

研 究 成 果 報 告 書

令 和 6 年 度

Annual Report

2024



UTokyo

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

本冊子は、東京大学大学院数理科学研究科メンバーの2024年度の活動記録です。

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す。本研究科は、大学院のみならず学部数学教育も担う部局です。具体的には、東京大学の前期課程の数学教育、理学部数学科の教育を担当するだけでなく、教養学部統合自然科学科の数理自然科学コースの数理教育を担っています。これは、数理科学研究科創立当時から現在にいたる一貫した我々の立場です。

各メンバーの報告の前に、いくつかの特筆事項を記載します。

東京大学とフランス国立科学センター (CNRS) は、昨年度、新たな国際交流協定に基づき、数学における国際研究拠点 (略称 FJ-LMI) を設立しましたが、2024年4月に、国際拠点設立記念コンフェレンスが数理科学研究科棟で開催されました。藤井輝夫東大総長、CNRS の Dhersin 教授、フランス大使館の Marty-Dessus 科学技術参事官の祝辞に引き続き、Berestycki, Bourguignon, Ghys, Voisin 等、純粋数学から応用数学に亘る著名な8名の研究者がフランスから来日され、約200名の参加者の熱気あふれる大講義室で記念講演会を行いました。なお、5月に Pevzner Micahel 教授 (フランス国立科学センター (CNRS) 代表団・ランス大学教授・日仏数学交流研究所所長) に客員教授の称号を付与いたしました。

2012年に本研究科において採択された「数物フロンティア・リーディング大学院」(FMSP) のプログラムに続き、2019年度に東京大学国際卓越大学院教育プログラム (WINGS) の一環として数物フロンティア国際卓越大学院 (FMSP) が開設されました。WINGS-FMSP は学内では理学系研究科、経済学研究科、新領域創成科学研究科、工学系研究科、情報理工学系研究科、医学系研究科、総合文化研究科、Kavli IPMU の連携によるプログラムです。FMSP で導入された複数教員指導体制や「数物先端科学」、「数物連携先端科学」、「社会数理先端科学」、「社会数理実践研究」、「インターンシップ」などのコースワークは発展的に継承されています。また文部科学省の卓越大学院プログラムに採択された「変革を駆動する先端物理・数学プログラム (FoPM)」の連携機関として、5年間の修士博士課程教育を行っています。

2024年度における当研究科の教員の異動は以下の通りでした。4月1日付けで、酒井拓史教授、本多正平教授が着任され、今野北斗助教が准教授に昇任されました。4月1日付けで山本昌宏特任教授、柳田英二特任教授が着任されました。10月1日付けで、榎園誠助教が着任されました。Mustața Mircea 教授が6月から7月まで客員教授として滞在されました。また、2025年3月31日付けで、古田幹雄教授が退職、寺田至准教授が定年退職され、伊藤健一准教授が神戸大学に、田中公准教授が京都大学に異動されました。

2024年度における当研究科メンバーの受賞等を紹介いたします。岩木耕平准教授が、業績題目「完全WKB解析と位相漸化式によるパルヴェ方程式の研究」で2024年度科学技術分野の文部科学大臣表彰「若手科学者賞」を受賞されました。石井志保子氏 (東京大学名誉教授、大学院数理科学研究科特任教授) が2024年度春の叙勲において瑞宝中綬賞を受賞されました。森迪也特任助教が、業績題目「Loewner's theorem for maps on operator domains」で The 2024 CMS G. de B. Robinson Award を受賞されました。伊山修教授が、Frontier of Science Award を受賞されました。山本昌宏氏 (東京大学名誉教授、大学院数理科学研究科特任教授) がイタリア数学会出版賞を受賞されました。吉田朋広教授が業績題目「理論統計学の基礎数理の開拓」で2024年度日本数学会秋季賞を受賞しました。今野北斗准教授が業績

題目「ゲージ理論の展開と4次元幾何学への応用」で2024年度日本数学会幾何学賞を受賞されました。佐々田槇子教授が文部科学省科学技術・学術政策研究所の「ナイスステップな研究者2024」に選定されました。坪内俊太郎特任助教が、業績題目「摂動特異楕円型および放物型方程式に対する正則性理論」で第41回井上研究奨励賞を受賞されました。

アウトリーチ活動としては、公開講座が駒場祭期間中の11月23日に大講義室にて開催されました。テーマは「爆発の数学」で、石井志保子先生が「代数多様体の爆発 (Blow up)」、本多正平先生が「爆発する曲率とアインシュタイン」、今野北斗先生が「方程式の解の爆発と4次元の幾何学」の題目で講演されました。参加者は全体で、152名でした。さらに、3月16日に大講義室において、ハイブリッドで「数学の魅力」という女子中高生向けの講演会・交流会を行いました。参加者は対面で77名、オンラインで31名でした。

2026年2月

東京大学大学院数理科学研究科
2024年度大学院数理科学研究科 専攻長
理学部数学科 学科長
会田 茂樹

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
● 特別教授	6 4
● 准教授	6 7
● 助教	1 1 1
● 特任教授	1 1 7
● 特任准教授	1 3 2
● 特任助教	1 3 4
● 日仏数学連携拠点	1 3 9
● 連携併任講座 – 客員教授	1 4 2
● 学振特別研究員	1 4 5
● 特任研究員	1 5 6
● 協力研究員	1 6 5
● 博士課程学生	1 7 3
● 修士課程学生	2 3 0

2. 学位取得者

● 博士号取得者	2 4 6
● 修士号取得者	2 4 9

3. 学術雑誌 – 東大数理科学ジャーナル 3 1 巻

4. 公開講座・研究集会等

5. 談話会

6. 公開セミナー

7. 日本学術振興会特別研究員採用者 (研究課題) リスト

8. 令和 6 年度ビジターリスト

CONTENTS

Preface

Format of the Individual Research Activity Reports

1. Individual Research Activity Reports

- Professors 1
- University Professors 6 4
- Associate Professors 6 7
- Research Associates 1 1 1
- Project Professors 1 1 7
- Project Associate Professors 1 3 2
- Project Research Associates 1 3 4
- Laboratoire de Mathématiques Franco-Japonais du CNRS 1 3 9
- Special Visiting Chairs – Visiting (Associate) Professors 1 4 2
- JSPS Fellows 1 4 5
- Project Researchers 1 5 6
- Associate Fellows 1 6 5
- Doctoral Course Students 1 7 3
- Master’s Course Students 2 3 0

2. Graduate Degrees Conferred

- Doctoral—Ph.D. : conferee, thesis title, and date 2 4 6
- Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date 2 4 9

3. Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Vol. 31 2 5 3

4. Public Lectures, Symposiums, and Workshops etc 2 5 4

5. Colloquium 2 6 9

6. Seminars 2 7 0

7. JSPS Fellow List 2 9 0

8. Visitor List of the Fiscal Year 2024 2 9 3

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（2020～2024年度）のもので10篇以内。書籍も含む。
但し、2024年1月1日～2024年12月31日に出版されたものはすべて含む。

C. 口頭発表

- シンポジウムや学外セミナー等での発表で、5年以内（2020～2024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

- 令和6年度中に当該教員の指導（指導教員または論文主査）によって学位を取得した者の氏名および論文題目。

F. 対外研究サービス

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

G. 受賞

- 過去5年間の受賞。

H. 海外からのビジター

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

※ 当該項目に記述のないものは、項目名も省略した。

Format of the Individual Research Activity Reports

A. Research outline

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

B. Publications

- Selected publications of the past five years (up to ten items, including books).
As an exceptional rule, the lists include all the publications issued in the period 2024.1.1~2024.12.31

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, 2024.

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

$(\tilde{X}_m, \tilde{Y}_m, \tilde{R}_m)$ ($m = 1, 2, \dots$) をバナッハ空間に値を取る同じ確率空間上で定義された確率変数列で $\tilde{X}_m = \tilde{Y}_m + \tilde{R}_m$ を満たすとする。 \tilde{Y}_m が法則収束し、 $\lim_{m \rightarrow \infty} E[\|\tilde{R}_m\|] = 0$ を満たすとき、 \tilde{X}_m も \tilde{Y}_m と同じ極限分布に法則収束する。本研究での $(\tilde{X}_m, \tilde{Y}_m, \tilde{R}_m)$ は以下のように定義されるものである。ラフパスにリフトできる連続ガウス過程 B で駆動される時間区間 $[0, 1]$ で定義されたラフ微分方程式の解とその近似解の誤差過程を X_m とする。近似解は、 $[0, 1]$ の 2^m 等分割の各区間で帰納的に定義されるものである。 Y_m は、ガウス過程 B で定まるウィーナーカオスの重み付き和過程、 R_m はその差とする。ガウス過程に応じて定まる正のパラメータ α を用いて $\tilde{X}_m = (2^m)^\alpha X_m$, $\tilde{Y}_m = (2^m)^\alpha Y_m$, $\tilde{R}_m = (2^m)^\alpha R_m$ と定まる場合を考えた。バナッハ空間は、連続関数の空間である。この場合に、先行研究では、 \tilde{Y}_m が法則収束する (これは、ウィーナーカオスの 4 次モーメント定理から従う) ことおよび \tilde{X}_m が法則収束し、その極限分布が \tilde{Y}_m のそれと一致することが示されていたが、本研究では、ガウス過程がある性質を満たすとき、ある正のパラメータ ε が存在して、 $(2^m)^\varepsilon \|\tilde{R}_m\|$ が 0 に概収束し、任意の $p \geq 1$ に対して $\lim_{m \rightarrow \infty} E[(2^m)^{\varepsilon p} \|\tilde{R}_m\|^p] = 0$ となること、すなわち剰余項が極めて早いオーダーで 0 に収束することを示した熊本大の永沼氏との共著論文 (これは投稿中) の結果を精査した。その結果、ガウス過程がハースト指数 H ($1/3 < H < 1/2$) の非整数ブラウン運動の場合、 $\varepsilon < \min\{3H - 1, (1/2) - H\}$ を満たせばよいことを示した。 $\frac{1}{2} - H$ は、近似過程および Y_m が離散的な時点で得られていることから必然的に出てくる指数であり、離散近似した時の離散時間での差のみを考えると $\varepsilon < 3H - 1$ であればよいこと

がわかる。この離散時間のみを考えたとき、この値が最適な評価であると思われるが、それを示すこと、また、ちょうど $3H - 1$ のときにどうなるかを明らかにすることは今後の課題である。

Let $(\tilde{X}_m, \tilde{Y}_m, \tilde{R}_m)$ ($m = 1, 2, \dots$) be random variables with values in a Banach space defined in the same probability space. We assume $\tilde{X}_m = \tilde{Y}_m + \tilde{R}_m$. If \tilde{Y}_m converges in law and $\lim_{m \rightarrow \infty} E[\|\tilde{R}_m\|] = 0$, then \tilde{X}_m also converges in law and the limit distribution is the same as the one of \tilde{Y}_m . In this research, we consider the case where $\tilde{X}_m = (2^m)^\alpha X_m$, $\tilde{Y}_m = (2^m)^\alpha Y_m$, $\tilde{R}_m = (2^m)^\alpha R_m$, where α is a positive number. Here, X_m is a difference of the solution process and an approximate solution of a rough differential equation defined on the time interval $[0, 1]$ driven by a continuous Gaussian process B . The above α depends on B . The approximate solution is defined recursively on each small interval of 2^m -dyadic partition of $[0, 1]$. Y_m is a weighted sum process of Wiener chaos defined by B and $R_m = X_m - Y_m$. In this case, the Banach space is a function space consisting of continuous functions defined on $[0, 1]$. In prior studies, it is proved that \tilde{Y}_m converges in law (this follows from the 4-th moment theorem of Wiener chaos) and \tilde{X}_m also converges in law to the same limit distribution. On the other hand, we showed that there exists a positive constant $\varepsilon > 0$ such that $(2^m)^\varepsilon \|\tilde{R}_m\|$ converges to 0 almost surely and $\lim_{m \rightarrow \infty} E[(2^m)^{\varepsilon p} \|\tilde{R}_m\|^p] = 0$ for all $p \geq 1$ if B satisfies a certain conditions. This is a joint work with Nobuaki Naganuma (Kumamoto university) which was submitted.

We study the value ε in the case where B is a fractional Brownian motion with the Hurst parameter $1/3 < H < 1/2$ in this year. The result is as follows. If $\varepsilon < \min\{3H - 1, 1/2 - H\}$, then the above convergence of R_m takes place. The exponent $1/2 - H$ comes from the fact that Y_m and the approximate solution is defined at discrete times. If we consider the difference at the discrete times only, the convergence of $(2^m)^\varepsilon \tilde{R}_m$ is valid for $\varepsilon < 3H - 1$. We will continue the study to make clear whether $3H - 1$ is the optimal constant and the study on the asymptotic behavior when $\varepsilon = 3H - 1$.

B. 発表論文

1. S. Aida, Rough differential equations containing path-dependent bounded variation terms, *J. Theoret. Probab.* 37 (2024), no. 3, 2130–2183.
2. S. Aida and N. Naganuma, “Error analysis for approximations to one-dimensional SDEs via the perturbation method”, *Osaka J. Math.* 57 (2020), no. 2, 381–424.

C. 口頭発表

1. Asymptotics of lowlying Dirichlet eigenvalues of Witten Laplacians on domains in pinned path groups, “慶應確率論ワークショップ”, 2024年3月11日.
2. Asymptotics of lowlying Dirichlet eigenvalues of Witten Laplacians on domains in pinned path groups, “Stochastic Analysis”, 京都大学数理解析研究所, 2023年, 11月6日～9日.
3. An approach to asymptotic error distributions of rough differential equations, “Stochastic analysis”, EPFL, ローザンヌ, スイス, 2023年, 8月7日～18日.
4. An approach to asymptotic error distributions of rough differential equations, “Stochastic analysis and related topics”, 大阪大学, 2022年, 12月2日～4日
5. An approach to asymptotic error distributions of rough differential equations,

“Stochastic analysis and applications, Open Japanese-German conference”, ミュンスター, ドイツ, 2022年, 9月19日～23日.

D. 講義

1. 確率統計 I: 確率空間, 確率変数, 分布, マルコフ連鎖などの確率論の基礎事項およびルベーグ積分の簡単な導入を行った. (教養学部統合自然科学科4年生向け講義)
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)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 板垣 好春 (ITAGAKI Yoshiharu): 特異なドリフト項を持つ確率微分方程式について
2. (修士) 田淵 進 (TABUCHI Susumu): Stochastic Volterra Equations and Renormalized Wong-Zakai Approximations for Volterra Rough Paths

F. 対外研究サービス

1. ASPM 編集委員会編集委員長 (2024年6月末まで)、7月1日からは編集委員
2. Journal of Stochastic Analysis (Communications on Stochastic Analysis から名称変更) の associated editor
3. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo の編集委員
4. Stochastic Processes and their Applications (Elsevier) の associated editor

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。今年度はアルコーブ上のモーメントグラフ上の Braden-

MacPherson 層から得られる, Achar-Riche の意味での混合偏屈層の圏を調べた. これは以前から行っていた研究であるが, 完成に至っていなかったものである. 現段階でできているものを論文としてまとめて公開する予定であったが, 年度内に完成させることができなかった. 来年度の公開を目指して準備を続ける予定である.

I study representation theory of reductive groups. This year, I studied the category of mixed perverse sheaves in the sense of Achar and Riche, which arise from Braden-MacPherson sheaves on the moment graph on alcoves. This research had been ongoing for some time, but it had not yet been completed. I initially planned to finish to write a paper in this year, but I was unable to finish it in time. I will continue to do this in the next year.

B. 発表論文

1. N. Abe: “Singular Soergel bimodules for realizations”, to appear in Int. Math. Res. Not.
2. N. Abe: “A homomorphism between Bott-Samelson bimodules”, Nagoya Mathematical Journal.
3. N. Abe and F. Herzig: “On the irreducibility of p -adic Banach principal series of p -adic GL_3 ”, Vietnam J. Math. 52, 451 – 478 (2024) (special issue dedicated to Pham Huu Tiep’s 60th birthday).
4. N. Abe: “On one-sided singular Soergel bimodules”, J. Algebra 633 (2023), 722 – 753.
5. N. Abe: “A Hecke action on G_1T -modules”, J. Inst. Math. Jussieu, 23 (2024), no. 3, 1125–1167.
6. N. Abe: “Extension between simple modules of pro- p -Iwahori Hecke algebras”, J. Inst. Math. Jussieu, 22 (2023), no. 6, 2775–2804.
7. N. Abe, F. Herzig and M.-F. Vignéras: “Inverse Satake isomorphism and change of weight”, Represent. Theory 26 (2022), 264–324.
8. N. Abe: “A bimodule description of the Hecke category”, Compos. Math. 157 (2021), no. 10, 2133–2159.

C. 口頭発表

1. Hecke 圏について, 日本数学会 2025 年度年会, 特別講演, 2025 年 3 月 20 日.
2. 正標数の代数群の表現論, 表現論シンポジウム 2024, 大阪, 2024 年 11 月 20 日.
3. Irreducibility of p -adic Banach principal series, The 25th Autumn Workshop on Number Theory, 北海道大学, 2024 年 10 月 30 日.
4. On Hecke categories, Combinatorial Representation Theory and Geometry — In Honor of Satoshi Naito’s 60th Birthday—, 東京工業大学, 2024 年 6 月 25 日.
5. Irreducibility of p -adic Banach principal series representations of GL_3 , 金沢代数セミナー, 2024 年 6 月 18 日.
6. Irreducibility of p -adic Banach principal series, 2023 NTU-UTokyo Joint conference, National Taiwan University, 台湾, 2023 年 12 月 8 日.
7. Realizations of Hecke categories, LMS Bath symposium on Geometric and Categorical Representation theory, パース大学, イギリス, 2023 年 8 月 8 日.
8. p 進 Banach 主系列表現の既約性について, RIMS 共同研究 (公開型) 「表現論とその周辺分野における最近の進展」, 京都大学, 2023 年 6 月 21 日.
9. Irreducibility of p -adic Banach principal series representations, Séminaire Groupes Réductifs et Formes Automorphes, Jussieu, フランス, 2023 年 3 月 23 日.
10. Soergel bimodules and homomorphism between Bott-Samelson bimodules, Representation theory and geometry of loop spaces, パリ・サクレ大学, フランス, 2023 年 1 月 10 日.
11. Bott-Samelson 両側加群の間の準同型, 2021 年度表現論シンポジウム, オンライン

ン, 2021年11月19日.

resentation theory and related topics,
2024」で講演

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の体験型学習を行った。(教養学部前期課程講義)
2. 数学統論 XC / 群構造論：複素半単純 Lie 環の基礎事項から始め、圏 \mathcal{O} に関する講義を行った。具体的な内容は以下の通りである。(1) 複素半単純 Lie 環のルート系による構造の記述。(2) 有限次元既約表現の分類。(3) 圏 \mathcal{O} の定義と基本性質、ブロック分解。(4) Soergel による射影対象の記述と Kazhdan-Lusztig 予想および Koszul 双対性。(数理大学院・4年生共通講義)
3. 全学自由研究セミナー：対称群の表現論を中心に、表現論の入門的な講義を行った。(教養学部前期課程講義)
4. 数理代数学・同演習：群論と表現論に関する入門講義とその演習を行った。(教養学部後期課程講義。)

E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 小原 和馬 (OHARA Kazuma): Hecke algebra isomorphisms for tame types
2. (修士) 村田 遼人 (MURATA Haruto): Affine highest weight structures on module categories over quiver Hecke algebras

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, 運営委員
2. 研究集会「Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics, 2024」(2024年10月7日から10月11日), 世話人
3. 東京名古屋代数セミナー, 世話人

G. 受賞

1. 2025年度日本数学会代数学賞

H. 海外からのビジター

1. Claudies Heyer, “A 6-functor formalism for smooth mod p representations”, 「Workshop on Shimura varieties, rep-

石毛 和弘 (ISHIGE Kazuhiro)

A. 研究概要

1. ユークリッド空間において非負な初期関数がコンパクトな台を持つならば、対応する熱方程式の解はある時刻以後、空間変数の関数として対数凹になることが知られている。本研究では、熱方程式の解は十分時間を経た後、どのような凹性を獲得するのかについて詳細な研究を行い、それらの特徴付けを行った。

2. 片山翔氏 (東大数理, D2), 川上竜樹氏 (龍谷大) との共同研究として、 \mathbb{R}_+^N における動的境界条件付き熱方程式の基本解の具体的表示を求めることに成功した。この具体的表現により、 \mathbb{R}_+^N における動的境界条件付き熱方程式の解の挙動が、熱方程式の基本解であるガウス核や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に影響される様が明らかになり、解の最適減衰評価を得るに至った。さらに、その応用として、対応する半線形熱方程式における時間大域正值解の存在・非存在に関する藤田臨界指数を同定した。

3. 比佐幸太郎氏 (東大数理) と共に、Dirichlet 境界条件下における半線形熱方程式の時間局所非負値解に対する初期トレースの定性的性質を境界からの距離関数を重み関数として利用することによって特徴付けた。これにより、時間局所非負値解が存在するための初期関数に対する必要条件が得られ、また、十分条件を求めることによって、Dirichlet 境界条件下における半線形熱方程式が可解となるための初期関数の最適特異性を同定することに成功した。

1. In Euclidean space, it is known that if a non-negative initial function has a compact support, the corresponding solution to the heat equation becomes log-concave in the spatial variables within finite time. In this study, we investigated what kind of concavity properties the solutions to the heat equation possess in finite time and characterized these properties.

2. In a joint work with Sho Katayama (UTokyo,

D2) and Tatsuki Kawakami (Ryukoku University), we obtained an explicit representation of the fundamental solution of the heat equation with dynamic boundary conditions in a half-space \mathbb{R}_+^N . This explicit representation reveals how the behavior of the solution is influenced by the Gaussian kernel, which is the fundamental solution of the heat equation, and the Poisson kernel, which is the fundamental solution of the Laplace equation with dynamic boundary conditions. As a result, we obtained optimal decay estimates of the solution. Furthermore, as an application, we identified the Fujita critical exponent for the existence/nonexistence of global-in-time positive solutions for the corresponding semilinear heat equation.

3. In a joint work with Kotaro Hisa (UTokyo), we characterized qualitative properties of the initial trace for local-in-time nonnegative solutions of semilinear heat equations under the Dirichlet boundary condition. This was achieved by utilizing the distance function from the boundary as a weight function. As a result, we obtained necessary conditions on initial functions for the existence of local-in-time nonnegative solutions. Furthermore, we obtained sufficient conditions to identify the optimal singularity of the initial function for the solvability of the semilinear heat equation under the Dirichlet boundary condition.

B. 発表論文

1. K. Hisa, K. Ishige and J. Takahashi : “Initial traces and solvability for a semilinear heat equation on a half space of \mathbf{R}^N ”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **376** (2023), 5731–5773.
2. K. Ishige and S. Katayama : “Supercritical Hénon-type equation with a forcing term”, *Adv. Nonlinear Anal.* **13** (2024), Paper No. 20240003, 28 pp.
3. Y. Fujishima, K. Hisa, K. Ishige, and R. Laister : “Local solvability and dilation-critical singularities of supercritical fractional heat equations”, *J. Math. Pures*

Appl. **186** (2024), 150–175.

4. K. Ishige, P. Salani, and A. Takatsu : “Characterization of F -concavity preserved by the Dirichlet heat flow”, *Trans. Amer. Math. Soc.* **377** (2024), 5705–5748.
5. K. Ishige and T. Kawakami : “Refined asymptotic expansions of solutions to fractional diffusion equations”, *J. Dynam. Differential Equations* **36** (2024), 2679–2702.
6. K. Ishige : “Eventual concavity properties of the heat flow”, *Math. Ann.* **390** (2024), 5883–5922.
7. N. Ioku, K. Ishige, and T. Kawakami : “Existence of solutions to a fractional semilinear heat equation in uniformly local weak Zygmund type spaces”, to appear in *Anal. PDE*.
8. K. Ishige, S. Katayama, and T. Kawakami, “Fundamental solution to the heat equation with a dynamical boundary condition”, to appear in *J. Elliptic Parabol. Equ.*
9. K. Hisa and K. Ishige, “Initial traces of solutions to a semilinear heat equation under the Dirichlet boundary condition”, to appear in *Calc. Var. Partial Differential Equations*.
10. K. Ishige, P. Salani, and A. Takatsu : “Riemannian starshape and capacity problems”, to appear in *Nonlinear Anal. Real World Appl.*

C. 口頭発表

1. Characterization of F -concavity preserved by the Dirichlet heat flow, *Analysis Seminar, Academia Sinica (Taiwan, online)*, 2023年9月
2. Characterization of F -concavity preserved by the Dirichlet heat flow, *Euro-Japanese Conference on Nonlinear Diffusions, ICMAT-UAM (Spain)*, 2023年10月

3. Eventual F-concavity by the heat flow, Critical Phenomena in Nonlinear Partial Differential Equations, Harmonic Analysis, and Functional Inequalities, 仙台国際センター, 2023 年 11 月
 4. Existence of solutions to a fractional semilinear heat equation in uniformly local weak Zygmund type spaces, 幾何学的偏微分方程式に対する正則性特異性とその周辺, 熊本城ホール大会議室, 2024 年 1 月
 5. Non-preservation of concavity properties by the Dirichlet heat flow on Riemannian manifolds, 2024 International Symposium on Science and Education – Mathematics Session, National Taiwan Normal University (Taiwan), 2024 年 6 月
 6. Non-preservation of concavity properties by the Dirichlet heat flow on Riemannian manifolds, The Ninth Pacific Rim Conference in Mathematics, Nonlinear PDE session, Darwin (Australia), 2024 年 6 月
 7. Non-preservation of concavity properties by the Dirichlet heat flow on Riemannian manifolds, China-Japan Workshop on Nonlinear Elliptic and Parabolic Equations, Chern Institute of Mathematics, Nankai University, Tianjin (China), 2024 年 10 月
 8. Preservation of concavity properties by the Dirichlet heat flow, Sezione di Analisi, Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano (Italy), 2024 年 10 月
 9. Preservation of concavity properties by the Dirichlet heat flow, Korean–Japanese workshop on elliptic and parabolic equations, Seoul National University (Korea), 2024 年 11 月
 10. Dirichlet heat flow による凸性保存について, 東北大学大学院理学研究科数学専攻談話会, 2024 年 12 月
2. 解析学特別演習 I: ルベーク積分論に関する演習を行った (3 年生向け講義の演習).
 3. 実解析学 I: ルベーク積分の入門講義を行った (学部後期課程・統合自然科学科)
 4. 実解析学演習 I: ルベーク積分の演習を行った (学部後期課程・統合自然科学科)
 5. 非線形解析学: 半線形放物型方程式の可解性について講義を行った (数理大学院向け講義)
 6. 集中講義: 楕円型・放物型方程式の解の凹性について講義を行った (東北大学, 2024 年 12 月)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 新屋 健勝 (ARAYA Kensho): 非線形境界条件付きの熱方程式に対するステファン問題の解挙動.
2. (修士) 郭 瑞楠 (GUO Ruinan): Carleman estimates and inverse coefficient problems for stationary first-order transport equations.

F. 対外研究サービス

1. Editor of "Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo"
2. Editor of "Partial Differential Equations and Applications"
3. 日本数学会理事
4. 日本数学会函数方程式論分科会委員会
5. 函数方程式論刊行会 監事
6. 解析学火曜セミナー
7. 応用解析セミナー
8. Scientific Committee: The Ninth Pacific Rim Conference in Mathematics Darwin
9. Organiser: China-Japan Workshop on Nonlinear Elliptic and Parabolic Equations
10. Organiser: Korean–Japanese Workshop on Elliptic and Parabolic Equations

H. 海外からのビジター

1. Robert Laister (Senior Lecturer, University of the West of England), 2024 年 4 月
2. Troy Petti (PostDoc, Politecnico di Mi-

D. 講義

1. 解析学 IV: ルベーク積分論について講義を行った (3 年生向け講義).

ウィロックス ラルフ (WILLOX Ralph)

A. 研究概要

今年は主として下記の 3 つの数理解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。

- 「特異点閉じ込めによる full-deautonomisation」は「写像の力学系次数」と「写像の非自励化」という 2 つのアプリオリに無関係と思われる概念の間に観察されたリンクに基づく双有理写像の力学系次数を検出するための驚くほど効率的な手法である。Université Paris-Saclay (France) の Basile Grammaticos, 早稲田大学の Alexander Stokes と本研究科の Takafumi Mase との共同研究で full-deautonomisation 手法の正当性を双有理写像の広いクラスにおいて厳密に証明し、具体的な写像の 6 つのクラスに対して十分な非自励化の構成法を与えた。前者の結果を発表する論文は既に出版済みであり [B.9.], 後者の結果を発表する論文は現在作成中である。
- Alfred Ramani (Université Paris-Saclay), Basile Grammaticos と Takafumi Mase との共同研究で、昨年の続きで高次元の双有理写像における特異点の構造と写像の反復合成による次数増大との関係を考察した。線形化可能な 2 階の方程式の coupling から得られる高次元の写像の特異点と次数増大との関係についての論文 [B.8.], 及び反復合成写像の次数の新しい計算アルゴリズムを提唱する論文 [B.10.] は既に出版され、この新しいアルゴリズムの高次元の写像への応用についての論文は現在作成中である。
- Takafumi Mase と Turku University (Finland) の Jarmo Hietarinta との共同研究で、引き続き 2 次元の格子上で定義される偏差分方程式の初期値・境界値問題が方程式の代数的 entropy の計算にどのような影響をもたらすかという問題について研

My research over the past year mainly concerned the following 3 topics in mathematical physics.

- ‘Full-deautonomisation based on singularity confinement’ is a highly efficient method for obtaining the dynamical degree of a birational mapping, based on two seemingly unrelated mathematical notions: the *deautonomization* of a mapping and its *dynamical degree*. Together with Basile Grammaticos (Université Paris-Saclay, France), Alexander Stokes (Waseda University) and Takafumi Mase (this Graduate School) we rigorously proved the applicability of this method to a wide class of birational mappings, and provided a practical recipe for constructing such deautonomizations for 6 special classes of mappings. A paper announcing the former result was published this year [B.9.] and a paper describing the latter part is in preparation.
- Continuing our joint research with Alfred Ramani (Université Paris-Saclay, France), Basile Grammaticos and Takafumi Mase, I studied possible connections between the singularities that arise in bi-rational mappings on higher dimensional spaces and the degree growth of the iterates of such mappings, and we published a paper detailing this connection for special mappings that are obtained by coupling linearizable second order mappings [B.8.]. Moreover, we also published a paper announcing a new algorithm for calculating the degrees of the iterates of rational maps [B.10.] and we are currently finishing a paper that deals with applications of this algorithm to higher order mappings.

- In collaboration with Jarmo Hietarinta (Turku University, Finland), Takafumi Mase and I have also continued our research on the influence that specific initial value and boundary value problems have on algebraic entropy computations for difference equations defined on a two-dimensional lattice. We are currently preparing a paper announcing our results.

B. 発表論文

1. B. Grammaticos, R. Willox and J. Satsuma: “Revisiting the Human and Nature Dynamics model”, *Regular & Chaotic Dynamics* **25** (2020) 178–198.
2. H. Iino and R. Willox: “Discretisation of an integrable sub-case of the Hénon-Heiles system” (in Japanese), *Reports of Institute for Mathematics and Computer Science, Tsuda University* **42** (2021) 135–140.
3. R. Willox: “Discretising and ultradiscretising the ‘Human and Nature Dynamics Model’ — new challenges and the limits of modelling —”, *Reports of Institute for Mathematics and Computer Science, Tsuda University* **42** (2021) 1–16.
4. D. Um, A. Ramani, B. Grammaticos, R. Willox and J. Satsuma: “On the singularities of the discrete Korteweg-de Vries equation”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **54** (2021) 095201 (26pp).
5. B. Grammaticos, T. Tamizhmani and R. Willox: “On the singularity structure of a discrete modified-Korteweg-de Vries equation”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **55** (2022) 265203 (21pp).
6. B. Grammaticos and R. Willox: “Full-deautonomisation of a class of second-order mappings in ancillary form”, *Open Communications in Nonlinear Mathematical Physics* **3** (2023) ocnmp:10496 (22pp).
7. M. Hatifi, T. Durt and R. Willox, “Convergence to quantum equilibrium: deterministic vs stochastic pilot wave dynamics”, in *Advances in Pilot Wave Theory – From Experiments to Foundations.*, P. Castro, J.W.M. Bush and J. Croca, Eds., *Boston Studies in the Philosophy and History of Science* **344** (Springer Cham, 2024) (pp 91–117).
8. R. Willox, T. Mase, A. Ramani and B. Grammaticos, “Singularities and growth of higher order discrete equations”, *Open Communications in Nonlinear Mathematical Physics, Special Issue* **2** (2024) ocnmp:13267 (19pp).
9. A. Stokes, T. Mase, B. Grammaticos and R. Willox, “Deautonomisation by singularity confinement and degree growth”, *The Journal of Geometric Analysis* **35** (2025) 35:65 (63pp).
10. B. Grammaticos, A. Ramani, A.S. Carstea and R. Willox, “A fast algorithmic way to calculate the degree growth of birational mappings”, *Mathematics* **2025**, 13, 737 (21pp).

C. 口頭発表

1. Discretising and ultradiscretising the “Human and Nature Dynamics Model” – new challenges and the limits of modelling, *From Nonlinear Waves to Integrable Systems*, Tsuda University, Institute for Mathematics and Computer Science, held online on Zoom, 2020年11月.
2. The singularity structure of integrable lattice equations, *Integrable Systems 2021*, The University of Sydney, Australia, held online through Zoom, 2021年12月.
3. Direct and inverse scattering for the ultradiscrete KdV equation, invited lecture at the ‘workshop on box-ball systems from integrable systems and probabilistic perspectives September 19-23,

2022', Centre de Recherches Mathématiques, Université de Montréal, Quebec, Canada, 2022 年 9 月.

4. The Laurent phenomenon for the Burchnell-Chaundy polynomials, seminar at the School of Mathematics, Statistics and Actuarial Science, University of Kent, UK, 2023 年 2 月.
5. The singularity structure of the discrete KdV and mKdV equations, SIDE14.2: "Symmetries and Integrability of Difference Equations", University of Warsaw, Poland, 2023 年 6 月.
6. Testing for integrability using the full-deautonomisation method, invited lecture at the conference "Dualities and Symmetries in Integrable Systems", Sabhal Mòr Ostaig – the Gaelic College, the Isle of Skye, UK, 2023 年 6 月.
7. Integrability criteria for second order maps, invited seminar at the TSVP Program on Exact Asymptotics, OIST, Okinawa, 2023 年 10 月.
8. Singularities and growth of higher order discrete equations, 1st ISNMP conference, Bad Ems, Germany, 2024 年 6 月.
9. Singularities and growth of higher order discrete equations, invited lecture at the "International Conference on Symmetries and Integrability of Dynamical Systems", Pondicherry University, Pondicherry, India, 2024 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. 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)
3. 現象数理 II・非線形数理・現象数理学 (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, 及びそれらのモデルの解析について論じる講義 (理学部 4 年生・大学院生・教養学部統合自

然科学科数理自然科学 4 年生の共通講義)

4. 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)
5. 応用数学 XA・基礎数理特別講義 II (A セメスター): 離散可積分系, 特に射影平面上の写像と 2 次元や 3 次元の格子上で定義され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, QRT 写像と離散パウルヴェ方程式について解説した. 後半では, 主に広田・三輪方程式の Lax pair 及び Darboux 変換と特殊解について論じた.

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, to QRT-type mappings and discrete Painlevé equations in particular. In the latter part of the course I mainly discussed the Lax pair of the Hirota-Miwa equation, its Darboux transformations and special solutions.

6. 数理科学広域演習 I (A セメスター) 英語で「Mathematical Writing & Communication」についてオムニバス形式で論じる

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. SIDE (Symmetries and Integrability of Difference Equations) conference series, Member of the Steering Committee.
3. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Advisory Board Member.
4. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, Editorial Board Member.
5. Journal of the Physical Society of Japan, Associate Editor.
6. Journal of Physics A, Special Issue: "Dualities and Symmetries in Integrable Systems", Guest Editor.
7. "Discrete Integrable Systems: Difference Equations, Cluster Algebras And Probabilistic Models", ICTS program, International Center for Theoretical Sciences (ICTS), Bangalore, India (2024 年 10 月 21 日~11 月 1 日), co-organizer.
8. "International Conference on Symmetries and Integrability of Dynamical Systems", Pondicherry University, Pondicherry, India (2024 年 11 月 5 日~7 日), scientific committee member.

H. 海外からのビジター

1. Jaime ALONSO (Technische Universität Berlin) 2024 年 04 月 08 日~05 月 08 日. Together with Dr. Alonso we investigated the existence and structure of invariants for higher dimensional integrable maps.
2. Andy HONE (University of Kent, UK) 2025 年 02 月 14 日~22 日. Together with Prof. Hone we investigated functional equation versions of recursion relations for special solutions to discrete some discrete Painlevé equations.

小木曾 啓示 (OGUIISO Keiji)

A. 研究概要

1. 3 次元単連結複素カラビ・ヤウ多様体 X の $N^1(X)_{\mathbf{R}}$ 内の錐に関する 2 つの大問題、「0 でない有理ネフ因子類は何倍かすると効果的因子類なる。」(非消滅予想) と「位数無限の自己同型があるとき、第 2 チャーン類で定まる超平面とネフ錐の交わりに非自明な有理点が存在するか?」という問題 (有理性問題) の肯定的解決を仮定すると、Zariski 位相に関して $\{f^n(X)\}_{n \geq 0}$ が稠密となるような自己同型 $f \in \text{Aut}(X)$ と閉点 $x \in X$ が存在するような X はちょうど 2 つ (X_3 と X_7 と書く) しかないことを発見した。前段階の結果は口頭発表 7 で講演し Oberwolfach Report にアナウンスした:

Keiji Oguiso, "Automorphisms of Calabi-Yau threefolds from algebraic dynamics and the second Chern class", In: Report No.32/2024, DOI: 10.4171/OWR/2024/32, arXiv:2407.17297.

関連して、双有理射でも自明でもない c_2 収縮射をもった 3 次元カラビ・ヤウ多様体の同変的双有理自己同型は稠密軌道を有しないこと、上記 X_3 と X_7 それぞれについて、稠密軌道をもつ自己同型の第一力学次数の言葉での必要十分な形での特徴付け、任意偶数次元 $2n$ の Wehler 型カラビ・ヤウ多様体が原始的双有理自己同型を持つことなどを、すべて unconditional な形で示した。最後の結果は、以前書いた論文

K. Oguiso, "Pisot units, Salem numbers, and higher dimensional projective manifolds with primitive automorphisms of positive entropy", IMRN (2019) 1373–1400.

にある奇数次元の場合の結果の任意次元への拡張である。これらの結果の一部は、連続講演 (口頭発表 1) でアナウンス予定である (2025 年 3 月 1 日現在)。

2. 後藤竜司先生の還暦研究集会 (口頭発表 2) で藤原耕二先生に久しぶりにお会いした。そのときの立ち話がきっかけとなり、全自己同型群が双曲群となるような K3 曲面の分類問題に興味を持ち、藤原耕二先生と Yu Xun 先生との共同研究の形で着手した。

1. I studied algebro-dynamical properties (primitivity, existence of Zariski dense orbits and so on) of biregular automorphisms and birational automorphisms of Calabi-Yau manifolds of dimension ≥ 3 and obtained the following results (a) and (b).

(a) I found that there are only two Calabi-Yau threefolds, say X_3 and X_7 , with a primitive automorphism, provided that two big conjectures concerning the nef cone of Calabi-Yau threefolds (the non-vanishing conjecture and the rationality question) are affirmative. I then determine primitive biregular automorphisms of X_3 and X_7 in terms of the first dynamical degree in an unconditional way. An early stage of this study was announced in my Oberwolfach talk and report with explicit statements of two conjectures mentioned above:

Keiji Oguiso, "Automorphisms of Calabi-Yau threefolds from algebraic dynamics and the second Chern class", In: Report No.32/2024, DOI:10.4171/OWR/2024/32, arXiv:2407.17297 (without peer review).

(b) I found that Calabi-Yau manifolds of Wheler type of any dimension ≥ 3 . This is a generalization of my old work on Calabi-Yau manifolds of Wheler type of odd dimension to any dimension ≥ 3 :

K. Oguiso, "Pisot units, Salem numbers, and higher dimensional projective manifolds with primitive automorphisms of positive entropy", IMRN (2019) 1373–1400.

I am going to announce some of these results in my lectures (3 one hour lectures) at IBS this March (as in the list of my talk 1).

2. Inspired by a private communication with Professor Fujiwara Koji (Kyoto University) this December, I made a start of the classification of K3 surfaces with hyperbolic automorphism group jointly with Professors Fujiwara Koji and Yu Xun.

B. 発表論文 (査読付きアクセプト論文のみ記載)

1. Chen, Jungkai; Lin, Hsueh-Yung; Oguiso, Keiji: "On the Kawaguchi–Silverman Conjecture for birational automorphisms of irregular varieties", To appear in Forum Mathematicum (accepted on January 1 2025) DOI 10.1515/forum-2023-0350
2. Lin, Hsueh-Yung; Oguiso, Keiji; Zhang, De-Qi: "Polynomial log-volume growth in slow dynamics and the GK-dimensions of twisted homogeneous coordinate rings", To appear in Journal of Non-commutative Geometry (accepted on 27 August 2024) DOI 10.4171/JNCG/595
3. Dinh, Tien-Cuong; Lin Hsueh-Yung; Oguiso Keiji; Zhang De-Qi: "On the virtual invariants of zero entropy groups of compact Kähler manifolds", To appear in Pure and Applied Mathematics Quarterly, Professor Caucher Birkar's special issue (accepted on 27 July 2024; announced by Journal HP).
4. Dinh, Tien-Cuong; Gachet Cécile; Hsueh-Yung, Lin; Oguiso, Keiji; Wang, Long; Yu Xun: "Smooth projective surfaces with infinitely many real forms", To appear in Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa (accepted on 25 December, 2023). DOI 10.2422/2036 – 2145.202306_013
5. Oguiso, Keiji: "Fibered Calabi-Yau threefolds with relative automorphisms of positive entropy and c_2 -contractions", Rend. Circ. Mat. Palermo (2) **74** (2025) no.1, Paper No.4, 16pp.
6. Oguiso, Keiji: "Endomorphisms of a variety of Ueno type and Kawaguchi–Silverman conjecture", Internat. J. Math. **35** (2024) no.13, Paper No.2450055, 20 pp.
7. Dinh, Tien-Cuong; Oguiso, Keiji; Yu, Xun: "Smooth complex projective rational surfaces with infinitely many real

- forms", *J. Reine Angew. Math.* **794** (2023) 267–280.
8. Oguiso, Keiji; Schröer, Stefan: “Unirationality and geometric unirationality for hypersurfaces in positive characteristics”, *J. Inst. Math. Jussieu* **21** (2022) no.5, 1831–1847.
 9. Dinh, Tien-Cuong; Oguiso, Keiji; Yu, Xun: “Smooth rational projective varieties with non-finitely generated discrete automorphism group and infinitely many real forms”, *Math. Ann.* **383** (2022) no.1-2, 399–414.
 10. Dinh, Tien-Cuong; Lin, Hsueh-Yung; Oguiso, Keiji; Zhang, De-Qi: “Zero entropy automorphisms of compact Kähler manifolds and dynamical filtrations”, *Geom. Funct. Anal.* **32** (2022) no.3, 568–594.
 11. Oguiso, Keiji; Zhang, De-Qi: “Wild automorphisms of projective varieties, the maps which have no invariant proper subsets”, *Adv. Math.* **396** (2022) Paper No.108173, 25 pp.
 12. Catanese, Fabrizio; Oguiso, Keiji: “The double point formula with isolated singularities and canonical embeddings”, *J. Lond. Math. Soc.(2)* **102** (2020) no.3, 1337–1356.
 13. Oguiso, Keiji; Yu, Xun: “Minimum positive entropy of complex Enriques surface automorphisms”, *Duke Math. J.* **169** (2020) no.18, 3565–3606.
 14. Oguiso, Keiji: “A surface in odd characteristic with discrete and non-finitely generated automorphism group”, *Adv. Math.* **375** (2020) 107397, 20 pp.
 15. Lazic, Vladimir; Oguiso, Keiji; Peternell, Thomas: “Nef line bundles on Calabi-Yau threefolds, I.”, *Int. Math. Res. Not. IMRN* (2020) no.19, 6070–6119.
 16. Oguiso, Keiji: “No cohomologically trivial nontrivial automorphism of generalized Kummer manifolds”, *Nagoya Math. J.* **239** (2020) 110–122.
- C. 口頭発表
1. Oguiso, Keiji: “Birational/biregular automorphisms of higher dimensional smooth projective varieties with trivial canonical class via algebraic dynamics - Primitivity, existence of Zariski dense orbit” (three one hour lectures), Workshop on Hyperkähler Varieties and Related Topics, March 10th - 13th 2025, IBS Science Culture Center Daejeon, Korea.
 2. Oguiso, Keiji: “Automorphisms of Calabi-Yau threefolds from algebraic dynamics” 複素幾何 2024 (後藤竜司教授還暦記念研究集会) 2024年12月7日(土)・8日(日) 大阪大学豊中キャンパス (日本語講演)
 3. Oguiso, Keiji: “Automorphisms with Zariski dense orbits of Calabi-Yau threefolds with birational c_2 -contraction”, Conference on Recent Progress in Algebraic Geometry (Celebrating Professor Yongnam Lee’s 60th birthday), November 5th-8th 2024, Skybay Gyeongpo Hotel, Korea.
 4. Oguiso, Keiji: “Automorphisms of Calabi-Yau threefolds from algebraic dynamics”, Workshop on Birational Geometry, September 25th- 29th 2024, Gu Lecture Hall, SCMS (Shanghai Center for mathematical Sciences), Shanghai, China.
 5. Oguiso, Keiji: “Elliptically fibered Calabi-Yau threefold with a relative birational automorphism of positive algebraic entropy”, Conference in birational geometry, September 20th-23th, 2024, School of Mathematical Sciences USTC, Hefei, China
 6. Oguiso, Keiji: “Automorphisms of Calabi-Yau threefolds from algebraic dynamics and the second Chern class”,

Workshop on Tropical Geometry, Singularity theory, and Algebraic Geometry – in honor of the 60th birthday of Professor Masanori Kobayashi, September 9th-12th, 2024, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, Japan

7. Oguiso, Keiji: “Automorphisms of Calabi – Yau threefolds from algebraic dynamics and the second Chern class”, Algebraic Geometry: Wall Crossing and Moduli Spaces, Varieties and Derived Categories, July 7th - 12th, 2024, Oberwolfach, Germany.
8. Oguiso, Keiji : “Some algebro-dynamical aspects of Calabi-Yau threefolds with c_2 -contractions”, Transcendental aspects of algebraic geometry - to celebrate the 70th birthday of Professor Thomas Peternell, Grand Hotel San Michele, Cetraro, Italy, July 1st-5th 2024.
9. Oguiso, Keiji : “Endomorphisms of a variety of Ueno type and some remarks”, Workshop on Algebraic Geometry in Busan, May 14, 2024 - May 16, 2024 La Valse Hotel Busan, Korea, Workshop on Algebraic Geometry in Busan, Korea.
10. Oguiso, Keiji : “Automorphisms of positive entropy in a projective family of K3 surfaces”, Workshop on the Frontiers in Arithmetic Dynamics (FIAD2024), May 4, 2024 — May 8, 2024, Beijing International Center for Mathematical Research (BICMR), Peking University, China.

D. 講義

1. 数物先端科学 VI・代数学 XE (数理大学院・4年生共通講義、Sターム): 東大出版会からの代数幾何学の入門書の執筆依頼 (2025年3月1日現在未完) を受けたことがきっかけとなり、今年度は、ネータースキーム上の射影スキームに対する Hilbert スキームの構成を最終目標にした代数幾何の入門講義をした。具体的には、定義と構成に必要な圏と関手や層の概念、アフィンス

スキームとスキーム及びスキーム間の射、スキーム上の準接続層と接続層及びそのコホモロジー群などの基本的なことを、射影スキームとセールの twisting sheaf の定義と基本性質、閉部分スキームの定義とその特徴付け、ネータースキーム上の射影平坦射のもとでの接続層の高次順像の振る舞いなどともに、まず解説した。最後に、ネータースキーム上の射影スキームの Hilbert スキームを関手的に定義した後、Hilbert スキームの構成 (存在証明) を、グラスマン多様体と Quot スキームの構成に帰着する方法で行った。

2. 学術フロンティア講義「現代の数学—その源泉とフロンティア」(教養学部前期課程講義、とりまとめ役) Sタームは、伊藤由佳理先生、三枝洋一先生、葉廣和夫先生、坂井秀隆先生によるオムニバス講義、Aタームは、阿部紀行先生、酒井拓史先生、本多正平先生、及び私 (小木曾啓示) によるオムニバス講義を行った。

E. 修士・博士論文

1. (博士) 佐々木 悠矢 (SASAKI Yuya): On naturality of automorphisms of Hilbert schemes of points of simple abelian varieties (単純アーベル多様体の点のヒルベルトスキームの自己同型の自然性について)

F. 対外研究サービス

1. One of NCTS Scholars (2019 - 現在に至る)
2. One of the editors of J. Algebraic Geometry (2014 - 現在に至る)
3. One of the editors of Taiwanese Journal of Mathematics (2023 - 現在に至る)
4. A member of the Selection Committee for the 2025 Frontiers of Science Award in Commutative Algebra and Algebraic Geometry (my mission was completed)
5. An evaluator of current research contributions of some Distinguished Professor at KIAS (Korea Institute for Advanced Study) for his possible renewal of appointment (my mission was completed)

6. One of organizers of the Algebraic Geometry session of "The 10th Pacific Rim Conference of Mathematics (PRCM, which will be held June 2026 at the Institute of Mathematics, Academia Sinica) with Professor Lee Yongnam (our mission is in November 2024- June 2026)
7. One of the organizers of "The 1st Algebraic geometry Gero symposium", June 17th-20th, 2024, Gero, Japan, with Professors Takagi Shunsuke, Nakamura Yusuke
8. One of of the organizers of "Mini-Workshop: Young Perspectives in Algebraic Geometry" November 25th - 26th, 2024, National Taiwan University, Taipei, with Professor Lin Hsueh-Yung
9. One of the organizers of "Algebraic geometry in Taipei", December 2nd-6th, 2024, National Taiwan University, Taipei, with Professors Chen Jungkai, Lin Hsueh-Yung, Voisin Claire
10. One of the organizers of "Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami", Januaray 17th - 20th, 2025, Bandai-Atami, Japan, with Professors Kawamata Yujiro, Gongyo Yoshinori

G. 受賞

過去5年間にはありません。

H. 海外からのビジター

Professor Li Jennifer (Princeton University) 東大数理代数幾何学セミナー、城崎代数幾何学シンポジウムでの講演

Professor Chen Jungkai (National Taiwan University) 東大数理談話会、Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami での講演

Professor Yu Xun (Tiangin University) 研究概要でのべた共同研究着手と Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami での講演

河澄 響矢 (KAWAZUMI Nariya)

A. 研究概要

C^∞ 曲面とくにコンパクトで向きづけられた曲面について、そのトポロジーと複素解析に関わることに興味をもっている。しかし、主な研究手法は一種の応用代数学である。

1. 閉曲面のパンツ分解から自然な定まる曲面の胞体分割を導入することにより、Weil-Petersson シンプレクティック形式を Fenchel-Nielsen 座標によって表す Wolpert の公式の位相的な証明を与えた。さらに、スピン双曲面についての Fenchel-Nielsen 座標も導入した。[B7,C5-8,C10]
2. (Christine Vespa 氏 (Aix-Marseille 大) との共同研究) 自由群の自己同型群のねじれ安定コホモロジーについて wheeled PROP 構造を導入した [B3]。
3. コンパクト Riemann 面のモジュライ空間上の Hodge 束とその複素共役のテンソル積の具体的な切断を導入した。これは Kawazumi-Zhang 不変量の twisted version で第一 Mumford-Morita-Miller 類と密接に関係している [B1]。
4. (Arthur Soulié 氏 (Caen Normandy 大) との共同研究) 写像類群のねじれ安定コホモロジー群であって、自明係数コホモロジー代数の上で自由とはならない例を発見した。具体的には $d \neq 2$ のときの曲面の単位接束のコホモロジー群およびその d 次外積である。これらの例では、自明係数コホモロジー代数の上での Tor 群はすべての次数で消えていない。また、 $d \leq 5$ についてこの Tor 群を計算した。[B2,B6,C2,C4]
5. 境界が空でない向きづけられた曲面上の基点つきループについて Turaev の μ -演算とは線型独立な演算を発見した。[C9]

My research interests are C^∞ surfaces, in particular, topological and/or complex analytic aspects of compact oriented C^∞ surfaces. But the main tool for my research is some kind of applied algebra.

1. By introducing a natural cell decomposition induced by a pants decomposition of a closed oriented surface, we gave a topological proof of Wolpert’s formula of the Weil-Petersson symplectic form in terms of the Fenchel-Nielsen coordinates. Moreover we introduced a modified Fenchel-Nielsen coordinate system for spin hyperbolic surfaces. [B7, C5-8, C10]
 2. (joint work with Christine Vespa (Aix-Marseille University)) We introduced a wheeled PROP structure to the stable twisted cohomology of the automorphism group of a free group [B3].
 3. We introduced an explicit section of a tensor product of the Hodge bundle and its complex conjugate over the moduli space of compact Riemann surfaces. It is a twisted generalization of the Kawazumi-Zhang invariant, and closely related to the first Mumford-Morita-Miller class [B1].
 4. (joint work with Arthur Soulié (University of Caen Normandy)) We discovered the first example of modules of the mapping class group whose stable cohomology groups are NOT free over the stable cohomology algebra with trivial coefficients. More explicitly, if $d \neq 2$, the stable cohomology group with coefficients in the d -th exterior power of the first homology group of the unit tangent bundle of the surface is not free, and its Tor-group over the algebra does not vanish at each degree. Moreover we computed the Tor-group for $d \leq 5$. [B2,B6,C2,C4]
 5. We discovered an operation of based loops on an oriented surface with non-empty boundary, which is linear independent of Turaev’s μ -operation. [C9]
- B. 発表論文
1. N. Kawazumi: “A twisted invariant of a compact Riemann surface”, in: ‘Essays on Geometry’, edited by M. Uludag and A. Zeytin., Springer, (2025) pp.47-64
 2. N. Kawazumi and A. Soulié: “Stable twisted cohomology of the mapping class groups in the unit tangent bundle homology”, Bull. Lond. Math. Soc. 56 (2024), 3358–3381.
 3. N. Kawazumi and C. Vespa: “On the wheeled PROP of stable cohomology of $\text{Aut}(F_n)$ with bivariant coefficients”, Alg. Geom. Top., **23**:7 (2023) 3089–3128
 4. N. Kawazumi: “Some algebraic aspects of the Turaev cobracket”, ‘Topology and Geometry’, edited by A. Papadopoulos, EMS Publishing House, Zurich, 2021, pp. 329–356.
 5. A. Alekseev, N. Kawazumi, Y. Kuno and F. Naef: “Goldman-Turaev formality implies Kashiwara-Vergne”, Quantum Topology **11** (2020) 657–689.
 6. N. Kawazumi and A. Soulié: “Stable twisted cohomology of the mapping class groups in the exterior powers of the unit tangent bundle homology”, preprint, arXiv: 2311.01791 (2023)
 7. N. Kawazumi: “A topological proof of Wolpert’s formula of the Weil-Petersson symplectic form in terms of the Fenchel-Nielsen coordinates”, preprint, arXiv: 2408.04937 (2024)
- C. 口頭発表
1. A double version of Turaev’s gate derivatives, トポロジーセミナー, 2021 年 10 月 27 日, 大阪大学理学研究科数学教室,
 2. Stable cohomology of the mapping class groups with some particular twisted coefficients, Séminaire GT3, 2022 年 11 月 21 日, IRMA, University of Strasbourg. (フランス),
 3. A topological proof of Wolpert’s formula

of the Weil-Petersson symplectic form in terms of the Fenchel-Nielsen coordinates, Teichmüller Theory: Classical, Higher, Super and Quantum, 2023 年 8 月 2 日, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (ドイツ)

4. Stable cohomology of the mapping class groups with some particular twisted coefficients, リーマン面に関連する位相幾何学 2023 年 8 月 22 日, 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で招待講演ではない)
5. A topological proof of Wolpert's formula of the Weil-Petersson symplectic form in terms of the Fenchel-Nielsen coordinates, Seminar on "Algebra, geometry and graph complexes", 2023 年 11 月 16 日 Mathematics Research Unit, University of Luxembourg (ルクセンブルク)
6. Fenchel-Nielsen 座標による Weil-Petersson シンプレクティック形式についての Wolpert の公式の位相的証明, 東北大学幾何セミナー, 2024 年 2 月 7 日, 東北大学大学院理学研究科数学専攻.
7. Fenchel-Nielsen 座標による Weil-Petersson シンプレクティック形式についての Wolpert の公式の位相的証明, トポロジー火曜セミナー, 2024 年 6 月 11 日, 東京大学大学院数理科学研究科 (自分が世話人の一員なので招待講演ではない)
8. Fenchel-Nielsen 座標による Weil-Petersson シンプレクティック形式についての Wolpert の公式の位相的証明, リーマン面に関連する位相幾何学, 2024 年 9 月 14 日, 東京大学大学院数理科学研究科 (自分が世話人の一員なので招待講演ではない)
9. 曲面上の高次ループ演算について, 多様体のトポロジーの進展, 2024 年 11 月 9 日, 東京大学大学院数理科学研究科 (自分が組織委員の一員なので招待講演ではない)
10. Fenchel-Nielsen 座標による Weil-Petersson シンプレクティック形式についての Wolpert の公式の位相的証明,

Hyperbolic Manifolds and Geometric Group Theory, 2024 年 12 月 8 日, 大阪大学理学研究科

D. 講義

1. 「幾何学 XE・無限次元構造論」, 2024 年度 S セメスター, 数理大学院・4 年生共通講義, 曲面とその上の双曲構造および関連する話題を扱った。具体的には、曲面の分類定理, 曲面の複素構造, 一意化定理と双曲構造, 曲面のスピン構造, 多様体上の幾何構造, 指標多様体と群のコホモロジー, Atiyah-Bott-Goldman シンプレクティック形式, Teichmüller 空間, Goldman Lie 代数などを解説した。
2. 「常微分方程式」, 2024 年度 S セメスター, 教養学部理科一類 2 年生対象.

E. 修士・博士論文

1. (修士) 谷口 東曜 (TANIGUCHI Toyo): 非可換幾何における発散写像とその 2 次元トポロジーへの応用

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会学術委員会委員, 2018 年 7 月から 2024 年 6 月まで, 同委員長, 2023 年 7 月から 2024 年 6 月まで, オブザーバー 2024 年 7 月から 2025 年 6 月まで,
2. 京都大学数理解析研究所専門委員, 2024 年度,
3. 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」世話人, 2024 年 9 月
4. 研究集会「多様体のトポロジーの進展」組織委員, 2024 年 11 月
5. Silver Workshop : Complex geometry and related topics VII (Series final), Local organizer, 2025 年 3 月

G. 受賞

2021 年度日本数学会幾何学賞 (久野雄介氏と共同)

河東 泰之 (KAWAHIGASHI Yasuyuki)

A. 研究概要

α -induction は, Q -system 付きの unitary modular tensor category から新しい fusion category を作る tensor functor である. 去年は, Q -system の局所性 (可換性) と, これによって生じる α -induced bi-unitary connection の flatness が同値であることを示したが, さらに Böckenhauer-Evans の意味での Q -system の可換部分と, α -induced bi-unitary connection の flat part が対応していることを今年度示した.

また有理的な 2次元共形場理論に現れる coupling matrix が modular invariant であることと, その 2次元共形場理論の表現論が自明であることとの同値性を示し, その物理的な意味を Haag 双対性の欠如, Rényi entropy の計算との関連で解明した.

α -induction is a tensor functor producing a new fusion category from a unitary modular tensor category and a Q -system in it. Last year, we proved equivalence of locality (commutativity) of the Q -system and flatness of the α -induced bi-unitary connection. We further showed correspondence between the local part of the Q -system in the sense of Böckenhauer-Evans and the flat parts of the α -induced bi-unitary connection in this year.

We also proved equivalence of modular invariance of the coupling matrix appearing in a rational 2-dimensional conformal field theory and triviality of its representation theory. We further clarified its physical meaning in connection to violation of the Haag duality and computations of the Rényi entropy.

B. 発表論文

1. Y. Kawahigashi, A remark on matrix product operator algebras, anyons and subfactors, *Lett. Math. Phys.* **110** (2020), 1113–1122.
2. Y. Kawahigashi, Projector matrix product operators, anyons and higher relative commutants of subfactors, *Math. Ann.*

387 (2023), 2157–2172.

3. Y. Kawahigashi, Two-dimensional topological order and operator algebras, *Internat. J. Modern Phys. B* **35** (2021), 2130003 (16 pages).
4. Y. Kawahigashi, A characterization of a finite-dimensional commuting square producing a subfactor of finite depth, *Internat. Math. Res. Notices.* **2023** (2023), 8419–8433.
5. Y. Kawahigashi, α -induction for bi-unitary connections, *Quantum Topol.* **15** (2024), 503–536.
6. D. E. Evans and Y. Kawahigashi, Subfactors and mathematical physics, *Bull. Amer. Math. Soc.* **60** (2023), 459–482.
7. V. Benedetti, H. Casini, Y. Kawahigashi, R. Longo, and J. M. Magan, Modular invariance as completeness, *Phys. Rev. D* **110** (2024), 125004.
8. Y. Kawahigashi, Flatness of α -induced bi-unitary connections and commutativity of Frobenius algebras, preprint arXiv:2408.05501

C. 口頭発表

1. Flatness for α -induced bi-unitary connections and locality of Frobenius algebras, Quantum Topology, Quantum Information, and Connections to Mathematical Physics, Texas A&M University (U.S.A.), May 2024.
2. Operator algebras, tensor categories and tensor networks, International Congress on Basic Science, Beijing Institute of Mathematical Sciences and Applications (China), July 2024.
3. Flatness of α -induced bi-unitary connections and commutativity of Frobenius algebras, Seminar at Simons Laufer Mathematical Sciences Institute (U.S.A.), July 2024.
4. Subfactors, tensor categories and tensor networks, China-Japan-Korea Con-

ference on Functional Analysis, Harbin (China), August 2024.

5. Quantum $6j$ -symbols and α -induction, Conference on Recent Developments in Topological Quantum Field Theory, Beijing Institute of Mathematical Sciences and Applications (China), September 2024.
6. Quantum $6j$ -symbols, tensor categories and operator algebras, Operator Algebras in High Energy Physics, NORDITA (Sweden), October 2024.
7. Operator algebras and conformal field theory, Seminar at Perimeter Institute (Canada), November 2024.
8. Operator algebras, tensor networks and quantum $6j$ -symbols, Mathematical Aspects of Quantum Theory 2025, Beijing Institute of Mathematical Sciences and Applications (China), January 2025.
9. Topological physics and operator algebras, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics, Tsinghua University (China), January 2025.
10. Modular invariance in conformal field theory, 100 Years of Matrix Mechanics, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum (China), January 2025.

D. 講義

1. 数理科学の研究フロンティア：宇宙，物質，生命，情報：理研の若手研究者によるオムニバス講義のコーディネート．（教養学部 1,2 年生講義）

E. 修士・博士論文

1. (博士) 向原 未帆 (MUKOHARA Miho): On a Galois correspondence for compact group actions on simple C^* -algebras
2. (修士) CHOI Ikhan: Positive Hahn-Banach separation theorems in operator algebras
3. (修士) 佐藤 ふたば (SATO Futaba): Hear semigroups on quantum automorphism groups of finite dimensional C^* -algebras

4. (修士) 鈴木裕介 (SUZUKI Yusuke): On Cuntz's picture of equivariant KK theory

F. 対外研究サービス

1. *Communications in Mathematical Physics* の editor.
2. *International Journal of Mathematics* の chief editor.
3. *Japanese Journal of Mathematics* の managing editor.
4. *Journal of Mathematical Physics* の associate editor.
5. *Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo* の editor-in-chief.
6. *Journal of Topology and Analysis* の editor.
7. *Letters in Mathematical Physics* の editor.
8. *Mathematics Open* の editor.
9. *Reviews in Mathematical Physics* の associate editor.
10. *Taiwan Journal of Mathematics* の editor.
11. *Mathematical Physics Studies* (Springer) の editor.
12. China-Japan-Korea Conference on Functional Analysis (Harbin Institute of Technology, China, August 12–16, 2024) のオーガナイザー
13. East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics (Tsinghua University, China, January 8–10, 2025) のオーガナイザー

木田 良才 (KIDA Yoshikata)

A. 研究概要

可算群による標準確率空間への保測作用に対する軌道同型の問題を研究している．自由群のベルヌーイ作用・マルコフ作用がすべて互いに軌道同型になるという L. Bowen の結果に興味がある．この類いの結果を，自由群に近い他の群に対して実現したい．中でも，曲面群へのアプローチが見

つかれば興味深い。曲面群周辺的话题を巡りその糸口を探った。

I am studying the problem of orbit equivalence for measure-preserving actions of countable groups on standard probability spaces. I am interested in L. Bowen's result stating that all Bernoulli and Markov shifts of free groups are mutually orbit equivalent. I aim at realizing this kind of result for other groups close to free groups. Among others, it is interesting to find an approach to surface groups. Travelling around topics on surface groups, I looked around for a clue.

B. 発表論文

1. Y. Kida: "On treeings arising from HNN extensions", preprint, to appear in J. Topol. Anal., arXiv:2304.04340.
2. Y. Kida: "Ergodic group theory", Sugaku Expositions **35** (2022), 103–126.
3. Y. Kida and R. Tucker-Drob: "Groups with infinite FC-center have the Schmidt property", Ergodic Theory Dynam. Systems **42** (2022), 1662–1707.
4. Y. Kida and R. Tucker-Drob: "Inner amenable groupoids and central sequences", Forum Math. Sigma **8** (2020), e29, 84 pp.

C. 口頭発表

1. スターリングスの定理について, 談話会, 京都大学, 2023年12月.
2. Orbit equivalence, treeings, and Baumslag-Solitar groups, Tokyo-Seoul Conference in Mathematics, 2023 — Topology and Geometric Group Theory, 2023年10月.
3. On treeings arising from HNN extensions, 作用素環論の最近の進展, 京都大学数理解析研究所, 2023年9月.
4. On treeings arising from Baumslag-Solitar groups, Groups and Dynamics: Topology, Measure, and Borel Structure, MFO (ドイツ, オンライン参加), 2022年1

月.

5. 軌道同型の理論と Baumslag-Solitar 群, 東京都立大学談話会, 2021年11月.
6. 離散群と軌道同値関係の内部従順性, 第16回代数・解析・幾何学セミナー, Zoomでのオンライン開催, 2021年2月.
7. An invitation to measured group theory, 第4回数理解新人セミナー, Zoomでのオンライン開催, 2021年2月.
8. 測度付き同値関係の研究について, 東北大学談話会, Zoomでのオンライン開催, 2020年10月.

D. 講義

1. 数理学基礎 (微積): 微分積分学を学ぶ上で必要になる基本事項について講義した。(教養学部前期課程講義)
2. 数理学基礎演習 (微積): 数理学基礎の内容に沿った演習を行った。(教養学部前期課程講義)
3. 微分積分学1: 一変数関数のテイラー展開, 二変数関数の微分について講義した。(教養学部前期課程講義)
4. 微分積分学2: 一変数・二変数関数の積分, べき級数について講義した。(教養学部前期課程講義)
5. 数学I: 三角関数・指数関数をはじめとする初等関数の微積分について講義した。(教養学部前期課程講義)
6. 解析学VI: フーリエ変換と超関数の基礎について講義した。(3年生向け講義)
7. 解析学特別演習III: 解析学VIの内容に沿った演習を行った。(3年生向け講義)
8. 数理学セミナーII: 「泉正己著, 数理学のための関数解析学, サイエンス社」(第1章~第5章)の輪読セミナーを行った。(教養学部統合自然科学科)
9. 解析学VII: 関数解析学: バナッハ空間・ヒルベルト空間・有界線型作用素について講義した。(数理大学院・4年生共通講義)
10. 解析学XD: スペクトル理論: ヒルベルト空間上のコンパクト作用素・自己共役作用素・ユニタリ作用素に対するスペクトル分解定理について講義した。(数理大学院・4

年生共通講義)

11. 数学講究 XA, 数学特別講究:「N. Alon and J. H. Spencer, The Probabilistic Method. 4th ed.」などを題材にした輪読セミナー(2名)を行った。(4年生向け)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 伊藤慧 (ITO Kei): Structure of Kajiwara-Watatani algebras and their Cartan subalgebras.
2. (修士) 阪本皓貴 (SAKAMOTO Kohki): Harmonic measures in invariant random graphs on Gromov hyperbolic spaces.

小林 俊行 (KOBAYASHI Toshiyuki)

A. 研究概要

2023年度の専攻長・数学科長と2024年度の副研究科長の業務で研究活動は限定されたものになったが、2020–2024の5年間においては、主に以下の3テーマで約1,000ページの論文を著した。

1. 緩増加等質空間

リー群 G が作用する空間 X に対して、正則表現 $L^2(X)$ がいつ緩増加になるかという問題を提起した (Y. Benoist と共同) [J. Euro. Math. 2015]. まず、力学系の手法を用いて、簡約型等質空間 X $L^2(X)$ の行列要素の L^p 評価を与え、次に、一般の X に対して、群作用をもつ測度空間に新しい半順序を導入し、ユニタリ表現論の手法を援用して緩増加性の幾何的判定法を確立した (第2論文 [Chicago Univ. Press, 2022]). 第3論文 [J. Lie Theory, 2022] で非緩増加な実簡約型等質空間の完全な分類を与え、第4論文 [J. inst. Jussieu, 2023] では、緩増加性という解析的な性質、リー代数の極限に関する位相的性質、余随伴軌道の幾何的性質、凸多面体の組合せ論的性質の間の同値性を発見し、証明した。さらにテンソル積表現の応用を [J. Alg., 2023] で著した。

2. 対称性破れ作用素の構成と分類問題

簡約リー群の無限次元表現の「分岐則」に関して、定性的理論から定量的理論に深化させるプログラムを提起した ([8]).

2.A.(定性的理論) 離散的分岐則の理論の要となる K' -admissibility の十分条件 ([Ann. Math.,

1998] の主定理の1つ)が、実は必要十分条件であることをシンプレクティック幾何の手法を用いて証明を与えた [Kostant 追悼論文, 2021].

2.B.(定性的理論 2) 分岐則の重複度が有限・一様有界になるための判定条件を無限次元表現の“サイズ”の言葉を用いて与え、特に、 H -distinguished な G の表現が部分群 G' に関して有界重複度をもつ3つ組 (H, G, G') を可視的作用の理論を援用して分類した ([JLT, 2023] 他).

2.C.(定性的理論 3) 有界重複度をもつ群の組に対し **fence** という概念を導入し、分岐則の重複度が fence を越えない場合に一定であるという定理を証明し、いくつかの応用を見出し始めた [5, 7].

2.D.(定量的理論 1—対称性破れ作用素) 無限次元表現に対する対称性破れ作用素を、非局所作用素まで含めて構成するプログラムを提唱し、その手法を開発し、最初の重要な例として、総計650頁の長編論文で共形平坦な部分多様体の微分形式に関する対称性破れ作用素の分類を完成させた

2.E.(定量的理論 2—ホログラフィック変換) 対称性破れ作用素の族の双対として“ホログラフィック変換”の概念を導入し [Ann. Inst. Fourier, 2020], 擬リーマン空間形の離散系列表現の分岐則における離散スペクトラムをホログラフィック変換で構成し、決定した [Adv. Math., 2021].

2.F.(微分対称性破れ作用素の母関数) 標題の新しい概念の研究を開始した (文献 [1, 2, 3, 6]).

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」において、スペクトル理論の構築に踏み込んだ。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た [Adv. Math.]. さらに、第2論文 [JLT2019] および [Progr. Math. 2017] で隠れた対称性を表す微分作用素環の構造定理を与え、それを土台として無限次元表現の分岐則理論を援用し、標準的な擬リーマン局所対称空間に対するスペクトル分解定理の証明を完成させた [書籍 1, 2025].

For the last five years (2020–2024), I have been working on the following research topics.

1. Tempered homogeneous spaces

As a challenge to the global analysis on ho-

mogeneous spaces beyond symmetric spaces, I collaborated with Y. Benoist in 4 papers [J. Euro. Math. '15]-[J. Inst. Jussieu, 2023], and proved a geometric criterion for temperedness of the regular representation on G/H . A complete description of nontempered reductive homogeneous spaces G/H has been accomplished, and further connections with other disciplines of mathematics has been explored.

2. Restriction of representations: symmetry breaking operators

Branching problems study the restriction of irreducible representations to subgroups. I proposed a program in [Progr. Math., 2015] to advance branching problems for reductive groups, see [8] for further perspectives.

2.A Concerning the discretely decomposability of the restriction of representations, I proved in [Kostant Memorial, 2021] using symplectic geometry, the converse of one of the main theorems in my earlier paper [Ann. Math., 1998] based on microlocal analysis.

2.B I formulated and proved a criterion for finite multiplicity/bounded multiplicity of the restriction of ‘small’ infinite-dimensional representations to reductive subgroups in a sequence of papers, including [JLT2023]. In particular, I established a classification of the triples (G, H, G') such that (G, H) is a symmetric pair and that any irreducible H -distinguished representations have bounded multiplicity when restricted to another symmetric pair (G, G') .

2.C With B. Speh, I classified *symmetry breaking operators* (SBOs) of principal series for a pair of Lorentz groups (Memoirs of AMS 2015 and [Lect. Notes Math.(2018)]), as the first complete classification of SBOs. Further, we introduced a concept **fence** to analyze the behavior of multiplicity under translations [5, 7].

2.D-F As an “inversion” of symmetry breaking, I introduced the concept of **holographic transform** in [Adv. Math. 2021] and in a joint paper with Pevzner ([Ann. Inst. Fourier 2020]). We also developed the concept of **generating**

operators for SBOs in [1, 2, 3, 6].

3. Analysis on locally symmetric spaces—beyond the Riemannian case

Developing my long-standing interest in discontinuous groups beyond the Riemannian case, I initiated the study of global analysis on locally non-Riemannian symmetric spaces with F. Kassel in [Adv. Math] and proved the existence of “stable spectrum” under small deformation of discontinuous groups. Building on the structure theorem of three algebras of invariant differential operators [Progr. Math. '17], [JLT2019], established a spectral theory on standard quotients $\Gamma \backslash G/H$ in [Book 2025].

B. 発表論文

(論文は 2024 年以降のものを記載する。2023 年以前の論文は、過去の Annual Report の各年度に記載。)

1. T. Kobayashi and M. Pevzner, A generating operator for Rankin–Cohen brackets, Journal of Functional Analysis, 24 pages. published on line, 18 March, 2025. DOI: 10.1016/j.jfa.2025.110944.
2. T. Kobayashi, Generating operators of symmetry breaking-from discrete to continuous, Indagationes Mathematicae, **36**, (2025), pp. 631-643.
3. T. Kobayashi and M. Pevzner, A short proof for Rankin-Cohen brackets and generating operators, “Lie Theory and its Applications”, Springer Proc. Math. Stat., vol 473. pages 3-15, Springer. 2025.
4. T. Kannaka and T. Kobayashi, Zariski-dense deformations of standard discontinuous groups for pseudo-Riemannian homogeneous spaces, 94 pages. to appear.
5. T. Kobayashi and B. Speh, How does the restriction of representations change under translations? – A story for the general linear groups and the unitary groups, 39 pages. arxiv:2502.08479.
6. T. Kobayashi and M. Pevzner, Generating operators and normal derivatives. In

- Y. Tanaka, editor, 表現論と調和解析のひろがり (Expansion in Representation Theory and Harmonic Analysis), **2297** in RIMS Kôkyûroku, pages 1–15, 2024.
7. M. Harris, T. Kobayashi, and B. Speh, Translation functors and restriction of coherent cohomology of Shimura varieties. In preparation.
 8. T. Kobayashi, Recent advances in branching problems of representations. Sugaku Expositions, **37**:129–177, 2024. DOI: 10.1090/suga/485. Published electronically: October 23, 2024. Amer. Math. Soc.; a translation by Toshihisa Kubo of the Japanese original article.
 9. T. Kobayashi, Lie groups and Lie algebras: (3) Lie theory. Sugaku Seminar, **752**(6):52–57, 2024.
 10. T. Kobayashi, Lie groups and Lie algebras: (2) Lie algebras. Sugaku Seminar, **751**(5):49–55, 2024.
 11. T. Kobayashi, Lie groups and Lie algebras: (1) Lie groups. Sugaku Seminar, **750**(4):52–57, 2024.

著書:

1. F. Kassel and T. Kobayashi. Spectral Analysis on Standard Locally Homogeneous Spaces, Lecture Notes in Mathematics, **2367**, xi+116 pages. 2025. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-96-1957-3>
2. 小林俊行, 地力をつける 微分と積分, 岩波書店, 2024 年. 278 pages. ISBN 9784000058896

C. 口頭発表

1. (分岐則における translation と fence の概念の導入) (**1.A** から **1.C** 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繋がっているので 1 つにまとめる.) **1.A.** Restricting representations of real reductive groups to reductive subgroups, Séminaire Groupes Ré-

ductifs et Formes Automorphes, France, 17 March 2025. **1.B.** Symmetry Breaking under Translations. AIM-IHP seminar. Institut Henri Poincaré, France, 11 February 2025. **1.C.** Symmetry Breaking and Translation Functor. NCTS Workshop on Representation Theory and Lie Groups. Taiwan, 11–14 December 2024.

2. (不連続群のスペクトル解析と無限次元表現論をつなげる概説講演) (**2.A** と **2.B** は講演タイトルは異なるが, 大きなテーマとしては繋がっているので 1 つにまとめる.) **2.A.** Non-commutative Harmonic Analysis, Branching Problems, and Discontinuous Groups. The 7th Tunisian-Japanese Conference: Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications in Honor of Professor Toshiyuki Kobayashi. Monastir, Tunisia, 31 October–4 November 2023. **2.B.** On the Crossroads of Global Analysis and Representation Theory. Geometry, Analysis, and Representation Theory of Lie Groups. In Honour of Professor Toshiyuki Kobayashi (organized by Y. Oshima, H. Sekiguchi, T. Kubo, T. Okuda, Y. Tanaka, and M. Kitagawa). The University of Tokyo, 5–9 September 2022.
3. (対称性破れ作用素の母作用素の理論) (**3.A.**–**3.C.** は内容は異なるが, 大きなテーマとしては繋がっているので 1 つにまとめる.) **3.A.** 29th Nordic Congress of Mathematicians with EMS. Aalborg, Denmark, 3–7 July 2023. **3.B.** (Plenary Lecture) International Workshop Lie Theory and Its Applications in Physics (LT-15). Varna, Bulgaria, 19–25 June 2023. **3.C.** Holographic Transform, 20 August, 2021, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis (Online Tambara), August 17–21, 2021.
4. (可視的作用と無重複性理論) “Visible

actions” and “only one” — Geometric structure that produces multiplicity-free representations. 東京大学大学院数理学研究科設立 30 周年記念講演 (The 30th Anniversary Ceremony of the Foundation of the Graduate School of Mathematical Sciences). The University of Tokyo, 15 October 2022.

5. (分岐則の重複度理論と離散的分解: Multiplicities and discrete decomposability for the restriction.) (**5.A.**–**5.E.** では講演タイトル, 内容は異なるが, 大きなテーマとしては繋がっているので1つにまとめる.)
 - 5.A.** Branching in Representation Theory. Minicourses: branching problems and symmetry-breaking. Institut Henri Poincaré, France, 13–17 January 2025. (three lectures).
 - 5.B.** Harish-Chandra’s admissibility theorem and beyond. 18th Discussion Meeting in Harmonic Analysis (In honour of centenary year of Harish Chandra). IIT Guwahati, India, 18–21 December 2023.
 - 5.C.** Harish-Chandra’s admissibility theorem and beyond. Harish-Chandra Centenary Celebrations 2023: Conference on Harish-Chandra. Harish-Chandra Research Institute (HRI) in Allahabad, India, 9–14 October 2023.
 - 5.D.** Representations and Characters: Revisiting the Works of Harish-Chandra and André Weil — A satellite conference of the virtual ICM 2022 (organized by Hung Yean Loke, Tomasz Przebinda, Angela Pasquale, and Binyong Sun). the Institute for Mathematical Sciences, National University of Singapore, Singapore, 9 July 2022.
 - 5.E.** Bounded multiplicity in the branching problems of “small” infinite-dimensional representations, 5 October 2021. リー群論・表現論セミナー (オンライン), 東京大学.
6. (固有な作用・不連続群と表現論: Proper Actions and Representation Theory.)

(**6.A.**–**6.I.** 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繋がっているので1つにまとめる.) **6.A.** Local to Global in Non-Riemannian Geometry, **6.B.** Properness Criterion and its Quantification, **6.C.** Global Analysis on Locally Symmetric Spaces Beyond the Riemannian Case (**6.A.**, **6.B.**, **6.C.** は 2024 年 1 月 1 日 ~3 日に行った Global Analysis of Locally Symmetric Spaces with Indefinite-metric というテーマの 3 回の連続講演. Zariski Dense Subgroups, Number Theory and Geometric Applications. ICTS, Bangalore, India, 1–12 January 2024.) **6.D.** Properness criterion. **6.E.** Discontinuous group, Weil’s local rigidity, and deformation. **6.F.** Tempered Subgroups and tempered homogeneous spaces. (**6.D.**, **6.E.**, **6.F.** は Representations and Characters: Revisiting the Works of Harish-Chandra and André Weil — A satellite conference of the virtual ICM 2022 の 4 連続講演のうちの 3 つ. The Institute for Mathematical Sciences, National University of Singapore, Singapore, 1–15 July 2022. organized by Hung Yean Loke, Tomasz Przebinda, Angela Pasquale, and Binyong Sun). **6.G.** Discontinuous dual and properness criterion (25 April, 2022) **6.H.** The Mackey analogy and proper actions (2 May, 2022) (**6.G.**, **6.H.** は Proper Actions and Representation Theory. Mini-courses of Mini-lectures (Organizers: Pierre Clare, Nigel Higson and Birgit Spoh) における 4 つのテーマの講演の 2 つ, AIM Research Community: Representation Theory & Noncommutative Geometry, online), 25 April–16 May 2022. **6.I.** A Program for Branching Problems in the Representation Theory of Real Reductive Groups: Classification Problem of Symmetry Breaking Operators. Representation Theory inspired by

- the Langlands Conjectures, in connection with the AMS-AWM Noether lecture by Birgit Speh. Denver, USA, 17 January 2020.
7. (緩増加空間の理論: Tempered Homogeneous Spaces.) (**7.A.**–**7.N.** 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繋がっているので1つにまとめる.) **7.A.** Structure of Tempered Homogeneous Spaces. III. Limit Algebras. Minicourses. Institut Henri Poincaré, France, 21 February 2025. (Day 3 of the three lectures). **7.B.** Structure of Tempered Homogeneous Spaces. II. Combinatorics Approach. Minicourses. Institut Henri Poincaré, France, 19 February 2025. (Day 2 of the three lectures). **7.C.** Structure of Tempered Homogeneous Spaces. I. Dynamical Approach. Minicourses. Institut Henri Poincaré, France, 17 February 2025. (Day 1 of the three lectures). **7.D.** Tempered homogeneous spaces and tempered subgroups — Dynamical approach **7.E.** Classification theory of non-tempered G/H — Combinatorics of convec polyhedra **7.F.** Tempered homogeneous spaces — Interaction with topology and geometry (**7.D.**, **7.E.**, **7.F.** は Harich-Chandra’s Tempered Representations and Geometry. 18th Discussion Meeting in Harmonic Analysis (In honour of centenary year of Harich-Chandra): Workishop. IIT Guwahati, India, 12-16 December 2023 における 4 連続講演のうちの 3 つ) **7.G.** Tempered subgroups à la Margulis (9 May, 2022) **7.H.** Tempered homogeneous spaces (16 May 2022) (**7.G.**, **7.H.** は Proper Actions and Representation Theory. Mini-courses of Mini-lectures (Organizers: Pierre Clare, Nigel Higson and Birgit Speh) における 4 連続講演のうち 2 つ, AIM Research Community: Representation Theory & Noncommutative Geometry, online), 25 April-16 May 2022. **7.I.** Symmetry in Geometry and Analysis, In honour of Professor Toshiyuki Kobayashi (organized by M. Pevzner and H. Sekiguchi). Reims University, France, 6–10 June 2022. **7.J.** 緩増加な等質空間 (Tempered Homogeneous Spaces). 日本数学会年会函数解析学分会特別講演 (慶応大学, オンライン), 16 March 2021. **7.K.** Limit Algebras and Tempered Representations. (opening lecture). RIMS Workshop: Lie Theory, Representation Theory and Related Areas. (online), 10 August 2021. **7.L.** Limit Algebras and Tempered Representations. (plenary opening lecture). XIV. International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics. Bulgaria (online), 20–26 June 2021. **7.M.** Limit algebras and tempered representation. Lie Groups and Representation Theory Seminar. The University of Tokyo, 15 June 2021. **7.N.** This is What I do: Limit algebras and tempered representations. Representation Theory & Noncommutative Geometry. AIM Research Community (online), 8 April 2021.
 8. 極小表現をモチーフとする大域解析 Schrödinger model of minimal representations and branching problems. Minimal Representations and Theta Correspondence: (Gordan Savin 教授還暦記念研究集会). (online), The Erwin Schrödinger International Institute for Mathematics and Physics (ESI), 11–15 April 2022.
 9. (等質空間上の大域解析・実球等質空間の一般理論: Regular Representations on Homogeneous Spaces.) (**9.A.**–**9.K.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては繋がっているので1つにまとめる.) **9.A.** Basic Questions in Group-Theoretic Analysis on Man-

ifolds. Introductory school at CIRM (Marseille): Methods in representation theory and operator algebras. Marseille, France, 6–10 January 2025. **9.B.** Basic Questions in Group-Theoretic Analysis on Manifolds. Colloquium at Hiroshima University. Hiroshima, Japan, 22 October 2024. **9.C.** Overview of Branching Problems in the Real Setting. Branching Problems for Representations of Real, p -Adic and Adelic Groups. the University of British Columbia - Okanagan, Kelowna, Canada. BIRS, 7–12 July 2024. **9.D.** Is representation theory useful for global analysis on a manifold? — Multiplicity: Approach from PDEs, Harish-Chandra’s Tempered Representations and Geometry IIT Guwahati, India, 12–16 December 2023. (Harish-Chandra 生誕 100 年を記念した 4 回の連続講義の第 1 回目) **9.E.** Is representation theory useful for global analysis on a manifold? — Multiplicity: Approach from PDEs, **9.F.** Tempered homogeneous spaces and tempered subgroups — Dynamical approach, **9.G.** Classification theory of non-tempered G/H — Combinatorics of convex polyhedra, **9.H.** Tempered homogeneous spaces — Interaction with topology and geometry, (**9.E**, **9.F**, **9.G**, **9.H** は Analysis on Homogeneous Spaces における 4 回連続講演, Noncommutative Geometry and Analysis on Homogeneous Spaces. Williamsburg, USA, 16–20 January 2023.) **9.I.** Basic Questions in Group-Theoretic Analysis on Manifolds. MATH-IMS Joint Pure Mathematics Colloquium Series. The Chinese University of Hong Kong, 25 November 2022. **9.J.** A Foundation of Group-theoretic Analysis on Manifolds. Colloquium di dipartimento. Dipartimento di Matematica, Università di Roma “Tor

Vergata” (online), 18 February 2021.

- 9.K.** Representation Theory of Reductive Groups from Geometric and Analytic Methods (in honour of Simon Gindikin). Kavli IPMU, Japan, 27–28 January 2020;
10. (擬リーマン対称空間におけるスペクトル解析: Global Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces—Beyond the Riemannian Case.) (**10.A.**–**10.E.** では講演タイトル, 内容は個々に異なるが, 大きなテーマとしては繋がっているので 1 つにまとめる.) **10.A.** Hidden Symmetry and Spectral Analysis on Locally Pseudo-Riemannian Symmetry Spaces. Intertwining Operators and Geometry during the thematic trimester Representation Theory and Noncommutative Geometry. Institut Henri Poincaré, France, 20–24 January 2025. **10.B.** Branching Problems and Global Analysis of Locally Symmetric Spaces with Indefinite-Metric. Seminar at University of Trento. Trento, Italy, 19 September 2024. **10.C.** Branching Problems and Global Analysis of Locally Symmetric Spaces with Indefinite-Metric. International Congress of Basic Science. Beijing, China, 25 July 2024. **10.D.** Global Analysis of Locally Symmetric Spaces with Indefinite-metric. Colloquium, National University of Singapore. (online), 13 August 2021. **10.E.** Sound of an anti-de Sitter manifold. (opening lecture). Inaugural Day of the French–Kazakhstan school of Mathematics. (online), 25 June 2021.

D. 講義

1. 数理科学概論 I (文科学) (教養学部文科 1, 2 年生, 2024 年度 A セメスター, 対面): 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

した。

2. 群構造論/幾何学 XF (数理大学院・4年生 共通講義, 2024年度Sセメスター, 対面): リーマン多様体と擬リーマン多様体における等長変換群からなる離散群の作用に関して、不連続性の差異の説明を多くの例を交えておこなった。さらに、リー群の構造論(簡約群、半単純リー群、Cartan分解、リーマン対称空間、放物型部分群)を説明した後、等質空間への部分群の作用が固有であるかどうか(特に、作用が固有不連続であるかどうか)についての判定条件(Properness Criterion)を原論文(T. Kobayashi, Math. Ann. 1989 および J. Lie Theory 1996)の鍵となるアイデアを説明した。さらに、非リーマン等質空間への不連続群の作用が余コンパクトになるための判定条件を群のコホモロジーを用いて説明した。また、非リーマン等質空間における不連続群の剛性と変形理論(高次元タイヒミュラー空間)に関する話題を紹介した。

参考文献

小林俊行「非リーマン等質空間の不連続群論」『数学の最先端 21世紀への挑戦 I』, 丸善出版, 2002, pages 18-73 (邦訳増補版).

T. Kobayashi, Conjectures on reductive homogeneous spaces, Mathematics Going Forward: Lecture Notes in Mathematics **2313**, pages 217–231. Springer, 2023.

3. 広島大学集中講義, 等質空間上の幾何と解析, 2024年10月21日–25日.
4. (フランスでの連続講義1: 対称性の破れ作用素の理論) Branching in Representation Theory. Minicourses: branching problems and symmetry-breaking. Institut Henri Poincaré, France, January 2025. The concept of symmetries naturally arises in various areas of mathematics and science, including geometry, number theory, differential equations, and quantum mechanics. The more symmetries

an object possesses, the better we can understand it through group-theoretic approaches.

Branching problems investigate how large symmetries break down into smaller ones, such as fusion rules, using mathematical formulations based on the language of representations and their restrictions. These problems have been studied for over 80 years. In recent years, there has been a surge of research focused on the restriction of continuous symmetries in infinite-dimensional cases, leading to the development of new geometric and analytic methods.

I provided an introduction to the branching problems of infinite-dimensional representations of real reductive groups, such as $GL(n, \mathbb{R})$, using plenty of elementary examples to make the basic concepts and key ideas more accessible.

5. (フランスでの連続講義2: 緩増加空間の理論) Structure of Tempered Homogeneous Spaces Institut Henri Poincaré, France, February 2025.

The lectures introduce recent theories of tempered spaces, and I plan to provide an overview of these topics, using plenty of elementary examples to make the basic concepts and key ideas more accessible.

1. I will review basic concepts such as tempered unitary representations of real reductive groups, like $GL(n, \mathbb{R})$, as well as “tempered” spaces and “tempered subgroups”. I will begin with some geometric observations of group actions, including the properness criterion for reductive homogeneous spaces. Subsequently, I will introduce a “quantification” of proper actions and incorporate a dynamical approach into analytic representation theory, including the temperedness criterion for homogeneous spaces, which was developed recently by Y. Benoist and

the speaker, drawing on the Cowling-Haagerup-Howe theory and other related ideas.

2. The criterion for tempered spaces, explained in the first lecture, is computable. In this lecture, I will explain how this criterion leads to the classification theory of non-tempered reductive homogeneous spaces by breaking it down into several steps. The technical methods used in the second lecture differ from the dynamical approach presented in the first lecture. Our approach relies on elementary results from finite-dimensional representations and some combinatorics of convex polyhedral cones.

3. Recently, surprising and intriguing connections have been observed between the concept of "tempered spaces for unitary representations and various other areas of mathematics. In this lecture, we will explore different aspects of tempered spaces from the perspectives of topology and geometry, including limit algebras (collapsing Lie algebras) and geometric quantization.

6. 数学講究 XB (数理科学概論)「対称性の数学」, (理学部数学科 4 年生), 2024 年 5 月 14 日.
7. Striving for Universal Truth: Discovery and Creation. The 138th Public Lecture Series at the University of Tokyo (Spring 2024): Constraints and Creativity in the Arts and Sciences. Yasuda Auditorium, The University of Tokyo, 22 June 2024.
8. (インドでの講義) Global Analysis of Locally Symmetric Spaces with Indefinite-Metric. Zariski Dense Subgroups, Number Theory and Geometric Applications. ICTS, Bangalore, India, 1–12 January 2024 (1 月 1 日から 3 日にわたる 3 回の連続講義).
Summary: The local to global study of geometries was a major trend of 20th

century geometry, with remarkable developments achieved particularly in Riemannian geometry. In contrast, in areas such as pseudo-Riemannian geometry, familiar to us as the space-time of relativity theory, and more generally in pseudo-Riemannian geometry of general signature, surprising little was known about global properties of the geometry even if we impose a locally homogeneous structure. This theme has been developed rapidly in the last three decades.

In the series of lectures, I discussed two topics by the general theory and some typical examples.

(a) Global geometry: Properness criterion and its quantitative estimate for the action of discrete groups of isometries on reductive homogeneous spaces, existence problem of compact manifolds modeled on homogeneous spaces, and their deformation theory.

(b) Spectral analysis: Construction of periodic L^2 -eigenfunctions for the Laplacian with indefinite signature, stability question of eigenvalues under deformation of geometric structure, and spectral decomposition on the locally homogeneous space of indefinite metric.

E. 修士・博士論文

1. (修士) 宮内俊輔 (MIYAUCHI Shunsuke): 粗幾何学における従順性及びアフィン保測変換における連結固有対の分類問題.

F. 対外研究サービス

1. 日仏数学連携拠点 FJ-LMI (French-Japanese Laboratory of Mathematics and its Interactions), 日本側代表 (co-director) (2023 年 9 月 1 日–).
2. 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 (2011.6–2022.3); 連携研究員 (2022.4–).

[ジャーナルのエディター]

3. Editor in Chief, Japanese Journal of Mathematics (日本数学会, Springer-Nature) (2006–)
 4. Editor, International Mathematics Research Notices (Oxford 大学出版) (2002–2021)
 5. Editor in Chief, Takagi Booklet, vol. 1–22 (日本数学会) (2006–)
 6. Editor, Geometriae Dedicata (Springer) (2000–)
 7. Editor, Advances in Pure and Applied Mathematics (de Gruyter) (2008–)
 8. Editor, International Journal of Mathematics (World Scientific) (2004–)
 9. Editor, Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo (2007–)
 10. Editor, Kyoto Journal of Mathematics (2010–)
 11. Editor, Representation Theory (アメリカ数学会) (2015–2019)
 12. Editor, AMS Translation Series (アメリカ数学会) (2016–)
 13. Editor, Tunijian Journal of Mathematics (2017–)
 14. Editor, Special Issue in commemoration of Professor Kunihiko Kodaira’s centennial birthday (J. Math. Sciences, The University of Tokyo).
 15. Editor, Special Issue in honor of Professor Masaki Kashiwara’s 70th birthday (Publ. RIMS) 2017–2021.
 16. Chief Editor, Mikio Sato’s Collected Papers, (Springer-Nature).
 17. 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
 18. 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.
- [学会・他大学の委員など]
19. ある国際賞 (数学部門) の授賞委員会: Prize Committee (mathematics), 2020–2021, 国外.
 20. ある国際賞の授賞委員会: Prize Committee (mathematics), 2019 および 2020, 国外.
 21. ICM2022 における招待講演者および Plenary lecturers の Selection に関する国際委員会の議長 (Chair, Lie Theory and its generalizations, ICM2022), 2019–2022.
 22. 国際数学者賞の授賞委員会: Prize Committee (International Prize, 数学部門) 2018, 国外.
 23. ICM2030 招致招致委員 (2025–).
 24. 国内の数学の賞 (複数) の授賞委員会 (anonymous, various years).
 25. 京都大学数理解析研究所運営委員 (2015–2017; 2017–2019).
 26. 京都大学数理解析研究所専門委員 (2007–2009; 2009–2011; 2015–2017; 2017–2019; 2021–2023).
 27. 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).
 28. OIST (沖縄科学技術大学大学院) の数学部門に対する国際 Advisory Board Member (2021–).
- [国際研究集会のオーガナイザーなど]
29. オーガナイザー, 日仏数学連携拠点開設記念コンファランス (Opening Conference of French-Japanese Laboratory of Mathematics and its Interactions), April 4–5, 2024 (with M. Pevzner).
 30. オーガナイザー, Periods and Branching Problems for Representations of Real, p -adic and Adelic Groups, BIRS Conference, Canada, July 2024 (with M. Pevzner, B. Speh).
 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に関するセミナー, 玉原国際セミナーハウス, 19–23 August 2024.
 32. 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, (virtual 玉原国際セミナーハウス), August 19–23, 2023

(オンライン).

33. 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, (virtual 玉原国際セミナーハウス), August 17–21, 2022 (オンライン).
34. 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, (virtual 玉原国際セミナーハウス), August 17–21, 2021(オンライン).
35. オーガナイザー, Integral Geometry, Representation Theory and Complex Analysis, Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe, 27–28 January 2020.
36. オーガナイザー, 高木レクチャー, 創設責任者. オーガナイザー第1回-第24回 (currently with Y. Kawahigashi, T. Kumagai, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito).
37. 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, (virtual 玉原国際セミナーハウス), 18–22 August 2020 (オンライン).
38. 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)
39. オーガナイザー, 日仏数学連携拠点, FJ-LMI セミナー, 2023.10– (with M. Pevzner).
40. 群馬県立太田高等学校の大学訪問, 模擬講義, 2023年11月8日.
41. Scientific Committee, “Representation Theory and Non Commutative Geometry” at IHP 2025, Paris, France.

G. 受賞他

1. W. M. Goldman et al, The Mathematical Work of Toshiyuki Kobayashi, Symmetry in Geometry and Analysis, Volume 1, Progress in Mathematics **357** (2025), Springer-Nature, pages 1-102.
2. Doctrat Honoris Causa (University of

Reims), 2022, France.

3. 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).
4. 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).
5. 紫綬褒章 (Medal with Purple Ribbon)(2014) 「数学研究」.
6. [学生の受賞] 東京大学学位記授与式における総代, Víctor Pérez-Valdés, (2024年3月, 総代), 東京大学学位記授与式における総代, 甘中一輝 (2021年3月, 総代・答辞), 田森宥好 (2020年3月, 総代).

H. 海外からのビジター

1. M. Pevzner (University of Reims, France), September 2023–, French-Japanese Laboratory of Mathematics and its Interactions, director.
2. Wentao Teng (JSPS PosDoc), October 2023–March 2025. He is working on the (k, a) -generalized Fourier transforms.
3. 郡山幸雄 (エコールポリテクニーク, France), (2024.4). Giving an invited lecture at Opening Conference of French-Japanese Laboratory of Mathematics and its Interactions における招待講演 (Deriving Egalitarian and Proportional Principles from Individual Monotonicity) を行う.
4. Étienne Ghys, (CNRS, École Normale Supérieure de Lyon, France), (2024.4). Giving an invited lecture at Opening Conference of French-Japanese Laboratory of Mathematics and its Interactions における招待講演 (Linking numbers of modular knots) を行う.
5. Jean-Pierre Bourguignon (IHES, France), (2024.4). Giving an invited lecture at Opening Conference of

French-Japanese Laboratory of Mathematics and its Interactions における招待講演 (Mathematicians and Spinors) を行う。

権業 善範 (GONGYO Yoshinori)

A. 研究概要

本年度は、主にここ数年取り組んでいた向井型予想を研究した。AIM でのプロジェクトとしてこの問題を提出し、満足のいく結果が得られた。現在論文はまとめており、来年度中に発表する予定である。向井型予想というのは、射影空間の直積の特徴付けで、オリジナルの有名なファノ指数、ピカル数、次元の関係性に関する不等式のショックロフ複雑的な解釈である。また、昨年度行っていた高山茂晴氏との川又正值性定理及び一般化された対数的対に対する標準環の有限性に関する共同研究は完成し、今年度 Arxiv に発表した [5]

This academic year, I mainly focused on studying the Mukai-type conjecture, which I had been working on for the past few years. I proposed this problem as a project at AIM and obtained satisfactory results. I am currently in the process of compiling the paper and plan to publish it next year.

The Mukai-type conjecture characterizes the product of projective spaces and provides a Shokurov complexity interpretation of the famous inequality concerning the Fano index, Picard number, and dimension.

Additionally, the joint research I worked last year with Shigeharu Takayama on Kawamata's semi-positivity theorem and the finite generation problem of the canonical ring for generalized pairs has been completed and posted on ArXiv this year [5].

B. 発表論文

1. S. R. Choi and Y. Gongyo : "On a generalized Batyrev's cone conjecture", Math. Z. 300 (2022), no. 2, 1319–1334.
2. W. Chen, Y. Gongyo, and Y. Nakamura :

"On a generalized minimal log discrepancy ", J. Math. Soc. Japan 76 (2024), no. 2, 393–449.

3. Y. Gongyo, and J. Moraga, "Generalized complexity of surfaces", preprint, arXiv:2301.08395.
4. Y. Gongyo, "Effective non-vanishing and Mukai type conjecture", preprint, arXiv:2306.08841, to appear Kyoto Math Journal.
5. Y. Gongyo, S. Takayama "On twisted Kawamata's semi-positivity and finite generation of generalized canonical rings ", preprint, arXiv:2404.07401

C. 口頭発表

1. Introduction to the minimal model theory, ボローニャ大学, 2024年11月4日–11月8日
2. Mukai type conjecture, AIM, 1st, Oct.–5th, Oct. 2024.
3. On twisted Kawamata's semi-positivity and finite generation of generalized canonical rings , 2024 Workshop on Birational Geometry, Shanghai Center for Mathematical Sciences, Fudan University, 26th, Sep.–29th, Sep. 2024.
4. On twisted Kawamata's semi-positivity and finite generation of generalized canonical rings , 第1回下呂代数幾何学研究集会, 2024年6月17日–6月19日
5. 向井型の射影空間の積の特徴づけの予想, "湯布院代数幾何学ワークショップ", 2023年12月26日–12月29日
6. Effective non-vanishing and Mukai type conjecture, "新潟代数シンポジウム" 2023年12月6日–12月8日
7. 向井型の射影空間の積の特徴づけの予想, "代数幾何学城崎シンポジウム", 2023年10月24日–27日
8. The Mukai type conjecture, "Recent development in Algebraic Geometry, Arithmetic and Dynamics (Professor De Qi Zhang's 60 birthday conference)",

tute for Mathematical Sciences, National University of Singapore, 21st, Aug.–1st, Sep. 2023.

9. 有効消滅性と向井型予想について, “京都大学代数幾何セミナー” 2023 年 6 月 12 日

D. 講義

1. S1 ターム数理科学基礎講義
2. S2 ターム微分積分学 1
3. A セメスター微分積分学 2
4. S1 ターム数学基礎理論演習: 数理科学基礎の演習
5. S2・A ターム微分積分学演習: 微分積分学講義の演習
6. 学 A セメスター 統合自然科学セミナー: 集合論のセミナー
7. S セメスター 微分積分学統論:2 年生の微積分
8. A セメスター 自然科学ゼミナール (群論): 群論入門

E. 修士・博士論文

1. (博士) 吉野 太郎 (Yoshino Taro): Stable rationality of hypersurfaces in schön affine varieties

F. 対外研究サービス

1. 東大代数幾何セミナー組織員
2. Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami の組織員

G. 受賞

2023 年度日本数学会代数学賞

2023 年度文部科学大臣表彰 若手科学者賞

H. 海外からのビジター

Joshua Enwright (UCLA), ファノ多様体の研究 (3/15–3/22)

斎藤 毅 (SAITO Takeshi)

A. 研究概要

正標数の体上のスムーズなスキーム上の構成可能層に対し, Beilinson はその特異台が存在し, その次元はスキームの次元と等しいことを証明した。混標数の場合には, Frobenius–Witt 余接束を使っ

て特異台の定義はできるものの, その存在は示されていない。局所非輪状性の横断性による言い換えを使って特異台の相対版を定義し, Radon 変換を使う Beilinson の方法にならってその飽和化の存在を証明した。

また正標数の体上のスムーズなスキームのエター層については, Beilinson の定理の逆として, 余接束の閉錐部分集合でそのスキームの次元以下のものの上に微台をもつならば, その層が構成可能であることを証明した。これは IHES の Abbes 氏との共同研究である。

Beilinson proved that a constructible sheaf on a smooth scheme over a field of positive characteristic has a singular support and its dimension equals that of the scheme.

In mixed characteristic case, the existence of singular support is an open problem although a definition was given using the Frobenius–Witt cotangent bundle. Using an interpretation of the local acyclicity in terms of the transversality, I followed Beilinson’s argument using the Radon transform to prove the saturation of a relative variant of the singular support.

As a converse of Beilinson’s theorem, in a joint work with Ahmed Abbes at IHES, I proved that if an étale sheaf is micro supported on a closed conical subset of the cotangent bundle of dimension at most that of the scheme is constructible.

B. 発表論文

1. T. Saito “Graded quotients of ramification groups of local fields with imperfect residue fields”, Amer. J. Math.145 (2023), no.5, 1389–1464.
2. T. Saito “A characterization of ramification groups of local fields with imperfect residue fields”, Arithmetic Geometry, pp 421–433, proceedings of International conference on arithmetic geometry 2020, TIFR.
3. T. Saito “Cotangent bundles and micro-supports in mixed characteristic case”, Algebra & Number Theory 16-2 (2022),

335–368.

4. T. Saito “Frobenius-Witt differentials and regularity”, Algebra & Number Theory 16-2 (2022), 369–391.
5. T. Saito “Characteristic cycles and the conductor of direct image”, Journal of the American Mathematical Society, 34 (2021), 369–410.

C. 口頭発表

1. Singular supports and characteristic cycles, Taiwan National University, November 18, 20, 25, 27, 2024, February 10, 12, 17, 19, 2025.
2. Singular supports in positive and mixed characteristics, Oct. 4, 2024, notes, Oberwolfach, Anabelian Geometry and Representations of Fundamental Groups. (ドイツ)
3. On relative singular support in mixed characteristic, 数論幾何学とその周辺, Tokyo Denki University, 2024年5月28日, Regulators V, Pisa, June 13, (イタリア) Arithmetic Geometry, Algebraic Geometry and Analytic Geometry, 東大数理, Séminaire de géométrie arithmétique, (IHES) Jeudi 19 septembre 2024.
4. On the Hasse-Arf theorem, p -adic cohomology and arithmetic geometry, October 25, 2024, 東北大学, 第20回北陸数論研究集会 2024年12月6日, 第19回北陸数論研究集会「超幾何関数の数論とその周辺」2023年11月25日, 金沢大学 Arithmetic Geometry, 2023 September 18, IMVAST (ベトナム)
5. Upper ramification groups of local fields with imperfect residue fields, May 30, 31, 2022, Franco-Asian Summer School on Arithmetic Geometry, Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM), Luminy, (フランス)
6. 余接空間と局所体の分岐群 2022年12/23 九大代数学セミナー 九州大学伊都キャンパス

7. Wild ramification and the cotangent bundle in mixed characteristic. Eighth Pacific Rim Conference, 7 August 2020, Online. (アメリカ) Colloquium at University of Minesota, Feb 18 2021, Online. (アメリカ)
8. Graded Quotients of Ramification Groups of a Local Field with Imperfect Residue Field, January 7, 2020, International conference on arithmetic geometry 2020, TIFR, Mumbai. (インド), 22 janv. 2020, IHES. (フランス)

D. 講義

1. 数理科学概論 I(文科生) 多変数関数の微積分(教養学部前期課程講義)
2. 抽象数学の手ざわり 全学自由ゼミナール「抽象数学の手ざわり」をテキストとして, 学生が輪講形式で発表した.(教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 松田 光智 (MATSUDA Koji): Rational points and Brauer–Manin obstruction on Shimura varieties classifying abelian varieties with quaternionic multiplication

F. 対外研究サービス

1. Journal of Algebraic Geometry, エディター
2. Documenta Mathematica, エディター
3. Japanese Journal of Mathematics, エディター

齊藤 宣一 (SAITO Norikazu)

A. 研究概要

具体的には, 計算モデル, すなわち, 数理モデルとしての微分方程式を差分法, 有限要素法, 有限体積法などで離散化して得られる有限次元方程式の系統的な導出と, 計算モデル自体の数学的正当性の確立を行っている. 結果として, 理工学諸分野に向けては, 数値シミュレーション手法の正当性を確立し, 経験に依存した研究, すなわち, 「匠

の技」を数学的に体系化・言語化することで、経験の少ない人でも安心して利用可能な、高品質シミュレーション手法の提供を目指している。一方で、純粋数学に向けては、解析学における研究の対象となるべき新しい問題設定を提示し、微分方程式論における新しい研究分野を開拓し発展させることも目指している。今年度の主な成果は次の通り。

1) 平均場ゲーム方程式 (MFG) は、密度分布を記述する Fokker–Planck (FP) 方程式と、制御入力の時空間発展を記述する Hamilton–Jacobi–Bellman (HJB) 方程式が連立された非線形偏微分方程式系である。通常、FP 方程式には初期条件、HJB 方程式には終端条件が課され、系は時空間における境界値問題の形をしている。そのため、従来の初期値問題に対する研究成果はそのままでは適用できず、新しい手法の開発とその数学的な理論の研究が強く求められている。本年は、MFG に対する有限要素法による数値解法の研究に主に従事した。特に、離散最大値原理が成り立つような非線形安定化有限要素法の開発を行った。

2) 交通流の連続モデルである Aw–Rascle モデルを、多数の交差点がある大規模なネットワーク上で数値計算し、車両クラスターの発生と消滅の時間変化を研究した。(吉田広顕, 上田祐暉, 千葉悠喜との共同研究)

My current research theme is a development of a mathematical theory of numerical methods for various mathematical models. Specifically, I systematically derive computational models, i.e., finite-dimensional equations resulting from discretizations of differential equations using the finite difference method, the finite element method, or the finite volume method, and establish mathematical justification for those computational models themselves. As a result, for science and engineering fields, I aim to establish the validity of numerical methods and to provide high-quality simulation methods that can be used by inexperienced people. On the other hand, for pure mathematics, I aim to present new problems that should be the sub-

ject of research in analysis and to open and develop a new research field in the theory of differential equations.

