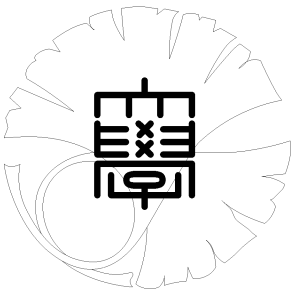
ISSN 1341-6278

研　究　成　果　報　告　書

平　成　30　年　度

Annual Report
2018



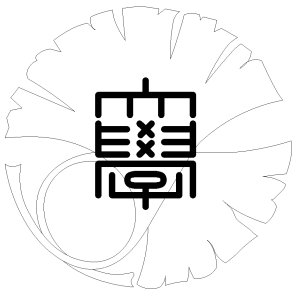
東京大学大学院数理科学研究科

Graduate School of Mathematical Sciences
The University of Tokyo

研　究　成　果　報　告　書

平　成　30　年　度

Annual Report
2018



東京大学大学院数理科学研究科

Graduate School of Mathematical Sciences
The University of Tokyo

序文

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

上記は創設当時から一貫しているものですが、研究と教育に果たすべき当研究科の役割も時代とともに徐々に変化してきつつあります。当研究科において、数学、あるいはもう少し広く数理科学の研究および教育が活動の中心となることに変わりがあるわけではありませんが、近年数理科学に対する社会からの要請が拡大していることを見ると、産業分野、例えばAI の分野などにおいても数理科学の能力を持つ人材を養成することも当研究科が担っている責務として重要視されるようになってきているように思います。

さて今年一年を振り返るにあたり、まずは学術的な面でのニュースを挙げていきたいとおもいます。今年も多くの方がその研究の重要性を認められ、様々な賞を受賞されました。９月の日本数学会総合分科会において、「保型表現及びテータ対応についての研究」という研究題目で跡部発学術振興会特別研究員が、「極小対数的食い違い係数と有限体上の極小モデル理論の研究」という題目で中村勇哉助教が、日本数学会建部賢弘特別賞を受賞されました。１０月には柏原崇人助教が「非圧縮流体の方程式に対する数値解析における厳密な数理的手法の開発」という題目で藤原洋数理科学賞を受賞されました。三浦達哉学術振興会特別研究員が「曲線、曲面およびグラフの曲率の効果について」という題目で井上研究奨励賞を受賞されました。１２月には今井直毅准教授が「局所ラングランズ対応の幾何学的表現」という題目で井上リサーチアワードを受賞されました。さらに年が明けて１月に木田良才准教授が「群作用のエルゴード理論、軌道同値関係」という題目で日本学術振興会賞を受賞されました。3 月の日本数学会年会にいて、高木俊介教授が「標数０の特異点とＦ特異点」という題目で日本数学会代数学賞を受賞され、数理発の図書である「数学の現在」（全３巻、東京大学出版会、斎藤毅、河東泰之、小林俊行編）が日本数学会出版賞を受賞しました。また今年は ICM Year でした。数理からも河東泰之教授、儀我美一教授が招待講演者として ICM に招聘されました。

昨今、数理科学関係でも AI、ビッグデータというキーワードが注目を集めていますが、当大学においてもそれを受けて数理・情報教育センター（MI センター）が本年度から開設され、学部横断型プログラム「数理・データサイエンス教育プログラム」が始まりました。数理からもカリキュラムが多く提案されました。「数理科学続論 I,J」「数理的手法 IV,V,VI」がそうで、これらは、上記プログラムの認定科目として採用されました。また学部横断型プログラムとは違いますが、１、２年生を対象に「統計データ解析 I、II」が昨年から引き続き開講されました。

また、アウトリーチ活動として大講義室でおこなわれています公開講座が毎年行われました。今年のテーマは「行列」で１１月２３日駒場祭に合わせて開催されました。玉原国際セミナーハウスにおきましては数学の啓蒙活動として「高校生のための現代数学講座」「群馬県高校生数学キャンプ」「中学生のための玉原数学教室」が例年通り開催されました。

玉原国際セミナーハウス関係のニュースとしては、玉原の国際化を促進すべく、２０１７年から、Tambara Summer Graduate Workshop が開かれ、多くの海外の研究者が参加されました。また、今年あった大きな動きとしては玉原国際セミナーハウスの運営方針が来年度から変更されることとなったことです。これは、旅館業に関する法律と従来のやり方の不整合性が指摘されたことによる変更で、新しい運営規則が策定され、来年度から実施される運びとなりました。

今年も多くの先生方の移動がありました。斎藤秀司教授が東京工業大学から、石毛和弘教授が東北大学から、また、阿部紀行准教授が北海道大学から、伊藤健一准教授が神戸大学から、入江慶准教授が数理解析研究所から、三竹大寿准教授が広島大学から、柏原崇人助教が東京大学から、山本宏子助教が明治大学から、石本健太特任助教が京都大学白眉センターから、それぞれ着任されました。また当研究科から坪井俊教授、中村周教授が退職され、小職寺杣友秀も退職しました。

上記にあげた活動は数理科学研究科全活動の一部です。その多岐多様にわたる活動の全容は本報告書をご覧いただくこととしまして、これらの活動の遂行は、スタッフ努力はもちろんのこと、献身的な事務職員の方々の支えなくしては、なしえなかったものです。この場をお借りいたしまして心からの感謝の辞をのべさせていただきたいと思います。

2019 年 7 月
東京大学大学院数理科学研究科
2018 年度数理科学専攻長
寺杣 友秀

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……６８
- 助教……１２５
- 特任教授……１３４
- 特任准教授……１４２
- 特任助教……１４４
- 連携併任講座 – 客員教授・准教授 …… １５４
- 学術支援専門職員……１６０
- 学振特別研究員……１６２
- 特任研究員……１７４
- 協力研究員……１９５
- 博士課程学生……２０７
- 修士課程学生……２８８

2. 学位取得者

- 博士号取得者……３０８
- 修士号取得者……３１１

3. 学術雑誌 – 東大数理科学ジャーナル第２４巻・２５巻……３１６

4. プレプリント・シリーズ ……３１７

5. 公開講座・研究集会等 ……３１８

6. 談話会 ……３３８

7. 公開セミナー ……３４０

8. 日本学術振興会特別研究員採用者 (研究課題) リスト……３５９

9. 平成３０年度ビジターリスト ……３６２

CONTENTS

Preface
Format of the Individual Research Activity Reports

1. Individual Research Activity Reports
   - Professors ····· 1
   - Associate Professors ····· 68
   - Reseach Associates ····· 125
   - Project Professors ····· 134
   - Project Associate Professors ····· 142
   - Project Research Associates ····· 144
   - Special Visiting Chairs – Visiting (Associate) Professors ····· 154
   - Project Academic Support Specialist ····· 160
   - JSPS Fellows ····· 162
   - Project Researchers ····· 174
   - Associate Fellows ····· 195
   - Doctoral Course Students ····· 207
   - Master's Course Students ····· 288
2. Graduate Degrees Conferred
   - Doctoral—Ph.D. : conferee, thesis title, and date ····· 308
   - Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date ····· 311
3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Vol. 25,Vol. 26 ····· 316
4. Preprint Series ····· 317
5. Public Lectures, Symposiums, and Workshops etc ····· 318
6. Colloquium ····· 338
7. Seminars ····· 340
8. JSPS Fellow List ····· 359
9. Visitor List of the Fiscal Year 2018 ····· 362

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（2014 〜2018 年度）のもので 10 篇以内．書籍も含む.
  但し、2018 年 1 月 1 日〜2018 年 12 月 31 日に出版されたものはすべて含む.

C. 口頭発表

- シンポジュームや学外セミナー等での発表で，5 年以内（2014 〜2018 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 30 年度中に当該教員の指導（指導教員または論文主査）によって学位を取得した者の
  氏名および論文題目.

F. 対外研究サービス

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

G. 受賞

- 過去 5 年の間の受賞.

H. 海外からのビジター

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

※ 当該項目に記述のないものは，項目名も省略した.

Format of the Individual Research Activity Reports

A. Research outline

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

B. Publications

- Selected publications of the past five years (up to ten items, including books).
  As an exceptional rule, the lists inclucle all the publications issued in the period 2018.1.1〜2018.12.31

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, 2018.

F. External academic duties

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

G. Awards

- Awards received over the past five years.

H. Host of Foreign Visiter by JSPS et al.

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

1. 個 人 別 研 究 活 動 報 告

Individual Research Activity Reports

教　授 (Professors)

会田 茂樹 (AIDA Shigeki)

A. 研究概要

今年度は

(1) 経路依存の確率微分方程式 (ラフ微分方程式) の研究

(2) Rough differential equation の解の近似に関する研究

を行った. (1) においては, 経路依存の汎関数が解のパスの最大値過程などヘルダー連続性の位相のパス空間でリプシッツ連続性を期待できない汎関数になっているため, ラフパスで駆動される微分方程式の解析で様々な問題 (例えば解の一意性の問題) が発生する. 今年度は, これまでよく研究されて来た経路依存の典型的な方程式の検討を中心に行った. そのような最も単純で典型的な確率過程は 1980 年代から盛んに研究されて来た 1 次元の perturbed Brownian motion X_t である. X_t は方程式 $X_t = B_t + \alpha \max_{0\le s\le t} X_s$ の解として定義される. ここで, B_t は 1 次元ブラウン運動 (あるいはより一般な連続なパス), α は実数のパラメータである. このような X_t は reinforced random walk などの非マルコフ的ランダムウォークの極限として現れる確率過程である. また, その拡張として, 反射の効果により半空間に動きを制限された perturbed reflected Brownian motion もよく研究された対象である. これらの方程式の解の存在・非存在, 解の駆動過程に対するリプシッツ連続性などパラメータ α に大きく依存する. 2000 年代に入って, これらの方程式の拡散係数が定数でない確率積分を含んだ場合への拡張が英国の Zhang らを中心に研究されて来た. Zhang たちは, パラメータ α がある範囲にある時に係数に対する自然な仮定の下, 解の一意存在, 解のマリアバンの意味での微分可能性, 解の分布の滑らかさを示した. 今年度は, 修士課程 2 年の木村君と共同で, 不動点定理の議論を精密化することにより, 扱えるパラメータの範囲を拡張することに成功した. また, これらは 1 次元のブラウン運動を駆動過程とする方程式だが, 多次元でラフパスで駆動される方程式の場合についてもこれらの拡張に当たる方程式を考え解の存在を証明した. 次に問題 (2) について得られた結果を説明する. 確率微分方程式の場合と同様, ラフ微分方程式の場合も, オイラー近似,Milstein 近似, Crank-Nicolson 近似などの近似が存在する. 応用上からもこれらの近似過程は離散的な時間でのみ定義されることが多い. 今年度は $[0,1]$ に属すパラメータを導入し, これらの離散近似過程と真の過程を補間する補間離散近似過程を導入し, 近似誤差を評価する研究を行った. 重要な点は, 補間近似過程はパラメータを含んでいるが, このパラメータに関する微分過程がよい振る舞いをすることを示すことにある. この研究は阪大の永沼伸顕氏との進行中の共同研究である.

We studied the following subjects.

(1) Path-dependent stochastic differential equations and path-dependent rough differential equations,

(2) Approximation of solutions to rough differential equations

The equation in the problem (1) containing past path dependent functional which depends on the solution. The typical functional is the maximum process of the solution and it is not Lipschitz continuous in the topology of the Hölder norm of the path spaces and causes several problems. Perturbed Brownian motion X_t is one of such a processes. X_t is a solution to $X_t = B_t + \alpha \max_{0\le s\le t} X_s$, where B_t is a 1 dimensional Brownian motion (or more generally continuous path) and α is a real number parameter. It is known that these equa-

tions appear as a limit of the non-Markov reinforced random walks. There exists a variant, so called, perturbed reflected Brownian motion, which contains reflection term in addition to the maximum process. The existence and uniqueness of the solution to these equations and the Lipschitz continuity of the solution mapping depends on the parameter α. These equations have been studied extensively from 1980s. From 2000s, Zhang and his collaborators studied the equations in the case where the diffusion coefficients are non-constant. This means the equation contains stochastic integrals. They proved the existence and uniqueness of the solutions for certain α under natural assumptions on the coefficients of the equations. Moreover, they proved the Malliavin differentiability of the solutions and proved the absolute continuity of the law of the solutions under natural additional assumptions. In our joint work with the master course student, Yuki Kimura, we extend their results to more general α. We also study the multidimensional version of these equations including the case where the driving process is a rough path.

We explain the results for the problem (2). Similarly to the Itô equation, one may consider several approximation of the solution to rough differential equations. For example, Euler approximation, Milstein approximation, Crank-Nicolson approximation, etc. In our study, we introduce an interpolation process between the solution and the approximation solution and apply it to the analysis of the error distributions. This is a ongoing joint work with Professor Nobuaki Naganuma in Osaka university.

B. 発表論文

1. S. Aida, T. Kikuchi and S. Kusuoka : "The rates of the L^p-convergence of the Euler-Maruyama and Wong-Zakai approximations of path-dependent stochastic differential equations under the Lipschitz condition", Tohoku Math. J. (2) 70 (2018), no. 1, 65–95.

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

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

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

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

C. 口頭発表

1. Weak Poincaré inequalities on path spaces : non-explosion case, "Tokyo one-day workshop on stochastic analysis and geometry", 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 11 月.

2. 経路依存確率微分方程式について, "確率解析とその応用", 京都大学大学院理学研究科, 2018 年 7 月.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

D. 講義

1. 学術フロンティア講義：オムニバス形式の講義の 2 回分を用い, 確率論とエントロピーの関係について講義した. (教養学部前期課程講義)

2. 確率統計学 I　：ルベーグ積分論の復習とルベーグ積分論に基づいた確率論の基礎 (独立性, 弱収束を含めた収束の諸概念, 大数の強法則, 中心極限定理などの極限定理) の解説を行った. (3 年生向け講義)

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

4. 基礎数理特別講義 VI・解析学 XF：一変数関数のスティルチェス積分には 2 つの関数が現れる. どちらかの関数が有界変動関数ならば, (リーマンまたはルベーグ) 積分として意味が付く. しかし p 次変動ノルム有限 $(1 < p < 2)$ のみが仮定されている場合, ヤング積分として定義する必要がある. p が大きければ大きいほどパスの正則性は悪くなり, ヤング積分としても定義できなくなる. 確率過程のサンプルパスはこのような悪い正則性しか無く, その場合に「積分」を定義する場合, 確率過程のセミマルチンゲール性をもとにして「確率積分」として定義される. しかし, Terry Lyons により導入されたラフパスおよびそれに対する積分理論は, 確率過程から定まる「逐次積分」であるラフパスというランダム性のエッセンスを用いたヤング積分の理論の拡張であり, セミマルチンゲールという範疇から外れた確率過程の場合にも適用可能である. この講義では, このラフパスで駆動される微分方程式について Gubinelli により導入された被制御パスという概念を下にして解説を行った. (数理大学院・4 年生共通講義, 700 番台講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 木村 優希 (KIMURA Yuki): Malliavin differentiability of solutions of reflected stochastic differential equations containing path-dependent terms

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会理事

2. “Journal of Mathematical Sciences”, Editor

3. “Communications on Stochastic Analysis”, Associate Editor

4. 2018 年研究集会「確率解析とその周辺」世話人

5. 2018 年度 RIMS 共同研究 (公開型) 研究集会「確率論シンポジウム」研究代表者

石毛 和弘 (ISHIGE Kazuhiro)

A. 研究概要

1. 放物型方程式の解の対数凸性
1976 年に Brascamp-Lieb が対数凸性が熱流によって保存されることを示し, 偏微分方程式の解の冪凸性の研究が本格的に始まっ

た. 私達は α-対数凸という新しい凸概念を導入し, 熱流が対数凸性より強い凸性である 2-対数凸性を保存することを示した. さらに, 2-対数凸性は熱流が保存する最も強い凸性であることも示した. これは Paolo Salani 氏 (フィレンツェ大), 高津飛鳥氏 (首都大) との共同研究に基づく.

2. ポテンシャル項付き半線形熱方程式
空間二次減衰するポテンシャル項付き半線形熱方程式 $\partial_t u = \Delta u - V(x)u + u^p$ に対するコーシー問題の時間大域正値解の存在・非存在について研究を行い, 藤田臨界指数の同定を行った. ただし $p > 1$. これにより, 藤田臨界指数とポテンシャル V の挙動やシュレディンガー作用素 $-\Delta + V$ の臨界性との関係が明らかになった. この研究は川上竜樹氏 (龍谷大) との共同研究との共同研究に基づく.

3. 非斉次項付き scalar field equation
非斉次項をもった scalar field equation $-\Delta u + u = u^p + \kappa\mu$ を $\mathbf{R}^N$ 上で考察した. ここで $N \geq 2$, $p > 1$, $\kappa > 0$, μ は compact 台をもつラドン測度とする. μ に関する適当な可積分条件の下, 私達は $1 < p < p_{JL}$ の範囲において可解性に関する完全分類を得ることに成功した. ここで p_{JL} は Joseph-Lundgren 指数である. この研究は岡部真也氏 (東北大), 佐藤得志氏 (宮城教大) と共同研究に基づく.

4. 準線形放物型方程式における ODE 型解
準線形放物型方程式 $\partial_t u = \Delta u^m + u^\alpha$ のコーシー問題における ODE 型解の詳細な漸近解析を行い, 解挙動と準線形放物型方程式のもつ拡散効果との関係を明らかにした. ただし $m > 0$, $\alpha < 1$ とする. これは Eom Junyong 氏 (東北大) との共同研究に基づく.

この他, シュレディンガー熱半群の勾配評価や動的境界条件付き熱方程式の可解性等の研究も行った.

1. Logconcavity for solutions to parabolic equations
In 1976 Brascmp-Lieb proved that logconcavity is preserved by the heat flow. This is a pioneering work for power concavity properties for solutions to partial differential equations. We introduce a new notion, α-logconcavity, and prove that the heat flow preserves 2-logconcavity which is stronger than logconcavity. Furthermore, we show that 2-logconcavity is the strongest concavity property preserved by the heat flow. This is a jonit work with Paolo Salani (Univ. of Florence) and Asuka Takatsu (Tokyo Metropolitan Univ.)

2. Semilinear heat equation witha potential term
We study the existence/nonexistence of global-in-time positive solutions of the Cauchy problem to $\partial_t u = \Delta u - V(x)u + u^p$, where $p > 1$ and V is a radially symmetric function decaying quadratically at the space infinity. We identify the critical Fujita exponent for the Cauchy problem and reveal the relationship between the critical Fujita exponent, the behavior of the potential V and the criticality of the Schrödinger operatpr $-\Delta + V$. This is a joint work with Tatsuki Kawakami (Ryukoku Univ.)

3. Scalar field equation with an inhomogeneous term
We consider a scalar field equation with a forcing term $-\Delta u + u = u^p + \kappa\mu$ in $\mathbf{R}^N$, where $N \geq 2$, $p > 1$, $\kappa > 0$ and μ is a Radon measure in $\mathbf{R}^N$ with a compact support. Under a suitable integrability condition on μ, we give a complete classification of the solvability of problem (P) with $1 < p < p_{JL}$. Here p_{JL} is the so-called Joseph-Lundgren exponent. This is a joint work with Shinya Okabe (Tohoku Univ.) and Tokushi Sato (Miyagi Edu. Univ.)

4. ODE type solutions to quasi-linear parabolic equations
We study a ODE type solution to the Cauchy problem for a nonlinear diffusion equation $\partial_t u = \Delta u^m + u^\alpha$, where $m > 0$ and $\alpha \in (-\infty, 1)$. We obtain the precise description of the large time behavior of

the solution and reveal the relationship between the behavior of the solution and the diffusion effect the nonlinear diffusion equation has. This is a joint work with Eom Junyong (Tohoku Univ.)

Furthermore, we study gradient estimates in Schrödinger heat semigroups, solvability for the heat equation with a dynamical boundary condition and so on.

B. 発表論文

1. K. Ishige, N. Mizoguchi and P. Laurençot : "Blow-up behavior of solutions to a degenerate parabolic-parabolic Keller-Segel system", Math. Ann. **367** (2017) 461–499.
2. M. Fila, K. Ishige and T. Kawakami : "An exterior nonlinear elliptic problem with a dynamical boundary condition", Rev. Mat. Complut. **30** (2017) 281–312.
3. K. Ishige and R. Sato : "Heat equation with a nonlinear boundary condition and growing initial data", Differential Integral Equations **30** (2017) 481–504.
4. K. Ishige, T, Kawakami and H. Michihisa : "Asymptotic expansions of solutions of fractional diffusion equations", SIAM J. Math. Anal. **49** (2017) 2167–2190.
5. K. Ishige, Y. Kabeya and E. M. Ouhabaz : "The heat kernel of a Schrödinger operator with inverse square potential", Proc. Lond. Math. Soc. **115** (2017) 381–410.
6. Y. Fujishima, K. Ishige and H. Maekawa : "Blow-up set of type I blowing up solutions for nonlinear parabolic systems", Math. Ann. **369** (2017) 1491–1525.
7. K. Ishige and A. Mukai : "Large time behavior of solutions of the heat equation with inverse square potential", Discrete Contin. Dyn. Syst. **38** (2018) 4041–4069.
8. K. Hisa and K. Ishige : "Existence of solutions for a fractional semilinear parabolic equation with singular initial data", Nonlinear Anal. **175** (2018) 108–132.

C. 口頭発表

1. The Cauchy problem for the Finsler heat equation, 神楽坂解析セミナー, 東京理科大学, 2018 年 4 月.
2. Large time behavior of solutions of the heat equation with inverse square potential, 応用解析研究会, 早稲田大学, 2018 年年 5 月.
3. A supercritical scalar field equation with a forcing term, 偏微分方程式の解の形状解析, 京都大学数理解析研究所, 2019 年 6 月.
4. 放物型方程式の解の冪凸性, 談話会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2019 年 6 月.
5. To logconcavity and beyond, 草津セミナー 2018 応用解析–夏の学校, 草津セミナーハウス, 2019 年 8 月.
6. To logconcavity and beyond, Viscosity Solutions and Related Topics, 東北大学, 2018 年 11 月.
7. To logconcavity and beyond, Spring Central and Western Joint Sectional Meeting, AMS Sectional Meeting Program, Hawai, 2019 年 3 月.

D. 講義

1. 解析学 V : 線形偏微分方程式の解の定性的性質について講義を行った. (3 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 蕭 冬遠 (XIAO Dongyuan): Spreading speeds and asymptotic profiles of solutions of the farmer and hunter-gatherer models.

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会理事
2. 日本数学会函数方程式分科会評議員
3. Scientific Committee and Organizer: 8th Euro-Japanese Workshop on Blow-up, 東北大学, 2018 年 6 月.

4. Organizer: Workshop on Nonlinear Parabolic PDEs, Institut Mittag-Leffler, 2018 年 6 月.

H. 海外からのビジター

1. Marek Fila (Comenius University, Slovakia) 2018 年 12 月
2. Paolo Salani (University of Florence, Italy) 2019 年 2 月

稲葉 寿 (INABA Hisashi)

A. 研究概要

主要な研究関心は, 生物学, 人口学, 疫学に表れる構造化個体群ダイナミクスモデルの数理解析, 数学的研究方法を発展させることである. 最近の研究は以下のようである：

[1] 人口転換の感染症数理モデル： 本研究では、人口転換 (demographic transition) とよばれる人口学的現象を，感染症数理モデルとして定式化し，その振る舞いを数学的に解析することを試みた．周知のように，人口転換とは、高い死亡率・高い出生率（多産多死）の状態から低い死亡率・高い出生率（多産少死）を経て低い死亡率・低い出生率（少産少死）に至る一連の歴史的な人口再生産様式の遷移過程をさす．人口転換の要因に関する拡散理論 (diffusion theory) は，少産動機が初めに都市の中産階層に育まれ，これが次第に他の階層ないし集団に受容され，拡散していったとする考えである．拡散説の特徴は，かならずしも社会経済要因が整わなくても，低出生力集団の再生産様式の模倣がおきうるというダイナミカルな仮定にある．本研究では、人口転換の拡散モデルとして， 低い出生力をもつ個体 (感染個体/Infected) からから高い出生力をもつ個体 (感受性個体/Susceptible) へと少産動機が「感染」し，感染した個体は低出生力個体を再生産するという人口転換に関する年齢構造化感染症数理モデルを提案した． 年齢構造を考慮した結果，二つの異なる出生力をもつ人口集団が共存する解があることがわかった．また一方の集団が安定成長している場合に，他集団が侵入した場合における侵入可能性条件を再生産数を定義して定式化した．さらに，共同研究者の Nicolas Bacaër 氏とともに，解析がより容易な年齢階級構造をもつ常微分方程式システムによって，共存成長解の安定性を調べている．

[2] 基本再生産数の理論： 一般的な時間的変動環境における個体群増殖の閾値条件を与える基本再生産数理論は，感染症疫学や人口学における最も基本的な重要性を持つ理論である．近年，これまでは扱うことのできなかった同次非線形モデルのゼロ解の安定性に関する基本再生産数が Thieme 等によって提起されたが，そこでは錐スペクトル半径の概念がキーとなる．この点から従来の線形理論をふりかえってみると，稲葉が提起した世代発展作用素がのスペクトル半径が，一般変動環境における基本再生産数を与えることがわかる．一方，このような基本再生産数が，時間依存非線形系の解の安定性の指標になっているかどうかは，線形化安定性原理がないために明確ではない．そこで，時間依存システムの解発展作用素に対応する発展半群を考えれば，もとのシステムのゼロ解ないし周期解は，時間変数を含む拡張された状態空間における自律系の定常解としてとらえられる．発展半群を解作用素とする自律系に対する線形化安定性原理によって，個体群の絶滅と存続に関する基本再生産数の閾値性を明らかにした．

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

[1] Age-structured epidemic model for demographic transition: In this project, we formulated an age-structured epidemic model for demographic transition and examined its mathematical nature. Demographic transition is a historically observed transition of birth and death rates from high fertility and high mortality regime to low fertility and low mortality in human populations. Diffusion theory for explaining the demographic transition assumes that a low fertility preference was born in the urban middle class and spread among other groups. We first formulate an age-structured epidemic model in which the low fertility is transmitted from “infected individuals” with low fertility to susceptible individuals with higher fertility. It was proved that there exists

at least one exponential solution where both types of fertility coexist. Moreover, we introduced reproduction numbers by which we can formulate the invasion conditions under which a stable population with high [low] fertility can be invaded by a population with low [high] fertility. Nicolas Bacaër and I have been studying an ODE system for demographic transition with age class structure to understand the stability of coexistence exponential solution.
[2] In the previous paper (*J. Math. Biol.* 65, 309-348, 2012), I proposed a new (most biologically natural) definition of the basic reproduction number R_0 for structured population in general time-heterogeneous environments based on the generation evolution operator (GEO). Using the mathematical definition for cone spectral radius, we show that our R_0 is given by the spectral radius of the generation evolution operator in the time-state space. Then as far as we consider linear population dynamics, our R_0 is a threshold value for population extinction and persistence in time-heterogeneous environments. Using the idea of evolution semigroup, we proved that even for nonlinear systems, our R_0 plays a role of a threshold value for population extinction in time-heterogeneous environments. For periodic systems, we can show that supercritical condition $R_0 > 1$ implies existence of positive periodic solution. Applying the idea of R_0 in time-heterogeneous environment, we examined existence and stability of periodic solution in the age-structured SIS epidemic model with time-periodic parameters.

B. 発表論文

1. S. Nakaoka and H. Inaba, Demographic modeling of transient amplifying cell population growth, Math. Biosci. Eng. 11(2) (2014) 363-384.
2. H. Inaba, On a pandemic threshold theorem of the early Kermack–McKendrick model with individual heterogeneity, Math. Popul. Studies 21(2) (2014) 95-111.
3. Y. Nakata, Y. Enatsu, H. Inaba, T. Kuniya, Y. Muroya and Y. Takeuchi, Stability of epidemic models with waning immunity, SUT Journal of Mathematics Vol.50, No.2, (2014) 205-245.
4. S. Iwami, J. S. Takeuchi, S. Nakaoka, F. Mammano, F. Clavel, H. Inaba, T. Kobayashi, N. Misawa, K. Aihara, Y. Koyanagi and K. Sato, Cell-to-cell infection by HIV contributes over half of virus infection, eLIFE, 2015;4:e0850. DOI: 10.7554/eLife.08150 (2015), pp.16.
5. S. Iwami, K. Sato, S. Morita, H. Inaba, T. Kobayashi, J. S. Takeuchi, Y. Kimura, N. Misawa, F. Ren, Y. Iwasa, K. Aihara and Y. Koyanagi, Pandemic HIV-1 Vpu overcomes intrinsic herd immunity mediated by tetherin, Scientific Reports 5:12256, DOI: 10.1038/srep12256 (2015), pp.8
6. 稲葉　寿, 基本再生産数 R_0 の数理, システム/制御/情報, Vol, 59, No. 12, pp. 1-6, 2015.
7. H. Inaba, Endemic threshold analysis for the Kermack–McKendrick reinfection model, Josai Mathematical Monographs vol. 9, (2016) 105-133.
8. T. Funo, H. Inaba, M. Jusup, A. Tsuzuki, N. Minagawa and S. Iwami, Impact of asymptotic infections on the early spread of malaria, Japan J. Indust. Appl. Math. DOI 10.1007/s13160-016-0228-6 (2016).
9. T. Kuniya, J. Wang and H. Inaba, A multigroup SIR epidemic model with age structure, Disc. Cont. Dyn. Sys. Ser. B 21(10) (2016) 3515-3550.
10. H. Inaba, Age-Structured Population Dynamics in Demography and Epidemiology, Springer Singapore, 2017, 555p.
11. H. Inaba, R. Saito and N. Bacaër, An age-structured epidemic model for the demographic transition, J. Math. Biol. 77(5), (2018), 1299-1339.
12. T. Kuniya, H. Inaba and J. Yang, Global behavior of SIS epidemic models with age

structure and spatial heterogeneity, Japan J. Indust. Appl. Math. 35(2), (2018), 669-706.

13. 津谷 典子・稲葉 寿 (編著), 結婚と出生の分析, 人口学事典第 14 章, 日本人口学会編, 丸善出版, 2018 年 11 月

14. 稲葉 寿・金子 隆一 (編著), 人口再生産の分析，人口学事典第 15 章, 日本人口学会編, 丸善出版, 2018 年 11 月

C. 口頭発表

1. 基本再生産数 R_0 の数学, 日本人口学会大 70 回大会, 明海大学経済学部, 2018 年 6 月 3 日.

2. Basic reproduction number R_0 in heterogeneous environments: revisited, The 12th AIMS Conference Series on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications July 5 - July 9, 2018 Taipei, Taiwan.

3. Backward bifurcation and some pitfalls, 2017，2017 年 8 月 5 日，統計数理研究所.

4. An age-structured epidemic model for demographic transition, 2018 Meeting TMMC September 5, 2018, San Francisco.

5. The basic reproduction number R_0 in heterogeneous environments, Theory of Biomathematics and Its Applications XV Next Generation of Mathematical Sciences, September 10, 2018, RIMS, Kyoto University.

6. Age-structured SIS epidemic model in a periodic environment, Innovative Mathematical Modeling for the Analysis of Infectious Disease Data (IMAID 2018), Hanabishi Hotel, Hakodate, Japan, 17-18 January, 2019.

D. 講義

1. 統合自然科学セミナー： 生物数学に関する入門セミナー（統合自然科学科 2 年 A セメスター）

2. 数理経済学特論 I [微分方程式論]: 常微分方程式に関する入門的講義. (慶應義塾大学経済学部)

3. 応用保健医療管理学 [安定人口理論]： 安定人口モデルに関する入門的講義.（北海道大学大学院医学院）

4. 高校生のための現代数学講座 [複素数]： 複素数の極形式とその応用についての入門的講義（群馬県下の高校生を対象とした玉原国際セミナーハウスにおける講座）

E. 修士・博士論文

1. (修士) 岡田　隆之 (OKADA Takayuki): 年齢構造のある SIRS 型感染症の数理モデル

F. 対外研究サービス

1. 日本数理生物学会会長

2. 日本人口学会理事・副会長

3. Mathematical Population Studies, Advisory Board.

4. 国立社会保障･人口問題研究所研究評価委員

連携併任講座

連携併任講座の竹内康博教授（青山学院大学）とともに，2014 年度から駒場数理生物学セミナーを主催してきた．2018 年は以下の報告がなされた：

1. 2018/3/19: 杉山 友規 氏 (東京大学生産技術研究所), Age 構造付き増殖過程の大偏差原理を用いた解析.

2. 2018/5/28: Sourav Kumar Sasmal 氏 (Department of Physics and Mathematics, Aoyama Gakuin University), T-cell mediated adaptive immunity in primary dengue infections.

3. 2018/7/18: Malay Banerjee 氏 (Department of Mathematics and Statistics, IIT Kanpur), Effect of demographic stochasticity on large amplitude oscillation.

4. 2018/7/27: Somdatta Sinha 氏 (Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research (IISER) Mohali INDIA), Modelling

Malaria in India: Statistical, Mathematical and Graphical Approaches.

5. 2018/10/04: Robin Thompson 氏 (University of Oxford, UK), Modelling the beginnings, middles and ends of infectious disease outbreaks.

緒方 芳子 (OGATA Yoshiko)

A. 研究概要

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

熱平衡系については, 一次元量子スピンモデルのある状態について, 大偏差原理が成り立つことを示した. また, 複数の物理量についての同時確率分布については, トレース状態についてに限り, 大偏差原理を得ることができた. この情報をもとに, 巨視的物理量（量子系であるから一般に非可換である）を可換な行列により近似することが出来ることを示した.

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

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

About equilibrium states, I am studying 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.

Recently, I started a study on ground states of quantum spin systems. In this setting, Hamiltonian is given by a sequence of self-adjoint matrices. The existence of the uniform gap between the lowest eigenvalue and the rest of the spectrum is an important issue which decides the property of ground states. Recently, classification of such a gapped Hamiltonians attracts a lot of attentions. In general, it is a hard problem to show the existence of the gap. How-

ever, if the space dimension is 1, there exists a subclass which we can show the gap. This year, I introduced a generalization of this class. Furthermore, I characterized this class by five physical properties.

B. 発表論文

1. Yoshiko Ogata Approximating macroscopic observables in quantum spin systems with commuting matrices, Journal of Functional Analysis **264** (2013) 2005–2033
2. Y. Ogata The Shannon-McMillan theorem for AF C^*-systems, Letters in Mathematical Physics **103** (2013) 1367–1376
3. Y. Kawahigashi, Y. Ogata, E. Störmer, Normal states of type III factors Pacific Journal of Mathematics **267** (2014) 131–139
4. S. Bachmann, Y. Ogata, C^1-Classification of gapped parent Hamiltonians of quantum spin chains, Communications in Mathematical Physics **338** (2015) 1011–1042
5. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization I, Comm. Math. Phys. **348** (2016), 847–895.
6. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization II, Comm. Math. Phys. **348** (2016), 897–957.
7. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization III, Comm. Math. Phys.**352** (2017), 1205–1263.
8. Yoshiko Ogata, Hal Tasaki Lieb-Schultz-Mattis type theorems for quantum spin chains without continuous symmetry Communications in Mathematical Physics To appear

C. 口頭発表

1. C^1-classification of gapped Hamiltonians, Subfactors and Conformal Field Theory, Oberwolfach, 2015 年 3 月
2. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its C^1- classification, International Congress on Mathematical Physics, Santiago, 2015 年 7 月
3. Y.Ogata, Classification of gapped Hamiltonians in quantum spin chains, MSJ-SI Operator Algebras and Mathematical Physics, 2016 年 8 月
4. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization, Many-Body Quantum Systems and Effective Theories, Oberwolfach, 2016 年 9 月
5. Y. Ogata, A class of asymmetric gapped Hamiltonians on quantum spin chains and its characterization, QMath13, 2016 年 10 月
6. Y. Ogata Classification of gapped Hamiltonians on quantum spin chain,Mini Course Thematic semester Mathematical challenges in many-body physics and quantum information 2018 年 10 月
7. Y. Ogata Lieb-Schultz-Mattis type theorems for quantum spin chains without continuous symmetry, Quantum Information and Quantum Statistical Mechanics - Montreal, 2018 年 10 月
8. Y. Ogata Perturbation theory of KMS states, School on Mathematics of Non-equilibrium Statistical Mechanics-Montreal 2018 年 10 月

D. 講義

1. 微分積分学:微分積分学の入門講義
2. 線型代数学:線型代数学の入門講義
3. 常微分方程式：常微分方程式の入門講義
4. 解析学 VII: 関数解析学の入門講義
5. 全学自由ゼミナール：量子群の本の輪講
6. 微分積分学演習:微分積分学の演習

E. 修士・博士論文

1. (修士) 江島駿 (EJIMA Shun): KMS 状態の摂動論

F. 対外研究サービス

1. Journal of Mathematical Physics Editorial Advisory Board
2. International Union of Pure and Applied Physics Commission C18 member
3. Journal of Statistical Physics associate editor
4. 数理物理 2018 Summer School 世話人

小木曽 啓示 (OGUISO Keiji)

A. 研究概要

1）天津大学の Xun Yu 准教授と共同で、双曲型偶格子の正エントロピーをもつ自己同型の正値性判定条件を効果的かつ必要十分な形で確立し、その応用として、複素 Enriques 曲面の自己同型の正エントロピーの最小値を決定した。Fields 賞受賞者 Curtis T. McMullen 教授による 2 次元複素トーラス、K3 曲面の場合 (Crelle, Invent. math.) と有理曲面の場合（Publ. Math. IHES）の正エントロピーの最小値の決定結果とあわせることで、コンパクトケーラー曲面に作用する自己同型の正エントロピーの最小値は、すべてのクラスの曲面において決定されたことになる。結果は、論文 “Minimum positive entropy of complex Enriques surface automorphisms”（arXiv:1807.09452）にまとめた。

2） 論文リスト中の論文 1 の正標数版を考え、素体上超越次数が正である任意の奇素数標数の代数閉体上、K3 曲面と双有理な滑らかな射影代数曲面でその全自己同型群が非有限生成であるものの存在を示し、その応用として、2 以上の任意次元で全自己同型群が非有限生成である滑らかな射影代数多様体の存在を導いた。また、素体上超越次数が零である任意奇素数標数の代数閉体上では、K3 曲面と双有理な滑らかな射影代数曲面の全自己同型群は常に有限生成であることも示した。結果は、“A surface in odd characteristic with discrete and non-finitely generated automorphism group”（arXiv:1901.01351）にまとめた。

1) We established a positivity criterion of positive entropy automorphisms of an even hyperblic lattice in an effective and equivalent way. As an application, we determined the minimum positive entropy of complex Enriques surface automorphisms. This together with McMullen ’s previous works for complex 2-tori, K3 surfaces and rational surfaces (Crelle, Invent. math., Publ. IHES) completes the determination of the minimum positive entropy of complex surface automorphisms in each class of Enriques Kodaira classification of complex surfaces. This is a joint work with Professor Xun Yu.
2) It was proved by Professor Tien-Cuong Dinh and me (Paper 1 in the list B below) that there is a smooth complex projective surface whose automorphism group is discrete and not finitely generated. I have shown that there is a smooth projective surface, birational to some K3 surface, such that the automorphism group is discrete and not finitely generated, over any algebraically closed field of odd characteristic except precisely an algebraic closure of the prime field.

B. 発表論文

1. T.-C. Dinh, K. Oguiso: “A surface with discrete and non-finitely generated automorphism group”, to appear in Duke Math. J.,
   https://projecteuclid.org/accepted/euclid.dmj
2. K. Oguiso: “No cohomologically trivial non-trivial automorphism of generalized Kummer manifolds” to appear in Nagoya Math. J.,
   https://doi.org/10.1017/nmj.2018.29
   (Published online: 05 November 2018)
3. V. Lazic, K. Oguiso, Th. Peternell: “Nef line bundles on Calabi-Yau threefolds, I” to appear in International Mathematics Research Notices (IMRN),

https://doi.org/10.1093/imrn/rnx191 (Published online 17 August 2018)

4. K. Oguiso: "A few explicit examples of complex dynamics of inertia groups on surfaces - a question of Professor Igor Dolgachev", to appear in Transformation Group,

https://doi.org/10.1007/s00031-018-9473-x (First Online: 15 January 2018)

5. K. Oguiso: "Pisot units, Salem numbers and higher dimensional projective manifolds with primitive automorphisms of positive entropy" to appear in IMRN,

https://doi.org/10.1093/imrn/rnx142 (Published online 20 July 2017)

6. K. Oguiso: "A criterion for the primitivity of a birational automorphism of a Calabi-Yau manifold and an application", Math. Res. Lett. **25** (2018) 181–198.

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

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

9. S. Cantat, K. Oguiso: "Birational automorphism groups and the movable cone theorem for Calabi-Yau manifolds of Wehler type via universal Coxeter groups", Amer. J. Math. **137** (2015) 1013–1044.

10. K. Oguiso: "Automorphism groups of Calabi-Yau manifolds of Picard number two", J. Algebraic Geometry **23** (2014) 775–795.

C. 口頭発表

1. K. Oguiso, "A surface in odd characteristic with discrete and non-finitely generated automorphism group", Algebraic Geometry in Positive Characteristic and Related Topics in honor of the 70th birthday of Professor Toshiyuki Katsura, Tokyo, Japan, December 2018

2. K. Oguiso, "Minimum positive entropy of complex Enriques surface automorphisms", Complex Dynamics and its development, RIMS, Kyoto, Japan, December 2018

3. K. Oguiso, "Smooth complex surfaces with discrete and non-finitely generated automorphism group", The 24th Symposium on Complex Geometry, Kanazawa, Japan, November 2018

4. K. Oguiso, "Smooth complex surfaces with infinitely many real forms", birational geometry and related topics, Shanhai, China, October 2018

5. K. Oguiso, "Smooth complex surfaces with discrete and non-finitely generated automorphism group and infinitely many real forms", Algebraic Surfaces and Related Topics, Xiamen, China, September 2018

6. K. Oguiso, "Minimum positive entropy of complex Enriques surface automorphisms", Differential, Algebraic and Topological Methods in Complex Algebraic Geometry, Grand Hotel San Michele, Cetraro, Italy, September 2018

7. K. Oguiso, "Smooth complex surfaces with discrete and non-finitely generated automorphism group", Oberwolfach, Germany, June 2018

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

9. K. Oguiso, "The automorphism group of the Hilbert scheme of length two of a Cayley's K3 surface", ICM 2014 Satellite Conference on Algebraic and Complex Geometry, August 2014, Daejeon Convention Center, Daejeon, Korea.

10. K. Oguiso, “Non-liftable automorphisms of K3 surfaces in positive characteristic to characteristic zero”, Workshop Frontiers of rationality, July 2014, Longyearbyen (Spitsbergen), Norway.

D. 講義

1. 微分積分学・同演習 (教養学部前期課程講義、通年）微分積分学の基礎。

2. 代数学（本郷サービス講義、理学部、夏学期）桂利行著 : 代数学 III の主要部を、桂利行著：代数学 I の必要部分と合わせて講義した。

3. 全学ゼミナール（教養学部前期課程講義、A ターム）M.Reid, Undergraduate Algebraic Geometry の 2 章と 3 章の一部（有理写像の部分）を講義した。

4. 学術フロンティア講義「現代の数学 ーその源泉とフロンティアー」(教養学部前期課程講義、S ターム、A ターム、オムニバス形式）とりまとめ役及び、ガイダンスと担当者不在日の講義（計 6 回）を担当した。

E. 修士・博士論文

1. （修士） 遠藤由隆（ENDO Yukitaka）: On surfaces with non-finitely generated automorphism groups arising from the most algebraic K3 surfaces.

2. （修士） 蟹圭佑（KANI Keisuke）: On the embeddability of hyperkähler fourfolds into the projective space of dimension 8.

F. 対外研究サービス

1. one of KIAS Scholars

2. one of NCTS Scholars

3. one of editors of J. Algebraic Geom.

4. one of editors of J. Math. Soc. Japan.

5. the vice chief editor of J. Math. Sci. Univ. of Tokyo.

6. 日本数学会学術委員会委員

7. Tosio Kato fellow of Mathematical Society in Japan ワーキンググループ委員

8. 京都大学数理解析研究所運営委員会委員

9. one of organizers of “Algebraic Geometry of Esat Asia 2018”, Hanoi, Vietnam (October 23 –26, 2018)

10. one of organizers of “Arithmetic and Algebraic Geometry 2019 – in honour of Professor Tomohide Terasoma’s 60th birthday – ” (Jan. 21-25, 2019, U. Tokyo)

G. 受賞

International Congress of Mathematicians 2014 (ICM2014) 招待講演者 (Invited 45 minutes talk, Section 4, Algebraic and Complex Geometry)

H. 海外からのビジター

Professors Kenji Matsuki (Purdue U., JSPS, one of invited speakers of “Higher dimensional algebraic geometry - A conference to mark the retirement of Professor Yujiro Kawamata”, March 2018), Fabrizio Catanese (JSPS, one of invited speakers of “Higher dimensional algebraic geometry - A conference to mark the retirement of Professor Yujiro Kawamata”, March 2018), De-Qi Zhang (JSPS, joint work, seminar talk, May 2018), Alessandra Sarti (JSPS, seminar talk, May 2018), Xun Yu (JSPS, joint work, seminar talk, July 2018, The 2019 Outstanding Paper Prize Winner of JMSJ), Tien-Cuong Dinh (JSPS, joint work, colloquium talk, July 2018, ICM2018 invited speaker), Jun-Muk Hwang (seminar talk, July 2018, ICM2014 plenary speaker), Tuyen Truong (seminar talk, October 2018), Jungkai Chen (discussion on exchanging program, Januaray 2019, ICM2018 invited speaker), Hélène Esnault (JSPS, one of invited speakers of “Arithmetic and Algebraic Geometry 2019 – in honour of Professor Tomohide Terasoma’s 60th birthday – ”, January 2019, The 2019 Cantor Medal Winner: https://www.math-berlin.de/media-press/news/2019-cantor-medal-for-helene-esnault).

金井 雅彦 (KANAI Masahiko)

A. 研究概要

グロモフがいまで言うところの幾何学的群論を提唱してから約 30 年が経過し，近年はわが国においてもおおいに盛況を呈している．ところで，とくに「純度の高い」離散群を研究対象に選んだ場合，それを研究する手法が組み合わせ論のみに限定されてしまうことがある．しかし，魅力的な離散群の背後には，それが自然に作用する空間とその上の豊かな構造が存在するはずである．この指針のもと，2018 年度はおもに次のふたつの研究を行った．

１．葉層化多様体からの接調和写像の研究．ここで扱う離散群は半単純高階リー群の（一様）格子である．その格子が作用する空間としては，そのリー群に付随したリーマン対称空間を考えるのが普通である．しかし，ここではそれに代えて，その対称空間上のファイバー束であってグラスマン多様体をファイバーとするようなものを考える．そのファイバー束にはリー群の階数を次元とするユークリッド空間が自由に作用している．そこで，その作用の軌道を葉とする葉層構造を考えることができる．その葉層にそって調和な関数および写像に関する考察を行った．基本的な指針は，葉層構造の接方向には幾何解析を，法方向にはエルゴード理論を適用するというものである．

まず実現すべきは，松島の消滅定理の「統一的」な証明であった．ベッカ等によるユニタリ表現論の結果を援用すればそれが実現可能であることはすでに確認済みである．ところで，ベッカ等の結果を利用するのは，ある条件を満たす接調和関数の存在を示す際にであった．さらに関数に代えて空間に値をとる写像を考える場合には，問題が非線形になるためユニタリ表現論の結果を直接援用することはもはや望みようもない．接調和写像の存在を「自前」で行う必要がある．グロモフによる接調和写像の存在定理が有効ではないかと思い，それを適用することを試みたが，現時点では成功していない．そこで，写像の値域が対称空間である場合，それに付随した半単純リー群のユニタリ表現を用い，対称空間を無限次元ヒルベルト空間に等長的に埋め込むことにした．すると，対称空間への写像をそのヒルベルト空間への写像と考えることができ，その結果線形性を再度獲得できる．ただし，得られたのは関数空間の線形性であり，微分方程式自体は非線形である．それから派生する困難に直面しているというのが，現状である．

２．トンプソン群 F が作用する空間の幾何構造．トンプソン群 F に対するわたしの知見はきわめて限定的であるが，先行研究をいくつか見る限り，それは「純度の高い」離散群であるように見える．そこで，それが作用する連続な空間，およびその上の幾何構造を構成することを試みた．これに関しては，極めて重要な発見をしたように感じている．しかし，現時点ではそれについて詳しいことを言うのは避けたい．

About thirty years have passed since Gromov initiated what is nowadays called geometric group theory, and it has become a kind of popular field in mathematics in our country as well. If a group one picks up is, so to speak, a genuine “discrete” group, only combinatorics is avalable for him to investigate that group. On the contrary, in case the group he picks up is a rich one, he finds, behind the group, a nice space on which the group acts, and a wide variety of geometric structures on the space that is invariant under the action. I made the following researches under this guiding principle in the academic year 2018–19.

1. Tangential harmonic maps on foliated spaces. A discrete group in question in this subject is just a (cocompact) lattice of a semisimple Lie group of higher rank. Usually, the riemannian symmetric space associated with that Lie group is chosen as a space on which the group acts. However, we take, instead, some fiber bundle over the symmetric space with some grassmanninan manifold as fibers. The total space of the fiber bundle is equipped not only with an action of the lattice but also with a free action of the euclidean space whose dimension coincides with the rank of the Lie group, and those two actions are commutative. In consequence, we are provided with a foliation on the total space of the bundle by the euclidean spaces. I want to deal with tangential harmonic functions or maps on that foliated space which is equivariant under the action of the lattice. The strategy in my mind is this – Apply geometric analysis in the direction tangent to the

foliation, and ergodic theory in the direction transverse to the foliation.
What is to be realized first of all is to give a "unified proof" of Matsushima's vanishing. I have already achieved that program with the aid of some result from unitary representation theory by Bekka. In this case, it is enough to deal only with tangential harmonic *functions*. To go on further, we need, on the contrary, to handle tangential harmonic *maps*. One should realize that finding maps satisfying some condition is *a priori* a nonlinear quetion. A linear theory such as unitary representation theory is no longer relevant. We have to overcome this difficulty ourselves. We have tried to apply Gromov's theory which guarantees the existance of tangential harmonic maps in certain situations, but it was not successful, so far. Instead, in the case where the target space is a riemannian symmetric space, I embed it into an infinite dimensional Hilbert space via a unitary representation of the Lie group attached to the symmetric space. Then a map into that symmetric space could be thought of as a one into Hilbert space. This way, we can "linearize" a function space in question, while the problem (namely, solving a certain partial differential equation) remains nonlinear. At this point I am again confronted with new difficulties. This is the present status of this research plan.
Another theme I worked in the academic year of 2018–19 is the Thompson group F. As existing references indicate, it seems a kind of "genuine" discrete group: Only combinatorics is an available tool. However, I discovered some space on which F acts, and a few nice geometric structures on it that is preserved under the action of F. Now I am trying to apply those discoveries to make deeper understanding of F.

C. 口頭発表

1. 「力学系の剛性と不変幾何構造」, 関東若手幾何セミナー, 東京大学, 2016 年 1 月 30 日.
2. "The cross ratio and its falks", " Geometric Analysis in Geometry and Topology " Tokyo University of Science, November 9, 2015.

D. 講義

1. 集合と位相・同演習. 理学部数学科進学予定の学部 2 年生を主な対象とした講義および演習. Aセメスター.
2. 社会数理実践研究. ＦＭＳＰ生を受講対象とした科目. 日産自動車株式会社の研究員から提供された問題に取り組む班の担当教員として参加. 通年.

E. 修士・博士論文

1. 佐野悠太 ; (修士論文)

F. 対外研究サービス

1. An organizer of Rigidity School, Tokyo 2018.
2. 日本数学会メモワール編集委員

G. 受賞

H. 海外からのビジター
Boris HASSELBLATT (Tafts U). 第 3 種客員教授として招聘した. 連続講義を行って貰うとともに, 主催する研究集会で講演をして貰った.

河東 泰之 (KAWAHIGASHI Yasuyuki)

A. 研究概要
フュージョン圏におけるフル部分圏の Drinfel′d の意味での相対可換子圏の研究を続けた. 特に相対チューブ環の部分環として相対トーラス環を定義し, その上で S 行列の作用を考えた. これについて相対 Verlinde 公式を証明した. これは, フル部分圏が全体に一致する場合には, 通常の Drinfel′d 中心の Verlinde 公式であり, またフル部分圏が自明な場合にはもともとのフュージョン則をそのまま書いたものである. したがって一般の場合にはこの両極端の間を「補間」したものになっている.

We have continuted study of the relative Drinfel′d commutant of a full subcategory of a fusion category. We have introduced a relative torus algebra as a subalgebra of a relative tube algebra and considered an action of the S-matrix on it, and proved the relative Verlinde

formula. When the subcategory coincides with the entire category, this is the usual Verlinde formula for the Drinfel′d center, and if the subcategory is trivial, this gives the original fusion rules back. So in the general case, we have an "interpolation" between these two opposite extreme cases.

B. 発表論文

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

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

3. M. Bischoff, Y. Kawahigashi, R. Longo, K.-H. Rehren, "Tensor categories and endomorphisms of von Neumann algebras (with applications to Quantum Field Theory)", SpringerBriefs in Mathematical Physics Vol. **3**, 2015.

4. M. Bischoff, Y. Kwahigashi, R. Longo, "Characterization of 2D rational local conformal nets and its boundary conditions: the maximal case", Doc. Math. **20** (2015), 1137–1184.

5. S. Carpi, Y. Kawahigashi, R. Longo, M. Weiner, "From vertex operator algebras to conformal nets and back", Mem. Amer. Math. Soc. **254** (2018), no. 1213, vi+85 pp.

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

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

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

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

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

C. 口頭発表

1. Conformal field theory and operator algebras, Noncommutative Geometry and Representation Theory, Sichuan University (China), May 2018.

2. The relative Drinfeld commutant of a fusion category, orbifold subfactors and alpha-induction, AQFT: Where Operator Algebra Meets Microlocal Analysis, Cortona (Italy), June 2018.

3. Algebraic quantum field theory and subfactors, The 14th Korean Operator Algebras Seminar, Busan (Korea), June 2018.

4. Conformal field theory, operator algebras and vertex operator algebras, XXXVII Workshop on Geometric Methods in Physics, Bialowieza (Poland), July 2018.

5. The relative Drinfeld commutant of a fusion category, orbifold subfactrors and alpha-induction, 18th Workshop: Noncommutative Probability, Operators Algebras, Random Matrices and Related Topics, with Applications, Bedlewo (Poland), July 2018.

6. Conformal field theory, vertex operator algebras and operator algebras, International Congress of Mathematicians 2018, Rio de Janeiro (Brazil), August 2018.

7. Topological phases of matter, modular tensor categories and operator algebras, Quantum Computing Materials Challenges, Institute for Pure and Applied Mathematics (U.S.A.), August 2018.

8. The relative Drinfeld commutants and the relative Verlinde formula, Fusion Categories and Subfactors, Banff International Research Station (Canada). October 2018.

9. Topological phases of matter and subfactors, AMS Special Session on Quantum Symmetries: Subfactors and Fusion Categories, Joint Mathematics Meeting 2019, Baltimore (U.S.A.), January 2019.

10. Topological phases of matter, subfactors and the relative Verlinde formula, Subfactors in Sydney: Operator algebras, representation theory, quantum field theory, Sydney (Australia), February 2019.

D. 講義

1. 解析学 VI・解析学特別演習 III : Fourier 解析と超関数. (理学部 3 年生講義)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 早瀬 友裕 (HAYASE Tomohiro) : Parameter Estimation of Random Matrix Models via Free Probability Theory

2. (修士) 鈴木 大 (SUZUKI Dai) : The Structure of Graph and Groupoid C^*-algebras and Topological Full Groups

3. (修士) 水田 黎 (MIZUTA Rei) : Pseudo-polynomial Time Algorithm for Computing Moments of Polynomials in Free Semicircular Elements

4. (修士) 山下 真由子 (YAMASHITA Mayuko) : A Topological Approach to Indices of Geometric Operators on Manifolds with Fibered Boundaries

F. 対外研究サービス

1. *Communications in Mathematical Physics* の editor.

2. *International Journal of Mathematics* の editor.

3. *Japanese Journal of Mathematics* の managing editor.

4. *Journal of Mathematical Physics* の associate editor.

5. *Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo* の editor-in-chief.

6. *Reviews in Mathematical Physics* の associate editor.

7. Mathematical Physics Studies (Springer) の editor.

8. 日本数学会「第 21 回高木レクチャー」(京都大学，2018 年 6 月 23 日) のオーガナイザー.

9. サマースクール数理物理「位相的場の量子論」(東京大学大学院数理科学研究科，2018 年 8 月 17–19 日) のオーガナイザー.

10. 日本数学会「第 22 回高木レクチャー」(東京大学，2018 年 11 月 17, 18 日) のオーガナイザー.

11. 「物質のトポロジカル相の理論的探究」(京都大学，2018 年 12 月 11〜14 日) のオーガナイザー.

12. East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics (東北大学, January 9–11, 2019) のオーガナイザー.

13. "Theoretical studies of topological phases of matter" (東京大学, February 12–15, 2019) のオーガナイザー.

14. Workshop "Quantum Math" (沖縄科学技術大学院大学, March 2–3, 2019) のオーガナイザー.

儀我 美一 (GIGA Yoshikazu)

A. 研究概要

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

1. ナヴィエ・ストークス方程式 : 3 次元流の場合、初速度の大きさの制限をつけずに時間無限大までなめらかな解が存在するかは、有名な未解決問題で、2000 年に提示されたクレイ社の 7 つの難問のうちの 1 つになっている。このため、どのような強さの特異

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

2. クリスタライン平均曲率流：平均曲率流は表面積の勾配流としてよく研究されている。これに対して、強い異方性のあるクリスタライン表面エネルギーの勾配流であるクリスタライン平均曲率流は、平滑化効果が全変動流方程式と同様に非局所的であるため、その解析が十分でなかった。これに対して、解のクラスを適切に定義することにより、その初期値問題の等高面解と呼ばれる広義解の存在、一意性を示した。問題が非局所的なため、比較原理の導出が困難である。これに対して、さまざまなファセット（平らな面）の近似定理を確立することにより証明に成功した。

3. 結晶表面の成長速度：結晶表面の成長メカニズムとして、2 次元核生成によるものと、渦巻転位によるものの 2 つが典型的である。渦巻成長については、その成長を表す方程式は古くから知られているが、その成長速度については全くわかっていない。2 次元核生成の場合についてさえ、成長速度は研究されていなかった。その理由は、表面での水平方向への広がりの速さに、その等高線の曲率が関係して、2 階方程式になってしまうからである。数学解析では、時間無限大での解の挙動はハミルトン・ヤコビ方程式を中心に活発に研究されているが、その設定に含まれない問題である。この問題に対して、核生成が起こる場所の形状により、成長速度が大きく異なりうることを示した。このレベルでも新発見であった。

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

1. Navier-Stokes equations: It is a famous open problem whether or not a smooth solution exists globally-in-time for three-dimensional flow when the initial velocity is not necessarily small. This problem became one of the famous seven unsolved mathematical problems posed by Clay Institute in 2000. There are several researches on strength of singularity which still admits a smooth solution with such an initial data. In 1980s, a local solvability was established for L^n initial data, where n is the space dimension. In recent years, it is extended to Besov functions with various exponents. However, it is also known that initial value problem does not admit a reasonable solution if the singularity of initial data is too strong. The problem will be more difficult if there is a boundary of the domain where the fluid occupies even if a similar result has been established for the whole space. We studied the boundary value problem and derive solvability in various Besov spaces. We also studied the problem that a weak solution must agree with the strong one.

2. Crystalline mean curvature flow: A mean curvature flow is a gradient flow of surface energy and it is well studied. However, crystalline mean curvature flow, a gradient flow of crystalline surface energy having strong anisotropy, has not yet been well analyzed since its smoothing effect is nonlocal like total variation flow. We give a proper notion of solution and establish unique existence of a level-set solution, a

kind of generalized solution, to its initial value problem. Since the problem is nonlocal, establishing a comparison principle is difficult and we overcame this difficulty by proving various approximation theorem for facets (flat parts).

3. Growth rate of a crystal surface: There are two typical mechanisms of the growth of a crystal surface. One is by two-dimensional nucleations, the other is by screw dislocations. The equation which describes screw dislocations is well-known. However, its growth rate has been unknown. The growth rate even for two-dimensional nucleation was not studied. The reason is that the horizontal spreading velocity depends on the curvature so that the equation becomes an equation of the second order. In mathematical analysis, large time behavior has been actively studied for the Hamilton-Jacobi equation. However, our setting is not included in such a theory. For this problem, we show that the growth rate depends on the shape of the nucleation place, which is a new discovery.

B. 発表論文

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

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

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

4. R. Farwig and Y. Giga : "Well-chosen weak solutions of the instationary Navier-Stokes system and their uniqueness", Hokkaido Mathematical Journal **47** (2018) 373–385.

5. M. Bolkart, Y. Giga, T. Suzuki and Y. Tsutsui : "Equivalence of BMO-type norms with applications to the heat and Stokes semigroup", Potential Anal. **49** (2018) 105–130.

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

7. T. Ohtsuka, Y.-H. R. Tsai and Y. Giga : "Growth rate of crystal surfaces with several dislocation centers", Cryst. Growth Des. **18** (2018) 1917–1929.

8. Y. Giga and N. Pozar : "Approximation of general facets by regular facets with respect to anisotropic total variation energies and its application to the crystalline mean curvature flow", Comm. Pure Appl. Math. **71** (2018) 1461–1491.

9. Y. Giga, M. Muszkieta and P. Rybka : "A duality based approach to the minimizing total variation flow in the space H^{-s}", Jpn. J. Ind. Appl. Math. published online (2018).

10. Y. Giga and N. Hamamuki: "On a dynamic boundary condition for singular degenerate parabolic equations in a half space", Nonlinear Differ. Equ. Appl. (2018) 25:51.

11. Y. Giga: "On large time behavior of growth by birth and spread", Proc. Int. Cong. of Math. 2018 Rio de Janeiro (2018).

C. 口頭発表

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

2. Geometric regularity criteria for the Navier-Stokes equations as an application of L^∞-theory, Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Protestant Academy Bad Boll (Germany), 2018 年 5 月.

3. On large time behavior of growth by birth and spread, Advanced Developments for Surface and Interface Dynamics – Analysis and Computation, Banff International Research Station (Canada), 2018 年 6 月.

4. On large time behavior of growth by birth and spread, International Congress of Mathematicians 2018 (ICM 2018), Riocentro convention center (Brazil), 2018 年 8 月.

5. 全変動流方程式とその仲間達, 第 22 回 早稲田大学 数学・応用数理談話会, 早稲田大学, 2018 年 12 月.

6. 微分方程式の解を巡って, Arithmer 株式会社, 2018 年 12 月.

7. On total variation flow type equations, Universität Regensburg (Germany), 2019 年 1 月.

8. On large time behavior of solutions to birth and spread type equations, Surface, Bulk, and Geometric Partial Differential Equations: Interfacial, stochastic, nonlocal and discrete structures, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), 2019 年 1 月.

9. 全変動流型方程式, 日本数学会 2019 年度年会 実函数論分科会, 東京工業大学, 2019 年 3 月.

10. On convergence of approximation for the Navier-Stokes equations with anisotropic viscosity by the primitive equations in L^p, Maximal regularity and nonlinear PDE, Research Institute for Mathematical Sciences (Japan), 2019 年 3 月.

D. 講義

1. 数物先端科学 V, 解析学 XA : 微分方程式の解の一意性問題. (数理大学院・4 年生共通講義)
微分方程式論、特に非線形方程式論においては、しばしば解の存在問題より一意性問題がより重要になる。本講義では、常微分方程式の非 Lipschitz 型の解の一意性（Osgood 条件）から始め、速度場が解に対して単調性を持つ場合、あるいは体積保存が成り立つような場合に、解の一意性がどこまでいえるかについて述べる。さらに、保存則やハミルトン・ヤコビ方程式といった偏微分方程式についての解の一意性を示す標準的な手法を紹介する。

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 梶原 直人 (KAJIWARA Naoto): Constructions of various solutions for parabolic equations in mathematical biology and phase-field models (数理生物学とフェイズフィールドモデルにおける放物型方程式に対する様々な解の構成).

2. (課程博士) 李 煥元 (LI Huan-Yuan): On the Motion of Inhomogeneous Incompressible Fluids (非一様非圧縮性流体の運動について).

3. (課程博士) 三浦 達彦 (MIURA Tatsu-Hiko): Mathematical analysis of evolution equations in curved thin domains or on moving surfaces (曲がった薄膜領域や動く曲面上の発展方程式の数学解析).

4. (課程博士) 田口 和稔 (TAGUCHI Kazutoshi): On constrained discrete total variation flows and related topics (束縛付き離散全変動流について).

5. (課程博士) 張 龍傑 (ZHANG Long-Jie): Mean curvature flow with driving force (駆動力付の平均曲率流方程式).

6. (修士) 福井 雄己 (FUKUI Yu-ki): Construction of weak solution of a weighted inverse mean curvature flow (重み付き逆平均曲率流の弱解の構成).

7. (修士) 顧 仲陽 (GU Zhongyang): On the Helmholtz decompositions of vector fields of bounded mean oscillation and in real Hardy spaces over the half space (半空間上の有界平均振動ベクトル場や実ハーディベクトル場のヘルムホルツ分解).

8. （修士）岡本 潤 (Okamoto, Jun), On random discretization of energies and its con-

tinuum limit (エネルギーのランダムな離散近似と連続極限).

F. 対外研究サービス

〈委員会委員等〉

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

〈雑誌のエディター〉

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

〈研究集会のオーガナイズ〉

1. 儀我 美一, 須藤 孝一, 横山 悦郎, 表面・界面ダイナミクスの数理 15, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 4 月 18 日–20 日.
2. Piotr Rybka, Yoshikazu Giga, Richard Tsai, Advanced Developments for Surface and Interface Dynamics – Analysis and Computation, Banff International Research Station (Canada), 2018 年 6 月 17 日–22 日.
3. 久保 英夫, 小澤 徹, 儀我 美一, The 11th Mathematical Society of Japan (MSJ) Seasonal Institute (SI), 北海道大学, 2018 年 7 月 2 日–13 日.
4. 栄 伸一郎, 小澤 徹, 儀我 美一, 久保 英夫, 黒田 紘敏, 坂上 貴之, 神保 秀一, 津田谷 公利, 浜向 直, 第 43 回 偏微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学大学院理学院, 2018 年 8 月 21 日–23 日.
5. 儀我 美一, 須藤 孝一, 横山 悦郎, Advanced Developments for Surface and Interface Dynamics 16, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 10 月 17 日–19 日.
6. 儀我 美一, データ分離問題の基礎と新展開, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 12 月 18 日.

G. 受賞

1. 日本応用数理学会フェロー (2014 年)

H. 海外からのビジター

1. Dionisios Margetis (University of Maryland)
   (講演) Three tales of three scales in epitaxial growth, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 16, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 10 月 17 日–19 日.
2. Salvador Moll (University of Valencia)
   (講演) The constrained total variation flow, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 16, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 10 月 17 日.
3. Olivier Pierre-Louis (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)
   (講演) Growth and dissolution in confinement: dynamics within contacts, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 16, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 10 月 18 日.
4. Jian-Guo Liu (Duke University)
   (講演) Dynamics of a degenerate PDE model of epitaxial crystal growth, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 16, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 10 月 19 日.

5. Piotr Rybka (University of Warsaw)
(講演) The least gradient problem in the plain, 第 97 回 PDE 実解析研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 10 月 30 日.

連携併任講座

学習院大学　横山 悦郎

河野 俊丈 (KOHNO Toshitake)

A. 研究概要

1. ホロノミー表現と高次の圏への拡張

多様体の基本群の線形表現は，平坦ベクトル束のホロノミー表現と対応するが，この構成を高次圏に拡張した．具体的には，K.-T. Chen による形式的ホモロジー接続を用いて，高次のホモトピー亜群の高次圏としての表現を構成する理論を確立した．特に，超平面配置について，2 次のホモトピー亜群の表現を記述した．配置空間の場合に，高次の KZ 接続を定義し，これまでに得られいた KZ 方程式のモノドロミー表現を圏化することについて研究した．また応用として組みひもコボルディズムのなす 2 次の圏の表現を構成し，2 次元組みひもの位相不変量を定義した．

2. 組みひも群のホモロジー表現の量子対称性

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

1. Holonomy representations and their extension to higher categories

Linear representations of the fundamental groups of manifolds correspond to the holonomy representations of flat vector bundles over the manifolds. I generalized this construction to higher categories. By means of the notion of formal homology connections due to K.-T. Chen I established the theory representations of higher homotopy groupoids as higher categories. In particular, I gave a description of representations of homotopy 2-goupoids of the complement of hyperplane arrangements. I defined higher KZ connections for configuration spaces and investigated a categorification of the monodromy representations of KZ connections. As an application I constructed representations of the 2-category of braid cobordisms and defined topological invariants for 2-dimensional braids.

2. Quantum symmetry in homological representations of braid groups

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

B. 発表論文

1. T. Kohno : *Higher holonomies for hyperplane arrangements*, preprint 2019, submitted to European Journal of Mathematics.

2. T. Kohno : *Configuration spaces, KZ connections and conformal blocks*, "Topology of Arrangements and Representation Stability", Oberwolfach Reports No.2 (2018), 52-54 DOI: 10.4171/OWR/2018/2

3. T. Kohno : *Homological representations*

of braid groups and the space of conformal blocks, F. Callegaro et al. (eds.), Perspectives in Lie Theory, Springer INdAM Series 19, DOI 10.1007/978-3-319-58971-8, 2018.

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

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

6. T. Kohno and A. Pajitnov : *Circle-valued Morse theory for complex hyperplane arrangements*, Forum Math. 27 (2015), no. 4, 2113–2128. DOI 10.1515/forum-2013-0032

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

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

9. T. Kohno and A. Pajitnov : *Novikov homology, jump loci and Massey products*, Cent. Eur. J. Math. 12(9), (2014), 1285-1304. DOI: 10.2478/s11533-014-0413-2

10. 著書, 河野俊丈：結晶群, 共立出版，数学探検 2015 年, 200 ページ.

C. 口頭発表

1. Higher category extensions of holonomy maps and iterated integrals, Higher structures in algebra, geometry and quantum field theory, University of Hamburg, February 18 – February 21, 2019.

2. Mathematical forms - collection of geometric models at the University of Tokyo, Tokyo-Berkeley Symposium “Forms in Nature and Art”, The University of Tokyo, January 26 – January 27, 2019.

3. Quantum symmetry in homological representations of braid groups, East Asian Conference on Geometric Topology, Peking University, January 21 – January 24, 2019.

4. Introduction to representation theory of braid groups, The 1st International Undergraduate Mathematics Summer School Peking University, July 15 – July 28, 2018.

5. Higher category extensions of KZ connections and representations of braid cobordisms, 101e rencontre entre mathématiciens et physiciens théoriciens, IRMA, Strasbourg, June 7 – June 9, 2018.

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

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

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

9. Higher category extensions of holonomy maps for hyperplane arrangements, Summer Conference on Hyperplane Arrangements (SCHA) in Sapporo, Hokkaido University, August 8 – August 12, 2016.

10. Higher category extensions of the holonomy maps of KZ connections, Workshop on Grothendieck-Teichmüller Theories Chern Institute of Mathematics,

Nankai University, Tianjin, China，July 24 – July 30, 2016.

D. 講義

1. 数学講究 XA：モースホモロジー理論，シンプレクティック幾何学，結び目の位相不変量を扱った．(4 年生セミナー)
2. 数学講究 XB：結晶群と幾何構造を扱った．(4 年生オムニバス講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 吉田純 (YOSHIDA Jun): Categories of operators for multicategories with various symmetries (多彩な対称性を持つマルチ圏のオペレーターの圏)
2. (修士) 加来宗一郎 (KAKU Soichiro): Extensions of quandle cocycle invariants as pseudofunctors (カンドルコサイクル不変量の擬関手としての拡張)

F. 対外研究サービス

1. 数物フロンティア・リーディング大学院プログラム (FMSP) プログラム責任者
2. カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU) 主任研究員（兼任）
3. Kyushu Journal of Mathematics, Editor.
4. Annales de l'Institut Henri Poincaré D, Editor.
5. 14th East Asian School of Knots and Related Topics, the University of Tokyo, program committee.

G. 受賞

日本数学会 2013 年度幾何学賞

小林 俊行 (KOBAYASHI Toshiyuki)

A. 研究概要

2014–2018 の 5 年間で，総計で約 1,500 ページの論文を著した。以下では 2018 年の文献は後述の「B. 発表論文」におけるリストの番号 [1], [2], ··· で表記し，2017 年以前の関連する論文はジャーナルの短縮形で引用する。

1. **対称性破れ作用素の構成と分類問題**

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

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

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

1.C.(定量的理論 1—微分作用素として表せる対称性破れ作用素) 対称性破れ作用素の系統的な構成法 (F-method) を提唱し，さまざまな幾何的設定において F-method を適用し，Pevzner, Souček, Ørsted, 久保氏 等と共同で，Rankin–Cohen 作用素や Juhl の共形不変な作用素の一般化する新しい微分作用素の族を構成した ([Adv. Math. 2015]，[Selecta Math. 2016]，著書 [2]).

1.D. (定量的理論 2—対称性の破れの分類理論) 簡約リー群の対称性破れ作用素を，非局所作用素まで含めて構成し，それを完全に分類するという問題を提起し，その最初の成功例を与えた (著書 [1], B. Speh と共同)．行列値への拡張は著書 [3], 高階への拡張は文献 [10] で与えた．

2. **極小表現の大域解析**

筆者は，表現論内部の問題意識とは逆の視点で，**極小表現**とよばれる「小さな無限次元表現」をモチーフとした新しい大域解析の可能性を提唱した．特に L^2 模型の理論 (Memoirs AMS, 2011) の 1 つの応用として，保型形式における，ある重複度 1 定理を証明した (G. Savin と共同，[Math. Z. 2015]).

3. **不連続群**

筆者の長年のモチーフである「リーマン幾何学の枠組を越えた不連続群」について，スペクトル理論の構築に初めて踏み込んだ。幾何学的な準備として，離散群の作用の不連続性を量的に評価する sharpness という概念を導入し，高次元タイヒミュラー空間上で**安定な**離散スペクトラムを構成し，長編の論文 [Adv. Math. 2016]

を出版した。さらに “安定でない” スペクトラムを捉えるための理論整備として，文献 [4] および [Progr. Math. 2017] で隠れた対称性を用いた微分作用素環の構造定理を証明した。

4. **非対称空間の大域解析**

幾何学的群論の手法を援用し，非対称空間 G/H の正則表現が L^p 緩増加となるための必要十分条件を H が簡約の場合に証明し [J. Euro. Math. 2015]，それを H が一般の場合に拡張した (Y. Benoist と共同, 文献 [3])。

5. **可視的作用と無重複表現**

複素多様体における**可視的な作用**という概念を導入し**無重複性の伝播定理**を証明し，無重複表現の統一的な構成を与えた (口頭発表 [9])**.**

For the last five years, I have been working on the following research topics.

1. **Analysis on manifolds with group symmetries**

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

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

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

1.C Jointly with Y. Benoist [J. Euro. Math. '15], we proved a criterion for L^p-temperedness of the regular representation on G/H in the generality that $G \supset H$ are pair of reductive groups, and in [3] for general H.

2. **Analysis on minimal representations**

Minimal representations are one of building blocks of unitary representations. Classic examples are the Weil representation. I proposed a *geometric approach* to minimal representations, by which we could expect a fruitful theory on global analysis by *maximal symmetries*. As an application of the theory of *unitary inversion operator* on the L^2-model that generalizes the Euclidean Fourier transform with G. Mano ([Memoirs of AMS, **1000**, (2011)]), we proved a global multiplicity-one theorem in automorphic form theory with G. Savin in [Math. Z. 2015].

3. **Multiplicity-free representations**

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

4. **Analysis on locally symmetric spaces—beyond the Riemannian case**

Developing my long motif on discontinuous groups for non-Riemannian homogeneous spaces, I initiated the study on global analysis on locally non-Riemannian symmetric spaces with F. Kassel in [Adv. Math. 2016] and proved the existence of “stable spectrum” under deformation of discontinuous groups. A further new idea is proposed in [Progr. Math. 2017] and [4].

5. **Restriction of representations: Branching problems and symmetry breaking operators**

5.A I accomplished the classification of the symmetric pairs $(\mathfrak{g}, \mathfrak{h})$ for which there exists an infinite-dimensional representation of G whose restriction to H is discretely decomposable in [Crelle 2015] with Y. Oshima.

5.B In the BGG category $\mathcal{O}$, I proposed a new effective method to find singular vectors (‘F-method’ [Contemp. Math. AMS, 2013]), and joint with B. Ørsted, V. Souček, P. Somberg, M. Pevzner, and T. Kubo determined explicit formulae of covariant differential operators in various geometric settings ([Adv. Math. 2015], [Selecta Math. 2016], and book [2]).

5.C With B. Speh, I classified *symmetry breaking operators* of spherical principal series for a pair of Lorentz groups (books [1,3]). A part of this work is extended to higher rank case [10].

B. 発表論文

1. 小林俊行，表現の分岐則の最近の進展，日本数学会 70 周年記念,『数学』，論説，29 pages, to appear.

2. T. Kobayashi and M. Pevzner, Inversion of Rankin–Cohen operators via holographic transform, preprint. 52 pages. arXiv: 1812.09733.

3. Y. Benoist and T. Kobayashi, Tempered homogeneous spaces, submitted for a special volume for Margulis, 32 pages. arXiv: 1706.10131. Submitted for a special volume for Margulis.

4. F. Kassel and T. Kobayashi, Invariant differential operators on spherical homogeneous spaces with overgroups, preprint. 91 pages, accepted for publication in J. Lie Theory, arXiv: 1810.02803.

5. T. Kobayashi, Conformal symmetry breaking on differential forms and some applications, Im: Geometric Methods in Physics XXXVI, Trends in Math., pp. 289–308, Springer Nature, Switzerland AG 2019.

6. T. Kobayashi and B. Speh, Symmetry breaking for orthogonal groups and a conjecture by B. Gross and D. Prasad, In: Geometric Aspects of the Trace Formula, Simons Symposia, Springer, Cham. (2018), pp. 245–266.

7. T. Kobayashi: "Residue Formula for Regular Symmetry Breaking Operators ", Contemporary Mathematics, **714**, p.p. 175–193. Amer. Math. Soc., 2018.

8. T. Kobayashi and S. Nasrin, Geometry of coadjoint orbits and multiplicity-one branching laws for symmetric pairs algebras and representation theory. Algebras and Representation Theory, **21**(2018), pp. 1023–1036. Special volume in honor of Alexandre Kirillov.

9. T. Kobayashi, T. Kubo, and M. Pevzner. "Conformal symmetry breaking operators for anti-de Sitter spaces". In Geometric Methods in Physics XXXV, Trends in Mathematics, pages 69–85. Birkhäuser, Springer, 2018.

10. T. Kobayashi and A. Leontiev. Image of conformally covariant, symmetry breaking operators for $\mathbb{R}^{p,q}$. In V. Dobrev, editor, Quantum Theory and Symmetries with Lie Theory and Its Applications in Physics. Volume 1. LT-XII/QTS-X 2017, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics **263**, pages 3–31, 2018.

11. T. Kobayashi. Global geometry and analysis on pseudo-Riemannian locally symmetric spaces, In Proceedings of the Symposium on Representation Theory 2018 held at Tottori (eds. J. Inoue and Y. Mori), Japan, pages 89–98, 2018.

12. T. Kobayashi. Global geometry and analysis on pseudo-Riemannian locally symmetric spaces, 不定値計量の局所対称空間の大域幾何と解析、第 65 回幾何学シンポジウム予稿集 (編集：今野宏氏）2018, 10 pages.

13. T. Kobayashi, A. Leontiev, Double Gegenbauer expansion of $|s-t|^{\alpha}$, Integral Transforms and Special Functions, Published Online, 2019.

14. T. Kobayashi, A. Leotiev, 2 つの Gegenbauer 多項式を含むある積分公式 (A certain integral formula containing two Gegenbauer polynoimals) 数理解析研究所講究録 **2077** "表現論とその周辺分野の広がり" (阿部紀行氏編集), (2018), pp. 22–35.

著書:

1. T. Kobayashi and B. Speh, "Symmetry Breaking for Representations of Rank One Orthogonal Groups ", Mem. Amer. Math. Soc., **238**, アメリカ数学会，2015 年, v+112 pages. ISBN: 978-1-4704-1922-6.

2. T. Kobayashi, T. Kubo, and M. Pevzner. Conformal Symmetry Breaking Operators for Differential Forms on Spheres, Lecture Notes in Mathematics. **2170**, Springer, 2016 年，ix+192 pages. ISBN: 978-981-10-2656-0.

3. T. Kobayashi and B. Speh. Symmetry Breaking for Representations of Rank One Orthogonal Groups II, **2234** of Lecture Notes in Mathematics. Springer, 2018, xv+342 pages. ISBN:978-981-13-2900-5.

4. T. Kobayashi. 分担執筆，解説:リー群の表現論における最近の進展，In: 杉浦光夫『ユ

ニタリ表現入門』, pages 214–242. 東京図書, 2018.

C. 口頭発表

1. Semisimple Symmetric Spaces and Discontinuous Groups: What I Learned from Professor Toshio Oshima. 大島利雄先生古希記念研究集会. Josai University, Tokyo, Japan, 26-27 December 2018.

2. Global Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces—Beyond the Riemannian Case. (**2.A.**–**2.P.** では講演タイトル，内容は個々に異なるが，大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる．) **2.A.** "Geometric Quantization and Applications" M. Vergne 教授記念集会. Luminy, France, 8-12 October 2018. **2.B.** Symposium on Representation Theory 2018. Tottori, Japan, 13-16 November 2018. **2.C.** Colloquium. Hiroshima University, Japan, 6 November 2018. **2.D.** (plenary lecture). The 65th Geometry Symposium. Tohoku University, Sendai, Japan, 28-31 August 2018. **2.E.** Glances at Manifolds: Aleksy Tralle 教授還暦記念研究集会. the Jagiellonian University, Krakow, Poland, 2-6 July 2018. **2.F.** Analysis on Manifolds with Symmetries and Related Structures. University of Bath, UK, 28-29 June 2016. **2.G.** Workshop: Deformation of Discrete Groups and Related Topics. Nagoya University, Nagoya, Japan, 17-18 February 2015. **2.H.** The 11th International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics (LT-11). Varna, Bulgaria, 15-21 June 2015. **2.I.** 談話会. Kyushu University, Fukuoka, Japan, 15 January 2015. **2.J.** Harmonic Analysis, Group Representations, Automorphic Forms and Invariant Theory: in honour of Roger Howe celebrating his 70th birthday (Howe 教授 70 歳記念研究集会). Yale University, USA, 1-5 June 2015. **2.K.** Seminar. Institut Élie Cartan de Lorraine, Nancy, France, 15 October 2015. **2.L.** Workshop: Branching Laws, Quantum Ergodicity, Wave Front Sets & Resonances (organized by M. Pevzner and P. Ramacher. Reims, France, 23-24 October 2015. (2 lectures). **2.M.** Symposium on Representation Theory 2015, 伊豆長岡, Shizuoka, Japan, 17-20 November 2015. **2.N.** 談話会. Tohoku University, Sendai, Japan, 15 December 2014. **2.O.** 談話会. The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 11 July 2014. **2.P.** "Rigidity in geometry and spectral analysis on non-Riemnnnian locally homogeneous manifolds", Workshop: Deformation of Discrete Groups and Related Topics. Nagoya University, Nagoya, Japan, 17-18 February 2015.

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

4. Analysis of minimal representations-an approach to quantize nilpotent orbits. (**4.A.**–**4.C.** では講演タイトル，内容は個々に異なるが，大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる．) **4.A.** Representation Theory at the Crossroads of Modern Mathematics: Alexandre Kirillov 教授 81 歳記念研究集会. Reims, France, 29 May-2 June 2017. **4.B.** (2 lectures). Analytic Representation Theory of Lie Groups. Kavli IPMU, The University of Tokyo, Japan, 1-4 July 2015. **4.C.** Conformal Geometry and Branching Problems in Representation Theory. Symposium on Representation Theory 2016. Okinawa, Japan, 29 November 29-2 December 2016. (連続講演).

5. Symmetry Breaking Operators in Conformal Geometry. (**5.A.**–**5.J.** では講演タイトル，内容は個々に異なるが，大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる．) **5.A.** Journées SL2R de théorie des représentations et analyse harmonique (Hubert Rubenthaler 教授退官記念研究集

会). I.R.M.A., University of Strasbourg, France, 22-23 March 2018. **5.B.** (opening lecture). Joint meeting of X. International Symposium: Quantum Theory and Symmetries and XII. International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics. Varna, Bulgaria, 19-25 June 2017. **5.C.** (plenary lecture), the XXXV Workshop on Geometric Methods in Physics. Bialowieza, Poland, 2-8 July 2017. **5.D.** Symposium on Representation Theory 2017. Isawa, Yamanashi, Japan, 28 November-1 December 2017. (plenary lecture), 日本. **5.E.** "Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces with Indefinite-metric—after 145 years of Klein's Erlangen Program". Colloquium. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Germany, 25 July 2017. **5.F.** Sophus Lie Seminar. Göttingen, Germany, 30 June-1 July 2017. **5.G.** Harmonic Analysis and the Trace Formula. Oberwolfach, Germany, 21-27 May 2017. **5.H.** AMS Special Session on Harmonic Analysis (Olafsson 教授 65 歳記念研究集会). Atlanta, USA, 4 January 2017. **5.I.** Conference on Geometry, Representation Theory and the Baum-Connes Conjecture (Baum 教授 80 歳記念研究集会). The Fields Institute, Toronto, Ontario, Canada, 18-22 July 2016. **5.J.** Geometry, Representation Theory, and Differential Equation, Kyushu University, Japan, 26-19 February 2016.

6. F-method for Constructing Symmetry Breaking Operators. (**6.A.**–**6.C.** では講演タイトル，内容は個々に異なるが，大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる．) **6.A.** I. Abstract Branching Laws for Unitary Highest Weight Modules and Localness Theorem. **6.B.** V. Some Further Perspectives from the General Theory. (**6.A.** と **6.B.** は The 20th Hakuba Workshop on Number Theory in 2017: Automorphic Differential Operators on Siegel Modular Forms (organized by T. Ibukiyama の 5 回連続講演 (分担) の 2 つ). Nagano, Japan, 3-7 September 2017.) **6.C.** F-method III. Geometry, Representation Theory, and Differential Equations. Kyushu University, 16-19 February 2016.

7. Birth of New Branching Problems. 日本数学会 70 周年記念 企画特別講演, 日本数学会秋季総合分科会，Kansai University, Japan, 15-18 September 2016.

8. Branching Laws for Infinite Dimensional Representations of Real Lie Groups; Symmetry Breaking Operators. (**8.A.**–**8.L.** では講演タイトル，内容は個々に異なるが，大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる．) **8.A.** Joachim Hilgert 教授還暦記念研究集会. Paderborn, Germany, 23-27 July 2018. **8.B.** (plenary lecture). the 32nd International Colloquium on Group Theoretical Methods in Physics (Group32). Czech Technical University, Prague, Czech Republic, 9-13 July 2018. **8.C.** Representation theory, geometry, and quantization: the mathematical legacy of Bertram Kostant. MIT, USA, 28 May-1 June 2018. **8.D.** Representations of reductive groups: (David Vogan 教授還暦記念研究集会) (organized by R. Bezrukavnikov, P. Etingof, G. Lusztig, M. Nevins, and P. Trapa). MIT, USA, 19-23 May 2014. **8.E.** Representation Theory and Groups Actions. The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 12 July 2014. **8.F.** Workshop on New Developments in Representation Theory (opening lecture), Singapore, 14 March 2016. **8.G.** (2 回連続講演) Berkeley-Tokyo Winter School: Geometry, Topology and Representation Theory. University of California, Berkeley, USA, 8-19 February 2016. **8.H.** (opening lecture). Journees SL2R (Strasbourg, Lorraine, Luxembourg, Reims): Théorie des Representations et Analyse Harmonique. Institut Elie Cartan de Lorraine, France, 9-10 June 2016. **8.I.** Analysis, Geometry and Representations on Lie Groups and Homogeneous Spaces (河添健教授および Ahmed Intissar 教授の還暦記念研究集

会). Marrakech, Morocco, 8-12 December 2014. **8.J.** Symmetry Breaking Operators and Branching Problems. Symposium on Representation Theory 2014. Awajishima, Japan, 25-28 November 2014. (連続講演) **8.K.** Symmetry Breaking Operators and Branching Problems. Algebraic Geometry Seminar. Zurich University, Switzerland, 6 October 2014. **8.L.** Symmetry Breaking Operators for Rank One Orthogonal Groups. Prehomogeneous Vector Spaces and Related Topics (organized by Slupinski, Soufaifi, Y. Hironaka, H. Ochiai; scientific advisors: Rubenthaler and F. Sato). Rikkyo University, Tokyo, Japan, 1–5 September 2014.

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

10. Finite Multiplicity Theorems and Real Spherical Varieties. (**10.A.–10.C.** では講演タイトル，内容は個々に異なるが，大きなテーマとしては同じなので 1 つにまとめる．) **10.A.** 松木敏彦教授還暦記念研究集会. Tottori, Japan, 8–9, February 2014. **10.B.** Representation Theory and Analysis of Reductive Groups: Spherical Spaces and Hecke Algebras Oberwolfach, Germany, 19–25 January 2014. **10.C.** 松本久義氏還暦記念研究集会，Tokyo, March 27–29, 2019.

D. 講義

1. 数理科学概論 I: フェルミ推定，微積分, Taylor 展開，偏微分，Lagrange の未定乗数法，近似と概算，微分方程式の初歩，多変数関数の積分を講義し，約 200 題の演習で講義を補った．(教養学部文科 1, 2 年生)

2. 数物先端科学 IV・幾何学 XH: Representation Theory of Real Reductive Groups. I start with the interaction of representation theory of Lie groups with various branches of mathematics, and explain the fundamental role of reductive groups. I exploited Benoist–Kobayashi's criterion for tempered homogeneous spaces by using geometric group theory, and also a state-of-the-art of the classification theory of irreducible (infinite-dimensional) representations of real reductive Lie groups such as Langland's classification, Vogan's classification, and the one based on $\mathcal{D}$-modules. A short discussion of the orbit method as a *geometric quantization* of coadjoint orbits which are typical examples of homogeneous symplectic manifolds are also discussed. For broad audience, structure theory of real reductive Lie groups such as maximal compact subgroups and the Cartan decomposition, and reductive pairs such as symmetric pairs are included followed by some applications such as the criterion for the Calabi–Markus phenomenon for discontinuous groups.

(数理大学院・4 年生共通講義)

3. 数学講究 XB（数理科学概説）「対称と大域解析」, (理学部数学科 4 年生)，2018 年 5 月 9 日.

4. 数学講究 XA, 数学特別講究，通年: テキスト Berline–Getzler–Vergne, "Heat Kernels and Dirac Operators" (理学部数学科 4 年生)

5. 「対称性と大域解析」広島大学集中講義，2018 年 11 月 5–9 日．フーリエ級数と熱方程式、正定値ではない計量をもつ多様体（擬リーマン多様体）上のラプラシアンと等長変換群，球面調和関数，定曲率をもつ擬リーマン対称空間上の調和解析についての解説を行った後,（擬リーマン）対称空間の等長な不連続群による商として得られる局所対称空間上の解析に関して，3 次元反ドジッター多様体の例と用いながら，最新のトピックを紹介した。

6. Representations of Lie groups, Yale University, 2019. An introduction to infinite-dimensional representations of Lie groups by geometric and analytic methods with basic examples, followed by some recent topics on symmetry breaking (restriction of representations). (大学院・専門家)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 田内大渡 (TAUCHI Taito): Relationship between orbit decompositions on flag varieties and multiplicities of induced representations. (旗多様体上の軌道分解と誘導表現の重複度の関係性について)
2. (課程博士) 島本直弥 (SHIMAMOTO Naoya): On orbit decompositions of multiple flag varieties. (多重旗多様体の軌道分解について)
3. (修士) 里見貴志 (SATOMI Takashi): 算術的組み合わせ論による等質空間上のたたみ込みのスペクトル評価.

F. 対外研究サービス

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

[ジャーナルのエディター]

2. Editor in Chief, Japanese Journal of Mathematics (日本数学会-Springer-Nature) (2006–)
3. Editor, International Mathematics Research Notices (Oxford 大学出版) (2002–)
4. Editor in Chief, Takagi Booklet, vol. 1–22 (日本数学会) (2006–)
5. Editor, Geometriae Dedicata (Springer) (2000–)
6. Editor, Advances in Pure and Applied Mathematics (de Gruyter) (2008–)
7. Editor, International Journal of Mathematics (World Scientific) (2004–)
8. Editor, Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo (2007–)
9. Editor, Kyoto Journal of Mathematics (2010–)
10. Editor, Representation Theory (アメリカ数学会) (2015–2019)
11. Editor, AMS Translation Series (アメリカ数学会) (2016–)
12. Editor, Tunijian Journal of Mathematics (2017–)
13. Editor, Special Issue in commemoration of Professor Kunihiko Kodaira's centennial birthday (J. Math. Sciences, The University of Tokyo) (2015).
14. Editor, Special Issue in honor of Professor Masaki Kashiwara's 70th birthday (Publ. RIMS) 2017–.
15. Chief Editor, Mikio Sato's Collected Papers, (Springer-Nature).
16. 共立出版,『共立講座 数学探検（全 18 巻)』,『共立講座 数学の魅力（全 14 巻+別巻 1)』,『共立講座 数学の輝き（全 40 巻予定)』の３シリーズ編集委員
17. 編集委員，数学の現在 i, e, π, (with 斎藤毅，河東泰之)，東京大学出版会, 2016.

[学会・他大学の委員など]

18. Prize Committee (International Prize, 数学部門，国外) 2018.
19. 審査委員: European Research Council (2010–)
20. 京都大学数理解析研究所運営委員 (2015–2017; 2017–2019)
21. 京都大学数理解析研究所専門委員 (2007–2009; 2009–2011; 2015–2017; 2017–2019)
22. 科学研究費等の審査委員: 日本 (JSPS), 米国 (NSF-AMS), EU, ドイツ, ルクセンブルク, 中華人民共和国・香港 (various years)
23. 審査委員: Prize Committee 日本数学会春季賞 · 秋季賞他 (anonymous) (various years)

[国際研究集会のオーガナイザーなど]

24. オーガナイザー, 高木レクチャー, 第 22 回 (東京大学, 2018 年 11 月) (with Y. Kawahigashi, T. Kumagai, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito).

25. オーガナイザー，Summer School on Representation Theory, リー群の群作用と大域解析に関するセミナー，玉原国際セミナーハウス，19–23 August 2018.

26. オーガナイザー，高木レクチャー，第 21 回 (京都大学数理研, 2018 年 6 月)，(with Y. Kawahigashi, T. Kumagai, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito).

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

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

29. オーガナイザー，Summer School on Representation Theory, リー群の群作用と大域解析セミナー，玉原国際セミナーハウス，10–14 August 2016.

30. オーガナイザー，Winter School 2016 on Representation Theory of Real Reductive Groups，東京大学大学院数理科学研究科，22–27 January 2016. Coorganized with Toshihisa Kubo and Hideko Sekiguchi.

31. オーガナイザー，Summer School on Representation Theory, リー群の群作用と大域解析セミナー，玉原国際セミナーハウス，4–8 August 2015.

32. オーガナイザー，Analytic representation theory of Lie groups, 1–4 July 2015, Kavli 数物連携宇宙研究機構，東京大学.

33. オーガナイザー，Winter School 2015 on Representation Theory of Real Reductive Groups，東京大学大学院数理科学研究科，24–26 January 2015. Coorganized with Toshihisa Kubo, Hisayosi Matumoto and Hideko Sekiguchi.

34. オーガナイザー，Summer School on Representation Theory, 玉原国際セミナーハウス，28–31 August 2014.

35. オーガナイザー，Winter School on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東大，15–18 February 2014, (with T. Kubo, H. Matumoto and H. Sekiguchi).

36. オーガナイザー, 高木レクチャー, 第 14 回（東京大学，2014 年 5 月），第 15 回（東北大学，2015 年 6 月），第 16 回（東京大学，2015 年 11 月）, 第 17 回（京都大学数理研，2016 年 6 月），第 18 回（東京大学，2016 年 11 月）, 第 19 回（京都大学数理研，2017 年 7 月），第 20 回（東京大学，2017 年 11 月）(with Y. Kawahigashi, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito)

37. オーガナイザー，リー群論・表現論セミナー (2007–present 東大; 2003–2007 RIMS; 1987–2001 東大)

G. 受賞

1. 日本数学会出版賞 (2019)『数学の現在 i, e, π』東京大学出版会，(斎藤毅氏，河東泰之氏との共同受賞)，

2. アメリカ数学会フェロー (2017)「簡約リー群の構造論と表現論に対する貢献」(Contribution to Structure Theory and Representation Theory of Reductive Lie groups)

3. 2015 JMSJ 論文賞 (The JMSJ Outstanding Paper Prize)「極小表現の構成に関する論文 Minimal representations via Bessel operators」に関して」(J. Hilgert, J. Möllers との共同受賞)

4. 紫綬褒章 (Medal with Purple Ribbon)(2014) 数学研究

H. 海外からのビジター

1. Paul Frank Baum, Pennsylvania State University, USA, October 17–November 3, 2018, K 理論と Dirac 作用素についての連続講義を行い，また離散群の変形とユニタリ表現に関する議論を行った．

2. Michael Pevzner, Reims University, France, November 16–17, 2018, 対称性破れ作用素に関する講演を行った．

3. Arghya Mondal, Tata Institute, India, November 16–21, 2018, 表現の分岐則のモジュラー多様体への応用についての講演を行った.

4. Ali Baklouti, Sfax University, Tunisia, December 1–4, 2018, 非リーマン等質空間への不連続群および可視的作用に関する議論を行った.

斎藤 秀司 (SAITO Shuji)

A. 研究概要

私がここ数年行ってきた研究の一つであるモチーフ理論の一般化について説明する. モチーフ理論とは, モチフィックコホモロジーのコホモロジー論的定義を与えるもので, モチフィックコホモロジーをあるアーベル圏 (**モチーフの圏**と呼ばれる) における高次の拡大群として捉えることを目的とする. 1980 年に Deligne と Beilinson により基本的予想が定式化された. モチフィックコホモロジーは, 様々なコホモロジー理論の基礎となる普遍的なコホモロジー理論で, 代数的 K 群と Atiyha-Hirzebruch 型スペクトラル系列により結ばれていると期待される. Voevodsky はモチーフの圏の導来圏にあたる三角圏を構成し, 対象を滑らかなスキームに限れば, これが望まれた基本的性質を持つことを証明した (例えば滑らかなスキームの高次 Chow 群がこの圏の射のなす群として表されることを示した). この業績が, 彼にフィールズ賞が与えられた理由のひとつとなったことからもモチーフ理論がいかに重要視されてきたかがわかる.

Voevodsky が構成したモチーフの三角圏は, ホモトピー不変性を満たす層 (**ホモトピー不変層**) を基本的構成要素として用いる. ここで層とは固定された基礎体 k 上の滑らかなスキーム全体のなす圏 Sm_k からアーベル群全体のなす圏への反共変的関手で, Sm_k 上の適当な Grothendieck 位相について層の条件をみたすものである層 F がホモトピー不変であるとは, 全ての $X \in \mathrm{Sm}_k$ にたいし射影 $X \times \mathbb{A}^1 \to X$ が誘導する写像 $F(X) \to F(X \times \mathbb{A}^1)$ が同型であることである. ここで $\mathbb{A}^1$ はアフィイン直線である. ホモトピー不変性はもともと位相幾何で用いられる基本的概念で, Voevodsky はその代数的類似をモチーフの圏に要請した. しかしこれは Voevodsky の理論に本質的な制約を課す. 例えば, 代数的 K 群は特異点をもつスキームにたいしてはホモトピー不変性を一般には持たない. また滑らかなスキームに限ったとしても, 代数多様体の構造層や微分形式の層, あるいは代数群が表現する層はホモトピー不変性を満たさない. またガロア表現では暴分岐が重要な研究対象であるが, 暴分岐はホモトピー不変性を満たさない. よって Voevodsky のモチーフ理論は応用上いまだ未完成な理論であるともいえる.

私は B.Kahn 氏と山崎隆雄氏との共同研究で, ホモトピー不変性層を拡張する**相互層**を新たに導入し, いくつかの基本的な性質を示した. さらにその後の研究により, Voevodsky が示したホモトピー不変層にたいする基本定理を相互層にまで拡張することに成功した. Voevodsky の基本定理は, 彼のモチーフ理論において基本的な役割を果たすものである. 現在は, 相互層にたいするこの基本定理を用いて, Voevodsky のモチーフ理論を拡張する**相互モチーフ理論**を構成している.

I have been studying theory of motives, in particular extending Voevodksy's category of motives by using reciprocity sheaves. A fundamental open question conjectured by Deligne and Beilinson from 1980 predicts the existence of a certain category called category of motives, which gives rise to a universal cohomology theory called motivic cohomology. Motivic cohomology should underlie various cohomology theories for schemes and be related to algebraic K-theory via an Atiyha-Hirzebruch type spectra sequence . Voevodsky gave a partial answer to this conjecture by constructing a category which satisfies the expected properties for smooth schemes, but not for singular schemes. His construction is based on homotopy invariant sheaves. These are sheaves F of abelian groups on the category Sm_k of smooth scheme over a fixed base field equipped with an appropriate Grothendieck topology, which satisfy the property that for any $X \in \mathrm{Sm}_k$, the map $F(X) \to F(X \times \mathbb{A}^1)$ induced by the projection $X \times \mathbb{A}^1 \to X$ is an isomorphism, where $\mathbb{A}^1$ is the affine line. This construction is doomed to fail to work for singular schemes since algebraic

K-theory is not homotopy invariant for singular schemes.

In order to extend Voevodsky's theory, I introduced in a joint work with B. Kahn and T. Yamazaki *reciprocity sheaves*, which generalizes Voevodsky's homotopy invariant sheaves and proved some basic properties. Further I succeeded to extend Voevodsky's fundamental theorems on homotopy invariant sheaves to reciprocity sheaves. Voevodsky's fundamental theorems played crucial roles in his theory of motives. By using the fundamental theorems on reciprocity sheaves, I am now constructing category of *reciprocity motives* which extends Voevodsky's category of motives.

B. 発表論文

1. M. Kerz, S. Saito and G. Tamme: "Towards a non-archimedean analytic analog of the Bass-Quillen conjecture", J. Inst. Math. Jussieu. (2019) to appear.
2. F. Binda and S. Saito : "Relative cycles with moduli and regulator maps", J. Inst. Math. Jussieu. (2019) to appear.
3. K. Rülling and S. Saito : "Higher Chow groups with modulues and relative Milnor K-theory", Trans. AMS. 370 (2018), 987–1104.
4. U. Jannsen, S. Saito and Y. Zhao : "Duality for relative logarithmic de Rham-Witt sheaves and wildly ramified class field theory over finite fields", Compositio Math. 154 (2018) 1306–1331.
5. S. Kelly and S. Saito: "Weight homology of motives", Internatinal Math. Research Notices. 13 , no. 1 (2017), 3938–3984.
6. B. Kahn, S. Saito and T. Yamaz : "Reciprocity sheaves, I", Compositio Math. 152 , no. 9 (2016), 1851–1898.
7. M. Kerz and S. Saito : "Chow group of 0-cycles with modulus and higher dimensional class field theory", Duke Math. J. 165 , no. 15 (2016), 2811–2897 .
8. 斎藤秀司: "高次元類体論の現在-非アーベル化への展望と高次元 Hasse 原理 ", 日本数学会「数学」 67 , no. 3 (2015) 246–270 .
9. S. Saito and K. Sato: "Zero-cycles on varieties over p-adic fields and Brauer groups", Ann. Sci. Ecole Norm. Sup. 47 (2014), 505–537 .
10. M. Kerz and S. Saito: "Lefschetz theorem for abelian fundamental group with modulus", Algebra and Number Theory, 8 (2014), 689–702 .
11. U. Jannsen, S. Saito and K. Sato: "Etale duality for constructible sheaves on arithmetic schemes", J. Reine Angew. 688 (2014), 1–65 .

C. 口頭発表

1. K-theory of rigid spaces and topological Chow groups of algebraic varieties, Arithmetic and Algebraic Geometry 2015, January 27-31, 2015.
2. Motives with modulus, AMS algebraic geometry summer institute 2015, University of Utah, USA, July 13-31, 2015.
3. Motives with modulus, International Colloquium on K-theory, Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India, January 6-14, 2015.
4. Purity for reciprocity sheaves, Generalizations of $\mathbb{A}^1$-Homotopy Invariance in Algebraic Geometry and Homotopy Theory, Haus Kranich, Zinnowitz, Germany, April 3-8, 2016.
5. Purity for reciprocity sheaves, International conference in K-theory, Western Sydney University, Australia, August 16-20, 2016.
6. Purity of reciprocity sheaves and motive of modulus, Algebro-geometric and homotopical methods, Institut Mittag-Leffler, Stockholm, Sweden, April 4-14, 2017.

7. Rigid analytic K-theory, Motivic homotopy theory and refined enumerative geometry, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany, April 9-14, 2018.

8. Rigid analytic K-theory, K-theory in algebraic geometry and number theory, Hausdorff Research Institute for Mathematics, Bonn Germany, May 15-19, 2017.

9. Motives with modulus and cdh descent for reciprocity sheaves, Algebraic K-theory and Arithmetic, Polish Academy of Sciences Conference Center, Bedlewo, Poland, August 20-16, 2017.

10. Motivic interpretation of Artin conductors, Conference on Algebraic Geometry and Number Theory on the occasion of Jean-Louis Colliot-Thelene's 70th birthday, Villa Finaly, Firenze, Italia, December 4-6, 2017.

11. Rigid analytic K-theory and p-adic Chern characters, The conference "Arithmetic Geometry : l-adic and p-adic aspects" , University of Tokyo, Tokyo Japan, September 10-14, 2018.

12. Rigid analytic K-theory and p-adic Chern characters, A conference 'Geometry: Local and Global' on the occasion of Prof. V. Srinivas's 60-th birthday, Tata Institute of Fundamental Research，Mumbai, India, October 1-5, 2018.

13. Theory of motives with modulus, Arithmetic and Algebraic Geometry 2019 on the occasion of Prof. Terasoma's 60-th birthday, University of Tokyo, Tokyo Japan, January 21-25, 2019.

14. Rigid analytic K-theory and p-adic Chern characters, Workshop on arithmetic geometry, Tokyo-Princeton at Komaba, March 18-22, 2019.

D. 講義

1. 代数学 II 講義・代数学 II 演習 (3 年生): 代数学の入門講義，加群の理論

F. 対外研究サービス

1. 国際研究集会 "Moitves in Tokyo, 2019" オーガナイザー

G. 受賞

フンボルト賞 (２０１７年)

斎藤 毅 (SAITO Takeshi)

A. 研究概要

正標数のスムーズな多様体上の ℓ 進層の特性サイクルが，曲線への制限の特性サイクルで定まることを示した．論文は未完成である．
加藤和也氏，Isabel Leal 氏と共同で，離散付値体のガロワ群の 1 次指標の refined Swan 導手の精密化を構成した．
加藤氏と共同で，離散付値体のガロワ群のアーベル商の分岐群のフィルトレーションの定義が，加藤氏によるコホモロジー的なものと Abbes と私による幾何的なものが，混標数の場合にも一致することを示した．これも論文は未完成である．

I proved that the characteristic cycle of an ℓ-adic sheaf on a smooth variety of positive characteristic is determined by those of restrictions to curves. The article is in preparation.
Kazuya Kato, Isabel Leal and I constructed a refinement of the refined Swan conductor of an abelian character of the Galois group of a discrete valuation field.
Kazuya Kato and I proved that the two definitions of filtration of ramification groups of the abelian quotient of the Galois group of a discrete valuation field are equal. The cohomological one by Kato and the geometric one by Abbes and myself. The article is in preparation.

B. 発表論文

1. T. Saito "Ramification groups of coverings and valuations", Tunisian Journal of Mathematics Vol. 1, No. 3, 373-426, 2019

2. T. Saito "On the proper push-forward of the characteristic cycle of a constructible sheaf", Proceedings of Symposia in Pure Mathematics Volume: 97; 2018; Algebraic

Geometry: Salt Lake City 2015, Part 2, 485-494

3. T. Saito, Y. Yatagawa "Wild ramification determines the characteristic cycle", Annales Scientifiques de l'Ecole normale superieure, 50, fascicule 4 (2017), 1065-1079.

4. T. Saito "Characteristic cycle of the external product of constructible sheaves", Manuscripta Mathematica, 154, Issue 1-2, 2017, pp 1-12.

5. T. Saito "Wild ramification and the cotangent bundle", Journal of Algebraic Geometry, 26 (2017), 399-473.

6. T. Saito "The characteristic cycle and the singular support of a constructible sheaf", Inventiones mathematicae, 207(2), (2017) 597-695,

7. T. Saito "Characteristic cycle and the Euler number of a constructible sheaf on a surface", Kodaira Centennial issue of the Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, vol 22, (2015), 387-442.

C. 口頭発表

1. Characteristic cycle of constructible sheaves and restriction to curves. "Arithmétique et géométrie algébrique", une conférence en l'honneur d'Ofer Gabber, à l'occasion de son soixantième anniversaire, à l'IHÉS, Vendredi 15 juin, 2018.（フランス）Cohomology of algebraic varieties CIRM October 19th, 2018. （フランス）

2. Characteristic cycle of an étale sheaf and its functoriality Purdue University, September 24-28, 2018. （アメリカ）

3. Characteristic cycles and the conductor of direct image, Interactions between Representation Theory and Algebraic Geometry, the University of Chicago, August 22, 2017 （アメリカ）, p 進コホモロジーと数論幾何学， 東京電機大学 11 月 16 日, The Legacy of Carl Friedrich Gauss, Dec 18, 2017, TSIMF, Sanya, （中国）. Motives in Tokyo on the occation of Shuji Saito's 60th Birthday March 26, 2018

4. Characteristic cycle of an ℓ-adic sheaf, 数学会総合分科会，特別講演，関西大学，2016 年 9 月 17 日，東北大学代数セミナー 2017 年 1 月 26 日， 第 12 回 鹿児島 代数・解析・幾何学セミナー 2017 年 2 月 13 日，JAMI 2017 Local zeta functions and the arithmetic of moduli spaces: A conference in memory of Jun-Ichi Igusa March 22-26, 2017 Johns Hopkins University（アメリカ）, Fukuoka International Conference on Arithmetic Geometry in 2017 April 20, (日本). Workshop on arithmetic geometry at Tambara 2017 May 22,（日本）. Algebraic Analysis in honor of Masaki Kashiwara's 70th birthday IHES, June 9 2017（フランス）. Algebraic Analysis and Representation Theory – In honor of Professor Masaki Kashiwara's 70th Birthday – RIMS June 28 （日本）. Regulators in Niseko 2017, 2017 年 9 月 4 日. Tokyo-Lyon Satellite Conference in Number Theory, Univ. of Tokyo, February 21 (Wed), 2018. 第 34 回京都賞記念ワークショップ「基礎科学部門」2018 年 11 月 12 日（月）京大数理研 Arithmetic and Algebraic Geometry 2019 - in honour of Professor Tomohide Terasoma ' s 60th birthday - January 25 (Fri), 2019 東大数理

5. On the characteristic cycle of a constructible sheaf, SAGA Orsay, 22/03/16,（フランス）. Hakodate workshop on arithmetic geometry 2016. Hakodate arena.（日本） 6 月 1 日. Tokyo-Seoul at KIAS, June 16-17, 2016（韓国）. PANT Characteristic cycle of a constructible sheaf, July 11-15 2016 （台湾）.

6. The characteristic cycle and the singular support of an etale sheaf, Workshop of arithmetic geometry in Tohoku, October 30, 2014（日本）. Arithmetic and Algebraic Geometry (Shioda 75), UTokyo, School of Math. Sci., Lecture hall, Jan-

uary 31, 2015,（日本）. Séminaire Théorie des Nombres, Institute de Mathématique de Bordeaux, mars 20, 2015, Arithmetic Algebraic Geometry, May 15, 2015（中国）. Nordic Number-theory Network, Copenhagen June 16,（デンマーク）. Géométrie arithmétique, théorie des représentations et applications, 24 juin 2015,（フランス）. Guest seminar, Freie Universität Berlin, June 30 12:30-14:00 16:00-17:30, July 2, 7（ドイツ）. AMS algebraic geometry summer institute, July 27, 2015,（アメリカ）. Conference on Algebraic Number Theory, TSIMF Sanya, January 17, 2016,（中国）.

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

8. ℓ 進層の分岐と特性多様体、 第三回九州合同セミナー 2014 年 1 月 11 日 佐賀大学，Characteristic cycles of a constructible sheaf on a surface, Arithmetic and Algebraic Geometry 2014, 東大数理大講義室 2014 年 1 月 29 日, Conference on Motives and Galois groups on the occasion of Uwe Jannsen's 60th birthday, March 12 14:00-15:00, 2014, University of Regensburg(ドイツ). Geometry and Arithmetic of Surfaces, March 18 10:00-11:00, 2014 LMU and TU Munich(ドイツ).

D. 講義

1. 微分積分学（通年):微積分（教養学部 1 年生）

2. 整数論・代数学 XE：代数多様体上の構成可能層の特性類.（数理大学院・4 年生共通講義）

F. 対外研究サービス

1. 第 21, 22 回高木レクチャー　6 月 23 日，11 月 17, 18 日オーガナイザー

2. Arithmetic Geometry : ℓ-adic and p-adic aspects, 10 to 14 September 2018, conference hall, School of Mathematical Sciences, Komaba, Univ. of Tokyo. オーガナイザー

3. Workshop on arithmetic geometry, Tokyo-Princeton at Komaba, March 18-22, 2019 オーガナイザー

4. Journal of Algebraic Geometry, エディター

5. Documenta Mathematica, エディター

6. Japanese Journal of Mathematics, エディター

G. 受賞

日本数学会出版賞：『数学の現在』共編 2019 年 3 月 18 日

齊藤 宣一 (SAITO Norikazu)

A. 研究概要

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

1) 心血管系の血流シミュレーションでは，3 次元の詳細な数理モデルの他に 1 次元血流モデル (1D モデル) がよく用いられるが，それを導出する際の現象論的なモデリングや基礎的な数学的性質はあまり議論されていない．本年度は，もっとも標準的なモデルの数学的な well-posedness の考察を行い，従来の研究と比較してかなり一般的な状況下での時間局所的な解の構成に成功した．具体的には，T. Kato (1975) による準線形 1 階対称双曲系の well-posedness の研究を応用し，許容される任意のパラメータの組みに対して，高階のソボレフ空間における 1D モデルの時間局所解の構成に成功した．

2) T. Kato (1975) の準線形双曲型発展方程式の一般論に対応する時間離散化理論が，最近，Kovács & Lubich (2018) によって報告された．一方で，Kovács & Lubich (2018) では，空間変数の離散化に関しては，全く手がつけられていなかった．本研究では，空間離散化を含めた一般論の構築に向けて，S^1 上の単純な 1 階の準線形波動方程式とその差分近似をモデル問題として，全離散理論の構築を行った．

3) $\mathbb{R}^n$ の球状領域で定義された半線形熱方程式の球対称解を計算するための有限要素法を提案

し，いろいろなノルムを用いて最適誤差評価を導出した.（中西徹との共同研究）.

My current research theme is development of numerical schemes to solve PDEs using computers, in addition to verification of them and their feasibility. Discretization of PDEs using finite element, finite difference, and finite volume methods is the central concern of my research. Some associated themes are the stability of solutions (numerical and approximate) and analysis of the asymptotic dependence of errors on discretization parameters.
1) The one-dimensional flood flow model (1D model) is frequently applied in the blood flow simulation in the large aorta. However, many important problems remain open at present from the viewpoint of mathematics. I studied the well-posedness of a general class of 1D model and succeeded in proving the local (unique) existence of a solution in appropriate Sobolev spaces.
2) Kato's theory for solving quasi-linear abstract hyperbolic equations has many important applications. Recently, the time discrete version is proposed by Kovács & Lubich (2018). However, the full discrete version is still open at present. I studied a quasi-linear wave equation in S^1 and its finite difference approximation as model problems and succeeded in establishing the full discrete version.
3) We proposed the finite element method for solving spherically symmetric solutions of semilinear heat equations in n dimensional ball. We also proved the well-posedness and the optimal order error estimates in several norms. (This is a joint work with T. Nakanishi.)

B. 発表論文

1. N. Saito and G. Zhou: "Analysis of the fictitious domain method with an L^2-penalty for elliptic problems", Numer. Funct. Anal. Optim. **36** (2015) 501–527.

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

3. N. Saito, Y. Sugitani, and G. Zhou: "Unilateral problem for the Stokes equations: the well-posedness and finite element approximation", Appl. Numer. Math. **105** (2016) 124–147.

4. N. Saito and T. Sasaki: "Finite difference approximation for nonlinear Schrödinger equations with application to blow-up computation", Jpn. J. Ind. Appl. Math. **33** (2016) 427–470.

5. G. Zhou and N. Saito: "The Navier-Stokes equations under a unilateral boundary condition of Signorini's type", J. Math. Fluid Mech. **18** (2016) 481–510.

6. G. Zhou and N. Saito: "Finite volume methods for a Keller-Segel system: discrete energy, error estimates and numerical blow-up analysis", Numer. Math. **135** (2017) 265–311.

7. T. Kemmochi and N. Saito: "Discrete maximal regularity and the finite element method for parabolic equations", Numer. Math. **138** (2018) 905–937.

8. M. Miyashita and N. Saito: "Hybridized discontinuous Galerkin method for elliptic interface problems: error estimates under low regularity assumptions of solutions", J. Sci. Comput. **76** (2018) 1657–1673.

9. N. Saito and Y. Sugitani: "Analysis of the immersed boundary method for a finite element Stokes problem", Numer. Methods Partial Differential Equations **35** (2019) 181–199.

10. Y. Ueda and N. Saito: "The inf-sup condition and error estimates of the Nitsche method for evolutionary diffusion-advection-reaction equations", Jpn. J. Ind. Appl. Math. **26** (2019) 209–238.

C. 口頭発表

1. Mathematical and numerical analysis for flows and related problems, The 1st Joint Conference of A3 Foresight Program:

Mathematics of Fluid Dynamics and Material Science November 21–23, 2014, International Convention Center, Jeju, Korea

2. A unilateral boundary condition for the Stokes equations with application to numerical outflow boundary conditions (keynote lecture), FEF 2015: The 18th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, March 16–18, 2015, Regent Taipei, Taipei, Taiwan

3. Discrete maximal regularity and the finite element method for parabolic problems (invited lecture), CJK2016: The Sixth China-Japan-Korea Joint Conference on Numerical Mathematics, August 22-26, 2016, NIMS, Daejeon, Korea

4. Penalty methods and the immersed boundary method, International Seminar on Applied Mathematics for Real-world Problems II, October 28-29, 2016, Research Institute for Electronic Science (RIES), Hokkaido University

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

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

7. N. Saito, Variational analysis of the discontinuous Galerkin time-stepping method for parabolic equations, International Workshop on Numerical Methods for Partial Differential Equations, March 26–28, 2018, The Hong Kong Polytechnic University, Hong-Kong, China

8. 齊藤宣一，数値解析の諸相，数値解析セミナー，2018 年 5 月 8 日，東京大学大学院数理科学研究科

9. N. Saito, Variational analysis of the DG time-stepping method for parabolic equations, CJK2018: The Seventh China-Japan-Korea Joint Conference on Numerical Mathematics, August 20–25, 2018, Shinoki Cultural Complex, Kanazawa, Japan

10. N. Saito, Variational analysis of the DG time-stepping method for parabolic equations, The Japan-Taiwan Joint Workshop on Numerical Analysis and Scientific Computation, November 24-26, 2018, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

D. 講義

1. 計算数理 I・計算数理：数値解析の入門講義．連立一次方程式・非線形方程式の解法，数値積分，常微分方程式の初期値問題，共役勾配法．(理学部・教養学部 3 年生向け講義)

2. 計算数理 II・数値解析学：偏微分方程式の数値解析．熱方程式，Poisson 方程式に対する差分法や有限要素法．(数理大学院・4 年生共通講義)

3. 計算数理演習：計算数理 I・計算数理の内容に沿った計算実習．(理学部・教養学部 3 年生向け講義)

4. 微分積分学続論：陰関数の定理，逆関数の定理，変数変換公式，未定乗数法など解析学の基礎的な講義．(教養学部 2 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 楊帆 (YANG Fan):一次元血流モデルにおける適切性

F. 対外研究サービス

1. Numerische Mathematik 編集委員

2. International Journal of Computer Mathematics 編集委員

3. Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics 編集委員

4. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo 編集委員

5. JSIAM Letters 編集委員

6. 日本応用数理学会　監事・代表会員

7. 日本数学会　社会連携協議会委員

8. 日本応用数理学会三部会連携「応用数理セミナー」の開催と講義 :『数学教授にでも使える Freefem++』(2018 年 12 月 26 日，東京大学大学院数理科学研究科)

9. 地方独立行政法人 神奈川県立産業技術総合研究所 (KISTEC) の講座講座『研究者，技術者のための，もう一度，数学』での講義 : 第 1 回「差分法の理論 1 : 境界値問題の数理と差分法」，第 2 回「差分法の理論 2 : 熱方程式の数理と差分法」，第 3 回「差分法の理論 3 : 安定性と収束性」，第 4 回「差分法の理論 4 : 有限体積法、有限要素法と差分法」，第 5 回「差分法の演習 : 差分法の理論に関する演習」(2018 年 11 月 28–30 日，KISTEC)

10. The Seventh China-Japan-Korea Joint Conference on Numerical Mathematics (2018 年 8 月 20–25 日，しいのき迎賓館，金沢市) の主催

H. 海外からのビジター

1. William Huang (National Chiao Tung University) 2019 年 1 月 11 日–2 月 12 日

志 甫　淳 (SHIHO Atsushi)

A. 研究概要

(1)　X を標数 $p > 0$ の完全体 k 上の射影的で滑らかな代数多様体で幾何的エタール基本群が自明なものとするとき，X 上のアイソクリスタルは自明なものしかないだろうと de Jong により予想されている．この予想に関する部分的結果についての以前の論文 2 本が出版された．また，別の部分的結果が得られているが，論文はまだ準備中である．H. Esnault 氏との共同研究である．

(2)　X を標数 $p > 0$ の完全体 k 上の滑らかな代数多様体とし，W を k の Witt 環，K をその商体とする．Davis-Langer-Zink は X の整過収束 de Rham-Witt コホモロジーという W 加群であるコホモロジーを定義し，それに W 上 K をテンソルすると有限次元 K 線型空間であることを示した．そして，このコホモロジーは捻れを法とすると有限生成 W 加群となることが期待されていた．しかし，1 次整過収束 de Rham-Witt コホモロジーが捻れを法としても有限生成でない X の例が多数存在することを証明した．論文は完成し，投稿中である．V. Ertl 氏との共同研究である．

(3)　適切な条件を満たす標数 0 の対数的代数多様体の対数的ドラーム基本群の完全列に関する V. Di Proietto 氏との共著論文が出版された．また，適切な条件を満たす標数 0 の対数的代数多様体の射に対する相対的冪単な対数的ドラーム基本群の様々な定義の比較とそれの p 進的応用に関する B. Chiarellotto 氏, V. Di Proietto 氏との別の共著論文を完成させ，投稿した．

(4)　相対的対数 de Rham-Witt 複体の相対コホモロジーと相対的対数クリスタリンコホモロジーとの比較定理について研究を行った．平山和貴氏との共同研究である．論文は改訂準備中である．

(1)　It is conjectured by de Jong that, for a projective smooth variety X over a perfect field k of characteristic $p > 0$ with trivial geometric etale fundamental group, any isocrystal on X is trivial. Our two articles on partial results on this cobjecture are published. We have also some other partial results, but the article for them is still in preparation. This is a joint work with H. Esnault.

(2)　Let X be a smooth variety over a perfect field k of characteristic $p > 0$, let W be the Witt ring of k and let K be the fraction field of W. Davis-Langer-Zink defined the integral overconvergent de Rham-Witt cohomology of X, which is a W-module, and proved that it becomes a finite dimensional K-vector space after we tensor it with K over W. Moreover, it was expected that this cohomology modulo torsion would be a finitely generated W-module. However, we proved that there exist many examples of X such that its first integral overconvergent de Rham-Witt cohomology modulo torsion is

not finitely generated. We finished writing up the article and it is under submission. This is a joint work with V. Ertl.

(3) An article with V. Di Proietto on the homotopy exact sequence of log de Rham fundamental group of certain log variety of characteristic 0 is publishsed. Also, we wrote up another article with B. Chiarellotto and V. Di Proietto on the comparison of various definitions of relatively unipotent log de Rham fundamental group of certain morphism of log variety of characteristic 0 and its p-adic application, and we submitted it.

(4) We studied the comparison theorem between the relative cohomology of relative log de Rham-Witt complex and relative log crystalline cohomology. This is a joint work with Kazuki Hirayama. The article is in preparation for revision.

B. 発表論文

1. B. Chiarellotto, V. Di Proietto and A. Shiho: "Comparison of relatively unipotent log de Rham fundamental groups", arXiv:1903.03361. (109 pages)

2. H. Esnault and A. Shiho:"Chern classes of crystals", Trans. Amer. Math. Soc. **371**(2019), 1333–1358.

3. V. Ertl and A. Shiho, "On infiniteness of integral overconvergent de Rham-Witt cohomology modulo torsion", arXiv:1812.03720. (12 pages)

4. K. Hirayama and A. Shiho, "On comparison between relative log de Rham-Witt cohomology and relative log crystalline cohomology", arXiv:1803.09245. (54 pages)

5. H. Esnault and A. Shiho:"Convergent isocrystals on simply connected varieties", Ann. Inst. Fourier, **68** (2018), 2109–2148.

6. V. Di Proietto and A. Shiho:"On the homotopy exact sequence for log algebraic fundamental groups", Doc. Math. **23**(2018), 543–597

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

8. 志甫 淳,「層とホモロジー代数」, 共立講座 数学の魅力 5, 共立出版, 2016.

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

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

C. 口頭発表

1. On the finiteness problem of integral overconvergent de Rham-Witt cohomology modulo torsion, Workshop on arithmetic geometry Tokyo-Princeton at Komaba, 東京大学大学院数理科学研究科, 2019 年 3 月 19 日.

2. On relative log de Rham-Witt complex, Arithmetic Geometry and de Rham Theory, VAST(ベトナム), 2018 年 12 月 4 日.

3. On de Jong conjecture, F-isocrystals and families of algebraic varieties (a part of the Simons semester program 'Varieties: Arithmetic and Transformations'), IMPAN Warsaw(ポーランド), 2018 年 11 月 13 日.

4. Overconvergence and examples, F-isocrystals and families of algebraic varieties (a part of the Simons semester program 'Varieties: Arithmetic and Transformations'), IMPAN Warsaw(ポーランド), 2018 年 11 月 12 日.

5. On de Jong conjecture, Arithmetic Geometry: l-adic and p-adic aspects, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 9 月 11 日.

6. On relative log de Rham-Witt complex, Arithmetic and Algebraic Geometry – A conference in honor of Ofer Gabber on the

occasion of his 60th birthday, IHES(フランス), 2018 年 6 月 13 日.

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

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

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

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

D. 講義

1. 数学 II : ベクトルと行列に関する基礎的事項について講義した．(教養学部前期課程講義)

2. 学術フロンティア講義 : オムニバス講義「現代の数学 – その源泉とフロンティア –」の一部として,「p 進数の世界」と題して p 進数の定義および p 進数に関連した数学について講義した．(教養学部前期課程講義)

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

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

E. 修士・博士論文

1. (修士) 笠浦 一海 (KASAURA Kazumi) : On extension of overconvergent log isocrystals on log smooth varieties.

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」(京都大学数理解析研究所) 運営委員会委員.

2. 研究集会「p-adic cohomology and arithmetic geometry 2018」(東北大学) オーガナイザー.

G. 受賞

第 13 回 (平成 28 年度) 日本学術振興会賞.

H. 海外からのビジター

1. Pierre Houédry (École Normale Supérieure de Rennes): He visited me as an internship student from 1st June to 31st July 2018. We had weekly seminars on anabelian property of local fields.

高木 俊輔 (TAKAGI Shunsuke)

A. 研究概要

標数 p への還元がほとんどすべての p に関して大域的 F 正則多様体になるような，標数 0 の代数閉体上定義された射影多様体を大域的 F 正則型多様体という．Karl Schwede と Karen Smith は，大域的 F 正則型多様体は対数的 Fano 多様体であると予想した．発表論文 [9]（權業善範との共同研究）においてこの予想が 2 次元の場合に正しいことを証明したが，今年度は Paolo Cascini との共同研究において 3 次元の場合について議論した．特に X が 3 次元非特異大域的 F 正則型多様体で $-K_X$ がネフならば，X は弱 Fano 多様体であることを証明した．この結果に関する論文を現在準備中である．

A projective variety over an algebraically closed field of characteristic zero is said to be of globally F-regular type if its modulo p reduction is globally F-regular for almost all p. Karl Schwede and Kare Smith conjectured that projective varieties of globally F-regular type are log Fano. In [9] (which is joint work with Yoshinori Gongyo), we proved that this conjecture holds in dimension two. In this academic year, I discussed the three-dimensional case with Paolo Cascini. In particular, we proved that if X is a three-dimensional smooth projective variety of globally F-regular type with $-K_X$ nef, then X is weak Fano. The article for this result is in preparation.

B. 発表論文

1. Y. Gongyo and S. Takagi :“Kollár’s injectivity theorem for globally F-regular varieties”, to appear in Eur. J. Math.

2. S. Takagi :“Finitistic test ideals on numerically $\mathbb{Q}$-Gorenstein varieties”, to appear in J. Algebra.

3. K. Sato and S. Takagi : “General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic”, to appear in J. Inst. Math. Jussieu.

4. S. Takagi and K.-i. Watanabe :“F-singularities: applications of characteristic p methods to singularity theory”, Sugaku Expositions **31** (2018), 1–42.

5. B. Bhatt and K. Schwede and S. Takagi :“The weak ordinarity conjecture and F-singularities”, Higher dimensional algebraic geometry, 11–39, Adv. Stud. Pure Math., 74, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2017.

6. A. Singh, S. Takagi and M. Varbaro : “A Gorenstein criterion for strongly F-regular and log terminal singularities”, Int. Math. Res. Not. IMRN **2017**, no.21, 6484–6522.

7. V. Srinivas and S. Takagi :“Nilpotence of Frobenius action and the Hodge filtration on local cohomology”, Adv. Math. **305**, (2017), 456–478.

8. H. Dao and S. Takagi :“On the relationship between depth and cohomological dimension”, Compos. Math. **152** (2016), no.4, 876–888.

9. Y. Gongyo and S. Takagi :“Surfaces of globally F-regular and F-split type”, Math. Ann. **364** (2016), 841–855.

C. 口頭発表

1. On threefolds of globally F-regular type, AMS Spring Central and Western Sectional Meeting, Special Session on Commutative Algebra and its Environs, University of Hawaii at Manoa, 2019 年 3 月.

2. 代数多様体の特異点論と正標数の手法, 日本数学会 2019 年度年会, 東京工業大学, 2019 年 3 月.

3. Test ideals on numerically $\mathbb{Q}$-Gorenstein rings, Singularities and Homological Aspects of Commutative Algebra, MFO, Germany, 2019 年 2 月.

4. Vanishing theorems on globally F-regular varieties, Positivity in Algebraic Geometry, Yonsei University, Korea, 2018 年 6 月.

5. General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic, Pure Maths Colloquium, University of Sheffield, UK, 2018 年 5 月.

6. Vanishing theorems on globally F-regular varieties, Algebraic Geometry Seminar, University of Cambridge, UK, 2018 年 5 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎（補修）: S1 タームに行われた「数理科学基礎」の内容を講義した. (教養学部前期課程講義)

2. 線型代数学 II : 理系向けに線形代数の基礎を講義した. (教養学部前期課程講義)

3. 数理科学概論 II : 文系向けに行列の対角化とその応用について講義した. (教養学部前期課程講義)

4. 学術フロンティア講義「現代の数学ーその源泉とフロンティアー」: 直和因子予想について説明した. (教養学部前期課程講義)

5. 代数学 XA・代数構造論 I : 可換環論の基礎を講義した. (数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 河上 龍郎 (KAWAKAMI Tatsuro): 正標数の Bogomolov 型の消滅定理について.

2. (修士) 吉川 翔 (YOSHIKAWA Shou): Singularities of non-$\mathbb{Q}$-Gorenstein varieties admitting a polarized endomorphism.

F. 対外研究サービス

1. Journal of the Korean Mathematical Society, エディター

2. 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター, 専門調査員

3. 東大可換環論セミナー, 世話人

4. 研究集会 “Algebraic Geometry in Positive Characteristic and Related Topics” (東京大学数理科学研究科・12 月 17–20 日), 世話人

5. 研究集会 “London-Tokyo Workshop in Birational Geometry” (Imperial College London・5 月 29 日-6 月 1 日), 世話人

G. 受賞

1. 2019 年度日本数学会代数学賞 (2019 年 3 月)

2. 平成 29 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞 (2017 年 4 月)

高山 茂晴 (TAKAYAMA Shigeharu)

A. 研究概要

複素多様体間の正則平坦射 $f : X \to Y$ に対し, 所謂ファイバー積分により得られる Y 上の関数, またはそれに類するものは様々な場面において現れ, その研究は応用上不可欠である. 特に深く関係する先行研究として Barlet 氏による $\dim Y = 1$ の場合のものがある (1982 年). この研究の高次元化, $\dim Y > 1$, は様々な技術的な困難があり, 長い間為されてこなかった. この高次元化について, 最近の代数多様体のモジュライ理論の発展に動機を得て, ファイバー積分の f の特異点の周りでの漸近展開に関する研究を行った.

For a holomorphic flat morphism $f : X \to Y$ between complex manifolds, functions on Y obtained by fiber integrals appear quite often and are important in various applications. A deeply related study has been done by Barlet in 1982 in the case $\dim Y = 1$. However, the higher dimensional case $\dim Y > 1$ has not been sdudied until now, because of various technical difficulties. Motivated by a recent developement of the moduli theory of algebraic varieties, I studied the higher dimensional case especially about asymptotic expansions of the fiber integrals around the singular locus of f in Y.

B. 発表論文

1. S. Takayama: “A filling-in problem and moderate degenerations of minimal algebraic varieties”, Algebraic Geom. **6** (2019) 26–49.

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

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

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

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

C. 口頭発表

1. Degeneration of Kähler-Einstein manifolds, 2018 International conference on complex geometry and several complex variables, Chinese Academy of Sciences, 中国 (北京), 2018 年 7 月.

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

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

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

5. Moderate degenerations of Calabi-Yau manifolds over higher dimensional bases, Analytic Methods in Algebraic Geometry Day, Northwestern Univ., シカゴ, アメリカ合衆国, 2017 年 3 月.

6. Positivity of the direct image of an adjoint bundle with multiplier ideal, 第 22 回複素幾何シンポジウム, 金沢県政記念 しいのき迎賓館, 2016 年 11 月.

7. 標準束の複素幾何学, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会 幾何学・トポロジー分科会合同 特別講演, 関西大学, 2016 年 9 月.

8. Degeneration of algebraic varieties and the metric completeness of parameter spaces, 第 21 回複素幾何シンポジウム, 金沢大学サテライトプラザ, 2015 年 10 月.

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

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

D. 講義

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

2. 数理科学基礎 : 高校で学んだ数学から大学で学ぶ数学への橋渡しとなる講義を行った. (教養学部前期課程講義)

3. 微分積分学 : 数理科学基礎に引き続き, 高校で学習した微分・積分を発展させた解析学の基本的な考え方と方法について講義した. (教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 服部 弘樹 (HATTORI Hiroki): 大沢-竹腰拡張定理の L^2 評価に関する研究.

F. 対外研究サービス

1. (Organizer) 第 24 回複素幾何シンポジウム, 於 金沢県政記念 しいのき迎賓館, 石川県金沢市, 2018 年 11 月.

2. (Organizer) 第 20 回多変数複素解析葉山シンポジウム, 於 湘南国際村センター, 神奈川県葉山町, 2018 年 7 月.

3. (Editor) Forum Mathematicum

G. 受賞

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

H. 海外からのビジター

1. Nicholas McCleerey (Northwestern Univ., USA), 2019 年 1 月, Polar transform and local positivity for curves.

2. Gerard Freixas i Montplet (CNRS, France), 2018 年 11 月, BCOV invariants of Calabi-Yau varieties.

辻 雄 (TSUJI Takeshi)

A. 研究概要

p 進 Hodge 理論, p 進コホモロジー論およびそれらの応用について研究している. 前年度に引き続き, Matthew Morrow 氏と, Bhatt-Morrow-Scholze の枠組みでの整 p 進 Hodge 理論の係数理論について共同研究を行なった. 整局所 p 進 Simpson 対応では, 整一般化表現と整 Higgs 束の対応が (各対象が "small" であるという条件のもとで) 対応するが, これらのコホモロジーの整構造を保つ比較はなされていなかった. 今年度の研究により, Bhatt-Morrow-Scholze の理論で導入された「ずらし」ガロア・コホモロジーを用いれば, 整構造を保つ自然な同型が得られることが明らかになった. この同型の大域化は一般には成り立たず, その障害の解明が今後の課題である. また Laurent Berger 氏との Lubin-Tate (φ, Γ) 加群の岩澤理論の共同研究を再開した. 2015 年度の共同研究により, Lubin-Tate (φ, Γ) 加群およびその岩澤加群の, 形式群の局所モジュライ空間への持ち上げが得られていた. 今年度は F 解析的 crystalline 表現に伴う Lubin-Tate Wach 加群について研究し, Hodge filtration の長さについての条件つきで, 局所モジュライへの持ち上げに成功した. 応用として多変数の明示的相互法則の定式化を得た. 条件をはずすこと及び明示的相互法則を証明することが今後の課題である.

Takeshi Tsuji is working on p-adic Hodge theory, p-adic cohomology and their applications. He continued to study with Matthew Morrow a theory of coefficients in the integral p-adic Hodge theory in the frame work introduced by Bhatt-Morrow-Scholze. In the integral local p-adic Simpson correspondence, integral generalized representations and integral Higgs bundles correspond to each other (under the assumption that these objects are "small"), but the comparison between their cohomologies respecting the integral structures had been open. They obtained such a comparison by using Galois cohomology décalé introduced by Bhatt-Morrow-Scholze. The global comparison does not hold in general, whose obstruction is the next problem to study. Takeshi Tsuji has also resumed the joint study with Laurent Berger on Iwasawa theory of Lubin-Tate (φ, Γ)-modules. In the joint study in 2015, they had obtained liftings of a Lubin-Tate (φ, Γ)-module and its Iwasawa module to the local moduli of the formal group. They succeeded in constructing a lifting of the Lubin-Tate Wach module associated to an F-analytic crystalline representation to the local moduli under a certain assumption on the length of the Hodge filtration. It allowed them to formulate an explicit reciprocity with multiple variables (under the same assumption). They plan to remove the assumption and to prove the explicit reciprocity law.

