



# 自己点検・評価報告書

令和2年11月

京都大学 数理解析研究所



## 目 次

1. 理念・目標・沿革	1
2. 中期目標・中期計画	6
3. 組織及び予算	10
3-1 構成	
3-2 規模	
3-3 予算上の課題	
4. 建物	20
4-1 現況	
4-2 建物の課題	
5. 運営	23
5-1 教員人事	
5-2 一般職員の課題	
6. 国際共同利用・共同研究	32
6-1 国際共同利用・共同研究	
6-2 国際共同利用・共同研究の成果発表	
6-3 国際交流	
7. 協定リスト	68
8. 附属研究センター	71
8-1 数理解析研究交流センター	
8-2 次世代幾何学研究センター	
8-3 数学連携センター	
9. 附属計算機構研究施設	75
10. 数理解析研究基金	77
11. 図書室	78
12. Publ. RIMS	82
13. 若手研究者育成	85
13-1 大学院教育	
13-2 学位取得者の受け入れ	
14. 所員の研究活動記録	93
15. 京都大学スーパーグローバル大学創成支援事業	188
16. 科学研究費取得状況	192
17. 受賞等記録	196
18. 所外活動	197
19. 談話会・公開講座	204
19-1 談話会	
19-2 公開講座	

20. 新型コロナウイルス感染症への対応	210
21. 付録	214
22. 編集後記	226

## 1. 理念・目標・沿革

数理解析の基礎的研究を推進することが京都大学数理解析研究所の目的である。この目的を達成するために、本研究所の役割は拠点、研究、大学院教育という三つの柱から成る。すなわち、専任の所員による研究と大学院教育が行われることは勿論であるが、それとともに、広く全国の数理解析の研究者に共同研究のための便宜を提供し、全国的な研究の進展を期している。この主旨に沿うよう、本研究所は、昭和 38 年に全国共同利用研究所として京都大学に附置設立され、平成 22 年には共同利用・共同研究拠点として認定、平成 28 年に再認定、平成 30 年には国際共同利用・共同研究拠点として認定され今日に至っている。

では、数理解析とはどのような学問を意味するのであろうか。我々の共通認識を要約すれば次のようになる：物理学、工学、経済学等諸科学において、その取扱いに数学的考察が必要とされることは感じられても既存の数学理論では十分ではなく、新しい理論・方法の発見が求められることがしばしばある。歴史的な例として最も顕著なものは、ニュートン力学の定式化と微積分法の開発とが表裏一体の関係にあったことである。このような事態は歴史的にも、また我々の身近な所でも、しばしば観察されることである。例えば、量子力学の形成が超函数論の成立を促し、又、同時に超函数論の成長した超局所解析学が場の量子論に有用に用いられたのはその一例である。又、時として、数学者がその応用を全く意識することなく形成した理論が、数十年後に他分野の基礎となることすらある。リーマン幾何学が相対性理論の基礎となったことは歴史的に最も有名な例であるが、伊藤の確率微分方程式が発表後 40 年にして金融工学において必須の手法となったことも本研究所に身近な例として挙げることができよう。このような数学と諸科学の相互作用により、諸科学に益するのみならず数学自身も豊かになって行く、その不可思議な精神活動の形態を数理解析、或いは数理解析、と呼んでいる。こうした相互作用が何故実り豊かなのかは判らないが、相互作用が起きるための土壌が必要であることは日本の近世数学（和算）を見れば明らかであり、その土壌の形成に資することを目標として設立された（昭和 38 年 4 月）のが数理解析研究所である。

爾来半世紀以上、所員はよくその負託に応じて隣接諸分野との交流に意を用い、又、世界の学界の潮流を見つめつつ日常活動を行って来たことは、本研究所が順調に成長してきた（表 1.1 参照）ことによって裏打ちされる。また、国際交流の核として平成 3 年から、毎年度研究テーマを定め、国際共同研究を行う「プロジェクト研究」を開始し、さらに平成 20 年度からは必要に応じて一つの年度に複数のプロジェクト研究を走らせるようにしたこと、国内外から研究者が参集し、寝食を共にして行う形式のワークショップ「RIMS 合宿型セミナー」を平成 20 年度より実施し、平成 28 年より国際公募を開始したことは特筆すべき点であろう。折しも国策としての大学国際化の進展に伴い、平成 30 年度に新設された国際共同利用・共同研究拠点（全国で 6 拠点のみ認定。現在は 7 拠点）に本研究所が認定されたことは、必然の流れであるといえる。拠点認定後は、プロジェクト研究を発展拡大させた「訪問滞在型研究」の開始や、

外国人のみの共同研究種目の新設，全共同研究種目の国際公募化などにより，さらなる国際共同研究の牽引，研究力の強化を進めている。

「全国共同利用研究所」として設立された本研究所は，半世紀にわたり，数理解析という学問の性格を反映して，世界に開かれた共同利用研究所として発展してきた。その結果，現在，当研究所は，世界の主要な数学研究所に数えられ，欧米から国際研究所として認知されている。しかし近年，中国・韓国などアジア諸国において，相次いで数理科学研究所が設立され，国際的競争が激しさを増している。国家財政の悪化や社会情勢の変化に伴い，研究所をとりまく国内環境や学内環境も厳しさを加えつつあるが，当研究所が現在の国際的地位を保ち続けるためには，施設・制度・予算の面でのさらなる整備が急務となっている。

表 1.1. 数理解研究所沿革詳細

昭和 38 年 4 月 1 日	日本学術会議の勧告により、全国共同利用研究所として京都大学に附置設立。初年度 2 部門（基礎数学Ⅰ，作用素論）設置。
昭和 39 年 4 月 1 日	2 年次 2 部門（基礎数学Ⅱ，応用解析Ⅰ）設置。
昭和 40 年 4 月 1 日	3 年次 2 部門（非線型問題，応用解析Ⅱ）設置。
昭和 41 年 4 月 1 日	4 年次 2 部門（近似理論，数値解析）設置。
昭和 42 年 4 月 1 日	5 年次 1 部門（計算機構）設置。当初計画（9 部門）完成。
昭和 46 年 4 月 1 日	数理応用プログラミング施設が本研究所附属施設として設置。
昭和 53 年 4 月 1 日	1 部門（大域解析学）設置。
昭和 55 年 4 月 1 日	外国人客員部門（数理解析）設置。
昭和 59 年 4 月 11 日	1 部門（代数解析）設置。
平成 元年 5 月 29 日	1 部門（数理物理学）設置。
平成 4 年 4 月 9 日	1 部門（代数多様体論）設置。
平成 6 年 6 月 24 日	1 部門（代数解析学）設置。これに先立ち昭和 59 年 4 月設置の代数解析研究部門は時限到来により廃止。
平成 7 年 2 月 24 日	日本学術振興会の重点研究国際協力事業として、連合王国ケンブリッジ大学ニュートン数理科学研究所との交換協定締結。（平成 9 年度末終了）
平成 7 年 4 月 1 日	外国人客員部門（応用数理）設置。
平成 7 年 6 月 1 日	「卓越した研究拠点（COE）の形成を目指した中核的研究機関支援プログラム」による中核的研究機関研究員の採用開始。
平成 9 年 4 月 1 日	財団法人国際高等研究所と本研究所との間で、両研究所の共同研究事業に関する協定を締結。
平成 11 年 4 月 1 日	従来の 13 小部門が 3 大研究部門（基礎数理，無限解析，応用数理）に改組。また，外国人客員部門の教授 2 は，それぞれ基礎数理研究部門及び応用数理研究部門の外国人客員教授に振り替えられ，併せて無限解析研究部門に外国人客員教授 1 及び国内客員教授 2 を配置。
平成 12 年 3 月 10 日	大韓民国高等研究所（KIAS）と本研究所との間で、数理科学分野における研究協力促進・発展のため、学術交流に関する協定を締結。
平成 15 年 9 月 3 日	京都大学大学院理学研究科 数学・数理解析専攻と本研究所とが協力して拠点を構成し、「21 世紀 COE プログラム《先端数学の国際拠点形成と次世代研究者育成》」に選ばれた。拠点リーダーは、本研究所教授・柏原正樹。研究期間は、平成 15 年度～19 年度の 5 年間。

平成 16 年 4 月 1 日	国立大学法人京都大学設立.
平成 16 年 4 月 1 日	数理解析研究所附属数理解析プログラミング施設は数理解析研究所附属計算機研究施設として整備.
平成 18 年 4 月 1 日	数理解析先端研究センターを設置.
平成 18 年 6 月 23 日	大韓民国ソウル国立大学校数理科学科と本研究所との間で、共同研究および学術交流に関する協定を締結.
平成 19 年 3 月 5 日	大阪市立大学数学研究所と本研究所との間で、近接する地域に立地する数学研究所として互いに連携して研究活動を展開実施し、より大きな国際的な研究成果を挙げることを目指して、協定を締結.
平成 19 年 10 月 1 日	伊藤清博士ガウス賞受賞記念(野村グループ)数理解析寄附研究部門設置. 設置期間は 3 年間.
平成 20 年 8 月 28 日	京都大学大学院理学研究科 数学・数理解析専攻と本研究所が、「数学のトップリーダーの育成—コア研究の深化と新領域の開拓」プログラムでグローバル COE 拠点に採択される. 研究期間は、平成 20 年度～24 年度の 5 年間.
平成 21 年 3 月 30 日	カナダ太平洋数理科学研究所 (PIMS) と本研究所との間で、学術交流に関する協定を締結.
平成 22 年 3 月中旬	数理解析研究所本館の耐震改修工事が完了.
平成 22 年 4 月 1 日	数学・数理科学の先端的共同利用・共同研究拠点として認定される.
平成 22 年 6 月 24 日	大韓民国国立数理科学研究所 (NIMS) と本研究所との間で、学術交流に関する協定を締結.
平成 23 年 2 月 14 日	ドイツ連邦共和国ボン大学数学ハウスドルフセンター (HCM) と本研究所との間で、学術交流に関する協定を締結.
平成 23 年 11 月 17 日	パキスタン・イスラム共和国パキスタン国立科学技術大学高等数学・物理センター (CAMP) と本研究所との間で、共同研究および学術交流に関する協定を締結. (平成 28 年 11 月終了)
平成 24 年 4 月 1 日	数理解析先端研究センターを数理解析研究交流センターに名称変更.
平成 24 年 4 月 1 日	量子幾何学研究センターを設置
平成 24 年 4 月 10 日	イタリア共和国高等研究国際大学院 (SISSA) と本研究所との間で、学術交流に関する協定を締結. (平成 29 年 4 月終了)
平成 24 年 11 月 1 日	東北大学原子分子材料科学高等研究機構と本研究所との間で、研究協力に関する協定を締結.
平成 25 年 5 月 1 日	数学連携センターを設置.

- 平成 25 年 6 月 4 日 大韓民国中央大学校非線形偏微分方程式センターと本研究所との間で、学術交流に関する協定を締結。
- 平成 26 年 4 月 1 日 京都大学スーパーグローバル大学創成支援事業 (KTGU) を開始。
- 平成 26 年 7 月 25 日 台湾国家理論科学研究中心と本研究所との間で、学術交流に関する協定を締結。
- 平成 28 年 4 月 1 日 数学・数理科学の先端的共同利用・共同研究拠点として認定が更新される。認定期間は 6 年間。
- 平成 28 年 10 月 13 日 アメリカ合衆国ユタ大学理学部ならびに京都大学大学院理学研究科および本研究所の間で、共同研究および学術交流に関する協定を締結。
- 平成 29 年 6 月 2 日 ロシア連邦国立研究大学高等経済学院ならびに京都大学大学院理学研究科および本研究所の間で、共同研究および学術交流に関する協定を締結。
- 平成 29 年 7 月 1 日 ドイツ連邦共和国ボン大学ハウスドルフ数学センター、フランス共和国高等師範学校 (ENS) 応用数学学科、アメリカ合衆国ニューヨーク大学クーラント数理科学研究所、中華人民共和国北京大学北京国際数学研究センター、京都大学大学院理学研究科および本研究所の間で、学生交流に関する協定 (Global Math Network) を締結。
- 平成 29 年 8 月 1 日 大韓民国基礎科学研究所 (IBS) 幾何学及び物理学センターと本研究所との間で、共同研究および学術交流に関する協定を締結。
- 平成 29 年 12 月 1 日 次世代幾何学研究準備センターを設置。
- 平成 30 年 11 月 13 日 数学・数理科学の先端的共同利用・共同拠点を廃止し、数学・数理科学の国際共同研究拠点として国際共同利用・共同研究拠点に認定される。認定期間は令和 4 年 3 月 31 日まで。
- 平成 31 年 4 年 1 日 次世代幾何学研究準備センターを廃止し、次世代幾何学研究センターを設置。
- 令和 2 年 4 月 1 日 量子幾何学研究センターを廃止し、次世代幾何学研究センターに統合。
- 令和 2 年 9 月 24 日 英国エジンバラ大学、京都大学大学院理学研究科および本研究所の間で、共同研究及び学生交流に関する協定を締結。

## 2. 中期目標・中期計画

平成 16 年度より国立大学が法人化され、大学附置の研究所は大学の中期目標の別表への記載によって定義される部局となった。法人化に伴い、京都大学も大学としての中期目標・中期計画を策定し、これを元に法人評価を受けることとなった。については数理解析研究所も部局として、中期計画を策定した。

第 1 期中期計画期間（平成 16 年度～平成 21 年度）の業務の実績に関して、国立大学法人評価委員会による評価が行われた。その結果、数理解析研究所は、研究水準に関して、研究活動の状況と研究成果の状況の両面において、「期待される水準を上回る」との評価を得た。また、質の向上度に関しては、「大きく改善、向上している」と判断された事例が 4 件、「高い水準を維持している」と判断された事例が 7 件であった。

第 2 期中期計画期間（平成 22 年度～平成 27 年度）の業務の実績に関しては、期間中の業務実績を自己点検・評価より取りまとめた「研究に関する現況調査表」により国立大学法人評価委員会が評価し、その結果、本研究所は、研究水準に関して、研究活動の状況と研究成果の状況の両面において、「期待される水準を上回る」との評価を得た。また、質の向上度に関しては、「高い質を維持している」との評価を得た。なお、注目すべき質の向上と判断された事例が以下のとおり 2 件であった。

注目すべき質の向上

- 「数論幾何の研究」の「宇宙際タイヒミュラー理論」の構築とその結果としての ABC 予想に関する論文は、国内外の主要メディアで取り上げられている。
- 「代数解析の研究」では、代数解析学において重要な予想であった「余次元 3 予想」と「半単純性予想」を肯定的に解決するという画期的なものであり、「柏原予想の解決」により、4 年に 1 度開催される国際数学者会議（2014 年）の基調講演者に選ばれている。

引き続き、第 3 期中期計画期間（平成 28 年度～令和 3 年度）中の本研究所の行動計画は「表 2.1 第 3 期中期目標・中期計画に対する行動計画」を参照願いたい。

国立大学法人化によって、各大学が自らの中期目標・中期計画に基づいて事業を行うことになった一方で、大学附置の全国共同利用研究所は、個別大学の枠を超えた全国共同利用計画を推進することを求められている。このため、法人化の当初から、国立大学法人の部局としての立場では、その期待に十分に答えられないことが懸念された。

これに対し、平成 22 年 4 月には、第 2 期中期計画期間の開始とともに共同利用・共同研究拠点の枠組みが発足し、本研究所は数学・数理科学に関する唯一つの拠点として認定された。その結果、共同利用・共同研究事業を推進するための経費が直接的に認められるようになったメリットは大きい。また、平成 30 年 11 月には国際共同利用・共同研究拠点の枠組みが発足し、本研究所は数学・数理科学に関する唯

一つの拠点として認定された。その結果、本研究所の国際的な共同研究事業の推進が加速された。一方で、本研究所の国際共同利用・共同研究事業の成否は、部局の通常の業務として行われる所員の研究教育活動とも密接不可分の関係にあり、その水準が高くなければ、国際共同利用・共同研究拠点事業の充実も期待できない。さらに、図書、建物、計算機施設の充実など、部局としての研究所の運営に当たっても、常に国際共同利用・共同研究事業の推進を念頭においた判断が求められる。

国際共同利用・共同研究拠点としての本研究所の発展は、共同利用掛を始めとする事務職員の経験と努力に負うところが大きい。全学的な事務組織の統合化に際して、事務職員が、広い視野を持って、国際的な共同研究事業の推進に意欲的に取り組めるような環境の整備が課題となる。