1) Mean Field Game (MFG) equations are the system of nonlinear partial differential equations consisting of coupled Fokker–Planck (FP) equations describing density distributions and Hamilton–Jacobi–Bellman (HJB) equations describing the time evolution of control inputs. Typically, initial conditions are imposed on the FP equations while terminal conditions are imposed on the HJB equations, making the system a boundary value problem in space-time. Therefore, existing research results for initial value problems cannot be directly applied, and the development of new methods and their mathematical theory is strongly needed. This year, I primarily engaged in research on numerical methods for MFGs using finite element methods. In particular, I developed a nonlinear stabilized finite element method that satisfies the discrete maximum principle

2) We numerically computed the Aw–Rascle model, a continuum model of traffic flow, on a large-scale network with numerous junctions and studied the temporal evolution of vehicle clusters. (Joint research with H. Yoshida, Y. Ueda and Y. Chiba.)

B. 発表論文

1. T. Nakanishi and N. Saito: “Finite element method for radially symmetric solution of a multidimensional semilinear heat equation”, *Jpn. J. Ind. Appl. Math.*, **37** (2020) 165–191.
2. N. Saito: “Variational analysis of the discontinuous Galerkin time-stepping method for parabolic equations”, *IMA J. Numer. Anal.*, **41** (2021) 1253–1278.
3. 齊藤宣一, 数値解析における反例, *応用数理*, **31** (2021) 15–22.
4. T. Nakanishi and N. Saito: “A mass-lumping finite element method for radially symmetric solution of a multidimensional heat equation”, *J. Comput. Appl. Math.*, **393** (2021) 1074–1091.

mensional semilinear heat equation with blow-up”, *Int. J. Comput. Math.*, **99** (2022) 1890–1917.

5. D. Inoue, Y. Ito, T. Kashiwabara, N. Saito and H. Yoshida: “A fictitious-play finite-difference method for linearly solvable mean field games”, *ESAIM Math. Model. Numer. Anal.*, **57** (2023) 1863–1892.
6. D. Inoue, Y. Ito, T. Kashiwabara, N. Saito and H. Yoshida: “Model predictive mean field games for controlling multi-agent systems”, *IFAC J. Syst. Control*, **24** (2023) DOI: 10.1016/j.ifacsc.2023.100217
7. Y. Chiba and N. Saito: “Nitsche’s method for a Robin boundary value problem in a smooth domain”, *Numer. Methods Partial Differential Equations*, **39** (2023) 4126–4144.

C. 口頭発表

1. The Keller–Segel system of chemotaxis, finite element method, and finite volume method, Colloquium (online), The Hong Kong Polytechnic University, 17 May, 2021, Hong Kong.
2. Analysis of the finite element method for the Stokes problems with singular source terms (plenary lecture), 2021 EIMS International Conference on Computational Mathematics (online), Ewha Institute of Mathematical Sciences (EIMS), Ewha Womans University, 25-27 August, 2021, Korea.
3. The Keller–Segel system of chemotaxis, finite element method, and finite volume method (invited lecture), EASIAM Conference 2022(online), October 15, 2022.
4. Well-posedness of one-dimensional models of blood flow in arteries, WCCM-APCOM 2022(online), July 31–August 5, 2020, Yokohama, Japan
5. 時間発展方程式の数値解析における最近の

話題, 武蔵野大学数理工学シンポジウム 2023, 2023年11月16–17日, 武蔵野大学有明キャンパス

6. Variational analysis of the discontinuous Galerkin time-stepping method for parabolic equations, IFFS Seminar, November 22, 2023, University of Electronic Science and Technology of China
7. A fictitious-play finite-difference method for linearly solvable mean field games, May 28, 2024, Northwestern Polytechnical University, Xi’an
8. N. Saito, A fictitious-play finite-difference method for mean field games with a quadratic Hamiltonian, Numerical Methods and Analysis for PDEs, June 26-27, 2024, Harbin Institute of Technology, Shenzhen
9. N. Saito, A fictitious-play finite-difference method for mean field games with a quadratic Hamiltonian, NCTS webinar on Scientific Computing, National Center for Theoretical Sciences, October 25th, 2024, Taiwan
10. 齊藤宣一, 平均場ゲームとその数値解法, 理学談話会(数学・計算科学分野), 金沢大学, 2024年11月15日

D. 講義

1. 数学 II : 文系生向けの線形代数学の入門講義. (教養学部前期課程)
2. 計算数理解習 : 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. 数理分類番号:451)
3. 数理解析 : 線形・非線形偏微分方程式の差分法. (教養学部 3 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 磯部 伸 (ISOBE Noboru) Mathematical Analysis for Evolution Equations Arising in Deep Learning Theory (深層学習理論に現れる発展方程式の数理解析)
2. (修士) 中村 遥河 (NAKAMURA Haruka) 局所的な結合項をもつ平均場ゲーム方程式

に対する一般化された条件付き勾配法について

F. 対外研究サービス

1. Numerical Methods and Analysis for PDEs (China-Japan Joint Workshop on Numerical Mathematics), June 26-28, 2024, Harbin Institute of Technology (Shenzhen) のオーガナイザー
2. Journal of Scientific Computing 編集委員
3. Numerische Mathematik 編集委員
4. International Journal of Computer Mathematics 編集委員
5. Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics 編集委員
6. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo 編集委員
7. 数学・数理学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 2024 (日本数学会, 日本応用数学会, 統計関連学会連合) 2024年10月17日, 実行委員会委員
8. 日本応用数学会 理事, 代表会員
9. 日本応用数学会「科学技術計算と数値解析」研究部会 幹事
10. 見学会 (東京都立竹早高等学校, 2024年7月18日) における模擬授業
11. 見学会 (群馬県立前橋高等学校, 2024年11月6日) における模擬授業
12. NPO 法人数学月間の会, 数学月間懇話会 (第20回, 2024年7月22日) における講演
13. 特定非営利活動法人非線形 CAE 協会, 第45期非線形 CAE 勉強会 (2024年12月21日) における講義

H. 海外からのビジター

1. Bernardo Cockburn (University of Minnesota, Distinguished McKnight University Professor), 7月8日から7月12日. 数値解析セミナーで講演 "The transformation of stabilizations into spaces for Galerkin methods for PDEs"

酒井 拓史 (SAKAI Hiroshi)

A. 研究概要

小さな非可算基数の巨大基数性とそれに関わる強制法公理について研究をし, 次の2つの研究成果を得た.

(1) 高濃度レベルの集合論的反映原理が基数算術に及ぼす影響:

濃度 \aleph_2 以上の数学的構造の性質が濃度 \aleph_2 未満の部分構造に反映することを主張する \aleph_2 -レベルの反映原理は, \aleph_2 の巨大基数性と見做せる. これは, 連続体濃度 2^{\aleph_0} が \aleph_2 以下になることや特異基数仮説など, 基数算術に興味深い帰結をもたらし, 公理的集合論で興味を持たれている. 私は \aleph_2 より高濃度のレベルの反映原理 (特に定常集合の反映原理とラドー予想) が基数算術に及ぼす影響について調べた. これらは連続体濃度に上限を与えるが, 2^{\aleph_1} には上限を与えないことや, 特異基数仮説を導かないことを明らかにした. 定常集合の反映原理についてのこの研究成果は下記の発表論文 2 で出版予定である. ラドー予想の研究成果については現在論文を準備中である.

(2) Subcomplete 強制法公理の反映原理への帰結について:

近年様々な強制法公理が定式化されているが, Jensen によって導入された Subcomplete 強制法公理は連続体仮説と矛盾しない強制法公理として注目を集めている. Subcomplete 強制法公理が可算集合からなる定常集合の反映原理を導くかどうか未解決問題となっていたが, 私は Subcomplete 強制法公理が \diamond^+ と矛盾しないことを示し, この未解決問題を否定的に解決した. この研究成果については論文がほぼ完成し, 近日中に投稿予定である.

I studied large cardinal properties of small uncountable cardinals and strong forcing axioms. I obtained the following two results.

(1) Higher analogues of set theoretical reflection principles and cardinal arithmetic:

Reflection principles at \aleph_2 are assertions stating that properties of mathematical objects of cardinality $\geq \aleph_2$ reflects to their sub-objects of cardinality $< \aleph_2$. It is well-known that these principles have interesting consequences on car-

dinal arithmetic, such as $2^{\aleph_0} \leq \aleph_2$ and the Singular Cardinal Hypothesis. I studied consequences of higher analogues of these reflection principles, especially the stationary reflection principle and Rado Conjecture. I could prove that higher analogues gives an upper bound on 2^{\aleph_0} , but they does not give any upper bound on 2^{\aleph_1} and does not imply the Singular Cardinal Hypothesis. The results on higher analogue of the stationary reflection will be published in the Israel Journal of Mathematics, and I am preparing a paper on the results on Rado Conjecture.

(2) Consequences of Sub-complete Forcing Axiom on reflection principles:

Sub-complete Forcing Axiom, introduced by Jensen, is an interesting forcing axiom consistent with the Continuum Hypothesis. It has been an open problem whether Sub-complete Forcing Axiom implies the stationary reflection principle. I answered this question negatively by showing that Sub-complete Forcing Axiom is consistent with \diamond^+ .

B. 発表論文

1. H. Sakai and C. Switzer: “Separating subversions of forcing axioms”, submitted, arXiv:2308.16276.
2. H. Sakai : “Generalized stationary reflection and cardinal arithmetic”, to appear in Israel Journal of Mathematics.
3. S. Fuchino, A. Ottenbreit and H. Sakai : “Strong downward Löwenheim-Skolem theorems for stationary logics III, mixed support iteration”, to appear in the Proceedings of the Asian Logic Conference 2019.
4. S. Fuchino, A. Ottenbreit and H. Sakai : “Strong downward Löwenheim-Skolem theorems for stationary logics II, reflection down to the continuum”, Archive for Mathematical Logic 60 (2021), issue 3–4, 495–523.
5. S. Fuchino, A. Ottenbreit and H. Sakai : “Strong downward Löwenheim-Skolem

theorems for stationary logics I”, Archive for Mathematical Logic 60 (2021), issue 1–2, 17–47.

6. B. Cody and H. Sakai : “The weakly compact reflection principle need not imply a high order of weak compactness”, Archive for Mathematical Logic 59 (2020), issue 1–2, 179–196.
7. S. Cox and H. Sakai : “Martin’s Maximum and the Diagonal Reflection Principle”, RIMS Kokyuroku No. 2141, 29–36, 2020.

C. 口頭発表

1. “線形順序と強制法公理”, Encounter with Mathematics 第 78 回, 中央大学理工学部, 2025 年 1 月.
2. “Higher reflection principles and cardinal arithmetic”, XVII International Luminy Workshop in Set Theory, CIRM Luminy, France, October 9–13, 2023.
3. “Higher reflection principles and cardinal arithmetic”, NUS Workshop on Set Theory, National Unviersity of Singapore, Singapore, July 3–7, 2023.
4. “Extension of subcomplete forcing axiom which implies \diamond^+ ”, Oberwolfach Set Theory Workshop, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany, January 10–14, 2022.
5. “An extension of the Subcomplete Forcing Axiom which implies \diamond^+ ”, RIMS Set Theory Workshop, RIMS, Kyoto University, October 12–15, 2021.
6. “Higher Stationary Reflection and Cardinal Arithmetic”, RIMS Set Theory Workshop, RIMS, Kyoto Univerisity, November 16–20, 2020.

D. 講義

1. 数学基礎論・応用数学 XD：数学基礎論の入門講義. 命題論理と述語論理の基礎からはじめ, 述語論理の完全性定理と算術の不完全性定理の解説をした。(数理大学院・4 年性共通講義)

2. 数理構造論・応用数学 XE：公理的集合論の入門講義。集合論の公理系 ZFC の紹介からはじめ、ZFC のもとで通常の数学が展開できることと、ZFC では連続体仮説の否定が証明できないことを解説した。(数理大学院・4 年性共通講義)
3. 数学講究 XA・数学特別講究：A. Kechris, “Classical Descriptive Set Theory”, Springer, 1995. K. Kunen, “Set Theory, An Introduction to Independence Proofs”, North-Holland, 1980.
4. 学術フロンティア講義 A ターム：「数学における無限と証明可能性」, 連続体仮説と集合論の公理系 ZFC を紹介し、ZFC では連続体仮説の証明も反証もできないことを解説した。(教養学部前期課程講義・3 コマ担当)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 権 英 哲 (KEN Eitetsu): Games with backtracking options corresponding to the ordinal analysis of PA.
2. (修士) 倉橋 広季 (KURAHASHI Koki): 集合の圏の自己関手の分類.
3. (修士) 中浦 鯉太郎 (NAKAURA Koitaro): A construction of indiscernible trees and its applications.

F. 対外研究サービス

1. The Journal of Symbolic Logic のエディタ (2020 年 1 月～)
2. RIMS 共同研究「数理論理学の最近の進展」, 京都大学数理解析研究所, 2024 年 7 月 9 日–12 日のオーガナイザ

佐々田 槇子 (SASADA Makiko)

A. 研究概要

1 次元格子上での部分的排除過程 (partial exclusion processes, PEP) を考える。これは、各格子点に一定数以下の粒子が存在できるという部分的な排除則のもとで、多数の粒子が 1 次元格子上をランダムウォークするモデルである。特に、粒子の飛躍率が粒子が移動する前と後の格子点そ

れぞれに存在する粒子数だけに依存し、さらにそれぞれから定まる何らかの関数の積として与えられる場合を考える。我々の目標は、PEP に対する粒子密度の揺らぎのマクロな挙動を表す、巨視的な確率微分方程式の導出である。特に、系が勾配条件を満たすことと、系の不変測度が積測度として与えられることは技術的に重要である。最初の主結果は、これら二つの条件の関係を明らかにするものであり、飛躍率が上述の単純な形式で与えられ、かつ粒子の時間発展が非対称である場合に、勾配条件と積測度で表される不変測度の存在が同値であることを示した。さらに、格子間隔を 0 に近づけ、同時に拡散時間スケリングで時間変数をスケールし、さらに飛躍率の左右への非対称性も適切なスケールで与えられているという条件のもとで、マクロな粒子分布の揺らぎが確率的バーガーズ方程式 (stochastic Burgers equation, SBE) の定常エネルギー解に収束することを示した。同様の結果は、排除過程 (PEP の特別なケース) やゼロレンジ過程についてはすでに知られており、本結果は SBE の普遍性のギャップを埋めるものである。

We consider partial exclusion processes (PEPs) on the one-dimensional lattice, that is, a system of interacting particles where each particle random walks according to a jump rate satisfying an exclusion rule that allows up to a certain number of particles can exist on each site. Particularly, we assume that the jump rate is given as a product of two functions depending on occupation variables on the original and target sites. Our interest is to study the limiting behavior, especially to derive some macroscopic PDEs by means of (fluctuating) hydrodynamics, of fluctuation fields associated with PEPs, starting from an invariant measure. The so-called gradient condition, meaning that the symmetric part of the instantaneous current is written in a gradient form, and that the invariant measures are given as a product measure is technically crucial. Our first main result is to clarify the relationship between these two conditions, and we show that the gradient con-

dition and the existence of product invariant measures are mutually equivalent, provided the jump rate is given in the above simple form, as it is imposed in most of the literature, and the dynamics is asymmetric. Moreover, when the width of the lattice tends to zero and the process is accelerated in diffusive time-scaling, we show that the family of fluctuation fields converges to the stationary energy solution of the stochastic Burgers equation (SBE), under the setting that the jump rate to the right neighboring site is a bit larger than the one to the left side, of which discrepancy is given as square root of the width of the underlying lattice. This fills the gap at the level of universality of SBE since it has been proved for the exclusion process (a special case of PEP) and for the zero-range process.

B. 発表論文

1. O. Blondel, C. Erignoux, M. Sasada and M. Simon : “Hydrodynamic limit for a facilitated exclusion process” , Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist., 56-1 (2020), 667–714.
2. D. A. Croydon, M. Sasada : “Discrete integrable systems and Pitman’s transformation” , Advanced Studies in Pure Mathematics 87 381–402 (2021).
3. D. A. Croydon, M. Sasada : “Generalized hydrodynamic limit for the box-ball system” , Comm. Math. Phys., 383(1) 427–463 (2021).
4. D. A. Croydon, M. Sasada: “On the Stationary Solutions of Random Polymer Models and Their Zero-Temperature Limits” , J. Stat. Phys. 188(3) (2022).
5. D. A. Croydon, M. Sasada, S. Tsujimoto: “Bi-infinite Solutions for KdV- and Toda-Type Discrete Integrable Systems Based on Path Encodings” , Mathematical Physics, Analysis and Geometry 25(4) (2022).
6. D. A. Croydon, T. Kato, M. Sasada and S. Tsujimoto : “Dynamics of the box-ball

system with random initial conditions via Pitman’s transformation” , Mem. Amer. Math. Soc. 283(1398) (2023).

7. H. Suda, M. Mucciconi, T. Sasamoto and M. Sasada : “Relationships between two linearizations of the box-ball system : Kerov-Kirillov-Reschetikhin bijection and slot configuration” , Forum of Mathematics, Sigma (2024)
8. M. Sasada and R. Uozumi : “Yang-Baxter maps and independence preserving property” , Electron. J. Probab. 29 1-21 (2024)
9. Kenichi Bannai, Yukio Kametani, Makiko Sasada : “Topological structures of large-scale interacting systems via uniform functions and forms” , Forum of Mathematics, Sigma (2024)
10. Patricia Goncalves, Kohei Hayashi, Makiko Sasada : “Characterization of Gradient Condition for Asymmetric Partial Exclusion Processes and Their Scaling Limits” , ALEA, Lat. Am. J. Probab. Math. Stat. 22, 331-356 (2025)

C. 口頭発表

1. Probabilistic approaches to discrete integrable systems, 43rd Conference on Stochastic Processes and their Applications, Portugal, 2023年7月
2. Hydrodynamic limit equations derived from microscopic interacting particle systems, ICIAM Minisymposium “Nonlinear PDEs & Probability, 早稲田大学, 2023年8月
3. Independence preserving property and integrable systems, Stochastic Processes and Related Fields, 京都大学, 2023年9月
4. 離散可積分系への確率論的アプローチ, 日本数学会秋季総合分科会 無限可積分系特別セッション 特別講演 , 東北大学, 2023年9月
5. 急速に変化する現代社会における、数学教

育の現在と未来を考える, 第 73 回数学教育
高大連絡協議会, 学習院大学, 2024 年 5
月

6. Macroscopic scaling limits of the box ball system, YITP-RIKEN iTHEMS International Molecule-type Workshop 2024, 京都大学, 2024 年 6 月
7. Probabilistic aspects of the box-ball system, Junior Female Researchers in Probability, Germany, 2024 年 7 月
8. Characterization of gradient condition for asymmetric partial exclusion processes and their scaling limits, 2024 Open German-Japanese Conference on Stochastic Analysis and Applications, 北海道大学, 2024 年 9 月
9. Scaling limits for interacting particle systems on crystal lattices, Workshop on Probability and Mathematical Physics in Gimhae 2024, South Korea, 2024 年 12 月
10. Probabilistic approach to discrete integrable systems, iTHEMS 数学セミナー, 理化学研究所, 2025 年 1 月

D. 講義

1. 数理科学基礎: 数理科学の基礎的内容を扱う。微分積分を担当した。(教養学部前期課程講義)
2. 微分積分学 1: 解析学の基本的な考え方や方法を学ぶ。一変数及び多変数の微分を扱った。(教養学部前期課程講義)
3. 微分積分学 2: 微分積分学 1 に続き, 一変数及び多変数の積分, 無限級数と広義積分を扱った。(教養学部前期課程講義)
4. 確率過程論・確率統計学 III: 確率過程の特に重要なクラスであるマルチンゲールについて講義した。(数理大学院・4 年生共通講義)
5. 解析学 XA・数物先端科学 V: 講義題目は「マルコフ連鎖と流体力学極限の離散幾何学的アプローチ」である。流体力学極限は, 大自由度を持つ確率過程から, 少数のマクロパラメータに関する決定論的な偏微分方程式を導出する数学的に厳密な手法で

あり, 30 年以上にわたって広く研究されてきた。その間に様々な発展があり, モデルの詳細によらない証明手法が発展してきたが, 非勾配型とよばれる広いクラスのモデルに対しては, 既存の証明の背景にある数学的な構造のより深い理解と, より普遍的な理論の整備が望まれている。本講義では, まず連続時間マルコフ連鎖の基本的な事項について解説した。その後, 流体力学極限の定式化, および, 普遍的な理論構築のために近年講義担当者らにより導入された, 離散幾何学的なアプローチについて紹介した。(数理大学院・4 年生共通講義)

6. 数理科学セミナー III: 「ヒルベルト空間と量子力学」を輪読するセミナーを行った。(教養学部基礎科学科講義)
7. 「離散可積分系と確率論の関わり」千葉大学集中講義, 2025 年 1 月 (集中講義)

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 学術委員会委員
2. 理化学研究所 AIP センター客員研究員
3. 理化学研究所 数理創造プログラム数理物理ワーキンググループ 世話人
4. 数学オリンピック財団 評議員
5. Probability Theory and Related Fields, Associate Editor
6. Annales de l'Institut Henri Poincaré, Probabilités et Statistiques, Associate Editor
7. International Mathematical Union Committee for Women in Mathematics, Ambassador
8. 東京確率論セミナー 幹事
9. 京都大学数理解析研究所 運営委員会委員
10. 日本学術会議 連携会員
11. 21st International Congress of Mathematical Physics "Nonequilibrium Statistical Mechanics" session 世話人
12. 研究集会 "Recent developments in Kardar-Parisi-Zhang universality" 世話人
13. 研究集会 22st international symposium "Stochastic Analysis on Large Scale In-

teracting Systems" 世話人

G. 受賞

1. 2021年11月 国立研究開発法人 科学技術振興機構 輝く女性研究者賞 (ジュン アシダ賞)
2. 2022年1月 藤原洋数理科学賞奨励賞
3. 2023年12月 現象数理学三村賞奨励賞
4. 2024年9月 Women In Tech 30, Forbes Japan
5. 2024年12月 ナイスステップな研究者 2024, ミクロとマクロの世界をつなぐ数学-非平衡統計力学の一般的な理解を目指して-, 文部科学省科学技術・学術政策研究所

H. 海外からのビジター

1. Chiara Franceschini (University of Modena) Sep. 30-Oct.19, 2024, Chiara Franceschini gave a lecture at the joint seminar of the Tokyo Probability Seminar and the Infinite Analysis Seminar Tokyo on October 10. The title of her talk was "Harmonic models out of equilibrium: duality relations and invariant measure." Her talk focused on zero-range interacting systems of harmonic type. She introduced a family of models on a 1D lattice that describe energy redistribution or particle jumps between neighboring sites. These models belong to the same macroscopic class as the KMP model. She discussed their algebraic structure, duality relations, and how to explicitly characterize the invariant measure out of equilibrium, which is generally difficult. This allows for computing formulas predicted by macroscopic fluctuation theory. During her stay, she worked on the hydrodynamic limit of KPM model and its generalizations with Patricia Goncalves, Kohei Hayashi and myself.
2. Patricia Goncalves (Mathematics Department Instituto Superior Técnico) Sep. 30-Oct.11, 2024, Patricia Goncalves

gave a lecture at the joint seminar of the Tokyo Probability Seminar and the Tuesday Seminar of Analysis on October 1. The title of her talk was "Hydrodynamics, fluctuations, and universality of exclusion processes." Her talk covered interacting particle systems, focusing on the exclusion process, where particles move in a discrete space with one particle per site. The goal is to derive macroscopic equations from the microscopic dynamics. She also discussed equilibrium fluctuations and the two-species exclusion process, where the total number of each of the two types of particles is conserved. It was shown that certain combinations of conserved quantities evolve autonomously, enhancing understanding of the system's universal behavior. During her stay, she worked on the hydrodynamic limit of KPM model and its generalizations with Chiara Franceschini, Kohei Hayashi and myself.

3. Stefano Olla (Université Paris Dauphine) Oct. 18-Nov.30, 2024, Stefano Olla gave a talk at 22st international symposium "Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems" on November 18. The title of his talk was "On the large deviations for simple exclusion processes." In the talk, he reviewed old and new results and open problems about the large deviations from the hydrodynamic limits for exclusion processes. During his stay, he worked on the scaling limits of the box-ball system with Hayate Suda and myself.
4. Eric O. Endo (Practice in Mathematics at NYU Shanghai) Nov. 14-Nov.21, 2024, Eric O. Endo gave a talk at 22st international symposium "Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems" on November 19. The title of his talk

was "Contour methods for ferromagnetic long-range Ising model." He examines the phase transition of the ferromagnetic Ising model on a d -dimensional lattice with long-range interactions. Using the Peierls argument and contours, the study extends previous work on phase transitions and defines contours for the d -dimensional model. Additionally, the model with non-homogeneous external fields is analyzed, providing conditions on model parameters for a phase transition at low temperatures.

5. Seonwoo Kim (June E Huh Center for Mathematical Challenges) Nov. 17–Nov.21, 2024, Seonwoo Kim gave a talk at 22st international symposium "Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems" on November 19. The title of his talk was "Metastable hierarchy in abstract low-temperature lattice." He talked on the phenomenon of metastability, and especially its hierarchical decomposition. In particular, he reviewed this phenomenon in the setting of abstract lattice models at low temperatures and also talked about a few examples which include Glauber and Kawasaki dynamics for Ising/Potts models.

志甫 淳 (SHIHO Atsushi)

A. 研究概要

(1) 標数 $p > 0$ の完全体 k 上の \mathbb{Q} モジュラス対とは k 上の代数的スキーム X と X 上の \mathbb{Q} 係数有効 Cartier 因子 D_X の組 (X, D_X) で $X - |D_X|$ がなめらかなものである。 \mathbb{Q} モジュラス対は適当な代数的サイクルを射とすることにより圏 $\underline{\text{MCor}}^{\mathbb{Q}}$ をなし、これは Voevodsky がモチーフの圏 DM^{eff} を構成する際に用いた圏 Cor のモジュラス付き版である。 Chatzistamatiou–Rülling により、Hodge–Witt 層 $W_n\Omega^i$ は Cor 上の Nisnevich 層をなすことが知られているが、

Hodge–Witt 層は \mathbb{A}^1 不変性を持たないため、これを DM^{eff} で考えてもよい対象にはならない。今年度の研究において、 $\underline{\text{MCor}}^{\mathbb{Q}}$ 上の Nisnevich 層であるようなモジュラス付き Hodge–Witt 層 $\underline{\text{MW}}_n\Omega^i$ で、コホモロジー的 cube 不変性およびコホモロジー的爆発不変性を持つものを構成した。この結果は $n = 1$ のときは Kelly–宮崎および小泉、 $i = 0$ のときは小泉により知られているが、我々の構成は彼らの構成と整合的である。この結果により、適当な特異点解消の仮定の下で、 $\underline{\text{MW}}_n\Omega^i$ を Kahn–宮崎–齋藤秀司–山崎が定義したモジュラス付きモチーフの圏 $\underline{\text{MDM}}^{\text{eff}}$ で考えたときにより対象となることがわかる。

- (2) 標数 $p > 0$ の完全体 k 上の固有やなめらかであるとは限らない代数多様体に対して良い p 進コホモロジーを構成する研究を引き続き行った。今年度は、1 次コホモロジーが代数多様体から定まる 1 モチーフの Dieudonné 加群と同型になることを証明した。これは $p \geq 3$ のときは Andreatta–Barbieri–Viale により示されていたが、我々の証明は彼らのものとは異なり、また $p = 2$ のときにも通用する。我々は以前にこの問題を k が有限体であると仮定して考えていたが、その仮定も不要となった。この研究についての論文を改訂して投稿した。(Veronika Ertl 氏, Johannes Sprang 氏との共同研究)
- (3) 以前構成した相対的対数的クリスタルコホモロジーの重み篩の研究を相対的対数的束束コホモロジーを用いて捉えなおした論文を改訂中である。(中島幸喜氏との共同研究) また、単純正規交差対数多様体の族に対しても対数的クリスタリンサイト上に重み篩を構成する研究を行っている。

(1) A \mathbb{Q} -modulus pair over a perfect field k of characteristic $p > 0$ is a pair (X, D_X) of an algebraic scheme X over k and an effective Cartier divisor with \mathbb{Q} -coefficient D_X such that $X - |D_X|$ is smooth. \mathbb{Q} -modulus pairs form a category $\underline{\text{MCor}}^{\mathbb{Q}}$ by defining the notion of morphisms as certain algebraic cycles. It is a version with modulus of the category Cor used by Voevodsky to define the category of motives DM^{eff} . It is known by Chatzistamatiou–Rülling that the Hodge–Witt sheaf $W_n\Omega^i$ is a

Nisnevich sheaf on Cor . However, since the Hodge–Witt sheaf does not have \mathbb{A}^1 -invariance, it does not define a good object when we consider it in DM^{eff} . In our study in this academic year, we constructed the Hodge–Witt sheaf with modulus $\underline{MW}_n\Omega^i$ which is a Nisnevich sheaf on $\underline{\text{MCor}}^{\mathbb{Q}}$ and which has cohomological cube invariance and cohomological blow-up invariance. This result is known by Kelly–Miyazaki and Koizumi when $n = 1$ and by Koizumi when $i = 0$, and our construction is compatible with theirs. This result implies that, under suitable assumption on resolution of singularities, it defines a good object when we consider it in the category of motives with modulus $\underline{\text{MDM}}^{\text{eff}}$ defined by Kahn–Miyazaki–Shuji Saito–Yamazaki,

(2) We continued the study of constructing a good p -adic cohomology theory for algebraic varieties over a perfect field k of characteristic $p > 0$ which are not necessarily proper nor smooth. In this academic year, we proved that the first cohomology is isomorphic to the Dieudonné module of the 1-motive defined by the given algebraic variety. This was proven by Andreatta–Barbieri-Viale for $p \geq 3$, but our proof is different and works even when $p = 2$. We considered this problem previously under the assumption that k is finite, but now this assumption is not necessary any more. We revised the article on this study and submitted it. (Joint work with Veronika Ertl and Johannes Sprang.)

(3) We are under revision of the article in which we reinterpreted the weight filtration on relative log crystalline cohomology constructed before by relative log convergent cohomology. (Joint work with Yuki Yoshi Nakajima.) Also, we studied the construction of the weight filtration on log crystalline site for families of simple normal crossing log varieties.

B. 発表論文

1. A. Shiho: “Blow-up invariance for Hodge–Witt sheaves with modulus”,

arXiv:2405.07849. (22 pages)

2. Y. Nakajima and A. Shiho: “Weight-filtered convergent complex”, arXiv:2210.01599. (84 pages)
3. V. Ertl, A. Shiho and J. Sprang: “Integral p -adic cohomology theories for open and singular varieties”, arXiv:2105.11009v3. (73 pages)
4. B. Chiarellotto, V. Di Proietto and A. Shiho: “Comparison of relatively unipotent log de Rham fundamental groups”, *Mem. Amer. Math. Soc.* **288** (2023), no. 1430, v+111 pp.
5. V. Ertl and A. Shiho: “On infiniteness of integral overconvergent de Rham–Witt cohomology modulo torsion”, *Tohoku Math. J.* **72**(2020), 395–410.

C. 口頭発表

1. Blow-up invariance for Hodge–Witt sheaves with modulus, 2025 Lyon-Tokyo conference in Number Theory and Arithmetic Geometry, ENS de Lyon(フランス), 2025年3月24日.
2. Weight filtration on log crystalline sites, 数論幾何学とその周辺 – 中島幸喜先生還暦記念研究集会, 東京電機大学, 2024年5月28日.
3. Weight filtration on log crystalline site, Arithmetic Geometry – A Conference in Honor of Hélène Esnault on the Occasion of Her 70th Birthday, IHES(フランス), 2024年4月26日.
4. Chern classes of (non locally free) crystals, p -adic cohomology and arithmetic geometry 2022, 東北大学, 2022年11月9日.
5. 整 p 進コホモロジー理論について, 談話会, 京都大学理学部数学教室 (オンライン), 2021年10月27日.

D. 講義

1. 数学 I: 文科の学生向けに, 1 変数関数の微分・積分について講義した. (教養学部前期課程講義)

2. 数学 II：文科の学生向けに，行列の基本的性質，連立一次方程式，行列式について講義した。(教養学部前期課程講義)
3. 数理解代数概論 I・代数学 XB：代数的整数論の講義. Dedekind 環のイデアル論，付値論の基礎，素イデアルの分岐，類数の有限性，Dirichlet の単数定理，アデールとイデール，Dedekind ゼータ関数について講義した。(数理大学院・4 年生共通講義)
4. 数物先端科学 V・数学統論 XA：クリスタリンコホモロジーの定義，性質，応用について講義した. PD 構造の定義から始め，サイト・トポスの基礎理論，クリスタリンサイトとその上のクリスタルの定義，クリスタル Poincaré の補題，クリスタリンコホモロジーの基底変換定理と有限性，base の p 進化，アイソクリスタルのコホモロジーの有限性 (Morrow, Di Proietto–Tonini–Zhang), エタール基本群とクリスタル基本群に関する de Jong 予想とそれに対する部分的結果 (阿部–Esnault, Esnault–志甫) について説明した。(数理大学院・4 年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 王 沛鐸 (WANG Peiduo): On generalized Fuchs theorem over relative p -adic polyannuli.
2. (修士) リュウ ゲンミン (LIU Yuanmin): p -adic weight spectral sequences of strictly semi-stable schemes over formal power series rings via arithmetic D -modules.
3. (修士) 渡邊 敬人 (WATANABE Takato): On p -adic Galois representations of monomial fields and p -adic differential modules on fake annuli.

F. 対外研究サービス

1. Journal of the Mathematical Society of Japan 編集委員
2. 研究集会「代数的整数論とその周辺」運営委員会委員
3. 研究集会「数論幾何学とその周辺 – 中島幸喜先生還暦記念研究集会」オーガナイザー

4. 研究集会「 p -adic cohomology and arithmetic geometry – A conference on the occasion of Nobuo Tsuzuki’s 60th birthday」オーガナイザー

H. 海外からのビジター

1. Daniel CARO (Université de Caen): He studies the theory of arithmetic D -modules, which is a p -adic cohomology theory defined by Berthelot admitting six functor formalism. He gave a talk ‘Introduction to arithmetic D -modules’ on October 2 at FJ-LMI Seminar. Also, he gave a talk ‘Arithmetic D -modules associated with overconvergent isocrystals’ on October 24 in the conference ‘ p -adic cohomology and arithmetic geometry – A conference on the occasion of Nobuo Tsuzuki’s 60th birthday’ at Tohoku University.
2. Veronika ERTL (IMPAN): She studies p -adic arithmetic geometry. She studied rigid analytic formulation of Hyodo-Kato theory with Kazuki Yamada, relations among conjectures on L -functions for varieties over function fields with Timo Keller and Yanshuai Qin, integral p -adic cohomology theory for open and singular varieties with Atsushi Shiho and Johannes Sprang, v -Picard group of p -adic Stein spaces with Sally Gilles and Wiesława Nizioł, and Berthelot’s conjecture on relative rigid cohomology via homotopy theory with Alberto Vezzani. She gave a talk ‘The v -Picard group of Stein spaces’ on October 21 in the conference ‘ p -adic cohomology and arithmetic geometry – A conference on the occasion of Nobuo Tsuzuki’s 60th birthday’ at Tohoku University, and a talk ‘Conjectures on L -functions for varieties over function fields and their relations’ in the conference ‘Hokuriku Number Theory Workshop 2024’ at Kanazawa University.

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。Paolo Cascini (インペリアル・カレッジ), 河上龍郎 (京都大学) との共同研究において、3次元非特異多様体で反標準因子がネフである場合に、Schwede-Smith の予想を肯定的に解決した。本プロジェクトは 2018 年に Cascini との共同研究として始まったが、当時の証明は Bauer-Peternell による反標準因子がネフな 3次元非特異有理連結多様体の分類に依存しており、Bauer-Peternell の議論にギャップがあったため、数年間お蔵入りの状態であった。今年度、河上を共同研究者に加え、分類を直接的には用いない証明へと改良することで、プレプリント (発表論文 [1]) が完成した。

A variety of globally F -regular type is a projective variety defined over an algebraically closed field of characteristic 0 whose reduction to characteristic p is globally F -regular for almost all p . Karl Schwede and Karen Smith conjectured that varieties of globally F -regular type are log Fano. In joint work with Paolo Cascini (Imperial College) and Tatsuro Kawakami (Kyoto University), we give an affirmative answer to their conjecture in the case of three-dimensional smooth varieties with nef anti-canonical divisor. This project began as a collaboration with Cascini in 2018. At that time, our proof relied on the classification of three-dimensional smooth rationally connected varieties with nef anti-canonical divisors by Bauer-Peternell. However, due to a serious gap in their argument, the project remained dormant for several years. This year, with Kawakami joining us as a collaborator, we refined the proof to avoid direct reliance on the classification. As a result, we completed the preprint [1].

B. 発表論文

1. P. Cascini, T. Kawakami and S. Takagi : “Threefolds of globally F -regular type with nef anti-canonical divisor”, arXiv:2410.03871.
2. S. Takagi and T. Yamaguchi : “On the behavior of adjoint ideals under pure morphisms”, arXiv:2312.17537.
3. K. Sato and S. Takagi : “Deformations of log terminal and semi log canonical singularities”, Forum Math. Sigma **11** (2023), E35.
4. K. Sato and S. Takagi : “Arithmetic and geometric deformations of F -pure and F -regular singularities”, arXiv:2103.03721, to appear in Amer. J. Math.
5. K. Sato and S. Takagi : “Weak Akizuki-Nakano vanishing theorem for globally F -split 3-folds”, manuscripta math. (2024).
6. S. Takagi : “Finitistic test ideals on numerically \mathbb{Q} -Gorenstein varieties”, J. Algebra **571** (2021), 266–279.
7. K. Sato and S. Takagi : “General hyperplane sections of threefolds in positive characteristic”, J. Inst. Math. Jussieu. **19** (2020), no. 2, 647–661.

C. 口頭発表

1. Threefolds of globally F -regular type with nef anti-canonical divisor, 可換環論と射影代数幾何学 2024 熊本, 熊本大学, 2024 年 12 月.
2. Some limitations of reduction mod p methods, COMA Special Topic, SLMATH, 2024 年 5 月.

D. 講義

1. 数理学概論 II (文科学部) : 線型空間の基礎, 正方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)
2. 線型代数学 II : 行列式, 計量線型空間, 正方行列の対角化とその応用, 2 次形式について講義した. (教養学部前期課程講義)
3. 線型代数学演習 : 「線型代数学 II」に関する

る演習を行った。

4. 数学続論 XB・応用代数学：代数幾何の基礎 (Hartshorne 著 “Algebraic Geometry” の第 2, 3 章程度) を仮定して, 標数 0 の代数閉体上で定義された代数多様体の特異点論を概説した. 正規多様体上の因子の理論 (Weil 因子と因子層の対応) から始め, 古典的特異点 (有理特異点), 極小モデル理論に現れる特異点 (対数端末特異点, 対数標準特異点) の基本的性質を解説した. 最後に, 乗数イデアル層の制限定理の応用として, 対数標準特異点の逆同伴を証明した.
5. 数学特殊講義 A・数学特別講義 A・数学最先端特別講義 M (代数系): 大域的 F 正則多様体の幾何学的性質を概説した. (集中講義・東京工業大学・2024 年 7 月 29 日～8 月 2 日)

F. 対外研究サービス

1. Algebra & Number Theory 編集委員.
2. Journal of the Korean Mathematical Society 編集委員 (~1 月 31 日).
3. 日本数学会代数学分科会 運営委員.
4. 岩波書店「数学叢書」編集顧問.
5. 東京可換環論セミナー 世話人.

H. 海外からのビジター

Mircea Mustață, 特任教員, 数理科学特別講義 IX を担当した.

高山 茂晴 (TAKAYAMA Shigeharu)

A. 研究概要

$f: X \rightarrow Y$ を代数多様体間の射とし, F をその一般ファイバーとする. F の (対数的) 幾何種数が 1 のとき, X の標準束と Y のそれとを関係付ける標準束公式とよばれるものがある. オリジナルは 1960 年代の楕円曲面論における小平による標準束公式である. 1990 年代後半に代数多様体の極小モデル理論の観点から, その現代的な高次元版が川又により定式化された. それは標準束の順像層の正值性, ホッジ構造の変動の理論に基づいて, ファイバー空間の研究における一つの基本定理と言える. それに関して数年前に複素幾何の立場からの研究を行った (Amer. J. Math. 2022 年

に出版). 今年度は権業氏 (東大数理) と共同で標準束公式のさらなる一般化の研究を行った. X の対数的標準束にさらに特異点が緩やかな特異エルミート直線束 (M, h) をテンソルし, その順像層に入る標準 L^2 計量の正值性と特異性の研究を行った. 特に標準 L^2 計量の特異性は十分に穏やかであることを示した. これにより鍵となる川又正值性定理の一般化を示した. 証明にはファイバー毎のベルグマン核の変動, 標準 L^2 計量の特異点の解析などを用いた. 代数幾何への応用として, 一般化 klt (川又対数的端末) 対 $(X, B + M)$ に対し, $K_X + B + M$ 型の対数的標準環が有限生成になることを示した. 一般化 lc (対数的標準) 対にまで対象を広げると対数的標準環は有限生成とは限らないことが知られている (権業 2012). 論文としてまとめ arXiv に挙げ, 学術雑誌に投稿した.

Let $f: X \rightarrow Y$ be a morphism between algebraic varieties, and let F denote its general fiber. When the (logarithmic) geometric genus of F is 1, there is a formula called the canonical bundle formula that relates the canonical bundles of X and Y . The original formula is the one by Kodaira from the 1960s in his amazing elliptic surface theory. In the late 1990s, a modern, higher-dimensional version of this formula was formulated by Kawamata from the viewpoint of minimal model theory of algebraic varieties. This formula is based on the positivity of the direct image sheaves of the canonical bundles and the theory of variation of Hodge structures, and can be considered as a fundamental theorem in the study of fiber spaces. A few years ago, I conducted research from the perspective of complex geometry on this topic. This year, I collaborated with Yoshinori Gongyo (University of Tokyo) on further generalizing the canonical bundle formula. We studied the tensor product of the logarithmic canonical bundle of X with a singular Hermitian line bundle (M, h) with mild singularities, and investigated the positivity and singularities of the canonical L^2 -metric that appears in the direct image sheaves. In particular, we

showed that the singularities of the canonical L^2 -metric are sufficiently mild. This result generalized the key Kawamata positivity theorem. The proof involves analyzing the variation of fiberwise Bergman kernels and the singularities of the canonical L^2 -metric. As an application to algebraic geometry, we showed that for a generalized klt (Kawamata log-terminal) pair $(X, B + M)$, the logarithmic canonical ring of the form $K_X + B + M$ is finitely generated. However, it is known that the canonical ring of generalized lc (log-canonical) pairs are not finitely generated in general (Gongyo, 2012). The results were summarized in a paper, which has been uploaded to arXiv and submitted to a scientific journal.

B. 発表論文

1. S. Takayama: “Limits of L^p -space structures on pluricanonical systems”, Pure Appl. Math. Q. **21** (2025) 1349–1391.
2. K. Hirachi, T. Ohsawa, S. Takayama, J. Kamimoto eds., “The Bergman Kernel and Related Topics”: Hayama Symposium on SCV XXIII, Kanagawa, Japan, July 2022. Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. 2024.
3. S. Takayama: “Singular Griffiths semi-positivity of higher direct images”, Math. Ann. **388** (2024) 4343–4353.
4. S. Takayama: “Singularities of L^2 -metric in the canonical bundle formula”, Amer. J. Math. **144** (2022) 1725–1743.
5. S. Takayama: “Mumford goodness of canonical L^2 -metrics on direct image sheaves over a curve”, Adv. Math. **405** (2022), Paper No. 108485, 22 pp.
6. S. Takayama: “Asymptotic expansions of fiber integrals over higher-dimensional bases”, J. reine angew. Math., **773** (2021), 67–128.

C. 口頭発表

1. Limits of L^p -space structures on pluricanonical systems. An Alpine meeting

on nonpositive curvature in Kähler geometry. フランス (オッソワ), 2023 年 6 月.

2. 多重標準線形系の L^p 構造の極限について, 第 28 回複素幾何シンポジウム, 金沢県政記念 しいのき迎賓館, 2022 年 11 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎：高校で学んだ数学から大学で学ぶ数学への橋渡しとなる講義を行った。(教養学部前期課程講義)
2. 微分積分学：数理科学基礎に引き続き, 高校で学習した微分・積分を発展させた解析学の基本的な考え方と方法について講義した。(教養学部前期課程講義)
3. 複素解析学：複素関数論の古典的な内容, 正則性, コーシーの積分定理, 留数定理などについて講義した。(教養学部後期課程講義)
4. 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 年生向け講義)
5. 数学講究 XB: 複素代数幾何学入門 – 標準束の複素幾何学 –. 複数の教員によるオムニバス講義。(理学部 4 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) スウ ユウハン (ZOU Yongpan): Studies on positivity of direct image sheaves of adjoint bundles and cohomology vanishing theorems.

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会解析学賞委員会委員長, 2024 年度.
2. (Organizer) 第 25 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), 2024 年 7 月.
3. (Organizer) One day workshop on complex and algebraic geometry, (於 東大数理), 2024 年 7 月.
4. (Organizer) 第 30 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), 2024 年 11 月.

5. (Editor) Forum Mathematicum.

H. 海外からのビジター

1. Sai-Kee Yeung (Perdue Univ., USA), 2024年7月, 12月, Some directions in the study of Torelli map and rigidity. 解析的なモジュライ理論について共同研究を行った.

辻 雄 (TSUJI Takeshi)

A. 研究概要

p 進 Hodge 理論および p 進コホモロジー論について研究している。2023年度に相対版, 絶対版両方において, 関連するスキームが1の原始 p 乗根を含むという仮定のもとに, prismatic クリスタルとそのコホモロジーの数論的 q 接続による局所的記述を得ていた。2024年度はこの1の p 乗根に関する仮定をはずすことに成功した。これにより prismatic クリスタルとそのコホモロジーの q 接続を用いた局所的記述に関する研究が一段落した。この記述と他のコホモロジー論への特殊化との関係を明らかにすることも重要である。1の p 乗根を含む場合に de Rham 特殊化とその Hodge filtration や Hodge-Tate 特殊化の Higgs 場を用いた記述の数論的 q 接続を用いた解釈を与えた。Ahmed Abbes 氏および Michel Gros 氏と, p 進 Simpson 対応について, 第一無限小変形への射の大域的持ち上げの存在を仮定しない関手性の研究を行なっている。2024年度は Higgs-Tate 代数を用いた Higgs 加群の捻りについて, スペクトル多様体上の torsor を用いた捻りなど他のアプローチとの関係も明らかにしつつ基礎理論を完成させた。また Higgs 束の捻られた高次順像を一般化表現の高次順像と結びつけるための基底変換定理を研究した。Higgs-Tate 代数の属する ind 加群の圏では導来逆像や完全複体の理論が構築されていない問題を, ind 加群の圏で接続層を扱う枠組みを構築することにより解決した。

Takeshi Tsuji is working on p -adic Hodge theory and p -adic cohomology. In the last academic year 2023, he had obtained local descriptions of prismatic crystals and their coho-

mology in terms of arithmetic q -connections in both relative and absolute cases when the relevant schemes contain a primitive p th root of unity. He succeeded in removing the assumption concerning a primitive p th root, which completed his first aim on local descriptions of prismatic crystals and their cohomology. It is important to clarify the relation of this description with specializations to other cohomology theories. Concerning this question, he gave some interpretations of the de Rham specialization and its Hodge filtration, and of the description of the Hodge-Tate specialization by Higgs modules in terms of arithmetic q -connections. Takeshi Tsuji has been studying, with Ahmed Abbes and Michel Gros, functoriality of p -adic Simpson correspondence without assuming the existence of a global lifting of a morphism to the first infinitesimal deformations. In the academic year 2024, they established a foundation on twisting Higgs modules via Higgs-Tate algebras clarifying the relation to other approaches such as twisting via torsors on spectral varieties. They also studied a base change theorem which would allow us to compare the twisted higher direct image of a Higgs bundle with that of the corresponding generalized representation. The main difficulty arises from the lack of theories of derived inverse images and perfect complexes for the categories of ind-modules, to which Hodge-Tate algebras belong. They overcame it by constructing a suitable framework dealing with coherent sheaves in the category of ind-modules.

B. 発表論文

1. T. Tsuji, Prismatic crystals and q -Higgs fields, arXiv:2403.11676v1
2. M. Morrow, T. Tsuji, Generalised representations as q -connections in integral p -adic Hodge theory, arXiv:2010.04059, accepted in Astérisque.
3. T. Tsuji, *Crystalline \mathbb{Z}_p -representations and A_{inf} -representations with Frobenius*, the proceedings of Simons symposium:

p -adic Hodge theory 2017, Springer 2020, 161–319.

C. 口頭発表

1. Twisting Higgs modules and applications to the p -adic Simpson correspondence, Arithmetic Geometry in Shenzhen, SUSTech, China, 2024 年 12 月
2. Prismatic crystals and q -Higgs modules in the non- q -crystalline case, p -adic cohomology and arithmetic geometry, 東北大学, 2024 年 10 月
3. q -Higgs modules and the Nygaard filtration, Arithmetic Geometry - A Day in Honor of Michel Gros, IHES, France, 2024 年 10 月
4. Prismatic crystals and q -Higgs modules in the non- q -crystalline case, Arithmetic Geometry, Algebraic Geometry and Analytic Geometry, 東京大学, 2024 年 7 月
5. q -Higgs modules and the Nygaard filtration, 数論幾何学とその周辺, 東京電機大学, 2024 年 5 月
6. Prismatic crystals, q -Higgs modules, and their cohomology, Workshop on p -adic Arithmetic Geometry (Spring), Institute for Advanced Study, USA, 2024 年 3 月
7. p 進 Hodge 理論の進展, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2023 年 12 月
8. Prismatic cohomology and q -Dolbeault complex, p -adic cohomology and arithmetic geometry 2022, 東北大学, 2022 年 11 月
9. Generalized Coleman power series and Iwasawa cohomology for Lubin-Tate extensions, Around p -adic cohomologies, Padova, Italy, 2022 年 9 月
10. Prismatic cohomology and A_{inf} -cohomology with coefficients, Franco-Asian Summer School on Arithmetic Geometry, Luminy, France, 2022 年 5 月
11. Integral cohomologies in the p -adic Simpson correspondence, Arithmetic Geome-

try - Takeshi 60, 東京大学, 2021 年 9 月

D. 講義

1. 数理科学基礎. 微分積分学・線形代数学についての導入的講義. 微積を担当. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類, S1)
2. 数理科学基礎演習. 数理科学基礎の演習. 微積・線形代数を担当. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類, S1)
3. 微分積分学 1. 微分積分学の講義. テイラーの定理, テイラー展開, 多変数関数の微分などを扱った. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類, S2)
4. 数学基礎理論演習. 微分積分学 1・線型代数学 1 の演習. 微積・線形代数を担当. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類, S2)
5. 微分積分学 2. 微分積分学の講義. 多変数関数の極値 (ヘッセ行列), 重積分, 無限級数, 広義積分などを扱った. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類, A)
6. 微分積分学演習. 微分積分学 2 の演習. (教養学部前期課程講義, 理科 1 類, A)
7. 代数学 III. 体の基礎理論の講義. 有限次拡大, 代数拡大, 分離拡大等の体の拡大に関する基礎, ガロアの基本定理, クンマー理論, 方程式の可解性などを扱った. (理学部数学科 3 年生, A)

F. 対外研究サービス

1. Journal of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, エディター
2. Journal de Théorie des Nombres de Bordeaux, エディター
3. 2025 Lyon-Tokyo conference in Number Theory and Arithmetic Geometry (March 24–28, 2025), ÉNS de Lyon, France, オーガナイザー

H. 海外からのビジター

Ahmed Abbes (IHES, CNRS, France)

JSPS 外国人招へい研究者 (短期)

2024 年 4 月 1 日～2024 年 5 月 30 日

He and the host Takeshi Tsuji worked on the ongoing joint project with Michel Gros on functoriality of the p -adic Simpson correspondence.

During the two months visit, the most significant progress was achieved in the construction and understanding of the twisting of Higgs bundles, the key new ingredient of the project. He gave three lectures entitled “Functoriality of the p -adic Simpson correspondence by proper push forward” about his preceding results with Gros and key ideas for the ongoing project, at Number theory seminar in the University of Tokyo, Number theory seminar in Kyoto University, and Algebra seminar in Tohoku University.

平地 健吾 (HIRACHI Kengo)

A. 研究概要

複素ユークリッド空間内の球面の CR 構造の変形の変形モジュライ空間について研究を進めている。この研究では、倉西 CR 変形複体の解析が必要となるが、この複体は楕円型ではないため、解析にはバイゼンベルグ解析を用いた準楕円型作用素の理論が不可欠である。また、この複体には 2 階の微分作用素が含まれるため、ラプラシアン構成にも工夫が求められる。すでに基本的な解析の道具の準備は完了し、モジュライ空間の構成方法についても理解が進んでいる。しかし、研究科長としての職務により、論文にまとめる時間が十分に確保できていない状況である。

I am studying the moduli space of deformations of the CR structure on spheres in complex Euclidean spaces. This research requires analyzing the Kuranishi CR deformation complex, but since this complex is not elliptic, the theory of subelliptic operators using Heisenberg calculus is essential. Also, because the complex includes second-order differential operators, special care is needed in constructing the Laplacian, which is 4th-order. The basic analytical tools are ready, and I have a good understanding of how to construct the moduli space. However, due to my duties as the dean of the graduate school, I do not have enough time to write a paper.

B. 発表論文

1. K. Hirachi, Normal form for pseudo-Einstein contact forms and intrinsic CR normal coordinates, *Complex Anal. Synerg.* 8 (2022), no. 3, Paper No. 13, 7 pp

C. 口頭発表

1. Normal form for pseudo-Einstein contact forms and intrinsic CR normal coordinates, The Conference on Complex Geometric Analysis in honor of Kang-Tae Kim’s 65th birthday, Online & POSTECH (Korea), January 2022
2. Normal scale for pseudo-Einstein contact forms and intrinsic CR normal coordinates, *Conformal Geometry, Analysis, and Physics*, Seattle (USA), June 2022
3. Normal forms for pseudo-Einstein contact forms and intrinsic CR normal coordinates, *Complex Analysis and Geometry - XXVI*, Levico Terme (Italy), September 2022
4. Q -prime curvatures associated with Chern classes, *Complex Analysis, Geometry, and Dynamics II*, Portorož (Slovenia), June 2023
5. Normal scale for pseudo-Einstein contact forms and intrinsic CR normal coordinates, 複素幾何における葉層と力学系の諸問題, 京都大学, 2023 年 11 月
6. Q -prime curvatures and renormalization of Chern classes for strictly pseudoconvex domains, *Conference on Differential Geometry and Geometric Analysis*, 国立清華大学 (台湾), December 2023
7. Slice theorem for the CR structures and Kuranishi’s deformation complex, HAYAMA Symposium on Complex Analysis in Several Variables XXV, 湘南国際村センター, 2024 年 7 月
8. What is Q -prime curvature?, *Conformal and CR Geometry*, BIRS (Canada), December 2024
9. Rigidity of CR functional on the spheres,

F. 対外研究サービス

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

古田 幹雄 (FURUTA Mikio)

A. 研究概要

- 格子上的 Dirac 方程式の指数
小谷元子氏の新学術領域研究「次世代材料探索のための離散幾何解析推進」に 2017-2021 に参加させていただき、この数年、そこで知り合った物理学者たちと議論を重ねた。とくに、大阪大学の格子ゲージ理論のグループ (深谷英則、大野木哲也、山口哲) と共同研究を継続的に行っている。現在までの主な研究成果は次の二つである。
第一に、彼らが物理的にユークリッド空間の上で示した偶数次元多様体に関する APS 指数の公式を、一般化された形で数学的な証明を与えた (松尾信一郎、山口真由子の両氏も参加し、6 人の共著)。その方法は次元高い多様体の中でドメインウォールとしてもとの多様体を実現する幾何学的かつ物理的な新しい描像による。
第二に、有限要素法では従来直接は扱えなかった Dirac 作用素の一般的な指数を格子近似によってとらえることに成功した。 $K^0(pt)$ 値の指数に限って有効な熱核の supertrace を用い方法は 2000 年ごろに知られていたが、種々の広範な指数の変種に有効な新しい方法を、Karoubi による K 理論の定式化のひとつの理解を与えることによって確立した。この結果に刺激を受け、窪田陽介氏の作用素環を用いた方法、山下真由子氏の変形量子化を援用した $K^0(pt)$ 値の場合の新方法が現れた。ただし、いずれもトーラスに対するものである。

- 「メゾスコピック領域」での指数定理
多様体上で、連続的な場に対する編微分作用素と、その多様体上の十分細かい三角形分割に対する差分作用素との関係を確立するためのひとつの方法として、連続的な場に対して、差分作用素の重み付き積分によるある種の平均化が有効であるとの予想を立てている。この予想に関して、松尾信一郎氏、柏原崇人の両氏と議論を開始したところである。目標は、第一に、トーラスに限らない任意の多様体上の三角形分割に対して適切な性質をもつ Wilson 項の具体的候補を与えること、第二に、Seiberg-Witten 方程式に例示される非線形偏微分方程式に対する格子近似の可能性の考察である。
- ゲージ理論
この数年は、学生たちへのアイディアの示唆の形で主に次の二つの寄与してきた。
第一に、Real Seiberg-Witten 理論は、本質的に古田が 2010 年頃に提案したものであり、中村信裕のポストドクでの論文、加藤祐也氏の修士論文の形がかつてその先駆的な応用があった。さらに先の応用を宮澤仁氏が 2023 年度の博士論文であたえ、専門家から specutaclar といわれる評価を得ている。米国の若手により最近 Real Seiberg-Witten 理論の Floer 理論による研究がなされつつあるが、日本のグループの特徴は、古田による有限次元近似の方法を用いてホモトピー的な直接的考察を行う強力さにある。
第二に、ゲージ理論の Donaldson 以来の伝統的な使い方である「位相的制約の導出」、「不変量の構成」に対して、安達充慶氏の 2022 年度の修士論文では、新しく「幾何学的構造の構成」の議論を確立した。Gerbe の考え方を本質的に用いる新奇な方法であり古田の示唆を実現したものである。
- その他
発表論文の 3 は、2017 年度にあった第 9 回数理解デザイン道場 (CREST 「生命動態の理解と制御のための基盤技術の創出」研究領域) における望月敦史氏の発表を受け、その結果を数学的に一步進めた点が古田の

寄与である。

- Index of the Dirac Equation on Lattices

I participated in the new academic research area "Discrete Geometric Analysis for Next-Generation Material Exploration" led by Motoko Kotani from 2017 to 2021. During these years, I engaged in numerous discussions with physicists I met through this project. In particular, I have been continuously collaborating with the lattice gauge theory group at Osaka University (Hidenori Fukaya, Tetsuya Onogi, and Satoshi Yamaguchi). The main research results to date are as follows:

First, I provided a generalized mathematical proof of the APS index formula for even-dimensional manifolds on Euclidean space, which they (the physicists) had previously demonstrated physically. This work was a joint effort with Shinichiro Matsuo and Mayuko Yamaguchi, resulting in a six-author collaboration. The method employed a new geometric and physical approach to realize the original manifold as a domain wall within higher-dimensional manifolds.

Second, I succeeded in capturing the general index of the Dirac operator, which had traditionally been difficult to handle directly using the finite element method, through lattice approximations. The use of the supertrace of heat kernels for the index of $K^0(pt)$ had been known around 2000, but I established a new method effective for various extensive index variants by providing an understanding of one of Karoubi's formulations of K -theory. Motivated by this result, new methods were introduced in the work of Yosuke Kubota, who employed operator algebras, and Mayuko Yamashita, who

applied deformation quantization to develop a new approach for the $K^0(pt)$ index. However, all of these methods are applied to the torus.

- Towards the "index theorem in the mesoscopic region"

As a method to establish some relationship between differential operators on a manifold and difference operators on sufficiently fine triangulations of the manifold, I have a conjecture which implies that a certain type of difference-integral operator is effectively available. I have started the discussion with Shinichiro Matsuo and Takahito Kashiwabara. The objectives are, firstly, to provide concrete candidates for Wilson terms with appropriate properties for triangulations on arbitrary manifolds, not limited to the torus, and secondly, to explore the possibility of lattice approximations for nonlinear partial differential equations as exemplified by the Seiberg-Witten equations.

- Gauge Theory

In recent years, I have mainly contributed in the form of suggesting ideas to my students, focusing on two main contributions:

First, the Real Seiberg-Witten theory, originally proposed by Furuta around 2010, had pioneering applications in the postdoctoral work of Nobuhiro Nakamura and the master's thesis of Yuya Kato. Further applications were provided by Hitoshi Miyazawa in his 2023 doctoral thesis, which received high praise from experts as "spectacular." Recently, young researchers in the United States have been studying the Real Seiberg-Witten theory through Floer theory, but the distinctive feature of the Japanese group is the powerful direct homotopy-based approach using Fu-

ruta's finite-dimensional approximation method.

Second, in the traditional usage of gauge theory since Donaldson's work, which involves "derivation of topological constraints" and "construction of invariants," a new discussion on "construction of geometric structures" was established in the master's thesis of Mitsuyoshi Adachi in 2022. This is a novel approach that fundamentally utilizes the concept of Gerbes, realizing Furuta's suggestion.

- Others

The third published paper was based on a presentation by Atsushi Mochizuki at the 9th Mathematical Design Dojo (CREST "Creation of Fundamental Technologies for Understanding and Controlling Life Dynamics") held in 2017. My contribution was to advance the results mathematically.

B. 発表論文

1. The index of lattice Dirac operators and K-theory Shoto Aoki, Hidenori Fukaya, Mikio Furuta, Shinichiroh Matsuo, Tetsuya Onogi, Satoshi Yamaguchi 2024 年 7 月 25 日 プレプリント arxiv
2. Mod-two APS index and domain-wall fermion Hidenori Fukaya, Mikio Furuta, Yoshiyuki Matsuki, Shinichiroh Matsuo, Tetsuya Onogi, Satoshi Yamaguchi, Mayuko Yamashita Letters in Mathematical Physics 112(2) 2022 年 4 月
3. Flux-augmented bifurcation analysis in chemical reaction network systems Takashi Okada, Atsushi Mochizuki, Mikio Furuta, Je Chiang Tsai Physical Review E 103(6) 2021 年 6 月
4. The Atiyah – Patodi – Singer Index and Domain-Wall Fermion Dirac Operators Hidenori Fukaya, Mikio Furuta, Shinichiroh Matsuo, Tetsuya Onogi, Satoshi Yamaguchi, Mayuko Yamashita Communi-

cations in Mathematical Physics 380(3) 1295-1311 2020 年 12 月

C. 口頭発表

1. “ Index of the Wilson-Dirac operator “ Topology of 4-manifolds and Related Topics, Jeju 韓国 2024 年 1 月
2. “Finite dimensional approximations and Floer homotopy types”, Intelligence of Low-dimensional Topology 2023, Kyoto University
3. トーラス上の Dirac 作用素の正方格子による有限次元近似 Summer School 数理物理 2020
4. “Index of the Wilson-Dirac operator revisited: a discrete version of Dirac operator on a finite lattice”, 理研 iTHEMS Math Seminar Talk, 2020 年 2 月

D. 講義

1. 集合と位相 (理学部 2 年生 (後期))
2. 集合と位相演習 (理学部 2 年生 (後期))

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 名取 雅生 (NATORI Maaki): A proof of Bott periodicity via Quot schemes and bulk-edge correspondence.
2. (課程博士) 吉岡 玲音 (YOSHIOKA Leo) Some non-trivial cycles of the space of long embeddings detected by configuration space integral invariants using g-loop graphs.
3. (修士) 大倉 拓真 (OKURA Takuma) A topological proof of Teraso's generalized Arrow's Impossibility Theorem.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「4次元トポロジー」組織委員, 2024 年 11 月 15 日-17 日, 大阪大学理学研究科.

本多 正平 (HONDA Shouhei)

A. 研究概要

Ricci 曲率に関わる幾何学を研究している。特に Ricci 曲率が下に有界な特異空間上の幾何解析を行っている。

I am studying Geometry related to Ricci curvature. In particular I am interested in Geometric Analysis on singular spaces with Ricci curvature bounded below.

B. 発表論文

1. Shouhei Honda, Andrea Mondino: *Poincaré inequality for one forms on four manifolds with bounded Ricci curvature*, to appear in Archiv der Mathematik (2025) <https://doi.org/10.1007/s00013-024-02091-w> (原著論文)
2. Shouhei Honda, Artem Nepechiy: *Locally homogeneous RCD spaces*, to appear in Springer Tohoku Series in Mathematics (2024) (原著論文)
3. Shouhei Honda: *Almost rigidity results of Green functions with non-negative Ricci curvature*, to appear in Springer Tohoku Series in Mathematics (2024) (原著論文)
4. Shouhei Honda, Yuanlin Peng: *Sharp gradient estimate, rigidity and almost rigidity of Green functions on non-parabolic $RCD(0, N)$ spaces*, to appear in Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Section A: Mathematics, (2024) <https://doi.org/10.1017/prm.2024.131> (原著論文)
5. Shouhei Honda, Xingyu Zhu: *A characterization of non-collapsed $RCD(K, N)$ spaces via Einstein tensors*, to appear in Annales de l'Institut Fourier (2023) (原著論文)
6. Shouhei Honda, Yuanlin Peng: *A note on the topological stability theorem from RCD spaces to Riemannian manifolds*,

Manuscripta Math. **172** (2023), no. 3-4, 971 – 1007. (原著論文)

7. Camillo Brena, Nicola Gigli, Shouhei Honda, Xingyu Zhu: *Weakly non-collapsed RCD spaces are strongly non-collapsed*, Journal für die reine und angewandte Mathematik. **794** (2023), 215 – 252. (原著論文)
8. Xianzhe Dai, Shouhei Honda, Jiayin Pan, Guofang Wei: *Singular Weyl's law with Ricci curvature bounded below*, Transactions of the American Mathematical Society, Series B **10** (2023), 1212-1253. (原著論文)
9. Shouhei Honda, Yannick Sire: *Sobolev mappings between RCD spaces and applications to harmonic maps: a heat kernel approach*, J. Geom. Anal. **33** (2023), no. 9, Paper No. 272, 87 pp. (原著論文)
10. Shouhei Honda, *Isometric immersions of RCD spaces*, Comment. Math. Helv. **96** (2021), no. 3, 515 – 559. (原著論文)

C. 口頭発表

1. “微分 1 形式に対するポワンカレ不等式とリッチ曲率”, 測地線及び及び関連する諸問題, 熊本大学, 2025 年 1 月 4 日. (国内研究集会, 招待講演)
2. “Weyl's law with Ricci curvature bounded below”, 東京確率論セミナー, 東京大学, 2024 年 12 月 2 日. (国内セミナー, 招待講演)
3. “Spectral convergence and its applications”, Analysis and geometry on Dirichlet spaces, Medina Belisaire Hammamet(チュニジア), 2024 年 11 月 5 日. (国際研究集会, 招待講演)
4. “Spectral gap, spectral convergence and related open problems”, MIST 2024 /Hong Kong Geometry Colloquium, Chinese University of Hong Kong(香港), 2024 年 11 月 2 日. (国際研究集会/コロキウム, 招待講演)
5. “Poincaré inequality for one forms on

four manifolds with bounded Ricci curvature", Geometry and Topology 2024, 九州大学, 2024 年 10 月 16 日. (国内研究集会, 招待講演)

6. "Spectral gap, spectral convergence and related open problems", School and Conference on Metric Measure Spaces, Ricci Curvature, and Optimal Transport, Villa Monastero, Lake Como(イタリア), 2024 年 9 月 27 日. (国際研究集会, 招待講演)
7. "Almost rigidity to flat torus via harmonic map", First JHU-UNIBO Conference, Noncommutativity at the Interface of Topology, Geometry and Analysis, University of Bologna(イタリア), 2024 年 6 月 24 日. (国際研究集会, 招待講演)
8. "Almost rigidity to flat torus via harmonic map", 2024 Geometry and Topology Conference, Siena Narada Grand Hotel(中国), 2024 年 6 月 4 日. (国際研究集会, 招待講演)
9. "Gromov-Hausdorff stability of tori under Ricci and integral scalar curvature bounds", Synthetic Curvature Bounds for Non-Smooth Spaces: Beyond Finite Dimension, Geometry and Analysis, The Erwin Schrodinger International Institute for Mathematics and Physics(ウィーン), 2024 年 5 月 22 日. (国際研究集会, 招待講演)
10. "リーマン多様体とその極限", 談話会・数理科学講演会, 東京大学, 2024 年 4 月 26 日. (国内談話会, 招待講演)

D. 講義

1. 微分積分学演習, 1 年生向け, 多変数の微分, 重積分, 級数などの演習を扱った.
2. 幾何学 III, 3 年生向け, ド・ラームの定理の証明およびド・ラームコホモロジーの性質などを扱った.
3. 数物先端科学 VII, 大学院向け, 多様体の収束およびその基礎事項を扱った.
4. 数学講究 XB, 4 年生向け, 曲率について

扱った.

5. 数理科学基礎セミナー I, 院生向け, セミナーをやった.
6. 数理科学講究 I, 院生向け, セミナーをやった.
7. 数理科学概論, 教養学部, オイラー数, 多面体の分類, ガウス・ボンネの定理などを扱った.
8. 学術フロンティア講義 (「現代の数学 — その源泉とフロンティア —」), 教養学部(前期課程), 微分幾何の話題, ポアンカレ予想などを扱った.

F. 対外研究サービス

1. 国内研究集会「幾何学阿蘇研究集会」(2024 年 8 月 27 日-30 日, 休暇村南阿蘇) の世話人
2. 国際研究集会「日中幾何学研究集会」(2024 年 12 月 23 日-27 日, サポートホール高松) の世話人
3. 国内研究集会「リーマン幾何と幾何解析」(2025 年 2 月 18 日-20 日, 筑波大学) の世話人

増田 弘毅 (MASUDA Hiroki)

A. 研究概要

レヴィ過程(連続時間ランダムウォーク)の汎関数として定まる統計量の分布近似, 関連する統計的モデリングとその応用, さらに計算機での実装を軸に研究を行なっている. 今年度はとくに, 個体群動態の統計モデリングに関連する以下の項目を主に取り組んだ.

1. 非正規ランダム効果, 非正規観測誤差, 非正規レヴィ過程を含む混合効果モデルを提案し, 低頻度不均一観測の設定においてその理論性質を示した. 同時型および多段階型の正規型擬似最優推定量を導入し, それらの一次同等性(漸近分布の同等性), および二次展開の係数における量的な差異を導出した. 数値実験により, 多段階型推定量は同時型の三分の一程度の計算時間で済むにもかかわらず, 両者の推定精度には優

位な差はないことがわかった。さらに推定量のモーメント有界性も得られている。その証明過程において得られた種々の確率評価や極限定理は、AIC や BIC といったモデル評価規準の理論において直接的に役立つ。本内容は今村拓未氏（塩野義製薬）との共同研究として投稿中である。

2. マルコフ・スイッチング型確率微分方程式 (SDE-MS) の統計推測に係る理論と計算アルゴリズムについて研究した。SDE-MS は多くの応用対象をもつ一方で、その統計理論はこれまでほぼ未整備の状態にあった。当該モデルでは、ドリフト・スケール係数に入る有限状態マルコフ連鎖がレジーム・スイッチングダイナミクスを記述する。まず、系過程とスイッチング過程がともに高頻度観測される状況において擬似尤度を構成し、その漸近挙動を示した。次に、スイッチング過程が観測されない場合において適用可能な近似的な EM アルゴリズムを提案した。いずれの内容でもさまざまな観測頻度設定で数値実験を実行し、理論結果の妥当性を検証した。これらの内容は程宇中氏（九州大学）との共同研究として 2 篇投稿中である。

My research focuses on distributional approximations of Lévy-process functionals related to statistical modelling, its applications, and their implementation on computers. Recently, I have also been working on the theory and implementation of statistical modeling related to dynamic population modelling. We addressed the following topics.

1. A mixed-effects model including non-normal random effects, non-normal observation errors, and non-normal Lévy processes was proposed and its theoretical properties were presented in the setting of low-frequency heterogeneous observations. We introduced the simultaneous and multistage Gaussian quasi-likelihood estimators and derived their

first-order equivalence (asymptotic distribution equivalence) and quantitative differences in the coefficients of the second-order expansion. The numerical experiments we conducted showed that although the multistage estimator requires only about one-third of the computation time of the simultaneous type, there was no significant difference in estimation accuracy between the two. We also proved the high-order moment boundedness of the scaled estimators. The various probability estimates and limit theorems obtained in the proof process are directly useful for constructing model-evaluation criteria, such as AIC and BIC. This article was submitted in collaboration with Takumi Imamura (Shionogi & Co., Ltd.).

2. We studied theory and computational algorithms for statistical inference of Markov-switching stochastic differential equations (SDE-MS); while SDE-MS has many applications, its statistical theory has been largely undeveloped. In the model, a finite-state Markov chain contained in the drift and scale coefficients describes the regime-switching dynamics. First, we constructed Gaussian quasi-likelihoods for a situation in which both the system process and the switching process are observed at high frequency and showed asymptotic behavior. Second, we proposed a type of approximate EM algorithm that can be applied when the switching process is unobserved. Numerical experiments were performed at various observation frequency settings to verify the theoretical results. Two joint papers with Yuzhong Cheng (Kyushu University) were submitted, currently under review.

B. 発表論文

1. Y. Cheng and H. Masuda: “Quasi-likelihood-based EM algorithm for regime-switching SDE”, arXiv:2412.06305. Submitted.
2. T. Imamura and H. Masuda: “Gaussian quasi-likelihood analysis for non-Gaussian linear mixed-effects model with system noise”, arXiv:2412.00796. Submitted.
3. Y. Cheng and H. Masuda: “Statistical inference for ergodic diffusion with Markovian switching”, arXiv:2410.11333. Submitted.
4. E. Kawamo and H. Masuda: “On estimation of heavy-tailed stable linear regression”, arXiv:2404.10448. Submitted.
5. H. Masuda, L. Mercuri and Y. Uehara: “Student t -Lévy regression model in YUIMA”, arXiv:2403.12078. Submitted.
6. K. Ho and H. Masuda: “Adaptive ridge approach to heteroscedastic regression”, arXiv:2402.13642. Submitted.
7. H. Masuda, L. Mercuri and Y. Uehara: “Quasi-likelihood analysis for Student-Lévy regression”, *Statistical Inference for Stochastic Processes*, 27 (Oct, 2024), 761–794.
8. Y. Cheng, N. Hufnagel and H. Masuda: “Estimation of ergodic square-root diffusion under high-frequency sampling”, *Econometrics and Statistics*, 32, (Oct, 2024), 73–87.
9. T. Imamura, H. Masuda and H. Tajima: “On local likelihood asymptotics for Gaussian mixed-effects model with system noise”, *Statistics and Probability Letters*, 208, (May, 2024) 110074.
10. S. Eguchi and H. Masuda: “Gaussian quasi-information criteria for ergodic Lévy driven SDE”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 76, (2024) 111–157.

C. 口頭発表

1. Asymptotics for linear Student- t Lévy regression (April 24; Probability and Analysis 2024, Conference Center in Będlewo)*
2. Gaussian quasi-likelihood inference for ergodic Lévy driven SDE (May 27-28; ANRs DREAMeS and EFFI, summer school, Le Mans)*
3. Robustified asymptotics for estimating volatility (September 5; MSJ Autumn Meeting 2024 at Osaka University)
4. Outlier-resistant inference without jump-detection filter (September 26; Fall School Time Series, Random Fields and beyond, Ulm University, Germany)
5. LAD-type drift estimation of locally stable SDE (November 7; Workshop “Infinitely divisible processes and related topics”, ISM, Zoom)
6. Inference for SDE with non-Gaussian mixed effects (December 6; BIC symposium, Kyushu University)
7. Profile quasi-likelihood inference for SDE with mixed effects (December 14, 2024; CMStatistics, King’s College London)*
8. Continuous non-Gaussian mixed-effects modeling (March 10, 2025; INRAE UNITÉ MaIAGE, France)
9. Explicit LAD estimator of locally stable nonlinear SDE (March 21; MSJ Spring Meeting 2025, Waseda University)

D. 講義

1. 確率統計学基礎・確率統計 II (共通講義：数学科・教養学部統合自然科学科)：測度論的確率論と小標本統計の入門事項，統計モデルとしての確率分布族，また統計推測法を解説した。
2. 確率統計学 II・数理統計学 (数学科・数理大学院)：独立観測モデルを主対象とし，大数の法則や中心極限定理に基づいて，漸近推測理論の基礎概念を解説した。
3. 統計データ解析 I (教養学部前期課程)：統

計ソフトウェア R の使い方, 確率統計の入門事項を解説した. 各トピックでシミュレーションや実データ解析による実演を行った.

4. 確率統計学 XE・統計財務保険特論 IV (数学科・数理大学院): さまざまな確率過程モデルと統計推測の方法を概観した. 理論に加え, いくつかの具体的な統計手法を選んで計算機上でそれらを実演することも重視した. サンプルパスのシミュレーションや推定量のふるまいを観察するなど, 学生が理論を体感できるよう心掛けた.

F. 対外研究サービス

1. Annals of the Institute of Statistical Mathematics, Associate Editor (2021 年 7 月 ~)
2. Bernoulli journal, Associate Editor (2019 年 1 月 ~ 2024 年 12 月)
3. Japanese Journal of Statistics and Data Science, Editor-in-Chief (2022 年 10 月 ~)
4. Statistical Inference for Stochastic Processes, Associate Editor (2014 年 1 月 ~)
5. 統計関連学会連合 JJSD 運営委員会委員長 (2024 年 1 月 ~)
6. 日本数学会 統計数学科分科会評議員 (2023 年 3 月 ~ 2025 年 2 月)
7. MSJ メモアール編集委員 (2021 年度 ~)

H. 海外からのビジター

1. Lorenzo Mercuri (University of Milan), June 16–29, 2024: Inference and related numerics for locally stable ergodic SDE model and its implementation. Prof. Mercuri also delivered a Seminar on Probability and Statistics.
2. Alexei Kulik (Wroclaw University of Science and Technology, Poland), September 10-19, 2024: Statistical inference for locally stable models.

宮本 安人 (MIYAMOTO Yasuhito)

A. 研究概要

私の研究領域は楕円型と放物型の偏微分方程式です. 特に, 解の詳しい性質を明らかにすることに興味があります. 関数解析を用いた一般的な手法に加えて, 個々の方程式に特化した個別的手法の両方を用いています. ここ数年の具体的な研究テーマは以下のとおりです:

1. 固有値の明示的表示 [1,2] [1] では 3 次の非線形項を持つスカラーフィールド方程式 $\varepsilon^2 u'' - u + u^3 = 0$ の Neumann 問題に付随する固有値と固有関数を明示的に表示しました. 特に $\varepsilon \rightarrow 0$ のとき, 全ての固有値の漸近展開を求めました. [2] では Gross-Pitaevskii 方程式と呼ばれる量子力学に由来する方程式を扱いました.
2. モース指数 (不安定指数)[3,4,9] [3] 幅一定で拡大する球核領域における Allen-Cahn 方程式と p 次のスカラーフィールド方程式の球対称解のモース指数の漸近公式を導出しました. [4] 2 次元内の幅一定で拡大するチューブ領域における Gel'fand 問題の解の存在を証明し, エネルギーとモース指数の漸近公式を導出しました. [9] 外径 R 内径 ρ の円環領域における $\Delta u + |x|^\alpha |u|^{p-1} u = 0$, $p = (N + 2 + 2\alpha)/(N - 2)$, の Dirichlet 問題の全ての球対称解のモース指数を ρ が小さいときに決定しました.
3. 非自明定常解からの Hopf 分岐 [5] 単位区間における Shadow Gierer-Meinhardt 系の Neumann 問題について $(p, r) = (3, 1), (3, 3)$ の場合に, 時定数が各非自明定常解に応じた閾値を超えると Hopf 分岐することを示し, Hopf 分岐によって現れる振動解の周期も厳密に求めました. さらに最大周期となる条件を求めました. 非自明解からの Hopf 分岐は証明が難しく, この研究は数少ない例であると思われます.
4. 優臨界楕円型方程式の解構造 [6] 球領域における優臨界方程式 $\Delta u + \lambda f(u) = 0$ の Dirichlet 問題の解構造について研究しました. f から判定できる折り返し点を持

たないための具体的な十分条件を導出し、 $f(u) = e^{u^p}$ や $\exp(\cdots \exp(u) \cdots)$ のとき $N \geq 11$ ならば折り返し点がないことを証明しました。

5. 空間分数階微分を含む放物型方程式 [7] $\partial_t u + (-\Delta)^{\theta/2} u = f(u)$ の時間局所可解性について研究しました。特に、 f が2重臨界と呼ばれる状況の場合、解を持つ条件と持たない条件を詳細に調べました。
6. **Gierer-Meinhardt 系の分岐図式と安定性** [8] 単位区間における Shadow Gierer-Meinhardt 系の Neumann 問題の完全分岐図式を決定し、特に指数が $p = r - 1$ のとき全ての定常解の安定性を決定しました。
7. **優臨界楕円型方程式の特異球対称解** [10] $\Delta u + f(u) = 0$ の f が優臨界の増大度をもつ場合に、 f に関する緩い条件のもとで球対称な特異解を一意的に持つことを示しました。この結果は、球領域における優臨界方程式の正值解の構造に深い関わりがあり、構造の解明に役立つと期待されています。

My research field is elliptic and parabolic partial differential equations (PDEs). In particular, I am interested in detailed properties of solutions. I use not only general methods using functional analysis and but also special methods. The following are research themes for the past few years:

1. **Exact representation of all eigenvalues** [1,2] Exact eigenvalues and eigenfunctions for a linearization of the Neumann problems of $\varepsilon^2 u'' - u + u^3 = 0$ are obtained in [1]. In particular, asymptotic expansions for all eigenvalues as $\varepsilon \rightarrow 0$ are obtained. In [2] the Gross-Pitaevskii system is studied.
2. **Morse index** [3,4,9] [3] Asymptotic formula for the Morse index of every radial solution of the Allen-Cahn and scalar field equations on expanding an-

nuli with fixed width is obtained. [4] The existence of solutions for the Gel'fand problem on expanding tubes in \mathbb{R}^2 with fixed width is established. Moreover, asymptotic formulas for the energy and Morse index are obtained. [9] The Morse index of every radial solution for the Dirichlet problem $\Delta u + |x|^\alpha |u|^{p-1} u = 0$, $p = (N + 2 + 2\alpha)/(N - 2)$, on annuli is determined if ρ is small.

3. **Hopf bifurcation from nonconstant steady states** [5] In the cases $(p, r) = (3, 1), (3, 3)$ Hopf bifurcations for the Neumann problem of the 1D shadow Gierer-Meinhardt system are shown as the time constant exceeds a certain value. Moreover, the maximum of the period of the oscillatory solution is obtained.
4. **Solution structure of supercritical elliptic equations** [6] We obtain a concrete condition on f where the Dirichlet problem $\Delta u + \lambda f(u) = 0$ does not have a turning point. Using this, we show that the condition is satisfied for $f(u) = e^{u^p}$, $\exp(\cdots \exp(u) \cdots)$ in the case $N \geq 11$.
5. **Parabolic equation with spatial fractional derivative** [7] The existence of a local-in-time solution to the Cauchy problem $\partial_t u + (-\Delta)^{\theta/2} u = f(u)$ is established. In particular, delicate cases called the doubly critical cases are studied in detailed.
6. **Complete bifurcation diagram and stabilities** [8] A complete bifurcation diagram of the Shadow Gierer-Meinhardt system in the unit interval is obtained. Moreover, the stability/instability of each steady state is determined in the case $p = r - 1$.
7. **Singular radial solution of supercritical elliptic equations** [10] The singular positive radial solution for the supercritical equation $\Delta u + f(u) = 0$ is

constructed and the uniqueness in the space of radial functions is also proved. It is believed that the singular solution has a deep relationship with the whole bifurcation structure, and hence this research may be a key in the study of supercritical problems.

B. 発表論文

1. Y. Miyamoto, H. Takemura and T. Wakasa, “Asymptotic formulas of the eigenvalues for the linearization of the scalar field equation”, to appear in Proc. Royal Soc. Edinburgh Sect. A.
2. M. Fazly and Y. Miyamoto, “Exact solutions and classification of linearized eigenvalue problems for one-dimensional Gross-Pitaevskii system”, J. Math. Phys. **66** (2025), Article number 011501.
3. Y. Miyamoto and K. Nakashima, “Asymptotic formula for the Morse index of radial solutions on expanding annuli: Allen-Cahn equation and scalar field equation”, Calc. Var. Partial Differential Equations **64** (2025), Article number 10.
4. M. Ghergu and Y. Miyamoto, “The Gel’fand problem on expanding tubular domains in \mathbb{R}^2 : Existence and the Morse index of solutions”, J. Geom. Anal. **35** (2025), Article number 9.
5. Y. Miyamoto, H. Nakamura and K. Nishigaki, “Exact periods and exact critical values for Hopf bifurcations from multi-peak solutions of the shadow Gierer-Meinhardt model in one spatial dimension”, J. Differential Equations **413** (2024), 34–60.
6. Y. Miyamoto and Y. Naito, “A bifurcation diagram of solutions to semilinear elliptic equations with general supercritical growth”, J. Differential Equations **406** (2024), 318–337.
7. Y. Miyamoto and M. Suzuki, “Solvability

of the Cauchy problem for the fractional semilinear parabolic equation in critical and doubly critical cases”, J. Evol. Equ. **24** (2024), Article number 39.

8. Y. Kaneko, Y. Miyamoto and T. Wakasa, “Stability and bifurcation diagram for a shadow Gierer-Meinhardt system in one spatial dimension”, Nonlinearity **37** (2024), No 5, 055011.
9. Y. Miyamoto, “Exact Morse index of radial solutions for semilinear elliptic equations with critical exponent on annuli”, Math. Z. **304** (2023), Article No. 65.
10. Y. Miyamoto and Y. Naito, “Singular solutions for semilinear elliptic equations with general supercritical growth”, Ann. Mat. Pura Appl. **202** (2023), 341–366.

C. 口頭発表

1. Exact Morse index for semilinear elliptic equations with critical exponent on annuli, Tsingua-Tokyo Workshop on PDEs and Probability, Tsinghua Sanya International Mathematics Forum (中国), 2025年3月23日.
2. Exact Morse index for semilinear elliptic equations with critical exponent on annuli, Korean-Japanese workshop on elliptic and parabolic equations, Seoul National University (韓国), 2024年11月15日.
3. Structure of radial solutions for supercritical elliptic equations, The China-Japan Conference on Nonlinear Elliptic and Parabolic Equations, Chern Institute of Mathematics, Nankai University (中国), 2024年10月9日.
4. Asymptotic formula for the Morse index of radial solutions on expanding annuli: Allen-Cahn equation and scalar field equation, 談話会, 東北大学, 2024年6月24日.
5. Exact Morse index for semilinear elliptic

tic equations with critical exponent on annuli, 2024 Japan-Korea Workshop on Nonlinear PDEs and Its Applications, 広島大学, 2024年1月17日.

6. 優臨界楕円型方程式の球対称解の構造, 実函数論分科会特別講演, 2023年度秋季総合分科会, 東北大学, 2023年9月23日.
7. Structure of radial solutions for supercritical elliptic equations, MSJ-KMS Joint Meeting 2023, 仙台国際センター, 2023年9月19日.
8. Exact Morse index for semilinear elliptic equations with critical exponent on annuli, The 13th AIMS Conference, Wilmington, University of North Carolina Wilmington (アメリカ), 2023年6月1日.
9. Structure of positive radial solutions for semilinear elliptic problem with general supercritical growth, UFPB's Webinar on Partial Differential Equations and Geometric Analysis, パライバ連邦大学 (ブラジル, オンライン), 2022年11月30日.
10. Singular solution and separation property for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, 日韓共同研究集会 International Workshop on Nonlinear Elliptic Equations and Its Applications (日本, オンライン), 2022年1月26日.

D. 講義

1. 集中講義 (S セメスター): ヤコビの楕円関数とその応用, 東北大学, 2024年6月24~28日 (大学院生・4年生共通)
2. 数学講究 XA (S セメスター): 履修者2名で岩波書店『関数解析』(藤田宏・黒田成俊・伊藤清三著)を輪読(数学科4年生)
3. 数学講究 XB (S セメスターのうち1回): 非線形偏微分方程式の定性的理論(数学科4年生)
4. 解析学 XC 本郷 (A セメスター): 線形偏微分方程式の基礎を解説(主に理学部物理学科3年生)

5. 数学特別講究 (A セメスター): 履修者2名で岩波書店『関数解析』(藤田宏・黒田成俊・伊藤清三著)を輪読(数学科4年生)
6. 卒業研究 (A セメスター): 履修者2名と共に1次元区間上の基質消費型の反応拡散系のシャドー系について定常解の分岐関式と解の安定性を研究した(統合自然4年生)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 佐久間 正樹 (SAKUMA Masaki): Extensions of the concentration compactness principle and their applications to critical p -fractional Choquard-type equations

F. 対外研究サービス

1. Lithuanian Mathematical Journal (Associate editor)
2. 東大数理 木曜応用解析セミナー(世話人)

H. 海外からのビジター

1. Danielle Hilhorst (Universite de Paris-Saclay) 2025年1月26日~2月15日, Convergence to the self-similar solution of a two phase Stefan problem

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、バイオスタティスティックス、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に持つマルチンゲールに対する漸近展開
3. Skorohod 積分の漸近展開
4. fractional Brownian motion の汎関数の漸近展開
5. Wiener 汎関数に対する一般展開公式
6. 擬似尤度解析の理論
7. 有限時間離散観測下でのボラティリティに対する擬似尤度解析とパラメトリック推定

量の漸近展開

8. ジャンプフィルターと安定的なボラティリティ推定
9. 擬似尤度解析と情報量規準
10. 確率過程のスパース推定
11. HY 推定法とリード・ラグ推定
12. 確率微分方程式に対する適合型推定アルゴリズム
13. 点過程とリード・ラグ、リミット・オーダー・ブック
14. 退化拡散過程の推定
15. 因果推論と生存解析
16. 極限定理の因果推論への応用
17. 確率微分方程式に対するシミュレーション・統計解析ソフトウェアの開発 (YUIMA プロジェクト)
18. 特異モデルに対する擬似尤度解析
19. 確率過程とディープラーニング

I am studying quasi-likelihood analysis, asymptotic decision theory, statistics for stochastic processes, limit theorems, asymptotic expansion, semimartingales, Malliavin calculus, quantitative finance, biostatistics, 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 Skorohod integrals
4. Asymptotic expansion of various functionals of a fractional Brownian motion
5. General expansion formula for Wiener functionals
6. Theory of Quasi-Likelihood Analysis (QLA)
7. Quasi-Likelihood Analysis for volatility in finite time horizon and asymptotic expansion of the QLA estimators
8. Jump filters for stable volatility estimation
9. Quasi-Likelihood Analysis and informa-

tion criteria for model selection

10. Sparse estimation of stochastic processes
11. Applications of the HY estimator to lead-lag estimation
12. Adaptive estimation methods for stochastic differential equations
13. Statistical inference for point processes applied to lead-lag phenomena and limit order book
14. Estimation for a degenerate diffusion process
15. Causal inference and survival analysis
16. Limit theorems applied to causal inference
17. Statistical package for simulation and statistical analysis for stochastic differential equations (YUIMA Project)
18. Quasi-likelihood analysis for singular models
19. Deep learning for stochastic processes

B. 発表論文

1. Yoshida, J., Yoshida, N.: “Quasi-maximum likelihood estimation and penalized estimation under non-standard conditions”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 76 (2024) 711-763.
2. Yoshida, J., Yoshida, N.: “Penalized estimation for non-identifiable models”. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 76 (2024) 765-796.
3. Gloter, A., Yoshida, N.: “Non-adaptive estimation for degenerate diffusion processes”, *Theory of Probability and Mathematical Statistics*, 110 (2024) 75-99.
4. Baba, T., Yoshida, N.: “Log-rank test with coarsened exact matching”, arXiv:2403.16121v2 (2024)
5. Gloter, A., Yoshida, N.: “Quasi-likelihood analysis for adaptive estimation of a degenerate diffusion process”, arXiv:2402.15256 (2024)
6. Tudor, Ciprian A., Yoshida,

- N.: “Asymptotic expansion of the drift estimator for the fractional Ornstein-Uhlenbeck process”, arXiv.org/abs/2403.00967 (2024)
7. Yamagishi, H., Yoshida, N.: “Asymptotic expansion of the quadratic variation of fractional stochastic differential equation”, *Stochastic Processes and their Applications*, 175 (2024)
 8. Shiotani, T., Yoshida, N.: “Statistical inference for highly correlated stationary point processes and noisy bivariate Neyman-Scott processes”, arXiv:2410.05732 (2024)
 9. Gloter, A., Yoshida, N.: “Drift estimation for rough processes under small noise asymptotic : trajectory fitting method”, arXiv:2503.03347 (2025)
 10. Gyotoku, Y., Muni Toke, I., Yoshida, N.: “Deep learning of point processes for modeling high-frequency data”, arXiv:2504.15944 (2025)
- C. 口頭発表
1. Ibragimov-Khasminskii theory and recent developments in statistical inference for stochastic processes. *Advances in Stochastics & Statistics in honor of Rafail Z. Khasminskii 90th anniversary*, Online 2021.6.10 招待講演
 2. Global jump filters and realized volatility. *ISI World Statistics Congress 2021*, Hague, Virtual 2021.7.16 招待講演
 3. Some recent developments in asymptotic expansion. *Mathematical Finance and Stochastics: A Conference in Honor of David Nualart*, San Sebastian, Spain, 2023.5.30 招待講演
 4. Yoshida, N.: Higher-order asymptotic distribution theory with the Malliavin calculus and its applications to statistics. *64th ISI World Statistics Congress*, Ottawa, Canada, 2023.7.17 招待講演
 5. Yoshida, N.: Malliavin calculus and precise distributional approximations. *Workshop on Eco-Stat Asymptotics 2023 (WESA2023)*, University of Verona, Verona, 2023.9.11 招待講演
 6. Yoshida, N.: Asymptotic expansion for batched bandits. *IMS-Asia-Pacific Rim Meeting 2024*, Melbourne, Australia, 2024.1.6 招待講演
 7. Yoshida, N.: Asymptotic expansions for functionals of a fractional Brownian motion. *30 ans du Laboratoire Manceau de Mathématiques : Probabilités - Statistique - Risque*, Le Mans, 2024.5.21 招待講演
 8. 吉田朋広: 理論統計学の基礎数理における最近の進展 — 漸近展開と擬似尤度解析. *日本数学会 2024 年度秋季総合分科会 総合講演*, 大阪大学, 2024.9.4
 9. Yoshida, N.: Log-rank test with coarsened exact matching. *CMS-CFE2024*, King’ s College London, UK, 2024.12.15 招待講演
 10. 吉田朋広: リアルワールドデータによるシングルアーム生存解析への一つの数学的試み. 第 24 回日本再生医療学会総会 特別企画 2 「再生医療等製品の有効性評価法を紐解く シングルアームからの有効性の検証」, 第 1 会場パシフィコ横浜 ノース, 2025.3.22 招待講演
- D. 講義
1. 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)
- E. 修士・博士論文
1. (博士) 栗崎 正博 (KURISAKI Masahiro): A New Proof for the Linear Filtering and

Smoothing Equations, and Asymptotic Expansion of Nonlinear Filtering (線形フィルタリングおよび平滑化方程式の新たな証明と、非線形フィルターの漸近展開)

2. (博士) 馬場 智也 (BABA Tomoya): Log-rank test with nonparametric matching (ノンパラメトリックなマッチングを用いたログランク検定)
3. (修士) 高木 洋明 (TAKAGI Hiroaki): Nonparametric time series classification using deep neural networks (深層ニューラルネットワークによるノンパラメトリック時系列分類)
4. (修士) 矢野 翔太 (YANO Shota): Quasi-likelihood analysis for adaptive estimation of a degenerate diffusion process under relaxed balance conditions (緩和バランス条件下における退化拡散過程の適応的推測に対する擬似尤度解析)

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. (公財) 生命保険文化センター理事
5. Asia-Pacific Seminar in Probability and Statistics (APSPS), オーガナイザー

G. 受賞

2024 年度日本数学会賞秋季賞 (2024)

H. 海外からのビジター

1. Ivan Nourdin, University of Luxembourg, Luxembourg, 2024.4.5-.4.12. collaborative research
2. Ciprian A. Tudor, Université de Lille, France, 2024.4.19-4.25. collaborative research

特別教授 (University Professor)

川又 雄二郎 (KAWAMATA Yujiro)

A. 研究概要

Gorenstein 特異点を持った代数多様体は、クレパント (crepant) 特異点解消というものを持つことがある。これは標準因子の間の食い違い (discrepancy) が 0 になるような特殊な特異点解消のことであり、極小モデルの特別だが重要な例である。クレパント特異点解消は存在しないことが多いが、複数存在することもある。DK 予想によれば、全てのクレパント特異点解消は導来圏が同値になる。

一方、クレパント特異点解消の非可換バージョンとして非可換クレパント特異点解消というものがある。これは Van den Bergh によって定義されている。これは有限階数の反射的连接層の自己準同型代数層であって、有限なホモロジー次元を持ち、しかも Cohen-Macaulay になっているようなものである。これも存在しないこともあり、複数存在することもある。クレパント特異点解消は幾何学的な特異点解消であり、非可換クレパント特異点解消は代数的な特異点解消である。クレパント特異点解消と非可換クレパント特異点解消の導来圏も同値になるというのが導来 McKay 予想である。論文 [1] では、 A_n 型の 2 次元特異点を具体的に扱った。この場合にはクレパント特異点解消と非可換クレパント特異点解消が共に存在し、しかも導来同値であることが Kapranov-Vasserot により証明されている。さらに非可換クレパント特異点解消の半普遍非可換変形が Crawley-Boevey-Holland によって構成されている。この論文では、クレパント特異点解消の半普遍非可換変形を非可換代数の貼り合わせによって構成し、さらに導来 McKay 同値が非可換変形に沿って延長されることを証明した。証明では、導来同値を与える tilting 層が非可換変形に沿って延長されることを示した。

現在準備中の論文では、論文 [1] の結果を一般化し、tilting 層が非可換変形に沿って延長されることを証明した。

An algebraic variety with Gorenstein singularities sometimes have a crepant resolution of singularities. This is a special kind of resolution of singularities in which the discrepancy between the canonical divisors vanishes. This is a special but important example of a minimal model. Often there is no crepant resolution of singularities, but there can be more than one. According to the DK hypothesis, all crepant resolutions of singularities have equivalent derived categories. On the other hand, a non-commutative version of crepant resolution of singularities called non-commutative crepant resolution of singularities has been defined by Van den Bergh. This is a sheaf of endomorphism algebras of a reflexive coherent sheaf of finite rank which has finite homological dimension and is Cohen-Macaulay. This too may not exist, and there may be more than one. Crepant resolution of singularities is geometric, while non-commutative one is algebraic. The derived McKay correspondence conjecture is that the derived categories of crepant resolution of singularities and non-commutative crepant resolution of singularities are equivalent.

In paper [1], 2-dimensional singularities of type A_n were treated specifically. In this case, there exist both crepant resolution of singularities and non-commutative crepant resolution of singularities. Kapranov-Vasserot proved that derived categories of both resolutions are equivalent. Furthermore, a semi-universal non-commutative deformation of the non-commutative crepant resolution of singularities was constructed by Crawley-Boevey-Holland. In this paper, the semi-universal non-commutative deformation of the crepant resolution of singularities is constructed by pasting together non-commutative algebras, and it is proved that the derived McKay equivalence is extended along the non-commutative deforma-

tions. In the proof, we showed that the tilting sheaf giving the derived equivalence is extended along the non-commutative deformations.

In a paper currently in preparation, we generalize the results in paper [1]. We define the tilting sheaves and Čech cohomologies on a non-commutative algebraic variety, and prove that the tilting sheaves is extended along non-commutative deformations.

B. 発表論文

1. *Non-commutative deformations of derived McKay correspondence for A_n singularities.* arXiv:2410.15340
2. *On formal non-commutative deformations of smooth varieties.* arXiv:2402.15685
3. *Algebraic Varieties: Minimal Models and Finite Generation.* translated by Chen Jiang. Cambridge Studies in Advanced Mathematics, x+251pp, Cambridge Univ. Press, 2024. ISBN 978-1-009-34467-8
4. *Deformations over non-commutative base.* Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Série Mathématique, 362 (2024), 159–169.
5. *Semi-orthogonal decomposition and smoothing.* J. Math. Sci. Univ. Tokyo, **31** (2024), 1–39.
6. *Non-commutative deformations of perverse coherent sheaves and rational curves.* J. Algebraic Geom. **32** (2023), pp. 59–91. <https://doi.org/10.1090/jag/805>
7. *On the derived category of a weighted projective threefold.* Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, **15** (2022), 245–252. Catanese's 70th birthday issue. DOI: 10.1007/s40574-021-00277-6
8. *Semi-orthogonal decomposition of a derived category of a 3-fold with an ordinary double point.* Recent Developments in Algebraic Geometry: to Miles Reid for

his 70th Birthday. LMS Lecture Notes Series 478, 2022, 183–215.

9. *On non-commutative formal deformations of coherent sheaves on an algebraic variety.* EMS Surv. Math. Sci. **8** (2021), 237–263. DOI: 10.4171/EMSS/49
10. *Non-commutative deformations of simple objects in a category of perverse coherent sheave.* Selecta Math. **26**, Article number: 43 (2020) DOI: 10.1007/s00029-020-00570-w

C. 口頭発表

1. *Non-commutative twisted deformations of varieties and the derived McKay correspondence.* Algebraic Geometry, Matrix Institute, Univ. Melbourne, Australia, December 9–13, 2024.
2. *On twisted non-commutative deformations of algebraic varieties.* Conference on Recent Progress in Algebraic Geometry, Gangneung, Korea, November 5–8, 2–24.
3. *On twisted non-commutative deformations of algebraic varieties.* Chongqing Workshop on Birational Algebraic Geometry, Chongqing Univ. Tech., Chongqing, China, October 6–7, 2024.
4. *Non-commutative deformations of McKay correspondence.* Workshop on Birational Geometry, Shanghai Center for Mathematical Sciences, Fudan Univ., Shanghai, China, September 26–29, 2024.
5. *Deformations over non-commutative base.* Gu Lecture, Fudan Univ., Shanghai, China, September 25, 2024.
6. *On non-commutative deformations of smooth varieties.* Conference on Birational Geometry, Univ. Sci. Tech. China, Hefei, China, September 20–23, 2024.
7. *Deformations over non-commutative base.* International Conference on Com-

plex Geometry, Complex Analysis and Geometric Analysis, Morningside Center of Mathematics, Beijing, China, August 1–3, 2024.

8. *Mini-course on non-commutative deformations*. 2024 Tianyuan Summer School in Algebraic Geometry, Tianyuan Mathematics Research Center, Kunming, China, July 8–12, 2024.
9. *Derived McKay correspondence and non-commutative deformations*. National Cheng Kung Univ., Tainan, Taiwan, May 2, 2024.
10. *On derived McKay correspondence between non-commutative deformations of commutative and non-commutative crepant resolutions*. Spring Workshop on Algebraic Geometry, Wuhan Univ., Wuhan, China, March 14–17, 2024.

F. 対外研究サービス

以下のシンポジュームのオーガナイザー

1. *Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami*.
<https://sites.google.com/g.ecc.u-tokyo.ac.jp/agba/> with Yoshinori Gongyo and Keiji Oguiso.

准教授 (Associate Professors)

足助 太郎 (ASUKE Taro)

A. 研究概要

複素解析的な葉層構造について、主に特性類の変形、Julia 集合について研究した。具体的には、Julia 集合に関しては、特異葉層の Julia 集合について研究し、妥当であると思われる定義を得た。一方、特性類の変形の研究に関しては、その基礎付けとして形式枠について研究した。形式枠の理論はそれ自体意義深いと考えられるので、関連する研究を行った。

I studied holomorphic foliations, in particular, deformations of characteristic classes and Julia sets. To be more precise, I studied Julia sets of singular holomorphic foliations and obtained a reasonable definition. I also studied formal frames which is a part of preparations for studying characteristic classes. Actually they seem so meaningful by themselves that I developed some related studies.

B. 発表論文

1. T. Asuke : “On Fatou and Julia sets of foliations”, *J. Math. Soc. Japan* **72** (2020), 1145–1159.
2. T. Asuke : “On the Fuks–Lodder–Kotschick class for deformations of foliations”, *Proceedings of the conference Contemporary Mathematics in Kielce 2020, February 24–27 2021*, 2021, 1–15.
3. T. Asuke : “On a characteristic class associated with deformations of foliations”, *Internat. J. Math.* **34** (2023), 2350003.
4. T. Asuke : “Formal frames and deformations of affine connections”, to appear in *Tohoku Math. Jour.*

C. 口頭発表

1. 葉層構造の Fatou 集合について、日本数学会 2020 年度年会 (日本大学理工学部)、伝染病対策のため中止。講演も取りやめ。

2. On the Fuks–Lodder–Kotschick class for deformations of foliations, *Contemporary Mathematics in Kielce 2020*, Katedra Matematyki, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, Kielce (Poland), 2021/2/24, オンライン
3. 葉層の変形に関するある特性類について、日本数学会 2021 年度年会、慶應大学、2021/3/16, オンライン。
4. On the structure of characteristic classes of codimension-one foliations, *36th Summer Topology Conference*, July 18–22, 2022, University of Vienna, Department of Mathematics (Austria), 2022/7/18, オンライン。
5. 形式枠とその葉層構造の変形に関する特性類への応用について、葉層構造論シンポジウム、東京大学、2022/10/21, オンライン。
6. Some metric-like tensors for pseudo(semi)groups, *Current themes in complex dynamics*, July 3–7, 2023, Institut de Mathématiques, Université Toulouse (France), 2023/7/4.
7. 余次元 1 の複素解析的な葉層構造の Fatou–Julia 分解, 葉層構造論シンポジウム、東京大学、2023/10/20.
8. 複素余次元 1 の葉層構造の Fatou–Julia 分解の定式化に向けて、葉層構造論シンポジウム、静岡県男女共同参画センター「あざれあ」、2024/10/18.
9. Formal frames and its applications, “The mini workshop “Cartan Geometry and CR Manifolds””, 大阪大学、2025/1/13.

D. 講義

1. 数理科学基礎 (微積) (S1 ターム) : 数学全般に関する入門講義。微分積分学に重点を置いた (教養学部前期課程講義)。
2. 解析学基礎 (S セメスター) : 有理数体の完備化としての実数体についての基本的な

性質および、他の有理数体の完備化、特に p 進体について講義した（教養学部前期課程講義）。

3. 微分積分学① (S2 ターム), ② (A セメスター) : 微分積分学に関する基礎的な事項に関して講義した（教養学部前期課程講義）。
4. 数学講究 XA (S セメスター), 数学特別講究 (A セメスター) : 成書を題材として学生が発表する形式でセミナーを行い、必要に応じて助言・指導した（理学部 4 年生向け講義）。
5. 数理科学基礎セミナー I (通年) : 研究課題について学生が発表する形式でセミナーを行い、必要に応じて助言・指導した（数理大学院）。
6. 数学講究 XB (6/26) : 「力学系・葉層構造の横断的な幾何構造について」と題して講義した（理学部 4 年生向け講義, オムニバス形式の内の一コマ）。

F. 対外研究サービス

1. 葉層構造論シンポジウム, オンライン, '21/10/21~23.
2. 葉層構造論シンポジウム, オンライン, '22/10/21~22.
3. 葉層構造論シンポジウム, 東京大学, '23/10/19~21.
4. 葉層構造論シンポジウム, 静岡県男女共同参画センター「あざれあ」, '24/10/17~19.
5. 国立研究開発法人科学技術振興機構「創発的研究支援事業」外部専門家, '21~'23.

H. 海外からのビジター

Bruno Scárdua, studying singular foliations. Gave a series of lectures on 14, 19, 20 and 21 of November 2024. Basics of holomorphic foliations and real Morse foliations are discussed.

伊藤 健一 (ITO Kenichi)

A. 研究概要

今年度は、主に二つの研究課題に対して予備的な考察や計算を行った。一つはある設定下での N 体 Schrödinger 作用素に対する散乱理論である。

一般に Schrödinger 作用素に対する散乱理論では適切なエスケープ関数の構成が鍵となることが知られており、今回はそれを本設定に合わせた幾何的な方法で構成することを試みている。概ね方針は固まったが、まだ必要なすべての性質を確認できておらず、続きは来年度に持ち越す予定である。本研究は E. Skibsted 氏（オーフス大学）との共同研究である。もう一つは Schrödinger 方程式における特異性の伝播である。この研究課題については既に Wunsch (1999) や Hassell–Wunsch (2004, 2005), Nakamura (2005, 2009) などの結果が知られているが、本研究ではこれらとは少し異なるタイプの特異性に着目する。こちらも主結果の予想は得られているが、証明は最後までできていないため、続きは来年度に持ち越す予定である。こちらは藤井豪琉氏（東京大学）との共同研究である。

This year we considered two problems, and implemented preliminary computations for them. One is the scattering theory for the N -body Schrödinger operator under a certain setting. In such a problem, construction of an appropriate escape function is often a key. Here we are trying to construct it in a geometric manner according to the setting under consideration. We have obtained an outline, but have not yet confirmed all necessary properties. We shall continue it for the next year. This is a joint work with E. Skibsted (Aarhus University). Another is propagation of singularities for the Schrödinger equation. Concerning this topic, the results by Wunsch (1999), Hassell–Wunsch (2004, 2005) and Nakamura (2005, 2009) are well-known, but we focus on a slightly different type of singularities. We have already identified what the main results would be like, but the proofs are missing. We shall continue it for the next year, too. This is a joint work with T. Fujii (The University of Tokyo).

