外特別研究員)

## 時弘 哲治 (TOKIHIRO Tetsuji)

### A. 研究概要

(1)  $q$  離散  $A_i$  および  $B_i$  関数から、超離散化によって超離散  $A_i$  および  $B_i$  関数を導出した。この導出の過程で副産物として、分割数に関する無限個の非自明な恒等式を得た。超離散パンルベII方程式のあるクラスの特異関数解を、対応する  $q$  離散パンルベII方程式の行列式を用いた特異関数解により構成した。

(2) 有限体上の離散可積分方程式を研究した。有限体そのものではなく有限体上の有理関数を扱うことで、時間発展の不定性を解消することができた。特に、Yang-Baxter 写像に付随する一般化された KdV 方程式を扱い、ソリトン解の具体形とその周期を求めた。

(1) Ultradiscrete  $A_i$  and  $B_i$  functions are directly derived through the ultradiscrete limit from  $q$ -difference analogues of  $A_i$  and  $B_i$  functions, respectively. An infinite number of identities among the number of restricted partitions are obtained as by-products. A direct relationship between a class of special solutions for the ultradiscrete Painlevé II equation and those of the  $q$ -Painlevé II equation which have determinantal structure is also established.

(2) Discrete integrable equations over finite fields are investigated. The indeterminacy of the equation is resolved by using a rational function field instead of the finite field itself. The main discussion concerns a generalized discrete KdV equation related to a Yang-Baxter map. Explicit forms of soliton solutions and their periods are obtained.

### B. 発表論文

1. 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)
2. 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).



3. 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).
4. 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).
5. 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).
6. A. Nishiyama, T. Tokihiro, M. Badoual and B. Grammaticos, “Modelling the morphology of migrating bacterial colonies” *Physica D: Nonlinear Phenomena*, **239**, 1573-1580 (2010).
7. J. Mada and T. Tokihiro, “Correlation functions for a periodic box-ball system” *J. Phys. A: Math. Theor.* **43** 135205 (15 pages) (2010).
8. Masataka Kanki, Jun Mada and Tetsuji Tokihiro, “Conserved quantities and generalized solutions of the ultradiscrete KdV equation”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **44** (2011) 145202 (15 pages).
9. J. Mada and T. Tokihiro, “Two point correlation functions for a periodic box-ball system”, *SIGMA* **7**, (2011) 027 (16 pages).
10. “Existence and non-existence of global solutions for a discrete semilinear heat equation”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems* **31**, (2011) 209–220.

#### C. 口頭発表

1. Ultra discrete systems, Workshop on Integrable Systems, IISc Mathematics Initiative, Department of Mathematics, Indian Institute of Science, Bangalore, India, February 18–19, 2008.
2. Periodic Box-Ball System: an Integrable Cellular Automaton, Second Workshop on Nonlinearity and Geometry–Darboux Days–, Banach Center Bedlewo, Poland, April 13-19 (2008)
3. 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)
4. 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).
5. Correlation function of periodic box-ball system, China-Japan Joint Workshop on Integrable Systems, Shaoxing, China, January 7–10 (2010).
6. Correlation function for the periodic box-ball system, Satellite conference of ICM 2010, Integrable Systems and Geometry, Pondicherry University, India, August 12-17 (2010).
7. On negative soliton solution to ultradiscrete KdV equation, The Seventh IMACS International Conference on Nonlinear Evolution Equations and Wave Phenomena: Computation and Theory, The University of Georgia, Athens, GA USA, April 04-07 (2011).
8. Ultradiscrete KdV equation and Box-Ball System, Tropical Geometry and Integrable Systems, University of Glasgow, July 07-08 (2011).

#### D. 講義

1. 数学 1 : 解析の入門講義. (教養学部前期課程講義)

2. 数理学 II: 基礎的な微分方程式論. (教養学部前期課程講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 高橋 悠樹 (TAKAHASHI Yuki): 離散周期戸田格子方程式の特異解について

#### 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. Discrete Dynamics in Nature and Society, editor.

#### H. 海外からのビジター

1. Professor Kilkothur Munirathinam TAMIZHMANI (Department of Mathematics, Pondicherry University, India) January 05–26 (2012). He gave two seminars: “onstruction of Discrete Painleve Equations” on 18th and “On the Non-comutative Integrable Equations” on 20th.

### 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4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 [1,5,7]. 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 [7] 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) ランダムに位置が摂動されたシュレディンガー作用素の解析 (論文 [6,8]. F. Klopp, M. Loss, G. Stolz との共同研究).

論文 [6,8] においては、局所ポテンシャルの位置がランダムに摂動された、random displacement model のアンダーソン局在を証明した。このモデルはアンダーソン型のランダム・シュレディンガー作用素の持つ摂動パラメーターに関する単調性が無いため、大きく異なる解析が必要になる。

(3) スペクトル・シフト関数と電荷不足指数の関係 (論文 [9]. 甲元真人, 高麗徹との共同研究). 物性理論に現れる charge deficiency と spectral shift function の同値性を厳密に証明し、一般次元でのレビンソンの定理を与えた。またそのために、spectral shift function の新しい構成法を与えた。

(4) 散乱行列の固有値の半古典極限での挙動の研究 (論文 [10]. A. Pushnitski との共同研究). 2体のシュレディンガー方程式の散乱行列は古典的な研究対象だが、その固有値の挙動については、いまだ理解されていない部分が多い。この研究では、共鳴エネルギーの近くでは、半古典極限において、ただひとつの固有値が一回転する事を証明した。

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 ([1,5,7]. 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 [7], we studied the microlocal properties of the scattering matrices, and showed that they are Fourier integral operators.

- (2) Analysis of the random displacement model ([6,8]. Joint work with F. Klopp, M. Loss, G. Stolz).

In [6,8], we proved the Anderson localization for the random displacement models. This model does not have the monotonicity with respect to the random parameters, unlike standard Anderson mode, quite different approach is re-

quired to prove the localization.

(3) Spectral shift function and charge deficiency ([9]. Joint work with M. Kohmoto, T. Koma).

We proved the equivalence of the charge deficiency appearing in the solid state physics with the spectral shift function rigorously, and also proved the Levinson theorem for arbitrary dimensions. In order that, we also introduced a new construction of the spectral shift function.

(4) The behavior of the spectrum of scattering matrix in the semiclassical limit ([10]. Joint work with A. Pushnitski).

The spectrum of the scattering matrix for the 2 body Schrödinger operators is still much to be understood. Here we proved that only one eigenvalue of the scattering matrix makes a single complete rotation near a resonant energy in the semiclassical limit.

## B. 発表論文

1. K. Ito and S. Nakamura: “Singularities of solutions to Schrödinger equation on scattering manifold”. *American J. Math.* **131** (2009) 1835–1865.
2. K. Ito and S. Nakamura: “Time-dependent scattering theory for Schrödinger operators on scattering manifolds”. *J. London Math. Soc.* **81** (2010) 774–792.
3. 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.
4. F. Klopp and S. Nakamura: “Lifshitz tails for generalized alloy type random Schrödinger operators”. *Analysis and PDE* **3–4** (2010) 409–426.
5. K. Ito and S. Nakamura: “Remarks on the fundamental solution to Schrödinger equation with variable coefficients”. Preprint 2009 December. To appear in *Ann. Inst. Fourier*. (<http://arxiv.org/abs/0912.4939>)
6. F. Klopp, M. Loss, S. Nakamura and G. Stolz: “Localization for the random displacement model”. Preprint 2010 July. To appear in *Duke Math. J.* (<http://arxiv.org/abs/1007.2483>)
7. 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>)
8. F. Klopp, M. Loss, S. Nakamura and G. Stolz: “Understanding the random displacement model: From ground-state properties to localization”. Preprint 2011 July. To appear in *Operator Theory: Advances and Applications*. (<http://arxiv.org/abs/1107.0386>)
9. M. Kohmoto, T. Koma and S. Nakamura: “The spectral shift function, Friedel sum rule, and Levinson theorem”. Preprint 2011 Nov. (<http://arxiv.org/abs/1111.5939>)
10. A. Pushnitski and S. Nakamura: “The spectrum of the scattering matrix near resonant energies in the semiclassical limit”. Preprint 2012, Feb.

## C. 口頭発表

1. 「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)
2. “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.
3. “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.

4. “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),
5. “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)
6. “Remarks on the fundamental solution to Schrödinger equation with variable coefficients”, 2011年6月10日 (九州関数方程式セミナー)
7. 「シュレディンガー方程式の超局所特異性の解析と散乱理論」2011年9月29日 (日本数学会・秋季総合分科会・関数方程式論分科会特別講演)
8. “Remarks on the spectral shift function and the Friedel sum rule”, 2011 Oct. 26 (Workshop “Correlations and Interactions for Random Quantum Systems”, 2011 Oct. 23 - 29, Oberwolfach)
9. “The spectrum of the scattering matrix near trapping energies in the semiclassical limit”, 2011年11月12日 (研究集会「第22回・数理物理と微分方程式」2011年11月12日～14日、山形)
10. “Remarks on the spectral shift function and the Friedel sum rule”, 2011年12月3日 (研究集会「ランダム作用素のスペクトルと関連する話題」2011年12月1日～3日、京都大学)

#### D. 講義

1. 基礎数理特別講義 IV・解析学 XE: 量子力学のスペクトル理論入門: シュレディンガー作

用素のスペクトル理論の入門として, 自己共役性, 本質的スペクトル, 絶対連続スペクトル, 散乱理論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. 構造幾何学, 同演習: 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)
3. シュレディンガー作用素のスペクトル論の入門: シュレディンガー作用素の散乱理論の入門. (九州大学・集中講義, 2011年6月6日～10日)
4. 磁場シュレディンガー作用素の解析・入門: 磁場シュレディンガー作用素のスペクトル理論の入門として, 自己共役性, ゲージ不変性, スペクトルの性質などについて講義を行った. (筑波大学・集中講義, 2011年10月3日～5日)

#### E. 修士・博士論文

1. (博士) 糸崎真一郎 (ITOZAKI Shinichiro): Scattering Theory on Manifolds with Asymptotically Growing Ends.

#### F. 対外研究サービス

1. Funcialaj Ekvacioj (日本数学会・関数方程式論分科会・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. Alexander PUSHNITSKI (ロンドン大学, キングス・カレッジ) 2011年4月9日 - 4月27日
2. Ira HERBST (ヴァージニア大学) 2011年6月17日 - 7月10日
3. Claudio FERNANDEZ (チリ・カソリック大学) 2011年6月16日 - 7月1日
4. Richard FROESE (カナダ・プリティッシュ・コロンビア大学) 2011年6月18日 - 27日
5. Colin GUILLARMOU (エコール・ノルマル, パリ) 2011年6月18日 - 25日

6. Andrew HASSELL (オーストラリア国立大学) 2011年6月19日 - 24日
7. Gerorgi RAIKOV (チリ・カソリック大学) 2011年12月5日 - 25日
8. Michael LOSS (ジョージア工科大学) 2012年2月13日 - 19日
9. Jan Philip SOLOVEJ (コペンハーゲン大学) 2012年2月19日 - 2月21日

## 野口 潤次郎 (NOGUCHI Junjiro)

### A. 研究概要

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 (山ノ井の一致の定理の拡張)。また値域空間での交点  $f(\mathbf{C}) \cap D$  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。対数的極をもつ可微分接続を用いて一般のコンパクト代数多様体への整曲線に対する第2主要定理を証明した。これは、1933年のH. カルタンによる第2主要定理に初めて幾何学的証明を与える。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。阿部 (広島大学) と濱野 (福島大) との共同研究で岡の余零問題を解決した。同次に種々の興味深い例を発見し、今後の進展が期待される。リーマン領域の場合の岡の定理 (Oka IX) に簡単な直接的証明を与えた。

My research was focused 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 (an extension of Yamanoi's unicity theorem). Also, the Zariski denseness of  $f(\mathbf{C}) \cap D$  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. By means of newly defined logarithmic  $C^\infty$  connection we obtained a general S.M.T. for entire curves into a projective algebraic manifold. This gives the first geometric proof of classical H. Cartan's S.M.T. proved in 1933. 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 M. Abe (Hiroshima Univ.) and S. Hamano (Fukushima Univ.) we solved completely Oka's extra-zero problem. We are finding several interesting examples, which are expected for some further developments. I gave a simple direct proof to Oka's theorem for Riemann domains (Oka IX).

### B. 発表論文

1. Noguchi, J. and Winkelmann, J., Order of meromorphic maps and rationality of the image space, accepted by J. Math. Soc. Jpn.
2. Corvaja, P. and Noguchi, J., A new unicity theorem and Erdős' problem for polarized semi-abelian varieties, accepted by Math. Ann.
3. Noguchi, J., Connections and the second main theorem for holomorphic curves, J. Math. Sci. Univ. Tokyo **18** (2011), 155–180.
4. 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., Rohde Island, 2009.

5. Noguchi, J., Winkelmann, J. and Yamanoi, K., The second main theorem for holomorphic curves into semi-abelian varieties II, *Forum Math.* **20** (2008), 469–503.
6. Noguchi, J., Winkelmann, J. and Yamanoi, K., Degeneracy of holomorphic curves into algebraic varieties, *J. Math. Pures Appl.* **88** Issue 3, (2007), 293–306.
7. Noguchi, J., Some results in the analogue of Nevanlinna theory and Diophantine approximations, *Proc. Diophantine Geometry*, Ed. U. Zannier, pp. 259–275, Scuola Normale Superiore Pisa, 2007.

#### C. 口頭発表

1. J. Noguchi, Unicity theorems for entire curves and arithmetic recurrences, *Conference on Automorphisms of Algebraic Varieties-Dynamics and Arithmetic*, Shirahama Wakayama, 2011 December 21'st. (Japan).
2. 野口潤次郎, 岡論文の引用記録と接続性について, 多変数函数論冬セミナー, 広島大学, 2011年12月17日.
3. 野口潤次郎, 岡の余零問題と関連する話題, *Topology and Complex Geometry*, 龍谷大学, 京都, 2011年12月11日.
4. J. Noguchi, Value distribution and distribution of rational points, *Tokyo-Seoul Conference*, Grad. School of Math. Scie., Univ. Tokyo, 2011 December 2'nd. (Japan)
5. J. Noguchi, Two topics: Kaehler condition in value distribution theory and a new direct proof of Oka's theorem (IX, Levi problem), *19th Symposium on Complex Geometry*, Sugadaira, 2011 November 9th. (Japan).
6. 野口潤次郎, 岡の余零問題と関連する話題について, 複素解析幾何セミナー, 東大数理, 2011年11月7日.

7. J. Noguchi, On Oka's extra-zero problem and related topics, *Complex Analysis and Algebraic Geometry*, CIRM (Luminy), 2011 October 18th. (France)
8. 野口潤次郎, 解析写像の位数と像空間のケーラー条件について, 解析幾何セミナー, 名古屋大学大学院多元数理研究科, 2011年6月2日.
9. J. Noguchi, Second main theorems, degeneracy of entire curves and applications, *Israel Science Foundation Workshop on Normal Families, Meromorphic Functions, and Value Distribution Theory*, and the *Fifth International Conference on Complex Analysis and Dynamical Systems*, 2011 May 24th, Akko (Israel).
10. 野口潤次郎, Order of meromorphic maps and rationality of image space, 複素解析幾何セミナー, 東大数理, 2011年5月9日.

#### D. 講義

1. 複素解析学Ⅰ・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).
2. 複素解析学Ⅲ・複素解析学特論: 前年度の岡の接続定理と正則凸領域上での岡・カルタンの基本定理を踏まえ、ハルトークス現象やラインハルト領域を通して正則領域の性質を調べる。そして正則領域と正則凸領域が同値であることを示す。それ等は、擬凸領域になることを見た上で、擬凸領域は正則凸領域になる(レヴィ問題・ハルトークスの逆問題)ことを証明する(岡の定理(グラウエルトの証明法で示す))(学部4年・院、夏).

#### E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 安福 悠 (YASYFUKU Yu): An  $abc$ -type inequality and arithmetic dynam-

ics on rational varieties based on Nevanlinna theory and Vojta's conjecture. (ネヴァンリンナ理論とポイタ予想に基づく有理多様体上の  $abc$  型問題と数論的力学系の研究)

2. (課程博士) 千葉 優作 (TIBA Yusaku): Entire curves in projective algebraic varieties. (射影代数多様体内の正則曲線について)

#### F. 対外研究サービス

1. International Conference on Nevanlinna Theory and Complex Geometry, 2012 March 14–18. University of Notre Dame (Indiana), 組織委員.
2. Nagoya Mathematical Journal (Graduate School of Mathematics, Nagoya University), Associate Editor (2008–).
3. (社) 日本数学会メモアール編集委員会委員 (2003–).
4. (社) 日本数学会出版賞選考委員会委員 (2006–2008).
5. 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 세미나ハウス (日本), 組織委員.
6. Workshop on Complex Hyperbolic Geometry and Related Topics, Fields Institute, Toronto, 17 November 2008 (Canada) 組織委員.
7. Workshop on Arithmetic and Hyperbolic Geometry, University of Montreal, 8 November 2008 (Canada) 組織委員.
8. 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).
9. Forum Mathematicum, de Gruyter, Editor (1997–).
10. Journal of Mathematical Analysis and Applications, Elsevier, Associate Editor (2001–2008).

11. Workshop on Holomorphic Mappings, Kobayashi Hyperbolicity and Diophantine Approximation, July 20–23 2007, Komaba Tokyo, 組織委員.

12. Effective Aspects of Complex Hyperbolic Varieties, 10–14 September, 2007, Aber Wrac'h France, Scientific Committee.

13. Geometry of Holomorphic and Algebraic Curves in Complex Algebraic Varieties, 30 April–4 May, 2007, Centre Recherches Mathematiques, Université de Montréal Canada, Scientific Committee.

#### H. 海外からのビジター

Damian Brotbek (JSPS PD), 2011 年 11 月 27 日～2012 年 9 月 26 日.

#### 平地 健吾 (HIRACHI Kengo)

##### A. 研究概要

CR 多様体上の不変微分作用素を放物型幾何学の観点からとらえ研究を進めている. CR 多様体には de Rham 複体の精密化である Rumin 複体などの自然な微分作用素の族があり, それらを用いて多様体の局所的な曲率およびその積分として与えられる不変量を調べることができる. 今年度の研究ではラプラシアン<sup>2</sup>の冪を主要部とする不変微分作用素 (GJMS 作用素と呼ばれる) を Rumin 複体などに現れる低階の微分作用素と準楕円型微分作用素の合成に分解することを試み, 平坦な CR 多様体上での解析を完成させた. またトロント大学の Alexakis 氏と共同でケーラー多様体上の積分不変量の研究を進めている. ケーラー計量の局所不変量の積分がケーラー類にのみ依存する場合, その局所不変量はチャー<sup>2</sup>ン多項式と (積分には寄与しない) 発散項の和に分解されると予想している. 現状では曲率の微分に制限をつけた部分的な結果に留まっている.

I have been working on invariant differential operators on CR manifolds from the point of view of Parabolic geometry. CR manifolds admit natural families of invariant differential operators that form complexes, e.g., Rumin complex which is obtained as a refinement of de Rham complex. Using these operators, we can

study the local curvature of CR structures and global invariants defined as the integral of local curvature expressions. In this year, I tried to decompose CR invariant differential operators whose leading part is the powers of Laplacian (so called GJMS operators) into lower order operators that appears in Rumin complex and sub-elliptic operators, and gave a proof for the CR flat case.

I have also continuing a joint project with Prof. Alexakis (University of Toronto) on integral invariants of Kähler manifolds. We are trying to prove the following conjecture: if the integral of a local Kähler invariant depends only on the Kähler class, then the integrand is a sum of Chern polynomial and a divergence term. So far we only have partial result which can be applied to Kähler invariants that do not contain derivatives of the curvature.

#### B. 発表論文

1. 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.
2. 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. 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
2. 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

3. 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
4. Decomposition of critical GJMS operators on CR manifolds, The Geometry of Differential Equations, The Australian National University (Australia), 2011 年 2 月
5. Integral Kahler invariants, Tambara Workshop on the Bergman kernel and Related Topics, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2011 年 10 月
6. CR invariant differential operators and BGG complex, Tokyo-Seoul Conference in Mathematics –Complex Geometry–, 東京大学数理科学研究科, 2011 年 12 月

#### D. 講義

1. 複素解析学 II ・ 同演習: 複素解析の入門講義の続編 (数学科 3 年)
2. 数理科学 II: 常微分方程式入門 (前期課程 2 年)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 菊池 嵩 (KIKUCHI Takashi):  $G_2$  rolling distribution and parabolic geometry

#### F. 対外研究サービス

1. 多変数関数論京都シンポジウム 組織委員
2. Tambara Workshop on the Bergman kernel and Related Topics 組織委員
3. 日本数学会関数論分科会評議員
4. 文部科学省サイエンス・インカレ 審査員

#### H. 海外からのビジター

Raphael Ponge (研究協力員) Study of geometric analysis of conformal and CR manifolds from a point of view of parabolic geometry.



## 舟木 直久 (FUNAKI Tadahisa)

### A. 研究概要

[7] では、一様統計および制限付き一様統計に対応する 2 次元 Young 図形の運動について、[4] で示した流体力学極限の周りの非平衡揺動問題を論じ、極限の線形確率偏微分方程式を求めた。また、その不変測度が、平衡系における揺動極限として現れる Gauss 測度と一致することを示した。

[8] では、フェロモンにより自己組織的に集積するゴキブリの挙動を記述する巨視的な交差拡散モデルを提示し、対応する微視的レベルの個体運動モデルを考えた。特異極限と流体力学極限の手法により、巨視的描像と微視的描像のつながりを与えた。

[9] では、Lipschitz 連続でないドリフト項を持つ 1 次元確率微分方程式の解について、拡散項が小さくなる極限を調べた。一般に、拡散項を落として得られる常微分方程式の解は、一意でない。極限でどの解が現れるかが問題になるが、2 つの解が共存する場合もあることを示した。証明では、見本路大偏差原理と脱出時刻に関する結果を用いた。

In [7], we discuss the non-equilibrium fluctuation problem, which corresponds to the hydrodynamic limit established in [4], for the dynamics of two-dimensional Young diagrams associated with the uniform and restricted uniform statistics, and derive linear stochastic partial differential equations in the limit. We show that their invariant measures are identical to the Gaussian measures which appear in the fluctuation limits in the static situations.

In [8], we propose a macroscopic cross-diffusion model of self-organized aggregation of German cockroaches which includes directed movement due to aggregation pheromone. We then derive a microscopic individual-based model from the macroscopic model. The goal is to make a link between macroscopic and microscopic descriptions by using the singular limit and the hydrodynamic limit procedures.

In [9], we study the noise-vanishing limit for the solution of a one-dimensional stochastic differential equation with non-Lipschitz continuous drift. The ordinary differential equation ob-

tained by dropping the diffusion term generally has non-unique solutions. We determine which solution appears in the limit, including the case of coexistence of two solutions. We apply the sample path large deviation principle and results for the exit times.

### B. 発表論文

1. 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.
2. 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.
3. 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.
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. T. Funaki: “Hydrodynamic limit for the  $\nabla\varphi$  interface model via two-scale approach”, In: *Probability in Complex Physical Systems*, the Festschrift for Bolthausen and Gärtner, Springer, 463–490, 2012.
6. T. Funaki: “Equivalence of ensembles under inhomogeneous conditioning and its applications to random Young diagrams”, preprint.
7. T. Funaki, M. Sasada, M. Sauer and B. Xie: “Fluctuations in an evolutionary model of two-dimensional Young diagrams”, preprint.
8. T. Funaki, H. Izuhara, M. Mimura and C. Urabe: “A link between microscopic and macroscopic models of self-organized aggregation”, preprint.

9. T. Funaki and K. Mitome: “Asymptotic behavior of the solution of an ordinary differential equation with non-Lipschitz drift and small noise”, preprint.
  10. 舟木直久: 書評「伊藤清の数学」, 数学通信 2011年8月号.
- C. 口頭発表
1. An evolutionary model of Young diagrams with conservation law, Workshop on the Fourier Law and Related Topics, Fields Institute, 2011年4月8日.
  2. Non-equilibrium fluctuations for an evolutionary model of 2D Young diagrams, 南開大学, 陳研究所, 2011年4月25日.
  3. Scaling limits for dynamic models of Young diagrams, Banff 数学国際研究拠点 (BIRS), 2011年6月1日.
  4. Scaling limits for dynamic models of 2D Young diagrams, Conference in Honor of the 70th Birthday of S.R. Srinivasa Varadhan, 臺灣大學, 2011年7月12日.
  5. ヤング図形の時間発展とスケール極限, 信州大学数理科学談話会, 2011年7月21日.
  6. Reaction-diffusion equations with random terms and their singular limits, Mathematics and biology: A ReaDiLab Seminar Day, University Paris-Diderot, IJM, 2011年9月13日.
  7. Interfaces in a stochastic reaction-diffusion equation and an evolutionary model of Young diagrams, Reaction-Diffusion Systems in Mathematics and the Life Sciences, Université de Montpellier 2, 2011年9月21日.
  8. Invariant measure for a linear stochastic heat equation, 無限粒子系, 確率場の諸問題 VII, 奈良女子大学理学部, 2011年10月15日.
  9. Hydrodynamic limits for large scale interacting systems, Mathematics for Innovation: Large and Complex Systems, ESF-JSPS Frontier Science Conference Series for Young Researchers, フォーシーズンズホテル椿山荘, 2012年3月1日.
- D. 講義
1. 確率統計学 I・確率論・同演習: 確率論の基礎を測度論に基づき講義した. (理学部3年生向け講義と理学部共通科目演習).
  2. 全学自由研究ゼミナール「確率論入門」(教養学部1, 2年生向け講義).
  3. 数学応用数理特論 A「確率微分方程式論」(早稲田大学基幹理工学研究科修士課程向け集中講義).
  4. 数学応用数理特論 B「Introduction to the theory of hydrodynamic limits」(早稲田大学基幹理工学研究科修士課程向け集中講義).
- E. 修士・博士論文
1. (課程博士) 横山 聡 (YOKOYAMA Satoshi): Two-dimensional stochastic Navier-Stokes equations derived from a certain variational problem (ある変分問題から導かれる二次元確率ナビエ・ストークス方程式).
  2. (修士) 三留 弘太郎 (MITOME Kotaro): Small random perturbations for ordinary differential equations with Non-Lipschitz drifts (リプシッツ連続でないドリフトを持つ常微分方程式の微小ランダム摂動).
- F. 対外研究サービス
1. Annales de l'Institut Henri Poincaré, Probabilités et Statistique, editor, 2005年～.
  2. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, editor, 2002年～.
  3. 岩波書店「数学叢書」編集顧問, 2009年～.
  4. 大学評価・学位授与機構 学位審査会専門委員, 2005年～.

5. Stochastic Partial Differential Equations: Analysis and Computations, editor, 2012 年～.
6. 研究集会「確率論シンポジウム」2011 年 12 月 19 日～12 月 22 日, 関西大学, 世話人.
7. 研究集会「数理物理と確率解析」2012 年 3 月 12 日～3 月 14 日, 湘南国際村センター, 世話人.

#### 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. Erwin Bolthausen (University of Zürich), 2011 年 12 月 2 日～12 月 12 日, 講演会『An iterative construction of solutions of the TAP equation』2011 年 12 月 9 日.
2. Wolfgang Koenig (Weierstrass Institute Berlin), 2011 年 11 月 30 日～12 月 11 日, GCOE セミナー『Eigenvalue order statistics and mass concentration in the parabolic Anderson model』2011 年 12 月 9 日.
3. Roman Kotecký (Charles University Prague/University of Warwick), 2011 年 12 月 1 日～12 月 11 日, GCOE セミナー『Gradient Gibbs models with non-convex potentials』2011 年 12 月 9 日.
4. Stefano Olla (University Paris - Dauphine), 2011 年 12 月 5 日～12 月 15 日, GCOE セミナー『Einstein relation and linear response for random walks in random environment』2011 年 12 月 9 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。

(1) 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) 4 次元多様体の接束の構造群が  $Spin(4) \times_{\pm 1} Pin(2)$  に持ち上がる場合の Seiberg-Witten 不変量の変種について考察している。この構成は、中村信裕氏によって、種々の幾何学的な応用が開発されつつある。

(3) 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。

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.

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

(2) I am investigating a version of the Seiberg-Witten theory for 4-manifolds with their structure groups lifted to  $Spin(4) \times_{\pm 1} Pin(2)$ . Nobuhiro Nakamura is developing several geometric applications of this construction.

(3) I am 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 gives an approach to compare  $Spin^c$  polarizations and real polarizations.

##### 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
5. "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)
6. "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)
7. "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. 全学自由研究ゼミナール：不動点定理の近傍. Borsuk-Ulam の定理の証明、応用などについて。(教養学部前期課程講義)
2. 数理科学セミナー、数理科学演習：基礎科 4 年生のテキストセミナー (教養学部基礎科学科講義)
3. 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)
4. 集合と位相 演習：「集合と位相」に付随する演習 (理学部 2 年生 (後期)・3 年生向け講義)
5. 位相幾何学・幾何学 XC：特性類について (数理大学院・4 年生共通講義)

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 学術委員会委員
2. MSJ Memoir 編集委員
3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo 編集委員

#### C. 口頭発表

1. "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)
2. "Framed bordism invariants in non-linear Fredholm theories", Tokyo-Seoul Conference in Mathematics Geometry and Topology, 東京大学 2007 年 11 月
3. "How to count Bohr-Sommerfeld orbits", 大連理工大学, 2008 年 3 月 (中国)
4. "Gauge theories and group actions — a survey", Transformation Groups in Topology and Geometry, University of Massachusetts at Amherst, 2008 年 7 月 (米国)

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) **退化した拡散方程式が生成する無限次元力学系の研究**: 退化した拡散方程式の解の挙動は、非退化型方程式の解の挙動と大きく異なることはよく知られているが、これまでその違いを力学系の立場から扱った研究は少なかった。本研究では、porous medium 型の退化拡散方程式において、不安定平衡解  $u = 0$  の不安定多様体のハウスドルフ次元が、たとえ有界領域の場合でも常に無限大であることを示した (文献 [10])。
- (2) **非線形拡散方程式の特異極限下に現れる遷移層の形状**: Allen-Cahn 型の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。しかしながら、特異極限の近くで現れる切り立った遷移層の形状が、形式的漸近展開から予想される形状と一致するかどうかは、特殊なケースを除いて未解決であった。今回の研究で、実際の遷移層の形状が、少なくとも 1 次近似のレベルでは形式的漸近展開と一致していることが証明できた (文献 [9])。
- (3) **Allen-Cahn 型方程式の平面波の安定性**: 全空間  $\mathbb{R}^N$  上の Allen-Cahn 型非線形拡散方程式に現れる平面波が、有界ではあるが必ずしも小さくない摂動に対して漸近安定であるかどうかを論じた。文献 [1] では遠方で減衰する摂動や概周期的な摂動のクラスを考えたが、今回の研究ではこの結果を拡張し、空間的に一意エルゴード的な任意の摂動を受けた界面が、 $t \rightarrow \infty$  のとき平面波に一樣収束することを示した (文献 [8])。
- (4) **超臨界型非線形熱方程式の解の爆発**: ソボレフ超臨界指数のベキ型非線形項をもつ熱方程式における解の爆発現象を考察し、解が球対称な場合は、タイプ II 爆発は極めて

例外的な現象で、ほとんどの爆発はタイプ I であることを示した。また、タイプ I の場合に現れる自己相似解の局所エネルギーが、空間一様解の場合に最小になることを証明した (文献 [7])。

最近研究したその他のテーマは以下の通り。

- (5) **3次元細胞電気生理学モデルの数学的研究**: (文献 [6])。
- (6) **拡散方程式の解の dead-core 形成問題への組みひも群の理論の応用**: (文献 [5])。
- (7) **非等方的拡散方程式の特異極限と界面運動**: (文献 [4])。
- (8) **空間 1 次元の半線形拡散方程式の漸近挙動**: (文献 [3])。
- (9) **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**: (文献 [2])。

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) **Dimension of the unstable set in degenerate diffusion equations**: The behavior of solutions of degenerate diffusion equations is known to be quite different from that of nondegenerate equations. However, there is not much work in the literature that studies this difference from the point of view of dynamical systems. We have shown that, in the porous-medium type equations, the unstable manifold of the equilibrium  $u = 0$  has infinite Hausdorff dimension, even if the domain is bounded [10]. This result reveals an intriguing contrast between the dynamical structure of degenerate diffusion equations and that of nondegenerate ones.

- (2) **Profile of the transition layer near the singular limit of a nonlinear diffusion equation:** It is known that the singular limit of the Allen-Cahn type nonlinear diffusion equations is a generalized mean curvature flow. However, apart from some special cases, it has not been known if the profile of the steep transition layer that arises near the singular limit coincides with what is predicted from the formal asymptotic expansion. We have proved that this is indeed the case at least on the first approximation level ([9]).
- (3) **Asymptotic stability of planar waves in the Allen-Cahn equation:** This concerns the asymptotic stability of planar waves in the Allen-Cahn type nonlinear diffusion equations on  $\mathbb{R}^N$  under bounded but not necessarily small perturbations. In the paper [1], we considered perturbations that decay at space-infinity or that are almost periodic in space. We have extended this result to the case where the perturbation is uniquely ergodic in space and proved that the perturbed fronts recover their flat profile uniformly as  $t \rightarrow \infty$  ([8]).
- (4) **Blow-up in supercritical nonlinear heat equations:** We studied blow-up phenomena in nonlinear heat equations with a Sobolev supercritical power nonlinearity. More precisely we have shown that, as far as radially symmetric solutions are concerned, type II blow-up is a highly non-generic phenomenon and almost all blow-ups are of type I. Furthermore, we have shown that among all the self-similar blow-up solutions, the spatially homogeneous one has the minimal local energy ([7]).
- (7) **Singular limit of anisotropic diffusion equations and the interface motion:** [4].
- (8) **Asymptotic behavior of semilinear diffusion equations on  $\mathbb{R}$ :** [3].
- (9) **A variational problem for maximizing the traveling wave speed:** [2].

#### B. 発表論文

1. 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.
  2. 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.
  3. 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.
  4. 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.
  5. J.-S. Guo, H. Matano and C.-C. Wu: “An application of braid group theory to the finite time dead-core rate”, *J. Evolution Equations* **10** (2010), 835–855.
  6. 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.
  7. H. Matano and F. Merle: “Threshold and generic type I behaviors for a supercritical nonlinear heat equation”, *J. Functional Analysis* **261**, no. 3 (2011), 716–748.
- Here are other topics I studied recently:
- (5) **Mathematical analysis of a 3D model in cellular electrophysiology:** [6].
- (6) **Application of the braid group theory to the study of dead-core formation in diffusion equations:** [5].

8. H. Matano and M. Nara: “Large time behavior of disturbed planar front in the Allen-Cahn equation”, *J. Differential Equations* **251**, no. 12 (2011), 3522–3557.
  9. M. Alfaro and H. Matano: “On the validity of formal asymptotic expansions in Allen-Cahn equation and FitzHugh-Nagumo system with generic initial data”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems, Series B* **17**, no. 5 (2012), in press.
  10. H. Matano and M.A. Pozio: “Dynamical structure of some nonlinear degenerate diffusion equations”, *J. Dynamics and Differential Equations* **24** (2012). in press.
- C. 口頭発表  
(国際会議等での招待講演 ; Invited talks in international conferences)
1. “Front propagation in hyperbolic space”, *Conference on Interface Motion and Traveling Waves in Reaction Diffusion Equations*, Shanghai, October, 2010 (中国).
  2. “Global solutions for a 3D model of cellular electrophysiology”, *Conference on Far-From-Equilibrium-Dynamics 2011*, Kyoto, January, 2011 (京都大学).
  3. “Comparison of rescaled energy for a supercritical nonlinear heat equation”, *Initial Training Network FIRST Workshop on Blow-up and Singularities*, Bratislava, March, 2011 (スロバキア).
  4. “Traveling waves in a sawtoothed cylinder and their homogenization limit”, *Conference on Nonlinear Models in PDE's*, Toledo, June, 2011 (スペイン).
  5. “Propagating terrace in one-dimensional semilinear diffusion equation”, *Conference on Fronts and nonlinear PDE's*, Paris, June, 2011 (フランス).
  6. “Convergence results in order-preserving dynamical systems”, *Conference on Asymptotic dynamics driven by solitons and traveling fronts in nonlinear PDE*, Santiago, July, 2011 (チリ).
  7. “Front propagation in spatially heterogeneous media”, *The 4th MSJ-SI (Nonlinear Dynamics in Partial Differential Equations)* (日本数学会季期研究所連続講演), Fukuoka, September, 2011 (九州大学).
  8. “Front profile of a singularly perturbed FitzHugh-Nagumo system”, *Workshop on Reaction-Diffusion systems in Mathematics and the Life Sciences*, Montpellier, September, 2011 (フランス).
  9. “Traveling waves in a sawtoothed cylinder and their homogenization limit”, *55th AustMS Annual General Meeting* (オーストラリア数学会年会全体講演), Wollongong, September, 2011 (オーストラリア).
  10. “Traveling waves in a recurrently sawtoothed cylinder and their homogenization limit”, *10<sup>th</sup> Workshop on Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems*, Kôchi, December, 2011 (高知大学).
- D. 講義
1. 非線形解析学・解析学 XH : 非線形拡散方程式の定性的理論 (4年生・大学院生, 夏)
  2. 数理物理学 II : 偏微分方程式入門. (基礎科3年生, 夏)
  3. 解析学 V : 偏微分方程式入門. (数学科3年生, 冬)
  4. 解析学特別演習 : (数学科3年生, 冬)
  5. 数学 I: 微積分入門. (1年生, 通年)
- E. 修士・博士論文
1. (修士) 周 茂林 (Zhao Maolin): The asymptotic behavior of the Fisher-KPP equation with free boundary.
  2. (修士) 野口 明敏 (Noguchi Akitoshi): 非局所型 FitzHugh-Nagumo 系の安定性.
- 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. Discrete and Continuous Dynamical Systems, Series A
5. Advances in Mathematical Economics

● 会議の世話人 (Conferences organized)

1. 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）。
2. 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）。
3. 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）。
4. 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）。
5. 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）。
6. 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）。
7. 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）。
8. 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）。

9. GCOE 日仏合同会議「生命科学におけるモデリングと解析」の世話人，2011年11月28-30日（数理科学研究科）。
10. 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, SNP2011”) の世話人，2011年12月3日-4日（於 京都）。

H. 海外からのビジター

(1) GILETTI, Thomas

身分：GCOE 招へい者

期間：2010年4月28日-6月16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.

(2) 森 洋一朗 (MORI Yoichiro)

身分：GCOE 招へい研究者

期間：2011年10月29日-11月11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) :

Joint research on a 3D cellular model.

(3) HILHORST, Danielle

身分：GCOE 招へい研究者

期間：2011年11月26日-12月2日，2012年1月22日-28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) :

Joint research on nonlinear analysis.

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, de-



sign 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. 2008年7月6 – 11日 Random Number Generation and Evaluation I, II Session organizer. MCQMC2008, University of Montreal.
2. 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.
3. 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。
4. 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).
5. 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)

6. 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
7. 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)
8. 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)
9. 2011/07/11-15 “Introduction to Arithmetic Mapping Class Group” 5-lecture course at: Summer School of the IAS/Park City Mathematics Institute on Moduli Spaces of Riemann Surfaces, PCMI, Utah, USA.
10. 2012/02/13 “A deviation of CURAND: standard pseudorandom number generator in CUDA for GPGPU” 10th International Conference on Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing, University of South Wales, Sidney, Austraria (with M. Saito)

#### D. 講義

1. 情報化と職業倫理：情報化に伴い発生する倫理的問題、法的問題について各論的に扱った。(広島大学理学部数学科・集中講義・4月から6月)
2. 数理学 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. 代数学 II・同特別演習：環と加群の理論。(理学部数理科学科・3年生冬学期)

#### 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. Monte Carlo and Quasi Monte Carlo methods 国際会議 Scientific committee (2006年–)
3. 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)
4. ACM TOMACS associate editor (2010年4月–)

#### G. 受賞

- 平成 19 年度日本学術振興会賞 (2008 年 3 月 3 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 orbundle 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 orbundle Miyaoka-Yau-Sakai inequality and an effective Bogomolov-McQuillan theorem”, Publ. RIMS **44** (2008), 403 – 417.

#### C. 口頭発表

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

1. 数学 I: 微積分 (教養前期)
2. 代数構造論 / 代数学 XC: 代数幾何学の基礎。スキーム、連接層のコホモロジー、代数曲線。(理学部・大学院)

## E. 修士・博士論文

1. 田然 (Tian RAN) : The explicit calculation of Čech cohomology and an extension of Davenport's inequality, to appear in Quarterly Journal of Mathematics.
2. 馬昭平 (Shouhei Ma) : Rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, to appear in Proceedings of the London Mathematical Society.

## F. 対外研究サービス

1. 学術会議連携会員 (Correspondent member, Science Council of Japan)
2. 日本数学会理事長 (President of 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)

## 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。

2011年には7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、Carleman 評価による逆問題に関する論文 [4], [9], [10] を出版した。また、環境工学と関連して非整数階拡散方程式の微分の初期値・境界値問題の適切性に関する論文 [7] を公表し、空間1次元で階数が  $1/2$  の場合に逆問題を考察した ([5])。また、境界値逆問題の一意性にかつてな部分境界上のコーシー・データで証明した ([6], [8])。

産学連携の実践的研究として、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。また、土壤中における異常拡散の数理に関して、産業—工学—数学という3者の共同研究に従事している。

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.

In 2011, I published 7 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 in 2011 I have published [4], [9], [10] In related with the environmental modelling, fractional diffusion equations are important and in [7] I have established the well-posedness for the initial value-boundary value problem for the equation. I have continued researches on the uniqueness by partial Cauchy data on arbitrary subboundary in inverse boundary value problems ([6], [8]).

As 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. R. Cipelatti and M. Yamamoto: "An inverse problem for a wave equation with arbitrary initial values and a finite time of observations", *Inverse Problems* **27** (2011), 095006, 15 pp.
5. X. Xu, J. Cheng and M. Yamamoto: "Carleman estimate for a fractional diffusion equation with half order and application", *Appl. Anal.* **90** (2011), 1355-1371.
6. O. Imanuvilov, G. Uhlmann and M. Yamamoto: "Inverse boundary value problem by measuring Dirichlet data and Neumann data on disjoint sets", *Inverse Problems* **27** (2011), 085007, 26 pp.
7. K. Sakamoto and M. Yamamoto: "Initial value/boundary value problems for fractional diffusion-wave equations and applications to some inverse problems", *J. Math. Anal. Appl.* **382** (2011), 426-447.
8. O. Imanuvilov, G. Uhlmann and M. Yamamoto: "Determination of second-order elliptic operators in two dimensions from partial Cauchy data", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **108** (2011), 467-472.

9. M. Bellassoued and M. Yamamoto: "Stability estimate for a multidimensional inverse spectral problem with partial spectral data", *J. Math. Anal. Appl.* **378** (2011), 184 – 197.

10. M. Bellassoued and M. Yamamoto: "Carleman estimates and an inverse heat source problem for the thermoelasticity system", *Inverse Problems* **27** (2011), 015006, 18 pp.

#### C. 口頭発表

1. "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).
2. 「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.
3. "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.
4. "Carleman estimates and inverse source problem for the Navier-Stokes equations", 13 June 2011, Conference "New Trends in Analysis and Control of Nonlinear PDEs", INDAM, Università di Roma "La Sapienza", イタリア, 招待講演.
5. "Anomalous diffusion of contaminants: theoretical approach by fractional diffusion equation", 21 June 2011, Conference "Interfaces and discontinuities in Solids, Liquids and Crystals", Palazzo Feltrinelli - Gargnano (Brescia), イタリア, 招待講演.
6. "Carleman estimates for partial differential equations and applications to inverse problems", 8 September 2011, "ICCES Special Symposium on Meshless & Other

- Novel Computational Methods”, Zonguldak University, トルコ, 招待講演.
7. ”Coefficient inverse problem for transport equation”, 23 September 2011, Tech. Uni. Chemnitz ”Chemnitz Symposium on Inverse Problems 2011”, ドイツ, 招待講演.
  8. ”Inverse problems for a system of crystallization of polymers by the time cone method”, 13 October 2011, Conference ”Control and Optimization of PDE”, Graz, オーストリア, 招待講演.
  9. ”Mathematical analysis for fractional diffusion equations: forward problems and inverse problems”, 23 November 2011, Conference ”European GDR Control of PDEs”, Marseille, フランス, 招待講演.
  10. ”Recent uniqueness results by partial Cauchy data for 2-dimensional stationary equations”, 14 December 2011, Finnish-Japanese-Korean Workshop on Inverse Problems, University of Helsinki, フィンランド, 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 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)
  4. 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)
- E. 修士・博士論文
1. (課程博士) 柿澤 亮平 (KAKIZAWA, Ryohai): Determining nodes for semilinear parabolic evolution equations in Banach spaces
  2. (修士) ベッカーズ、ズザンネ (BECKERS, Susanne): Mathematical analysis and numerical methods for time fractional diffusion equations
  3. (修士) リュウ、イッカン (LIU, Yikan): Forward and inverse problems for hyperbolic systems modelling the generation of structures
  4. (修士) 藤城 謙一 (FUJISHIRO, Kenichi): Approximate controllability and related results for fractional diffusion equations
- 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 ”Journal of the China Society of Industrial and Applied Mathematics (J. of Chinese SIAM)”
  6. Editorial board of ”Journal of Mathematical and Physical Sciences”
  7. Editorial board of ”Applicable Analysis”
  8. Editorial Board of ”Journal of Integral Equations and Applications”
  9. Editorial Board of ”The Journal of World Mathematical Review ”
  10. Editorial Board of ”IAENG International Journal of Applied Mathematics”
  11. Editorial Board of ”Inverse Problems in Science and Engineering”
  12. Editorial Board of ”Nonlinear Analysis: Real World Applications”
  13. Vice President of International Society for Analysis, Applications and Computation

14. Vice President of Inverse Problems International Association
15. Institute of Physics (Great Britain) の上級会員 (fellow)
16. Honorary professor (名誉教授) of East China Institute of Technology (China)
17. Guest Professor (客座教授) of Southeast University (Nanjing, China)
18. Advisor of Institute of Applied Mechanics (HoChiMinh City, Vietnam)

#### H. 海外からのビジター

1. Oleg Emanouilov, Colorado State Univ.  
平成 23 年 8 月 31 日 - 11 月 20 日  
研究内容 : For the isotropic Lamé system, we prove that if the Lamé coefficient  $\mu$  is a positive constant, then both Lamé coefficients can be recovered from the partial Cauchy data.
2. Yichao Zhu, University of Oxford  
講演 : 2011 年 12 月 27 日  
”The Modelling of Dislocations in the Early Stage of the Metal Fatigue”  
講演内容 : Understanding fatigue of metal under cyclic loads is crucial for some fields in mechanical engineering. In this talk, a quantitative description for the formation of PSBs is proposed from two angles.
3. Dietmar Hömberg, (Weierstrass Institute)  
講演: 2012 年 03 月 06 日  
”On the phase field approach to shape and topology optimization”  
講演内容: Owing to different densities of the respective phases, solid-solid phase transitions often are accompanied by changes in workpiece size and shape. In my talk I will address the reverse question of finding an optimal phase mixture in order to accomplish a desired workpiece shape.

東大で公開講座・研究集会などを主催 :

1. Study Group Workshop 2011  
平成 23 年 8 月 1 日 - 8 月 9 日  
<http://sgw2011.imi.kyushu-u.ac.jp/>

2. 産業界からの課題解決のためのスタディ・グループ研究集会  
平成 23 年 12 月 19 日 - 12 月 26 日  
<http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/gcoe/activity/SG.html>

#### 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. パワーバリエーションの分布の高次近似
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に対する疑似尤度解析の構成
5. 統計的確率場の非退化性と疑似尤度解析
6. 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
7. 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
8. 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 II プロジェクト)
9. 漸近的方法に基づく制御変数法
10. 学習理論と分布近似
11. 確率微分方程式に対する適合推定法
12. 非同期サンプリングに対応したアソシエーション行列に付随したレゾルベントの漸近挙動と非同期疑似尤度解析
13. 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. Higher-order approximation of the distribution of the power variation
  3. Change point problem for the volatility process, and related limit theorems

4. Construction of a quasi likelihood analysis (QLA) for the volatility parameter under the finite time discrete sampling scheme
  5. Nondegeneracy of the statistical random field and QLA
  6. Limit theorems for a nonsynchronous covariance estimator under general dependent sampling schemes
  7. An application of the Hayashi-Yoshida estimator to finance: the lead-lag estimation in the market
  8. Statistical package for simulation and statistical analysis for stochastic differential equations (YUIMA II Project)
  9. Control variate method in the asymptotic scheme
  10. Machine learning and approximation of the distribution
  11. Adaptive estimation methods for stochastic differential equations
  12. Asymptotic behavior of the resolvent associated with the association matrix of the nonsynchronous sampling.
  13. Limit theorems and asymptotic expansion for the conditional distribution
- B. 発表論文
1. T. Hayashi and N. Yoshida : “Nonsynchronous covariance process and limit theorems”, *Stochastic Processes and their Applications* on-line (2010)
  2. 吉田朋広 : “確率過程の統計学: 概観と展望” (日本統計学会賞受賞者特別寄稿論文) *日本統計学会誌*, **40**,1 (2010) 47–60
  3. N. Yoshida : “Polynomial type large deviation inequalities and quasi-likelihood analysis for stochastic differential equations”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* online (2010)
  4. M. Uchida and N. Yoshida : “Estimation for misspecified ergodic diffusion processes from discrete observations. *ESAIM: Probability and Statistics*, doi:10.1051/ps/2010001
  5. M. Uchida and N. Yoshida : “Nondegeneracy of Statistical Random Field and Quasi Likelihood Analysis for Diffusion”, *Research Memorandum 1149* the Institute of Statistical Mathematics (2011).
  6. 吉田 朋広 : “拡散過程の推定における極限定理”, *統計数理*, **59**, 1 (2011) 125–140.
  7. T. Ogihara and N. Yoshida : “Quasi-likelihood analysis for the stochastic differential equation with jumps”, *Statistical Inference for Stochastic Processes*, **14**, 3 (2011) 189–229
  8. M. Hoffmann, M. Rosenbaum and N. Yoshida : “Estimation of the lead-lag parameter from non-synchronous data”, to appear in *Bernoulli*
  9. T. Hayashi, J. Jacod and N. Yoshida : “Irregular sampling and central limit theorems for power variations: the continuous case”. to appear in *Annales de l’Institut Henri Poincaré*
  10. S. M. Iacus and N. Yoshida : “Estimation for the change point of the volatility in a stochastic differential equation”, to appear in *Stochastic Processes and Their Applications*
- C. 口頭発表
1. Statistical inference for volatility and related limit theorems. *Market Microstructure, Confronting Many Viewpoints*, Institut Louis Bachelier, Paris, France, 2010.12.7
  2. Limit theorems in asymptotic statistics for diffusions. *Asymptotical Statistics of Stochastic Processes VIII*, Université du Maine, Le Mans, France, 2011.3.21



3. 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
  4. Nondegeneracy of a statistical random field and its applications. Statistical Methods For Dynamical Stochastic Models, dai, Heidelberg, Germany, 2011.6.18
  5. 加藤 宏典, 佐藤 整尚, 吉田 朋広: Lead-Lag 推定量を用いた為替データの分析. 2011 年度統計関連学会連合大会, 九州大学伊都キャンパス, 2011.9.6
  6. Asymptotic expansion and implementation by YUIMA II. Measuring Risk Conference, Bendheim Center for Finance, Princeton, USA, 2011.10.8
  7. Estimation of volatility: limit theorems and applications. 経済の数理解析, 同志社大学 扶桑館, 寒梅館, 2011.10.15
  8. オプション評価のための漸近展開法の基礎. 漸近展開によるオプションプライシング ー理論と金融業務への実用化ー, 東京大学工学部, 2011.12.14
  9. Nondegeneracy of a statistical random field and its applications to volatility estimation. Statistical Analysis and Related Topics: Theory, Methodology and Data Analysis, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011.12.17
  10. Nondegeneracy of a statistical random field and its applications II. Statistics for Stochastic Processes: Inference, Limit Theorems, Finance and Data Analysis, Institut Louis Bachelier, Paris, France, 2012.3.13
- 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. 確率構造の表現, 確率変数, 確率分布, 離散分布, 連続分布, 期待値, 積率, 特性関数, 多次元分布, 共分散, 独立性, 条件つき期待値, 不偏推定等に関して説明した. (理学部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: 確率過程の統計推測の基礎を解説した. 推測の漸近論の一般形式, 確率微分方程式の統計推測について説明した. (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)
  4. 数理科学特別講義 XIII 確率過程の汎関数に対する漸近展開, M 推定への応用, 統計的確率場に対する多項式型大偏差不等式と疑似尤度解析の構成に関して基礎的な話をした. (数理大学院・理学部講義)
- E. 修士・博士論文
1. (修士) 小池祐太: An estimator for the cumulative co-volatility of nonsynchronously observed semimartingales with jumps
  2. (修士) 野村亮介: The optimal step sizes in temporal difference learning
- 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. ESAIM: Probability and Statistics, editorial board
  8. 8th World Congress in Probability and Statistics, July 9-14, 2012, Istanbul, Program committee

9. 59th ISI World Statistics Congress 2013 in Hong Kong, ISI Scientific Programme Committee
10. The 2012 Barcelona International Conference on Advances in Statistics, Scientific committee
11. 漸近展開によるオプションプライシングー理論と金融業務への実用化一, 東京大学工学部, 2011.12.14 (Organizer)
12. Statistical Analysis and Related Topics: Theory, Methodology and Data Analysis, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011.12.15-2011.12.17 (Organizer)
13. Statistics for Stochastic Processes: Inference, Limit Theorems, Finance and Data Analysis, Institut Louis Bachelier, Paris, France, 2012.3.12-2012.3.13 (Organizer)

#### G. 受賞

- 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. Stefano M. Iacus (University of Milan) 2011.8.29-2011.10.1 “YUIMA II for statistical analysis and simulation for stochastic differential equations”, 2011年度統計関連学会連合大会, 九州大学伊都キャンパス (2011.9.6)
2. Chenxu Li (Peking University) 2011.12.15-2011.12.19 “On maximum-likelihood estimation for diffusion models from discretely sampled data”, Statistical Analysis and Related Topics: Theory, Methodology and Data Analysis, 東京大学大学院数理科学研究科 (2011.12.15)
3. Mark Podolskij (University of Heidelberg) 2012.3.23-2012.4.4

#### 連携併任講座

早稲田大学大学院先進理工学研究科 村田 昇

## BELLASSOUED, Mourad

### A. 研究概要

My research field is inverse problems in partial differential equations. In particular, I am interested in the determination of coefficients in evolutions equations. I describe my activities during my stay at the Graduate School of Mathematical Sciences in 2011.

During my stay, I submitted 6 papers in journals with peer review systems and one lecture note. For proving the uniqueness and the conditional stability for the coefficient inverse problems by means of finite numbers of observations, the key is the Carleman estimate.

A Carleman estimate was first established by Carleman in 1939 for proving the unique continuation for a two-dimensional elliptic equation. Since then, it has remained an essential method for proving the unique continuation properties for partial differential operators with non-analytic coefficients. This tool has been refined and generalized by many authors and plays now a very important role in control theory and inverse problems. Calderon in 1958 gave very important development of the Carleman method with a proof of an estimate using a pseudo-differential factorization of the operator and initiated one method by singular-integral in microlocal analysis. Hörmander shows that the microlocal method can provide the same estimates with weaker assumptions on the regularity of the coefficients of the operator.

The main interest lies in an inverse problem of identifying unknown coefficients of the wave equation from measurement on lateral boundary. The problem is attractive to many researchers, since it is a mathematical model in geophysics of finding properties of geophysical media by observation of wave fields on a part of the surface of the Earth.

We wish to know condition for the uniqueness of solutions, but the uniqueness has not been shown for the case of anisotropic media. Proofs of uniqueness theorems of multidimensional inverse problems for differential equations are based on the following two points;

- the Bukhgeim-Klibanov method

- Carleman estimates near the boundary for boundary value problems.

Originally the method by Carleman estimates for inverse problems, was introduced by Bukhgeim and Klibanov in 1981 as a powerful tool for proofs of global uniqueness results for multidimensional inverse problems with a single or a finite number of measurements. Gradually different authors have started to successfully modify and apply their method to establish the Lipschitz stability as well as the Hölder stability for hyperbolic and parabolic ill-posed Cauchy problem as well as inverse problem.

I develop the Bukhgeim-Klibanov method to prove the uniqueness and the conditional stability for the coefficient inverse problem for anisotropic systems and coupling systems in mathematical physics.

#### B. 発表論文

1. M. Bellassoued and M. Yamamoto: “Carleman estimates for anisotropic hyperbolic systems in Riemannian manifolds and applications”, *Lecture Notes in Mathematical Sciences*, The University of Tokyo, 119 p, 2012.
2. M. Bellassoued and M. Yamamoto: “Carleman estimate with second large parameter for second order hyperbolic operators in a Riemannian manifold and applications in thermoelasticity cases”, *Applicable Analysis* **91** (2012), 35–67.
3. M. Bellassoued and M. Yamamoto: “Carleman estimates and an inverse heat source problem for the thermoelasticity system”, *Inverse Problems* **27** (2011), 015006.
4. M. Bellassoued, M. Choulli and M. Yamamoto: “Stability for multidimensional inverse spectral problem with partial spectral data”, *J. Math. Anal. Appl.* **378** (2011), 184–197.
5. M. Bellassoued and Ferreira, David Dos Santos: “Stability estimates for the anisotropic wave equation from the Dirichlet-to-Neumann map”, *Inverse Problems and Imaging* **5** (2011), 745–773.
6. M. Bellassoued, and Ferreira, David Dos Santos: “Stable determination of coefficients in the dynamical anisotropic Schrödinger equation from the Dirichlet-to-Neumann map”, *Inverse Problems* **26** (2010), 125010 (30pp).
7. M. Bellassoued and M. Choulli: “Stability estimate for an inverse problem for the magnetic Schrödinger equation from the Dirichlet-to-Neumann map”, *Journal of Functional Analysis* **258** (2010), 161–195.
8. M. Bellassoued, M. Choulli and M. Yamamoto: “Stability estimate for an inverse wave equation and a multidimensional Borg-Levinson theorem”, *Journal of Differential Equations* **247** (2009), 465–494.
9. M. Bellassoued and M. Choulli: “Logarithmic Stability in the dynamical inverse problem for the Schrödinger equation by arbitrary boundary observation”, *J. Math. Pures Appl.* **91** (2009), 233–255.
10. M. Bellassoued and M. Yamamoto: “Determination of a coefficient in the wave equation with a single measurement”, *Appl. Anal.* **87** (2008), 901 – 920.

#### D. 講義

制御数学 (数理大学院): 双曲型偏微分方程式の初期値・境界値問題の解の一意存在、カーレマン評価の解説とその応用として完全可制御性ならびに係数決定逆問題における条件付き安定性を論じた。 冬学期

#### 柳 春 (LIU Chun)

##### A. 研究概要

1. Continued to work on general energetic variational approaches for the modeling of complex materials. Focusing on applications in biology and physiology (dynamics of vesicle membranes, ion channels and

fluid-structure interactions) and alternative energy resources (fuel cells, solar energy).

2. Continued working with the group of Bob Eisenberg of Rush Medical School to establish the EnVarA methods to study the ion channel dynamics. The preliminary results in the channel selectivities and Hodgson-Huxley types of phenomena have caught attentions of other communities in biology, physics and chemistry.

#### B. 發表論文

1. Y. Hyon, Q. Du and C. Liu : “On some probability density function based moment closure Approximations of micro-macro models for viscoelastic polymeric fluids”, *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience* **7** (2010) 756–765.
2. H. Sun and C. Liu : “The slip boundary condition in the dynamics of solid particles immersed in Stokesian flows”, *Solid State Communications* **150** (2010) 990–1002.
3. R. Eisenberg, Y. Hyon and C. Liu : “Energy variational analysis of ions in water and channels: Field theory for primitive models of complex ionic fluids”, *J. Chem. Phys.* **133** 104104-1–23 (2010).
4. S. Zhang, C. Liu and H. Zhang : “Numerical Simulations of Hydrodynamics of Nematic Liquid Crystals: Effects of Kinematic Transports”, *Commun. Comput. Phys.* **9**, No. 4 (2010) 974–993.
5. Y. Hyon, R. Eisenberg and C. Liu : “A Mathematical Model for the Hard Sphere Repulsion in Ionic Solutions”, *Commun. Math. Sci.* **9**, No. 2 (2011) 459–475.
6. C.-C. Lee, H. Lee, Y. Hyon, T.-C. Lin and C. Liu : “New Poisson-Boltzmann type equations: one-dimensional solutions”, *Nonlinearity* **24** (2011) 431–458.
7. J. Hua, P. Lin, C. Liu and Q. Wang : “Energy law preserving  $C^0$  finite element schemes for phase field models in two-phase flow computations”, *Journal of Computational Physics* **230** (2011) 7115–7131.
8. J. H. Adler, J. Brannick, C. Liu, T. Mantuffel and L. Zikatanov : “First-order system least squares and the energetic variational approach for two-phase flow”, *Journal of Computational Physics* **230** (17) (2011) 6647–6663.
9. X. Yang, M. G. Forest. C. Liu and J. Shen : “Shear cell rupture of nematic liquid crystal droplets in viscous fluids”, *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **166** (2011) 487–499.
10. Y. Mori, C. Liu and R. S. Eisenberg : “A model of electrodiffusion and osmotic water flow and its energetic structure”, *Physica D: Nonlinear Phenomena* **240** (22) (2011) 1835–1852.

#### C. 口頭發表

1. On ionic fluids and ion channels, Department of Mathematics & Croucher Lab, Department of Mathematics, Hong Kong University of Science and Technology (China), 2011 年 1 月.
2. Energetic variational approaches for ionic fluids, International Conference on Partial Differential Equations in Fluid Mechanics and Material Sciences, Guangzhou (China), 2011 年 1 月.
3. Energetic variational approaches in modeling of ionic solutions and ion channels, Science at the Edge: Interdisciplinary Biological/Physical Science Seminar Series, Michigan State University, East Lansing (USA), 2011 年 3 月.
4. Energetic variational approaches in modeling of ionic solutions and ion channels, Mathematical Biosciences Institute, Ohio State University, Columbus (USA), 2011 年 4 月.
5. Energetic variational approaches in modeling of ionic solutions and ion channels,

- Joint PSU/PKU workshop on complex fluids, Beijing University (China), 2011 年 5 月.
6. Energetic variational approaches in modeling of ionic solutions and ion channels, Center for Nonlinear Analysis, Carnegie Mellon University, Pittsburgh (USA), 2011 年 5 月.
  7. CNA workshop on macroscopic modeling of materials with fine structure, Center for Nonlinear Analysis, Carnegie Mellon University, Pittsburgh (USA), 2011 年 5 月.
  8. Free interface motion and viscoelasticity, International Conference, Northwest University, Xi'an (China), 2011 年 6 月.
  9. Partial differential equations modeling fluids and complex fluids, Centre for Nonlinear Studies, Northwest University, Xi'an (China), 2011 年 6 月.
  10. Energetic variational approaches in modeling of ionic solutions and ion channels, workshop on Nonlinear Partial Differential Equations, Zhejiang University, Hangzhou (China), 2011 年 6 月.
  11. On complex fluids, public lecture, Zhejiang University, Hangzhou (China), 2011 年 6 月.
  12. Energetic variational approaches in modeling of ionic solutions and ion channels, 2011 International Conference on Applied Mathematics and Interdisciplinary Research, Nankai University, Tianjin (China), 2011 年 6 月.
  13. Topics in nonlocal and partial differential equations, Department of Mathematics, Soochou University (China), 2011 年 7 月.
  14. Energetic variational approaches in modeling of ionic solutions, Institute of Natural Sciences, Shanghai Jiao Tong University (China), 2011 年 7 月.
  15. Free interface motion and viscoelastic fluids, 偏微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学理学部, 2011 年 8 月 23 日.
  16. On complex fluids, Conference on Development of Partial Differential Equations, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics (China), 2011 年 9 月.
  17. Energetic variational approaches for ionic fluids, 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, 2011 年 10 月 5 日.
  18. Energetic variational approaches in ionic fluids and ion channels, 東京大学土井研究室, 2011 年 11 月.
  19. Energetic Variational Approaches in Complex Fluids, SIAM Conference on Analysis of Partial Differential Equations, San Diego Marriot Mission Valley (USA), 2011 年 11 月 16 日.
  20. Free interface motion and viscoelasticity: An energetic variational approach, Transport Processes at Fluidic Interfaces – from Experimental to Mathematical Analysis, RWTH Aachen (Germany), 2011 年 12 月 5 日.
  21. Energetic variational approaches in modeling the ionic fluids and ion channels, Universität Erlangen-Nürnberg (Germany), 2011 年 12 月.
  22. Energetic Variational Approaches for Complex Fluids, The Fifth Winter School on Applied Mathematics (WS2011), City University of Hong Kong (China), 2011 年 12 月 12 日–16 日.
  23. Energetic variational approaches for general diffusion in ionic fluids, Workshop on Mathematical Models of Electrolytes with Application to Molecular Biology, Taida Institute for Mathematical Sciences (Taiwan), 2012 年 1 月 5 日.
  24. Energetic variational approach: generalized diffusion, stochastic differential equations and optimal transport, PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012 年 2 月 1 日.

25. Energetic variational approaches in ionic fluids and ion channels, Chinese Academy Of Sciences (China), 2012年2月5日.
26. Energetic variational approaches in ionic fluids and ion channels, The 2012 WPI-AIMR Annual Workshop, 東北大学原子分子材料科学高等研究機構, 2012年2月18日.
27. On electrorheological fluids and ionic solutions, 神戸解析セミナー, 神戸大学理学部, 2012年3月8日.
28. 複雑流体について, 談話会・数理科学講演会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012年3月16日.

#### D. 講義

1. 基礎数理特別講義 IV Complex fluid : Basic analysis, modeling for complex fluids, energetic variational approaches (数理大学院講義), 2012年10月18日-11月1日.

#### F. 対外研究サービス

1. Institute for Mathematics and Its Applications, University of Minnesota, Minneapolis (USA), Associate Director (2008年-2010年)
2. Department of Mathematics, Penn State University, University Park (USA), Associate Head for Graduate Studies (2007年-2008年, 2010年-2011年)
3. Department of Mathematics, Penn State University, University Park (USA), 各種部門委員 (1995年-)
4. Communications in Mathematical Sciences 編集委員
5. SIAM Journal on Mathematical Analysis 編集委員
6. Kinetic and Related Topics 編集委員

## 准教授 (Associate Professor)

足助 太郎 (ASUKE Taro)

### A. 研究概要

横断的に複素解析的な葉層構造について, 二次特性類の性質を中心に研究した.

I studied transversely holomorphic foliations mostly from the viewpoint of secondary characteristic classes.

### B. 発表論文

1. T. Asuke: “Infinitesimal derivative of the Bott class and the Schwarzian derivatives”, *Tohoku Math. J.* **61** (2009) 393–416.
2. T. Asuke: “On the Fatou-Julia decomposition of transversally holomorphic foliations of complex codimension one”, *Advanced Studies in Pure Mathematics* **56** (2009) 39–47.
3. T. 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) 65–74.
4. T. Asuke: “On the Fatou-Julia decomposition of complex codimension-one transversely holomorphic foliations (複素余次元 1 葉層の FATOU-JULIA 分解について)”, *RIMS Kokyuroku No. 1661*, *Differential geometry of foliations and related topics on the Bergman kernel*, July 2009, 1–20.
5. T. Asuke: “A Fatou-Julia decomposition of transversally holomorphic foliations”, *Ann. Inst. Fourier (Grenoble)* **60** (2010) 1057–1104.
6. T. Asuke: “On Fatou-Julia decompositions of pseudosemigroups”, *RIMS Kokyuroku No. 1699*, *Integrated Research on Complex Dynamics and its Related Fields*, July 2010, 137–143.
7. T. Asuke: “On Fatou-Julia decompositions of pseudosemigroups II”, *RIMS Kokyuroku No. 1762*, *Research on Complex Dynamics and Related Fields*, Nov. 2011, 125–133.

### C. 口頭発表

1. 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*, IMPA, Angra dos Reis, ブラジル, 2008/02/15.
2. On the Fatou-Julia decomposition of transversally holomorphic foliations of complex codimension one, *VIII International Colloquium on Differential Geometry*, Santiago de Compostela (7–11 July, 2008), スペイン, 2008/07/11.
3. 複素余次元 1 葉層の Fatou-Julia 分解について, 葉層の微分幾何とベルグマン核, 京都数理解析研究所, 2008/12/15, 16.
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, 2009/03/18.
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, 2009/03/20.
6. 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, 2009/12/17.
7. A Fatou-Julia decomposition for transversely holomorphic foliations, 第 53 回 函

数論シンポジウム, 名城大学サテライト,  
2010/11/22.

8. 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, 2010/12/9.
9. Infinitesimal deformations of foliations and  
Cartan connections, Geometry and Dy-  
namics, Todai Forum 2011, UMPA ENS-  
Lyon, フランス, 2011/10/17.
10. 剛的な複素二次特性類の非自明性と独立性  
について, 2011 年度複素力学系研究集会 —  
複素力学系の総合的研究 —, 京都大学数理解  
析研究所, 2012/1/26.

#### D. 講義

1. 数学 II: 線型代数の入門講義. 線型代数に  
関する基礎的な事柄について通年で講義し  
た. (教養学部前期課程講義)
2. 数理科学 III: 多変数関数の微積分の入門講  
義. 実多変数関数の微積分の初歩的な事柄  
について半年間講義した. (教養学部前期課  
程講義)
3. 数理構造概論 (大学院)・幾何学 X G (学部)  
: 複素解析的なベクトル場に関する入門講  
義. 複素解析的なベクトル場に関連した話  
題をいくつか選んで半年間で概説した. (数  
理大学院・4 年生共通講義)

#### F. 対外研究サービス

1. 雑誌「数学」編集員, 日本数学会 (2011/6  
まで).
2. 日本数学会代議員
3. 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」, 2011/12/9-11, 龍谷大学セミナー  
ハウスともいき荘 (京都市) を主催した.

## 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・情報倫理関係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 (ポリシー) による選  
択を受けつつ伝播する情報のトポロジの相互作  
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 cam-  
pus network operation is the information secu-  
rity control. In this year most of my time was  
consumed in the study and analysis of various  
security threats (including information ethics  
issues) and the implementation of the informa-  
tion security policy in the university.

It is widely recognized that detailed under-  
standing of the dynamic behavior of dissemi-  
nation of routing information via BGP is quite  
important for the sound development and sta-  
ble 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) 高木貞治『新式算術講義』を読む: 文庫で復刻された1904年刊『新式算術講義』を, 漢

文直訳調文語体の拡張高い文章を味わいつつ, 数と数学の基礎の考え方や日本語での数学書記の発展について考えながら読んだ.

#### 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「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
3. 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
4. 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
5. 電子情報通信学会論文誌 “Special Section on Future Internet Technologies against Present Crises” 英文論文小特集編集委員
6. 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
7. 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
8. 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
9. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度専門評価委員
10. 一般社団法人情報通信技術委員会番号計画専門委員会特別委員
11. Program Committee member, The 2010 International Symposium on Applications and the Internet (SAINT2010).
12. Program Committee member, The 2011 International Workshop on Computer Image and its Applications (CIA-11).
13. Program Committee member, The Third International Workshop on Computer Image and its Applications (CIA 2012).
14. Program Committee member, The 4th IEEE International Conference on Ubiquitous Computing (U-Media 2011).

15. Program Committee member, The 5th IEEE International Conference on Ubiquitous Computing (U-Media 2012).
16. Program Committee member, The 2011 International Conference on Multimedia, Computer Graphics and Broadcasting (MULGRAB2011).

#### 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、2011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様に原始的 (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。

[3] 変動環境下におけるタイプ別再生産数の定義とその応用の研究：感染症数理モデルや構造化個体群モデルにおいては、基本再生産数 ( $R_0$ ) とともにタイプ別再生産数 ( $T$ ) の概念が基本的である。タイプ別再生産数は、多状態の個体群再生産システムにおいて、特定のタイプ (ターゲット) の個体とその再生産期間のうちに生産する同種の個体数の平均数として定義されるが、ここで重要なことは直接に再生産する個体のみならず、非ターゲットへの再生産を経て間接的に再生産する個体数もカウントすることである。そのため、非ターゲット個体群だけによる再生産数が劣臨界であるという条件のもとで符号条件  $\text{sign}(R_0 - 1) = \text{sign}(T - 1)$  が成り立ち、タイプ別再生産数は個体群成長の閾値条件を与える。すなわち、ターゲット個体群のコントロールによって全体の個体群成長を制御する場合の測度になる。これまで、タイプ別再生産数は、定常環境でかつ離散的な状態の場合のみ定式化されていたが、本研究では、研究 [2] における新たな基本再生産数の定義に依拠して、変動環境下で連続的な状態変数をもつ構造化個体群に対する

タイプ別再生産数の定義と基本的特徴付けを与え、その感染症流行制御への応用例を示した。

My main concern is mathematical analysis and model developments for structured population models in demography, epidemiology and theoretical biology. Research topics in 2011 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 evolutionary 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 *gener-*

*ation 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.

[3] The definition of the type-reproduction number in heterogeneous environments and its applications:

In the context of mathematical epidemiology, the type-reproduction number (TRN) for a specific host type is interpreted as the average number of secondary cases of that type produced by the primary cases of the same host type during the entire course of infection. Here, it must be noted that  $T$  takes into account not only the secondary cases *directly* transmitted from the specific host but also the cases *indirectly* transmitted by way of other types, who were infected from the primary cases of the specific host with no intermediate cases of the tar-

get host. Roberts and Heesterbeek (2003) have shown that  $T$  is a useful measure when a particular single host type is targeted in the disease control effort in a community with various types of host, based on the fact that the sign relation  $\text{sign}(R_0 - 1) = \text{sign}(T - 1)$  holds between the basic reproduction number  $R_0$  and  $T$ . In fact,  $T$  can be seen as an extension of  $R_0$  in a sense that the threshold condition of the total population growth can be formulated by the reproduction process of the target type only. However, the original formulation is limited to populations with discrete state space in constant environments. In this research, based on a new perspective of  $R_0$  in heterogeneous environments (Inaba 2011), we give a general definition of the type-reproduction number for continuously structured populations in heterogeneous environments and show some examples of its computation and applications to disease prevention policy.

#### B. 発表論文

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

5. 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.
6. 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, 数理学 No.564, pp. 65-70.
7. 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.
8. H. Inaba (2011), On a new perspective of the basic reproduction number in heterogeneous environments, *J. Math. Biol.* DOI 10.1007/s00285-011-0463-z Online First, 14 August 2011.
9. 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, pp. 267-286.
10. H. Inaba, (2012), The Malthusian parameter and  $R_0$  for heterogeneous populations in periodic environments, to appear in *Math. Biosci. Eng.* 9(2).