表2. 1 第3期中期目標・中期計画に対する行動計画（抜粋）

中期目標		中期計画		部局行動計画	
I 大学の教育研究等の質の向上に関する目標					
2 研究に関する目標					
(1) 研究水準及び研究の成果等に関する目標					
17	国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点においては、学問領域の特性を活かしつつ、拠点の枠を越えた連携による異分野融合・新分野創成に向けた取組を推進するとともに、海外機関との連携や情報発信力を強化する。	22	研究連携基盤内の未踏科学研究ユニットを活用し、異分野融合による新たな学術分野の創成を促進する取組を通じて、国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点の運営基盤を確保しつつ組織間の連携強化を図り、研究力強化やグローバル化を推進する。	22	拠点事業の訪問滞在型研究に加え研究連携基盤内の未踏科学研究ユニットなどを活用して、国際共同研究を推進し、研究活動・研究成果等の国内外への積極的な情報発信や、国内外で活躍できる若手研究者及び女性研究者の育成に向けた育成プログラムの整備を行い、数学理論の創造を始めとする数理解析の総合的研究を実施する。
17	国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点においては、学問領域の特性を活かしつつ、拠点の枠を越えた連携による異分野融合・新分野創成に向けた取組を推進するとともに、海外機関との連携や情報発信力を強化する。	23	国際共同利用・共同研究拠点及び共同利用・共同研究拠点において、国際ネットワークを形成して国際共同研究や人材交流を推進するため、柔軟な人事制度や研究環境の整備を行う。また、拠点の活動実態や所属研究者の最新の動向に係る情報発信を国内外に向けて積極的に行う。	23	訪問滞在型研究等の国際共同研究を推進するとともに、所員の研究活動を通じて国際共同研究を実施する。海外からの訪問者について、今後も更なる増加が見込まれるため、来訪者の研究環境を整備する。また、共同利用・共同研究拠点の活動実施等については、本研究所HPや数理解析研究所講義録により情報発信を行う。
(2) 研究実施体制等に関する目標					
18	学術研究の多様な発展と統合の推進に向けて、優秀な倫理性の高い研究者の育成及び採用を進める。	24	若手研究者及び女性研究者の研究環境整備と育成支援の充実を行う。また、教員組織（学系・全学教員部）単位で、学術分野の特性等に応じた若手教員の雇用促進に関する計画を定める。これに加え、教員定員の若手教員への優先的再配置を進めるとともに、間接経費や外部資金を活用して若手教員ポストを確保する仕組みを整備するなどして、若手教員数の低下傾向に歯止めをかけ、増加を目指す取組を実施する。更に、外国人研究者への研究支援及び受入体制の充実を行う。	24	白眉研究者の受入に協力し、優秀な若手研究者・女性研究者の発掘・確保に努力する。外国人研究者の受入れ体制を充実させる。男女共同参画推進アクションプランの設定及び計画の実行を推進し、その状況を検証する。
19	多様性に富む教員が研究教育に専念し、能力を発揮しやすい環境を整備する。	25	リサーチ・アドミニストレーター（URA）を中長期的に確保・育成するとともに、事務部門との連携強化等による研究支援体制の整備・充実を行う。特に若手研究者、女性研究者、外国人研究者等に対する支援を強化する。併せて、研究者のワークライフバランスの調整に関する支援、研究活動に根ざした支援を実施する。	25	中核的研究者に加えて若手研究者と外国人研究者がその能力を十分に発揮できる環境の整備に努める。研究者のワークライフバランスの調整に関する支援を行う。
3 社会との連携や社会貢献及び地域を志向した教育・研究に関する目標					
23	本学の学術資源を基とした社会連携や世界の歴史都市・京都における文化の継承と価値の創生に向けた社会貢献を推進する。	31	本学の学術資源を活用し、京都をはじめとする地域等の文化、産業等の発展と課題解決に資する社会連携を推進する。さらに、フォーラム、講演会、隔地の施設公開などの社会連携イベントを通じて、社会人等の生涯学習機会を拡充する。	31	本研究所において1976年以来依頼30年間以上実施している公開講座「数学入門公開講座」を通じて、市民の数学・数理学への関心を喚起し、知的要求に応える
4 その他の目標					
(1) グローバル化に関する目標					
25	地球規模での諸課題の解決を図るため、人材育成や研究成果等の活用により、国際貢献を推進する。	34	各部局による従来の研究交流実績を踏まえて全学海外拠点を整備するとともに、それら海外拠点の4つの共通ミッション（研究活動支援、教育活動支援、教職員・学生の国際化及び社会連携）に基づき、各地域におけるハブ機能を担う運営を進める。	34	これまで本研究所が築いてきた国際的な研究ネットワーク拠点としての役割を更に強化させるために、外国の先端的研究機関との提携を積極的に進める。本学関係部署と連携し、部局間学術交流協定の締結・交流状況について、情報を共有し、ウェブサイト等による情報発信の強化を行う。

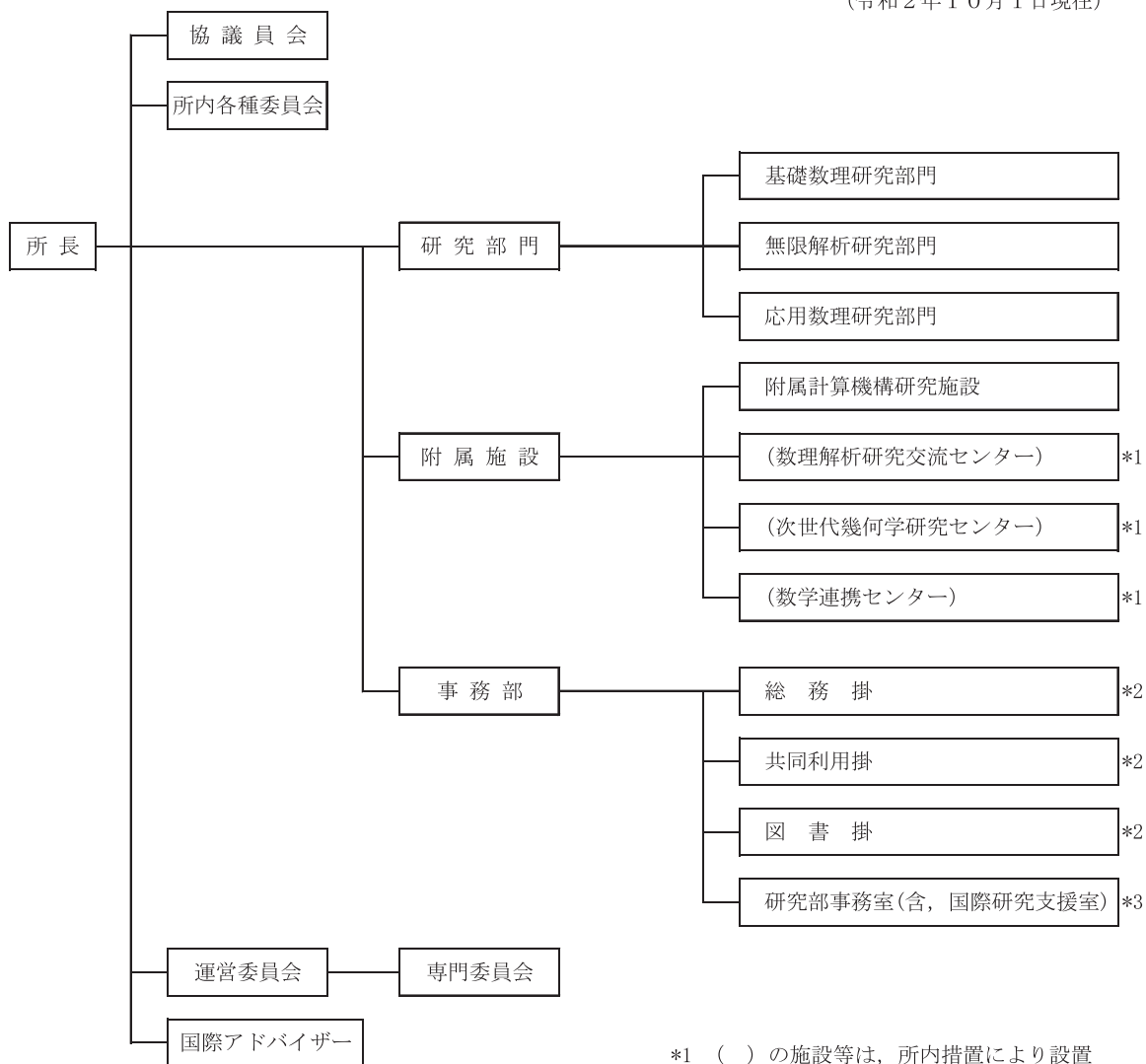
II 業務運営の改善及び効率化に関する目標			
1 組織運営の改善に関する目標			
36	優秀な教職員確保を目的として弾力的な人事・給与制度を整備するとともに、多様な人材の確保及びそのキャリアパスを確立することにより、教育研究の活性化を進める。	55	女性、若手、外国人等多様な人材を積極的に登用し、能力の一層の活用を行うとともに、男女共同参画推進に関する研修・フォーラムの開催等により、教職員・学生への啓発活動を推進する。
		55	優秀な教職員確保を大前提として、男女共同参画推進アクションプランを運用し、教職員・学生への広報・啓発活動を推進するとともに多様な人材の育成登用に務める。女性事務系職員のキャリアアップに繋がる研修等に積極的に参加させるとともに、管理職との面談において女性若年層の意識向上を促す。
2 教育研究組織の見直しに関する目標			
40	京都大学の持続的発展を支える組織改革方針に基づき、教育研究上の目的に応じて柔軟な組織編成が可能となるよう構築した体制により、ミッションの再定義で明らかにした本学が有する強み、特色、社会的役割を中心に本学の機能強化を図るための教育研究組織の見直し、再編成等を行う。	60	教育研究上の目的に応じて柔軟な組織編成が可能となるよう構築した体制（教育研究組織から人事・定員管理機能を学域・学系へ分離）により、ミッションの再定義で明らかにした研究水準や教育の成果等を踏まえたうえで、学問の発展や社会的要請等を総合的に勘案し、教育研究組織の見直し、再編成等を行う。
		60	ミッションの再定義で明らかにした強みや特色、社会的役割「数学理論の創造と学術諸分野への数学の応用に関する総合的研究」の実施、および国際研究拠点、共同利用・共同研究拠点としての役割を果たすための体制を整える。
IV 自己点検・評価及び当該状況に係る情報の提供に関する目標			
1 評価の充実に関する目標			
46	自己点検・評価並びに第三者評価機関等による評価を着実に実施するとともに、その評価結果に基づき、内部質保証システムによる大学運営の改善を行う。	67	着実な評価を継続的に実施するために、研修会を実施するなど学内の評価風土を醸成しつつ、評価指標の設定を重視した、より客観的な評価を実施するとともに、その中で把握した課題に係るフォローアップを行うなど内部質保証システムの機能を高め、着実な大学運営の改善に繋げる。
		67	評価体制を充実させるとともに第2期中期目標期間終了時の自己点検・評価及び第3期中期目標期間における法人評価（各年度終了時の評価、4年目終了時の評価、中期目標期間終了時の評価）を見据えた自己点検・評価を実施し運営の改善に活用する。中期目標・中期計画に対する達成度を客観的な評価する方法の検討を行う。
V その他業務運営に関する目標			
4 法令遵守等に関する目標			
54	法令等に基づく適正な大学運営を行うとともに、法令等の遵守を徹底する。	75	法令及び学内規程等の遵守について、教職員や学生に対する各種研修会、eラーニングによる研修の実施、監査結果の通知等により、更に周知徹底を行う。
		75	所員に対して、全学的に行なわれる法令遵守等に関する研修・講習会への参加やeラーニング研修の受講を促進し、法令及び学内規程等の遵守について、研修会や説明会の企画、実施や教授会、研究会議等により周知徹底し、所員の意識を高める。監査結果の通知等により、業務が適正に実施されているか点検を行い、検証し、改善方策等を検討する。
54	法令等に基づく適正な大学運営を行うとともに、法令等の遵守を徹底する。	76	研究費の不正使用、研究活動の不正行為及び利益相反等の防止など、法令等に基づく適正な研究活動を推進するため、学生、若手研究者から指導者である教員・研究代表者まで、各段階に応じた研究公正の教育・啓発などの倫理教育を徹底する。また、競争的資金等不正防止計画、研究公正推進アクションプラン等を着実に実施し、その効果をPDCAサイクルで検証しながら取組の充実を図り、実効性のある管理責任体制を整備する。特に、研究費等の適正な使用についてのeラーニング研修においては、対象者の受講率を概ね100%とする。
		76	研究費不正防止及び研究公正に関するeラーニング等研修の受講状況を把握し、研究費等の適正管理及び研究倫理に関する知識の定着を図る。研究公正、研究費不正防止の体制について周知し、研究費の不正使用、研究活動の不正行為及び利益相反等の防止など、法令等に基づく適正な研究活動を行う。

### 3. 組織及び予算

#### 3-1 構成

##### (1) 所内組織図

(令和2年10月1日現在)



\*1 ( ) の施設等は, 所内措置により設置

\*2 事務長が統轄する

\*3 副所長が統轄する

## (2) 研究部門

(令和2年10月1日現在)

### 基礎数理研究部門

抽象化による数学の規範の導出と諸科学への分析手法の提供

基礎代数解析学，代数幾何学，整数論は，数学の三要素である代数，幾何，解析の先端的かつ代表的研究分野であり，計算機構を合わせた四分野が相互に深く関連しながら基礎数理を形成している。

研究分野：整数論，代数幾何学，代数解析学，計算機構論等

研究課題：数学の基礎となる数の体系，空間および関数の構造，計算と思考の法則等を研究し，数学およびその応用の多様な発展を促進するとともに，それらに確たる研究の基礎を与えることを目指す。

研究者：

教授	大槻 知忠	(位相幾何学)
教授	小野 薫	(微分幾何学，位相幾何学)
教授	望月 拓郎	(微分幾何学，代数幾何学)
教授	中西 賢次	(偏微分方程式)
准教授	中山 昇	(代数多様体，複素多様体)
講師	山下 剛	(数論幾何)
助教	石川 勝巳	(位相幾何学)
助教	石川 卓	(微分幾何学)
助教	辻村 昇太	(数論幾何)
助教	山下真由子	(微分幾何学)

### 無限解析研究部門

無限大の探究，無限大を用いた有限の世界の研究

21世紀の新数学としての無限解析の研究内容は五つの基本的分野から構成される。この基本分野の研究体制を充実させ，世界の先頭に立ち，組織を挙げて研究を前進させる。

研究分野：無限次元解析，無限対称性，大域解析，幾何構造，確率構造等

研究課題：数理科学の重要な研究課題となるであろう自由度無限大の系の解析を目標とし，量子物理学，統計物理学等の発展を取り入れ，同時にそれらに統一的かつ厳密な数学的基礎付けを与えることを目指す。

研究者：

教授 玉川安騎男 (整数論, 数論幾何学)  
教授 望月 新一 (数論幾何学)  
教授 熊谷 隆 (確率論)  
教授 荒川 知幸 (表現論)  
教授 並河 良典 (代数幾何学)  
准教授 河合 俊哉 (場の理論, 弦理論, 数理物理学)  
准教授 竹広 真一 (地球および惑星流体力学)  
准教授 星 裕一郎 (数論幾何)  
准教授 CROYDON, David (確率論)  
助教 HELMKE, Stefan (代数幾何学)  
助教 大浦 拓哉 (数値解析, 数値計算法の開発)  
助教 越川 皓永 (整数論, 数論幾何学)  
特定助教 YANG, Yu (数論幾何)

## 応用数理研究部門

数理科学の周辺諸分野への応用と問題の開拓

数理物理系, 離散システム, 大規模計算, 複雑系は, 周辺諸分野における数学の代表的な応用分野であり, 微分方程式はそれらを横断する重要な解析対象である. これらはそれぞれ重要な研究対象であるとともに, 相互に関連し合いながら周辺諸分野との連携の受け皿の役割を果たす.

研究分野：微分方程式論, 数理物理学, 離散システム, 大規模計算, 複雑系等

研究課題：自然科学, 工学, 社会科学等, 数学に関連する諸科学との交流を通じて, そこに現われる数学的課題を対象として研究を行い, その研究成果を関連諸科学の発展のために還元することを目指す.