B. 発表論文

1. K. Ito and E. Skibsted: “Scattering theory for C^2 long-range potentials”, J.

- Spectr. Theory **15** (2025), no. 1, pp. 353–439.
2. T. Adachi, K. Itakura, K. Ito and E. Skibsted: “Stationary scattering theory for 1-body Stark operators, I”, Pure Appl. Funct. Anal. **7** (2022), 825–861.
 3. K. Ito and E. Skibsted: “Stationary scattering theory for one-body Stark operators, II”, Ann. Henri Poincaré **23** (2022), 513–548.
 4. K. Ito and E. Skibsted: “Stationary scattering theory on manifolds”, Ann. Inst. Fourier (Grenoble) **71** (2021), 1065–1119.
 5. K. Ito and A. Jensen: “Hypergeometric expression for the resolvent of the discrete Laplacian in low dimensions”, Integr. Equ. Oper. Theory **93** (2021), 32.
 6. T. Adachi, K. Itakura, K. Ito and E. Skibsted: “New methods in spectral theory of N -body Schrödinger operators”, Rev. Math. Phys. **33** (2021), 2150015.
 7. T. Adachi, K. Itakura, K. Ito and E. Skibsted: “Commutator methods for N -body Schrödinger operators”, Spectral Theory and Mathematical Physics, STMP 2018, Santiago, Chile.
 8. K. Ito and E. Skibsted, “Spectral theory on manifolds”, Advanced Studies in Pure Mathematics related to MSJ-SI 2018.
 9. K. Ito and E. Skibsted, “Radiation condition bounds on manifolds with ends”, J. Funct. Anal. **278** (2020), 108449.
 10. T. Adachi, K. Itakura, K. Ito and E. Skibsted, “Spectral theory for 1-body Stark operators”, J. Differential Equations. **268** (2020), 5179–5206.
- C. 口頭発表
1. Stationary scattering theory for C^2 long-range potentials, RIMS 共同研究(公開型)「スペクトル・散乱理論とその周辺」, 京都大学, 2023年12月.
 2. Stationary scattering theory for C^2 long-range potentials, Second Chile-Japan Workshop on Mathematical Physics and Partial Differential Equations, University of Santiago, Chile, チリ共和国, 2023年9月.
 3. Generalized Fourier transform for C^2 potentials, Mathematics seminar, Aarhus University, デンマーク王国, 2023年3月.
 4. Strong radiation bounds for long-range perturbations, 愛媛解析セミナー, 愛媛大学, 2023年1月.
 5. Pseudodifferential expression for the S-matrix of a perturbed Stark Hamiltonian, Mathematics seminar, Aarhus University, デンマーク王国, 2022年9月.
 6. Pseudodifferential expression for the S-matrix of perturbed Stark Hamiltonian, 信州微分方程式セミナー, 信州大学(オンライン), 2021年12月.
 7. Hypergeometric expression for the fundamental solution to the 2-dimensional discrete Laplacian (2次元離散 Laplace 作用素の基本解に対する超幾何表示), 数学域談話会, 筑波大学(オンライン), 2021年11月.
 8. Hypergeometric expression for the resolvent of the discrete Laplacian in low dimensions, Effective models, critical phenomena and spectral methods in Quantum Transport (dedicated to Arne Jensen’s 70th birthday), Aalborg, デンマーク王国(オンライン), 2021年10月.
 9. Pseudodifferential expression for the S-matrix of perturbed Stark Hamiltonian, 第174回神楽坂解析セミナー, 東京理科大学(オンライン), 2021年7月.
 10. Hypergeometric expression for the resolvent of the discrete Laplacian in low dimensions, 微分方程式の総合的研究, 京都大学(オンライン), 2020年12月.
- D. 講義
1. 解析学 VIII・線形微分方程式論: 局所凸位相ベクトル空間および Schwartz 超関数の

諸性質に関する講義. (数理大学院・4年生
共通講義)

2. 常微分方程式論: 常微分方程式に関する講義. (教養学部統合自然科学科講義)
3. 常微分方程式論演習: 常微分方程式に関する演習. (教養学部統合自然科学科講義)
4. 数理科学演習 II: 卒業研究予備に相当する科目. (教養学部統合自然科学科講義)
5. 特別研究: 卒業研究に相当する科目. (教養学部統合自然科学科講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 近藤 悠矢 (KONDO Yuya): Inverse scattering for the time-dependent electric fields (時間に依存する電場に対する逆散乱)
2. (修士) 星屋 陽俊 (HOSHIYA Aki-toshi): Unified approach to orthonormal Strichartz estimates for dispersive equations (統一的手法による分散型方程式に対する直交ストリッカーズ評価)

F. 対外研究サービス

1. 研究集会「第 63 回実函数論・函数解析学合同シンポジウム」東京大学大学院数理科学研究科, 2024 年 9 月 9–11 日, 組織委員 (会場責任者)
2. 研究集会「第 30 回 数理物理と微分方程式」亀の井ホテル鴨川, 千葉県鴨川市, 2024 年 10 月 12–14 日, 世話人
3. 日本数学会函数解析学分科会 分科会委員 (偏微分方程式の函数解析学的研究グループ)
4. 一般社団法人函数方程式論刊行会理事選挙選挙管理委員
5. 東京大学解析学火曜セミナー 世話人

今井 直毅 (IMAI Naoki)

A. 研究概要

加藤氏, Youcis 氏との共同研究で, 超スペシャルレベルの Abel 型志村多様体に対し syntomic 実現関手を構成し, それを用いて整モデルの特徴付けを与えた. その過程で, Abel 型志村多

様体に対する Serre–Tate 理論を構築した. また Fontaine–Laffaille range におけるプリズム F ゲージと Fontaine–Laffaille 加群の圏同値を証明した.

p 進簡約代数群の被覆群に対する局所 Langlands 対応の構成および幾何化の研究を進め, 技術的難点を解消した. また, 局所 Langlands 対応の幾何化に関する概説論文を執筆した.

In joint work with Kato and Youcis, we constructed a syntomic realization function for Shimura varieties of abelian type at hyperspecial level and used it to give a characterization of the canonical integral model. In the process, we constructed a Serre–Tate theory for Shimura varieties of abelian type. We also proved an equivalence of categories between the prismatic F -gauges and the Fontaine–Laffaille modules in the Fontaine–Laffaille range.

We studied the construction and geometrization of the local Langlands correspondence for the covering group of p -adic reductive algebraic groups, and solved some technical difficulties. I also wrote a survey paper on the geometrization of the local Langlands correspondence.

B. 発表論文

1. N. Imai: “On the geometrization of the local Langlands correspondence”, arXiv:2408.16571.
2. N. Imai, H. Kato and A. Youcis: “A Tannakian framework for prismatic F -crystals”, arXiv:2406.08259.
3. L. Hamann and N. Imai: “Dualizing complexes on the moduli of parabolic bundles”, arXiv:2401.06342.
4. N. Imai, H. Kato and A. Youcis: “The prismatic realization functor for Shimura varieties of abelian type”, arXiv:2310.08472.
5. M. Fox, B. Howard and N. Imai: “Rapoport–Zink spaces of type $\mathrm{GU}(2, n-2)$ ”, to appear in *Algebr. Geom.*
6. N. Imai and T. Tsushima: “Mod ℓ Weil representations and Deligne–Lusztig in-

ductions for unitary groups”, Represent. Theory 29 (2025), 35-59.

7. N. Imai and J.-S. Koskivirta : “Partial Hasse invariants for Shimura varieties of Hodge-type”, Adv. Math. 440 (2024), Paper No. 109518, 47 pp.
8. A. Bertoloni Meli, N. Imai and A. Youcis : “The Jacobson–Morozov morphism for Langlands parameters in the relative setting”, Int. Math. Res. Not. (2024), no, 6, 5100-5165.
9. N. Imai : “Local Langlands correspondences in ℓ -adic coefficients”, Manuscripta Math. 175 (2024), no. 1-2, 345-364.
10. N. Imai and T. Tsushima : “Shintani lifts for Weil representations of unitary groups over finite fields”, Math. Res. Lett. 31 (2024), no. 5, 1471-1491.

C. 口頭発表

1. Local Langlands correspondence for p-adic covering groups, Lyon-Tokyo conference in Number Theory and Arithmetic Geometry, ENS de Lyon, フランス, 2025年3月27日.
2. Free motivic sheaves and the cancellation theorem, Recent advances in p-adic geometry, Tianyuan Mathematics Research Center, 中国, 2025年3月13日.
3. The syntomic realization functor for Shimura varieties, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2025年1月9日.
4. Local Langlands correspondence for p-adic covering groups, Arithmetic Geometry in Shenzhen, SUSTech, 中国, 2024年12月19日.
5. Derived rigid geometry, Workshop on Analytic de Rham stacks, Institute of Mathematics of the Polish Academy of Sciences, ポーランド, 2024年12月12日.
6. Local Langlands correspondence for p-adic covering groups, 第25回整数論オー

タムワークショップ, 北海道大学, 2024年10月30日.

7. The syntomic realization functor for Shimura varieties, Workshop on p-adic Geometry, University of Chicago, アメリカ, 2024年9月18日.
8. The syntomic realization functor for Shimura varieties, Seminar, Institut Galilée, Paris 13, フランス, 2024年9月12日.
9. Geometric Satake equivalence for p-adic covering groups, Arithmetic and Cohomology of Algebraic Varieties, Institute of Mathematics of the Vietnam Academy of Science and Technology, ベトナム, 2023年9月19日.
10. On the Rapoport-Zink space for $GU(2, 4)$ for unramified primes, Arithmetic of Shimura Varieties, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, ドイツ, 2023年2月4日.

D. 講義

1. 代数学 I : 群と環に関する講義. (3年生向け講義)
2. 代数学特別演習 I : 群と環に関する演習. (3年生向け講義)
3. 常微分方程式 : 常微分方程式の入門的講義. (教養学部前期課程講義)
4. 基礎数論特別講義 V・数学統論 XE : 志村多様体の入門的講義, モジュラー曲線, Hermite 対称領域, Hodge 構造, 局所対称多様体, 志村多様体の定義, 志村多様体のクラス, 正準モデルを扱った. (数理大学院・4年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (論文博士) 板東 克之 (BANDO Katsuyuki): Derived Satake category and affine Hecke category in mixed characteristics.
2. (修士) 関 海星 (SEKI Kaisei): Torsion vanishing of cohomology of unitary Shimura varieties at infinite levels.

F. 対外研究サービス

1. 博士論文審査委員, Dat Pham, Some results on moduli stacks of (ϕ, Γ) -modules, Université Paris-Nord, 2024年9月12日.
2. 博士論文審査委員, Shang Li, An Equivariant Compactification for Adjoint Reductive Group Schemes, Université Paris-Saclay, 2024年9月13日.
3. オーガナイザー, Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics (2024年10月7日~11日, 東大数理).
4. 2024年度日本数学会地方区代議員

H. 海外からのビジター

1. Joseph Muller, JSPS 外国人特別研究員, 2023年10月~. He worked on Rapoport–Zink spaces.
2. Stefan Reppen, JSPS 外国人特別研究員, 2023年9月~. He worked on moduli spaces of G -bundles.
3. Wansu Kim (KAIST), 外国人客員研究員, 2023年10月~2024年8月. He worked on moduli spaces of shtukas.
4. Pascal Boyer (Sorbonne Paris North University), 2024年9月25日~10月14日. He worked on Shimura varieties.
5. Hui Gao (Southern University of Science and Technology), 2024年10月1日~13日. He worked on p -adic Hodge theory.

岩木 耕平 (IWAKI Kohei)

A. 研究概要

Nikolai Iorgov (Kyiv), Oleg Lisovyy (Tours), Yuri Zhuravlev (Kyiv) との共同研究で, I 型 Painlevé 方程式の τ -関数が持つ離散 Fourier 級数表示に関する研究を行った. 具体的には, 位相的漸化式, 正則アノマリー方程式, 不確定共形ブロックによる3つの τ -関数の構成法の比較を行った.

まず, 位相的漸化式と正則アノマリー方程式による構成を比較するためには, 位相的漸化式の分配関数が “conifold gap 条件” を満たすことを

示す必要がある. 通常, 位相的弦理論において, conifold gap 条件は正則アノマリー方程式からは定まらない分配関数の “holomorphic ambiguity” を決定するために課されるある種の境界条件である. 位相的漸化式の分配関数も同じ境界条件を満たすことが強く期待されていたが, スペクトル曲線の種数が1以上の場合には数学的な考察は行われていなかった. 我々は, 特にスペクトル曲線として Weierstrass の楕円曲線を選んだ場合に, 分配関数が conifold gap 条件を満たすことを証明した. 2020年に Communications in Mathematical Physics から出版された私の論文の成果と合わせると, 2016年の Bonelli–Lisovyy–Maruyoshi–Sciarappa–Tanzini による予想の証明が与えられたことになる.

一方, 位相的漸化式と不確定共形ブロックを比較するためには, スペクトル曲線が含むパラメータに関する分配関数の漸近展開を求める必要がある. 我々は, 上記の Weierstrass の楕円曲線から定まる分配関数に対して漸近展開を求めるアルゴリズムを与えることに成功した. さらに, コンピュータで計算可能な限り, 得られた漸近展開の係数が不確定共形ブロックの展開係数と一致していることを確認した. この不確定共形ブロックは, ごく最近 Poghossyan–Poghossian により Virasoro 代数の表現を通じて提案されたものであるが, 我々の手法はその全く別の定式化を与え得るものである.

以上は昨年度から継続して行ってきた研究において得られたものである. 成果は論文としてほぼまとめてあり, 近日中に公開予定である. 位相的漸化式の分配関数と不確定共形ブロックの展開係数が全ての次数において一致することの証明や, 分配関数の解析性 (Borel 総和可能性など) の解明は課題として残されているので, 年度以降はこれらの課題解決にも取り組みたい.

I studied the discrete Fourier series representation of the τ -function of the first Painlevé equation in collaboration with Nikolai Iorgov (Kyiv), Oleg Lisovyy (Tours), and Yuri Zhuravlev (Kyiv). Specifically, we compared three methods for constructing the τ -function: topological recursion, holomorphic anomaly equa-

tion, and irregular conformal block approach. First, in order to compare the constructions based on the topological recursion and the holomorphic anomaly equation, it was necessary to show that the partition function derived from the topological recursion satisfies the “conifold gap condition”. In topological string theory, the conifold gap condition is a type of boundary condition imposed to determine the “holomorphic ambiguity” of the partition function, which is not fixed by the holomorphic anomaly equation. While it had been strongly expected that the partition function from the topological recursion would also satisfy this boundary condition, no mathematical analysis had been conducted in cases where the spectral curve had genus one or higher. We proved that, in particular, when choosing a Weierstrass elliptic curve as the spectral curve, the partition function satisfies the conifold gap condition. Combined with the results of my paper published in *Communications in Mathematical Physics* in 2020, this provides a proof of a conjecture proposed in 2016 by Bonelli–Lisovyy–Maruyoshi–Sciarappa–Tanzini.

On the other hand, to compare the topological recursion with the irregular conformal block approach, it was necessary to obtain the asymptotic expansion of the partition function with respect to the parameters appearing in the spectral curve. We succeeded in providing an algorithm for obtaining the asymptotic expansion of the partition function determined by the Weierstrass elliptic curve. Furthermore, as far as computationally feasible, we confirmed that the coefficients of the obtained asymptotic expansion coincide with the expansion coefficients of the irregular conformal block. This irregular conformal block was recently proposed by Poghosyan–Poghossian through representations of the Virasoro algebra, but our method offers an entirely different formulation. These results were obtained as part of an ongoing research project carried out since last year.

Our results have been largely compiled into a research paper, which is scheduled to be put on a preprint server in the near future. Remaining challenges include proving that the expansion coefficients of the partition function from the topological recursion and those of the irregular conformal block coincide at all orders, as well as elucidating the analyticity of the partition function (such as its Borel summability). In the coming years, I plan to work on addressing these open problems.

B. 発表論文

1. K. Iwaki, “2-parameter τ -function for the first Painlevé equation: Topological recursion and direct monodromy problem via exact WKB analysis”, *Communications in Mathematical Physics*, **377** (2020), 1047–1098.
2. H. Fuji, K. Iwaki, H. Murakami and Y. Terashima, “Witten-Reshetikhin-Turaev function for a knot in Seifert manifolds”, *Communications in Mathematical Physics*, **386** (2021), 225–251.
3. K. Iwaki and O. Kidwai, “Topological recursion and uncoupled BPS structures I: BPS spectrum and free energies”, *Advances in Mathematics*, **398** (2022), Paper No.108191.
4. K. Iwaki, T. Koike and Y. Takei, “Voros Coefficients for the Hypergeometric Differential Equations and Eynard-Orantin’s Topological Recursion - Part I: For the Weber Equation”, *Annales Henri Poincaré*, **24** (2023), 1305–1353.
5. K. Iwaki and O. Kidwai, “Topological recursion and uncoupled BPS structures II: Voros symbols and the τ -function”, *Communications in Mathematical Physics*, **399** (2023), 519–572.
6. 岩木耕平, “完全 WKB 解析, 位相の漸化式と Painlevé 方程式”, 雑誌「数学」, 第 75 卷 4 号, 2023 年.
7. K. Iwaki and M. Mariño, “Resurgent Structure of the Topological String and

the First Painlevé Equation”, SIGMA **20** (2024), 028, 21 pages; arXiv:2307.02080 [hep-th].

C. 口頭発表

1. Topological recursion, uncoupled BPS structures and exact WKB (invited), BPS states, mirror symmetry and exact WKB (online), July 2021, Sheffield University, United Kingdom.
2. Topological Recursion, Painlevé Equation, Exact WKB and Resurgence (invited), Summer School : Wall-Crossing Structures, Analyticity and Resurgence, June 2023, IHES, France.
3. Topological recursion, resurgence and BPS structure (invited), Quantisation of moduli spaces from different perspectives, September 2023, SwissMAP Research Station, Switzerland.
4. Non-linear Stokes phenomenon for Painlevé τ -function and topological recursion (invited), Complex Lagrangians, Mirror Symmetry, and Quantization, October 2023, Banff International Research Station, Canada.
5. Conjectures on resurgent structure in topological recursion (invited), Moduli of Meromorphic Quadratic Differentials, June 2024, Stony Brook, USA.
6. Conjectures on resurgent structure in topological recursion (invited), New Aspects in Topological Recursion, Resurgence and Related Topics, July 2024, RIMS, Japan.
7. Conifold gap property for the topological recursion free energy of elliptic spectral curves (invited), Recent Developments in Mirror Symmetry and Calabi-Yau Varieties, August 2024, RIMS, Japan.
8. Mini-course on Exact WKB method and Painlevé equation (4 lectures, invited), Les Houches School on Quantum Geometry (Mathematical Methods for Gravity,

Gauge Theories and Non-Perturbative Physics), August, 2024, Les Houches School of Physics, France.

9. Wall-crossings in Painlevé equations (invited), Workshop on Resurgence, wall-crossing & geometry, January 2025, SwissMAP Research Station, Switzerland.
10. Topological recursion, holomorphic anomaly and Painlevé I (invited), Asymptotic Expansion of τ -functions and related topics, February 2025, RIMS, Japan.

D. 講義

1. 数学講究 XA, 数学特別講究 : テキスト「常微分方程式 (高野恭一 著)」, 「特異摂動の代数解析学 (河合隆裕・竹井義次 著)」(理学部数学科 4 年生)
2. 数学講究 XB : 位相的漸化式と resurgence 理論に関する概説を行った。(理学部数学科 4 年生)
3. 数理科学基礎, 微分積分学 I・II : 微分積分学の基礎的な内容を扱った。(教養学部前期課程講義)
4. 常微分方程式 : 初等解法, 解の存在と一意性に関する定理などを扱った。(教養学部前期課程講義)
5. 卒業研究 : 高階 Painlevé 方程式の Laurent 級数解について考察を行った。(統合自然科学科 4 年生)

F. 対外研究サービス

1. 研究集会 “New Aspects in Topological Recursion, Resurgence and Related Topics”, 2024 年 7 月 8 日 ~ 12 日, 京都大学数理解析研究所 420 号室。(Motohico Mulase 氏 (UC Davis), Olivia Dumitrescu (University of North Carolina), Takuro Mochizuki 氏 (RIMS), Kento Oshiga (University of Tokyo), Masa-Hiko Saito (Kobe Gakuin University) との共同開催.)
2. 研究集会 “Geometric Aspects of Painlevé Equations and Related Topics”, 2024 年

9月9日～10日, 東京大学大学院数理科学研究科 123 号室. (Frank Loray (Université de Rennes, CNRS), Hidetaka Sakai (University of Tokyo) との共同開催.)

3. 群馬県高校生数学キャンプ “複素数の不思議”, 2024 年 10 月 6 日, 27 日, 群馬県庁.
4. 研究集会 “Geometry and Mathematical Physics – On Hot Topics Around Quantization –”, 2024 年 11 月 20 日～22 日, 東京大学大学院数理科学研究科大講義室. (三田史彦 (学習院大学), 高橋篤史 (大阪大学), 桑垣樹 (京都大学), との共同開催.)
5. 研究集会 “Asymptotic Expansion of τ -functions and Related Topics”, 2025 年 2 月 17 日～21 日, 京都大学数理解析研究所 420 号室. (Takuro Mochizuki 氏 (RIMS), Hajime Nagoya (Kanazawa University), Masa-Hiko Saito (Kobe Gakuin University) との共同開催.)

G. 受賞

1. 2022 年度日本数学会賞建部賢弘特別賞.
業績題目: 完全 WKB 解析, クラスタ代
数, パンルヴェ方程式および位相的漸化式
の研究
2. 令和 6 年度科学技術分野の文部科学大臣表
彰若手科学者賞.
業績題目: 完全 WKB 解析と位相的漸化
式によるパンルヴェ方程式の研究

H. 海外からのビジター

1. John Alex Cruz Morales (National Uni-
versity of Colombia) talked about “What
would be equivariant mirror symmetry
for Hitchin systems?” on 29th July.
2. Frank Loray (Université de Rennes,
CNRS) talked about “Moduli spaces
over the five punctured sphere” on 10th
September.
3. Omar Kidwai (The Chinese University
of Hong Kong) talked about “Quadratic
differentials and Donaldson-Thomas in-
variants” on 19th December.

植田 一石 (UEDA Kazushi)

A. 研究概要

Tarig Abdelgadir 氏, Daniel Chan 氏および大川新之介氏と共同で, 軌道体射影曲線というクラスのスタックに対して安定性の概念を導入し, 安定軌道体射影曲線のモジュライスタックが Hassett の意味で安定な重み付けられた点付き曲線のモジュライスタックと同型になることを示した。また, 軌道体射影曲線の退化を非可換代数幾何 (あるいは Abel 圏) の観点から考察し, 安定化部分群を持つ点が衝突する極限として, 特異点を持つ軌道体ではなく, 滑らかな非可換代数曲線 (つまり, 有限なホモロジー次元を持つ Abel 圏) が得られることも示した。

Tarig Abdelgadir 氏および大川新之介氏と共同で, 非可換 3 次曲面の概念を定義した上で, 標識付き非可換 3 次曲面のモジュライ空間の幾何学的不変式論的なコンパクト化を 8 次元の射影的トーリック多様体として構成して, それが射影平面上の 6 点の配置空間を余次元 4 の局所閉部分多様体として含んでいる事を示した。

3 次元射影空間の 4 次超曲面が持ち得る A_1 特異点の個数の最大値は 16 であり, 16 個の A_1 特異点を持つ 3 次元射影空間の 4 次超曲面は Kummer 曲面であって, そのモジュライは Siegel モジュラー多様体になる事が古典的に知られている。 A_1 特異点の代わりに D_4 特異点を考えると, 2 次の Gorenstein K3 曲面が持ち得る D_4 特異点の個数の最大値である 4 個の D_4 特異点を持つ K3 曲面のモジュライ空間は直交群に関するモジュラー多様体になるが, このモジュライ空間を具体的に記述し, 対応する保型形式環の生成元の次数と関係式を決定した。

Yankı Lekili 氏と共同で, Brieskorn–Pham 特異点の Milnor ファイバーの Rabinowitz 深谷圏に対するホモロジー的ミラー対称性を証明した。その系として, Rabinowitz フレアホモロジーが同変行列因子化のなす微分次数圏の Hochschild ホモロジーと同型になる事が分かる。

In a joint work with Tarig Abdelgadir, Daniel Chan, and Shinnosuke Okawa, we introduced the notion of stable orbifold projective curves, and showed that the moduli stack of stable orb-

ifold projective curves is isomorphic to the moduli stack of weighted pointed stable curves in the sense of Hassett with respect to the weights determined by the automorphism groups of the stacky points. We also studied degenerations of orbifold projective curves corresponding to collisions of stacky points from the point of view of noncommutative algebraic geometry, and obtained smooth noncommutative curves as their limits.

In a joint work with Tarig Abdelgadir and Shinosuke Okawa, we introduced a notion of noncommutative cubic surface, constructed a compact moduli of marked noncommutative cubic surfaces as an eight-dimensional projective toric variety, and showed that it contains the configuration space of six points on the projective plane as a locally closed subvariety of codimension four.

It is a classical fact that the maximum number of A_1 -singularities on a quartic hypersurface in the three-dimensional projective space is sixteen, a quartic hypersurface in the three-dimensional projective space with sixteen A_1 -singularities is a Kummer surface, and the moduli space of Kummer surfaces is a Siegel modular variety. If we consider D_4 -singularities instead of A_1 -singularities, then the maximum number of D_4 -singularities that a Gorenstein K3 surface of degree two can have is four, and the moduli space of Gorenstein K3 surfaces of degree two with four D_4 -singularities is an orthogonal modular 3-fold. We described this moduli space explicitly, and determined the degrees of the generators and relations of the corresponding graded ring of automorphic forms.

In a joint work with Yankı Lekili, we proved homological mirror symmetry for Rabinowitz Fukaya categories of Milnor fibers of Brieskorn–Pham singularities. As a corollary, one obtains isomorphisms of Rabinowitz Floer homologies with Hochschild homologies of dg categories of equivariant matrix factorizations.

B. 発表論文

1. Y. Lekili and K. Ueda, On homological mirror symmetry for the complement of a smooth ample divisor in a K3 surface, *Kyoto J. Math.* 64 (2), 557–564 (2024).
2. A. Ishii, A. Nolla, and K. Ueda, Dimer models and group actions, *Math. Z.* 306, 6 (2024).

C. 口頭発表

1. Homological mirror symmetry for projective hypersurfaces of general type, *Geometry and Mathematical Physics*, 東京大学数理科学研究科, 2024年11月20日.
2. Affine Weyl group actions on moduli spaces of marked noncommutative del Pezzo surfaces, *RIMS–MFO Tandem Workshop: Algebraic Geometry and Noncommutative Projective Varieties*, 京都大学数理解析研究所, 2024年9月23日.
3. Kobayashi’s duality and mirror symmetry, *Workshop on Tropical Geometry, Singularity theory, and Algebraic Geometry*, 東京都立大学, 2024年9月11日.
4. Mirror symmetry and degeneration, *日本数学会年会幾何学分会特別講演*, 大阪公立大学杉本キャンパス, 2024年3月17日.
5. Dimer models and stable Fukaya categories, *Eastern Hemisphere Colloquium on Geometry and Physics*, オンライン, 2024年3月13日.
6. Moduli of Calabi–Yau manifolds as moduli of A_∞ -structures, *Tsinghua-Tokyo workshop on Calabi-Yau*, 富士研修所, 2024年1月16日.

D. 講義

1. 数学 I : 文科学向けに一変数関数の微分法と積分法に関する基礎的内容を扱った. (教養学部前期課程講義)
2. 数理科学基礎 : 論理と集合、ベクトル、行列とその基本変形などを扱った. (教養学部前期課程講義)
3. 線形代数学 1 : 線形空間、線形写像、基底、表現行列などを扱った. (教養学部前期課

程講義)

4. 線形代数学 2 : 内積、行列式、固有値と固有ベクトル、2 次形式などを扱った. (教養学部前期課程講義)
5. 全学自由研究ゼミナール : Theorem Proving in Lean 4 の輪講を行った. (教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 中村 章人 (NAKAMURA Akihito): 旗多様体上の同変ベクトル束の定める完全交叉の Hodge 数を計算するための Sage-Math パッケージ

F. 対外研究サービス

1. Journal of Matheamtical Sciences, the University of Tokyo の編集委員

大島 芳樹 (OSHIMA Yoshiki)

A. 研究概要

実簡約 Lie 群の表現の制限や誘導の既約分解についての研究を行っている. G を実簡約 Lie 群, H をその局所代数的な閉部分群とする. H がユニモジュラーの場合には, $L^2(G/H)$ の分解に寄与する G の既約表現の集合の漸近錐が, G/H の余接束の運動量写像の像で与えられることがわかっており, 離散系列の存在のための十分条件が得られていた (Benjamin Harris 氏との共同研究). ここ数年はこの結果の直線束の場合や H のユニタリ表現からの誘導, または H がユニモジュラーでない場合への拡張を考え, いくつかの新しい結果が得られた.

また, D_4 型のある代数群に対する保型形式の空間の剰余スペクトルに関連して現れるリー群 $Spin(5, 3)$ の主系列表現の間の絡作用素の像を調べた.

$K3$ 曲面の退化に関する研究も行っている. $K3$ 曲面の退化とモジュライのコンパクト化についての予想に関連し, 3 次元や 1 次元に崩壊する $K3$ 曲面の Ricci 平坦計量の評価を行った.

I have been studying irreducible decompositions of the induction and the restriction of rep-

resentations of real reductive Lie groups. Let G be a real reductive group and H a locally algebraic closed subgroup. Previously, in a joint work with Benjamin Harris, it was shown that the asymptotic cone of the set of irreducible representations of G which contribute to the decomposition of $L^2(G/H)$ is written in terms of the image of the moment map of the cotangent bundle of G/H and a sufficient condition for the existence of discrete series representations was obtained. In the last few years, I considered generalizations of these results for the case of line bundles, the case of induction from unitary representations of H , and the case of non-unimodular H , and obtained some new results.

I also studied the image of intertwining operators between principal series representations of the Lie group $Spin(5, 3)$ that are related to the residual spectrum for the space of automorphic forms for a certain algebraic group of type D_4 . I have been also studied on the degeneration of $K3$ surfaces. Concerning a conjecture for degenerations of $K3$ surfaces and compactifications of moduli spaces, I studied estimates of Ricci-flat metrics on $K3$ surfaces degenerating to 3-dimensional or 1-dimensional spaces.

B. 発表論文

1. Y. Oshima : “Discrete branching laws of derived functor modules”, In Symmetry in Geometry and Analysis, Volume 3, edited by Michael Pevzner and Hideko Sekiguchi, Festschrift in Honor of Toshiyuki Kobayashi, Progr. Math. **359** (2025) 127–636.
2. B. Harris and Y. Oshima : “On the asymptotic support of Plancherel measures for homogeneous spaces”, Duke Math. J. **173** (2024) 2729–2807.
3. G. Liu, Y. Oshima and J. Yu : “Restriction of irreducible unitary representations of $Spin(N, 1)$ to parabolic subgroups”, Represent. Theory **27** (2023) 887–932.

4. Y. Odaka and Y. Oshima : “Collapsing K3 surfaces, tropical geometry and moduli compactifications of Satake, Morgan-Shalen type”, MSJ Memoirs **40** (2021) 165pp.
5. B. Harris and Y. Oshima : “Irreducible characters and semisimple coadjoint orbits”, J. Lie Theory **30** (2020) 715–765.

C. 口頭発表

1. Existence of discrete series for homogeneous spaces and coadjoint orbits, NCTS Workshop on Representation Theory and Lie Groups, NCTS (台湾), 2024 年 12 月.
2. Discrete branching laws of derived functor modules, Branching Problems for Representations of Real, p -adic and Adelic Groups, BIRS workshop, The University of British Columbia, Okanagan (カナダ), 2024 年 7 月.
3. Discrete branching laws of derived functor modules, HKU Number Theory Days 2024, The University of Hong Kong (香港), 2024 年 6 月.
4. Discrete branching laws of derived functor modules, The Ninth Pacific Rim Conference in Mathematics, Darwin (オーストラリア), 2024 年 6 月.
5. Discrete branching laws of derived functor modules, 7th Tunisian-Japanese Conference, Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications in honor of Professor Toshiyuki Kobayashi, Monastir (チュニジア), 2023 年 11 月.
6. Discrete branching laws of derived functor modules, AGU 表現論セミナー: Workshop on Harmonic Analysis on Lie groups and Representations of Hecke Algebras, 青山学院大学, 2023 年 3 月.
7. Induction, restriction and the orbit method for unitary representations of real reductive groups, Symmetry in Geometry and Analysis - Conference in

honor of the 60th birthday of Professor Toshiyuki Kobayashi, Reims University (フランス), 2022 年 6 月.

8. On the asymptotic support of Plancherel measures for homogeneous spaces, Workshop: Seminar in Representation Theory, オンライン, 2021 年 9 月.
9. Restriction of unitary representations of $\text{Spin}(N,1)$ to parabolic subgroups, Associated Varieties and Unipotent Representations, オンライン, 2020 年 9 月.
10. Collapsing of Ricci-flat Kähler metrics and compactifications of moduli spaces, The Eighth Pacific Rim Conference in Mathematics, オンライン, 2020 年 8 月.

D. 講義

1. 数学統論 XD・数物先端科学 VIII : 複素多様体とケーラー計量についての講義を行った. 概複素構造の可積分条件, 複素多様体上のエルミート計量・ケーラー計量, (正則) ベクトル束の接続・曲率, 標準接続とリーマン接続によるケーラー性の特徴づけ, エルミート対称空間の例, チャーン類, ケーラー多様体上の微分形式に関する作用素, ホッジド・ラーム-小平分解, リッチ曲率, カラビヤウの定理等について扱った. (数理大学院・4 年生共通講義)
2. ベクトル解析: ベクトル解析についての講義を行った. (教養学部前期課程講義)
3. 数理科学基礎演習, 数学基礎理論演習, 線型代数学演習: 行列・線型代数の基礎概念について理系一年生向けの演習を行った. (教養学部前期課程講義)
4. 数学講究 XB: リー群の多様体への作用や表現についての入門的講義を行った. (理学部 4 年生向け講義)
5. 幾何学 XB・微分幾何学 I: リー群の基礎事項について講義した. リー群・リー環の対応, 行列群・古典群の例, 指数写像, 簡約リー群の極分解, 被覆群, リー群の作用と商, コンパクト群の有限次元表現等を扱った. (数理大学院・4 年生共通講義)

G. 受賞

1. 2021 年度日本数学会賞建部賢弘特別賞
2. 令和 5 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞

H. 海外からのビジター

1. Jing Feng Lau (Singapore University of Social Sciences), 2024.12.16 – 2025.1.8, discussed the residual spectrum of triality Spin(8).

柏原崇人 (KASHIWABARA Takahito)

A. 研究概要

(1) 領域 Ω が滑らかで厳密に三角形分割できない場合の楕円型方程式に対する有限要素法において、境界を区分 k 次多項式で近似するアイソパラメトリック k 次要素を考察した。近似の次数が $k \geq 2$ であれば、 $L^\infty(\Omega)$ ノルムにおいて厳密解と近似解の誤差が $O(h^{k+1})$ となることを証明した。最近の先行研究でも同様の最良オーダー収束が報告されていたが、本研究の手法には (i) 近似領域の境界 $\partial\Omega_h$ の節点が $\partial\Omega$ に属さなくてもよい、(ii) $L^p(\Omega)$ ($1 \leq p \leq \infty$) ノルム誤差評価に拡張可能というメリットがある。

(2) 塑性を持つ流体モデルの 1 つに Bingham 流体が挙げられる。非圧縮条件を課した Bingham 流では、境界まで込めた H^2 正則性が成り立つかどうかは知られていなかった。本研究では、境界条件を完全滑り境界条件にし、さらに降伏応力 g が $H_0^1(\Omega)$ に属していればそのような正則性が成り立つことを証明した。当初の想定と比べて、境界 $\partial\Omega$ 上で $g = 0$ という追加の仮定が必要になったが、その場合でも境界まで込めた H^2 正則性を導くことは非自明であるため、意味のある結果であると考えている。

(1) We considered \mathbb{P}_k -isoparametric FEM applied to an elliptic boundary value problem, in which the domain Ω is smooth and approximated by a piece-wise polynomial function of degree k . We proved that the error between the exact and approximate solutions behave as $O(h^{k+1})$ in the $L^\infty(\Omega)$ -norm if $k \geq 2$. Although

such an optimal rate of convergence is already reported in recent existing researches, our approach is advantageous in the following two points: (i) we may not assume that nodal points of the boundary of an approximate domain $\partial\Omega_h$ belong to $\partial\Omega$; (ii) it can be extended to error estimates in the $L^p(\Omega)$ -norm ($1 \leq p \leq \infty$).

(2) Bingham fluid is a model for visco-plastic fluids. It was unknown whether Bingham fluid problems with the divergence free constraint admit H^2 -regularity up to boundary. We indeed show that such regularity holds if the perfect slip boundary condition is imposed on the boundary and if the yield stress g satisfies $g \in H_0^1(\Omega)$. In contrast to an initial expectation, we need an addition assumption that g must vanish on the boundary. Nevertheless, we believe that this result makes sense because it is still non-trivial to show H^2 -regularity up to boundary even if $g = 0$ on $\partial\Omega$.

B. 発表論文

1. F. Jing, W. Han, T. Kashiwabara and W. Yan: “On finite volume methods for a Navier-Stokes variational inequality”, *J. Sci. Comput.* **98** (2024), doi:10.1007/s10915-023-02408-x.
2. T. Kashiwabara and T. Kemmochi: “Discrete maximal regularity for the discontinuous Galerkin time-stepping method without logarithmic factor”, *SIAM J. Numer. Anal.* **62** (2024), 1638–1659.
3. T. Kashiwabara: “Finite element analysis of a generalized Robin boundary value problem in curved domains based on the extension approach”, *IMA J. Numer. Anal.* (2024), doi:10.1093/imanum/drae070
4. D. Inoue, Y. Ito, T. Kashiwabara, N. Saito, and H. Yoshida: “An uncertainty-aware, mesh-free numerical method for Kolmogorov PDEs”, *J. Sci. Comput.* **103** (2025), doi:10.1007/s10915-025-02846-9
5. T. Kashiwabara: “Optimal L^∞ -error es-

estimate for isoparametric finite element method in a smooth domain”, to appear in the Proceedings of MSJ-KMS Joint Meeting 2023 (arXiv:2503.09190).

6. T. Kashiwabara and H. Takemura: “Error estimates of the cubic interpolated pseudo-particle scheme for one-dimensional advection equations”, submitted (arXiv:2402.11885).
7. T. Kashiwabara and T. Fukao: “ H^2 -regularity for stationary and non-stationary Bingham problems with perfect slip boundary condition”, submitted (arXiv:2404.18333).

C. 口頭発表

1. H^2 -regularity up to boundary for a Bingham fluid, ICIAM 2023, Waseda University, August 2023.
2. Error estimates of the finite element method in smooth domains, MSJ-KMS Joint Meeting 2023, Sendai International Center, September 2023.
3. Error estimates of the DG-time stepping method for parabolic equations and the CIP method for advection equations, International Workshop on Multiphase flows, Waseda University, December 2023.
4. H^2 -regularity for the non-stationary Navier–Stokes equations under boundary conditions of friction type, Seminar at University of Electronic Science and Technology of China, January 2024.
5. L^∞ -error estimates for isoparametric FEM on smooth domains, Workshop on Numerical Methods and Analysis for PDEs, Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China, June 2024.
6. 有限要素法の L^p ノルム誤差評価について, RIMS 共同研究「計算科学に資する数値解析学の展開」, 2024 年 10 月.
7. H^2 -regularity for Bingham problems with perfect slip boundary condition,

RIMS 共同研究「発展方程式とその周辺」— 解の定量的性質と抽象構造—, 2024 年 10 月.

D. 講義

1. 自然科学ゼミナール (数理科学): テキスト「これならわかる応用数学入門」を輪読し, フーリエ変換・フーリエ級数を扱った (教養学部前期課程科目).
2. 計算数理 I・計算数理: 連立一次方程式・Newton 法・関数近似・補間等の初等的な数値解析を扱った (理学部・教養学部 3 年生向け講義).
3. 数理科学セミナー II: テキスト「工学のための関数解析」を輪読し, 集合と位相および関数解析の基礎を扱った (教養学部統合自然学科 3 年生向け科目).
4. 計算数理 II・数値解析学: 数値解析理論の基礎, 特に偏微分方程式に対する数値解析を扱った (数理大学院・4 年生共通講義).
5. 数学講究 XA・数学特別講究 (テキスト: 「最適化と変分法」, 「数値計算法の数理」)

加藤 晃史 (KATO Akishi)

A. 研究概要

籓 (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, 籓の変異列 (mutation sequence) とゲージ理論や 3 次元双曲多様体の関連が提唱され, その不変量を数学的に厳密に解析する手段の開発が必要となった.

私は寺嶋郁二氏 (東北大学) との共同研究において, 与えられた籓変異の列 γ (quiver mutation loop = クラスター代数の 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) $Z(\gamma)$ は籓変異の列 γ の反転操作や巡回シフトのもとで不変であり, 圏論的なモノドロミーの不変量と考えられる. (2) 籓変異の列 γ の変形に対し, 量子ダイログと同様なペンタゴン関係式を満たす. (3) ADE 型ディンキン

図形やそのペアから自然に定義される分配 q 級数は、アフィン・リー環に附随する coset 型共形場理論に現れるフェルミ型 (準粒子型) 指標公式に一致し、適当な q ベキ補正のもとで $Z(\gamma)$ は保型形式となる。(4) reddening sequence というクラスの箭変異列 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とも、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、箭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求する上で役立つと期待される。

現在は分配級数の考え方を発展させ、3次元多様体の量子不変量を、理想単体分割のデータから直接的に構成する研究を進めている。

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 (Tohoku University), we introduced a *partition q -series* $Z(\gamma)$ for a quiver mutation loop γ (a loop in a quiver exchange graph in clus-

ter 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.

I am now working on how extend these ideas to obtain quantum invariants of three manifolds, directly from ideal triangulations.

D. 講義

1. 現象数理 I : 解析力学をテーマとし、Hamilton 力学系, Euler-Lagrange 方程式, 変分原理, 可積分系, シンプレクティック幾何学などを扱った (3 年生向け講義)
2. 線型代数学 (教養学部前期課程講義)
3. 全学体験ゼミナール 数理解論への誘い : 解析力学と相対性理論 (特殊・一般) への入門 (教養学部前期課程講義)

北山 貴裕 (KITAYAMA Takahiro)

A. 研究概要

基本群の表現に付随して定まる位相不変量の、低次元トポロジーにおける新たな応用を追究した。特に、Stefan Friedl 氏 (University of Regensburg) と Mark Powell 氏 (University of Glasgow) との共同研究において、3次元多様体のスピ構造に付随する Blanchfield 形式の二次拡大について研究した。

Taylor は、Rochlin 不変量の研究において、3次元多様体のリンク形式の二次拡大がスピ構造から構成されることを示した。類似的方法により、非自明な1次コホモロジー類に付随する3次元多様体の Blanchfield 形式の二次拡大をスピ構造から構成することができる。いま、Blanchfield 形式の二次拡大を代表するような非退化かつ偶である整 Laurent 多項式環上のエルミート行列であって、変数として1を代入すると零行列となるものが与えられたとしよう。このとき、我々は、もとの3次元多様体を境界とするようなある4次元スピ多様体が存在して、その基本群は無限巡回群であり、かつ、そのねじれ交叉形式が与えられた行列が定めるエルミート形式と安定的に等長となることを示した。応用として、3次元球面内の結び目の位相的整4次元種数を Blanchfield 形式の言葉で特徴付ける、Feller と Lewark の定理に対して、Friedman と Quinn の球面埋め込み定理を用いた別証明を与えた。

I pursued new applications of topological invariants associated with representations of the fundamental group in low-dimensional topology. In particular, in joint work with Stefan Friedl (University of Regensburg) and Mark Powell (University of Glasgow), we studied quadratic refinements of the Blanchfield form of a 3-manifold associated with spin structures on the manifold.

Taylor described how quadratic refinements of the linking form of a 3-manifold are associated with spin structures on the manifold, in the study of the Rochlin invariant. In an analogous way, quadratic refinements of the Blanchfield form of a 3-manifold equipped with a primitive

1st cohomology class are associated with spin structures on the manifold. Suppose that we have an even nonsingular hermitian matrix over the integral Laurent polynomial ring representing a quadratic refinement of the Blanchfield form and vanishing by substituting 1. Then we showed that there exists a spin 4-manifold bounding the 3-manifold such that the fundamental group of the 4-manifold is infinite cyclic, and that the twisted intersection form of the 4-manifold is stably isometric to the hermitian form defined by the given matrix. As an application, using the sphere embedding theorem by Friedman and Quinn, we reproved a theorem by Feller and Lewark characterizing the topological integral 4-ball genus of a knot in the 3-sphere in terms of its Blanchfield form.

B. 発表論文

1. S. Friedl, L. Lewark, T. Kitayama, M. Nagel and M. Powell: “Homotopy ribbon concordance, Blanchfield pairings, and twisted Alexander polynomials”, *Canad. J. Math.* **74** (2022) 1137–1176.
2. S. Friedl, T. Kitayama, M. Suzuki: “Blanchfield pairings and Gordian distance”, *Internat. J. Math.* **35** (2024) 2450052 (24 pages).
3. T. Hara and T. Kitayama: “Character varieties of higher dimensional representations and splittings of 3-manifolds”, *Geom. Dedicata* **213** (2021) 433–466.
4. T. Kitayama: “A survey of the Thurston norm”, In the tradition of Thurston, II, edited by K. Ohshika and A. Papadopoulos (Springer, 2022), 149–199.
5. T. Kitayama, M. Morishita, R. Tange and Y. Terashima: “On adjoint homological Selmer modules for SL_2 -representations of knot groups”, *Int. Math. Res. Not.* **23** (2023) 19801 – 19826.
6. 北山貴裕: “指標多様体の幾何学と3次元多様体のトポロジー”, 日本数学会『数学』第75巻第1号 (2023) 31–56.

C. 口頭発表

1. Representations of fundamental groups and 3-manifold topology, RIKEN iTHEMS Math Seminar, オンライン, 2020年11月.
2. リボンコンコルダンスとねじれ Alexander 多項式, N-KOOK セミナー, オンライン, 2021年5月.
3. Ribbon concordance and twisted Alexander polynomials, トポロジーとコンピュータ 2021, オンライン, 2021年9月.
4. Torsion polynomial functions and essential surfaces, Séminaire GT3, Université de Strasbourg, フランス, 2022年10月.
5. Thurston norm, twisted Euler characteristics and virtual fibering, 第19回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 日本, 2024年2月.
6. Blanchfield pairings and Gordian distance, Knot theory, LMO invariants and related topics, 沖縄科学技術大学院大学, 日本, 2024年3月.
7. Blanchfield pairings and Gordian distance, Geometry and Topology Seminar, University of Glasgow, イギリス, 2025年3月.

D. 講義

1. 数学 II : 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)
2. 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)
3. 線型代数学 1 : 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)
4. 線型代数学 2 : 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)
5. 幾何学 II : ホモロジー理論の基礎的内容についての講義. (理学部3年生向け講義)
6. 大域幾何学概論・幾何学 XG : 講義題目は「指標多様体と低次元トポロジー」である. 本講義は指標多様体の幾何学の低次元トポロジーにおける応用についての入門講義である. 3次元多様体内の曲面の性質を基本群の指標多様体及びその上の特別な関

数を用いて捉えることをテーマとした. 講義では, 本質的曲面, トーション不変量, Thurston ノルム, ファイバー性の判定, 指標多様体, Bass-Serre 理論, Culler-Shalen 構成, A 多項式, 曲面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. The 20th East Asian Conference on Geometric Topology, 東京大学, 日本, 2025年2月, 世話人.

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. 高次元確率ベクトルの独立観測データから計算された標本平均の成分の最大値の分布とそのブートストラップ近似に対する漸近展開について研究した. 次元が固定された状況においては, 一般にスチューデント化されていない標本平均の分布に対するブートストラップ近似は正規近似を改善しないことが古くから知られている. 特に, 1次元の場合には, 標本平均のブートストラップ被覆確率は正規近似に基づく方法よりも精度が悪化してしまう場合があることが証明できる. 一方で, 次元がサンプル数と同程度, もしくは多いような高次元の設定においては, スチューデント化せずともブートストラップ近似が正規近似を改善するという現象が数値実験を通じて観察されてきた. 今年度の研究では, 標本平均のブートストラップ被覆確率に対する漸近展開公式を高次元の設定に拡張することで, 共分散行列が一定の仮定を満たす場合に, 次元がサンプル数以上の速度で発散する状況においてはブートストラップ被覆確率の収束レートが2次の精度まで改善するという blessing of dimensionality 効果が現れることを示した. 一方で正規近似に基づく被覆確率は次元が発散しても1次の精度の

ままなので、この違いによって上述の現象が説明できることがわかった。

2. スコアベース生成モデリングで利用される拡散モデルと、関数不等式や高次元中心極限定理の研究において近年広く応用されている Föllmer 過程が本質的に同等であることを示した。さらに、この同等性を利用することで、拡散モデルの離散誤差に関する既知の結果のいくつかを改善できることを示した。

In this academic year, I have mainly studied the following two subjects:

1. I have studied asymptotic expansion for the distribution of the maximum of the components of the sample mean of independent high-dimensional random vectors and its bootstrap counterpart. In the fixed-dimensional setting, it is well-known that the bootstrap approximation of the non-studentized sample mean does not improve the corresponding normal approximation. In particular, one can show that there is a situation where the bootstrap coverage probability has a worse accuracy than the normal coverage probability. However, in the high-dimensional setting such that the dimension is proportional or larger than the sample size, it has been observed in numerical experiments that the bootstrap approximation improves the normal approximation even without studentization. In this academic year, I have extended asymptotic expansion formulae for normal and bootstrap coverage probabilities of the sample mean to the high-dimensional setting. As a result, I have found the following blessing of dimensionality effect: When the population covariance matrix satisfies certain regularity assumptions, the bootstrap coverage probability is improved to be second-

order accurate if the dimension diverges faster than or as fast as the sample size. By contrast, the normal coverage probability is still first-order accurate even when the dimension diverges, so this difference can explain the afore-mentioned phenomena observed in numerical experiments.

2. I have shown that diffusion models used in score-based diffusion modeling are fundamentally equivalent to the Föllmer process widely applied to the recent studies of functional inequalities and high-dimensional central limit theorems. Moreover, utilizing this equivalence, I have improved some results on discretization errors of diffusion models.

B. 発表論文

1. D. Kurisu, R. Fukami, Y. Koike, “Adaptive deep learning for nonparametric time series regression”, *Bernoulli* **31** (2025) 240–270.
2. X. Fang, Y. Koike, “Sharp high-dimensional central limit theorems for log-concave distributions”, *Ann. Inst. Henri Poincaré Probab. Stat.* **60** (2024), 2129–2156.
3. X. Fang, Y. Koike, “Large-dimensional central limit theorem with fourth-moment error bounds on convex sets and balls”, *Ann. Appl. Probab.* **34** (2024), 2065–2106.
4. A. Oga, Y. Koike, “Drift estimation for a multi-dimensional diffusion process using deep neural networks”, *Stochastic Process. Appl.* **170** (2024), 104240.
5. Y. Koike, “High-dimensional bootstrap and asymptotic expansion”, preprint, arXiv:2404.05006 (2024).
6. Y. Koike, “Spectral norm bounds for high-dimensional realized covariance matrices and application to weak factor models”, preprint, arXiv:2310.06073

- (2023).
7. X. Fang, Y. Koike, S.-H. Liu, Y.-K. Zhao, “High-dimensional central limit theorems by Stein’s method in the degenerate case”, preprint, arXiv:2305.17365 (2023).
 8. X. Fang, Y. Koike, “From p -Wasserstein bounds to moderate deviations”, *Electron. J. Probab.*, **28** (2023), 1–52.
 9. V. Chernozhukov, D. Chetverikov, Y. Koike, “Nearly optimal central limit theorem and bootstrap approximations in high dimensions”, *Ann. Appl. Probab.* **33** (2023), 2374–2425.
 10. V. Chernozhukov, D. Chetverikov, K. Kato, Y. Koike, “High-dimensional data bootstrap”, *Annu. Rev. Stat. Appl.* **10** (2023), 427–449.
- C. 口頭発表
1. 同時推測と高次元/高頻度データの可視化, ビッグデータ解析と再現可能研究 (JRM-BDA-RR-2024), 統計数理研究所, 2025 年 1 月.
 2. A note on uniform confidence bands for spot volatility, 17th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2024), King’s College London, London, UK (hybrid), 2024 年 12 月.
 3. High-dimensional bootstrap and asymptotic expansion, International Symposium on Theories, Methodologies and Applications for Large Complex Data, Tsukuba International Congress Center, Tsukuba, Japan, 2024 年 12 月.
 4. 高次元データに対するブートストラップ法と漸近展開, 九州大学 統計科学セミナー, 九州大学伊都キャンパス, 2024 年 11 月.
 5. 高次元ブートストラップ法における被覆確率の漸近展開, 日本数学会 2024 年度秋季総合分科会, 大阪大学豊中キャンパス, 2024 年 9 月.
 6. High-dimensional bootstrap and asymptotic expansion, Bernoulli-ims 11th World Congress in Probability and Statistics, Ruhr University Bochum, Bochum, Germany, 2024 年 8 月.
 7. High-dimensional bootstrap and asymptotic expansion, 2024 Joint Statistical Meetings (JSM 2024), Oregon Convention Center, Portland, USA, 2024 年 8 月.
 8. 高次元ブートストラップ法と漸近展開 (ポスター), 統計サマーセミナー 2024, 湯沢ニューオータニ, 2024 年 7 月.
 9. Estimation of the number of relevant factors from high-frequency data, The 7th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2024), Beijing Normal University, Beijing, China, 2024 年 7 月.
 10. 高次元データに対するブートストラップ法と漸近展開, 統計学輪講 (東京大学), 東京大学本郷キャンパス (ハイブリッド開催), 2024 年 7 月.
 11. High-dimensional bootstrap and asymptotic expansion, The 2nd Joint Conference on Statistics and Data Science in China (JCSDS 2024), Yunnan Haigeng Auditorium, Kunming, China, 2024 年 7 月.
 12. High-dimensional bootstrap and asymptotic expansion, Asia-Pacific Seminar in Probability and Statistics (APSPS), online, 2024 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)
 3. 統計財務保険特論 V・確率統計学 XC: 数理統計学の入門講義, カイ二乗分布, ガウス・マルコフモデルなどのほか, 線形推測

論の基礎を扱った。(数理大学院・4年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 赤塚 考紀 (AKATSUKA Kouki): High-dimensional third order Edgeworth expansion by Stein's method.

F. 対外研究サービス

1. 日本金融・証券計量・工学学会 大会理事
2. 日本数学会 地方区代議員
3. "Asia-Pacific Financial Markets" Associate Editor
4. "Japanese Journal of Statistics and Data Science" Associate Editor
5. "Bernoulli" Associate Editor
6. 統計数理研究所 客員准教授
7. 東京都立大学 金融工学研究センター研究員

今野 北斗 (KONNO Hokuto)

A. 研究概要

主たる研究領域は、ゲージ理論のトポロジー・微分幾何学への応用である。特に族のゲージ理論を進展させ、4次元多様体の微分同相群の情報を引き出す研究が中心である。今年度に研究を行い論文発表にまで至ったものは以下の通り。

1. 第一の研究は、4次元多様体のエキゾチックな微分同相写像を局所化に関する研究である (Abhishek Mallick との共同研究)。これまで族の Seiberg-Witten 理論によって得られてきたエキゾチック微分同相の多くの例が、4次元多様体の中の比較的小さい部位にサポートを持つことがないことを示した。証明には Baraglia の族の adjunction 不等式を用いる。
2. 第二の研究は、曲面の4次元多様体へのエキゾチックな埋め込みに関するものである (Abhishek Mallick, 谷口正樹との共同研究)。この研究では、族の対角化定理およびその変種を用いて曲面の4次元多様体へのエキゾチックな埋め込みを検出した。その中には、補集合が互いに微分同相となるような $\mathbb{R}P^2$ の4次元多様体へのエキゾチックな埋め込みの初めての例も含まれる。
3. 第三の研究は、あるクラスの Seifert

fibered 3-manifold に沿った Dehn ツイストの族の Seiberg-Witten 不変量の計算と応用である (Jianfeng Lin, Anubhav Mukherjee, and Juan Muñoz-Echániz との共同研究)。これは Mrowka-Ozsváth-Yu の Seifert fibered 3-manifold 上の Seiberg-Witten 方程式の基づく。従来、族の Seiberg-Witten 不変量が計算できる微分同相は Baraglia と私自身の貼り合わせ公式を用いるもので事実上尽きていたが、今回本質的に異なる計算を行うことができた。この応用として、可縮な多様体上の微分同相群と円板の微分同相群のホモトピカルな比較が4次元特有のものとなることを示した。

4. 第四の研究は、複素2次元の Milnor ファイブレーションのモノドロミーが(境界を固定した)写像類群の中で有限位数となるための必要条件を与える研究である (Jianfeng Lin, Anubhav Mukherjee, and Juan Muñoz-Echániz との共同研究)。これを古典的な Brieskorn の結果と合わせると、weighted homogeneous な多項式で与えられる孤立特異点の場合に、有限位数となるための必要十分条件が得られた。これは、Seifert fibered 3-manifold が負定値でないシンプレクティック充填を持ったときに、その境界に沿った Dehn ツイストが写像類群の中で無限位数となるというより一般的な結果の帰結である。この証明も族の Seiberg-Witten 理論に基づく。

5. 第五の研究は、既約な4次元多様体の上のエキゾチック微分同相写像の初めての例を与えるものである (David Baraglia との共同研究)。このような例が存在するかは4次元多様体の微分同相群に関する研究分野において有名なものであったが、多くの極小な複素曲面においてエキゾチック微分同相写像の例を構成することができた。証明は、Baraglia と私が以前の研究で得ていた族の Seiberg-Witten 理論由来の4次元多様体の滑らかな族に対する制約と族の指数定理を合わせることで得られる。

The primary research area is the application of gauge theory to topology and differential geometry. In particular, my research focuses on developing family gauge theory and extracting information about the diffeomorphism groups

of 4-dimensional manifolds. The studies conducted this year are as follows:

1. Localization of exotic diffeomorphisms of 4-manifolds (joint work with Abhishek Mallick): This research investigates the localization of exotic diffeomorphisms of 4-manifolds. We demonstrated that many examples of exotic diffeomorphisms obtained via family Seiberg–Witten theory cannot be supported on relatively small regions within the 4-manifold. The proof utilizes Baraglia’s family adjunction inequality.
2. Exotic embeddings of surfaces into 4-manifolds (joint work with Abhishek Mallick and Masaki Taniguchi): This study detects exotic embeddings of surfaces into 4-manifolds using a family diagonalization theorem and its variants. Among the results, we present the first example of an exotic embedding of $\mathbb{R}P^2$ into a 4-manifold whose complements are diffeomorphic.
3. Computation and applications of family Seiberg–Witten invariants for Dehn twists along certain Seifert fibered 3-manifolds (joint work with Jianfeng Lin, Anubhav Mukherjee, and Juan Muñoz-Echániz): This research is based on the Seiberg–Witten equations on Seifert fibered 3-manifolds, as studied by Mrowka–Ozsváth–Yu. Previously, the computation of family Seiberg–Witten invariants was limited to diffeomorphisms that could be handled by a gluing formula by Baraglia and myself. In this study, we provided fundamentally new computations. As an application, we showed that the homotopical comparison between the diffeomorphism group of a contractible 4-manifold and that of a disk exhibits a phenomenon unique to four dimensions.
4. Necessary conditions for the monodromy of a complex 2-dimensional Milnor fibration to have finite order in the mapping class group (joint work with Jianfeng Lin, Anubhav Mukherjee, and Juan Muñoz-Echániz): This research provides necessary conditions for the monodromy

of a complex 2-dimensional Milnor fibration to have finite order in the (relative) mapping class group. Combined with classical results by Brieskorn, this yields a necessary and sufficient condition for finite order in the case of isolated singularities given by weighted homogeneous polynomials. This result is a consequence of a more general theorem stating that when a Seifert fibered 3-manifold admits a non-negative-definite symplectic filling, the Dehn twist along its boundary has infinite order in the mapping class group. The proof is also based on family Seiberg–Witten theory.

5. First examples of exotic diffeomorphisms of irreducible 4-manifolds (joint work with David Baraglia): The existence of such examples has been a well-known open problem in the study of diffeomorphism groups of 4-manifolds. In this research, we provide examples of exotic diffeomorphisms on various minimal complex surfaces, answering this question affirmatively. The proof combines constraints on smooth families of 4-manifolds derived from family Seiberg–Witten theory in our previous work with the family index theorem.

B. 発表論文

1. H. Konno and M. Taniguchi, Positive scalar curvature and homology cobordism invariants, *J. Topol.* **16** (2023), no. 2, 679–719.
2. H. Konno, Dehn twists and the Nielsen realization problem for spin 4-manifolds, *Algebr. Geom. Topol.* **24** (2024), no. 3, 1739–1753.
3. H. Konno, J. Miyazawa, and M. Taniguchi, Involutions, links, and Floer cohomologies, *J. Topol.* **17** (2024), no. 2, Paper No. e12340, 47 pp.
4. H. Konno, The homology of moduli spaces of 4-manifolds may be infinitely generated, *Forum Math. Pi* **12** (2024), Paper No. e25.
5. N. Iida, H. Konno, A. Mukherjee, and M. Taniguchi, Diffeomorphisms of 4-

manifolds with boundary and exotic embeddings, *Math. Ann.* **391** (2025), no. 2, 1845–1897.

6. H. Konno and A. Mallick, On localizing groups of exotic diffeomorphisms of 4-manifolds, arXiv:2406.11773
7. H. Konno, A. Mallick and M. Taniguchi, Exotically knotted closed surfaces from Donaldson’s diagonalization for families, arXiv:2409.07287
8. H. Konno, J. Lin, A. Mukherjee, and J. Muñoz-Echániz, On four-dimensional Dehn twists and Milnor fibrations, arXiv:2409.11961
9. H. Konno, J. Lin, A. Mukherjee, and J. Muñoz-Echániz, The monodromy diffeomorphism of weighted singularities and Seiberg-Witten theory, arXiv:2411.12202
10. D. Baraglia and H. Konno, Irreducible 4-manifolds can admit exotic diffeomorphisms, arXiv:2412.14398

C. 口頭発表

1. Infiniteness of 4-dimensional diffeomorphism groups, *Topologie*, Oberwolfach Research Institute for Mathematics, 2024 年 7 月 26 日
2. Diffeomorphism group and gauge theory, 日本数学会 2024 年度秋季総合分科会 (日本数学会幾何学賞受賞特別講演), 大阪大学, 2024 年 9 月 4 日
3. Diffeomorphism groups of 4-manifolds are special, *Geometry and Topology* 2024, 九州大学, 2024 年 10 月 17 日
4. Diffeomorphism group and gauge theory, 談話会・数理科学講演会, 東京大学, 2024 年 10 月 25 日
5. Diffeomorphism group and gauge theory, *Virtual Seminar on Geometry and Topology*, オンライン (韓国), 2024 年 11 月 5 日
6. Diffeomorphism group and gauge theory, 談話会, 筑波大学, 2024 年 12 月 6 日
7. Irreducible 4-manifolds can admit exotic

diffeomorphisms, *East Asian Conference on Gauge theory and Related topics II*, 奈良県コンベンションセンター, 2024 年 12 月 17 日

8. Irreducible 4-manifolds can admit exotic diffeomorphisms, *Joint Los Angeles Topology Seminar*, California Institute of Technology, 2025 年 2 月 3 日
9. Diffeomorphism group and gauge theory, 第 20 回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 2025 年 2 月 12 日
10. Symplectic structures and diffeomorphisms of 4-manifolds, *リーマン幾何と幾何解析*, 筑波大学, 2025 年 2 月 19 日

G. 受賞

1. 2024 年 9 月: 日本数学会 幾何学賞
2. 2025 年 3 月: 日本数学会 春季賞

坂井 秀隆 (SAKAI Hidetaka)

A. 研究概要

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

最近の結果は以下の通り.

1. 4次元パンルヴェ型方程式の分類を目的として, とくにフックス型方程式の変形理論に対応する場合の4種類の非線型方程式を, ハミルトン系の形で求めた.
2. フックス型方程式の変形理論から得られる4つの4次元パンルヴェ型方程式に対して, 線型方程式の分岐しない場合の退化を考え, 2種類の4次元パンルヴェ型方程式と線型方程式との対応を与えた (川上拓志氏, 中村あかね氏との共同研究).
3. 小木曾・塩田による有理楕円曲面の分類に対応するハミルトン系の分類を行い, 双二次形式で作られるものを含むハミルトン関数と曲面の対応を調べた. また, ベックル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).

6. パンルヴェ 6 型方程式を特異点における局所的条件下から特徴づけた (細井竜也氏との共同研究).

My research interest is in theory of differential and difference equations in complex domains.

In particular, I have been studying special functions and integrable systems in this field.

Recent results are as follows:

1. All of 4 4-dimensional Painlevé-type equations which is obtained from deformation theory of Fuchsian equations, were formulated and expressed in the form of Hamiltonian systems. This is motivated by an attempt to classify the 4-dimensional Painlevé-type equations.

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

3. We gave a classification of Hamiltonian systems corresponding to Oguiso-Shioda's classification of rational elliptic surfaces. We also construct a kind of Bäcklund transformations of the Hamiltonian systems.

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

5. We gave a concrete expression of general solutions of a q -Painlevé equation. We used q -analog of AGT correspondence (joint work with JIMBO Michio and NAGOYA Hajime).

6. We characterized the sixth Painlevé equation

by local conditions around the three singular points (joint work with HOSOI Tatsuya).

B. 発表論文

1. T. Mase, A. Nakamura, and H. Sakai: “Discrete Hamiltonians of discrete Painlevé equations”, Ann. Fac. Sci. Toulouse Math. **29** (2020), no. 5, 1251–1264.

C. 口頭発表

1. Painlevé 方程式の世界: 日本数学会秋季総合分科会, 函数方程式論分科会特別公演 (オンライン) 2020 年 9 月.
2. Painlevé 超越函数と共形場理論: 2020 年度表現論シンポジウム (オンライン) 2020 年 11 月.
3. The differential equations of type (H) with 3 singular points (joint work with T. Hosoi): アクセサリーパラメーター研究会, 熊本大学 2022 年 3 月; Algebraic and Geometric Aspects of Differential and Difference Equations (University of Portsmouth, Portsmouth, United Kingdom) 2024 年 6 月.
4. On the bilinear equations of the Painlevé transcendents (joint work with T. Hosoi): ICIAM, 早稲田大学 2023 年 8 月; Asymptotic Expansion of tau-functions and Related Topics, 京都大学 2025 年 2 月.

D. 講義

1. 常微分方程式: 常微分方程式に関する入門講義 (教養学部前期課程講義)
2. 数学 I: 文系向け微分積分学の入門講義 (教養学部前期課程講義)
3. 数学 II: 文系向け線型代数の入門講義 (教養学部前期課程講義)
4. 複素解析学 I: 複素解析学の入門講義 (理学部 2 年生 (後期))
5. 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

逆井 卓也 (SAKASAI Takuya)

A. 研究概要

今年度も曲面の写像類群やその研究手法に関連した群の構造と応用について研究を行った。

(1) 田所勇樹氏 (木更津高専), 田中心氏 (東京学芸大学), Carl-Fredrik Nyberg Brodda 氏 (KIAS) との共同研究により, Kim-Manturov によって定義された, 曲面の三角形分割の空間から作られる群 Γ_n^4 について, 計算機群論的手法と組み合わせ的手法を用いて $n \geq 6$ のときの構造を決定した。

(2) 藤井道彦氏 (琉球大学), 佐藤隆夫氏 (東京理科大学) との共同研究により, 有限表示された群の増大関数についての研究を行った。昨年度までに引き続き, 有限コクセター群に付随するコクセターカンドルの随伴群に注目し, 自然な群表示に対応する正モノイドからの自然な射の核を決定するため, $A_n, B_n, I_2(n)$ 型の場合それぞれについて正モノイドの元の標準形を具体的に与えた。

(3) 森田茂之氏, 鈴木正明氏 (明治大学) との共同研究により, 曲面の写像類群の Johnson 準同型の余核について, 第 6 Johnson 準同型に注目し, その余核の構造について調べた。とくに Enomoto-Satoh 障害で捕まらない余核の成分や Galois 障害について具体的な記述を与えた。

In this academic year, I continued studies on structures and applications of some groups related to the mapping class groups of surfaces and the methods for analyzing them.

(1) In collaboration with Yuuki Tadokoro (Kisarazu College), Kokoro Tanaka (Tokyo Gakugei University) and Carl-Fredrik Nyberg Brodda (KIAS), we explored the groups Γ_n^4 defined by Kim-Manturov in their study on the space of triangulations of surfaces. Using computational group theory and combinatorial methods, we determined the structures of the groups Γ_n^4 for all $n \geq 6$.

(2) In collaboration with Michihiko Fujii (University of the Ryukyus) and Takao Satoh (Tokyo University of Science), we studied growth functions of finitely presented groups. This academic year, we focused on the adjoint groups of quandles obtained from finite

Coxeter groups and studied the natural homomorphisms from the positive monoids to the groups. In particular, we provided normal forms for the elements of the positive monoids in cases of A_n, B_n and $I_2(n)$.

(3) In collaboration with Shigeyuki Morita and Masaaki Suzuki (Meiji University), we investigated the cokernel of the 6th Johnson homomorphisms for the mapping class group of a surface. We gave explicit descriptions of the component in the cokernel that cannot be captured by the Enomoto-Satoh obstruction and the component given by the Galois obstruction.

B. 発表論文

1. T. Sakasai, Y. Tadokoro and K. Tanaka : “Minimal generating sets of groups of Kim-Manturov”, Advanced studies in pure mathematics (the 14th MSJ-SI proceedings) にて採録決定 (2024).
2. T. Sakasai, S. Morita and M. Suzuki : “Torelli group, Johnson kernel and invariants of homology spheres”, Quantum Topology **11** (2020) 379–410.
3. T. Sakasai and G. Massuyeau : “Morita’s trace maps on the group of homology cobordisms”, Journal of Topology and Analysis **12** (2020) 775–818.

C. 口頭発表

1. On torsion degree functions, Mapping class groups and Quantum topology, 東広島芸術文化ホール ‘くらら’, 2023 年 3 月.
2. Teruaki for Mathematica, トポロジーとコンピュータ 2023, 慶應義塾大学, 2023 年 10 月.
3. (1) 群の Johnson 核のアーベル化の階数の有限性について (2) Johnson 核のアーベル化の表示について, 写像類群の部分群のコホモロジーと特殊線型群の表現, 高知工科大学, 2023 年 11 月.
4. On groups of Kim-Manturov, The 19th East Asian Conference on Geometric Topology, 京都大学数理解析研究所, 2024

年 2 月.

5. Invariants of homologically fibered knots, Knot theory, LMO invariants and related topics, 沖縄科学技術大学院大学, 2024 年 3 月.
6. (1) 曲面の埋め込み像の空間と Madsen-Tillmann スペクトラムについて (2) 多様体の埋め込み像の空間の弱ホモトピー型について (3) Mumford 予想の証明について, 曲面の写像類群と群の不変量, 北海道大学, 2024 年 8 月.
7. Matrix representations for groups of Kim-Manturov, 日本数学会 2024 年度秋季総合分科会一般講演, 大阪大学, 2024 年 9 月.
8. Kim-Manturov の群の構造について, Hyperbolic Manifolds and Geometric Group Theory, 大阪大学, 2024 年 12 月.
9. (1) 多様体の埋め込み像の空間について (I) (2) 多様体の埋め込み像の空間について (II) (3) 曲面の埋め込み像の空間と写像類群のホモロジー群について, Workshop on mapping class groups and beyond 2024, 金沢駅前サテライト, 石川県政記念しいのき迎賓館, 2024 年 12 月.
10. On structures of groups of Kim-Manturov, Silver Workshop : Complex geometry and related topics VII, 東京大学, 2025 年 2 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎, 微分積分学 : 微分積分学の基礎について講義した. (教養学部前期課程講義)
2. 常微分方程式 : 常微分方程式の基礎事項について解説した. (教養学部前期課程講義)
3. 全学自由研究ゼミナール (行列といろいろな幾何学) : 行列群の基礎事項や位相型について説明し, 1 次分数変換を通じて射影幾何や双曲幾何の基礎事項について概説した. (教養学部前期課程講義)

E. 修士・博士論文

1. (課程博士) 小菅 亮太郎 (KOSUGE Ryotaro): Studies on Chillingworth sub-

groups of mapping class groups and Andreadakis-Johnson filtrations via Bar cohomology.

2. (修士) 黒田 直樹 (KURODA Naoki): Computations of Spin-Sp(4), Spin-SU(8), and Spin-Spin(16) bordism groups in dimensions up to 7.

F. 対外研究サービス

1. 研究集会: Workshop on mapping class groups and beyond 2024, 世話人.
2. 国際研究集会: The 20th East Asian Conference on Geometric Topology (2025 年 2 月, 東京大学), Program Committee and Chair.

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, 空間遠方でクーロンポテンシャルより緩やかに減衰する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, 小さい初期データに対して, 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, 実解析についても検討を行った.

I studied the theory of evolution equations and partial differential equations by using functional analysis and Fourier analysis. For example, I considered the existence, uniqueness and the large time behavior of dispersive global solutions to the initial value problem of the Hartree-Fock type equation with a long-range potential for small initial data.

D. 講義

1. 初年次ゼミナール理科「解析学の基礎」(教養学部前期課程, 1 年生 理系, S セメスター).
2. 全学自由研究ゼミナール「無限次元ヒルベルト空間の初歩を学ぶ」(教養学部前期課程, A セメスター).

白石 潤一 (SHIRAISHI Junichi)

A. 研究概要

S. Shakirov によって導入された非定常差分方程式と、長谷川による量子差分 Painlevé VI 方程式 (神保・坂井方程式の量子化) との関係を見出した。その差分方程式に付随する 5 次元の Seiberg-Witten 曲線は知られている 4 次元極限と整合的である。Shakirov 方程式は (パラメータの適当な特殊化によって) 一般のスピンを持った量子 Knizhnik-Zamolodchikov (q-KZ) 方程式と同一視できる。affine Laumon 空間上の分配関数が Shakirov 方程式の解を与えることを示した。また、非定常差分方程式の \widehat{gl}_N の場合 (Garnier 系) への拡張が試みられた。(粟田, 長谷川, 菅野, 大川, Shakirov, 山田氏らとの共同研究.)

$N=2$ superconformal algebra の量子変形 $\mathcal{SVir}_{q,k}$ を導入し、低次の Kac 行列式を計算し、変形によって因子化のようすが保たれていることを確認した。また、 $U_q(\widehat{sl}_2)$ の脇本表現を twist することで、 $\mathcal{SVir}_{q,k}$ の自由場表現を構成した。(粟田, 原田, 菅野らとの共同研究.)

We show the relation of the non-stationary difference equation proposed by S. Shakirov and the quantized discrete Painlevé VI equation due to K. Hasegawa (quantization of Jimbo-Sakai's equation). The five dimensional Seiberg-Witten curve associated with the difference equation has a consistent four dimensional limit. We show that Shakirov's non-stationary difference equation, when it is truncated, implies the quantum Knizhnik-Zamolodchikov (q-KZ) equation with generic spins. We establish that the affine Laumon partition function gives a solution to Shakirov's equation. A generalization is proposed for the \widehat{gl}_N (i.e. the Garnier) system. (Collaboration with H. Awata, K. Hasegawa, H. Kanno, R. Ohkawa, S. Shakirov and Y. Yamada.)

We introduce a unital associative algebra $\mathcal{SVir}_{q,k}$, which is regarded as a quantum deformation of the ordinary $N = 2$ superconformal algebra. Calculations of some low-lying Kac determinants are made, providing us with

a conjecture for the factorization property of the Kac determinants. Heisenberg representation is constructed for the algebra $\mathcal{SVir}_{q,k}$, by making a twist of the $U(1)$ boson in the Wakimoto representation of the quantum affine algebra $U_q(\widehat{sl}_2)$.

B. 発表論文

1. H. Awata, K. Hasegawa, H. Kanno, R. Ohkawa, S. Shakirov, J. Shiraishi, Y. Yamada, Non-stationary difference equation and affine Laumon space II: Quantum Knizhnik-Zamolodchikov equation, SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods Appl. 10 (2024), Paper No. 077, 55 pp.
2. P. Cheewaphutthisakun, J. Shiraishi, K. Wiboonton, Elliptic deformation of the Gaiotto-Rapčák corner VOA and the associated partially symmetric polynomials, J. High Energy Phys. 2024, no. 8, Paper No. 233, 44 pp.
3. H. Awata, K. Hasegawa, H. Kanno, R. Ohkawa, S. Shakirov, J. Shiraishi, Y. Yamada, Non-stationary difference equation and affine Laumon space: quantization of discrete Painlevé equation, SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods Appl. 19 (2023), Paper No. 089, 47 pp.
4. E. Langmann, M. Noumi and J. Shiraishi, Construction of Eigenfunctions for the Elliptic Ruijsenaars Difference Operators. Commun. Math. Phys. 391 (2022), 901-950, 10.1007/s00220-021-04195-8.
5. A. Hoshino, Y. Ohkubo and J. Shiraishi, Branching formula for q -Toda functions of type B , Lett. Math. Phys. 111 (2021), 126, 10.1007/s11005-021-01461-7.
6. M. Fukuda, Y. Ohkubo, J. Shiraishi, Non-stationary Ruijsenaars functions for $\kappa = t^{-1/N}$ and intertwining operators of Ding-Iohara-Miki algebra, SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods

- Appl. 16 (2020), Paper No. 116, 55 pp.
7. M. Fukuda, Y. Ohkubo, J. Shiraishi, Generalized Macdonald functions on Fock tensor spaces and duality formula for changing preferred direction, *Comm. Math. Phys.* 380 (2020), no. 1, 1-70.
 8. E. Langmann, M. Noumi and J. Shiraishi, Basic Properties of Non-Stationary Ruijsenaars Functions, *SIGMA* 16 (2020), 105, 26 pages arXiv:2006.07171 <https://doi.org/10.3842/SIGMA.2020.105>
 9. M. Lashkevich, Y.T. Pugai, J. Shiraishi, Y. Tutiya, Lattice models, deformed Virasoro algebra and reduction equation, *J. Phys. A* 53 (2020), no. 24, 245202, 17 pp.
 10. J. Shiraishi, Affine screening operators, affine Laumon spaces and conjectures concerning non-stationary Ruijsenaars functions. *J. Integrable Syst.* 4 (2019), no. 1, xyz010, 30 pp.

C. 口頭発表

1. J. Shiraishi, Quantum deformation of super Virasoro algebra, 7th Bangkok Workshop on Discrete Geometry, Dynamics and Statistics, February 3-7, 2025
2. J. Shiraishi, Macdonald polynomials and the quantum toroidal algebra, 6th Bangkok Workshop on Discrete Geometry, Dynamics and Statistics, January 8-12, 2024
3. J. Shiraishi, Conjectures concerning the non-stationary Ruijsenaars function, *Integrable Systems & Symmetric Functions*, March 24-25, 2023, the School of Mathematics & Statistics, University of Glasgow.
4. J. Shiraishi, Discretization and quantization of Painlevé VI equation, 5th Bangkok Workshop on Discrete Geometry, Dynamics and Statistics, January 23-27, 2023
5. J. Shiraishi, Quantization of Discrete

Sixth Painleve Equation and Shakirov's Conjecture, 2022 Workshop on Elliptic Integrable Systems, March 8th-11th 2022 over Zoom.

6. 大久保勇輔, 白石潤一, 星野歩, 変形 Koornwinder 作用素と C 型 Macdonald 多項式 I,II, 日本数学会年会 (埼玉大) 2022 年 3 月 30 日.
7. 大久保勇輔, 白石潤一, 星野歩, B 型 q -戸田関数の明示公式日本数学会秋季総合分科会 (千葉大) 2021 年 9 月 14 日.
8. J. Shiraishi, Branching formula for q -Toda function of type B, Workshop on Elliptic Integrable Systems March 7th-9th 2021 over Zoom
9. J. Shiraishi, Some conjectures concerning non-stationary Ruijsenaars functions, *New Connections in Integrable Systems* September 29 – October 2, 2020
10. J. Shiraishi, Affine screening operators, affine Laumon spaces, and conjectures concerning non-stationary Ruijsenaars functions, “Elliptic integrable systems, special functions and quantum field theory” 16-20 June 2019 Nordita, Stockholm.

D. 講義

1. 数理科学基礎：理科 2 類一年生（線型代数部分を担当）
2. 線型代数学①, 線型代数学②：理科 2 類一年生
3. 常微分方程式, 2 年性
4. 応用数学 XC, 数物先端科学 I 4 年大学院, 量子アフィン代数の脇本表現と, (面欠附付き) 量子トロイダル代数の表現論を扱う. 特に, Whittaker vector と Whittaker function に関する組み合わせ的構造に焦点を当て, 量子トロイダル代数の表現論の優れている点について説明した. また, ネクラソフ分配関数のと関係について述べた.

関口 英子 (SEKIGUCHI Hideko)

A. 研究概要

2020–2024 年度において以下の研究を行った.

1. リー群の任意の余随伴軌道には Kirillov–Kostant–Souriau による自然なシンプレクティック形式が存在する. その“幾何的量子化”としてのユニタリ表現の構成や函手性などの基本問題は, 冪零リー群やコンパクトリー群などの特殊なケースを除くと, まだあまり解明されていない. 私は非コンパクトな簡約リー群に対しては, 全く異質の楕円型余随伴軌道の幾何的量子化が同型なユニタリ表現を与え得ることを発見した. これは既約ユニタリ表現の古典極限として得られる (計量が正定値ではない) indefinite Kähler 多様体が一意的ではない例を与えている. 証明は, サイクル空間上における偏微分方程式系の大域解の空間という別の幾何的実現と比較するアイデアを用いた [5].
2. 半単純リー環の楕円元からなる随伴軌道には自然な複素構造が入る. ここでリー環の元 X が楕円型であるとは $\exp(\mathbb{R}X)$ が相対コンパクトであるときをいう. 楕円元がさらに「正則型」という代数的な条件をみたす場合には, 随伴軌道がコンパクトな複素部分多様体上の正則なファイバー束の構造をもつことを証明した [3]. コンパクト部分多様体が一点の場合は Harish-Chandra の埋め込み定理となる.
3. 簡約リー群の構造論を用いて, Penrose 変換の一般化を定義し, その像が正則となるための twistor 空間における代数的な必要十分条件を証明した [2, 3].
4. 志村型の微分方程式系に対し, そのすべての大域解がある空間からのコホモロジー的積分変換で構成できるかという問題を考え, 未解決のケースに対して, 不変式論を援用して肯定的な結果を得た [7].

During the academic years 2020–2024, I have been studying the following projects:

1. I have found two indefinite-Kähler manifolds which are not biholomorphic to each other, but their natural “geometric quantizations” are isomorphic as irreducible unitary representations. My proof utilizes an idea to provide yet an-

other geometric realization of these representations as the space of solutions to a system of differential equations on the “cycle spaces” [5].

2. I have proved that any elliptic coadjoint orbit X of “holomorphic type” has a holomorphic fiber bundle structure over its maximal compact subvariety [3]. This result generalizes Harish-Chandra’s embedding theorem of Hermitian symmetric spaces as a bounded domain in the very special setting where X is a Stein manifold.

3. I generalize the definition of the “Penrose transform” \mathcal{R} in mathematical physics to a framework of real reductive Lie groups. In particular, I proved a necessary and sufficient condition in terms of the root system that the image of \mathcal{R} consists only of holomorphic sections [2, 3].

4. I addressed a question whether all the global solutions to PDEs of Shimura type can be constructed by a cohomological integral transform, and have challenged some unsolved cases and proved affirmative results [7].

B. 発表論文

1. H. Sekiguchi: Integral Geometry, in Symmetry in Geometry and Analysis, Vol. 1, Prog. Math. **357**, Birkhäuser, (2025), 43–45.
2. H. Sekiguchi: Holomorphic Laplacian on the Lie ball and the Penrose transform, Indagationes Mathematicae, **36** (2025), 114–123.
3. H. Sekiguchi: Cohomological integral transform associated to θ -stable parabolic subalgebras of holomorphic type, Journal of Lie Theory, **33** (2023) 953–963.
4. H. Sekiguchi: Elliptic coadjoint orbits of holomorphic type, Journal of Lie Theory, **33** (2023) 713–718.
5. H. Sekiguchi: Twistor and Penrose transform for indefinite Grassmannian manifolds, submitted.
6. H. Sekiguchi: Range of the Penrose

transform of $SO^*(2n)$, preprint.

7. H. Sekiguchi: Shimura's differential equations and a generalized Radon-Penrose transform, preprint.

C. 口頭発表

1. "Branching of certain cohomologies over indefinite Grassmannian manifolds", Representation Theory and Non-commutative Geometry, Paris, Branching Problems and Symmetry-Breaking, Institut Henri Poincaré, January 13-17, 2025, France.
2. "不定値グラスマン多様体上のコホモロジーの同型について", 第 63 回実函数論・函数解析学合同シンポジウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2024 年 9 月 9 日-11 日.
3. "Isomorphisms between certain cohomologies over indefinite Grassmannian manifolds", Branching Problems for Representations of Real, p -Adic and Adelic Groups, Banff International Research Station, University of British Columbia Okanagan (UBCO), July 7-12, 2024, Canada.
4. "Isomorphisms between certain cohomologies over indefinite Grassmannian manifolds", "Harmonic Analysis & Representation Theory", the Nordic Congress of Mathematicians with European Math. Soc. in Aalborg, July 3-7, 2023, Denmark.
5. "Isomorphisms between certain cohomologies over indefinite Grassmannian manifolds", 7th Tunisian-Japanese Conference: Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications in Honor of Professor Toshiyuki Kobayashi. Monastir, October 31-November 4, 2023, Tunisia.

D. 講義

1. 数理科学基礎(線型代数)(教養学部理科 II, III 類 1 年生講義 S1 ターム).

2. 線型代数学 1 (教養学部理科 II, III 類 1 年生講義 S2 ターム).
3. 線型代数学 2 (教養学部理科 II, III 類 1 年生講義 A セメスター).
4. 微分積分学統論 (教養学部理科 2 年生講義, S セメスター).
5. ベクトル解析 (教養学部理科 2 年生講義, S セメスター).
6. 数学講究 XB (数理科学概説)「リー群と表現論」, (理学部数学科 4 年生), 2024 年 7 月 17 日.
7. 学習院大学非常勤講師, 代数学特論 IV (大学院博士課程), 代数学特論 I (大学院修士課程), 代数学 2 (理学部 3,4 年生), 後期, 群作用と軌道, 一次分数変換, 群の有限次元表現.

F. 対外研究サービス

1. 積分幾何学とは何か, 高校生と大学生のための金曜特別講座, 東京大学大学院総合文化研究科・教養学部, 2024 年 11 月 29 日(金).
2. 中学生のための大学講座, 数学(東京大学)群馬県沼田市テラス沼田 1 階多目的スペース, 2024 年 10 月 13 日(日).
3. Guest editor of Progress in Mathematics for vol. 357, vol. 358, vol. 359, 2025, joint with M. Pevzner.
4. 編集委員, (2024 年度-). Lecture Notes in Mathematics, FJ-LMI subseries, Springer Nature.
5. 日本数学会広報委員 (2017 年度-2019 年度; 2019 年度-2023 年度).
6. 日本数学会函数解析学分会委員 (2017 年度-2019 年度).
7. 群馬県立太田高等学校の大学訪問, 模擬講義のコーディネーター, 2023 年 11 月 8 日.

Organization of Conferences:

1. 国際研究集会のオーガナイザー, Geometry, Analysis, and Representation Theory of Lie groups, in honor of T. Kobayashi, The University of Tokyo, Japan, 5-9, September 2022.

2. 国際研究集会のオーガナイザー, Symmetry in Geometry and Analysis, in honor of T. Kobayashi, Université de Reims, 6–10, June 2022, France.
3. 国際研究集会のオーガナイザー, Integral Geometry, Representation Theory and Complex Analysis, Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe, 27–28 January 2020.

高田 了 (TAKADA Ryo)

A. 研究概要

地球流体力学に現れる非線形偏微分方程式に関する数学解析を行っている。近年では、回転による Coriolis 力の影響を考慮した非圧縮性 Navier-Stokes 方程式や磁気流体力学方程式, および安定成層の影響を考慮した Boussinesq 方程式等を対象とし, その初期値問題の時間大域的適切性や解の漸近挙動に関して研究している。今年度は鉛直方向に周期境界条件を課した 3 次元層状領域 $\mathbb{R}^2 \times \mathbb{T}$ において, 回転と安定成層の影響を考慮した非粘性 Boussinesq 方程式の初期値問題について考察した。回転速度 Ω と浮力周波数 N の比 Ω/N に対する分散性の仮定のもとで, 回転速度および浮力周波数が十分大きい場合に, 同方程式の長時間一意可解性を証明した。また回転速度および浮力周波数を無限大とする極限において, 同方程式の解が準地衡流方程式の解に収束することを証明した (Junha Kim 氏 (Ajou University) および大山広樹氏 (京都大学) との共同研究)。

The subject of my research is mathematical analysis of nonlinear partial differential equations arising in geophysical fluid dynamics. Recently, I have been studying the global well-posedness and the asymptotic behavior of solutions to the initial value problems for the incompressible rotating Navier-Stokes equations, the magnetohydrodynamics equations with the Coriolis force, and the incompressible Boussinesq equations with the effects of the rotation and the stable stratification. In this year, we consider the initial value problem for the invis-

cid rotating stably stratified Boussinesq equations in a 3D layer $\mathbb{R}^2 \times \mathbb{T}$. Under the assumption on the dispersion relation with respect to the ratio Ω/N of the rotation speed Ω to the buoyancy frequency N , we proved the long-time existence and uniqueness of solutions when Ω and N are sufficiently large. Furthermore, we consider the asymptotic limit of solutions as $\Omega, N \rightarrow \infty$, and showed that the solution of the rotating stably-stratified Boussinesq equations converges to that of the quasi-geostrophic equations in $\mathbb{R}^2 \times \mathbb{T}$ (Joint work with Junha Kim (Ajou University) and Hiroki Ohyama (Kyoto University)).

B. 発表論文

1. J. Kim, H. Ohyama and R. Takada: "Asymptotics for the inviscid rotating stably stratified Boussinesq equations in a 3D layer", submitted.
2. K. Ishige, T. Kawakami and R. Takada: "Existence of solutions to the fractional semilinear heat equation with a singular inhomogeneous term", submitted.
3. R. Takada and K. Yoneda: "Global solutions for the rotating magnetohydrodynamics system in the scaling critical Sobolev space", Funkcial. Ekvac. **67** (2024) 29–59.
4. T. Egashira and R. Takada: "Large Time Behavior of Solutions to the 3D Rotating Navier-Stokes Equations", J. Math. Fluid Mech. **25** (2023) article number 23.
5. H. Ohyama and R. Takada: "Asymptotic limit of fast rotation for the incompressible Navier-Stokes equations in a 3D layer", J. Evol. Equ. **21** (2021) 2591–2629.
6. R. Takada and K. Yoneda: "Higher-order interpolation inequalities with weights for radial functions", Nonlinear Anal. **203** (2021) 112158.
7. R. Takada: "Long time solutions for the 2D inviscid Boussinesq equations with

strong stratification", *manuscripta math.*
164 (2021) 223–250.

C. 口頭発表

1. Existence of solutions to the fractional semilinear heat equation with a singular inhomogeneous term, Korean-Japanese Workshop on Elliptic and Parabolic Equations, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea, November 15–16, 2024.
2. Existence of solutions to the fractional semilinear heat equation with a singular inhomogeneous term, Fluids and Maximal Regularity, Kyoto University, Kyoto, Japan, September 9–11, 2024.
3. Existence of solutions to the fractional semilinear heat equation with a singular inhomogeneous term, Mini Workshop on nonlinear PDEs related to fluid dynamics Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, July 27, 2024.
4. 非圧縮回転成層流体に現れる分散性と異方性の数学解析, 大岡山談話会, 東京工業大学, 2024年6月12日.
5. Existence of solutions to the fractional semilinear heat equation with a singular inhomogeneous term, Mathematical analysis of fluid mechanics and related topics, International Conference on Elliptic and Parabolic Problems: GAETA 2024, Hotel Serapo, Gaeta, Republic of Italy, May 20–24, 2024.
6. Large time behavior of global solutions to the rotating Navier-Stokes equations, Geometric PDE and Applied Analysis Seminar, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University, Japan, February 9, 2024.
7. Large time behavior of global solutions to the rotating Navier-Stokes equations, East Asian Workshop on Partial Differential Equations from Kinetics and Continuum Mechanics in Tokyo, Tokyo In-

stitute of Technology, Japan, November 28–30, 2023.

8. Large time behavior of global solutions to the rotating Navier-Stokes equations, Workshop on Recent Developments in Evolutionary Equations and Related Topics, National Taiwan University, Taiwan, November 20–21, 2023.
9. Large time behavior of global solutions to the Navier-Stokes equations with the Coriolis force, MSJ-KMS Joint Meeting 2023, Tohoku University, Japan, September 19, 2023.
10. Global solutions for rotating MHD equations in the critical space, Recent development of mathematical geophysics, The 10th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, Waseda University, Japan, August 20–25, 2023.

D. 講義

1. 偏微分方程式論：偏微分方程式の古典的理論。(教養学部統合自然科学科講義)
2. 数理科学セミナー III：関数解析学に関するセミナー科目。(教養学部統合自然科学科講義)
3. 実解析学 II：Fourier 級数, Fourier 変換, 超関数。(教養学部統合自然科学科講義)
4. 実解析学演習 II：実解析学 II の演習科目。(教養学部統合自然科学科講義)
5. 基礎解析学概論・解析学 XB：実解析と関数空間の基礎。(数理大学院・4年生共通講義)
6. 数学講究 XA・数学特別講究：学部4年セミナー。(理学部数学科4年生)
7. 集中講義：回転成層流体方程式の数学解析。(東京工業大学, 2024年6月10日–6月14日)

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 関数方程式論分科会 情報委員会運営委員 委員長
2. 東京大学大学院数理科学研究科 応用解析セミナー 世話人
3. RIMS 共同研究 (公開型) 「非圧縮粘性

G. 受賞

日本数学会 函数方程式論分科会 第 15 回福原賞
(2023 年 12 月 16 日)

H. 海外からのビジター

1. Haram Ko (Brown University, the United States of America): He stayed in the period January 20–24, 2025. We had discussions on the dispersion estimates for the rotating compressible Euler equations.

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。本年度は、正標数の極小モデルプログラムとファノ型多様体について研究した。これらの研究テーマに関していくらか新しい結果が得られた。

I study minimal model program for algebraic varieties in positive characteristic. In this academic year, I studied minimal model program and varieties of Fano type in positive characteristic. I established some new results on these topics.

B. 発表論文

1. H. Tanaka : “Pathologies on Mori fibre spaces in positive characteristic”, *Ann. Sc. Norm. Super. Pisa Cl. Sci. (5)* **20** (2020), no. 3, 1113-1134.
2. K. Hashizume, Y. Nakamura, H. Tanaka : “Minimal model program for log canonical threefolds in positive characteristic”, *Math. Res. Lett.* **27** (2020), no. 4, 1003-1054.
3. H. Tanaka : “Invariants of algebraic varieties over imperfect fields”, *Tohoku Math. J. (2)* **73** (2021), no. 4, 471 – 538.
4. H. Tanaka : “On p-power freeness in pos-

itive characteristic”, *Math. Nachr.* **294** (2021), no. 10, 1968 – 1976.

5. H. Tanaka : “Vanishing theorems of Kodaira type for Witt canonical sheaves”, *Selecta Math. (N.S.)* **28** (2022), no. 1, Paper No. 12, 50 pp.
6. F. Bernasconi, H. Tanaka : “On del Pezzo fibrations in positive characteristic”, *J. Inst. Math. Jussieu* **21** (2022), no. 1, 197 – 239.
7. H. Tanaka : “Bertini theorems admitting base changes”, *J. Algebra* **644** (2024), 64 – 125.
8. H. Tanaka : “Boundedness of regular del Pezzo surfaces over imperfect fields”, *Manuscripta Math.* **174** (2024), no. 1-2, 355 – 379.
9. T. Kawakami, T. Takamatsu, H. Tanaka, J. Witaszek, F. Yobuko, S. Yoshikawa : “Quasi- F -splittings in birational geometry II”, *Proc. Lond. Math. Soc. (3)* **128** (2024), no. 4, Paper No. e12593, 81 pp.
10. H. Tanaka : “Discriminant Divisors for Conic Bundles”, *Q. J. Math.* **75** (2024), no. 4, 1301 – 1353.

C. 口頭発表

1. Pathological examples in minimal model program of positive characteristic, Arithmetic algebraic geometry and mathematical physics, Zoom+ 京都大学 RIMS, 2021 年 12 月.
2. Pathological examples in minimal model program of positive characteristic, National Taiwan University-The University of Tokyo, Zoom+National Taiwan University, 2021 年 12 月.
3. 極小モデル理論について, 日本数学会、2022 年秋季総合分科会、企画特別講演, 北海道大学, 2022 年 9 月.
4. On quasi- F -splitting, Algebraic Geometry in East Asia, Zoom, 2022 年 10 月.
5. Classification of smooth Fano threefolds

in positive characteristic, Algebraic Geometry Seminar, Zoom, 2023年9月.

6. One day workshop on Algebraic and Complex Geometry, 東京大学, 2024年3月
7. Workshop on birational geometry, Zoom, 2024年4月.
8. 代数幾何セミナー, 京都大学, 2024年7月.
9. Workshop on Algebraic Geometry over complex number field or in positive characteristic, Osaka Metropolitan University, 2024年9月.
10. Birational Geometry and Number Theory, International Centre for Mathematical Sciences, Edinburgh, イギリス, 2024年10-11月.

D. 講義

1. ベクトル解析: ベクトル解析に関する講義を行った。(S セメスター, 教養学部前期課程講義)
2. 常微分方程式: 常微分方程式に関する講義を行った。(S セメスター, 教養学部前期課程講義)
3. 代数学 XA・代数構造論 I: 可換環論に関する講義. Cohen-Macaulay 環・マトリクス双対定理・局所双対定理などについて扱った。(A セメスター, 数理大学院・4年生共通講義)
4. 京都大学集中講義: 3次元ファノ多様体の分類について解説した。(京都大学, 集中講義, 2024年7月)
5. 名古屋大学集中講義: 3次元ファノ多様体の分類について解説した。(名古屋大学, 集中講義, 2024年9月)
6. 大阪公立大学集中講義: 3次元ファノ多様体の分類について解説した。(大阪公立大学, 集中講義, 2025年1月)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 中村 圭吾 (NAKAMURA Keigo): On counterexamples of Kodaira vanishing for varieties of unseparated flags of type A3

F. 対外研究サービス

1. 東大代数幾何セミナー世話人

長谷川 立 (HASEGAWA Ryu)

A. 研究概要

圏と計算体系との一対一対応はプログラミング言語理論における基礎事実である。Lawvere-Lambek によるラムダ計算とデカルト閉圏との同値性の発見に端を発し, いろいろな対応が知られている。計算体系の側には名前が示す通り, 計算の概念がある。それに一対一対応する圏の方にも計算が入ると考えるのは自然である。直感的にはデカルト閉圏に計算構造が入ってしかるべきだが, 文法構造が大きく異なり実際にはうまくいかない。デカルト閉圏の構造が粗すぎるのが根本的な障害であり, それをを精密化した線形圏には性質のよい計算構造が入るとするのが本研究の基本的な観察である。線形圏は線形論理の圏論モデルだが, 線形圏に入る計算構造は線形論理の計算体系よりもさらに精密なコントロールが可能なものとなっている。現在おもに研究しているのは計算構造の合流性の問題である。基盤となる自律圏の基本的な構造を調べている。特に混合圏を基盤とする場合のコヒーレンスの問題を調べている。混合圏は動的なグラフで基礎づけられることが知られており, グラフ理論および組み合わせ最適化の観点から調べている。反対称グラフの特別な場合とみなすことでグラフ理論のいくつかの視点が自然に拡張できる。そのような視点をを用いることでコヒーレンスを調べるのが基本的な研究方針である。

One-to-one correspondence between categories and computational systems is a fundamental concept in programming language theory. Since Lawvere and Lambek established the connection between lambda calculus and the Cartesian closed category, numerous correspondences have been uncovered. As the name suggests, the computational systems are equipped with the notion of computation. We anticipate that the corresponding categories are equally endowed with the notion computation. Natu-

rally, we might expect the Cartesian closed category to have a computational structure, but this naive assumption fails since its syntactic structure differs fundamentally from that of lambda calculus. The structure of the Cartesian closed category is too coarse. Our fundamental observation is that the linear category, which refines the Cartesian closed category, have a well-defined computation structure that possesses the required properties. The linear category provides the categorical semantics of linear logic, yet its computational structure is more refined than that of linear logic, enabling fine-tuned control over computation. Our research currently focuses on confluence. We examine the structure of autonomous categories, which form the foundation of the linear category. In particular, we are interested in the coherence problem when the fundamental structure is the mixed category. The mixed category is reformulated using dynamic graphs. We explore it from the perspective of graph theory and combinatorial optimization. By treating dynamic graphs as a special case of anti-symmetri graphs, we extend certain aspects of graph theory to them. Our primary strategy is to address the coherence problem using these insights.

B. 発表論文

1. R. Hasegawa: “A Categorical Reduction System for Linear Logic”, Theory and Applications of Categories, Vol. 35, 2020, No. 50, pp 1833-1870.
2. R. Hasegawa: “Complete Call-by-Value Calculi of Control Operators II: Strong Termination”, Logical Methods in Computer Science, March 2, 2021, Volume 17, Issue 1

D. 講義

1. Mathematics 1 (PEAK): 1 変数関数の微分積分。英語授業。(教養学部前期課程講義)
2. 応用数学 XC (本郷): オートマトン, Tur-

ing 機械, 計算可能性/決定可能性, 計算複雑性。(理学部 3 年生向け講義)

3. 計算数学 I: オートマトン, 文脈自由言語, Turing 機械, 計算可能性/決定可能性, 計算複雑性。(理学部 3 年生向け講義)
4. 計算数学 II: ラムダ計算, 合流性, Turing 完全性, 型理論, 操作的意味論。(理学部 3 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (博士) 山本雄太 (YAMAMOTO Yuta): Two-Dimensional Structure of the Value-Continuation Duality (値と継続の持つ 2 次元の構造).
2. (修士) 金相佑 (KIM Sangwoo) Planar Traces and Fixed Point Structures (平面トレースと不動点構造).

林 修平 (HAYASHI Shuhei)

A. 研究概要

2022 年以後, Jenkinson によるエルゴード最適化に関する TPO (Typically Periodic Optimization) 予想の研究を進めている. この予想は, コンパクト距離空間 X 上に適切な双曲性を持つ力学系が与えられたとき, 良い性質 (例えばリプシツ性や C^1 性など) を持つ X 上の連続関数からなるバナッハ空間において, ある周期軌道上に台を持つエルゴード測度に対して最大エルゴード平均を与えるような連続関数全体が, その中の開かつ稠密な部分集合を含むというものである. Contreras による最初の注目すべき結果が 2016 年に現れた. それは力学系が拡大写像であるときリプシツ連続関数に関して TPO 予想が成立するというものである. 特に X がコンパクト多様体である場合には, すでに 1999 年に Yuan & Hunt が拡大写像と Axiom A diffeomorphisms のときにリプシツ連続関数に関して予想を提起していた. 最近 Anosov diffeomorphism を含む場合に証明した論文が arXiv に出た一方で, Axiom A diffeomorphisms の場合はまだ未解決と思われる. そこで上の場合を含む nonsingular Axiom A endomorphism の場合を考えた.

After 2022, I have been working on the research on the TPO (Typically Periodic Optimization) Conjecture concerning Ergodic Optimization by Jenkinson. This conjecture claims that given a dynamical system with suitable hyperbolicity on a compact metric space X , in some Banach space consisting of continuous functions on X with suitable regularity (e.g., Lipschitz continuity or C^1) the set of continuous functions giving the maximal ergodic average with respect to an ergodic measure supported on a single periodic orbit forms an open and dense subset of it. In 2016, the first remarkable result by Contreras appeared, providing a proof of TPO Conjecture in the case for expanding maps with respect to Lipschitz continuous functions. In fact, when X is a compact manifold, Yuan & Hunt have already conjectured in 1999 that this is true for Axiom A diffeomorphisms or expanding maps with respect to Lipschitz continuous functions. Recently, a proof including Anosov diffeomorphisms appeared in arXiv, but it seems that Axiom A diffeomorphisms case is still open. I have considered the case for nonsingular Axiom A endomorphisms, including the above case.

B. 発表論文

1. S. Hayashi: "A forward Ergodic Closing Lemma and the Entropy Conjecture for nonsingular endomorphisms away from tangencies", *Discrete Contin. Dyn. Syst.* **40** (2020) 2285–2313.
2. S. Hayashi: "Erratum and Addendum to "A forward Ergodic Closing Lemma and the Entropy Conjecture for nonsingular endomorphisms away from tangencies" (Volume 40, Number 4, 2020, 2285–2313)", *Discrete Contin. Dyn. Syst.* **42** (2022) 2433–2437.

C. 口頭発表

1. On the TPO conjecture for nonsingular C^1 endomorphisms, RIMS 研究集会「力

学系理論の展開と応用」 京都大学 2023 年 6 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎 (微積) : 理系 1 年生を対象とした入門講義. (教養学部前期課程講義)
2. 数理科学基礎演習 : 数理科学基礎の講義に対応した演習. (教養学部前期課程講義)
3. 自然科学ゼミナール : 少人数によるセミナー形式の講義. 1 次元力学系として 2 次写像族やシャルコフスキーの定理を扱った. (教養学部前期課程講義)
4. 微分積分学① : 理系 1 年生を対象とした微分・積分の入門講義前半. (教養学部前期課程講義)
5. 数学基礎理論演習 (微積) : 微分積分学①の講義に対応した演習. (教養学部前期課程講義)
6. 微分積分学② : 理系 1 年生を対象とした微分・積分の入門講義後半. (教養学部前期課程講義)
7. 数学統論 XC・基礎数理特別講義 VII : 可微分エルゴード理論の入門講義. 測度論的エントロピーの定義と例を与えた後, 測度論的エントロピーの基本的性質を講義し, 測度論的エントロピーの計算を可能にするコルモゴロフ・シナイの定理を扱った. 次に一般エルゴード理論の基本事項として, バーコフのエルゴード定理やエルゴード測度の性質などを扱った. さらに可微分エルゴード理論の基礎であるオセレデッツの定理 (リャプノフ指数の存在定理) を 2 次元の場合に証明した. 以上の準備の後, この講義の目標である「測度論的エントロピーとリャプノフ指数の関係」として有名な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)

松井千尋 (MATSUI Chihiro)

A. 研究概要

ミクロな法則である量子力学を用いてマクロな現象を理解することを目指している. 平衡状態におけるマクロ現象のミクロな法則からの記述は統計

力学によりある程度確立されているが、非平衡状態の記述はそれをマクロに特徴づける物理変数を含め未知の領域である。統計力学分野の発展により、可解模型では体積に応じて増大する個数の保存量により緩和過程が制限されるため熱平衡化が起きず、非平衡定常状態へ緩和することが明らかになりつつある。非平衡定常状態におけるマクロな現象ををミクロな法則から記述する方法は確立されていない一方、可解模型ではミクロな情報を解析的に求めることが可能である。可解模型が非平衡定常状態において示す普遍的性質およびその動的性質の解明を目標とし、以下の研究課題に取り組んでいる。

1. 準局所保存量を用いた量子可積分系の非平衡定常状態の記述

一般的な孤立量子系は非平衡状態から熱平衡状態へ緩和するのに対し、量子可積分系は熱平衡状態とは異なる定常状態へ緩和する。この現象は、量子可積分系がもつ多数の保存量により緩和過程が制限されることに起因する。多くの場合、マクロな現象を特徴づける示量変数は局所可観測量であるが、可積分系におけるいくつかの保存量は非局所可観測量であるにも関わらず示量性をもち、緩和過程に寄与することが知られている。量子可積分系の代表例である異方的ハイゼンベルグスピン鎖に対し、このような非局所可観測量がある種の準局所性をもつこと、およびその非平衡定常状態が線型独立な準局所保存量の組により記述されることを示した。

2. 量子多体傷跡状態をもつ量子模型の構成

量子系の熱平衡化への緩和は、典型性とよばれる量子系のエネルギー固有状態が熱平衡状態とマクロに区別できない性質によって説明される。一方、典型性を破るエネルギー固有状態の存在下では熱平衡化は保証されておらず、その代表例が上記の量子可積分系である。近年の研究により、熱平衡化する量子系においても典型性を破る例外的なエネルギー固有状態が存在し得ることが明らかになっており、それらは量子多体傷跡状態とよばれている。量子多体傷跡状態は、ハミルトニアンとよばれる複素ヒル

ベルト空間に作用するエネルギー演算子が不変部分空間をもち、その次元が無限体積極限で零に近づくときにその不変部分空間の要素として生じると考えられている。興味深いことに、量子多体傷跡状態の多くは非可積分な量子系における可解なエネルギー固有状態である。既知の例では、量子多体傷跡状態は比較的小さな不変部分空間をもつハミルトニアン¹の自由準粒子励起状態として構成されていたが、相互作用する準粒子励起状態を量子多体傷跡状態としてもつ量子系を構成した。

3. 部分可解性をもつ孤立量子系および開放量子系の構成

可解な量子多体傷跡状態がハミルトニアン²の不変部分空間として生じることに着目すると、ハミルトニアン³の作用のもとでヒルベルト空間が多数の不変部分空間に分断される場合、その一部に可解模型を埋め込むことができる。ヒルベルト空間⁴の分断が起こるメカニズムの提唱、および部分可解な量子系の構成を行った。また、同概念を非エルミートなハミルトニアンによる時間発展と見なせる開放量子系に拡張し、定常状態を含む固有モードが解析的に求まる開放量子系を構成する方法を提唱した。

Our goal is to understand macroscopic phenomena using the microscopic laws of quantum mechanics. While statistical mechanics has provided a well-established framework for describing macroscopic equilibrium phenomena based on microscopic principles, the description of nonequilibrium states—including the identification of macroscopic physical variables that characterize them—remains an open problem. Recent developments in statistical mechanics have revealed that in integrable models, the presence of an extensive number of conserved quantities restricts the relaxation process, preventing thermalization and instead leading to relaxation into a nonequilibrium steady state (NESS). Although a general method for describing macroscopic phenomena in NESS from

microscopic laws has yet to be established, integrable models allow for the analytical determination of microscopic information. Our research aims to elucidate the universal properties of integrable models in NESS and their dynamical characteristics, focusing on the following research topics:

1. Description of Nonequilibrium Steady States in Quantum Integrable Systems Using Quasi-Local Conserved Quantities

In general, isolated quantum systems relax from a nonequilibrium state into thermal equilibrium. However, quantum integrable systems instead relax into steady states that differ from thermal equilibrium. This phenomenon arises because the relaxation process is constrained by the large number of conserved quantities inherent to integrable systems. While macroscopic phenomena are typically characterized by extensive local observables, it is known that certain conserved quantities in integrable systems, despite being nonlocal, exhibit extensivity and contribute to the relaxation process. In the case of the anisotropic Heisenberg spin chain, a representative example of quantum integrable systems, we have demonstrated that some of these nonlocal observables possess a certain degree of quasi-locality and that their NESS can be described by a linearly independent set of quasi-local conserved quantities.