#### 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.
6. 稲葉 寿: 変動環境下における基本再生産数- $R_0$ の数学と人口学・感染症疫学への応用-, 合原最先端数理モデルプロジェクト G3 サブグループ会議, 東京大学生産技術研究所, 2011年5月18日.
7. 稲葉 寿: 感染症数理モデルの基礎, 合原最先端数理モデルプロジェクト G3 研究会, 2011年10月18日.
8. 稲葉 寿: 変動環境における構造化個体群の基本再生産数, 第21回日本数理生物学会大会, 明治大学リバティータワー, 2011年9月13~15日.

#### D. 講義

1. 大域解析学 (応用数学 XG): 微分方程式ないし積分方程式で記述される個体群ダイナミクスおよび感染症数理モデルに関する基礎的な講義. (数理大学院・4年生共通講義)
2. 統計財務保険特論 VI: 人口学に関する基礎的な講義. (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)
3. 数理科学特論 I: 数理解析 IV (非線形数理・現象数理 II) に対応した演習をおこなった. (教養学部基礎科学科講義)
4. 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)

#### 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. 社会保障審議会臨時委員
3. 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
4. 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)
5. 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。これをスピノフェルミオンモデル、局所的に相互作用するフェルミオンモデルに適用することにより、これらのモデルにおいて Green-Kubo formula が成り立つことを示した。さらに、V.Jaksic C.A.Pillet, R.Seiringer 教授とともに、非平衡系において時間反転対称性の破れが「いかに速く」破れていくかを定量的に議論した。熱平衡系については、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示した。複数の物理量についての同時確率分布については、トレース状態についてに限り、大偏差原理を得ることができた。この情報をもとに、巨視的物理量 (量子系であるから一般に非可換である) を可換な行列により近似することが出来ることを示した。

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

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

#### 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 3059-3069 (2006)
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 Muraio, 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 *Reviews in Mathematical Physics* 23 211-232 (2011)
10. Yoshiko Ogata A Generalization of Powers-Stö rmer Inequality *Letters in Mathematical Physics* 97. 339-346 (2011)

#### C. 口頭発表

1. The 1st Crest-SBM International Conference "Random Media" Sendai 2010年1月25日~1月29日 "Large Deviations in Quantum Spin Chains"
2. Summer school on "Non-equilibrium statistical mechanics" Universite de Montreal Canada 2011年7月1日~7月29日 "Approximating macroscopic observables in quantum spin systems with commuting matrices"

3. Conference on  $C^*$ -Algebras and Related Topics RIMS 2011年9月5日~9月9日”Approximating macroscopic observables in quantum spin systems with commuting matrices”
4. 日本数学会 特別講演 2011年9月28日~10月1日”量子スピ系における確率解析とその応用”
5. Conference on von Neumann Algebras and Related Topics RIMS ”Non-Equilibrium Statistical Mechanics”
6. Arizona School of Analysis and Mathematical Physics Tucson, Arizona, 2012年3月12日~16日”Hypothesis testing and non-equilibrium statistical mechanics”

#### D. 講義

1. 確率統計 I : 確率論の入門講義 (基礎科学科 4年生)
2. 数理科学III:ベクトル解析の入門講義 (教養)
3. 数理科学V: $\varepsilon-\delta$ 論法に慣れることを目的とし、距離空間について講義を行った。(教養)
4. 解析学XD:ヒルベルト空間上の作用素のスペクトル理論について解説した。(数理大学院・4年生共通講義)

#### F. 対外研究サービス

1. 関数解析研究会 於 関西セミナーハウス 2011年9月10日~9月12日の主催
2. RIMS 合宿型セミナー Operator Algebras and Mathematical Physics 於 関西セミナーハウス 2011年10月25日~10月28日の主催

#### G. 受賞

1. 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. Spyridon Michalakis 氏 ( Institute for Quantum Information and Matter (Caltech) を招へいた。氏は”Stability of topological phases of matter” について4回にわたり講演を行った。(2011年11月22日、24日、29日、12月1日)

#### 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 corre-

lation 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.
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. “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
2. “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
3. “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

4. “ $C_2$ -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.
5. “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.
6. 「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.
7. “Geometry of colored Jones polynomials” Low dimensional topology and number theory III, 九州大学、福岡 2011 年 3 月.
8. 「力学の変遷—古典・量子・弦—」 数理科学研究科 2011 年度公開講座「数理科学の広がり」 2011 年 11 月.

#### D. 講義

1. 現象数理 III・数理解析学概論：場の量子論に関する概説 (4 年・大学院向け講義)
2. 現象数理 I：解析力学 (3 年生向け講義)
3. 基礎数理 6 学期セミナー：群論の入門 (教養学部基礎科学科講義)
4. 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)
5. 数学 II：線型代数 (教養学部前期課程講義)

#### 河澄 響矢 (KAWAZUMI Nariya)

##### A. 研究概要

主たる関心はリーマン面のモジュライ空間の位相を明らかにすることにある。一昨年度後半以来、ゴールドマン・トラウエフ・リー双代数とシンプレクティック導分のリー代数が研究の中心になっている。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]。

(3) (久野氏との共同研究) 写像類群とゴールドマン・リー代数の基本亜群の生成する自由ベクトル空間への作用を見ることにより (1) の結果を任意の向き付けられたコンパクト曲面に一般化した。それにともない、(Putman の意味での最小) トレリ群の完備ゴールドマン・リー代数への埋め込みがえられた [B9]。

(4) (久野氏との共同研究) 境界付きの向きづけられた曲面上の基本亜群の生成する自由ベクトル空間がゴールドマン・トゥラエフ・リー双代数に関して対合的双加群となることを示した。これによりジョンソン準同型像の幾何的な制約条件が発見された [B10]。たとえば森田トレースは全てこの制約条件の外側にある。

関連して、

(5) (石田智彦氏 (本研究科博士課程 3 年) との共同研究) 非対称オペラドに随伴するリー代数、とくに根つき平面樹のリー代数と一変数多項式ベクトル場との関係を調べた [B8]。

これらとは別に、

(6) 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)。

(7) (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 [B1]。

(8) (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係数リーマンロッホ公式を証明した [B3]。

My primary interest has been in clarifying the topology of the moduli space of compact Riemann surfaces. The Goldman-Turaev Lie bialgebra and the Lie algebra of symplectic derivations play a central role in my research. 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]

(3) (a joint work with Kuno) We studied the natural actions of the mapping class group and the Goldman Lie algebra on the free vector space over the fundamental groupoid on a compact oriented surface, so that we generalized our former results in [B6] to any compact oriented surface. As an application, we discovered a natural embedding of the smallest Torelli group in the sense of Putman into the completed Goldman Lie algebra. [B9]

(4) (a joint work with Kuno) We showed the free vector space over the fundamental groupoid on a compact bordered oriented surface is a Goldman-Turaev involutive bimodule. As an application, we found out a geometric constraint on the image of the Johnson homomorphism of the smallest Torelli group [B10].

For example, all the Morita traces are outside of our constraint.

(5) (a joint work with T. Ishida (Univ. Tokyo)) We studied some relation between the Lie algebra of polynomial vector fields on the line and the Lie algebra associated to a nonsymmetric operad, in particular, the Lie algebra of rooted planar trees.

My other approaches to the topology of Riemann surfaces are

(6) 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).

(7) (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]

(8) (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)
8. T. Ishida and N. Kawazumi: “The Lie algebra of rooted planar trees,” arXiv: 1105.4713 (2011)
9. N. Kawazumi and Y. Kuno: “Groupoid-theoretical methods in the mapping class groups of surfaces,” arXiv: 1109.6479 (2011)
10. N. Kawazumi and Y. Kuno: “Intersections of curves on surfaces and their applications to mapping class groups,” arXiv: 1112.3481 (2011)

## C. 口頭発表

1. 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.
2. 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)
3. The logarithms of Dehn twists, 2010 年 12 月 3 日, Workshop ‘Teichmueller Theory,’ Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.(ドイツ)
4. 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.

5. 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.
6. 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)
7. The logarithms of Dehn twists, 2011 年 3 月 10 日, 研究集会「Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2011」, 首都大学東京 南大沢キャンパス.
8. ゴールドマン・リー代数の曲面の基本群の群環への作用について 2011 年 11 月 4 日, 信州トポロジーセミナー, 信州大学理学部数理・自然情報科学教室.
9. A geometric approach to the higher Johnson homomorphisms, 2011 年 12 月 13 日, 研究集会「離散群と双曲空間の解析と幾何」, 京都大学数理解析研究所.
10. A geometric approach to the higher Johnson homomorphisms, 2012 年 1 月 24 日, 大阪大学低次元トポロジーセミナー, 大阪大学大学院理学研究科数学専攻.

#### D. 講義

1. 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)
2. 幾何学 XH=基礎数理特別講義 III: 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の新しい関係について、また、それらの写像類群への応用について解説した。(数理大学院・4年生共通講義)
3. 幾何学 II・幾何学特別演習 II: 特異ホモロジーを中心とするトポロジーの入門講義および演習。(理学部3年生向け講義)

## 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. 最近に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  $(H_0, H)$  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 (B. 5 の論文) 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と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

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い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 5 in B in the following, 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 the new proof has shown 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 formulation 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 : "A Story of Fourier Analysis", Gendai-Suugaku-Sha, November 1, 2007, ISBN 978-4-7687-0377-9.
2. H. Kitada : "An implication of Gödel's incompleteness theorem", International Journal of Pure and Applied Mathematics, **52** (2009) 511-567.
3. H. Kitada : "Asymptotically outgoing and incoming spaces and quantum scattering", Commun. Math. Anal. **8** (2010), No. 1, 12-25.
4. H. Kitada : "Scattering theory for the fractional power of negative Laplacian", J. Abstr. Differ. Equ. Appl., **1** (2010), No. 1, 1-26.
5. H. Kitada : "A remark on simple scattering theory", Commun. Math. Anal., **11** (2011), No. 2, 124-138.
6. H. Kitada : "A story of Lebesgue integral 1-10", Mathematics for Scientists **43**, No. 7 - **44**, No. 4, Gendai-Suugaku-Sha, July, 2010 - April, 2011, ISSN 1344-1345.

7. H. Kitada : “Rebuttal to the review of my paper “ An implication of Gödel’s incompleteness theorem ” appeared in Zentralblatt für Mathematik”, Int. J. Pure Appl. Math., **70** (2011), No. 1, 11-14.
8. H. Kitada : “Gödel, A way toward the Discovery of the Incompleteness”, Gendai-Suugaku-Sha, May 16, 2011, vi + 179 pp. ISBN 978-4-7687-0391-5.
9. H. Kitada : “An implication of Gödel’s incompleteness theorem II: Not referring to the validity of oneself’s assertion”, Commun. Math. Anal., **10** (2011), No. 2, 24-52.

#### D. 講義

基礎数論特別講義 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)

#### 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

シンプレクティック多様体へのハミルトン的な群作用とリッチ平坦多様体を研究している。

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ーを研究した. 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ー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, トー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が, 旗多様体に対する類似の結果を証明した. 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, 前量子直線束の正則切断が, 実偏極の定めるラグランジュ部分多様体に台を持つデルタ関数に収束するものを構成した. 方法は, 旗多様体のトーリック退化と, トーリック多様体に対する類似の結果を組み合わせることである. これは複素偏極が実偏極に量子論的に収束することを意味する. この結果は代数幾何における複素多様体の退化のシンプレクティック幾何における類似物と考えられる.

My research areas are Hamiltonian group actions on symplectic manifolds and Ricci-flat manifolds.

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 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. We proved an analogous result for flag manifolds. More precisely, fixing a symplectic structure on a flag manifold, we constructed a family of compatible complex structures of the flag manifold, in such a way that holomorphic sections of the prequantum line bundle converge to certain delta-function sections supported on the Lagrangian submanifolds associated to the real polarizations. Our construction is based on toric degeneration of the flag manifold and the analogous result in toric varieties. The above sequence of Kähler polarizations converge to a real polarization at the quantum level. This result can be viewed as a symplectic analogue of degeneration of complex manifolds in algebraic geometry.

#### 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 “Symplectic Geometry”, 京都大

学数理解析研究所, 2007年7月. 連続講演, University of Science and technology of China, October 2011

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; “The Conference on Geometry and quantization”, Chern Institute, China, September 2011; Geometry Seminar, University of Science and technology of China, October 2011; IMS Geometry Seminar, Chinese University of Hong Kong, November 2011; Workshop “The seventh Japan-China conference on differential geometry”, 河口湖, January 2012

#### D. 講義

1. 幾何学 I: 多様体論の入門講義. (3年生向け講義)
2. 数理学 I: 多変数の微積分の入門講義. (教養学部前期課程講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 三田 史彦 (SANDA Fumihiko): Non-displaceable torus fibers in toric manifolds and tropical geometry

#### 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. 今年度の主な成果は次の通り.

1) 楕円型偏微分方程式の持つ基本性質の一つに最大値原理があるが, その標準的な有限要素近似が離散最大値原理を満たすためには, 三角形分割に対して幾何学的な条件が必要である. 例えば, 対象が Poisson 方程式ならば, すべての三角形が非鈍角であることは, そのための十分条件となる. 一方で, この制限は, メッシュの再構築の立場からは好ましくない. そこで, 有限体積法のアイデアを取り入れて, 任意の三角形分割状態で離散最大値原理を満たすような有限要素法を開発し, その収束を証明した. 陽的な収束率の導出には至っていないが, 数値実験により,  $H^1$  ノルムで1次のオーダーで収束することを確認した.

2)  $u_t - \Delta f(u) = 0$  の形の退化放物型方程式の有限体積近似の  $L^1$  理論の研究を行った. 特に, fast diffusion equation  $f(u) = u|u|^{\alpha-1}$  ( $0 < \alpha < 1$ ) の時間離散化の解析を行った.

3) 半線形熱方程式に対する ADI(alternating direction implicit) 法の誤差解析を行った.

Numerical analysis of partial differential equations (PDEs), my current research theme, is aimed at development of numerical schemes to solve PDEs using computers, in addition to verification of them and their feasibility. Discretization of PDEs using finite element, finite difference, and finite volume methods is the central concern of my research. Some associated themes of development and research are the stability of solutions (numerical and approximate), analysis of the asymptotic dependence of errors on discretization parameters (a priori analysis) and a procedure to provide solutions with prescribed precision (a posteriori analysis).

1) I proposed a finite element scheme for the Poisson equation satisfying the discrete maximum principle without any shape-conditions on the triangulation. I also proved some convergence results without any explicit convergence rates.

2) I studied a backward Euler/finite volume scheme for the fast diffusion equation  $u_t -$

$\Delta u|u|^{\alpha-1} = 0$  with  $0 < \alpha < 1$ . The extinction time can be approximated by the proposed scheme.

3) I proved error estimates of the ADI (alternating direction implicit) method for a semilinear heat equation.

## B. 発表論文

1. 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.
2. N. Saito: "Conservative upwind finite element method for a simplified Keller-Segel system modelling chemotaxis", *IMA J. Numer. Anal.* **27** (2007) 332–365.
3. K. Ohmori and N. Saito: "Flux-free finite element method with Lagrange multipliers for two-fluid flows", *J. Sci. Comput.* **32** (2007) 147–173.
4. N. Saito: "On interpolation spaces in a polygon", *Memoirs of the Faculty of Human Development, University of Toyama*, **2** (2007) 7–12.
5. 林賢治, 齊藤宣一: "腫瘍の浸潤を記述する数理モデルへの差分法", *日本応用数理学会論文誌* **17** (2007) 331–345.
6. 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.
7. N. Saito: "Conservative numerical schemes for the Keller-Segel system and numerical results", *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, **B15** (2009) 125–146.
8. 齊藤宣一: "Keller-Segel 方程式の数値解析", *応用数理* **19** (2009) 65–74.
9. 齊藤宣一: "発展方程式の数値解析", 第33回発展方程式若手セミナー報告集, 2011年
10. N. Saito: "Error analysis of a conservative finite-element approximation for the



Keller-Segel system of chemotaxis”, Communications on Pure and Applied Analysis, **11** (2012) 339–364.

#### C. 口頭発表

1. 走化性 Keller-Segel 系の有限要素近似, 日本数学会 (応用数学分科会), 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. 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.
5. 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.
6. Analysis of the finite volume approximation for a degenerate parabolic equation, EASIAM 2011: The 7th East Asia SIAM Conference, Kitakyushu Campus of Waseda University, Japan, 2011 年 6 月.
7. Maximum-norm error estimate of the finite volume approximation for a convection-diffusion equation, ICIAM 2011: The 7th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Vancouver Convention Centre, Vancouver, Canada, July 18–22, 2011 年 7 月.
8. 発展方程式の数値解析 (I. 最大値原理, 解析半群と有限要素法, II. Keller-Segel の走化性モデルと有限体積法), 特別講演, 第 33 回発展方程式若手セミナー, 筑波, 2011 年 8 月.
9.  $L^1$  analysis of the finite volume method for nonlinear degenerate diffusion problems, SIAM Conference on Analysis of Partial Differential Equations (PD11), San Diego Marriott Mission Valley, San Diego, USA, 2011 年 11 月.
10. Some nonlinear unilateral boundary conditions for the Navier-Stokes and Stokes equations: Theory and approximation, 2011 NIMS Hot Topic Workshop on Fluid Dynamics: Vortex Dynamics, Biofluids and Related Fields, Daejeon, South Korea, 2011 年 12 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)
5. 基盤数理科学特論 2: 線形・非線形拡散方程式の差分法と解の可視化. (集中講義, 首都大学東京大学院理工学研究科)

## E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 及川一誠 (OIKAWA Issei): Hybridized discontinuous Galerkin methods for elliptic problems.
2. (修士) 周冠宇 (ZHOU Guanyu): Analysis of the fictitious domain method for elliptic and parabolic problems.

## F. 対外研究サービス

1. International Journal of Computer Mathematics 編集委員
2. 日本数学会応用数学分科会委員
3. 日本応用数理学会「日本応用数理学会誌」編集委員
4. 日本応用数理学会「JSIAM Letters」編集委員
5. 日本応用数理学会「応用数理」編集委員

## 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グ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 orthogonal 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.
  5. Yoshihisa Saito ; “Mirković-Vilonen polytopes and a quiver construction of crystal basis in type  $A$ ”, to appear in IMRN. (2011).
  6. Satoshi Naito, Daisuke Sagaki and Yoshihisa Saito, “Toward Berenstein-Zelevinsky data in affine type  $A$ , I: Construction of affine analogs”, Contemp. Math. 565 (2012), 143-184.
  7. Satoshi Naito, Daisuke Sagaki and Yoshihisa Saito, “Toward Berenstein-Zelevinsky data in affine type  $A$ , II: Explicit description”, Contemp. Math. 565 (2012), 185-216.
- 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. 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.
  3. 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.
  4. 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.
  5. 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.
  6. 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.
  7. 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.
  8. On Berenstein-Zelevinsky data in affine type  $A$ , Conformal field theories and tensor categories, Beijing International Center for Mathematical Research, Beijing (China), June 2011.
  9. 前射影多元環と量子群の結晶基底, 環論と表現論シンポジウム, 岡山大学, 2011 年 9 月.
  10. On Berenstein-Zelevinsky data in affine type  $A$ , Symmetries, Integrable systems and Representations, Lyon (France), December, 2011.
- D. 講義
1. 数学 IA : 微積分の初歩. (教養学部前期課程講義)
  2. 数学 IA 演習 : 上記講義の演習. (教養学部前期課程講義)
  3. 数理科学 II : 常微分方程式の基礎. (教養学部前期課程講義)
  4. 代数学 XD・数理代数学概論 : ホモロジー代数の入門講義. (数理大学院・4 年生共通講義)

## F. 対外研究サービス

1. Infinite analysis 11, ~Frontier of Integrability~, July, 2011, 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的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, 2種類の4次元パンルヴェ型方程式と線型方程式との対応を与えた (川上拓志氏, 中村あかね氏との共同研究).

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, KAWA-

MUKO 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 22 4-dimensional Painlevé type equations and Fuchsian and non-Fuchsian linear differential equations. This is obtained from a degeneration scheme of the 4 4-dimensional Painlevé type equations which is calculated from deformation theory of Fuchsian equations. This study contains only unramified case, and ramified case would be another story (joint work with KAWAKAMI Hiroshi and NAKAMURA Akane).

#### B. 発表論文

1. H. Sakai :“Problem: Discrete Painlevé equations and their Lax forms”, RIMS Kôkyûroku Bessatsu, B2(2007) 195–208.

#### C. 口頭発表

1. 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ーをめぐる諸問題 (京大数理研) 2009年2月.
2. Degeneration scheme of 4-dimensional Painlevé type equations (Joint work with H. Kawakami and A. Nakamura): Diversity of the Theory of Integrable Systems (京大数理研) 2010年8月; Joint Mathematics Meetings AMS Special Session (Hynes Convention Center, Boston, USA) 2012年1月.
3. Ordinary differential equations on rational elliptic surfaces: Symmetries, Integrable Systems, and Representations (University Lyon 1, Lyon, France) 2011年12月.
4. Frontier of isomonodromic deformation

theory: Infinite Analysis 11, Frontier of Integrability (東大) 2011 年 7 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. 数理学 II : 常微分方程式の入門講義. (教養学部前期課程講義)
3. 数理解析 I : 複素解析学の入門講義. (教養学部基礎科学科講義)
4. 数理解析 I 演習 : 複素解析学の演習. (教養学部基礎科学科講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 孫 娟娟 (SUN Juanjuan): Polynomial relations for  $q$ -characters via ODE/IM correspondence.

#### 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についての研究を引き続き行った. まず,  $X \subseteq \bar{X}$  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  $Z := \bar{X} \setminus X$  が単純正規交叉因子であるものとするとき,  $(\bar{X}, Z)$  上の生成的に半安定で勾配 0 の放物的対数的収束  $F$  アイソクリスタルの圏というものを定義し, 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. これは昨年度に得られた結果の改良である. また,  $\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z}$  上のスキーム上定義された可積分接続について研究し, 相対 Frobenius 写像の持ち上げに関する適当な仮定の下で準冪零可積分接続の圏と準冪零可積分  $p$  接続の圏とのある圏同値を示した. これは Ogus-Vologodsky による  $\mathbb{F}_p$  上のスキーム上定義された可積分接続と Higgs 加群に関する結果のある種の一般化である.

I continued the study on  $p$ -adic differential equations and overconvergent isocrystals. First, for an open immersion  $X \subseteq \bar{X}$  of connected smooth algebraic varieties such that

$Z := \bar{X} \setminus X$  is a simple normal crossing divisor, I defined the category of generically semistable parabolic log convergent  $F$ -isocrystals of slope 0, and proved that this is equivalent to the category of  $p$ -adic representations of the tame fundamental group of  $X$ . This is an improvement of a result obtained in the last academic year. Also, I studied on integrable connections on schemes over  $\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z}$  and proved an equivalence between the category of quasi-nilpotent integrable connections and that of quasi-nilpotent integrable  $p$ -connections under an appropriate assumption on the liftability of relative Frobenius. This is a kind of generalization of a result of Ogus-Vologodsky on integrable connections and Higgs modules on schemes over  $\mathbb{F}_p$ .

##### B. 発表論文

1. 志甫 淳: “ $p$  進微分方程式と過収束アイソクリスタル”, 数学, 第 63 巻第 4 号 (2011), 369–395.
2. A. Shiho: “Notes on generalizations of local Ogus-Vologodsky correspondence”, preprint.
3. A. Shiho: “Parabolic log convergent isocrystals”, preprint.
4. A. Shiho: “Purity for overconvergence”, Selecta Math. **17**(2011), 833–854.
5. A. Shiho: “Cut-by-curves criterion for the log-extendability of overconvergent isocrystals”, Math. Z. **269**(2011), 59–82.
6. A. Shiho: “Cut-by-curves criterion for the overconvergence of  $p$ -adic differential equations”, manuscripta math. **132**(2010), 517–537.
7. A. Shiho: “On logarithmic extension of overconvergent isocrystals”, Math. Ann. **348**(2010), 467–512.
8. A. Shiho: “Relative log convergent cohomology and relative rigid cohomology I, II, III”, 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. On extension and restriction of overconvergent isocrystals, 2011 Japan-Taiwan workshop on Arithmetic Algebraic Geometry and related topics, Academia Sinica, Taiwan, 2011年11月.
2. On extension and restriction of overconvergent isocrystals, 東京パリ数論幾何セミナー, 東京大学, 2011年11月.
3. 局所 Ogus-Vologodsky 対応の一般化について, 談話会, 東北大学, 2011年10月.
4. 過収束アイソクリスタル, 日本数学会総合講演, 信州大学, 2011年9月.
5.  $p$  進表現と  $p$  進微分方程式: 正標数の局所体の場合, 正標数の代数多様体の場合, 仙台シンポジウム, 東北大学, 2011年8月(2回講演).
6.  $p$  進微分方程式の対数的延長について, 談話会, 東京大学, 2011年6月.
7. Purity for overconvergence, 整数論セミナー, 大阪大学, 2010年10月.
8. Purity for overconvergence, Arithmetic geometry and  $p$ -adic differential equations, 東北大学, 2010年7月.
9. Logarithmic extension of overconvergent isocrystals and an application, Current trends in logarithmic geometry, Université Bordeaux 1(フランス), 2010年6月.
10.  $p$  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.

#### D. 講義

1. 数学I(文科): 1変数関数の微分と積分, 2変数関数の偏微分について講義を行った. 夏学期, 冬学期に各1コマ担当. (教養学部前期課程講義)
2. 数学II: 線形代数について講義を行った. (教養学部前期課程講義)
3. 代数学III: 体論, ガロア理論について講義を行った. (3年生向け講義)
4.  $p$  進微分方程式入門:  $p$  進穴あき円板上の微分加群の理論について講義を行った. (集中講義, 東北大学, 2011年10月).

#### E. 修士・博士論文

1. (博士) 大久保 俊 (OHKUBO Shun): The  $p$ -adic monodromy theorem in the imperfect residue field case.

#### F. 対外研究サービス

1. 研究集会「代数的整数論とその周辺」研究副代表者.

#### G. 受賞

2011年度日本数学会賞春季賞.  
平成22年度文部科学大臣表彰若手科学者賞.

### 下村 明洋 (SHIMOMURA Akihiro)

#### A. 研究概要

偏微分方程式の関数解析的方法による研究を行っている. 主に, 非線型シュレディンガー方程式をはじめとする非線型分散型方程式や, 非線型クライン・ゴールドン方程式や非線型ディラック方程式をはじめとする非線型双曲型方程式の解の時間発展について研究した. 例えば, 空間2次元に於けるディラック・クライン・ゴールドン系について, 質量が共鳴条件を満たさない場合に, 小さい初期値に対して, 時刻無限大で漸近自由となる時間大域解が一意に存在する事を証明した(池田正弘氏と砂川秀明氏との共同研究). また, 長距離型ポテンシャルを伴うハートリー・フォック型方程式の初期値問題の解の漸近形についても検討してみた.

My research field is the theory of partial differential equations. I mainly study the time evolution of solutions to the nonlinear dispersive and hyperbolic equations. In a joint work with M. Ikeda and H. Sunagawa, we proved the existence and uniqueness of an asymptotically free solution to the initial value problem of the two-dimensional Dirac-Klein-Gordon system for small initial data under the non-resonance condition. I also considered the large time asymptotics of solutions to the Hartree-Fock type equation with a long-range potential.

#### B. 発表論文

1. A. Shimomura: “Scattering theory for the Schrödinger-improved Boussinesq system in two space dimensions”, *Asymptotic Analysis* **51** (2007), 167–187.
2. N. Kita and A. Shimomura: “Asymptotic behavior of solutions to Schrödinger equations with a subcritical dissipative nonlinearity”, *Journal of Differential Equations* **242** (2007), 192–210.
3. J. Segata and A. Shimomura: “Global existence and asymptotic behavior of solutions to the fourth order nonlinear Schrödinger type equation”, *Communications in Applied Analysis* **11** (2007), 169–188.
4. A. Shimomura: “A short review of scattering for the Schrödinger-improved Boussinesq system”, *Hokkaido Mathematical Journal* **37** (2008), Special Issue “Nonlinear Wave Equations”, 813–823.
5. N. Kita and A. Shimomura: “Large time behavior of solutions to Schrödinger equations with a dissipative nonlinearity for arbitrarily large initial data”, *Journal of the Mathematical Society of Japan* **61** (2009), 39–64.
6. A. Shimomura: “Dispersive global solutions to the time-dependent Hartree-Fock type equation with a long-range potential”, *Journal of Mathematical Sciences*,

The University of Tokyo **16** (2009), 239–267.

7. M. Ikeda, A. Shimomura and H. Sunagawa: “A remark on the algebraic normal form method applied to the Dirac-Klein-Gordon system in two space dimensions”, *数理解析研究所講究録別冊 (掲載受理)*.

#### C. 口頭発表

1. 非線型シュレディンガー方程式の解の長時間挙動について, 解析学火曜セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2007年5月.
2. Scattering for the Schrödinger-improved Boussinesq system, 研究集会 “Nonlinear Wave Equations”, 北海道大学大学院理学研究院, 2007年8月.
3. 非線型シュレディンガー方程式の初期値問題と解の漸近挙動, 数理解析セミナー, 首都大学東京 大学院理工学研究科, 2007年10月.
4. Asymptotic behavior of solutions to Schrödinger equations with subcritical nonlinear dissipation (北直泰氏との共同研究), Workshop “Asymptotics and Singularities in Nonlinear and Geometric Dispersive Equations”, Banff International Research Station for Mathematical Innovation and Discovery, 2008年8月.
5. 長距離型ポテンシャルを伴う Hartree-Fock 型方程式の分散性大域解について, 研究集会「第3回 非線型偏微分方程式と変分問題」, 首都大学東京 大学院理工学研究科, 2009年2月.
6. 非線型消散項を伴うシュレディンガー方程式の任意の大きさの初期データに対する解の漸近挙動 (北直泰氏との共同研究), 解析学火曜セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2009年4月.
7. 非線型消散項を伴うシュレディンガー方程式の任意の大きさの初期データに対する解の漸近挙動 (北直泰氏との共同研究), 神楽坂解析セミナー, 東京理科大学理学部, 2009年5月.

8. Large time behavior of solutions to Schrödinger equations with nonlinear dissipation for arbitrarily large initial data (北直泰氏との共同研究), 研究集会「非線形分散型方程式・波動方程式の初期値問題の適切性と散乱理論」, 北海道大学, 2009年11月.
9. 非線型消散項を伴うシュレディンガー方程式の任意の大きさの初期データに対する解の漸近挙動 (北直泰氏との共同研究), スペクトル理論セミナー, 学習院大学理学部, 2009年12月.
10. 非線型分散型発展方程式について, 数理科学講演会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011年11月.

#### D. 講義

1. 数学 I: 微分積分学の講義. (教養学部前期課程講義, 1年生 理科二類・三類, 通年).
2. 解析学 VII・関数解析学: 関数解析の講義. (数理大学院・4年生共通講義, 夏学期).

#### F. 対外研究サービス

1. 雑誌「数学」常任編集委員 (日本数学会), (2011年7月から).
2. 2011年度 研究集会「微分方程式の総合的研究」, 2011年12月17日-18日, 東京大学大学院数理科学研究科, 研究代表者.

#### G. 受賞

2009年度 日本数学会賞 建部賢弘特別賞 (日本数学会), 2009年9月.

### 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 場と descendent 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。primary 場と descendant の行列要素は Nekrasov の分配関数に現れるような形に因数分解される。また、Iqbal-Kozçaz-Vafa の refined topological vertex との対応を明らかにした。(H. Awata, B. Feigin 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 and its descendants. 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 and the descendants in the deformed case, and proved that all the matrix elements of the primary field are factorized and expressed in terms of the Nekrasov partition function. It is shown that these operators are closely related with the refined topological vertex of Iqbal-Kozçaz-Vafa. (Collaboration with H. Awata, B. Feigin.)

#### B. 発表論文

1. 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.
2. 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.

3. J. Shiraishi, Y. Tutiya, Periodic ILW equation with discrete Laplacian, *J. Phys. A* **42** (2009), no. 40, 404018, 15 pp.
4. H. Awata, B. Feigin and J. Shiraishi, Quantum algebraic approach to refined topological vertex, *JHEP* **03** (2012) 041.

#### 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 II(文科生)、数学 IB、教養学部前期課程講義

### 関口 英子 (SEKIGUCHI Hideko)

#### A. 研究概要

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

Penrose 変換の像はサイクル空間上の偏微分方程式系を満たす場合があります。変換群が実シン

プレクティック群の場合、この偏微分方程式系を具体的に書き下し (青本-Gel'fand の超幾何微分方程式系を高階に一般化した形をしている)、逆にその大域解が全て Penrose 変換で得られることを証明しました。

発表論文 [2] は従来の結果を非管状領域に拡張した結果で、発表論文 [1,5] では Penrose 変換を用いて具体的な分岐則を求めました。口頭発表 [1] では 2 つの異なる複素多様体上で構成された無限次元表現が Penrose 変換を用いて同型になることが証明できる一例を示しました。

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

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].

#### 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.

#### C. 口頭発表

1. Penrose transform between symmetric spaces, 2012 Joint Mathematics Meetings, John B. Hynes Veterans Memorial Convention Center, Boston Marriott Hotel, and Boston Sheraton Hotel, Boston, MA, U.S.A., January 4-7, 2012 “AMS Special Session on Radon Transforms and Geometric Analysis in Honor of Sigurdur Helgason” (2012.1.6–7).
2. 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.

#### 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 II 演習: 線型代数学の演習 (教養学部理科 I 類 1 年生演習夏学期).

#### F. 対外研究サービス

1. 群馬県高校生数学キャンプ「対称性と周期性」, (玉原セミナーハウス, 坪井俊教授主催) 2011 年 9 月.
2. 高校生のための現代数学講座「複素数」, (玉原セミナーハウス, 坪井俊教授主催) 2011 年 7 月.
3. 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.

## 高木 俊輔 (TAKAGI Shunsuke)

### A. 研究概要

本年度は以下の 2 つの研究を行った。藤野修との共同研究において、孤立対数的標準特異点の  $F$  純性について研究した。特に 3 次元孤立正規  $\mathbb{Q}$ -Gorenstein 特異点に対して、対数的標準特異点であることと稠密  $F$  順型であることの同値性を証明した。

また権業善範, 大川新之介, 三内顕義との共同研究において、大域的  $F$  正則多様体と対数的 Fano 多様体の関係について研究した。特に大域的  $F$  正則型の森夢空間は対数的 Fano 多様体になることを示した。この結果の応用として、 $\mathbb{Q}$ -分解的正规複素射影多様体  $X$  が対数的 Fano 多様体であることと、 $X$  は森夢空間で  $X$  の Cox 環が高々端末特異点しか持たないことが同値であることを証明した。

In the joint work with Osamu Fujino, we studied the  $F$ -purity of isolated log canonical singularities. We proved that a three-dimensional isolated normal  $\mathbb{Q}$ -Gorenstein singularity is log canonical if and only if it is of dense  $F$ -pure type.

In the joint work with Yoshinori Gongyo, Shinosuke Okawa and Akiyoshi Sannai, we studied the relationship between globally  $F$ -regular varieties and log Fano varieties. We showed that a Mori dream space of globally  $F$ -regular type is log Fano. As an application, we proved that a  $\mathbb{Q}$ -factorial normal complex projective variety  $X$  is log Fano if and only if  $X$  is a Mori dream space and its Cox ring has only log terminal singularities.

### B. 発表論文

1. S. Takagi: “Adjoint ideals along closed subvarieties of higher codimension”, J. Reine Angew. Math. **641** (2010), 145–162.
2. T. Shibuta and S. Takagi: “Log canonical thresholds of binomial ideals”, Manuscripta Math. **130** (2009), 45–61.
3. M. Blickle, K. Schwede, S. Takagi, and W. Zhang: “Discreteness and rationality of  $F$ -jumping numbers on singular varieties”,

Math. Ann. **347** (2010), 917–949.

4. C. Huneke, S. Takagi and K.-i. Watanabe: “Multiplicity bounds in graded rings”, Kyoto J. math. **51** (2011), 127–147.
5. O. Fujino, K. Schwede and S. Takagi: “Supplements to non-lc ideal sheaves”, RIMS Kokyuroku Bessatsu, B24, Res. Inst. Math. Sci., Kyoto, 2011, 1–46.
6. S. Takagi: “Subadditivity formula for multiplier ideals associated to log pairs”, to appear in Proc. Amer. Math. Soc.
7. S. Takagi: “Adjoint ideals and a correspondence between log canonicity and  $F$ -purity”, submitted.
8. O. Fujino and S. Takagi: “On the  $F$ -purity of isolated log canonical singularities”, submitted.
9. Y. Gongyo, S. Okawa, A. Sannai and S. Takagi: “Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings”, submitted.

#### C. 口頭発表

1. On a correspondence between log canonicity and  $F$ -purity, 代数幾何学城崎シンポジウム, 城崎大会議館, 2011年10月.
2.  $F$ -purity of isolated log canonical singularities, 第33回可換環論シンポジウム, 浜名湖カリアック, 2011年11月.
3.  $F$ -purity of isolated log canonical singularities, Algebraic Geometry in East Asia, Taipei, 2011, National Taiwan University, Taiwan, 2011年11月.
4. 特異点論における正標数の手法, 談話会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011年12月.
5. A characterization of log Fano varieties, Arithmetic and Algebraic Geometry 2012, 東京大学大学院数理科学研究科, 2012年2月.

#### D. 講義

1. 基礎数論特別講義 I・代数学 XF:  $F$  特異点の入門的講義. 有理特異点と  $F$  有理型特異点の同値性等を説明した (数理大学院・4年生共通講義).

#### F. 対外研究サービス

1. 研究集会「高次元代数多様体とベクトル束の代数幾何学」(九州大学大学院数理学研究院・2012年3月16~18日) 世話人

### 高木寛通 (TAKAGI Hiromichi)

#### A. 研究概要

非特異ファノ四様体のうち, 2つの  $(3, 1)$  型端射線収縮射を持ち, その例外因子が互いに交わるの可能性を分類し, 新しい例を二つ構成した. これは, 後藤陽介さんとの共同研究である.

また, 種数4の曲線上の大域切断を持たない theta characteristic に対して,  $g_3^1$ -対称性と言う概念を定義し, 種数4の曲線とそのような theta characteristic の対のモジュライ空間と  $\frac{1}{2}(1, 1, 1)$ -特異点を二つ持つ種数8の  $\mathbb{Q}$ -ファノ三様体のモジュライ空間の関係を調べた. これは, Udine 大学の Francesco Zucconi 氏との共同研究である.

I classified possibilities of smooth Fano 4-folds each of which has two extremal contractions of  $(3, 1)$ -type such that their exceptional divisors intersect each other. This is a joint work with Yosuke Goto.

I defined the  $g_3^1$ -symmetry for a theta characteristic on a smooth curve of genus 4 without global sections, and studied the relationship between the moduli space of pairs of smooth curves of genus 4 and such theta characteristics, and the moduli space of  $\mathbb{Q}$ -Fano 3-folds of genus 8 with two  $\frac{1}{2}(1, 1, 1)$ -singularities. This is a joint work with Francesco Zucconi at University of Udine.

#### B. 発表論文

1. 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.

2. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “Geometries of lines and conics on the quintic del Pezzo threefold and its application to varieties of power sums”, Michigan Math. J. 61 (2012) 19-62
3. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “Spin curves and Scorza quartics”, Math. Ann. 349 (2011), no. 3, 623-645.
4. Hiromichi Takagi and Francesco Zucconi: “The moduli space of genus 4 spin curves is rational”, preprint, submitted
5. Shinobu Hosono and Hiromichi Takagi: “Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruences I”, preprint, submitted
6. Yosuke Goto and Hiromichi Takagi: “On the classification of smooth Fano 4-folds with two  $(3, 1)$ -type extremal contractions, preprint

#### C. 口頭発表

1. Scorza quartics of trigonal spin curves and their varieties of power sums, Universität Bayreuth, Lehrstuhl Mathematik VIII, January 30th, 2008.
2. 三角形的 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
3. Spin curves and Scorza quartics, 城崎代数幾何学シンポジウム, 2008 年 10 月
4. Spin curves and Scorza quartics, Algebraic Geometry in East Asia, KIAS, Nov, 2008
5.  $\mathbb{Q}$ -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
6. The moduli space of genus 4 spin curves is rational, Classification of Algebraic Varieties, Schiermonnikoog, Netherland, 2009 年 5 月 15 日

7. 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
8. Fano 多様体の問題, 京都大学数理解析研究所, 2010 年 9 月 8 日
9. Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruence, in the conference ‘MMP and extremal rays’ (Mori60), 京都大学数理解析研究所, 2011 年 6 月 23 日
10. Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruence, 名古屋大学代数幾何セミナー, 2011 年 7 月 4 日

#### D. 講義

1. 複素多様体/数学続論 XB: 向井・梅村三様体という特徴的なファノ三様体の様々な記述法を紹介した.
2. 全学ゼミナール「代数幾何学入門」: 二変数同次式の射影変換群による軌道の研究を通して代数幾何学の基本的な事柄を説明した.
3. 数学 II とその演習: 理科 2・3 類一年生向けの線形代数の講義

#### E. 修士・博士論文

1. (博士) 権業善範 (GONGYO Yoshinori): アバンドランス予想と標準因子公式
2. (修士) 後藤陽介 (GOTO Yosuke): 2 つの  $(3, 1)$  型の端射線収縮射を持つ 4 次元非特異 Fano 多様体の分類について

#### H. 海外からのビジター

Francesco Zucconi (Università degli studi di Udine)

With Francesco Zucconi, I defined the  $g_3^1$ -symmetry for a theta characteristic on a smooth curve of genus 4 without global sections, and studied the relationship between the moduli space of pairs of smooth curves of genus 4 and such theta characteristics, and the moduli space of  $\mathbb{Q}$ -Fano 3-folds of genus 8 with two  $\frac{1}{2}(1, 1, 1)$ -singularities.

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. G. Pacienza and S. Takayama: “On volumes along subvarieties of line bundles with non-negative Kodaira-Iitaka dimension”, *Michigan Math. J.* **60** (2011) 35–49.
2. Ch. Mourougane and S. Takayama: “Extension of twisted Hodge metrics for Kähler morphisms”, *J. Differential Geom.* **83** (2009) 131–161.
3. S. Takayama: “On the uniruledness of stable base loci”. *J. Differential Geom.* **78** (2008) 521–541.
4. S. Takayama: “On uniruled degenerations of algebraic varieties with trivial canonical divisor”, *Math. Z.* **259** (2008) 487–501.
5. Ch. Mourougane and S. Takayama: “Hodge metrics and the curvature of higher direct images”, *Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.* **41** (2008) 905–924.
6. Ch. Mourougane and S. Takayama: “Hodge metrics and positivity of direct images”, *J. Reine Angew. Math.* **606** (2007) 167–178.
7. S. Takayama: “On the invariance and the lower semi-continuity of plurigenera of algebraic varieties”, *J. Algebraic Geom.* **16** (2007) 1–18.

C. 口頭発表

1. Effective estimate on the number of deformation types of families of canonically polarized manifolds over curves, 高次元代数

多様体とベクトル束の代数幾何学, 九州大学, 2012年3月.

2. Effective estimate on the number of deformation types of families of canonically polarized manifolds over curves, *Algebraic Geometry in East Asia*, 台北, 2011年11月.
3. Metric positivity of higher direct images of twisted sheaves of differential forms, RIMS 共同研究「ポテンシャル論とファイバー空間」, 京都大学, 2011年9月.
4. On higher direct images of twisted sheaves of differential forms, 6th Pacific RIM conference, 韓国慶州, 2011年8月.
5. 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.
6. 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.
7. On the extension of twisted Hodge metrics, 複素幾何学シンポジウム, 菅平, 2008年10月.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Hodge metrics and the curvature of higher direct images, *Complex geometry in Osaka*, 大阪大学, 2007年11月.
12. 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.

#### 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)

#### F. 対外研究サービス

1. Tokyo-Seoul Conference in Mathematics – Complex Geometry – を主催, 於 東京大学, 2011 年 12 月.
2. 多変数複素解析京都シンポジウム組織委員, 於 京都大学, 2011 年 7 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 [C1–3, C4 (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 ([C4 (2), C5–6]). Azenhas の記述した,  $\mu$  と  $\nu$  を交換する Littlewood–Richardson tableau の間の全単射が, 双対空間の間の自然な対応から引き起こされる既約成分の間の全単射と一致することを示した. これに関連し, Azenhas の全単射の対合性の組合せ論的証明を, Azenhas の方針を途中まで用いながら完成し, またこの全単射と tableau switching を用いた全単射が一致することの組合せ論的証明を Azenhas と共同で完成した. 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” に関する研究が続いている.

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 [C1–3, C4 (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 ([C4 (2), C5–6]). The bijection between the Littlewood–Richardson tableaux switching  $\mu$  and  $\nu$ , as described by Azenhas, has been shown to coincide with the bijection between the irreducible components induced by a natural correspondence between the dual Grassmannians. A combinatorial proof of the involutiveness of Azenhas’ bijection has been completed by following her method up to a certain point. A combinatorial proof of the coincidence of Azenhas’ bijection with another one based on tableau switching has also been completed jointly with Azenhas. 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, Algebra Seminar, University of Illinois at Chicago, April 2008.
2. —, 2009 NIMS Hot Topics Workshop in Algebraic Combinatorics, KAIST, Daejeon (Republic of Korea), December 2009.
3. —, 鳥取大学, February 2010.
4. (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.
5. A module model for Azenhas' bijection, Algebra and Combinatorics Seminar, Universidade de Coimbra, July 2010.
6. —, 65ème Séminaire Lotharingien de Combinatoire, Strobl (Austria), September 2010.

### D. 講義

1. 組合せ論・代数学 XE : Littlewood–Richardson 盤に関連する全単射, 特に Azenhas の全単射の対合性, それと tableau switching との一致など. (数理大学院・4 年生共通講義)

### E. 修士・博士論文

1. (修士) 加藤 真也 (KATO Shin-ya): On two bijections between involutive permutations and standard Young tableaux (和訳: 対合的置換と標準ヤング盤との間の 2 つの全単射について).

## 長谷川 立 (HASEGAWA Ryu)

### 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を導入することができる. 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. そのような動的な圏論的計算体系に関する研究を行っている. また, 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ている. 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数学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. 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遂行することができるようになる.

(3) 一級継続をもつ計算体系の研究: 大域脱出のような副作用をもつオペレータを, 型理論の枠組みで正当化する手段として, 一級継続の概念が提唱され, 広く研究されている. いまでは一級継続をもつ計算体系は数多く提案されており, それぞれ一長一短である. 多くの体系の統一的な理解を得るためには, ワークベンチとなり得るような体系を設定して, その中での相互関係を理解する必要がある. 一級継続の研究の発展の契機となったのは, 古典論理との Curry–Howard 対応である.  $\lambda\mu$ -計算に代表されるような古典論理に基づく体系への埋め込みを通して, 一級継続を統一的に理解することを試みている. また,  $\lambda\mu$ -計算は圏論的セマンティクスも確立しているので, それを通して (1) のような観点からの研究を行っている.

(1) Studies of the computational system based on categorical semantics: The categorical models of various calculi of type systems have been studied as a theoretical link between the programming languages and mathematical structures. Traditional categorical semantics has the form of denotational semantics, ignoring the processes of computation regarding them as equalities. We incorporate the concept of computation into the categorical semantics, taking the linear logic as the underlying type system. This observation signifies that the correspondence between the semantics and the type systems covers even the dynamic feature of computation. We study the properties of such dynamical categorical semantics. We examine also relations between the graphical implementations and the categorical semantics. Since the semantics is consequentially sound and complete, the studies of the relations give us information about mathematical rigor of graphical implementations.

(2) Studies 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. Analytic functors are, on the other hand, useful to build semantics of type systems. They share the properties required in the traditional denotational semantics based on the domain theory, thus serving as models of various type systems. 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 studies on the syntactic structures of computational systems through the mathematical studies on the properties of the semantics.

(3) Studies on computational systems having

first-class continuation: First-class continuation has been studied as a means to justify the computational constructs having side-effects, such as global escape, in the framework of the theory of types. Various calculi incorporating first-class continuation are proposed to date, each having features for itself. To comprehend relations between them, we should set a system behaving as a common workbench, on which we perform comparison among systems. What triggered the evolution of studies of first-class continuation was the discovery of its correspondence to the classical logic via the Curry-Howard principle. Our attempt is to understand various calculi, through embedding of them into the systems based on the classical logic such as the  $\lambda\mu$ -calculus. Furthermore, it has the well-established categorical semantics, allowing us the studies in the style of (1).

#### 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. A categorical reduction system and its properties, Workshop on Categories, Logic and Computation, Kyoto, July, 2011.

#### D. 講義

1. 数学 IB : 解析学の初歩.(教養学部前期課程講義)



2. 応用数学 XC : 型理論の入門講義. ラムダ計算の初歩から操作的意味論まで.(3年生向け講義)
3. 応用数学 XH : 論理学の計算機科学への応用: 直観主義論理やポリモルフィック・ラムダ計算など.(数理大学院・4年生共通講義)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 鳥越 貴智 (TORIGOE Takatomo): 限定継続渡し変換と対応する型システム.
2. (修士) 大倉 俊平 (OOKURA Shunpei): Complete game semantics for linear logic with exponentials.
3. (修士) 飛澤 和則 (TOBISAWA Kazunori): A meta-calculus with cross-level computation.

#### 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

### 林 修平 (HAYASHI Shuhei)

#### A. 研究概要

数値解析的観点から見て, 良い周期軌道を  $C^1$  摂動により作ることを考えた. より正確には, 有限集合に対する可観測性とその確率バージョンを数学的概念として導入し, 正のリアプノフ指数を持たない非純不連続エルゴード測度を持つならば, 可観測周期軌道を確率的可観測性の条件下で  $C^1$  摂動により作ることが可能であることを証明した. これは 1983 年に出版された Gambaudo と Tresser の論文により動機付けられたものである. その論文の中で, 彼らは (力学系理論では自明な可観測アトラクタと考えられる) 双曲型吸引周期点がある数値実験においてそれらの正規的吸引領域がコンピュータでは観測できないほど小さいとき, 必ずしも可観測でないことを指摘した. そこで, いかなる条件下で微分同相写像の  $C^1$  摂動により可観測周期軌道を作ることが可能かを見出すことを試みた. 数値実験においては確率的可観測性のみ期待できるので, この結果は数値解析と力学系理論の間のギャップを埋める種類の結果であると考えられる.

The  $C^1$ -creation of good periodic orbits from a numerical viewpoint was considered. More precisely, mathematical concept of observability to finite sets and its probabilistic version were introduced, and then I have proved that the creation of an observable periodic orbit by a  $C^1$  small perturbation under the probabilistic observability is possible if there is a non-atomic ergodic measure admitting no positive Lyapunov exponents. This is motivated by a paper of Gambaudo and Tresser published in 1983. In the paper, they pointed out that some hyperbolic attracting periodic orbits (which are thought of as trivial observable attractors in the theory of dynamical systems) are not necessarily observable in a numerical experiment when their domains of regular attraction are too small to be observed by computers. I tried to find out conditions under which the  $C^1$ -creation of observable periodic orbits for diffeomorphisms becomes possible. Since we can only expect a probabilistic observability in numerical experiments, this result can be thought of as a kind of result filling a gap between the numerical analysis and the theory of dynamical systems.

#### 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.
5. S. Hayashi: “On the observability of periodic orbits for diffeomorphisms”, submitted.

### C. 口頭発表

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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.
5. A  $C^2$  generic trichotomy for diffeomorphisms, 力学系研究集会, 東京工業大学, 2011 年 1 月.
6. A  $C^2$  generic obstruction to hyperbolicity for diffeomorphisms with dominated splittings, “Beyond Uniform Hyperbolicity 2011” Marseilles, France, May 2011.
7. On the  $C^1$ -creation of good periodic orbits, Todai Forum 2011 “Geometry and Dynamics” ENS-Lyon, France, October 2011.
8. On the creation of observable periodic orbits for diffeomorphisms, RIMS 研究集会「力学系とトポロジーのフロンティア」, 京都大学 2011 年 11 月.
9. On the observability of periodic orbits for diffeomorphisms, 京都力学系セミナー, 京都大学 2012 年 1 月.

### D. 講義

1. 力学系・幾何学 XF: エルゴード理論の入門講義. エルゴード性の定義と特徴付け, バーコフのエルゴード定理の証明, リアプノフ指数の定義, オセレデッツの定理の証明などを扱った. (数理大学院・4 年生共通講義)

### E. 修士・博士論文

1. (修士) 長谷川祐紀 (HASEGAWA Yuki): A  $C^{2-\epsilon}$  Kupka-Smale diffeomorphism with no sources and sinks exhibiting the adding machine of type mod 2.

### 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及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・一般的定式化の試みとどのように一体化するかに関心を持って研究している.

昨年度, 高木寛通氏との共同研究によって, 3 次元の Reye congruence に関わって構成されるカラビ・ヤウ多様体  $X$  の幾何学に古典的な射影幾何学とミラー対称性や導来圏の幾何学が交えて現れることを観察した. このカラビ・ヤウ多様体は, 古典的な射影双対の幾何学がミラー対称性と導来圏の幾何学に意味を持った形で反映されることを示唆する具体的な例になっていると期待し研究を継続している. 今年度は, 具体的に 1) このカラビ・ヤウ多様体の導来圏の幾何学, 2) ミラー多様体の幾何学と周期積分のモノドロミー性質, という 2 つの視点から共同研究を継続した. 導来圏の幾何学に関して, 昨年観察された「導来同値であるが双有理ではないカラビ・ヤウ多様体  $Y$  に関する予想」の解決を試みたが今のところ最終解決に至っていない. 一方, ミラー多様体の幾何学と周期積分のモノドロミー性質について, 具体的な計算が実行出来ることが明らかになり, 射影幾何学の枠組みで  $X$  に関わるミラー対称性の幾何学が議論出来るようになると期待している.

It is about 20 years since the discovery of mirror symmetry of Calabi-Yau manifolds. Several mathematical (and abstract) proposals to

ward the full understanding of the symmetry are available now, and they are motivating related mathematical studies. On the other hand, from 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 and calculational viewpoints to obtain some useful insights to the general and abstract proposals.

Last year, in a collaboration with Hiromichi Takagi, we have observed a beautiful interplay of classical projective geometry and mirror symmetry, and also the geometry of derived categories, in a certain Calabi-Yau manifold  $X$  related to the three dimensional Reye congruences. I continued the collaboration expecting that this specific Calabi-Yau manifold provides us a nice example where classical projective geometry entails several interesting consequences in the mirror symmetry and the geometry of derived categories. This year, we have focused on 1) the derived category of the Calabi-Yau manifold in detail, 2) the geometry of mirror manifolds and the monodromy properties of their deformation family. As for 1), we have tried to prove our conjecture about the Calabi-Yau manifold  $Y$  which is derived equivalent to  $X$  but not birational to  $X$ , however we have not been able to complete the proof. As for 2), we have been able to formulate a method to calculate the monodromy matrices explicitly. We are now expecting to describe the mirror geometry of  $X$  within classical projective geometry.

#### B. 発表論文

1. C. Doran and S. Hosono, *On Stokes matrices of Calabi-Yau hypersurfaces*, Adv. Theor. Math. Phys. 11 (2007), 147–174.
2. 細野 忍, 微積分学の発展, 現代基礎数学 8, 朝倉書店 (2008,6), 167p.
3. 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.

4. S. Hosono, *BCOV ring and holomorphic anomaly equation*, Advanced Studies in Pure Mathematics 59 (2010), 79–110.
5. S. Hosono and H. Takagi, *Mirror Symmetry and Projective Geometry of Reye Congruences I*, preprint (2011, arXiv:1101.2746v1).

#### C. 口頭発表

1. *The BCOV ring, anomaly equation and applications to GW invariants*, at KIAS workshop “Workshop on Gromov-Witten theory and related topics” (2008, Jun, Korea).
2. *An overview of holomorphic anomaly equation II*, 津田塾大 (2008年8月),
3. *BCOV ring and holomorphic anomaly equation*, at BIRS workshop, “Number theory and physics at the crossroads”, (2008, Sep, Canada)
4. 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)
5. *BCOV ring and holomorphic anomaly equation*, at the “International Conference of Mathematics”, National Taiwan University (2009, Jul. 5 – Jul.10, Taiwan).
6. *Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruences*, at the IPMU seminar “Derived category, Mirror symmetry and McKay correspondence seminar” (2011, Mar. 10); at BIRS workshop “Number Theories and Physics at the Crossroads” (Canada, 2011, May.8–13); 阪大代数学幾何セミナー (2011年7月29日).
7. *Mirror symmetry in higher genus I, II, III*, at “TIMS Summer School on Mirror Symmetry” (2011, Jun 7-10, Taiwan).
8. *BPS numbers of some Calabi-Yau manifolds*, at Kobe workshop “Quantum

cohomology and Integrable systems” (2011, Sep.1-3, 神戸大).

9. *On the mirror symmetry of Reye congruence Calabi-Yau 3 folds*, “Tokyo-Seul Conference 2011” at Tokyo (2011, Dec.2-3.); at BIRS workshop “Hodge theory and string duality” (2011, Dec.4-9).
10. *Differential rings over the moduli spaces of Calabi-Yau manifolds*, at TMU workshop “Workshop on Isomonodromic deformations and related topics” (2012, Jan.27, 首都大).

#### 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. 数学統論 XF・基礎数理特別講義: 数理科学研究科 4 年生および大学院生向けに, カラビ・ヤウ多様体のミラー対称性に関して講義をした. GKZ 方程式系, トーリック多様体, カラビ・ヤウ超曲面とホッジ数, 変形族の幾何学などを解説した.

#### F. 対外研究サービス

1. 長谷川浩司氏 (東北大) を Chief editor として “Exploring New Structures and Natural Constructions in Mathematical Physics”, edited by K. Hasegawa, T. Hayashi, S. Hosono and Y. Yamada, Adv. Stud. in Pure Math.vol.61(日本数学会) を編集出版.

### 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の研究を行っている. なかでも, その数学的基礎をなす代数系である頂点作用素代数の研究に携わってきた. 具体的には, 頂点作用素代数の自己同型群の構造と特徴を解明する研究や頂点作用素代数から

構成された共形場理論の性質を解明する研究に取り組んで来た.

頂点作用素代数は理論物理学に現れる作用素積展開の方法を数学的に抽象化して定式化したものと考えられ, アフィン・リー環やヴィラソロ代数など重要な無限次元リー環の最高ウェイト表現が頂点作用素代数によって記述される. 最大の散在型有限単純群であるモンスターが自然に作用する空間であるムーンシャイン加群は頂点作用素代数の最も重要な例のひとつである. また, W代数と呼ばれる興味深い一群の頂点作用素代数が知られており, 現在その表現論が活発に研究されている.

頂点作用素代数の自己同型群には, 上に述べたモンスターのほかにも, さまざまな興味深い群が現れることが知られており, その研究は群論的な観点から意義深い. これまでに私が行った研究では, 幾つかの頂点作用素代数について, その自己同型群を決定し, また特に大きな自己同型群を持つ頂点作用素代数に特徴的な性質を明らかにした. そこで考察した性質は, 頂点作用素代数の構造に制約を与えており, モンスターの作用の研究にも役立つほか, 後に共形デザインと呼ばれる概念が定式化されるきっかけとなった.

頂点作用素代数から構成された共形場理論の研究においては, 数理論物理学で期待される共形場理論の良い性質が, 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することが重要である. これについては, 永友清和・土屋昭博の両氏と行った共同研究で, 共形場理論の良い性質を導く頂点作用素代数の有限性条件から, 頂点作用素代数の上の加群の圏のアーベル圏としての有限性を記述する部分を普遍展開環によって定式化し, その重要な帰結を幾つか示すことができた.

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

The study of the automorphism groups of vertex operator algebras is interesting and important since the groups such as the sporadic finite simple group Monster arose as the automorphism groups. In my past research, I deter-

mined the automorphism groups for some examples of vertex operator algebras and discovered some general properties of the vertex operator algebras with large automorphism groups. The properties give rise to a severe restriction on the structure of a vertex operator algebra, which is used to study the action of the Monster.

In studying conformal field theories arising from vertex operator algebras, we aim at revealing the way how the good properties of conformal field theories expected in mathematical physics are related to the properties of the underlying vertex operator algebras, where representation theory of infinite-dimensional Lie algebras and geometry play important roles. In a joint research with K. Nagatomo and A. Tsuchiya, we discovered a nice condition on a vertex operator algebra given in terms of its universal enveloping algebra, which leads to a certain finiteness of the modules category as an abelian category as a part of finiteness of the resulting conformal field theory.

#### 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.
2. 松尾 厚: "頂点代数と余オペラッド", 第 22 回有限群論草津セミナー報告集, 2011.
3. 松尾 厚: "集合 — 抽象化の道程 —", 数理学 2011 年 5 月号, サイエンス社, 2011.
4. 松尾 厚: "有限単純群モンスター", 「東大式 現代科学用語ナビ」所載, 化学同人, 2009

#### 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.

#### D. 講義

1. 幾何学 XC(本郷): 現代幾何学の入門講義, 位相空間の特異ホモロジーと可微分多様体の de Rham コホモロジーについて概説した. (理学部後期課程講義)
2. 数学 IA: 微分積分学の入門講義. (教養学部前期課程講義)

#### 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 の同型類でまわり、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 部分代数の時は Verma 加群であり、Verma 加群の間の準同型を決定することは、Verma, Bernstein-Gelfand-Gelfand によって 1970 年前後あたりから知られている有名な結果がある。(Verma は準同型の存在の十分条件を与え、Bernstein-Gelfand-Gelfand はそれが必要条件になっていることを示した。) 1970 年代に

Lepowsky が  $\mathfrak{p}$  が実半単純 Lie 代数の極小放物型部分代数の複素化の場合に Verma の結果を拡張するなど、基本的な結果を幾つか得たが一般には未解決である。すでに下記 [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 mod-

ules, 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。

この問題は、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を調べることも関連している。昨年度単純加群の像を  $so(2n, 1)$  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、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ってくるが効いてきて、Whittaker 加群を対応させる関手の挙動はまったく異なるというものであったが、今年度になり群作用を加味して考えて問題を設定すると、挙動に差がなくなることがわかった。

(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 commutative 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 conjectures 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 regu-

lar 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  $SO(p, q)$ . I studied a functor from so-called parabolic category  $O$  to the category of Whittaker modules. 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. 発表論文

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.

C. 口頭発表

1. 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.

2. On homomorphisms between scalar generalized Verma modules, Tambara Workshop 2007, Geometry and Representations in Lie Theory, August 2007.
3. Generalized Verma modules, old and new, 表現論シンポジウム 讃岐五色台, November 2007.
4. On homomorphisms between scalar generalized Verma modules, Mini-Workshop on Representation Theory, University of Tokyo September 2008.
5. 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.
6. On homomorphisms between scalar generalized Verma modules, The 8th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory, Ogoto Shiga Japan, March 2009.
7. On existence of homomorphisms between generalized Verma modules, “Representation Theory of Real Reductive Groups”, University of Utah, July 2009.
8. 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.
9. Whittaker modules and vectors associated with the Jacobi parabolic subalgebras, “The 10th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory”, Kyushu University, February 2011.
10. Whittaker modules and vectors associated with the Jacobi parabolic subalgebras, “2011 Nankai International Workshop on Representation Theory and Harmonic Analysis”, Nankai University June 2012.



#### D. 講義

1. 数理代数学 基礎科学科3年生向けの代数学入門講義
2. 数理代数学演習 数理代数学に付随する演習
3. 対称群の表現 (全学セミナー)

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 栗林 司 (KURIBAYASHI Tsukasa): On Fiebig's conjecture about the category  $O$  for a Coxeter system.
2. (修士) 増田 貴紀 (MASUDA Takanori): Principal  $\mathfrak{so}(1,2)$  subalgebra を持つ star-shaped 型 Lie 代数について.
3. (修士) 八尋 耕平 (YAHIRO Kouhei) : Weight modules of rational Cherednik algebras.

#### F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 函数解析学学科会分科会委員

### 吉野 太郎 (YOSHINO Taro)

#### A. 研究概要

リー群の等質空間  $G/H$  に対し, その Clifford-Klein 形とは,  $\Gamma \backslash G/H$  の形で表される多様体である. 但し,  $\Gamma$  は  $G$  の離散部分群である.  $G$  内で  $\Gamma$  を '変形' すると,  $G/H$  の Clifford-Klein 形の族が得られる. この族に属する多様体は, 局所構造が等しく, 大域構造が異なる. この族には自然な位相が定まり, 変形空間と呼ばれている. 私の元々の研究テーマはこの変形空間を調べることであった. しかし, 変形空間は非ハウスドルフ空間になることが多く, そのままでは直感的に捉えることが難しい. そこで, このような非ハウスドルフ空間を理解するために「位相的ブローアップ」という手法を構築している.

A Clifford-Klein form of a homogeneous space  $G/H$  of a Lie group  $G$ , is a manifold of the form  $\Gamma \backslash G/H$ , where  $\Gamma$  is a discontinuous group acting on  $G/H$ , the deformation of  $\Gamma$  in  $G$  gives rise to a family of Clifford-Klein forms. All

manifolds in this family have the same local structure, but have different global structures. My research interests is in such deformation spaces.

However, it may well happen that deformation spaces of Clifford-Klein forms are not Hausdorff. So, it is not easy to get an intuition of the deformation space. In order to understand such non-Hausdorff spaces, I have introduced a method 'topological blow-up'.

#### B. 発表論文

1. T. Yoshino: "Topological blow-up and discontinuous groups", *Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach* **25**, (2010) 34-37.
2. T. Yoshino: "Deformation spaces of compact Clifford-Klein forms of homogeneous spaces of Heisenberg groups", *Representation theory an analysis on homogeneous spaces*, *RIMS Kokyuroku Bessatsu*, **B7**, (2008) 45-55.
3. A. Baklouti, I. Kedim and T. Yoshino: "On the deformation space of Clifford-Klein forms of Heisenberg groups. *Int. Math. Res. Not.* **16**, (2008) Art. ID rnn066, 35pp.
4. T. Yoshino: "Discontinuous duality theorem", *Internat. J. Math.* **18**, (2007) 887-893.
5. T. Yoshino: Criterion of proper actions for 3-step nilpotent Lie groups. *Internat. J. Math.* **18**, (2007) 783-795.
6. T. Yoshino: Criterion of proper action on homogeneous spaces of Cartan motion groups. *Internat. J. Math.* **18**, (2007) 245-254.

#### C. 口頭発表

1. Topological Blow-up, トポロジー火曜セミナー (Lie 群論・表現論セミナーと合同), 東京大学数理科学研究科, 2011年4月
2. 位相的ブローアップについて, 第58回トポロジーシンポジウム, 筑波大学筑波キャンパス, 2011年8月

3. Topological blow-up, 2nd Tunisian-Japanese Conference (Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications), スース (チュニジア), 2011 年 12 月
4. On topological blow up, 2011 年度表現論ワークショップ, 鳥取県立生涯学習センター, 2011 年 12 月
5. 位相的ブローアップについて, 数理学談話会, 金沢大学, 2012 年 1 月
6. 位相的ブローアップについて, 談話会, 東京大学数理学研究科, 2012 年 1 月
7. Deformation Space of Clifford-Klein Form and Topological Blow-up, Rigidity School, 東京大学数理学研究科, 2012 年 3 月

#### D. 講義

1. 数学 2 : 線形代数 (教養学部前期課程講義)

### 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.

- 以前に整数上の初期値問題に関して得られた結果を拡張し, 超離散 KdV 方程式の実数全体における初期値問題を解くことに成功した. 更に, 考案した解法を用いて, 超離散 KdV 方程式の一般解の漸近的挙動を解明した.
- 広田・Mickens の離散化手法に基づき, Painlevé I と Painlevé II 方程式の直接の離散化を行い, 既知の離散 Painlevé 方程式以外にも,  $E_8^{(1)}$  型アフィン Weyl 群対称性を持つ可積分な写像と関係する新しい離散 Painlevé 方程式が得られた. 更に, いくつかの新しい「Gambier 型」という線形化可能な離散可積分系も得た.
- 非線形 Schrödinger 方程式や矢島・及川方程式などの発展方程式の離散化, 特に, その種の方程式に対応する離散可積分系の広

田・三輪方程式からの一般的な導出を研究し, それぞれの方程式に付随する Lax pair や行列式解の構造を明らかにした.

更に, 上述の離散的非線形 Schrödinger 方程式の構造を基にして, 理論物理の様々な分野に現れる Schrödinger-Newton 方程式や Choquard 方程式の離散化と解の挙動について研究を行った.

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

- I succeeded in extending the solution method I previously obtained for initial value problems over the integers, to the general initial value problem over the real numbers for the ultradiscrete KdV equation. Using this solution method I was able to give a full description of the asymptotic behaviour of the general solution for this integrable system.
- Using a direct discretisation method loosely based on the methods of Hirota and Mickens, it proved possible to discretise the Painlevé I and II equations in a general setting, thereby obtaining hitherto unknown discrete Painlevé equations that are directly related to integrable mappings with symmetries described by affine Weyl groups of type  $E_8^{(1)}$  (besides the various well-known forms of the discrete Painlevé I and II equations, which were also obtained). Along the way, several new linearisable integrable equations of so-called “Gambier” type were also obtained.
- I also studied a general procedure for obtaining integrable discrete versions of the nonlinear Schrödinger equation, the Yajima-Oikawa equation and other related systems. In particular, by describing how these equations can be obtained from the Hirota-Miwa equation, it proved possible to understand the structure of their Lax pairs and of their solutions expressible in terms of determinants.

Inspired by the structure of the discrete version of the nonlinear Schrödinger equation mentioned above, I also studied the possible discretisation of the Schrödinger-Newton and Choquard equations (which appear in various settings in theoretical physics) as well as the behaviour of the solutions of these equations.

#### B. 発表論文

1. 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.
2. R. Willox, A. Ramani and B. Grammaticos: “A discrete-time model for cryptic oscillations in predator-prey systems”, *Physica D* **238** (2009) 2238–2245.
3. 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.
4. S. Kakei, J.J.C. Nimmo and R. Willox: “Yang-Baxter maps from the discrete BKP equation”, *SIGMA* **6** (2010) 028 (11pp).
5. 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).
6. R. Willox: “自然現象の離散・超離散系によるモデル化” in 「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研究集会報告 **No.22AO-S8** (2011) 13–22.
7. A. Ramani, B. Grammaticos and R. Willox: “Generalised QRT mappings with periodic coefficients”, *Nonlinearity* **24** (2011) 113–126.
8. B. Grammaticos, A. Ramani and R. Willox: “Folding transformations and HKY mappings”, *Journal of Nonlinear Mathematical Physics* **18** (2011) 75–85.

9. B. Grammaticos, A. Ramani, C. Scimiterna and R. Willox: “Miura transformations and the various guises of integrable lattice equations”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **44** (2011) FT: 152004 (9pp).

10. B. Grammaticos, A. Ramani, K.M. Tamizhani and R. Willox: “On Quispel-Roberts-Thompson extensions and integrable correspondences”, *J. Math. Phys.* **52** (2011) 053508 (11p).

#### C. 口頭発表

1. 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.
2. 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.
3. Constructing ultradiscretisable Yang-Baxter maps, China-Japan Joint Workshop on Integrable Systems, Shaoxing, China, 2010年1月.
4. 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.
5. Solving the initial value problem for the ultradiscrete KdV equation, Integrable Systems and Geometry, ICM 2010 Satellite Meeting, Pondicherry, India, 2010年8月.
6. 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.
7. 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.

8. 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所, 2010 年 11 月.
9. 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.
10. The ultradiscrete KdV equation defined over the real numbers, Tropical Geometry and Integrable Systems, University of Glasgow, Scotland, UK, 2011 年 7 月.
3. Basile GRAMMATICOS (Université Paris-Diderot Paris VII) 11/10/31 ~ 11/11/11. Properties of discrete and ultradiscrete mKdV and Sine-Gordon equations.
4. Alfred RAMANI (Ecole Polytechnique) 11/11/07 ~ 11/11/18. Properties of discrete and ultradiscrete mKdV and Sine-Gordon equations. Seminar title: 「All you never really wanted to know about QRT, but were foolhardy enough to ask」 (November 16, 2011).

#### D. 講義

1. 数学 II + 数学 II 演習 (通年): 線形代数の入門講義とその演習 (教養学部前期課程)
2. 現象数理 II・数理解析 IV (半年・夏): 様々な応用分野に現れる非線形現象の数理的記述・解析方法を紹介する入門的講義. (共同講義: 理学部数学科・教養学部基礎科学科)
3. 応用数学 XB・離散数理学概論 (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ついて論じる講義 (数理 4 年生・大学院生共通講義)

#### F. 対外研究サービス

1. ソルヴェ 国際研究所「Instituts Internationaux de Chimie et Physique, fondés par E. Solvay」評議員.
2. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Advisory Board Member.

#### H. 海外からのビジター

1. Thomas DURT (Ecole Centrale Marseille-Institut Fresnel) 11/05/31 ~ 11/06/10. Discretisation of the Schrödinger-Newton and Choquard equations.
2. Samuel COLIN (Griffith University) 11/06/01 ~ 11/06/10. Discretisation of the Schrödinger-Newton and Choquard equations.

## 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**  
数理解ビデオアーカイブプロジェクトで収録している講演や講義ビデオを教育や研究で有効に活用するため、新たな講義ビデオの収録公開システムの設計を行った。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**  
数理解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. 麻生 和彦：“第 6 回高木レクチャーの多点中継実験の報告”，数学通信 第 14 卷，第 3 号 (2009) pp.29-30.
2. 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.
3. 麻生 和彦：“日本における国際研究集会をふりかえって - いくつかの記録 - 貴重な講演音声テープのデジタル化とその利用法について”，数学通信 第 16 卷，第 1 号 (2011) pp.22-24.

### C. 口頭発表

1. 数学関連ビデオアーカイブの今後の展開 — 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.
2. 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解科学」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2009 年 8 月.
3. 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.
4. 「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.
5. 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, 北海道大学, 2010 年 8 月.

## F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 情報システム運用委員会 専門委員

### 片岡 俊孝 (KATAOKA Toshitaka)

#### A. 研究概要

- (I). 整数論, 特に代数体の類数の拡大次数を割る成分についての研究.
- (II). 有限群の表現の指標値による特徴付け.

- (I). Number theory. On the components dividing the degrees of the class numbers of algebraic number fields.
- (II). Characterization of representations of finite groups by their character values.