B. 発表論文

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

2. T. Tsuji, *Notes on the local p-adic Simpson correspondence*, Math. Ann. **371** (2018), 795–881.

3. T. Tsuji, *Saturated morphisms of logarithmic schemes*, Tunisian Journal of Mathematics **1** (2019), 185–220.

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

C. 口頭発表

1. (φ, Γ)-modules and formal moduli for Lubin-Tate formal groups, Workshop on arithmetic geometry, Tokyo-Princeton at Komaba, the University of Tokyo, 2019 年 3 月

2. p 進 Simpson 対応，代数的整数論とその周辺，京都大学数理解析研究所，2018 年 11 月

3. Recent progress in integral p-adic Hodge theory. Tokyo-Lyon Conference in Mathematics, the University of Tokyo, 2018 年 2 月

4. The relative Fontaine-Laffaille theory and A_{inf} representations with Frobenius. p 進コホモロジーと数論幾何学 2, 東京電機大学, 2017 年 11 月

5. The relative Fontaine-Laffaille theory and A_{inf} representations with Frobenius. Algebraic K-theory and arithmetic, Polish Academy of Sciences Conference Center, Będlewo, Poland, 2017 年 8 月

6. The relative Fontaine-Laffaille theory and A_{inf} representations with Frobenius. Simons Symposium on p-adic Hodge Theory, Schloss Elmau, Germany, 2017 年 5 月

7. p 進 Simpson 対応, 日本数学会 2017 年度年会，企画特別講演，首都大学東京，2017 年 3 月

8. Notes on the local p-adic Simpson correspondence, Séminaire de Géométrie Arithmétique Paris-Pékin-Tokyo, Institut des Hautes Études Scientifiques (IHES), France, 2016 年 3 月

9. On p-adic etale cohomology of perverse sheaves, 2015 Summer Research Institute on Algebraic Geometry, University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA, 2015 年 7 月

10. On p-adic étale cohomology of perverse sheaves, Géométrie arithmétique, théorie des représentations et applications, Centre International de Rencontres

Mathématiques (CIRM), Luminy, France, 2015 年 6 月

D. 講義

1. 数理科学基礎．微分積分学分野担当.（教養学部前期課程講義，理科 1 類 1 年 S1 ターム）

2. 微分積分学．微分積分学の基礎講義．テイラー展開，偏微分，重積分など.（教養学部前期課程講義．理科 1 類 1 年 S1 ターム A セメスター）

3. 代数学 III．体論，特にガロア理論についての講義.（理学部数学科 3 年．A セメスター）

E. 修士・博士論文

1. （博士）片岡 武典 (KATAOKA Takenori): Equivariant Iwasawa theory for elliptic curves.

2. （博士）戸次 鵬人 (BEKKI Hohto): Some arithmetic properties of geodesic cycles on locally symmetric spaces.

F. 対外研究サービス

1. Arithmetic Geometry : l-adic and p-adic aspects, September 10-14, 2018, オーガナイザー

2. Proceedings of Iwasawa 2017, Advanced Studies in Pure Mathematics, エディター

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

4. Journal de Théorie des Nombres de Bordeaux , エディター

坪 井 俊 (TSUBOI Takashi)

A. 研究概要

- 微分同相群の一様完全性について研究し、偶数次元閉多様体 M^{2n} が、中間指数 n のハンドルを持たないハンドル分解を持つならば、M^{2n} の微分同相群 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})$ $(r \neq 2n+1)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})_0$ の元は、4 個の交換子の積で書かれること、奇数次元閉多様体 M^{2n+1} の微分同相群 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n+1})$ $(r \neq 2n+2)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n+1})_0$ の元は、5 個の交換子の積で書かれることを示していた。これを改良し、それぞれ 3 個、4 個の交換子の積となることを示した。また、6 次元以上の偶数次元閉多様体 M^{2n} の微分同相群 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})$ $(r \neq 2n+1)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^{2n})_0$ は、一様完全であることを示している。さらに、上の一様完全性の条件を満たすコンパクトで連結な多様体 M^n の微分同相群 $\mathrm{Diff}^r(M^n)$ $(r \neq n+1)$ の恒等写像の成分 $\mathrm{Diff}^r(M^n)_0$ は、一様単純である。
- 球面の同相群の恒等写像成分、メンガーコンパクト空間の同相群に対して、任意の元は、1 個の交換子として書けることを示した。
- We previously showed that any element of the identity component of the group of C^r diffeomorphisms $\mathrm{Diff}^r_c(\mathrm{R}^n)_0$ of the n-dimensional Euclidean space R^n with compact support $(1 \leqq r \leqq \infty,\ r \neq n+1)$ is written as a product of two commutators. This statement holds for the interior M^n of a compact n-dimensional manifold which has a handle decomposition only with handles of indices not greater than $(n-1)/2$. For the group $\mathrm{Diff}^r(M)$ of C^r diffeomorphisms of a compact manifold M, we previously showed the following for its identity component $\mathrm{Diff}^r(M)_0$. For an even-dimensional compact manifold M^{2m} with handle decomposition without handles of the middle index m, any element of $\mathrm{Diff}^r(M^{2m})_0$ $(1 \leqq r \leqq \infty,\ r \neq 2m+1)$ is written as a product of four commutators. For an odd-dimensional compact manifold M^{2m+1}, any element of $\mathrm{Diff}^r(M^{2m+1})_0$ $(1 \leqq r \leqq \infty,\ r \neq 2m+2)$ is written as a product of five commutators. We gave better estimates replacing four and five above by three and four, respectively. Note that, by our previous result, for an even-dimensional compact manifold M^{2m} $(2m \geq 6)$, $\mathrm{Diff}^r(M^{2m})_0$ $(1 \leqq r \leqq \infty,$

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

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

B. 発表論文

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

C. 口頭発表

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

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

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

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

5. Commutators of groups of automorphisms, "2018 IBS Symposium, Geometric Topology and Geometry of String Thoery", IBS, 韓国, March 13, 2018.

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

7. Problems on the commutators of diffeomorphisms "The 14th East Asian Conference on Geometric Topology", Pekin Univerity, China, 2019 年 1 月 23 日.

D. 講義

1. 数学特別講義 III、数理科学特論 III：ホモトピー原理：グロモフのホモトピー原理は、ナッシュの解析的埋め込み定理、等長埋め込み定理、ナッシュ・カイパーの等長埋め込み定理、スメール・ハーシュの埋め込み定理、グロモフ・フィリップスの沈め込み定理などを統一的に理解しようとする考え方で、多様体上の構造の分類において重要な役割を果たしている。現在、接触幾何、シンプレクティク幾何、偏微分方程式論などに応用を広げているが、講義では、その源流に当たる部分を解説した。

2. 学術フロンティア講義「数理科学の研究フロンティア：宇宙、物質、生命、情報」：宇宙の起源、物質の起源、生命の進化、情報と人工知能などの現代科学のフロンティアを、最前線の若手研究者が数理科学という切り口で俯瞰する。授業担当教員がモデレータとなり、理化学研究所の若手研究者をゲストに招き、以下の話題を議論すした。ゲスト氏名と話題は、井上芳幸「ブラックホールを通して紐解く宇宙の歴史」、横倉祐貴「時空とは何か？ -ブラックホールと情報の関係から時空構造を探る-」、立川正志「数理の目で見る細胞生物学入門」、ジェフリーフォーセット「ゲノム情報学」、土井琢身「スパコンの世界を覗く・スパコンから世界を覗く」、瀧雅人「深層学習はどのように賢くなるのか？」である。(教養学部前期課程 S セメスター講義)

F. 対外研究サービス

1. 日本学術会議連携会員（2014 年 9 月まで)、会員（2014 年 10 月から）

2. JST CREST 研究領域「現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築」研究総括（2014 年 6 月から）

3. 理化学研究所数理創造プログラム (RIKEN iTHEMS) 副プログラムディレクター

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

寺杣 友秀 (TERASOMA Tomohide)

A. 研究概要

(1) 朝倉・大坪との共同研究においてある超幾何関数の 1 における値は指数パラメータがある条件を満たす時に、代数的数の対数関数と代数的数の一次結合の形にかけることを証明した。この条件はあるフェルマー曲面のホッジサイクルと関連するものになっている。本年度は青木・塩田の明示的代数的サイクルを使うことにより、明示的公式をえることに成功した。

(2) ブロック・クリズの論文の中で彼らはブロック・クリズ・ホップ代数と呼ばれるホップ代数を構成し、混合テイトモチーフの圏をそのホップ代数上の余加群の圏として定義した。本年度はブロック・トタロによるポリログ余加群の構成で用いられた代数的サイクルを生み出すホモトピー的手法を編み出した。さらにその手法を用いることによりベイリンソン・ゴンチャロフ・シェヒトマン・バルチェンコによって定義された青本多重対数に付随するブロック・クリズホップ代数上の余加群の明示的な記述を得た。

(3) D を $\mathbf{Q}$ 上、モチビック多重ゼータ値で生成されたベクトル空間を π^2 で生成されたイデアルで割った空間とする。D 内で深さが与えられた整数 d 以下のモチビック多重ゼータで生成された部分空間として深さフィルトレーションが定まる。ブロードハースト・クライマーは重さ n と深さ d の多重ゼータ値の空間の次元の母関数に関する予想をたてた。

この予想に楕円尖点形式の次元が現れることから、混合楕円モチーフが混合テイトモチーフに影響を与えていることが示唆される。他方 3 点付き楕円曲線のモジュライ上の混合楕円モチーフをつかさどるホップ代数がハインによる相対バー複体により構成されている。そして、穴あき普遍楕円曲線の基本群の普遍包絡環には、このホップ代数上の余加群の構造が導入される。

我々は退化楕円曲線の基本群と射影直線から 3 点を除いたものの基本群の関係を与えた。さらにこの関係に明確な説明をあたえるために、サンドイッチ解消という自由結合代数上の自由解消を導入した。これはブロードハースト・クライマー予想に現れる母関数を生み出すものである。

(1) With Asakura and Otsubo, we prove that the special values of a hypergeometric function at 1 is expressed as a linear combination of log of algebraic numbers over algebraic numbers, provided that the exponents satisfy a certain condition. This condition is related to Hodge cycles of a Fermat surface. In this year, we gave an explicit formula for these special values using explicit algebraic cycles given by Aoki-Shioda.

(2) In a paper by Bloch-Kriz, they defined the category of motives by that of comodules over a Hopf algebra, which is called the Bloch-Kriz Hopf algebra. In this year, we gave a homotopical method to construct the comodules over the Bloch-Kriz Hopf algebra associated to the polylogarithms which yeilds the algebraic cycles used by Bloch-Totaro. Moreover, we apply the same methode to obtain the explicit description of the comodules over the Bloch-Kriz Hopf algebra associated to Aomoto polylogarithm after Beilnson-Goncharov-Schehchtman-Varchenko.

(3) Let D be the graded $\mathbf{Q}$ vector space generated by motivic multiple zeta values modulo "π^2". The depth filtration is defined as the subspaces of D generated by MZV's whose depths are less than or equal to given numbers. Broadhurst and Kreimer gave a conjecture on the two variable generating function of the dimensions of weight n and depth d parts. In this conjecture, the dimensions of elliptic cusp forms appears, which suggests the existence of an influence of mixed elliptic motives on mixed Tate motives.

On the other hand, the Hopf algebra classifying the mixed elliptic motives over the moduli $\mathcal{M}_{13}$ of 3-pointed genus one curves is obtained by the relative bar complex defined by Hain.

And the universal enveloping algebra of the fundamental group of the puncutred universal elliptic curves has a comodule structure over this Hopf algebra.

In this year, we gave a relation between the fundamental group of the degenerating elliptic curve and that of the projective line minus three points. To give a clear explanation for the

relation with the relative bar complex, we introduce a certain resolution, called a sandwich resolution of a dual free associative algebra which yields the generating function conjectured by Broadhurst and Kerimer.

B. 発表論文

1. K. Matsumoto, T. Sasaki, T. Terasoma, and M. Yoshida: "An example of Schwarz map of reducible Appell's hypergeometric equation E_2 in two variables, J. Math. Soc. Japan, Vol 69, No. 2 (2017), 563-595.
2. M. Asakura N. Otsubo and T. Terasoma:"An algebro-geometric study of special values of hypergeometric functions ${}_3F_2$", Nagoya Journal of Mathematics", Published online: 13 September 2018, pp. 1-16
3. T. Terasoma:"Construction of surfaces with large higher Chow groups", Published online: 16 October 2018, pp. 1-21
4. T. Terasoma:"Φ-cohomology theory, RIMS Kokyuroku Bessatsu B68, Various aspects of multiple zeta values, ed. K. Ihara, (2017), pp. 67–90.
5. K. Matsumoto, and T. Terasoma: "Period map of triple coverings of P^2 and mixed Hodge structures", to appear from Publ. RIMS.

C. 口頭発表

1. Period integrals of open Fermat surfaces and special values of hypergeometric functions, Trimester Program Periods in Number Theory, Algebraic Geometry and Physics, Hausdorff Institute for Mathematics, Bonn, 2018, Jan 16.
2. Motivic bar comodules associated to Polylogarithms and Aomoto Polylogarithm, Periods and L-values of Motives, Schloss Elmau, Germany, 2018, April, 30, 2018
3. 退化楕円曲線と多重ゼータ値の重さフィルトレーションについて, 第 26 回整数論サマースクール「多重ゼータ値」, 伊良湖シーパーク＆スパ 2018/9/14
4. Sandwich resolution of a dual free associative algebra, D-modules, quantum geometry, and related topices, 数理解析研究所, 2018 December 3-7,
5. Sandwich resolution and Broadhurst-Kerimer conjecture, Algebraic Geometry in Positive Characteristic and Related Topics, 東京大学数理科学研究科, 2018,December 17,
6. Algebraic correspondences and Period integrals, Arithmetic and Algebraic Geometry 2019, 東京大学数理科学研究科, 2019, January 22

D. 講義

線型代数学演習（教養学部　理科 1 年）, 線型代数学の基礎に関する演習を行う。

E. 修士・博士論文

1. (博士) 松澤 陽介: Arithmetic degrees of self-maps of algebraic varieties
2. (修士) 佐藤　謙: Indecomposable parts of higher Chow groups of a certain type of Kummer surfaces
3. (修士) 千々和　大輝: On certain algebraic cycles on abelian varieties of Fermat type
4. (修士) 山口　雄太: $\mathbf{P}^1$ のある 4 重被覆の周期積分とテータ関数

F. 対外研究サービス

日本数学会理事

時弘 哲治 (TOKIHIRO Tetsuji)

A. 研究概要

方程式が多項式のいくつかの因子に分解可能であるケースについて，一次元および二次元離散方程式の co-primeness 性（有理式として互いに素である性質）を調べた．いくつかの初等的方程式についての考察を行った後，Somos-4 方程式と（1 次元）離散 Toda 方程式の高次元拡張に

焦点を当てた．以前の結果では，方程式の右辺が因数分解できない場合，すべての方程式が既約性と co-primeness 性を満たす事を証明している．今回は，既約性はもはや満足されないケースについて，右辺が因数分解可能であっても，これらの方程式に関しては co-primeness 性が依然として成り立つことを証明した．

We investigate the coprimeness properties of one and two dimensional discrete equations, in a situation where the equations are decomposable into several factors of polynomials. After experimenting on a simple equation, we shall focus on some higher power extensions of the Somos-4 equation and the (1-dimensional) discrete Toda equation. Our previous results are that all of the equations satisfy the irreducibility and the coprimeness properties if the RHS is not factorizable. In this paper we shall prove that the coprimeness property still holds for all of these equations even if the RHS is factorizable, although the irreducibility property is no longer satisfied.

B. 発表論文

1. Masataka Kanki, Takafumi Mase and Tetsuji Tokihiro, “On the Coprimeness Property of Discrete Systems without the Irreducibility Condition”, SIGMA 14 (2018), 065, 17 pages.

2. Ryo Kamiya, Masataka Kanki, Takafumi Mase, and Tetsuji Tokihiro, “A two-dimensional lattice equation as an extension of the Heideman-Hogan recurrence”, J. Phys. A: Math. Theor. **51**, 125203 (2018) (16pages).

3. Tatsuya Hayashi, Tetsuji Tokihiro, Hiroki Kurihara, Fumimasa Nomura and Kenji Yasuda, “Integrate and fire model with refractory period for synchronization of two cardiomyocytes”, J. Theor. Biol., **437**, pp.141–148 (2018).

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

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

6. 間田潤，松家敬介，由良文孝，栗原裕基，時弘哲治, “血管新生の数理モデル”, 日本応用数理学会論文誌 Vol. 26 (2016) 105-123.

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

8. Masataka Kanki, Takafumi Mase and Tetsuji Tokihiro, “Singularity confinement and chaos in two-dimensional discrete systems”, J. Phys. A: Math. Theor. **49** 23LT01 (9pp) (2016).

9. Masataka Kanki, Yuki Takahashi and Tetsuji Tokihiro, “Graphs emerging from the solutions to the periodic discrete Toda equation over finite fields”, Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE Vol. 7 No. 3 (2016) 338-353.

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

C. 口頭発表

1. “液晶における転位と準周期性”, 結晶転位の先進数理解析， 九州大学， 2018 年 9 月 10 日．

2. “Co-primeness preserving extensions of discrete integrable equations”, The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Taipei (Taiwan), July 5 - 9 (2018).

3. “On quasi-integrable extension of 2D Toda equation”, The 3rd China-Japan Joint Workshop on Integrable Systems, Shaanxi Normal University, Xi’an (China), August 19-22 (2016).

4. “Coprimeness as a quasi-integrability criterion for discrete equations”, Workshop ”Topics on tropical geometry, integrable systems and positivity”, Aoyama-gakuin University, Dec. 22-24 (2015).

5. “生命動態の数理–心筋細胞と血管新生の数理モデル- ”, 武蔵野大学数理工学シンポジウム 2015, 武蔵野大学有明キャンパス 2015 年 11 月 19,20 日

6. “生命動態の数理　–血管新生の数理モデルを中心”, 第 16 回現象数理学コロキアム, 明治大学 中野キャンパス 2015 年 10 月 16 日.

7. “Mathematical modeling for angiogenesis”, ICIAM2015, Aug. 10-15, 2015

8. “Irreducibility and co-primeness of terms in discrete equations with respect to initial variables”, Three days on Painlevé equations and their applications, Roma Tre University, Roma (Italy), Dec. 18-20 (2014).

9. “Cellular automaton approach to dynamics in vascular arborization”, The Joint Annual Meeting of the Japanese Society for Mathematical Biology and the Society for Mathematical Biology, Osaka International Convention Center (Japan), July 29-August 1 (2014).

10. “Integrable systems over finite fields”, International Conference on Symmetries and Integrability in Difference Equations, Indian Institute of Science (India), June 16-21 (2014).

D. 講義

1. 常微分方程式：常微分方程式の基本的な性質を説明した.（教養学部前期課程講義）

2. 数理科学概論?(文科生)：微積分に関する基礎的な講義.（教養学部前期課程講義）

3. 現象数理 II（非線形数理）: オムニバス形式で，ソリトン及び離散可積分系について解説した．.(数理大学院・4 年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 日本応用数理学会　理事.

2. Journal of Physical Society of Japan, editor.

3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, editor.

4. Discrete Dynamics in Nature and Society, editor.

H. 海外からのビジター

Dr. Darlayne Addabbo （University of Notre Dame）, She gave a talk on May 28th. The title of her talk is “Representation Theory, Q-systems and Generalizations, and Box-Ball Systems ”.

中村 周 (NAKAMURA Shu)

A. 研究概要

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

今年度においては，主に以下の問題を考察した．(1) 一般化されたシュレディンガー型作用素の長距離型散乱における散乱行列がフーリエ積分作用素であることを証明した．それを用いて臨界的な減衰度の場合に，スペクトルが稠密離散，あるいは絶対連続でありうる事を証明し，それを論文にまとめた．(2) 非コンパクト多様体，特にユークリッド空間上のシュレディンガー方程式に半古典測度の手法の応用する研究を継続している（F. Macia との共同研究）．(3) そのほか，不定形量のシュレディンガー型作用素の本質的自己共役性（平良晃一との共同研究），離散シュレディンガー作用素の連続極限におけるノルム・レゾルベント収束の証明（只野之英との共同研究），などの研究を行なった．

I am studying partial differential equations appearing in the quantum mechanics (Schrödinger equations, Dirac equations, Klein-Gordon equations, etc.). The aim is to achieve deeper understanding of the mathematical structure of quantum mechanics using functional analysis, microlocal analysis, the concept of scattering, probability theory, etc. During this academic year, I have been mainly working on the following topics: (1) The scattering matrices for generalized Schrödinger type operators with long range perturbations are showed to be Fourier integral operators. As an application, it is showed that the spectrum of scattering matrices can be pure point, and also absolutely continuous. These results are published as preprints; (2) Applications of the semiclassical measure methods to Schrödinger equations on non-compact manifolds, in particular Euclidean spaces are continued to be investigated (in collaboration with F. Macia (Madrid Tech. Univ.)); (3) Several topics, including: essential self-adjointness for Schrödinger type operators on Rimannian manifolds with sign non-definite metrics (in collaboration with K. Taira); the norm-resolvent convergence in the continuous limit of discrete Schrödinger operators (in collaboration with Y. Tadano), are studied.

B. 発表論文

1. A. Pushnitski and S. Nakamura: "The spectrum of the scattering matrix near resonant energies in the semiclassical limit". Trans. American Math. Soc. **366** (2014), 1725–1747.

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

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

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

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

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

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

8. J. Behrndt, F. Gesztesy, S. Nakamura: "Spectral shift functions and Dirichlet-to-Neumann maps", Math. Ann. **371** (2018), 1255–1300.

9. Nakamura, S.: "Long-range scattering matrix for Schrödinger-type operators". Preprint 2018. (`https://arxiv.org/abs/1804.05488`)

10. Nakamura, S.: "Remarks on scattering matrices for Schrödiner operators with critically long-range perturbations". Preprint 2018. (`https://arxiv.org/abs/1804.05489`)

C. 口頭発表

1. "Microlocal Scattering Theory for Discrete Schrödinger Operators and Related Topics". 2016 年 6 月 6 日（京都大学数理解析研究所・研究集会「保存則をもつ偏微分方程式に対する解の正則性, 特異性および長時間挙動の研究」2016 年 6 月 6 日–8 日）.

2. 「散乱理論における超局所的手法についての話題」2016 年 9 月 7 日–9 日, 連続講演（京都大学数理解析研究所・共同研究「微分方程式に対する散乱理論の展開」, 2016 年 9 月 7 日–9 日）.

3. 「磯崎・北田 modifiers について」2016 年 11 月 27 日（研究集会 第 27 回「数理物理と微分方程式」2016 年 11 月 25 日–27 日, 富山）.

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

5. “Properties of scattering matrix with long-range perturbations”, 2018, March 15, Universidad Polité cnica de Madrid, Spain.

6. 「長距離型散乱の散乱行列について」2018 年 9 月 1 日, (「2018 夏の作用素論シンポジウム」2018 年 8 月 31 日〜9 月 3 日), 徳島).

7. “Remarks on scattering matrices for long-range perturbations”, 2018 年 11 月 2 日, (第 28 回「数理物理と微分方程式」2018 年 11 月 2 日–4 日, 函館).

8. “Properties of scattering matrix with long-range perturbations”, 2018 年 12 月 3 日, (International Conference Spectral Theory and Mathematical Physics 2018, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Matemáticas Santiago, December 3–7, 2018).

9. “Topics on Microlocal Scattering Theory for Discrete Schrödinger Operators”, 2018 年 1 月 9 日, (Spectra of Random Operators and Related Topics, 2019, January 9–11, 京都大学).

10. 「長距離型散乱の散乱行列の超局所的構造とスペクトルについて」2019 年 1 月 25 日, (「作用素論セミナー」京都大学).

D. 講義

1. 首都大学東京・集中講義「シュレディンガー型作用素に対する長距離散乱理論の構成と散乱行列の解析」, 2018 年 11 月 20 日–22 日.

E. 修士・博士論文

1. (博士) 後藤 ゆきみ (GOTO Yukimi): Binding stability of molecules in density-matrix-functional theories.

2. (博士) 只野 之英 (TADANO Yukihide): Long-range scattering problem and continuum limit of discrete Schrödinger operators.

3. (博士) 三上 渓太 (MIKAMI Keita): Localization in direction of Schrödinger operators with homogeneous potentials of order zero.

4. (修士) ESPINOZA PENA Nikolas: Eigenvalue estimates and eigenvalue statistics for random Schrödinger operators with finite rank perturbations.

5. (修士) 亀岡 健太郎 (KAMEOKA Kentaro): Semiclassical study of shape resonances in the Stark effect.

6. (修士) 福嶌 翔太 (FUKUSIMA Shota): L^2 boundedness of pseudodifferential operaor on manifold with end.

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 “Journal of Mathematical Society Japan” 編集委員.

2. 日本数学会・関数方程式分科会・学術論文誌 “Funkcialaj Ekvacioj” 編集委員.

3. “Reviews in Mathematical Physics” (World Scientific Publishing) 編集委員.

4. 国際会議 “Chile-Japan Workshop on Mathematical Physics and Partial Differential Equations” (2018 年 9 月 20 日–22 日, 東京大学数理科学研究科) 組織委員.

5. 研究会「シュレディンガー方程式の数理とその周辺」(2019 年 1 月 6 日–8 日, 土肥) 組織委員.

6. 2018 年度 日本数学会解析学賞選考委員.

平地 健吾 (HIRACHI Kengo)

A. 研究概要

強擬凸領域とその境界の CR 構造を放物型幾何学の視点から研究している. 本年度は CR 構造の変形と局所 CR 不変量についての二つの結果を得た. CR 構造の変形は変形複体という不変微分作用素の系列を用いて抽象的に記述できる. 球面の抽象的な変形を具体的な埋め込みとして実現し, その変分を不変微分作用素を用いて表示した. また局所スカラー CR 不変量の 2 つの定義 (Fefferman により提唱された Moser 標準座標を用いるものと共形幾何の類似として Webster 接続を用いるもの) の同値性を示した.

I have been studying the geometry of strictly pseudoconvex domains and CR structures on their boundaries from the point of view of parabolic geometry. This year, I have obtained two results on the deformation of CR structures and local CR invariants. The deformation of abstract CR structures can be described by using a complex of CR invariant differential operators, called the deformation complex. In the case of the deformations of the sphere, I constructed an explicit realization of CR structures via embeddings and compute its first variation in terms of a invariant differential operator. On the other hand, I showed the equivalence of two definitions of local CR invariants (i) Fefferman's definition using Moser normal form (ii) analogy of conformal invariants, which is given in terms of Webster connection.

B. 発表論文

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

C. 口頭発表

1. Integral Kähler Invariants and the Bergman kernel asymptotics for line bundles, The Third Taiwan International Conference on Differential Geometry (Taiwan), January 2016
2. Total Q-prime curvature in view of scattering theory, Pacific RIM Conference on Mathematics (Korea), July 2016
3. Renormalized volume of strictly pseudoconvex domains, Complex Analysis: Geometric and Dynamical Aspects (India), November 2016
4. Slice theorem for CR structures on the sphere and its applications, Complex Analysis and Geometry - XXIII (Italy), June 2017, The 12th Korean Conference on Several Complex Variables (Korea), July 2017 and International Conference on Symmetry and Geometric Structures, Banach center (Poland), November 2017
5. Log term of the Bergman kernel and the deformation complex for CR structures, Math department colloquium, Princeton Univ. (USA), September 2017 and Taipei Conference on Geometric Invariance and Partial Differential Equations (Taiwan), January 2018
6. Q and Q-prime curvature in conformal and CR geometry (3 lectures); Integral invariants on CR manifolds (50min talk), JAMI, Johns Hopkins Univ. (USA), March 2018
7. Relative fundamental solution to the CR invariant powers of sub-Laplacian and the deformation complex of CR structures, Taipei Conference on Geometric Invariance and Partial Differential Equations, Institute of Mathematics, Academia Sinica (Taiwan), January 2019
8. Global invariants of strictly pseudoconvex domains, Mathematics Colloquium, UCSD (USA), February 2019

D. 講義

1. 解析学 XG, 基礎数理特別講義 V: CR 幾何学の入門として次の項目を講義した．ハイゼンベルグ群上の調和解析 (Folland-Stein の理論)；CR 多様体の局所同値問題 (Moser の標準形)；複素 Monge-Ampere 方程式とアンビエント計量 (数理大学院・4 年生共通講義)
2. 常微分方程式: 常微分方程式入門 (前期課程 2 年)

E. 修士・博士論文

1. (博士論文) 竹内 有哉 (TAKEUCHI Yuya): Studies on invariants of strictly pseudoconvex CR manifolds

2. (修士) 田中 光 (TANAKA Hikari): 分岐被覆領域に対するレビ問題について
3. (修士) 海部 太郎 (KAIBE Tarou): Computation of the asymptotic expansion of the Bergman kernel for line bundles
4. (修士) ワシェレヴィチ, ミハウ アンジェイ (WASILEWICZ, MichałAndrzej): Towards Juhl's formulae for CR invariant differential operators

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 JMSJ 編集委員
2. 日本数学会 ASPM 編集委員
3. Nagoya Journal of Mathematics 編集委員
4. Complex Analysis and its Synergies 編集委員
5. 多変数関数論葉山シンポジウム 組織委員

G. 受賞

1. ICM Seoul 招待講演（2014 年度）

古田 幹雄 (FURUTA Mikio)

A. 研究概要

専門は 4 次元トポロジーとゲージ理論である. 特にゲージ理論の無限次元の幾何学としての側面を中心に研究をしている. 現在の中心的研究対象は Seiberg-Witten 方程式による 4 次元多様体の安定コホモトピー不変量と, それと関連した 3 次元多様体の Floer ホモトピー型である
同方程式は非線型偏微分方程式であるが, それの線形化の主要部分である Dirac 方程式の性質が大きく反映する. これと関連したテーマとして, 準古典近似が状態の厳密な個数を与えるための局所化のメカニズムがあり, また最近は, 物性物理に現れるトポロジカル相への数学的アプローチについても考察している.

(1) 局所化： Seiberg-Witten モジュライ空間の仮想次元は、正スピノル束の Euler 特性数と一致することが知られている。この事実を、指数定理を用いずに、Witten deformation による局所化を利用して直接示すことができた。

(2) ホモロジー 3 球面にたいする分数イデアル値不変量の考察 Seiberg-Witten theory においてホモロジー 3 球面に対して Floer K cohomology から、ホモロジー同境不変量を、ある環（ねじれ係数をもつ Pin(2) 同変 K cohomology 環の係数環）の、ある性質をもつ分数イデアルとして定義することができる。本年度は、この分数イデアルから数値的な無限個の不変量を取り出した。逆にこれらの無限個の数値的不変量が与えられると、それを実現する分数イデアル値の不変量の可能性は高々有限通りである。（Tian-Jun Li 氏との共同研究）

(3) Atiyah-Patodi-Singer の指数定理について $2n$ 次元のシリンダー状の端をもつ多様体に対して、Atiyah-Patodi-Singer の指数公式は作用素の指数を、シリンダーの断面である $2n-1$ 次元多様体上の作用素の η 不変量を用いて表示するものであった。一方、2017 年に物理学者 深谷英則、大野木哲也、山口哲は、$2n$ 次元のふたつの作用素の η 不変量の差を用いた新しい公式を与えた。その公式の導出のためには、余次元 1 の部分多様体（ドメインウォール）を用いた物理的議論が用いられた。彼らの議論は APS の指数公式を解釈するものであって、指数を直接扱うものではなかった。物理学者である彼らと、数学者である松尾信一郎、山下真由子（M2）と私の 6 人の共同研究によって、$2n+1$ 次元空間の中の $2n$ 次元の「角のあるドメインウォール」を用いて、彼らの公式の数学的な導出が与えられた。この導出は、指数を直接扱うものである。角のあるドメインウォールの扱いは、トポロジカル相の文脈では高次トポロジカル不変量と呼ばれる量（の今の文脈においては消滅）とかかわる。（深谷英則、大野木哲也、山口哲、松尾信一郎、山下真由子との共同研究）

I have been studying 4-dimensional topology and gauge theory, in particular an aspect of gauge theory as infinite dimensional geometry. My current interest is a cohomotopy version of Seiberg-Witten invarariants and Seiberg-Witten Floer homotopy type, which are invariants of 4-manifolds and 3-manifolds respectively.
The linearlization of the Seiberg-Witten monopole equation has Dirac equation as its principal part, and the Seiberg-Witten invari-

ants reflects some properties of the family index of Dirac operators. As related topics, I study the localization of solution of Dirac operators and also study a mathematical appoach to topological phase in material science.
(1) A localization: The virtual dimension of the Seiberg-Witten moduli space is equal to the Euler characteristic number of the positive spinor bundle. We gave a proof using Witten deformation, without using the Atiyah-Singer index theorem.
(2) An fractional-ideal-valued invariant for homology 3-spheres: Floer K cohomology induces a homology cobordism invariant of homology 3-spheres, which is formulated as a fractional ideal of some ring. We extract infinitely many numerical invariants from the fractional ideal. The fractional ideal is characterized by these numerical invariants up to finitely many ambiguities. (Joint work with Tian-Jun Li.)
(3) On the Atiyah-Patodi-Singer index theorem: In 2017 three physists H. Fukaya, T. Onogi and T. Yamaguchi gave a new interpretation of the APS index formula using domain wall. We gave a mathematical proof of their formula using domain wall with corner. (Joint work with H. Fukaya, T. Onogi, T. Yamaguchi, S. Matsuo and Y. Yamashita.)

B. 発表論文

1. M. Furuta and S. Matsuo: "The perturbation of the Seiberg-Witten equations revisited", by Journal of the Mathematical Society of Japan,J. Math. Soc. Japan 68 (2016), 1655-1668.

2. H. Fujita, M. Furuta, and T. Yoshida: "Torus fibrations and localization of index III: equivariant version and its applications" . Comm. Math. Phys. 327 (2014), no. 3, 665–689

3. H. Fujita, M. Furuta, T. Yoshida: "Torus fibrations and localization of index II: local index for acyclic compatible system". Comm. Math. Phys. 326 (2014), no. 3, 585–633.

4. M. Furuta, Y. Kametani : "Equivariant version of Rochlin-type congruences". J. Math. Soc. Japan 66 (2014), no. 1, 205–221.

5. M. Furuta, Y. Kametani, H. Matsue and N. Minami: "Stable-homotopy Seiberg-Witten invariants and Pin bordisms", preprint.

6. M. Furuta and Y. Kametani: "Equivariant maps and KO^*-degree", arXiv:0502511v2 preprint.

C. 口頭発表

1. "The Atiyah-Patodi-Singer index theorem and domain walls", BEC2018X Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts, 筑波大学 2018 年 12 月. M. Furuta

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

3. "A (3+1)-dimensional TQFT with TRS-like symmetry", BEC2018 Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases, 筑波大学　2018 年 1 月.

4. 「トポロジカル相とバルク・エッジ対応の数学的側面へのイントロダクション」, 日本数学会年会　企画特別講演 2017 年 3 月

5. 「Seiberg-Witten 不変量と有限次元近似」, 第 11 回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 2016 年 2 月

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

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

8. "10/8-type inequalities and TQFT", IGA/AMSI Workshop "Australia-Japan

Geometry, Analysis and their Applications”, Adelaide University, October 2015（豪）

9. ”10/8-type inequalities and TQFT” Trends in Modern Geometry & the 10th Pacific Rim Complex Geometry Conference, 東京大学, 2015 年 7 月

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

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 今野 北斗 (KONNO Hokuto): Characteristic classes via 4-dimensional gauge theory

2. (修士) 飯田 暢生 (IIDA Nobuo): 修士論文: 境界にコンタクト構造を持つ 4 次元多様体上の Seiberg-Witten 理論——Kronheimer-Mrowka の不変量の精密化

3. (修士) 佐野 岳人 (Sano Taketo): Rasmussen invariant and the divisibility of Lee ’ s class

F. 対外研究サービス

1. Progress in the Mathematics of Topological States of Matter, 組織委員, 東北大学 AIMR, 2018 年 8 月.

2. 研究集会 Geometric Analysis in Geometry and Topology 2018, 組織委員, 中央大学, 2019 年 3 月.

3. 研究集会「4 次元トポロジー」組織委員, 大阪市立大学, 2018 年 9 月.

山本 昌宏 (YAMAMOTO Masahiro)

A. 研究概要

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

1. 2018 年度は査読付きの論文を 10 編を出版した。逆問題の数学解析の研究課題のうち代表的なものとしては、カーレマン評価による係数決定逆問題の一意性と条件付き安定性に関する研究を行った ([7], [8], [10])。さらに不均質媒質における異常拡散を記述する非整数階拡散方程式に対しては、初期値・境界値問題などの数学解析 ([1], [3], [5], [6]) 、ならびに固定された時刻における Dirichlet-to-Neumann 写像による係数決定逆問題の一意性 [2] を確立した。

2. 産業界など現実の課題解決のために数学を応用することに従事している. 数学はそれ自体で完結した理論体系であるだけではなく、抽象性と一般性ゆえに現実の問題の解決に大きな力を発揮できる。またそのような応用によって数学自体の発展につながることも期待できる。産学連携の活動を 2011 年度以降、継続して行っている。例えば 2018 年度は以下のように産業界ならびに工学分野からの課題解決のためのスタデイグループ・ワークショップを組織した（前の 2 つは産業数理、最後のものは環境数理に関するものであった）:
http://sgw2018.imi.kyushu-u.ac.jp/
http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/sgw/2018dec.html
http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/sgw/2019feb.html
企業や工学などの異分野から問題提示があり、院生を中心とした参加者により解決が図られた. また企業との個別の共同研究も行っている. また、最後の環境数理スタディグループでは福島原発事故後の汚染対策に関連した諸課題の数理手法が議論された。

My research field is inverse problems in mathematical sciences. In particular, I am studying determination of parameters such as coefficients, nonhomogeneous terms in evolution

equations and determination of shapes of domains from overdetermining data. Recently I have started to study fractional diffusion equations comprehensively.

1. I published 10 refereed journal articles between January 2018 and March 2019 with coauthors. As one of main methodologies for mathematical analysis for inverse problems, we have Carleman estimates, and I published [7], [8], [10] concerning the uniqueness and the conditional stability for inverse coefficient problems. Moreover for fractional partial differential equations, I have studied forward problems such as initial-boundary value problems ([1], [3], [5], [6]) and established the uniqueness in the inverse coefficient problem by Dirichlet-to-Neumann map at fixed time ([2]).

2. I have applied mathematics in oder to solve problems in the real world such as industry. Mathematics is not only a system of theories but also is powerful machinery for solutions of practical problems, by its character of abstraction and generalization. Moreover by applications, one expects more development of mathematics itself. In 2018 I continued activities of the mathematics for industry. I am one of the main organizers of "Study Group Workshop for Solving Problems from Industry and Engineering" in August, December of 2018 and February - March of 2019 within FMSP Graduate School Program and Cooperative Math. Program:
http://sgw2018.imi.kyushu-u.ac.jp/
http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/sgw/2018dec.html
http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/sgw/2019feb.html
The first was co-organized with Institute of Mathematics for Industry of Kyushu University. Companies and engineers proposed problems and the participants composed mainly of graduate students have worked towards practical solutions. In particular, at Study Group in February - March 2019, we discussed mathematical methods for several subjects related to Fukushima nuclear power plant accident in March 2011 for the recovery. Moreover I have continued joint research projects with companies.

B. 発表論文

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

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

3. Kian, Yavar; Soccorsi, Eric; Yamamoto, Masahiro:"On time-fractional diffusion equations with space-dependent variable order", Ann. Henri Poincaré **19** (2018) 3855-3881.

4. Romanov, Vladimir G.; Yamamoto, Masahiro:"Phaseless inverse problems with interference waves", J. Inverse Ill-Posed Probl. **26** (2018) 681-688.

5. Luchko, Yuri; Yamamoto, Masahiro: "A survey on the recent results regarding maximum principles for the time-fractional diffusion equations", Frontiers in fractional calculus, pp. 33-69, Curr. Dev. Math. Sci., 1, Bentham Sci. Publ., Sharjah, 2018.

6. Kubica, Adam; Yamamoto, Masahiro:"Initial-boundary value problems for fractional diffusion equations with time-dependent coefficients", Fract. Calc. Appl. Anal. **21** (2018) 276-311.

7. Yu, Jie; Liu, Yikan; Yamamoto, Masahiro: "Theoretical stability in coefficient inverse problems for general hyperbolic equations with numerical reconstruction", Inverse Problems **34** (2018) 045001, 30 pp.

8. Beilina, L.; Cristofol, M.; Li, S.; Yamamoto, M.:"Lipschitz stability for an inverse hyperbolic problem of determining

two coefficients by a finite number of observations", Inverse Problems **34** (2018) 015001, 27 pp.

9. Hömberg, Dietmar; Lu, Shuai; Yamamoto, Masahiro:"Uniqueness for an inverse problem for a nonlinear parabolic system with an integral term by one-point Dirichlet data", J. Differential Equations **266** (2019) 7525-7544.

10. Huang, Xinchi; Kian, Yavar; Soccorsi, Eric; Yamamoto, Masahiro:"Carleman estimate for the Schrödinger equation and application to magnetic inverse problems", J. Math. Anal. Appl. **474** (2019) 116-142.

C. 口頭発表

1. Inverse problems for isothermal compressible viscous fluids, International Research Training Group 1529 Conference on Mathematical Fluid Dynamics, Bad Boll Württemberg Germany, 11 May 2018

2. Inverse problems of determining moving sources in diffusion equations, Weierstrass Institute, Berlin Germany, 22 May 2018

3. Mathematical analysis of inverse problems for coupling systems in fluids, viscoelasticity dynamics, 9th International Conference "Inverse Problems: Modeling & Simulation", Paradise Bay Resort Hotel, Malta, 25 May 2018

4. Inverse source problems for a parabolic and a hyperbolic equations: non classical settings, 10th Annual Meeting on Inverse Problems, Jilin University, Changchun, China, 31 May 2018

5. Mathematical analysis for inverse source and coefficient problems for evolution equations, Forum on Scientific and Engineering Computing 2018, Institute of Computational Mathematics and Scientific/Engineering Computing, CAS Beijing China, 1 June 2018

6. Inverse source problems for a parabolic and a hyperbolic equations: two cases where data are available after the incidents and sources are moving, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy, 27 June 2018

7. Uniqueness and stability for inverse problems of determining shapes of moving sources, SIMAI 2018 Sapienza Università di Roma, Italy, 2 July 2018

8. Inverse source and coefficient problems for viscoelasticity equations, 28th IFIP Conference on Systems Modelling and Optimization, Universität Duisburg-Essen, Germany, 23 July 2018

9. Recent results on inverse problems for fractional differential equations, 9th International Conference on Inverse Problems and Related Topics, National University of Singapore, 13 August 2018

10. Stability and uniqueness for inverse problems for transport equations, Workshop on Mathematical and Computational Challenges of Medical Imaging and Inverse Problems, Shanghai University of Finance and Economics, China, 14 August 2018

D. 講義

1. 微分積分学 2 ならびに演習：教養学部前期課程講義、微積分の基礎

2. 数学 I ：教養学部前期課程講義 (文科)、微積分学に関するトピック

3. 解析学　XH : 非整数階偏微分方程式論、数理科学研究科、理学部 4 年生対象

4. 解析学 XC：逆問題の入門講義で数学解析ならびに数値手法や応用事例の解説、理学部 3 年生向け講義

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 黄　欣馳 (HUANG, Xinchi): Inverse problems by Carleman estimates for several partial differential equations in mathematical physics

2. (修士) 高瀬裕志 (TAKASE, Hiroshi): Inverse problems for the gravitational waves, St. Venant equation and integral geometry

F. 対外研究サービス

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

G. 受賞

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

H. 海外からのビジター

1. Oleg Emanouilov 19/01/04 - 19/01/21 Colorado State University アメリカ、境界値逆問題ならびに粘弾性体の逆問題の共同研究
2. Jjiun Liu 19/01/14 - 19/02/05 Southeast University, 中国、非整数階微分方程式の逆問題の共同研究
3. Jin Cheng 19/01/14 - 19/02/10 復旦大学 中国、関数論的な手法による逆問題の共同研究
4. Yavar Kian 19/02/15 - 19/03/05 Aix-Marseille University フランス、非整数階偏微分方程式の逆問題の共同研究
5. Mourad Bellassoued 19/02/25 - 19/03/15 University of Tunis El Manar, チュニジア、双曲型方程式の係数決定逆問題の共同研究

吉田 朋広 (YOSHIDA Nakahiro)

A. 研究概要

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

1. Malliavin 解析と極限定理
2. 混合正規分布を極限を持つマルチンゲールに対する漸近展開の研究
3. マイクロストラクチャーノイズ下でのプレアベレージング推定量の漸近展開
4. Euler-Maruyama 近似誤差の漸近展開
5. Skorohod 積分の漸近展開
6. ランダムなウエイトを持つ fractional Brownian motion の二次変動の漸近展開
7. Wiener chaos と漸近展開
8. 擬似尤度解析の理論
9. 有限時間離散観測下でのボラティリティに対する疑似尤度解析とパラメトリック推定量の漸近展開

10. ジャンプフィルターと安定的なボラティリティ推定

11. 部分擬似尤度解析と長期記憶過程を成分に持つ統計モデルの推測理論

12. 擬似尤度解析と情報量規準

13. 確率過程のスパース推定

14. HY 推定法とリード・ラグ推定

15. 確率微分方程式に対する適合型推定アルゴリズム

16. 確率微分方程式に対するシミュレーション・統計解析ソフトウエアの開発 (YUIMA III プロジェクト)

17. 点過程とリード・ラグ、リミット・オーダー・ブック

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

1. Malliavin calculus and limit theorems

2. Asymptotic expansion for a martingale that has a mixed normal limit distribution

3. Asymptotic expansion of the pre-averaging estimator under microstructure noise

4. Asymptotic expansion in Euler-Maruyama approximation

5. Asymptotic expansion of Skorohod integrals

6. Asymptotic expansion of a quadratic variation of a fractional Brownian motion with random weights

7. Wiener chaos and asymptotic expansion

8. Theory of the quasi likelihood analysis (QLA)

9. Quasi likelihood analysis for volatility in finite time horizon and asymptotic expansion of the QLA estimators

10. Jump filters and stable volatility estimation

11. Partial quasi likelihood analysis and inference for a statistical model having long-memory components

12. Quasi likelihood analysis and information criteria for model selection

13. Sparse estimation of stochastic processes

14. Applications of the HY estimator to lead-lag estimation

15. Adaptive estimation methods for stochastic differential equations

16. Statistical package for simulation and statistical analysis for stochastic differential equations (YUIMA III Project)

17. Statistical inference for point processes applied to lead-lag phenomena and limit order book

B. 発表論文

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

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

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

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

5. C. Tudor and N. Yoshida: "Asymptotic expansion for vector-valued sequences of random variables with focus on Wiener chaos", Stochastic Processes and their Applications, online (2018)

6. S. Iacus and N. Yoshida: “Simulation and Inference for Stochastic Processes with YUIMA: A Comprehensive R Framework for SDEs and Other Stochastic Processes”, Springer, 2018

7. N. Yoshida: “Partial quasi likelihood analysis,” Japanese Journal of Statistics and Data Science, **1** Issue 1 (2018) 157–189

8. I. Muni Toke and N. Yoshida: “Analyzing order flows in limit order books with ratios of Cox-type intensities”, arXiv:1805.06682 (2018)

9. H. Inatsugu and N. Yoshida: “Global jump filters and quasi likelihood analysis for volatility”, arXiv:1806.10706 (2018)

10. T. Suzuki and N. Yoshida: “Penalized least squares approximation methods and their applications to stochastic processes”, arXiv:1811.09016 (2018)

C. 口頭発表

1. Statistics for stochastic processes: inferential and probabilistic aspects. The 4th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting, The Chinese University of Hong Kong, 2016.6.30 招待講演

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

3. Recent developments in asymptotic expansion for non-ergodic systems. Advances in Statistics for Random Processes, Université du Maine, Le Mans, France, 2016.9.7 招待講演

4. Limit order book modeling and quasi likelihood analysis. Workshop on Stochastic Models, Statistics and Their Applications, Humboldt University of Berlin, Germany, 2017.2.21 招待講演

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

6. Quasi likelihood analysis of ratio models and limit order book. Dynstoch 2018, Porto, Portugal, 2018.6.7

7. Approaches to asymptotic expansion. Asymptotic Expansion and Malliavin Calculus, Institut Henri Poincaré, Paris, France, 2018.11.16

8. Global jump filters and quasil ikelihood analysis for Volatility. CMStatistics 2018, Pisa, Italy, 2018.12.15 招待講演

9. Global jump filters and quasil ikelihood analysis for volatility. ASC2019: Asymptotic Statistics and Computations, 東京大学（駒場キャンパス）, 2019.1.30

10. Asymptotic expansion revisited: toward reconstruction of the asymptotic_term. The Second YUIMA Conference, Rome, Italy, 2019.3.22

D. 講義

1. 確率統計学基礎・確率統計 II：統計モデルとしての多様な確率分布族と、それらに対する種々の統計推測法について解説した。確率構造の表現、確率変数、確率分布、離散分布、連続分布、期待値、積率、特性関数、多次元分布、共分散、独立性、指数型分布族、条件つき期待値、不偏推定、十分性、完備性、ラオ・ブラックウェルの定理、レーマン・シェフェの定理等を説明した。(理学部数学科、教養学部共通講義）

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

3. 統計財務保険特論 IV・確率統計学 XE：様々な確率過程と統計推測の方法を概観し、確率過程に対する統計推測およびシミュレー

ションのための R パッケージ YUIMA を用いて実演した。YUIMA の概念からはじめ、確率微分方程式のオブジェクト化、シミュレーション、パラメータ推定、レビ過程と無限分解可能分布およびその様々な分布族を紹介した。(数理大学院・4 年生共通講義)

4. 統計財務保険特論 VI・確率統計学 XF：セミマルチンゲールの基礎理論。Doob-Meyer 分解、コンペンセイター, セミマルチンゲール、可予測時間、局所マルチンゲールの分解可能性、セミマルチンゲールに関する確率積分、２次変動過程、purely discontinuous local martingale、ランダム測度、局所特性量、セミマルチンゲールの標準表現について解説した。(数理大学院・理学部数学科共通講義)

5. 基礎数理特別講義 VII・応用数学 XB：中心極限定理とそれを精密にした漸近展開が統計推測理論で重要である。この講義では、極限定理と Malliavin 解析の２０年ほどの関わりと最近の話題を紹介した。非エルゴード系での Skorohod 積分に対する混合型中心極限定理、混合型漸近展開について解説し、fractional Brownian motion の汎関数の漸近展開の結果を紹介した。Malliavin 解析については要約をつけた。(数理大学院・4 年生共通講義)

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

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

E. 修士・博士論文

1. (修士) 郷田昌稔 (GODA Masatoshi): Hawkes process and Edgeworth expansion.

F. 対外研究サービス

1. 統計数理研究所リスク解析戦略研究センター客員教授

2. 日本アクチュアリー会評議員

3. Statistical Inference for Stochastic Processes, editorial board

4. 統計数理研究所運営会議委員

5. 京都大学数理解析研究所運営委員会委員、専門委員会委員

6. 大規模統計モデリングと計算統計 V、東京大学大学院数理科学研究科、2018.9.4-9.5、オーガナイザー

7. Asymptotic Expansion and Malliavin Calculus, Institut Henri Poincaré, Paris, France, 2018.11.15-11.16, organizer

8. 確率微分方程式の データサイエンス入門, 東京大学大学院数理科学研究科、2018.12.1-12.2, オーガナイザー

9. ASC2019: Asymptotic Statistics and Computations, University of Tokyo, 2019.1.30-2.1, organizer

10. The Second YUIMA Conference. Sapienza University of Rome, Italy, 2019.3.22-3.25, organizer

H. 海外からのビジター

1. Lorenzo Mercuri, University of Milan, Italy, 2018.5.11-6.3. 統計数学セミナーで講演した。

2. Emanuele Guidotti, University of Milan, Italy, 2018.5.11-6.3 統計数学セミナーで講演した。

3. Ciprian Tudor, Université de Lille 1, Université de Panthéon-Sorbonne Paris 1, France, 2018.10-11.2, 統計数学セミナーで講演した。

4. Frédéric Abergel, Centrale Supélec, France, 2018.11.4-11.23, 統計数学セミナーで講演した。

5. Yuliia Mishura, Taras Shevchenko National University of Kiev, Ukraine, 2018.11.27-12.11 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations と統計数学セミナーで講演した。

6. Emanuele Guidotti, University of Milan, Italy, 2018.11.11-12.24, 統計数学セミナーで講演した。

7. Mark Podolskij, Aarhus University, Denmark, 2019.1.25-2.2 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

8. Vytaute Pilipauskaite, Aarhus University, Denmark, 2019.1.25-2.2 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

9. Mathias Moerck Ljungdahl, Aarhus University, Denmark, 2019.1.25-2.7 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

10. Michael Soerensen, University of Copenhagen, Denmark, 2019.1.27-2.2 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

11. Nina Munkholt Jakobsen, Technical University of Denmark, Denmark, 2019.1.27-2.2 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

12. Mogens Bladt, University of Copenhagen, Denmark, 2019.1.27-2.2 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

13. Carsten Wiuf, University of Copenhagen, Denmark, 2019. 2-2.2 ASC 2019: Asymptotic Statistics and their Computations で講演した。

14. Soeren Wengel Mogensen, University of Copenhagen, Denmark, 2019.1.24-2.2 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

15. Alexandre De Gregorio, Sapienza University of Rome, Italy, 2019.1.28-2.9 ASC 2019: Asymptotic Statistics and Computations で講演した。

16. Ioane Muni Toke, Centrale Supélec, France, 2019.2.2-2.9, 統計数学セミナーで講演した。

17. Yury Kutoyants, Le Mans University, France, 2019.3.16-3.18, 統計数学セミナーで講演した。

ウィロックス ラルフ (WILLOX Ralph)

A. 研究概要

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

- 去年の続きで，$E_8^{(1)}$ の対称性を持つ離散パンルヴェ方程式についてパリ第７大学の Basile Grammaticos と Alfred Ramani と共同研究を行った．特に，去年提案した $E_8^{(1)}$ の対称性を持つ d-型，又は q-型離散パンルヴェ方程式の退化配列（cascade）に属する離散パンルヴェ方程式がすべて系統的に構築できる手法を，今回，非 QRT 型の方程式へ拡張することができた．この結果を発表する論文２本は、現在、投稿中である．

- 本研究科の Takafumi Mase，及びパリ第７大学の Basile Grammaticos と Alfred Ramani との共同研究で，昨年一緒に考案した，特異点閉じ込め法に基づいて 複素平面上の双有理写像の dynamical degree が容易に計算できる手法をさらに考察し，その手法の代数幾何学的な根拠を明らかにした．これを発表する論文は現在投稿中である．

  さらに，特異点閉じ込め法の高次元の写像への応用も考察し，上述の dynamical degree を計算するための方法が高次元の写像にも適用できるかという問題を研究した．その結果は，今現在，取りまとめ中である．

- 去年の続きで，エコール・サントラル・ドゥ・マルセイユ の Thomas Durt と Mohamed Hatifi，及び リオ・デ・ジャネイロの CBPF の Samuel Colin との共同研究で，原子のドップラー冷却におけるデコヒーレンス現象

を考察し，Ghirardi-Rimini-Weber (GRW) のデコヒーレンス理論に基づき，GRW が提案しているモデルと異なる離散的なデコヒーレンスモデルを考案した．昨年の結果とこの新しい結果を合わせて発表する論分は現在作成中である．

- Thomas Durt , Mohamed Hatifi と Samuel Colin との共同研究で，de Broglie-Bohm 理論の確率微分方程式による「Bohm-Hiley 理論」と呼ばれている拡張に関して，ある種の相対的エントロピーに対する H-theorem を証明し，両方の理論におけるエルゴード性を幾つかの具体的な物理系の数値シミュレーションで調べた．この結果を発表する論文は既に掲載済みである [B.9]．

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

- Continuing my joint research with Basile Grammaticos and Alfred Ramani (Université Paris VII), I extended the method we developed last year for constructing the degeneration cascade of discrete Painlevé equations with $E_8^{(1)}$ symmetry (of multiplicative or additive type) to equations that are related to non-QRT mappings. These results were written up in two papers which are currently under peer-review.

- Together with Takafumi Mase (from this institute), Basile Grammaticos, Alfred Ramani (Université Paris VII) and I continued our research into the method we proposed last year for calculating the dynamical degree of a mapping on the complex projective plane, based on the singularity confinement approach, and we were able to explain the algebro-geometric underpinnings of this method. A paper describing our results is currently under peer-review.

- In collaboration with Thomas Durt and Mohamed Hatifi (Ecole Centrale de Marseille) and Samuel Colin (CBPF, Rio de Janeiro), I studied the decoherence phenomenon in Doppler cooling of atoms. In particular, we proposed a discrete decoherence model that is different from the one that Ghirardi-Rimini-Weber propose in their original theory. We are currently in the process of writing up a research paper detailing these results as well as those we obtained last year.

- Also in collaboration with Thomas Durt, Mohamed Hatifi and Samuel Colin, I studied a stochastic extension of the usual de Broglie-Bohm theory, often referred to as the "Bohm-Hiley" theory, for which we managed to prove an H-theorem for some particular relative entropies. We also studied the appearance of ergodicity in both theories by numerical simulation of some simple physical models. These results were published in [B.9].

B. 発表論文

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

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

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

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

5. S. Kakei, J.J.C. Nimmo, S. Tsujimoto and R. Willox: "Linearization of the box-ball system: an elementary approach", Journal of Integrable Systems **3** (2018) xyy002 (32pp).

6. T. Mase, R. Willox, A. Ramani and B. Grammaticos: "Singularity patterns and dynamical degrees", in「非線形波研究の新潮流 –理論とその応用– 」, 九州大学応用力学研究所研究集会報告 29AO-S7 (2018) Article No.01 (p. 01–08).

7. T. Mase, R. Willox, A. Ramani and B. Grammaticos: "Integrable mappings and the notion of anticonfinement", J. Phys. A: Math. Theor. **51** (2018) 265201 (11pp).

8. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox, T. Mase and J. Satsuma: "Calculating the algebraic entropy of mappings with unconfined singularities", Journal of Integrable Systems **3** (2018) xyy006 (16pp).

9. M. Hatifi, R. Willox, S. Colin and T. Durt: "Bouncing Oil Droplets, de Broglie's Quantum Thermostat, and Convergence to Equilibrium", Entropy **20** (2018) 780 (32pp).

10. B. Grammaticos, A. Ramani, R. Willox and T. Mase: "Detecting discrete integrability: the singularity approach", in *Nonlinear Systems and Their Remarkable Mathematical Structures: Volume I*, N. Euler (Ed.) (CRC Press, Boca Raton FL, 2018) pp 44–73.

C. 口頭発表

1. Singularity confinement 2.0 : an easily implementable and sufficient integrability criterion, at last ?, 2016 Joint Mathematics Meetings of the American Mathematical Society & the Mathematical Association of America, Seattle, USA, 2016 年 1 月.

2. Ultradiscrete inverse scattering and an elementary linearization of the Takahashi-Satsuma box-ball system, 招待講演, LMS meeting: "Classical and Quantum Integrability", University of Glasgow, UK, 2016 年 3 月.

3. A direct linearization of a Box&Ball system with arbitrary carrier capacity, 招待講演, Discrete Integrable Systems Workshop 2016, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum, Hainan, China, 2016 年 4 月.

4. Rogue waves: a nonlinear paradigm relevant to quantum mechanics ?, FQXi workshop "Quantum Rogue Waves as Emerging Quantum Events", Ecole Centrale de Marseille, France, 2016 年 6 月.

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

6. Full-deautonomisation or how to obtain the algebraic entropy of a map from singularity confinement, SIDE XII conference "Symmetries and Integrability of Difference Equations", Sainte-Adèle, Québec, Canada, 2016 年 7 月.

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

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

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

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

D. 講義

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

2. 数理科学基礎演習（S1 ターム）: 微分積分学基礎入門の演習（教養学部前期課程 1 年生）

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

4. 数学基礎理論演習（S2 ターム）: 微分積分学入門の演習（教養学部前期課程 1 年生）

5. 現象数理 II・現象数理学・非線形数理（S セメスター）: オムニバス形式で，様々な分野における自然現象を記述する数理モデルやセルオートマトンの構成法，及びそれらの数理的モデルの解析について論じる講義（教養学部統合自然科学科数理自然科学・理学部 4 年生・大学院生の共通講義）

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

7. 微分積分学演習（A セメスター）: 微分積分学入門の演習（教養学部前期課程 1 年生）

8. 応用数学 XD・基礎数理特別講義 VIII（A セメスター）: 離散可積分系，特に射影平面上の写像，及び 2 次元や 3 次元の格子上で定義されている非線形偏差分方程式における可積分性について論じる講義（理学部 4 年生・大学院生の共通講義）

   内容：可解カオス系である離散力学系と離散可積分系の違いを簡単な例を挙げながら説明してから，射影平面上の可積分な写像の理論を展開し，代数的エントロピーと特異点閉じ込め法，及び Laurent 現象などの可積分性を理解するための重要な概念を導入した．前半では，広田・三輪方程式や離散 KdV 方程式等の性質と可積分な写像との関係を解説し，後半では，主に QRT 写像と離散パンルヴェ方程式について解説した．

   Course contents: In this course, starting from simple examples explaining the difference between solvable chaos in discrete dynamical systems and genuinely integrable discrete systems, I introduced the main concepts that are needed to understand the idea of ‘integrability’ for mappings of the projective plane: algebraic entropy, singularity confinement, as well as the Laurent phenomenon. In the first part of the course I explained the properties of the Hirota-Miwa and discrete KdV equations, as well as their relation to integrable mappings of the plane. In the latter part of the course I mainly concentrated on QRT-type mappings and discrete Painlevé equations.

F. 対外研究サービス

1. ソルヴェ 国際研究所「Instituts Internationaux de Chimie et Physique, fondés par E. Solvay」評議員.

2. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Advisory Board Member.

3. Co-organizer and Chair of the Scientific Commitee of the “SIDE 13” conference: *13th International Interdisciplinary Meeting on “Symmetries and Integrability of Difference Equations”* , Fukuoka, Japan (12/11/2018–17/11/2018). [http://side13conference.net]

H. 海外からのビジター

1. Basile GRAMMATICOS (IMNC, CNRS, Université Paris-Diderot, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay) 2018 年 11 月 11 日 ～ 11 月 24 日．(2018 年 11 月 13 日：国際研究集会 SIDE 13 にて、“A panoramic view of discrete Painlevé equations: from E_8 to A_1 and back”)

准 教 授 (Associate Professors)

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，特性類，Fatou 集合に着目して研究した．

I studied transversely holomorphic foliations, especially on characteristic classes and Fatou sets.

B. 発表論文

1. T. Asuke : "On independent rigid classes in $H^*(\mathrm{WU}_q)$", Illinois J. of Math. **56** (2012), 1001–1343 (actually appeared in 2014).
2. T. Asuke : "Transverse projective structures of foliations and infinitesimal derivatives of the Godbillon–Vey class", Internat. J. Math. **26** (2015), 1540001, 29pp.
3. T. Asuke : "Derivatives of secondary classes and 2–normal bundles of foliations", J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), 893–937.
4. T. Asuke : "Notes on 'Infinitesimal derivative of the Bott class and the Schwarzian derivatives'", Tohoku Math. J. **69** (2017), 129–139.
5. T. Asuke : "On deformations and rigidity of the Godbillon–Vey class", Geometry, Dynamics, and Foliations 2013, Advanced Studies in Pure Mathematics **72**, 2017, 1–18.
6. T. Asuke : "On Thurston's construction of a surjective homomorphism $H^{2n+1}(B\Gamma_n, \mathbb{Z}) \to \mathbb{R}$", by Tadayoshi Mizutani, Geometry, Dynamics, and Foliations 2013, Advanced Studies in Pure Mathematics **72**, 2017, 211–219 (translation).

C. 口頭発表

1. Godbillon–Vey 類の変形と葉層の横断的な射影構造，力学系セミナー（幾何学セミナー，トポロジーセミナーと合同），九州大学，2014/6/6.
2. Derivatives of the Godbillon-Vey class and transverse projective structures of foliations, 29th Summer Conference on Topology and its Applications (Sumtopo2014), College of Staten Island, 2014/7/23.
3. 一次元特異葉層の Julia 集合に期待されるいくつかの性質について,「尾鷲微分トポロジー 2015 研究会」，尾鷲中央公民館（三重県），2015/8/12.
4. On derivatives of secondary classes for foliations，葉層構造と微分同相群 2015 研究集会，東京大学玉原国際セミナーハウス，2015/10/28.
5. 一次元特異葉層の Julia 集合について，秋田幾何セミナー，カレッジプラザ（秋田），2015/11/15.
6. Defining the Julia sets on $\mathbb{C}P^2$，複素解析幾何セミナー，東京大学，2016/4/11.
7. A Chern–Weil construction for derivatives of characteristic classes, Foliations 2016, Będlewo (Poland), 2016/7/16.
8. Characteristic classes for infinitesimal deformations of foliations, Workshop : Residues, dynamics and hyperfunctions, Hokkaido University (Sapparo), 2017/7/28.
9. A remark on the Fatou sets of foliations of $\mathbb{C}P^2$, Complex foliations, dynamics and geometry, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro (Brasil), 2018/7/24.

D. 講義

1. 数理科学基礎 : 主に微分積分学，線型代数学に関するごく基本的な事柄について講義した（教養学部前期課程講義）.

2. 数理科学基礎演習：上述の「数理科学基礎」に関する演習を行った（教養学部前期課程講義）.

3. 微分積分学：微分積分学の基礎的な事柄について講義した（教養学部前期課程講義）.

4. 数理科学基礎演習：微分積分学および線型代数学の基礎的な事柄に関する演習を行った（教養学部前期課程講義）.

5. 微分積分学演習：微分積分学の基礎的な事柄に関する演習を行った（教養学部前期課程講義）.

6. 線型代数学演習：線型代数学の基礎的な事柄に関する演習を行った（教養学部前期課程講義）.

7. 微分積分学続論：微分積分学に関して，やや発展的な事柄について講義した（教養学部前期課程講義）.

8. 幾何学 III : 多様体上の微分形式とベクトル場，およびベクトル解析に関する基本的な事柄について講義した（3 年生向け講義）.

9. 数学講究 XB（数理科学概説）：「力学系と群」と題して力学系，特に群作用に関して入門的な講義を行った（5/15, 4:55〜15:55）（3 年生向け講義）.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「葉層構造の幾何学とその応用」（京都教育大学，'18/12/14〜16），共催.

G. 受賞

1. 審査委員の表彰（科学研究費補助金），2015 年

H. 海外からのビジター

1. Scárdua, Bruno (2015/10/1–2015/10/31): Working on foliations and gave a series of lectures on holomorphic foliations.

阿部 紀行 (ABE Noriyuki)

A. 研究概要

簡約群の表現論の研究を行っている．本年度は，まず p 進群の法 p 表現の研究を行った．F. Herzig および M.-F. Vignéras との共同研究で，法 p 佐武対応の明示的な公式を与えた [1]．また同じ論文で，準分裂型の場合に,「ウェイトの変換定理」の単純な証明を与えた．この「ウェイトの変換定理」は以前 F.Herzig，G. Henniart および M.-F. Vignéras とともに示した分類定理の証明の際に鍵となったものである．また，付随するプロ p 岩堀 Hecke 環の適当な部分圏が法 p 表現のある部分圏と圏同値になることを示した [2].
一方，簡約代数群の代数的な表現論に関する研究を行った．近年の Williamson らの研究により，Elias-Williamson により定義された圏が本質的な役割を果たす．この圏は Soergel 双加群の圏を正標数でも機能するように定義し直したものであるが，その定義は複雑である．今年度は，Elias-Williamson の圏に「双加群的」定義を与えた [3]．この定義はもとの定義よりも遙かに単純である．

I study representation theory of reductive groups. I studied mod p representations of p-adic reductive groups. We (with F. Herzig and M.-F. Vignéras) gave an explicit formula of mod p Satake transform [1]. We also gave a simple proof of "change of weight theorem" for quasi-split groups. This "change of weight theorem" is a key theorem of the classification theorem we (with F. Herzig, G. Henniart and M.-F. Vignéras) proved before. I also proved an equivalence of categories between certain subcategories of mod p representations and modules of pro-p-Iwahori Hecke algebra [2].
I also studied rational representation theory of algebraic reductive groups. By recent results of Williamson and many researchers, the category defined by Elias-Williamson has an important role. They defined this category based on the study of Soergel bimodules. However, the definition of their category is complicated. I gave a simple 'bimodule theoritic' definition for their category [3].

B. 発表論文

1. N. Abe, F. Herzig and M.-F. Vigneras, Inverse Satake isomorphism and change of weight, arXiv:1805.00244.
2. N. Abe, A comparison between pro-p-Iwahori Hecke modules and mod p representations, arXiv:1807.03519.
3. N. Abe, On Soergel bimodules, arXiv:1901.02336.
4. N. Abe, Parabolic inductions for pro-p-Iwahori Hecke algebras, arXiv:1612.01312.
5. N. Abe, Extension between simple modules of pro-p-Iwahori Hecke algebras, arXiv:1705:00728.
6. N. Abe, Involutions on pro-p-Iwahori Hecke algebras, Representation Theory 23 (2019), 57-87.
7. N. Abe, G. Henniart and M.-F. Vignéras, On pro-p-Iwahori invariants of R-representations of reductive p-adic groups, Representation Theory 22 (2018), 119-159.
8. N. Abe, G. Henniart and M.-F. Vigneras, Modulo p representations of reductive p-adic groups: functorial properties, Transaction of AMS に掲載予定.
9. N. Abe, Change of weight theorem for pro-p-Iwahori Hecke algebras, Around Langlands correspondences, Contemp. Math., vol. 691, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2017, pp. 1-13.
10. Modulo p parabolic induction of pro-p-Iwahori Hecke algebra, Journal für die reine und angewandte Mathematik.

C. 口頭発表

1. Mod p representations and pro-p-Iwahori Hecke algebra, 九大代数学セミナー, 九州大学, 2019 年 2 月 14 日.
2. Mod p representations and pro-p-Iwahori Hecke algebra, Number / Representation Theory seminar, Toronto University, カナダ, 2019 年 1 月 23 日.
3. Mod p representations and pro-p Iwahori Hecke algebras, 2018 ICM satellite conference on Automorphic Forms, Galois Representations and L-functions, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, ブラジル, 2018 年 7 月 25 日.
4. p 進代数群の法 p 表現と Hecke 環, 代数学コロキウム, 東京大学, 2018 年 4 月 18 日.
5. A classification theorem of irreducible admissible mod p representations and its consequences, Arithmetic Geometry and Related Topics, 愛媛大学, 2017 年 11 月 21 日.
6. $q = 0$ におけるプロ p 岩堀 Hecke 環の既約表現の間の拡大について, 代数セミナー, 広島大学, 2017 年 10 月 6 日.
7. p 進簡約群の既約法 p 表現の分類定理とその応用, 代数学シンポジウム, 2017 年 9 月 7 日.
8. 法 p 佐武変換の明示公式, 東北大学代数セミナー, 東北大学, 2017 年 5 月 11 日.
9. p 進簡約群の法 p 表現論, 日本数学会北海道支部講演会, 北海道大学, 2016 年 11 月 30 日.
10. Affine Hecke algebra at $q = 0$ and mod p Satake transform, 城西大学ワークショップ「表現論と微分方程式」, 城西大学, 2016 年 11 月 26 日.

D. 講義

1. 数学続論 XC / リー環論（数理大学院・4 年生共通講義）: 正標数の体上での簡約代数群の代数的な表現，特に既約指標の理論についての解説を行った．実際に扱ったトピックは以下の通りである．(1) 表現の圏のブロック分解について議論し，既約指標の計算が主ブロックのそれに帰着されること．(2) Lusztig 予想の主張および標数が十分大きい場合の，Fiebig による証明．(3) Soergel 双加群および Elias-Williamson により定義された圏，およびそれを用いて定義される p 標準基底．(4) 近年の Riche-Williamson による予想.

一井 信吾 (ICHII Shingo)

A. 研究概要

コンピュータネットワーク運用関連技術及びネットワークアプリケーションに関する研究を行っている．
昨今キャンパスネットワーク運用の最大の課題は広い意味の情報セキュリティ管理となっている．昨年度に引き続き，主として学内外の実務上の要請に応えるため，大学における情報セキュリティ・情報倫理関係の脅威及び BGP 経路情報伝播に関する調査等に時間を費やした．

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

D. 講義

1. 計算数学 I, II: 数理科学研究を進めていく上で必要になるコンピュータとネットワークに関する技能と知識を実習によって体得する．(3 年生向け講義)
2. ボーアの論文を読んでみよう: 20 世紀前半の物理学をリードしたニールス・ボーアの論文のうち, 量子力学の基礎づけと解釈をめぐる論文を精読し, 今日的な意味を議論した．(教養学部前期課程講義: 全学ゼミナール)
3. ”情報化数理科学”の現在: 急速に発展し普及しつつある今日の情報環境を, 数学・数理科学の研究と教育に最大限活用する方策を探るという目標のもと, 新しいプレゼンテーションの方法を探った. 具体的には, 読者が読み方を決められる数学書のフォーマットを作り出すことを目標に, 定義や命題の論理的関係を明示し自由に組み替えられるシステムの開発を行った. (大学院講義)

F. 対外研究サービス

1. 日本学術振興会産学協力研究委員会第 163 インターネット技術研究委員会運営委員
2. 文部科学省科学技術政策研究所科学技術専門家ネットワーク専門調査員
3. 総務省情報通信審議会電気通信事業政策部会電気通信番号政策委員会委員
4. 総務省情報通信行政・郵政行政審議会電気通信番号委員会委員
5. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度専門評価委員
6. 一般社団法人情報通信技術委員会番号計画専門委員会特別委員
7. Technical Program Committee member, The 32nd International Conference on Information Networking (ICOIN 2018).
8. Technical Program Committee member, The 33rd International Conference on Information Networking (ICOIN 2019).
9. Technical Program Committee member, The Emerging Advances in Technology and Applications Symposium (EATA), COMPSAC 2018.
10. Technical Program Committee member, The Emerging Advances in Technology and Applications Symposium (EATA), COMPSAC 2019.
11. Technical Program Committee member, The 12th International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering (MUE 2018) and the 2018 Global Conference on Information Technology, Computing and Applications (GlobalIT 2018).
12. Technical Program Committee member, The 13th KIPS The 13th International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering (MUE 2019).
13. Technical Program Committee member, Conference on Signal Processing, Telecommunications, and Computing 2018 (SigTelCom 2018).
14. Technical Program Committee member, 2018 Tenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN 2018).

15. Technical Program Committee member, 2019 11th International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN 2019).

16. Technical Program Committee member, Third Symposium on Advances in Applied Informatics (SAI ' 18).

17. Technical Program Committee member, 9th International Conference on Information and Communications Technology Convergence (ICTC 2018).

18. Technical Program Committee member, The NAFOSTED Conference on Information and Computer Science 2018 (NICS 2018).

19. Technical Program Committee member, The 9th International Conference on Frontier Computing (FC 2019) - Theory, Technologies and Applications.

20. Technical Program Committee member, 2019 International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC-19).

伊藤 健一 (ITO Kenichi)

A. 研究概要

今年度のはじめに N 体ハミルトニアンのスペクトルについてのプレプリントを発表した．これは足立氏（京都大学），板倉氏（神戸大学），Skibsted 氏（オーフス大学）との共同研究である．同じ共同研究者らとシュタルクハミルトニアンについても研究を行い，そのスペクトルについて同様の結果を得ることができた．後者についても，可能ならば，できるだけ早く公表したいと考えている．以上の結果は，両者ともに，ある意味で自然かつ最良のものとなっている．これらの証明には，最近 Ito–Skibsted によって得られた交換子の方法が用いられる．

In the beginning of this year I released a preprint on spectral properties of the N-body Hamiltonian. This is a joint work with Adachi (Kyoto Univ.), Itakura (Kobe Univ.) and Skibsted (Aarhus Univ.). With the same collaborators I also investigated the Stark Hamiltonian for the rest of the year, and obtained similar spectral results, which would be announced hopefully soon. Both of the above results are natural and optimal in a certain sense. Their proofs are based on a commutator method invented recently by Ito–Skibsted.

B. 発表論文

1. K. Ito and A. Jensen: "Resolvent expansion for the Schrödinger operator on a graph with infinite rays", J. Math. Anal. Appl. **464** (2018) 616–661.

2. K. Ito and A. Jensen: "Resolvent expansion for the Schrödinger operator on a graph with infinite rays", Tosio Kato Centennial Conference, RIMS Kôkyûroku (2018) **2074** 47–54.

3. K. Ito and A. Jensen: "Resolvent expansions for the Schrödinger operator on the discrete half-line", J. Math. Phys. **58** (2017) 052101.

4. K. Ito and E. Skibsted: "Rellich's theorem and N-body Schrödinger operators", Rev. Math. Phys. **28** (2016) 1650010.

5. K. Ito: "Rellich's theorem, limiting absorption principle and radiation condition on manifold with ends", Spectral and Scattering Theory and Related Topics, RIMS Kôkyûroku (2015) **1975** 117–126,

6. K. Ito and A. Jensen: "A complete classification of threshold properties for one-dimensional discrete Schrödinger operators", Rev. Math. Phys. **27** (2015) 1550002.

7. K. Ito and A. Jensen: "Resolvent expansion for the discrete one-dimensional Schrodinger operator", Mathematical results in quantum mechanics (2015) 253–257.

8. K. Ito and E. Skibsted: "Absence of positive eigenvalues for hard-core N-body sys-

tems", Ann. Henri Poincaré **15** (2014) 2379–2408.

9. K. Ito and E. Skibsted: "Absence of embedded eigenvalues for the Schrödinger operator on manifold", Spectral and scattering theory and related topics, RIMS Kôkyûroku Bessatsu (2014) **B45** 69–75,

C. 口頭発表

1. Commutator methods for the Stark Hamiltonian, Workshop on "Spectral theory & semiclassical analysis", Institut Mittag–Leffler, Sweden, 2019 年 2 月.

2. Rellich's theorem for the Stark Hamiltonian, シュレーディンガー方程式の数理とその周辺 (Mathematics of Schrödinger Equations and Related Topics, in honor of Professor Kenji Yajima on his 70th birthday), 伊豆市立土肥公民館, 静岡県伊豆市, 2019 年 1 月.

3. Zeroth order conjugate operator in N-body Schrödinger operators, International Conference Spectral Theory and Mathematical Physics (STMP 2018), the Catholic University of Chile, チリ共和国, 2018 年 12 月.

4. Zeroth order conjugate operator in N-body Schrödinger operators, 研究集会「第 28 回 数理物理と微分方程式」, 函館湯の川温泉 KKR はこだて, 北海道函館市, 2018 年 11 月.

5. 一般化固有関数の漸近挙動と散乱理論 (Asymptotic behavior of generalized eigenfunctions and scattering theory), 談話会, 東京大学, 2018 年 10 月.

6. Zeroth order conjugate operator in N-body Schrödinger operators, Math/Phys Seminar, Aarhus University, デンマーク王国, 2018 年 10 月.

7. Explicit formula for singular part of the resolvent at threshold for multi-dimensional discrete Laplacian (2 回講演), RIMS 共同研究（グループ型）「スペクトル解析におけるスケール不変構造と摂動論の新展開 (Scaling invariant structures for spectral analysis and perturbation theory)」, 2018 年 9 月.

8. Zeroth order conjugate operator in N-body Schrödinger operators, 2018 夏の作用素論シンポジウム, シビックセンター, 徳島県徳島市, 2018 年 9 月.

9. New methods in spectral theory of N-body Schrödinger operators, XIX International Congress on Mathematical Physics (ICMP 2018), カナダ, 2018 年 7 月.

10. Asymptotics of generalized eigenfunctions on manifold with Euclidean and/or hyperbolic ends, The Role of Metrics in the Theory of Partial Differential Equations, The 11th Mathematical Society of Japan Seasonal Institute (MSJ-SI), 北海道大学, 2018 年 7 月.

D. 講義

1. 解析学 IV・解析学 IVa・解析学 IVb: 測度論およびルベーグ積分に関する基礎講義. (理学部 3 年生向け講義)

2. 解析学特別演習 I・解析学特別演習 Ia・解析学特別演習 Ib: 測度論およびルベーグ積分に関する演習. (理学部 3 年生向け講義)

F. 対外研究サービス

1. RIMS 共同研究（公開型）「スペクトル・散乱理論とその周辺 (Spectral and scattering theory and related topics)」 , 京都大学数理解析研究所, 研究代表者

2. 日本数学会函数方程式論分科会 情報委員

3. 東京大学解析学火曜セミナー 世話人

4. 神戸大学大学院理学研究科博士論文審査 外部審査委員

G. 受賞

1. 日本数学会函数方程式論分科会 第七回 (2015 年度) 福原賞

今井 直毅 (IMAI Naoki)

A. 研究概要

Deligne–Lusztig 構成によって得られたある多様体の ℓ 進コホモロジーが，有限ユニタリ群の Heisenberg–Weil 表現の幾何学的実現を与えること，および Howe 対応が unipotency を保つことを示し，論文としてまとめた．また，局所 Langlands 対応の幾何化の設定において，局所保型誘導を実現する Deligne–Lusztig スタックを構成し，その基本性質について研究を行った．

We showed that an ℓ-adic cohomology of a variety obtained by the Deligne–Lusztig construction realizes the Heisenberg–Weil representations of a finite unitary group and that the Howe correspondence preserves unipotency in a special case, and write a paper on them. We constructed a Deligne–Lusztig stack which realizes a local automorphic induction in the formulation of the geometrization of the local Langlands correspondences, and studied it.

B. 発表論文

1. N. Imai and T. Tsushima： "Geometric construction of Heisenberg–Weil representations for finite unitary groups and Howe correspondences", preprint.

2. I. Gaisin and N. Imai： "Non-semi-stable loci in Hecke stacks and Fargues' conjecture", preprint.

3. N. Imai and Y. Mieda： "Potentially good reduction loci of Shimura varieties", preprint.

4. N. Imai and T. Tsushima： "Affinoids in the Lubin–Tate perfectoid space and simple supercuspidal representations I: tame case", to appear in Int. Math. Res. Not.

5. N. Imai and T. Tsushima: "Local Jacquet–Langlands correspondences for simple supercuspidal representations", Kyoto J. Math. **58** (2018), no. 3, 623–638.

6. N. Imai and T. Tsushima： "Affinoids in Lubin–Tate surfaces with exponential full level two", Contemp. Math. **691** (2017), 157–180.

7. N. Imai and T. Tsushima： "Stable models of Lubin–Tate curves with level three", Nagoya Math. J. 225 (2017), 100–151.

8. K. Cesnavicius and N. Imai: "The remaining cases of the Kramer–Tunnell conjecture", Compos. Math. **152** (2016), no. 11, 2255–2268.

9. N. Imai： "Local root numbers of elliptic curves over dyadic fields", Kodaira centennial issue of J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), 247–260.

10. N. Imai and T. Tsushima： "Cohomology of rigid curves with semi-stable coverings", Asian J. Math. **19** (2015), no. 4, 637–650.

C. 口頭発表

1. Deligne–Lusztig stack, International Conference on Arithmetic Geometry, In honor of Michael Rapoport's 71st birthday, Morningside Center of Mathematics, 中国, 2019 年 3 月 18 日.

2. Geometric realization of Heisenberg–Weil representations for finite unitary groups, Tokyo-Lyon Satellite Conference in Number Theory, 東京大学, 2018 年 2 月 21 日.

3. Non-semi-stable loci in Hecke stacks and Fargues' conjecture, UK-Japan Winter School 2018 on Number Theory, King's College London, イギリス, 2018 年 1 月 8 日.

4. Non-semi-stable loci in Hecke stacks and Fargues' conjecture, Master Lectures - The Legacy of Carl Friedrich Gauss, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum, 中国, 2017 年 12 月 19 日.

5. 局所 Langlands 対応の幾何化に関する Fargues の予想, 談話会, 京都大学数学教室, 2017 年 1 月 18 日.

6. Hecke スタックの非半安定部分と Fargues の予想, 整数論&保型形式セミナー, 大阪大学, 2016 年 12 月 16 日.

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

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

D. 講義

1. 微分積分学続論: 多変数微分積分学．(教養学部前期課程講義)

2. 常微分方程式: 常微分方程式．(教養学部前期課程講義)

3. 代数と幾何: 線型代数．(理学部 2 年生 (後期))

4. 代数と幾何演習: 線型代数の演習．(理学部 2 年生 (後期))

5. 基礎数理特別講義 I・代数学 XF：Fargues-Fontaine 曲線の理論，特に Fargues-Fontaine 曲線上のベクトル束の分類および p 進局所 Galois 表現への応用について講義した．(数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 高松 哲平 (TAKAMATSU Teppei): 小平次元 0 の極小曲面における Shafarevich 予想について.

2. (修士) 山本 祐輝 (YAMAMOTO Yuki): GL_N の内部形式の超尖点表現の type について.

F. 対外研究サービス

1. 第 63 回代数学シンポジウム プログラム責任者

G. 受賞

1. 第 11 回井上リサーチアウォード受賞 (2019 年 2 月)

H. 海外からのビジター

1. Ildar Gaisin, JSPS 外国人特別研究員, 2018 年 3 月～2019 年 3 月. He worked on a geometrization of the local Langlands correspondence.

2. Laurent Fargues, CNRS, IMJ-PRG, 2018 年 9 月. He gave a talk on the geometry of some p-adic period domains.

3. Jean-Stefan Koskivirta, JSPS 外国人特別研究員, 2018 年 11 月～. He worked on Shimura varieties.

入江 慶 (IRIE Kei)

A. 研究概要

無限次元空間上の Morse 理論、特にシンプレクティック幾何における Floer 理論とその Hamilton 力学系への応用について研究している。本年度は、極小曲面論における Marques-Neves-Song の結果に触発され、三次元閉多様体上の C^∞-生成的な接触形式について、そこから定まる Reeb 流の周期軌道の列で（接触形式の外微分に対して）一様分布しているものが存在することを証明した。これは私が 2015 年に証明した三次元周期 Reeb 軌道に対する C^∞-生成的稠密定理の定量的な精密化になっている。証明は embedded contact homology の理論、特に Cristofaro-Gardiner, Hutchings, Ramos による「体積定理」を用いる。

I study Morse theory on infinite-dimensional spaces, in particular Floer theory in symplectic geometry and its applications to Hamiltonian dynamics. This year, stimulated by a result of Marques-Neves-Song in minimal surface theory, I proved the following result: for a C^∞-generic contact form on a closed three-manifold, there exists a sequence of periodic Reeb orbits which are equidistributed with respect to the exterior derivative of the contact form. This is a quantitative refinement of the C^∞-generic density theorem of three-dimensional Reeb flows, which I proved in 2015. The proof uses theory of embedded contact homology, in particular the “volume theorem” by Cristofaro-Gardiner, Hutchings, Ramos.

B. 発表論文

1. K. Irie: "Equidistributed periodic orbits of C^∞-generic three-dimensional Reeb flows", arXiv:1812.01869
2. K. Irie: "Chain level loop bracket and pseudo-holomorphic disks", arXiv:1801.04633
3. K.Irie: "Chain level Batalin-Vilkovisky structure in string topology via de Rham chains", Int. Math. Res. Not. IMRN 2018, no. 15, 4602–4674.
4. K. Irie, F. C. Marques and A. Neves: "Density of minimal hypersurfaces for generic metrics", Ann. of Math. (2) 187 (2018), no. 3, 963–972.
5. K. Irie and M. Asaoka: "C^∞-closing lemma for Hamiltonian diffeomorphisms of closed surfaces", Geom. Funct. Anal. 26 (2016), no. 5, 1245–1254.
6. K. Irie: "Dense existence of periodic Reeb orbits and ECH spectral invariants", J. Mod. Dyn. 9 (2015), 357–363.

C. 口頭発表

1. Equidistributed periodic orbits of C^∞-generic three-dimensional Reeb flows, Fukaya 60 –Geometry and Everything–, 京都大学, 2019 年 2 月
2. Periodic Reeb orbits and minimal hypersurfaces, UK-Japan Winter School "Variational Problems in Geometry and Mathematical Physics", University of Leeds（イギリス）, 2019 年 1 月
3. Equidistributed periodic orbits of C^∞-generic three-dimensiomal Reeb flows, Seoul-Tokyo conference –Geometry and Topology–, KIAS（韓国）, 2018 年 12 月
4. 生成的な Riemann 計量における極小超曲面の稠密性, 第 65 回幾何学シンポジウム, 東北大学, 2018 年 8 月
5. Chain level string topology, pseudo-holomorphic disks, and Lagrangian submanifolds, 第 65 回トポロジーシンポジウム, 信州大学, 2018 年 8 月

D. 講義

数学特別講義 IV・数理科学特論 IV：Hamilton 力学系の周期軌道に対する Floer ホモロジーの概説を以下の要領で行なった。1. 有限次元多様体上の Morse 理論における Morse-Witten 複体の構成と Morse 不等式の導出。2. シンプレクティック幾何学の基本用語を説明して Hamilton 微分同相写像の固定点についての Arnold 予想を定式化。3. 有限次元の Morse 理論のアナロジーとして Floer ホモロジーを概説。4. Floer ホモロジーの構成に必要な、擬正則曲線のモジュライ空間の解析の解説。これは a. コンパクト性、b. Fredholm 性、c. 横断正則性、d. Gluing の 4 つに分けられるが、a と b については（楕円型方程式の一般論は仮定して）概ね解説した。c は Sard-Smale の定理の使い方を説明し、Floer 方程式の係数にあたる幾何学的データを摂動する議論の細部は省略した。d は時間の関係でごく簡単にしか扱えなかった。(数理大学院・4 年生共通講義)

H. 海外からのビジター

Daniel Cristofaro-Gardiner (UC Santa Cruz) visited me for May 7–9, 2018, to discuss embedded contact homology and related topics. He gave a talk at topology seminar on May 8. Michael Hutchings (UC Berkeley) will visit me for March 24–31, 2019, to discuss embedded contact homology and related topics. He will give a talk at topology seminar on March 26.

植田 一石 (UEDA Kazushi)

A. 研究概要

King's College London の Yankı Lekili 氏と共同で、ホモロジー的ミラー対称性の研究を行った。特に、可逆多項式の Milnor ファイバーに対して、ホモロジー的ミラー対称性の定式化と証明を行った。また、Abel 多様体から豊富な因子を取り除いて得られる Stein 多様体に対するホモロジー的ミラー対称性の定式化を行った。さらに、因子の深谷圏とミラーの特異点圏に関す

る予想を定式化した。
大阪大学理学研究科の大川新之介氏及び静岡大学理学部の毛利出氏と共同で、非可換 Hirzebruch 曲面の研究を行った。特に、非可換 Hirzebruch 曲面のモジュライ空間を 3 つ定義し、それらが双有理同値であることを証明した。また、Van den Bergh の意味の非可換 $\mathbb{P}^1$ 束に対する Orlov 型の半直交分解や、$\mathbb{P}^1$ 上の階数 2 の局所自由層両側加群の分類、それに (特殊)McKay 対応の非可換化などについても研究を行った。
東京大学数理科学研究科の橋本健治氏と共同で、K3 曲面の Gromov–Hausdorff 極限からの再構成に関する研究を行った。楕円 K3 曲面の Ricci 平坦計量は、直径を固定して楕円ファイバーの体積を 0 にする極限において Monge-Ampère 方程式を満たす Hesse 計量を持つ実 2 次元球面に Gromov–Hausdorff 収束することが Gross–Wilson らによって知られているが、与えられた K3 曲面が一般であれば、この実 2 次元球面 (これを偏極トロピカル K3 曲面と呼ぶ) の計量と向きからもとの K3 曲面が復元できることを示した。この偏極トロピカル K3 曲面の向きを逆にすると、得られる K3 曲面はミラーになる。
名古屋大学多元数理科学研究科の石井亮氏及び Universidad Autónoma de Madrid の Álvaro Nolla de Celis 氏と共同で、ダイマー模型の研究を行った。特に、$GL(2,\mathbb{Z})$ の有限部分群 H の作用に関して対称なダイマー模型の概念を定式化し、$GL(2,\mathbb{Z})$ の任意の有限部分群 H と、任意の H 不変な格子多角形 Δ に対して、Δ を特性多角形に持つ整合的なダイマー模型で、H の作用に関して対称なものが存在する事を示した。ここから、非可換クレパント解消を持つトーリックではなく、商特異点でもない 3 次元の Gorenstein 特異点の無限系列が得られる。
韓国高等科学院の三浦真人氏と共同で、2 重井戸型ポテンシャルによる相互作用を持つ古典多体系の定常解に関する研究を行った。特に、任意の次元で連続パラメーターを持つ定常解が存在することを証明した。

In a joint work with Yankı Lekili, we studied homological mirror symmetry. In particular, we proved a version of homological mirror symmetry for Milnor fibers of invertible polynomials. We also studied homological mirror symmetry for the complement of an ample divisor in an abelian variety. This suggests a relation between the Fukaya category of the divisor and the singularity category of the mirror.
In a joint work with Izuru Mori and Shinnosuke Okawa, we studied noncommutative Hirzebruch surfaces. In particular, we introduced three moduli stacks of noncommutative Hirzebruch surfaces, and proved that they are birational to each other.
In a joint work with Kenji Hashimoto, we studied the reconstruction of K3 surfaces from their Gromov–Hausdorff limits. It is known that the Ricci-flat Kähler metric of K3 surfaces converges in the Gromov–Hausdorff topology to a real 2-sphere with a Hessian metric satisfying the Monge–Ampère equation as one fixes the diameter and send the volume of the elliptic fiber to zero. We proved that if the elliptic K3 surface is general, then the Monge–Ampère sphere obtained as the Gromov–Hausdorff limit together with an orientation on it determines the original elliptic K3 surfaces. The reversal of the orientation on the Monge–Ampère sphere corresponds to mirror symmetry of K3 surfaces.
In a joint work with Akira Ishii and Álvaro Nolla de Celis, we construct a consistent dimer model having the same symmetry as its characteristic polygon. This produces examples of non-commutative crepant resolutions of non-toric non-quotient Gorenstein singularities in dimension 3.
In a joint work with Makoto Miura, we have studied stationary solutions of a classical many-body system consisting of point particles interacting each other by a double-well potential. In particular, we have discovered a continuum of stationary points in any dimension.

B. 発表論文

1. A. Ito, M. Miura, S. Okawa, and K. Ueda : "The class of the affine line is a zero divisor in the Grothendieck ring: via G_2-Grassmannians", J. Algebraic Geom. 28 (2019), 245-250.
2. K. Ueda : "G_2-Grassmannians and derived equivalences", to appear in Manuscripta Math.

3. K. Ueda : "Potential functions on Grassmannians of planes and cluster transformations", to appear in J. Symplectic Geom.

4. K. Hashimoto and K. Ueda : "Reconstruction of general elliptic K3 surfaces from their Gromov–Hausdorff limits", to appear in Proc. Amer. Math. Soc.

C. 口頭発表

1. Gamma conjecture for Brieskorn-Pham singularities, Hypergeometric functions and mirror symmetry, 東京大学, 2018 年 12 月.

2. Reconstruction of K3 surfaces from their Gromov-Hausdorff limits, Seoul-Tokyo Conference — Geometry and Topology —, 韓国高等科学院, 2018 年 11 月.

3. Homological mirror symmetry for Milnor fibers of invertible polynomials, Categorical and Analytic Invariants in Algebraic Geometry VI, 北海道大学, 2018 年 11 月.

4. The 6th Franco-Japanese-Vietnamese Symposium on Singularities, Nha Trang, ベトナム, 2018 年 9 月.

5. Moduli of K3 as moduli of A-infinity structures, Japanese-European symposium on symplectic varieties and moduli spaces, 東京理科大学, 2018 年 8 月.

6. Multidimensional scaling as many-body problems, NCTS Symplectic Expedition: Floer Theory and beyond, Kenting Youth Activity Center, Kenting, 台湾, 2018 年 5 月.

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

D. 講義

1. 幾何学 XG : 複体からコホモロジーに移ると情報が失われるので, 対象を複体のまま考えるために導来圏が導入された. 古典的な導来圏においては, 射の空間はコホモロジーを取って考える (ホモトピー同値な射は同一視される) が, 射の空間も複体のまま考えて得られるのが dg 圏である. しかし、dg 圏という概念はホモトピー不変ではない (ホモトピー同値な 2 つの複体の一方に dg 代数の構造があっても, 一般にはもう一方にその構造を移すことができない). dg 圏の概念をホモトピー不変にしたものが A_∞ 圏である. この講義では、A_∞ 圏の導入、基本的な性質、変形理論、モジュライ空間、それにホモロジー的ミラー対称性への応用などを扱った. (数理大学院・4 年生共通講義)

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

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

4. 自然科学ゼミナール : 自然における微分方程式 (教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 山本悠登 (YAMAMOTO Yuto): Periods of tropical K3 hypersurfaces.

2. (修士) 片瀬由璃子 (KATASE Yuriko): A new characterization of exceptional unimodal singularities.

3. (修士) 筒井勇樹 (TSUTSUI Yuki): Radiance obstructions of tropical Kummer surfaces.

4. (修士) 森村勇人 (MORIMURA Hayato): Derived equivalence for Mukai flop via mutation of semiorthogonal decomposition.

加藤 晃史 (KATO Akishi)

A. 研究概要

箙 (quiver) とその変異 (mutation) は，クラスター代数とともに，可積分系・低次元トポロジー・

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

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

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

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

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

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

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

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

B. 発表論文

1. Kato Akishi and Terashima Yuji, *Quantum dilogarithms and partition q-series*, Communications in Mathematical

Physics, 2015, **338**, 457–481, 1, doi : 10.1007/s00220-015-2323-y,

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

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

C. 口頭発表

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

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

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

4. "Quiver mutation loops and partition q-series" International Conference on Geometry and Quantization GEOQUANT 2015 Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), Campus de Cantoblanco, Madrid, Spain, September 18, 2015.

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

6. "Quiver mutation loops and partition q-series" 「ゲージ理論／重力理論双対性における可積分性と強結合ゲージ理論ダイナミクス」(学振二国間交流事業共同研究セミナー), 東京工業大学, 2015 年 3 月

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

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

9. "Quiver mutation loops and partition q-series" Aspects of Integrability in Mathematics and Physics, 立教大学 数理物理学研究センター, 2015 年 1 月

10. "Quiver mutation, partition q-series and quantum dilogarithms" 日本数学会・2014 年度秋季総合分科会 無限可積分系セッション, 広島大学, 2014 年 9 月

D. 講義

1. 現象数理 I : 数学科学生向けの解析力学 ハミルトニアン力学系･変分法･シンプレクティック幾何・可積分系など (3 年生向け講義)

2. 現象数理 III : 数学科学生向けの場の量子論入門講義。経路積分、摂動論と Feynman 図形、位相的場の理論などを扱った。 (数理大学院・4 年生共通講義)

3. 自然科学ゼミナール ー群と対称性ー : 群論とその表現論への入門 (教養学部前期課程講義)

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

河澄 響矢 (KAWAZUMI Nariya)

A. 研究概要

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

1. (久野氏との共同研究) 任意の境界つきの向きづけられた曲面について、その基本亜群の「完備亜群環」へのデーン・ツイストの

作用の明示的な公式を得た [B8] [B6]。オリジナルの境界成分数 1 の場合 [B8] は我々の発見によるが、Massuyeau 氏と Turaev 氏 (Ann. Inst. Fourier. **63** (2013)) が別の一般化を与えている。

2. (久野氏との共同研究) 任意の境界つきの向きづけられた連結コンパクト曲面について、その基本亜群の「完備亜群環」の導分であって、境界のループを零化するもの全体のリー代数が、ゴールドマン・リー代数の完備化と自然に同型とな ることを証明した。応用として Johnson 準同型のヨリ自然でヨリ幾何学的な構成を与えた [B6]。

3. (久野氏との共同研究) 任意の境界つきの向きづけられた連結コンパクト曲面について、その 基本亜群の「完備亜群環」がゴールドマン・トゥラエフ・リー双代数に関して対合的双加群となることを示した。これによりジョンソン準同型像の幾何的な制約条件が発見された。たとえば森田トレースは全てこの制約条件の外側にある [B7]。

4. (福原真二氏（津田塾大名誉教授）および久野氏との共同研究) 曲面上の基点つき単純閉曲線の対数における Turaev 余加群構造射の値に Bernoulli 数が現れることを証明し、同時に Bernoulli 数に関する Kronecker 関係式の一般化を定式化し証明した [B3]。

5. 種数 0 の境界付き曲面について、指数関数による群状展開に関する Turaev 余括弧積のテンソル表示を与えた [B5]。 Turaev 余括弧積のテンソル表示で完全に計算されたのは、これが初めてだった。

6. (Anton Alekseev 氏 (Genève 大), 久野氏および Florian Naef 氏 (Genève 大) との共同研究) 任意の向きづけられた連結コンパクト曲面について、曲面の基本群の生成系と接束の framing を適切に固定した場合に、対応する柏原 Vergne 問題を定式化し、正則ホモトピー版の Turaev 余括弧積が formal な記述をもつことを証明した。とくに、正則ホモトピー Turaev 余括弧積に由来する Johnson 準同型像の制約条件は榎本佐藤トレースによるものと同値である [B1][B4]。翻って、群状展開が Goldman 括弧積の形式表示を与えるならば、それは特殊・斜交展開の共役となることを証明した [B10]。以上の研究の副産物として空でない境界をもつ向きづけられた連結コンパクト曲面について framing のホモトピー集合における写像類群作用の軌道集合を計算した [B2]。

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

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

1. (a joint work with Kuno) We obtained an explicit formula of the Dehn twist action on the "completed groupoid ring" of the fundamental groupoid of any oriented connected surface with non-empty boundary [B8] [B6]. The original formula obtained for the case where the boundary is connected was due to us [B8], while another generalization of our formula was given independently by Massuyeau and Turaev (Ann. Inst. Fourier. **63** (2013)).

2. (a joint work with Kuno) For any compact connected oriented surface with non-empty boundary, we proved that the stabilizer of all boundary loops in the derivation Lie algebra of the "completed groupoid ring" of the fundamental groupoid of the surface is isomorphic to a completion of the Goldman Lie algebra. As an application, we constructed a natural and geometric variant of the Johnson homomorphisms of the Torelli group [B6].

3. (a joint work with Kuno) We showed the free vector space over the fundamental

groupoid on a compact borderd oriented surface is a Goldman-Turaev involutive bimodule. As an application, we found out a geometric constraint on the image of the Johnson homomorphism of the largest Torelli group [B7]. For example, all the Morita traces are outside of our constraint.

4. (a joint work with Shinji Fukuhara (Tsuda College) and Kuno) We proved that the Bernoulli numbers appear in the value of the Turaev comodule structure map at the logarithm of a based simple closed curve on a surface, and formulated and proved a generalization of Kronecker formula for the Bernoulli numbers [B3].

5. We computed the tensor description of the Turaev cobracket on the genus 0 bordered surface with respect to the group-like expansion coming from the exponential function [B5]. This was the first complete computation of the tensor description of the Turaev cobracket.

6. (a joint work with Anton Alekseev (U. Genève), Kuno and Florian Naef (U. Genève)) We formulated a variant of the Kashiwara-Vergne problem for any compact connected oriented surface with a generating system of its fundamental group and a suitable framing of its tangent bundle, and gave a formal description of a regular homotopy version of the Turaev cobracket on the surface. In particular, the constraint of the Johnson image coming from the regular homotopy Turaev cobracket is equivalent to that from the Enomoto-Satoh trace [B1][B4]. Moreover we prove that any group-like expansion inducing a formal description of the Goldman bracket is conjugate to a special/symplectic expansion [B10]. As a biproduct of these works, we computed the mapping class group orbits in the homotopy set of framings of a compact connected oriented surface with non-empty boundary [B2].

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

B. 発表論文

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

2. N. Kawazumi: "The mapping class group orbits in the framings of compact surfaces", Quarterly J. Math., **69** (2018) 1287–1302.

3. S. Fukuhara, N. Kawazumi and Y. Kuno: "Self-intersections of curves on a surface and Bernoulli numbers", Osaka J. Math., **55** (2018) 761–768.

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

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

6. N. Kawazumi and Y. Kuno: "The Goldman-Turaev Lie bialgebra and the Johnson homomorphisms", 'Handbook of Teichmueller theory', edited by A. Papadopoulos, Volume V, EMS Publishing House, Zurich, (2016) pp. 98–165.

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

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

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

10. A. Alekseev, N. Kawazumi, Y. Kuno and F. Naef: "Goldman-Turaev formality implies Kashiwara-Vergne,", preprint, arXiv: 1812.01159 (2018).

C. 口頭発表

1. Some tensor field on the Teichmüller space 2016 年 11 月 1 日, Séminaire 'Groupes de Lie et espaces des modules', Section de Mathématiques, Université de Genève. (スイス)

2. Differential forms and functions on the moduli space of Riemann surfaces 2017 年 1 月 30 日, Séminaire Algèbre et topologie, IRMA, Université de Strasbourg. (フランス)

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

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

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

6. Formal description of the Goldman bracket, revisited, 2018 年 6 月 19 日, Program 'Poisson geometry of moduli spaces, associators and quantum field theory', Simons Center for Geometry and Physics. (アメリカ合衆国)

7. Formality of the Goldman bracket and the Turaev cobracket, 2018 年 9 月 5 日, Workshop 'New Trends in Teichmüller Theory and Mapping Class Groups,' Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach.(ドイツ)

8. Johnson homomorphisms and the Morita-Penner cocycle — a survey, 2018 年 9 月 13 日, 102e rencontre entre mathématiciens et physiciens théoriciens 'Combinatorics, topology, and biology,' IRMA, University of Strasbourg. (フランス)

9. Dehn twists and the Goldman-Turaev Lie bialgebra, 2018 年 11 月 30 日, 2018 Seoul-Tokyo Conference 'Geometry and Topology' KIAS, Seoul (韓国)

10. 超リーマン面入門, 2019 年 1 月 25 日, 研究集会「モジュライ空間と双曲幾何の進展」, 東京大学大学院数理科学研究科, (自分が主催者の一員なの招待講演ではない)

D. 講義

1. 常微分方程式: 常微分方程式の基礎。(教養学部理科一類 2 年生向け講義)

2. 幾何学 I・幾何学特別演習 I : C^∞ 多様体の入門講義および演習。(理学部 3 年生向け講義)

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」世話人, 2018 年 8 月

2. 研究集会「Cohomological study of mapping class groups and related topics」世話人, 2017 年 9 月

3. 研究集会「モジュライ空間と双曲幾何の進展」世話人, 2019 年 1 月

4. 日本数学会学術委員会委員, 2018 年 7 月から

H. 海外からのビジター

1. Arthur Soulié 氏 (Strasbourg 大学), 2019 年 12 月

北山 貴裕 (KITAYAMA Takahiro)

A. 研究概要

3 次元多様体の基本群の研究で得られたアイデアを一般の離散群の場合に拡張することを試みた．特に，3 次元多様体論における Thurston ノルムとねじれ Alexander 不変量の間に知られる関係の一般化を追究した．Friedl，Nagel，Vidussi によって，3 次元多様体に対して，1 次コホモロジー類の Thurston ノルムが基本群のある表現に付随するねじれ Alexander 不変量によって捉えられることが分かっている．Friedl と Lück は，一般の群に対して，1 次コホモロジー類のねじれ L^2-Euler 標数を導入し，3 次元多様体に対して，当不変量が Thurston ノルムの (-1) 倍に一致することを示している．私は，Kielak によって最近示された，residually-finite-rationally-solvable である群に対する virtual fibering を用いることで，ある群のクラスに対して，1 次コホモロジー類のねじれ L^2-Euler 標数はある表現に付随するねじれ Alexander 多項式の次数の (-1) 倍を表現の次元で割ったものに等しいことを証明した．このクラスは直交 Artin 群の部分群であって，コンパクトな Eilenberg-MacLane 空間を持つような群を全て含む．特に，3 次元多様体の基本群はそのような群の典型例であり，この結果は Friedl，Nagel，Vidussi による上述の定理をより一般の離散群の場合に拡張するものである．

I tried to extend ideas of the study of 3-manifold groups to that of general discrete groups. In particular, I studied a generalization of the relation between the Thurston norm and twisted Alexander invariants in 3-manifold topology. It is known by Friedl, Nagel and Vidussi that for a 3-manifold the Thurston norm of a 1st cohomology class is detected by the twisted Alexander invariant associated to some representation of the fundamental group. Friedl and Lück introduced the twisted L^2-Euler characteristic of a 1st cohomology class for a general group, and proved that for a 3-manifold the invariant coincides with minus the Thurston norm. Utilizing the recent virtually fibering theorem for residually-finite-rationally-solvable groups by Kielak, I showed that for a certain class of groups the twisted L^2-Euler characteristic of a 1st cohomology class is equal to minus the degree of the twisted Alexander invariant associated to some representation divided by its dimension. The class contains all groups with compact Eilenberg-MacLane spaces and embedded in some right-angled Artin groups. In particular, 3-manifold groups gives typical examples of such groups, and my result extends the above theorem by Friedl, Nagel and Vidussi to the case of more general groups.

B. 発表論文

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

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

3. S. Friedl, T. Kitayama and M. Nagel : "Representation varieties detect essential surfaces", Math. Res. Lett. **25** (2018) 803–817.

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

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

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

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

8. T. Kitayama and Y. Terashima : "Torsion functions on moduli spaces in view of the cluster algebra", Geom. Dedicata **175** (2015) 125–143.

C. 口頭発表

1. Representation varieties detect essential surfaces I, II, Topology and Geometry of Low-dimensional Manifolds, 奈良女子大学, 2015 年 10 月.
2. Representation varieties detect essential surfaces, Geometry of Moduli Space of Low Dimensional Manifolds, 京都大学, 2015 年 12 月.
3. Representation varieties detect essential surfaces, Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2016, 広島大学, 2016 年 3 月.
4. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, Rigidity School, Nagoya 2016, 名古屋大学, 2016 年 7 月.
5. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, The second Australia-Japan Geometry, Analysis and their Applications, 京都大学, 2017 年 1 月.
6. Representation varieties detect splittings of 3-manifolds, Invariants in Low-dimensional Topology, Korea Institute for Advanced Study, 韓国, 2017 年 5 月.
7. Representation varieties and essential surfaces, New Development in Teichmüller Space Theory, 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月.
8. Torsion polynomial functions and essential surfaces, Low Dimensional Topology and Number Theory X, 九州大学, 2018 年 3 月.
9. Twisted Alexander polynomials and L^2-Euler characteristics, New development of low-dimensional topology, 四季の湯強羅青雲荘, 2018 年 12 月.
10. Character varieties and essential surfaces, The 14th East Asian Conference on Geometric Topology, 中国, 2019 年 1 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：数理科学の基礎的内容についての講義. (教養学部前期課程講義)
2. 線型代数学：線型代数学の基礎的内容についての講義. (教養学部前期課程講義)
3. 数理構造概論・幾何学 XF：講義題目は「3 次元多様体とその基本群」である．本講義は 3 次元多様体のトポロジーについての入門講義である．3 次元多様体の様々な分解や特別な有限被覆空間の存在を基本群の言葉で記述することをテーマとした．講義では，基本群，曲面群の性質，3 次元多様体の例と構成法，素分解定理，ループ定理，球面定理，Haken hierarchy，Seifert 多様体の分類，JSJ 分解定理，幾何化予想，virtually Haken 予想，部分群の分離性を取り上げた．(数理大学院・4 年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会地方区代議員.
2. Seoul-Tokyo Conference in Mathematics – Geometry and Topology–, Korea Institute for Advanced Study, 韓国, 11 月 31 日–12 月 1 日, 組織委員.

木田 良才 (KIDA Yoshikata)

A. 研究概要

作用素環論において, 中心列が果たす役割は大きい. その端緒は, フォンノイマン環論を創始した Murray-von Neumann の論文 (1943) にまで遡る. Effros (1975) は, 群フォンノイマン環が中心列をもつための必要条件として, 群の内部従順性を導入した. 可算離散群が内部従順であるとは, その群環が (ℓ^1 の意味で漸近的な) 中心列をもつときをいう. 例えば, 群自身が中心列をもてば, その群は内部従順である. 群環に対するこのような関数解析的な性質を, 種々の設定下で代数的な性質として特徴付けることは, フォンノイマン環論やエルゴード群論における挑戦的な課題であり, その成功がもたらす影響は極めて大きい. Schmidt (1987) は, 任意の内部従順群に対し, その標準確率空間への自由保測作用で, 付随する充足群が中心列をもつようなものを構成できるか, という問いを掲げたが, この問いは未解決である.

本年度の研究では, この問題を動機に, 測度付き離散亜群の内部従順性を導入し, その基本性質

を調べた (Robin Tucker-Drob 氏との共同研究, arXiv:1810.11569). 中でも, 測度付き離散亜群の内部従順性がコンパクト拡大の下で保存されることを示した. これにより, 任意の余有限な内部従順群に対し, その自由保測作用で, 付随する軌道同値関係が内部従順になるものを構成することができる. このような作用をもつ群は軌道内部従順であるという. 軌道内部従順性は, 定義の上では Schmidt の問題で要求されている性質 (シュミット性) より幾分弱いが, その差については不明である. 他にも, 可算集合への従順作用から構成されるリース積群が軌道内部従順であることを示した.

さらに, 内部従順群の中でも, その群環がある意味において無限の中心をもつようなものを考察し, そのような群がシュミット性をもつことを示した (arXiv:1901.08735). 一般の内部従順群に比べ, このような群は代数色の強い中心性をもっており, いかにこの代数色を関数解析的性質に置き換えていけるかが, シュミット性を証明できる群のクラスの拡大に向けた今後の課題である. 例えば, 可算集合への従順作用から構成されるリース積群は, シュミット性をもつことが示されておらず, これは考察に値する問題である.

Central sequences are influential in operator algebras. Their origin is found in the paper of Murray-von Neumann (1943) that initiated theory of von Neumann algebras. Effros (1975) introduced inner amenability of groups as a necessary condition for group von Neumann algebras to have a central sequence. A discrete countable group is called inner amenable if its group algebra admits a central sequence (in an asymptotic sense of ℓ^1). For example, a group is inner amenable if the group itself has a central sequence. It is a challenging problem in theory of von Neumann algebras and ergodic group theory to characterize this kind of functional-analytic properties of group algebras as an algebraic property in various setups. Schmidt (1987) asked whether any inner amenable group has a free measure-preserving action on a standard probability space such that its full group contains a central sequence. This problem still has been unsolved.

Motivated by this problem, we introduced inner amenability for discrete measured groupoids and investigated its fundamental properties (with Robin Tucker-Drob, arXiv:1810.11569). Among others, we showed that inner amenability of discrete measured groupoids is preserved under compact extension. As its consequence, every residually finite, inner amenable group has a free probability-measure-preserving action such that the associated orbit equivalence relation is inner amenable. Groups having such actions are called orbitally inner amenable. By definition, orbital inner amenability is weaker than the property required in Schmidt's problem (called the Schmidt property), whereas difference between them is unclear. We also showed that the wreath product group built from an amenable action on a countable set is orbitally inner amenable.

In another work, I showed that the Schmidt property of a group follows if the group algebra admits infinite center in a certain sense (arXiv:1901.08735). Such a group possesses an algebraic central property not shared by general inner amenable groups. My next goal is to improve my construction so that such an algebraic property is replaced with a functional-analytic property, toward expanding the class of groups shown to have the Schmidt property. For example, it is unsolved whether the wreath product group built from an amenable action on a countable set has the Schmidt property. This is worth considering.

B. 発表論文

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

2. 木田良才 : "エルゴード群論", 数学 **70** (2018), 337–356.

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

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

5. I. Chifan, Y. Kida, and S. Pant : “Primeness results for von Neumann algebras associated with surface braid groups”, Int. Math. Res. Not. IMRN **2016**, no. 16, 4807–4848.

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

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

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

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

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

C. 口頭発表

1. (1) Orbit equivalence relations generated by the Baumslag-Solitar groups, (2) Stable orbit equivalence relations, エルゴード理論の最近の発展, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 10 月.

2. Inner amenable groupoids, 作用素環論の最近の進展, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 9 月.

3. Central sequences in the full group and lifting problems, Operator Algebras at UCLA: A celebration of Masamichi Takesaki, UCLA (アメリカ), 2018 年 4 月.

4. 離散群のエルゴード理論の諸相, 日本数学会年会, 日本数学会賞春季賞受賞総合講演, 東京大学, 2018 年 3 月.

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

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

7. Questions around stable equivalence relations, 作用素論・作用素環論研究集会, 前橋工科大学, 2016 年 10 月.

8. 安定作用と群の中心拡大, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会函数解析分科会一般講演, 関西大学, 2016 年 9 月.

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

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

D. 講義

1. 無限次元構造論・解析学 XF : 離散群と軌道同値関係. 以下の話題を紹介した: (i) 離散群の従順性 (基本的なことに加え, Reiter 条件, Følner 条件等との同値性を示した). (ii) 測度付き離散同値関係とその従順性 (特に, 従順ならば超有限であることを, 群に対して従順性から Følner 条件を導くアイデアに基づいて示した). (iii) 作用の従順性 (Zimmer の本で扱われている内容の一部を紹介した). (iv) Monod の群 (自由群を含まない非従順群の中で比較的 accessible なもの. この群が非従順であることを示すのに, 作用の従順性を応用する). (数理大学院・4 年生共通講義)

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

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

E. 修士・博士論文

1. (修士) 守山 貴顕 (MORIYAMA Takaaki): Weak density of orbit equivalence classes and free products of infinite abelian groups.

F. 対外研究サービス

1. 雑誌 “数学”, 常任編集委員 (2018 年 6 月まで).

G. 受賞

1. 日本学術振興会賞, 2019 年 2 月.
2. 日本数学会賞春季賞, 2018 年 3 月.
3. 第 5 回作用素環賞, 2016 年 10 月.

小池 祐太 (KOIKE Yuta)

A. 研究概要

今年度は主に以下の 2 つのテーマについて研究を行った.

1. 多重 Skorohod 積分に対する高次元混合型中心極限定理を証明し, その結果を用いて, 金融高頻度データの解析で利用される統計量の 1 つである実現共分散行列の高次元設定下での漸近混合正規性を示した. さらに, その結果を高次元高頻度金融データにファクターモデルをあてはめた際の残差どうしの相関構造の検定へと応用した.
2. Homogeneous sum と呼ばれる統計量に対する高次元中心極限定理を証明した. その結果の系として, homogeneous sum の普遍性と呼ばれる性質が高次元設定下へと拡張できることを示した.

In this academic year, I have mainly studied the following two subjects:

1. I have shown a mixed-normal limit theorem for high-dimensional vectors of multiple Skorohod integrals. Using this result, I have established the asymptotic mixed normality of the realized covariance matrix, which is a statistic used in high-frequency financial econometrics, in a high-dimensional setting. Moreover, I apply this result to testing for the correlation structure of the residual process of a factor model for high-dimensional high-frequency financial data.
2. I have shown a high-dimensional central limit theorems for homogeneous sums. As a corollary, I have extended universality results for homogeneous sums to a high-dimensional setting.

B. 発表論文

1. Y. Koike, Y. Tanoue, “Oracle inequalities for sign constrained generalized linear models”, to appear in Econom. Stat.
2. Y. Koike, “Gaussian approximation of maxima of Wiener functionals and its application to high-frequency data”, Ann. Statist. **47** (2019) 1663–1687.
3. T. Hayashi, Y. Koike, “Wavelet-based methods for high-frequency lead-lag analysis”, SIAM J. Financial Math. **9** (2018) 1208–1248.
4. Y. Koike, “On the asymptotic structure of Brownian motions with a small lead-lag effect”, J. Japan Statist. Soc. **47** (2017) 1–31.
5. Y. Koike, “Time endogeneity and an optimal weight function in pre-averaging covariance estimation”, Stat. Inference Stoch. Process. **20** (2017) 15–56.
6. Y. Koike, “Quadratic covariation estimation of an irregularly observed semimartingale with jumps and noise”, Bernoulli **22** (2016), 1894–1936.
7. Y. Koike, “Estimation of integrated covariances in the simultaneous presence of nonsynchronicity, microstructure noise and jumps”, Econometric Theory **32** (2016) 533–611.
8. Y. Koike, “Limit theorems for the pre-averaged Hayashi-Yoshida estimator

with random sampling", Stochastic Process. Appl. **124** (2014) 2699–2753.

9. Y. Koike, "An estimator for the cumulative co-volatility of asynchronously observed semimartingales with jumps", Scand. J. Stat. **41** (2014) 460–481.

10. A. Brouste, M. Fukasawa, H. Hino, S. M. Iacus, K. Kamatani, Y. Koike, H. Masuda, R. Nomura, T. Ogihara, Y. Shimizu, M. Uchida, N. Yoshida, "The YUIMA Project: A Computational Framework for Simulation and Inference of Stochastic Differential Equations", Journal of Statistical Software **57** (2014) 1–51.

C. 口頭発表

1. De-biasing the graphical Lasso in high-frequency data, ASC2019, Tokyo, Japan, 2019 年 1 月.

2. On implementation of high-dimensional covariance estimation in YUIMA package, 4th Yuima Users Workshop, Tokyo, Japan, 2019 年 1 月.

3. 高次元高頻度データを用いた最小分散ポートフォリオの推定, 統計数理研究所リスク解析戦略研究センター第 6 回 金融シンポジウム「金融が直面する新環境への対応と方法論」, ベルサール東京日本橋, 2018 年 12 月.

4. Testing the residual sparsity of a high-dimensional continuous-time factor model, CMStatistics 2018, Pisa, Italy, 2018 年 12 月.

5. 高頻度金融市場におけるリード・ラグ関係の多時間スケール解析, 2018 年度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 2018」, 大阪大学中之島センター, 2018 年 11 月.

6. 高次元高頻度データにおける共分散行列の統計推測, 第六回数理ファイナンス合宿型セミナー, リフレフォーラム, 2018 年 11 月.

7. Testing the residual sparsity of a high-dimensional continuous-time factor model, CEQURA Conference 2018, Munich, Germany, 2018 年 10 月.

8. On the asymptotic structure of Brownian motions with a small lead-lag effect, 2018 年度統計関連学会連合大会, 中央大学後楽園キャンパス, 2018 年 9 月.

9. Gaussian approximation of maxima of Wiener functionals and its application to high-frequency data, 10th World Congress of the Bachelier Finance Society, Dublin, Ireland, 2018 年 7 月.

10. Asymptotic mixed normality of realized covariance in high-dimensions, IMS-APRM 2018, Singapore, 2018 年 6 月.

D. 講義

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

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

G. 受賞

1. 第 32 回小川研究奨励賞, 2018 年 9 月.

權業 善範 (GONGYO Yoshinori)

A. 研究概要

今年度は Caucher Birkar 氏による Borisov–Alexeev–Borisov 予想 (略して、BAB 予想) の証明を一から勉強し直し、Hacon–Mckernan–Xu による対数的標準閾値 (LCT) の上昇鎖性 (ACC) と同時に証明する次元による数学的帰納法がワークさせることを確認した。その一部の解説を今学期大学院の講義で行った。鍵となるのは Mckernan–Prokhorov による低い次元の BAB 予想から LCT の ACC を出すときに, 次元による数学的帰納法の関係上仮定している BAB 予想を双有理的 BAB 予想に弱めて適用しなければいけなかったが、そこを Hacon–Mckernan–Xu の議論を組み合わせてクリアする。将来的に論文として出版するかどうかはわからないが、何かの形で世に出したいと思っているが TeX 化への編集作業が滞っている。

In this academic year, I still had studied the proof of the Borisov–Alexeev–Borisov conjecture (for short, the BAB conjecture)by Caucher Birkar. I had confirmed that the BAB conjecture and ACC for log canonical threshods (for short, LCT) which is proved by Hacon–Mckernan–Xu, can be shown by the one tower induction on dimension of varieties. I gave a part of the proof in the graduate course. The key part of this proof is to use the idea by Mckernan–Prokhorov, which is the implication from the lower dimensional BAB to ACC for LCT. However in our situation, we know only the birational BAB conjecture for lower dimensional. So we need to avoid this obstruction by using Hacon–Mckernan–Xu's arguments. Although I would want to publish it on some literature, the translation to TeX is not so progressing.

B. 発表論文

1. O. Fujino and Y. Gongyo ：“On the moduli b-divisors of lc-trivial fibrations” Annales de l'institut Fourier, **64** no. 4 (2014), 1721–1735.,
2. O. Fujino and Y. Gongyo ：“On log canonical rings” Higher dimensional algebraic geometry-in honour of Professor Yujiro Kawamata's sixtieth birthday, 159–169, Adv. Stud. Pure Math., **74**, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2017.
3. P. Cascini, Y. Gongyo, and Karl Schwede：“Uniformbounds for strongly F-regular surfaces” Trans. Am. Math. Soc. **368**, No. 8, 5547–5563 (2016).,
4. Y. Gongyo, Z. Li, Z. Patakfalvi, K. Schwede, H. Tanaka, and H. R. Zong ：“On rational connectedness of globally F-regular threefolds” Adv. Math. **280** (2015), 47–78,
5. Y. Gongyo and S. Takagi ：“Surface of globally F-regular and F-split type” Math. Ann. **364** (2016), no. 3-4, 841–855.,
6. Y. Gongyo and S-i. Matsumura：“Versions of injectivity and extension theorems” Ann. Sci. Éc. Norm. Supér. (4) 50 (2017), no. 2, 479–502
7. Y. Gongyo, Y. Nakamura, H. Tanaka：“Rational points on log Fano threefolds over a finite field”, to appear in Journal of the EMS, arXiv:1512.05003,
8. A. Broustet and Y. Gongyo：“Remarks on log Calabi–Yau structure of varieties admitting polarized endomorphism”, Taiwanese J. Math. 21 (2017), no. 3, 569-582,
9. S. Ejiri and Y. Gongyo：“Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations”, preprint, arXiv:1802.03732,
10. Y. Gongyo and S. Takagi：“Kollár's injectivity theorem for globally F-regular varieties”, to appear in European Journal of Mathematics, arXiv:1802.07631,

C. 口頭発表

1. ACC for LCT and Boundedness of Fano varieties after Birkar, Hacon, Mckernan, and Xu , Mini Workshop at Saitama University, 4th–5th Mar. 2019,
2. My understanding of the proof of BAB conjecture, Higher Dimensional Arithmetic Geometry, 熊本大学, 18–21, Feb, 2019,
3. A geometric characterization of toric varieties (M. V. Brown, J. McKernan, R. Svaldi, H. R. Zong) の解説, 代数多様体の有理性と導来圏の勉強会, 佐賀大学, 12–15, Feb, 2019,
4. Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations, Workshop on Birational Geometry and Related Topics, 上海数学中心, 1–10, Nov, 2018,
5. On log CY structure of surfaces admitting non-trivial polarized endomorphisms, the Xiamen workshop Algebraic Surfaces and Related Topics, Xiamen, China, 24–28, Sep, 2018.,

6. Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations, Differential, Algebraic and Topological Methods in Complex Algebraic Geometry, Cetraro, Italy, 6–15, Sep, 2018.

7. Nef anti-canonical divisors and rationally conncected fibrations, Birational Geometry and Arithmetic, Brown University, 14–18, May, 2018

D. 講義

1. 代数学 XH・基礎数理特別講義☒: Borisov–Alexeev–Borisov 予想の証明の解説を行った.

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 福岡尊 (FUKUOKA, Takeru): On sextic del Pezzo fibrations over curves

2. (修士) 大野乾太郎 (OHNO, Kentaro): On minimizing problems for stability and threefold singularities

3. (修士) 三浦尭之 (MIURA Takayuki):Classification of del Pezzo surfaces with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会広報委員

2. 日本数学会地方代議委員

H. 海外からのビジター
Christopher Hacon, ユタ大学/RIMS,18/5/8, MMP の研究
Sung Rak Choi, 延世大学, 19/3/4–19/3/29, Cone theorem の研究

坂井 秀隆 (SAKAI Hidetaka)

A. 研究概要
最近の結果は以下の通り.
1. ４次元パンルヴェ型方程式の分類を目的として，とくにフックス型方程式の変形理論に対応する場合の４種類の非線型方程式を，ハミルトン系の形で求めた.
2. フックス型方程式の変形理論から得られる４つの４次元パンルヴェ型方程式に対して，線型方程式の分岐しない場合の退化を考え，２２種類の４次元パンルヴェ型方程式と線型方程式との対応を与えた（川上拓志氏，中村あかね氏との共同研究）.
3. 小木曽・塩田による有理楕円曲面の分類に対応するハミルトン系の分類を行い，双二次形式で作られるものを含むハミルトン函数と曲面の対応を調べた．また，ベックルント変換の構成なども行った.
4. 線型 q 差分方程式の中間畳み込みを構成し，その主要な性質に証明をつけた (山口雅司氏との共同研究).
5. ある q 離散パンルヴェ方程式の一般解を，AGT 対応の q 類似を使って構成した (神保道夫氏，名古屋創氏との共同研究).

My research interest is in theory of differential and difference equations in complex domains. In particular, I have been studying special functions and integrable systems in this field.
Recent results are as follows:
1. All of 4 4-dimesional Painlevé-type equations which is obtained from deformation theory of Fuchsian equations, were formulated and expressed in the form of Hamiltonian systems. This is motivated by an attempt to classify the 4-dimensional Painlevé-type equations.
2. We gave a correspondence between 22 4-dimensional Painlevé type equations and Fuchsian and non-Fuchsian linear differential equations. This is obtained from a degeneration scheme of the 4 4-dimensional Painlevé type equaitons which is calculated from deformation theory of Fuchsian equations. This study contains only unramified case, and ramified case would be another story (joint work with KAWAKAMI Hiroshi and NAKAMURA Akane).
3. We gave a classification of Hamitonian systems corresponding to Oguiso-Shioda's calssification of rational elliptic surfaces. We also construct a kind of Bäcklund transformations of the Hamiltonian systems.
4. We constructed "middle convolution" for linear q-difference equations of Fuchsian type.

Some important properties of the transformation are proved (joint work with YAMAGUCHI Masashi).
5. We gave a concrete expression of general slutions of a q-Painlevé equation. We used q-analog of AGT correspodence. (joint work with JIMBO Michio and NAGOYA Hajime).

B. 発表論文

1. H. Sakai and M. Yamaguchi: "Spectral types of linear q-difference equations and q-analog of middle convolution", Int. Math. Res. Not. IMRN (2017), no. 7, 1975-2013.
2. M. Jimbo, H. Nagoya, and H. Sakai: "CFT approach to the q-Painlevé VI equation", J. Integrable Syst. **2** (2017), no. 1, xyx009, 27 pp.
3. K. Hiroe, H. Kawakami, A. Nakamura, and H. Sakai: "4-dimensional Painlevé-type equations", MSJ Memoirs, 37. Mathematical Society of Japan, Tokyo, 2018.

C. 口頭発表

1. Rational surfaces and geometry of the Painlevé equations: Three days of the Painlevé equations and their applications (Roma Tre University, Rome, Italy) 2014 年 12 月.
2. Linear q-difference equations and q-analog of middle convolution (joint work with M. Yamaguchi): Moduli Spaces of Connections (Renne, France) 2014 年 7 月.
3. Ordinary differential equations on rational elliptic surfaces: 微分方程式の展望 (熊本大学) 2014 年 10 月; Integrable systems, symmetries, and orthogonal polynomials (ICMAT，Madrid, Spain) 2017 年 9 月.
4. Studies on the Painlevé equations: 日本数学会年会，無限可積分系特別講演 (明治大学) 2015 年 3 月.
5. Discrete Painlevé equations: Differential and Differece Equations (Laboratoire Paul Painlevé, Lille, France) 2015 年 10 月; Joint Mathematics Meetings AMS Special Session (Washington State Convvention Center, Seattle, USA) 2016 年 1 月.
6. A rigid, irreducible Fuchsian linear q-equation can be reduced to a 1st order equation by integral transformation: 25th International Conference on Integrable Systems and Quantum Symmetries (Czech Technical University, Prague, Czech) 2017 年 6 月.
7. CFT approach to the q-Painlevé equations (joint work with M. Jimbo and H. Nagoya): Asymptotic, Algebraic and Geometric Aspects of Integrable Systems (TSIMF, Sanya, China) 2018 年 4 月; 可積分系理論から見える数理構造とその応用 (京大数理研) 2018 年 9 月.

D. 講義

1. 線型代数学 : 線型代数学の入門講義 (教養学部前期課程講義)
2. 複素解析学 I : 複素解析学の入門講義 (理学部 2 年生 (後期))
3. 複素解析学 I 演習: 複素解析学 I の演習 (理学部 2 年生 (後期))

F. 対外研究サービス

1. Funcialaj Ekvacioj 編集委員
2. 2018 年度日本数学会全国区代議員

逆井 卓也 (SAKASAI Takuya)

A. 研究概要

自由 Lie 代数のシンプレクティック微分 Lie 代数は, 曲面の写像類群, 計量グラフのモジュライ空間や 3 次元多様体の有限型不変量など, 様々な位相幾何的対象と関連した興味深い Lie 代数となっている. とくにその微分 Lie 代数の次数 1 で生成される部分 Lie 代数を決定することは曲面の写像類群に対する有理 Johnson 準同型の像を決定することと同等であり, 重要な問題となっている. 今年度は, 森田茂之氏, 鈴木正明氏との

共同研究により, 第 6 Johnson 準同型の余核に現れていた新たな種の成分について, その存在の組織的な証明法を見出し, 具体的な計算を実行した. これにより第 7 Johnson 準同型の場合にも, 新たな種の余核成分が現れることを示し, 像と余核を決定することができた. この余核成分の位相的意味を調べることは引き続き課題となっている.
加えて, 昨年度に決定した Johnson 核の有理アーベル化について, そのアーベル化写像の具体的記述を無限小 Dehn-Nielsen 準同型を用いて与えることができた.

The symplectic derivation Lie algebra of a free Lie algebra is an interesting mathematical object since it has a connection to mapping class groups of surfaces, the moduli space of metric graphs, finite type invariants of 3-dimensional manifolds etc. Especially, it is important to determine the subalgebra of the derivation Lie algebra generated by its degree 1 part, which turns out to be the same as the image of rational Johnson homomorphisms for mapping class groups of surfaces. This academic year, in a joint work with Shigeyuki Morita and Masaaki Suzuki, we investigated a new type of the cokernel which appeared in the 6th Johnson homomorphism. We found a systematic method for proving the existence of such new components and performed an actual computation. By this, we showed that cokernels of new type appeared in the 7th Johnson homomorphism and determined the image and cokernel of the homomorphism completely. Understanding the topological meaning of these cokernel components is still an important problem.
Also, we gave an explicit description of the rational abelianization map of the Johnson kernel, whose rational abelianization was determined last academic year, by using the infinitesimal Dehn-Nielsen homomorphism.

B. 発表論文

1. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "Integral Euler characteristic of OutF_{11}", Experimental Mathematics 24, (2015), 93–97.
2. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "Computations in formal symplectic geometry and characteristic classes of moduli spaces", Quantum Topology 6, (2015), 139–182.
3. T. Sakasai : "The Magnus representation and homology cobordism groups of homology cylinders", Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo 22, (2015), 741–770.
4. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "Structure of symplectic invariant Lie subalgebras of symplectic derivation Lie algebras", Advances in Mathematics 282, (2015), 291–334.
5. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "An abelian quotient of the symplectic derivation Lie algebra of the free Lie algebra", Experimental Mathematics 27, (2018), 302–315.
6. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : "Symmetry of symplectic derivation Lie algebras of free Lie algebras", RIMS Kôkyuûoku Bessatsu B66 (2017), 185–193.
7. T. Sakasai : "Johnson-Morita theory in mapping class groups and monoids of homology cobordisms of surfaces", Winter Braids Lecture Notes, 3 (2016), Course no IV, 1–25.
8. 逆井卓也：曲面の写像類群と自由群の外部自己同型群のコホモロジーに関するこれまでの歩みと最近の進展, 数学 第 70 巻 第 3 号, 日本数学会 (2018), 225–254.
9. T. Sakasai and G. Massuyeau : "Morita's trace maps on the group of homology cobordisms", To appear in Journal of Topology and Analysis.

C. 口頭発表

1. Johnson homomorphisms and symplectic representation theory, ジョンソン準同型とその周辺, 東京大学, 2017 年 5 月.
2. Invariants of homology cobordisms of surfaces, Tsuda University Topology Workshop, 津田塾大学, 2017 年 7 月.

3. Cohomology of the moduli space of graphs and groups of homology cobordisms of surfaces, 北海道大学大学院理学研究院数学部門 幾何学コロキウム, 北海道大学, 2017 年 11 月.

4. 自由群の acyclic closure とその自己同型群について, ストリングトポロジーとその周辺, 文部科学省共済組合箱根宿泊所, 2017 年 12 月.

5. Additive invariants of homology cobordisms of surfaces, 大阪大学大学院理学研究科数学専攻・理学部数学科 談話会, 大阪大学, 2017 年 12 月.

6. (1) The mapping class group action in shear coordinates, (2) Mapping class group actions on moduli spaces of 3d gravity, モジュライ空間のシンプレクティック幾何, 東京大学, 2018 年 1 月.

7. グラフホモロジーとモジュライ空間のホモロジー群, 種々の幾何学的構造と基本群に現れる様々な特性類とその不変量への応用, 国家公務員共済組合連合会下呂保養所, 2018 年 8 月.

8. Computations on Johnson homomorphisms, Cohomological study of mapping class groups and related topics, IRMA (フランス), 2018 年 9 月.

9. Torelli group, Johnson kernel and invariants of homology 3-spheres, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2018 年 11 月.

10. Topological studies of moduli spaces of Riemann surfaces and their generalizations, Quantum Math, 沖縄科学技術大学院大学, 2019 年 3 月.

D. 講義

1. 幾何学 XA・位相幾何学 I : ホモトピー論の基礎として, 基本群と被覆空間, CW 複体, ホモトピー群, ファイバーバンドルについて解説した. (数理大学院・4 年生共通講義)

2. 数理科学セミナー II : ミルナーの「微分トポロジー講義」を 4 人の学生による輪講形式で講読した. (教養学部統合自然科学科講義)

3. 数理科学基礎 (補修) : 数理科学基礎共通資料の内容をもとに説明した. 理解を確認するための小テストを数回行った. (教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 加藤 本子 (KATO Motoko): Richard Thompson's groups from the viewpoint of geometric group theory.

2. (修士) 斉藤 諒 (SAITO Ryo): On a higher dimensional extension of the first Johnson homomorphism via bordism groups.

3. (修士) 中嶋 怜人 (NAKASHIMA Reito): Minimal genus problem for T^2-bundles over surfaces.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会: New development of low-dimensional topology (2018 年 12 月, 文部科学省共済組合箱根宿泊所), 世話人.

2. 研究集会: モジュライ空間と双曲幾何の進展 (2019 年 1 月, 東京大学), 世話人.

H. 海外からのビジター

- Anderson Vera (Université de Strasbourg) stayed from December 16 to 30, 2018, and gave a talk titled "Johnson-type homomorphisms and the LMO functor" in Tuesday Seminar on Topology.