2. Construction of Quantum Models with Quantum Many-Body Scars

The relaxation of quantum systems toward thermal equilibrium is explained by the concept of typicality, which states that the energy eigenstates of a quantum system are macroscopically indistinguishable from the thermal equilibrium state. However, the presence of energy

eigenstates that violate typicality could prevent thermalization, with quantum integrable systems being a prime example. Recent studies have shown that even in quantum systems that thermalize, exceptional energy eigenstates that violate typicality can exist, known as quantum many-body scars (QMBS). QMBS are believed to emerge when the Hamiltonian, which acts as the energy operator on a complex Hilbert space, possesses an invariant subspace whose dimension approaches zero in the thermodynamic limit. Interestingly, many QMBS are exactly solvable energy eigenstates within non-integrable quantum systems. In known examples, QMBS have been constructed as free quasi-particle excitations within Hamiltonians possessing relatively small invariant subspaces. We have extended this by constructing quantum systems in which interacting quasi-particle excitations appear as QMBS.

3. Construction of Isolated and Open Quantum Systems with Partial Integrability

By focusing on the fact that exactly solvable QMBS emerge as elements of the Hamiltonian's invariant subspace, it is possible to embed an integrable model within a larger Hilbert space if the Hamiltonian induces a fragmentation of the Hilbert space into multiple invariant subspaces. We have proposed a mechanism for such Hilbert space fragmentation and constructed partially integrable quantum systems. Furthermore, we have extended this concept to open quantum systems, which can be interpreted as the time evolution of a non-Hermitian Hamiltonian, and proposed a method for constructing open quantum systems where eigenmodes, including steady states, can be analytically

solved.

B. 発表論文

1. C. Matsui and N. Tsuji : "Boundary dissipative spin chains with partial solvability inherited from system Hamiltonians", Phys. Rev. B **110** (2024) 224306.
2. C. Matsui : "Exactly solvable subspaces of non-integrable spin chains with boundaries and quasiparticle interactions", Phys. Rev. B **109** (2024) 104307.
3. C. Matsui and N. Tsuji : "Exact steady states of the impurity-doped XXZ spin chain coupled to dissipators", J. Stat. Mech. : Theor. Exp. **2024** (2024) 033105.
4. C. Matsui : "Nonequilibrium physics in integrable systems and spin-flip non-invariant conserved quantities", J. Phys. A: Math. Theor. **53** (2020) 134001.

C. 口頭発表

1. "Weak ergodicity breaking with embedded integrability", Exact Solutions in Quantum Information: Entanglement, Topology, and Quantum Circuits, BIRS (Canada), 2025 年 2 月.
2. "Quantum thermalization and solvability", Seoul-Tokyo Conference in Mathematics 2024, KIAS (Korea), 2024 年 11 月.
3. "A variety of partially solvable models: From closed spin chains to open spin chains", Mathematical Physics for Quantum Science, Zhejiang University (China), 2024 年 11 月.
4. "A variety of partially solvable models: From closed spin chains to open spin chains", Focus Week on Non-equilibrium Quantum Dynamics, IPMU (Japan), 2024 年 9 月.
5. "Partially solvable closed and open quantum systems", Recent developments in Kardar-Parisi-Zhang universality, YITP (Japan), 2024 年 9 月.

6. "量子多体傷跡状態由来の可解な定常状態をもつ境界駆動量子系", 日本物理学会 2024 年年次大会, 北海道大学, 2024 年 9 月.
7. "A variety of partially solvable models: From closed spin chains to open spin chains", Mathematics and Physics of Integrability, MATRIX (Australia), 2024 年 7 月.
8. "Partial solvability and related physical phenomena", ANZAMP Meetings 2024, The Hotel Mountain Heritage (Australia), 2024 年 2 月.
9. "Exact steady state of the impurity-doped XXZ spin chain coupled to dissipators", Workshop on exactly solvable models of open quantum systems, Steklov Mathematical Institute (Russia), 2023 年 9 月.
10. "Exactly solvable subspaces of spin-1 chains with boundaries and quasiparticle interactions", 10th Bologna Workshop on Conformal Field Theory and Integrable Models, University of Bologna (Italy), 2023 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を行なった。（教養学部前期課程講義）
2. 現象数理 II・現象数理学・非線形数理：様々な分野における自然現象を記述する数理モデルについて、オムニバス形式の講義を行なった。（数理大学院・4 年生共通講義・教養学部基礎科学科講義）
3. 微分積分学演習：微分・積分の演習を行なった。（教養学部前期課程講義）
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的内容を、具体例を含めて取り扱った。（数理大学院・4 年生共通講義）
5. 応用数学 XC・数物先端科学 VIII：量子情報の導入的内容に関しする講義を行なった。主に、密度行列・量子もつれ（量子エ

ンタングルメント)・量子測定・量子操作・エントロピーなどを取り扱った。(数理大学院・4年生共通講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 會澤 修也 (AIZAWA Shuya): Construction of solutions to the Yang-Baxter equation through q -commutativity.

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 2024 年度男女共同参画社会推進委員会 シンポジウム担当
2. 東京無限可積分系セミナー 世話人

松尾 厚 (MATSUO Atsushi)

A. 研究概要

私は、これまで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。

正定値偶格子から構成される頂点作用素代数は、頂点作用素代数のもっとも基本的かつ重要な例であり、そのような格子の構成とその性質の解明は、頂点作用素代数の対称性の研究においても重要な位置を占める。また、正定値でない格子も、モンスター単純群に関連するムーンシャインの研究などで重要な役割を果たしている。

そこで、今年度は、昨年度に引き続き、島倉裕樹氏(福岡大学)と共同で正定値格子の構成法に関する研究を行った。さらに、正定値とは限らない格子に視野を広げ、Lie 代数および頂点作用素代数への応用について考察を開始した。また、頂点代数の基礎理論をまとめた日本語の入門書の共同執筆を継続中である。

I have been working on various mathematical aspects of two-dimensional conformal field theories. Currently, I am mainly working on symmetries of vertex operator algebras (VOAs).

As the VOAs associated with positive-definite even lattices are the most fundamental examples of VOAs, constructions of such lattices indeed hold an important position in the study

of the symmetries of VOAs. We note that lattices that are not positive-definite also play important roles in the studies of the Moonshine related to the Monster simple group.

This year, I continued our investigation of constructions of positive-definite lattices jointly with Prof H. Shimakura (Fukuoka University). We then proceeded further to lattices that are not necessarily positive-definite and their applications to Lie algebras and vertex operator algebras. In addition, I continued a joint work of writing an introductory book on basic theories of vertex algebras in Japanese.

B. 発表論文

1. Atsushi Matsuo: "Lectures on vertex algebras". London Math. Soc. Lecture Note Ser., 487, Cambridge University Press, London, 2024.

C. 口頭発表

1. "Introduction to vertex algebras and vertex operator algebras", Minicourse for Graphs and Groups, Geometries and GAP (G2G2) Summer School — External Satellite Conference of the 8th European Congress of Mathematics. Rogla, Slovenia, June 2021. (10 lectures delivered online from Tokyo.)

D. 講義

1. 数学 II (PEAK) : 英語による線型代数の入門講義, (教養学部前期課程講義)
2. 微分積分学続論: 多変数の微分積分学の続論, (教養学部前期課程講義)
3. 幾何学特別演習 II : 位相幾何学および微分幾何学の基礎的内容に関する口述演習. 今年度は、本格的に幾何学 II から独立した演習とした。(3年生向け演習)

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。

昨年度までの研究により, $\mathrm{Sp}_6(\mathbb{Q}_p)$ の既約超尖点表現 π の L パラメータが G_2 型という条件を満たすならば, π に対する Arthur の局所ラングランズ対応と Fargues–Scholze の局所ラングランズ対応が一致することが分かっていた。本年度は, この結果が $\mathrm{Sp}_6(\mathbb{Q}_p)$ の内部形式にも拡張できることを証明した。内部形式の場合は, Arthur ではなく Kaletha の局所ラングランズ対応と Fargues–Scholze の局所ラングランズ対応を比較することになる。また, G_2 型の L パラメータがどのくらいあるかという問題にも取り組み, p が 3 よりも大きく, L パラメータの深度が $m/6$ (m は 6 と互いに素な正整数) である場合に完全な分類を得た。

以前より執筆を進めていた, ラングランズ対応の本を完成させた。また, モジュラー曲線の本を出版した。

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

By last year, I had already obtained the following result: if Arthur’s L -parameter of an irreducible supercuspidal representation π of $\mathrm{Sp}_6(\mathbb{Q}_p)$ satisfies the condition being of G_2 -type, then the local Langlands correspondence for π by Fargues–Scholze coincides with that by Arthur. This year I extended this result to the inner form of $\mathrm{Sp}_6(\mathbb{Q}_p)$. In the inner form case, we compare Kaletha’s local Langlands correspondence and that of Fargues–Scholze, instead of Arthur’s. I also considered the problem of how many L -parameters of G_2 -type there are, and obtained a complete classification when p is greater than 3 and the depth of L -parameters

are $m/6$, where m is a positive integer prime to 6.

I completed a book on the Langlands correspondence. I also published another book on modular curves.

B. 発表論文

1. Y. Mieda : “Lefschetz trace formula and ℓ -adic cohomology of Rapoport–Zink tower for $\mathrm{GSp}(4)$ ”, *Mathematische Annalen* **385** (2023), 131–192.
2. Y. Mieda : “On the formal degree conjecture for simple supercuspidal representations”, *Mathematical Research Letters* **28** (2021), 1227–1242.
3. Y. Mieda : “Parity of the Langlands parameters of conjugate self-dual representations of $\mathrm{GL}(n)$ and the local Jacquet–Langlands correspondence”, *Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu* **19** (2020), 2017–2043.
4. Y. Mieda : “On irreducible components of Rapoport–Zink spaces”, *International Mathematics Research Notices*, Volume 2020, 2361–2407.
5. N. Imai and Y. Mieda : “Potentially good reduction loci of Shimura varieties”, *Tunisian Journal of Mathematics* **2** (2020), 399–454.

C. 口頭発表

1. On vanishing of the supercuspidal part of the ℓ -adic cohomology of local Shimura varieties, 2025 Lyon-Tokyo conference in Number Theory and Arithmetic Geometry, ÉNS de Lyon, 2025 年 3 月 26 日.
2. Local Langlands correspondence and p -adic geometry, 第 20 回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, 2025 年 2 月 12 日.
3. On Fargues–Scholze local Langlands correspondence for some supercuspidal representations of $\mathrm{Sp}(6)$ and its inner form, Arithmetic Geometry, Algebraic Geometry and Analytic Geometry —celebrating Kazuhiro Fujiwara’s 60th birthday, 東京

大学, 2024 年 7 月 5 日.

4. On Fargues–Scholze local Langlands correspondence for some supercuspidal representations of $\mathrm{Sp}(6)$, The fifth Japan–Taiwan Number theory conference, 国立澎湖科技大学, 2023 年 8 月 24 日.
5. On Fargues–Scholze local Langlands correspondence for some supercuspidal representations of $\mathrm{Sp}(6)$, Satellite Conference in Number Theory of International Congress of Basic Science, Morning-side Center of Mathematics, Chinese Academy of Sciences, 2023 年 7 月 13 日.
6. On supercuspidal part of the ℓ -adic cohomology of the Rapoport–Zink space for $\mathrm{GSp}(4)$, The 2022 Pacific Rim Mathematical Association Congress, バンクーバー, 2022 年 12 月.
7. On supercuspidal part of the ℓ -adic cohomology of the Rapoport–Zink space for $\mathrm{GSp}(4)$, 30eradecaen: 30e Rencontres arithmétiques de Caen, Université Caen Normandie, 2022 年 5 月.
8. $\mathrm{GSp}(4)$ の Rapoport–Zink 空間の ℓ 進コホモロジーの超尖点部分について, 代数的整数論とその周辺 2021, 京都大学, 2021 年 12 月.
9. 局所 Langlands 対応と p 進幾何, 大岡山談話会, 東京工業大学, 2021 年 11 月.
10. Local Saito–Kurokawa A -packets and ℓ -adic cohomology of Rapoport–Zink tower for $\mathrm{GSp}(4)$, The Eighth Pacific Rim Conference in Mathematics, UC Berkeley (オンライン), 2020 年 8 月.

D. 講義

1. 代数と幾何：線型代数の講義. (理学部 2 年生向け講義)
2. 代数と幾何演習：代数と幾何の演習. (理学部 2 年生向け講義)

E. 修士・博士論文

1. (修士) 藤井 天守 (FUJII Amoru): Parametrization of supercuspidal representations of depth zero for some simple

adjoint groups

2. (修士) 深山 拓郎 (FUKAYAMA Takuro): The number of cuspidal representations over a function field and its behavior under base changes

F. 対外研究サービス

1. 日本数学会 MSJ Memoirs 編集委員
2. 研究集会 “Arithmetic Geometry, Algebraic Geometry and Analytic Geometry” オーガナイザー
3. 研究集会 “Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics” オーガナイザー
4. RIMS 共同研究「代数的整数論とその周辺」2024 研究代表者

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. また, 平均曲率流を代表とする界面運動を記述する偏微分方程式についても興味の対象である. 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す. 特に, 今年度は

- (a) HJ 方程式に対する定量的均質化問題,
- (b) 外力付平均曲率流のちぎれ現象,
- (c) 固定された箇所をもつ界面運動に対する等高面法,
- (d) 非局所的 HJ 方程式に対する解公式とその応用,

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, 5, 6] (B. 発表論文を参照) と 6 本を発表した. さらに, これらの研究結果について 6 件の研究発表を行った.

This year, I worked on (a) Quantitative homogenization theory for Hamilton-Jacobi equations, (b) Quenching phenomenon for forced mean curvature flow, (c) A level-set method for a mean curvature flow with a prescribed boundary, (d) A representation formula for viscosity solutions of nonlocal Hamilton-Jacobi equations and applications.

B. 発表論文

1. Y. Han, W. Jing, H. Mitake, H. V. Tran, Quantitative homogenization of state-constraint Hamilton–Jacobi equations on perforated domains and applications, *Arch. Ration. Mech. Anal.* 249 (2025), no. 2, Paper No. 18.
2. H. Mitake, Y. Oka, H. V. Tran, Quenching for axisymmetric hypersurfaces under forced mean curvature flows, *Nonlinearity* 38 (2025), no. 1, Paper No. 015010, 15 pp.
3. X. Bian, Y. Giga, H. Mitake, Distance comparison for curve shortening flow with a prescribed boundary, *Advances in Mathematical Sciences and Applications*, Vol. 34, No. 1 (2025), 101–113.
4. H. Mitake, C. Mooney, H. V. Tran, J. Xin, Y. Yu, Bifurcation of homogenization and nonhomogenization of the curvature G-equation with shear flows, *Math. Ann.* 391 (2025), no. 2, 3077–3111.
5. X. Bian, Y. Giga, H. Mitake, A level-set method for a mean curvature flow with a prescribed boundary, *Adv. Differential Equations* 30 (2025), no. 1-2, 1–34. <https://doi.org/10.57262/ade030-0102-1>
6. T. Kagaya, Q. Liu, H. Mitake, A representation formula for viscosity solutions of nonlocal Hamilton-Jacobi equations and applications, *SIAM J. Math. Anal.* 56 (2024), no. 5, 5807–5839.
7. H. Mitake, S. Sato: “On the rate of convergence in homogenization of time-fractional Hamilton-Jacobi equations”,

NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl. 30 (2023) 30:68.

8. T. Kagaya, Q. Liu, H. Mitake: “Quasiconvexity preserving property for fully nonlinear nonlocal parabolic equations”, *NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl.* 30 (2023), no. 1, Paper No. 13, 28 pp.
9. J. Jang, D. Kwon, H. Mitake, H. V. Tran: “Level-set forced mean curvature flow with the Neumann boundary condition”, *J. Math. Pures Appl.* (9) 168 (2022), 143–167.
10. D. A. Gomes, H. Mitake, H. V. Tran: “The large time profile for Hamilton-Jacobi-Bellman equations”, *Math. Ann.* 384 (2022), no. 3-4, 1409–1459.

C. 口頭発表

1. H. Mitake, On asymptotic growth rate of solutions to level-set equations for spiral motions, 2024/4/8, Workshop on Nonlinear Partial Differential Equations, Taipei.
2. H. Mitake, On asymptotic growth rate of solutions to level-set forced mean curvature flows with evolving spirals, 2024/6/4, The 81st Fujihara seminar, ニセコ.
3. H. Mitake, 界面運動に現れる均質化理論, 2024/7/18, 社会連携講座「冷媒熱流体の数理」, 東京大学.
4. H. Mitake, Quantitative homogenization of state-constraint Hamilton–Jacobi equations on perforated domains and applications, 2024/9/27, Geometric PDE and Applied Analysis Seminar, OIST.
5. H. Mitake, Quantitative homogenization of state-constraint Hamilton–Jacobi equations on perforated domains and applications, 2024/10/10, The China-Japan conference on nonlinear elliptic and parabolic equation, Chern institute of Mathematics.

6. H. Mitake, ハミルトン・ヤコビ方程式の均質化理論, 2024/10/26, 京都応用力学系セミナー, 京都大学.

D. 講義

1. 解析学 IV : ルベーク積分論
2. 自然科学ゼミナール「自然科学に現れる微分方程式」
3. 解析学 XG, 数物先端科学 IX : 粘性解の基礎理論 -外力付平均曲率流の Neumann 問題を題材に-

E. 修士・博士論文

1. (修士) 佐藤 卓弥 (SATO Takuya) : 異方の外力付き平均曲率流方程式の自由境界問題に対するゲーム的手法

F. 対外研究サービス

1. 国際研究集会「Homogenization in PDE and Stochastic Processes」, 2024/August/19-2024/August/21, U. Tokyo.

吉野 太郎 (YOSHINO Taro)

A. 研究概要

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、ウィッシュャート分布族など、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。また、名前が付けられているような分布族は、これまで統計学的な有用性から経験的に見出されてきたものばかりである。

一方、情報幾何によると、各指数型分布族には、統計的多様体と呼ばれる空間が対応している。さらに、上記のように統計学上よく用いられ、名前が付けられているような“良い”分布族は、“高い対称性”を持つ統計的多様体と結びついている。ここで“高い対称性”とは、より正確には (1) ヘシアン断面曲率と呼ばれるテンソルが一定である。あ

るいは (2) 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として幾何学的に定式化することができる。

そこで、私は高い対称性を持つ統計的多様体を網羅的に列挙し、それに対応する指数型分布族を求める、という方向で研究を行っている。これにより、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ができた。また、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。

The exponential family of distributions possesses many desirable properties such as ease of computation of maximum likelihood estimators and the existence of conjugate prior distributions, making it a significant research topic in information geometry.

Many important families of distributions in statistics, such as the normal distribution family, gamma distribution family, Fisher-Bingham distribution family, and Wishart distribution family, are subclasses of the exponential family of distributions.

Traditional research in this field has been conducted from two perspectives: covering the entire exponential family of distributions with general theories and exploring interesting properties specific to individual important distribution families. Moreover, distribution families with designated names have historically been discovered empirically based on their statistical utility.

On the other hand, according to information geometry, each exponential family of distributions corresponds to a space called a statistical manifold. Furthermore, as commonly used and named "good" distribution families are associated with "high symmetry" statistical manifolds. Here, "high symmetry" refers more precisely to either (1) a tensor called the Hessian sectional curvature being constant, or (2) the sample space being expressible in the form of a homogeneous space G/H of a Lie group, and

furthermore, the distribution family on it can be geometrically formulated to allow the action of the Lie group G .

Therefore, my research direction involves systematically enumerating statistical manifolds with high symmetry and seeking corresponding exponential families of distributions. This has allowed the construction of distribution families with high symmetry that were previously unknown.

In future research, I hope to explain the desirable properties of individual distribution families based on the properties of representations of Lie groups.

B. 発表論文

1. K. Koichi and T. Yoshino: “On a method to construct exponential families by representation theory”. *Geom. Sci. Info.* **4** (2019), 147–156.
2. K. Koichi and T. Yoshino: “Harmonic exponential families on homogeneous spaces”, *Inf. Geom.* **4** (2021) no.1, 215–243.
3. K. Koichi and T. Yoshino: “An exponential family on the upper half plane and its conjugate prior”, *Springer Proc. Math. Stat.* **361** Springer, Cham (2021), 84–95.
4. K. Koichi and T. Yoshino: “A method to construct exponential families by representation theory”, *Inf. Geom.* **5** (2022), no. 2, 493–510.
5. K. Koichi and T. Yoshino: “A q -analogue of the family of Poincaré distributions on the upper half plane”, *Lecture Notes in Comput. Sci.*, **14071** Springer, Cham, (2023), 167–175.

D. 講義

1. 幾何学 I
2. 幾何学特別演習 I
3. 数理科学基礎 (補修)

助教 (Research Associates)

麻生 和彦 (ASOU Kazuhiko)

A. 研究概要

1. 講義ビデオを利用した数学教材の開発

アクティブラーニングで利用するために講義ビデオの開発を行っている。今年度も引き続き「数学・数理科学教育の効率化」事業を請け、これまでインストラクショナル・デザインの知見を用いて培ったオンデマンドでの視聴を意識したカメラワーク、編集方法を使い前期課程および学部教育のオンデマンド講義ビデオの作成を行なった。

2. 遠隔講義システムの開発

数学のハイブリッド講義に対応するため、黒板を使った講義の配信および録画システムを開発している。今年度は、中継中のトラブルに備えて同時に複数の方式 (Zoom, YouTube Live など) で中継するシステムの開発を行なった。

3. 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

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のデジタル化を行い、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。今年度も公開作業に向けて音声データの目録作成を行なった。

have developed using our knowledge of Instructional Design, with on-demand viewing in mind.

2. Development of a remote lecture system

In order to support hybrid lectures for mathematics, I am developing a system for broadcasting and recording lectures using a blackboard. This year, I developed a system for broadcasting simultaneously using multiple methods (Zoom, YouTube Live, etc.) in preparation for problems during broadcasting.

3. Research and study on preservation, management, and publication of materials related to mathematics

I am digitizing audio tapes of lectures given at "International Conference on Algebraic Number Theory (1955)", "International Conference on Functional Analysis (1969)", and "International Conference on Manifold Theory (1973)", and am studying ways to preserve them for long-term use for educational and research purposes. This year, I continued to cataloge the audio data for release to the public.

1. Development of mathematics teaching materials using lecture videos

I am developing lecture videos for use in active learning. This year, I continued to work on the "Improving the efficiency of mathematics and mathematical science education" project, and created on-demand lecture videos for the master's and undergraduate courses using camerawork and editing methods that I

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有限群作用と滑らかな有限群作用の違いを Seiberg-Witten 写像の有限次元近似を用いて研究した。特に、多様体がスピン構造を持つときに、Dirac 作用素の指数 (作用している群の線型表現になっている) の非自明な成分について考えた。

By using the finite-dimensional approximation of the Seiberg-Witten map I tried to obtain con-

ditions for the locally linear finite group action on a 4-dimensional manifold not to be smooth. In particular, I considered the nontrivial components of the index of Dirac-operator, which is a virtual representation of the group acting on the manifold, in case of spin.

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 II・III 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 II・III 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 II・III 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 II・III 類 1 年生 A セメスター)
9. 全学体験ゼミナール「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. 全学体験ゼミナール「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。

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、複素多様体に対する可視的な作用の理論が小林俊行氏によって導入されました。この理論を背景として、小林氏は次の予想を提示しました (2011 年)：「実簡約型群の対称対 (G, H) に対し、 \mathfrak{q} が対称型かつ λ が十分負のユニタリ指標であるような G の導来関手加群 $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ の H への制限は無重複となる。」この予想は、 L を \mathfrak{q} のレビ部分の実形とするとき、 (G, L) がエルミート対称対である場合に小林氏自身により証明されています (2007 年)。今年度の研究で、この予想が一般に正しいことが分かりました (B.1)。

With the aim of uniform treatment of multiplicity-free representations of Lie groups, T. Kobayashi introduced the theory of visible actions on complex manifolds. Motivated by this theory he introduced the following conjecture (2011): ‘Let (G, H) be a real reductive symmetric pair. Then the restriction of the completion of $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ -modules with \mathfrak{q} of symmetric type to H is multiplicity-free for sufficiently negative unitary characters λ .’ This conjecture was proved by Kobayashi when (G, L) is a Hermitian symmetric pair, where L is the real form of the Levi part of \mathfrak{q} . This year I have found that his conjecture holds true in general (B.1).

B. 発表論文

1. Yuichiro Tanaka, Multiplicity-freeness property of the restriction of $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ and visible actions on spherical flag varieties for symmetric pairs, preprint.
2. Yuichiro Tanaka, A note on multiplicity-freeness property of cohomology spaces, *Symmetry in Geometry and Analysis - Festschrift in honor of Toshiyuki Kobayashi, M. Pevzner and H. Sekiguchi eds.*, *Progr. Math.* **357**, 2025, pp 533–564.
3. Yuichiro Tanaka, A Cartan decomposition for Gelfand pairs and induction of spherical functions, *J. Math. Soc. Japan* **74**(4), (2022) 1219–1243.
4. Yuichiro Tanaka, Visible actions of compact Lie groups on complex spherical varieties, *J. Differential Geom.* **120**(2), (2022) 375–388.
5. Yuichiro Tanaka, A Cartan decomposition for a reductive real spherical homogeneous space, *Kyoto J. Math.* **62**(1), (2022) 95–102.
6. Yuichiro Tanaka, Double coset decomposition for reductive absolutely spherical pairs, *Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications*, *Springer Proceedings in Mathematics & Statistics* **366**, 229–267, 2021.

C. 口頭発表

1. 田中雄一郎, 実簡約群の分岐則に現れる特殊関数について, *Langlands and Harmonic Analysis* 第 9 回, 京都大学理学部, 2025 年 3 月 12 日.
2. Yuichiro Tanaka, On the multiplicity-freeness property of cohomology spaces and the visibility of group actions, *Representation Theory and Noncommutative Geometry, Workshop: Intertwining operators and geometry*, Institut Henri Poincaré, France, January 24th 2025.
3. 田中雄一郎, コホモロジーの無重複性に

ついて, 2024 年度表現論ワークショップ, とりぎん文化会館, 鳥取県, 2025 年 1 月 12 日.

4. 田中雄一郎, Ben-Zvi, Sakellaridis, Venkatesh による相対 Langlands 双対性の紹介, Langlands and Harmonic Analysis 2024 年夏, 新居浜高専, 2024 年 9 月 5 日.
5. 田中雄一郎, D. Ben-Zvi, Y. Sakellaridis, and A. Venkatesh. Relative Langlands duality. preprint, 2023 の紹介, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis, Zoom meeting, 2024 年 8 月 22 日.
6. Yuichiro Tanaka, On the multiplicity-freeness property of cohomology spaces and the visibility of group actions (Zoom 参加), Branching Problems for Representations of Real, P-Adic and Adelic Groups, University of British Columbia Okanagan, Canada, July 8th 2024.
7. 田中雄一郎, P -不変超関数の幾何的構成について, Langlands and Harmonic Analysis (第 7 回), 北海道大学札幌キャンパス, 2024 年 3 月 12 日.
8. Yuichiro Tanaka, On the multiplicity-freeness property of cohomology spaces, 7th Tunisian-Japanese Conference, Monastir, Tunisia, November 1st, 2023.
9. 田中雄一郎, 論文 Y. Sakellaridis, Transfer operators and Hankel transforms between relative trace formulas (Adv. Math. 394, 2022) の Part I の紹介, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", Zoom meeting, 2023 年 8 月 22 日.
10. 田中雄一郎, 無重複性のユニタリトリックについて, 日本数学会 2023 年度年会, 中央大学理工学部, 2023 年 3 月 16 日.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習 (微積分・線型代数、理科 23 類): 微積分・線型代数に関する演習 (教養学部前期課程講義)

2. 数学基礎理論演習 (微積分・線型代数、理科 23 類): 微積分・線型代数に関する演習 (教養学部前期課程講義)
3. 数理科学基礎演習 (線型代数、理科 1 類): 線型代数に関する演習 (教養学部前期課程講義)
4. 数学基礎理論演習 (線型代数、理科 1 類): 線型代数に関する演習 (教養学部前期課程講義)
5. PEAK 学修相談 (教養学部前期課程 PEAK コース生対象)

F. 対外研究サービス

1. RIMS 共同研究 (公開型)「表現論と調和解析のひろがり」, 京都大学数理解析研究所, 2024 年 6 月 11 日~6 月 14 日

間瀬 崇史 (MASE Takafumi)

A. 研究概要

1. 格子方程式 (偏差分方程式) の次数増大を計算する手法を開発した. 研究を始めた段階で既に, 特異点パターンから各項の次数を計算する Halburd の手法が知られていたが, これが適用されていたのは常差分方程式の場合のみであっただけでなく, 実際に計算して得られる次数が厳密なものであることを示すためには, 方程式の形に応じた多くの計算が必要であった.

昨年度までの段階で, Halburd の手法を格子方程式の場合に拡張し, いくつかの条件を満たす一般的な方程式に対して, この計算で求まる次数が厳密なものであることを証明することができていた. 本年度は, 前年度までの研究で課していたいくつかの条件のうち, ひとつを外した場合に何が起こるのかを詳しく調べた. 実際に具体的な方程式の分析を行い, 昨年度まででは分析できなかった方程式の分析が可能になったことを確認した.

2. Laurentification と呼ばれる手法について調べた. Laurentification は, 簡単に言えば Laurent 性を持つ方程式への従属変数変換のことである. これまでの研究で, 特異点の値が 0 と ∞ の場合については, よく研究が行われていた. 今年度は, 0 や ∞ 以外にも特異点を持つような方程式に対して, どのような従属変数変換を選べば

Laurentification ができるのか, 具体例を中心に調べた.

3. ダイキン工業の社会連携講座「冷媒熱流体の数理」に参加し, 熱流体現象の解明・実用化に向けた研究を行った.

1. I studied a new method to rigorously compute the exact degree of each iterate for lattice equations (partial difference equations). My strategy was to extend Halburd's method, which is a novel approach to computing the exact degree of each iterate for mappings (ordinary difference equations) from the singularity structure, to lattice equations.

Last year, I provided a framework to ensure that all the calculations of the lattice version of Halburd's method are accurate and rigorous. This year, I studied what happens if we do not assume one of the conditions I imposed on lattice equations. In particular, I thoroughly analyzed some concrete equations that do not satisfy the condition and obtained the degree of each iterate.

2. I studied Laurentification, which, roughly speaking, is a procedure for transforming the dependent variables of a difference equation into a system with the Laurent property.

This year, I studied cases where a difference equation has three or more singular values. By analyzing concrete equations, I studied which transform of dependent variables we should choose.

3. I participated in the Corporate Sponsored Research Program "Mathematical Sciences for Refrigerant Thermal Fluids" by Daikin Industries, Ltd., and conducted research aimed at understanding and applying thermal fluid phenomena in practical contexts.

B. 発表論文

1. A. Stokes, T. Mase, R. Willox, B. Grammaticos, Deautonomisation by Singularity Confinement and Degree Growth, *Journal of Geometric Analysis* 35 (2025): 65.

2. A. N. W. Hone, W. Kim, T. Mase, New cluster algebras from old: integrability beyond Zamolodchikov periodicity, *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 57 (2024): 415201.

3. T. Mase, A study on the domain independence of the Laurent property, the irreducibility and the coprimeness in lattice equations, *Open Communications in Nonlinear Mathematical Physics* 4 (2024): 79-113.

4. R. Willox, T. Mase, A. Ramani, B. Grammaticos, Singularities and growth of higher order discrete equations, *Open Communications in Nonlinear Mathematical Physics* Special Issue 2 (2024): 46-64.

5. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase, T. Tokihiro, Coprimeness-preserving discrete KdV type equation on an arbitrary dimensional lattice, *Journal of Mathematical Physics* 62 (2021): 102701.

6. T. Mase, A. Nakamura, H. Sakai, Discrete Hamiltonians of discrete Painlevé equations, *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse* 6 (2021): 1251-1264.

7. Y. Nakamura, R. Sakamoto, T. Mase, J. Nakagawa, Coordination sequences of crystals are of quasi-polynomial type, *Acta Crystallographica Section A: Foundations and Advances* A77 (2021): 138-148.

8. R. Kamiya, M. Kanki, T. Mase, T. Tokihiro, Algebraic entropy of a multi-term recurrence of the Hietarinta-Viallet type, *RIMS Kôkyûroku Bessatsu* B78 (2020): 121-153.

C. 口頭発表

1. 間瀬崇史, Exact calculation of degrees for lattice equations: a singularity approach, 非線形波動から可積分系へ 2024, 福井大学文京キャンパス (福井), 2024年11月.
2. T. Mase, Exact calculation of degrees

for lattice equations: a singularity approach, Discrete integrable systems: difference equations, cluster algebras and probabilistic models, Bangalore (India), October 2024.

3. 間瀬崇史, 許本源, 布川賢一, 尾崎隆浩, 平松遼太, 不連続関数に対する二分法の安定性・誤差評価, ダイキン東大ラボ 第2回研究成果発表会, ダイキン工業テクノロジー・イノベーションセンター (大阪), 2023年09月.
4. T. Mase, Degree growth calculations for lattice equations, International Conference on Symmetry and Integrability in Difference Equations, Warsaw (Poland), June 2023.
5. T. Mase, The Laurent property, irreducibility and coprimeness of non-integrable partial difference equations, Pure maths colloquium talks, Canterbury (UK), February 2023.

D. 講義

1. 線型代数学演習+微分積分学演習, 2024年度冬学期, 教養学部前期過程, 理科二三類1年(21-24).
2. 数理科学基礎演習+数学基礎理論演習, 2024年度夏学期, 教養学部前期過程, 理科一類1年(24-27).
3. 複素解析学I(補習), 2024年度冬学期理学部2年生, 数学科進学予定者対象.
4. 社会数理実践研究, 2024年度, 地域班(アビームコンサルティング株式会社), コーディネーター.
5. 社会数理実践研究, 2023年度, プレゼン班(アビームコンサルティング株式会社), コーディネーター.

H. 海外からのビジター

1. Woogyung KIM (外国人特別研究員・JSPS postdoctoral fellow), 2024年11月24日~2026年11月23日.
研究課題: 「クラスター代数を用いた代数的エントロピー計算の研究」
Research theme: “Algebraic entropy cal-

ulation via Laurentification: a cluster algebraic approach”

特任教授 (Project Professors)

石井 志保子 (ISHII Shihoko)

A. 研究概要

代数多様体に現れる特異点の挙動を研究している。特異点には色々な不変数に対応するが、特に双有理幾何学的不変数 (mld や lct) の値の集合の性質は極少モデル問題において極めて重要な役割を果たす。これらの不変数は弧空間の言葉で記述することができるがその表現は基礎体の標数に依存しない。これを用いて正標数の不変数の集合と標数0の不変数の集合の関係を調べ、応用として標数0の特異点の不変数の集合において成立している性質 (例えば log discrepancies の離散性, mld や lct の ACC) が正標数の特異点についても成立することを示すことを目指している。現時点では3次元以下の非特異多様体と multi-ideals の対に対して log discrepancies の離散性と lct の ACC についてこの手法が機能することが示されている (ArXiv:2410.15291)。これは最近の結果 (ArXiv:2410.15282) を使って任意次元まで拡張されると予想している。

I am studying the singularities that arise on algebraic varieties. A singularity is characterized by various invariants, and in particular, the set of values of birational invariants (such as the minimal log discrepancy (mld) and the log canonical threshold (lct)) play essential roles in the minimal model program. These invariants are described using arc spaces, and their descriptions are independent of the characteristic of the base field.

Utilizing this fact, I am investigating the relationship between the sets of invariants in positive characteristic and characteristic zero. I anticipate that properties of the set of invariants in characteristic zero will also hold in positive characteristic (for example, the discreteness of log discrepancies and the ascending chain condition (ACC) for mld and lct).

Currently, for a pair consisting of a non-singular

variety and a multi-ideal, I have established this discussion for the discreteness of log discrepancies and the ACC of lct under the assumption that the dimension is at most three (ArXiv:2410.15291). I aim to extend these results to arbitrary dimensions by making use of recent result (ArXiv:2410.15282).

B. 発表論文

1. S. Ishii, “The minimal log discrepancies on a smooth surface in positive characteristic”, *Math. Zeitschrift*, 297, (2021) 389–397.
2. S. Ishii, “Singularities, the space of arcs and applications to birational geometry”, *Handbook of Geometry and Topology of Singularities, IV*, (2023) 161–210, Springer.
3. S. Ishii, “A bound of the number of weighted blow-ups to compute the minimal log discrepancy for smooth 3-folds”, *Math. Proc. Cambridge Phil. Soc.*, 176, (2024) 494–515.

C. 口頭発表

1. Singularities in algebraic varieties, Conference “Recent Advances in Mathematics and Applications”, Don Bosco University, India, 2021.10.28.
2. A bridge between positive characteristic and characteristic 0 in terms of an invariant of singularities. Conference “Faces of Singularity Theory”, CIRM, Luminy, France, 2021.11.24.
3. Liftings of ideals in positive characteristic to characteristic 0, JAMI 2022: Higher dimensional Algebraic Geometry, Johns Hopkins University, Baltimore, USA, 2022.5.5.
4. Liftings of ideals in positive characteristic to characteristic 0, MSJ-SI symposium

sium “Deepening and evolution of Singularity theory”, Workpia Yokohama, 2022.11.24.

5. Comparisons of invariants of characteristic 0 and characteristic p , International Conference “Singularities and Algebraic Geometry”, Univ. Khann Hoa, Nha Trang, Vietnam, 2023.2.6.
6. Singularities of Pairs in positive characteristic and characteristic zero, Conference on 100 years of Noetherian Rings, IAS Princeton, USA, 2023.6.21.
7. Pairs of a smooth variety and an ideal in positive characteristic, International Workshop on Birational Geometry, Nagoya Univ., 2023.10.11.
8. On Vanishing of higher direct images of the structure sheaf, International conference "Communicative Algebra and Singularity Theory", Osaka Metropolitan University, 2024.9.12
9. Introduction to arc space in singularity theory, Five lectures in "School of Selected topics in Arithmetic Algebraic Geometry", Institute of Mathematics, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam, 2024.11.1–11.5.
10. Lifting of ideals in positive characteristic to those in characteristic zero, International Symposium on Singularities and Applications, TSIMF Sanya, China, 2024.12.10.

F. 対外研究サービス

1. Organizer of “Mini workshop on singularities –Various aspects of singularities” University of Tokyo, 2023.3.30–31.
2. Scientific committee of “Resolution of singularities, valuation theory, and related topics”, UNAM Campus, Morelia, Mexico, 2024. 8.5–9.
3. Organizer of “Algebraicity and Transcendence for Singular Differential Equations” Schlessinger Institute, Wien, Aus-

tria, 2024. 10.7–18.

G. 受賞

学士院賞・恩賜賞 2021年
瑞宝中綬章 2024年

H. 海外からのビジター

1. Christopher Chiu (TU Eindhoven) visited University of Tokyo and gave a lecture “On arc fibers of morphisms of schemes” on 2023.3.31. He stayed at the university and discussed with Ishii for 2023.3.29–4.15 .
2. Herwig Hauser (U. Vienna) visited University of Tokyo and gave a lecture “Algebraicity in Geometry and Transcendence” on 2023.3.30. He stayed at the university and discussed with Ishii for 2023.3.29–4.15.
3. Jean-Paul Brasselet (U. Marseille) visited University of Tokyo and gave a lecture “Polar Varieties: History and Introduction” at Singularity Seminar held in Nihon University on 2023.10.16. He stayed at the University of Tokyo and discussed with Ishii for 2023.10.9–10.18.
4. Kenji Matsuki (Purdue University) visited University of Tokyo and discussed with Ishii. He also gave a talk in the Singularity Seminar organized by Ishii in Nihon University. 2024. 6.23–25.

桂 利行 (KATSURA Toshiyuki)

A. 研究概要

正標数において, K3 曲面, Enriques 曲面, 楕円曲面, Coble 曲面, アーベル多様体, Calabi-Yau 多様体などの研究を行なっている. また, 最近はポスト量子暗号において同種暗号として用いられる Jacobi 多様体の Richelot isogeny にも興味を持っている. 金銅誠之との共同研究として, Klein が 19 世紀に見出した複素数体上の quadratic line complex の理論を標数 2 において再構成し、そこに現れる種数 2 の代数曲線の Jacobi 多様体の

p-rank が交代形式とどのように対応するかを明らかにした。

自己同型群が有限な Enriques 曲面に含まれる nodal 曲線の数は有限個であることが知られているが、複素数体上の場合、nodal 曲線のなす configuration は、金銅誠之によって7種類に分類され、それぞれの場合の自己同型群の構造とモジュライ数が決定されている。標数2の代数的閉体上の Enriques 曲面は、Bombieri-Mumford による分類理論で指摘されたように singular, classical, supersingular の3つに分かれ、他の標数とは異なる様相を呈する。金銅誠之, G. Martin との共同研究で、標数2の有限自己同型群を持つ Enriques 曲面の nodal 曲線の configuration は、singular Enriques は3種類、classical Enriques は8種類、supersingular Enriques は5種類に分類されるという結果を得、それぞれの場合に自己同型群の構造を与えた。singular Enriques 曲面の configuration の3種類は複素数体上で現れる configuration に全て含まれるが、classical と supersingular の場合は、そこに現れる VII 型の configuration は複素数体上で現れるものと同じであるが、この他の configuration は全て新規のものである。また、M. Schuett との共同研究で、自己同型群の構造はこれ以外に存在しないこと、各型のモジュライ数と Enriques surface の方程式の標準形を決定した。

標数2の有限自己同型群を持つ Coble 曲面については、金銅誠之との共同研究で、nodal 曲線のなす configuration を用いて7種類に分類できることを証明した。

supersingular K3 曲面の単有理性 (Zariski 性) の問題や、位数3の自己同型を有するアーベル曲面の構造については M. Schuett との共同研究でいくつかの結果を与えた。

Richelot isogeny については、高島克幸との共同研究で、種数2の superspecial 曲線のなす isogeny グラフの edge の正確な数を計算し、そのグラフの全容を明らかにした。また、種数が3以上の場合にも Richelot isogeny が分解する状況を調べた。

The subjects of my research are K3 surfaces, Enriques surfaces, elliptic surfaces, Coble surfaces, abelian varieties and Calabi-Yau varieties

in positive characteristic. Lately, I also study the structure of Richelot isogenies of algebraic curves which are used in the theory of post quantum crypto-system. As results of the current year, I examined the theory of quadratic line complex over the complex number field which was found by Klein in the 19th century. I made a theory of quadratic line complex in characteristic 2 jointly with S. Kondo, and we made clear the relations between the alternating form and the p-rank of Jacobian varieties of curves of genus 2 which appear in the theory.

I've been studying Enriques surfaces in characteristic 2. Over the complex number field Enriques surfaces with finite automorphism group contain a finite number of nodal curves and S. Kondo classified these surfaces into 7 classes, using configurations of nodal curves. In positive characteristic, the number of nodal curves which are contained in an Enriques surface with finite automorphism group is also finite, but the situation of their configurations is different. In particular, in characteristic 2, Bombieri and Mumford showed that Enriques surfaces are divided into 3 classes, i.e., singular, classical and supersingular ones. As a joint work with S. Kondo and G. Martin, we showed that the configurations of nodal curves of Enriques surfaces with finite automorphism group in characteristic 2 are given as follows: 3 types for singular Enriques surfaces, 8 types for classical Enriques surfaces and 5 types for supersingular Enriques surfaces. We also gave the structures of finite automorphism groups. It is worth noticing that all three types for singular Enriques surfaces appear in characteristic 0, but that the type which appears in characteristic 0 for other cases is only type VII. I also determined the numbers of moduli and the standard forms of Enriques surfaces with quasi-elliptic fibration in each class as a joint-work with M. Schuett.

I also classified Coble surfaces with finite automorphism group in characteristic 2 by a joint-work with S. Kondo.

Jointly with S. Schuett, I studied the unirationality of K3 surfaces and the structure of abelian surfaces with automorphism of order 3, and gave some results.

As a joint-work with K. Takashima, we calculated the number of Richelot isogenies for superspecial curves of genus 2, and made clear the structure of their isogeny graphs. we also examined the structure of decomposed Richelot isogenies for the Jacobians of curves of genus greater than or equal to 3.

B. 発表論文

1. T.Katsura and M. Schuett: “Normal forms for quasi-elliptic Enriques surfaces and applications”, *Épjournal de Géométrie Algébrique*, Volume 8 (2024), Article No. 8, 1-32. doi.org/10.46298/epiga.2024.11410.
2. T.Katsura and K. Takashima: “Decomposed Richelot isogenies of Jacobian varieties of hyperelliptic curves and generalized Howe curves”, *Commentarii Mathematici Universitatis Sancti Pauli*, 72 (2024), 3-17.
3. T. Katsura and S. Kondo: “Coble surfaces in characteristic 2”, *J. Math. Soc. Japan*, 75 (2023), 1287-1337. doi: 10.2969/jmsj/87568756
4. 桂 利行: 楕円曲面, 岩波叢書, 岩波書店, 2022年
5. T. Katsura: “Decomposed Richelot isogenies of Jacobian varieties of curves of genus 3”, *J. Algebra.*, 588 (2021), 129-147. doi.org/10.1016/j.jalgebra.2021.08.020
6. T. Katsura and N. Saito: “On multicanonical systems of quasi-elliptic surfaces”, *J. Math. Soc. Japan*, 73(4) (2021), 1253-1261. doi: 10.2969/jmsj/85058505
7. T. Katsura and M. Schuett: “K3 surfaces with 9 cusps in characteristic p”, *J. Pure and Applied Algebra*, 225 (2021), doi.org/10.1016/j.jpaa.2020.106558.

8. T. Katsura and M. Schuett: “Zariski K3 surfaces, Zariski K3 surfaces”, *Rev. Mat. Iberoam., Eur. Math. Soc.*, 36 no.3 (2020), 869–894, DOI 10.4171/RMI/1152.

9. T. Katsura and K. Takashima: “Counting Richelot isogenies between superspecial abelian surfaces”, in “Proceedings of the Fourteenth Algorithmic Number Theory Symposium (ANTS-XIV)” (edited by Steven Galbraith), *Open Book Series 4*, Mathematical Sciences Publishers, Berkeley, 2020, 283–300. DOI 10.2140/obs.2020.4.283

10. T. Katsura, S. Kondo and G. Martin: “On classification of Enriques surfaces with finite automorphism group in characteristic 2”, *Algebraic Geometry 7 (4)* (2020), 390–459, doi:10.14231/AG-2020-012.

C. 口頭発表

1. Kummer surfaces and quadric line complexes (in characteristic 2), Workshop on Algebraic Geometry in Busan, La Valse Hotel Busan, Korea, May 15, 2024; 京都大学数理解析研究所, 2024年11月7日.
2. Enriques surfaces with finite automorphism group in characteristic 2, National Taiwan Univ., Taipei, Taiwan, Dec. 5, 2024.
3. 正標数の K3 曲面, Encounter with Mathematics, 中央大学, 2023年6月10日,
4. On the classification of Enriques surfaces with finite automorphism group, Aspects of Algebraic Geometry, Cetraro, Italy, September 22, 2023; 新潟代数シンポジウム, 新潟大学, December 7, 2023.
5. Kummer surfaces and quadric line complexes, 湯布院代数幾何学ワークショップ, 日本文理大学湯布院研修所, December 29, 2023; 第19回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学, February 16, 2024.
6. On the moduli of quasi-elliptic Enriques

surfaces in characteristic 2, K3 Surfaces, Enriques surfaces, and Related Topics 研究集会, 名古屋大学, 2023 年 3 月 20 日

7. 正標数の代数幾何, 第 20 回岡シンポジウム, 奈良女子大学, 2022 年 12 月 17 日.
8. Decomposed Richelot isogenies of curves of genus 3, 「同種写像暗号とその暗号への応用」研究集会, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 [Zoom], 2021 年 8 月 30 日.
9. On the classification of Enriques surface with finite automorphism group, Conference on Theory and Applications of Supersingular Curves and Supersingular Abelian Varieties, RIMS Conference [Zoom], 京都大学数理解析研究所, October 13, 2020.
10. Counting Richelot isogenies of supersingular curves of genus 2, Seminar of Algebraic Geometry in East Asia [Zoom], October 9, 2020; 研究集会「射影多様体の幾何とその周辺 2024」, 高知共催会館, 2024 年 10 月 12 日.

F. 対外研究サービス

1. 2012 年度～2021 年度 藤原洋数理学賞審査委員会委員長
2. 2016 年 6 月～2025 年 5 月 日本数学会理事長補佐
3. 2016 年度～2021 年度 猿橋賞選考委員
4. 2020 年度 東京理科大学総合研究院アドバイザー委員会委員
5. 2021 年度 東京理科大学総合研究院先端的代数学融合研究部門アドバイザー委員会委員
6. 2022 年度 千葉大学理学部・理学研究科外部評価委員会委員
7. 2023 年度 東京理科大学総合研究院先端的代数学融合研究部門アドバイザー委員会委員

H. 海外からのビジター

Gerard van der Geer (Amsterdam 大学)

滞在期間: 2024 年 10 月 28 日ー 11 月 4 日

講演日時: 2024 年 11 月 1 日

タイトル: The cycle class of the supersingular locus

連携併任講座

1. 符号・暗号理論講座主催
高島克幸客員教授

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。拡散や摩擦による平滑化効果を微分方程式や変分問題の枠組で捉えることは、例えば、画像からノイズを減少させるという工学的な問題を扱ううえで鍵となる。典型的成果は以下のとおりである。

1. 小林・ワレン・カーターエネルギー: 材料科学の多粒界問題の研究に各粒(結晶)の方位といったバルクの構造を考慮したエネルギーとして、小林・ワレン・カーターエネルギーが広く用いられている。しかし、界面(粒界)の厚さをゼロとした特異極限については、1次元の場合でさえわかっていなかった。これは従来の L^1 位相では捉えられない挙動であるからである。そこでグラフ収束という概念を導入することにより、特異極限を捉えることを可能にした。
2. クリスタライン曲率流: 漸近平衡形が凸多角形となるような曲率流方程式はクリスタライン曲率流と呼ばれている。4階のクリスタライン表面拡散流について、初期値が周期的区分1次関数のグラフで与えられているとき、その解の形状、さらにその成長速度を求めた。ファセット(平らな部分)が分離したり、消えたりする現象の例を与えた。
3. ヘルムホルツ分解: ベクトル場をスカラー場の勾配と発散なし場との和に分解することをヘルムホルツ分解という。元のベクトル場の属する空間が、ある種の有界平均振動関数の空間としたときのヘルムホルツ分解をベクトル場の定義域が有界領域の場合に与えた。関数の境界付近の挙動をどのよ

うに制御するかが問題であった。

4. 熱流体の数値：沸騰などで生じる泡層が壊れていく過程を記述する簡易モデルを提案し、一定の条件の下での時間周期解の存在を示した。一方、管内を一方向に流れる定常流において、液相が気相に完全に変わってしまう場所はドライアウト点と呼ばれ、その位置を求めることは実用上重要である。次元問題として考え、流体は液相も気相も非圧縮流と考えると定常次元ステファン問題に帰着される。ドライアウト点の位置を液相気相界面での温度があらかじめ与えられている場合と、それが流量を考慮した熱力学的に決まる場合について考察した。入口の質量流量、温度によりドライアウト点の位置の変化を解明し、さらにドライアウト点が存在する必要十分条件を導出した。

Analysis of nonlinear nonequilibrium phenomena is important not in natural sciences including materials science, fluid mechanics but also in industrial technology. Studying smoothing effects due to diffusion or friction in the framework of differential equations and variational problems is a key to handling engineering problems, for example, reduction of noises from images. Here is explanation of our typical achievements.

1. Kobayashi-Warren-Carter energy: The Kobayashi-Warren-Carter energy is widely used as an energy taking bulk structure like crystalline direction of each grain (crystal) into account in researches on multi-grain problems in materials science. However, its singular limit as letting the thickness of an interface (grain-boundary) to zero was not known even in one-dimensional setting. This is because conventional L^1 topology misses such a limit. We are able to catch the singular limit by introducing the notion of graph-convergence.
2. Crystalline curvature flow: A curvature flow whose asymptotic equilibrium is a convex polygon is called a crystalline curvature flow. We study the fourth-order crystalline surface diffusion flow when initial data is the graph of a periodic piecewise linear function. We obtain the shape of the solution especially its speed. We give examples a facet (a flat part) splitting and vanishing. For a higher dimensional crystalline mean curvature flow, we publish a survey paper.
3. Helmholtz decomposition: A decomposition of a vector field into a gradient of a scalar function and a divergence free field is called a Helmholtz decomposition. When the domain where a vector field is defined is a bounded domain, we give a Helmholtz decomposition when the vector field belongs to some space of functions of bounded mean oscillators. A key issue is how to control the behavior of a function near the boundary.
4. Mathematical sciences for a thermal fluid: We propose a simple model describing rupture of bubbly layer formed, for example, in boiling process. Under some conditions, we prove that there exists a time-periodic solution. In the meanwhile, the place where liquid phase changes to vapor phase in mono-directional steady flow in a pipe is called a dryout point. Practically, it is important to determine its location. If we model this phenomenon as one-dimensional incompressible flow in both phases, the problem is reduced to the one-dimensional stationary Stefan problem. We consider the case when the temperature at the liquid-vapor interface is given and the case when it is determined by mass flux and thermodynamics. We clarify in what way the location of the dryout point changes depending on mass

flux and temperature at the inlet and moreover derive a necessary and sufficient condition for the existence of a dry-out point.

B. 発表論文

1. M.-H. Giga and Y. Giga : “A basic guide to uniqueness problems for evolutionary differential equations”, Birkhäuser (2023) x+155pp. (著書)
2. M.-H. Giga and Y. Giga : “Crystalline surface diffusion flow for graph-like curves”, *Discrete Contin. Dyn. Syst.* **43** (2023) 1436–1468.
3. Y. Giga, and Z. Gu : “The Helmholtz decomposition of a *BMO* type vector field in general unbounded domains”, *Adv. Differential Equations* **29** (2024) 389–436.
4. Y. Giga, J. Okamoto, K. Sakakibara and M. Uesaka : “On a singular limit of the Kobayashi-Warren-Carter energy”, *Indiana Univ. Math. J.* **73** (2024) 1453–1491.
5. T. Eto and Y. Giga : “On a minimizing movement scheme for mean curvature flow with prescribed contact angle in a curved domain and its computation”, *Ann. Mat. Pura Appl. (4)* **203** (2024) 1195–1221.
6. Y. Giga, A. Kubo, H. Kuroda, J. Okamoto, K. Sakakibara and M. Uesaka : “Fractional time differential equations as a singular limit of the Kobayashi-Warren-Carter system”, *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A* (2024) 1–37.
7. R. Farwig and Y. Giga : “On square-in-time integrability of the maximum norm of a finite energy solution to the planar Navier-Stokes equations”, *Algebra i Analiz* **36** (2024) 289–307.
8. Y. Giga and Z. Gu : “On a dryout point for a stationary incompressible thermal fluid with phase transition in a pipe”, *ZAMM Z. Angew. Math. Mech.* **104**

(2024) e202400303, 24pp.

9. X. Bian, Y. Giga and H. Mitake : “A level-set method for a mean curvature flow with a prescribed boundary”, *Adv. Differential Equations* **30** (2025) 1–34.
10. Y. Giga and Y. Ueda : “On a diffusion equation with rupture”, *Differential Integral Equations* **38** (2025) 595–618.

C. 口頭発表

1. On the Helmholtz decomposition of *BMO* spaces of vector fields, Days on Diffraction 2023, St. Petersburg Department, Steklov Institute of Mathematics, Russia (オンライン), 2023年6月.
2. On analyticity of the L^p -Stokes semigroup for some non-Helmholtz domains, Trends in Partial Differential Equations, St. Petersburg Department, Steklov Institute of Mathematics, Russia (オンライン), 2023年6月.
3. The fourth-order total variation flow in \mathbf{R}^n , Differential Equations and Dynamical Systems, School of Mathematics and Statistics, Northeast Normal University, China (オンライン), 2023年6月.
4. 連続関数の空間での偏微分方程式, 第2回日本数学会賞小平邦彦賞 受賞講演会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2023年9月.
5. Fractional time differential equations as a singular limit of the Kobayashi-Warren-Carter system, Euro-Japanese Conference on Nonlinear Diffusions, Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), Spain (オンライン), 2023年10月.
6. データ分離、クラスタリングへの応用を目指した小林・ワレン・カーター系の研究, Arithmer 株式会社 (オンライン), 2023年11月.
7. 数学の宝庫としての冷媒熱流体 — 第2期に向けて, 社会連携講座「冷媒熱流体の数理」公開シンポジウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2024年7月.
8. 相転移を伴う熱流体の定常状態について,

偏微分方程式セミナー, 北海道大学理学部,
2024年10月.

9. On a sharp interface limit of the Kobayashi-Warren-Carter system, Geometric PDE and Applied Analysis Seminar, Okinawa Institute of Science and Technology, Japan, 2024年12月.
10. On a sharp interface limit of the Kobayashi-Warren-Carter system, Degenerate and Singular PDEs, February 24–28 (2025), Erwin Schrödinger International Institute for Mathematics and Physics, University of Vienna, Austria, 2025年2月.

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. 京都大学数理解析研究所 専門委員会委員 (2023年–2024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. Differential and Integral Equations
5. Evolution Equations and Control Theory
6. Hokkaido Mathematical Journal
7. Interfaces and Free Boundaries
8. Journal of Mathematical Fluid Mechanics
9. Mathematische Annalen (Editor-in-chief)
10. Nonlinear Differential Equations and Applications
11. Advances in Nonlinear Analysis
12. Taiwanese Journal of Mathematics

〈研究集会のオーガナイズ〉

1. Charles M. Elliott, Yoshikazu Giga,

Nao Hamamuki, Michael Hinze, Vanessa Styles, Etsuro Yokoyama, The 81st Fujihara Seminar: Mathematical Aspects for Interfaces and Free Boundaries, Hilton Niseko Village, Japan, 2024年6月3日–6日.

2. 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, 眞崎 聡, 第49回偏微分方程式論札幌シンポジウム, 北海道大学理学部, 2024年8月19日–21日.
3. Ben Andrews, Yoshikazu Giga, Shinya Okabe, Philip Schrader, Glen Wheeler, Valentina Wheeler, MATRIX Research Program: Gradient Flows in Geometry and PDE, The University of Melbourne, Australia, 2025年1月20日–31日.
4. Hirofumi Notsu, Masato Kimura, Kohei Nakajima, Yoshikazu Giga, Hayato Chiba, Hiroshi Kokubu, Lyudmila Grigoryeva, Boumediene Hamzi, Juan-Pablo Ortega, Fergy Rabago, Thomas de Jong, Differential Equations for Data Science 2025, Kyoto University, Japan, 2025年2月11日–13日.

H. 海外からのビジター

1. Tim Laux (University of Regensburg) (講演) Energy convergence of the Allen-Cahn equation for mean convex mean curvature flow, 応用解析セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2024年5月30日.
2. Michał Łasica (Polish Academy of Sciences) Joint research on the fourth-order total variation flow equation, 2024年5月26日–6月2日.
3. Amy Novick-Cohen (Technion - Israel Institute of Technology) (講演) Diffusion: Some new results and approaches, 諸分野のための数学研究会, 東京大学大学院数理科学研究科, 2024年12月18日.

河野 俊丈 (KOHNO Toshitake)

A. 研究概要

高次ホロノミー関手の構成によって、パス n -亜群の高次圏としての表現を構成する研究を行った。 \mathcal{G} を Lie2-亜群として、 P を多様体 M 上の自明な主束とする。 P の 2-接続全体はパス 2-亜群 $\mathcal{P}_2(M)$ から \mathcal{G} への滑らかな 2-関手全体と 1 対 1 対応する。 K.-T. Chen の形式的接続の 2 重反復積分を用いることにより、 2 次元ホロノミー関手の普遍的な記述を与えた。

1 のベキ根における colored Temperley-Lieb-Jones 圏の射全体のなす空間は Wess-Zumino-Witten 共形場理論における共形ブロックの空間に同型であることを証明した。 また、この同型写像は組みひも群の作用について同変であることを示した。 証明には共形ブロックの空間の多変数超幾何積分による表示を用いた。 このようにして得られる組みひも群ホモロジー表現に含まれる既約ユニタリ表現と位相的量子計算の関係について研究した。

I investigated categorical representations of path n -groupoid by constructing higher holonomy functors. Let \mathcal{G} be a 2-Lie group and P a trivial principal bundle over a manifold M . There is a one-to-one correspondence between the 2-connections of P and the smooth 2-functors from the path 2-groupoid $\mathcal{P}_2(M)$ to \mathcal{G} . I gave a universal form of 2-dimensional holonomy by means of double iterated integrals of K.-T. Chen's formal connection.

I showed that the set of morphisms of the colored Temperley-Lieb-Jones category at roots of unity is isomorphic to the space of conformal blocks in the Wess-Zumino-Witten conformal field theory. I described the braid group action on these spaces and explain that the above isomorphism is equivariant and that the representations are unitary and irreducible. To prove this I used an expression of the space of conformal blocks by multi-dimensional hypergeometric integrals. This investigation leads us to reveal a family of unitary and irreducible representations of the braid groups contained in

homological representations at roots of unity. I studied a relationship between these representations and topological quantum computations.

B. 発表論文

1. T. Kohno : Higher holonomy and iterated integrals, *Topology and Geometry*, A collection of papers dedicated to Vladimir G. Turaev (ed. A. Papadopoulos), European Mathematical Society Press, (2021), 307-325.
2. T. Kohno : Formal connections, higher holonomy functors and iterated integrals, *Topology and Its Applications*, (2021), <https://doi.org/10.1016/j.topol.2021.107985>.
3. T. Kohno : Temperley-Lieb-Jones category and the space of conformal blocks, "Essays in Geometry, Dedicated to Norbert A' Campo" (ed. A. Papadopoulos), European Mathematical Society Press, (2023), 813-845.
4. T. Kohno : Homological representations of braid groups at roots of unity and the space of conformal blocks, "Low Dimensional Topology and Number Theory" Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, (2025), 111-132.
5. (著書) 河野俊丈: 「曲率とトポロジー – 曲面の幾何から宇宙のかたちへ」 東京大学出版会, 2021 年.
6. (著書) 河野俊丈: 「組みひもの数理 新装版」 日本評論社. 2022 年.
7. (著書) 河野俊丈: 「曲面の幾何構造とモジュライ 増補版」, 日本評論社, 2023 年.

C. 口頭発表

1. Higher holonomy functors and iterated integrals, *Homotopy Theory Symposium 2020*, online, November 2020.
2. Quantum computation and homological representations of braid groups, *Workshop on "Computational Knot Theory"* KAIST (on line), Korea, June, 2021.
3. 数理模型から空間の幾何化定理を読み解く, 分野協働のための図学, 日本図学会,

2021年6月.

4. Temperley-Lieb-Jones category and the space of conformal blocks, Low Dimensional Topology and Number Theory XIII, Kyushu University (on line), March, 2022.
5. Formal connections and the category of braid cobordisms, Building-up Differential Homotopy Theory 2023 in Aizu, Aizu University, March, 2023.
6. Homotopy 2-groupoids of hyperplane arrangements, Hyperplane arrangements 2023, Rikkyo University, December, 2023.
7. 結晶格子と非周期タイル貼り, 2024年度数学月間懇話会, 2024年7月.

D. 講義

1. 数理科学広域演習: Academic writing に関する FoPM プログラムの講義で, oral presentation に関わる部分を担当した.

F. 対外研究サービス

1. カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU) 連携研究員
2. Kyushu Journal of Mathematics, Editor.
3. Annales de l'Institut Henri Poincaré D, Editor.
4. East Asian Conference on Geometric Topology, Program Committee Member.

村田 昇 (MURATA Noboru)

A. 研究概要

生体の学習機能を数理的にモデル化して工学に応用することに取り組んでいる. 特に大量のデータからその確率構造を獲得する統計的学習を対象に, 様々な学習アルゴリズムの動特性や収束の解析を行っている. また, 脳波, 筋電, 音声といった生体が発生する信号の生成機構にも興味を持ち, これらの解析に適した信号処理の方法を研究している.

We try to understand learning mechanisms of

biological systems mathematically, and to apply them to a variety of problems in the field of engineering. In particular, we focus on statistical learning, which enables us to capture the probabilistic structure inside a large amount of data, and analyze dynamics and convergence property of various learning algorithms. We are also interested in generating mechanisms of biological signals such as EEG (electroencephalogram), EMG (electromyogram), and voice, and we study on signal processing methods suitable for their analysis.

B. 発表論文

1. M. Kishi, S. Wakao, N. Murata, H. Makino, K. Takeuchi, and M. Matsushita: "Multi-Objective Topology Optimization of Synchronous Reluctance Motors Using Autoencoder-estimated Flux Barrier Shapes", IEEJ Journal of Industry Applications, **14**(1) (2024) 12–19.
2. H. Hino, S. Akaho and N. Murata: "Geometry of EM and related iterative algorithms", Information Geometry, **7** (2023) 39–77.
3. T. Sugiura and N. Murata: "Object embedding using an information geometrical perspective", Information Geometry, **6** (2023) 435–462.
4. H. Shigematsu, S. Wakao, N. Murata, H. Makino, K. Takeuchi and M. Matsushita: "Multi-Objective Topology Optimization of Synchronous Reluctance Motor Using Response Surface Approximation Derived by Deep Learning", IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, **18**(1) (2023) 120–128.
5. R. Isshiki, R. Kawamata, S. Wakao and N. Murata: "Topology optimization in magnetic shield design by using density method in combination with CNN", COMPEL, **41**(6) (2022) 2109–2119.
6. M. Nagayama, T. Aritake, H. Hino, T. Kanda, T. Miyazaki, M. Yanagisawa,

- S. Akaho and N. Murata: “Detecting cell assemblies by NMF-based clustering from calcium imaging data”, *Neural Networks*, **149** (2022) 29–39.
7. T. Aritake, H. Hino, S. Namiki, D. Asanuma, K. Hirose and N. Murata: “Fast and robust multiplane single-molecule localization microscopy using a deep neural network”, *Neurocomputing*, **451** (2021) 279–289.
8. K. Oda, R. Kawamata, S. Wakao and N. Murata: “Fast Multi-objective Optimization of Magnetic Shield Shape by Combining Auto-Encoder and Level-set Method”, *IEEE Transactions on Magnetics*, **57**(7) (2021) 1–5.
9. T. Aritake, H. Hino, S. Namiki, D. Asanuma, K. Hirose and N. Murata: “Single-molecule localization by voxel-wise regression using convolutional neural network”, *Results in Optics*, **1** (2020) 100019.

D. 講義

1. 数理科学統論 I : 統計データ解析の入門講義, 計算機実験によって確率的現象に慣れ, 統計推測法の意味を理解し, データ解析の方法を実習する. (理学部 2 年生 (後期)・3 年生向け講義)
2. 数理科学統論 J : 統計データ解析の入門講義, 高次元大規模データに潜む相関構造を発見し計量する多変量解析, および時系列データの基本的な解析法を学ぶ. (理学部 2 年生 (後期)・3 年生向け講義)

柳田 英二 (YANAGIDA Eiji)

A. 研究概要

主に異常拡散を伴う積分方程式に関する研究を行った。また特異非線形拡散方程式における動的特異点の研究を完成させた。具体的な研究成果は以下のとおりである。

- (1) 異常拡散を記述する非線形積分方程式に対し、非線形項の指数によって解の構造が変わることを

示した。特に、べき乗の形の非線形項の場合、特異定常解の存在と安定性、大域解の存在と非存在、有界な球対称定常解の存在に対し、各種の臨界指数が現れることを示した。これは川上竜樹氏（龍谷大学）、高橋仁氏（東京科学大学）との共同研究である。

(2) 初期値問題の特異解の存在を示し、またそれが一意であるための十分条件を与えた。次に、特異点近傍での解の形状についての評価を与え、それが特異点の速度に依存していることを示した。特異点が後退する場合には burning core が現れることを発見した。特異点が等速度で動く場合に進行波が存在することを示し、またこれが大域的に漸近安定であることを明らかにした。さらには、速度が一定の範囲内にある場合には時間全域解が存在することを示した。我々は空間一次元の場合の fast-diffusion 方程式に対し、特異点が移動するような解に関する研究を完成させた。これは Marek Fila (Comenius University), 高橋仁氏（東京工業大学）との共同である。

I mainly studied dynamic singularities in the singular nonlinear diffusion equation. My main results as follows.

(1) For a nonlinear integral equation with anomalous diffusion, we show that the structure of solutions change depending on the nonlinearity. In particular, we found that there appear various critical exponents concerning the existence and stability of singular steady states, existence of time-global solutions, and the existence of radial steady states. This is a joint work with Tatsuki Kawakami (Ryukoku University) and Jin Takahashi (Tokyo University of Science).

(2) We have completed the study for the fast-diffusion equation on the one-dimension space. We proved the existence of a singular solution for the initial-value problem, and obtained sufficient conditions for uniqueness. Next, we studied the profile of solutions near the singularity and showed that it depends on the speed of a singular point. In the case where a singular point retreats, we found that there appears a

burning core. When a singularity moves with a constant speed, we proved the existence of traveling solutions, and proved that they are globally asymptotically stable. Furthermore, when the speed is in a bounded range, we proved the existence of an entire solution which exists for all time. This is a joint work with Marek Fila (Comenius university) and Jin Takahashi (Tokyo Institute of Technology).

B. 発表論文

1. M. Fila, Takahashi, E. Yanagida, Solutions with moving singularities for a one-dimensional nonlinear diffusion equation, *Mathematische Annalen* **390** (2024), 5383–5413
2. H. Monobe, M. Shimojo and E. Yanagida, Behavior of solutions to the logarithmic diffusion equation with a logistic nonlinearity, *SIAM J. Math. Anal.* **55** (2023), 2261–2287.
3. M. Fila, P. Macková, J. Takahashi, E. Yanagida, Anisotropic and isotropic persistent singularities of solutions of the fast diffusion equation, *Differential and Integral Equations* **35** (2022), 729–748.
4. I. Okada and E. Yanagida, Probabilistic approach to the heat equation with a dynamic Hardy-type potential, *Stochastic Process. Appl.* **145** (2022), 204–225.
5. H. Matsuzawa, H. Monobe, M. Shimojo and E. Yanagida, Convergence to a traveling wave in the logarithmic diffusion equation with a bistable nonlinearity, *Indiana Univ. Math. J.* **71** (2022), 125–151.
6. M. Fujii, I. Okada and E. Yanagida, Isolated singularities in the heat equation behaving like fractional Brownian motion, *J. Math. Anal. Appl.* **504** (2021), no. 1, Paper No. 125322, 19 pp.
7. J.-L. Chern, G. Hwang, J. Takahashi and E. Yanagida, On the evolution equation with a dynamic Hardy-type potential, *J. Evol. Equ.* **21** (2021), no. 2, 2141–2165.
8. M. Fila, J. King, J. Takahashi, E.

Yanagida, Solutions with snaking singularities for the fast diffusion equation, *Trans AMS* **374** (2021), no. 12, 8775–8792.

C. 口頭発表

1. Solutions with moving singularities for a one-dimensional nonlinear diffusion equation, International Conference on Applied Mathematics, Tamkang University, 2023 年 5 月.
2. 非線形拡散方程式の特異解の存在とその挙動, 反応拡散系パターンダイナミクスの新展開, 札幌アスティ 45, 2023 年 6 月.
3. Solutions with moving singularities for a one-dimensional nonlinear diffusion equation, Euro-Japanese Conference on Nonlinear Diffusions, Instituto de Ciencias Matemáticas ICMAT, 2023 年 10 月.
4. Traveling singular solutions of the fast diffusion equation, Workshop on recent developments in evolutionary equations and related topics, National Taiwan University, 2023 年 11 月.
5. Traveling singular solutions of the fast diffusion equation, 2024 Japan-Korea Workshop on Nonlinear PDEs and Its Applications, 広島大学, 2024 年 1 月.
6. On the heat equation with a moving singular potential, MATRIX-RIMS Tandem Workshop: Evolutionary Partial Differential Equations and Applications, 京都大学数理解析研究所, 2024 年 3 月.
7. 非線形拡散の数理, 2024 年度第 25, 26 回 明治非線型数理セミナー 明治大学中野キャンパス, 2024 年 7 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および非整数階微分方程式の基礎理論の構築である。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つ

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、慣例的な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。また、非整数階拡散方程式の順問題と逆問題の包括的な研究にとりくんでいる。

2024年1月以降には査読付きの論文を13編を出版した(B項の[1-13])。[1-3, 5, 8, 13]は非整数階拡散方程式の基礎理論または逆問題の数学解析に関するもので、古典的な偏微分方程式や退化放物型方程式に対する逆問題については、[4, 6, 7, 9-12]がある。

My research field is inverse problems in mathematical sciences and theory for time-fractional differential equations. 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. Moreover, I study fractional diffusion equations comprehensively. I published 13 refereed journal articles after January 2024 ([1]-[13] in section B). [1-3, 5, 8, 13] study the fundamental theory and inverse problems for time fractional diffusion-wave equations, while [4, 6, 7, 9-12] are concerned with various inverse problems for partial differential equations such as the Schrödinger equation.

B. 発表論文

1. S.-E. Chorfi, L. Maniar and M. Yamamoto, "Logarithmic convexity of non-symmetric time-fractional diffusion equations", *Math. Methods Appl. Sci.* **48** (2025), no. 2, 2011-2021.
2. O. Y. Imanuvilov, K. Ito, and M. Yamamoto, "Inverse coefficient problems for one-dimensional time-fractional diffusion equations", *Appl. Math. Lett.* **160** (2025), Paper No. 109351, 4 pp.
3. D. Jiang, Z. Li and M. Yamamoto, "Coercivity-based analysis and its application to an inverse source problem for a subdiffusion equation with time-dependent principal parts", *Inverse Problems* **40** (2024), no. 12, Paper No. 125027, 15 pp.
4. O. Y. Imanuvilov and M. Yamamoto, "Determination of a source term in Schrödinger equation with data taken at final moment of observation", *Commun. Anal. Comput.* **2** (2024), no. 4, 316-342.
5. S.-E. Chorfi, L. Maniar and M. Yamamoto, "The backward problem for time-fractional evolution equations", *Appl. Anal.* **103** (2024), no. 12, 2194-2212.
6. O.Y. Imanuvilov, H. Liu and M. Yamamoto, "Lipschitz stability for determination of states and inverse source problem for the mean field game equations", *Inverse Probl. Imaging* **18** (2024), no. 4, 824-859.
7. M. Cristofol and M. Yamamoto, "Inverse stable reconstruction of 3 coefficients for the heterogeneous Maxwell equations by finite number of partial interior observations", *Inverse Problems* **40** (2024), no. 6, Paper No. 065014, 17 pp.
8. M. Yamamoto, "Decay rates and initial values for time-fractional diffusion-wave equations", *Ann. Acad. Rom. Sci. Ser. Math. Appl.* **16** (2024), no. 1, 77-97.
9. F. Gölgeleyen, I. Gölgeleyen, and M. Yamamoto, "An inverse source problem for the Schrödinger equation with variable coefficients by data on flat subboundary", *J. Math. Phys.* **65** (2024), no. 5, Paper No. 051509, 12 pp.
10. O. Y. Imanuvilov and M. Yamamoto, "Inverse parabolic problem with initial data by a single measurement", *Inverse Probl. Imaging* **18** (2024), no. 3, 657-671.

11. P. Cannarsa, A. Doubova and M. Yamamoto, "Reconstruction of degenerate conductivity region for parabolic equations", *Inverse Problems* **40** (2024), no. 4, Paper No. 045033, 30 pp.
 12. O. Y. Imanuvilov and M. Yamamoto, "Inverse parabolic problems by Carleman estimates with data taken at initial or final time moment of observation", *Inverse Probl. Imaging* **18** (2024), no. 2, 366-387.
 13. P. Loreti, D. Sforza, and M. Yamamoto, "Uniqueness of solution with zero boundary condition for time-fractional wave equations", *Appl. Math. Lett.* **148** (2024), Paper No. 108862, 6 pp.
 14. H. Liu and M. Yamamoto, "Stability in determination of states for the mean field game equations", *Commun. Anal. Comput.* **1** (2023), no. 2, 157-167.
 15. Cheng, Jin; Lu, Shuai; Yamamoto, Masahiro; Determination of source terms in diffusion and wave equations by observations after incidents: uniqueness and stability. *CSIAM Trans. Appl. Math.* **4** (2023), no. 2, 381-418.
 16. Yamamoto, Masahiro; Uniqueness for inverse problem of determining fractional orders for time-fractional advection-diffusion equations. *Math. Control Relat. Fields* **13** (2023), no. 2, 833-851.
 17. Huang, Xinchun; Yamamoto, Masahiro; Carleman estimates for a magnetohydrodynamics system and application to inverse source problems. *Math. Control Relat. Fields* **13**(2023), no. 2, 470-499.
 18. Yamamoto, M.; Uniqueness for inverse source problems for fractional diffusion-wave equations by data during not acting time. *Inverse Problems* **39** (2023), no. 2, Paper No. 024004, 20 pp.
 19. Jiang, Daijun; Li, Zhiyuan; Pauron, Matthieu; Yamamoto, Masahiro; Uniqueness for fractional nonsymmetric diffusion equations and an application to an inverse source problem. *Math. Methods Appl. Sci.* **46** (2023), no. 2, 2275-2287.
 20. Liu, Yikan; Yamamoto, Masahiro; Uniqueness of orders and parameters in multi-term time-fractional diffusion equations by short-time behavior. *Inverse Problems* **39** (2023), no. 2, Paper No. 024003, 28 pp.
 21. Li, Zhiyuan; Liu, Yikan; Yamamoto, Masahiro; Inverse source problem for a one-dimensional time-fractional diffusion equation and unique continuation for weak solutions. *Inverse Probl. Imaging* **17** (2023), no. 1, 1-22.
 22. Chung, Eric; Ito, Kazufumi; Yamamoto, Masahiro; Least squares formulation for ill-posed inverse problems and applications. *Appl. Anal.* **101** (2022), no. 15, 5247-5261.
 23. Jing, Xiaohua; Yamamoto, Masahiro; Simultaneous uniqueness for multiple parameters identification in a fractional diffusion-wave equation. *Inverse Probl. Imaging* **16** (2022), no. 5, 1199-1217.
- C. 口頭発表
1. Minicourse: Inverse problems for time-fractional diffusion-wave equations (zoom), School-Workshop on Analysis, Control & Inverse Problems for Diffusive Systems with the Application to Natural and Social Sciences Bari, Italy, 19 and 21 July, 2022
 2. Inverse problem for transport equations of the first order on flow networks, GSSI Gran Sasso Science Institute, L' Aquila 7 October 2022
 3. Mathematics as foundation for social cooperation – case studies from steel industry to environmental issue, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali Messina, Italy 2 December 2022
 4. Case studies for solutions of real-world

problems by mathematical thinking from steel industry to environmental issues, Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria Seminario di Analisi Università di Roma La Sapienza 17 February 2023

5. Stability and uniqueness for inverse problems for partial differential equations by Carleman estimates, 6th Young Scholar Symposium East Asia Section of Inverse Problems International Association Chinese University of Hong Kong 25 March 2023
6. Introduction to inverse problems enabling us to detect the invisible shapes, Zonguldak Bülent Ecevit University, Karaelmas International Science and Engineering Symposium (KISES 2024) 10 May 2024
7. CIME Summer School "Theory for time-fractional partial differential equations and applications", Montecatini Italy, 17-19 June 2024
8. Forward problem and inverse problem for time-fractional degenerate heat equations as possible model for climate sciences, Special Session B11 "Analysis and Control of Evolutionary Partial Differential Equations" AMS-UMI International Joint Meeting 2024, Università degli Studi di Palermo, 26 July 2024.
9. Recent progress on time-fractional diffusion-wave equations, Italian-Japanese Workshop on Variational Perspectives for PDEs, Università di Pavia, 9 September 2024
10. Inverse problems for time-fractional diffusion-wave equations with some fundamental studies, Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (WIAS), Berlin 17 September 2024

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 - 現在
4. Advisor Board of "Inverse Problems in Science and Engineering", 2011年 - 2020年
5. Editorial Board of "Nonlinear Analysis: Real World Applications" 2011年 - 現在
6. Honorary professor of East China Institute of Technology (China)
7. Guest Professor of Southeast University (Nanjing, China)

G. 受賞

1. 2020 James S. W. Wong 賞 (Journal of Mathematical Analysis and Applications)
2. The 2020 Eurasian Association on Inverse Problems (EAIP) Award
3. 2022 Mathematics Best Paper Award of MDPI
4. 2023 Book Prize of Unione Matematica Italiana (イタリア数学会)

H. 海外からのビジター

1. Yury Luchko, 5 March 2024 - 25 March 2024, Berlin University of Applied Sciences and Technology, Germany, joint research for fractional partial differential equations
2. Oleg Emanouilov, 4 January 2025 - 20 January 2025, Colorado State University, USA, joint researches for inverse problems for PDE's
3. Kazufumi Ito, 8 March 2025 - 17 March 2025, North Carolina State University, USA, joint research on material science in steel industry

特任准教授 (Project Associate Professor)

許 本源 (HSU Penyuan)

A. 研究概要

流体力学における基礎方程式のナビエ・ストークス方程式（以降NS方程式）を中心に研究しています。NS方程式は非圧縮性粘性流体の運動を記述する方程式として広く用いられます。3次元NS流に対して、有限時間で解が爆発するかどうかはミレニアム問題として有名な未解決問題であります。この問題に対して、いろいろなアプローチする方法があって、その一つはSerrinの条件を満たすレイ弱解（時間局所的強解）の延長可能性を考えることであります。他のアプローチは例えば、フィールズ賞の受賞者であるFefferman氏及びConstantin氏が提案した幾何的正則性判定法であります。現在は主に前述の二つのアプローチ及びその関連する流体の問題を取り組んでいます。具体的には次の問題を取り組んできて成果を上げました。1. NS方程式に対して、様々な領域における粘着境界条件下での幾何的正則性判定法。2. NS方程式の軸対称旋回流の数値解析。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。そのほか、画像解析で泡層の成長速度の推定について成果を上げました。

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. In addition, I have achieved results in estimating the growth rate of the foam layer through image analysis.

B. 発表論文

1. 許本源、ナビエ・ストークス方程式の幾何的正則性判定法及び双曲型流数値計算、神奈川大学工学研究第4号、2021年、43–45。

C. 口頭発表

1. National roadkill survey results and discussion on reducing outdoor breeding cats (poster session), 26th Annual Meeting of The Association of Wildlife and Human Society, Gifu, Nov. 2021.
2. 泡層成長速度推定するための簡易な動画解析、第2回東京大学ーダイキン 研究成果発表会、2023年7月。
3. 泡層の成長速度に関する画像解析、社会連携講座「冷媒熱流体の数理」公開シンポジウム、東京大学、2024年7月。
4. ビール泡層の成長速度に関する画像解析、第67回理論応用力学講演会、神奈川大学、2024年9月。
5. Continuous alignment of vorticity direction prevents the blow-up of the Navier-Stokes flow under the no-slip boundary condition, The 33rd Annual Meeting on Differential Equations and Related Topics, National Yang Ming Chiao Tung University, Taiwan, Dec. 2024.
6. 冷凍サイクルに適した熱流体相場モデルの公理的導出、第3回東京大学ーダイキン 研究成果発表会、2025年1月。
7. 気泡がオリフィスを通る際の圧力挙

動、第3回東京大学一ダイキン 研究成果
発表会、2025年1月。

特任助教 (Project Research Associates)

浅井 聡太 (ASAI Sota)

A. 研究概要

私の研究分野は、多元環の表現論であり、主に体 K 上の有限次元多元環 A 上の加群を調べる分野である。これに関して、今年度は2つのプレプリントを arXiv で公開した。

1 つめ (arXiv:2404.13232) は、伊山修氏との共同研究である、 M -TF 同値に関するものである。有限生成射影加群圏の実 Grothendieck 群 $K_0(\text{proj } A)_{\mathbb{R}}$ において、以前私は同値関係「TF 同値」を導入した。TF 同値は、異なる多元環上の加群を比較する傾理論において、重要な役割を果たす。今回導入した「 M -TF 同値」は、各加群 $M \in \text{mod } A$ ごとに、TF 同値を体系的に粗くした同値関係であり、これにより、 M をいろいろと取り替えることで、TF 同値を少しずつ調べることが可能になった。

2 つめ (arXiv:2501.13476) は、極大な半煉瓦に関するものである。加群 $B \in \text{mod } A$ の自己準同型環が斜体であるとき、 B は煉瓦 (brick) と呼ばれ、煉瓦の集合 \mathcal{S} の相異なる元が Hom に関して互いに直交するとき、集合 \mathcal{S} を半煉瓦 (semibrick) という。半煉瓦全体の集合には、包含関係により自然な順序が入る。私は、この論文で、 A が代数閉体 K 上の遺伝的多元環である場合に、 \mathcal{S} が極大で有限な半煉瓦であれば、各煉瓦 $B \in \mathcal{S}$ が $\text{Ext}_A^1(\mathcal{S}, \mathcal{S}) = 0$ を満たすことを証明した。

また、2025 年 2 月には、京都大学で、研究集会「Perspectives in Tilting Theory and Related Topics」を、Aaron Chan 氏、伊山修氏、塚本真由氏と共同で主催した。

My research field is representation theory of algebras. I mainly study modules over a finite-dimensional algebra A over a field K . On this, I released two preprints on arXiv in this academic year.

The first one (arXiv:2404.13232) is on M -TF equivalences, which is joint work with Osamu Iyama. On the real Grothendieck group

$K_0(\text{proj } A)_{\mathbb{R}}$ of the category of finitely generated projective A -modules, I introduced the equivalence relation called the TF equivalence before. The TF equivalence plays an important role in tilting theory, comparing modules over different algebras. The M -TF equivalence, which we introduced this time, is an equivalence relation given by coarsening the TF equivalence in a systematic way for each module $M \in \text{mod } A$. This made it possible to study the TF equivalence little by little by changing M to many other modules.

The second one (arXiv:2501.13476) is on maximal semibricks. A module $B \in \text{mod } A$ is called a brick if its endomorphism ring is a division ring, and a set \mathcal{S} of bricks is called a semibrick if any two distinct elements in \mathcal{S} are Hom-orthogonal. The set of semibricks is equipped with the natural order given by inclusions. In this preprint, I proved that, if A is a hereditary algebra over an algebraically closed field K and \mathcal{S} is a maximal finite semibrick, then each brick $B \in \mathcal{S}$ satisfies $\text{Ext}_A^1(\mathcal{S}, \mathcal{S}) = 0$.

Moreover, in February 2025, at Kyoto University, I organized a conference “Perspectives in Tilting Theory and Related Topics” with Aaron Chan, Osamu Iyama and Mayu Tsukamoto.

B. 発表論文

1. Sota Asai and Osamu Iyama, “Semistable torsion classes and canonical decompositions in Grothendieck groups”, Proc. Lond. Math. Soc. (3), **129** (2024), e12639.
2. Sota Asai and Osamu Iyama, “ M -TF equivalences in the real Grothendieck groups”, arXiv:2404.13232.
3. Sota Asai, “Maximal finite semibricks in quiver representations”, arXiv:2501.13476.

C. 口頭発表

1. M -TF equivalence in the real Grothendieck group, Spring Workshop on the Representation Theory of Algebras and related areas, 沖縄科学技術大学院大学, 2024 年 4 月
2. M -TF equivalences in the real Grothendieck groups, Simple-mindedness, silting, and stability, カンブリア大学 (イギリス), 2024 年 7 月
3. 傾理論の新潮流: semibrick と TF 同値, 日本数学会 2024 年度秋季総合分科会 (特別講演), 大阪大学, 2024 年 9 月
4. M -TF equivalences in the real Grothendieck groups, Derived categories and cotilting theory: conference honoring Jun-ichi Miyachi on the occasion of his 65th birthday, 東京学芸大学, 2024 年 9 月
5. 実 Grothendieck 群における M -TF 同値, 組合せ論的表現論の発展, 京都大学, 2024 年 10 月
6. Interval neighborhoods of silting cones, Autumn School and Conference - New developments in representation theory of algebras: algebraic, combinatorial and geometric aspects, 沖縄科学技術大学院大学, 2024 年 11 月
7. TF 同値と 2 項準傾複体, 山口代数セミナー, 山口大学, 2025 年 3 月

D. 講義

1. 数理科学基礎演習, 教養学部前期課程講義, S1 ターム
2. 数学基礎理論演習, 教養学部前期課程講義, S2 ターム
3. 微分積分学演習, 教養学部前期課程講義, A セメスター (隔週)
4. 線型代数学演習, 教養学部前期課程講義, A セメスター (隔週)
5. 社会数理実践研究, 資産班 (三菱 UFJ 銀行) と推定班 (ニコン), コーディネーター, 2023 年度途中から 2024 年度途中まで
6. 社会数理実践研究, 利益班 (三菱 UFJ 銀

行) と形状班 (ニコン), コーディネーター, 2024 年度途中から継続中

坪内 俊太郎 (TSUBOUCHI Shuntaro)

A. 研究概要

1-ラプラス作用素と p -ラプラス作用素 (ただし $1 < p < \infty$ とする) の両方を含む特異問題である $(1, p)$ -ラプラス問題の弱解の正則性について研究した. 特に今年度は, 外力項付き放物型 $(1, p)$ -ラプラス方程式系 (すなわち, ベクトル値問題) に対する弱解の空間勾配の連続性を示すことに成功した. 特筆すべき点はふたつである. 第 1 に, 外力項は放物型 Lebesgue 空間に属するものとして, 空間変数・時間変数にそれぞれ L^q, L^r 可積分性を仮定し, 条件 $n/q + 2/r < 1$ (ここで, $n \geq 2$ は空間次元である) の下で正則性評価を与えた. これは空間勾配の連続性を考える上では最適な条件である. 第 2 に, 指数 p が $1 < p \leq 2n/(n+2)$ をみたす場合については, 放物型コンパクト埋め込みの欠如に伴い, これまでは外力項なしの問題しか取り扱えなかった. 弱最大値原理をはじめとする放物型の正則性評価に基づく新たなアプローチにより, この技術的な問題を克服した.

I have studied the regularity of weak solutions to $(1, p)$ -Laplace problem, a singular problem that involves both the one-Laplace operator and the p -Laplace operator with $1 < p < \infty$. Particularly this year, I have shown the gradient continuity for the parabolic $(1, p)$ -Laplace system (i.e., the vector-valued problem) with an external force term. There are two noteworthy topics on this result. Firstly, the external force term has L^q and L^r integrability respectively in space and time variables. These exponents are assumed to satisfy the condition $n/q + 2/r < 1$, where $n \geq 2$ stands for the space dimension. This is an optimal condition when one considers the gradient continuity. Secondly, when the exponent p satisfies $1 < p \leq 2n/(n+2)$, it appeared hard to treat any external force term, due to the lack of parabolic compact embeddings. This tech-

nical problem has been overcome by a new approach based on parabolic regularity estimates, including a weak maximum principle.

B. 発表論文

1. S. Tsubouchi : “Gradient continuity for the parabolic $(1, p)$ -Laplace equation under the subcritical case”, *Ann. Mat. Pura Appl.* **204**:261–287, 2025.
2. S. Tsubouchi : “A weak solution to a perturbed one-Laplace system by p -Laplacian is continuously differentiable”, *Math. Ann.* **388**:(2), 1261–1322, 2024.
3. S. Tsubouchi : “Continuous differentiability of a weak solution to very singular elliptic equations involving anisotropic diffusivity”, *Adv. Calc. Var.* **17**:(3), 881–939, 2024.
4. Y. Giga and S. Tsubouchi : “Continuity of derivatives of a convex solution to a perturbed one-Laplace equation by p -Laplacian”, *Arch. Ration. Mech. Anal.* **244**:(2), 253–292, 2022.
5. S. Tsubouchi : “Local Lipschitz bounds for solutions to certain singular elliptic equations involving the one-Laplacian”, *Calc. Var. Partial Differ. Equ.* **60**:(1), Paper No. 33, 25 pp, 2021.

C. 口頭発表

1. S. Tsubouchi, “Gradient continuity for the parabolic $(1, p)$ -Laplace system with an external force term”, Erwin Schrödinger Institute (Austria), Feb 2025.
2. 坪内俊太郎, ある特異放物型問題に対する空間微分の連続性, 第 50 回発展方程式研究会, 東京女子大学, 2024 年 12 月.
3. “Continuity of a spatial derivative for certain very singular parabolic equations”, The 49th Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, Hokkaido University (Japan), Aug 2024.
4. “Continuity of spatial derivatives for parabolic $(1, p)$ -Laplace equations,

Workshop on Nonlinear PDEs”, Institut Mittag-Leffler (Sweden), May 2024.

5. 坪内俊太郎, “Continuity of a spatial gradient for the parabolic $(1, p)$ -Laplace equation”, 第 15 回名古屋微分方程式研究集会, 名古屋大学, 2024 年 3 月.
6. 坪内俊太郎, “Gradient continuity for very singular equations involving the one-Laplace operator”, 微分方程式の総合的研究, 東京大学, 2023 年 12 月.
7. S. Tsubouchi, “Continuity of a spatial gradient via a truncation approach”, Geometric Aspects of Partial Differential Equations, RIMS (Japan), Dec 2023.
8. S. Tsubouchi, “Gradient continuity of weak solutions for perturbed one-Laplace problems”, ICIAM 2023, Minisymposium, Waseda University (Japan), Aug 2023.
9. S. Tsubouchi, “A weak solution to $(1, p)$ -Laplace problem is continuously differentiable”, AIMS Conference 2023, Special Session 37, Wilmington NC (USA), June 2023.
10. S. Tsubouchi, “Continuity of a spatial derivative for a perturbed one-Laplace equation”, Asia-Pacific Analysis and PDE Seminar, University of Sydney (online), May 2023.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習・数学基礎理論演習・微分積分学演習・線型代数学演習：教養学部にて開講された微分積分学および線型代数学の演習（教養学部前期課程講義）.
2. 社会数理実践研究、2024 年度、x. 技能班 (Japan Robot SIER 企業コンソーシアム)、コーディネーター

G. 受賞

1. 第 41 回井上研究奨励賞, 井上科学振興財団, 2025 年 2 月.
2. 2023 年度日本数学会建部賢弘奨励賞, 日本数学会, 2023 年 9 月.

森 迪也 (MORI Michiya)

A. 研究概要

私は主として、Hilbert 空間上の有界線形作用素に定まる距離や順序、スペクトルの構造について研究している。以下、2024 年度に発表した成果について説明する。

論文 8 (新潟大学の大井志穂氏との共同研究) では、Kaplansky の問題として知られるスペクトルを保つ線形写像に関する問題の亜種として、 C^* 環の自己共役部分のあいだの写像であって、任意の組の積のスペクトルが保たれるようなものについて調べた。この論文は L. Molnár 氏の挙げた問題への解答を与えている。

プレプリント 9 (京都大学の泉正己氏との共同研究) では、直交射影行列が与えられたとき、ベキ零行列全体との作用素ノルムに関する距離の具体的な値を完全に決定した。また、より一般の有限型因子環の設定においても同様の計算が可能であることを示した。

プレプリント 10 (Peter Šemrl 氏との共同研究) では、1+3 次元 Minkowski 時空間のあいだの写像であって、光的な関係にある組を保つようなものについて調べ上げた。先行研究では全単射性といった仮定を加えたうえでそのような写像について調べられている。そのような強力な仮定をおく場合は、Lorentz 変換を用いて表される具合の良い写像のみが現れるが、仮定をはずした場合はそのほかに縮退した 2 種類の写像が現れるということを示した。また、より局所的に定まった写像についても類似の結論が成り立つことを導いた。

I am interested in the order, metric, and the spectral structures on the set of bounded linear operators defined on a complex Hilbert space. In what follows I summarize my recent research.

In Paper 8 (joint work with S. Oi), we studied mappings between self-adjoint parts of C^* -algebras that preserve the spectrum of the product of every pair of operators. The paper gives a solution to a problem given by L. Molnár. In Preprint 9 (joint work with M. Izumi), we computed the distance from an orthogonal projection to the set of nilpotents in the setting

of finite factors. In Preprint 10 (joint work with P. Šemrl), we studied mappings on the 3+1-dimensional Minkowski spacetime that preserve lightlikeness in one direction.

B. 発表論文

1. M. Mori and P. Šemrl : “Loewner’s theorem for maps on operator domains”, *Canad. J. Math.* **75** (2023) 912–944. arXiv:2006.04488.
2. M. Mori : “On regular $*$ -algebras of bounded linear operators: A new approach towards a theory of noncommutative Boolean algebras”, *東北数学雑誌* **75** (2023) 423–463. arXiv:2107.05806.
3. M. Mori : “Ring isomorphisms of type II_∞ locally measurable operator algebras”, *Bull. Lond. Math. Soc.* **55** (2023) 2525–2538. arXiv:2206.00875.
4. M. Mori and P. Šemrl : “Nonexpansive and noncontractive mappings on the set of quantum pure states”, accepted for publication in *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A*. arXiv:2305.05123.
5. M. Mori : “On the distance from a matrix to nilpotents”, *Linear Algebra Appl.* **679** (2023) 99–103. arXiv:2307.04463.
6. M. Mori : “On the Scottish Book Problem 155 by Mazur and Sternbach”, *C.R. Math. Acad. Sci. Paris.* **362** (2024) 813–816. arXiv:2308.03339.
7. M. Mori : “On the shape of correlation matrices for unitaries”, *Math. Scand.* **130** (2024) 359–363. arXiv:2308.03345.
8. M. Mori and S. Oi : “Multiplicatively spectrum-preserving maps on C^* -algebras”, accepted for publication in *J. Operator Theory*. arXiv:2404.04563.
9. M. Mori and M. Izumi : “Determination of the distance from a projection to nilpotents”, preprint. arXiv:2406.09234.
10. M. Mori and P. Šemrl : “Optimal version of the fundamental theorem of chronogeometry”, preprint. arXiv:2406.18874.

C. 口頭発表

1. On the Scottish Book Problem 155 by Mazur and Sternbach, 日本数学会 2024 年度年会, 大阪公立大学 杉本キャンパス, 2024 年 3 月.
2. Optimal version of the fundamental theorem of chronogeometry, 東京大学作用素環セミナー, 2024 年 5 月.
3. The distance from a projection to nilpotents, 作用素環論, エルゴード理論セミナー, 九州大学, 2024 年 7 月.
4. Nonexpansive and noncontractive mappings on the set of quantum pure states, IWOTA 2024 (Special session “Jordan Algebra Structures and Operator Theory”), University of Kent, UK, 2024 年 8 月.
5. On the shape of correlation matrices for unitaries, 日本数学会 2024 年度秋季総合分科会, 大阪大学 豊中キャンパス, 2024 年 9 月.
6. On the distance from a projection to nilpotents, 第 63 回実函数論・函数解析学合同シンポジウム, 東大数理 大講義室, 2024 年 9 月.
7. 未解決問題が解きたい! (連続講演), 第 59 回関数解析研究会, 北海道大学, 2024 年 9 月.
8. Optimal version of the fundamental theorem of chronogeometry, 京都作用素環セミナー, 2024 年 11 月.

D. 講義

1. 数理科学基礎演習: 「数理科学基礎」の講義に対応する演習. S1 ターム, 理一 20-23 組. (教養学部前期課程講義)
2. 数学基礎理論演習: 「微分積分学」「線型代数学」の講義に対応する演習. S2 ターム, 理一 20-23 組. (教養学部前期課程講義)
3. 微分積分学演習: 「微分積分学」の講義に対応する演習. A セメスター, 理一 20-23 組. (教養学部前期課程講義)
4. 線型代数学演習: 「線型代数学」の講義に対応する演習. A セメスター, 理一 20-23

組. (教養学部前期課程講義)

5. 「集合と位相」補習: 「集合と位相」の講義の補習. A セメスター後半, 数学科内定者のうちの補習対象者.
6. 社会数理実践研究: 2024 年度 推定班・2025 年度 形状班 (株式会社ニコン), コーディネーター.

F. 対外研究サービス

1. Acta Scientiarum Mathematicarum, エディター (2025 年 1 月より)

G. 受賞

1. 日本数学会賞建部賢弘奨励賞 (2022 年 9 月)
2. 2024 年 カナダ数学会 G. de B. Robinson Award: P. Šemrl 氏との共著論文 (論文 1) に対して.

ペフゼネル ミカエル (PEVZNER Michael)

A. 研究概要

My research field mainly concerns the representation theory of Lie groups.

Over the last years, jointly with my host researcher, Prof. Toshiyuki Kobayashi, we have developed a new method of constructing symmetry breaking operators (SBO) in the framework of branching laws for reductive symmetric pairs and obtained a complete classification of such operators in various higher dimensional geometries generalizing classical families of covariant differential operators (Rankin-Cohen brackets, Juhl, Yamabe, Paneitz, higher order conformal Laplacians, GJMS operators, etc.). This recent progress opens new perspectives in analytic representation theory and leads us to a series of questions concerning the notion of holographic transform for symmetric reductive pairs and generating operators for families of differential operators.

In representation theory, branching problems ask how a given irreducible representation π of a group G behaves when restricted to a given subgroup G' . The decomposition of the tensor product of two irreducible representations (fusion rule) is a special case of this problem, where the pair (G, G') is of the form $(G_1 \times G_1, \Delta(G_1))$. In the setting where (G, G') is a pair of reductive groups and π is an infinite dimensional representation of G , branching problems include various important cases such as Theta correspondence, Plancherel formulas and the Gross-Prasad-Gan conjecture, however, they may also involve “wild behaviors” such as infinite multiplicities and continuous spectra in the branching laws. One may approach branching problems according to the

following 3 steps :

- Stage A. Abstract Features of the restriction, e.g. formulation of criteria for the restriction to be discretely decomposable; the branching law to be of finite/bounded multiplicities. and the restriction to be multiplicity-free.
- Stage B. Branching Laws (irreducible decomposition for the restriction).
- Stage C. Construction of Symmetry Breaking Operators.

In recent years, T. Kobayashi and his school have made significant progress in solving problems related to Stages A and B.

However, Stage C turns out to be more involved than Stage B, as the latter treats only the decomposition of representations, whereas the former considers the decomposition of vectors. Together with T. Kobayashi we have initiated a new line of investigations of branching laws with focus on Stage C and obtained an exhaustive classification of all possible differential SBO in six different parabolic geometries.

Our present work highlights a special case of Stage C by applying a new method based on algebraic Fourier transform of generalized Verma modules. Prototypical examples have been examined and the explicit construction of differential SBO for reductive symmetric pairs (G, G') of split rank one was performed. We provided the first systematic study of all possible conformally covariant differential operators transforming differential forms on a given Riemannian manifold X into those on a submanifold Y with focus on the model space $(X, Y) = (S^n, S^{n-1})$.

Resulting families of vector valued differential operators are natural generalizations of Juhl’s operators from conformal holography. More-

over, SBO for some Zuckerman’s derived functor modules appear naturally in this context and must be studied further. Moreover, such SBO arise in broader fields of mathematics. For instance the Rankin-Cohen brackets (i.e. symmetry breaking for the fusion rule of holomorphic discrete series representations of $SL(2, \mathbb{R})$) were originally introduced as a tool to construct holomorphic modular forms, and to analyze special values of L -functions. They also play a crucial role in equivariant deformation quantization of the anti-de Sitter space.

Recently, we discovered an interesting phenomenon that bridges these investigations with analytic problems involving Plancherel-type theorems and points out the fundamental role of classical orthogonal polynomials in the explicit construction of differential SBO, see [1]. Indeed, a natural question of inverting SBO led to the notion of a *holographic operators* and *holographic transforms* that was developed in the framework of branching problems for discretely decomposable infinite dimensional representations of the Lie groups $SL(2, \mathbb{R})$ and $SO(n, 2)$. Various expansions in classical analysis can be interpreted as particular occurrences of these transforms (Fourier series, spherical harmonics, Poisson integral etc.). From this perspective two remarkable families of differential operators were studied: the Rankin-Cohen operators and the holomorphic Juhl conformally covariant operators.

Motivated by the classical ideas of generating functions for orthogonal polynomials, we initiated in [2] a new line of investigation on “generating operators” for a family of differential operators between two manifolds. We proved a novel formula of the generating operators for the Rankin-Cohen brackets by using higher-dimensional residue calculus. Various results on the generating operators were also explored from the perspective of infinite-dimensional representation theory.

Moreover, in [3] we found a method to re-

construct the Rankin-Cohen brackets from a simple multivariable contour integral, and obtained a new proof of their covariance.

Using the idea of meromorphic continuation one can transfer discrete data provided by countable families of differential operators to continuous data. The fundamental SL_2 example, shows how the *generating operator* of the Rankin-Cohen brackets yields various families of non-local intertwining operators with continuous parameter in geometric settings different from the ones where the original operators were defined. In [4] we explored these ideas in a higher-dimensional situation focusing on a simpler case where SBO are given by normal derivatives. In this case, the generating operators reduce to the shift operator. This reduction makes the entire framework more comprehensive and allowed us to obtain in [4] singular non-local SBO for branching problems of different real forms and to find new differential SBO for the pair $(GL(n, \mathbb{R}), GL(n-1, \mathbb{R}))$.

B. 発表論文

1. T. Kobayashi, M. Pevzner, *Inversion of Rankin-Cohen operators via holographic transform*, Ann. Inst. Fourier **70** (2020), 2131–2190.
2. T. Kobayashi, M. Pevzner, *A generating operator for Rankin-Cohen brackets*, to appear in J. Func. Anal. (2025).
3. T. Kobayashi, M. Pevzner, *A short proof for Rankin-Cohen brackets and generating operators*, V. Dobrev (ed.), Lie Theory and Its Applications in Physics, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics **473**, pp. 3-15, (2025).
4. T. Kobayashi, M. Pevzner, *Generating Operators and Normal Derivatives*, in Expansion in Representation Theory and Harmonic Analysis, Edt. Y. Tanaka, RIMS Kōkyūroku **2297**, pp. 1-15, (2025).
5. T. Kubo, M. Pevzner, *Symmetry Breaking, F-Method, and Beyond*, in Symme-

try in Geometry and Analysis, Vol. 1, Prog. Math. 357, Birkhäuser, pp. 55-68, (2025).

6. M. Pevzner, Global Analysis of Minimal Representations, in Symmetry in Geometry and Analysis, Vol. 1, Prog. Math. 357, Birkhäuser, pp. 68-79, (2025).

C. 口頭発表

1. Series of lectures, Thematic Trimester, *Representation Theory and Noncommutative Geometry*, Poincaré Institute, Paris, Jan. 2025.
2. Colloquium of the Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo, Nov. 2024.
3. Representation Theory Seminar, National University of Singapore, Oct. 2024.
4. Expansion in Representation Theory and Harmonic Analysis, RIMS, Kyoto, June 2024.
5. Symposium on Representation Theory, University of the Ryūkyūs, Nov. 2023.
6. Differential Geometry Seminar, OCAMI, Osaka, Nov. 2023.
7. Geometry, Analysis, and Representation Theory of Lie groups. Tokyo, Sept. 2022.
8. ICM 2022 Section Overlay Conference for Section 7 (Lie theory and its generalizations) , IMS, NUS Singapore, July 2022.
9. "Journées $SL(2, \mathbb{R})$ in honor of J. Faraut", Nancy France, May 2022.
10. Lie Theory, Representation Theory and Related Areas, RIMS, Kyoto (online) Aug. 2021.
11. Integrable Systems and Automorphic Forms , Sochi, Russia, Feb. 2020.
12. Integral Geometry, Representation Theory and Complex Analysis, IPMU, Tokyo, Jan. 2020.

F. 対外研究サービス

1. Director of the French-Japanese Laboratory of Mathematics and its Interactions, CNRS–The University of Tokyo, IRL2025.
2. Editor of the *Journal of Lie Theory*.
3. Guest editor of *Indagationes Mathematicae*.
4. Guest editor of *Progress in Mathematics* for 3 volumes of 1900 pages.

Organization of conferences:

1. Branching Problems for Representations of Real, p -Adic and Adelic Groups. Banff International Research Station, Canada, July, 2024.
2. Session on Harmonic Analysis and Representation Theory, 29th Nordic Congress of Mathematicians with EMS, Aalborg, Denmark, 3-7 July, 2023.
3. Noncommutative geometry and analysis on homogeneous spaces. Williamsburg (VA) USA, 16-20 Jan. 2023.
4. Symmetries in Geometry and Analysis, in honor of T. Kobayashi, Reims, France, June, 2022.
5. Workshop "Chébran", the American Institute of Mathematics, RTNG program, June 2021, Online.
6. Integral Geometry, Representation Theory and Complex Analysis, IPMU, Tokyo, Jan. 2020.

連携併任講座 (Special Visiting Chairs)

☆客員教授 (Visiting Professors)

高島 克幸 (TAKASHIMA Katsuyuki)

A. 研究概要

数理を応用した暗号技術として、耐量子計算機暗号、同種写像暗号、格子暗号、Markoff グラフハッシュ関数、高機能暗号、関数型暗号、属性ベース暗号、内積述語暗号、ペアリング暗号などの研究を行っている。また、それら暗号の安全性を示すための数理研究として、同種写像グラフの構造解析、離散ガウス分布のパラメータ評価、高機能暗号の安全性証明、格子同型問題の計算量評価、Markoff グラフ道探索アルゴリズムの計算量評価などの研究も行っている。

同種写像暗号研究では、2022 年の Castryck–Decru による SIDH 鍵共有への攻撃以来、高次元同種写像、特に種数 2 同種写像の活用が進んでいる。これまで桂利行との共同研究において高種数曲線ヤコビアン同種写像グラフの構造解析を進めてきた。また、Deuring 対応に基づいた KLPT アルゴリズムは同種写像暗号設計の一つの核となるアルゴリズムであるが、KLPT アルゴリズムの解析も安田雅哉らとの共同研究でこれまで進めてきた。

格子暗号では、加群格子・イデアル格子と呼ばれる特殊な格子に関する計算問題の困難性を明らかにすることは理論的にも実用上も大変重要な研究課題であり、その解析に継続的に取り組んでいる。また、2022 年以降、格子同型問題の暗号分野における重要性が高まっており、三枝崎剛・西村優作との共同研究においてその安全性評価に取り組み始めた。2024 年度に有限環上の LCD 符号から得られる格子に対する Hull 攻撃に対する解析結果を得ることもできたので、今後も、本テーマには継続して取り組む予定である。

Markoff 曲面は効率的に計算可能な自己同型写像を豊富にもつので、それを暗号演算に活用した CGL ハッシュ関数が提案されていた。最近の Silverman の Markoff グラフ道探索アルゴリズム

はそのハッシュ関数の安全性評価と深く関係するが、未解明の部分も多いと思われる。2024 年度に佐々木崇斗とその安全性解析を始めている。

ペアリングを用いた高機能暗号設計に関して Pratish Datta, Tapas Pal, 岡本龍明との共同研究で進めた。高機能暗号の安全性証明は継続的に進展しており今後も注視していく。

The subjects of my cryptographic research include post-quantum cryptography, isogeny-based cryptography, lattice-based cryptography, Markoff graph hash function, functional encryption, attribute-based encryption, inner-product predicate encryption and pairing-based cryptography. I also study security analyses for the above cryptosystems including mathematical analyses of isogeny-graphs, secure parameter design of discrete gaussian distributions, security proofs of functional cryptography, complexity estimates of lattice isomorphism problem and Markoff graph path finding algorithms. In isogeny-based cryptography, high-dimensional isogenies, in particular, two-dimensional isogenies have been intensively used for desinging new cryptographic protocols since the discovery of SIDH attack by Castryck–Decru in 2022. I have studied structural analyses of high-dimensional isogeny graphs jointly with Toshiyuki Katsura. In addition, I advanced researches on the analyses of the KLPT algorithm based on the Deuring correspondence, which is a core part for designing secure and efficient isogeny-based cryptosystems.