研究者：

教授 長谷川真人 (理論計算機科学)  
教授 小澤 登高 (作用素環と離散群)  
教授 牧野 和久 (離散最適化とアルゴリズム)  
准教授 川北 真之 (代数幾何学)  
准教授 小林 佑輔 (離散最適化とアルゴリズム)  
准教授 石本 健太 (流体力学)  
准教授 河村 彰星 (計算論)  
講師 岸本 展 (偏微分方程式)  
講師 TAN, Fucheng (数論幾何)  
助教 疋田 辰之 (幾何学的表現論)  
助教 室屋 晃子 (プログラム理論)  
特定助教 磯野 優介 (作用素環論)

## 附属計算機構研究施設

理論的成果に基づいた先端的ソフトウェア技術の研究開発を行っている。

研究者：

施設長（兼）教授 長谷川真人

准教授 照井 一成 （数理論理学）

### (3) 事務部（事務職員等）

事務部は、総務掛、共同利用掛、図書掛、研究部事務室（含、国際研究支援室）で構成している。また、附属計算機構研究施設には、技術職員が在籍している。

（令和2年10月1日現在）

事務長		一色博
総務掛	掛長	岡田淳志
	主任	小島珠美
	事務補佐員	齋藤広乃
	派遣職員	小西菜月
	派遣職員	山本幸子
	派遣職員	田中妙子
共同利用掛	掛長	志村創
	主任	中西瑞穂
	掛員	中島志保
	事務補佐員	渡部裕子
	事務補佐員	田村伸子
図書掛	掛長	小堀淳子
	主任	眞鍋幸之
	再雇用職員	家城晶子
	事務補佐員	中森さやか
研究部事務室	事務主任	松村久美子
	主任	矢口真由美
	主任	内田香織
	特定職員	鬼束史子
	事務補佐員	山口絵里奈
	事務補佐員	小島富美子
	事務補佐員	山口玲恵
	事務補佐員	今村真理
	事務補佐員	西村智子
	事務補佐員	高山真理子
	事務補佐員	堀麻衣子

研究支援推進員	星	若	奈
研究支援推進員	河	田	路
派遣職員	阿	部	千鶴
派遣職員	松	井	章子
派遣職員	山	川	あづさ

附属計算機構研究施設

技術専門職員	岡	本	利	広
技術専門職員	岸	本	典	文

### 3-2 規模

(令和2年10月1日現在)

#### (1) 定員

職名 区分	教授		准教授	講師	助教	一般職員	計	
基礎数理研究部門	13	[1]	14	0	11		38	[1]
無限解析研究部門		(2) [1]						[1]
応用数理研究部門		[1]						[1]
附属計算機構研究施設								
事務部						6【9】		6【9】
合計	13(2) [3]		14	0	11	6【9】	44 (2) [3]	【9】

※( )は国内客員で外数である。 [ ]は外国人客員で外数である。

【 】北部構内事務部移管分

#### (2) 現員

教授	准教授	講師	助教	小計	一般職員 (再雇用含)	非常勤職員 (事務系)	小計	合計
(1) 12 [0]	10 [0]	3	9	(1) 34 [0]	7 【8】	8 【4】	15 【12】	(1) 49 【12】

※( )は国内客員で外数である。 [ ]は外国人客員で外数である。

【 】北部構内発令者で外数

#### (3) 予算

(単位：千円)

区分	平成29年度	平成30年度	令和元年度
運営費交付金	671,194	716,594	703,302
(内訳)人件費	399,307	412,545	407,115
物件費	271,887	304,049	296,187
科学研究費補助金	115,602	108,934	110,433
受託研究	9,515	10,176	21,779
共同研究	2,648	3,846	3,862
寄付金	553	27,913	857
計	799,512	867,463	840,233

※外部資金は、間接経費を含む。

### 3-3 予算上の課題

平成16年の国立大学法人化以後、国立大学法人の運営費は運営費交付金という形式の渡し切りの配分方法に変更された。本研究所に配分される運営費交付金は、大きく分けて、国際共同利用・共同研究拠点実施分としての経費と教育・研究環境を維持するために必要な経費から成っている。しかし国家財政の悪化に伴い、これらの経費も歳出削減の対象となり、さらに、法人化後の本部経費の優先もあって、教育研究活動経費の減少が進んでいるなかで、機能強化係数による運営費の定率減額もあり、本研究所への配分は減少の一途をたどっている。

このような背景のもとに、現在、本研究所の予算には多くの深刻な課題が存在する。

#### 1. 研究活動経費の確保が難しい。

本研究所の予算の特徴は、教員にデフォルトで割り当て配分される研究費が全くゼロであることである。この結果、原則として各教員には、個人の研究経費の確保のため科研費を初めとする外部資金の獲得が求められており、例外的に運営費からの支出を希望する際にはその都度副所長の許可を得ることが義務付けられている。このような慣習は、予算削減が常態化した近年では、研究所全体のための予算を維持する方向に機能している。しかし、本研究所では共同利用・共同研究拠点としての事業についても、機能強化経費（拠点事業経費）をはみ出す分を研究所のその他の経費で補っており、結果的に、教員の個人研究費をゼロにすることで拠点事業を維持する状況が続いている。現状では、もし仮に教員全員に20万円ずつ配分すると現在の規模の共同利用・共同研究拠点事業の実施は不可能となり、50万円ずつ配分した場合には研究所の財政が相当額の赤字に陥ることは確実である。このような状況のなかで、本研究所は平成30年度に国際共同利用・共同研究拠点に認定され、また、令和元年度より新たな機能強化経費（プロジェクト経費）が採択されるなど資金獲得に向け積極的な活動を行っているが、事業拡大に伴いサポートするスタッフの人件費も増加するため、依然、予算事情は厳しい状況である。また、本研究所の研究領域・研究テーマの性格から、民間企業等からの寄附を仰ぐことが容易ではないことも指摘しておかねばならない。運営費の減額への対応として自己収入の獲得が求められるなか、競争的な学内予算はもとより、科研費、受託研究費をはじめとした外部資金の積極的な獲得を進めていく必要がある。

## 2. スペース問題に対応するための予算が必要となる。

本研究所は客員教授，特任教授，研究員や外国人訪問研究者が極めて多く，そのためのスペース（研究室）の確保が難しくなっている。このため，総合研究4号館，総合研究2号館及び総合研究15号館の保有面積・現有面積が割り当てられているが，それでも建物整備率は7割であり（保有面積・現有面積とも70.75%），スペース不足は深刻な状況である。このため，現在，北部総合教育研究棟の一部を賃借して外国人研究員等の部屋として使用しているが，これは5年を単位とする賃借であり，5年経過後の対応策は深刻な課題である。また図書室書庫の空スペースも急速に減少しており，近い未来に深刻なスペース問題に直面すると予想される。図書室は国際共同利用・共同研究拠点の機能の重要な一部でもあるため，将来を見越した対応が必要である。

これら必要なスペースについては，学内で探すことが難しい場合，民間のオフィス借り上げなども視野に入れて対処することが必要であるが，現在の予算配分によって部局内部でそれらに対応することは容易ではない。新棟建設に向けた概算要求や，学内の共用スペースに設置される学内プロジェクト研究室などの利用は，今後も引き続き可能性を探る努力が必要である。また，民間オフィス借り上げの実現に向けては，その経費の確保のための科研費その他の外部資金の申請を部局として行うなど，計画的な資金確保が望まれる。

## 3. 若手研究者育成のポストと経費

本研究所は，理学研究科数学教室と共に，平成15～19年度に21世紀COE，引き続き平成20～24年度にはGlobal COE（GCOE）に選ばれ，これに伴う予算を中心に多くの若手研究者をポスドクとして雇用してきた。しかし，平成24年度末のGCOE終了と共に財源が失われ，優秀な研究者が無給あるいは低い給与の研究員という立場で研究を続ける由々しき事態が生じている。研究所内部の予算措置によってポスドクを雇用することは制度上非常に困難であるため，外部の資金を獲得することが焦眉の課題である。

## 4. 事務改革と非常勤職員雇用経費

平成25年度に，業務・組織・人事制度の一体的改革として始まった本学における事務改革の取組の一つとして，人事・会計・施設管理などの部局に共通する事務を処理するために6つの共通事務部が設置され，業務・人事を集約し，専門性の向上・体制強化が図られた。本研究所も人事・会計・施設管理に関する業務・人員が北部構内事務部に統合された。本研究所は，従来から，機能の少なからぬ部分を非常勤職員に依存している。

特に事務改革後は、国際共同利用・共同研究拠点としての外部へのサービス、および、外国人訪問研究者への対応、および、所内の研究者の研究環境確保のそれぞれを高いレベルに維持するために、従来にも増して、非常勤職員の雇用が不可欠になった。このため予算の確保は重要な課題であり、今後、更なる予算・人件費（定員）削減への対応、業務の高度化・多様化への対応など、研究・教育を支える事務組織の機能等の強化・職員の質の向上の実現に向けて、検討・再設計が必要であり、深刻な問題が生じている。

## 5. 電子ジャーナル・電子書籍の高騰

電子ジャーナル・電子書籍を充実させることは、研究を推進するために必要不可欠であるが、昨今の電子ジャーナル・電子書籍の価格高騰は目を疑うものがあり、本研究所の予算における図書費の割合も高どまりが続いている。特に電子ジャーナルについては、基盤的経費として大学全体でしっかりケアすべき経費であり、大学の図書館機構も電子ジャーナル整備検討特別委員会を立ち上げて議論するなど検討を重ねているが、先が見通しにくい状況が続いている。図書費の高騰を抑えるため、ここ数年は毎年のように購読雑誌のタイトルを見直し、大幅な削減を行なわざるを得ない状態である。この問題は一大学で解決できるものではなく、ましてや一研究所では如何ともし難い問題である。国レベルでの議論、予算の計上が強く望まれる。

## 6. リサーチ・アシスタント経費について

本研究所では、大学院生の研究活動を支援するため多数の博士課程学生をリサーチ・アシスタントとして雇用している。現在は掛かる予算の不足分を柏原特任教授が受賞したチャーン賞の賞金をもとにする寄附金で充当しているが、これは令和3年度で尽きるため、現在と同様の雇用を維持することが困難になることが見込まれる。

## 4. 建物

### 4-1 現況

本研究所は、令和2年10月現在、本棟および総合研究4号館3階の一部を保有面積としているほか、総合研究2号館4階の一部および総合研究15号館（旧建築学教室本館）の2階の全スペースを全学共用スペース（暫定利用スペース）として借用、さらに北部総合教育研究棟の8室を全学共用スペース（長期利用スペース）として賃借して使用しており、合計5ヶ所に分かれています。

	区 分	面 積
(1)	数理解析研究所 本棟	3,866 m <sup>2</sup>
(2)	総合研究4号館3階	286 m <sup>2</sup>
(3)	総合研究2号館4階	417 m <sup>2</sup> (全学共用スペース)
(4)	総合研究15号館2階	714 m <sup>2</sup> (全学共用スペース)
(5)	北部総合教育研究棟8室	470m <sup>2</sup> (賃借)
(6)	保有面積 (1)+(2)+(3)+(4)	5,283m <sup>2</sup>
(7)	現有面積 (1)+(2)+(3)+(4)	5,283m <sup>2</sup>
(8)	必要面積	7,467m <sup>2</sup>
(9)	整備率 (6)／(8)	70.75%
(10)	整備率 (7)／(8)	70.75%

(注) 本棟は土地面積 1,310m<sup>2</sup>、建築面積 777m<sup>2</sup>、建物面積 3,923m<sup>2</sup>（共用部分を含む）である。北部総合教育研究棟の470m<sup>2</sup>は賃借のため、現有面積にも保有面積にも含まれない。なお、本棟の建物面積 3,923m<sup>2</sup>には共用部分も含まれるため、部局の面積計算には上記の保有面積と現有面積が用いられる。

なお、本研究所の国際共同利用・共同研究拠点事業に参加する研究者の便宜を図るため、基礎物理学研究所と共同して、宿泊施設（北白川学舎）を運営している。

北白川学舎	建物面積 453m <sup>2</sup> (土地面積 262m <sup>2</sup> 、建築面積 137m <sup>2</sup> )
-------	---

## 4-2 建物の課題

建物の問題、特に面積不足の問題は、本研究所における最も深刻な問題の一つである。

本研究所は、昭和 38 年に設置され、その後、昭和 39～43 年に 4 期に分けて建物が建設された。完成時の建築面積（共用部分を含む）は 3,923m<sup>2</sup> でその時点での教員定員は 36 名であった。その後、部門の増設、改組を経て、教員定員 42 名、外国人客員 3 名、国内客員 2 名となったが、この増設分の面積が未手当であることも重なって、慢性的なスペース不足が生じることになった。

その後、平成に入った頃、本研究所の建物拡張整備の話が持ち上がった。同じ時期、広島大学理論物理学研究所が京都大学基礎物理学研究所と統合され（平成 2 年）暫定的に宇治キャンパスに置かれていたものを、基礎物理学研究所の新研究棟の建設によって場所的にも統合することが考えられていた。このとき本研究所は、建物整備率の点から基礎物理学研究所よりも高い優先順位であったものの、基礎物理学研究所の統合実現のため順位を譲り、その結果、平成 7 年に基礎物理学研究所の新研究棟が建設された。このような経緯から、本研究所は、基礎物理学研究所湯川記念館の一部をセミナー室や非常勤研究員のための部屋として借用することになった。しかしこれ以降、本研究所の建物整備の機会が訪れることはなく、この借用は、15 年間継続した後、建物状況の大幅な改善が見られないまま、平成 22 年度末に終了した。

この状況に鑑みて、平成 20 年には大学当局から、本部構内総合研究 4 号館 3 階の 286m<sup>2</sup> が保有面積として認められ、また、総合研究 2 号館 4 階の全学共用スペース 417m<sup>2</sup> が割り当てられて（現有面積に算入）使用できるようになった。加えて平成 30 年には総合研究 15 号館（旧建築学教室本館）2 階の 714 m<sup>2</sup> が割り当てられたが、しかしこのような支援を仰いでも、令和 2 年 10 月現在、本研究所の保有面積は 5,283m<sup>2</sup> で必要面積 7,467m<sup>2</sup>（京都大学の算定による）の 70.75%にすぎず、現有面積としても 5,283m<sup>2</sup> で必要面積の 70.75%であり、い づ れ も 7 割 という狭さである。

なお上記の必要面積の算出基準においては、数理解析系大学院生 43 名、研究生 5 名、若手研究者 20 名（内訳は特定助教 2 名、特定研究員 2 名、研究員（研究支援人材経費）3 名、研究員（科学研究費補助金）4 名、研究員（寄附金）3 名、研究員（機能強化経費）1 名、日本学術振興会特別研究員（PD）5 名）の合計 68 名（令和 2 年 10 月現在）は考慮されない。

一方、研究所本棟は建築以来半世紀近くを経て耐震性に問題を生じていたが、平成 21 年度に大規模な耐震改修工事が行われた。この結果、現有建物の耐震性の問題について一定の解決がもたされている。

以上の経緯の中で特記すべきは、本研究所では、狭隘さの問題に対する過渡的措置として、平成 8 年からすべての教授研究室のスペースを 1/2 (1 スパン)としていることである。この措置は 24 年を経てもなお解消することができず、もはや過渡的措置とは言えなくなっており、教授の研究環境としても望ましいものとはいえない状況である。

さらに、このような狭隘さのため、外国人客員教授を初めとする長期滞在の外国人研究者の研究室はポスドク並みの相部屋とせざるを得ず、苦情も出ており国際競争力にも悪影響を及ぼしかねない状態である。現在は、応急の処置として、全学共用スペースである北部総合教育研究棟の 8 室 (470 m<sup>2</sup>) を賃借し、外国人訪問研究者等の使用に供して急場を凌いでいる。

このような応急的処置は本研究所の活動を継続する上で不可欠のものではあるが、一方では、本研究所の建物が 5 カ所に分散する結果を招来し、教育研究のさまざまな面に影響を与えていることも事実である。問題の抜本的解決にはやはり必要面積を備えた新棟の建設が望ましい。しかし本棟の拡充は土地と建物のいずれの面においても難点が存在するため、現状では、本棟の近くに別棟を建築することが現実的な選択肢と考えられる。そこで近年は毎年、フィールド科学研究センターと共に新しい北部研究棟建設の概算要求を行っているが、いまだ認められておらず、早期の問題解決が強く望まれる状況である。

## 5. 運営

### 5-1 教員人事

当研究所にとって死活的に重要な課題は、優秀な研究者に魅力的な活躍の場を提供することである。この認識の下に当研究所の規模（教授 12 名，協議員 17 名）の適切さもあって，“すべての人事に所内のすべての教授が関わる”ことを原則としている。同僚への学問的敬意と自身の見識への自負とを基礎に，採用候補者の将来性，所員としての適性等に関して白熱した議論が交わされ，しかもその議論の妥当性を，毎年刊行される「数理解析研究所要覧」所載の，各所員の研究報告によりお互いに検証していく，という当研究所の慣行は，数学・数理解析のように研究の価値の正当な評価には，多面的かつ長期にわたる検討が必要とされる分野の研究所においては適切なものであり，このような採用側の長い目で見ての相互評価システムを今後とも維持すべく強い意志をもって努力していくことが重要であると考えている。

一方，数理解析の対象の拡がりや当研究所の規模を併せ考える時，特に若手の人材発掘のためには公募制の導入も有効なのではあるまいか，との考えの下，平成 8 年以降，研究機関研究員，21 世紀 COE および GCOE 研究員の採用を公募制により行なっている他，平成 18 年以降，任期制による助教の公募・採用を実施している。任期は 7 年（平成 24 年度以前の採用者は 5 年）となっているが，再任は研究業績等の審査を経て 1 回のみ可能となっている（再任後の任期は 3 年（平成 24 年度以前の採用者は 5 年））。平成 29 年以降，毎年平均で約 1 名の助教を採用している（表 5-1.6 を参照）。また，平成 28 年度よりテニユアトラック制を導入し，新たな研究領域に挑戦する若手研究者が自立して研究を推進できる安定的な環境でありながら，一定の流動性が確保されるようなキャリアパスの整備を行なった。