佐々田 槙子 (SASADA Makiko)

A. 研究概要

高橋-薩摩 (1990) により導入された箱玉系（以下 BBS) は，ソリトン的なふるまいを持つセルオートマトンである．昨年度から, ランダムかつ無限個の粒子の配置を初期状態に持つ BBS を導入し, 研究を行っている．特に，$\mathbb{Z}$ 上の粒子の配置を $\mathbb{Z}$ 上のパスと対応させることで，BBS の時間発展がこのパスについての「過去の最大値による折り返し」という操作で表されることを用いて研究を行った．なお，この操作は Pitman 変換と呼ばれ，ブラウン運動が 3 次元ベッセル過

程にうつることは，Pitman の定理としてよく知られている．
今年度は，超離散戸田格子と呼ばれる離散系が BBS で導入したものと類似した区分線形なパスによる表示によって、再び「過去の最大値による折り返し」で与えられることを示した．これは，有限系、周期系に適用できるだけでなく，無限系への拡張を自然に与える．これによって不変分布を考えることが可能となった．
次に，BBS の周期的な配置に対してギブス測度で与えられるようなクラスの不変分布を導入し，その無限体積極限によってすでに得られている不変分布の一部が導出されることを示した．さらに，別の連続極限によりジグザグ過程と呼ばれる，待ち行列理論等でよく知られた確率過程が得られることを示した．このジグザグ過程は連続版 BBS の不変分布にもなっており，さらに対応する Palm 測度を考えることで超離散戸田格子に対する不変分布が得られることを示した．さらに，箱の容量 J，運搬車の容量 K の BBS(J,K) についても無限個の粒子の配置を初期状態に持つ場合へと拡張し，BBS(J,K) と BBS(K,J) の双対性を示した．無限個の粒子の場合への拡張にあたって，$J<K$ の場合に対してはやはり「過去の最大値による折り返し」で BBS(J,K) が表されることが鍵となった．双対性を元に，時間発展不変な分布と平行移動不変な分布の間の双対性を示した．また，独立同分布で与えられる不変分布を完全に特徴付けることに成功した．この完全な特徴づけは，分布の双対性を局所的に捉えた詳細釣り合い条件が大域的な双対性の必要十分条件であることを示すことで得られた．
本研究は David Croydon 氏との共同研究であり，また一部分はさらに加藤毅氏，辻本諭氏との共同研究である．

The box-ball system (BBS), introduced by Takahashi and Satsuma in 1990, is a cellular automaton that exhibits solitonic behavior. Continuing from the last year, we study the BBS when started from a random two-sided infinite particle configuration. We introduce a nearest neighbor path encoding of the particle configuration on $\mathbb{Z}$ and study the BBS dynamics using the transformation ‘ reflection in the past maximum’, which was famously shown by Pitman to connect Brownian motion and a three dimensional Bessel process.
In this academic year, we first showed that by encoding configurations of the ultra-discrete Toda lattice by piecewise linear paths whose gradient alternates between -1 and 1, we show that the dynamics of the system can be described in terms of a shifted version of Pitman’s transformation (that is, reflection in the past maximum of the path encoding). This characterisation of the dynamics applies to finite configurations in both the non-periodic and periodic cases, and also admits an extension to infinite configurations. The latter point is important in the study of invariant measures for the ultra-discrete Toda lattice, which is pursued in the next work.
As the second work, for the original BBS, we introduce a family of new invariant measures for periodic configurations that are expressed in terms of Gibbs measures. Moreover, we show that a Markov type invariant measure for the infinite (non-periodic) BBS can be obtained as infinite volume limits of the latter. We also present scaling limits other than those that were covered in our original first paper for the original BBS. One, the zigzag process has previously been observed in the context of queuing; another, a periodic version of the zigzag process, is apparently novel. Furthermore, we demonstrate that certain Palm measures associated with the stationary and periodic versions of the zigzag process yield natural invariant measures for the dynamics of corresponding versions of the ultra-discrete Toda lattice.
Finally, we establish in the case of infinite initial configurations that the box-ball system with box capacity J and carrier capacity K, which we abbreviate to $BBS(J,K)$, is dual to the model $BBS(K,J)$. Towards this end, we build on previous work for the original box-ball system (for which the box capacity is 1 and the carrier capacity is ∞) to show that when the box capacity J and carrier capacity K satisfies $J<K$ the dynamics can be represented by a Pitman-type transformation. These ideas are then applied in the case of random initial

configurations to show that the distributional properties of spatial stationarity and invariance under the BBS dynamics are dual. Moreover, for independent and identically distributed configurations, we derive a characterisation of invariant measures in terms of a detailed balance equation, which captures the duality of the system locally; this is used to find all invariant measures in this class. Finally, we also deduce the speed of a tagged particle in the system, and show that this also satisfies a natural duality relation.
This is a joint work with David Croydon, and partly with Tsuyoshi Kato and Satoshi Tsujimoto.

B. 発表論文

1. M. Sasada: "Stochastic energy exchange models with degenerate rate functions. XVIIth International Congress on Mathematical Physics", World Sci. Publ., Hackensack, NJ, (2014), 344–350.

2. C. Bernardin, P. Gonçalves, M. Jara, M. Sasada and M. Simon: "From normal diffusion to superdiffusion of energy in the evanescent flip noise limit", J. Stat. Phys. **159** (2015) no. 6, 1327–1368.

3. M. Sasada: "Spectral gap for stochastic energy exchange model with nonuniformly positive rate function", Ann. Probab. **43** (2015) no. 4, 1663–1711.

4. Y.Kametani and M.Sasada "A new approach to the characterization of closed forms in the nongradient method", RIMS Kokyuroku Bessatsu B59 (2016), 1-13.

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

6. S. Tamaki, M. Sasada, and K. Saito "Heat transport via low-dimensional systems with broken time-reversal symmetry", Phys. Rev. Lett. 119 (2017), 110602

7. M. Sasada: "On the Green-Kubo formula and the gradient condition on currents ", Ann. Appl. Probab. 28, No. 5, (2018), 2727-2739

8. K. Sato, M. Sasada: "Thermal Conductivity for Coupled Charged Harmonic Oscillators with Noise in a Magnetic Field", Commun. Math. Phys. 361-3 (2018), 951-995

9. O. Blondel, C. Erignoux, M. Sasada and M. Simon: "Hydrodynamic limit for a facilitated exclusion process", Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist., accepted

C. 口頭発表

1. Box-Ball System with random initial condition and Pitman's $2M - X$ theorem, Tokyo-Seoul Conference in Mathematics - Probability Theory -, The University of Tokyo, Japan, 2017 年 12 月.

2. 相互作用粒子系に対する勾配条件とグリーン久保公式, 2017 年度確率論シンポジウム, 東北大学, 2017 年 12 月.

3. On the Green-Kubo Formula and The Gradient Condition on Currents, The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, National Taiwan University, Taiwan, 2018 年 7 月.

4. Dynamics of the box-ball system with random initial conditions via Pitman's transformation, XIX International Congress on Mathematical Physics, Centre Mont-Royal, Canada, 2018 年 7 月.

5. Dynamics of the box-ball system with random initial conditions via Pitman's transformation, NYU-Shanghai - Kyoto University Young Probabilists' Meeting, NYU-Shanghai, China, 2018 年 9 月.

6. ランダムな初期状態をもつ無限粒子箱玉系と Pitman の定理, 九州大学談話会, 九州大学, 2018 年 10 月.

7. 確率調和振動子鎖モデルにおけるエネルギーの超拡散について, 首都大学東京数理解析セミナー, 首都大学東京, 2018 年 10 月.

8. Hydrodynamic limit for degenerate dynamics,17th International Symposium "Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems", Kyoto, Japan 2018 年 11 月.

9. Dynamics of the box-ball system with random initial conditions via Pitman's transformation, SIDE13, Fukuoka, Japan, 2018 年 11 月.

10. Some generalization of Pitman's transform and invariant measures for discrete integrable systems, Scaling limits & SPDEs: recent developments and future directions, Issac Newton Institute for Mathematical Sciences, United Kingdom, 2018 年 12 月.

D. 講義

1. 確率統計学 III・確率過程論 : 条件付き期待値，離散時間マルチンゲールの収束定理，関連する種々の不等式等を扱った. （数理大学院・4 年生共通講義）

2. 確率統計 I : 確率空間，確率変数，分布等の確率論の基礎事項を扱った.（教養学部基礎科学科講義）

3. 集中講義 : 流体力学極限と無限直積空間上の閉形式, 九州大学, 2018 年 10 月

4. 集中講義 : 大規模相互作用系の拡散現象, 首都大学東京, 2018 年 10 月

E. 修士・博士論文

1. (修士） 近藤一輝 (KONDO Kazuki): Dynamics of the multicolor box-ball system with random initial conditions via Pitman transformation

2. (修士）立見有哉 (TATSUMI Yuya): ベルヌーイ分布に従う 3 個のアームのバンディット問題の最悪時リグレット評価

3. (修士）関澤昊 (GUAN Zehao): Hydrodynamic limits for interacting particle systems in different periodic realizations

F. 対外研究サービス

1. 東京確率論セミナー　世話人

2. 国立研究開発法人 理化学研究所　客員研究員

3. 研究集会　"平成 30 年度確率論シンポジウム" 世話人

4. 数学オリンピック財団　評議員

H. 海外からのビジター

1. Alejandro Ramirez (Pontificia Universidad Catolica de Chile), 2018 年 11 月 9 日 〜11 月 12 日, 東京確率論セミナーにて招待講演

下村 明洋 (SHIMOMURA Akihiro)

A. 研究概要

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

I studied on the theory of evolution equations and partial differential equations by using functional analysis and Fourier analysis. For example, I considered the existence, uniqueness and the large time behavior of dispersive global solutions to the initial value problem of the Hartee-Fock type equation with a long-range potential. I also studied real analysis. I worked on the classical theory of partial differential equations.

B. 発表論文

1. Y. Nakamura, A. Shimomura and S. Tonegawa: "Global existence and asymptotic behavior of solutions to some nonlinear systems of Schrödinger equations", Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo **22** (2015), 771–792.

C. 口頭発表

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

D. 講義

1. 初年次ゼミナール理科「解析学の基礎」: 数学的に厳密な微分積分学に関する文献の輪講.（教養学部前期課程，1 年生 理系，S セメスター）.

2. 偏微分方程式論 : 偏微分方程式の古典理論の入門講義．主に，調和関数，ポアソン方程式，熱方程式，波動方程式，1 階準線型偏微分方程式について講義した.（教養学部後期課程 統合自然科学科 3 年生，S セメスター）.

3. 数学講究 XA : 理学部数学科 4 年生のセミナー.（理学部数学科 4 年生，S セメスター）.

4. 基礎解析学概論・解析学 XB : 実解析学の基礎の講義．主に，L^p-空間（の続論）とソボレフ空間の基礎について講義した.（数理大学院・4 年生共通講義，S セメスター）.

5. 卒業研究 : 教養学部後期課程統合自然科学科 4 年生を対象として，関数解析の基礎に関するテキストセミナーと，卒業研究報告書の執筆と卒業研究発表の指導を行った.（教養学部後期課程 統合自然科学科 4 年生，A セメスター）.

6. 数学特別講究 : 理学部数学科 4 年生のセミナー.（理学部数学科 4 年生，A セメスター）.

7. スペクトル理論・解析学 XD : スペクトル理論の講義．主に，無限次元ヒルベルト空間上の自己共役作用素のスペクトル分解とその周辺について講義した.（数理大学院・4 年生共通講義，A セメスター）.

白石 潤一 (SHIRAISHI Junichi)

A. 研究概要

分割 λ が一列の場合, つまり $\lambda = (1^r)$ とかける場合について, C_n 型の Macdonald 多項式 $P_{(1^r)}(x)$ の明示公式を得た．また, その構成を一般の Koornwinder 多項式の場合へと拡張した. Koornwinder 多項式 $P_{(1^r)}(x)$ をモノミアル多項式 $m_{(1^s)}(x)$ で展開する際の係数は, ある 4 項間漸化式によって決定される．B, C, D 型のシューア多項式 $s_{(1^r)}(x)$ から, B, C, D 型ホール・リトルウッド多項式 ($P_{(1^s)}(x)$ の $q = 0$ の極限) への遷移行列の行列要素を導出した.
アフィン・スクリーニング作用素に付随する相関関数を経由して, 非定常 Ruijsenaars 関数を導入した．それが, アフィン Laumon 空間のオイラー指標の母関数となることを示した．非定常 Ruijsenaars 関数の定常極限が, 楕円 Ruijsenaars 作用素の固有関数を与えるであろうという予想を得た.

For partitions of one column type, namely for $\lambda = (1^r)$, an explicit formula is obtained for the type C_n Macdonald polynomials $P_{(1^r)}(x)$. This construction is generalized to the general Koornwinder polynomial case. Four term recursion relations are found for the entries of the transition matrix from the Koornwinder polynomials $P_{(1^r)}(x)$ to the monomial symmetric polynomials $m_{(1^s)}(x)$. For types B, C and D, the entries of the transition matrix form the Schur polynomials $s_{(1^r)}(x)$ to the Hall-Littlewood polynomials (the $q = 0$ limit of $P_{(1^s)}(x)$) are derived.
Based on the affine screening operators, a non-stationary Ruijsenaars function is derived. It is identified with the generating function for the Euler characteristics for the affine Laumon spaces. It is conjectured that the stationary limit of the non-stationary Ruijsenaars function gives us the eigenfunction of the elliptic Ruijsenaars operator.

B. 発表論文

1. A. Hoshino and J. Shiraishi, Macdonald polynomials of type C_n with one-column diagrams and deformed Catalan numbers, SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods Appl. 14 (2018), Paper No. 101, 33 pp.

2. Boris Feigin, Ayumu Hoshino, Masatoshi Noumi, Jun Shibahara, Jun'ichi Shiraishi, *Tableau Formulas for One-Row Macdonald*

Polynomials of Types C_n and D_n, SIGMA, 11 (2015), 100, 21 pp.

3. Ayumu Hoshino, Masatoshi Noumi, Jun'ichi Shiraishi, *Some Transformation Formulas Associated with Askey-Wilson Polynomials and Lassalle's Formulas for Macdonald-Koornwinder Polynomials*, Moscow Mathematical Journal, Volume 15, Issue 2, April-June (2015) pp. 293-318.

4. Alexander Braverman, Michael Finkelberg, Jun'ichi Shiraishi, *Macdonald polynomials, Laumon spaces and perverse coherent sheaves*, Contemp. Math., 610 (2014) 23-41.

C. 口頭発表

1. 星野歩, 白石潤一, Kostka polynomials with one column diagrams of type B_n, C_n and D_n, 日本数学会年会, 2019 年 3 月 20 日, 東京工業大学

2. 星野歩, 白石潤一, Matrix inversion for Koornwinder polynomials with one-column diagram 日本数学会秋季総合分科会, 2018 年 9 月 24 日, 岡山大学

3. 星野歩, 白石潤一, 一列型 C, D 型 Macdonald 多項式の明示公式, 日本数学会年会, 2018 年 3 月 20 日, 東京大学

4. J. Shiraishi, Some conjectures about duality identities associated with affine root systems and screened vertex operators with toroidal structure, "Exact methods in low dimensional statistical physics" (from 25 July to 4 August, 2017, Institut d'Études Scientifiques de Cargèse).

5. 星野歩, 野海正俊, 白石潤一, 一行型 C_n 型 Macdonald 多項式のタブロー和表示, 日本数学会年会, 2015 年 3 月 23 日, 明治大学

6. 星野歩, 野海正俊, 白石潤一, Askey-Wilson 多項式の四重級数表示, 日本数学会秋季総合分科会, 2014 年 9 月 25 日, 広島大学

7. 星野歩, 野海正俊, 白石潤一, 一行型 Koornwinder 多項式の明示的公式と Lassalle の予想の証明, 日本数学会秋季総合分科会, 2014 年 9 月 25 日, 広島大学

D. 講義

1. 数理科学基礎, 2018 年度夏学期，教養学部 1 年生対象.

2. 線形代数学 1, 2018 年度夏冬学期，教養学部 1 年生対象.

3. 常微分方程式, 2018 年度夏学期，教養学部 2 年生対象.

4. 応用数学 XG, 表現論, 2018 年度冬学期，4 年大学院対象. (A, B, C, D 型の)Macdonald 作用素に付随する核関係式と W 代数の screening 作用素について.

H. 海外からのビジター

Leonid Rybnikov (National Research University Higher School of Economics, Moscow), 集中講義.

関口 英子 (SEKIGUCHI Hideko)

A. 研究概要

数理物理で現れる Penrose 変換を半単純 Lie 群の表現論の立場から研究しています. 特に, 等質多様体の幾何構造を用いて Penrose 変換の一般化を考察し, その中で, 特異な無限次元のユニタリ表現を具体的にとらえようと試みています. Penrose 変換の像はサイクル空間上の偏微分方程式系を満たす場合があります. 変換群が実シンプレクティック群の場合, この偏微分方程式系を具体的に書き下し (青本–Gel'fand の超幾何微分方程式系を高階に一般化した形をしている), 逆にその大域解が全て Penrose 変換で得られることを証明しました.

発表論文 [Contemporary Mathematics, 2013] では，2 つの相異なる不定値グラスマン多様体上の Dolbeault コホモロジー群で実現される無限次元表現の間に絡作用素（ツイスター変換）が存在するためのパラメータと，表現の特異性について考察しました．次に従来の結果を非管状領域に拡張し, 続いてユニタリ表現をある対称対に関して制限したときの具体的な分岐則の公式を Penrose 変換を用いて決定しました．特に，その分岐則は無重複であり，さらに離散的に分解可能になります．口頭発表 [2,3] では 2 つの異なる複素多様体上で構成された無限次元表現が

同型になることが Penrose 変換を用いて証明できる一例を示しました.

I have been studying so called the Penrose transform, which originated in mathematical physics. My view point is based on representation theory of semisimple Lie groups, especially, a geometric realization of singular (infinite-dimensional) representations via the Penrose transform. Our main concern is with the characterization of the image of the Penrose transform by means of a system of partial differential equations on the cycle space, e.g., a generalization of the Gauss–Aomoto–Gelfand hypergeometric differential equations to higher degree. In [Contemporary Mathematics, 2013] I discussed intertwining operators between Dolbeault cohomologies on two indefinite Grassmannian manifolds, and studied a condition on the possible parameters in connection with singular representations. I have extended my previous results to non-tube domains of type AIII [Internat. J. Math., 2011], and found explicit branching laws with respect to symmetric pairs of certain family of infinite-dimensional representations which are realized in the spaces of Dolbeault cohomologies on non-compact complex homogeneous manifolds [Internat. J. Math., 2013].

B. 発表論文

1. H. Sekiguchi: 積分幾何学と表現論. 『数学の現在 π』, pp. 22–35. 東京大学出版会, 2016.
2. H. Sekiguchi : リー環とリー群, 朝倉書店, 数学辞典 (eds. 川又雄二郎, 坪井俊, 楠岡成雄, 新井仁之), (2016).

C. 口頭発表

1. Representations of semisimple Lie groups and Penrose transform, Tokyo-Lyon Conference in Mathematics (February 19-20, 2018, organizers: Taro Asuke, Étienne Ghys, Toshitake Kohno, Takashi Tsuboi), Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, February 20, 2018.
2. Representations of Semisimple Lie Groups and Penrose Transform, トポロジー火曜セミナー, リー群論・表現論セミナーと合同, 東京大学大学院数理科学研究科, September 26, 2017.
3. Representations of Semisimple Lie Groups and Penrose Transform, Colloquium, Reims University, France, September 27, 2016.

D. 講義

1. 数理科学基礎 (線型代数): (教養学部理科 I 類 1 年生講義 S1 セメスター).
2. 線型代数学: (教養学部理科 I 類 1 年生講義 S2 セメスター, A セメスター).
3. 微分積分学続論: 多変数解析 (教養学部理科 I 類 2 年生講義夏学期).

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会広報委員 (2017 年度–).
2. 日本数学会函数解析学分科会委員 (2017 年度–).

田中 公 (TANAKA Hiromu)

A. 研究概要

正標数における代数多様体の極小モデル理論が研究テーマである。代数幾何学には標数零の世界と正標数の世界があるが、標数零の世界で起こりえない現象が、正標数の世界で確認される事がある。典型的なものとして、ファイバー空間の一般ファイバーの特異点に関するものである。標数零の世界では、ファイバー空間の一般ファイバーは非特異になるが、正標数では同様の定理は成立しない。対処法の 1 つとして、一般ファイバーの代わりに生成ファイバーを考える手法がある。しかしながら、生成ファイバーは定義体が非完全体となり、非完全体上の代数幾何は代数閉体上の代数幾何と比べると非常に複雑である。本年度は非完全体上の代数多様体に関していくつかの結果を得る事に成功した。これらの結果に関しては、成果がまとまり次第学術論文として公表する予定である。

I study minimal model program for algebraic varieties in characteristic p. In algebraic geometry, there are two worlds: characteristic 0 and characteristic p. There are some phenomena that happen only in characteristic p. A typical example is the generic smoothness, which is a result on general fibres of fibrations. In characteristic 0, general fibres of fibrations are smooth. On the other hand, the same statement is no longer true in characteristic p. Thus, general fibres are not so useful in characteristic p. As a replacement of general fibres, it is a standard technique to consider generic fibres. A disadvantage of generic fibres is the fact that their base fields are imperfect. Basically, theory over imperfect fields is more complicated than the one over algebraically closed fields. In this academic year, I obtained some results on algebraic varieties over imperfect fields. After finishing this project, I will publish these results as a research paper.

B. 発表論文

1. H. Tanaka: "Behavior of canonical divisors under purely inseparable base changes", J. Reine Angew. Math. **744** (2018), 237–264.

2. H. Tanaka: "Zariskian adic spaces", Kodai Math. J. **41** (2018), no. 3, 652–695.

3. P. Cascini, H. Tanaka, and J. Witaszek: "Klt del Pezzo surfaces which are not globally F-split", Int. Math. Res. Not. IMRN 2018, no. **7**, 2135–2155.

4. H. Tanaka: "Minimal model program for excellent surfaces", Ann. Inst. Fourier (Grenoble) **68** (2018), no. 1, 345–376.

5. P. Cascini and H. Tanaka: "Smooth rational surfaces violating Kawamata-Viehweg vanishing", Eur. J. Math. **4** (2018), no. 1, 162–176.

6. H. Tanaka: "Semiample perturbations for log canonical varieties over an F-finite field containing an infinite perfect field", Internat. J. Math. **28** (2017), no. 5, 1750030, 13 pp.

7. P. Cascini, H. Tanaka, and J. Witaszek: "On log del Pezzo surfaces in large characteristic", Compos. Math. **153** (2017), no. 4, 820–850.

8. A. Sannai and H. Tanaka: "A characterization of ordinary abelian varieties by the Frobenius push-forward of the structure sheaf", Math. Ann. **366** (2016), no. 3-4, 1067–1087.

9. H. Tanaka: "Abundance theorem for semi log canonical surfaces in positive characteristic", Osaka J. Math. **53** (2016), no. 2, 535–566.

10. P. Cascini, H. Tanaka, and C. Xu: "On base point freeness in positive characteristic", Ann. Sci. c. Norm. Supr. (4) **48** (2015), no. 5, 1239–1272.

C. 口頭発表

1. (1) Keel semi-ampleness theorem and MMP in dimension 2, (2) F-singularities, (3) Examples, Birational geometry in positive characteristic, the Higher School of Economics, ロシア, 2017 年 4 月.

2. Pathologies on Mori fibre spaces in positive characteristic, NCTS Workshop in Higher Dimensional Algebraic Geometry, National Taiwan University, 台湾, 2017 年 6 月.

3. Kodaira vanishing theorem for Witt canonical sheaves, The 11th Conference on Arithmetic and Algebraic Geometry, 東京大学, 2018 年 1 月.

4. 正標数の 3 次元 klt 特異点の強 F-正則性について, 特異点論月曜セミナー, 日本大学, 2018 年 5 月.

5. On log Fano varieties in positive characteristic, London-Tokyo Workshop in Birational Geometry, Imperial College London, イギリス, 2018 年 6 月.

6. Rational points for Fano varieties over finite fields and vanishing theorems for Witt vector cohomologies, 代数幾何セミナー, 東北大学, 2018 年 7 月.

7. On varieties of Fano type in positive characteristic, Modern Algebraic Geometry, 北京大学, 中国, 2018 年 7 月.

8. On minimal model program in positive characteristic, 代数幾何学城崎シンポジウム, 城崎, 2018 年 10 月.

9. On varieties of Fano type in positive characteristic, 2018 Fall Program of Moduli Spaces and Varieties, Shanghai Center of Mathematical Science, 中国, 2018 年 11 月.

10. On Witt analogues of the Kodaira vanishing theorem, Algebraic Geometry in Positive Characteristic and Related Topics, 東京大学, 2018 年 12 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：線型代数の導入部分に関する講義を行った. (S1 ターム、教養学部前期課程講義)

2. 線型代数学：線型代数の講義を行った. (S2 ターム・A セメスター、教養学部前期課程講義)

3. 数理科学基礎演習：線型代数の導入部分に関する演習. (S1 ターム、教養学部前期課程講義)

4. 数学基礎理論演習：線型代数の演習. (S2 ターム、教養学部前期課程講義)

5. 線型代数学演習：線型代数の演習. (A セメスター、教養学部前期課程講義)

6. 代数幾何学・数学続論 XB：正標数の代数多様体に対するコホモロジー理論の 1 つである de Rham-Witt cohomology に関する講義を行った。de Rham-Witt cohomology は Illusie によって導入されたが、本講義では彼の原論文 “Complexe de de Rham-Witt et cohomologie cristalline (1979)“について解説した。標準的な環論および代数幾何の知識を予備知識として仮定した。(S セメスター、4 年生共通講義・数理大学院)

F. 対外研究サービス

1. 東京大学代数幾何セミナー世話人.

2. 日本数学会地方区代議員.

寺田 至 (TERADA Itaru)

A. 研究概要

以前, Brauer diagram と updown tableau の対応を与える Stanley/Sundaram の対応を, 冪零線型変換と symplectic form と flag に関連するある代数多様体を構成して幾何的に解釈できることを示した (“Brauer diagrams, updown tableaux and nilpotent matrices”, J. Algebraic Combin. **14** (2001), 229–267) が, これに関連して, Springer による一般化された Steinberg 多様体を用いて Trapa が与えた, Brauer diagram と列の長さが偶数の標準盤との間の対応に関する研究を進めている. 特に, Trapa と類似の対応を上述の代数多様体に関して考えると, 通常の Robinson–Schensted 対応の一部が得られる. また, 形が λ/μ で重みが ν の Littlewood–Richardson tableau は, Grassmann 多様体とベキ零線型変換から決まるある代数多様体の既約成分を parametrize する. Azenhas の記述した, μ と ν を交換する Littlewood–Richardon tableau の間の全単射が, 双対空間の間の自然な対応から引き起こされる既約成分の間の全単射と一致することを示した (2010 年にコインブラ大学のセミナーおよび第 65 回ロタリンギア組合せ論セミナーで口頭発表し, 論文を投稿用に編集中). これに関連し, Azenhas の全単射の対合性の組合せ論的証明を, Azenhas の方針を途中まで用いながら完成した. これらを hive という概念を用いた形に言い換え, Azenhas, King 両氏との共同研究としてまとめた (`arXiv:1603.05037` に保存 (109pp.), 大改訂版が出版済み [B1]). さらに, 冪単線型変換で固定される flag 全体のなす多様体とよく似た構造をもつ, 有限 abel p 群の組成列の集合およびその “係数拡大” に関する研究も続けている.

In relation to my former study on a geometric interpretation of Stanley and Sundaram's correspondence between the Brauer diagrams and the updown tableaux by constructing an algebraic variety concerning nilpontent linear transformations, symplectic forms, and complete flags (“Brauer diagrams, updown tableaux and nilpotent matrices”, J. Al-

gebraic Combin. **14** (2001), 229–267), some progress has been made on the study of the correspondence between the Brauer diagrams and the standard tableaux with even column lengths, given by Trapa using Springer's generalized Steinberg variety. In particular, a correspondence similar to Trapa's for the algebraic variety mentioned above produces a part of the ordinary Robinson–Schensted corerspondence. In another direction, the Littlewood–Richardson tableaux of shape λ/μ and weight ν parametrize the irreducible components of a certain algebraic variety defined using the Grassmannian and a nilpotent linear transformation. The bijection between the Littlewood–Richardson tableaux switching μ and ν, as described by Azenhas, has been shown to coincide with the bijection between the irreducible components induced by a natural correspondence between the dual Grassmannians (talks were given at a seminar at University of Coimbra and at the 65th Séminaire Lotharingien de Combinatoire in 2010; the paper is under preparation for publication). A combinatorial proof of the involutiveness of Azenhas' bijection has been completed by following her method up to a certain point. These have been converted into collaborations with Azenhas and King using the notion of hives (a preprint was stored in `arXiv:1603.05037` (109 pp.), and an extensively revised edition has been published [B1]). Also in progress is the study of the set of composition series of a finite abelian p-group and its "scalar extensions", which have a structure similar to the variety of flags fixed by a unipotent linear transformation.

B. 発表論文

1. I. Terada, R. C. King, and O. Azenhas: "The symmetry of Littlewood–Richardson coefficients: a new hive model involutory bijection", SIAM J. Discrete Math. **32** (2018) 2850–2899.

C. 口頭発表

1. On an involution on the set of Littlewood–Richardson tableaux—A module model for Azenhas' bijection, Algebraic and enumerative combinatorics in Okayama, 岡山大学大学院自然科学研究科, 2018 年 2 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎 (線型代数部分): 理系 1 年生 S1 ターム共通数学講義の線型代数部分. (教養学部前期課程講義)

2. 線型代数学 (1): 理系 1 年生 S2 タームの線型代数入門講義. (教養学部前期課程講義)

3. 数学 II: 文系 1・2 年生の線型代数入門講義. (教養学部前期課程講義)

4. 組合せ論・数学続論 XA: ヤング図形に関連する組合せ論. Littlewood–Richardson 係数の対称性 $LR^{\lambda}_{\mu\nu} = LR^{\lambda}_{\nu\mu}$ を実現する Littlewood–Richardson tableau の集合の間の全単射の構成の 1 つが, Benkart–Stroomer の tableau switching を用いて行えることを解説した. また, Haiman の dual equivalence class と semistandard skewtableau 上のいわゆる Kashiwara crystal の連結成分の関係, jeu de taquin の操作が crystal operator と可換であることなどを見て, $GL(m+n, \mathbf{C})$ の有限次元既約表現の $GL(m, \mathbf{C}) \times GL(n, \mathbf{C})$ への制限の既約成分の重複度でもある Littlewood–Richardson 係数の意味が, crystal によって明快になることを説明した. (A 型の crystal operator は組合せ論的には Lascoux–Schützenberger の定義した操作と一致する. まだこの説明は van Leeuwen によって与えられている). (数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 滝聞 太基 (TAKIGIKU Motoki): A combinatorial study on K-theoretic k-Schur functions and stable Grothendieck polynomials.

2. (修士) 田中 俊輝 (TANAKA Toshiki): On the Chari–Pressley–Loktev basis of a local Weyl module over the current algebra of $\mathfrak{sl}_{r+1}$.

長谷川 立 (HASEGAWA Ryu)

A. 研究概要

(1) 型理論に対する圏論的な動的モデルの研究：型理論の圏論的意味論の重要性は，型体系と圏という一見相異なる 2 つのものが同値であることにある。型理論から圏への一方向だけではなく，圏から型理論への意味づけも考えられるということを意味する。伝統的な圏論的意味論は表示的なもので，計算の過程で変化し続ける式をすべて同一視すれば圏と同値になるというものであった。我々は操作的な圏論的意味論の研究を行っている。計算の過程まで含めて型体系のモデル化になっているかという問題である。特に直観主義あるいは古典的な線形論理の圏論的モデルの上に計算体系を構築している。上に述べた双方向性により，線形論理の計算が圏の上で解釈できるだけでなく，逆に圏の上での実行過程が計算の理論や実装に意味をもっている。項書き換え系とグラフリダクション系との間に位置し，数学的な意味をもちつつリソース管理が柔軟にできる体系を与えている。指数余モナドに対する停止性の結果の改良や，名前呼び仮想機械の圏論的解釈に関する研究を行った。

(2) コード生成フェーズの数学的モデル化: コンパイラの構成は大きくみて, 構文解析とコード生成の二つのフェーズからなっている. このうち構文解析に関しては, 標準的な数学理論が完成している. 他方, コード生成に関しては標準理論がなく，プログラミング言語ごとにアドホックになされてきた。当該研究の目標は, コード生成に関して理論的な基盤を作ることである. 従来のコンパイラ構成法は，コードの変換を繰り返すことで高級言語から機械で実行可能な言語へ近づけていくというものであった。それに対し，コードを固定したままで数学的なモデルの変換を繰り返すことでコンパイラを作るという手法が提案されている。このようなコード生成の理論化は Diehl によって主張され，抽象度を下げる変換を連続して行うことで仮想機械を生成する手法が提案された。我々は仮想機械が与えられた状況から出発し，意味論的最適化を施して実用レベルの効率性をもつコンパイラを作ることを目標としている。当手法は実質的に構文木を一回スキャンするだけでコンパイルできるところに特徴があるのだが，あえて先読みを行うことで実行可能コードの効率性をあげる最適化の研究を行った。

(1) The study of dynamic categorical models of type theory: Significance of categorical semantics of type theory lies in equivalence between two seemingly different subjects; type systems and categories. Not only in the direction from type theory to category, it is thus meaningful to apply knowledge of category theory to type theory. Categorical semantics known so far is denotational. If we identify all formulas occurring in the process of computation the aforementioned equivalence becomes valid. The theme we currently challenge is to make categorical semantics operational. A goal is to make the semantics respect the process of computation in type theory. We have constructed the system of calculation on the categorical models of intuitionistic or classical linear logic. By the bidirectional aspect induced by equivalence, the calculation process on the category has impact also on the theory and implementation of the linear logic. The derived system lies between term rewriting systems and graphical reduction systems, thus it can flexibly control resources of computation while keeping the rigorous mathematical meaning. We have improved some results on the termination property related to exponential comonad and have studied categorical interpretations of some call-by-name abstract machines.

(2) The study of mathematical models of code-generation phase: Compilers are largely composed of two phases: parsing and code-generation, between which the former has standard mathematical reasoning. The code-generation phase, on the contrary, has no standard theory, enforcing ad hoc development for each programming language. The goal of this research is to establish theoretical foundation for code-generation. The traditional method for constructing compilers is to carry out stepwise translations of codes shifting abstraction levels from the high-level programming languages to executable, processor-level languages. An alternative method to transform mathematical operational models in place of codes has been proposed. This method, first introduced by Diehl, has been used to generate

virtual machines by gradually lowering the abstraction level of machines. We start with the situation where a processor-level virtual machine is already given, and construct compilers having enough efficiency for practical use by applying the semantic optimization to it. This method, as its intrinsic character, generates an executable code scanning a parse tree only once. However we currently apply more aggresive optimization using a forward-looking scan of the tree to enhance efficiency of generated codes.

D. 講義

1. 数学 I (文系) : 微分積分学の初歩 (教養学部前期課程講義)
2. 応用数学 XC (本郷) : プログラミング言語の数学的基礎理論. (理学部 3 年生向け講義)
3. 応用数学 XA・数物先端科学 VII : モデル検査の数学的基礎、および諸技術に関する講義を行った。現代は多くの情報機器が協調して働いている。並列に複数の機器が動く状況で動作保証をするのは難しく、簡単なシステムでも容易にデッドロック等の問題を起こしてしまう。そのような障害を避けるために、システムを数学的にモデル化した上で、計算機の助けを借りて動作の性質を検証しようというのが、モデル検査の考え方である。扱った内容は，Büchi オートマトンと ω 正則言語，時相論理 LTL のモデル検査問題のアルゴリズム，アルゴリズムの計算複雑性，単項 2 階論理 S1S の決定可能性，ツリーオートマトン，単項 2 階論理 SnS の決定可能性などである。

林　修平 (HAYASHI Shuhei)

A. 研究概要

今年度は次の 2 つのテーマについて研究を行った. (1) Mañé の Ergodic Closing Lemma は Pugh の C^1 Closing Lemma をエルゴード理論の観点から測度論的に大域化したものと考えることができる. それはコンパクト多様体 M 上の C^1 diffeomorphism に対するすべての不変確率測度に関して, ほとんどすべての点は自分自身に回帰するが, それをいくらでも小さな C^1 摂動により周期軌道にできるというもので, その回帰した部分が並走する形の周期軌道になっている. この性質は Pugh の Closing Lemma では得られないため, 測度論的にはこのような強い性質を持つ点だけで全測度あることになる. 今年度の最初の研究では, この結果を位相論的観点から, M のすべての点の前方軌道を考え, そのような強い意味で周期軌道化可能な点を通過する頻度の, 時間 n に対する比が n 無限大のときちょうど 1 に収束することを示した.
(2) 2 番目のテーマとしては, Shub のエンロピー予想に関する研究を行った. Shub のエンロピー予想は, 無限回微分可能な写像についてはすでに古典的な結果であるが, 一方で有限回微分可能な場合については近年いくつかの進歩が見られる. 例えばホモクリニック接触で C^1 近似できない C^1 diffeomorphism についてはエンロピー予想が成立する. エンロピー予想自体は写像の可逆性を条件として仮定しないので, この結果を endomorphisms の場合に拡張することは自然な動機である。しかしながら endomorphism の場合は不安定多様体などの後方軌道によって特徴付けられる対象が点ごとの prehistory に依存するため, diffeomorphisms の場合の証明の基礎となっている Ergodic Closing Lemma そのものを改良する必要がある. 実際, これまで知られている endomorphisms に対する Ergodic Closing Lemma は後方軌道に沿って摂動するもので, その際どの prehistory を用いるかという議論が発生するため, 前方軌道に沿って摂動する diffeomorphism の場合のような議論ができないという困難がある. そこで diffeomorphism の場合と全く同じく前方軌道に沿った摂動を用いる endomorphism に関する新しい Ergodic Closing Lemma を開発した.

In this academic year, I studied the following two subjects. (1) Mañé's Ergodic Closing Lemma can be thought of as a measure theoretical globalization of Pugh's C^1 Closing Lemma from the ergodic theoretical viewpoint. For almost every point of any invariant probability measure which is recurrent to the point itself, the Ergodic Closing Lemma makes it possible to create a periodic orbit from the recurrent part by an arbitrarily small C^1 perturbation,

whose periodic orbit is shadowed by the recurrent part. This property is not obtained by Pugh's Closing Lemma, and this means that only such strongly closable points form a set of full measure. In the first research in this academic year, I considered this result from a topological viewpoint to show that when we consider the forward orbit of every point of M, the frequency of hitting such strongly closable points over time n converges to 1 as n goes to the infinity.

(2) As the second subject, Shub's entropy conjecture is studied. Shub's entropy conjecture for C^∞ maps is already a classical result, but on the other hand, some progress in proving the conjecture for maps with finite order of differentiability has been made in recent years. For instance, the conjecture holds for C^1 diffeomorphisms away from homoclinic tangencies. Since the entropy conjecture itself is not assumed the invertibility of maps, extending this result to the endomorphisms case is a natural motivation. However, in the endomorphisms case, objects such as unstable manifolds characterized by the backward orbits depend on the prehistories of each point, so it is necessary to improve the Ergodic Closing Lemma itself, which is basic to the proof for the diffeomorphisms case. In fact, the Ergodic Closing Lemma for endomorphisms that has been known so far uses perturbations along the backward orbits. Then arguments for which prehistories are used in the perturbations arise, and therefore we face some difficulty that it is not possible to argue as in the diffeomorphisms case using the the forward perturbations. So, I developed a new Ergodic Closing Lemma for endomorphisms using the perturbations along the forward orbits, which are completely the same as in the diffeomorphisms case.

B. 発表論文

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

C. 口頭発表

1. On infinitely many observable sinks for diffeomorphisms, RIMS 研究集会「力学系と計算」 京都大学 2014 年 1 月.
2. Sinks with relatively large immediate basins and a refinement of Mañé's C^1 generic dichotomy, 関東力学系セミナー, 東京大学 2014 年 7 月.
3. A refinement of Mañé's C^1 generic dichotomy, ICM 2014 Satellite Conference on "Dynamical Systems and Related Topics" Daejeon, Korea, August 2014.
4. Applications of the extended ergodic closing lemma, 冬の力学系研究集会, 日本大学軽井沢研修所, 2016 年 1 月.
5. A C^2 generic property on the presence of ergodic measures with a numerically chaotic behavior, RIMS 研究集会「力学系とその関連分野の連携探索」, 京都大学 2016 年 6 月.
6. A refinement of Mañé's generic dichotomy for surface diffeomorphisms, 「葉層構造と微分同相群 2017 研究集会」, Foliations and Diffeomorphisms Groups 2017, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 10 月.
7. On linearly entropy expansive diffeomorphisms, 「葉層構造と微分同相群 2018 研究集会」, Foliations and Diffeomorphisms Groups 2018, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 10 月.
8. An asymptotic closing lemma and its applications, 冬の力学系研究集会, 日本大学軽井沢研修所, 2019 年 1 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：理科系の微積分学への導入講義.（教養学部前期課程講義）

2. 数理科学概論 III：文科系のための線形微分方程式入門講義.（教養学部前期課程講義）

3. 微分積分学 ： 理科系の微積分学入門講義.（教養学部前期課程講義）

4. 全学ゼミナール「カオス力学系入門」：1 次元力学系の入門講義. 2 次写像族やシャルコフスキーの定理を扱った.（教養学部前期課程講義）

5. 力学系・数学続論 XE：可微分エルゴード理論と測度論的エントロピーの入門講義. 前半では一般的なエルゴード理論の基礎として, バーコフのエルゴード定理, エルゴード性の特徴付け, エルゴード分解定理等の基礎を解説し, その後, 測度論的エントロピーの基本的な性質および代表例を扱った. 後半ではそれらの可微分エルゴード理論への応用として, 基本定理である劣加法的エルゴード定理とオセレデッツの定理を証明した. 最後に, 全体のまとめとして測度論的エントロピーとリャプノフ指数との間の関係を与えるルエルの不等式とペシンの公式を証明した. (数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 菅野 陶源 (SUGANO Togen): A partial orbital shadowing property and Ω-stability for C^1 vector fields

松井 千尋 (MATSUI Chihiro)

A. 研究概要

1. 頂点作用素による隠れた超対称性の定式化

   超対称性は超対称チャージとエネルギー作用素 (ハミルトニアン) により生成される. 超対称性は並進対称性を含むため，離散系における定義には工夫が必要である. 例えば，陽に超対称性を持たないいくつかの可積分量子スピン鎖では，システムサイズを変化させる演算子として超対称チャージを導入することで隠れた超対称性を定義できる場合がある. このような場合に対し，頂点作用素を用いて超対称チャージを定式化した. これにより，離散系に対して定義された超対称性がその連続極限で現れる超対称性と整合的であることを示した.

2. 量子群の高次元表現に対応する可解確率過程の構成

   一次元多粒子ランダムウォークの一種である非対称単純排他過程は，量子群の基本表現で表される行列 (マルコフ行列) に従って時間発展する可解確率過程である. マルコフ行列として量子群の高次元表現を使うことで，各サイトが複数状態を取り得る新たな可解確率過程を構成した. ある行列がマルコフ行列であるためには非対角要素の非負性および各列のゼロ和が必要となり，フュージョン規則に従って構成した高次元表現をそのまま用いることはできない. 量子群の高次元表現を適切に分解することにより，これら二つの条件を満たす行列が構成できることを示した.

3. 量子可解模型における非自明な保存量の構成

   可積分量子スピン鎖の保存量は，量子群に付随する R 行列で記述される転送行列から構成される. R 行列は，スピン鎖自由度に対応する空間と補助空間の両方の作用し，補助空間の選び方には任意性がある. 補助空間を無限次元に取ることで，スピン反転対称な系においてもスピン反転対称でない保存量が構成できる. スピン反転対称性をもたない保存量は，スピンカレントなど非平衡状態における物理量の議論に重要な役割を担うことを示した.

1. **Vertex-operator formulation of hidden supersymmetry**

   A supersymmetry is generated by supercharges and an energy operator (Hamiltonian). A supersymmetry needs to be modified on a discrete system, since it contains the translation symmetry which breaks in a discrete system. For instance, the actions of supercharges are redefined to change the system length on a certain

class of integrable spin chains possessing a hidden supersymmetry. We formulate these supercharges by using vertex operators. Subsequently, we show the equivalence between the discrete analog of the supersymmetry on a spin chain and the supersymmetry on a system obtained as the continuum limit of the corresponding spin chain.

2. **Construction of stochastic processes associated with higher-dimensional representations of quantum groups**

   The asymmetric simple exclusion process, one of 1-dimensional multi-particle random walks, is a solvable stochastic process whose time development is determined by a matrix given by the fundamental representations of quantum groups (Markov matrix). We construct new integrable stochastic processes by using the higher-dimensional representations of the quantum groups as Markov matrices. A Markov matrix must satisfy the positivity of non-diagonal elements and the zero-sum rule for each column. Therefore, the higher-dimensional representations constructed from the fusion rule cannot be used as a Markov matrix. We construct a matrix equipped with the two requirements above by decomposing the fused matrix in a proper way.

3. **Construction of non-trivial conserved charges on quantum solvable models**

   Conserved charges of integrable quantum spin chains are constructed from the transfer matrix expressed by the R-matrix associated with quantum groups. The R-matrix acts on a space which describes the spin degrees of freedom and an auxiliary space which can be freely chosen. By using the infinite-dimensional auxiliary space, non-spin-flip-symmetric conserved quantities exist for the XXZ spin chain, which is spin-flip symmetric. We show that the non-spin-flip-symmetric conserved quantities play an important role in the discussion of non-equilibrium physics such as spin currents.

B. 発表論文

1. C. Matsui :"Boundary effects on the supersymmetric sine-Gordon model through light-cone approach", Nucl. Phys. **B885** (2014) 373–408.
2. C. Matsui :"Multi-state asymmetric simple exclusion processes", J. Stat. Phys. **158** (2015) 158–191.
3. C. Arita and C. Matsui :"Phase coexistence phenomena in an extreme case of the misanthrope process with open boundaries", Europhys. Lett. **114** (2016) 60012.
4. C. Matsui :"Spinon excitations in the spin-1 XXZ chain and hidden supersymmetry", Nucl. Phys. **B913** (2016) 15–33.
5. C. Matsui and T. Prosen :"Construction of the steady state density matrix and quasilocal charges for the spin-1/2 XXZ chain with boundary magnetic fields", J. Phys. A: Math. Theor. **50** (2017) 385201.

C. 口頭発表

1. "Boundary effects on the supersymmetric sine-Gordon model through light-cone regularization", Integrable Lattice Models and Quantum Field Theories, Physikzentrum Bad Honnef (Germany), 2014 年 6–7 月.
2. "Multi-state extension of the asymmetric simple exclusion process", Correlations in Integrable Quantum Many-Body Systems, Wuppertal University (Germany), 2016 年 4 月.
3. "Spinon excitations in the spin-1 XXZ chain and hidden supersymmetry", New Trends in Low-Dimensional Physics: Quantum Integrability and Applications, Chinese Academy of Sciences (China), 2016 年 9 月.

4. “Exact solvability of the boundary driven diffusive spin-1/2 XXZ chain with non-diagonal boundary magnetic fields”, INTEGRABILITY IN LOW-DIMENSIONAL QUANTUM SYSTEMS, MATRIX (Australia), 2017 年 6–7 月.

5. “Hidden supersymmetry behind the Fateev-Zamolodchikov spin chain”, Fall 2017 Chern-Simons Workshop “Integrability across mathematics and physics”, UC Berkeley (US), 2017 年 9 月.

6. “Quasilocal chargers of the XXZ spin chain and integrability of the boundary-driven diffusive system”, Non-Equilibrium Systems and Special Functions, MATRIX (Australia), 2018 年 1–2 月.

7. “Quasilocal charges and non-equilibrium behavior in integrable systems”, Correlations in Integrable Quantum Many-Body Systems, Wuppertal University (Germany), 2018 年 9 月.

8. “可積分系における保存量の準局所性と非平衡現象”, 日本物理学会 2018 年秋季大会, 同志社大学, 2018 年 9 月

D. 講義

1. 数理科学基礎演習／数学基礎理論演習：数理科学の基礎的内容に関する演習

2. 現象数理学：様々な分野における自然現象を記述する数理モデルのオムニバス形式での講義

3. 数理科学セミナー I/物質科学セミナー I : 相転移現象の数理についての輪読講義

4. 現象数理 III/数理解析学概論：量子力学および統計力学の入門講義

5. 数理情報学：物理学における情報の講義

6. 線型代数学演習：線型代数の演習

F. 対外研究サービス

1. 日本物理学会誌編集委員

2. 科学技術予測センター専門調査員

松尾 厚 (MATSUO Atsushi)

A. 研究概要

私は, 共形場理論に関連するさまざまな数学的構造の研究を行ってきたが, 現在では, 主として頂点作用素代数の対称性に関する研究を行っている. この方向での私の研究成果の一つとして, ある種の頂点作用素代数について, ゼロモード作用と呼ばれる作用を幾つか合成したものの跡を計算する公式が挙げられる. この公式は, モンスターに関して Norton 氏によって異なる方法で得られていたものの一般化となっており, 現在では Matsuo–Norton trace formula と呼ばれてモンスターの部分群の作用の研究に利用されている.

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

また，A.P. Veselov 氏と共同で, 単純リー環の表現に対する一連の普遍公式を極小巾零軌道の言葉で言い換えることによって, 極小巾零軌道の Hilbert 級数の普遍公式が得られ, その系として, いわゆる随伴多様体の次数を表す公式が得られることを注意した.

今年度は，アフィン・リー環の指標の性質について昨年度に引き続き考察を行ったほか，モジュラー形式のある種の性質について川節和哉氏と議論を行い，今後の研究の方向について検討を行った。

I have been working on various mathematical aspects of two-dimensional conformal field theories. Currently, I am mainly working on symmetries of vertex operator algebras (VOAs). One of my major achievements in this direction is a study of automorphism groups of certain vertex operator algebras. More precisely, I obtained a trace formula for compositions of zero-mode actions of a vertex operator algebra of certain type with large symmetry. This formula is actually a generalization

of a formula obtained by S.P. Norton in a different context, and my formula is now called the 'Matsuo-Norton trace formula', which are conveniently utilized in the studies of various subgroups of the monster appearing as automorphism groups of vertex operator algebras.

As a byproduct of the study of the trace formula, parameters such as the central charge of a vertex operator algebra with large symmetry are shown to be constrained. In an joint work with H. Maruoka and H. Shimakura, we considered the symmetries of vertex operator algebras associated with level 1 representations of affine Lie algebras and showed that such vertex operator algebras are only those associated with the Deligne exceptional series of simple Lie algebras.

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

This year, we have continued our invesigation of the properties of affine characters, and discussed with Dr. Kawasetsu Kazuya on possible future directions of reseach by looking at a specific properties of modular forms.

B. 発表論文

1. A. Matsuo and A.P. Veselov: "Universal formula for the Hilbert series of minimal nilpotent orbits", Proc. Amer. Math. Soc. **145** (2017), 5123–5130.

2. H. Maruoka, A. Matsuo and H. Shimakura, "Classification of vertex operator algebras of class S^4 with minimal conformal weight one", J. Math. Soc. Japan, **68**, (2016), 1369–1388.

3. 松尾 厚: "単純 Lie 環に関する普遍公式について", 第 28 回有限群論草津セミナー報告集, 2016.

4. 松尾 厚: "無限次元リー環と有限群—頂点作用素代数とムーンシャイン", 数学の現在 i, 第 4 講, 東京大学出版会, 2016

C. 口頭発表

1. "Around Symmetries of Vertex Operator Algebras", The International Conference and PhD-Master Summer School on Graphs and Groups, Representations and Relations, Novosibirsk State University, Novosibirski, Russia, August, 2018.

2. "On a universal formula for minimal nilpotent orbits", RIMS 研究集会　有限群・代数的組合せ論・頂点作用素代数の研究, 京都大学数理解析研究所, 京都, 2016 年 12 月.

3. "単純リー環に関する普遍公式について", 第 28 回有限群論草津セミナー, 草津セミナーハウス, 草津, 2016 年 7 月.

4. "Classification of vertex operator algebras of class S^4 with minimal conformal weight one", Perspectives from vertex algebras, 京都大学理学部, 京都, 2015 年 7 月.

D. 講義

1. 数学 II (PEAK) : 英語による線型代数の入門講義 (S セメスター). 行列式，正規直交基底，二次形式の符号数に加え，固有値問題など線型代数のやや発展的な話題を扱った. (教養学部 1 年 PEAK 生向け講義)

2. 数学 II (PEAK) : 英語による線型代数の入門講義 (A セメスター). 行列と一次変換，行列の基本変形，ベクトル空間の基底など線型代数の基礎的な話題を扱った. (教養学部 1 年 PEAK 生向け講義)

3. 微分積分学続論 : 微分積分学の発展的内容の講義. 未定乗数法やラプラス変換などの話題を扱った. (教養学部前期課程文科生向け講義)

4. 幾何学 II・幾何学特別演習 II: 位相幾何学の入門講義. 基本群とホモトピーおよび特異ホモロジーに関する基本的な内容を説明した. (理学部 3 年生向け講義)

5. 数学続論 XD・基礎数理特別講義 IV: 単純リー代数の基礎的事項から説き起こして，リー代数の普遍公式にまつわる種々の話題を扱った. (数理大学院・4 年生共通講義)

松本 久義 (MATUMOTO Hisayosi)

A. 研究概要

私の専門は表現論特に実簡約群あるいは複素簡約リー代数の表現論である。　有限次元リー代数は簡約リー代数と冪零リー代数の半直和に分解するが、このことは自由度有限の対称性は簡約部分と冪零部分とのくみあわせとして理解できることを意味する。　冪零リー代数は可換リー代数の組み合わせとみなせるので、結局簡約リー群（代数）は非可換な対称性の本質的な部分を担っているとみなせる。近年の私の興味の中心はスカラー型の一般化バルマ加群の間の準同型の分類である。

$\mathfrak{g}$ を複素簡約リー代数、$\mathfrak{p}$ をその放物型部分代数とする。$\mathfrak{g}$ の $\mathfrak{p}$ の一次元表現からの誘導表現はスカラー型の一般化 Verma 加群と呼ばれる。$\mathfrak{p}$ が Borel 部分代数の時が Verma 加群である。スカラー型の一般化 Verma 加群の間の準同型は一般化旗多様体上の同変直線束の間の不変線形微分作用素と対応しており、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。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。　[Ve], [BGG])) 一般化 Verma 加群の場合は、1970 年代に Lepowsky が実半単純 Lie 代数の極小放物型部分代数の複素化の場合に Verma の結果を拡張するなど、基本的な結果を幾つか得たが同時に Verma 加群の場合に比べはるかに難しいことが認識されいまだ分類問題は一般的な状況では未解決である。Boe は $\mathfrak{p}$ が極大かつ冪零根基が可換である場合に分類問題を解決した.([Bo])　一般の極大放物型部分代数のばあいは [Ma1] によって解決された。[BGG] における Category $\mathcal{O}$ の各ブロックの圏としての構造が、整 Weyl 群の情報のみできまってしまうという有名な結果を確立した ([So]) のであるが,　それを使うと一般化 Verma 加群は $\mathcal{O}$ の対象であるため　[M1] で得た極大放物型部分代数の場合のスカラー型一般化 Verma 加群の間の準同型から組織的に一般の場合のスカラ型一般化 Verma 加群の間の準同型の存在が示せる　これを elementary homomorphism という。この elementary homomorphism は Verma 加群の場合に [Ve] によって存在を示された準同型のスカラー型一般化 Verma 加群の場合への一般化になっている。上述の [BGG] の結果は Verma による準同型の合成によってすべての 0 でない Verma 加群の間の準同型が得られるというように言い換えられるのでそれに対応してスカラー型一般化 Verma 加群の間の 0 でない準同型はすべて elementary homomorphism の合成になっているという予想が定式化できこの予想が肯定的なら準同型の分類問題が解決できたことになる。これまでにこの予想は以下の場合に肯定的であることがわかっている。

（A）　正規放物型部分代数の場合 ([Ma2])
$\mathfrak{g}$ の放物型部分代数 $\mathfrak{p}$ が正規であるとは $\mathfrak{p}$ と共通の Levi part をもつ $\mathfrak{g}$ の放物型部分代数は全て $\mathfrak{g}$ の内部自己同型で移りあうことをいう。例えば実単純リー代数の極小放物型部分代数の複素化は $\mathfrak{su}(m,n)$ $(|m-n|>1)$, $\mathfrak{so}^*(4n+2)$, EIII の場合を除けば全て正規である. $\mathfrak{p}$ が正規である場合、スカラー型一般化 Verma 加群で regular integral　である無限小指標を持つものの間の 0 でない準同型が存在するための必要条件が得られている。この必要条件は一般の正規の場合に予想を示すのには不十分であるが、「大体半分」ぐらいの場合は無限小指標が regular integral であるばあいには上記予想が肯定的であることが出てくる。

（B）　A 型単純リー代数の場合 ([Ma3])
この場合は実質的に $\mathfrak{g}=\mathfrak{gl}_n(\mathbb{C})$ としても同じことである。　この場合は [K], [T], [Vo2,3] などで確立された mediocre region における　traslation principle を用いて、上記予想は肯定的に解決されている。

（C）　A 型以外の古典型リー代数の場合
現在はこの問題に取り組んでいる。　A 型の場合に適用した手法を B 型、C 型の場合に適用しようとすると残念ながら一般的な放物型部分代数の場合はうまく行かない。　ただし、正規の場合よりはかなり広いクラスに対しては（A) で得られた結果を拡張できる。例えば C 型の場合放物型部分代数の Levi part はランクの落ちた C 型」といくつかの $\mathfrak{gl}$ たちの直和になっているが

すべての $\mathfrak{gl}$ のランクの偶奇が一致しているような場合である。　（ちなみに正規であるということは全ての $\mathfrak{gl}$ のランクが等しいということである。）　現在無限小指標が　regular という条件がつくが半分ぐらいの場合（C 型なら　すべての $\mathfrak{gl}$ のランクが奇数の場合）はこの条件がはずせると考えている。

My research interests are in representation theory, in particular representation theory of real reductive groups and complex reductive Lie algebras. A finite dimensional Lie algebra is a semidirect product of a reductive algebra and a nilpotent algebra. This fact more or less implies any finite-dimensional symmetry is understood as a combination of a reductive Lie group and a Lie nilpotent group. Nilpotent groups can be understood as combinations of abelian groups. So, reductive groups form essential parts of symmetries. Recently, I have been working mainly on the classification of the homomorphisms between scaler 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. Classification of the homomorphisms between scalar generalized Verma modules is equivalent to that of equivariant differential operators between the spaces of sections of homogeneous line bundles on generalized flag manifolds. So, it is important from the viewpoint of the parabolic geometry. A sufficient condition for the existence of the homomorphisms between Verma modules is given by [Ve]. Bernstein, I. M. Gelfand, and S. I. Gelfand proved the condition of Verma is also a necessary condition. ([BGG])

Later, Lepowsky studied the generalized Verma modulescase and obtained some elementary results. As Lepowsky pointed out, the classification problem for homomorphisms between generalized Verma modules is much more difficult than the Verma modules. The problem is still open.

Boe ([Bo]) solved the existence problem in the case of parabolic subalgebras whose nilradical is commutative (so-called the Hermitian symmetric case). Later, I classified the homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated with maximal parabolic subalgebras.([Ma1])

Soergel estabulished that blocks of category $\mathcal{O}$ are characterized in terms of integeral Weyl groups. ([So]) Using this result of Soergel, we explain how to construct a homomorphism between scalar generalized Verma modules associated to a general parabolic subalgebra from a homomorphism between scalar generalized Verma modules associated to a maximal parabolic subalgebra. We call such a homomorphism an elementary homomorphism.

I proposed the following conjecture.

Conjecture　*An arbitrary nontrivial homomorphism between scalar generalized Verma modules is a composition of elementary homomorphisms.*

The conjecture in the case of the Verma modules is nothing but the result of Bernstein-Gelfand-Gelfand.

（A）　normal case ([Ma2])

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. Such parabolic subalgebras are easily classified. For example, the complexified minimal parabolic subalgebra of a real simple Lie algebra is normal except $\mathfrak{su}(m,n)$ $(|m-n|>1)$, $\mathfrak{so}^*(4n+2)$, and EIII. I obtained a necessary condition for existence of homomorphisms between scalar generalized Verma modules with regular integral infinitesimal characters. For classical algebras and "almost half" of normal $\mathfrak{p}$, the above necessary condition is also a sufficient condition. This implies that the conjecture is affirmative for regular integral infinitesimal characters. Such a parabolic subalgebra is called strictly normal. For example, the complexified minimal parabolic subalgebra of a real simple Lie algebra is normal except nonnormal case, $\mathfrak{so}(p,q)$　$(p+q$: odd), and $\mathfrak{sp}(n,n)$.

（B）　The general linear algebras ([Ma3])

For $\mathfrak{g} = \mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$, I confirmed the conjecture. So, we obtain a classification of homomorphisms between scalar generalized Verma modules.

（C) The other classical Lie algebras
Unfortunately, the method of [Ma3] is not applicable to general parabolic subalgebras of other classical Lie algebras. However, using the method, we can generalize the result of (A) to a class of parabolic subalberas of simple Lie algebras of type B and C. At present, the assumption that the infinitesimal character is regular is necessary.

[BGG] J. Bernstein, I. M. Gelfand, and S. I. Gelfand, Structure of representations generated by vectors of highest weight, *Funct. Anal. Appl.* **5** (1971), 1-8.
[Bo] B. Boe, Homomorphism between generalized Verma modules, *Trans. Amer. Math. Soc.* **288** (1985), 791-799.
[K] T. Kobayashi, Singular unitary representations and discrete series for indefinite Stiefel manifolds $U(p, q; \mathbb{F})/U(p - m, q; \mathbb{F})$, Mem. AMS, vol. 462, American Mathematical Society, 1992, 106 pp. ISBN 0-8128-2524-0.
[Ma1] H. Matumoto, The homomorphisms between scalar generalized Verma modules associated to maximal parabolic subalgebras, *Duke Math. J.* **131** (2006), 75-118.
[Ma2] H. Matumoto, On the homomorphisms between scalar generalized Verma modules. *Compositio Math* . **150** (2014), 877-892.
[Ma3] H. Matumoto, Homomorphisms between scalar generalized Verma modules for $\mathfrak{gl}(n, \mathbb{C})$. Int. Math. Res. Not. **150** 2016, 3525-3547.
[So] W. Soergel, Kategorie $\mathcal{O}$, perverse Garben und Moduln über den Koinvarianten zur Weylgruppe, J. Amer. Math. Soc. **3** (1990), 421–445.
[T] P. E. Trapa, Annihilators and associated varieties of $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ modules for $U(p, q)$, *Compositio Math.* , **129** (2001), 1–45.
[Ve] D. N. Verma, Structure of certain induced representations of complex semisimple lie algebras, *Bull. Amer. Math. Soc.* **74** (1968), 160-166.
[Vo1] D. A. Vogan Jr., Gelfand-Kirillov dimension for Harish-Chandra modules, *Invent. Math.* **48** (1978), 75-98.
[Vo2] D. A. Vogan, Jr., Irreducibility of discrete series representations for semisimple symmetric spaces, in *Representations of Lie groups, Kyoto, Hiroshima, 1986*, 191–221, Advanced Studies in Pure Math **14**, Academic Press (Boston), 1988.
[Vo3] D. A. Vogan, Jr., *Unitary representations of reductive Lie groups*, Annals of Mathematics Studies **118**, Princeton University Press (Princeton), 1987.

B. 発表論文

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

C. 口頭発表

1. gl(n,C) のスカラー型一般化バルマ加群の間の準同型, Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2015, 岡山いこいの村,2015 年 6 月
2. スカラー型一般化バルマ加群の annihilator について, RIMS 共同研究（公開型） 「表現論とその周辺分野の広がり」 2017 京都大学数理科学研究所

D. 講義

1. 初年次ゼミナール理科　解析学の基礎についてグループ学習形式で体験型学習を行うもの
2. 常微分方程式 (前期課程 2 年生）
3. 全学自由研究ゼミナール　(保型関数入門)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 井上裕貴（INOUE YUUKI) $\bar{U}_q(\mathfrak{sl}_2)$ の二次拡大環上のテンソル積の直既約分解

三枝 洋一 (MIEDA Yoichi)

A. 研究概要

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

今年度は主に，Fargues による局所ラングランズ対応の幾何化予想を GL(n) の場合に解決することを目標として研究を進めた．前年度の研究により，Fargues-Fontaine 曲線上の階数 n のベクトル束の elementary modification のモジュライ空間は古典的な Lubin-Tate 空間とよく似た性質を持っていることが明らかとなった．この空間のエタールコホモロジーに GL(n) の内部形式の局所ラングランズ対応が現れることを証明することが目標であるが，そのためには，2016 年に得た，アフィノイドパーフェクトイド空間のエタールコホモロジーをその形式モデルの還元と結び付ける結果を一般化する必要があることが判明した．本年度はその研究を進め，いくつかのアイデアを得たが，完全な証明は来年度以降の課題として残っている．

京都大学の伊藤氏，越川氏と共同で，有理数体上の GL(3) の自己共役的でない尖点的保型表現に対応する Galois 表現の研究を行った．近年，Harris-Lan-Taylor-Thorne および Scholze によって，このような保型表現に対応する Galois 表現が構成されたが，幾何との関わりは一般には未解明である．その一方で，van Geemen と Top は，1994 年の論文において，レベル 128 の特定の尖点的保型表現 π^{vGT} に注目し，それに対応する Galois 表現がある曲面の 2 次エタールコホモロジーに現れることを数値実験に基づき予想していた．我々は，この予想が実際に正しいことを証明し，さらに，その系として，π^{vGT} に対する Ramanujan-Petersson 予想や局所・大域整合性などの結果を得た．

p 進体上の斜交群および準分裂偶数次特殊直交群の単純超尖点表現に対する形式次数予想を，$p \neq 2$ という条件のもとで解決した．同様の結果は，斜交群や特殊直交群のサイズに関する若干の仮定のもとで，大井雅雄氏によって既に得られており，私の結果はその仮定を外したというものである．証明のアイデアは，Deligne による混標数と等標数の局所体の Galois 群を比較する結果を用いて等標数に移り，Kloosterman 層の理論を用いるというものである．

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

This year, I mainly worked on Fargues' geometrization conjecture of the local Langlands correspondence for GL(n). Last year I found that the moduli space of elementary modifications of vector bundles of rank n over the Fargues-Fontaine curve has similar properties to the classical Lubin-Tate space. Our goal is to prove that the local Langlands correspondence for inner forms of GL(n) appears in the étale cohomology of this moduli space. I noticed that it requires a generalization of my previous result (2016) on relation between the étale cohomology of an affinoid perfectoid space and that of the reduction of its formal model. I tackled this problem and obtained some new idea, but unfortunately the proof has not been complete yet.

I had a joint work with Ito and Koshikawa (Kyoto University) on the Galois representation attached to a non-selfdual cuspidal automorphic representation of GL(3) over $\mathbb{Q}$. Such a Galois representation is constructed by Harris-Lan-Taylor-Thorne and Scholze recently. However, its relation to geometry is still unknown in general. On the other hand, in their paper (1994), van Geemen and Top considered a particular cuspidal automorphic representation π^{vGT} with level 128. Based on computer calculation, they conjectured that the Galois representation attached to π^{vGT} shows up in the second étale cohomology of a certain algebraic surface. We gave a complete proof of this conjecture, and obtained several corollaries, such as the Ramanujan-Petersson conjecture and the local-global compatibility for π^{vGT}.

I also proved the formal degree conjecture for

simple supercuspidal representations of symplectic groups and quasi-split even special orthogonal groups over a p-adic field, under the assumption that $p \neq 2$. Previously Masao Oi obtained the same result, under some restriction on the size of symplectic or special orthogonal groups, and my contribution is to remove his restriction. The idea of my proof is to pass to the equal characteristic case by Deligne's theorem comparing the Galois group of a mixed characteristic local field and that of an equal characteristic local field, and use the theory of Kloosterman sheaves.

B. 発表論文

1. Y. Mieda : "Parity of the Langlands parameters of conjugate self-dual representations of GL(n) and the local Jacquet-Langlands correspondence", Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu に採録決定済.

2. Y. Mieda : "Note on weight-monodromy conjecture for p-adically uniformized varieties", Proceedings of the American Mathematical Society に採録決定済.

3. Y. Mieda : "On irreducible components of Rapoport-Zink spaces", International Mathematics Research Notices に採録決定済.

4. T. Ito, T. Koshikawa and Y. Mieda : "Galois representations associated with a non-selfdual automorphic representation of GL(3)", preprint, arXiv:1811.11544.

5. 三枝 洋一 : Arthur 分類とその応用，RIMS 講究録別冊「代数的整数論とその周辺 2016」に採録決定済.

6. N. Abe and Y. Mieda : "Jacquet functor and De Concini-Procesi compactification", International Mathematics Research Notices **12** (2015), 3810–3829.

7. Y. Mieda : "Variants of formal nearby cycles", Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu **13** (2014), 701–752.

8. Y. Mieda : "Geometric approach to the local Jacquet-Langlands correspondence", American Journal of Mathematics **136** (2014), 1067–1091.

9. Y. Mieda : "Lefschetz trace formula for open adic spaces", Journal für die reine und angewandte Mathematik **694** (2014), 85–128.

10. Y. Mieda : "Comparison results for étale cohomology in rigid geometry", Journal of Algebraic Geometry **23** (2014), 91–115.

C. 口頭発表

1. On the formal degree conjecture for simple supercuspidal representations, Workshop on arithmetic geometry, Tokyo-Princeton at Komaba, 東京大学，2019 年 3 月.

2. Cohomology of perfectoid spaces and their reductions, with application to the local Langlands correspondence, Arithmetic and Algebraic Geometry 2019, 東京大学，2019 年 1 月.

3. Toward Fargues' conjecture for GL(3), Japan-Taiwan Joint Conference on Number Theory 2018, カンパーナホテル，長崎県五島市，2018 年 9 月.

4. Cohomology of affinoid perfectoid spaces and their reductions, Arithmetic and geometry of local and global fields, Tuan Chau（ベトナム）, 2018 年 6 月.

5. Compactly supported cohomology of affinoid perfectoid spaces and their reductions, Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics, 京都大学，2016 年 11 月.

6. Cohomology of affinoid perfectoid spaces and their reductions, p-adic methods in arithmetic geometry at Sendai, 2016, 東北大学，2016 年 11 月.

7. 明示的局所ラングランズ対応への幾何学的アプローチ，代数学セミナー，九州大学，2016 年 10 月.

8. Parity of the Langlands parameters of conjugate self-dual representations of GL(n) and the local Jacquet-Langlands correspondence, Japan-Taiwan Joint Conference on Number Theory 2016, National Taiwan University（台湾），2016 年 9 月.

9. Cohomology of affinoids in the Lubin-Tate space at infinite level and their reductions, 2016 Seoul-Tokyo Conference on Number Theory, Korea Institute for Advanced Study（韓国），2016 年 6 月.

10. Cohomology of affinoids in the Lubin-Tate space at infinite level and their reductions, 2016 AS-NCTS Workshop on Shimura Varieties and Related Topics, Institute of Mathematics, Academia Sinica（台湾），2016 年 5 月.

D. 講義

1. 数理代数学概論 I・代数学 XB：代数的整数論の基礎（数理大学院・4 年生共通講義）

2. ベクトル解析：ベクトル解析（教養学部前期課程講義）

3. 数理代数学：群とその表現（教養学部統合自然科学科講義）

4. 数理代数学演習：数理代数学の演習（教養学部統合自然科学科講義）

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 大井 雅雄 (OI Masao): On depth in the local Langlands correspondence.

2. (修士) 沖 泰裕 (OKI Yasuhiro): The supersigular locus of the Shimura variety for a quaternion unitary group of degree 2.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会 “Arithmetic and Algebraic Geometry 2019” 組織委員.

三竹 大寿 (MITAKE Hiroyoshi)

A. 研究概要

研究対象として扱ってきたものは非線形偏微分方程式であり，特に Hamilton-Jacobi（HJ）方程式に重点を置いてきた．この HJ 方程式は，解析力学，幾何光学，最適制御，微分ゲームにおける重要な基礎方程式である．近年，同方程式に対する均質化，解の長時間挙動といった，基本的な漸近解析が著しく進展してきた．これらの解析では，偏微分方程式における粘性解理論が基本的な役割を果たしているが，私は従来の同理論に比べより一層，力学系理論との関連に注目してきた．具体的には，同方程式の背景にあるハミルトン系，又は確率ハミルトン系の関係を深めようとする弱 Kolmogorov-Arnold-Moser（KAM）理論，またその一般化について，その発展に貢献してきた．特に，今年度は，(a) ディスカウント消去問題と呼ばれる選択問題，(b) エルゴード問題の解の一意性構造，(c) 生成伝播モデル方程式の解の長時間挙動について取り組み，幾つかの結果を得ることができた．論文として，今年度に [1], [2], [3], [4]（B．発表論文を参照）を発表した．

The main subject of my research is nonlinear Partial Differential Equations (PDEs), and in particular I have made some special effort to the study on the Hamilton-Jacobi equation. This equation is an important fundamental equation for various branches of science like classical mechanics, geometric optics, calculus of variations, optimal control and differential games. This year, I focused on problems related to various properties of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations appearing in the context of classical mechanics and crystal growth. In particular, I have worked on the following topics: (a) Vanishing discount problem for Hamilton-Jacobi-Bellman equations, (b) Uniqueness structure for ergodic problems, (c) The large-time behavior for the model equation appearing in crystal growth. I got several results and published papers [1], [2], [3], [4] below.

B. 発表論文

1. Y. Giga, H. Mitake, T. Ohtsuka, H. V.

Tran : “Existence of asymptotic speed of solutions to birth and spread type nonlinear partial differential equations”, to appear in Indiana Univ. Math. J.

2. H. Mitake and K. Soga : “Weak KAM theory for discount Hamilton-Jacobi equations and its application”, Calc. Var. Partial Differential Equations **57** (2018), no. 3, Art. 78, 32 pp.

3. H. Mitake and H. V. Tran : “On uniqueness sets of additive eigenvalue problems and applications”, Proc. Amer. Math. Soc. **146** (2018), 4813–4822.

4. D. A. Gomes, H. Mitake and H. V. Tran : “The Selection problem for discounted Hamilton-Jacobi equations: some non-convex cases”, J. Math. Soc. Japan **70** (2018), no. 1, 345–364.

5. H. Ishii, H. Mitake and H. V. Tran : “The vanishing discount problem and viscosity Mather measures. Part 2: boundary value problems”, J. Math. Pures Appl. (9) **108** (2017), no. 3, 261–305.

6. H. Ishii, H. Mitake and H. V. Tran : “The vanishing discount problem and viscosity Mather measures. Part 1: the problem on a torus”, J. Math. Pures Appl. (9) 108 (2017), no. 2, 125–149.

7. H. Mitake and H. V. Tran : “Selection problems for a discount degenerate viscous Hamilton–Jacobi equation”, Adv. Math. **306** (2017), 684–703.

8. H. Mitake and H. V. Tran : “Weakly coupled systems of the infinity Laplace equations”, Trans. Amer. Math. Soc. **369** (2017), 1773–1795.

9. Y. Giga, H. Mitake and H. V. Tran : “On asymptotic speed of solutions to level-set mean curvature flow equations with driving and source terms”, SIAM J. Math. Anal. **48** (2016), 3515–3546.

10. H. Mitake, A. Siconolfi, H. V. Tran, N. Yamada, “A Lagrangian approach to weakly coupled Hamilton-Jacobi systems”, SIAM J. Math. Anal. **48** (2016), no. 2, 821–846.

C. 口頭発表

1. The large-time profile for Hamilton–Jacobi equations revisited, 確率論と幾何学，福岡大学, 2019 年 1 月 31 日.

2. Rate of convergence in periodic homogenization of Hamilton-Jacobi equations, 第 36 回九州における偏微分方程式研究集会, 九州大学, 2019 年 1 月 29 日.

3. On large-time behavior for birth-spread type nonlinear PDEs, Viscosity Solutions and Related Topics, 東北大学, 2018 年 11 月 22 日.

4. 生成伝播型微分方程式の解の長時間挙動に関して, 偏微分方程式セミナー, 北海道大学, 2018 年 11 月 9 日.

5. On large-time behavior for birth-spread type nonlinear PDEs, Dynamics seminar in Yau Mathematical Science Center, Beijing, 中国, 2018 年 10 月 26 日.

6. On large-time behavior for birth-spread type nonlinear PDEs, Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 16, 東京大学, 2018 年 10 月 17 日.

7. 生成伝播型微分方程式の解の長時間挙動に関して, 界面現象の数理・モデリング研究合宿 2018, 長野県, 2018 年 9 月 18 日.

8. On approximation of time-fractional fully nonlinear equations, PDE Geometric Analysis seminar in Univ. Madison-Wisconsin, U.S.A, 2018 年 9 月 10 日.

9. On uniqueness sets of additive eigenvalue problems and applications, The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Taiwan, 2018 年 7 月 6 日.

10. 退化粘性ハミルトン・ヤコビ方程式の一意性集合, 東京確率論セミナー, 東京大学. 2018 年 6 月 4 日.

D. 講義

1. 数学 II (教養学部前期課程講義)
2. 数理科学セミナー II・物質科学セミナー II (教養学部基礎科学科講義)
3. 線形微分方程式論・解析学 VIII : 線形偏微分方程式の入門講義，楕円型方程式を中心に，弱解の定義，正則性，漸近解析などを扱った.(数理大学院・4 年生共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 2018 年度中学生のための玉原数学教室，講師.

宮本 安人 (MIYAMOTO Yasuhito)

A. 研究概要

楕円型偏微分方程式と放物型偏微分方程式を研究している．近年は，非線型楕円型偏微分方程式の中でもソボレフ優臨界（または超臨界）と呼ばれる場合に興味がある．優臨界の場合は，関数解析的手法を用いることが困難であることが知られており，その詳しい解構造は未知の部分が大きい．その他にも，解の形状，解の安定性，解の具体的な表示など，解の詳しい性質に興味がある．下記が近年の研究テーマである：

1. **固有値固有関数の明示的表示 [1]**: 一般的に線形 2 階常微分作用素の固有値と固有関数を明示的に表示する事は極めて困難であることが知られている．[1] は 1 次元区間 $(-1,1)$ 上の Gel'fand 問題 $u''+\lambda\ e^u=0$ の Dirichlet 問題を考察し，若狭徹氏 (九州工大) が開発した手法を用いて，全ての正値解における線形化固有値問題の固有値と固有関数を明示的に表示することに成功した．

2. **優臨界方程式の解構造 [2,3,4,5,9]**: [5] では，広いクラスの非線形項を持つ優臨界半線形方程式 $\Delta u+f(u)=0$ に対して，藤嶋陽平氏 (静岡大) によって発見された一般化スケール変換による極限方程式を導いた．さらに，ある変数変換でその極限方程式が，標準的な 2 つの方程式 $\Delta u+u^p=0$ か $\Delta u+e^u=0$ に変換されることを発見し，この性質を用いて球領域における正値球対称解の構造を明らかにした．[2] では，k-ヘシアン松隈型方程式，[3] では $\mathbb{S}^n$ 上の Emden-Fowler 方程式の正値球対称解の構造を明らかにした．[4] は，冪増大する非線形項を持つ方程式 $\Delta u+f(u)=0$ に対して，球対称ならば特異解が一意的に存在し，特異解における線形化固有値問題に対して弱固有値を定義し，その諸性質を明らかにした．[9] では，単位球領域上におけるスカラーフィールド方程式 $\varepsilon^2\Delta u-u+u^p=0$ の Neumann 問題の正値球対称解の分岐構造を明らかにした．ここで，$p>p_{\mathrm{S}}$（p_{S} は臨界ソボレフ指数）とする．冪増大する非線形項を持つ方程式の Dirichlet 問題の場合と同様に，Neumann 問題に対してもジョセフ・ルンドグレン指数が大きな役割を果たすことを明らかにした．

3. **$\Delta u+e^u=0$ の非球対称特異解 [6]**: 領域 $\mathbb{R}^N\backslash\{0\}$ で空間次元 $4\le N\le 10$ の場合に，本質的に異なる無限個の非球対称特異解を構成した．E. Dancer 等による先行研究で，$\Delta u+u^p=0$ の場合に同種の結果があるが，それとは異なる手法を用いて，証明を大幅に簡略化した．

4. **２つの正値球対称解の交点数 [7,8]**: m-ラプラシアンや k-ヘシアンを含む，優臨界準線形楕円型方程式の正値球対称解を求めるための常微分方程式

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

の２つの解（特異解と有界な解，または，２つの有界な解）の交点数を求めた．さらに対応する問題の分岐図式を決定した．この問題を通して，よく知られているジョセフ・ルンドグレン指数の一般化に相当する指数を決定した．この交点数に関する結果は，優臨界楕円型・放物型方程式の研究で中心的な役割を果たすと期待されている．

5. **2 次元 Hénon 型問題の最大化元の形状 [10]**: ある変分問題の最大化元の形状が球対称や非球対称となるための，具体的な十分条件を与えた．また，この問題がオイラー・ラグランジュ方程式の解構造と密接に関連していることを示した．

My research fields are PDEs of the elliptic and parabolic types. I am recently interested in supercritical problems in the sense of the Sobolev

embedding. It is known that a functional analytic approach does not work well in the supercritical case. Recent topics are listed below:

1. In [1] we consider the linearization problem of the Dirichlet problem $u'' + \lambda e^u = 0$ in $(-1, 1)$ at each solution. We obtain exact expressions of all eigenvalues and eigenfunctions of the linearization problem.

2. In [5] I derive a limit equation with respect to a new scaling found by Prof. Fujishima and I prove that the limit equation is completely equivalent to one of the canonical two equations $\Delta u + u^p = 0$ and $\Delta u + e^u = 0$. The papers [2] and [3] study a structure of the positive radial solutions of k-Hessian Matsukuma type equation on a ball and $\Delta_{\mathbb{S}^n} u + u^p = 0$ on a spherical cap of $\mathbb{S}^n$, respectively. In [4] we prove the existence and uniqueness of a radial singular solution and obtain various properties of weak eigenvalues of the linearization around the singular solution. In [9] I clarify the solution structure of the positive radial solutions of the Neumann problem of the scalar field equation $\varepsilon^2 \Delta u - u + u^p = 0$ in a ball, where $p > p_{\mathrm{S}}$.

3. Infinitely many nonradial singular solutions of $\Delta u + e^u = 0$ in $\mathbb{R}^N \backslash \{0\}$, $4 \le N \le 10$, are constructed in [6]. E. Dancer *et al.* obtained a similar result for $\Delta u + u^p = 0$, $p_{\mathrm{S}} < p < p_{\mathrm{JL}}$. Here, p_{S} and p_{JL} denote the Sobolev and Joseph-Lundgren exponents, respectively. However, the proof is shorter and easier.

4. The intersection number between two solutions of

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

is obtained in [7] and [8]. Moreover, the bifurcation diagram of the positive solutions of the associated bifurcation problem is determined. We also obtain a generalized exponent of the Joseph-Lundgren type.

5. A two-dimensional Hénon type problem is considered in [10]. An explicit sufficient condition for the maximizer to be nonradial is given. A bifurcation diagram of the Euler-Lagrange equation is studied.

B. 発表論文

1. Y. Miyamoto and T. Wakasa, "Exact eigenvalues and eigenfunctions for a one-dimensional Gel'fand problem", J. Math. Phys. **60** (2019), 021506, 11pp.

2. Y. Miyamoto, J. Sanchez and V. Vergara, "Multiplicity of bounded solutions to the k-Hessian equation with a Matukuma-type source", Rev. Mat. Iberoam.（掲載受理）

3. A. Kosaka and Y. Miyamoto, "The Emden-Fowler equation on a spherical cap of $\mathbb{S}^n$", Nonlinear Anal. **178** (2019), 110–132.

4. Y. Miyamoto and Y. Naito, "Singular extremal solutions for supercritical elliptic equations in a ball", J. Differential Equations **265** (2018), 2842–2885.

5. Y. Miyamoto, "A limit equation and bifurcation diagrams of semilinear elliptic equations with general supercritical growth", J. Differential Equations **264** (2018), 2684–2707.

6. Y. Miyamoto, "Infinitely many nonradial singular solutions of $\Delta u + e^u = 0$ in $\mathbb{R}^N \backslash \{0\}$, $4 \le N \le 10$", Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A **148** (2018), 133–147.

7. Y. Miyamoto and K. Takahashi, "Generalized Joseph-Lundgren exponent and intersection properties for supercritical quasilinear elliptic equations", Arch. Math. **108** (2017), 71–83.

8. Y. Miyamoto, "Intersection properties of radial solutions and global bifurcation diagrams for supercritical quasilinear elliptic equations", NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl. **23** (2016), Art. 16, 24 pp.

9. Y. Miyamoto, "Structure of the positive radial solutions for the supercritical Neumann problem $\varepsilon^2 \Delta u - u + u^p = 0$ in a ball",

J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), 685–739.

10. Y. Miyamoto, "Nonradial maximizers for a Hénon type problem and symmetry breaking bifurcations for a Liouville-Gel'fand problem with a vanishing coefficient", Math. Ann. **361** (2015), 787–809.

C. 口頭発表

1. Weakly coupled reaction-diffusion systems with rapidly growing nonlinearities and singular initial data, Comenuis Univ. (Slovakia), Seminar, February 21, 2019.

2. Stable standing waves of nonlinear schrodinger equations with potentials and general nonlinearities, Université de Lorraine at Nancy (France), Seminar, December 12th, 2018.

3. Exact eigenvalues and eigenfunctions for a one-dimensional Gel'fand problem, Journée d'Analyse Non Linéaire, Université Paris-Sud (France), September 21th, 2018.

4. (1)A limit equation and bifurcation diagrams of semilinear elliptic equations with general supercritical growth (Special Session 18) (2) Exact eigenvalues and eigenfunctions for a one-dimensional Gel'fand problem (Special Session 101), The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, Taiwan Univ. (Taiwan), July, 2018.

5. Intersection number and applications for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, 8th Euro-Japan Workshop on Blow-up, Tohoku Univ. (Japan), June 5th, 2018.

6. 一般化スケール変換による極限方程式とその応用, 談話会, 東京工業大学理学院数学系, 2018 年 1 月 24 日.

7. A limit equation and bifurcation diagram for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, GDRI conference, Taiwan Univ. (Taiwan), October 13th, 2017.

8. Structure of the positive radial solutions for the supercritical Neumann problem $\varepsilon^2\Delta u - u + u^p = 0$ in a ball, Equadiff2017, Slovak University of Technology (Slovakia), July 25th, 2017.

9. A limit equation and bifurcation diagram for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, Seminaire Analyse Numerique et E.D.P, Paris-Sud Univ. (France), July 22th, 2017.

10. Structure of the positive radial solutions for the supercritical Neumann problem $\varepsilon^2\Delta u - u + u^p = 0$ in a ball, International Workshop on Nonlinear Analysis and Reaction-Diffusion Equations, Jiangsu Univ. (China), July 5th, 2017.

D. 講義

1. 実解析学 I（S セメスター）: ルベーグ積分論（統合自然科学科 3,4 年生）

2. 実解析学演習 I（S セメスター）: ルベーグ積分論演習（統合自然科学科 3,4 年生）

E. 修士・博士論文

1. (博士論文) 高橋　和音 (TAKAHASHI Kazune): Hénon type elliptic equations with critical Sobolev growth（臨界 Sobolev 指数を持つ Hénon 型楕円型方程式）

G. 受賞

1. 2019 年度日本数学会出版賞，斎藤毅，河東泰之，小林俊行 編『数学の現在』（全 3 巻，東京大学出版会，2016 年，e 巻の第 4 講を執筆，著者全 37 名）

吉野 太郎 (YOSHINO Taro)

A. 研究概要

位相的ブローアップ

非ハウスドルフ不空間において, その位相や収束

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

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

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

等質空間上の指数型分布族

指数型分布族は, 最尤推定量の計算が容易であり, 共役事前分布が存在する等, 多くの良い性質を持ち, 情報幾何において重要な研究対象である. 正規分布族, ガンマ分布族, フィッシャー・ビンガム分布族, ウィッシャート分布族など, 統計学上重要な分布族の多くは指数型分布族の一種である. この分野における従来の研究は, 指数型分布族全域をカバーする一般論と, 個々の重要な分布族の持つ興味深い性質の探求という両面から行われてきた.

昨年私は, 統計学上よく用いられ, 名前が付けられているような分布族の多くが高い対称性を持つことを見出した. ここで" 高い対称性" とは, より正確には, 標本空間がリー群の等質空間 G/H の形で表せ, さらにその上の分布族がリー群 G の作用を許容する事を言う. 2018 年度の研究で, このような分布族は全てリー群 G の表現から構成できることが分かった. このことから, 従来知られていなかった高い対称性を持つ分布族を構成することもできた. 今後の研究で, 個々の分布族のもつ良い性質を, リー群の表現の性質から説明できないかと期待している.

Topological blow-up

It is not easy to understand a topology on a non-Hausdorff space by intuition. So, I had introduced a method 'Topological Blow-up'. By the method, one can understand topology on non-Hausdorff spaces. Let X be a (not ncessarily Hausdorff) locally compact space. From the topology on X, one can define a locally compact Hausdorff space Y, which is called a topological blow-uped space of X, and a map

$$\eta : 2^X \to 2^Y.$$

Then the pair (η, Y) has complete information on the topology on X. This means not only that one can recover the original topology from (η, Y), but one can understand intuitively the topology on X. In the theory of discontinuous groups, it is important to understand deformation spaces of Clifford-Klein forms. These deformation spaces, however, is not Hausdorff in many cases. So, I expect to understand these spaces well by using this method.

exponential families on a homogeneous space

Exponential family is an important subject in the study of informational geometry. In fact, it has many good property such as existence of prior distribuion. Normal, gamma, Fisher-Bingham, Wishart distributions are all exmples of exponential families. The researches on exponential families so far are general theory of exponential families, and casewise studies on some important exponential families.

Last year, I found that many important (and named) exponential families have 'high symmetry'. More precisely, 'high symmetry' here means the condition that (1) sample space is given of the form a homogeneous space G/H of a Lie group, and (2) the family admits G-action. Last year, I proved that all distribution which has the above property are obtained by certain method by using a representation of G. By using the method, I also found a 'new' exponential family which has 'high symmetry'. Now, I expect that one can explain some good properties on an exponential family by using the terminologies in representation theory.

B. 発表論文

1. K. Tojo and T. Yoshino : "On a method to construct exponential families by representation theory", Geom. Sci. of Information 2019 (accepted).

C. 口頭発表

1. 位相的ブローアップについて, 日本数学会 2014 年度会 特別講演 (学習院大学 目白キャンパス) 2014 年 3 月
2. On the deformation space of Clifford-Klein forms of nilpotent Lie groups, and Baklouti's conjecture. Deformation ワークショップ (名古屋大学) 2015 年 2 月

D. 講義

1. リー群とリー代数： (数理大学院・4 年生共通広義)
2. 数学 II : 線型数 (教養学部前期過程講義)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 谷村 慈則 (TANIMURA Yoshinori): An algebraic approach to Duflo's polynomial conjecture in the nilpotent case (冪零の場合の Duflo の多項式予想に対する代数的アプローチ)

米田 剛 (YONEDA Tsuyoshi)

A. 研究概要

Clay 財団は 2000 年に、数学の未解決問題を 7 つ挙げた。そのうちのひとつが「3 次元 Navier-Stokes 方程式の滑らかな解は時間大域的に存在するのか、または解の爆発が起こるのか」である。この未解決問題は、Leray(1934) から始まり、Fujita-Kato(1964) による強解の結果によって飛躍的に進展したが、いまだに最終的な解決には至っていない。その原因として、流体方程式に本質的に内在する非線形相互作用を深く洞察する為の数学解析道具が十分にそろっていないからだと思われる。一方で、その非線形相互作用によって生成される乱流は、今も活発に研究が発展している。しかしながら、乱流研究サイドでも、非線形相互作用そのものを扱うのは大変難しく、「渦粘性」という近似概念、そして「統計」が主な解析道具となる（最近では「機械学習」も使われるようになってきている)。
上述の流体研究の現状を踏まえた上で、私の最近の主要な研究結果は「zeroth law と瞬間的な渦伸長」の関係を明るみにしたことである [1]。Zeroth law とは、Navier-Stokes 方程式の粘性係数をゼロへ飛ばしたとき、解のエンストロフィー（渦度の L^2 ノルムの二乗）が粘性係数に反比例するオーダーで無限大に発散することである。これは、乱流が乱流であるための cornerstone の一つであり、特に Onsager 予想の起源となっているが、この zeroth law 自体の数理的理解を目指す研究は文字通り皆無であった（前述の「非線形相互作用」がその障壁となっていた)。それが可能になったのは、Bourgain-Li(2015) や Kiselev-Sverak(2014) 等による Euler 方程式研究の breakthrough が起きたからに他ならない。それら最新の解析手法を駆使することで、zeroth law と数学解析との接点を、世界で初めて明らかにすることが出来た。以下で、その最新の結果 [1] を説明したい。

- 我々は、小スケールの渦と大スケールの anti-parallel な渦管を初期値とした場合の 3 次元 Euler 流の洞察を進め、そのような渦配置が「瞬間的な渦伸長」を引き起こすことを示した。そのことによって、修正版の zeroth law を数学的に証明することに成功した。このような「瞬間的な渦伸長」こそが、今後、この zeroth law にまつわる乱流の数学解析を進展させるカギとなるだろう。実際の zeroth law を満たす Navier-Stokes 流を構成する為には、大規模数値計算による Navier-Stokes 乱流の最新研究結果：Goto-Saito-Kawahara(2017) を考慮に入れないといけないだろう、と予想している。そこで、論文 [1] の Appendix で、彼らの Navier-Stokes 乱流の物理的結果を数学的に定式化した。具体的には、space-locality, scale-locality energy flux in equilibrium, space-filling という reasonable な仮定（乱流研究における）を置くことによって、Kolmogorov の-5/3 乗則を数学的に導出することが出来た。

My recent research interest is mathematical turbulence, in particular, to clarify the relation between "zeroth law" and "vortex-stretching". Zeroth law is the cornerstone of turbulence, especially, origin of the Onsager conjecture. To the best of my knowledge, up to now, nothing was known about the zeroth law itself in mathematics. I would explain my recent result [1] in the following:

- We prepared small-scale vortex blob and large-scale anti-parallel vortex tubes for the initial data, and showed that the corresponding 3D Euler flow creates instantaneous vortex-stretching. In turn, using this stretching, we showed that the corresponding 3D Navier-Stokes flow satisfies a modified version of zeroth-law, which is the cornerstone of the turbulence study field. Thus this instantaneous vortex-stretching could be a key to make further progress in this field. We conjecture that an initial data which satisfies the actual zeroth-law should behave as in Goto-Saito-Kawahara's turbulence picture (2017). In the Appendix, we mathematically formulated their turbulence picture and proved Kolmogorov's $-5/3$-law, by assuming space-locality, scale-locality, energy flux in equilibrium state and space-filling (Frisch 1995).

B. 発表論文

1. I.-J. Jeong and T. Yoneda: "A remark on the zeroth law and instantaneous vortex stretching on the incompressible 3D Euler equations", submitted.

2. L. Lichtenfelz and T. Yoneda: "A local instability mechanism of the Navier-Stokes flow with swirl on the no-slip flat boundary", to appear in J. Math. Fluid Mech.

3. E. Nakai and T. Yoneda: "New applications of Campanato spaces with variable growth condition to the Navier-Stokes equation", Hokkaido Math. J. **48** (2019) 99-140.

4. N. Kishimoto and T. Yoneda: "Global solvability of the rotating Navier-Stokes equations with fractional Laplacian in a periodic domain", Math. Ann. **372** (2018) 743-779.

5. G. Misiołek and T. Yoneda: "Continuity of the solution map of the Euler equations in Hölder spaces and weak norm inflation in Besov spaces", Trans. Amer. Math. Soc. **370** (2018), 4709-4730.

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

7. N. Kishimoto and T. Yoneda: "A number theoretical observation of a resonant interaction of Rossby waves", Kodai Math. J. **40** (2017) 16–20.

8. P-Y. Hsu, H. Notsu, T. Yoneda: "A local analysis of the axi-symmetric Navier-Stokes flow near a saddle point and no-slip flat boundary", J. Fluid Mech. **794** (2016) 444-459.

9. T. Itoh, H. Miura and T. Yoneda: "Remark on single exponential bound of the vorticity gradient for the two-dimensional Euler flow around a corner", J. Math. Fluid Mech. **18** (2016) 531-537.

10. M. Yamada and T. Yoneda: "Resonant interaction of Rossby waves in two-dimensional flow on a β plane" Physica D **245** (2013) 1–7.

C. 口頭発表

1. Instantaneous vortex stretching and energy cascade on the incompressible 3D Euler equations, KIAS workshop, Mathematics of Fluid Motion II: Theory and Computation, KIAS, Korea, Dec. 26-28 (talked at 27), 2018.

2. Instantaneous vortex-stretching and anomalous dissipation on the 3D Euler equations, The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, National Taiwan University, Taipei, July 5-July 9 (talked at 7), 2018.

3. Instantaneous vortex-stretching and anomalous dissipation on the 3D Euler equations, 2018 International Conference on Mathematical Fluid Dynamics School

of Mathematics and Information Science, Henan Polytechnic University, China, May 25-27 (talked at 27), 2018.

4. 様々な流体物理現象の数学解析：回転流体中の vortex breakdown と 2 次元乱流に現れる vortex thinning, 熊本大学応用解析セミナー, Dec. 2017.

5. An instability mechanism in the vorticity on the axis for the axisymmetric Euler equations, Princeton Tokyo Mathematical Fluid Dynamics, Princeton University, Princeton, USA, Nov. 2017.

6. A remark on trajectory behavior along the axis for the axisymmetric Euler equations with large uniform rotation, 2017 Program on Analysis of PDE: 2D Hydrodynamics and related Issues, Fudan University, Shanghai, China, Oct.30–Nov. 3, 2017.

7. Pulsatile flow の乱流遷移と Vortex breakdown に関する純粋数学的洞察の試み, SummerSchool 数理物理, University of Tokyo, Aug., 2017.

8. A weak type of norm inflation for solutions of the incompressible 2D Euler equations near the critical Besov space $B^2_{2,1}$, Harmonic Analysis and its Applications in Tokyo 2017, Nihon University, Aug. 2017.

9. A weak type of norm inflation for solutions of the incompressible 2D Euler equations near the critical Besov space $B^2_{2,1}$, 5th East Asian Conference in Harmonic Analysis and its Applications, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou (杭州), China, June 2017

10. Mathematical analysis of pulsatile flow and vortex breakdown, interdisciplinary/international seminar on nonlinear sciences, University of Tokyo, Mar. 2017.

D. 講義

1. 数理科学基礎・微分積分学 1，2：微分積分学に関する講義をおこなった（教養学部前期課程講義）

2. 非線形解析学: Euler 方程式の解の norm inflation に関する講義をおこなった。最初に二次元 Euler 方程式の基礎事項、特に、Biot-Savart の法則，Lagrangian flow, Lagrangian deformation 等の説明を行い、次にそれら基礎概念を使って、大スケールの奇対称の渦が小スケールの渦を引き延ばす様子を説明した。その際、Riesz 変換の L^∞ 非有界性を本質的に使っていることを丁寧に解説した。(数理大学院・4 年生共通講義)

3. 全学自由科学ゼミナール：微分積分学を出発点として、ルベーグ積分とソボレフ空間に関する講義を行った。（教養学部前期課程講義）

4. 常微分方程式論・常微分方程式論演習：常微分方程式に関する講義・演習を行った。（教養学部基礎科学科講義）

F. 対外研究サービス

1. 日本応用数理学会学会誌の編集委員会委員 (April 2017–Mar. 2020)

2. 流体力学会年会における「流体数理」のセッションオーガナイザー (2016, 2017, 2018)

3. 高校生と大学生のための金曜特別講座， 無限にまつわる厄介な数学問題・それを巧妙に避けるルベーグ積分， 東京大学，Dec. 7, 2018

4. オーガナイザー，中学生のための玉原数学教室（第 12 回），玉原国際セミナーハウス，Oct. 13, 2018.

5. 2019 年度日本数学会地方区代議員（Mar. 1 2019-Feb. 29 2020）.

G. 受賞

1. 科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞, April, 2014.

H. 海外からのビジター

In-Jee Jeong (Korea Institute for Advanced Study (KIAS)) （講演）Dynamics of singular vortex patches, PDE 実解析研究会，東京大学大学院数理科学研究科，Dec. 18, 2018.

助　教 (Reseach Associates)

麻生 和彦 (ASOU Kazuhiko)

A. 研究概要

1. **演習問題の解説ビデオを利用した大学教養課程数学の教育実践**大学教養課程の講義において演習時間が十分に取れない場合、演習問題のプリントを配布し自習を促しているが、学生の解答に対して十分な解説がされているとはいえない。そこで、演習問題の詳細な解説ビデオを作成し、演習問題プリントを配布した数日後にインターネット上で公開することを行った。その結果、受講生のアンケートでは、講義期間中に解説ビデオを視聴したのは受講者の半数と少なかったが、視聴した学生は解説プリントよりも理解に役立ったとの回答を得ることができた。今後は、教育工学のインストラクショナル・ デザインの知見を用い、講義全体を解説ビデオと対面講義が連動する反転授業としてデザインしていく。

2. **黒板講義の見たいところを受講者が自由に視聴可能な講義ビデオ配信システムの設計**
数理ビデオアーカイブ・プロジェクトで収録している講演や講義ビデオを教育や研究で有効に活用するため、新たな講義ビデオの収録公開システムを、商用のビデオ公開システムをベースとして開発を行っている。システムの概要は、1. 黒板を使った数学の講義を固定したハイビジョンカメラで黒板全体を収録、2. 収録された映像を黒板だけの静止画と講演者を中心に切り取った動画に自動編集、3. 自動編集した黒板の静止画と講演者の動画を組み合わせた web ページを公開する機能を持つ。このシステムにより学習者は、黒板の見にくい小さな文字や数式を拡大して視聴することができるようになり、また以前に書かれた板書をいつでもストレスなく見返すことができるようになる。今後は開発したシステムを用いた学習効果の実証実験を行っていく。

3. **遠隔講義システムの開発**
東大数理と IHES(フランス・パリ)、Morningside Center of Mathematics(中国・北京) の 3 地点で開催される「東京パリ数論幾何セミナー」の双方向遠隔中継の実践を通して、黒板を使った数学の講演を中継するための多地点システムの開発を行っている。今後は、開発したシステムを元に数理棟内の講義室 (002, 056 号室) や演習室 (052 号室) の遠隔セミナーシステムを効率よく運用できるようシステムを改善していく。

4. **数学に関連する資料の保存や管理，公開に関する調査研究**数理図書室に保管されていた代数的整数論国際会議 (1955)、函数解析学国際会議 (1969)、多様体論国際会議 (1973) などの講演音声テープ (計 297 本) を教育や研究を目的として長期的に活用するための保存方法の研究を行っている。

1. Educational practice of using the explainer video of math exercises
2. Development of video shooting method of the blackboard for video streaming
3. Depelopment of distance learning system
4. Research study on preservation, conservation and exhibition of mathematics material

B. 発表論文

1. 麻生 和彦, “演習問題の解説ビデオを利用した大学教養課程数学の教育実践”, 数学教育学会 2014 年度数学教育学会秋季例会 発表論文集 (2014) pp.29–30.

C. 口頭発表

1. “数学コンテンツの活用について”, 研究集会「数理科学と分子生物学を融合する研究・教育のアウトリーチについて」, 東京大学玉原セミナーハウス, 2015 年 5 月.

2. “演習問題の解説ビデオを利用した大学教養課程数学の教育実践”, 2014 年度 数学教育学会秋季例会, 広島大学, 2014 年 9 月.

3. “インストラクショナルデザインと数学教育”, 明治大学 夏季特別数学教育セミナー, 明治大学 中野キャンパス, 2014 年 8 月.

4. “MOOC へ数学の講義を提供できるか？”, 研究集会「幾何学とインターネット数理科学 2014」, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2014 年 7 月.

5. “大学教養課程の数学へ反転授業を導入する試みについて”, 第 16 回 SEA 教育事例研究会 2014, キャンパス・イノベーションセンター東京, 2014 年 6 月.

6. “数学コンテンツの発信方法について”, 研究集会「無限群と幾何学の新展開のアウトリーチについて」, 東京大学玉原セミナーハウス, 2014 年 6 月.

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

2. 数学教育会 学会誌等電子化作業部会 委員

柏原 崇人 (KASHIWABARA Takahito)

A. 研究概要

有限要素法が他の数値解法と比べて優れている点の 1 つとして，直交格子ではなく三角形要素分割を用いるため，曲がった境界を持つ領域上の境界値問題に適用しやすいことが挙げられる．ただし，三角形分割が厳密に曲がった境界に適合することは基本的に不可能であり，実際には元の領域を多角形領域で近似しているため，理論的な誤差評価においては領域近似の誤差も考慮する必要がある．今年度は，滑らかな領域上で次の境界値問題に対する有限要素法を考えたとき，領域近似誤差も考慮して最適な誤差評価を導出することに成功した．
(1) ノイマン境界条件を課したポアソン方程式と熱方程式に対する P1 有限近似
(2) 滑り境界条件を課したストークス方程式に対する Crouzeix–Raviart 有限要素近似
今後は，これらの結果を導くのに用いた手法を，より高次の有限要素法の場合に拡張することを目標にしている．

One of the advantages of the finite element method over other numerical methods is that it is more suitable for boundary value problems on domains with a curved boundary, making use of triangulations rather than structured meshes. However, since it is basically impossible for triangulations to fit curved boundaries exactly, the original domain is actually approximated by polygonal ones; hence errors caused by domain approximation has to be considered in theoretical error estimation. This year we derived optimal error estimates for the following boundary value problems in smooth domains, taking into account domain approximation errors:
(1) P1 finite element approximation for the Poisson and heat equations with Neumann boundary conditions,
(2) Crouzeix–Raviart approximation for the Stokes equations with slip boundary conditions.
In future we would like to extend the techniques developed so far to higher-order finite element schemes.

B. 発表論文

1. T. Kashiwabara, I. Oikawa, and G. Zhou: “Penalty method with Crouzeix–Raviart finite element approximation for the Stokes equations under the slip boundary condition”, to appear in ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis.

2. T. Kashiwabara and T. Kemmochi: “Pointwise estimates of linear finite element method for Neumann boundary value problems in a smooth domain”, submitted (arXiv:1804.00390).

3. T. Kashiwabara and T. Kemmochi: “Maximum norm error estimates for the finite element approximation of parabolic problems on smooth domains”, submitted (arXiv:1805.01336).

4. Ken Furukawa, Yoshikazu Giga, Matthias Hieber, Amru Hussein, Takahito Kashiwabara, and Marc Wrona: "Rigorous justification of the hydrostatic approximation for the primitive equations by scaled Navier-Stokes equations", submitted (arXiv:1808.02410).

C. 口頭発表

1. Several remarks on L^∞-type error estimates of the finite element method, International Workshop on Numerical Methods for Partial Differential Equations, The Hong Kong Polytechnic University (Hong Kong), March 2018.
2. Semigroup and maximal regularity approach to the primitive equations, Conference on Mathematical Fluid Dynamics, Bad Boll (Germany), May 2018.
3. The Navier–Stokes equations with slip or leak boundary conditions of friction type, CoMFoS18, Kyoto, June 2018.
4. Finite element analysis for a generalized Robin boundary value problem in a smooth domain, EASIAM 2018, The University of Tokyo, June 2018.
5. 滑らかな領域における楕円型・放物型ノイマン境界値問題に対する有限要素法の L^∞ 誤差評価について，第 105 回数値解析セミナー，東京大学，2018 年 8 月.
6. Penalty method with Crouzeix–Raviart approximation for the Stokes equations under slip boundary condition, The 7th China–Japan–Korea Joint Conference on Numerical Mathematics, Kanazawa, August 2018.
7. Navier–Stokes 方程式に対する摩擦型境界条件とその周辺，応用解析セミナー，東京大学，2018 年 10 月.
8. 非一様メッシュにおける有限要素法の L^∞ 型誤差評価について，RIMS 共同研究「次世代の科学技術を支える数値解析学の基盤整備と応用展開」，京都大学，2018 年 11 月.
9. Semigroup and maximal regularity approach to the primitive equations, Forum in Nonlinear PDEs from Oceanic and atmospheric dynamics and related topics, South China Normal University (China), November 2018.
10. 滑らかな領域における楕円型・放物型ノイマン境界値問題に対する有限要素法の L^∞ 誤差評価について，第 5 回大分大学解析セミナー，大分大学，2018 年 12 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習（教養前期 S1 ターム）
2. 数学基礎理論演習（教養前期 S2 ターム）

F. 対外研究サービス

1. 日本流体力学会年会の「流体数理」セッションオーガナイザー

G. 受賞

第 7 回藤原洋数理科学賞奨励賞 (2018)

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、有限群が四次元多様体に滑らかに作用していてその作用で不変なスピン・シー構造があるとき、そのようなスピン・シー構造の一つとその複素共役を同時に考えることで滑らかな作用が満たすべき条件を導き出そうとしてみたが、得られなかった。

I have studied difference between locally linear group actions and smooth ones on 4-manifolds. This year, I tried to derive a constraints of smooth group actions from a $Spin^c$-structure which is invariant under a smooth action of finite group with its complex conjugate, but obtained nothing.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習：大学で数学を学ぶための基礎についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S1 ターム)

2. 数理科学基礎演習：大学で数学を学ぶための基礎についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S1 ターム)

3. 数学基礎理論演習：微分積分学と線型代数学の初歩についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S2 ターム)

4. 数学基礎理論演習：微分積分学と線型代数学の初歩についての演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S2 ターム)

5. 微分積分学演習：微分積分学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)

6. 微分積分学演習：微分積分学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)

7. 線型代数学演習：線型代数学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)

8. 線型代数学演習：線型代数学の演習を行った。(教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)

9. 全学自由研究ゼミナール「多変数関数の微分」：多変数関数の微分について解説した。(教養学部前期課程 S セメスター)

10. 全学自由研究ゼミナール「電磁気学で使う数学」：多変数関数の積分とベクトル解析について解説した。(教養学部前期課程 A セメスター)

牛腸 徹 (GOCHO Toru)

A. 研究概要

位相的場の理論に付随する不変量に対して, “母空間” という見方から理解を深めることを試みている. そのために, シンプレクティック多様体のループ空間の半無限同変コホモロジーや “半無限同変 K 群” に入る構造を調べている. ここ数年の研究を通して, 筆者はシンプレクティック多様体のループ空間の同変 K 群には, 自然に差分作用素が作用することを確かめ, トーリック多様体やその完全交叉に対して, 対応する差分方程式やその解を求めた. その結果, これらの差分方程式やその解は, 量子コホモロジーから得られる微分方程式やその解のある種の “q-類似” になっていることが分かった. 筆者自身の定式化によれば, 同様の考察は, 同変 elliptic cohomology を用いても可能であるように思われるので, この場合に, どのような構造が得られることになるのか研究を続けているところである.

I have been trying to have a better understanding of various topological invariants associated with topological field theories from the viewpoint of ”Bo-kuukan”. For that purpose, I have been studying the structure of the semi-infinite equivariant cohomology and “the semi-infinite equivariant K group” of the loop space of a symplectic manifold. In the last few years, I found that there exists a natural action of difference operators on the equivariant K group of the loop space of a symplectic manifold, and I obtained the corresponding difference equation and its solutions in the case of a toric manifold and its complete intersection. As a result, I found that the difference equation and its solution so obtained are a kind of ”q-analogue” of the differential equation and its solutions associated with their quantum cohomology. Using my formulation, the same consideration seems to be possible also in the case of the equivariant elliptic cohomology, and I have been studying to clarify what kind of structures we obtain in this case.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習：教養一年生の S1 タームの演習

2. 数学基礎理論演習：教養一年生の S2 タームの演習

3. 微分積分学演習：教養一年生の A セメスターの微分積分学の演習

4. 線型代数学演習：教養一年生の A セメスターの線型代数学の演習

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

中村 勇哉 (NAKAMURA YUSUKE)

A. 研究概要

KLT 特異点より悪い特異点をもつような対数的ファノ多様体の双対複体を研究し, それが可縮であることを証明した. その応用として, LC 特異点をもつ 3 次元ファノ多様体の Witt vector コホモロジーが消滅することを証明した. この結果を利用して, Ax-Katz 型の有理点公式に双有理幾何学からの解釈を与えた.

In this year, I studied the dual complex of log Fano varieties with non-klt singularities, and I proved that such dual complex is contractible. As an application, I obtained a vanishing theorem of Ambro-Fujino type on log Fano threefolds. It gives a natural understanding of the rational point formula of Ax-Katz type from a view point of algebraic geometry.

B. 発表論文

1. Y. Nakamura, H. Tanaka: "A Witt Nadel vanishing theorem for threefolds", preprint, available at arXiv:1712.07358.

2. K. Hashizume, Y. Nakamura, H. Tanaka: "Minimal model program for log canonical threefolds in positive characteristic", preprint, available at arXiv:1711.10706.

3. Y. Gongyo, Y. Nakamura, H. Tanaka: "Rational points on log Fano threefolds over a finite field", to appear in J. Eur. Math. Soc.

4. M. Mustaţă, Y. Nakamura: "A boundedness conjecture for minimal log discrepancies on a fixed germ", Contemp. Math., 712 (2018), 287–306.

5. Y. Nakamura, J. Witaszek: "On base point free theorem and Mori dream spaces for log canonical threefolds over the algebraic closure of a finite field", Math. Z. 287 (2017), no. 3-4, 1343–1353.

6. Y. Nakamura : "On minimal log discrepancies on varieties with fixed Gorenstein index", Michigan Math. J. 65 (2016), no. 1, 165–187.

7. Y. Nakamura : "On semi-continuity problems for minimal log discrepancies", J. Reine Angew. Math. 711 (2016), 167–187.

8. D. Martinelli, Y. Nakamura, J. Witaszek: "On base point free theorem for log canonical threefolds over the algebraic closure of a finite field", Algebra Number Theory 9-3 (2015), 725–747.

C. 口頭発表

1. "A rational point problem on Fano varieties", Higher Dimensional Arithmetic Geometry, 熊本大学, 2019 年 2 月.

2. "Dual Complex of Fano Varieties and an Application to Vanishing of Witt Vector Cohomology", Algebraic Geometry Seminar, National Cheng Kung University (NCKU), 台湾, 台南, 2018 年 12 月.

3. "A Rational Point Problem on Fano Varieties", Colloquium, National Cheng Kung University (NCKU), 台湾, 台南, 2018 年 12 月.

4. "Dual complex of Fano varieties and an application to vanishing of Witt vector cohomology", Workshop on Birational Geometry and Related Topics, Shanghai Center for Mathematical Sciences, 中国, 北京, 2018 年 11 月.

5. "A vanishing theorem of Witt-vector cohomology of Ambro-Fujino type", Algebraic Geometry in East Asia, Vietnam Academy of Science and Technology, ベトナム, ハノイ, 2018 年 10 月.

6. "A vanishing theorem of Witt-vector cohomology of Ambro-Fujino type", Differential, Algebraic and Topological Methods in Complex Algebraic Geometry, イタリア, チェトラロ, 2018 年 9 月.

7. "A rational point problem on Fano varieties", Tianyuan Advanced Seminar on the Moduli Spaces in Algebraic Geometry, Shanghai Center for Mathematical Sciences, 中国, 北京, 2018 年 4 月.

D. 講義

1. 教養学部 1 年数学演習 (通年).
2. 社会数理実践研究 M 格子班.

F. 対外研究サービス

1. (オーガナイザー) Workshop on complex analytic and algebraic methods in dynamics, 大阪市立大学, 2019 年 1 月 15-18 日.
2. (オーガナイザー) London-Tokyo Workshop In Birational Geometry II, Imperial College, ロンドン, 2018 年 12 月 5-6 日.
3. (オーガナイザー) 第五回若手代数複素幾何研究集会, 函館コミュニティプラザ G スクエア, 2018 年 8 月 6-9 日.
4. (オーガナイザー) 代数幾何学サマースクール 2018, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 7 月 28 日-8 月 1 日.

G. 受賞

1. 2018 年度 日本数学会賞建部賢弘賞奨励賞, 2018 年 10 月.

鮑 園園 (BAO Yuanyuan)

A. 研究概要

Heegaard Floer ホモロジーは 3 次元多様体や結び目の位相不変量として知られている。この不変量の量子トポロジー的な意味を解明するのが本研究の主な目的である。三価空間グラフは、量子トポロジーにおいて、様々なところで重要な役割を担っている。私は、三価空間グラフの Heegaard Floer ホモロジーについての研究を行っている。2018 年度も、この研究を続いた。Heegaard Floer ホモロジーのオイラー標数は Alexander 多項式である。2017 年度、共同研究者の Zhongtao Wu 氏と共に、三価空間グラフの Alexander 多項式の研究を行い、その量子トポロジー的な定義及び様々な性質を解明した。今年度、Heegaard Floer ホモロジーの量子トポロジー的な定義及び諸性質についての研究を試みた。研究結果は次の通りである。

Heegaard Floer 複体には、Alexander 次数と Maslov 次数と呼ばれる二つの次数が存在する。Heegaard Floer 複体の境界作用素は Alexander 次数を保ち、Maslov 次数を一つ下げる。空間グラフの図式が与えられると、図式上に Heegaard Floer 複体を定義できる。2018 年度、図式上に定義される Heegaard Floer 複体の Alexander 次数と Maslov 次数の状態和による計算法を与えた。この計算の応用として、平面に埋め込まれる三価グラフの Heegaard Floer ホモロジーはその Alexander 多項式によって決められることがわかった。今後、平面三価グラフの Alexander 多項式に関するいくつかの関係式（MOY-type 関係式）の Heegaard Floer ホモロジーにおける表し方を調べる予定です。

Heegaard Floer homology is a topological invariant defined for a 3-dimensional manifold or a knot embedded in S^3. The main purpose of my research is to understand the quantum topological meaning of this invariant. It is well-known that trivalent spatial graphs take on a big role in the construction of various quantum invariants for a 3-manifold or a knot. I have been studying the Heegaard Floer homology for a trivalent graph in recent years. The Euler characteristic of the Heegaard Floer homology is the Alexander polynomial. In the year 2017, with my collaborator Zhongtao Wu, we investigated the Alexander polynomial of a trivalent graph. We found several important relations (MOY-type relations) and properties for this polynomial. I showed later that this polynomial is equivalent to Viro's $gl(1|1)$-Alexander polynomial of a trivalent graph. In the year 2018, I continued my research on the Heegaard Floer homology of a trivalent graph. The results we found so far are as follows.

There are two gradings on the Heegaard Floer complex, the Alexander grading and the Maslov grading. The boundary map preserves the Alexander grading and decreases the Maslov grading by one. Given a graph diagram, we can defined a Heegaard Floer complex on it. In the year 2018, we provided state sum formulae for the Alexander grading and the Maslov grading of the Heegaard Floer complex defined

on a graph diagram. As a corollary of the state sum formulae, we showed that the Heegaard Floer homology for a planar trivalent graph is completely determined by its Alexander polynomial. In the future, I plan to focus on the MOY-type relations for a trivalent graph, and want to find the counterparts of them on the Heegaard Floer homology.

B. 発表論文

1. Yuanyuan Bao, Heegaard Floer homology for embedded bipartite graphs, 京都大学数理研講究録, No. 2004, (2016), pp.1–12.
2. Yuanyuan Bao, Polynomial splittings of Ozsváth and Szabó's d-invariant, Topology Proceedings, Vol. 46, (2015), pp 309 - 322.
3. Yuanyuan Bao, On knots having zero negative unknotting number, Indiana University Mathematics Journal. Vol. 63 No. 2, (2014), pp 597–613.
4. Yuanyuan Bao, A note on knots with H(2)-unknotting number one, Osaka Journal of Mathematics, Vol. 51, No. 3, (2014), pp 585–597.

C. 口頭発表

1. A topological interpretation of Viro's $gl(1|1)$-Alexander polynomial of a graph, East Asia conference on Gauge theory and related topics, 京都大学, 2018 年 9 月.
2. The Alexander polynomial of a trivalent spatial graph and its MOY-type relations, 岡潔女性数学者セミナー, 奈良女子大学, 2017 年 12 月.
3. The Alexander polynomial of a colored trivalent graph and its MOY-type relations, 4 次元トポロジー, 大阪市立大学, 2017 年 11 月.
4. The Alexander polynomial of the balanced bipartite graph, 微分トポロジー 17, 電気通信大学, 2017 年 3 月.
5. Heegaard Floer homology for embedded bipartite graphs, Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学, 2016 年 5 月.
6. Heegaard Floer homology for transverse graphs with sinks and sources, Atelier de travail franco-japonais sur la géométrie des groupes modulaires et des espaces de Teichmüller (日仏共同研究（タイヒミュラー空間）小研究集会), 東京大学, 2015 年 11 月.

D. 講義

1. 数学 I (PEAK) : 一変数及び多変数微分積分学入門を教えた.（PEAK 一年生向け講義）

F. 対外研究サービス

1. 書評:P. Ozsváth, A. Stipsicz and Z. Szabó, Grid Homology for Knots and Links, Math. Surveys Monogr., 208, Amer. Math. Soc., 2015 年, 410 ページ. (『数学』第 71 巻第 1 号 2019 年 1 月冬季号に掲載)
2. 研究集会のオーガナイザー : Volume Conjecture in Tokyo, 東京大学, 2018 年 8 月.

山本 宏子 (YAMAMOTO Hiroko)

A. 研究概要

反応拡散系などに現れるパターン形成問題が主な研究対象である．本年度は主に，自己重力作用を持つ圧縮性 Navier-Stokes 方程式の静止平衡解が，自己重力崩壊を起こして不安定化する問題に取り組んだ．これは，榎本翔太氏と関坂歩幹氏との共同研究である (C. 口頭発表 1)．安定な静止平衡解の不安定化に伴う解のダイナミクスを調べるために，中心多様体縮約が可能なことを示し，さらに縮約方程式の主要部を導出した．得られた縮約方程式は，圧力と自己重力の関係から，生態学等に現れる競争系と同様の常微分方程式になることが分かった．これにより不安定化した静止平衡解から新たな平衡解が生まれる．また，非自明な平衡解は，ポリトロープ指数に応じて指数関数的に増大する場合，対称性を持ったパターンや層状パターンが現れる

場合に分類することができた．論文は準備中である．

My research is mainly concerned with reaction-diffusion systems and pattern formation. In this year, we considered dynamics of the compressible Navier-Stokes equation with self-gravity. This is a joint work with Doctor Shota Enomoto and Doctor Ayuki Sekisaka(see C. 1). To investigate the dynamics by destabilization of the trivial equilibrium, we proved the existence of a center manifold near it by verifying hypotheses of the center manifold theory and also obtained essential parts of the reduction equations over the center manifold. The reduction equations are ODEs similarly to the competition system in ecology from the relation of pressure and self-gravity. By the standard calculation, the nontrivial equilibria appear. Moreover, by classifying the equilibria and the polytrope index, we got the solutions of the PDE which have the exponential growth, the symmetric and layer patterns, respectively. The article for this result is in preparation.

B. 発表論文

1. H. Ninomiya and H. Yamamoto, Reaction-diffusion approximation of a semilinear wave equation, submitted to Discrete Contin. Dyn. Syst.
2. I. Takagi and H. Yamamoto, Locator function for concentration points in a spatially heterogeneous semilinear Neumann problem, *Indiana Univ. Math. J.* **68** (2019), 63–103.
3. M. Iida, H. Ninomiya and H. Yamamoto, A review on reaction-diffusion approximation, *Journal of Elliptic and Parabolic Equations*, December 2018, Volume 4, Issue 2, 565–600, DOI: 10.1007/s41808-018-0029-y.
4. H. Ninomiya, Y. Tanaka and H. Yamamoto, Reaction-diffusion approximation of nonlocal interactions using Jacobi polynomials, *Jpn. J. Ind. Appl. Math.*, **35** (2018), 613–651.
5. H. Ninomiya, Y. Tanaka and H. Yamamoto, Reaction, diffusion and non-local interaction, *J. Math. Biol.*, **75** (2017), 1203–1233.
6. Y. Tanaka, H. Yamamoto, H. Ninomiya, Mathematical approach to nonlocal interactions using a reaction-diffusion system, *Dev. Growth Differ.*, **59** (2017), 388-395.
7. H. Yamamto, Concentration points in stationary solutions of spatially heterogeneous reaction-diffusion equation, Proceedings of 43rd Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, *Hokkaido University technical report series in mathematics*, No. 175 (2018), 89–93 (査読なし).

C. 口頭発表

1. 星間ガスの自己重力不安定化に対する縮約方程式と分岐解析, 2018 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2018 年 12 月.
2. ある微分方程式に対する反応拡散近似, 東北大学応用数学セミナー, 東北大学, 2018 年 10 月.
3. いくつかの微分方程式に対する反応拡散近似, 東京大学応用解析セミナー, 東京大学, 2018 年 10 月.
4. Concentration points in stationary solutions of a spatially heterogeneous reaction-diffusion equation, 第 43 回偏微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学, 2018 年 8 月.
5. Concentration phenomenon in stationary solutions of a spatially heterogeneous reaction-diffusion equation, The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and applications, Taipei, Taiwan, July, 2018 年.
6. ある反応拡散方程式のスポット解と空間非一様性との関係, 2017 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2017 年 12 月.
7. 半線形波動方程式の反応拡散近似, 2017 年度秋季総合分科会 (函数方程式論分科会), 山形大学, 2017 年 9 月.

8. 空間的に非一様な反応拡散方程式における点凝集定常解の構成, 研究集会: 拡散成分と非拡散成分が共存する反応拡散系がつくるパターン, 東北大学, 2017 年 2 月.

9. 波動方程式の反応拡散近似, 2016 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2016 年 12 月.

10. A reaction-diffusion approximation to nonlocal interactions, 中国人民大学数学科学研究院 Colloquium, 中国人民大学, 2016 年 11 月.

特 任 教 授 (Project Professors)

大田 佳宏 (OHTA Yoshihiro)

A. 研究概要

応用数理解析を用いて、自動化ロボットに搭載する AI (Artificial Intelligence) の研究開発をアイソトープ総合研究センターなどと共同研究で行っている。複雑かつ繊細な作業とビッグデータ解析まで行う自律発見ロボットの開発をめざす。現在は、先端的な企業、病院、研究機関などと連携することで融合研究を推進していおり、特に応用分野としては遺伝子の転写をターゲットとしている。

遺伝子の転写とは、DNA 配列を鋳型に RNA polymerase II (RNAPII) という酵素によって遺伝子が読まれ RNA が合成される現象を指し「生命の基本原理」とも考えられている。一方で、転写の生成物である RNA は時間変異性が高く微小不均一性を持つため、細胞を用いた実験において高時間分解能の現象観察を行うことは難しいのが現状である。そこで、観察不可能な領域における高分解能の検証を可能とし、構築したモデルの再現性を保証するため、超離散系シミュレーションなどの数理科学的手法が必須となる。我々はセルオートマトンを用いた RNAPII のシミュレーションによって、速度変化をしながら自由流として運動する転写の様子を再現した。この速度変化領域と前方の RNAPII との時空間の間隔によって RNAPII の衝突が起こることを示し、渋滞の発生する相転移の閾値も導出することができた。

一方で、生物医学分野における大規模次世代遺伝子解析装置などの実験手法の進歩によって、転写運動の基盤となるクロマチン構造が動的に変化していることもわかってきている。そのため、セルオートマトンを用いた転写モデルについても、サイトの動的変化まで取り入れたモデルを導入する必要性が出てきた。我々は本問題点を解決するため、確率セルオートマトンのモデルである ASEP を拡張し、DNA 構造が 3 次元的近傍にあるサイト間で写像を導入することで RNAPII の転移が可能となる新規モデルを構築した。この新規モデルのシミュレーション結果によって、一部の遺伝子についての細胞実験の結果を正確に再現することができた。

By leveraging applied mathematical analysis, the research and development of AI (Artificial Intelligence) for the automated robot as a joint research with Isotope Science Center and others are ongoing. We target to develop an autonomous discovery robot that can perform complicated and delicate work and even big data analysis.

Currently, we are promoting integrated studies by collaborating with leading companies, hospitals, research institutes, etc. In particular, we target the transcription dynamics of genes as an application.

Transcription is a fundamental cellular process in which the RNA polymerase enzymes play a central role. In eukaryotes, RNA polymerase II (RNAPII) is responsible for this process, and genome-wide studies show that transcription by RNAPII is dynamically regulated. Due to the experimental difficulty in molecular biological approach, the picture of the gene transcription remains snapshot rather than dynamical views. Therefore, to reveal the principles of transcription, the mathematical modeling and simulation by fusing spatiotemporal deep analysis of real data are crucial.

By the cellular automaton (CA) simulation of the mobility of RNAPII over long distances, we found that the RNAPII molecules move as a free flow state, though there exist regions of reduced velocity, as far as the time interval between nearest RNAPII molecules is larger than the time required for an RNAPII passing the exclusion length in the reduction region. If the reduction is strong enough to reach a certain threshold, a transition occurs from the free flow state to the states with congested and repetitive flows.

On the other hand, by combining next generation sequencing and chromosome conformation capture (3C), it becomes evident that chromatin domains which represent the transcription basic structural units move dynamically within the nucleus. Therefore, it is required to apply this dynamical movement and configura-

tional changes to the CA model.
We previously identified transitions of RNAPII in the spatial configuration of DNA. Our formulation was extending the asymmetric simple exclusion process (ASEP) and derived an analytical expression for the dwell time distribution of the RNAPIIs during transcription. Also, we adopt the RNAPII transfer methods by mapping n forward (or backward) jump routes and m proximal points. Then we show that the simulation results of this model are consistent with the experimental findings for actual gene transcriptions. After that, we will make a detailed comparison of the results from the realistic simulation for a specific gene with the experimental data obtained here. Studies in this model also emphasize RNAPII flow stability and a fault tolerant system of the gene transcription.

B. 発表論文

1. Yoichi Nakata, Yoshihiro Ohta, Sigeo Ihara “Periodic orbit analysis for the deterministic path-preference traffic flow cellular automaton”, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics (2019) 36:25-51.

2. Hosokawa Y, Hosokawa I, Shindo S, Ohta Y, Ozaki K, Matsuo T. “Alkannin inhibits CCL3 and CCL5 production in human periodontal ligament cells”, Cell Biology International, Volume 40, Issue 12, December 2016, Pages 1380-1385.

3. Maejima T, Inoue T, Kanki Y, Kohro T, Guoliang Li, Ohta Y, Kimura H, Kobayashi M, Taguchi A, Tsutsumi S, Iwanari H, Yamamoto S, Aruga H, Dong S, Stevens JF, Poh HM, Yamamoto K, Kawamura T, Mimura I, Suehiro J, Sugiyama A, Kaneki K, Shibata H, Yoshinaka Y, Doi T, Asanuma A, Tanabe S, Tanaka T, Minami T, Hamakubo T, Sakai J, Nozaki N, Aburatani H, Nangaku M, Ruan X, Tanabe H, Ruan Y, Ihara S, Endo A, Kodama T, Wada Y. “Direct Evidence for Pitavastatin Induced Chromatin Structure Change in the KLF4 Gene in Endothelial Cells”, PLoS One. 2014 May 05;9(5):e96005. doi: 10.1371/journal.pone.0096005.

C. 口頭発表

1. 大田佳宏,「AI SMART ROBOT NETWORK」, 鹿児島大学トップセミナー, 2019 年 2 月 14 日, 鹿児島大学.

2. 大田佳宏,「情報通信技術関連の企業としての AI の活用」, 徳島ビジネスマッチングデー in 東京 2018, 2018 年 11 月 1 日, ホテルオークラ東京.

3. 大田佳宏,「AI・ロボット技術の活用事例と今後の技術的進化」, 徳島経済同友会, 2018 年 10 月 22 日, 阿波観光ホテル.

4. 大田佳宏,「AI Smart Robot Network」, 平成 30 年度国立大学理学系学長会議, 2018 年 10 月 12 日, 徳島大学新蔵キャンパス.

5. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, とくしま経済飛躍サミット, 2018 年 10 月 11 日, ときわホール.

6. 大田佳宏,「AI Smart Robot Network」, 第 3 回ドリンクジャパンセミナー, 2018 年 6 月 28 日, 東京ビックサイト.

7. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 一般社団法人徳島ニュービジネス協議会, 2018 年 6 月 16 日, 徳島グランヴィリオホテル.

8. 大田佳宏,「データ資産と AI を活用したビジネス価値の創造」, Google Leaders Circle, 2018 年 5 月 16 日, 六本木ヒルズ Google オフィス.

9. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 徳島商工会議所金融部会主催公演会, 2018 年 4 月 19 日, 徳島ワシントンホテルプラザ.

10. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 第 1 回 AIRPA セミナー, 2018 年 2 月 26 日, 徳島県徳島市港産業株式会社本社.

11. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 平成 29 年度徳島県産業教育振興会情報交換会, 2018 年 1 月 16 日, 徳島県徳島市ザグランドパレス.

12. 大田佳宏,「AI スマートロボットネットワーク」, 東京徳島産業経済倶楽部会合, 2017 年 11 月 30 日, 東京都千代田区学士会館.

13. 大田佳宏,「AI SMART ROBOT の研究開発とそのビジネスモデル」, 産学連携数理レクチャー, 2017 年 10 月 5 日, 理化学研究所 大河内記念ホール.

14. 大田佳宏,「高度数学を用いた AI プロファイリング・スコアリングの金融・ヘルスケア分野への応用」, 2017 年 6 月 23 日, 一般社団法人 FinTech 協会.

15. Yoshihiro Ohta,「AI Smart Robot Network for Biomedical Analysis」, AI in Asia, 2017 年 3 月 6 日, 早稲田大学国際会議場井深大記念ホール.

16. 大田佳宏,「Dynamic Approaches to Living System in Cell Biology」, 第 68 回日本細胞生物学会大会　細胞生物学の生命動態研究シンポジウム, 2016 年 6 月 16 日, 京都テルサ大会議室.

17. 大田佳宏,「Cellular-automaton model of the cooperative dynamics of RNA polymerase II during the transcription process in human cells」, 文部科学省科学技術試験研究委託事業「数学・数理科学と諸科学・産業との協働によるイノベーション創出のための研究促進プログラム」生命ダイナミクスの数理とその応用, 2015 年 12 月 11 日, 東京大学大学院数理科学研究科 大講堂.

18. 大田佳宏,「Ultradiscrete Modeling of Pol II dynamics for gene transcription」, BMB2015 第 38 回日本分子生物学会年会、第 88 回日本生化学会大会 合同大会, 2015 年 12 月 3 日, 神戸商工会議所 3 階 神商ホール B (第 27 会場).

19. 大田佳宏,「転写機構解明のための時空間数理モデル」, 生命動態システム科学四拠点・CREST・PRESTO 合同シンポジウム「生命動態の分子メカニズムと数理」, 2015 年 3 月 16-17 日 京都大学 芝蘭会館 稲盛ホール.

20. 大田佳宏,「遺伝子の転写機構解明のための数理モデル」, Seminar on Mathematics for various disciplines (諸分野のための数学研究会), 2015 年 1 月 27 日, 東京大学.

21. 大田佳宏,「転写機構解明のための数理モデルとシミュレーション」, 日本数学会（2014 年度年会)「数学連携ワークショップ　-生命科学、材料科学における数理-」（主催：文部科学省、統計数理研究所）2014 年 3 月 16 日, 学習院大学.

22. 大田佳宏,「転写過程の情報処理と数理モデル」, 数学協働プログラム「生命ダイナミックスの数理とその応用」(主催：統計数理研究所）, 2014 年 1 月 22 日, 東京大学大学院数理科学研究科 大講義室.

D. 講義

1. 数理科学基礎： 理科 I 類 1 年生 (2, 4, 5, 8 組) の必修科目 S1 ターム、および文科各類の選択科目.

2. 線型代数学： 理科 I 類 1 年生 (2, 4, 5, 8 組) の必修科目 S2, A1, A2 ターム、および文科各類の選択科目.

中川 淳一 (NAKAGAWA Junichi)

A. 研究概要

異分野融合に数学を活用し数学イノベーションを推進 : (1) 数学により抽象化した枠組みのなかで現実世界の問題をとらえ、問題の根源を明らかにすること、(2) 数学により構築した枠組みをもとに既存技術の再構築を図り、ゼロベースから新しい技術概念を創出すること、(3) 技術の出口をつくり、技術概念の製造現場や社会への普及を図り、イノベーションに繋げること。そのため、国内外の人脈を背景に、世界最先端の数学理論を駆使して、ニーズに対応する技術を世界最速での提案を目指す。

I have used mathematics to create an interdisciplinary platform for dealing with the problems of industry and society. This is the concept of mathematical innovation: (1)Clarification of the principle of the problem by looking at the real-world problems an abstracted framework using mathematics (2)Reconstruction of the existing technical concept based on the constructed framework and creating new

technological concept by "think from zero" using mathematics (3) Applying the technology and attempting to promote it among the manufacturing field and society, and leading them to innovation. With my domestic and international networks, I propose an appropriate technology toward industrial needs at the fastest speed in the world using cutting-edge mathematical theories.

B. 発表論文

1. T. Kumano, J. Nakagawa: "A derivation of coincidence relations utilizing quaternion and matrix based on the hexagonal lattice for material engineers", International Journal of Mathematics for Industry, **11**, No.1 (2019).

2. H. Hamada, S. Matsutani, J. Nakagawa, O. Saeki, M. Uesaka: "An algebraic description of screw dislocations in SC and BCC crystal lattices", Pacific Journal of Mathematics for Industry, PJMI-D-16-00014R3 (2018).

3. 中川淳一: "インダストリアルマテアリアルズ　数学と物質・材料との連携の展開", 応用数理 28 巻 4 号 (2018).

4. A. Micheletti, J. Nakagawa, A. A. Alessi, D. Morale, E. Villa: "A germ-grain model applied to the morphological study of dual phase steel", Journal of Mathematics in Industry, **6(1)**, 1-24 (2016).

5. 山本昌宏，中川淳一: "製鉄業における課題と逆問題:数学手法の汎用性と技術の横展開（その二）", 数学セミナー, 9 月号 (2016).

6. 山本昌宏，中川淳一: "製鉄業における課題と逆問題:数学手法の汎用性と技術の横展開（その一）", 数学セミナー, 7 月号 (2016).

7. J. Nakagawa: "Non-Stationary Analysis of Blast Furnace through Solution of Inverse Problems and Recurrence Plot, Mathematical Approach to Research Problems of Science and Technology, - Theoretical bases and mathematical modeling", Ch.32, Springer International (2014).

8. M. Suzuki, K. Katsuki, J. Imura, J. Nakagawa, T. Kurokawa, K. Aihara: "Simultaneous optimization of slab permutation scheduling and heat controlling for a reheating furnace", Journal of Process Control, **24** (2014) 225-238.

9. J. Nakagawa, G. Nakamura, S. Sasayama, H. Wang: "Local maxima of solutions to some nonsymmetric reaction-diffusion systems", Mathematical Methods in the Applied Sciences, **37**, Issue 5, pp.752-767 (2014).

C. 口頭発表

1. Creating an Interdisciplinary Platform Based on Inverse Problems, International Conference on Inverse Problems、復旦大学 (2018.10.12-14).