In lattice-based cryptography, since it is important to clarify the hardness of lattice problems over special lattices called module lattices and ideal lattices, I am constantly working on

the analyses. As it is also important to consider lattice isomorphism problems since 2022. I have started to study security analyses of the lattice isomorphism problem with Tsuyoshi Mieasaki and Yusaku Nishimura. We obtained some cryptanalytic results on the Hull attack for lattices from LCD codes over finite rings, and will continue the research. Since Markoff surfaces have abundant automorphisms, a CGL hash function using the automorphisms has been studied recently. While the recent Markoff graph path finding algorithm by Silverman is closely related to security of the hash function, we do not yet understand the cryptanalytic relationship so much. I started to study the security evaluation with Takato Sakaki in 2024. I made several contributions on designing pairing-based functional encryption with Pratish Datta, Tapas Pal and Tatsuki Okamoto, and will continue to study the theme.

B. 発表論文・著書

1. 相川勇輔, 神戸祐太, 工藤桃成, 高島克幸, 安田雅哉: 代数曲線の計算理論と暗号への応用, 数学メモアール 第10巻, 日本数学会, 2024年.
2. T. Katsura and K. Takashima: “Decomposed Richelot isogenies of Jacobian varieties of hyperelliptic curves and generalized Howe curves”, *Commentarii Mathematici Univ. St. Pauli*, 72 (2024), 3–17. doi.org/10.14992/0002001113
3. P. Datta, T. Pal and K. Takashima: “Compact FE for unbounded attribute-weighted sums for logspace from SXDH”, *Designs, Codes and Cryptography*, 92 (2024), 3155–3235. doi.org/10.1007/s10623-024-01432-8
4. 國廣昇, 安田雅哉, 水木敬明, 高安敦, 高島克幸, 米山一樹, 大原一真, 江村恵太: 暗号の理論と技術: 量子時代のセキュリティ理解のために, 講談社, 2024年.
5. K. Takashima: “Counting superspecial Richelot isogenies by reduced automorphism groups”, *RIMS Kôkyûroku* Bessatsu, B90 (2022), 185–193.
6. Y. Kambe, M. Yasuda, M. Noro, K. Yokoyama, Y. Aikawa, K. Takashima and M. Kudo: “Solving the constructive Deuring correspondence via the Kohel-Lauter-Petit-Tignol algorithm”, *Mathematical Cryptology*, 1 (2022), 10–24.
7. Y. Kambe, Y. Aikawa, M. Kudo, M. Yasuda, K. Takashima and K. Yokoyama: “Implementation Report of the Kohel – Lauter – Petit – Tignol Algorithm for the Constructive Deuring Correspondence”, *Advances in Intelligent Systems and Computing* 1412, Proceedings of ICMC 2021 (2022), 953–966. doi.org/10.1007/978-981-16-6890-6_72
8. K. Takashima: “Post-Quantum Constant-Round Group Key Exchange from Static Assumptions”, *Mathematics for Industry* 33, Proceedings of MQC 2019 (2021), 251–272. doi.org/10.1007/978-981-15-5191-8_18
9. T. Kawashima, K. Takashima, Y. Aikawa and T. Takagi: “An Efficient Authenticated Key Exchange from Random Self-reducibility on CSIDH”, *Lecture Notes in Computer Science* 12593, Proceedings of ICISC 2020 (2021), 58–84. doi.org/10.1007/978-3-030-68890-5_4
10. P. Datta, T. Okamoto and K. Takashima: “Efficient Attribute-Based Signatures for Unbounded Arithmetic Branching Programs”, *IEICE Trans. Fundam. Electron. Commun. Comput. Sci.* 104-A (2021), 25–57. doi.org/10.1587/transfun.2020CIP0003

C. 口頭発表

1. Markoff グラフ CGL ハッシュ関数の安全性評価 (佐々木崇斗との共同研究), 2025年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2025), 小倉, 2025年1月.
2. 有限環上の LCD 符号から得られる格子

の同型問題について (西村優作, 三枝崎剛との共同研究), 2025 年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2025), 小倉, 2025 年 1 月.

3. 耐量子計算機暗号の構成法と安全性評価, 信州大学 数理科学談話会, 2024 年 10 月.
4. 代数曲線計算に基づく暗号研究, 電子情報通信学会 RCC・ISEC・IT・WBS 合同研究会, 大阪大学, 2024 年 3 月.
5. イdeal格子上の最短ベクトル探索問題と耐量子計算機暗号への応用, 早稲田離散数理研究集会 2024, 早稲田大学, 2024 年 3 月.
6. 部分体を用いた Ideal-SVP 量子アルゴリズム, 2024 年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2024), 長崎, 2024 年 1 月.
7. イdeal格子最短ベクトル問題に対する量子アルゴリズムについて, 研究集会「暗号と量子計算」, 東京工業大学, 2023 年 12 月.
8. Decomposed Richelot isogenies of Jacobian varieties of hyperelliptic curves and generalized Howe curves (桂利行との共同研究), International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) 2023, 早稲田大学, 2023 年 8 月.
9. 同種写像グラフの数理と耐量子計算機暗号への応用, 早稲田大学 整数論セミナー, 2022 年 4 月.
10. 同種写像グラフの数理と耐量子計算機暗号への応用, 電子情報通信学会 総合大会 企画セッション「量子計算と暗号の進展」, オンライン講演, 2021 年 3 月.

D. 講義

1. 数理工学・社会数理特別講義 I : 暗号理論の入門講義, 暗号化・署名方式の安全性定義・設計技法・安全性証明など暗号理論の基本的な事項を中心に扱った. (S ターム, 数理大学院・4 年生共通講義)
2. 数理科学特別講義 XIX : 耐量子計算機暗号の概説講義, 格子暗号・同種写像暗号など理論上・実用上共に重要な暗号方式に対して, 基盤となる計算問題の困難性及び設

計技法を扱った. (A ターム, 数理大学院生講義)

F. 対外研究サービス

1. MSJ メモアール編集委員会 編集委員, 日本数学会, 2024 年 7 月から.
2. 電子情報通信学会 ISEC (情報セキュリティ) 研究専門委員会 副委員長, 2024 年 5 月から.
3. Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics 編集委員, 2023 年 8 月から.
4. 電子情報通信学会 英文論文誌 暗号と情報セキュリティ特集号 編集委員, 2014 年 3 月から.
5. 応用数理国際会議 ICIAM 2023 組織委員会 委員, 日本応用数理学会, 2016 年 - 2023 年 8 月.
6. 暗号国際会議プログラム委員 : IWSEC 2021, ICISC 2021, ASIACRYPT 2021, SAC 2022, ACNS 2023, SAC 2023, IWSEC 2024, INDOCRYPT 2024 など

G. 受賞

1. 電子情報通信学会フェロー, 代数曲線理論に基づく高安全・高機能な暗号構成の先駆的研究, 2023 年 3 月.

学振特別研究員 (JSPS Research Fellowship)

及川 瑞稀 (OIKAWA Mizuki)

A. 研究概要

私は有限群の表現圏の一般化であるテンソル圏の理論を研究しており、とくに共形場理論の文脈で自然に現れる、整合した群作用と群次数づけを有するテンソル圏 (群接合テンソル圏) を研究している。テンソル圏から「可換」(正確には braided な) テンソル圏を構成する Drinfeld 中心の操作は、環の中心の圏論的対応物であり、先行研究で群次数づけを用いた一般化と群作用を用いた一般化がそれぞれ知られている。私の研究 (論文 2) では、これら先行研究の両者を同時に一般化し、群接合テンソル圏に対する新たな中心操作 (接合中心) を定義するとともに、この操作が 2020 年に Natale が導入して以来ほとんど研究されてこなかった群の matched pair に対する braiding という構造を与えることを示した。さらに論文 2 には、Müger の分解定理の同変一般化および接合中心による接合森田同値の特徴づけという二つの新たな成果を追加する予定である。

I study the theory of tensor categories, which are generalizations of the representation categories of finite groups, with a particular focus on tensor categories that naturally arise in the context of conformal field theory and possess compatible group actions and group gradings (group-crossed tensor categories). The Drinfeld center construction, which constructs a “commutative” (more precisely, braided) tensor category from a tensor category, is the categorical analogue of the center of a ring, and previous research has independently presented generalizations using group gradings and group actions. In my research (paper 2), I simultaneously generalize both of these previous approaches by defining a new center construction (the crossed center) for group-crossed tensor categories and demonstrate that this construction yields the structure of a braiding for a

matched pair of groups, a structure that has been little studied since its introduction by Natale in 2020. Furthermore, in paper 2, I plan to add two new results: an equivariant generalization of Müger’s factorization theorem and a characterization of the crossed Morita equivalence through the crossed center.

B. 発表論文

1. Mizuki Oikawa. Frobenius algebras associated with the α -induction for equivariantly braided tensor categories. *Ann. Henri Poincaré*, **25**(10): 4423–4495, 2024.
2. Mizuki Oikawa. Center construction for group-crossed tensor categories. *arXiv preprint arXiv:2404.09972*, 2024.

C. 口頭発表

1. Frobenius algebras associated with the α -induction for equivariantly braided tensor categories. iTHEMS math seminar, 理化学研究所, 2023 年 4 月.
2. Group actions on bimodules and equivariant α -induction. 東大作用素環セミナー, 東京大学, 2023 年 5 月.
3. New center construction and α -induction for equivariantly braided tensor categories. OAS Follow on: Operator Algebras: Subfactors and Applications, Isaac Newton Institute (英国), 2023 年 6 月. ポスター発表.
4. New center construction for tensor categories with group actions. 京都作用素環セミナー, 京都大学数理解析研究所, 2023 年 7 月.
5. An introduction to tensor categories. 2023 年度関数解析研究会, 京都工芸繊維大学, 2023 年 9 月.
6. Center construction for tensor categories with group actions. 2023 作用素論・作用

素環論研究集会, 九州大学, 2023 年 11 月.

7. Center construction for tensor categories with group actions. East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics, 復旦大学 (中国), 2024 年 1 月.
8. Center construction for group-crossed tensor categories. 作用素環論・エルゴード理論セミナー, 九州大学, 2024 年 6 月.
9. Center construction for group-crossed tensor categories. European Quantum Algebra Lectures, オンライン, 2024 年 12 月.
10. Center construction for group-crossed tensor categories. Quantum groups, tensor categories and quantum field theory, オスロ大学 (ノルウェー), 2025 年 1 月.

行田 康晃 (GYODA Yasuaki)

A. 研究概要

マルコフ方程式とこれを一般化した方程式の正整数解がもつ組み合わせ構造を研究している。マルコフ方程式とは $x^2 + y^2 + z^2 = 3xyz$ で与えられる方程式であり、これを一般化したのが (k_1, k_2, k_3) 一般化マルコフ方程式 $x^2 + y^2 + z^2 + k_1yz + k_2zx + k_3xy = (3 + k_1 + k_2 + k_3)xyz$ である。ただし $k_1, k_2, k_3 \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$ である。この方程式の正整数解に現れる数は (k_1, k_2, k_3) 一般化マルコフ数 ($k_1 = k_2 = k_3 = 0$ の時は単にマルコフ数) と呼ばれる。これらの正整数解は、解を与える 3 つの値の 1 つを一定のルールで入れ替えることで新しい正整数解を生成することができ、かつこの生成アルゴリズムによって正整数解を全列挙できるという性質を持っている。近年、これらの正整数解の生成アルゴリズムは特定のクラスのクラスター代数における変異と呼ばれる操作として解釈できることが明らかとなり、クラスター代数方面からの研究が盛んになっている。

今年度は、1950 年代に与えられたコーン行列と呼ばれる $(1, 2)$ 成分がマルコフ数であるような $SL(2, \mathbb{Z})$ の元を $k := k_1 = k_2 = k_3$ の場合の一般化マルコフ数 (k 一般化マルコフ数と呼ぶ) に対しても定義し、この行列の理論に関する基本的なフレームワークを構築した。具体的には、新

たにマルコフモノドロミー行列と呼ばれる行列を導入している。この行列は一般化コーン行列と同様に $(1, 2)$ 成分が一般化マルコフ数であるような $SL(2, \mathbb{Z})$ の元であるが、トレースの条件が一般化コーン行列とは異なっている。この行列と一般化コーン行列の関係性を明らかにした上で、一般化コーン行列、マルコフモノドロミー行列はどちらも一般化マルコフ数 (を含む正整数解) の生成アルゴリズムに類似した生成アルゴリズムを持ち、そのアルゴリズムは一般化マルコフ数の生成アルゴリズムと整合的になっていることを発見した。具体的には、生成アルゴリズムで与えた新たな一般化コーン行列 (あるいはマルコフモノドロミー行列) の $(1, 2)$ 成分の変化が一般化マルコフ数の生成アルゴリズムに一致している。これをもって一般化コーン行列、マルコフモノドロミー行列を一般化マルコフ数の「行列化」という位置付けとし、さらにこれを用いてマルコフ数や一般化マルコフ数が 1 次元力学系、組み合わせ論、トーリック幾何など様々な分野において現れることを共同研究者とともに証明した。

I am studying the combinatorial structure of positive integer solutions to the Markov equation and its generalized versions. The Markov equation is given by $x^2 + y^2 + z^2 = 3xyz$.

A generalized form of this equation is the (k_1, k_2, k_3) -generalized Markov equation: $x^2 + y^2 + z^2 + k_1yz + k_2zx + k_3xy = (3 + k_1 + k_2 + k_3)xyz$, where $k_1, k_2, k_3 \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$. The numbers that appear in the positive integer solutions of this equation are called (k_1, k_2, k_3) -generalized Markov numbers (when $k_1 = k_2 = k_3 = 0$, they are simply called Markov numbers).

These positive integer solutions have the property that other solutions can be generated by replacing one of the three values according to a specific rule, and furthermore, this generation algorithm can enumerate all positive integer solutions.

Recently, it has been revealed that the generation algorithm of these positive integer solutions can be interpreted as an operation called *mutation* in a certain class of cluster algebras,

leading to active research from the perspective of cluster algebras.

This year, I extended the notion of the *Cohn matrix*, which was introduced in the 1950s and is an element of $SL(2, \mathbb{Z})$ whose $(1, 2)$ -entry is a Markov number, to the case where $k := k_1 = k_2 = k_3$ and defined an analogous matrix for k -*generalized Markov numbers*. I also constructed a fundamental framework for the theory of this matrix.

Specifically, I introduced a new matrix called the *Markov monodromy matrix*. Like the generalized Cohn matrix, this matrix is an element of $SL(2, \mathbb{Z})$ whose $(1, 2)$ -entry is a generalized Markov number, but its trace condition differs from that of the generalized Cohn matrix.

After clarifying the relation between this matrix and the generalized Cohn matrix, I discovered that both the generalized Cohn matrix and the Markov monodromy matrix have a generation algorithm similar to that of generalized Markov numbers, and that this algorithm is consistent with the generation algorithm of generalized Markov numbers. Specifically, the change in the $(1, 2)$ -entry of a newly generated generalized Cohn matrix (or Markov monodromy matrix) follows the same pattern as the generation algorithm for generalized Markov numbers. With this, I positioned the generalized Cohn matrix and the Markov monodromy matrix as a “matrixize” of generalized Markov numbers. Using this perspective, I showed that Markov numbers and generalized Markov numbers appear in various fields such as one-dimensional dynamical systems, combinatorics, and toric geometry with collaborators.

B. 発表論文

1. Y. Gyoda, Positive integer solutions to $(x+y)^2 + (y+z)^2 + (z+x)^2 = 12xyz$, preprint, 2021. arXiv:2109.09639 [math.NT].
2. Y. Gyoda and K. Matsushita, Generalization of Markov Diophantine equation via generalized cluster algebra, Electron.

J. Combin, **30** (2023), P4.10.

3. Y. Gyoda and S. Maruyama, Uniqueness theorem of generalized Markov numbers that are prime powers, preprint, 2023. arXiv: 2312.07329 [math.NT].
4. Y. Gyoda, S. Maruyama and Y. Sato, $SL(2, \mathbb{Z})$ -matrixizations of generalized Markov numbers, preprint, 2024. arXiv: 2407.08203 [math.NT]

C. 口頭発表

1. Generalized Markov number and generalized cluster algebra, Cluster Algebra Seminar, 名古屋大学, 2024年2月
2. マルコフ数の一意性予想の一般化とその部分的解決, 第28回代数学若手研究会, 早稲田大学, 2024年2月
3. 一般化マルコフ数の $SL(2, \mathbb{Z})$ 行列化, 対称性と幾何セミナー, 早稲田大学, 2024年6月
4. 一般化マルコフ数の 2×2 行列化, 福岡数論研究集会, 九州大学, 2024年8月
5. 一般化マルコフ数について, 代数学シンポジウム, 筑波大学, 2024年8月
6. 一般化マルコフ数の $SL(2, \mathbb{Z})$ 行列化, 日本数学会 2024年度秋季総合分科会, 大阪大学, 2024年9月
7. 一般化マルコフ数とその $SL(2, \mathbb{Z})$ 行列化, 佐賀大学・学習院大学合同トポロジーセミナー学習院大学, 2024年10月
8. 一般化マルコフ数とその $SL(2, \mathbb{Z})$ 行列化, 東京名古屋代数セミナー, オンライン, 2024年10月
9. 一般化マルコフ数とその $SL(2, \mathbb{Z})$ 行列化, 数論合同セミナー, 京都大学, 2024年11月

齋藤 峻也 (SAITO Shunya)

A. 研究概要

環や代数多様体に付随する圏の部分圏に関して研究を行っている。たとえばネーター環 A が与えられたとき、加群圏 $\text{Mod} A$ やその導来圏 $D(A)$ が考えられる。これらの圏の核や余核、拡大などを取る操作で閉じる部分圏は環自身の性質を大

大きく反映する。とくにこれらの部分圏の分類結果は、位相空間や団代数を用いてなされ、しばしば興味深い構造を持つ。

今年度は、明治大学の小林稔周氏との共同研究で可換ネーター環の加群圏における KE 閉部分圏について研究を行った。KE 閉部分圏とは、核 (Kernel) と拡大 (Extension) をとる操作で閉じる部分圏である。これらはトーション・フリー類や Serre 部分圏を含む広いクラスである。これまでの先行研究で、可換ネーター環に対しては様々な種類の部分圏が一致してしまうことが知られており、ほとんどのクラスはトーション・フリー類か Serre 部分圏に一致してしまう。去年度の小林氏との共同研究ではトーション・フリー類と KE 閉部分圏が一致するかについて研究し、これらが一致することと Krull 次元が 1 以下であることは同値であることを弱い仮定のもと示した。本年度はこの研究をさらに進めて、KE 閉部分圏の完全な分類を与えた。より詳しくは可換ネーター環の素スペクトラム上の関数の新たなクラスを導入し、それらと KE 閉部分圏の間に全単射を構成した。これらは先行研究で知られていたトーション・フリー類と Serre 部分圏の分類を拡張するものである。

I study KE-closed subcategories of the module category over a commutative noetherian ring in joint work with Toshinori Kobayashi. Here, KE-closed subcategories are additive subcategories closed under taking kernels and extensions. We have obtained a complete classification of KE-closed subcategories over a commutative noetherian ring. More explicitly, we have given a bijection between the KE-closed subcategories and a new class of functions on the prime spectrum, which we have introduced. This recovers the classical classifications of Serre subcategories and torsion-free classes.

B. 発表論文

1. S. Saito: "Classifying torsionfree classes of the category of coherent sheaves and their Serre subcategories", J. Pure Appl. Algebra **229**, 1 (2025), 1–34.
2. S. Saito: "The spectrum of Grothendieck

monoid : classifying Serre subcategories and reconstruction theorem", J. Algebra, **658** (2024), 365–414.

3. T. Kobayashi and S. Saito: "When are KE-closed subcategories torsion-free classes?", Math. Z. **307**, 65 (2024), 1–21.
4. S. Saito: "Tilting theory for periodic triangulated categories", Math. Z., **304**, 47 (2023) 1–34.
5. S. Saito: "A note on Grothendieck groups of periodic derived categories", J. Algebra, **609** (2022), 552–566.

C. 口頭発表

1. Classifying KE-closed subcategories over a commutative noetherian ring, Perspectives in Tilting Theory and Related Topics, 京都大学, 2025 年 2 月.
2. Torsion-free classes of smooth projective curves of genus 0 and 1, 第 56 回環論および表現論シンポジウム, 東京学芸大学 2024 年 9 月.
3. Classifying KE-closed subcategories, 東京名古屋代数セミナー, オンライン, 2024 年 6 月.
4. Classifications of subcategories of exact categories, Classifications of subcategories of abelian and triangulated categories, 東京農工大学, 2024 年 6 月.
5. Classifying torsionfree classes of the category of coherent sheaves and their Serre subcategories, McKay correspondence, Tilting theory and related topics, Kavli IPMU, 2023 年 12 月.
6. Classifying several subcategories of the category of maximal Cohen-Macaulay modules, 第 55 回環論および表現論シンポジウム, 大阪公立大学, 2023 年 9 月.
7. Classifying Serre subcategories of the category of maximal Cohen-Macaulay modules, The 9th China-Japan-Korea International Conference on Ring and Module Theory, Incheon National University (韓国), 2023 年 8 月.

8. Classifying Serre subcategories of the category of maximal Cohen-Macaulay modules, 第 34 回可換環論セミナー, 北見工業大学, 2023 年 7 月.
9. Classifying torsionfree classes of the category of coherent sheaves and their Serre subcategories, 杉本代数セミナー, 大阪公立大学, 2023 年 5 月.
10. The spectrum of Grothendieck monoid, 第 27 回代数若手研究会, 筑波大学, 2023 年 3 月.

笹谷 晃平 (SASAYA Kohei)

A. 研究概要

フラクタル上の解析学, 確率論および関連する幾何学的性質についての研究を行っている. フラクタル上には滑らかな構造がないため, その上に正準な解析的対象を構成すること自体が非自明な問題となる. 本年度は, 近年研究が進行しているフラクタル上の p -エネルギー (Dirichlet 形式の $L^p(p > 1)$ 版, 即ち 1 階の L^p -Sobolev 空間に相当するもの) に対応する p -エネルギー測度の構成と一意性を一定の条件下で示した. (滑らかな場合で言えば, 関数の Sobolev ノルム, L^p ノルムの情報から関数 $|\nabla f|^p$ を復元することに相当する.) $p = 2$ の場合の古典的な結果は双線形性を利用しているため, これとは全く異なった手法を用いた. 本結果は現在, プレプリントを公開中 (arXiv:2502.10369) である.

My research interests are analysis, stochastic processes, and the related geometry of fractals. Because they do not have smooth structures, constructing canonical objects for analysis on fractals is a nontrivial problem. Recently, p -energy on fractals ($p > 1$) are considered, which is an L^p version of the Dirichlet form, in other words, corresponds to the Sobolev space W_p^1 in smooth settings. In this academic year, I constructed p -energy measures from p -energies and proved their uniqueness under certain conditions; this corresponds to recovering $|\nabla f|^p$ of $f \in W_p^1$ from Sobolev and L^p norms of the

functions in the domain. This result adopts a completely different approach from the classical result for the case of $p=2$, which uses the bilinear property. This result was posted on arXiv: 2502.10369.

B. 発表論文

1. K. Sasaya: “Some inequalities between Ahlfors regular conformal dimension and spectral dimensions for resistance forms”, *Potential Anal.* **61** (2024), no. 2, 347–377.
2. K. Sasaya: “Systems of dyadic cubes of complete, doubling, uniformly perfect metric spaces without detours”, *Colloq. Math.* **172** (2023), no. 1, 49–64.
3. K. Sasaya, “Ahlfors regular conformal dimension of metrics on infinite graphs and spectral dimension of the associated random walks”, *J. Fractal Geom.* **9** (2022), no. 1-2, 89–128.

C. 口頭発表

1. 強局所な p -エネルギーに付随する p -エネルギー測度の構成, 2024 年度確率論シンポジウム, 京都大学数理解析研究所, 2024 年 12 月.
2. 強局所な p -エネルギーに付随する p -エネルギー測度の構成, 日本数学会 2024 年度秋季総合分科会, 大阪大学豊中キャンパス, 2024 年 9 月.
3. On construction of p -energy measures associated with strongly local p -energy, マルコフ過程とその周辺 2023, 天文館ヴィジョンホール, 鹿児島, 2024 年 2 月.
4. 距離空間の迂回を持たない「2 進立方体分割」とその応用, 東北大学幾何セミナー, 東北大学理学部, 2023 年 7 月
5. A system of dyadic cubes of a complete, doubling, uniformly perfect metric space without detours, *Analysis and Geometry of Fractals and Metric Spaces: Recent Developments and Future Prospects*, 万国津梁館, 沖縄, 2023 年 3 月
6. Ahlfors 正則共形次元とその近年の応用に

ついて, 早稲田大学双曲幾何幾何学的群論セミナー, オンライン, 2022年12月

7. Systems of Dyadic Cubes of Complete, Doubling, Uniformly Perfect Metric Spaces without Detours, 測度距離空間の解析と幾何およびその展望, 福岡大学セミナーハウス, 2022年9月
8. Some inequalities between spectral dimensions and the Ahlfors regular conformal dimension of resistance metrics, Analysis on metric spaces workshop 2022, 沖縄科学技術大学院大学, 2022年5月.
9. 距離空間における Ahlfors regular conformal 次元とスペクトル次元の関係について, 東北大学幾何セミナー, オンライン, 2021年11月.

高田 佑太 (TAKADA Yuta)

A. 研究概要

論文 “Characteristic polynomials of isometries of even unimodular lattices” が Acta Arithmetica に掲載された. この論文では, 与えられた多項式がユニモジュラー偶格子の自己同型の固有多項式として実現可能であることの局所大域的な障害の組織的な計算法を述べている. 応用として, 次数が 10 または 18 の Salem 数が非射影的 K3 曲面の自己同型の力学的次数として実現可能であるための必要十分条件を, その最小多項式の言葉で与えた. また, Picard 数 2 の射影的 K3 曲面のエントロピースペクトラムを決定したプレプリント “Dynamical degrees of automorphisms of K3 surfaces with Picard number 2” を完成させた. これは K. Hashimoto 氏, J. Keum 氏, K. Lee 氏 3 人の結果を拡張するものである.

The paper “Characteristic polynomials of isometries of even unimodular lattices” has been published in Acta Arithmetica. This paper describes a systematic way to compute the local global obstruction for a given polynomial to be the characteristic polynomial of an isometry of an even unimodular lattice. As an appli-

cation, we give a necessary and sufficient condition for a Salem number of degree 10 or 18 to be realized as the dynamical degree of an automorphism of a non-projective K3 surface, in terms of its minimal polynomial. I have also completed the preprint “Dynamical degrees of automorphisms of K3 surfaces with Picard number 2”, which determines the entropy spectrum of projective K3 surfaces with Picard number 2. This work extends a result by K. Hashimoto, J. Keum, and K. Lee.

B. 発表論文

1. Y. Takada : “Characteristic polynomials of isometries of even unimodular lattices”, Acta Arith. **217** (2025) 333–378.
2. Y. Takada : “Lattice isometries and K3 surface automorphisms: Salem numbers of degree 20”, J. Number Theory **252** (2023) 195–242.
3. K. Iwasaki and Y. Takada : “K3 Surfaces, Picard Numbers and Siegel Disks”, J. Pure Appl. Algebra **227** (2023) no.3 Paper No. 107215.
4. K. Iwasaki and Y. Takada : “Hypergeometric Groups and Dynamics on K3 Surfaces”, Math. Z. **301** (2022) no.1 835–891.

C. 口頭発表

1. Dynamical degrees of automorphisms of K3 surfaces. 京都大学代数幾何学セミナー, 京都大学, 2025年1月.
2. Dynamical degrees of automorphisms of K3 surfaces with Picard number 2. Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami, 磐梯熱海, 2025年1月.
3. Dynamical degrees of automorphisms of K3 surfaces with Picard number 2. Mini-Workshop: Young Perspectives in Algebraic Geometry, National Taiwan University, 台湾, 2024年11月.
4. Picard 数 2 の K3 曲面の自己同型の力学的次. 2024 年秋季総合分科会, 大阪大学, 2024年9月.

5. Characteristic polynomials of isometries of lattices and dynamical degrees of automorphisms of K3 surfaces. Workshop on Dynamics in Arithmetic and Complex Geometry and its Applications, 大阪公立大学, 2024 年 2 月.
6. 格子の自己同型の固有多項式と K3 曲面の自己同型の力学的次数. 北大数論セミナー, 北海道大学, 2023 年 12 月.
7. Entropy of K3 surface automorphisms: Lattice theoretic approach. Working Workshop on Calabi-Yau Varieties and Related Topics 2023, 北海道大学, 2023 年 7 月.

村上 浩大 (MURAKAMI Kota)

A. 研究概要

非可換代数の適切な加群や複体, 表現のなす代数多様体たちのなす構造物の上に, Weyl 群や braid 群, 量子群や代数群の表現論に現れる組み合わせ論的な構造を実現する. 組み合わせ論を非可換代数の表現論に関係づけることで表現論的な対象たちに組み合わせ論的な特徴づけを与える. 逆にその特徴づけを用いて組み合わせ論的な対象の未知の性質を表現論を用いて理解することで相互に理解を深めることに興味がある.

近年は有向グラフ (籠) に付随する道代数および Gelfand-Ponomarev により導入された前射影代数と呼ばれる非可換代数, Hernandez-Leclerc の研究を基にした Geiß-Leclerc-Schröer による対称化可能一般化 Cartan 行列に対するその拡張 (一般化された前射影代数) の表現論を研究対象にしている. 可積分系および量子 affine 代数の有限次元表現の研究において適切な表現の q -指標たちの満たす関数方程式は, 団代数の理論における交換関係式の観点からも研究される. この観点からポテンシャル付き籠を用いた団代数の研究を基に関係式付き籠により無限次元の非可換代数を定め, その有限次元商として (有限型の Cartan 行列に付随する) 一般化前射影代数は理解される. この解釈の下で一般化前射影代数は自然な次数付き代数の構造をもち次数付き加群を考えることができる. 一般化された前射影代数の表現論の研究

から現れる適切な次数付き加群たちの性質を量子 affine 代数の表現たちの性質やそれらの満たす数値的な側面, Grothendieck 環に現れる団代数構造などの組み合わせ論に関係づけ相互に理解を深めることを目指し研究を行っている.

2024 年度は Caen 大学の Bernard Leclerc 氏と共同研究を行った. 一般化された前射影代数の次数付き加群圏のホモトピー圏の分析と Derksen-Weyman-Zelevinsky によるポテンシャル付き籠の変異の理論を援用し, Frenkel-Hernandez により shift affine 量子群の無限次元既約表現の q -指標を与えると予想されている形式的 Laurent 級数を, 一般化された前射影代数の適切な次数付き加群から定まる Grassmann 多様体の Euler 標数の母関数を用いて記述した. この共同研究に関して京都大学数理解析研究所での傾理論に関する研究集会で講演をおこなった.

また沖縄科学技術大学院大学での研究集会において Cartan 行列の変数変形の加群論的解釈に関して藤田遼氏 (京都大) との共同研究に関して講演をおこなった.

His research focuses on the connections between representation theory of associative algebras and combinatorics. Various aspects of combinatorics, such as Weyl groups, braid groups, representation theory of quantum groups and algebraic groups, e.t.c., are realized on appropriate categories of modules, complexes, or varieties of modules over some associative algebras. In such contexts, representation-theoretic objects are often characterized by using purely combinatorial concepts, and conversely, certain purely combinatorial properties are established through these representation-theoretic characterizations.

In recent years, he studies path algebras of quivers, their preprojective algebras introduced by Gelfand-Ponomarev, and a generalization of preprojective algebras (generalized preprojective algebras) introduced by Geiß-Leclerc-Schröer based on the previous work of Hernandez-Leclerc. The generalized preprojective algebra is an associative algebra given by

a quiver with relations associated with a symmetrizable generalized Cartan matrix and its symmetrizer. One can interpret the generalized preprojective algebra of finite type as a quotient algebra of a certain infinite dimensional algebra given by a quiver with potential introduced in a categorical study of cluster algebras by Derksen-Weyman-Zelevinsky. In the representation theory of quantum affine algebra, the q -characters of suitable finite dimensional representations satisfy certain functorial relations. They are studied also from the viewpoint of exchange relations in the cluster theory. From this point of view, they introduced these quiver algebras. By this interpretation, the generalized preprojective algebra has a natural grading structure, and one can consider graded modules over the generalized preprojective algebras. He studies connections between properties of certain graded modules over the preprojective algebra and those of representations of the quantum affine algebra, which contain numerical or combinatorial aspects of the Grothendieck ring such as a cluster structure.

In fiscal year 2024, we conducted joint research with Bernard Leclerc (Caen). In this project, we provided a geometric interpretation of formal power series that are conjecturally given as q -characters of infinite dimensional simple representations of shifted quantum affine algebras. In particular, we proved these formal power series can be expressed as generating functions of Euler characteristics of quiver Grassmannians of certain graded modules over generalized preprojective algebras. Our approach is based on an analysis of homotopy categories of graded modules over generalized preprojective algebras and the theory of mutation of quivers with potentials by Derksen-Weyman-Zelevinsky. He gave a talk about this joint work in the conference on tilting theory held in RIMS (Kyoto). In addition, he gave a talk at OIST about a deformation of Cartan matrices and their module-theoretic interpretation based on joint works

with Ryo Fujita (RIMS).

B. 発表論文

1. R. Fujita and K. Murakami : “Deformed Cartan matrices and generalized preprojective algebras II general type”, *Math. Z.* **305(4)** (2023).
2. R. Fujita and K. Murakami : “ Deformed Cartan Matrices and Generalized Preprojective Algebras I: Finite Type”, *Int. Math. Res. Not. IMRN* **2023(8)** (2023) 6924–6975.
3. K. Murakami : “PBW parametrizations and generalized preprojective algebras”, *Adv. Math.* **395** (2022) 108144-108144.
4. K. Murakami : “On the module categories of generalized preprojective algebras of Dynkin type”, *Osaka J. Math.* **59(2)** (2022) 387-402.

C. 口頭発表

1. On graded preprojective algebras and rigid modules, *Perspectives in Tilting Theory and Related Topics*, 京都大学数理解析研究所, 2025 年 2 月.
2. Deformed Cartan matrices and generalized preprojective algebras, *Spring Workshop on the Representation Theory of Algebras and related areas*, 沖縄科学技術大学院大学, 2024 年 4 月.
3. Deformed Cartan matrices and generalized preprojective algebras, *Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2023*, 東京工業大学, 2023 年 5 月.
4. Categorifications of deformed Cartan matrices, *東京名古屋代数セミナー (オンライン)*, 2023 年 4 月.
5. Categorifications of deformed symmetrizable generalized Cartan matrices, *Advances in Cluster Algebras 2023 (国際会議: オンライン)*, 2023 年 3 月.
6. Categorifications of deformed symmetrizable generalized Cartan matrices, *The 8th KTGU Mathematics Workshop for Young Researchers (国際会議: 日本)*,

京都大学数学教室, 2023 年 1 月.

7. Deformed symmetrizable generalized Cartan matrices and generalized preprojective algebras, Séminaire d'algèbre et de géométrie, Université de Caen Normandie (フランス), 2023 年 1 月.
8. Combinatorics from representation theory of generalized preprojective algebras, Representation theory and geometry of loop spaces (国際会議: フランス), Laboratoire de Mathématiques d'Orsay (フランス), 2023 年 1 月.

XIAO Dongyuan (蕭冬遠)

A. 研究概要

Lotka-Volterra 競争モデルは、同じ領域に存在する 2 つの生物集団の競争による個体数変動を記述する際に現れる数理生態学モデルです。

$$\begin{cases} u_t = u_{xx} + u(1 - u - av), \\ v_t = dv_{xx} + rv(1 - v - bu). \end{cases}$$

従って、LV モデルに関する研究は、ダーウィンの自然選択説などの生物学理論を理解する上で重要です。有界空間における LV モデルの解の漸近挙動は、Ni らの研究によって完全に分類されましたが、全空間の場合は今なお完全な分類には至っておりません。応募者は、全空間における LV モデルの解の漸近挙動を研究しました。以下、得られた結果について詳述します。

1. 単安定型 Lotka-Volterra 競争モデル

単独の単安定型方程式の解の形状に関する評価は、古くからよく研究されてきた問題です。例えば、コンパクト台を持つ初期値から出発する解が一定の速度 c^* で全空間に広がっていくという伝播現象は、1978 年に Aronson と Weinberger によって証明されました。その後、Bramson と Rothe の 1980 年頃の仕事では解の伝播波面の位置に対する精密な評価を与えました。しかし、方程式系の解の形状を精密に特徴づけることははるかに複雑であり、単独の場合と比べ、結果がまだ少ないです。LV モデルのパラメータ $a, b > 0$ はそれぞれ v と u の競争係数を表します。本研究は、パラメータが $0 < a < 1 < b$ (いわゆる単

安定の場合) を満たすとき、強い種 u が空間的にどのように広がるかを初めて明らかにしました。さらに、解の伝播速度を $c^* > 2\sqrt{1-a}$ 満すとき (いわゆる速度非線形決定の場合)、V モデルの解が最小進行波の形状に一様収束することを証明しました。

2. 退化型 Lotka-Volterra 競争モデル

本研究では、扱いが難しい 2 種の競争係数が等しいケース $a = b = 1$ にはじめて注目しました。この場合では、直線 $u + v = 1$ 上の全ての点が線形安定であるため、 u と v 強弱関係を判別することが難しいです。最初に、数値シミュレーションにより、 u と v は特定の領域で共存できることを発見しました。その後、新たな優解と劣解を構成することで、伝播速度の速い種が常に競争に勝つという現象を定性的に証明しました。この現象は、Dockery らが有界空間で提唱した「Slower diffuser always prevails」という結論をふまえると、解の漸近挙動が有界空間と非有界空間で本質的に異なることを示しています。さらに、より精密な分析を通じて、中心部での解の収束速度が周囲よりも遅いという現象「Bump phenomena」を初めて発見しました。この現象により、数値シミュレーション結果と理論的結果との間にずれが生じる原因を解明しました。

The Lotka-Volterra competition model is a mathematical ecology model that describes the population dynamics of two species competing for the same living resource in the same area.

The asymptotic behavior of solutions to the LV system on bounded domains was fully understood by the remarkable work of Ni et al.. However, the asymptotic behavior of solutions on the entire space is more complicated. The applicant has studied this problem. The details of the results are as follows.

1. Lotka-Volterra competition model in monostable case

The asymptotic behavior of solutions to single monostable equations has long been a well-studied problem. The propagation phenomenon, where solutions starting from compactly supported initial datums spread over

the entire space at a constant speed c^* , was proven by Aronson and Weinberger in 1978. Subsequently, the work of Bramson and Rothe around 1980 provided precise positions of the propagating fronts. However, precisely estimating the shape of solutions to monostable systems is much more complex than single equations. So far, there are still no results available. This research studied how the stronger species u spatially spreads over the entire space when the parameters satisfy $0 < a < 1 < b$ (the so-called monostable case). Furthermore, it was proven that when the propagation speed of the solution is nonlinearly selected, i.e. $c^* > 2\sqrt{1-a}$, the solution uniformly converges to the shape of the minimal traveling wave.

2. Lotka-Volterra competition model in degenerate case

This research was the first to focus on the degenerate case where the competition coefficients of the two species are equal $a = b = 1$. In this case, since all points on the line $u + v = 1$ are linearly stable, it is difficult to determine the dominant relationship between u and v . Initially, through numerical simulations, the applicant discovered that u and v can coexist in certain regions. Subsequently, by constructing some new super and sub-solutions, the applicant qualitatively proved that the species with a higher propagation speed always wins the competition. This phenomenon, which contrasts with the conclusion proposed by Dockery et al. that “the slower diffuser always prevails” on bounded domains, indicates that the asymptotic behaviors of solutions on bounded and unbounded domains are essentially different. Furthermore, through more precise analysis, the applicant discovered a new “bump phenomenon”. This phenomenon, indicating that the convergence speed of the solution at the center is slower than that at the periphery, helped to clarify the reason for the discrepancy between numerical simulation results and theoretical results.

B. 発表論文

1. M. Alfaro and D. Xiao, Lotka-Volterra competition-diffusion system: the critical competition case, *Commun. Partial Differ. Equ.*, 48:2 (2023), 182-208.
2. C-H. Wu, D. Xiao, and M. Zhou, Sharp estimates for the spreading speeds of the Lotka-Volterra competition-diffusion system: the strong-weak type with pushed front, *J. Math. Pures Appl.*, 172 (2023), 236-264.
3. R. Mori and D. Xiao, Spreading properties of a three-component reaction-diffusion model for the population of farmers and hunter-gatherers, *Ann. Inst. Henri Poincaré (C) Anal. Non Linéaire*, 38:4 (2021), 911-951.
4. R. Mori and D. Xiao, A variational problem associated with the minimal speed of traveling waves for spatially periodic KPP type equations, *Proc. London Math. Soc.*, 119:3 (2019), 654-680.

C. 口頭発表

1. "Propagation and Stability in Evolution Equations", The Banff International Research Station, 2024年5月, カナダ.
2. "East Asia Workshop on Nonlinear Evolution Equations", 東京大学, 2024年3月.
3. 若手数学者交流会 (第5回)2024, SESSION "Young Mathematicians' Challenge", ビジョンセンター西新宿, 2024年3月.
4. "Tandem-workshop 2024 at MATRIX and RIMS", 京都大学, 2024年3月.
5. RIMS 共同研究 (グループ型 A) "非線形問題における精密解析", 京都大学, 2024年3月.
6. "第25回 北東数学解析研究会", 北海道大学, 2024年2月.
7. ICIAM 2023 Tokyo, Minisymposia "Reaction-Diffusion models in Ecology and Evolution", Waseda University, 2023年8月.

A. 研究概要

My research is focused on Shimura varieties and their cohomology. This year, I have been thinking about the superspecial locus of the PEL $GU(1, n - 1)$ Shimura variety over a ramified prime p . This Shimura variety has bad reduction over p , and a flat integral model has been provided by Pappas. The superspecial locus is known to be stratified by Deligne-Lusztig varieties of Coxeter type which are associated to finite symplectic groups. The (Zariski) closure of such a stratum is a projective variety with isolated singularities. I managed to compute the ℓ -adic cohomology of these closures, including the Galois action. The result is expressed in terms of unipotent representations of the finite symplectic group by using Lusztig's notion of symbols. The surprising aspect of this computation is that the cohomology actually coincides with the intersection cohomology, ie. it looks like the cohomology of a smooth projective variety. For instance, it satisfies Poincaré duality. Thus, the presence of singularities actually do not affect the cohomology of these very peculiar varieties. In a second time, I also considered the ℓ -adic nearby cycle complex on this Shimura variety, and I computed its higher cohomology sheaves explicitly on the associated local model. The fact that the blow-up of the Shimura variety at its singular points has semi-stable reduction was crucial. The result depends on the parity of n . When n is odd, the nearby cycles are actually trivial as in the case of good reduction, and when n is even only a single higher cohomology sheaf does not vanish in degree $n - 1$.

B. 発表論文

1. J. Muller: "Cohomology of the Bruhat-Tits strata in the unramified unitary Rapoport-Zink space of signature $(1, n - 1)$ ", Nagoya Math. J. **250** (2023) 470–

C. 口頭発表

1. Cohomology of supersingular loci of Shimura varieties of Coxeter type, One day workshop on Shimura varieties and related moduli stacks, Kyoto University, Oct 2024.
2. Cohomology of the supersingular locus of certain PEL Shimura varieties of Coxeter type, NTU x UTokyo joint conference 2023, National Taiwan University, Taiwan, Dec 2023.

特任研究員 (Project Researchers)

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能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. 池川 隆司: “Scopus API を使った論文著者の所属機関の階層的組織名列の抽出方法—ルールベース型機械学習の場合—”, 電子情報通信学会技術研究報告 **124** (2025) 26–33.
2. T. Ikegawa: “Payload size to maximize goodput for noisy low-speed wireless networks during message segmentation: Case of exponential message sizes”, 2025 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE WCNC 2025), Milan, Italy, March (2025) 1–6.
3. T. Ikegawa: “Goodput analysis for burst-noisy low-speed wireless networks during message segmentation”, 2024 IEEE Vehicular Technology Conference-Spring (IEEE VTC2024-Spring), Singapore, June (2024) 1–6.
4. 池川 隆司: “低速・低品質無線ネットワークでのグッドプットを最大化するペイロード長について—タイムアウト値が往復応答時間より大きい場合—”, 神奈川工科大学研究報告 B 理工学編 **47** (2023) 15–19.
5. T. Ikegawa: “Micro science and technology fields requiring mathematically trained contributors: Topic modeling using journal paper abstracts”, 2022 IEEE Frontiers in Education Conference (IEEE FIE 2022), Uppsala, Sweden, October (2022) 1–5.
6. 池川 隆司: “長さが可変であるパケットを転送する低速・低品質無線ネットワークでのグッドプット解析—バースト的にビット

誤りが発生する場合—”, 神奈川工科大学研究報告 B 理工学編 46 (2022) 7-15.

7. T. Ikegawa: “Science and technology fields and higher education institutions with mathematically trained contributors: Metadata analysis of IEEE papers”, 2021 IEEE Frontiers in Education Conference (IEEE FIE 2021), Lincoln, Nebraska, USA, October (2021) 1-9.
8. T. Ikegawa: “Goodput analysis for lossy low-speed wireless networks during message segmentation”, 2021 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE WCNC 2021), Nanjing, China, March (2021) 1-7.
9. 池川 隆司: “メッセージ分割が発生する無線ネットワークでのグッドプット解析—ビット誤りが独立的に発生する回線の場合—”, 神奈川工科大学研究報告 B 理工学編 45 (2021) 17-26.
10. 池川 隆司: “無線ネットワークにおける動的ペイロード長方式の研究動向”, 神奈川工科大学研究報告 B 理工学編 44 (2020) 23-28.

C. 口頭発表

1. 協働意思決定手法に基づくキャリア選択カウンセリングフレームワーク, 日本工学教育研究講演会, 3B19, 2023 年 9 月.
2. 数理人材が貢献している科学技術分野解析—論文の概要を使ったトピックモデリング—, 日本工学教育研究講演会, 3C05, 2022 年 9 月.
3. 数理人材が貢献している科学技術分野と高等教育機関—IEEE 論文のメタデータ解析—, 日本工学教育研究講演会, 2C12, 2021 年 9 月.
4. デジタルトランスフォーメーション時代を迎えた情報通信産業とキャリアデザインの基礎, 群馬大学講義「情報と職業」, 2021 年 1 月 5 日 (招待講演)
5. 講義「テクニカルライティング」を通じたハラスメント防止への取組, 日本工学教育研究講演会, 3E07, 2020 年 9 月.

F. 対外研究サービス

1. 千葉大学 AI 特化型・挑戦的融合イノベーター博士人材養成プロジェクト外部連携委員.
2. 2023 IEEE Transactions on Network and Service Management (IEEE TNSM) Reviewer.
3. 2023 IEEE Frontiers in Education Conference (IEEE FIE 2023) TPC Reviewer.
4. 2023 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE WCNC 2023) TPC Member.
5. 2022 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE WCNC 2022) TPC Member.
6. 2021 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE WCNC 2021) TPC Member.

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. 解のクラスを適切に定義することにより様々な比較定理を確立した.

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.

なお, 発展方程式の解の一意性証明の為の典型的手法を著書にまとめた.

さらに拡散方程式による曲面の動きを応用して, 創薬につながるデータ分離法を確立した.

また, 熱流体の phase field モデルの公理的導

出について検討した。

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. By introducing suitable notion of solutions we have been establishing various comparison principles and existence theorems.

On the other hand, we also focused on a surface diffusion flow with very singular interfacial energy in crystal growth, which is a fourth order nonlinear partial differential equations. 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 I published a book on typical methods of proving uniqueness of solutions to evolution equations.

As an application of motion of a surface by diffusion equations, we established a method for data separation which leads creation of new medicine.

Moreover, I investigate an axiomatic derivation of phase-field models in thermo-fluid dynamics.

B. 発表論文

1. T. Hidaka, K. Imamura, T. Hioki, T. Takagi, Y. Giga, M.-H. Giga, Y. Nishimura, Y. Kawahara, S. Hayashi, T. Niki, M. Fushimi and H. Inoue : "Prediction of compound bioactivities using heat-diffusion equation", *Patterns* **1** (2020) 100140.

2. M.-H. Giga, Y. Giga, R. Kuroda and Y. Ochiai, Crystalline flow starting from a general polygon, *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, **42** (2022) 2027–2051.
3. 今村 恵子, 日高 中, 儀我 美保, 儀我 美一, 井上 治久 : "熱拡散方程式 (HDE) モデルによる新薬探索支援 AI ツールの開発", *革新的 AI 創薬* (2022) 193–197.
4. M.-H. Giga and Y. Giga : Crystalline surface diffusion flow for graph-like curves, *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, **43** (2023) 1436–1468.
5. M.-H., Giga and Y. Giga (著書): A basic guide to uniqueness problems for evolutionary differential equations, *Birkhauser* (2023) pp.155+x.

C. 口頭発表

1. Crystalline surface diffusion flow for graph like curves, mini-symposium 2020 (Analysis on metric spaces unit) Partial Differential Equations under Various Metrics (December 8-11, 2020), Organized by Yoshikazu Giga, Qing Liu, Xiaodan Zhou), Okinawa institute of science and technology graduate university, Japan (online), December 8, 2020.

F. 対外研究サービス

1. a steering committee member, The 81st Fujihara Seminar: Mathematical Aspects for Interfaces and Free Boundaries, organized by Charles M. Elliott, Yoshikazu Giga, Nao Hamamuki, Michael Hinze, Vanessa Styles, Etsuro Yokoyama, Hilton Niseko Village, Japan, 2024 年 6 月 3 日–6 日.

鈴木 拓海 (SUZUKI Takumi)

A. 研究概要

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。

その他では、医療データの解析を行なった。

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. Other than that, we analyze medical data.

B. 発表論文

1. T. Suzuki, N. Yoshida : "Penalized least squares approximation methods and their applications to stochastic processes", Japanese Journal of Statistics and Data Science, 3(2), 513-541.
2. T. Suzuki : "Penalized Least Squares Approximation Methods and Their Applications to Stochastic Processes", 東京大学博士論文 (2020)

千葉 悠喜 (CHIBA Yuki)

A. 研究概要

DG time-stepping 法は、区分的連続な関数を用いて時間を離散化する PDE の数値計算手法である。各区間で異なる区間分割を使えるため、領域が変形する問題に強く、移動境界問題や流体構造

連成問題に用いられている。このような領域変化を伴う問題は滑らかな領域を扱うことが多いが、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。滑らかな領域上の問題、および、DG time-stepping 法それぞれに関しては誤差評価の研究が進んでいる。しかし、それらを組み合わせた、滑らかな領域上の DG time-stepping 法に関してはあまり研究が進んでいない。滑らかな領域を近似する方法は数多くあるが、その誤差評価には特定の性質のみが用いられることが多い。そのため、既存の研究では、領域の近似の関係を、関数空間 V と有限次元空間 V_h の関係と抽象化して評価を行っている。その手法を DG time-stepping 法に適用し、抽象的な放物型方程式とその空間近似問題に対し、適切な仮定の下で DG time-stepping 法のスキームの誤差評価を示した。しかし、今のところ V, V_h が時間によって変化しないことを仮定しており、実際の運用においては不十分である。現在は、領域変化を基にした時間変化を仮定した問題に関する解析を行っている。

また、交通流の数値モデルである Aw-Rascle モデルを様々な交通網に適用し、渋滞の発生やその遷移について実験を行った。その結果、渋滞の発生において、現実の現象と同様の挙動が得られた。

DG time-stepping method is the numerical method for PDE using piecewise continuous functions for time discretization. As we can use different domain discretizations on each time intervals, it is good method for domain deformation problems like moving boundary problems and fluid-structure interaction problems. Problems involving domain changes often deal with smooth domains, facile approximation of the problem may cause wrong numerical solution. There are many studies for error analysis for problems on smooth domains and for the DG time-stepping method respectively. However, numerical analysis of DG time-stepping methods on smooth domain is quite a few. In the analysis on smooth domain, is is used specific properties of domain approximation. Therefore, in previous studies, the relation-

ship between approximations of regions is abstracted as the relationship between a function space V and finite-dimensional space V_h . I apply this to DG time-stepping method and get error estimate of DG time-stepping method for an abstract parabolic problem. In this study, it is assumed that V, V_h does not vary with time, which is insufficient in applications. I am estimating of problems with time-varying assumptions based on domain changes.

Moreover, I apply the Aw-Rascle model, which is a mathematical model of traffic flow, to various transportation networks and experiment on the occurrence of traffic jams and its transition. As a result, similar behaviour to real-life phenomena was obtained in the occurrence of traffic jams.

B. 発表論文

1. Y. Chiba and T. Miyaji and T. Ogawa: "Computing Morse decomposition of ODEs via Runge-Kutta method", *JSIAM Letters*, **13** (2021) 40–43.
2. Y. Chiba and N. Saito: "Nitsche's method for a Robin boundary value problem in a smooth domain", *Numer. Methods Partial Differ. Eq.* **39** (2023) 4126–4144.

C. 口頭発表

1. Runge–Kutta 法による ODE の Morse 分解の近似計算, 応用数学フレッシュマンセミナー 2021, オンライン, 2021 年 12 月.
2. 滑らかな領域上の Robin 境界値問題に対する Nitsche 法, 日本数学会 2023 年度秋季総合分科会, 東北大学, 2023 年 9 月.
3. 滑らかな領域上の動的境界条件に対する DG time-stepping 法, 日本応用数理学会 第 17 回研究部会連合発表会, 長岡技術科学大学, 2024 年 3 月.
4. 滑らかな領域上の放物型方程式に対する不連続 Galerkin time-stepping 法, 京都大学応用数学セミナー, 京都大学, 2024 年 11 月.
5. 抽象的放物型方程式に対する DG time-stepping 法とその応用, 日本応用数理学

会第 21 回研究部会連合発表会, 岡山大学, 2025 年 3 月.

G. 受賞

1. 日本応用数理学会論文賞 (JSIAM Letters 部門) 2022 年度

中島 さち子 (NAKAJIMA Sachiko)

A. 研究概要

学際的な観点で数学をとらえ, 特に数学と音楽・芸術の狭間での研究を継続している. 2025 年 4 月 13 日より開催の大阪・関西万博 (日本国際博覧会) のシグネチャーパビリオン「いのちの遊び場クラゲ館」では, ヨハネス・シュンケ博士 (steAm, Inc.) らと共に, クラゲの拍動 (AI で解析) を波の情報に変換し, それを音 (音色・音程・音量) などの情報に変換する仕組み, 「角命」という反応拡散方程式 (Gray Scott モデル) のシミュレーションを, 910 個の正三角形を組み合わせて作った閉じた有機的な形の中で LED にて表示する作品などを制作している.

また, 2024 年度も, 東京大学舘智宏教授と共に, 文理融合ゼミナールにて「数学と音楽」の集中講義ゼミを持ち, 東京大学教養学部前期の学生らとお茶の水大学の学生らが, 数学と音楽の両者の観点から多様な研究および作品制作を行なった.

また, 2023 年度より東京大学佐々田槇子教授や下関市立大学近藤宏樹准教授と共に, Yang-Baxter 写像と確率の独立性保存則 (IP) との関係, ウルトラ離散化 (ultra-discretization) の観点から研究している. Yang-Baxter 写像は, 集合論的には Yang-Baxter 方程式を満たし, 一方で変換後の確率変数の独立性を保証する. この一見無関係に思える二つの性質の関係性については, 最近になって研究が始まったばかりである (佐々田・魚住, 2024). ウルトラ離散化とは, 主に可積分系の文脈で用いられる概念であり, 異なる可積分系間の関係性を探る手法として近年積極的に研究が行われている. しかし, 可積分系における定常分布がウルトラ離散化を通じてどのように変化するかについては, ほとんど研究がなされていない. そこで, 確率分布に対するウルトラ離散化という概念を導入し, Yang-Baxter 写像であるこ

と IP 性質を持つことの双方がウルトラ離散化の下でも保持されることを証明し, 独立性保存則を持つ区分線形写像の新たな例を得た. これらは, ここから見えてくる未解決問題の提示とともに, "Ultra-discretization of Yang-Baxter maps, probability distributions and independence preserving property" と題して 2025 年度中に論文投稿予定である.

From an interdisciplinary perspective, I have been conducting ongoing research at the interface of mathematics, music, and the arts.

At the Signature Pavilion “Playground of Life: Jellyfish Pavilion” for Expo 2025 Osaka, Kansai, Japan from April 13, 2025, I collaborated with Dr. Johannes Schünke (steAm, Inc.) and others on several media installations. These include: (1) a system that analyzes jellyfish pulsations using AI and converts them into wave data, which is then mapped to sound parameters such as timbre, pitch, and volume; and (2) a simulation of a reaction-diffusion equation, titled KakunoMei, based on the Gray – Scott model, visualized with LEDs within a closed, organic structure constructed from 910 equilateral triangles.

In FY2024, I also co-organized an intensive interdisciplinary seminar on “Mathematics and Music” with Prof. Tomohiro Tate (University of Tokyo) as part of a liberal arts program. In this seminar, undergraduate students from the University of Tokyo and Ochanomizu University engaged in interdisciplinary research and creative work from both mathematical and musical perspectives.

Since FY2023, I have been engaged in a collaborative research project with Prof. Makiko Sasada (University of Tokyo) and Assoc. Prof. Hiroki Kondo (Shimonoseki City University) on the relationship between Yang – Baxter maps and the independence preserving (IP) property, from the viewpoint of ultra-discretization. While Yang – Baxter maps satisfy the set-theoretic Yang – Baxter equation, the IP prop-

erty guarantees the independence of transformed random variables. Although these properties appear unrelated, their connection has only recently begun to be explored.

Ultra-discretization, a technique frequently used in the theory of integrable systems, has become a key area for examining correspondences among various integrable systems. However, little research has addressed how stationary distributions behave under ultra-discretization. In this study, we introduced the concept of ultra-discretization for probability distributions and proved that both the Yang – Baxter property and the IP property are preserved under this transformation. Furthermore, we applied the result to quadrirational Yang – Baxter maps and obtained new examples of piecewise linear maps possessing the IP property. These findings, along with several open questions, will be submitted for publication in FY2025 under the title “Ultra-discretization of Yang – Baxter Maps, Probability Distributions, and the Independence Preserving Property.”

B. 発表論文

1. 中島さち子, 田中香津生, 清水克彦, 山田浩平, 山羽 教文. 「タグラグビーの学習指導計画の STEAM 化によるパフォーマンス向上 – 小学校「体育」授業における算数・プログラミング的思考導入の効果 –」, スポーツパフォーマンス研究. **14** (2022) 45 – 59.
2. J. Akiyama, K. Matsunaga, and S. Nakajima. “Mobius Flowers”, Thai Journal of Mathematics. **21**(2023) 1081– 1098.
3. 中島さち子, 秋山仁, 清水克彦. 「結び目理論とアートを融合した結び目 STEAM 活動の開発と実践検証 -体験的・発見的・創造的な学びの STEAM 化-」 日本数学教育学会 数学教育, **105**(2023).
4. 中島さち子. 「STEAM 教育の実践」 音楽文化創造, **185**(2021) 特集, 電子版.

C. 口頭発表

1. 「タグラグビーにおけるスポーツ戦術シミュレーションツール」, RIMS 共同研究「数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究」, オンライン, 8月, 2021年.
2. "The Mobius Love-Fate Fortune Telling Conundrum", TJCDCG 2020+1, Online(Thailand), Sep. 2021.
3. 「STEAM 化された数学の創造性と探究の可能性」, 東京理科大学数学教育研究会, オンライン, 11月, 2021年.
4. "Possibilities of Global STEAM creative network - toward World Expo", 大阪大/ドレスデン工科大学との国際学術シンポジウム - Collaborating within the New Normal, Online, Sep. 2021.
5. "Possibilities of CoCreative STEAM Ecosystem in the 21st century, to democratize", WCCE 2022, 広島国際会議場, 8月, 2022年.
6. 「Society 5.0 の実現に向けた統計教育に関する動きと課題」, 日本統計学会統計教育委員会 企画セッション, オンライン, 9月, 2022年.
7. 「分野協働のための図学」, 日本図学会, 分野協働のための図学研究 2023 講演, 6月, 2023年.
8. "What is "Creative steAm Talents"? - how can we cultivate the 21st century skills?! - ", 第 18 回アジア太平洋ギフトッドネス会議 (APCG), 8月, 2024年.
9. 「STEAM 教育推進の現代的背景と政策的意義」, 理数系教員統計・データサイエンス授業力向上研修集会, オンライン, 3月, 2025年.

D. 講義

1. 文理融合ゼミナール (身体と芸術) (「数学と音楽」): 学部 1, 2 年生を対象に文理融合型で数学と音楽のゼミを館知宏教授と共に行った (学際交流ホール, 2025年 2-3月, 集中講座).

F. 対外研究サービス

1. 「数理ランチタイム～私と数学～」(東京大学教養学部学部生対象) のシリーズ開催 (東京大学大学院数理科学研究科主催) (2023, 2024 年度)
2. 津田塾大学同窓会講演会数学情報勉強会 (2023年 10月)
3. 加賀 STEAM ワークショップ開催 (加賀市主催, 2023年 12月)
4. 東京大学公共政策大学院 教育政策と教育法 非常勤講師「教育法と教育政策」(2023年 12月)
5. KIOI STEAM LAB 「バラの不思議を探る ～折り紙と数学とバラ: カワサキローズを折る～」企画. 講師: 川崎 敏和 (折り紙作家, 阿南工業高等専門学校教授) (2024年 5月)
6. KIOI STEAM LAB 「数学手品 ～数学がおりなす, 不思議な魔術～」(2024年 9月)
7. KIOI STEAM LAB 「KIOI MATH × MUSIC LIVE !」～東京大学文理融合ゼミナール「数学と音楽」with KURAGE BAND～ (2024年 10月)
8. KIOI STEAM LAB 「血液の流れを探る～数学がつなぐ医用画像×シミュレーション× AI, そして医療」企画. 講師: 大島 まり (東京大学大学院情報学環/生産技術研究所教授) (2025年 1月)

G. 受賞

1. 資生堂クレ・ド・ポー ポーテ "Power of Radiance Awards" 2025 受賞 (STEM 分野のジェンダー課題への取り組みについて表彰)

比佐 幸太郎 (HISA Kotaro)

A. 研究概要

一般的に非線形放物型方程式の解の性質 (存在するかどうかも含めて) は, 方程式の拡散現象, 非線形性, 領域の形状, 境界条件, 初期値の形状などが複雑に絡み合い決定される. これらの関係性を明らかにするために, まず, 可解性の必要条件と十分条件を考察してきた. 必要条件と十分条件の

両面から可解性を同時に考察することで、解の存在を決定する要素を完全に明らかにし、可解性の必要十分条件を確立することを目標としている。まず私は、藤田型方程式、

$$\partial_t u = \Delta u + u^p \quad \text{in } \mathbb{R}^N \times (0, T),$$

の可解性を考察した、ただし、 $N \geq 1$, $p > 1$, $T > 0$ である。この非負値時間局所解 (以下、解と記述する) の存在と非存在を決める要因の一つに、初期値の特異性があることが既に知られており、これまでの先行研究研究や私の研究から、初期値が

$$(C) \quad \begin{cases} u(x, 0) = \kappa|x|^{-\frac{2}{p-1}} & \text{if } p > p_F, \\ u(x, 0) = \kappa|x|^{-N}[\log(e + |x|^{-1})]^{-\frac{N}{2}-1} & \text{if } p = p_F, \end{cases}$$

という条件を $x \in \mathbb{R}^N$ でみたしたとき、 $\kappa > 0$ が十分大きい時、解が存在せず、小さい時は解が存在することが示されている。ただし、 $p_F := 1 + 2/N$ である。つまり、解を持つために許容できる最も強い初期値の特異性は (C) であり、このような特異性を私は optimal singularity (以下、OS と略記) と呼んでいる。上記方程式の場合は解決済みであるが、私は、様々な非線形放物型問題に対して OS を導出しており、近年では、滑らかな一般領域上で斉次 Dirichlet 境界条件を課した藤田型方程式に対して、OS の導出に成功している (発表論文 3 を参照されたい)。この問題は、領域内部においては、境界条件の影響がほとんどないため、OS は全空間のものと同じであるが、境界上においては、境界条件の影響により、OS はそれより強くなることを示した。この研究はあくまで時間局所解に焦点を当てたものであり、今後は時間大域解について焦点を当てていく予定である。

In general, the properties of solutions to nonlinear parabolic equations (including whether they exist or not) are determined by a complex interplay of factors such as the diffusion phenomenon, nonlinearity, the shape of the domain, boundary conditions, and the shape of the initial values. In order to clarify these relationships, I have first focused on nonnegative solutions and considered the necessary conditions and sufficient conditions for the solvability.

By simultaneously studying the solvability from both conditions, I aim to completely clarify the factors that determine the existence of solutions and establish the necessary and sufficient conditions for solvability. I first considered the solvability of the Fujita-type equations;

$$\partial_t u = \Delta u + u^p \quad \text{in } \mathbb{R}^N \times (0, T),$$

where $N \geq 1$, $p > 1$, and $T > 0$. It is already known that one of the factors determining the existence or non-existence of nonnegative local-in-time solutions (hereafter described as solutions) is the singularity of the initial value. From previous research studies and my own ones, it is known that if the initial value satisfies

$$(C) \quad \begin{cases} u(x, 0) = \kappa|x|^{-\frac{2}{p-1}} & \text{if } p > p_F, \\ u(x, 0) = \kappa|x|^{-N}[\log(e + |x|^{-1})]^{-\frac{N}{2}-1} & \text{if } p = p_F, \end{cases}$$

for all $x \in \mathbb{R}^N$, then no solutions exist when $\kappa > 0$ is sufficiently large and a solution exists when $\kappa > 0$ is sufficiently small. Here $p_F := 1 + 2/N$. In other words, the strongest singularity of the initial value acceptable for having a solution is (C). I call such a singularity an *optimal singularity* (hereafter abbreviated as OS). Although the case of the above equations has been solved, I have derived OS for various nonlinear parabolic problems. Recently, I have successfully derived an OS for the Fujita-type equation on a smooth general domain with the Dirichlet boundary condition (see 3 in B). I proved that inside the domain, the boundary condition have little influence, so the OS is the same as for the whole space, whereas on the boundary, the OS is stronger due to the boundary condition. This study focused on local-in-time solutions and will focus on global-in-time solutions in the future.

B. 発表論文

1. T. A. Bui and K. Hisa, Existence of solutions semilinear parabolic equations with

singular initial data in the Heisenberg group, to appear in *Annali di Matematica Pura ed Applicata* (2024). DOI: 10.1007/s10231-024-01539-8

2. K. Hisa, Necessary conditions for the solvability of fractional semilinear heat equations in the very weak framework, to appear in *Journal of Mathematical Analysis and Applications* (2025). DOI: 10.1016/j.jmaa.2025.129289
3. K. Hisa and K. Ishige, Initial traces of solutions to a semilinear heat equation under the Dirichlet boundary condition, to appear in *Calculus of Variations and Partial Differential Equations*. arXiv:2412.06200 (2024).
4. K. Hisa and Y. Miyamoto, Threshold property of a singular stationary solution for semilinear heat equations with exponential growth, submitted, arXiv:2409.16549 (2024).

C. 口頭発表

- (1) "Initial traces of solutions to a semilinear heat equation under the Dirichlet boundary condition", 京都大学 NLPDE セミナー, 京都大学大学院理学研究科, Dec 6, 2024.
- (2) "同上", 研究集会「微分方程式の総合的研究」, 名古屋大学 東山キャンパス 理学南館, Dec 21, 2024.
- (3) "Existence of solutions semilinear parabolic equations with singular initial data in the Heisenberg group", 2025 OIST Conference, Sub-Riemannian Analysis and Geometry, Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University, Jan 14, 2025.

協力研究員 (Associate Fellow)

板倉 恭平 (ITAKURA Kyohei)

A. 研究概要

2次または劣2次の斥力ポテンシャルをもつ半古典的 Schrödinger 作用素の共鳴について考察を進めた。本研究では複素パラメータをもつ変形作用素によるゲージ変換により構成される変形 Schrödinger 作用素の複素固有値を共鳴と定義している。共鳴の標準的な定義はレゾルベントを解析接続した際に現れる極を共鳴とするものであり、複素拡張された伸長生成作用素を変形作用素として採用した場合にはこれら2つの定義は同値である。本年度は斥力ポテンシャルの次数に応じた新たな変形作用素を採用した場合の両定義の同値性について考察を進めた。

I studied resonance free domain for semiclassical Schrödinger operator with quadratic or subquadratic repulsive potential. In this study, a resonance is defined as a complex eigenvalue of complex distorted Schrödinger operator. A standard definition of resonance is that a resonance is a pole of analytic continuation of resolvent. The both definitions are equivalent when complex dilation is used as a distortion. In this year, I studied equivalence of both definitions when using a new distortion which depends on the order of the repulsive potential.

B. 発表論文

1. T. Adachi, K. Itakura, K. Ito and E. Skibsted: “Stationary scattering theory for one-body Stark operators, I”, *Pure Appl. Funct. Anal.* **7** (2022) 825–861.
2. K. Itakura: “Stationary scattering theory for repulsive Hamiltonians”, *J. Math. Phys.* **62** (2021) 061504.
3. T. Adachi, K. Itakura, K. Ito and E. Skibsted: “New methods in spectral theory of N -body Schrödinger operators”, *Rev. Math. Phys.* **33** (2021) 2150015.
4. K. Itakura: “Limiting absorption prin-

ciple and radiation condition for repulsive Hamiltonians”, *Funkcial. Ekvac.* **64** (2021) 199–223.

5. T. Adachi, K. Itakura, K. Ito and E. Skibsted: “Spectral theory for 1-body Stark operators”, *J. Differential Equations.* **268** (2020) 5179–5206.

C. 口頭発表

1. On the absence of eigenvalues close to the real axis for distorted semiclassical repulsive Hamiltonians, 信州微分方程式セミナー, 信州大学, 2025年2月
2. レゾルベントの解析接続による共鳴の特徴づけ/斥力シュレディンガー作用素に対する新たな変形作用素を用いた共鳴解析 (2回講演), 磁場散乱と量子共鳴極に対する準古典解析の新展開, RIMS, 2024年9月.
3. Resonance free domain for repulsive Hamiltonians, スペクトル・散乱 白金シンポジウム, 北里大学, 2024年1月.
4. Resonance free domain for repulsive Hamiltonians and new distortion, 愛媛大学 解析セミナー, 愛媛大学, 2023年12月.
5. On resonances for repulsive Hamiltonians and a new distortion, 微分方程式セミナー, 立命館大学, 2023年11月.
6. Resonances for repulsive Hamiltonians with new distortion, 2nd Chile-Japan Workshop on Mathematical Physics and Partial Differential Equations, サンティアゴ・デ・チレ大学, 2023年9月.
7. On resonances for repulsive Hamiltonians, RIMS 共同研究 線形及び非線形分散型方程式に関する近年の進展, 京都大学数理解析研究所, 2023年5月.
8. 斥力電場内を運動する荷電粒子の散乱解析, 若手数学者交流会 (第4回), AP市ヶ谷, 2023年3月.
9. Strong radiation condition for Stark operators, The 19th Linear and Nonlinear

Waves, 大阪大学, 2022 年 11 月.

10. Strong radiation condition and stationary scattering theory for Stark operators, 作用素論セミナー, 京都大学 (オンライン), 2022 年 6 月.

植田 健人 (UEDA Kento)

A. 研究概要

私の研究テーマは非整数ブラウン運動 (fBm) で駆動される確率微分方程式 (SDE) の数値解析である。

SDE は予測不可能なノイズを持つ時系列データのモデルとしてしばしば用いられる。典型的な SDE はマルコフ過程を取り扱い、また現実世界はミクロ的にはマルコフであると考えられる。一方、経済学、地球物理学、神経科学など、マクロな系で観測されるデータの中には有意な非マルコフ性が観測されるものが存在し、それらの学問における予測を行うために、非マルコフな確率過程モデルが求められる。fBm は典型的な非マルコフ確率過程であり、ハースト指数というパラメータによって非マルコフの度合いを表すことができる。さらに、その fBm によって駆動される SDE (fSDE) はモデルとして高い表現能力を持つ。

そのようなモデルを導入する目的は、その方程式の解によって未来の時系列データを予測する事である。一方で、ほとんどの fSDE はその厳密解を陽的に表すことができない。したがって、数値解を計算する必要があり、解の精度を保証するとともに、より計算量が少なくより正確な数値解法が求められる。

私は数値解法の精度向上のために厳密解と数値解の間の誤差を漸近展開し、その結果を活用した数値解析の補正法について数値実験による実証を行っている。

通常、数値解法の精度を測る最も簡便な指標は収束率であるが、漸近展開は収束率の正確な情報を含むだけでなく、複数の補正法を実行可能にする情報を含む。

それらの補正法は理論上は正しいものであるが、実装が困難、精度を向上させるためにもととの解が高精度である必要があるなど、現実的には実

行が難しい場合もあるため、一つ一つ実験しその他の手法と組み合わせることで、実際に精度が向上するかどうか確かめる必要がある。

My research focuses on the numerical analysis of stochastic differential equations (SDEs) driven by fractional Brownian motion (fBm).

We often use SDE as a model for time series data with unpredictable noise. Typical SDEs deal with Markov processes. Further, the real world is considered to be microscopically Markovian. On the other hand, some data observed in macroscopic systems, such as economics, geophysics, and neuroscience, are significantly non-Markovian, and non-Markovian stochastic process models are required to make predictions in these disciplines. The fBm is a typical non-Markovian stochastic process, and we can express non-Markovianity by a parameter called the Hurst index. Furthermore, the SDE driven by the fBm (fSDE) has high representational power as a model.

We introduce such a model to predict future time series data by solving its equations. On the other hand, most fSDEs cannot represent their exact solutions explicitly. So, we require a numerical solution method that ensures the accuracy of the solution and requires a numerical scheme that is computationally less demanding and more accurate.

To improve the accuracy of the numerical scheme, we have developed an asymptotic expansion of the error between the exact solutions and the numerical solutions. Moreover, we have demonstrated a correction method for the numerical analysis using the results of numerical experiments.

Usually, the simplest measure of the accuracy of a numerical scheme is the convergence rate, but the asymptotic expansion contains accurate information on not only the rate but also information that allows several correction methods to be implemented.

These correction methods are theoretically cor-

rect but may be difficult to implement in practice because they are difficult to implement or the original solution must be highly accurate to improve accuracy. Therefore, it is necessary to experiment with each method individually and combine them with other methods to see if they improve accuracy.

B. 発表論文

1. Ueda, K. “Error Distribution for One-Dimensional Stochastic Differential Equations Driven By Fractional Brownian Motion.”, J Theor Probab 38, 20 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10959-024-01392-8>
2. 植田健人, “冷却器の一次元モデルの数値解法の改良”, 数理科学実践研究レター, LMSR 2023-16, <https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/lmsr/2023/>

C. 口頭発表

1. Correcting numerical solutions of 1D-fSDE using asymptotic error, ラフパス解析の新潮流, 大阪大学工学部, 2025 年 2 月.
2. 1次元 Fractional SDE とその応用, 確率論シンポジウム, 京都大学数理解析研究所, 2024 年 12 月.
3. 1次元 Fractional SDE とその応用, 確率解析とその周辺, 埼玉県さいたま市ソニックシティビル, 2024 年 12 月.
4. 非整数ブラウン運動で駆動される SDE とその数値解析, 確率論ヤングサマーセミナー, 埼玉県小鹿野町西谷津温泉宮本の湯, 2024 年 8 月
5. 非整数ブラウン運動で駆動される確率微分方程式の数値解の漸近展開, 東京確率論セミナー, 東京大学数理科学研究科. 2024 年 6 月
6. 非整数ブラウン運動で駆動される確率微分方程式の数値解析の紹介, 確率論ヤングサマーセミナー, 京都産業大学, 2023 年 8 月
7. Error distribution of Milstein scheme and Crank-Nicholson scheme for SDE driven with fBm, 九州確率論セミナー, 九州大学

理学部. 2023 年 6 月

8. Error distribution of general numerical solution of 1-dim SDE driven by fBm with arbitrary Hurst index, 確率解析とその周辺, 大阪大学工学部, 2022 年 12 月
9. 任意のハースト指数を持つ fBm で駆動される RDE の誤差分布, 確率論ヤングサマーセミナー, 京都大学工学部, 2022 年 8 月
10. Numerical solution and error distribution of 1-dimensional SDE driven by fBm, 確率解析とその周辺, オンライン, 2021 年 11 月

江藤 徳宏 (ETO Tokuhiko)

A. 研究概要

本研究ではユークリッド空間内の厚さのない界面がその幾何学的な量に依存した法速度に従って時間発展する様子を記述する幾何学的発展方程式に対する数値スキームの提案と解析, ならびに輸送方程式の非斉次ディリクレ境界問題に対する解の存在と一意性について議論した. [1] では, \mathbb{R}^2 における 2 相 Mullins–Sekerka 流方程式に対する代用電荷法をベースとした数値計算手法を提案した. この中で, 代用電荷法における第 2 特異点の位置, 拘束点の数, 時間刻み幅が, 全離散スキームにより時間発展する多角形の辺の長さの合計の単調減少性 (曲線短縮性) に寄与することを証明した. さらに多角形の形状に影響を与えない接速度を定義することで, 面積保存性も高精度で担保することができた. 当該数値計算プログラムは, 複数の位相変化が起きた後も実行が継続できるように実装した. [2] では, \mathbb{R}^2 における多相 Mullins–Sekerka 流方程式に対する有限要素スキームを提案し, 当該スキームに現れる連立方程式が可解であることと, 無条件安定であることを示した. さらにスキームを改良することで, 元の問題の古典解が満たす各相の体積保存の性質を全離散スキームが満足できるようにできることも証明し, 数値シミュレーションにより正当性を確認した. [3] では, \mathbb{R}^d 内の滑らかなコンテナ Ω の中で平均曲率に従って運動する $\Gamma(t)$ について, 界面の境界 $\partial\Gamma(t)$ とコンテナの境界 $\partial\Omega$ があらかじめ定めら

れた角度関数 $\theta : \partial\Omega \rightarrow (0, \pi)$ で接触する条件を課した方程式の解を近似するスキームを提案した。2004年に Chambolle によって提案されたエネルギー汎関数に接触角関数 $\beta := -\cos\theta$ に関する境界積分項を加えた $E_h^\beta(u)$ を考察した。この結果、 β の $\partial\Omega$ における平均値が 0 である時、提案されたスキームが Almgren–Taylor–Wang 型エネルギーの最小化元になることがわかった。また今後の数値計算も見据え、Capillary 汎関数 $C_\beta(u)$ の劣微分の特徴づけを行った。提案されたエネルギー最小化問題の正当性を示すため、 $E_h^\beta(u)$ の ∇u と u それぞれに関する第一変分から導出された Neumann 問題を有限差分法で解いて得られる離散関数と厳密解の運動の様子を比較し、スキームの妥当性を数値的にも示した。[4] では、[3] で提案したスキームの $h \rightarrow 0$ における収束性を証明した。そのためにこのスキーム T_h を関数作用素 S_h に翻訳し、Barles–Souganidis らの提案した手法により、元の幾何学的発展方程式に対応する等高面方程式の境界問題の近似解を S_h を用いて構成した。この近似解が等高面方程式の粘性解へ収束することの証明に必要な S_h の生成作用素の評価においては、[3] で得られた $C_\beta(u)$ の劣微分の特徴づけと、 $E_h^\beta(u)$ の最小化元の初期データについての同程度連続性が重要な役割を果たす。[5] では、滑らかでない速度場を持つ輸送方程式を考察した。有界とは限らない滑らかな領域 Ω において、DiPerna–Lions による正規化解理論を拡張することで速度場の発散が本質的に有界であるとき、非斉次ディリクレ条件下での弱解の一意性の証明に成功した。

In this research, we proposed numerical schemes to compute geometric evolution equations, and we showed the existence and uniqueness of weak solutions to the transport equation with inhomogeneous Dirichlet data. In [1], we proposed a numerical scheme based on the charge simulation method for the two-phase Mullins–Sekerka problem in \mathbb{R}^2 . Therein, we proved that the position of the secondary singular points, the number of collocation points and the time step contribute the curve shortening property of the proposed fully discrete

scheme. Moreover, using the uniformly distribute method, we defined a tangential velocity at each vertex and were successful to approximately keep the area of the moving polygon. Incorporating a heuristic surgery into the proposed scheme, we dealt with topological changes of a same phase during the evolution of the polygon. In [2], we proposed a parametric finite element method for the multi-phase Mullins–Sekerka problem in \mathbb{R}^2 and showed solvability of a linear system and unconditional stability of the proposed scheme. We also showed that the proposed scheme can be modified so that the area of each phase is kept in discrete level. We carried out numerical simulations to confirm the validity of the proposed scheme. In [3], we proposed a minimizing movement scheme for the mean curvature flow with prescribed contact angle condition in a smooth bounded domain $\Omega \subset \mathbb{R}^d$ ($d \geq 2$) based on Chambolle’s scheme. To this end, we considered an energy functional $E_h^\beta(u)$ with an additional boundary integral term related to $\beta = -\cos\theta$ and the contact angle θ . We proved that the proposed scheme yields a minimizer of the Almgren–Taylor–Wang type energy if the mean value of β equals zero. Moreover, we characterized the subdifferential of the capillary functional $C_\beta(u)$ for forthcoming numerical computation. To show feasibility of the proposed scheme, we computed the first variation of $E_h^\beta(u)$ with respect to ∇u and u separately and obtained a Neumann boundary problem. We solved this problem using the finite difference method. The numerical results were consistent with well-known behavior of evolving curves under the curve shortening law. In [4], we focused on showing the convergence result of the minimizing movement scheme which was proposed in [3]. To this end, we translated the proposed scheme into a function operator S_h and constructed an approximate solution to the corresponding level-set flow equation using this S_h . To show the convergence of the approx-

imate solution to the unique viscosity solution of the level-set flow equation, it was necessary to derive the generator of S_h . For estimation of the generator of S_h , the characterization of $C_\beta(u)$ and the equi-continuity of the minimizer of $E_h^\beta(u)$ with respect to data played an important role. In [5], we considered a transport equation with inhomogeneous Dirichlet data under non-smooth velocity fields. We extended the DiPerna–Lions theory for renormalized solutions to show the uniqueness of weak solutions.

B. 発表論文

1. T. Eto, Y. Giga: “On a minimizing movement scheme for mean curvature flow with prescribed contact angle in a curved domain and its computation”, *Annali di Matematica Pura ed Applicata* **203** (2024) 1195–1221.
2. T. Eto: “A Rapid Numerical Method for the Mullins–Sekerka Flow with Application to Contact Angle Problems”, *J Sci Comput* **98** (2024) 63.
3. T. Eto, H. Garcke, R. Nürnberg: “A structure-preserving finite element method for the multi-phase Mullins–Sekerka problem with triple junctions”, *Numerische Mathematik* **156** (2024) 1479–1509.
4. T. Eto, Y. Giga: “A convergence result for a minimizing movement scheme for mean curvature flow with prescribed contact angle in a curved domain”, *Advances in Mathematical Sciences and Applications* **34** (2025) 115–147.
5. T. Eto, Y. Giga: “On existence and uniqueness for transport equations with non-smooth velocity fields under inhomogeneous Dirichlet data”, *arXiv:2501.12575* (2025).

C. 口頭発表

1. On a minimizing movement scheme for mean curvature flow with prescribed con-

tact angle condition in a curved domain, 第 25 回東北数学解析シンポジウム ポスターセッション, 北海道大学, 2024 年 2 月.

2. 三重会合点を伴う多相 Mullins – Sekerka 問題に対する構造保存型パラメトリック有限要素スキーム, 日本数学会 2024 年年会, 大阪市立大学, 2024 年 3 月.
3. Numerical computation for geometric evolution equations using deep learning, 第 81 回藤原セミナー 界面と自由境界の数値, ヒルトンニセコビレッジ, 2024 年 6 月.
4. Stability and Volume Conservation in the Multi-Phase Mullins–Sekerka Problem: A Finite Element Perspective, International Conference on Scientific Computation and Differential Equations 2024, National University of Singapore, Singapore, 2024 年 7 月.
5. A Minimizing Movement Scheme for Mean Curvature Flow: Addressing Contact Angles in Regular Domains, 第 49 回札幌偏微分方程式シンポジウム, 北海道大学, 2024 年 8 月.
6. 一般領域における接触角つき平均曲率流に対する最小化スキームの収束, 日本数学会 2024 年度秋季総合分科会, 大阪大学, 2024 年 9 月.
7. 三重会合点を伴う多相 Mullins–Sekerka 問題に対する構造保存型パラメトリック有限要素スキーム, 日本応用数理学会 2024 年年会, 京都大学, 2024 年 9 月.
8. 粘性解理論の導入と異方拡散問題に対する適用可能性について, 希薄プラズマに現れる異方性拡散問題に対する構造保存型数値解法 | 2024a040, 九州大学, 2024 年 10 月.
9. Mean Curvature Flow with Contact Angles: Convergence of the Level Set Formulation to Viscosity Solutions, 京都大学 NLPDE セミナー, 京都大学, 2024 年 12 月.
10. On existence and uniqueness for transport equations with non-smooth velocity fields under inhomogeneous Dirichlet data, 第 26 回東北数学解析シンポジウム

ポスターセッション, 東北大学, 2025 年 2 月.

F. 対外研究サービス

1. 日本応用数学会・学会誌「応用数理」編集委員

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] 中川淳一, 東京大学大学院数理科学研究科社会連携講座『データサイエンスにおける数学イノベーション』が目指すもの, 応用数理, 第 31 巻 第 4 号 176-179 (2021)

- [2] Y. Nakamura, R. Sakamoto, T. Mase, J. Nakagawa, Coordination sequences of crystals are of quasipolynomial type, Acta Cryst., A77, 138148.(2021)

C. 口頭発表

- [1] 中川淳一, 東京大学大学院数理科学研究科 FMSP 社会数理実践研究の紹介, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究集会「材料科学における幾何と代数」, 九州大学, 2021.8.31
- [2] 中川淳一, 東京大学大学院数理科学研究科日本製鉄社会連携講座「データサイエンスにおける数学イノベーション」が目指すもの, JST CRDS 数学と自然科学、工学との協働に関するセミナー, JST Web 講演 2021.2.24
- [3] 中川淳一, 東京大学大学院数理科学研究科 FMSP 社会数理実践研究の紹介, 九州大学マス・フォア・インダストリ研究集会「材料科学における幾何と代数」, 九州大学, 2020.9.8

D. 講義

1. 社会数理先端科学 II： 数学とデータサイエンスの関わりについて 講義を行った。(1) 通常概念の意味でのデータサイエンスにおける数学・統計学の利活用の事例紹介、(2) データの定義を変えて純粋数学者が参画できる議論の場から生まれる新しい数学研究の成果を、スタディグループと FMSP 社会数理実践研究の事例を題材に紹介 (2024 年 10 月 18 日)

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

原子 秀一 (HARAKO Shuichi)

A. 研究概要

シンプレクティック作用をもつある種類の代数において、シンプレクティック元を固定するような導分がなすリー代数たちの系列が知られている。このようなリー代数はシンプレクティック微分リー代数と呼ばれ、associative case $\{a_g\}_g$, Lie case $\{l_g\}_g$, commutative case $\{c_g\}_g$ の 3 つの系列がある。これらの系列にはリー代数構造およびシンプレクティック表現と両立するウェイトと呼

ばれる非負整数による次数付けがあり、ウェイトが正の部分 a_g^+ , l_g^+ , c_g^+ のホモロジー群が決定できれば a_g , l_g , c_g のホモロジー群も決定される。一方で、関数の積が超可換となるように構成される超多様体は、素粒子物理における超対称性の記述に用いられている。超可換性より一般の可換性をもつ代数も知られており σ -可換代数や ρ -可換代数などと呼ばれている。これまでの研究により、関数の積が ρ -可換となるように構成した多様体である ρ -多様体において、逆関数定理や陰関数定理などが成り立つことの証明や \mathbb{Q} 構造にともなうモジュラー類の構成を行なった。本年度は、 ρ -多様体上のシンプレクティック構造について研究した。また、 c_g^+ の 2 次ホモロジー群を決定した論文 1 本が出版された。

For certain algebras with symplectic actions, the series of Lie algebras of derivations which fix a symplectic element are known. Such Lie algebras are called symplectic derivation Lie algebras, consisting of associative case $\{a_g\}_g$, Lie case $\{l_g\}_g$, and commutative case $\{c_g\}_g$. These series are graded by nonnegative integers compatible with the Lie algebra structure and symplectic actions. If the homology group of positive weight parts a_g^+ , l_g^+ , and c_g^+ are determined, then so are the homology group of a_g , l_g , c_g .

Supermanifolds, manifolds constructed as the algebra of functions is supercommutative, are used to describe supersymmetry in particle physics. Algebras with commutativity more general than supercommutativity are also known and are called σ -commutative algebras or ρ -commutative algebras. In my previous research, I have shown the inverse function theorem and the implicit function theorem for ρ -manifolds, which are manifolds defined as the algebra of functions is ρ -commutative, and have constructed the modular class associated with \mathbb{Q} -structures.

This year, I researched a symplectic structure on ρ -manifolds. Moreover, one article determining the second homology group of c_g^+ was

published.

B. 発表論文

1. S. Harako : “On characteristic classes of \mathbb{Q} -manifolds”, 東京大学修士論文 (2020).
2. S. Harako : “Almost Commutative Manifolds and Their Modular Classes”, preprint, arXiv:2206.05709 (2022).
3. S. Harako : “Manifolds Graded by an Arbitrary Abelian Group”, 東京大学博士論文 (2023).
4. S. Harako : “The second homology group of the commutative case of Kontsevich’s symplectic derivation Lie algebra”, J. Pure Appl. Algebra 229(1) (2025), pp. 107841/1-14.

C. 口頭発表

1. An application of almost commutative algebras to graded manifolds, 東北大学幾何セミナー, オンライン, 2022 年 7 月
2. Orientable ρ - \mathbb{Q} -manifolds and their modular classes, トポロジー火曜セミナー, オンライン, 2022 年 10 月
3. Computational results for the symplectic derivation Lie algebras, 日本数学会 2022 年度秋季総合分科会, 北海道大学, 2022 年 10 月
4. The modular class using the Schouten bracket on a ρ -manifold, Poisson 幾何とその周辺, 東京理科大学, 2022 年 12 月
5. Graded Manifolds Whose Functions Are Almost Commutative, The 18th East Asian Conference on Geometric Topology, オンライン, 2023 年 2 月
6. ρ -commutative algebras and their application to graded manifolds, Mapping class groups and Quantum topology, 東広島芸術文化ホール ‘くらら’・東広島市市民文化センター, 2023 年 3 月
7. The modular class of an orientable ρ - \mathbb{Q} -manifold, 日本数学会 2023 年度年会, 中央大学, 2023 年 3 月
8. Graded manifolds with rho-commutative functions, 第 30 回関東若手幾何セミナー,

東京大学, 2023 年 7 月

9. ρ -多様体の上のある Q コホモロジー類の構成, 第 70 回トポロジーシンポジウム, 奈良女子大学, 2023 年 8 月
10. 次数付き多様体におけるモジュラー類の拡張, 横国大幾何トポロジーセミナー, 横浜国立大学, 2024 年 11 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, 2020 年 3 月

横山 聡 (YOKOYAMA Satoshi)

A. 研究概要

ランダムな外力を考慮した現象を表す方程式、特に、1) 確率 Euler、確率 Navier-Stokes 方程式、2) 2 相を分ける界面の揺らぎなどの物理現象に関する確率偏微分方程式を主に研究している。輸送型のノイズをもつ体積保存型の確率 Allen-Cahn 方程式を考察し鋭敏界面極限 (sharp interface limit) を調べ結果を得た ([1])。

I study stochastic partial differential equations describing physical phenomena, in particular, 1) stochastic Euler and Navier-Stokes equations 2) SPDEs for physical phenomena such as fluctuations at the interface separating two phases. We studied a volume-preserving stochastic Allen-Cahn equation with a transport-type noise, and investigated the corresponding sharp interface limit ([1]).

B. 発表論文

1. F. Flandoli and S. Yokoyama: “The effect of transport noise on interface formulation”, Results Math. **79** (2024), no.4, Paper No. 144.
2. S. Yokoyama: “A stochastically perturbed mean curvature flow by colored noise”, J. Theoret. Probab. **34** (2021) 214–240.

博士課程学生 (Doctoral Course Students)

学振 DC1, DC2 : 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)

粟津 光 (AWAZU Hikaru)

A. 研究概要

離散群とその位相空間への作用の従順性について, Banach 環を用いて研究している. これに関し, 作用の従順性と作用から生じる Banach 環の従順性を部分的に結びつけることができた. この研究は 京都大学の小沢登高氏の助言のもと行われ, 4 月ごろにプレプリントの公開を予定している.

離散群 G が従順群であるとは, $\ell^1(G)^{**}$ の中に G -不変で, 正規化された元が存在することを言う. 従順性に関しては幅広い特徴づけが知られているが, 中でも Banach 環を用いた特徴づけに注目してみる. つまり, Johnson の定理「離散群 G が従順であることと, convolution 積による Banach 環 $\ell^1(G)$ が Banach 環として従順であることが同値」が知られている.

ここで, Banach 環 A が従順であるとは, 任意の A - A -Banach bimodule E と, A からその双対への任意の有界線形写像 $D \rightarrow E^*$ で derivation であるようなものに対して, 実は D は inner derivation であるという性質を満たすことをいう.

ここで E^* もまた自然に A - A -bimodule の構造を持つことに注意する. また, D が derivation であるというのは, 任意の $a, b \in A$ に対して, $D(ab) = a.D(b) + D(a).b$ を満たすことをいう. これが inner derivation であるというのは, E^* の元 ϕ が存在して, $D(a) = a.\phi - \phi.a$ と書けることをいう.

従順性の定義は コンパクトハウスドルフ空間への離散群作用に対して拡張されている.

$G \curvearrowright X$ が従順であるとは, 連続写像の net $\{m_i : X \rightarrow \ell^1(G)\}_i$ が存在し, 各 $m_i(x)$ は G 上の確率測度であって, 各 $g \in G$ に対して

$$\sup_{x \in X} \|m_i(g.x) - g.(m_i(x))\|_{\ell^1(G)} \xrightarrow{i} 0$$

を満たすことをいう. これは Banach 空間

$(\ell^1(G) \otimes_{\varepsilon} CX)^{**}$ の中に G -不変な元で特別なものが存在すると言い換えられることが知られていた.

ここで CX は X 上の連続関数のなす C^* -環であり, \otimes_{ε} は Banach 空間の injective テンソル積である.

$\ell^1(G) \otimes_{\varepsilon} CX$ は群作用を加味した convolution 積を考えることで Banach 環になる. これの従順性に関して, 私は次の結果を得た;

以下は同値;

1. $G \curvearrowright X$ が従順作用
2. $\ell^1(G) \otimes_{\varepsilon} CX$ は CX - ℓ^1 -geometric amenable(従順) である.

ここで CX - ℓ^1 -geometric amenable というのは, $\ell^1(G) \otimes_{\varepsilon} CX$ の Banach bimodule E について, CX の E への作用に関する 解析的などある制約が満たされているならば, $\ell^1(G) \otimes_{\varepsilon} CX$ から E^* への derivation は inner に限られる, という定義で従順性の一種の弱い形である.

I have been studying the amenability of discrete groups and their actions on topological spaces using Banach algebras. In this context, I partially related the amenability of the action to the amenability of the Banach algebra arising from the action.

This research was carried out under the advice of N.Ozawa of Kyoto University, and I plan to release a preprint around April.

Among discrete groups, one particularly useful and broad class is that of amenable groups. Various characterizations of amenability are known, but here I focus on the one using Banach algebras. In other words, Johnson's theorem— a discrete group G is amenable iff the Banach algebra $\ell^1(G)$ (equipped with the convolution product) is amenable as a Banach

algebra—is well known.

Here, we say that a Banach algebra A is *amenable* if, for any A - A Banach bimodule E and any bounded linear map $D: A \rightarrow E^*$ that is a derivation, D is necessarily an inner derivation.

Note that E^* also naturally carries an A - A bimodule structure. Furthermore, saying that D is a derivation means that for any $a, b \in A$, it satisfies

$$D(ab) = a.D(b) + D(a).b.$$

And being an inner derivation means that there exists an element $\phi \in E^*$ such that

$$D(a) = a.\phi - \phi.a$$

Now, amenability has also been extended to actions of discrete groups on compact Hausdorff spaces.

An action $G \curvearrowright X$ is said to be *amenable* if there exists a net of continuous maps $\{m_i: X \rightarrow \ell^1(G)\}_i$ such that each $m_i(x)$ is a probability measure on G , and for each $g \in G$ one has

$$\sup_{x \in X} \|m_i(g.x) - g.(m_i(x))\|_{\ell^1(G)} \xrightarrow{i} 0.$$

It is known that this condition can be rephrased as the existence of a special G -invariant element in the bidual of the Banach space $(\ell^1(G) \otimes_\varepsilon CX)^{**}$.

Here, CX denotes the C^* -algebra of continuous functions on X , and \otimes_ε denotes the injective tensor product of Banach spaces.

The space $\ell^1(G) \otimes_\varepsilon CX$ becomes a Banach algebra when we consider a convolution product twisted by the G -action on X .

Regarding the amenability of this Banach algebra, I obtained the following are equivalent:

1. The action $G \curvearrowright X$ is amenable.
2. $\ell^1(G) \otimes_\varepsilon CX$ is CX - ℓ^1 -geometrically amenable

Here, CX - ℓ^1 -geometric amenability means the following:

For any Banach bimodule E over $\ell^1(G) \otimes_\varepsilon CX$, if a certain analytic condition of the CX -action on E is satisfied, then every derivation from $\ell^1(G) \otimes_\varepsilon CX$ into E^* must be inner.

This is a weaker form of amenability.

B. 発表論文

1. H. Awazu : “Amenability of group actions on compact spaces and the associated Banach algebras”, arXiv: 2504.08357(2025)

C. 口頭発表

1. 群のウェッジ和とその表現, 2022 関数解析研究会, キャンパスプラザ京都, 2022 年 9 月.
2. Wedged products of graphs and groups, 2023 関数解析研究会, 京都工芸繊維大学, 2023 年 9 月.
3. Amenability と 群の bounded cohomology, 2024 第 20 回数学総合若手研究集会～数学の交叉点～, 北海道大学, 2024 年 3 月.
4. 群作用の従順性と Banach 環の従順性について, 2024 関数解析研究会, 北海道大学, 2024 年 9 月.
5. Amenability of Discrete Group Actions on Compact Hausdorff Spaces and Arising Banach Algebras, 2025 第 8 回数理解新人セミナー, 名古屋大学, 2025 年 2 月.
6. Amenability of group actions and Banach algebras, 2025 日本数学会, 早稲田大学, 2025 年 3 月.

磯部 伸 (ISOBE Noboru)

(学振 DC1)

(WINGS-FMSP

コース生)

A. 研究概要

巷で流行している ChatGPT に代表されるような現代の人工知能にとって、深層学習 (Deep Learning) と呼ばれる数理モデルは、不可欠な要素技術である。ここで、深層学習は、Deep Neural Net-

work (DNN) という、非線形写像を逐次的に合成する関数モデルを、「学習」、つまり、数理最適化することである。DNN については、万能近似定理や汎化誤差評価といった理論的な解析が進展している。他方、「学習」に関しては、DNN が関数合成から構成されていることが障壁となり、一般的な設定における解析が発展途上になってしまっている。この困難を克服しようと、DNN の逐次的な関数合成を、ある ODE の離散化とみなす見方が持ち込まれている。この ODE 化された DNN は ODE-Net と呼ばれる。しかしながら、このように DNN を ODE-Net に取り換えた際には、ODE-Net に適合する「学習」の定式化や解析の枠組みを、新たに確立する必要がある。以上の必要性に動機づけられ、今年度は次の四つの研究を行った：

1. 条件付き生成と呼ばれる、未知の条件付確率測度に従うサンプルを近似する問題に対して、昨年度我々は Extended Flow Matching と呼ばれる方法論を確立した。しかしながら、昨年度提案したアルゴリズムには、実用的な性能が既存手法に比べて劣っているという欠点があった。そこで今年度は、「近似対象の条件付確率測度は、条件に関して滑らかに変化する」という帰納的なバイアスを導入したアルゴリズムを提案した。具体的には、Wasserstein 空間値写像に対する Dirichlet energy を最小化するように（学習に用いる）バッチを構成する。その最小化は、Multi-marginal Optimal Transport (MMOT) Problem を解くことによって達成される。この求解は一般に NP 困難であるが、我々はさらに Graphical model による MMOT の簡略化と、信念伝播法を用いることで、feasible に解くことができる。
2. 一昨年我々が確立した ODE-Net の学習に類似する、平均場ゲームと呼ばれる変分問題に対するアルゴリズムの研究を行った。平均場ゲームに対しては、エントロピー正則化により学習の収束性が向上することが実験的に知られていたが、理論保証は限定的であった。そこで我々は、Kullback-Leibular (KL) ダイバージェンスによって

正則化した平均場ゲームに対する、鏡像降下法と呼ばれる学習手法が、最適解に指数レートで収束することを初めて証明した。

3. 最適輸送そのものに対する研究も行った。具体的には、離散最適輸送におけるコスト行列に、階層的な構造があるような問題を、String Diagram によって定式化した。この定式化は、コスト行列間のある代数を誘導し、さらに、効率的な数値計算法も導く。
4. ODE-Net の学習過程は、距離空間上の勾配流で定式化された。この過程を、複数の ODE-Net が競合的に学習するようなマルチエージェント学習の設定に拡張するために、距離空間上の勾配流そのものの研究を実施した。やや具体的には、距離空間上の鞍点問題を解くための flow を定式化し、その存在と収縮性を確立した。

Modern artificial intelligence, exemplified by the popular ChatGPT, fundamentally relies on deep learning—a mathematical model indispensable for technology. Deep learning involves "learning," or mathematically optimizing, a function model that sequentially composes non-linear mappings called Deep Neural Networks (DNNs). Although theoretical analyses like the universal approximation theorem and generalization error evaluations have progressed for DNNs, their compositional nature poses analytical challenges in general settings. To overcome this, DNNs have been viewed as discretizations of certain ODEs, leading to ODE-Nets. However, replacing DNNs with ODE-Nets necessitates establishing new learning formulations and analytical frameworks suited to them.

Motivated by this need, we conducted the following four studies this fiscal year:

1. For conditional generation—approximating samples from an unknown conditional probability measure—we previously developed the Extended Flow Matching methodology but found its practical performance lacking. This

year, we proposed an algorithm with the inductive bias that the target conditional probability measure changes smoothly with the condition. We constructed learning batches to minimize the Dirichlet energy for mappings in the Wasserstein space, achieved by solving the Multi-marginal Optimal Transport (MMOT) problem. Despite its general NP-hardness, we made it feasible by simplifying MMOT using graphical models and applying belief propagation.

2. We explored algorithms for mean field games, variational problems akin to learning in ODE-Nets. While entropy regularization was known to empirically improve convergence, theoretical guarantees were limited. We proved that mirror descent methods applied to mean field games regularized by the Kullback–Leibler (KL) divergence converge exponentially to the optimal solution.
3. We researched optimal transport by formulating problems where the cost matrix in discrete optimal transport has a hierarchical structure, using string diagrams. This induced an algebra among cost matrices and led to efficient numerical algorithms.
4. We extended the formulation of learning of ODE-Net to a multi-agent learning setting where multiple ODE-Nets learn competitively. We studied gradient flows on metric spaces, formulated flows to solve saddle point problems, and established their existence and contraction properties.

B. 発表論文

1. N. Isobe and M. Okumura, “Variational Formulations of ODE-Net as a Mean-Field Optimal Control Problem and Existence Results”, *Journal of Machine Learning* **3** (2024), 413–444.

2. N. Isobe, “A convergence result of a continuous model of deep learning via Łojasiewicz–Simon inequality”, *arXiv:2311.15365* (2024).
3. N. Isobe and S. Shimoyama, “On gradient descent-ascent flows in metric spaces”, *arXiv:2506.20258* (2025).
4. N. Isobe, M. Koyama, J. Zhang, K. Hayashi, and K. Fukumizu, “Extended Flow Matching: a Method of Conditional Generation with Generalized Continuity Equation”, *arXiv:2402.18839* (2024).
5. K. Fukumizu, T. Suzuki, N. Isobe, K. Oko, and M. Koyama, “Flow matching achieves almost minimax optimal convergence”, *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Learning Representations (ICLR)* (2025).
6. K. Watanabe and N. Isobe, “String Diagram of Optimal Transports”, *arXiv:2408.08550* (2024).
7. N. Isobe, K. Abe, and K. Ariu, “Last Iterate Convergence in Monotone Mean Field Games”, *arXiv:2410.05127* (2024).
8. K. Watanabe and N. Isobe, “Sinkhorn Algorithm for Sequentially Composed Optimal Transports”, *arXiv:2412.03120* (2024).

C. 口頭発表

1. Noboru Isobe, “A Convergence Result of a Continuous Model of Deep Learning via Łojasiewicz–Simon Inequality” (invited), Differential Equations for Data Science, Kyoto, Japan, February 11-13, 2025
2. 磯部伸, 阿部拳之, 蟻生開人, “Last Iterate Convergence in Monotone Mean Field Games” (ポスター発表), 第 27 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2024), さいたまソニックシティ, 2024 年 11 月 4 日-7 日
3. 磯部伸, 下山翔, “A system of evolution variational inequalities on metric spaces

and an exponential convergence of gradient descent ascent flows on Wasserstein space” (ポスター発表), 第 27 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2024), さいたまソニックシティ, 2024 年 11 月 4 日-7 日

4. 渡邊知樹, 磯部伸, “String Diagram of Optimal Transports” (ポスター発表), 第 27 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2024), さいたまソニックシティ, 2024 年 11 月 4 日-7 日
5. Noboru Isobe, “Deep Learning meets Evolution Equations” (invited), Applied Mathematics Freshman Seminar 2024, Kyoto, Japan, November 2-4, 2024
6. 磯部伸, “A convergence result of a continuous model of deep learning via Lojasiewicz–Simon inequality”, 機械学習若手の会 (YAML), ホテルリステル浜名湖, 2024 年 9 月 21 日-23 日
7. 磯部伸, “条件付き生成のための拡張フローマッチング”, 応用数学会 2024 年度年会, 京都大学, 2024 年 9 月 14 日-16 日
8. Noboru Isobe, “Mathematical Analysis of Deep Learning ~from a viewpoint of numerical analysis ~”, Numerical methods for spectral problems: theory and applications, Guizhou, China, August 5-9, 2024
9. Noboru Isobe, “A convergence result of a continuous model of deep learning via Lojasiewicz–Simon inequality” (poster), Fourth Symposium on Machine Learning and Dynamical Systems, Fields Institute, Toronto, Canada, July 8-12, 2024
10. Noboru Isobe, “A convergence result of a continuous model of deep learning via Lojasiewicz–Simon inequality”, Summer School on Optimal Transport, Stochastic Analysis and Applications to Machine Learning, KAIST, Korea, June 3-7, 2024

F. 対外研究サービス

1. 九州大学マスコアインダストリ 若手・学生研究-短期共同研究「数値解析と機械学習の協同が拓く新時代の数理科学」 研究代表者

G. 受賞

1. 2024 年度 第 26 回北東数学解析研究会 優秀ポスター賞
2. 2023 年度 情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2023) 優秀プレゼンテーション賞
3. 2022 年度 日本数学会応用数学研究奨励賞, 2023 年 3 月
4. 情報理工学系研究科長賞, 2022 年 3 月
5. 工学部長賞, 2020 年 3 月

伊藤 慧 (ITO Kei)

A. 研究概要

私は離散時間の力学系の非可換化を研究している。具体的には、複素力学系や自己相似写像に付随する梶原–綿谷代数とその自然な極大可換部分代数について研究している。

離散力学系の非可換化は 2000 年に Deaconu と Muhly が定義を与えた。彼らの定義では力学系の写像の局所同相になっている部分のみが使われており、分岐点の情報が欠落していた。分岐点の情報を保持するように定義を改めたのが梶原と綿谷である。

力学系とは空間とその変換の組である。力学系のベースとなる空間の情報は、力学系の非可換化に可換部分代数として取り込まれる。非可換測度論からのアナロジーで、この可換部分代数はカルタン部分代数であることが期待される。Deaconu–Muhly 代数ではこの期待が正しいことが定義から直ちに従う。ところが、梶原–綿谷代数も期待通りであるかは未解決であった。

論文 1 では、複素力学系に付随する梶原–綿谷代数が期待通りに振舞うための必要十分条件を与えた。特に、カルタン部分代数になるとは限らないことを示した。

論文 2 では、自己相似写像に付随する梶原–綿谷代数について調べた。期待通りに振舞うとは限らないどころか、一般にはベースの空間に対応する

可換部分代数が極大になるとも限らないことを示した。

I study the noncommutative counterpart of discrete-time dynamical systems. Specifically, I am investigating the Kajiwara – Watatani algebra associated with complex dynamical systems and self-similar maps, along with its natural maximal abelian subalgebra.

The noncommutative formulation of discrete dynamical systems was introduced by Deaconu and Muhly in 2000. In their definition, only the locally homeomorphic parts of the system’s map were considered, resulting in the loss of branch point information. Kajiwara and Watatani revised this definition to retain information about branching points.

A dynamical system is a pair consisting of a space and its transformation. The information of the base space in a dynamical system is incorporated into the noncommutative counterpart as a commutative subalgebra. By analogy with noncommutative measure theory, this commutative subalgebra is expected to be a Cartan subalgebra. In the case of the Deaconu – Muhly algebra, this expectation follows directly from the definition. However, whether the Kajiwara – Watatani algebra behaves as expected remained unresolved.

In Paper 1, I provided a necessary and sufficient condition for the Kajiwara – Watatani algebra associated with a complex dynamical system to behave as expected. In particular, I demonstrated that it does not necessarily become a Cartan subalgebra.

In Paper 2, I examined the Kajiwara – Watatani algebra associated with self-similar maps. I showed that not only does it not necessarily behave as expected, but also that the commutative subalgebra corresponding to the base space is not always maximal in general.

B. 発表論文

1. K. Ito : “ Cartan subalgebras of C^* -algebras associated with complex dy-

namical systems’ ’ , Journal of Operator Theory, arXiv: 2303.14860.

2. K. Ito : “Cartan subalgebras of C^* -algebras associated with iterated function systems’ ’ , preprint, 2025, arXiv: 2501.04127.