京都大学では，これまで，教員の人事と教育研究活動は一元的に部局（教育研究組織）において行なわれてきたが，平成 28 年 4 月から教員の人事を部局（教育研究組織）から分離して行なう「学域・学系制」が導入された。学域・学系制という新たな教員組織制度の導入は，本学における教員人事の一層の透明性と公平性を図りつつ，既存の部局（教育研究組織）の枠を越えた新学術分野の創出とそれに伴う機動的で効果的な組織再編を促すことを目的としている。当研究所ではこれまで，若手の人材発掘のために公募制を導入し，助教を採用してきたが，本学の「学域・学系制」の導入に伴い，教員人事の一層の透明性と公平性を図るため，准教授についても公募制を導入し，平成 29 年度に公募を 2 回にわたり実施した。

本学は平成 25 年度から大学改革強化推進事業に採択されており，5 年間かけて，英語能力の高い外国人教員を 100 名採用し，英語で学ぶ教養・共通科目を充実させることを目標にしている。当研究所もこの事業に参画し，平成 28 年 12 月と平成 31 年 4 月にそれぞれ外国人教員 1 名を採用し，平成 29 年度から，英語による教養・共通科目を 4 コマ（8 単位相当）提供している。

当研究所では、若手研究者・女性研究者の育成にも積極的に取り組んでおり、若手研究者・女性研究者の育成のため、海外で活躍する女性研究者を招き、平成24年度及び平成27年度に講演会を開催し、若手研究者・女性研究者の研究活動に大きく寄与する取り組みとなった。さらに、平成29年度には、新たな試みとして、本学の男女共同参画の基本方針「男女共同参画の視点に立った教育・研究および就業の確立」に沿った女性研究者養成の一環として、「雇用の分野における男女の均等な機会及び待遇の確保等に関する法律」（男女雇用機会均等法）第8条（女性労働者に係る措置に関する特例）の規定に基づき、本学で初めて女性に限定した公募を実施し、1名の女性助教を採用した。また、平成31年4月から「数理解析研究所梅檀プロジェクト」を立ちあげ、極めて優秀なトップレベルの若手人材である大学院生を博士学位取得前に任期7年の安定した助教ポストに採用することで、安定した研究環境を提供し、短期的成果の出やすい研究ではなく、長期の大きな挑戦的研究を行うことができる環境を提供しており、令和元年9月には1名の女性助教が着任した。また、女性研究者の受入れに当たっては、本人の要望に応じて良好な研究環境が保てるよう支援を行うなど、女性研究者の育成に積極的に取り組んでいる。

表5-1.1

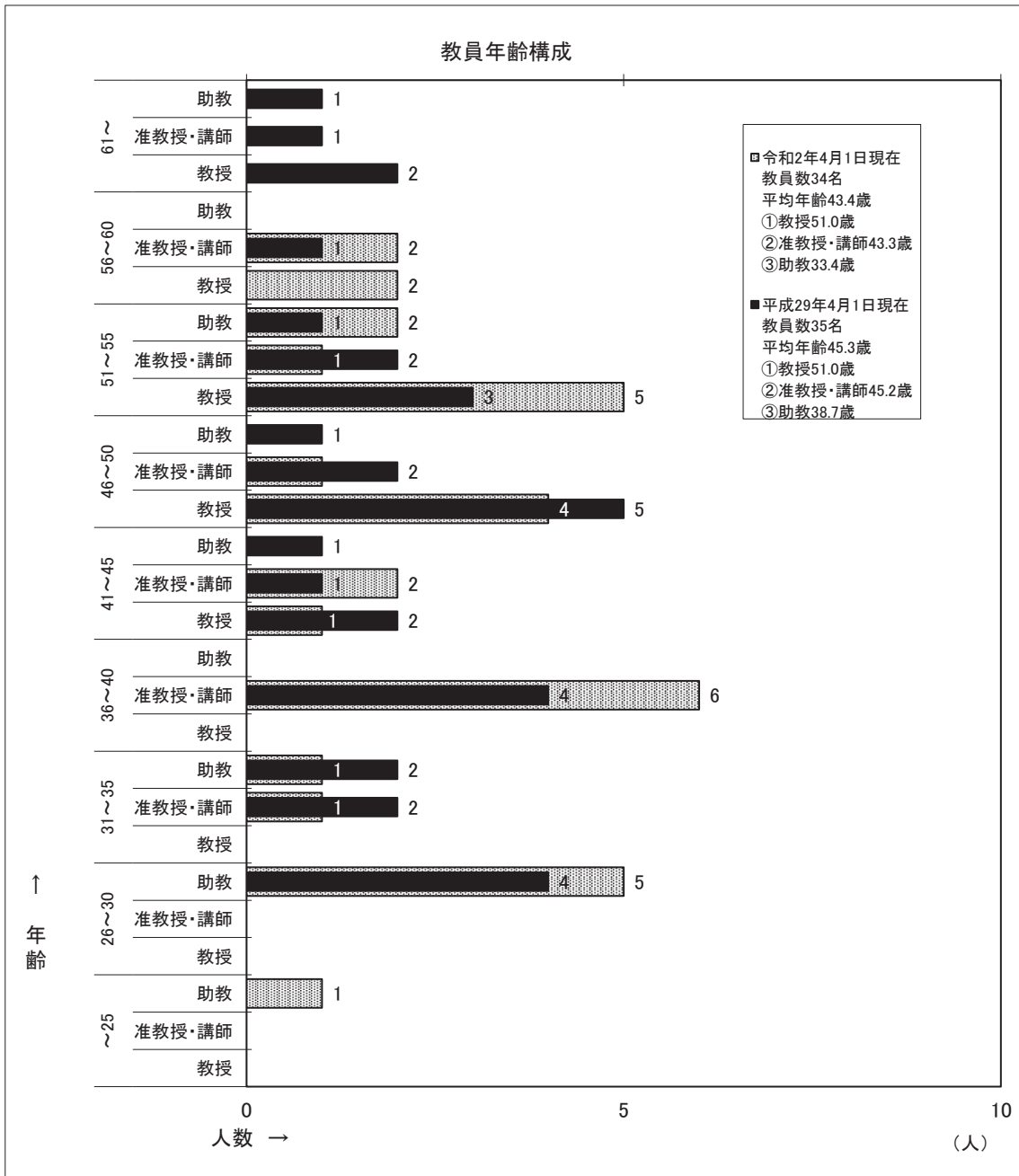


表5-1.2

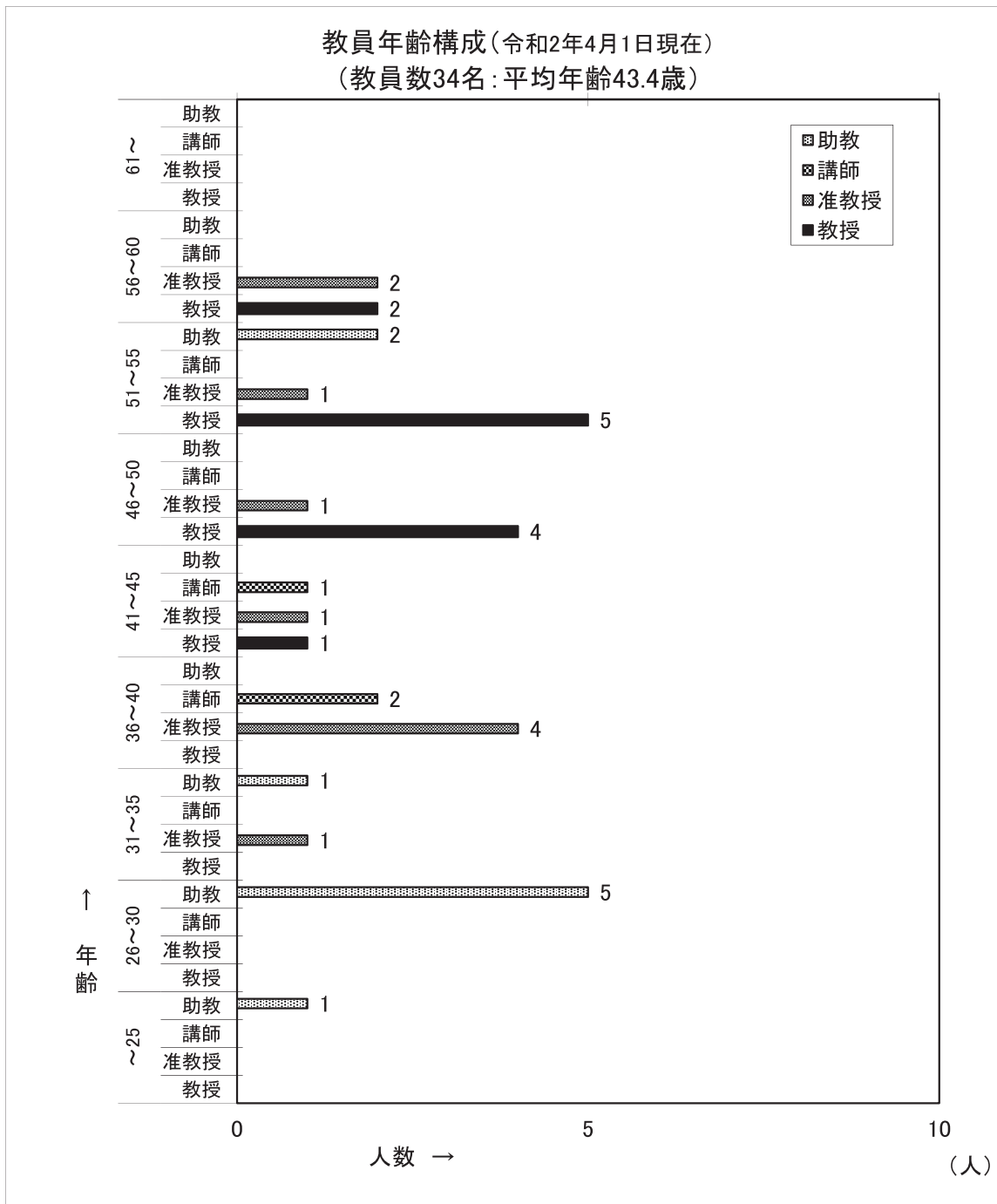


表5-1.3

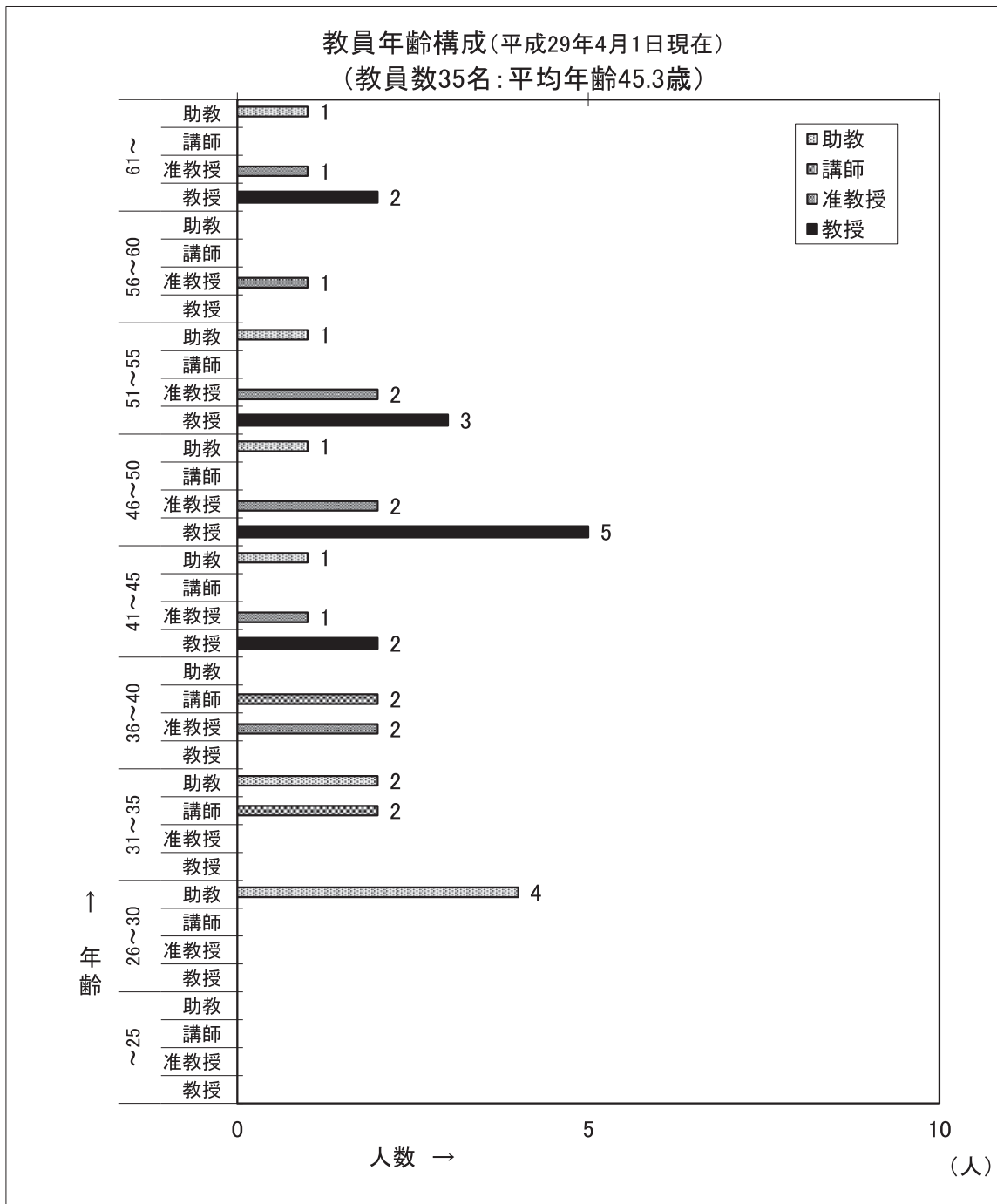


表5-1.4 任用教員の出身別構成

※R2.4.1現在

項目 職		出身大学等	H29	H30	R1	R2	合計
教授	京都大学数理解析研究所 より任用（昇任）	京都大学出身	1				1
		他大学等出身		1			1
	京都大学他部局より任用 （昇任を含む）	京都大学出身				1	1
		他大学等出身					0
	他大学・民間より任用 （昇任を含む）	京都大学出身					0
		他大学等出身		1			1
准教授 ・ 講師	京都大学数理解析研究所 関係者より任用（昇任を含む）	京都大学出身	1				1
		他大学等出身	1		1		2
	京都大学他部局より任用 （昇任を含む）	京都大学出身					0
		他大学等出身					0
	他大学・民間より任用 （昇任を含む）	京都大学出身			1		1
		他大学等出身		1	1		2
助教	京都大学数理解析研究所 関係者より任用	京都大学出身	1		2	1	4
		他大学等出身					0
	京都大学他部局関係者より任用	京都大学出身					0
		他大学等出身					0
	他大学関係者・民間より任用	京都大学出身					0
		他大学等出身		1	1		2
		合計	4	4	6	2	16

表5-1.5 教員の出身別構成

※R2.4.1現在

職	項目	出身大学等	現員数	%
教授	京都大学数理解析研究所 より任用（昇任）	京都大学出身	2	17
		他大学等出身	6	50
	京都大学他部局より任用 （昇任を含む）	京都大学出身	2	17
		他大学等出身		0
	他大学・民間より任用 （昇任を含む）	京都大学出身		0
		他大学等出身	2	17
准教授 ・ 講師	京都大学数理解析研究所 関係者より任用（昇任を含む）	京都大学出身	1	8
		他大学等出身	4	31
	京都大学他部局より任用 （昇任を含む）	京都大学出身	1	8
		他大学等出身		0
	他大学・民間より任用 （昇任を含む）	京都大学出身	1	8
		他大学等出身	6	46
助教	京都大学数理解析研究所 より任用	京都大学出身	3	33
		他大学等出身	1	11
	京都大学他部局より任用	京都大学出身	1	11
		他大学等出身		0
	他大学・民間より任用	京都大学出身		0
		他大学等出身	4	44

表5-1.6 教員の流動状況

※R2. 4. 1現在

区 分		H29	H30	R1	R2
教授	採用		2		1
	退職		1	1	
	転入				
	転出	1			
准教授	採用		1	3	
	退職			1	
	転入				
	転出			2	
講師	採用	1			
	退職				
	転入				
	転出				
助教	採用	1	1	3	1
	退職		1		
	転入				
	転出	1	3	1	
計	採用	2	4	6	2
	退職	0	2	2	0
	転入	0	0	0	0
	転出	2	3	3	0

## 5-2 一般職員の課題

昭和38年(1963年)の研究所設立時は一般職員10名で発足、その後、研究部門の整備拡充などもあって、昭和44年には一般職員41名まで増加したが、平成15年度までの10次にわたる定員削減や国立大学の法人化への対応のため、様々な組織の見直し、人員配置の見直し、事務の簡素・合理化が図られ、平成24年度末時点で20名までに削減された。

その後も、平成25年度に、本学における業務・組織・人事制度の一体的改革として始まった事務改革の取組の一つとして、人事・会計・施設管理などの各部門に共通する業務を処理するために構内6か所に「共通事務部」が設置され、当研究所も人事、会計・施設管理に関する業務と人員3名を北部構内共通事務部に拠出した。