#### D. 講義

1. 数学 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。今年度は、複素射影平面のいくつかの連結和  $X$  への巡回群の滑らかな擬自由作用について考えた。その結果、 $X$  上の複素直線束へのその作用の持ち上げについて各不動点でのファイバーへの

の作用のウェイトに制限のつく可能性のあることが分かった。

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

I studied a smooth and pseudofree action of cyclic group on  $X$ , the connected sum of some copies of  $\mathbb{C}P^2$ 's, and found out a possibility of existence of a constraint on the set of weights on the fibers at the fixed points, for the lift action on a certain complex line bundle on  $X$ .

#### B. 発表論文

1. 清野和彦: Finite group actions on spin 4-manifolds (四次元スピン多様体への有限群作用), 博士論文 (2009)
2. K. Kiyono: "Nonsmoothable group actions on spin 4-manifolds", *Algebr. Geom. Topol.* **11** (2011) 1345–1359

#### 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. 数学 II 演習：教養一年生の線型代数学の演習
4. 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学における基本的な考え方を順番に取り上げて説明した。

## 特任教授 (Project Professor)

志賀 徳造 ( SHIGA Tokuzo )

### A. 研究概要

統計物理、数理生物、数理ファイナンス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2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. 数理ファイナンスにおける実的な意味を持つ数理モデルへ確率解析の応用を進めること。

I have investigated stochastic models appearing in statistical physics, mathematical biology, and mathematical finance 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.

### D. 講義

1. 確率過程論・確率統計学 III : 確率論の入門講義, 条件付き期待値の定義から始め, マルチンゲールの基本定理とその応用を扱った.

(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, 伊藤補公式, 確率微分方程式の基本定理とその応用を扱った.

(大学院・4年生共通講義)



## 特任助教 (Project Research Associate)

鹿島 洋平 (KASHIMA Yohei)

### A. 研究概要

物性物理にあらわれるモデルを数学的に厳密な方法で解析すること、および収束が証明されている計算方法で数値的に解析することを目標としている。今年度は主に正の温度下での多体電子系における相関関数のふるまいについて研究した。2010年までに任意次元の立方格子上で定義されている相関関数は高温下では電子と空孔の距離に関して指数関数的に減衰することを証明したが、これらの枠組みは現実の結晶構造に近いより複雑な格子では適用できない。今年度は以前の方法では取り扱うことのできなかった格子においても高温下で相関関数が指数関数的に減衰することを証明した。

The purpose of my research is to analyze various models appearing in condensed matter physics in a mathematically rigorous way or by means of numerical methods with mathematical stability. In this academic year I mainly studied the behavior of correlation functions in many-electron systems at positive temperature. It had been proved by 2010 that the equal-time correlation functions decay exponentially in the distance between the electrons and the holes in the hyper-cubic lattice of arbitrary dimension in high temperatures. However, these frameworks do not apply to more complex lattices close to real crystals. This year I proved the exponential decay property of the correlation functions in high temperatures in a class of lattices, which cannot be treated by the previous method.

### B. 発表論文

1. C. M. Elliott and Y. Kashima : “A finite element analysis of critical-state models for type-II superconductivity in 3D”, IMA J. Numer. Anal. **27** (2007) 293–331.
2. Y. Kashima : “On the double critical-state model for type-II superconductivity

in 3D”, M2AN. **42** (2008) 333–374.

3. Y. Kashima : “A rigorous treatment of the perturbation theory for many-electron systems”, Rev. Math. Phys. **21** (2009) 981–1044.
4. Y. Kashima : “Exponential decay of correlation functions in many-electron systems, J. Math. Phys. **51** (2010) 063521.
5. Y. Kashima : “Characterization of subdifferentials of a singular convex functional in Sobolev spaces of order minus one”, J. Func. Anal. **262** (2012) 2833–2860.

### C. 口頭発表

1. A rigorous treatment of the perturbation theory for many-electron systems, Czech-Japanese seminar in applied mathematics 2008, 宮崎県高千穂町, 2008年9月.
2. Exponential decay of correlation functions in many-electron systems, Czech-Japanese seminar in applied mathematics 2010, Prague-Telč, Czech Republic, 2010年8-9月.
3. 正の温度下での多体電子系の摂動論的取り扱いについて, 諸分野のための数学研究会, 東京大学, 2011年5月.
4. 3次元空間における第2種超電導の巨視的モデルについて, 応用解析セミナー, 東京大学, 2011年6月.
5. 多体電子系における有限温度相関関数の摂動論的解析, 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学, 2011年9月.

### D. 講義

1. 数学II演習: 線型代数学の演習を行った。(教養学部前期課程・理科I類1年生通年)

2. 数学 II 演習：線型代数学の演習を行った。  
(教養学部前期課程・理科 II・III 類 1 年生  
通年)

## 笠谷 昌弘 (KASATANI Masahiro)

### A. 研究概要

量子 Knizhnik-Zamolodchikov 方程式 (qKZ 方程式) とは、量子群の表現のテンソル積上に働く  $R$  行列を用いて定義される  $q$ -差分方程式系である。境界付き qKZ 方程式は、 $R$  行列に加えて境界での反射を表す  $K$  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) を部分代数として含む、ルート系に付随して定義される結合代数である。

前年度までの研究で、(1) DAHA の多項式表現を用いて、 $K$  行列や境界付き qKZ 方程式を定式化し、その多項式解を構成する手続きを得て、具体的に方程式の多項式解を構成した。 $R$  行列と  $K$  行列が満たすべき関係式を反射関係式というが、我々が構成した  $K$  行列は DAHA の表現論から導かれる反射方程式の特殊解であった。(2) また、(境界のない)qKZ 方程式での特別な多項式解は、あるパラメータの極限の下でシューア多項式の積に因子化するという現象が見つかった。本年度は、(1) の方向性に基づき、他の  $K$  行列についてもそのような表現論的な手法を用いた構成ができないか研究している。(2) また、(境界のない)qKZ 方程式での「パラメータ極限の下での特殊解の因子化現象」について、さらなる具体例の計算や表現論的側面からの定式化を試みている。

Quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation (qKZ equation) is a system of  $q$ -difference equations defined by  $R$ -matrix which acts on a tensor product of representations over quantum algebra. Boundary qKZ equation is a system of  $q$ -difference equations defined not only by  $R$ -matrix but also by  $K$ -matrix which stands for reflection on boundary. The double affine Hecke algebra (DAHA) is an associative algebra which includes affine Hecke subalgebras ( $q$ -deformations of affine Weyl groups).

In my previous studies, the followings are obtained. (1) In terms of a polynomial rep-

resentation of the DAHA, we formulated  $K$ -matrices and the boundary qKZ equation, and obtained a procedure to construct polynomial solutions of the equation. We explicitly constructed polynomial solutions. Relation that  $R$ - and  $K$ -matrices should satisfy is called reflection equation. So our  $K$ -matrix is a special solution of the reflection equation induced from representation theory (the polynomial representation) of DAHA. (2) Under certain limit of parameters, special polynomial solutions of the qKZ equation (without boundary) are factorized into products of Schur polynomials.

In this year, based on the direction of (1), I have been researching a construction of other  $K$ -matrices in terms of certain representation theoretical method. Moreover, on (2) – “factorization phenomena” of special solutions under certain limit of parameters of the qKZ equation (without boundary), I have been calculating further examples and formulating the phenomena from a viewpoint of representation theory.

### B. 発表論文

1. 笠谷 昌弘：“境界付き qKZ 方程式と非対称 Koornwinder 多項式について”，可積分系数理の多様性 (数理解析研究所講究録 1765) (2011) 124–136.
2. Masahiro Kasatani：“Boundary Quantum Knizhnik-Zamolodchikov Equation”, New Trends in Quantum Integrable Systems: Proceedings of the Infinite Analysis 09 (2010) 157–171.
3. 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).
4. M. Kasatani and Y. Takeyama：“The quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation and non-symmetric Macdonald polynomials”, Funkcialaj Ekvacioj Volume 50 Number 3 (2007) 491–509.
5. 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.

### C. 口頭発表

1. “ $C^{\vee}C$  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.

### D. 講義

1. 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 通年)
2. 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 冬学期)

金井 政宏 (KANAI Masahiro)

#### A. 研究概要

本年度は, 白石潤一准教授との共同研究により, Ding-Iohara 代数の表現論の研究を行った. 我々

の研究は, Virasoro 代数のプライマリー場に対する AGT 予想を手がかりに, これのある意味での変形と目される Ding-Iohara 代数に対してそのプライマリー場を構成することが目標である. そして, レベル 1 表現についてマクドナルド多項式の再生核からの類推により先験的にプライマリー場を与え, 実際に AGT 予想を満たすことを証明した. レベルが高い表現については, このように先見的な方法ではプライマリー場を求めることは難しい. そのため, 表現のレベルによらないように Ding-Iohara 代数の準同型写像との交換関係からプライマリー場を特徴付ける試みも行っている. 現在のところ高いレベルの表現についてプライマリー場を与えることが出来ていないが,  $W$  代数についての表現論がこれに対応すると考えられているので, この方面からのアプローチを今後詳しく検討する予定である.

I studied on the representation theory of the Ding-Iohara algebra with Prof. J. Shiraishi. Since the Ding-Iohara algebra is regarded as a deformation of the Virasoro algebra, the AGT conjecture on the primary field in the Virasoro algebra suggests the existence of the corresponding primary field in the Ding-Iohara algebra. In the light of the Macdonald symmetric function theory, we found the primary field in the Ding-Iohara algebra in an a priori manner, and then proved the deformed AGT conjecture in the level-one representation. As for the higher level representations, it may be however difficult to go through the same way. Then, we try to characterize the primary field in relation to an endomorphism of the Ding-Iohara algebra, and also we consider an alternative approach from the representation theory of the  $W$  algebra now.

#### B. 発表論文

1. H. Awata, B. Feigin, A. Hoshino, M. Kanai, J. Shiraishi, S. Yanagida, “Notes on Ding-Iohara algebra and AGT conjecture”, RIMS kokyuroku 1765, (2011) 12–32.
2. Masahiro Kanai, “Two-lane traffic-flow model with an exact steady-state solu-

- tion”, Phys. Rev. E **82** (2010) 066107.
3. Masahiro Kanai, “Calibration of the Particle Density in Cellular-Automaton Models for Traffic Flow”, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 075002.
  4. 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.
  5. 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.
  6. 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.
  7. 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.
  5. 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.
  6. 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.
  7. 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回中央大学理工学部物理学科談話会, 中央大学, 2010年7月.
  8. 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
  9. 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
  10. 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
- C. 口頭発表
1. 金井政宏, 柳澤大地, 西遼佑, 西成活裕,『ペア歩行者の間の相互作用とダイナミクス: 実験および観測の結果と最適相対速度モデル』, 第17回交通流のシミュレーションシンポジウム, 名古屋大学, 2011年12月
  2. 栗田英資, B. Feigin, 星野歩, 金井政宏, 白石潤一, 柳田伸太郎,『Ding-Iohara 代数の primary 場の因子化公式 II』, 日本数学会 2011年度秋季総合分科会, 信州大学, 2011年10月
  3. 金井政宏, *Emergent Dynamics in Traffic Flow Models*, 研究集会 Emergent Dynamics in Nonlinear Science, 東京大学生産技術研究所, 2011年5月
  4. 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.
- 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)
- F. 対外研究サービス
1. 『第17回 交通流のシミュレーションシンポジウム』編集者 (2011年12月)
- 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 (MCMC) 法と関連領域の研究を行った。昨年度までに MCMC 法の一貫性や弱一貫性の研究を行ったが、本年はカテゴリカル解析で一般的に用いられる MCMC 法に対して特に退化性について研究した。上述の MCMC 法は収束が極めて遅いが、局所退化性を持つこと、さらに実際にサンプルサイズ  $n$  に対し  $n^{-1}$  のレートで Ornstein-Uhlenbeck 過程に弱収束することを示すことでこの現象を説明した。一方、既にパラメータを余分に導入することで、この MCMC 法を改善する手法は知られていたが、特定の射影をすることにより、やはり退化していることを示せた。一方、パラメータをさらに付け加え、簡単な補正をすることにより、局所一貫性を持ち局所退化しない MCMC 法を構成できて、数値実験でもその有効性が示された。これらの結果は直感的な議論では見通しが悪く、退化性や一貫性の議論の重要性が裏付けられた。

Sometimes Markov chain Monte Carlo (MCMC) method has poor mixing property for categorical data model. This behavior can be explained by degeneracy of MCMC as a pair of random measure with a map. By showing the convergence of a time-scaled MCMC to a random diffusion process, its exact (poor) convergence rate can be calculated for the original MCMC. For such models, parameter expansion method is believed to improve the behavior. However, by a certain projection, I showed that this method also suffers from degeneracy. Using these fact, I found a local consistent MCMC by introducing another one parameter with a kind of Metropolis update.

### B. 発表論文

1. マルコフ連鎖モンテカルロ法のエルゴード性の解析, 京都大学講究録, 1768 (2011), p73-84
2. Metropolis-Hastings Algorithms with acceptance ratios of nearly 1, Annals of the Institute of Statistical Mathematics, 61 (4) (2009) 949-967.

### C. 口頭発表

1. Local degeneracy of MCMC for cumulative logit model, Statistical Analysis and Related Topics, 東京大学駒場キャンパス, 2011 年 12 月
2. MCMC の収束の決定論的扱いと退化性, 数理統計学の新たな展開, つくば国際会議場, 2011 年 6 月
3. ベイズ統計学での Data Augmentation の手法, Emergent Dynamics in Nonlinear Science, 東京大学生産技術研究所, 2011 年 5 月
4. Weak Convergence of Markov chain Monte Carlo II, Asymptotic Statistics of Stochastic Processes - VIII, Le Mans, フランス, 2011 年 3 月
5. Weak Convergence of Markov chain Monte Carlo, Statistical inference and numerical analysis of stochastic processes, Florence, イタリア, 2011 年 3 月

## 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. 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.
2. Hiroki KODAMA and Shigenori MATSUMOTO: “Minimal  $C^1$  diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains”, preprint 2010, to appear in *Proc. A.M.S.*

#### 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. “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.
3. “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.
4. “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.

5. “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.
6. “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.
7. “がんの特効薬を求めて -創薬における数理科学的手法-, 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.
8. “Fatgraph モデルによるタンパク質モデリングの数理,” *クレストセミナー*, 東北大学, 2011年5月13日.
9. “On non-uniformly simple groups,” *トポロジーの諸相 2011*, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2011年7月24日.
10. “On non-uniformly simple groups,” *東工大村上セミナー*, 東京工業大学, 2012年1月26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, 震災のため中止
2. “第 35 回トポロジーセミナー世話人” 2012年3月16日–19日

#### 鈴木 正俊 (SUZUKI Masatoshi)

##### A. 研究概要

今年度の主な研究内容は, 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  $L$  関数の零点分布の解析に応用する試みであった. 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おり、昨年度から開始された。ちなみに平均周期性と  $L$  関数についての成果の一部は論文 [1, 3, 5] で発表された。モデル部分空間と  $L$  関数の零点分布については、まず昨年度得られた結果 (リーマン予想とある種の級数の正值性の関係) を、より一般の  $L$  関数について拡張し、論文 (ii) で発表した。これを受けて、 $L$  関数のある商から生成されるモデル部分空間の性質を詳しく調べ、そのモデル部分空間の構造を特徴付ける Schrödinger 型の 2 階線形常微分方程式の具体形を決定した。このモデル部分空間の構造は  $L$  関数の零点分布と密接に関係している。但しこの構成では、モデル部分空間の構成に使用する  $L$  関数の商が、一般リーマン予想から期待される良い性質を満たすことを仮定する必要がある。またこの構成は、近年 J.-F. Burnol がガンマ関数のある商について開発した手法を参考とした。

This year, I mainly attempted applying the theory of model subspaces of the Hardy space of the upper half-plane to studying of the distribution of the zeros of arithmetic  $L$ -functions. It was motivated by a study of my recent work on a bridge between the mean-periodicity and analytic properties of  $L$ -functions, and was started in last year. In this connection, some results about this bridge were published in papers [1, 3, 5]. As for model subspaces and the distribution of the zeros of  $L$ -functions, I generalized a result of last year, which is a relation between the Riemann hypothesis and a positivity of certain series, to a wide class of  $L$ -functions. Successively, I examined the property of model subspaces generated by certain quotients of  $L$ -functions in detail, and decided a concrete form of the second order linear differential equations of Schrödinger type which characterized the structure of such model subspaces. Here I mention that the structure of such model subspaces is closely related to the distribution of the zeros of  $L$ -functions. However, we need to assume that quotients of  $L$ -functions used for the construction of the model subspaces satisfies a nice properties expected by the generalized Riemann hypothesis. I referred to a recent work of J.-F. Burnol on a

quotient of the gamma function.

## B. 発表論文

1. I. Fesenko and G. Ricotta and M. Suzuki: “Mean-periodicity and zeta functions”, to be published in *Annales de l’Institut Fourier*.
2. M. Suzuki: “On monotonicity of certain weighted summatory functions associated with  $L$ -functions”, *Comment. Math. Univ. St. Pauli* **60** (2011), no. 2, 211–225.
3. M. Suzuki: “Positivity of certain functions associated with analysis on elliptic surfaces”, *J. Number Theory* **131** (2011), no. 10, 1770–1796.
4. 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.
5. M. Suzuki: “Two dimensional adelic analysis and cuspidal automorphic representations of  $GL(2)$ ”, *Proceedings of the workshop “Multiple Dirichlet Series and Applications to Automorphic Forms”*, Edinburgh (August 2008), to appear.
6. M. Suzuki and L. Weng : “Zeta functions for  $G_2$  and their zeros”, *Int. Math. Res. Not. IMRN* **2009** (2009), no. 2, 241–290.
7. M. Suzuki : “The Riemann hypothesis for Weng’s zeta function of  $Sp(4)$  over  $\mathbb{Q}$ ” with an appendix by L. Weng, *J. Number Theory* **129** (2009), no. 3, 551–579.
8. M. Suzuki : “On the zeros of approximate functions of Rankin-Selberg  $L$ -function”, *Acta Arith.* **136** (2009), no. 1, 19–45.
9. 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.
10. 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.

#### C. 口頭発表

1. On Schrödinger operators on a half line arising from the Riemann zeta-function, 解析数論セミナー, 名古屋大学大学院多元数理科学研究科, 2011年6月.
2. A pair of the second order differential equations arising from zeta functions, 研究集会「有界対称領域の算術商コホモロジーとモジュラー・サイクル」, 東京大学大学院数理科学研究科・玉原セミナーハウス, 2011年8月.
3. Certain second order differential equation arising from the Riemann-zeta function, Analytic and Probabilistic Methods in Number Theory, Conference Center of Vilnius University in Palanga, Lithuania, 2011年9月,
4. On a sequence of Hilbert spaces of entire functions arising from the Riemann zeta-function, 研究集会「解析的整数論 – 数論的関数の多重性に関連して」, 京都大学数理解析研究所, 2011年11月,
5. On the zeros of Weng zeta functions for Chevalley groups, 研究集会「代数的整数論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2011年12月,
6. Zeros of Weng's zeta functions for Chevalley groups, RIMS Project Research: Workshop on various zeta functions and related topics, 東京大学数理科学研究科, 2010年12月.
7. 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.
8. 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, 東京大学数理科学研究科, 2010年1月.

9. 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.

10. On the zeros of zeta functions for  $(G, P)$ , International conference “Zeta Function Days in Seoul”, Yonsei University, Korea, 2009年9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. 数学 IB 演習: 数学 IB 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・夏学期のみ)
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: *L*-functions of automorphic forms and related problems, 東京大学数理科学研究科, 2012年3月 (主催者: 織田孝幸, 鈴木正俊, Nikolai Proskurin).

#### 田中仁 (TANAKA Hitoshi)

##### A. 研究概要

分数積分作用素の評価を用いることにより, 関数の大きさをその微分の持つ情報によって統制することができる. 有用な Sobolev の埋蔵定理、Poincare の不等式等は, その良い例である. Morrey 空間は, 関数の局所的な regularity を Lebesgue 空間よりも定量的に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, 一般化された分数積分作用素が, 測度を伴う Morrey 空間上で有界となるための (その測度に対する) 特徴づけの研究を進めた. この研究は, これまでに進めてきた対応する加重の理論の測度への拡張である. また, Wolff ポテンシャルを用いることにより, これまでに調べられていなかったパラメータの領域で, 測度及び加重の理論を提唱し, それを展開した. これらの研究はさらなる発展が期待できる.



As the examples of the Sobolev inbedding theorem and the Poincare inequality, etc. show that, using the fractional integral operator, one can control quantitatively a function by its derivatives. 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. I have studied a characterization of the measures for which the generalized fractional integral operators are bounded in the framework of the Morrey spaces. These are extension to the measures of previous results for the weights. Also, using the Wolff potentials, I have developed two weight theory of the fractional integral operators.

#### B. 発表論文

1. Y. Sawano, S. Sugano and H. Tanaka : “Generalized fractional integral operators and fractional maximal operators in the framework of Morrey spaces”, *Trans. Amer. Math. Soc.*, **363**(2011), no.12, 6481–6503.
2. Y. Sawano, S. Sugano and H. Tanaka : “Orlicz-Morrey spaces and fractional operators”, *Potential Analysis*, online.
3. T. Iida, E. Sato, Y. Sawano and H. Tanaka : “Multilinear fractional integrals on Morrey spaces”, to appear in *Acta Math. Sin. (Engl. Ser.)*.
4. T. Iida, E. Sato, Y. Sawano and H. Tanaka : “Sharp bounds for multilinear fractional integral operators on Morrey type spaces”, *Positivity*, online.
5. T. Iida, E. Sato, Y. Sawano and H. Tanaka : “Weighted norm inequalities for multilinear fractional operators on Morrey spaces”, *Studia Math.*, **205**(2011), no.2, 139–170.
6. S. Gala, Y. Sawano and H. Tanaka : “On the uniqueness of weak solutions of the

3D MHD equations in the Orlicz-Morrey space”, to appear in *Applicable Analysis*.

7. S. Gala, Y. Sawano and H. Tanaka : “A new Beale-Kato-Majda criteria for the 3D magneto-micropolar fluid equations in Orlicz-Morrey spaces”, to appear in *Mathematical Methods in the Applied Sciences*.
8. H. Tanaka and H. Gunawan : “The local trace inequality for potential type integral operators”, to appear in *Potential Analysis*.
9. H. Gunawan, E. Nakai, Y. Sawano and H. Tanaka : “Generalized Stummel class and Morrey spaces”, to appear in *Publications de l’Institut Mathematique*.
10. H. Tanaka : “Two weighted norm inequalities for potential type integral operators in the case  $p > q > 0$  and  $p > 1$ ”, submitted.

#### C. 口頭発表

1. “Morrey spaces and weights”, *Harmonic Analysis and its Applications at Nara 2011*.
2. “Fractional integral operators and Morrey spaces with small parameters”, *Harmonic Analysis and its Applications at Pohang (2009), Korea*.

#### D. 講義

1. 基礎数理特別講義Ⅷ（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。

#### F. 対外研究サービス

1. 東京大学数理科学研究科, 「ハーディー空間などに関する最近の研究について」, (2011年9月10日), 研究会世話人.

中村 信裕 (NAKAMURA Nobuhiro)

A. 研究概要

4次元多様体のトポロジーとゲージ理論の研究を行っている。今年度は昨年度に引き続き Seiberg-Witten 方程式の変種である  $\text{Pin}^-(2)$  モノポール方程式の研究を、特に  $\text{Pin}^-(2)$  モノポール不変量とその応用についての研究を行った。不変量に関しては、 $K3$  曲面と  $T^2 \times S^2$  の連結和の  $\text{Pin}^-(2)$  モノポール不変量が 0 でないことを示した。これは次の二つの点で興味深い。(1)  $K3$  と  $T^2 \times S^2$  の連結和については通常の Seiberg-Witten 不変量も安定コホモトピー版不変量も 0 であるが、 $\text{Pin}^-(2)$  の不変量は 0 でない。(2) モジュライ空間の仮想次元が 1 でありかつコホモロジカルな不変量が 0 でない。(モジュライが奇数次元であるが安定コホモトピーまで考えなくても不変量が 0 でないことがわかる。)

$\text{Pin}^-(2)$  モノポール不変量の応用として、4次元多様体  $X$  に埋め込まれた曲面で  $X$  上の局所系に沿って向きがねじれているようなものの種数の評価ができることを示した。

My research focuses on 4-dimensional topology and gauge theory. This year, I studied  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole equations which can be considered as a variant of the Seiberg-Witten equations. Especially,  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole invariants and their applications are investigated mainly. I proved that the  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole invariant of the connected sum  $X$  of a  $K3$  surface and  $T^2 \times S^2$  is not 0. This is interesting by the following two reasons: (1) Although all of the Seiberg-Witten invariants and the refined invariants of  $X$  are 0, the  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole invariant is non-zero. (2) The virtual dimension of the moduli space is 1 and the cohomological invariant is non-zero. As an application of  $\text{Pin}^-(2)$ -monopole invariants, I gave a genus estimate of embedded surfaces in 4-manifolds whose orientations are twisted along local systems of the 4-manifolds.

B. 発表論文

1. X. Liu and N. Nakamura: "Pseudofree  $\mathbb{Z}/3$ -actions on  $K3$  surfaces", Proc. Amer. Math. Soc. 135 (2007), no. 3, 903–910.
2. X. Liu and N. Nakamura: "Nonsmooth-

able group actions on elliptic surfaces", Topology Appl. 155 (2008), 946–964.

3. N. Nakamura: "Bauer-Furuta invariants under  $\mathbb{Z}_2$ -actions", Math. Z. 262 (2009), 219–233.
4. N. Nakamura: "Smoothability of  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ -actions on 4-manifolds", Proc. Amer. Math. Soc. 138 (2010), no. 8, 2973–2978.
5. N. Nakamura: "Mod  $p$  equality theorem for Seiberg-Witten invariants under  $\mathbb{Z}_p$ -actions", preprint, arXiv:0905.3022
6. N. Nakamura, "Pin<sup>-</sup>(2)-monopole equations and intersection forms with local coefficient of 4-manifolds", preprint, arXiv:1009.3624, to appear in Math. Ann.

C. 口頭発表

1. "Bauer-Furuta invariants and a non-smoothable 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", "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.
3. "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.
4. "Nonsmoothable group actions in dimension 4", Mini workshop on 4-manifolds and related topics, Dalian University of Technology, China, March 2008.
5. "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.
6. "Surgery exact sequence について", "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.

7. “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.
8. “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.
9. “Pin<sup>-</sup>(2) モノポール方程式とその応用”, 日本数学会 2011 年度秋季総合分科会, 信州大学, September 2011.
10. “The genus of nonorientable embedded surfaces in 4-manifolds”, 研究集会「4次元トポロジー」, 広島大学, November 2011.

#### D. 講義

1. 数学 II 演習: 数学 II の講義に対応する線形代数の基礎事項についての演習 (教養学部前期課程講義理科 I 類 1 年生)
2. 集合と位相補習: 講義「集合と位相」の受講者のうち補習が必要なものを対象に問題演習を中心とした補習をおこなった. (理学部 2 年生)

### 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収束群作用および相対的双曲群について研究を行った. 得られた結果は以下の通りである.

1. **非初等的収束群作用を持つ群の  $C^*$  単純性:** 非初等的な収束群作用を持つ群に対して, 既約群  $C^*$  環が単純であるための必要十分条件を与えた ([B4]).
2. **相対的双曲群の双曲的に埋め込まれた部分群:** 有限指数の巡回部分群を持たずかつある真部分群の族について相対的である有限生成群に対して, 双曲的に埋め込まれた部分群であって有限指数の階数有限非可換自由部分群を持つものが存在することを証明した (arXiv:1109.2663).
3. **幾何学的有限な収束群作用を持つ空間の間の同変連続写像:** 幾何学的有限な収束群作

用を持つ二つのコンパクトかつ距離付け可能な空間に対して, それらの空間の間の同変連続写像が存在することと各々の作用に関する極大放物的部分群の間の然るべき包含関係が成立することと同値であることを証明した (arXiv:1201.6104).

In this academic year, I studied convergence group actions and relatively hyperbolic groups jointly with Shin-ichi Oguni and Saeko Yamagata. We obtained the following results.

1.  **$C^*$ -simplicity for groups with non-elementary convergence group actions:** We give a necessary and sufficient condition for a group with a non-elementary convergence group actions to have a simple reduced group  $C^*$ -algebra ([B4]).
2. **Hyperbolically embedded subgroups of relatively hyperbolic groups:** For a finitely generated group which is not virtually cyclic and hyperbolic relative to a collection of proper subgroups, we showed that there exists a hyperbolically embedded subgroup which contains a non-abelian free group of finite rank as a finite index subgroup (arXiv:1109.2663).
3. **Equivariant continuous maps between spaces with geometrically finite convergence group actions:** Given two compact metrizable spaces with geometrically finite convergence group actions of a group, we showed that the existence of an equivariant continuous map between these spaces is equivalent to an appropriate inclusion relation among maximal parabolic subgroups for these actions (arXiv:1201.6104).

#### 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.
4. Y. Matsuda, S. Oguni and S. Yamagata : “ $C^*$ -simplicity for groups with non-elementary convergence group actions ”, to appear in Houston J. Math., preprint version is available at arXiv:1106.2618.
9. The universal relatively hyperbolic structure on a group and relative quasiconvexity for subgroups, Geometry and dynamics, École normale supérieure de Lyon, France, 16 October 2011.
10. On the commutator width of groups of piecewise linear homeomorphisms of the circle, 多様体の平面場と微分同相群 2011 研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2011 年 11 月 3 日.

#### C. 口頭発表

1. 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.
2. The rotation number function on groups of real analytic diffeomorphisms of the circle, Seminario de Sistemas Dinámicos, Universidad de Chile, Chile, 26 January 2009.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6.  $C^*$ -simplicity for groups with non-elementary convergence group actions, 「尾鷲微分トポロジー 2011」研究集会, 尾鷲中央公民館, 2011 年 8 月 23 日.
7. 群の相対的双曲構造について, 数理情報科学談話会, 鹿児島大学, 2011 年 9 月 20 日.
8. 相対的双曲群の相対的擬凸部分群について, 火曜トポロジーセミナー, 東京大学, 2011 年 10 月 4 日.

#### D. 講義

1. 幾何学特別演習 I: 多様体の基礎について演習を行った. (3 年生向け講義)
2. 数学 II 演習: 線型代数の基礎について演習を行った. (教養学部前期課程講義)
3. 複素解析学 I 補習: 複素解析学 I で課された初期試験の復習を中心に複素解析の基礎について演習を行った. (理学部 2 年生 (後期))

## 外国人客員教授・准教授 (Foreign Visiting (Associate) Professor)

### ☆ 客員教授 (Visiting Professor)

PAJITNOV Andrei

#### A. 研究概要

I visited the Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo for 5 months (August 9, 2011 – January 9, 2012). During this period we continued to work with Professor Toshitake Kohno on our project concerning the circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements. We revised and enlarged our preprint (arXiv:1101.0437), and submitted it to a journal.

In this work 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 manifold fibered over a circle, by attaching cells of dimension  $n$ . We have computed the Novikov homology of  $M$  and showed that it is concentrated in the degree  $n$ .

We began working on the next part of the project, namely the applications of our methods to the  $L^2$ -homology of  $M$ . We are preparing a paper on this subject.

Together with Dr. Takahiro Kitayama (Kyoto University) we started a new project on the  $L^2$ -torsion of the Novikov complexes. We worked on it during T. Kitayama's short visits to Tokyo in December 2012.

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

##### Articles

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.

##### Preprints

1. Toshitake Kohno and A. Pajitnov, *Circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements* arXiv:1101.0437 (2011).
2. H. Goda, H. Matsuda and A. Pajitnov, *Morse-Novikov theory, Heegaard splittings and closed orbits of gradient flows* arXiv:0709.3153 (2007).

#### C. 口頭発表

IPMU seminar, December 2011.

Workshop "Circle valued Morse theory and Alexander invariants", Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, November 2011.

Conference "Topology of singularities and related topics, II", Tohoku University, Sendai, January 2011.

Topology seminar of the Graduate School of Mathematics, The University of Tokyo (December 2008, December 2009, December 2010, December 2011).

Topology seminar of the Tokyo Institute of Technology, October 2011.

Conference "Intelligence of Low-dimensional Topology" (Osaka), November 2009.

Topology seminar of the Nihon University, Tokyo, December 2009.

Topology seminar of the Nara University, Nara, December 2009.

The Fourth East Asian School of Knots and

related topics (plenary talk), January 2008.

Algebra and Topology seminar, Nice University, 2007.

#### D. 講義

During my visit to the Graduate School of Mathematical Sciences I gave a lecture course “Novikov Homology and its applications” for graduate students. The first part of the course (5 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 (4 lectures) I gave an introduction to the Witten’s De Rham framework for Morse theory, including detailed proofs of the properties of the perturbed Laplacian, and the De Rham construction of the Morse complex.

In the third part (2 lectures) I discussed the generalization of the Witten’s method to Morse-Novikov theory of closed 1-forms and Novikov homology.

3. 2011 Taiwan-Japan Mini-Workshop on Arithmetic Algebraic Geometry and Related Topics, National Taiwan University (Taiwan), November 17-19, 2011.

4. Workshop on arithmetic geometry 2011, Okinawa Shogaku Highschool (Japan), October 10-13, 2011.

#### D. Courses

Course at the Graduate School of Mathematical Sciences. The aim of the course was to explain the construction of the overconvergent Igusa tower (an extension of the classical Igusa tower above a strict neighborhood of the ordinary locus in the  $p$ -adic rigid Siegel modular variety). It can be used to give a new definition of the space of overconvergent Siegel modular forms, which is the input data to construct the eigenvariety. The construction relies on crystalline techniques and the use of  $p$ -adic periods.

### ☆ 客員准教授 (Associate Professor)

#### BRINON, Olivier

##### A. Summary of Research

Work on relative  $p$ -adic Hodge theory. In particular, study the properties of relative period ring (more specifically topological properties of those rings). Also, study of the overconvergence of the Igusa tower of Siegel varieties, in order to define overconvergent modular forms, and the associated eigenvariety.

##### C. List of Invited Talks

1. Workshop on  $p$ -adic arithmetic geometry and motives, Tohoku University, Sendai (Japan), January 23-25, 2012.
2. Algebraic Number Theory and Related Topics, RIMS, Kyoto (Japan), November 28th-December 2nd, 2011.

## 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「バーゼル II 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, 2011.
6. 青沼・村内, "Excel で学ぶ金融数学の基礎", 金融財政事情研究会, 2012.

##### C. 口頭発表

1. 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
2. 国土交通省・不動産リスク協議委員会, 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))
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)

##### F. 対外研究サービス

1. JAFEE(日本金融・証券計量・工学学会), 評議員
2. Asia-Pacific Financial Markets, Advisory Editor

#### 大坂 元久 (OSAKA Motohisa)

##### A. 研究概要

心臓突然死の発生機序の解明とそれに基づく前兆の推定などの研究に従事。手法としては動物実験データ、臨床データに基づいて数理モデルを構築して、シミュレーションによって得られた知見を治療に役立てることを目指している。

I am trying to disclose the mechanisms of sudden cardiac death so that I seek any precursor of it. I propose mathematical models for the mechanisms using experimental data and clinical data. I aim at a clinical application of findings obtained by these simulations to develop a new treatment.

##### B. 発表論文

1. M. Osaka, H. Murata, K. Tateoka, T. Katoh: "Reliability of heart rate variability analysis by using electrocardiogram recorded unrestrainedly from an automobile steering-wheel", AIP Conference Proceedings, **922** (2007) 675-678.
2. M. Osaka, H. Murata, Y. Fuwamoto, S. Nanba, K. Sakai, T. Katoh: "Application of heart rate variability analysis to electrocardiogram recorded outside the driver's awareness from an automobile steering wheel", Circulation Journal **72** (2008) 1867-1873.

3. C. Takimoto, H. Kumagai, M. Osaka, K. Sakata, T. Onami, T. Kamayachi, K. Iigaya, T. Saruta, H. Itoh: "Candesartan and insulin reduce renal sympathetic nervous activity in hypertensive type 1 diabetic rats", *Hypertension Research* **31** (2008) 1941–1951.
4. M. Osaka: "Geometric detection of chaos by using a delayed Lorenz map", *International Journal of Bifurcation and Chaos* **18** (2008) 3771–3779.
5. M. Osaka, E. Watanabe, H. Murata, Y. Fuwamoto, S. Nanba, K. Sakai, T. Katoh: "V-Shaped Trough in Autonomic Activity is a Possible Precursor of Life-Threatening Cardiac Events", *Circulation Journal* **74** (2010) 1906–1915.
6. M. Osaka, R. Tokita, S. Minami: "Volley-like male GH secretion indicates existence of an intrinsic 1-h oscillator in the hypothalamus", *Applied Mathematical and Computational Sciences* **1** (2010) 225–242.
7. A. Mori, P. Lee, T. Yokoyama, H. Oda, K. Saeki, Y. Miki, S. Nozawa, D. Azkami, Y. Momota, Y. Makino, T. Matsubara, M. Osaka, K. Ishioka, T. Arai, T. Sako: "Evaluation of artificial pancreas technology for continuous blood glucose monitoring in dogs", *Journal of Artificial Organs* **14** (2011) 133–139.
8. M. Osaka: "A modified Chua circuit simulates a v-shaped trough in autonomic activity as a precursor of sudden cardiac death", *International Journal of Bifurcation and Chaos* **21** (2011) 2713–2722.
2. Heart rate variability analysis by using electrocardiogram recorded unrestrainedly from an automobile steering wheel, The 72th Annual Scientific Meeting of the Japanese Circulation Society, Tokyo, 2008年3月.
3. ステアリングからの心電図の心拍変動のカオス解析, 第47回日本生体医工学会大会, 大阪, 2008年5月.
4. Low-order chaos in sympathetic nerve activity causes scaling of heartbeat intervals, The ACP second workshop on "Statistical mechanics of biological and ecological systems, Tokyo, Japan, 2008年6月.
5. 自動車ステアリングから記録した心電図の心拍変動カオス解析, 第25回日本心電学会学術集会, 新潟, 2008年11年.
6. Characteristic Patterns Preceding Lethal Cardiac Events In Thirty-One 24-Hour Holter Recordings, The 73th Annual Scientific Meeting of the Japanese Circulation Society, Tokyo, 2009年3月.
7. V-figure change of autonomic nervous activity was observed as a possible precursor of sudden cardiac death in heart rate variability analysis of thirty-three Holter recordings, 13th Congress of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Yokohama, Japan, 2009年6月.
8. A newly proposed method, a delayed Lorenz map, detects the chaotic nature of heartbeats, 36th International Congress of Physiological Sciences, Kyoto, Japan, 2009年7月.
9. Reliability of detection of cardiac events by using integrated information of electrocardiogram and plethysmogram recorded from automobile steering wheel, 第49回日本生体医工学会大会, 大阪, 2010年6年.
10. 自律神経活動からみた心臓突然死と睡眠の関係, 第3回動的心電図研究会, 東京, 2010年7月.

### C. 口頭発表

1. Reliability of Heart Rate Variability Analysis by Using Electrocardiogram Recorded Unrestrainedly from an Automobile Steering-Wheel, The 19th International Conference of Noise and Fluctuations, Tokyo, Japan, 2007年9月.



#### D. 講義

1. 数理学総合セミナー:「致死性不整脈の機序の解明;非線形ダイナミクスからのアプローチ」(数理大学院)

#### G. 受賞

1. 2010 年度福田記念医療技術振興財団研究助成金賞

### 日比野 浩樹 (HIBINO Hiroki)

#### A. 研究概要

グラフェンは炭素原子が蜂の巣格子に配列した二次元のシート状の物質で、その優れた物理的特性から、様々な応用が期待されている。ところが、グラフェンの実用化に不可欠な大面積で高品質な基板の製造法は未確立である。シリコンカーバイドを熱分解してグラフェンをエピタキシャル成長させる手法は、高品質のグラフェンが得られるため、製造法として有望であるが、層数の制御が課題となっている。加えて、シリコンカーバイド基板上のグラフェンの応用には、基板がグラフェンの物性に及ぼす影響を理解することが重要である。そこで、我々は、層数を制御してグラフェンを成長させる手法の確立に、グラフェン成長機構の解明を進めるとともに、シリコンカーバイド上のグラフェンの本質的な電気伝導特性を調べている。現状、成長環境を制御することにより、 $\mu\text{m}$  スケールで層数の均一な1層および2層グラフェンを再現性良く成長することが可能で、これら高均一なグラフェンを用いて、各層数のグラフェンの電気伝導特性を調べることができる。これにより、1層および2層グラフェンが、電子構造の違いを反映して、顕著に異なる電気伝導特性を示すことが明らかになった。加えて、1層グラフェンのキャリア移動度が、基板からの影響によって、温度上昇とともに急激に低下することを解明し、2層グラフェンにおいて、基板との相互作用によって生じるバンドギャップを電気測定から検出した。

Graphene is a two-dimensional sheet of carbon atoms in a honeycomb lattice. Due to the fascinating physical properties, graphene has a vast range of potential applications.

Graphene was first isolated by exfoliating it from bulk graphite, but the exfoliated graphene is normally too small for practical applications. Therefore, methods of growing graphene on substrates are currently being investigated actively. Thermal decomposition of SiC produces graphene epitaxially grown on the SiC substrate. Epitaxial graphene is of high structural quality, and, therefore, this method is promising as a graphene fabrication method. However, the obtained graphene still has thickness distributions. Thickness controllability should be improved based on the understanding of the growth mechanism. Additionally, we have not yet fully understood the influences of the SiC substrate on the physical properties of epitaxial graphene. The understanding is essential in exploring the suitable applications. In these situations, we have been investigating the growth mechanism and intrinsic electronic transport properties of epitaxial graphene on SiC. We are now able to grow monolayer and bilayer graphene uniform in thickness on a micrometers scale by selecting the growth environment. Such uniform monolayer and bilayer graphene enable us to examine the electronic transport properties at each thickness. We confirmed that monolayer and bilayer graphene exhibit quite different transport properties, reflecting their electronic structures. We also found that the carrier mobility of epitaxial monolayer graphene rapidly decreases as the temperature increases, and that the strong temperature dependence would be ascribed to the interfacial layers between the graphene and SiC substrate. Furthermore, we succeeded in detecting the band gap in bilayer graphene, which is induced by the interaction with the substrate, from the electrical measurements.

#### B. 発表論文

1. S. Tanabe, Y. Sekine, H. Kageshima, M. Nagase, and H. Hibino, "Observation of bandgap in epitaxial bilayer graphene field effect transistor", *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 04DN04.
2. F. Maeda and H. Hibino, I. Hirose,

- and Y. Watanabe, "Evaluation of few-layer graphene grown by gas-source molecular beam epitaxy using cracked ethanol", *e-J. Surf. Sci. Nanotechnol.* **9** (2011) 58.
3. H. Kageshima, H. Hibino, M. Nagase, Y. Sekine, and H. Yamaguchi, "Theoretical study on magnetoelectric and termoelectric properties for graphene devices", *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 070115.
  4. F. Maeda and H. Hibino, "Study of graphene growth by gas-source molecular beam epitaxy using cracked ethanol: influence of gas flow rate on graphitic material deposition", *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 06GE12.
  5. S. Suzuki and H. Hibino, "Characterization of doped single-wall carbon nanotubes by Raman spectroscopy", *Carbon* **49** (2011) 2264.
  6. 影島博之, 日比野浩樹, 田邊真一, "グラフェン", *機能材料* **31** (2011) 56.
  7. S. Tanabe, Y. Sekine, H. Kageshima, M. Nagase, and H. Hibino, "Electronic transport properties of top-gated monolayer and bilayer graphene devices on SiC", *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* **1283** (2011) mrsf10-1283-b09-02.
  8. S. Kondo, M. Sato, M. Uwaha, and H. Hibino, "Pattern formation of a step induced by a moving linear source", *Phys. Rev. B* **84** (2011) 045420.
  9. S. Suzuki, Y. Takei, K. Furukawa, and H. Hibino, "Graphene growth from a spin-coated polymer without a reactive gas", *Appl. Phys. Exp.* **4** (2011) 065102.
  10. 田中悟, 森田康平, 日比野浩樹, "SiC 表面上のエピタキシャルグラフェンの成長", *表面科学* **32** (2011) 381.
  11. H. Kageshima, H. Hibino, H. Yamaguchi, and M. Nagase, "Theoretical study on epitaxial graphene growth by Si sublimation from SiC(0001) surface", *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 095601.
  12. S. Tanabe, Y. Sekine, H. Kageshima, M. Nagase, and H. Hibino, "Carrier transport mechanism in graphene on SiC(0001)", *Phys. Rev. B* **84** (2011) 115458.
  13. 日比野浩樹, 田邊真一, 影島博之, "SiC の熱分解によるグラフェン成長と LEEM 評価技術", *月刊ディスプレイ* **17** (2011) 21.
  14. H. Kageshima, H. Hibino, H. Yamaguchi, and M. Nagase, "Atomic structure of epitaxial graphene islands on SiC(0001) surfaces and their magnetoelectric effects", *AIP Conf. Proc.* **1399** (2011) 755.
  15. F. Maeda and H. Hibino, "Molecular beam epitaxial growth of graphene and ridge-structure networks of graphene", *J. Phys. D: Appl. Phys.* **44** (2011) 435305.
  16. Y. Ogawa, B. Hu, C. M. Orofeo, M. Tsuji, K. Ikeda, S. Mizuno, H. Hibino, and H. Ago, "Domain structure and boundary in single-layer graphene grown on Cu(111) and Cu(100) films", *J. Phys. Chem. Lett.* **3** (2012) 219.
  17. S. Suzuki and H. Hibino, "Chemical vapor deposition of boron- and nitrogen-containing graphene thin films", *Mat. Sci. Eng. B* **177** (2012) 233.
  18. S. Tanabe, Y. Sekine, H. Kageshima, and H. Hibino, "Electrical characterization of bilayer graphene formed by hydrogen intercalation of monolayer graphene on SiC(0001)", *Jpn. J. Appl. Phys.* **51** (2012) 02BN02.
  19. K. Takahashi, K. Yamada, H. Kato, H. Hibino, and Y. Homma, "In-situ scanning electron microscopy of graphene growth on polycrystalline Ni substrate", *Surf. Sci.* **606** (2012) 728.
  20. G. Odawara, H. Hibino, N. Nakayama, T. Shimbata, C. Oshima, S. Otani, M. Suzuki, T. Yasue, and T. Koshikawa, "Macroscopic single-domain graphene growth on polycrystalline nickel surface", *Appl. Phys. Exp.* **5** (2012) 035501.

### C. 口頭発表

1. Growth, structure, and transport properties of epitaxial graphene on SiC, 8th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11, invited, Seoul, South Korea, May (2011).
2. Growth and transport properties of monolayer and bilayer graphene on SiC, XX International Materials Research Congress, invited, Cancun, Mexico, August (2011).
3. エピタキシャルグラフェンの成長と LEEM による評価, 第 72 回応用物理学学術講演会, invited, 2011 年 8 月.
4. エピタキシャルグラフェン成長の SiC 基板面方位依存性, 第 72 回応用物理学学術講演会, 2011 年 9 月.
5. Carrier transport in epitaxial graphene grown on SiC(0001), The Third International Symposium on the Surface and Technology of Epitaxial Graphene, invited, Saint Augustine, USA, October (2011).
6. グラフェンの成長過程の解析, 大阪電気通信大学エレクトロニクス基礎研究所第 19 回シンポジウム「極限表面界面解析技術と層状物質を用いたデバイス開発」, invited, 2011 年 11 月.
7. SiC からのグラフェン成長, 第 19 回ポリマー材料フォーラム, invited, 2011 年 11 月.
8. SiC からのグラフェン成長: 単結晶グラフェン基板に向けて, 日本学術振興会分子系の複合電子機能第 181 委員会第 12 回研究会, invited, 2011 年 12 月.
9. エピタキシャルグラフェン成長の基板面方位依存性, 第 4 回九大グラフェン研究会, invited, 2012 年 1 月.

### D. 講義

1. 数理学総合セミナー I: 結晶成長中の表面でのパターン形成とナノ構造材料の結晶成長法について解説した.(集中講義, 駒場, 2011 年 5 月, 10 月)

### F. 対外研究サービス

1. 8th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (2011 年 5 月) プログラム委員
2. 2011 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials (2011 年 9 月) プログラム委員
3. 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials (2011 年 9 月) 論文委員エリア 8 チェア
4. 日本学術振興会マイクロビームアナリシス第 141 委員会 庶務幹事

### G. 受賞

1. 日本学術振興会マイクロビームアナリシス第 141 委員会 榊奨励賞, 表面電子顕微鏡を用いた結晶成長・表面相転移の動的観察, 2008 年 9 月.

### 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: "On the Fourier Analysis Approach to the Hopf Bifurcation Theorem", *Advances in Mathematical Economics* 15(2011).
2. T. Maruyama: "Viability Problem in the Theory of Price Adjust Process", preprint.

## D. 講義

1. マクロ経済学の基礎理論: 国民経済計算、消費、投資、貨幣、有効需要の原理とケインズ均衡、国際取引、景気変動、経済成長。
2. 経済学における積分可能性条件 (Frobenius の定理) 再論: 仮線形偏微分方程式、Frobenius の定理、Nikliborc の定理、さらに 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した。

## F. 対外研究サービス

1. *Advances in Mathematical Economics*, Managing editor

## H. 海外からのビジター

1. Mau-Hsiang Shih (台湾師範大学)
2. L. Magnusson (Uppsala University)

## 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 Comput.* **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.

8. K. Ichikawa, T. Suzuki and N. Murata: “Stochastic simulation of biological reactions, and its applications for studying actin polymerization”, *Phys. Bio.* **7** (2010) 046010.
9. Y. Fujimoto, H. Hino and N. Murata: “An Estimation of Generalized Bradley-Terry Models Based on the em Algorithm”, *Neural Comput.* **23** (2011) 1623–1659.

#### C. 口頭発表

1. 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.
2. 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.
3. A geometrical extension of the Bradley-Terry model, Information Geometry and its Applications III (IGAIA3), Leipzig, Germany, 2010 年 8 月.
4. Non-parametric estimation of information from weighted data, Long-term workshop: Mathematical Sciences and Their Applications, Kamisuwa, Japan, 2010 年 9 月.
5. 太陽光発電量予測とその信頼性評価, 日本鉄鋼協会 第 162 回 秋季講演大会, 大阪大学, 2011 年 9 月.

#### D. 講義

1. 多変量解析・統計財務保険特論 V (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)

#### ☆ 客員准教授

#### (Visiting Associate Professors)

#### 長山 いづみ (NAGAYAMA Izumi)

##### A. 研究概要

市場リスク, 信用リスクの評価モデル開発に従事している. 今年度は, 契約相手の信用リスクを契約合計価値評価に反映させるためのモデルについての研究を行った. また, 少ないデータから分位点を推定するためのモデルを調査している. また派生証券のヘッジの有効性に関するシミュレーション実験も行った.

We are studying on the models for measuring market risk and credit risk. We have studied the counterparty credit risk model for Credit Value Adjustment of a netted portfolio. We are studying models for estimation of quantile using a few data. We also study the efficiency of hedging strategies of derivative securities by simulation test.

##### 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 : 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)
2. 統計財務保険特論 II, アクチュアリー数理 2 : 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)

小寺 諒介 (KODERA Ryosuke)

A. 研究概要

ループ代数及び量子ループ代数の表現のホモロジー代数的性質について研究を行っている。また、これらの代数は簾多様体と深い関係があるため、簾多様体の幾何学にも興味を持っている。

1. 量子ループ代数の既約表現の間の拡大の研究  
昨年度に引き続き、量子ループ代数の有限次元既約表現の間の拡大の研究を行った。 $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$  の場合に、あるクラスの既約表現の1次のExt群について、昨年度の結果 [4] に帰着することでその次元を求めることができた。さらに、 $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$  の有限次元既約表現の1次のExt群に対して、一般の場合の予想を定式化した。

また、最近の Chari-Moura-Young による研究に触発され、有限次元既約表現の自己拡大と、表現のテンソル積に関する素因子分解との関係について考察した。 $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$  の場合に、既約表現の自己拡大の1次のExt群の次元がその表現の素因子の数に一致すると予想し、ある仮定の下では証明を与えた。

2. 簾多様体とエネルギー関数との関係についての研究

ADE型簾多様体の Poincaré 多項式が、可解格子模型に由来する、エネルギー関数と呼ばれる量の母関数と一致することを昨年度証明した [3]。今年度は、エネルギー関数を簾多様体を用いてより直接的に表示しようと試みた。残念ながら発表できる成果は得られておらず、来年度以降の課題となった。

I study homological properties of representations of loop algebras and quantum loop algebras. I am also interested in the geometry of quiver varieties since these algebras have a closed connection to them.

1. Extensions between simple modules over the quantum loop algebra.

I have continued a study of the extensions between finite-dimensional simple modules over a quantum loop algebra. In the case of  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$ ,

I reduced the calculation of the Ext groups for a certain class of simple modules to my previous result [3] and determined the dimensions of such Ext groups. I made a conjecture concerning the Ext groups for general finite-dimensional simple modules over  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$ .

Motivated by a recent result of Chari-Moura-Young, I considered a relation between the self-extensions of finite-dimensional simple modules and their prime factorizations with respect to the tensor product. I conjectured for every finite-dimensional simple  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$ -module that the dimension of the self-extension group and the number of the prime factors coincide. In a special case, I proved it.

2. Relations between quiver varieties and energy functions.

In the last academic year I proved that the Poincaré polynomial of a quiver variety of type ADE coincides with the generating function of the energy function coming from solvable lattice models [3]. I made an attempt to express the energy function in terms of the quiver variety directly. Unfortunately, I could not obtain good results.

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", to appear in *Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences*.
4. Ryosuke Kodera, "Ext<sup>1</sup> for simple modules

over  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$ ”, 第 14 回代数群と量子群の表現論研究集会報告集.

### C. 口頭発表

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Loewy series of Weyl modules and the Poincaré polynomials of quiver varieties, RAQ セミナー, 上智大学, 2011 年 5 月.
7.  $\text{Ext}^1$  for simple modules over  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$ , 第 14 回代数群と量子群の表現論研究集会, 国民宿舎小豆島, 2011 年 6 月.
8.  $\text{Ext}^1$  for simple modules over  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$ , Infinite Analysis 11, 東京大学, 2011 年 7 月 (ポスター発表).
9. Self-extensions and prime factorizations for simple  $U_q(L\mathfrak{sl}_2)$ -modules, 表現論セミナー, 数理解析研究所, 2012 年 2 月.
10. Loewy series of Weyl modules for current Lie algebras, Geometric/categorical aspects of representation theory, 北海道大学, 2012 年 2 月.

## 権業 善範 (GONGYO Yoshinori)

### A. 研究概要

今年度は, 半対数的アバンドランス予想に対する決定的な結果である [7] を京都大学の藤野修氏との共同研究として得た. その後, 実係数と有理係数の消滅予想についての研究を行った, その結果, ショクロフの ACC 予想から, 有理連結多様体に対する対数的非消滅予想が従うことがわかった ([8]). 以上が今年度の極小モデル理論およびアバンドランス予想の研究で得られたものである. 論文 [9] は論文 [2] の続きの研究で, フィーバックの弱正値性を用いて, 多様体の像の研究を行った. さらに, 今年度から高木俊輔氏が東京大学に移ってきたのをきっかけに, 新しい研究として, 大域的  $F$  正則多様体の研究を本格的に始めた (実は既に [2] で, その応用の研究は行っていた). その結果, ファノ型多様体のコックス環の特異点による特徴付けに成功した ([10]).

In this academic year, I obtained one of the definitive results [7] of studies on the abundance conjecture for semi-log canonical pairs joint working with Osamu Fujino, at Kyoto University. Moreover I studied a difference of the real and rational coefficient version of the abundance conjecture. Thus I show the log non-vanishing conjecture for rationally connected varieties holds under assuming some Shokurov's ACC conjectures [8]. The above are all results on the minimal model theory and the abundance conjecture, which I obtained in this year. The paper [9] is a sequel of [2]. We study images of varieties using Viehweg's weakly positivity in [9]. Moreover I start a new project, which is a study on globally  $F$ -regular varieties since Shunsuke Takagi moved to our university in this year (actually I already got some idea of the application in [2]). Thus we successfully give a characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings [10].

### B. 発表論文

1. Y. Gongyo : “On weak Fano varieties with log canonical singularities”, (2009), to appear in J. Reine Angew. Math.
2. O. Fujino and Y. Gongyo : “On images of weak Fano manifolds”, Math. Z. **270**

- (2012), no. 1, 531–544.
3. Y. Gongyo :“Abundance theorem for numerically trivial log canonical divisors of semi-log canonical pairs”, preprint (2010), to appear in *J. Algebraic Geom.*
  4. O. Fujino and Y. Gongyo :“On canonical bundle formulae and subadjunctions”, preprint (2010), to appear in *Michigan Math. J.*
  5. Y. Gongyo :“On the minimal model theory for dlt pairs of numerical log Kodaira dimension zero”, *Math. Res. Lett.* **18** (2011), no. 5, 991–1000.
  6. Y. Gongyo and B. Lehmann :“Reduction maps and minimal model theory”, preprint (2010). submitted.
  7. O. Fujino and Y. Gongyo :“Log pluricanonical representations and abundance conjecture” preprint (2011), submitted.
  8. Y. Gongyo :“Remarks on the non-vanishing conjecture” preprint (2011), submitted.
  9. O. Fujino and Y. Gongyo :“On images of weak Fano manifolds II” preprint (2011),
  10. Y. Gongyo, S. Okawa, A. Sannai, and S. Takagi: “Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings” preprint (2012), submitted.
  4. ”On canonical bundle formulae and subadjunctions”, 南九州代数系集会, 鹿児島大学, 2011. Aug.26–28,
  5. ”The abundance conjecture for slc pairs and its applications”, 玉原多変数複素解析研究集会, 玉原国際セミナーハウス, 2011. Sep. 21–25,
  6. ”The abundance conjecture for slc pairs and its applications”, 城崎代数幾何学シンポジウム, 城崎大会議室, 2011. Oct. 24–28.
  7. ”The abundance conjecture for slc pairs and its applications”, Algebraic Geometry in East Asia 2011, National Taiwan University, 台北, 台湾, 2011. Nov. 16–20.,
  8. ”Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings”, Algebraic versus Analytic Geometry–Minimal model program, the Erwin Schrödinger International Institute for Mathematical Physics, Vienna, Austria, 2011. Dec. 5–13.,
  9. ”Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings II”, Algebraic geometry conference, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. 2011. Dec. 19–23.,
  10. ”Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings”, 東北大学代数幾何セミナー. 2012. Jan. 13.

### C. 口頭発表

1. ”On images of weak Fano manifolds”, Séminaire de géométrie algébrique, Institut de Mathématiques de Jussieu, Paris, 2011. Mar. 10.
2. ”Log pluricanonical representations and abundance conjecture”, 京都大学代数幾何セミナー, 2011. May. 27,
3. ”Log pluricanonical representations and abundance conjecture”, Pre-Conference, ”Summer School on Algebraic Geometry”, RIMS, 2011. June 13–17,

### G. 受賞

1. 2009 年度東京大学大学院数理科学研究科長賞,
2. 2011 年度建部賢弘賞奨励賞,
3. 第二回日本学術振興会育志賞.

### 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。2008 年度は、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、一昨年度、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乗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。作年度は、Bulíček 氏と Málek 氏との共同研究で冪乗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 Rodóriguez-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。今年度は、冪乗法則型流体の方程式の二層流体問題の Diffuse Interface Model に関して、二つの流体の密度が同じでかつ同じ冪を持つ粘性法則に従う場合に、弱解の構成を試みた。本研究は、Helmut Abels 氏、Lars Diening 氏との共同研究であり、本研究遂行のために、学術振興会特別研究員奨励費を使用して、ドイツへの渡航を5月から7月及び11月から12月にかけて、2回行った。同渡航では、レーゲンスブルクの Helmut Abels 氏のもとに滞在したが、Lars Diening 氏とも議論を行った。このほかには、調和解析とマルチンゲールの理論の関連について、

興味を持っており、この関連を利用して、調和解析に現れる、特異積分作用素や分数積分作用素の評価について理解を深め、研究を行いたいと考えている。

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 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. Two years ago, 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. Last 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 Rodóriguez-Bellido('01) and we

improved their result. Some apriori estimate for the weak solution is the key to that result. This year, I tried to construct weak solutions of diffuse-interface model of two power-law fluids with matched density and with the same power of the viscosity-law. This is a joint work with Helmut Abels and Lars Diening and I visited Germany from May to July and from November to December supported by JSPS. In this visit, I visited Helmut Abels but I also discussed with Lars Diening. In other research directions, I am interested in the connection between harmonic analysis and martingale theory. Using this connection, I would like to understand more about estimates of singular integral operators and fractional integral operators in harmonic analysis and to do a research on it.

#### B. 発表論文

1. 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.
2. H. Abels and Y. Terasawa: "On Stokes operators with variable viscosity in bounded and unbounded domains", *Math. Ann.* **344** (2009) 381–429.
3. H. Abels and Y. Terasawa: "Non-homogeneous Navier-Stokes systems with order-parameter dependent stresses", *Math. Meth. Appl. Sci.* **33** (2010) 1532–1544.
4. Y. Terasawa and N. Yoshida: "Stochastic Power Law Fluids: Existence and Uniqueness of Weak Solutions", *Ann. of Appl. Prob.* **21** (2011) 1827–1859.
5. M. Bulíček, J. Málek and Y. Terasawa: "On Hausdorff dimension of blow-up times relevant to weak solutions of generalized Navier-Stokes fluids", to appear in *Gakuto International Series Mathematical Sciences and Applications*, 15pp.

#### C. 口頭発表

1. On Stokes operators with variable viscosity, Analysis Seminar, Technische Universität Darmstadt, Germany, 2007年11月.
2. 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.
3. On Stokes operator with variable viscosity, 北東数学解析研究会, 北海道大学, 2008年2月.
4. On Stokes operators with variable viscosity in bounded and unbounded domains, Workshop "Mathematical Fluid Dynamics", Technische Universität Darmstadt, Germany, 2008年9月.
5. Non-homogeneous Navier-Stokes equations with order-parameter stresses, Differential equation seminar, Wroclaw University, Poland, 2009年11月.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. On Hausdorff dimension of blow-up times relevant to weak solutions of generalized Navier-Stokes Fluids, The 4th MSJ-SI, Non-linear Dynamics of Partial Differential Equations, 九州大学, 2011年9月.
10. Stochastic Power Law Fluid Equations: Construction of Weak Solutions, 2011年度日本数学会秋季総合分科会, 信州大学, 2011年9月.

## 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. 今年度は主に多重ゼータ値について研究し, 以下のような成果を得た:

- (1) 多重ゼータ値と等号付き多重ゼータ値を補間する多項式 ( $t = 0$  で多重ゼータ値,  $t = 1$  で等号付き多重ゼータ値となる) を構成し, それらに対して巡回和公式を拡張した. また  $t = \frac{1}{2}$  での値と大野-Zudilin の 2-1 予想との関係を調べた.
- (2) 3, 2, 1 からなるインデックスを持つある種の等号付き多重ゼータ値の間に成り立つ代数関係式を証明した (田坂浩二氏との共同研究).
- (3) 近藤-斎藤-田中により, ある等号付き多重ゼータ値の和が円周率の冪の有理数倍であることが示されていたが, その有理数部分を明示的に表す公式を示した.
- (4) ロンサム行列の個数を重みつきで数える母関数について,  $q$ -可換な変数を用いた簡潔な表示を与えた (大野泰生氏, 鎌野健氏との共同研究).

I am interested in the zeta and  $L$  functions of algebraic number fields, and multiple zeta functions. This year, I mainly studied the relations of multiple zeta values, and obtained the following results:

- (1) I constructed polynomials of which the values are equal to the multiple zeta or zeta-star values when the variable  $t$  is 0 or 1, respectively. I extended the cyclic sum formula to these polynomials, and also studied the relation of the values at  $t = \frac{1}{2}$  with the two-one conjecture of Ohno-Zudilin.
- (2) I proved some algebraic relations among certain multiple zeta-star values whose indices consist of 3, 2, 1 (with Koji Tasaka).
- (3) Kondo-Saito-Tanaka had shown that certain sums of multiple zeta-star values are

rational multiples of powers of  $\pi$ . I obtained an explicit formula for their rational parts.

- (4) I gave a simple expression of the generating function which counts the number of lonesum matrices with a kind of weight, using  $q$ -commutative variables (with Yasuo Ohno and Ken Kamano).

### B. 発表論文

1. S. Yamamoto: "Kronecker limit formula for real quadratic fields and Shintani invariant", RIMS Kôkyûroku Bessatsu B4 (2007), 45–50.
2. S. Yamamoto: "On Kronecker limit formulas for real quadratic fields", Journal of Number Theory 128 (2008), 426–450.
3. S. Yamamoto: "Hecke's integral formula for relative quadratic extensions of algebraic number fields", Nagoya Math. J. 189 (2008), 139–154.
4. S. Yamamoto: "On Shintani's ray class invariant for totally real number fields", Math. Ann., 346 (2010), 449–476.
5. 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. Zeta functions and cone decompositions for totally real fields, 愛媛整数論集会, 愛媛大学, 2009年2月.
2. 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, 2009年12月.
3. Kronecker's limit formula for real quadratic fields, 第8回北陸数論研究集会, 金沢大学サテライトプラザ, 2009年12月.
4. On analytic expressions of the Shintani invariants for real quadratic fields, Workshop on various zeta functions and related topics, 東京大学, 2010年12月.

5. 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, 2011 年 2 月.
6. 多重  $L$  値の交代和公式について, 関西多重ゼータ研究会, 近畿大学, 2011 年 5 月.
7. 円周率で表される多重ゼータ値の和, 東京理科大学談話会, 東京理科大学, 2011 年 7 月.
8.  $(2, 1)$  型の等号付き多重ゼータ値について, 第 6 回福岡数論研究集会, 九州大学, 2011 年 8 月.
9. ある等号付き多重ゼータ値の和の計算, 第 5 回多重ゼータ研究集会, 九州大学, 2012 年 1 月.
10. 多重ゼータ値と等号付き多重ゼータ値の補間について, 第 5 回ゼータ若手研究集会, 名古屋大学, 2012 年 2 月.

## 渡辺 究 (WATANABE Kiwamu)

### A. 研究概要

今年度は, ファノ多様体上の有理曲線の研究, 特に, Campana-Peternell 予想に関する研究を行った. ここで, Campana-Peternell 予想とは, 「ネフな接束を持つファノ多様体  $X$  は有理等質多様体である」という予想であり,  $X$  の次元が 4 以下であるときに成り立つことが知られている. 4 次元以下で最も難しい場合は,  $X$  がピカール数 1 の 4 次元ファノ多様体で反標準次数が 3 となる有理曲線を含む場合である. この場合は, J. M. Hwang 氏と N. Mok 氏により解決された. 今年度の研究成果として, Hwang-Mok の結果の一般化を与えたことが挙げられる. 実際, ピカール数 1 の複素射影多様体上の  $\mathbb{P}^1$  束のうち, ( $\mathbb{P}^1$  束に付随する自然な射影とは異なる) 相対次元 1 の滑らかな射を持つようなものを分類した. この結果の系として Hwang-Mok の結果を得ることが出来る. 他方, Campana-Peternell 予想の特殊な場合の研究も行った. 具体的には,  $X$  を直線で覆われるように射影空間に埋め込むことが可能で, 尚かつファノ指数が大きい場合に Campana-Peternell 予想を考えた. このとき,  $X$  上の直線のヒルベルトスキームとその普遍族の性質を調べた.

This year, I had been studied rational curves on Fano manifolds, in particular Campana-Peternell conjecture. Here, Campana-Peternell conjecture predicts “A Fano manifold  $X$  with nef tangent bundle is rational and homogeneous” and it is known that this conjecture holds if the dimension of  $X$  is at most 4. The most difficulty lies in the case where  $X$  is a Fano 4-fold of Picard number 1 which carries a rational curve whose anticanonical degree is 3. This case was solved by J. M. Hwang and N. Mok. As a research product of this year, I gave a generalization of Hwang-Mok’s result. Actually, I classified  $\mathbb{P}^1$ -bundles over a complex projective manifold of Picard number 1 which admit another smooth morphism of relative dimension 1. As a corollary, we can get Hwang-Mok’s result. On the other hand, I studied a special case of Campana-Peternell conjecture. In detail, I investigated Campana-Peternell conjecture in the case where  $X$  is an embedded Fano manifold with high Fano index which is covered by lines. In this case, I studied the Hilbert scheme of lines on  $X$  and its universal family.

### B. 発表論文

1. K. Watanabe : “Classification of polarized manifolds admitting homogeneous varieties as ample divisors”, *Math. Ann.* 342:3 (2008) 557–563.
2. K. Watanabe : “Actions of linear algebraic groups of exceptional type on projective varieties”, *Pacific J. Math.* 239:2 (2009) 391–395.
3. K. Watanabe : “Lengths of chains of minimal rational curves on Fano manifolds”, *J. Algebra* 325:1 (2011) 163–176.
4. K. Watanabe : “A bound of lengths of chains of minimal rational curves on Fano manifolds of Picard number 1”, *J. Algebra* 337:1 (2011) 224–232.
5. K. Watanabe : “Classification of embedded projective manifolds swept out by rational homogeneous varieties of codimension one”, *Pacific J. Math.* 252:2 (2011) 493–497.

6. K. Watanabe : “On projective manifolds swept out by cubic varieties” , to appear in Int. J. Math.
7. K. Watanabe : “ $\mathbb{P}^1$ -bundles over projective manifolds of Picard number one which admit another smooth morphism of relative dimension one” , arXiv:1201.3558.

#### C. 口頭発表

1. On projective manifolds swept out by high dimensional cubic varieties, 代数幾何学シンポジウム—佐渡—, 佐渡島開発総合センター, 2011年6月.
2. Lengths of chains of minimal rational curves on Fano manifolds of Picard number 1, 代数幾何学の学校—極小モデルと端射線, 京都大学数理解析研究所, 2011年6月.
3. Lengths of chains of minimal rational curves on Fano manifolds, Geometrie Algebrique en Liberte (GAeL), Berlin, Germany, 2011年7月.
4. On projective manifolds swept out by high dimensional cubic varieties, 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学, 2011年9月.
5. Classification of embedded projective manifolds swept out by rational homogeneous varieties of codimension one, 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学, 2011年9月.
6. Variety of minimal rational tangents and its applications, 高知代数幾何セミナー, 高知大学, 2011年10月.
7. On projective manifolds swept out by cubic varieties, 東大数理代数幾何セミナー, 東京大学, 2011年11月.
8.  $\mathbb{P}^1$ -bundles over projective manifolds admitting another smooth morphism (title changed), Joint Seminar in Algebraic and Complex Geometry, Strasbourg, France, 2012年1月.

9.  $\mathbb{P}^1$ -bundles over projective manifolds and Campana-Peternell conjecture of dimension 4, Seminario de Geometria Algebraica, Madrid, Spain, 2012年2月.
10.  $\mathbb{P}^1$ -bundles over projective manifolds and Campana-Peternell conjecture of dimension 4, Radon Group Seminar, Linz, Austria, 2012年2月.

#### F. 対外研究サービス

1. 都の西北 代数幾何学セミナー世話人 (早稲田大学)

### 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 examples 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’s 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 in-

variant of Ghys and Sergiescu is generally non zero, therefore this gives us concrete and simple non trivial geometrical examples for Connes’s 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 2011-2012, I worked on the following three topics. First, I finished correcting my paper intitled “The Novikov conjecture and the Thompson group” (in French), written in collaboration with Vlad Sergiescu. Our aim was to prove that the Thompson group satisfies the Novikov conjecture by using some methods involving cyclic cohomology, methods which are due to Connes and Moscovici. Our problem was that although it was fairly easy to prove that the Euler cocycle and the PL Godbillon Vey cocycle (which are both cocycles of degree 2 and which generate the cohomology of the Thompson group) satisfy the Novikov conjecture, it was much harder to prove a similar statement for their powers. Finally, we managed to do it, using hard computations and some results of J.B. Bost, published in his famous paper on the Oka principle.

Second, I gave an algorithm to compute the K-theory of the  $C^*$ -algebra of all codimension one foliations which are proper and “almost without holonomy” (meaning that the holonomy groups of all the noncompact leaves are trivial). This extends 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 provide very interesting examples in noncommutative geometry. A preliminary version of this paper is now written.

Third, I studied Connes' transverse fundamental class for codimension 2 linear foliations on torus bundles over the circle. These foliations are fairly simple to understand, they are obtained by suspension of a linear automorphism of the torus  $T^2$  and they are classified in three categories: the elliptic case, the parabolic case and the hyperbolic case. The aim of my work was to study in detail Connes' transverse fundamental class, which is a densely defined cyclic 2-cocycle on the foliation  $C^*$ -algebra, in the case of these foliations. I proved by some simple computational methods that in all cases, the transverse fundamental class induces a well defined map from the K-theory of the foliation  $C^*$ -algebra to the complex numbers. In the elliptic case, this was fairly easy to prove. In the parabolic case, I used a method similar to a method of Connes, which he uses to solve the "almost isometric case" in his famous paper on the transverse fundamental class of a foliation. In the hyperbolic case, I used a famous result of Bost (the one I mentioned above). A preliminary version of this paper is now written.

#### 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.
4. C.Oikonomides and V.Sergiescu: "La conjecture de Novikov et le groupe de Thompson", to appear in Expositiones Mathematicae.
5. C.Oikonomides: "The  $C^*$ -algebra of codimension one foliations which are almost without holonomy", in preparation.

6. C.Oikonomides: "The transverse fundamental class of linear foliations on torus bundles over the circle", in preparation.

#### C. 口頭発表

1. Cyclic cohomology and the Novikov conjecture, Operator algebra Seminar, The University of Tokyo, July 2009.
2. The  $C^*$ -algebra of codimension one foliations which are almost without holonomy, Operator algebra seminar, The University of Tokyo, May 2010.
3. The  $C^*$ -algebra of codimension one foliations which are almost without holonomy, Topology seminar, The University of Tokyo, July 2011.
4. The transverse fundamental class of linear foliations on torus bundles over the circle, Operator algebra seminar, The University of Tokyo, January 2012.
5. The transverse fundamental class of linear foliations on torus bundles over the circle, Topology and Analysis on Foliations, Nagoya University, March 2012.

#### SILANTYEV Alexey

(シランティエフ アレクセイ)

#### A. 研究概要

We investigate the algebraic properties of  $q$ -analogues of the Manin matrices. The Manin matrices (their  $q$ -analogues) can be considered as graded algebra homomorphisms acting on the algebras of the commuting ( $q$ -commuting) variables. Following Manin ideas one can consider a generalization of these matrices for arbitrary quadratic algebra. We investigate these matrices from algebraical point of view and, in particular, interpret them in terms of the category theory.