2. Algebraic Analysis of Orientation Relationship Created by Phase Transition in Crystals, 九大マスフォア・インダストリ研究集会「結晶の界面、転位、構造の数理」, 2017.8.23.

3. 製造プロセスにおける数理的研究の現状と、数理科学と物質・材料の連携の展開について, 日本数学会 2016 年度秋季総合分科会 数学連携ワークショップ　〜物質材料科学に潜む「数理」を探る〜, 関西大学, 2016.9.16.

4. 中川淳一, 製造プロセスにおける数理的研究の現状と、数理科学と物質・材料の連携の展開について, 日本機械学会 2016 年度年次大会　産業に応える数学 ー幾何・統計・計算数学からものづくりへー, 九州大学, 2016.9.13.

5. 数学協働プログラムワークショップ「MI 2（情報統合型物質・材料開発）と数学連携による新展開」,JST 東京本部, 2016.2.26.

6. 製造プロセスにおける数理的研究の現状と、数理科学と物質・材料の連携の展開について, 数学協働プログラムワークショップ「MI2（情報統合型物質・材料開発）と数学連携による新展開」, ＪＳＴ東京本部, 2016.2.26.

7. 数学が製造現場・研究現場を変える〜数学イノベーションの可能性, 忘れられた科学-

数学から 10 年　数学イノベーションの現状と未来　講演会, 文部科学省, 2015.4.16.

8. 数学をコアにした異分野融合の産学連携, 数学の産業応用シンポジウム, 東京大学生産技術研究所, 2014.2.21.

D. 講義

1. 社会数理先端科学 I 後期「数学・数理科学と諸科学・産業との連携に必要なコミュニケーション力を身につけるために」（２月）: 数学の裾野（数学と諸科学・工学・産業・社会との関わり）を拡げることを目的に、自分の専門領域以外の人とのコミュニケーションの仕方を学ぶことを目的に、下記構成の講義を実施。1 新日本製鐵株式会社君津製鉄所の工場見学、2 自身の研究課題を判り易く説明し、出席者全員による議論と質疑応答の過程を通し、できるだけ平易な言葉で自分の考えを相手に伝え共感を得るためのコミュニケーション力を学ぶ。講義終了後に、自分の専門とする数学と実社会の関わりについてレポートを提出 (数理大学院, FMSP プログラム）

2. 社会数理実践研究　格子班（〜2017.10)、材料班（2017.11〜）(数理大学院, FMSP プログラム)

F. 対外研究サービス

1. 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所　産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点　運営委員会委員

2. ＪＳＴ　CREST 革新材料開発領域アドバイザー

3. 文部科学省・ＪＳＴ　戦略的創造研究推進事業 2019 年度戦略目標の検討に関するワークショップ（数理的情報活用基盤）

藤原毅夫 (FUJIWARA Takeo)

A. 研究概要

- **密度汎関数理論に基づいた強結合電子構造モデルの確立:** 現在の第一原理電子構造理論は，原子の位置と種類を与えれば，系の基底状態の構造および物性を知ることができる．実用上は，系の有限温度の性質，不純物などを添加した時の性質の変化，外場に対する応答などを知る必要がある．

  本研究では従来の研究に続けて，数百万原子系の大規模固有値問題を有効的に解くアルゴリズム開発（課題１），およびそれらの系の数 10 ナノ秒に亘る全原子配置の変化を（固有値問題を忠実に解くことをせずに）追う分子動力学手法の開発（課題２），をおこなう．

  課題 1 の大規模固有値問題を有効的に解く方法については，数年前に COCG 法（Conjugate Orthogonal Conjugate Graduent 法）の応用として提案し，既に実際に利用されている．課題 2 では，幾つかの結晶系で第一原理計算を行い，その計算結果を参照系として汎用的なパラメータを得、未知の物質や大きな系での情報を得る方向で手法開発を行っている．

  Semi-empirical method for constructing Hamiltonian : A novel tight-binding method is developed, based on the extended Hückel approximation, with referring the electronic structure and the total energy, obtained by the first principles method. This is a kind of parameter theory, in which the parameters are so adjusted by computer that the result can reproduce the results of the first principles calculation. The algorithm for determining parameters has been established, and the computer program is now being coded and will be provided to a wide variety of researchers.

- **文科系学部における数学基礎教育の在り方 :** 実社会における数学の利用は，至るところに広がりかつ深まっている．しかし学生はこれを意識せずまた教育の内容・方法も大きく変わっていない．そのため，学生の数学離れを生み，最近のデータサイエンスの重要性が叫ばれるに至った．

  この課題に対しての一つの解決策として，可能な講義の形を検討している．現在は多くの文科生を対象とした、大人数講義の内容

に即して使用するマニュアルを作成し、実際の講義の中で利用し、講義の実効を挙げることを検討している。

Basic education of mathematics in social sciences : The use of mathematics is spreading and deeply everywhere in the real world. However, at the education of mathematics, students are not conscious of this point. We are now investigating a lecture style of mathematics for social sciences. We are planning to use MATLAB program in lectures for social sciences.

B. 発表論文

1. T. Fujiwara, S. Nishino, S. Yamamoto, T. Suzuki, M. Ikeda, and Y. Ohtani, "Total-energy assisted tight-binding method based on local density approximation of density functional theory", Joul. Phys. Soc. Jpn. **87**, 064802 (2018).
2. S. Nishino, T. Fujiwara, N. Watanabe, and S. Yamamoto, "Parameter determination procedure for extended Hückel approximation and its application for solid-states electrolytes", J. Mol. Model. **21**, 169 (2015).
3. S. Nishino, T Fujiwara and H. Yamasaki, "Nanoseconds Quantum Molecular Dynamics Simulations of Lithium Superionic Conductor $Li_{4-x}Ge_{-x}P_xS_4$", Phys. Rev. B**90**, 024303 (2014).
4. 三浦 沖, 増田 勝也, 坂田 加奈子, 藤原 毅夫, "複数講義室をつなぐ講義のためのシステム開発", 工学教育, vol.66, no.5, 13, (2018).
5. 坂田 加奈子, 戸川 久美子, 三浦 沖, 藤原 毅夫, "OCW 向け教育コンテンツ作成の効率化の試み", 工学教育, vol.66, no.3, 73, (2018).
6. 藤原毅夫, "数学基礎教育を再考する", 数理科学（サイエンス社）, vol.645, 2017 年 3 月号, 59, (2017).
7. 浦川肇, 高木泉, 藤原毅夫編著, 数学解析第一編　微分積分学第 2 巻 藤原松三郎著, (内田老鶴圃 2017).
8. 浦川肇, 高木泉, 藤原毅夫編著, 数学解析第一編　微分積分学第 1 巻 藤原松三郎著, (内田老鶴圃 2016).
9. 藤原毅夫, 石井靖, "力学" (数理工学社 2016)
10. 藤原毅夫, 物質・材料テキストシリーズ "固体電子構造論", (内田老鶴圃 2015).
11. 藤原毅夫, 東京大学工学教程 "複素関数論 II", (丸善出版 2014).

D. 講義

1. 数理手法 V　進学先が決定した駒場生を標準の対象とした現代数学の入門講義 (工学部開設科目として設定したが全学部対象), I. 位相と連続, 2. 微分形式と多様体上の微積分, 3. 群と表現, の概要を扱った. (2 年生（後期）共通講義)

F. 対外研究サービス

1. 東京都立小石川中等学校　SSH 運営指導委員
2. NPO 法人科学技術ソフトウェア研究センター理事長

RYBNIKOV Leonid

A. 研究概要

Cactus group is the fundamental group of the real locus of the Deligne-Mumford moduli space of stable rational curves. This group appears naturally as an analog of the braid group in coboundary monoidal categories. We define an action of the cactus group on the set of Bethe vectors of the Gaudin magnet chain corresponding to arbitrary semisimple Lie algebra $\mathfrak{g}$. Cactus group appears in our construction as a subgroup in the Galois group of Bethe Ansatz equations. Following the idea of Pavel Etingof, we conjecture that this action is isomorphic to the action of the cactus group on the tensor product of crystals coming from the general coboundary category formalism. We prove this conjecture in the case $\mathfrak{g} = \mathfrak{sl}_2$ (in fact, for this case the conjecture almost immediately follows

from the results of Varchenko on asymptotic solutions of the KZ equation and crystal bases). We also present some conjectures generalizing this result to Bethe vectors of shift of argument subalgebras and relating the cactus group with the Berenstein-Kirillov group of piecewise-linear symmetries of the Gelfand-Tsetlin polytope.

B. 発表論文

1. L. Rybnikov, Cactus group and monodromy of Bethe vectors. Int. Math. Res. Not. IMRN 2018, no. 1, 202–235.

2. L. Rybnikov, Degeneration of Bethe subalgebras in the Yangian of $\mathfrak{gl}_n$, Lett. Math. Phys. 108 (2018), no. 4, 1083–1107.

3. M. Finkelberg, A. Kuznetsov, L. Rybnikov and G. Dobrovolska, Towards a cluster structure on trigonometric zastava. Selecta Math. (N.S.) 24 (2018), no. 1, 187–225.

4. M. Finkelberg, J. Kamnitzer, K. Pham, L. Rybnikov and A. Weekes, Comultiplication for shifted Yangians and quantum open Toda lattice. Adv. Math. 327 (2018), 349–389.

D. 講義

集中講義.

Title: Bethe ansatz and crystals.

Abstract: Gaudin model is a completely integrable magnet chain attached to arbitrary semisimple Lie algebra $\mathfrak{g}$ and a collection of irreducible representations of $\mathfrak{g}$. It can be solved by algebraic Bethe ansatz method. Feigin and Frenkel interpreted the solutions of Gaudin Bethe ansatz equations as monoderomy-free opers on the projective line, and this allows to prove the completeness of Bethe ansatz. On the other hand, Feigin-Frenkel description of Gaudin model relates it to geometry of moduli spaces of curves. In particular, the fundamental group of the real Deligne-Mumford moduli space of stable rational curves acts on the set of Bethe vectors of the Gaudin magnet chain. It appears as a subgroup in the Galois group of Bethe ansatz equations. This fundamental group (known as Cactus group) arises naturally as an analog of the braid group in coboundary monoidal categories; in particular, it acts on tensor product of Kashiwara crystals. Recently we showed that there is a natural bijection between Bethe vectors of the Gaudin model and highest elements in the tensor product of corresponding crystals, which respects the cactus group action.

In this mini-course I will explain Bethe ansatz for Gaudin model (following Feigin and Frenkel) as well as our recent results (with Iva Halacheva, Joel Kamnitzer and Alex Weekes) relating Bethe ansatz to crystals. More detailed plan is below:

1. Gaudin algebras from the center on the critical level. (main references: Boris Feigin, Edward Frenkel, Nikolai Reshetikhin, Gaudin Model, Bethe Ansatz and Critical Level arXiv:hep-th/9402022 and B. Feigin, E. Frenkel, V. Toledano-Laredo, Gaudin models with irregular singularities arXiv:math/0612798)

2. Bethe ansatz conjecture and opers on the projective line. (main references: Boris Feigin, Edward Frenkel, Leonid Rybnikov, Opers with irregular singularity and spectra of the shift of argument subalgebra arXiv:0712.1183 and Leonid Rybnikov, A proof of the Gaudin Bethe Ansatz conjecture arXiv:1608.04625)

3. Deligne-Mumford space of stable rational curves as the parameter space for Gaudin subalgebras. (main references: Leonardo Aguirre, Giovanni Felder, Alexander P Veselov, Gaudin subalgebras and stable rational curves, arXiv:1004.3253, and Leonid Rybnikov, Cactus group and monodromy of Bethe vectors arXiv:1409.0131)

4. Crystals and commutors. (main references: Andre Henriques, Joel Kamnitzer, Crystals and coboundary categories, arXiv:math/0406478 and Joel Kamnitzer, Peter Tingley, The crystal commutor and Drinfeld's unitarized R-matrix, arXiv:0707.2248) 5. Crystal structure and cactus group action on the set of Bethe vectors. (main references: Leonid Rybnikov,

Cactus group and monodromy of Bethe vectors arXiv:1409.0131, and Iva Halacheva, Joel Kamnitzer, Leonid Rybnikov, Alex Weekes, Crystals and monodromy of Bethe vectors, arXiv:1708.05105)

特 任 准 教 授 (Project Associate Professor)

竹内 知哉 (TAKEUCHI Tomoya)

A. 研究概要

逆問題、数理モデリング、数理最適化、アルゴリズム等の研究、ならびにこれらの研究を通して得られた知見を活用し企業と共同で、鋼板材料の最適設計の製鉄業に現れる問題の実用解法の提案と実装を行っている。
2014 年度から電力系統出力変動対応技術研究開発事業に参画しており、時系列予測における複数予測の統合問題とその電力発電出力予測への応用について研究を行っている。

My research field is inverse problems, mathematical optimization, mathematical modeling and their application to real world problems arising from industry. I also have been engaged in research on time-series based forecasting of wind power generation supported by NEDO project.

B. 発表論文

1. G. Tanaka, R. Nakane, T. Takeuchi, T. Yamane, D. Nakano, Y. Katayama and A. Hirose: "Spatially Arranged Sparse Recurrent Neural Networks for Energy Efficient Associative Memory", IEEE Trans. Neural Netw. Learn. Syst (accepted).

2. T. Takeuchi, Y. Hirata, S. Horai, and K. Aihara: "Japan's R&D Project of Ramp Forecasting Technology: A Forecast Integration Method", The 17th International Workshop, Stockholm, Sweden, 17-19 Oct, 2018.

3. T. Takeuchi: "The Proximal Method of Multipliers for a Class of Nonsmooth Convex Optimization", SEISAN KENKYU 70, 157-164, 2018.

4. S. Okuno, T.Takeuchi, S. Horai, K. Aihara and Y. Hirata: "Avoiding Underestimates for Time Series Prediction by State-Dependent Local Integration", METR 2017 - 22 November 2017.

5. K. Ito, B. Jin and T. Takeuchi: "On the Legendre tau method for fractional boundary value problems with a Caputo derivative", Frac. Cal. Appl. Anal. vol. 19 (2016), pp. 357 - 378.

6. B. Jin and T. Takeuchi: "Lagrange optimality system for a class of nonsmooth convex optimization", Optimization, vol. 65 (2016), pp. 1151 - 1166.

7. Y. Hirata, T. Takeuchi, S. Horai, H. Suzuki and K. Aihara: "Parsimonious description for predicting high-dimensional dynamics", Scientific Reports, Vol. 5, Article No. 15736 (2015).

8. K. Ito, B. Jin and T. Takeuchi: "On the Sectorial Property of the Caputo Derivative Operator", Applied Mathematics Letters 47 (2015), 43 - 46.

9. K. Ito and T. Takeuchi: "Immersed interface CIP for one dimensional hyperbolic equations", Commun. Comput. Phys. 15 (2014), 96 - 114.

10. K. Ito, B. Jin and T. Takeuchi: "Multi-Parameter Tikhonov Regularization – An Augmented Approach", Chin. Ann. Math. 35B(3) (2014), 383 - 398.

C. 口頭発表

1. A mathematical model for elastic-plastic composites and homogenization, Analysis, Control and Inverse Problems for PDEs, Napoli, Italy, November 26-30, 2018.

2. Prediction-step-dependent expert advice: Application to wind energy ramp forecasting, Grand Renewable Energy 2018 International Conference, PACIFICO Yokohama, 2018 年 7 月 19 日.

3. Augmented Lagrangian Methods for Convex Optimization, iTHES(RIKEN)-AIMR(Tohoku)-IIS(Tokyo) Joint Symposium: "New Horizon of Mathematical

Sciences", Suzuki Umetaro Hall at RIKEN Wako campus, Japan, April 28, 2016.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習：微分積分・線型代数の演習を行った (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S1 ターム)
2. 数学基礎理論演習：微分積分・線型代数の演習を行った (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 S2 ターム)
3. 微分積分学演習：微分積分の演習を行った (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
4. 線型代数学演習 ：線型代数の演習を行った (教養学部前期課程理科 I 類 1 年生 A セメスター)
5. 微分積分学演習：微分積分の演習を行った (教養学部前期課程理科 II ・III 類 1 年生 A セメスター)
6. 線型代数学演習 ：線型代数の演習を行った (教養学部前期課程理科 II ・III 類 1 年生 A セメスター)

特任助教　(Project Research Associates)

石本 健太 (ISHIMOTO Kenta)

A. 研究概要

低レイノルズ数流れの流体力学、微生物の遊泳運動、及び関連する応用数学の研究をしている。それらの理論的および数値的な研究を行うと共に，実際の生物画像データの解析や数理モデルの構築なども行なっている。

今年度は主に (1) ヒト精子遊泳ダイナミクスを記述する数理モデルに関する研究、(2) バクテリア鞭毛遊泳の一般論に関する研究、に取り組んだ。以下、それぞれについてより詳細を記す。

(1) ヒト精子鞭毛の高速度顕微鏡画像から鞭毛波形を取得し、それらを主成分分析の低位のモード空間での力学系と捉え、そのリミットサイクル軌道を特徴的な鞭毛波形して、異なる粘度・レオロージーのものとで比較した。特に、高粘度 (1%メチルセルロース溶液) 中では遊泳速度が遅いにも関わらず、特徴的な鞭毛波形のため遊泳効率が通常粘土の流体中での遊泳に比べ遊泳効率が高くなっていることを見出した。さらに、ストークス方程式の直接流体計算により精子周りの流れ場を求め、こちらについても主成分分析によって次元圧縮を行い、低次の主成分パターンが大きく異なっていることを見出した。これらの主成分モードを正則化ストークス極の線型結合で記述し、集団運動を記述する数理モデルを構築した。このモデルは実験データを基にしているだけでなくマルチスケールの現象を数値的に低コストで表現できている。ウシ精子の動的クラスター現象にこのモデルを適用し、実験との良い一致を見た。

(2) バクテリアは螺旋形の鞭毛をもつが、細胞体とは柔軟なフックとよばれる部分を通して結合している。任意の数の鞭毛が弾性的な柔軟性を持つフックで結合したバクテリア遊泳の一般的な流体理論を構築し、特に鞭毛による推進が鞭毛軸周りに対称的な場合について、解析を進めた。鞭毛の配置が対称的な場合の力学的安定性問題を解析し一般解を与えることに成功した。

I have been studying fluid mechanics of low-Reynolds number flow, dynamics of swimming microorganisms, and related applied mathematics. My research includes theoretical and numerical studies, and also data analysis of biomedical images and mathematical modelling of related phenomena.

In the last academic year, I mainly studied (1) mathematical modelling of human sperm dynamics, and (2) general hydrodynamical theory of bacterial swimming.

(1) Human sperm flagella were taken by high-speed videomicroscopy, and the flagellar waveforms were characterised as limit cycle orbits in the phase space of the principal components. In high viscous mucous analogue (1% methylcellulose) medium, the swimming velocity of the human sperm decreased than that in waterly medium. However, the swimming efficiency is improved by the characteristic flagellar waveform. With further analysis of direct numerical simulation of the Stokes equations, it has been found that the principal components of the flow fields around the swimming cells are remarkably different between the two media. The flow fields were then expressed by linear combinations of the regularised Stokeslets with temporal changes in their strengths. We have used these expressions to establish a mathematical model of the population dynamics of the sperm cells, and found that our model well reproduce the dynamic clustering behaviours experimentally observed in bull sperm.

(2) The bacterial cells possess helical filamentous flagella which are connected to the cell surface via flexible hooks. We have established a general hydrodynamic theoretical framework for the bacterial swimming incorporating the hook flexibility. In particular, we proceeded in details to the case of axisymmetric flagellar propulsion around its long axis, and have successfully provide a general solutions for the elastohydrodynamic stability problem with symmetric configuration of flagella.

B. 発表論文

1. B. J. Walker, K. Ishimoto, R. J. Wheeler and E. A. Gaffney : "Response of monoflagellate pullers to a shearing flow: A simulation study of microswimmer guidance", Phys. Rev. E **98** (2018) 063111.

2. B. J. Walker, R. J. Wheeler, K. Ishimoto and E. A. Gaffney : "Boundary behaviours of Leishmania mexicana: a hydrodynamic simulation study", J. Theor. Biol. **462** (2019) 311–320.

3. K. Ishimoto and E. A. Gaffney : "Hydrodynamic clustering of human sperm in viscoelastic fluids", Sci. Rep. **8** (2018) 15600.

4. K. Ishimoto and E. A. Gaffney : "An elastohydrodynamical simulation study of filament and spermatozoan swimming driven by internal couples", IMA J. Appl. Math. **83** (2018) 655–679.

5. K. Ishimoto, H. Gadêlha, E. A. Gaffney, D. J. Smith and J. Kirkman-Brown : "Human sperm swimming in a high viscous mucus analogue", J. Theor. Biol. **446** (2018) 1–10.

6. K. Ishimoto : "Guidance of microswimmers by wall and flow: Thigmotaxis and rheotaxis of unsteady squirmers in two and three dimensions", Phys. Rev. E **96** (2017) 043101.

7. K. Ishimoto and E. A. Gaffney : "Boundary element methods for particles and microswimmers in a linear viscoelastic fluid", J. Fluid Mech. **831** (2017) 228–251.

8. K. Ishimoto and D. G. Crowdy : "Dynamics of a treadmilling microswimmer near a no-slip wall in simple shear", J. Fluid Mech. **821** (2017) 647–667.

9. K. Ishimoto, H. Gadêlha, E. A. Gaffney, D. J. Smith and J. Kirkman-Brown : "Coarse-graining the flow around a human sperm", Phys. Rev. Lett. **118** (2017) 124501.

10. K. Ishimoto, M. Ikawa and M. Okabe : "The mechanics clarifying counterclockwise rotation of most IVF eggs in mice", Sci. Rep. **7** (2017) 43456.

C. 口頭発表

1. 微生物の遊泳術：単細胞でも生き残れ！, MACS セミナー, 京都大学, 2018 年 12 月.

2. 鞭毛遊泳における柔らかさ, 現象と数理モデル 2018, 岡山, 2018 年 12 月

3. Collective dynamics of human sperm swimming in a viscoelastic medium, 71st Annual Meeting of American Physical Society Division of Fluid Dynamics, Atlanta, USA, 2018 年 11 月

4. Hydrodynamic modelling of human sperm clustering, 11th European Conference on Mathematical and Theoretical Biology, Lisbon, Portugal, 2018 年 7 月

5. Elastohydrodynamic flagellar swimming near a wall and in a shear flow, 8th World Congress on Biomechanics, Dublin, Ireland, 2018 年 7 月

6. Microbial rheotaxis near a wall, Bio Lunch Seminar, DAMTP, University of Cambridge, UK, 2018 年 6 月.

7. Flow patterns around a human sperm in different viscous medium, XIII International Symposium on Spermatology, Stockholm, Sweden, 2018 年 5 月

8. Coarse-grained modelling of human sperm: towards the collective dynamics アクティブマター研究会 2018, 京都大学, 2018 年 1 月

9. Hydrodynamics of sperm rheotaxis and guidance of microswimmers Applied Mathematics Colloquium, Department of Mathematics, University of Sheffield, UK, 2017 年 12 月

10. Regularized Stokeslet representations for the flow around a human sperm, 70th Annual Meeting of the American Physical Society Division of Fluid Dynamics, Denver, USA, 2017 年 11 月

G. 受賞

1. 第 33 回 (2016 年度) 井上研究奨励賞, 2017 年 2 月
2. 第 10 回 (2016 年) 日本物理学会若手奨励賞 (領域 11), 2016 年 3 月

田中 雄一郎 (TANAKA Yuichiro)

A. 研究概要

リー群の無重複表現の統一的扱いを目的とし、小林俊行氏は複素多様体に対する可視的な作用の理論を導入した。実際、小林氏の無重複性の伝播定理を用いることで、リー群の可視的作用から様々な無重複定理を（有限次元か無限次元かを問わず、また離散分解可能か連続スペクトラムを含むかどうかに関わらず）得ることができる。リー群の複素多様体に対する作用が強可視的であると、E. G. F. Thomas と J. Faraut の両氏によって導入された条件 (FT) が満たされる。この条件は適切なスライスの存在を課さないため、逆に条件 (FT) から強可視性が導かれるかどうかは明らかでない。しかし、コンパクトリー群 G の既約で被約な複素空間 X に対する正則な作用については、以下の 3 つの場合に実際に条件 (FT) から強可視性が得られる (論文は準備中)。

- X が正規準射影代数的 $G_{\mathbb{C}}$-多様体のとき。
- X が正規スタイン G-空間のとき。
- G が半単純で X が正規射影代数的 G-多様体のとき。

ただし、$G_{\mathbb{C}}$ は G の複素化とする。現在の議論では作用の複素化を通して強可視性を示しているため、あらかじめ複素化の作用があることを課すか、空間自体が非常に良いという仮定を必要としている。

With the aim of uniform treatment of multiplicity-free representations of Lie groups, T. Kobayashi introduced the theory of visible actions on complex manifolds. By using his propagation theorem of the multiplicity-freeness property, we can obtain various kinds of multiplicity-free theorems for both finite and infinite dimensional representations with discrete and continuous spectra from a visible action. If a Lie group acts on a connected complex manifold strongly visibly, then we can easily see that the G-action satisfies a geometric condition (FT) introduced by E. G. F. Thomas and J. Faraut. The converse implication also holds for a holomorphic action of a connected compact Lie group G on an irreducible reduced complex space X if at least one of the following conditions is satisfied (manuscript in preparation).

- X is a normal quasi-projective algebraic $G_{\mathbb{C}}$-variety.
- X is a normal Stein G-space.
- G is semisimple and X a normal projective algebraic G-variety.

Here $G_{\mathbb{C}}$ is the complexification of G.

B. 発表論文

1. Yuichiro Tanaka, Visible actions on flag varieties of exceptional groups and a generalization of the Cartan decomposition. J. Algebra 399 (2014), 170–189.
2. Yuichiro Tanaka, Geometry of multiplicity-free representations of SO(N) and visible actions. Acta Appl. Math. 142 (2016), 189–205.

C. 口頭発表

1. 等質空間上の調和解析, Langlands and harmonic analysis, 芳泉閣, 静岡県熱海市, 2017 年 3 月 8 日.
2. 双対群の性質について（Knop の最近の論文から）, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学玉原国際セミナーハウス, 群馬県，2017 年 8 月 19 日.
3. Visible actions of compact Lie groups on complex spherical varieties, 5th Tunisian-Japanese Conference, Mahdia, Tunisia, December 20, 2017.

4. Visible actions of compact Lie groups on Hamiltonian manifolds, 2017 年度表現論ワークショップ, 県民ふれあい会館, 鳥取県, 2018 年 1 月 6 日.

5. 球等質空間に対する松木分解と球関数の構成, 龍谷表現論セミナー, 龍谷大学経済学部教育・研究センター, 2018 年 2 月 7 日.

6. 運動量写像による簡約化と調和解析, Langlands and Harmonic Analysis (第 3 回), いこいの村富山, 富山県, 2018 年 3 月 15 日.

7. 田中雄一郎，Neeb 氏と Miglioli 氏の論文 Multiplicity freeness of unitary representations in sections of holomorphic Hilbert bundles の紹介， Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis"，東京大学玉原国 際セミナーハウス，群馬県，2018 年 8 月 20 日.

8. 田中雄一郎，等質空間上の調和解析の紹介・リー群の可視的作用について・G-空間 上の固有関数について，同変 K 群の標準基底とその応用に関する研究会，京都大学数理解析研究所，2018 年 9 月 7,8,9 日.

9. 田中雄一郎，G 多様体上の固有関数について，Langlands and Harmonic Analysis (第 4 回), ホテルサンバリーアネックス，大分県，2019 年 3 月 6 日.

10. 田中雄一郎, 簡約型実球部分群に対するカルタン分解，2018 年度表現論ワークショップ，九州大学伊都キャンパス，2019 年 3 月 12 日.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習 (微積分): 微積分に関する演習 (教養学部前期課程講義)

2. 数学基礎理論演習 (微積分): 微積分に関する演習 (教養学部前期課程講義)

3. 代数と幾何補習:テキストの内容の復習 (教養学部前期課程学生)

中安 淳 (NAKAYASU Atsushi)

A. 研究概要

以下に挙げる非線形偏微分方程式に対する粘性解の理論について研究をしている．

1. ハミルトン・ヤコビ方程式 : ハミルトン・ヤコビ方程式は解析力学や前線伝播の問題において重要な役割を果たし，応用上確率測度の空間およびネットワークやフラクタルなどの非ユークリッド空間上の方程式を考察することは意義が大きい．そこで，一般化された空間上のハミルトン・ヤコビ方程式の適切性問題や解の漸近挙動に関する問題について研究している．また，非強圧的非凸ハミルトン・ヤコビ方程式や弱結合系に関しても興味を持って取り組んでいる．

2. 曲率流方程式と全変動流 : 結晶成長学で現れる非局所的曲率流にしたがって運動する曲線の研究に取り組んでいる．特に曲線が関数のグラフとして与えられる場合の 1 次元非線形特異拡散方程式について研究しており，特異性を含む方程式に対する解析手法の開発を進めている．

I study the theory of viscosity solutions for nonlinear partial differential equations as follows.

1. Hamilton-Jacobi equations: It is important from the viewpoint of the application to consider Hamilton-Jacobi equations on non-Euclidean spaces such as spaces of probability measures, networks and fractals since they play essential roles in problems on analytical mechanics and front propagation. I study well-posedness problems and problems on asymptotic behavior of solutions for Hamilton-Jacobi equations in generalized spaces. I also interested in non-coercive non-convex Hamilton-Jacobi equations and weakly coupled systems.

2. Curvature flow equations and total variation flows: I focus on curves moved by nonlocal curvature flow appearing in studies on crystal growth. I in particular study a one-dimensional nonlinear singular diffusion equation in the case when the curve is

a graph of a function, and have developed analysis of equations with singularities.

B. 発表論文

1. A. Nakayasu : “Two approaches to minimax formula of the additive eigenvalue for quasiconvex Hamiltonians”, Proc. Amer. Math. Soc. **147** (2018), 701–710.

2. Q. Liu and A. Nakayasu : “Convexity preserving properties for Hamilton-Jacobi equations in geodesic spaces”, Discrete Contin. Dyn. Syst. **39** (2018), 157–183.

3. T. Namba and A. Nakayasu : “Stability properties and large time behavior of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations on metric spaces”, Nonlinearity **31** (2018), 5147–5161.

4. A. Nakayasu and P. Rybka : “Integrability of the derivative of solutions to a singular one-dimensional parabolic problem”, Topol. Methods Nonlinear Anal. **52** (2018), 239–257.

5. 蕭冬遠、張龍傑、中安淳、若林泰央 : “協同組合の数理解析”, 数理科学実践研究レター (2018), LMSR 2018-8.

6. A. Nakayasu and P. Rybka : “Energy solutions to one-dimensional singular parabolic problems with BV data are viscosity solutions”, Mathematics for Nonlinear Phenomena - Analysis and Computation, 2017, 195–213.

7. N. Hamamuki, T. Namba and A. Nakayasu : “On cell problems for Hamilton-Jacobi equations with noncoercive Hamiltonians and their application to homogenization problems”, J. Differential Equations **259** (2015), 6672–6693.

8. 中安　淳 : “On stability of viscosity solutions under non-Euclidean metrics （非ユークリッド距離構造の下での粘性解の安定性について）”, doctoral thesis (2015).

9. Y. Giga, N. Hamamuki and A. Nakayasu : “Eikonal equations in metric spaces”, Trans. Amer. Math. Soc. **367** (2015) 49–66.

10. A. Nakayasu : “Metric viscosity solutions for Hamilton-Jacobi equations of evolution type”, Adv. Math. Sci. Appl. **24** (2014), 333-351.

C. 口頭発表

1. Convexity preserving properties for Hamilton-Jacobi equations in geodesic spaces, 第 34 回九州における偏微分方程式研究集会, 九州大学, 2017 年 1 月.

2. Stability property and large time behavior of viscosity solutions to Hamilton-Jacobi equations on metric spaces, 発展方程式論とその非線形解析への応用, 京都大学, 2016 年 10 月.

3. Stability properties and large time behavior of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations on metric spaces, International conference on PDE ”TOWARDS REGULARITY”, Institute of Mathematics Polish Academy of Sciences, ポーランド, 2016 年 9 月.

4. Hamilton-Jacobi equations in generalized spaces, 第 63 回幾何学シンポジウム, 岡山大学, 2016 年 8 月.

5. Homogenization and cell problems for noncoercive quasiconvex Hamiltonians, The Shanghai Workshop on Hamilton-Jacobi equations, 復旦大学, 中国, 2016 年 7 月.

6. A viscosity approach for fully nonlinear PDEs with fractional time derivatives, Nonlinear PDE satellite Workshop, 東北大学, 2016 年 7 月.

7. Stability properties and large time behavior of viscosity solutions of Hamilton-Jacobi equations on metric spaces, 広島数理解析セミナー, 広島大学, 2016 年 5 月.

8. (1) Homogenization and cell problems for noncoercive quasiconvex Hamiltonians, (2)

A viscosity approach for fully nonlinear PDEs with fractional time derivatives, FMSP 院生集中講義, 東京大学, 2016 年 3 月.

9. Homogenization and cell problems for non-coercive quasiconvex Hamiltonians, A3 Joint Seminar on Inverse Problems, 復旦大学, 中国, 2016 年 3 月.

10. Hamilton-Jacobi equations in metric spaces, 東京確率論セミナー, 東京大学, 2016 年 1 月.

G. 受賞

1. 数理科学研究科長賞, 2016 年 3 月.

間瀬 崇史 (MASE Takafumi)

A. 研究概要

(1) 前年度に続き, 特異点閉じ込めを通過する方程式の次数増大を特異点のパターンのみから計算する「express method」という手法について考察した。2 階の方程式の場合に, 初期値空間の理論を用いて express method の幾何学的な意味を明らかにした。
(2) Laurent 性を持つ格子方程式について考察した。特に、方程式の定義領域が解に与える影響について調べた。

(1) I studied the "express method", which my collaborators and I invented last year. The express method is a technique to calculate the degree growth of a confining equation, only by means of its singularity structure. Using the theory of spaces of initial conditions, I revealed the algebro-geometric meaning of the method for confining 3-point mappings.
(2) I studied lattice equations with the Laurent property, from the aspect of how the domain affects its solution.

B. 発表論文

1. B. Grammaticos, A. Ramani, R. Willox, T. Mase, Detecting discrete integrability: the singularity approach, *Nonlinear Systems and Their Remarkable Mathematical Structures*, N. Euler (Ed.) (CRC Press, Boca Raton FL, 2018), arXiv:1809.00853.

2. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase, N. Okubo, T. Tokihiro, Toda type equations over multi-dimensional lattices, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 51 (2018): 364002.

3. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase, T. Tokihiro, Nonlinear forms of co-primeness preserving extensions to the Somos-4 recurrence and the two-dimensional Toda lattice equation –investigation into their extended Laurent properties–, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 51 (2018): 355202.

4. X. Huang, K. Takahashi, Y. Kishi, M. Kanai, T. Mase, A modified model on a traffic network and signal optimization, 数理科学実践研究レター (2018): LMSR 2018-4.

5. T. Mase, Studies on spaces of initial conditions for nonautonomous mappings of the plane, *Journal of Integrable Systems* 3 (2018): xyy010.

6. M. Kanki, T. Mase, T. Tokihiro, On the coprimeness property of discrete systems without the irreducibility condition, *SIGMA* 14 (2018): 065.

7. A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox, T. Mase, J. Satsuma, Calculating the algebraic entropy of mappings with unconfined singularities, *Journal of Integrable Systems* 3 (2018): xyy006.

8. T. Mase, R. Willox, A. Ramani, B. Grammaticos, Integrable mappings and the notion of anticonfinement, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 51 (2018): 265201.

9. 神吉雅崇, 時弘哲治, 間瀬崇史, 多次元格子上の擬似可積分系, 京都大学数理解析研究所講究録 2071 (2018): 17–39. (査読なし)

10. T. Mase, R. Willox, A. Ramani, B. Grammaticos, Singularity patterns and dynam-

ical degrees, *Reports of RIAM Symposium* 29 (2018): 29AO-S7,

11. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase, T. Tokihiro, Two dimensional lattice equation as an extension of the Heideman-Hogan recurrence, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical,* 51 (2018): 125203.

C. 口頭発表

1. 間瀬崇史, 2 階差分方程式の初期値空間, 2019 年函数方程式Aセミナー, 新潟県, 2019 年 3 月.

2. 間瀬崇史, ある方程式の次数増大について, 可積分系ウィンターセミナー 2019, 長野県, 2019 年 2 月.

3. T. Mase, R. Willox, A. Ramani, B. Grammaticos, Dynamical degrees and singularity patterns, International Conference on Symmetry and Integrability in Difference Equations, Fukuoka (Japan), November 2018.

4. 間瀬崇史, R. Willox, A. Ramani, B. Grammaticos, 特異点閉じ込めと代数的エントロピー I, 非線形波動研究の新潮流 -理論とその応用-, 九州大学応用力学研究所 (福岡), 2017 年 11 月.

5. T. Mase, Spaces of initial conditions for nonautonomous mappings of the plane, The Tenth IMACS International Conference on Nonlinear Evolution Equations and Wave Phenomena: Computation and Theory, Georgia (U.S.), March 2017.

6. 間瀬崇史, 非自励 2 階差分方程式の初期値空間, アクセサリー・パラメーター研究会 2017, 熊本大学理学部 (熊本), 2017 年 3 月.

7. T. Mase, Spaces of initial conditions for nonautonomous mappings of the plane, Workshop on Discrete Painlevé equations, Tokyo (Japan), December 2016.

8. 間瀬崇史, 多次元格子上の擬似可積分系, 可積分系数理の現状と展望, 京都大学数理解析研究所 (京都), 2016 年 9 月.

9. T. Mase, The Laurent Property and Discrete Integrable Systems, International Conference on Symmetry and Integrability in Difference Equations, Bangalore (India), July 2014.

D. 講義

1. 微分積分学演習: 教養学部前期過程, A セメスター, 理科 I 類 1 年 (28–31). 微積分学の演習を行った.

2. 集合と位相 (補習): 理学部 2 年生, A セメスター, 数学科進学予定者対象. 「集合と位相」の補習授業を行った.

3. 数学学修相談室: 教養学部前期過程, S セメスター, 1, 2 年生対象. 教養学部生からの数学に関する質問を受け付けた.

G. 受賞

1. 東京大学大学院数理科学研究科研究科長賞 (2015 年度)

劉 逸侃 (LIU Yikan)

A. 研究概要

今年度は, 非整数階偏微分方程式の順問題および逆問題に対する数学解析を継続し, 「データサイエンスにおける数学イノベーション」社会連携講座に関連する研究に着手した.

I. 非整数階偏微分方程式. $T>0$, $\alpha\in(0,2]$ を定数とし, $\Omega\subset\mathbb{R}^d$ を有界領域, $\mathcal{A}$ を線形楕円型作用素とする. Caputo 時間微分 ∂_t^α を持つ偏微分方程式

$$(\partial_t^\alpha+\mathcal{A})u=F\quad\text{in }\Omega\times(0,T)$$

の初期値･境界値問題に関して, 次の研究を行った.

1. 順問題. $\alpha\in(0,1)$ かつ解 u がスカラー値の場合は多くな先行研究があったが, 下記の拡張に対する考察を展開した.

(a) $\alpha\in(1,2)$ に対して, 坂本-山本による結果を改善し, 更に $\mathcal{A}$ が非対称の場合も調べ, 解の適切性および解析性を証明した.

(b) 非整数階反応拡散系を考えるため, $\alpha\in(0,1)$ のときベクトル値の u が満たすカップリング･

システムを考え, 解の適切性, 解析性および漸近挙動を調べた.

2. $\alpha \in (0,1)$ **のときの逆問題.**
(a) 源泉項 $F(x,t) = f(x)R(x,t)$ とし, 空間成分 $f(x)$ を最終時刻における観測データ $u|_{\Omega\times\{T\}}$ から決定する問題については, 解析 Fredholm 理論によって一意性を示した (発表論文 7).
(b) 上記と同じ問題で, 部分内部領域における観測データ $u|_{\omega\times(0,T)}$ による再構成については, 離散化された最適化問題の解の存在性, 安定性および収束性を示した (発表論文 8).
(c) 源泉項および係数を決定する問題に関しては, 近年の成果をまとめてレビュー論文を出版した (発表論文 9, 10).

3. $\alpha \in (1,2]$ **のときの逆問題.** 順問題の結果を踏まえ, 以下の逆問題を考察した.
(a) 源泉項が平行移動する, すなわち

$$F(x,t) = \begin{cases} f(x-pt), & 0 < \alpha \le 1, \\ f(x-pt) + g(x-qt), & 1 < \alpha \le 2 \end{cases}$$

の場合, ソースの形状 f, g を境界全体の近傍における観測で決定する問題については, $\alpha \in \{1,2\}$ の場合は条件付き安定性, その他の場合は一意性を証明した.
(b) 源泉項が $F(x,t) = f(x-\gamma(t))$ と移動する場合, 有限個の点における観測で軌道 $\gamma(t)$ を決定する問題については, 条件付き安定性を示した.
(c) $\alpha \in (1,2)$ の場合, 部分境界における一回の観測によって複数の係数を決定する問題については, 特殊な境界条件を課すことによって一意性を証明した.

II. データサイエンスにおける数学解析. 社会連携講座の一員として, 数学駆動人工知能を軸に, 材料最適設計の数学枠組みの構築に取り込んできた. 特に以下の課題に重点を置き, 先行研究を調査しながら研究の準備を整っている.

1. 動的計画法および強化学習
2. 結晶成長のモデルとセル・オートマトン
3. 均質化法の数値解析
4. 最適化による画像処理
5. 材料インフォマティクス

更に関連課題として, ベイズ推定に基づく逆問題の統計手法を論ずる専門書を中訳し, 出版した.

In this academic year, I continued the mathematical analysis on forward and inverse problems for fractional partial differential equations, and started the researches related to the social collaboration course "Mathematics Innovation in Data Science".

I. fractional partial differential equations.
Let $T > 0$, $\alpha \in (0,2]$ be constants, $\Omega \subset \mathbb{R}^d$ a bounded domain, and $\mathcal{A}$ a linear elliptic operator. Concerning the initial-boundary value problems for partial differential equations with Caputo derivatives ∂_t^α in time

$$(\partial_t^\alpha + \mathcal{A})u = F \quad \text{in } \Omega \times (0,T),$$

I carried out the following studies.

1. Forward problems. There is abundant literature for the scalar-valued solution u in the case of $\alpha \in (0,1)$, and I investigated the following generalizations.
(a) For $\alpha \in (1,2)$, I improved the results by Sakamoto and Yamamoto, and further treated the case of asymmetric $\mathcal{A}$ to prove the well-posedness and analyticity of the solution.
(b) In order to consider fractional reaction-diffusion systems, I studied the vector-valued u satisfying a coupling system with $\alpha \in (0,1)$, and investigated the well-posedness, analyticity and asymptotic behavior of the solution.

2. Inverse problems with $\alpha \in (0,1)$**.**
(a) Let the source term $F(x,t) = f(x)R(x,t)$. For the problem on determining its spatial component $f(x)$ by the final time observation data $u|_{\Omega\times\{T\}}$, I showed the uniqueness by the analytic Fredholm theory (Publication 7).
(b) For the same problem as above by the partial interior observation data $u|_{\omega\times(0,T)}$, I showed the existence, stability and convergence of the solution to the discretized minimization problem (Publication 8).
(c) Regarding inverse source problems and coefficient inverse problems, I summarized recent achievements and published review papers (Publications 9, 10).

3. Inverse problems with $\alpha \in (1,2]$**.** Based on the results for forward problems, I considered the following inverse problems.
(a) Assume the parallel translation of the

source term, i.e.

$$F(x,t) = \begin{cases} f(x-pt), & 0 < \alpha \le 1, \\ f(x-pt) + g(x-qt), & 1 < \alpha \le 2. \end{cases}$$

For the problem on determining the source profiles f, g by the observation near the whole boundary, I proved the conditional stability for $\alpha \in \{1, 2\}$ and the uniqueness otherwise.
(b) In the case of a moving source $F(x,t) = f(x - \gamma(t))$, for determining the orbit $\gamma(t)$ by the observation at a finite number of points, I showed the conditional stability.
(c) In the case of $\alpha \in (1, 2)$, for the simultaneous identification of several coefficients by a single measurement on the partial boundary, I proved the uniqueness by imposing a special boundary condition.

II. Mathematical analysis in data science.
As a member in the social collaboration course, I have worked on establishing the mathematical framework of material optimization design, centering on the mathematics-driven artificial intelligence. Especially, I have mainly focused on the following topics and have made preparations for researches along with the survey of literature.

1. Dynamic programming and reinforcement learning
2. Models for crystal growth and cell automata
3. Numerical analysis for homogenization
4. Optimization-based image processing
5. Material informatics

Moreover, as a related topic, I translated and published a monograph on statistical methods for inverse problems based on Bayesian inference in Chinese.

B. 発表論文

1. Y. Liu : "Strong maximum principle for multi-term time-fractional diffusion equations and its application to an inverse source problem", Comput. Math. Appl. **73** (2017) 96–108.

2. D. Jiang, Z. Li, Y. Liu and M. Yamamoto : "Weak unique continuation property and a related inverse source problem for time-fractional diffusion-advection equations", Inverse Problems **33** (2017) 055013 (22pp).

3. Y. Liu and Z. Zhang : "Reconstruction of the temporal component in the source term of a (time-fractional) diffusion equation", J. Phys. A **50** (2017) 305203 (27pp).

4. Y. Wang, Y. Liu and J. Cheng : "A new unique continuation property for the Lamé system in two dimensions" (in Chinese), Sci. Chin. Math. **47** (2017) 1327–1334.

5. J. Yu, Y. Liu and M. Yamamoto : "Theoretical stability in coefficient inverse problems for general hyperbolic equations with numerical reconstruction", Inverse Problems **34** (2018) 045001 (30pp).

6. Y. Liu, D. Xu and J. Cheng (translators), J. P. Kaipio and E. Somersalo : "Statistical and Computational Inverse Problems" (in Chinese), Science Press, Beijing, 2018.

7. Z. Li, X. Cheng and Y. Liu : "Generic well-posedness for an inverse source problem for a multi-term time-fractional diffusion equation", submitted (2018).

8. D. Jiang, Y. Liu and D. Wang : "Numerical reconstruction of the spatial component in the source term of a time-fractional diffusion equation", submitted, arXiv:1812.04235.

9. Y. Liu, Z. Li and M. Yamamoto : "Inverse problems of determining sources of the fractional partial differential equations", Kochubei, Anatoly and Luchko, Yuri (eds.), Handbook of Fractional Calculus with Applications. Volume 2 Fractional Differential Equations, De Gruyter, Berlin (2019) 411–430.

10. Z. Li, Y. Liu and M. Yamamoto : "Inverse problems of determining parameters of the fractional partial differential equations", Kochubei, Anatoly and Luchko, Yuri (eds.), Handbook of Fractional Calculus with Applications. Volume 2 Frac-

tional Differential Equations, De Gruyter, Berlin (2019) 431–442.

C. 口頭発表

1. Inverse problems for hyperbolic equations, Inverse Problems Seminar, Texas A&M University, USA, 2017 年 6 月.

2. Inverse problems for the acoustic equation with a time-dependent principal part, CSRC Summer School on Applied Inverse Problems, Beijing Computational Science Research Center, China, 2017 年 8 月.

3. A new unique continuation property for anisotropic elasticity systems in two dimensions, A3 Workshop on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, CSIAM 2017, Qingdao Huanghai Hotel, China, 2017 年 10 月.

4. Coefficient inverse problem for hyperbolic equations with time-dependent principal parts, Taiwan-Japan Joint Workshop on Inverse Problems, 金沢大学, 2017 年 11 月.

5. Time-fractional diffusion equations: Maximum principle and inverse problem, 草津セミナー 2018, 草津セミナーハウス, 2018 年 1 月.

6. Unique continuation property with partial information for two-dimensional anisotropic elasticity systems, 広島数理解析セミナー, 広島大学, 2018 年 2 月.

7. A new unique continuation property for two-dimensional anisotropic elasticity systems, 9th International Conference "Inverse Problems: Modeling and Simulation", Paradise-Bay Hotel, Malta, 2018 年 5 月.

8. Inverse problems for hyperbolic-type equations with time-dependent principal parts, The 10th Annual Meeting on Inverse Problems, Jilin University, China, 2018 年 5 月.

9. Maximum principle for time-fractional diffusion equations and a related inverse problem, 偏微分方程式の最大値原理とその周辺 3, 北海道大学, 2019 年 3 月.

10. Multiple hyperbolic systems modeling the phase transformation and related inverse problems, HMMC セミナー, 北海道大学, 2019 年 3 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科, 研究科長賞 (2014 年度)

The 10th Annual Meeting on Inverse Problems, 優秀青年学術賞 (2018 年 5 月 28 日)

連携併任講座 (Special Visiting Chairs)

☆ 客員教授 (Visiting Professors)

栗木 哲 (KURIKI Satoshi)

A. 研究概要

「クロネッカー積構造を持つ分散共分散行列の最尤推定量の存在・非存在と一意性」
正規分布に従う n 個の観測値から，クロネッカー積構造を持つ共分散行列を最尤推定する問題を考える．最尤推定量の存在・非存在やその一意性はある 3 元テンソルランク最小化問題の解で特徴づけられる．本問題は，3 元テンソルに対する群作用に対し不変であり，行列束に対するクロネッカー標準形や概均質ベクトル空間の裏返し変換を用いてテンソルデータを標準化することにより，最尤推定量の存在と一意性を決定することができることを示した．(Mathias Drton, 佐藤文広との共同研究)

"Existence and uniqueness of maximum likelihood estimators of Kronecker product covariances"
(Joint work with Mathias Drton and Fumihiro Sato)

B. 発表論文

1. G.-D. Lin, X. Dou, and S. Kuriki: "The Bivariate Lack-of-Memory Distributions", Sankhya A, in press.
2. S. Kuriki, K. Takahashi, and H. Hara, Hisayuki: "Multiplicity adjustment for temporal and spatial scan statistics using Markov property", Japanese Journal of Statistics and Data Science, **1** (2018) 191–203.
3. N. Takayama, S. Kuriki, and A. Takemura: "A-hypergeometric distributions and Newton polytopes", Advances in Applied Mathematics, **99** (2018) 109–133
4. X. Lu and S. Kuriki: "Simultaneous confidence bands for contrasts between several nonlinear regression curves", Journal of Multivariate Analysis, **155** (2017), 83–104.
5. C. Siriteanu, S. Kuriki, D. Richards, and A. Takemura: "Chi-square mixture representations for the distribution of the scalar Schur complement in a noncentral Wishart matrix", Statistics & Probability Letters, **115** (2016), 79–87.

C. 口頭発表

1. The Euler characteristic method for multivariate analysis and random matrices, Random Matrices and their Applications, Kyoto University, 2018.5.22.
2. The Euler characteristic method for multivariate analysis and random matrices, Distinguished Lecture, ims-APRM 2018, Singapore, 2018.6.27.
3. The tail probability of the maximum of a bivariate Gaussian process (2 つのガウス確率過程の最大値の同時裾確率), 極値理論の工学への応用, 統計数理研究所, 2018.7.20.
4. Optimal experimental design that minimizes the width of simultaneous confidence bands, 東北師範大学数学与統計学院セミナー, 長春, 中国, 2018.8.7.
5. Optimal experimental design that minimizes the width of simultaneous confidence bands, COMPSTAT 2018, Iasi, Romania, 2018.8.29.
6. クロネッカー積共分散構造の最尤推定量の存在・非存在 — あるテンソルランク最小化問題, 2018 年度統計関連学会連合大会, 中央大学理工学部, 2018.9.12.
7. クロネッカー積共分散構造の最尤推定量の存在・非存在 — あるテンソルランク最小化問題, 応用統計ワークショップ, 東京大学大学院経済学研究科, 2018.11.2.

8. クロネッカー積共分散構造の最尤推定量の存在・非存在 — クロネッカー標準形とテンソルランク最小化問題, クロネッカー標準形にまつわる諸問題, 東京大学大学院情報理工学系研究科, 2018.11.23.

9. Existence and uniqueness of maximum likelihood estimators of Kronecker product covariances, CFE-CMStatistics 2018, Pisa, Italy, 2018.12.15.

10. Existence and uniqueness of maximum likelihood estimators of Kronecker product covariances, ISI-ISM-ISSAS Joint Conference 2019, Taipei, Taiwan, 2019.1.17.

11. Dependence properties of B-Spline copulas, Pioneering Workshop on Extreme Value and Distribution Theories: In Honor of Professor Masaaki Sibuya, The Institute of Statistical Mathematics, 2019.3.21.

D. 講義

1. 確率統計学 XC・統計財務保険特論 V：(1) 確率モデルを用いない記述統計，(2) 多変量分布理論と統計推測，(3) グラフィカルモデルについて概観した．(数理大学院・4 年生共通講義)

2. 数理科学総合セミナー：「多重検定と確率計算のための数理」と題した集中講義を行った．(数理大学院)

竹内 康博 (TAKEUCHI Yasuhiro)

A. 研究概要

ＨＩＶ感染に代表されるウイルス感染や癌と人間の免疫防御の構造と機能を数理モデルを構築・解析して解明する．

The purpose of my study is to understand the structure and function between virus infection (represented by HIV) or cancer and human immunity by mathematical modeling and its analysis.

B. 発表論文

1. Moitri Sen, Malay Banerjee and Y. Takeuchi, :“Influence of Allee effect in prey populations on the dynamics of two-prey-one-predator model, Mathematical Biosciences and Engineering, 15, 2018,883-904

2. CHANG-YUAN CHENG, YUEPING DONG AND YASUHIRO TAKEUCHI, : “AN AGE-STRUCTURED VIRUS MODEL WITH TWO ROUTES OF INFECTION IN HETEROGENEOUS ENVIRONMENTS, Nonlinear Analysis Series B: Real World Applications, accepted, 39, 2018, 464-491.

3. A. K. Misra, Rajanish Kumar Rai, Yasuhiro Takeuchi, ：“Modeling the effect of time delay in budget allocation to control an epidemic through awareness, International Journal of Biomathematics 11, 2018,1850027

4. A.K. Misra, Rajanish Kumar Rai, Yasuhiro Takeuchi, ：“Modeling the control of infectious diseases: Effects of TV and Social Media Advertisements, MATHEMATICAL BIOSCIENCES doi:10.3934/mbe.2018061 AND ENGINEERING 15, 6, 2018, 1315-1343

5. Toshiyuki Namba, Yasuhiro Takeuchi, Malay Banerjee, ：“Stabilizing effect of intra-specific competition on prey-predator dynamics with intraguild predation,Mathematical Modelling of Natural Phenomena, 13 (2018) 3

6. Yueping Dong, Yasuhiro Takeuchi, and Shinji Nakaoka, ：“A mathematical model of multiple delayed feedback control system of the gut microbiota-Antibiotics injection controlled by measured metagenomic data, Nonlinear Analysis RWA, 43, 2018, 1-17.

7. Naoki Nakada, Mizuho Nagata, Yueping Dong, Yasuhiro Takeuchi, Shinji Nakaoka, : “Mathematical modeling and analysis

of T and NK cell mediated tumor immunotherapy, Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE,9, 2018 295-304.

8. Yueping Dong, Moitri Sen, Malay Banerjee, Yasuhiro Takeuchi, Shinji Nakaoka, : "Delayed feedback induced complex dynamics in an Escherichia coli and Tetrahymena system, Nonlinear Dynamics, 94, ,2018,1447-1466

9. Ranjit Kumar Upadhya Jyotiska Datta, Dhanbad Dhanbad, Yueping Dong, Yasuhiro Takeuchi, : "Emergence of spatial patterns in a damaged difusive eco-epidemiological system, International Journal of Bifurcation and Chaos, 28, 2018, 1830028 (24 pages).

10. Zhichao Jiang, Wanbiao Ma and Y. Takeuchi, : "Dynamics for Phytoplankton-Zooplankton System with Time Delays, Funkcialaj Ekvacioj, 60 (2017) 279-304.

11. Malay Banerjee, Yasuhiro Takeuchi, : "Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence for a class of prey-predator models, Journal of Theoretical Biology, 412, 2017, 154-171.

12. Anuj Kumar, Prashant K Srivastava and Y. Takeuchi, : "Modeling the Role of Information and Limited Optimal Treatment on Disease Prevalence, Journal of Theoretical Biology, 414, 2017, 103-119.

13. Min Yu, Yueping Dong and Y. Takeuchi, : "Dual role of delay effects in a tumor immune system, Journal of Biological Dynamics, 11, 52, 2017, 334–347

14. Sourav Kumar Sasmal, Yueping Dong and Y. Takeuchi, : "Mathematical modeling on T-cell mediated adaptive immunity in primary dengue infections, Journal of Theoretical Biology, 429, 2017, 229-240.

15. S. Nakaoka, S. Kuwahara, Chang Lee, Hyejin Jeon, Junho Lee, Y. Takeuchi, Yangin Kim, : "Chronic Inflammation in the Epidermis: A Mathematical Model, Applied Sciences 6(9):252 · September 2016

16. Shyan-Shiou Chen, Chang-Yuan Cheng, Yasuhiro Takeuchi, : "Stability analysis in delayed within-host viral dynamics with both viral and cellular infections, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 422, 2, 2016, 642–672.

17. S. Nakaoka, S. Kuwahara, Chang Lee, Hyejin Jeon, Junho Lee, Y. Takeuchi, Yangin Kim, : "Chronic Inflammation in the Epidermis: A Mathematical Model,Applied Sciences 6(9):252 · 2016

18. Haiyin Li and Y. Takeuchi, Dynamics of the Density Dependent and Nonautonomous Predator-Prey System with Beddington-DeAngelis Functional Response, DISCRETE AND CONTINUOUS DYNAMICAL SYSTEMS SERIES B, **20**, (2015) 1117–1134.

19. Tsuyoshi Kajiwara, Toru Sasaki and Yasuhiro Takeuchi, : "Construction of Lyapunov functions for some models of infectious diseases in vivo: from simple models to complex models, Mathematical Biosciences and Engineering **12**, (2015) 117-133,

20. Yueping Dong, Gang Huang, Rinko Miyazaki, Yasuhiro Takeuchi, : "Dynamics in a tumor immune system with time delays, Applied Mathematics and Computation, **252**, (2015) 99-113.

21. M. Nagata, Y. Furuta, Y.Takeuchi and S. Nakaoka, : "Dynamical behavior of combinational immune boost against tomor, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, **32**, (2015) 759–770.

22. Ruili Fan, Yueping Dong, Gang Huang and Yasuhiro Takeuchi, : "Apoptosis in Virus Infection Dynamics Models, Journal of Biological Dynamics, **8** (2014) 20–41.

23. Yueping Dong, Rinko Miyazaki and Yasuhiro Takeuchi, : "A mathematical model helper T cells in a tumor immune system, DISCRETE AND CONTINUOUS DYNAMICAL SYSTEMS SERIES B **19** (2014) 55–72.

24. Toshio Sekimura, Yuta Fujihashi and Yasuhiro Takeuchi, : "A model for population dynamics of mimetic butterfly Papilio polyte in the Sakishima Islands, Japan, A model for population dynamics of mimetic butterfly Papilio polyte in the Sakishima Islands, Japan, Jornal of Theoretical Biology, **361** (2014) 133–140.

C. 口頭発表

1. Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence for a class of prey-predator models, The Chinese Society for Mathematical Biology ' s (CSMB) 6th International Conference on Mathematical Biology, 22-25 June 2018, in Beijing, PR China.

2. Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence for a class of prey-predator models, The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, July 5 - July 9, 2018 Taipei, Taiwan

3. HARMLESS MATURATION DELAY IN PREY-PREDATOR TYPE INTERACTIONS, Eighth Workshop Dynamical Systems Applied to Biology and Natural Sciences DSABNS 2017 ´ Evora, Portugal, January 31srt - February 3rd, 2017

4. Revisited: Rosenzweig-MacArthur model and Lotka-Volterra prey-predator model, 6th China India Japan Korea Mathematical Biology Colloquium (CIJKMB), August 23 - 26, 2017, IIT Kanpur

5. Revisited: Rosenzweig-MacArthur model and Lotka-Volterra prey-predator model, The Fourth International Workshop on Biomathematics Modelling and Its Dynamical Analysis, Kobe University at Oct. 3 -Oct. 6, Japan

6. A mathematical modelof multiple delayed feedback control system of the gut microbiota, 第２７回数理生物学会年会, 北海道大学, 10 月 6 日ー 8 日、2017

7. Revisited: paradox of Enrichment, 第 1 回松江数理生物学･現象数理ワークショップ 日程：2017 年 11 月 30 日 (木)-12 月 3 日 (日) 場所：松江テルサ [大会議・研修室 1],

8. Modeling the Role of Information and Limited Optimal Treatment on Disease Prevalence, International workshop on Current Topics in Epidemic Dynamics, June 15-18, 2016 中国、安陽工学院

9. Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence in prey-predator model with Allee effect, 2016 年 CMS サマーミーティング、カナダ、エドモントン, アルバータ大学, 2016, June.

10. Dual role of delay effects in a tumor immune system, The Third International Workshop on Biomathematics Modelling and Its Dynamical Analysis, Heilongjiang University, Harbin China, 6-8 AUG, 2016.

11. Maturation delay for the predators can enhance stable coexistence in prey-predator model with Allee effect, Beijing University of Civil Engineering and Architecture,2016, Aug.

12. Dual role of delay effects in a tumor immune system, International Conference On " Mathematical Modeling and Simulation, Banaras Hindu University, India, August, 2016.

D. 講義

1. 数理科学総合セミナー II

本間 充 (HOMMA Mitsuru)

noindent A. 研究概要

「生活者の Web アクセスログデータの数理的モデルの検討」

生活者個人のアクセスログデータという Big Data の研究。Web アクセスログに加えて、モニターの属性データやアクセスした Web 特徴情報から、データの活用方法や、新たな分析モデルを構築し、さらに Web のアクセス行動の予測

についての研究を行っている。本研究では、実際の実データを活用して行っている。

Mathematical Models from the Big Data by using real Web Access data set: We discuss models for the Web Access Data. We can use the true Web Access data which are making from marketing survey monitors.

D. 講義

FMSP

横山 悦郎 (YOKOYAMA Etsuro)

A. 研究概要

主な研究テーマのひとつは，様々な環境条件に応じて千差万別に成長する結晶の形態（パターン）が出来る上がる仕組を，数理モデルを作って理論的･数値解析的に解明することである．特色としては，実験グループと積極的に共同研究を進める．例えば，国際宇宙ステーション「きぼう」における微小重力環境を使った過冷却水中での氷結晶の形態形成，タンパク質結晶，隕石中に含まれるコンドリュールという鉱物の形成などを行ってきた．そこでは実験結果の解析として画像処理の新しい手法・開発なども手がけている．東大での共同研究では，分子的尺度で平坦な結晶面（ファセット面）において不均一な過飽和度が存在する場合の安定な成長の厳密な取り扱いを数学的・数値解析的に考察した．また結晶成長のみならず，様々な現象の数理モデル確立が研究テーマである．

The morphological prediction of a crystal is interdisciplinary and is related to various subjects, transport and diffusion phenomena, physical chemistry of surface and interface, nucleation, chemical reactions, convection surrounding a crystal, and phase transformation, which involves a lot of mathematical problems. The formation of patterns during the growth of a crystal is a free-boundary problem in which the interface that separates the crystal from a nutrient phase moves under the influence of nonequilibrium conditions. The resulting patterns depend markedly on conditions in the nutrient phase, e.g. temperature and concentration, which influence the growth speed of each element of the interface. Furthermore, the growth speed of each element also depends on the local geometry of the interface, specifically on the interface curvature and the orientation of the interface relative to the crystal axes. My recent subjects are as follows:

1. The growth of single ice crystals from supercooled heavy water was studied under microgravity conditions in the Japanese Experiment Module “KIBO” of the International Space Station (ISS). We discuss the combined effect of tip velocity and basal face kinetics on pattern formation during the growth of ice.
2. Chondrules are submillimeter-sized and spherical-shaped crystalline grains consisting mainly of silicate material observed in chondritic meteorites. We numerically simulated pattern formation of a forsterite Mg_2SiO_4-chondrule in the melt droplet using a phase-field method.
3. We demonstrate the oscillatory phenomenon for the twisting growth of a triclinic crystal through in situ observation of the concentration field around the growing tip of a needle by high-resolution phase-shift interferometry.

B. 発表論文

1. Kenta Murayama, Katsuo Tsukamoto, Atul Srivastava, Hitoshi Miura, Etsuro Yokoyama, and Yuki Kimura : “Measurement of two-dimensional distribution of surface supersaturation over a sodium chlorate crystal surface using multidirectional interferometry”, Crystal Research & Technology, **49**(2014) 315–322.
2. Harutoshi Asakawa, Gen Sazaki, Etsuro Yokoyama, Ken Nagashima, Shunichi Nakatsubo and Yoshinori Furukawa : “Roles of Surface/Volume Diffusion in the Growth Kinetics of Elementary Spiral Steps on Ice Basal Faces Grown from Water Vapor”, Crystal Growth & Design, **14**(2014)3210–3220.

3. Yoshinori Furukawa, Etsuro Yokoyama, Izumi Yoshizaki, Haruka Tamaru, Taro Shimaoka and Takehiko Sone : "Crystal Growth Experiments of Ice in Kibo of ISS", International Journal of Microgravity Science Application, **31**(2014)93–99.

4. Shunsuke Ibaraki, Ryuta Ise, Koichiro Ishimori, Yuya Oaki, Gen Sazaki, Etsuro Yokoyama, Katsuo Tsukamoto and Hiroaki Imai : "Oscillatory growth for twisting crystals", Chemical Communications", **51**(2015)8516–8519.

5. 横山悦郎 : "雪の成長と形", 低温環境の科学事典, 河村公隆 編集代表, 朝倉書店 (2016)363–364.

6. Yoshinori Furukawa, Ken Nagashima, Shun-ichi Nakatsubo, Izumi Yoshizaki, Haruka Tamaru, Taro Shimaoka, Takehiko Sone, Etsuro Yokoyama, Salvador Zepeda, Takanori Terasawa, Harutoshi Asakawa, Ken-ichiro Murata and Gen Sazakii : "Oscillations and accelerations of ice crystal growth rates in microgravity in presence of antifreeze glycoprotein impurity in supercooled water", Scientific Reports 7, 43157; doi: 10.1038/srep43157 (2017).

C. 口頭発表

1. Morphology, roughening and instability, International Symposium & School on Crystal Growth Fundamentals, "New Insights into Crystal Growth Fundamentals: A tribute to Profs. Ichiro Sunagawa and Pieter Bennema", Convention Hall of Hotel Sakan, Akiu, Sendai, Japan, November 3-7, 2018.

2. Time dependent change of tip velocities of a dendritic ice crystal in growing from supercooled water, 14th International Conference on the Physics and Chemistry of Ice, PCI-2018 in Zurich Switzerland, January 8-12.

3. Anisotropic impurity effect for ice crystal growth in supercooled water, 14th International Conference on the Physics and Chemistry of Ice, PCI-2018 in Zurich Switzerland, January 8-12.

4. 結晶成長入門ー結晶の成長機構と形態形成 1,2,3 , 表面・界面ダイナミクスの数理 11, 東京大学数理科学, 2018 年 4 月.

D. 講義

1. 数理科学総合セミナー Ⅱ : 表面・界面ダイナミクスの数理 Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics– 結晶の成長機構およびその形態形成について入門となる解説と討論を行った.(数理大学院向け講義) 2018 年 4 月 18 日 (水)-4 月 20 日 (金) 及び 2018 年 10 月 17 日 (水)-10 月 19 日 (金) 数理科学研究科棟 056 号室.

F. 対外研究サービス

1. JOURNAL OF THE PHYSICAL SOCIETY OF JAPAN 編集委員

2. 表面・界面ダイナミクスの数理 15 and 16 組織委員

3. International Symposium & School on Crystal Growth Fundamentals, (November 2018), Organizing Committee.

4. 学習院大学計算機センター研究会「結晶成長の数理」(2018 年 12 月) 世話人

学術支援専門職員 (Project Academic Support Specialist)

池川　隆司 (IKEGAWA Takashi)

A. 研究概要

- 産学協働による高度数学人材育成方法論

  インターンシップや PBL (Project/Problem Based Learning) のような産学協働による高度数学人材 (学生を含む) の育成に関する方法論を研究している。

- 通信ネットワークと行動パターンの数理モデル

  無線ネットワークを中心とした通信ネットワークの振る舞いを表現する数理モデルを研究している。さらに、通信ネットワークを通して得られるユーザの時空間データを使った行動パターンの数理モデルを研究している。

- 技術文書作成技術の教育方法論

  科学論文、報告書、プレゼン資料のような技術文書の作成技術を向上させる教育方法論を研究している。

- Methodology for nurturing of talented mathematical persons through academic-industrial collaboration

  I explore the methodology to nurture talented mathematical persons including students through academic-industrial collaboration such as internship and project/problem based learnings.

- Mathematical models of communication networks and network-user trajectory patterns

  I develop the mathematical models to represent the behavior of communication networks, especially wireless networks, and to represent the trajectory patterns obtained from communication networks.

- Methodology for improvement of technical writhing and presentation skills

  I study the methodology to improve the skills for writing technical documents such as scientific papers and technical reports and presentation.

B. 発表論文

1. T. Ikegawa : "Effect of payload size on mean response time when message segmentations occur: Case of burst packet arrival", 12th EAI International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools, VALUETOOLS (2019) 7–14.

2. 池川 隆司 : "メッセージ分割が発生する時のペイロード長が平均応答時間に及ぼす影響—バースト的にパケットが到着する場合—", 第 35 回 (2018 年度) 待ち行列シンポジウム「確率モデルとその応用」 (2019) 133–142.

3. 池川　隆司: "研究者･技術者のための文書作成・プレゼンメソッド", 日本評論社 (2018) pp. 253 (単著).

4. 池川 隆司 : "数学履修生のキャリアとそのデザイン", 数学セミナー増刊「数学ガイダンス 2018」 (2018) 176–181 (招待論文). .

5. T. Ikegawa: "Effect of payload size on mean response time when message segmentations occur using $M^X/G/1$ queueing model", https://arxiv.org/abs/1803.10553 (2018).

6. 池川 隆司, 牧野　壽永, 中川路　克之: "時空間データマイニング装置", 特願 2017-1133 (2017).

7. T. Ikegawa: "Effect of Retransmitted Packet Size Preservation Property on Data-Unit-Size Distribution and Goodput for Stop-and-Wait Protocol", https://arxiv.org/abs/1610.00149 (2016).

8. 池川 隆司 : "2015 年度「若手数学者のキャリア構築支援活動」報告—研究交流会 2015 と第 5 回キャリアパスセミナー開催模様—",

日本数学会数学通信, **21** (2016) 31–37 (招待論文).

9. 池川 隆司: “「第 4 回数学・数理科学のためのキャリアパスセミナー」開催報告—数学イノベーションを担う人材育成に向けて—”, 日本数学会数学通信, **20** (2015) 39–48 (招待論文).

10. 池川 隆司: “「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会」開催報告—若手数学者の研究のさらなる拡がりとキャリア開発に向けて—”, 日本数学会数学通信 **19** (2015) 26–33 (招待論文).

C. 口頭発表

1. Career Support Activities for Mathematical Students through Academic-Industrial Collaboration, Forum on Innovation Talent through Academic-Industry Partnerships, Shanghai University of Finance and Economics, Oct. 2017 (Keynote speach).

2. 技術文書作成のための技術・知識体系の提案と筆記試験と演習を併用したシラバスの開発, 工学教育研究講演会, 2017 年 8 月.

3. 数学・データサイエンス分野における産学連携教育の現状と課題, 理工系プロフェショナル教育推進委託事業シンポジウム, 2017 年 3 月 (招待講演).

4. 日本数学会におけるキャリア構築支援活動, 第 5 回数学・数理科学のためのキャリアパスセミナー：多様なキャリアの構築に向けた特色ある数学教育, 日本数学会, 2016 年 3 月 (招待講演).

5. 数学好き中高生のハローワーク—数学者の卵の明るい未来—, 数学の魅力—女子中高生のために—, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 3 月 (招待講演).

6. 数学イノベーション人材育成エコシステムの構築に向けて, 文部科学省委託事業「数学・数理科学を活用した異分野融合研究の動向調査」調査報告シンポジウム, 2016 年 2 月 (招待講演).

7. 若手数学者の多彩なキャリア構築に向けて—日本数学会・東京大学大学院数理科学研究科における産学連携を通した支援活動—’, 文部科学省数学イノベーション委員会, 2016 年 1 月 (招待講演).

8. 学会活動を通した数学イノベーションを担う人材育成に向けて—「若手研究者のための異分野・異業種研究交流会」の今後の展開—, 第 4 回数学・数理科学のためのキャリアパスセミナー, 日本数学会, 2015 年 3 月 (招待講演).

9. 数学・数理科学専攻博士課程履修生のキャリアパス構築に向けて—日本数学会における産学連携を通した支援活動の試み—, 工学教育研究講演会, 2014 年 8 月.

10. 数学・数理科学分野の若手研究者のキャリアパス構築に向けて—日本数学会における産学連携を通した支援活動—, 文部科学省数学イノベーション委員会, 2014 年 5 月 (招待講演).

F. 対外研究サービス

日本数学会社会連携協議会幹事 (2013〜2016)

大久保 勇輔 (OHKUBO Yusuke)

A. 研究概要

2 次元共形場理論の相関関数と 4 次元ゲージ理論の分配関数が一致するという, Alday, Gaiotto, Tachikawa によって提唱された対応関係（AGT 対応）の q-変形版について研究を行った. q-変形版の AGT 対応は q-変形 Virasoro 代数や Ding-Iohara-Miki 代数と呼ばれる Hopf 代数を用いて定式化される. これらの代数の表現空間（N 重の Fock 空間のテンソル積）上では, Alba, Fateev, Litvinov, Tarnopolskiy によって導入された良い性質を持った基底の q-類似を取ることができ, それが Macdonald 関数という直交多項式の一般化になっている.
今年度はある頂点演算子と遮蔽作用素を用いて, この一般化 Macdonald 関数の明示公式を与えることができた. またこの明示公式と多重 q-超幾何級数の Euler 変換公式を用いて, Ding-Iohara-Miki 代数の intertwining 作用素の行列要素に対する因子化公式を証明することに成功した. この公式によって, ある種の q-変形版 AGT 予想に証明を与えることができる. さらに, この因子化公式に証明を与えたことで, 素粒子物理学の超弦理論によって示唆される Ding-Iohara-Miki 代数に関するスペクトラル双対性を証明することができた.

I studied a q-analogue of the correspondence conjectured by Alday, Gaiotto and Tachikawa (AGT correspondence) which states that the correlation functions of 2D conformal field theories coincide with the partition functions of 4D gauge theories. The q-deformed AGT correspondence is formulated by using the deformed Virasoro algebra and the Hopf algebra called the Ding-Iohara-Miki algebra. There exists a q-analogue of the basis given by Alba, Fateev, Litvinov and Tarnopolskiy in a representation space (N-fold Fock tensor spaces) of these algebras. This basis is a sort of generalization of Macadonald symmetric functions.
In this year, I obtained an explicit formula for these generalized Macdonald functions in terms of some screening currents and vertex operators. By using this explicit formula and the Euler transformation formula for multiple basic hypergeometric series, I succeeded in proving a factorized formula for the matrix elements of intertwining operators of the Ding-Iohara-Miki algebra. By virtue of this formula, we can give a proof of the q-deformed AGT conjecture. In addition, we have prove the spectral duality with respect to the Ding-Iohara-Miki algebra which is indicated by the string theory in the particle physics.

B. 発表論文

1. M. Fukuda, Y. Ohkubo, J. Shiraishi, Generalized Macdonald functions on Fock tensor spaces and duality formula for changing preferred direction, arXiv: 1903.05905 [math.QA].
2. Y. Ohkubo, “Kac determinant and singular vector of the level N representation of Ding-Iohara-Miki algebra,” Lett. Math. Phys. **109**, no. 1, 33 (2019) [arXiv:1706.02243 [math-ph]].
3. H. Awata, H. Kanno, A. Mironov, A. Morozov, A. Morozov, Y. Ohkubo and Y. Zenkevich, “Generalized Knizhnik-Zamolodchikov equation for Ding-Iohara-Miki algebra,” Phys. Rev. D **96**, no. 2, 026021 (2017) [arXiv:1703.06084 [hep-th]].
4. H. Awata, H. Kanno, A. Mironov, Al. Morozov, An. Morozov, Y. Ohkubo and Y. Zenkevich,“Anomaly in RTT relation for DIM algebra and network matrix models,” Nucl. Phys. B **918**, 358 (2017), arXiv:1611.07304 [hep-th].
5. H. Awata, H. Kanno, A. Mironov, Al. Morozov, An. Morozov, Y. Ohkubo and Y. Zenkevich, “Toric Calabi-Yau threefolds as quantum integrable systems. $\mathcal{R}$-matrix and $\mathcal{RTT}$ relations,” JHEP **1610**, 047 (2016), arXiv:1608.05351 [hep-th].
6. H. Awata, H. Kanno, T. Matsumoto, A. Mironov, Al. Morozov, An. Morozov,

Y. Ohkubo and Y. Zenkevich, "Explicit examples of DIM constraints for network matrix models," JHEP **1607**, 103 (2016), arXiv:1604.08366 [hep-th].

7. H. Awata, H. Fujino and Y. Ohkubo, "Crystallization of deformed Virasoro algebra, Ding-Iohara-Miki algebra and 5D AGT correspondence," J. Math. Phys. **58**, no. 7, 071704 (2017) [arXiv:1512.08016 [math-ph]].

8. Y. Ohkubo, "Generalized Jack and Macdonald polynomials arising from AGT conjecture," J. Phys. Conf. Ser. **804**, no. 1, 012036 (2017), arXiv:1404.5401 [math-ph].

C. 口頭発表

1. "Explicit formula for generalized Macdonald functions and proving q-deformed AGT conjecture," One day workshop of JSPS-RFBR joint project "Topological Field Theories and String Theory," Nagoya university, March 2019.

2. "Singular vectors of DIM algebra and generalized Macdonald functions arising from AGT correspondence," Keio High Energy Physics Seminars, Keio university, July 2018.

3. "Singular vectors of DIM algebra and generalized Macdonald functions arising from AGT conjecture," Representation Theory Seminar, Kyoto university, June 2018.

4. "Elliptic deformation of the quantum toroidal $\mathfrak{gl}_n$ algebra," Seminar on Mathematical physics, The Natinal Research University Higher School of Economics (Moscow), March 2018

5. 「Ding-Iohara-Miki 代数のレベル N 表現の特異ベクトル」、日本数学会秋季大会、山形大学、2017 年 9 月

6. "Braiding relations for vertex operators of DIM algebra," Workshop and School "Topological Field Theories, String theory and Matrix Models," Lebedev Physical Institute (Moscow), August 2017

7. " Singular vectors of Ding-Iohara-Miki algebra," "Workshop on Classical and Quantum Integrable Systems," Joint Institute for Nuclear Research (Dubna, Russia), July 2017

8. "Singular vectors of Ding-Iohara-Miki algebra and generalized Macdonald functions arising from 5D AGT conjecture," Seminar on Mathematical physics, The Natinal Research University Higher School of Economics (Moscow), May 2017

9. 「5 次元 AGT 予想と Ding-Iohara-Miki 代数、及び一般化 Macdonald 多項式」, 北陸表現論セミナー, 金沢大学, 2017 年 1 月

10. "Ding-Iohara-Miki algebra, generalized Macdonald polynomials and 5D AGT conjectures," "Conformal Field Theory, Isomonodromic tau-functions and Painlevé equations," Kobe University (Kobe), November 2016

佐藤 謙太 (SATO Kenta)

A. 研究概要

今年度も昨年度までに引き続き，正標数の代数多様体における F 純閾値の昇鎖条件を中心に研究を行った．

「F 純閾値の昇鎖条件」とは，具体的には以下のような研究対象である：k を標数 $p > 0$ の代数閉体，R を k 上本質的有限生成な正規局所環，Δ を $\mathrm{Spec}R$ 上の有効な $\mathbb{Q}$ 因子とする．更に，対 (R, Δ) は鎖 F 純という "mild " な特異点しか持たないと仮定する．この時，R の任意のイデアル $I \neq R$ に対し，3 つ組 (R, Δ, I) の特異点を反映する数値 $\mathrm{fpt}(R, \Delta; I) \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ が，Frobenius 射を用いて定められる．3 つ組 (R, Δ, I) を条件を付けながら動かしたときに得られる F 純閾値全体の集合が，昇鎖条件というある種の有限性を満たすか，という研究である．

本研究は，標数 0 の双有理幾何における「対数的標準閾値の昇鎖条件」の正標数化としての意義もある．標数 0 における「対数的標準閾値の昇鎖条件」は近年 Hacon-M$^{\mathrm{c}}$Kernan-Xu らによって完全に解決されたが，その正標数化はこれまでまったく手つかずであった．

私は昨年度の研究において,「F 純閾値の昇鎖条件」が，強 F 正則という “mild” な特異点を持つ局所環を固定した場合に関しては，成立することを示した．今年度はその結果を次の二点で拡張した．

1. 特異点の仮定を，強 F 正則から鋭 F 純まで弱めた．
2. 埋め込み次元を固定しておけば，R を動かしても昇鎖条件が成立するようになった．

I have researched on algebraic geometry in positive characteristic, especially on the ascending chain condition for F-pure thresholds for these few years.

Suppose that k is an algebraically closed field of characteristic $p > 0$, R is a normal local ring essentially of finite type over k and Δ is an effective $\mathbb{Q}$-Weil divisor on Spec$R$. Moreover, assume that the pair (R, Δ) has a sharply F-pure singularity. Then, for every ideal I of R, we can define the F-pure threshold $\mathrm{fpt}(R, \Delta; I) \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ in terms of the Frobenius morphism. In this research, we consider the set of F-pure thresholds $\mathrm{fpt}(R, \Delta; I)$ with running the triple (R, Δ, I) under some conditions and study whether or not the set satisfies the ascending chain condition.

One of the aims of this research is to prove a positive characteristic analogue of the theory on the ascending chain condition for log canonical thresholds in characteristic 0. Although the ascending chain condition for log canonical thresholds was proved recently by Hacon-Mckernan-Xu, there is no general result on the ascending chain condition for F-pure thresholds.

In the last year, I proved it when we fix the ring R and assume that the pair (R, Δ) has a strongly F-regular singularity, which is more “mild” singularity than the sharply F-pure singularity.

In this year, I extend the previous result in the following ways:

1. We relax the assumption for the singularity of (R, Δ) from strongly F-regular to sharply F-pure.
2. We do not have to fix the ring R if we fix the embedding dimension of R.

B. 発表論文

1. K. Sato : “Stability of test ideals of divisors with small multiplicity”, Math. Z **288** no.3–4 (2018), 783–802.
2. K. Sato and S. Takagi: “General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic”, J. Inst. Math. Jussieu に掲載予定.
3. K. Sato: “Ascending chain condition for F-pure thresholds on a fixed strongly F-regular germ”, arXiv:1710.05331.
4. K. Sato, “Ascending chain condition for F-pure thresholds with fixed embedding dimension”, Int. Math. Res. Not. に掲載予定.

C. 口頭発表

1. “Ascending chain condition for F-pure thresholds”, 第五回若手代数複素幾何研究集会，函館コミュニティプラザ, 2018 年 8 月
2. “On the ascending chain condition for F-pure thresholds”, London-Tokyo Workshop in birational geometry, Imperial College, 2018 年 5 月
3. “F 純閾値の昇鎖条件”, 第 23 回代数若手研究会, 大阪大学, 2018 年 3 月
4. “Berkovich log discrepancies in positive characteristic (after E. Canton)”, 特異点セミナー, 日本大学, 2018 年 1 月.
5. “Ascending chain condition for F-pure thresholds on fixed strongly F-regular germ”, 東大代数幾何セミナー, 東京大学, 2017 年 12 月.
6. “Ascending chain condition for F-pure thresholds”, 第 39 回可換環論シンポジウム, 京都大学, 2017 年 11 月.
7. “On Ascending chain condition for F-pure thresholds”, 特異点セミナー, 日本大学, 2017 年 11 月.

8. “Ascending chain condition for F-pure thresholds on fixed strongly F-regular germ”, 代数幾何学城崎シンポジウム 2017 城崎国際アートセンター, 2017 年 10 月.

9. “General hyperplane sections of 3-folds in positive characteristic”, Algebraic Geometry Seminar, University of Illinois at Chicago, 2017 年 4 月.

F. 対外研究サービス

1. 第 24 回代数学若手研究会世話人

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞 (2016 年 3 月)

佐藤 光樹 (SATO Kouki)

A. 研究概要

ν^+ 同値とは、結び目コンコーダンス群上の同値関係である。この ν^+ 同値は結び目フレア鎖複体の間のある種の安定同値類と見なせるものであり、またヒーガードフレア理論を介して得られる多くのコンコーダンス不変量がこの同値関係のもとに不変となる。本年度の研究では、この ν^+ 同値類の間に部分順序を定め、その性質を調べた。特に、その応用として、すべての種数 1 の結び目の ν^+ 同値類を分類することに成功した。

The ν^+-equivalence is an equivalence relation on the knot concordance group. It is known that the equivalence can be seen as a certain stable equivalence on knot Floer complexes, and many concordance invariants derived from Heegaard Floer theory are invariant under the equivalence. In this year, we introduced a partial order on ν^+-equivalence classes, and studied the properties. As an application, we succeeded to classify the ν^+-equivalence class of all genus one knots.

B. 発表論文

1. K. Sato : “Topologically slice knots that are not smoothly slice in any definite 4-manifold”, Algebr. Geom. Topol. **18** (2018) no. 2, 827–837.

2. K. Sato : “A full-twist inequality for the ν^+-invariant”, Topology Appl. **245** (2018) 113–130.

C. 口頭発表

1. A partial order on nu+ equivalence classes, The 13th East Asian School of Knots and Related Topics, KAIST, 大韓民国, 2018 年 1 月.

2. A partial order on ν^+ equivalence classes, East Asian Conference on Gauge theory and Related topics, 京都大学, 2018 年 9 月.

高田 土満 (TAKATA Doman)

A. 研究概要

Atiyah-Singer の指数定理は，コンパクト多様体の解析的不変量（Dirac 作用素と呼ばれるある Fredholm 作用素の指数）が，実は位相的に計算できることを証明したもので，微分トポロジーの金字塔と言える定理である．その定理の無限次元版を与えるのが研究の大目標である．具体的には，次の問題を研究している：**円周 S^1 のループ群 LS^1 の「固有かつ余コンパクト」な作用を持つ無限次元 $Spin^c$ 多様体に対し，非可換幾何学の枠組みを用いて指数定理を証明せよ．**この問題は，Hamiltonian LS^1-space の幾何学的量子化に応用を持つ．

さて，上記の問題は，局所コンパクト群同変の非コンパクト多様体に対する同変指数定理の無限次元版である．その定理は，以下のように 3 段階に分けて記述できる：(1) 考えるべき Dirac 作用素は，「一般化された意味で」Fredholm になり，ある C^* 環の K 群の要素として指数が定義できる．(2) その指数は，Index element と呼ばれる KK 群の元から，KK 理論的な手続きだけで決まる．(3)Index element は，Symbol element と呼ばれる位相的なデータから決まる KK 群の要素と，多様体のデータから決まる Dirac element と呼ばれる KK 群の要素の Kasparov 積に一致する．

そこで本年度は，(3) の研究に当たった．そのために，ループ群同変 KK 理論（の暫定版）を定式化し，非コンパクト空間の指数定理に現れる 3 つの KK 群の無限次元版を定義し，それらが

満たすべき式を満たすことを証明した．それを定式化するために導入した本質的に新しい部分は，従来知られていた無限次元解析の代数的なテクニックの定量化である．
上記の (1)，(2) については，既に私自身による関連する結果があるが，本年度の結果との関連は判然としない．それらを直接的に結び付ける（つまり descent homomorphism の構成）ことを当面の目標としたい．また，その他の課題としては，ループ群同変 KK 理論を洗練させ，従来の KK 理論的なテクニック（KK 同値など）を自在に使えるようにすることが挙げられる．

The Atiyah-Singer index theorem is monumental work in differential geometry, and it states the following thing: An analytic quantity of a compact manifold (the index of a Fredholm operator called the Dirac operator) can be computed in terms of algebraic topology. The big goal of my research is to formulate and prove an infinite-dimensional version of this theorem. Concretely, I have been studying the following problem: **For an infinite-dimensional $Spin^c$-manifold equipped with an action of the loop group LS^1 of the circle group S^1, formulate and prove the index theorem in terms of noncommutative geometry.** This problem relates with the quantization of Hamiltonian LS^1-spaces.
The above problem is an infinite-dimensional version of the equivariant index theorem for a non-compact manifold equipped with a proper and co-compact action of a locally compact group. This theorem can be divided into three parts: (1) The equivariant Dirac operator is Fredholm in a generalized sense, and it has well-defined index as an element of the K-group of a C^*-algebra; (2) This index is determined by a KK-element called the "index element" by a KK-theoretical procedure; and (3) The index element is the Kasparov product of the "symbol element" which is determined by topological data and the "Dirac element" which is determined by the data of the base manifold.
In this year, I studied (3). For this aim, I formulated (a draft version of) the loop group equivariant KK-theory, defined three KK-elements appearing in the above non-compact index theorem, and proved that they satisfy the desired equality. In order to formulate them, I needed some quantitative version of the already existing infinite-dimensional analysis.
I have written some papers studying an infinite-dimensional version of (1) and (2), but the relationship with the above result is not clear. The next goal of my research should be to connect these results. Another goal is to sophisticate the draft version of the loop group equivariant KK-theory so that we can freely use the KK-theoretical technique including the KK-equivalence.

B. 発表論文

1. D. Takata : "An infinite-dimensional index theorem and the Higson-Kasparov-Trout algebra", 1811.06811. preprint.

2. D. Takata : "A Loop Group Equivariant Analytic Index Theory for In finite-dimensional Manifolds", doctoral thesis (2018).

3. D. Takata : "Noncommutative geometry and an index theory of infinite-dimensional manifolds", In: Quantum Theory and Symmetries with Lie Theory and Its Applications in Physics Volume 1, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, **18**, (2018), pp 377-381, Springer.

4. D. Takata : "LT-equivariant Index from the Viewpoint of KK-theory", arXiv:1709.06205. preprint.

5. D. Takata : "An Analytic LT-equivariant Index and Noncommutative Geometry", to appear in Journal of noncommutative geometry, arXiv:1701.06055.

6. D. Takata : "Naturality of FHT isomorphism", Journal of GGT, **10**, 2016, pp. 1-41.

C. 口頭発表

1. 指数定理とその展開, ミラー対称性の諸相, 京都大学，2018 年 9 月．

2. Towards an infinite-dimensional index theorem, 作用素環の最近の進展，京都大学，2018 年 8 月.

3. Towards an infinite-dimensional index theorem, K-theory and index theory, Kyoto University, August 2018.

4. 無限次元多様体の解析的指数と KK 理論，愛媛大学談話会，愛媛大学，2018 年 5 月.

5. 無限次元多様体の解析的指数と KK 理論，火曜トポロジーセミナー，東京大学，2018 年 5 月.

6. An analytic index theory for infinite-dimensional manifolds and KK-theory, Workshop on Noncommutative Geometry and Representation Theory, Sichuan University (China), May 2018.

7. 無限次元空間の同変指数理論と非可換幾何学，作用素環セミナー，東京大学，2018 年 4 月.

8. Towards an infinite-dimensional version of the Atiyah-Singer index theorem from the viewpoint of noncommutative geometry, Noncommutative Geometry and K-theory at Rits–The Fourth China-Japan Conference–, Ritsumeikan University, March 2018.

9. Towards an infinite-dimensional version of the Atiyah-Singer index theorem from the viewpoint of noncommutative geometry, Gauge theory in Fukuoka, Kyushu university, February 2018.

10. Noncommutative geomtry and an index theory of infinite-dimensional manifolds, EACDFM2018, Tsinghua University (China), January 2018.

古川 勝久 (FURUKAWA Katsuhisa)

A. 研究概要

1. 射影空間内の「3 次超曲面 X を射影双対の退化によって特徴づける」問題に着目して研究を行った. 背景として, Zak 氏によって「射影双対 X^* が非特異かつ退化する場合の X の分類」が成されているが, その一方で, X^* が特異な場合をふくめると, 現状では完全な分類は難しいように思われる. 関連して, Hwang 氏は X 上の「自己同型」に関する条件のもと X が「(等質空間である)Severi 多様体の secant 多様体」として特徴づけられることを示した. なお, Hwang 氏の研究は「Hessian 非消滅かつ射影退化する X」を扱っていた. その一方で「Hessian 消滅するなら常に X は射影退化する」ことが知られており, 古典的には 1900 年の Perazzo 氏の論文にすでに現れていた. そのアイデアを発展させ, Gondim・Russo の両氏は「Hessian 消滅する 5 次元以下の 3 次超曲面 X」に分類を与えた. これは, X^* が特異な場合に関する先行研究としても位置づけられる.
以上を踏まえながら, 本研究では X^* が特異な場合も含めた射影退化する 3 次超曲面 X の研究を行って, 「3 次超曲面 X が錐でないのなら, その X は特異点集合の secant 多様体に一致するか, あるいは, X 内にはある射影退化より大きい次元をもつ部分線型多様体が存在し, 特異点集合と一般の contact locus の共通部分がその線型多様体に含まれる」ことを示した.

2. また, 射影多様体 $X \subset \mathbb{P}^N$ のセグレ軌跡の研究を行った. セグレ軌跡とは, $\mathbb{P}^N$ の点 z で点射影の X への制限 $\pi_z|_X : X \dashrightarrow \mathbb{P}^{N-1}$ がその像への双有理射とならないようなものの集合について, Zariski 閉包を取ったものを言う. 標数零ではセグレ軌跡は必ず線型多様体の和集合となるが, 正標数では反例が存在することが知られていた.
今回は正標数における研究を進めるため, 完全交叉のような具体例について計算するなどして調査を実施した.

1. Cubic hypersurfaces with positive dual defects: We show that if a cubic hypersurface with positive dual defect over the complex number field is not a cone, then either the hypersurface coincides with the secant variety of the singular locus, or the hypersurface contains a linear subvariety of dimension greater than the dual defect such that the intersection of the singular locus and a general contact locus is contained in the linear subvariety.

2. Segre loci in positive characteristic: For a

projective variety $X \subset \mathbb{P}^N$, the Segre locus is defined to be the closure of the set of points from which X is projected non-birationally. It is known that the Segre locus is a union of linear varieties in characteristic zero. In positive characteristic, however, there exists some examples of X such that the Segre locus of X is non-linear. We focus on such phenomena and explicitly study some situations which X's are complete intersections.

B. 発表論文

1. K. Furukawa and A. Ito: "On separable higher Gauss maps", to appear in Michigan Mathematical Journal.
2. K. Furukawa and A. Ito: "Gauss maps of toric varieties", Tohoku Mathematical Journal **69** (2017) 431-454.
3. K. Furukawa and A. Ito: "On Gauss maps in positive characteristic in view of images, fibers, and field extensions", International Mathematics Research Notices, Vol. 2017, No. 8 (2017) 2337-2366.
4. K. Furukawa: "Convex separably rationally connected complete intersections", Proceedings of the American Mathematical Society **144** (2016) 3657-3669.
5. K. Furukawa: "On general fibers of Gauss maps in arbitrary characteristic", Journal of Algebra **451** (2016) 293-301.
6. K. Furukawa: "Cohomological characterization of hyperquadrics of odd dimensions in characteristic two", Mathematische Zeitschrift **278** (2014) 119-130.
7. K. Furukawa: "Duality with expanding maps and shrinking maps", and its applications to Gauss maps, Mathematische Annalen **358** (2014) 403–432.

C. 口頭発表

1. Cubic hypersurfaces with positive dual defects, 代数幾何学城崎シンポジウム, 兵庫県立城崎大会議館, 2018 年 10 月.
2. Cubic hypersurfaces with positive dual defects, London-Tokyo Workshop In Birational Geometry, Imperial College London (UK), 2018 年 6 月.
3. 正標数のガウス写像の研究, 新潟代数セミナー, 新潟大学, 2017 年 7 月.
4. On separable higher Gauss maps, 東京大学代数幾何学セミナー, 東京大学, 2017 年 5 月.
5. Dimension of the space of conics on Fano hypersurfaces, The 2nd Higher dimensional algebraic geometry Echigo Yuzawa symposium, Yuzawa-cho Kouminkan, 2017 年 2 月.
6. On separable higher Gauss maps, 京都大学・代数幾何学セミナー, 京都大学数学教室, 2017 年 1 月.
7. 非特異 Fano 超曲面上の 2 次曲線族の次元について, 都の西北 代数幾何学シンポジウム, 早稲田大学理工学部, 2016 年 11 月.
8. 低次数 Fano 超曲面上の 2 次曲線族の次元について, 第 4 回 K3 曲面・エンリケス曲面ワークショップ, 北海道教育大学 札幌駅前サテライト, 2016 年 10 月.
9. 分離的な高次ガウス写像について, 特異点論月曜セミナー, 東京大学数理科学研究科, 2016 年 9 月.
10. Fano 超曲面上の二次曲線族の次元について, 山形代数幾何小研究集会, 山形大学小白川キャンパス, 2016 年 8 月.

丸橋 広和 (MARUHASHI Hirokazu)

A. 研究概要

以下の内容は九州大学の蔦谷充伸氏との共同研究に基づく。G を連結 Lie 群、Γ を G の離散部分群、H を G の連結閉部分群、M を H の閉部分群で M の $\Gamma\backslash G$ への右掛け算による右作用により $\Gamma\backslash G \to \Gamma\backslash G/M$ が主 M 束になるものとする。このとき H の $\Gamma\backslash G$ への右掛け算による作用の軌道葉層を $\Gamma\backslash G/M$ に落とすと $\Gamma\backslash G/M$ の葉層構造 $\mathcal{F}$ が得られる。Lie 環を対応する小文

字の Fraktur で表すことにする。$\mathfrak{h} = \mathfrak{m} \oplus \mathfrak{q}$ を満たす $\mathfrak{h}$ の $\mathrm{Ad}(M)$ 不変な部分 Lie 環 $\mathfrak{q}$ が存在すると仮定し、それを 1 つ固定する。また (π, Π, V) を $\mathbb{R}$ 上の有限次元 $(\mathfrak{h}, M)$ 加群とする。このとき $\Gamma\backslash G/M$ 上のベクトル束 $\Gamma\backslash G \times_M V$ の $\mathcal{F}$ に沿った平坦接続 ∇ が定義され、葉層構造 $\mathcal{F}$ の de Rham コホモロジー $H^*(\mathcal{F}; \Gamma\backslash G \times_M V, \nabla)$ を考えることができる。まずこれが Lie 環の相対コホモロジー $H^*(\mathfrak{h}, M; C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V)$ と同型であることを示した。(これは特に難しくはない。) この設定を次のように特殊化する。$G = \mathrm{SO}_0(n+1, 1)$ とし、MAN を G の極小放物型部分群とする。$H = MAN$, 元の設定での M を MAN の M とする。すると $\mathcal{F}$ は双曲多様体の測地流 (Anosov 流になる) の弱安定葉層である。その de Rham コホモロジーを計算することが目標であった。主に $\dim V = 1$ のときを考え、$(\mathfrak{man}, M)$ 加群 $C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V$ のコホモロジーを計算するコチェイン複体 $(C^*(\mathfrak{man}, M; C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V), d)$ に次数を 1 下げる作用素 δ を構成し $d\delta + \delta d$ を計算した。$d\delta + \delta d$ はかなりきれいな形になる。$d + \delta$ は Kostant の cubic Dirac operator と呼ばれているものと似ているが Kostant の作った枠組みには含まれていない。

$n = 1$ とすることによりさらに設定を特殊化する。このとき上の δ により $(C^*(\mathfrak{man}, M; C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V), d)$ の "第 1 段階" の Hodge 分解が得られる。これだけではコホモロジーは計算できない。しかし $\mathrm{PSL}(2, \mathbb{R})$ のユニタリ表現論を使うことによって "第 2 段階" の Hodge 分解を構成することができ、それによってコホモロジーが計算できる。この構成には Flaminio–Forni によって調べられている $\mathfrak{n}$ 不変超関数を用いる。この第 2 段階の Hodge 分解は他では見たことのないものであり興味深い。これを理解することを試みているがまだ成功していない。

The following is based on a joint work with Mitsunobu Tsutaya from Kyushu University. Let G be a connected Lie group, Γ be a discrete subgroup of G, H be a connected closed subgroup of G, M be a closed subgroup of H such that the right action of M on $\Gamma\backslash G$ by right multiplication makes $\Gamma\backslash G \to \Gamma\backslash G/M$ into a principal M-bundle. We get a foliation $\mathcal{F}$ of $\Gamma\backslash G/M$ by projecting the orbit foliation of the action of H on $\Gamma\backslash G$ by right multiplication. Lie algebras are denoted by the corresponding lower case Frakturs. Let $\mathfrak{q}$ be an $\mathrm{Ad}(M)$-invariant subalgebra of $\mathfrak{h}$ such that $\mathfrak{h} = \mathfrak{m} \oplus \mathfrak{q}$. Take a finite dimensional $(\mathfrak{h}, M)$-module (π, Π, V) over $\mathbb{R}$. With those ingredients we can define a flat $\mathcal{F}$-partial connection ∇ of the vector bundle $\Gamma\backslash G \times_M V$ over $\Gamma\backslash G/M$ and consider the de Rham cohomology $H^*(\mathcal{F}; \Gamma\backslash G \times_M V, \nabla)$ of the foliation $\mathcal{F}$. We have shown that this cohomology is isomorphic to the relative Lie algebra cohomology $H^*(\mathfrak{h}, M; C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V)$. (This is not particularly difficult.)

Now we consider the following special case. Let $G = \mathrm{SO}_0(n+1, 1)$ and MAN be a minimal parabolic subgroup of G. Let $H = MAN$ and M in the previous setting be the M appearing in MAN. Then $\mathcal{F}$ is the weak stable foliation of the geodesic flow of a hyperbolic manifold. Our objective was to compute the de Rham cohomology of $\mathcal{F}$. Mainly focusing on the case where $\dim V = 1$, we constructed an operator δ of degree -1 on the cochain complex $(C^*(\mathfrak{man}, M; C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V), d)$ which computes the cohomology of the $(\mathfrak{man}, M)$-module $C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V$. We have shown that the "Laplacian" $d\delta + \delta d$ becomes quite simple. The operator $d + \delta$ resembles the Kostant's cubic Dirac operator, but it is not included in the framework considered by Kostant.

Further assuming $n = 1$, we get a "first" Hodge decomposition of $(C^*(\mathfrak{man}, M; C^\infty(\Gamma\backslash G, \mathbb{R}) \otimes V), d)$ using the above δ. But this is not sufficient to compute the cohomology. However we constructed a "second" Hodge decomposition using the unitary representation theory of $\mathrm{PSL}(2, \mathbb{R})$, which, together with the first one, allows us to compute the cohomology. The construction of the second Hodge decomposition is based on the $\mathfrak{n}$-invariant distributions computed by Flaminio–Forni. This second Hodge decomposition looks interesting because it doesn't resemble anything we have ever seen. We are trying to understand it but we haven't succeeded yet.

B. 発表論文

1. H. Maruhashi “Vanishing of cohomology and parameter rigidity of actions of solvable Lie groups”, Geom. Topol. **21**(2017), no. 1, 157–191.

C. 口頭発表

1. A computation of the de Rham cohomology of certain foliations, 葉層構造と微分同相群 2018 研究集会, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 10 月.

2. A computation of the de Rham cohomology of certain foliations, Rigidity School — The Final Meeting, 名古屋大学, 2018 年 9 月.

3. ある葉層構造の de Rham コホモロジーの計算, 玉原トポロジー・幾何セミナー 2018, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 8 月.

4. Lie 群の局所自由作用のパラメータ変形に対する小平–Spencer 理論とその最初の応用, ワークショップ : 幾何学的群論の新展開, ルネッサ赤沢, 2018 年 2 月.

5. 高階数半単純 Lie 群に対する AN の $\Gamma\backslash G$ への作用のパラメータ剛性, 葉層構造の幾何学とその応用, 京都教育大学藤森キャンパス, 2017 年 12 月.

6. AN の $\Gamma\backslash G$ への作用のパラメータ剛性と対称空間の擬等長写像の剛性定理, 第 64 回幾何学シンポジウム, 金沢大学角間キャンパス, 2017 年 8 月.

7. 高階数半単純 Lie 群に対する AN の作用のパラメータ剛性, 玉原トポロジー・幾何セミナー, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.

8. Parameter rigidity of the action of AN on $\Gamma\backslash G$ for higher rank semisimple Lie groups, 幾何コロキウム, 東京大学数理科学研究科, 2017 年 5 月.

9. Parameter rigidity of the action of AN on $\Gamma\backslash G$ for higher rank semisimple Lie groups, Foliations 2016 – Paweł Walczak's 50 years in mathematics, the Będlewo Conference Center of the Institute of Mathematics of the Polish Academy of Sciences, Będlewo, Poland, 2016 年 7 月.

10. Vanishing of cohomology and parameter rigidity of actions of solvable Lie groups, Séminaire d'Analyse et Géométrie, Institut de Mathématiques de Jussieu, Paris, France, 2014 年 11 月.

三浦 達彦 (MIURA Tatsu-Hiko)

A. 研究概要

本年度は 3 次元の曲がった薄膜領域上の Navier–Stokes 方程式について研究を行い, 薄膜領域が膜の厚さゼロの極限で与えられた 2 次元閉曲面に退化する場合に薄膜領域上の方程式の解がどのような挙動を示すかを調べた. 具体的には薄膜領域上の方程式の解に対して膜の厚さ方向への積分平均を考え, 薄膜領域が閉曲面に退化する際に解の積分平均が閉曲面上の適切な関数空間において収束し, さらにその極限が閉曲面上の偏微分方程式の解になることを示すことで薄膜領域上の Navier–Stokes 方程式から閉曲面上の極限方程式を導出した. 本研究で得られた極限方程式は曲面上の重み付き Navier–Stokes 方程式に消散項を加えたものであり, 本研究の結果は一般の閉曲面上の Navier–Stokes 方程式を薄膜極限により厳密に導出した初めての結果である.

In this year we studied the Navier–Stokes equations in a three-dimensional curved thin domain around a given two-dimensional closed surface and investigated the behavior of a solution as the width of the thin domain tends to zero. We derived limit equations on the closed surface from the bulk Navier–Stokes equations in the thin domain by showing the convergence of the average in the thin direction of a solution to the bulk equations in appropriate function spaces on the closed surface and characterizing the limit as a solution to the limit equations, which are the damped and weighted Navier–Stokes equations on a surface. This is the first result on a rigorous derivation of the surface Navier–Stokes equations on a general closed

surface by the thin width limit.

B. 発表論文

1. T.-H. Miura : “Two topics on parabolic equations”, 東京大学修士論文 (2016).
2. M. Bolkart, Y. Giga, T.-H. Miura, T. Suzuki, and Y. Tsutsui : “On analyticity of the L^p-Stokes semigroup for some non-Helmholtz domains”, Math Nachr. **290** (2017), 2524–2546.
3. T.-H. Miura : “Zero width limit of the heat equation on moving thin domains”, Interfaces Free Bound. **19** (2017), 31–77.
4. T.-H. Miura : “On singular limit equations for incompressible fluids in moving thin domains”, Quart. Appl. Math. **76** (2018), 215–251.
5. T.-H. Miura, Y. Giga, and C. Liu : “An energetic variational approach for nonlinear diffusion equations in moving thin domains”, Adv. Math. Sci. Appl. **27** (2018), 115–141.
6. T.-H. Miura : “Mathematical analysis of evolution equations in curved thin domains or on moving surfaces”, 東京大学博士論文 (2018).
7. K. Deckelnick, C. M. Elliott, T.-H. Miura, and V. Styles : “Hamilton–Jacobi equations on an evolving surface”, Math. Comp., to appear.
8. T.-H. Miura : “Navier–Stokes equations in a curved thin domain”, preprint, arXiv:1811.09816.

C. 口頭発表

1. On the Navier–Stokes equations with Navier boundary conditions in a curved thin domain, Princeton–Tokyo Fluid Mechanics Workshop, Princeton University (US), 2017 年 11 月.
2. On the Navier–Stokes equations in a curved thin domain, 非圧縮粘性流体の数理解析, 京都大学, 2017 年 12 月.
3. Finite volume scheme for the Hamilton–Jacobi equation on an evolving surface, 数値解析セミナー, 東京大学, 2017 年 12 月.
4. On singular limit equations for the Navier–Stokes equations in moving thin domains, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 月.
5. Global existence of a strong solution to the Naiver–Stokes equations in a curved thin domain, PDE 実解析研究会, 東京大学, 2018 年 4 月.
6. Singular limit problem for the Navier–Stokes equations in a curved thin domain, The 11th Mathematical Society of Japan Seasonal Institute “The Role of Metrics in the Theory of Partial Differential Equations,” 北海道大学, 2018 年 7 月.
7. Singular limit problem for the Navier–Stokes equations in a curved thin domain, 第 43 回偏微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学, 2018 年 8 月.
8. Singular limit problem for the Navier–Stokes equations in a curved thin domain, 非線形発展方程式を基盤とする現象解析に向けた数学理論の展開, 京都大学, 2018 年 10 月.
9. Singular limit problem for the Navier–Stokes equations in a curved thin domain, 若手による流体力学の基礎方程式研究集会, 名古屋大学, 2019 年 1 月.
10. Singular limit problem for the Navier–Stokes equations in a curved thin domain, Surface, Bulk, and Geometric Partial Differential Equations: Interfacial, stochastic, non-local and discrete structures, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (Germany), 2019 年 1 月.

G. 受賞

1. 第 17 回北東数学解析研究会 優秀ポスター賞, 2016 年 2 月.
2. 2015 年度数理科学研究科長賞.

張 龍傑 (ZHANG Longjie)

A. 研究概要

私の興味は駆動力付き平均曲率流方程式です。主な方法は等高面方法と交点個数原理であります。私の修士論文は以下の問題を研究しました、

$$V = -\kappa + A \text{ on } \Gamma(t) \subset \Omega,$$

$$\Gamma(t) \perp \partial\Omega,$$

$$\Gamma(0) = \Gamma_0,$$

ここで、$\Omega = \mathbb{R}_+ \times \mathbb{R}$、$V$ は外向き法線速度ベクトル、κ は平均曲率、$A > 0$ は定数。Γ_0 は滑らかな曲線であります、ただし、この曲線は $\partial\Omega$ に接触しています。この問題が明らかに非グラフ状況であります。非グラフの下で、等高面方法が有効です。その結論は、初期曲線と境界の接触するところの平均曲率によって、解の存在性と一意性の判定条件を得ました。なお、一意的な解が得られたときの解の挙動により分類されることがわかりました。各状況の時間大域漸近挙動を調べました。すなわち、

１、滑らかな解の存在時間が有限の場合、曲線は有限時間で消える。

２、滑らかな解の存在時間が無限の場合、曲線が有界であるとき、安定解に収束する。

３、の滑らかな解の存在時間が無限の場合、曲線は有界ではない時、曲線は無限大に増大する(増大速度も決定しています)。

次の研究について、以下いくつの問題を考えたいです。１、修士論文の結論には、存在時間有限の場合、曲線は最終凸となることを予想しています。

２、微小なブラウン運動付きの等高面方程式のレベルセットとブラン運動ついてないのレベルセットの関係。

３、以下の自由境界条件問題

$$u_t = \frac{u_{xx}}{1+u_x^2} + A\sqrt{1+u_x^2},\ a(t) < x < b(t),\ t > 0,$$

$$u(a(t), t) = 0,\ u(b(t), t) = 0,\ t > 0,$$

$$u_x(a(t), t) = +\infty,\ u_x(b(t), t) = -\tan\psi,\ t > 0,$$

$$u(x, 0) = u_0(x),\ a(0) < x < b(0),$$

ここで、ψ は鋭角。

４、”二次肥満化”に関して研究したいと思います。今まで、等高面方法について、一次肥満化という現象はいろいろな例があります。私の修士論文にもこれに関して研究しました。でも、一次肥満化後、もう一回肥満化なるかどうかどんな結論もありません。

５、自分の研究について、主な方法は交点個数原理。交点個数原理はそもそも零点原理であります。しかし、高次元にあまり結果がありません。高次元の時等高面方法で調べたいです。

６、高次元に、特異な回転曲面を初期曲面にして、等高面方法を使うとき、肥満かどうかを調べます。

My interest is mean curvature flow with driving force. Main methods are level set method and intersection number principle。 In my Master's Thesis, the following problem has been studies

$$V = -\kappa + A \text{ on } \Gamma(t) \subset \Omega,$$

$$\Gamma(t) \perp \partial\Omega,$$

$$\Gamma(0) = \Gamma_0,$$

is mean curvature, $A > 0$ is a constant. Γ_0 is a smooth curve which touches $\partial\Omega$. It is obviously non-graph condition, so we use level set method. As a result, the mean curvature at the touch point decides the uniqueness. Under uniqueness, we can classify the solution into three condition and the asymptotic behavior in each condition. 1. When the maximal smooth time is finity, the solution will shrink to a ball.

2. When the maximal smooth time is infinity and the curve is bounded, the solution will converge to the stationary solution.

3. When the maximal smooth time is infinity and the curve is unbounded, the solution will expand to infinity.

For future researches, I want to study the following six problems: 1. Asymptotic behavior for shrinking condition. In my master's thesis, the curve will become convex eventually is predicted.

2. Random system. I want to consider the level set equation with small Brown movement.

3. A free boundary problem.

$$u_t = \frac{u_{xx}}{1+u_x^2} + A\sqrt{1+u_x^2},\ a(t) < x < b(t),\ t > 0,$$

$$u(a(t), t) = 0,\ u(b(t), t) = 0,\ t > 0,$$

$$u_x(a(t), t) = +\infty,\ u_x(b(t), t) = -\tan\psi,\ t > 0,$$

$$u(x, 0) = u_0(x),\ a(0) < x < b(0),$$

where ψ is an acute angle.

4. Second fattening problem. So far There are some results for the first fattening problem, also in my master's thesis. But for second fattening, there is little result.

5. Heat equation's zero set. In my research, main method is intersection number principle. Indeed, the intersection number principle is Sturm-Liouville theorem. But in high dimension, there is some results for high dimension. I want to study the solution's zero set like level set method.

6. Is it fattening? In high dimension, I want to consider whether the solution for level set equation is fattening with initial hypersurface which is axis-asymmetric and singular.

B. 発表論文

1. Jia, Gao and Zhang, Long-jie, Multiplicity of solutions for singular semilinear elliptic equations in weighted Sobolev spaces. Bound. Value Probl. 2014, 2014:156, 1-14.

2. Jia, Gao and Zhang, Long-jie and Chen, Jie, Multiplic-ity and boundedness of solutions for quasilinear elliptic equations on Heisenberg group. Bound. Value Probl. 2015, 2015:131, 1-15.

3. Longjie, ZHANG, On Curvature Flow with Driving Force Starting as Singular Initial Curve in the Plane, J Geom Anal (2017). https://doi.org/10.1007/s12220-017-9937-6.

4. Longjie, ZHANG, Curvature flow with driving force on fixed boundary points, J Geom Anal (2017). https://doi.org/10.1007/s12220-017-9967-0.

5. Longjie, ZHANG, Asymptotic behavior for curvature flow with driving force when curvature blowing up, Advances in Mathematical Sciences and Applications, Vol.26, No.1 (2017), 89-108.

6. Ryunosuke Mori and Longjie Zhang, On mean curvature flow with driving force starting as singular initial hypersurface, https://arXiv:1703.10707. 7

7. Yoshikazu Giga and Hung V. Tran and Longjie Zhang, On obstacle problem for mean curvature flow with driving force, https://arxiv.org/abs/1810.03456. 7

C. 口頭発表

1. On curvature flow with driving force starting at singular initial curve in a plane.
非線形現象の数値シミュレーションと解析 2018, 北海道大学,
2018 年 3 月

2. Mean curvature flow with driving force with fixed boundary points
京都大学 NLPDE セミナー, 京都大学
2019 年 1 月

3. Mean curvature flow with driving force
広島数理解析セミナー, 広島大学
2019 年 2 月

4. Mean curvature flow with driving force
若手のための偏微分方程式と数学解析, 福岡大学,
2019 年 2 月

特任研究員 (Project Researchers)

伊藤 昇 (ITO Noboru)

A. 研究概要

下記 2018 年 (1 月–12 月) に出版･掲載決定した査読付き論文と著書の概要を記載する. 但し [1, 7] は accepted の時期により 2017 年度に概要を報告したので省略する.

(a) (著書 [2] について) 本書は要請により 2 部構成となった。第 I 部では, 1980 年代前半のジョーンズ多項式の成り立ちを多角的に検討しながら, 結び目ホモロジーの最初の例 (M. Khovanov, Duke Math. J. 2000 年) であったジョーンズ多項式の圏論化を解説した. その応用としてラスムッセンの業績 (J. Rasmussen, Invent. Math. 2010 年) を中心に結び目種数のミルナー予想の解説, またトゥラエフのナノワード理論 (Turaev, Int. Math. Res. Not. 2006) の紹介をした. 第 II 部は 2015 年–2016 年に半年間の連載がなされた数学セミナーの記事内容であり, 2015 年前後における報告者のいくつかの共著論文を解説したものである.

(b) (研究論文 [3] について) 基点のついたコード図が生成するベクトル空間から基点に依存しない量を線型写像として取り出し, (従来は構成上用いていた) コードの sign を用いることなく, 1990 年代の V. I. アーノルドの (トポロジカルな) 平面曲線不変量を再構成し, 同時に平面曲線の新不変量も与えた. 結果としてアーノルドの平面曲線不変量を含んだ線型空間から出る同様な線型不変量を全て導いた.

(c) (研究論文 [4] について) 2 次元球面上の generic な閉曲線に現れる特異点のうち, カスプと 3 重点のジャンプによるホモトピー同値類は非自明だとわかったのは (比較的最近の)2014 年以降であり, 結び目の量子不変量と深い関係があるにも関わらず, わかっていることはわずかで研究手法すらほとんどない状態である. 本論文では, カスプと向きの揃った 3 重点によるホモトピー同値類を考え, その上で 3 重点のジャンプの最小回数として, すべてのホモトピー同値類に対する距離を初めて定義し複体を導入した. 同時に評価式や距離による 7 交点以下の球面曲線の分類を与えた.

(d) (研究論文 [5] について) 結び目のクロスキャップ数とは結び目を境界とする向き付け不可能な曲面の種数の内, 最小の数のことである. この論文ではクロスキャップ数 2 を持つ交代結び目の集合を明示することで決定した. 同時に, より簡易な新しい種数計算法を導入した. (なお, クロスキャップ数 1 の結び目集合は 1978 年にクロスキャップ数を導入したクラークにより与えられていた.)

(e) (研究論文 [6] について) 素な結び目のテーブルは１００年以上前から知られているが, 結び目の素な曲線としての射影像を, 鏡像の可能性とともに書きつくすテーブルは無かった. この論文でテーブルの書き方とともに実際のテーブルを明示した.

(f) (研究論文 [8] について) 結び目の量子不変量を統一的に理解する一つの方法として, 量子不変量の変数で展開した係数であるバシリエフ不変量がある. 低次の様子は詳しく調べられているものの, この高次が満たす一般的な性質は, 初期の頃の文脈では深い研究があるものの, 現在知られているバシリエフ不変量の構成法のいくつかと結びつけた形では理解がなされていなかった. 本論文では新たなバシリエフ不変量を導入することで, これまで知られていないかった高次の振る舞いの性質を特徴付けた.

We will report on the book and refereed papers in 2018 ([1, 7] had been treated).

(a) [2] This book consists of two parts. In the first part, recalling a definition of the Jones polynomial from several viewpoints, we review Khovanov homology (M. Khovanov, Duke. Math. J., 2000), which is the first example of a knot homology, so-called *a categorification of the Jones polynomial*. As an application of this, we obtain a survey of the Milnor conjecture of the knot genus and its proof by J. Rasmussen via Khovanov homology (J. Rasmussen, Invent. Math., 2010) where the conjecture

was first solved by P.B. Kronheimer and T.S. Mrowka (Topology, 1993). We also give an introduction of nanoword theory of V. Turaev (Int. Math. Res. Not., 2006). In the second part, we review our several refereed papers during some years around 2015. This review of our papers in the second part of this book was first appeared in a mathematical magazine *Sugaku seminar*, Nippon Hyoron sha co., Ltd, 2015–2016 (six articles in six magazine during six months).

(b) [3] We obtain a new definition of a vector space generated by based chord diagrams, i.e., a configuration of paired points with a base point. Using the definition, we give linear functions that are topological invariants including Arnold invariants and new invariants.

(c) [4] We define a new complex derived from a distance on spherical curves where each 1-simplex corresponds to a *braid-type* triple point crossing (every triple point crossing consists of two types, each of which is a braid-type or not) and each vertex corresponds to an equivalence class of spherical curves generated by cusp jumps.

(d) [5] We introduce a new unknotting number of alternating knots, and it determines the set of crosscap number two alternating knots, where an alternating knot is a knot that has a projection which crossings are arranged in such a way that an underpath and an over path alternate when traveling along the projection, and the crosscap number of a knot is the minimal first Betti number of non-orientable surfaces bounded by the knot.

(e) [6] To the best of our knowledge, there is no table of knot projections with their mirror images though there was a table of knots over a century ago. Thus, we give the first one up to eight double points.

(f) [8] We introduce a new filtration of functions, so-called Vassiliev invariants, on the set of knots to characterize behaviors of general degrees of Vassiliev knot invariants. Here, it is known that a Vassiliev invariant is a coefficient of a expansion of a quantum invariant of knots.

B. 発表論文

1. (査読付解説論文) 伊藤昇, 結び目で世界はどこまで描けるのか–幾何と物理の交差点–, 日本物理学会誌, **73** 巻 2 号, (2018), 76–84.

2. (著書) 伊藤昇, 結び目理論の圏論, 日本評論社, 240 ページ, 2018.

3. (査読付研究論文) N. Ito, Based chord diagrams of spherical curves, *Kodai J. Math.* **41** (2018), 375–396.

4. (査読付研究論文) Y. Funakoshi, M. Hashizume, N. Ito, T. Kobayashi, and H. Murai, A distance on the equivalence classes of spherical curves generated by deformations of type RI, *J. Knot Theory Ramifications* **27** (2018), 1850066, 22pp.

5. (査読付研究論文) N. Ito and Y. Takimura, Crosscap number and knot projections, *Internat. J. Math.* **29** (2018), 1850084, 21pp.

6. (査読付研究論文) N. Ito and Y. Takimura, The tabulation of prime knot projections with their mirror images up to eight double points, *Topology Proc.* **53** (2019), 177–199 (E-published on 2018.10).

7. (査読付研究論文) N. Ito and M. Sakurai, On n-trivialities of classical and virtual knots for some unknotting operations, *J. Math. Soc. Japan* **71** (2019), 329–347.

8. (査読付研究論文) N. Ito and M. Sakurai, Higher-order finite type invariants of classical and virtual knots and unknotting operations, *Topology appl.*, accepted, 2018.5.17.

9. (報告集記事) 伊藤昇, Spaces of chord diagrams of spherical curves,「結び目の数学 X」報告集, 東京女子大学, 2018 年 2 月.

10. (報告集記事) 伊藤昇・櫻井みぎ和, Finite type invariants and n-similarity of virtual knots via forbidden moves,「結び目の数学 X」報告集, 東京女子大学, 2018 年 2 月.

11. (報告集記事) 伊藤昇・高村正志, Arrow diagrams on spherical curves and computations,「結び目の数学 X」報告集, 東京女子大学, 2018 年 2 月.

12. (報告集記事) 伊藤昇・橋爪惠, On the equivalence classes of spherical curves by Reidemeister moves I and Ⅲ,「結び目の数学 X」報告集, 東京女子大学, 2018 年 2 月.

13. (報告集記事) Yukari Funakoshi joint work with M. Hashizume, N. Ito, T. Kobayashi, and H. Murai, Complexes induced from spherical curves and distances derived from them,「結び目の数学 X」報告集, 東京女子大学, 2018 年 2 月.

C. 口頭発表

1. 伊藤昇, Goussarov-Polyak-Viro conjecture of knots with degree three and reduced Polyak algebra, 東京電機大学数学講演会, 東京電機大学, 2018. 9. 18.

2. 伊藤昇, 結び目理論の圏論化, 数学特別セミナー, 開成中・高等学校, 2018. 10. 30.

3. 伊藤昇, Introduction to Khovanov homology, 木曜セミナー, 埼玉大学, 2018. 11. 14.

4. 伊藤昇, On crosscap number two alternating knots, 結び目の数理, 早稲田大学, 2018. 12. 23.

5. 伊藤昇, Crosscap number two alternating knots and Kauffman states, 岐阜トポロジーセミナー, 岐阜大学, 2019. 2. 12.

6. 連名ポスター発表, (小鳥居祐香と 2 名の連名, 会場のポスター発表は伊藤が行った), 結び目の Goussarov-Polyak-Viro 予想について, 異分野・異業種研究交流会 2018, 明治大学, 2018. 11. 17.

7. 連名講演 (橋爪惠による講演・2 名の連名), On equivalence classes of spherical curves by deformations of type RI and RIII, 日本数学会年会, 東京大学, 2018. 3. 20.

8. 連名講演 (櫻井みぎ和による講演・2 名の連名), Finite type invariants and n-similarity of virtual knots by forbidden moves, 日本数学会年会, 東京大学, 2018. 3. 20.

F. 対外研究サービス

主催研究集会 (研究集会オーガナイザーを務めた.)

1. 小須田雅・塚本達也・伊藤昇・水澤篤彦, 結び目の代数と幾何, 早稲田大学理工, 2018. 3. 9.

2. 伊藤昇・鮑園園・横田佳之, Volume Conjecture in Tokyo, 東京大学数理, 2018. 8. 22–24.

井上 大輔 (INOUE Daisuke)

A. 研究概要

Kuznetsov–Perry による categorical join のホモロジー的射影双対性の応用として, 導来同値であるが双有理同値でない 3 次元カラビ・ヤウ多様体の対をいくつか構成した. 構成した各々のカラビ・ヤウ多様体についてミラーパートナーが Schoen のカラビ・ヤウ多様体として与えられることを確かめた.

By applications of homological projective duality for categorical joins due to Kuznetsov–Perry, I constructed several pairs of derived equivalent Calabi–Yau 3-folds which are not birational to each other. For each constructed Calabi–Yau 3-fold, I showed that the topological mirror Calabi–Yau 3-fold is given by a Schoen's Calabi–Yau 3-fold.

B. 発表論文

1. D. Inoue, A. Ito, and M. Miura: "*I*-functions of Calabi–Yau 3-folds in Grassmannians", Commun. Number Theory Phys. **11** (2017), no. 2, 273–309.

2. D. Inoue, A. Ito, and M. Miura: "Complete intersection Calabi–Yau manifolds with respect to homogeneous vector bundles on Grassmannians", to appear in Math. Z.

3. D. Inoue: “Calabi–Yau 3-folds from projective joins of del Pezzo manifolds”, arXiv:1902.10040.

C. 口頭発表

1. Wall-crossing in genus zero quasimap theory and mirror maps (survey), ミラー対称性の諸相 京都 2017, 京都大学, 2017 年 6 月.
2. Examples of Calabi–Yau 3-folds from projective joins of del Pezzo manifolds, 城崎代数幾何学シンポジウム（ポスターセッション）, 2018 年 10 月.
3. Calabi–Yau 3-folds from projective joins of del Pezzo manifolds, ワークショップ「幾何学における代数的・組み合わせ論的視点」第 1 回: 代数幾何学と表現論, 金沢大学, 2019 年 1 月.
4. Calabi–Yau 3-folds from projective joins of del Pezzo manifolds, 特別講演, 京都大学, 2019 年 2 月.

上田 祐暉 (UEDA Yuki)

A. 研究概要

1. 放物型方程式に対する Nitsche の方法について研究した. 偏微分方程式の数値計算において, 複雑な領域形状を扱うことやその境界上に条件を課すことは決して容易ではない. さらに, ディリクレ境界条件を直接課すことは数値振動の原因となりうる. Nitsche の方法ではディリクレ境界条件を弱形式中に表現することが可能である, 即ち境界条件は弱い意味で課されるのである. 私は放物型問題に対するスキームが inf-sup 条件と Galerkin 直行性を満たすことを証明した. 結果として, 空間半離散化において時間変数に対する L^2 及び H^1 ノルムを用いた最適誤差評価が得られた.
2. OSV (Osher-Soke-Vese) モデルに対する split Bregman method について研究している. OSV モデルは全変動に基づく最小化問題の一つであり, H^{-1} fidelity term を持つ. L^2 ノルムを fidelity term として用いる ROF (Rudin-Osher-Fatemi) モデルに比べて, 高い精度が期待される一方, この H^{-1} ノルムの存在が最小化問題をより難しくしている. Split Bregman method は, alternating direction method of multiplier (ADMM) の変種であるとみなされるものであり, ROF モデルへの適用が高い計算効率を持ち, かつ実装が容易であることが知られている. 私は OSV モデルに対する split Bregman method の応用を明確に定式化し, 数値計算例を提示しようと試みている.
3. L^2 射影の H^1 安定性について研究している. L^2 射影は有限要素法の数学解析において重要な役割を果たすものであり, その H^1 安定性はいくつかの有用な不等式を導く. 三角形要素に基づく局所準一様なメッシュに対して, H^1 安定性はある制約条件の下で満たされることが知られている. 私はこの結果を一般化し, その議論を Isogeometric Analysis と呼ばれる, NURBS 基底関数を用いた有限要素法に対して適用した.

1. The Nitsche method for parabolic problem is studied. It is not easy to treat complex geometries and to impose the boundary conditions in numerical computation of PDE. Furthermore, strongly imposed Dirichlet boundary conditions may cause the numerical oscillations. The Nitsche method can express the Dirichlet boundary condition in the weak formulation, that is, the boundary condition can be imposed weakly. I proved that the scheme for parabolic problems satisfies the inf-sup condition and Galrekin orthogonality. Consequently, the optimal order error estimates in L^2 or H^1 norms for temporal variable holds for spatial semi-discretization.
2. The split Bregman method for OSV (Osher-Soke-Vese) model is studied. OSV model is one of the Total Variation (TV) based minimization problem which has the H^{-1} fidelity term. Thanks to the H^{-1} norm, we can get high accuracy. However, it is more difficult to minimize the OSV functional than one of ROF (Rudin-Osher-Fatemi) model, which uses L^2 fi-

delity term. The split Bregman method is regarded as a variant of the alternating direction method of multiplier (ADMM). It is well-known that the application of the split Bregman method to ROF model has a high computational efficiency, and it is easy to implement. I try to provide a clear mathematical formulation and numerical example of the split Bregman method for OSV problem.

3. The H^1 stability of L^2 projection is studied. The L^2 projection plays an important role in the mathematical analysis of Finite Element Method (FEM). The H^1 stability of L^2 projection can provide some valuable estimates. For the triangular element and locally quasi-uniform mesh, it is well-known that the H^1 stability is satisfied under some constraints conditions. I generalize this result and apply the argument to the Isogeometric Analysis, which is FEM using the NURBS basis functions.

B. 発表論文

1. Y.Ueda and N.Saito: "The inf-sup condition and error estimates of the Nitsche method for evolutionary diffusion-advection-reaction equations", Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics **36** (2019) 209-238.

2. Y.Ueda and N.Saito: "Successive Projetion with B-spline", Information Technology: New Generations, 13th International Conference on Information Technology (2016) 917-928.

C. 口頭発表

1. Isogeometric Analysis における L^2 射影の H^1 安定性について, 不連続 Galerkin 有限要素法の数学理論とその周辺, 福岡, 2019 年 2 月

2. 放物型問題の Nitsche's method に対する inf-sup 条件および誤差評価について, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 月

3. 放物型問題に対する Nitsche の方法の応用, 不連続 Galerkin 有限要素法の数学理論とその周辺, 長崎, 2018 年 2 月

4. ST-C-DCT 法による数値計算例, 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学有明キャンパス, 2017 年 9 月

5. Space-Time Computation Technique with Continuous Representation in Time (ST-C): Mathematical Analysis and Numerical Examples, EMI2017: 2017 Engineering Mechanics Institute Conference, San Diego, California, USA, June 2017

6. B-spline による時間変数近似の逐次的構成の拡張と解析, CREST・さきがけ・数学協働プログラムの合同シンポジウム"数学パワーが世界を変える", 東京大学, 2017 年 2 月

7. B-spline による時間変数近似の逐次的構成の解析, 日本応用数理学会 2016 年度年会, 北九州国際会議場, 2016 年 9 月

8. An Error Estimate of the Successive Projection Methods by B-spline, SIAM: East Asian Section Conference 2016, University of Macau, June 2016

9. Successive projection with B-spline, ITNG2016: 13th International Conference on Information Technology: New Generations, Las Vegas, Nevada, USA, April 2016

10. Analysis of successive projection with B-spline, Second Joint Workshop of China-Japan-Korea A3 Foresight Program, Xiamen University, China, November 2015

G. 受賞

東京大学数理科学研究科数理科学研究科長賞, 2015 年 3 月.

神谷 亮 (KAMIYA Ryo)

A. 研究概要

円分多項式の積から定まる乗法的な離散力学系の摂動により得られる離散力学系を調べた。その中の５階までの方程式に対し、代数的エントロピーの計算やLaurent性、coprimeness性の観測を行い、いくつかの可積分力学系とカオス力学系を含むことを示した。高階の場合に可積分系となるための摂動の条件を調べることにより、可積分力学系と非可積分力学系の境目について理解を進めるのが目標である。

I considered discrete dynamical systems which are obtained by some perturbations to dynamical systems associated with the product of cyclotomic polynomials. Through the investigation of the lower order part of dynamical systems in iterms of Laurent property, coprimeness property and algebraic entropy, I proved that the dinamical systems contain both of some integrable dynamical systems and some chaos systems. The goal of this research is to advance the understanding of the boundaries between integrable and non-integrable dynamical systems by investigating integrability conditions for the higher order systems.

B. 発表論文

1. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro: "Algebraic entropy of a multi-term recurrence of the Hietarinta-Viallet type", arXiv:1812.08923 .
2. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase, N. Okubo and T. Tokihiro : "Toda type equations over multi-dimensional lattices", J. Phys. A: Math. Theor. **51** (2018) 364002 (16pp).
3. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro: "A two dimensional lattice equation as an extension of the Heideman-Hogan recurrence", J. Phys. A: Math. Theor. **51** (2018) 125203 (16pp).
4. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro: "Nonlinear forms of coprimeness preserving extensions to the Somos-4 recurrence and the two-dimensional Toda lattice equation –investigation into their extended Laurent properties–", J. Phys. A: Math. Theor. **51** (2018) 355202 (23pp).
5. Ryo Kamiya, "Quasi-integrable extensions of the discrete Toda lattice equation", 東京大学大学院数理科学研究科博士論文.
6. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase and T. Tokihiro: "Coprimeness-preserving non-integrable extension to the two-dimensional discrete Toda lattice equation", J. Math. Phys. **58**, (2017) 012702.

C. 口頭発表

1. 円分多項式の積に付随する離散力学系の可積分判定について, 日本応用数理学会研究部会連合発表会, 筑波大学, 2019 年 3 月
2. Two dimensional lattice equation as extension of Heideman-Hogan recurrence. Symmetries and Integrability of Difference Equations, Fukuoka, (ポスター発表) 2018 年 11 月.

川本 敦史 (KAWAMOTO Atsushi)

A. 研究概要

偏微分方程式の逆問題について研究を行っている．具体的には，偏微分方程式の源泉項や係数を決定する逆問題における一意性と安定性の研究をしている．
近年では，非整数階拡散方程式に対する逆問題とカーレマン評価の研究を行っており，その結果のひとつが論文 [3] として出版された．
今年度は，1 階時間偏導関数と 1/2 階時間偏導関数を含む複数項時間非整数階拡散方程式に対して，カーレマン評価を導出し，ブフゲイム-クリバノフ法と呼ばれる手法を用いて，源泉決定逆問題と係数決定逆問題におけるリプシッツ型の安定性評価を得た（町田学氏との共同研究）．
昨年度から引き続き，偏微分方程式に対する均質化法の研究を行っており，均質化法によって時間に関する非整数階偏導関数を含む偏微分方程式の導出を目指している．また，均質化法の逆問題への応用を研究している．

I have been working on inverse problems for partial differential equations. More precisely, I have been studying the uniqueness and the stability in inverse problems of determining the source term or the coefficients in partial differential equations.
In recent years, I have been working on inverse problems and Carleman estimates for some fractional diffusion equations. One of the results was published as a paper [3].
In this academic year, I derived the Carleman estimates for first and half order time fractional diffusion equations and established the Lipschitz type stability estimates in inverse coefficient problems and inverse source problems by the Bukhgeim-Klibanov method (Joint work with Prof. M. Machida).
Since the last year, I have continued the research on the homogenization for partial differential equations. The aim of this research is to derive partial differential equations including time fractional derivatives by the homogenization. Furthermore, I have been studying the application of the homogenization to inverse problems.

B. 発表論文

1. Atsushi Kawamoto : "Inverse problems for linear degenerate parabolic equations by "time-like" Carleman estimate", J. Inverse Ill-Posed Probl. **23** (2015) 1–21.
2. Atsushi Kawamoto : "Hölder stability estimate in an inverse source problem for a first and half order time fractional diffusion equation", Inverse Probl. Imaging **12** (2018) 315–330.
3. Atsushi Kawamoto : "Lipschitz stability estimates in inverse source problems for a fractional diffusion equation of half order in time by Carleman estimates", J. Inverse Ill-Posed Probl. **26** (2018) 647–672.

C. 口頭発表

1. Carleman Estimates and Inverse Source Problems for Fractional Diffusion Equations, 2nd East Asia Section of IPIA-Young Scholars Symposium, NCTS(National Center for Theoretical Sciences), Taipei, Taiwan, November 2016. (Invited talk)
2. Inverse problems for parabolic integro-differential equations, 若手研究集会「波動・振動・流れの制御と逆問題 -理論と数値計算-」, 同志社大学, 2017 年 8 月.

儀我 美保 (GIGA Mi-Ho)

A. 研究概要

特異な非等方的曲率を含むいくつかの発展方程式について広義解の解析を行った.
非等方的曲率流で界面エネルギー密度にカドがあり, 解にファセットと呼ばれる平らな面が出現するような現象は, 2 階非線形退化特異放物型偏微分方程式で形式的に表わすことが出来る. 界面に作用する外力が空間に依存する場合, ファセットが維持されず曲がる可能性がある. 界面が曲線で関数のグラフで表せる時, 比較原理と解の存在を示した.
また平面上の閉曲線に対する非等方的曲率流の解の, 時間離散的決定論的ゲーム理論による近似を見出した.
一方、結晶成長におけるファセット面の現れる表面拡散現象などは、4 階の特異拡散方程式で記述されうる. 界面エネルギーがクリスタラインで, 増大度が 1 次より大きい場合, 結晶形状の動きを表す ODE 系と代数方程式系の連立方程式を導出し, 区分一次関数からなるある特定の族に属する初期値に対して時間局所解の一意存在性を示した.
また複雑流体の動きを記述する様々なモデルを変分的に統一的視点から導出することについて解説した.