さらに、平成26年度には、部局事務部と北部構内事務部との組織を一体化・機能強化を図ることを目的として総務掛、共同利用掛、図書掛の職員合わせて9名が「北部構内事務部」所属となった。このこと自体は、指揮命令系統が基本的には従前どおりであり、執務場所も研究所内に置かれたため、研究所の業務運営に与えた影響はほぼ無かった。

しかしながら、運営費交付金の削減に加えて、東日本大震災復興財源の確保のための政府要請に対応しつつ、優れた教職員の確保並びに教育研究の質の維持向上(機能強化)等を図るため、「人件費削減、運営費交付金削減への対応と機能強化に向けた取組の方向性について」(平成24年6月22日役員会決定)に基づき、平成26年度から8年間の間の、教員及び職員の配当定員ポストの削減計画が提示され、当研究所においても平成31年度に一般職員2名の定員削減を実施した。

運営費交付金の削減に伴う人員削減の一方で、大学としては戦略的な大学運営、組織制度の見直し、法令順守(コンプライアンス)、研究力強化と研究者支援、若手研究者の育成、産官学連携の推進、国際学術交流の推進などに取り組み、それを受けて当研究所でも業務は増加の一途をたどっており、削減される一般職員では到底まかなえない業務について、その多くを時間雇用職員や派遣職員を雇用することで対応せざるを得ないという悪循環が生じている。

各職員の質の向上、さらなる業務の効率化、平準化などに取り組んではいるが、これは当研究所のみならず大学全体としても大きな課題であり、定員削減制度の見直しなど抜本的な改革が求められる。

## 6. 国際共同利用・共同研究

### 6-1 国際共同利用・共同研究

本研究所は、1963年の設立時から数学・数理科学分野における「全国共同利用研究所」として、また2010年からは「共同利用・共同研究拠点」として、広く国内外の関連分野の研究者に共同利用・共同研究の機会を提供することに努めている。2018年11月には、新しく、国内外の研究機関のハブとして国際共同研究を牽引し、我が国の研究力を強化することを目的として、「国際共同利用・共同研究拠点」に認定された。従来の共同利用・共同研究拠点の機能を拡大・強化することにより、数学・数理科学分野およびその関連分野の研究者に、国際的な共同研究活動を支えるための基盤を提供し、優れた研究成果に繋げることを目的としている。その中心となるのが、以下に述べる各種の共同利用研究事業である。現在、長期研究員を除くすべての事業について国際公募を行い、国内外から提案された研究計画を、専門委員会、運営委員会で審査・採択して実施している。

#### (1) RIMS 共同研究（グループ型）

- A) 2名以上がグループを作り、共同利用研究員として数日～2週間程度当研究所において共同で研究を行う。
- B) 外国人研究者（所属機関が外国）及び日本人研究者をともに1名以上含む2名～数名がグループを作り、当研究所において共同利用研究員として数日から1週間程度の期間、国際共同研究を行うもの。通年で公募を行う。（国際拠点化に伴い新設）
- C) 外国人研究者（所属機関が外国）のみの2名～数名がグループを作り、数日～2週間程度、本研究所において共同研究を行う。（国際拠点化に伴い新設）

#### (2) RIMS 共同研究（公開型） 研究発表を中心として公開で行う研究集会形式の共同利用研究（規模は問わない）。

#### (3) RIMS 長期研究員 共同利用研究員として2週間以上当研究所において研究を行う。研究所に近い地域の研究者と交流することが重要な目的であることが多い。

#### (4) RIMS 合宿型セミナー 国内外から研究者が参集し、寝食を共にして行う形式のワークショップ。当該研究分野の飛躍的な発展や次世代リーダーの育成に貢献することを目的とする。

#### (5) RIMS 総合研究セミナー 数日から1週間程度の期間、研究上の新分野・新動向の専門研究者による集中的検討を行うと同時に、国内外からの参加研究者にこれらの情報に触れる機会と場を提供する研究チュートリアル

的な側面を持つ事業。新分野・新動向に関する情報を、関係する研究者グループの間で、いちはやくまとまった形で共有し、円滑かつスピード感のある共同研究を促進することを目的とする。（国際拠点化に伴い新設）

- (6) **訪問滞在型研究** 従来の「プロジェクト研究」を国際拠点化に伴い大幅に拡充したものである。運営委員会で選出された数人の組織委員会を中心に、数か月～1年の期間、特定の研究テーマを決め、その分野の指導的研究者の中長期滞在を核として、上記の(1)から(5)の5種類の形態の共同研究を組み合わせて行う国際共同研究プロジェクト。1か月以上滞在する「外国の研究機関に所属する指導的研究者」を複数招へいすることを要件とし、毎年複数の訪問滞在型研究を採択・実施する。本事業では、将来の数学・数理科学分野をリードし研究プロジェクトを牽引する研究者の育成を目的とし、数学・数理科学の研究および研究代表者等と協力して国際共同研究の企画・立案・運営に携わる若手研究者を「RIMS プロジェクトフェロー」に推薦することができる。

この他、緊急または重要な場合について、運営委員が提案して速やかに実施決定できる特別計画の制度がある。

付録表 6-1.1 に 2017 年度以降に実施された共同利用研究事業の詳細を記す。表 6-1.2 は「プロジェクト研究」が正式に発足した 1991 年度以降のプロジェクト研究・訪問滞在型研究題目一覧である。

国際共同利用・共同研究拠点への認定に伴い、国際的な数学・数理科学分野の動向を詳細に把握する内外の学識経験者で構成される「国際アドバイザー」を新設した。国際アドバイザーは、所長の求めに応じ、数理解析研究所の運営及び共同利用研究に関し、国際的な数学・数理科学分野の動向を踏まえて、助言を行う。直近では、2019 年度の活動報告に対し、国際アドバイザーより、研究所の研究教育活動・国際拠点事業について概して高い評価を受けるとともに、研究所のスペース不足と立地の分散について憂慮する意見、また新型コロナウイルス流行を踏まえオンライン化を取り入れた新しい共同研究方式の拡充を求める助言等を得た。いずれも研究所にとって重要な課題であり、今後引き続き対応していく予定である。

#### 数理解析研究所国際アドバイザー一覧

2020 年 10 月 1 日現在

	氏 名	所 属	役 職
①	BOURGUIGNON, Jean-Pierre	フランス高等科学研究所（フランス）	名誉教授
②	BARLOW, Martin	ブリティッシュコロンビア大学（カナダ）	名誉教授
③	REID, Miles	ウォーリック大学（英国）	教授
④	KOTANI, Motoko	東北大学（日本）	理事・副学長

## プロジェクト研究・訪問滞在型研究題目一覧

1991(平成3)年度	「無限自由度の数学解析」
1992(平成4)年度	「非線型現象の解明と応用」
1993(平成5)年度	「モジュライ空間、ガロア表現及びL関数」
1994(平成6)年度	「代数的組合せ論の研究—他分野との関連性を主題として」
1995(平成7)年度	「BRS対称性」
1996(平成8)年度	「高次元代数多様体」
1997(平成9)年度	「等質空間上の解析とLie群の表現」
1998(平成10)年度	「表現論における組合せ論的方法及び関連する組合せ論」
1999(平成11)年度	「弦理論にかかわる幾何学」
2000(平成12)年度	「反応拡散系：理論と応用」
2001(平成13)年度	「21世紀の低次元トポロジー」
2002(平成14)年度	「確率解析とその周辺」
2003(平成15)年度	「複素力学系」
2004(平成16)年度	「代数解析的方法による可積分系の研究」
2005(平成17)年度	「Navier-Stokes方程式の数理とその応用」
2006(平成18)年度	「数論的代数幾何学の研究」 「グレブナー基底の理論的有効性と実践的有効性」
2007(平成19)年度	「ミラー対称性と位相的場の理論」
2008(平成20)年度	「離散構造とアルゴリズム」 「On the Resolution of Singularities」
2009(平成21)年度	「数理ファイナンス」 「非線形分散型偏微分方程式の定性的研究」
2010(平成22)年度	「数論における諸関数とその確率論的側面」 「変形量子化と非可換幾何学の新展開へむけて」
2011(平成23)年度	「作用素環とその応用」 「極小モデルと端射線」
2012(平成24)年度	「離散幾何解析」 「高精度数値計算法の先端的応用」
2013(平成25)年度	「モジュライ理論」 「大規模流動現象の流体力学」 「力学系：理論と応用の新展開」
2014(平成26)年度	「数学と材料科学の新たな融合研究を目指して」 「幾何学的表現論の研究」
2015(平成27)年度	「確率解析」 「理論計算機科学の新展開」
2016(平成28)年度	「壁近傍乱流の流体力学」 「グレブナー基底の展望」 「微分幾何学と幾何解析」
2017(平成29)年度	「量子力学の数理解析およびその周辺の話題」
2018(平成30)年度	「頂点作用素代数と対称性」
2019(令和元)年度	「団代数」 「離散最適化とその周辺」
2020(令和2)年度	「宇宙際タイヒミュラー理論の拡がり」 「微分幾何と可積分系—対称性と安定性・モジュライの数理—」 (2020年度は新型コロナウイルスのため2021年度に延期予定)
2021(令和3)年度	「Mathematical Biofluid Mechanics」 (予定) 「作用素環論とその応用」 (予定)

※2018年度、国際共同利用・共同研究拠点認定に伴い「プロジェクト研究」は「訪問滞在型研究」に発展拡大した。

# 量子力学の数理解析およびその周辺の話題(Mathematical Analysis of quantum mechanics and related topics) 実施状況報告

平成29年12月22日

## 組織委員

谷島賢二 (学習院大学教授) 委員長

岡本 久 (同上)

堤誉志雄 (京都大学理学研究科教授)

中村 周 (東京大学数理科学研究科教授)

熊谷 隆 (京都大学数理解析研究所教授)

## 研究計画の概要

2017年は故加藤敏夫カリフォルニア大学教授の生誕100周年に当たる。同教授は数理物理学の各方面でパイオニア的業績を挙げ、関数解析学の偏微分方程式論への応用において世界をリードした、傑出した解析学者であった。同氏の開拓した分野、特に量子力学の数理解析において最近の成果を発表し、今後の発展の方向を探ることが目的である。そのために、2017年8月28日の生誕百周年に合わせて国際会議を開催する。また、同氏はKdV方程式をはじめとする非線形分散型偏微分方程式においてもパイオニアであった。この分野ではすでに平成21年度にプロジェクト研究を行っているが、今回はその後の発展も総括しながら、加藤敏夫のアイデアの進展を総合的に研究した。

## 個別の実施状況 (①から④は前回の運営委員会ですすでに報告済みである)

### ① Tosio Kato Centennial Conference on Mathematical Analysis of Quantum Mechanics

時期：9月4～8日 場所：東大数理科学研究科

参加者 E. Lieb, B. Simon, E. Skibsted, G. Panati, B. Helffer, A. Sobolev, M. Zworski などを含む150名が参加した。B. Simon氏による、量子力学関係の加藤敏夫教授の業績に関する総合報告があった。

### ② 研究集会「非線形波動・分散型方程式」 時期：8月30日～9月1日。

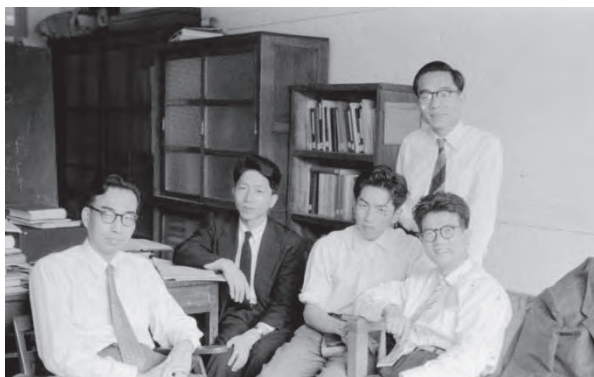
(担当：堤誉志雄) カリフォルニア大学サンタバーバラ校の Gustavo Ponce 教授やシカゴ大学の W. Schlag 教授などを招聘し、盛大に行われた。参加者は54名。

### ③ 合宿型セミナー-Workshop on linear and nonlinear dispersive equations and related topics (担当：岸本展) 5月22日から5月26日まで、関西セミナーハウスにおいて開催された。参加者は全部で25名。海外からの参加者は、Jean-Mark Bouclet (ツールーズ大学、フランス)教授と、Tadahiro Oh氏 (エジンバラ大学リーダー) の二人である。

- ④ 2017 年秋の日本数学会総合分科会において、故加藤敏夫教授の資料の一部を公開するとともに、写真や動画を公開した。(担当：岡本 久)
- ⑤ 研究集会「スペクトル・散乱理論とその周辺」を12月6日～8日に開催した。参加者は56名であった。(担当：中村周) 外国人研究者の講演は者は、Stanford 大学の Andras Vasy 教授、ミュンヘン大学の Peter Mueller 教授など5名であった。
- ⑥ 加藤敏夫教授の未発表の原稿を校訂し「量子力学の数学理論」というタイトルで近代科学社から出版した(12月1日)。

今後の予定：

故加藤敏夫教授の資料の一部を公開することは、3月の日本数学会年会でも行われる予定である。加藤教授とフォン・ノイマンとの往復書簡などは歴史的価値が高く、どこかで公表する予定である。



S.-T. Kuroda

T. Kato, T. Ikebe, H. Fujita, Y. Nakata

# 平成30年度プロジェクト研究 「頂点作用素代数と対称性」 実施状況報告

平成30年9月2日

組織委員		
荒川 知幸	京都大学数理解析研究所	教授
Chongying Dong	カリフォルニア大学サンタクルズ校	教授
Ching Hung Lam	中央研究院数学研究所	研究員
宮本 雅彦	筑波大学数理物質系	名誉教授
	中央研究院数学研究所	特任研究員
中島 啓	カブリ数物連携宇宙研究機構	主任研究員
島倉 裕樹	東北大学大学院情報科学研究科	准教授
山内 博 (委員長)	東京女子大学現代教養学部	准教授

## 1 研究計画の概要

頂点作用素代数は二次元共形場理論におけるカイラル代数を数学的に定式化した無限次元代数系である。有限群・リー群・モジュラー群などの群およびその作用、ループ群に付随するアフィンリー代数や共形対称性を司るヴィラソロ代数をはじめとする種々の無限次元リー代数、様々な不変量を提供するテンソル圏、共形場理論および超弦理論など、頂点作用素代数は表現論、群論、保型形式論、数理物理学、組合せ論等の多くの理論と深く交わりながら発展してきた。本プロジェクトでは頂点作用素代数および関連する理論を展開・発展させるとともに、将来解決すべき諸問題の提示、当該分野の研究者の国や分野を超えた交流や、今後を担う若手研究者の育成も目的として取り入れ、「頂点作用素代数と対称性」というテーマのもと、集中的に研究を行っている。

## 2 研究の実施状況

これまで三つの国際研究集会と複数のミニコース・セミナーを実施し、順調に進展している。以下に詳細をまとめてある。

### 2.1 国際研究集会

以下の三つの国際研究集会を開催した。

## 10th CFT seminar: A Conference on Vertex Algebras and Related Topics

開催期間 2018年4月23日～27日  
会場 京都大学数理解析研究所  
世話人 荒川知幸, Peter Fiebig, Nils Scheithauer, Katrin Wendland, 山内博  
ウェブサイト <https://sites.google.com/a/lab.twcu.ac.jp/cftseminar2018/>

## RIMS 合宿型セミナー Vertex operator algebras and conformal field theory

開催期間 2018年7月2日～6日  
会場 関西セミナーハウス(京都市)  
世話人 荒川知幸, 島倉裕樹, Simon Wood, 山内博  
ウェブサイト <https://sites.google.com/lab.twcu.ac.jp/gasshuku2018/>

## RIMS 共同研究 (公開型) Vertex Operator Algebras and Symmetries

開催期間 2018年7月9日～13日  
会場 京都大学数理解析研究所  
世話人 荒川知幸, 宮本雅彦, 島倉裕樹, 山内博  
ウェブサイト <https://sites.google.com/lab.twcu.ac.jp/rimsworkshop2018/>

CFTセミナーはドイツのダルムシュタット, エルランゲン, フライブルグにある数学教室・研究所が2013年から輪番で開催している共形場理論(CFT)および関連する話題に関するセミナーである。CFTセミナーのオーガナイザーである Peter Fiebig (エルランゲン), Nils Scheithauer (ダルムシュタット), Katrin Wendland (フライブルグ) の三人と共同して, その第10回目を4月23日から27日にかけて数理解析研究所で開催した。

6月下旬から8月上旬にかけて, 20名を越す外国人研究者を招へいし, 7月2日から6日にかけて開催されたRIMS合宿型セミナーに, また, 7月9日から13日にかけて開催されたRIMS共同集会(公開型)に参加して頂いた。各外国人ゲストには一週間から一ヶ月ほど数理研に滞在してもらい, 滞在期間中に研究を集中的に進めて頂いた。