Following our recent work on generalized Macdonald-Ruijsenaars systems I have now started investigation of the kernel functions

for these operators. These functions satisfy the kernel identities for a pair of the generalized Macdonald-Ruijsenaars operators (with the same or different numbers of particles). They proved to be useful for understanding the eigenfunctions of the usual Macdonald-Ruijsenaars operators in the work of Y. Komori, M. Noumi and J. Shiraishi.

We have established a remarkable connection between the theory of Frobenius manifolds and the representation theory of the rational Cherednik algebra (a degeneration of Double Affine Hecke Algebra (DAHA)). In 1979 Kyoji Saito constructed a flat metric on the space of orbits of a finite Coxeter group. We use the Saito flat coordinates to describe special submodules in the polynomial representation of the rational Cherednik algebras. We exploit the almost duality between Frobenius and almost Frobenius manifolds, it gives a construction of singular polynomials generating submodules in terms of the Saito flat coordinates.

#### B. 発表論文

1. A. Silantyev : “Transition function for the Toda chain”, *Theoretical and Mathematical Physics*, 150:3, 315-331, 2007.
2. S. Pakuliak, V. Rubtsov, A. Silantyev : “Classical elliptic current algebras. I”, *Journal of Generalized Lie Theory and Applications*, Vol 2 , No 2, 65-78, 2008
3. S. Pakuliak, V. Rubtsov, A. Silantyev : “Classical elliptic current algebras. II”, *Journal of Generalized Lie Theory and Applications*, Vol 2 , No 2, 79-93, 2008.
4. S. Pakuliak, V. Rubtsov, A. Silantyev : “SOS model partition function and the elliptic weight functions”, *J. Phys. A: Math. Theor.*, 41, 295204, 22pp , 2008.
5. V. Rubtsov, A. Silantyev, D. Talalaev : “Manin Matrices, Quantum Elliptic Commutative Families and Characteristic Polynomial of Elliptic Gaudin model”, *SIGMA* 5, 110, 22 pages, 2009.

6. A. Oskin, S. Pakuliak, A. Silantyev : “On the universal weight function for the quantum affine algebra  $U_q(\widehat{gl}_n)$ ”, *St. Petersburg Math. J.*, 21, no. 4, 651-680, 2010.
7. M. Feigin, A. Silantyev : “Generalized Macdonald-Ruijsenaars systems”, arXiv:1102.3903.
8. M. Feigin, A. Silantyev : “Singular polynomials from orbit spaces”, arXiv:1110.1946.

#### C. 口頭発表

1. *SOS model with Domain Wall Boundary Conditions and elliptic projection method*, at ‘Supersymmetries and Quantum Symmetries’, Dubna, Russia, 30 July – 4 August, 2007.
2. *Generalized Macdonald-Ruijsenaars systems and Double Affine Hecke Algebras*, at ‘Quantum Integrable Discrete systems’, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences, Cambridge, UK, 23–27 March, 2009.
3. *Generalized Macdonald-Ruijsenaars systems and Double Affine Hecke Algebras*, at ‘Integrable Systems and Quantum Symmetries’, Prague, Czech Republic, 19–20 June, 2009.
4. *Double Affine Hecke Algebras and Generalized Macdonald-Ruijsenaars systems*, (a poster and a short report) at ‘ARTIN (Algebra and Representation Theory in the North)/Integrable Systems Workshop’, The University of Glasgow, UK, 23–24 April 2010.
5. *Generalized Macdonald-Ruijsenaars systems and Double Affine Hecke Algebras*, at the one-day workshop ‘Journée Quantique des jeunes’, LAREMA, Université d’Angers, France, 13 December 2010.
6. *Generalized Macdonald-Ruijsenaars systems and Double Affine Hecke Algebras*, at International Workshop on Tropical and Quantum Geometries, RIMS, The University of Kyoto, 13–17 February 2012.



## Di Proietto, Valentina

### A. Summary of Research

In [3] I proved an application of the results contained in [2]. Let  $V$  be a complete discrete valuation ring of mixed characteristic  $(0, p)$  with uniformizer  $\pi$ , let  $K$  be its fraction field and let  $k$  be the residue field. Let  $X$  be a proper semistable variety over  $V$ , with an horizontal normal crossing divisor  $D$ . We consider on  $X$  the log structure induced by the divisor with normal crossing  $X_k \cup D$  in  $X$  and on  $\text{Spec}(V)$  the log structure induced by the closed point. We consider on  $X$  the open  $U$  defined as the complement of the divisor  $D$ . In the paper [2], assuming that  $\Sigma$  is a subset of  $(\mathbb{Z}_p/\mathbb{Z})^h$ , satisfying some non-Liouville hypothesis where  $h$  is the number of the irreducible components of  $D_k$ , we constructed a fully faithful functor

$$\psi : I^\dagger((U_k, X_k))/V)^{\Sigma, \log} \longrightarrow \text{MIC}(U_K/K)^{\text{reg}, \Sigma}$$

where the first is the category of log overconvergent isocrystals with  $\Sigma$ -unipotent monodromy and the second is the category of coherent modules with integrable connection on  $U_K$ , regular along  $D_k$  and such that they admit an extension to locally free modules with connection on  $X_K$ , with logarithmic singularity along  $D_K$  and exponents in  $\Sigma$ .

In [3] we fix a log overconvergent isocrystal  $\mathcal{E}$  and  $\Sigma$  a subgroup in  $(\mathbb{Z}_p/\mathbb{Z})^h$  satisfying some non-Liouville hypothesis and we consider the category  $I^\dagger((U_k, X_k))/V)^{\Sigma, \log}(\mathcal{E})$  whose objects have a filtration such that every successive quotient is isomorphic to a simple subquotient of  $\mathcal{E}^{\otimes n} \otimes \mathcal{E}^{*\otimes m}$  with  $m$  and  $n$  integer numbers. We consider the category  $\text{MIC}(U_K/K)^{\text{reg}, \Sigma}(\psi(\mathcal{E}))$ , defined in an analogous way and we prove that the functor  $\psi$  induced an equivalence of category between  $I^\dagger((U_k, X_k))/V)^{\log, \Sigma}(\mathcal{E})$  and  $\text{MIC}(U_K/K)^{\text{reg}, \Sigma}(j(\mathcal{E}))$ .

In [4] we study the relation between the kernel of the monodromy operator acting on the first log crystalline cohomology group and the first rigid cohomology group of a semistable

curve. Let  $X$  be a proper semistable curve over  $V$ , with special fiber  $X_k$ . Let  $\mathcal{E}$  be an overconvergent  $F$ -isocrystal on  $X_k$  and let us denote by  $H_{\text{rig}}^i(X_k, \mathcal{E})$  the rigid cohomology with coefficients on  $\mathcal{E}$  and by  $H_{\text{log-cris}}^i(X_k, \mathcal{E})$  the log-crystalline cohomology of  $X_k$  with coefficients of  $\mathcal{E}$ . Using Coleman and Iovita's description of the action of the monodromy operator  $N$  on  $H_{\text{log-cris}}^1(X_k, \mathcal{E})$ , we prove that if  $\mathcal{E}$  is the trivial  $F$ -isocrystal, then  $\text{Ker}(N) = H_{\text{rig}}^1(X_k, \mathcal{E})$ . Moreover we prove that if  $\mathcal{E}$  is unipotent (plus some additional hypothesis), then  $\text{Ker}(N)/H_{\text{rig}}^1(X_k, \mathcal{E})$  is a vector space of dimension 1. This is a joint project with B. Chiarellotto, R. Coleman and A. Iovita.

### B. List of Publications

1. V. Di Proietto, "On  $p$ -adic differential equations on semistable varieties", Ph.D. Thesis, Università degli Studi di Padova, (2009).
2. V. Di Proietto, "On  $p$ -adic differential equations on semistable varieties", arXiv:1003.3994.
3. V. Di Proietto, "An equivalence of Tannakian categories of  $p$ -adic differential equations", preprint.
4. B. Chiarellotto, R. Coleman, V. Di Proietto, A. Iovita, "Kernel of the monodromy operator for semistable curves", in preparation.

### C. List of Invited Talks

1.  $p$ -adic differential equations and log convergent isocrystals over curves, January 15-th 2008, Department of Mathematics and Informatics, Faculty of Science, Chiba University, Japan.
2. On  $p$ -adic differential equations on semistable varieties, July 16-th 2008, Number theory seminar, Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo, Tokyo, Japan.
3. On  $p$ -adic differential equations on semistable varieties, July 23-th 2008,

“The 7th conference of number theory in Hiroshima”, Hiroshima, Japan.

4. On  $p$ -adic differential equations on semistable varieties, June 24-th 2010, “Log Conf 2010: Current trends in logarithmic geometry”, Bordeaux, France.
5. An algebrization functor for certain  $p$ -adic differential equations, November 8-th 2010, “Berkovich Spaces and  $p$ -adic Differential Equations”, IRMA Strasbourg, France.
6.  $p$ -adic Hodge theory and rigid cohomology, March 17-th 2011, Québec-Vermont Number Theory Seminar, Montreal, Canada.
7. Section 3 of Kedlaya’s paper: “Good formal structures for flat meromorphic connections, I: Surfaces”, (two sessions), “Travaux de Kedlaya et Mochizuki sur la structure formelle des connexions méromorphes”, March 30-th 2011, Petit groupe de travail au CIRM, Luminy, France.
8. Kernel of the monodromy operator for semistable curves, “Algebraic Number Theory and Related Topics”, November 28-th 2011, RIMS, Kyoto, Japan.

## 李 忠華 (LI Zhonghua)

### A. 研究概要

In the last academic year, I mainly continued considering some problems concerning multiple zeta values.

(a) By constructing a transformation formula for the generalized hypergeometric series  ${}_3F_2$ , we represent the difference  $u\Phi_0^*(-u, v, t) - v\Phi_0^*(-v, u, t)$  by gamma functions. Here,  $\Phi_0^*(u, v, t)$  is the generating function of sums of multiple zeta-star values with fixed weight, depth and height. From this result, we prove a conjecture of Kaneko and Ohno, which describes some type of duality of multiple zeta-star values.

(b) For an element  $\Phi$  satisfying regularized double shuffle relation, we prove the reflection formula for the gamma series  $\Gamma_\Phi(s)$  associating to  $\Phi$ . As consequences, we prove that the evaluation formulas for  $\zeta(2k), \zeta(\underbrace{2, \dots, 2}_n), \zeta(\underbrace{2k, \dots, 2k}_n)$ , and so on, and the Le-Murakami’s relation can be deduced from the regularized double shuffle relation.

### B. 発表論文

1. Zhonghua Li: “Sum of multiple zeta values of fixed weight, depth and  $i$ -height”, *Math. Z.* **258(1)** (2008), 133–142.
2. Zhonghua Li: “Sum of multiple  $q$ -zeta values”, *Proc. Amer. Math. Soc.* **138(2)** (2010), 505–516.
3. Zhonghua Li: “Gamma series associated to elements satisfying regularized double shuffle relations”, *J. Number Theory* **130(2)** (2010), 213–231.
4. Zhonghua Li: “Higher order shuffle regularization for multiple zeta values”, *Proc. Amer. Math. Soc.* **138(7)** (2010), 2321–2333.
5. Zhonghua Li: “Regularized double shuffle and Ohno-Zagier relations of multiple zeta values”, preprint, 2010.
6. Zhonghua Li: “On functional relations for the alternating analogues of Tornheim’s double zeta function”, preprint, 2010. arXiv:1011.2897v1.
7. Zhonghua Li: “On harmonic sums and alternating Euler sums”, preprint, 2010. arXiv: 1012.5192v3.
8. Zhonghua Li: “On a conjecture of Kaneko and Ohno”, preprint, 2011. arXiv: 1106.5103v1.

### C. 口頭発表

1. Higher order shuffle regularization and multiple polylogarithms, Summer School: Multiple Zeta Values and Motives, Tohoku University, July 2008.

2. Algebraic aspects of multiple zeta values, Seminar Talk, University of Science and Technology of China, March 2009.
3. (1) Gamma series associated to elements satisfying regularized double shuffle relations, (2) Monodromy of multiple polylogarithms, The Second MZV Seminar, Kyushu University, January 2010.
4. On regularized double shuffle relation for multiple zeta values, Number Theory Seminar, The University of Tokyo, January 2011.
5. Regularized double shuffle and Ohno-Zagier relations of multiple zeta values, The 4th Workshop on Zeta for Young Researchers, Okinawa, February 2011.
6. On regularized double shuffle relation for multiple zeta values, Geometry Seminar 16, University of Science and Technology of China, March 2011.
7. Double shuffle and Ohno-Zagier relations for multiple zeta values, The 3th Kansai Multiple Zeta Seminar, Osaka Institute of Technology, August 2011.
8. On the duality for multiple zeta-star values of general height, The 5th Workshop on Multiple Zeta and Related Topics, Kyushu University, January 2012.

## 特任研究員 (Project Researcher)

### 上坂 正晃 (UESAKA Masaaki)

#### A. 研究概要

本年度は、土壌汚染の適切なモデリングについての、均質化法 (homogenization) の視点からのアプローチを主に研究した。

土壌内の化学物質の汚染については、移流拡散方程式では記述できないという意味において「異常拡散現象」の一つとされている。実際、いくつかのフィールド実験などにより、土壌内の化学物質の汚染は、拡散方程式で記述されるものよりもはるかに拡散のスピードが遅いことが知られている。

こうした土壌内の拡散のモデルについては、分数階微分を含む偏微分方程式などが提唱されているが、私はよりミクロな土壌構造から出発し、モデルを導こうとしている。すなわち、ミクロスケールでの、土壌の構造を考慮した拡散方程式から、均質化法を用いて、マクロスケールでの方程式を導くというものである。本年度は、この計画に関連する文献調査を行った。

In this year, I have studied the construction of an appropriate model of the soil contamination by means of homogenization.

The chemical contamination of the soil is regarded as one of the "anomalous diffusion" phenomena, which means that it is not described as an advection-diffusion equation. Indeed, Some field experiment have revealed that the diffusion in the soil is much slower than Gaussian diffusion.

Several model are proposed for the diffusion in the soil structure, for example the fractional differential equation, and I try to propose the new model of this phenomenon starting from the microstructure. In detail, My approach is to obtain the new model as the scaling limit of the diffusion equation model which we take the microstructure of the soil into account. In this year, I have surveyed the reference related to this plan.

#### B. 発表論文

1. Masaaki Uesaka, Inverse problems for

some system of viscoelasticity via Carleman estimates, Inverse Problems に掲載予定

2. Masaaki Uesaka, Inverse problem for the phase field system by measurements of one component, Inverse Problems in Science and Engineering に掲載予定

3. Masaaki Uesaka, Inverse problem of a structured population model, Journal of Mathematical Analysis and Applications に掲載予定

#### C. 口頭発表

1. 2011年12月9日, Approach toward the anomalous diffusion in the soil by homogenization, CoMFoS 2011 in Hiroshima. 広島学院大学.

### 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、最近は方物型方程式の解の瞬間爆発や、平均曲率流方程式や吸収項付き反応拡散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 vanishing for the mean curvature flow equations and the semilinear heat equation with absorption.

#### 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. Y. Giga, Y. Seki and N. Umeda, "On decay rate of quenching profile at space infinity for axisymmetric mean curvature flow", *Discrete and Continuous Dynamical System* **29** (2011) no. 4 1463-1470.
6. M. Shimojo and N. Umeda, "Blow-up at space infinity for solutions of cooperative reaction-diffusion systems", *Funkcialaj Ekvacioj*, **54** (2011), 315–334.
7. T. Igarashi and N. Umeda, "Existence of global solutions in time for reaction-diffusion Systems with inhomogeneous terms in cones", to appear in *Hiroshima Math. J.*
8. R. Suzuki and N. Umeda, "Blow-up of solutions of a quasilinear parabolic equation", to appear in *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A Math.*
9. M.-H. Giga, Y. Giga, T. ohthska and N. Umeda, "On behavior of signs for the heat equation and a diffusion method for data separation", preprint.
10. N. Umeda, "On venching at space infinity for semilinear heat equation with absorption", preprint.

#### C. 口頭発表

1. 梅田典晃, *On blow-up at space infinity for nonlinear heat equations*, 非線形発展方程式と現象の数理、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. 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 (山田義雄先生), 京都大学, 2008 年 11 月.
4. 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.
5. 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.
6. 梅田典晃, *On quenching at space infinity for semilinear heat equation with absorption*, 第 4 回非線型偏微分方程式と変分問, 首都大学東京, 2010 年 2 月
7. 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
8. 梅田典晃, *On quenching and dead-core at space infinity for semilinear heat equation with absorption*, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学, 2011 年 9 月 2 日.
9. 梅田典晃, *On vanishing at space infinity for semilinear heat equation with absorption*, 仙台偏微分方程式研究集会, 東北大学, 2011 年 10 月 9 日.
10. 儀我美保, 儀我美一, 大塚岳, 梅田典晃, *On behavior of signs for the heat equation and a diffusion method for data separation*, 三大学偏微分方程式セミナー, 日本大学, 2012 年 2 月 15 日.

### 川上 拓志 (KAWAKAMI Hiroshi)

#### A. 研究概要

坂井秀隆氏, 中村あかね氏との共同研究で, 4 次元 Painlevé 型方程式の分類を行った.

また, (退化) Garnier 系の Hamiltonian の対称的な表示を得た.

In a joint work with H. Sakai and A. Nakamura, we made a classification of four-dimensional Painlevé type equations.

As a by-product of this study, we obtained a symmetric expression of the Hamiltonian for each (degenerate) Garnier system.

#### 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 systems 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.
4. 川上 拓志, 中村あかね, 坂井秀隆: “4 次元 Painlevé 型方程式の退化図式”, 数理解析研究所講究録 1765 「可積分系数理の多様性」 (2011), 108–123.

#### C. 口頭発表

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

7. 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.
8. Degeneration of 4-dimensional Painlevé type equations, Journée Japon-France de l'équipe Equations fonctionnelles, Université de Strasbourg, France, 2011 年 2 月.
9. 4 次元 Painlevé 型方程式の退化図式, 古典解析セミナー, 大阪大学, 2011 年 7 月.
10. Painlevé 方程式の Hamiltonian を用いた Garnier 系の表示, 函数方程式論サマーセミナー, 北海道千歳市, 2011 年 8 月.

## 加藤 恭 (KATO Takashi)

### A. 研究概要

#### 1. マーケットインパクト (MI) を考慮した最適執行問題

標記のテーマについて, 今年度は特に証券価格が幾何 Ornstein-Uhlenbeck 過程と呼ばれる平均回帰性を持った確率過程に従って変動する場合に, 線形な MI の下でのリスク中立トレーダーの最適執行戦略が「初期/終端時点での一括試行及び期中の分割執行」という混合戦略によって与えられる事を示した. 「MI を回避するために分割執行が必要となるのはどのような場合か」を考察する事は実際の市場における構造をモデル化する際に非常に重要なテーマとなる. 以前の研究において, MI 関数の凸性が分割執行を引き起こす一つの要因である事が分かったが, 上記の結果は, 証券の価格回復効果あるいは MI の弾力性もまた要因の一つである事を示している.

#### 2. ファットテールな分布に対する Value at Risk (VaR) の漸近挙動と計量的オペレーショナルリスク管理

ファットテールな分布を持つ確率変数の VaR に関する漸近挙動を調べた. 具体的には,  $L$  と  $S$  を正則変動する裾分布を持つ独立確率変数とする時,  $\text{VaR}_\alpha(L+S) - \text{VaR}_\alpha(L)$  の  $\alpha \rightarrow 1$  とした時の漸近挙動は,  $L$  と  $S$  の裾指数の大小関係によって変化する事を示した. 特に  $S$  の裾指数が  $L$  よりも 1 より大きい (即ち裾が厚くない) 時には上の VaR の差は  $S$  の期待値と漸近同値である事が分かった. この結果は,  $L$  及び  $L+S$  をそれぞれオペレーショナルリスク損失額の事

前分布及び事後分布と対応させた時の, 追加損失額 (シナリオ等)  $S$  が VaR に与える影響度に関する理論的示唆を与えていると解釈出来る.

#### 3. 流動性を考慮した株価モデル: 拡散近似アプローチによる連続時間モデルの導出

Föllmer-Schweizer (1993) で扱われているエージェントベースの株価モデルでは, 取引時刻の間隔を短くした時の極限として連続時間の株価モデルを導出し, それを確率微分方程式 (SDE) の解として特徴付けている. 本研究では, 彼等のモデルに「空売り制約」あるいは「予算制約」の条件を追加し, また市場参加者の超過需要関数の形状を一般化した下で同様の極限定理を扱い, 株価過程が斜め反射壁を持つ SDE の解として得られる事を示した. 更に, 本モデルの枠組みにおいて「空売り制約が株価の上昇に繋がる」という, 多くの研究や実際の市場で期待されている主張と整合的な結果が得られる事が分かった.

#### 4. 漸近展開によるバリアオプション価格の解析的近似計測手法: PDE アプローチ

原資産価格が複雑なモデルに従う場合の連続バリアを持つオプションの価格を精度良く高速に計算する事は実務上も重要な課題である. 本研究では, 偏微分方程式 (PDE) を用いたアプローチにより, ノックアウト型のバリアオプション価格に対する漸近展開公式を得た. これにより, 例えばブラックショールズモデルに摂動を加えた確率ボラティリティーモデルにおけるバリアオプション価格の近似計算を行う事が出来る. 具体的な応用例として SABR モデルに対する数値計算を行い本手法の有効性を確認した. (高橋明彦氏, 山田俊皓氏との共同研究)

#### 1. An optimal execution problem with market impact (MI)

This year, I studied the problem of optimal liquidation with linear MI in the case where a security price follows the geometric Ornstein-Uhlenbeck process, a typical example of processes with mean-reverting property. I solved the optimization problem for the case of a risk-neutral trader explicitly and found that the optimal execution strategy is given as the mixture of initial/terminal block and intermediate gradual liquidation. For modeling behavior of traders in the real market, it is important to investigate the situations when gradual liqui-

dation (GL) is required to avoid excessive MI cost. In my past study I found that convexity of a MI function is one of the factors for GL. The result shows that the price recovery effect of the security (or resilience of MI) also causes GL.

## 2. Asymptotic behavior of Value at Risks (VaRs) of heavy-tailed distributions and quantitative operational risk management

I studied asymptotic behavior of VaRs of random variables with fat tails. Concretely speaking, when  $L$  and  $S$  are random variables with regularly varying tail probability distribution functions, I showed that the asymptotic behavior of  $\text{VaR}_\alpha(L + S) - \text{VaR}_\alpha(L)$  with  $\alpha \rightarrow 1$  is in accordance with magnitude relationship between tail indexes of  $L$  and  $S$ . In particular, when the tail index of  $S$  is larger than that of  $L$  plus 1 (that is, the tail of  $S$  is thinner than that of  $L$ ), the above difference of VaRs is asymptotically equivalent to the expectation of  $S$ . When we regard  $L$  (resp.,  $L + S$ ) as a loss amount variable of a prior (resp., posterior) risk profile, we can interpret the above result as theoretical findings of the effect of an additional loss variable  $S$  (a loss scenario etc.).

## 3. A stock market model with friction: Derivation of a continuous-time model by diffusion approximations

In an agent-based stock market model studied in Föllmer-Schweizer (1993), a continuous-time process of the stock price is derived as the limit by shortening transaction intervals and is characterized as the solution of some stochastic differential equation (SDE). In this study, I add either “short-sale constraint” or “budget constraint” to their model and generalize forms of agents’ excess demand functions. Then I derived the limit theorem for the stock price process and showed that the limit process is characterized as the solution of a certain SDE with oblique reflection. Moreover I found that the short-sale constraint causes overpricing of the stock in our framework: This is consistent with the assertion expected in several studies and real market.

## 4. Asymptotic expansion for pricing barrier options: A PDE approach

It is important subject in trading practice to calculate accurately and quickly the prices of options with continuous barriers when their price processes of underlying assets follow a complicated model. In this study we derived an asymptotic expansion formula for prices of knock-out options by using a partial differential equation (PDE) approach. By our method, we can calculate the approximated price of a barrier option in a stochastic volatility model such as the perturbed Black-Scholes model. As its application, we made numerical experiment for the price of the barrier option in the SABR model and we confirmed the validity of our method. (Joint work with A.Takahashi and T.Yamada)

### B. 発表論文

1. K. Ishitani and T. Kato : “Optimal execution problem with random market impact”, Proceedings of The 41th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems, Theory and Its Applications (SSS’09) (2009) 211–216.
2. T. Kato : “Formulation of an optimal execution problem with market impact”, Proceedings of The 41th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems, Theory and Its Applications (SSS’09) (2009) 235–240.
3. K. Ishitani and T. Kato : “Formulation of an optimal execution problem with random market impact”, RIMS Kokyuroku **1675**, ファイナンスの数理解析とその応用 (2010) 148–157.
4. T. Kato : “When market impact causes gradual liquidation? : From the theoretical view of mathematical finance”, RIMS Kokyuroku **1675**, ファイナンスの数理解析とその応用 (2010) 158–172.
5. 加藤 恭: “最適執行理論:金融実務への応用に向けた理論モデルの構築”, オペレーションズ・リサーチ 9月号, **55**(9) (2010) 553–558.



6. T. Kato : “An Optimal execution problem with market impact”, Preprint UTMS 2011-23.
7. T. Kato: “An optimal execution problem in geometric Ornstein Uhlenbeck price process”, Preprint UTMS 2011-24.
8. T. Kato : “Theoretical sensitivity analysis for quantitative operational risk management”, Preprint UTMS 2011-25.
9. T. Kato, A. Takahashi and T. Yamada : “An asymptotic expansion for solutions of Cauchy-Dirichlet problem for second order parabolic PDEs and its application to pricing barrier options”, Preprint UTMS.
10. T. Kato : “Stock price fluctuations in agent-based model with market liquidity”, Preprint UTMS.

#### C. 口頭発表

1. Optimal execution problem with market impact, 修士論文発表&交流セミナー, 大阪大学基礎工学研究科, February 2007.
2. Optimal execution problem with market impact, Daiwa International Workshop on Financial Engineering, AKIHABARA Covention Hall, Japan, August 2007.
3. Optimal execution problem with random market impact, 中之島ワークショップ 金融工学・数理計量ファイナンスの諸問題, 大阪大学中之島センター, December 2008.
4. Optimal execution problem with random market impact, Viscosity Solutions of Differential Equations and Related Topics, RIMS, Kyoto University, Japan, June 2009.
5. Optimal execution problem with random market impact, Stochastic Analysis for and from Finance (SAFFF), Kyoto Research Park, Japan, August 2009.
6. Formulation of an optimal execution problem with random market impact, The 41st ISCIE International Symposium on

Stochastic Systems Theory and Its Applications (SSS'09), Hirao Memorial Seminar House, Japan, November 2009.

7. When market impact causes gradual liquidation?, ファイナンスの数理解析とその応用 (FMA 2009), 京都大学, November 2009.
8. How to model and measure market impact, 科研費研究集会「数理ファイナンスとその周辺」, 名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー, January 2010.
9. An asymptotic expansion for solutions of Cauchy-Dirichlet problem for second order parabolic PDEs and its application to pricing barrier options, 大阪大学大学院基礎工学研究科セミナー, 大阪大学大学院基礎工学研究科, March 2012.
10. An optimal execution problem with market impact, CREST and 4th Ritsumeikan-Florence Workshop on Risk, Simulation and Related Topics, Ritsumeikan APU, Japan, March 2012.

#### 川本 敦史 (KAWAMOTO Atsushi)

##### A. 研究概要

偏微分方程式に関する逆問題について研究を行っている。

具体的には、カーレマン評価と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, 源項決定の逆問題と境界決定の逆問題,

さらに解の一意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, それぞれリプ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、それを用いた線形化されたオイラー方程式に対する一意接続性における安定性の問題を研究した。
4. 発散型線形退化放物型方程式に対するカーレマン評価を示し、源項決定逆問題を考えた。

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, inverse source problem, 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.

4. I derived the Carleman estimate for the linear degenerate parabolic equation in divergence form

and I considered inverse source problems.

### 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.

### E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 川本 敦史 (ATSUSHI 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. (修士) 川本 敦史 (ATSUSHI 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

## 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、2階非線形退化特異放物型偏微分方程式で形式的に表わすことが出来、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リンの場合、非等方的曲率流による曲線の動きは、常微分方程式 (ODE) 系で記述出来るが、初期形状が一般の多角形の場合は、一般には facet と呼ばれる平らな線で、界面エネルギーの特異方向の法線を持つものが新たに生成され、ODE 系は特異になる。この ODE 系の解の時間局所一意存在性を示した。また facet 生成時の漸近挙動は、扇状領域における拡大自己相似解で近似されることを明らかにした。

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る。この種の方程式について、界面エネルギー密度の増大度が1次以下のとき、解の不連続性について考察した。一方、界面エネルギー密度がクリスタリンの場合、結晶形状の動きを表す ODE 系と代数方程式系の連立方程式を導出し、区分一次関数からなるある特定の族に属する初期値に対して時間局所解の一意存在性を示した。

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。この方法の確立を目指し、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 interfacial energy density is crystalline, we proved the unique existence of the solution for a general initial polygon. The results improve a method of numerical computation for crystalline flow when an initial shape is a general polygon not necessarily "admissible". Moreover, we showed that the asymptotic behavior of newly created facets can be approximated by the self-similar expanding solution in the corresponding sector. 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. For crystalline energy density we derived an ODE system with a system of algebraic equation to describe the solution and local-in-time unique solvability of the solution for an initial curve in a special family of piecewise linear function. 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 self-similar 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 self-similar solutions asymptotically approximate the typical behavior of those solutions, as well as basic tools in analysis.

#### B. 発表論文

1. (著書) 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.
2. M.-H. Giga and Y. Giga: "Very singular diffusion equations: second and forth order problems", Japan J. Indust. Appl. Math. **27** (2010) 323-345.

#### C. 口頭発表

1. Singular Diffusivity and its Applications, International Congress 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
5. On a Planer Crystalline Flow Equation, Seminar on Mathematical Fluid Dynamics, International Research Training Group

1529, Department of Mathematics, The Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Germany, May 30, 2011

6. A Recent Topic on Surface Diffusion Flow by Crystalline Energy, MS466 Sudden Directional Diffusion (Part I), International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 2011 (July 18-22)), Vancouver, Canada, July 22, 2011
7. Motion of a Polygon by Crystalline Curvature and Singular Ordinary Differential Equations, Department of Mathematics, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia, February 15, 2012

#### F. 対外研究サービス

1. Organizer: Tutorial Lectures and International Workshop "Singular Diffusion and Evolving Interfaces", Special Project: A minisemester on evolution of interfaces, Hokkaido University, Sapporo, July 12-August 13, 2010

### 金城 謙作 (KINJO Kensaku)

#### A. 研究概要

今年度私は東北大学の宮坂宥憲氏との共同で、 $2$ 進体上の Gauss の超幾何関数について研究した。 $p$  が奇素数のとき、 $p$  進体上の Gauss の超幾何関数が、標数  $p$  の有限体上の通常楕円曲線の単数根を特殊値に持つ関数に延長されることを Dwork が発見した。本研究は Dwork の結果の  $2$  進類似を与えている。また本研究では  $2$  進算術幾何平均列を用いて、標数  $2$  の有限体上の通常楕円曲線の標準持ち上げと単数根の間の関係を与えた。Henniart と Mestre は、 $p$  進体上の算術幾何平均列の類似である  $p$  進算術幾何平均列を定義した。ここで、 $p$  が奇素数の場合は  $p$  進算術幾何平均列は同一極限に収束する。しかし  $p = 2$  の場合に限り、 $2$  進算術幾何平均列は同一極限に収束するか、若しくは周期的に収束する。私と宮坂氏は昨年度、周期的に収束する  $2$  進算術幾何平均列の“極限值”を用いて、標数  $2$  の有限体上定義された通常楕円曲線の標準持ち上げを与えた。上述のとおり周期的に収束する算術幾何平均列は  $2$  進

体上でのみ考察できる現象であるので、それを用いた私と宮坂氏で得た今年度の結果は Dwork の結果の単なる 2 進類似ではなく、真に新しいことを含んでいる。

Dwork や我々の結果に出現する超幾何関数は、通常楕円曲線族を定める方程式と密接な関係がある。そこで私は通常楕円曲線族を定める方程式を取り替えることで、別の特殊関数に関する単数根公式の導出を試みた。Deuring 型で定まる通常楕円曲線族の場合、パラメータが複雑な Gauss の超幾何関数が対応した。別の通常楕円曲線族はパラメータは複雑ではあるが、Heun の合流型超幾何関数が対応していた。この合流型超幾何関数の特殊値や数論幾何への応用については次年度明らかにする予定である。

I studied hypergeometric series on 2-adic numbers. Dwork proved that the Gaussian hypergeometric function on  $p$ -adic numbers can be extended to a function which takes values of the unit roots of ordinary elliptic curves over a finite field of characteristic  $p \geq 3$ . I gave an analogous theory in the case  $p = 2$  with Y. Miyasaka. As an application, we gave a relation between the canonical lift and the unit root of an elliptic curve over a finite field of characteristic 2 by using the 2-adic arithmetic-geometric mean.

G. Henniart and J. F. Mestre defend  $p$ -adic arithmetic-geometric mean sequences for any prime  $p$ . If  $p$  is odd, then  $p$ -adic arithmetic-geometric mean sequences have a common limit. However, if  $p = 2$ , then 2-adic arithmetic-geometric mean sequences do not converge in general, as opposed to the fact that the classical arithmetic-geometric mean sequences over  $\mathbb{R}_{>0}$  are always convergent to a common limit. Y. Miyasaka and I discovered that 2-adic arithmetic-geometric mean converge “periodically” although they are not convergent. By these limit, we gave the canonical lift of ordinary elliptic curves defined over a finite field with characteristic 2. Therefore our result is not a simple analogue of Dwork’s theorem.

The hypergeometric series which appear in Dwork’s and our results depend on the equa-

tion which defines ordinary elliptic curves. The ordinary elliptic curves which are defined by Deuring forms correspond to the hypergeometric series with complicated parameters. I discovered the equations which define the ordinary elliptic curves correspond Heun hypergeometric series. In next year, I will study the special values of Heun hypergeometric series and apply it to the arithmetic geometry.

#### B. 発表論文

- K. Kinjo and Y. Miyasaka : “2-adic arithmetic-geometric mean and elliptic curves”, *Interdiscip. Inform. Sci.*, 16(2010), no. 1, 5-15.
- K. Kinjo and Y. Miyasaka : “Hypergeometric series and arithmetic-geometric mean over 2-adic fields” to appear in *International Journal of Number Theory*.

#### C. 口頭発表

1. 2-adic arithmetic-geometric mean and elliptic curves, 首都大整数論セミナー, 首都大学東京, 2009 年 5 月 12 日.
2. 2-adic arithmetic-geometric mean and elliptic curves, 第 8 回広島整数論集会, 広島大学, 2009 年 7 月 22 日.
3. 2-adic arithmetic-geometric mean and elliptic curves,  $p$ -adic Automorphic Forms and Arithmetic Geometry, 気仙沼大島, 2009 年 7 月 28 日.
4. Picard-Fuchs 方程式と超幾何関数,  $p$ -進特殊関数と数論幾何, 蔵王町, 2009 年 10 月 28 日.
5. Some properties of solutions of the Gaussian hypergeometric differential equations, 数論幾何ワークショップ 2010, 2010 年 8 月 2 日.
6. 2 進体上の超幾何関数と算術幾何平均, 整数論セミナー, 東北大学, 2011 年 5 月 23 日.
7. Hypergeometric series and elliptic curves over 2-adic fields, 第 10 回広島整数論集会, 広島大学, 2011 年 7 月 21 日.

8. 2進体上の超幾何級数と算術幾何平均, 2011年度日本数学会秋季総合分科会, 信州大学(一般講演), 2011年9月29日.
9. Hypergeometric series and elliptic curves over 2-adic fields, Workshop on arithmetic geometry 2011, 沖繩尚学高等学校, 2011年10月12日.
10. Hypergeometric series and elliptic curves over 2-adic fields, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2011年11月29日.

### 三内 顕義 (SANNAI Akiyoshi)

#### A. 研究概要

今年度は代数多様体上のコックス環の研究を行った。より具体的には権業善範、大川新之介、高木俊輔氏らと共同研究で射影代数多様体が log Fano variety になることとそのコックス環が log terminal singularity を持つことが同値であることを示した。また問題を解く過程で globally F-regular type と log Fano は同値かという Schwede-Smith の問題をある種の過程の下で解決した。

I studied the cox rings of algebraic varieties. With joint work with Yoshinori Gongyo, Sinnosuke Okawa, and Shunsuke Takagi, We proved "a variety is log Fano" is equivalent to "its Cox ring has log terminal singularity". Moreover, We also proved what is called "Schwede-Smith's question" which is whether globally F-regular type is equivalent to log Fano under some assumption.

#### B. 発表論文

1. Akiyoshi Sannai and Kei-ichi Watanabe : "F-signature of graded Gorenstein rings", Journal of Pure and Applied Algebra 215 (2011) 2190-1295.
2. Satoshi Mochizuki and Akiyoshi Sannai : "Generalized Koszul resolution" preprint
3. Shihoko Ishii, Akiyoshi Sannai and Kei-ichi Watanabe: "Jet schemes of homoge-

neous hypersurfaces, to appear in the Proceedings of fifth Franco- Japanese Conference of Singularities

4. Akiyoshi Sannai and Anurag Singh : "Galois extentions, plus closure, and maps on local cohomology", Advances in Mathematics 229 (2011) 1847-1861
5. Satoshi Mochizuki and Akiyoshi Sannai : "Homotopy invariance of higher K-theory for abelian categories" preprint
6. Akiyoshi Sannai : "Annihilation of local cohomology groups by separable extensions in positive characteristic", 東京大学博士論文 (2010年度).
7. Yoshinori Gongyo, Sinnosuke Okawa, Akiyoshi Sannai, and Shunsuke Takagi: "Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings" preprint

#### C. 口頭発表

1. A characterization of varieties of Fano type the 7-th Japan-Vietnam Joint Seminar on Commutative Algebra Quy Nhon univ. Vietnam, 2011年12月
2. ファノタイプの多様体の環論的特徴付けについて中央大学代数セミナー, 中央大学 2012年1月
3. Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings 第24回可換環論セミナー, 霧島市民サービスセンター 2012年1月
4. A characterization of log Fano varieties, 談話会, 鹿児島大学理学部 2012年3月
5. Graded categories and their applications, 代数幾何とモチーフ理論 ワークショップ, 東北大学大学院理学研究科 2012年3月

## 高井 勇輝 (TAKAI Yuuki)

### A. 研究概要

保型形式の性質とその整数論への応用についての研究を行った。保型形式の中には、その Fourier 展開係数に類数などの重要かつ未知な数論的対象が現れるものが存在する。そのような保型形式の Fourier 係数の性質を調べることで、難解な数論的対象の性質を調べることができる。

上記の方法による保型形式の数論への応用に、頻繁に使われる Sturm の定理と呼ばれる定理が知られている。この定理は保型形式が有限個の Fourier 係数で決まっているという定理である。この Sturm の定理の一般の有限次数総実代数体に関する Hilbert 保型形式への類似を得ることに成功し、プレプリントとしてまとめ、雑誌に投稿した。

また Hilbert 保型形式の数論への応用についての研究を行い、総実体が巡回拡大のときに、ある程度の進展を得ることができ、現在論文を作成中である。

I researched the properties of modular forms and applications of modular forms for number theory. There are modular forms such that some important arithmetic objects (for example class numbers) appear in their Fourier coefficients. Researching the properties of Fourier coefficients of such forms, we can investigate the properties of difficult arithmetic objects.

As an important tool of the above applications for number theory, Sturm's theorem is well-known. Sturm showed that the modular forms are determined by the first few Fourier coefficients. I showed a similar result for Hilbert modular forms of totally real number fields and submitted the preprint on the result.

As an application of Hilbert modular forms for number theory, I also made progress in the case of totally real cyclic extensions of the rational number field and I am preparing an article.

### B. 発表論文

1. Yuuki Takai, "An effective isomorphism criterion for mod  $\ell$  Galois representations", *J. Number Theory* **131** (2011), no.8, 1409-1419.
2. Yuuki Takai, "An analogue of Sturm's the-

orem for Hilbert modular forms", submitted.

### C. 口頭発表

1. Yuuki Takai, 「An analogue of Sturm's theorem for Hilbert modular forms.」, Japan-Korea Number Theory Seminar 2011, 日本, 名古屋大学, 2011年11月
2. 高井 勇輝, 「An analogue of Sturm's theorem for Hilbert modular forms.」, 第10回広島仙台整数論研究集会, 広島大学, 2011年7月
3. 高井 勇輝, 「An analogue of Sturm's theorem for Hilbert modular forms.」, 代数セミナー, 慶應義塾大学, 2011年6月
4. 高井 勇輝, 「Sturm の定理の Hilbert 保型形式に対する類似.」, 代数学コロキウム, 東京大学, 2011年4月
5. 高井 勇輝, 「An analogue of Sturm's theorem for Hilbert modular forms.」, 九州代数的整数論 2011, 九州大学, 2011年2月
6. 高井 勇輝, 「An effective isomorphism criterion for mod  $\ell$  Galois representations.」, 数論幾何学ワークショップ 2010, 沖縄尚学高等学校, 2010年8月
7. 高井 勇輝, 「An effective isomorphism criterion for mod  $\ell$  Galois representations.」, 第9回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2010年7月
8. 高井 勇輝, 「mod  $\ell$  Galois 表現の同型性の効果的判定法.」, 整数論&保型形式セミナー, 大阪大学, 2010年7月
9. 高井 勇輝, 「An effective isomorphism criterion for mod  $\ell$  Galois representations.」, 日本数学会, 慶應義塾大学, 2010年3月
10. 高井 勇輝, 「An analogy of Sturm's theorem for real quadratic fields.」, 日本数学会, 大阪大学, 2009年9月

## 直井 克之 (NAOI Katsuyuki)

### A. 研究概要

$X = M$  予想は、KR クリスタルのテンソル積上に定義される一次元状態和と呼ばれる多項式が、フェルミ型公式と呼ばれるルート系から定義されるある多項式によって表される、という予想である。私はカレント代数の加群の  $\mathbb{Z}$ -graded 指標と 1 次元状態和を Demazure 加群および Demazure クリスタルを介して関連付けることで、 $A_n^{(1)}$  型と  $D_n^{(1)}$  型の場合に  $X = M$  予想に証明を与えた。 $X = M$  予想は  $A_n^{(1)}$  型の場合にはすでに証明されていたが、 $D_n^{(1)}$  型に関しては新しい結果である。また  $A_n^{(1)}$  型の場合にも、すでに得られていた証明とは異なる別証明となっている。また小寺諒介氏との共同研究において、ADE 型のカレント代数の Weyl 加群がリジッドである、つまり最短の半単純フィルトレーション (このようなフィルトレーションを Loewy フィルトレーションと呼ぶ) を唯一持つ、という事実を示した。また同時に、このただ一つの Loewy フィルトレーションが  $\mathbb{Z}$ -grading により定義されるフィルトレーションと一致する、という事実についても示すことができた。これにより、ADE 型の場合には Weyl 加群の Loewy フィルトレーションが完全に決定されたことになる。また、籐多様体の Poincaré 多項式がフェルミ型公式と一致する、という Lusztig による予想に、上で述べた  $\mathbb{Z}$ -grading の一致を用いた証明を与えた。

The  $X = M$  conjecture asserts that a one-dimensional sum, which is a polynomial defined on a tensor product of KR crystals, is expressed by the fermionic formula defined from the root system. By connecting the  $\mathbb{Z}$ -graded characters of Weyl modules for a current algebra with one-dimensional sums using Demazure modules and Demazure crystals, I proved the  $X = M$  conjecture for type  $A_n^{(1)}$  and  $D_n^{(1)}$ . This result for  $D_n^{(1)}$  is new, and gives quite different proof for  $A_n^{(1)}$  from the one given previously.

In a joint work with R. Kodera, we proved that a Weyl module for a current algebra of type ADE is rigid, that is, its shortest semisimple filtrations, which are called Loewy filtrations, are unique. In addition, we proved that this unique Loewy filtration coincides with the grading filtration, and using this result we gave

a proof to a Lusztig's conjecture which asserts that the Poincaré polynomial of a quiver variety coincides with a fermionic formula.

### B. 発表論文

1. K. Naoi: "Multiloop Lie algebras and the construction of extended affine Lie algebras", *Journal of algebra* **323** (2010), no. 8, 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", *Advances in Mathematics* **229** (2012), no. 2, 875–934.
4. R. Kodera and K. Naoi: "Loewy series of Weyl modules and the Poincaré polynomials of quiver varieties", *Publications of RIMS* 掲載予定.
5. K. Naoi: "Demazure crystals and tensor products of perfect Kirillov-Reshetikhin crystals with various levels", preprint.
6. K. Naoi: "Fusion products of Kirillov-Reshetikhin modules and the  $X=M$  conjecture", preprint.

### C. 口頭発表

1. Weyl 加群, Demazure 加群と fundamental representation のテンソル積の crystal basis との関係について, *RIMS 表現論セミナー*, RIMS, 2011 年 4 月.
2. Weyl 加群, Demazure 加群と fundamental representation のテンソル積の crystal basis との関係について, 広域科学専攻関連基礎科学系セミナー, 東京大学, 2011 年 4 月.
3. Demazure modules, Demazure crystals と  $X=M$  予想, 第 14 回代数群と量子群の表現論研究集会, 国民宿舎小豆島, 2011 年 6 月.
4. Relations among Weyl modules, Demazure modules and finite crystals, *Infinite Analysis* 11, 東京大学, 2011 年 7 月 (ポスター発表).



5. Demazure modules, Demazure crystals and the  $X=M$  conjecture, 組合せ論的表現論の拡がり, RIMS, 2011年10月.
6. Demazure 加群と  $X=M$  予想, 信州代数セミナー, 信州大学, 2011年10月.
7. Generalized Demazure module and the restricted classical limit of a tensor product of KR modules, Lie Theory Seminar, University of California Riverside, 2012年2月.
8. Loewy series of Weyl modules and the Poincare polynomials of quiver varieties, Lie Theory Seminar, University of California Riverside, 2012年2月.

#### G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科研究科長賞, 2011年3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であると考えられる。

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", J. Phys. A: Math. Theor., 44:295204 (15pp), 2011.

## 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, 2007年9月
2. 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
3. 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
4. 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
5. 超離散 KdV 方程式の初期値問題を解く, 日本応用数理学会 2010 年年会, 中央大学, 2010年9月
6. Solving the ultradiscrete KdV equation, Integrable Systems Seminar, Sydney University, Aug. 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いが、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).
2. K. Nakahara : "Uniform estimate for distributions of the sum of i.i.d. random variables with fat tail: Infinite variance case, preprint. (2011).

### 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.
3. 独立同分布確率変数列の和の分布の近似とその応用, 数理ファイナンス合宿型セミナー, リフレフォーラム, 2011年11月5日.

### 長谷川 泰子 (HASEGAWA Yasuko)

#### A. 研究概要

本年度は実解析的保型形式の具体的構成及び数論幾何学的考察を通じた数論への応用を目的とし, 以下の二つの研究を行った. I. 二次シンプレクティック群  $G = Sp(2)$  の実数体有理点のなす群  $G(\mathbf{R})$  の主系列表現の  $(\mathfrak{g}_\infty, K_\infty)$  加群構造を完全に記述した. ここで,  $\mathfrak{g}_\infty$  は  $G(\mathbf{R})$  の Lie 環,  $K_\infty$  は  $G(\mathbf{R})$  の極大コンパクト部分群とする. 群  $G$  の放物型部分群は最後のルートを取り除いた単純ルートの集合に対応する Siegel 極大コンパクト部分群  $P_1$ , 及び最初のルートを取り除いた単純ルートの集合に対応する Klingen 極大放物型部分群  $P_2$ , 及び極小放物型部分群  $P_0$  から成る. 織田氏による  $G(\mathbf{R})$  の  $P_0$  から誘導された主系列表現の  $(\mathfrak{g}_\infty, K_\infty)$  加群構造の結果を拡張し, 群  $G(\mathbf{R})$  の標準主系列表現の  $(\mathfrak{g}_\infty, K_\infty)$  加群構造を記述した.  $L^2(K_\infty)$  の閉部分空間の既約分解は, 二つの標準主系列表現のそれぞれの閉部分空間の定義と  $L^2(K_\infty)$  上の  $K$  の両側正則表現の既約分解によって得られる.  $\mathfrak{p}_C$  の作用を特徴付ける行列表示  $\Gamma$  を得る為にはその基底となるベクトルを  $K_\infty$ -type の重複度を考慮した次元の値だけ取ることができるが, それは主系列表現よりも高次元しか現れない. しかし,  $SL(2, \mathbf{R})$  の離散系列表現の  $K_\infty$ -type の様子を調べたり, フロベニウスの相互法則を用いたりすることで,  $K_\infty$ -type の分布を完全に記述することができた. これらの基底を用いて,  $P_2$  から誘導された標準主系列表現においては di-diagonal な,  $P_1$  においては tri-diagonal な  $\Gamma$  を明記することができた.

II. 今,  $\mathbf{A}$  を  $\mathbf{Q}$  のアデール環,  $\mathbf{A}_f$  を  $\mathbf{A}$  の有

限部分とする. Siegel 空間  $G(\mathbf{R})/K_\infty$  には複素構造が入っているため, 複素解析的空間  $S = G(\mathbf{Q}) \backslash G(\mathbf{A})/K \cdot K_\infty$  は代数多様体としての構造を持つ. この多様体  $S_K$  に関する  $S_K$  の層  $M$  に値を持つコホモロジー群の  $K$  に関する直極限をとったコホモロジー群  $H^*(S, M)$  を考える. G. Harder や J. Schwermer らによると, コホモロジー群  $H^*(S, M)$  は cuspidal コホモロジーと Eisenstein 級数の留数または微分によって張られている Eisenstein コホモロジーに分解されることが知られている. 各々の放物型部分群に対して, そこから誘導された退化主系列表現のセクションによって Eisenstein 級数は定義され, それらの留数を全て得ることにより,  $H^*(S, M)$  の Eisenstein コホモロジー類を完全に記述することができる. 私はこれまでに,  $P_1$  から誘導された退化主系列表現のセクションによって定義される重さ 0 の実解析的 Siegel-Eisenstein 級数の Fourier 展開とその全ての留数を明記した. そこで, 本年度は  $P_2$  及び  $P_0$  に対する Eisenstein 級数の Fourier 展開の計算を部分的に行った.

My aim of this year is to construct the real analytic automorphic forms and consider them by means of arithmetic geometry to apply them to number theory. I. Let  $G$  be the symplectic group of degree 2 and  $\mathfrak{g} = Lie(G(\mathbf{R}))$ . I described completely the structures of  $(\mathfrak{g}_\infty, K_\infty)$ -module of a real point  $G(\mathbf{R})$  of  $G$ . Here  $\mathfrak{g}_\infty$  is a Lie algebra of  $G(\mathbf{R})$  and  $K_\infty$  is a maximal compact subgroup of  $G(\mathbf{R})$ . The group  $Sp(2)$  have three parabolic subgroups. One of it is the Siegel maximal parabolic subgroup  $P_1$  which is the parabolic subgroup corresponding to the set of simple roots with the last root removed. The other maximal parabolic subgroup is Klingen maximal parabolic subgroup  $P_2$  corresponding to the set of simple roots with the first root removed. Then the parabolic subgroup  $P$  of  $G$  makes up the minimal parabolic subgroup  $P_0, P_1$  and  $P_2$ . I extend the work of professor Oda for  $(\mathfrak{g}_\infty, K_\infty)$ -module structure of a principal series induced from  $P_0$  of  $G(\mathbf{R})$  and then I describe the structures of  $(\mathfrak{g}_\infty, K_\infty)$ -modules of the standard principal series representations of  $G(\mathbf{R})$ . The irreducible decomposition of the closed subgroup of  $L^2(K_\infty)$  can be

obtain by the definitions of the closed subspaces of the two standard principal series representations and the irreducible representation of a two sided holomorphic representation of  $K$  on  $L^2(K_\infty)$ . To obtain the matrix representation  $\Gamma$  which is characterized of the action of  $\mathfrak{p}_C$ , we can take the vectors of the basis only for the values of dimension considering the multiplication of  $K_\infty$ -type. However the dimension of the dimension of  $K_\infty$ -type for each standard representation is higher than that of principal series, I can completely describe the distribution of the  $K_\infty$ -type using an appearance of  $K_\infty$ -type of a discrete series representation on  $SL(2, \mathbf{R})$  and a Frobenius reciprocity law. Then I obtain the diagonal  $\Gamma$  of the standard principal series representation induced from  $P_2$  and the tri-diagonal  $\Gamma$  of them induced from  $P_1$ .

II. The ring of adèles of  $\mathbf{Q}$  will be denoted by  $\mathbf{A}$  and  $\mathbf{A}_f$  will be the finite part of  $\mathbf{A}$ . Since a Siegel space  $G(\mathbf{R}) \backslash K_\infty$  contains a complex structure, then the complex analytic space  $S = G(\mathbf{Q}) \backslash G(\mathbf{A}) / K \cdot K_\infty$  has a structure as a algebraic manifold. Let  $M$  be the sheaf of the manifold  $S$ . Now we consider the cohomology group  $H^*(S, M)$  of the de Rham complex of  $M$ -valued differential forms on  $S$ . Considering the results of G. Harder and J. Schwermer, the space of classes of  $H^*(S, M)$  represented by cuspidal automorphic forms for  $G$  and Eisenstein cohomology which represented by residues and derivatives of the Eisenstein series. Then we can completely describe the Eisenstein cohomology classes to calculate whole residues of the Eisenstein series defined by the sections of three degenerate principal series induced from each parabolic subgroups  $P_0, P_1$  and  $P_2$ . I have described the residues of the Eisenstein series for  $P_1$  and have calculated partially for  $P_2$  and  $P_0$ .

#### 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 program 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 Kôkyûroku 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.

#### 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.
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), 広島整数論集会, 広島大学, 2009年7月.

8. Generalized principal series Whittaker functions on  $\mathrm{Sp}(2, \mathbf{R})$ , 慶應義塾代数セミナー, 慶應義塾大学, 2009年11月.
9. Fourier expansion of Eisenstein series and explicit formula of Whittaker functions on  $\mathrm{Sp}(2, \mathbf{R})$ , 津田塾整数論セミナー, 津田塾大学, 2010年11月.
10. The standard  $(\mathfrak{g}, K)$ -modules for  $\mathrm{Sp}(2, \mathbf{R})$ , 第四回数論女性の集まり, 早稲田大学教育学部, 2011年5月28日.

## 原瀬 晋 (HARASE Shin)

### A. 研究概要

二元体  $\mathbb{F}_2$  上の線形疑似乱数発生法の研究を行ってきた。そのような発生法の一様性の評価規準として、 $v$  ビット精度での均等分布次元  $k(v)$  がしばしば用いられる。

本年度、私は、均等分布次元  $k(v)$  が保障されていない、より高次元における性質を調べる方法として、上位ビット上に現れる  $\mathbb{F}_2$ -線形関係式に着目した。特に、 $v$  があまり大きくないとき (例えば、 $v \leq 32$  のとき)、Couture-L'Ecuyer(2000) により提案された、出力列から構成した多項式 (双対) 格子に対する最短ベクトルを用いて、 $(k(v)+1)$ -次元における  $\mathbb{F}_2$ -線形関係式 (与えられた上位  $v$  ビットに対する次数最小の  $\mathbb{F}_2$ -線形関係式) をすべて求める方法を考えた。この方法を用いて、松本-西村 (1998) により開発されたメルセンヌツイスタ法 MT19937 を数値的に調べたところ、623 次元を超えた次元において、項数の少ない単純な線形関係式を有することを見出した。更に、線形関係式の現れる非連続な出力値から作ったベクトルについて、統計的検定ライブラリ TestU01 の誕生日間隔検定を行った結果、棄却されたり、疑わしい  $p$ -値を取ることを発見した。この実験は、MT19937 は  $\mathbb{F}_2$ -線形関係式に起因すると考えられる小さな統計的偏りが観測可能であることを示唆している。この結果について、シドニーで開催された国際会議 MCQMC2012 にて口頭発表を行い、現在、論文を執筆中である。

I have studied linear pseudorandom number generators over the two-element field  $\mathbb{F}_2$ . As a criterion of uniformity of such generators, the

notation of the dimension of equidistribution with  $v$ -bit accuracy  $k(v)$  is often used.

This year, I turned my attention to  $\mathbb{F}_2$ -linear relations on the most significant bits as a method for investigating properties in higher dimensions than the dimension of equidistribution. In particular, if  $v$  is not too large (e.g.,  $v \leq 32$ ), I considered a method for computing all the  $\mathbb{F}_2$ -linear relations in  $(k(v)+1)$ -dimensional successive output values via the shortest vectors of the polynomial (dual) lattices associated with output sequences, originally proposed by Couture and L'Ecuyer (2000). By using this method, I numerically analyzed the Mersenne Twister MT19937, developed by Matsumoto-Nishimura (1998), and found that there exist some simple constant  $\mathbb{F}_2$ -linear relations in higher dimensions than 623. In addition, I also found that some vectors consisting of the non-successive outputs in which  $\mathbb{F}_2$ -linear relations appear are rejected or have suspect  $p$ -values for the birthday spacings tests in the TestU01 library for statistical tests. This experiment implies that MT19937 has small but observable statistical bias for non-successive output values probably because of the existence of  $\mathbb{F}_2$ -linear relations. I gave a talk on the above results at MCQMC2012 in Sydney. Now, I am writing a paper.

### B. 発表論文

1. S. Harase: "Maximally equidistributed pseudorandom number generators via linear output transformations", *Mathematics and Computers in Simulation*, **79** (2009) 1512–1519.
2. S. Harase, M. Matsumoto, M. Saito: "Fast lattice reduction for  $\mathbb{F}_2$ -linear pseudorandom number generators", *Mathematics of Computation* **80** (2011) 395–407.
3. S. Harase: "An efficient lattice reduction method for  $\mathbb{F}_2$ -linear pseudorandom number generators using Mulders and Storjohann algorithm", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, **236** (2011), Issue 2, 141–149.

### 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. Fast lattice reductions for  $F_2$ -linear pseudorandom number generators, Monte Carlo Methods (MCM2009), Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium, September 2009.
3.  $F_2$ -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.
4. An efficient lattice reduction method for  $F_2$ -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.
5.  $F_2$ -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.
6.  $F_2$ -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.
7.  $F_2$ -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, 代数学セミナー, 広島大学, 2011 年 2 月.
8.  $F_2$ -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, 応用数学会 2011 年研究部会連合発表会, 電気通信大学, 2011 年 3 月.
9.  $F_2$ -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, 第 9 回「代数学と計算」研究集会 (AC2011), 首都大学東京, 2011 年 11 月.
10. On the  $F_2$ -linear relations of Mersenne Twister, Monte Carlo and Quasi-Monte

Carlo Methods (MCQMC2012), The University of New South Wales, Sydney, Australia, February 2012.

### G. 受賞

広島大学大学院理学研究科長表彰 (2010 年 3 月)

### 日野 英逸 (HINO Hideitsu)

#### A. 研究概要

昨年に引き続き, 統計解析言語 R を用い, 確率微分方程式のモデル化及びシミュレーション用パッケージ“yuima”の開発に参加した. “yuima”は非常に一般性の高いモデルの記述力を有し, 特に Levy 過程を含む広範な確率微分方程式のモデル化, シミュレーションが可能であり, 統計解析パッケージとして重要な位置を占めることが期待される. 本年度は特に, 昨年度までに開発したパッケージの安定化と, これまではコンソールベースで実行する仕様であったパッケージの一部に対する Graphical User Interface (GUI) の開発に協力した.

開発中の統計解析パッケージ“yuima”は, 基本的な確率微分方程式のモデル化, シミュレーション, 推定に加えて, 実データの特徴抽出及び解析を効率的に扱う手法を提供する必要がある. 関連研究として, 時系列データのノンパラメトリックな変化点検出手法の基礎となる, データの情報量の推定手法と, データの特徴空間における分布の最適化手法を開発した.

We participated in the development of a software package named “yuima” for R language. “yuima” provides functions to model general stochastic differential equations including the Levy processes, and it also provides functions for simulation of such processes, and functions for estimating parameters in stochastic model. The models description ability is one of the notable characteristics of the package, and expected to be used by many users. This year, we supported to stabilize the program, and to develop a graphical user interface of the developed package “yuima”.

As a relevant study which could be applied to enhance the applicability of “yuima” package, we investigated a computationally efficient

method to estimated the information content in the observed data set, and show an application of the method to change point detection problem in time series data. Furthermore, we developed a method to optimize data distribution in certain feature space based on the notion of Gaussianity, which will serve as a preprocessing method for various kind of data analysis.

### C. 口頭発表

1. A Computationally Efficient Information Estimator for Weighted Data, International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN2011), 2011年6月
2. ガウス性に基づく多重カーネル学習, 第14回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2011), 2011年11月.

## 廣惠 一希 (HIROE Kazuki)

### A. 研究概要

Riemann 球面上に不分岐不確定特異点をもつ線形微分方程式の研究を行った. まず Rigid 指数ゼロの微分方程式の分類を行った. それらは  $D_4, A_3, A_2, A_1, A_1 \oplus A_1$  の Weyl 群対称性を持ち, モノドロミー保存変形によって得られる Painlevé 方程式の分類とその対称性と一致している. この研究から着想を得て, 川上拓志, 坂井秀隆, 中村あかねによる 4 次元 Painlevé 型方程式のリストに対応する線形方程式の対称性を調べた. これは川上拓志氏との共同研究である. そこで得られた Weyl 群は既知の方程式に対しては, 知られていたものと一致することが確かめられた. 従ってこの結果は川上等によって得られた新しい Painlevé 方程式の対称性をも復元すると期待できる. さらにこれに関連して大島利雄氏と共同で Rigid 指数 4 の方程式の分類をおこなった. この結果は川上, 中村, 坂井が得た Painlevé 方程式のリストに対応する線形方程式一致する. 川上らの研究で 4 次元 Painlevé 方程式のリストが与えられたが, 我々の分類理論により, このリストによって 4 次元 Painlevé 方程式の分類が与えられると期待できる.

I studied linear differential equations on the Riemann sphere whose singular points are all

unramified. First I gave a classification of these differential equations with index of rigidity 0. Moreover it is obtained a classification of differential equations with index of rigidity  $-2$  by the joint work with Toshio Oshima. Also with Hiroshi Kawakami, we investigated group symmetries of the Euler transform on these differential equations and gave realizations of them as Weyl groups of Kac-Moody root systems. These Weyl group symmetries coincide with symmetries of corresponding Painlevé type equations.

### B. 発表論文

1. K. Hiroe and T. Oda : “Hecke-Siegel’s pull-back formula for the Epstein zeta function with a harmonic polynomial”, J. Number Theory **128** (2008) no. 4 835–857.
2. K. Hiroe : “Generalized Whittaker functions for degenerate principal series of  $GL(4, \mathbb{R})$ ”, arXiv:0809.2127.
3. K. Hiroe : “Twisted Euler transform of differential equations with an irregular singular point”, arXiv:0912.5124.
4. K. Hiroe : “Linear differential equations on  $\mathbb{P}^1$  and root systems”, arXiv:1010.2580.
5. K. Hiroe and T. Oshima : “A classification of roots of symmetric Kac-Moody root systems and its application”, preprint.

### C. 口頭発表

1. 線形常微分方程式とルート系, 神戸可積分系セミナー, 神戸大学, 2011年12月
2. 代数的線形常微分方程式と Kac-Moody root 系 (概説講演, 大島利雄氏と共同発表), 2011年度表現論シンポジウム, 国民宿舎 紀州路みなべ, 2011年11月
3. Katz のミドルコンボリューションとルート系, 南九州代数系集会, 鹿児島大学, 2011年8月
4. リジッド指数が 0 と  $-2$  の線形常微分方程式の分類, 函数方程式論サマーセミナー, 休暇村支笏湖, 2011年8月

5. Linear differential equations and root systems, Infinite analysis 11, 東京大学, 2011年7月.
6. Linear differential equations on  $\mathbb{P}^1$  and root systems, RIMS 研究集会「表現論と調和解析における諸問題」, 京都大学数理解析研究所, 2011年7月
7. 線形常微分方程式とルート系, 表現論セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2011年6月

## 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 プ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, Selecta Math. New Ser. Vol. 17, No. 2 (2011), pp.435-452.
4. M. Futaki and K. Ueda, Homological mirror symmetry for singularities of type D, to appear in Math. Z.

## 甫喜本 司 (HOKIMOTO Tsukasa)

### A. 研究概要

角度時系列データを分析する際に必要となる統計的なモデルについて、非定常な線形時系列モデル、及び隠れマルコフモデルのクラスで開発すると共にその理論的検討を行なった。また、開発されたモデルを海洋現象や気象現象の予測問題へ適用した際の効果に関して検証した。

Development of new statistical models for directional time series data in the classes of non-stationary linear time series models and Hidden Markov Models and considerations on their theoretical backgrounds. Evaluation on effectiveness of the models in actual predictions of environmental phenomena on oceanography and meteorology.

### B. 発表論文

1. T. Hokimoto and K. Shimizu: "An angular-linear time series model for wave-height prediction", Annals of Institute of Statistical Mathematics, 60, (2008) 781-800.
2. T. Hokimoto: "Predicting the distribution of transitional sea surface level based on Hidden Markov Model", The 10th China-Japan Symposium on Statistics, (2010) 98-101.



3. T. Hokimoto and K. Shimizu: "Application of hidden markov model for the sea state analysis", NEDETAS Conference (2011) 65-66.
4. T. Hokimoto : "Prediction of wave height based on the monitoring of surface wind", Oceanography (ed. Marco Marcelli), In-Tech, Rijeka, Croatia (2012) Chap.8.
9. 地域気象観測記録に基づく海上波浪の予測手法に関する検討, 統計関連学会連合大会, 2011年9月.
10. A Hidden Markov Model for directional time series data, Statistical Analysis and Related Topics: Theory, Methodology and Data Analysis, The University of Tokyo 2011年12月.

#### C. 口頭発表

1. 海洋環境の変動が植物プランクトンの時空間動態に与える影響, 統計関連学会連合大会, 2007年9月.
2. 高頻度データに基づく投資行動のモデル化の試み, 東北大学経済学部, 2007年7月.
3. An angular-linear time series model for waveheight prediction, 統計数理研究所共同研究集会「環境データ解析の方法と実際」, 2007年1月.
4. An HMM-based predictor for multivariate linear-circular time series data, International Workshop on Directional Statistics, Keio University, 2008年12月.
5. 角度時系列を含む多変量データに対する隠れマルコフモデルの応用, 科研費研究集会「非対象分布の統計学」, 2009年9月.
6. 気象の変化が波浪に与える影響: 構造変化のモデル化, 統計関連学会連合大会, 2010年9月.
7. Predicting the distribution of transitional sea surface level based on Hidden Markov Model, The 10th China-Japan Symposium on Statistics, China, 2010年10月.
8. Application of hidden markov model for the sea state analysis, NEDETAS Conference, Turkey, 2011年5月.

#### POZAR Norbert

##### A. 研究概要

1. Started to work with Mi-Ho Giga and Yoshikazu Giga on a model of crystal growth, given as the total variation flow of a crystalline energy, with a goal to establish a suitable theory of viscosity solutions in higher dimension.
2. Continued to study the homogenization of various free boundary problems, with focus on a Hele-Shaw-type problem in a time-dependent medium and a medium that can pin the propagating front. Besides the immediate application to the Hele-Shaw problem, the geometric and viscosity approach developed in this work should provide new tools to tackle the homogenization of free boundary problems in random media.
3. In a continued effort to establish the theory of viscosity solutions for phase transition problems, started to work with Inwon Kim on a theory of viscosity solutions for a general class of fully nonlinear elliptic-parabolic problems. This class includes the Richards equation which serves as a model of a filtration in unsaturated porous medium. The results were submitted for publication.

##### B. 発表論文

1. I. Kim and N. Pozar : "Viscosity solutions for the two-phase Stefan problem", Comm.

Partial Differential Equations **36** (2011)  
no. 1, 42–66.

2. N. Pozar : “Long-time behavior of a Hele-Shaw type problem in random media”, Interfaces Free Bound. **13** (2011) no. 3, 373–395.

C. 口頭発表

1. Viscosity Solutions for the Two Phase Stefan Problem, PDE seminar, University of California, Los Angeles, USA, 2010 年 11 月.
2. Viscosity Solutions for the Two Phase Stefan Problem, PDE seminar, University of California, Irvine, USA, 2011 年 2 月.
3. Homogenization of Hele-Shaw-type problems in random and periodic media: Long-time behavior, 偏微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学理学部, 2011 年 8 月.
4. Homogenization of Hele-Shaw-type problems in random and periodic media, Front propagation, biological problems and related topics: viscosity solution methods for asymptotic analysis, 北海道大学理学部, 2011 年 9 月.

## 博士課程学生 (Doctoral Course Students)

学振 DC1,2 : 日本学術振興会・特別研究員 DC  
GCOE-RA : グローバル COE リサーチアシスタント

### ☆ 3 年生 (Third 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。この結果を引き継ぎ、次の論文では  $n$  次元に拡張した論文を書いた。今年度は、一次元表面拡散流方程式の境界条件付きの自己相似解の存在に関する考察を行った。

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. I wrote one paper which is the extension of my first paper. This year, I consider the existence problem of a self similar solution of the one-dimensional case of the surface diffusion flow equation.

#### B. 発表論文

1. T. Asai : “On smoothing effect for higher order curvature flow equations”, Adv. Math. Soc. Appl. **20** (2010), 483–509.
2. T. Asai : “Quasilinear parabolic equation and its applications to fourth order equations with rough initial data”, preprint.

#### C. 口頭発表

1. On smoothing effect for higher order curvature flow equations, 第 31 回発展方程式若手セミナー、独立行政法人 国立女性教育会館、2009 年 8 月 31 日～2009 年 9 月 3 日

2. On smoothing effect for higher order curvature flow equations, 日本数学会秋季総合分科会プログラム、大阪大学豊中キャンパス、2009 年 9 月 24 日～2009 年 9 月 27 日
3. On smoothing effect for higher order curvature flow equations, 偏微分方程式セミナー、北大理学部 3 号館 202 室、2009 年 10 月 26 日
4. On smoothing effect for higher order curvature flow equations, 第 4 回数理科学談話会、室蘭工業大学、2009 年 10 月 29 日
5. On smoothing effect for higher order curvature flow equations, 九州関数方程式セミナー、福岡大学セミナーハウス、2009 年 12 月 4 日
6. On smoothing effect for higher order curvature flow equations, Workshop “New Directions in Simulation, Control and Analysis for Interfaces and Free Boundaries”, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, 2010 年 1 月 31 日～2010 年 2 月 6 日
7. 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)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

河澄響矢氏と共同で、rooted planar trees や整数の分割のなす Lie 代数の構造について研究した。これらの Lie 代数の abel 化の計算を行い、1 次元の多項式ベクトル場への添加写像が切断を持たないことを示した。

2 次元円板および 2 次元球面の面積保存微分同相群上の擬準同型についても研究した。Gambaudo と Ghys によって構成された、組みひも群上の擬準同型のなすベクトル空間から面積保存微分同相群上の擬準同型の空間への準同型の単射性を示した。

In a joint work with N. Kawazumi, we studied the structure of Lie algebras of rooted planar trees and partitions. We computed the abelianizations of these Lie algebras and proved that the augmentation map onto the Lie algebra of polynomial vector fields on the line has no splitting.

I also studied quasi-morphisms on the group of area-preserving diffeomorphisms of the 2-disk and the 2-sphere. I proved the injectivity of the homomorphism from vector spaces of quasi-morphisms on the braid groups to the space of quasi-morphisms on the group of area-preserving diffeomorphisms, which was constructed by Gambaudo and Ghys.

#### 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. 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.
2. 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.
3. 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.
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, 日本数学会 2010 年度年会, 慶應義塾大学, March 2010.
5. 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.

6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Abelianizations of groups of diffeomorphisms of surfaces, 研究集会「トポロジーの諸相 2011」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, July 2011.
10. The Lie algebra of rooted planar trees, 研究集会「尾鷲微分トポロジー 2011」, 尾鷲市立中央公民館, August 2011.

伊藤 敦 (ITO Atsushi)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

偏極代数多様体の非常に一般的な点における Seshadri 定数の評価方法について研究した。トーリック退化を用いることで射影空間内の非常に一般的な超曲面に対して良い評価を得ることができ、さらに Picard 数が 1 の非常に一般的な 3 次元 Fano 多様体の場合は具体的に計算することができた。また Cayley 多面体の代数幾何的な特徴づけを与えることで、偏極トーリック多様体の Seshadri 定数がいつ 1 になるかを明らかにした。

I studied how to estimate Seshadri constants of polarized varieties at very general points. By using toric degenerations, I obtained good estimations for very general hypersurfaces in

projective spaces, and computed Seshadri constants explicitly for very general Fano 3-folds with Picard number 1. I also clarified when the Seshadri constants of polarized toric varieties are 1 by characterizing Cayley polytopes algebro-geometrically.

B. 発表論文

1. A. Ito : “Seshadri constants via toric degenerations”, submitted.
2. A. Ito : “Okounkov bodies and Seshadri constants”, submitted.
3. A. Ito : “Algebro-geometric characterization of Cayley polytopes”, submitted.

C. 口頭発表

1. How to estimate Seshadri constants, 代数幾何学研究集会, 九州大学, 2011 年 2 月.
2. Seshadri constants and Okounkov bodies, 都の西北代数幾何セミナー, 早稲田大学, 2011 年 5 月.
3. Okounkov bodies and Seshadri constants, Summer school on Algebraic geometry, 京都大学, 2011 年 6 月.
4. Seshadri constants on toric varieties, 代数幾何セミナー, 東北大学, 2011 年 7 月.
5. Okounkov bodies and Seshadri constants, Hiroshima University Mini workshop, 広島大学, 2011 年 9 月.
6. Okounkov bodies and Seshadri constants, 代数幾何・複素幾何セミナー, 大阪大学, 2011 年 10 月.
7. Okounkov bodies and Seshadri constants, 代数幾何セミナー, 東京大学, 2011 年 11 月.
8. Seshadri constants via toric degenerations, Algebraic geometry conference, Chulalongkorn University, Thailand, 2011 年 12 月.
9. Algebro-geometric characterization of Cayley polytopes, 月曜セミナー, 日本大学, 2012 年 1 月.