This work is concerned with analysis of generalized solutions for some nonlinear evolution equations with singular diffusivities.
We are interested in a singular anisotropic curvature flow. In evolving curves governed by singular interfacial energy density with corners, we often observe that a flat portion called a facet appears. Such a phenomena can be

described as a nonlinear degenerate singular parabolic partial differential equation of second order. If the external force to the interface is spatially constant, facets stay as facets. However, the external force depends on the space, some facets may bend and the behavior of the evolving curves become more complicated. In this situation we proved the comparison principle and the existence of the viscosity solution, when the interface of evolving curve can be written as a graph of a function.
We also found a time–discrete deterministic game approximation for anisotropic curve shortening flow in the plane.
On the other hand, we also focused on a surface diffusion flow with very singular interfacial energy in crystal growth, which is a forth order nonlinear partial differential equations. For crystalline energy density we derived an ODE system with a system of algebraic equations to describe the solution and local-in-time unique solvability of the solution for an initial curve in a special family of piecewise linear functions, provided that the growth order of the energy density is super linear.
In the meanwhile we explain several models describing motion of complex fluids from synthetic viewpoint of variational theory.

B. 発表論文

1. M.-H. Giga, Y. Giga and P. Rybka : "A Comparison Principle for Singular Diffusion Equations with Spatially Inhomogeneous Driving Force for Graphs", Archive for Rational Mechanics and Analysis **211** no. 2 (2014) 419–453. (with M.-H. Giga, Y. Giga, P. Rybka:"Erratum to: A comparison principle for singular diffusion equations with spatially inhomogeneous driving force for graphs", Archive for Rational Mechanics and Analysis **212** no. 2, (2014) p.707)

2. M.-H. Giga, Y. Giga and N. Pozar : "Periodic total variation flow of non-divergence type in R^n", J. Math. Pures Appl. (9) **102** (2014), no. 1 (2014), 203–233.

3. M.-H. Giga, A. Kirshtein and C. Liu: "Variational modeling and complex fluids ", In : Y. Giga, A. Novotny (eds), Handbook of Mathematical Analysis in Mechanics of Viscous Fluids,vol.**1** (2018), 73–113, Springer.

C. 口頭発表

1. Small growing crystals in the plane become fully faceted by crystalline energy, (Séminaire de l ' ERC ReaDi Equations de réaction–diffusion, propagation et modélisation, Organized by Henri Berestycki), École des hautes études en sciences sociales (EHESS), Paris, France, Novembrt 6, 2014.

2. On effect of anisotropy of interfacial energy and mobility in planar crystal growth, (Young Researchers in Fluid Dynamics, (June 18 - 19, 2015) Organized by Matthias Hieber et al. of German-Japanese International Research Training Group 1529, Mathematical Fluid Dynamics), Department of Mathematics, TU Darmstadt, Darmstadt, Germany June 18, 2015.

3. Resent topic on motion of a curve by crystalline energy: a discrete deterministic game approach, (Banach center conferences: Anisotropy 2015, (October 15 – 17, 2015) Organized by Piotr Mucha, Piotr Rybka and Lukasz Skonieczny), the Institute of Mathematics of Polish Academy of Sciences, Banach Center, Warsaw, Poland, October 15, 2015.

4. A discrete deterministic game approach for the planer motion by crystalline energy, (Journée d'Analyse Non Linéarire, Organized by Jan Elias and Danielle Hilhorst), Laboratoire de mathématiques analyse numérique et edp, Université de Paris-Sud 11, UMR 8628, Paris, France, Jun 6, 2016.

5. A discrete deterministic game approach for the planer motion by crystalline energy, (Emerging Developments

in Interfaces and Free Boundaries (January 22-28, 2017), Organized by Charles M. Elliott, Yoshikazu Giga, Michael Hinze and Vanessa Styles) Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, January 27, 2017.

6. On planar anisotropic curvature flow and its approximation by deterministic games, (Partial Differential Equations and their Applications 2016/17 Organized by Charles M. Elliott, Jose Dodorigo) University of Warwick, United Kingdom, May 3, 2017.

7. Crystallline surface difusion flow for graph-like curves, (Surface, bulk and geometric partial differential equations: interfacial, stochastic, non-local and disfrete structionres (January 20-25, 2019), Organized by Charles M. Elliott, Harald Garcke and Ralf Kornhuber) Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, January 25, 2019.

F. 対外研究サービス

1. A member of the steering committee: Mathematics for Nonlinear Phenomena: Analysis and Computation, Sapporo Convention Center, Sapporo, August 16 – 18, 2015

木村 晃敏 (KIMURA Akitoshi)

A. 研究概要

点過程の強度確率過程の間の相関推定について研究している. 以前, 吉田朋広教授との共同研究において, 相関推定量を提案し, その高頻度観測の元での漸近混合正規性を示した. 相関推定量の漸近分散推定量を提案し, 相関推定量の漸近混合正規性が成り立つ条件の下で一致性を示した. これにより, 区間推定や, 統計的仮説検定が可能となった. 実データへの応用においては, 観測頻度を表すパラメータを適切に決定することが重要となる. 二重確率的ポアソン過程を用いたシミュレーションを利用し, パラメータの決定について議論した. さらに, シミュレーションの結果をもとに, 高頻度金融注文データへの応用を行った. また, 高頻度金融取引データや, Twitter データ, それらの組み合わせ, および村田昇教授から供与された二光子顕微鏡の観測データへの応用にも取り組んでいる.

I research the estimation of correlation between latent stochastic processes of point processes. Prof. N. Yoshida and I previously proposed the correlation estimator and showed its asymptotic mixed normality in high frequency setting. I proposed the asymptotic variance estimator of the correlation estimator and proved its consistency under the same condition for the asymptotic mixed normality of the correlation estimator. Then, interval estimation and hypothesis testing can be used. It is important to determine the sampling frequency parameter suitably for application to the real data. I discussed the determination method with the simulation of doubly stochastic Poisson processes. Furthermore, I apply it to the high frequency financial order data based on the simulation result. I also work on application to the high frequency financial data, Twitter data, their combination, and the sampling data of Two-photon excitation microscopy which is given by Prod. N. Murata.

B. 発表論文

1. A. Kimura : “Confidence interval for correlation estimator between latent processes”, Jpn J Stat Data Sci., (2019)

2. A. Kimura : “Estimation and statistical testing of the correlation between latent processes”, 東京大学博士論文 (2018)

3. A. Kimura and N. Yoshida : “Estimation of Correlation Between Latent Processes” Advanced Modelling in Mathematical Finance In Honour of Ernst Eberlein (2016) 131–146.

4. A. Kimura : “Estimation for Correlation between Intensity Processes of Doubly Stochastic Poisson Processes”, 東京大学修士論文 (2015)

C. 口頭発表

1. 潜在確率過程の相関推定量について, 2018 年度統計関連学会連合大会, 中央大学, 2018 年 9 月
2. 潜在確率過程間の相関推定について, 基盤研究 (S)(代表 : 谷口正信)「広汎な観測に対する因果性の導入とその最適統計推測論の革新」によるセミナー, 早稲田大学, 2018 年 8 月
3. Estimation of correlation between latent processes, The 5th Institute of Mathematical Statistics Asia Pacific Rim Meeting, National University of Singapore, Singapore, 2018 年 6 月
4. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, 第 12 回日本統計学会春季集会, 早稲田大学, 2018 年 3 月
5. 潜在確率過程間の相関の推定及び統計的検定, 確率過程の統計推測の最近の展開, 東京大学, 2018 年 1 月
6. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, CREST・さきがけ数学関連領域合同シンポジウム 「数学パワーが世界を変える 2018」, アキバホール, 2018 年 1 月
7. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, 数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2017, 東京大学, 2017 年 11 月
8. 計数過程の強度過程の間の相関関係について, 2017 年度統計関連学会連合大会, 南山大学, 2017 年 9 月
9. Estimation of lead-lag parameter between latent processes, 第 2 回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学, 2016 年 8 月
10. Estimation of correlation between latent processes, ASC2016, 東京大学, 2016 年 2 月

柴田 康介 (SHIBATA Kohsuke)

A. 研究概要

双有理幾何学に現れる特異点の可換環論的性質について研究している。本年度は 2 次元有理特異点のイデアルのコアで成り立っている性質が 2 次元正則局所環の module のコアの場合についても成り立つことを、adjoint ideal の性質を使うことで示すことができた。また、ジェットスキームを用いることで正標数の 2 次元超曲面特異点が semi log canonical である新しい特徴付けを見つけた。この特徴付けによって semi log canonical 超曲面を定義している多項式の次数が低い部分は擬同次多項式で semi log canonical を定義していることが分かった。また、トーリック多様体の非退化な超曲面に対して precise inversion of adjunction が成り立つことを示した。

I study singularities which appear in birational geometry using the methods in commutative algebra. In this year, I proved the cores of modules over a 2-dimensional regular local ring have the same properties as the cores of ideals of a 2-dimensional ring with a rational singularity, using the properties of adjoint ideals. Moreover using jet schemes, I found the characterization of 2-dimensional semi log canonical hypersurface singularities in positive characteristic. This characterization implies the lower terms of the defining polynomial of 2-dimensional semi log canonical hypersuface singularities is the quasi-homogeneous polynomial defining the semi log canonical hypersuface singularities. Furthermore I proved precise inversion of adjunction formula for non-degenerate hypersurfaces of toric varieties.

B. 発表論文

1. K.Shibata : “Upper bound of the multiplicity of a Du Bois singularity ”,. Proceeding of the American Mathematical Society. **145** (2017) 1053-1059.
2. K.Shibata : “Multiplicity and invariants in birational geometry ”,. Journal of Algebra, Volume . **476** (2017) 161-185.
3. K.Shibata : “Rational singularities, ω-multiplier ideals and cores of ideals”,.

The Michigan Mathematical Journal. **66** (2017) 309-346.

4. K.Shibata and N.Duc Tam : "Characterization of 2-dimensional normal Mather-Jacobian log canonical singularities",. to appear in Tohoku mathematical journal.

5. K.Shibata "Appendix Proof of Proposition 1.4 in characteristic 0, in appendix to: Shihoko Ishii, Inversion of modulo p reduction and a partial descent from characteristic 0 to positive characteristic, ArXiv: 1808.10155

C. 口頭発表

1. Rational singularities, ω-multiplier ideals and cores of ideals, 第 29 回可換環論セミナー, 山口大学,2017 年 2 月

2. Rational singularities, ω-multiplier ideals and cores of ideals, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大学東京,2017 年 3 月

3. Watanabe ' s conjecture for log canonical singularities, 特異点月曜セミナー, 日本大学,2017 年 4 月

4. Upper bound of multiplicity of locally complete intersection singularities, 代数幾何学セミナー、東京大学数理科学研究科、2017 年 5 月

5. Terminal singularities, which are not Cohen-Macaulay(after B. Totaro), 特異点月曜セミナー 日本大学, 2017 年 11 月

6. Upper bound of the multiplicity of locally complete intersection singularities, 第 39 回可換環論シンポジウム, 京都大学数理解析研究所,2017 年 11 月

7. Bound of the multiplicity of abelian quotient complete intersection singularities, 特異点月曜セミナー, 日本大学 2017 年 12 月

8. Bound of the multiplicity of complete intersection singularities, 第 30 回可換環論セミナー, 北海道教育大学札幌駅前サテライト, 2018 年 2 月

9. Bound of the multiplicity of complete intersection singularities, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学,2018 年 3 月

10. Divisors computing the minimal log discrepancy in positive characteristic, 特異点月曜セミナー, 日本大学 2018 年 6 月

中濱 良祐 (NAKAHAMA Ryosuke)

A. 研究概要

簡約リー群の無限次元表現論は，20 世紀中盤より研究が始められ，現在も代数・幾何・解析の立場から活発に研究されている分野である．一般に無限次元表現は有限次元表現に比べて扱いが難しいが，その中でも正則離散系列表現は，リー群の無限次元表現の中で比較的扱いやすい．私はこれを具体的な関数空間に実現することで，その性質について研究してきた．

ここでは，エルミート対称空間 G/K を有界対称領域 D として実現することにする．このとき，$\tilde{G}$ を G の普遍被覆群とすると，D 上の $\tilde{G}$-同変ベクトル束 $\mathcal{W} \to D$ は，ファイバーとなるベクトル空間 W を固定したとき，一次元の自由度 (λ とする) を持つ．もし $\lambda \in \mathbb{R}$ が十分大きければ，正則切断の空間 $\mathcal{O}(D, \mathcal{W}_\lambda)$ 上に $\tilde{G}$-不変な内積 $\langle \cdot, \cdot \rangle_\lambda$ が積分で与えられ，対応するヒルベルト空間 (重み付きベルグマン空間) $\mathcal{H}_\lambda(D, \mathcal{W}) \subset \mathcal{O}(D, \mathcal{W}_\lambda)$ が正則離散系列表現を与える．

私は最近は正則離散系列表現を部分群に制限したときの振る舞いに興味を持っている．一般に (G, G_1) を正則型の対称対，すなわちリーマン対称空間の埋め込み写像 $G_1/K_1 \hookrightarrow G/K$ が正則写像となる対称対のとき，G の任意の正則離散系列表現は G_1 に制限すると離散分解し，その重複度は一様有界になることが知られている (小林，2007)．私は G_1 の正則離散系列表現 $\mathcal{H}_1$ から G の正則離散系列表現 $\mathcal{H}$ の G_1-同変な埋め込み写像を，$\mathcal{H}$ がスカラー型，$\mathcal{H}_1$ が G_1 の極大コンパクト部分群 K_1 の下で無重複という仮定の下で，無限階微分作用素の形で具体的に構成した．また，極に当たるパラメータに対し，この写像の留数が部分商からの写像を導く様子を見た．

しかし応用上は，逆向きの G_1-絡作用素 $\mathcal{H} \to \mathcal{H}_1$ のほうが重要であるように思われる．私は

(G, G_1) が $(Sp(n,\mathbb{R}), U(n',n''))$ などの対称対の場合に，$D \subset \mathrm{Sym}(n,\mathbb{C})$ 上の指数関数と，$\mathrm{Sym}(n',\mathbb{C}) \oplus \mathrm{Sym}(n'',\mathbb{C})$ 上の多項式との内積 $\left\langle \det(x)^k f(z), \exp \mathrm{tr}\left(\begin{pmatrix} x & y \\ {}^t y & z \end{pmatrix} \overline{A}\right) \right\rangle_\lambda$ を具体的に計算することにより，G_1-絡作用素 $\mathcal{H} \to \mathcal{H}_1$ を $\mathcal{H}$ がスカラー型，かつ $\mathcal{H}_1$ の極小 K-タイプに $U(n')$ がスカラーで作用する場合に有限階の微分作用素として具体的に構成した．

The infinite-dimensional representation theory of reductive Lie groups has been studied since mid 20th century, and even now it is actively studied from the viewpoint of algebra, geometry and analysis. In general, infinite-dimensional representations are more difficult to treat than finite-dimensional representations, but among these, holomorphic discrete series representations are relatively easy to handle. I have studied the properties of these representations by realizing them on explicit function spaces.

Here we realize the Hermitian symmetric space G/K as a bounded symmetric domain D. Let $\tilde{G}$ be the universal covering group of G. Then the family of $\tilde{G}$-equivariant vector bundles $\mathcal{W} \to D$ has a 1-dimensional degree of freedom (put λ), when we fix the fiber W. Then if $\lambda \in \mathbb{R}$ is sufficiently large, then there exists a $\tilde{G}$-invariant inner product $\langle \cdot, \cdot \rangle_\lambda$ on the space of holomorphic sections $\mathcal{O}(D, \mathcal{W}_\lambda)$ given by an integral, and the corresponding Hilbert space (weighted Bergman space) $\mathcal{H}_\lambda(D, \mathcal{W}) \subset \mathcal{O}(D, \mathcal{W}_\lambda)$ gives the holomorphic discrete series representations.

Recently I am interested in the behavior of the restriction of holomorphic discrete series representations to subgroups. In general, let (G, G_1) be a symmetric pair of holomorphic type, namely, a symmetric pair such that the embedding map $G_1/K_1 \hookrightarrow G/K$ of Riemannian symmetric spaces is a holomorphic map. Then it is known that the restriction of arbitrary holomorphic discrete series representation to G_1 decomposes discretely, and its multiplicity is uniformly bounded (Kobayashi, 2007). I constructed the G_1-equivariant embedding map from a holomorphic discrete series representation $\mathcal{H}_1$ of G_1 into a holomorphic discrete series representation $\mathcal{H}$ of G in the form of infinite-order differential operators, under the assumption that $\mathcal{H}$ is of scalar type and $\mathcal{H}_1$ is multiplicity-free under the maximal compact subgroup K_1 of G_1. Also, when the parameter is a pole, I observed that its residue induces the map from some subquotient module.

However, the G_1-intertwining operator $\mathcal{H} \to \mathcal{H}_1$ of opposite direction seems more important for application. For some symmetric pairs such as $(G, G_1) = (Sp(n,\mathbb{R}), U(n',n''))$, I constructed the G_1-intertwining operator $\mathcal{H} \to \mathcal{H}_1$ when $\mathcal{H}$ is of scalar type and when $U(n')$ acts by scalar on the minimal K_1-type of $\mathcal{H}_1$, by computing the inner product $\left\langle \det(x)^k f(z), \exp \mathrm{tr}\left(\begin{pmatrix} x & y \\ {}^t y & z \end{pmatrix} \overline{A}\right) \right\rangle_\lambda$ of an exponential function on $D \subset \mathrm{Sym}(n,\mathbb{C})$ and a polynomial on $\mathrm{Sym}(n',\mathbb{C}) \oplus \mathrm{Sym}(n'',\mathbb{C})$.

B. 発表論文

1. R. Nakahama, *Construction of intertwining operators between holomorphic discrete series representations.* preprint (2019), arXiv:1804.07100, 109 pages.

2. R. Nakahama, *Multivariate Bessel functions and hypergeometric polynomials of matrix argument.* 表現論シンポジウム講演集 (編集者: 井上順子先生 (鳥取大学)，森義之先生 (岡山理科大学)) (2018).

3. R. Nakahama, *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations.* Josai Mathematical Monographs vol. 10, Proceedings of JMM workshop on Representation Theory and Differential Equations (編集者: 廣惠一希先生，井沼学先生，小木曽岳義先生，大島利雄先生 (城西大学)) (2017), 19–36.

4. R. Nakahama, *Norm computation and analytic continuation of vector valued holomorphic discrete series representations.* J. Lie Theory **26** (2016), no. 4, 927–990.

5. R. Nakahama, *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations.* 実函数論・函数解析学合同シ

ンポジウム講演集 (編集者: 示野信一先生 (関西学院大学)，松岡勝男先生 (日本大学)) (2016), 45–60.

6. R. Nakahama, *Some topics on analysis of holomorphic discrete series representations* (正則離散系列表現の解析に関するいくつかの話題). 学位論文 (指導教員: 小林俊行先生 (東京大学)) (2016), 東京大学.

7. R. Nakahama, *Norm computation and analytic continuation of vector-valued holomorphic discrete series representaions*. 数理解析研究所講究録 **1977**, 表現論および関連する調和解析と微分方程式 (編集者: 竹村剛一先生 (中央大学)) (2015), 91–108.

8. R. Nakahama, *The action of 1-dimensional holomorphic semigroups for functions on symmetric cones and the Bessel functions*. 数理解析研究所講究録 **1877**, 表現論および表現論の関連する諸分野の発展 (編集者: 笹木集夢先生 (東海大学)) (2014), 88–103.

9. R. Nakahama, *Norm computation and analytic continuation of vector-valued holomorphic discrete series representations*. 表現論シンポジウム講演集 (編集者: 松澤淳一先生 (奈良女子大学), 示野信一先生 (関西学院大学)) (2014), 17–28.

10. R. Nakahama, *Integral formula and upper estimate of I and J-Bessel functions on Jordan algebras*. J. Lie Theory **24** (2014), no. 2, 421–438.

C. 口頭発表

1. *Multivariate Bessel functions and hypergeometric polynomials of matrix argument*, 表現論シンポジウム (世話人: 井上順子先生 (鳥取大学)，森義之先生 (岡山理科大学))，国民宿舎水明荘 (鳥取県)，2018 年 11 月.

2. *Multivariate Bessel functions and hypergeometric polynomials of matrix argument*, 調和解析セミナー (世話人: 吉野邦生先生 (東京都市大学))，東京都市大学，2018 年 9 月.

3. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, Harmonic analysis forum (世話人: 吉野邦生先生 (東京都市大学))，東京都市大学，2018 年 3 月.

4. 正則離散系列表現の間の絡作用素，AGU 新春セミナー (世話人: 西山享先生 (青山学院大学))，青山学院大学，2018 年 1 月.

5. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, 日本数学会秋季総合分科会，山形大学，2017 年 9 月.

6. *Norm computation and analytic continuation of vector-valued holomorphic discrete series representations*, Harmonic analysis forum (世話人: 吉野邦生先生 (東京都市大学)), 東京都市大学，2017 年 2 月.

7. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, 2016 年度ワークショップ「表現論と微分方程式」(世話人: 廣惠一希先生，井沼学先生，小木曽岳義先生，大島利雄先生 (城西大学))，城西大学，2016 年 11 月.

8. *Intertwining operators between holomorphic discrete series representations*, 実函数論・函数解析学合同シンポジウム (開催責任者: 示野信一先生 (関西学院大学)，松岡勝男先生 (日本大学))，首都大学東京，2016 年 9 月.

9. *Laguerre semigroups for functions on symmetric cones and the Bessel functions*, 調和解析セミナー (世話人: 吉野邦生先生 (東京都市大学)), 東京都市大学, 2016 年 3 月.

10. *Explicit embeddings of holomorphic discrete series representations*, 日本数学会年会, 筑波大学, 2016 年 3 月.

長町 一平 (NAGAMACHI Ippei)

A. 研究概要

正規代数多様体間のエタール基本群に関するホモトピー完全列について研究を行なった. 特に, ホモトピー完全列を得るための十分条件を, 値域

の余次元 1 の点での分岐の情報を用いて記述した. さらに, 定義域が正則多様体で値域が双曲曲線の場合にホモトピー完全列を得るための必要条件を群論的に記述した. この研究成果は論文としてまとめ, 現在投稿中である. また, これらの研究成果を用いて 2 次元の多重双曲曲線に関する Hom 版の Grothendieck 予想を研究した. 特に, 定義域が正則の場合に支配的な射の誘導するエタール基本群間の準同型を特徴付けた. さらに, Grothendieck 切断予想の仮定の下で, Hom 版の Grothendieck 予想を証明した.

In this year, I studied homotopy exact sequences for normal schemes. I interpreted, for any surjective morphism $f : X \to S$ of finite type between locally Noetherian normal schemes, the condition that f induces an exact sequence of étale fundamental groups

$$\pi_1(X_{\overline{\eta}}, *) \to \pi_1(X, *) \to \pi_1(S, *) \to 1$$

in terms of coveings of the scheme S with tame ramifications. By using this homotopy exact sequence, I also studied the Grothendieck Conjecture for morphisms from regular varieties to hyperbolic polycurves of dimension 2 over sub-p-adic fields.

B. 発表論文

1. I. Nagamachi : "On a good reduction criterion for proper hyperbolic polycurves with sections", Hiroshima Math. J. 48 (2018), pp. 223-251.
2. I. Nagamachi : "Log-Shells and Log-Volumes", submitting to RIMS 講究録別冊.
3. I. Nagamachi : "Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves", arXiv: 1801.08728v2[math.NT].
4. I. Nagamachi : "On homotopy exact sequence for normal schemes", arXiv: 1811.11395v3[math.NT].
5. I. Nagamachi : "On the Hom Version of the Grothendieck Conjecture for Hyperbolic Polycurves of Dimension 2", arXiv: 1902.02058[math.NT].

C. 口頭発表

1. 「Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves」, 代数的整数論とその周辺 2018, 京都大学数理科解析研究所, 2018 年 11 月.
2. 「 Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves」, 第 17 回仙台広島整数論集会, 東北大学大学院理学研究科, 2018 年 7 月.
3. 「多重双曲的曲線の良還元判定条件について」, 東工大　数論・幾何学セミナー, 東京工業大学理学院数学系, 2018 年 7 月.
4. 「 Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves」, 代数学コロキウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 6 月.
5. 固有多重双曲的曲線の良還元判定条件について, 京都数論合同セミナー, 京都大学数学教室, 2017 年 8 月.
6. On a good reduction criterion and a log smooth reduction criterion for proper polycurves with sections, 数理研数論セミナー, 京都数理解析研究所, 2017 年 4 月.
7. On a good reduction criterion for proper polycurves with sections, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 9 月.
8. Log-shell, log-volume and log-link I and II", Inter-universal Teichmuller Theory Summit, 京都大学数理科解析研究所, 2016 年 7 月.
9. Log-shell, log-volume and log-link, 「p 進数論幾何とその周辺」セミナー, 京都大学数理科解析研究所, 2016 年 7 月.
10. On a good reduction criterion for proper polycurves with sections, 代数的整数論とその周辺 2015, 京都大学数理科解析研究所, 2015 年 12 月.

橋本 健治 (HASHIMOTO Kenji)

A. 研究概要

楕円 K3 曲面で大域切断があるような場合について、生成的には特異ファイバーの配置（それ

は射影直線の 24 点の配置となる）が元の K3 曲面を一意的に定めることを示した（植田一石氏との共同研究）。この証明には Mordell–Weil 格子の理論を応用した。結果は論文にまとめて公表した。
また、K3 曲面の自己同型を応用することで、非ケーラーのカラビ・ヤウ 3 次元多様体の位相型は無数にあることを示した（佐野太郎氏との共同研究）。

We studied elliptic K3 surfaces with a global section (a joint work with Kazushi Ueda). We showed that, in generic case, the arrangement of the singular fibers (i.e. 24 points on the projective line) uniquely determines the K3 surface. In order to prove this, we applied the theory of Mordell–Weil lattice.
We also studied non-Kähler Calabi-Yau threefolds (a joint work with Taro Sano). By applying automorphisms of K3 surfaces, we showed that there are infinitely many topological types of such Calabi-Yau threefolds.

B. 発表論文

1. K. Hashimoto and T. Sano, Examples of non-Kähler Calabi-Yau 3-folds with arbitrarily large b_2, arXiv:1902.01027
2. K. Hashimoto and K. Ueda, Reconstruction of general elliptic K3 surfaces from their Gromov-Hausdorff limits, Proc. Amer. Math. Soc., to appear.
3. K. Hashimoto, JongHae Keum and Kwangwoo Lee: "K3 surfaces with Picard number 2, Salem polynomials and Pell equation", arXiv:1711.02822.
4. K. Hashimoto and A. Kanazawa : "Calabi–Yau threefolds of type K (I) Classification", International Mathematics Research Notices, Vol. 2017, Issue 21, 6654-6693.
5. K. Hashimoto, Hwayoung Lee and K. Ueda: "On a certain generalization of triangle singularities", manuscripta math. **153** (2017), 35-51.
6. Jae-Seung Jeong, Hantao Lu, Ki Hoon Lee, K. Hashimoto, Suk Bum Chung and Kwon Park, "Competing states for the fractional quantum Hall effect in the 1/3-filled second Landau level", Phys. Rev. B 96 (2017), 125148.
7. K. Hashimoto and A. Kanazawa : "Calabi–Yau threefolds of type K (II) Mirror symmetry", Communications in Number Theory and Physics **10** (2016), no. 2, 157-192.

C. 口頭発表

1. Period map of a certain family of K3 surfaces with an S_5 action, Japanese–European symposium on Symplectic Varieties and Moduli Spaces -third edition-, 東京理科大学, 2018 年 8 月.
2. Mirror symmetry for complete intersection K3 surfaces in weighted projective spaces, Working Workshop on Calabi–Yau Varieties and Related Topics, 学習院大学, 2018 年 8 月.
3. Global sections of some special elliptic surfaces, Workshop on algebraic surfaces 2018, Leibniz University Hannover, Germany, 2018 年 3 月
4. Global sections of some special elliptic surfaces, UC Riverside Algebraic Geometry Seminar, UC Riverside, USA, 2018 年 2 月.
5. Symplectic automorphisms of K3 surfaces and applications, 11th Conference on Arithmetic and Algebraic geometry, 東京大学, 2018 年 1 月.

林 達也 (HAYASHI Tatsuya)

A. 研究概要

血管新生における血管内皮細胞の動態に関する数理モデルについて取り組んだ．血管新生とは，新しい血管ネットワークが形成される現象である．血管内皮細胞の伸長や移動には，VE-カドヘリンと呼ばれる細胞接着分子の動態が関わっていることが知られている．そこで，内皮細胞の VE-カドヘリン依存的な運動特性を検証するために，2 個の内皮細胞の動態を記述する数理モデ

ルを構築した．観測結果と数値シミュレーション結果を比較したところ，実験で観測された内皮細胞の特徴的な運動を数理モデルでも再現することができた．さらに，この 2 細胞モデルを多細胞モデルに拡張し，数値シミュレーションを行った結果，血管新生における分岐的な細胞配列パターンが再現された（栗原裕基教授（東京大学）らとの共同研究）．

We study a mathematical model for endothelial cell migration during angiogenesis. Angiogenesis is the process of new blood vessel formation by the extension of existing vasculature. VE-cadherin, a type of cell adhesion molecule, is known to affect the extension and migration of endothelial cells. To investigate the effect of VE-cadherin on endothelial cell migration, we constructed a mathematical model describing the dynamics of two endothelial cells. The numerical results of our model reproduced the characteristic movement of endothelial cells. Using this model, we obtained patterns similar to vascular networks during angiogenesis.

B. 発表論文

1. Y.Kominami, T.Hayashi, T.Tokihiro and H.Ushio : “A novel analysis of the peptide terminome characterizes dynamics of proteolytic regulation in vertebrate skeletal muscle under serve stress”, *Proteomes* **7** (2019) 6.

2. T. Hayashi, T. Tokihiro, H. Kurihara, F. Nomura and K. Yasuda: “Integrate and fire model with refractory period for synchronization of two cardiomyocytes”, *J. Theor. Biol.* **437** (2018) 141–148.

3. T. Hayashi, T. Tokihiro, H. Kurihara and K. Yasuda : “Community effect of cardiomyocytes in beating rhythms is determined by stable cells”, *Scientific Reports* **7**, (2017), 15450.

C. 口頭発表

1. 血管新生における血管内皮細胞の基本動態に関する数理モデル, 日本応用数理学会 2018 年度年会, 名古屋大学, 2018 年 9 月.

2. 心筋細胞の同期モデル，第 3 回応用可積分系若手セミナー，芝浦工業大学，2018 年 3 月．

3. 数理モデルによる心筋細胞集団の引き込み効果について，日本応用数理学会 2017 年度年会，武蔵野大学，2017 年 9 月

4. 心筋細胞の同期モデル，研究集会 「数理科学の拡がり：可積分系・数理医学」，島根県民会館，2017 年 8 月

5. Analysis of the community effect of cardiomyocytes by mathematical modeling, 第 94 回日本生理学会大会，アクトシティ浜松，2017 年 3 月

6. 数理モデルによる心筋細胞の集団効果の解析，日本応用数理学会 2017 年研究部会連合発表会，電気通信大学，2017 年 3 月

7. 心筋細胞の同期モデル，研究集会「生命動態とその数理」，松江エクセルホテル東急，2017 年 2 月

8. 繊維芽細胞と相互作用をもつ心筋細胞の数理モデル，CREST 第 5 回領域会議，日本科学未来館，2016 年 12 月

9. 数理モデルによる心筋細胞の集団効果の解析と数理モデルの数学的解析，CREST 第 4 回領域会議，国立科学博物館，2016 年 2 月

10. 心筋細胞の同期現象に関する不応期をもつ積分発火モデル，MIMS 共同研究集会「可積分系が拓く現象数理モデル」，明治大学，2015 年 11 月

平野 雄一 (HIRANO Yuichi)

A. 研究概要

保型形式の岩澤理論を研究している．本年度は, 実 2 次体 F に対して, 次を得た:

(1) 適当な仮定のもとで, 平行な重さ 2 でレベル $\mathfrak{n}$ の F 上の Hilbert 尖点形式と Hilbert Eisenstein 級数の間の合同式 (mod p) からそれらに伴う L 関数の特殊値の代数的部分の間の合同式を導出した.

また, F の狭義類数 h_F^+ が 1 の場合に, (1) の仮定をすべてみたす例のリストを与えた．これは次に基づく:

(2) 下記の (2-A) と (2-B) を確認するアルゴリズムを作成して, Sage (数式処理・数値計算システム) での計算を行い, (1) の仮定をすべてみたす 3 つ組 $(F, p, \mathfrak{n})$ の例のリストを与えた.

(1), (2) は, $h_F^+ = 1$ の場合の研究員による結果 (B. [1], [3]) を改訂したものである. 本結果の証明は, 辻雄氏 (東京大学) によるご指導に基づく.

(1) の証明の鍵の 1 つは, 平行な重さ 2 の Hilbert Eisenstein 級数に伴う L 関数の特殊値の相対 Betti コホモロジー論的な記述を与えたことである. この記述の証明は, 谷口隆氏 (神戸大学) によるご助言に基づく.

(2) の証明は, (1) の証明の手法に基づく. 証明の鍵は, 次の 2 点を確認するアルゴリズムを与えたことである:

(2-A) Hilbert 上半平面に作用する離散群の捻れ元がないこと;

(2-B) p 進整数環係数の 2 次の境界コホモロジーと 3 次のコンパクト台付きコホモロジーの捻れ元がないこと.

これは, 木村巌氏 (富山大学) によるご助言に基づく.

The field of study is Iwasawa theory for modular forms. In this academic year, for a real quadratic field F, we obtain the following:

(1) under some assumptions, a congruence $(\mathrm{mod}\, p)$ between a Hilbert cusp form and a Hilbert Eisenstein series over F of parallel weight 2 and level $\mathfrak{n}$ gives rise to congruences between algebraic parts of special values of their L-functions.

Moreover, in the case where the narrow class number of F, which is denoted by h_F^+, is equal to 1, we give tables of examples satisfying all the assumptions of (1). This is based on the following:

(2) algorithms to check (2-A) and (2-B) below presented and implemented in Sage (a mathematics software system) give tables of examples of triples $(F, p, \mathfrak{n})$ satisfying all the assumptions of (1).

The results (1) and (2) are revisions of the results of the researcher in the case where $h_F^+ = 1$ (B. [1], [3]). The proof of the results is based on guidance given by Professor Takeshi Tsuji (The University of Tokyo).

One of the key ingredients of the proof of (1) is to give a relative Betti cohomological description of special values of L-functions associated to a Hilbert Eisenstein series of parallel weight 2. The proof of the description is based on comments and suggestions provided by Professor Takashi Taniguchi (Kobe University).

The proof of (2) is based on the method to prove (1). The key ingredient of the proof is to give algorithms to check the followings:

(2-A) torsion-freeness of discrete subgroups acting on the Hilbert upper half space;

(2-B) torsion-freeness of the boundary cohomology of degree 2 and the compactly supported cohomology of degree 3 with coefficients in the ring of p-adic integers.

This is based on comments and suggestions provided by Professor Iwao Kimura (Toyama University).

B. 発表論文

1. Y. Hirano : "Congruences of Hilbert modular forms over real quadratic fields and the special values of L-functions: announcement", RIMS Kôkyûroku Bessatsu, B53 (2015), 65–86.

2. Y. Hirano : "Congruences of modular forms and the Iwasawa λ-invariants"(修士論文), Bulletin de la Société Mathématique de France **146** (2018), no. 1, 1–79.

3. Y. Hirano : "Congruences of Hilbert modular forms over real quadratic fields and the special values of L-functions"(博士論文).

4. Y. Hirano : "Congruences between Hilbert modular forms of parallel weight 2 over real quadratic fields, and the Iwasawa λ-invariants", in preparation.

C. 口頭発表

1. 実 2 次体上の Hilbert 保型形式の合同式と L 関数の特殊値, 慶應代数セミナー, 慶應義塾大学理工学部, 2014 年 4 月 14 日

2. 実 2 次体上の Hilbert 保型形式の合同式と L 関数の特殊値, 早稲田整数論セミナー, 早

稲田大学 (西早稲田キャンパス), 2014 年 6 月 27 日

3. Riemann ゼータ関数と円分体の類数, iB-Math 玉原サマースクール 2014, 東京大学玉原セミナーハウス, 2014 年 7 月 23 日〜7 月 25 日

4. 実 2 次体上の Hilbert 保型形式の合同式と L 関数の特殊値, 神戸大学代数セミナー, 神戸大学, 2015 年 1 月 8 日

5. Hilbert 保型形式の合同式と岩澤不変量, 東北大学代数セミナー, 東北大学, 2015 年 7 月 23 日

6. Congruences between Hilbert modular forms of weight 2 and the Iwasawa invariants, Boston University/Keio University Workshop 2015, Boston University, United States of America, 2015 年 9 月 9 日

7. "Families of Galois representations and Selmer groups" の第 1 章の概説, 2016 年度整数論サマースクール「保型形式の p 進 family 入門」, 諏訪湖ホテル (長野県諏訪市), 2016 年 8 月 22 日〜8 月 26 日

8. Period integrals and the integrality of p-adic L-functions of GL(2) over totally real number fields, Mini-workshop 「Modular forms and period integrals」, 東京大学, 2016 年 9 月 12 日〜9 月 14 日

9. Eisenstein コホモロジーと GL(3) の p 進 L 函数の構成の現状, 合宿型セミナー「保型 L 函数の特殊値と付随する p 進 L 函数」, 美山町自然文化村 河鹿荘 (京都府南丹市), 2016 年 9 月 19 日〜9 月 23 日

10. Hilbert 保型形式の合同式と岩澤 λ 不変量, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学 (西早稲田キャンパス), 2017 年 11 月 10 日

細野 元気 (HOSONO Genki)

A. 研究概要

多変数関数論・複素幾何の研究を行っています。主に興味があるのは、$\overline{\partial}$-方程式の L^2 評価法に代表される L^2 理論と呼ばれる理論です。特に、大沢-竹腰の L^2 拡張定理と呼ばれる正則関数の拡張定理に興味を持ち研究しています。近年得られた L^2 拡張定理の最良係数版は、領域とその部分多様体の関係を定量的に表すものだと見ることができます。その関係を表すために、部分多様体に極を持つ Green 関数と似た関数が使われます。このような関数を私は (勝手に)「Green 型の関数」と呼んでいますが、その Green 型の関数を研究するために、多重ポテンシャル論と呼ばれる理論にも興味を持っています。

本年度の研究成果は、以下の通りです。

(i) 擬凸領域上の多重 Green 関数の変動について

まず、$\mathbb{C}$ 内の Green 関数が存在するような有界領域を考えます。Green 関数 $G(z)$ はその極 w において $\log|z-w|$ との差が調和関数 $H(z)$ になりますが、H の極での値 $H(w)$ のことを Robin 定数と呼んでいます。すなわち、Robin 定数は、Green 関数と log との差を表す定数です。先ほど述べた L^2 拡張定理の最良係数版に現れるのも、この Robin 定数です。米谷-山口により、Robin 定数の擬凸変動に関する劣調和性が知られています。

Robin 定数の多変数版として、東川擬距離と呼ばれるものがあります。この研究では、「東川擬距離が擬凸変動に関して多重劣調和か?」という問題を考察しました。多変数の場合、Green 型関数の扱いは 1 変数よりもはるかに難しく、一般の場合はまだ解決していませんが、領域がある種の対称性を持つ場合には、変動に関する東川擬距離の多重劣調和性を示すことができました。

(ii) Hörmander の L^2 評価法の逆と、新しいベクトル束の正値性

この研究は、稲山貴大氏 (東大数理) との共同研究です。最近、Deng-Wang-Zhang-Zhou によって、大沢-竹腰の L^2 拡張定理の「逆」が証明されました。大沢-竹腰型の L^2 拡張が評価を弱めた形で成立することを仮定すると、ウェイト関数の多重劣調和性が従う、というものです。Deng-Wang-Zhang-Zhou の論文では、その類似として、「Hörmander 型の $\overline{\partial}$-方程式の L^2 評価が成り立つときに、ウェイト関数は多重劣調和になるか」という問題が挙げられています。この問題に対して、条件に少し細工をした「twisted Hörmander condition」を考えることにより、そこから大沢-竹腰型の拡張が従い、ウェイト関数の多重劣調和性を導きました。

また、類似の条件を、ベクトル束の特異エルミート計量に対しても考察しました。特異エルミート計量は直線束に対しては広く使われていますが、一般のベクトル束の場合、曲率がカレントの意味でも定義できないなど、あまり性質が良くありません。そのため、特異エルミート計量の「曲率の正値性」については、分かっていないことが多いのが現状です。特に、L^2 理論をベクトル束上で適用するときに必要となる中野正値性については、特異エルミート計量において対応する一般的な条件が得られていません (ある種の近似で定式化するというものは知られています)。この研究では、Hörmander 型の条件を仮定する新しい正値性を導入することにより、L^2 理論を特異エルミート計量の場合にも適用可能にしました。また、種々の正値性の間の比較も行いました。特に、Deng-Wang-Zhang-Zhou の論文で挙げられている「大沢-竹腰型の L^2 拡張の条件は、中野の意味での正値性と同値か?」という問題の反例を挙げました。

I'm working on complex analysis of several variables and complex geometry, mainly interested in Hörmander's L^2 theory of $\overline{\partial}$-equations. In particular, I'm studying the Ohsawa-Takegoshi L^2-extension Theorem. An optimal version of the L^2-extension theorem was recently obtained. Green-type functions, which are negative plurisubharmonic functions with logarithmic poles along subvarieties, were used to state the optimal L^2-extension theorem. To study such functions, I'm also interested in the pluripotential theory.

(i) Variations of pluricomplex Green functions on pseudoconvex domains. The Robin constant is defined as the limit value of the difference of the Green function of a bounded domain in $\mathbb{C}$ and log. It is known that Robin constants are subharmonic under pseudoconvex variations. I studied a higher dimensional analog of this under some symmetry condition.

(ii) A converse of Hörmander's L^2-estimate, and new positivity notions of vector bundles. This is a joint work with Takahiro Inayama. Inspired by a recent result of Deng-Wang-Zhang-Zhou, we studied a converse problem of Hörmander's L^2-estimate. We also studied similar problem for vector bundles and considered new positivity notions for vector bundles.

B. 発表論文

1. G. Hosono : "Approximations and examples of singular Hermitian metrics on vector bundles", Arkiv för Matematik, Vol. 55, No. 1 (2017), pp. 131-153.
2. G. Hosono : "Local geodesics between toric plurisubharmonic functions with infinite energy", Annales Polonici Mathematici, Vol. 120, No. 1 (2017), pp. 33-40.
3. G. Hosono, T. Koike: "On minimal singular metrics of line bundles whose stable base loci admit holomorphic tubular neighborhoods", to appear in Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse.
4. G. Hosono : "The optimal jet L^2 extension of Ohsawa-Takegoshi type", to appear in Nagoya Mathematical Journal.
5. G. Hosono : "On sharper estimates of Ohsawa-Takegoshi L^2-extension theorem", to appear in Journal of the Mathematical Society of Japan.
6. 後藤ゆきみ, 三浦達哉, 細野元気, 児玉大樹 : "ハードコンタクトレンズにおける周辺カーブの提案", 数理科学実践研究レター (2018), LMSR 2018-1.
7. G. Hosono : "Subharmonic variation of Azukawa pseudometrics for balanced domains", preprint.
8. G. Hosono, T. Inayama : "A converse of Hörmander's L^2-estimate and new positivity notions for vector bundles", preprint.

C. 口頭発表

1. On the proof of the optimal L2 extension theorem by Berndtsson-Lempert and related results, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 東京都目黒区, 2017 年 11 月 27 日

2. On recent topics on L^2 extension theorems, Topology of pseudoconvex domains and analysis of reproducing kernels, 京都大学, 京都府京都市, 2017 年 11 月 21 日

3. On recent topics on L^2 extension theorems, 2017 年度多変数関数論冬セミナー, 東京理科大学, 千葉県野田市, 2017 年 12 月 22 日

4. On recent topics on L^2 extension theorems, Positivity Concepts on Holomorphic Line Bundles and Theories on Canonical Kähler Metrics, 大阪市立大学, 大阪府大阪市, 2018 年 1 月 28 日

5. On the proof of the optimal L^2 extension theorem by Berndtsson-Lempert and related results, 解析幾何学セミナー, 名古屋大学, 愛知県名古屋市, 2018 年 2 月 5 日

6. On recent improvements on estimates of L^2 extension theorems, 複素解析セミナー, 大阪市立大学, 大阪府大阪市, 2018 年 2 月 22 日

7. L^2 拡張定理に関する最近の結果, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 東京都目黒区, 2018 年 3 月 19 日

8. On sharper estimates of L^2 extension theorems (ショートコミュニケーション), 2018 年多変数複素解析葉山シンポジウム, 湘南国際村センター, 神奈川県葉山町, 2018 年 7 月 14 日

9. 多変数関数論における変動理論, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 東京都目黒区, 2018 年 12 月 3 日

10. 多変数関数論における変動理論, 複素解析セミナー, 大阪市立大学, 大阪府大阪市, 2018 年 12 月 20 日

許 本源 (HSU Penyuan)

A. 研究概要

流体力学における基礎方程式のナヴィエ・ストークス方程式（以降ＮＳ方程式）を中心に研究しています。ＮＳ方程式は非圧縮性粘性流体の運動を記述する方程式として広く用いられます。３次元ＮＳ流に対して、有限時間で解が爆発するかどうかはミレニアム問題として有名な未解決問題であります。この問題に対して、いろいろなアプローチする方法があって、その一つは Serrin の条件を満たすルレイ弱解（時間局所的強解）の延長可能性を考えることであります。他のアプローチは例えば、フィールズ賞の受賞者である Fefferman 氏及び Constantin 氏が提案した幾何的正則性判定法であります。現在は主に前述の二つのアプローチ及びその関連する流体の問題を取り組んでいます。具体的には次の問題を取り組んできて成果を上げました。１．ＮＳ方程式に対して、２次元半平面における粘着境界条件下でのリウヴィル型定理の構築とその応用。２．ＮＳ方程式の軸対称双曲型流の数値解析。３．時間変数に対する重み付き Serrin 条件及び重み付き強解に対し、存在性と一意性についての考察。４．歪み流を伴う定常ＮＳ方程式に対するリウヴィル型定理の構築。

My research interest lies in the area of fluid mechanics, especially incompressible Navier-Stokes equations. So far I have worked on questions involving regularity criterion for the incompressible Navier-Stokes equations and obtained the following results. 1. A Liouville type result for a backward global solution to the Navier-Stokes equations in the half plane with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion. 2. A numerical simulation based on the axisymmetric Navier-Stokes equations for hyperbolic flow with swirl. 3. Introduction of a weighted Serrin condition that yields a necessary and sufficient initial value condition to guarantee the existence of local strong solutions contained in the weighted Serrin class. 4. A liouville type result on stationary solutions to the 3D Navier-Stokes equations for viscous incompressible flows in the presence of a linear strain.

B. 発表論文

1. Pen-Yuan Hsu: Liouville type theorems for the Navier-Stokes equations and applications, 東京大学数理科学研究科博士論文.

2. Yoshikazu Giga, Pen-Yuan Hsu and Yasunori Maekawa: A Liouville theorem for

the planer Navier-Stokes equations with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion, Communications in Partial Differential Equations, 39 (2014) 1906-1935.

3. Reinhard Farwig, Yoshikazu Giga and Pen-Yuan Hsu: Initial values for the Navier-Stokes equations in spaces with weights in time, FUNKCIALAJ EKVACIOJ, 59 (2016), 199-216.

4. Pen-Yuan Hsu, Hirofumi Notsu, Tsuyoshi Yoneda: A local analysis of the axi-symmetric Navier-Stokes flow near a saddle point and no-slip flat boundary, Journal of Fluid Mechanics, 794 (2016) 444-459.

5. Reinhard Farwig, Yoshikazu Giga, Pen-Yuan Hsu: The Navier-Stokes equations with initial values in Besov spaces of type $B^{-1+3/q}_{q,\infty}$, Journal of the Korean Mathematical Society, 54 (2017) no.5, 1483-1504.

6. Reinhard Farwig, Yoshikazu Giga, Pen-Yuan Hsu: On the continuity of the solutions to the Navier-Stokes equations with initial data in critical Besov spaces, Annali di Matematica (2019), 1-17

C. 口頭発表

1. A local analysis of the axi-symmetric Navier-Stokes flow near a saddle point and no-slip flat boundary, 日本数学会 2015 年度秋季総合分科会京都産業大学, ２０１５年 9 月。

2. Initial value conditions for the Navier-Stokes equations in the weighted Serrin class、RIMS 研究集会：非圧縮性粘性流体の数理解析、京都大学、２０１５年１１月。

3. Swirling flow of the axi-symmetric Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip boundary、RIMS 研究集会 : 現象解明に向けた数値解析学の新展開、京都大学、２０１５年１１月。

4. A local analysis of the swirling flow to the axi-symmetric Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip flat boundary、解析学火曜セミナー、東京大学、２０１５年１１月。

5. A local analysis of the swirling flow to the Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip flat boundary、若手による流体力学の基礎方程式研究集会プログラム、名古屋大学、２０１６年１月。

6. ナビエ・ストークス方程式に対する数値. シミュレーション及び竜巻の構造、 渦の特徴付け研究会、北海道大学、２０１６年７月。

7. Swirling flow of the Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip flat boundary, International conference on PDE "TOWARDS REGULARITY", Poland, August, 2016.

8. Initial value conditions for the Navier-Stokes equations in the weighted Serrin class, NCTS PDE Workshop on Fluid Dynamics and Related Problems, National Taiwan University (Taiwan), Sep. 2017.

9. A Liouville theorem for the planar Navier-Stokes equations with the no-slip boundary condition and its application to a geometric regularity criterion, National Central University (Taiwan), Sep. 2017.

10. Swirling flow of the Navier-Stokes equations near a saddle point and no-slip flat boundary, Conference on Mathematical Fluid Dynamics, Bad Boll (Germany), May 2018.

協力研究員 (Associate Fellow)

奥田 喬之 (OKUDA Takayuki)

A. 研究概要

リーマン面（複素曲線）の退化やその分裂変形、それに関連する写像類群の研究を中心に行っており、分野としては低次元トポロジーや複素代数幾何学と関わりが深い。

(1) 特異ファイバーの分裂を与える分裂族（複素曲線束の変形族）を統制する理論を構築中である。リーマン面の退化の位相型は位相モノドロミーによって完全に決定されるが、このアナロジーとして分裂位相モノドロミーという概念を導入した。特にある条件を課せば特異ファイバーにある意味で負型擬周期的に作用することが示せ、剥離変形族の場合にはその作用を特異ファイバーの部分因子の言葉で明示できる。また最近では、足利正氏により退化の解析構造が位相型と相性の良い形で記述され、その観点から“分裂変形のモジュライ”の解析を進めている。

(2) 剥離変形を拡張することにより、特異ファイバーの分裂可能性に関する研究も幾分進んでいる。一度の変形によりレフシェッツファイバーにまで分裂可能、即ちモース化可能である為の十分条件をモノドロミーの言葉で与えた。高村茂氏（京都大学）との共同研究により、プロペラ型自己同型をモノドロミーに持つ特異ファイバーが、（単純特異点分解の隣接ダイアグラムを思わせる）系列によって“漸化式的／帰納的に”モース化可能であることを示した。一方で、多パラメータによる分裂族の研究も進めており、例えば与えられた一次元分裂族を包含する多次元分裂族が存在する為の十分条件や、その際のジェネリックな変形が与える分裂型を決定した。

(3) 特異ファイバーの分裂とその位相モノドロミーの分解との対応を利用した写像類のデーンツイスト積表示も一つの大きな研究課題である。(2) の結果を用いたこれまでにない新たな “経済的な” 積表示が得られたことを始め、多面体群を始めとする閉リーマン面への有限群作用の積表示の記述に関する研究も行っている。

(4) 大域的なリーマン面上の退化族に関する研究も進めている。写像類群の中で有限群を生成するようなモノドロミー達に対する大域的退化族の存在性の証明を行った。

(5) パンルヴェ方程式の分類やその退化は、その幾何的な解釈としてリーマン面の退化やその分裂変形との間に深いかかわりをもつ。そうした対象の情報収集をしつつ専門家との議論を重ね、こちらの分野の見地から関連する問題へアプローチすることを試みている。

I have been studying low dimensional topology and complex algebraic geometry. In particular, I am interested in degenerations of Riemann surfaces (complex curves), their splitting deformations, and some related topics of the surface mapping class groups.

(1) The main challenge is to establish a theory of splitting families, in which a complex surface is deformed and a singular fiber splits. It is known that the topological types of degenerations of Riemann surfaces are determined by their topological monodromies. The notion of the topological monodromy for splitting families was introduced as an analogy of that for degenerations. And I showed that, under certain assumptions, the action of this monodromy on each component of the main singular fiber is pseudo-periodic of negative twist, and that it can be explicitly determined in terms of simple crusts in the particular case of barking families. Recently, due to Ashikaga's work on analytic and topological structures of degenerations, I made some progress toward the “moduli of splitting deformation”.

(2) I have been improving a method to construct barking families, which gives us some results on splittability. I showed some sufficient conditions for a singular fiber to admit a direct splitting into Lefschetz fibers. In a joint work with Shigeru Takamura (Kyoto University), we showed that the singular fibers equipped with monodromies of propeller type can split into several Lefschetz fibers in some “inductive” deformation sequence. On the other hand, we are studying multi-dimensional splitting families. We showed certain sufficient conditions where for given two one-dimensional splitting families there exists a two-dimensional splitting families containing them.

(3) One topic of my research is Dehn-twist expression of mapping classes via splitting of singular fibers into Lefschetz fibers. The above results gives us new Dehn-twist expressions of periodic mapping classes, which are more reasonable than ones already known. We also study Dehn-twist expressions of finite group actions (such as polyhedral group actions) on closed Riemann surfaces.
(4) Furthermore I study global degenerating families. For example, I showed that there exists a global degenerating family with a given monodromy representation if its image forms a finite subgroup in the mapping class group. This work is motivated by my new approach to the development of splitting deformation theory.
(5) Painlevé equations and their degenerations are deeply connected with our degenerations and thier splitting deformations under geometric interpretation. I have been studying such objects and exchaging ideas with some experts in order to solve some related problems from our geomrtric (analytic/topological) viewpoints.

B. 発表論文

1. T. Okuda : "Singular fibers in barking families of degenerations of elliptic curves", Singularities in Geometry and Topology 2011, Adv. Stud. Pure Math., Vol. 66, Math. Soc. Japan (2015), 203–256.
2. T. Okuda : "Global degenerating families with periodic monodromies", Theory of singularities of smooth mappings and around it, RIMS Kôkyûroku Bessatsu B55 (2016), 163–183.

C. 口頭発表

1. Splittings of singular fibers into Lefschetz fibers, 「リーマン面・不連続群論」研究集会, 東北大学, 2017 年 1 月.
2. Splittings of singular fibers and vanishing cycles, 研究集会「接触構造, 特異点, 微分方程式及びその周辺」, 金沢大学, 2017 年 1 月.
3. Splitting of singular fibers in fibred complex surfaces and its topology, 神戸幾何学セミナー, 神戸大学, 2017 年 2 月.
4. Degenerations of propeller surfaces and sequences of splittings, Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2017, 東北学院大学, 2017 年 3 月.
5. Monodromies of degenerations of Riemann surfaces, and splitting deformations, 研究集会「ハンドル体結び目とその周辺 10・Hurwitz action 7」, 筑波大学, 2017 年 10 月.
6. Layer construction of multi-dimensional splitting families of degenerations of Riemann surfaces, 研究集会「4 次元トポロジー」, 大阪市立大学, 2017 年 11 月.
7. Layer construction of multi-dimensional splitting families of degenerations of Riemann surfaces, 小研究集会「幾何学と特異点 2018」, 東京学芸大学, 2018 年 3 月.
8. Degenerations of Riemanns surfaces — Toward Morsification, 紀尾井町数理セミナー, 城西大学, 2018 年 7 月.
9. Degenerations of Riemann surfaces over disks and their deformations, 農工大セミナー, 東京農工大学, 2018 年 11 月.
10. Topology of degenerations of curves and their splitting deformations 農工大数学セミナー 2019, 東京農工大学, 2019 年 3 月.

賀 卓豊 (HE Zhuofeng)

A. 研究概要

My research concerns a certain type of actions on higher dimensional noncommutative tori by finitely generated abelian groups, related classification results and other associated properties. So far this class of actions can be only realized on noncommutative tori coming from taking tensor products of lower dimensional noncommutative tori for finitely many times, and essentially by finite abelian subgroups of $GL_d(\mathbb{Z})$, where d stands for the dimension of the tori.

We define an integer-valued function $\widetilde{W}$ to detect whether such actions exist, and it turns out that the function $\widetilde{W}$ detects such actions completely. We also give a necessary and sufficient condition for the resulting crossed products to be AF-algebras. Now we are heading to a general structure theorem, that is a necessary and sufficient condition for two of such resulting crossed products, which are both AF, being isomorphic. Let us denote $\mathcal{A}_\Theta$ the noncommutative torus, G the finite abelian group acting on $\mathcal{A}_\Theta$ as we constructed, and $\mathcal{A}_\Theta \rtimes G$ the resulting crossed product which is AF. We are looking forward to accomplishing the structure theorem by finding an explicit basis for the K-theory $K_0(\mathcal{A}_\Theta \rtimes G)$ and then computing their image under the map induced by the unique tracial state of $\mathcal{A}_\Theta \rtimes G$. We note that this method works for 2-dimensional cases, given by S. Echterhoff, W. Lück, N. C. Phillips and S. Walters. The topic follows the structure theorem shall be such actions on some more general classes of noncommutative tori.

We have some progress on such actions on 4-dimensional noncommutative tori with the form of $\mathcal{A}_{\theta_1} \otimes \mathcal{A}_{\theta_2}$. When considering nontrivial finite cyclic group actions on simple $\mathcal{A}_{\theta_1} \otimes \mathcal{A}_{\theta_2}$, the order of the group can be only $2, 3, 4, 5, 6, 8, 10$ and 12. When the order is 6 or 12, we compute the K-theory of each crossed product. Moreover, for each case, a basis of K_0-group is computed, so are their images under the unique tracial state of the crossed product. But it shows that we can only get the desired structure theorem when some additional relation between θ_1 and θ_2 is assumed. We can also define $\mathbb{Z}_{k_1} \times \mathbb{Z}_{k_2}$ actions on $\mathcal{A}_{\theta_1} \otimes \mathcal{A}_{\theta_2}$ when $k_1, k_2 = 2, 3, 4, 6$, and we compute the K-theory of resulting crossed products to show they are all AF-algebras. We also give a computation of the image of K_0-groups under the unique tracial state of each crossed product.

Back to 2-dimensional case, that is the action of $SL_2(\mathbb{Z})$ on the irrational rotation algebra $\mathcal{A}_\theta$, we have some progress on characterizing the crossed products of the restriction of this action to integer subgroups of $SL_2(\mathbb{Z})$ each of which is generated by a single matrix A that has infinite order. We give an explicit computation of the K-groups of these crossed products, and combined with the classification results we prove that the isomorphism classes of this type of crossed products are completely determined by the angle θ and the matrix $I_2 - A^{-1}$. Analogously and with our result of the isomorphism class of such crossed products, we also characterize the Morita equivalence classes of such crossed products. Inspired by the complete characterization of irrational cases, we are trying to accomplish similar results for rational rotation algebras. The partial result we obtained is that if matrices are not of trace 2, then isomorphic crossed products imply equivalence between the angles θ and θ', and equivalence between the matrices.

B. 発表論文

1. Zhuofeng He: "Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori", arXiv:1505.02968. (2015)

2. Zhuofeng He: "Certain finite abelian group actions on 4-dimensional noncommutative tori", preprint. (2016)

3. Christian Bönicke, Sayan Chakraborty, Zhuofeng He and H. Liao: "Isomorphism and Morita equivalence classes for crossed products of irrational rotation algebras by cyclic subgroups of $SL_2(\mathbb{Z})$", *J. Funct. Anal.* **275** (2018), no. 11, 3208–3243.

C. 口頭発表

1. "Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori", Operator Algebra Seminar, the Research Center for Operators Algebras at East China Normal University, Jun. 9, 2015.

2. "Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori", Geometric Group Theory Seminar, Fudan University, Jun. 11, 2015.

3. “Certain actions of finitely generated abelian groups on higher dimensional noncommutative tori”, Young Mathematicians in C*-Algebras, the University of Copenhagen, Aug. 18, 2015.

4. “Certain actions on higher dimensional noncommutative tori with type of tensor products”, Junior Meeting on Functional Analysis, Karuizawa, Sep. 5, 2015.

5. “Certain actions on higher dimensional noncommutative tori with type of tensor products”, International Conference on Non-commutative Geometry and K-Theory, Chongqing University, Dec. 19, 2015.

6. “Certain actions on higher dimensional noncommutative tori with type of tensor products”, Berkeley-Tokyo Winter School: “Geometry, Topology and Representation Theory”, UC Berkeley, Feb. 18, 2016.

7. “Matrix type actions on noncommutative 4-tori”, Junior Meeting on Functional Analysis, Kusatsu, August 26, 2016.

8. “KR-theory for Real C^*-algebras”, Berkeley-Tokyo Autumn School: Quantum Field Theory and Subfactors, UC Berkeley, Nov. 18, 2016.

9. “Matrix type actions on noncommutative tori”, East Asian Doctoral Forum on Mathematics, Seoul National University, Jan. 11, 2017.

10. “Matrix type actions on noncommutative tori”, East Asian Doctoral Forum on Mathematics, Seoul National University, Jan. 11th, 2017.

11. “Matrix type actions on noncommutative tori”, Kleines Seminar, University of Münster, Jun. 26th, 2017

12. “Crossed products of the irrational rotation algebras with integer”, Kleines Seminar, University of Münster, Oct. 9th, 2017.

13. “Isomorphism and Morita equivalence classes for crossed products of irrational rotation algebras by cyclic subgroups of $SL_2(\mathbb{Z})$”, Operator Algebra Seminar, University of Tokyo, Dec. 18th, 2017.

14. “Isomorphism and Morita equivalence classes for crossed products of irrational rotation algebras by cyclic subgroups of $SL_2(\mathbb{Z})$”, Yamaguchi University, Sep. 20th, 2018.

川口 徳昭 (KAWAGUCHI Noriaki)

A. 研究概要

位相力学系の擬軌道追跡性についての研究を行った.

1. 力学系の基本概念である安定性との関係は擬軌道追跡性の理論の古典的な主題であるが, Walters が導入した位相安定性はコンパクト距離空間の任意の同相写像に対して定義される大域安定性の一種であり, 標準的な擬軌道追跡性とのいくつかの関係が知られていた. 従来, 多様体の同相写像, または微分同相写像に対する考察が主であったこの位相安定性について, より一般的な, 特に 0 次元空間の同相写像を研究の対象とし, 多様体の場合とは異なる現象を示す複数の反例および結果を得た.

2. 力学系のカオスと擬軌道追跡性との関係を研究し, 一種の擬軌道追跡性が位相不変量に関する条件との組み合わせで強いカオスを導くことを示すことによって, 位相多様体上の力学系の稠密な性質を得た.

3. 位相双曲的な連続写像を研究し, それらが退化するためのいくつかの必要十分条件を与えるとともに, 双曲的な同相写像を許容する可算距離空間の位相的な特徴づけを得た.

I studied the shadowing properties of topological dynamical systems.

1. Stability is one of the most important notions in the study of dynamical systems, and the relationship with it is a basic subject of the theory of shadowing properties. The topological stability introduced by Walters is a kind of structural stability defined for all homeomorphisms of compact metric spaces. Although the

main attention seems to have been focused on the homeomorphisms (or diffeomorphisms) of topological (or differentiable) manifolds, I examined the notion for zero-dimensional dynamical systems, mainly in relation with the shadowing properties, and observed some singular behaviors possibly different from when the underlying spaces are manifolds. I also obtained some general results on the topological stability of the homeomorphisms of Cantor spaces.
2. I studied the relationship between the notion of chaos and the shadowing properties of topological dynamical systems. I showed that a kind of shadowing property, under certain condition on a topological invariant, implies a strong chaos, by which a dense property of the dynamics on topological manifolds has been obtained.
3. I studied the topologically hyperbolic maps and gave several equivalent conditions for them to be degenerate. A topological characterization of a countable compactum which admits a hyperbolic homeomorphism has been also obtained.

B. 発表論文

1. N. Kawaguchi : "Entropy points of continuous maps with the sensitivity and the shadowing property", Topol. Appl. **210** (2016) 8–15.
2. N. Kawaguchi : "Quantitative shadowable points", Dynamical Systems, An International Journal, **32** (2017) 504–518.
3. N. Kawaguchi : "Properties of shadowable points: chaos and equicontinuity", Bull. Braz. Math. Soc. (N.S.), **48** (2017) 599–622.
4. N. Kawaguchi : "On the shadowing and limit shadowing properties", submitted, arXiv:1710.00313.
5. N. Kawaguchi : "Topological stability and shadowing of zero-dimensional dynamical systems", Discrete Contin. Dyn. Syst. A, **39** (2019) 2743–2761.
6. N. Kawaguchi : "Distributionally chaotic maps are C^0-dense", submitted.
7. N. Kawaguchi : "Hyperbolic homeomorphisms of countable compacta", submitted.

C. 口頭発表

1. 初期値鋭敏性、擬軌道追跡性に関する、位相的エントロピーが正であるための十分条件, RIMS 研究集会 力学系とその関連分野の連携探索, 京都大学, 2016 年 6 月.
2. Quantitative shadowing property, shadowable points, and local properties of topological dynamical systems, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2017 年 1 月.
3. On the quantitative shadowing property of topological dynamical systems, 関東力学系セミナー, 東京大学, 2017 年 4 月.
4. 量的擬軌道可追跡点について, RIMS 共同研究 力学系－理論と応用の連携探索, 京都大学, 2017 年 6 月.
5. On the shadowing and limit shadowing properties, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 月.
6. 擬軌道追跡性と極限擬軌道追跡性の関係について, RIMS 共同研究 力学系－理論と応用の融合－, 京都大学, 2018 年 6 月.
7. Topological stability and shadowing of zero-dimensional dynamical systems, 冬の力学系研究集会, 日本大学 軽井沢研修所, 2019 年 1 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科長賞, 2017 年 3 月.

児玉 大樹 (KODAMA Hiroki)

A. 研究概要

一様単純ではない単純群を調べた。特に無限交代群に単純性を評価する擬距離を導入すると、半直線と擬等長になることを示した。
松元重則氏との共同研究において、円周上の微分同相による力学系を調べ、可測な基本領域を持つ C^1 級微分同相を構成した。

三上健太郎氏、中江康晴氏と共同で、シンプレクティック $\mathbb{R}^2$ 上の形式的ハミルトンベクトル場の特性類の計算を行った。
2007 年 11 月から、先端融合プロジェクト「システム疾患生命科学による先端医療技術開発拠点」に、2010 年 4 月から、最先端研究支援プログラム「分子設計抗体プロジェクト」に参加し、生命科学情報における数理モデルの構築を研究していた。2013 年 4 月からプロジェクト「生物医学と数学の融合拠点」において転写機構の解明のための生体高分子の数理モデリングを研究していた。
また、2011 年 3 月から金属材料の物性について中川淳一氏 (新日本製鐵) らのグループと研究している。
2015 年 2 月からコンタクトレンズの形状について権丈英紀氏 (レインボーオプチカル研究所)、許安昭男 (日本精機研究所)、土岡俊介氏 (東大数理) らと研究している。2016 年 10 月からは、社会数理実践研究として、土岡氏とともに、学生とも一緒に研究している。
2015 年 7 月から flat function についての初等的な性質を増田一男氏 (元東工大)、三松佳彦氏 (中央大) らと研究している
2018 年 5 月からミルナーファイバー上のレフシェッツファイブレーションの構成について、粕谷直彦氏 (京産大)、三松佳彦氏・森淳秀氏 (大阪歯科大) らと研究している。
2018 年 10 月から CREST プロジェクト「熱可塑性エラストマーにおける動的ネットワークのトポロジー制御」に参加し、主に小谷元子氏 (東北大・理研) とともに合成ゴムの数理モデルを研究している。

I researched on simple groups that are not uniformly simple. I showed the infinite altenating group with a pseudometric that evaluate the simpleness, is quasiisometric to the half line.
Shigenori Matsumoto and I studied on dynamical systems by diffeomophisms on a circle, and constructed C^1-diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains.
Kentaro Mikami, Yasuharu Nakae and I excuted a calculation on characteristic classes of formal Hamiltonian vector fields of symplectic $\mathbb{R}^2$.
I took part in a project “Translational Systems Biology and Medicine Initiative” from November 2007 and “Molecular Dynamics for Antibody Drug Development” from April 2010, where I study mathematical models for bioinformatics. From April 2013, I take part in a project “Institute for Biology and Mathematics of Dynamical Cell Processes”. I study mathematical models for biopolymers to reveal the mechanism of transcription.
From March 2011, I study on physical property of metals with Junichi Nakagawa (Nippon Steal).
From February 2015, I study on shape of contact lenses with Kenjo Hideki (Rainbow Optical Laboratory), AkioMotoyasu (Nippon Seiki Laboratory) and Shunsuke Tsushioka (UTokyo). From October 2016, I study on this subject with Shunsuke Tsushioka and also with students as FMSP project.
From July 2015, I study on elementary proprety of flat functions with Kazuo Masuda (ex- Tokyo Tech.) and Yoshihiko Mitsumatsu (Chuo Univ.).
From May 2018, I study on Lefschetz fibration of the Milnor fibres with Naohiko Kasuya (Kyoto Sangyo Univ.), Yoshihiko Mitsumatsu and Atsuhide Mori (Osaka Dental Univ.)
From October 2018, I take part in a project “Topology control of dynamic network on thermoplastic elastomers”. I study mathematical models for synthetic rubber mainly with Motoko Kotani (Tohoku Univ. / RIKEN).

B. 発表論文

1. T. Hidaka, A. Shimada, Y. Nakata, H. Kodama, H. Kurihara, T. Tokihiro, and S. Ihara: “Simple model of pH-induced protein denaturation”, Phys. Rev. E 92, 012709 2015.

2. 森秀樹, 片平晴己, 後藤浩, 児玉大樹, 権丈英紀: “ハードコンタクトレンズにおける実形状カーブの応用”, 日本眼感染症学会・日本眼炎症学会・日本コンタクトレンズ学会総会・日本涙道・涙液学会プログラム・講演抄録集, vol. 52nd-49th-58th-4th, 2015, pp 118.

3. 後藤ゆきみ, 三浦達哉, 細野元気, 児玉大樹: “ハードコンタクトレンズにおける周辺カー

ブの提案”, 数理科学実践研究レター 2018, LMSR 2018-1.

4. 青山雄彦, 高木悠, 児玉大樹: “有限要素法を用いた角膜数値シミュレーションの改良”, 数理科学実践研究レター 2018, LMSR 2018-5.

C. 口頭発表

1. タンパク質構造と組合せ論, 第 2 回数理デザイン道場, IBM 赤城ホームステッド, 2014 年 7 月 26 日

2. Minimal C^1-diffeomorphisms of the circle which admit measurable fundamental domains, ICM, Seoul, Korea, 2014 年 8 月 19 日

3. 3 次元多様体上の tight 接触構造の分類と taut 葉層の空間の連結成分について, 「接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺」, 石川県金沢市, 2016 年 1 月 21 日–22 日

4. Protein structure analysis and SO(3), 「トポロジーとコンピュータ 2016」, 秋田県秋田市, 2016 年 10 月 28 日

5. (RNA の) 平面図と arc diagram, 研究集会「生命動態とその数理」, 島根県松江市, 2017 年 2 月 20 日

6. flat function についての考察, 玉原トポロジー・幾何セミナー, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月 1 日

7. flat function の高階導関数について, 「葉層構造と微分同相群 2017 研究集会」 Foliations and Diffeomorphism Groups 2017, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 10 月 23 日

8. flat function の高階導関数について, 早稲田幾何学的トポロジーセミナー, 早稲田大学, 2018 年 3 月 28 日

9. 非対称距離とその周辺, 玉原トポロジー・幾何セミナー 2018, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 8 月 24 日

10. 平坦関数の高階導関数について, 日本数学会秋期分科会, 岡山大学, 2018 年 9 月 26 日

F. 対外研究サービス

1. 第 34 回トポロジーセミナー (旧名 トポロジー伊豆セミナー) 世話人 2011 年 3 月 16 日–19 日, 震災のため中止

2. 第 35 回トポロジーセミナー世話人 2012 年 3 月 16 日–19 日

3. 第 36 回トポロジーセミナー世話人 2013 年 3 月 15 日–18 日

4. Geometry and Foliations 2013 Organizing Committee, 2013 年 9 月 9 日–14 日

5. 第 37 回トポロジーセミナー世話人 2014 年 3 月 19 日–22 日

6. 第 38 回トポロジーセミナー世話人 2015 年 3 月 17 日–20 日

7. 第 39 回トポロジーセミナー世話人 2016 年 3 月 20 日–23 日

8. 第 40 回トポロジーセミナー世話人 2017 年 3 月 20 日–23 日

9. 第 41 回トポロジーセミナー世話人 2018 年 3 月 22 日–25 日

10. 第 42 回トポロジーセミナー世話人 2019 年 3 月 26 日–29 日

東條 広一 (TOJO Koichi)

A. 研究概要

主に次の二つのテーマについて研究している.

1. 簡約型等質空間 G/H の standard なコンパクト Clifford–Klein 形の存在問題.

2. 等質空間上の指数型分布族.

1. Clifford–Klein 形の分野において，コンパクトな Clifford–Klein 形の存在問題は重要な未解決問題の一つである．等質空間 G/H が簡約型の場合に，standard なコンパクト Clifford–Klein 形を分類せよという問題はその重要な部分問題である．これに対し，昨年度は，G/H が既約対称空間の場合に分類を与えた．今年度は G が単純であるというより弱い設定のもとで分類を可能にする枠組みを与え，G が例外型の場合に分

類を行った．
2. 指数型分布族は，情報幾何学において重要な研究対象であり，ベイズ推定においても有用である．定義上無数にある指数型分布族の中で，広く使われているものは，標本空間が等質空間であり，その変換群と相性の良い族とみなせる．そこで，我々は等質空間 G/H 上の G-不変な指数型分布族を表現論を用いて統一的に構成する手法を提案した．

I am studying the following two topics mainly:

1. the existence problem of standard compact Clifford–Klein forms of homogeneous spaces G/H of reductive type.
2. exponential families on homogeneous spaces.

1. In the field of Clifford–Klein forms, the existence problem of compact Clifford–Klein forms is one of main problems. In the case where G/H is of reductive type, classifying standard compact Clifford–Klein forms is an important subproblem. We gave a classification in the case where G/H is an irreducible symmetric space in the last year. Moreover, under the weaker assumption that G is simple, we gave a method to classify standard compact Clifford–Klein forms, and classified them in the case where G is exceptional.
2. Exponential family is an important subject in the field of information geometry and useful for Bayes inference. Among infinitely many exponential families, only a small part of them are widely used. They can be regarded as exponential families on homogeneous spaces G/H which are compatible with the natural G-action. Then, we proposed a method to construct G-invariant exponential families on a homogeneous space G/H systematically by representation theory.

B. 発表論文

1. K. Tojo: “対称空間への固有な作用の存在問題とその制約条件”, 東京大学修士論文 (2014)
2. K. Tojo: “Continuous Analogue of the Existence Problem of Compact Clifford–Klein Forms”, 東京大学博士論文 (2018)
3. K. Tojo: “Classification of irreducible symmetric spaces which admit standard compact Clifford–Klein forms”, Proc. Japan Acad., **95**, Ser. A (2019)
4. K. Tojo, T. Yoshino: “A method to construct exponential families by representation theory”, arXiv:1811.01394v2

C. 口頭発表

1. 無限小化等質空間のコンパクトクリフォードクライン形の存在問題, 2015 年度表現論ワークショップ, 県民ふれあい会館（鳥取県立生涯学習センター）, 2016 年 1 月.
2. 既約半単純対称空間への固有かつ余コンパクトな作用の存在問題, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2016 年 8 月.
3. 低い非コンパクト次元を持つクリフォードクライン形の存在について, 2016 年度表現論ワークショップ, 県民ふれあい会館（鳥取県立生涯学習センター）, 2017 年 1 月.
4. 一般化された Hurwitz–Radon 数と Clifford–Klein 形の存在問題の関係について, ワークショップ「行列解析の展開」, 名古屋大学, 2017 年 3 月.
5. 固有かつ余コンパクトに作用する簡約部分群を持つ既約半単純対称空間の分類，トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2017 年 4 月.
6. 固有かつ余コンパクトに作用する簡約部分群を持つ既約半単純対称空間の分類，談話会，東海大学, 2017 年 4 月.
7. 半単純リー代数の古典型単純リー代数への埋め込み判定について, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2017 年 8 月.
8. The existence problem of standard compact Clifford–Klein forms for semisimple

symmetric spaces, Berkeley-Tokyo Summer School “Geometry, Representation Theory, and Mathematical Physics” Student Session, University of California, Berkeley, 2017 年 8 月.

9. Standard compact Clifford–Klein form の非存在について, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2018 年 8 月

10. スタンダードコンパクト Clifford–Klein 形の非存在について, 広島幾何学研究集会 2018, 広島大学, 2018 年 10 月

G. 受賞

1. K. Tojo, T. Yoshino, 表現論を用いた指数型分布族の構成法, 第 21 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2018), 札幌, 2018 年 11 月, ベストプレゼンテーション賞ファイナリスト

野崎 雄太 (NOZAKI Yuta)

A. 研究概要

ホモロジー的ファイバー結び目の研究を行った. 具体的には「有理ホモロジー 3 球面 X 内に種数 g のホモロジー的ファイバー結び目が存在するならば, そのような結び目は無限個存在すること」を示した. 前年度の研究成果と合わせると「任意のレンズ空間は種数 1 のホモロジー的ファイバー結び目を無限個含むこと」が従う.
Reidemeister トーションに関して, 北野晃朗氏 (創価大学) との共同研究を行った. 本研究では, 3 次元多様体 M の $SL(2,\mathbb{C})$-Reidemeister トーションの像 $RT(M) = \{\tau_\rho(M) \in \mathbb{C} \mid [\rho] \in X(M)\}$ の有限性を問題とした. 具体的には 3 次元球面 S^3 内の結び目 K_1, K_2 に対して, その補空間をトーラスに沿って貼り合わせた多様体 $\Sigma(K_1, K_2)$ (スプライス) に着目し, $RT(\Sigma(K_1, K_2))$ が有限集合となる十分条件を K_1, K_2 の A 多項式の言葉で与えた.

I studied homologically fibered knots. I showed that if there is a homologically fibered knot of genus g in a rational homology 3-sphere X, then there exist infinitely many such knots in X. Combining it with a result in the previous year, one shows that every lens space contains a homologically fibered knot of genus one.
Also, I studied a Reidemeister torsion, which is a joint work with Teruaki Kitano (Soka University). We posed the following problem: when is the image $RT(M) = \{\tau_\rho(M) \in \mathbb{C} \mid [\rho] \in X(M)\}$ of a the $SL(2,\mathbb{C})$-Reidemeister torsion $\tau_\rho(M)$ of a 3-manifold M finite? We focused on the 3-manifold $\Sigma(K_1, K_2)$ obtained by gluing the complement of knots K_1 and K_2 along their boundaries, and gave a sufficient condition for the finiteness of the set $RT(\Sigma(K_1, K_2))$ in terms of the A-polynomials of K_1 and K_2.

B. 発表論文

1. Y. Nozaki : “Every lens space contains a genus one homologically fibered knot”, to appear in Illinois J. Math..

2. Y. Nozaki : “An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3”, J. Knot Theory Ramifications, Vol. 27, No. 8 (2018).

3. Y. Nozaki : “An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms and knots in lens spaces”, 東京大学学位論文 (2018).

4. Y. Nozaki: “An extension of the LMO functor”, Geom. Dedicata **185** (2016) 271–306.

5. Y. Nozaki : “An explicit relation between knot groups in lens spaces and those in S^3”, RIMS Kôkyûroku **2004** (2016) 101–107.

C. 口頭発表

1. An infinite family of homologically fibered knots of the same genus, 金沢大学・学習院大学合同トポロジーセミナー, 学習院大学, 2019 年 2 月.

2. The image of the Reidemeister torsion and A-polynomial, 関東若手幾何セミナー, 東大数理, 2019 年 2 月.

3. An infinite family of homologically fibered knots of the same genus, The 14th East

Asian Conference on Geometric Topology, 北京, 2019 年 1 月.

4. The image of the Reidemeister torsion and A-polynomial, New development of low-dimensional topology, 文部科学省共済組合箱根宿泊所, 2018 年 12 月.

5. 種数の等しいホモロジー的ファイバー結び目の無限族, 農工大セミナー, 東京農工大学, 2018 年 11 月.

6. An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms, Géométrie et Systèmes Dynamiques, University of Burgundy, 2018 年 11 月.

7. An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms, Cohomological study of mapping class groups and related topics, University of Strasbourg, 2018 年 9 月.

8. (Poster session) An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms, Geometry, Quantum Topology and Asymptotics 2018, Sandbjerg Estate, 2018 年 7 月.

9. An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms, QGM seminar, Aarhus University, 2018 年 4 月.

10. An invariant of 3-manifolds via homology cobordisms, Branched Coverings, Degenerations, and Related Topics 2018, 広島大学, 2018 年 3 月.

林 拓磨（HAYASHI Takuma)

A. 研究概要

$A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ 加群 (またはコホモロジカル表現) と呼ばれるある Harish-Chandra 加群のクラスは保型表現の有理構造や保型 L 関数の特殊値と関連があることが知られている。$A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ 加群を構成する方法はコホモロジカル誘導や D 加群を使った幾何学的な方法などいくつか知られている。保型 L 関数の特殊値の有理性問題に関連して 10 年ほど前に Michael Harris 氏が離散系列表現の幾何学的構成の有理数体類似を提唱して以来、$A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ の有理構造や整構造が注目されるようになった。ところで、コホモロジカル誘導は 2 種類あり、それぞれある左導来関手と右導来関手を用いて定義される。私はこれまでの研究でこの左導来関手の微分次数類似を構成した (論文 2)。ただし、当時の構成には微分次数構造に関連して Hecke 環に関する繁雑な計算を必要としていた。また、この右導来関手の微分次数類似の構成及び定義体の一般の可換環への拡張を行った (論文 2,6)。これらの結果の後、私は可換環上構成された表現について調べてきた。
今年度、私は今年度の研究で論文 2 の左導来関手の構成を見直し、Hecke 環に関する計算を大幅に省略することができた。結果として基礎体の標数 0 の体への拡張の見通しを得ることができたがこれについては検討中である。論文 2 を修正し、ここまでのことをまとめた。現在論文 2 は投稿中である。

So-called $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$-modules (cohomological representations) are known to be related to rational structures of automorphic representations and special values of automorphic L-functions. One can construct $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$-modules by the cohomological induction or using D-modules for example. Several researchers started to study rational and integral structures of $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$-modules after Michael Harris had suggested a rational analog of the geometric construction of discrete series representations which are examples of $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$-modules about ten years ago for applications to the problem of rationality of special values of automorphic L-functions.
Precisely speaking, there are two types of cohomological induction. They are defined by using certain left and right derived functors respectively. In my past studies, I constructed a differential graded analog of the left derived functor in Paper 2. In its first status, I needed complicated computations on the Hecke algebras for the differential graded structures. I also constructed a differential graded analog of the right derived functor, and extended the base field to arbitrary commutative rings (Paper 2,6). After that, I have been studying the resulting representations over commutative

rings.
In this academic year, I largely simplified the construction of the differential graded version of the left derived functor. As a consequence, I got an insight to define the left derived functor over fields of characteristic 0. I revised Paper 2 about this. Paper 2 in now in submission.

B. 発表論文

1. T. Hayashi : "Induction and production for $(\mathcal{A}, K, \mathcal{D})$-modules", 東京大学修士論文 (2015).
2. T. Hayashi : "Dg analogues of the Zuckerman functors and the dual Zuckerman functors I", arXiv preprint arXiv:1507.06405 (2015).
3. T. Hayashi : "The Zuckerman functor over a commutative ring", 数理解析研究所講究録 1992, 80-90, 2016-04.
4. T. Hayashi : "Dg analogues of the Zuckerman functors and the dual Zuckerman functors II", arXiv preprint arXiv:1606.04320 (2016).
5. T. Hayashi : "Integral models of Harish-Chandra modules of covering groups of PU(1,1)", arXiv preprint arXiv:1712.07336 (2017).
6. T. Hayashi : "Flat Base Change Formulas for $(\mathfrak{g}, K)$-modules over Noetherian rings", Journal of Algebra 514, 40-75 (2018).
7. T. Hayashi : "A study on $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings", 東京大学大学院学位論文 (2018).

C. 口頭発表

1. On the categories of equivariant complexes and the equivariant derived categories. Kobayashi Lab. Camp Seminar, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2014 年 8,9 月.
2. A brief survey on the paper: D.Ben-Zvi, D.Nadler, Beilinson-Bernstein Localization over the Harish-Chandra Center. Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2015 年 8 月.
3. The Zuckerman functor over a commutative ring. 組合せ論的表現論とその周辺, 数理解析研究所, 2015 年 10 月.
4. Dualities in the Kazhdan-Lusztig conjecture. ラングランズと調和解析, 九州大学, 2016 年 3 月.
5. A description of principal series representations of SU(1,1) over $\mathbb{Z}[1/2]$-algebras. 京都表現論セミナー, 数理解析研究所, 2016 年 7 月.
6. The Hecke algebra of the torus over a commutative ring. Actions of Reductive Groups and Global Analysis, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2016 年 8 月.
7. Categorical methods to $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings. Langlands and Harmonic Analysis, 熱海温泉 旅館 芳泉閣, 2017 年 3 月.
8. Universal constructions of $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings I. Seminar Algebra and Number Theory, カールスルーエ工科大学, 2017 年 5 月.
9. Universal constructions of $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings II. Seminar Algebra and Number Theory, カールスルーエ工科大学, 2017 年 6 月.
10. Flat base change theorems for $(\mathfrak{g}, K)$-modules over commutative rings. Actions of Reductive Groups and Global Analysis, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.
11. Recent progress in the theory of Harish-Chandra modules over commutative rings. Langlands and Harmonic Analysis, いこいの村磯波風, 2018 年 3 月.
12. 離散系列表現とその指標. 第 9 回倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2018 年 9 月.
13. Introduction to rational structures on automorphic representations. Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global

Analysis", 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 8 月.

14. Integral models of real parabolic induction of SU(1,1). Langlands and Harmonic Analysis, ホテル サンバリーアネックス, 2019 年 3 月.

F. 対外研究サービス

研究集会のオーガナイザー

Representation theory of reductive Lie groups and algebras, 東京大学大学院数理科学研究科, 2019 年 3 月.

八尋 耕平 (YAHIRO Kohei)

A. 研究概要

一般旗多様体上の D 加群と、その半単純リー環の表現への応用について研究を行なった。

完備旗多様体上の微分作用素のなす環について、Joseph や Pandzic らによって得られている結果の一般旗多様体の場合への一般化について調べた。

D 加群の導来圏の同値を与えるような積分変換と一般 Verma 加群との関係を調べるため、古典群の一般旗多様体の場合に具体的な計算を行った。

The main object of study is D-modules on partial flag varieties and its application to the study of representations of semisimple Lie algebras.

I studied a generalization of results of Joseph and Pandzic on rings of the differential operators on full flag variwties to the case of partial flag varieties and calculated integral transforms of certain sheaves on partial flag varieties.

B. 発表論文

Kohei Yahiro: "Radon transforms of twisted D-modules on partial flag varieties", Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences, Volume 53, Issue 4, 2017, pp. 597–627

C. 口頭発表

1. (Twisted) D-modules and intertwining functors, Langlands and Harmonic analysis, 芳泉閣, 2017 年 3 月

2. FRENKEL, D. GAITSGORY, K. VILONEN, On the geometric Langlands conjecture, J. Amer. Math. Soc. 15, (2002), 367-417., (概説) Workshop on arithmetic geometry at Tambara, 2017, 玉原国際セミナーハウス, 2017 年 5 月

3. Integral transforms of D-modules on G-varieties, 第 3 回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 帝都アカデミー富士, 2017 年 6 月.

4. Twisted D-modules on partial flag varieties and intertwining functors, (ポスター) Algebraic Analysis and Representation Theory – In honor of Professor Masaki Kashiwara's 70th Birthday –, 京都大学, 2017 年 6 月

5. 重複度 1 定理, (概説) 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2017 年 7 月

6. 表現の制限の重複度 1 定理 (Chengbo-Sun の論文紹介), (概説) Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月

7. 一般旗多様体上の D 加群の積分変換, AGU 新春セミナー, 青山学院大学, 2018 年 1 月

8. Integral transforms of D-modules on partial flag varieties, The 13th Kagoshima Algebra-Analysis-Geometry Seminar, 鹿児島大学, 2018 年 2 月

9. 半単純リー群の表現論入門, (概説), Langlands and Harmonic Analysis(第 3 回), 富山県富山市, いこいの村磯波風, 2018 年 3 月

10. K 理論と幾何学的表現論, (概説) Langlands and Harmonic Analysis(第 4 回), 大分県別府市, ホテルサンバリーアネックス, 2019 年 3 月

F. 対外研究サービス

研究集会のオーガナイザー

1. 「第 24 回代数学若手研究会」, 東京大学大学院数理科学研究科, 2019 年 2 月 18 日から 21 日まで

2. 「Langlands and Harmonic Analysis」, 大分県別府市, ホテルサンバリーアネックス, 2019 年 3 月 4 日から 8 日まで

博士課程学生 (Doctoral Course Students)

学振 DC1,2：日本学術振興会・特別研究員 DC
FMSP コース生：数物フロンティア・リーディング大学院プログラムコース生

☆ 3 年 生 (Third Year)

大井 雅雄 (OI Masao)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は p 進簡約群の表現論に興味をもっている．p 進簡約群の表現論における重要な予想の一つに，p 進簡約群の表現を Galois 表現と関連付ける Langlands 対応がある．この Langlands 対応を仮定することで得られる p 進簡約群の表現論的操作は総称して Langlands 関手性と呼ばれるが，私はこの中でも特に「エンドスコピー持ち上げ」という操作に興味をもっている．
今年度はまず，表現の不変量である「深度」のエンドスコピー持ち上げにおける振る舞いを準分裂型古典群の場合に調べ，論文にした（発表論文 3）．この結果の証明の鍵は，エンドスコピー持ち上げの特徴づけであるエンドスコピー指標関係式を，局所指標展開と呼ばれる調和解析の技術と組み合わせることにある．一方で，θ 対応と呼ばれる表現論的な道具も用いることで，ユニタリ群に関してはこの結果を非準分裂の場合にも拡張することができる．こちらの結果についても論文を作成した（発表論文 1）．
また今年度は，正則超尖点表現と呼ばれるクラスの表現に対するエンドスコピー持ち上げの研究をスタートさせることもできた．この研究の目標は，Kaletha 氏によって構成された正則超尖点表現から成る L パケットに対し，捻られたエンドスコピー指標関係式を証明することである．今年度は主に，そのための道具立てとして，捻られた指標公式の研究に取り組んでいた．

I am interested in representation theory of p-adic reductive groups. The Langlands correspondence is one of the important conjectures in representation theory of p-adic reductive groups, and relates the representations of p-adic reductive groups to Galois representations. The representation-theoretic operations which are obtained by assuming the Langlands correspondence are called the Langlands functoriality. I am interested especially in the endoscopic lifting, which is a kind of Langlands functoriality.
In this year, I studied the behavior of the depth, which is a numerical invariant of representations, under the endoscopic lifting in the case of quasi-split classical groups, and wrote a paper on it (B.3). The key of the proof of this result is to combine the endoscopic character relation, which is the characterization of the endoscopic lifting, with the local character expansion, which is a tool of harmonic analysis. On the other hand, by also using the θ correspondence, which is a tool of representation theory, we can extend this result to the case of non-quasi-split unitary groups. I also wrote a paper on this result for non-quasi-split unitary groups (B.1).
Moreover, in this year, I also started a study of the endoscopic lifting of regular supercuspidal representations. The goal of this study is to prove the twisted endoscopic character relation for the regular supercuspidal L-packets constructed by Kaletha. I mainly investigated the twisted character formula, which is a base of this study, in this year.

B. 発表論文

1. Depth preserving property of the local Langlands correspondence for non-quasi-split unitary groups, preprint, arXiv: 1807.08232.

2. Simple supercuspidal L-packet of quasi-split classical groups, preprint, arXiv: 1805.01400.

3. Depth preserving property of the local Langlands correspondence for quasi-split classical groups in a large residual characteristic, preprint, arXiv: 1804.10901.

4. M. Oi, Endoscopic lifting of simple su-

percuspidal representations of U(N) to GL(N), preprint, arXiv: 1603.08316, to appear in Publ. Res. Inst. Math. Sci.

5. M. Oi, Endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of SO($2n+1$) to GL($2n$), Amer. J. Math. 141 (2019), 169-217.

C. 口頭発表

1. On depth in the local Langlands correspondence，On the Langlands Program: Endoscopy and Beyond，National University of Singapore，2018 年 12 月.

2. 局所 Langlands 対応の深度保存則について，香川セミナー，香川大学，2018 年 10 月.

3. Twisted endoscopic character relation for tempered real L-packets（Mezo の仕事の紹介），第 9 回倉敷整数論集会，倉敷シーサイドホテル，2018 年 9 月.

4. On the depth preserving property of the local Langlands correspondence for classical groups，第 4 回日台整数論集会，五島市福江カンパーナホテル，2018 年 9 月.

5. Depth preserving property of the local Langlands correspondence for quasi-split classical groups in a large residual characteristic，第 5 回京都保型形式研究集会，京都大学，2018 年 6 月.

6. Simple supercuspidal L-packets of quasi-split classical groups，2018 年度日本数学会春季総合分科会 一般講演，東京大学，2018 年 3 月.

7. 準分裂型古典群の単純超尖点 L パケット，RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」，京都大学数理解析研究所，2017 年 12 月.

8. On the formal degree conjecture for simple supercuspidal representations of symplectic groups，第 4 回京都保形形式研究集会，京都大学，2017 年 6 月.

9. On the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of classical groups，RIMS 研究集会「保型形式とその周辺」，京都大学数理解析研究所，2017 年 2 月.

10. On the endoscopic lifting of simple supercuspidal representations of classical groups，Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics，京都大学，2016 年 11 月.

大橋 耕 (OHASHI Ko)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Pin(2) 同変ベクトル束の間の Pin(2) 同変写像の存在の必要条件（Borsuk-Ulam 型の定理）について研究している。その結果を 4 次元閉スピン可微分多様体 X から得られる monopole map の有限次元近似に対して応用することで、$b_1(X) > 0$ に対する 10/8 不等式の一般化が得られることがわかった。その不等式は 4 次元閉スピン位相多様体に対して定義される不変量 $\varepsilon(X)$ を含んでおり、不変量 $\varepsilon(X)$ は α 不変量 $\alpha : \Omega_*^{\mathrm{spin}} \to \mathrm{KO}^{-*}$ を用いて計算できる。現状では不変量の計算例が乏しいため、不変量 $\varepsilon(X)$ が具体的に計算できる非自明な例を見つけ、不等式のもつ意義を明らかにすることが今後の課題である。

I have studied a necessary condition for the existence of Pin(2)-equivariant proper maps between Pin(2)-vector bundles over tori. Applying the result for a finite-dimensional approximation of the monopole map for a closed spin smooth 4-manifold X, we obtain a generalization of the 10/8-inequality for the case $b_1(X) > 0$. The inequality contains $b_2^+(X)$, $\mathrm{sign}(X)$, and an invariant $\varepsilon(X)$. The invariant $\varepsilon(X)$ is defined for a closed spin (topological) 4-manifold and can be calculated by means of the alpha-invariant $\alpha : \Omega_*^{\mathrm{spin}} \to \mathrm{KO}^{-*}$. Further studies are needed in order to find examples whose invariants are nontrivial and clarify some meaning of the inequality.

B. 発表論文

1. 大橋 耕 : “On a necessary condition for the existence of equivariant maps between some representation spheres of cyclic p-

groups of order p^2 and p^3", 東京大学修士論文 (2015).

2. Ko Ohashi, "Equivariant maps between representation spheres of cyclic p-groups", Osaka J. Math. 54 (2017), no. 4, 647–659.

C. 口頭発表

1. Equivariant maps between representation spheres of cyclic p-groups, 第 42 回変換群論シンポジウム, 金沢勤労者プラザ, 2015 年 11 月.

2. Equivariant KO-theory and equivariant maps between sphere bundles over tori, 変換群論における幾何・代数・組み合わせ論, 京都大学, 2018 年 6 月.

3. Pin(2)-equivariant maps between vector bundles over tori and KO-degree, East Asian Conference on Gauge theory and Related topics, 京都大学, 2018 年 12 月.

梶原 直人 (KAJIWARA Naoto)

A. 研究概要

1. バイドメイン方程式

心臓電位の伝達を表す数理モデルであるバイドメイン方程式の研究を行っている. 方程式は複雑なシステムで記述され, 反応拡散系の一般論のような解析が困難であることがわかっている. Bourgault et al. ('09) らはバイドメイン作用素を導入し, バイドメイン方程式を抽象発展方程式の枠組みに書き直した. 私はこのバイドメイン作用素が L_p 空間 ($1 < p \leq \infty$) や BUC 空間で解析半群を生成することを示した (儀我先生との共同研究, 論文 [1], 報告集 [2]). また, 心臓が時間周期的に拍動することを考慮し, 時間周期問題を考えた. 抽象放物型発展方程式の時間周期解の線形理論を L_p-$D_A(\theta, p)$ クラスで構築し, 非線形方程式であるバイドメイン方程式へ応用した (Hieber 先生, Tolksdorf 氏, Kress 氏との共同研究, 論文 [3], 講究録 [4]). この手法では非線形項として様々なものが取れる一方, 外力の大きさに制限を課さなくてはいけなかった. その為, 別の手法としてガレルキン法とブラウワーの不動点定理を組み合わせることにより, 外力の大きさに制限をすることなく, L_2-L_2 クラスで時間周期解の存在を示した (儀我先生, Kress 氏との共同研究, 論文 [5]).

2. 最大正則性理論と準線形放物型発展方程式

非圧縮粘性流体中のベシクル膜の変形を表す数理モデルであるフェイズフィールド・ナヴィエストークス方程式の研究を行った. 方程式を準線形方程式の表記に書き換え, 最大正則性の理論を用いて L_p-L_q クラスでの時間局所強解の一意存在性を示した. 時間に関しある種の重みを付ける事により初期値のクラスを広くとり, 従来得られていなかった正則化効果, 古典解の存在を明らかにした. また, 二次変分が正となる定常解の近傍に初期値を取る際には, 時間大域的に解を取れ, 指数的にその定常解へ収束することを示した (論文 [6]).

合金の層分離を表すスピノーダル分解を記述する Cahn-Hilliard 方程式の解析も行っている. 従来この方程式には体積保存を導くノイマン境界条件が課されていたが, 境界に物質が染み込む場合や, 境界から領域外に抜けていく場合には, 別の境界条件が必要である. これらをモデルに入れた新たな境界条件 (力学的境界条件) を考え, それらの大域可解性を最大 L_p 正則となる関数空間で示した (論文 [7], 報告集 [8]).

時間に依存した係数, 非線形項を持つ準線形放物型発展方程式

$$\dot{u} + A(t,u) = F(t,u), t > 0, \quad u(0) = u_0$$

の時間局所解の構成を時間重み付き最大 L_p 正則となるクラスで考えた. また, 半線形 ($A(t,u)$ が $A(t)$) の形に制限するが, 時間大域となる十分条件も与えた. これらは, 時刻に依存しない先行研究を拡張したものであり, 従来の仮定であった F が双線型の仮定を外して定理を構築している. (報告集 [9]).

1. The bidomain equations

I studied the bidomain equations which is the model to describe the electrophysiological wave propagation in the heart. The equations are the complicated system, so it is known that the analysis to use the general theory of reaction diffusion system are difficult. Bourgault et al. in 2009 introduced the bidomain operator and they transformed the equations into an abstract evolution equation. I proved that the bidomain operator generates an analytic semi-

group in L_p spaces for $1 < p \leq \infty$ and BUC space (joint work with Prof. Giga [1,2]). Moreover since the heart is beating periodically, we considered the time-periodic problems. I constructed the linear theory of the abstract parabolic evolution equations in L_p-$D_A(\theta, p)$ class, and then I applied the non-linear bidomain equations (joint work with Prof. Hieber, Dr. Tolksdorf, Mr. Kress [3,4]). In this theorem, we can treat various non-linear terms, but we had to assume that the source term is sufficiently small. Therefore by considering another method based on Galerkin method and Brouwer's fixed point theorem, I proved the existence of time-periodic solutions in L_2-L_2 space without assuming smallness condition on the source (joint work with Prof. Giga, Mr. Kress[5]).

2. Maximal regularity theory and quasi-linear parabolic evolution equations

I studied the phase-field Navier-Stokes equations which represent the deformation of the vesicle membranes in incompressible viscus fluids. I transformed the equations into a quasi-linear equation and applied the maximal L_p-regularity theory. Then I showed the existence and uniqueness of the time-local strong solutions in L_p-L_q class. By considering time-weight, the class of the initial value is wider than before, and the regularizing effect and existence of the classical solution have also shown. When the initial value is sufficiently close to the stationary solution whose second variation is positive, the solution can be extended globally in time and the solution converges to the stationary solution exponentially ([6]).

I studied the Cahn-Hilliard equation which is the model to describe the spinodal decomposition of binary mixtures. Originally, Neumann boundary condition, which leads the volume conservation, is considered, but we need other boundary conditions when the boundary is porous medias. Namely we considered the domain with permeable and non-permeable walls, which is dynamic boundary conditions, and then we prove the global strong solutions in maximal L_p regularity space ([7,8]).

I studied the local strong solutions for the quasi-linear parabolic evolution equations

$$\dot{u} + A(t,u) = F(t,u), t > 0, \quad u(0) = u_0$$

with time-dependent coefficient and non-linear term in time-weighted maximal $L_{p,\mu}$ spaces. Moreover I gave some sufficient conditions to extend the global solutions when the operator does not depend on u. These are extension results on the previous works which are time-independent case and that the non-linear term F is bi-linear ([9]).

B. 発表論文

1. Y. Giga, N. Kajiwara : "On a resolvent estimate for bidomain operators and its applications", J. Math. Anal. Appl. **459**, no.1, 528–555 (2018).

2. 梶原直人 : "Analyticity of semigroups generated by harmonic mean of two elliptic operators and its application to bidomain equation", 第 37 回発展方程式若手セミナー報告集 258–265 (2015).

3. M. Hieber, N. Kajiwara, K. Kress, P. Tolksdorf : "Strong time periodic solutions to the bidomain equations with FitzHugh-Nagumo type nonlinearities", submitted, available in arXiv: 1708.05304.

4. N. Kajiwara : "On the bidomain equations as parabolic evolution equations", RIMS kôkyûroku.

5. Y. Giga, N. Kajiwara, K. Kress : "Strong time periodic solutions to the bidomain equations subject to arbitrary large forces", Nonlinear Anal. Real World Appl. **47**, 398–413 (2019).

6. N. Kajiwara : "Strong well-posedness for the phase-field Navier-Stokes equations in the maximal regularity class", Comm. in. Math. Sci. **16** No.1, 239–250 (2018).

7. N. Kajiwara : "Global well-posedness for a Cahn–Hilliard equation on bounded domains with permeable and non-permeable

walls in maximal regularity spaces", Adv. Math. Sci. Appl. **27** No.1, 275–296 (2018)

8. 梶原直人 : 最大正則性理論を用いた Wentzell 境界条件を持つ Cahn-Hilliard 方程式の大域可解性, 第 39 回発展方程式若手セミナー報告集 29–38 (2017).

9. 梶原直人 : Theory of maximal L_p regularity with critical time weights, 第 40 回発展方程式若手セミナー報告集 111–120 (2018).

C. 口頭発表

1. 放物型発展方程式の立場から見るバイドメイン方程式について, 2017 年度第 6 回明治非線形数理セミナー, 明治大学, 2017 年 6 月.

2. 最大正則性理論を用いた phase-field Navier-Stokes 方程式の可解性及び定常解の安定性について, 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会, 山形大学, 2017 年 9 月.

3. On the bidomain equations as parabolic evolution equations, Theory of Evolution Equation and Mathematical Analysis of Nonlinear Phenomena, RIMS Kyoto University, Oct. 2017.

4. Well-posedness for the phase-field Navier-Stokes equations in the maximal regularity space, The 15th Japanese-German International Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Waseda University, Jan. 2018.

5. Introduction to the maximal Lp-regularity and its applications to the quasi-linear parabolic equations, FMSP Tokyo-Princeton joint student seminar, The university of Tokyo, Jan. 2018.

6. Time periodic solutions to the bidomain equations, 若手のための偏微分方程式と数学解析, 福岡大学セミナーハウス, 2018 年 2 月.

7. Global well-posedness for the Chan-Hilliard equation in bounded domains with permeable and non-permeable walls, The 19th Northeastern Symposium on Mathematical Analysis, Hokkaido university, Feb. 2018.

8. Time periodic solutions on real interpolation spaces and its applications to some electrophysiological models, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 月.

9. Time periodic solutions to the bidomain equations subject to arbitrary large force, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 2018 年 3 月.

10. Well-posedness for the phase-field Navier–Stokes equations in the maximal regularity space, Workshop on Mathematical Fluid Dynamics, Bad Boll, Germany, May. 2018.

G. 受賞

「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2015」 ベストポスター発表 , 2015 年 11 月

片岡 武典 (KATAOKA Takenori)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度に引き続き，楕円曲線の岩澤理論の同変化について研究した．その成果を，(a) 主予想の定式化，(b) 主予想の半分の証明，(c) その応用，の三つに大別して述べる．

(a) 昨年度は超特異良還元を持つ場合に，主予想の定式化を行った．より具体的には，$\pm$-Coleman 写像を構成して調べることで，$\pm$-Selmer 群の Fitting イデアルが単項イデアルであることを示し，そのイデアルと $\pm$-p 進 L 関数との関係として主予想を定式化した．また，$\pm$-Coleman 写像による Beilinson-加藤のゼータ元の像が $\pm$-p 進 L 関数に一致することも示した．

本年度は，(non-anomalous な) 通常良還元を持つ場合に，これらに対応する結果を得た．また，昨年度は代数体として円分体のみを扱っていたが，それをより一般のアーベル代数体を扱う形に拡張した．

(b) 次に，いくつかの仮定のもとで，主予想の半分 (一方の可除性) を証明した．このために近年発展している同変的な Euler 系の議論を本質的

に用いた．ただし Euler 系の一般論から得られる結果と本研究での主予想とは定式化が大きく異なるため，その二つを結びつけるところに困難があった．
(c) 最後に，こうして証明した主予想の半分を応用することで，いくつかの仮定のもとで，Mazur-Tate の予想のひとつを証明した．主予想が無限次拡大に関する予想であることに対して，Mazur-Tate の予想は有限次拡大に関する予想である．このような降下の議論は C.-H. Kim-栗原によって特別な場合に行われており，本研究は彼らの仕事を一般化している．先行研究には現れなかった新たな困難として，S-imprimitive な対象と primitive な対象とを結びつける必要が生じるが，Fitting イデアルに関する私の以前の研究成果を応用することで，この問題を解決した．

I continued to study equivariant Iwasawa theory for elliptic curves. The results can be divided into three parts: (a) formulation of the main conjecture, (b) proof of one half of the main conjecture, and (c) its application.
(a) Last year, in the good supersingular reduction case, I formulated the main conjecture. More concretely, by constructing and investigating the $\pm$-Coleman map, I showed that the Fitting ideal of the $\pm$-Selmer group is principal. Thus we can formulate the main conjecture as the relation between that ideal and the $\pm$-p-adic L-function. Moreover, I showed that the $\pm$-Coleman map sends the Beilinson-Kato zeta element to the $\pm$-p-adic L-function.
This year, in the (non-anomalous) good ordinary reduction case, I obtained the results which correspond to the above results in the supersingular case. Furthermore, while the results last year treated only the cyclotomic number fields, I extended those results to general abelian number fields.
(b) I proved one half (one divisibility) of the main conjecture, under certain assumptions. An essential tool is the equivariant Euler system argument, which is developed recently. However, because the results from the Euler system argument and our formulation of the main conjecture are quite different, the difficulty lies in the connection of those.
(c) Finally, applying the one half of the main conjecture, I proved a conjecture of Mazur-Tate under certain assumptions. While the main conjecture is an assertion about infinite extensions, the Mazur-Tate conjecture is about finite extensions. Such a descent argument was done by C.-H. Kim-Kurihara in a special case, and my research generalized it. As a new trouble which did not appear in the preceding work, we have to connect S-imprimitive objects and primitive objects. The trouble was resolved by applying my previous research on Fitting ideals.

B. 発表論文

1. T. Kataoka : “On Greenberg’s generalized conjecture for complex cubic fields”, Int. J. Number Theory. **13** (2017) 619–631.

2. T. Kataoka : “A consequence of Greenberg’s generalized conjecture on Iwasawa invariants of $\mathbb{Z}_p$-extensions”, J. Number Theory. **172** (2017) 200–233.

3. T. Kataoka : “On pseudo-isomorphism classes of tamely ramified Iwasawa modules over imaginary quadratic fields”, Acta Arithmetica. **180** (2017) 171–182.

4. T. Kataoka : “Fitting invariants in equivariant Iwasawa theory”, to appear in the proceedings of Iwasawa 2017.

5. 片岡武典：“同変岩澤理論における Fitting 不変量 (研究報告)”, to appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu.

6. T. Kataoka : ”Equivariant Iwasawa theory for elliptic curves”, submitted.

C. 口頭発表

1. A consequence of Greenberg’s generalized conjecture on Iwasawa invariants of $\mathbb{Z}_p$-extensions，代数学コロキウム，東京大学，2016 年 5 月．

2. A consequence of Greenberg’s generalized conjecture on Iwasawa invariants of $\mathbb{Z}_p$-extensions，第 15 回仙台広島整数論集会，東北大学，2016 年 7 月．

3. A consequence of Greenberg's generalized conjecture on Iwasawa invariants of $\mathbb{Z}_p$-extensions，北陸数論セミナー，金沢大学サテライトプラザ，2016 年 8 月.

4. A consequence of Greenberg's generalized conjecture on Iwasawa invariants of $\mathbb{Z}_p$-extensions，早稲田大学整数論セミナー，早稲田大学，2016 年 10 月.

5. 複素三次体の一般 Greenberg 予想について，愛媛大学代数セミナー，愛媛大学，2016 年 12 月.

6. 虚二次体上の順分岐岩澤加群について，早稲田大学整数論研究集会，早稲田大学，2017 年 3 月.

7. Fitting ideals in equivariant Iwasawa theory，Number Theory Seminar，University of Washington (ワシントン大学)，2017 年 5 月.

8. Fitting ideals in equivariant Iwasawa theory，Iwasawa 2017，東京大学，2017 年 7 月.

9. Fitting ideals in equivariant Iwasawa theory，代数的整数論とその周辺 2017，京都大学，2017 年 12 月.

10. 多重 $\mathbb{Z}_p$ 拡大上の不分岐岩澤加群のサイズについて，第 17 回北陸数論研究集会，金沢大学サテライトプラザ，2018 年 12 月.

加藤 本子 (KATO Motoko)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

トンプソン群（トンプソン群 T 及びトンプソン群 V）は有限表示を持つ無限単純群であり，カントール集合の自己同相群の部分群として定義される．この研究は，トンプソン群の非正曲率距離空間への等長作用に対する固定点性質を調べることを目的として行った．非正曲率距離空間への等長作用に対する固定点性質は，群の組み合わせ的構造や群表現など，群の様々な性質と関連する重要な性質である．このような性質の古典的な例としては，木への等長作用に対する固定点性質である Serre の property FA がある．また，ヒルベルト空間への等長作用に対する固定点性質は，Kazhdan の property (T) と呼ばれる性質と同値であることが知られている．（k 次元）CAT(0) 方体複体への単体的作用に対する固定点性質である property FW（property FW_k）は，property (T) より弱いが、property FA より強い．

この研究では，ある群が k 次元回帰的 Busemann 空間への semi-simple 作用に対する固定点性質である property $\mathrm{F}\mathcal{B}_k^{s\cdot s\cdot}$（$k$ は自然数）を持つための十分条件を新たに構成した．またその条件を用いて，トンプソン群とその一般化が任意の自然数 k について property $\mathrm{F}\mathcal{B}_k^{s\cdot s\cdot}$ を持つことを示した．このことより，これらの群が任意の k について property FW_k を持つことが従う．一方，トンプソン群とその一般化は，property FW を持たないことが知られている (Farley, 2005)．これにより，群が property FW を持つことと，任意の自然数 k について property FW_k を持つことが同値でないことが示される．

Thompson's groups T and V are finitely presented infinite simple groups, which are defined as subgroups of the homeomorphism group of the Cantor set. We studied fixed point properties for isometric actions on non-positively curved spaces for Thompson's groups. These properties are important in relation with various properties of groups, including combinatorial structures and linear representations. A classical example of such properties is Serre's property FA, which is the fixed point property for isometric actions on simplicial trees. The fixed point property for isometric actions on Hilbert spaces is also well-studied. In particular, it is known to be equivalent with Kazhdan's property (T). The fixed point property for cellular actions on (k-dimensional) CAT(0) cube complexes, which is called property FW (property FW_k), is weaker than property (T) and stronger than property FA.

We gave a sufficient condition for groups to have property $\mathrm{F}\mathcal{B}_k^{s\cdot s\cdot}$ for each natural number k, which is the fixed point property for semi-simple actions on k-dimensional reflexive Busemann spaces. We also showed that Thompson's

groups and their generalizations have property $F\mathcal{B}_k^{s\cdot s\cdot}$ for every natural number k. It follows that these groups have property FW_k for every k. On the other hand, it is known that these groups do not have property FW. It follows that property FW_k for every k does not imply property FW.

B. 発表論文

1. M. Kato, Higher dimensional Thompson groups have Serre's property FA, 京都大学数理解析研究所講究録 No. 1991, 2016, 82–87.
2. M. Kato, Embeddings of right-angled Artin groups into higher-dimensional Thompson groups, Journal of Algebra and Its Applications, Vol. 17, No. 08, 1850159, 2018.
3. M. Kato, On some demonstrative embeddings into higher dimensional Thompson groups, 京都大学数理解析研究所講究録 No. 2061, 2018, 88–93.

C. 口頭発表

1. Serre's property FA of Higher dimensional Thompson groups, Rigidity School Tokyo, The University of Tokyo, Japan, November 2015.
2. On Serre's property FA of higher dimensional Thompson's groups, East Asian Core Doctorial Forum on Mathematics, Fudan University, China, January 2016.
3. Embedding free products into higher-dimensional Thompson groups, OIST Workshop "Moduli space, conformal field theory and matrix models", Okinawa Institute of Science and Technology, Japan, January 2016.
4. Higher dimensional Thompson groups have Serre's property FA, Geometric Analysis on Discrete Groups, Kyoto University, Japan, June 2016.
5. Right-angled Artin subgroups of higher-dimensional Thompson groups, Group Theory Seminar, Autonomous University of Madrid, Spain, May 2017.
6. Generalizations of Higman-Thompson groups which are not locally orientation preserving, Rigidity School Nagoya, Nagoya University, Japan, November 2017.
7. On signed Thompson groups, OIST Mini Symposium "New development in Teichmüller space theory", Okinawa Institute of Science and Technology, Japan, November 2017.
8. On the isomorphism problem of signed Thompson groups, The 13th East Asian School of Knots and Related Topics, KAIST, Korea, January 2018.
9. Fixed points for group actions on finite dimensional non-positively curved spaces, Foliations and Diffeomorphism Groups, Tambara Institute of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Japan, October 2018.
10. Group actions on finite dimensional non-positively curved spaces, Topology and Geometry of Low-dimensional Manifolds, Nara Women's University, Japan, October 2018.

木村 満晃 (KIMURA Mitsuaki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

群 G 上の実数値関数 f が擬準同型であるとは, ある定数 C が存在し, 任意の $g, h \in G$ に対し $|f(gh) - f(g) - f(h)| \leq C$ が成り立つことをいう. 擬準同型はトポロジーや幾何学的群論など多くの文脈で表れ, 様々な観点から研究が行われている対象である.

今年度は擬準同型について以下の研究を行った.

1. 擬準同型と交換子長は, Bavard の双対とよばれる密接な関係をもつ. この類似を次のような設定で考察した. G を群とし, H をその正規部分群とする. ある $g \in G$, $h \in H$ を用いて $f = [g, h]$ と表されるとき, f を

(G,H)-交換子とよぶことにする．(G,H)-交換子群 $[G,H]$ や，(G,H)-交換子長も通常のものと同様に定義する．このとき，$[G,H]$ 上の G-不変擬準同型と (G,H)-交換子長との間に Bavard の双対の類似が成り立つことを観察した．

2. (川崎盛通氏との共同研究) Shelukhin は，任意の閉シンプレクティック多様体 M のハミルトン微分同相群の普遍被覆 $\widetilde{\mathrm{Ham}}(M)$ 上に擬準同型を構成した．我々はその構成を開多様体の場合に拡張した．この構成によって得られる函数は一般には相対擬準同型となる．

A real-valued function ϕ on a group G is called a quasi-morphism if there is a constant C such that for all g and h in G, $|\phi(gh)-\phi(g)-\phi(h)| \leq C$. Quasi-morphisms appear in many contexts such as topology, geometric group theory, etc., and it has been studied intensively from various viewpoints. In this year, I studied about quasi-morphisms as below.

1. There is a deep relationship between quasi-morphisms and the commutator length which is known as Bavard duality. I considered its analogy in the following setting. Let G be a group and H a normal subgroup of G. We say that f is a (G,H)-commutator if $f = [g,h]$ for some $g \in G$ and $h \in H$. We define the (G,H)-commutator subgroup $[G,H]$ and the (G,H)-commutator length similar to the ordinary ones. I observed an analogy of Bavard duality between G-invariant quasi-morphisms on $[G,H]$ and the (G,H)-commutator length.

2. (joint work with Morimichi Kawasaki)

Shelukhin constructed quasi-morphisms on the universal cover of the Hamiltonian diffeomorphism group $\widetilde{\mathrm{Ham}}(M)$ for any closed symplectic manifold M. We extended his construction to the case that M is open. By our construction, we obtain relative quasi-morphisms in general.

B. 発表論文

1. M. Kimura, Conjugation-invariant norms on the commutator subgroup of the infinite braid group, J. Topol. Anal. Vol. 10, No. 02, pp. 471-476 (2018)

口頭発表

1. 無限ブレイド群の交換子部分群上の共役不変ノルム, 学習院大学トポロジーセミナー, 学習院大学, 2015 年 5 月

2. 無限ブレイド群の交換子部分群上の共役不変ノルム, 結び目の数学 VIII, 早稲田大学, 2015 年 12 月

3. Conjugation-invariant norms on the commutator subgroup of the infinite braid group, Geometric Analysis on Discrete Groups, RIMS, Kyoto Univ., May-June, 2016

4. Conjugation-invariant norms on the commutator subgroup of the infinite braid group, Rigidity school, Nagoya Univ., July 2016

5. (1) Acylindrically hyperbolic groups, part 1, (2) Bounded cohomology of acylindrically hyperbolic groups, 第 3 回幾何学的群論若手勉強会, ルネッサ赤沢, 2017 年 3 月

黄 欣馳 (HUANG Xinchi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

数理物理学に現れる偏微分方程式における逆問題の一意性及び安定性を考察する。主たる手法はカーレマン評価という重み付き L^2 評価である。具体的に、次の三種類の方程式を考える。

(ア) 磁気流体力学 (MHD) 方程式：
磁気流体において電導性により流体の運動が磁場の変化をもたらし電流を誘起し、流れる電流によって生じるローレンツ力が改めて流体に作用することになる。従って、MHD の基礎方程式はマクスウェル方程式及びナビエ・ストークス方程式から導出されることができる。

MHD 方程式に対して二つの逆問題を論じる。一つは、境界或いは内部の観測データからソース項の空間成分を決める問題である。もう一つは、境界の観測データによって粘性係数と電導率を決定する問題である。カーレマン評価を用いて、既知関数に条件を課すことでそれぞれ逆問題の安定性を示す。

(イ) 時間非整数階の拡散方程式 (TFDE)：
非均質媒体における異常拡散現象において通常の拡散方程式で説明できないことがしばしばある。ここ数十年、地中における拡散現象の実測データによって時間非整数階微分を導入した拡散方程式はより良いモデルとして認識された。
時間非整数階微分に対してライブニッツの公式が成立しないことでカーレマン評価の確立は困難である。ただし、特別の場合において TFDE が放物型方程式系に帰着できる。従って、放物型カーレマン評価を利用し、ソース決定の逆問題の安定性が証明される。

(ウ) 電磁場におけるシュレーディンガー方程式 (MSE)：
電磁場におけるシュレーディンガー方程式とは、運動エネルギーのところに磁場の影響も考慮に入れるシュレーディンガー方程式である。それにより、MSE において電位を表すスカラーポテンシャルと磁場の影響を表すベクトルポテンシャルが両方存在する。
ある条件の下でポテンシャルを決める係数決定逆問題を考察する。この問題に相応しいカーレマン評価を証明した後で、片方のポテンシャルの決定及び両方の同時決定の安定性評価を示す。

We consider some inverse problems for several partial differential equations in mathematical physics by the method of Carleman estimate. In details, we discuss the following three types of equations from physical background:

(A) Magnetohydrodynamics (MHD) system:
The fundamental concept behind MHD is that magnetic fields change with the motion of fluids and the magnetic fields can induce currents in moving conductive fluids, which in turns polarized the fluids. Therefore, the set of equations of MHD is regarded as a coupling of Maxwell's equations and the Navier-Stokes equations.
Two kinds of inverse problems are investigated. By first establishing Carleman estimates for the MHD system, we can then prove the stability results for both inverse source problem of determining the spatial component in the source term and inverse coefficient problem of recovering two coefficients simultaneously by the measurements of Cauchy data on some lateral boundary.

(B) Time-fractional diffusion equation (TFDE):
Numerous field experiments show that TFDE gives a better description of the solute transport in highly heterogeneous media than the classical diffusion equation. In recent decades, TFDE has been a well-known model for anomalous diffusion.
By definition, the time-fractional derivative does not admit Newton-Leibniz formula, which prevents us from establishing Carleman estimate for TFDE directly in general cases. However, in some special cases, we can consider an equivalent coupled parabolic system instead. In such cases, we are able to apply the Carleman estimate of parabolic type and prove the stability results for an inverse source problem.

(C) Magnetic Schrödinger equation (MSE):
In magnetic Schrödinger equation, we introduce the effect from the magnetic field in the part of kinetic energy. Then we obtain a Schrödinger equation with not only electric potential but also magnetic vector potential.
Under some additional assumptions on these potentials, we consider inverse coefficient problems of recovering the potentials. In terms of the Carleman estimate which is specifically designed for the MSE, we manager to prove the stable determinations of either of the potentials or both potentials.

B. 発表論文

1. X. Huang, K. Takahashi, Y. Kishi, M. Kanai and T. Mase: "A modified model on a traffic network and signal optimization", 数理科学実践研究レター, LMSR 2018-4.

C. 口頭発表

1. Inverse problems for magnetohydrodynamics system by Carleman estimate, 数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業研究交流会 2016, 明治大学中野キャンパス, 2016 年 11 月.

2. Summary of Measurement Algorithms and the Pressing Control in Automatic Straightening Machines, 産業界からの課題解決のためのスタディグループ, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 12 月.

3. Inverse problems for magnetohydrodynamics system, RIMS workshop on inverse problems for partial differential equations and related areas, Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, Japan, 2017 年 1 月.

4. Inverse problems for a magnetohydrodynamics system by Carleman estimates, A3 Workshop on Modeling and Computation of Applied Inverse Problems, CSIAM 2017, Qingdao, China, 2017 年 10 月.

5. Inverse source problem for a magnetohydrodynamics system via Carleman estimate, Recent progress on Inverse Problems & A3 Meeting, 3rd CSE Winter School 2018, SonofelIce, Korea, 2018 年 1 月.

6. Carleman estimates for a time-fractional advection-diffusion equation and applications to inverse source problems, RIMS Workshop on Inverse problems for partial differential equations and related areas, Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, Japan, 2018 年 1 月.

7. Inverse problems for a magnetohydrodynamics system by Carleman estimates, The 9th International Conference on Inverse Problems and Related Topics, National University of Singapore, Singapore, 2018 年 8 月.

8. Carleman estimate for the Schrödinger equation and application to magnetic inverse problems, Workshop for young scholars, Control and inverse problems on waves, oscillations and flows, Doshisha University, 2018 年 8 月.

9. Carleman estimate for the Schrödinger equation and application to magnetic inverse problems, International Conference on Inverse Problems, Fudan University, China, 2018 年 10 月.

10. Inverse problems for a magnetohydrodynamics system by Carleman estimates, The 17th Workshop on Mathematical Analysis for Nonlinear Phenomena, Kanazawa, Japan, 2019 年 2 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科修士課程研究科長賞.

後藤 ゆきみ (GOTO Yukimi)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

量子力学的多体系を研究している．とくに, 原子・分子モデルの多粒子系を関数解析や確率論などを用いて調べている．今年度は, Müller 汎関数における分子の安定性について考察した.

I am studying quantum many-body systems. In particular, I am investigating atoms and molecules using functional analysis, probability theory, etc. During this academic year, I have been working on the binding stability of molecules in Müller theory.

B. 発表論文

1. Y. Goto : "Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge", Rep. Math. Phys. **81**, 177-184 (2018).

2. Y. Goto, T. Miura, G. Hosono, and H. Kodama : "ハードコンタクトレンズにおける周辺カーブの提案" , 数理科学実践研究レター, LMSR **2018-1** (2018).

3. Y. Goto, "Binding Stability of Molecules in Müller Theory", Preprint, arxiv:1812.11754.

C. 口頭発表

1. *Absence of the Ground State for Bosonic Coulomb Systems with the Critical Charge,* Young Women in Probability and Analysis, Mathematik-Zentrum, ドイツ, 2016 年 10 月.

2. *Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge,* Oberseminar Mathematische Physik, LMU Munich, ドイツ, 2016 年 10 月.

3. *Absence of the Ground State for Bosonic Coulomb Systems with the Critical Charge,* スペクトル・散乱 松本シンポジウム, 信州大学, 2017 年 1 月.

4. *Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge,* スペクトル理論セミナー, 学習院大学, 2017 年 5 月.

5. *Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge,* Math/Phys Seminar, Aarhus University, デンマーク, 2017 年 10 月.

6. *Absence of a Ground State for Bosonic Coulomb Systems with Critical Charge,* スペクトル・散乱理論とその周辺, 京都大学, 2017 年 12 月.

7. *Bound States of Atomic Anions at the Binding Threshold,* 解析・確率論セミナー, 岡山大学, 2018 年 3 月.

8. *Binding Stability of Molecules in Density-Matrix-Functional Theories,* Analysis Seminar, Aarhus University, デンマーク, r 2018 年 9 月.

9. *Binding Stability of Molecules in Density-Matrix-Functional Theories,* Oberseminar Analysis, LMU Munich, ドイツ, 2018 年 10 月.

10. *Binding Stability of Molecules in Density-Matrix-Functional Theories,* 月曜解析セミナー, 北海道大学, 2018 年 11 月.

今野 北斗 (KONNO Hokuto)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要
本年度は以下の 4 つの研究を行った：

1. （谷口正樹氏との共同研究）周期的端を持つ非コンパクトな 4 次元多様体上の Seiberg–Witten 方程式を考察し，周期的端を持つ 4 次元多様体の 10/8 型の不等式と閉 4 次元多様体の正スカラー曲率計量の間の関係を見いだした．上述の結果の応用として，ある無限個の閉 4 次元多様体に対し，正スカラー曲率計量の非存在を証明した．また，この研究に関するプレプリントを執筆し arXiv に公開した．

2. （David Baraglia 氏との共同研究）族の Seiberg–Witten 不変量の計算公式を，これまで Ruberman や報告者が用いていたものを含める形で証明し，4 次元多様体の群作用に対する応用を与えた．また，この研究に関するプレプリントを執筆し arXiv に公開した．

3. （David Baraglia 氏との共同研究）族の Seiberg–Witten 不変量と Bauer–Furuta 不変量の間の関係を調べ，族の Seiberg–Witten 不変量の divisibility に関する結果を得た．この研究に関するプレプリントの執筆はほぼ完了した．

4. （加藤毅氏・中村信裕氏との共同研究）族の Seiberg–Witten 不変量に対するある種の剛性定理を証明した．これは，Morgan–Szabó や Bauer がスピン 4 次元多様体に対して示していた結果の，スピン 4 次元多様体の族に対する類似である．さらに，この議論と古田–亀谷–松江の結果の族の類似を用いて，10/8 不等式の特別な場合の族版を示した．その応用として，4 次元多様体に対する新しい非可滑作用 (non-smoothbale action) を構成した．この研究に関するプレプリントの執筆はほぼ完了した．

5. （David Baraglia 氏との共同研究）族の Bauer–Furuta 不変量を一般的に定義しようとする際には，トポロジカルな障害が現れる．この障害の定式化と，障害の消滅のための十分条件を調べた．また，障害がある場合であっても，族の Bauer–Furuta 不変量に相当すると見込まれる情報を定義するための方法を見いだした．

6. （井上瑛二氏・谷口正樹氏との共同研究）インスタントン Floer ホモロジーの設定から現れる高次元のモジュライの研究を念頭に，その有限次元の toy model にあたる，Morse 理論の設定から現れる高次元のモジュライの解析的研究を行った．

7. Donaldson の対角化定理の，族に対する類似の研究を開始した．現時点で既に，ある限定的な状況において定式化と証明に成功し，応用として 4 次元多様体への新しい非可滑作用が得られた．想定している新しいタイプの応用として，ファイバーには滑らかな構造が入るにもかかわらず族としては滑らかな構造が入らないような，4 次元多様体のトポロジカルな族を検出できることを予想している．それを含む形にまで主結果を一般化できるかが今後の課題である．

I have been working on the following research topics:

1. (Joint work with Masaki Taniguchi) We studied the Seiberg–Witten equations on some periodic end 4-manifolds. Using this, we gave a relation between some 10/8-type inequality for periodic end 4-manifolds and positive scalar curvature metrics on some closed 4-manifolds. As an application, we showed the non-existence of positive scalar curvature metrics on some series of infinitely many 4-manifolds. We wrote a preprint on this work and posted it on arXiv.

2. (Joint work with David Baraglia) We proved a formula for the families Seiberg–Witten invariants to calculate them. This formula includes some formulas used by Ruberman and by myself in the past. As an application, we gave some constraint on group actions on 4-manifolds. We wrote a preprint on this work and posted it on arXiv.

3. (Joint work with David Baraglia) We studied a relation between the families Seiberg–Witten invariants and the families Bauer–Furuta invariants. We got some divisibility formula for the families Seiberg–Witten invariants. We almost finished to write a preprint on this work.

4. (Joint work with Tsuyoshi Kato and Nobuhiro Nakamura) We proved some rigidity theorem for the families Seiberg–Witten invariants. This is a family analogue of the rigidity theorem for the Seiberg–Witten invariants for spin 4-manifolds. In addition, using a family analogue of a result due to Furuta–Kametani–Matsue, we obtained a family analogue of a special case of the 10/8-inequality. As its application, we constructed a new series of non-smoothable actions on some 4-manifolds. We almost finished to write a preprint on this work.

5. (Joint work with David Baraglia) We formulated the obstruction to define families Bauer–Furuta invariants and gave some sufficient conditions for vanishing of this obstruction. In addition, we found a method to define information corresponding to families Bauer–Furuta invariants even in the case that the obstruction does not vanish.

6. (Joint work with Eiji Inoue and Masaki Taniguchi) We studied higher-dimensional moduli spaces emerging from the setting of Morse theory, having in mind higher-dimensional moduli spaces emerging from the setting of instanton Floer theory.

7. I started to study a family analogue of Donaldson's diagonalization theorem. I already finished the formulation and proof for a special case, and got new non-smoothable actions on some 4-manifolds.

I conjecture that we can get a new type of applications of a sequel of this work: non-smoothable family. I am trying to generalize the main result to include this type of applications.

B. 発表論文

1. H. Konno, "Bounds on genus and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds", Journal of Topology (2016) 9 (4): 1130-1152.
2. H. Konno, A cohomological Seiberg-Witten invariant emerging from the adjunction inequality, arXiv:1704.05859.
3. H. Konno, Positive scalar curvature and higher-dimensional families of Seiberg-Witten equations, arXiv:1707.08974.
4. H. Konno, Characteristic classes via 4-dimensional gauge theory, arXiv:1803.09833.
5. H. Konno and M. Taniguchi, Positive scalar curvature and 10/8-type inequalities on 4-manifolds with periodic ends, arXiv:1809.00528.
6. D. Baraglia and H. Konno, A gluing formula for families Seiberg-Witten invariants, arXiv:1812.11691.

C. 口頭発表

1. A family of the Seiberg-Witten equations and configurations of embedded surfaces in 4-manifolds, Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学 数理解析研究所，2016 年 5 月
2. High-dimensional wall crossing and gluing in Seiberg-Witten theory, 第 63 回 幾何学シンポジウム，岡山大学，2016 年 8 月
3. A cohomological Seiberg-Witten invariant emerging from the adjunction inequality, Low Dimensional Topology and Gauge Theory, BIRS-CMO, メキシコ，2017 年 8 月
4. Complex of embedded surfaces in a 4-manifold and family Seiberg-Witten theory, The East Asian Symplectic Conference, Sichuan University, 中国，2017 年 10 月
5. Family gauge theory and characteristic classes of bundles of 4-manifolds, Gauge theory in Fukuoka, 九州大学/かんぽの宿 柳川，2018 年 2 月
6. Gauge theory for families of 4-manifolds, Gauge Theory and Applications, the University of Regensburg，ドイツ，2018 年 7 月
7. Gauge theory for families of 4-manifolds, 第 65 回 トポロジーシンポジウム，信州大学，2018 年 8 月
8. Characteristic classes via 4-dimensional gauge theory, 第 65 回 幾何学シンポジウム, 東北大学，2018 年 8 月
9. Gauge theory for families of 4-manifolds, East Asian Conference on Gauge Theory and Related Topics, 京都大学，2018 年 9 月
10. Gauge theory for families of 4-manifolds, Seoul-Tokyo Conference in Mathematics, Korea Institute for Advanced Study, 韓国，2018 年 12 月

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科長賞 (2015 年度)

島本 直弥 (SHIMAMOTO Naoya)

(学振 DC1)

A. 研究概要

旗多様体 G/P の，G の部分群 H による軌道分解については，表現の分岐則など様々な研究の応用に用いることができ，以前から研究されてきた．

特に，簡約群 G の多重旗多様体 $(G \times G \times \cdots \times G)/(P_1 \times P_2 \times \cdots \times P_m)$ の，G の対角作用による軌道分解は，対応する星形箙の表現の同型類の分類とも関連している．Magyar-Weyman-Zelevinsky は，G を標数 0 の代数閉体上の一般

線形群とした時，軌道が有限個であるならば m は 3 以下であることを証明し，またその場合に起動が有限個になる放物型部分群 $(P_1, P_2, \cdots, P_m)$ の組の分類，そして軌道が有限個になる場合の軌道空間の具体的な記述を与えた．

この分類から漏れる，軌道が無限個になるケースについて軌道分解のようすを具体的に記述し，観察するのが本研究の主題である．昨年度までは，標数 0 の体上の G を n 次の一般線形群，P をその極大放物型部分群であって G/P が $n-1$ 次の射影空間となる場合について，多重旗多様体 G^m/P^m 上の $\mathrm{diag}(G)$ 軌道分解について，2 通りの手法を用いて軌道分解の記述と，軌道空間の位相についての観察を行った．1 つめの手法は，多重旗多様体 G^m/P^m を，$n \times m$ 行列の商空間としてみなしたとき，その小行列の階数に関する条件で多重旗多様体を有限個の $\mathrm{diag}(G)$ 不変部分空間に分解し，各不変部分集合の軌道分解をそれぞれ記述するという手法である．2 つめは，箙の表現論の言葉を用いて多重旗多様体から箙の表現の次元ベクトルによって組み合わせ論的にパラメトライズされる有限集合への自然な全射を定義し，その各点における逆像 (これも $\mathrm{diag}(G)$ 不変部分集合となる) の軌道分解をそれぞれ記述するという手法である．

本年は，これらの手法を発展させ，複素数体上のシンプレクティック群 G とし，P その極大放物型部分群としてハイゼンベルク冪零根基を持つものとしたときの多重旗多様体 G^m/P^m 上の $\mathrm{diag}(G)$ 軌道分解を記述した．さらに，G を n 次の一般線形群，P_1 をその極大放物型部分群であって G/P_1 が $n-1$ 次の射影空間となるもの，P_2 を G/P_2 が G の $n-1$ 次グラスマン多様体となるものとしたときに，多重旗多様体 $(G^{m_1}/P_1^{m_1}) \times (G^{m_2}/P_2^{m_2})$ について同様の結果を得た．

Let G be a reductive group, P be its parabolic subgroup, and H be a subgroup of G. There are some previous researches on the orbit decomposition of the flag variety G/P by the H-action, and these researches are expected to play an important role in various researches, for example in the branching problem of G with respect to H.

Especially, the orbit decomposition of a multiple flag variety $(G \times G \times \cdots \times G)/(P_1 \times P_2 \times \cdots \times P_m)$ by the diagonal action of G is related to the classification of isomorphic classes of representation of corresponding star shaped quiver. Now, let G be a general linear group on an algebraically closed field with the characteristic 0. Magyar-Weyman-Zelevinsky proved that there are only finitely many orbits only if $m \leq 3$. Furthermore, they gave the classification of tuples $(P_1, P_2, \cdots, P_m)$ of parabolic subgroups where the number of orbits are finite, and they also gave an explicit orbit decomposition for the cases where there are only finitely many orbits.

To describe the orbit decompositions explicitly and to observe them in the cases where the multiple flag varieties have infinitely many orbits, in other words in the cases which do not contained in the classification above, are my main studies. Until last year, I gave an explicit description of $\mathrm{diag}(G)$-orbit decomposition of the multiple flag variety G^m/P^m using two techniques in the case where $G = GL(n, \mathbb{K})$ where $\mathbb{K}$ is a field with the characteristic 0 and P is the maximal parabolic subgroup such that $G/P \cong \mathbb{P}^n\mathbb{K}$. The first technique is as follows: we consider G^m/P^m as a quotient space of $n \times m$-matrices, and decompose it into the finite number of $\mathrm{diag}(G)$-stable subsets defined by the condition of ranks of minors of $n \times m$-matrices. Then we described orbit decompositions of each $\mathrm{diag}(G)$-stable subset. In the second technique, we construct a natural surjection from the multiple flag variety to a finite set parametrised combinatorially by the dimension vectors of representations of quivers. Then each fibre is a $\mathrm{diag}(G)$-stable subset, and we give a description of orbits on it.