日程調整の結果, 合宿型セミナーとRIMS共同研究(公開型)は連続して実施することとなったため, 参加者の移動を考慮し, 合宿型セミナーは京都市内の関西セミナーハウスにて実施した。

合宿型セミナーおよびRIMS共同研究(公開型)のプログラム内容は相互補完的となるように配慮した上で, 合宿型では寝食をともにできる特性を活かし, 若手中心に講演者を集めた。合宿型セミナーおよびRIMS共同研究(公開型)ではゆとりのあるプログラムを組み, 十分な議論の時間を設定した。

集会およびゲストが数理研に滞在してる期間には, 研究討論を通じて互いの研究内容の紹介や現在および将来解決すべき問題の検討が進められ, 活発な研究交流があった。

## 2.2 外国人客員教授の招へい

下記研究者 4 名を外国人客員教授として招へいしている。(うち 2 名はこれから招へいの予定である。)

Thomas Creutzig (アルバータ大学)	5 月 17 日～8 月 16 日
Chongying Dong (カリフォルニア大学サンタクルズ校)	6 月 24 日～9 月 23 日
Anne Moreau (リール大学)	10 月 1 日～12 月 31 日
Ching Hung Lam (中央研究院)	9 月 27 日～12 月 26 日

Thomas Creutzig 氏は招へい期間中である 6 月 25 日から 28 日にかけてミニコースを担当して頂いた。Chongying Dong 氏は 6 月 27 日に談話会にて講演して頂いた。

## 2.3 ウェブサイトによる情報公開

本プロジェクトの公式ウェブサイトの URL は以下のとおりである。

<https://sites.google.com/a/lab.twcu.ac.jp/voa2018/>

こちらで参加者リストや研究集会、ミニコースの情報を随時更新し、最新の情報を公開している。

## 2.4 関連するイベント

本プロジェクトの直接の企画ではないが、関連するものとして、2018 年 4 月 9 日から 13 日にかけて、京都大学数学教室にて東京大学の河東泰之氏による集中講義 “Operator algebras and vertex operator algebras” が開講された。

## 2.5 今後の予定

客員教授として来日される Anne Moreau 氏には東大数理での有限群論駒場セミナーにて 10 月 22 日に講演して頂く予定である。同様に、客員教授で来日される Ching Hung Lam 氏にも同セミナーにて講演して頂く予定である。こちらの日程は現在調整中である。

2019年度プロジェクト研究「団代数」実施状況報告  
2019年5月23日

組織委員

荒川 知幸 (京都大学数理解析研究所)  
伊山 修 (名古屋大学大学院多元数理科学研究科)  
尾角 正人 (大阪市大大学院理学研究科)  
国場 敦夫 (東京大学大学院総合文化研究科)  
中島 啓 (東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構)  
中西 知樹 (名古屋大学大学院多元数理科学研究科) 委員長

1. 研究計画の概要

団代数 (cluster algebras) は, 元々は 2000 年ごろに Fomin と Zelevinsky により Lie 理論に現れる可換代数を「Laurent 現象」の観点から一般化したものとして導入された. 現在では, 団代数は, ルート系のある種の拡張理論であり, ささまざな数学の分野に横断的に現れる基盤的な代数的組合せ論的構造と認識され, 活発に研究されている. この研究計画においては, 近年進展著しい団代数の理論と応用に関して, 2014 年の韓国 KIAS でのセマンティックプログラム以来の包括的な国際研究集会シリーズ「Cluster Algebras 2019」を 2019 年 6 月に RIMS において 3 週間 (スクール 1 週間, 研究会 2 週間) に渡って開催する. 講演者は, 団代数を専門とする研究者のみならず, 表現論, 圏論, 双曲幾何学, Teichmüller 理論, 代数幾何学, 完全 WKB 解析, 可積分力学系, 弦理論など様々な分野から延べおよそ 55 名 (国外 45 名, 国内 10 名) 程度を予定している. また, 研究集会の時期に合わせて Bernard Leclerc 氏 (Université de Caen), Michael Gekhtman 氏 (Notre Dame) の 2 名を RIMS 外国人客員教授として招聘を予定している.

2. 実施及び準備状況

2.1. 外国人客員教授. 外国人客員教授として以下の 2 名を招聘した.

Bernard Leclerc, カーン大 (Université de Caen)

滞在期間: 2019 年 4 月 1 日-6 月 30 日

Michael Gekhtman, ノートルダム大 (University of Notre Dame)

滞在期間: 2019 年 5 月 13 日-8 月 12 日

2.2. プロジェクトフェロー. プロジェクトフェロー (任期 1 年) として以下の 1 名を採用した.

浅井聡太

採用期間: 2019 年 4 月 1 日-2020 年 3 月 31 日

2.3. ミニコース. 外国人客員教授の Bernard Leclerc 氏, Michael Gekhtman 氏の両氏による団代数の話題に関するミニコースを開催した.

Mini course on topics in cluster algebras

場所: 京都大学北部総合教育棟 507

日時: 2019 年 5 月 20 日-22 日

Bernard Leclerc (Caen): Caldero-Chapoton formula for skew-symmetrizable cluster algebras of finite type

Michael Gekhtman (Notre Dame): Cluster algebras and Poisson-Lie groups  
出席者はおおよそ 20 名程度であった。

2.4. 国際研究集会. 2019 年 6 月 3 日–21 日の 3 週間に渡り京都大学数理科学研究  
所において以下の 3 つのスクールおよび研究会からなる国際研究会シ  
リーズ「Cluster Algebras 2019」を開催する。(世話人はプロジェクト研究組織委  
員と同じ.)

(1). Week 1. School on cluster algebras: theory and applications (6 月 3  
日–7 日), 講師 5 名

講師: Sergey Fomin, Alexander Goncharov, Bernhard Keller, Maxim  
Kontsevich, Bernard Leclerc

(2). Week 2. Cluster algebras and representation theory (6 月 10 日–14  
日),

講演者 (25 名) Karin Baur (Graz), Arkady Berenstein (Oregon), Thomas  
Brüstle (Sherbrooke), Laurent Demonet, JiaRui Fei (Shanghai Jiao Tong),  
Christof Geiss (UNAM), Min Huang (Sherbrooke), David Hernandez (Paris  
7), Kiyoshi Igusa (Brandeis), Peter Jorgensen (Newcastle), Yuki Kanakubo  
(Sophia), Masaki Kashiwara (Kyoto), Yoshiyuki Kimura (Osaka Prefecture),  
Alastair King (Bath), Daniel Labardini-Fragoso (UNAM), Fang Li (Zhe-  
jiang), Pierre-Guy Plamondon (Paris 11), Matthew Pressland (Stuttgart),  
Fan Qin (Shanghai Jiao Tong), Ralf Schiffler (Connecticut), Jan Schröer  
(Bonn), Hugh Thomas (New Brunswick), Gordana Todorov (Northeastern),  
Milen Yakimov (Louisiana State), Bin Zhu (Tsinghua)

(3). Week 3. Cluster algebras, geometry, and mathematical physics (6 月  
17 日–21 日),

講演者 (25 名) Ilke Canakci (Newcastle), Leonid Chekhov (Steklov), Ben  
Davison (Edinburgh), Anna Felikson (Durham), Philippe Di Francesco (Illino-  
is), Sebastian Franco (CUNY), Michael Gekhtman (Notre Dame), Rei  
Inoue (Chiba), Ivan Ip (HKUST), Rinat Kedem (Illinois), Kyungyong Lee  
(Nebraska Lincoln), Jianrong Li (Graz), Gregg Musiker (Minnesota), Alfred  
Najera Chavez (UNAM), Atsushi Nobe (Chiba), Yu Qiu (Tsinghua), Nathan  
Reading (NCSU), Gus Schrader (Columbia), Alexander Shaprio (Tronto),  
Michael Shapiro (Michigan State), Salvatore Stella (Haifa), Pavel Tumarkin  
(Durham), Alek Vainshtein (Haifa), Harold Williams (UC Davis), Lauren  
Williams (UC Berkeley)

2.5. ウェブサイト. 以下の web サイトで研究集会の情報を随時更新する。

<https://sites.google.com/site/clusteralgebras19/>

令和元年6月1日

組織委員

加藤 直樹 関西学院大学理工学研究科 教授

岩田 覚 東京大学情報理工学研究科 教授

牧野 和久 京都大学数理解析研究所 教授

## 1 研究計画の概要

近年の情報化社会において、離散最適化、および、それに基づくアルゴリズム、ほとんどすべての産業および日常生活に深く浸透し、必要不可欠なものとなっている。特に、近年はビッグデータの利活用、人工知能 (AI)、機械学習などの分野でも非常に注目され、離散最適化理論の進展は社会に大きな影響をもたらす。本プロジェクト研究では、国内外の離散最適化の最先端の理論研究の推進を目指すものである。これまでの古典的な離散最適化研究ばかりでなく、特に、ビッグデータの利活用に関連する離散最適化技法、たとえば、劣線形、あるいは、定数時間最適化アルゴリズム設計に関連する研究に着目し、それらに関連する国際ワークショップなどを開催する予定である。また、これらを通して、国内の研究コミュニティの更なる発展に寄与することを目指す。

## 2 研究計画の内容と状況

### 2.1 国際研究集会

以下の国際研究集会を開催した。

**Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications**

開催期間：2019年5月27日～5月30日

開催場所：東京大学本郷キャンパス山上会館

Organizing Committee: 岩田覚 (東京大学), 牧野和久 (京都大学), 谷川眞一 (東

京大学), 相馬輔 (東京大学), Katie Clinch (東京大学), 横井優 (国立情報学研究所)

**Program Committee:** 平井広志 (東京大学), 伊藤健洋 (東北大学), 垣村尚徳 (慶応義塾大学), 神山直之 (九州大学), 小林佑輔 (京都大学)

ホームページ : <https://www.opt.mist.i.u-tokyo.ac.jp/hj2019/>

この国際研究集会は, 離散最適化分野で顕著な業績のあるハンガリーと日本を中心とした国際シンポジウムである. 海外から40名、日本から77名の計117名の参加者があり、活発な議論が行われた。

それ以外に以下の2つの国際研究集会を計画している。

International Workshop on Innovative Algorithms for Big Data 2019 (IABD 2019)

開催期間 : 2019年10月30日~11月1日

開催場所 : 京都大学数理解析研究所

**Organizing Committee:** 加藤直樹 (関西大学, Co-Chair), 矢田勝俊 (関西大学, Co-Chair), 牧野和久 (京都大学)

**Program Committee :** 宇野裕之 (大阪府立大学, Chair), 田中和之 (東北大学), 渋谷哲朗 (東京大学), 伊藤大雄 (電気通信大学)

参加予定者リスト : 加藤 直樹, 巳波 弘佳, 土村 展之, 牧野 和久, 玉置 卓, 伊藤 大雄, 岡本 吉央, 吉田 悠一, 斎藤 寿樹, 宮野 英次, 宇野 裕之, 瀧澤 重志, 東川 雄哉, 小林 祐貴, 高澤 兼二郎, Adnan Sljoka, 笹嶋 宗彦, 照山 順一, 長尾 篤樹, 渋谷 哲朗, 小野寺 拓, 定兼 邦彦, 伝住 周平, 竹田 正幸, 坂本 比呂志, 高畠 嘉将, 井 智弘, 谷川 眞一, 矢田 勝俊, 喜田 拓也, 中野 眞一, 山際 伸一, 丸茂 孝一, Sankerdeep Chakraborty, 後藤 啓介, 田中 和之, 篠原 歩, 塩浦 昭義, 伊藤 健洋, 片岡 駿, 安田 宗樹, 大関 真之, 鈴木 顕, 和泉 勇治, 西森 秀稔, 吉仲 亮, 福島 孝治, 水野 雄太, Prabhakar Raghavan, Timothy M. Chan, Lars Arge, George Mertzios, Peter Sanders, Jesper Jansson, Cyril Furtlehner, Chiou-Ting Candy Hsu, Sam Schoenholz

International Workshop on Combinatorial Optimization and Algorithmic Game Theory

開催期間：2020年1月13, 14日開

開催場所：京都大学数理解析研究所

Organizing Committee：牧野和久(京都大学), 小林佑輔(京都大学)

講演予定者：Endre Boros (Rutgers 大), Renata Erika Kovacs (エトヴェシュ・ロラード大), Kristóf Bérczi (エトヴェシュ・ロラード大), Chandra Chekuri(イリノイ大), Telikepalli Kavitha (TIFR ムンバイ), Haris Aziz (ニューサウスウェールズ大) らを予定する.

参加予定者：小林佑輔 (京大), 谷川眞一 (東大), 相馬輔 (東大), 河瀬康志 (東工大), 横井優 (NII), 平井広志 (東大), 山口勇太郎 (阪大), 垣村尚徳 (慶応大), 神山直之 (九大), 塩浦昭義 (東工大), 藤重 悟 (京大), 室田一雄 (首都大), 来嶋秀治 (九大), Endre Boros (Rutgers 大), 田村 明久 (慶応大), Kristóf Bérczi (Eötvös Loránd 大), Erika Kovacs (Eötvös Loránd 大), 木村慧 (埼玉大), 澄田範奈 (首都大), 横尾真 (九大), 前原貴憲 (理研), 岩崎敦 (電通大), 五十嵐歩美 (東大), Telikepalli Kavitha (TIFR ムンバイ), Areg Karapetyan (Khalifa 理工大), Chandra Chekuri(イリノイ大), Haris Aziz (ニューサウスウェールズ大)

IABD 2019 は、ビッグデータ利活用に関連する離散最適化の国際ワークショップである。ワークショップの大部分は招待講演，それ以外は，査読により採録かどうか判定する予定であり，JST CREST「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」（研究総括 喜連川優）の「ビッグデータ時代に向けた革新的アルゴリズム基盤」（研究代表 加藤直樹）と連携し開催する予定である。

## 2.2 共同研究（グループ型 B）

上記の3つの国際研究集会以外に以下の2つの共同研究（グループ型 B）を開催する予定である。なお，離散構造とアルゴリズムは，国際集会 International Workshop on Combinatorial Optimization and Algorithmic Game Theory に引

き続き開催する計画である。

#### 離散構造とアルゴリズム

開催期間：2020年1月中旬開催（予定）

開催場所：京都大学数理解析研究所

参加予定者：牧野和久(京都大学), Endre Boros (Rutgers 大), Renata Erika Kovacs (エトヴェシュ・ロラード大) Kristóf Bérczi (エトヴェシュ・ロラード大)

#### 系統ネットワークにおける離散構造

開催期間：2019年7月14－20日

開催場所：京都大学数理解析研究所

参加予定者：牧野和久（京都大）, Vincent Moulton (Univ. East Anglia), Katharina Huber (Univ. East Anglia), 早水桃子（統数研）, 大原和己（京都大）

## 2.2 客員教授，准教授の招へい，プロジェクトフェロー

下記のように，外国人研究者 2名の招へいを予定している．

Tibor Jordán 教授（エトヴェシュ・ロラード大学）8月～10月

Kristóf Bérczi 上級講師（エトヴェシュ・ロラード大学）12月～2月

また，国内客員准教授として，

平井 広志 准教授（東京大学 情報理工学系研究科），

プロジェクトフェローとして，6月15日から Areg Karapetyan (Khalifa 理工大 修了(Ph. D)) を採用している．

## 2.3 その他

上記以外に IABD 2019 の前後 (半月～1 か月程度) Khaled Elbassioni 教授 (カリフォルニア理工大学), International Workshop on Combinatorial Optimization and Algorithmic Game Theory の前後 (半月～1 か月程度) Endre Boros (Rutgers 大), Renata Erika Kovacs (エトヴェシュ・ロラード大) を招聘する計画である.

本プロジェクト研究に関連して, 8月に京都大学数理解析研究所にて若手研究者や博士, 修士課程の学生の教育などを目的として組合せ最適化セミナーを4日間開催する予定である (国際拠点に伴い RIMS 総合研究セミナーで開催する予定). また, EATCS (European Association for Theoretical Computer Science) の日本支部が関わっている LA シンポジウムと連携して, 離散最適化のアルゴリズム, 計算量的側面に焦点を当てた研究集会 (1月あるいは, 2月) や最適化全般に関連する研究集会 (8月) に京都大学数理解析研究所で開催を計画している.