10. Seshadri constants via toric degenerations, 代数幾何セミナー, 北海道大学, 2012 年 1 月.

伊藤 哲也 (ITO Tetsuya)

(学振 DC1)

A. 研究概要

昨年に続き、群の不変順序の構成及び応用について研究を進めた。特に、孤立順序の新しい例及び一般的な構成法を与えた。また、川室圭子氏との共同研究により接触三次元多様体を調べる手法としての Open book foliation の基本理論の構築を行った。また、Bert Wiest 氏との共同研究により組みひも群の Lawrence-Krammer 表現と Dual Garside 構造との関連を明らかにし、Krammer による予想の肯定的な解決を得た。

I continued to study constructions and applications of group invariant orderings. In particular I gave a general construction of isolated orderings. In a joint work with Keiko Kawamuro, we established a basic machinery of open book foliations to study contact 3-manifolds. In a joint work with Bert Wiest, we clarify a relationship between Lawrence-Krammer representation of braid groups and its dual Garside structure, and prove Krammer’s conjecture.

B. 発表論文

1. Tetsuya Ito, *Braid ordering and the geometry of closed braids*, *Geom. Topol.* **15**, (2011), 473–498.
2. Tetsuya Ito, *Braid ordering and knot genus*, *J. Knot Theory Ramification*, **20** (2011), 1311–1323.
3. Tetsuya Ito, *Finite Thurston type orderings on dual braid monoids*, *J. Knot Theory Ramifications*, **20** (2011), 995–1019.
4. Tetsuya Ito, *Finite orbits of Hurwitz actions on braid systems*, *Osaka J. Math.* **48**, (2011) 613–632.
5. Tetsuya Ito, *A note on geometric constructions of bi-invariant orderings*, *Topology Appl.* **158**, (2011), 690–696.

6. Tetsuya Ito, *A functor-valued extension of knot quandles*, J. Math. Soc. Japan. to appear.
7. Tetsuya Ito, *A remark on the Alexander polynomial criterion for the bi-orderability of fibered 3-manifold groups*, Int. Math. Res. Not. IMRN, to appear.

#### C. 口頭発表

1. Topology of invariant group orderings, 第 58 回トポロジーシンポジウム, 筑波大学, 2011 年 8 月
2. The open book foliation method, Winter braids II, University of Caen (France), 2011 年 12 月
3. Ordering of mapping class groups and contact 3-manifolds, Banff International Research Station (Canada), 2012 年 2 月

#### 糸崎 真一郎 (ITOZAKI Shinichiro)

(学振 DC)

##### A. 研究概要

非コンパクト多様体上のシュレディンガー方程式の散乱理論について研究した。私は、非コンパクト多様体で、漸近的に多項式増大する無限遠境界を持つ多様体上のシュレディンガー方程式を考察した。長距離型摂動を持つ場合にムール理論を適用し、極限吸収原理や放射条件評価を得た。加藤のなめらかな摂動理論を用いることで、短距離型の摂動の場合に 1 空間の波動作用素の存在および完全性を証明した。さらに境界多様体と実軸の直積上の 1 次元自由シュレディンガー作用素との間で 2 空間の散乱問題を考え、波動作用素の存在と完全性を示した。最後に、漸近的に多項式増大する無限遠境界を持つ多様体で、その増大度が錐型よりも真に大きいとき、散乱行列が波面集合を不変にすることを示した。

I study scattering theory for Schrödinger equations on non-compact manifolds. I consider Schrödinger equations on manifolds with asymptotically polynomially growing ends. I showed the spectral properties of Schrödinger

operators using Mourre theory and showed the limiting absorption principle and radiation estimates. Using the smooth perturbation theory of Kato, I showed the existence and the asymptotic completeness of wave operators in the one-space scattering framework if the perturbation is short-range. I showed the existence and completeness of wave operators in the two-space scattering framework by employing the 1-dimensional free Schrödinger operator as a reference system. I also showed that the scattering matrices do not change the wave front set if the growing rate of ends of manifolds are strictly faster than conic ends.

##### B. 発表論文

1. Shinichiro ITOZAKI : Wave operators for the Schrödinger equations with long range potentials on scattering manifolds, 第 32 回発展方程式若手セミナー報告集 (2010), pp.287-296 (査読なし)
2. Shinichiro ITOZAKI : Scattering theory for Schrödinger equations on manifolds with asymptotically polynomially growing ends, 第 33 回発展方程式若手セミナー報告集 (2011), pp.115-120 (査読なし)
3. Shinichiro ITOZAKI : Existence of wave operators with time-dependent modifiers for the Schrödinger equations with long-range potentials on scattering manifolds, submitted, Available at <http://arxiv.org/abs/1201.0911>
4. Shinichiro ITOZAKI : Scattering theory for Schrödinger equations on manifolds with asymptotically polynomially growing ends, submitted, Available at <http://arxiv.org/abs/1112.5135>

##### C. 口頭発表

1. On classical dynamics and wave operators for the Schrödinger equations on scattering manifolds, 第 20 回「微分方程式と数理物理」2009 年 11 月 1 日
2. Modified wave operators for Schrödinger equations on scattering manifolds, Satel-

lite Meeting of “Kochi School on Random Schödinger Operators” 2009 年 11 月 29 日

3. Existence of wave operators for Schödinger equations with long range potentials on scattering manifolds, 首都大学東京数理解析セミナー 2009 年 12 月 25 日
4. Wave Operators for Schödinger Equations with Long Range Potentials on Scattering Manifolds, 第 32 回発展方程式若手セミナー 2010 年 8 月 31 日
5. Wave operators with time-independent modifiers for the Schödinger equations with long range potentials on scattering manifolds, 第 21 回『数理物理と微分方程式』2010 年 11 月 7 日
6. Kato-smooth operators and wave operators for Schödinger equations on scattering manifolds, 第 93 回神楽坂解析セミナー 2011 年 1 月 22 日
7. Scattering theory for Schödinger equations on manifolds with asymptotically polynomially growing ends, 第 33 回 発展方程式若手セミナー 2011 年 8 月 28 日
8. Scattering theory for Schödinger equations on manifolds with asymptotically polynomially growing ends, 2011 日本数学会秋期総合分科会 9 月 30 日
9. Scattering theory for Schödinger equations on manifolds with asymptotically polynomially growing ends, 第 22 回『数理物理と微分方程式』2011 年 11 月 14 日
10. Scattering theory for Schödinger equations on manifolds with asymptotically polynomially growing ends, スペクトル・散乱あきう (秋保) シンポジウム 2012 年 1 月 8 日

及川 一誠 (OIKAWA Issei)

#### 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的手法を用

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. 2 (2010) 49–52.
3. I. Oikawa: “Hybridized Discontinuous Galerkin Method with Lifting Operator”, JSIAM Letters, 2 (2010) 99-102.
4. I. Oikawa: “Hybridized discontinuous Galerkin method for convection-diffusion-reaction problems”, submitted.
5. “T. Kashiwabara and I. Oikawa: “Remarks on numerical integration of  $L^1$  norm”, submitted.

#### C. 口頭発表

1. ハイブリッド型不連続ガレルキン有限要素法, 日本応用数学会 2008 年度年会, 東京大学 柏キャンパス, 2008 年 9 月.

2. ハイブリッド型不連続ガレルキン有限要素法, 日本応用数学会 春の連合部会発表会, 京都大学理学部, 2008 年 3 月.
3. 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, 2009 年 6 月.
4. Hybridized Discontinuous Galerkin Methods, Ehime Workshop – Recent Development of the Theory of Finite Elements and Related Topics, Department of Mathematics, Ehime University, 2009, July.
5. 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, 2009 年 9 月.
6. ハイブリッド型不連続ガレルキン法, 日本応用数学会 2009 年度年会, 大阪大学豊中キャンパス, 2009 年 9 月.
7. 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, 2010 年 7 月.
8. 移流拡散方程式に対するハイブリッド型不連続 Galerkin 法, 日本応用数学会 2010 年度年会, 明治大学, 2010 年 9 月.
9. 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, 2010 年 9 月.
10. 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, 2010 年 9 月.

大久保 俊 (OHKUBO Shun)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

本年度は, 剰余体が完全な場合に Laurent Berger により証明された,  $p$  進表現に対する  $p$  進モノドロミー定理を剰余体が非完全な場合に証明した. 剰余体が完全な場合には, Pierre Colmez による  $p$  進微分方程式を用いない別証明がある. 今回の手法はこの証明の一般化である: Colmez の Dieudonné-Manin 分類定理を用いることで, あ

る Galois 加群を構成し, この加群の Galois コホモロジーの計算に帰着した. また, この定理の応用として,  $p$  進モノドロミー定理の水平な類似, 水平な de Rham 表現の特徴付け, 兵頭治による  $\mathbb{Z}_p(n)$  ( $n \in \mathbb{Z}$ ) の Galois コホモロジーの計算の一般化を証明した. これらの内容は論文にまとめて投稿中である. なお, 剰余体の  $p$ -基底が有限の場合の  $p$  進モノドロミー定理は, 森田知真により証明されているが, 上述の証明は森田の証明で用いられた Andreatta-Brinon の理論を必要としない, 本質的に異なるものであることを注意しておく.

In this academic year, I proved the  $p$ -adic monodromy theorem for  $p$ -adic representations in the imperfect residue field case. In the perfect residue field case, the  $p$ -adic monodromy theorem is proved by Laurent Berger and later by Pierre Colmez. Our proof is a generalization of Colmez' proof: By using Colmez' Dieudonné-Manin classification theorem, we construct certain Galois modules for de Rham representations and prove the  $p$ -adic monodromy theorem by calculating Galois cohomology of these modules. As applications, I obtained the following results: a horizontal analogue of the  $p$ -adic monodromy theorem; a characterization of horizontal de Rham representations; calculations of Galois cohomology of certain horizontal de Rham representations, which is a generalization of Osamu Hyodo's calculation for  $\mathbb{Z}_p(n)$  ( $n \in \mathbb{Z}$ ). I completed a paper and submitted to a journal. Note that Kazuma Morita already proved the  $p$ -adic monodromy theorem in the case that the residue field admits a finite  $p$ -basis. While Morita used Andreatta-Brinon theory on differential modules, our proof does not use Andreatta-Brinon theory and is essentially different from his proof. Moreover, the above applications are not found in the literature.

#### B. 発表論文

1. S. Ohkubo : "Galois Theory of  $B_{dR}^+$  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”, Math. Z. **269** (2011) 261–280.
4. S. Ohkubo : “The  $p$ -adic monodromy theorem in the imperfect residue field case”, submitted.

#### C. 口頭発表

1. On a horizontal analogue of the  $p$ -adic monodromy theorem, 第 10 回広島仙台整数論集会, 広島大学, 2011 年 7 月 21 日.
2. The  $p$ -adic monodromy theorem in the imperfect residue field case, 代数的整数論とその周辺, 京都大学, 2011 年 11 月 28 日.

柿澤 亮平 (KAKIZAWA Ryohei)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

$\mathbb{R}^n$  ( $n \in \mathbb{Z}$ ,  $n \geq 2$ ) の有界領域  $\Omega$  上の半線型熱伝導方程式, Navier-Stokes 方程式などに対する初期境界値問題について, Determining nodes と呼ばれる  $\Omega$  上の有限個の点からなる集合の存在を考察した. Determining nodes は時間大域的な解の漸近挙動の観測点からなる集合のことであり, もし存在すれば, Determining nodes での解の漸近挙動から  $\Omega$  での解の漸近挙動を一意に決定することができる. 本年度は, Banach 空間上の半線型放物型発展方程式に対する初期値問題について, Determining nodes の  $L_p$  理論を構築した.

Concerning the initial-boundary value problem for the semilinear heat equation, Navier-Stokes equations etc. in a bounded domain  $\Omega$  of  $\mathbb{R}^n$  ( $n \in \mathbb{Z}$ ,  $n \geq 2$ ), I considered the existence of determining nodes which consists of finite points in  $\Omega$ . Note that determining nodes are the set of observation points for the asymptotic behavior of the time-global solutions. If determining nodes exist, we can determine uniquely the

asymptotic behavior of the solutions in  $\Omega$  from the one on determining nodes. In this fiscal year, I constructed the  $L_p$ -theory of determining nodes on the abstract initial value problem for semilinear parabolic evolution equations in Banach spaces.

#### B. 発表論文

1. R. Kakizawa, “Determining nodes for semilinear parabolic equations”, J. Math. Anal. Appl. **378** (2011), 375–386.
2. R. Kakizawa, “Determining nodes for semilinear parabolic evolution equations in Banach spaces”, Nonlinear Anal. (2011), submitted.
3. R. Kakizawa, “Asymptotic stability of stationary solutions to the Navier-Stokes equations in a multiply-connected bounded domain”, Appl. Anal. (2012), submitted.

#### 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.
2. 柿澤亮平, “Determining nodes for semilinear parabolic evolution equations in Banach spaces”, 第 33 回発展方程式若手セミナー, つくばグランドホテル, 2011 年 8 月.
3. 柿澤亮平, “Determining nodes for semilinear parabolic evolution equations in Banach spaces”, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学, 2011 年 10 月.
4. 柿澤亮平, “Determining nodes for semilinear parabolic evolution equations in Banach spaces”, 第 8 回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2012 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. 本年度は, 3 次の実シンプレク

ティック群  $Sp(3, \mathbf{R})$  のクラス 1 でない主系列表現の Whittaker 関数の級数展開を求めることを試みた。石井卓氏によるクラス 1 のときの結果や  $Sp(2, \mathbf{R})$  のときの結果を利用して求められないかと考えているが、まだ有意な結果は得られていない。

I am interested in automorphic representations and  $L$ -functions belonging to them. In this year, I tried to obtain power series expansion of Whittaker functions for non-spherical principal series representations of  $Sp(3, \mathbf{R})$ . Although there seems to be a possibility that one can get the power series expansion from the results by T. Ishii of cases where representations are class one or of  $Sp(2, \mathbf{R})$ , I do not obtain a meaningful result yet.

## B. 発表論文

1. S. Kaji : “The  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structures of standard representations of  $SL(4, \mathbf{R})$ ”, 東京大学修士論文 (2009).

## 加藤 直樹 (KATO Naoki)

(GCOE-RA)

### A. 研究概要

4次元リー環の1次元葉層構造に関する実現問題について研究した。特に1次元葉層構造として実現不可能な4次元リー環について研究した。また4次元閉多様体上の横断的にアファインな1次元葉層構造の分類に関して研究した。

I study the problem of realization of 4-dimensional Lie algebras as one-dimensional foliations. In particular, I study non-realizable 4-dimensional Lie algebras as one-dimensional foliations. And I study one-dimensional transversely affine foliations on 4-dimensional closed manifolds.

### 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相 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
4. 余次元1横断的アファイン葉層について, トポロジーの諸相 2011, 玉原国際セミナーハウス, July, 2011

## 神本 晋吾 (KAMIMOTO Shingo)

(学振 DC2)

### A. 研究概要

大きな複素パラメータ  $\eta$  を含む微分方程式の完全 WKB 解析を行っている。主に WKB 解析的変換を用いた Schrödinger 方程式

$$\left( \frac{d^2}{dx^2} - \eta^2 Q(x) \right) \psi = 0 \quad (\text{A})$$

の WKB 解の Borel 変換像の持つ特異性の解析、及び、形式解の Borel 総和可能性に関する研究を行った。具体的に、以下の結果が得られた:

I) 近畿大学の青木貴史氏、京都大学の河合隆裕氏、竹井義次氏により (A) の単純変わり点の近傍における Airy 方程式への WKB 解析的変換級数が導入された。これは (A) の WKB 解の Borel 変換像の「動く特異点」と呼ばれる、WKB 解の Stokes 現象を記述する際に重要となる特異点の解析を目的としている。神戸大学の小池達也氏との共同研究では、注目している単純変わり点から出る Stokes 曲線が、全て  $Q(x)$  の 2 位以上の極に流れ込むときに、WKB 解析的変換級数の、これらの Stokes 曲線上での Borel 総和可能性を示した。これにより、単純変わり点から出る Stokes 曲線上で、Borel 平面の基準の特異点から出る、Borel 平面の実軸と平行な直線の近傍での、WKB 解の Borel 変換像の持つ解析的特異性の完全な記述が可能となった。また、(A) の単純極の完全 WKB 解析において小池により導入され

た, WKB 解析的変換級数に関しても同様の結果が得られた. (Preprint **RIMS-1726**)

II) 青木, 河合, 竹井により合流する二つの単純変わり点を持つ Schrödinger 方程式 (MTP 方程式) の完全 WKB 解析が行われた. また, 河合, 小池, 竹井との共同研究では, 合流する単純変わり点と単純極を持つ Schrödinger 方程式 (MPPT 方程式) の完全 WKB 解析を行った. これらは, 「動かない特異点」と呼ばれる WKB 解の Borel 変換像を持つ特異点の解析を目標としている. これらの特異点の解析, 特に alien derivative の計算は, 合流パラメータに関する Stokes 現象の記述を行う際に重要となる. では, 二つの合流する単純極に関係する動かない特異点の解析は行えないだろうか? しかし, 一般にこれらの解析には困難が伴う. 河合, 竹井との共同研究では, 合流する二つの単純極と一つの単純変わり点を持つ方程式 (M2P1T 方程式) の完全 WKB 解析を行った. ここでは, 変わり点の合流速度を操作することにより, 合流する二つの単純極に関係する動かない特異点での alien derivative の計算に成功した. (Preprint **RIMS-1735**)

III) 完全 WKB 解析を行う上で, 解が何処で Borel 総和可能であるかを明確にすることは, Stokes 幾何を決定する際に重要となる. 小池との共同研究では, 大きなパラメータ  $\eta$  を含む二階の非線形常微分方程式

$$\frac{d^2 \lambda}{dt^2} = \eta^2 \frac{P(t, \lambda)}{Q(t, \lambda)} + \frac{R_1(t, \lambda, d\lambda/dt)}{R_2(t, \lambda)} \quad (\text{B})$$

( $P, Q, R_2 \in \mathbb{C}[t, \lambda], R_1 \in \mathbb{C}[t, \lambda, d\lambda/dt]$ ) の  $\eta^{-1}$  に関する形式冪級数解 (0-parameter 解)  $\lambda(t, \eta)$  が, Borel 総和可能となる十分条件を与えた. この結果の重要な応用例としては, 河合, 竹井により導入された大きなパラメータを持つ Painlevé 方程式が挙げられる.

I am studying the exact WKB analysis of differential equations with a large complex parameter  $\eta$ . In particular, I analyzed the singularity structure of Borel transformed WKB solutions of a Schrödinger equation

$$\left( \frac{d^2}{dx^2} - \eta^2 Q(x) \right) \psi = 0 \quad (\text{A})$$

through WKB-theoretic transformations. I also studied on the Borel summability of formal solutions. Precisely, I obtained the following results:

I) Takashi Aoki (Kinki University), Takahiro Kawai (Kyoto University) and Yoshitugu Takei (Kyoto University) introduced a WKB-theoretic transformation series that gives a transformation of (A) to the Airy equation in a neighborhood of a simple turning point. Their main purpose is to analyze “movable singular points” of Borel transformed WKB solutions of (A), which plays an important role when we describe Stokes phenomena of WKB solutions. In a joint work with Tatsuya Koike (Kobe University), we verified the Borel summability of the WKB-theoretic transformation series on the Stokes curves that emanate from a simple turning point in question when all the Stokes curves run into poles of  $Q(x)$  of order greater than or equal to 2. This result enables us to describe the singularity structure of Borel transformed WKB solutions on the Stokes curves and the half line that starts from the reference singular point parallel to the real axis of the Borel plane. On the other hand, Koike introduced a WKB-theoretic transformation series to study the WKB-theoretic structure of a simple pole of (A). We obtained the same result for the series. (Preprint **RIMS-1726**)

II) Aoki, Kawai and Takei studied the WKB-theoretic structure of a Schrödinger equation with a merging pair of two simple turning points (an MTP equation). And, in a joint work with Kawai, Koike and Takei, we developed the exact WKB analysis of a Schrödinger equation with a merging pair of a simple pole and a simple turning point (an MPPT equation). The principal aim of these studies is to analyze “fixed singular points” of Borel transformed WKB solutions. The analysis of these singular points, especially the calculation of the alien derivatives, is important when we describe the Stokes phenomena concerning a merging parameter. Now, how about the analysis of fixed singular points relevant to merging pair of two simple poles? In general, it is difficult to analyze these singular points. In a joint work with Kawai and Takei, we studied the WKB-theoretic structure of a Schrödinger equation with a merging triplet of two simple poles and a

simple turning point (an M2P1T equation). We succeeded in calculating the alien derivatives at the fixed singular points relevant to the pair of two simple poles by controlling the merging velocity of the simple turning point. (Preprint **RIMS-1735**)

III) In the exact WKB analysis, it is important to know where the solutions are Borel summable, especially when we determine the Stokes geometry for the solutions. In a joint work with Koike, we gave sufficient conditions for the Borel summability of formal series solutions in  $\eta^{-1}$  (0-parameter solutions) of a second order nonlinear ordinary differential equation

$$\frac{d^2\lambda}{dt^2} = \eta^2 \frac{P(t, \lambda)}{Q(t, \lambda)} + \frac{R_1(t, \lambda, d\lambda/dt)}{R_2(t, \lambda)} \quad (\text{B})$$

( $P, Q, R_2 \in \mathbb{C}[t, \lambda], R_1 \in \mathbb{C}[t, \lambda, d\lambda/dt]$ ) with a large parameter  $\eta$ . For example, the Painlevé equations with a large parameter, which is introduced by Kawai and Takei, have the form (B).

#### B. 発表論文

1. S. Kamimoto, K. Kataoka: “On the composition of kernel functions of pseudo-differential operators  $\mathcal{E}^{\mathbb{R}}$  and the compatibility with Leibniz rule”, to appear in *RIMS *Kôkyûroku* Bessatsu*.
2. S. Kamimoto, T. Kawai, T. Koike, Y. Takei: “On the WKB theoretic structure of the Schrödinger operators with a merging pair of a simple pole and a simple turning point”, *Kyoto J. Math.*, **50**, (2010), pp 101–164 .
3. S. Kamimoto, T. Kawai, T. Koike, 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”, *Asymptotics in Dynamics, Geometry and PDEs; Generalized Borel Summation vol. II*, Publications of the Scuola Normale Superiore, Springer, (2011), pp 245–254.
4. S. Kamimoto, T. Kawai, Y. Takei: “Microlocal analysis of fixed singularities of

WKB solutions of a Schrödinger equation with a merging triplet of two simple poles and a simple turning point”, to appear in *The Mathematical Legacy of Leon Ehrenpreis, 1930 - 2010*.

5. S. Kamimoto: “On the WKB theoretic transformation and its application”, *数理解析研究所講究録 1763 「準古典解析における諸問題」*, (2011), pp 68–74.
6. S. Kamimoto, T. Koike: “On the Borel summability of WKB-theoretic transformation series”, preprint (**RIMS-1726**), (2011), 56 pages.
7. S. Kamimoto, T. Kawai, Y. Takei: “Exact WKB analysis of a Schrödinger equation with a merging triplet of two simple poles and one simple turning point — its relevance to the Mathieu equation and the Legendre equation”, preprint (**RIMS-1735**), (2011), 216 pages.
8. S. Kamimoto: “無限階擬微分作用素の指数解析に関して”, to appear in *数理解析研究所講究録 「無限階擬微分作用素の超局所解析と漸近解析」* .
9. S. Kamimoto, K. Kataoka: “無限階擬微分作用素の形式核関数”, to appear in *数理解析研究所講究録 「無限階擬微分作用素の超局所解析と漸近解析」* .

#### C. 口頭発表

1. 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.
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, *Asymptotics in dynamics, geometry and PDEs, generalized Borel summation*, *Centro de Ricerca Matematica Ennio de Giorgi (Italy)*, 2009年10月.

3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Formal kernel functions of holomorphic pseudodifferential operators of infinite order, 超局所解析と偏微分方程式, 東京大学, 2010年11月.
8. On the Borel summability of 0-parameter solutions of nonlinear ordinary differential equations, 漸近解析に於ける超局所解析の展望, 京都大学数理解析研究所, 2011年11月.
9. Schrödinger 方程式の完全 WKB 解析に関して——変わり点の合流問題に関して, 神戸可積分系セミナー, 神戸大学, 2012年1月.
10. On the exact WKB analysis of Schrödinger equations with merging turning points or poles, 偏微分方程式姫路研究集会, イーグレ姫路, 2012年2月.

#### G. 受賞

数理科学研究科長賞, 2009年3月.

#### 宗野 恵樹 (SONO Keiju)

(GCOE-RA)

##### A. 研究概要

まず,  $SL(3, \mathbf{R})$  の主系列表現に付随する新谷関数を研究した. 私は新谷関数の満たす常微分方程式系を構成し, それらの解を調べることで新谷関数の明示公式 (Gauss の超幾何関数で表される) を与え, 新谷関数の空間の次元が 1 以下になることを証明した. 定理の応用として, 村瀬-菅野の両氏が行ったような新谷関数を用いた  $L$ -関数の積分公式や新谷関数による保型形式の展開公式の構成などが期待される.

続いて, Epstein ゼータ関数について研究した. まず,  $n \times n$  正定値対称行列  $Q$  に付随する twisted Epstein ゼータ関数を調べ, それに関する Kronecker の極限公式及び Chowla-Selberg の公式の類似を構成した. 前者は  $n \times n$  正定値行列  $Q$  に付随する twisted Epstein ゼータ関数の  $s = \frac{n}{2}$  における値を与えるものであり, 後者は twisted Epstein ゼータ関数の  $K$ -Bessel 関数による展開公式である. Epstein ゼータ関数に関しては, 上記の研究と並行して積分の 4 乗モーメントについて研究した. これは Riemann ゼータ関数のモーメントの理論の Epstein ゼータ関数におけるアナロジーであり, 主定理は,  $n$  が 4 以上の整数のとき  $n \times n$  正定値行列  $Q$  に付随する Epstein ゼータ関数  $\zeta(s; Q)$  に対し積分  $\int_0^T |\zeta(\frac{n-1}{2} + it; Q)|^4 dt$  が  $O(T(\log T)^4)$  と評価できるというものである. Riemann ゼータ関数の積分モーメントの計算には近似関数等式と呼ばれる公式を用いるが, Epstein ゼータ関数の 4 乗モーメントを計算するには近似関数等式が十分に機能せず, 別の道具が必要となる. この研究においては, 2 次形式に関する保型形式の理論と Dirichlet  $L$ -関数のモーメントの結果を利用し, モーメントの上からの評価を得た.

I investigated mainly on the Shintani functions on  $SL(3, \mathbf{R})$  and higher rank Epstein zeta functions, and found several important theorems.

##### B. 発表論文

1. The  $(\mathfrak{g}, K)$ -module structures of the principal series representations of  $GL(3, \mathbf{C})$ , 東京大学数理科学研究科平成 20 年度修士課程修了者論文集 5 (2008)

2. Shintani functions on  $SL(3, \mathbf{R})$ , International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences (2011), Article ID: 842806, 33 pages
  3. A second limit formula for higher rank twisted Epstein zeta functions and some applications, Tsukuba Journal of Mathematics **35**, No.2 (2011), p231-251
  4. 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), submitted
  5. On the zero distributions of the derivative of the Epstein zeta functions, submitted
  6. Fourth moment of the Epstein zeta functions, submitted
  7. Epstein ゼータ関数の微分の零点分布, 第6回福岡数論研究集会報告集
  8. Higher moments of the Epstein zeta functions, RIMS 研究集会“解析的整数論-数論的関数の多重性に関して”講究録に掲載予定
- C. 口頭発表
1. The matrix coefficients with minimal  $K$ -types of the spherical and non-spherical principal series representations of  $SL(3, \mathbf{R})$ , 2010年7月21日 第9回仙台広島整数論集会
  2. The matrix coefficients of the spherical and non-spherical principal series representations of  $SL(3, \mathbf{R})$ , 2010年11月4日 第13回白馬整数論オータムショップ
  3. Shintani functions on  $SL(3, \mathbf{R})$ , 2011年3月18日 半単純 Lie 群の球関数研究集会 (於東京大学大学院数理科学研究科)
  4. Higher moments of Epstein zeta function, 2011年8月5日 研究集会 有界対称領域の算術商のコホモロジーとモジュラー・サイクル
  5. Zeros of the constant term of the  $K$ -Bessel expansion of Epstein zeta functions. 2011年6月30日 名古屋大学解析数論研究集会
  6. On the zero distributions of the derivative of Epstein zeta functions, 2011年7月19日 第10回仙台広島整数論集会
  7. Epstein ゼータ関数の微分の零点分布, 2011年8月24日 第6回福岡数論研究集会
  8. Higher moments of the Epstein zeta functions, 2011年11月1日 RIMS 研究集会 解析的整数論-数論的関数の多重性について
  9. Riemann ゼータ関数と Epstein ゼータ関数のモーメントについて, 2011年12月2日 城西大学講演会
  10. On the fourth moment of the Epstein zeta functions (予定), 2012年3月10日 研究集会 L-functions of automorphic forms and related problems (於東京大学大学院数理科学研究科)
- 孫 娟娟 (SUN Juanjuan)
- A. 研究概要
- $U_q(\mathfrak{b})$  を  $X$  ( $X = A, B, C, D$ ) 型量子アフィン代数  $U_q(\mathfrak{g})$  の Borel 部分代数とする。量子可積分模型における ODE/IM 対応を手がかりとして、 $U_q(\mathfrak{b})$  のあるクラスの表現に対し、それらの  $q$  指標が満たす多項式関係の予想を提出する。
- Let  $U_q(\mathfrak{b})$  be the Borel subalgebra of a quantum affine algebra of type  $X_n^{(1)}$  ( $X = A, B, C, D$ ). Guided by the ODE/IM correspondence in quantum integrable models, we propose conjectural polynomial relations among the  $q$ -characters of certain representations of  $U_q(\mathfrak{b})$ .
- B. 発表論文
1. M. Jimbo, H. Nagoya, J. Sun, “Remarks on the confluent KZ equation for  $\mathfrak{sl}_2$  and quantum Painlevé equations”, J. Phys. A: Math. Theor. **41**(17) (2008), 175205.
  2. H. Nagoya, J. Sun, “Confluent primary fields in the conformal field theory”, J.

Phys. A: Math. Theor. **43(46)** (2010), 465203.

3. H. Nagoya, J. Sun, "Confluent KZ equations for  $\mathfrak{sl}_N$  with Poincaré rank 2 at infinity", J. Phys. A: Math. Theor. **44(28)** (2011), 285205.
4. J. Sun, "Polynomial relations for  $q$ -characters via the ODE/IM correspondence", submitted.

C. 口頭発表

1. Confluent KZ equations for  $\mathfrak{sl}_2$  and quantization of monodromy preserving deformation, Integrable System Winter Seminar 2008, Niigata, February 2008.
2. Confluent KZ equations for  $\mathfrak{sl}_2$  and quantization of monodromy preserving deformation, Infinite Analysis Seminar Tokyo, Tokyo, June 2008.
3. Confluent KZ equation for  $\mathfrak{sl}_N$  with Poincaré rank 2, Theory of Functional Equation Summer Seminar 2008, Toyama, August 2008.
4. Baxter's Q-operators of Izergin-Korepin model, Integrable System Winter Seminar 2009, Niigata, March 2009.
5. Baxter's Q-operators of Izergin-Korepin model, Theory of Functional Equation Summer Seminar 2009, Mie, August 2009.
6. On Izergin-Korepin model, Integrable System Winter Seminar 2010, Niigata, February 2010.
7. Baxter's Q-operator of quantum affine algebra  $Uq(C_n^{(1)})$ , Theory of Functional Equation Summer Seminar 2010, Tambara, July 2010.
8. Baxter's Q-operators of quantum affine algebra  $Uq(X_n^{(1)})$  ( $X = A, B$ ), Integrable System Winter Seminar 2011, Niigata, January 2011.

9. Baxter's Q-operators of quantum affine algebra, Theory of Functional Equation Summer Seminar 2011, Chitose, Hokkaido, August 2011.

千葉 優作 (TIBA Yusaku)

(学振 DC2)

A. 研究概要

複素平面から射影代数多様体への正則写像の性質を研究している。今年度は代数的トーラスから代数的な因子を除いた集合からトーリック多様体へ小林双曲的に埋め込まれるような条件の研究などをした。

I study properties of a holomorphic map from the complex plane to a projective algebraic manifold. In this academic year, I study a condition of an algebraic divisor in an algebraic torus such that the complement of the divisor is Kobayashi hyperbolically imbedded into a toric variety.

B. 発表論文

- (1) Y. Tiba, The second main theorem of hypersurfaces in the projective space, to appear in Math. Z.
- (2) Y. Tiba, Holomorphic curves into the product space of the Riemann spheres, J. Math. Sci. Univ. Tokyo. **18** (2011), 325–354
- (3) Y. Tiba, Kobayashi Hyperbolic Imbeddings into Toric Varieties, submitted.

C. 口頭発表

- (1) 千葉優作, "A new method to generalize the Nevanlinna theory to several complex", 複素解析幾何セミナー、東京大学数理科学研究科、2009年6月
- (2) 千葉優作, "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、2010年4月

- (3) 千葉優作, "n次元射影空間の超曲面に対する第2主要定理", 日本数学会秋季総合分科会、名古屋大学、2010年9月
- (4) 千葉優作, "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、2010年12月
- (5) 千葉優作, "トーリック多様体への小林双曲的埋め込みについて", 代数幾何学セミナー、東北大学、2011年6月
- (6) 千葉優作, "トーリック多様体への小林双曲的埋め込み", 函数論シンポジウム、千葉大学、2011年10月
- (7) 千葉優作, "Holomorphic curves into the product space of the Riemann spheres", 「等角写像論・値分布論」合同研究集会、金沢大学、2011年12月

### 張 祺智 (ZHANG QiZhi)

#### A. 研究概要

整数論の符号理論への応用についての研究を試しました。1995年に Garcia 氏と Stichtenoth 氏はある代数曲線のタワーを構築して Gilbert-Vashamov 界を乗り越える代数曲線符号を作りました。それから有限体上の代数曲線のタワーに関する研究は注目されてきた。タワーの中の曲線の有理点数と genus の比率の極限は実数であるが、その極限の上限を求めるのは符号理論に興味深い問題です。有限体の位数は平方数の場合にこの上限がもうわかりましたが、別の場合にはまだ分かっていません。この問題の研究を試しました。

I tried to research the application of number theory in coding theory. In 1995, Garcia and Stichtenoth constructed a tower of algebraic curves. The algebraic geometry codes from this tower can over the Gilbert-Vashamov bound. From this, the research about towers of algebraic curves on finite fields is very valued. The minimal upper bound of the rates of the numbers of rational points on the curves and the genus of the curves is very interested in the codes theory. In the case that the order of the finite field is a square number, the bound is

knew. But it is does not in else cases. I tried to research this problem.

### 田 然 (TIAN Ran)

#### A. 研究概要

楕円曲面のセクションに対して、その Manin の写像による像の次数とセクションの次数との関係に気が付き、Manin の写像のコホモロジー的な意味を明らかにし、これに基づいて、楕円曲面の代数ドラム・コホモロジー群の計算によって Davenport 不等式を一般の楕円曲面へ拡張しました。そして等号が成り立つ例も見つかり、これはタイトな不等式であることがわかりました。また、オービバンドルに対する宮岡-ヤオの不等式を応用しても、別の観点からすこし違う形で楕円曲面のセクションと 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ることを明らかにした。

For any section of an elliptic surface, I noted a relation between the degree of Manin's map and the degree of the section, which together with a cohomological interpretation of Manin's map, makes it possible to extend Davenport's inequality to a generic elliptic surface from the calculation of the algebraic de Rham cohomology of that surface. I also found examples that satisfy the equality, which make the extended inequality a tight one. On the other hand, by applying Miyaoka-Yau's inequality to some orbibundles on the elliptic surface, I revealed some other estimations for the intersection multiplicity between a section and the 0-section, which can be viewd as a related result from a slightly different point of view.

#### 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 Shohei)

A. 研究概要

1. 対合付 K3 曲面のモジュライの有理性に関する論文 (B 欄の 8) を完成させた。
2. 位数 3 の非シンプレクティック自己同型付き K3 曲面についてもほとんどのモジュライが有理的であることを証明した (大橋久範、瀧真語氏との共同研究)。
3. 吉川謙一氏の問いを受けて、いくつかの対合付 K3 曲面のモジュライ上の theta 零値因子を具体的な Heegner 因子として決定した。
4.  $SL_2 \times SL_2$  の既約表現のうち約 7 割について不変式体が有理的であることを証明した。

I am studying rationality problems for the moduli spaces of 2-elementary and Eisenstein K3 surfaces, and of curves on a smooth quadric surface.

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”, *Ann. Inst. Fourier.* **61** no. 2 (2011), 717–743
5. S. Ma : “On K3 surfaces which dominate Kummer surfaces”, arXiv 0905.4107, to appear in *Proc. Amer. Math. Soc.*
6. S. Ma : “The unirationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces (with an Appendix by Ken-Ichi Yoshikawa)”, arXiv 1011.1963, to appear in *Proc. London Math. Soc.*
7. S. Ma : “The rationality of the moduli spaces of trigonal curves of odd genus”,

arXiv 1012.0983, to appear in *J. Reine. Angew. Math.*

8. S. Ma : “Rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces”, arXiv 1110.5110.

C. 口頭発表

1. (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.
2. (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.
3. (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.
4. 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.
5. 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.
6. 奇数種数トリゴナル曲線のモジュライの有理性、代数幾何セミナー、早稲田大学、2011 年 6 月.
7. 対合付 K3 曲面のモジュライの有理性、代数学シンポジウム、岡山大学、2011 年 8 月.
8. (Uni)rationality of the moduli spaces of Eisenstein K3 surfaces, 特殊多様体研究集会、玉原 SH、2011 年 8 月.
9. 奇数種数トリゴナル曲線のモジュライの有理性、リーマン面に関連する位相幾何学、東京大学、2011 年 9 月.
10. Rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces, *Moduli spaces and automorphic forms*, CIRM (France), 2011 年 10 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。とりわけ細胞性粘菌の集合体形成を描いた Keller-Segel 系の閾値原理の研究を行ってきた。今年度は、Parabolic-Parabolic 型の Keller-Segel 系を Wasserstein 距離を用いて、勾配流として定式化した。また、Minimizing Movement の方法を用いて、退化型 Keller-Segel 系の時間大域的な解の存在を示した。

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, I formulated the Keller-Segel system as a gradient flow and proved the time global existence of solutions of the Keller-Segel system by applying the method of minimizing movements.

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, パリ南大学 (フランス), 2010 年 9 月 8 日.
2. The Chemotaxis model as steepest descent, Workshop Reaction-Diffusion Systems: Experiments, Modeling, and Analysis, , パリ南大学 (フランス), 2010 年 10 月 22 日.
3. 距離空間での勾配流と Wasserstein 距離, 玉原応用解析サマースクール, 玉原国際セミナーハウス, 2011 年 8 月 8 日.

横山 聡 (YOKOYAMA Satoshi)

A. 研究概要

確率ナビエ・ストークス方程式についての研究を実施した。研究対象とする確率ナビエ・ストークス方程式は、 $\mathbb{T}^2$  上の体積を保存する微分同相写像に値を取る関数で定義されるある変分問題で現れ、強圧的条件を満たさない特徴を持つ。このような弱解の存在について研究した。

I have studied stochastic Navier-Stokes equations. The equations appear in a certain variational problem defined by functions taking values in volume preserving diffeomorphisms in  $\mathbb{T}^2$  and do not satisfy the coercivity condition. I have studied existence of weak solutions of this type of equations.

B. 発表論文

1. S. Yokoyama : “Construction of weak solutions of a certain stochastic Navier-Stokes equation”, An International Journal of probability and Stochastic Processes.
2. S. Yokoyama and W. Stannat : “Weak solutions of non coercive stochastic Navier-Stokes equations in  $\mathbb{R}^2$ ”, An International Journal of probability and Stochastic Processes.

C. 口頭発表

1. Construction of weak solutions of a certain stochastic Navier-Stokes equation, TU Darmstadt, 2011 年 9 月.
2. Construction of weak solutions of a certain stochastic Navier-Stokes equation, 第 4 回日独流体数学国際研究集会, 早稲田大学理工学部, 2011 年 11 月.

植松 哲也 (UEMATSU Tetsuya)

(GCOE-RA)

A. 研究概要

代数多様体の Brauer 群の生成元をその関数体の Milnor  $K$ -群を用いた形で表示する問題について取り組んだ。今年度は、代数多様体として、対角的 3 次曲面と呼ばれる曲面を扱い、ある条件下での生成元の具体的表示を求めることができた。また、一般の対角的 3 次曲面に対しては、そのような表示が曲面の係数から決まるような関数として共通には取ってこれないことを示した。また、シンボル表示を用いた応用として、局所体上のいくつかの対角的 3 次曲面に対して、次数 0 の 0 次 Chow 群の群構造を決定することができた。

In this research year, I considered the problem of presenting the Brauer groups of algebraic varieties in terms of the Milnor  $K$ -groups of their function fields. In the case of diagonal cubic surfaces, I proved the following two result. First, under some assumption on the coefficients of surfaces, there exists such a presentation. Secondly, in spite of the former result, in general situation there does not exist such one in a uniform way.

As an application of this presentation of the Brauer groups, I computed the group structure of the degree-zero part of the 0-th Chow groups of some diagonal cubic surfaces over local fields.

B. 発表論文

1. T. Uematsu: On the Local Evaluation Maps of the Brauer-Manin Obstruction, 平成 22 年度東京大学修士論文.

C. 口頭発表

1. 局所大域原理について, 平成 23 年度 GCOE 玉原自主セミナー, 東京大学玉原セミナーハウス, 2011 年 8, 9 月.

(学振 DC2)

A. 研究概要

I mainly studied the relation between motivic homology and etale fundamental group of a smooth variety over a  $p$ -adic field. Main goal is to generalize the classical relations of the Brauer group and fundamental group of a smooth proper variety over a  $p$ -adic field, to the higher Chow groups given by the Brauer-Manin pairing and the class field theory. I am working towards to improve the results obtained by Takao Yamazaki. Main tool used is the Kato homology which controls, in certain degrees, the map between motivic homology and etale cohomology. It is vanishing is conjectured by Kazuya Kato and several cases has been shown to vanish by several authors (Saito Shuji, Uwe Jansen, Moritz Kerz). My current goal is to apply these results to several applications.

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).
2. M.K.Uzun : "Motivic Homology and Class Field Theory over  $p$ -adic fields", In Progress (2012).

大川 新之介 (OKAWA Shinnosuke)

(学振 DC1)

A. 研究概要

昨年度に引き続き森夢空間 (Mori dream space) や Cox 環に関する話題が研究の中心であった。権業・三内・高木氏との共同研究において、Fano 型多様体を Cox 環によって特徴づけることができた。より正確に述べると、標数 0 の体上定義された射影的正規代数多様体  $X$  が Fano 型であることと、 $X$  の Cox 環が有限生成でありかつそのスペクトラムが高々対数的端末特異点しか持たないことが同値であることを証明した。この証明は正標数還元の手法に基づいており、その過程で大域的  $F$  正則型の森夢空間が Fano 型

であることも証明している。その際の証明を精密化する事により、大域的  $F$  正型の曲面が Fano 型であることを (森夢空間であることを仮定せずに) 証明することもできた。

上述の共同研究において主結果を Calabi-Yau 型の森夢空間に拡張する際に、正標数特異点に関する予想を仮定する必要が生じた。川又氏との共同研究によってこの点を回避し、Calabi-Yau 型の場合にまで結果を拡張することができた。

I continued my research on Mori dream spaces from the last fiscal year. In a joint work with Gongyo, Sannai and Takagi, we gave a characterization of varieties of Fano type in terms of their Cox rings. To be precise, we proved that a normal projective variety over a field of characteristic zero is of Fano type if and only if its Cox ring is finitely generated and its spectrum has at worst log terminal singularities. Our proof is based on the methods of reduction modulo  $p$ , and in a necessary step we also proved that a Mori dream space of globally  $F$ -regular type is of Fano type. Extending the arguments I also proved that a projective surface, which is not assumed to be a Mori dream space, of globally  $F$ -regular type is of Fano type.

When we tried to generalize our result to Mori dream spaces of Calabi-Yau type, we had to assume a conjecture on  $F$ -singularities. In a joint work with Kawamata, we circumvented this difficulty and obtained the generalization to Calabi-Yau case.

#### B. 発表論文

1. Y. Gonyo, S. Okawa, A. Sannai, and S. Takagi, “Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings”, arXiv:1201.1133, submitted.
2. Y. Kawamata and S. Okawa, “Mori dream spaces of Calabi-Yau type and the log-canonicity of the Cox rings”, arXiv:1202.2696, submitted.
3. S. Okawa, “Extensions of two Chow stability criteria to positive characteristics”, Michigan Math. J. Volume 60, Issue 3 (2011), 687-703.

4. S. Okawa, “On global Okounkov bodies of Mori dream spaces”, 都の西北代数幾何学シンポジウム 2010 プロシーディングス (査読無し).
5. S. Okawa, “Semi-orthogonal decomposability of the derived category of a curve”, Advances in Math. Volume 228, Issue 5 (2011), 2869-2873.
6. S. Okawa, “On images of Mori dream spaces”, arXiv:1104.1326. Submitted.
7. 大川新之介, 『森夢空間にまつわるエトセトラ』, 城之崎代数幾何学シンポジウム 2011 プロシーディングス (査読無し、サーベイ).
8. 大川新之介, “Studies on the geometry of Mori dream spaces (森夢空間の幾何学に関する研究)”, 博士論文.

#### C. 口頭発表

1. Extensions of two Chow stability criteria to positive characteristics, 代数幾何学セミナー, 東京大学, 2010年2月1日
2. Chow stability of projective hypersurfaces in positive characteristics, The 2nd Kyushu University/POSTECH Joint Workshop, 九州大学, 2010年3月15日
3. 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年11月10日
4. On images of Mori dream spaces, 代数幾何学研究集会, 九州大学, 2011年2月22日
5. On images of Mori dream spaces, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2011年4月22日
6. Multi-section rings and surjective morphisms, Hiroshima University Mini Workshop, Cox Ring, Motivic Zeta, and related topics, 広島大学, 2011年9月16日
7. Multi-section rings and surjective morphisms, 城之崎代数幾何学シンポジウム, 城之崎大会議館, 2011年10月25日
8. On images of Mori dream spaces, Algebraic Geometry in East Asia 2011, National Taiwan University, 2011年11月16日

9. Geometry of line bundles via GIT, 代数幾何学セミナー, 東北大学, 2011年11月25日
10. Characterization of varieties of Fano type via singularities of Cox rings, I, Algebraic Geometry Conference, Chulalongkorn University, 2011年12月20日

大島 芳樹 (OSHIMA Yoshiki)

(学振 DC1)

A. 研究概要

Lie 群の表現論に興味を持っている。2011年度は以下の研究を行った。

- $(\mathfrak{g}, K)$  加群の離散分解性
- 極小表現と導来関手加群の分岐則
- Borel-de Siebenthal 離散系列表現の解析接続
- コホモロジカル誘導の局所化
- Zuckerman 関手の局所テータ対応
- $K$  無重複標準  $(\mathfrak{g}, K)$  加群と多重旗多様体

I am interested in the representation theory of Lie groups. In 2011, I worked on the following subjects.

- Discrete decomposability of  $(\mathfrak{g}, K)$ -modules
- Branching laws for minimal representations and derived functor modules
- Analytic continuation of Borel-de Siebenthal discrete series representations
- Localization of cohomological induction
- Local theta lift of the Zuckerman functor
- $K$ -multiplicity free standard  $(\mathfrak{g}, K)$ -modules and multiple flag varieties

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).

2. T. Kobayashi and Y. Oshima: “Classification of discretely decomposable  $A_q(\lambda)$  with respect to reductive symmetric pairs”, preprint.
3. Y. Oshima: “On the restriction of Zuckerman’s derived functor modules  $A_q(\lambda)$  to reductive subgroups”, preprint.

C. 口頭発表

1. 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.
2. 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.
3. 導来関手加群の離散的な分岐則, 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.
4. 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.
5. 導来関手加群の離散的な分岐則, 表現論とその関連分野, 北海道大学, 2011年3月.
6. Classification of discretely decomposable  $A_q(\lambda)$  with respect to symmetric pairs, Branching Problems for Unitary Representations, Max Planck Institute for Mathematics, ドイツ, 2011年7月.
7. On the restriction of  $A_q(\lambda)$ -modules to reductive subgroups, Analysis on Lie groups, Max Planck Institute for Mathematics, ドイツ, 2011年8月.
8. コホモロジカル誘導の局所化, 表現論セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2011年10月.
9. 多重旗多様体と導来関手加群の  $K$  タイプ, 青山数理解析セミナー, 青山学院大学, 2011年12月.

10. Classification of symmetric pairs with discretely decomposable restrictions of  $(g, K)$ -modules, Analysis seminar, Aarhus University, デンマーク, 2012年3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

今年度, 私は以下の三点について研究を行なった:

- 非リーマン対称空間上のリー群の固有作用, 不連続群.
- 実単純リー環の極小冪零軌道.
- 球面上のデザインと符号の理論の一般化.

非リーマン対称空間上のリー群の固有作用, 不連続群について:

私は前年度までの研究において, 非リーマンな半単純対称空間  $G/H$  について,  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有作用を許容するものを分類し, それ以外のものは本質的に可換群しか不連続群を持たないことを示した (論文 1). 今年度は,  $SL(2, \mathbb{R})$  より大きなリー群の固有作用について研究を行なった. その結果として, 対称空間  $G/H$  が  $SL(3, \mathbb{R})$  または  $SU(2, 1)$  の固有作用を許容するための必要条件を発見し, その条件を満たす半単純対称対  $(G, H)$  を分類した.

実単純リー環の極小冪零軌道について:

複素単純リー環はただ一つの極小冪零軌道を持つことが知られているが, 一般の実単純リー環  $\mathfrak{g}$  には極小冪零軌道は複数存在する. 私は今年度の研究において,  $\mathfrak{g}$  の極小冪零軌道達は必ず同一の複素化 (これは複素冪零軌道となる) を持つことを示し, 各単純リー環に対して, その複素冪零軌道を決定した.

球面上のデザインと符号の理論の一般化について:

球面上で展開されているデザインと符号の理論を, より一般の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. 私の前年度の研究では, コンパクト群  $G$  を対称空間として捉え,  $G$  上のデザインと符号を表現論の言葉を用いて定義することにより,  $G$  上の点配置に対する Fisher 型不等式にあたる定理を得た. 今年度の研究では, コンパクト Gelfand 対  $(G, H)$  に対して,  $G/H$  上のデザインと符号を定義し,  $G/H$  上の点配置に対する Fisher 型不等式にあたる定理を得た.

I studied the following three topics:

- Proper actions of Lie groups and discontinuous groups for non-Riemannian symmetric spaces.
- Minimal nilpotent orbits in simple Lie algebras.
- Generalizations of the theory of designs and codes on a sphere.

**Proper actions of Lie groups and discontinuous groups for non-Riemannian symmetric spaces:**

In the previous year, I classified semisimple symmetric spaces  $G/H$  that admit proper  $SL(2, \mathbb{R})$ -actions and proved that the other  $G/H$  do not admit discontinuous groups without virtually abelian groups. In this year, I studied proper actions of more larger Lie groups than  $SL(2, \mathbb{R})$ . Then, I proved a sufficient condition on symmetric pairs  $(G, H)$  for which  $G/H$  admit proper  $SL(3, \mathbb{R})$ -actions or proper  $SU(2, 1)$ -actions, and classified symmetric pairs that satisfy the condition.

**Minimal nilpotent orbits in simple Lie algebras:**

It is well-known that any complex simple Lie algebra has a unique complex minimal nilpotent orbit. However, a real simple Lie algebra  $\mathfrak{g}$  has finitely many real minimal nilpotent orbits in general. In this year, I proved that the real minimal nilpotent orbits are contained in a unique complex nilpotent orbit in  $\mathfrak{g}_{\mathbb{C}}$ , where  $\mathfrak{g}_{\mathbb{C}}$  is the complexification of  $\mathfrak{g}$ , and determined such the complex nilpotent orbit for any simple Lie algebra  $\mathfrak{g}$ .

## Generalizations of the theory of designs and codes on a sphere:

I want to construct a theory of designs and codes on more general spaces than spheres. For a rank one compact symmetric space  $X$ , 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 the previous year, I defined designs and codes on compact groups  $G_0$  and proved an analogue of Fisher type inequalities. We note that a compact group  $G_0$  can be regarded as a compact symmetric space by  $G_0 = (G_0 \times G_0)/\Delta G_0$ . In this year, I defined designs and codes on  $G/H$  for compact Gelfand pairs  $(G, H)$  and proved an analogue of Fisher type inequalities.

### B. 発表論文

1. "Proper actions of  $SL(2, \mathbb{R})$  on semisimple symmetric spaces" Proc. Japan Acad. Ser. A Math Sci. 87(3):35-39, 2011
2. "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 B20:57-69, 2010

### C. 口頭発表

1. "コンパクト Gelfand 対の等質空間上のデザイン," 第1回大分高専セミナー, 大分工業高等専門学校, 2011年12月
2. "Smallest complex nilpotent orbit with real points," Lie 群論・表現論セミナー, 東京大学, 2011年11月
3. "Smallest complex nilpotent orbits with real points," Topics in combinatorial representation theory, 京都大学数理解析研究所, 2011年10月
4. "An analogue of Fisher type inequality on compact symmetric spaces," Workshop on algebraic combinatorics, 上海交通大学 (中国), 2011年9月
5. "Relation between nilpotent orbits and proper actions of  $SL(2, \mathbb{R})$ ," Workshop

"Topics in the theory of Weyl groups and root systems" in honor of Professor Jiro Sekiguchi on his 60th birthday, 東京大学, 2011年9月

6. "半単純対称空間における  $SL(2, \mathbb{R})$  の固有な作用," Rigidity Seminar 名古屋大学, 2011年6月
7. "一般ランクのコンパクト対称空間における Fisher type bound の類似について," 組合せ数学セミナー, 九州大学, 2011年7月
8. "一般ランクのコンパクト対称空間における Fisher type bound の類似について," 第18回組合せ論セミナー, 東北大学, 2011年7月
9. "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
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 (韓国), 2010年3月

糟谷 久矢 (KASUYA Hisashi)

(学振 DC1)

### A. 研究概要

冪零ではない複素可解多様体のドルボーコホモロジーを計算する方法はほとんど知られていない。私は今年度、複素可解多様体がある条件を満たせば、そのドルボーコホモロジーを有限次元複体で計算できることを示した。この結果を用いることで、ホッジの分解対称性を持つ非ケーラー複素可解多様体を見つけた。

It is difficult to compute the Dolbeault cohomology of non-nilpotent complex solvmanifolds. I showed that one can compute the Dolbeault cohomology of complex solvmanifolds with some conditions by using finite dimensional cochain complexes. By this result, I construct non-Kähler solvmanifolds satisfying the Hodge decomposition and symmetry.

## B. 発表論文

1. H. Kasuya, Cohomologically symplectic solvmanifolds are symplectic. *J. Symplectic Geom.* **9** (2011) 4 429-434,
2. H. Kasuya, Formality and hard Lefschetz properties of aspherical manifolds, Accepted by *Osaka Journal of Mathematics*
3. H. Kasuya, Coeffective cohomology of symplectic aspherical manifolds. Accepted by *Proceedings of the American Mathematical Society*
4. H. Kasuya, Geometrical formality of solvmanifolds and solvable Lie type geometries. Accepted by *RIMS Kokyuroku Bessatsu*
5. H. Kasuya, Techniques of computations of Dolbeault cohomology of solvmanifolds. Accepted by *Mathematische Zeitschrift*

## C. 口頭発表

1. Geometrical formality of solvmanifolds and solvable Lie type geometries. *RIMS 研究集会 変換群の幾何と組合せ論* 2011 年 6 月 14 日 (火) 京都大学 数理解析研究所
2. Minimal models of solvmanifolds with local systems. 首都大学東京幾何学セミナー 2011 年 7 月 1 日 (金)
3. Cohomologically symplectic solvmanifolds are symplectic. 幾何学阿蘇研究集会 休暇村南阿蘇 2011 年 8 月 23 日
4. Cohomologically symplectic solvmanifolds are symplectic. 日本数学会 2011 年度秋季総合分科会信州大学 2011 年 9 月 29 日
5. Coeffective cohomology of symplectic aspherical manifolds. シンプレクティック幾何学とその周辺岐阜経済大学 2011 年 11 月 9 日 (水)
6. Techniques of computations of Dolbeault cohomology of solvmanifolds. 変換群論シンポジウム兵庫県民会館 2011 年 11 月 19 日 (土)

7. Techniques of computations of Dolbeault cohomology of solvmanifolds. 複素解析幾何セミナー東京大学 2011 年 11 月 21 日 (月)
8. 可解多様体の Dolbeault コホモロジーの計算法とその応用松江微分幾何学研究会 2011 島根大学 総合理工学部 2011 年 12 月 16 日 (金)
9. Formality and hard Lefschetz property of nilmanifolds. Mini Course at Karlsruhe Institute of Technology Talk 1 Tuesday, 17.01.2012
10. Formality and hard Lefschetz property of solvmanifolds. Mini Course at Karlsruhe Institute of Technology Talk 2 Wednesday, 18.01.2012
11. Formality and hard Lefschetz properties of solvmanifolds with local systems. Mini Course at Karlsruhe Institute of Technology Talk 3 Thursday, 19.01.2012
12. 二つのアーベル群でできる幾何学第 9 回城崎新人セミナー 2012 年 2 月 14 日 (火)

## G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞

## 金沢 篤 (KANAZAWA Atsushi)

### A. 研究概要

私は Calabi-Yau 多様体の幾何学と不変量について主に研究している。今年度は K3 曲面と格子理論の関係を 3 次元の場合に拡張するという動機から、3 次元 Calabi-Yau 多様体の二次元コホモロジー群上にカップ積によって定義される三次形式について研究した。P.H.M. Wilson との共同研究では 3 次元 Calabi-Yau 多様体三次形式と Chern 類の間には様々な不等式が成り立つ事が示された。重要な帰結として  $n \in \mathbb{Z}$  を固定したとき  $H^3 = n$  なる偏極付き 3 次元 Calabi-Yau 多様体  $(X, H)$  の Chern 類の有界性が明示的な形で得られた。微分同型類の有界性自体は Hilbert 概形的一般論を使う事で、特別な種類の偏極付き 3 次元 Calabi-Yau 多様体に対しても具体的な Chern 類の有界表示は以前から知られていたこ



とである。我々の結果は一般の偏極付き 3 次元 Calabi-Yau 多様体に対する明示的な表示である。

My research interest lies in the geometry and invariants of Calabi-Yau varieties. This year, in the light of the essential role of the K3 lattice in the study of K3 surfaces, I study the symmetric trilinear form on the second cohomology group defined by the cup product. In the joint work with P.H.M. Wilson, I investigate the interplay between the Chern classes  $c_2(X)$ ,  $c_3(X)$  and the trilinear form, and demonstrate some numerical relations between them. As an important consequence, we obtain explicit bounds for the Chern classes of polarized Calabi-Yau threefolds  $(X, H)$  with fixed  $H^3 = n$ . By standard Hilbert scheme theory, it is known that deformation classes of such polarized Calabi-Yau threefolds are bounded. Our paper records some simple explicit results which hold in general.

#### B. 発表論文

1. A. Kanazawa: "Pfaffian Calabi-Yau threefolds and mirror symmetry", submitted.
2. A. Kanazawa and P.H.M. Wilson, "Trilinear forms and Chern classes of Calabi-Yau threefolds, submitted.

#### C. 口頭発表

1. Lattice Theory and its application to K3 Surfaces, PIMS Young Researchers Conference, University of British Columbia, 2011, May 5.

國谷 紀良 (KUNIYA Toshikazu)

(学振 DC1)

#### A. 研究概要

季節変動環境下における感染症の流行予測のための数理モデルとして、時間周期的な連立偏微分方程式を構築し、その非自明なエンデミック周期解の存在および一意性と、疫学的に有名な閾値である基本再生産数  $R_0$  との関係性を研究した。扱ったモデルは SIS 感染症モデルと呼

ばれる最も基本的な構造を持つモデルの内の一つであるが、年齢構造化されたその周期モデルに関しては十分な研究がなされておらず、その周期解の存在および一意性を保証するための上述の  $R_0$  のような閾値の存在に関しては未解決であった。本年度の研究では、近年 Bacaer and Guernaoui (2006) によって周期的な感染症モデルに対して定義された基本再生産数  $R_0$  に対し、 $R_0$  が 1 より大きい場合には、生物学的に自然なパラメータに対する仮定の下で、そのモデルには非自明なエンデミック周期解が唯一つ存在することを証明した。

Throughout the year I have studied the relation between the basic reproduction number  $R_0$ , which is a well-known epidemiological threshold, and the existence and uniqueness of a nontrivial endemic periodic solution of age-structured periodic epidemic models for diseases in seasonally fluctuating environments. I have focused on an age-structured periodic SIS epidemic model and solved some open problems on the existence and uniqueness of an endemic periodic solution of the model. For the basic reproduction number  $R_0$  defined by Bacaer and Guernaoui (2006), I have proved that under some biologically natural assumptions, the model has a unique nontrivial endemic periodic solution if  $R_0 > 1$ .

#### B. 発表論文

1. T. Kuniya: "Global stability analysis with a discretization approach for an age-structured multigroup SIR epidemic model", *Nonlinear Anal. RWA* **12** (2011) 2640–2655.
2. 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. 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. 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.
3. A method for global stability analysis of multigroup epidemic models, The Third Conference on Computational and Mathematical Population Dynamics, Bordeaux, France, May 2010.
4. 多状態感染症モデルの大域的安定性解析, 日本応用数理学会 2010年度年会, 明治大学駿河台キャンパス, 2010年9月.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Global stability analysis with a discretization approach for an age-structured SIR epidemic model, 8th European Conference on Mathematical and Theoretical Biology, Krakow, Poland, June-July 2011.
9. 周期性を持つ年齢構造化 SIS 感染症モデルの解析, 第21回日本数理生物学会年会, 明治大学駿河台キャンパス, 2011年9月.
10. 時間周期的な年齢構造化 SIS 感染症モデルの閾値条件に関する諸結果, 第8回生物数学の理論とその応用, 京都大学数理解析研究所, 2011年11月.

## 古場 一 (Koba Hajime)

(学振 DC2)

### 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。海面や地面付近にエクマン境界層という境界層が存在する。数学的には、エクマン境界層は地球流体方程式の定常解で表されるとされている。私はそのエクマン境界層の安定性や不安定性の数学解析を行っている。

A large-scale fluid such as the atmosphere and ocean is called geophysical fluid. Ekman layers are layers appearing in the atmosphere and ocean. From a mathematical view, Ekman layer is a stationary solution of a geophysical system. I study the stability and instability of the Ekman layer.

### C. 口頭発表

1. “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 (Japan).
2. “Nonlinear stability of Ekman boundary layers in rotating stratified fluids with oblique rotation” (Poster), International Conference on Evolution Equations Schmittgen, October 11-15, 2010 (Schmittgen, German).
3. “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.
4. “Asymptotic stability of Ekman layers”, International Research Training Group 1529 Darmstadt-Tokyo Spring School 2011, TU Darmstadt, February 28 - March 3, 2011 (Darmstadt, German).
5. “Global Solvability of a Geophysical System”, International Research Training

Group 1529 Summer Courses on Mathematical Fluid Dynamics, TU Darmstadt, July 6 - 8, 2011 (Darmstadt, German).

6. “Weak solutions of an Ekman perturbed system, the uniqueness, and the smoothness”, International Research Training Group Seminar, Department of Mathematics, Technical University of Darmstadt, November 19, 2011.
7. “Asymptotic stability of Ekman boundary layers in rotating stratified fluids”, the 4th Japanese-German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics Waseda university, November. 28 - December. 2 2011 (Japan).
8. “On Energy Inequality, Smoothness and Large Time Behavior for Weak Solutions of an Ekman Perturbed System”, 第13回北東数学解析研究会, 北海道大学理学部, 2012年2月17日-18日.

#### E. 修士・博士論文

(修士論文)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)”.

#### 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

Max-Plus 代数には引き算ができないという困難が存在するが、symmetrization という手法によって推移律を失う代わりに引き算ができるようになる。この代数上の行列の演算は通常の行列とほぼ平行に行うことができ、超離散化も可能である。

このように枠組みを確認した後、実際に非可換離散 KdV 方程式を超離散化した。方程式の形には推移律が成立しないことによっていくつかの候補が存在するが、数値実験によって問題なく時間発展するらしい形を見つけた。また、1ソリトン解の超離散化も行い、初期値から時間発展

させた場合と一致するらしいことも数値的に確認した。

The Max-Plus algebra has a difficulty that subtractions cannot be performed in it. However, *symmetrizing* it enables subtractions in exchange for transitivity. Matrices over the symmetrized Max-Plus algebra behave similarly as usual matrices, and can be used in ultradiscretization.

Under this framework, we discretized noncommutative discrete KdV equation. There are some candidates for the form of the equation because of the lack of transitivity, but numerical experiments indicate a form which permits evolution over sufficiently long time periods. Also, ultradiscretized 1-soliton solutions are obtained, which seem to coincide with time evolutions over corresponding initial conditions.

#### 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”, J. Phys. A: Math. Theor. **44** (2011) 375202.

### SUTHICHITRANONT Noppakhun

#### A. 研究概要

I study Quantum Field Theory and Operator Algebra. In this year, I have studied basics and examples of local conformal nets in Conformal Field Theory, especially the results of Roberto Longo and Yasuyuki Kawahigashi.

#### B. 発表論文

1. N. Suthichitranont: “Grothendieck rings for non-modular and non-symmetric pre-modular categories of rank 4”, Master’s thesis, University of Tokyo (2010).

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。とりわけ、 $X$  上の線型系について  $C$  上の線型系の引き戻しで与えられるかどうかを調べた。

$X$  は Tschirnhaus 加群  $\mathcal{E}$  を用いて  $C$  上の射影空間束  $\mathbb{P}(\mathcal{E})$  に埋め込める。 $\mathcal{E}$  が安定な場合は、そうでない場合に比べて  $\mathbb{P}(\mathcal{E})$  上の線型系が扱いづらい。そこで Tschirnhaus 加群の安定性を判定すべく取り組んだが、この課題では成果が挙げられなかった。一方で、 $\mathcal{E}$  が安定であっても  $X$  上の線型系については  $\mathbb{P}(\mathcal{E})$  から情報が得られることがわかった。

$X$  上の基点を持たないペンシルについて誘導される射  $X \rightarrow C \times \mathbb{P}^1$  の性質を考察した。特に、被覆次数が 4 で  $C$  が超楕円的な場合について、 $C$  を経由しないものは 修士論文で具体的に調べた結果に帰着されることがわかった。

I am interested in invariants of algebraic curves and linear series.

It is important to determine invariants of a curve  $X$  admitting a morphism onto a curve  $C$  in terms of  $C$  and the covering map. I have studied mainly whether a linear series on  $X$  is the pull-back of a linear series on  $C$ .

The curve  $X$  can be embedded into the projective space bundle  $\mathbb{P}(\mathcal{E})$  over the base curve  $C$ , where  $\mathcal{E}$  is the Tschirnhausen module of  $X \rightarrow C$ . In case of stable  $\mathcal{E}$ , linear series on  $\mathbb{P}(\mathcal{E})$  are difficult to handle. I tried to find a criterion for stability of the Tschirnhausen module, but no progress has been made. I showed some information on linear series on  $X$  is obtained from  $\mathbb{P}(\mathcal{E})$ , even if  $\mathcal{E}$  is stable.

I researched on the morphism  $X \rightarrow C \times \mathbb{P}^1$  induced by a pencil on  $X$  which is free from base points. I found that a pencil on a quadruple covering  $X$  of a hyperelliptic curve  $C$  which does not factor through  $C$  is reduced to the results in my M.S. thesis.

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

射影的代数多様体の正則直線束に付随する Bergman 核の研究を行なっている。今年度は、直線束を一般化した次数付き線形系に対する Bergman 核の漸近挙動を調べ、主要項がいわゆる平衡化計量の Monge-Ampère 体積で与えられることを証明した (論文 2)。これは論文 1 の結果も部分的に含んでいる。定スカラー曲率 Kähler 計量の存在問題に応用があると考えている。

I study the Bergman kernel function associated to a holomorphic line bundle on a smooth projective variety. In this year I studied the asymptotics of Bergman kernels associated general graded linear series. It was shown in the paper 1 that the leading term is determined by the Monge-Ampère mass of the equilibrium metric. This also generalizes partial results of the paper 2. These studies might have applications to the existence problem of constant scalar curvature Kähler metrics.

B. 発表論文

1. T. Hisamoto: "Restricted Bergman kernel asymptotics", to appear in Trans. Amer. Math. Soc..
2. T. Hisamoto: "On the volume of graded linear series and Monge-Ampère mass.", preprint.

C. 口頭発表

1. 部分多様体に沿っての直線束の 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, 多変数関数論冬セミナー, 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 Mathématiques, Luminy, Marseille, France, 2011 年 2 月 11 日.
9. Asymptotic of Bergman kernels associated to ideal sheaves and its application, 玉原多変数複素解析研究集会, 玉原国際セミナーハウス, 2011 年 9 月 24 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。Wiles 氏の  $GL(1)$  に関する岩澤主予想の証明は Ribet の定理の証明方法からアイデアを得ていた。総実代数体や CM 体に関する Ribet の定理の類似はイデアル類群の位数と Hecke  $L$  関数の特殊値の代数的部分の付値との間の関係を調べるものである。この定理は様々な方法で証明されてきた。

Berger 氏と Skinner 氏は Harder 氏の理論を用いて、この定理を証明した。今学期は、彼らと同様に、カスプ形式と Eisenstein 級数の合同式を構成せずに、有理数体  $\mathbb{Q}$  に関する Ribet の定理の別証明を与えた。証明の鍵は [1] で構成したコサイクルを用いて、(肥田氏によって定義された) 合同加群の位数と Dirichlet  $L$  関数の特殊値の付値の関係を与えることである。

The field of study is Iwasawa theory for modular forms. The Wiles's proof of the Iwasawa main conjecture for  $GL(1)$  were modeled upon the proof of Ribet's theorem. An analogue of Ribet's theorem for totally number fields or CM fields is to study a relation between the order of ideal class groups and the order of the algebraic parts of the special values of Hecke  $L$ -functions. It has been proved in a number of different ways. Berger and Skinner proved this theorem making use of Harder's techniques. This academic year, in a same way, we gave an another proof of Ribet's theorem for the rational number field  $\mathbb{Q}$  avoiding the construction of congruences between a cusp form and an Eisenstein series. The key to a problem is to use 1-cocycles constructed in [1] in order to give a relation between the order of congruence modules (in the sense of Hida) and the order of the special values of Dirichlet  $L$ -functions.

#### 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.

#### C. 口頭発表

1. Congruences of modular forms and the Iwasawa  $\lambda$ -invariants・岩澤理論ミニ研究集会・京都大学理学研究科数学教室・2011 年 4 月 8 日～4 月 10 日
2. Congruences of modular forms and the Iwasawa  $\lambda$ -invariants・代数学コロキウム・東京大学大学院数理科学研究科・2011 年 6 月 8 日
3. Congruences of modular forms and the Iwasawa  $\lambda$ -invariants・第 10 回広島島仙台整

数論集会・広島大学理学部(東広島キャンパス)・2011年7月19日~7月22日

4. Congruences of modular forms and the Iwasawa  $\lambda$ -invariants・RIMS 研究集会「保型形式と保型的  $L$  函数の研究」・京都大学数理解析研究所・2012年1月16日~1月20日

松村 慎一 (MATSUMURA Shin-ichi)

(学振 DC2)

#### A. 研究概要

本年度は、以下の3つの話題を研究した。

(1) Coman 氏, Guedj 氏, Zeriahi 氏は(複素)射影多様体  $X$  上の豊富な直線束  $L$  に対して以下を証明した。 $X$  の任意の部分多様体  $V$  上の直線束  $L|_V$  の正曲率カレントを持つ(特異)計量は、 $X$  全体の正曲率カレントを持つ(特異)計量に拡張できる。逆に、この様な(特異)計量の拡張条件を満たす直線束は豊富なものに限ることを示した。これは、(特異)計量を用いた直線束の豊富性の判定法を与えている。

(2) 射影多様体  $X$  上の豊富なベクトル束の正則切断の零点に関する Lefschetz の定理を研究した。ある解析的な仮定の下で、Morse 理論を応用することでその零点のホモトピーを調べた。また、Napier 氏と Ramachandran 氏の  $L^2$ -理論と形式的スキームの理論を用いた手法を応用することで、切断の零点の基本群と多様体  $X$  の基本群の関係を調べた。

(3) Hartshorne 氏のある予想について研究した。その予想は、法線束が豊富な部分多様体は、(何倍かすることで) サイクルとして変形し全体の多様体を覆うとという予想である。この予想は一般には反例が存在する。しかし、部分多様体が1次元(曲線)の場合は未解決である。ある特別な(しかし本質的に重要な)場合にこの予想が正しいことを確認した。

(2), (3) の研究はケンブリッジ大学の Ottem 氏との共同研究である。現在、執筆中である。

In this year, I studied the following topics.

(1) Coman, Guedj and Zeriahi proved that, for an ample line bundle  $L$  on a projective manifold  $X$ , any singular positive metric on the line bundle  $L|_V$  along a subvariety  $V \subset X$  can be

extended to a global singular positive metric of  $L$ . I proved that the extendability of singular positive metrics on a line bundle along a subvariety implies the ampleness of the line bundle. The result gives an ampleness criterion with the extendability of singular positive metrics.

(2) I compared the topology of a smooth projective variety  $X$  with that of the zero locus of a holomorphic section of an ample vector bundle on  $X$ , in the spirit of the Lefschetz hyperplane theorem. I investigate the homotopy groups of the zero locus by using the Morse theory when the vector bundle satisfies some analytic conditions. Moreover we give some weak Lefschetz type theorems by using the Napier-Ramachandran's method and its variation (the  $L^2$ -methods and the theory of a formal scheme).

(3) I studied the Hartshorne conjecture which says (a high multiple of) any submanifold whose normal bundle is ample would move and cover the ambient space as a cycle. In general, there is a counterexample for the conjecture. However the conjecture is still open in the case when a submanifold is a curve. I proved that the conjecture for a curve is true in some special (but essentially important) cases.

The studies of (2) and (3) are works with Ottem (University of Cambridge). Now I am writing down these topics.

#### B. 発表論文

1. Shin-ichi Matsumura: "Restricted volumes and divisorial Zariski decompositions", to appear in the American Journal of Mathematics.
2. Shin-ichi Matsumura: "Asymptotic cohomology vanishing and a converse to the Andreotti-Grauert theorem on a surface", preprint, arXiv:1104.5313v1.
3. Shin-ichi Matsumura: "On the curvature of holomorphic line bundles with partially vanishing cohomology", to appear in RIMS Kôkyûroku
4. Shin-ichi Matsumura: "An ampleness criterion with the extendability of singular pos-

itive metrics”, to appear in *Mathematische Zeitschrift*.