C. 口頭発表

1. 力学系に付随する C^* 代数の Cartan 部分代数, 東大作用素環セミナー, 東京大学, 2022 年 4 月.
2. Cartan subalgebras of Kajiwara–Watatani algebras, 作用素環論の最近の進展, 京都大学, 2022 年 9 月.
3. Unity of two kinds of Kajiwara–Watatani algebras, 京都作用素環セミナー, 京都大学, 2022 年 10 月.
4. Cartan subalgebras of C^* -algebras associated with complex dynamical system, 量子解析セミナー, 名古屋大学, 2022 年 11 月.
5. Diagonal subalgebras of Kajiwara – Watatani algebras associated with self-similar maps, 2024 年度関数解析研究会, 北海道大学, 2024 年 9 月.
6. Diagonals of C^* -algebras, 東大作用素環セミナー, 東京大学, 2024 年 10 月.

今井 湖都 (IMAI Koto)

A. 研究概要

K を等標数 $p > 0$ の局所体、 L/K を K の有限次 Galois 拡大とする。

L/K の分岐群の計算は、 L/K が可換な場合については Brylinski によって 1983 年になされているが、非可換の場合については部分的な結果に留まっている。例えば、1998 年に Abrashkin によって K の極大 p 拡大の分岐群を、Galois 群の降中心列の p 番目にあたる部分群で割った商群が計算され、Galois 群の生成元を用いて書き表された。私の研究の目標は、任意の有限次非可換 p 拡大の分岐群を計算する方法を確立することである。

修士論文では、Galois 群の構造を絞って分岐群を

計算した。現在は、より一般の非可換の場合について、Abrashkin と私の修士論文の手法を組み合わせで解決することを目指している。

Let K be a local field of equal characteristic $p > 0$ and let L/K be a finite Galois extension of K .

The concrete calculation of the ramification filtration of L/K was given by Brylinski in 1983 in the cases where L/K is commutative. However, in the cases where the extension is non-commutative, it is only partially calculated. For example, the upper ramification groups were calculated by Abrashkin for the Galois group of the maximal p -extension of K modulo p -th term of lower central series of the Galois group, in terms of the generators of the Galois group. The aim of my research is to establish the method to calculate the filtration for any finite non-commutative p -extension of K .

In my master's thesis, I calculated the ramification filtration only for extensions whose Galois groups have some specific structure. I am presently trying to solve the general non-commutative case by combining Abrashkin's method with that of my master's thesis.

B. 発表論文

1. K. Imai: "Ramification groups of some finite Galois extensions of maximal nilpotency class over local fields of positive characteristic", arXiv:2102.07928, (2021).

C. 口頭発表

1. 正標数の局所体上の冪零度最大のある有限 Galois 拡大の分岐群 Ramification groups of some finite Galois extensions of maximal nilpotency class over local fields of positive characteristic, 第 20 回広島仙台整数論集会, Zoom によるオンライン開催, 2021 年 7 月.
2. On ramification groups of non-commutative finite Galois extensions

over local fields of positive characteristic, East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics, 中国・復旦大学, 2024 年 1 月.

王 沛鐸 (WANG Peiduo)

(学振 DC2)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

私は高次元の Berkovich 空間上の p 進微分方程式 (∇ -加群) を研究する。 K を混標数 $(0, p)$ の完備な非 Archimedes 付値体とする。一次元 p 進穴あき円板上の ∇ -加群についての分解定理 (p 進 Fuchs 定理とも呼ばれる) は、 p 進非 Liouville 差の条件のもとで Christol と Mebkhout により示された。Gachet はこの定理を高次元の場合に一般化した。一方、Kedlaya と志甫は一次元の p 進 Fuchs 定理をより一般化した。さらに、 X が smooth であるとし、 Σ を \overline{K}^n の部分集合とする。志甫は X に対する準開多重穴あき円板上の Σ -unipotent 対数的 ∇ -加群を研究した。特に、 X の Shilov 境界が一点からなる場合、彼は「generization」と呼ばれる命題を証明した。私の修士論文 “On generalized Fuchs theorem over p -adic polyannuli” においては、高次元における一般化された p 進 Fuchs 定理を示した。今年は p 進相対多重穴あき円板上の Robba 条件を満たす連続な局所自由 (対数的) ∇ -加群に対して、(一般化) p 進 Fuchs 定理をいくつかの状況で証明する。まず、指数が p 進非 Liouville 差の条件を満たす場合に絶対対数的 ∇ -加群に対する p 進 Fuchs 定理を証明し、志甫の結果を一般化する。次に、ファイバー上で Σ -semi-constant である相対 ∇ -加群に対する一般化 p 進 Fuchs 定理を証明する。さらに、基底の微分が特別な形をしている場合に、絶対 ∇ -加群に対する一般化 p 進 Fuchs 定理を証明する。また、Christol-Mebkhout と Dwork による指数の二つの定義が一致することを示し、指数全体の集合が一つの弱同値類と一致することを証明する。

I study p -adic differential equations (∇ -modules) over high dimensional Berkovich

spaces. Let K be a complete nonarchimedean valuation field of mixed characteristic $(0, p)$. Christol and Mebkhout proved the decomposition theorem (the p -adic Fuchs theorem) of ∇ -modules on one dimensional p -adic annuli under certain non-Liouvilness assumption and Gachet generalized it to higher dimensional cases. On the other hand, Kedlaya and Shiho proved a generalization of the p -adic Fuchs theorem in one dimensional case. We proved Kedlaya's generalized version of p -adic Fuchs theorem in higher dimensional cases in my master thesis "On generalized Fuchs theorem over p -adic polyannuli". Now we further assume that X is smooth and let Σ be a subset of \overline{K}^n . Shiho studied Σ -unipotent logarithmic ∇ -modules on quasi-open polyannuli relative to X . In particular, when X has one-point Shilov boundary, he proved a proposition called "generization". In this year, we study coherent locally free (logarithmic-) ∇ -modules on relative p -adic polyannuli satisfying the Robba condition and prove several criteria for decomposition of such (logarithmic-) ∇ -modules. Firstly we prove the p -adic Fuchs theorem for absolute logarithmic ∇ -modules where the exponents have non-Liouville differences, which generalizes a result of Shiho. Secondly, we prove a generalized p -adic Fuchs theorem for relative ∇ -modules which are semi-constant on fibers. We also prove a generalized p -adic Fuchs theorem for absolute ∇ -modules, when the derivation on the base has some specific form. Moreover, we prove the coincidence of two definitions of exponents due to Christol-Mebkhout and Dwork and prove that the set of exponents forms exactly one weak equivalence class.

B. 発表論文

1. Peiduo WANG: "On generalized Fuchs theorem over p -adic polyannuli", *Tohoku Math. J.*, 76(4):483-520, 2024.
2. Peiduo WANG: "On generalized Fuchs theorem over relative p -adic polyannuli", submitted to *Tohoku Mathemat-*

ical Journal.

C. 口頭発表

1. "On generalized Fuchs theorem over p -adic polyannuli", 東京大学代数学コロキウム, 東京, 2022年4月.
2. "On generalized Fuchs theorem over p -adic polyannuli", 第21回仙台広島整数論集会, 仙台, 2022年7月.
3. "On generalized Fuchs theorem over p -adic polyannuli", 代数的整数論とその周辺, 京都, 2022年12月.
4. "On generalized Fuchs theorem over p -adic polyannuli", Number theory seminar, Fourier institute, Grenoble University Alpes, France, 2023年11月.

小菅 亮太郎 (KOSUGE Ryotaro)

A. 研究概要

写像類群は向きづけられた曲面束を司る構造群であり, その群のコホモロジーは曲面束の特性類として重要な研究対象である. 私はその中でも Chillingworth 部分群と呼ばれる対象を研究している. 曲面の写像類群の Chillingworth 部分群 $Ch_{g,1}$ は, 写像類群の曲面上のベクトル場および曲面の単位接束へのホモロジカルな作用をもとにして定まる部分群であり, 幾何学的に面白い対象であるがその群構造についてはあまり調べられてこなかった. 私はこの研究を通し Chillingworth 部分群の有理可換可 $H_1(Ch_{g,1}; \mathbb{Q})$ の写像類群加群としての構造の決定した. とくに Chillingworth 部分群の可換化の自由部分は, Johnson 準同型の制限 $\tau_{g,1}(1): Ch_{g,1} \rightarrow U \subset \bigwedge^3 H$ および森田茂之氏による Casson-Morita 準同型写像 $d: Ch_{g,1} \rightarrow 8\mathbb{Z}$ によって与えられることがわかった. また Casson-Morita 準同型写像の核を二つの群に対する交換子群と正規閉包などの積で具体的に表すことができた. また, 一般の多様体の写像類群における自由群の自己同型群における Chillingworth を導入し, 特に $S^1 \times S^2$ の n 個の連結和で表される基点付き三次元多様体 $(M_n, *)$ の写像類群を考察することで自由群の自

己同型群の Chillingworth 部分群を幾何的に解釈することができた. またこれらの Chillingworth 部分群の構造についても研究し, ある仮定のもとで有理可換化の構造も決定した. この場合には自由群の自己同型群の IA-自己同型群 (Torelli 群の対応物) に対する Johnson 準同型の制限によって与えられる.

The mapping class group of a surface is the structural group of oriented surface bundles, and its cohomology is an important subject of study as the characteristic classes of surface bundles. I have been studying an object called the Chillingworth subgroup in this context. The Chillingworth subgroup of the mapping class group of surfaces, $Ch_{g,1}$, is defined based on the action of the mapping class group on the set of homotopy classes of vector fields on the surface and on the (co)homology of the unit tangent bundle of the surface. Although it is a geometrically interesting object, its group structure has not been extensively studied. Through this research, I have determined the structure of the rational abelianization $H_1(Ch_{g,1}; \mathbb{Q})$ as a mapping class group module. In particular, it turned out that the free part of the abelianization of the Chillingworth subgroup is given by the restriction of the Johnson homomorphism $\tau_{g,1}(1): Ch_{g,1} \rightarrow U \subset \bigwedge^3 H$, and by the Casson–Morita homomorphism $d: Ch_{g,1} \rightarrow 8\mathbb{Z}$, introduced by Shigeyuki Morita. Moreover, I was able to express the kernel of the Casson–Morita homomorphism explicitly as a product involving the commutator subgroup for two groups and the normal closure, among other factors. Furthermore, I introduced the notion of the Chillingworth subgroups for the mapping class groups of general manifolds as well as for the automorphism groups of free groups. In particular, by considering the mapping class group of the pointed 3-manifold $(M_n, *)$, which is represented as the connected sum of n copies of $S^1 \times S^2$, I was able to provide a geometric in-

terpretation of the Chillingworth subgroups of the automorphism groups of free groups. I also studied the structure of these Chillingworth subgroups and, under certain assumptions, determined the structure of their rational abelianizations. In this case, the structure is given by the restriction of the Johnson homomorphism to the IA-automorphism group of the free group (the analogue of the Torelli group).

B. 発表論文

1. 小菅亮太郎: “曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について”, 修士論文.
2. Ryotaro Kosuge: “The rational abelianization of the Chillingworth subgroup of the mapping class group of a surface”, arXiv preprint 2305.11767, submitted.
3. 小菅亮太郎: “Studies on Chillingworth subgroups of mapping class groups and Andreadakis–Johnson filtrations via Bar cohomology”, 博士論文.

C. 口頭発表

1. 曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について, Groups in Low-Dimensional Topology, 東京大学大学院数理科学研究科 (オンライン), 2022 年 3 月.
2. 曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について, 早稲田双曲幾何幾何学的群論セミナー, 早稲田大学教育学部数学科, 2022 年 4 月.
3. 曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について, 広島大学 トポロジー・幾何セミナー, 広島大学理学部 (オンライン), 2022 年 5 月.
4. 曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について, 関東若手幾何セミナー, 早稲田大学理工学部, 2022 年 6 月.
5. 曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について, 拡大 KOOK セミナー 2022, 神戸大学 (ハイブリッド), 2022 年 8,9 月.
6. 曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について, 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 (オンライン), 2022 年 9 月.

7. The rational abelianization of the Chillingworth subgroup of the mapping class group of a surface, The 18th East Asian Conference on Geometric Topology, 蘇州大学 (中国, オンライン), 2023 年 2 月.
8. The rational abelianization of the Chillingworth subgroup of the mapping class group of a surface, Mapping class groups and Quantum topology, 東広島芸術文化ホール “くらら”, 東広島市市民文化センター, 2023 年 3 月.
9. The rational abelianization of the Chillingworth subgroup of the mapping class group of a surface, Intelligence of Low-dimensional Topology, 京都大学数理解析研究所, 2023 年 5 月.
10. The rational abelianization of the Chillingworth subgroup of the mapping class group of a surface, Mapping class groups: pronilpotent and cohomological approaches, The SwissMAP Research Station in Les Diablerets(スイス), 2023 年 9 月.
11. 高次元の多様体の写像類群のねじれ 1-コサイクルとその幾何的構成, 佐賀創発数理セミナー, 佐賀大学理工学部, 2024 年 6 月.
12. Rational abelianizations of Chillingworth subgroups of mapping class groups and automorphism groups of free groups, トポロジー火曜セミナー, 東京大学大学院数理科学研究科, 2025 年 1 月.

齋藤 勇太 (SAITO Yuta)

(FMSP 生)

A. 研究概要

ガロア表現は代数多様体のエタールコホモロジーなどに自然に現れるが複雑な構造を持つ, 数論における重要な研究対象であるが, これを調べる道具の一つとして (φ, Γ) 加群がある. これに関して, 近年円分的 (φ, Γ) 加群のモジュライスタックの構成が [EG23] で行われ, これを受けて [EGH] にて圏論的 p 進ラングランズ対応の議論が展開された. 円分的 (φ, Γ) 加群のモジュライスタックは

既存のガロア表現のモジュライ理論である変形環の理論の一般化になっており, $\text{mod } p$ のガロア表現を固定しないグローバルなガロア表現のモジュライ理論となっている. そして, 最近では志村多様体などを用いて幾何的なラングランズ対応の研究が行われているが, この近年構成された円分的 (φ, Γ) 加群のモジュライスタックを用いることで圏論的な視点からのラングランズ対応の研究が新たに展開され始めているということだ.

さて, 円分的 (φ, Γ) 加群は \mathbf{Q}_p 上のガロア理論を調べるために非常に有用な道具であるが, より一般の p 進局所体 F 上のガロア表現を調べるためには別種の (φ, Γ) 加群の理論が必要であると目されており, そのようなものの一つに Lubin–Tate (φ, Γ) 加群がある. これは円分拡大の代わりに類体論で重要な役割を持つ Lubin–Tate 拡大を用いて構成されるような (φ, Γ) 加群である. Lubin–Tate (φ, Γ) 加群のモジュライスタックは, バナッハな場合については Dat Pham 氏により構成されているが, 解析的なロバ環上の (φ, Γ) 加群のモジュライスタックに関してはまだ構成されておらず, これに関して研究を行った結果一定の結果を得たので現在論文を執筆中である.

参考文献

- [EG23] M. Emerton, T. Gee, *Moduli Stacks of Étale (φ, Γ) -Modules and the Existence of Crystalline Lifts*, Annals of Mathematics Studies, Vol.215, Princeton University Press, 2023.
- [EGH] M. Emerton, T. Gee, and E. Hellmann, *An introduction to the categorical p -adic Langlands program*, Notes from the I. H. E. S. Summer School on the Langlands program, 2022.

Galois representations are an important research object in number theory, appearing naturally in the étale cohomology of algebraic varieties, etc. One of the tools to study Galois representations, which have complex structures, is the (φ, Γ) -modules. Recently, a moduli stack of circular (φ, Γ) -modules has been constructed in [EG23]. This led to the discussion

of the categorical p -adic Langlands correspondence in [EGH]. The moduli stack of circular (φ, Γ) -modules is a generalization of the existing moduli theory of Galois representations, the theory of deformation rings, and is a moduli theory of global Galois representations without fixing the Galois representations of mod p . As a result, while geometric Langlands correspondences have been studied using Shimura manifolds and so on, this moduli stack has started to develop a new study of Langlands correspondences from a categorical viewpoint.

Now, the circular (φ, Γ) -modules are a very useful tool to study Galois theory on \mathbf{Q}_p , but to study Galois representations over a more general p -adic local field F , some different kind of (φ, Γ) -modules is needed. One such is the theory of Lubin–Tate (φ, Γ) -modules. These are (φ, Γ) -modules that are constructed by using the Lubin–Tate extension, which plays an important role in class field theory, instead of the circular extension. The moduli stack of Lubin–Tate (φ, Γ) -modules has been constructed by Dat Pham for the Banach case, but for the analytic case, i.e., the moduli stack of (φ, Γ) -modules over Robba ring has not been constructed yet. We have been working on this recently.

B. 発表論文

1. Y. Saito, *Overconvergent Lubin–Tate (φ, Γ) -modules for different uniformizers*, Int. J. Number Theory 19 (2023), 1553–1562.

C. 口頭発表

1. Overconvergent Lubin–Tate (φ, Γ) -modules for different uniformizers, 代数学コロキウム, 2021年1月.

佐々木 悠矢 (SASAKI Yuya)

A. 研究概要

複素代数多様体の点の Hilbert scheme について、特にその自己同型について研究を行っている。複素代数多様体 X に対して、その n 点の Hilbert scheme $X^{[n]}$ の自己同型が、 X の自己同型により誘導されるとき、その自己同型は自然であると言われる。私は、単純アーベル曲面と、その n 点の Hilbert scheme の自己同型であって、その自己同型が big diagonal を保つが、自然でないものを構成した。この例は、Belmans, Oberdieck, Rennemo らによって提起された Hilbert scheme の自己同型の自然性と、big diagonal の関係に関する疑問に対する否定的な回答を与えている。

この観点から、上で構成された例について、その力学的性質を調べることが重要であると考えられる。そのため、私は上で構成した単純アーベル曲面に対して、その対称積の自己同型群を決定した。

I study the Hilbert scheme of points of complex algebraic varieties, especially automorphisms of it. For a complex algebraic variety X , an automorphism of the Hilbert scheme $X^{[n]}$ of n points of X is said to be natural if it is induced by that of X . And I constructed a simple abelian variety and an automorphism of the Hilbert scheme of n points of it such that the automorphism preserves the big diagonal but nonnatural. This example gives a negative answer to the question posed by Belmans, Oberdieck, and Rennemo stating the relation between naturality of automorphisms of the Hilbert scheme of points and the big diagonal.

From this point of view, studying the dynamical properties for above varieties can be important. So I determined the automorphism group of the symmetric product of above simple abelian varieties.

B. 発表論文

1. Y. Sasaki : “Nonnatural automorphisms of the Hilbert scheme of two points of some simple abelian varieties“, *Boll.*

Unione Mat. Ital., 2024.

2. Y. Sasaki : “On naturality of automorphisms of Hilbert schemes of points of simple abelian varieties“, 東京大学博士論文, 2024.

C. 口頭発表

1. Nonnatural automorphisms of the Hilbert scheme of two points of some simple abelian variety, 城崎代数幾何学シンポジウム 2024, 京都大学理学研究科セミナーハウス, 【ポスター発表】, 2024年10月.
2. On automorphisms of the Hilbert scheme of n points of some simple abelian varieties, Mini-Workshop: Young Perspectives in Algebraic Geometry, National Taiwan University, 2024年11月.

ZHU Haozhe (朱 浩哲)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

私は主に、フォン・ノイマン環における完全正写像と関連する部分を中心に、 α -induction の研究を行っている。 α -induction 理論によれば、type III で有限指標を持つフォン・ノイマン因子の包含 $N \subset M$ に由来する自己準同型の系 Δ が非退化なブレイディング構造を持つとき、 Δ に属する各自己準同型は M への自然な拡張が存在する。そして、 N 上の完全正写像 φ からは、対応する N - N -correspondence $H(\varphi)$ と関連する準同型を構成することができる。したがって、自己準同型を完全正写像に置き換えた場合に類似の拡張理論が構築可能かどうかという問題を考える動機となる。この問題に関して、Kawamuro (2001) は、type II_1 の場合における完全正写像の拡張が可能となるための必要十分条件を与えた。しかしながら、 α -induction 理論におけるいくつかの概念は依然として明確にされておらず、一般の場合については未解明である。

我々の目的は、完全正写像に対する誘導理論を、type II_1 の設定にとどまらず、type III 因子および

より一般のフォン・ノイマン環に対しても構築することである。完全正写像に関する α -induction 理論におけるブレイディング・フュージョン方程式などの概念の一般化を目指している。

I mainly study the α -induction theory, especially the part related to completely positive maps of von Neumann algebras. The α -induction theory states that if a system of endomorphisms Δ arising from an inclusion of von Neumann factors $N \subset M$ of type III with finite index admits a non-degenerate braiding structure, then each endomorphism in Δ has an extension to M . This motivates us to consider a similar problem where endomorphisms are replaced by completely positive maps due to the fact that one can construct an N - N -correspondence $H(\varphi)$ (equivalently, an endomorphism of N) from a given completely positive map φ of N . This raises the question: under what circumstances can we extend a completely positive map (or a finite system of completely positive maps) of N to M in a natural way? Kawamuro (2001) provided necessary and sufficient conditions for such inductions of completely positive maps in the type II_1 case. However, some concepts in the α -induction theory remain unclear, and the general case is still unknown.

We aim to develop an induction theory for completely positive maps not only in the type II_1 setting, but also for type III factors and, more broadly, for general von Neumann algebras. We seek to generalize some concepts from α -induction theory, such as the braiding fusion equations, within the framework of completely positive maps.

B. 発表論文

1. 朱 浩哲, “A Generalization of Rotationally Invariant Estimator in Operator Algebras”, 数理科学実践研究レター, LMSR2023-18.

C. 口頭発表

1. Vanishing 2-cohomology of Free Cocycle Actions of Amenable Groups. Functional Analysis Junior Meeting 2020. Online. September 15th, 2020.

高梨 悠吾 (TAKANASHI Yugo)

(学振 DC2)

A. 研究概要

p 進体上の G_2 型の例外群の Langlands 対応について, Arthur の跡公式を用いてエンドスコピー指標関係式と形式次数予想について研究を行っている. 特に 4 月から 6 月にかけて, シンガポール国立大学に短期滞在し, Wee Teck Gan 氏のもとで上記の内容について議論および研究を行った. また, Sauvageot の密度定理と呼ばれる, 保型表現に関する定理に関して Nelson-Venkatesh によって 2021 年に指摘されていた原論文における証明のギャップに関して解消のための研究を行っている. これらの内容には現在論文を執筆中である.

I'm studying the conjectural endoscopic character relation and the formal degree conjecture for the exceptional group of type G_2 over p -adic fields, using the Arthur trace formula. Especially, I stayed at the National University of Singapore for research from last April to June, where I had a discussion on the subject of the theme with Prof. Wee Teck Gan. Additionally, I'm also working to resolve a gap in the proof of Sauvageot's density theorem, which had been pointed out by Nelson-Venkatesh in 2021. I'm now preparing papers on these subjects.

B. 発表論文

1. Y. Takanashi: "Parity of conjugate self-dual representations of inner forms of $GL_n(F)$ over p -adic fields", J. Inst. Math. Jussieu, 2025; 24(1): 249-271. doi:10.1017/S1474748024000240.
2. Y. Takanashi, S. Wakatsuki: "Asymptotic behavior for twisted traces of self-

dual and conjugate self-dual representations of GL_n ", submitted.

C. 口頭発表

- On the formal degree conjecture for G_2 , Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics, 東京大学, 2024 年 10 月 7 日-10 月 11 日.
- On the formal degree conjecture for G_2 , 第 25 回整数論オータムワークショップ, 北海道大学, 2024 年 10 月 28 日-11 月 1 日.
- Integral Models of reductive groups, 第 12 回倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2023 年 9 月 11 日-18 日.
- Parity of conjugate self-dual representations of inner forms of GL_n over p -adic fields, RIMS 共同研究 (公開型) 「保型表現の解析的・数論的研究」, 京都大学, 2023 年 1 月 23 日-27 日.
- Parity of conjugate self-dual representations of inner forms of GL_n over p -adic fields, 北陸数論セミナー, 金沢大学, 2022 年 7 月 14 日.
- Parity of conjugate self-dual representations of inner forms of GL_n over p -adic fields, 第 21 回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2022 年 7 月 12 日-15 日.
- Parity of conjugate self-dual representations of inner forms of GL_n over p -adic fields, 代数学コロキウム, 東京大学, 2022 年 6 月 22 日.
- Parity of conjugate self-dual representations of inner forms of GL_n over p -adic fields, 数論合同セミナー, 京都大学, 2022 年 6 月 15 日.

名取 雅生 (NATORI Masaki)

(学振 DC2)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

位相的 K 理論の配置空間的な側面について研究を行っている. K 理論の Bott 周期性と整数量子ホール効果のバルクエッジ対応のそれぞれに

ついて新しい証明を提示した。バルクエッジ対応とは、典型的にはトポロジカル絶縁体においてバルク (内部) の物理状態から定まるバルク指数とエッジ (境界) の物理状態から定まるエッジ指数が一致することを指す。

これまでに知られている主なバルクエッジ対応の証明には Bott 周期性が本質的な役割を果たしている。私は代数幾何の手法を用いた考察によって配置空間の観点から Bott 周期性の新たな証明を与えた。その証明の特徴は、ベクトル空間でラベル付けされた開円板上の配置のなす空間を用いることである。これは G. B. Segal の連結 K ホモロジーの考え方に基づいたものである。さらに、整数量子ホール効果のバルクエッジ対応のより直接的な証明を与えた。

また、実 K 理論 (KO 理論) の Bott 周期性の簡潔な証明についても研究を行っている。これは複素 K 理論の Harris による証明に基づいたものである。 E_∞ -空間の分類空間を配置空間とみなすことと、四元数ユニタリ行列のスペクトル分解を利用することの 2 つを組み合わせるという方針を考えている。

I am conducting research on the configuration space aspects of topological K -theory. I have presented new proofs for both the Bott periodicity in K -theory and the bulk-edge correspondence of the integer quantum Hall effect. The bulk-edge correspondence typically refers to the equality between the bulk index, which is determined by the physical states in the bulk (interior) of a system, and the edge index, which is determined by the physical states at the edge (boundary).

In known proofs of the bulk-edge correspondence, Bott periodicity plays an essential role. I have provided a new proof of Bott periodicity from the perspective of configuration spaces through considerations using methods of algebraic geometry. A key feature of my proof is the use of the space of configurations on open disks, labeled by vector spaces. This approach is based on G. B. Segal's concept of connective K -homology. Furthermore, I have given a more

direct proof of the bulk-edge correspondence in the integer quantum Hall effect.

Additionally, I am investigating a concise proof of the Bott periodicity in real K -theory (KO -theory). This is based on Harris's proof of Bott periodicity in complex K -theory. My approach involves combining two key ideas: considering the classifying space of an E_∞ -space as a configuration space and utilizing the spectral decomposition of quaternionic unitary matrices.

B. 発表論文

1. M. Natori : "A proof of Bott periodicity via Quot schemes", submitted.
2. M. Natori : "A simple proof of bulk-edge correspondence for the integer quantum Hall effect", submitted.

C. 口頭発表

1. Configuration-space-like description of Bott periodicity and bulk-edge correspondence, FoPM International Symposium, 東京大学伊藤国際学術研究センター, 2023 年 2 月.
2. An alternative proof of Bott periodicity using Quot schemes, 第 6 回数理新人セミナー, 九州大学, 2023 年 2 月.
3. An alternative proof of Bott periodicity theorem using configuration spaces and bulk-edge correspondence, CREST Research Seminar on "Theoretical studies of topological phases of matter", オンライン, 2023 年 5 月.
4. Bulk-edge correspondence and an alternative proof of Bott periodicity theorem via Quot schemes, JOHNS HOPKINS TOPOLOGY SEMINAR, Johns Hopkins University, アメリカ合衆国, 2023 年 10 月.
5. Quot scheme を用いた Bott 周期性の別証明とバルクエッジ対応, 第 32 回関東若手幾何セミナー, 早稲田大学, 2024 年 3 月.
6. Quot スキームを用いた Bott 周期性の別証明とバルクエッジ対応, 第 20 回数学総

- 合若手研究集会, 北海道大学, 2024 年 3 月.
7. Cobordism hypothesis /TQFT 入門, Factorization algebras and related topics, 2024 年 8 月.
 8. Adams spectral sequence and Quillen's theorem, Tatsugatake Workshop 2024: Chromatic Homotopy Theory, 2024 年 9 月.
 9. A possible simple proof of the Bott periodicity theorem, FoPM International Symposium, 東京大学伊藤国際学術研究センター, 2025 年 2 月.

馬場 智也 (BABA Tomoya)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

サンプル数を増大させたときの推定量や検定の性質を調べる数学理論である漸近理論の研究を行っている。研究テーマは「観察データに基づく生存時間解析の漸近理論」である。興味のある処置の効果を検証するために、処置群と対照群を比較する。処置群と対照群はそれぞれ処置を受けた個体のグループと処置を受けていない個体のグループである。特に、処置の有無以外の条件をコントロールした対照実験が実行できず、観察データを用いるしかない状況を考える。このような場合、2群の共変量分布にばらつきがあるため、2群を直接比較しても正しい結果が得られない。そこで、共変量の影響を調整するための統計手法が必要となる。本年度の研究内容は「ノンパラメトリックなマッチングを用いた log-rank 検定の漸近理論」である。マッチングは共変量調整のための 1 手法である。傾向スコア法のようなパラメトリックな共変量調整では、モデルを誤特定したときにうまく機能しない。一方、ノンパラメトリックな手法はモデルを必要としないという利点がある(代わりに対照群のサンプル数が大きい必要がある)。しかし、ノンパラメトリックなマッチングを用いた統計手法の数学的研究は数が少ない。今年度にて得た結果はノンパラメトリックなマッチングを用いた log-rank 検定の帰無仮説の下での検定統計量の Skorokhod 空間上の弱収束と検定の一致性である。これらの結果は前年度にて得た CEM に対

する定理の拡張である。さらに漸近的性質が成り立つための十分条件を緩和した。これにより、理論をデータ解析に応用しやすくなった。

The author studies asymptotic theory, which is a mathematical theory that examines the properties of estimators and statistics as the sample size tends to be infinite. My research theme is “asymptotic theory of survival analysis based on observational data”. To examine the effect of some treatment of interest, we compare two groups of individuals, a treatment group and a control group. Individuals in these groups received new and conventional treatment, respectively. In particular, we consider the case where we cannot conduct a controlled experiment and can only use observational data. In this case, we cannot obtain correct results by comparing two groups directly because the covariate distributions of the two groups are imbalanced. Therefore, we need some statistical method for adjusting the effect of the imbalance of covariates. The research topic is “asymptotic theory of log-rank test with nonparametric matching”. Matching is a statistical method for covariate adjustment. Parametric methods such as propensity score methods do not perform well under model misspecification. On the other hand, nonparametric methods have the advantage of not requiring any parametric model. However, there is few mathematical research on nonparametric matching. The result obtained in this year is the weak convergence of the log-rank test statistic to a Gaussian process in the Skorokhod topology under the null hypothesis and the consistency of the log-rank test. This is an extension of last year's research on coarsened exact matching. Moreover, the sufficient condition of the main theorem is relaxed. This makes it easier to apply the main theorem to data analysis.

C. 口頭発表

1. Log-rank test for imbalanced data with matching, FoPM シンポジウム, 東京大学,

2023年2月

2. Weighted log-rank test for imbalanced data with coarsened exact matching, 確率過程の統計推測の最近の展開 2023, オンライン開催, 2023年3月
3. Log-rank test with nonparametric matching, FoPM シンポジウム, 東京大学, 2025年2月

板東 克之 (BANDO Katsuyuki)

(学振 DC1)

(WINGS-FMSP

コース生)

A. 研究概要

幾何学の手法, とくに幾何学的表現論的な手法を, 整数論的な問題に応用するという目標で研究を行っている。

特に, 整数論において重要な問題である局所ラングランズ対応を, 幾何学的, 圏論的な定式化によって理解することを目標に, 研究を行っている。本年度もそういった観点から研究を行った。

特に, ラングランズ対応の研究において現れる幾何学的佐武対応と呼ばれる圏同値についての研究をおこなっている。幾何学的佐武対応は, 簡約代数群に付随する「アファイングラスマン多様体」と呼ばれる空間上の「同変偏屈層」と呼ばれる層の圏と, 双対群上の表現の圏との圏同値のことである。これは, 幾何学的な圏と表現論的な圏を結びつけているため, 幾何学的表現論の分野で重要であるとともに, ラングランズ対応の幾何化の一部分とみることができ, 整数論の文脈でも非常に重要である。

昨年度は, 幾何学的佐武対応の導来版である「導来幾何学的佐武対応」を混標数の場合に証明した。これは, 「Fargues-Fontaine 曲面」とよばれる新たな曲面を導入し, それによって混標数と等標数を結びつけ, 混標数の問題を等標数に帰着するという方針であった。

今年度は, 導来幾何学的佐武対応の factorizable 版 (factorizable derived geometric Satake) の証明に取り組んだ。導来幾何学的佐武対応に登場する空間である「アファイングラスマン多様体」は,

底空間が1点であるのに対して, その factorizable 版では, 1点ではない空間上のアファイングラスマン多様体を考える。

複素数体上の等標数の場合の factorizable derived geometric Satake は, [CR] により証明されたが, この証明は D 加群など混標数には適用できない手法を用いており, そのまま混標数に適用することは難しかった。

そこで, 昨年度考案した「Fargues-Fontaine 曲面」の考えを用いて混標数の場合に証明できないかどうかを研究した。

底空間の“次元”が1の場合は, 「Fargues-Fontaine 曲面」の考えを用いて, 証明することができた。一方, 底空間の“次元”が2以上の場合には, そのまま扱うのは難しかった。そこで, 最終的な目的である圏同値の左辺を人工的に変えて, 次元が1の場合に帰着しやすい形にすることを考えた。その場合に圏同値を得るにはある程度成功した。これは目標となる圏同値の完全な証明とまではいえていないが, 混標数の factorizable derived geometric Satake に関連する初めての結果であるといえる。完全な証明については引き続き考えていく予定である

その他にも, 導来幾何学的佐武対応の幾何学的ラングランズ対応への作用の研究なども行っている。

The purpose of our research is to apply geometric techniques, especially geometric representation theory techniques, to number theoretic problems.

In particular, our research aims to understand the local Langlands correspondence, which is an important problem in number theory, through a geometric and categorical formulation. This year as well, we did research from that perspective.

Especially, we are studying a categorical equivalence called the geometric Satake correspondence, which appears in the study of the geometric Langlands correspondence. The geometric Satake correspondence is the categorical equivalence between the category of sheaves called “equivariant perverse sheaves” on a space

called “an affine Grassmannian” attached to a reduced algebraic group, and the category of representations on the dual group. This connects a geometric category and a representation theoretic category, so this is important in geometric representation theory. Moreover, this correspondence is a part of geometrization of the Langlands correspondence, which is important in number theory.

Last year, we prove the derived version of the geometric Satake correspondence, which is called the derived geometric Satake correspondence, in mixed characteristic. The proof is as follows: I reduced the problem to the equal characteristic problem by introducing the new surface, called “Fargues–Fontaine surface”, which connects equal and mixed characteristics. This year, we work on the proof of a factorizable version of the derived geometric Satake correspondence, called “factorizable derived geometric Satake” The affine Grassmannian involved in the derived Satake correspondence is a space over a point, but the affine Grassmannian involved in the factorizable derived Satake correspondence is over a space of “dimension” greater than 0.

The factorizable derived geometric Satake over a complex field is proved in [CR]. However, the method used there, where D-modules are involved, can not be applied in mixed characteristic case.

Thus we try to reduce the problem to equal characteristic case by using the “Fargues–Fontaine curve” invented last year.

The case where the “dimension” of the base space is 1, we can prove the problem by using “Fargues–Fontaine curve”. On the other hand, it is difficult to treat the case of “dimension” greater than 1 as it is. Thus we modify the left hand side of the desired categorical equivalence artificially, so that we can reduce the problem to the case of dimension 1. We manage to prove this modified equivalence to some extent. This is not the complete proof of the desired equiv-

alence, but the first result on the factorizable derived geometric Satake in mixed characteristics.

Furthermore, we work on the action of derived geometric Satake on the geometric Langlands.

参考文献

[CR] J. Campbell and S. Raskin, Langlands duality on the Beilinson–Drinfeld Grassmannian, arXiv:2310.19734

B. 発表論文

1. K. Bando : “ Geometric Satake equivalence in mixed characteristic and Springer correspondence ”, arXiv:2101.11813 (2021).
2. K. Bando : “ Relation between the two geometric Satake equivalence via nearby cycle ”, arXiv:2203.12762 (2022).
3. K. Bando : “Two monoidal structures on Satake category in mixed characteristic ”, arXiv:2302.07376 (2023).
4. K. Bando : “ Derived Satake category and Affine Hecke category in mixed characteristics ”, arXiv:2310.16244 (2023).

C. 口頭発表

1. Geometric Satake correspondence in mixed characteristic and Springer correspondence, 代数学コロキウム, 東京大学数理解析学研究所, 2021年3月.
2. Geometric Satake correspondence in mixed characteristic and Springer correspondence, 千葉大学代数学セミナー, 千葉大学理学部数学・情報数理学科, 2021年4月.
3. Geometric Satake correspondence in mixed characteristic and Springer correspondence, 仙台広島整数論集会 第20回, 東北大学理学研究科, 2021年7月.
4. Geometric Satake correspondence in mixed characteristic and Springer correspondence, RIMS 共同研究「代数的整数論とその周辺」2021, 京都大学数理解析研究所, 2021年12月.

5. Geometric Satake correspondence in mixed characteristic and Springer correspondence, Algebraic Lie Theory and Representation Theory, 千葉大学理学部 数学・情報数理学科, 2022年5月.
6. Relation between the two geometric Satake equivalence via nearby cycle, 京都大学数論合同セミナー, 京都大学数学教室, 2022年5月.
7. Relation between the two geometric Satake equivalence via nearby cycle, Mini-workshop on the geometrization of the local Langlands correspondences, 京都大学数学教室, 2022年12月.
8. Derived Satake category and Affine Hecke category in mixed characteristics, 京都大学数論合同セミナー, 京都大学数学教室, 2024年1月.
9. Derived Satake category and Affine Hecke category in mixed characteristics, Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics, 東京大学数理科学研究科, 2024年10月.

姫木 祐太郎 (**HIMEKI Yutaro**)

A. 研究概要

1次元の双曲型偏微分方程式の応用例として、河道内の水の流れを表現する1次元 Saint-Venant 方程式と交通流を記述する Aw-Rascle モデルが知られている。私はこれらのモデルについて関数解析または数値解析の方法により研究している。今年度は以下の2項目について整理した。

- (1) 数学的エントロピーを保存する不連続 Galerkin 法による数値スキームを構築する
- (2) 上記のスキームの時間発展手法 (クランク・ニコルソン法, SSPRK 法) の違いの比較を実施する

Among one-dimensional hyperbolic partial differential equations, the one-dimensional Saint-Venant equations, which describe water flow in open channels, and the Aw - Rascle model, which captures vehicular traffic dy-

namics, stand out as two prominent application models. I have investigated these models through both functional-analytic and numerical approaches. For the current fiscal year, my research is structured around the following two themes.

- (1) I developed a discontinuous Galerkin numerical scheme that preserves mathematical entropy.
- (2) I compared the differences between two time-integration methods: the Crank - Nicolson scheme and the strong-stability-preserving Runge - Kutta (SSPRK) method, when applied to the aforementioned scheme.

B. 発表論文

1. Y.Himeki and Y.Ishii : “ \mathcal{M}_4 is regular-closed. ”, Ergodic Theory Dynam. Systems. **40** (2020) 213–220.

松田 光智 (**MATSUDA Koji**)

(学振 DC2)

A. 研究概要

以前からモジュラー曲線を用いて楕円曲線の捻じれ部分群に関する研究を行っていたが、これに関して以前投稿していた2次体の合成体となるような代数体上の楕円曲線の論文が今年度7月に出版された。

またこの研究を発展させ、以前から総実代数体上の totally indefinite な四元数環に付随する PEL type の志村多様体の有理点に関する研究を行っていた。これに関して、レベル1の志村多様体が多くの場合有理点を持たないことと、Hasse principle が成り立たない場合においてその破れが Brauer-Manin obstruction によって説明できることを昨年度に証明し論文にまとめたが、これが完成したため論文誌に投稿した。

さらに今年度は log K3 曲面の整数点に関する Brauer-Manin obstruction を研究した。この分野に関して、特異点を持っていてもよい log K3 曲面の Brauer 群の有限性、さらにはその位数が基礎体の次数のみで抑えられることを証明した。さらに、特異点をもつある種の Markoff type の3

次曲面の整数点が Brauer–Manin obstruction を持つかどうか、ある意味で基礎体に依存しないという現象も見つけた。これらの結果を来年度の投稿を目指して論文にまとめている。

I have been studying the classification of the possible torsion groups of Mordell – Weil groups of elliptic curves using modular curves. Regarding this field, the article submitted previously on elliptic curves over composite fields of quadratic fields was published in July of this year.

Further, I have been studying the rational points of the PEL type Shimura varieties associated with a totally indefinite quaternion algebra over a totally real number field. Regarding this field, last year I proved that Shimura varieties of level 1 have no rational points in many cases, and that when Hasse principle fails its violation can be explained by Brauer–Manin obstruction. I wrote an article on these results and submitted a paper to a journal.

Furthermore, I studied Brauer–Manin obstruction on integral points of log K3 surfaces this year. Regarding this field, I proved the finiteness of Brauer groups of possibly singular log K3 surfaces, and moreover that the orders are bounded above by a constant depending only on the degrees of their base fields. Also I found a phenomena that whether or not there are Brauer–Manin obstruction on integral points of certain singular Markoff type cubic surfaces is, in a sense, independent on the base fields. I am writing a paper on these results for submission next year.

B. 発表論文

1. K. Matsuda : “Torsion points of elliptic curves over multi-quadratic number fields”, J. Number Theory 262 (2024) 28–43.

C. 口頭発表

1. The Mordell-Weil rank of certain modular Jacobian varieties and torsion points

of elliptic curves over cyclotomic fields, 第 5 回数理解新人セミナー, 九州大学, 2022 年 2 月.

2. Torsion points of elliptic curves over multi-quadratic number fields, 第 26 回代数学若手研究会, オンライン, 2022 年 3 月.
3. Torsion points of elliptic curves over cyclotomic fields, 第 21 回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2022 年 7 月.
4. Modular Jacobian varieties over cyclotomic fields with the Mordell-Weil rank 0, 代数的整数論とその周辺 2022, 京都大学, 2022 年 12 月.
5. Rational points on Shimura varieties classifying QM-abelian varieties, 第 28 回代数学若手研究会, 早稲田大学, 2024 年 2 月.

向原 未帆 (Mukohara Miho)

(学振 DC2)

(WINGS-FMSP

コース生)

A. 研究概要

昨年度に引き続き、コンパクト群の C^* 環への極小作用からくる包含についての研究を行った。コンパクト群 G が因子環 M に極小に作用するとき、すべての中間因子環 $M^G \subset P \subset M$ は、唯一つの閉部分群 $H \leq G$ により、 $P = M^H$ と書ける。ただし、 M^G や M^H はそれぞれ、群 G, H による不動点環である。また、双対的な結果として、離散群 Γ の因子環 N への外部的な作用からくる、部分群 $\Lambda \leq \Gamma$ と中間因子環 $N \subset Q \subset N \rtimes \Gamma$ の対応も知られている。これらは泉-Longo-Popa による有名な結果で、部分群と中間環の対応はガロア対応と呼ばれる。因子環に対するこうした結果はコンパクト量子群やテンソル圏の作用により、近年まで様々な形で一般化されてきた。 C^* 環への離散群作用に対する類似の結果は 2019 年に Cameron と Smith によって証明された。昨年度はコンパクト群作用からくるガロア対応の C^* 環類似について研究し、isometrically shift-

absorbing と呼ばれるクラスの作用に対し証明を行った。その後、preprint の内容について京都大学の泉正己教授から指摘を受け、quasi-product action と呼ばれる広いクラスの作用に対してガロア対応が証明できることが明らかになった。さらに、泉教授による研究で quasi-product action の特徴づけに関する新たな事実が明らかになり、 C^* 環論でも十分に広いクラスの作用でガロア対応が成立することが分かった。昨年度の年度末から今年度のはじめにかけてこれらの内容を発表論文の 2 にまとめた。また、博士論文では Kac 型のコンパクト量子群の極小作用に対しても同様のガロア対応が成立することを確かめた。コンパクト量子群とはコンパクト群と同様の表現論を持つ代数的な対象である。Kac 型というのは中間環への条件付き期待値の存在に関する仮定であり、因子環の場合この仮定がなくとも中間環の特定が可能であることが知られているが、 C^* 環論では分かっていない。現在は、Kac 型でない場合に対する考察の他、より一般にテンソル圏の外部作用から現れる離散的な包含に対して中間環の特定が可能か調査している。因子環の場合のガロア対応の証明では、包含の離散性と呼ばれる性質が重要である。 C^* 環の離散的な包含については近年 Hernández Palomares-Nelson の論文により定義が導入され、テンソル圏の外部作用と C^* 環対象を使った特徴づけが行われた。現在は著者の一人である Hernández Palomares 氏と打ち合わせをしており、離散的な包含の中間環について研究を進めている。

Continuing from last year, I researched the inclusions of simple C^* -algebras arising from minimal actions of compact groups. When a compact group G acts minimally on a factor M , every intermediate subfactor P of $M^G \subset M$ can be described as a fixed point subfactor M^H of a closed subgroup $H \leq G$. As a duality result, it is also known for an outer action $\Gamma \curvearrowright N$ of a discrete group on a factor, a bijective correspondence between the lattice of subgroups $\Lambda \leq \Gamma$ and that of intermediate subfactors $N \subset Q \subset N \rtimes \Gamma$ holds. These are famous results by Izumi, Longo, and Popa, and

a correspondence between subgroups and intermediate subfactors is called a Galois correspondence. Such results for factors have been generalized in various ways using the actions of compact quantum groups and tensor categories until recently. Similar results for actions of discrete groups on C^* -algebras were proven in 2019 by Cameron and Smith. Last year, I proved a Galois correspondence for isometrically shift-absorbing actions of compact groups on simple C^* -algebras. Later, after receiving comments from Izumi, it became clear that the Galois correspondence could be proven for a class of actions called quasi-product actions. Further research by Izumi gave a remarkable characterization of quasi-product actions, which is combined with my previous result and shows that the Galois correspondence holds for a sufficiently large class of compact group actions on C^* -algebras. In my doctoral thesis, I also proved that a Galois correspondence holds for minimal actions of compact quantum groups of Kac type. The assumption that a compact quantum group is of Kac type implies the existence of conditional expectations to intermediate C^* -algebras. In the case of von Neumann algebras, it is known that a Galois correspondence holds without this assumption, but a similar result for C^* -algebras has not yet been proved. Currently, I am considering the case of non-Kac compact quantum groups and, more generally, trying to describe the intermediate lattice of a C^* -discrete inclusion arising from an outer action of a tensor category. For factors, the discreteness of inclusions has been well studied and played an important role in the proof of a Galois correspondence. Recently, a definition of discrete inclusions for C^* -algebras was introduced by Hernández Palomares and Nelson. They proved that every C^* -discrete inclusion can be described by using an action of a tensor category and C^* -algebra object. Based on this result, I am working with one of the authors, Hernández Palomares, to

advance research on intermediate C^* -algebras of C^* -discrete inclusions.

B. 発表論文

1. Miho Mukohara: “ C^* -simplicity of relative profinite completions of generalized Baumslag-Solitar groups”, Publ. RIMS Kyoto Univ., **60** (2024), no.2, 351–372.
2. Miho Mukohara: “Inclusions of simple C^* -algebras arising from compact group actions”, J. Funct. Anal. **288** (2025), no. 2, Paper No. 110702, 33 pp.

C. 口頭発表

1. C^* -simplicity of relative profinite completions of generalized Baumslag-Solitar groups, 東大作用素環セミナー, オンライン, 2022年1月.
2. C^* -simplicity of relative profinite completions of generalized Baumslag-Solitar groups, Young mathematicians in C^* -algebras, the University of Oslo, 2022年8月, Norway.
3. C^* -simplicity of relative profinite completions of generalized Baumslag-Solitar groups, 作用素論作用素環論研究集会2022, 大阪教育大学天王寺キャンパス, 2022年12月.
4. C^* -simplicity of locally compact groups, NCTS East Asia Core Doctoral Forum in Mathematics, National Taiwan University, 2023年1月, Taiwan.
5. C^* -simplicity of locally compact groups, 量子解析セミナー, 名古屋大学, 2023年1月.
6. C^* -simplicity of tdlc groups, Totally disconnected locally compact groups from a geometric perspective, the University of Münster, 2023年9月, Germany.
7. On Galois correspondence for compact group actions of simple C^* -algebras, Ober seminar at the University of Münster, 2023年10月, Germany.
8. Inclusions of simple C^* -algebras arising from isometrically shift-absorbing ac-

tions, 東大作用素環セミナー, 東京大学, 2024年1月.

9. Inclusions of simple C^* -algebras arising from compact group actions, 京都作用素環セミナー (KOAS), 京都大学, 2024年5月.
10. On Galois correspondence for compact group actions on simple C^* -algebras, RIMS 共同研究 (公開型) 「作用素環論の最近の進展」, 京都大学, 2024年9月.

G. 受賞

2021年度研究科長賞

吉岡 玲音 (YOSHIOKA Leo)

(学振 DC2)

(FoMP コース生)

A. 研究概要

本研究では微分トポロジーにおける埋め込みを調べる。埋め込みとは、特異点や自己交差のない滑らかな写像のことである。定義域と値域の空間の次元の差を余次元とよぶ。

埋め込みを調べるために、埋め込み全体の空間に代数トポロジーを適用することがある。結び目の Vassiliev 不変量や高次元埋め込みの Haefliger 不変量はこの方法に由来する。以下、Euclid 空間 \mathbb{R}^j から \mathbb{R}^n への埋め込み全体の空間を $\mathcal{K}_{n,j}$ と書く。この空間と、はめ込みの空間 $\mathcal{I}_{n,j}$ のホモトピー論的な差を $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ と書く。

Arone, Turchin は 2010 年代に、Goodwillie と Weiss が開発したホモトピー論的な手法を $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ に適用した。そして余次元 $n - j$ が 3 以上のとき、 $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ の有理ホモトピー型がグラフ複体のホモロジーで計算されることを示した。この複体の最高次ホモロジーは、 n, j が奇数のとき、全ての Vassiliev 不変量が経由するグラフの空間と一致する。

一方 $n - j = 2$ のとき、グラフ複体は定義されるが、 $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ の情報を持つかは分かっていない。最高次に限っても、 $(n, j) = (3, 1)$ のとき、Vassiliev 不変量との関係が分かっているにとどまる。

本研究では、配置空間積分という方法で、グラフ複体と $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ の関係を明らかにする。Bott,

Taubes, Cattaneo, Rossi らが 2000 年代に開発したこの方法は、あるグラフ複体から $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ の de Rham 複体への射を与える。この方法は余次元 2 にも適用でき、幾何学的な $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ のサイクルの非自明性を検出できる点で優れている。

グラフ複体はグラフのループ数による分解を持つ。境と渡邊は 1 ループ以下の部分を用いて $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ の無限個のサイクルを検出した。一方 2 ループ以上では、技術的な観点や計算の観点で困難があり、進展がなかった。

本研究では、2 ループ以上の場合を進展させる。2024 年度は、Arone, Turchin のグラフ複体と擬同型な新しいグラフ複体を導入し、配置空間積分を改善した。この配置空間積分の 2 ループ部分を用いて、 $\pi_{j-1}\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ の無限生成性の別証明をした。

この結果は元々 Budney と Gabai が 2019 年に示し注目を集めていた。我々の成果は、この結果と余次元 3 以上の Arone, Turchin の結果の関係を示す。次なる課題は Budney, Gabai の手法と我々の手法の直接的な関係を明らかにすることと、配置空間積分を 3 ループ以上へ拡張することである。

We study embeddings in Differential Topology. An embedding is a smooth map without singularities or self-intersections. The difference of the dimensions of the domain and the codomain is called the codimension.

To study embeddings, Algebraic Topology is often applied to the space of all embeddings; Vassiliev invariants of knots and Haefliger invariants of higher dimensional embeddings are such examples. The space of embeddings from Euclidean space \mathbb{R}^j to \mathbb{R}^n is denoted by $\mathcal{K}_{n,j}$. We write $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ for the difference between $\mathcal{K}_{n,j}$ and the space of immersions $\mathcal{I}_{n,j}$.

In the 2010s, Arone and Turchin applied a homotopy theory developed by Goodwillie–Weiss, to $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$. They showed that the rational homotopy of $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ is computed, when $n - j \geq 3$, by the homology of a graph complex. When n, j are odd, the top degree homology of this complex coincides with the space of graphs that all the Vassiliev invariants factor through.

On the other hand, when $n - j = 2$, the graph complex is defined, but it is unknown what information on $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ the complex has. Even for the top homology, we know little except for the relationship with Vassiliev invariants, which are the case $(n, j) = (3, 1)$.

In this research, we clarify relationships between graph complexes and $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ by using another approach called configuration space integrals (CSI). This approach, developed by Bott, Taubes, Cattaneo, Rossi in the 2000s, gives a map from a graph complex to the de Rham complex of $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$. This approach is superior in that it is applicable to codimension 2 and that it can detect geometric cycles of $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$.

The graph complexes have a decomposition with respect to the first Betti number g of graphs. Sakai and Watanabe detected infinitely many cycles of $\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$ by using the $g \leq 1$ part, However, the $g \geq 2$ part is not developed yet, due to technical and computational reasons.

In this research, we develop the $g \geq 2$ part. This year, we introduced a graph complex equivalent to Arone-Turchin’s complex and improved CSI. Using the 2-loop part of the new CSI, we gave an alternative proof of the non-finite generation of $\pi_{j-1}\overline{\mathcal{K}}_{n,j}$.

This result was first established by Budney and Gabai in 2019. Our work shows a relationship between their result and Arone and Turchin’s result for $n - j \geq 3$. A next goal is to clarify the relationship with our approach with Budney and Gabai’s approach. Another goal is to extend CSI to the $g \geq 3$ part.

B. 発表論文

1. L. Yoshioka, “Cocycles of the space of long embeddings and BCR graphs with more than one loop”, To appear in Algebraic & Geometric Topology, arXiv.2212.01573.
2. L. Yoshioka, “Two graph homologies and the space of long embeddings”, arXiv.2310.10896.
3. L. Yoshioka, “On hidden face contribu-

tions of configuration space integrals for long embeddings”, arXiv.2410.13168.

4. L. Yoshioka, “Some non-trivial cycles of the space of long embeddings detected by configuration space integral invariants using g -loop ($g = 2, 3$) graphs”, arXiv.2502.12547.

C. 口頭発表

1. Non-trivial cycles of the space of long embeddings detected by 2-loop graphs, East Asian Conference on Geometric Topology, Kyoto University, Japan, February 2024.
2. What is a genuine graph-complex to describe the space of long embeddings modulo immersions?, 第 20 回数学総合若手研究集会, 北海道大, 2024 年 3 月.
3. Non-trivial cycles of the spaces of long embeddings detected by 2-loop graphs, Intelligence of Low-dimensional Topology, Kyoto University, Japan, May 2024.
4. On hidden face contributions of configuration space integrals for long embedding, 信州トポロジーセミナー, 信州大学, 2024 年 6 月.
5. 結び目全体の空間のホモトピー型と、その部分モデルとして現れるグラフ複体について微分トポロジーセミナー, 京都大学, 2024 年 10 月.
6. On hidden face contributions of configuration space integrals for long embeddings, Topology and Geometry of Low-Dimensional Manifolds, Nara Women’s University, Japan, October 2024.
7. Some non-trivial elements of higher homotopy groups of the space of long n -knots, Topology Seminar, Kansas State University, Kansas, November 2024.
8. Some non-trivial cycles of the space of long embeddings detected by configuration space integral invariants using g -loop graphs, トポロジー火曜セミナー, 東京大学, 2025 年 1 月.

吉野 太郎 (YOSHINO Taro)

A. 研究概要

昨年度の研究の改良を試みたのが今年度の研究の概要である。有理性問題の新たなアプローチとしてモチヴィックな手法が近年開発された。先行研究では代数的トーラスの超曲面のトロピカルコンパクト化に着目して、5次元4次超曲面の有理性に応用したものがある。昨年度の研究では、トーリック多様体を含む新しいクラスの多様体である mock toric variety を導入し、この多様体の超曲面のトロピカルコンパクト化を用いてグラスマン多様体の超曲面の有理性に関する結果を出した。今年度は mock toric variety を含む schön affine variety というクラスの多様体に着目し、schön affine variety の超曲面のトロピカルコンパクト化を用いて昨年度の結果の証明を簡略化した。標数 0 の代数閉体上の多様体は必ず schön affine variety を稠密開部分スキームとして含んでいることが知られており、別の有理多様体の超曲面の有理性問題に応用できる可能性が高い。

The outline of this year’s research is an attempt to improve upon last year’s study. In recent years, a motivic approach has been developed as a new method for the rationality problem. Previous studies have focused on the tropical compactification of hypersurfaces in algebraic tori and have applied this approach to the rationality of quartic fourfolds. In last year’s research, we introduced a new class of varieties, called “mock toric varieties”, which include toric varieties. By using the tropical compactification of hypersurfaces in these varieties, we obtained results concerning the rationality of hypersurfaces in Grassmannians.

This year, we focused on a class of varieties called “schön affine varieties” defined by Tevelev, which include mock toric varieties. Utilizing the tropical compactification of hypersurfaces in schön affine varieties, we simplified the proof of last year’s results.

It is known that any variety over an algebraically closed field of characteristic zero necessarily contains a schön affine variety as a

dense open subscheme. This suggests a high potential for applying this approach to the rationality problem of hypersurfaces in other rational varieties.

B. 発表論文

1. L. Braune and T. Yoshino : “On the degree of irrationality of complete intersections”, Proceedings of the AMS, accepted.
2. T. Yoshino : “Stable rationality of hypersurfaces of mock toric variety I”, <https://arxiv.org/abs/2312.15605>.
3. T. Yoshino: “Stable rationality of hypersurfaces of mock toric variety II”, <https://arxiv.org/abs/2407.03354>.
4. T. Yoshino: “Stable rationality of hypersurfaces in schön affine varieties”, <https://arxiv.org/abs/2502.08153>.

C. 口頭発表

1. Stable rationality of hypersurfaces of mock toric varieties(ポスターセッション), 城崎代数幾何学シンポジウム 2023, 2023 年 10 月.
2. Stable rationality of hypersurfaces in mock toric varieties, 名古屋代数幾何セミナー, 名古屋大学, 2024 年 6 月 14 日.
3. Stable rationality of hypersurfaces in mock toric varieties, 東大代数幾何学セミナー, 東京大学, 2024 年 6 月 28 日.
4. Introduction to mock toric varieties, 都の西北代数幾何学セミナー, 早稲田大学, 7 月 12 日.
5. Stably rationality of hypersurfaces in mock toric varieties, Complex Geometry, Algebraic Geometry and Related Fields, 中央大学, 2024 年 8 月.
6. Stable rationality of hypersurfaces in Grassmannian varieties, Workshop on Algebraic Geometry over complex number field or in positive characteristic, 大阪公立大学, 2024 年 9 月.
7. Stable rationality of hypersurfaces in Grassmannian varieties, 京大代数幾何学

セミナー, 京都大学, 2024 年 10 月 21 日.

8. Stable rationality of hypersurfaces in schön affine varieties, Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami, 2025 年 1 月.
9. Stable rationality of hypersurfaces in schön affine varieties, Fano 多様体と双有理幾何学, 名古屋大学, 2025 年 2 月.

リユー ページャン (LIU PEIJIANG)

A. 研究概要

私たちは p 進ホッジ理論の主な結論の一つの一般化を特定な条件の下で証明しました。元の結論により、混合標数の完備離散付値環上定義した固有かつ滑らかなスキームにおいて、生成的ファイバーのド・ラーム・コホモロジー上のホッジフィルトレーションと特殊ファイバーのリジッドコホモロジーからフィルター付き Φ -加群を定義でき、このフィルター付き Φ -加群は弱許容的であることがわかっています。固有かつ滑らかなスキーム上の定数係数コホモロジーの代わりに、トーラス上の非退化関数に付随する捻じれコホモロジーを考慮することで、その結論の一般化を考えられます。ただし、捻じれド・ラーム・コホモロジーはホッジ理論の範疇に含まれず、ホッジフィルトレーションはそもそも意味をなさないのが大きな問題でした。最近、Sabbah と Yu はホッジ理論を一般化し、非正則ホッジ理論を構築しました。非正則ホッジ理論により、非退化関数に付随する捻じれド・ラーム・コホモロジーはホッジに非正則ホッジフィルトレーションと呼ばれる標準的なフィルトレーションを取り付けられます。Adolphson と Sperber が発見した現象に基づいて、非退化関数に付随する捻じれコホモロジーからフィルター付き Φ -加群を定義でき、このフィルター付き Φ -加群は弱許容的である予想を提起し、この予想を特定な生成的条件の下で証明することができました。

We prove a generalized version of one of the main results of p -adic Hodge theory under some conditions. Essentially, the original result shows that the cohomology of a proper smooth

scheme over a complete discrete valuation ring of mixed characteristic gives a weakly admissible filtered Φ -module. More explicitly, the Hodge filtration on the de Rham cohomology of the generic fiber and the Frobenius structure on the rigid cohomology of the special fiber defines a filtered Φ -module, and one of the main theorems of p -adic Hodge theory implies that this filtered Φ -module is weakly admissible. We generalize this result by considering exponentially twisted cohomology over tori associated to some nondegenerate functions instead of cohomology with constant coefficients over proper smooth schemes. We note that exponentially twisted cohomology is not in the realm of Hodge theory, and Hodge filtration is not defined in the first place. Fortunately, irregular Hodge theory, established by Sabbah and Yu recently, enables us to attach a filtration, called the irregular Hodge filtration to exponentially twisted cohomology associated to nondegenerate functions. Based on some phenomena discovered by Adolphson and Sperber, we propose the conjecture that exponentially twisted cohomology over a torus associated to some nondegenerate function gives a weakly admissible filtered Φ -module. We prove this conjecture under some generic conditions.

B. 発表論文

1. Peijiang Liu : “The characteristic cycle of a non-confluent ℓ -adic GKZ hypergeometric sheaf”, *Jornal of Number Theory*, Volume 267 (2025) 1–33.

C. 口頭発表

1. The characteristic cycle of a non-confluent ℓ -adic GKZ hypergeometric sheaf, 研究集会「Complex Geometry, Algebraic Geometry and Related Fields」, 中央大学理工学部数学科, 2024 年 8 月

☆ 2 年生 (Second Year)

安達 充慶 (ADACHI Mitsuyoshi)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

4 次元閉スピンド様体に対して定義される Seiberg–Witten 写像から得られる幾何学的対象についての研究を行っている。昨年度の研究で以下の結果を得ていた。 X が $K3$ 曲面とホモトピー同値な 4 次元有向閉多様体であるとする。 X のなめらかな族 $X \rightarrow \mathbb{X} \rightarrow B$ を一つとり、ベクトル束 $\mathcal{H}^+(\mathbb{X})$ を各 $b \in B$ で \mathbb{X}_b の自己双対調和 2 形式からなるベクトル空間とすることで定めるものとする。このとき、 \mathbb{X} の垂直方向の接束に spin 構造が入るための障害類 ($H^2(B; \mathbb{Z}/2)$ の元である) と、 $\mathcal{H}^+(\mathbb{X})$ の第二 Stiefel–Whitney 類は一致する。

本年度の研究では、 \mathbb{X} の垂直方向の接束に spin^c 構造が入るための障害類 ($H^3(B; \mathbb{Z})$ の元である) と $\mathcal{H}^+(\mathbb{X})$ の Euler 類が一致することを証明した。

I am conducting research on geometric objects obtained from the Seiberg–Witten map, which is defined for four-dimensional closed spin manifolds. In the previous year’s study, the following result was obtained. Let X be a four-dimensional oriented closed manifold that is homotopy equivalent to a $K3$ surface. Consider a smooth family $X \rightarrow \mathbb{X} \rightarrow B$ and let $\mathcal{H}^+(\mathbb{X})$ be the vector bundle whose fiber at each $b \in B$ consists of the space of self-dual harmonic 2-forms on \mathbb{X}_b . Then, the obstruction to the existence of a spin structure on the vertical tangent bundle of \mathbb{X} , which is an element of $H^2(B; \mathbb{Z}/2)$, coincides with the second Stiefel–Whitney class of $\mathcal{H}^+(\mathbb{X})$.

In the current year’s study, I have proven that the obstruction to the existence of a spin^c structure on the vertical tangent bundle of \mathbb{X} , which is an element of $H^3(B; \mathbb{Z})$, coincides with the Euler class of $\mathcal{H}^+(\mathbb{X})$.

B. 発表論文

1. 安達充慶 : “4 次元多様体束の構造群の簡約可能性と自己双対調和 2 形式全体がなすベ

クトル束の関係”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2023) .

2. Mitsuyoshi Adachi: “A gerbe-like construction in gauge theory”, arXiv:2404.12573.

C. 口頭発表

1. The structure groups of a 4-manifold bundle and its relation to the vector bundle which consists of self-dual harmonic 2-forms, FoPM International Symposium, 東京大学, 2023 年 2 月.
2. A gerbe-like construction in gauge theory, Gauge Theory Seminar(オンライン), 2023 年 7 月.
3. A gerbe-like construction in gauge theory, リーマン面に関連する位相幾何学 2024, 東京大学, 2024 年 9 月.

荒井 勇人 (ARAI Hayato)

(学振 DC2)

A. 研究概要

代数多様体の導来圏について、ホモロジー的ミラー対称性の観点から研究している。特に導来圏の自己同値群について、Seidel–Thomas の球面捻り関手やその変種、また Bridgeland 安定性条件などを用いて調べている。

本年度の研究では、前年度に見出した退化した楕円曲線(小平ファイバー)の導来圏への二重アフィンブレイド群作用をさらに追求し、Bridgeland 安定性条件の空間との関連について考察した。並行して、導来圏の半捻り関手のより高次元への応用として、退化 $K3$ 曲面の局所モデルとなる特異曲面について、その導来自己同値群の研究を進めた。

また、表現論の機械学習への応用として同変特徴量学習の分野における研究を行い、教師なしデータの持つ対称性の分解を与えるアルゴリズムを提案した。

I am studying the derived category of algebraic varieties from the perspective of homological mirror symmetry. In particular, I inves-

tigate the group of autoequivalences of the derived category using Seidel – Thomas spherical twists, their variants, and Bridgeland stability conditions.

In this year’s research, I further explored the double affine braid group action on the derived category of a degenerated elliptic curve (Kodaira fiber) that I discovered in the previous year and examined its relation to the space of Bridgeland stability conditions. In parallel, as a higher-dimensional application of the half-spherical twists of the derived category, I studied the group of derived autoequivalences of a singular surface, which serves as a local model for degenerate $K3$ surfaces.

Furthermore, as an application of representation theory to machine learning, I conducted research in the field of equivariant representation learning and proposed an algorithm that decomposes the symmetries of data in an unsupervised manner.

B. 発表論文

1. H. Arai: “Half-spherical twists on derived categories of coherent sheaves”, arXiv:2302.12501.

C. 口頭発表

1. Group Symmetry Decomposition for on-Manifold Extrapolation, IBIS2024, ソニックシティ (さいたま), 2024 年 11 月
2. Double affine braid group actions on derived categories of Kodaira fibers, 第 20 回数学総合若手研究集会、北海道大学、2024 年 3 月
3. Double affine braid group actions on derived categories of Kodaira fibers, 数理新人セミナー、名古屋大学、2024 年 2 月
4. 代数多様体の導来圏の半捻り関手、特異点セミナー、日本大学文理学部、2024 年 1 月
5. Half-spherical twists on derived categories of coherent sheaves, 阪大代数幾何学セミナー、大阪大学、2023 年 4 月
6. 代数多様体の導来圏の半捻り関手、リーマン面に関連する位相幾何学、東京大学、

2023 年 8 月

7. 代数多様体の導来圏の半捻り関手、正標数体上の代数多様体および接続層の導来圏に関するミニワークショップ、東京都立大学、2023 年 3 月

G. 受賞

1. 学生優秀プレゼンテーション賞ファイナリスト、IBIS2024
2. 2022 年度 数理科学研究科研究科長賞（修士過程）

石倉 宙樹 (ISHIKURA Hiroki)

(学振 DC1)

(WINGS-FMSP

コース生)

A. 研究概要

Dunwoody の結果により、群 Γ が accessible であることは、コホモロジー群 $H^1(\Gamma, R\Gamma)$ が右 R 加群として有限生成であることと同値である。ここで R は零でない可換環である。我々はこの結果の Borel グラフに対する類似を与えた。まず、一様有界次数を持つ Borel グラフ (X, G) に対し、その距離構造から定まる環 R_G を考える。すると、コホモロジー群 $H^1(G, R_G)$ が右 R_G 加群として有限生成であるとき、 (X, G) は適当な分解を持つ別の Borel グラフに埋め込まれ、しかも埋め込みは擬等長的である。この定理は、Borel グラフのコホモロジー次元への応用を持ち、それは Chen-Poulin-Tao-Tserunyan の結果の別証明を与える。

Dunwoody shows that a group Γ is accessible if and only if the cohomology group $H^1(\Gamma, R\Gamma)$ is finitely generated as a right $R\Gamma$ -module. Here R is a non-zero commutative ring. We give an analog of this result. First, for a Borel graph with uniformly bounded degrees, we consider an algebra R_G . We show that if $H^1(G, R_G)$ is finitely generated as a right R_G -module, then (X, G) is embedded by a quasi-isomery into another Borel graph with a suitable decomposition. This theorem has an application to the co-

homological dimension of Borel graphs, which gives another proof of a result of Chen-Poulin-Tao-Tserunyan.

B. 発表論文

1. H. Ishikura : “Free metabelian groups are permutation stable”, preprint, arXiv:2301.07586.

C. 口頭発表

1. Permutation stability of finitely generated free metabelian groups, 作用素環セミナー, 東京大学, 2022 年 11 月.
2. Permutation stability and invariant random subgroups, 作用素環セミナー, 京都大学, 2023 年 5 月.
3. Permutation stability of free metabelian groups, New Aspects of Teichmüller theory, 東京大学, 2023 年 7 月.
4. Permutation stability of free metabelian groups, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 2023 年 8 月.
5. Permutation stability of free metabelian groups, 作用素環論の最近の進展, 京都大学, 2023 年 9 月.
6. Permutation stability of free metabelian groups, Stability learning group, テルアビブ大学, 2024 年 7 月.
7. Tree decomposition of Borel graphs and a Stallings-Swan theorem, 作用素論作用素環論研究集会, 名古屋大学, 2024 年 11 月.

G. 受賞

1. 2022 年度 数理科学研究科長賞

井上 卓哉 (INOUE Takuya)

(学振 DC1)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

今年度は主に平面分割に関する全単射組合せ論の研究を行った。特に quasi-transpose complementary plane partitions (QTCPP) と symmetric plane partitions (SPP) との間の全単射の構

成というテーマに取り組んでおり、一定程度の進捗があるが完全な解決には至っていない。

全単射構成を試みる中で得た気づきと修論のテーマでもあった符号付き全単射の両立条件を組み合わせることで、平面分割に関連するいくつかの事実について新しい bijective proof を与えることに成功した。

This year, I primarily conducted research on bijective combinatorics related to plane partitions. In particular, I worked on constructing a bijection between quasi-transpose complementary plane partitions (QTCPP) and symmetric plane partitions (SPP). While I have made some progress, a complete solution has not yet been achieved.

By integrating the insights gained from my attempts to construct the bijection with the compatibility conditions for signed bijections, which was also the theme of my master's thesis, I successfully provided new bijective proofs for several facts related to plane partitions.

B. 発表論文

1. Inoue, T. : “A combinatorial structure of Gelfand-Tsetlin patterns and a natural sijection between monotone triangles and shifted Gelfand-Tsetlin patterns (Gelfand-Tsetlin patterns の組合せ的構造及び monotone triangles と shifted Gelfand-Tsetlin patterns の間の自然な符号付き全単射)”, 2022 年度修士論文
2. Inoue, T. and Nakamura, Y. : “Ehrhart theory on periodic graphs”, Algebraic Combinatorics, Volume 7 (2024) no. 4, pp. 969-1010.
3. Inoue, T. : “New bijective proofs pertaining to alternating sign matrices”. arXiv:2306.00413 (2023)
4. Inoue, T. and Nakamura, Y. : “Stratified Ehrhart ring theory on periodic graphs”. arXiv:2310.19569 (2023)
5. Inoue, T. : “On refined enumerations of plane partitions of a given shape with bounded entries”. arXiv:2306.00413

(2025)

C. 口頭発表

1. 組合せ的対象における特徴量と符号付き全単射の両立条件及びその応用, 研究集会「非線形波動から可積分系へ 2022」, 久留米工業大学, 2022 年 11 月.
2. A natural sijection between monotone triangles and shifted Gelfand-Tsetlin patterns, FoPM symposium, 東京大学, 2023 年 2 月
3. A natural sijection between monotone triangles and shifted Gelfand-Tsetlin patterns, Symmetries and Integrability of Difference Equations, ワルシャワ大学, ポーランド, 2023 年 6 月
4. An Algorithm for Determining the Growth Sequence of Periodic Graphs, 「最適化, 計算機科学, 代数幾何」, 電気通信大学, 2024 年 9 月
5. New signed bijections pertaining to alternating sign matrices and Gelfand-Tsetlin patterns, DISCRETE INTEGRABLE SYSTEMS: DIFFERENCE EQUATIONS, CLUSTER ALGEBRAS AND PROBABILISTIC MODELS, ICTS-TIFR, インド, 2024 年 10 月
6. The Compatibility of the Sijections and Its Applications, Combinatorics Seminar, University of California, Los Angeles, アメリカ合衆国, 2025 年 3 月

G. 受賞

東京大学総長賞, 2021 年度

大貫 紘嵩 (ONUKI Hiroataka)

A. 研究概要

混標数の双有理幾何学について考察した。今年度はまとまった成果を得ることができなかった。昨年度の結果は論文誌に投稿中である。

I study birational geometry in mixed characteristic. I submitted a paper on the results obtained last year.

B. 発表論文

1. H. Onuki: “On the effective generation of direct images of pluricanonical bundles in mixed characteristic”, arXiv:2403.16259, submitted.
2. K. Bando, E. Ken and H. Onuki: “On the Complexity of Interpolation by Polynomials with Non-negative Real Coefficients”, arXiv:2402.00409.

C. 口頭発表

1. On the effective generation of direct images of pluricanonical bundles in mixed characteristic, Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami, 郡山湯ラックス熱海, 2025 年 1 月.
2. 非負係数多項式による補間について, 「最適化, 計算機科学, 代数幾何」, 電気通信大学, 2024 年 9 月.
3. On the effective generation of direct images of pluricanonical bundles in mixed characteristic, Workshop on Algebraic Geometry over complex number field or in positive characteristic, 大阪公立大学杉本キャンパス, 2024 年 9 月.
4. On the effective generation of direct images of pluricanonical bundles in mixed characteristic, 名古屋代数幾何学セミナー, 名古屋大学大学院多元数理科学研究科・理学部数学科, 2024 年 7 月.
5. On the effective generation of direct images of pluricanonical bundles in mixed characteristic, COMA/NAG Joint Graduate Student Seminar, SLMath, 2024 年 4 月.
6. 混標数の藤田自由性予想について, 特異点セミナー, 日本大学文理学部, 2023 年 11 月.

岡 優丞 (OKA Yusuke)

(学振 DC2)

A. 研究概要

非線形放物型方程式の初期値問題や境界値問題が主な研究対象で, 特に初期時刻及び最大存在時刻での解の特異性や正則性に興味がある. 本年度は, 例えば以下のような研究を行った: 外力付き平均曲率流方程式の正值解の下限が 0 に至る現象について, 最大存在時刻における解の詳細な情報を得ることを目標に, 去年とは異なる仮定の下で解の先見評価を導出した. また, その最適性を具体例の構成により証明した. 考察すべき問題が多数残っており, 来年度以降も研究を継続したい; 関連して, 半線形放物型方程式が許容する外力とは何であるか? という問題を考え, 関数空間論的な考察により幾つかの結果を得た. 来年度以降, より精密化させて論文にしたいと考えている.

I mainly study initial/boundary problems of nonlinear parabolic equations. In particular, I am interested in the spatial singularity/regularity of the solution at initial/maximal existence time. This year, for example, I carried out the following studies: To get detailed information on the solution at $t = T_{max}$ of forced mean curvature flows, I proved an a priori estimate on solutions under some conditions. I have also given an example relating to the optimality of the estimate; On a related note, I consider “forced” semilinear heat equations using the theory of function spaces.

B. 発表論文

1. Y. Oka and E. Zhanpeisov: “Existence of solutions for time fractional semilinear parabolic equations in Besov–Morrey spaces”, J. Evol. Equ., **24**, (2024).
2. H. Mitake, Y. Oka and H. V. Tran: “Quenching for axisymmetric hypersurfaces under forced mean curvature flows”, Nonlinearity, **38**, (2025) 015010.

C. 口頭発表

1. 外力付き平均曲率流方程式の回転対称解の特異性と形状について, 第 18 回若手のた

めの偏微分方程式と数学解析, 九州大学西新プラザ, 2025年2月.

2. 外力付き平均曲率流方程式に従って動く回転対称曲面の示す特異性, 東北大学 OS 特別セミナー, 東北大学, 2024年12月.
3. Quenching for axisymmetric hypersurfaces under forced mean curvature flows, Korean-Japanese workshop on elliptic and parabolic equations, Seoul National University, 2024年11月.
4. 外力付き平均曲率流方程式に従って動く軸対称曲面が示す特異性について, 第45回発展方程式若手セミナー, 国民宿舎志んぐ荘, 2024年8月.
5. Quenching for axisymmetric hypersurfaces under forced mean curvature flows, The 14th Taiwan-Japan joint workshop for young scholars in applied mathematics, 明治大学, 2024年2月.
6. Quenching for axisymmetric hypersurfaces under forced mean curvature flows, 第25回北東数学解析研究会ポスターセッション, 北海道大学, 2024年2月.
7. A relation between a solution to Hénon type equations and initial data, 楕円型・放物型微分方程式研究集会, 龍谷大学, 2023年11月.
8. 時空スケール不変な空間での藤田方程式の解と初期値の関係について, 偏微分方程式合同研究会, レクトーレ湯河原, 2023年9月.
9. 時間分数冪微分を含む半線形放物型方程式の局所・大域可解性, 浜松偏微分方程式セミナー, 静岡大学, 2023年4月.
10. Existence of solutions for time fractional semilinear parabolic equations in Besov - Morrey spaces, 第24回北東数学解析研究会ポスターセッション, 東北大学, 2023年2月.

G. 受賞

1. The 14th Taiwan-Japan joint workshop for young scholars in applied mathematics Research Award, 2024年2月.

2. 第25回北東数学解析研究会ポスターセッション優秀ポスター賞, 2024年2月.

片山 翔 (KATAYAMA Sho)

(学振 DC1)

A. 研究概要

1. 昨年度から引き続いて, 半空間上の Lane-Emden 方程式の非斉次境界値問題

$$\begin{cases} -\Delta u = u^p & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u > 0 & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u = \kappa\mu & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N, \end{cases}$$

の解の存在/非存在のパラメータ $\kappa > 0$ に関する分類および解の多重性に関する研究を行い, 指数 $p > 1$ および境界データ μ に関する特定の条件のもとで完全な分類および多重性の結果を得た. これは当初予期されていたものより改善された結果であり, 領域の構造が楕円型方程式の解の存在/非存在に与える影響の一端が明らかになった. また, 条件をみたさない p に関する検討を行い, 異なるタイプの解の存在/非存在の性質をもつ境界データの例を与えた.

2. 全空間上の非斉次 Lane-Emden 方程式

$$\begin{cases} -\Delta u = u^p + \kappa\mu & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u > 0 & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \end{cases}$$

に関して, 昨年度に指数 $p > 1$ および外力 μ に関する特定の条件の下で解の存在/非存在の完全な分類を与える結果を得たが, この条件をみたさない p について検討を行い, とくに μ が球対称の場合には昨年度に得たものとは異なるタイプの解の存在/非存在の分類の結果を得た.

3. 楕円型方程式の非斉次境界問題と関連する問題として, 半空間上の熱方程式の動的境界条件に関する初期境界値問題

$$\begin{cases} u_t - \Delta u = 0 & \text{in } \mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u_t - \partial_{x_N} u = 0 & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u(\cdot, 0) = \varphi & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u(\cdot, 0) = \varphi_b & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N, \end{cases}$$

について, 新しい基本解を用いた解表示, および従来より正確な評価を得た. また,

応用として半線形問題

$$\begin{cases} u_t - \Delta u = u^p & \text{in } \mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u_t - \partial_{x_N} u = 0 & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u(\cdot, 0) = \varphi & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u(\cdot, 0) = \varphi_b & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N, \end{cases}$$

の正値時間大域解の存在/非存在に関する臨界指数を決定した。この研究は石毛和弘氏 (東京大) および川上竜樹氏 (龍谷大) との共同研究による。

4. \mathbb{R}^2 上の指数型表面拡散流 $V = \partial_s^2 \exp(-\kappa)$ のグラフ解について、初期データの滑らかさの仮定の下で時間局所解の存在を示し、さらに適当な意味で初期データが直線に近い場合に時間大域解の存在、および表面拡散流 $V = -\partial_s^2 \kappa$ のグラフ自己相似解への時間遠方での収束を示した。この研究は儀我美一氏 (東京大) および Michael Gößwein 氏 (Duisburg-Essen 大) との共同研究による。

1. Continuing from the last year, I worked on a classification of the existence/nonexistence of an inhomogeneous boundary value problem for the Lane–Emden equation on the half-space, namely

$$\begin{cases} -\Delta u = u^p & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u > 0 & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u = \kappa\mu & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N. \end{cases}$$

I obtained a result on a complete classification of the existence/nonexistence of a solution with respect the parameter $\kappa > 0$, under certain conditions on the exponent $p > 1$ and the boundary data μ . This result is better than firstly expected, and reveals a part of effects of structure of domains on the existence/nonexistence of solutions to elliptic equations. Furthermore, I made a consideration on the exponents p that do not satisfy the condition, and obtain an example of μ with a different type of

a property of the existence/nonexistence of solutions.

2. In the last year, I obtained a complete classification of the existence/nonexistence of a solution to the inhomogeneous Lane–Emden equation on the entire space, namely

$$\begin{cases} -\Delta u = u^p + \kappa\mu & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u > 0 & \text{in } \mathbb{R}_+^N. \end{cases}$$

Continuing from this, I considered the exponents p that do not satisfy the condition. In particular, I discovered that if μ is radially symmetric, then the existence/nonexistence of a solution is classified in a different way from my previous result.

3. We considered the heat equation on the half-space with a dynamical boundary condition, namely

$$\begin{cases} u_t - \Delta u = 0 & \text{in } \mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u_t - \partial_{x_N} u = 0 & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u(\cdot, 0) = \varphi & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u(\cdot, 0) = \varphi_b & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N. \end{cases}$$

In particular, we obtained a new representation of solutions using the fundamental solution, and obtained a more precise estimate for them than previous results. As an application, we determined the critical exponent for the existence/nonexistence of global-in-time positive solutions to the semilinear problem

$$\begin{cases} u_t - \Delta u = u^p & \text{in } \mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u_t - \partial_{x_N} u = 0 & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N \times (0, \infty), \\ u(\cdot, 0) = \varphi & \text{in } \mathbb{R}_+^N, \\ u(\cdot, 0) = \varphi_b & \text{on } \partial\mathbb{R}_+^N. \end{cases}$$

This is a joint work with Kazuhiro Ishige (the Univ. of Tokyo) and Tatsuki Kawakami (Ryukoku Univ.).

4. We considered graphical solutions of the exponential surface diffusion flow $V = \partial_s^2 \exp(-\kappa)$ on \mathbb{R}^2 . We proved the local-in-time or global-in-time existence of a

graphical solution under a certain condition on the initial data. Furthermore, we proved that the graphical solution converges to a graphical self-similar solution to the surface diffusion flow $V = -\partial_s^2 \kappa$ as $t \rightarrow \infty$. This is a joint work with Yoshikazu Giga (the Univ. of Tokyo) and Michael G\"obwein (Univ. of Duisburg–Essen).

B. 発表論文

1. Y. Giga, M. G\"obwein and S. Katayama: “Large time behavior of exponential surface diffusion flows on \mathbb{R} ”, arXiv: 2411.17175.
2. K. Ishige and S. Katayama: “Supercritical H\'enon-type equation with a forcing term”, Adv. Nonlinear Anal. **13** (2024), Paper No. 20240003.
3. K. Ishige, S. Katayama and T. Kawakami: “Fundamental solution to the heat equation with a dynamical boundary condition”, J Elliptic Parabol Equ. **Special Issue in Memory of Marek Fila** (2025).
4. S. Katayama: “Semilinear elliptic problems on the half space with a supercritical nonlinearity”, Discrete Contin. Dyn. Syst. **44** (2024), 3774–3806.
5. S. Katayama: “Supercritical Lane–Emden equation on a cone with an inhomogeneous Dirichlet boundary condition”, arXiv:2411.14686.

C. 口頭発表

1. 優臨界楕円型問題の解の存在・非存在の閾値 (浜松偏微分方程式セミナー, 2023)
2. A supercritical elliptic problem in the half space with an inhomogeneous boundary condition (The 13th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications 2023)
3. A supercritical H\'enon equation with a forcing term (第 48 回偏微分方程式札幌

シンポジウム, 2023)

4. 外力項つき優臨界 H\'enon 型方程式 (第 17 回若手のための偏微分方程式と数学解析, 2024)
5. An inhomogeneous boundary value problem for the Lane–Emden equation on a cone (The 14th Taiwan–Japan Joint Workshop for Young Scholars in Applied Mathematics, 2024)
6. Supercritical Lane–Emden equation with a forcing term (Swansea Summer School in Nonlinear PDEs ポスターセッション, 2024)
7. Supercritical Lane – Emden equation with a forcing term (第 45 回 発展方程式若手セミナー, 2024)
8. 半空間上の Lane–Emden 方程式の Dirichlet 問題の解の存在と多重性 (日本数学会 2024 年度秋季総合分科会, 2024)
9. Supercritical Lane–Emden equation with a forcing term (Korean–Japanese workshop on elliptic and parabolic equations, 2024)
10. Large time behavior of exponential surface diffusion flows on \mathbb{R} (第 21 回数学総合若手研究集会, 2025)

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 (2023)

軽部 友裕 (KARUBE Tomohiro)

(学振 DC2)

(WINGS-FMSP

コース生)

A. 研究概要

現在は安定性条件を双有理幾何やミラー対称性から研究している。安定性条件は Bridgeland により数理物理における安定性の概念の定式化として定義された。三角圏に対して定義される安定性条件は様々あり、安定性条件全体は複素多様体になることが知られている。この複素多様体はミラー対称性を通じて、ミラー多様体の複素構造のモ

ジュライ空間と関係があると考えられている。

修士では楕円曲線の退化で得られるような特異的な曲線に対して、安定性条件の空間を決定した。加えて、安定性条件の空間と導来圏の自己同値群との関係性を証明した。

近年、非可換極小モデルプログラムと呼ばれる導来圏の分解を安定性条件の空間のパスから得る方法が提示された。半直交分解とよばれる導来圏の分解は双有理変換との関係がある。そのため、安定性条件の空間の幾何から双有理変換を捉えられると期待している。

今年度は曲面の爆発に対して安定性条件の空間を調べることで、爆発の様子を安定性条件の空間の幾何から理解できるとわかった。

Currently, I am studying stability conditions from the perspectives of birational geometry and mirror symmetry. Stability conditions were defined by Bridgeland as a mathematical formalization of the notion of stability in mathematical physics. It is known that the space of all stability conditions forms a complex manifold. This complex manifold is believed to be related to the moduli space of complex structures of the mirror manifold via mirror symmetry.

In recent years, a method has been proposed to obtain semiorthogonal decompositions of derived categories from paths in the space of stability conditions. This method is called the noncommutative minimal model program. A decomposition of derived categories, called a semiorthogonal decomposition, is related to birational transformations. Thus, I expect that birational transformations can be understood through the geometry of the space of stability conditions.

This year, by studying the space of stability conditions for blow-ups of surfaces, I have found that the behavior of blow-ups can be understood from the geometry of the space of stability conditions.

B. 発表論文

1. T.Karube. "Stability Conditions on Degenerated Elliptic Curves." International Mathematics Research Notices (2023)
2. T.Karube. "The noncommutative MMP for blowup surfaces." arXiv preprint arXiv:2410.18446 (2024).

C. 口頭発表

1. Tomohiro Karube, "Stability conditions on degenerated elliptic curves."、GTM Seminar, Kavli IPMU、3月、2023年
2. 軽部友裕、「退化した楕円曲線の安定性条件について」、正標数体上の代数多様体および接続層の導来圏に関するワークショップ、東京都立大学、3月、2023年
3. 軽部友裕、「退化した楕円曲線の安定性条件について」、阪大代数幾何セミナー、大阪大学、5月、
4. Tomohiro Karube, "Stability conditions on degenerated elliptic curves." ,Derived Categories, Moduli Spaces, and Counting Invariants ,Imperial College London,7月,2023年 (英語のポスター発表)
5. 軽部友裕、「Neural Sheaf Diffusion と交通予測」、異分野異業種研究交流会、10月、東京科学大学
6. 軽部友裕、「The noncommutative minimal model program for blowup surfaces.」、京都代数幾何セミナー、12月、京都大学
7. 軽部友裕、「The noncommutative minimal model program for blowup surfaces.」、Algebraic Geometry in Bandai-Atami、1月、磐梯熱海
8. 軽部友裕、「Derived categories and autoequivalences on varieties」、East Asian Core Doctoral Forum on Mathematics、1月、北京大学

G. 受賞

1. 研究科長賞 (修士) 2022年度
2. 異分野異業種研究交流会 2024 ベストポスター発表受賞 2024年度

塩谷 天章 (SHIOTANI Takaaki)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

Neyman-Scott 点過程は、観測不能な「親」である齊次ポアソン過程の各点を中心として、観測可能な「子」となる点がクラスター状に生成されるという構造をもつ点過程のクラスであり、様々な現象のモデリングに応用されてきた。修士過程では、Neyman-Scott 点過程のような、尤度を直接書き下すことが難しい点過程モデルの統計推測の漸近理論に取り組んだ。博士課程では、Neyman-Scott 点過程モデルの統計推測の実データへの応用として、高頻度金融データにおける lead-lag 効果の推定問題に取り組んでいる。Lead-lag 効果とは、2つの時系列データの間時間に時間差のある相関関係が生じる現象のことである。例えば S&P 500 指数とその先物の間には、lead-lag 効果が観察されることが報告されている。2 銘柄の取引時刻データを、ノイズを付加した変量 Neyman-Scott 点過程によってセミパラメトリックにモデル化し、疑似尤度最大化推定量によるパラメータ推定法を構築した。モデル化の際に散布カーネルの形状を選択する必要があるが、当初の選択だった指数カーネルでは実データの相関構造を説明できなかったため、代わりに原点で発散できるガンマカーネルを採用したところ、実データの相関構造をうまくとらえることができた。また、目的関数をクンマーの超幾何関数を用いて書き直すことで、数値計算を効率化することができた。しかし、構成したモデルは数値的にはうまくいくものの、ガンマカーネルが原点で発散することが原因で、既存の漸近理論におけるモーメント密度関数の有界性の仮定を逸脱してしまった。そこで、モーメント密度関数の有界性の仮定を弱め、可積分性の仮定のもとで、漸近理論を一般の 2 変量点過程モデルに対して拡張し、提案モデルが新たな仮定を満たすことも証明した。

Neyman-Scott point processes are a class of point processes characterized by having an unobservable "parent" process given by a homogeneous Poisson process, around each point of which observable "children" points appear in

clusters. This class of models has been applied to a wide range of phenomena. In my master's research, I worked on asymptotic theory for statistical inference in point process models, such as the Neyman-Scott point process, where the likelihood is difficult to write down explicitly. In my doctoral research, as an application of statistical inference for the Neyman-Scott point process to real data, I am focusing on the estimation of lead-lag effects in high-frequency financial data. A lead-lag effect is a phenomenon where a time-lagged correlation arises between two time series. For example, such effects have been reported between the S&P 500 index and its futures.

We employed a semi-parametric approach by modeling trading-time data for two stocks using a bivariate Neyman-Scott point process with added noise, and developed a parameter estimation procedure based on quasi-likelihood maximization. In setting up this model, we had to choose a scattering kernel. The exponential kernel initially adopted failed to capture the observed correlation structure in real data. Hence, we instead used a gamma kernel that can diverge at the origin, which successfully captured the correlation structure. Furthermore, by rewriting the objective function using Kummer's hypergeometric function, we achieved more efficient numerical computation. However, while this model worked well numerically, the divergence of the gamma kernel at the origin caused the model to violate the boundedness assumption on the moment density function used in existing asymptotic theory. To address this issue, we relaxed the boundedness assumption on the moment density function and extended the asymptotic theory for general bivariate point process models under an integrability assumption. We also proved that the proposed model satisfies this new assumption.

B. 発表論文

1. Takaaki Shiotani & Nakahiro Yoshida. Statistical inference for highly correlated

stationary point processes and noisy bivariate Neyman-Scott processes, arXiv preprint arXiv:2410.05732, 2024.

C. 口頭発表

1. 多変量 Neyman-Scott 点過程の統計推測とその高頻度金融データ解析への応用, 統計関連学会連合大会, 京都大学, 2023 年 9 月.
2. Modeling lead-lag effects using bivariate Neyman-Scott processes with gamma kernels, Stochastic Analysis and Statistics 2024, 東京大学, 2024 年 2 月.
3. Modeling lead-lag effects using bivariate Neyman-Scott processes with gamma kernels, Ecosta 2024, Beijing Normal University, 2024 年 7 月.
4. 多変量 Neyman-Scott 点過程の統計推測とその高頻度金融データ解析への応用, 統計サマーセミナー 2024, 湯沢ニューオータニ, 2024 年 8 月.
5. Modeling lead-lag effects using bivariate Neyman-Scott processes with gamma kernels, TMU Finance workshop 2024, 東京都立大学, 2024 年 9 月.
6. Statistical Inference for point process models and noisy bivariate Neyman-Scott processes, East Asia Core Doctoral Forum in Mathematics, Tsinghua University, 2025 年 1 月.

G. 受賞

1. 統計関連学会連合大会 コンペティション 講演セッション 優秀賞, 2023 年

杉本 悠太郎 (SUGIMOTO Yutaro)

A. 研究概要

射影多様体の自己双有理射について研究を行っている。(標数 0 の代数閉体上、次元 n の) 射影多様体 X の自己双有理射 $f : X \dashrightarrow X$ と各 $0 \leq p \leq n$ に対して、第 p 力学的次数 $\lambda_p(f) \geq 1$ が定まり、 f を特徴づける。特に、双有理射 $\pi : X \dashrightarrow Y$ があるとき、双有理射 $\pi \circ f \circ \pi^{-1} : Y \dashrightarrow Y$ が定

まり、 $\lambda_p(f) = \lambda_p(\pi \circ f \circ \pi^{-1})$ が成り立つことが知られている。したがって、射影多様体 X に対して、集合 $\text{DynBir}_p(X) := \{\lambda_p(f) \mid f : X \dashrightarrow X \text{ は双有理射}\} \subset \mathbb{R}_{\geq 1}$ は双有理不変な実数の集合となる。今年度の研究では以下の結果を得た。

● 射影空間の双有理射についての研究

双有理射 f に対して、 $\lambda_0(f) = \lambda_n(f) = 1$ であることは知られているがこの間の力学的次数については一般的に知られていることが少ない。先行研究では、Diller, Favre (2001) らによって複素射影曲面の双有理射の第 1 力学的次数が代数的整数であり、特に、1 もしくは Pisot 数もしくは Salem 数という特別な代数的整数となることが示されている。また、Bedford (2011) によって複素射影多様体の自己同型射の力学的次数は 1 もしくは無理数になることが示されている。

(標数 0 の代数閉体上の) 射影空間 \mathbb{P}^n の双有理射 f に対して、 f の各成分を多項式表示したときの各斉次多項式の次数を $\deg(f)$ として定める。このとき、 $\lambda_1(f)$ は $\deg(f), \deg(f^2), \dots$ の増大率と一致する。Bell, Diller, Jonsson, Krieger (2021) らはこの場合において、第 1 力学的次数が超越数となる射影空間の双有理射の構成方法を見つけている。

昨年度の研究においては、この手法と、力学的次数の一般的性質を組み合わせることで第 2 力学的次数の計算等を行なった。今年度は、この研究の中で構成した双有理射を元に構成される双有理射であって第 p 力学的次数 ($1 \leq p \leq n-1$) がすべて超越数になる例を $n \geq 6$ で見つけることに成功した。この結果により、自然数の組 (n, p) ($n \geq 6, 1 \leq p \leq n-1$) について、 $\text{DynBir}_p(\mathbb{P}^n)$ は超越数を含むことが分かる。

I research on birational self-maps of projective varieties. The p -th dynamical degree $\lambda_p(f) \geq 1$ is defined for a birational self-map $f : X \dashrightarrow X$ of an n -dimensional projective variety X (over an algebraic closed field of characteristic 0) and characterizes f . Especially, for a birational map $\pi : X \dashrightarrow Y$, the birational map $\pi \circ f \circ \pi^{-1} : Y \dashrightarrow Y$ is defined and $\lambda_p(f) = \lambda_p(\pi \circ f \circ \pi^{-1})$ holds. Thus, for a projective variety X , the set $\text{DynBir}_p(X) :=$

$\{\lambda_p(f) \mid f : X \dashrightarrow X : \text{birational map}\} \subset \mathbb{R}_{\geq 1}$ is a birational invariant set of real numbers. I obtained the following results.

- On birational self-maps of a projective space
For a birational map f , it is known that $\lambda_0(f) = \lambda_n(f) = 1$, but general results about the intermediate dynamical degrees are little known. In previous research, Diller and Favre (2001) found that the first dynamical degree of birational self-maps of complex projective surface is an algebraic integer, and they are 1 or Pisot number or Salem number. Also, Bedford (2011) found that the dynamical degrees of automorphisms of complex projective varieties are 1 or irrational number.

Let f be a birational map of a projective space \mathbb{P}^n over an algebraic closed field of characteristic 0, and we may define $\deg(f)$ by the degree of the homogeneous polynomials of components of f . On this condition, $\lambda_1(f)$ is equal to the growth rate of $\deg(f), \deg(f^2), \dots$. Bell, Diller, Jonsson and Krieger (2021) found the method of constructing birational self-maps of projective spaces whose first dynamical degree is transcendental.

By combining this method and general results of dynamical degrees, we calculated the second dynamical degree of such maps in last year. This year, we constructed the example of a birational map of \mathbb{P}^n ($n \geq 6$) whose intermediate dynamical degrees are all transcendental by using the birational map, which I constructed in last year. By this result, we know the set $\text{DynBir}_p(\mathbb{P}^n)$ contains a transcendental number for (n, p) (with $n \geq 6$ and $1 \leq p \leq n - 1$).

B. 発表論文

1. Y. Sugimoto : “Dynamical degrees of automorphisms of complex simple abelian varieties and Salem numbers”, [arXiv:2302.02271](#).
2. Y. Sugimoto : “The minimum value of the first dynamical degrees of automorphisms of complex simple abelian

varieties with fixing dimensions”, [arXiv:2306.09271](#).

3. Y. Sugimoto : “A 1-cohomologically hyperbolic birational map of \mathbb{P}^3 , with a transcendental arithmetic degree”, [arXiv:2401.09821](#).
4. Y. Sugimoto : “A birational map of a projective space whose intermediate dynamical degrees are all transcendental”, [arXiv:2503.00688](#).

C. 口頭発表

1. “Dynamical degrees of automorphisms of complex simple abelian varieties and Salem numbers”, 阪大代数幾何学セミナー, 大阪大学, 2023年10月.
2. “On controlling the dynamical degrees of automorphisms of complex simple abelian varieties”, 城崎代数幾何学シンポジウム, 京都大学理学セミナーハウス, 2024年10月.
3. “On controlling the dynamical degrees of automorphisms of complex simple abelian varieties”, Mini-Workshop: Young Perspectives in Algebraic Geometry, National Taiwan University, 2024年11月.

樋川 達郎 (**HIKAWA Tatsuro**)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

極小表現は, 単純 Lie 群の無限次元既約ユニタリ表現の中で Gelfand–Kirillov 次元が最小であるという性質をもつ. ところが逆に, 群が作用する空間から見れば, 極小表現は「その空間の対称性が大きく現れている」表現だと考えられ, その空間における大域解析をよく統制することが期待される. この「極小表現の大域解析」のアイデアは, 小林俊行によって創始され, 代数的表現論から解析的表現論への遷移を生んだ.

「極小表現の大域解析」の視点からは, Euclid 空間 \mathbb{R}^N 上の古典的な Fourier 変換は, Weil 表現

$Mp(N, \mathbb{R}) \curvearrowright L^2(\mathbb{R}^N)$ (これは二つの既約成分に分解され, その各々が極小表現である)におけるユニタリ反転作用素だと解釈できる. Kobayashi–Mano (2007, 2011) は, この解釈を推し進め, 「光錐上の Fourier 変換」を $\widetilde{SO}_0(N+1, 2)$ の極小表現におけるユニタリ反転作用素として導入し, 新しい調和解析の理論を構築した.

さらに, Ben Saïd–Kobayashi–Ørsted (2012) は, 二つのパラメータ k と a で添字付けられた微分作用素の \mathfrak{sl}_2 -三対の族を導入し, これを用いて, (k, a) -一般化 Fourier 変換 $\mathcal{F}_{k,a}$ を定義した. ここで, k は Dunkl 作用素に由来する組合せ論的なパラメータであり, $a > 0$ は変形パラメータである. (k, a) -一般化 Fourier 変換 $\mathcal{F}_{k,a}$ は, $(k, a) = (0, 2)$ のとき古典的な Fourier 変換に, $(k, a) = (0, 1)$ のとき「光錐上の Fourier 変換」にあたり, a は, 二つの単純 Lie 群 $Mp(N, \mathbb{R})$ と $\widetilde{SO}_0(N+1, 2)$ の極小表現を連続的に補間する役割を果たしている. 私は, この「極小表現の補完」の理論について研究を行っている. 修士論文では, 結果の一つとして, $a > 0$ と $a < 0$ の場合を結びつけるユニタリ変換を発見し, これを用いて, Ben Saïd–Kobayashi–Ørsted の結果を $a < 0$ の場合に拡張した. この結果を, 発表論文 2 にまとめた (査読付き論文としてアクセプト済み). また, 前年度から引き続き, パラメータ a を 0 に近づける極限について考察した. この極限においては, 上記の微分作用素の \mathfrak{sl}_2 -三対の張る Lie 代数が 3 次元可換 Lie 代数に退化し, スペクトル分解の性質も異なったものになる. この結果について, 論文の投稿を準備中である. ほかに, Ben Saïd–Kobayashi–Ørsted による補間をより大きい対称性に拡張できないか考察し, $N = 2$ の場合に, パラメータ a で添字付けられた微分作用素の族であって 10 次元の Lie 代数を張るものを発見した. この結果を, 口頭発表 7 で発表した.

A minimal representation is an infinite-dimensional irreducible representation of a simple Lie group with minimum Gelfand–Kirillov dimension. However, at the same time, it can be thought of as a manifestation of large symmetry of the space acted on by the group, and hence, it is expected to control global analy-

sis on the space effectively. This is the idea of “global analysis of minimal representations” initiated by T. Kobayashi, which led a transition from algebraic representation theory to analytic representation theory.

From the viewpoint of the “global analysis of minimal representations”, the classical Fourier transform on the Euclidean space \mathbb{R}^N can be interpreted as a unitary inversion operator in the Weil representation $Mp(N, \mathbb{R}) \curvearrowright L^2(\mathbb{R}^N)$, which decomposes into two irreducible components, each of which is a minimal representation. Promoting this interpretation, Kobayashi–Mano (2007, 2011) introduced the “Fourier transform on the light cone” as a unitary inversion operator in a minimal representation of $\widetilde{SO}_0(N+1, 2)$ and developed a new theory of harmonic analysis.

After that, Ben Saïd–Kobayashi–Ørsted (2012) introduced a family of \mathfrak{sl}_2 -triples of differential operators indexed by two parameters, k and a , and defined the (k, a) -generalized Fourier transform $\mathcal{F}_{k,a}$ using these. Here, k is a combinatorial parameter derived from the Dunkl operators, and $a > 0$ is a deformation parameter. The (k, a) -generalized Fourier transform $\mathcal{F}_{k,a}$ is the classical Fourier transform when $(k, a) = (0, 2)$, and is the “Fourier transform on the light cone” when $(k, a) = (0, 1)$. The parameter a therefore continuously interpolates between the two minimal representations of the simple Lie groups $Mp(N, \mathbb{R})$ and $\widetilde{SO}_0(N+1, 2)$. I am researching the theory of the “interpolation of minimal representations”. In my master’s thesis, I found a unitary transform that intertwines the cases $a > 0$ and $a < 0$, and extended the results of Ben Saïd–Kobayashi–Ørsted to the case $a < 0$ using this. This result was compiled in Paper 2, which has been accepted as a peer-reviewed paper. I also discussed the limit as $a \rightarrow 0$ continuing from the previous year. In this limit, the Lie algebra spanned by the \mathfrak{sl}_2 -triple of differential operators mentioned above degenerates

into a three-dimensional commutative Lie algebra, and its spectral property changes. I am preparing to submit a paper regarding this result. Furthermore, I discussed the possibility of extending the interpolation by Ben Saïd–Kobayashi–Ørsted to a larger symmetry, and found a family of differential operators spanning a 10-dimensional Lie algebra indexed by the parameter a . This result was announced in Presentation 7.

B. 発表論文

1. 樋川達郎, 「Lie 代数 $\mathfrak{sl}(2, \mathbb{R})$ の微分作用素による表現の変形パラメータの反転, および関連するスペクトル分解の収束公式」, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2023).
2. T. Hikawa, “ (k, a) -generalized Fourier transform with negative a ”, preprint, arXiv:2407.01345 (2025).

C. 口頭発表

1. L^2 有界作用素の積分核について, Workshop on Actions of Reductive Groups and Global Analysis, オンライン, 2021 年 8 月.
2. T. Kobayashi, B. Ørsted, M. Pevzner, A. Unterberger, “Composition formulas in the Weyl calculus, J. Functional Analysis, 2009” の紹介, Workshop on Actions of Reductive Groups and Global Analysis, オンライン, 2022 年 8 月.
3. M. Miglioli, K.-H. Neeb, “Multiplicity-freeness of Unitary Representations in Sections of Holomorphic Hilbert Bundles”, International Mathematics Research Notices, 2020 の紹介, Workshop on Actions of Reductive Groups and Global Analysis, オンライン, 2023 年 8 月.
4. (k, a) -generalized Fourier transform with negative a , 7th Tunisian-Japanese Conference: Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications, Iberostar Selection Kuriat

Palace, Monastir (チュニジア), 2023 年 11 月.

5. (k, a) -generalized Fourier transform with negative a , East Asia Core Doctoral Forum in Mathematics, 復旦大学 (中国), 2024 年 1 月.
6. J. N. Bernstein, “On the support of Plancherel measure” (1988) の紹介, Workshop on Actions of Reductive Groups and Global Analysis, オンライン, 2024 年 8 月.
7. (k, a) -generalized Fourier transform with negative a , Intertwining operators and geometry (in the thematic trimester programme “Representation Theory and Noncommutative Geometry”), Institut Henri Poincaré (フランス), 2025 年 1 月.

FAN Linghu (范凌虎)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

マッケイ対応 (McKay correspondence) とは、有限群の表現論的不変量とその線型表現に付随する商多様体の幾何学的不変量の対応関係を研究する、代数幾何学の一分野である。標数 0 において、特殊線型群の有限部分群 G の既約表現を代数的対象とし、対応する特異商多様体の弦論的ホッジ数を幾何学的対象とすると、二者の間の対応関係は高次元マッケイ対応として知られている。特に商特異点がクレパント解消を持つとき、その弦論的ホッジ数はクレパント解消の通常のホッジ数に一致し、マッケイ対応も「既約表現の同型類の数 = クレパント解消のオイラー数」という綺麗な形になる。よって、商特異点のクレパント解消はマッケイ対応の研究において重要な幾何学的対象である。

一方、正標数において、以上のような対応関係の類似が一般に成り立たないことを示唆する反例がいくつか構成された。マッケイ対応の理論を正標数の場合に拡張するために、新しい視点と手法が求められている。本研究の目的は、クレパント解消の存在及び構成に着目して、野性マッケイ対応

(正標数におけるマッケイ対応)をより深く理解することである。

昨年度は正標数のクレパント解消の例を一つ構成して、その解消の性質を研究した。今年度は、弦モチーフによる野性マッケイ対応が導く数論的量公式を用いて、特定の半直積構造を持つ群に対して、マッケイ対応の類似が成り立つことを示した。この結果は、 p 次巡回マッケイ対応の一般化である。証明の手法を使って、昨年度に得たクレパント解消の例の性質を構成せずに調べられることも分かった。

McKay correspondence, as a research field of algebraic geometry, studies relations between representation-theoretic invariants of finite groups and the quotient singularities associated with their linear representations. In characteristic 0, let G be a finite subgroup of the special linear group. If one considers the irreducible representations of G as the algebraic part, and the stringy Hodge numbers of the corresponding singular quotient variety as the geometric part, then it is known as McKay correspondence that there are some interesting relations between the algebraic part and the geometric part. In particular, if the quotient singularity has a crepant resolution, then the stringy Hodge numbers of the singularity are equal to the ordinary Hodge numbers of the crepant resolution, and thus the McKay correspondence can be written as “number of isomorphic classes of irreducible representations = Euler characteristic of the crepant resolution”. Therefore, crepant resolutions of quotient singularities play an important role as a geometric object in McKay correspondence.

On the other hand, in positive characteristic, there are some counterexamples to the naive analogs of McKay correspondence stated above. To study “wild” McKay correspondence in positive characteristic, new viewpoints and approaches are needed. In this project, we want to study wild McKay correspondence by focusing on the existence and construction of crepant

resolutions.

Last year, I constructed a new crepant resolution in positive characteristic and studied its properties. This year, by using the mass formula version of wild McKay correspondence via stringy motives, I showed that the analog of McKay correspondence holds in positive characteristic for groups with a specific semidirect product structure. This is a generalization of p -cyclic McKay correspondence. By the approach of the proof, it is also possible to study properties of the example known last year without constructing it.

B. 発表論文

1. L. Fan : “Crepant resolution of \mathbb{A}^4/A_4 in characteristic 2”, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci. **99**, No.9, (2023) 71–76.
2. L. Fan: “Euler characteristic of crepant resolutions of specific modular quotient singularities”, arXiv:2411.18113 (2024).