2020年度訪問滞在型研究：  
宇宙際タイヒミュラー理論の拡がり

提案者・組織委員長：望月新一（京都大学数理解析研究所・教授）

組織委員：星裕一郎（京都大学数理解析研究所・准教授）

Ivan Fesenko（英・ノッティンガム大学）

田口雄一郎（東京工業大学・教授）

加藤文元（東京工業大学・教授）

栗原将人（慶応義塾大学・教授）

志甫淳（東京大学・教授）

1. 研究計画の概要：

整数の加法構造（＝「足し算」）と乗法構造（＝「掛け算」）がどのように絡まり合っているか、その絡まり具合の解明は整数論において最も重要かつ中心的なテーマの一つである。2012年8月、望月新一（＝本訪問滞在型研究の提案者・組織委員長）はこの絡まり具合を解明する上において重要な前進となる「宇宙際タイヒミュラー理論」に関する連続論文をプレプリントとして発表し、理論の帰結となる「ABC予想」の証明が世界的な注目を集めた。理論の発表以降の7年余りの間に、

- ・ 理論の理解者や習熟者（＝理論の学習や関連した研究活動が進んでいる研究者）は少しずつ増えており、
- ・ 連続論文の著者のみならず、理解者や習熟者によるサーベイ等の解説原稿（＝出版済みが5件、未出版でも公開済みが2件）が多数執筆され、
- ・ 世界各地（＝日・英・露・米・中・独・仏等）で理論に関する講演や小規模なワークショップ・連続講演等は（件数の正確な勘定は困難だが）既に数十件行なわれており、
- ・ 理論に関する大規模な研究集会（＝1～2週間程度）も、日本国内（＝京都・2015年3月、2016年7月）のみならず、中国（＝北京・2015年7月）やイギリス（＝オックスフォード・2015年12月）においても、（少なくとも）4件開催されている。

これらの一連の活動により、十数名の研究者から構成される一種の「宇宙際タイヒミュラー理論コミュニティ」が形成されつつあるとも言える。また、組合せ論的遠アーベル幾何等、宇宙際タイヒミュラー理論に関連した考え方に依拠した研究の進展により、グロタンディーク・タイヒミュラー群や有理数体の絶対ガロア群の研究との重要な繋がりも生まれ始めている。

このような状況を踏まえ、「宇宙際タイヒミュラー理論コミュニティ」や、宇宙際タイヒミュラー理論に関連した数学に関心を抱いている研究者に対して、一堂に会し、上述の一連の進展を巡る活発な議論を行なう場を、単発の（1週間程度の）研究集会では叶わない、月単位の交流が可能な環境の下で実現することが、今回の訪問滞在型研究の趣旨である。

## 2. 研究計画の内容と準備状況：

2.1. 国際研究集会：次の通り、4件の研究集会（＝RIMS共同研究「公開型」1件＋「グループ型A」3件）を計画しており、それぞれの集会のプログラムの作成および講演者の確保等の準備作業を進めている：

題目：Foundations and Perspectives of Anabelian Geometry

組織委員：Ivan Fesenko（組織委員長）、南出新、譚福成

開催期間：2020-05-18～2020-05-22

講演者（予定）：Fedor Bogomolov, Kazumi Higashiyama, Yuichiro Hoshi, Kirti Joshi, Emmanuel Lepage, Arata Minamide, Shinichi Mochizuki, Takahiro Murotani, Hiroaki Nakamura, Koichiro Sawada, Georgy Shabat, Akio Tamagawa, Shota Tsujimura, Yu Yang

題目：組合せ論的遠アーベル幾何とその周辺

組織委員：星裕一郎（組織委員長）、望月新一、Ivan Fesenko、南出新

開催期間：2020-06-29～2020-07-03

講演者（予定）：Kazumi Higashiyama, Yuichiro Hoshi, Emmanuel Lepage, Arata Minamide, Shinichi Mochizuki, Koichiro Sawada, Shota Tsujimura, Go Yamashita, Yu Yang

題目：宇宙際タイヒミューラー理論への誘い（いざない）

組織委員：星裕一郎（組織委員長）、望月新一、Ivan Fesenko、田口雄一郎

開催期間：2020-09-01～2020-09-04

講演者（予定）：Yuichiro Hoshi, Arata Minamide, Shinichi Mochizuki, Wojciech Porowski, Fucheng Tan, Shota Tsujimura, Yu Yang

題目：宇宙際タイヒミューラー理論サミット2020

組織委員：星裕一郎（組織委員長）、望月新一、Ivan Fesenko、田口雄一郎

開催期間：2020-09-08～2020-09-11

講演者（予定）：Ivan Fesenko, Yuichiro Hoshi, Emmanuel Lepage, Arata Minamide, Shinichi Mochizuki, Wojciech Porowski, Fucheng Tan, Shota Tsujimura, Go Yamashita

2.2. 外国人客員准教授：次の通り、外国人客員准教授2名の招聘を予定している：

氏名・所属：Emmanuel Lepage（仏・ソルボンヌ大学准教授）

滞在期間（予定）：2020年5月～9月

氏名・所属：Kirti Joshi（米・アリゾナ大学准教授）

滞在期間（予定）：2020年5月～12月

2.3. プロジェクト・フェロー：現在、研究員（学振PD）として数理研に在籍している東山和巳氏をプロジェクト・フェロー（特定研究員・任期1年＝2020年4月～2021年3月）として採用する方向で準備を進めている。

2.4. ウェブサイト：次の通り、訪問滞在型研究全体のウェブページ（日本語版、英語版）およびそれぞれの集会のウェブページを作成し、公開した：

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/project-2020-japanese.html>  
<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~motizuki/project-2020-english.html>  
<https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/files/May2020.html> <https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/files/June2020.html>  
<https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/files/iut1.html> <https://www.maths.nottingham.ac.uk/plp/pmzibf/files/iut2.html>

2020年度訪問滞在型研究計画  
「微分幾何と可積分系 - 対称性と安定性・モジュライの数理 -」  
RIMS Research Projects 2020  
Differential Geometry and Integrable Systems  
- Mathematics of Symmetry, Stability and Moduli -  
準備状況報告書 (RIMS 共同利用掛へ提出 2019/12/19,  
修正 2020/1/10)

組織委員：

Martin Guest (早稲田大学基幹理工学部数学科 教授)  
山田 澄生 (学習院大学理学部数学科 教授)  
小磯 深幸 (九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授)  
小野 薫 (京都大学数理解析研究所 教授)  
大仁田 義裕 (大阪市立大学数学研究所 教授) 代表者

#### 1. 研究計画の概要

2000年7月開催の第9回日本数学会国際研究集会「微分幾何学における可積分系」(“Integrable Systems in Differential Geometry”)以来、微分幾何を中心とする関連分野の国内外の研究者らが交流・連携して、国際研究集会、ワークショップや共同研究等が多くの研究活動が行われてきました。この研究領域は世界的に大きな進歩・進展があり、若手研究者育成も推進されています。

本研究プロジェクトでは、「微分幾何と可積分系」研究の一層の強化・拡大を推進し、対称性と安定性・モジュライの数理の新しい研究を拓くために、このような分野に関わる上記5名の研究者をコアとする組織委員会がリードします。2019年度は、本研究プロジェクトの準備的な企画や国内外の研究交流を行い、また、RIMS プロジェクトフェローとして若手研究者を雇用し、本研究プロジェクト推進の準備段階より携わってもらいます。2020年度は、外国人RIMS 客員教授(3カ月雇用)2名および海外の指導的研究者数名の中長期滞在を基軸に、主に、部分多様体と可積分系の幾何学、幾何的PDEと変分問題、ミラー対称性と微分幾何への応用、などの側面から国際ワークショップ、特別レクチャー、共同研究(グループ型)、合宿セミナー等の研究活動を年度を通じて実施、大規模国際共同研究集会「微分幾何と可積分系」を年度末(2021年3月前半)に開催して、新たな研究成果を大きくアウトプットすることと広く若手研究者を育成するという計画です。現時点での準備状況・検討状況を後述のように報告します。また、京都大学数理解析研究所と大阪市立大学数学研究所は、研究協力

協定（2007年締結）を結んでおり、本プロジェクトの研究活動推進でも大いに活かしたいと考えています。

## 2. 研究計画の内容と準備状況

2019年：

2019年度は、準備的な国際研究集会・ミニワークショップ・スクール実施や関連分野の国内外の研究者交流・研究機関訪問などを、代表者が所属する大阪市立大学数学研究所および関係研究機関の機能を活用して行う。

【5月】

### ●RIMS プロジェクトフェロー

本共同研究のプロジェクトフェロー（RIMS 研究員，任期：11 カ月+1 年）として、若手研究者・高橋良輔氏（ポスドク，研究分野：微分幾何，ケーラー幾何，平均曲率流）を2019年5月1日付けで雇用している。組織委員会に協力して本研究プロジェクトの企画・立案・運営および研究推進に携わっている。

2020年：

【4月】

1月4日付で Jaigyoung Choe 教授から KIAS の President（学長）に選ばれて、今回の RIMS 客員教授3カ月は務めることが出来なくなったとの連絡があり、取り止めとします。また、1週間程度まで短期であれば、このプロジェクトに参加可能ともおっしゃって下っていますので、Choe 教授が可能な範囲でお願いしたいと考えています。

### ① RIMS 総合研究セミナー（部分的に公開形式）：

研究計画題目：「曲面の微分幾何における対称性と安定性

(Symmetry and Stability in Differential Geometry of Surfaces)」

Jaigyoung Choe 教授を中心とする特別レクチャー&ディスカッション

実施時期：2020年4月27日（月）～29日（水）

場所：名古屋大学多元数理科学研究科（または大阪市立大学）

参加研究者：納谷信（名古屋大学多元数理），江尻典雄（名城大学理工学部），庄田敏宏（佐賀大学教育学部），Wayne Rossman（神戸大学），安本真士（阪市大数学研），小磯深幸，大仁田，等

Jaigyoung Choe 教授の RIMS 客員教授3カ月滞在は取り止めになりましたが、この企画を時期・内容など調整・変更した形で実施することを検討中です。

【5月】

### ●指導的研究者の中長期滞在（RIMS 客員教授3カ月雇用）承認済：

Franz Pedit (Professor, The University of Massachusetts Amherst, USA)

教授，米国・マサチューセッツ大学 Amherst 校，

研究分野：微分幾何学，可積分系，幾何学的可視化

滞在期間：2020年5月15日～8月15日（3カ月）

●指導的研究者の中長期滞在（RIMS 客員教授3カ月雇用）Jaigyoung Choe 教授に代わりまして現在提案中：

Chikako Mese (Professor, Johns Hopkins University)

教授，米国・ジョンズホプキンス大学数学教室

研究分野：微分幾何学，幾何解析，調和写像論

滞在期間：2020年5月15日～8月14日（3カ月）

●指導的研究者の中長期滞在（外国人研究者招聘）：

Eric Rains (Professor, California Institute of Technology, USA)

研究分野：可積分系，非可換幾何，特殊関数等

招へい期間：2020年5月18日（月）～5月29日（金）

場所：京都大学数理解析研究所

組織：大仁田，中村あかね（城西大学理学部・助教）等

② RIMS 総合研究セミナー（部分的に公開形式）：

研究計画題目：「一般化 Hitchin 系，非可換幾何と特殊関数 (Generalized Hitchin Systems, Non-commutative Geometry and Special Functions)」

Eric Rains 教授による特別レクチャー&ディスカッション

実施時期：2020年5月18日（月）～22日（金），5月25日（月）～28日（木）（29日（金）は予備日）

場所：Fernando Codá Marques 京都大学数理解析研究所 111 室

☆ (Professor, Princeton University)

招聘期間：2020/5/17（日）-2020/6/14（日）で招聘，京大数学教室と数理解析が共同運営する KTGU 数学ユニット・特別招へい教授。KTGU 数学ユニットとして2時間5コマの集中講義を行う。この集中講義に合わせて，以下の RIMS 総合研究セミナーを実施する。

【6月】

③ RIMS 総合研究セミナー（部分的に公開形式）：

研究計画題目：「微分幾何における変分問題」(Variational Problems in Differential Geometry)

Fernando Codá Marques 教授による特別レクチャー&ディスカッション

実施期間：2020年6月1日（月）～3日（水）3日間

場所：大阪市立大学梅田サテライト

参加研究者：Chikako Mese, Jaigyoung Choe, 山田澄生, Franz Pedit, 小磯深幸, Wayne Rossman (神戸大学), 安本真士 (阪市大数学研) 等。

④ RIMS 共同研究（公開型）：国際ワークショップ

International Workshop on “Geometry of Submanifolds and Integrable

Systems”

組織：Franz Pedit, **Chikako Mese**, 大仁田, Rossman, 安本, 小磯深幸, 等

実施期間：6月15日～19日 (June 15-19)

場所：京都大学数理解析研究所 420 室

参加研究者：Franz Pedit, Jaigyoung Choe, Peng Wang (Fujian Norm. U.), Robert Kusner (UMass Amherst), Martin Traizet (Univ. of Tour), Martin Man-chun Li (Univ. Hong Kong), Frederic Tsz-Ho Fong (HSUST), 梅原雅顕 (東工大), 山田光太郎 (東工大), 宇田川誠一 (日大医), 藤森祥一 (広島大学), 小林真平 (北大), Rossman, 安本, 等。

【7月】

◎RIMS 合宿型セミナー (非公開形式)

研究課題名：Applications of Harmonic Maps and Higgs Bundles to Differential Geometry (調和写像及びヒッグス束の微分幾何学への応用)

代表外国人研究者 (提案者)：Franz Pedit (米国 UMass Amherst, USA)

実施期間：2020年7月4日 (土)～8日 (水)

場所：神戸市立国民宿舎 シーパル須磨

参加予定研究者 (国内外 20 名以内)：Franz Pedit, **Chikako Mese**, Sebastian Heller, Lynn Heller, Josef Dorfmetster, Qionglin Li (CIM), Anna Wienhard (Heidelberg), 守屋克洋 (兵庫県立大学), 梶ヶ谷徹 (東京電機大学), Rossman, 安本, 山田, 小磯深幸, 大仁田 等

【12月】

⑤ RIMS 総合研究セミナー (部分的に公開形式)

「特殊幾何学, ミラー対称性と可積分系」

“Special Geometry, Mirror Symmetry and Integrable Systems”

開催期間：2020年11月30日 (月)～12月4日 (金) (5日間)

開催場所：早稲田大学 西早稲田キャンパス

招へい外国人研究者：Vicente Cortes (Hamburg, Germany), Ian McIntosh (University of York, UK), John Loftin (Rutgers University Newark, USA),  
参加研究者：細野 (学習院大学), 金沢篤 (京都大学), 野原 (明治大学), 永野中行 (金沢大学), Martin Guest, 大仁田, 山田澄生, 小磯深幸, など

2021年：

【3月】

⑥ RIMS 共同研究 (公開型)：2020年度日本数学会季期研究所 (MSJ-SI 2020)

「微分幾何と可積分系 (Differential Geometry and Integrable Systems)」

日本数学会, 大阪市立大学数学研究所との共催として実施 (承認済)

代表：大仁田義裕 (大阪市立大学数学研究所)

開催期間：2021年3月2日（月）～3月13日（金）13日間

第1週 スクール (School)

第2週 国際研究集会 (International Conference)

場所：大阪市立大学 杉本キャンパス

海外招待講演者：Nigel Hitchin (U. Oxford, UK), 村瀬元彦 (UC Davis), Chuu-Lian Terng (UC Irvine), Chang-Shou Lin (国立台湾大学), Fran Burstall (U. Bath, UK), Quo-Shin Chi (Washington U. St. Louis), Konrad Politier (TU Berlin), Jürgen Berndt (KCL, UK) 等, 他の招待講演者も交渉中・調整中。

## 6-2 国際共同利用・共同研究の成果発表

昭和39年度より、共同利用研究の際の講演の記録として、年間 50 から 60タイトル程度の数理解析研究所講究録を発行している（表 6-2.1 参照）これらは全文を電子化して、京都大学リポジトリにて電子公開されている。

平成18年度より新シリーズ「講究録別冊」の刊行を開始した。講究録と同様に数理解析研究所で開催された研究会等の報告集であるが、未投稿で最終版（final form）の投稿のみを受付け、編集者（研究代表者）の責任において査読の作業を行っている。年間に6号程度が発行され、Mathematical Reviews, MathSciNet（アメリカ数学会）に採録されている。（表6-2.1参照）これらは全文を電子化して、京都大学リポジトリにて電子公開されている。

表 6-2.1

講究録

共同利用研究の際の講演等の記録であり、平成29年度以降は次のとおりである。

平成29年度（2017年度）

号数	書名
2019	数式処理の新たな発展 -その最新研究と基礎理論の再構成-
2020	複素の偏微分方程式における代数解析的方法
2021	教育数学の一側面 -高等教育における数学の規格とは-
2022	数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
2023	スペクトル・散乱理論とその周辺
2024	大成算経 (小松校訂本, その2)
2025	大成算経 (小松校訂本, その3)
2026	大成算経 (小松校訂本, その4)
2027	最適化技法の最先端と今後の展開
2028	ランダム力学系理論とその応用
2029	ファイナンスの数理解析とその応用
2030	確率論シンポジウム
2031	表現論と非可換調和解析をめぐる諸問題
2032	常微分方程式の定性的理論とその周辺
2033	作用素論に基づく量子情報理論の幾何学的構造に関する研究と関連する話題
2034	非線形波動現象の数理とその応用
2035	等距離写像研究の多角的アプローチ
2036	保型形式・保型的L関数とその周辺
2037	現象解明に向けた数値解析学の新展開 II
2038	流体と気体の数学解析
2039	リー型の組合せ論
2040	理論計算機科学の最先端
2041	関数空間の構造とその周辺
2042	無限組合せ論と強制法理論
2043	第13回生物数学の理論とその応用-連続および離散モデルのモデリングと解析-
2044	確率的環境下における数理モデルの理論と応用
2045	スペクトル・散乱理論とその周辺
2046	偏微分方程式の解の形状解析
2047	Bayes Inference and Its Related Topics