### C. 口頭発表

1. Asymptotic cohomology vanishing and a converse of the Andreotti-Grauert theorem on surfaces, 東京大学 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 2011 年 4 月 18 日.
2. Asymptotic cohomology vanishing and a converse of the Andreotti-Grauert theorem on surfaces, Summer School on Algebraic Geometry, RIMS, 2011 年 6 月 17 日.
3. Asymptotic behavior of cohomology groups and  $q$ -ample line bundles, 南九州代数系集会, 鹿児島大学, 2011 年 8 月 28 日.
4. On the curvature of holomorphic line bundles with partially vanishing cohomology, ポテンシャル論とファイバー空間, RIMS, 2011 年 9 月 6 日.
5. Ample subvarieties and the Griffiths conjecture, 玉原多変数複素解析研究集会, 玉原国際セミナーハウス, 2011 年 9 月 24 日.
6. Asymptotic cohomology vanishing and a converse of the Andreotti-Grauert theorem on surfaces, Tambara Workshop on the Bergman kernel and Related Topics, 玉原国際セミナーハウス, 2011 年 10 月 26 日.
7. An ampleness criterion with the extendability of singular positive metrics. 東京大学 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 2011 年 11 月 28 日.
8. Weak Lefschetz theorems and the topology of zero loci of ample vector bundles, 多変数関数論冬セミナー 2011, 広島大学, 2011 年 12 月 18 日.
9. A converse to the Andreotti-Grauert vanishing theorem, 日本数学会年会函数論分科会, 東京理科大学, 2011 年 3 月 27 日.
10. Weak Lefschetz theorems and the topology of zero loci of ample vector bundles, 日本数学会年会函数論分科会, 東京理科大学, 2011 年 3 月 27 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 多様体のモデルは, Bergman 計量や (適当に正規化した) 負スカラー曲率を持つ完備 Kähler-Einstein 計量を備えた有界強擬凸領域である. これらのような計量の定めるラプラシアンのレゾルヴェントを研究する目的で, 1991 年に Epstein, Melrose, Mendoza が一般的な定義を与えた. ACH 多様体の定義は, 非退化半可積分 (partially integrable) 概 CR 構造を備えた無限遠境界の存在を要請する. この「非退化半可積分概 CR 構造」は通常非退化 CR 構造を含み, Chern-Moser による正規 Cartan 接続の構成がこのクラスまで自然に一般化されることから, いわゆる放物幾何の例として重要である. 放物幾何に属する他分野の中で, CR 幾何学以上に盛んに研究されているのが共形幾何学である. 共形幾何学においても, CR 幾何学における ACH 多様体に相当するものがあり, それらは漸近的双曲多様体 (AH 多様体) と呼ばれる. 与えられた偶数次元の共形無限遠境界に対する AH-Einstein 計量の構成問題 (未解決) に関連して, Fefferman-Graham のオブストラクション・テンソル, GJMS 作用素, Branson の  $Q$  曲率という近年の共形幾何学で重要な対象が現れることが知られていたが, 私は昨年度までに, 同様の構成が CR 幾何学においてもできることを確かめた. (なお, GJMS 作用素,  $Q$  曲率については, 可積分 CR 多様体の場合に限り, Gover-Graham と Fefferman-平地が先に別の方法で構成している.) これらの関数論的な意味は興味深い研究課題である. 3次元 CR 多様体の場合は CR  $Q$  曲率が Szegő 核の対数項に現れることが Fefferman-平地により示されており, これが現時点では唯一の結果であろう.

以下, 本年度行った研究の概要を述べる.

1. 非退化半可積分概 CR 多様体に対し標準的に定まる, CR 標準トラクター・バンドルと呼ばれる線型接続を備えたベクトル・バンドルがある. これを ACH-Einstein 計量を用いて記述することを試みた. CR 標準トラクター・バンドルを構成することは正規 Cartan 接続を構成することと等価であり, この試みは, CR 幾何学版のオブストラク

ション・テンソルおよび GJMS 作用素の放物幾何的理解を深めることを目指すものである。本年度の研究では、具体的な成果には至っていない。

2. 共形構造の 1 パラメータ族に沿った、全  $Q$  曲率 (Branson の  $Q$  曲率の積分として得られる共形不変量) の変化を調べた。1 次変分は Graham–平地によって知られていたが (これは Fefferman–Graham のオブストラクション・テンソルに他ならない), 今回調べたのは 2 次変分である。共形 Einstein 構造において明示的な公式を得ることができ、特に球面の標準的な共形構造を通るような 1 パラメータ族に対しては 2 次変分が常に非正であることがわかった。この研究の内容は、プレプリントとして公表済みである (発表論文の [1])。

I am working on CR geometry, in particular on its connection with asymptotically complex hyperbolic (ACH) manifolds.

Models of ACH manifolds include bounded strictly pseudoconvex domains equipped with the Bergman metric or with the (suitably normalized) complete Kähler-Einstein metric with negative scalar curvature. In 1991, Epstein, Melrose, and Mendoza gave the general definition of ACH manifolds to study the resolvent of the associated Laplacian. The definition requires the existence of the boundary at infinity equipped with a nondegenerate partially integrable almost CR structure, which generalize the classical nondegenerate CR structures. Chern–Moser’s construction of the normal Cartan connection extends to this class of structures, and they serve as important examples of so-called parabolic geometries.

Among the wide variety of parabolic geometries, conformal geometry is most actively studied these days. There is a conformal counterpart, asymptotically hyperbolic (AH) manifolds, of ACH manifolds. Some objects which are important in the recent even-dimensional conformal geometry appear in sight in relation to the existence problem of AH-Einstein metrics for given conformal infinity (which itself is still open); namely, the Fefferman–Graham

obstruction tensor, the GJMS operators, Branson’s  $Q$ -curvature. I have verified that the construction also goes similarly in CR geometry. (For integrable CR manifolds, the GJMS operators and the  $Q$ -curvature had been defined by Gover–Graham and Fefferman–Hirachi via another method.) The relation to function theory is an interesting topic to be studied. In the case of 3-dimensional CR manifolds, it is proved by Fefferman–Hirachi that the CR  $Q$ -curvature appears in the logarithmic term of the Szegő kernel — this is the only known result in this direction.

The following is a summary of my research this year:

1. I tried to give a discription of the standard CR tractor bundle, which is canonically-defined vector bundle with a linear connection on any nondegenerate partially integrable almost CR manifold, by using ACH-Einstein metrics. Since the tractor connection is equivalent to the normal Cartan connection, it is expected that this will lead us to a parabolic-geometric understanding of the CR obstruction tensor and the CR GJMS operators. This research is still on its way to be completed.
2. I studied the total  $Q$ -curvature (which is a conformally invariant scalar) along 1-parameter families of conformal metrics on a fixed manifold. The first variation is known to be the Fefferman–Graham obstruction tensor by Graham–Hirachi, and what I computed this time was the second variation. An explicit formula of the second variation at conformally Einstein structures was obtained, and in particular, it was verified that the second variation is always nonpositive at the standard conformal metric on the sphere. The results of this research project is already made public as a preprint ([1] in Section B below).

## B. 発表論文

1. Y. Matsumoto: “A GJMS construction for 2-tensors and the second varia-



tion of the total  $Q$ -curvature”, preprint, arXiv:1202.3227v1.

2. Y. Matsumoto: “Asymptotics of ACH-Einstein metrics”, preprint, arXiv:1009.4163v2.
3. 松本佳彦: “Asymptotic analysis of ACH-Einstein metrics”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文, 2010.
4. 斎藤恭司 (述), 松本佳彦 (記): “複素解析学特論”, 東京大学数理科学レクチャーノート 5, 2009.

#### C. 口頭発表

1. CR  $Q$ -curvature and scattering matrix, Tambara Workshop on the Bergman Kernel and Related Topics, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2011 年 10 月.
2. CR  $Q$  曲率について, 第 46 回函数論サマーセミナー, かんぼの宿別府, 2011 年 9 月.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

松家 敬介 (MATSUYA Keisuke)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

これまでの研究で半線形波動方程式: $u_{tt} = \Delta u + |u|^p$  の離散化が得られており, その偏差分方程式の解の爆発を定義している. 引き続きその偏差分方程式の解の性質について調べた.

空間の次元  $d$  が 2 以上の場合, その解に対して方程式に含まれるパラメータ  $p$  が  $(d+1)/(d-1)$  以下であるときある初期条件化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. この結果は連続の半線形波動方程式の場合と類似した結果となっている.

I continued to study solutions for the difference equation, which is a discretization of the semilinear wave equation: $u_{tt} = \Delta u + |u|^p$ . I have also defined the blow-up of the solution for the partial difference equation.

I proved that the solution of the partial difference equation blows up even if the initial condition is small, when the space dimension  $d$  is larger than or equal to 2 and the parameter  $p$  in the partial difference equation is smaller than or equal to  $(d+1)/(d-1)$ . This result is same to that of the semilinear wave equation.

#### B. 発表論文

1. 非線形差分方程式の爆発現象, 数理科学, 2010 年 11 月
2. K. Matsuya and T. Tokihiro: Existence and non-existence of global solutions for a discrete semilinear heat equation, Discrete Contin. Dynam. Systems 31 (2011), 209–220
3. K.Matsuya: A blow-up theorem for a discrete semilinear wave equation, J. Difference Equ. Appl. to appear

#### 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, The University of Tokyo, May 2010
3. Blow-up of solutions for a nonlinear difference equation,  
HMA Special Seminar, 2011 Winter, Hiroshima University, January 2011
4. 離散半線形波動方程式の解の爆発に関する定理,  
非線形波動研究の進展～現象と数理の相互作用～, 九州大学応用力学研究所, 2011年10月

#### G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2009)

#### 宮谷 和亮 (MIYATANI Kazuaki)

(GCOE-RA)

##### A. 研究概要

リジッドコホモロジーへのフロベニウス作用を記述する道具として, Davis, Langer, Zink の 3 氏は過収束ドラムヴィット複体を構成した ([1]). 私は今年度, この相対版について考察を行った. また, 彼らの過収束ドラムヴィット複体を用いて得られる過収束ヴィットクリスタルなる概念についても考察した.

[1] C. Davis, A. Langer and T. Zink, "Overconvergent de Rham–Witt Cohomology", to appear in *Ann. Scient. Éc. Norm. Sup.*

Davis, Langer and Zink constructed the overconvergent de Rham–Witt complex, which describes the Frobenius action on rigid cohomologies ([1]). I tried to generalize their construction in a relative situation. I also looked into the notion of overconvergent Witt crystal, defined by using their overconvergent de Rham–Witt complex.

[1] C. Davis, A. Langer and T. Zink, "Overconvergent de Rham–Witt Cohomology", to appear in *Ann. Scient. Éc. Norm. Sup.*

#### B. 発表論文

1. K. Miyatani : "Finiteness of Crystalline Cohomology of Higher Level", preprint, 2011.

#### C. 口頭発表

1. 高レベルクリスタルコホモロジーの有限性, 九大代数学セミナー, 九州大学, 2011年10月.

#### G. 受賞

2010年3月, 東京大学数理科学研究科研究科長賞.

#### ☆ 1 年生 (First Year)

#### 阿部 健 (ABE Ken)

(GCOE-RA)

##### A. 研究概要

流体力学の基礎方程式であるナビエ・ストークス方程式について, エネルギー有限を仮定しない解のクラスの中でも有界関数の空間における研究は, 初期値の空間無限遠での非減衰や解の正則性といった観点から重要であると考えられる. その中でも本年度はあるクラスの領域上でストークス流のアプリオリ評価を導き, その系として少なくとも有界領域上でストークス半群が解析的半群となることを示した [2]. またこの他には外部領域上での  $L^\infty$  ストークス半群への拡張や, レゾルベントストークス方程式に対する増田-Stewart の方法の適用に取り組んだ.

For the Navier-Stokes equations, among infinite energy solution class, studies in  $L^\infty$  space are important from a point of view of non-decaying of initial data and regularity of a solution. In this academic year, we derived a priori  $L^\infty$ -estimates for the Stokes flow which yielded analyticity of the Stokes semigroup at least for bounded domains [2]. As a continuation of [2], I have studied extension to the  $L^\infty$ -Stokes semigroup in an exterior domain and also adjustment of the Masuda-Stewart method to the resolvent Stokes equations.

## B. 発表論文

1. K. Abe :“Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions”, 東京大学修士論文 (2011)
2. K. Abe and Y. Giga:“Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions”, preprint (2011), submitted

## C. 口頭発表

1. Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, The 12th Northeastern Symposium on Mathematical Analysis, Tohoku University, Poster presentation, February 2011.
2. Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, GCOE 院生集中講義, 東京大学, 2011 年 3 月.
3. Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, 北海道大学偏微分方程式セミナー, 北海道大学理学部, 2011 年 8 月.
4. Analyticity of the Stokes semigroup in spaces of bounded functions, 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学理学部, 2011 年 10 月.
5. Analyticity of the semigroup generated by the Stokes operator in spaces of bounded functions, IRTG Seminar, Technical University of Darmstadt, Germany, November 2011.
6. 有界関数の空間におけるストークス半群の解析性について, 第 9 回浜松偏微分方程式研究集会, 静岡大学工学部, 2011 年 12 月.
7. Generation of analytic semigroups by the Stokes operator in spaces of bounded functions, 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, 2012 年 1 月.
8. Generation of analytic semigroups by the Stokes operator in spaces of bounded functions, 九州関数方程式セミナー, 福岡大学セミナーハウス, 2012 年 1 月.

9. Stokes resolvent estimates in spaces of bounded functions, The 13th Northeastern Symposium on Mathematical Analysis, Hokkaido University, Poster presentation, February 2012.

## G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科研究科長賞

柏原 崇人 (KASHIWABARA Takahito)  
(学振 DC1)

### A. 研究概要

昨年度の修士論文では、摩擦型境界条件を課した定常ストークス方程式に対して有限要素法による数値解析を行った。この結果を発展させるため、本年度は以下の 2 つの課題に取り組んだ。まず、修士論文で行った誤差解析により、 $L^1$  ノルムを数値積分で近似したことによる誤差が全体の誤差の主要項であることが示されている。そこで、 $L^1$  ノルムに対して通常の数値積分公式がどの程度の精度を持つのかを詳しく調べた。次に、非定常ナビエ・ストークス方程式に摩擦型境界条件を課した問題を考え、強解と呼ばれるクラスの解の存在と一意性を示した。この問題に対する有限要素近似を考えて数値解析を行うことが今後の課題となっている。

My master thesis in last year presented a finite element analysis for the stationary Stokes equations under frictional boundary conditions. To extend those results, I focused on the following topics in this year.

First, the principal part of the error is that of numerical integration for the  $L^1$  norm, which is shown in the thesis. Thereby I investigated in detail how accurate the usual numerical integration formula is for  $L^1$  norm.

Second, I considered the Navier-Stokes problem with frictional boundary conditions, establishing the existence and uniqueness of a strong solution. Performing numerical analysis for this problem by the finite element method is a future task to work on.

## B. 発表論文

1. T. Kashiwabara: “On a finite element approximation of the Stokes equations under boundary conditions of friction type. Part I: slip boundary problem, Part II: leak boundary problem”, submitted.
2. T. Kashiwabara: “On a strong solution of the Navier-Stokes equations under slip and leak boundary conditions of friction type”, submitted.
3. T. Kashiwabara and I. Oikawa, “Remarks on numerical integration of  $L^1$  norm”, submitted.

## 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, 第 16 回計算工学講演会, 東京大学柏キャンパス, 2011 年 5 月.
2. FEM analysis of the Stokes equations under boundary conditions of friction type, The 7th East Asia SIAM Conference, Kitakyushu (Japan), June 2011.
3. Finite element approximation of the Stokes problem under leak or slip boundary conditions of friction type, The 7th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Vancouver (Canada), July 2011.
4.  $L^1(a, b)$  ノルムの数値計算に対する注意とその応用について, 日本応用数学会, 同志社大学今出川キャンパス, 2011 年 9 月.
5. 絶対値を含む積分の数値計算に対する注意と応用, 日本数学会秋季総合分科会, 信州大学, 2011 年 9 月.
6. P2/P1 有限要素を用いた離散版ソレノイダル拡張定理の証明とその応用について, RIMS 研究会「科?学技術計算における理?論と応用の新展開」, 京都大学数理解析研究所, 2011 年 10 月.
7. 摩擦型境界条件を課したナビエ・ストークス方程式に対する強解の存在と一意性, 北海道大学偏微分方程式セミナー, 北海道大学理学部, 2011 年 11 月.

8. 摩擦型境界条件を課した非定常ナビエ・ストークス方程式に対する強解の存在と一意性について, 応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2011 年 12 月.

## G. 受賞

2010 年度東京大学大学院数理科学研究科長賞  
2011 年度日本応用数学会若手優秀講演賞

粕谷 直彦 (KASUYA Naohiko)

(GCOE-RA)

### 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. さらにこれを拡張して 7 次元 Lutz twist を局所的に行えることを証明しようと試みているが, 複素 4 次元空間内の超曲面孤立特異点のリンクは単連結なので 5 次元の時と別のアプローチが必要となる.

Any positive contact structure on a Sol-manifold arising from the 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 we can perform a 5-Lutz twist along the singularity link, since it is embedded into the 5-sphere with the standard contact structure as a contact submanifold with a trivial normal bundle. Moreover we try to prove that we can perform 7-Lutz twist locally. However we need another approach as the 5-dimensional case because the link of an isolated hypersurface singularity in 4-dimensional complex space is simply-connected.

## 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).
2. N. Kasuya: “The contact structure on the link of a cusp singularity”, arXiv: 1202.2198v2, 2012 年 2 月.

## C. 口頭発表

1. Brieskorn 多様体上の接触構造, 研究会「トポロジーの諸相 2011」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2011 年 7 月.
2. Sol 多様体と 5 次元球面上の接触構造, 研究会「尾鷲微分トポロジー 2011」, 尾鷲市立中央公民館, 2011 年 8 月.
3. Sol 多様体と 5 次元球面上の接触構造, 東工大土曜トポロジーセミナー, 東京工業大学, 2011 年 9 月.
4. Sol-manifolds and contact structures on  $S^5$  (ポスター発表), Todai Forum 2011 Geometry and dynamics, フランスリヨン高等師範学校, 2011 年 10 月.

## 金子 勇治 (KANEKO Yuji)

### A. 研究概要

主に、逆超離散化とノイズの関係について研究した。エレメンタリーセルオートマトンを逆超離散化し、ガウシアンノイズを加えた系を考える。この系を逆超離散ノイズ系 (IUDNS) と呼ぶ。IUDNS は 2 つのパラメータ  $T$  と  $\epsilon$  を持ち、それぞれ、ノイズの強さと逆超離散化の度合いである。これらのパラメータを変化させたときのパターンの変化を調べた。

I mainly studied the relationship between inverse ultradiscretization and noise. I consider the ultradiscretized elementary cellular automaton with Gaussian noise. I call this system Inverse Ultra Discretization and Noise System (IUDNS). IUDNS has two parameters  $T$  and  $\epsilon$ , which are intensity of noise and level of inverse ultradiscretization respectively. I investigated the changes of patterns caused by a change in those parameters.

## B. 発表論文

1. 金子勇治: “結合された温度の異なるランジュバン方程式で記述される系の定常状態の研究”, 東京工業大学修士論文 (2007).

## C. 口頭発表

1. 結合された温度の異なるランジュバン方程式で記述される系の定常状態の研究, 日本物理学会, 鹿児島大学, 2007 年 3 月.

## 神吉 雅崇 (KANKI Masataka)

### A. 研究概要

離散可積分方程式系について研究している。本年度は特に離散 KdV 方程式とその拡張系について調べた。今回扱った拡張系は超離散化 (セルオートマトンを得るための極限操作) を行うとき都合のよい形式であり、興味深いソリトン解が見られる。時弘哲治先生 (東大)、間田潤先生 (日大) と共同でこれらの方程式を有限体上で時間発展させる手法を提案した。有限体では 0 除算等の不都合な点を hit し時間発展を続けることができないことが多いが、系をパラメータを不定元とする函数体上の力学系とみなすことで不定性を解消することができた [4, 5]。離散 Painlevé 系等他の可積分系への応用も考察している。

My subject of research is an analysis of the discrete integrable equations. This year the discrete KdV equation and its generalized form have been investigated. This generalized form has interesting soliton solutions and is closely related to the cellular automaton through a limiting procedure called ultradiscretization. Prof. T. Tokihiro, Prof. J. Mada and I proposed a way to define the time evolution of these discrete equations on a finite field. The indeterminacy of the equation is resolved by using a rational function field instead of the finite field itself [4, 5]. Applications of our approach to discrete Painlevé equations have also been studied.

### B. 発表論文

1. M. Kanki, J. Mada and T. Tokihiro: “Conserved quantities and generalized solutions

of the discrete KdV equation”, J. Phys. A: Math. Theor. **44** (2011) 145202 13pp.

2. 神吉雅崇: “Conserved quantities and generalized solutions of the discrete and ultradiscrete KdV equation”, 東京大学修士論文 (2011) 45pp.
3. 神吉雅崇: “Negative soliton を含む周期箱玉系の保存量の構成”, 九大応力研講究録 **22AO-S8** (2011) p7–12.
4. M. Kanki: “The generalized periodic ultradiscrete KdV equation and its background solutions”, J. Math. Sci. Univ. Tokyo **18** (2011) p269–298.
5. 神吉雅崇, 間田潤, 時弘哲治: “Spiral 境界条件を持つ離散 KdV 方程式と有限体上への拡張”, submitted to 九大応力研講究録.
6. M. Kanki, J. Mada and T. Tokihiro: “Discrete integrable equations over finite fields”, arXiv:1201.5429.

#### C. 口頭発表

1. 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-, 九大応力研, 2010年10月.
2. Conserved quantities and generalized solutions of the discrete and ultradiscrete KdV equation, ウィンターセミナー, 湯沢, 2011年1月.
3. ネガティブソリトンを持つ周期箱玉系の解析, 応用数理学会, 電通大, 2011年3月.
4. キャリア容量に制限のある離散 KdV 方程式の周期境界条件, 函数方程式論サマーセミナー, 札幌, 2011年8月.
5. Spiral な境界条件を持つ離散 KdV 方程式とその有限体上への拡張, 非線形波動研究の進展-現象と数理の相互作用-, 九大応力研, 2011年10月.

#### G. 受賞

数理科学研究科研究科長賞 2011年3月

北川 弘典 (KITAGAWA Hironori)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

直観主義論理の下での ZF 集合論の類似 (Constructive ZF など) のモデルを与えるような圏について研究している. 通常の圏に small map という構造を付加した「小射付き圏」を扱っており, それが集合論のモデルを与えるための圏論的な条件について考察している. 「小射付き圏」の公理にはいくつかの流儀があるが, 主に van den Berg と Moerdijk の用いている流儀を使っている.

CZF 集合論を考えるとときに厄介になるのが, Subset Collection という公理である. 公理そのもの自体が他の公理とは異質なところがあり, また, 先行研究において CZF 集合論の圏論的モデルを与える際に設定された, Subset Collection に対応する圏の条件 (**F**) も他の公理に対応するそれと比べて煩雑なものとなっている.

私の修士論文 (2010年度) では, 層の構成によって, 小射付き圏が (集合論を解釈できるだけの) 良い条件を保存するための十分条件を考察したが, (**F**) の煩雑さには悩まされ, CZF に関しては中途半端な結果となった. 圏に対するよりシンプルな条件を見出し, Subset Collection に関する議論を簡素化させようと試みている.

I study categories which give models of intuitionistic set theories such as IZF or CZF. My target is a “category with small maps” and its categorical conditions so that the category has a model of these set theories. I mainly use a setting of “category with small maps” given by van den Berg and Moerdijk, although there are other settings which are proposed.

CZF has an axiom named “Subset Collection”, which is more complicated than other axioms. Its categorical counterpart (**F**) which were given by previous study is more complicated than others, too.

In my master thesis, I studied the sufficient conditions of Lawvere–Tierney nuclei on a category with small maps for preserving good conditions which imply that the category has a model of set theories. But the result on CZF is unsatisfactory, because of the complexity of (**F**). I am attempting to find out a simpler categori-

cal counterpart of Subset Collection, to simplify arguments on the axiom.

#### 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).

### 清水達郎 (SHIMIZU Tatsuro)

#### A. 研究概要

昨年度に引き続き、有理ホモロジー 3 球面に関して研究した。修士論文で定義した *correspondence* に対する不変量の構成を整理し、より自然な構成を得た。Moriyama 不変量との関係を明らかにした。

I studied about the rational homology 3-spheres. I obtained the more natural construction of the invariant about the *correspondence* defined in the master thesis. I showed that the relationship between that invariant and Moriyama’s invariant.

#### B. 発表論文

1. 清水達郎, 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, 2010 年度東京大学修士論文.

#### C. 口頭発表

1. 有理ホモロジー 3 球面の *Kontsevich-Kuperberg-Thurston* 不変量について, 関西低次元トポロジー若手セミナー, 大阪市立大学, 2011 年 11 月.

### 許 本源 (HSU Pen-Yuan)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

流体力学の基礎方程式に対して、存在、非存在問題を研究しました。特に、3次元ナビエ・ストークス方程式の特殊解（自己相似解、定常解）に対する Liouville 型の問題を中心に研究をしました。具体的には、歪み流を伴うナビエ・ス

トークス方程式に対する非自明解の存在性を考察しました。3次元歪み流の速度の一つ方向のパラメータが負で、二つが正の場合に、渦度が十分に早く減衰する解は自明なものに限ることを示しました。

We consider stationary solutions to the three-dimensional Navier-Stokes equations for viscous incompressible flows in the presence of a linear strain. For certain class of strains we prove a Liouville type theorem under suitable decay conditions on vorticity fields.

#### B. 発表論文

1. Pen-Yuan Hsu and Yasunori Maekawa : On nonexistence for stationary solutions to the Navier-Stokes equations with a linear strain, Preprint Series, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, 2 UTMS 2011-21.

#### C. 口頭発表

1. On non-existence for self-similar and stationary solutions with a linear background flow to the Navier-Stokes equations, 第 12 回北東数学解析研究会、東北大学、2011 年 2 月（ポスターセッション）
2. On nonexistence for stationary solutions to the Navier-Stokes equations with a linear strain, 7th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Vancouver, British Columbia, Canada, July, 2011
3. On nonexistence for stationary solutions to the Navier-Stokes equations with a linear strain, 第 13 回北大 PDE セミナー、北海道大学、2011 年 8 月
4. 歪み流を伴う非圧縮性ナビエ・ストークス方程式に対する非自明解の非存在について、日本数学会 2011 年度秋総合分科会、信州大学、2011 年 9 月
5. On nonexistence for stationary solutions to the Navier-Stokes equations with a linear strain, 第 13 回北東数学解析研究会、北海道大学、2012 年 2 月（ポスターセッション）

中村 あかね (NAKAMURA Akane)  
(GCOE-RA)

A. 研究概要

川上拓志氏, 坂井秀隆氏との共同研究で, アクセサリーパラメーターが 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と Garinier 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. 線型方程式の退化についても具体的に求めた.

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 gain new Painlevé type equations systematically. Furthermore, we could reformulate familiar systems in the framework of isomonodromic deformation and degeneration.

B. 発表論文

1. 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.
4. 行列 Painlevé 方程式の Bäcklund 変換について, 2011 函数方程式論サマーセミナー, 休暇村支笏湖, 2011 年 8 月 2 日 (火)~8 月 5 日 (金).

浜向 直 (HAMAMUKI Nao)  
(学振 DC1)

A. 研究概要

1. 不連続ソース項を持つハミルトン・ヤコビ方程式の問題に対し, ハミルトニアンが非強圧的な場合に, 解が一意的に存在するための十分条件を与えた.
2. 一般の距離空間上のアイコナル方程式に対する粘性解の概念を導入し, 対応する最適制御問題を考えることで一意的な解を構成した.
3. 境界での角度が固定されている曲率流方程式を考え, 初期値が何であっても, その解が漸近的に自己相似解へ収束することを示した. また自己相似解の境界上での値に対する評価を与えた.

1. For Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, I derived a sufficient condition so that the problem admits a unique solution when the Hamiltonian is non-coercive.
2. I introduced a notion of a viscosity solution for Eikonal equations in a general metric space, and constructed a unique solution by considering the corresponding optimal control problem.
3. I studied curvature flow equations with prescribed contact angle and proved that any solution with general initial data converges to its self-similar solution asymptotically. I also estimated the value of the self-similar solution at the boundary.

B. 発表論文

1. N. Hamamuki : “Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms”, 東京大学修士論文 (2011).
2. Y. Giga and N. Hamamuki : “Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms”, submitted, Hokkaido University Preprint Series in Mathematics # 987 (2011).
3. Y. Giga, N. Hamamuki and A. Nakayasu : “Eikonal equations in metric spaces”, submitted, Hokkaido University Preprint Series in Mathematics # 991 (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.
2. 最適制御理論と粘性解, 有限体積法の数学的基盤理論の確立 I, 富山大学, 2011 年 8 月.
3. Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, 講演会, 富山大学, 2011 年 8 月.
4. Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学, 2011 年 9 月.
5. Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, Front propagation, biological problems and related topics: viscosity solution methods for asymptotic analysis, 北海道大学, 2011 年 9 月.
6. Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, 日本数学会 2011 年度秋季総合分科会, 信州大学, 2011 年 9 月.
7. Eikonal equations in metric spaces, 講演会, 富山大学, 2011 年 12 月.
8. Hamilton-Jacobi equations with discontinuous source terms, 第 9 回さいたま数理解析セミナー, 埼玉大学大宮ソニックシティカレッジ, 2012 年 2 月.
9. (1) 非線形偏微分方程式の粘性解に対する最大値原理について, (2) アイコナル方程式の一意可解性, 有限体積法の数学的基盤理論の確立 II, 九州大学西新プラザ, 2012 年 3 月.

### G. 受賞

数理科学研究科長賞, 2011 年 3 月.

### 穂坂 秀昭 (HOSAKA Hideaki)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

表現論に関連する情報の収集を行った。Graham-Lehrer による cellular 代数の理論および対称群のモジュラー表現の理論を勉強した。また

Khovanov-Lauda-Rouquier による Lie 環の普遍包絡環の categorification について勉強をした。2011 年 12 月に開講された柏原正樹氏の講義を受け、現在、レクチャーノートの作成を行っている最中である。

I studied some methods of representation theory. First, I studied about cellular algebras and modular representations of the symmetric groups. I also studied about Khovanov-Lauda-Rouquier algebras. I attend the lecture of KLR algebras by Masaki Kashiwara, and I am writing a lecture note.

### 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)

### 松村 真義 (MATSUMURA Masayoshi)

#### A. 研究概要

A. Hulanicki は 1966 年に群の従順性とその全群  $C^*$  環と被約  $C^*$  環が自然に同型であることが同値であることを示した。また、C. Anantharaman-Delaroche は 1987 年に群のコンパクト群への作用が従順であるならばそれに対応する全  $C^*$  環と被約  $C^*$  環が同型であることを示し、逆を予想したがそれは今まで未解決のままであった。私は C. Lance の弱期待値性 (WEP) と R. J. Archbold と C. J. K. Batty の性質  $C''$  の群作用版を導入することによってその問題の部分的解決を得た。

A. Hulanicki proved in 1966 that the amenability of a group is equivalent to coincidence of its full and reduced  $C^*$ -algebras, that is, weak containment of every unitary representation in the regular representation. C. Anantharaman-Delaroche proved in 1987 the amenability of a group action on a compact space implies coincidence of the associated full and reduced  $C^*$ -algebras. The converse remains open. We will

give a partial answer of this problem introducing equivariant variants of the weak expectation property (WEP) of C. Lance and the property  $C''$  of R. J. Archbold and C. J. K. Batty.

#### B. 発表論文

1. M. Matsumura: “Amenable actions and crossed products of  $C^*$ -algebras”, 東京大学修士論文.

#### C. 口頭発表

1. Amenable actions and crossed products of  $C^*$ -algebras, 東大作用素環セミナー, 東京大学数理科学研究科, 2011年4月.

松本 雄也 (MATSUMOTO Yuya)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

私は昨年度, ある種の K3 曲面について, その  $l$  進エタールコホモロジーのガロア表現としての性質を調べることで, 曲面が良い還元をもつかどうかを判定できることを (一定の条件下で) 示した. 今年度は, この成果について研究会等で発表し, また論文にまとめて投稿した. また, この成果の精密化, および, より広いクラスの曲面への一般化を試みていたが, 今のところ成功していない.

I proved, last year, that (potential) good reduction of some kinds of K3 surfaces can be determined by the properties (as Galois representations) of their  $l$ -adic étale cohomology. This year, I made some talks on this result and submitted a paper. I have also tried to generalize (to surfaces of wider classes) and to refine this result, but have not yet succeeded.

#### B. 発表論文

1. Y. Matsumoto: “On good reduction of some K3 surfaces”, 東京大学修士論文, 2011.
2. Y. Matsumoto: “On good reduction of some K3 surfaces related to abelian surfaces”, submitted. (arXiv:1202.2421)

#### C. 口頭発表

1. On good reduction of some K3 surfaces, 代数学コロキウム, 東京大学, 2011/05/25.
2. On good reduction of some K3 surfaces, Workshop on the arithmetic geometry of Shimura varieties and Rapoport-Zink spaces, 京都大学, 2011/07/06.
3. On good reduction of some K3 surfaces, 第 10 回広島仙台整数論集会, 広島大学, 2011/07/21.
4. On good reduction of some K3 surfaces, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2011/12/02.
5. On good reduction of some K3 surfaces, 九州代数的整数論 2012, 九州大学, 2012/02/23.

森 真樹 (MORI Masaki)

(GCOE-RA)

#### A. 研究概要

古典群の有限次元表現の為す圏とその変種, 特に Deligne の提唱した非整数次数の表現圏とそのスーパー化や量子化についての研究を行った. その副産物として, 「スーパー cellular 代数」の, これまでのものより豊かな例を含む, より適切な定式化を発見し表現論を構築することが出来た. またその例として, Hecke-Clifford スーパー代数などがこの意味で cellular であることを示した.

My research subject is the category of finite dimensional representations of classical groups and its variations, especially Deligne’s representation categories in non-integral rank or its super or quantum analogues. As a by-product, I found the correct definition of “super cellular algebras”, which gives us rich examples more than usual one, and constructed representation theory of them. I also proved that Hecke-Clifford superalgebras are generically cellular in that sense for example.

### C. 口頭発表

1. 非整数次数における環積の表現論, Seminar at Komaba 7/24, 東京大学数理科学研究科棟, 2011年7月.
2. 古典群の表現圏と非整数次数における表現論, 筑波大学自然系学系棟, 2011年8月.
3. Deligne の圏と非整数次数における表現論, Diagram と組合せ論・表現論セミナー in 沖縄, 琉球大学理系複合棟, 2011年9月.
4. Representation theory of wreath product in non-integral rank, Topics in Combinatorial Representation Theory, 京都大学数理解析研究所, 2011年10月.

### 山口 雅司 (YAMAGUCHI Masashi) (GCOE-RA)

#### 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,  $(11,2;1,1,1)$  型方程式の, 特異点  $0$  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, さらにこれを Euler 変換を用いた解析的変換としても再構成した. そしてこの  $q$ -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. 続いて方程式の係数を一般の Jordan 標準形で考え, さらにパラメーターが特殊な場合についても調べることでこれまでの結果を拡張することができた. また,  $q$ -middle convolution を用いることで  $q$ -Painlevé VI 型方程式のベックルト変換を求めることも試みている.

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  $(11,2;1,1,1)$  type

equation at singularity  $0$ . Next I defined Fuchsian type equations and  $q$ -middle convolution algebraically. Moreover I recomposed analytical transformation using Euler transformation. I showed that  $q$ -middle convolution preserves Fuchsian type, irreducibility, and rigidity index in general case. Next, I examined the Jordan canonical form coefficients of the equation, I was able to expand the result in the case of a special parameter. In addition, I try that I constitute the Bäcklund transformation of the  $q$ -Painlevé VI th equations using this  $q$ -middle convolution.

#### B. 発表論文

1. 山口雅司:線形  $q$  差分方程式の rigidity index と  $q$ -middle convolution, 東京大学修士論文, (2010) 34.

### C. 口頭発表

1. Rigidity index and middle convolution of  $q$ -difference equations, 九州可積分系セミナー, 九州大学理学部, 5月, 2011年.
2.  $q$ -middle convolution の構成とその性質, 関数方程式論サマーセミナー, 北海道休暇村支笏湖, 8月, 2011年.
3. 線形  $q$  差分方程式の middle convolution について, 神戸可積分系セミナー, 神戸大学理学部, 11月, 2011年.
4. 線形  $q$  差分方程式の rigidity index と  $q$ -middle convolution, 神楽坂解析セミナー, 東京理科大学理学部, 2月, 2012年.

### 吉安 徹 (YOSHIYASU Toru) (GCOE-RA)

#### A. 研究概要

ユークリッド空間上のシンプレクティック構造について研究した.  $\mathbb{R}^6$  上のシンプレクティック構造であって, ラグランジュ球面  $S^3$  をもつものを構成することによって, 標準的でないシンプレクティック構造の例を作った.

I study symplectic structures on Euclidean spaces. I construct an example of an exotic

symplectic structure on  $\mathbb{R}^6$  by constructing Lagrangian sphere  $S^3$  in  $\mathbb{R}^6$ .

C. 口頭発表

1. 凸積分理論とシンプレクティック構造, 研究集会「トポロジーの諸相 2011」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2011年7月.
2. Basic construction of Lagrangian sphere in  $\mathbb{R}^6$ , 研究集会「尾鷲微分トポロジー 2011」, 尾鷲中央公民館, 2011年8月.
3. Basic construction of Lagrangian sphere in  $\mathbb{R}^6$  (ポスター発表), 研究集会「Todai Forum 2011 Geometry and Dynamics」, École normale supérieure de Lyon (France), 2011年10月.
4. Basic construction of Lagrangian sphere in  $\mathbb{R}^6$  (ポスター発表), 研究集会「多様体の平面場と微分同相群 2011」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2011年11月.

李曉龍 (LI Xiaolong)

A. 研究概要

I am interested in studying the typical structures of  $C^1$  diffeomorphisms on compact surfaces beyond uniform hyperbolicity. As I introduced the notion of R-robust entropy-expansiveness of homoclinic classes in my Master's thesis, now, I am continuing working on this project in the following two directions: First, since robust transitivity is also a typical behavior which implies weak hyperbolicity and shares various good properties as homoclinic classes, it is meaningful to extend this structure to a generic setting. Second, by a recent example of Bonatti, etc. the above consideration does make sense. Encouraged by this work, I am trying to find a homoclinic class which is R-robustly entropy-expansive but not robustly entropy-expansive, so as to suggest the novelty of my extension.

B. 発表論文

1. X. Li : “On R-robustly entropy-expansive diffeomorphisms”, Bull. Braz. Math. Soc. accepted

C. 口頭発表

1. 力学系研究集会, 日本大学軽井沢研究所, Jan. 2009.
2. 力学系研究集会, 東京工業大学, Jan. 2011.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞, 2011年3月

## 修士課程学生 (Master's Course Student)

### 磯野 優介 (ISONO Yusuke)

#### A. 研究概要

フォンノイマン環の弱完全性について研究した。これは  $C^*$  環の完全性を、フォンノイマン環論の言葉に翻訳したものである。私は弱完全性を  $C^*$  環 (とその表現) に拡張し、それを調べる事でいくつかの弱完全フォンノイマン環の普遍的な性質を示した。例えば弱完全性はテンソル積、(完全群との) 接合積、上昇列などで保たれる事を示した。

この結果の応用として、フォンノイマン環の solidity についての小澤の一連の仕事を一般化し、いくつかの新しい prime (またはそれに近い性質を持つ) フォンノイマン環の例を作った。

I studied weak exactness of von Neumann algebras, which is a correct notion of exactness on von Neumann algebras. I generalized this notion to pairs of  $C^*$ -algebras and its faithful representations, and I studied some relationship between this new concept and the original one. I then proved some permanence properties for weak exactness of both von Neumann algebras and  $C^*$ -algebras. For example, I proved that weak exactness of von Neumann algebras is closed under taking tensor products, crossed products with exact groups, and increasing unions.

As a corollary, I generalized Ozawa's results on solidity of von Neumann algebras and gave new examples of prime factors.

#### B. 発表論文

1. Y. Isono : Weak Exactness of  $C^*$ -algebras and Application to Condition (AO)", 東京大学修士論文.

#### C. 口頭発表

1. Direct integral of von Neumann algebras, 関数解析研究会, 青森, 2010年9月.
2. Introduction to rigidity theory of von Neumann algebras, 作用素環セミナー, 東京大学, 2011年6月.

3. Fundamental groups of von Neumann algebras, 関数解析研究会, 京都, 2011年9月.

4. Weak Exactness of  $C^*$ -algebras and Application to Condition (AO), 作用素環セミナー, 東京大学, 2012年2月.

### 臼井 琢也 (USUI Takuya)

#### A. 研究概要

有向閉 3 次元多様体の位相不変量である Heegaard-Floer ホモロジーについて研究した。特に、境界準同形が零になるような L 空間 (強 L 空間) について、(1) 具体例の組織的な構成と (2) 適切な条件下での分類に取り組んだ。

(1) まず、レンズ空間が強 L 空間であることの証明方法を一般化し、多くの多様体が強 L 空間であることを示した。次にこれらの多様体を絡み目上の smoothing order を用いて特徴付けした。これにより、J.Greene 氏の示した具体例の一部をより詳細に記述することができた。

(2) 強 L 空間を与えるような Heegaard 分解において、曲面の種数が 3 以下の場合における分類定理を示した。そこでは、強 L 空間が組み合わせ論的に扱いやすくなることを用いて、出現する Heegaard 図式を調べ上げた。結果的に、得られた多様体は (1) で挙げた例に含まれることを示した。

I study the Heegaard Floer homology which is a topological invariant of a closed oriented three manifold. In particular, I focused on L-spaces for which the boundary maps vanish. They are called strong L-spaces. My results are (1) to collect such manifolds systematically and (2) to classify such manifolds under appropriate constraint.

(1) First, I generalized the method to prove that Lens spaces are strong L-spaces, and made many examples which are strong L-spaces. Next, I characterized these manifolds by using smoothing order on links. Finally, I precisely described some examples given by J.Greene.

(2) I considered Heegaard surfaces for strong L-spaces and classified them under the condition

that the genus of the surface can be at most three. By using their combinatorial description, I studied all possible types of Heegaard diagrams. As a result, I proved that such manifolds are contained in the family defined in (1).

#### B. 発表論文

1. T. Usui : “Heegaard Floer homology, L-spaces and smoothing order on links”, 東京大学修士論文 (2011)

#### C. 口頭発表

1. 特別な L 空間と絡み目の順序について, 結び目の数学 IV, 東京女子大学, 2011.12.27.
2. Heegaard Floer homology and strong L-spaces, 村上研究室セミナー, 東京工業大学, 2012.1.19.

### 梅崎 直也 (UMEZAKI Naoya)

#### A. 研究概要

局所体上の多様体の  $\ell$  進コホモロジーへの惰性群の作用は  $\ell$  が剰余標数  $p$  と異なるとき、擬冪単であることが知られている。惰性群の開部分群であってその作用が冪単であるものの指数が一様な限界をもつことをしめた。この限界は多様体のベッチ数とチャーン数のみから決まり、また  $\ell$  によらない。

It is known that the action of the inertia group on the  $\ell$ -adic cohomology of algebraic variety over local field is quasi-unipotent for  $\ell$  not equal the residual characteristic  $p$ . I show the index of the maximal open subgroup of the inertia group to which the restriction of representation is unipotent has uniform bound. This bound depends only on the Betti numbers and the Chern numbers of the variety and independent of  $\ell$  not equal to  $p$ .

#### B. 発表論文

1. N. Umezaki : “On uniform bound of the maximal subgroup of the inertia group acting unipotently on  $\ell$ -adic cohomology”, (修士論文、2011).

### 大倉 俊平 (OOKURA Shumpei)

#### A. 研究概要

エクスポネンシャルを含む線形論理に対して、有向グラフを用いた健全かつ完全なゲーム意味論を与え、その性質を調べている。とくに、ゲームが有限手番で終了することに主眼を置いてゲームを設計した。

We give sound and complete game semantics for linear logic, including the exponentials, using a directed graph, and investigate its properties. In particular, we have designed the game focuses on that the game ends in finite time.

### 大城 慶浩 (OSHIRO Yoshihiro)

#### A. 研究概要

Toeplitz 環  $\mathcal{T}$  の既約部分  $C^*$ -環と 1 次元トーラス上の複素数値連続関数環  $C(\mathbb{T})$  の部分  $C^*$ -環との間には一対一の対応関係が存在する、という結果が Coburn によって与えられている。修士論文ではこの対応関係の拡張を考えた。  $QC$  という  $C(\mathbb{T})$  を真に含むような  $C^*$ -環を考え、その元をシンボルとする Toeplitz 作用素から生成される  $C^*$ -環を  $\mathcal{T}(QC)$  ( $\mathcal{T}$  を真に含んでいる) で表すことにする。私は  $\mathcal{T}(QC)$  の既約部分  $C^*$ -環と  $QC$  の部分  $C^*$ -環との間には一対一の対応関係が存在することを示した。また、この関係を応用することで  $\mathcal{T}(QC)$  の原始イデアルからなる位相空間を決定した。

修士論文では他に Toeplitz–Pimsner 環と Cuntz–Pimsner 環に関する基本的性質がまとめられている。

Coburn proved that there is a bijective correspondence between irreducible  $C^*$ -subalgebras of the Toeplitz algebra and  $C^*$ -subalgebras of  $C(\mathbb{T})$ , consisting of all complex-valued continuous functions on the one-dimensional torus. I considered the extension of this correspondence. I consider the  $C^*$ -algebra  $QC$  which properly contains  $C(\mathbb{T})$ , and denote by  $\mathcal{T}(QC)$  (properly containing  $\mathcal{T}$ ) the  $C^*$ -algebra generated by Toeplitz operators with symbol the elements of  $QC$ . I proved that there is a bijective correspondence between irreducible  $C^*$ -

subalgebras of  $\mathcal{T}(QC)$  and  $C^*$ -subalgebras of  $QC$ . Using this relation, I determined the topological space of all primitive ideals of  $\mathcal{T}(QC)$ . Fundamental properties of the Toeplitz–Pimsner algebras and the Cuntz–Pimsner algebras are also contained in my master’s thesis.

#### B. 発表論文

1. Y. Oshiro : Irreducible  $C^*$ -subalgebras of the  $C^*$ -algebras generated by some Toeplitz operators and Pimsner algebras, 2011 年度東京大学大学院数理科学研究科修士論文.

#### C. 口頭発表

1.  $C^*$ -環のテンソル積, 関数解析研究会, 道の駅「ゆ～さ浅虫」, 2010 年 9 月.
2. Irreducible  $C^*$ -subalgebras of the Toeplitz algebra, 関数解析研究会, 関西セミナーハウス, 2011 年 9 月.

### 岡村 和樹 (OKAMURA Kazuki)

#### A. 研究概要

ある自己相互作用をもつランダムウォークについて、区間から脱出するまでのレンジについて研究した。区間の長さを無限大にしたときのスケール極限の存在を示した。極限の分布関数がある種の de Rham の関数方程式をみたすことを示した。極限測度の Lebesgue 測度についての特異性の度合いを調べた。

I considered the ranges of a one-parameter family of self-interacting walks up to the time of exit from an interval. I derived the weak convergence of the appropriately scaled range if the length of the interval tends to infinity. I showed the distribution functions of the limits satisfy a kind of de Rham’s functional equations. I examined the regularities of the solutions.

#### B. 発表論文

1. 岡村和樹：ある自己相互作用をもつランダムウォークの区間上のレンジについて, 東京大学修士論文

#### C. 口頭発表

1. ある自己相互作用をもつランダムウォークのレンジについて, 確率論ヤングサマーセミナー, 潮来, 2011 年 8 月

#### G. 受賞

東京大学理学部学修奨励賞, 2010 年 3 月.

### 小野田 実頼 (ONODA Mirai)

#### A. 研究概要

体  $k$  上の滑らかな代数曲線  $X$  と, その  $k$  有理点に対する高次 Chow 群の研究を行った。また, 微分加群から, 相対 Chow 群への射についての研究を行った。

I studied the higher Chow group for smooth algebraic curve over a field  $k$  and its  $k$ -rational point. I also studied the morphism from differential module to relative Chow group.

#### B. 発表論文

1. M. Onoda : Regulator map for relative Chow group of algebraic curves.

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 小野田 実頼 (ONODA Mirai): Regulator map for relative Chow group of algebraic curves.

### 上林 謙 (KAMIBAYASHI Yuzuru)

#### A. 研究概要

$C^*$ -環の元の単調収束極限として得られる作用素環に関する性質を研究した。特に、 $C^*$ -環  $A$  とその包絡 von Neumann 環  $A''$  に対して、 $A$  の元の有向点列による単調収束極限を取るという操作を有限回行うことで  $A''$  の元が得られるかどうかという、いわゆるアップダウン問題について調べた。また、 $A''$  の元を  $A$  の双対のある部分集合上の関数としての表現することで、乗法子環のような  $A$  と  $A''$  の中間の集合についても調べた。

I studied on the properties of operator algebras obtained by monotone limit of  $C^*$ -algebras. In

particular, for a  $C^*$ -algebra  $A$  and its enveloping von Neumann algebra  $A''$ , I studied the problem whether elements of  $A''$  can be obtained by taking monotone limit of nets in  $A$  countably many times, which is known as “the up-down problem”. I also studied sets between  $A$  and  $A''$  such as the multiplier algebra of  $A$  by considering the representation of  $A''$  as functions on a certain subset of the dual of  $A$ .

#### B. 発表論文

1. Y. Kamibayashi: “Functional Representation of von Neumann Algebras”, 東京大学修士論文 (2012)

### 菊池 嵩 (KIKUCHI Takashi)

#### A. 研究概要

Gil Bor と Richard Montgomery らの結果である「Rolling distribution」を、現代的な枠組みである放物型幾何の観点から考察した。

I have studied “Rolling distributin” which is a result of Gil Bor and Richard Montgomery. I viewed it from parabolic geometry.

#### B. 発表論文

1. 菊池 嵩 :  $G_2$  rolling distribution and parabolic geometry, 東京大学修士論文 (2011).

### 小池 祐太 (KOIKE Yuta)

#### A. 研究概要

2つのセミマルチンゲールの非同期観測データから、それらの累積コボラティリティ(=第2特性量)をジャンプ部分と分離して推定する手法について研究した。具体的には, truncated Hayashi-Yoshida estimator (THYE) と呼ばれる統計量の漸近挙動について考察し, 一般的な仮定の下でその統計量の収束レートに関する結果を証明した。その系として, THYE の一貫性, 漸近正規性および漸近有効性に関する結果を得た。また, 上の状況において更に観測データにマイクロストラクチャーノイズが乗っている場合についても

考察した。この場合については, THYE のアナロジーとして pre-averaged truncated Hayashi-Yoshida estimator という統計量を新たに導入し, 無限個のジャンプを許す仮定の下でこの統計量が累積コボラティリティの一致推定量となり, かつ最適収束レートを達成することを証明した。

I studied how to estimate the cumulative co-volatility of two semimartingales separately from the jump parts given nonsynchronously observed data. In particular, I considered the asymptotic behavior of the statistics called the truncated Hayashi-Yoshida estimator (THYE) and showed the results related to the convergence rate of this statistics under the general assumption. As the corollaries the consistency, the asymptotic normality and the asymptotic efficiency of the THYE are obtained. I also considered the case that the observed data is contaminated by microstructure noise in addition to the above situation. In this case I newly introduced the statistics called the pre-averaged truncated Hayashi-Yoshida estimator which is an analogy to the THYE and showed that it is the consistent estimator for the cumulative co-volatility and achieves the optimal convergence rate under the assumption allowing the presence of infinite activity jumps.

#### B. 発表論文

1. Y. Koike : “An estimator for the cumulative co-volatility of nonsynchronously observed semimartingales with jumps”, Master’s Thesis, University of Tokyo.

#### C. 口頭発表

1. マイクロストラクチャーノイズの下でのリアライズドボラティリティに関する実証研究, 統計サマーセミナー, 諏訪東京理科大学特別教室, August, 2011.
2. Jump-robust estimator of cumulative co-variation under nonsynchronous trading, 統計学輪講, 東京大学大学院経済研究科, December, 2011.
3. Jump robust volatility estimation under the influence of market microstructure,



Statistical Analysis and Related Topics: Theory, Methodology, and Data Analysis, 東京大学大学院数理科学研究科, December, 2011.

## 小林 幸司 (KOBAYASHI Koji)

### A. 研究概要

選言 (disjunction)、連言 (conjunction)、含意 (implication)、1 階および 2 階の量子子を含む自然演繹に置換変換 (permutative conversion) を加えた体系の強正規化性を示す研究を行った。方針としては、System F と呼ばれる体系に翻訳することで型付きラムダ計算の強正規化性を利用して証明する方法を選んだ。この方針を採用した理由は、System F は強力な表現力を有しており、特に選言と 2 階の存在量子子を 2 階の全称量子子を用いて表現できることに有用性を認めたからである。System F 自体は既に強正規化性が示されており、その証明は非常にシンプルである。この体系に僅かな変更を加えることにより上記の自然演繹体系の強正規化性を証明することを目論んだ。この研究の利点は、System F を利用することで置換変換の計算論的な意味の考察も同時に進めることを可能にすることであり、単純に理論的な興味を越えて有益であると考えている。

I researched on proving strong normalization (SN) property of natural deduction (ND) system with disjunction, conjunction, implication, 1st- and 2nd-order existential and universal quantifiers and permutative conversions. The researching method is to interpret the ND system into System F, exploiting SN property of typed lambda calculus. System F has strong expressive power, especially it can express disjunction and 2nd-order existential quantifier with implication and 2nd-order universal quantifier, which is the reason to adopt the method. System F itself was proven to have SN property, and the proof was very simple. In this research, and I was intended to prove that the ND system above has SN property by making a little change in System F. The merit expected in this research is that it enable us to simultaneously consider and understand computational mean-

ing of the permutative conversions to exploit System F, and I am confident that this is useful and profitable in various regions as well as interesting in theoretical point of view.

## 三田 史彦 (SANDA Fumihiko)

### A. 研究概要

トーリック多様体の Non-displaceable torus fiber についてトロピカル幾何学を用いて研究した。

I studied about Non-displaceable torus fibers in toric manifolds by the tropical geometry.

### B. 発表論文

1. 三田 史彦 : “Non-displaceable torus fibers in toric manifolds and tropical geometry”, 東京大学修士論文 (2012).

### C. 口頭発表

1. Non-displaceable torus fibers and tropical geometry, 幾何学セミナー, 名古屋大学, 2012 年 2 月.

### G. 受賞

理学部学修奨励賞

## 周 冠宇 (ZHOU Guanyu)

### A. 研究概要

私の研究題目は有限要素法による偏微分方程式の数値解析である、特に仮想領域法を研究している。仮想領域法の原理は、対象の領域を含む単純な形状の領域 (仮想領域) で偏微分方程式の問題を解くことである。そして、仮想領域はもとの境界と独立な一様メッシュによって分割する。そのため、境界に適合するメッシュを構築する手間を省くことができる。本研究の目的は仮想領域法が時間依存する方程式を適用する、特に境界は時間に依存する場合、仮想領域法の中に、ペナルティパラメータを使用して問題を再定式化する  $H^1$  処罰法がある。本研究では、楕円型偏微分方程式に対する  $H^1$  処罰仮想領域法の誤差解析を新しい手法が提案した。とくに、誤差が  $C\epsilon$  であることを、さらに、その手法を放物型偏微分方程式に適用して、誤差が  $C\epsilon^{1/2}$  であることを証明

した。さらに、楕円型および放物型の  $H^1$  処罰問題で有限要素法を考察して、誤差解析を示した。

I mainly study the numerical methods for partial differential equations. One of those methods is the fictitious domain method. The principle of the fictitious domain method is to solve the problem in a larger domain (the *fictitious domain*) containing the domain of interest with a very simple shape. Then, the fictitious domain is discretized by a uniform mesh, independent of the original boundary. The advantage of this approach is that we can avoid the time-consuming construction of a boundary-fitted mesh. One of these approaches is the penalty fictitious domain method which is based on a reformulation of the original problem in the fictitious domain by using penalty parameter  $\epsilon$ . Obviously, this approach is of use to treat time-dependent moving-boundary problems. The main purpose of this work is to study the penalty fictitious domain method applied to these time-dependent moving-boundary problems. Firstly, we consider the fictitious domain method with  $H^1$ -penalty for elliptic problem and obtain the error estimate  $\epsilon$ . Then, we apply our analysis method to parabolic problem and obtain the error estimate  $\sqrt{\epsilon}$ .

### C. 口頭発表

Some remarks on the fictitious domain method with penalty for elliptic problems (presented by the co-author, Guanyu Zhou), EASIAM 2011: The 7th East Asia SIAM Conference, Kitakyushu Campus of Waseda University, Japan, June 27-29, 2011

周冠宇, 齊藤宣一: Some remarks on the fictitious domain method with penalty for elliptic problems, 応用数学合同研究集会, 2011年12月15-17日, 龍谷大学瀬田キャンパス.

周冠宇: Analysis of the fictitious domain method with  $H^1$ -penalty for parabolic problem, 第8回数学総合若手研究集会, 2012年2月27日~3月1日, 北海道大学学術交流会館.

### E. 修士・博士論文

Analysis of the fictitious domain method for elliptic and parabolic problems

## 竹本 恭規 (TAKEMOTO Yasuchika)

### A. 研究概要

$E_P : y^2 = x^3 + Px$  ( $P$ は  $N$  個の異なる奇素数の積) という楕円曲線の Selmer 群とランクについて研究した。結果として 1,  $E_P$  の Selmer 群を決定する命題。2,  $E_P$  のランクの上限。3,  $E_{pqr}$  の場合に、与えた最大ランクを持つ楕円曲線の構成。を得た。

I studied the Selmer groups and the rank of elliptic curves  $E_P : y^2 = x^3 + Px$ , where  $P$  is the product of  $N$  different odd primes. I got the following results. 1, Algorithm to determine the Selmer groups of  $E_P$ . 2, Upper limit of the rank of  $E_P$ . 3, Construction of  $E_{pqr}$  with the given maximal rank.

### B. 発表論文

1. 竹本 恭規: “最大ランクを持つ楕円曲線  $y^2 = x^3 + pqr x$  の構成”, 東京大学修士論文 (2011).

## 田中 雄一郎 (TANAKA Yuichiro)

### A. 研究概要

小林俊行氏が提唱した複素多様体に対する可視的な作用の理論を動機付けとして、コンパクトリー群  $G$  に対するカルタン分解のある一般化  $G = LG^\sigma H$  について研究を行った。ただし、 $\sigma$  は  $G$  の Weyl 対合であり、 $L, H$  は  $G$  のレビ部分群である。1つの一般化カルタン分解  $G = LG^\sigma H$  から3つの強可視的作用  $L \curvearrowright G/H, H \curvearrowright G/L, \text{diag}(G) \curvearrowright (G \times G)/H \times L$  が得られ、3つの無重複定理  $\text{Ind}_H^G \chi_\lambda|_L, \text{Ind}_L^G \chi_\mu|_H, \text{Ind}_H^G \chi_\lambda \otimes \text{Ind}_L^G \chi_\mu$  が得られる (無重複性に関する三位一体定理)。ただし、 $\chi_\lambda, \chi_\mu$  はレビ部分群  $H, L$  のユニタリ指標である。

カルタン分解の一般化については、対称対に対しては M. Flensted-Jensen 氏、B. Hoogenboom 氏、松木敏彦氏らによる研究があり、非対称対に対しては小林氏による A 型コンパクトリー群の分解理論がある。私は A 型以外のコンパクトリー群を扱い、結果として分解可能な組  $(G, L, H)$  の分類及び分解  $G = LBH$  を満たす適当なスライス  $B \subset G^\sigma$  を得て、これを修士論文としてまとめた。

Motivated by the theory of visible actions on complex manifolds, which was introduced by T. Kobayashi, I studied a generalization of the Cartan decomposition  $G = LG^\sigma H$  for a connected compact Lie group  $G$  where  $\sigma$  is a Weyl involution of  $G$  and  $L, H$  are Levi subgroups of  $G$ . From one generalized Cartan decomposition  $G = LG^\sigma H$ , we obtain three strongly visible actions  $L \curvearrowright G/H$ ,  $H \curvearrowright G/L$ ,  $\text{diag}(G) \curvearrowright (G \times G)/H \times L$ , and then obtain three multiplicity-free theorems  $\text{Ind}_H^G \chi_\lambda|_L$ ,  $\text{Ind}_L^G \chi_\mu|_H$ ,  $\text{Ind}_H^G \chi_\lambda \otimes \text{Ind}_L^G \chi_\mu$  (trinity theorem for multiplicity-freeness property). Here,  $\chi_\lambda$ ,  $\chi_\mu$  are unitary characters of the Levi subgroups  $H, L$ .

There are some generalizations the Cartan decomposition. The symmetric case has been studied by M. Flensted-Jensen, B. Hoogenboom and T. Matsuki. For a non-symmetric case, there is Kobayashi's work on type A groups. I dealt with compact simple Lie groups other than type A and obtained a classification of triples  $(G, L, H)$  which admit the decomposition  $G = LG^\sigma H$ . I also gave an appropriate slice  $B \subset G^\sigma$  such that  $G = LBH$  holds. I summarized this study as my master thesis.

#### B. 発表論文

1. Y. TANAKA : "Visible actions on flag varieties and a generalization of the Cartan decomposition", Master's Thesis in Univ. of Tokyo, 2012.

#### C. 口頭発表

1. A generalized Cartan decomposition for connected compact Lie groups and its application (ポスター発表), Infinite Analysis 11~ Frontier of Integrability ~, Graduate School of Mathematical Sciences, Auditorium, The University of Tokyo, July, 2011.
2. A generalized Cartan decomposition for connected compact Lie groups and its application, Topics in Combinatorial Representation Theory, RIMS, Kyoto University, October, 2011.
3. コンパクトリー群に対する一般化カルタン

分解について, 2011 年度表現論シンポジウム, みなべ, November 2011.

### 鳥越 貴智 (TORIGOE Takatomo)

#### A. 研究概要

プログラミング言語における, 限定継続の制御効果を明示する型システムの構築. それに対応する, 限定継続のみを受け渡す CPS 変換について.

My research field is programming language theory. I construct a type system that exhibits control effects of delimited continuations. This system corresponds a delimited-continuation-passing style (DCPS) transformation.

#### B. 発表論文

1. T. Torigoe: "限定継続渡し変換と対応する型システム", Master's thesis, The University of Tokyo (2012)

### 趙一暉 (ZHAO Yihui)

#### A. 研究概要

私はある四次元の商特異点の McKay 対応について研究しました。McKay 対応とは、一言で述べれば、商特異点の crepant 特異点解消の幾何と元々の多様体の  $G$ -同変幾何との対応です。しかし、高次元の場合は crepant 特異点解消は必ずしも存在するとは言えず、存在するとしても、一意性は期待できない。この場合、部分的な crepant 解消について McKay 対応が成立すると期待できる。私はトーリックの手法を使って、ある部分 crepant 解消を見つけ、その Euler 数を計算しました。そして、この部分 crepant 解消の同変 Euler 数と元の特異点の同変 Euler 数とが一致することを確認しました。

I studied the McKay correspondence for certain fourfold quotient singularity. McKay correspondence, roughly speaking, is the correspondence between geometry of the crepant resolution of quotient and  $G$ -equivariant geometry of the original manifold. However, in high dimensional case such crepant resolution may fail to exist, and even if it exists, it is not unique.

Hence correct version for higher dimensional case should be for partial crepant resolutions. I used toric techniques to find the partial crepant resolution, and computed the equivariant Euler numbers. Equality of Euler numbers verifies the McKay correspondence in my case.

#### B. 発表論文

1. On McKay correspondence for certain fourfold quotient singularity. 修士論文

#### E. 修士・博士論文

1. (修士) 趙一暉 (ZHAO Yihui): On McKay correspondence for certain fourfold quotient singularity

### 時本 一樹 (TOKIMOTO Kazuki)

#### A. 研究概要

$F$  を剰余標数  $p > 0$  の局所体とする。 $F$  の絶対 Galois 群の  $n$  次元  $p$  進表現と  $n$  次元法  $p$  表現は「 $p$  進 Langlands 対応」、 「法  $p$  Langlands 対応」を通して  $\mathrm{GL}_n(F)$  の  $p$  進表現、法  $p$  表現と対応すること、2 つの対応は法  $p$  還元と多くの場合に整合的になることが予想されている。

修士論文では、上の予想の類似として、 $(\mathrm{GL}_2)$  の局所 Langlands 対応と局所 Jacquet-Langlands 対応を合成して得られる、 $F$  の Weil 群  $\mathcal{W}_F$  の表現と  $F$  上の四元数体  $D$  の乗法群  $D^\times$  の表現の対応が、 $\mathcal{W}_F$  の法  $p$  表現と  $D^\times$  の法  $p$  表現の間の自然な対応と法  $p$  還元に関して整合的になるかどうかを調べた。(ただし、 $p = 2$  の時は技術的な困難があり、全ての場合には計算できなかった。) Vignéras によって既に知られていた、比較的調べやすい場合を除いて、整合性は成立しないことがわかった。

Let  $F$  be a local field of residue characteristic  $p > 0$ . It has been conjectured that  $n$ -dimensional  $p$ -adic representations and  $n$ -dimensional mod  $p$  representations of the absolute Galois group of  $F$  correspond to  $p$ -adic representations and mod  $p$  representations of  $\mathrm{GL}_n(F)$  via “the  $p$ -adic Langlands correspondence” and “the mod  $p$  Langlands correspondence” and that these two correspondences are compatible with the reduction modulo  $p$ .

In the master’s thesis I considered a situation analogous to that in the conjecture above. More precisely, I examined whether the compatibility with the reduction modulo  $p$  holds for a natural correspondence between mod  $p$  representations of the Weil group  $\mathcal{W}_F$  of  $F$  and of the multiplicative group  $D^\times$  of a quaternion division algebra  $D$  over  $F$  and the correspondence between representations of  $\mathcal{W}_F$  and of  $D^\times$  obtained as the composition of the local Langlands correspondence (for  $\mathrm{GL}_2$ ) and the local Jacquet-Langlands correspondence. (However, I could not compute all the cases for  $p = 2$  due to some technical difficulties.) It turned out that the compatibility does not hold except for a relatively easy case, which had already been treated by Vignéras.

#### B. 発表論文

1. K. Tokimoto : “On the reduction modulo  $p$  of representations of a quaternion division algebra over a  $p$ -adic field”, 東京大学修士論文, 2011.

### 野口 明敏 (NOGUCHI Akitoshi)

#### A. 研究概要

一般化された FitzHugh-Nagumo モデルの定常解の安定性について研究した。特に、チューリング不安定性と、境界が球面のときの非一様定常解の不安定性の結果を示した。

I studied the stability about stationary solutions of the generalized FitzHugh-Nagumo model. Especially, I proved that the results about the Turing instability and the instability of the spatially inhomogeneous stationary solutions in the case that the boundary is a sphere.

#### B. 発表論文

1. 野口明敏: “非局所型 FitzHugh-Nagumo 系の安定性”, 東京大学修士論文 (2012).

## 野村 亮介 (NOMURA Ryosuke)

### A. 研究概要

線形関数近似を用いた時間的差分法において、最適なステップサイズとその推定について研究した。価値関数が特徴ベクトルの線形和で表されるという仮定のもとで、目的関数を最小化する最適なステップサイズを導出し、そのステップサイズを用いた更新規則の収束を証明した。

有限状態空間と状態遷移に応じた報酬を持つモデルを考え、そこから決定される価値関数をそのモデルの構造を持つ独立同分布な観測データから推定することを目標とする。目的関数として、価値関数と推定量のバイアスを測るものを定義し、各更新時にその目的関数が最小になるようにステップサイズを定めた。この定め方から、モデルの構造が既知の場合には、正則条件のもとで、推定量が価値関数に収束することを示した。さらに、そのステップサイズが観測データから推定できることを示し、最適なステップサイズを導出した際に得られたアルゴリズムにおいて、正則条件のもとで、推定量が価値関数に概収束することを証明した。また、同じアルゴリズムに対して、ステップサイズとして十分小さな定数をとることで、推定量が価値関数に概収束することを証明し、その定数の選択に関して、いくつかの結果を示した。

これらの収束の結果に関して数値実験を行い、正則条件を満たす単純な形のステップサイズより最適なステップサイズ、定数ステップサイズともに早く収束することを示した。

In temporal difference learning with linear function approximation, I studied about optimal step sizes and its estimation. Under the assumption that the value function is expressed as a linear combination of the feature vectors, I constructed optimal step sizes which minimize an objective function, and showed the convergence of the estimator with optimal step sizes. We consider the model which has the finite state space and the rewards correspond to the state transition. Our purpose is to estimate the value function for the model from independent and identically distributed observations. I defined the objective function with respect to the bias between the value function and the estimator, and constructed a step size which

minimizes the objective function at each update. From this construction, I showed that the estimator converges to the value function under the regular conditions in the case that the model is known. Moreover, I showed that the step sizes are able to be estimated from observations, and the estimator with estimated step sizes converges to the value function with probability 1. We also proved that the estimator converges to the value function with probability 1 for a small enough constant step size, and showed some results with respect to selecting of a constant.

In the numerical experiments for these convergences, we showed that the estimator with optimal step sizes or a constant step size converges faster than with simple step sizes which satisfy regular conditions.

### B. 発表論文

1. R. Nomura: "The optimal step sizes in temporal difference learning", Master's Thesis, University of Tokyo (2012).

### C. 口頭発表

1. 密度推定とブートストラップ法, 統計サマーセミナー, 伊豆長岡ホテルサンバレー富士見, 2010年, 8月.
2. 確率近似法と疑似確率近似法 (文献紹介), 統計学輪講, 東京大学経済学部, 2011年, 6月.
3. 漸近展開とモンテカルロ法の比較, 統計サマーセミナー, 諏訪東京理科大学, 2011年, 8月.
4. The optimal step sizes in reinforcement learning, Statistical Analysis and Related Topics: Theory, Methodology and Data Analysis, 東京大学大学院数理科学研究科, 2011年, 12月.

## 長谷川 祐紀 (HASEGAWA Yuki)

### A. 研究概要

Franksらの論文 [1] において、可能だと言及されているが具体例は示されていない「 $S^2$  上の

源点や沈点を持たない  $C^2$  級 Kupka-Smale 微分同相写像であって、Bowen らの論文 [2] で構成された  $C^1$  級の例と位相共役であるものの構成を試みた。真に  $C^2$  級であるような写像は構成できなかったが、限りなく  $C^2$  級に近い例は見出す事ができた。

Attempted to construct a  $C^2$  Kupka-Smale diffeomorphism on  $S^2$  having no sources and sinks, which is topologically conjugate to the  $C^1$  example constructed by Bowen and Franks in [2]. Franks and Young claimed that is possible, but they did not present an example in [1]. In conclusion, I could not construct a strictly  $C^2$  example, but could found an “almost”  $C^2$  example.

[1] R. Bowen, J. Franks, The periodic points of maps of the disk and the interval, *Topology* 15 (1976), 337-342.

[2] J. Franks, L. Young, A  $C^2$  Kupka-Smale diffeomorphism of the disk with no sources or sinks, dynamical systems and turbulence, *LNM* 898, Springer, Berlin (Warwick 1980), 90-98.

## 藤井 雄規 (FUJII Yuki)

### A. 研究概要

等質空間上の 2 乗可積分関数全体の空間の、ユニタリ表現としてのスペクトル分解が与えられた時、スペクトル分解から派生する関数展開を通して、分解に寄与する表現を絞り込むための手法について N. Bernstein の論文 “On the support of plancherel measure” 等で学習し、概説として修士論文にまとめた。

Let  $M$  be a homogeneous space of a Lie group  $G$  which has a  $G$ -invariant measure. Let  $\Gamma : L^2(M) \rightarrow \int_{\mathbb{Z}} H_z d\mu(z)$  be a spectral decomposition as a unitary representation of  $G$ . Let  $(\pi, V)$  be an irreducible unitary representation of  $G$ . N. Bernstein gives conditions for showing that  $(\pi, V)$  does not contribute to the decomposition in his paper “On the support of plancherel measure”. I studied the conditions and summarize this study as my master thesis.

### B. 発表論文

“Geometric approach to analysis on homogeneous spaces—a survey” 東京大学修士論文 (2012)

## 藤城 謙一 (FUJISHIRO Kenichi)

### A. 研究概要

土壌中の汚染物質の拡散現象は、古典的な拡散方程式 (時刻  $t$  についての 1 階微分の項を持つ) では正確に記述できないことが知られている。私は土壌汚染をより正確に表す方程式として提唱されている非整数階拡散方程式 ( $t$  に関して  $\alpha$  階微分 ( $0 < \alpha < 1$ ) の項を含む) について研究した。その結果、非斉次境界値問題の解の一意存在を示し、ソース項および境界値による近似可制御性の証明に成功した。

It is known that the diffusion phenomena of the pollutants in the soil cannot be described exactly by the classical diffusion equation, which contains the first order derivative with respect to time variable  $t$ . I studied the fractional diffusion equation, which is proposed as one of the better models to explain solid pollution and contains  $\alpha$ -th derivative ( $0 < \alpha < 1$ ) in time. And consequently I showed the unique existence of non-homogeneous boundary value problems and proved their approximate controllability by source terms and boundary values.

### B. 発表論文

1. K. Fujishiro: “Approximate controllability and related results for fractional diffusion equations”, 東京大学修士論文 (2012).

### C. 口頭発表

1. 産業界からの課題解決のためのスタディ・グループ研究集会, 東京大学, 2011 年 12 月 22 日 (中間発表) および 26 日 (最終発表).
2. GCOE 工場見学と討論会, 新日本製鐵株式会社, 2012 年 2 月 14 日.

## 古川 遼 (FURUKAWA Ryo)

### A. 研究概要

本年度は3次元 Seifert 多様体上の接触構造について研究した。石川昌治氏は Seifert fibered な homology 3 球面上で fibered Seifert multilink と両立する接触構造を標準的に作り、その性質について調べた。私は、multilink や接触構造の入る多様体を Seifert fibered な homology 3 球面に限らず、一般の(全空間も底空間も)向き付けられた閉 Seifert 多様体に拡張して研究した。具体的には向き付けられた閉3次元 Seifert 多様体上の fibered Seifert multilink で fiber が Seifert 多様体の fiber に正に横断的な場合に対して、両立する接触構造を同様の方法で構成できることを示し、特殊な場合を除いて構成した接触構造が tight であるか overtwisted であるかを決定した。

In this year I studied contact structures on three dimensional Seifert manifolds. Masaharu Ishikawa constructed contact structures compatible with fibered Seifert multilinks on Seifert fibered homology three spheres in a canonical way and studied their properties. I made my research by extending Seifert fibered homology three spheres to closed oriented Seifert manifolds with oriented bases. Concretely, I showed that we can construct contact structures compatible with fibered Seifert multilinks whose fibers are positively transverse to Seifert fibers on closed oriented three dimensional Seifert manifolds as the same way and determined whether each constructed contact structure is overtwisted or tight except for special cases.