C. 口頭発表

1. Crepant resolution of quotient singularities in positive characteristic, GTM セミナー, 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構, 2023年3月.
2. Construction of crepant resolutions of quotient singularities in positive characteristic, 阪大代数幾何学セミナー, 大阪大学, 2023年6月.
3. Construction of crepant resolutions of quotient singularities in positive characteristic, 特異点セミナー, 日本大学, 2023年7月.
4. Crepant resolution of \mathbb{A}^4/A_4 and its Euler number in characteristic 2, 日本数学会 2023年度秋季総合分科会, 東北大学, 2023年9月.
5. An example of crepant resolution in characteristic 2 and its duality, Conference on McKay correspondence, Tilting theory and related topics, 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構, 2023年12月.
6. On crepant resolutions of modular quo-

tient singularities, 第 7 回数理解新人セミナー, 名古屋大学, 2024 年 2 月.

7. An example of crepant resolution in characteristic 2 and its properties, 第 28 回代数数学若手研究会, 早稲田大学, 2024 年 2 月.
8. Euler characteristic of crepant resolutions of modular quotient singularities, 研究集会「特異点と McKay 対応」, 東京理科大学, 2024 年 7 月.
9. Euler characteristic of crepant resolutions of quotient singularities in positive characteristic, Institute for Advanced Study in Mathematics, 浙江大学 (中国), 2024 年 7 月.
10. On Batyrev's theorem for modular quotient singularities (ポスター発表), 城崎代数幾何学シンポジウム, 京都大学, 2024 年 10 月.
11. Wild McKay correspondence for specific quotient singularities via mass formulas, GTM セミナー, 東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構, 2024 年 11 月.
12. Wild McKay correspondence for specific quotient singularities via mass formulas, Oberseminar "algebraic geometry", ミュンヘン工科大学 (ドイツ), 2024 年 11 月.
13. McKay correspondence in positive characteristic, East Asia Core Doctoral Forum in Mathematics, 清華大学 (中国), 2025 年 1 月.
14. McKay correspondence in positive characteristic for specific modular groups, Perspectives in Tilting Theory and Related Topics, 京都大学数理解析研究所, 2025 年 2 月.

G. 受賞

1. 研究科長賞 (東京大学大学院数理科学研究科修士課程), 2023 年 3 月.

星野 真生 (HOSHINO Mao)

(学振 DC1)

(FoMP コース生)

A. 研究概要

まず昨年度の冬におおよその筋道が立った旗多様体の同変な変形量子化の構成について, 記述の整理と論文の執筆を行った. その中で同変 Poisson 構造のモジュライがルート系に付随するトーリック多様体に埋め込めることがわかり, また量子包絡環のある種の整形がトーリック多様体の点を使って変形できることもわかったため, そのことも論文に盛り込んだ.

また 10 月から年末まで, ブリュッセル自由大学 (ベルギー) の Kenny De Commer 教授を訪問した. De Commer 教授の提案で $SL(2, \mathbb{R})$ の量子化にかかわる共同研究がはじまり, 滞在中はそれに必要な文献を読んだ. また自分自身の研究テーマである旗多様体の同変量子化について, 表現圏上の加群圏との双対性を踏まえて分類問題に取り組み, 特に $SU(n)$ の全旗多様体 $SU(n)/T$ の $SU_q(n)$ 同変な量子化について分類定理を得た. 結論は $SU(n)/T$ 上の Poisson 構造であって, 0 次元のシンプレクティック葉を持ち Poisson-Lie 群 $SU(n)$ の作用と整合的なものとの対応が存在するというものである. またこの分類の証明の中で, 上述の量子包絡環の整形を変形したのを使って自然に構成できる量子化が全ての量子化を尽くしていることもわかる.

またこれらの話題とは別に, 理化学研究所の北村侃氏とともに自由ユニタリ量子群の離散双対の自由積の量子部分群に関する論文も出版した.

At first I reorganized the description of the construction of equivariant deformation quantization of flag manifolds, which was discovered in last winter, and wrote a paper on it. In that paper I also showed that the moduli of equivariant Poisson structures has an embedding into the toric variety associated to the corresponding root system and that a certain integral form of quantum enveloping algebra can be deformed by a point of the toric variety.

In autumn, I had a 3 months stay at VUB in Brussels from October to December. The

host professor is Prof. Kenny De Commer. We started a coworking project on the quantum $SL(2, \mathbb{R})$, suggested by him. In that stay I learned his theory which is necessary for the project. I also continued to work on my research theme, equivariant quantization of flag manifolds in that stay. Based on the duality theory for quantum group actions and module categories on the representation categories, I obtain a classification theorem for $SU_q(n)$ -equivariant quantization of the full flag manifolds, which states that there is a natural one-to-one correspondence between such quantizations and Poisson structures on the full flag manifolds which admit 0 dimensional symplectic leaves and are compatible with the action of a Poisson-Lie group $SU(n)$. I also showed that these quantization can be realized by using the deformed quantum enveloping algebras mentioned above.

I also published a paper on quantum subgroups of free products of the duals of free unitary quantum groups, with K. Kitamura.

B. 発表論文

1. M. Hoshino, Polynomial families of quantum semisimple coadjoint orbits via deformed quantum enveloping algebras, *Comm. Math. Phys.* **406** (2025), no. 8.
2. K. Kitamura, M. Hoshino, A note on quantum subgroups of free quantum groups, *C. R. Math. Acad. Sci. Paris.* **362** (2024), 1327-1330.
3. M. Hoshino, The automatic imprimitivity for G_q , *J. Funct. Anal.* **286** (2024), no. 12, 110413.

C. 口頭発表

1. Polynomial families of quantum flag manifolds via deformed quantum enveloping algebras, The University of Tokyo, June 2024.
2. Polynomial families of quantum flag manifolds via deformed quantum enveloping algebras, Kyoto University,

Japan, July 2024.

3. Polynomial families of quantum semisimple coadjoint orbits via deformed QEAs, Nagoya University, Japan, July 2024.
4. Deformed quantum enveloping algebras and its application to quantized semisimple coadjoint orbits, Seminar on Quantum groups, Hopf algebras and monoidal categories, Vrije Universiteit Brussel, Belgium, November 2024.
5. Deformed QEAs and their applications to quantum flag manifolds, Group Theory Around Operator Algebras, Kyoto University, Japan, January, 2025.
6. A categorical perspective on non-formal equivariant quantization, CREST seminar, online, February, 2025.
7. Towards a classification of quantum flag manifolds, The 21st Mathematics Conference for Young Researchers, Hokkaido University, Japan, March 2025.

前川 拓海 (MAEGAWA Takumi)

(学振 DC2)

(FMSP 生)

A. 研究概要

安定ホモトピー論とゲージ理論的不変量のインタラクションを、現代 ∞ -圏論の視点から研究をしている。

本年度は、位相空間の上の安定 ∞ -圏係数の層に対する six-functor formalism を用いることで、四次元スピンの閉多様体に対するゲージ理論的不変量である Bauer–Furuta 不変量の新たな構成ができることを発見した。具体的には、Kashiwara–Shapira 流の (球面スペクトラム係数) Borel–Moore homology が、Banach 多様体間の (非線形) Fredholm 写像に関して相対的には well-defined であることを観察できたことが、重要な突破口となっている。系として、これまで困難であった非コンパクト底空間に付随する四次元スピンの閉多様体の族に対する Bauer–Furuta 不変量の、体系的な定義を与えることが可能になった。同時に、現代的な TQFT の枠組みによって

期待されていた, Seiberg–Witten Floer 安定ホモトピー理論の $(\infty, 1)$ -関手性のうち, $(\infty, 0)$ -関手性の部分の解決も与えている.

また, 従来の Bauer–Furuta 不変量を完全な形で再現するために, 今回使用した six-functor formalism の同変 (genuine equivariant) 版が必要となる. このような six-functor formalism は, 現在までに研究すらされていない未知の理論であったが, この理論の存在を与えるための核となる proper basechange theorem の証明を得ることができた. したがって Bauer–Furuta 不変量の同変性の新たな構成を与えることができるようになっていく. 一方で, このように与えた ∞ -圏の安定ホモトピー論的説得力を付与するには状況証拠に乏しいのが現状であり, 改良の余地を研究している.

I am studying the interaction between stable homotopy theory and gauge-theoretic invariants from the perspective of modern ∞ -category theory.

This year, I discovered a new construction of the Bauer – Furuta invariant, a gauge-theoretic invariant for closed spin 4-manifolds, using the six-functor formalism for sheaves valued in some stable ∞ -category over topological spaces. A crucial breakthrough was the observation that (sphere spectrum-valued) Borel – Moore homology in the sense of Kashiwara – Shapira is well-defined for Banach manifolds relative to a (nonlinear) Fredholm map. As a corollary, it provides a systematic definition of the Bauer – Furuta invariant for families of closed spin 4-manifolds over noncompact base spaces, which had been challenging in the past. At the same time, this framework resolves the $(\infty, 0)$ -functoriality part of the expected $(\infty, 1)$ -functoriality of Seiberg – Witten Floer stable homotopy theory, as suggested by the modern formulation of topological quantum field theory.

B. 発表論文

1. T. Maegawa: “On the Bauer–Furuta construction,” arXiv: 2412.16759

2. T. Maegawa: “Even-periodic cohomology theories for twisted parametrized spectra,” arXiv: 2307.12258.

C. 口頭発表

1. A six-functor approach to the Bauer–Furuta invariant, 千葉大学幾何学セミナー, 千葉大学, 2025 年 3 月.
2. Beilinson’s t-structure on filtered spectra, 信州トポロジーの学校, 信州大学, 2025 年 3 月.
3. Six-functor formalism for locally proper maps and the Bauer–Furuta invariant, Research seminar on Quantum Topology and Categorification, ハンブルク大学, 2025 年 2 月.
4. Equivariant sheaves and the Bauer–Furuta invariant, 微分トポロジーセミナー, 京都大学数学教室, 2024 年 12 月.
5. Complex-orientable ring spectra and formal groups, Yatsugatake workshop, 2024 年 9 月.
6. Nonabelian Poincaré duality, Factorization algebras and related topics, 2024 年 8 月.
7. “Six” perspective(s) on the J-homomorphism, 幾何学セミナー・トポロジーセミナー, 九州大学, 2024 年 8 月.
8. Introducing Cat_∞ , 代数トポロジー若手情報交換会, オンライン, 2023 年 11 月.
9. A possible application to a conjectural Floer homotopy theory over MUP , Higher Algebra in Geometry – Talk Sessions, RIKEN iTHEMS, 2023 年 8 月.
10. A conjectural Floer homotopy theory over MUP_G , IWoAT Summer School 2023 Flash Talk, Beijing Institute of Mathematical Sciences and Applications, August 2023.
11. On a possible application of some “twisted” tangent bundle of ∞ -topoi: Towards construction of the Seiberg–Witten Floer homotopy type, 代数トポロジー若手情報交換会, 名古屋大学, 2023

年 3 月.

12. Atiyah-Singer の指数定理, トポロジー新人セミナー 2021, オンライン, 2021 年 9 月.

三神雄太郎 (MIKAMI Yutaro)

(学振 DC1)

A. 研究概要

K を p 進体とする. 私は今年度, Robba 環上の (φ, Γ_K) 加群の族とそれのコホモロジーについて研究した. 研究動機は Emerton-Gee-Hellmann によって提唱された解析的 Emerton-Gee スタックと圏論的 p 進 Langlands 対応である. この予想は $GL_n(K)$ の局所解析的表現の導来圏から, 階数 n の Robba 環上の (φ, Γ_K) 加群のモジュライスタックである解析的 Emerton-Gee スタック \mathfrak{X}_n 上の準接続層の導来圏へ良い関手が存在することを主張している. \mathfrak{X}_n の表現可能性示すには各閉点の近傍が滑らかなチャートを持つかを考える必要があるが, 代数多様体の場合と異なりリジッド解析空間の場合は \mathbb{Q}_p の有限次拡大体に値をもつ閉点を考えるだけでは不十分である. それゆえ従来では考えられていなかった Banach 環上の (φ, Γ_K) 加群の族について考えるのである. また Rodríguez Jacinto-Rodríguez Camargo によって “Banach 環上相対的に離散な環” 上の族を考えることの有用性が示唆されている. 以上を踏まえて, 今年度は Robba 環上の (φ, Γ_K) 加群のより一般の族について研究し, それらが Fargues-Fontaine 曲線上の Γ 同変なベクトル束の族と一対一に対応することを証明した. さらにはコホモロジーについても調べ, 有限性と双対についても証明した. こちらについての論文は現在推敲中である. 研究の鍵になっているものは, Clausen-Scholze による解析的スタックの理論と, それ上の 6 つの関手の理論である. これらを用いることで, より一般の族を統一的に扱うことができるようになったのである. 来年度は, これらの研究を踏まえて \mathfrak{X}_n の表現可能性をより具体的に研究しようと考えている.

Let K be a p -adic field. This year, I have studied families of (φ, Γ_K) -modules over the

Robba ring and their cohomology. My research is motivated by the analytic Emerton-Gee stack and the categorical p -adic Langlands correspondence proposed by Emerton-Gee-Hellmann. This conjecture asserts the existence of a nice functor from the derived category of locally analytic representations of $GL_n(K)$ to the derived category of quasi-coherent sheaves on the analytic Emerton-Gee stack \mathfrak{X}_n which is a rigid analytic moduli stack of (φ, Γ_K) -modules over the Robba ring of rank n . To prove the representability of \mathfrak{X}_n , it is necessary to examine whether there is a neighborhood of a closed point that admits a smooth chart. However, unlike the case of algebraic varieties, in the setting of rigid analytic spaces, it is insufficient to consider only closed points with values in finite extensions of \mathbb{Q}_p . Thus, it becomes necessary to study families of (φ, Γ_K) -modules over more general Banach algebras, which had not been considered before. Furthermore, Rodríguez Jacinto-Rodríguez Camargo have suggested the utility of considering families over “relatively discrete rings over Banach algebras”. Based on these insights, I have studied more general families of (φ, Γ) -modules over the Robba ring this year and proved that they correspond bijectively to families of Γ -equivariant vector bundles on the Fargues-Fontaine curve. I have also investigated their cohomology and established results on finiteness and duality. A paper on this topic is currently in preparation. The key tools in my research are the theory of analytic stacks introduced by Clausen and Scholze and the 6-functor formalism on analytic stacks. These allow for a unified treatment of more general families. Next year, I plan to build on these results to further investigate the representability of \mathfrak{X}_n more concretely.

B. 発表論文

1. Y. Mikami : “Faithfully flat descent of quasi-coherent complexes on rigid analytic varieties via condensed mathe-

matics”, International Mathematics Research Notices, rmad320, 2024.

2. Y. Mikami : “Fppf-descent for condensed animated rings”, arXiv preprint, arXiv:2311.13408 (2023).
3. Y. Mikami : “ (φ, Γ) -modules over relatively discrete algebras”, arXiv preprint, arXiv:2409.14145 (2024).

C. 口頭発表

1. Faithfully flat descent of quasi-coherent complexes on rigid analytic varieties over non-archimedean local fields via condensed mathematics, 第 21 回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2022 年 7 月.
2. Faithfully flat descent of quasi-coherent complexes on rigid analytic varieties via condensed mathematics, 数論合同セミナー, 京都大学, 2022 年 7 月.
3. ダイヤモンドのエタールコホモロジー, 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2022 年 9 月.
4. 米田埋め込み, 随伴関手定理, 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2023 年 2 月.
5. Faithfully flat descent of quasi-coherent complexes on rigid analytic varieties via condensed mathematics, 代数学コロキウム, 東京大学, 2023 年 5 月.
6. 高次 Coleman 理論, 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2023 年 9 月.
7. Descent Theory in condensed mathematics, NTU-UTokyo joint conference, National Taiwan University, 2023 年 12 月.
8. パーフェクトイド・モジュラー曲線上の局所解析的関数, 金沢数論幾何集会, 石川県文教会館, 2024 年 3 月.
9. Finiteness of (φ, Γ) -cohomology, 第 23 回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2024 年 7 月.
10. Emerton-Gee スタック, 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2024 年 9 月.
11. (φ, Γ) -modules over relatively discrete algebras, Workshop on Shimura varieties, representation theory and related topics,

東京大学, 2024 年 10 月.

12. (φ, Γ) -modules over relatively discrete algebras, 代数的整数論とその周辺 2024, 京都大学数理解析研究所, 2025 年 1 月.

G. 受賞

東京大学大学院数理科学研究科修士課程研究科長賞, 2023 年 3 月.

村上 聡梧 (MURAKAMI Sogo)

(学振 DC1)

A. 研究概要

自分は双曲力学系の重要な概念である軌道追跡性を主に研究している。軌道追跡性は、構造安定性の必要十分条件を与えるなどさまざまな応用を持つ。今回自分は孤立していない特異点を持つ場合に軌道追跡性が成り立つ場合があることを示した。I study the shadowing property, which

is an important concept in hyperbolic dynamical systems. Shadowing property has various applications, such as providing necessary and sufficient conditions for the structural stability. In this study, I found a smooth flow who has the standard shadowing property on its chain recurrent set with an attached singularity.

B. 発表論文

1. Sogo Murakami, “Oriented and standard shadowing properties on closed surfaces”, Topology and its applications, 336, 2023, 108598
2. Sogo Murakami, “Oriented and standard shadowing properties for topological flows”, Tokyo Journal of Mathematics, 46, 2023, 381-400
3. Sogo Murakami, “Multidimensional C0 transversality and the shadowing property for Axiom A diffeomorphisms”, arXiv:2407.06588
4. Sogo Murakami, “A shadowable chain recurrent set with an attached hyperbolic singularity”, arXiv:2501.04294

C. 口頭発表

1. Multidimensional C^0 transversality and the shadowing property for Axiom A diffeomorphisms, 力学系の理論と応用, 京都大学数理解析研究所, 6月, 2024年
2. C^0 transversality condition と Axiom A 微分同相写像の擬軌道追跡性について, 埼玉大学大学幾何セミナー, 埼玉大学, 8月, 2024年
3. A shadowable chain recurrent set with an attached hyperbolic singularity, 冬の力学系研究集会, 九州大学, 1月, 2025年

山本 寛史 (YAMAMOTO Hirofumi)

A. 研究概要

私の研究は、 GL_2 の保型表現の symmetric square 表現に関する岩沢理論である。岩沢理論は、 p 進 L 関数と Selmer 群の関係を記述する予想であり、数論における重要な問題の一つである。2014 年に Skinner と Urban によって GL_2 の場合に証明された手法を拡張することを目的とする。彼らの証明では、 L 関数を Eisenstein 関数の定数項として得て、その係数がその他の項の係数と互いに素であることを計算することで証明を構成している。しかし、symmetric square 表現に関する adjoint L 関数の場合には、この手法をそのまま適用することはできない。そこで、theta 関数を用いた Rankin-Selberg 積分を利用し、Eisenstein 関数の係数を計算することで、証明の新たな枠組みを構築する。

GL_3 の non-self dual な保型表現に関する研究も行った。 GL_3 の保型表現の一部は、 $\mathbb{Z}/N\mathbb{Z}$ 上の関数である特定のルールを満たすものと対応することが知られている。特に $N = 128$ の場合、non-self dual な保型表現が得られるが、その 2-adic 成分は unramified ではなく、詳細な性質が明らかになっていない。そこで、supercuspidal 表現の性質を用いてこの成分を特定し、その構造を解明する研究を行った。

My research focuses on the Iwasawa theory of the symmetric square representation of automorphic representations of GL_2 . Iwasawa

theory is a conjectural framework describing the relationship between p -adic L -functions and Selmer groups, which is one of the central problems in number theory. The goal of my research is to extend the method established by Skinner and Urban in 2014 for the case of GL_2 . Their proof constructs the L -function as the constant term of an Eisenstein series and verifies that its coefficient is coprime to the coefficients of other terms. However, in the case of the adjoint L -function associated with the symmetric square representation, this method cannot be directly applied. Therefore, I use the Rankin-Selberg integral with theta functions to compute the coefficients of the Eisenstein series and establish a new framework for the proof.

I have also conducted research on non-self-dual automorphic representations of GL_3 . It is known that certain automorphic representations of GL_3 correspond to functions on $\mathbb{Z}/N\mathbb{Z}$ that satisfy specific rules. In particular, for $N = 128$, a non-self-dual automorphic representation is known to exist, but its 2-adic component is ramified, and its properties remain unclear. I studied this component by utilizing the properties of supercuspidal representations to determine its structure.

C. 口頭発表

1. p -通常半整数重さ次数 2 ジーゲルモジュラー形式の空間の次元について, 代数学コロキウム, 東京大学, 2023年6月.
2. On the dimension of spaces of p -ordinary half-integral weight Siegel modular forms of degree 2, 第22回広島仙台整数論集会, 広島大学, 2023年7月.
3. p -通常半整数重さ次数 2 ジーゲルモジュラー形式の空間の次元について, 東京電機大学 数学講演会, 東京電機大学, 2024年4月.
4. On the dimension of spaces of p -ordinary half-integral weight Siegel modular forms of degree 2, 数論合同セミナー, 京都大学, 2024年5月.

吉田 淳一郎 (YOSHIDA Junichiro)

(学振 DC1)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

指導教員である吉田朋広教授と共に、識別不可能なモデルに対する罰則付き推定の研究を行った。これにより、有限混合分布や点過程の重ね合わせ、ニューラルネットワークのような識別不可能なモデルに対するパラメータ推定が可能となっている。

Together with my supervisor, Prof. Nakahiro Yoshida, we have studied on penalized estimation for non-identifiable models. This enables parametric estimation for non-identifiable models such as finite mixture distribution, superposed point process and neural network.

B. 発表論文

1. J. Yoshida and N. Yoshida : “Quasi-maximum likelihood estimation and penalized estimation under non-standard conditions”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* **76** (2024) 711–763.
2. J. Yoshida and N. Yoshida : “Penalized estimation for non-identifiable models”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* **76** (2024) 765–796.

C. 口頭発表

1. (1) Quasi-maximum likelihood estimation and penalized estimation under non-standard conditions, 確率過程の統計推測の最近の展開 2023, 東京大学大学院数理科学研究科, 2023 年 2 月.
2. (2) Quasi-maximum likelihood estimation and penalized estimation under non-standard conditions, 統計関連学会連合大会, 京都大学吉田キャンパス, 2023 年 9 月.
3. (3) Quasi-maximum likelihood estimation and penalized estimation under non-standard conditions, *Stochastic Analysis and Statistics*, 東京大学大学院数理科学研究科, 2024 年 2 月.

4. (4) Quasi-maximum likelihood estimation and penalized estimation under non-standard conditions, *DYNSTOCH* 2024, ドイツ キール大学, 2024 年 5 月.

5. (5) Quasi-maximum likelihood estimation and penalized estimation under non-standard conditions, *Ecosta* 2024, 中国北京師範大学 (オンライン), 2024 年 7 月.

6. (5) Penalized estimation for non-identifiable models, 統計サマーセミナー 2024, 湯沢ニューオータニ, 2024 年 8 月.

☆ 1 年生 (First Year)

青山 天馬 (AOYAMA Temma)

(学振 DC1)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

S.Ben Saïd-T.Kobayashi-B.Ørsted (2009, 2012) により創出された枠組みである (k, a) -generalized Fourier analysis の理論をもとに, a -deformed heat kernel および a -deformed Brownian motion の定式化およびその基本性質の研究を行っている.

具体的には a -deformed heat kernel を, $(0, a)$ -generalized Fourier transform を用いて構成・定義したうえで, 特殊関数 (Bessel 関数および Spherical harmonics) を用いた展開公式, 増大度の評価, 正值性, 合成法則, 全積分の公式, a -generalized heat semigroup の積分核になっていること, などを示した. また, これらの性質の証明の手法として, a -generalized heat equation の最大値の原理を定式化し, 証明した. a -deformed Brownian motion に関しては, Brownian motion の定義にあらわれる Gauss 分布を a -deformed heat kernel に置き換えることにより, a -deformed Brownian motion を定式化し, その存在, Markov 性, Feynman-Kac type の公式, などを示した.

研究の過程で, $(0, a)$ -generalized Fourier 積分核が多項式で上から抑えられることを証明した. また, その証明の手法として, 積分核の複素積分表示を導出した.

I studied the a -deformed heat kernel and a -deformed Brownian motion, focusing on their formulation and fundamental properties, based on the theory of (k, a) -generalized Fourier analysis, which is a framework developed by S.Ben Saïd-T.Kobayashi-B.Ørsted (2009, 2012).

Specifically, I constructed and defined a -deformed heat kernel using the $(0, a)$ -generalized Fourier transform. I established expansion formulas using special functions (Bessel functions and spherical harmonics), growth estimates, positivity, composition law, the total integral formula, and showed that the kernel serves as the integral kernel of a -generalized heat semigroup. As a key tool in proving these properties, I formulated and proved a maximum principle for the a -generalized heat equation. Furthermore, I formulated a -deformed Brownian motion by replacing the Gaussian distribution in the definition of Brownian motion with the a -deformed heat kernel, and demonstrated its existence, Markov property, Feynman-Kac type formula.

In the course of research, I also showed that the $(0, a)$ -generalized Fourier integral kernel can be bounded from above by a polynomial. As a method for proving this result, I derived a complex integral representation of the kernel.

B. 発表論文

1. T.Aoyama : “Deformation of the heat kernel and Brownian motion from the perspective of the Ben Saïd-Kobayashi-Ørsted (k, a) -generalized Laguerre semigroup theory”, 東京大学修士論文.

C. 口頭発表

1. A Geometric construction of the discrete series for semisimple Lie groups (M.Atiyah- W.Schmid, 1977) の紹介, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", online, 2022 年 8 月.

2. “ A Poisson-Plancherel Formula for Semi-Simple Lie Groups (M.Vergne, 1982) の紹介 ”, Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", online, 2023 年 8 月.
3. Deformation of heat kernels and Wiener measures from the viewpoint of the Saïd-Kobayashi-Ørsted 's Laguerre semigroup theory, 7th Tunisian-Japanese Conference "Geometric and Harmonic Analysis on Homogeneous Spaces and Applications, Tunisia, 2023 年 11 月.
4. Bounds for the kernel of the (k, a) -generalized Fourier transform (De Bie-Lian-Maes 2023) の紹介, orkshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis” , online, 2024 年 8 月.
5. (k, a) -generalized Fourier analysis に基づく熱核と Brown 運動の変形理論について, Non-Commutative Probability and Related Topics 2024, Fukuoka, 2024 年 10 月.
6. Deformation of heat kernels and Brownian motions from the viewpoint of Ben Saïd-Kobayashi-Ørsted (k, a) -generalized Laguerre semigroup theory, Workshop: Intertwining operators and geometry, Institut Henri Poincaré, France, 2025 年 1 月.

大江 亮輔 (OOE Ryosuke)

A. 研究概要

正標数の完全体上のスムーズなスキームに対し, Kerz-斎藤は分岐が制限されたアーベル基本群を定義し, その基本群について Lefschetz 超平面定理が成り立つことを証明した. 今年度の研究では, 混標数の正則スキームについて, 分岐が制限されたアーベル基本群を, 等標数の場合と同じようにして定義した. また, 閉ファイバーの標数を p とするとき, Lefschetz 型の定理が p 捩れ部分について成り立つことを確認した.

For a smooth scheme over a perfect field, Kerz-

Saito defined the abelian fundamental group with bounded ramification and proved Lefschetz hyperplane theorem for the fundamental group. I defined the abelian fundamental group with bounded ramification for a regular scheme in mixed characteristic in the same way as the equal characteristic case. If the characteristic of the closed fiber is p , I proved the Lefschetz type theorem for p -torsion parts.

B. 発表論文

1. R. Ooe: "F-characteristic cycle of a rank one sheaf on an arithmetic surface", 2024, arXiv:2402.06163.

C. 口頭発表

1. On the cotangent bundle and the characteristic cycle of a rank one sheaf in mixed characteristic, Seminar on Algebraic Geometry and Ramification, 北京大学, 2024年4月.
2. 混標数の曲面上の階数1の層のF特性サイクル, 慶應代数セミナー, 慶應大学, 2024年5月.
3. F-characteristic cycle of a rank one sheaf on an arithmetic surface, 第23回仙台広島整数論集会, 東北大学, 2024年7月.
4. F-characteristic cycle of a rank one sheaf on an arithmetic surface, 東工大数論・幾何学セミナー, 東京工業大学, 2024年9月.
5. F-characteristic cycle of a rank one sheaf on an arithmetic surface, 代数学コロキウム, 東京大学, 2024年12月.
6. F-characteristic cycle of a rank one sheaf on an arithmetic surface, 代数的整数論とその周辺 2024, 京都大学, 2025年1月.

下山 翔 (SHIMOYAMA Sho)

A. 研究概要

距離空間内の勾配流の性質の一般論およびその応用に関する研究を行っている。勾配流の性質は、ヒルベルト空間やリーマン多様体, $CAT(0)$ のように"距離関数が線形", つまり, 距離関数が

内積から誘導されているとある意味で思える空間においてはよく調べられている。一方で, 例えば $p \neq 2$ である L^p 空間のような, "距離関数が非線形"な空間においては, 距離関数が線形な空間と比べると分かっていることが大きく減少する。特に well-posedness も不明である。私は, 距離関数が非線形な空間における勾配流の性質に興味を持ち研究を行っている。

I study on the general theory and applications of gradient flows in metric spaces. The properties of gradient flows have been studied extensively in spaces where the distance function can be regarded as "linear" —in other words, spaces whose distance is induced by an inner product—such as Hilbert spaces, Riemannian manifolds, and $CAT(0)$ spaces. By contrast, far less is understood in spaces with a "nonlinear" distance function, for example L^p spaces with $p \neq 2$. In particular, the well-posedness of gradient flows in such spaces remains uncertain. My work focuses on investigating the nature of gradient flows in metric spaces where the distance function is nonlinear.

C. 口頭発表

1. (1) 第1部 距離空間上の p -勾配流と p' -勾配流への変換 (English), (2) 第2部 私がビジネスで必要と感じた数学 (Japanese), おいで Math, 2024/05.
2. 距離空間上の p -勾配流とその一意性, 阪大幾何セミナー, 2024/07.
3. 距離空間上のベキの異なる勾配流の結びつけ, 幾何学シンポジウム, 2024/09.
4. 勾配流の変換と一意性, 異分野異業種研究交流会, 2024/10.
5. 距離空間上の勾配流のパラメータ変換, 東北大幾何セミナー, 2024/10.
6. p -勾配流の一意性とパラメータ変換, 九州大学幾何セミナー, 2024/12.

7. 距離空間上の勾配流の一意性とパラメータ変換, リーマン幾何と幾何解析, 2025/02.

竹村 春希 (TAKEMURA Haruki)

(学振 DC1)

A. 研究概要

双曲型方程式に対する数値解法である, 補間を用いた semi-Lagrange 法に関する研究を行なった. 補間作用素として区分 3 次 Hermite 補間作用素を用いたとき, この数値解法は特に cubic interpolated pseudo-particle (CIP) scheme と呼ばれる. 1 次元移流方程式の初期値問題に対する CIP 法が時空間 3 次の精度を持つことは, 数値実験上ではよく知られていた. 昨年度までの研究ではこの収束性に関してレート付きの収束証明を与えた. 本年度の研究では, 非線形問題に対する semi-Lagrange 法の研究を行なった. 特に, 非線形双曲型方程式である浅水方程式の初期値問題に対して, 高精度な数値解法を提案した. 先行研究で提案されていた浅水方程式に対する CIP 法には時間方向に 1 次精度という制限があったが, 本研究では splitting 法の利用に工夫を施し, 時間方向に 3 次精度を持つ数値解法を議論した. また, 二相流のモデルである Navier–Stokes–Korteweg 方程式に対して CIP 法を利用した数値計算を行い, Euler–Korteweg 方程式の周期的な進行波解を近似すると考えられる数値解を観察した.

We conducted a study on the semi-Lagrangian methods using interpolation, which are numerical schemes for hyperbolic equations. When employing the piecewise cubic Hermite interpolation operator in the scheme, this numerical scheme is specifically referred to as the cubic interpolated pseudo-particle (CIP) scheme. It has been well known that the CIP method for the initial value problem of the one-dimensional advection equation has third-order accuracy in space and time through numerical experiments. In our previous research, we proved the third-order accuracy of the CIP scheme for advection equations.

This year, we extended our study to semi-Lagrangian methods with interpolation operators for nonlinear problems. In particular, we proposed a numerical scheme with high accuracy for the initial value problem of shallow water equations. The CIP method for the shallow water equations proposed in previous studies has first-order accuracy in time. In our study, we improved the application of the splitting method and developed a numerical scheme with third-order accuracy in time.

We also performed numerical simulations of the Navier–Stokes–Korteweg equations, which is a two-phase flow model, using the CIP method. We observed numerical solutions that appear to approximate periodic traveling wave solutions of the Euler–Korteweg equations.

B. 発表論文

1. Y. Miyamoto, H. Takemura, and T. Wakasa : “Asymptotic formulas of the eigenvalues for the linearization of the scalar field equation”, Proc. R. Soc. Edinb. A: Math. (2023) 1–38.
2. T. Kashiwabara and H. Takemura : “Error estimates of the cubic interpolated pseudo-particle scheme for one-dimensional advection equations”, submitted (arXiv:2402.11885).
3. Y. Giga, T. Kashiwabara and H. Takemura : “On periodic traveling wave solutions with or without phase transition to the Navier–Stokes–Korteweg and the Euler–Korteweg equations”, submitted (arXiv:2502.09965).

C. 口頭発表

1. 1 次元移流方程式における Cubic Interpolated Pseudo-particle Scheme (CIP 法) の収束証明, 日本数学会 2023 年度秋季総合分科会 応用数学分科会, 東北大学, 2023 年 9 月.
2. 1 次元移流方程式における Cubic Interpolated Pseudo-particle Scheme (CIP 法) の収束証明, 2023 年度応用数学合同研究集

- 会, 龍谷大学, 2023 年 12 月.
3. 移流速度が時空間に依存する 1 次元移流方程式における CIP 法の収束証明, 日本応用数理学会 第 20 回研究部会連合発表会, 長岡技術科学大学, 2024 年 3 月.
 4. スカラーフィールド方程式の線形化問題における固有値の明示的表示, 日本数学会 2024 年度年会, 大阪公立大学, 2024 年 3 月.
 5. Error estimates of the CIP scheme for one-dimensional advection equations, SciCADE 2024, National University of Singapore, 2024 年 7 月.
 6. 移流方程式に対する CIP 法の数学解析と応用, RIMS 共同研究 (公開型) 「計算科学に資する数値解析学の展開」, 京都大学, 2024 年 10 月.
 7. Error analysis of the cubic interpolated pseudo-particle (CIP) scheme and its application to shallow water equations, Applied Mathematics Freshman Seminar 2024, 京都大学, 2024 年 11 月.
 8. 移流方程式に対する CIP 法の誤差評価と浅水方程式への応用, 第 21 回数学総合若手研究集会 ～数学の交叉点～, 北海道大学, 2025 年 3 月.

多寶 雅樹 (TAHO Masaki)

(学振 DC1)

(FMSP 生)

A. 研究概要

本研究では、Diffeological space のより広範な理解を深めるため、 \mathbb{R}^N の d -次元部分多様体全体がなす空間に diffeology を導入する研究に着想を得て、これを抽象化した新たな枠組みを考察した。具体的には、いくつかの公理を満たす $\{d_r\}_{r>0}$ という族によって記述される「距離もどき」の構造を導入し、その上に自然な diffeology が入ることを示した。さらに、この構造が tiling space と関連を持つことが分かり、幾何学的な側面からの理解が深まった。

今後は、 $\{d_r\}_{r>0}$ の構造と Diffeology の関係をさらに精緻化し、tiling space や他の幾何学的対

象との関連性を深めたり、diffeological な手法を用いて研究の幅を広げることで、新たな応用可能性を探っていく予定である。

また、研究集会「変換群論シンポジウム」で講演を行った際には、toric topology を専門にした研究者と交流を深め、これまでの研究と関連付ける足掛かりを得た。そのほかにも、いくつかの学会や研究集会で精力的に発表を行い、さまざまな研究者との関係を新たに得ることができた。

This study explores a broader understanding of diffeological spaces by drawing inspiration from research that introduces diffeology into the space of all d -dimensional submanifolds in \mathbb{R}^N and extending it into a more abstract framework. Specifically, we introduce a “metric-like structure” described by a family $\{d_r\}_{r>0}$ that satisfies certain axioms and demonstrate that a natural diffeology can be applied to it. Furthermore, it was found that this structure is related to tiling spaces, deepening the understanding of its geometric aspects.

Moving forward, we aim to further refine the relationship between the structure $\{d_r\}_{r>0}$ and diffeology, explore its connections with tiling spaces and other geometric objects, and broaden the scope of research utilizing diffeological methods to uncover new possibilities for applications.

Additionally, at the symposium “Transformation Groups Theory,” I had the opportunity to present my research and engage with specialists in toric topology, which provided valuable insights for linking my work with related studies. Furthermore, I actively participated in various conferences and research meetings, establishing new connections with researchers from different fields.

B. 発表論文

1. Taho Masaki: “Tangent spaces of diffeological spaces and their variants”, preprint 2406.04703 (2024).

C. 口頭発表

1. Tangent spaces of diffeological spaces and their variants 空間の代数的・幾何的モデルとその周辺, 信州大学, 2024年8月.
2. Tangent spaces of diffeological spaces and their variants 日本数学会秋季総合分科会, 大阪大学, 2024年9月.
3. Tangent spaces of diffeological spaces and their variants 変換群論シンポジウム, タイムズ岡山タカシマヤ, 2024年11月
4. Tangent spaces of diffeological spaces and their variants diffeology.net, オンライン, 2024年12月.

F. 対外研究サービス

1. 関東若手幾何セミナー世話人

チョウ シンヤオ (ZHANG Xinyao)

A. 研究概要

My research interests are mainly in algebraic number theory and arithmetic geometry.

During 2024, I concentrated on the two-dimensional Fontaine-Mazur conjecture when $p = 3$, which is excluded in Pan's work. I solved this problem based on the recent work on p -adic langlands correspondence (Paškūnas-Tung), Galois deformation theory (Böckle-Iyengar-Paškūnas and Böckle-Juschka) and a potential big $R = \mathbb{T}$ theorem (my master thesis).

B. 発表論文

1. X. Zhang: "On the Fontaine-Mazur conjecture for $p = 3$ ", arXiv:2412.06812.
2. X. Zhang: "On the pro-modularity in the residually reducible case for some totally real fields", arXiv:2411.18661.
3. X. Zhang: "On the modularity of elliptic curves over the cyclotomic \mathbb{Z}_p -extension of some real quadratic fields", Ramanujan J. **62** (2023) 545 – 550.

C. 口頭発表

1. The pro-modularity in the residually reducible case, 代数的整数論とその周辺, 京都大学数理解析研究所, 2025年1月.
2. The pro-modularity in the residually reducible case, 第23回仙台広島整数論集会, 仙台大学, 2024年7月.
3. The pro-modularity in the residually reducible case, 代数学コロキウム, 東京大学数理科学研究科, 2024年5月.
4. The modularity of elliptic curves over some number fields, 代数学コロキウム, 東京大学数理科学研究科, 2022年11月.

中江 優介 (NAKAE Yusuke)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

私は現在, 作用素環論において基本的な対象である接合積 C^* -環 (crossed product C^* -algebra) の拡張とその性質について研究を行っている.

一般に, C^* -環 \mathcal{A} に対して局所コンパクト群の連続な作用 $\alpha : G \rightarrow \text{Aut}(\mathcal{A})$ が与えられたとき, 三つ組 (\mathcal{A}, G, α) は C^* -力学系をなすという. このとき, 接合積 C^* -環 $\mathcal{A} \rtimes_{\alpha} G$ を常に構成することができ, C^* -環の枠組みで扱える.

群作用 α が連続でない場合には, 通常は離散群として扱うことでしか接合積環を構成できない. しかし, 位相群としての情報を保持したまま解析したい場合がある. 近年, Neeb らによって C^* -力学系が特異的な場合 (例えば, 群作用が連続でない場合や, そもそも群が局所コンパクトでない場合) において, crossed product host という新たな対象によるアプローチが提案された. この構成は通常の接合積環とは異なりいつでも存在するわけではないが, 接合積環と似た性質を示す.

研究成果として, crossed product host において, 接合積環での Takai 双対性の類似が成り立つことを示した. また, 接合積環と同様に, 群が従順である場合に正則表現を用いた reduced な crossed product host の性質も明らかにした. 最後に, 連続でない作用を持つ C^* -力学系について, 作用で

不変な基底状態のもつ必要十分条件を示した。ここで行った議論は接合積環の性質に帰着させることができ、crossed product host の他の性質を調べる際にも応用できるため、特異な C^* -力学系の研究の幅を広げるものだと考える。

I investigate the extension of the crossed product C^* -algebra, a fundamental object in operator algebra theory, and its properties.

Generally, when a continuous action $\alpha : G \rightarrow \text{Aut}(\mathcal{A})$ of a locally compact group on a C^* -algebra \mathcal{A} is given, the triple (\mathcal{A}, G, α) forms a C^* -dynamical system, and the crossed product C^* -algebra $\mathcal{A} \rtimes_{\alpha} G$ can always be constructed. When the action α is not continuous, the crossed product is typically constructed by treating the group as discrete. However, there are cases where preserving the topological group information is desirable. Recently, Neeb and collaborators proposed an approach using a new object called a crossed product host for singular C^* -dynamical systems (e.g., when the group action is not continuous or the group is not locally compact). This does not always exist, exhibits properties similar to those of the usual crossed product.

My research shows that an analogue of Takai duality holds for crossed product hosts. Moreover, for amenable groups, I have clarified the properties of a reduced crossed product host using the regular representation. Finally, for C^* -dynamical systems with discontinuous actions, I established necessary and sufficient conditions for the existence of an action-invariant ground state. These results, reducible to properties of the crossed product algebra, broaden the study of atypical C^* -dynamical systems.

B. 発表論文

1. Y. Nakae : “Constructing methods of Haag-Kastler nets by S-matrices, deformation quantization and Lagrangians”, 東京大学数理科学研究科修士論文 (2024).
2. Y. Nakae : “Takai duality and crossed product hosts in C^* -actions”, in prepa-

ration.

C. 口頭発表

1. Algebraic and constructive quantum field theory, 2023 年度関数解析研究会, 京都工芸繊維大学, 2023 年 9 月.

洞 龍弥 (HORA ryuya)

(学振 DC1)

(FoMP コース生)

A. 研究概要

トポス理論に関する研究を行った。特に、トポスの特別な部分圏、商トポスや部分トポス、に関する未解決問題の研究をした。

I did research on topos theory. In particular, I studied open problems related to special subcategories of a topos, such as quotient topoi and subtopoi.

B. 発表論文

1. R. Hora and Y. Kamio : “Quotient toposes of discrete dynamical systems”, *Journal of Pure and Applied Algebra*. 228(8) (2024) 107657.
2. R. Hora : “Internal parameterization of hyperconnected quotients”, *Theory and Applications of Categories*. 42(11) (2024), 263-313.

C. 口頭発表

1. Combinatorial games as recursive coalgebras, CSCAT2024, 千葉大学, 2024 年 3 月.
2. Quotient toposes of discrete dynamical systems, CT2024, スペイン, 2024 年 6 月.
3. The colimit of all monomorphisms classifies hyperconnected geometric morphisms, Toposes in Modovi, イタリア, 2024 年 9 月.
4. Quotient topoi and geometry of computation, AFSA 領域集会, 東京, 2024 年 11 月.

F. 対外研究サービス

1. 集会 Categories in Tokyo の主催 2024 年 5,11 月.

政村 悠登 (MASAMURA Yuto)

(学振 DC1)

(WINGS-FMSP

コース生)

A. 研究概要

本研究では、双有理代数幾何学において重要な対象であるカラビ・ヤウ多様体の指数の有界性および自己同型群について研究を行った。ここで、カラビ・ヤウ多様体 X とは、標準因子が数値的に自明な ($K_X \equiv 0$ である) 正規射影的代数多様体を指し、その指数は、 $mK_X \sim 0$ となる最小の正整数 m で定義される。カラビ・ヤウ多様体の指数予想 (index conjecture) では、次元を固定したとき、KLT カラビ・ヤウ多様体の指数が有界であると予想されている。この予想は、カラビ・ヤウ多様体の特異点や有界性に深く関わる重要な問題である。本研究では、指数予想の解決を目指した。研究の中で、Beauville–Bogomolov 分解が指数予想の証明に有用であると考えた。Beauville–Bogomolov 分解は、任意の KLT カラビ・ヤウ多様体が、準エタール被覆を除けば、厳密カラビ・ヤウ多様体、既約シンプレクティック多様体、アーベル多様体の直積に分解できることを示す定理である。この分解を通じて、カラビ・ヤウ多様体の指数は直積の自己同型に関連する。したがって、直積の自己同型群を調べることは重要である。本研究では、この直積の自己同型群が、それぞれの直積成分の自己同型群と成分の入れ替えのみで構成されることを示した。

また、厳密カラビ・ヤウ多様体と既約シンプレクティック多様体の性質を利用して、指数の情報と自己同型の固定点集合の幾何学的性質との関係について研究を行った。このために、Lefschetz localization theorem や equivariant Grothendieck–Riemann–Roch theorem を適用し、指数の上界を与えることを試みた。しかし、現時点ではこの方法において明確な結論を得るには至っておらず、現在も研究は進行中である。

In this study, we investigate the boundedness of the indices and the automorphism groups of Calabi–Yau varieties, which are fundamental objects in birational algebraic geometry. A Calabi–Yau variety X is defined as a normal projective variety whose canonical divisor is numerically trivial (i.e., $K_X \equiv 0$). The *index* of a Calabi–Yau variety X is defined as the smallest positive integer m such that $mK_X \sim 0$. The *index conjecture* for Calabi–Yau varieties predicts that, in a fixed dimension, the indices of klt Calabi–Yau varieties are bounded. This conjecture is of significant importance, as it is deeply related to the singularities and boundedness properties of Calabi–Yau varieties. The aim of this study is to contribute to the resolution of this conjecture.

We find that the Beauville–Bogomolov decomposition theorem is a useful tool in approaching the proof of the index conjecture. This theorem states that any klt Calabi–Yau variety can be decomposed, up to a quasi-étale cover, as a product of strict Calabi–Yau varieties, irreducible symplectic varieties, and an abelian variety. Through this decomposition, the index of a Calabi–Yau variety is related to an automorphism of the product. Therefore, understanding the automorphism group of such a product is crucial. In this study, we prove that the automorphism group of this product consists only of automorphisms of each factor and permutations of the factors.

Furthermore, we explore the relationship between the index and the geometric properties of fixed-point set of an automorphism, using the properties of strict Calabi–Yau varieties and irreducible symplectic varieties. To this end, we apply the Lefschetz localization theorem and the equivariant Grothendieck–Riemann–Roch theorem in an attempt to derive an upper bound on the indices. However, a definitive conclusion has not yet been reached, and our research remains ongoing.

B. 発表論文

1. Y. Masamura: “On boundedness of indices of minimal pairs—surfaces”, preprint, 2023, arXiv:2305.08061.
2. Y. Masamura: “Indices of smooth Calabi–Yau varieties,”, preprint, 2023, arXiv:2312.16077
3. Y. Masamura: “Automorphism groups of product varieties appearing in the singular Beauville–Bogomolov decompositions”, preprint, 2024.

C. 口頭発表

1. Calabi–Yau 多様体の index, 第 28 回代数数学若手研究会, 早稲田大学, 2024 年 2 月.
2. Indices of smooth Calabi–Yau varieties, Mini-Workshop: Young Perspectives in Algebraic Geometry, National Taiwan University (台湾), 2024 年 11 月.
3. Indices of smooth Calabi–Yau varieties, 京都大学代数幾何学セミナー, 京都大学, 2024 年 12 月.
4. Indices of smooth Calabi–Yau varieties, Workshop in Algebraic Geometry in Bandai-Atami, 郡山ゆらっくす熱海, 2025 年 1 月.

柘澤 海斗 (MASUZAWA Kaito)

A. 研究概要

F を p 進体とする. 本年度の研究では $\mathrm{GSp}_{2n}(F)$ の単純超尖点表現 π_G に対し, その内部形式 $\mathrm{GU}_n(D)$ (ただし, D は F 上の四元数体) の単純超尖点表現 π_H が存在して, これらが指標関係式を満たすことを示した. ここでいう指標関係式とは, 安定共役な半単純正則元の組 $g \in \mathrm{GSp}_{2n}(F)$ および $h \in \mathrm{GU}_n(D)$ に対し, 表現の指標 Θ_{π_G} および Θ_{π_H} に関する等式

$$\Theta_{\pi_G}(g) = c\Theta_{\pi_H}(h) \quad (c \text{ は Kottwitz 符号})$$

のことである. 私の修士論文はこの表現の対応が存在することを仮定し, その対応を明示的に記述したものであり, 本年度の結果によって一連の研究が完了した.

Let F be a p -adic field and let D be a quaternion field over F . We proved that the existence of a simple supercuspidal representation π_H of $\mathrm{GU}_n(D)$ for each simple supercuspidal representation π_G of $\mathrm{GSp}_{2n}(F)$ which satisfies the character relation. Here, the character relation means that for each pair of stably conjugate regular semisimple elements $g \in \mathrm{GSp}_{2n}(F)$ and $h \in \mathrm{GU}_n(D)$, the equation for the characters of representations at g and h

$$\Theta_{\pi_G}(g) = c\Theta_{\pi_H}(h) \quad (c \text{ is the Kottwitz sign})$$

holds. In my Master’s thesis, we assumed that the existence of this correspondence of representations and we described the correspondence explicitly.

C. 口頭発表

1. On the correspondence of simple supercuspidal representations of GSp_{2n} and its inner form, 第 23 回仙台広島整数論集会, 東北大学大学院理学研究科, 2024 年 7 月.

松本 晃二郎 (Matsumoto Kojiro)

(学振 DC1)

(WINGS-FMSP)

コース生)

A. 研究概要

大域ラングランズ対応を研究している. 大域ラングランズ対応とは代数体 F と素数 p に対して $\mathrm{GL}_{n,F}$ の保型表現という解析的な対象と F の n 次元 p 進ガロア表現という代数的な対象の間に自然な一対一対応が存在するという予想であり, 非常に異なる性質を持つ 2 つの対象のため, その対応が部分的に解かれるだけでも例えばフェルマーの最終定理やラマヌジャン予想などの非常に多くの応用がある. すでに多くの場合に保型表現からガロア表現を構成することはなされているが, ガロア表現から保型表現を構成することは非常に良い性質を持つガロア表現を除いてなされていない場合がほとんどであり, 今年度はそれに関する研究を行なった. ある意味悪い性質を持つガロア表現まで含めてほぼ完全に解けている場合と

して、 F が \mathbb{Q} で n が 2 の場合がある。その場合は $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_p)$ の p 進 Langlands 対応というものを使っており、それが $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_p)$ 以外の場合にはあまり進展しておらず、この方面の研究が進まない大きな原因であった。最近、Lue Pan により同じく $\mathrm{GL}_{2,\mathbb{Q}}$ の場合であるが、 p 進 Langlands 対応を使わずにモジュラー曲線の幾何学を使って、ある意味悪い性質を持つガロア表現まで含めて対応付けることができることが再証明された。この手法をモジュラー曲線からより一般の志村多様体に拡張することにより、悪い性質を持つガロア表現まで含めて対応すること示すことができるようになることは期待されていたが、その拡張は現在までしられていなかった。今年度の研究により、総実体 F が p 進素点 v で \mathbb{Q}_p の 2 次不分岐拡大 \mathbb{Q}_{p^2} の場合はある種のランクが 2 のユニタリ群に付随する志村多様体の場合に対して拡張できることがわかった。(論文は執筆中。) より一般的な状況においても研究中である。さらには局所的に $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_{p^2})$ になっている場合には大域的ラングランズ対応をかなり多くの場合に理解することができたので、それが $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_{p^2})$ の p 進ラングランズ対応をどの程度復元するかという研究も現在行なっている。

I'm studying the global Langlands correspondence. The global Langlands correspondence predicts that for a number field F and a prime p , there exists a natural one-to-one correspondence between the automorphic representations of $\mathrm{GL}_{n,F}$, which are analytic objects in number theory and the n -dimensional p -adic Galois representations of F , which are algebraic objects in number theory. Since the two objects have very different nature, even if the correspondence was partially constructed, there are many applications such as Fermat's Last Theorem and the Ramanujan Conjecture. Although we can construct Galois representation from an automorphic representation in many cases, automorphic representations were rarely constructed from Galois representations except when the Galois representations have very nice properties. This year, I studied this problem. When F is \mathbb{Q} and

n is 2, the global Langlands correspondence has been almost completely constructed even for Galois representations with bad properties. In this case, the p -adic Langlands correspondence of $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_p)$ was crucially used, but it has not progressed much in cases other than $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_p)$, which is a main reason for no essential progresses about the correspondence of Galois representations with bad properties. Recently, in the same $\mathrm{GL}_{2,\mathbb{Q}}$ case, Lue Pan introduced new approach to this problem by using the geometry of modular curves without using the p -adic Langlands correspondence. It was expected that by extending this method from modular curves to more general Shimura varieties, it would be possible to show the global Langlands correspondence correspondences including Galois representations with bad properties, but this extension was not known until now. Through this year's research, I have found that when a total real field F is the unramified quadratic extension \mathbb{Q}_{p^2} of \mathbb{Q}_p at all p -adic places, I extended the work of Lue Pan to Shimura varieties associated to certain rank 2 unitary groups over F and proved the global Langlands in such cases under relatively mild assumptions. (I'm writing a paper on this.) I'm now considering how to generalize in more general situation. Furthermore, since we have been able to understand the global Langlands correspondence in many cases where locally $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_{p^2})$, I'm also now researching on constructing the p -adic Langlands of $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_{p^2})$ from the global correspondence.

B. 発表論文

1. K.Matsumoto : "On the potential automorphy and the local-global compatibility for the monodromy operators at $p \neq l$ over CM fields", arXiv:2312.01551.

C. 口頭発表

1. Potential automorphy and its applications to local-global compatibility and Ramanujan conjecture, Imperial College

London, 2024 年 10 月 11 日.

2. Moduli of Langlands parameters, 倉敷整数論集会, 倉敷シーサイドホテル, 2024 年 9 月 9 日.
3. On the potential automorphy and the local-global compatibility for the monodromy operators at $p \neq l$ over CM fields, 代数学コロキウム, 東京大学数理学研究科, 2024 年 5 月 1 日.
4. On the potential automorphy and the local-global compatibility for the monodromy operators at $p \neq l$ over CM fields, 数論合同セミナー, 京都大学, 2024 年 4 月 26 日.
5. On the potential automorphy and the local-global compatibility for the monodromy operators at $p \neq l$ over CM fields, Special number theory seminar, U.C.Berkeley, 2024 年 3 月 13 日.
6. On the potential automorphy and the local-global compatibility for the monodromy operators at $p \neq l$ over CM fields, 代数的整数論とその周辺 (2023), 京都大学, 2023 年 12 月 12 日.
7. On the potential automorphy and the local-global compatibility for the monodromy operators at $p \neq l$ over CM fields, 仙台広島整数論集会, 広島大学, 2023 年 7 月 13 日.

G. 受賞

東京大学研究科長賞, 2024, 3 月.

渡部 匠 (WATANABE Takumi)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

p 進ガロア表現について研究をしている. 昨年度を中心に研究した, crystalline 表現に対応する $\tilde{\mathbb{A}}_K := W(\widehat{K_\infty^b})$ 上の (φ, Γ) 加群の特徴付けに関して, 論文を完成させた. その後, semi-stable 表現に対応する $\tilde{\mathbb{A}}_K$ 上の (φ, Γ) 加群を研究し, 特徴付けを得た. さらにその結果をもとに de Rham

表現に対応する $\tilde{\mathbb{A}}_K$ 上の (φ, Γ) 加群も研究し, これについても特徴付けを得た. 現在これらの結果に関する論文を執筆している. その中で, prism の formal scheme への拡張やその log 版を考えている他, log formal scheme の基礎理論についても書いている. これらの研究では, semi-stable \mathbb{Z}_p 表現と log prismatic F -crystal の圏同値を用いるが, それを示した T. Liu 氏, H. Du 氏の論文, 及び Z. Yao 氏の論文のそれぞれに間違いを見つけたため, 前者の間違いの修正を行った. また一般の p 進体 K に対して, (φ, Γ) 加群の係数環に用いられる \mathbb{A}_K と $A_{\text{inf}} := W(\mathcal{O}_{\mathbb{C}_p}^b)$ の共通部分についても考察した. これは N. Wach 氏が $\mathbb{A}_K \cap A_{\text{inf}} = W(k_\infty)[[\mu]]$ と証明なしに述べているが, L. Berger 氏と辻雄氏の ideas をもとに, その証明を与えた. この結果に関する論文も現在執筆中である.

Takumi Watanabe is working on p -adic Galois representations. He finished writing a paper on a characterization of the (φ, Γ) -modules over $\tilde{\mathbb{A}}_K := W(\widehat{K_\infty^b})$ corresponding to crystalline representations, which he mainly studied last year. He next studied the (φ, Γ) -modules over $\tilde{\mathbb{A}}_K$ corresponding to semi-stable representations and obtained a characterization of them. Moreover, he studied the (φ, Γ) -modules over $\tilde{\mathbb{A}}_K$ corresponding to de Rham representations using the result for semi-stable representations and obtained a characterization of them. He is writing papers on these results. In the paper, he is trying to generalize prisms to “formal schemes with prismatic structure” and also considering their logarithmic version. In addition, he is writing the foundation of log formal schemes. In these research, the key ingredient is the equivalence of categories between the category of semi-stable \mathbb{Z}_p -representations and the category of log prismatic F -crystals, which was proved in a paper by T. Liu and H. Du and a paper by Z. Yao. However, he found mistakes in both papers. So he fixed those in the former paper. He also studied the intersection of \mathbb{A}_K , which is known as another coefficient ring of

(φ, Γ) -modules, and $A_{\text{inf}} := W(\mathcal{O}_{\mathbb{C}_p}^b)$ for general p -adic field K . It is known that N. Wach claimed the equality $\mathbb{A}_K \cap A_{\text{inf}} = W(k_\infty)[[\mu]]$ without giving proof, so he gave the proof based on the ideas of L. Berger and T. Tsuji. He is writing the paper on it.

B. 発表論文

1. T. Watanabe : “On the (φ, Γ) -modules corresponding to crystalline representations”, arXiv:2405.19829 (2024).

C. 口頭発表

1. On the (φ, Γ) -modules corresponding to crystalline representations and semi-stable representations, 代数学コロキウム, 東京大学大学院数理科学研究科, 2024 年 5 月.
2. On the (φ, Γ) -modules corresponding to crystalline representations, 第 23 回仙台広島整数論集会, 東北大学大学院理学研究科, 2024 年 7 月.
3. Crystalline 表現, semi-stable 表現, de Rham 表現に対応する (φ, Γ) 加群について, 早稲田整数論セミナー, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 2024 年 11 月.
4. On the (φ, Γ) -modules corresponding to semi-stable representations and de Rham representations, 代数的整数論とその周辺 2024, 京都大学数理解析研究所, 2025 年 1 月.
5. On the (φ, Γ) -modules Corresponding to Crystalline Representations, Semi-stable Representations and de Rham Representations, Séminaire de Mathématique, Institut des Hautes Études Scientifiques, フランス, 2025 年 2 月.
6. On the (φ, Γ) -modules Corresponding to Crystalline Representations and Semi-stable Representations, Séminaire Arithmétique et géométrie algébrique, Université de Strasbourg, フランス, 2025 年 3 月.
7. On the (φ, Γ) -modules Corre-

sponding to Crystalline Representations and Semi-stable Representations, 2025 Lyon-Tokyo conference in Number Theory and Arithmetic Geometry, ÉNS de Lyon, フランス, 2025 年 3 月.

修士課程学生 (Master's Course Student)

赤塚 孝紀 (AKATSUKA Kouki)

A. 研究概要

Edgeworth 展開は高次の補正を行うことで中心極限定理を精緻化するものである。しかし、Fourier 解析的手法などの従来のアプローチは、標本サイズが増加するにつれて次元が無限大に発散する高次元の状況では適用できない。この問題を回避するために、Stein の方法が強力な代替アプローチとして登場した。本研究では Stein kernel の存在を仮定し、高次元の状況において、独立な sub-exponential 型確率変数の和に対する 3 次 Edgeworth 展開の妥当性を示した。またテスト関数が矩形の指示関数である場合に、この展開の誤差評価を得た。更に系として歪度が 0 の場合に正規近似の収束レートが改善することを示した。Edgeworth expansions

refine the central limit theorem by providing higher-order corrections. However, traditional approaches, such as Fourier analytic methods, are not applicable in highdimensional settings where the dimension tends to infinity as the sample size increases. To avoid this problem, Stein's method has emerged as a powerful alternative approach. In this paper, assuming the existence of Stein kernels, we show the validity of a third order Edgeworth expansion for a sum of independent sub-exponential random vectors in high-dimensional settings and we obtain error bounds for this expansion, when the test function is the indicator of a rectangle. As a byproduct, we get an improved convergence rate of Gaussian approximation when the skewness vanishes.

B. 発表論文

1. K. Akatsuka : "High-dimensional third order Edgeworth expansion by Stein's method", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2025)

板垣 好春 (ITAGAKI Yoshiharu)

A. 研究概要

近年の確率微分方程式 (SDE) の研究ではドリフト項が特異な場合における解の性質が盛んに調べられている。1 次元 SDE(1) のドリフト項 b が特異な条件として Ladyzhenskaya-Prodi-Serrin 条件 (LPS 条件) を満たす場合について考える。

$$\begin{cases} dX_t^x = \sigma(t, X_t^x)dW_t + b(t, X_t^x)dt \\ X_0^x = x \in \mathbb{R} \end{cases} \quad (1)$$

ただし LPS 条件とは、 $b \in L_{loc}^q(\mathbb{R}_+, L^p(\mathbb{R}))$ であり $p, q > 1$ は

$$\frac{1}{p} + \frac{2}{q} < 1$$

を満たすことをいう。また拡散係数 $\sigma(t, x)$ は一様楕円性を満たし、 x について 1/2-Hölder 連続な関数を含むようなクラスで考える。このような条件を満たす SDE(1) は一意な強い解を持つことが知られているが、私はこのことについて、その主要な証明手法である Zvonkin 変換と合わせてサーベイを行った。これに加えて、同じ主張を Zvonkin 変換を用いず Girsanov 変換などを用いて証明することができた。

In recent studies of stochastic differential equations (SDEs), the properties of solutions in the case of singular drift terms have been actively investigated. We consider the case in which the Ladyzhenskaya-Prodi-Serrin condition (LPS condition) is satisfied as a singular condition for the drift term b in a one-dimensional SDE (1).

$$\begin{cases} dX_t^x = \sigma(t, X_t^x)dW_t + b(t, X_t^x)dt \\ X_0^x = x \in \mathbb{R} \end{cases} \quad (1)$$

The LPS condition means $b \in L_{loc}^q(\mathbb{R}_+, L^p(\mathbb{R}))$ where $p, q > 1$ satisfy

$$\frac{1}{p} + \frac{2}{q} < 1.$$

Also we consider a class of diffusion coefficients $\sigma(t, x)$ that satisfy uniform ellipticity and contain functions that are 1/2-Hölder continuous

in x . It is known that SDE(1) satisfying such conditions has a unique strong solution. I surveyed this argument together with the Zvonkin transformation, which is the main tool. In addition to this, I was able to prove the same claim by using the Girsanov transformation without using the Zvonkin transformation.

B. 発表論文

1. 板垣 好春：“特異なドリフト項を持つ確率微分方程式について”，東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2025).

C. 口頭発表

1. Zvonkin 変換と確率微分方程式の解について，確率論ヤングサマーセミナー，西谷津温泉宮本の湯 (埼玉県秩父郡)，2024 年 8 月.

大倉 拓真 (TAKUMA Okura)

A. 研究概要

Arrow の不可能性定理と呼ばれる経済学の定理を数学的に一般化した寺尾宏明氏の研究を踏まえ、その位相幾何学的な証明を行った。また、Eliaz の定理という関連する定理の位相幾何学的な証明も与えた。

Based on the research of Hiroaki Terao, who mathematically generalized Arrow’s Impossibility Theorem in economics, we present a topological proof of this generalization. Furthermore, we provide a topological proof of the related result, known as Eliaz’s theorem.

黒田 直樹 (KURODA Naoki)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

リー群 G, H と二重被覆 $G \twoheadrightarrow H$ があつたとき、 $\text{Spin}(n) \times_{\{\pm 1\}} G \twoheadrightarrow \text{SO}(n) \times H \rightarrow \text{SO}(n) \rightarrow O(n)$

というリー群の準同型を考え、これに対して分類空間を取って得られる連続写像

$$B(\text{Spin}(n) \times_{\{\pm 1\}} G) \rightarrow BO(n)$$

が誘導する tangential structure を Spin- G 構造と呼び、Spin- G 構造を課して得られる同境界群を Spin- G 同境界群と呼ぶ。

リー群 G の対称性を持つ物理理論の anomaly の有無を Spin- G 同境界群を用いて調べられるという背景があり、超弦理論や超重力理論の対称性として現れるリー群 G に対して Spin- G 同境界群を計算し、各生成元を多様体を用いて明示的に与えるプログラムがここ数年で進んでいる。 $E_{6(6)}, E_{7(7)}, E_{8(8)}$ がそれぞれ $Sp(4), SU(8), Spin(16)$ とホモトピー同値という背景の下、私は $(G, H) = (Sp(4), Sp(4)/\{\pm 1\}), (SU(8), SU(8)/\{\pm 1\}), (Spin(16), SemiSpin(16))$ それぞれに対して、Spin- G 同境界群を 7 次元までの範囲で計算し、それらの \mathbb{Z} 加群としての生成元を多様体を用いて明示的に与え、当プロジェクトに貢献した。

Given Lie groups G and H with a double covering $G \twoheadrightarrow H$, we consider the Lie group homomorphism

$$\text{Spin}(n) \times_{\{\pm 1\}} G \twoheadrightarrow \text{SO}(n) \times H \rightarrow \text{SO}(n) \rightarrow O(n),$$

and take the classifying space to obtain the continuous map

$$B(\text{Spin}(n) \times_{\{\pm 1\}} G) \rightarrow BO(n),$$

which induces a tangential structure called the Spin- G structure. The bordism group obtained by imposing a Spin- G structure is referred to as the Spin- G bordism group.

There is a background in which the presence or absence of anomalies in physical theories with symmetry given by a Lie group G can be examined using the Spin- G bordism group. In recent years, there has been progress in a program to compute the Spin- G bordism groups for Lie groups G that appear as symmetries in superstring theory and supergravity theory and to explicitly describe the generators as manifolds.

Under the background that $E_{6(6)}$, $E_{7(7)}$, and $E_{8(8)}$ are homotopy equivalent to $Sp(4)$, $SU(8)$, and $Spin(16)$, respectively, I computed the Spin- G bordism groups up to dimension 7 for the pairs $(G, H) = (Sp(4), Sp(4)/\{\pm 1\})$, $(SU(8), SU(8)/\{\pm 1\})$, $(Spin(16), SemiSpin(16))$ and explicitly described their generators as \mathbb{Z} -modules using manifolds, thereby contributing to this project.

B. 発表論文

1. N. Kuroda : "Computations of Spin- $Sp(4)$, Spin- $SU(8)$, and Spin- $Spin(16)$ bordism groups in dimensions up to 7", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2025).

近藤 悠矢 (KONDO Yuya)

A. 研究概要

本研究では、 $L^2(\mathbb{R}^n)$ に作用するハミルトニアン $H(t) = H_0 + V(x)$, $H_0(t) = p^2/2 - E(t) \cdot x$, $p = -i\nabla$ で記述される量子系を取り扱う. ここで $E(t) = e_1(1 + |t|)^{-\mu}$, $0 \leq \mu < 1$ は時間に依存する電場である. ハミルトニアンが与えられたときに、その系の時刻 s から t までの時間発展を記述するプロパゲータ $U(t, s)$ を定義できる. これを用いて、波動作用素 W^\pm を $W^\pm = s\text{-}\lim_{t \rightarrow \infty} U(t, 0) * U_0(t, 0)$, そして散乱作用素 $S = S(V) = (W^+)^* W^-$ が定義できる. この散乱作用素は、ポテンシャル V による散乱の様子を記述する.

本研究では、散乱作用素 $S(V)$ が、2つのポテンシャル V_1, V_2 に対して等しくなるときに、 $V_1 = V_2$ となるような条件を調べた.

We deal with quantum systems which are described by Hamiltonian $H(t) = H_0 + V(x)$, $H_0(t) = p^2/2 - E(t) \cdot x$, $p = -i\nabla$. Here, $E(t) = e_1(1 + |t|)^{-\mu}$, $0 \leq \mu < 1$ is the electric field which is time-dependent. Once we have a Hamiltonian, we can define a propagator which describes the time evolution from the time s to t . We define wave operators W^\pm as

$W^\pm = s\text{-}\lim_{t \rightarrow \infty} U(t, 0) * U_0(t, 0)$ and a scattering operator $S = S(V) = (W^+)^* W^-$. This operator shows the behavior of the scattering. In this study, we investigate the condition of the potential such that two potentials V_1 and V_2 are equal when the scattering operator $S(V)$ is equal for V_1, V_2 .

B. 発表論文

Yuya Kondo: "Inverse scattering for the time-dependent electric fields", 東京大学大学院数理科学研究科修士論文

C. 口頭発表

1. 時間減衰する電場中の量子系における逆散乱問題について, 第30回 数理物理と微分方程式, 亀の井ホテル 鴨川, 2024年10月
2. Inverse scattering for the time-dependent electric fields, 第5回スペクトル・散乱若手勉強会, 北里大学相模原キャンパス, 2025年3月

佐藤 ふたば (SATO Futaba)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

コンパクト量子群の中でも1994年にWangが導入した、有限次元のC*環 B と B 上の Plancherel trace と呼ばれるよい trace-state の組みに対して定義される自己同型群の量子化 (quantum automorphism groups of finite dimensional C*-algebras) $\text{Aut}^+(B)$ 上の熱半群について調べた. 量子対称群 S_n^+ や量子直交群の「射影版」なども $\text{Aut}^+(B)$ の一種であり、対称性の量子化として重要なクラスである. 量子対称群 S_n^+ については、古典の場合での Brown 運動に相当する ad-invariant な Lévy 過程の具体形や、その熱半群の ultracontractivity, hypercontractivity などの性質が Franz らにより研究されており、応用として Young による熱半群の具体形を利用した sharp Sobolev embedding property の証明などが知られているが、一般の $\text{Aut}^+(B)$ についてはまだ研究されていなかった. $\text{Aut}^+(B)$ 上の熱半群の ultracontractivity, hypercontractivity が S_n^+ の場合と同様になりつつことや、sharp Sobolev em-

bedding property を示せることをまとめて修士論文とした。

We investigate heat semigroups on a kind of compact quantum group called quantum automorphism groups of finite dimensional C^* -algebras, denoted by $\text{Aut}^+(B)$ defined for a pair of a finite dimensional C^* -algebra B and an appropriate trace-state called Plancherel state on B introduced by Wang in 1998. These are important as a kind of quantum symmetries because quantum permutation groups S_n^+ and “projective” versions of quantum orthogonal groups are included. For quantum permutation groups, it is shown that heat semigroups on those have ultracontractivity and hypercontractivity by Franz et al and the concrete formula of heat semigroups are applied to show the sharp Sobolev embedding property of quantum permutation groups by Youn. However, those results have not been investigated for general $\text{Aut}^+(B)$. In my master thesis, we prove the ultracontractivity and hypercontractivity of heat semigroups on $\text{Aut}^+(B)$. Furthermore, we obtain the sharpness of the Sobolev embedding property.

B. 発表論文

1. F. Sato : “Heat semigroups on quantum automorphism groups of finite dimensional C^* -algebras”, preprint, arXiv:2503.03448 [math.QA]

C. 口頭発表

1. Crossed Product Equivalence of Quantum Automorphism Groups, 2023 年度関数解析研究会 (ジュニア), 北海道大学, 9月 2024 年
2. 作用素環論の立場から見た量子群, 数理情報系女子学部生サマーキャンプ 2024, 大学セミナーハウス (八王子), 9月, 2024 年
3. What Brought Me to Quantum Symmetries, Quantum Symmetries Reunion, Simons Laufer Mathematical Sciences Institute (U.S.A), July, 2024

4. Compact Quantum Groups, Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2024, 熊本, 5月, 2024 年

5. QUANTUM GROUPS AND QUANTUM INTEGRABLE SYSTEMS, Student Seminar at Institute of Mathematics of the Polish Academy of Sciences, online, December, 2023

鈴木裕介 (SUZUKI Yusuke)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

Cuntz による KK 理論の定式化の一種を同変 KK 理論に拡張し, それが Kasparov による同変 KK 理論の定式化と一致することを確認した。

I extended a formalisation of KK-theory due to Cuntz to the equivariant setting and proved that the resulting equivariant theory coincides with Kasparov’s original construction.

B. 発表論文

1. Y. Suzuki : “On Cuntz’s picture of equivariant KK theory”, 2024 年度東京大学大学院数理科学研究科修士論文。

C. 口頭発表

1. Higher index theory: The application of operator K-theory to geometry, 4PM セミナー, オンライン, 2024 年 7 月.
2. KK 群について, 2024 年度関数解析研究会, 北海道大学理学部, 2024 年 9 月.

谷口 東曜 (TANIGUCHI Toyo)

A. 研究概要

2次元トポロジーに現れる曲線の交差から定まる演算 (ループ演算) を, 非可換幾何での発散写像を用いて書き表すことを研究の主題とする. 初めに本研究で最も重要な発散写像を導入し, それを一般化, 応用することで一連の結果を得る.

非可換幾何では, (体上の) 非可換代数 A を関数の空間とみなす. A 上の加群や derivation の空

間はそれぞれベクトル束, 接束の切断のなす空間とみなされ, このような対応のもとで通常の幾何の理論の一般化を目指す. ここでは Kontsevich や Ginzburg などにより用いられた, 代数的な様相の強いものを用いる.

発散写像の構成の要となるのが非可換版の接続である. これは A -加群 M の元に対し, 非可換 1-形式とテンソルされた M の元を与える写像のことである. M が有限生成射影的のときは, M はベクトル束と非常に近い振る舞いをし, とくに M 上の自己準同型のトレースが取れるようになる. 発散写像はこの設定のもとで定義をした.

発散写像の応用として, 有向曲面上のループ演算 2 つを代数的に書き表した. また, 発散写像を多重線型にしたものを導入した. これをループ演算の一つである Turaev 余括弧積の代数的な一般化とみなし, これが Lie 代数のコサイクルになることを示した. そのためにベクトル束係数の de Rham コホモロジーを非可換幾何において構成した. さらに, これらの総合的な応用として閉曲面上の Goldman–Turaev Lie 双代数の formality 問題を解決した.

The main object in the research is divergence maps in non-commutative geometry (NCG), which are exploited and generalised to give algebraic descriptions for loop operations, and algebraic structures on vector spaces spanned by loops on a surface.

An associative algebra A over a field is thought of as a space in NCG. A -modules are regarded as the space of sections of a vector bundle, and the spaces of derivations as vector fields, respectively; the theory of NCG is developed so that these correspondences are respected. My research uses a rather algebraic version of NCG based on the formulation by Kontsevich, Ginzburg and many others.

The key ingredient for a divergence map is an NC analogue of a connection in Riemannian geometry. It is defined as a map which sends an element of an A -module M to a 1-form valued element of M . If M is finitely generated and projective, it behaves just like a usual vector

bundle, which allows us to define the trace map. Divergence maps are defined in this setting.

As an application, two loop operations on an oriented surface are algebraically described. In addition, a multi-linearised version of a divergence map is introduced. This is thought of as an algebraic generalisation of the Turaev cobracket, which is one of many loop operations and is shown to define a cocycle on the derivation Lie algebra of A by considering vector-bundle-coefficient de Rham cohomology in NCG. Finally, the formality problem of the Goldman–Turaev Lie bialgebra on a closed surface is solved by utilising divergence maps.

B. 発表論文

1. T. Taniguchi: “Non-commutative Divergence and the Turaev Cobracket”, to appear in Algebraic & Geometric Topology, 2024. [arXiv:2403.16566](#)
2. T. Taniguchi: “Modular Vector Fields in Non-commutative Geometry”, preprint, 2024. [arXiv:2410.24064](#)
3. T. Taniguchi: “Divergence Maps in Non-commutative Geometry and their Applications in Two-dimensional Topology”, 東京大学数理科学研究科修士論文 (2024).

C. 口頭発表

1. Loop operations and non-commutative differential geometry, 変換群論とその進展, RIMS, 2024 年 5 月.
2. Loop operations and non-commutative geometry, 空間の代数的・幾何的モデルとその周辺, 信州大学理学部, 2024 年 8 月.
3. Topology of loops via non-commutative differential geometry, 日本数学会秋季総合分科会, 大阪大学, 2024 年 9 月.
4. Loop operations and non-commutative differential geometry, リーマン面に関連する位相幾何学, 東京大学, 2024 年 9 月.
5. Loop operations and non-commutative differential geometry, 東北大学幾何セミナー, 東北大学, 2024 年 10 月.
6. Modular vector fields in non-

commutative geometry, Poisson 幾何とその周辺 24, 東京理科大学, 2024 年 12 月.

田淵 進 (TABUCHI Susumu)

A. 研究概要

本研究では、確率 Volterra 方程式に対するラフパス理論によるアプローチについて研究を行った。確率 Volterra 方程式は次の形で表される。

$$y_t = y_0 + \int_0^t k(t, s)\sigma(y_s)dX_s$$

ここで、 $k(t, s)$ は積分核であり、 σ は十分滑らかな係数である。特に興味があるのは X がブラウン運動である場合だが、ブラウン運動による Volterra 積分は Markov 性やマルチンゲール性を持たないため解析が困難となる。2021 年に発表された Harang と Tindel の研究では、積分核と確率過程を組み合わせた Volterra パス Z を導入し、その反復積分とともに Volterra ラフパスを構成した。この枠組みによって、Volterra 方程式に対するラフパス的観点からのアプローチが可能となった。本研究では、Volterra ラフパスの枠組みを利用し、ブラウン運動で駆動される Volterra 方程式に関して以下の結果を得た。

第一に、特異でない積分核 k を持つ Volterra パスによる積分方程式について、解の存在と一意性を示した。特に、 $k(t, s)$ が対角において $(t-s)^\gamma, \gamma > 0$ の速さで退化する場合、Volterra パスは Young 積分の意味で方程式に意味を与えることができる。従来のラフパス理論では反復積分を考慮する必要があったが、本研究の手法によりパスごとの解析が可能となった。

第二に、積分核 k が $(t-s)^\gamma, \gamma > 0$ の速さで退化する場合と $-1/6 < \gamma < 0$ の速さで発散する場合のそれぞれにおいて、Volterra パスおよび Volterra ラフパスの修正折れ線近似 (Wong-Zakai 近似) の収束を示した。積分核が特異な場合、反復積分 Z^2 の折れ線近似は収束しないことが分かっている。本研究では、繰り込み項を加えることで、修正折れ線近似が反復積分にラフパスとしての意味で収束することを示した。

In this work, we study an approach based on rough path theory to analyze stochastic Volterra equations. A stochastic Volterra equation takes the form

$$y_t = y_0 + \int_0^t k(t, s)\sigma(y_s)dX_s$$

where $k(t, s)$ is an integral kernel, and σ is a sufficiently smooth coefficient. Of particular interest is the case where X is a Brownian motion. However, Volterra integrals driven by Brownian motion do not possess the Markov or martingale properties, making their analysis difficult. In a study published in 2021, Harang and Tindel introduced the concept of a Volterra path Z , which incorporates both the integral kernel and the stochastic process, and constructed a Volterra rough path along with its iterated integrals. This framework enables an approach to Volterra equations from the perspective of rough paths. Using the framework of Volterra rough paths, we obtain the following results for stochastic Volterra equations driven by Brownian motion.

First, we establish the existence and uniqueness of solutions for integral equations driven by Volterra paths with non-singular integral kernels k . In particular, when $k(t, s)$ degenerates at the diagonal as $(t-s)^\gamma$ for $\gamma > 0$, the Volterra path allows the equation to be interpreted in the sense of Young integration. While conventional rough path theory requires the consideration of iterated integrals, our approach enables an analysis purely based on individual paths.

Second, we demonstrate the convergence of (Renormalized) piecewise linear approximations (Wong-Zakai approximations) of Volterra paths and Volterra rough paths in two cases: when the integral kernel k degenerates at a rate of $(t-s)^\gamma$ for $\gamma > 0$, and when it exhibits a singularity at a rate of $(t-s)^\gamma$ for $-1/6 < \gamma < 0$. It is known that for singular kernels, the piecewise linear approximation of the iterated integral Z^2 does not converge. In this study, we show that by introducing renormalization

terms, a modified Wong–Zakai approximation converges in the Volterra Rough path sense.

B. 発表論文

1. 田淵進：“Volterra ラフパスによって駆動される確率 Volterra 方程式と修正 Wong–Zakai 近似”，東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2024)

C. 口頭発表

1. Stochastic Volterra Equations and Wong–Zakai approximations for Volterra Rough Paths, ラフパス解析の新潮流, 大阪大学大学院基礎工学研究科, 2025 年 2 月.

CHOI Ikhan (崔 瀾瀚)

A. 研究概要

von Neumann 環上の正規荷重の理論は測度論の非可換的な一般化と見做せる。これに関して最も有名な文献は、与えられた荷重が正規になる様々な同値条件に関して調べた、1975 年の Haagerup の修士論文である。この論文の最後に残されていた、 C^* 環の双対空間上の正双極定理が成り立つかを問う未解決問題を、肯定的に解決した。

The theory of normal weights on von Neumann algebras is regarded as a non-commutative generalization of measure theory. The most famous paper on this theme is master’s thesis of Haagerup written in 1975, investigating several equivalence conditions for a weight to be normal. We affirmatively resolved an open problem that asks if the positive version of the bipolar theorem on duals of C^* -algebras, left at the end of this thesis.

B. 発表論文

1. I. Choi, A solution to Haagerup’s problem and positive Hahn-Banach separation theorems in operator algebras, arxiv:2501.16832.

C. 口頭発表

1. Unbounded binvariant K-theory, 関数解析研究会, 北海道大学, 2024 年 9 月.

E. 修士・博士論文

1. (修士)CHOI Ikhan: Positive Hahn-Banach separation theorems in operator algebras.

G. 受賞

1. 数理科学研究科研究科長賞 (2024)

中浦 鯉太郎 (NAKAURA Koitaro)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

本年度は、モデル理論における理論の分類および独立概念に関する研究を行った。ここで理論とは、ある構造上で成り立つ論理式全体の集合のことである。理論をその性質に応じて分類し、あるクラスに属する理論に共通する特徴を抽出することは、モデル理論の重要なテーマの一つである。本研究では、 NTP_2 理論と呼ばれるクラスにおいて、モデル上の forking と dividing が一致するという定理に、識別不能木の手法を用いた別証明を与えた。

NTP_2 理論のクラスは、代数的対象を多く含む NIP 理論と組み合わせ論の対象を多く含む単純理論のクラスをどちらも含んでおり、応用上も有用と考えられる。また forking と dividing は、線型独立や代数的独立といった独立概念を一般化する際に用いられる概念であり、これらの相等は、独立概念の振る舞いが扱いやすいものであることを示している。

この証明において用いた識別不能木の手法は、理論のクラスの包含や相等を示す際にも有用であることが分かっており、さらに広い NATP 理論のクラスにおける forking の性質を調べる上でも重要な道具となることが期待される。

This year, I conducted research on the classification of theories and the notion of independence in model theory. Here, a theory is the set of all formulas satisfied in some structure.

Classifying theories according to their properties and extracting common features of theories belonging to a certain class is one of the important themes in model theory. In this study, I gave an alternative proof using the method of indiscernible trees for the fact that forking and dividing are equivalent over a model in NTP_2 theories.

The class of NTP_2 theories includes both NIP theories, which contain many algebraic objects, and simple theories, which contain many combinatorial objects, and is therefore considered useful in applications. Forking and dividing are concepts considered when generalizing independence relations such as linear independence and algebraic independence, and their equivalence indicates that the independence relation behaves very well.

The method of indiscernible trees used in this proof is known to be useful in demonstrating the inclusion or equivalence of classes of theories and is expected to be an important tool in studying the properties of forking in broader classes such as NATP theories.

B. 発表論文

1. K. Nakaura : “A construction of indiscernible trees and its applications”, 東京大学大学院数理科学研究科修士論文 (2025).

C. 口頭発表

1. タイプ排除定理について, Model Theory Summer School and Workshop 2023, 筑波大学, 2023年9月.
2. Forking independence and Kim’s lemma, Model Theory Summer School and Workshop 2024, 神戸大学, 2024年9月.
3. Dividing · Forking と独立概念, 数学基礎論若手の会, 郡山市青少年会館, 2024年10月.
4. Indiscernible sequences and tree properties, RIMS Model Theory Workshop 2024, 京都大学数理解析研究所, 2024年12月.

中村遥河 (NAKAMURA Haruka)

A. 研究概要

平均場ゲーム方程式 (MFG) に対する数値解法を研究している. MFG は, 密度分布の時間発展を記述する, 初期条件を課した Fokker–Planck (FP) 方程式と, 密度分布の制御入力を記述する, 終端条件を課した Hamilton–Jacobi–Bellman (HJB) 方程式が, 結合項と呼ばれる項を通じて相互依存する形で記述される. このため, MFG を直接的に解くことは現実的ではなく, 近年は方程式のカップリングを解除し, 反復的に解く手法が提案されてきている.

本年度は, Lavigne らにより提案された, Generalized Conditional Gradient (GCG) 法と呼ばれる反復解法について研究を行った. MFG の数値解析に関する研究では, 結合項が密度関数に対して局所的に依存する例が顕著である. しかしながら, GCG 法の先行研究では, そのような局所的結合項を扱えない仮定が課されていた. 本研究では, それらの仮定を修正した上で収束解析を再度行い, 局所的な結合項をもつ MFG に対する GCG 法の収束性を示した. さらに, 本研究では GCG 法を用いた MFG の数値計算スキームを提案し, 反復回数と離散化誤差に関する数値誤差の評価を導いた.

I am studying numerical methods for solving mean field game (MFG) equations. The MFGs consist of a Fokker – Planck (FP) equation with an initial condition, which describes the time evolution of a density distribution, and a Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB) equation with a terminal condition, which prescribes the control input for the density. These two PDEs are coupled through the so-called coupling terms, and are mutually dependent. Due to this structure, solving MFGs directly is generally impractical, and in recent years, various iterative schemes have been proposed that decouple the two PDEs and solve them alternately.

This year, I have studied an iterative algorithm known as the Generalized Conditional Gradient (GCG) method, which was proposed by Lavigne et al. In most of the prior work in numerical

analysis on MFGs, numerical experiments are often performed using coupling terms that depend locally on the density distribution. However, prior convergence analysis of the GCG method imposed assumptions that cannot be applied to the case of local coupling terms. In this study, I revised those assumptions and re-analyzed the convergence, thereby demonstrating the convergence of the GCG method for MFGs with local coupling terms. Moreover, I proposed a numerical scheme for MFGs based on the GCG method and derived estimates of the numerical error in terms of both the number of iterations and the discretization parameters.

B. 発表論文

該当なし

C. 口頭発表

1. 中村遥河, 齊藤宣一, 局所的な結合項をもつ平均場ゲーム方程式に対する一般化された条件付き勾配法について, 日本応用数理学学会 2024 年度年会, 京都大学, 2024 年 9 月.
2. 中村遥河, 齊藤宣一, 局所的な結合項をもつ平均場ゲーム方程式に対する一般化された条件付き勾配法について, 2024 年度応用数学合同研究会, 龍谷大学, 2024 年 12 月.
3. 中村遥河, 齊藤宣一, 平均場ゲーム方程式の反復解法とその離散化及び収束の速さについて, 日本応用数理学学会 第 21 回研究部会連合発表会, 岡山大学, 2025 年 3 月.

原田 明 (HARADA Akira)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

多様体のスピン構造を離散幾何学的に表示することは, とくに, 物理学の文脈において盛んに研究されてきた. その中でも代表的なのはダイマー模型と呼ばれる格子系だ. この 2 次元統計力学系はフェルミ粒子系の研究と関連しながら分野を超えて幅広い興味の対象となってきた.

向きづけられた閉曲面 Σ を X によって有限胞体

分割すれば, その 1 骨格 X^1 をグラフとみなせる. このグラフに完全マッチング D が存在するとして, これを一つ固定する. このとき, カステリンの向きと呼ばれる特定の条件を満たす向きの適切な同型類全体 $\mathcal{K}(X)$ はスピン構造の同型類全体 $\mathcal{S}(\Sigma)$ と対応する. すなわち, 完全マッチング D に依存したアフィン同型 $\psi_D: \mathcal{K}(X) \rightarrow \mathcal{S}(\Sigma)$ が存在するため, これは 2 次元閉曲面のスピン構造を離散幾何学的に表したものとなる.

また, 3 次元でも同様に離散幾何学的スピン構造の表示がある. その中でも切頂四面体を貼り合わせることで 3 次元多様体 M を得る位相的理想四面体分割を用いた議論がよく知られている. 向き付け可能な 3 次元多様体において接束は自明になるため, スピン構造は接束の自明化のホモトピー類と対応する. 位相的理想四面体分割の組み合わせ論的情報 Q から 1 骨格上の接束の自明化を全体へ拡張する障害の解消を離散幾何学的に表示することができる. この表示がちょうどスピン構造の同型類と対応する. すなわち, 3 次元における離散スピン構造の同型類 $\mathcal{L}(Q)$ とその対応 $\mathcal{L}(Q) \rightarrow \mathcal{S}(M)$ を得る.

よく知られているように, $n+1$ 次元のスピン多様体 M からその境界へ自然にスピン構造が誘導される. すなわち同型類間に標準的対応 $\mathcal{S}(M) \rightarrow \mathcal{S}(\partial M)$ が定まる. 本研究では, それと整合する離散的なスピン構造間の対応を考察した. 我々は M の理想四面体分割をさらに重心細分することで組み合わせ論的情報を単純化する計算手法を開発し, 離散スピン構造の間の標準的な対応 $\phi: \mathcal{L}(Q) \rightarrow \mathcal{K}(X)$ を構成した.

The discrete geometric representation of spin structures on manifolds has been actively studied, particularly in the context of physics. Among these, one of the most representative models is the dimer model, a lattice system. This two-dimensional statistical mechanical system has been of broad interest across disciplines, especially in relation to the study of fermionic systems.

If an oriented closed surface Σ is given a finite cell decomposition by X , then its 1-skeleton X^1 can be regarded as a graph. Suppose there ex-

ists a perfect matching D on this graph, and we fix one such matching. Then, the set of equivalence classes of orientations satisfying a specific condition, called the Kasteleyn orientation, denoted as $\mathcal{K}(X)$, corresponds to the set of isomorphism classes of spin structures $\mathcal{S}(\Sigma)$. That is, since there exists an affine isomorphism $\psi_D: \mathcal{K}(X) \rightarrow \mathcal{S}(\Sigma)$ depending on the perfect matching D , this provides a discrete geometric representation of spin structures on closed surfaces.

Similarly, in three dimensions, there is also a discrete geometric representation of spin structures. A well-known approach in this setting is to use an ideal tetrahedral decomposition, where a 3-manifold M is constructed by gluing truncated tetrahedra. Since the tangent bundle of an orientable 3-manifold is trivial, spin structures correspond to homotopy classes of trivializations of the tangent bundle. The combinatorial data Q from the ideal tetrahedral decomposition allows for a discrete geometric representation of the obstruction to extending a trivialization of the tangent bundle from the 1-skeleton to the entire manifold. This representation corresponds exactly to the isomorphism classes of spin structures, providing a correspondence $\mathcal{L}(Q) \rightarrow \mathcal{S}(M)$ between the set of discrete spin structures $\mathcal{L}(Q)$ and the set of isomorphism classes of spin structures on M . As is well known, a spin structure on an $(n+1)$ -dimensional spin manifold M naturally induces a spin structure on its boundary. That is, a standard correspondence $\mathcal{S}(M) \rightarrow \mathcal{S}(\partial M)$ is established between the isomorphism classes of spin structures. In this study, we considered a discrete counterpart of this correspondence between discrete spin structures. By further performing barycentric subdivision of the ideal tetrahedral decomposition of M , we developed a computational method to simplify the combinatorial data and constructed a standard correspondence $\phi: \mathcal{L}(Q) \rightarrow \mathcal{K}(X)$ between discrete spin structures.

B. 発表論文

1. A. Harada and H. Ishizuka : “Spin motive force by the momentum-space Berry phase in magnetic Weyl semimetals”, *Phys. Rev. B* , **107** (2023) 195202.
2. 原田 明 : “境界付き 3 次元スピン多様体の離散幾何学”, 東京大学修士論文.

藤井 天守 (FUJII Amoru)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

例外群も含めた, 一般的な連結簡約群に対する局所 Langlands 対応の構成方法について研究している.

局所体 F 上の連結簡約群 G に対する局所 Langlands 対応とは, $G(F)$ の既約スムーズ表現と Galois 表現の類似である L パラメータが対応するという予想であり, $G = \mathrm{GL}_1$ の場合の局所類体論の広範な一般化を与えるものである. この対応の存在は一般線型群や古典群の場合に証明されているが, より一般の連結簡約群に対してはまだ分かっていないことが多い. しかし, Kaletha による非特異超尖点表現の局所 Langlands 対応や, Solleveld による冪単表現の局所 Langlands 対応など, 既約表現のクラスを制限することによって部分的な結果が得られている. 一方で, Aubert–Moussaoui–Solleveld は「 L パラメータの尖点台写像」を構成し, これによって超尖点表現に関する局所 Langlands 対応を一般の既約表現の対応に持ち上げるというアイデアも提案しており, 実際に特別な場合として Solleveld–Xu による深度 0 非特異表現の対応が得られている. 本研究は, これらの部分的な結果を適切に拡張し組み合わせることで, 広いクラスの連結簡約群に対して局所 Langlands 対応を統一的に構成することを目標としている.

今年度は, 局所 Langlands 対応の base case として, 深度 0 超尖点表現の対応の構成に取り組み, 多くの場合の随伴型単純群に対してこれを実現した. また, この対応が Hiraga–Ichino–Ikeda による形式次数予想を満たすことも示した.

I am studying how to construct the local Langlands correspondence for general connected reductive groups, including the exceptional groups.

The local Langlands correspondence for a connected reductive group G over a local field F is a conjecture that each smooth irreducible representation of $G(F)$ corresponds to an L-parameter, which is an analogue of a Galois representation. This is a broad generalization of the local class field theory (the case $G = \mathrm{GL}_1$). The existence of such a correspondence is proved for general linear groups, classical groups and so on, but it is still an open problem for a general connected reductive group G . On the other hand, there are some partial results in general cases such as Kaletha's correspondence of non-singular supercuspidal representations and Solleveld's correspondence of unipotent representations, both of which restrict the problem to a certain class of irreducible representations. Moreover, Aubert–Moussaoui–Solleveld define the “cuspidal support map of L-parameters” and propose the idea that the correspondence of supercuspidal representations can be lifted to that of general ones along this map. This idea is realized in a particular case as the local Langlands correspondence of depth-zero non-singular representations by Solleveld–Xu. The aim of my research is to extend these results and combine them to construct the correspondence uniformly.

This year, I treated how to construct the correspondence for depth-zero supercuspidal representations, which should be the base case of the local Langlands correspondence, and realized it for various simple adjoint groups. I also proved that this parametrization satisfies the Hiraga–Ichino–Ikeda conjecture on the formal degree.

B. 発表論文

1. A. Fujii : “Parametrization of supercuspidal representations of depth zero for

some simple adjoint groups”, preprint: arXiv:2504.17225.

G. 受賞

研究科長賞（修士課程），東京大学大学院数理科学研究科，2025年3月。

星屋 陽俊 (HOSHIYA Akitoshi)

(FoPM コース生)

A. 研究概要

量子力学の数学解析と、分散型及び双曲型偏微分方程式論に興味を持っている。本年は大きくわけて2つの研究を行った。1つ目は、直交関数系に対するストリッカーツ評価の拡張である。自由なハミルトニアンに対する既知の結果を、電磁場の摂動を伴う場合や、分散型評価が成立する場合へと拡張した。応用として、改良ストリッカーツ評価と質量臨界非線形シュレーディンガー方程式の散乱も考察した。2つ目は、2次の斥力ポテンシャルを伴うハミルトニアンの超局所解析である。自由ハミルトニアンの場合と異なり、対数荷重付きの加藤-谷島型評価が成立することを証明した。(直交)ストリッカーツ評価については、対数減衰するポテンシャルも摂動として扱えることを証明した。対数オーダーの荷重や摂動を考察した初めての結果だと思われる。

I am interested in mathematical analysis of quantum mechanics, dispersive and hyperbolic equations. In this year I worked on the following two topics. The first one is an extension of orthonormal Strichartz estimates. I extended known results for the free Hamiltonian to the Schrödinger operator with electromagnetic potentials or to Hamiltonians which satisfy dispersive estimates. As applications the refined Strichartz estimates and the scattering for L^2 critical NLS are considered. The second one is microlocal analysis on quadratic repulsive Hamiltonian. Contrary to the free Laplacian, I showed that the Kato-Yajima estimates hold with logarithmically decaying weight functions. Concerning the (orthonormal) Strichartz estimates, I proved that logarithmically decay-

ing potentials are also treated as perturbations. These results seem to be the first one considering logarithmic weights or potentials.

B. 発表論文

1. A. Hoshiya, Orthonormal Strichartz estimates for Schrödinger operator and their applications to infinitely many particle systems, arXiv: 2312.08314.
2. A. Hoshiya, Orthonormal Strichartz estimate for dispersive equations with potentials, *J. Funct. Anal.* 286 (2024), no.11, Paper No. 110425.
3. A. Hoshiya, Uniform resolvent and orthonormal Strichartz estimates for repulsive Hamiltonian, arXiv: 2407.05707

C. 口頭発表

1. A. Hoshiya, Orthonormal Strichartz estimate for Schrödinger operator, 日本数学会秋季分科会, 大阪大学, 2024年9月.
2. A. Hoshiya, Orthonormal Strichartz estimates for Schrödinger operator, 第30回 数理物理と微分方程式, 亀の井ホテル鴨川, 2024年10月.
3. A. Hoshiya, Resolvent estimates for Schrödinger operator with quadratic repulsive potentials, Lectures on Semi-Classical Analysis, 立命館大学, 2024年10月.
4. A. Hoshiya, Orthonormal Strichartz estimates for Schrödinger operator, RIMS 共同研究 (公開型) スペクトル・散乱理論とその周辺, 京都大学, 2024年12月.
5. A. Hoshiya, Resolvent estimates for Schrödinger operator with quadratic repulsive potentials, 第46回 調和解析定例セミナー, 中央大学, 2024年12月.
6. A. Hoshiya, Orthonormal Strichartz estimates for Schrödinger operator, 津田塾 PDE Workshop, 津田塾大学, 2025年2月.
7. A. Hoshiya, Semiclassical limit of orthonormal Strichartz estimates on scattering manifolds, 偏微分方程式姫路研究会, イーグレ姫路, 2025年3月.

宮内 俊輔 (MIYAUCHI Shunsuke)

A. 研究概要

私は本年度, 「粗幾何学における従順性」と「等質空間への固有作用」について研究を行い, 修士論文にまとめた.

1. 粗幾何学における従順性について

従順性に対する粗幾何学の観点からの一般化として, Block-Weinberger(1992) および Roe(2003) による Ponzi scheme を用いた特徴づけが知られている. これは定義から擬格子を台に持つので離散的な対象である. 本年度は, 測度 μ を用いた Ponzi scheme の連続的なアナロジー (μ -PS) について考察し, ある測度 μ に関する条件の下では Ponzi scheme の存在性と μ -PS の存在性が同値であることを示した. また, 粗空間の従順性について Winkel(2021) による特徴づけが知られているが, この特徴づけと μ -PS の非存在性が同値であることを示した. この結果は Willett-Yu(2014) によって粗空間が離散的である場合は言及されている. 今のところ μ -PS の非存在性から Ponzi scheme の非存在性や Winkel による従順性が導かれる例は見つかっていない.

2. 等質空間への固有作用について

リー群 G の閉部分群 L, H に対して作用 $L \curvearrowright G/H$ が固有であるとき, 対 (L, H) が固有であると呼ぶ. 閉部分群 H がコンパクトでない場合, 与えられた対が固有であるかどうかを判定することは難しい. この固有性判定問題は小林俊行(1989) によって提起された.

リー群 G が簡約である場合, 小林(1989,1996) によって固有性判定法が証明された. 一方, G が非簡約である場合については検証可能な判定条件は見つかっておらず, 簡約でも可解でもないテストケースとして, 小林(1990) によって $G = GL_2(\mathbb{R}) \ltimes \mathbb{R}^2, H = GL_2(\mathbb{R})$ における対 $(L, GL_2(\mathbb{R}))$ が固有な連結部分群 L の分類が与えられた. また, Lipsman(1995) は小林の判定条件にヒントを得て, 冪零リー群の場合に判定条件に関するある予想を提起したが, 後に5次元空間で反例が見つかった.

私は本年度, $G = SL_2(\mathbb{R}) \ltimes \mathbb{R}^2$ におけるすべての連結部分群 L, H に対して対 (L, H) の固有性を判定した.

I studied "amenability from the viewpoint of coarse geometry" and "proper actions on homogeneous spaces".

1. Amenability in coarse geometry

Block-Weinberger(1992) and Roe(2003) characterized amenability from the viewpoint of coarse geometry using Ponzi schemes. Ponzi schemes have support on a quasi-lattice by their definition and thus are considered "discrete". This year I considered a "continuous" analogue of Ponzi schemes using a measure μ , called μ -PS, and proved that the existence of a Ponzi scheme and the existence of a μ -PS are equivalent under certain conditions on μ .

Moreover, I proved that the nonexistence of μ -PS is equivalent to amenability in Winkel(2021)'s sense. Willett-Yu(2014) referred to this result in the case where the coarse space is discrete. So far, no example has been found in which the nonexistence of μ -PS implies the nonexistence of a Ponzi scheme or amenability in Winkel's sense.

2. Proper actions on homogeneous spaces

For a Lie group G and its closed subgroups L, H , a pair (L, H) is said to be proper if the action $L \curvearrowright G/H$ is proper. When H is not compact, determining whether a given pair is proper is difficult or not. This problem was proposed by Toshiyuki Kobayashi(1989).

When G is reductive, Kobayashi(1989, 1996) provided the properness criterion. On the other hand, in the case where G is non-reductive, no checkable criterion for properness has been found. As a test case that is neither reductive nor solvable, Kobayashi (1990) classified the connected subgroups L for which the pair $(L, GL_2(\mathbb{R}))$ is proper in the setting where $G = GL_2(\mathbb{R}) \times \mathbb{R}^2$ and $H = GL_2(\mathbb{R})$. Inspired by Kobayashi's criterion, Lipsman (1995) proposed a conjecture concerning a properness criterion for nilpotent Lie groups. However, a counterexample was later found in a five-dimensional space.

This year I determined the properness of all pairs (L, H) for connected subgroups L, H in the case where $G = SL_2(\mathbb{R}) \times \mathbb{R}^2$.

B. 発表論文

1. 宮内俊輔, "粗幾何学における従順性及びアファイン保測変換群における連結固有対の分類問題", 2024年度東京大学修士論文
2. S. Miyauchi, "Ponzi schemes on coarse spaces with uniform measure", preprint
3. 宮内俊輔, "一様な測度を持つ粗空間上の Ponzi scheme について", 数理解析研究所講究録, **2297**, 表現論と調和解析のひろがり (研究代表者: 田中雄一郎), 2024, pp. 98-105

C. 口頭発表

1. "群の amenability について (Furstenberg(Ann. of Math. ,1963) による連結 Lie 群上の amenability と可解群の compact extension で書けることの同値性の紹介)", Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", オンライン, 2023年8月
2. "一様な測度を持つ粗空間上の Ponzi scheme について", 表現論と調和解析のひろがり, 京都大学数理科学研究所, 2024年6月
3. "Domination of G-space について Y. Benoist, T. Kobayashi "Tempered homogeneous spaceII の Section4.2(The University of Chicago press, 2022)" の紹介", Workshop on "Actions of Reductive Groups and Global Analysis", オンライン, 2024年8月
4. "一様な測度を持つ粗空間上の Ponzi scheme について", 広島幾何学研究集会, 広島大学, 2024年10月

村田 遼人 (MURATA Haruto)

(WINGS-FMSP
コース生)

A. 研究概要

箆 Hecke 環の表現論を研究している。今年度は箆 Hecke 環上の加群圏がアフィン最高ウェイト圏と呼ばれるホモロジカルに調べやすい構造を持っていることを示した。

箆 Hecke 環は Khovanov-Lauda と Rouquier によって発見された無限次元の次数つき代数であり、対称化可能 Kac-Moody 代数 \mathfrak{g} のルート系のデータから定義される。これは \mathfrak{g} の 2-圏版である 2-Kac-Moody 代数の 2-射を記述する役割を担い、 \mathfrak{g} に由来する様々な圏の対称性を捉える上で重要である。また、対称群や p -進群、量子アフィン代数など種々の代数系と関係している。その表現論自体も面白い。例えば、二つの加群から合成積と呼ばれる新しい加群を作るモノイダル関手が存在し、その合成積の構造を R 行列という特別な準同型を用いて調べる方法論が開発されている。

箆 Hecke 環の表現論において基本的な事実として、量子群の圏化がある。これは、おおよそ次数つき加群の圏の Grothendieck 群が量子群 $U_q^-(\mathfrak{g})$ と同型であるという定理である。この定理から既約加群に関する情報は量子群からある程度読み取れる。しかし、箆 Hecke 環上の加群は半単純とは限らないため、既約加群の理解のみでは不十分である。すなわち、加群の間の拡大や、与えられた加群の構造について理解することが問題となる。

半単純ではない表現論の枠組みとしては、Cline-Parshall-Scott の最高ウェイト圏がある。これは BGG 圏 \mathcal{O} の理論の形を抽象化したものだ。これの無限次元次数つき類似として、Kleshchev のアフィン最高ウェイト圏がある。これらの枠組みでは、既約加群と射影加群に加えて、標準加群が重要である。例えば BGG 圏 \mathcal{O} においては、標準加群は Verma 加群である。

箆 Hecke 環に対するアフィン最高ウェイト圏構造については、加藤, Brundan, Kleshchev, McNamara, Muth らの研究により、 \mathfrak{g} が有限型か対称アフィン型の場合に限れば知られていた。しかし、標準加群の有用な明示的記述は与えられおらず、また証明は部分的にケースバイケースの計算に依存していた。

今年度は、まず標準加群を具体的に構成して、その性質を調べるという新しいアプローチにより、結果を任意の対称化可能 Kac-Moody 代数 \mathfrak{g} に付随する箆 Hecke 環にまで一般化した。正確には、箆 Hecke 環上の有限生成次数つき加群のなす圏の中で、Weyl 群の元から定まる量子冪単部分群に対応する充満部分圏がアフィン最高ウェイト圏の構造を持つことを示した。この定理はおおよそ、箆 Hecke 環上の加群のホモロジカルな性質を、帰納的な議論で多項式環に帰着して調べることができる、ということの意味する。例えば、多項式環の大域次元が有限であることから、上述の部分圏の大域次元が有限であることが従う。

I study the representation theory of quiver Hecke algebras. This year, I have proved that the category of modules over a quiver Hecke algebra is an affine highest weight category.

A quiver Hecke algebra is an infinite-dimensional graded algebra discovered by Khovanov, Lauda and Rouquier, defined from a root datum of a symmetrizable Kac-Moody algebra \mathfrak{g} . It plays the role of describing the 2-morphisms in the 2-Kac-Moody algebra, which is a 2-categorical version of \mathfrak{g} , and is crucial for capturing symmetries of various categories associated with \mathfrak{g} . Moreover, it has connections with various algebras including symmetric groups, p -adic groups, and quantum affine algebras. Its representation theory is also interesting in its own right. For instance, there exists a monoidal functor called the convolution product. To analyze the structures of convolution products, a powerful methodology using R-matrices has been developed.

A fundamental fact in the representation theory of quiver Hecke algebras is the categorification of quantum groups. Roughly speaking, the Grothendieck group of the category of graded modules over the quiver Hecke algebra is isomorphic to the quantum group $U_q^-(\mathfrak{g})$. This theorem allows us to extract information about simple modules from $U_q^-(\mathfrak{g})$. However, since modules over a quiver Hecke algebra are not

necessarily semisimple, understanding only the simple modules is insufficient. In other words, we need to study extensions between modules and the structure of a given module.

One typical framework for studying non-semisimple representation theory is the highest weight category introduced by Cline-Parshall-Scott. This is an abstraction of the theory of the BGG category \mathcal{O} . The affine highest weight category is its infinite-dimensional graded analogue, introduced by Kleshchev. In these frameworks, standard objects play a crucial role. In the BGG category \mathcal{O} for instance, standard modules are the Verma modules.

Affine highest weight category structures for quiver Hecke algebras were known only when \mathfrak{g} is of finite type or symmetric affine type, from the works by Kato, Brundan, Kleshchev, McNamara and Muth. However, no useful explicit description of standard modules had been given, and the proofs partially relied on case-by-case computations.

This year, I took a new approach by concretely constructing standard modules and analyzing their properties, thereby generalizing the result to quiver Hecke algebras associated with arbitrary symmetrizable Kac-Moody algebra \mathfrak{g} . More precisely, I proved that, in the category of finitely generated graded modules over the quiver Hecke algebra, the full subcategory corresponding to a quantum unipotent subgroup determined by an element of the Weyl group has a structure of an affine highest weight category. This theorem roughly means that the homological properties of modules over a quiver Hecke algebra can be studied by inductively reducing them to modules over polynomial rings. For example, since the global dimension of a polynomial ring is finite, it follows that the global dimension of the aforementioned subcategory is also finite.

B. 発表論文

1. H. Murata : “Affine highest weight structures on module categories over quiver

Hecke algebras”, arXiv: 2412.12903

C. 口頭発表

1. Affine highest weight structures on module categories over quiver Hecke algebras, AGU 表現論セミナー (表現論のランドスケープ), 青山学院大学, 2024 年 8 月.
2. Affine highest weight structures on module categories over quiver Hecke algebras, 南大阪代数セミナー, 大阪公立大学, 2024 年 10 月.
3. Affine highest weight structures on module categories over quiver Hecke algebras, 表現論シンポジウム, 大阪公立大学文化交流センター, 2024 年 11 月.
4. Affine highest weight structures on module categories over quiver Hecke algebras, Conference on Algebraic Representation Theory, Seoul National University, South Korea, 2024 年 12 月.
5. Affine highest weight structures on module categories over quiver Hecke algebras, 東京科学大学表現論セミナー, 東京科学大学, 2025 年 2 月.

渡邊 敬人 (WATANABE Takato)

A. 研究概要

p 進微分加群について研究している. 剰余体が有限な p 基底をもつ単項体の有限局所モノドロミーをもつ p 進 Galois 表現に対し, その数論的 Swan 導手と微分 Swan 導手が階数 1 の場合に一致することを証明した. また, 剰余体が完全な場合に単項体の p 進類似 K を構成し, その p 進 Galois 表現の過収束性を示した. さらに, K の Robba 環上の de Rham (φ, Γ_K) -加群の圏から, 偽円環上の p 進微分加群の圏への関手を定義し, その性質を調べた.