This year, I gave an explicit description of $\mathrm{diag}(G)$-orbit decomposition of the multiple flag variety G^m/P^m where G is a symplectic group over $\mathbb{C}$ and P be the maximal parabolic subgroup with the Heisenberg nilradical. Furthermore, I gave a result on the multiple flag variety $(G^{m_1}/P_1^{m_1}) \times (G^{m_2}/P_2^{m_2})$ where $G = GL(n, \mathbb{K})$, P_1 is the maximal parabolic subgroup such that $G/P_1 \cong \mathbb{P}^{n-1}\mathbb{K}$, and P_2 is the maximal subgroup such that $G/P_2 \cong \mathrm{Gr}_{n-1,n}$.

B. 発表論文

1. N. Shimamoto, The orbit decompositions of multiple flag manifolds of $SL(3,\mathbb{C})$ under the diagonal action, 数理解析研究所講究録 (2015) 「組合せ論的表現論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, (ed. K. Naoi), pp. 64–79.

2. N. Shimamoto, Description of infinite orbits on multiple flag varieties, 東京大学修士論文, 2016, 69 pp.

3. N. Shimamoto, Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A, 数理解析研究所講究録 (2017) 「表現論とその周辺分野の広がり」, 京都大学数理解析研究所, (ed. N. Abe), pp. 10–21.

4. N. Shimamoto, On orbit decompositions of multiple flag varieties, 東京大学博士論文, 2018

C. 口頭発表

1. The orbit decompositions of multiple flag manifolds of $SL(3,\mathbb{C})$ under the diagonal action, RIMS 研究集会「組合せ論的表現論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2015 年 10 月.

2. Description of orbits on multiple projective spaces with infinite orbits, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2016 年 8 月

3. Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A, 広島大学 トポロジー・幾何セミナー, 広島大学大学院理学研究科, 2017 年 1 月.

4. Description of orbits on multiple projective spaces with infinite orbits, Representation Theory at the Crossroads of Modern Mathematics, Reims, France, 2017 年 6 月 (ポスター発表)

5. Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A, RIMS 研究集会「表現論とその周辺分野の広がり」, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 6 月.

6. Geometrical and topological properties of infinite orbits on multiple projective spaces under the diagonal action, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2017 年 8 月

7. Description of infinite orbits on multiple flag varieties of type A, 龍谷表現論セミナー, 龍谷大学経済学部, 2017 年 10 月.

8. Orbit decomposition of multiple flag varieties: non split case, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2018 年 8 月

9. Description of infinite orbits on multiple flag varieties: projective space case, 日本数学会秋季総合分科会, 岡山大学, 2018 年 9 月

蕭 冬遠 (XIAO Dongyuan)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私の研究は 3 種反応拡散系の解の波面の広がり方を詳しく研究したものである.

$$\begin{cases} \partial_t F = \Delta F + aF(1-F-C), \\ \partial_t C = \Delta C + C(1-F-C) + sH(F+C), \\ \partial_t H = d\Delta H + bH(1-H-g(F+C)), \\ F(0,x) = F_0(x),\ C(0,x) \equiv 0,\ H(0,x) \equiv 1. \end{cases}$$

このモデルは, 新石器時代にいくつかの局在した地域で誕生した農耕文明が, 数千年かけて世界全体にどのように広がっていったかを数学的に解明するために生態学者の K. Aoki, M. Shida, N. Shigesada が 1996 年に提唱した数理モデルである. このモデルにおいては, 次の 3 つの集団を想定している.

- Initial farmers : 最初に農耕を始めた集団
- Converted farmers : 狩猟採集から農耕に転向した集団
- Hunter-gatherers : 狩猟採集民の集団

これら三つの集団の時刻 t, 場所 x における個体数密度をそれぞれ $F(t,x)$, $C(t,x)$, $H(t,x)$ で表

す. このモデルで Initial farmers と Converted farmers を区別している理由は, 遺伝学的研究により, 農耕の広がりが, 単に文化的な拡散だけでなく, 民族の地理的移動によってもたらされた側面があると考えられているからである.
最初局在した地域に現れた農耕が次第に周囲に広がっていった現象を記述するモデルであるので, 解 (F, C, H) の初期値 (F_0, C_0, H_0) は次で与えられるとする.

$F_0 \geq, \not\equiv 0$: コンパクトな台をもつ連続関数,
$C_0 \equiv 0, \quad H_0 \equiv 1.$

ここで狩猟採集民の個体数密度は, 最大の状態が 1 であるように正規化してあるので, 初期状態 $H_0 \equiv 1$ は, 初期時刻において狩猟採集民が空間領域全体を占めていることを表している. 一方, 初期値 F_0 の台がコンパクトであることは, 初期時刻で農耕民の分布が局在していることを表している. 農耕をする集団が周囲にどんな速度で広がっていったかを上のモデルを用いて調べたのが文献 Aoki *et al.*[1996] の仕事である. これを数学的に定式化すると, コンパクトな台をもつ初期値から出発した農耕集団 (F, C) の「波面」の広がり速度を決定するのが目標であると位置づけられる. 上記のような捕食者・被食者型方程式に対しては進行波解の研究はあるが, 解の波面の広がり方の解析に関する研究はほとんどなされていない. 本研究では, 主として数値シミュレーションに基づいてなされた Aoki *et al.*[1996] の観察結果の妥当性を厳密な数学的解析を用いて肯定的に確認するとともに, Aoki *et al.*[1996] において議論されていなかったより, とくに $d > 1$ の場合についても精密な解析を行った.

The beginning of agriculture during the New Stone Age was one of the most significant events in the history of human civilization, drastically transforming our lifestyle from one relying on hunting and gathering to one based on systematic domestication of certain plants and animals. In 1996, ecologists K. Aoki, M. Shida and N. Shigesada proposed a mathematical model describing the spreading of farming in early period.

$$\begin{cases} \partial_t F = \Delta F + aF(1 - F - C), \\ \partial_t C = \Delta C + C(1 - F - C) + sH(F + C), \\ \partial_t H = d\Delta H + bH(1 - H - g(F + C)), \\ F(0, x) = F_0(x),\ C(0, x) \equiv 0,\ H(0, x) \equiv 1. \end{cases}$$

This model is given in the form of a 3-species reaction-diffusion system, whose unknowns are the population densities of "Initial Farmers", "Converted Farmers" and "Hunter-Gatherers". We consider the following initial condition

$$H(0, x) \equiv 1, \quad C(0, x) \equiv 0,$$
$$F(0, x) = F_0(x) \geq 0 \quad (F_0 \not\equiv 0),$$

where $F_0(x)$ is a compactly supported continuous function. The reason why we consider such initial data is because our goal is to understand how agriculture spread over a region that was originally occupied by hunter-gatherers. Thus our problem is to analyze the "spreading fronts" of the farmer populations that start from localized initial data.
By numerical simulations and some formal linearization arguments, they concluded that there are four different types of spreading behaviors depending on the parameter values. Despite such intriguing observations, no mathematically rigorous studies have been made to justify their claims. The main difficulty comes from the fact that the comparison principle does not hold for the entire system. In my research, we give theoretical justification to all of the four types of spreading behaviors observed by Aoki *et al.*[1996]. Furthermore, we show that a logarithmic phase drift of the front position occurs as in the scalar KPP equation. We also investigate the case where the motility of the hunter-gatherers is larger than that of the farmers, which is not discussed in the paper of Aoki *et al.*[1996].

C. 口頭発表

1. Lower and upper bounds of Dirichlet eigenvalues for totally characteristic degenerate elliptic operators, 応用解析秋の学校, 2014 年 10 月 25 日, 群馬 (草津セミナーハウス).

2. A variational problem associated with the minial speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, 数理生物学セミナー, 2016 年 6 月 1 日, 東京大学大学院数理科学研究科.

3. A variational problem associated with the minial speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, 応用解析冬の学校, 2018 年 1 月 20 日, 群馬 (草津セミナーハウス).

4. A variational problem associated with the minial speed of traveling waves for the spatially periodic KPP equation, Workshop on Reaction-Diffusion systems and Related Topics 反応拡散系とその周辺, 2018 年 2 月 9 日, 新潟県南魚沼越後湯沢 (湯沢グレンドホテル).

5. Spreading properties of solutions of Aoki-Shida-Shigesada model, Transition from hunter-gatherers to farmers in the Neolithic age, 2019 年 1 月 25 日, 明治大学中野キャンパス.

6. Spreading properties of a three-component reaction-diffusion model for the population of farmers and hunter-gatherers, 2019 年 2 月 12 日, Universite de Montpellier, IMAG.

田内 大渡 (TAUCHI Taito)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

H を実簡約リー群 G の閉部分群とする。また $G_{\mathbb{C}}$ と $H_{\mathbb{C}}$ をそれぞれ G と H の複素化とし B を $G_{\mathbb{C}}$ のボレル部分群とする。このとき $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ 上に B 開軌道が存在する、もしくはそれと同値であるが $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ 上の B 軌道の個数が有限であれば $\frac{1}{\dim\tau}\mathrm{dimHom}_G(C^\infty(G/P,\eta),C^\infty(G/H,\tau))$ が $(\eta,\tau)\in\hat{P}_{\mathrm{f}}\times\hat{H}_{\mathrm{f}}$ について一様に有界であることが小林俊行氏と大島利雄氏により示された。ここで $\hat{P}_{\mathrm{f}}$ は P の有限次元表現の同値類全体を、$C^\infty(G/P,\eta)$ は G 同変ベクトル束 $G\times_P\eta\to G/P$ の可微分な切断全体がなすフレシェ空間をそれぞれ表した。これを踏まえ、次の問題を考える。「P を G の一般放物型部分群 Q にとりかえたとき、上記のような一様有界性を保証する幾何的条件は存在するか？すなわち $\mathrm{dimHom}_G(C^\infty(G/Q,\eta),C^\infty(G/H,\tau))$ の $(\eta,\tau)\in\hat{Q}_{\mathrm{f}}\times\hat{H}_{\mathrm{f}}$ に関する一様有界性の十分条件を求めよ。」
今年度私はこの問題に取り組み、ホロノミー系の理論を用いて次のような結果を得た。「$G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ 上の $Q_{\mathbb{C}}$ 軌道の個数が有限であれば $\frac{1}{\dim\eta\otimes\tau}\mathrm{dimHom}_G(C^\infty(G/Q,\eta),C^\infty(G/H,\tau))$ は $(\eta,\tau)\in\hat{Q}_{\mathrm{f}}\times\hat{H}_{\mathrm{f}}$ について一様有界である。」また同様の証明の手法を用いることで上記の小林俊行氏と大島利雄氏の一様有界性定理の内、十分条件の方に別証明をあたえることができた。

Let H be a closed subgroup of a real reductive Lie group G and $G_{\mathbb{C}},H_{\mathbb{C}}$ complexifications of G,H, respectively. It is proved by T. Kobayashi and T. Oshima in 2013 that if a Borel subgroup B of $G_{\mathbb{C}}$ has an open orbit on $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$, or equivalently, the number of B-orbits on $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ is finite, $\sup\frac{1}{\dim\tau}\mathrm{dimHom}_G(C^\infty(G/P,\eta),C^\infty(G/H,\tau))$ is finite, where the supremum is taken over all $(\eta,\tau)\in\hat{P}_{\mathrm{f}}\times\hat{H}_{\mathrm{f}}$. Here $\hat{P}_{\mathrm{f}}$ denotes the set of equivalence classes of finite-dimensional representations of P and $C^\infty(G/P,\eta)$ is the Fréchet space of smooth sections of the G-homogeneous vector bundle over G/P associated to $\eta\in\hat{P}_{\mathrm{f}}$. Then we consider the following problem: "For a general parabolic subgroup Q of G, find a sufficient condition for the finiteness of $\sup\mathrm{dimHom}_G(C^\infty(G/Q,\eta),C^\infty(G/H,\tau))$, where the supremum is taken over all $(\eta,\tau)\in\hat{Q}_{\mathrm{f}}\times\hat{H}_{\mathrm{f}}$. "
In this year, I studied this problem and proved the following result using the theory of holonomic systems: "If the number of $Q_{\mathbb{C}}$-orbit on $G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}}$ is finite, the supremum of $\frac{1}{\dim\eta\otimes\tau}\mathrm{dimHom}_G(C^\infty(G/Q,\eta),C^\infty(G/H,\tau))$ is finite. Here the supremum is taken over all $(\eta,\tau)\in\hat{Q}_{\mathrm{f}}\times\hat{H}_{\mathrm{f}}$." Moreover, using the similar method, I proved that if $\#(B\backslash G_{\mathbb{C}}/H_{\mathbb{C}})<\infty$, $\sup\frac{1}{\dim\tau}\mathrm{dimHom}_G(C^\infty(G/P,\eta),C^\infty(G/H,\tau))$ is finite, where the supremum is taken over all $(\eta,\tau)\in\hat{P}_{\mathrm{f}}\times\hat{H}_{\mathrm{f}}$. This proof is different from Kobayashi and Oshima's one.

B. 発表論文

1. T. Tauchi : “実リー群の軌道と不変超関数の次元について”, 東京大学修士論文 (2016).
2. T. Tauchi : “退化主系列表現からの絡作用素の次元について”, 京都大学数理解析研究所講究録 **2031**, 表現論と非可換調和解析をめぐる諸問題 (研究代表者 : 青木茂先生) (2016), 1–14.
3. T. Tauchi : “等質空間上の軌道が無限個存在する場合の退化主系列表現の重複度について”, 京都大学数理解析研究所講究録 **2077**, 表現論とその周辺分野の広がり (研究代表者 : 阿部紀行先生) (2017), 1–9.
4. T. Tauchi : “Dimension of the space of the intertwining operators from degenerate principal series representations”, Selecta Math. (N.S.) **24** (2018), no. 4, 3649–3662.
5. T. Tauchi : “Relationship between orbit decompositions on flag varieties and multiplicities of induced representations” (旗多様体上の軌道分解と誘導表現の重複度の関係性について) , 東京大学博士論文 (2019).

C. 口頭発表

1. Homogeneous Domains on Flag Manifolds (論文紹介 : B. Kimelfeld), Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 玉原セミナーハウス, 2015 年 8 月.
2. Dimension of invariant distributions, Berkeley-Tokyo Winter School “Geometry, Topology and Representation Theory”, アメリカ, University of California Berkeley 2016 年 2 月.
3. Dimension of the space of intertwining operators from degenerate principal series representations, “表現論と非可換調和解析をめぐる諸問題”(研究代表者 : 青木茂先生), 京都大学数理解析研究所, 2016 年 6 月.
4. 柏原の構成可能定理について, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 玉原セミナーハウス, 2016 年 8 月.
5. 退化主系列表現からの絡作用素の次元について, 日本数学会秋季総合分科会, 関西大学千里山キャンパス, 2016 年 9 月.
6. Multiplicity of degenerate principle series with infinite orbits, “表現論とその周辺分野の広がり”(研究代表者 : 阿部紀行先生), 京都大学数理解析研究所, 2017 年 6 月.
7. Introduction to two papers “Finite multiplicity theorems for induction and restriction” (T. Kobayashi and T. Oshima) and “Shintani functions, real spherical manifolds, and symmetry breaking operators” (T. Kobayashi), Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 玉原セミナーハウス, 2017 年 8 月.
8. Multiplicity of degenerate principle series with infinite orbits, 龍谷表現論セミナー, 龍谷大学経済学部教育・研究センター, 2017 年 10 月.
9. 旗多様体の実数体上と複素数体上の軌道分解, “表現論と代数、解析、幾何をめぐる諸問題” (研究代表者 : 久保利久先生), 京都大学数理解析研究所, 2018 年 6 月.
10. Another proof of uniform bounded multiplicity theorem , Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 玉原セミナーハウス, 2018 年 8 月.

高橋 和音 (TAKAHASHI Kazune)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

1. **Homogeneous Hénon type elliptic equations with critical Sobolev growth [1] [2]**
   I worked on the following homogeneous Hénon type elliptic equations with critical Sobolev growth: $-\Delta u = \lambda \Psi u + |x|^{\alpha} u^{2^*-1}$, where Ψ is a given non-trivial bounded function which may vanish on the bounded boundary. I proved that there exists a positive solution if $\alpha > 0$ is sufficiently small for the dimension $N \geq 4$ by developing

new families of test Talenti functions properly. It is known that there is another result for $N = 3$. Thus this seems to be the best result for this type of estimates.

2. **Kirchhoff-Hénon type equations with critical Sobolev growth [1] [8]**
I applied these new families of functions above for the following Kirchhoff type equations with critical Sobolev growth: $-\left(a + b\|Du\|^{p-2}_{L^2(\Omega)}\right)\Delta u = \Psi u^{q-1} + |x|^{\alpha} u^{2^*-1}$. Kirchhoff-Hénon type equations had not been ever studied before my work. In addition, though the standard Kirchhoff type equations are for the case $\alpha = 0$ and $p = 4$, my study covers the case $\alpha > 0$ and $2 < p < q < 2^*$ for the dimension $N \geq 3$. I introduced a new method to obtain estimates of the minimax energy where the fibering map cannot be explicitly represented, and proved the existence of a positive solution for small $\alpha \geq 0$.

3. **Stand wave solutions of nonlinear Schrödinger-Poisson systems [9]**
This is a joint work with Hiroyuki Miyahara (UTokyo). We worked on stand wave solutions of the following nonhomogeneous nonlinear Schrödinger-Poisson systems: $-\Delta u - a\phi|u|^{q-1}u = \lambda u + b|u|^{p-1}u, -\Delta\phi = |u|^{q+1}$. There were many previous studies for the case the dimension $N = 3$, but our study covered the case $N \geq 3$. We proved existence and nonexistence theorem where each $p, q+1$ is critical or subcritical. Especially, for some specific case, we determined the range of λ where a non-trivial solution (u, ϕ) does exist or does not exist.

4. **Generalized Joseph-Lundgren exponent [4]**
This is a joint work with Prof. Yasuhito Miyamoto (UTokyo). We worked on the following ordinary differential equation for $r \in (0, \infty)$: $r^{-(\gamma-1)}(r^{\alpha}|u'|^{\beta-1}u')' + |u|^{p-1}u = 0$. Here the left term represents a generalized radial differential operator that covers, for example, the N-dimensional usual Laplacian, m-Laplacian or k-Hessian. In previous research the generalized Joseph-Lundgren exponent for this operator was calculated, but there was a technical lowerbound for the exponent p. We removed that bound by transforming the equation and determined intersection numbers which role differently on p.

5. **Nonhomogeneous semilinear elliptic equations involving critical Sobolev exponent [5] [11]**
I worked on the following nonhomogeneous semilinear elliptic equation involving the critical Sobolev exponent: $-\Delta u + au = bu^{2^*-1} + \lambda f$. I proved that provided b achieves its maximum at an inner point of the domain and a has a growth of the exponent q in some neighborhood of that point, then if the dimension of the domain is less than $6 + 2q$, there exist at least two positive solutions. It seems to be new that the coefficient of a linear term affects the dimension of the domain on which solutions exist.

6. **Zero-dimensional fold and cut [3] [6]**
This is a joint work with Yasuhiko Asao (UTokyo), Prof. Erik D. Demaine (MIT), Prof. Martin L. Demaine (MIT), Hideaki Hosaka (Azabu high school), Prof. Akitoshi Kawamura (UTokyo) and Prof. Tomohiro Tachi (UTokyo). We showed how to fold a piece of paper and punch one hole on given n points so as to produce any desired patterns of holds. There is 4 variants of problems; the paper is finite or infinite and we allow or forbid the crease on the points. In [6], we gave solutions for each case and the order of crease are bounded on the polynomial order of n and the paper ratio r. In the sequel paper [3], we also gave a definition of the complexity of folds, which will be useful for further studies that determine NP-hardness of complex folding problems.

7. **Application of SAT-solver for AI [10]**
It is known that n-SAT problems are NP-

complete to solve for $n \geq 3$ but are solved quickly by SAT-solver in recent years. I applied it for AI in the international programming contest "SamurAI Coding 2016–17", which was held by Information Processing Society of Japan. I made an algorithm on SAT-solver to decide the all possible places of the hidden enemy logically by observing which places were conquered. It worked faster than a rudimentary algorithm by brute force.

8. **Control model for traffic lights [7]**
This is a joint work with Xinchi Huang (UTokyo). We worked on discrete model of traffic lights which would not cause traffic jams. An observation data showed each number of cars for the pair of inlet and outlet of roads but there was ambiguity of the route of each cars. We let the problem come to n-varieties transportation problem but it is known as NP-complete. Therefore we also suggested an algorithm that superimpose usual max flow problems.

B. 発表論文

Refereed Papers

1. Kazune Takahashi: "Hénon type elliptic equations with critical Sobolev growth", Doctor Dissertation, The University of Tokyo (2019). *Based on [2] and [8].*

2. Kazune Takahashi: "Positive solution for an Hénon type equation with critical Sobolev growth", Electronic Journal of Differential Equations **2018(194)** (2018) 1–17.

3. Yasuhiko Asao, Erik Demaine, Martin Demaine, Hideaki Hosaka, Akitoshi Kawamura, Tomohiro Tachi and Kazune Takahashi: "Folding and Punching Paper", Journal of Information Processing **25** (2017) 590–600.

4. Yasuhito Miyamoto and Kazune Takahashi: "Generalized Joseph-Lundgren exponent and intersection properties for supercritical quasilinear elliptic equations", Archiv der Mathematik **108(1)** (2017) 71–83.

5. Kazune Takahashi: "Semilinear elliptic equations with critical Sobolev exponent and non-homogeneous term", Master Thesis, The University of Tokyo (2015).

Refereed Conference Abstracts

6. Yasuhiko Asao, Erik Demaine, Martin Demaine, Hideaki Hosaka, Akitoshi Kawamura, Tomohiro Tachi and Kazune Takahashi: "Folding and Punching Paper", Abstracts from the 19th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs and Games (2016) 40–41.

Non-Refereed Papers

7. Xinchi Huang, Kazune Takahashi, Yasuhisa Kishi, Masahiko Kanai, and Takafumi Mase: "A modified model on a traffic network and signal optimization", Suurikagaku Jissenkenkyu Letter, LMSR **2018(4)** (2018) 1–5.

Preprints

8. Kazune Takahashi: "Positive solutions of Kirchhoff-Hénon type elliptic equations with critical Sobolev growth", submitted.

9. Hiroyuki Miyahara and Kazune Takahashi: "Existence and Nonexistence of Standing Wave Solutions of Nonlinear Schrödinger-Poisson System", preprint.

Misc

10. Kazune Takahashi: "Application of SAT-solver for AI on SamurAI Coding 2016–17", Open report for Exercise of Mathematical Science IV, 2016 (2017). *In Japanese.*

11. Kazune Takahashi: "Semilinear elliptic equations with critical Sobolev exponent and non-homogeneous term",RIMS Kôkyûroku **2006** (2016) 1–11.

C. 口頭発表

International Conferences

1. (With Yasuhiko Asao, Erik Demaine, Martin Demaine, Hideaki Hosaka, Akitoshi Kawamura and Tomohiro Tachi) Folding and Punching Paper, The 19th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games, Tokyo University of Science, Japan, Sep 2016.

2. Semilinear elliptic equations with critical Sobolev exponent and non-homogeneous term, RIMS Workshop: Shapes and other properties of solutions of PDEs, RIMS, Kyoto University, Japan, Nov 2015. [Invited]

Domestic Conferences

3. Existence and Nonexistence of Standing Wave Solutions of Nonlinear Schrödinger-Poisson System, The 39th Differential Equation Seminar at Yokohama National University, Yokohama National University, Japan, Aug 2016. [Invited]

G. 受賞

Awards

1. (With Yasuhiko Asao, Erik Demaine, Martin Demaine, Hideaki Hosaka, Akitoshi Kawamura and Tomohiro Tachi) Folding and Punching Paper, Specially Selected Paper, Information Processing Society of Japan, Aug 2017.

International Programming Contests

2. SamurAI Coding 2014–15, World Final: 6th place, 77th Information Processing Society of Japan National Convention, Kyoto University, Japan, Mar 2015.

Domestic Programming Contests

3. Code Runner 2015, Final Round: 1st place, Recruit Career, Tokyo, Dec 2015.

4. Code Runner 2014, Final Round: 7th place, Recruit Career, Tokyo, Nov 2014.

5. Code Festival 2014 AI Challenge, Final Round: 3rd place, Recruit Holdings, Tokyo, Nov 2014.

滝聞 太基 (TAKIGIKU Motoki)

A. 研究概要

A 型アフィングラスマン多様体のホモロジーは対称関数環のある部分環に同型になり、このときそのシューベルト類は k-シューア関数 $s_\lambda^{(k)}$ と呼ばれる、シューア関数の一般化になっている対称関数に対応する。この K-理論的類似も知られている: A 型アフィングラスマンの K-ホモロジーは対称関数環の同じ部分環になり、そのシューベルト類は K-k-シューア関数 $g_\lambda^{(k)}$ と呼ばれ、k-シューア関数の非斉次化（低次の項を加えたもの）になっている。

[3] において、K-k-シューア関数に関係するいくつかの公式を示した。まず、k-有界分割上の強順序（Bruhat 順序）に関する単項イデアルに渡る $g_\lambda^{(k)}$ たちの和 $\sum_{\mu\le\lambda} g_\mu^{(k)}$ を考え、$\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$ とおく。これは幾何的にはシューベルト多様体の構造層の類に対応する。このとき $\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$ についてのピエリ型の公式と、その応用として k-長方形を括り出す因数分解公式 $\widetilde{g}_{R_t\cup\lambda}^{(k)} = \widetilde{g}_{R_t}^{(k)}\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$ (ただし $R_t = (t^{k+1-t})$) を示した。証明の主な部分は一般のコクセター群の強順序と弱順序についての議論に加えてアフィン対称群特有の事情を調べることによる。

続く [1,2] においては $k=\infty$ の場合を扱った（各 λ に対し $g_\lambda^{(k)}$ は k が十分大きいとき（アフィンでない）グラスマン多様体の K-ホモロジーの Schubert 類に対応する双対安定グロタンディーク多項式 g_λ と一致するので、$k=\infty$ とすることは非アフィンの場合を考えることに等しい)。このとき例えば $\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$ についてのピエリ公式は $k=\infty$ としてもそのまま成立する一方で、$k<\infty$ の時には成立しない性質が見られる。特に (a) 対称関数環の 2 つの基底 g_λ と $\widetilde{g}_\lambda(:=\sum_{\mu\subset\lambda} g_\mu)$ の積の構造定数は一致し、また (b) g_λ の双対基底 G_λ（安定グロタンディーク多項式）のピエリ公式は g_λ のピエリ公式とある意味でほぼ同じ（双対的な）形で書ける。(a) は、$g_\lambda \mapsto \widetilde{g}_\lambda$ で定義される線形写像が代入写像 $f(x_1,x_2,\cdots)\mapsto f(1,x_1,x_2,\cdots)$ と一致することを見ることで示され、(b) は G_λ と g_λ のピエリ公式に現れる係数が（ある fix した分割 λ の上の）水平帯のなす半順序集合のメビ

ウス関数の値に一致することを示すことによる。

Affine Schubert Calculus is one of the major recent developments on the interaction between Algebraic Combinatorics and Algebraic Geometry. The homology of the affine Grassmannian for SL_{k+1} was shown by Thomas Lam to be isomorphic to a certain subring of the ring of symmetric functions, and its Schubert class corresponds to a certain symmetric function called k-Schur function $s_\lambda^{(k)}$, generalizing the Schur function s_λ. These developments have K-theoretic analogues. The K-homology of the affine Grassmannian for SL_{k+1} was shown by Lam–Schilling–Shimozono to be the same subring of symmetric functions as the homology, and its Schubert class $g_\lambda^{(k)}$, called the K-k-Schur function, is an "inhomogeneous version" of k-Schur function $s_\lambda^{(k)}$.

My recent research (3. in Publications) has shown some formulas involving K-k-Schur functions. I have considered the sum of K-k-Schur functions $\sum_{\mu\le\lambda} g_\mu^{(k)}$, which I denoted by $\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$, over a principal order ideal of the poset of k-bounded partitions under the strong (Bruhat) order $\le$, which sum geometrically corresponds to the Schubert class of the structure sheaves of the affine Grassmannian. Then I gave a Pieri-type formula for $\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$, and as an application of this, I gave a k-rectangle factorization formula $\widetilde{g}_{R_t\cup\lambda}^{(k)} = \widetilde{g}_{R_t}^{(k)}\widetilde{g}_\lambda^{(k)}$, where $R_t = (t^{k+1-t})$, analogous to that of k-Schur functions (in the same form). The ingredients of the proof are combinatorial arguments on the strong and weak orders on arbitrary Coxeter groups, followed by some specifics for the affine symmetric groups.

In subsequent papers (1. and 2. in Publications), I focused on the non-affine case. It can also be considered as the $k=\infty$ case, since $g_\lambda^{(k)}$ stabilizes to so-called *dual stable Grothendieck polynomials* g_λ, representing K-homology Schubert bases of the Grassmannians, as k tends to infinity. While some results (such as Pieri rules) from the affine case obviously apply to the non-affine case, in the non-affine case are some properties that are absent in the affine case. Notably, (a) the bases g_λ and $\widetilde{g}_\lambda(:=\sum_{\mu\subset\lambda} g_\mu)$ have the same product structure constants, and (b) the Pieri rule for G_λ, the dual basis of g_λ (the *stable Grothendieck polynomials*), has a quite similar expression to that for g_λ. To show (a), I proved the linear map $g_\lambda \mapsto \widetilde{g}_\lambda$ coincides with the substitution $f(x_1,x_2,\cdots)\mapsto f(1,x_1,x_2,\cdots)$, and (b) is shown by seeing that the coefficients appearing in the Pieri rules for G_λ and g_λ are the values of the Möbius functions of certain posets of horizontal strips (over a fixed partition).

B. 発表論文

1. Motoki Takigiku, "Automorphisms on the ring of symmetric functions and stable and dual stable Grothendieck polynomials", arXiv:1808.02251.
2. Motoki Takigiku, "On the Pieri rules of stable and dual stable Grothendieck polynomials", Journal of Combinatorics (accepted).
3. Motoki Takigiku, "A Pieri-type formula and a factorization formula for sums of K-theoretic k-Schur functions", Algebraic Combinatorics (accepted).
4. Motoki Takigiku, "On some factorization formulas of K-k-Schur functions" (extended abstract), Séminaire Lotharingien de Combinatoire, volume 78B, Article 59, 12pp, 2017
5. Motoki Takigiku, "Factorization formulas of K-k-Schur functions II", arXiv:1704.08660.
6. Motoki Takigiku, "Factorization formulas of K-k-Schur functions I", arXiv:1704.08643.

C. 口頭発表

1. "Automorphisms on the ring of symmetric functions and Grothendieck polynomials", 組合せ論的表現論の諸相, RIMS, 2018 年 10 月.

2. “A Pieri-type formula and a factorization formula for K-k-Schur functions”, Lie 群・表現論セミナー, 東京大学, 2018 年 12 月.

3. “A Pieri-type formula and a factorization formula for K-k-Schur functions”, Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 長野, 2018 年 6 月.

4. “A Pieri-type formula and a factorization formula for K-k-Schur functions”, Algebraic and Enumerative Combinatorics in Okayama, 岡山大学, 2018 年 2 月.

5. “On some factorization formulas of K-k-Schur functions”, Formal Power Series and Algebraic Combinatorics (FPSAC), London, 2017 年 7 月.

6. “On some factorization formulas of K-k-Schur functions”, Combinatorics of Lie Type, RIMS, 2016 年 10 月.

7. “On some factorization formulas of K-k-Schur functions”, 山梨大学数学セミナー, 2016 年 9 月.

8. “On some factorization formulas of K-k-Schur functions”, Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 長野, 2016 年 6 月.

9. “On k-rectangle factorization of K-k-Schur functions”, 岡山理科大学数学セミナー, 2015 年 11 月.

田口 和稔 (TAGUCHI Kazutoshi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は，主に次の研究を行った：

1. 束縛付き離散全変動流方程式の数値実験
2. 束縛付き異方的全変動流方程式の数値実験
3. 1 次元小林–ワレン–カータ系の数値解法の提案

束縛付き離散全変動流方程式の数値実験を行った。束縛付き離散全変動流方程式とは，写像が多様体値に束縛を持つ離散全変動の L^2 勾配流方程式である。昨年度に、この方程式に対して有効と思われる数値解法を提案した。本年度は、その数値解法の一般化と数値実験を行った。

束縛付き異方的全変動流方程式の数値実験も行った。この方程式は、束縛付き全変動流方程式のエネルギーを異方性全変動に修正したものである。本年度は、束縛付き全変動流方程式の数値解法を応用して、様々な束縛付き異方的全変動流方程式の数値実験を行った。異方性や領域の形によって、数値解のファセットの壊れ方が違うことを確認した。

小林–ワレン–カーター系の数値解法で有用と思われる方法も提案した。小林–ワレン–カーター系とは、結晶粒界の運動の連続モデルで、$SO(3)$ 値全変動流方程式を含む連立方程式である。提案した Kobayashi–Warren–Carter 系の数値解法は、束縛付き全変動流方程式の数値解法を応用して得られる。さらに、提案スキームによる数値解と離散小林–ワレン–カーター系の解との誤差評価を求めた。

In the current year, my studies are as follows:

1. Numerical experiments of constrained total variation flows
2. Numerical experiments of constrained anisotropic total variation flows
3. Numerical experiments of one-dimensional Kobayashi–Warren–Carter system

Numerical experiments of constrained total variation flows were performed. A constrained total variation flows is a L^2-gradient flow of discrete total variation with values into a manifold. In the last year, I had proposed an effective numerical scheme of them. In the current year, I generalized the scheme and performed numerical experiments with the generalized scheme.

Numerical experiments of constrained anisotropic total variation flows were performed. A constrained anisotropic total variation flows is a L^2-gradient flow of anisotropic total variation with values into a manifold. In the current year, I apply the proposed scheme of the isotorpic version to performe numerical experiments. I had shown that the facets of numerical solutions of the

scheme are broken under the condition that anisotropy of total variation and the shape of their spatial domains.
Numerical experiments of one-dimension Kobayashi–Warren–Carter were performed. A Kobayashi–Warren–Carter system is a continiuum model of grain boundaries and a system which contains an $SO(3)$-valued total variation flow. The Numerical scheme, we proposed, of Kobayashi–Warren–Carter system is obtained by applying the numerical scheme of constrained total variation flows. We performed numerical experiment via the scheme and established an error estimate between numerical solutions of the scheme and solution of the correspoding discrete Kobayahsi–Warren–Carter system.

B. 発表論文

1. K. Taguchi : "On discrete one-harmonic map flows with values into an embedded manifold on a multi-dimensional domain ", *Adv. Math. Sci. Appl.* **27**, 81–113 (2018),
2. K. Taguchi : "On constrained discrete total variation flows", preprint.

C. 口頭発表

1. $SO(3)$ 値離散 1 調和写像流の数値計算について, 表面・界面ダイナミクスの数理 15, 東京大学, 2018 年 4 月.
2. Numerical scheme of $SO(3)$-TV flows, Advanced Developments for Surface and Interface Dynamics - Analysis and Computation, Banff International Research Station, June 20, 2018
3. 全変動流方程式の数値解法, FMSP 院生集中講義, 東京大学, 2019 年 3 月.
4. 束縛付き全変動流の数値計算スキームについて, 日本数学会, 東京工業大学, 2019 年 3 月.

竹内 有哉 (TAKEUCHI Yuya)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

共形多様体や強擬凸 CR 多様体の幾何学について研究している．本年度の主な成果は以下の通りである．

1. 共形多様体内の偶数次元の部分多様体に対して定義される Graham-Witten エネルギーの変分について研究を行った．(M, C) を共形多様体，Σ を M 内の偶数次元の部分多様体とする．Graham と Witten は AdS/CFT 対応に関する研究のなかで，三つ組 (M, C, Σ) の不変量を構成した．これを Graham-Witten エネルギーと呼ぶ．2017 年に Graham と Reichert は，このエネルギーの Σ の変形に関する第一変分を計算し，特に Σ が C 内の Einstein 計量 g について極小であれば，第一変分が 0 になることを示した．私はこの場合に Graham-Witten エネルギーの第二変分公式を導出した．応用として，単位球面内の偶数次元の全測地的な球面において第二変分は非負であり，0 になる必要十分条件は無限小変形が球面の共形変換から誘導される場合に限ることを証明した．

2. 強擬凸 CR 多様体の Chern 類に関して研究を行った．5 次元以上の連結かつ閉な強擬凸 CR 多様体は滑らかな複素射影代数多様体内の強擬凸領域の境界として実現できることが知られている．私はこの事実と強擬凸領域上の Hodge 理論から得られる結果を用いることで，閉強擬凸 CR 多様体の Chern 類に対する制約を証明した．さらに具体例を通して，今回得られた結果がある意味で最良であることを確認した．

3. 擬 Einstein 接触形式の存在問題に関する研究を行った．擬 Einstein 接触形式は全 Q-prime 曲率や Burns-Epstein 不変量のような強擬凸 CR 多様体の不変量を定義する際に必要不可欠である．特にこれらの不変量の CR 構造の変形に対する変分を考えるためには，擬 Einstein 接触形式の存在が変形について保たれることを保証する必要がある．私はこの問題を複素多様体内の実超曲面の変形として実現できる CR 構造の変形に対して解決した．

4. CR 多様体の不変量である Burns-Epstein 不変量に関して研究を行った．Burns と Epstein は $\mathbb{C}^{n+1}$ 内の有界な強擬凸領域の境界に対し，「繰り込まれた」Gauss-Bonnet-Chern 公式の境界項

として CR 不変量を構成した．丸亀は彼らの構成を簡略化し，擬 Einstein 接触形式をもつ強擬凸 CR 多様体の不変量として一般化した．これを Burns-Epstein 不変量と呼ぶことにする．私は偏極 Kähler-Einstein 多様体上の tube に対する Burns-Epstein 不変量をその特性数で計算する具体的な公式を得た．その応用として，多様体の次元が 5 以上の場合に全 Q-prime 曲率と Burns-Epstein 不変量が本質的に異なる不変量であることを証明した．

I study the geometry of conformal manifolds and strictly pseudoconvex CR manifolds.

1. I studied the variation of the Graham-Witten energy, an invariant for even-dimensional submanifolds of a conformal manifold. Let (M, C) be a conformal manifold, and Σ be an even-dimensional submanifold of M. Graham and Witten have introduced an invariant of the triple (M, C, Σ) in the study of the AdS/CFT correspondence; this is called the Graham-Witten energy. Graham and Reichert have computed the first variation of this energy under deformations of Σ, and in particular showed that it vanishes identically if Σ is a minimal submanifold with respect to an Einstein metric $g \in C$. I obtained a formula of the second variation of the Graham-Witten energy for the above situation. As an application, I proved that the second variation at any even-dimensional totally geodesic sphere in the unit sphere is non-negative, and equal to zero if and only if the infinitesimal deformation is induced from a conformal automorphism.

2. I studied Chern classes of strictly pseudoconvex CR manifolds. It is known that any closed connected strictly pseudoconvex CR manifold of dimension at least five can be realized as the boundary of a strictly pseudoconvex domain in a complex projective manifold. By using this fact and some results from Hodge theory on strictly pseudoconvex domains, I obtained a constraint on Chern classes of closed strictly pseudoconvex CR manifolds. I also saw that this result is optimal through some examples.

3. I studied the existence problem of a pseudo-Einstein contact form. A pseudo-Einstein contact form is necessary for defining some CR invariants: the total Q-prime curvature and the Burns-Epstein invariant. When we consider the variation of such invariants, the question arises whether the existence of a pseudo-Einstein contact form is preserved under deformations of CR structures. I showed this stability for deformations as a real hypersurface in a fixed complex manifold.

4. I studied another CR invariant, the Burns-Epstein invariant. Burns and Epstein have introduced it for the boundaries of bounded strictly pseudoconvex domains in $\mathbb{C}^{n+1}$ as the boundary term of the "renormalized" Gauss-Bonnet-Chern formula. Marugame has simplified their construction and generalized it to an invariant for closed strictly pseudoconvex CR manifolds admitting a pseudo-Einstein contact form; here we call this invariant the Burns-Epstein invariant. I obtained an explicit formula of this invariant in terms of characteristic numbers for the tubes associated with polarized Kähler-Einstein manifolds. As an application, I saw that the total Q-prime curvature and the Burns-Epstein invariant are essentially different CR invariants if the dimension is at least five.

B. 発表論文

1. Y. Takeuchi: "Q-prime curvature and scattering theory on strictly pseudoconvex domains", Math. Res. Lett. **24** (2017), no. 5, 1523–1554.

2. Y. Takeuchi: "Ambient constructions for Sasakian η-Einstein manifolds", Adv. Math. **328** (2018), 82–111.

3. Y. Takeuchi: "On the renormalized volume of tubes over polarized Kähler-Einstein manifolds", J. Geom. Anal. **29** (2019), 134–141.

4. Y. Takeuchi: "On the second variation of the Graham-Witten energy", arXiv:1807.06307.

5. Y. Takeuchi: "A constraint on Chern classes of strictly pseudoconvex CR manifolds", arXiv:1808.02209.

6. Y. Takeuchi: "Stability of the existence of a pseudo-Einstein contact form", arXiv:1811.02150.

C. 口頭発表

1. 強擬凸領域上の散乱理論, 第 50 回函数論サマーセミナー, あだたらふれあいセンター, 2015 年 9 月.

2. 強擬凸領域上の散乱理論, 複素解析幾何学のポテンシャル論的諸相, 東京大学, 2016 年 2 月.

3. CR geometry of Sasaki-η-Einstein manifolds, Young Mathematicians Workshop on Several Complex Variables 2016, 東京大学, 2016 年 11 月.

4. CR 多様体の Q-prime 曲率について, 第 14 回城崎新人セミナー, 城崎総合支所, 2017 年 2 月.

5. Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds, 日本数学会 2017 年度年会, 首都大学東京, 2017 年 3 月.

6. Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds, 複素解析幾何セミナー, 東京大学, 2017 年 6 月.

7. Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds, 多変数函数論葉山シンポジウム 2017（ショートコミュニケーション）, 湘南国際村センター, 2017 年 7 月.

8. Q-prime curvature and Sasakian η-Einstein manifolds, 2017 年度多変数函数論冬セミナー, 東京理科大学, 2017 年 12 月.

9. A remark on Chern classes of strictly pseudoconvex CR manifolds, 多変数函数論葉山シンポジウム 2018（ショートコミュニケーション）, 湘南国際村センター, 2018 年 7 月.

10. A constraint on Chern classes of holomorphically fillable contact structures, 接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺, 静岡県男女共同参画センター「あざれあ」, 2019 年 1 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科長賞, 2015 年 3 月

只野 之英 (TADANO Yukihide)

(学振 DC2)

A. 研究概要

離散シュレディンガー作用素のスペクトル・散乱理論の研究を行っている．本年度は，正方格子上の離散シュレディンガー作用素に対するビルマン・シュウィンガー作用素が一様有界であるためのポテンシャルの条件を研究した．

I study spectral and scattering theory of discrete Schrödinger operators. I studied conditions for uniform boundedness of the Birman-Schwinger operator of the discrete Schrödinger operators on the square lattice.

B. 発表論文

1. Y. Tadano: "Long-range scattering for discrete Schrödinger operators", Annales Henri Poincaré, online first.

2. Y. Tadano: "Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operators on graphene", Preprint arXiv:1811.11527, 2018.

3. Y. Tadano and K. Taira: "Uniform bounds of discrete Birman-Schwinger operators", Preprint arXiv:1811.10279, 2018.

C. 口頭発表

1. Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operator on several lattices, スペクトル・散乱葛飾シンポジウム，東京・東京理科大学，2018 年 1 月.

2. 様々な格子上の離散シュレディンガー作用素の長距離散乱理論，第 14 回数学総合若手研究集会，北海道・北海道大学，2018 年 2 月.

3. Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operators on some lattices, 作用素論セミナー，京都・京都大学，2018 年 6 月.

4. Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operators on several lattices, グラフ上の逆問題，スペクトル解析と関連課題研究ワークショップ，北海道・北海道大学，2018 年 6 月.

5. Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operators, XIX International Congress on Mathematical Physics Young Researchers Symposium, カナダ，2018 年 7 月.

6. Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operators on several lattices, Chile-Japan Workshop on Mathematical Physics and Partial Differential Equations, 東京・東京大学，2018 年 9 月.

7. Long-range scattering theory for discrete Schrödinger operators on hexagonal lattices, 日本数学会・2018 年度秋季総合分科会，岡山・岡山大学，2018 年 9 月.

8. Construction of Isozaki-Kitada modifiers for discrete Schrödinger operators on general lattices, 第 28 回数理物理と微分方程式，北海道・KKR はこだて，2018 年 11 月.

9. Construction of Isozaki-Kitada modifiers for discrete Schrödinger operators on general lattices, 大阪大学微分方程式セミナー，大阪・大阪大学，2018 年 11 月.

10. On a continuum limit of discrete Schrödinger operators on square lattice, RIMS 共同研究「スペクトル・散乱理論とその周辺」，京都・京都大学，2018 年 12 月.

谷村 慈則 (TANIMURA Yoshinori)

（FMSP コース生）

A. 研究概要

私は今年度 Michel Duflo の多項式予想に対する純代数的なアプローチについて研究していた。Duflo の多項式予想は 1986 年に Duflo によって提案された予想である。Duflo の多項式予想は等質直線束の不変微分作用素代数の構造にモチベーションがあるが、その定式化は純代数的なものである。しかし、いままでの多くのアプローチは、解析的、幾何学的あるいは表現論的なものばかりであった。
私は今年度の研究で、 Duflo の多項式予想に対する素朴で純代数的なアプローチの構築を試みた。結果として、冪零の場合の Duflo の多項式予想を包含する素朴で純代数的な予想を定式化し、実際に 2-step 冪零リー代数や特殊冪零リー代数の場合にその予想を解決した。

In this fiscal year, I researched an algebraic approach to Michel Duflo ' s polynomial conjecture. Duflo ' s polynomial conjecture was suggested by Duflo in 1986. Although Duflo ' s polynomial conjecture is motivated by the structure of the algebra of all invariant differential operators on a homogeneous line bundle, its statement is pure-algebraic. However, previous approaches are analytic, geometric, or representation theoretic.
In this fiscal year, I tried to construct an algebraic approach to Duflo ' s polynomial conjecture. Through this research, I formulated a rustic and algebraic conjecture including Duflo' s polynomial conjecture in the nilpotent case, and solved own conjecture in the 2-step nilpotent case and in the special nilpotent case.

B. 発表論文

1. Y. Tanimura, A splitting of the local rigidity of Clifford-Klein forms of homogeneous spaces of completely solvable Lie groups, arXiv:1607.07199

C. 口頭発表

1. 谷村慈則、可換･冪零･可解リー群の Clifford-Klein 形の変形空間について（ポスター発表）、日本数学会異分野・異業種研究交流会、東京大学大学院数理科学研究科大講義室、2014 年 10 月

2. 谷村慈則、冪零 Lie 群の等質空間の Clifford-Klein 形の変形問題、第 14 回関東若手幾何セミナー、首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス、2015 年 5 月

3. Y. Tanimura, “A splitting of the local rigidity of Clifford-Klein forms of homogeneous spaces of nilpotent Lie groups,”

SEMINAIRE, Universite Tunis El Manar Labora-torire LATAO, Faculte des Sciences de Tunis Department de Mathematiques, January, 2017

4. 谷村慈則、可解な階層付きリー代数に対応するリー群を変換群とする Clifford-Klein 形の柔軟性について、日本数学会 2017 年度年会、首都大学東京南大沢キャンパス、2017 年 3 月

5. Y. Tanimura, “An application of F-method to nilpotent homogeneous spaces,” 5th Tunisian-Japanese Conference Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications, Royal Elmansour Hotel, Mahdia, Tunisia, December, 2017

早瀬 友裕 (HAYASE Tomohiro)

A. 研究概要

Voiculescu の導入した自由確率論は, ランダム行列理論の研究領域を拡げている. 自由確率論は, 行列サイズが大きい様々なランダム行列モデルの漸近挙動を記述する有用な道具である.
自由確率論と統計的最適化の道具を使って, ランダム行列モデルのパラメータ最適化を行う新しい手法を構成した. また, この手法を自己回帰移動平均モデルのパラメータ推定と, 統計モデルの次元削減に応用した. 今年度は, モデルのパラメータ一致性について掘り下げた.
また, 深層神経回路網の微分作用素の漸近的自由独立性についての研究を行い, 数理に限らず, 工学, 統計物理の研究者と研究交流を行った.

The development of the free probability theory invented by Voiculescu expands the scope of research of random matrix models. The free probability theory is an invaluable tool for describing the asymptotic behavior of many random matrix models when the matrices are large.
We constructed a new parameter estimation method of random matrix models only from a single-shot empirical eigenvalue distribution. Our method is a combination of techniques in free probability theory and stochastic optimization. We also suggested its applications to the optimization of autoregressive moving-average model and the dimension reduction of stochastic models. Furthermore, we investigated parameter identifiability of random matrix models.
Moreover, we started research on asymptotic freeness of Jacobian of a neural network. We also interacted with researchers of engineering/statistical physics.

B. 発表論文

1. T.Hayase : “De Finetti theorem for a Boolean analogue of easy quantum groups”, J. Math. Sci., vol. 24, no. 03, pp. 355 398, 2017.

2. T. Hayase: “Free deterministic equivalent Z-scores of compound Wishart models: A goodness of fit test of 2DARMA models”, arXiv:1710:09497.

3. T.Hayase : “Cauchy Noise Loss for stochastic optimization of random matrix models, arXiv preprint, 2018

4. T.Hayase: “Identifiability of parametric random matrix models, arXiv preprint, 2018

C. 口頭発表

1. De Finetti theorems for a Boolean analogue of easy quantum groups, Free Probability and the Large N Limit, V, UCML (USA), March, 2016

2. Genus expansion of random matrices and free deterministic equivalents, Free probability seminar, Ochanomizu University (Japan), May, 2017

3. An inverse problem in random matrices and free probability, research seminar, Institute Henri Pincare, UPMC (France), Nov., 2017

4. An inverse problem in random matrix theory and free probability theory, Functional analysis seminar, Saarland university (Germany), Nov., 2017

5. Cauchy noise loss: A machine learning approach to random matrices and free probability, Noncommutative probability theory and its applications, Ochanomizu University (Japan), Dec., 2017
6. Parameter Estimation of Random Matrix Models via Free Probability Theory, Recent Development of Operator Algebras, Sep., 2018.
7. Spectral Parameter Estimation of Radnom Matrix Models, IBISML (情報論的学習理論), Sapporo (Japan), Nov., 2018

G. 受賞

1. 日本数学会　異分野異業種交流会 ベストポスター賞

福岡 尊 (FUKUOKA Takeru)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は，前年度に引き続き，次数 6 の del Pezzo ファイブレーションの研究を行った．前年度は，非特異射影曲線 C 上の次数 6 の del Pezzo ファイブレーション $X \to C$ に対して，線形切断定理を確立した．前年度行った証明では，C が曲線である，X の Picard 数 $\rho(X)$ が 2 であるという条件が必要であった．今年度では，得られていた証明を見直すことで，以下のような設定まで条件を一般化することが出来た：X を非特異代数多様体，S を正規代数多様体，$\varphi\colon X \to S$ を射影的な収縮とする．$-K_X$ が φ-豊富であり，一般ファイバーは次数 6 の del Pezzo 曲面とする．この設定の元で，得られた定理は以下である．

定理． φ に付随する正規代数多様体 B (resp. T) からの二重被覆 $\varphi_B\colon B \to S$ (resp. 三重被覆 $\varphi_T\colon T \to S$) が存在し，$\varphi_*(-K_\varphi)^3 \equiv -(3\varphi_{B*}R_B + 2\varphi_{T*}R_T)$ を満たす．ここで，R_B および R_T は φ_B および φ_T の分岐因子である．さらに，φ が有理切断を持つ場合，ある開集合 $S^0 \subset S$ で，以下を満たすものが存在する．

1. 閉集合 $S \setminus S^0$ は余次元 2 以上である．
2. $X^0 = \varphi^{-1}(S^0)$ としたとき，X^0 は S^0 上の $(\mathbb{P}^1)^3$-ファイブレーション Y^0 と，$(\mathbb{P}^2)^2$-ファイブレーション Z^0 双方に相対的線形切断として埋め込まれる．

これは前年度までに得られた結果の幾つかを包含する．φ が有理切断を持つという仮定が外せるかどうかは今後の課題である．

In this academic year, I continued to study about sextic del Pezzo fibrations. In the last year, I established linear extension theorems for a sextic del Pezzo fibration $X \to C$ over a smooth projective curve C. In my old proof, I required that C is a curve and the Picard rank $\rho(X)$ is 2. In this year, I refined my proof and showed linear extension theorems in the following general setting: let X be a smooth variety, S a normal variety, and $\varphi\colon X \to S$ a projective contraction such that $-K_X$ is φ-ample and a general φ-fiber is a sextic del Pezzo surface. In this setting, I obtained the following theorem.

Theorem. There are normal variety B (resp. T) and a double covering structure $\varphi_B\colon B \to S$ (resp. a triple covering structure $\varphi_T\colon T \to S$), which are associated with φ, such that $\varphi_*(-K_\varphi)^3 \equiv -(3\varphi_B R_B + 2\varphi_T R_T)$, where R_B and R_T are the ramification divisors of φ_B and φ_T respectively.
Moreover, if φ admits a rational section, then there exists an open subset $S^0 \subset S$ satisfying the following properties.

1. The codimension of the closed subset $S \setminus S^0$ is bigger than or equal to 2.
2. For $X^0 = \varphi^{-1}(S^0)$, there are a $(\mathbb{P}^1)^3$-fibration Y^0 over S^0 and a $(\mathbb{P}^2)^2$-fibration Z^0 over S^0 such that X^0 is embedded into both of Y^0 and Z^0 as a relative linear section.

This result includes some results I obtained in the last year. It is still an open problem whether the condition that φ admits a rational section is necessary or not for the above theorem.

B. 発表論文

1. T. Fukuoka. On the existence of almost Fano threefolds with del Pezzo fibrations. *Math. Nachr.*, 290(8-9):1281–1302, 2017.

2. T. Fukuoka. Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations over curves. *arXiv:1803.01264v2*, 2018.

C. 口頭発表

1. “Relative embeddings of del Pezzo fibrations of degree six”, 城崎代数幾何シンポジウム 2017, 城崎国際アートセンター, 2017 年 10 月 27 日.

2. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, 第 16 回代数曲面ワークショップ, 首都大学東京 秋葉原サテライトキャンパス, 2017 年 11 月 18 日.

3. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, GMPLboro seminar, University of Loughbourough, 2018 年 2 月 7 日.

4. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, Warwick Algebraic Geometry Seminar, University of Warwick, 2018 年 2 月 20 日.

5. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, MAGIC seminar, Imperial College London, 2018 年 3 月 5 日.

6. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, アフィン代数幾何学研究集会 第 16 回，関西学院大学 大阪梅田キャンパス，2018 年 3 月 11 日.

7. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, London-Tokyo Workshop In Birational Geometry, Imperial College London, 2018 年 5 月 29 日.

8. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, Younger generations in Algebraic and Complex geometry V, 函館コミュニティプラザ G スクエア，2018 年 8 月 9 日.

9. “Sextic elliptic curves on prime Fano 3-folds of genus 9 or 10”, Explicit Birational and Affine Geometry in Saitama, 埼玉大学，2018 年 11 月 16 日.

10. “Relative linear extensions of sextic del Pezzo fibrations”, 第 24 回代数学若手研究会，東京大学，2019 年 2 月 18 日.

戸次 鵬人 (BEKKI Hohto)
(学振 DC2)

A. 研究概要

本年度は，ゼータ関数の積分表示に関する Hecke の積分公式の一般化の研究や，志村曲線上の測地線を用いた連分数の構成とその Lagrange 型周期性の研究を行なった．

代数体の n 次拡大 E/F に対し，$E^\times$ の自分自身への正則表現から定まる GL_n/F のトーラス部分群を T とする．昨年度までの研究で，$G = GL_n/F$ の適当な放物型部分群 P に付随する Eisenstein 級数を，T から定まるあるサイクル上で積分すると，拡大 E/F に付随する “相対ゼータ関数” が得られることを示していた．本年度は，これらの部分群 P, T を他の部分群に取り替えた時にどのような積分公式が得られるか，という問題の考察を行った．本年度の初めにドイツのマックスプランク研究所に滞在している際に，$G = GL_2$ の放物型部分群 P を楕円型，双曲型に取り替えた場合の Eisenstein 級数に相当する，楕円型，双曲型 Eisenstein 級数というものについて学んだ．そこで，これらの場合の積分公式についての研究を開始し，現在も取り組んでいる．また，別の場合として，放物型部分群 P はそのままで，T を F 上の中心単純環の乗法群の正則表現から定まる部分群に取り替えた場合も考察した．この場合は，以前の研究と本質的に同じ手法で，中心単純環のゼータ関数が得られることが示せた．昨年度までの研究で，GL_n の対称空間上の測地線を用いた高次元連分数の構成とその周期性の証明に成功していたが，本年度はそのアイデアを用いて，測地線連分数論を志村曲線上の場合に考察した．結果として，良い収束性を満たす実数の新たな連分数展開を定義し，その展開に対する Lagrange 型の周期性定理の証明に成功した．この結果は論文にまとめて現在投稿中である．

This year I studied (1) some generalizations of the Hecke type integral representation of zeta functions, and (2) the theory of continued fraction and its periodicity using the geodesics on

Shimura curves.
I had obtained a generalization of Hecke's integral formula for extension E/F of number fields. More precisely, the integral of the Eisenstein series attached to a parabolic subgroup P of $G = GL_n/F$ along a certain geodesic cycle attached to the subgroup $T \subset G$ defined from the regular representation of $E^\times$ becomes the "relative" zeta function associated with E/F. This year I considered the following problem: What happens if we replace the above subgroups P, T to other subgroups. During my stay at the Max Planck Institute for Mathematics in the beginning of this year, I learned about the elliptic and hyperbolic Eisenstein series, which are analogues of the Eisenstein series when we replace the parabolic subgroup $P \subset GL_2$ to elliptic or hyperbolic subgroups respectively. I began studying the Hecke type integral formula in these cases. As another example, I considered the case where T is replaced by the subgroup defined from the regular representation of the multiplicative group of a central simple algebra over F. In this case I observed that the Hecke type integral gives the zeta function of the central simple algebra.
I had studied a generalization of continued fraction and its periodicity using the geodesics on the symmetric space for GL_n. This year, by applying the same idea to the case of Shimura curves, I established a new continued fraction expansion of real numbers, and proved the Lagrange type periodicity theorem. I wrote a paper on this result and submitted to a journal.

B. 発表論文

1. H. Bekki, The relative Hecke integral formula for an arbitrary extension of number fields, J. Number Theory **197** (2019), 185–217.
2. H. Bekki, On periodicity of geodesic continued fractions: a precis, to appear in RIMS Kôkyûroku Bessatsu
3. H. Bekki, On periodicity of geodesic continued fractions, J. Number Theory **177** (2017), 181–210.

C. 口頭発表

1. Geodesic continued fraction for Shimura curves and its periodicity, The 17th Hokuriku Number Theory Workshop, Kanazawa University, 2018 年 12 月.
2. Geodesic continued fraction on Shimura curves, The 12th Workshop on special varieties at Tambara, Tambara Institute of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, 2018 年 9 月.
3. On the periodicity of geodesic continued fractions, Hausdorff Trimester Program Periods in Number Theory, Algebraic Geometry and Physics, Trimester Seminar/MPIM Number theory lunch seminar, Max Planck Institute for Mathematics（ドイツ）, 2018 年 3 月.
4. Hecke's integral formula and Kronecker's limit formula for an arbitrary extension of number fields, Hausdorff Trimester Program Periods in Number Theory, Algebraic Geometry and Physics, Trimester Seminar/MPIM Number theory lunch seminar, Max Planck Institute for Mathematics（ドイツ）, 2018 年 3 月.
5. Relative Hecke's integral formula for an arbitrary extension of number fields, The 11th Workshop on special varieties at Tambara, Tambara Institute of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, 2017 年 9 月.
6. On generalization of Hecke's integral formula—from a view point of geodesic continued fractions, The 10th Young Mathematicians Conference on Zeta Functions, Graduate School of Mathematics, Nagoya University, 2017 年 2 月.
7. On periodicity of geodesic continued fractions, RIMS Workshop Algebraic Number Theory and Related Topics 2016, RIMS, Kyoto University, 2016 年 11 月.
8. On periodicity of geodesic continued fractions, Number theory seminar, Waseda University, 2016 年 11 月.

9. On periodicity of geodesic continued fractions, 15th Sendai-Hiroshima Workshop on Number theory, Tohoku University, 2016 年 7 月.

10. On periodicity of geodesic continued fractions, The 13th Kinosaki Freshman Seminar, Kinosaki, 2016 年 2 月.

松澤 陽介 (MATSUZAWA Yohsuke)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

有理数体の代数閉包 $\overline{\mathbb{Q}}$ 上定義された射影多様体 X の自己射 $f\colon X \longrightarrow X$ を数論力学系の観点から研究した．特に，$X(\overline{\mathbb{Q}})$ の点の f による軌道上での Weil 高さ関数の振る舞いを研究した．
豊富因子 H に付随する Weil 高さ関数 h_H に対し，$\{h_H(f^n(x))/n^l\delta_f^n\}$ なる形の数列の収束性を調べた．但しここで，δ_f は f の力学次数，l はある 0 以上の整数である．
正規代数多様体 X で，$\mathrm{Pic}X_{\mathbb{Q}} = N^1(X)_{\mathbb{Q}}$ かつネフコーンが有限個のセミアンプル直線束で生成されているものの自己射に対して川口-Silverman 予想を証明した．また，S. Meng と D.-Q. Zhang による同変 MMP を用いた川口-Silverman 予想へのアプローチを研究した．特に rationally connected な多様体の自己射に対する川口-Silverman 予想を中心に研究した．それに関連する問題として，自己射により totally invariant な因子への軌道の収束 (なんらかの付値での) について調べた．

I have studied endomorphisms $f\colon X \longrightarrow X$ from the arithmetic dynamical viewpoint, where X is a projective variety defined over an algebraic closure $\overline{\mathbb{Q}}$ of the field of rationals. In particular, I have studied the behavior of Weil height functions along the f-orbits of points of $X(\overline{\mathbb{Q}})$.
I investigated the convergence of sequences of the form $\{h_H(f^n(x))/n^l\delta_f^n\}$, where h_H is a Weil height function associated with an ample divisor H on X, δ_f is the first dynamical degree of f, and l is a non-negative integer.
I proved Kawaguchi-Silverman conjecture for endomorphisms on normal projective varieties X such that $\mathrm{Pic}X_{\mathbb{Q}} = N^1(X)_{\mathbb{Q}}$ and the nef cone is generated by finitely many semi-ample line bundles. I have also studied an approach to Kawaguchi-Silverman conjecture based on the equivariant MMP, which was established by S. Meng and D.-Q. Zhang. I especially focused on the case where the variety is rationally connected. Related to this research, I investigated convergence (with respect to some absolute values) of orbits to totally invariant divisors.

B. 発表論文

1. Y. Matsuzawa: "On the Invariant Hilbert schemes and Luna's étale slice theorem", Manuscripta Math. 156 (2018), no. 3-4, 329–340.

2. Y. Matsuzawa: "On the Hilbert schemes of finite algebras over an algebraically closed field", Comm. Algebra 46 (2018), no. 6, 2753–2765.

3. Y. Matsuzawa, K. Sano, T. Shibata: "Arithmetic degree for dynamical systems over function fields of characteristic zero", Math. Z. 290 (2018), no. 3-4, 1063–1083.

4. Y. Matsuzawa, K. Sano, T. Shibata: "Arithmetic degrees and dynamical degrees of endomorphisms on surfaces", Algebra Number Theory 12 (2018), no. 7, 1635–1657.

5. Y. Matsuzawa, T. Kataoka: "信号制御の最適化のための目的関数", 数理科学実践研究レター 2018.

6. T. Kataoka, Y. Matsuzawa: "局所最適な信号制御とその大域化", 数理科学実践研究レター 2018.

7. Y. Matsuzawa, K. Sano: "Arithmetic and dynamical degrees of self-morphisms of semi-abelian varieties", to appear in Ergod. Theory and Dyn. Sys.

8. Y. Matsuzawa: "On upper bounds of arithmetic degrees", to appear in Amer. J. Math.

9. Y. Matsuzawa: “Arithmetic and dynamical degrees of rational self-maps on algebraic varieties”, to appear in RIMS Kokyuroku Bessatsu.

10. Y. Matsuzawa: “Kawaguchi-Silverman conjecture for endomorphisms on several classes of varieties”, preprint.

11. Y. Matsuzawa, Shou Yoshikawa: “Int-amplified endomorphisms on normal projective surfaces”, preprint.

C. 口頭発表

1. ”Arithmetic degrees and dynamical degrees of self-maps of algebraic varieties”, 城崎代数幾何学シンポジウム, 城崎, 2017 年 10 月.

2. ”The height growth along the orbits of rational self-maps and the dynamical degrees” , 11TH CONFERENCE OF ARITHMETIC AND ALGEBRAIC GEOMETRY, 2018, 東京大学, 2018 年 1 月.

3. ”Arithmetic degrees of self-morphisms of semi-abelian varieties”, Esat Asian Core Doctorial Forum on Mathematics, 清華大学, 2018 年 1 月.

4. ”Arithmetic degree of self-morphisms of semi-abelian varieties”, 早稲田大学整数論セミナー, 早稲田大学, 2018 年 5 月.

5. ”Arithmetic and dynamical degrees of self-morphisms on semi-abelian varieties”, AMS sectional meeting, Northeastern University, 2018 年 4 月.

6. ”The function field analogue of arithmetic degrees”, London-Tokyo Workshop in Birational Geometry, Imperial College London, May, 2018.

7. ”自己全射の川口シルバーマン予想について”, 熊本大学代数幾何セミナー, 熊本大学, 2018 年 6 月.

8. ”On the behavior of height functions along the orbits of self-rational maps of algebraic varieties”, Complex Analysis, Dynamics and Geometry seminar, University of Michigan, September, 2018.

9. ”Arithmetic degrees of self-maps of algebraic varieties”, 数学講演会, 東京電機大学, 2018 年 12 月.

10. ”An approach to Kawaguchi-Silverman conjecture for self-morphisms of projective varieties”, Higher Dimensional Arithmetic Geometry, Kumamoto University, February, 2019.

三上 渓太 (MIKAMI Keita)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

多様体上のシュレディンガー作用素について研究している。特に散乱理論や半古典解析などを用いてシュレディンガー作用素のスペクトルの様子を調べることに関心がある。
今年度は前年度から引き続き漸近的に 0 次斉次なポテンシャルを持つシュレディンガー作用素のスペクトルに関する諸問題に取り組んだ。具体的には 0 次斉次なポテンシャルを持つシュレディンガー作用素の固有値の有無や欠落測度の性質並びにハミルトン流の性質などを考察した。また、セミナーでは欠落測度に関する L.Jin と S.Dyatlov による最新の論文を講読し、論文中で用いられている手法を既存の問題に応用できないかを考察した。

I study Schrödinger operators on manifolds. I am especially interested in study of the spectrum of the Schrödinger operators by the scattering theory and the semiclassical analysis.
In this year, I worked on the spectral properties of the Schrödinger operators with homogeneous potentials on the manifolds. Especially, I considered absence of the eigenvalue and properties of the defect measures and properties of corresponding Hamiltonian of this class of Schrödinger operators.
Also I did seminar on recent paper on semiclassical defect measure by L.Jin and S.Dyatlov and considered if I can use the methods in the paper to known problem.

B. 発表論文

1. 三上渓太：“Geometric Scattering for the Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero”, 東京大学修士論文 (2016).

2. K. Mikami : “Geometric Scattering for Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero”, Funkcialaj Ekvacioj, **61** (2018), no. 2, 267-284.

3. 三上渓太:“細胞培養における力学系的方法”, 数理科学実践研究レター (2018), LMSR 2018-15.

4. K. Mikami : “Semiclassical Defect Measures and Observability Estimate for Schrödinger Operators with Homogeneous Potentials of Order Zero”, arXiv:1811.10428.

5. 三上渓太: : “Localization in direction of Schrödinger operators with homogeneous potentials of order zero”, 東京大学博士論文 (2019).

C. 口頭発表

1. (1) Geometrical scattering of the Schrödinger operators with potentials of order 0, (2) 第 26 回数理物理と微分方程式, ニューサンピア姫路ゆめさき, 2015 年 11 月.

2. (1) Geometric Scattering for Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero, (2) Lectures on Semi-Classical Analysis, 立命館大学びわこくさつキャンパス, 2016 年 7 月.

3. (1) Schrödinger operators with homogeneous potentials on manifolds, (2) 第 27 回数理物理と微分方程式, かんぽの宿富山, 2016 年 11 月.

4. (1) Geometric Scattering for Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero, (2) スペクトル・散乱 松本シンポジウム, 信州大学松本キャンパス, 2017 年 1 月.

5. (1) On Schrodinger operators with homogeneous potentials of order zero on manifolds, (2) 神戸大学解析セミナー, 神戸大学六甲キャンパス, 2017 年 11 月.

6. (1) Geometric Scattering for Schrödinger Operators with Asymptotically Homogeneous Potentials of Order Zero, (2) Summer School “ Spectral Theory of Schr?dinger operators ”, Jena university, 2018 年 7 月.

7. (1) Semiclassical measure for Schrödinger operators with homogeneous potentials of order zero, (2) Math/Phys Seminar, Aarhus university, 2018 年 10 月.

8. (1) Semiclassical measure for Schrödinger operators with homogeneous potentials of order zero, (2) 第 28 回数理物理と微分方程式, KKR はこだて, 2018 年 11 月.

9. (1) Semiclassical measure for Schrödinger operators with homogeneous potentials of order zero, (2) スペクトル・散乱理論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 12 月.

10. (1) Semiclassical defect measures and observability estimate for Schrödinger operators with homogeneous potentials of order zero, (2) 偏微分方程式姫路研究集会, イーグレ姫路, 2019 年 3 月.

山本 悠登 (YAMAMOTO Yuto)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

トロピカル幾何学を専門に研究を行っている。トロピカル幾何学とは、ある特殊な半環（トロピカル半環）上の代数幾何学である。トロピカル幾何学では、ある種の整アファイン構造をもつ多面複体（トロピカル多様体）が、代数多様体の役割を果たす。これは、複素代数多様体の一変数退化族の、退化点に向かう極限（トロピカル極限）での、アメーバの収束先として現れる。複素代数多様体の一変数退化族に対して、そのトロピカル極限にあたるトロピカル多様体を構

成することをトロピカル化というが、このトロピカル化を介して、トロピカル幾何学が複素代数多様体の退化と深く関わる。トロピカル多様体は組み合わせ的な対象であり、通常の代数多様体に比べて取り扱いが簡単である。私は、このトロピカル多様体の性質を利用して、代数多様体とトロピカル多様体の間の関係を明確にし，もとの代数多様体に関する様々な性質を明らかにすることを目指して研究を行っている。また他にも、Calabi–Yau 多様体の Gromov–Hausdorff 極限や SYZ 予想の文脈で現れる、特異性を許容する整アフィン多様体の研究も行っている。
本年度は、トロピカル超曲面を収縮することで得られる、特異性を許容する整アフィン多様体に関して研究を行った。Δ を n 次元の滑らかな反射的多面体、f を Δ の極多面体を Newton 多面体とするトロピカル多項式とする。f によって定められるトロピカル Calabi–Yau 超曲面を収縮することで、特異性を持つ整アフィン構造付き $n-1$ 次元球面 B を構成することができる。特異性の補集合を $i\colon B_0 \hookrightarrow B$、$B_0$ 上の整接ベクトルの局所系を T と書く。昨年度、$n=3$ の場合に、Δ の正規扇に付随するトーリック多様体の Picard 群の $H^1(B, i_*T)$ への原始的な埋め込みを与え、B の radiance obstruction の計算を行っていたが、本年度はその結果を一般の n の場合へ拡張した。

I am working on tropical geometry. Tropical geometry is algebraic geometry over a particular semi-ring (tropical semi-ring). In tropical geometry, polyhedral complexes equipped with some kind of integral affine structures (called tropical varieties) play roles of algebraic varieties. These objects emerge as limits of amoebas of complex algebraic varieties. The procedure to associate the corresponding tropical variety with a one-parameter degenerating family of complex algebraic varieties is called tropicalization. Tropical geometry closely relates to degeneration phenomena of complex algebraic varieties via tropicalization. Tropical varieties are much easier to deal with than usual algebraic varieties, since they are combinatorial objects. By using this feature of tropical varieties, I am trying to extract informations about original algebraic varieties. In addition, I also study integral affine manifolds with singularities that appear in the context of Gromov–Hausdorff limits of Calabi–Yau varieties or SYZ conjecture.
In this year, I studied integral affine manifolds with singularities obtained by contracting tropical hypersurfaces. Let Δ be a smooth reflexive polytope in dimension n and f be a tropical polynomial whose Newton polytope is the polar dual of Δ. One can construct a $n-1$-sphere B equipped with an integral affine structure with singularities by contracting the tropical Calabi–Yau hypersurface defined by f. We write the complement of the singularity as $i\colon B_0 \hookrightarrow B$, and the local system of integral tangent vectors on B_0 as T. Last year, I gave a primitive embedding of the Picard group of the toric variety associated with the normal fan of Δ into $H^1(B, i_*T)$, and computed the radiance obstruction of B in the case of $n=3$. In this year, I generalized this result to the case of general n.

B. 発表論文

1. Y.Yamamoto：“Geometric Monodromy around the Tropical Limit”, SIGMA 12 (2016), 061, 23 pages

C. 口頭発表

1. Geometric monodromy around the tropical limit, Student Tropical Algebraic Geometry Seminar, Yale University, the United States of America, 2016 年 6 月

2. トロピカル極限の周りの幾何学的モノドロミー, 第 63 回幾何学シンポジウム, 岡山大学, 2016 年 8 月

3. Tropical homologies of hypersurfaces in tori, Tropical working group seminar, University of Geneva, Switzerland, 2016 年 11 月

4. Limit mixed Hodge structures and tropical geometry, Winter school in mathematical physics 2017, Student session, Les Diablerets, Switzerland, 2017 年 1 月

5. Tropical homologies of hypersurfaces in algebraic tori, Students’ workshop on Non-

Archimedean and Tropical Geometry, Universitat Regensburg, Germany, 2017 年 8 月

6. Tropical K3 surfaces, The Arithmetic Seminar, Binghamton University, the United States of America, 2018 年 3 月

7. Periods of tropical K3 hypersurfaces, Junior Geometry Seminar, University of Cambridge, the United Kingdom, 2018 年 5 月

8. Periods of tropical K3 hypersurfaces, Combinatorial Algebraic Geometry Retrospective Workshop, Student session, Fields Institute, Canada, 2018 年 6 月

9. Periods of tropical K3 hypersurfaces, 第二回トロピカル幾何ワークショップ, 首都大学東京, 2018 年 12 月

10. トロピカル幾何学と周期, ワークショップ「幾何学における代数的・組み合わせ論的視点」, 金沢大学, 2019 年 3 月

LI Huanyuan (李　煥元)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

My research interest lies in the mathematical analysis on the macroscopic motion of the inhomogeneous incompressible fluids. As is well-known, there are extensive studies on the well-posedness of the partial differential equations governing the motion of compressible and incompressible fluids. We find another important fluid model between the compressible and incompressible ones, which is called the inhomogeneous incompressible fluids, or density-dependent fluids.

In my previous work, I established the global in time strong solutions to the 3D inhomogeneous incompressible Navier-Stokes equations with density-dependent viscosity, provided the initial kinetic energy is suitably small, or the upper bound of initial density is suitably small, or the fluid diffusion is suitably strong. And using this energy method, we also get the global strong solutions to the 3D inhomogeneous magnetohydrodynamic equations with density-dependent viscosity and resistivity.

In this year, I studied the inhomogeneous incompressible Navier-Stokes-Korteweg equations governing the motion of capillary fluids. Compared to the usual Navier-Stokes equations, the appearance of Korteweg term will cause some new difficulties. Firstly, I proved two blow-up criteria for strong solutions to the initial and boundary value problems over bounded domain in $\mathbb{R}^2$ and $\mathbb{R}^3$, respectively. Secondly, we constructed the local in time strong solutions to the Cauchy problem in the two-dimensional whole space. And we would like to emphasize that the initial vacuum is always allowed.

B. 発表論文

1. H. Y. Li, Global strong solution to the three dimensional nonhomogeneous incompressible magnetohydrodynamic equations with density-dependent viscosity and resistivity, *Math. Methods Appl. Sci.* 41 (2018), no. 8, 3062-3092.

2. H. Y. Li, A blow-up criterion for the density-dependent Navier-Stokes-Korteweg equations in dimension two. (to appear in *Acta Appl. Math.*)

3. H. Y. Li, A blow-up criterion for the strong solution to the 3D nonhomogeneous Navier-Stokes- Korteweg equations. (submitted)

4. H. Y. Li, On local strong solutions to the Cauchy problem of two-dimensional nonhomogeneous Navier-Stokes-Korteweg equations with vacuum. (submitted)

C. 口頭発表

1. On local strong solutions to the Cauchy problem of two-dimensional nonhomogeneous incompressible Navier-Stokes-Korteweg equations, 日本数学会 2019 年度年会，東京工業大学，2019 年 3 月 17 日-20 日.

2. On the blow-up criteria for the strong solutions to the incompressible fluids of Korteweg type, FMSP 院生集中講義，東京大学数理科学研究科，2019 年 3 月 12 日-15 日.

3. Blow-up criteria for the strong solutions to the incompressible fluids of Korteweg type, The 20th Northeastern Symposium on Mathematical Analysis, Tohoku University, Sendai, 18-19th, February, 2019

4. Blow-up criteria for the density-dependent Navier-Stokes-Korteweg equations, Mathematical Analysis of Viscous Incompressible Fluid, RIMS, Kyoto University, 3-5th, December, 2018.

5. Global strong solutions to the 3D nonhomogeneous incompressible MHD equations, MHD シミュレーションのための先進的数値計算手法研究会，核融合科学研究所，岐阜，2017 年 12 月 19 日〜2017 年 12 月 20 日.

6. Global strong solutions to the equations governing the motion of nonhomogeneous fluids, Princeton-Tokyo Fluid Mechanics Workshop, Princeton University, USA, 7-9th, November, 2017.

7. Mathematical analysis on the motion of several immiscible fluids, 博士課程教育リーディングプログラム フォーラム 2017, 名古屋マリオットアソシアホテル, 2017 年 10 月 20 日-21 日.

8. 3 次元非一様非圧縮性磁気流体方程式の大域的強解, 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会, 山形大学小白川キャンパス, 2017 年 9 月 11 日-9 月 14 日.

若月 駿 (WAKATSUKI Shun)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

有理ホモトピー論の応用として，有理 Gorenstein 空間上のストリング作用素とその拡張を研究している．ストリング作用素とは，有理 Gorenstein 空間 M の自由ループ空間 $LM = \mathrm{Map}(S^1, M)$ のホモロジー $H_*(LM;\mathbb{Q})$ に入る代数的構造であり，特に「ループ積」と呼ばれる積と「ループ余積」と呼ばれる余積を含むものである．
昨年度までの研究において，$\pi_*(M) \otimes \mathbb{Q}$ が有限次元であるような k 連結空間 M と，k 次元多様体 S に対して，写像空間 $\mathrm{Map}(S, M)$ と $\mathrm{Map}(S_\#, M)$ のホモロジーの間に 2 つの線形写像「ブレーン積」と「ブレーン余積」を導入した．これらは，前述のループ積とループ余積の拡張となっている．
本年度の研究においては，S がトーラスの場合にブレーン余積とブレーン積の合成が非自明となっている例を発見した．これは，「ループ余積とループ積の合成が非自明となる例が存在するか」という未解決問題に対する，一つの回答を与えている．
また，M が Poincaré 双対性を満たす場合に，さらに新たな余積を構成した．上述のブレーン余積と比較することで，写像空間のコホモロジーの情報を得られると期待している．

I am interested in string operations on rational Gorenstein spaces as an application of rational homotopy theory. String operations are algebraic operations on the homology $H_*(LM;\mathbb{Q})$ of the free loop space LM, including the loop product and the loop coproduct.
Previously, I defined two linear maps, called brane product and coproduct, between the homology groups of mapping spaces $\mathrm{Map}(S, M)$ and $\mathrm{Map}(S_\#, M)$, for a k-connected space M with finite dimensional rational homotopy group and a k-manifold S. These linear maps are generalizations of the loop product and coproduct.
In this year, I found an example such that S is a torus and the composition of the brane coproduct and product is non-trivial.
Moreover, I gave another construction of a coproduct. I will compare this to the previous one, in order to get some information of the cohomology of mapping spaces.

B. 発表論文

1. S. Wakatsuki: “Description and triviality of the loop products and coproducts for rational Gorenstein spaces”,

arXiv:1612.03563

2. S. Wakatsuki: “Coproducts in brane topology”, to appear in Algebraic and Geometric Topology, also available at arXiv:1802.04973

3. S. Wakatsuki: “Nontrivial example of the composition of the brane product and coproduct on Gorenstein spaces”, arXiv:1902.10936

C. 口頭発表

1. Sullivan 代数の semi-pure 性について，日本数学会 2017 年度年会，首都大学東京，2017 年 3 月

2. String topology on rational Gorenstein spaces，変換群を核とする代数的位相幾何学，京都大学数理解析研究所，2017 年 5 月

3. String topology on rational Gorenstein spaces, Young Topologists Meeting, KTH Royal Institute of Technology in Stockholm, 2017 年 7 月

4. Brane topology on rational Gorenstein spaces，ホモトピー論シンポジウム，高松市生涯学習センター (まなび CAN)，2017 年 11 月

5. Coproducts in brane topology，ストリングトポロジーとその周辺，四季の湯強羅静雲荘，2017 年 12 月

6. Coproducts in brane topology on rational Gorenstein spaces，Mapping Spaces in Algebraic Topology, Kyoto University, 2018 年 8 月

7. Coproducts in brane topology on rational Gorenstein spaces, Topological Activities, Stockholm University, 2018 年 9 月

8. Properties of brane operations, ホモトピー論シンポジウム 2018, 東京工業大学, 2018 年 11 月

9. Gorenstein spaces and string topology, Building-up Differential Homotopy Theory, Kyushu University, 2019 年 3 月

10. Generalization of the loop coproduct, 日本数学会・2019 年度年会, 東京工業大学, 2019 年 3 月

渡部 淳 (WATANABE Jun)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

特異性を持つ多様体上の指数について研究している．2 つの境界超平面 $\partial_0 X, \partial_1 X$ をもつ角のある多様体 X について, Mazzeo-Melrose の Φ-calculus と Melrose の b-calculus を一般化した新しい calculus を定義した. また, その指数について blow-up を用いた手法と Lie groupoid を用いた手法の 2 つの手法を用いて研究した．応用として閉でない $\mathbb{Z}/k$-manifold の指数定理を証明した.

I study the index problem on a manifold with singularity. Let X be a manifold with corners which has two boundary hypersurfaces $\partial_0 X, \partial_1 X$. I defined a new calculus on X which generalize the Φ-calculus of Mazzeo-Melrose and b-calculus of Melrose. I studied the index by using blow-up and Lie groupoid. As an application, I proved the index theorem of non-closed $\mathbb{Z}/k$-manifolds.

B. 発表論文

1. 渡部淳: “Mod k 指数の同変な拡張について”, 東京大学修士論文 (2016)

C. 口頭発表

1. Fibered cusp b-pseudodifferential operators and its applications, 日本数学会 2018 年度会, 東京大学, 2018 年 3 月.

G. 受賞

理学部学修奨励賞 , 2014 年 3 月

DIAS ALEXIOU Carolina

A. 研究概要

シナリオに応じて量子通信路について容量の種々の定義がある（例．量子通信路の古典的容量や

プライベート量子容量等)。しかし、非加法性はそれらの大半が共有している特徴である。
これらの異なるシナリオはほとんどの場合、有限次元システムのために定式化するが一般的なフォン・ノイマン環を使った類似の記述がある。この文脈でプライベート量子容量の場合は、情報漏洩を適切に記述するようにサブファクター理論を使う必要がある。
テンソル積に対してサブファクターの指数の乗法性のようなプロパティはある種の通信路について容量が加法的である可能性があることを強く指し示す。加法的通信路の可能な族を調べるのためにこのような結果を利用することを試みている。

Depending on the scenario, there are different definitions of capacity for quantum channels (e.g. classical capacity of quantum channel, private quantum capacity, etc), but all of them share a common characteristic: they are usually non-additive.
Although these different scenarios are most commonly formulated for finite dimensional systems, they have analogous descriptions using general von Neumann algebras. In this context, one needs to make use of subfactors to properly describe the leakage of information in the case of private quantum capacity.
Some properties of subfactors, like the multiplicativity of the index for the tensor product, strongly indicates that capacity could be additive for some class of channels. We have been trying to make use of these results to study possible families of channels with this characteristic.

C. 口頭発表

1. Index Theory of Subfactors and Quantum Privacy, Analysis in Quantum Information Theory, Institute Henri Poincare, France, 2017 年 12 月
2. Tsirelson problem and QWEP conjecture, Young Mathematicians in C^*-algebras, Mathematical Institute of University of Munster, Germany, 2016 年 7 月
3. Cyclic Vectors and Maximally Entangled Pure States, Quantum Correlations and Group C^*-algebra Theory, School of Mathematics of Zhejiang University, China, 2016 年 7 月

☆ 2 年 生 (Second Year)

浅尾 泰彦 (ASAO Yasuhiko)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度に引き続きオービフォールドの自由ループ空間についての研究を行った。また自由ループ空間と Hochschild ホモロジーとの関わりから動機を得てマグニチュードホモロジーについての研究を行った。オービフォールドの自由ループ空間については対応する crossed simplicial group を調べるなどしたが大きな成果は得られなかった。マグニチュードホモロジーは豊穣圏に付随する二重次数付き加群であり、一般化された Hochschild ホモロジーとして定義される。自由ループ空間のホモロジー群が鎖複体の Hochschild ホモロジーと同型であること、またリーマン多様体の場合にそれらの群が閉測地線の分布に関して豊かな情報を持っていることはよく知られた事実である。これを動機としてマグニチュードホモロジーがリーマン多様体の閉測地線に関する情報を持っていないか調べた。一般に距離空間は $[0,\infty)$ 上豊穣化された圏であるため、Alexandrov の意味で曲率が上から抑えられた測地的距離空間のマグニチュードホモロジーを計算した。結果として 1. 閉測地線はマグニチュードホモロジーの非自明な類を代表すること 2. 曲率が上から抑えられた距離空間で CAT(κ) でないもの、もしくは標準球面のマグニチュードホモロジーは閉測地線が無いほど消えること、を証明した。証明には metric geometry の一般論を用いた。従って上で述べた予想はおおよそ正しいことが確かめられた。現在以上の結果を論文としてまとめている。マグニチュードホモロジーが閉測地線によって生成されるか調べること、マグニチュードコホモロジー積との関係、また正確な自由ループ空間との関係の記述を今後の目標として研究を進めていきたい。

Continueing my research so far, I studied the free loop space of orbifolds. Motivated by the

relation between free loop space and Hochschild homology, I also studied magnitude homology. On the free loop space of orbifolds, I obtained no great achievements nevertheless I studied corresponding crossed simplicial groups. Magnitude homology is a bi-graded module associated to enriched categories, which is defined as a generalized Hochschild homology. It is well known that the homology of free loop space is isomorphic to the Hochshild homology of the chain complex, and they have much information on the distribution of closed geodesics for Riemannian manifolds. Motivated by these facts, I studied whether magnitude homology has information on closed geodesics. Since general metric space can be seen as an enriched category over $[0, \infty)$, I computed the magnitude homology of geodesic metric space with bounded curvature in the sense of Alexandrov. Consequently, I proved 1. each closed geodesic represents nontrivial magnitude homology class, and 2. the less closed geodesics exist, the more magnitude homology classes vanishes for non CAT(κ) metric space of curvature bouded from above, or standard spheres. I used general theory of metric geometry for the proof. Hence the conjecture above was checked to be approximately true. I'm writing a paper on it. I'll continue the study making it a goal to reveal 1. whether closed geodesics generates magnitude homology, 2. the relation with maginitude cohomology product, 3. stating precise relation with free loop spaces.

B. 発表論文

1. Y. Asao : "Loop homology of some global quotient orbifolds", Algebr. Geom. Topol. 18 (2018), no. 1, 613 - 633.
2. Y.Asao : "Loop homology algebra of discrete torsion", arXiv:1807.11165, 2018.

C. 口頭発表

1. Splitting formula for loop homology. OIST Mini Symposium "New development in Teichmuller space theory", 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月.
2. Loop homology of some global quotient orbifolds. 代数曲線論シンポジウム, 日本大学駿河台校舎, 2017 年 12 月.
3. Splitting formula for loop homology. 高知ホモトピー論談話会, 高知大学, 2017 年 12 月.
4. Splitting formula for loop homology. 福岡ホモトピー論セミナー, 福岡大学セミナーハウス, 2018 年 1 月.
5. Splitting formula for loop homology. East Asia Core Doctorial Forum in Mathematics 2018, 中国, 2018 年 1 月.
6. Crossed product appears in loop homology. 第一回数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.
7. Loop homology algebra of discrete torsion 九大トポロジー金曜セミナー, 九州大学, 2018 年 4 月.
8. Loop homology algebra of discrete torsion Mapping spaces in Algebraic topology 京都大学, 2018 年 8 月.
9. Loop homology algebra of discrete torsion EPFL Topology seminar, EPFL, スイス, 2018 年 9 月.
10. Loop homology algebra of discrete torsion 信州トポロジーセミナー, 信州大学, 2019 年 2 月.

F. 対外研究サービス

1. 第一回数理新人セミナー世話人

石橋 典 (ISHIBASHI Tsukasa)

(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

クラスター代数の自己同型群であるクラスターモジュラー群について研究している. これらは重み付き箙の変異類に対して定まる組み合わせ的な対象である. 本年度は井上玲 (千葉大学), 大矢浩徳 (芝浦工業大学) 両氏との共同研究により, 対称化可能な Kac-Moody Lie 代数 $\mathfrak{g}$ および整数

パラメータ $m \geq 2$ に対し, 重み付き箙 $Q_m(\mathfrak{g})$ であって対応するクラスターモジュラー群が Weyl 群 $W(\mathfrak{g})$ を部分群として持つようなものを構成した. これは Inoue-Lam-Pylyavskyy により A_n 型および $\widetilde{A}_n$ 型の場合に与えられていた構成の一般化である. この構成から次の応用を得た.
(1) クラスター代数への応用: $\mathfrak{g}$ が有限型の場合, Weyl 群の最長元はクラスター Donaldson-Thomas 変換を与える. 特に Fock-Goncharov 双対性予想が成り立つようなクラスターアンサンブルの例が系統的に得られる.
(2) 可積分系への応用: $\mathfrak{g} = \widetilde{A}_n$ の場合には $Q_m(\widetilde{A}_n)$ はトーラス上の 2 色グラフの双対箙であり, 対応するクラスター可積分系が考えられる. (n, m) が特別な値のときには Bershtein-Gavrylenko-Marshakov による離散 Painlevé 方程式の変異列による記述を再現する.
(3) 高次 Teichmüller 理論への応用: $\mathfrak{g}$ が古典的有限型かつ, m が対応する Coxeter 数 h の (半) 整数倍の場合には $Q_m(\mathfrak{g})$ たちを貼り合わせて点付き曲面 Σ の高次 Teichmüller 空間 $\mathcal{A}_{G,\Sigma}$ のクラスター構造を記述することができる. これを用いて, Goncharov-Shen により導入された $\mathcal{A}_{G,\Sigma}$ 上の Weyl 群作用がクラスター変換で表されることを示した. 既知の結果と合わせると半直積 $MC(\Sigma) \ltimes W(\mathfrak{g})^{\#\text{punctures}}$ が対応するクラスターモジュラー群の部分群として実現される. ここで $MC(\Sigma)$ は写像類群である.

I'm studying cluster modular groups, which are the automorphism groups of cluster algebras. These objects are associated with the mutation class of a weighted quiver. In a joint work with Rei Inoue (Chiba university) and Hironori Oya (Shibaura Institute of Technology), we constructed a weighted quiver $Q_m(\mathfrak{g})$ for a symmetrizable Kac-Moody Lie algebra and an integer parameter $m \geq 2$ such that the associated cluster modular group contains $W(\mathfrak{g})$ as a subgroup. This is a generalization of a work of Inoue-Lam-Pylyavskyy for type A_n and $\widetilde{A}_n$. Our construction has the following applications.
(1)Application to cluster algebra: When $\mathfrak{g}$ is of finite type, the longest element of $W(\mathfrak{g})$ gives the cluster Donaldson-Thomas transformation. In particular we get a family of examples of cluster ensembles such that the Fock-Goncharov duality conjecture holds.
(2)Application to integrable systems: When $\mathfrak{g} = \widetilde{A}_n$, the quiver $Q_m(\widetilde{A}_n)$ is dual to a bipartite graph on a torus. Hence we have a corresponding cluster integrable system. When the pair (n, m) is special, we can reproduce the description of discrete Painlevé equations in terms of mutation sequences given by Bershtein-Gavrylenko-Marshakov.
(3)Application to higher Teichmüller theory: When $\mathfrak{g}$ is of classical finite type and m is a (half-)integer multiple of the Coxeter number h, we can describe the cluster structure of the higher Teichmüller space $\mathcal{A}_{G,\Sigma}$ of a marked surface Σ by gluing several copies of $Q_m(\mathfrak{g})$. Utilizing this we showed that the Weyl group actions on $\mathcal{A}_{G,\Sigma}$ introduced by Goncharov-Shen are represented by cluster transformations. Combining with known results, we conclude that the associated cluster modular group contains the semidirect product $MC(\Sigma) \ltimes W(\mathfrak{g})^{\#\text{punctures}}$. Here $MC(\Sigma)$ denotes the mapping class group.

B. 発表論文

1. T. Ishibashi: "On a Nielsen-Thurston type classification theory on cluster modular groups", 東京大学修士論文 (2017)

2. T. Ishibashi: "On a Nielsen-Thurston classification theory for cluster modular groups", arXiv:1704.06586, to appear in Annales de l'Institut Fourier.

3. T. Ishibashi: "Presentations of the saturated cluster modular groups of finite mutation type X_6 and X_7", arXiv:1711.07785.

4. R. Inoue, T. Ishibashi and H. Oya: "Cluster realizations of Weyl groups and higher Teichmüller theory", arXiv:1902.02716.

C. 口頭発表

1. Cluster Dehn twists in cluster modular groups, リーマン面・不連続群論, 名古屋大学, 2018 年 2 月.

2. Cluster Dehn twists in cluster modular groups, Low dimensional topology and number theory X, 九州大学, 2018 年 3 月.

3. Cluster realizations of Coxeter groups and their relations with higher Teichmüller spaces, Séminaire GT3, IRMA, Université de Strasbourg (フランス), 2018 年 4 月.

4. Cluster realizations of Coxeter groups and their relations with higher Teichmüller spaces, Heidelberg Geometry Seminar, Universität Heidelberg (ドイツ), 2018 年 4 月.

5. Cluster realizations of Coxeter groups and their relations with higher Teichmüller spaces, Seminaire d'Algebre, Université Paris Diderot-Paris VII (フランス), 2018 年 5 月.

6. Cluster Dehn twists in cluster modular groups, Intelligence of low-dimensional topology, RIMS, 京都大学, 2018 年 5 月.

7. Cluster Dehn twists in cluster modular groups, リーマン面に関する位相幾何学, 東京大学, 2018 年 8 月.

8. Cluster realizations of Coxeter groups and higher Teichmüller theory, Cohomological study of mapping class groups and related topics, IRMA, Université de Strasbourg (フランス), 2018 年 9 月.

9. Cluster realization of Weyl groups associated with Kac-Moody Lie algebras, Infinite dimensional algebras, geometry and integrable systems, RIMS, 京都大学, 2018 年 11 月.

10. Cluster Dehn twists in cluster modular groups, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics 2019, 東北大学, 2019 年 1 月.

G. 受賞

1. 2016 年度東京大学大学院数理科学研究科長賞, 2017 年 3 月.

伊藤 要平 (ITO Yohei)

A. 研究概要

$\mathcal{D}$-加群のフーリエ変換は複素線型空間 $X = \mathbb{C}^N$ 上の代数的 $\mathcal{D}$-加群と双対空間 Y 上のそれらとの間の変換である．この変換はホロノミー性を保つが正則性を保たない．しかしモノドロミックな正則ホロノミー $\mathcal{D}$-加群のフーリエ変換は再びモノドロミックかつ正則ホロノミーになる事が 1986 年頃に Brylinski により証明された．つまりモノドロミック性は正則性を保つための十分条件である．そこで次のような問題を考える．

I 正則性を保つための必要十分条件は何か.

II 一般の正則ホロノミー $\mathcal{D}$-加群のフーリエ変換の不確定度はどのように記述されるか.

これらの問題について enhanced ind-sheaf の理論を用いて以下の結果を得た (竹内潔氏との共同).

問題 (I) について

一つ目の結果として, 一般に正則ホロノミー $\mathcal{D}$-加群 $\mathcal{M}$ のフーリエ変換 $\mathcal{M}^\wedge$ がモノドロミックになる事を示した (発表論文 [3], 口頭発表 [8], ポスター発表 [7]). この結果の系として, $\mathcal{M}^\wedge$ が正則ホロノミーであるならば $\mathcal{M}$ はモノドロミックである事がわかる．これは Brylinski の定理の逆である．つまりモノドロミック性は正則性を保つための必要十分条件である事がわかった．また, 不確定特異点型リーマン-ヒルベルト対応を用いて Brylinski の定理の別証明を与えた.

問題 (II) について

正則ホロノミー $\mathcal{D}$-加群 $\mathcal{M}$ に対してそのフーリエ変換 $\mathcal{M}^\wedge$ の enhanced solution complex を基本的な enhanced ind-sheaf の直和で記述した (発表論文 [2], 口頭発表 [5, 9], ポスター発表 [7]). この公式により以下の結果を得た. (i)$\mathcal{M}$ の特性多様体から定まる $\mathbb{C}^*$-conic な Zariski 開集合 Ω 上で $\mathcal{M}^\wedge$ は可積分接続になる (つまり $\mathcal{M}^\wedge$ は Ω 上で特異点を持たない). (ii)Ω の 0 でない点を通る任意の複素直線に沿って, $\mathcal{M}^\wedge$ は 0 を確定特異点, ∞ を不確定特異点に持つ. (iii)$\mathcal{M}^\wedge$ はジェネリックな法スライスに沿って $Y \setminus \Omega$ で不確定特異点をもつ. 更に不確定特異点における $\mathcal{M}^\wedge$ の Hukuhara-Levelt-Turrittin 分解に現れる指数項と重複度を具体的に求めた.

The Fourier transform of $\mathcal{D}$-modules interchanges algebraic $\mathcal{D}$-modules on complex vec-

tor spaces $X = \mathbb{C}^N$ with those on their duals. It always preserves the holonomicity, however does not preserve the regularity in general. In 1986, Brylinski proved that if a regular holonomic $\mathcal{D}$-module is monodromic then its Fourier transform is again monodromic and regular holonomic. Namely the monodromicity is a sufficient condition for preserving the regularity. So that I consider the following problems.

I What is a necessary and sufficient condition for preserving the regularity.

II How the irregularities of the Fourier transform of regular holonomic $\mathcal{D}$-modules are described.

I proved the following results about these problems (this is a joint work with K. Takeuchi, [2], [3]).

Problem (I)

First, we proved that the Fourier transform $\mathcal{M}^\wedge$ of a regular holomomic $\mathcal{D}$-module $\mathcal{M}$ is monodromic in general. As a corollary of the first result, we proved that if $\mathcal{M}^\wedge$ is again regular holonomic then $\mathcal{M}$ is monodromic. This result is the converse of Brylinski's theorem. Therefore this result and Brylinski's theorem mean that the monodromicity is a necessary and sufficient condition for preserving the regularity. Moreover we reproved the Brylinski's theorem by using the irregular Riemann-Hilbert theorem of D'Agnolo-Kashiwara.

Problem (II)

We showed that the enhanced solution complex of the Fourier transform $\mathcal{M}^\wedge$ of a regular holonomic $\mathcal{D}$-module $\mathcal{M}$ is isomorphic to the direct sum of some basic enhanced ind-sheaves. Thanks to this formula, we obtained the following results. (i)The restriction of $\mathcal{M}^\wedge$ to $\mathbb{C}^*$-conic Zariski open subset Ω of the dual space Y, which depends on the characteristic variety of $\mathcal{M}$, is an integrable connection. Namely, $\mathcal{M}^\wedge$ does not have singularities in Ω. (ii)$\mathcal{M}^\wedge$ has a regular singularity (resp. an irregular singularity) at 0 (resp. ∞) along any complex line passing through a nonzero point of Ω. (iii)$\mathcal{M}^\wedge$ has irregular singularities along generic normal slice of $Y \setminus \Omega$. Moreover, we obtained the exponential factors appearing in the Hukuhara-Levelt-Turrittin decomposition of $\mathcal{M}^\wedge$ at the irregular points.

B. 発表論文

1. Y. Ito: "Ind-$\mathscr{D}$-加群について–連接性と増大度付き Cauchy-Kovalevskaya-柏原の定理–", 東京大学修士論文, 2017.
2. Y. Ito and K. Takeuchi : "On Irregularities of Fourier Transforms of Regular Holonomic D-Modules", preprint, arXiv:1801.07444.
3. Y. Ito and K. Takeuchi : "On Some Topological Properties of Fourier Transform of Regular Holonomic $\mathcal{D}$-modules", preprint, arXiv:1807.09147.

C. 口頭発表

1. 層とコホモロジー, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2015 年 8 月.
2. The Riemann-Hilbert correspondence for Holonomic systems (柏原 1984) の紹介, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2016 年 8 月.
3. A note on Coherent Ind-$\mathcal{D}$-modules and Cauchy-Kovalevskaya-Kashiwara Theorem with growth conditions, Algebraic Analysis and Representation Theory – In honor of Professor Masaki Kashiwara's 70th Birthday –, RIMS, Kyoto University, Japan, poster session, June 2017.
4. 論文「Equivariant Derived Category and Representation of Real Semisimple Lie Groups (柏原 2008)」の紹介, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 玉原セミナーハウス, 2017 年 8 月.
5. regular holonomic D-module の Fourier 変換の irregularity について, 複素領域における関数方程式とその周辺, 広島大学, 2018 年 3 月.

6. 論文「N.M.Katz and G.Laumon, Transformation de Fourier et majoration de sommes exponentielles, 1985」 の紹介, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 玉原セミナーハウス, 2018 年 8 月.

7. Fourier transforms of regular holonomic D-modules in higher dimensions, D-modules, quantum geometry and related topics, RIMS, Kyoto University, Japan, poster session, December 2018.

8. Fourier Transforms of Regular Holonomic D-Modules in Higher Dimensions I, Hypergeometric functions and mirror symmetry, The University of Tokyo, Japan, December 2018.

9. Fourier Transforms of Regular Holonomic D-Modules in Higher Dimensions II, Hypergeometric functions and mirror symmetry, The University of Tokyo, Japan, December 2018.

稲次 春彦 (INATSUGU Haruhiko)

A. 研究概要

本年度は、昨年度に続き、ジャンプを含む確率微分方程式の統計推測問題の研究に取り組んだ。従来の推測手法を改善した”global threshold estimator”の手法を提案し、理論的な性質を確認したうえで、数値実験によりその妥当性を検証した。パラメトリックな問題に対しては、指導教官との共著論文をジャーナルに投稿した（現在リバイス中)。また、同論文の手法をノンパラメトリックな問題に適用した場合の結果を、現在論文にまとめているところである。こちらは来年度中の投稿を目指している。

I studied statistical inference for stochastic differential equations (SDEs) with jumps this fiscal year. Together with my supervisor, I proposed the ”global threshold estimator” as an improvement of the previous estimation scheme. I discussed its theoretical properties and conducted numerical simulation to assess its validity. I submitted to a journal a paper which discussed parametric estimation problems for SDEs with jump (joint work with my supervisor: currently under revision). In addition, I studied nonparametric estimation for SDEs applying the methods proposed in the aforementioned paper and started writing a paper which will be submitted next fiscal year.

B. 発表論文

1. H. Inatsugu and N. Yoshida : “Global jump filters and quasi likelihood analysis for volatility”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, submitted.

岩井 雅崇 (IWAI Masataka)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は代数幾何, 複素幾何, 複素解析に興味を持っている. 今年度は 2 つの研究を行った.
(1) 特異エルミート計量を用いた弱正値性の特徴付け.
小平や Demailly は特異エルミート計量を用いて直線束 L が豊富, ネフ, 巨大, 擬有効である事を特徴づけた. 例えば L が豊富である事は L に曲率正な滑らかな計量が入る事が同値であり, L が擬有効である事は L に曲率カレント半正な特異エルミート計量が入る事が同値である. 豊富や擬有効などは代数幾何学に置ける重要な正値性の概念であり彼らの仕事は代数幾何と複素解析を結びつける重要な仕事である.
今年度の研究では彼らの結果をねじれのない連接層に拡張することを行った. ねじれのない連接層の代数幾何学的正値性の概念には弱正値性や dd 豊富性というものがある. これらは Viehweg や中山によって定義されモジュライの構成に使われる. 一方で近年ねじれのない連接層の複素解析的正値性の概念にはグリフィス正な特異エルミート計量というものがある. これはベクトル束におけるエルミート計量の拡張で, C^∞ を仮定せず無限大の発散を許した計量である. 今回の研究では弱正値性や dd 豊富性がグリフィス半正な特異エルミート計量を用いて特徴づけできることを示した. これによりねじれのない連接層の代数幾何学においても複素解析的な手法が使えることを確立した.

(2) 接ベクトル束がグリフィス (半) 正の特異計量を持つ代数多様体の構造定理.
Siu と Yau は代数多様体 X の双正則断面が正である時, X は複素射影空間と双正則であることを示した. その後, Howard-Smyth-Wu や Mok らは双正則断面曲率が半正である代数多様体の普遍被覆空間について調べた. 近年になって, Heier-Wong や Yang らは X の正則断面曲率が正である時, X は有理連結であることを示した. さらに松村は X の正則断面曲率が半正の時, X の普遍被覆空間が複素ユークリッド空間と有理連結多様体の直積になることを示した. このように接ベクトル束が正値である時には代数多様体の構造が限られる.
本研究おいては X の接ベクトル T_X がグリフィス (半) 正の特異計量を持つ時の代数多様体について調べた. これは双正則断面曲率が (半) 正という条件よりも弱いものである. その結果以下の二つの定理を得た. これは Siu-Yau から続く構造定理の拡張である.

1. T_X がグリフィス正の特異計量を持つとき, X は有理連結である.
2. T_X が minimal extension property があるグリフィス半正の特異計量を持つとき, ある X の有限被覆空間 $\tilde{X}$ と $\tilde{X}$ からアーベル多様体 Y への局所自明写像 $f\colon \tilde{X} \to Y$ が存在してそのファイバーは有理連結多様体である.

I am interested in algebraic geometry, complex geometry and complex analysis. In this year, I studied two topics.
(1) Characterization of pseudo-effective vector bundles by singular Hermitian metrics.
Kodaira proved that a line bundle L is ample if and only if L has a smooth Hermitian metric with positive curvature. After that, Demailly gave complex geometric descriptions of nef, big and pseudo-effective line bundles. For example, he proved that a line bundle L is pseudo-effective if and only if L has a singular Hermitian metric with semipositive curvature current. Ample, nef, big and pseudo-effective are notions of algebraic geometric positivity. Thus, their works related algebraic geometry to complex geometry.
In my research, I gave complex geometric descriptions of the notions of algebraic geometric positivity of vector bundles and torsion-free coherent sheaves, such as big (dd-ample at some point) and weakly positive, by using singular Hermitian metrics. This research related algebraic geometry to complex geometry.
(2) On projective manifolds whose tangent bundle have Griffiths semipositive singular Hermitian metrics.
Siu-Yau proved that if a smooth projective manifold X has positive holomorphic bisectional curvature, then X is isomorphic to a projective space. After that, Howard-Smyth-Wu and Mok investigated the structure of a universal space of a smooth projective manifold with semipositive holomorphic bisectional curvature. Recently Heier-Wong and Yang proved that if a smooth projective manifold X has positive holomorphic sectional curvature, then X is rationally connected. Matsumura proved that the universal cover of a smooth projective manifold with semipositive holomorphic sectional curvature is a product of a complex Euclid space and a rationally connected manifold.
In my research, I studied a smooth projective manifold whose tangent bundle has a Griffiths (semi)positive singular Hermitian metric. I obtained two results.

1. If the tangent bundle T_X has a Griffiths positive singular Hermitian metric, then X is rationally connected.
2. If the tangent bundle T_X has a Griffiths semipositive singular Hermitian metric, then there exists a locally trivial morphism $f\colon \tilde{X} \to Y$, where $\tilde{X}$ is some finite etale cover of X, Y is an Abelian variety, and the fibre of f is rationally connected.

B. 発表論文

1. Multiplier ideal sheaves and local geodesics for plurisubharmonic functions, submitted
2. On the global generation of direct images of pluri-adjoint line bundles, to appear Mathematische Zeitschrift.

3. Nadel-Nakano vanishing theorems of vector bundles with singular Hermitian metrics, submitted

4. Characterization of pseudo-effective vector bundles by singular Hermitian metrics, submitted

5. On projective manifolds whose tangent bundle have Griffiths semipositive singular Hermitian metrics. prepared.

C. 口頭発表

1. 'Vanishing theorems of vector bundles with singular Hermitian metrics' 幾何学セミナー, 名古屋大学 大学院多元数理科学研究科, 2018 年 5 月

2. 'On the global generation of direct images of pluri-adjoint line bundles' 第 20 回葉山シンポジウム (night session), 葉山湘南国際村センター, 2018 年 7 月

3. 'On the global generation of direct images of pluri-adjoint line bundles' 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会 関数論分科会, 岡山大学, 2018 年 9 月

4. 'Vanishing theorems of vector bundles with singular Hermitian metrics' 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会 関数論分科会, 岡山大学, 2018 年 9 月

5. 'Characterization of weakly positive torsion-free coherent sheaves by singular Hermitian metrics' 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会 関数論分科会, 岡山大学, 2018 年 9 月

6. ' 相対的な設定での藤田予想について' 2018 年度多変数関数論冬セミナー, 大阪市立大学, 2018 年 12 月

7. ' 相対的な設定での藤田予想について' 2019 年度第 24 回代数学若手研究会, 東京大学, 2019 年 2 月

加藤 大輝 (KATO Hiroki)
(学振 DC2)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

ℓ 進層の分岐、特に高い余次元に沿ったモノドロミー作用に興味を持っている。今年度は、局所体の惰性群の高い余次元への正しい一般化はいわゆる Vidal の分岐部分でろうという思想に関する結果を得た。ここで、Vidal の分岐部分とは、モノドロミー作用のうち、付値環の惰性群から来る部分である。具体的な結果は、Vidal の分岐部分の ℓ 進コホモロジー群への作用のトレースの交代和が考えているスキーム上可逆な素数 ℓ によらない整数であることを証明したことである。ℓ 独立性はモノドロミー作用が幾何的に記述できることの反映であると考えることができる。また、その証明を通して Grothendieck のモノドロミー定理の高次元の場合への一般化を得た。つまり、Vidal の分岐部分の ℓ 進コホモロジー群への作用は常に準べき単であることを証明した。このことは余次元が 1 の場合の様々な結果が余次元が高い場合に一般化できることを示唆していると考えている。

I am interested in ramification of ℓ-adic sheaves, especially, monodromy action along higher codimensional loci. This year, I got evidences for a philosophy that a right generalization of inertia actions of a local field to higher dimensional bases is so called Vidal's ramified part, i.e. monodromy actions coming from the inertial group of a valuation ring. More concretely, I proved that the alternating sum of the traces of actions of Vidal's ramified part on ℓ-adic cohomology groups is an integer independent of a prime number ℓ which is invertible on schemes considered. The ℓ-independence can be regarded as a reflection of the fact that the monodromy actions can be described geometrically. Through the proof, I also proved a generalization to higher codimension of Grothendieck's monodromy theorem for ℓ-adic cohomology, which says that actions of Vidal's ramified part on ℓ-adic cohomology groups are always quasi-unipotent. I believe this fact suggests that various results for codimension one should be extended to higher

codimensional cases.

B. 発表論文

1. H. Kato : "Wild ramification and restrictions to curves", Int. J. of Math. **29** (2018) no.8, 1850052, 20pp.
2. H. Kato : "ℓ-independence of traces of local monodromy in a relative case", preprint.

C. 口頭発表

1. Wild ramification and restrictions to curves, 代数学コロキウム, 東京大学, 2017 年 5 月.
2. Wild ramification and restrictions to curves, RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2017 年 12 月.
3. Wild ramification and restrictions to curves, 数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.
4. Wild ramification and restrictions to curves, Galois representations, ramification theory, and related topics, 埼玉大学, 2018 年 3 月.
5. Wild ramification and restrictions to curves, Number theory seminor, The University of Chicago, 2018 年 5 月.
6. On ℓ-independence of the trace of local monodromy, 第 17 回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2018 年 7 月.
7. On the ℓ-independence of trace of monodromy action, RIMS 研究集会「代数的整数論とその周辺」, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 11 月.
8. The characteristic cycle of an ℓ-adic sheaf and wild ramification, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics 2019, 東北大学, 2019 年 1 月

木下 慶紀 (KINOSHITA Yoshiki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

擬似尤度解析における変数選択を研究した．罰則付き擬似尤度推定量が変数選択選択の一致性を満たすことを示し，推定量の漸近論を研究した．時系列モデルへの応用も考えて，シュミレーションも実行した．

I studied the variable selection in quasi likelihood analysis. The consistency of the penalized quasi likelihood estimator was proved and asymptotics of the estimator was studied. I applied the results to the stochastic models and performed the simulation.

C. 口頭発表

1. Jackson's Network のシュミレーション, 第一回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学大学院数理科学研究科, 2016 年 1 月.
2. 多項式型大偏差不等式と変数選択, 統計サマーセミナー 2017, 栃木県日光市鬼怒川パークホテルズ (木楽館), 2017 年 8 月.
3. penalty 付き qml による変数選択, 第三回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学大学院数理科学研究科, 2017 年 9 月.
4. 擬似尤度解析における変数選択と多項式型大偏差不等式, 確率過程の統計推測の最近の展開, 2018 年 1 月
5. 擬似尤度解析と正則化法, 統計サマーセミナー 2018, 岐阜県長良川観光ホテル石金, 2018 年 8 月.
6. Penalized quasi likelihood method for sparse stochastic models, Asymptotic Statics and Computation 2019, 東京大学大学院数理科学研究科, 2019 年 1 月.

小関直紀 (KOSEKI Naoki)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は, ネフな接束を持つ射影的で滑らかなすべての 3 次元代数多様体上に, Bridgeland 安定

性条件が存在することを示した. Bridgeland 安定性条件は, 物理学の超弦理論からのアイデアをもとに定義された概念である. また, 近年では古典的な代数幾何学の問題にも次々と応用とされ, 活発に研究されている対象である.
それらの応用に向けて, まずはじめに問題となるのが, 安定性条件の存在問題である. 3 次元代数多様体に対する安定性条件の存在問題は, Bayer-Macrì-戸田によって Bogomolov-Gieseker (BG) 型不等式予想と呼ばれる予想に帰着されている. これまでに BG 型不等式予想が解決されている例はそれほど多くなかった. 本年度の研究によって, さらなる例で BG 型不等式予想が成り立つことが確認された.

I proved that there exist Bridgeland stability conditions on every smooth projective threefold with nef tangent bundle. The notion of stability conditions on a triangulated category was introduced by Bridgeland, inspired by string theory. The theory of Bridgeland stability conditions is applied to classical problems in algebraic geometry. For these applications, the first problem is to construct stability conditions on a given algebraic variety. For threefolds, the problem is reduced to proving the so-called Bogomolov-Gieseler (BG) type inequality conjecture, proposed by Bayer-Macrì-Toda. However, the BG type inequality conjecture is still open in general. I proved the conjecture for threefolds with nef tangent bundles.

B. 発表論文

N. Koseki. Stability conditions on product threefolds of projective spaces and abelian varieties. *Bull. Lond. Math. Soc.*, 50(2):229–244, 2017.

C. 口頭発表

1. Stability conditions on product threefolds of projective spaces and Abelian varieties, Current Topics in Algebraic and Symplectic Geometry, 京都大学, 2017 年 3 月.
2. Perverse coherent sheaves on blow-ups at codimension two loci, 代数幾何学セミナー, 東京大学, 2017 年 5 月.
3. “A.Bayer, E.Macri, MMP for moduli of sheaves on K3s via wall-crossing: nef and movable cones, Lagrangian fibrations, Invent. Math. 198 (2014), no. 3, 505–590.” の解説, 代数幾何サマースクール 2017, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.
4. Perverse coherent sheaves on blow-ups along codimension two loci, 代数幾何学セミナー, 京都大学, 2017 年 11 月.
5. Perverse coherent sheaves on blow-ups at codimension two loci, Categorical and Analytic Invariants in Algebraic Geometry V, 大阪大学, 2017 年 11, 12 月.
6. Perverse coherent sheaves on blow-ups at codimension two loci, 第 15 回代数曲線論シンポジウム, 日本大学, 2017 年 12 月.
7. Stability conditions on threefolds with nef tangent bundles, 代数幾何セミナー, 東京大学, 2018 年 10 月.
8. Stability conditions on threefolds with nef tangent bundles, 城崎代数幾何学シンポジウム, 城崎国際アートセンター, 2018 年 10 月.
9. Stability conditions on threefolds with nef tangent bundles, 代数幾何セミナー, 大阪大学, 2018 年 11 月.

坂本 龍太郎 (SAKAMOTO Ryotaro)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

前年度に得られた 0 次元 Gorenstein 環上の高階 Kolyvagin 系の理論を用いて，係数環が $\mathbb{Z}_p$ 上の群環の場合に，Selmer 群の構造を調べた．具体的には，Burns 氏と佐野氏との共同研究により以下の結果を得た．E を $\mathbb{Q}$ 上の楕円曲線，F を $\mathbb{Q}$ 上の Abel 拡大とする．この時，E/F の p-Selmer 群の Pontryagin 双対の $\mathbb{Z}_p[\mathrm{Gal}(F/\mathbb{Q})]$-加群としての Fitting イデアルを加藤の Euler 系を用いて下から評価できることを証明した．また，高階の場合に，Darmon 予想の一般化である Mazur-Rubin-Sano 予想を部分的に解決することができた．

By using the theory of higher rank Kolyvagin systems on a zero-dimensional Gorenstein ring, I studied the structure of Selmer groups when a coefficient ring is a group ring over $\mathbb{Z}_p$. The following results are joint work with D. Burns and T. Sano. Let E be an elliptic curve over $\mathbb{Q}$ and F an abelian extension of $\mathbb{Q}$. Then we gave a lower bound for the Fitting ideals of the Pontryagin dual of the p-Selmer group associated with E/F by using the Kato's Euler system. Furthermore, we proved a part of the Mazur-Rubin-Sano's conjecture, which is a generalization of a conjecture of Darmon.

B. 発表論文

1. R. Sakamoto : "Stark systems over Gorenstein local rings", Algebra & Number Theory, Vol. 12 (2018), No. 10, 2295–2326
2. D. Burns, R. Sakamoto, and T. Sano : "On the theory of higher rank Euler, Kolyvagin and Stark systems, II", preprint (2018), arXiv:1805.08448.
3. D. Burns, R. Sakamoto, and T. Sano : "On the theory of higher rank Euler, Kolyvagin and Stark systems, III: applications", preprint (2019), arXiv:1902.07002.

C. 口頭発表

1. On Euler systems for elliptic curves, The 4th Japan-Taiwan Joint Conference on Number Theory, 長崎県五島市, 2018 年 9 月.
2. On the theory of Euler systems. UCD Algebra and Number Theory Seminar, アイルランド, 2019 年 2 月.

盛 小冰 (SHENG Xiaobing)

A. 研究概要

Thompson 群 F、T、V は 1965 年に R.Thompson により発見された unsolvable word problem という性質を持つ群である。さらに T,V は有限表示無限単純群になることが証明され、Higman や Brown たちによる拡張と共に、様々な興味深い性質を持つことが示された。これまでの研究で、T の拡張 T_n から T の quasi-isometric という性質を持つ埋め込みを構成することができ、一方で T から T_n の埋め込みは存在しないことを証明した。また、トンプソン群の拡張 F_n, T_n, V_n の幾何学的な性質を調べている。

Thompson's group F, T and V were first introduced by Richard Thompson for the construction of the finitely presented groups with unsolvable word problems, while they have turned out to be one of the most mysterious family of the groups in the past half century. F, T and V are defined as the groups of the homeomorphisms of the unit interval, circles and the Cantor set. These groups arose in the study of logic and later found to have connections with string rewriting system, homotopy theory, combinatorics and large scale geometry.
I have been conducting research on the generalised Thompson's groups T_n of Thompson's group T, and obtained results on the subgroups distortion of Thompson's groups.
Up to now, there are more topological and dynamical results on these groups, but only a few geometry ones, to which my previous result belongs. During this year, I have been studying these groups from the view point of Geometric group theory, in particular, the geometry of the Cayley graph of the Thompson's groups. Thompson's groups are not Gromov hyperbolic, but the geometric results on these groups indicate that they might have some "hyperbolicity" defined in a more general sense.
In addition, I am also these groups might have some interesting large scale properties.

B. 発表論文

1. Xiaobing Sheng "Generalised Thompson's group T_n in T, 修士論文.
2. Xiaobing Sheng "Quasi-isometric embedding from the generalised Thompson's group T_n to T, arXiv preprint 1803.00866

C. 口頭発表

1. On the generalised Thompson's group T_n in T, discussion time, MINI SYMPOSIUM: New development in Teichmüller

space theory, 沖縄科学技術大学院大学, 2017 年 11 月

2. Quasi-isometrically embedded subgroup T_n of Thompson's group T, 3-manifolds and Geometric Group Theory, CIRM, フランス 2018 年 6 月

3. Quasi-isometrically embedded subgroup T_n of Thompson's group T,「葉層構造と微分同相群 2018 研究集会」 Foliations and Diffeomorphism Groups 2018, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 10 月

4. Quasi-isometrically embedded subgroup T_n of Thompson's group T, 関東若手幾何セミナー, 東京工業大学, 2018 年 10 月

5. Quasi-isometrically embedded subgroup T_n of Thompson's group T, 14th East Asian Conference on Geometric Topology, Pekin University, 中国, 2019 年 1 月

鈴木 拓海 (SUZUKI Takumi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

損失関数の近似の二次項に L^q ノルム型罰則 $(0 < q \leq 1)$ を課すことにより目的関数を構成し，その目的関数から得られる推定量の性質を調べた．特に，推定量の L^p 有界性や変数選択の一致性における収束オーダーについて調べた．さらに，その応用として，確率過程の統計における変数選択の問題を考えた．具体的には，エルゴード的な点過程，エルゴード的な拡散過程，非エルゴード的な拡散過程について調べた．また，それぞれのモデルについてシミュレーションを行った．

We construct an objective function that consists of a quadratic approximation of a loss function term and L^p penalty term $(0 < q \leq 1)$ and investigate the properties of the estimators which obtained from the objective function. In particular, we interested in the L^q-boundedness of the estimators and convergence rate in consistency of variable selection. We also treat variable selection problem in stochastic processes as applications. Concretely, we study ergodic point processes, ergodic diffusion processes and non-ergodic diffusion processes. Additionally, we run simulation in each case.

B. 発表論文

1. T. Suzuki : "L^q penalized least squares approximation methods and their applications to point processes", 東京大学修士論文 (2017)

2. T. Suzuki, N. Yoshida : "Penalized least squares approximation methods and their applications to stochastic processes ", preprint, arXiv:1811.09016

C. 口頭発表

1. point process とその intensity について, CREST 研究集会:第 1 回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学, 2016 年 1 月.

2. Penalized LSA methods, 統計サマーセミナー 2017, 栃木県日光市, 2017 年 8 月.

3. Cox モデルにおける変数選択のシミュレーション, CREST 研究集会:第 3 回 YUIMA ユーザー会ユース, 東京大学, 2017 年 9 月.

4. L^q penalized LSA methods and their applications to stochastic processes, JST CREST・さきがけ・AIMap 合同シンポジウム「数学パワーが世界を変える 2018」, 2018 年 1 月.

5. L^q penalized LSA methods and their applications to stochastic processes, CREST 研究集会:確率過程の統計推測の最近の展開, 東京大学, 2018 年 1 月.

6. 罰則付き LSA とそのシミュレーション, 統計サマーセミナー 2018, 岐阜県岐阜市, 2018 年 8 月

7. Penalized Least Squares Approximation Methods, 日本数学会「異分野・異業種研究交流会 2018」, 明治大学中野キャンパス 2018 年 11 月

関野 希望 (SEKINO Nozomu)

A. 研究概要

３次元多様体をその中のファイバー結び目、それに対応したヒーガード分解を用いて調べようとした。

I tried to research 3-manifolds by using its fibered knots and the corresponding Heegaard splitting.

B. 発表論文

1. N. Sekino : “Genus one fibered knots in 3-manifolds with reducible genus two Heegaard splittings”,

   Topology and its Applications **239** (2018) 46–64.

C. 口頭発表

1. 素でない 3 次元多様体の GOF-knot, GD2016–微分同相群と離散群 , 箱根, 2016 年 12 月.
2. 可約な種数 2 Heegaard 分解を持つ 3 次元多様体の GOF-knot, 東北結び目セミナー 2017 , 山形大学, 2017 年 9 月.
3. Genus one ?bered knots in 3-manifolds with reducible genus two Heegaard splittings, The 13th East Asian School of Knots and Related Topics, KAIST (韓国), 2018 年 1〜2 月.
4. 可約な種数 2 Heegaard 分解を持つ多様体の種数 1 ファイバー結び目, 広島大学トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2018 年 10 月.

平良 晃一 (TAIRA Kouichi)

(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

シュレディンガー作用素のスペクトルの性質と古典力学的性質の間の関係について研究している．本年度の研究活動としては以下の通りである．(1) 以前より考察していた非退化計量に付随するシュレディンガー作用素の本質的自己共役性が長距離型の摂動を加えても成り立つことを示した．更に，より一般の擬微分作用素にまで結果を拡張した（中村周教授との共同研究）．(2) 離散空間上でのビルマン・シュウィンガー作用素の有界性について考察した．埋蔵閾値での極限吸収原理を導出した．また連続空間ではビルマン・シュウィンガー作用素が有界になるが離散空間では有界にならないようなポテンシャルを発見した．更に，離散固有値の数の評価も導出した（只野之英氏との共同研究）．(3) 反発型のポテンシャルを持つシュレディンガー作用素を考察して，一般化固有関数の存在を証明し，その系としてその反発の度合が大きいときには作用素が本質的自己共役でないことを証明した．後者は古くから知られている結果だが，本研究では超局所解析を用いた別証明を与えたことになる．現在は作用素が本質的自己共役でない場合の散乱理論について考察している．(4) 連続，及び離散シュレディンガー作用素のレゾルベントの $L^p - L^q$ 作用素ノルムでの有界性について示した．具体的には，フェルミ面の面積測度のフーリエ変換の無限遠方における減衰性を課すと，その減衰の指数に応じた (p, q) に対してレゾルベントの有界性が得られる．この結果は (p, q) が双対指数であるときには既知だが，そうでない場合には新しい結果だと思われる．共鳴極や散乱理論への応用があると考えている．現在は，閾値付近でスペクトルパラメータについて一様な有界性を考察している．

I am studying relationships between spectral properties of Schrödinger operators and classical dynamics. I have been working the following topics; (1)We extended the previous results about essential self-adjointness of Schrödinger operators with non-degenerate metrics to admit long range perturbations. We also extended this result to some pseudodifferential operators (in collabolation with Professor S. Nakamura). (2) We studied the discrete Birman-Schwinger operators (in collabolation with Yukihide Tadano). (3) I studies repulsive Schrödinger operators and proved the existence of generalized eigenfunctions. (4) I studied $L^p - L^q$ resolbent estimates on the discrete and continuous spaces.

B. 発表論文

1. Kouichi Taira. ”Strichartz estimates for non-degenerate Schrödinger equations”. submitted.
2. Yukihide Tadano, Kouichi Taira. ”Uniform bounds for discrete Birman-Schwinger operators”. submitted.

C. 口頭発表

1. ”Essential self-adjointness of pseudodifferential operators”. 2018, July, 31, (Summer School ”Spectral theory of Schrödinger operators”, the university of Jena, 2018, July. 31 - Aug. 3.)
2. ”Essential self-adjointness of pseudodifferential operators on Euclidean spaces”. 2018 年 9 月 24 日, (日本数学会 2018 年度秋季総合分科会, 岡山大学津島キャンパス, 2018 年 11 月 2 日-11 月 4 日.)
3. ”Weakly coupled systems for discrete Schrödinger operators”. 2018 年 11 月 4 日. (研究集会”第 28 回数理物理と微分方程式”, 函館湯の川温泉「KKR はこだて」, 2018 年 11 月 2 日-11 月 4 日.)
4. ”Essential self-adjointness of the real principal type operators”. 2019 年 1 月 14 日. (研究集会”スペクトル・散乱京都今出川シンポジウム”, 同志社大学今出川キャンパス, 2019 年 1 月 12 日-1 月 14 日.)
5. ”Microlocal approach to stationary scattering theory and applications”. (研究集会”スペクトル･散乱若手勉強会”, 東京理科大学神楽坂キャンパス, 2019 年 2 月 20 日.)

谷口 正樹 (TANIGUCHI Masaki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は今年度, 大きく分けて 5 つの研究課題について扱ってきた. 1 つは, 私個人の研究であり, 他 4 つは, 共同研究である.

(I) 第一に私個人の研究について述べる. 私は, Instanton Floer 理論, または, Seiberg–Witten Floer 理論についての A^∞ 構造について考察した. Instanton Floer 理論では Morse–Bott 関数が自然に現れるため, まず, 有限次元多様体上の Morse–Bott 関数に対する A^∞ 構造の記述を行なった. 現在は, A^∞ 構造を Seiberg–Witten Floer spectrum の singular chain で表現し, さらに一般コホモロジーへのスペクトル系列との関係性を考察する方向で研究を進めている.

(II) 次に今野北斗氏との共同研究について述べる. 4 次元トポロジーの定理である 10/8 定理と, リーマン幾何の基本的問題である正スカラー曲率の存在問題を, 周期的端を持つ 4 次元多様体上で Seiberg–Witten 方程式を考察することによって, 結びつけた. 具体的には, ある非コンパクトな端に正スカラー曲率を持つ 4 次元多様体に対して, ある 10/8 型不等式を示した. この不等式は, ある仮定のもと古田幹雄氏による 10/8 定理を復元する. さらにその定理を用いて, 既存の方法で判定不能な正スカラー曲率を持たない閉 4 次元多様体のクラスを発見した.

(III) 次に佐藤光樹氏との共同研究について述べる. 「既約なホモロジー 3 球面であって, 結び目の手術で書けないものが存在するか」という問題が Kirby の問題リストにあった. この問題は Auckly によって肯定的に解かれたが, 既約なホモロジー 3 球面 Y であって, 結び目の手術で書けないものがどれくらい存在するか, という問題は, Y の Floer ホモロジーがよくわかっている例に対してしか調べる術がなかった. 我々は, ある 3 次元ホモロジー同境群の 0 を含むある無限位数の部分集合 T に対して, T 内の任意の元は, 既約なホモロジー 3 球面の族 $\{Y_k\}$ であって, 互いに微分同相でないものを含むことを示した.

(IV) 次に佐藤光樹氏, 野崎雄太氏との共同研究について述べる. 我々は, Instanton Floer 理論を用いて, 実数値 3 次元ホモロジー同境不変量を構成し, いくつかの Briesckorn 3-sphere の加算族に対して計算した. この不変量は, A.Daemi の導入した不変量 $\Gamma_1(Y)$ に一致することを予想している. また, 結び目の 1 手術 $S_1(K)$ の Froyshov 不変量が 0 より真に小さい結び目 K に対して, $\{S_{1/n}(K)\}$ は, 3 次元ホモロジー同境群の中で $\mathbb{Z}^\infty$ を生成する, という事実を示した. これは, 古田幹雄氏, Fintushel–Stern によって示されていた事実, $\Sigma(p,q,pqk-1)$ が, 3 次元ホモロジー同境群の中で一次独立であるという事実を一般化する. 現在, K が torus knot の場合と 5_2 の場

合に, $\{S_{1/n}(K)\}$ たちにどのような関係があるかを考察中である.
(V) 次に今野北斗氏, 井上瑛二氏との共同研究について述べる. 我々は, Instanton Floer ホモロジーに対して, Floer ホモトピー型の構成を念頭に共同研究を行なっている. その方針は, framed flow category を作る, というものである. このためには, flow のモジュライ空間のコンパクト化の上に滑らかな多様体の構造が必要となる. しかし, 一般に Morse 関数の flow の空間のコンパクト化上には, "自然には"滑らかな多様体の構造は存在しない. このことを乗り越えるため, 我々は Joyce の導入した analytic smoothness に着目し, 代数幾何で扱われていた moduli functor を真似ることで, Morse フローの解のモジュライ空間のコンパクト化に標準的な analytic smooth 構造を入れることを目標に, モジュライの解析を行っている.

This year, I have studied five kinds of research. One is personal research, and the others are joint works.
(I) First, I explain the personal project. I studied A^∞ structure on Instanton Floer homology or Seiberg–Witten Floer homology. In the case of Instanton Floer, the Morse–Bott functions naturally appear. Therefore, I constructed the Morse–Bott version of A^∞ structure for finite dimensional manifolds. Now I'm trying to construct A^∞ structure on the singular chain complex of Seiberg–Witten Floer spectrum.
(II) Second, I explain joint work with Hokuto Konno. We make some relation between 10/8 inequality in 4-dimensional topology and existence of a positive scalar curvature metric via considering Seiberg–Witten equation on some periodic end 4-manifolds. That is, we show 10/8-type inequalities for some spin periodic 4-manifolds which has a positive scalar curvature on the ends. Moreover, by using the inequalities, we discovered some new class of 4-manifolds which do not admit a positive scalar curvature metric.
(III)Third, I explain joint work with Kouki Sato. There is a problem "Is there an irreducible homology 3-sphere which can not be obtained by surgery on a knot ?" in the problem list of Kirby. This problem was solved by Auckly and the answer is yes. However, it is still an open problem that "Which irreducible homology 3-spheres which cannot be obtained by surgery on a knot ?". Several peoples gave some examples of such kind of irreducible homology 3-spheres using Floer theory. On the other hand, we made a new method to obtain infinitely many irreducible homology 3-spheres whose homology cobordism classes are the same.
(IV)Next, I explain joint work with Kouki Sato and Yuta Nozaki. We constructed new real value invariant of 3-dimensional homology cobordism group and calculated the invariant for $\Sigma(p,q,pqk-1)$. Moreover we showed linear independence of $\{S_{1/n}(K)\}$ in 3-dimensional homology cobordism group if the Froyshov invariant satisfies $h(S_{1/n}(K)) < 0$. Now we are trying to see the relation between $\{S_{1/n}(K)\}$ and $\{S_{1/n}(K')\}$ for given two knots K and K'.
(V) Finally, I explain joint work with Hokuto Konno and Eiji Inoue. The purpose of our project is to construct Floer homotopy type for Instanton Floer homology. It is needed that making a good "smooth" structure on a compactification of the moduli space to construct Floer homotopy type by using the method "framed flow category ". Therefore we are trying to give natural analytic smooth structure introduced by Joyce on a compactification of the moduli space.

B. 発表論文

1. Instantons for 4-manifolds with periodic ends and an obstruction to embeddings of 3-manifolds. Masaki Taniguchi, Topology and its Applications, Volume 243, 1 July, Page 1-32.

2. Positive scalar curvature and 10/8-type inequalities on 4-manifolds with periodic ends. Hokuto Konno and Masaki Taniguchi, arXiv:1809.00528.

3. Rational homology 3-spheres and simply connected definite bounding, Kouki Sato and Masaki Taniguchi, arXiv: 1808.09135.

C. 口頭発表

1. Gauge theory on periodic end 4-manifolds, Berkeley-Tokyo Winter School ”Geometry, Topology and Representation Theory” University of California, Berkeley 2016. 2.8-19
2. The moduli spaces of the ASD equations on 4-manifolds on a periodic end and obstruction to embeddings of 3-manifolds, ハンドルセミナー 2017, 5.17 , 東京工業大学
3. Instanton moduli spaces on 4-manifolds with periodic ends and an obstruction of existence of embeddings ,Intelligence of Low-dimensional Topology, 2017. 5.25, 京都大学
4. Instanton moduli spaces on 4-manifolds with periodic ends and an obstruction of existence of embeddings, 関西ゲージ理論セミナー , 2017. 5.27, 京都大学
5. Instantons for 4-manifolds with periodic ends and an obstruction to embeddings of 3-manifolds, Four dimensional topology, 2017.11.24-26, 大阪市立大学.
6. Instantons for 4-manifolds with periodic ends and an obstruction to embeddings of 3-manifolds, Gauge theory in Fukuoka, 2018, 2. 18-21, Kanpo no Yado Yanagawa, Conference room.
7. Instantons for 4-manifolds with periodic ends and an obstruction to embeddings of 3-manifolds, East Asian Conference on Gauge theory and Related topics, 2018, 9. 11-15 京都大学.
8. Rational homology spheres and simply-connected boundings, ハンドルセミナー, 2018, 10.18, 東京大学.
9. 10/8-type inequalities for periodic end-4-manifolds and existence problem of positive scalar curvature metric, 関西ゲージ理論セミナー, 2018, 11.10, 京都大学
10. Instanton Floer theory and its application to 3,4 -dimensional topology, 松江セミナー, 2018, 12.12, 島根大学,
11. 10/8-type inequalities for periodic end-4-manifolds and existence problem of positive scalar curvature metric. 14th East Asian Conference on Geometric Topology, 2019, 1.22- 24
12. 10/8-type inequalities for periodic end-4-manifolds and existence problem of positive scalar curvature metric, 関西ゲージ理論セミナー, 2019, 2.9 , 京都大学

E. 修士・博士論文

1. 谷口正樹, 周期的な端を持つ多様体上のインスタントンと埋め込みの障害について, 東京大学修士論文

田森 宥好 (TAMORI Hiroyoshi)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

G を A 型でない中心が有限な連結実単純リー群，K を G の極大コンパクト部分群，$\mathfrak{g} := \mathrm{Lie}(G)$ とする．G の既約 admissible 表現が**極小表現**であるとは，付随する $(\mathfrak{g}, K)$-加群の零化イデアルが Joseph イデアルという特別な両側イデアルになることをいう．

複素共役を除くと G の極小表現の無限小同値類は高々二つしか存在しない．また，G がメタプレクティック群の時には極小表現は Weil 表現（正確には既約成分とそれらの複素共役）で尽くされる．さらに Kirillov–Kostant の軌道法の観点からいうと，(ユニタリな）極小表現は極小冪零軌道に付随するものだと考えられている．以上のように，極小表現は特別で重要な表現であり，1980 年代以降 Brylinski–Kostant や Torasso らによって様々な構成が与えられてきた．

私は極小表現の放物型誘導表現間の絡微分作用素の核空間としての構成に取り組んだ．特に G が D, E 型の split な実型の時，もしくは G/K がチューブ型の Hermite 対称空間の時には，極小表現（または複素共役との直和）の簡単な構成を与えることができた．

また中心が有限な A 型の連結実単純リー群を考えた時，普遍包絡環には複素数でパラメトライズされた「Joseph イデアルのような」イデア

ルが存在する．これらを零化イデアルにもつ既約 admissible 表現を上記の手法を用いて構成し，無限小同値を除いて他には存在しないことを示した．

Let G be a connected real simple Lie group not of type A with finite center, K a maximal compact subgroup of G, and $\mathfrak{g} := \mathrm{Lie}(G)$. An irreducible admissible representation of G is called *minimal* if the annihilator of the underlying $(\mathfrak{g}, K)$-module is some two-sided ideal called the Joseph ideal.
Minimal representations have special quality as follows. First, there are at most two minimal representations of G up to infinitesimally equivalence and complex conjugation. Second, minimal representations of the metaplectic group consist of irreducible components of the Weil representation and their complex conjugates. Finally, from the viewpoint of Kirillov–Kostant orbit method, (unitary) minimal representations are supposed to be attached to minimal nilpotent orbits. From such quality, minimal representations have been given various constructions from 1980s (by Brylinski–Kostant and Torasso, for example).
I gave a simple construction of minimal representations as the kernel of an intertwining differential operator between parabolically induced representations when G is a split real form of type D, E or the symmetric space G/K is Hermitian of tube type.
If we consider a connected real simple Lie group of type A with finite center, the universal enveloping algebra has a family of "Joseph-like" ideals parametrized by the complex numbers. Based on the above method, I constructed irreducible admissible representations whose annihilators belong to the family, and showed that there exists no new such a representation up to infinitesimal equivalence.