### B. 発表論文

1. 古川 遼 : “Seifert 多様体上の fibered Seifert multilink と両立する接触構造”, 東京大学修士論文 (2012).

## 増田 貴紀 (MASUDA Takanori)

### A. 研究概要

star-shaped 型 Lie 代数に対して、principal  $\mathfrak{so}(1,2)$  subalgebra を持つための判定条件を求め、それを用いて実際に principal  $\mathfrak{so}(1,2)$  subalgebra を持つものを全て分類した。また、star-

shaped 型を少し拡張した Lie 代数に対しても同様の考察を行った。

For the star-shaped Lie algebras, I derived a criterion for those having the principal  $\mathfrak{so}(1,2)$  subalgebras, and classified star-shaped Lie algebras with principal  $\mathfrak{so}(1,2)$  subalgebras by the criterion. I also did the same arguments for the Lie algebras which are obtained by slightly extending the star-shaped Lie algebras.

## 三留 弘太郎 (MITOME Kotaro)

### A. 研究概要

リプシッツ連続ではないドリフトを持つ常微分方程式に、微小な摂動を加えた際の解の漸近挙動について研究した。ドリフト項がリプシッツ連続性を持たない場合には、摂動を加えていない常微分方程式は一意解を持つとは限らない。加えて、対応する sample path large deviation の rate function が一意的でない minimizer を持つこともあり得る。これらの minimizer は摂動を加えた常微分方程式の解の収束先の候補であることが分かる。今回、摂動を加えた常微分方程式の解がある区間から脱出する時刻を研究することにより、これらの収束先の候補の中から極限を決定した。

I studied the asymptotic behavior of solutions of the small perturbed ordinary differential equations (ODEs) with non-Lipschitz continuous drifts. Under the non-Lipschitz situation, in general, the unperturbed ordinary differential equation has non-unique solutions and the corresponding sample path large deviation rate function admits non-unique minimizers. These minimizers are possible limits of the solution of the small perturbed ODE. I determined the limit from several possible candidates. To determine the limit, I studied the exit time of the solution of the small perturbed ODE from some interval.

### B. 発表論文

1. K. Mitome : “Small Random Perturbations for Ordinary Differential Equations with Non-Lipschitz drifts”, master’s the-

sis, University of Tokyo (2010).

### 三原 朋樹 (MIHARA Tomoki)

#### A. 研究概要

ベルコビッチの非アルキメデス的解析空間の新たなホモロジー理論と一般次元の微分形式のサイクルに沿った積分を考案し研究した。ベルコビッチの非アルキメデス的解析空間は位相空間として扱いやすい性質を備えているが、その位相空間としての特異ホモロジーは空間の解析的構造から直観的にイメージされる穴を反映しない。例えば、穴あき平面の解析空間としての実現は位相空間として可縮になってしまう。そこで空間の解析的構造を直接用いて新たに特異ホモロジーの類似物を定義し、さらに基礎体が非アルキメデス的混標数局所体の場合においてその新たな特異ホモロジーの意味でのサイクルに沿った微分形式の積分を周期環値で与えた。その積分により新たな特異ホモロジーとドラムコホモロジー、エタールコホモロジー、そして高次チャウ群との間にカップリングを構成し、いくつかの具体的な対象に対してホモロジー群や微分形式の積分およびカップリングの計算をした。またその過程で積分については微積分学の基本定理、フビニの定理、ストークスの定理、コーシーの積分定理、コーシーの積分公式、留数定理、コーシー・グルサの積分公式、シュニレルマン積分との両立性を示し、またホモロジーについては関手性、次元公理、対の完全列の存在、切除公理、マイヤー・ビエトリス完全列の存在、ホモトピー不変性、群対象のホモロジー群の群構造の両立性を示した。

I introduced and studied new theories of homology of Berkovich's non-Archimedean analytic spaces and integration of differential forms of general degree along cycles. Though the topology of a Berkovich's non-Archimedean analytic space possesses many handy properties, the singular homology of the underlying topological space does not reflect holes which can be imaged from the analytic structure. For example, the underlying topological space of the realisation of a punctured plain as an analytic space is contractible. Then I defined a new analogue of singular homology directly using

the analytic structure of a space, and in the case the base field is a non-Archimedean local field with mixed characteristic I gave the definition of the integral of a differential form along a cycle in the sense of the new singular homology as an element of the period ring. By the integral I constructed the coupling of the new singular homology with the de Rham cohomology, the étale cohomology, and the higher Chow group, and I calculated the homology group, the integral of differential forms, and the couplings for some examples. Furthermore in the process, I verified for the integration the fundamental theorem of calculus, Fubini's theorem, Stokes' theorem, Cauchy's integral theorem, Cauchy's integral formula, residue theorem, Cauchy-Goursat integral formula, and the compatibility with Shnirel'man integral, and for the homology functoriality, dimension axiom, the existence of the long exact sequence for a space pair, decision axiom, the existence of Mayer-Vietoris exact sequence, homotopy invariance, the compatibility of the group structure of the homology group of a group object.

#### B. 発表論文

1. T. Mihara : "Singular Homologies of non-Archimedean Analytic Spaces and Integrals along Cycles", 東京大学修士論文 (2012).

### 谷田川 友里 (YATAGAWA Yuri)

#### A. 研究概要

完備離散付値体の分岐群について、剰余体が完全とは限らない場合への一般化が Ahmed Abbes 氏と斎藤毅氏によって与えられている。今年度はこの分岐群について勉強し、特定の条件をみたく完備離散付値体の絶対ガロア群の指標に対し、それがこの分岐群を消すかどうかの判定法を得た。

On the ramification groups of a complete discrete valuation field, these are generalized by Ahmed Abbes and Takeshi Saito in the case where the residue field is not necessarily perfect. In this year, I studied this generalization and had a criterion for a character of the ab-



solute Galois group to annihilate these ramification groups for a complete discrete valuation field which satisfies a certain condition.

## 八尋 耕平 (YAHIRO Kohei)

### A. 研究概要

半単純リー環の表現論におけるウェイト加群の類似として、有理チエレドニック代数に対してウェイト加群の概念を定義し、その性質を調べた。特に、既約ウェイト加群は既に知られている最高ウェイト及び最低ウェイト加群のほかにカスピダルと名づけたものしかないことを示した。

I investigated a kind of weight modules for rational Cherednik algebras. I proved that an irreducible weight module is either a highest weight module, a lowest weight module or a module which I named a cuspidal module.

### C. 口頭発表

有理 Cherednik 代数のウェイト加群城崎新人セミナー，兵庫県豊岡市立城崎健康福祉センター，2012年2月

## 吉田 建一 (YOSHIDA Kenichi)

### A. 研究概要

向き付け可能な3次元双曲多様体の体積のなす構造に着目し、カスプを  $n$  個もつ向き付け可能な双曲多様体のうち体積が最小となるものが特定できるかどうか研究した。ただし  $0 \leq n \leq 2$  の場合は知られている。カスプを2つもつ最小体積の双曲多様体を特定した Agol の方法を応用することにより、カスプを4つもつ最小体積の双曲多様体を特定することができた。

I focused on the structure of the volumes of the orientable hyperbolic 3-manifolds, and explored minimal volume orientable hyperbolic manifolds with  $n$  cusps. They are known in the case  $0 \leq n \leq 2$ . I identified the minimal volume orientable hyperbolic manifold with 4 cusps by applying the method by which Agol identified the ones with 2 cusps.

### B. 発表論文

1. 吉田建一: “カスプを4つもつ最小体積の向

き付け可能な3次元双曲多様体”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2012)

## ATCHARIYABODEE Amornsit

### A. 研究概要

私の専門分野は作用素環論，特に離散接合積と無理数回転環です。

My research area is operator algebras especially discrete crossed product, the irrational rotation algebra.

### B. 発表論文

1. A. Atcharyabodee : Extensions of automorphisms of the irrational rotation algebras, 2011年度東京大学大学院数理科学研究科修士論文

## BECKERS Susanne

### A. 研究概要

I am interested in partial differential equations, especially the topic of fractional advection-diffusion equations with derivatives of order  $\alpha \in (0, 1)$ . Though there is also a wide range of analytical research, the fractional representations of derivatives offer many different types of numerical approximation. For the Riemann-Liouville type, I implemented a predictor-corrector scheme [see W. Deng: 'Numerical Algorithm for the Time Fractional Fokker-Planck Equation', 2007] and enhanced a block-by-block method [compare. P. Linz: 'Analytical and Numerical Methods for Volterra Equations', 1985] to the time space problem of the time fractional Fokker-Planck equation. While the first scheme is a linear approximation, the later is of second order. The results of both schemes are good for  $\alpha$  close to 1, but for very small  $\alpha$  the computational effort is extremely large and the concept has still to be improved.

Furthermore, I dealt with the topic of multiple derivatives. The existence is proven in case of initial and boundary value problems [siehe J.

Pruess: 'Evolutionary Integral Equations and Applications', 1993], but the regularity can still be improved under conditions on the order of derivatives.

## B. 発表論文

1. S. Beckers: "Mathematical analysis and numerical methods for time fractional diffusion equations"

## 劉 逸侃 (LIU Yikan)

### A. 研究概要

組織生成をモデル化する双曲系の順問題と逆問題について研究している。相変態に関する Cahn の方法による、核生成率  $\alpha$  と成長速度  $\rho$  によって結晶事象数  $u$  を記述する物理モデルを出発点とした。空間次元が奇数である場合には、 $u$  についての多重双曲系を支配方程式として導出し、これに基づいて順問題ならびに逆問題を考察した。第一に 3 次元以下において  $u$  を近似する効率的な数値解法を開発した。第二に、1 次元と 3 次元の場合に  $\alpha$  の空間成分を決定する逆問題について、最終時刻の観測データによって小領域安定性ならびに条件付き一意性を証明し、部分内部領域におけるデータによって大域的な Lipschitz 安定性を解明した。第三に、1 次元での  $\rho$  の決定に関して、二段階 Tikhonov 正則化を中心とした数値解析手法を考察した。

I have studied forward and inverse problems for hyperbolic systems modelling generation of structures. On basis of Cahn's method concerning phase transformation, the research started from the physical model describing the number  $u$  of crystallization events determined by the nucleation rate  $\alpha$  and the growth speed  $\rho$ . In odd spatial dimensions, multiple hyperbolic systems with respect to  $u$  was derived as governing equations, on which the considerations of forward and inverse problems have been based. First, efficient numerical solutions for the approximation of  $u$  under 3-dimensions were developed. Second, regarding the inverse problems on determining the spatial component of  $\alpha$  in 1- and 3-dimensional cases, the stability in small domain as well

as the conditional uniqueness by final observation data were proved, and the global Lipschitz stability by partial interior observation was verified. Third, on the identification of  $\rho$  in 1-dimensional case, numerical approaches centered at a two-step Tikhonov regularization were considered.

## B. 発表論文

1. Y. Liu, "Forward and inverse problems for hyperbolic systems modelling generation of structures", Master thesis, The University of Tokyo (2012).
2. S. Lu, Y. Liu, X. Xu and M. Yamamoto: "Growth rate identification in the crystallization of polymers", preprint.

## C. 口頭発表

1. The mathematical modeling for anomalous diffusion in soil, Study Group Workshop 2011, 九州大学と東京大学大学院数理解析研究科, 2011 年 8 月.
2. Forward and inverse problems for some hyperbolic systems modelling generation of structures, Conference of the EGDR Control of PDEs, Amphi de Sciences Naturelles, Campus de St-Charles, フランス, 2011 年 11 月.
3. Forward and inverse problems for hyperbolic systems modelling the generation of structures, 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, 2012 年 1 月.

## 研究生 (Research Student)

柴田 恭孝 (SHIBATA Yasutaka)

### A. 研究概要

Cubic fivefold (6次元射影空間内の3次超曲面)のモジュライ空間のコンパクト化の研究を行った。具体的には、準安定な cubic fivefold を全て決定しその特異点を求めた。これによりどのような特異点を許せば非特異な cubic fivefold のモジュライが GIT の意味でコンパクト化できるかという問題を解くことができる。これは不変式論の伝統的な問題である。現在論文を執筆中であり完成しだい発表する予定である。

I studied the compactification of moduli space of cubic fivefolds (here cubic fivefold means hypersurface of degree three in the projective space of dimension six). Concretely, I decide all semi-stable cubic fivefolds and these singular loci. By doing so, we can answer how singularity is needed to compactify the moduli space of smooth cubic fivefolds in the sense of GIT. It is traditional problem of invariant theory. Now I am writing a paper and planning to publish it.

王 文艶 (WANG, Wenyan)

### A. 研究概要

During April of 2011 till the end of my stay, I completed three papers, participated in a project, took part in an international Study Group Workshop, and attended weekly seminar series.

#### 1. Three papers

Under the supervision of Prof. Yamamoto, I modified a paper and wrote 2 papers as follows:

- (1) Inverse heat problem of determining time-dependent source parameter in reproducing kernel space
- (2) Two-dimensional parabolic inverse problem with final overdetermination in reproducing kernel space
- (3) Inverse problem for the two-dimensional fractional diffusion equation in reproducing kernel space

#### 2. A project

Spectral dimension for fractional diffusion in non-homogeneity is jointly undertaken by the University of Tokyo, Nippon Steel and Tsukuba University.

From the colloquiums, I learned how to solve the fractional diffusion equations using different methods. I tried to solve the fractional diffusion equations in the reproducing kernel spaces, and obtained better results.

#### 3. An international Study Group Workshop: August 1-9, 2011

The workshop aims at solutions by mathematicians for problems posed by industry. On 2 and 3 (morning) August, the problems were posed by industrial sides and after that the participants were separated into several groups to work towards solutions by mathematical methods altogether with researchers from industry. I joined for solving industrial problems by mathematical methods and developed the mathematical abilities through such practice, and I made contribution for preparing the final report on 9 August.

#### 4. Weekly seminar series

I understood the interests of every member in the study group. From the colloquiums, I learned advanced methods to solve inverse problems. Also I learned the mathematical theory of inverse problems as follows:

- (1) Regularization Theory for Equations of the First Kind
- (2) Regularization by Discretization

### B. 発表論文

1. W. Wang, M. Cui and B. Han "A new method for solving a class of singular two-point boundary value problems", Appl. Math. Comput. **206** (2008) 721-727.

### G. 受賞

1. State Scholarship Fund to pursue my study in Japan as a joint PhD student from October 25, 2010 to October 24, 2011

- 2.** State Scholarship Fund to pursue my study in China as a PhD student from 2008 to 2012
- 3.** State Scholarship Fund to pursue my study in China as a Postgraduate student from 2007 to 2008

## 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)

#### ♣ 課程博士

- 権業 善範 (GONGYO Yoshinori)  
Abundance conjecture and canonical bundle formula  
(アバンドランス予想と標準因子公式)  
27 September. 2011
- 及川 一誠 (OIKAWA Issei)  
Hybridized Discontinuous Galerkin Methods for Elliptic Problems  
(楕円型問題に対するハイブリッド型不連続ガレルキン法の研究)  
22 March. 2012
- 孫 娟娟 (SUN Juan Juan)  
Polynomial relations for  $q$ -characters via ODE/IM correspondence  
(ODE/IM 対応を用いた  $q$  指標の多項式関係)  
22 March. 2012
- 伊藤 敦 (ITO Atsushi)  
How to estimate Seshadri constants  
(セシャドリ定数を評価する方法)  
22 March. 2012
- 伊藤 哲也 (ITO Tetsuya)  
Construction of invariant group orderings from topological point of view  
(位相幾何の視点からの群の不変順序の構成)  
22 March. 2012
- 糸崎 真一郎 (ITOZAKI Shinichiro)  
Scattering Theory on Manifolds with Asymptotically Polynomially Growing Ends  
(多項式増大する無限遠境界を持つ多様体上の散乱理論)  
22 March. 2012
- 大久保 俊 (OKUBO Shun)  
The  $p$ -adic monodromy theorem in the imperfect residue field case  
(剰余体が非完全な場合の  $p$  進モノドロミー定理について)  
22 March. 2012
- 柿澤 亮平 (KAKIZAWA Ryohei)  
Determining nodes for semilinear parabolic evolution equations in Banach spaces  
(バナッハ空間上の半線型放物型発展方程式に対する確定節点)  
22 March. 2012

- 神本 晋吾 (KAMIMOTO Shingo)  
 On the exact WKB analysis of Schrödinger equations  
 (Schrödinger 方程式の完全 WKB 解析に関して)  
 22 March. 2012
- 宗野 恵樹 (SONO Keiju)  
 Spherical functions associated to the principal series representations of  $SL(3, \mathbb{R})$  and higher rank Epstein zeta functions  
 ( $SL(3, \mathbb{R})$  の主系列表現に付随する球関数, 及び高階 Epstein ゼータ関数について)  
 22 March. 2012
- 千葉 優作 (CHIBA Yusaku)  
 Entire curves in projective algebraic varieties  
 (射影代数多様体内の正則曲線について)  
 22 March. 2012
- 張 祺智 (ZHANG Qizhi)  
 On The Discrete Logarithm Problem in Finite Fields  
 (有限体上の離散対数問題について)  
 22 March. 2012
- 田 然 (TIAN Ran)  
 The explicit calculation of Čech cohomology and an extension of Davenport's inequality  
 (Čech コホモロジーの明示的計算と Davenport 不等式の拡張)  
 22 March. 2012
- 馬 昭平 (MA Shohei)  
 Rationality of the moduli spaces of 2-elementary K3 surfaces  
 (対合付き K3 曲面のモジュライの有理性)  
 22 March. 2012
- 横山 聡 (YOKOYAMA Satoshi)  
 Two-dimensional stochastic Navier-Stokes equations derived from a certain variational problem  
 (ある変分問題から導かれる二次元確率ナビエ・ストークス方程式)  
 22 March. 2012
- 大川 新之介 (OKAWA Shinnosuke)  
 Studies on the geometry of Mori dream spaces  
 (森夢空間の幾何学に関する研究)  
 22 March. 2012

## ☆ 修士号取得者と論文題目

(Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

- 梅崎 直也 (UMEZAKI Naoya)  
On uniform bound of the maximal subgroup of the inertia group acting unipotently on  $\ell$ -adic cohomology  
( $\ell$ 進コホモロジーに冪単に作用する惰性群の最大部分群の一様な限界について)  
22 March 2012
- 高橋 悠樹 (TAKAHASHI Yuki)  
離散周期戸田格子方程式の特異解について  
22 March 2012
- 竹本 恭規 (TAKEMOTO Yasuchika)  
最大ランクを持つ楕円曲線  $y^2 = x^3 + pqr x$  の構成  
22 March 2012
- 鳥越 貴智 (TORIGOE Takatomo)  
限定継続渡し変換と対応する型システム  
22 March 2012
- 藤城 謙一 (FUJISHIRO Kenichi)  
Approximate controllability and related results for fractional diffusion equations  
(非整数階拡散方程式の近似可制御性と関連する結果)  
22 March 2012
- 古川 遼 (FURUKAWA Ryo)  
Seifert 多様体上の fibered Seifert multilink と両立する接触構造  
22 March 2012
- 磯野 優介 (ISONO Yusuke)  
Weak Exactness for  $C^*$ -algebras and Application to Condition (AO)  
( $C^*$  環に対する弱完全性と性質 (AO) への応用)  
22 March 2012
- 臼井 琢也 (USUI Takuya)  
Heegaard Floer homology, L-spaces and smoothing order on links  
(Heegaard-Floer ホモロジーと L 空間および絡み目の smoothing order について)  
22 March 2012
- 臼田 健人 (USUDA Kento)  
CVaR による最適投資問題  
22 March 2012
- 大倉 俊平 (OKURA Syunpei)  
Complete game semantics for linear logic with exponentials  
(エクスポネンシャル付き線形論理に対する完全なゲーム意味論)  
22 March 2012

- 大城 慶浩 (OSHIRO Yoshihiro)  
 Irreducible  $C^*$ -subalgebras of the  $C^*$ -algebras generated by some Toeplitz operators and Pimsner algebras  
 (ある Toeplitz 作用素から生成される  $C^*$ -環の既約部分  $C^*$ -環と Pimsner 環)  
 22 March 2012
- 岡村 和樹 (OKAMURA Kazuki)  
 ある自己相互作用をもつランダムウォークの区間上のレンジについて  
 22 March 2012
- 小野田 実頼 (ONODA Mirai)  
 Regulator map for relative Chow group of algebraic curves  
 (代数曲線の相対チャウ群に対するレギュレーター写像)  
 22 March 2012
- 加藤 真也 (KATO Shinya)  
 On two bijections between involutive permutations and standard Young tableaux  
 (対合的置換と標準ヤング盤との間の 2 つの全単射について)  
 22 March 2012
- 上林 謙 (KAMIBAYASHI Yuzuru)  
 Functional Representation of von Neumann Algebras  
 (フォン・ノイマン環の関数表現)  
 22 March 2012
- 菊池 嵩 (KIKUCHI Takashi)  
 $G_2$  rolling distribution and parabolic geometry  
 (2 つの回転する球の配置に表れる  $G_2$ -対称性と放物型幾何)  
 22 March 2012
- 栗林 司 (KURIBAYASHI Tsukasa)  
 On Fiebig's conjecture about the category  $\mathcal{O}$  for a Coxeter system  
 (Coxeter 系の圏  $\mathcal{O}$  に関する Fiebig の予想について)  
 22 March 2012
- HU Guorong  
 Characterizations of weighted non-isotropic Hardy spaces, with an application to pseudo-differential operators  
 (荷重付非等方的 Hardy 空間の特徴付けと擬微分作用素への応用)  
 22 March 2012
- 小池 祐太 (KOIKE Yuta)  
 An estimator for the cumulative co-volatility of nonsynchronously observed semimartingales with jumps  
 (非同期観測されたジャンプをもつセミマルチンゲールの累積コボラティリティに対する推定量)  
 22 March 2012
- 後藤 陽介 (GOTO Yousuke)  
 2 つの (3,1) 型の端射線収縮射を持つ 4 次元非特異 Fano 多様体の分類について  
 22 March 2012



- 三田 史彦 (SANDA Fumihiko)  
 Non-displaceable torus fibers in toric manifolds and tropical geometry  
 (トーリック多様体のノンディスプレイサブルなトーラスファイバーとトロピカル幾何)  
 22 March 2012
- 清水 超貴 (SHIMIZU Tatsuki)  
 Algebraic theory and a delooping functor of free loop spaces  
 (algebraic theory と基点自由ループ空間のループ解消関手について)  
 22 March 2012
- 周 冠宇 (ZHOU Guanyu)  
 Analysis of the fictitious domain method for elliptic and parabolic problems  
 (楕円型および放物型偏微分方程式に対する仮想領域法とその誤差解析)  
 22 March 2012
- 周 茂林 (ZHOU Maolin)  
 The asymptotic behavior of the Fisher-KPP equation with free boundary  
 (自由境界をもつ Fisher-KPP 方程式の漸近挙動)  
 22 March 2012
- 田中 雄一郎 (TANAKA Yuichiro)  
 Visible actions on flag varieties and a generalization of the Cartan decomposition  
 (旗多様体への可視的作用とカルタン分解の一般化)  
 22 March 2012
- 趙 一暉 (ZHAO Yihui)  
 On McKay Correspondence for Certain Fourfold Quotient Singularity  
 (ある 4 次元商特異点の McKay 対応について)  
 22 March 2012
- 時本 一樹 (TOKIMOTO Kazuki)  
 On the reduction modulo  $p$  of representations of a quaternion division algebra over a  $p$ -adic field  
 ( $p$  進体上の四元数体の表現の法  $p$  還元について)  
 22 March 2012
- 飛澤 和則 (TOBISAWA Kazunori)  
 A meta-calculus with cross-level computation  
 (レベル横断的な計算機構を持つメタ体系)  
 22 March 2012
- 伴野 光 (TOMONO Mitsuru)  
 損害保険会社と投資家からなる経済における災害デリバティブの最適化  
 22 March 2012
- 根元 悠輔 (NEMOTO Yusuke)  
 Whitney-Graustein theorem の証明について  
 22 March 2012
- 野口 明敏 (NOGUCHI Akitoshi)  
 非局所型 FitzHugh-Nagumo 系の安定性  
 22 March 2012

- 野村 亮介 (NOMURA Ryosuke)  
The optimal step sizes in temporal difference learning  
(時間的差分法における最適なステップサイズ)  
22 March 2012
- 長谷川 祐紀 (HASEGAWA Yuki)  
A  $C^{2-\varepsilon}$  Kupka-Smale diffeomorphism with no sources and sinks exhibiting the adding machine of type mod 2  
(mod 2 型の加算器を示し源点及び沈点を持たない  $C^{2-\varepsilon}$  級クプカ・スメール微分同相写像)  
22 March 2012
- 藤井 雄規 (FUJII Yuki)  
Geometric approach to analysis on homogeneous spaces—a survey  
(幾何学的手法による等質空間上の解析—概説)  
22 March 2012
- 堀野 泰徳 (HORINO Yasunori)  
Legendrian negative torus knots and convex plumbings  
(ルジャンドル負トーラス結び目と凸プランピング)  
22 March 2012
- 増田 貴紀 (MASUDA Takanori)  
Principal  $\mathfrak{so}(1,2)$  subalgebra を持つ star-shaped 型 Lie 代数について  
22 March 2012
- 三留 弘太郎 (MITOME Kotaro)  
Small Random Perturbations for Ordinary Differential Equations with Non-Lipschitz drifts  
(リプシッツ連続でないドリフトを持つ常微分方程式の微小ランダム摂動)  
22 March 2012
- 三原 朋樹 (MIHARA Tomoki)  
Singular Homologies of non-Archimedean Analytic Spaces and Integrals along Cycles  
(非アルキメデスの解析空間の特異ホモロジーとサイクルに沿った積分)  
22 March 2012
- 八尋 耕平 (YAHIRO Kohei)  
Weight modules of rational Cherednik algebras  
(有理チェレドニック代数のウェイト加群)  
22 March 2012
- 吉田 建一 (YOSHIDA Kenichi)  
カスプを 4 つもつ最小体積の向き付け可能な 3 次元双曲多様体  
22 March 2012
- ATCHARIYABODEE Amornsit  
Extensions of automorphisms on the irrational rotation algebras  
(無理数回転環上の自己同型の拡張)  
22 March 2012
- BECKERS Susanne  
Mathematical analysis and numerical methods for time fractional diffusion equations  
(時間に関して非整数階微分を含む拡散方程式の数学解析と数値手法)  
22 March 2012

- 劉逸侃 (LIU Yikan)

Forward and inverse problems for hyperbolic systems modelling generation of structures  
(組織生成をモデル化する双曲系の順問題と逆問題)

22 March 2012

Vol. 18 No. 1 Published September 20, 2011

- **Hideaki NODA**  
A Short Time Asymptotic Behavior of The Brownian Motion on Scale Irregular Sierpinski Gaskets
- **A. M. A. ABOU-EL-ELA, A. I. SADEK and A. M. MAHMOUD**  
Periodic Solutions for a Kind of Third-Order Delay Differential Equations with a Deviating Argument
- **Hideshi YAMANE**  
Local Existence for Nonlinear Cauchy Problems with Small Analytic Data
- **Hidetoshi TAHARA**  
Gevrey Regularity in Time of Solutions to Nonlinear Partial Differential Equations

Vol. 18 No. 2 Published December 9, 2011

- **David MARTÍNEZ TORRES**  
Contact Embeddings in Standard Contact Spheres via Approximately Holomorphic Geometry
- **Junjiro NOGUCHI**  
Connections and the Second Main Theorem for Holomorphic Curves
- **Indranil BISWAS and Ajneet DHILLON**  
Semistability Criterion for Parabolic Vector Bundles on Curves
- **Tetsuhiro MORIYAMA**  
An Invariant of Embeddings of 3-Manifolds in 6-Manifolds and Milnor's Triple Linking Number
- **Tetsuhiro MORIYAMA**  
On the Vanishing of the Rokhlin Invariant

- **Masataka KANKI**  
The Generalized Periodic Ultradiscrete KdV Equation and Its Background Solutions
- **Osamu FUJINO**  
On Isolated Log Canonical Singularities with Index One
- **Yusaku TIBA**  
Holomorphic Curves into the Product Space of the Riemann Spheres
- **Atsutaka KOWATA and Masayasu MORIWAKI**  
Invariant Differential Operators on the Schrödinger Model for the Minimal Representation of the Conformal Group

- **Kenji NAKAHARA**  
Uniform Estimates for Distributions of the Sum of i.i.d. Random Variables with Fat Tail in the Threshold Case
- **Samy Skander BAHOURA**  
Note on the Chen-Lin Result with the Li-Zhang Method
- **Federico CACCIAFESTA**  
Virial Identity and Dispersive Estimates for the  $n$ -Dimensional Dirac Equation
- **Chi-Kun LIN, Yau-Shu WONG and Kung-Chien WU**  
Quasineutral Limit of the Schrödinger-Poisson System in Coulomb Gauge
- **Tetsuya HOSAKA**  
On Non-Sensitive Homeomorphisms of the Boundary of a Proper Cocompact CAT(0) Space

## 4. プレプリント・シリーズ

(2011.4 ~ 2012.3)

Preprint Series

- 2011–6 Junjiro Noguchi and Jörg Winkelmann: *Order of meromorphic maps and rationality of the image space.*
- 2011–7 Mourad Choulli, Oleg Yu. Imanuvilov, Jean-Pierre Puel and Masahiro Yamamoto: *Inverse source problem for the linearized Navier-Stokes equations with interior data in arbitrary sub-domain.*
- 2011–8 Toshiyuki Kobayashi and Yoshiki Oshima: *Classification of discretely decomposable  $A_q(\lambda)$  with respect to reductive symmetric pairs.*
- 2011–9 Shigeo Kusuoka and Song Liang: *A classical mechanical model of Brownian motion with one particle coupled to a random wave field.*
- 2011–10 Kenji Nakahara: *Uniform estimate for distributions of the sum of i.i.d. random variables with fat tail: Infinite variance case.*
- 2011–11 Wenyan Wang, Bo Han and Masahiro Yamamoto: *Inverse heat problem of determining time-dependent source parameter in reproducing kernel space.*
- 2011–12 Kazuki Hiroe: *Linear differential equations on  $\mathbb{P}^1$  and root systems.*
- 2011–13 Shigeo Kusuoka and Takenobu Nakashima: *A remark on credit risk models and copula.*
- 2011–14 Tomohiko Ishida and Nariya Kawazumi: *The Lie algebra of rooted planar trees.*
- 2011–15 Yusaku Tiba: *Kobayashi hyperbolic imbeddings into toric varieties.*
- 2011–16 Yuko Hatano, Junichi Nakagawa, Shengzhang Wang and Masahiro Yamamoto: *Determination of order in fractional diffusion equation.*
- 2011–17 Takashi Tsuboi: *Homeomorphism groups of commutator width one.*
- 2011–18 J. Noguchi: *Another direct proof of Oka's theorem (Oka IX).*
- 2011–19 M. Abe, S. Hamano and J. Noguchi: *On Oka's extra-zero problem.*
- 2011–20 Oleg Yu. Imanuvilov and Masahiro Yamamoto : *On reconstruction of Lamé coefficients from partial Cauchy data.*
- 2011–21 Pen-Yuan Hsu, Yasunori Maekawa: *On nonexistence for stationary solutions to the Navier-Stokes equations with a linear strain.*
- 2011–22 Hitoshi Kitada: *Timeless system, superluminal phenomena, dark matter and Big Bang.*
- 2011–23 Takashi Kato: *An optimal execution problem with market impact.*
- 2011–24 Takashi Kato: *An optimal execution problem in geometric Ornstein Uhlenbeck price process.*
- 2011–25 Takashi Kato: *Theoretical sensitivity analysis for quantitative operational risk management.*
- 2011–26 Guanyu Zhou and Norikazu Saito: *Analysis of the fictitious domain method with penalty for elliptic problems.*

- 2011–27 Taro Asuke: *On independent rigid classes in  $H^*(WU_q)$ .*
- 2011–28 Nariya Kawazumi and Yusuke Kuno: *Groupoid-theoretical methods in the mapping class groups of surfaces.*
- 2012–1 Takashito Kashiwabara: *On a strong solution of the non-stationary Navier-Stokes equations under slip or leak boundary conditions of friction type.*
- 2012–2 Issei Oikawa: *Hybridized discontinuous Galerkin method for convection-diffusion-reaction problems.*
- 2012–3 O. Yu. Imanuvilov and M. Yamamoto: *Inverse problem by Cauchy data on arbitrary subboundary for system of elliptic equations.*
- 2012–4 Takashi Kato, Akihiko Takahashi and Toshihiro Yamada: *An asymptotic expansion for solutions of Cauchy-Dirichlet problem for second order parabolic PDEs and its application to pricing barrier options.*
- 2012–5 Takashi kato: *Stock price fluctuations in an agent-based model with market liquidity.*
- 2012–6 Inwon C. Kim and Norbert Požár: *Nonlinear elliptic-parabolic problems.*

## 5. 公開講座・研究集会 等

Public Lectures · Symposiums · Workshops, etc

GCOE チュートリアル シンポジウム

### 表面・界面ダイナミクスの数理 I

2011年5月11日(水)～2011年5月13日(金)

東京大学大学院数理科学研究科 056号室(午前)、370号室(午後)

#### 5月11日(水)

- 10:30 - 11:30 日比野 浩樹 (Hibino, H.) (NTT 物性科学基礎研究所)  
「結晶表面のパターン形成 1」
- 13:30 - 14:45 討論
- 15:00 - 15:30 河田 泰之 (Kawada, Y.) (富士電機株式会社/筑波大学)  
「高温アニールによる 4H-SiC の変形と変形メカニズム」
- 15:40 - 16:10 佐崎 元 (Sazaki, G.) (北海道大学低温科学研究所)  
「ステップ運動の高分解光学その場観察」
- 16:15 - 17:15 討論

#### 5月12日(木)

- 10:30 - 11:30 日比野 浩樹 (Hibino, H.) (NTT 物性科学基礎研究所)  
「結晶表面のパターン形成 2」
- 13:30 - 14:45 討論
- 15:00 - 15:30 大塚 岳 (Ohtsuka, T.) (群馬大学工学部)  
「綾織り模様について」
- 15:40 - 17:00 討論

#### 5月13日(金)

- 10:30 - 11:30 日比野 浩樹 (Hibino, H.) (NTT 物性科学基礎研究所)  
「結晶表面のパターン形成 3」
- 13:30 - 14:00 討論
- 14:00 - 14:30 小川 直久 (Ogawa, N.) (北海道工業大学創生工学部)  
「曲面への粒子の埋め込み 古典論と量子論」
- 14:30 - 16:00 討論

組織委員会： 儀我 美一 (Giga, Y.) (東京大学大学院数理科学研究科)  
須藤 孝一 (Sudoh, K.) (大阪大学)  
横山 悦郎 (Yokoyama, E.) (学習院大学)

連絡先 (事務担当者)： 木村 佐斗子 labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

援助を受けた研究費： 日本学術振興会 グローバル COE “数学新展開の研究教育拠点”  
日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究 S 課題番号 21224001 “複雑現象に挑む形態変動解析学の構築”



## 「数理科学におけるジャーナリスト・イン・レジデンス・プログラム についての研究会」開催のお知らせ

グローバル COE 事業「数学新展開の研究教育拠点」（東京大学）の援助のもと、数理科学におけるジャーナリスト・イン・レジデンス・プログラムについての研究会を下記の要領で開催いたします。

日時：2011年5月27日（金）14時30分～5月29日（日）16時00分

場所：東京大学玉原国際セミナーハウス

<http://tambara.ms.u-tokyo.ac.jp/>

群馬県沼田市上発知町玉原高原

電話 FAX 0278-23-9836

### 目的

「ジャーナリストと研究者の双方向的関係の構築」のため、「ジャーナリストが科学教育、研究の現場に出来るだけ長期間滞在する」という「ジャーナリスト・イン・レジデンス・プログラム」が数理科学分野で2010年度に行われた。参加者および受け入れ機関担当者から実施状況の報告、今後の研究課題の提起を受け、討議する。今後のジャーナリストと研究者の双方向的関係の構築のための提言をまとめる。

### 参加者（あいうえお順、敬称略）

荒船良孝（フリーライター），大島利雄（東京大学），春日真人（NHK），  
亀井哲治郎（亀書房），木村芳文（名古屋大学），児玉大樹（東京大学），  
里田明美（中国新聞），高森英昭（科学技術ライター），谷口説男（九州大学），  
坪井俊（東京大学），長谷川聖治（読売新聞），藤原耕二（東北大学），  
三輪佳子（フリーライター・筑波大学大学院），渡辺治（東京工業大学）

### プログラム

5月27日（金）

- 14:30～ 坪井俊（東京大学）  
開会，趣旨説明
- 15:00～ 16:00 高森英昭（科学技術ライター），里田明美（中国新聞）  
ジャーナリストの報告1，2
- 16:30～ 17:30 坪井俊，児玉大樹（東京大学），木村芳文（名古屋大学）  
JIR受け入れ関係者の報告1，2
- 18:00～ 夕食
- 20:00～ 21:00 ディスカッション

5月28日(土)

- 10:00～ 11:30 三輪佳子(フリーライター・筑波大学大学院),  
荒船良孝(フリーライター), 長谷川聖治(読売新聞)  
ジャーナリストの報告3, 4, 5
- 12:00～ 昼食
- 16:00～ 17:00 谷口説男(九州大学), 渡辺治(東京工業大学)  
JIR受け入れ関係者の報告3, 4
- 17:00～ 17:30 亀井哲治郎(亀書房)  
課題、提言
- 18:00～ 夕食
- 20:00～ 21:00 ディスカッション

5月29日(日)

- 10:00～ 10:30 春日真人(NHK)  
ジャーナリストの報告6
- 10:30～ 11:30 大島利雄(東京大学), 藤原耕二(東北大学)  
課題、提言のまとめ
- 12:00～ 昼食
- 14:00～ 16:00 自由討議

世話人 坪井 俊 (東大数理)  
tsuboi@ms.u-tokyo.ac.jp  
東京大学大学院数理科学研究科  
〒153-8914  
東京都目黒区駒場3-8-1

玉原数論幾何研究集会 2011

Workshop on arithmetic geometry at Tambara, 2011

2010年5月30日(月)~6月2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30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 津嶋貴弘 (九大 JSPS) :

Elementary computation of the stable reduction of the Lubin-Tate space  $X(\pi^2)$

16:00-16:30 コーヒーブレイク

16:30-17:30 阿部知行 (東大 IPMU) :

p 進イプシロン因子の積公式

18:00-19:00 夕食

5月31日(火)

7:30-8:30 朝食

9:00-12:00 落合理 (阪大), 津嶋貴弘 (九大 JSPS) :

論文紹介 適宜コーヒーブレイク有

12:00-13:00 昼食

13:00-17:00 野外活動

18:00-19:00 夕食

6月1日(水)

7:30-8:30 朝食

9:00-12:00 阿部知行 (東大 IPMU), 原隆 (阪大 JSPS) :

論文紹介 適宜コーヒーブレイク有

12:00-13:00 昼食

14:00-15:00 服部新 (九大) :

Ramification correspondence for finite flat group schemes and its application to canonical subgroups

15:00-15:30 コーヒーブレイク

15:30-16:30 三枝洋一 (九大) :

開 adic 曲線の Lefschetz 跡公式と分岐理論

18:00-19:00 夕食

6月2日(木)

7:30-8:30 朝食

9:00-12:00 大久保俊 (東大), 宮谷和堯 (東大) :

論文紹介 適宜コーヒーブレイク有

12:30 出発

紹介論文:

Kato, Kazuya, *p-adic Hodge theory and values of zeta functions of modular forms*,

*Cohomologies p-adiques et applications arithmétiques. III. Astérisque No. 295 (2004), 117-290.*

本集会は、科学研究費 (A)22244001 (代表者 斎藤毅) の援助を受けています。

オーガナイザー: 志甫淳, 田口雄一郎, 辻雄, 落合理, 小林真一, 斎藤毅

GCOE シンポジウム  
致死性不整脈の機序の解明：非線形ダイナミクスからのアプローチ  
(第 1 回)

日時： 2011 年 6 月 14 日 (火) ~ 16 日 (木)

場所： 東京大学大学院数理科学研究科 002 室

プログラム：

**6 月 14 日**

10:30-11:30 大坂元久 (日本獣医生命科学大学)

Hodgkin-Huxley 方程式の意義と限界、それからの突破口 1

13:30-14:45 総合討論 I

15:00-15:35 森洋一朗 (University of Minnesota)

Bidomain モデルをめぐって

15:45-16:20 岡田純一 (東京大学大学院新領域創成科学研究科)

心臓シミュレータを用いた致死性不整脈の発生リスク予測と 検出・治療の最適化

**6 月 15 日**

10:30-11:30 大坂元久 (日本獣医生命科学大学)

Hodgkin-Huxley 方程式の意義と限界、それからの突破口 2

13:30-14:45 総合討論 II

15:00-15:35 坂上貴之 (北海道大学大学院理学研究院)

二次元多重連結領域の完全流体の運動

15:45-16:20 小川知之 (明治大学大学院先端数理科学研究科)

球面上の振動パターンに分岐

**6 月 16 日**

10:30-12:00 大坂元久 (日本獣医生命科学大学)

Hodgkin-Huxley 方程式の意義と限界、それからの突破口 3

13:30-14:00 総合討論 III

世話人： 儀我美一， 齊藤宣一 (東京大学大学院数理科学研究科)

# Scattering Theory

## An International Workshop in Tokyo, 2011

2011, June 20, 14:00 – June 22, 16:30

Room 052, Graduate School of Mathematical Sciences  
University of Tokyo

### June 20 (Mon):

**14:00 - 14:50:** I. Herbst (University of Virginia)

Smoothness and analyticity of perturbation theory for the ground state in non-relativistic qed

**15:40 - 16:30 :** K. Yajima (Gakushuin University)

Resolvent estimates in amalgam spaces and asymptotic expansions for Schrödinger equations

**16:40 - 17:30:** T. Adachi (Kobe University)

Scattering in external electric fields asymptotically constant in time: direct and inverse problems

### June 21 (Tue):

**10:00 - 10:50:** T. Umeda (University of Hyogo)

Non-existence of threshold resonances of magnetic Dirac operators

**11:20 - 12:10:** C. Fernandez (Pontificia Universidad Catolica de Chile)

Sojourn time and resonances in a driven system

**14:00 - 14:50:** H. Tamura (Okayama University)

Aharonov-Bohm effect in resonances of magnetic Schrödinger operators in two dimensions

**15:40 - 16:30:** R. Froese (The University of British Columbia)

AC spectrum for the Anderson model on a product of a tree with a finite graph

**16:40 - 17:30:** F. Hiroshima (Kyushu University)

Ground states of a scalar quantum field on pseudo-Riemannian manifolds

### June 22 (Wed):

**10:00 - 10:50:** A. Hassell (The Australian National University)

Schrödinger propagator and Strichartz estimates for long time on nontrapping asymptotically conic manifolds

**11:20 - 12:10:** C. Guillarmou (Ecole normale supérieure, Paris)

Equidistribution of Eisenstein series for some infinite volume hyperbolic manifolds

**14:00 - 14:50:** H. Mizutani (RIMS, Kyoto)

Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable coefficients and unbounded potentials

**15:40 - 16:30:** S. Fujiie (Ritsumeikan University)  
Semi-classical width of resonances created by homoclinic orbits  
(Joint work with J.-F. Bony, T. Ramond, M. Zerzeri)

**Organizers:**

S. Nakamura (Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo)  
T. Adachi (Department of Mathematics, Kobe University)

**Support:**

This school is partially supported by JSPS Grant Kiban (A) 21144008: "Spectral and scattering theory for Schrödinger equation"

## 研究集会「トポロジーの諸相 2011」開催のお知らせ

日本学術振興会科学研究費、基盤研究 (A)20244003 (代表者 坪井俊) の援助のもと、研究集会「トポロジーの諸相 2011」を下記の要領で開催いたします。

日時：7月21日 (木) 午後3時00分  
～ 24日 (日) 午後6時30分

場所：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  
電話 03-5465-8824 FAX 03-5465-8319  
電話 FAX 0278-23-9836

### プログラム

7月21日 (木)

14:30 ~ 15:00 お茶の時間

15:00 ~ 16:00 加藤 直樹 (東大数理)  
余次元1横断的アファイン葉層について

16:15 ~ 17:15 吉田 建一 (東大数理)  
エンドを持つ有限体積双曲空間について

17:30 ~ 18:30 古川 遼 (東大数理)  
3次元多様体の接触構造

7月22日 (金)

9:30 ~ 10:30 中村 伊南沙 (京大数理解析研)  
曲面被覆結び目について

10:30 ~ 11:00 お茶の時間

11:00 ~ 12:00 児玉 大樹 (東大数理)  
T B A

- 15:00 ~ 15:30 お茶の時間  
15:30 ~ 16:30 松田 能文 (東大数理)  
離散群について  
17:00 ~ 18:00 川崎 盛通 (東大数理)  
ハミルトン微分同相群について

7月23日(土)

- 9:30 ~ 10:00 お茶の時間  
10:00 ~ 11:00 金井 雅彦 (東大数理)  
複素数とトポロジー1  
11:30 ~ 12:30 関口 英子 (東大数理)  
複素数とトポロジー2  
13:30 ~ 14:30 坪井 俊 (東大数理)  
多項式写像について  
14:30 ~ 15:00 お茶の時間  
15:00 ~ 16:00 吉田 奈緒 (名大多元数理)  
結び目の全曲率について  
16:15 ~ 17:15 粕谷 直彦 (東大数理)  
代数特異点のリンクの接触構造とその応用について  
17:30 ~ 18:30 吉安 徹 (東大数理)  
凸積分理論とシンプレクティック構造

7月24日(日)

- 9:30 ~ 10:30 根元 悠輔 (東大数理)  
安定写像の分類について  
10:30 ~ 11:00 お茶の時間  
11:00 ~ 12:00 石田 智彦 (東大数理)  
群のコサイクルとリー代数のコサイクル  
15:00 ~ 15:30 お茶の時間  
15:30 ~ 18:30  
基盤研究(A)2024400の分担者による  
微分同相群の研究についての打ち合わせ

世話人 坪井 俊 (東大数理)  
東京大学大学院数理科学研究科  
〒153-8914  
東京都目黒区駒場3-8-1

# Infinite Analysis 11

~ *Frontier of Integrability* ~

July 25 – July 29, 2011

Auditorium, Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo

## Program

	7/25(Mon)	7/26(Tue)	7/27(Wed)	7/28(Thu)	7/29(Fri)
9:00–10:00	Registration				
10:00–11:00	McCoy	Nishinari	Feigin	Ochiai	Iyama
11:00–11:30	Coffee break				
11:30–12:30	Pasquier	Sasada	Smirnov	Yoshikawa	Misra
12:30–15:00	Lunch				
15:00–16:00	Hiroe	Ueno	Poster (14:00–16:00)	Yamada	Belavin
16:00–16:30	Coffee break				
16:30–17:30	Sakai	Foda	Jimbo	Takeyama	

## Titles

### 7/25 (Mon)

**B. M. McCoy** (C. N. Yang Inst.)

*The Romance of the Ising Model*

**V. Pasquier** (CNRS)

*Conformal blocks in minimal models, a connection to the Calogero Sutherland models via the Quantum Hall effect*

**K. Hiroe** (Tokyo)

*Linear differential equations and root systems*

**H. Sakai** (Tokyo)

*Frontier of isomonodromic deformation theory*

### 7/26 (Tue)

**K. Nishinari** (Tokyo)

*Jamology - traffic jams of self-driven particles*

**M. Sasada** (Keio)

*Scaling limits for exclusion processes and evolutionary models of Young diagrams*



**K. Ueno** (Waseda)

*Connection problem of KZ equation on  $\mathcal{M}_{0,5}$  (joint work with S. Oi)*

**O. Foda** (Melbourne)

*An aspect of bosonization*

**7/27 (Wed)**

**B. Feigin** (Landau, State Univ.)

*TBA*

**F. Smirnov** (CNRS)

*Fermionic structure in integrable models: from lattice to CFT and massive field theory I.*

**M. Jimbo** (Rikkyo)

*Fermionic structure in integrable models: from lattice to CFT and massive field theory II.*

**7/28 (Thu)**

**H. Ochiai** (IMI, Kyushu Univ.)

*On non-commutative harmonic oscillators*

**K. Yoshikawa** (Kyoto)

*Resultants and Borcherds Phi-function*

**Y. Yamada** (Kobe)

*An interpolation problem related with  $q$ - $E_8^{(1)}$  Painlevé equation*

**Y. Takeyama** (Tsukuba)

*On relations for a  $q$ -analogue of multiple zeta values*

**7/29 (Fri)**

**O. Iyama** (Nagoya)

*Cluster algebras and categorification*

**K. C. Misra** (North Carolina)

*Perfect Crystals, Demazure Crystals and Geometric Crystals: The  $G_2$  case.*

**A. Belavin** (Landau)

*Instantons and 2d Superconformal field theory*

# Summer School 数理物理 2011

日時：2011年8月25日(木)14:10～28日(日)12:50

場所：東京大学大学院数理科学研究科大講義室

講師と講演題目

**井上玲 (千葉大理)**

箱玉系の可積分性 — クリスタルとトロピカル幾何

**白石潤一 (東大数理)**

Ding-Iohara 代数, Macdonald 関数と AGT 予想

**立川裕二 (東大 IPMU)**

4次元ゲージ理論と2次元共形場理論の不思議な関係

**中西知樹 (名大多元数理)**

共形場理論と団代数

—	9:30-11:00	11:20-12:50	14:10-15:40	16:10-17:40
8/25(木)	—	—	中西	立川
8/26(金)	井上	白石	中西	立川
8/27(土)	井上	白石	中西	立川
8/28(日)	井上	白石	—	—

緒方芳子 (東大数理), 小嶋泉 (京大数理研), 河東泰之 (東大数理)

## 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」

トポロジー研究連絡会議のトポロジープロジェクトの1つとして、科学研究費補助金

基盤研究(A)「クライン群とタイヒミュラー空間の大域幾何的研究」

研究代表者: 大鹿 健一 (大阪大学), 課題番号 22244005

の支援を受け、標記の研究集会を開催致します。

世話人: 田所勇樹 (木更津高専)  
佐藤隆夫 (東京理大理)  
佐藤正寿 (阪大理)  
久野雄介 (広島大理)

**期日:** 2011年9月3日(土)~9月6日(火)

**会場:** 東京大学大学院数理科学研究科大講義室,  
東京大学駒場キャンパス (〒153-8914 東京都目黒区駒場3-8-1)

**集会 website:**

[http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~tado/riemann\\_surface11.html](http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~tado/riemann_surface11.html)

### プログラム

#### 9月3日(土)

**9:50~10:50** 久野雄介 (広島大理)

Dehn ツイストの一般化について

**11:10~12:10** 北山貴裕 (京大数理研)

Homology cylinders of higher-order

**14:10~15:10** 榎本直也 (京大理)

曲面の写像類群に付随する Johnson 余核の  $Sp$ -加群構造について

**15:30~16:30** 逆井卓也 (東工大理工)・鈴木正明 (秋田大教育文化)

自由結合代数の微分のなすリー代数のアーベル化

**16:50~17:50** 野坂武史 (京大数理研)

Quandle cocycle invariants of Lefschetz fibrations over the 2-sphere

#### 9月4日(日)

**9:50~10:50** 馬昭平 (東大数理)

奇数種数トリゴナル曲線のモジュライの有理性

**11:10~12:10** 岩尾慎介 (立教大理)

トロピカル曲線上の積分理論

**14:10~15:10** 早野健太 (阪大理)

種数1の単純特異レフシェッツ束について

**15:30~16:30** 佐藤正寿 (阪大理)

超楕円の単純特異レフシェッツ束の構造をもつ4次元多様体について

**16:50~17:50** 足利正 (東北学院大工)

巡回商特異点に伴う高次連分数と Zagier 相互律

9月5日(月)

9:50~10:50 見村万佐人(東大数理)

Property (TT)/T and homomorphism superrigidity to mapping class groups

11:10~12:10 山形紗恵子(明石高専)

Relatively hyperbolic groups and relatively quasiconvex subgroups

14:10~15:10 門田直之(阪大理)

On stable commutator length of a Dehn twist

15:30~16:30 大鹿健一(阪大理)

Reduced Bers boundaries of Teichmüller spaces and their symmetries

16:50~17:50 中西敏浩(島根大総合理工)

Parametrizations of Teichmüller spaces by trace functions

9月6日(火)

9:50~10:50 石部正(広島大理)

A Zariski-van Kampen presentation of elliptic Artin groups

11:10~12:10 矢口義朗(広島大理)

曲面ブレイドの分類へ向けて

14:10~15:10 小櫃邦夫(鹿児島大理)

Takhtajan-Zograf 計量の最近の話題

15:30~16:30 志賀啓成(東工大理工)

On monodromies arising from holomorphic families of Riemann surfaces

## Workshop on Accessory Parameters

2011年10月8日(土) - 10月11日(火)

於：東京大学玉原国際セミナーハウス

世話人：大島利雄, 原岡喜重

10月8日(土)

15:30 - 15:40 オープニング

15:40 - 16:40 大島利雄(東大数理)

Fuchs型方程式の合流と分岐を持たない不確定特異点を許す方程式と

Kac-Moody ルート系 - I

17:00 - 18:00 原岡喜重(熊本大学)

free divisor に特異性を持つ完全積分可能系のモノドロミーについて

10月9日(日)

9:00 - 10:30 大島利雄(東大数理)

Fuchs型方程式の合流と分岐を持たない不確定特異点を許す方程式と

Kac-Moody ルート系 - II

11:00 - 12:00 廣惠一希(東大数理)

リジッド指数 0 と -2 の線形常微分方程式

14:00 - 15:00 望月拓郎(京大数理解析研究所)

turning point の解消について

- 15:20 – 16:20 山川大亮 (神戸大)  
分岐不確定特異点を許した有理型接続のモジュライ空間 – I
- 16:50 – 17:50 関口次郎 (東京農工大)  
The discriminant of the reflection group of type  $D_4$  and holonomic systems related to its zero locus
- 20:00 – 21:00 山川大亮 (神戸大)  
分岐不確定特異点を許した有理型接続のモジュライ空間 – II

10月10日(月)

- 9:00 – 10:30 佐々木隆 (京大基礎物理研究所)  
解ける量子力学と多添字直交多項式  
— 4以上の確定特異点を持つ2階 Fuchs 型方程式の大域解
- 11:00 – 12:00 竹村剛一 (中央大)  
パウルベ III に対するミドルコンボリューション
- 14:00 – 17:00 自由討論
- 17:00 – 18:00 安藤加奈 (千葉大学)  
On the Fuchs relation for irregular singular points

10月11日(火)

- 9:30 – 10:30 室政和 (岐阜大)  
Calculations and applications of complex powers
- 11:00 – 12:00 原岡喜重 (熊本大)  
与えられたスペクトルタイプを持つ Fuchsian system を作ろう

GCOE チュートリアル シンポジウム

## 表面・界面ダイナミクスの数理 II

2011年10月12日(水) ~ 2011年10月14日(金)

東京大学大学院数理科学研究科 002号室(12日)、056号室(13日、14日)

10月12日(水)

- 10:30 – 11:30 日比野 浩樹 (Hibino, H.) (NTT 物性科学基礎研究所)  
「ナノ構造材料の結晶成長 1」
- 13:30 – 14:30 討論
- 15:00 – 15:40 古川 義純 (Furukawa, Y.) (北海道大学)  
「生体高分子で制御される氷結晶の成長ダイナミクス」
- 15:40 – 16:30 討論

10月13日(木)

- 10:30 – 11:30 日比野 浩樹 (Hibino, H.) (NTT 物性科学基礎研究所)  
「ナノ構造材料の結晶成長 2」
- 13:30 – 14:30 討論
- 15:00 – 15:30 高橋 義典 (Takahashi, Y.) (大阪大学大学院工学研究科)  
「機能性結晶の溶液成長 ~実験的知見の紹介~」
- 15:30 – 16:00 討論
- 16:30 – 17:00 白川 健 (Shirakawa, K.) (千葉大学)  
「結晶粒界の Kobayashi-Warren-Carter モデルに対する  
空間1次元における弱解とエネルギー消散性」
- 17:00 – 17:30 討論

10月14日(金)

10:30 - 11:30 日比野 浩樹 (Hibino, H.) (NTT 物性科学基礎研究所)  
「ナノ構造材料の結晶成長 3」

14:00 - 15:00 総合討論

組織委員会： 儀我 美一 (Giga, Y.) (東京大学大学院数理科学研究科)  
須藤 孝一 (Sudoh, K.) (大阪大学)  
横山 悦郎 (Yokoyama, E.) (学習院大学)

連絡先 (事務担当者)： 木村 佐斗子 labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

援助を受けた研究費： 日本学術振興会 グローバル COE “数学新展開の研究教育拠点”  
日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究 S 課題番号 21224001 “複雑現象に挑む形態変動解析学の構築”

# Todai Forum 2011

Unité de mathématiques pures et appliquées  
École normale supérieure de Lyon, CNRS UMR 5669

Graduate School of Mathematical Sciences  
The University of Tokyo

## Geometry and Dynamics

Sunday October 16 - Tuesday October 18, 2011

Anphi A  
UMPA, ENS-Lyon  
46, allée d'Italie  
69364 Lyon Cedex 07  
France

[Access map](#)



Speakers: Taro ASUKE  
Vincent BORRELLI  
François DAHMANI  
Bertrand DEROIN  
Hélène EYNARD-BONTEMPS  
Damien GABORIAU  
Emmanuel GIROUX  
Shuhei HAYASHI  
Masahiko KANAI  
Yasuyuki KAWAHIGASHI  
Masato MIMURA  
Yoshifumi MATSUDA  
Shigeyuki MORITA  
Ana RECHTMAN

Moderators: Etienne GHYS  
Emmanuel GIROUX  
Yujiro KAWAMATA  
Toshitake KOHNO  
Takashi TSUBOI

Organizing Committee: Laurent BERGER  
Etienne GHYS  
Emmanuel GIROUX  
Toshio OSHIMA  
Takashi TSUBOI

Dynamics of infinite group actions, symmetry of dynamics, invariants of group actions, stability, deformation and rigidity, geometric theory of infinite groups, dynamics and topology, and other related topics will be discussed.

The talks will be given by top researchers related with ENS Lyon and University of Tokyo.

By the discussion during the conference, we will find new directions of research based on common understanding of the object.

### Program

Contact: Takashi TSUBOI [tsuboi\(at\)ms.u-tokyo.ac.jp](mailto:tsuboi(at)ms.u-tokyo.ac.jp)

# Geometry and Dynamics

Sunday October 16 - Tuesday October 18, 2011

Anphi A, UMPA, ENS-Lyon  
46, allée d'Italie  
69364 Lyon Cedex 07, France

## Program

October 16	
10:45-10:55	Opening addresses
	Toshio OSHIMA, Etienne GHYS
11:00-12:00	Emmanuel GIROUX
	<u>Stein manifolds in symplectic geometry</u>
14:00-15:00	Shigeyuki MORITA
	<u>Perspective of characteristic classes of surface bundles in various geometric contexts</u>
15:30-16:30	Damien GABORIAU
	<u>Measured group theory, percolation and non-amenability</u>
17:00-18:00	Yoshifumi MATSUDA
	<u>The universal relatively hyperbolic structure on a group and relative quasiconvexity for subgroups</u>
October 17	
9:30-10:30	François DAHMANI
	<u>Groups of interval exchange transformations</u>
11:00-12:00	Masahiko KANAI
	<u>Cross ratio, its relatives and rigidity</u>
14:00-15:00	Bertrand DEROIN
	<u>Minimal sets of holomorphic dynamical systems</u>
15:30-16:30	Taro ASUKE
	<u>Infinitesimal deformations of foliations and Cartan connections</u>
17:00-18:00	Hélène EYNARD-BONTEMPS
	<u>Homotopy of codimension one foliations on 3-manifolds</u>
18:00-	<u>Poster</u>
October 18	
9:30-10:30	Shuhei HAYASHI
	<u>On the <math>C1</math>-creation of good periodic orbits</u>
11:00-12:00	Ana RECHTMAN
	<u>The minimal set of Kuperberg's plug</u>
14:00-15:00	Masato MIMURA
	<u>Property <math>(TT)/T</math> and homomorphism superrigidity into mapping class groups</u>
15:30-16:30	Vincent BORRELLI
	<u>Flat tori in three-dimensional space</u>
17:00-18:00	Yasuyuki KAWAHIGASHI
	<u>Symmetries in conformal field theory, operator algebras and noncommutative geometry</u>
18:00	Closing addresses

Contact: Takashi TSUBOI tsuboi(at)ms.u-tokyo.ac.jp



# Geometry and Dynamics

Sunday October 16 - Tuesday October 18, 2011

Anphi A, UMPA, ENS-Lyon  
46, allée d'Italie  
69364 Lyon Cedex 07, France

## Posters

Naohiko Kasuya	Sol-manifolds and contact structures on $S^5$
Yasuharu Nakae	$(-2,3,2s+1)$ -type Pretzel knot and $\mathbb{R}$ -covered foliation
Takayuki Okuda	Proper actions of $SL(2, \mathbb{R})$ on semisimple symmetric spaces
Takuya Sakasai	On a structure of the symplectic derivation Lie algebra of free Lie algebra
Takashi Tsuboi	Homeomorphism groups of commutator width one
Toru Yoshiyasu	Basic construction of Lagrangian sphere in $\mathbb{R}^6$

Contact: Takashi TSUBOI [tsuboi\(at\)ms.u-tokyo.ac.jp](mailto:tsuboi(at)ms.u-tokyo.ac.jp)

「多様体の平面場と微分同相群 2011 研究集会」  
Plane Fields on Manifolds  
and Diffeomorphisms Groups 2011  
開催のお知らせ

日本学術振興会科学研究費，基盤研究 (A)20244003(代表者 坪井俊)，挑戦的萌芽研究 21654009(代表者 坪井俊) の援助のもと，Plane Fields on Manifolds and Diffeomorphisms Groups 2011 「多様体の平面場と微分同相群 2011 研究集会」を下記の要領で開催いたします。

日時：2010年10月31日(月)14時30分～11月4日(金)12時00分

場所：東京大学玉原国際セミナーハウス

<http://tambara.ms.u-tokyo.ac.jp/>

群馬県沼田市上発知町玉原高原

電話 FAX 0278-23-9836

プログラム

10月31日(月) October 31

- 15:30～16:30 **Hitoshi Moriyoshi (Nagoya University)**  
Godbillon-Vey invariant and Hilbert transform
- 16:30～17:00 **Coffee Break**
- 17:00～18:00 **Takashi Tsuboi (University of Tokyo)**  
Homeomorphism groups of commutator width one

11月1日(火) November 1

- 10:00～12:00 **Gaël Meigniez (Université de Bretagne-Sud  
/ Chuo University)**  
Making foliations of codimension one,  
thirty years after Thurston's works I
- 15:00～15:30 **Coffee Break**
- 15:30～16:30 **Tatsuhiko Yagasaki (Kyoto Institute of Technology)**  
Topological  $(\prod^\omega \ell_2, \sum^\omega \ell_2)$ -factors of diffeomorphism groups  
of non-compact manifolds
- 16:30～17:00 **Coffee Break**
- 17:00～18:00 **Yasuharu Nakae (Akita University)**  
 $(-2, 3, 2s+1)$ -type Pretzel knot and  $\mathbf{R}$ -covered foliation

11月2日(水) November 2

- 9:30～11:00 **Masayuki Asaoka (Kyoto University)**  
Local rigidity of certain solvable actions
- 11:00～11:30 **Coffee Break**
- 11:30～12:30 **Shigeaki Miyoshi (Chuo University)**  
Links and submersions on an open 3-manifold

- 14:00 ~ 15:00 **Hiromichi Nakayama (Aoyama Gakuin University)**  
Smooth embedding of the minimal homeomorphism  
of Gottschalk and Hedlund
- 15:00 ~ 15:30 **Coffee Break**
- 15:30 ~ 16:30 **Shigenori Matsumoto (Nihon University)**  
Characterization of standard Reeb flows  
and homeomorphisms of the plane
- 16:30 ~ 17:00 **Coffee Break**
- 17:00 ~ 18:00 **Takashi Inaba (Chiba University)**  
An attempt to define entropy of plane fields

11月3日 (木) November 3

- 9:30 ~ 10:30 **Yoshihiko Mitsumatsu (Chuo University)**  
Modifications of 2-dimensional foliations on 4-manifolds  
and their tautness
- 10:30 ~ 11:00 **Coffee Break**
- 11:00 ~ 12:00 **Yoshifumi Matsuda (University of Tokyo)**  
The commutator width of Thompson's groups
- 15:00 ~ 15:30 **Coffee Break**
- 15:30 ~ 17:30 **Gaël Meigniez (Université de Bretagne-Sud  
/ Chuo University)**  
Making foliations of codimension one,  
thirty years after Thurston's works II

11月4日 (金) November 4

- 9:30 ~ 10:30 **Jiro Adachi (Hokkaido University)**  
Contact round surgery and symplectic round handlebodies
- 10:30 ~ 11:00 **Coffee Break**
- 11:00 ~ 12:00 **Kojun Abe (Shinshu University)**  
On the uniform perfectness of diffeomorphism groups  
preserving a submanifold (joint work with Kazuhiko Fukui)

世話人 坪井 俊 (東大数理)  
tsuboi@ms.u-tokyo.ac.jp  
東京大学大学院数理科学研究科  
〒153-8914  
東京都目黒区駒場3-8-1

GCOE シンポジウム  
致死性不整脈の機序の解明；非線形ダイナミクスからのアプローチ  
(第 2 回)  
致死性不整脈と渦現象—位相・振幅方程式から見て

日時: 2011 年 11 月 8 日 (火) ~ 10 日 (木)

場所: 東京大学大学院数理科学研究科 002 室

プログラム:

11 月 8 日

10:30-10:40 オープニング

儀我美一 (東京大学大学院数理科学研究科)

10:40-11:40 大坂元久 (日本獣医生命科学大学)

致死性不整脈を反応拡散方程式の観点から捉えるその臨床的意義 I

11:50-12:25 小川知之 (明治大学理工学部)

興奮系の回復応答特性とパルス列の安定性

12:30-13:05 中尾裕也 (東京工業大学)

反応拡散系の周期解に対する位相記述によるアプローチ

14:30-17:00 総合討論 I

11 月 9 日

10:30-11:30 大坂元久 (日本獣医生命科学大学)

致死性不整脈を反応拡散方程式の観点から捉えるその臨床的意義 II

11:45-12:20 本荘晴朗 (名古屋大学)

心筋の冷却によるスパイラル・リエントリーの制御

12:25-13:00 上田肇一 (富山大学)

反応拡散系の遷移ダイナミクスに対する数理解析

14:30-17:00 総合討論 II

話題提供: 栄伸一郎 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

11 月 10 日

10:30-12:00 大坂元久 (日本獣医生命科学大学)

致死性不整脈を反応拡散方程式の観点から捉えるその臨床的意義 III

12:00-14:00 総合討論 III

話題提供: 栄伸一郎 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)

共催: 文部科学省 (平成 23 年度 数学・数理科学と諸科学・産業との連携研究ワークショップ: 拡がっていく数学~期待される『見えない力』)

世話人: 儀我美一, 齊藤宣一 (東京大学大学院数理科学研究科)

**Circle valued Morse theory and Alexander invariants**  
**November 16 - 19, 2011**

Room 002  
 Graduate School of Mathematical Sciences  
 The University of Tokyo  
 3-8-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8914, Japan

Talk Schedule

Time	16 November WED
9:30–10:30	Pajitnov
10:45–12:15	Laudenbach
14:00–15:00	Lekili
15:30–16:30	Ishikawa
16:45–17:45	Morifuji

Time	17 November THU	18 November FRI	19 November SAT
9:30–10:30	Sikorav	Kim	Sikorav
11:00–12:00	Suzuki	Lekili	Kitano
14:00–15:00	Tange	Kalman	—
15:30–16:30	Yamaguchi	Sakasai	—
16:45–17:45	Kitayama	Bao	—

**Talk Title**

**16 November WEDNESDAY**

09:30-10:30 **Andrei Pajitnov** (Université de Nantes)

Circle-valued Morse theory for 3-manifolds

10:45-12:15 **Francois Laudenbach** (Université de Nantes)

Morse complexes for manifolds with non-empty boundary and  $A_\infty$  - structures.  
 Applications to links in  $S^3$ .

- 14:00-15:00 **Yanki Lekili** (University of Cambridge)  
 Heegaard Floer homology of broken fibrations
- 15:30-16:30 **Masaharu Ishikawa** (Tohoku University)  
 Tangle sums and factorization of A-polynomials
- 16:45-17:45 **Takayuki Morifuji** (Tokyo University of A & T)  
 Representation spaces of torus knots and twisted Alexander polynomials

#### 17 November THURSDAY

- 09:30-10:30 **Jean-Claude Sikorav** (École Normale Supérieure de Lyon)  
 Novikov homology and 3-manifolds
- 11:00-12:00 **Masaaki Suzuki** (Akita University)  
 Epimorphisms between knot groups and the images of meridians
- 14:00-15:00 **Motoo Tange** (RIMS, Kyoto University)  
 Lens space surgery and Alexander polynomial
- 15:30-16:30 **Yoshikazu Yamaguchi** (Tokyo Institute of Technology)  
 On the twisted Alexander polynomial for hyperbolic fibered links via twisted monodromy
- 16:45-17:45 **Takahiro Kitayama** (RIMS, Kyoto University)  
 Non-commutative Reidemeister torsion, higher-order Alexander polynomials and circle valued Morse theory

#### 18 November FRIDAY

- 09:30-10:30 **Taehee Kim** (Konkuk University)  
 Detecting fiberedness and genus of knots using character varieties
- 11:00-12:00 **Yanki Lekili** (University of Cambridge)  
 Heegaard Floer homology of broken fibrations
- 14:00-15:00 **Tamas Kalman** (Tokyo Institute of Technology)  
 A new type of combinatorics in knot theory
- 15:30-16:30 **Takuya Sakasai** (Tokyo Institute of Technology)  
 The Magnus representation and homology cobordism groups of homology cylinders
- 16:45-17:45 **Yuanyuan Bao** (Tokyo Institute of Technology)  
 Polynomial splittings of Ozsváth and Szabó's correction term

#### 19 November SATURDAY

- 09:30-10:30 **Jean-Claude Sikorav** (École Normale Supérieure de Lyon)  
 Fibrations on  $M^3$  and symplectic forms on  $M^3 \times S^1$
- 11:00-12:00 **Teruaki Kitano** (Soka University)  
 On the Alexander polynomial of a knot as an obstruction for linear representations of a knot group

**Modeling and Analysis in the Life Sciences :**  
**A ReaDiLab Conference in Tokyo**  
 (28th-30th November, 2011)

**Program****28th November (Monday)**

- 9:50 – 10:10    **Opening**
- 10:10 – 10:40    **Patrick De Kepper (Centre de Recherche Paul Pascal)**  
 Experimental Design and Control of Chemical Reaction-Diffusion Patterns.
- 10:50 – 11:20    **Tatsuo Shibata (RIKEN)**  
 Self-organization in signaling system of chemotactic cells.

————— Coffee Break —————

- 11:40 – 12:10    **Philippe Marcq (Université Paris 6 et Institut Curie)**  
 Polarity patterns of actomyosin bundles.

(Lunch Time)

- 13:30 – 14:00    **Kota Ikeda (Meiji University)**  
 Dynamics and Hopf bifurcation in the Gierer-Meinhardt system.
- 14:10 – 14:40    **Seirin Lee (RIKEN)**  
 Time delays and Turing pattern formation.
- 14:50 – 15:20    **Jean-Pierre Francoise (Université Paris 6)**  
 Reduced models for cardiac arrhythmias and their geometrical setting.

————— Coffee Break —————

- 15:50 – 16:20    **Tatsuya Akutsu (Kyoto University)**  
 Analyzing Metabolic Networks Using Boolean Models.
- 16:30 – 17:00    **Jean-Philippe Vert (Ecole des Mines/ParisTech)**  
 Machine learning for cancer genomics.
- 17:30 – 19:00    **Free Discussions and Banquet (談話会)**

**29th November (Tuesday)**

- 10:00 – 10:30    **Adrien Blanchet (Université de Toulouse 1)**  
 City equilibria.
- 10:40 – 11:10    **Norikazu Saito (The University of Tokyo)**  
 Conservative upwind finite-element method for Keller-Segel's chemotaxis system.

————— Coffee Break —————

- 11:40 – 12:10    **Filippo Santambrogio (Université de Paris-Sud)**  
 Density-constrained models for crowd motion via Wasserstein distances.

(Lunch Time)

- 13:30 – 14:00 **Atsushi Mochizuki (RIKEN)**  
Formation of left-right asymmetry in mammal by gene regulatory circuits.
- 14:10 – 14:40 **Hisashi Inaba (The University of Tokyo)**  
A new perspective of the basic reproduction number for structured populations in heterogeneous environments.
- 14:50 – 15:20 **Thomas Giletti (Universite Aix-Marseille III)**  
On the uniqueness of the spreading speed in KPP heterogeneous media.

————— Coffee Break —————

- 15:50 – 16:20 **Arnaud Ducrot (Université de Bordeaux 2)**  
Quenching for a singular reaction-diffusion predator-prey system.
- 16:30 – 17:00 **Yasuhiro Takeuchi (Shizuoka University)**  
The effect of Intracellular Delay, Immune Activation Delay and Nonlinear Incidence on Viral Dynamics.

### 30th November (Wednesday)

- 10:00 – 10:30 **Danielle Hilhorst (CNRS / Université de Paris-Sud)**  
Singular limit of a tumor-growth model.
- 10:40 – 11:10 **Yasuhito Miyamoto (Tokyo Institute of Technology)**  
Stable patterns and solutions with Morse index one.

————— Coffee Break —————

- 11:40 – 12:10 **Thanh Nam Nguyen (Université de Paris-Sud)**  
Convergence to steady states for solutions of a mass conserved Allen-Cahn equation.