I study p -adic differential modules. I proved that for p -adic Galois representations with finite local monodromy of monomial fields whose residue fields admit finite p -bases, their arithmetic Swan conductors and differential Swan

conductors coincide in the rank one case. I constructed a p -adic analogue K of monomial fields with perfect residue fields and showed the overconvergence of its p -adic Galois representations. Furthermore, I defined a functor from the category of de Rham (φ, Γ_K) -modules over the Robba ring of K to the category of p -adic differential modules on fake annuli and studied its properties.

B. 発表論文

1. T. Watanabe : “On p -adic Galois representations of monomial fields and p -adic differential modules on fake annuli”, 東京大学修士論文 (2025).

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

- 小原 和馬 (OHARA Kazuma)
Hecke algebra isomorphisms for tame types
(馴分岐なタイプに付随する Hecke 環の同型について)
20 September. 2024
- 毛 天樂 (MAO Tianle)
Tianle Mao Stability conditions on the canonical line bundle of \mathbb{P}^3
(射影空間 \mathbb{P}^3 の標準直線束の安定性条件)
24 March. 2025
- 山本 雄太 (YAMAMOTO Yuta)
Two-dimensional structure of the Value-Continuation Duality
(値と継続の双対性の持つ 2 次元構造)
24 March. 2025
- 磯部 伸 (ISOBE Noboru)
Mathematical Analysis for Evolution Equations Arising in Deep Learning Theory
(深層学習理論に現れる発展方程式の数理解析)
24 March. 2025
- 伊藤 慧 (ITO Kei)
Structure of Kajiwara-Watatani algebras and their Cartan subalgebras
(梶原-綿谷代数の構造とそのカルタン部分代数)
24 March. 2025
- 王 沛鐸 (WANG Peiduo)
On generalized Fuchs theorem over relative p -adic polyannuli
(p 進相対多重穴あき円板上の一般化フックス定理について)
24 March. 2025
- 栗崎 正博 (KURISAKI Masahiro)
A New Proof for the Linear Filtering and Smoothing Equations, and Asymptotic Expansion of Nonlinear Filtering
(線形フィルタリングおよび平滑化方程式の新たな証明と、非線形フィルターの漸近展開)
24 March. 2025
- 権 英哲 (KEN Eitetsu)
Games with backtracking options corresponding to the ordinal analysis of PA
(ペアノ算術の順序数解析に対応する、撤回を許したゲーム)
24 March. 2025
- 小菅亮太郎 (KOSUGE Ryotaro)
Studies on Chillingworth subgroups of mapping class groups and Andreadakis-Johnson fil-

trations via Bar cohomology

(写像類群のチリングワース部分群とバーコホモロジーによるアンドレアダキス-ジョンソンフィルトレーションの研究)

24 March. 2025

- 佐久間正樹 (SAKUMA Masaki)

Extensions of the concentration compactness principle and their applications to critical p -fractional Choquard-type equations

(凝集コンパクト性原理の拡張と臨界 p -非整数階 Choquard 型方程式への応用)

24 March. 2025

- 佐々木悠矢 (SASAKI Yuya)

On naturality of automorphisms of Hilbert schemes of points of simple abelian varieties

(単純アーベル多様体の点のヒルベルトスキームの自己同型の自然性について)

24 March. 2025

- 名取 雅生 (NATORI Masaki)

A proof of Bott periodicity via Quot schemes and bulk-edge correspondence

(Quot スキームを用いた Bott 周期性の別証明とバルクエッジ対応)

24 March. 2025

- 馬場 智也 (BABA Tomoya)

Log-rank test with nonparametric matching

(ノンパラメトリックなマッチングを用いたログランク検定)

24 March. 2025

- 板東 克之 (BANDO Katsuyuki)

Derived Satake category and affine Hecke category in mixed characteristics

(混標数の導来佐武圏とアファインヘッケ圏)

24 March. 2025

- 松田 光智 (MATSUDA Koji)

Rational points and Brauer – Manin obstruction on Shimura varieties classifying abelian varieties with quaternionic multiplication

(四元数乘法を持つアーベル多様体を分類する志村多様体の有理点とブラウアー-マニン障害)

24 March. 2025

- 向原 未帆 (MUKOUHARA Miho)

On a Galois correspondence for compact group actions on simple C^* -algebras

(単純 C^* 環へのコンパクト群作用に対するガロア対応について)

24 March. 2025

- 吉岡 玲音 (YOSHIOKA Leo)

Some non-trivial cycles of the space of long embeddings detected by configuration space integral invariants using g -loop graphs

(g ループグラフを用いた配置空間積分不変量で検出される埋め込みの空間の非自明なサイクルについて)

24 March. 2025

- 吉野 太郎 (YOSHINO Taro)

Stable rationality of hypersurfaces in schön affine varieties

(シェーンアファイン多様体の超曲面の安定的有理性について)

24 March. 2025

- 劉 沛江 (LIU Peijiang)
Weak admissibility of exponentially twisted cohomology associated with some nondegenerate functions
(非退化関数に付随する捻じれコホモロジーの弱許容性について)
24 March. 2025
- 鄒 勇攀 (ZOU Yongpan)
Studies on positivity of direct image sheaves of adjoint bundles and cohomology vanishing theorems
(随伴束の順像層の正值性とコホモロジー消滅定理の研究)
24 March. 2025

☆ 修士号取得者と論文題目

(Master of Mathematical Sciences : conferee, thesis title, and date)

- 郭 瑞楠 (Guo Ruinan)
Carleman estimates and inverse coefficient problems for stationary first-order transport equations
(一階の定常輸送方程式に対するカーレマン評価と係数逆問題)
24 March. 2025
- 會澤 修也 (AIZAWA Syuya)
Construction of solutions to the Yang-Baxter equation through q -commutativity
(q -可換性を用いた Yang-Baxter 方程式の解の構成法)
24 March. 2025
- 赤塚 孝紀 (AKATSUKA Kouki)
High-dimensional third order Edgeworth expansion by Stein's method
(スタインの方法による高次元の 3 次エッジワース展開)
24 March. 2025
- 新屋 健勝 (ARAYA kensyo)
非線形境界条件付きの熱方程式に対するステファン問題の解挙動
24 March. 2025
- 板垣 好春 (ITAGAKI Yoshiharu)
特異なドリフト項を持つ確率微分方程式について
24 March. 2025
- 大倉 拓真 (OKURA Takuma)
Topological proofs in social choice theory : Terao's generalized Arrow's impossibility theorem and Eliaz's theorem
(社会的選択理論における位相的証明 : 寺尾の一般化されたアローの不可能性定理とエリアズの定理)
24 March. 2025
- 金 相佑 (KIM Sangwoo)
Planar traces and fixed point structures
(平面トレースと不動点構造)
24 March. 2025
- 倉橋 広季 (KURAHASHI Koki)
集合の圏の自己関手の分類
24 March. 2025
- 黒田 直樹 (KURODA Naoki)
Computations of $\text{Spin-Sp}(4)$, $\text{Spin-SU}(8)$, and $\text{Spin-Spin}(16)$ bordism groups in dimensions up to 7 ($\text{Spin-Sp}(4)$, $\text{Spin-SU}(8)$, and $\text{Spin-Spin}(16)$ 同境界群の 7 次元までの計算) 24 March. 2025
- 近藤 悠矢 (KONDO Yuya)
Inverese scattering for the time-dependent electric fields
(時間に依存する電場に対する逆散乱)
24 March. 2025

- 阪本 皓貴 (SAKAMOTO Kohki)
Harmonic measures in invariant random graphs on Gromov hyperbolic spaces
(Gromov 双曲空間上の群不変ランダムグラフにおける調和測度)
24 March. 2025
- 佐藤 卓弥 (SATO Takuya)
A game approach to free boundary problems of anisotropic forced mean curvature flow equations
(異方的外力付き平均曲率流方程式の自由境界問題に対するゲーム的手法)
24 March. 2025
- 佐藤 ふたば (SATO Futaba)
Heat semigroups on quantum automorphism groups of finite dimensional C^* -algebras
(有限次元 C^* 環の量子自己同型群の熱半群)
24 March. 2025
- 鈴木 裕介 (SUZUKI Yusuke)
On Cuntz's picture of equivariant KK theory
(同変 KK 理論のクンツ描像について)
24 March. 2025
- 関 海星 (SEKI Kaisei)
Torsion vanishing of cohomology of unitary Shimura varieties at infinite levels
(無限レベルのユニタリ型志村多様体のねじれ係数コホモロジーの消滅)
24 March. 2025
- 高木 洋明 (TAKAGI Hiroaki)
Nonparametric time series classification using deep neural networks
(深層ニューラルネットワークによるノンパラメトリック時系列分類)
24 March. 2025
- 谷口 東曜 (TANIGUCHI Toyo)
Divergence maps in non-commutative geometry and their applications in two-dimensional topology
(非可換幾何における発散写像とその 2 次元トポロジーへの応用)
24 March. 2025
- 田淵 進 (TABUCHI Susumu)
Stochastic Volterra equations and renormalized Wong-Zakai approximations for Volterra rough paths
(Volterra ラフパスで駆動される確率 Volterra 積分方程式と修正 Wong-Zakai 近似)
24 March. 2025
- 朝永 龍 (TOMONAGA Ryu)
Cohen-Macaulay representations of invariant subrings
(不変式環の Cohen-Macaulay 表現)
24 March. 2025
- 永井 裕 (NAGAI Yutaka)
Syzygies of Cohen-Macaulay modules over quotient surface singularities
(商特異点上のコーエン・マコーレー加群のシジジー)
24 March. 2025

- 中浦 鯉太郎 (NAKAURA Koitaro)
A construction of indiscernible trees and its applications
(識別不能木の構成とその応用)
24 March. 2025
- 中村 章仁 (NAKAMURA Akihito)
旗多様体上の同変ベクトル束の定める完全交叉の Hodge 数を計算するための SageMath パッケージ
24 March. 2025
- 中村 圭吾 (NAKAMURA Keigo)
On counterexamples of Kodaira vanishing for varieties of unseparated flags of type A_3
(A_3 型非分離旗多様体に対する小平消滅定理の反例について)
24 March. 2025
- 中村 遥河 (NAKAMURA Haruka)
局所的な結合項をもつ平均場ゲーム方程式に対する一般化された条件付き勾配法について
24 March. 2025
- 原田 明 (HARADA Akira)
境界付き 3 次元スピンド様体の離散幾何学
24 March. 2025
- 深山 拓郎 (FUKAYAMA Takuro)
The number of cuspidal representations over a function field and its behavior under base changes
(関数体上の尖点表現の個数及びその底変換の下での振る舞い)
24 March. 2025
- 藤井 天守 (FUJII Amoru)
Parametrization of supercuspidal representations of depth zero of some simple adjoint groups
(いくつかの随伴型単純群の深度 0 超尖点表現のパラメータ付け)
24 March. 2025
- 星屋 陽俊 (HOSHIYA Akitoshi)
Unified approach to orthonormal Strichartz estimates for dispersive equations
(統一的手法による分散型方程式に対する直交ストリッカーツ評価)
24 March. 2025
- 宮内 俊輔 (MIYAUCHI Shunsuke)
粗幾何学における従順性及びアファイン保測変換群における連結固有対の分類問題
24 March. 2025
- 村田 遼人 (MURATA Haruto)
Affine highest weight structures on module categories over quiver Hecke algebras
(簾 Hecke 環上の加群圏のアファイン最高ウェイト圏構造)
24 March. 2025
- 矢野 翔太 (YANO Shota)
Quasi-likelihood analysis for adaptive estimation of degenerate diffusion process under relaxed balanced conditions
(数論的 \mathcal{D} -加群による形式的冪級数上の狭半安定スキームの p -進重みスペクトル系列)
24 March. 2025

- 劉 元旻 (LIU Yuanmin)
 p -adic weight spectral sequences of strictly semi-stable schemes over formal power series rings via arithmetic \mathcal{D} -modules
(ある種の Abel 拡大についての整正規底の存在と数論的分解)
24 March. 2025
- 渡邊 敬人 (WATANABE Takato)
On p -adic Galois representations of monomial fields and p -adic differential modules on fake annuli
(単項体の p -進 Galois 表現と偽円環上の p -進微分加群について)
24 March. 2025
- チョイ イカン (Choi Ikhan)
Positive Hahn-Banach separation theorems in operator algebras
(作用素環における正ハン・バナッハ分離定理)
24 March. 2025

3. 学術雑誌 - 東大数理科学ジャーナル 第 31 巻

Journal of Mathematical Sciences
The University of Tokyo, Vol. 31

Vol. 31 No. 1 Published July 1, 2024

- Yohei KASHIMA
Convexity of the Phase Boundary in the BCS Model with Imaginary Magnetic Field.
- Ali SAEB
A Note on Power Generalized Extreme Value Distribution and Its Properties.

Vol. 31 No. 2 Published September 27, 2024

- Takashi TSUBOI
On Origami Embeddings of Flat Tori.
- Yujiro KAWAMATA
Semi-Orthogonal Decomposition and Smoothing.
- Tetsuya HATTORI
Elementary Proof of Representation of Submodular Function as Supremum of Measures on σ -Algebra with Totally Ordered Generating Class
- Tomoki YUJI
Category-Theoretic Reconstruction of Log Schemes from Categories of Reduced fs Log Schemes

4. 公開講座・研究集会等

Public Lectures · Symposiums · Workshops, etc

• Conférence inaugurale du Laboratoire de Mathématiques franco-japonais 日仏数学連携拠点 設立記念コンファレンス

April 4 – April 5, 2024

Lecture Hall, Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Thursday, April 4

10:00 – 10:20 – Opening 開所式の挨拶

Teruo Fujii – Président de l' université de Tokyo. (東京大学 藤井総長)

Jean-Stéphane Dhersin – Directeur adjoint scientifique, CNRS Mathématiques.
(フランス国立科学研究センター 数学部門 教授)

Didier Marty-Dessus - Conseiller pour la Science et la Technologie de l'Ambassade de France au Japon. (フランス大使館 科学技術参事官)

10:25 – 11:00 – **Jean-Stéphane Dhersin** – Université Sorbonne Paris Nord, LAGA, CNRS.
Spatial evolution of an epidemic and « social» networks.

11:20 – 12:05 – **Yukio Koriyama** – École polytechnique, CNRS. Deriving Egalitarian and Proportional Principles from Individual Monotonicity

13 :45 – 14 :30 – **Jérémie Szeftel** – Sorbonne Université, CNRS.
On the black hole stability problem

15:00 – 15:45 – Jean-Pierre Bourguignon – IHES, CNRS.
Mathematicians and Spinors

Friday, April 5

10:00 – 10:45 – **Claire Voisin** – IMJ-PRG, CNRS.
Past and recent results on a question of Borel and Haefliger

11:15 – 12:00 – **Bruno Kahn** – IMJ-PRG, CNRS.
On the injectivity and non-injectivity of the ℓ -adic cycle class maps

13:30 – 14:15 – **Henri Berestycki** – EHESS, CNRS.
The influence of domain shape on propagation in reaction-diffusion equations

14:45 – 15:30 – **Etienne Ghys** – Académie des Sciences, ENS Lyon, CNRS.
Linking numbers of modular knots

One day workshop on complex and algebraic geometry

Date : July 17th (Wed.) 2024

Venue : The Univ. of Tokyo (Komaba Campus),
Graduate School of Math. Sci. Bldg. Room 117.

Program :

13:30–14:30 Sai Kee Yeung (Purdue Univ.)

14:50–15:50 Eiji Inoue (Riken)

16:10–17:10 Yusuke Nakamura (Nagoya Univ.)

Sai Kee Yeung (Purdue Univ.)

Title: Some directions in the study of Torelli map and rigidity.

Abstract: The classical Abel-Jacobi map induces the Torelli map from a moduli space of curves of genus $g \geq 2$ into a corresponding Siegel modular variety. The goal of the talk is to explain some geometric problems related to the mapping, focusing on a conjecture of Oort on scarcity of totally geodesic subvarieties in the Torelli image. We will also explain its relation to rigidity in complex geometry, algebraic geometry and representation theory.

Eiji Inoue (Riken)

Title: Non-archimedean aspect of Perelman entropy.

Abstract: In Kähler geometry, there is an inequality between Perelman entropy and a certain quantity called mu-entropy of test configurations, which is analogous to Donaldson's inequality between Calabi functional and normalized Donaldson-Futaki invariant. Compared to Donaldson-Futaki invariant, the mu-entropy reflects richer information (higher equivariant intersection) of test configuration, which was the central difficulty of the study. To solve this difficulty, we introduce a new notion called "distortion". Studying a non-archimedean potential theoretic aspect of this distortion, we find a new simple formula of the mu-entropy of test configuration and give answers to various questions on mu-entropy.

Yusuku Nakamura (Nagoya Univ.)

Title: A counterexample to the PIA conjecture.

Abstract: In this talk, I will give a counterexample to the PIA (precise inversion of adjunction) conjecture for MLD's (minimal log discrepancy). The usual inversion of adjunction is a type of claim "the information of the singularity of a pair (X, D) can be recovered from the information of the singularity of D ". The precise version (PIA conjecture) states that this is correct at the level of MLD (minimal log discrepancy), the invariant of the singularity. The PIA conjecture is known to be true in dimension 3. In this talk, I will give a counterexample in dimension 5. I also give a counterexample to the LSC conjecture for families based on the same example. This talk is based on joint work with Kohsuke Shibata.

Organizers : Yoshinori Gongyo (Univ. of Tokyo), Keiji Ogiso (Univ. of Tokyo), Shigeharu Takayama (Univ. of Tokyo),

Supported by JSPS KAKENHI Grant-in-Aid (A) 20H00116 (Kengo Hirachi), (B) 23K20792 (Shigeharu Takayama).

• Geometric Aspects of Painlevé Equations and Related Topics

September 9 – September 10, 2024

Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Organizing Committee Kohei Iwaki (University of Tokyo), Frank Loray (Université de Rennes, CNRS), Hidetaka Sakai (University of Tokyo)

Program Monday, September 9

10:30 – 11:30 **Kohei Iwaki** – From Elliptic curve to Painleve equations via WKB and topological recursion

13:30 – 14:30 **Yoko Umeta** – A unified family of PJ-hierarchies ($J=I,II,IV,34$) with a large parameter

15:00 – 16:00 **Alexander Stokes** – Geometric aspects of delay-differential Painlevé equations

Tuesday, September 10

10:30 – 11:30 **Frank Loray** – Moduli spaces over the five punctured sphere.

13:30 – 14:30 **Daisuke Yamakawa** – Twisted polar-parts varieties

15:00 – 16:00 **Masa-Hiko Saito** – Oper and Canonical coordinates of the moduli spaces of parabolic connections and parabolic Higgs bundles.

第 63 回実函数論・函数解析学合同シンポジウム

2024 年 9 月 9 日 (月) ~ 9 月 11 日 (水)

東京大学駒場キャンパス・数理科学研究科棟・大講義室

プログラム

9 月 9 日 (月)

13:30–14:30 中里 亮介 (信州大学・工学部) Fourier-Herz 空間上での Navier-Stokes 方程式の解析性とその応用

14:45–15:45 川崎 敏治 (玉川大学・工学部) Fixed point and convergence theorems for mappings determined by several parameters

16:00–17:00 紅村 冬大 (理化学研究所・革新知能統合研究センター) *-homomorphisms between groupoid C^* -algebras

9 月 10 日 (火)

9:30–10:30 内田 匠風 (日本大学・理工学部) Pearcey 系に対する WKB 解の Borel 和の接続公式について

10:45–11:45 関口 英子 (東京大学・数理科学研究科) 不定値グラスマン多様体上のコホモロジーの同型について

13:45–14:45 神保 洸貴 (東京理科大学・創域理工学部) 非対称鍵共有法の数学的特徴付けと応用について

15:00–16:00 至田 直人 (名古屋大学・多元数理科学研究科) Bilinear oscillatory Fourier multipliers

16:15–17:15 森 迪也 (東京大学・数理科学研究科) The distance from a projection to nilpotents

9 月 11 日 (水)

9:30–10:30 嵐 晃一 (東京学芸大学・教育学部) 冪零リー群の表現と擬対称領域上の核関数

10:45–11:45 波多野 修也 (中央大学・理工学部) Smoothing estimate for the heat semigroup with a homogeneous weight on Morrey spaces

代表者：伊藤健一（東京大学・数理科学研究科）
佐々木格（信州大学・理学部）
鈴木智成（九州工業大学・工学研究院）

リーマン面に関連する位相幾何学

2024年9月12日 - 15日

東京大学 大学院数理科学研究科 大講義室 (対面のみ)

世話人：田所勇樹 (木更津高専), 久野雄介 (津田塾大学), 佐藤正寿 (東京電機大学), 河澄響矢

Program

9月12日 木曜日

9:50-10:50 松崎 克彦 (早大教育) Weil-Petersson curves and Dirichlet finite harmonic functions on Riemann surfaces

11:10-12:10 坂井 健人 (阪大理) Uniform degeneration of hyperbolic surfaces with boundary along harmonic map rays

14:00-15:00 門田 直之 (岡山大理) On generating mapping class groups by pseudo-Anosov elements

15:20-16:20 加藤 瑤 (東京理大理) On the graded quotients of the algebra of $SL(2)$ -characters of free groups

16:40-17:40 横山 知郎 (埼玉大理工) 曲面上の流れの正方向と負方向の極限の振る舞いの依存性

9月13日 金曜日

9:50-10:50 松田 凌 (京大理) Maximal cusps are not dense, but...

11:10-12:10 志賀 啓成 (京都産業大学総合学術研究所) On moduli spaces of Cantor sets

14:00-15:00 小林竜馬 (石川高専) The level d mapping class group of a compact non-orientable surface

15:20-16:20 谷口 東曜 (東大数理) Loop operations and non-commutative differential geometry

16:40-17:40 北野晃朗 (創価大理工) 種数 2 以上の閉曲面の基本群から $SL(2; \mathbb{Z}[1/2])$ への準同型写像で Euler 類の引き戻しが非自明になるものについて

9月14日 土曜日

9:50-10:50 浜田 法行 (九大 IMI) Exotic 4-manifolds with signature zero via mapping class group relations

11:10-12:10 榎園 誠 (立教大理) Slope inequality of fibered surfaces, Morsification conjecture and moduli of curves

14:00-15:00 安達 充慶 (東大数理) A gerbe-like construction in gauge theory

15:20-16:20 馬場伸平 (阪大理) Bers' simultaneous uniformization theorem and complex projective structures on Riemann surfaces

16:40-17:40 河澄 響矢 (東大数理) Fenchel-Nielsen 座標による Weil-Petersson シンプレクティック形式の Wolpert の公式の位相的証明

9月15日 日曜日

9:30-10:30 若林 泰央 (阪大情報) 正標数の射影構造およびその位相的場の理論について

10:50-11:50 王 格非 (北京大) (オンライン講演) On the rational cohomology of spin hyperelliptic mapping class groups

12:10–13:10 山田 澄生 (学習院大理) メビウス幾何学を用いた低種数タイヒミュラー理論

Recent developments in Kardar-Parisi-Zhang universality

September 24 – September 27, 2024

Panasonic Auditorium, Yukawa Hall at Yukawa Institute for Theoretical Physics

Program

Tuesday, September 24

10:00–10:50 **Tomaž Prosen** (CNRS / University of Ljubljana) Kardar-Parisi-Zhang Scaling in Integrable Magnets

11:20–12:10 **Ryoki Fukushima** (University of Tsukuba) Maximal edge traversal time in first passage

13:50–14:40 **Tomaž Prosen** (CNRS / University of Ljubljana) Dynamical Criticality of Magnetization Transfer in Integrable Magnets

14:45–15:15 **Yohsuke Fukai**(RIKEN Center for Biosystems Dynamics Research) Universal interface fluctuation for absorbing phase transitions

15:15–15:40 **Noriko Akutsu** (Kyushu University) KPZ kinetic roughening in two-dimensional poly-nucleation steady crystal growth: A Monte Carlo study for a two-dimensional surface in three dimensions

16:15–17:05 **Axel Saenz**(Oregon State University) Limiting edge statistics of the Heisenberg-Ising XXZ spin-1/2 chain

Wednesday, September 25 9:30–10:20 **Jinho Baik**(University of Michigan) Exponential directed last passage percolation in the upper tail large deviation regime

10:20–10:50 **Yuan Miao** (Kavli IPMU) Spin Transport of Domain-wall Quench in XXZ Chains/Circuits

11:20–12:10 **Kohei Motegi** (Tokyo University of Marine Science and Technology) Three results on partition functions of lattice models with unconventional boundary conditions

13:50–14:40 **Yuki Ishiguro**(Tokyo Polytechnic University) Exact steady states of the self-driven particle systems on multi-dimensional lattices

14:45–15:15 **Taiki Ishiyama**(Tokyo Institute of Technology) Exact solution of the particle density in a free-fermionic chain under dephasing noise

15:15–15:45 **Chihiro Matsui** (The University of Tokyo) Partially solvable closed and open quantum systems

16:15–17:05 **Yuta Arai**(Chiba University of Commerce) The KPZ fixed point and the KPZ scaling for Totally Asymmetric Simple Exclusion Process

17:10–18:00 **Kazumasa A. Takeuchi** (The University of Tokyo) Partial yet definite emergence of the Kardar-Parisi-Zhang class in isotropic spin chains

Thursday, September 26

9:30–10:20 **Sebastian Diehl**(University of Cologne) KPZ physics and beyond in driven open quantum matter I

10:20–10:50 **Kazuaki Takasan**(The University of Tokyo) Quantitative test of various two-point KPZ correlations in the quantum Heisenberg chain

- 11:20–12:10 **Sebastian Diehl**(University of Cologne) KPZ physics and beyond in driven open quantum matter II
- 13:50–14:40 **Xuan Wu**(University of Illinois Urbana-Champaign) from the KPZ equation to the directed landscape
- 14:45–15:15 **Jieyan Zhu**(The University of Tokyo) A model granular system for stochastic particle transport
- 15:15–15:45 **Takato Yoshimura** (University of Oxford) Anomalous fluctuations from Euler hydrodynamics
- 16:15–17:05 **Mutsumi Minoguchi**(The University of Tokyo) Divergent Stiffness of One-Dimensional Growing Interfaces
- 17:10–18:00 **Makoto Nakashima**(Nagoya University) $2d$ critical stochastic heat flow as a measure valued process

Friday, September 27 9:30–10:20 **Jan de Gier**(The University of Melbourne) ASEP in half space with general open boundaries

- 10:50–11:40 **William Mead**(The University of Melbourne) Half-space TASEP and its bi-orthogonalization problem
- 13:20–14:10 **Shuta Nakajima** (Meiji University) Equivalence of fluctuations between SHE and KPZ equation in weak disorder regime
- 14:40–15:30 **Atsuo Kuniba**(The University of Tokyo) Strange five vertex model and multispecies ASEP on a ring

多様体のトポロジーの進展

2024年11月9日 – 10日

東京大学 大学院数理科学研究科 大講義室 (対面のみ)

組織委員代表: 上 正明 (京都大学), 大鹿 健一 (学習院大学)

Program

11月9日 土曜日

- 10:00–10:25 河澄 響矢 (東大数理) 曲面上の高次ループ演算について
- 10:35–11:00 松田 浩 (山形大学) Homologies for 2-knots
- 11:10–11:35 葉廣 和夫 (東大数理) On the stable rational cohomology of the IA-automorphism groups of free groups
- 13:10–13:35 大槻 知忠 (京都大学 RIMS) 双曲結び目の補空間の無限巡回被覆の $3D$ index について
- 13:45–14:10 高村 茂 (京大理) On higher group theory and its geometry
- 14:40–15:05 齋藤 昌彦 (University of South Florida) Algebraic structures related to surface ribbons in 3-spaces
- 15:15–15:40 松本 幸夫 (東京大学) 4次元多様体とゲージ理論

11月10日 日曜日

- 10:00–10:25 佐伯修 (九州大学 IMI) 多様体上の可微分関数の Reeb 空間について
- 10:35–11:00 山田 裕一 (電気通信大学情報理工) Divide link に沿う例外的デーン手術と4次元多様体
- 11:10–11:35 林 忠一郎 (日本女子大学理) レクタングュラーダイアグラムの基本変形について (安藤 龍郎、田口睦実との共同研究)

- 13:10–13:35 志摩 亜希子 (東海大理) The linear minimal 4-chart with three crossings
 13:45–14:10 中村 伊南沙 (佐賀大理) ニット状曲面とそのチャート表示について
 14:40–15:05 田中 心 (東京学芸大学) 結び目 n -カンドルの 2 次カンドルホモロジー群
 15:15–15:40 大鹿 健一 (学習院大理) Teichmüller 空間の 2 つの Finsler 距離

The 22nd symposium "Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems"

November 18 – November 21, 2024

Graduate School of Mathematical Sciences, the University of Tokyo, Room 002.

Program

Monday, November 18

- 10:00–10:40 **Stefano Olla** (Université Paris Dauphine) Large deviations for the total current in TASEP
 10:55–11:35 **Saori Morimoto** (Chuo University) Generalized Eigenspaces and Pseudospectra of Nonnormal and Defective Matrix-valued Dynamical Systems
 13:30–14:10 **Kohei Noda** (Kyushu University) Scaling limits and fluctuation of eigenvalues point processes of non-Hermitian Wishart random matrices
 14:25–15:05 **Jungkyoung Lee** (KIAS) Mixing property of metastable diffusion processes
 15:40–16:20 **Nobuo Yoshida** (Nagoya University) The transition operator of a random walk perturbed by sparse potentials
 16:35–17:15 **Hirotsu Nagoji** (Kyoto University) Singularity of solutions to singular SPDEs

Tuesday, November 19

- 10:00–10:40 **Seonwoo Kim** (KIAS) Metastable Hierarchy in Abstract Low-Temperature Lattice Models
 10:55–11:35 **Eric O. Endo** (NYU Shanghai) Contour methods for d-dimensional Long-Range Ising Model
 13:30–14:10 **Mao Shinoda** (Ochanomizu University) The Gibbs measures, Equilibrium measures and Maximizing measures on symbolic dynamics
 14:25–15:05 **Kohki Sakamoto** (The University of Tokyo) Harmonic measures in invariant random graphs on hyperbolic spaces

Wednesday, November 20

- 10:00–10:40 **Tomohiro Sasamoto** (Institute of Science Tokyo) Large spin large deviation for interacting particle systems
 10:55–11:35 **Makoto Katori** (Chuo University) Non-normality and non-diagonalizability; Open problems of non-Hermitian matrix-valued Brownian motion
 13:30–14:10 **Hidetada Wachi** (Keio University/RIKEN) On interactions for large-scale interacting systems
 14:25–15:05 **Kenichi Bannai** (Keio University/RIKEN) Inverse harmonic period matrices and the diffusion matrices associated to large scale interacting systems
 15:40–16:20 **Kohei Hayashi** (RIKEN iTHEMS) Characterization of Gradient Condition for Asymmetric Partial Exclusion Processes and Their Scaling Limits

16:35–17:15 **Ryoichiro Noda** (Kyoto University) Aging and sub-aging for Bouchaud trap models on resistance metric spaces

Thursday, November 21

10:00–10:40 **Masato Takei** (Yokohama National University) Topics on variations of the elephant random walk

10:55–11:35 **Hayate Suda** (Institute of Science Tokyo) Scaling limits of a tagged soliton in the randomized box-ball system

13:30–14:10 **Takashi Imamura** (Chiba University) Skew column RSK dynamics and the box and ball system

14:25–15:05 **Hirofumi Osada** (Chubu University) Stochastic differential equation to infinite particle system of zero points of the planar Gaussian analytic function

The 20th East Asian Conference on Geometric Topology

February 4 – February 7, 2025

Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo

Program

Tuesday, February 4

21 KOMCEE Lecture Hall

9:50–10:00 Opening remarks

10:00–11:00 **Osamu Saeki** (Kyushu University)

Topology of Reeb spaces of smooth functions on manifolds (Mini course 1)

11:20–12:20 **Zhengyi Zhou** (Chinese Academy of Sciences)

Kähler compactification of \mathbb{C}^n and Reeb dynamics

ROOM 1

13:30–13:50 **Fengling Li** (Dalian University of Technology)

A three-variable transcendental invariant of planar knotoids

13:55–14:15 **Seonmi Choi** (Seowon University)

Homology of multi-biquandles

14:20–14:40 **Inasa Nakamura** (Saga University)

Charts of knitted surfaces of degree 2

14:45–15:05 **Biao Ma** (Tongji University)

Boundary maps and median spaces of finite rank

15:30–15:50 **Yuya Murakami** (Kyushu University)

Asymptotics and quantum modularity of WRT invariants of negative definite plumbed manifolds

15:55–16:15 **Taehyeong Kim** (KIAS)

Entropy in the cusp for diagonal flows on the space of lattices

16:20–16:40 **Sanghoon Kwak** (KIAS HCMC)

Non-unique Ergodicity on the Boundary of Outer Space

16:45–17:05 **Kouki Yamaguchi** (Kyoto University)

On the n -loop Kontsevich invariant of knots having the same Alexander polynomial

ROOM 2

- 13:30–13:50 **Ingrid Irmer** (Southern University of Science and Technology)
Sets of minima and generators of the Steinberg module of the mapping class group
- 13:55–14:15 **Wenyuan Yang** (Peking University)
Marked length spectrum rigidity in groups with contracting elements
- 14:20–14:40 **Jung Hoon Lee** (Jeonbuk National University)
The Powell Conjecture in genus three
- 14:45–15:05 **Erika Kuno** (Osaka University)
Curve graphs and right-angled Artin subgroups of mapping class groups for nonorientable surfaces
- 15:30–15:50 **Sang-hyun Kim** (KIAS)
Smoothability of actions by groups of subexponential growth
- 15:55–16:15 **Wonjun Chang** (POSTECH)
Quantitative Analysis of the Generalized Harer Conjecture
- 16:20–16:40 **Aoi Wakuda** (The University of Tokyo)
Puncture loops on a non-orientable surface
- 16:45–17:05 **Junseok Kim** (KAIST)
Outer automorphism groups of right-angled Artin groups and maximal SIL-pair systems

ROOM 3

- 13:30–13:50 **Yuichi Yamada** (The University of Electro-Communications)
Seifert manifolds that have two (integral/rational) Dehn surgery descriptions along torus knot
- 13:55–14:15 **Motoo Tange** (University of Tsukuba)
L-space embedding in negative definite closed 4-manifold constructed by Dehn surgeries of two knots
- 14:20–14:40 **Naoko Kamada** (Nagoya City University)
A method for constructing welded links from welded links
- 14:45–15:05 **Taehee Kim** (Konkuk University)
Satellite operators on the knot concordance group
- 15:30–15:50 **Seiichi Kamada** (Osaka University)
Generalized Alexander quandles and their classification
- 15:55–16:15 **Jaewon Lee** (KAIST)
Rational concordance of double twist knots
- 16:20–16:40 **Chun-Sheng Hsueh** (Humboldt University Berlin)
Open books in higher dimensions
- 16:45–17:05 **Andreani Petrou** (Okinawa Institute of Science and Technology)
Knots, links and Harer-Zagier factorisability

Wednesday, February 5

21 KOMCEE Lecture Hall

- 09:50–10:50 **Hiroaki Karuo** (Gakushuin University)
Center of stated $SL(n)$ -skein algebras
- 11:10–12:10 **Osamu Saeki** (Kyushu University)
Topology of Reeb spaces of smooth functions on manifolds (Mini course 2)

ROOM 1

13:30–13:50 **Teruhisa Kadokami** (Kanazawa University)

The half Alexander polynomials of amphicheiral 2-bridge knots

13:55–14:15 **Seokbeom Yoon** (Chonnam National University)

The (twisted/ L^2)-Alexander polynomial of an ideally triangulated 3-manifold

14:20–14:40 **Mikami Hirasawa** (Nagoya Institute of Technology)

Some family of knots of divides with Salem Alexander polynomials

14:45–15:05 **Lei Chen** (Chinese Academy of Science)

Normal generators of Torelli groups

15:30–15:50 **Zhiyun Cheng** (Beijing Normal University)

Partial-dual genus polynomial and its categorification

15:55–16:15 **Naoki Kitazawa** (Kyushu University)

Reconstructing Morse functions, Morse-Bott functions, or naturally generalized functions with prescribed preimages

16:20–16:40 **Yuxuan Yang** (Peking University)

On the Volume Conjecture for hyperbolic Dehn-filled 3-manifolds along the twist knots

16:45–17:05 **Minkyu Kim** (KIAS)

The Lie operad as a subquotient of Jacobi diagrams in handlebodies

ROOM 2

13:30–13:50 **Sungmo Kang** (Chonnam National University)

Tunnel-number-one knot exteriors in S^3 disjoint from proper power curves

13:55–14:15 **Xuezhi Zhao** (Capital Normal University)

The word problem of Seifert manifold

14:20–14:40 **Shijie Gu** (Northeastern University)

BNPC n -manifolds ($n < 5$) are Euclidean

14:45–15:05 **Hongtaek Jung** (Seoul National University)

Generic properties of Hitchin representations

15:30–15:50 **Hayato Imori** (KAIST)

Immersed cobordism maps in Khovanov and singular instanton homology

15:55–16:15 **Carl-Fredrik Nyberg-Brodda** (KIAS)

Decision problems in Artin groups

16:20–16:40 **Juhun Baik** (KAIST)

Topological normal generation of big mapping class groups

16:45–17:05 **Katsunori Arai** (Osaka University)

A construction of multiple group racks

ROOM 3

13:30–13:50 **Yanqing Zou** (East China Normal University)

Genera and ranks of distance 2 Heegaard splittings

13:55–14:15 **Faze Zhang** (Northeast Normal University)

Angle structures on 3-dimensional pseudo-manifolds

14:20–14:40 **Sangbum Cho** (Hanyang University)

The separating disk complex for a handlebody
 14:45–15:05 **Toshifumi Tanaka** (Gifu University)
 On partial knots for symmetric unions
 15:30–15:50 **Geunyoung Kim** (McMaster University)
 Heegaard diagrams for 5-manifolds
 15:55–16:15 **Xiaolei Wu** (Fudan University)
 Groups acting on locally finite trees
 16:20–16:40 **Sunul Oh** (POSTECH)
 Hyperbolic Dehn filling, volume, and transcendentalty
 16:45–17:05 **Jumpei Yasuda** (Osaka University)
 A formula for Alexander polynomials of 2-plat 2-knots

Thursday, February 6

21 KOMCEE Lecture Hall

09:50–10:50 **Min Hoon Kim** (Ewha Womans University)
 Smooth homotopy 4-spheres admitting open book decompositions
 11:10–12:10 **Chao Wang** (East China Normal University)
 A lower bound of the crossing number of composite knots

ROOM 1

13:30–13:50 **Huabin Ge** (Renmin University of China)
 Combinatorial Ricci flow, towards Thurston’s geometric triangulation conjecture
 13:55–14:15 **Jae Choon Cha** (POSTECH)
 Quantitative bordism and linearity problems
 14:20–14:40 **Jianfeng Lin** (Tsinghua University)
 Configurations spaces and mapping class groups of 4-manifolds
 14:45–15:05 **Jun Ueki** (Ochanomizu University)
 An analogue of the classical Neukirch–Uchida theorem for 3-manifolds
 15:30–15:50 **Migiwa Sakurai** (Shibaura Institute of Technology)
 Infinitely many virtual knots with any sequence of n -writhes
 15:55–16:15 **Zhechi Cheng** (Wuhan University)
 Geography of the top term of knot Floer homology
 16:20–16:40 **Dongha Lee** (KAIST)
 The Renormalization of Volume and the Chern-Simons Invariant for Hyperbolic 3-Manifolds
 16:45–17:05 **Honami Sakamoto** (Ochanomizu University)
 Liminal $SL_2\mathbb{Z}_p$ -representations of twist knot and cyclic covers

ROOM 2

13:30–13:50 **Ying Zhang** (Soochow University)
 Minimal reduced matrices in $SL(2, \mathbb{Z})$ and highest geodesics
 13:55–14:15 **Qiang Zhang** (Xi’an Jiaotong University)

Iwip endomorphisms of free groups and fixed points of graph selfmaps
 14:20–14:40 **Teruaki Kitano** (Soka University)
 An order on the set of prime knots via π -orbifold groups
 14:45–15:05 **Fangting Zheng** (Xi'an Jiaotong-Liverpool University)
 Recent progress on high-dimensional hyperbolic reflection groups
 15:30–15:50 **Donggyun Seo** (Seoul National University)
 The Pants Graph of a Rose
 15:55–16:15 **Genki Omori** (Shibaura Institute of Technology)
 Finite presentations for the balanced superelliptic mapping class groups
 16:20–16:40 **Alexis Marchand** (Kyoto University)
 Stable commutator length, surfaces, and rationality
 16:45–17:05 **Takatoshi Hama** (Nihon University)
 On the pure cactus group and the configuration space of points on the circle

ROOM 3

13:30–13:50 **In Dae Jong** (Kindai University)
 Purely cosmetic surgeries on knots in homology spheres and the Casson-Walker invariant
 13:55–14:15 **Yuta Nozaki** (Yokohama National University)
 Torsion elements in the associated graded modules of filtrations over the Torelli group and the homology cylinders
 14:20–14:40 **Tatsumasa Suzuki** (Meiji University)
 On pochette surgery and its generalization
 14:45–15:05 **Seungwon Kim** (Sungkyunkwan University)
 Non-split, alternating links bound unique Seifert surfaces in the 4-ball
 15:30–15:50 **Byeorhi Kim** (POSTECH)
 On a classification of surfaces embedded in 4-manifolds
 15:55–16:15 **Kento Sakai** (Osaka University)
 Uniform degeneration of hyperbolic surfaces along harmonic map rays
 16:20–16:40 **Manami Nijjima**
 On Beloch's curve that appears when solving real cubics with origami
 16:45–17:05 **Yuanyuan Bao** (Tohoku University)
 A multivariable Alexander polynomial for framed trivalent spatial graphs

Friday, February 7

21 KOMCEE Lecture Hall

09:50–10:50 **Akira Yasuhara** (Waseda University)
 Milnor concordance invariants of classical links, welded links, and surface-links
 11:10–12:10 **Hyungryul Baik** (KAIST)
 Reconstruction of 3-manifolds from infinity
 12:10–12:20 Closing Remarks

Silver Workshop : Complex geometry and related topics VII (Series final)

2025年3月11日 – 13日

東京大学 大学院数理科学研究科 123 教室

Organizer: N. Yui (Queen's Univ.), K. Saito (RIMS, Kyoto), S. Hikami (OIST).

Local organizer: N. Kawazumi (Univ. Tokyo)

Program

Tuesday, March 11

10:30–11:20 **Kyoji Saito** (RIMS, Kyoto University) Semi-infinite Hodge structure for hyperbolic root systems

11:30–12:20 **Jiro Sekiguchi** (Tokyo University of Agriculture and Technology) A family of del Pezzo surfaces of degree one and the reflection group $W(H_4)$

14:00–14:50 **Tatsuo Suwa** (Hokkaido University) Localized intersection product for maps and applications

15:00–15:50 **Takuya Sakasai** (University of Tokyo) On structures of groups of Kim-Manturov

16:00–16:50 **Motoko Kato** (Ryukyu University) On certain generalizations of Thompson's group T

17:00–17:50 **Konstantin Aleshkin** (Kavli IPMU, University of Tokyo) Mirror symmetry for abelian GLSM

Wednesday, March 12

9:30–10:20 **Noriko Yui** (Queen's University) Certain families of K3 surfaces and their modularity

10:30–11:20 **Andreani Petrou** (OIST) Knots, links and Harer-Zagier factorisability

11:30–12:20 **Shinobu Hikami** (OIST) The HOMFLY-PT Polynomial from Residues and Duality

14:00–14:50 **Mutsuo Oka** (Tokyo University of Science) Almost non-degenerate functions and some applications

15:00–15:50 **Kei-ichi Watanabe** (Nihon University and Meiji University) Nearly Gorenstein rings and almost Gorenstein rings of dimension 2 — Methods using resolutions of singularities

16:00–16:50 **Shihoko Ishii** (University of Tokyo) Lifting of ideals in positive characteristic to those in characteristic 0

17:00–17:50 **Koji Fujiwara** (Kyoto University) The rates of growth in hyperbolic groups

Thursday, March 13

9:30–10:20 **Takahiro Saito** (Chuo University) Monodromic mixed Hodge modules and Hodge microsheaves on plumbings

10:30–11:20 **Makiko Mase** (Tokyo Metropolitan University) On K3 surfaces admitting finite symplectic automorphisms

11:30–12:20 **Todor Milanov** (Kavli IPMU, University of Tokyo) Dubrovin conjecture and the second structure connection

12:30–13:20 **Shinichi Tajima** (Niigata University) Holonomic D -modules associated to a hypersurface with non-isolated singularities

2025 Lyon-Tokyo conference Number Theory and Arithmetic Geometry

March 24 – March 28, 2025

Salle 435, the UMPA Laboratory, ÉNS de Lyon, Lyon, France

Program

Monday, March 24

9:30–10:30 **Gabriel Dospinescu** (Univ Clermont Auvergne) Duality and flip-flop in local Shimura varieties

11:00–12:00 **Kojiro Matsumoto** (Univ Tokyo) Classicality theorems and its applications to the automorphy lifting theorem and the Breuil-Mézard conjecture in some $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_{p^2})$ cases

14:00–15:00 **Zhixiang Wu** (Univ Münster) Geometric translations of (φ, Γ) -modules for $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Q}_p)$

15:30–16:30 **Atsushi Shiho** (Univ Tokyo) Blow-up invariance for Hodge-Witt sheaves with modulus

Tuesday, March 25

9:30–10:30 **Yutaro Mikami** (Univ Tokyo) Cohomology of (φ, Γ) -modules and duality

11:00–12:00 **Rustam Steingart** (ÉNS de Lyon) On the higher analytic vectors of B_e

14:00–15:00 **Takumi Watanabe** (Univ Tokyo, IHES) On the (φ, Γ) -modules corresponding to crystalline representations and semi-stable representations

15:30–16:30 **Benjamin Schraen** (Univ Lyon 1) On mod p representations of GL_2 in the cohomology of Shimura curves

Wednesday, March 26

9:30–10:30 **François Brunault** (ÉNS de Lyon) L -functions and regulators of modular forms

11:00–12:00 **Yoichi Mieda** (Univ Tokyo) On vanishing of the supercuspidal part of the l -adic cohomology of local Shimura varieties

14:00–16:30 Free discussion

Thursday, March 27

9:30–10:30 **Yuta Takaya** (Univ Tokyo) On depth-zero integral models of local Shimura varieties

11:00–12:00 **Naoki Imai** (Univ Tokyo) Local Langlands correspondence for p -adic covering groups

14:00–15:00 **Anthony Poëls** (Univ Lyon 1) On approximation to a real number by algebraic numbers of bounded degree

15:30–16:30 **Veronika Ertl** (Univ Caen) Conjectures on L -functions for varieties over function fields and their relations

16:40–17:40 **Shane Kelly** (Univ Tokyo) Motivic cohomology for singular schemes

Friday, March 28

9:30–10:30 **Sandra Rozensztajn** (ÉNS de Lyon) Potentially crystalline deformation rings and the Breuil-Mézard conjecture for PGL_n

11:00–12:00 **Takeshi Saito** (Univ Tokyo) Log monogenic extensions and ramification theory

14:00–16:30 Free discussion

Organizers

Laurent BERGER (ÉNS de Lyon)

Sandra ROZENSZTAJN (ÉNS de Lyon)

Benjamin SCHRAEN (Univ Lyon 1)

Takeshi TSUJI (Univ Tokyo)

5. 談話会

Colloquium

- 日時：4月26日(金) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：本多 正平 氏(東京大学大学院数理科学研究科)
題目：リーマン多様体とその極限
- 日時：5月31日(金) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：酒井 拓史 氏(東京大学大学院数理科学研究科)
題目：巨大基数について
- 日時：6月21日(金) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：Mircea Mustață 氏(The University of Michigan)
題目：The minimal exponent of hypersurface singularities
- 日時：7月26日(金) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：Juan Manfredi 氏(University of Pittsburgh)
題目：Mean value expansions for solutions to general elliptic and parabolic equations
- 日時：10月25日(金) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：今野 北斗 氏(東京大学大学院数理科学研究科)
題目：Diffeomorphism group and gauge theory
- 日時：11月15日(金) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：Michael Pevzner 氏(ランス大学)
題目：対称性の破れと分岐則
- 日時：12月20日(金) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：小藪 英雄 氏(早稲田大学基幹理工学部/東北大学数理科学共創社会センター)
題目：Helmholtz-Weyl 分解とその電磁流体力学方程式への応用
- 日時：2025年1月16日(木) 15:30~16:30
場所：数理科学研究科棟(駒場) 大講義室
講師：陳 榮凱 氏(國立臺灣大學)
題目：On classification of threefolds of general type

6. 公開セミナー

Seminars

複素解析幾何セミナー

- 日時 : 4月15日(月)10:30 – 12:00
講師 : 竹内 有哉 氏 (筑波大学)
題目 : Kohn-Rossi cohomology of spherical CR manifolds
- 日時 : 4月22日(月)10:30 – 12:00
講師 : 小池 貴之 氏 (大阪公立大学)
題目 : Neighborhood of a compact curve whose intersection matrix has a positive eigenvalue
- 日時 : 5月13日(月)10:30 – 12:00
講師 : 川上 裕 氏 (金沢大学)
題目 : Bloch-Ros principle とその曲面論へ
- 日時 : 5月20日(月)10:50 – 12:00
講師 : 孫 立杰 氏 (山口大学)
題目 : Kähler metrics in the Siegel domain
- 日時 : 5月27日(月)10:30 – 12:00
講師 : 丸亀 泰二 氏 (電気通信大学)
題目 : Hyperkähler ambient metrics associated with twistor CR manifolds
- 日時 : 6月10日(月)10:30 – 12:00
講師 : 鍋島 克輔 氏 (東京理科大学)
題目 : Computing Noetherian operators of polynomial ideals
–How to characterize a polynomial ideal by partial differential operators –
- 日時 : 6月17日(月)10:30 – 12:00
講師 : 日下部 佑太 氏 (九州大学)
題目 : Oka tubes in holomorphic line bundles
- 日時 : 6月24日(月)10:30 – 12:00
講師 : 成田 知将 氏 (名古屋大学)
題目 : コンパクトケーラー多様体のラプラシアン固有値の最大化問題
- 日時 : 7月8日(月)10:30 – 12:00
講師 : 久本 智之 氏 (東京都立大学)
題目 : ネフ反標準束に対する宮岡-Yau 型不等式について
- 日時 : 10月7日(月)10:30 – 12:00
講師 : 田島 慎一 氏 (新潟大学)
題目 : 非孤立特異点を持つ超曲面の代数解析と計算複素解析

- 日時 : 10 月 21 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : 林本 厚志 氏 (長野工業高等専門学校)
 題目 : 固有正則写像の連続的拡張性と正則的拡張性
- 日時 : 10 月 28 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : 松本 佳彦 氏 (大阪大学)
 題目 : 双曲円板からの固有調和写像と CR 球面の horizontal circles
- 日時 : 11 月 11 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : 稲山 貴大 氏 (東京理科大学)
 題目 : Singular Nakano positivity of direct image sheaves
- 日時 : 11 月 18 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : 千葉 優作 氏 (お茶の水女子大学)
 題目 : Polarizations and convergences of holomorphic sections on the tangent bundle of a Bohr-Sommerfeld Lagrangian submanifold
- 日時 : 12 月 9 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : 鈴木 良明 氏 (新潟大学)
 題目 : The spectrum of the Folland-Stein operator on some Heisenberg Bieberbach manifolds
- 日時 : 12 月 16 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : Laurent Stolovitch 氏 (Universite Cote d'Azur)
 題目 : CR singularities and dynamical systems
- 日時 : 12 月 23 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : 野口 潤次郎 氏 (東京大学)
 題目 : Hyperbolicity and sections in a ramified cover over abelian varieties with trace zero
- 日時 : 2025 年 1 月 6 日 (月)10:30 – 12:00
 講師 : Yongpan Zou 氏 (東京大学)
 題目 : Positivity of twisted direct image sheaves

東京確率論セミナー

- 日時 : 4 月 15 日 (月)16:00 – 17:30
 講師 : 綾 朝弘 氏 (京都大学)
 題目 : Quantitative stochastic homogenization of elliptic equations with unbounded coefficients
- 日時 : 5 月 13 日 (月)16:00 – 17:30
 講師 : Shuwen Lou 氏 (University of Illinois)
 題目 : Brownian motion with darning and its related open problem

- 日時 : 5月20日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 西野 颯馬 氏 (東京都立大学)
 題目 : 2曲線間に制限されたパス空間上での Wiener 測度に対する高階の部分積分公式
- 日時 : 5月27日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 野田 涼一郎 氏 (京都大学)
 題目 : 測度付き抵抗距離空間上の確率過程の局所時間のスケール極限について
- 日時 : 6月10日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 後藤 ゆきみ 氏 (学習院大学)
 題目 : Phase Transition in a Lattice Nambu – Jona-Lasinio Model
- 日時 : 6月17日(月)15:40 – 16:40
 講師 : 植田 健人 氏 (東京大学)
 題目 : 非整数ブラウン運動で駆動される確率微分方程式の数値解の漸近展開
- 日時 : 6月17日(月)16:45 – 17:45
 講師 : 竹内 裕隆 氏 (慶應義塾大学)
 題目 : Homogenization results for reflecting diffusions in a continuum percolation cluster
- 日時 : 6月24日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 中野 史彦 氏 (東北大学)
 題目 : Temperley - Lieb 演算子の持ち上げと Razumov - Stroganov 予想について
- 日時 : 7月8日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 坂川 博宣 氏 (慶應義塾大学)
 題目 : Maximum of the Gaussian interface model in random external fields
- 日時 : 7月29日(月)15:00 – 15:50
 講師 : 上島 芳倫 氏 (東洋大学) 15:00-15:50
 題目 : 時空間でのランダムカレント表現に基づく Ising 模型に対するレース展開の導出
- 日時 : 7月29日(月)16:00 – 16:50
 講師 : 笹谷 晃平 氏 (東京大学)
 題目 : 強局所な p -エネルギーに付随する p -エネルギー測度の構成について
- 日時 : 7月29日(月)17:00 – 17:50
 講師 : 大井 拓夢 氏 (東京理科大学)
 題目 : Liouville Brown 運動と Liouville Cauchy 過程
- 日時 : 9月30日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 梶野 直孝 氏 (京都大学)
 題目 : Heat kernel estimates for boundary traces of reflected diffusions on uniform domains
- 日時 : 10月1日(火)16:00 – 17:30
 講師 : Patricia Goncalves 氏 (Instituto Superior Técnico)
 題目 : Hydrodynamics, fluctuations, and universality of exclusion processes

- 日時 : 10月10日(木)10:00 – 11:30
 講師 : Chiara Franceschini 氏 (University of Modena and Reggio Emilia)
 題目 : Harmonic models out of equilibrium: duality relations and invariant measure
- 日時 : 10月21日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 野田 航平 氏 (九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所)
 題目 : Scaling limits of non-Hermitian Wishart random matrices and their applications

日時 : 10月28日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 阪本 皓貴 氏 (東京大学)
 題目 : Hydrodynamics, fluctuations, and universality of exclusion processes
- 日時 : 11月25日(月)16:00 – 17:30
 講師 : Leon Frober 氏 (Grand Valley State University)
 題目 : Free energy and ground state of the spiked SSK spin-glass model

日時 : 12月2日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 本多 正平 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Weyl' s law with Ricci curvature bounded below
- 日時 : 12月9日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 須田 颯 氏 (東京科学大学 (旧東京工業大学))
 題目 : Scaling limits of a tagged soliton in the randomized box-ball system
- 日時 : 12月16日(月)16:00 – 17:30
 講師 : 金澤 秀 氏 (京都大学)
 題目 : Central limit theorem for linear eigenvalue statistics of the adjacency matrices of random simplicial complexes

代数幾何学セミナー

- 日時 : 4月26日(金)14:00 – 15:30
 講師 : 河上 龍郎 氏 (京都大学)
 題目 : Frobenius stable Grauert-Riemenschneider vanishing fails
- 日時 : 5月17日(金)13:30 – 15:00
 講師 : 松本 雄也 氏 (東京理科大学)
 題目 : 非分離 Kummer 曲面
- 日時 : 5月24日(金)13:30 – 15:00
 講師 : 佐藤 謙太 氏 (九州大学)
 題目 : Boundedness of weak Fano threefolds with fixed Gorenstein index in positive characteristic

- 日時 : 6月7日(金)13:30 – 15:00
 講師 : Ivan Cheltsov 氏 (University of Edinburgh)
 題目 : K-stability of pointless Fano 3-folds
- 日時 : 6月21日(金)13:30 – 15:00
 講師 : Kien Nguyen Huu 氏 (Normandie Université/KU Leuven)
 題目 : ON THE POWER SERIES OF DENEFF AND LOESER'S MOTIVIC VANISHING CYCLES OF JET POLYNOMIALS
- 日時 : 6月28日(金)13:30 – 15:00
 講師 : 吉野 太郎 氏 (東京大学)
 題目 : Stable rationality of hypersurfaces in mock toric varieties
- 日時 : 7月4日(金)13:00 – 14:30
 講師 : Stefan Reppen 氏 (東京大学)
 題目 : On a pair of a smooth variety and a multi-ideal with a real exponent in positive characteristic
- 日時 : 10月4日(金)13:30 – 15:00
 講師 : 高松 哲平 氏 (京都大学)
 題目 : Arithmetic finiteness of Mukai varieties of genus 7
- 日時 : 10月18日(金)13:30 – 15:00
 講師 : Jennifer Li 氏 (プリンストン大学)
 題目 : Rational surfaces with a non-arithmetic automorphism group
- 日時 : 11月1日(金)13:30 – 15:00
 講師 : Gerard van der Geer 氏 (University of Amsterdam)
 題目 : The cycle class of the supersingular locus
- 日時 : 11月15日(金)13:30 – 15:00
 講師 : 谷本 祥 氏 (名古屋大学)
 題目 : The spaces of rational curves on del Pezzo surfaces via conic bundles
- 日時 : 11月22日(金)13:30 – 15:00
 講師 : 入谷 寛 氏 (京都大学)
 題目 : Quantum cohomology of blowups
- 日時 : 12月12日(金)13:30 – 15:00
 講師 : Chenyang Xu 氏 (Princeton University)
 題目 : Irreducible symplectic varieties with a large second Betti number
- 日時 : 12月20日(金)13:30 – 15:00
 講師 : 榎園 誠 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Normal stable degenerations of Noether-Horikawa surfaces

トポロジー火曜セミナー

- 日時 : 4月9日(火)17:00 – 18:30
講師 : 本多 正平 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : 位相的安定性定理とグロモフ・ハウスドルフ収束
- 日時 : 4月16日(火)17:00 – 18:00
講師 : 軽尾 浩晃 氏 (学習院大学)
題目 : パンツ分解によるスケイン代数と量子トーラスの関係
- 日時 : 4月23日(火)17:00 – 18:30
講師 : 鈴木 龍正 氏 (明治大学)
題目 : 4次元多様体上のポシェット手術と3次元 Brieskorn ホモロジー球面に対する Ozsváth–Szabó の d 不変量
- 日時 : 5月7日(火)17:00 – 18:00
講師 : Ingrid Irmer 氏 (南方科技大学)
題目 : The Thurston spine and the Systole function of Teichmüller space
- 日時 : 5月14日(火)17:00 – 18:00
講師 : 濱田 法行 氏 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)
題目 : 符号数0のエキゾチック4次元多様体
- 日時 : 5月21日(火)17:30 – 18:30
講師 : 池 祐一 氏 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所)
題目 : γ -supports and sheaves
- 日時 : 5月28日(火)17:00 – 18:00
講師 : Andreani Petrou 氏 (沖縄科学技術大学院大学)
題目 : Knot invariants and their Harer-Zagier transform
- 日時 : 6月4日(火) 17:00 – 18:00
講師 : 石川 勝巳 氏 (京都大学数理解析研究所)
題目 : The trapezoidal conjecture for the links of braid index 3
- 日時 : 6月11日(火)17:00 – 18:30
講師 : 河澄 響矢 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : Fenchel-Nielsen 座標による Weil-Petersson シンプレクティック形式の Wolpert の公式の位相的証明
- 日時 : 6月20日(木)17:00 – 18:30
講師 : Dominik Inauen 氏 (University of Leipzig)
題目 : Rigidity and Flexibility of Isometric Embeddings
- 日時 : 6月25日(火) 17:00 – 18:30
講師 : Emmy Murphy 氏 (University of Toronto)
題目 : Liouville symmetry groups and pseudo-isotopies

- 日時 : 7月2日(火)17:00 – 18:30
 講師 : 田中心氏 (東京学芸大学)
 題目 : The second quandle homology group of the knot n -quandle
- 日時 : 7月9日(火)17:00 – 18:00
 講師 : 中村伊南沙氏 (佐賀大学)
 題目 : Knitted surfaces in the 4-ball and their chart description
- 日時 : 7月23日(火)17:00 – 18:30
 講師 : 川室圭子氏 (University of Iowa)
 題目 : Shortest word problem in braid theory
- 日時 : 10月8日(火)17:00 – 18:30
 講師 : 今野北斗氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Dehn twists on 4-manifolds
- 日時 : 10月17日(木)17:00 – 18:30
 講師 : 榎園誠氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Slope inequalities for fibered complex surfaces
- 日時 : 10月22日(火)17:00 – 18:30
 講師 : 桑垣樹氏 (京都大学)
 題目 : On the generic existence of WKB spectral networks/Stokes graphs
- 日時 : 10月29日(火)17:00 – 18:30
 講師 : 内藤貴仁氏 (日本工業大学)
 題目 : Cartan calculus in string topology
- 日時 : 11月5日(火)17:00 – 18:30
 講師 : 村上順氏 (早稲田大学)
 題目 : ダブルツイスト結び目に対応する複素化された四面体とその体積予想への応用
- 日時 : 11月12日(火)17:30 – 18:30
 講師 : 井上順子氏 (鳥取大学)
 題目 : Holomorphically induced representations of some solvable Lie groups
- 日時 : 11月19日(火)17:00 – 18:30
 講師 : Bruno Scárdua氏 (Federal University of Rio de Janeiro)
 題目 : On real center singularities of complex vector fields on surfaces
- 日時 : 11月26日(火)17:00 – 18:30
 講師 : 名取雅生氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : A proof of Bott periodicity via Quot schemes and bulk-edge correspondence
- 日時 : 12月3日(火)17:30 – 18:30
 講師 : 井ノ口順一氏 (北海道大学)氏 (Federal University of Rio de Janeiro)
 題目 : 3次元空間内の曲面と可積分系

- 日時 : 12月10日(火)17:00 – 18:30
講師 : 若月 駿 氏 (名古屋大学)
題目 : Computation of the magnitude homology as a derived functor
- 日時 : 12月17日(火)17:00 – 18:30
講師 : Emmanuel Graff 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : Is there torsion in the homotopy braid group?
- 日時 : 2025年1月14日(火)17:00 – 18:00
講師 : 吉岡 玲音 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : Some non-trivial cycles of the space of long embeddings detected by configuration space integral invariants using g-loop graphs

Lie 群・表現論セミナー

- 日時 : 5月16日(火)17:00 – 18:00
講師 : 田森 宥好 氏 (芝浦工業大学)
題目 : (K, a) -一般化 Laguerre 半群の積分表示
- 日時 : 5月23日(火)17:00 – 18:00
講師 : 青山 天馬 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : Laguerre 半群論に基づく熱核と Wiener 測度の変形について
- 日時 : 5月30日(火)17:00 – 18:00
講師 : 大島 芳樹 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : 導来関手加群の離散分岐則
- 日時 : 6月6日(火)17:30 – 18:30
講師 : 笹木 集夢 氏 (東海大学)
題目 : 簡約型球等質空間における可視的作用と不変測度
- 日時 : 6月13日(火)17:00 – 18:00
講師 : 大島 芳樹 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
題目 : 導来関手加群の離散分岐則の例
- 日時 : 9月11日(水)13:30 – 14:30
講師 : Çağrı SERT 氏 (Univeristy of Warwick)
題目 : Counting limit theorems for representations of Gromov-hyperbolic groups
- 日時 : 11月12日(火)17:30 – 18:30
講師 : 井上 順子 氏 (鳥取大学)
題目 : Holomorphically induced representations of some solvable Lie groups

- 日時 : 11 月 13 日 (水)17:30 – 18:30
講師 : Richard Stanley 氏 (MIT)
題目 : Some combinatorial aspects of cyclotomic polynomials
- 日時 : 11 月 27 日 (水)13:30 – 14:30
講師 : 藤原 英徳 氏 (OCAMI, 近畿大学)
題目 : Inductions and restrictions of unitary representations for exponential solvable Lie groups
- 日時 : 11 月 27 日 (水)14:30 – 15:30
講師 : Ali BAKLOUTI 氏 (University of Sfax)
題目 : A proof of the Zariski closure conjecture for coadjoint orbits of exponential Lie groups

数値解析セミナー

- 日時 : 4 月 24 日 (水)16:30 - 18:00
講師 : 橋本 悠香 氏 (NTT ネットワークサービスシステム研究所)
題目 : Koopman 作用素を用いたニューラルネットワークの汎化誤差解析
- 日時 : 5 月 15 日 (水)16:30 – 18:00
講師 : 榊原 航也 氏 (金沢大学理工研究域)
題目 : 離散最適輸送問題の Bregman ダイバージェンスによる正則化
- 日時 : 5 月 29 日 (水)16:30 - 18:00
講師 : 早川 知志 氏 (ソニーグループ株式会社)
題目 : ランダム凸包とカーネル求積
- 日時 : 7 月 9 日 (火)16:30 – 18:00
講師 : Bernardo Cockburn 氏 (University of Minnesota)
題目 : The transformation of stabilizations into spaces for Galerkin methods for PDEs
- 日時 : 10 月 16 日 (水)16:30 - 18:00
講師 : 中井 拳吾 氏 (岡山大学学術研究院)
題目 : 偏った時系列データを用いた機械学習による時間発展モデリング
- 日時 : 11 月 27 日 (水)16:30 - 18:00
講師 : 中野 張 氏 (東京科学大学情報理工学院)
題目 : シュレディンガー問題と拡散生成モデル
- 日時 : 2025 年 1 月 8 日 (水)16:30 - 18:00
講師 : 堀江 正信 氏 (株式会社 RICOS)
題目 : 有限体積法を導入した機械学習手法による流体现象の高速・汎用的な予測

解析学火曜セミナー

- 日時 : 5月14日(火)16:00 – 17:00
講師 : Heinz Siedentop 氏 (LMU University of Munich)
題目 : The Energy of Heavy Atoms: Density Functionals
- 日時 : 5月14日(火)17:15 – 18:15
講師 : Robert Laister 氏 (University of the West of England)
題目 : Well-posedness for Semilinear Heat Equations in Orlicz Spaces
- 日時 : 6月18日(火)16:00 – 17:30
講師 : 森 龍之介 氏 (明治大学)
題目 : Blocking and propagation in two-dimensional cylinders with spatially undulating boundary
- 日時 : 7月9日(火)16:00 – 17:00
講師 : Serge Richard 氏 (名古屋大学)
題目 : The topological nature of resonance(s) for 2D Schroedinger operators
- 日時 : 6月18日(火)16:00 – 17:30
講師 : 森 龍之介 氏 (明治大学)
題目 : Blocking and propagation in two-dimensional cylinders with spatially undulating boundary
- 日時 : 7月9日(火)16:00 – 17:00
講師 : Serge Richard 氏 (名古屋大学)
題目 : The topological nature of resonance(s) for 2D Schroedinger operators
- 日時 : 10月1日(火)16:00 – 17:30
講師 : Patrícia Gonçalves 氏 (IST Lisbon)
題目 : Hydrodynamics, fluctuations, and universality of exclusion processes
- 日時 : 10月8日(火)16:00 – 17:30
講師 : Erik Skibsted 氏 (Aarhus University)
題目 : Scattering subspace for time-periodic N -body Schrödinger operators (English)

統計数学セミナー

- 日時 : 4月10日(木)13:30 – 14:40
講師 : Ivan Nourdin 氏 (University of Luxembourg)
題目 : Limit theorems for additive functionals of stationary Gaussian fields

- 日時 : 6月18日(火)13:00 – 14:10
 講師 : Lorenzo Mercuri 氏 (University of Milan)
 題目 : A compound CARMA(p,q)-Hawkes process for pricing financial derivatives
- 日時 : 6月28日(金)13:00 – 14:10
 講師 : 原田 和治 氏 (東京医科大学医療データサイエンス分野)
 題目 : 医学における予測モデルの活用と階層構造を持つ順序回帰の提案
- 日時 : 7月23日(火)15:00 – 16:10
 講師 : 田栗 正隆 氏 (東京医科大学医療データサイエンス分野)
 題目 : 近似的な多重頑健推定量を用いた時間依存性交絡の調整

代数学コロキウム

- 日時 : 4月17日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Ahmed Abbes 氏 (IHES、東大数理 (日本学術振興会 外国人招へい研究者))
 題目 : Functoriality of the p-adic Simpson correspondence by proper push forward
- 日時 : 5月1日(水)17:00 – 18:00
 講師 : 松本 晃二郎 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : On the potential automorphy and the local-global compatibility for the monodromy operators at $p \neq 1$ over CM fields.
- 日時 : 5月8日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Xinyao Zhang 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : The pro-modularity in the residually reducible case
- 日時 : 5月15日(水)17:00 – 18:00
 講師 : 高谷 悠太 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Equidimensionality of affine Deligne-Lusztig varieties in mixed characteristic
- 日時 : 5月22日(水)17:00 – 18:00
 講師 : 渡部 匠 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : On the (ϕ, Γ) -modules corresponding to crystalline representations and semi-stable representations
- 日時 : 6月19日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Abhinandan 氏 (University of Tokyo)
 題目 : Prismatic F -crystals and Wach modules
- 日時 : 7月10日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Chieh-Yu Chang 氏 (National Tsing Hua University)
 題目 : On special v -adic gamma values after Gross-Koblitz-Thakur

- 日時 : 9月18日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Ishan Levy 氏 (University of Copenhagen)
 題目 : Telescopic stable homotopy theory
- 日時 : 10月2日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Hui Gao 氏 (Southern University of Science and Technology)
 題目 : Filtered integral Sen theory
- 日時 : 10月16日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Pierre Colmez 氏 (Sorbonne University)
 題目 : On the factorisation of Beilinson-Kato system
- 日時 : 10月30日(水)17:00 – 18:00
 講師 : 佐藤 匡弥 氏 (東京大学大学院数理科学研究科) 氏
 題目 : Representability of Hochschild homology in the category of motives with modulus
- 日時 : 11月6日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Piotr Pstrągowski 氏 (京都大学)
 題目 : The even filtration and prismatic cohomology
- 日時 : 11月27日(水)17:00 – 18:00
 講師 : 梶澤 海斗 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : On the correspondence of simple supercuspidal representations of $GS_{p_2}n$ and its inner form
- 日時 : 12月4日(水)17:00 – 18:00
 講師 : Kieu Hieu Nguyen 氏 (University of Versailles Saint-Quentin)
 題目 : On categorical local Langlands for GL_n
- 日時 : 12月11日(水)17:00 – 18:00
 講師 : 大江 亮輔 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : The characteristic cycle of an l -adic sheaf on a smooth variety

作用素環セミナー

- 日時 : 4月9日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 谷本 溶 氏 (Univ Rome, Tor Vergata)
 題目 : Towards lattice construction of quantum field theories
- 日時 : 4月16日(火)16:45 – 18:15
 講師 : Jean Roydor 氏 (Sorbonne Université)
 題目 : Perturbations of von Neumann algebras

- 日時 : 4月30日(火)16:45 – 18:15
 講師 : Harshit Yadav 氏 (Univ. Alberta)
 題目 : Non-semisimple modular tensor categories via local modules
- 日時 : 5月7日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 阪本 皓貴 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Harmonic measures in percolation clusters on hyperbolic groups
- 日時 : 5月14日(火)16:45 – 18:15
 講師 : Ziyun Xu 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Completely rational conformal nets and modular tensor categories
- 日時 : 5月21日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 森 迪也 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Optimal version of the fundamental theorem of chronogeometry
- 日時 : 6月4日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 有本 諒也 氏 (京大数理研)
 題目 : Simplicity of crossed products of the actions of totally disconnected locally compact groups on their boundaries
- 日時 : 6月11日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 曾我部 太郎 氏 (京大理)
 題目 : The ext groups and homotopy groups of the automorphism groups of Cuntz-Krieger algebras
- 日時 : 6月18日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 安藤 浩志 氏 (千葉大)
 題目 : Lie theoretic approach to the unitary groups of C^* -algebras
- 日時 : 6月25日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 星野 真生 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Polynomial family of quantum flag manifolds via deformed QEA
- 日時 : 7月9日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 北村 侃 氏 (理研) 氏 (名大)
 題目 : Actions of tensor categories on Kirchberg algebras
- 日時 : 10月8日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 紅村 冬大 氏 (理研) 題目 : Weyl groups of groupoid C^* -algebras
- 日時 : 10月22日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 伊藤 慧 氏 (東京大学大学院数理科学研究科)
 題目 : Actions of tensor categories on Kirchberg algebras
- 日時 : 10月29日(火)16:45 – 18:15
 講師 : 鶴飼 歩美 氏 (名古屋大多元数理) 題目 : On Hastings factorization for quantum many-body systems

- 日時 : 11 月 6 日 (水)16:45 – 18:15
講師 : Colin McSwiggen 氏 (Academia Sinica)
題目 : The limiting Horn inequalities in infinite dimensions
- 日時 : 11 月 19 日 (火)16:45 – 18:15
講師 : Roozbeh Hazrat 氏 (Western Sydney University) 題目 : On Hastings factorization for quantum many-body systems
- 日時 : 11 月 19 日 (火)16:45 – 18:15
講師 : 佐藤 僚亮 氏 (中央大物理)
題目 : The quantum de Finetti theorem and operator-valued Martin boundaries
- 日時 : 12 月 3 日 (火)16:45 – 18:15
講師 : Valerio Proietti 氏 (Univ. Oslo)
題目 : The rational K-theory of ample groupoids
- 日時 : 12 月 10 日 (火)16:45 – 18:15
講師 : 谷本 溶 氏 (Univ. Rome, "Tor Vergata")
題目 : Introduction to Lean theorem prover
- 日時 : 12 月 17 日 (火)16:45 – 18:15
講師 : 山下真 氏 (Univ. Oslo)
題目 : Bimodule approach to quantum field theory and categorical structures
- 日時 : 2025 年 2 月 20 日 (木)16:45 – 18:15
講師 : Christoph Schweigert 氏 (Univ. Hamburg)
題目 : Nakayama functors, relative Serre functors and some applications
- 日時 : 2025 年 2 月 21 日 (金)13:30 – 15:30
講師 : David O'Connell 氏 (沖縄科学技術大学院大学)
題目 : Colimits of C^* -algebras in Quantum Field Theory
- 日時 : 2025 年 3 月 17 日 (月)16:45 – 15:30
講師 : Ingo Runkel 氏 (Univ. Hamburg)
題目 : Lattice models and topological symmetries from 2d conformal field theory

情報数学セミナー

- 日時 : 4 月 6 日 (月)16:50 – 18:35
講師 : 岡本 龍明 氏 (NTT)
題目 : 暗号の役割 (秘密鍵暗号と公開鍵暗号)
- 日時 : 4 月 13 日 (木)16:50 – 18:35
講師 : 岡本 龍明 氏 (NTT)
題目 : 認証と署名、暗号理論の基礎

- 日時：4月20日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：暗号理論の基礎（一方向性関数、疑似乱数、疑似ランダム関数など）
- 日時：4月27日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：暗号理論の基礎 II（一方向性関数、疑似乱数、疑似ランダム関数など）
- 日時：5月11日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：共通鍵暗号と公開鍵暗号の安全性定義と証明
- 日時：5月18日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：公開鍵暗号の安全性と構成および証明（1）
- 日時：5月25日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：公開鍵暗号の安全性と構成および証明（2）
- 日時：6月8日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：デジタル署名の安全性と構成、証明
- 日時：6月15日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：楕円曲線を用いた暗号
- 日時：6月22日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：格子暗号
- 日時：6月29日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：ゼロ知識証明
- 日時：7月6日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：暗号プロトコル
- 日時：7月13日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：完全準同型暗号と関数型暗号
- 日時：10月5日(木)16:50 – 18:35
 講師：岡本 龍明 氏 (NTT)
 題目：暗号とブロックチェーン

- 日時：10月19日(木)16:50 – 18:35
 講師：高島 克幸 氏 (早大教育)
 題目：完全準同型暗号と関数型暗号
- 日時：11月2日(木)16:50 – 18:35
 講師：安田 雅哉 氏 (立教大学)
 題目：格子問題の求解アルゴリズムとその応用
- 日時：11月9日(木)16:50 – 18:35
 講師：高島 克幸 氏 (早大教育)
 題目：同種写像暗号の数理
- 日時：11月16日(木)16:50 – 18:35
 講師：山内 卓也 氏 (東北大理)
 題目：超特殊アーベル多様体上の同種グラフ: 固有値, Bruhat-Tits ビルディング
 および Property (T)
- 日時：12月7日(木)16:50 – 18:35
 講師：西巻 陵 氏 (NTT)
 題目：暗号学的プログラム難読化とその応用
- 日時：12月14日(木)16:50 – 18:35
 講師：富田 潤一 氏 (NTT)
 題目：関数型暗号と属性ベース暗号
- 日時：12月21日(木)16:50 – 18:35
 講師：山川 高志 氏 (NTT)
 題目：量子計算と暗号
- 日時：2024年1月11日(木)16:50 – 18:35
 講師：鈴木 泰成 氏 (NTT)
 題目：量子計算と量子誤り訂正の基礎
- 日時：2024年1月25日(木)16:50 – 18:35
 講師：鈴木 泰成 氏 (NTT)
 題目：誤り耐性量子計算機的设计と制御
- 日時：2024年2月8日(木)16:50 – 18:35
 講師：菅野 恵太 氏 (株式会社 QunaSys)
 題目：量子コンピュータとその応用の現状

応用解析セミナー

- 日時 : 4月11日(月)16:00 – 17:30
講師 : Jan Haskovec 氏 (KAUST, Saudi Arabia)
題目 : Non-Markovian models of collective motion
- 日時 : 5月23日(金)16:00 – 17:30
講師 : Adina Ciomaga 氏 (University Paris Cité (Laboratoire Jacques Louis Lions), France
“O Mayer” Institute of the Romanian Academy, Iasi, Roumania)
題目 : Homogenization of nonlocal Hamilton Jacobi equations
- 日時 : 5月30日(木)16:00 – 17:30
講師 : Tim Laux 氏 (University of Regensburg, Germany)
題目 : Energy convergence of the Allen-Cahn equation for mean convex mean curvature flow
- 日時 : 6月27日(木)16:00 – 17:30
講師 : 大泉 嶺 氏 (国立社会保障・人口問題研究所)
題目 : A Control Theory in Mathematical Demography
- 日時 : 7月18日(木)16:00 – 17:30
講師 : 清水 良輔 氏 (早稲田大学)
題目 : Construction of a p -energy form and p -energy measures on the Sierpiński carpet

東京無限可積分系セミナー

- 日時 : 7月29日(月)10:30 – 12:00
講師 : John Alex Cruz Morales 氏 (National University of Colombia)
題目 : What would be equivariant mirror symmetry for Hitchin systems?
- 日時 : 10月10日(木)10:00 – 11:30
講師 : Chiara Franceschini 氏 (University of Modena and Reggio Emilia)
題目 : Harmonic models out of equilibrium: duality relations and invariant measure
- 日時 : 10月16日(水)15:30 – 16:30
講師 : Davide Dal Martello 氏 (立教大学)
題目 : Convolutions, factorizations, and clusters from Painlevé VI
- 日時 : 10月30日(水)15:30 – 16:30
講師 : 在田 晋一 氏 (東京大学)
題目 : Dirac 作用素に対する Rellich 型の定理について

離散数理モデリングセミナー

- 日時 : 4月10日(水)13:30 – 15:00
講師 : Jaume Alonso 氏 (Technische Universität Berlin)
題目 : Integrable birational maps and a generalisation of QRT to 3D
- 日時 : 4月17日(水)13:30 – 15:00
講師 : Jaume Alonso 氏 (Technische Universität Berlin)
題目 : Discrete Painlevé equations and pencils of quadrics in 3D
- 日時 : 4月24日(水)13:30 – 15:00
講師 : Jaume Alonso 氏 (Technische Universität Berlin)
題目 : Dynamical degrees of birational maps from indices of polynomials with respect to blow-ups
- 日時 : 5月1日(水)13:00 – 15:00
講師 : Jaume Alonso 氏 (Technische Universität Berlin)
題目 : Semitoric systems and their symplectic invariants
- 日時 : 10月3日(水)15:00 – 16:30
講師 : Anton Dzhamay 氏 (BIMSA, Beijing)
題目 : Some Examples of Geometric Deautonomization

東京名古屋代数セミナー

- 日時 : 6月7日(金)16:30 – 18:00
講師 : 柴田 大樹 氏 (岡山理科大学)
題目 : スーパー代数群の表現と奇鏡映について
- 日時 : 6月21日(金)16:30 – 18:00
講師 : 伊藤 大悟 氏 (UC Berkeley)
題目 : 松井スペクトラムを用いた復元定理の再解釈
- 日時 : 6月28日(金)16:30 – 18:00
講師 : 齋藤 峻也 氏 (東京大学)
題目 : Classifying KE-closed subcategories
- 日時 : 10月23日(水)10:30 – 16:30
講師 : 行田 康晃 氏 (東京大学)
題目 : 一般化マルコフ数とその $SL(2, \mathbb{Z})$ 行列化

日仏数学連携拠点 FJ-LMI セミナー

- 日時 : 4月10日(水)16:00 – 17:00
講師 : Séverin PHILIP 氏 (京都大学 数理解析研究所, RIMS, Kyoto University)
題目 : Galois outer representation and the problem of Oda
- 日時 : 4月24日(水)15:00 – 16:00
講師 : Laurent Di Menza 氏 (Université de Reims Champagne-Ardenne, CNRS)
題目 : Some aspects of Schrödinger models
- 日時 : 6月10日(月)13:30 – 14:30
講師 : Sourav GHOSH 氏 (Ashoka University, India)
題目 : Affine Anosov representations
- 日時 : 9月11日(水)13:30 – 14:00
講師 : Çağrı SERT 氏 (University of Warwick)
題目 : Counting limit theorems for representations of Gromov-hyperbolic groups
- 日時 : 10月2日(水)13:30 – 14:30
講師 : Daniel CARO 氏 (Université de Caen Normandie)
題目 : Introduction to arithmetic D-modules
- 日時 : 11月1日(水)13:30 – 14:30
講師 : Thomas GILETTI 氏 (Université Clermont-Auvergne)
題目 : Propagating behaviour of solutions of multistable reaction-diffusion equations
- 日時 : 11月13日(水)13:30 – 14:30
講師 : Stefano OLLA 氏 (Université de Paris Dauphine - PSL Research University)
題目 : Diffusive behaviour in extended completely integrable dynamics
- 日時 : 11月27日(水)13:30 – 14:30
講師 : 藤原 英徳 氏 (OCAMI, 近畿大学)
題目 : Inductions and restrictions of unitary representations for exponential solvable Lie groups.
- 日時 : 11月27日(水)14:30 – 15:30
講師 : Ali BAKLOUTI 氏 (University of Sfax)
題目 : A proof of the Zariski closure conjecture for coadjoint orbits of exponential Lie groups
- 日時 : 12月4日(水)14:00 – 15:00
講師 : Jonathan Ditlevsen 氏 (The University of Tokyo)
題目 : Symmetry breaking operators for the pair $(GL(n+1, \mathbb{R}), GL(n, \mathbb{R}))$

講演会

- 日時 : 7月3日(水)16:00 – 17:30
講師 : Kelvin Lam 氏 (Department of Mathematics, University of Washington, U.S.A.)
題目 : Boundary Rigidity and the Geodesic X-ray Transform in Low Regularity
- 日時 : 11月26日(火)14:30 – 16:30
講師 : 大田 佳宏 氏
(Arithmer 株式会社, 東京大学大学院数理科学研究科, 東京大学アイソトープ総合センター)
題目 : 社会に数学を活用する Arithmer の活動
- 日時 : 2025年3月20日(木)13:00 – 14:30
講師 : 山下 真由子 氏 (京都大学)
場の理論と代数トポロジー: その可能性の中心

7. 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

- 大須賀 けん斗
超対称量子曲線の構築と Voros 係数の超対称化
- 行田 康晃
団代数に付随する行列族の性質の解明とその応用
- 村上 浩大
籐から生じる組み合わせ論と量子群の表現論
- 藤 文韜
対称空間上の解析学
- 松田 光智
楕円曲線や QM アーベル多様体のガロア表現
- 向原 未帆
局所コンパクト群の C^* 単純性について
- 高梨 悠吾
有限体および局所体上の球等質多様体の正則表現の研究
- 名取 雅生
配置空間を用いたバルク・エッジ対応の数学的定式化と一般コホモロジー論への応用
- 磯部 伸
数値解析的安定性評価の ODE 的深層学習への展開
- 板東 克之
幾何学的ラングランズ対応の考察とその数論への応用
- 権 英哲
有界算術の証明能力の評価
- 小原 和馬
 p -進群の type の理論とその応用
- 片山 翔
非有界領域における半線形楕円型方程式の可解性問題
- 石倉 宙樹
軌道同値関係から見る局所コンパクト群の sofic 近似列
- 村上 聡梧
双曲力学系の一般化と shadowing の応用
- 鄒 勇攀
相対標準束の正值性と消滅定理
- 三神 雄太郎
Condensed mathematics による非アルキメデス幾何へのアプローチ
- 星野 真生
作用素環論的なテンソル圏と量子群の研究
- 吉田 淳一郎
非正則条件下における擬似尤度解析
- 三宅 祥太
時間に依存する電場が印加された荷電量子多体系のスペクトル・散乱理論

- 井上 卓哉
可積分系に関連する組合せ論
- ADAMO Maria Stella
代数的場の量子論における標準部分空間の解析的性質と反転正値性
- ABHINANDAN
 p 進ホッチ理論における係数
- MULLER Joseph Henri
志村多様体の超特異部分の幾何とコホモロジー
- XIAO Dongyuan
反応拡散系における伝播現象と解の漸近形の研究
- REPPEN, Stefan Anders Markus
(~2024.8.31) 法 p 志村多様体の Hasse 不変量と曲線上の G 束の良いモジュライ空間について
(2024.9.1~) 法 p 志村多様体の幾何と非連結群に対する G 束のモジュライ
- PEVZNER, Michael
分岐則の問題におけるホログラフィック作用素の構成

♣ 新規

- 及川 瑞稀
テンソル圏論による共形場理論の誘導捻れ表現の研究
- 高田 佑太
格子と $K3$ 曲面, とくに自己同型について
- 齋藤 峻也
周期三角圏と森田型理論
- 笹谷 晃平
フラクタル上のエネルギー測度に関連する幾何・解析
- 吉岡 玲音
3つのグラフ複体と埋め込みの空間
- 岡 優丞
非線形放物型方程式の特異な解と符号変化解
- 栗崎 正博
状態空間モデルに対する統計的推論
- WANG Peiduo
高次元 Berkovich 空間における p 進微分方程式
- 荒井 勇人
シンプレクティック写像類群を用いた代数多様体の導来圏の研究
- 前川 拓海
安定ホモトピー論の Seiberg-Witten ゲージ理論への応用
- 松本 晃二郎
Galois 表現の保型性を軸とする大域 Langlands 対応の発展
- 大江 亮輔
エタール層の分岐理論と特性サイクルの研究
- 洞 龍弥
Topos の Quotient の分類

- 政村 悠登
半豊富なログ標準因子の指数について
- 高谷 悠太
志村多様体の整モデルの構成およびコホモロジーの消滅について
- 多寶 雅樹
ディフェオロジカル空間上のホモトピー論と層の理論
- 神田 秀峰
接触多様体のレフシェッツ性とフィルター付き原始複体のホッジ理論
- 行徳 義弘
確率統計学を用いた深層学習モデルの汎化性能の解析
- 青山 天馬
極小表現と一般化熱理論の研究
- 竹村 春希
流体問題における時空間高精度の CIP 法の理論解析
- Emmanuel Graff
ホモロジー同境のリンクホモトピー, グサロフ-葉廣予想と高次 Arf 不変量
- KIM Wookyung
クラスター代数を用いた代数的エントロピー計算の研究

8. 令和6年度ビジターリスト

Visitor List of the Fiscal Year 2024

令和6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2024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 2024.

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 2024.

- Bruno Kahn (CNRS・フランス) 4/1-4/5
- Jean Pierre Bourguignon (CNRS・フランス) 4/1-4/5
- 郡山 幸雄 (École Polytechnique・フランス) 4/1-4/5
- Michael McBreen (The Chinese University of Hong Kong Shatin, N.T., Hong Kong・中国) 4/1-4/19
- Vova Sosnilo (University of Regensburg・ドイツ) 4/1-4/23
- Ahmed Abbes (Institut des Hautes Études Scientifiques (IHES)・フランス) 4/1-5/31
- Jérémie Szeftel (Sorbonne University・フランス) 4/3-4/19
- Ivan Nourdin (University of Luxembourg・ルクセンブルク) 4/5-4/12
- Jaume Alonso (Technische Universität Berlin・ドイツ) 4/8-5/8
- Nicola Mazzari (University of Padova・イタリア) 4/10-4/23
- Ciprian A. Tudor (University of Lille・フランス) 4/19-4/25
- Michael McBreen (The Chinese University of Hong Kong Shatin, N.T., Hong Kong・中国) 5/6-5/14
- Robert Laister (University of the West of England・イギリス) 5/11-5/26
- Kaveh Mousavand (OIST・日本) 5/20-5/23
- 伊東 一文 (North Carolina State University・アメリカ) 5/20-6/3
- Adina Ciomaga (Universite de Paris, Laboratoire Jacques-Louis Lions・フランス) 5/21-5/24
- Tim Laux (University of Regensburg・ドイツ) 5/30-6/1
- Sourav GHOSH (Ashoka University・インド) 6/2-6/15
- Alex Youcis (National University of Singapore・シンガポール) 6/2-6/19
- Lorenzo Mercuri (University of Milan・イタリア) 6/16-6/29
- 片田 舞 (Faculty of Mathematics, Kyushu University・日本) 6/18-6/20
- Laurent Fargues (CNRS/IMJ-PRG・フランス) 6/28-7/5
- Ofer Gabber (CNRS/IHES・フランス) 6/29-7/7
- Chieh-Yu Chang (National Tsing Hua University・台湾) 6/29-7/14
- 肥田 晴三 (UCLA・アメリカ) 6/30-7/5
- Eric Urban (Columbia University・アメリカ) 6/30-7/6
- Alessandro Giacchetto (ETH Zürich・スイス) 7/1-7/5
- Danilo Lewański (University of Trieste・イタリア) 7/1-7/5
- Nitin Chidambaram (University of Edinburgh・スコットランド) 7/1-7/5

- 加藤 和也 (The University of Chicago・アメリカ) 7/1-7/5
- Kaveh Mousavand (沖縄科学技術大学院大学・日本) 7/1-7/5
- Federico Zerbini (UNED, Departamento de Matematicas (Madrid, Spain)・スペイン) 7/3-7/5
- Elba Garcia-Failde (Institut de Mathématiques de Jussieu・フランス) 7/3-7/5
- Vincent Bouchard (University of Alberta・カナダ) 7/4-7/5
- Bernardo Cockburn (University of Minnesota・アメリカ) 7/8-7/11
- 山下 真由子 (京都大学数理解析研究所・日本) 7/11-7/11
- Paul Norbury (University of Melbourne・オーストラリア) 7/14-7/20
- Bartosz Protas (Department of Mathematics & Statistics, McMaster University・カナダ) 7/15-7/19
- Sai-Kee Yeung (Purdue Univ.・アメリカ) 7/16-7/23
- 加藤 大輝 (Max Planck institute for Mathematics・ドイツ) 7/20-8/7
- Juan Manfredi (University of Pittsburgh・アメリカ) 7/23-7/27
- Suleyman Ulusoy (American University of Ras Al Khaimah・アラブ首長国連邦) 8/3-8/11
- Oleg Emanouilov (Colorado State University・アメリカ) 8/3-8/17
- 金銅 誠之 (Graduate School of Mathematics, Nagoya University・日本) 8/5-8/8
- Yikan Liu (京都大学・日本) 8/7-8/10
- Lawrence C. Evans (University of California, Berkeley・アメリカ) 8/8-8/10
- Hung V. Tran (University of Wisconsin-Madison・アメリカ) 8/19-8/23
- Xiaoqin Guo (University of Cincinnati・アメリカ) 8/19-8/23
- Wenjia Jing (Tsinghua University・中国) 8/19-8/23
- Fikret Golgeleyen (Zonguldak Bulent Ecevit University・トルコ) 8/23-8/31
- Sarikosebayram Seherseda (Zonguldak Bulent Ecevit University・トルコ) 8/23-8/31
- SERT, Cagri (University of Warwick・イギリス) 9/1-9/30
- Yongnam Lee (KAIST・韓国) 9/4-9/13
- Frank Loray (CNRS and Université de Rennes I・フランス) 9/6-9/11
- OLEKSII KULYK (Wrocław University of Science and Technology・ポーランド) 9/10-9/19
- Troy William Petitt (Politecnico di Milano・イタリア) 9/11-9/20
- Ishan Levy (University of Copenhagen・デンマーク) 9/13-9/20
- Xiao Fang (Chinese University of Hong Kong・中国) 9/18-9/22
- Daniel CARO (University of Caen・フランス) 9/21-10/20
- Pascal Boyer (Sorbonne Paris North University・フランス) 9/25-10/14
- Erik Skibsted (Aarhus University・デンマーク) 9/27-10/11
- Patricia Goncalves (Instituto Superior Técnico・ポルトガル) 9/30-10/11
- Chiara Franceschini (Università di Modena e Reggio Emilia・イタリア) 9/30-10/18
- Hui Gao (Southern University of Science and Technology・中国) 10/1-10/13
- Veronika Ertl-Bleimhofer (Mathematical Institute of the Polish Academy of Sciences・ポーランド) 10/1-12/19
- Vyacheslav Futorny (Southern University of Science and Technology・中国) 10/4-10/7
- Kashuba Iryna (Southern University of Science and Technology・中国) 10/4-10/7
- Pierre Colmez (Institut de Mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche/CNRS・フランス) 10/11-10/17
- Jennifer Li (Department of Mathematics at Princeton University・アメリカ) 10/13-10/25
- 中井 拳吾 (岡山大学・日本) 10/16-10/17

- Stefano Olla (University Paris Dauphine ・ フランス) 10/18–11/30
- Richard Crew (University of Florida ・ アメリカ) 10/26–11/7
- Francesco Baldassarri (University of Padova ・ イタリア) 10/27–11/3
- Adriano Marmora (University of Strasbourg ・ フランス) 10/28–10/30
- Gerard van der Geer (University of Amsterdam ・ オランダ) 10/28–11/4
- Bruno Scardua (Institute of Mathematics, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) ・ ブラジル) 11/11–11/24
- Richard Stanley (MIT and University of Miami ・ アメリカ) 11/12–11/18
- Eric Ossami Endo (NYU Shanghai ・ 中国) 11/14–11/21
- Seonwoo Kim (The Korea Institute for Advanced Study ・ 韓国) 11/17–11/21
- Jungkyoung Lee (Korea Institute for Advanced Study ・ 韓国) 11/17–11/22
- Ali Baklouti (Sfax University ・ チュニジア) 11/23–12/04
- 藤原 英徳 (Kinki University ・ 日本) 11/23–12/04
- 清原 大慈 (Harvard ・ アメリカ) 11/27–1/10
- Kieu Hieu Nguyen (University of Versailles Saint-Quentin ・ フランス) 12/2–12/6
- Sai Kee, Yeung (Purdue Univ. ・ アメリカ) 12/3–12/6
- Zhuofeng He (Beijing Institute for Mathematical Sciences and Applications ・ 中国) 12/7–12/15
- 若月 駿 (名古屋大学 ・ 日本) 12/9–12/11
- Michael McBreen (The Chinese University of Hong Kong Shatin, N.T., Hong Kong ・ 中国) 12/10–12/22
- Piotr Pstragowski (京都大学数理解析研究所 ・ 日本) 12/11–12/14
- Laurent Stolovitch (Université Côte d'Azur and CNRS ・ フランス) 12/16–12/17
- Jing Feng Lau (Singapore University of Social Sciences ・ シンガポール) 12/16–1/8
- Bruno Kahn (CNRS ・ フランス) 12/16–6/15
- Amy Novick-Cohen (Technion - Israel Institute of Technology ・ イスラエル) 12/17–12/18
- Oleg Emanouilov (Colorado State Univ. ・ アメリカ) 1/4–1/20
- Jungkai Chen (Department of Mathematics, National Taiwan University ・ 台湾) 1/12–1/24
- Xun Yu (Center for Applied Mathematics, Tianjin University ・ 中国) 1/15–1/22
- Guangsheng Wei (Shaanxi Normal University ・ 中国) 1/15–1/28
- Jing Xiaohua (Chang'an University ・ 中国) 1/15–1/28
- Haram Ko (Brown University ・ アメリカ) 1/20–1/24
- Danielle Hilhorst (Paris-Saclay University ・ フランス) 1/26–2/15
- Jacek Wesolowski (Warsaw University of Technology ・ ポーランド) 1/31–2/15
- Christoph Schweigert (University of Hamburg ・ ドイツ) 2/9–2/23
- Baptiste Morin (Institut de Mathématiques de Bordeaux ・ フランス) 2/10–2/21
- Vladimir Sosnilo (University of Regensburg ・ ドイツ) 2/12–2/24
- Andy Hone (University of Kent ・ イギリス) 2/14–2/22
- David O'Connell (沖縄科学技術大学院大学 ・ 日本) 2/17–2/21
- Yikan Liu (京都大学 ・ 日本) 3/4–3/7
- 伊東 一文 (North Carolina State Univ. ・ アメリカ) 3/8–3/17
- Alexander A. Ivanov (Hebei Normal University ・ 中国) 3/16–3/23
- Joshua Enwright (UCLA ・ アメリカ) 3/17–3/21
- Jin Cheng (Fudan University ・ 中国) 3/28–3/29

索引

- ABE Noriyuki (阿部 紀行), 2
 ADACHI Mitsuyoshi (安達 充慶), 197
 AIDA Shigeki (会田 茂樹), 1
 AKATSUKA Kouki (赤塚 孝紀), 230
 AOYAMA Temma (青山 天馬), 218
 ARAI Hayato (荒井 勇人), 198
 ASAI Sota (浅井 聡太), 134
 ASOU Kazuhiko (麻生 和彦), 111
 ASUKE Taro (足助 太郎), 67
 AWAZU Hikaru (粟津 光), 173
- BABA Tomoya (馬場 智也), 187
 BANDO Katsuyuki (板東 克之), 188
- CHIBA Yuki (千葉 悠喜), 159
 CHOI Ikhan (崔 瀾翰), 236
- ETO Tokuhiko (江藤 徳宏), 167
- FAN Linghu (范 凌虎), 210
 FUJII Amoru (藤井 天守), 239
 FURUTA Mikio (古田 幹雄), 50
- GIGA Mi-Ho (儀我美保), 157
 GIGA Yoshikazu (儀我 美一), 121
 GOCHO Toru (牛腸 徹), 112
 GONGYO Yoshinori (権業 善範), 30
 GYODA Yasuaki (行田 康晃), 146
- HARADA Akira (原田 明), 238
 HARAKO Shuichi (原子 秀一), 170
 HASEGAWA Ryu (長谷川 立), 99
 HAYASHI Shuhei (林 修平), 100
 HIKAWA Tatsuro (樋川 達郎), 208
 HIMEKI Yutaro (姫木 祐太郎), 190
 HIRACHI Kengo (平地 健吾), 49
 HISA Kotaro (比佐 幸太郎), 162
 HONDA Shouhei (本多 正平), 53
 HORA ryuya (洞 龍弥), 224
 HOSHINO Mao (星野 真生), 212
 HOSHIYA Akitoshi (星屋 陽俊), 240
 HSU Penyuian (許 本源), 132
- IKEGAWA Takashi (池川 隆司), 156
 IMAI Koto (今井 湖都), 178
 IMAI Naoki (今井 直毅), 70
 INOUE Takuya (井上 卓哉), 199
 ISHIGE Kazuhiro (石毛 和弘), 4
 ISHII Shihoko (石井 志保子), 117
 ISHIKURA Hiroki (石倉 宙樹), 199
 ISOBE Noboru (磯部 伸), 174
 ITAGAKI Yoshiharu (板垣 好春), 230
 ITAKURA Kyohei (板倉 恭平), 165
 ITO Kei (伊藤 慧), 177
 ITO Kenichi (伊藤 健一), 68
 IWAKI Kohei (岩木 耕平), 72
- KARUBE Tomohiro (軽部 友裕), 204
 KASHIWABARA Takahito (柏原崇人), 79
 KATAYAMA Sho (片山 翔), 202
 KATO Akishi (加藤 晃史), 80
 KATSURA Toshiyuki (桂 利行), 118
 KAWAHIGASHI Yasuyuki (河東 泰之), 17
 KAWAMATA Yujiro (川又 雄二郎), 64
 KAWAZUMI Nariya (河澄 響矢), 14
 KIDA Yoshikata (木田 良才), 18
 KITAYAMA Takahiro (北山 貴裕), 82
 KIYONO Kazuhiko (清野 和彦), 111
 KOBAYASHI Toshiyuki (小林 俊行), 20
 KOHNO Toshitake (河野 俊丈), 125
 KOIKE Yuta (小池 祐太), 83
- KONDO Yuya (近藤 悠矢), 232
 KONNO Hokuto (今野 北斗), 86
 KOSUGE Ryotaro (小菅 亮太郎), 180
 KURODA Naoki (黒田 直樹), 231
- LIU PEIJIANG (リユー ページャン), 196
- MAEGAWA Takumi (前川 拓海), 213
 MASAMURA Yuto (政村 悠登), 225
 MASE Takafumi (間瀬 崇史), 114
 MASUDA Hiroki (増田 弘毅), 54
 MASUZAWA Kaito (榊澤 海斗), 226
 MATSUDA Koji (松田 光智), 190
 MATSUI Chihiro (松井 千尋), 101
 Matsumoto Kojiro (松本 晃二郎), 226
 MATSUO Atsushi (松尾 厚), 105
 MIEDA Yoichi (三枝 洋一), 105
 MIKAMI Yutaro (三神雄太郎), 215
 MITAKE Hiroyoshi (三竹 大寿), 107
 MIYAMOTO Yasuhito (宮本 安人), 57
 MIYAUCHI Shunsuke (宮内 俊輔), 241
 MORI Michiya (森 迪也), 137
 Mukohara Miho (向原 未帆), 191
 MULLER Joseph (ミュレール ジョゼフ), 155
 MURAKAMI Kota (村上 浩大), 151
 MURAKAMI Sogo (村上 聡梧), 216
 MURATA Haruto (村田 遼人), 243
 MURATA Noboru (村田 昇), 126
- NAKAE Yusuke (中江 優介), 223
 NAKAGAWA Junichi (中川 淳一), 170
 NAKAJIMA Sachiko (中島 さち子), 160
 NAKAMURA Haruka (中村 遥河), 237
 NAKAURA Koitaro (中浦 鯉太郎), 236
 NATORI Masaki (名取 雅生), 185
- OGUISO Keiji (小木曾 啓示), 10
 OIKAWA Mizuki (及川 瑞稀), 145
 OKA Yusuke (岡 優丞), 201
 ONUKI Hirotaka (大貫 紘嵩), 200
 OOE Ryosuke (大江 亮輔), 219
 OSHIMA Yoshiki (大島 芳樹), 77
- PEVZNER Michael (ペフゼネル ミカエル), 139
- SAITO Norikazu (齊藤 宣一), 32
 SAITO Shunya (齋藤 峻也), 147
 SAITO Takeshi (齋藤 毅), 31
 SAITO Yuta (齋藤 勇太), 182
 SAKAI Hidetaka (坂井 秀隆), 88
 SAKAI Hiroshi (酒井 拓史), 35
 SAKASAI Takuya (逆井 卓也), 90
 SASADA Makiko (佐々田 槇子), 37
 SASAKI Yuya (佐々木 悠矢), 183
 SASAYA Kohei (笹谷 晃平), 149
 SATO Futaba (佐藤 ふたば), 232
 SEKIGUCHI Hideko (関口 英子), 94
 SHIHO Atsushi (志甫 淳), 41
 SHIMOMURA Akihiro (下村 明洋), 91
 SHIMOYAMA Sho (下山 翔), 220
 SHIOTANI Takaaki (塩谷 天章), 206
 SHIRAISHI Junichi (白石 潤一), 92
 SUGIMOTO Yutaro (杉本 悠太郎), 207
 SUZUKI Takumi (鈴木 拓海), 158
 SUZUKI Yusuke (鈴木 裕介), 233
- TABUCHI Susumu (田淵 進), 235
 TAHO Masaki (多賀 雅樹), 222
 TAKADA Ryo (高田 了), 96
 TAKADA Yuta (高田 佑太), 150
 TAKAGI Shunsuke (高木 俊輔), 44

- TAKANASHI Yugo (高梨 悠吾), 185
TAKASHIMA Katsuyuki (高島 克幸), 142
TAKAYAMA Shigeharu (高山 茂晴), 45
TAKEMURA Haruki (竹村 春希), 221
TAKUMA Okura (大倉 拓真), 231
TANAKA Yuichiro (田中 雄一郎), 113
TANAKA, Hiromu (田中 公), 98
TANIGUCHI Toyo (谷口 東曜), 233
TSUBOUCHI Shuntaro (坪内 俊太郎), 135
TSUJI Takeshi (辻 雄), 47
- UEDA Kazushi (植田 一石), 75
UEDA Kento (植田 健人), 166
- WANG Peiduo (王 沛鐸), 179
WATANABE Takato (渡邊 敬人), 244
WATANABE Takumi (渡部 匠), 228
WILLOX Ralph (ウィロックス ラルフ), 7
- XIAO Dongyuan (蕭冬遠), 153
- YAMAMOTO Hirofumi (山本 寛史), 217
YAMAMOTO, Masahiro (山本 昌宏), 128
YANAGIDA Eiji (柳田 英二), 127
YOKOYAMA Satoshi (横山 聡), 172
YOSHIDA Junichiro (吉田 淳一郎), 218
YOSHIDA Nakahiro (吉田 朋広), 60
YOSHINO Taro (吉野 太郎), 109, 195
YOSHIOKA Leo (吉岡 玲音), 193
- ZHANG Xinyao (チョウ シンヤオ), 223
ZHU Haozhe (朱 浩哲), 184
- 会田 茂樹, 1
青山 天馬, 218
赤塚 孝紀, 230
浅井 聡太, 134
足助 太郎, 67
麻生 和彦, 111
安達 充慶, 197
阿部 紀行, 2
荒井 勇人, 198
粟津 光, 173
池川 隆司, 156
石井 志保子, 117
石倉 宙樹, 199
石毛 和弘, 4
磯部 伸, 174
板垣 好春, 230
板倉 恭平, 165
伊藤 慧, 177
伊藤 健一, 68
井上 卓哉, 199
今井 湖都, 178
今井 直毅, 70
岩木 耕平, 72
ウィロックス ラルフ, 7
植田 一石, 75
植田 健人, 166
江藤 徳宏, 167
及川 瑞稀, 145
王 沛鐸, 179
大江 亮輔, 219
大倉 拓真, 231
大島 芳樹, 77
大貫 紘嵩, 200
岡 優丞, 201
小木曾 啓示, 10
柏原崇人, 79
片山 翔, 202
桂 利行, 118
加藤 晃史, 80
軽部 友裕, 204
河澄 響矢, 14
- 河東 泰之, 17
川又 雄二郎, 64
北山 貴裕, 82
木田 良才, 18
清野 和彦, 111
儀我美保, 157
儀我 美一, 121
行田 康晃, 146
黒田 直樹, 231
小池 祐太, 83
河野 俊丈, 125
小菅 亮太郎, 180
小林 俊行, 20
近藤 悠矢, 232
今野 北斗, 86
牛腸 徹, 112
權業 善範, 30
齊藤 宣一, 32
齋藤 峻也, 147
齋藤 毅, 31
齋藤 勇太, 182
坂井 秀隆, 88
酒井 拓史, 35
逆井 卓也, 90
佐々木 悠矢, 183
佐々田 槿子, 37
笹谷 晃平, 149
佐藤 ふたば, 232
塩谷 天章, 206
志甫 淳, 41
下村 明洋, 91
下山 翔, 220
ZHU Haozhe, 184
許 本源, 132
XIAO Dongyuan, 153
白石 潤一, 92
杉本 悠太郎, 207
鈴木 拓海, 158
鈴木裕介, 233
関口 英子, 94
高木 俊輔, 44
高島 克幸, 142
高田 了, 96
高田 佑太, 150
高梨 悠吾, 185
高山 茂晴, 45
竹村 春希, 221
田中 公, 98
田中 雄一郎, 113
谷口 東曜, 233
田淵 進, 235
多寶 雅樹, 222
千葉 悠喜, 159
CHOI Ikhan, 236
チョウ シンヤオ, 223
辻 雄, 47
坪内 俊太郎, 135
中浦 鯉太郎, 236
中江 優介, 223
中川 淳一, 170
中島 さち子, 160
中村 遥河, 237
名取 雅生, 185
長谷川 立, 99
林 修平, 100
原子 秀一, 170
原田 明, 238
馬場 智也, 187
板東 克之, 188
樋川 達郎, 208
比佐 幸太郎, 162
姫木 祐太郎, 190
平地 健吾, 49
FAN Linghu, 210

藤井 天守, 239
古田 幹雄, 50
ペフゼネル ミカエル, 139
星野 真生, 212
星屋 陽俊, 240
洞 龍弥, 224
本多 正平, 53
前川 拓海, 213
政村 悠登, 225
榎澤 海斗, 226
増田 弘毅, 54
間瀬 崇史, 114
松井千尋, 101
松尾 厚, 105
松田 光智, 190
松本 晃二郎, 226
三枝 洋一, 105
三神雄太郎, 215
三竹 大寿, 107
宮内 俊輔, 241
宮本 安人, 57
向原 未帆, 191
村上 浩大, 151
村上 聡梧, 216
村田 昇, 126
村田 遼人, 243
森 迪也, 137
柳田 英二, 127
山本 寛史, 217
山本 昌宏, 128
横山 聡, 172
吉岡 玲音, 193
吉田 淳一郎, 218
吉田 朋広, 60
吉野 太郎, 195
吉野 太郎, 109
リユー ページャン, 196
渡邊 敬人, 244
渡部 匠, 228
ミュレー ジョゼフ, 155

研究成果報告書 令和6年度
(Annual Report 2024)

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
令和6年度担当 会田 茂樹
数理科学総務チーム