B. 発表論文

1. H. Tamori : "Minimal representations of $\widetilde{\mathrm{SL}}(3,\mathbb{R})$ and $\widetilde{\mathrm{O}}(3,4)$", 東京大学修士論文, 2017.
2. 田森宥好:"実単純リー群の極小表現の分類", 2017 年度表現論シンポジウム講演集, 2017, 114–122.
3. 田森宥好:"Covariant differentials and minimal representations", 2018 年度表現論シンポジウム講演集, 2018, 46–55.
4. H. Tamori : "Classification of minimal representations of real simple Lie groups", to appear in Math. Z.
5. H. Tamori and R. Yano : "Distribution of waiting time between two successive aftershocks from modified Omori's law", submitted.

C. 口頭発表

1. A "deformation" of two minimal representations, Berkeley-Tokyo Winter School "Geometry, Topology and Representation Theory", University of California, Berkeley, アメリカ, 2016 年 2 月.
2. A geometric realization of the minimal representation of $\widetilde{O}(3,4)$, Representation Theory at the Crossroads of Modern Mathematics in honor of Alexandre Kirillov, Université de Reims Champagne-Ardenne, フランス, 2017 年 5-6 月 (ポスター発表).
3. 「The minimal nilpotent orbit, the Joseph ideal, and differential operator (Levasseur–Smith–Stafford'86)」の紹介, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.
4. 実単純リー群の極小表現の分類, 2017 年度表現論シンポジウム, かんぽの宿 石和, 2017 年 11-12 月.
5. Classification of minimal representations, 第 1 回数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.
6. 極小表現について, Langlands and Harmonic Analysis (第 3 回), いこいの村磯波風, 2018 年 3 月.

7. Kazhdan–Savin “The smallest representation of simply laced groups” (1990) の紹介 (1)–(2), Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学数理科学研究科玉原セミナーハウス, 2018 年 8 月.

8. 実単純リー群の極小表現の構成, 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会, 岡山大学, 2018 年 9 月.

9. Covariant differentials and minimal representations, 2018 年度表現論シンポジウム, 国民宿舎 水明荘, 2018 年 11 月.

10. Classification of minimal representations of simple real Lie groups, MIT Lie Group Seminar, Massachusetts Institute of Technology, アメリカ, 2019 年 2 月.

G. 受賞

数理科学研究科長賞 (2017 年度)

千葉 悠喜 (CHIBA Yuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

滑らかな領域上の偏微分方程式の数値計算を行う際，有限要素法では多くの場合，領域を多角形で近似して計算を行っている．このとき，領域や問題の近似の仕方によっては，元の問題とは異なる問題の解を求めてしまうことがある．特に，血流のシミュレーション等で主に用いられる reduced-FSI モデルのような，境界条件に接方向の微分が含まれる問題についてはより注意が必要である．reduced-FSI モデルに対する不連続 Galerkin 法の数値解析を最終目標とし，現段階では，滑らかな領域上の Robin 境界条件をもつ Poisson 方程式に対する，Nitsche 法と不連続 Galerkin 法の誤差評価を行なった．基底関数として区分的 1 次多項式を用いたスキームにおいては，分割の大きさに対する誤差のオーダーが L^2 ノルム，エネルギーノルムの両方について最適であることを示した．また，区分的 2 次多項式を用いたスキームに対し，元の問題が球対称性を持つ場合，エネルギーノルムの誤差のオーダーが最適になることを示した．

If solving PDEs numerically in a smooth domain, we should consider polyhedral approximations of the domain. In this case, facile approximation of the problem may cause wrong numerical solution. In particular, we need more attention when solving the problem including tangential derivative like reduced FSI model. Firstly, I consider the Poisson equation with Robin boundary condition in a smooth domain. I apply Nitsche's method and discontinuous Galerkin method to this problem and get error estimates. In the case of using piecewise linear polynomial, I proved L^2 and energy error are optimal. Moreover, if the problem is spherically symmetric, I proved energy error is optimal using piecewise quadratic polynomial.

B. 発表論文

1. 千葉悠喜 : “多角形上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の L^∞ 誤差評価”, 東京大学修士論文 (2017).

2. Y. Chiba and N. Saito : “Weak discrete maximum principle and L^∞ analysis of the DG method for the Poisson equation on a polygonal domain”, arXiv preprint (2018) arXiv:1812.00610.

C. 口頭発表

1. L^∞ error estimates of discontinuous Galerkin methods for the Poisson equation on a polygonal domain, SIAM: East Asian Section Conference 2017, 韓国, 2017 年 6 月.

2. N 次元球状領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法, 日本応用数理学会 2017 年度年会, 武蔵野大学有明キャンパス, 2017 年 9 月.

3. N 次元球状領域上の Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法, 日本数学会 2017 年度秋季総合分科会 (応用数学分科会), 山形大学, 2017 年 9 月.

4. 球対称 Poisson 方程式に対する不連続 Galerkin 法の各点評価, 2017 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2017 年 12 月.

5. Discontinuous Galerkin method for an N-dimensional spherically symmetric Poisson equation, International Workshop on Numerical Methods for Partial Differential Equations, The Hong Kong Polytechnic University, 中国, 2018 年 3 月.

6. Discontinuous Galerkin method for an N-dimensional spherically symmetric Poisson equation, SIAM: East Asian Section Conference 2018, 日本, 2018 年 6 月.

7. 滑らかな領域上の Robin 境界条件を持つ Poisson 方程式に対する Nitsche 法, 日本応用数理学会 2018 年度年会, 名古屋大学東山キャンパス, 2018 年 9 月.

8. 滑らかな領域上の Robin 境界条件を持つ Poisson 方程式に対する Nitsche 法, 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会, 岡山大学津島キャンパス, 2018 年 9 月.

9. 滑らかな領域上の方程式に対する数値計算, 応用数学フレッシュマンセミナー 2018, 京都大学, 2018 年 11 月.

10. 滑らかな領域上の Robin 境界条件に対する有限要素法と DG 法, 2018 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス, 2018 年 12 月.

茅原 涼平 (CHIHARA Ryohei)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

3 次元の連結リー群 G をファイバーとする G 不変概特殊ラグランジュ束構造を持つ, 実 6 次元の概シンプレクティック多様体の構造を研究した. まず, G がユニモジュラーであるとき, 与えられた主 G 束 P 上のこのような $SU(3)$ 構造は, P 上の同変 1 形式, 接続形式, 同変行列値関数からなる 3 つ組と一対一対応することを示した. この対応を使って, G が T^3 と $SO(3)$ である場合に, 構造の可積分性を調べた。その結果, 特に $G = SO(3)$ の場合には半平坦条件ばれる弱い可積分性を満たす $SU(3)$ 構造は, 主 G 束の 3 次元底空間 M 上のリーマン計量全体の空間の余接束 $T^*\mathrm{Riem}(M)$ の点で正定値性とテンソルの発散についての条件を満たすもののリフトと一対一対応することが分かった。 さらにこれらの結果を 3 次元のリー群 G をファイバーとする概ラグランジュ束構造を持つ G_2 多様体の局所構造の記述に応用した。特に, $G = SO(3)$ の場合には, そのような G_2 多様体の, $T^*\mathrm{Riem}(M)$ 上の拘束ハミルトン系としての記述を得た。$T^*\mathrm{Riem}(M)$ 上の拘束ハミルトン系として代表的なものにリッチ平坦 4 次元ローレンツ多様体を記述する ADM 形式がある. 本研究で得られたハミルトン関数は ADM 形式におけるハミルトン関数の 2 次の対称多項式の項を 3 次の対称多項式に置き換えたものであり, ADM 形式と非常に類似している.

I studied 6-dimensional almost symplectic manifolds admitting G-invariant almost special Lagrangian fibration with a connected Lie group G as fibers. First I show if G is unimodular, then such an $SU(3)$-structure on a principal G-bundle P corresponds uniquely to a triple of a equivariant 1-form, a connection form, and an equivariant matrix-valued function on P. Using this result, I studied the integrability of such $SU(3)$-structures in cases of $G = T^3$ and $SO(3)$. As a result, in particular, I show that in the case of $G = SO(3)$, there exists a one-to-one correspondence between $SU(3)$-structures satisfyng a weak integrability, called half-flat conditions, and the lift of the cotangent bundle $T^*\mathrm{Riem}(M)$ of the space of Riemannian metrics on the 3-dimensional base space M satisfying positive-definiteness and divergence-free conditions. Moreover I apply these results to local description of G_2-manifolds admitting G-invariant Lagrangian fibration structures with G as fibers. In particular, in the case of $G = SO(3)$, I describe such G_2-manifolds as a constrained dynamical system on $T^*\mathrm{Riem}(M)$. Among such dynamical systems, the most famous one is the ADM formalism, which describes 4-dimensional Ricci-flat Lorentzian manifolds. The Hamiltonian function obtained in the study is similar to that of the ADM formalism. In fact, our Hamiltonian is obtained by replacing the term of the symmetric polynomial of degree 2 by one of degree 3.

B. 発表論文

1. R. Chihara: G_2-manifolds and the ADM formalism, preprint.
2. R. Chihara: G_2-metrics arising from non-integrable special Lagrangian fibrations, preprint.

C. 口頭発表

1. A flow approach to $SU(2)$-invariant coassociative fibrations, 玉原トポロジー・幾何セミナー, 玉原セミナーハウス, 8 月, 2017 年.
2. A flow approach to $SU(2)$-invariant coassociative fibrations, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 9 月, 2017 年.
3. G_2 多様体と ADM 形式, 異分野・異業種研究交流会, 明治大学, 11 月, 2018.
4. G_2多様体と ADM 形式, 日本数学会 2019 年度年会, 東京工業大学, 3 月, 2018.

陳 韋中 (CHEN Weichung)

A. 研究概要

My research field in mathematics is algebraic geometry. So far, my main interest of research concentrates on the boundedness problems of families of algebraic varieties or pairs. More precisely, I consider that given a family of log pairs of projective varieties and boundaries divisor, whether there is a morphism of projective varieties of finite type, such that any element in the given family is isomorphic to a fiber of the morphism. Firstly, I considered the family of rational connected Calabi–Yau varieties. In a joint working with Gabriele Di Cerbo, Jingjun Han, Chen Jiang and Roberto Svaldi, we show that rationally connected Calabi–Yau 3-folds with kawamata log terminal (klt) singularities form a birationally bounded family, or more generally, rationally connected 3-folds of ϵ-CY type form a birationally bounded family for $\epsilon > 0$. Also we considered ϵ-lc log Calabi–Yau pairs (X, B) such that coefficients of B are bounded from below away from zero. We show that such pairs are log bounded modulo flops. As a consequence, we show that rationally connected klt Calabi–Yau 3-folds with mld bounding away from 1 are bounded modulo flops. Then I considered klt weak Fano pairs with alpha-invariants and volumes bounded away from 0. I showed that if the coefficients of the boundaries of such pairs belong to the set of hyperstandard multiplicities $\Phi(\mathcal{R})$ associated to a fixed finite set $\mathcal{R}$, then such pairs form a bounded family. In addition, I showed that $\alpha(X, B)^{d-1}\mathrm{vol}(-(K_X + B))$ are bounded from above for all klt weak Fano pairs (X, B) of a fixed dimension d.

B. 発表論文

1. G. Di Cerbo, J. Han, C. Jiang and R. Svaldi : "Birational boundedness of rationally connected Calabi–Yau 3-folds", 2018
1. "Boundedness of weak Fano pairs with alpha-invariants and volumes bounded below", 2018

C. 口頭発表

1. Birational boundedness of rationally connected Calabi–Yau 3-folds, 東京大学代数幾何学ゼミナール, 東京大学数理科学研究科, 2018 年 4 月.
1. Boundedness of weak Fano pairs with alpha-invariants and volumes bounded below, 東京大学代数幾何学ゼミナール, 東京大学, 2018 年 11 月.
1. Boundedness of weak Fano pairs with alpha-invariants and volumes bounded below, Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop II, University of Cambridge 2018 年 12 月.
1. Boundedness of weak Fano pairs with alpha-invariants and volumes bounded below, London-Tokyo Workshop In Birational Geometry II, Imperial College 2018 年 12 月.

中井 拳吾 (NAKAI Kengo)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

乱流運動におけるエネルギーの流れに興味がある. 流体運動の支配方程式である Navier-Stokes 方程式からエネルギー変数のみで閉じた式を解析的に得ることはできない. そこで, リザーバーコンピューティングと呼ばれる機械学習手法を用いて, エネルギー変数の時系列データの学習に基づいて速度などのミクロ変数に立ち戻ることなく数理モデルを構築した. そのモデルを用いてエネルギー変数の時間発展を予測することに成功した. 流体運動が示すカオス性 (指数的不安定性) によって, 長時間の時間発展予測は必然的に破綻するものの, 得られた数理モデルは統計性質を再現することも確認した.
また, 学習可能な時系列データの数が流体運動の不安定次元より少ない数にとどまる場合にも, 時間遅れ座標を導入することで効率良く数理モデルが構築できることを確認した. 実用上は観測可能な時系列の数は少数に限定されることが通例であるが, そのような場合にも本手法を適用することができる.

We infer macroscopic behaviors of a three-dimensional fluid flow with chaotic behaviors using reservoir computing. A reservoir is a recurrent neural network whose internal parameters are not adjusted to fit the data in the training process. Due to this approach of reservoir computing we can save a great amount of computational costs, which enables us to deal with a complex deterministic behavior.
We show that the reservoir dynamics constructed from only past data of energy functions can infer the future behavior of energy functions and reproduce the energy spectrum. It is also shown that we can infer a time-series data from only one measurement by using the delay coordinates. These imply that the obtained two reservoir systems constructed without the knowledge of microscopic data are equivalent to the dynamical systems describing macroscopic behavior of energy functions. It should be remarked that such dynamical systems describing macroscopic behaviors cannot be derived from the Navier-Stokes equation.

B. 発表論文

1. K. Nakai and Y. Saiki : "Machine-learning inference of fluid variables from data using reservoir computing", Physical Review E **98** (2018) 023111:1-6.

2. K. Nakai : "Direction of Vorticity and a Refined Regularity Criterion for the Navier–Stokes Equations with Fractional Laplacian", to appear in Journal of Mathematical Fluid Mechanics.

C. 口頭発表

1. Machine-learning construction of a model for a macroscopic fluid variable using the delay-coordinate of a scalar observable, A3 Workshop at Kobe and Naruto, 日本 2019 年 3 月.

2. Machine-learning Inference of Fluid Variables from Data by using Reservoir Computing, ICMMA 2018 -Data Science, Time Series Modeling and Applications-, Nakano Campus, 日本 2019 年 2 月.

3. 分散冪 Navier-Stoles 方程式の解の延長と渦度の方向ベクトルの関係, 現象と数理, 明治大学, 日本 2019 年 1 月.

4. Machine-learning inference of fluid variables from data using reservoir computing, Analysis of Fluids and Related Topics, プリンストン大学 アメリカ, 2018 年 9 月.

5. Machine-learning prediction of fluid variables from data using reservoir computation, EASIAM2018, 東京大学, 日本 2018 年 6 月.

6. Global mild solution to Navier-Stokes Equations with partial hyperviscosity, 2017 年度年会日本数学会, University of Tokyo, 2018 年 3 月.

7. Regurarity of General Navier-Stokes equations and Energy Cascade, Sun Yat-sen University seminar, Sun Yat-sen University, 中国, 2017 年 11 月.

8. Mathematical and numerical analysis of the energy cascade for the Navier-Stokes Equations with partial hyperviscosity, Princeton-Tokyo Fluid Mechanics Workshop, プリンストン大学 アメリカ, 2017 年 11 月.

9. Direction of vorticity and a refined blow-up criterion for the Navier-Stokes equations with fractional Laplacian, Mathematical Analysis in Fluid and Gas Dynamics, RIMS, 日本, 2017 年 6 月.

10. 畠山神部の乱流モデルにおける渦度の方向ベクトルに着目した洞察, 日本流体力学会年会 2016, Nagoya Institute of Technology, 2016 年 9 月.

長岡 大 (NAGAOKA Masaru)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度から継続して, 3 次元可縮アフィン多様体のコンパクト化について研究した. 可縮アフィン多様体のコンパクト化の先行研究として, 2 次元アフィン空間の Hirzebruch 曲面へのコンパクト化の分類が森重文先生により成されている. この対象の 3 次元版として, 今年度は ambient space X が Picard 数が 2 の del Pezzo ファイブレーションである 3 次元可縮アフィン多様体 U のコンパクト化を取り扱った. 無限遠因子がファイブレーションのあるファイバーを含むという仮定の下, 次の結果を得た: del Pezzo ファイブレーションの次数は 5 以上で, かつ Hodge 数 $h^{1,2}(X)$ は 1 以下になる. 更に, $h^{1,2}(X) = 1$ ならば, X の変形同値類はただ一つに定まり, U は 3 次元アフィン空間に同型である.

I continue a study of compactifications of contractible affine 3-folds, As a previous research, Mori classified all the compactification of affine 2-spaces into Hirzebruch surfaces. In this year, we investigate 3-dimensional version of such compactifications, in other words, compactification of contractible affine 3-folds U into extremal del Pezzo fibration X. Under the assumption that the divisor at infinity contains a fiber of the fibration, I show the follwoing: the degree of the del Pezzo fibration is at least five and the Hodge number $h^{1,2}(X)$ is at most one. Furthermore, if it holds that $h^{1,2}(X) = 1$, then X is unique up to deformation equivalence and U is isomorphic to affine 3-space.

B. 発表論文

1. M. Nagaoka: "Fano compactifications of contractible affine 3-folds with trivial log canonical divisors", Internat. J. Math. **29** (2018), No. 6, 1850042, 33 pp.

C. 口頭発表

1. Contractible affine threefolds in smooth Fano threefolds, The 15th Affine Algebraic Geometry Meeting, 関西学院大学梅田キャンパス, 2017 年 3 月.

2. Compactifications of contractible affine 3-folds into Fano blow-ups of $\mathbb{P}^3$, 射影多様体の幾何とその周辺 2017, 高知大学, 2017 年 11 月.

3. Compactifications of contractible affine 3-folds into blow-ups of $\mathbb{P}^3$, 代数幾何ミニ研究集会, 埼玉大学, 2018 年 2 月.

4. 可縮アフィン多様体のコンパクト化に関する研究, 代数幾何サマースクール 2018, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 7 月.

5. On compactifications of contractible affine threefolds into del Pezzo fibrations, Younger generations in Algebraic and Complex geometry V, 函館コミュニティプラザ G スクエア, 2018 年 8 月.

6. On compactifications of contractible affine threefolds into del Pezzo fibrations, Basel-Dijon-(+) Joint Seminars, Mathematical Institute of Burgundy (フランス), 2018 年 10 月.

7. On compactifications of contractible affine threefolds into del Pezzo fibrations, Explicit Birational and Affine Geometry in Saitama, 埼玉大学, 2018 年 11 月.

8. On compactifications of contractible affine threefolds into del Pezzo fibrations, Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry

workshop 2018, University of Cambrige (イギリス), 2018 年 12 月.

9. On compactifications of contractible affine threefolds into del Pezzo fibrations, London-Tokyo Workshop In Birational Geometry II, Imperial College London (イギリス), 2018 年 12 月.

10. On compactifications of contractible affine threefolds into del Pezzo fibrations, 第 17 回アフィン代数幾何学研究集会, 関西学院大学, 2019 年 3 月.

野島 遼 (Nojima Ryo)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

局所共形ネットとは, 物理学における 2 次元共形場理論のカイラルな部分を作用素環を用いて数学的に定式化したものである. 数学における他の代表的な共形場理論へのアプローチとしては, 共形場理論に現れる作用素値超関数を純代数的に定式化した頂点作用素代数もある. 私は, これら二つの関係や互いの手法を用いることで共形場理論を研究することに興味を持っている.
本年度は, 枠付き局所共形ネット, および枠付き頂点作用素代数の関係について継続して研究を行った. どちらも表現圏についてそれぞれ独立に調べられているが, 二つの対象の関係を直接的に記述することでより詳細な理解ができるのではないかと考えている.

A local conformal net is an operator algebraic framework for 2-dimensional chiral conformal field theory in physics. A vertex operator algebra is another mathematical framework for chiral conformal field theory which formulates operator valued distributions in a purely algebraic way. I am interested in the relation between these two notions and studying conformal field theory from both aspects.
In this year, I continued the study of framed conformal nets and framed vertex operator algebras. The representation categories of these two algebras are studied independently. I believe that representation categories can be understood more in detail by connecting these two approaches.

B. 発表論文

1. R. Nojima, “Structure of hypergroups associated with holomorphic framed nets”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文

C. 口頭発表

1. Split property for inclusions of von Neumann algebras and Algebraic QFT, 第 50 回関数解析研究会, 軽井沢町中央公民館, 2015 年 9 月 3 日

2. Tensor category and conformal field theory, Berkeley-Tokyo Winter School ”Geometry, Topology and Representation Theory”, University of California, Berkeley, 2016 年 2 月 19 日

3. Cuntz algebra method of constructing subfactors, Young Mathematicians in C^*-Algebras, University of Münster, ドイツ, 2016 年 7 月 25 日

4. Boundary conformal field theory and subfactors, 第 51 回関数解析研究会, 草津セミナーハウス, 2016 年 8 月 27 日

5. Modular theory on conoformal nets, Berkeley-Tokyo Autumn School –Quantum Field Theory and Subfactors–, University of California, アメリカ合衆国, 2016 年 11 月 23 日

6. Groups with the same tensor category of representations, 第 52 回関数解析研究会, 奈良女子大学, 2017 年 8 月 28 日

7. 作用素環と共形場理論, 第 53 回関数解析研究会, 関西セミナーハウス 修学院, 2018 年 8 月 31 日

Burkin, Sergei Vladimirovich

(FMSP コース生)

A. Summary of Research

In attempt to understand how to constructively obtain the notion of dendroidal set from the

operad of operads I've found a construction which produces category whose presheaves are O-monoids for "nice" operads O, where "niceness" for set-operads is analogous to Koszulity for linear operads. The more general notion of an O-monoid has appeared, in a slightly different language, in Lurie's Higher Algebra, definition (2.4.2.1). Lurie's notion is more general, but it works up to homotopy. Our notion provides concrete minimal model of category of O-monoids. For the operad of associative algebras As the As-monoids are simplicial sets, for symmetric operad of commutative algebras Com the Com-monoids are (pointed) Γ-sets, and for planar cyclic version of operad Com the Com-monoids are cyclic sets of Connes, for operad of non-symmetric operads $nsOp$ the $nsOp$-monoids are planar dendroidal sets. However, our initial goal of obtaining the notion of dendroidal sets cannot be achieved this way, since the operad of operads Op is not Koszul.
It seems to be possible to define a more general construction which looks like bar construction and which for As gives category of bisimplicial sets. If it is possible to generalize such construction from operads to Lawvere theories or to monads, then one will be able to obtain a concrete model of ∞-groupoids.

Geometric learning. Several approaches to combining topological data analysis and machine learning have appeared in recent years. In these approaches machine learning algorithms learn from persistent diagrams. In many cases they learn only from persistent diagrams of zero persistent homology. The zero persistent homology can be seen as a directed forest, or a dendrogram.
Dendrograms are trees, and trees are graphs. I have discovered that it is possible and practical to learn from dendrograms using graph learning algorithms. In particular, it is practical to learn from dendrograms of graphs, i.e. one can improve accuracy of classification of graphs by computing dendrograms of these graphs and learning from these dendrograms, not from original graphs. Similarly, it is possible to learn not only from dendrograms, but from other hierarchies, e.g. from hierarchies arising in Optimal-Assignment kernels.
In summary, this project makes graph classification applicable to larger class of classification problems, including common problems in geometric learning, it improves accuracy and training time of graph learning algorithms, and introduces several benchmarks. These benchmarks allow to compare previous approaches of learning from persistent diagrams to learning from dendrograms, approaches based on topological data analysis to approaches based on other ideas.

C. Selected talks 2014 – 2018.

1. Learning from hierarchy via persistence forests, with applications to graph learning, *Neurotop, Workshop on topology and neuroscience, EPFL, Lausanne, Switzerland,* November 28-30, 2018.

2. Geometric Learning and Persistent Forests, *DDA 2018, Conference on Data-driven Decisions and Analytics, HSE, Moscow*, December 27-28, 2018.

林 德燮 (LIN Dexie)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

1. For closed manifolds endowed with a Riemannian foliation of codimension 4, one can define a transversal Seiberg-Witten map. We show that there is a finite dimensional approximation for such a map. If the basic cohomological group is of zero dimension, we can give an estimate for the index of transversal Dirac operator of a foliated spin structure. Moreover, under some condition on $H_b^2(M)$, we show the vanishing of the index of the basic-Dirac operator without using the positivity of the transversal scalar curvature. At the same time, under the condition that $H_b^1(M) \cap H^1(M, \mathbb{Z})$ is a lattice of $H_b^1(M)$, we can define a high dimension Bauer-Furuta invariant.

2. Let (X, g) be an oriented spin end-periodic Riemannian 4-manifold, which satisfies the assumption that there exists a metric which the Dirac operator is Fredholm. Fixing this trivial spinc structure, suppose that $(a, \psi) \in \mathcal{C} = L^2_3(i\Omega^1(X)) \times L^2_3(\Gamma(X, S^+))$ solve the Seiberg-Witten equation, then we find an element in the gauge-equivalent class of this solution such that there is an positive real number δ that $e^{\delta\tau}\psi \in L^2$, where τ is the function defined in Taubes' paper. Moreover, $e^{\delta\tau}|\psi| \leq C(\delta)$ for some constant $C(\delta)$ depending on δ.

B. 発表論文

1. D. Lin, Relative Chern character number and super-connection, Topology and its Applications Volume 234, 1 February 2018, Pages 155-165, https://doi.org/10.1016/j.topol.2017.11.035

C. 口頭発表

1. Foliation and Seiberg-Witten equation, Room No.2, Tsukuba Center for Institutes(Tsukuba-city, Ibaraki, Japan), 2019,February 5

☆ 1 年 生 (First Year)

稲山 貴大 (INAYAMA Takahiro)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

多重劣調和関数やベクトル束の特異エルミート計量といった対象について研究を行っている. 今年度は主に以下の 2 つの結果を得た.
(1) 領域上のベクトル束の Griffiths 半負な特異エルミート計量 h を考える. このときある正の定数 $\epsilon > 0$ が存在して $\det h > \epsilon$ が成り立てば, 曲率カレント Θ_h が領域上測度係数で適切に定義されることが Raufi によって示されている. 私は h が退化している集合 $\{\det h = 0\}$ 上で Θ_h が測度係数で適切に定義されるための, ある具体的な十分条件を見つけた. またこの結果を応用し, $\det h$ が最小特異計量となるような h というものを考え, ある特殊な条件下ではこの計量に付随する曲率カレントが測度係数で適切に定義できることを示した.
(2) (細野元気氏との共同研究) 領域上の上半連続関数 ϕ が the multiple L^p-extension property という条件を満たすとき, ϕ が多重劣調和関数になることが Deng, Wang, Zhang, Zhou 等によって示されている. これは標語的には大沢竹腰の拡張定理の逆を示したということになる. 我々はこの結果を応用し, ある場合において Hörmander の L^2 評価の逆を示すことを試みた. 具体的には, まず twisted 版の Hörmander 条件というものを導入し, 更に上半連続関数 ϕ が the twisted Hörmander 条件を満たし, 特異集合の外側で局所ヘルダー連続であるならば, ϕ が多重劣調和関数になることを示した. またこれらの条件のベクトル束版を導入することで新たな正値性の概念を定義し, それらと古典的な正値性の概念を比較した.

I study plurisubharmonic functions and singular Hermitian metrics on vector bundles.
(1) Let h be a Grifiths semi-negative singular Hermitian metric on a holomorphic vector bundle over a domain. Raufi proved that if $\det h > \epsilon$ for some positive constant $\epsilon > 0$, the curvature current Θ_h has measure coefficients. I found some sufficient conditions that the curvature current can be defined with measure coefficients over a set including the degeneracy set $\{\det h = 0\}$.
(2) (joint work with G. Hosono) Let ϕ be an upper semi-continuous function on a domain. Deng, Wang, Zhang, and Zhou proved that if ϕ satisfies the multiple L^p-extension property, ϕ is plurisubharmonic. We introduced the twisted Hörmander condition. Using the above theorem, we showed a partial converse of Hörmander's L^2-estimate. We also define new positivity notions for vector bundles with singular Hermitian metrics by using these conditions. We investigate these positivity notions and compare them with classical positivity notions.

B. 発表論文

1. T. Inayama, "L^2 estimates and vanishing theorems for holomorphic vector bundles equipped with singular Hermitian metrics", submitted, arXiv:1802.10516.
2. T. Inayama, "Curvature currents and Chern forms of singular Hermitian metrics on holomorphic vector bundles", to appear in J. Geom. Anal.
3. T. Inayama and G. Hosono, "A converse of Hörmander's L^2-estimate and new positivity notions for vector bundles", submitted, arXiv:1901.02223.

C. 口頭発表

1. L^2 estimates and vanishing theorems for holomorphic vector bundles equipped with singular Hermitian metrics, 日本数学会 2018 年度年会, 東京大学, 東京, 2018 年 3 月 19 日.
2. A converse of Hörmander's L^2-estimate and new positivity notions for vector bundles, Workshop on Complex Analytic and Algebraic Methods in Dynamics, 大阪市立大学, 大阪, 2019 年 1 月 15 日.

G. 受賞

研究科長賞, 東京大学, 2018 年 3 月.

井上 瑛二 (INOUE Eiji)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年は Kähler-Ricci soliton の研究への新たな切り口として μ スカラー曲率というものを導入し, 定 μ スカラー曲率 Kähler 計量（μ-cscK）に関する理論の基礎を構築した. この μ-cscK という新しい概念は, 各国の数学者が精力的に研究されている定スカラー曲率 Kähler 計量（cscK）と Kähler-Ricci を特別な場合に含む.

Kähler-Ricci soliton を持つ Fano 多様体の普遍モジュライ空間の構成に関する井上の昨年の研究に基づいて, cscK を持つ偏極多様体のモジュライ空間が構成された（Dervan-Naumann）ため, これに動機づけられ, これらを包括する理論的な枠組みを構築しようというのがこの研究の始まりであった. しかし研究が進むにつれ, この新しい枠組みが単に cscK と Kähler-Ricci soliton を包含する広い枠組みというだけではなく, これまでこの分野に欠如していた新しい視座を提案するものであることが明らかになってきた.

それは Kähler-Ricci soliton と extremal metric の関係である. 今回の研究で, μ スカラー曲率をモーメント写像として解釈するとき, 実数 λ パラメーターによって曲率の概念が自然にパラメトライズされ, $\lambda \to -\infty$ の極限に extremal metric が現れることを明らかにした. Fano 多様体の反標準偏極に関して $\lambda = 1$ で Kähler-Ricci soliton が出現するため, μ^λ-cscK 計量は Kähler-Ricci soliton と extremal metric を繋ぐ continuity path という解釈を持つことになる. extremal metric と Kähler-Ricci soliton はどちらも複素多様体の 'canonical metric' と認知されながら, 両者の関係に関する研究はこれまでに見られなかった新しい視座と言える.

この continuity path は extremal metric に関する相対 K-安定性と Kähler-Ricci soliton に関する modified K-安定性を通して stability condition の変形とも理解できる. そこで, この continuity path の間に 'μK-安定性' が転じる壁が存在するか（壁越え）というのが基本的な問いとなる. 二つの 'canonical metric' を結ぶ道としての μ-cscK を通して, extremal metric と Kähler-Ricci soliton の研究が深化すると期待している.

This year, I introduced 'μ-scalar curvature' as a new perspective to study Kähler-Ricci soliton and established some fundamental results on the theory of constant μ-scalar curvature Kähler metric (μ-cscK). This new concept μ-cscK is a generalization of both constant scalar curvature Kähler metric (cscK) and Kähler-Ricci soliton.

At the beginning, this study is motivated by Dervan-Naumann's work on moduli space of polarized manifolds with cscK metrics, which is based on my study on moduli space of Fano manifolds with Kähler-Ricci solitons, and aimed to establish a comprehensive theory including both theories on cscK and Kähler-Ricci soliton. As I move it forward, it gradually re-

veals that this study is not mere a generalization of these theories and has a new intriguing aspect of which we had not been aware: μ-cscK as a continuity path of extremal metric and Kähler-Ricci soliton.

A moment map picture for μ-scalar curvature tells us that we should introduce a real parameter λ for μ-scalar curvature. We discover that in the limit of $\lambda \to -\infty$ extremal metric unexpectedly appears. On the other hand, Kähler-Ricci soliton appears for the anticanonical polarization of a Fano manifold and $\lambda = 1$. Thus we can interpret μ^{λ}-cscK as a continuity path of Kähler-Ricci soliton and extremal metric. While both metrics are regarded as 'canonical metric' on complex manifolds, such a connection between these metrics have been never studied and is a new perspective.

This continuity path can also be seen as a variation of stability conditions in view of relative K-stability related to extremal metric and modified K-stability related to Kähler-Ricci soliton. It is interesting to ask whether 'μK-stability' shifts along the continuity path. I expect the study on μ-cscK as such a continuity path deepen studies on both extremal metric and Kähler-Ricci soliton.

B. 発表論文

- Eiji Inoue, "The moduli space of Fano manifolds with Kähler-Ricci solitons", arXiv:1802.08128.
- Eiji Inoue, "Constant μ-scalar curvature Kähler metric - formulation and foundational results", arXiv:1902.00664.

C. 口頭発表

- Moduli of Fano manifolds admitting Kähler-Ricci solitons, 2018 年 数理新人セミナー, 京都大学, 京都, 2 月, 2018 年.
- Kähler-Ricci soliton, K-stability and moduli space of Fano manifolds, 東京大学複素解析幾何セミナー, 東京大学, 東京, 5 月, 2018 年.
- On complex analytic moduli space of Fano manifolds admitting Kähelr-Ricci solitons, The 2nd Symposium in Geometry and Differental Equations, ShanghaiTech University, Shanghai, China, June 11-15, 2018.
- Moduli space of Fano manifolds admitting Kähler-Ricci solitons, HAYAMA Symposium on Complex Analysis in Several Variables XX and Pacific Rim Complex-Symplectic Geometry Conference, Shonan Village Center, Hayama, Japan, July 13-17, 2018.
- Kähler-Ricci soliton and K-stability, beyond Kähler-Einstein, Younger generations in Algebraic and Complex geometry V, 函館コミュニティプラザ, 函館, 8 月 6-9 日, 2018 年.
- Moduli space of Fano manifolds admitting Kähler-Ricci solitons, 65 回幾何学シンポジウム, 仙台, 8 月 28-31 日, 2018 年.
- Canonical metrics on compact Kähler manifolds and moduli spaces of complex structures, 名古屋大学幾何学セミナー, 名古屋大学, 名古屋, 11 月 6 日, 2018 年.
- Kähler-Ricci soliton and moduli space of Fano manifolds, The 24th Symposium on Complex Geometry, Shiinoki Cultural Complex, Kanazawa, Japan, Nov. 13-16, 2018.
- The moduli space of Fano manifolds admitting Kähler-Ricci solitons, Singular metrics in complex Kähler geometry, CIRM, Marseille, France, Feb. 4-8, 2019.

G. 受賞

2018 年 東京大学大学院数理科学研究科 研究科長賞

尾上 文彦 (ONOUE Fumihiko)

A. 研究概要

今年度、以下の 2 つの研究を行った。1 つ目 h は、動的あるいは Dirichlet 境界条件付き平均曲率流 (以下、平均曲率流を MCF と省略する) の研究

である。2 つ目は、非局所平均曲率流 (NMCF) の研究である。

1 つ目の課題について述べる。まず、動的境界条件付きの MCF を満たす曲面族を、古典的な枠組みにおいて考察した。ここで、動的境界条件とは、表面張力を記述するなど、物理現象に自然に現れる境界条件である。今回は半空間上において、パラメーター (σ とする) を付き動的境条件を考察した。ただし、σ 付きの動的境界条件とは、σ を 0, $+\infty$, 及び 1 に近づけると、形式的にはそれぞれ、Dirichletl、Neumann、そして動的境界条件に近づくような境界条件である。これらの考察の 1 つの結果として、$\mathbb{R}^2$ 上において、古典的な意味で、σ 付き動的境界条件を課した MCF を満たす曲線を構成した。そして、その曲線の消滅時間が σ に依存しないことを示した。これは、先の σ に関する形式的な議論が成り立たない例である、ということを示している。次に、動的及び Dirichlet 境界条件付き MCF の一般化を考察した。ここでの一般化とは、Brakke による varifold を用いた一般化である。先行研究として、全空間及び Neumann 境界条件に対する考察は存在するが、その他の境界条件に対しては、考察されていなかった。そこで、動的あるいは Dirichlet 境界条件付き MCF の、Brakke の意味での一般化を行った。その際、Allen-Cahn 方程式の特異極限問題を考察することによって、Brakke 解の定式化及び構成を行い、その存在や種々の性質を得た。これらを私の修士論文として 2018 年に発表し、その論文を現在雑誌に投稿している。この投稿論文は、儀我美一氏 (東京大学) と高棹圭介氏 (京都大学) との共同執筆の論文である。

2 つ目の課題について述べる。NMCF とは、曲面の法線速度が、非局所的に定義された曲率に等しいというものである。非局所的に定義された曲率とは、おおよそ特性関数の非整数階微分によって定義されるものである。この NMCF は、結晶構造の転移のダイナミクスのモデルに現れるなど、応用上も重要な課題となっている。古典的な MCF の場合と同様、NMCF においても、時間局所的に滑らかな解の存在が期待される。しかしながら、その性質の証明は未だに得られていない。そこで第 1 に、滑らかな解の時間局所的存在の証明について考察しつつ、その解の性質も考察した。例えば、特異点の発生についての考察がある。これによって、NMCF の構造をより明確にできるのである。[E. Cinti, C. Sinestrari, E. Valdinoci, 2016] では、NMCF の特異点の発生について考察している。第 2 に、解が滑らかとは限らない場合、つまり一般化解についての NMCF を考察した。今回は、1 つ目の課題と同様に Brakke 解について考察した。初めに、適切な Brakke 解の定義を行うことを試みた。Brakke 解は曲面の perimeter の第一変分を元に定義が行われているため、まずは非局所化された perimeter の第一変分を考察した。そして、適切な varifold の第一変分を定め、それに対して適当な解を定義することを行った。このとき、その解の存在、特に非自明解の存在について示す必要があるが、これは今後の課題である。

In this academic calender, we worked on the following two topics; the first one is on the mean curvature flow (hereinafter, MCF) with Dirichlet or dynamic boundary conditions, and the second one is on the non-local MCF.

For the former topic, we first considered the family of hypersurfaces moving along their mean curvature with dynamic boundary conditions in the classical sense. Here the dynamic boundary conditions is natural condition appearing in physical phenomena such as surface tension. In our research, we considered the motion of surfaces with σ-parametrized dynamic boundary conditions in the half space. The σ-parametrized dynamic boundary conditions is such a condition that, letting σ converge to 0, $+\infty$, and 1, the condition formally converges to Dirichlet, Neumann, and dynamic boundary conditions, respectively. In this framework, we constructed the example of the smooth curves in $\mathbb{R}^2$ satisfying the σ-parametrized dyanmic boundary conditions such that the vanishing time of the curves is independent of σ. This means that the formal argument we did in the above is not necessarily valid. Secondly, we considered the generalization of the MCF in the sense of Brakke. Here the generalization in the sense of Brakke is based on the theory of varifolds. There are no previous work except the case of Brakke flow in the whole space and with Neumann boundary conditions, and thus we considered the formulation of Brakke

flow with Dirichlet or dynamic boundary conditions. As a result, we constructed the Brakke flow and showed its existence via the singular limit of Allen-Cahn equations. The paper on these results are now in submission and is based on a joint work with Yoshikazu Giga (The University of Tokyo) and Keisuke Takasao (Kyoto University).

For the latter topic, we considered the properties of the solutions to non-local MCF. This flow is the motion law in which the normal velocity of a hypersurface is equal to the non-local mean curvature. Here, roughly speaking, non-local mean curvature is defined by the fractional derivative of characteristic functions. The study of non-local MCF is important in the application such as the dislocation dynamics appearing in the structures of crystals. As we know the classical fact that the classical flow can admit short-time smooth solutions, we may expect the short-time existence of smooth solutions of the non-local MCF. However, there are no proofs of such a property. Therefore, we considered the existence of smooth solutions and their properties. One of the propertoes to be investigated is the singularities of surfaces, so that the motion of the non-local MCF can be made explicit. For instance, we referred to [E. Cinti, C. Sinestrari, E. Valdinoci, 2016] in which the authors studied the neckpintch-type singularities of the non-local MCF. In addition to this, we also considered the generalized solutions of the non-local MCF in the sense of Brakke. Brakke flow is basically defined by the first variation of the perimeter, and thus, in our case, we also considered the first variation of the non-local perimeter. Then, we properly defined the first variation of varifolds and formulated the Brakke flow. Now we are working on the existence of the non-trivial solutions to the non-local MCF.

B. 発表論文

1. F. Onoue: A varifold formulation of mean curvature flow with Dirichlet or dynamic boundary conditions, Master Thesis, The University of Tokyo, 2018.
2. Y. Giga, F. Onoue, and K. Takasao: A varifold formulation of mean curvature flow with Dirichlet or dynamic boundary conditions, arXiv, 2018.

C. 口頭発表

1. 第 19 回北東数学解析研究会 (ポスター発表), 北海道大学, 2018 年 2 月 19 日 2 月 20 日
2. Workshop on Geometric Evolution Equations (poster presentation), University of Regensburg(Germany), 2018 年 3 月 5 日 3 月 8 日
3. The 11th Mathematical Society of Japan (MSJ) Seasonal Institute (SI), The Role of Metrics in the Theory of Partial Differential Equations (poster presentation), 北海道大学, 2018 年 7 月 2 日 7 月 6 日, 7 月 9 日 7 月 13 日
4. 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会 函数方程式論 (一般講演), 岡山大学, 2018 年 9 月 24 日 9 月 27 日

G. 受賞

1. 東京大学数理科学研究科長賞, 2018 年 3 月

加藤 佑矢 (KATO Yuya)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

修士論文で構成した, 4 次元多様体上の非可滑な $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ 作用について, 非可滑性の初等的な証明を発見した. その手法を用いて, より広いクラスの群に対して非可滑な群作用の例を構成できることがわかった. 具体的には次のことを証明した. ふたつの素数 p, q に対して, $\mathbb{Z}_p \times \mathbb{Z}_q$ の 4 次元多様体多様体への作用で次の性質をもつものが存在する. $\mathbb{Z}_p \times \mathbb{Z}_q$ の任意の真部分群に制限した作用は可滑であるが, 全体の作用は非可滑である.

We found an elementary proof of nonsmoothability of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ action on 4-manifolds constructed in my master's thesis. And we constructed examples of nonsmoothable actions on

4-manifolds using the method. Concretely, we proved the following. For two primes p, q, there exist $\mathbb{Z}_p \times \mathbb{Z}_q$ actions on 4-manifolds with the following property. The ristricted actions for any proper subgroup are smoothable, but the action of the whole group are nonsmoothable.

B. 発表論文

1. Y. Kato : "Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds", arXiv:1708.08030 [math.DG]
2. Y. Kato : "Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds", 東京大学修士論文

C. 口頭発表

1. $\mathbb{Z}_2$ 同変版の 10/8 不等式, 関西ゲージ理論セミナー, 京都大学, 2016 年 6 月
2. Nonsmoothable actions of on spin four-manifolds, Berkley-Tokyo Winter School, University of California, Berkeley, U.S.A., 2016 年 2 月
3. Nonsmoothable actions of on spin four-manifolds, 4 次元トポロジー, 大阪市立大学, 2016 年 11 月
4. Nonsmoothable actions of $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2$ on spin four-manifolds, Miniworkshop on Topological phase and K-theory, AIMR, Tohoku University, 2018 年 3 月

甘中 一輝 (KANNAKA Kazuki)
(学振 DC1)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

2016 年小林俊行と Fanny Kassel は不定値計量を持つ局所簡約型対称空間 $\Gamma\backslash G/H$ における大域解析の理論の枠組みを与え, さらにある条件の下で可算無限個の "安定離散スペクトラム" が存在する事を見出した. その過程で, 彼らは対称空間 G/H の "擬球" $B(R)$(R は "半径") を定義し, ある正の数 a, A が存在して, 各 Γ 軌道 $\Gamma\cdot x$ ($x \in G/H$) の $B(R)$ における数え上げ $N_\Gamma(x,R) = \#(\Gamma\cdot x \cap B(R))$ について, $N_\Gamma(x,R) \leq Ae^{aR}$ が成立するならば, $\Gamma\backslash G/H$ の可算無限個の離散スペクトラムを構成できることを示した. 以下ではこの $N_\Gamma(x,R)$ についての条件を ★ と書くことにする.

本年度の研究では, 対称空間として 3 次元反ド・ジッター空間 $\mathbf{AdS}^3 = \{(x_1.x_2, x_3, x_4) \in \mathbb{R}^4 \mid x_1^2 + x_2^2 - x_3^2 - x_4^2 = 1\}$ を取り上げ, その（等長的な）不連続群 Γ に対して, Γ-軌道の $\mathbf{AdS}^3$ における数え上げが条件 ★ を満たすかを考察することで, $\Gamma\backslash\mathbf{AdS}^3$ の離散スペクトラムを構成しようと試みた. その結果得られた数え上げの評価に関しての 2 つの結果を説明する. 2017 年に Guéritaud と Kassel によって構成された $\mathbf{AdS}^3$ のある無限生成の不連続群を, 本研究では少し一般化した形で構成し, その数え上げを考察することで次の定理を得た: 滑らか, 下に凸, さらに狭義単調増加な関数 $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ (例えば $e^R, e^{e^R}, \ldots$) に対して, ある $\mathbf{AdS}^3$ の不連続群 Γ_f が存在して $\lim_{R\to\infty} \dfrac{N_{\Gamma_f}(E,R)}{f(R)} = \infty$. ここで $E = (1,0,0,0) \in \mathbf{AdS}^3$ である. 特にすべての不連続群が条件 ★ を満たすわけではない事が分かった.

もう一つの結果を説明する. 小林俊行 (1998) による簡約群の擬リーマン等質空間における不連続群の変形理論に由来して, 小林と Kassel(2016) は不連続群の強不連続性なる概念を定義し, 彼らはこの性質を持つならば条件 ★ を満たす事を示したが, この逆は成立しない事が分かった. 詳しく述べると先に述べた Guéritaud と Kassel による不連続群を一般化したものがほとんど強不連続性を満たさないことを示し, その中で条件 ★ を満たすものが（比較的多く）存在することを示した.

In 2016, Toshiyuki Kobayashi and Fanny Kassel initiated the analysis on non-Riemannian locally symmetric spaces $\Gamma\backslash G/H$ and constructed "universal discrete spectrum" under some conditions. In their paper, they defined the "pseudo-ball" $B(R)$ of "radius" R in symmetric spaces G/H and proved that the discrete spectrum of $\Gamma\backslash G/H$ is infinite if there exist positive numbers a and A such that for any $x \in G/H$, $N_\Gamma(x,R) = \#(\Gamma\cdot x \cap B(R)) \leq Ae^{aR}$. In the following, this condition for $N_\Gamma(x,R)$ is denoted by ★.

The 3-dimensional anti-de Sitter space $\mathbf{AdS}^3 =$

$\{(x_1.x_2, x_3, x_4) \in \mathbb{R}^4 \mid x_1^2 + x_2^2 - x_3^2 - x_4^2 = 1\}$ is a Lorentzian symmetric space. In this year, I tried to study the discrete spectrum of locally anti-de Sitter spaces $\Gamma\backslash\mathbf{AdS}^3$ determining whether Γ satisfies the condition ★. Generalizing an example in the paper of Guéritaud and Kassel, I constructed a family of infinitely generated groups acting properly discontinuously and isometrically on $\mathbf{AdS}^3$ and studied $N_\Gamma(x, R)$ for these discontinuous groups. Consequently, I gave the following results: For any smooth, convex, and strictly increasing function $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ (for example, $e^R, e^{e^R}, \ldots$), there exists a discrete group Γ_f acting properly discontinuously and isometrically on $\mathbf{AdS}^3$ such that $\lim_{R\to\infty} \dfrac{N_{\Gamma_f}(E, R)}{f(R)} = \infty$. Here $E = (1, 0, 0, 0) \in \mathbf{AdS}^3$. In particular, not all discontinuous groups satisfy the condition ★.
I explain another result. Tracing back to the deformation theory of discontinuous groups for pseudo-Riemannian homogeneous manifolds of reductive groups by Toshiyuki Kobayashi(1998), Kobayashi and Kassel defined the notion of sharpness for discontinuous groups and proved that sharp discontinuous groups satisfy the condition ★. I proved that there exist non-sharp groups which satisfy the condition ★. Most of discontinuous groups which I constructed by generalizing an example in the paper of Guéritaud and Kassel are not sharp and many of such non-sharp groups satisfy the condition ★.

B. 発表論文

1. 甘中一輝, “反ド・ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて”, 東京大学修士論文, 2018.

C. 口頭発表

1. 論文“ Essential Self Adjointness for the Dirac Operator and Its square”(J.A.Wolf) の紹介，Workshop on“ Actions of Reductive Groups and Global Analysis”，東京大学玉原国際セミナーハウス，2016 年 8 月.

2. 論文“ Poincare series for non-riemannian locally symmetric spaces ”(Kobayashi-Kassel,2016) の一部の紹介，Workshop on“ Actions of Reductive Groups and Global Analysis”，東京大学玉原国際セミナーハウス，2017 年 8 月.

3. 反ド・ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて, “表現論と代数、幾何、解析をめぐる諸問題”(研究代表者: 久保 利久 (龍谷大学)), 京都大学数理解析研究所, 2018 年 6 月.

4. 反ド・ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて, “リーマン面に関連する位相幾何学”, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 8 月.

5. 論文 “Poincare series for non-riemannian locally symmetric spaces ”, F. Kassel and T. Kobayashi(2016) の 3 次元反ド･ジッター空間に限った紹介 , Workshop on“ Actions of Reductive Groups and Global Analysis ”，東京大学玉原国際セミナーハウス，2018 年 8 月.

6. 論文 “A Geometric Construction of the Discrete Series for Semisimple Lie Groups ”(M.Atiyah and W.Schmid) の紹介, 第 9 回倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2018 年 9 月.

7. 反ド･ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて, 微分トポロジーセミナー, 京都大学大学院理学研究科,2018 年 12 月.

8. On the discrete spectrum of a certain non-sharp locally anti-de Sitter space, “保型形式，保型表現とその周辺”(研究代表者: 若槻聡 (金沢大学)), 京都大学数理解析研究所, 2019 年 1 月.

9. 反ド･ジッター空間における, ある無限生成の不連続群の軌道の数え上げについて,「リーマン面・不連続群論」研究集会, 早稲田大学, 2019 年 2 月.

G. 受賞

1. 数理科学研究科長賞 (2018 年度)

北岡 旦 **(KITAOKA Akira)**
(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は接触多様体に関する不変量，特に CR 球面上の Rumin-Seshadri 捩率関数について研究した．

向き付可能接触多様体に対し Rumin 複体に付随する Rumin-Seshadri 捩率関数 κ という $\mathbb{C}$ 上の有理型関数が定まる．この関数は Rumin-Seshadri ラプラシアン Δ_{RS} の固有値から定まる関数である．加えて，この関数の原点での値は接触不変量であり，また，Rumin-Seshadri 捩率 T_C はこの関数を用いて表される．加えて，Rumin-Seshadri 計量 $||\quad||_C$ は T_C を用いられている．3 次元向き付可能接触多様体，若しくは Euclid 空間内の球面に対し，$\kappa(0) = 0$ であることが知られている．また，3 次元 Seifert CR 多様体に対し，T_C は Ray-Singer 捩率と一致し，従って，$||\quad||_C$ と Ray-Singer 計量は一致する．特に $||\quad||_C$ は接触形式の取り方によらないことが知られている．しかし，5 次元以上の場合において，$\kappa(0)$ と T_C 共に計算された例が存在しなかった．

そこで，今年度の研究は，球面上で，Rumin 複体を複体の係数を変えたもの $(\mathcal{E}^\bullet, a_\bullet d_{\mathcal{Q}})$ に付随する捩率関数 κ を解析することに取り組んだ．主に取り組んだ内容は三つある．一つ目は，球面上の，Rumin 複体を複体の係数を変えたものに付随するラプラシアンの固有値をすべて求めた．特に，異なる既約成分に対し同型ならば，Rumin ラプラシアン $\Delta_{\mathcal{Q}}$ の固有値が同じになることを示した．これは，コンパクト対称空間上の Hodge-de Rham ラプラシアンンが Casimir 元で書ける，という定理に対応する．二つ目は，いかなる係数に対しても，球面上では $(\mathcal{E}^\bullet, a_\bullet d_{\mathcal{Q}})$ に付随する解析的捩率関数の原点での値は 0 であることを示した．三つ目は，球面に於いて，係数 $a_\bullet$ を考えることにより，Rumin ラプラシアン $\Delta_{\mathcal{Q}}$ に付随する解析的捩率 $T_{\mathcal{Q}}$ を計算することに成功した．とくに，球面に於いて，Ray-Singer 解析的捩率と $T_{\mathcal{Q}}$ は整数倍の差を除いて一致し，Ray-Singer 計量と $T_{\mathcal{Q}}$ から作られる計量は整数倍の差を除いて一致することを示した．

In this year, I studied invariants on contact manifolds, especially the Rumin-Seshadri torsion function on the CR spheres.

Rumin-Seshadri torsion function κ is a meromorphic function and defined on orientable contact manifolds. This function is used with the eigenvalues of the Rumin-Seshadri Laplacian. The value of The function *kappa* at the origin is a contact invariant, Rumin-Seshadri torsion T_C is used with κ, and Rumin-Seshadri metric $||\quad||_C$ is used with T_C. On 3-dimensional orientable contact manifolds $\kappa(0) = 0$. On 3-dimensional CR Seifert manifolds, T_C coincides with the Ray-Singer torsion, and $||\quad||_C$ coincides with the Ray-Singer metric. In particular, $||\quad||_C$ is independ of choice of a contact form. However, in the dimension greater than or equal to 5, whether $\kappa(0)$ is equal to 0 has been an open problem. In addition, we can not calculate the Rumin-Seshadri torsion on contact manifolds of the dimension greater than or equal to 5.

Then, in this year I tried to analyze κ with respect to a complex $(\mathcal{E}^\bullet, a_\bullet d_{\mathcal{Q}})$ on the spheres which we change to the coefficients of Rumin complex. There are three goals. The first goal is to calculate all eigenvalues of the Laplacian with respect to $(\mathcal{E}^\bullet, a_\bullet d_{\mathcal{Q}})$ on the sphere S^{2n+1}. In particular, on two irreducible components which are isomorphic each other, the eigenvalue of Rumin Laplacian $\Delta_{\mathcal{Q}}$, which is associated with $(\mathcal{E}^\bullet, d_{\mathcal{Q}})$, is same. It is similar to the theorem which on compact symmetric space the Hodge-de Rham Laplacian is the Casimir element. The second goal is to compute the value of the analytic torsion function with respect to $(\mathcal{E}^\bullet, a_\bullet d_{\mathcal{Q}})$ is 0 on S^{2n+1} . The third goal is, on the sphere S^{2n+1}, I can calculate the analytic torsion $T_{\mathcal{Q}}$ associated with $\Delta_{\mathcal{Q}}$, which is good coefficients $a_\bullet$. In particular, the analytic torsion $T_{\mathcal{Q}}$ is the Ray-Singer analytic torsion expect for the difference of integral times, and the metric associated with $T_{\mathcal{Q}}$ is the Ray-Singer metric.

B. 発表論文

1. A. Kitaoka : “The Rumin-Seshadri torsion function on the sphere”, 東京大学修士論文 (2017).

C. 口頭発表

1. 論文紹介その 2 (Poletsky Theory とその応用), 複素解析幾何のポテンシャル論的諸相 (Potential Theoretical Aspects of Complex Analytic Geometry), 東京大学数理科学研究所, 2016 年 2 月.

2. Eigenvalues of Rumin-Seshadri laplacian on spheres, Berkeley Tokyo Summer School Seminar, University of California, Barkeley, 2017 年 8 月.

3. 球面上の Rumin-Seshadri 捩率関数, 数理新人セミナー, 京都大学, 2018 年 2 月.

4. The Rumin-Seshadri torsion function on the spheres, HAYAMA Symposium on Complex Analysis in Several Variables XX & Pacific Rim Complex-Symplectic Geometry Conference, Shonan Village Center, 2018 年 7 月.

5. An analytic torsion associated with the Rumin complex on the CR spheres, 2018 年度　多変数関数論冬セミナー, 大阪市立大学大学, 2018 年 12 月.

キムミンギュ (KIM Minkyu)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Dijkgraaf-Witten 理論の一般化を研究した。Dijkgraaf-Witten 理論は有限群の分類空間の特異コホモロジー類から誘導される自然な TQFT のことである。ここで TQFT は Atiyah による定式化に従う。以前の修士論文 (2017) で特異（コ）ホモロジー理論の代わりに K 理論を適用することで Spin^c 多様体の TQFT を構成した。技術的な問題で K 理論を含むような枠組みである Kasparov の KK 理論を用いた。

これから今年の成果をいう。KK 理論の Cuntz 描像を用いて Dijkgraaf-Witten 理論を構成した。Kasparov の KK 理論から構成された TQFT と同じ不変量を与えているものである。一方、一般（コ）ホモロジー理論にはスペクトラムを用いて表すことができる。この描像を用いることであるスペクトラムに対する向き付き多様体の TQFT を構成した。

構成の特徴は以下のようである。Dijkgraaf-Witten 理論での TQFT の構成は「特性数の拡張」と「拡張された特性数の有限経路積分」に分けられる。ここで「特性数の拡張」とは、分類空間の n コホモロジー類から誘導される n 次元閉多様体上の分類写像の特性数を境界付き n 次元多様体までの拡張のことである。既存の研究では「特性数の拡張」に多様体や分類空間の単体的な情報を用いていたが、我々の研究ではそのような補助的な情報を用いず空間間の連続写像、写像間のホモトピーを用いて特性数を拡張している。

古典的な不変量である特性数を拡張するのが Dijkgraaf-Witten 理論の構成での主なステップである。古典的によく知られている他のものに対して類似の考察を試そうとした。categorical (co)homology group を用いて障害コサイクルを関手的に拡張した。さらに Stiefel-Whitney 類による同境類の分類を拡張された特性数の観点から解釈してみた。

We construct a generalization of Dijkgraaf-Witten theory. In Dijkgraaf-Witten theory, a TQFT is constructed starting from a singular cohomology class of the classifying space of a finite group. Here, we use the notion of TQFT following Atiyah. In the paper of master's course, we constructed a TQFT of Spin^c manifolds using K-theory instead of singular (co)homology theory. We used Kasparov's KK-theory which generalizes K-theory.

From now on, we explain our recent results. We construct Dijkgraaf-Witten theory using the Cuntz picture of KK-theory. It yields the same invariant as that of TQFT constructed using the Kasparov picture. On the one hand, one can use the notion of spectrum to represent generalized (co)homology theory. We use the picture to construct a TQFT for manifolds oriented with respect to a spectrum.

The main feature of the construction is as follows. The construction of TQFT is divided into two steps : an extension of the characteristic number to manifolds with boundaries, and the finite path integral of it. Some simplicial data is used to extend the characteristic number in the previous research, but we only use some continuous maps between spaces and homotopies

between such maps.

As mentioned above, it is the important step to extend the characteristic number which is classically well-known. We deal with some well-known results in a similar way. We extend the notion of obstruction cocycle functorially by using the notion of categorical (co)homology group. We analyze the classification of cobordism classes via the Stiefel-Whitney class from the viewpoint of the extended characteristic number.

B. 発表論文

1. M.Kim : "A K-theoretical Dijkgraaf-Witten theory", 東京大学修士論文 (2017)
2. M.Kim : "A generalization of Dijkgraaf-Witten theory", arXiv:1810.03117, preprint (2018)

C. 口頭発表

1. "A K-theoretical Dijkgraaf-Witten theory", East Asian Conference on Gauge theory and Related topics, 京都大学, 2018 年 9 月 11-15 日
2. "A generalization of Dijkgraaf-Witten theory", 関西ゲージ理論セミナー, 京都大学, 2019 年 2 月 9 日

G. 受賞

1. 東京大学大学院数理科学研究科, 研究科長賞 (2018)

鈴木 将満 (SUZUKI Masamitsu)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は，以下の連立反応拡散方程式における時間局所解の存在と非存在を研究した．

$$\begin{cases} \partial_t u = \Delta u + g(v) & \text{in } \mathbb{R}^N \times (0,T), \\ \partial_t v = \Delta v + f(u) & \text{in } \mathbb{R}^N \times (0,T), \\ (u(x,0), v(x,0)) = (u_0(x), v_0(x)) & \text{in } \mathbb{R}^N, \end{cases}$$

ここで $f(u)$ と $g(v)$ は速く増大する非線形項で，u_0 と v_0 は非負の初期関数である．非線形項の例には $(f(u), g(v)) = (e^{u^p}, e^{v^q})$, $p \geq 1$, $q \geq 1$ が挙げられる．(u_0, v_0) がある可積分条件を満たしていれば，時間局所解が存在することを示した．また，この条件を満たしていない (u_0, v_0) で，時間局所解が存在しない初期関数が存在することも示した．

In this year I studied existence and nonexistence of a local in time solution for the weakly coupled reaction-diffusion system

$$\begin{cases} \partial_t u = \Delta u + g(v) & \text{in } \mathbb{R}^N \times (0,T), \\ \partial_t v = \Delta v + f(u) & \text{in } \mathbb{R}^N \times (0,T), \\ (u(x,0), v(x,0)) = (u_0(x), v_0(x)) & \text{in } \mathbb{R}^N, \end{cases}$$

where $f(u)$ and $g(v)$ grow rapidly, u_0 and v_0 are nonnegative initial functions. A typical example is $(f(u), g(v)) = (e^{u^p}, e^{v^q})$, $p \geq 1$ and $q \geq 1$. I proved that if (u_0, v_0) satisfies a certain integrability condition, then a local in time solution exists. Moreover, I proved that there exists (u_0, v_0) not satisfying this condition such that the solution does not exist.

B. 発表論文

1. M. Suzuki :" Initial-boundary value problem for semilinear parabolic equations with rapidly growing nonlinear terms in a bounded domain ", 東京大学修士論文 (2018).

C. 口頭発表

1. 増大度の大きな非線形項を持つ放物型発展方程式, 第 39 回発展方程式若手セミナー, グリーンホテル三ヶ根, 2017 年 9 月.
2. Weakly coupled reaction-diffusion systems with rapidly growing nonlinearities and singular initial data, 日本数学会 2019 年度年会, 東京工業大学, 2019 年 3 月 (発表予定).

須田 颯 (SUDA Hayate)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

統計力学に由来する確率論の問題について研究を行っている. 特に現在は, 熱輸送現象の微視的モ

デルである振動子鎖モデルに見られる異常輸送現象を数学の立場から解析している. 本年度は, 多項式減衰する長距離相関 $(|x|^{-\theta}, x \to \infty, \theta > 2)$ を持つような確率調和振動子鎖モデルにおけるエネルギー分布の時間発展法則を導出し, $2 < \theta \leq 3$ の時は $\frac{3}{7-\theta}$-分数階拡散方程式, $\theta > 3$ の時は $\frac{3}{4}$-分数階拡散方程式に従うことを示した.

I am working on problems of probability theory originated from statistical mechanics. Currently, I study anomalous heat transport in chains of oscillators from a mathematical point of view. In this year, I considerd one-dimensional infinite chains of harmonic chains with stochastic noises and long-range interactions which have polynomial decay rate $|x|^{-\theta}, x \to \infty, \theta > 2$. I proved that the time evolution of macroscopic energy distribution is governed by $\frac{3}{7-\theta}$-fractional diffusion equation when $2 < \theta \leq 3$ and $\frac{3}{4}$-fractional diffusion equation when $\theta > 3$.

B. 発表論文

1. H. Suda : "Superdiffusion of energy in a chain of harmonic oscillators with noise in a magnetic field ", 修士論文 (2018)
2. K. Saito, M. Sasada, H. Suda : "5/6-Superdiffusion of energy for coupled charged harmonic oscillators in a magnetic field ", Arxiv:1808.01040

C. 口頭発表

1. 磁場のある調和振動子鎖モデルにおける熱の異常拡散について, 無限粒子系と確率場の諸問題 XIII, 奈良女子大学, 2017 年 11 月.
2. 磁場のある調和振動子鎖モデルにおける熱の異常拡散について, 確率論シンポジウム, 東北大学, 2017 年 12 月.
3. 磁場中の確率調和振動子鎖モデルにおける熱の異常拡散について, 2018 年確率論早春セミナー, 神戸大学, 2018 年 3 月.
4. Superdiffusion of energy in a chain of harmonic oscillators with noise in a magnetic field, Boston university/Keio University workshop 2018, Boston university, 2018 年 6 月.
5. 強い長距離相関を持つ確率調和振動子鎖モデルにおける異常拡散について, 確率論ヤングサマーセミナー 2018, 愛知県伊良湖, 2018 年 8 月.
6. Superdiffusion of energy in harmonic chains with noises and long-range interactions, 確率論シンポジウム, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 12 月.
7. Superdiffusion of energy in harmonic chains with noises and long-range interactions, 無限粒子系と確率場の諸問題 XIV, 奈良女子大学, 2019 年 1 月.

竹内 大智 (TAKEUCHI Daichi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

本年度は l 進層の分岐に関連して、イプシロン因子の研究を行った。X を有限体上の滑らかな多様体とし、D を X の正規直交因子とする。F を D の X での補集合上の滑らかな l 進層とする。F を、D のある点を通り特異台と直交する曲線に制限して得られる局所イプシロン因子が、曲線の取り方によらないことを F が"homogeneous" であるという仮定のもと証明した。X がコンパクトで F がある仮定を満たす時に、F の大域イプシロン因子の積公式を定式化し、特別な場合には証明することが出来た。
また、修士論文の手法を使って、曲線上の代数的 D 加群の類体論も示せることを確認した。

This year, I studied on epsilon factors. Let X be a smooth variety and D be a simple normal crossings divisor on X. Suppose that we are given a smooth l-adic sheaf on the complement of D on X. Take a smoth subcurve of X which passes through a fixed point of D and intersects transversally with the singular support of F at that point. I proved that the local epsilon factor obtained by restricting F to the curve is independent of the choice of the curve with the assumption that F is "homogeneous". If X is compact and F satisfies some

conditions, I formulated the product formula of the global epsilon factor of F and proved it in special cases.
Using the method developped in my master thesis, I checked that the class field theory of algebraic D-modules on curves can be proven.

B. 発表論文

1. D. Takeuchi : "Blow-ups and the class field theory for curves"修士論文

C. 口頭発表

1. Blow-ups and the class field theory for curves, 代数学コロキウム、東京大学大学院数理科学研究科、2018 年 5 月
2. Blow-ups and the class field theory for curves, 代数的整数論とその周辺、京都大学大学院数理解析研究所、2018 年 11 月

千葉 航平 (CHIBA Kohei)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

非整数ブラウン運動で駆動される確率微分方程式のドリフトパラメータに対する最尤推定量の漸近的性質を調べた．このモデルの尤度比確率場の局所漸近正規性を証明した．この結果に基づいて、最尤推定量の一致性を示した．

I investigated asymptotic properties of the maximum likelihood estimator for the drift parameter of stochastic differential equations driven by fractional Brownian motion. I proved local asymptotic normality of the likelihood ratio field of this model. Based on this result, I showed consistency of the maximum likelihood estimator.

B. 発表論文

1. K. Chiba : "Estimation of the lead-lag parameter between two stochastic processes driven by fractional Brownian motions", To appear in *Statistical Inference for Stochastic Processes*.
2. K. Chiba : "LAN property for stochastic differential equations driven by fractional Brownian motion of Hurst parameter $H \in (1/4, 1/2)$", arXiv preprint arXiv:1804.04108 (2018).

C. 口頭発表

1. LAN property for stochastic differential equations driven by fractional Brownian motion of Hurst parameter $H \in (1/4, 1/2)$, 統計数学セミナー, 数理科学研究科棟 (駒場) 052 号室, 2018/05/08.
2. LAN property for stochastic differential equations driven by fractional Brownian motion of Hurst parameter $H \in (1/4, 1/2)$, Third Conference on Ambit Fields and Related Topics, Department of Mathematics, Ny Munkegade 118, 8000 Aarhus C, Denmark Building no. 1532, room no. 122 (Aud. G2), 2018/08/07. (ポスター発表)
3. Consistency of the MLE for the drift parameter of an SDE driven by fBM with Hurst parameter $H \in (1/4, 1/2)$, ASC2019: Asymptotic Statistics and Computations, 数理科学研究科棟 (駒場) 056 号室, 2019/01/31.

中塚 成徳 (NAKATSUKA Shigenori)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

古典 W 代数と呼ばれるポアソン頂点代数に付随する無限次元可積分系の存在問題を幾何学的な立場から研究した．より正確には，90 年代に Feigin-Frenkel によって構築された主古典 W 代数の場合の理論の一般化にあたり，一般の古典 W 代数に対してある無限次元代数群の両側商の関数環としての表示を与え，この空間に作用する自然な無限次元可換代数群の作用から無限次元可積分系の構成法を研究した．この無限次元代数群が有限次元単純 Lie 群のループ群の部分群であることを用いて穴あきリーマン球面上のベクトル束とその上のアーベル化構造のモジュライ空間への埋め込みという観点からこの理論を見直した．具体的には次の一連のことを得た．

1. W 代数の遮蔽作用素による表示の理論を有限次元リー代数の BGG 分解の枠組みから導出できることを示し，さらに遮蔽作用素は量子群の作用を定めていることを示した．この古典化をリーマン面上の主 G 束のモジュライ空間の構成からみなをせることが分かった．
2. A 型の特別な場合の古典 W 代数について，付随する無限次元可積分系が multi-component Drinfeld-Sokolov 階層として得られることを示した．
3. 点付きリーマン面と各点に単純 Lie 代数の冪零元を乗せたデータからポアソン頂点代数を構成することができ，その C_2 代数は同じデータから構成される放物型 Hitchin 系の関数環になるだろうという予想を定式化した．

I studied, from a geometrical viewpoint, the existence problem of integrable Hamiltonian hierarchies associated with classical W-algebras. More precisely, I generalized the theory obtained by Feigin and Frenkel in 90's which corresponds to the principal cases. For a class of classical W-algebras, I gave them realizations as the algebras of the regular function on double coset spaces of proalgebraic groups and, as an application, obtained integrable Hamiltonian hierarchies which comes from abelian ind-groups naturally acting on these spaces. Furthermore, motivated by the fact that the proalgebraic groups are subgroups of loop groups, I studied this realization from theories of moduli stacks of pairs of principal G-bundles over punctured Riemann surfaces and abelianization structures on them in the sense of Donagi-Markman. As a result, I obtained
1. I derived the screening operators of W algebras from the theory of (generalized) BGG resolutions of finite simple Lie algebras. Furthermore, I obtained that the symmetry of screening operators is a quantum group. The meaning of the semiclassical limit of screening operators is obtained from the construction of principal G-bundles over a Riemannian surface.
2. for classical W-algebras of type A with rectangular nilpotent orbits, the corresponding integrable Hamiltonian hierarchies are shown to be the multi-component Drinfeld-Sokolov hierarchies.
3. I formulated a conjecture that there exists a (Poisson) vertex algebra associated with a punctured Riemannian surface and a set of nilpotent orbits at punctures and that their associated varieties are parabolic Hitchin system associated with the same data.

C. 口頭発表

1. Geometric construction of integrable Hamiltonian hierarchies associated with the classical affine W-algebras, 数理解析研究所表現論セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2018 年 3 月.
2. Geometric construction of integrable Hamiltonian hierarchies associated with the classical affine W-algebras, Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2018, 上智大学セミナーハウス (軽井沢), 2018 年 5 月.
3. Geometric construction of integrable Hamiltonian hierarchies associated with the classical affine W-algebras, RIMS Gasshuku-style Seminar ”Vertex Operator Algebras and Conformal Field Theory”, 関西セミナーハウス, 2018 年 7 月

中西 徹 (NAKANISHI Toru)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は，有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値計算手法について研究してきました．具体的には次の方程式を考えました．

$$u_t = \Delta u + u|u|^{\alpha} \quad in \quad \Omega \times (0,T)$$
$$u(0,t) = u_0(x) \quad in \quad \Omega, \quad u = 0 \quad on \quad \partial\Omega$$

ここで，$\Omega \subset \mathbb{R}^n (n \geq 3)$ としています．この方程式は，非線形性を表す α と空間次元 n, 初期値 u_0 に依存して，解 u が有限時刻で爆発したり，時間大域的に存在し無限大に発散したり，時間大域的に 0 に減衰するという数学的に興味深い結果が知られています．しかし，具体的な臨界

条件は特別な場合しかわかっていないという問題があります．そこで，数値計算手法を考えるようになりました．一般に高次元の方程式に対して直接的な数値計算および可視化が困難であるために球対称性を課した問題を考えました．

$$\begin{aligned} u_t = u_{xx} + \frac{n-1}{x}u_x + u|u|^\alpha \\ in \quad (0,L)\times(0,T) \\ u(0,x) = \phi(x) \quad in \quad (0,L) \\ u'(t,0) = u(t,L) = 0 \quad in \quad (0,T) \end{aligned}$$

すると，求める関数 u は 2 変数の関数に帰着することができます．先行研究では，差分法によって離散化したスキームは提案されていますが, 有限要素法による研究は球対称解について扱ったものはほとんどありませんでした．ここで，差分法ではなく有限要素法を利用するメリットとしては，差分法ではメッシュを等分割する必要がありますが，有限要素法ではメッシュを非一様に分割しても適用できるということがあります．そこで，私は提案した有限要素スキームに対して，正値性や比較原理，爆発解析，L^∞ や重み付き L^2 誤差評価についての数学的証明を与えました．

I studied numerical methods for computing the radially symmetric solution for high-dimensional semilinear heat equation by the finite element method. My target problem is the following semilinear heat equation.

$$\begin{aligned} u_t = \Delta u + u|u|^\alpha \quad in \quad \Omega\times(0,T) \\ u(0,t) = u_0(x) \quad in \quad \Omega, \quad u = 0 \quad on \quad \partial\Omega \end{aligned}$$

where $\Omega \subset \mathbb{R}^n (n \geq 3)$. It is known that the solution of this equation blows up in finite time, globally tends to infinity or globally vanishes ; it depends on the relationship between α, n and u_0. However we do not know the concrete values of those critical condition for general case. Therefore I considered the numerical methods. In general, it is difficult to calculate and visualize the solution of high-dimensional problem. Instead, assuming the spherically symmetry on the solution, I consider

$$\begin{aligned} u_t = u_{xx} + \frac{n-1}{x}u_x + u|u|^\alpha \\ in \quad (0,L)\times(0,T) \\ u(0,x) = \phi(x) \quad in \quad (0,L) \\ u'(t,0) = u(t,L) = 0 \quad in \quad (0,T) \end{aligned}$$

That is, the original problem is reduced to the 2-dimensional problem. In previous study, the finite difference method was studied. However the finite element method was not studied. The advantage of FEM is that we can use non-uniform mesh for space. I proposed FEM schemes and checked positivity, comparison principle, blow-up properties, L^∞ error and weighted L^2 error estimates.

B. 発表論文

1. T. Nakanishi and N. Saito : “Finite element method for radially symmetric solution of a multidimensional semilinear heat equation”, arXiv: 1902.07919 (2019).
2. 中西　徹 : ” 有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値計算”, 修士論文 (2018)

C. 口頭発表

1. “球対称解計算のプログラミング”
   研究集会　非線形現象と高精度高品質数値解析, 富山大学
   2017 年 2 月
2. “有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値計算”
   応用数学合同研究集会, 龍谷大学
   2017 年 12 月
3. “球対称問題の有限要素法の数値計算”
   研究集会　不連続 Galerkin 有限要素法の数学理論とその周辺 , 長崎コンフォートホテル
   2018 年 2 月
4. “有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値解析”
   日本応用数理学会 年会, 名古屋大学
   2018 年 9 月

5. “有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値解析”
日本数学会 (応用数学分科会), 岡山大学
2018 年 9 月

6. “有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値解析”
数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2018, 明治大学
2018 年 11 月

7. “有限要素法による高次元半線形熱方程式の球対称解の数値解析”
応用数学合同研究集会, 龍谷大学
2018 年 12 月

8. “数値積分の MATLAB プログラミング”
研究集会　不連続 Galerkin 有限要素法の数学理論とその周辺 : これからの展開, アクロス福岡
2019 年 2 月

前多 啓一 (MAETA Keiichi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

分解不可能な可約擬 Riemann 対称空間のコンパクト Clifford–Klein 形の存在問題について研究した．特に，移換群 G に対し，コンパクト Clifford–Klein 形をもつ，4 次元以下の単連結な可解擬 Riemann 対称空間 G/H を分類した．まず，対称行列 $D, D' \in GL(n, \mathbb{R})$ に対し，擬 Riemann 対称空間のクラス $G_{D,D'}/H$ を定義した．さらに，これらの空間がコンパクト Clifford–Klein 形を持つ必要十分条件を与え，4 次元以下の各空間について検証した．
必要十分条件を与える際，可解 Lie 群 $G_{D,D'}$ の部分群の条件 ((L)-condition) を定義した．$G_{D,D'}$ の離散部分群 Γ に対しては，その連結殻 L が存在するとは限らないが，$G_{D,D'}/H$ に余コンパクトに作用する離散部分群 Γ には，(L)-condition を満たす，連結とは限らない部分群 L' で，Γ を余コンパクトに含むものが存在する．Γ の作用の固有性は，L' の Lie 代数を用いて簡単な議論に帰着できる．

I study the existence problem of compact Clifford–Klein forms for pseudo-Riemannian symmetric spaces. Especially, I classified simply-connected pseudo–Riemannian solvable symmetric spaces G/H of dimension less than 4 which admit compact Clifford–Klein forms, where G is the transvection group of G/H. First, I defined a class of symmetric spaces $G_{D,D'}/H$ for symmetric matrices $D, D' \in GL(n, \mathbb{R})$. Then, I obtained a necessary and sufficient condition for the existence of compact Clifford–Klein forms and varified it for each space of dimension less than 4.
In the proof, I introduced a condition ((L)-condition) for subgroup of the solvable Lie group $G_{D,D'}$. Although a discrete subgroup Γ of $G_{D,D'}$ not necessarily have its syndetic hull L, for a discrete subgroup Γ which acts on $G_{D,D'}/H$ cocompactly, there exists not connected subgroup L' which satisfies (L)-condition and includes Γ cocompactly. Using the Lie algebra of this subgroup L', I could easily checked the properness of the Γ-action.

B. 発表論文

1. 前多啓一 : “分解不可能な可約擬 Riemann 対称空間のコンパクト Clifford–Klein 形の存在問題について”, 東京大学修士論文 (2018)

C. 口頭発表

1. Existence of compact Clifford-Klein forms for indecomposable pseudo Riemannian symmetric spaces, Berkeley-Tokyo Summer School, Berkeley, 2017 年 8 月

2. コンパクト Clifford–Klein 形を持つ分解不可能な符号 (2, 2) の擬 Riemann 対称空間の分類, 日本数学会秋季総合分科会，岡山大学，2018 年 9 月

G. 受賞

2017 年度 数理科学研究科長賞

向井 晨人 (MUKAI Asato)

A. 研究概要

動的境界条件と呼ばれる時間発展境界条件 $\epsilon\partial_t u_\epsilon + \partial_\nu u_\epsilon = 0,\ \epsilon > 0$ を持つ熱方程式を半

空間上扱う. 可解性及びパラメーター ϵ を $\epsilon \to 0$ としたときに解が適当な意味でノイマン境界条件を持つ熱方程式の解に近づくか考察する. 本研究ではノイマン境界条件下での熱核及び斉次動的境界条件付きラプラス方程式の基本解であるポアソン核を用いて積分方程式の形で解を定義する. ディリクレ境界条件下での熱核を用いた場合の結果は既に知られており, 本研究の問題設定も粘性解の観点からはアプローチされている. 従って, 積分方程式解の各項に対して評価を与え, 適切な空間上縮小写像の定理を適用するといった解析的な視点で問題を捉える.
また, 球対称逆二乗冪ポテンシャル V を持つ熱方程式の解の漸近解析を行う. 解の時間大域的な挙動はシュレディンガー作用素 $-\Delta + V$ の臨界性と呼ばれる性質で類別されることが知られており, 正臨界の場合には第一漸近型, 劣臨界及び零臨界の一部の場合については高次の項も含めて時間大域挙動が得られている. 本研究では現状殆ど結果が得られていない零臨界と正臨界の丁度境の場合に対して, 解の高次漸近解析及び Hot spots の時間大域挙動を導出することを目標とする. 証明に於ける重要な点は解自体の挙動を考察するのでは無く, 解を主要項の空間挙動で割ったものを扱うことで原点に於ける特異性を打ち消すことである.

We consider the heat equation with a dynamical boundary condition in $\mathbf{R}^N_+$. Dynamical boundary condition is a time development boundary condition, that is, $\epsilon\partial_t u_\epsilon + \partial_\nu u_\epsilon = 0$, $\epsilon > 0$. Aim of this study is to show that, as $\epsilon \to 0$, it holds that $u_\epsilon \to u$ (in a suitable sense), where u is the solution of the heat equation with a Neumann boundary condition. We formulate the definition of a solution by the use of the Neumann heat kernel on $\mathbf{R}^N_+$ and the fundamental solution of the Laplace equation in $\mathbf{R}^N_+$ with the homogeneous dynamical boundary condition.
We study the precise description of the large time behavior of the solution of the heat equation with radially symmetric inverse square potential V. The large time behavior is classified by the criticality of the Schrödinger operator $-\Delta + V$. Aim of this study is to show the large time behavior of the solution and Hot spots in case of the boundary of null-critical and positive-critical.

B. 発表論文

1. K. Ishige and A. Mukai : "Large time behavior of solutions of the heat equation with inverse square potential", Discrete Contin. Dyn. Syst. **38** (2018), no.8, 4041–4069.

2. K. Ishige, Y. Kabeya and A. Mukai : "Hot spots of solutions to the heat equation with inverse square potential", Appl. Anal. (2018) DOI : 10.1080/00036811.2018.1466284

C. 口頭発表

1. Large time behavior of solutions of the heat equation with inverse square potential, 理学 · 生命科学研究科合同シンポジウム 2018, 東北大学, 2018 年 2 月.

2. Large time behavior of solutions of the heat equation with inverse square potential, MZ セミナー, 宮崎大学, 2018 年 4 月.

3. The heat equation with a dynamical boundary condition, 草津セミナー 応用解析 夏の学校, 草津セミナーハウス, 2018 年 8 月.

4. Large time behavior of solutions of the heat equation with inverse square potential, Workshop on Nonlinear Partial Differential Equations – Japan-China Joint Project for Young Mathematicians 2018 –, 龍谷大学, 2018 年 10 月.

5. Large time behavior of solutions of the heat equation with inverse square potential, 広島数理解析セミナー, 広島大学, 2019 年 2 月.

森 迪也 (MORI Michiya)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

昨年度に引き続き，作用素環の設定における保存問題の研究を行った．まず，二つの von Neumann

環が与えられたとき，その射影束のあいだの全射等距離写像が Jordan $*$-同型を用いて表されることを示した．これは量子力学の数学的定式化に関する Wigner の定理の一般化にあたる結果である．つぎに，von Neumann 環の作用素区間二つのあいだの順序同型が，Jordan $*$-同型および局所可測作用素を用いて表されることを示した．また，小澤登高氏（RIMS）との共同研究においては，単位的 C* 環の設定における Tingley 問題を肯定的に解決した．すなわち，単位的 C* 環の単位球面から Banach 空間の単位球面への全射等距離写像が，実線型写像に拡張することを示した．

I studied preserver problems in the setting of operator algebras. I proved that surjective isometries between projection lattices of two von Neumann algebras are characterized by means of Jordan *-isomorphisms. This gives a generalization of Wigner's unitary-antiunitary theorem. I also proved that order isomorphisms between operator intervals in von Neumann algebras are characterized by means of Jordan *-isomorphisms and locally measurable operators. In a joint work with Narutaka Ozawa (RIMS), we gave an affirmative answer to Tingley's problem in the setting of unital C*-algebras. Namely, we proved that every surjective isometry from the unit sphere of a unital C*-algebra onto the unit sphere of a Banach space extends to a real linear mapping.

B. 発表論文

1. M. Mori : "Tingley's problem through the facial structure of operator algebras", J. Math. Anal. Appl. **466** (2018), no. 2, 1281–1298. 東京大学修士論文.
2. M. Mori and N. Ozawa: "Mankiewicz's theorem and the Mazur–Ulam property for C*-algebras", to appear in Studia Math.
3. M. Mori : "Isometries between projection lattices of von Neumann algebras", to appear in J. Funct. Anal.
4. M. Mori : "Order isomorphisms of operator intervals in von Neumann algebras", preprint, arXiv:1811.01647.

C. 口頭発表

1. Tingley's problem for operator algebras, 京都作用素環セミナー，京都大学，2018 年 2 月.
2. Tingley's problem and the Mazur–Ulam property for operator algebras, 量子解析セミナー，名古屋大学，2018 年 5 月.
3. Isometries between projection lattices of von Neumann algebras, Preservers: Modern Aspects and New Directions, Queen's University Belfast, UK, June 2018.
4. Isometries between projection lattices of von Neumann algebras, 第 53 回関数解析研究会，関西セミナーハウス修学院，2018 年 8 月.
5. Preserver problems and isometries of operator algebras, RIMS 共同研究（公開型）「作用素環論の最近の進展」，RIMS, 2018 年 9 月.
6. Isometries between projection lattices of von Neumann algebras, 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会，岡山大学，2018 年 9 月.
7. Isometries between projection lattices of von Neumann algebras, 作用素環論，エルゴード理論セミナー，九州大学，2018 年 11 月.
8. Order isomorphisms of operator intervals in von Neumann algebras, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics 2019, 東北大学，2019 年 1 月.
9. Preserver problems and isometries of operator algebras, RIMS 共同研究（公開型）「保存問題としての等距離写像の研究とその周辺」，RIMS, 2019 年 1 月.
10. Isometries between substructures of operator algebras, Linear Analysis Seminar, Texas A&M University, USA, February 2019.

山下 文稔 (YAMASHITA Fumitoshi)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

私はモジュラー線形微分方程式（modular linear differential equation, MLDE）と呼ばれる上半平面上の線形常微分方程式の研究をしている。MLDE とは、ラマヌジャン・セール微分作用素を微分とし、モジュラー形式を係数とする微分方程式である。一定の条件を満たす頂点作用素代数の指標が MLDE の基本解をなすこと、モニックな MLDE の基本解がベクトル値モジュラー形式（vector-valued modular form, VVMF）をなすこと、また、超特異楕円曲線が MLDE と関係を持つことから、MLDE は近年活発に研究されている。

論文 [1] において、私はモジュラー線形微分作用素（modular linear differential operator, MLDO）と呼ばれる次数付き微分作用素を導入し、MLDE をある次数付き環における代数的微分方程式として定式化した。そして次数付き環の一般論を応用することによって、MLDE に関する新しい結果をいくつか示した。

上記したように MLDE は VVMF との関係が深いため、今後は私が導入した MLDO と VVMF との関係について研究を進める予定である。

I am studying linear ordinary differential equations on the upper half plane called modular linear differential equations (MLDEs). They consist of Ramanujan-Serre differential operators as diervatives and modular forms as coefficients. Recently they are intensively studied since the characters of some vertex operator algebras form the fundamental solutions to an MLDE, the fundamental solutions to a monic MLDE form a vector-valued modular form, and supersingular elliptic curves have some relationship with MLDEs.

In the paper [1], I introduced a graded differential operator called a modular linear differential operator (MLDO), and showed that MLDEs can be regarded as algebraic differential equations on a graded ring. By using the general theory of graded rings, I showed several new results about MLDEs.

Since MLDEs are deeply related to VVMFs, I am planning to study the relationship between MLDOs and VVMFs.

B. 発表論文

1. F. Yamashita : “On modular linear differential operators and their applications”. arXiv:1807.07204.

C. 口頭発表

1. On modular linear differential operators and their applications to quasimodular forms, 第３５回 代数的組合せ論シンポジウム, 広島工業大学 広島校舎, 2018 年 6 月.

修士課程学生 (Master's Course Student)

飯田 暢生 (IIDA Nobuo)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は Seiberg–Witten 方程式とよばれる非線形編微分方程式を用いた 3, 4 次元多様体の研究を行っている. 今年行った主な研究は, Kronheimer–Mrowka によって構成された, 境界にコンタクト構造を持つ 4 次元多様体に対して定義される Seiberg–Witten 不変量の変種の, Bauer–Furuta による有限次元近似の手法を用いた精密化の構成である.

以下, 関連する先行研究について説明する. Seiberg–Witten 不変量は, 向きづけられた, 閉 4 次元多様体であって, b^+ が 1 以上のものに対して, (ホモロジー的向きというデータを固定したとき) 各 $Spin^c$ 構造の同型類に対して定義される整数値の不変量である. その構成手法は, 大雑把に述べると, Seiberg–Witten 方程式の解のある同値類 (ゲージ同値類) の個数を不変量とするというものである. この不変量の精密化として, Seiberg–Witten 方程式の有限次元近似という手法を用いて, Bauer–Furuta 不変量と呼ばれる不変量が構成されている. これは, サスペンション, ホモトピーを法として定義される S^1 同変写像である. 一方, Kronheimer–Mrowka は, 境界にコンタクト構造を持つ 4 次元多様体に対し, 概 Kähler 構造を持つコーン状に広がる端を貼り合わせた非コンパクトな多様体上で, (適切な $Spin^c$ 構造について)Seiberg–Witten 方程式を漸近条件付きで考え, Seiberg–Witten 不変量同様, 解のある同値類の数を数えることにより, 符号を除いて定まる整数値の不変量を構成した. 私は, 境界にコンタクト構造を持つ 4 次元多様体 X が $H^1(X, \partial X; \mathbb{R}) = 0$ を満たす場合に, Kronheimer–Mrowka の設定であるコーン状に広がる端を持つ非コンパクトな多様体の上で有限次元近似を行うことで, 上述した Kronheimer–Mrowka による不変量の精密化の候補である不変量を構成した. これは, 球面の安定ホモトピー群の元として, 符号を除いて定義されるものである.

現在, この不変量について, 制約 $H^1(X, \partial X; \mathbb{R}) = 0$ を取り除く方法や, Kronheimer–Mrowka の不変量の再現の方法, 計算例, , 多様体の切り貼りに対する振る舞い, 3 次元コンタクト幾何への応用などを模索している.

I study 3 and 4-dimensional manifolds by using a nonlinear partial differential equation called the Seiberg–Witten equation. The main study in this year is constructing a refinement of a variant of the Seiberg–Witten invariant for 4-manifolds with contact boundary define by Kronheimer–Mrowka by using Bauer–Furuta's method of finite dimensional approximation of the Seiberg–Witten equation.

In the following, I explain previous works. The Seiberg–Witten invariant is an $\mathbb{Z}$-valued invariant defined for each isomorphism class of $Spin^c$ structures on a closed, smooth, oriented 4-manifold whose b^+ is no less than 1 (provided that its "homology orientation" is fixed). It is, roughly speaking, defined by counting certain equivalence classes (gauge equivalence classes) of solutions of the Seiberg–Witten equation. As a refinement of this invariant, an invariant called Bauer–Furuta invariant is constructed by a method called a finite dimensional approximation of the Seiberg–Witten equation. This is an S^1 equivariant map defined modulo suspensions and homotopies. Kronheimer–Mrowka constructed a $\mathbb{Z}$-valued (up to sign) invariant for a 4-dimensional manifold, by attaching an end expanding like a cone which has an almost Kähler structure to it, considering the Seiberg–Witten equation (with respect to appropriate $Spin^c$ structures) with a certain assymptotic condition on this non-compact manifold , and counting certain equivalence classes of solutions just like the Seiberg–Witten invariant.

I constructed a candidate for a refinement of Kronheimer–Mrowka's invariant for a 4-manifold with contact boundary in the case of $H^1(X, \partial X; \mathbb{R}) = 0$ by the finite dimensional approximation on the non-compact manifold with a cone-like end as Kronheimer–Mrowka considered. This is defined as an element of the stable homotopy group of spheres up to sign.

Lately, concerning this invariant, I have

searched for a way to eliminate the restriction $H^1(X, \partial X; \mathbb{R}) = 0$, recovering Kronheimer–Mrowka's invariant, examples of calculations, the behavior under cut-and-paste of manifolds, applications to the 3-dimensional contact geometry.

B. 発表論文

1. 飯田暢生:境界にコンタクト構造を持つ4次元多様体上の Seiberg–Witten 理論——Kronheimer–Mrowka の不変量の精密化, 東京大学修士論文

井上 裕貴 (INOUE Yuki)

A. 研究概要

Lie 環 $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C})$ と 1 の偶数乗根から定まるある小量子群上の有限次元の直既約な加群の分類は知れらていたが，私はそのテンソル積の直既約分解を決定した.

I have determined the indecomposable decompositions of the tensor products of finite-dimensional indecomposable modules over a certain small quantum group associated with the Lie algebra $\mathfrak{sl}_2(\mathbb{C})$ and each even root of unity, whose finite-dimensional indecomposable modules have all been known.

B. 発表論文

1. 井上 裕貴 : "$\overline{U}_q(\mathfrak{sl}_2)$ の二次拡大環上の加群のテンソル積の直既約分解", 東京大学修士論文 (2019).

大野 乾太郎 (OHNO Kentaro)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

複素偏極多様体の K-安定性に関する不変量の最小化問題について研究した。

非特異固有曲線上の点 $0 \in C$ を固定し、$C \setminus \{0\}$ 上の偏極多様体の族 $(\mathcal{X}^\circ, \mathcal{L}^\circ) \to C \setminus \{0\}$ のコンパクト化 $(\mathcal{X}, \mathcal{L}) \to C$ が与えられたとする。このような可能な全てのコンパクト化の中で Chow-Mumford (CM) 線束の次数 (CM 次数) を最小化するような族 $(\mathcal{X}, \mathcal{L})$ があれば、その中心ファイバー $(\mathcal{X}_0, \mathcal{L}_0)$ は滑らかならスロープ半安定であることを証明した。さらに $(\mathcal{X}, \mathcal{L})$ がファノ多様体の族であれば、上記のような CM 次数の最小化はファイバーの K-安定性と同値であることが期待されている。この問題は K-安定なファノ多様代のモジュライ空間の分離性と関連しているが未解決である。

また、klt 特異点に中心を持つ付値の空間上の関数として定義される正規化体積の最小値についても研究を行った。正規化体積の最小化は、その特異点の上空因子として現れる (ログ) ファノ多様体の K-安定性と同値であることが知られている。私は、正規化体積の ACC 問題へのアプローチとしていくつかの 3 次元端末特異点に対して具体的に最小値を計算した。

I studied on minimizing problems related to K-stability of complex polarized varieties.

We fix a point of a smooth proper curve $0 \in C$ and assume that we have a polarized family $(\mathcal{X}, \mathcal{L}) \to C$ which is a compactification of a family $(\mathcal{X}^\circ, \mathcal{L}^\circ) \to C \setminus \{0\}$ over a punctured curve. I proved that if $(\mathcal{X}, \mathcal{L})$ minimizes the degree of the Chow-Mumford (CM) line bundle among all such possible compactifications, the central fiber $(\mathcal{X}_0, \mathcal{L}_0)$ is slope semi-stable, assuming the smoothness of the fiber. When $(\mathcal{X}, \mathcal{L})$ is a family of Fano varieties, then the above minimization of CM degree is expected to be equivalent to the K-stability of the central fiber. This problem is related to the separatedness of the moduli space of K-stable Fano varieties, but still open.

I also investigated on the minimum of the normalized volume defined on the space of valuations centered on a klt singularity. The minimization of the normalized volume is known to be equivalent to the K-stability of a (log) Fano variety which appears as an exceptional divisor over the singularity. In order to approach the ACC problem of the normalized volume, I calculated the minimum of the normalized volume of several 3-dimensional terminal singularities.

B. 発表論文

1. K. Ohno, Minimizing CM degree and slope stability of projective varieties, arXiv:1811.12229.

2. 大野乾太郎, Minimizing problems for stability and threefold singularities, 東京大学修士論文 (2019).

C. 口頭発表

1. Minimizing CM degree and slope stability of projective varieties, Cambridge–Tokyo Algebraic Geometry workshop II, ケンブリッジ大学, イギリス, 2018 年 12 月.

2. 同タイトル, London-Tokyo Workshop In Birational Geometry II, インペリアル・カレッジ・ロンドン, イギリス, 2018 年 12 月.

岡田 隆之 (OKADA Takayuki)

A. 研究概要

年齢構造のある SIRS 型感染症の数理モデルについて研究を行った．年齢構造のモデルは数理人口学で扱われており，偏微分方程式を扱う．修士論文では数理人口学の中の感染症数理で，なかでも考察が難しく研究例の少ない SIRS 型についての解析を行った．S は未感染者 (Susceptible) を，I は対象とする病気の感染者 (Infected) を，R は免疫獲得者 (Recovered) を意味している．年齢構造のある感染症の数理モデルの研究は 1927 年来より長らく取り組まれているが，3 つ以上の人口分類で周期性のあるモデルについては解析が難しくあまり取り組まれていないため，私の修士論文を含めて 5 例程しか研究成果は上がっていない．SIRS 型とは従来の S から I，I から R といった，トップダウン的な推移に加えて R から S への再帰的な推移をも考察したものである．論文中には特定の場合における感染症の非自明な定常解の存在条件，そして非自明な定常解の具体的な表記を作用素を用いて明記しており，推移係数の一部が定数の場合には非自明解の感染者割合に年齢変数に対する振動がみられる場合があることを明示した．振動がみられることを動機として，有効なワクチン導入について結果が得られるのではないかと期待したもとでの偏分法による制限付き閾値減少の最適化問題の取り組みで，感染症数理問題におけるオイラー・ラグランジュ方程式の導出も完了した．

I studied an age-structured SIRS epidemic model. Partial differencial equation is used in this age-structured model's field. S, I ,R represents Susceptible, Infected, Recovered respectively. Age-structured model has been studied since 1927 for a long time, however, there are a little pieces of papar about 5 against SIRS (or SEIRS) model such that has more than 3 subpopulation and cyclic transition because of it's dificulty. SIRS model has the cyclic transition from R to S, in addition to the conventional model i.e. SI or SIR model. In my paper, I found the conditions for the existance of the non-tribal steady state and if the steady state exists , the infected people ' s ratio of the steady state would have fluctuations in some particuler cases. Motivated by the fluctuations, I introduced the variational problem to my SIRS model as a vaccine strategy and obtained a equivalent equation to Euler-Lagrange equation for my model.

B. 発表論文

1. T. Okada : "齢構造のある SIRS 型感染症の数理モデル", 東京大学修士論文 **2** (2019) .

岡本 潤 (OKAMOTO Jun)

A. 研究概要

本年度は、O'Hara エネルギーのランダムな離散近似について研究した。O'Hara エネルギーとは、結び目に対して定義される汎関数で、各結び目のクラス (アンビエント・イソトピーについての同値類) に対する標準的な形状を変分的手法により定義する目的で提唱された。特定の指数の場合、メビウス変換による不変性が示されたことからメビウスエネルギーと呼ばれる。最小元の形状解析のために、これまでに様々なメビウスエネルギーに対する離散化が定義されているが、従来の離散化では元のエネルギーへの Γ 収束性までのみしか示されていなかった。本研究では O'Hara エネルギーの確率変数を用いたランダムな離散近似を導入することにより、最適輸送理論に基づいた空間における離散エネルギーの局所一様収束性、さらにはコンパクト性を示すことに成功した。

We studied random discrete approximation of O'Hara energy in this year. O'Hara energy is

the energy defined for a knot, and O'Hara energy was introduced for defining the standard shape for each knot class (equivalence class by ambient isotopy) by variational method. In the case of a specific index, due to energy invariance under Möbius transformation, this energy is called Möbius energy. Although discretization for various Möbius energies has been defined to analyse the shape of the minimizer so far, only Γ-convergence to the original energy has been shown for a conventional discretization. In this study, we successfully to show locally uniform convergence and compactness of discrete energy in a space based on optimal transport theory, by introducing random discrete approximation of O'Hara energy using random variable.

B. 発表論文

1. J. Okamoto : "On random discretization of energies and its continuum limit", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2000)

C. 口頭発表

1. 一様分布に従う独立確率変数列を用いた超立方体の断面積の算出と評価, 岡山確率論セミナー, 岡山大学, 2017 年 2 月.
2. ランダムなデータサンプル上の Total Variation によるグラフカット, データ分離問題の基礎と新展開, 東京大学, 2018 年 12 月.
3. Random discretization of O'Hara knot energy, 第 20 回北東数学解析研究会 (ポスター発表), 東北大学, 2019 年 2 月.
4. O'Hara エネルギーのランダムな離散化と連続極限, 岡山確率論セミナー, 岡山大学, 2019 年 2 月.
5. Random discretization of O'Hara knot energy, FMSP 院生集中講義, 東京大学, 2019 年 3 月.
6. Random discretization of O'Hara knot energy, 日本数学会 2019 年度年会, 東京工業大学, 2019 年 3 月.

沖 泰裕 (OKI Yasuhiro)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

今年度は, 2 次四元数ユニタリ群に対する志村多様体の整モデル, 特にその超特異部分について研究した.

志村多様体とは, $\mathbb{Q}$ 上の連結簡約代数群 G (および付加データ) に対して定まる代数体上の代数多様体である. G が PEL 型のとき, 素数 p に対し $\mathbb{Z}_{(p)}$ 上の有限拡大環上の整モデルが Abel 多様体と付加構造のモジュライ空間として定義できる. その幾何的特殊ファイバーの被約閉部分スキームで, 対応する Abel 多様体が超特異である点からなるものを超特異部分という.

いま, D を p で分岐する不定符号四元数環とし, $G := \mathrm{GU}_n(D)$ とおく. $n = 1$ のとき, 志村多様体の超特異部分の構造はよく知られている. 一方, $n \geq 2$ でそのような例は知られていなかった. そこで, 今年度は $n = 2$, $p \neq 2$ のときに p でのレベル構造がスペシャルな志村多様体の超特異部分の構造を明示的に記述した. 具体的には, 超特異部分は純 2 次元であること, 既約成分は Fermat 曲面 $x_0^{p+1} + x_1^{p+1} + x_2^{p+1} + x_3^{p+1} = 0$ と双有理であることを証明した.

さらに, 上の研究の副産物として, $\mathbb{Q}_p$ 上の 2 次四元数ユニタリ群に対する special レベル構造の Rapoport-Zink 空間の底空間の構造の明示的な記述, およびその arithmetic intersection への応用についても結果を得た.

In this year, I studied integral models of Shimura varieties for quaternion unitary groups of degree 2, especially their supersingular loci.

A Shimura variety is an algebraic variety over a number field associated to a connected reductive group G over $\mathbb{Q}$ (and additional datum). If G is of PEL type, we can define an integral model over a finite extension of $\mathbb{Z}_{(p)}$ as a moduli space of abelian varieties and additional structures. We refer as the supersingular locus to the reduced closed subscheme of the geometric special fiber of the integral model consisting of all points so that the corresponding abelian variety is supersingular.

Now, let D be an indefinite quaternion algebra which is ramified at p, and put $G := \mathrm{GU}_n(D)$. If $n = 1$, then it is well-known for the struc-

ture of the supersingular locus of the Shimura variety. On the other hand, it was not known such an example for $n \geq 2$. Then, in this year, I found an explicit description of the structures of the supersingular locus of the Shimura variety with special level structure at p when $n = 2$ and $p \neq 2$. More precisely, I proved that the supersingular locus has purely 2-dimensional, and each irreducible component is birational to the Fermat surface $x_0^{p+1} + x_1^{p+1} + x_2^{p+1} + x_3^{p+1} = 0$. Furthermore, as bi-products of the research above, I obtained an explicit description of the structure of the underlying space of the Rapoport-Zink space for the quaternion unitary group of degree 2 over $\mathbb{Q}_p$ with special level structure, and its application to the arithmetic intersection.

B. 発表論文

Y. Oki:"The supersingular locus of the Shimura variety for the quaternion unitary group of degree 2", 東京大学修士論文 (2019).

加来 宗一郎 (KAKU Sochiro)

A. 研究概要

曲面結び目のカンドルコサイクル不変量の研究を行った。本研究ではカンドルコサイクル不変量を境界付きの曲面結び目まで拡張し、2 圏の間の擬圏手を用いて記述した。また、拡張した不変量の計算プログラムを開発した。

We studied quandle cocycle invariants of surface knots. In this study, we extended them as invariants of surface knots with boundaries by using pseudofunctors. We developed a program to calculate these extended invariants.

B. 発表論文

1. S. Kaku : "Extensions of quandle cocycle invariants as pseudofunctors", 東京大学修士論文,(2018).

笠浦 一海 (KASAURA Kazumi)

A. 研究概要

Kedlaya，志甫，Di Proietto による，滑らかな代数多様体とそこから単純正規交叉因子を除いた開部分スキーム上の過収束アイソクリスタルの延長についての結果を，一般の対数的滑らかな代数的多様体の場合に拡張する研究を行った．K を混標数の完備な非アルキメデス付値体とし，$\mathcal{V}$ をその整数環，k をその剰余体とする．k の標数を p と置く．

$\overline{X}$ を k 上滑らかな代数多様体とし，X を $\overline{X}$ の開部分スキームで，$Z = \overline{X}/X$ が $\overline{X}$ 上の単純正規交叉因子になっているものとする．r を Z の既約成分の個数とする．ある条件をみたすような $\mathbb{Z}_p$ の部分集合の r 個の積 Σ に対し，$\left(X, \overline{X}\right)$ 上の過収束アイソクリスタルが Σ-ユニポテントであるという条件が定義される．$\overline{X}$ に Z から誘導される対数的構造 $\mathcal{M}$ を入れる．$\left(X, \overline{X}\right)$ 上の過収束アイソクリスタルのうち Σ-ユニポテントなものは，$\left(\overline{X}, \mathcal{M}\right)$ 上の収束対数的アイソクリスタルで冪指数が Σ に含まれるものに一意的に延長することができることが知られている．

私の研究では，この結果をより一般的な状況に拡張した．$N \to \mathcal{V}$ を $\operatorname{Spf}\mathcal{V}$ 上の対数的構造で $\operatorname{Spm} K$ 上では自明なものとする．$\left(\overline{X}, \mathcal{M}_0 \oplus \mathcal{M}\right)$ を $(\operatorname{Spec} k, N)$ 上の対数的に滑らかな代数多様体で，いくつかの条件を満たすものとする．X を $\mathcal{M}$ が自明であるような点からなる $\overline{X}$ の部分スキームとする．$\overline{\mathcal{M}}^{\mathrm{gp}} \otimes_{\mathbb{Z}} \mathbb{Z}_p$ の部分層 $\mathcal{S}$ で，局所的に前述の条件を満たす Σ を用いて書けるようなものを取る．これについて、$\mathcal{S}$-ユニポテンスの条件を定義した．$\left(X, \overline{X}, \mathcal{M}_0 \oplus \mathcal{M}\right) / (\operatorname{Spf}\mathcal{V}, N)$ 上の $\mathcal{S}$-ユニポテントな過収束対数的アイソクリスタルは，$\left(\overline{X}, \mathcal{M}_0 \oplus \mathcal{M}\right) / (\operatorname{Spf}\mathcal{V}, N)$ 上の収束対数的アイソクリスタルで冪指数が $\mathcal{S}$ に含まれるものに一意的に延長されることを証明した．

I studied an extension of some results on extension of overconvergent isocrystals on smooth variety by Kedlaya, Shiho and Di Proietto.

Let K be a complete field with respect to a non-Archimedean valuation of mixed-characteristic, $\mathcal{V}$ its ring of integers and k its residue field. p denotes the characteristic of k.

Let $\overline{X}$ be a smooth variety over k, X an open subscheme of $\overline{X}$ such that $Z = \overline{X}/X$ is a simple normal crossing divisor of $\overline{X}$. Let r be the number of irredicible components of Z. For a product Σ of r subsets of $\mathbb{Z}_p$ satisfying some condition, the notion of Σ-unipotence of overconver-

gent isocrystals on $\left(X, \overline{X}\right)$ is defined. Let $\mathcal{M}$ be the logarithmic structure on $\overline{X}$ associated to Z. It is known that any Σ-unipotent overconvergent isocrystal on $\left(X, \overline{X}\right)$ can be uniquely extended to a convergent log isocystal on $\left(\overline{X}, \mathcal{M}\right)$ whose exponents are contained in Σ.
I extended this result to more general situation. Let $N \to \mathcal{V}$ be a log structure on $\operatorname{Spf}\mathcal{V}$ which is trivial on $\operatorname{Spm} K$. Let $\left(\overline{X}, \mathcal{M}_0 \oplus \mathcal{M}\right)$ be a log smooth variety on $(\operatorname{Spec} k, N)$ satisfying some conditions. Let X be the trivial locus of $\mathcal{M}$. For any subsheaf $\mathcal{S}$ of $\overline{\mathcal{M}}^{\mathrm{gp}} \otimes_{\mathbb{Z}} \mathbb{Z}_p$ satisyfing some condition, I defined the notion of $\mathcal{S}$-unipotence. I proved that any $\mathcal{S}$-unipotent overconvergent log isocrystal on $\left(X, \overline{X}, \mathcal{M}_0 \oplus \mathcal{M}\right) / (\operatorname{Spf}\mathcal{V}, N)$ can be uniquely extended to a convergent log isocrystal on $\left(\overline{X}, \mathcal{M}_0 \oplus \mathcal{M}\right) / (\operatorname{Spf}\mathcal{V}, N)$ whose exponents are contained in $\mathcal{S}$.

亀岡 健太郎 (KAMEOKA Kentaro)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

量子力学における共鳴の半古典極限を研究した。修士論文においては外部電場内の粒子を記述するシュタルクハミルトニアンの共鳴の研究を行った。錐集合の外でハミルトニアンを変形してシュタルク共鳴を定義する定式化を導入した。非捕捉的評価、共鳴のワイル則、時間発展の共鳴展開を証明した。このためにシュタルクハミルトニアンに対する関数的擬微分作用素解析を確立した。

I studied the semiclassical limit of resonances in the quantum mechanics. In my master thesis, I studied the resonances of the Stark Hamiltonian, which describes a particle in the external electric field. I introduced a formalism in which the Stark resonances are defined by the deformation of the Hamiltonian outside a cone. I proved the non-trapping estimate, the Weyl law of resonances and the resonance expansion of the propagator. To this, I established the functional pseudodifferential calculus for the Stark Hamiltonian.

B. 発表論文

1. K. Kameoka : “Remarks on semiclassical wavefront set”, arXiv: 1803.02980.

2. K. Kameoka: “Semiclassical study of shape resonances in the Stark effect”, arXiv: 1901.08315.

%vspace0.2cm

郷田 昌稔 (GODA Masatoshi)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

筆者が現在着手している研究はカーネルが指数型の 1 次元 Hawkes 過程の擬似最尤推定の漸近展開である．
カーネルが指数型の 1 次元 Hawkes 過程 N_t^x とは強度過程が以下のように表される点過程である．

$$\lambda_t^x = \mu + xe^{-\beta t} + \int_{(0,t)} \alpha e^{-\beta(t-s)} dN_s^x,$$

ここで，x，μ，α 及び β は正の定数であり，$\alpha/\beta < 1$ を満たす．Hawkes 過程は 1971 年に Hawkes により導入された．過去の事象に依存して未来のイベントの確率が決定されるという特性を持ち，古くから地震や生態系などのモデルに用いられてきた．近年では株価の板情報のモデリングや SNS の解析にも用いられ，注目を集めている．
Hawkes 過程の推定量としては擬似最尤推定量と擬似ベイズ推定量がよく知られている．これらの推定量の性質に関して，Clinet-Yoshida (2017) [1] により一致性，特に漸近正規性が証明された．しかし，現実ではしばしば観測時間が小さく正規近似が十分ではない状況が存在する．この時，推定量の分布の漸近展開を考える事が有効となる．このような動機により筆者は Hawkes 過程の擬似最尤推定の漸近展開に着手している．現在は扱いやすいカーネルが指数型の 1 次元 Hawkes 過程に対して取り組んでいる．
擬似最尤推定量は擬似対数尤度関数のパラメータに関する導関数を用いて形式的に展開出来る．すなわち，擬似最尤推定量の漸近展開はこの擬似対数尤度関数の導関数に対して漸近展開を与える事が本質的となる．筆者は 2018 年の研究により，その強度過程の汎関数に対して漸近展開を与え，さらにその応用として擬似対数尤度関

数のパラメータ μ に関する導関数に対して漸近展開の正当性を証明した．
これは，条件付き Cramér 条件が保証される下でのミキシング過程の汎関数に対する形式的 Edgeworth 展開のスキームに帰着させる事で得られる．連続時間ミキシング過程の漸近展開に関しては，例えば Yoshida (2004) [2] が詳しい．このスキームにおいてはミキシング条件，対象とする汎関数が高次のモーメントを持つ事，条件付き Cramér 条件を満足する事を確かめれば良い．Hawkes 過程のミキシングの性質を導出する為に強度過程のマルコフ性，及び Clinet-Yoshida (2017) [1] で証明されている幾何エルゴード性を用いた．この過程で、強度過程のマルコフ性について extended generator を用いた証明を新たに与え，理論を整備した．更に擬似対数尤度関数の μ に関する導関数がモーメント有界性，条件付き Cramér 条件を満足する事を証明し，上記のスキームに沿って漸近展開の正当性を証明した．
現在は全てのパラメータに関する導関数に対し漸近展開を与え，それを実際に擬似最尤推定量へ応用することに取り組んでいる．

The research that the author currently undertaking is the asymptotic expansion for the Quasi-Maximum Likelihood estimator (QMLE) of the one-dimensional Hawkes process with the exponential kernel.
The one-dimensional Hawkes process with the exponential kernel is a point process N_t^x that has an intensity

$$\lambda_t^x = \mu + xe^{-\beta t} + \int_{(0,t)} \alpha e^{-\beta(t-s)} dN_s^x,$$

where x, μ, α and β are positive constants with $\alpha/\beta < 1$. The Hawkes process was introduced by Hawkes in 1971. It has a self-exciting property and has been used to model earthquakes and their aftershocks and so on. In recent years, the Hawkes process is used for modeling the whole Limit Order Book and investigating events in Social Media.
Regarding statistical inference for the Hawkes process, the QMLE and the Quasi-Bayesian estimator (QBE) are practical. Clinet-Yoshida [1] established the consistency, in particular, the asymptotic normality of these estimators. However, in reality, there are often situations where the observation time is small. Then, an asymptotic approximation by the normal distribution is not sufficient. In such a situation, the asymptotic expansion for the QMLE is a help. Therefore, the author is considering it in the case of the one-dimensional Hawkes process with the exponential kernel.
The validity of the Edgeworth expansion for the QMLE is reduced to the validity of the asymptotic expansion of the Quasi-Log Likelihood process. Thus, the analysis of the Quasi-Log Likelihood process is important. In 2018, we established the Edgeworth expansion for a functional of a Hawkes process with an exponential kernel. Furthermore, we gave the asymptotic expansion for the derivative of the Quasi-Log Likelihood process with respect to its parameter μ.
It is proved by using the scheme of the Edgeworth expansion for a functional of a geometric mixing process under the conditional type of the Cramér condition. In a continuous-time case, this scheme was established by Yoshida (2004) [2]. This application is guaranteed by confirming the mixing condition and that the functional has the finiteness of its moments and satisfies the conditional Cramér condition. The mixing property of the Hawkes intensity process follows from its Markovian property and geometric ergodicity that is proved in Clinet-Yoshida (2017) [1]. In the course of this proof, we guaranteed the Markovian property of a Hawkes intensity via an extended generator. Furthermore, we proved that the derivative of the Quasi-Log Likelihood process with respect to μ has the finiteness of its moments and satisfies the conditional Cramér condition. We completed the proof as above.
Currently, the author is working on the asymptotic expansion for the derivative of the Quasi-Log Likelihood process with respect to all parameters and the application to the QMLE.

[1] S. Clinet, N. Yoshida. 2017. Statistical inference for ergodic point processes and application to Limit Order Book. Stochastic Processes

and their Applications 127, 1800-1839.
[2] N. Yoshida. 2004. Partial mixing and Edgeworth expansion. Probab. Theory Relat. Fields 129, 559-624.

近藤 一輝 (KONDO Kazuki)

A. 研究概要

玉の種類が 1 種類の箱玉系は、その状態 $\{0,1\}^{\mathbb{Z}}$ を $\mathbb{R}$ 上の特定のパス $S=(S_n)_{n\in\mathbb{Z}}$ に対応させてその時間発展をパスの空間上の変換として定めることで、初期状態がランダムな無限粒子系という観点から近年研究されてきた。私はいくつかの先行結果を、多色箱玉系と呼ばれる、玉が $\kappa\in\mathbb{N}$ 種類ある箱玉系に対して拡張させた。まず多色箱玉系の状態を $\mathbb{R}^{\kappa}$ 上の特定のパス $S=(S_n)_{n\in\mathbb{Z}}$ に対応させた。そして多色箱玉系の時間発展がピットマン変換とあるオペレーターの合成で表現できることを示した。また、その時間発展が定義できて、さらに可逆かつ不変であるような状態のクラスを求めた。そして、多色箱玉系の状態の不変分布の例を挙げた。最後に、その状態を連続なパス $S=(S_x)_{x\in\mathbb{R}}$ であるものに一般化した多色箱玉系について考え、ドリフト付きの κ 次元ブラウン運動が時間発展に関して不変分布であることを示した。

Recently the 1-color box-ball system (BBS) has been studied from the view point of the random initial condition and infinite particle system, by encoding the particle configuration $\{0,1\}^{\mathbb{Z}}$ to a certain path $S=(S_n)_{n\in\mathbb{Z}}$ in $\mathbb{R}$ and defining the dynamic of the BBS on the path space. I extended some results of the previous study to the generalized BBS in terms of considering κ-color balls (particles) for $\kappa\in\mathbb{N}$, called multicolor BBS. At first I encoded the particle configuration $\{0,1,\cdots,\kappa\}^{\mathbb{Z}}$ to a certain path $S=(S_n)_{n\in\mathbb{Z}}$ in $\mathbb{R}^{\kappa}$. Then I showed that the dynamics of the multicolor BBS is expressed by the composition of the Pitman transformation and certain operator. Also I characterized the set of configurations for which the dynamics are well-defined and reversible for all times. Then, I gave an example of a random initial condition which is invariant in distribution under the dynamics of the multicolor BBS. Finally, I considered a generalization of the multicolor BBS, which is defined for continuous path on $\mathbb{R}$, and show that κ-dimensional Brownian motion with certain drift is invariant under the dynamics of the generalized multicolor BBS.

B. 発表論文

1. K.Kondo,“Dynamics of the multicor box-ball system with random initial conditions via Pitman transformation ”, 東京大学数理科学研究科修士論文 (2019)

C. 口頭発表

1. 確率論ヤングサマーセミナー, 愛知, 2018 年 8 月
2. 無限粒子系、確率場の諸問題 XIV, 奈良, 2019 年 1 月

佐藤 謙 (SATO Ken)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Beilinson により，代数多様体の高次 K 群から Deligne コホモロジーへのレギュレーターと呼ばれる写像が定義された．Beilinson や Bloch，Kato らによりこのレギュレーターの値はモチーフの L 関数の特殊値と結びつくことが予想されている. この予想へのアプローチの 1 つとして，高次 K 群を高次 Chow 群と同一視することで，代数的サイクルとして K 群の元を構成し，構成したサイクルのレギュレーターによる値を超幾何関数や保形関数で表すという研究が近年試みられている．本年度は楕円曲線の直積に付随する Kummer 曲面の族の上に具体的にサイクルの族を構成し，そのサイクルの族のレギュレーターの値を積分表示で表すことに成功した．さらに積分表示を用いて，構成したサイクルの族が，この族の中の十分一般の曲面上においてトーションとなっていないことも示した．

Beilinson defined regulator maps from K-groups of algebraic varieties to Deligne coho-

mology. It is conjectured that values of regulator relate to values of L-function of motives. One approach to this conjecture is as follows: we identify K-groups with higher Chow groups and construct an elements of K-groups explicitly, then we represent the value of regulator of the elements by some special functions such as hypergeometric functions or automorphic functions. Following this approach, I constructed a family of cycles explicitly on the family of Kummer surfaces associated with products of elliptic curves and represented the values of the regulator of the cycles by an integral. Furthermore, by using the integral representation, I showed that these cycles are not torsion on the very general member of this family.

B. 発表論文

1. 佐藤　謙: "Indecomposable parts of higher Chow groups of a certain type of Kummer surfaces", 東京大学修士論文,2019 年 2 月.

C. 口頭発表

1. (1) Kummer 曲面上の regulator の計算, 第 12 回玉原特殊多様体研究集会, 2018 年 9 月.
2. (2) Higher Chow groups of Kummer surfaces, 第 2 回数理新人セミナー, 2019 年 2 月.

里見 貴志 (SATOMI Takashi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は Cayley グラフのエクスパンダー性評価について研究している．G を有限群，S を G の部分集合とする．Tao は重み付き Balog-Szemerédi-Gowers の定理を使って $\mathrm{Cay}(G,S)$ のエクスパンダー性を評価する手法を導入した．重み付き Balog-Szemerédi-Gowers の定理とは，「N は正の整数とし，G 上の正値関数 f の畳み込み $f*f$ の L^2 ノルムが大きいとき，$\mathrm{supp}f$ が S と大体一致し，$|S^N|/|S|$ が 1 に近いような $S\subset G$ が存在する」という定理である．
Tao は「(X,Y,E) が有限二部グラフとし，D をグラフ密度とすると，$|A|\gg D|X|$，$|B|\gg D|Y|$ となる $A\subset X$，$B\subset Y$ が存在し，任意の $a\in A$，$b\in B$ に対し a，b を結ぶ長さ 3 の経路の個数が $O(D^5)|X||Y|$ 以上になる」という補題を使って重み付き Balog-Szemerédi-Gowers の定理を証明した．私は長さ 3 以上の経路の場合でもこの補題が成り立つことを示し，さらに X，Y が測度空間の場合に一般化した．
また，私はこの補題を使わずに重み付き Balog-Szemerédi-Gowers の定理を証明することで，定理の評価を改良した．さらに，G がユニモジュラーな局所コンパクト群の場合に同様の定理が成り立つことを示した．

I am studying the expanderness of Cayley graphs. Let G be a finite group and S a subset of G. Tao introduced a method for studying the expanderness of $\mathrm{Cay}(G,S)$ with the weighted Balog-Szemerédi-Gowers theorem. The statement of the weighted Balog-Szemerédi-Gowers theorem is as follows. "Let N be a positive integer and f a positive function on G. If the L^2-norm of $f*f$ is large, then there exists $S\subset G$ such that $\mathrm{supp}f$ is almost same as S and $|S^N|/|S|$ is close to 1."
Tao proved this theorem by using the following lemma. "Let (X,Y,E) be a finite bipartite graph and D its graph density. Then there exists $A\subset X$ and $B\subset Y$ such that $|A|\gg D|X|$, $|B|\gg D|Y|$, and the number of paths of length 3 from a to b is more than $O(D^5)|X||Y|$ for all $a\in A$ and $b\in B$." I proved that this lemma holds even when the length of paths is more than 3, and I extended the lemma in the case where X and Y are measure spaces.
I improved the estimate in the weighted Balog-Szemerédi-Gowers theorem by a different argument. Moreover, I generalized the theorem in the case that G is a unimodular locally compact group.

B. 発表論文

1. T. Satomi：“算術的組み合わせ論による等質空間上のたたみ込みのスペクトル評価”, 東京大学修士論文.

C. 口頭発表

1. Selberg's expander construction (after

Tao) について, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2017 年 8 月.

2. (1) Freiman’s product theorem の紹介, (2) Balog-Szemerédi-Gowers の定理の評価の改良と一般の不変測度への拡張, Workshop on “Actions of Reductive Groups and Global Analysis”, 東京大学玉原国際セミナーハウス, 2018 年 8 月.

佐野 岳人 (SANO Taketo)

A. 研究概要

我々は Rasmussen の s-不変量に類似する絡み目の不変量 $\bar{s}_c(L)$ を構成した. Lee homology (Khovanov homology の変種) において Lee が構成した canonical class は一般化された Khovanov homology 理論においても定義される. R を整域, c を R の非零・非可逆な元とする. まず絡み目 L の図式 D に対し, その Lee 類の可除性 $k_c(D)$ を定義する. この量の Reidemeister 移動に対する変化を調べることで, 以下は絡み目 L の不変量を与えることが示される:

$$\bar{s}_c(L) = 2k_c(D) - r(D) + w(D) + 1$$

ここで $r(D)$ は D の Seifert 円周の個数, $w(D)$ は D の writhe である. さらに $\bar{s}_c$ の絡み目間のコボルディズムに対する挙動を調べることで, $\bar{s}_c(L)$ が s-不変量と共通の性質を持つことが示される. すなわち (i) $\bar{s}_c(L)$ は concordance 不変であり, (ii) 結び目 K に対して $|\bar{s}_c(K)|$ は slice genus の下界を与え, (iii) 特に K が positive の場合は等号が成立する. これらのことから Milnor 予想の別証明も得られる.
特に R が一変数多項式環 $\mathbb{Q}[h]$ で $c = h$ の場合, 結び目の不変量として $\bar{s}_h$ は s-不変量と一致する. 現時点ではこの関係が絡み目 L に対しても成り立つか, また s と異なる不変量を与える (R, c) が存在するかどうかは分かっていない.

We constructed a link invariant $\bar{s}_c(L)$ that possesses properties common to the Rasmussen’s s-invariant. The canonical classes of Lee homology (a variant of Khovanov homology) can also be constructed in the generalized Khovanov homology. Let R be an integral domain, c be its non-zero non-invertible element. Let L be a link, and D be its diagram. First we define the c-divisibility $k_c(D)$ of Lee’s class of D. By inspecting its behavior under the Reidemeister moves, we prove that the following gives an invariant of the link L:

$$\bar{s}_c(L) = 2k_c(D) - r(D) + w(D) + 1$$

Here $r(D)$ is the number of Seifert circles of D, and $w(D)$ is the writhe of D. Also by inspecting the behavior of $\bar{s}_c$ under link cobordisms, we prove properties of $\bar{s}_c$ common to s. That is, (i) $\bar{s}_c$ is a link concordance invariant, (ii) $|\bar{s}_c|$ gives a lower bound of the slice genus for knots, and (iii) if in particular K is positive then the equality holds. We also obtain an alternative proof of the Milnor conjecture.
Especially when $R = \mathbb{Q}[h]$ and $c = h$, as knot invariants $\bar{s}_h$ coincides with s. At the time of writing, we do not know whether this holds for links, and whether there exists any (R, c) that gives an invariant distinct from s.

C. 口頭発表

1. Rasmussen-type invariants from the divisibility of the canonical classes, 結び目の数理, 早稲田大学早稲田キャンパス, 2018 年 12 月.

佐野 悠太 (SANO Yuta)

A. 研究概要

結び目の微分幾何的エネルギーについて興味を持っている．結び目のエネルギーのひとつとして，大原によって定義された Möbius エネルギーがある．このエネルギーは 3 次元 Euclid 空間の Möbius 変換 (共形変換) に対する不変性を持つことが知られている．すなわち，この Möbius エネルギーは 3 次元 Euclid 空間の標準的な共形構造に関係した量であるといえる．今年度は，3 次元 Euclid 空間の構造として標準的な接触構造を考え，Möbius エネルギーの対応物を定義することを目指した．ただし，この場合結び目としては接触構造に接するもの，すなわち Legendre 結び目を考えるのが自然と思われる．よって，Legendre 結び目に対する，Möbius エネルギーの対応物の

定義を試みた．しかし，今年度は新たなエネルギーを定義するには至らなかった．Legendre 結び目に対するエネルギーの定義の完成とその性質の考察が今後の課題である．

I am interested in differential geometric energies of knots. As one of such energies, O'Hara defined Möbius energy. It is known that Möbius energy is invariant with respect to Möbius transformations (conformal transformations) of the 3-dimensional Euclidian space. Therefore, it is a quantity related to the standard conformal structure of 3-dimensional Euclidian space. In this year, I attempted to define an analogue of Möbius energy for knots in 3-dimensional Euclidian space with the standard contact structure. However, in this case it seems to be natural to deal with knots tangent to the contact structure, namely Legendrian knots. Hence, I tried to define a new energy of Legendrian knots . But in this year I could not obtain a definition of a energy of Legendrian knots. To complete a definition of a energy of Legendrian konts and to observe its properties are future problems.

B. 発表論文

1. Y. Sano : "Legendre 結び目のエネルギーの構成の試み", 東京大学修士論文 (2018) .

高瀬 裕志 (TAKASE Hiroshi)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

Lorentz 多様体上の Laplace-Beltrami 作用素を用いて記述される双曲型連立方程式に関する逆問題を研究している．この方程式は Einstein 方程式を線型化して得られるものであり，重力波の伝播を記述する方程式である．したがって波源項決定逆問題を考えることは，物理的には重力波の波源決定問題に相当する．この方程式に対し，重み付き L^2 評価である Carleman 評価を確立し，観測データをコンパクト境界付き Riemann 多様体の境界上の一部でとったときの条件付 Hölder 安定性評価を証明した．ところが実際には，観測データを多様体の真に内部の領域上でとったときの結果が必要である．このような設定での逆問題についての結果は，係数が時間に依らない，波動方程式についても知られていない．また，この方程式に関する係数決定逆問題も物理的に意味のある課題といえる．なぜならこの逆問題は，観測データから重力波の性質を決定する問題に相当するからである．この逆問題は双曲型方程式の主要項決定逆問題として定式化されるが，一般の計量に対する結果は，係数が時間に依存しない波動方程式についても知られていない．

I study inverse problems for a hyperbolic system on a Lorentzian manifold, which is written by using the Laplace-Beltrami operator. The system is obtained by linearization of the Einstein equation and used as a model equation which describes propagations of the gravitational waves. Physically speaking, considering inverse source problems for the system corresponds to determining sources of the gravitational waves. I established the Carleman estimate for the system, which is the weighted L^2 energy estimate, and proved the conditional local Hölder stability from the observation on a part of boundary of a compact Riemannian manifold. However, we need the result from the observation on a interior subdomain of a manifold. The similar result remains to be unknown even when we consider the wave equation with time-independent coefficients. Moreover, it is also meaningful problem physically to consider inverse coefficient problem for the system since the problem corresponds to determining properties of the gravitational waves from our observations. This problem is formulated by determining principal terms of the system, but it remains to be unknown even when we consider the wave equation having time-independent coefficients on general Riemannian manifolds.

C. 口頭発表

1. Inverse problem related to the St. Venant equation for one dimensional water flow, A3 Workshop on Applied Inverse Problems in 2017 CSIAM Annual Meeting, Qingdao, China, Oct. 12–15, 2017.
2. Inverse problem related to the St. Venant

equation for one dimensional water flow, Taiwan-Japan Joint Workshop on Inverse Problems in Kanazawa 2017, Kanazawa, Nov. 18–20, 2017.

3. Inverse problem related to the St. Venant equation for one dimensional water flow, A3 Workshop on Applied Inverse Problems and Related Topics, The University of Tokyo, Nov. 28–30, 2017.

4. Inverse problem related to the St. Venant equation for one dimensional water flow, The 3rd Winter School on Computational Science and Machine Learning, Gangwondo, Korea, Jan. 8–11, 2018.

5. Inverse source problem related to the gravitational wave in general relativity, The 9th International Conference on Inverse Problems and Related Topics, National University of Singapore, Singapore, Aug. 13–17, 2018

6. Inverse source problem of gravitational wave in general relativity, Control and inverse problems on waves, oscillations and flows, Doshisha University, Aug. 21–22, 2018

7. 重力波源決定逆問題, 第 40 回発展方程式若手セミナー, 2018 年 8 月

8. Inverse source problem related to the gravitational waves in general relativity, International Conference on Inverse Problems, Fudan University, China, Oct. 12–14, 2018

9. Inverse source problem related to the gravitational waves in general relativity, Analysis, Control and Inverse Problems for PDEs, University of Napoli Federico II, Italy, Nov. 26–30, 2018

10. Inverse source problem for the gravitational waves, Inverse problems for partial differential equations and related areas, RIMS, Jan. 15–17, 2019

高松 哲平 (TAKAMATSU Teppei)
(FMSP コース生)

A. 研究概要

小平次元 0 の極小曲面の還元における Shafarevich 予想および還元の様子について研究を行った．標数 0 の閉体上において小平次元 0 の極小曲面は，Abel 曲面，K3 曲面，Enriques 曲面，超楕円曲面のいずれかとなることが知られている．今年度は，Abel 曲面以外の 3 つのクラスについて，研究を行った．Shafarevich 予想とは，固定した数体 F とその有限素点のなす有限集合 S に対し，適切な多様体のクラスについて，S 外で良還元を持つ F 上の多様体の同型類の有限性を主張する予想である．固定した整数 $g \geq 1$ に対し，g 次元の Abel 多様体について予想が成り立つことが Faltings-Zarhin によって知られている．今年度は，まず K3 曲面について，André，She による先行研究の手法をもとに，Shafarevich 予想の良還元判定法的な一般化を証明した．すなわち，S 外でコホモロジーが不分岐となる F 上の K3 曲面の同型類の有限性を証明した．ここで，Liedtke-Matsumoto により，コホモロジーが不分岐であるが良還元を持たないような K3 曲面の例が知られていることに注意しておく．一般化の応用として，標数 0 の体の有限次拡大に関する，K3 曲面の twist の有限性を証明した．次に，K3 曲面の場合の結果を用いて，Enriques 曲面の Shafarevich 予想の一般化を証明した．この一般化は，植木鉢型の還元とよばれる，Enriques 曲面自体は良還元を持たないのにもかかわらず K3 二重被覆が良還元を持つという現象もとらえられていることに注意する．最後に，有理点の存在する超楕円曲面について，その被覆である Abel 曲面との還元の関係を調べることで Shafarevich 予想の一般化を証明した．また，研究の過程で，剰余標数が $2, 3$ と異なる強 Hensel 離散付値体上の超楕円曲面が潜在的に Néron モデルを持つことを証明した．

I have studied the Shafarevich conjecture and reduction aspects for minimal surfaces of Kodaira dimension 0. It is known that minimal surfaces of Kodaira dimension 0 over algebraically closed field with characteristic 0 are classified into Abelian surfaces, K3 surfaces, Enriques surfaces, or bielliptic surfaces. I studied about latter three surfaces in this year. Let

F be a number field. and let S be a finite set of finite places of F. The Shafarevich conjecture states the finiteness of certain varieties over F with good reduction outside S. For fixed integer $g \geq 1$, the Shafarevich conjecture for g-dimensional abelian varieties was proved by Faltings- Zarhin. In this year, I proved a cohomological generalization of the Shafarevich conjecture for K3 surfaces by using the strategy of previous results given by André and She. More precisely, I proved the finiteness of K3 surface over F with l-adic étale cohomology unramified outside S. Here, I remark that there is examples given by Liedtke-Matsumoto which are bad reduction with unramified l-adic étale cohomology. As an application of this generalization, I proved the finiteness of twists of K3 surfaces via a finite extension of characteristic 0 fields. Next, by using the K3 case result, I proved a certain generalization of the Shafarevich conjecture for Enriques surfaces. We remark that the targets of our generalization contain Enriques surfaces with the reduction of flower-pot type, which is not good reduction, but whose K3 cover admits good reduction. Finally, for a bielliptic surface with a rational point, I studied the relation between the reduction of itself and the reduction of an abelian surface cover. Consequently, I proved the Shafarevich conjecture for bielliptic surfaces which admit a rational point. As a additional result, I proved the potentially existence of the Néron model for a bielliptic surface over a strictly Henselian discrete valuation field with the residual characteristic away from 2 and 3.

B. 発表論文

1. T.Takamatsu:"On the Shafarevich conjecture for minimal surfaces of Kodaira dimension 0", 東京大学修士論文 (2019)

C. 口頭発表

1. GSp の Deligne-Lusztig 多様体の isocrystal による記述, 第 23 回代数学若手研究会, 大阪大学, 2018 年 3 月.
2. GSp における Deligne-Lusztig 多様体と affine Deligne-Lusztig 多様体との比較, 講演会, 東京大学, 2018 年 3 月.
3. GSp における Deligne-Lusztig 多様体と affine Deligne-Lusztig 多様体との比較, 数論合同セミナー, 京都大学, 2018 年 4 月.
4. K3 曲面の Shafarevich 予想のコホモロジーによる一般化について, 代数的整数論とその周辺 2018, 京都大学, 2018 年 11 月.

田中 光 (TANAKA Hikari)

A. 研究概要

分岐被覆領域に対するレビ問題を研究した。
$\mathbb{C}^n$ の領域 Ω が正則領域であるとは、Ω の任意の境界点 a に対し、Ω 上のある正則関数で、a を超えて解析接続できないものが存在することを言う。正則領域の幾何学的な特徴付けはレビ問題と呼ばれ、岡潔が解決した。
分岐被覆領域とは、$\mathbb{C}^n$ の上に多葉に広がった多様体である。正則領域を多様体に一般化してスタイン多様体を定義し、分岐被覆領域に対してレビ問題を考える。スタイン多様体を正則領域と同様に特徴付けようとすると反例が存在するため、追加の条件が必要となる。その十分条件を与えた最近の論文では、有限葉という仮定が置かれていた。私の研究では、その仮定を外した場合の証明方針について考察した。

I studied the Levi problem for branched Riemann domains.
A domain Ω in $\mathbb{C}^n$ is called a domain of holomorphy iff for each point a of the boundary of Ω, there exists a holomorphic function on Ω that cannot be analytically extended over a. The geometric characterization of a domain of holomophy is called the Levi problem, which was solved by Kiyoshi Oka.
A branched Riemann domain is a manifold that spreads over $\mathbb{C}^n$ multivalently. We generalize a domain of holomorphy to obtain a Stein manifold, and thus consider the Levi problem for branched Riemann domains. A Stein manifold cannot be characterized similarly to a domain of holomorphy due to a counterexample. There is a recent paper that determined the required additional conditions, including finitely sheetedness. I studied how to drop the assumtion of

finitely sheetedness.