(Lunch Time)

- 13:30 – 14:00 **Hideki Murakawa (Kyushu University)**  
Fast reaction limit and nonlinear diffusion.
- 14:10 – 14:40 **Matthieu Alfaro (Université de Montpellier 2)**  
Fractal conservation laws arising from a model of detonations in gases.
- 14:50 – 15:20 **Eiji Yanagida (Tokyo Institute of Technology)**  
Convergence to Barenblatt profiles for the fast diffusion equation.
- 15:30 – 15:40 Closing

Conference site: Main Lecture Room, Mathematical Science building, The University of Tokyo (Komaba Campus)

Access :[http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/access\\_e/index\\_e.html](http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/access_e/index_e.html)



# The 4th East Asian Conference on Algebraic Topology

December 5 – December 9, 2011

Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences,  
The University of Tokyo

## Program

### Monday, December 5

9:20 – 9:30 opening

9:30 – 10:15 **Cheol-Hyun Cho** (Seoul National University)

10:30 – 11:15 **Chun-Chung Hsieh** (Academia Sinica)

Linking invariant of knot theory

11:30 – 12:15 **Yuichi Kabaya** (Osaka University)

Quandle homology and group homology

13:30 – 14:15 **Shigeyuki Morita** (Emeritus, The University of Tokyo)

Characteristic classes and graph homology

14:30 – 15:15 **Yongjin Song** (Inha University)

The homology triviality of maps from braid groups to mapping  
class groups

15:45 – 16:30 **Kazuo Habiro** (RIMS, Kyoto University)

Quantum fundamental groups of 3-manifolds

16:45 – 17:30 **Jongil Park** (Seoul National University)

A classification of numerical Campedelli surfaces

### Tuesday, December 6

9:30 – 10:15 **Younggi Choi** (Seoul National University)

Holonomy in the Hopf Bundle over the symmetric space  $CP^n$

10:30 – 11:15 **Katsuhiko Kuribayashi** (Shinshu University)

Duality on the (co)chain type levels of maps

11:30 – 12:15 **Haibao Duan** (Chinese Academy of Sciences)

13:30 – 14:15 **Carles Broto** (Universitat Autònoma de Barcelona)

Algebraic structure of finite loop spaces

14:30 – 15:15 **Ran Levi** (University of Aberdeen)

$p$ -local compact groups and unstable Adams operations

15:45 – 16:30 **Phan Hoan Chon** (Saigon University)

On May spectral sequence and the algebraic transfer II

16:45 – 17:30 **Aniceto Murillo** (University of Malaga)

**19:00 – 21:00 Banquet, Faculty House**

**Wednesday, December 7**

9:30 – 10:15 **Yang Su** (Academia Sinica)

Free involutions and  $\mathbb{Z}_p$ -actions on 1-connected 5-manifolds

10:30 – 11:15 **Yanying Wang** (Hebei Normal University)

Equivariant cobordism classification of small covers over the product of some simplices

11:30 – 12:15 **Nguyen Sum** (Quy Nhon University)

On the hit problem for the polynomial algebra

13:30 – 14:15 **Nguyen Huu Viet Hung** (Vietnam National University)

14:30 – 14:55 **Takefumi Nosaka** (RIMS, Kyoto University)

Classifying spaces of quandles and low dimensional topology

15:05 – 15:30 **Haggai Tene** (Pohang Mathematical Institute)

Equivariant Poincaré duality and generalized Tate cohomology

16:00 – 16:25 **Hoil Ryu** (Kyushu University)

On the explicit systolic inequality from the cup-product

16:35 – 17:00 **Shingkui Ye** (National University of Singapore)

Quillen's plus-construction, Bousfield localization, Moore spaces and zero-in-the-spectrum conjecture

17:10 – 17:35 **Wenbin Zhang** (National University of Singapore)

Operations on double loop spaces and applications to homotopy groups

**Thursday, December 8**

9:30 – 10:15 **Daisuke Kishimoto** (Kyoto University)

Hom complexes and hypergraph colorings

10:30 – 11:15 **Wen Hsiung Lin** (National Tsing-Hua University)

The stable homotopy elements  $\{g_3\} \in \pi_{92}^S$

11:30 – 12:15 **Kiyonori Gomi** (Shinshu University)

Differential  $K$ -theory and the Adams operation

13:30 – 14:15 **Xiangjun Wang** (Nankai University)

On the homotopy elements  $h_0 h_n$  in the stable homotopy groups of spheres

14:30 – 15:15 **Jong Bum Lee** (Sogang University)

15:45 – 16:30 **Zhi Lü** (Fudan University)

16:45 – 17:30 **Dong Yup Suh** (KAIST)

Friday, December 9

9:30 – 10:15 **Tadayuki Watanabe** (Hokkaido University)

Obstructions for  $\pi_1$  of the space of pseudo-isotopies of disks in non-stable range

10:30 – 11:15 **Keiichi Sakai** (Shinshu University)

BV-structures on the homology of the framed long knot space

11:30 – 12:15 **Jie Wu** (National University of Singapore)

Homotopy Rigidity of the Functor  $\Sigma\Omega$  on co- $H$ -spaces

–Joint with Jelena Grbic

13:30 – 14:15 **Norihiko Minami** (Nagoya Institute of Technology)

The New Doomsday Conjecture and the motivic homotopy theory

14:30 – 15:15 **Takeshi Torii** (Okayama University)

Power operations and the generalized Chern character

### 研究集会「微分方程式の総合的研究」

研究代表者 山本 昌宏 (東京大・数理)

下村 明洋 (東京大・数理)

電話 03-5465-7001

Fax 03-5465-7011

e-mail: myama@next.odn.ne.jp

simomura@ms.u-tokyo.ac.jp

場所 東京大学大学院数理科学研究科 大講義室および 123 号室

日時 2011 年 12 月 17 日 (土) – 18 日 (日)

プログラム (場所の指定のないものは、すべて大講義室で行われます。)

12 月 17 日 (土)

10:00 – 11:00 柳田 英二 (東工大・理工) Eiji Yanagida

藤田方程式の特異解について (サーベイ講演 I)

[On singular solutions of the Fujita equation (I)]

11:10 – 12:00 大山 陽介 (阪大・情報) Yousuke Ohyama

Painleve 方程式の解析的特殊解

[Transcendental special solutions of the Painlevé equations]

13:40 – 13:55 第三回福原賞授賞式

14:00 – 14:50 永安 聖 (兵庫県立大・物質) Sei Nagayasu

Increasing stability in an inverse problem for the acoustic equation

15:00 – 15:50

(123 号室) 名古屋 創 (神戸大・理) Hajime Nagoya

量子パレルヴェ系の積分表示解について

[On integral representations for solutions to quantum Painlevé systems]

- (大講義室) 和田出 秀光 (早稲田大・理工) Hidemitsu Wadade  
重み付き Trudinger-Moser 型不等式とその応用  
[Weighted Trudinger-Moser type inequality and its application]

16:00 – 16:50

- (123 号室) 山川 大亮 (神戸大・理) Daisuke Yamakawa  
有理関数を係数とする線型常微分方程式の Fourier-Laplace 変換  
とその応用  
[Fourier-Laplace transform for linear ordinary differential  
equations with rational coefficients and its application]

- (大講義室) 猪奥 倫左 (愛媛大・理) Norisuke Ioku  
非斉次熱方程式の振動型評価  
[An oscillation type estimate of the inhomogeneous heat equation]

12 月 18 日 (日)

- 10:00 – 11:00 柳田 英二 (東工大・理工) Eiji Yanagida  
藤田方程式の特異解について (サーベイ講演 II)  
[On singular solutions of the Fujita equation (II)]

- 11:10 – 12:00 久藤 衡介 (電通大・情報理工) Kuto Kousuke  
Stationary problem for a reaction-diffusion-advection system  
in surface chemistry

- 14:00 – 14:50 笥 知之 (岡山大・理) Tomoyuki Kakehi  
Fundamental solution to the Schrödinger equation on compact  
symmetric spaces and Gauss sums

15:00 – 15:50

- (123 号室) 鈴木 香奈子 (東北大・情報) Kanako Suzuki  
Large time dynamics of the kinetic system of a three-component  
reaction-diffusion system

- (大講義室) 竹田 寛志 (福岡工大・工) Hiroshi Takeda  
Large time behavior of the solution for the semilinear beam  
equation with weak damping

16:00 – 16:50

- (123 号室) 水谷 治哉 (京大・数理研) Haruya Mizutani  
Strichartz estimates for Schrödinger equations with variable  
coefficients and unbounded potentials

- (大講義室) 川上 竜樹 (阪府大・工) Tatsuki Kawakami  
High order asymptotic expansion for the heat equation with  
a nonlinear boundary condition

世話人 西原 健二 K. Nishihara (早稲田大・政経 : kenji@waseda.jp)  
倉田 和浩 K. Kurata (首都大・理工 : kurata@tmu.ac.jp)

GCOE (「数学新展開の研究教育拠点」東京大学) チュートリアルシンポジウム  
**Symposium on Mathematics for Various Disciplines 5**  
**「Introduction to Complex Fluids (複雑流体の数理)」**

Graduate School of Mathematical Sciences, University of Tokyo, Room 002

**2012年1月17日 (January 17, 2012)**

- 10:15 – 10:30 Opening  
10:30 – 11:30 Masao Doi (University of Tokyo) 土井 正男 (東京大学)  
“Onsager’s variational principle in soft matter physics”  
13:30 – 14:30 Akira Onuki (Kyoto University) 小貫 明 (京都大学)  
“Dynamic van der Waals theory: Evaporation and condensation”  
15:00 – 16:00 Ping Sheng (Hong Kong University of Science and Technology)  
“Electrorheological fluids: Mechanism and its theoretical description”  
16:00 – 16:30 Discussion

**2012年1月18日 (January 18, 2012)**

- 10:30 – 11:30 Tiezheng Qian (Hong Kong University of Science and Technology)  
“Derivation of hydrodynamic boundary conditions for complex fluids  
1. Introduction to thermodynamics and Onsager’s variational principle”  
13:30 – 15:00 Discussion

**2012年1月19日 (January 19, 2012)**

- 10:30 – 11:30 Tiezheng Qian (Hong Kong University of Science and Technology)  
“Derivation of hydrodynamic boundary conditions for complex fluids  
2. The moving contact line problem”  
13:30 – 15:00 Discussion

**2012年1月20日 (January 20, 2012)**

- 10:30 – 11:30 Tiezheng Qian (Hong Kong University of Science and Technology)  
“Derivation of hydrodynamic boundary conditions for complex fluids  
3. One-component liquid-gas flows on non-isothermal solid substrates”  
13:30 – 15:00 Discussion

Organization committee: Yoshikazu Giga (University of Tokyo)  
Chun Liu (University of Tokyo / Pennsylvania State University)  
Secretary: Satoko Kimura labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

援助を受けた研究費 : 日本学術振興会 グローバル COE “数学新展開の研究教育拠点”  
日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究 S 課題番号 21224001 “複雑現象に挑む形態変動解析学の構築”

## IPMU workshop

### “Extended root systems and fundamental groups”

February 13 – 17, 2012

Seminar Room B IPMU, The University of Tokyo

Speakers : Daniel Allcock (Univ. of Texas), Ryan Budney (Univ. of Victoria), Benjamin Burton (The Univ. of Queensland), Filippo Callegaro (Univ. di Pisa), Emanuele Delucchi (Univ. Bremen), Tadashi Ishibe (Hiroshima Univ.), Ivan Marin (Univ. Paris 7), Kyoji Saito (IPMU), Masahiko Yoshinaga (Kyoto Univ.)

Organizers: Toshitake Kohno, Kyoji Saito

#### Time Schedule

February 13

10:30 – 12:00 Callegaro

13:30 – 15:00 Yoshinaga

15:30 – 17:00 Saito I

February 14

10:30 – 12:00 Marin

13:30 – 15:00 Allcock I

15:30 – 17:00 Saito II

February 15

10:30 – 12:00 Delucchi I

13:30 – 15:00 Allcock II

15:30 – 17:00 Ishibe

19:00 Workshop dinner

February 16

10:30 – 12:00 Delucchi II

13:30 – 15:00 Budney

15:30 – 17:00 Burton

February 17

10:30 – 12:00 Discussion

## Talk Titles

Daniel Allcock

Nonpositive curvature in algebraic geometry

Ryan Budney

Knot groups

Benjamin Burton

Hyperplane arrangements and algorithmic complexity in low-dimensional topology

Filippo Callegaro

Homology of complex braid groups: the general case.

Emanuele Delucchi

Toric arrangements

Tadashi Ishibe

Title: Infinite examples of non-Garside monoids having fundamental elements.

Ivan Marin

Special methods for complex braid groups : determination of the low-dimensional homology and of the center.

Kyoji Saito

Generalized Root Systems of finite, elliptic and e-hyperbolic types and their invariant theory

Masahiko Yoshinaga

Minimal Stratifications for Line Arrangements

# 数学の魅力 創造と展開—女子中高生のために

日時：2012年3月17日(土), 13:00開場

13:30 – 17:00 終了予定 (途中入退場可)

場所：東京大学大学院数理科学研究科棟・大講義室

アクセス：<http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/access/index.html>

内容：講演プログラムは次の通りです。

「スポンジの水の通しやすさを確率を使って考える」

舟木 直久 (東京大学大学院数理科学研究科教授)

「好きなことを続ける幸せ」

佐々田 慎子 (慶應義塾大学理工学部助教)

「子育ても、研究も」

キャサリン・イコノミデス (日本学術振興会特別研究員 RPD)

「のぞいてみよう数の不思議 — のぞいてみよう数学者の世界」

石井 志保子 (東京大学大学院数理科学研究科教授)

\*講演終了後に、講師の方々や女子大学院生への質問の時間があります。

\*定員：200名 (保護者、教員の方の参加歓迎)

主催：東京大学 男女共同参画室

講演会世話人 松尾 厚

## CREST Workshop Recent Developments of Mesh Generation and Biofluids

日時：2012年3月19日(月) 14:00-17:20

場所：東京大学大学院数理科学研究科 002 室

プログラム：

**14:00–15:00** Evangelos Makris (National Center of Scientific Research “Demokritos”, Greece)

A patient-specific structured grid generation method, quality assessment and comparisons

**15:10–16:10** 滝沢研二 (早稲田大学高等研究所)

Estimated zero-pressure (EZP) arterial geometry and mesh generation techniques for patient-specific cerebral aneurysm FSI analysis



**16:20–17:20** 野津裕史（早稲田大学高等研究所）

A development of a self-replicating mesh generator

**主催：** 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 CREST 『数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索』研究領域「放射線医学と数理科学の協働による高度臨床診断の実現」

**共催：** 早稲田大学高等研究所，東京大学数値解析セミナー（GCOE プログラム，東京大学）

**お問い合わせ：** 水藤寛（岡山大学），齊藤宣一（東京大学），滝沢研二（早稲田大学）

## 6. 談 話 会

Colloquium

日時：6月24日（金）16:30～17:30  
場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室  
講師：志甫 淳 氏（東京大学大学院数理科学研究科）  
題目：p進微分方程式の対数的延長について

日時：7月29日（金）16:30～17:30  
場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室  
講師：石井 志保子 氏（東京大学大学院数理科学研究科）  
題目：弧空間と代数幾何学

日時：11月4日（金）16:30～17:30  
場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室  
講師：金井 雅彦 氏（東京大学大学院数理科学研究科）  
題目：複比を巡って

日時：11月25日（金）16:30～17:30  
場所：数理科学研究科棟（駒場）002号室  
講師：下村 明洋 氏（東京大学大学院数理科学研究科）  
題目：非線型分散型発展方程式について

日時：12月16日（金）16:30～17:30  
場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室  
講師：高木 俊輔 氏（東京大学大学院数理科学研究科）  
題目：特異点論における正標数の手法

日時：2012年1月27日（金）16:30～17:30  
場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室  
講師：吉野 太郎 氏（東京大学大学院数理科学研究科）  
題目：位相的ブローアップについて

日時：3月13日（火）15:00～16:00  
場所：数理科学研究科棟（駒場）050号室  
講師：Aleksandar Ivic 氏（University of Belgrade, the Serbian Academy of Science and Arts）  
題目：Problems and results on Hardy's Z-function

日時：3月16日（金）16:30～17:30  
場所：数理科学研究科棟（駒場）123号室  
講師：柳 春（LIU, Chun）氏（東京大学大学院数理科学研究科／ペンシルバニア州立大学）  
題目：複雑流体について

## 7. 公開セミナー

Seminars

### 複素解析幾何セミナー

日時：4月11日(月)10:30-12:00

講師：田島 慎一 (筑波大学)

題目：レゾルベントの代数解析と行列の exact なスペクトル分解アルゴリズム

日時：4月18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：Asymptotic cohomology vanishing and a converse of the Andreotti-Grauert theorem on surface

日時：4月25日(月)10:30 - 12:00

講師：林本 厚志 (長野工業高等専門学校)

題目：擬楕円体の CR 写像の分類についての一考察

日時：5月9日(月)10:30 - 12:00

講師：野口 潤次郎 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Order of meromorphic maps and rationality of the image space

日時：5月16日(月)10:30 - 12:00

講師：甲斐 千舟 (金沢大学)

題目：正則凸錐の順序同型写像の線型性

日時：5月30日(月)10:30 - 12:00

講師：山盛 厚伺 (明治大学)

題目：On the Forelli-Rudin construction and explicit formulas of the Bergman kernels

日時：6月6日(月)10:30 - 12:00

講師：篠原 知子 (都立産業技術高専)

題目：An invariant surface of a fixed indeterminate point for rational mappings

日時：6月13日(月)10:30 - 12:00

講師：大沢 健夫 (名古屋大学)

題目：On the complement of effective divisors with semipositive normal bundle

日時：6月20日(月)10:30 - 12:00

講師：阿部 誠 (広島大学)

題目：シュタイン空間内の岡・グラウエルトの原理をみたす領域

日時：6月27日(月)10:30 - 12:00

講師：斎藤 恭司 (東京大学 IPMU)

題目：Vanishing cycles for the entire functions of type  $A_{\frac{1}{2}\infty}$  and  $D_{\frac{1}{2}\infty}$

日時：7月4日(月)10:30 - 12:00

講師：Raphael Ponge (University of Tokyo)

題目：Toward a Hirzebruch-Riemann-Roch formula in CR geometry

日時：7月11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：トーリック多様体への小林双曲的埋め込み

日時：10月17日(月)10:30 - 12:00

講師：神島 芳宣 (首都大学東京)

題目：Compact locally homogeneous Kaehler manifolds  $\Gamma \backslash G/K$

日時：10月31日(月)10:30 - 12:00

講師：本多 宣博 (東北大学)

題目：Classification of Moishezon twistor spaces on  $4\mathbb{C}P^2$

日時：11月7日(月)10:30 - 12:00

講師：野口 潤次郎 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：岡の余零問題と関連する話題について

日時：11月16日(水)16:30 - 18:00

講師：Franc Forstneric (University of Ljubljana)

題目：Disc functionals and Siciak-Zaharyuta extremal functions on singular varieties

日時：11月21日(月)10:30 - 12:00

講師：糟谷 久矢 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Techniques of computations of Dolbeault cohomology of solvmanifolds

日時：11月28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：An ampleness criterion with the extendability of singular positive metrics

日時：12月12日(月)10:30 - 12:00

講師：松尾 信一郎 (京都大学)

題目：Brody 曲線と平均次元

日時：2012年1月16日(月)10:30 - 12:00

講師：川上 裕 (山口大学)

題目：A ramification theorem for the ratio of canonical forms of flat surfaces in hyperbolic 3-space

日時：2012年1月23日(月)10:30 - 12:00

講師：中田 文憲 (東京理科大)

題目：Twistor correspondence for R-invariant indefinite self-dual metric on  $\mathbb{R}\hat{4}$

日時：2012年1月30日(月)10:30 - 12:00

講師：Damian Brotbek (University of Tokyo)

題目：Differential equations as embedding obstructions and vanishing theorems

## 代数幾何学セミナー

日時：4月18日(月)16:30 – 18:00

講師：川北 真之 (京都大学数理解析研究所)

題目：Ideal-adic semi-continuity problem for minimal log discrepancies

日時：4月25日(月)16:30 – 18:00

講師：高木 寛通 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Mirror symmetry and projective geometry of Reye congruences

日時：5月2日(月)16:30 – 18:00

講師：古川 勝久 (早稲田大学大学院基幹理工学研究科)

題目：Projective varieties admitting an embedding with Gauss map of rank zero

日時：5月9日(月)16:30 – 18:00

講師：上原 北斗 (首都大学東京大学院理工学研究科)

題目：Fourier–Mukai partners of elliptic ruled surfaces

日時：5月16日(月)17:00 – 18:30

講師：大川 新之介 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：On images of Mori dream spaces

日時：5月23日(月)17:00 – 18:30

講師：佐野 友二 (熊本大学大学院自然科学研究科)

題目：Alpha invariant and K-stability of Fano varieties

日時：5月30日(月)16:30 – 18:00

講師：Jungkai Alfred Chen (National Taiwan University and RIMS)

題目：Kodaira Dimension of Irregular Varieties

日時：6月6日(月)16:30–18:00

講師：石井 志保子 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Multiplier ideals via Mather discrepancies

日時：6月7日(火)16:30–18:00

講師：Chenyang Xu (MIT)

題目：Log canonical closure

日時：6月27日(月)16:30–18:00

講師：Vladimir Lazić (Imperial College London)

題目：MMP revisited, II

日時：7月4日(月)16:30–18:00

講師：永井 保成 (早稲田大学理工学術院基幹理工学部数学科)

題目：Birational Geometry of O’Grady’s six dimensional example over the Donaldson-Uhlenbeck compactification

日時：10月31日(月)15:30–17:00  
講師：藤野 修 (京都大学理学系研究科)  
題目：Minimal model theory for log surfaces

日時：11月7日(月)15:30–17:00  
講師：伊藤 敦 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Okounkov bodies and Seshadri constants

日時：11月14日(月)15:30–17:00  
講師：渡辺 究 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：On projective manifolds swept out by cubic varieties

日時：11月28日(月)15:30–17:00  
講師：川谷 康太郎 (京都大学大学院理学研究科)  
題目：Comparison with Gieseker stability and slope stability via Bridgeland's stability

日時：12月1日(木)16:30–18:00  
講師：Dmitry Kaledin (Steklov Mathematics Institute/ KIAS)  
題目：Cyclic K-theory

日時：12月5日(月)15:30–17:00  
講師：那須 弘和 (東海大学理学部情報数理学科)  
題目：Obstructions to deforming curves on a uniruled 3-fold

日時：12月26日(月)15:30–17:00  
講師：岡田 拓三 (京都大学大学院理学研究科)  
題目：Birational unboundedness of  $\mathbb{Q}$ -Fano varieties and rationally connected strict Mori fiber spaces

日時：1月23日(月)15:30–17:00  
講師：山田 紀美子 (岡山理科大学理学部)  
題目：Singularities and Kodaira dimension of the moduli of stable sheaves on Enriques surfaces

日時：1月30日(月)15:30–17:00  
講師：権業 善範 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：On varieties of globally F-regular type

#### トポロジー火曜セミナー

日時：4月12日(火)16:30 – 18:00  
講師：廣瀬 進 (東京理科大学理工学部数学科)  
題目：On diffeomorphisms over non-orientable surfaces embedded in the 4-sphere

日時：4月26日(火)16:30 – 18:00  
講師：吉野 太郎 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Topological Blow-up

日時：5月10日(火)16:30 - 18:00

講師：伊藤 哲也 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Isotated points in the space of group left orderings

日時：5月17日(火)16:30 - 18:00

講師：石井 敦 (筑波大学大学院数理物質科学研究科)

題目：Quandle colorings with non-commutative flows

日時：5月24日(火)16:30 - 18:00

講師：吉永 正彦 (京都大学大学院理学研究科)

題目：Minimal Stratifications for Line Arrangements

日時：5月31日(火)17:00 - 18:30

講師：盛田 健彦 (大阪大学大学院理学研究科)

題目：Measures with maximum total exponent and generic properties of  $C^1$  expanding maps

日時：6月7日(火)16:30 - 18:00

講師：金井 雅彦 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Rigidity of group actions via invariant geometric structures

日時：6月14日(火)17:00 - 18:00

講師：満渕 俊樹 (大阪大学大学院理学研究科)

題目：Donaldson-Tian-Yau's Conjecture

日時：6月28日(火)16:30 - 18:00

講師：二木 昌宏 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：On a Sebastiani-Thom theorem for directed Fukaya categories

日時：7月5日(火)16:30 - 18:00

講師：Catherine Oikonomides (東京大学大学院数理科学研究科, JSPS)

題目：The  $C^*$ -algebra of codimension one foliations which are almost without holonomy

日時：7月12日(火)16:30 - 18:00

講師：川室 圭子 (University of Iowa)

題目：The self linking number and planar open book decomposition

日時：9月20日(火)16:30 - 18:00

講師：Clara Loeh (Univ. Regensburg)

題目：Functorial semi-norms on singular homology

日時：10月4日(火)16:30 - 18:00

講師：松田 能文 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：相对的双曲群の相对の擬凸部分群

日時：10月11日(火)17:00 - 18:00

講師：Gael Meigniez (Univ. de Bretagne-Sud, Chuo Univ.)

題目：Making foliations of codimension one, thirty years after Thurston's works

日時 : 10 月 25 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : Andrei Pajitnov (Univ. de Nantes, Univ. of Tokyo)  
題目 : Circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements

日時 : 11 月 01 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : 竹内 潔 (筑波大学)  
題目 : Motivic Milnor fibers and Jordan normal forms of monodromies

日時 : 11 月 8 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : 與倉 昭治 (鹿児島大学)  
題目 : Fiberwise bordism groups and related topics

日時 : 11 月 15 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : Francois Laudenbach (Univ. de Nantes)  
題目 : Singular codimension-one foliations and twisted open books in dimension 3.  
(joint work with G. Meigniez)

日時 : 11 月 22 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : 河野 俊丈 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Quantum and homological representations of braid groups

日時 : 11 月 29 日 (火)17:00 – 18:00  
講師 : Athanase Papadopoulos (IRMA, Univ. de Strasbourg)  
題目 : Mapping class group actions

日時 : 12 月 13 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : Mircea Voineagu (IPMU, The University of Tokyo)  
題目 : Remarks on filtrations of the singular homology of real varieties.

日時 : 12 月 20 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : 三松 佳彦 (中央大学理工学部)  
題目 : 5次元球面上の Lawson 葉層の葉向シンプレクティック構造について

日時 : 2012 年 1 月 17 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : 佐藤 隆夫 (東京理科大学理学部)  
題目 : On the Johnson cokernels of the mapping class group of a surface (joint work with Naoya Enomoto)

日時 : 2012 年 2 月 21 日 (火)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 superrigidity into mapping class groups

#### Lie 群・表現論セミナー

日時 : 4 月 26 日 (火)16:30 – 18:00  
講師 : 吉野 太郎 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目 : Topological Blow-up



日時：5月24日(火)16:30 - 18:00  
講師：椋野 純一 (名古屋大学)  
題目：Properly discontinuous isometric group actions on inhomogeneous Lorentzian manifolds

日時：5月31日(火)16:30 - 17:30  
講師：栗原 大武 (東北大学大学院理学研究科)  
題目：On character tables of association schemes based on attenuated spaces

日時：6月7日(火)16:30 - 18:00  
講師：金井 雅彦 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Rigidity of group actions via invariant geometric structures

日時：10月25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：コホモロジカル誘導の局所化

日時：11月15日(火)16:30 - 18:00  
講師：Laurant Demonet (Nagoya University)  
題目：Categorification of cluster algebras arising from unipotent subgroups of non-simply laced Lie groups

日時：11月22日(火)16:30 - 18:00  
講師：奥田 隆幸 (Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo)  
題目：Smallest complex nilpotent orbit with real points

日時：11月29日(火)16:30 - 18:00  
講師：Daniel Sternheimer (Rikkyo University and Université de Bourgogne)  
題目：Symmetries, (their) deformations, and physics: some perspectives and open problems from half a century of personal experience

日時：12月13日(火)16:30 - 18:00  
講師：Hung Yean Loke (National University of Singapore)  
題目：Local Theta lifts of unitary lowest weight modules to the indefinite orthogonal groups

#### 解析学火曜セミナー

日時：4月26日(火)16:30 - 18:00  
講師：片岡 清臣 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：On the system of fifth-order differential equations which describes surfaces containing six continuous families of circles

日時：7月12日(火)16:30 - 18:00  
講師：小林 政晴 (東京理科大学)  
題目：The inclusion relation between Sobolev and modulation spaces

日時：10月11日(火)16:30 - 18:00  
講師：和田出 秀光 (早稲田大学 (日本学術振興会特別研究員 PD))  
題目：重み付き Trudinger-Moser 型不等式の最良定数に関して

日時：11月8日(火)16:30 - 18:00  
講師：寺澤 祐高 (東京大数理 (日本学術振興会特別研究員 PD))  
題目：確率的摂動項を持つ冪乗法則流体方程式の弱解の存在と一意性について

日時：12月13日(火)16:30 - 18:00  
講師：Wolfram Bauer (ゲッティンゲン大学)  
題目：Trivializable subriemannian structures and spectral analysis of associated operators

日時：12月20日(火)16:30 - 18:00  
講師：Gueorgui Raykov (Catholic University of Chile)  
題目：A trace formula for the perturbed Landau Hamiltonian

日時：2012年1月31日(火)16:30 - 18:00  
講師：Michel Chipot (University of Zurich)  
題目：Obstacle problems in unbounded domains

日時：2012年2月14日(火)16:30 - 18:00  
講師：Michael Loss (Georgia Institute of Technology)  
題目：Symmetry results for Caffarelli-Kohn-Nirenberg inequalities

#### PDE 実解析セミナー

日時：4月20日(水)10:30 - 11:30  
講師：吉田 伸生 (京都大学大学院理学研究科/理学部数学教室)  
題目：Stochastic power law fluids

日時：7月6日(水)10:00 - 11:00  
講師：田中 仁 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：trace 不等式と Morrey 空間

日時：10月31日(月)13:30 - 14:30  
講師：Horst Heck (Technische Universität Darmstadt)  
題目：Stationary Weak Solutions of the Navier-Stokes Equations Past an Obstacle

日時：2012年2月1日(水)10:30 - 11:30  
講師：Chun Liu (University of Tokyo / Penn State University)  
題目：Energetic variational approach: generalized diffusion, stochastic differential equations and optimal transport

日時：2012年3月14日(水)10:30 - 11:30  
講師：Jürgen Saal (Technische Universität Darmstadt)  
題目：Exponential convergence to equilibria for a general model in hydrodynamics

日時：2012年3月21日(水)10:00 – 11:00  
講師：Chiun-Chang Lee (National Taiwan University)  
題目：The asymptotic behaviors of the solutions of Poisson-Boltzmann type of equations

#### 代数学コロキウム

日時：4月27日(水)16:30 – 17:30  
講師：高井 勇輝 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Sturm の定理の Hilbert 保型形式に対する類似

日時：5月11日(水)17:30 – 18:30  
講師：Michel Raynaud (Universite Paris-Sud)  
題目：Permanence following Temkins

日時：5月18日(水)16:30 – 17:30  
講師：西本 将樹 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：On the linear independence of values of some Dirichlet series

日時：5月25日(水)17:00 – 18:00  
講師：松本雄也 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：On good reduction of some K3 surfaces

日時：6月8日(水)16:30 – 17:30  
講師：平野 雄一 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：保型形式の合同式と岩澤  $\lambda$  不変量について

日時：6月15日(水)17:30 – 18:30  
講師：阿部 知行 (東大 IPMU)  
題目：Product formula for  $p$ -adic epsilon factors

日時：7月27日(水)16:00 – 17:00  
講師：斎藤 毅 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Discriminants and determinant of a hypersurface of even dimension

日時：7月27日(水)17:15 – 18:15  
講師：Dennis Eriksson (University of Gothenburg)  
題目：Multiplicities of discriminants

日時：10月19日(水)17:30 – 18:30  
講師：Andrei Suslin (Northwestern University)  
題目：K<sub>2</sub> of the biquaternion algebra

日時：11月2日(水)16:30 – 17:30  
講師：金城 謙作 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Hypergeometric series and arithmetic-geometric mean over 2-adic fields

日時：11月9日(水)18:00 – 19:00  
講師：志甫 淳 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：On extension and restriction of overconvergent isocrystals

日時：12月8日(木)18:30 – 19:30  
講師：Gerd Faltings (Max Planck Institute for Mathematics, Bonn)  
題目：Nonabelian  $p$ -adic Hodge theory and Frobenius

日時：12月14日(水)17:30 – 18:30  
講師：Lucien Szpiro (City University of New York)  
題目：Good and bad reduction for algebraic dynamical systems

日時：12月19日(月)16:30 – 17:30  
講師：Tamas Szamuely (Budapest)  
題目：Galois Theory: Past and Present

日時：12月21日(水)16:30 – 17:30  
講師：加藤 和也 (シカゴ大学)  
題目：Sharifi 予想について

日時：2012年1月12日(木)18:15 – 19:15  
講師：Toby Gee (Imperial College London)  
題目：New perspectives on the Breuil-Mézard conjecture (joint with M. Emerton)

日時：2012年2月22日(水)18:00 – 19:00  
講師：望月 拓郎 (京都大学数理解析研究所)  
題目：Twistor  $D$ -module and harmonic bundle

#### 諸分野のための数学研究会

日時：5月18日(水)10:30 – 11:30  
講師：鹿島 洋平 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：正の温度下での多体電子系の摂動論的取り扱いについて

日時：6月29日(水)10:30 – 11:30  
講師：増谷 佳孝 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：解剖学的構造の多様性と医用画像におけるランドマークの検出

日時：10月5日(水)10:00 – 11:00  
講師：Chun Liu (University of Tokyo / Pennsylvania State University)  
題目：Energetic Variational Approaches for Ionic Fluids

日時：11月8日(火)16:30 – 17:30  
講師：Ralph Bruckschen (ベルリン工科大学、MATHEON)  
題目：Interactive Data Visualization challenges, approaches and examples

日時：11月21日(月)13:30 - 14:30  
講師：Ernie Esser (University of California, Irvine)  
題目：A convex model for non-negative matrix factorization and dimensionality reduction on physical space

#### 統計数学セミナー

日時：6月22日(水)15:00 - 16:10  
講師：小林 景 (統計数理研究所)  
題目：計算機代数を用いた統計の漸近論

日時：6月29日(水)15:00 - 16:10  
講師：岡田 随象 (ゲノム医科学研究センター 統計解析研究チーム)  
題目：Statistics in genetic association studies

日時：7月13日(水)15:00 - 16:10  
講師：矢田 和善 (筑波大学 数理物質科学研究科)  
題目：Statistical Inference for High-Dimension, Low-Sample-Size Data

日時：10月12日(水)15:00 - 16:10  
講師：鈴木 大慈 (東京大学情報理工学系研究科)  
題目：On Convergence Rate of Multiple Kernel Learning with Various Regularization Types

日時：10月26日(水)15:00 - 16:10  
講師：清 智也 (慶應義塾大学 理工学部 数理科学科)  
題目：定常な最適輸送写像から作られる統計モデル

日時：11月30日(水)15:00 - 16:10  
講師：廣瀬 勇一 (Victoria University of Wellington)  
題目：Information criteria for parametric and semi-parametric models

#### 関数解析セミナー

日時：4月13日(水)15:00 - 17:00  
講師：Alexander Pushnitski (King's College, London)  
題目：Spectral theory for functions of self-adjoint operators

日時：2012年2月20日(月)16:30 - 17:30  
講師：Jan Philip SOLOVEJ (コペンハーゲン大学)  
題目：Microscopic derivation of the Ginzburg-Landau model

#### 作用素環セミナー

日時：4月14日(木)16:30 - 18:00  
講師：松村 真義 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Amenable actions and crossed products of  $C^*$ -algebras

日時：6月9日(木)16:30 - 18:00

講師：吉田 裕亮 (お茶の水女子大)

題目：自由 Fisher 情報距離と自由対数 Sobolev 不等式について

日時：6月16日(木)16:30 - 18:00

講師：磯野 優介 (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Introduction to rigidity theory of von Neumann algebras

日時：7月14日(木)16:30 - 18:00

講師：Raphaël Ponge (IPMU)

題目：New perspectives for the local index formula in noncommutative geometry

日時：7月21日(木)16:30 - 18:00

講師：Jean Roydor (東京大学大学院数理科学研究科)

題目：Almost completely isometric maps and applications

日時：10月7日(金)16:30 - 18:00

講師：勝良 健史 (慶応大学)

題目：Towards the classification of non-simple  $C^*$ -algebras of real rank zero

日時：11月17日(木)16:30 - 18:00

講師：山ノ内 毅彦 (東京学芸大学)

題目：エルゴード的測度付き同値関係におけるヘッケペアーについて

日時：11月22日(火)16:30 - 18:00

講師：Spyridon Michalakis (Caltech)

題目：Stability of topological phases of matter

日時：12月27日(火)14:30 - 16:00

講師：山下 真 (Roma 大学)

題目：Deformation of algebras associated to group cocycles

日時：12月27日(火)16:30 - 18:00

講師：谷本 裕 (Göttingen 大学)

題目：Construction of wedge-local nets through Longo-Witten endomorphisms

日時：2012年1月5日(木)16:30 - 18:00

講師：河東 泰之 (東大数理大学院数理科学研究科)

題目：Classification and amenability in theory of von Neumann algebras

日時：2012年1月16日(月)16:30 - 18:00

講師：小沢 登高 (京大数理研)

題目：Is an irng singly generated as an ideal?

日時：2012年1月26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 transverse fundamental class of linear foliations on torus bundles over the circle

日時：2012年2月2日(木)16:30 - 18:00  
講師：磯野 優介 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：Weak Exactness for  $C^*$ -algebras and Application to Condition (AO)

日時：2012年3月16日(金)16:30 - 18:00  
講師：Otgonbayar Uuye (Cardiff University)  
題目：The Kunnet theorem for K-theory

日時：2012年3月23日(金)16:30 - 18:30  
講師：Alex Kumjian (University of Nevada, Reno)  
題目：Twisted Higher Rank Graph  $C^*$ -algebras (joint work with David Pask and Aidan Sims)

#### 応用解析セミナー

日時：4月14日(木)16:00 - 17:30  
講師：Marek FILA (Comenius University (Slovakia))  
題目：Homoclinic and heteroclinic orbits for a semilinear parabolic equation

日時：5月19日(木)16:00 - 17:30  
講師：伊藤 真吾 (東京理科大学)  
題目：波束変換を用いて定義される波面集合とその応用

日時：5月26日(木)16:00 - 17:30  
講師：深尾 武史 (京都教育大学)  
題目：Obstacle problem of Navier-Stokes equations in thermohydraulics

日時：6月9日(木)16:30 - 18:00  
講師：望月 清 (東京都立大学 名誉教授)  
題目：Spectral representations and scattering for Schrödinger operators on star graphs

日時：6月30日(木)16:00 - 17:30  
講師：鹿島 洋平 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：3次元空間における第2種超電導の巨視的モデルについて

日時：11月10日(木)15:00 - 16:00  
講師：森洋 一朗 (ミネソタ大学)  
題目：電解質および浸透圧調節の細胞生理学とその数理モデル

日時：11月10日(木)16:30 - 17:30  
講師：Bernold Fiedler (Free University of Berlin)  
題目：Schoenflies spheres in Sturm attractors

日時：2012年1月19日(木)16:00 - 17:30  
講師：Philippe G. LeFloch (Univ. Paris 6 / CNRS)  
題目：Undercompressible shocks and moving phase boundaries

### 数理人口学・数理生物学セミナー

日時：2012年3月13日(火)14:00 - 15:00  
講師：梶原 毅 (岡山大学環境理工学部)  
題目：リアプノフ関数および汎関数の構成について

### 東京無限可積分系セミナー

日時：6月2日(木)16:30 - 17:30  
講師：斎藤 義久 (東京大学大学院数理科学研究科)  
題目：On the module category of  $\overline{U}_q(\mathfrak{sl}_2)$

日時：10月22日(土)13:30 - 14:30  
講師：Leonid Rybnikov  
(IITP, and State University Higher School of Economics, Department of Mathematics)  
題目：Quantization of Quasimaps' Spaces (joint work with M. Finkelberg)

日時：10月22日(土)15:00 - 16:00  
講師：Anton Zabrodin (Institute of Biochemical Physics)  
題目：Quantum integrable models with elliptic R-matrices and elliptic hypergeometric series

日時：10月29日(土)11:00 - 12:00  
講師：Alexander Orlov  
(Nonlinear Wave Processes Laboratory, Oceanology Institute (Moscow))  
題目：CKP Hierarchy, Bosonic Tau Function, Bosonization Formulae? and Orthogonal Polynomials both in Odd and Even Variables  
(based on a joint work with Johan van de Leur and Takahiro Shiota)

日時：10月29日(土)13:30 - 14:30  
講師：増田 恭穂 (神戸大学)  
題目：van Diejen の  $q$  差分作用素に対する核関係式と多重  $q$  超幾何級数の変換公式

日時：2012年3月9日(金)13:30 - 14:30  
講師：柳田 伸太郎 (神戸大理)  
題目：On Hall algebra of complexes

### 保型形式の整数論月例セミナー

日時：11月19日(土)10:15 - 11:15  
講師：関口 次郎 (東京農工大学)  
題目：二面体群に関連する超楕円積分

日時：11月19日(土)11:30 - 12:30  
講師：大西 良博 (山梨大学)  
題目：高い種数の代数関数体に対する、一般化された Bernoulli-Hurwitz 数と、関連する諸問題 (概説)



日時：12月17日(土)13:30 - 14:30  
講師：太田 雅己 (東海大学名誉教授)  
題目： $J_1(N)$  の位数有限の  $\mathbb{Q}$ -有理点について

日時：12月17日(土)15:00 - 16:00  
講師：原下 秀士 (横浜国立大学)  
題目：On the affineness of distinguished Deligne-Lusztig varieties

#### IPMU Komaba Seminar

日時：11月21日(月)16:30 - 18:00  
講師：Siu-Cheong Lau (IPMU)  
題目：Enumerative meaning of mirror maps for toric Calabi-Yau manifolds

日時：2012年1月20日(金)14:45 - 16:15  
講師：Albrecht Klemm (The University of Bonn)  
題目：Refined holomorphic anomaly equations

#### 古典解析セミナー

日時：6月24日(金)15:00 - 16:30  
講師：関口 次郎 (東京農工大)  
題目：A Schwarz map of Appell's  $F_2$  whose monodromy group is related to the reflection group of type  $D_4$

日時：7月8日(金)14:30 - 16:00  
講師：鈴木 貴雄 (大阪府立大学)  
題目： $q$  離散ドリソフエルト・ソコロフ階層と  $q$  パンルヴェ方程式、 $q$  超幾何函数

#### GCOE セミナー

日時：8月12日(金)16:00 - 17:00  
講師：Benny Hon (Department of Mathematics City University of Hong Kong)  
題目：Kernel-based Approximation Methods for Cauchy Problems of Fractional Order Partial Differential Equations

日時：10月20日(木)16:30 - 18:00  
講師：O. Emanouilov (Colorado State University)  
題目：On reconstruction of Lamé coefficients from partial Cauchy data

日時：11月16日(水)10:00 - 11:00  
講師：Alfred Ramani (Ecole Polytechnique)  
題目：All you never really wanted to know about QRT, but were foolhardy enough to ask

日時：12月9日(金)11:40 – 12:30  
講師：Wolfgang Koenig (Weierstrass Institute Berlin)  
題目：Eigenvalue order statistics and mass concentration in the parabolic Anderson model

日時：12月9日(金)14:00 – 14:50  
講師：Roman Kotecky (Charles University Prague/University of Warwick)  
題目：Gradient Gibbs models with non-convex potentials

日時：12月9日(金)15:00 – 15:50  
講師：Stefano Olla (University Paris - Dauphine)  
題目：Einstein relation and linear response for random walks in random environment

日時：12月27日(火)13:30 – 14:30  
講師：Yichao Zhu (University of Oxford)  
題目：The Modelling of Dislocations in the Early Stage of the Metal Fatigue

日時：12月27日(火)14:30 – 15:30  
講師：Manabu Machida (University of Michigan)  
題目：Wave Transport in Random Media and Inverse Problems

日時：2012年2月7日(火)14:00 – 15:00  
講師：Piermarco Cannarsa (Mat. Univ. Roma "Tor Vergata")  
題目：Controllability results for degenerate parabolic operators

日時：2012年2月22日(水)15:00 – 16:00  
講師：Bernadette Miara (Université Paris-Est, ESIEE, France)  
題目：Justification of a Shallow Shell Model in Unilateral Contact with an Obstacle

日時：2012年2月22日(水)16:15 – 17:15  
講師：Oleg Emanouilov (Colorado State University)  
題目：Determination of first order coefficient in semilinear elliptic equation by partial Cauchy data

日時：2012年2月29日(水)16:00 – 17:00  
講師：Johannes Elschner (Weierstrass Institute, Germany)  
題目：Direct and inverse scattering of elastic waves by diffraction gratings

日時：2012年3月6日(火)16:00 – 17:00  
講師：Dietmar Hoemberg (Weierstrass Institute, Berlin)  
題目：On the phase field approach to shape and topology optimization

日時：2012年3月6日(火)17:00 – 18:00  
講師：Thomas Petzold (Weierstrass Institute, Berlin)  
題目：Finite element simulations of induction hardening of steel parts

日時：2012年3月7日(水)17:00 – 18:00  
講師：Kazufumi Ito (North Carolina State Univ.)  
題目：Nonsmooth Optimization, Theory and Applications.

## GCOE レクチャーズ

日時：11月7日(月)17:00 - 18:00

講師：Oleg Emanouilov (Colorado State University)

題目：Inverse boundary value problem for Schroedinger equation in two dimensions

日時：11月10日(木)17:00 - 18:00

講師：Oleg Emanouilov (Colorado State University)

題目：Inverse boundary value problem for Schroedinger equation in two dimensions

日時：11月14日(月)17:00 - 18:00

講師：Oleg Emanouilov (Colorado State University)

題目：Recovery of weakly coupled system from partial Cauchy data

日時：11月17日(木)17:00 - 18:00

講師：Oleg Emanouilov (Colorado State University)

題目：Recovery of weakly coupled system from partial Cauchy data

## 各種講演会

日時：6月13日(月)16:00 - 17:30

講師：CHEN Hua (Wuhan University)

題目：Regularity of Solutions for a Class of Degenerate Equations

日時：11月18日(金)15:00 - 16:00

講師：磯崎 洋 (筑波大学)

題目：Inverse problems for heat equations with discontinuous conductivities

日時：11月24日(木)16:30 - 18:00

講師：Spyridon Michalakis (Caltech)

題目：Stability of topological phases of matter

日時：11月29日(火)16:30 - 18:00

講師：Spyridon Michalakis (Caltech)

題目：Stability of topological phases of matter

日時：12月1日(木)16:30 - 18:00

講師：Spyridon Michalakis (Caltech)

題目：Stability of topological phases of matter

日時：12月7日(水)16:00 - 17:00

講師：Michel Cristofol (マルセイユ大学)

題目：Inverse problems associated with linear and non-linear parabolic systems

日時 : 12月7日(水)17:00 - 18:00  
講師 : Guillaume Olive (マルセイユ大学)  
題目 : Hautus test for the approximate controllability of linear systems

日時 : 12月9日(金)10:40 - 11:30  
講師 : Erwin Bolthausen (University of Zurich)  
題目 : An iterative construction of solutions of the TAP equation

日時 : 2012年3月21日(水)10:15 - 12:00  
講師 : R. Penner (Aarhus/Caltech)  
題目 : Geochemical structure of biological macromolecules

日時 : 2012年3月21日(水)15:15 - 17:00  
講師 : R. Penner (Aarhus/Caltech)  
題目 : Moduli space techniques in computational biology

日時 : 2012年3月23日(金)10:30 - 11:30  
講師 : R. Penner (Aarhus/Caltech)  
題目 : Cell decomposition of homotopy Deligne-Mumford.

## 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

山本 修司

総実代数体の L 関数と幾何学的解釈の研究

小寺 諒介

アファイン量子展開環の結晶基底

権業 善範

極小モデル理論の研究

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

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

馬 昭平

K3 曲面の幾何学

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

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

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

LI, Zhonghua (李 忠華)  
多重ゼータ値の代数的、幾何的研究

## ♣ 新規

見村 万佐人  
離散群の剛性の研究

渡辺 究  
ファノ多様体とその上の有理曲線の幾何学

寺澤 祐高  
冪乗法則型流体の初期値境界値問題と自由境界問題の解析

柿澤 亮平  
偏微分方程式の漸近解析に対する逆問題的手法の構築

石田 智彦  
ユークリッド空間の微分同相群の構造の研究

古場 一  
回転と成層の影響を考慮した地球流体方程式の数学解析

松村 慎一  
正則モース不等式とコホモロジーの漸近挙動の研究

伊藤 敦  
偏極代数多様体におけるセシャドリ定数の研究

柏原 崇人  
摩擦型境界条件下での Navier-Stokes 方程式の有限要素近似

浜向 直  
結晶成長現象とハミルトン・ヤコビ方程式

SILANTYEV, Alexey  
量子カロジェロ・モーザー系に関する代数的及び幾何学的構造

DI PROIETTO, Valentina  
p 進微分方程式と対数幾何

BROTBEK, Damian Valentin  
双曲性、余接束の正值性、ジェット微分、ネヴァンリンナ理論

## 9. 平成 23 年度 ビジターリスト

### Visitor List of the Fiscal Year 2011

平成 23 年度当研究科に外国からみえた研究者の一部のリストである。

データは、お名前(所属研究機関名, その国名), 当研究科滞在期間の順である。滞在期間は, 年/月/日の順に数字が書いてあるが, 年は 2011 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 2011.

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 2011.

- Bayarmagnai GOMBODORJ (ICTP (トリエステ)・モンゴル) 4/1-6/30
- Raphael PONGE (東京大学大学院数理科学研究科・フランス) 4/1-7/31
- Marek Fila (コメニウス大学・スロバキア) 4/6-4/17
- Kazufumi Ito (North Carolina State University・米国) 4/10-4/17
- Alexander Pushnitski (King's College, London・英国) 4/10-4/27
- Valentina Di Proietto (・イタリア) 5/1-7/31
- Jungkai Alfred Chen (台湾大学・台湾) 5/29-6/4
- Thomas DURT (Ecole Centrale Marseille/ Institut Fresnel・フランス) 5/31-6/10
- Samuel COLIN (グリフィス大学、ブリスベーン・オーストラリア) 6/1-6/10
- 森洋一朗 (University of Minnesota・米国) 6/3-6/20
- Chenyang Xu (Massachusetts Institute of Technology・米国) 6/6-6/11
- Claudio Fernandez (チリ・カソリック大学・チリ) 6/18-6/30
- Andrew Hassell (オーストラリア国立大学・オーストラリア) 6/19-6/24
- Colin Guillarmou (エコールノルマル・パリ・フランス) 6/19-6/25
- Richard Froese (ブリティッシュコロンビア大学・カナダ) 6/19-6/27
- Ira Herbst (バージニア大学・米国) 6/19-6/28
- Fabien Trihan (ノッティンガム大学・英国) 6/20-8/20
- 川室 圭子 (Iowa 大学数学科・米国) 6/24-8/4
- Hao Fang (Iowa 大学数学科・米国) 6/24-8/4
- Kazufumi Ito (North Carolina State University・米国) 7/1-7/31
- 竹内知哉 (North Carolina State University・米国) 7/1-8/7
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 7/8-7/16

- Dennis Eriksson (イェテボリ大学・スウェーデン) 7/22-8/5
- Barry. M. McCoy (C.N.Yang Inst.・米国) 7/23-7/31
- Fedor Smirnov (CNRS・フランス・ロシア) 7/24-7/30
- Alexander Belavin (Landau Inst・ロシア) 7/24-7/31
- Omar Foda (Univ. of Melbourne・オーストラリア) 7/24-7/31
- Kailash Misra (North Carolina State Univ・フランス) 7/24-7/31
- Vincent Pasquier (CNRS・フランス) 7/24-8/5
- Boris Feigin (Landau Inst・ロシア) 7/24-8/5
- 加藤和也 (シカゴ大学・米国) 8/1-8/31
- Kyle Matoba (UCLA・米国) 8/19-8/27
- Stefano IACUS (University of Milan・イタリア) 8/30-10/1
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 9/1-11/20
- G. van der Geer (Univ. of Amsterdam・オランダ) 9/4-9/15
- A. Kouvidakis (Univ. of Crete・ギリシャ) 9/4-9/15
- 富海 朱 (Nankai Univ.・中国) 9/14-9/27
- Sepanski Mark (Baylor Univ・米国) 9/18-9/23
- Peter Trapa (Univ. Utah・米国) 9/18-9/24
- Anthony Henderson (Univ. Sydney・オーストラリア) 9/19-9/22
- Alfred Noel (Univ. Massachusetts・米国) 9/19-9/22
- Wang Lingdi (Fudan University・中国) 9/26-10/16
- Dario Götz (ダルムシュタット工科大・ドイツ) 10/11-12/3/31
- Tomoya Takeuchi (North Carolina State University・米国) 10/27-11/8
- 森 洋一朗 (ミネソタ大学・米国) 10/27-11/11
- Horst Heck (Technische Universität Darmstadt・ドイツ) 10/31-10/31
- Kazufumi Ito (North Carolina State University・米国) 10/31-11/6
- Basile GRAMMATICOS (パリ第7大学・フランス) 10/31-11/11
- Alexey SILANTYEV (学振外国人特別研究員・ロシア) 11/2-13/11/1
- Bernold Fiedler (ベルリン自由大学・ドイツ) 11/3-11/30
- Ralph Bruckschen (ベルリン工科大学・ドイツ) 11/7-11/10
- Alfred RAMANI (エコール・ポリテクニーク・フランス) 11/7-11/18
- Laurent Demonet (名古屋大学大学院多元数理科学研究科・フランス) 11/14-11/18
- François Laudénbach (Univ. de Nantes・フランス) 11/14-11/19



- Franc Forstneric (University of Ljubljana ・ スロベニア) 11/15–11/17
- Spyridon Michalakis (Institute for Quantum Information and Matter at Caltech. ・ 米国) 11/19–12/4
- Ernie Esser (University of California, Irvine ・ 米国) 11/21–11/22
- Valentina DI PROIETTO (学振外国人特別研究員 ・ イタリア) 11/22–13/11/21
- Danielle Hilhorst (パリ第11大学 / CNRS ・ フランス) 11/26–12/2
- Athanase Papadopoulos (Université de Strasbourg et CNRS ・ フランス) 11/28–12/2
- 陳 智 (中国科学技術大学 ・ 中国) 11/28–12/9
- Damian V. BROTBEEK (学振外国人特別研究員 ・ フランス) 11/28–12/9/27
- Wing Keung TO (National Univ. of Singapore ・ シンガポール) 12/1–12/7
- 加藤和也 (シカゴ大学 ・ 米国) 12/3–12/1/2
- Michel Cristoforo (University of Marseille ・ フランス) 12/5–12/13
- Guillaume Olive (University of Marseille ・ フランス) 12/5–12/13
- Gueorgui Raykov (チリ ・ カソリック大学 ・ チリ) 12/6–12/23
- Roman Kotecky (Warwick 大学 ・ 英国) 12/8–12/11
- Erwin Bolthausen (チューリッヒ大学 ・ スイス) 12/8–12/12
- Stefano Olla (パリ大学ドフィース校 ・ フランス) 12/8–12/14
- Hung-Yean LOKE (シンガポール国立大学 ・ シンガポール) 12/8–12/19
- Tomoya Takeuchi (North Carolina State University ・ 米国) 12/10–12/1/9
- Chenxu Li (Peking University ・ 中国) 12/14–12/19
- Yichao Zhu (University of Oxford ・ 中国) 12/15–12/27
- Manabu Machida (Michigan University ・ 米国) 12/17–12/1/2
- Kazufumi Ito (North Carolina State University ・ 米国) 12/17–1/9
- Zarifboy SOBIROV (トリノ工科大学 タシケント校 ・ ウズベキスタン) 12/19–12/4/19
- Monique Chyba (Hawaii University ・ スイス) 12/20–12/23
- Helene Esnault (Duisburg-Essen 大学 ・ ドイツ) 12/23–12/28
- Munirathinam Tamizhmani (Pondicherry 大学 ・ インド) 12/1/5–12/1/25
- Oleg Emanouilov (Colorado State University ・ 米国) 12/1/9–12/1/16
- Philippe Le Floch (パリ第6大学 ・ フランス) 12/1/11–12/2/4
- Raphael Ponge (Seoul National University ・ 韓国) 12/1/12–12/1/27
- Francesco Zucconi (ウーディネ大学情報 ・ 数学科 ・ イタリア) 12/1/26–12/2/3
- Ping Sheng (香港科技大学 ・ 中国) 12/1/17–12/1/20

- Tiezheng Qian (香港科技大学・中国) 12/1/17–12/1/20
- Danielle Hilhorst (パリ第11大学 / CNRS・フランス) 12/1/22–12/1/28
- Fanny Kassel (CNRS, Lille 1 University・フランス) 12/1/24–12/2/4
- Piermarco Cannarsa (ローマ大学 I I 数学科・イタリア) 12/2/6–12/2/13
- Piotr Pragacz (Polish Academy of Sciences at Warsaw・ポーランド) 12/2/11–12/2/19
- Christian Liedtke (Heinrich-Heine Univ.・ドイツ) 12/2/11–12/2/19
- Michael LOSS (Georgia Institute of Technology・米国) 12/2/13–12/2/19
- G. van der Geer (University of Amsterdam・オランダ) 12/2/13–12/2/24
- Jan Philip Solovej (コペンハーゲン大学・デンマーク) 12/2/19–12/2/21
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 12/2/19–12/2/25
- Bernadette Miara (Université Paris-Est・フランス) 12/2/19–12/3/3
- Chiun-Chang Lee (National Taiwan University・台湾) 12/3/1–12/3/26
- Kazufumi Ito (North Carolina State University・米国) 12/3/4–12/3/10
- Aleksandar Ivic (ベオグラード大学・セルビア) 12/3/8–12/3/15
- Nikolai Proskurin (ステクロフ数学研究所・ロシア) 12/3/8–12/3/16
- Zahi Wenguang (China University of Mining and Technology・中国) 12/3/9–12/3/15
- Andrew Booke (ブリストル大学・英国) 12/3/9–12/3/16
- Abhishek Saha (ETH Zurich・スイス) 12/3/9–12/3/18
- Jürgen Saal (ダルムシュタット工科大学・ドイツ) 12/3/12–12/3/17
- Otgonbayar Uuye (Cardiff University・英国) 12/3/16–12/3/16
- R.C. Penner (オーフス大学・デンマーク) 12/3/16–12/3/28
- Michael Kapovich (カリフォルニア大学・米国) 12/3/17–12/3/20
- Alex Kumjian (University of Nevada, Reno・米国) 12/3/23–12/3/23
- Marc Podolskij (University of Heidelberg・ドイツ) 12/3/23–12/4/4

## 索引

- アルファベット順

### A

ABE Ken (阿部 健).....	211
AONUMA Kimiaki (青沼 君明).....	136
ARAI Hitoshi (新井 仁之).....	1
ASAI Tomoro (浅井 智朗).....	180
ASOU Kazuhiko (麻生 和彦).....	118
ASUKE Taro (足助 太郎).....	72
ATCHARIYABODEE Amornsit (アチャリヤボディ アモンシット).....	234

### B

BECKERS Susanne (ベッカーズ スザンネ).....	234
BELASSOUED, Mourad (ベラスエド、ムーラッド).....	67
BRINON, Olivier (ブリノン オリビエ).....	135

### D

Di Proietto, Valentina (ディプロイエット ヴァレンティーナ).....	154
----------------------------------------------------	-----

### F

FUJII Yuuki (藤井 雄規).....	231
FUJISHIRO Kenichi (藤城 謙一).....	231
FUNAKI Tadahisa (舟木 直久).....	50
FURUKAWA Ryo (古川 遼).....	232
FURUTA Mikio (古田 幹雄).....	52
FUTAKI Masahiro (二木 昌宏).....	177

### G

GIGA Mi-Ho (儀我 美保).....	164
GIGA Yoshikazu (儀我 美一).....	16
GOCHO Toru (牛腸 徹).....	120
GONGYO Yoshinori (権業善範).....	144

### H

HAMAMUKI Nao (浜向 直).....	217
HARASE Shin (原瀬 晋).....	174
HASEGAWA Ryu (長谷川 立).....	104
HASEGAWA Yasuko (長谷川 泰子).....	172
HASEGAWA Yuki (長谷川 祐紀).....	230
HAYASHI Shuhei (林 修平).....	106
HIBINO Hiroki (日比野 浩樹).....	138
HINO Hideitsu (日野 英逸).....	175
HIRACHI Kengo (平地 健吾).....	48
HIRANO Yuichi (平野 雄一).....	206
HIROE Kazuki (廣恵 一希).....	176
HISAMOTO Tomoyuki (久本 智之).....	205
HOKIMOTO Tsukasa (甫喜本 司).....	177
HOSAKA Hideaki (穂坂 秀昭).....	218
HOSONO Shinobu (細野 忍).....	107
HSU Pen-Yuan (シュウベンユエン).....	216

### I

ICHI Shingo (一井 信吾).....	73
INABA Hisashi (稲葉 寿).....	75
ISHIDA Tomohiko (石田 智彦).....	180
ISHII Shihoko (石井 志保子).....	3
ISONO Yusuke (磯野 優介).....	222
ITO Atsushi (伊藤 敦).....	181

ITO Tetsuya (伊藤 哲也).....	182
ITOUZAKI Shinichiro (糸崎 真一郎).....	183

### K

KAJI Shoichi (鍛治 匠一).....	186
KAKIZAWA Ryohei (柿澤 亮平).....	186
KAMATANI Kengo (鎌谷 研吾).....	126
KAMIBAYASHI Yuzuru (上林 謙).....	224
KAMIMOTO Shingo (神本 晋吾).....	187
KANAI Masahiko (金井 雅彦).....	11
KANAI Masahiro (金井 政宏).....	124
KANAZAWA Atsushi (金沢 篤).....	201
KANEKO Yuji (金子 勇治).....	214
KANKI Masataka (神吉 雅崇).....	214
KASATANI Masahiro (笠谷 昌弘).....	123
KASHIMA Yohei (鹿島 洋平).....	122
KASHIWABARA Takahito (柏原 崇人).....	212
KASUYA Hisashi (糟谷 久矢).....	200
KASUYA Naohiko (粕谷 直彦).....	213
KATAOKA Kiyoomi (片岡 清臣).....	9
KATAOKA Toshitaka (片岡 俊孝).....	119
KATO Akishi (加藤 晃史).....	80
KATO Naoki (加藤 直樹).....	187
KATO Takashi (加藤 恭).....	160
KAWAHIGASHI Yasuyuki (河東 泰之).....	12
KAWAKAMI Hiroshi (川上 拓志).....	159
KAWAMATA Yujiro (川又 雄二郎).....	14
KAWAMOTO Atsushi (川本 敦史).....	162
KAWAZUMI Nariya (河澄 響矢).....	81
KIKUCHI Takashi (菊池 嵩).....	225
KINJO Kensaku (金城 謙作).....	165
KITADA Hitoshi (北田 均).....	84
KITAGAWA Hironori (北川 弘典).....	215
KIYONO Kazuhiko (清野 和彦).....	119
KOBA Hajime (古場 一).....	203
KOBAYASHI Koji (小林 幸司).....	226
KOBAYASHI Toshiyuki (小林 俊行).....	26
KODAMA Hiroki (児玉 大樹).....	126
KODERA Ryosuke (小寺 諒介).....	143
KOHNO Toshitake (河野 俊丈).....	23
KOIKE Yuta (小池 祐太).....	225
KONDO Kenichi (近藤 健一).....	204
KONNO Hiroshi (今野 宏).....	87
KUNIYA Toshikazu (國谷 紀良).....	202
KUSUOKA Shigeo (楠岡 成雄).....	22

### L

LI Xiaolong (リ シャオロン).....	221
LI Zhonghua (リ チュウカ).....	155
LIU Chun (リュウ チュン).....	68
LIU Yikan (リュウ イツカン).....	235

### M

MA Shohei (馬 昭平).....	194
MARUYAMA Toru (丸山 徹).....	140
MASUDA Takanori (増田 貴紀).....	232
MATANO Hiroshi (俣野 博).....	54
MATSUDA Yoshifumi (松田 能文).....	132
MATSUMOTO Makoto (松本 眞).....	57
MATSUMOTO Yoshihiko (松本 佳彦).....	208
MATSUMOTO Yuya (松本 雄也).....	219

MATSUMURA Masayoshi (松村 真義).....	218
MATSUMURA Shin-ichi (松村 慎一).....	207
MATSUO Atsushi (松尾 厚).....	109
MATSUYA Keisuke (松家 敬介).....	210
MATUMOTO Hisayosi (松本 久義).....	110
MIHARA Tomoki (三原 朋樹).....	233
MIMURA Yoshifumi (三村 与士文).....	195
MITOME Kotaro (三留 弘太郎).....	232
MIYAOKA Yoichi (宮岡 洋一).....	59
MIYATANI Kazuaki (宮谷 和亮).....	211
MORI Masaki (森 真樹).....	219
MURATA Noboru (村田 昇).....	141

## N

NAGAYAMA Izumi (長山 いづみ).....	142
NAKAHARA Kenji (中原 健二).....	171
NAKAMURA Akane (中村 あかね).....	217
NAKAMURA Nobuhiro (中村 信裕).....	131
NAKAMURA Shu (中村 周).....	43
NAKATA Yoichi (中田 庸一).....	170
NAOI Katsuyuki (直井 克之).....	169
NOGUCHI Akitoshi (野口 明敏).....	229
NOGUCHI Junjuro (野口 潤次郎).....	46
NOMURA Ryosuke (野村 亮介).....	230
NOZAKI Osamu (野崎 統).....	205

## O

ODA Takayuki (織田 孝幸).....	7
OGATA Yoshiko (緒方 芳子).....	78
OHKUBO Shun (大久保 俊).....	185
OIKAWA Issei (及川 一誠).....	184
OIKONOMIDES Catherine (イコノミデス キャサリン).....	150
OKAMURA Kazuki (岡村 和樹).....	224
OKAWA Shinnosuke (大川 新之介).....	196
OKUDA Takayuki (奥田 隆幸).....	199
ONODA Mirai (小野田 実頼).....	224
OOKURA Shumpei (大倉 俊平).....	223
OSAKA Motohisa (大坂 元久).....	136
OSHIMA Toshio (大島 利雄).....	5
OSHIMA Yoshiki (大島 芳樹).....	198
OSHIRO Yoshihiro (大城 慶浩).....	223

## P

PAJITNOV Andrei (パジトノフ アンドレイ).....	134
POZAR Norbert (ポジャール ノルベルト).....	178

## S

SAITO Norikazu (齊藤 宣一).....	88
SAITO Shuji (斎藤 秀司).....	31
SAITO Takeshi (斎藤 毅).....	34
SAITO Yoshihisa (斎藤 義久).....	91
SAKAI Hidetaka (坂井 秀隆).....	93
SANDA Fumihiko (三田 史彦).....	226
SANNAI Akiyoshi (三内 顕義).....	167
SEKIGUCHI Hideko (関口 英子).....	98
SHIBATA Yasutaka (柴田 恭孝).....	236
SHIGA Tokuzo (志賀 徳造).....	121
SHIHO Atsushi (志甫 淳).....	94
SHIMIZU Tatsuro (清水 達郎).....	216
SHIMOMURA Akihiro (下村 明洋).....	95
SHIRAIISHI Junichi (白石 潤一).....	97
SILANTYEV Alexey (シランティエフ アレクセイ).....	152
SONO Keiju (宗野 恵樹).....	190

SUN Juanjuan (ソン ジュアンジュアン).....	191
SUTHICHITRANONT Noppakhun (スッティチトラノン ノッパクン).....	204
SUZUKI Masatoshi (鈴木 正俊).....	127

## T

TAKAGI Hiromichi (高木 寛通).....	100
TAKAGI Shunsuke (高木 俊輔).....	99
TAKAI Yuuki (高井 勇輝).....	168
TAKAYAMA Shigeharu (高山 茂晴).....	102
TAKEMOTO Yasuchika (竹本 恭規).....	227
TANAKA Hitoshi (田中 仁).....	129
TANAKA Yuichiro (田中 雄一郎).....	227
TERADA Itaru (寺田 至).....	103
TERASAWA Yutaka (寺澤 祐高).....	145
TERASOMA Tomohide (寺杣 友秀).....	40
TIAN Ran (田 然).....	193
TIBA Yusaku (千葉 優作).....	192
TOKIHIRO Tetsuji (時弘 哲治).....	41
TOKIMOTO Kazuki (時本 一樹).....	229
TORIGOE Takatomo (鳥越 貴智).....	228
TSUBOI Takashi (坪井 俊).....	37
TSUJI Takeshi (辻 雄).....	36

## U

UEMATSU Tetsuya (植松 哲也).....	196
UESAKA Masaaki (上坂 正晃).....	157
UMEDA Noriaki (梅田 典晃).....	157
UMEZAKI Naoya (梅崎 直也).....	223
USUI Takuya (臼井 琢也).....	222
UZUN Mecit Kerem (ウズンメジトケレム).....	196

## W

WANG Wenyan (ワンウエンヤン).....	236
WATANABE Kiwamu (渡辺 究).....	149
WILLOX Ralph (ウィロックスラルフ).....	115

## Y

YAHIRO Kohei (八尋 耕平).....	234
YAMAGUCHI Masashi (山口 雅司).....	220
YAMAMOTO Masahiro (山本 昌宏).....	61
YAMAMOTO Shuji (山本 修司).....	148
YATAGAWA Yuri (谷田川 友里).....	233
YOKOYAMA SATOSHI (横山 聡).....	195
YOSHIDA Kenichi (吉田 建一).....	234
YOSHIDA Nakahiro (吉田 朋広).....	64
YOSHINO Taro (吉野 太郎).....	114
YOSHIYASU Toru (吉安 徹).....	220

## Z

ZHANG QiZhi (チョウ キチ).....	193
ZHAO Yihui (チョウ イッキ).....	228
ZHOU Guanyu (シュウカンウ).....	226

● 五十音順

あ

青沼 君明	136
浅井 智朗	180
足助 太郎	72
麻生 和彦	118
アチャリヤボディ アモンシット	234
阿部 健	211
新井 仁之	1

い

イコノミデス キャサリン	150
石井 志保子	3
石田 智彦	180
磯野 優介	222
一井 信吾	73
伊藤 敦	181
伊藤 哲也	182
糸崎真一郎	183
稲葉 寿	75

う

ウィロックスラルフ	115
上坂 正晃	157
植松 哲也	196
臼井 琢也	222
ウズンメジトケレム	196
梅崎 直也	223
梅田 典晃	157

お

及川 一誠	184
大川 新之介	196
大久保 俊	185
大倉 俊平	223
大坂 元久	136
大島 利雄	5
大島 芳樹	198
大城 慶浩	223
緒方 芳子	78
岡村 和樹	224
奥田 隆幸	199
織田 孝幸	7
小野田 実頼	224

か

柿澤 亮平	186
笠谷 昌弘	123
鍛冶 匠一	186
鹿島 洋平	122
柏原 崇人	212
粕谷 直彦	213
糟谷 久矢	200
片岡 清臣	9
片岡 俊孝	119
加藤 晃史	80
加藤 恭	160
加藤 直樹	187
金井 雅彦	11
金井 政宏	124
金沢 篤	201
金子 勇治	214
鎌谷 研吾	126
上林 謙	224

神本 晋吾	187
川上 拓志	159
河澄 響矢	81
河東 泰之	12
川又 雄二郎	14
川本 敦史	162
神吉 雅崇	214

き

儀我 美保	164
儀我 美一	16
菊池 嵩	225
北川 弘典	215
北田 均	84
清野 和彦	119
金城 謙作	165

く

楠岡 成雄	22
國谷 紀良	202

こ

小池 祐太	225
河野 俊丈	23
児玉 大樹	126
牛腸 徹	120
小寺 諒介	143
古場 一	203
小林 幸司	226
小林 俊行	26
権業善範	144
近藤 健一	204
今野 宏	87

さ

斎藤 秀司	31
斎藤 毅	34
齊藤 宣一	88
斉藤 義久	91
坂井 秀隆	93
三田 史彦	226
三内 顕義	167

し

志賀 徳造	121
柴田 恭孝	236
志甫 淳	94
清水 達郎	216
下村 明洋	95
シュウカンウ	226
シュウベンユエン	216
白石 潤一	97
シランティエフ アレクセイ	152

す

鈴木 正俊	127
スッティチトラノン ノッパクン	204

せ

関口 英子	98
-------	----

そ

宗野 恵樹	190
ソン ジュアンジュアン	191

<b>た</b>	
高井 勇輝	168
高木 俊輔	99
高木 寛通	100
高山 茂晴	102
竹本 恭規	227
田中 仁	129
田中 雄一郎	227
<b>ち</b>	
千葉 優作	192
チョウ キチ	193
チョウ イツキ	228
<b>つ</b>	
辻 雄	36
坪井 俊	37
<b>て</b>	
ディ プロジェクト ヴァレンティーナ	154
寺澤 祐高	145
寺杣 友秀	40
寺田 至	103
田 然	193
<b>と</b>	
時弘 哲治	41
時本 一樹	229
鳥越 貴智	228
<b>な</b>	
直井 克之	169
中田 庸一	170
中原 健二	171
中村 あかね	217
中村 周	43
中村 信裕	131
長山 いづみ	142
<b>の</b>	
野口 明敏	229
野口 潤次郎	46
野崎 統	205
野村 亮介	230
<b>は</b>	
パジトノフ アンドレイ	134
長谷川 泰子	172
長谷川 祐紀	230
長谷川 立	104
浜向 直	217
林 修平	106
原瀬 晋	174
<b>ひ</b>	
久本 智之	205
日野 英逸	175
日比野 浩樹	138
平地 健吾	48
平野 雄一	206
廣惠 一希	176
<b>ふ</b>	
藤井 雄規	231
藤城 謙一	231
二木 昌宏	177

舟木 直久	50
ブリノン オリビエ	135
古川 遼	232
古田 幹雄	52
<b>へ</b>	
ベッカーズ スザンネ	234
ベラスエド、ムーラッド	67
<b>ほ</b>	
甫喜本 司	177
穂坂 秀昭	218
ポジャール ノルベルト	178
細野 忍	107
<b>ま</b>	
馬 昭平	194
増田 貴紀	232
俣野 博	54
松尾 厚	109
松田 能文	132
松村 慎一	207
松村 真義	218
松本 久義	110
松本 眞	57
松本 雄也	219
松本 佳彦	208
松家 敬介	210
丸山 徹	140
<b>み</b>	
三留 弘太郎	232
三原 朋樹	233
三村 与士文	195
宮岡 洋一	59
宮谷 和堯	211
<b>む</b>	
村田 昇	141
<b>も</b>	
森 真樹	219
<b>や</b>	
谷田川 友里	233
八尋 耕平	234
山口 雅司	220
山本 修司	148
山本 昌宏	61
<b>よ</b>	
横山 聡	195
吉田 建一	234
吉田 朋広	64
吉野 太郎	114
吉安 徹	220
<b>り</b>	
リ チュウカ	155
リ シャオロン	221
リュウ イツカン	235
リュウ チュン	68
<b>わ</b>	
渡辺 究	149
ワンウェンヤン	236

研究成果報告書 平成23年度  
(Annual Report 2011)

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23年度担当 坪井 俊  
福井 伸江