B. 発表論文

田中 光: 分岐被覆領域に対するレビ問題について (修士論文)

筒井 勇樹 (TSUTSUI Yuki)

A. 研究概要

私の主な研究対象はトロピカル幾何学である. 特に, K3 曲面のトロピカル類似について研究している. トロピカル K3 曲面とは実二次元球面に同相な特異点つきトロピカルアファイン多様体のことである. トロピカル K3 曲面は接束の整数値平坦切断のなす $\mathbb{Z}$-局所系とレイディアンス障害をもつ. この局所系はカップ積によって自然な格子を誘導する. トロピカル K3 曲面の格子とレイディアンス障害は K3 曲面の超越格子と周期のトロピカル類似となる.
私は, 修士論文において 2 次元実平坦トーラスの対合による商から得られるトロピカル K3 曲面としてトロピカルクンマー曲面と定義し, それの格子構造とレイディアンス障害を明示的に計算し, 複素クンマー曲面の超越格子のもつ性質に関するトロピカル類似を証明した.

My main subject of research is tropical geometry. Especially, I study about tropical analogues of K3 surfaces. A tropical K3 surface is a tropical affine manifold with singularities which is homeomorphic to a real 2-sphere. Every tropical K3 surface has the $\mathbb{Z}$-local system of integer valued flat sections of tangent bundle and the radiance obstruction. This local system induces a canonical lattice structure. The lattice and radiance obstruction of tropical K3 surface are tropical analogues of the transcendental lattice and the period of K3 surface.
In my master thesis, I defined tropical Kummer surfaces as quotients of real flat 2-tori by the involution maps, calculated their lattice structures and radiance obstructions explicitly and proved tropical analogues about transcendental lattices of complex Kummer surfaces.

B. 発表論文

1. Y. Tsutsui : "Radiance obstructions of tropical Kummer surfaces", 東京大学数理科学研究科修士論文 (2019)

服部 弘樹 (HATTORI Hiroki)

A. 研究概要

シュタイン多様体の部分多様体上で定義される正則切断を全体に拡張することについて研究した. Berndtsson-Lempert の幾何学的な手法を用いて大沢・竹腰 L^2 拡張定理の評価定数に関する最良評価を行った.

I studied that holomorphic sections defined on submanifold of a Stein manifold extend to be defined on the entire domain. I estimate sharply the evaluation constant of Ohsawa-Takegoshi L^2 extension theorem by Berndtsson-Lempert's geometric method.

B. 発表論文

1. H. Hattori : "大沢・竹腰拡張定理の L^2 評価に関する研究", 東京大学修士論文 (2019)

福井 雄己 (FUKUI Yuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

一般相対性理論において重要な役割を果たす逆平均曲率流に関する研究を行った。この曲率流に対しては、等高面法と変分法に基づいた弱解の概念が知られている。今年度の研究では、ユークリッド空間上で重みのついた逆平均曲率流に対して、その弱解の存在を示した。

We study about the inverse mean curvature flow which is important in general relativity. For this flow, weak solution using level-set approach and variational method is well known. We proved the existence of weak solution of a weighted version of inverse mean curvature flow.

B. 発表論文

1. Y. Fukui: “Construction of weak solution of a weighted inverse mean curvature flow”, 東京大学修士論文 (2019)

C. 口頭発表

1. 第 20 回北東数学解析研究会 (東北大学 2 月 18-19 日) ポスター発表

福嶌 翔太 (FUKUSHIMA Shota)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

曲がった空間における量子力学の数学理論を偏微分方程式や関数解析の観点から調べている. 特に現在は向きづけられた (コンパクトとは限らない)Riemann 多様体に自然に定まる L^2 空間上の擬微分作用素や振動積分作用素の振る舞いについて研究している. 本年度は修士論文において, 無限遠点の周りで end と呼ばれる構造を持ち, 無限遠点方向の単位ベクトル場の発散が有界であるような非コンパクト Riemann 多様体上で, (properly supported とは限らない) 擬微分作用素を定義し, symbol が有界であるとき対応する擬微分作用素が L^2 空間上の有界作用素を定めることを証明した.

I study the mathematical physics of quantum mechanics from a view of partial differential equations and functional analysis. In particular my present subject is the behavior of pseudodifferential operators or oscillatory integral operators on L^2 space defined naturally on oriented (not necessarily compact) Riemannian manifolds. I defined (not necessarily properly supported) pseudodifferential operators on a noncompact manifold which has an end structure near infinity and a unit radial vector field with bounded divergence. The main result in the master thesis in this year is that the boundedness of symbols implies the boundedness of the associated pseudodifferential operators on the L^2 space.

B. 発表論文

1. S. Fukushima, L^2 boundedness of pseudodifferential operator on manifold with end, 東京大学修士論文 (2019).

C. 口頭発表

1. On L^2-boundedness of pseudodifferential operator on the hyperbolic space, 第 28 回数理物理と微分方程式, KKR はこだて, 2018 年 11 月.

三浦 尭之 (MIURA Takayuki)

A. 研究概要

修士論文の研究として、特異点を持つ del Pezzo 曲面の分類を試みた。結果として高々$\frac{1}{3}(1,1)$ 型、$\frac{1}{4}(1,1)$ 型の商特異点のみをもち、floating (-1) 曲線をもたないようなものを 39 通りに分類した。ここで、floating (-1) 曲線とは曲面上の特異点を通らないような (-1) 曲線のことである。

I classified del Pezzo surfaces with some singularities. As a result, I classified del Pezzo surface with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities having no floating (-1)-curves into 39 types. Here a floating (-1)-curve is a (-1)-curve which does not pass through any singular points on the surface.

B. 発表論文

1. T. Miura: “Classification of del Pezzo surfaces with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities”, 東京大学修士論文 (2019)

C. 口頭発表

1. Classification of del Pezzo surfaces with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities, 代数幾何学サマースクール 2018, 玉原セミナーハウス, 2018 年 7 月.
2. Classification of del Pezzo surfaces with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities, 日大特異点論セミナー, 日本大学, 2019 年 1 月.
3. Classification of del Pezzo surfaces with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities, 第 2 回数理新人セミナー, 京都大学, 2019 年 2 月.

4. Classification of del Pezzo surfaces with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities, 代数幾何ミニ研究集会, 埼玉大学, 2019 年 3 月.

水田 黎 (MIZUTA Rei)

A. 研究概要

自由確率論は 80 年代に Voiculescu によって導入された作用素環論の一分野である。今日では様々な研究者が古典的な測度論的確率論と自由確率論のアナロジーについて研究している。私は自由確率論での Malliavin 解析の拡張について考察した後、修士論文で Cramér の定理の拡張について考察した。特に後半では中間的な結果として標準半円分布に従う自由独立な複数の作用素を与えられた非可換多項式に代入して得られる作用素の高次のモーメントを高速に計算する手法を確立した。

Free Probability Theory was originally introduced by D.Voiculescu in 1980's. Recently, many researchers study analogies between the probability theory over measure spaces and free probability theory. We studied about Malliavin Calculus in Free Probability and extentions of the Cramér theorem. Especially, in the latter study, we established a fast method to calculate higher moments of a given polynomials in free independent standard semicircular elements.

B. 発表論文

1. 水田黎：“Pseudo-Polynomial Time Algorithm for Computing Moments of Polynomials in Free Semicircular Elements”, 東京大学修士論文 (2019).

C. 口頭発表

1. Algebraic aspects of quantum Lévy process, 第 53 回関数解析研究会, 関西セミナーハウス, 2018 年 8 月.
2. Malliavin calculus over the symmetric Fock space, Non-commutative probability and related fields, 北海道大学理学部, 2018 年 11 月.
3. Polynomial Time Algorithm for Computing N-th Moments of a Self-Adjoint Operator in Algebra Generated by Free Independent Semicircular Elements, 作用素環セミナー, 東京大学数理科学研究科, 2018 年 12 月.

森村 勇人 (MORIMURA Hayato)

A. 研究概要

Abuaf フロップ, 向井フロップ, 標準フロップのいずれかで結ばれるカラビ-ヤウ多様体が導来同値であることの別証明を, 半直交分解の変異を用いて与えた.

We gave a new proof of derived equivalence of varieties connected either by Abuaf flop, Mukai flop, or standard flop via mutation of semiorthogonal decomposition.

B. 発表論文

1. Hayato Morimura : “Derived equivalence for Mukai flop via mutation of semiorthogonal decomposition”, arXiv:1812.06413.

C. 口頭発表

1. Derived equivalence for Abuaf flop via mutation of semiorthogonal decomposition, ワークショップ「幾何学における代数的・組み合わせ論的視点」, 金沢大学, 2019 年 1 月.
2. 半直交分解の変異を用いた向井フロップの導来同値の証明, 第 24 回代数学若手研究会, 東京大学, 2019 年 2 月.

守山 貴顕 (MORIYAMA Takaaki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

離散群の保測作用について，軌道同値と weak containment の観点から研究を行った.
群 G の確率空間 (X,μ) への保測作用全体のなす集合に，弱位相を導入した空間を $A(G,X,\mu)$ で表す. 空間 $A(G,X,\mu)$ の研究は，Kechris (2010) が群作用の weak containment の概念を導入し

たことにともなって現在に至るまで精力的に進められている．この枠組みの下で，非従順群の作用に関する新たな性質が次々と明らかにされているが，軌道同値の概念を $A(G, X, \mu)$ の弱位相と結びつける研究は未だ数少なく， Foreman-Weiss (2006) や Bowen (2015) の論文に留まっている．
私は，群 G が高々可算個の無限アーベル群の自由積の場合に，任意の本質的自由保測作用 α について，その軌道同値類 $[\alpha]_{OE}$ が $A(G, X, \mu)$ の中で稠密になることを示した．とくに， Bowen (2015) が自由群について与えた結果を拡張し，非従順群の中でこの結論を満たす二つ目の例を与えた．

We studied measure-preserving action of discrete groups in terms of orbit equivalence and weak containment.
Let $A(G, X, \mu)$ denote the space of all measure-preserving actions of a group G on a probability space (X, μ), which is equipped with the weak topology. Along with the importation of the notion for the weak containment of group actions by Kechris (2010), many advances have been made in the study of the space $A(G, X, \mu)$. Although a lot of new properties for actions of non-amenable groups have been shown under this framework, there are few studies about orbit equivalence from the viewpoint of the weak topology on $A(G, X, \mu)$, for example, by Foreman-Weiss (2006) and Bowen (2015).
We showed that if a group G is the free product of at most countably many, countably infinite abelian groups, then for any essentially free measure-preserving action α, its orbit equivalence class $[\alpha]_{OE}$ is weakly dense in $A(G, X, \mu)$. This extends Bowen's result for free groups. In particular, we provided the second example of non-amenable groups which satisfies the above conclusion.

B. 発表論文

1. T. Moriyama: "Weak density of orbit equivalence classes and free products of infinite abelian groups", arXiv:1902.07886

C. 口頭発表

1. Weak density of orbit equivalence classes, 2018 年度関数解析研究会, 関西セミナーハウス, 2018 年 8 月
2. Orbit equivalence classes for free actions of free products of infinite abelian groups, 作用素環セミナー, 東京大学, 2018 年 11 月
3. Weak density of orbit equivalence classes and free products of infinite abelian groups, 量子解析セミナー, 名古屋大学, 2019 年 1 月
4. Weak density of orbit equivalence classes and free products of infinite abelian groups, 作用素環論とテンソル圏論の最近の進展, 京都大学数理解析研究所, 2019 年 1 月

山下 真由子 (YAMASHITA Mayuko)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

境界にファイバー束構造のあるコンパクト多様体上の幾何学的作用素の指数理論にトポロジカルなアプローチを与える研究を行った．境界付きコンパクト多様体 M と境界上のファイバー束構造 $\pi : \partial M \to Y$ が与えられたとき, M の内部に定まる完備な計量のクラスとして, Φ-計量と edge-計量と呼ばれるものがある．これらの計量に関する幾何学的作用素, 特に符号数作用素とスピン c 構造に付随するディラック作用素, さらにそれらをベクトル束で捻った作用素を扱った．
本研究では, 大きく分けて次の 2 つの結果を得た．1 つ目は, 境界にファイバー束構造のあるコンパクト多様体上にベクトル束が与えられたとき, 幾何学的作用素をベクトル束で捻った作用素のフレドホルム指数に K 理論的な描像を与えたこと, より具体的には index pairing として定式化したことである．例えばスピン c ディラック作用素を考える場合, M が偶数次元閉多様体の場合は, M のディラック作用素は K ホモロジーの元 $[D_M] \in K_0(M)$ を定め, M 上の複素ベクトル束 E は K 群の元 $[E] \in K^0(M)$ を定める．そして E で捻ったディラック作用素の指数 $\mathrm{Ind}(D_M^E)$ は index pairing $\langle \cdot, \cdot \rangle : K_0(M) \otimes K^0(M) \to \mathbb{Z}$

によって $\mathrm{Ind}(D_M^E) = \langle [D_M], [E] \rangle$ と書けることが知られている．本研究ではこれを上記の設定に拡張した．境界にファイバー束構造のある偶数次元コンパクト多様体 $(M, \pi : \partial M \to Y)$ があり，M と Y にスピン c 構造が入っている時，C^* 環 $\mathcal{A}_\pi$ を定義し，スピン c 構造の組によって $\mathcal{A}_\pi$ の K ホモロジーの元が，複素ベクトル束 E と π のファイバー方向の E で捻ったディラック作用素の可逆な族への変形の組によって $\mathcal{A}_\pi$ の K 群の元が定まることを示し，上記の指数はそれらの pairing に一致することを示した．
2 つ目は，トポロジカルな方法のみによってこの指数のもつ性質を示し，特異ファイバー束の符号数の局所化の問題への応用を与えたことである．Lie 亜群の変形を用いる方法により，指数の貼り合わせ公式，指数が 0 となるひとつの十分条件を示したことで，分類空間上の普遍的な族の符号数の指数が 0 であるような特異なファイバー束に対して，全空間の符号数が特異ファイバーの近傍からの寄与の和として書けることを示した．この適用例として，種数 2 以上の超楕円ファイバー束などがある．

In this research, I gave a topological approach to index theory of geometric operators on compact manifolds with fibered boundaries. For a given compact manifold with boundary M and a fiber bundle structure $\pi : \partial M \to Y$ on the boundary, there are natural classes of complete metrics on the interior, called Φ metrics and edge metrics. I considered geometric operators with respect to these metrics, namely signature operators and $spin^c$ Dirac operators, and their twisted versions.
The results of this research can be divided into two parts. The first one is to give a K-theoretic description, more precisely a formulation as an index pairing, to indices of geometric operators on manifolds with fibered boundaries, twisted by vector bundles. For example when we consider $spin^c$ Dirac operators, if M is an even dimensional closed manifold, the Dirac operator defines a K-homology class $[D_M] \in K_0(M)$, and a complex vector bundle E over M defines a class in K-group $[E] \in K^0(M)$. The index of Dirac operator twisted by E, $\mathrm{Ind}(D_M^E)$, is known to be written as $\mathrm{Ind}(D_M^E) = \langle [D_M], [E] \rangle$, where $\langle \cdot, \cdot \rangle : K_0(M) \otimes K^0(M) \to \mathbb{Z}$ is the index pairing. In this research, I extended this to the above settings. When we have an even dimensional compact manifold with fibered boundary $(M, \pi : \partial M \to Y)$ and $spin^c$ structures on M and Y, I defined a C^*-algebra $\mathcal{A}_\pi$, and showed that a pair of $spin^c$ structures defines a K-homology class of $\mathcal{A}_\pi$, and that a pair of a complex vector bundle E over M and an invertible perturbation of fiberwise Dirac operator twisted by E defines a K-theory class of $\mathcal{A}_\pi$. Moreover I showed that the above index coincides with the pairing of these classes.
The second one is to show properties of these indices only using topological method, and to give an application to localization problem of signature for singular fiber bundles. By groupoid deformation techniques, I showed the gluing formula of indices and a vanishing condition of these indices. As an application, I showed that, for a singular fiber bundle whose universal signature class over the classifying space of regular fiber is 0, we can define a rational number to each neighborhood of singular fibers to write the signature of total space as the sum of them. An example of this is hyperelliptic fiber bundles of genus equal to or greater than 2.

B. 発表論文

1. M. Yamashita : “A topological approach to indices of geometric operators on manifolds with fibered boundaries”, preprint. arXiv: 1902.03767.

C. 口頭発表

1. A topological approach to indices of geometric operators on manifolds with fibered boundaries, Shinshu Topology Seminar, 信州大学理学部, 2019 年 2 月.
2. Localization of signature for singular fiber bundles, 作用素環セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2018 年 11 月.
3. Localization of signature for singular hyperelliptic fiber bundles, 2018 年関数解析研究会, 関西セミナーハウス, 2018 年 8 月.

4. Finite part of operator K-theory for group C*-algebras, 2017 年関数解析研究会, 奈良女子大学, 2017 年 8 月.

5. Coarse index theory of complete Riemannian manifolds, Young Mathematicians in C^*-Algebras conference 2017, the University of Copenhagen, デンマーク, 2017 年 8 月.

山本 祐輝 (YAMAMOTO Yuki)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

私は，p 進簡約群の表現論に興味を持っている．現在は，$G = GL_N(D)$ の $\mathbb{C}$ 上の既約 supercuspidal 表現の type について研究している．ここで D は非アルキメデス的局所体 F 上の中心的斜体である．

群 G の既約 supercuspidal 表現の同型類の集合には，適当な同値関係を入れることができる．この同値関係は，supercuspidal 表現のなす圏を直積分解する際に有用となる．各同値類 $\mathfrak{s}$ が与えられたとき，群 G のコンパクト開部分群 K と K の既約 smooth 表現 τ の組 (K, τ) であって，各既約 supercuspidal 表現が $\mathfrak{s}$ の元になるかを判別することができるものを $\mathfrak{s}$-type とよぶ．

課題として，K を G の極大コンパクト部分群としたとき，各同値類 $\mathfrak{s}$ に対し K の表現で $\mathfrak{s}$-type となるものがどれだけあるかを考える．私は，$\mathfrak{s}$ にある仮定を置いた場合に，$\mathfrak{s}$-type が K の正規化群 $N_G(K)$ の共役を除いて一意であることを示した．

I study the representation theory of p-adic reductive groups. I am researching the types for irreducible supercuspidal representations of $G = GL_N(D)$ over $\mathbb{C}$, where D is a central division algebra over a non-archimedean local field F.

There exists an equivalence relation for the set of all isomorphism classes of irreducible supercuspidal representations of G. This relation is used when we decompose the category of supercuspidal representations of G into its indecomposable subcategories. For given equivalence class $\mathfrak{s}$, we consider a pair (K, τ) called an $\mathfrak{s}$-type, which is able to examine whether π is an element of $\mathfrak{s}$ for every irreducible supercuspidal representation π. The type (K, τ) consists of a compact open subgroup K of G and an irreducible smooth representation τ of K.

For a maximal compact subgroup K of G, it is not known in detail how many $\mathfrak{s}$-types (K, τ) exist. I showed that $\mathfrak{s}$-types defined over K are unique up to $N_G(K)$-conjugations under some assumption, where $N_G(K)$ is the normalizer of K in G.

B. 発表論文

1. 山本祐輝, “On the types for supercuspidal representations of inner forms of GL_N”, 東京大学 (修士論文), 2018.

吉川 翔 (YOSHIKAWA Shou)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

偏極自己準同型を持つ射影多様体の特異点について研究している。特に $\mathbb{Q}$-Gorenstein でない多様体を対象としていて、これには射影錐などに応用がある。

I study singularities of varieties admitting a polarized endomorophism. The main target of my study is non-$\mathbb{Q}$-Gorenstein varieties and it has application for projective cones.

C. 口頭発表

1. Singularities of non-$\mathbb{Q}$-Gorenstein varieties admitting a polarized endomorphism. 特異点セミナー, 日本大学文理学部, 2018 年 12 月,

2. Singularities of varieties admitting a polarized endomorphism Work shop on Complex Analytic and Algebraic Methods in Dynamics, 大阪市立大学,2019 年 1 月

エスピノサ　ニコラス (ESPINOZA Nicolas)

A. 研究概要

ランダム・シュレディンガー作用素の Anderson model の固有値評価と固有値統計。

I'm studying the Anderson model of the random Schrödinger operators with finite rank perturbations. In particular, the Minami estimate and it's applications to the statistics of the eigenvalues.

B. 発表論文

1. Jean-François BONY, Nicolás ESPINOZA and Georgi RAIKOV : "Spectral properties of 2D Pauli operators with almost periodic electromagnetic fields", Publ. RIMS Kyoto Univ **4x** (201x) 1–34.

C. 口頭発表

1. Spectral properties of 2D Pauli operators with almost periodic electromagnetic fields, 数理物理と微分方程式 第 28 回, 函館湯の川温泉, 2018 年 11 月.

関 澤昊 (GUAN Zehao)

(FMSP コース生)

A. 研究概要

I study the hydrodynamic limits of the simple exclusion processes and the zero range processes in the inhomogeneous environment, the crystal lattices. To overcome the difficulty of inhomogeneity, we start with a fixed harmonic realization and derive the hydrodynamic limit for the zero range process, which depends on both the structure of crystal lattice and the harmonic realization. We obtain how the limit equation depends on the choices of the realizations, which gives us the limit equation in general periodic realizations.

C. 口頭発表

1. "Zero range process in crystal lattices", 確率論シンポジウム, 京都, 2018 年 12 月

２. "Hydrodynamic limits of interacting particle systems on crystal lattices in periodic realizations", 無限粒子系、確立場の諸問題 XIV, 奈良, 2019 年 1 月

E. 修士論文

Hydrodynamic limits of interacting particle systems on crystal lattices in periodic realizations

索 引

• アルファベット順

A

ABE Noriyuki (阿部 紀行) 69
AIDA Shigeki (会田 茂樹) 1
ASAO Yasuhiko (浅尾 泰彦) 246
ASOU Kazuhiko (麻生 和彦) 125
ASUKE Taro (足助 太郎) 68

B

Bao Yuanyuan (鮑 園園) 130
BEKKI Hohto (戸次 鵬人) 237
Burkin, Sergei Vladimirovich 268

C

CHEN Weichung (陳 韋中) 265
CHIBA Kohei (千葉 航平) 281
CHIBA Yuki (千葉 悠喜) 263
CHIHARA Ryohei (茅原 涼平) 264

D

DIAS ALEXIOU Carolina 245

E

ESPINOZA Nicolas 307

F

FUJIWARA Takeo (藤原 毅夫) 138
FUKUI Yuki (福井 雄己) 301
FUKUOKA Takeru (福岡 尊) 236
FUKUSHIMA Shota (福嶌 翔太) 302
FURUKAWA Katsuhisa (古川 勝久) 167
FURUTA Mikio (古田 幹雄) 55

G

GIGA Mi-Ho (儀我 美保) 180
GIGA Yoshikazu (儀我 美一) 17
GOCHO Toru (牛腸 徹) 128
GODA Masatoshi (郷田 昌稔) 293
GONGYO Yoshinori (權業 善範) 89
GOTO Yukimi (後藤 ゆきみ) 217
GUAN Zehao (関 澤昊) 307

H

HASEGAWA Ryu (長谷川 立) 104
HASHIMOTO Kenji (橋本 健治) 187
HATTORI Hiroki (服部 弘樹) 301
HAYASE Tomohiro (早瀬 友裕) 235
HAYASHI Shuhei (林 修平) 105
HAYASHI Takuma (林 拓磨) 204
HAYASHI Tatsuya (林 達也) 188
HE Zhuofeng (賀 卓豊) 196
HIRACHI Kengo (平地 健吾) 53
HIRANO Yuichi (平野 雄一) 189
HOMMA Mitsuru(本間 充) 157
HOSONO Genki (細野 元気) 191
HSU Penyuan (許 本源) 193
HUANG Xinchi (黄 欣馳) 215

I

ICHII Shingo (一井 信吾) 71
IIDA Nobuo (飯田 暢生) 288
IKEGAWA Takashi (池川　隆司) 160
IMAI Naoki (今井 直毅) 74
INABA Hisashi (稲葉　寿) 6
INATSUGU Haruhiko (稲次 春彦) 251
INAYAMA Takahiro (稲山 貴大) 270
INOUE Daisuke (井上 大輔) 176
INOUE Eiji (井上 瑛二) 271
INOUE Yuki (井上 裕貴) 289
IRIE Kei (入江 慶) 75
ISHIBASHI Tsukasa (石橋 典) 247
ISHIGE Kazuhiro (石毛 和弘) 3
ISHIMOTO Kenta (石本 健太) 144
ITO Kenichi (伊藤 健一) 72
ITO Noboru (伊藤 昇) 174
ITO Yohei (伊藤 要平) 249
IWAI Masataka (岩井 雅崇) 251

K

KAJIWARA Naoto (梶原 直人) 209
KAKU Sochiro (加来 宗一郎) 292
KAMEOKA Kentaro (亀岡 健太郎) 293
KAMIYA Ryo (神谷 亮) 179
KANAI Masahiko (金井 雅彦) 14
KANNAKA Kazuki (甘中 一輝) 275
KASAURA Kazumi (笠浦 一海) 292
KASHIWABARA Takahito (柏原 崇人) 126
KATAOKA Takenori (片岡 武典) 211
KATO Akishi (加藤 晃史) 78
KATO Hiroki (加藤 大輝) 253
KATO Motoko (加藤 本子) 213
KATO Yuya (加藤 佑矢) 274
KAWAGUCHI Noriaki (川口 徳昭) 198
KAWAHIGASHI Yasuyuki (河東 泰之) 15
KAWAMOTO Atsushi (川本 敦史) 179
KAWAZUMI Nariya (河澄 響矢) 80
KIDA Yoshikata (木田 良才) 85
KIM Minkyu 278
KIMURA Akitoshi (木村 晃敏) 182
KIMURA Mitsuaki(木村 満晃) 214
KINOSHITA Yoshiki (木下 慶紀) 254
KITAOKA Akira (北岡 旦) 277
KITAYAMA Takahiro (北山 貴裕) 84
KIYONO Kazuhiko (清野 和彦) 127
KOBAYASHI Toshiyuki (小林 俊行) 24
KODAMA Hiroki (児玉 大樹) 199
KOHNO Toshitake (河野 俊丈) 22
KOIKE Yuta (小池 祐太) 88
KONDO Kazuki (近藤 一輝) 295
KONNO Hokuto (今野 北斗) 218
KOSEKI Naoki (小関 直紀) 254
KURIKI Satoshi (栗木 哲) 154

L

LI Huanyuan (李　煥元) 243
LIN Dexie (林 德燮) 269
LIU Yikan (劉 逸侃) 150

M

MAETA Keiichi(前多 啓一) 284
MARUHASHI Hirokazu (丸橋 広和) 168
MASE Takafumi (間瀬 崇史) 149

2. 学 位 取 得 者

Graduate Degrees Conferred

☆ 博士号取得者と論文題目

(Doctor of Philosophy in the field of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

♣ 課程博士

- 吉田 純 (YOSHIDA Jun)
  Categories of operators for multicategories with various symmetries
  (多彩な対称性を持つマルチ圏のオペレーターの圏)
  14 September. 2018

- 佐藤 謙太 (SATO Kenta)
  Studies on the ascending chain condition for F-pure thresholds
  (F 純閾値の昇鎖条件に関する研究)
  14 September. 2018

- 三浦 達彦 (MIURA Tatsuhiko)
  Mathematical analysis of evolution equations in curved thin domains or on moving surfaces
  (曲がった薄膜領域や動く曲面上の発展方程式の数学解析)
  14 September. 2018

- 張 龍傑 (ZHANG Longjie)
  Mean curvature flow with driving force
  (駆動力付きの平均曲率流方程式)
  14 September. 2018

- 加藤 本子 (KATO Motoko)
  Richard Thompson's groups from the viewpoint of geometric group theory
  (幾何学的群論の観点によるリチャード・トンプソン群の研究)
  25 March. 2019

- 高橋 和音 (TAKAHASHI Kazune)
  Hénon type elliptic equations with critical Sobolev growth
  (臨界 Sobolev 指数を持つ Hénon 型楕円型方程式)
  25 March. 2019

- 谷村 慈則 (TANIMURA Yoshinori)
  An algebraic approach to Duflo's polynomial conjecture in the nilpotent case
  (冪零の場合の Duflo の多項式予想に対する代数的アプローチ)
  25 March. 2019

- 山本 悠登 (YAMAMOTO Yuto)
  Periods of tropical K3 hypersurfaces
  (トロピカル K3 超曲面の周期)
  25 March. 2019

- 大井 雅雄 (OHI Masao)
  On depth in the local Langlands correspondence
  （局所 Langlands 対応における深度の概念について）
  25 March. 2019

- 梶原 直人 (KAJIWARA Naoto)
  Constructions of various solutions for parabolic equations in mathematical biology and phase-field models
  （数理生物学とフェイズフィールドモデルにおける放物型方程式に対する様々な解の構成）
  25 March. 2019

- 片岡　武典 (KATAOKA Takenori)
  Equivariant Iwasawa theory for elliptic curves
  (楕円曲線の同変岩澤理論)
  25 March. 2019

- 後藤　ゆきみ (GOTO Yukimmi)
  Binding stability of molecules in density-matrix-functional theories
  (密度行列汎関数理論における分子の安定性)
  25 March. 2019

- 今野　北斗 (KONNO Hokuto)
  Characteristic classes via 4-dimensional gauge theory
  (4 次元ゲージ理論に基づく特性類の構成)
  25 March. 2019

- 島本　直弥 (SHIMAMOTO Naoya)
  On orbit decompositions of multiple flag varieties
  (多重旗多様体の軌道分解について)
  25 March. 2019

- 田内　大渡 (TAUCHI Taito)
  Relationship between orbit decompositions on flag varieties and multiplicities of induced representations
  (旗多様体上の軌道分解と誘導表現の重複度の関係性について)
  25 March. 2019

- 滝聞　太基 (TAKIGIKU Motoki)
  A combinatorial study on K-theoretic k-Schur functions and stable Grothendieck polynomials
  (K-理論的 k-シューア関数と安定グロタンディーク多項式に関する組合せ論的研究)
  25 March. 2019

- 田口　和稔 (TAGUCHI Kazutoshi)
  On constrained discrete total variation flows and related topics
  (束縛付き離散全変動流について)
  25 March. 2019

- 竹内　有哉 (TAKEUCHI Yuya)
  Studies on invariants of strictly pseudoconvex CR manifolds
  (強擬凸 CR 多様体の不変量に関する研究)
  25 March. 2019

- 只野　之英 (TADANO Yukihide)
  Long-range scattering problem and continuum limit of discrete Schrödinger operators
  (離散シュレディンガー作用素の長距離散乱問題と連続極限)
  25 March. 2019

- 早瀬　友裕 (HAYASE Tomohiro)
  Parameter Estimation of Random Matrix Models via Free Probability Theory
  (自由確率論によるランダム行列モデルのパラメータ推定)
  25 March. 2019

- 福岡　尊 (FUKUOKA Takeru)
  On sextic del Pezzo fibrations over curves
  (曲線上の次数 6 の del Pezzo ファイブレーションについて)
  25 March. 2019

- 戸次　鵬人 (BEKKI Hohto)
  Some arithmetic properties of geodesic cycles on locally symmetric spaces
  (局所対称空間上の測地的サイクルの数論的性質)
  25 March. 2019

- 松澤　陽介 (MATSUZAWA Yohsuke)
  Arithmetic degrees of self-maps of algebraic varieties
  (代数多様体の自己写像の算術次数)
  25 March. 2019

- 三上　渓太 (MIKAMI Keita)
  Localization in direction of Schrödinger operators with homogeneous potentials of order zero
  (0 次斉次なポテンシャルを持つシュレディンガー作用素の方向局所化について)
  25 March. 2019

- 黄　欣馳 (HUANG Xinchi)
  Inverse problems by Carleman estimates for several partial differential equations in mathematical physics
  （数理物理学に現れる偏微分方程式に対するカーレマン評価による逆問題）
  25 March. 2019

- 簫　冬遠 (XIAO Dongyuan)
  Spreading speeds and asymptotic profiles of solutions of the farmer and hunter-gatherer models
  （農耕民族と狩猟採集民族モデルの解の広がり速度と漸近的形状）
  25 March. 2019

- 李　煥元 (LI Huanyuan)
  On the Motion of Inhomogeneous Incompressible Fluids
  （非一様非圧縮性流体の運動について）
  25 March. 2019

- 小関　直紀 (KOSEKI Noaoki)
  Bridgeland stability conditions and geometry of the moduli spaces of coherent sheaves
  (Bridgeland 安定性条件と連接層のモジュライ空間の幾何学)
  25 March. 2019

☆ 修士号取得者と論文題目

(Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

- 井上 裕貴 (INOUE Yuki)
  $\overline{U}_q(\mathfrak{sl}_2)$ の二次拡大環上の加群のテンソル積の直既約分解
  25 March. 2019

- 江島 駿 (EJIMA Shun)
  Perturbation theory of KMS states
  （KMS 状態の摂動論）
  25 March. 2019

- 佐野　岳人 (SANO Taketo)
  Rasmussen invariant and the divisibility of Lee's class
  （Rasmussen 不変量と Lee 類の可除性について）
  25 March. 2019

- 佐野　悠太 (SANO Yuta)
  Legendre 結び目のエネルギーの構成の試み
  25 March. 2019

- 田中　俊輝 (TANAKA Toshiki)
  On the Chari-Pressley-Loktev basis of a local Weyl module over the current algebra of $\mathfrak{sl}_{r+1}$
  （ $\mathfrak{sl}_{r+1}$ の current 代数上の局所 Weyl 加群の Chari-Pressley-Loktev 基底について）
  25 March. 2019

- 千々和　大輝 (CHIJIWA Daiki)
  On certain algebraic cycles on abelian varieties of Fermat type
  （フェルマー型アーベル多様体上のある代数的サイクルについて）
  25 March. 2019

- 遠藤　由隆 (ENDO Yukitaka)
  On surfaces with non-finitely generated automorphism groups arising from the most algebraic K3 surfaces
  （最も代数的な K3 曲面から生ずる非有限生成な自己同型群を持つ曲面について）
  25 March. 2019

- 大野　乾太郎 (OHNO Kentaro)
  Minimizing problems for stability and threefold singularities
  （安定性と三次元特異点に関する最小化問題）
  25 March. 2019

- 岡田　隆之 (OKADA Takayuki)
  年齢構造のある SIRS 型感染症の数理モデル
  25 March. 2019

- 岡本　潤 (OKAMOTO Jun)
  On random discretization of energies and its continuum limit
  (エネルギーのランダムな離散近似と連続極限)
  25 March. 2019

- 沖　泰裕 (OKI Yasuhiro)
  The supersingular locus of the Shimura variety for the quaternion unitary group of degree 2
  （2 次四元数ユニタリ群に対する志村多様体の超特異部分について）
  25 March. 2019

- 海部　太郎 (KAIBE Taro)
  Computation of the asymptotic expansion of the Bergman kernel for line bundles
  （直線束における Bergman 核の漸近展開の具体的計算について）
  25 March. 2019

- 加来　宗一郎 (KAKU Soichiro)
  Extensions of quandle cocycle invariants as pseudofunctors
  （カンドルコサイクル不変量の擬圏手としての拡張）
  25 March. 2019

- 笠浦　一海 (KASAURA Kazumi)
  On extension of overconvergent log isocrystals on log smooth varieties
  （対数的に滑らかな代数多様体上の過収束対数的アイソクリスタルの延長について）
  25 March. 2019

- 片瀬　由璃子 (KATASE Yuriko)
  A new characterization of exceptional unimodel singularities
  （例外型 unimodal 特異点の新しい特徴付け）
  25 March. 2019

- 蟹　圭佑 (KANI Keisuke)
  On the embeddability of hyperkähler fourfolds into the projective space of dimension 8
  （4 次元超ケーラー多様体の 8 次元射影空間への埋め込み可能性について）
  25 March. 2019

- 亀岡　健太郎 (KAMEOKA Kentaro)
  Semiclassical Study of Shape Resonances in the Stark Effect
  （シュタルク効果における形状共鳴の半古典的研究）
  25 March. 2019

- 河上　龍郎 (KAWAKAMI Tatsuro)
  正標数における Bogomolov 型の消滅定理について
  25 March. 2019

- 木村　優希 (KIMURA Yuuki)
  Malliavin differentiability of solutions of reflected stochastic differential equations containing path-dependent terms
  （経路依存項を含む反射壁確率微分方程式の解のマリアバン微分可能性について）
  25 March. 2019

- 郷田　昌稔 (GODA Masatoshi)
  Hawkes process and Edgeworth expansion
  （ホークス過程とエッジワース展開）
  25 March. 2019

- 近藤　一輝 (KONDO Kazuki)
  Dynamics of the multicolor box-ball system with random initial conditions via Pitman transformation
  （ランダムな初期状態をもつ多色箱玉系の Pitman 変換による時間発展）
  25 March. 2019

- 斉藤　諒 (SAITO Ryo)
  On a higher dimensional extension of the first Johnson homomorphism via bordism groups
  （ボルディズム群を用いた第 1 ジョンソン準同型の高次元への拡張について）
  25 March. 2019

- 佐藤　謙 (SATO Ken)
  Indecomposable parts of higher Chow groups of a certain type of Kummer surfaces
  （ある種のクンマー曲面の高次チャウ群の非分解部分について）
  25 March. 2019

- 里見　貴志 (SATOMI Takashi)
  算術的組み合わせ論による等質空間上のたたみ込みのスペクトル評価
  25 March. 2019

- 菅野　陶源 (SUGANO Tougen)
  A partial orbital shadowing property and Ω-stability for C^1 vector fields
  （C^1 ベクトル場の部分軌跡的擬軌道追跡性と Ω-安定性）
  25 March. 2019

- 鈴木　大 (SUZUKI Dai)
  The structure of Graph and Groupoid C^*-algebras and Topological Full groups
  （グラフ・亜群 C^* 環の構造と，位相的充満群）
  25 March. 2019

- 高瀬　裕志 (TAKASE Hiroshi)
  Inverse problems for the gravitational waves, St. Venant equation and integral geometry
  （重力波，St. Venant 方程式ならびに積分幾何学に関する逆問題）
  25 March. 2019

- 高松　哲平 (TAKAMATSU Teppei)
  On the Shafarevich conjecture for minimal surfaces of Kodaira dimension 0
  （小平次元 0 の極小曲面における Shafarevich 予想について）
  25 March. 2019

- 立見　有哉 (TATSUMI Yuuya)
  ベルヌーイ分布に従う 3 個のアームのバンディット問題の最悪時リグレット評価
  25 March. 2019

- 田中　光 (TANAKA Hikari)
  分岐被覆領域に対するレビ問題について
  25 March. 2019

- 筒井　勇樹 (TSUTSUI Yuki)
  Radiance obstructions of tropical Kummer surfaces
  （トロピカルクンマー曲面のレイディアンス障害類について）
  25 March. 2019

- 中嶋　怜人 (NAKASHIMA Reito)
  Minimal genus problem for T^2-bundles over surfaces
  （曲面上のトーラスバンドルに対する最小種数問題）
  25 March. 2019

- 服部　弘樹 (HATTORI Hiroki)
  大沢・竹腰拡張定理の L^2 評価に関する研究
  25 March. 2019

- 福井　雄己 (FUKUI Yuki)
  Construction of weak solution of a weighted inverse mean curvature flow
  （重み付き逆平均曲率流の弱解の構成）
  25 March. 2019

- 福嶌　祥太 (FUKUSHIMA Shota)
  L^2 boundedness of pseudodifferential operator on manifold with end
  （end 付き多様体上の擬微分作用素の L^2 有界性）
  25 March. 2019

- 三浦　尭之 (MIURA Takayuki)
  Classification of del Pezzo surface → surfaces with $\frac{1}{3}(1,1)$- and $\frac{1}{4}(1,1)$-singularities
  （ $\frac{1}{3}$(1,1) 型と $\frac{1}{4}$ (1,1) 型特異点を持つデルペッツォ曲面の分類）
  25 March. 2019

- 水田　黎 (MIZUTA Rei)
  Pseudo-Polynomial Time Algorithm for Computing Moments of polynomials in Free Semicircular Elements
  （自由独立な半円作用素の多項式で表される作用素のモーメント計算の擬多項式時間アルゴリズム）
  25 March. 2019

- 森村　勇人 (MORIMURA Hayato)
  Derived equivalence for Mukai flop via mutation of semiorthogonal decomposition
  （半直交分解の変異を用いた向井フロップの導来同値の証明）
  25 March. 2019

- 守山　貴顕 (MORIYAMA Takaaki)
  Weak density of orbit equivalence classes and free products of infinite abelian groups
  （軌道同値類の弱稠密性と無限アーベル群の自由積）
  25 March. 2019

- 山口　雄太 (YAMAGUCHI Yuuta)
  $\mathbb{P}^1$ の 4 重被覆の周期積分とテータ関数
  25 March. 2019

- 山本　祐輝 (YAMAMOTO Yuki)
  On the types for supercuspidal representations of inner forms of GL_N
  （GL_N の内部形式の超尖点表現の type について）
  25 March. 2019

- 吉川　翔 (YOSHIKAWA Shou)
  Singularities of non-$\mathbb{Q}$-Gorenstein varieties admitting a polarized endomorphism
  （偏極自己準同型をもつ $\mathbb{Q}$-Gorenstein でない多様体の特異点について）
  25 March. 2019

- エスピノサ　ペナ　ニコラス　アントニオ (ESPINOZA Pena Nicolas Antonio)
  Eigenvalue estimates and eigenvalue statistics for random Schrödinger operators with finite rank perturbations
  （有限階摂動型ランダム・シュレディンガー作用素の固有値評価と固有値統計について）
  25 March. 2019

- 関　澤昊 (GUAN Zehao)
  Hydrodynamic limits of interacting particle systems on crystal lattices in periodic realizations
  （ 結晶格子上の相互作用粒子系に対する周期的実現のもとでの流体力学極限）
  25 March. 2019

- 顧　仲陽 (GU Zhongyang)
  On the Helmholtz decompositions of vector fields of bounded mean oscillation and in real Hardy spaces over the half space.
  （半空間上の有界平均振動ベクトル場や実ハーディベクトル場のヘルムホルツ分解）
  25 March. 2019

- (ワシレヴィチ　ミハウ　アンジェイ)
  Towards Juhl ' s formulae for CR invariant differential operators
  （CR 不変微分作用素に対する Juhl の公式を目指して）
  25 March. 2019

- 楊　帆 (YANG Fan)
  Well-posedness for the one-dimensional models of blood flow
  （一次元血流モデルにおける適切性）
  25 March. 2019

- 飯田　暢生 (IIDA Nobuo)
  境界にコンタクト構造を持つ 4 次元多様体上の Seiberg-Witten 理論
  25 March. 2019

- 山下　真由子 (YAMASHITA Mayuko)
  Indices of geometric operators on manifolds with fibered boundaries
  （境界にファイバー束構造のある多様体上の幾何学的作用素の指数）
  25 March. 2019

3. 学術雑誌 - 東大数理科学ジャーナル 第 25・26 巻

Journal of Mathematical Sciences
The University of Tokyo, Vol. 25,Vol. 26

Vol. 25 No. 2 Published June 29, 2018

- **Abdelwaheb IFA, Hanen LOUATI and Michel ROULEUX**
  Bohr-Sommerfeld Quantization Rules Revisited: the Method of Positive Commutators

- **Ryota MIKAMI**
  A Tropical Characterization of Algebraic Subvarieties of Toric Varieties over Non-Archimedean Fields

- **Masayoshi NAGASE and Daisuke SASAKI**
  Hermitian Tanno Connection and Bochner Type Curvature Tensors of Contact Riemannian Manifolds

- **Tetsuya HATTORI**
  Doubly Uniform Complete Law of Large Numbers for Independent Point Processes

Vol. 26 No. 1 Published March 22, 2019

- **Takehiko YASUDA**
  Discrepancies of p-Cyclic Quotient Varieties

- **Mao OKADA**
  Local Rigidity of Certain Actions of Nilpotent-by-Cyclic Groups on the Sphere

- **Yann BERNARD, Glen WHEELER and Valentina-Mira WHEELER**
  Concentration-Compactness and Finite-Time Singularities for Chen's Flow

4. プレプリント · シリーズ

(2018.4 ∼ 2019.3)

Preprint Series

- 2018–1 Taro ASUKE: *On fatou and julia sets of foliations.*

FMSP チュートリアル シンポジウム / 数理科学連携基盤センター 共催
Symposium on Mathematics for Various Disciplines 20

表面・界面ダイナミクスの数理 15

2018 年 4 月 18 日（水）– 4 月 20 日（金）
東京大学大学院数理科学研究科 056 号室

プログラム

4 月 18 日（水）

10:15 – 開会

10:30 – 11:30 **横山 悦郎 (Yokoyama, E.)**（学習院大学）
表面・界面ダイナミクスの数理入門 — 結晶の成長機構とその形態形成 1

13:30 – 14:10 **ギンダー エリオット (Ginder, E.)**（明治大学）
減衰項付き双曲型平均曲率流の近似解法について

14:30 – 14:50 **田口 和稔 (Taguchi, K.)**（東京大学）
$SO(3)$ 値離散 1 調和写像流の数値計算について

14:50 – 15:20 討論

15:40 – 16:20 **剣持 信幸 (Kenmochi, N.)**（University of Warsaw）
Stefan–Navier・Stokes problem

16:20 – 16:50 討論

4 月 19 日（木）

10:30 – 11:30 **横山 悦郎 (Yokoyama, E.)**（学習院大学）
表面・界面ダイナミクスの数理入門 — 結晶の成長機構とその形態形成 2

13:30 – 14:10 **佐崎 元 (Sazaki, G.)**（北海道大学）
気相から成長する氷結晶ベーサル面の単位渦巻ステップの成長カイネティクスとその温度依存性

14:10 – 14:40 討論

15:00 – 15:40 **溝口 照康 (Mizoguchi, T.)**（東京大学）
機械学習と原子分解能計測による結晶界面の構造解析

15:40 – 16:10 討論

16:20 – 17:00 **矢崎 成俊 (Yazaki, S.)**（明治大学）
さまざまな界面現象に現れる動く曲線の数値計算について

17:00 – 17:20 討論

4 月 20 日（金）

10:30 – 11:30 **横山 悦郎 (Yokoyama, E.)**（学習院大学）
表面・界面ダイナミクスの数理入門 — 結晶の成長機構とその形態形成 3

組織委員会：
儀我 美一 (Giga, Y.)（東京大学大学院数理科学研究科）
須藤 孝一 (Sudoh, K.)（大阪大学産業科学研究所）
横山 悦郎 (Yokoyama, E.)（学習院大学計算機センター）
事務局・連絡先：木村 佐斗子 labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

支援を受けた研究費：日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 S
課題番号: 26220702「特異構造が支配する非線形現象の高度形態変動解析」

http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~labgiga/conf_etc_info/sympo_mvd20/
http://fmsp.ms.u-tokyo.ac.jp

Report on
the MSRI Summer Graduate School "h-principles"
June 25 – July 6, 2018
Tambara Institute of Mathematical Sciences, the University of Tokyo

The majority of the summer school took place at the Tambara Institute, covering two lectures a day, together with TA and problem sessions. The lodging, lecture hall, and eating area are all in the same building, which made it very easy for the students to discuss math with each other, the lecturers, and the TAs in a casual way during off hours. The goal of the summer graduate school was to introduce graduate students to the theory of h-principles. The structure of the school was centered around four courses: an introductory course covering the "classical" theory in smooth topology, and three courses focused on more recent developments of the theory: fluid dynamics, symplectic and contact geometry, and foliation theory.

On Monday, the first day, all the participants arrived at the math department of Komaba Campus of the University of Tokyo. We began with introductions, the basic schedule outline, and a welcome address by Prof. Kohno, the Dean of the math school of the University of Tokyo. Then the group took the chartered bus and got Tambara Institute in the afternoon. After further introductions where everyone shared their background and home institutions, we began the summer graduate school with the first introductory lecture. In the Monday lecture, Emmy began with a discussion of the "parallel parking theorem", giving a proof and using the chance to build up the language of jets to be used throughout the school.

During the first week the two topics were Emmy's introducotory course, and Lazslo's course on fluid mechanics. These two topics mirrored each other very nicely, particularly as Emmy's course covered the more "topological" version of convex integration for open relations, whereas Lazslow's course covered a more analytic approach to the same topic, useful for the closed relations of isometric embeddings and the Euler equation. Emmy's course was focused around the theme of formal vs. holonomic solutions to partial differential relations (as in Gromov/Eliashberg/Mishachev), and developing variuous tools to connect these: holonomic approximation, convex integration, and wrinkled embeddings.

Lazslow's course had a theme throughout of comparing the Nash-Kuiper embedding theorem to the Ansager conjecture for the Euler equations. This was an immense help, as it continualy grounded the Euler equations in the isometric embedding problem, which is very closely related but simpler in terms of geometric intuition and analytic bounds.
Throughout the week there were approximately 15 problems given for each of the two courses. This prompted a lot of discussion among the students, TAs, and lecturers. On Friday, Emmy and Lazslow led problem discussions where the students answered some of the problems, and the lecturers explained solutions to the most difficult questions. The problems ranged from small lemmas left unproven in the lectures – suitable for beginning students – to large-ranging difficult questions about how to extend the theory to novel situations, to interesting asides with the flavor of "recreational mathematics" (such as Emmy's cone eversion problem and Lazlow's axis-parallel convexity problem).
For the weekend there was an organized excursion to Nikko, where the participants found some traditional places in Japan as well as a beautiful landscape at Oku-Nikko.
The second week followed essentially the same structure as the first week, now covering Takashi's course on foliation theory and Emmy's course on contact and symplectic geometry. The first lectures began with the introductory basics of symplectic/contact geometry by Emmy and foliations by Takashi – giving the students a chance to familiarize themselves with the basics of these geometries before applying the h-principle theory to them. The concepts were additionally explained in more detail by the two TAs after the lectures. As the week went on, the lectures turned to the theory of h-principles on symplectic/contact structures by and foliations. Similar to the previous week, the session on the morning of the last day was devoted to exercises where the lectures answers questions by the participants.
We think the lectures and the organization of the school were very successful. The close-knit space of the Tambara Institute, including meals, teas and drinks, did very well to support discussion among the participants. A few excerpts from the survey the students received after the school:
"I really liked being in a rural area. It was beautiful and calm, which allowed me to focus on the summer school. I also enjoyed being able to regularly hike. The tutor sessions were also very helpful. I had not seen a lot of the presented material before, so having tutors and fellow students explain things was very beneficial."
"It's hard to say how impressed I was by the Tambara Institute. I have never been treated so well by a conference venue!"
"Professor Murphy's lectures were a really great intro to the area. Also being all together all day in a secluded place was very conducive to mathematical discussion and enabled us to spend a lot of time talking and thinking about the material without feeling rushed like I often have at previous summer schools."
"The staff was phenomenal. They were so friendly, and the food they made was delightful. I wish Tambara wasn't so far away! I already want to go back."
"We had enough time to do the exercises and review the lectures, it was fundamental to understand the material. The Professors were sharing 24/7 with us, so we could ask at anytime about the lectures or reasearch related questions."
"Tambara was a dream. I wouldn't change a thing about it."
a) Full list of attendants to the summer school (their names and institutions)

Jie (Frank) Xu	Boston University
Isaac Craig	Bryn Mawr College
Sudipta Kolay	Georgia Institute of Technology
Xupeng Shi	Northeastern University
Randall Van Why	Northwestern University
Ana Chavez Caliz	Pennsylvania State University
Shaoyun Bai	Princeton University
Cedric De Groote	Stanford University
Morgan Weiler	UC Berkeley
Andres Perico	UC Santa Cruz
Stephen Michael Miller	UCLA
Taylor Klotz	University of Colorado, Boulder
Feride Kose	University of Texas at Austin
Jiawei Han	Vanderbilt University
Stanislav Opanasenko	AARMS
Yaniv Ganor	Tel-Aviv University
Dexie Lin	The Univrsity of Tokyo
Ryohei Chihara	The Univrsity of Tokyo
Yasuhiko Asao	The Univrsity of Tokyo
Reito Nakashima	The Univrsity of Tokyo
Keita Nakagane	Tokyo Institute of Technology
Yoshihiro Sugimoto	Kyoto University
Suguru Ishikawa	Kyoto University
Shuhei Maruyama	Nagoya Univeraity

b) List of lecturers, organizers, and TAs (please specify: first name, last name, institution, and role(s))

Emmy Murphy	Northwestern University	organizer, lecturer
László Székelyhidi	Universitat Leipzig	lecturer
Takashi Tsuboi	The University of Tokyo	organizer, lecturer
Michael Harrison	Lehigh University	TA
Toru Yoshiyasu	Kyoto University	TA

c) schedule (with titles and abstracts or a program)

Course Plan

Part I: Introductory h-principles (Emmy Murphy)

1) h-principle philosophy, examples, and holonomic approximation statement

2) Proof of holonomic approximation, and applications

3) Convex integration

4) Wrinkled embeddings

Part II: Convex integration with applications to Riemannian geometry and fluid dynamics (László Székelyhidi)

1) The Nash-Kuiper theorem and extensions
2) General theory of differential inclusions
3) The Euler equations as a differential inclusion
4) Onsager's conjecture and proof
5) Convex integration in fluid mechanics

Part III: Contact and symplectic h-principles (Emmy Murphy)

1) Introduction to contact and symplectic geometry
2) h-principle for isosymplectic/isocontact embeddings and subcritical isotropics
3) Classification of overtwisted 3-manifolds
4) Loose Legendrians, and the symplectic geometry of Stein manifolds

Part IV: h-principles in foliation theory (Takashi Tsuboi)

1) The h-principle for Diff V invariant differential relations and the h-principle for submersions and the Theorem of Phillips
2) Definition of foliations of manifolds and the statement of the Bott vanishing theorem
3) Definition of Haefliger's Γ structures and Haefliger's theorem on foliations of open manifolds.
4) The theorem of Thurston on the classification of foliations of codimension greater than one.

Course Schedule

	June 25	June 26	June 27	June 28	June 29
Morning		Emmy	László	Emmy	Emmy
Afternoon	Emmy	László	László	László	László

	July 2	July 3	July 4	July 5	July 6
Morning	Emmy	Takashi	Emmy	Takashi	
Afternoon	Takashi	Emmy	Takashi	Emmy	

Tokyo-Berkeley Data Science Boot Up Camp

July 9 – July 19, 2018

Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Main Lectures

Philip B. Stark
Department of Statistics, UC Berkeley
Foundations of Statistics and an Introduction to Statistical Inference
Yuta Koike
Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo
Introduction to Statistical Data Analysis

Monday, July 9

9:50 – 10:00 Opening remarks - Toshitake Kohno
10:00 – 11:30 Yuta Koike
Lecture I, Room 056
13:30 – 15:00 Philip B. Stark
Lecture I, Room 056
15:00 – 15:15 Tea, Common Room
15:15 – Exercises and Tutorial, Room 052

Tuesday, July 10

10:00 – 11:30 Yuta Koike
Lecture II, Room 128
13:30 – 15:00 Philip B. Stark
Lecture II, Room 056
15:00 – 15:15 Tea, Common Room
15:15 – Exercises and Tutorial, Room 052

Wednesday, July 11

10:00 – 11:30 Philip B. Stark
Lecture III, Room 056

13:30 – 15:00 Yuta Koike
Lecture III, Room 002
15:00 – 15:15 Tea, Common Room
15:15 – Exercises and Tutorial, Room 052

Thursday, July 12

10:00 – 11:30 Yuta Koike
Lecture IV, Room 128
13:30 – 15:00 Exercises and Tutorial, Room 052
15:00 – 15:15 Tea, Common Room
15:15 – Exercises and Tutorial, Room 052

Thursday, July 13

Research talks, Room 056 and 117

10:00 – 11:00 Christopher Hoover (UC Berkeley)
Data Science Applications to Global Environmental Health: Enhanced Understanding for Enhanced Impact
11:10 – 12:10 Rosanna Neuhausler (UC Berkeley)
Investigating critical timescales of water storage and discharge in the Sierra Nevada, California 13:30 – 15:40 Yue You (UC Berkeley)
Targeted Learning for Variable Importance in Precision Medicine 14:40 – 15:40 Valerii Sopin (HSE Moscow)
Trees, Bagging, Random Forests and Boosting

July 17 – July 19
Student Seminar Room 117

Organizers :
Toshitake Kohno, Yuta Koike

Supported by Top Global University Project, MEXT Japan

研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」

2018 年 8 月 7 日 - 10 日東京大学大学院数理科学研究科 123 教室

世話人: 田所勇樹（木更津高専）, 久野雄介（津田塾大）, 佐藤正寿（東京電機大）, 河澄響矢（東大数理）.

以下の補助のもとに開催されました:
JSPS 受託研究学術動向調査費, 研究代表者:小島定吉 (早稲田大学)
科学研究費補助金基盤研究 (S)「幾何学的群論の深化と展開」課題番号 15H05739, 研究代表者: 藤原 耕二 (京都大学)
科学研究費補助金基盤研究 (C)「周期から得られる位相的漸化式の新展開」課題番号 17K05234, 研究代表者: 田所 勇樹 (木更津高専)

プログラム

８月７日（火）

14:00–15:00, **石橋 典** (東大数理)
Cluster Dehn twists in cluster modular groups
15:20–16:20, **橋本 義武** (東京都市大数学)
Screening operators and Jantzen filtration on Fock representations of a Virasoro algebra, 1
16:40–17:40, **若月 駿** (東大数理)
Coproducts in brane topology

８月８日（水）

9:50–10:50, **稲垣 友介** (阪大理)
A parameterization of $PSL(n,\mathbb{R})$-Fuchsian loci of a pair of pants
11:10–12:10, **甘中 一輝** (東大数理)
反ド・ジッター空間における無限生成の強不連続性を有さないある不連続群の軌道の数え上げについて
14:00–15:00, **平川 亮太** (京大理)
The family of tetra Riemann surfaces together with a sporadic hyperelliptic surface
15:20–16:20, **高村 茂** (京大理)
Linearization and stratification of quotient families
16:40–17:40, **橋本 義武** (東京都市大数学)
Screening operators and Jantzen filtration on Fock representations of a Virasoro algebra, 2

８月９日（木）

9:50–10:50, **北川 真也** (岐阜工業高専)
Examples of genus two fibrations without sections on rational surfaces
11:10–12:10, **関野 希望** (東大数理)
可約な種数 2 Heegaard 分解を持つ多様体の種数 1 ファイバー結び目
14:00–15:00, **三鍋 聡司** (東京電機大工)
On the cohomology of some moduli spaces of weighted stable curves of genus zero and one
15:20–16:20, **宮村 旭** (東工大理学院)
種数 0 の Lefschetz ファイバー空間の符号数について

16:40–17:40, 足利 正 (東北学院大工)
Orbifold moduli maps of degenerations of Riemann surfaces

８月１０日（金）

9:50–10:50, 田所 勇樹 (木更津高専)
Pointed harmonic volume and its relation to the extended Johnson homomorphism
11:10–12:10, 濱野 佐知子 (阪市大理)
Pseudoconvex domains fibered by open Riemann surfaces of the same topological type
14:00–15:00, 湯淺 亘 (京大理)
On power subgroups of Dehn twists in hyperelliptic mapping class groups
15:20–16:20, 片山 拓弥 (広島大理)
On virtual embeddability between the mapping class groups of some surfaces
16:40–17:40, 小島 定吉 (早大理工)
Quasi-isometry of invariants

Volume Conjecture in Tokyo

August 22 – August 24, 2018
Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Wednesday, August 22

13:00 – Reception
14:00 – 15:00 **Christian Zickert** (UMD) Ptolemy varieties and Bloch invariants for higher dimensional manifolds
15:30 – 16:30 **Hitoshi Murakami** (Tohoku) The volume conjecture for cable knots
17:00 – 18:00 **Stavros Garoufalidis** (Gatech) The volume conjecture for state integrals

Thursday, August 23

10:00 – 11:00　11:30 – 12:30 **Rinat Kashaev** (Geneve) The Volume conjecture for knots in arbitrary 3-manifolds
Lunch Break
14:00 – 15:00 **Sergei Gukov** (Caltech) “Zed-hat”
15:30 – 16:30 **Jun Murakami** (Waseda) Volume conjecture for the logarithmic invariant
17:00 – 18:00 **Free Discussion**

Friday, August 24

10:00 – 11:00 **Thang T.Q. Le** (Gatech) On growth of torsion homology of 3-manifolds
11:30 – 12:30 **Thang T.Q. Le** (Gatech) The skein algebra of surfaces and hyperbolic TQFT

Lunch Break
14:00 – 15:00 **Kazuhiro Hikami** (Kyushu) On Kauffman bracket skein algebra and DAHA
15:30 – 16:30 **Jinseok Cho** (Busan) The optimistic limit of colored Jones polynomial

FMSP チュートリアル シンポジウム / 数理科学連携基盤センター 共催
Symposium on Mathematics for Various Disciplines 21

Mathematical Aspects of Surface and Interface Dynamics 16

表面・界面ダイナミクスの数理 16

October 17 – October 19, 2018
Lecture Hall / Room 056,
Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Wednesday, October 17

10:15 – Opening

10:30 – 11:30 **Dionisios Margetis** (University of Maryland)
Three tales of three scales in epitaxial growth
– 1 On the fundamentals of crystal surface morphological evolution

13:30 – 14:10 **Hiroyoshi Mitake** (The University of Tokyo)
On large-time behavior for birth-spread type nonlinear PDEs

14:30 – 15:10 **Salvador Moll** (University of Valencia)
The constrained total variation flow

15:30 – Poster Session

Thursday, October 18

10:30 – 11:30 **Dionisios Margetis** (University of Maryland)
Three tales of three scales in epitaxial growth
– 2 From discrete schemes to macroscopic laws: Reconciling step motion with crystal facet evolution

13:30 – 14:10 **Olivier Pierre-Louis** (Université Claude Bernard Lyon 1/CNRS)
Growth and dissolution in confinement: dynamics within contacts

14:20 – 15:00 **Yoshihiro Kangawa** (Kyushu University/Nagoya University)
Influence of surface reconstruction on the impurity incorporation in GaN MOVPE

15:00 – 15:30 Discussion

15:40 – 16:20 **Toru Ujihara** (Nagoya University)
High-quality SiC crystal grown with solution method by controlling macro-step structure

16:40 – 17:20 **Hiroki Hibino** (Kwansei Gakuin University)
Crystal growth of two-dimensional materials and heterostructures

Friday, October 19

10:30 – 11:30 **Dionisios Margetis** (University of Maryland)
Three tales of three scales in epitaxial growth
– 3 From atoms to step flow: The atomistic origin of the Burton-Cabrera-Frank model

13:00 – 13:40 **Jian-Guo Liu** (Duke University)
Dynamics of a degenerate PDE model of epitaxial crystal growth

13:50 – 14:30 Discussion

Poster Presentasion

Naoto Kajiwara (The University of Tokyo)
A Cahn-Hilliard equation in permeable walls and non-permeable walls

Kuniyasu Misu (Hokkaido University)
A deterministic game interpretation for the mean curvature flow equation with discontinuous source terms and its application

Tatsu-Hiko Miura (The University of Tokyo)
Singular limit problem for the Navier-Stokes equations in a curved thin domain

Ryota Nakayashiki (Chiba University)
Quasilinear type phase-field model of grain boundary motion including dynamic boundary condition

Kazutoshi Taguchi (The University of Tokyo)
Numerical experiments of Kobayashi-Warren-Carter model

Longjie Zhang (The University of Tokyo)
On mean curvature flow with driving force for symmetric motion with singular initial hypersurface

Organizers:
Yoshikazu Giga (The University of Tokyo)
Kohichi Sudoh (Osaka University)
Etsuro Yokoyama (Gakushuin University)
Secretariat: Satoko Kimura/labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

支援を受けた研究費：日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 S
課題番号: 26220702「特異構造が支配する非線形現象の高度形態変動解析
協賛：日本結晶成長学会 結晶成長基礎・評価分科会

http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~labgiga/conf_etc_info/sympo_mvd21/
http://fmsp.ms.u-tokyo.ac.jp

「葉層構造と微分同相群 2018 研究集会」
Foliations and Diffeomorphism Groups 2018

2018 年 10 月 22 日（月）14 時 30 分〜10 月 26 日（金）12 時 00 分
東京大学玉原国際セミナーハウス

Program

Monday, October 22
14:30–15:30 **Kentaro Mikami** (Akita University)
Euler number of homology groups of super Lie algebras
15:45–16:45 **Inasa Nakamura** (Kanazawa University)
Transformations of partial matchings
17:00–18:00 **Jun Ueki** (Tokyo Denki University)
Chebotarev link is stably generic
Tuesday, October 23
9:30–10:30 **Xiaobing Sheng** (The University of Tokyo)
Quasi-isometrically embedded subgroup T_n of Thompson's group T
11:00–12:00 **Motoko Kato** (The University of Tokyo)
Fixed points for group actions on finite dimensional non-positively curved spaces
15:30–16:30 **Boris Hasselblatt** (Tufts University)
Centralizers of hyperbolic flows
17:00–18:00 **Shuhei Hayashi** (University of Tokyo)
On linearly entropy expansive diffeomorphisms
Wednesday, October 24
9:30–10:30 **Hajime Sato** (Nagoya University)
Fundamental Equations of Parabolic Geometries
11:00–12:00 **Yoshifumi Matsuda** (Aoyama Gakuin Univerity)
On sepak takraw link
15:30–16:30 **Pawel Walczak** (Uniwersytet Lodzki)
Towards extrinsic geometry of civilized foliations
17:00–18:00 **Shigenori Matsumoto** (Nihon University)
Left orders on countable groups
Thursday, October 25
9:30–10:30 **Norihisa Takahashi** (Ritsumeikan University)
Liftings of cyclic group actions on a torus with marked points
11:00–12:00 **Hirokazu Maruhashi** (The University of Tokyo)
A computation of the de Rham cohomology of certain foliations
15:30–16:30 **Jiro Adachi** (Hokkaido University)
Goursat handles and surgeries
17:00–18:00 **Shigeaki Miyoshi** (Chuo University)
Construction of smooth typical foliations of 3-manifolds
Friday, October 26
9:30–10:30 **Masayuki Asaoka** (Kyoto University)
Fast growth of the number of periodic points in low-dimensional dynamics

11:00–12:00 **Hitoshi Moriyoshi** (Nagoya University)
A discrete Gauss curvature on polyhedron via the Alexander-Spanier cohomology

The 22nd Takagi Lectures

November 17 – November 18, 2018
Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Saturday, November 17

12:30 – 13:30 **Registration**
13:30 – 13:35 **Opening**
13:35 – 14:35 **Yves André** (Université Pierre et Marie Curie)
Singularities in mixed characteristic. The perfectoid approach (I)
（混標数における特異点：パーフェクトイド空間による方法）
15:00 – 16:00 **Fernando Codá Marques** (Princeton University)
Abundance of minimal surfaces (I)
（極小曲面が豊富にあること）
16:00 – 16:45 **Coffee/Tea Break**
16:45 – 17:45 **Yves André** (Université Pierre et Marie Curie)
Singularities in mixed characteristic. The perfectoid approach (II)
（混標数における特異点：パーフェクトイド空間による方法）

Sunday, November 18

10:00 – 11:00 **James Maynard** (University of Oxford)
Around the Twin Prime Conjecture (I)
（双子素数予想をめぐって）
11:30 – 12:30 **Fernando Codá Marques** (Princeton University)
Abundance of minimal surfaces (II)
（極小曲面が豊富にあること）
12:30 – 14:00 **Lunch Break**
14:00 – 15:00 **James Maynard** (University of Oxford)
Around the Twin Prime Conjecture (II)
（双子素数予想をめぐって）
15:10 – 16:10 **Workshop closing with drinks**

Algebraic Geometry in Positive Characteristic and Related Topics

December 17 – December 20, 2018 Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Monday, December 17

10:00 – 10:50 **Igor Dolgachev** (University of Michigan)
Linear systems of quadrics in characteristic 2
11:10 – 12:00 **Keiji Oguiso** (University of Tokyo)
A surface in odd characteristic with discrete and non-finitely generated automorphism group
14:00 – 14:50 **Tomohide Terasoma** (University of Tokyo)
Sandwich resolution and Broadhurst-Kerimer conjecture
15:10 – 16:00 **Hiromu Tanaka** (University of Tokyo)
On Witt analogues of the Kodaira vanishing theorem
16:20 – 17:10 **Sho Ejiri** (Osaka University)
On direct images of pluricanonical bundles in positive characteristic

Tuesday, December 18

10:00 – 10:50 **Luc Illusie** (Université Paris-Sud)
A new approach to the de Rham-Witt theory, after Bhatt, Lurie and Mathew
11:10 – 12:00 **Gerard van der Geer** (Universiteit van Amsterdam)
Algebraic curves and modular forms of degree two and three
14:00 – 14:50 **Yongnam Lee** (KAIST)
On function fields and deformations of hypersurfaces
15:10 – 16:00 **JongHae Keum** (KIAS)
Explicit equations of a fake projective plane
16:20 – 17:10 **Toshiyuki Katsura** (Hosei University)
Algebraic geometry in positive characteristic

Wednesday, December 19

10:00 – 10:50 **Piotr Pragacz** (Polish Academy of Sciences)
Gysin maps, duality, and Schubert classes
11:10 – 12:00 **Toshiaki Maeno** (Meijo University)
Lefschetz property for Artinian Gorenstein algebras
14:00 – 14:50 **Stefan Schröer** (Heinrich-Heine-Universität Dusseldorf)
Del Pezzo surfaces over imperfect fields
15:10 – 16:00 **Masayuki Hirokado** (Hiroshima City University)
On non-taut rational triple points in positive characteristic

16:20 – 17:10 **Hiroyuki Nakaoka** (Kagoshima University)
Mutation via Hovey twin cotorsion pairs and model structures in extriangulated categories

Thursday, December 20

10:00 – 10:50 **Shigeru Mukai** (RIMS)
Decomposition group of 6 lines and supersingular examples
11:10 – 12:00 **Ichiro Shimada** (Hiroshima University)
The elliptic modular surface of level 4 and its reduction modulo 3
14:00 – 14:50 **Jun-Muk Hwang** (KIAS)
Euler-symmetric projective varieties
15:10 – 16:00 **Yoichi Miyaoka** (Chuo University)
Foliations in algebraic geometry

This conference is supported by JSPS KAKENHI Grant Numbers JP26247002 (Takeshi Saito), JP15H03614 (Toshiyuki Katsura), JP15H05738 (Shigeyuki Kondo), and JP17H02831 (Shunsuke Takagi).

Program Committee
Toshiyuki Katsura (Hosei University)
Shigeyuki Kondo (Nagoya University)
Natsuo Saito (Hiroshima City University)
Shunsuke Takagi (University of Tokyo)

産業界からの課題解決のためのスタディグループ

December 10-14, 2018:
http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/sgw/2018dec.html
東京大学院数理科学研究科　大講義室

Program

December 10 (Monday):10:00-12:00
課題説明：
（１）エイベックス株式会社とアビームコンサルティング株式会社：「ダンス評価に関する数理的アプローチの考察」
（２）東和精機株式会社：「プレス停止精度の更なる向上」
（３）海上技術安全研究所：「実験水槽に空間的に均一な波浪場を発生するための造波機制御方法」
December 10 - December 14
数理科学研究科棟 002、003、426 号室などで個別討論、解決に向けたワーク
December 14 (Friday)
14:00-17:00: 成果報告会

データ分離問題の基礎と新展開

2018 年 12 月 18 日（火）
東京大学大学院数理科学研究科 002 室

プログラム

11:30 – 11:35 **儀我 美一**（東京大学大学院数理科学研究科）
趣旨説明

11:40 – 12:20 **上田 修功**（NTT コミュニケーション科学基礎研究所／理化学研究所）
数理統計に基づくクラスタリング技術

13:30 – 14:10 **河原 吉伸**（大阪大学産業科学研究所／理化学研究所）
時系列分類への統計的アプローチと最近の話題

14:20 – 15:00 **行木 孝夫**（北海道大学理学研究院）
脳疾患に関わる脳波データの非線形時系列解析

15:30 – 16:10 **杉山 将**（東京大学大学院新領域創成科学研究科／理化学研究所）
二値分類技術の最近の発展：教師付き，教師なし，弱教師付きアプローチ

16:10 –
討論など

組織委員：儀我 美一（東京大学）
事務局・連絡先：木村 佐斗子 labgiga@ms.u-tokyo.ac.jp

日本応用数理学会三部会連携「応用数理セミナー」

2018 年 12 月 26 日
東京大学大学院数理科学研究科 大講義室

プログラム

10:00–12:00 行列・固有値の解法とその応用研究部会
友枝明保（武蔵野大学）『数理が創り出す錯視作品たち』

13:15–15:15 計算の品質研究部会
柏木雅英 （早稲田大学） 『常微分方程式の精度保証付き数値解法』

劉雪峰（新潟大学）
『偏微分方程式の精度保証付き数値計算法 (I)：境界値問題と固有値問題』

関根晃太（東洋大学）
『偏微分方程式の精度保証付き数値計算法 (II): 半線形楕円型境界値問題』

15:30–17:30 科学技術計算と数値解析研究部会

齊藤宣一（東京大学），柏原崇人（東京大学），周冠宇（東京理科大学）
『数学教授にでも使える Freefem++』

研究集会「モジュライ空間と双曲幾何の進展」

2019 年 1 月 24 日 - 26 日
東京大学大学院数理科学研究科, 123, 056 教室
沖縄科学技術大学院大学及び東京大学大学院数理科学研究科の共同プロジェクトおよび科学研究費補助金 基盤研究 (C)「周期から得られる位相的漸化式の新展開」，課題番号 17K05234, 研究代表者: 田所 勇樹 (木更津高専) の支援により，標記の研究集会を開催致します.
世話人: 田所勇樹 (木更津高専), 逆井卓也 (東大数理), 河澄響矢 (東大数理)

Program

1 月 24 日 木曜日

13:30 – 15:10 **岩木 耕平** (名大多元数理)
完全 WKB 解析と spectral networks 1
15:40 – 16:40 **岩木 耕平** (名大多元数理)
完全 WKB 解析と spectral networks 2

1 月 25 日 金曜日

9:50 – 10:50 **中西 敏浩** (島根大総合理工)
Weil-Petersson 計量と双曲 3 次元多様体の renormalized volume 1
11:10 – 12:10 **中西 敏浩** (島根大総合理工)
Weil-Petersson 計量と双曲 3 次元多様体の renormalized volume 2
13:50 – 14:50 **宮地 秀樹** (金沢大数物)
Weil-Petersson 計量と双曲 3 次元多様体の renormalized volume 3
15:10 – 16:10 **河澄 響矢** (東大数理)
超リーマン面入門
16:30 – 17:30 **石橋 典** (東大数理)
Shear coordinates on the super-Teichm?ller space 1

1 月 26 日 土曜日

9:50 – 10:50 **石橋 典** (東大数理)
Shear coordinates on the super-Teichm?ller space 2
11:10 – 12:10 **中西 知樹** (名大多元数理)
Rogers dilogarithms of higher degree and generalized cluster algebras

Tokyo-Berkeley Symposium
"Forms in Nature and Art"

January 26 – January 27, 2019

Lecture Hall
Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

January 26

10:10 – 11:00 Shunji Yamanaka (Institute for Industrial Science, UTokyo)
Bio-likeness
11:00 – 12:00 Mimi Koehl (Department of Integrative Biology, UC Berkeley)
Biological structures function in complex environments
13:40 – 14:40 Simon Schleicher (College of Environmental Design, UC Berkeley)
Towards an elastic architecture: Learning from Nature's flexible and resilient structures
14:40 – 15:20 Takuya Umedachi (Graduate School of Information Science and Technology, UTokyo)
Gait patterns and morphologies of caterpillars: understanding the relation through the robotic approach
15:40 – 16:20 Toshitake Kohno (Graduate School of Mathematical Sciences, UTokyo)
Mathematical forms - collection of geometric models at the University of Tokyo
16:20 – 17:00 Toshimasa Kikuchi (The University Museum, Utokyo)
The boundary line between art and science - scientific specimens as a resource

January 27

10:10 – 11:00 Shuichi Hiraoka (Graduate School of Arts and Sciences, UTokyo)
Molecular "Hozo": a new method for creating nano- architectures based on a traditional technique in macroscopic scale
11:00 – 12:00 Asao Tokolo (Artist)
Individual and Group
13:40 – 14:40 Maria Paz Gutierrez (College of Environmental Design, UC Berkeley)
Live Matter - Live Architecture
14:40 – 15:20 Tomohiro Tachi (Graduate School of Arts and Sciences, UTokyo)
Folding from flat : science of origami
15:40 – 16:20 Kazuya Saito (Graduate School of Design, Kyushu University)
Patterns in Insect Wings
16:20 – 17:00 Discussions: bridging art and sciences through forms and patterns

18:00 – 20:00 Reception

Supported by
Top Global University Project, MEXT Japan
KAKENHI 16H06106, JSPS
KAKENHI 16H03931, JSPS

環境数理スタディグループ

February 27 (Wednesday) - 28 (Thursday), March 1 (Friday), March 4 (Monday), 2019:
http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/sgw/2019feb.html
東京大学院数理科学研究科　大講義室

Program

February 27 (Wednesday):11:00-12:00
課題説明：
（１）羽田野　祐子　筑波大学　教授:
「大気・湖沼・海洋の物質移動の数理」
（２）川西　琢也　金沢大学　准教授:
「福島の放射線量の分布のべき乗則（土壌試料、広野町ドローン）の解析」　ー乱流拡散（Richardson 4/3 乗則）と粒子沈降（べき乗）でフラクタル分布を再現できるかー
「べき乗則を生ずるメカニズムと指数則を生ずるメカニズム序論」　ー乱流、沈降、拡散、確率過程、一様分布と指数則
February 27-28, March 1, March 4
数理科学研究科棟 002、003、370 号室などで個別討論、解決に向けたワーク
March 4 (Monday)
13:00-14:00: 成果報告会

Interdisciplinary Workshop “Mathematics and Pharmaceutical Sciences”

March 11, 2019

Room 056
Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Programme

13:30 – 15:00

Tomohiko Ohwada
Graduate School of Pharmaceutical Sciences, the University of Tokyo
Characterization of amide bod rotation in terms of organic chemistry

Kenta Ishimoto
Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo
Mathematical methods of fluid mechanics at the scale of the cell

15:00 – 15:30 Tea break

15:30 – 17:00

Kohki Okabe
Graduate School of Pharmaceutical Sciences, the University of Tokyo
Quantitative analysis of reactions in living cells

Yoshihiro Ohta
Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo/Arithmer Inc.
AI Smart Robot Network

17:10 – 18:00 Discussion
- Interdisciplinary research in mathematics and biology at University of Cambridge
- About the Institute for Biology and Mathematics of Dynamical Cell Processes

Reception 19:00 – Lever son Verre

6. 談　話　会

Colloquium

日時：4 月 6 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）123 号室
講師：石本健太 氏 (東京大学大学院数理科学研究科）
題目：微生物走流性の流体数理

日時：5 月 11 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）056 号室
講師：入江　慶 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：周期 Reeb 軌道および極小超曲面に対する生成的（generic）稠密定理

日時：5 月 25 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）056 号室
講師：阿部紀行 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：p 進簡約群の法 p 表現

日時：6 月 29 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）056 号室
講師：石毛和弘 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：放物型方程式の解の冪凸性

日時：10 月 26 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：伊藤　健一 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：一般化固有関数の漸近挙動と散乱理論

日時：11 月 30 日（金）15:30〜16:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）002 号室
講師：三竹大寿 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：粘性解理論と Aubry-Mather 理論

日時：2019 年 3 月 22 日（金）13:00〜14:00
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：中村　周 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Wiener 汎関数ベクトルの最大値の Gauss 型近似とその高頻度データ解析への応用

日時：2019 年 3 月 22 日（金）14:30〜15:30
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：寺杣 友秀 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：代数的サイクル、周期そして動機

日時：2019 年 3 月 22 日（金）16:00〜17:00
場所：数理科学研究科棟（駒場）大講義室
講師：坪井　俊 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：同相写像の群をめぐって

7. 公開セミナー

Seminars

複素解析幾何セミナー

日時：4 月 16 日 (月)10:30 – 12:00
講師：納谷 信 (名古屋大学)
題目：ラプラシアンの第 1 固有値を最大化する閉曲面上の計量について

日時：4 月 23 日 (月)10:30 – 12:00
講師：奥山 裕介 (京都工芸繊維大学)
題目：Degeneration and bifurcation of quadratic endomorphisms of $\mathbb{P}^2$ towards a Hnon map

日時：5 月 7 日 (月)10:30 – 12:00
講師：林本 厚志 (長野高専)
題目：Proper holomorphic mappings and generalized pseudoellipsoids

日時：5 月 14 日 (月)10:30 – 12:00
講師：山田 澄生 (学習院大学)
題目：Harmonic map and the Einstein equation in five dimension

日時：5 月 21 日 (月)10:30 – 12:00
講師：井上 瑛二 (東京大学)
題目：Khler-Ricci soliton, K-stability and moduli space of Fano manifolds

日時：5 月 28 日 (月)10:30 – 12:00
講師：中村 聡（東北大学）
題目：A generalization of Khler Einstein metrics for Fano manifolds with non-vanishing Futaki invariant

日時：6 月 4 日 (月)10:30 – 12:00
講師：野口 潤次郎 （東京大学）
題目：Picard の大定理と Manin-Mumford 予想 (Raynaud の定理)

日時：6 月 11 日 (月)10:30 – 12:00
講師：千葉 優作 (お茶の水女子大学)
題目：Cohomology of non-pluriharmonic loci

日時：6 月 25 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Stephen McKeown (Princeton University)
題目：Cornered Asymptotically Hyperbolic Spaces

日時：7 月 2 日 (月)10:30 – 12:00
講師：松崎 克彦 （早稲田大学）
題目：Rigidity of certain groups of circle homeomorphisms and Teichmueller spaces

日時：7 月 9 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Casey Kelleher (Princeton University)
題目：Rigidity results for symplectic curvature flow

日時：7 月 23 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Filippo Bracci (University of Rome Tor Vergata)
題目：Strange Fatou components of automorphisms of $\mathbb{C}^2$ and Runge embedding of $\mathbb{C}\times\ \mathbb{C}^*$ into $\mathbb{C}^2$.

日時：10 月 15 日 (月)10:30 – 12:00
講師：堀田 一敬 (山口大学)
題目：Recent problems on Loewner theory

日時：10 月 22 日 (月)10:30 – 12:00
講師：足立 真訓 (静岡大学)
題目：On certain hyperconvex manifolds without non-constant bounded holomorphic functions

日時：10 月 29 日 (月)10:30 – 12:00
講師：松村 慎一 (東北大学)
題目：On morphisms of compact Kaehler manifolds with semi-positive holomorphic sectional curvature

日時：11 月 5 日 (月)10:30 – 12:00
講師：志賀 啓成 (東京工業大学)
題目：On the quasiconformal equivalence of Dynamical Cantor sets

日時：11 月 19 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Gerard Freixas i Montplet (Centre National de la Recherche Scientifique)
題目：BCOV invariants of Calabi-Yau varieties

日時：11 月 26 日 (月)10:30 – 12:00
講師：糟谷 久矢 (大阪大学)
題目：DGA-Models of variations of mixed Hodge structures

日時：12 月 3 日 (月)10:30 – 12:00
講師：細野 元気 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：多変数関数論における変動理論

日時：12 月 17 日 (月)10:30 – 12:00
講師：神本 丈 (九州大学)
題目：Newton polyhedra and order of contact on real hypersurfaces

日時：2019 年 1 月 21 日 (月)10:30 – 12:00
講師：Nicholas James McCleerey (Northwestern University)
題目：POLAR TRANSFORM AND LOCAL POSITIVITY FOR CURVES

日時：2019 年 1 月 28 日 (月)10:30 – 12:00
講師：大野 乾太郎 (東京大学大院数理科学研究科)
題目：Minimizing CM degree and slope stability of projective varieties

代数幾何学セミナー

日時：4 月 9 日 (月)13:30 – 15:00
講師：David Hyeon (ソウル大学校)
題目：Commuting nilpotents, punctual Hilbert schemes and jet bundles

日時：4 月 9 日 (月)15:30 – 17:00
講師：Luca Rizzi (Udine)
題目：Adjoint forms on algebraic varieties

日時：4 月 17 日 (火)15:30 – 17:00
講師：奥村 克彦 (早稲田理工)
題目：SNC log symplectic structures on Fano products

日時：4 月 24 日 (火)15:30 – 17:00
講師：陳 韋中 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：BIRATIONAL BOUNDEDNESS OF RATIONALLY CONNECTED CALABIYAU 3-FOLDS

日時：5 月 8 日 (火)15:30 – 17:00
講師：鈴木 拓 (宇都宮大)
題目：Higher order families of lines and Fano manifolds covered by linear spaces

日時：5 月 21 日 (月)13:30 – 15:00
講師：Will Donovan (IPMU)
題目：Perverse sheaves of categories and birational geometry

日時：5 月 21 日 (月)15:30 – 17:00
講師：Christopher Hacon (Utah/Kyoto)
題目：Towards the termination of flips.

日時：5 月 25 日 (金)15:30 – 17:00
講師：De Qi Zhang (Singapore)
題目：Endomorphisms of normal projective variety and equivariant-MMP

日時：5 月 29 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Alessandra Sarti (Université de Poitiers)
題目：Nikulin configurations on Kummer surfaces

日時：6 月 12 日 (火)15:30 – 17:00
講師：柴田 崇広 (京都大学)
題目：Ample canonical heights for endomorphisms on projective varieties

日時：6 月 19 日 (火)15:30 – 17:00
講師：若林 泰央 (東工大)
題目：Dormant Miura opers and Tango structures

日時：6 月 26 日 (火)15:30 – 17:00
講師：渡辺 究 (埼玉)
題目：Varieties with nef diagonal

日時：7 月 3 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Xun Yu (Tianjin University)
題目：Surface automorphisms and Salem numbers

日時：7 月 10 日 (火)15:30 – 17:00
講師：頼 青瑞氏 (国立成功大学)
題目：The effective bound of anticanonical volume of Fano threefolds

日時：7 月 18 日 (水)15:30 – 17:00
講師：Jun-Muk Hwang (KIAS)
題目：Normal Legendrian singularities

日時：10 月 9 日 (火)15:30 – 17:00
講師：小関 直紀 (東京大学大学院数理科学研究科/IPMU)
題目：Stability conditions on threefolds with nef tangent bundles

日時：10 月 16 日 (火)15:30 – 17:00
講師：Tuyen Truong (Oslo)
題目：A countable characterisation of smooth algebraic plane curves, and generalisations

日時：11 月 13 日 (火)15:30 – 17:00
講師：陳 韋中 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Boundedness of varieties of Fano type with alpha-invariants and volumes bounded below

日時：11 月 20 日 (火)15:30 – 17:00
講師：中島 幸喜 (東京電機大)
題目：Artin-Mazur height, Yobuko height and Hodge-Wittt cohomologies

日時：11 月 27 日 (火)15:30 – 17:00
講師：原 伸生 (東京農工大)
題目：Frobenius summands and the finite F-representation type

日時：12 月 14 日 (金)10:30 – 11:30
講師：Zhi Jiang (Fudan)
題目：On the birationality of quint-canonical systems of irregular threefolds of general typ

日時：12 月 21 日 (金)10:30 – 11:30
講師：Mattias Jonsson (Michigan)
題目：Degenerations of p-adic volume forms

日時：2019 年 1 月 29 日 (火)15:30 – 17:00
講師：三井 健太郎 (神戸)
題目：Logarithmic good reduction and the index

トポロジー火曜セミナー

日時：4 月 3 日 (火)17:00 – 18:30
講師：入江 慶 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Chain level loop bracket and pseudo-holomorphic disks

日時：4 月 10 日 (火)17:00 – 18:30
講師：遠藤 久顕 (東京工業大学)
題目：２次元結び目のモース・ノビコフ数について

日時：4 月 17 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Tams Klmn (東京工業大学)
題目：Tight contact structures on Seifert surface complements and knot invariants

日時：4 月 24 日 (火)17:00 – 18:30
講師：山本 卓宏 (東京学芸大学)
題目：Singular Fibers of smooth maps and Cobordism groups

日時：5 月 8 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Dan Cristofaro-Gardiner (University of California, Santa Cruz)
題目：Beyond the Weinstein conjecture

日時：5 月 15 日 (火)17:00 – 18:30
講師：岡 睦雄 (東京理科大学)
題目：超曲面混合特異点理論とある予想

日時：5 月 22 日 (火)17:00 – 18:30
講師：高田 土満 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：無限次元多様体の解析的指数と KK 理論

日時：5 月 29 日 (火)17:00 – 18:30
講師：佐藤 光樹 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：A partial order on nu+ equivalence classes

日時：6 月 5 日 (火) 17:00 – 18:30
講師：松井 宏樹 (千葉大学)
題目：Topological full groups and generalizations of the Higman-Thompson groups

日時：6 月 12 日 (火)17:00 – 18:30
講師：三松 佳彦 (中央大学)
題目：Turbulization of 2-dimensional foliations on 4-manifolds

日時：6 月 19 日 (火)14:30 – 16:00
講師：深谷 賢治 (サイモンズセンター, SUNY)
題目：相対かつ同変ラグランジアンフレアーホモロジーとアティヤ-フレアー予想

日時：6 月 19 日 (火)17:00 – 18:30
講師：今野 北斗 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Characteristic classes via 4-dimensional gauge theory

日時：7 月 3 日 (火)17:00 – 18:00
講師：吉田 純 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Symmetries on algebras and Hochschild homology in view of categories of operators

日時：7 月 10 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Emmy Murphy (Northwestern University)
題目：Loose Legendrians and arboreal singularities

日時：7 月 17 日 (火)17:00 – 18:30
講師：石川 昌治 (慶應義塾大学)
題目：Positive flow-spines and contact 3-manifolds

日時：10 月 2 日 (火)17:00 – 18:30
講師：鮑 園園 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：An Alexander polynomial for MOY graphs

日時：10 月 9 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Boris Hasselblatt (Tufts University)
題目：Foulon surgery, new contact flows, and dynamical complexity

日時：10 月 16 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Daniel Matei (IMAR Bucharest)
題目：Resonance varieties and matrix tree theorems

日時：10 月 23 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Franois Fillastre (Universit de Cergy-Pontoise)
題目：Co-Minkowski space and hyperbolic surfaces

日時：10 月 30 日 (火)17:00 – 18:30
講師：志賀 啓成 (東京工業大学)
題目：The quasiconformal equivalence of Riemann surfaces and a universality of Schottky spaces

日時：11 月 6 日 (火)17:30 – 18:30
講師：尾國 新一 (愛媛大学)
題目：Coarsely convex spaces and a coarse Cartan-Hadamard theorem

日時：11 月 8 日 (木)10:30 – 12:00
講師：Michael Heusener (Universit Clermont Auvergne)
題目：Deformations of diagonal representations of knot groups into SL(n,$\mathbb{C}$)

日時：11 月 13 日 (火)17:00 – 18:30
講師：正井 秀俊 (東京工業大学)
題目：On continuity of drifts of the mapping class group

日時：11 月 20 日 (火)17:00 – 18:30
講師：逆井 卓也 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Torelli group, Johnson kernel and invariants of homology 3-spheres

日時：11 月 27 日 (火)17:00 – 18:00
講師：加藤 本子 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Fixed points for group actions on non-positively curved spaces

日時：12 月 4 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Vincent Florens (Universit de Pau et des Pays de l'Adour)
題目：Slopes and concordance of links

日時：12 月 11 日 (火)17:30 – 18:30
講師：石田 政司 (大阪大学)
題目：On non-singular solutions to the normalized Ricci flow on four-manifolds

日時：12 月 18 日 (火)17:30 – 18:30
講師：鳥居 猛 (岡山大学)
題目：離散 G スペクトラムと K(n) 局所安定ホモトピー圏のモデルについて

日時：12 月 20 日 (木)13:00 – 14:30
講師：Anderson Vera (Universit de Strasbourg)
題目：Johnson-type homomorphisms and the LMO functor

日時：2019 年 1 月 8 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Marek Kaluba (Adam Mickiewicz Univeristy)
題目：On property (T) for $\mathrm{Aut}(F_n)$ and $\mathrm{SL}_n(\mathbb{Z})$

日時：2019 年 1 月 15 日 (火)17:00 – 18:30
講師：久野 雄介 (津田塾大学)
題目：Generalized Dehn twists on surfaces and homology cylinders

日時：2019 年 2 月 12 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Anastasiia Tsvietkova (沖縄科学技術大学院大学, Rutgers University)
題目：Representations of knot groups

日時：2019 年 3 月 26 日 (火)17:00 – 18:30
講師：Michael Hutchings (University of California, Berkeley)
題目：Cube capacities

日時：2019 年 3 月 27 日 (水)17:00 – 18:30
講師：Florian Naef (Universit de Genve)
題目：On a moduli space interpretation of the Turaev cobracket

Lie 群・表現論セミナー

日時：12 月 3 日 (月)17:00 – 18:00
講師：Ali Baklouti (Sfax 大学)
題目：Monomial representations of discrete type and differential operators.

日時：12 月 11 日 (火)17:00 – 18:00
講師：滝聞 太基 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：A Pieri-type formula and a factorization formula for K-k-Schur functions

数値解析セミナー

日時：4 月 17 日 (火)16:50 - 18:20
講師：杉谷 宜紀 (東北大学 AIMR)
題目：機械学習とその医療分野への応用

日時：5 月 8 日 (火)16:50 – 18:20
講師：齊藤 宣一 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：数値解析の諸相

日時：5 月 31 日 (木)16:30 - 18:00
講師：Olivier Pironneau (Sorbonne University and Academy of Sciences)
題目：Parallel Computing Methods for Quantitative Finance: the Parareal Algorithm for American Options

日時：6 月 19 日 (火)16:50 – 18:20
講師：吉川 周二 (大分大学理工学部)
題目：Small data global existence for the semi-discrete scheme of a model system of hyperbolic balance laws

日時：7 月 10 日 (火)16:50 – 18:20
講師：松本 純一 (産業技術総合研究所)
題目：直交基底気泡関数有限要素法による自由表面流れ

日時：7 月 26 日 (木)16:00 – 17:30
講師：柏原 崇人 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：滑らかな領域における楕円型・放物型ノイマン境界値問題に対する有限要素法の L^∞ 誤差評価について

日時：7 月 31 日 (火)14:00 – 15:00
講師：Jichun Li (University of Nevada Las Vegas)
題目：Recent advances on numerical analysis and simulation of invisibility cloaks with metamaterials

日時：10 月 15 日 (月)16:50 – 18:20
講師：長澤 壯之 (埼玉大学大学院理工学研究科)
題目：Mbius エネルギーの Mbius 不変な離散化と分解

日時：10 月 22 日 (月)16:50 – 18:20
講師：相原 研輔 (東京都市大学知識工学部)
題目：短い漸化式を用いるクリロフ部分空間法に対する残差スムージング

日時：11 月 5 日 (月)16:50 – 18:20
講師：岡本 久 (学習院大学理学部)
題目：Tosio Kato as an applied mathematician

解析学火曜セミナー

日時：6 月 19 日 (火)16:50 – 18:20
講師：Rowan Killip (UCLA)
題目：KdV is wellposed in H^{-1}

日時：6 月 26 日 (火)16:50 – 18:20
講師：小川 卓克 (東北大学)
題目：移流拡散方程式の初期値問題について

日時：7 月 31 日 (火)16:50 – 18:20
講師：蘆田 聡平 (京都大学)
題目：長距離型 N 体問題における散乱行列、一般化フーリエ変換及び伝播評価

日時：10 月 16 日 (火)16:50 – 18:20
講師：土田 哲生 (名城大学)
題目：直積型シュレディンガー方程式の正値解の構造

日時：10 月 30 日 (火)16:50 – 18:20
講師：宮西 吉久 (大阪大学)
題目：Spectral structure of the Neumann-Poincar operator in three dimensions: Willmore energy and surface geometry

日時：11 月 6 日 (火)16:50 – 18:20
講師：柴田 徹太郎 (広島大学)
題目：Global behavior of bifurcation curves and related topics

日時：12 月 25 日 (火)16:50 – 18:20
講師：眞崎 聡 (大阪大学)
題目：Modified scattering for nonlinear dispersive equations with critical non-polynomial nonlinearities

日時：2019 年 1 月 22 日 (火)16:50 – 18:20
講師：加藤 圭一 (東京理科大学)
題目：Construction of solutions to Schrodinger equations with sub-quadratic potential via wave packet transform

日時：2019 年 3 月 5 日 (火)16:50 – 18:20
講師：Nicholas Edelen (Massachusetts Institute of Technology)
題目：The structure of minimal surfaces near polyhedral cones

PDE 実解析研究会

日時：4 月 17 日 (火)10:30 – 11:30
講師：三浦 達彦 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Global existence of a strong solution to the Navier-Stokes equations in a curved thin domain

日時：5 月 22 日 (火)10:30 – 11:30
講師：柳 青 (福岡大学)
題目：A discrete game interpretation for curvature flow equations with dynamic boundary conditions

日時：7 月 2 日 (月)10:30 – 11:30
講師：Lszl Szkelyhidi Jr. (Universitt Leipzig)
題目：Convex integration in fluid dynamics

日時：10 月 23 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Jian-Guo Liu (Duke University)
題目：Least action principle for incompressible flow with free boundary

日時：10 月 30 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Piotr Rybka (University of Warsaw)
題目：The least gradient problem in the plain

日時：12 月 11 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Marek Fila (Comenius University in Bratislava)
題目：Solutions with moving singularities for equations of porous medium type

日時：12 月 18 日 (火)10:30 – 11:30
講師：In-Jee Jeong (Korea Institute for Advanced Study (KIAS))
題目：Dynamics of singular vortex patches

日時：2019 年 1 月 29 日 (火)10:30 – 11:30
講師：Salvatore Stuvard (The University of Texas at Austin)
題目：The regularity of area minimizing currents modulo p

代数学コロキウム

日時：4 月 11 日 (水)17:30 – 18:30
講師：Minhyong Kim (University of Oxford)
題目：Non-abelian cohomology and Diophantine geometry

日時：4 月 18 日 (水)16:00 – 17:00
講師：Ildar Gaisin (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Fargues' conjecture in the GL_2-case

日時：4 月 18 日 (水)17:10 – 18:10
講師：阿部　紀行 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：p 進代数群の法 p 表現と Hecke 環

日時：5 月 9 日 (水)17:30 – 18:30
講師：Sug Woo Shin (University of California, Berkeley)
題目：Endoscopy and cohomology of U(n-1,1)

日時：5 月 30 日 (水)17:00 – 18:00
講師：竹内 大智 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Blow-ups and the class field theory for curves

日時：6 月 6 日 (水)17:30 – 18:30
講師：Nicolas Templier (Cornell University)
題目：On the Ramanujan conjecture for automorphic forms over function fields

日時：6 月 20 日 (水)17:00 – 18:00
講師：長町 一平 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Criteria for good reduction of hyperbolic polycurves

日時：10 月 10 日 (水)18:00 – 19:00
講師：Yichao Tian (Universit de Strasbourg)
題目：Beilinson-Bloch-Kato conjecture for Rankin-Selberg motives

日時：11 月 14 日 (水)18:00 – 19:00
講師：斎藤 秀司 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：A motivic construction of ramification filtrations

日時：11 月 21 日 (水)17:00 – 18:00
講師：Yves Andr (Universit Pierre et Marie Curie)
題目：Poncelet games, confinement of algebraic integers, and hyperbolic Ax-Schanuel

日時：12 月 12 日 (水)18:00 – 19:00
講師：Gatan Chenevier (CNRS, Universit Paris-Sud)
題目：A higher weight (and automorphic) generalization of the Hermite-Minkowski theorem

日時：12 月 19 日 (水)17:30 – 18:30
講師：Jean-Stefan Koskivirta (東京大学数理科学研究科)
題目：Cohomology vanishing for automorphic vector bundles

日時：2019 年 1 月 9 日 (水) 17:00 – 18:00
講師：Laurent Berger (ENS de Lyon)
題目：Formal groups and p-adic dynamical systems

日時：2019 年 1 月 16 日 (水) 18:00 – 19:00
講師：Lei Fu (Yau Mathematical Sciences Center, Tsinghua University)
題目：p-adic Gelfand-Kapranov-Zelevinsky systems

統計数学セミナー

日時：5 月 8 日 (火)15:00 – 16:10
講師：千葉 航平 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：LAN property for stochastic differential equations driven by fractional Brownian motion of Hurst parameter 1/4 < H< 1/2

日時：5 月 23 日 (水)14:00 – 15:10
講師：Lorenzo Mercuri (University of Milan)
題目：”yuima.law”: From mathematical representation of general Lvy processes to a numerical implementation

日時：5 月 23 日 (水)15:30 – 16:40
講師：Emanuele Guidotti (University of Milan)
題目：Latest Development in yuimaGUI - Interactive Platform for Computational Statistics and Finance

日時：10 月 30 日 (火)15:30 – 16:40
講師：Ciprian A. Tudor (Universit de Lille 1, Universit de Panthon-Sorbonne Paris 1)
題目：Asymptotic expansion for random vectors

日時：11 月 9 日 (金)11:00 – 12:00
講師：Frdric Abergel (CentraleSuplec)
題目：Market impact and option hedging in the presence of liquidity costs

日時：12 月 4 日 (火)15:00 – 17:00
講師：Yuliia Mishura (The Taras Shevchenko National University of Kiev)
題目：Lecture 1: Elements of fractional calculus
How to connect the fractional Brownian motion to the Wiener process. Stochastic integration w.r.t. fBm and stochastic differential equations involving fB

日時：12 月 5 日 (水)13:00 – 15:00
講師：Yuliia Mishura (The Taras Shevchenko National University of Kiev)
題目 :Lecture 2:Representation results for the Gaussian processes. Financial applications of fractional Brownian motion

日時：2019 年 2 月 6 日 (水)16:30 – 18:00
講師：Ioane Muni Toke (Centrale Supelec Pari)
題目：Testing the causality of Hawkes processes with time reversal

日時：2019 年 3 月 13 日 (水)14:00 – 15:10
講師：Yury A. Kutoyants (Laboratoire Manceau de Mathmatiques, Le Mans University)
題目：On parameter estimation of hidden Markov processes

作用素環セミナー

日時：4 月 18 日 (水)16:45 – 18:15
講師：高田 土満 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：無限次元空間の同変指数理論と非可換幾何学

日時：5 月 2 日 (水)16:45 – 18:15
講師：Gabor Szabo (Copenhagen Univ.)
題目：Classification of Rokhlin flows

日時：5 月 9 日 (水)16:45 – 18:15
講師：磯野 優介 (京大数理研)
題目：Factoriality, Connes' invariants and fullness of amalgamated free products

日時：6 月 13 日 (水)16:45 – 18:15
講師：田中 亮吉 (東北大学)
題目：Poisson boundary for the discrete affine group

日時：6 月 18 日 (月)16:45 – 18:15
講師：Ryszard Nest (Copenhagen Univ.)
題目：Equivariant index theorem

日時：6 月 27 日 (水)16:45 – 18:15
講師：Seung-Hyeok Kye (Seoul National Univ.)
題目：Positivity of multi-linear maps and applications to separability criteria for multi-qubit states

日時：7 月 11 日 (月) 17:15 – 18:45
講師：George Elliott (Univ. Toronto)
題目：Recent progress in the classification of amenable C^*-algebras (cont'd)

日時：8 月 8 日 (水)16:45 – 18:15
講師：Srinivasan Raman (Chennai Mathematical Institute)
題目：E^0-semigroups on factors

日時：8 月 24 日 (金)16:45 – 18:15
講師：Lucas Teyssier (Ecole Normale Superieure)
題目：Limit profile for the card shuffle by random transpositions

日時：10 月 3 日 (水)16:45 – 18:15
講師：安藤 浩志 (千葉大)
題目：Structure of bicentralizer algebras and inclusions of type III factors

日時：10 月 10 日 (水)16:45 – 18:15
講師：Kaijing Ling (Harbin Institute of Technology/Univ. Tokyo)
題目：Extension modules over some conformal algebras related Virasoro algebra

日時：10 月 24 日 (水)16:45 – 18:15
講師：森 迪也 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：The Mazur-Ulam property for unital C*-algebras

日時：10 月 31 日 (水)16:45 – 18:15
講師：早瀬 友裕 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Strong Tools in Free Probability Theory

日時：11 月 21 日 (水)16:45 – 18:15
講師：守山 貴顕 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Orbit equivalence classes for free actions of free products of infinite abelian groups

日時：11 月 28 日 (水)16:45 – 18:15
講師：山下 真由子 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Localization of signature for singular fiber bundles

日時：12 月 3 日 (月)15:00 – 17:00
講師：戸松 玲治 (北海道大学)
題目：従順 C* テンソル圏の von Neumann 環への中心的自由作用について (1)

日時：12 月 4 日 (火)15:00 – 17:00
講師：戸松 玲治 (北海道大学)
題目：従順 C* テンソル圏の von Neumann 環への中心的自由作用について (2)

日時：12 月 5 日 (水)15:00 – 17:00
講師：戸松 玲治 (北海道大学)
題目：従順 C* テンソル圏の von Neumann 環への中心的自由作用について (3)

日時：12 月 5 日 (水)17:15 – 18:45
講師：Frederic Latremoliere (Univ. Denver)
題目：The Gromov-Hausdorff Propinquity

日時：12 月 6 日 (木)15:00 – 17:00
講師：戸松 玲治 (北海道大学)
題目：従順 C* テンソル圏の von Neumann 環への中心的自由作用について (4)

日時：12 月 7 日 (金)15:00 – 17:00
講師：戸松 玲治 (北海道大学)
題目：従順 C* テンソル圏の von Neumann 環への中心的自由作用について (5)

日時：12 月 19 日 (月)16:45 – 18:15
講師：水田 黎 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Polynomial Time Algorithm for Computing N-th Moments of a Self-Adjoint Operator in Algebra Generated by Free Independent Semicircular Elements

日時：2019 年 1 月 30 日 (水)16:45 – 18:15
講師：藤 陽平 (理研)
題目：2 次元共形場理論を用いたトポロジカル相のモデルの構成

応用解析セミナー

日時：5 月 24 日 (木)16:00 – 17:30
講師：柳田 英二 (東京工業大学)
題目：Sign-changing solutions for a one-dimensional semilinear parabolic problem

日時：7 月 19 日 (木)16:00 – 17:30
講師：生駒 典久 (慶應義塾大学)
題目：Uniqueness and nondegeneracy of ground states to scalar field equation involving critical Sobolev exponent

日時：10 月 4 日 (木)16:00 – 17:30
講師：山本 宏子 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：いくつかの微分方程式に対する反応拡散近似

日時：10 月 11 日 (木)16:00 – 17:30
講師：柏原 崇人 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Navier-Stokes 方程式に対する摩擦型境界条件とその周辺

日時：11 月 15 日 (木)16:00 – 17:30
講師：林 仲夫 (大阪大学)
題目：Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for one dimensional nonlinear Schrödinger equations

数理人口学・数理生物学セミナー

日時：5 月 28 日 (月)15:30 – 16:30
講師：Sourav Kumar Sasmal (Department of Physics and Mathematics, Aoyama Gakuin University)
題目：T-cell mediated adaptive immunity in primary dengue infections

日時：7 月 18 日 (水)15:00 – 16:00
講師：Malay Banerjee (Department of Mathematics & Statistics, IIT Kanpur)
題目：Effect of demographic stochasticity on large amplitude oscillation

日時：7 月 27 日 (金)15:00 – 16:00
講師：Somdatta Sinha (Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research (IISER) Mohali INDIA)
題目：Modelling Malaria in India: Statistical, Mathematical and Graphical Approaches

日時：10 月 4 日 (木)15:00 – 16:00
講師：Robin Thompson (University of Oxford, UK)
題目：Modelling the beginnings, middles and ends of infectious disease outbreaks

FMSP レクチャーズ

日時：5 月 7 日 (月)15:00 – 17:00
講師：Sug Woo Shin (University of California, Berkeley)
題目：Introduction to the Langlands-Rapoport conjecture（1）

日時：5 月 8 日 (火)15:00 – 17:00
講師：Sug Woo Shin (University of California, Berkeley)
題目：Introduction to the Langlands-Rapoport conjecture（2）

日時：5 月 9 日 (水)15:00 – 17:00
講師：Sug Woo Shin (University of California, Berkeley)
題目：Introduction to the Langlands-Rapoport conjecture（3）

日時：5 月 10 日 (木)15:00 – 17:00
講師：Sug Woo Shin (University of California, Berkeley)
題目：Introduction to the Langlands-Rapoport conjecture（4）

日時：5 月 11 日 (金)15:00 – 17:00
講師：Sug Woo Shin (University of California, Berkeley)
題目：Introduction to the Langlands-Rapoport conjecture（5）

日時：5 月 16 日 (水)14:45 – 15:45
講師：M.M. Lavrent'e, Jr. (Novosibirsk State University)
題目：Some strongly degenerate parabolic equations (joint with Prof. A. Tani)

日時：7 月 18 日 (水)10:15 – 12:15
講師：Christian Schnell (Stony Book University)
題目：Singular hermitian metrics and morphisms to abelian varieties （1）

日時：7 月 20 日 (金)10:15 – 12:15
講師：Christian Schnell (Stony Book University)
題目：Singular hermitian metrics and morphisms to abelian varieties （2）

日時：7 月 23 日 (月)10:15 – 12:15
講師：Christian Schnell (Stony Book University)
題目：Singular hermitian metrics and morphisms to abelian varieties （3）

日時：7 月 24 日 (火)10:15 – 12:15
講師：Christian Schnell (Stony Book University)
題目：Singular hermitian metrics and morphisms to abelian varieties （4）

日時：7 月 25 日 (水)10:15 – 12:15
講師：Christian Schnell (Stony Book University)
題目：Singular hermitian metrics and morphisms to abelian varieties （5）

日時：10 月 22 日 (月)15:00 – 16:30
講師：Paul Baum (The Pennsylvania State University)
題目：K-THEORY AND THE DIRAC OPERATOR (1/4)
Lecture 1. WHAT IS K-THEORY AND WHAT IS IT GOOD FOR?

日時：10 月 24 日 (水)15:00 – 16:30
講師：Paul Baum (The Pennsylvania State University)
題目：K-THEORY AND THE DIRAC OPERATOR (2/4)
Lecture 2. THE DIRAC OPERATOR

日時：10 月 29 日 (月)15:00 – 16:30
講師：Paul Baum (The Pennsylvania State University)
題目：K-THEORY AND THE DIRAC OPERATOR (3/4)
Lecture 3. THE RIEMANN-ROCH THEOREM

日時：10 月 31 日 (水)15:00 – 16:30
講師：Paul Baum (The Pennsylvania State University)
題目：K-THEORY AND THE DIRAC OPERATOR (4/4)
Lecture 4. BEYOND ELLIPTICITY or K-HOMOLOGY AND INDEX THEORY ON CONTACT MANIFOLDS

東京無限可積分系セミナー

日時：4 月 3 日 (火)15:00 – 16:00
講師：元良 直輝 (京大数研)
題目：Screening Operators and Parabolic inductions for W-algebras

日時：7 月 17 日 (火)16:00 – 17:00
講師：Valerii Sopin (Higher School of Economics (Moscow))
題目：Operator algebra for statistical model of square ladder

日時：9 月 25 日 (火)16:00 – 17:00
講師：中園 信孝 (青山学院大学 理工学部物理・数理学科)
題目：Classification of quad-equations on a cuboctahedron

日時：10 月 4 日 (火)16:00 – 17:00
講師：Andrew Kels (東京大学大学院総合文化研究科)
題目：Integrable quad equations derived from the quantum Yang-Baxter equation.

日時：12 月 6 日 (火)16:00 – 17:00
講師：Francesco Ravanini (University of Bologna)
題目：Integrability and TBA in non-equilibrium emergent hydrodynamics

日時：12 月 25 日 (火)16:00 – 17:00
講師：武部 尚志 (National Research University Higher School of Economics (Moscow))
題目：Q-operators for generalised eight vertex models associated to the higher spin representations of the Sklyanin algebra.

古典解析セミナー

日時：11 月 2 日 (金)17:00 – 18:30
講師：Giorgio Gubbiotti (The University of Sydney)
題目：On the inverse problem of the discrete calculus of variations

離散数理モデリングセミナー

日時：6 月 25 日 (月)17:30 – 18:30
講師：Anton Dzhamay (University of Northern Colorado)
題目：Gap Probabilities and discrete Painlev equations

日時：11 月 19 日 (月)17:15 – 18:30
講師：Dinh T. Tran (School of Mathematics and Statistics, The University of Sydney)
題目：Integrability for four-dimensional recurrence relations

日時：11 月 2 0 日 (火)15:00 – 16:30
講師：甘利 俊一 (理化学研究所)
題目：情報幾何とその応用ー深層学習の解明に向けて

東京確率論セミナー

日時：4 月 23 日 (月)16:00 – 17:30
講師：河備 浩司 (慶應義塾大学経済学部)
題目：Functional central limit theorems for non-symmetric random walks on nilpotent covering graphs

日時：5 月 7 日 (月)16:00 – 17:30
講師：沙川 貴大 (東京大学工学部)
題目：孤立量子多体系における熱力学第二法則

日時：5 月 14 日 (月)16:00 – 17:30
講師：村山 拓也 (京都大学大学院理学研究科)
題目：Chordal Komatu-Loewner equation for a family of continuously growing hulls

日時：6 月 4 日 (月)16:00 – 17:30
講師：三竹 大寿 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：退化粘性ハミルトン・ヤコビ方程式の一意性集合

日時：6 月 18 日 (月)16:00 – 17:30
講師：種村 秀紀 (慶應義塾大学理工学部数理科学科)
題目：相互作用をもつ無限個の剛体球の系

日時：6 月 25 日 (月)16:00 – 17:30
講師：濱口 雄史 (京都大学大学院理学研究科)
題目：BSDEs driven by cylindrical martingales with application to approximate hedging in bond markets

日時：7 月 2 日 (月)16:00 – 17:30
講師：世良 透 (京都大学大学院理学研究科)
題目：間欠力学系に関する種々の分布極限定理

日時：7 月 30 日 (月)16:00 – 17:30
講師：早瀬 友裕 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目：自由確率論によるランダム行列モデルのパラメータ推定

日時：10 月 22 日 (月)16:00 – 17:30
講師：Trinh Khanh Duy (東北大学数理科学連携研究センター)
題目：Limit theorems for random geometric complexes in the critical regime

日時：10 月 29 日 (月)16:00 – 17:30
講師：Sunder Sethuraman (University of Arizona)
題目：On Hydrodynamic Limits of Young Diagrams

日時：11 月 12 日 (月)16:00 – 17:30
講師：Alejandro Ramirez (Pontificia Universidad Catolica de Chile)
題目：Random walk at weak and strong disorder

日時：11 月 19 日 (月)16:00 – 17:30
講師：Fabio Toninelli (University Lyon 1)
題目：Two-dimensional stochastic interface growth

日時：12 月 10 日 (月)17:00 – 18:00
講師：Nikolaos Zygouras (University of Warwick)
題目：Random polymer models and classical groups

日時：2019 年 1 月 28 日 (月)16:00 – 17:30
講師：河本 陽介 (福岡歯科大学)
題目：ランダム行列に関する普遍的な点過程間の遷移関係とその力学版

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

古川　勝久
任意標数の射影幾何と基本的射影多様体の特徴づけ

三浦　達彦
動く薄膜領域上のナヴィエ・ストークス方程式の解析

跡部　発
保型形式のリフティングと保型表現の分類

丸橋　広和
Lie 群の作用の剛性

佐藤　謙太
F 純閾値の昇鎖条件について

永野　中行
K3 曲面の周期写像と微分方程式による類体の構成

張　龍傑 [ZHANG, Longjie]
結晶表面の成長現象の数学解析

田内　大渡
実球多様体と無限次元表現

レオンチエフ　オレクシィ [LEONTIEV, Oleksii]
対称性破れの作用素

片岡　武典
岩澤理論的手法によるイデアル類群の研究

只野　之英
離散シュレーディンガー作用素の長距離散乱および格子幅 0 における漸近解析

大井　雅雄
調和解析的観点からの Langlands 関手性の研究

加藤　本子
一般化トンプソン群の CAT(0) 方体複体への群作用の研究

竹内　有哉
CR 幾何における大域解析

今野　北斗
ゲージ理論の 4 次元トポロジーへの応用

若月　駿
有理ホモトピー論を用いたストリングトポロジーの研究

島本　直弥
多重旗多様体の軌道分解

小関　直紀
安定性条件を用いた双有理幾何学の研究

田森　宥好
極小表現の幾何と解析

浅尾　泰彦
ストリングトポロジーのオービフォールドへの拡張

坂本　龍太郎
Stark 系の一般論と Selmer 群の研究

谷口　正樹
低次元多様体に対するゲージ理論的不変量の研究

岩井　雅崇
直線束の最小特異計量の具体的な構成とそのザリスキー分解可能性の判定への応用

平良　晃一
多様体の幾何構造とその上のシュレディンガー方程式の関係

佐藤　玄基
単体的手法によるホモトピー型理論の研究

LIU, Yikan [劉　逸侃]
結晶成長と特異拡散の数学解析とその応用

♣新　規

高田　土満
無限次元多様体の指数定理と非可換幾何学

大久保　勇輔
共形場理論とゲージ理論の代数的解析

佐藤　光樹
一般の４次元多様体における結び目コンコーダンス

三浦　達哉
非線形問題における解の形状と曲率の効果の研究

松澤　陽介
代数多様体の力学系の幾何学的側面と数論的側面

山本　悠登
特異性を許容する整アフィン多様体とトロピカル幾何学

三上　渓太
シュレディンガー作用素とハミルトン流の関係の研究

戸次　鵬人
対称空間上の測地線を用いた連分数論の一般化、及び L-関数の特殊値の研究への応用

福岡　尊
del Pezzo ファイブレーションと Fano 多様体の研究

加藤　大輝
イプシロン因子と特性サイクル

石橋　典
クラスターモジュラー群の幾何学

後藤　ゆきみ
量子力学的多体系の安定性と熱力学極限の研究

甘中　一輝
保型形式とスペクトル解析

千葉　航平
確率過程の統計学に関する研究

稲山　貴大
ベクトル束の特異エルミート計量と相対随伴束の順像層の正値性の研究

井上　瑛二
ケーラー・リッチ・ソリトンを持つファノ代数多様体のモジュライ空間の研究

KOSKIVIRTA, Jean-Stefan H.A.
G ジップを用いた志村多様体の幾何と法 p 保型形式の研究

GAISIN, Ildar Maratovich
Fargues の予想とダイヤモンド

9. 平成 30 年度 ビジターリスト

Visitor List of the Fiscal Year 2018

平成 30 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 2018 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 2018.

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 2018.

- David Hyeon (Seoul National University・韓国) 4/9–4/10
- Gabor Szabo (コペンハーゲン大学・デンマーク) 4/29–5/6
- Daniel Cristofaro-Gardiner (University of California, Santa Cruz・米国) 5/7–5/9
- Lorenzo Mercuri (University of Milan・イタリア) 5/12–6/3
- Emanuele Guidotti (University of Milan・イタリア) 5/12–6/3
- De-Qi Zhang (シンガポール国立大学・シンガポール) 5/18–6/1
- 伊東 一文 (North Carolina State University・米国) 5/20–5/31
- Darlayne Addabbo (University of Notre Dame・米国) 5/27–6/1
- Alessandra Sarti (Universite de Poitiers・フランス) 5/28–6/1
- Olivier Pironneau (Sorbonne University・フランス) 5/30–5/31
- 川節 和哉 (メルボルン大学・オーストラリア) 5/30–6/5
- Michel Cristofol (Aix-Marseille University・フランス) 6/1–6/9
- Katarzyna Ryszewska (Technical Univ. of Warsaw・ポーランド) 6/1–6/14
- Adam Kubica (Technical Univ. of Warsaw・ポーランド) 6/1–6/14
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 6/2–6/13
- Michael Harrison (Lehigh University・米国) 6/14–6/25
- Phung Ho Hai (Institute of Mathematics Vietnam Academy of Science and Technology・ベトナム) 6/25–6/26
- Stephen McKeown (プリンストン大学・米国) 6/25–7/13
- Seung-Hyeok Kye (ソウル国立大学・韓国) 6/26–6/30
- Xun Yu (中国天津大学・中国) 7/2–7/10
- Emmy Murphy (Northwestern University・米国) 7/6–7/15
- Sam Nariman (Northwestern University・米国) 7/6–7/15

- George Elliott (トロント大学・カナダ) 7/7–7/15
- 伊東 一文 (North Carolina State University・米国) 7/8–7/28
- Ching-Jui Lai (国立成功大学・台湾) 7/9–7/11
- Philip B. Stark (Department of Statistics,University of California, Berkeley・米国) 7/9–7/13
- Yavar Kian (Aix-Marseille University・フランス) 7/9–8/1
- Franc Forstneri (University of Ljubljana・スロベニア) 7/11–7/13
- Tien-Cuong Dinh (National University of Singapore・シンガポール) 7/12–7/26
- Jun-Muk Hwang (Korea Institute for Advanced Study・韓国) 7/17–7/19
- 加藤 和也 (シカゴ大学・米国) 7/20–9/30
- Daijun Jiang (華中師範大学・中国) 7/21–8/9
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 7/28–8/8
- Srinivasan Raman (チェンナイ数学研究所・インド) 8/7–8/10
- Shuai Lu (復旦大学・中国) 8/17–8/29
- Guanghui Hu (北京科学アカデミー・中国) 8/19–8/25
- Jin Cheng (復旦大学・中国) 8/20–9/2
- Hancheng Huang (復旦大学・中国) 8/20–9/2
- Laurent Fargues (Institut de Mathmatiques de Jussieu・フランス) 9/5–9/26
- Matthew Morrow (University Paris 6・フランス) 9/6–9/15
- Alexander Beilinson (シカゴ大学・米国) 9/9–9/22
- RAIKOV, Georgi (カトリカ大学・チリ) 9/14–9/24
- MIRANDA, Pablo (サンティアゴ大学・チリ) 9/19-9/28
- PRADO, Humberto (サンティアゴ大学・チリ) 9/19-9/30
- FERNNDEZ, Claudio (カトリカ大学・チリ) 9/20–9/28
- 伊東 一文 (North Carolina State University・米国) 9/30–10/8
- Daniel Matei (Institute of Mathematics of the Romanian Academy･ルーマニア) 10/1-19/7/15
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 10/5–10/11
- Olivier Pierre-Louis (リヨン大学・フランス) 10/15–10/19
- Tuyen Truong (Oslo 大学・ノルウェー) 10/15–10/19
- Dionisios Margetis (University of Maryland・米国) 10/16–10/19
- Paul Frank Baum (Pennsylvania State University・米国) 10/17–11/3
- Jian-Guo Liu (Doke University・米国) 10/18–10/23
- Ciprian Tudor (University of Lille 1 ・フランス) 10/25–11/2

- Piotr Rybka（ワルシャワ大学・ポーランド）10/28–11/3
- Frederic Abergel (Centrale Supelec・フランス) 11/5–11/13
- Claire Gilson (University of Glasgow・連合王国) 11/7–11/9
- Alejandro Ramrez （Pontificia Universidad Catolica de Chile・チリ）11/9–11/12
- Emanuele Guidotti (University of Milan・イタリア) 11/12–12/24
- Michael Pevzner（Reims 大学・フランス）11/16–11/17
- Arghya Mondal（Tata Institute・インド）11/16–11/21
- Yves Andre (ピエールとマリー・キュリー大学・フランス) 11/16–11/21
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・米国) 11/16–11/25
- Gerard Freixas（パリ 6 大学・フランス）11/19–11/22
- Basil Grammaticos（パリ第 7 大学・フランス）11/19–11/24
- Jarmo Hietarinta（University of Turku・フィンランド）11/26–11/29
- Yuliia Mishura（Taras Shevchenko National University of Kyiv・ウクライナ）11/28–12/10
- Frederic Latremoliere（デンバー大学数学科・米国）11/30–12/10
- Ali Baklouti（Sfax 大学・チュニジア）12/1–12/4
- Luc Illusie（パリ南大学・フランス）12/2–12/22
- Marek Fila(コメニウス大学・スロバキア) 12/10–12/14
- Zhi Jiang（Fudan University・中国）12/11–12/14
- 加藤 和也 (シカゴ大学・米国） 12/12–12/31
- Gerard van der Geer (Amsterdam 大学・オランダ) 12/14–12/22
- Jin Cheng（復旦大学・中国）12/25–12/30
- 伊東 一文（North Carolina State University・米国）12/26–19/1/7
- Laurent Berger（cole Normale Suprieure de Lyon・フランス）19/1/4–19/1/11
- Oleg Emanouilov（Colorado State University・米国）2019/1/4–2019/1/21
- Dinghua Xu（浙江理工大学・中国） 2019/1/14–2019/2/5
- Jijun Liu（東南大学・中国）2019/1/14–2019/2/5
- Jin Cheng（復旦大学・中国）2019/1/21–2019/2/15
- Mark Podolskij（Aarhus University・デンマーク）2019/1/26–2019/2/2
- Michael Sorensen（University of Copenhagen・デンマーク）2019/1/28–2019/2/1
- Mogens Bladt（University of Copenhagen・デンマーク）2019/1/28–2019/2/1
- Carsten Wiuf（University of Copenhagen・デンマーク）2019/1/28–2019/2/1
- Nina Munkholt Jakobsen（University of Copenhagen・デンマーク）2019/1/28–2019/2/1

- Daniela Sforza（Sapienza - Universit di Roma・イタリア）2019/1/28–2019/2/3
- Paola Loreti（Sapienza - Universit di Roma・イタリア）2019/1/28–2019/2/3
- Alessandro De Gregorio（Sapienza University of Rome・イタリア）2019/1/29–2019/2/8
- Shuai Lu（復旦大学・中国）2019/1/31–2019/2/4
- Ioane Muni Toke（Centrale Supelec・フランス）2019/2/3–2018/2/8
- Paolo Salani（Universit degli Studi di Firenze・イタリア）2019/2/4–19/2/8
- Yinghong Xu（山東理工大学・中国）2019/2/8–2019/2/28
- Li Zhiyuan（山東理工大学・中国）2019/2/9–2019/2/23
- Anastasiia Tsvietkova（Rutgers University・米国）2019/2/12–2019/2/13
- Yavar Kian（Aix-Marseille Universit・フランス）2019/2/15–2019/3/5
- Bernadette Miara（Universit Paris-Est・フランス）2019/2/18–2019/3/16
- Mourad Bellassoued（Universit de Tunis El Manar・チュニジア）2019/2/22–19/3/15
- Mikhail M. Lavrentev, Jr.（Novosibirsk State University・ロシア）2019/2/23–2019/3/10
- Sung Rak Choi（延世大学・韓国）2019/3/4–2019/3/29
- Yury Kutoyants（Le Mans University・フランス）2019/3/7–2019/3/18
- 伊東 一文（North Carolina State University・米国）2019/3/9–2019/3/20
- Jongil Park（ソウル国立大学・韓国）2019/3/11–2019/3/22
- Nicholas M. Katz (プリンストン大学・米国) 2019/3/18–2019/3/22
- Shou-Wu Zhang (プリンストン大学・米国) 2019/3/18–2019/3/22
- Chris Skinner (プリンストン大学・米国) 2019/3/18–2019/3/22
- Will Sawin（コロンビア大学・米国）2019/3/18–2019/3/22
- 加藤 和也（シカゴ大学・米国）2019/3/18–2019/3/29
- Michael Hutchings（カリフォルニア大学バークレー校・米国）2019/3/24–2019/3/31

MATSUI Chihiro (松井 千尋) 107
MATSUO Atsushi (松尾 厚) 109
MATSUZAWA Yohsuke (松澤 陽介) 239
MATUMOTO Hisayosi (松本 久義) 111
MIEDA Yoichi (三枝 洋一) 114
MIKAMI Keita (三上 渓太) 240
MITAKE Hiroyoshi (三竹 大寿) 116
MIURA Takayuki (三浦 尭之) 302
MIURA Tatsu-Hiko (三浦 達彦) 170
MIYAMOTO Yasuhito (宮本 安人) 118
MIZUTA Rei (水田 黎) 303
MORI Michiya (森 迪也) 285
MORIMUA Hayato (森村　勇人) 303
MORIYAMA Takaaki (守山 貴顕) 303
MUKAI Asato (向井 晨人) 284

N

NAGAMACHI Ippei (長町 一平) 186
NAGAOKA Masaru (長岡 大) 267
NAKAGAWA Junichi (中川 淳一) 136
NAKAHAMA Ryosuke (中濱 良祐) 184
NAKAI Kengo (中井 拳吾) 266
NAKAMURA Shu (中村 周) 51
NAKAMURA Yusuke (中村 勇哉) 129
NAKANISHI Toru (中西 徹) 282
NAKATSUKA Shigenori (中塚 成徳) 281
NAKAYASU Atsushi (中安 淳) 147
NOJIMA Ryo (野島 遼) 268
NOZAKI Yuta (野崎 雄太) 203

O

OGATA Yoshiko (緒方 芳子) 9
OGUISO Keiji (小木曽 啓示) 11
OHASHI Ko (大橋 耕) 208
OHKUBO Yusuke (大久保 勇輔) 162
OHNO Kentaro (大野 乾太郎) 289
OHTA Yoshihiro (大田 佳宏) 134
OI Masao (大井 雅雄) 207
OKADA Takayuki (岡田 隆之) 290
OKAMOTO Jun (岡本 潤) 290
OKI Yasuhiro (沖 泰裕) 291
OKUDA Takayuki (奥田 喬之) 195
ONOUE Fumihiko (尾上 文彦) 272

R

RYBNIKOV Leonid 139

S

SAITO Norikazu (齊藤 宣一) 36
SAITO Shuji (斎藤 秀司) 32
SAITO Takeshi (斎藤 毅) 34
SAKAI Hidetaka (坂井 秀隆) 91
SAKAMOTO Ryotaro (坂本 龍太郎) 255
SAKASAI Takuya (逆井 卓也) 92
SANO Taketo (佐野 岳人) 297
SANO Yuta (佐野 悠太) 297
SASADA Makiko (佐々田 槙子) 94
SATO Ken (佐藤 謙) 295
SATO Kouki (佐藤 光樹) 165
SATOMI Takashi (里見 貴志) 296
SATOU Kenta (佐藤 謙太) 163
SEKIGUCHI Hideko (関口 英子) 99
SEKINO Nozomu (関野 希望) 258
SHENG Xiaobing (盛 小冰) 256
SHIBATA Kohsuke(柴田 康介) 183
SHIHO Atsushi (志甫 淳) 39
SHIMAMOTO Naoya (島本 直弥) 220
SHIMOMURA Akihiro (下村 明洋) 97
SHIRAISHI Junichi (白石 潤一) 98
SUDA Hayate (須田 颯) 279
SUZUKI Masamitsu (鈴木 将満) 279
SUZUKI Takumi (鈴木 拓海) 257

T

TADANO Yukihide (只野 之英) 233
TAGUCHI Kazutoshi(田口 和稔) 230
TAIRA Kouichi (平良 晃一) 258
TAKAGI Shunsuke (高木 俊輔) 41
TAKAHASHI Kazune (高橋 和音) 225
TAKAMATSU Teppei (高松 哲平) 299
TAKASE Hiroshi (高瀬 裕志) 298
TAKATA Doman (高田 土満) 165
TAKAYAMA Shigeharu (高山 茂晴) 43
TAKEUCHI Daichi(竹内 大智) 280
TAKEUCHI Tomoya (竹内 知哉) 142
TAKEUCHI Yasuhiro (竹内 康博) 155
TAKEUCHI Yuya (竹内 有哉) 231
TAKIGIKU Motoki (滝聞 太基) 228
TAMORI Hiroyoshi (田森 宥好) 261
TANAKA Hikari (田中 光) 300
TANAKA Hiromu (田中 公) 100
TANAKA Yuichiro (田中 雄一郎) 146
TANIGUCHI Masaki (谷口 正樹) 259
TANIMURA Yoshinori（谷村 慈則） 234
TAUCHI Taito (田内 大渡) 224
TERADA Itaru (寺田 至) 102
TERASOMA Tomohide (寺杣 友秀) 48
TOJO Koichi (東條 広一) 201
TOKIHIRO Tetsuji (時弘 哲治) 49
TSUBOI Takashi (坪井 俊) 46
TSUJI Takeshi (辻 雄) 44
TSUTSUI Yuki(筒井 勇樹) 301

U

UEDA Kazushi (植田 一石) 76
UEDA Yuki (上田 祐暉) 177

W

WAKATSUKI Shun (若月 駿) 244
WATANABE Jun (渡部 淳) 245
WILLOX Ralph 64

X

Xiao Dongyuan (蕭 冬遠) 222

Y

YAHIRO Kohei (八尋 耕平) 206
YAMAMOTO Hiroko (山本 宏子) 131
YAMAMOTO Masahiro (山本 昌宏) 57
YAMAMOTO Yuki(山本 祐輝) 306
YAMAMOTO Yuto (山本 悠登) 241
YAMASHITA Fumitoshi (山下 文稔) 287
YAMASHITA Mayuko (山下 真由子) 304
YOKOYAMA Etsuro (横山 悦郎) 158
YONEDA Tsuyoshi (米田 剛) 122
YOSHIDA Nakahiro (吉田 朋広) 60
YOSHIKAWA Shou (吉川 翔) 306
YOSHINO Taro (吉野 太郎) 120

Z

ZHANG Longjie (張 龍傑) 172

● 五十音順

あ

会田 茂樹 1
浅尾 泰彦 246
足助 太郎 68
麻生 和彦 125
阿部 紀行 69

い

飯田 暢生 288
池川 隆司 160
石毛 和弘 3
石橋 典 247
石本 健太 144
一井 信吾 71
伊藤 健一 72
伊藤 昇 174
伊藤 要平 249
稲次 春彦 251
稲葉 寿 6
稲山 貴大 270
井上 瑛二 271
井上 大輔 176
井上 裕貴 289
今井 直毅 74
入江 慶 75
岩井 雅崇 251

う

ウィロックスラルフ 64
植田 一石 76
上田 祐暉 177

え

エスピノサ ニコラス 307

お

大井 雅雄 207
大久保 勇輔 162
大田 佳宏 134
大野 乾太郎 289
大橋 耕 208
岡田 隆之 290
緒方 芳子 9
岡本 潤 290
沖 泰裕 291
小木曽 啓示 11
奥田 喬之 195
尾上 文彦 272

か

ガ タクホウ 196
加来 宗一郎 292
笠浦 一海 292
柏原 崇人 126
梶原 直人 209
片岡 武典 211
加藤 本子 213
加藤 佑矢 274
加藤 晃史 78
加藤 大輝 253
金井 雅彦 14
神谷 亮 179
亀岡 健太郎 293
川口 徳昭 198
河澄 響矢 80
河東 泰之 15
川本 敦史 179
カン セーホウ 307
甘中 一輝 275

き

儀我 美保 180
儀我 美一 17
北岡 旦 277
北山 貴裕 84
木田 良才 85
木下 慶紀 254
キムミンギュ 278
木村 晃敏 182
木村 満晃 214
清野 和彦 127

く

栗木 哲 154

こ

小池 祐太 88
コウ キンチ 215
郷田 昌稔 293
河野 俊丈 22
小関 直紀 254
児玉 大樹 199
牛腸 徹 128
後藤 ゆきみ 217
小林 俊行 24
權業 善範 89
近藤 一輝 295
今野 北斗 218

さ

斎藤 秀司 32
斎藤 毅 34
齊藤 宣一 36
坂井 秀隆 91
逆井 卓也 92
坂本 龍太郎 255
佐々田 槙子 94
佐藤 謙 295
佐藤 謙太 163
佐藤 光樹 165
里見 貴志 296
佐野 岳人 297
佐野 悠太 297

し

シェン シャオビン 256
柴田 康介 183
志甫 淳 39
島本 直弥 220
下村 明洋 97
シュウ ベンユエン 193
ショウ トウエン 222
白石 潤一 98

す

鈴木 拓海 257
鈴木 将満 279
須田 颯 279

せ

関口 英子 99
関野 希望 258

た

平良 晃一 258
田内 大渡 224
高木 俊輔 41
高瀬 裕志 298
高田 土満 165
高橋 和音 225
高松 哲平 299
高山 茂晴 43
滝聞 太基 228
田口 和稔 230
竹内 大智 280
竹内 知哉 142
竹内 康博 155
竹内有哉 231
只野 之英 233
田中 光 300
田中 公 100
田中 雄一郎 146
谷口 正樹 259
谷村 慈則 234
田森 宥好 261

ち

千葉 航平 281
千葉 悠喜 263
茅原 涼平 264
チョウリュウケツ 172
チンイチュウ 265

つ

辻 雄 44
筒井 勇樹 301
坪井 俊 46

て

ディアス　アッレクシーウ　カロリーナ 245
寺杣 友秀 48
寺田 至 102

と

東條 広一 201
時弘 哲治 49

な

中井 拳吾 266
長岡 大 267
中川 淳一 136
中塚 成徳 281
中西 徹 282
中濱 良祐 184
長町 一平 186
中村 周 51
中村 勇哉 129
中安 淳 147

の

野崎 雄太 203
野島 遼 268

は

バオ ユアンユアン 130
橋本 健治 187
長谷川 立 104
服部 弘樹 301
林 修平 105
林 拓磨 204
林 達也 188
早瀬 友裕 235

ひ

平地 健吾 53
平野 雄一 189

ふ

福井 雄己 301
福岡 尊 236
福嶌 翔太 302
藤原 毅夫 138
古川 勝久 167
ブルキンセルゲィウラディミロヴィチ 268
古田 幹雄 55

へ

戸次 鵬人 237

ほ

細野 元気 191
本間 充 157

ま

前多 啓一 284
間瀬 崇史 149
松井 千尋 107
松尾 厚 109
松澤 陽介 239
松本 久義 111
丸橋 広和 168

み

三浦 尭之 302
三浦 達彦 170
三枝 洋一 114
三上 渓太 240
水田 黎 303
三竹 大寿 116
宮本 安人 118

む

向井 晨人 284

も

森 迪也 285
森村 勇人 303
守山 貴顕 303

や

八尋 耕平 206
山下 文稔 287
山下 真由子 304
山本 宏子 131
山本 昌宏 57
山本 祐輝 306
山本 悠登 241

よ

横山 悦郎 158
吉川 翔 306

吉田 朋広 60
吉野 太郎 120
米田 剛 122

り

リ カンゲン 243
リュウ イッカン 150
リュブニコフ　レオニド 139
リン　デジー 269

わ

若月 駿 244
渡部 淳 245

研究成果報告書　平成３０年度
(Annual Report　2018)

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 30 年度担当　寺杣 友秀
福井 伸江