- 2048 高レイノルズ数の流れを記述するモデルの数理解
- 2049 可微分写像の特異点論とその応用
- 2050 数学基礎論とその応用
- 2051 言語、論理、代数系と計算機科学の展開
- 2052 **Intelligence of Low-dimensional Topology**
- 2053 有限群・代数的組合せ論・頂点作用素代数の研究
- 2054 数式処理とその周辺分野の研究
- 2055 保型形式とその周辺
- 2056 ウェーブレット解析と信号処理
- 2057 統計的モデリングと予測理論のための統合的数理解
- 2058 非圧縮性粘性流体の数理解析
- 2059 量子システム推定の数理解

平成30年度（2018年度）

- | 号数   | 書  | 名 |
|------|--|---|
| 2060 | 変換群を核とする代数的位相幾何学                           |   |
| 2061 | 有限群のコホモロジー論とその周辺                           |   |
| 2062 | 離散群と双曲空間のトポロジーと解析                          |   |
| 2063 | 集団ダイナミクスに現れる時空間パターンの数理解                    |   |
| 2064 | 集合論的・幾何学的トポロジーの動向と諸分野との連携                  |   |
| 2065 | 非線形解析学と凸解析学の研究                             |   |
| 2066 | 発展方程式論とその非線形解析への応用                         |   |
| 2067 | 数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究                   |   |
| 2068 | 部分多様体論の潮流                                  |   |
| 2069 | 数理解最適化の発展：モデル化とアルゴリズム                      |   |
| 2070 | 流体と気体の数理解析                                 |   |
| 2071 | 可積分系数理解の現状と展望                              |   |
| 2072 | 数学教師に必要な数学能力を育成する教材に関する研究                  |   |
| 2073 | <b>Banach</b> 空間に基づく技法による作用素論の最近の研究と関連する話題 |   |
| 2074 | <b>Tosio Kato Centennial Conference</b>    |   |
| 2075 | 表現論と組合せ論                                   |   |
| 2076 | 非線形波動現象の数理解とその応用                           |   |
| 2077 | 表現論とその周辺分野の広がり                             |   |
| 2078 | 不確実性の下での意思決定理論とその応用：計画数学の展開                |   |
| 2079 | モデル理論における独立概念と次元の研究                        |   |
| 2080 | 実領域における常微分方程式研究の継承と革新                      |   |
| 2081 | 反復強制法の理論と基数不変量                             |   |
| 2082 | 偏微分方程式の解の形状解析                              |   |
| 2083 | 証明論と証明活動                                   |   |

- 2084 モデル理論における独立概念と次元の研究  
 2085 可微分写像の特異点論の局所的研究と大域的研究  
 2086 代数的組合せ論および有限群・頂点作用素代数とその表現の研究  
 2087 第14回生物数学の理論とその応用 - 構造化個体群ダイナミクスと応用-  
 2088 アルゴリズムと計算理論の基礎と応用  
 2089 量子場の数理とその周辺  
 2090 発展方程式の理論と非線形現象の数学解析  
 2091 **Statistical Inference and Modelling**  
 2092 解析的整数論とその周辺  
 2093 非線形波動・分散型方程式  
 2094 数値解析学の最前線－理論・方法・応用－  
 2095 関数空間の深化とその周辺  
 2096 代数系、論理、言語とその周辺領域  
 2097 非一様乱流の数理  
 2098 変換群論における幾何・代数・組み合わせ論  
 2099 **Intelligence of Low-dimensional Topology**  
 2100 保型形式の解析的・数論的研究  
 2101 超局所解析と漸近解析  
 2102 信号解析と時間周波数解析  
 2103 表現論と代数、解析、幾何をめぐる諸問題  
 2104 **Computer Algebra – Theory and its Applications**  
 2105 数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究

#### 令和元年度（2019年度）

- | 号数   | 書  | 名 |
|------|--|---|
| 2106 | ファイナンスの数理解析とその応用                         |   |
| 2107 | 流体と気体の数学解析                               |   |
| 2108 | 高度情報化社会に向けた数理最適化の新潮流                     |   |
| 2109 | <b>Workshop on Nonlinear Water Waves</b> |   |
| 2110 | 一般位相幾何学の進展と諸問題                           |   |
| 2111 | ファイナンスの数理解析とその応用                         |   |
| 2112 | 非線形解析学と凸解析学の研究                           |   |
| 2113 | 作用素平均を利用した作用素の構造解析の研究と関連する話題             |   |
| 2114 | 非線形解析学と凸解析学の研究                           |   |
| 2115 | ランダム力学系理論の総合的研究                          |   |
| 2116 | 確率論シンポジウム                                |   |
| 2117 | 乱流と遷移：構造、多重スケール、モデル                      |   |
| 2118 | 等距離写像理論と保存問題の多様な視点からの研究                  |   |
| 2119 | モデル理論における独立概念と次元の研究                      |   |

- 2120 副有限モノドロミー，ガロア表現，および複素関数
- 2121 非線形発展方程式を基盤とする現象解析に向けた数学理論の展開
- 2122 常微分方程式の定性的理論および数理モデル研究への応用
- 2123 量子場の数理とその周辺
- 2124 最尤法とベイズ法
- 2125 保存問題としての等距離写像の研究とその周辺
- 2126 不確実性の下での意思決定の数理とその周辺
- 2127 組合せ論的表現論の諸相
- 2128 非線形波動現象の数理とその応用
- 2129 **Intelligence of Low-dimensional Topology**
- 2130 代数系、論理、言語と計算機科学の周辺
- 2131 解析的整数論とその周辺
- 2132 アルゴリズムと計算理論の新潮流
- 2133 高次元量子雑音の統計モデリング
- 2134 有限群のコホモロジー論とその周辺
- 2135 変換群論とその応用
- 2136 保型形式，保型表現とその周辺
- 2137 幾何構造と微分方程式 — 対称性と特異点の視点から —
- 2138 **Computer Algebra - Theory and its Applications**
- 2139 表現論とその周辺分野の進展
- 2140 可微分写像の特異点論を用いたトポロジー・微分幾何学の研究
- 2141 公理的集合論とその応用
- 2142 数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
- 2143 関数空間の一般化とその周辺
- 2144 非圧縮性粘性流体の数理解析
- 2145 部分多様体論の諸相と他分野との融合
- 2146 偏微分方程式の解の形状解析
- 2147 画像解析と多次元ウェーブレット解析
- 2148 代数的組合せ論と関連する群と代数の研究
- 2149 常微分方程式における最近の動向とその発展

#### 令和2年度（2020年度）

- | 号数   | 書                  | 名 |
|------|--------------------|---|
| 2150 | 証明論とその周辺           |   |
| 2151 | 一般位相幾何学の発展と諸分野との連携 |   |
| 2152 | 部分多様体の幾何学の深化と展開    |   |
| 2153 | 非線形波動現象の数理とその応用    |   |
| 2154 | アルゴリズムと計算理論の新潮流    |   |
| 2155 | 流体と気体の数学解析         |   |

- 2156 可微分写像の特異点論とその応用
- 2157 統計的モデルの新展開
- 2158 不確実・不確定性の下における数理的意決定の理論と応用
- 2159 Computer Algebra - Theory and its Applications
- 2160 多重ゼータ値の諸相
- 2161 表現論とその組合せ論的側面
- 2162 解析的整数論とその周辺
- 2163 Intelligence of Low-dimensional Topology
- 2164 集合論と無限
- 2165 第 15 回生物数学の理論とその応用 -次世代の数理科学への展開-
- 2166 第 16 回生物数学の理論とその応用 -生命現象の定量的理解に向けて-
- 2167 諸科学分野を結ぶ基礎学問としての数値解析学
- 2168 非圧縮性粘性流体の数理解析

表 6-2. 2

#### 講究録別冊

共同利用研究のうち、運営委員会が特に選定した研究会等の記録であり、B62以降は次のとおりである。平成 19 年 3 月に第 1 号 (B 1) が刊行された。すべての掲載論文は査読済みである。

#### 平成 29 ~ 令和 2 年度 (2017 ~ 2020 年度)

号数	書 名
B62	String theory, integrable systems and representation theory
B63	Regularity and Singularity for Partial Differential Equations with Conservation Laws
B64	Algebraic Number Theory and Related Topics 2014
B65	Harmonic Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations
B66	Geometry and Analysis of Discrete Groups and Hyperbolic Spaces
B67	Workshop on the Boltzmann Equation, Microlocal Analysis and Related Topics
B68	Various aspects of multiple zeta values
B69	The study of the history of mathematics 2016
B70	Harmonic Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations
B71	The study of the history of mathematics 2017
B72	Algebraic Number Theory and Related Topics 2015
B73	The study of the history of mathematics 2018
B74	Harmonic Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations
B75	New development of microlocal analysis and singular perturbation theory
B76	On the examination and further development of inter-universal Teichmüller

theory

- B77 Algebraic Number Theory and Related Topics 2016
- B78 Mathematical structures of integrable systems and their applications
- B79 Stochastic Analysis on Large Scale Interacting Systems
- B80 Regularity, singularity and long time behavior for partial differential equations  
with conservation law
- B81 Study of the History of Mathematics 2019
- B82 Regularity and Asymptotic Analysis for Critical Cases of Partial Differential  
Equations

### 6-3 国際交流

国際的研究拠点としての役割を担っていくことは、本研究所の目指す大きな目標の一つである。本研究所は設立以来、多方面の学問分野の外国人研究者の招へいに力を注ぎ、また、その来日の機会に共同利用研究を計画してわが国の研究者との交流を図ってきた。2018年の国際共同利用・共同研究拠点への認定は、この国際的な研究交流活動を更に強化し加速するものである。

1992年より毎年開いていた(1991年に試行的開始)「プロジェクト研究」(表6-1.2参照)は、実施2年前に運営委員会で採択することによって、科学研究費等の確保や当研究所に招へいする外国人研究員(客員教授・准教授)との連携を図ることにより、国際的なプロジェクトとなってきたが、国際共同利用・共同研究拠点への認定に伴い、「訪問滞在型研究」として大幅に拡充され、国際共同研究プロジェクトとしての機能が一層明確になった(表6-3.1参照)。

「プロジェクト研究」「訪問滞在型研究」以外にも、当研究所で開催される研究集会のかなりの部分は「国際シンポジウム」と内容的にも、又、外形的にも位置付けし得るものである。(表6-3.2参照。但し、この表に収録しなかった研究集会で「国際シンポジウム」と位置付け得るものもある。)

さらに、国際研究拠点の活動の一環として、Korea Institute for Advanced Study (KIAS) (2000年3月)、Department of Mathematical Sciences, Seoul National University (2006年6月)、Pacific Institute for the Mathematical Sciences (PIMS) (2009年3月)、National Institute for Mathematical Sciences (NIMS) (2010年6月)、Hausdorff Center for Mathematics, University of Bonn (HCM) (2011年2月)、The CAU Nonlinear PDE Center, Chung-Ang University (2013年6月)、National Center for Theoretical Sciences (NCTS) (2014年7月)、College of Science at the University of Utah (2016年10月)、National Research University Higher School of Economics (2017年6月)、The Center for Geometry and Physics, Institute for Basic Science (2017年8月)及びUniversity of Edinburgh (2020年9月)と学術交流協定を結んでいる(表7.1参照)。また、本研究所はInternational Mathematical Sciences Institutes (IMSI)、Pacific Rim Mathematical Association (PRIMA)、Pacific Rim Conference on Mathematics, Asian IAS Forum等の国際組織のメンバーとして各地の数理科学研究所との協力及び意見・情報の交換に努めている。

2016年度より「RIMS合宿型セミナー」の国際公募を開始し、2018年度には、外国人代表者による「RIMS共同研究(グループ型)」を試行するなど、本研究所は、海外からの共同利用計画の受け入れに努めてきた。国際共同利用・共同研究拠点への認定以後は、長期研究員を除くすべての事業について国際公募を行っており、海外からの共同研究の申し入れは今後ますます増加することが考えられる。

このような国際共同利用・共同研究拠点事業の自然な延長としての国際交流事業と並んで重要な国際交流の形態として、当研究所の場合、当研究所所員との数学的議論を目標として訪問する外国人研究者が多いことも特筆されよう。

以上見てきたように当研究所の国際交流は極めて活発である（付録表 6-3.3 を参照）。これだけ多数の、しかも多くの国（表 6-3.4）からの訪問者の円滑の受入れは、本研究所独自の事務組織である共同利用掛と国際研究支援室（2010 年度より活動）の全面的な協力・支援があってはじめて可能となっていることを強調しておく。

表6-3. 1

## プロジェクト研究・訪問滞在型研究 (RIMS Research Projects)

Year	Theme	Overseas Participants
1991	Mathematical Analysis of Infinite degree of freedom	58
1992	Analysis of Nonlinear Phenomena and Application	47
1993	Moduli spaces, Galois representations and L-functions	6
1994	Study of algebraic combinatorics-emphasizing connections with other branches of mathematics	10
1995	BRS symmetry	17
1996	Higher dimensional algebraic varieties	17
1997	Analysis on homogeneous spaces and representation of Lie groups	29
1998	Combinatorial methods in the representation theory and related combinatorics	28
1999	Geometry related to string theory	25
2000	Reaction-diffusion systems: Theories and Applications	32
2001	Low-Dimensional Topology in the Twenty-first Century	52
2002	Stochastic Analysis and Related Topics	43
2003	Complex Dynamics	44
2004	Method of Algebraic Analysis in Integrable Systems	49
2005	Mathematics of the Navier-Stokes Equations and its Applications	53
2006	Arithmetic algebraic geometry	31
	Theoretical Effectivity and Practical Effectivity of Gröbner Bases	36
2007	Mirror Symmetry and Topological Field Theory	62
2008	Discrete Structures and Algorithms	43
	On the Resolution of Singularities	29
2009	Mathematical Finance	55
	Qualitative Study on Nonlinear Partial Differential Equations of Dispersive Type	16
2010	Functions in Number Theory and Their Probabilistic Aspects	24
	Perspectives in Deformation Quantization and Noncommutative Geometry	49
2011	Operator Algebras and their Applications	146
	Minimal models and extremal rays	66
2012	Discrete Geometric Analysis	47
	Emerging Applications of Highly Accurate Method of Numerical	47
2013	Moduli Theory	59
	Fluid Dynamics of Large-Scale Flows	35
	Dynamical Systems: New Directions in Theory and Applications	27

2014	Toward a new fusion research of mathematics and materials science	17
	Geometric Representation Theory	77
2015	Stochastic Analysis	52
	New Frontiers in Theoretical Computer Science	330
2016	Differential geometry and geometric analysis	21
	The prospects for Gröbner bases	51
	Fluid Dynamics of Near-Wall Turbulence	20
2017	Mathematical Analysis of quantum mechanics and related topics	21
2018	Vertex operator algebras and symmetries	78
2019	Cluster Algebras	171
	Discrete Optimization and Related Topics	92

表6-3.2

国際シンポジウム

年度	研究題目	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	開催日時	参加人数 (内 外国人)
平成29年度	Algebraic Analysis and Representation Theory	上智大学理工学部・教授	中島 俊樹	H29.6.26 ~ H29.6.30	107 (20)
	Tosio Kato Centennial Conference on Mathematical Analysis of Quantum Mechanics	学習院大学理学部・教授	谷島 賢二	H29.9.4 ~ H29.9.8	142 (10)
	非線形解析学と凸解析学の研究	新潟大学自然科学研究科・教授	田中 環	H29.8.30 ~ H29.9.1	56 (16)
	非可換代数幾何学とその周辺	静岡大学理学部・教授	毛利 出	H29.9.25 ~ H29.9.29	41 (15)
	複素力学系の研究	京都大学理学研究科・教授	穴倉 光広	H29.12.11 ~ H29.12.15	39 (11)
平成30年度	10th CFT Seminar: A Conference on Vertex Algebras and Related Topics	京都大学数理解析研究所・教授	荒川 知幸	H30.4.23 ~ H30.4.27	48 (26)
	Matroids, reflection groups, and free hyperplane arrangements	北海道大学大学院理学研究院・教授	吉永 正彦	H30.6.11 ~ H30.6.15	54 (17)
	Vertex operator algebras and conformal field theory	Cardiff University School of Mathematics・Lecturer	Simon WOOD	H30.7.2 ~ H30.7.6	35 (23)
	頂点作用素代数と対称性	東京女子大学現代教養学部・准教授	山内 博	H30.7.9 ~ H30.7.13	52 (29)
	非線形解析学と凸解析学の研究	千葉大学社会科学研究院・教授	青山 耕治	H30.8.27 ~ H30.8.29	53 (11)
	日台整数論研究集会	京都大学理学研究科・研究員	千田 雅隆	H30.9.2 ~ H30.9.7	22 (10)
	公理的集合論とその応用	愛知学院大学教養部数学・統計学教室・講師	南 裕明	H30.11.5 ~ H30.11.8	30 (11)
	D 加群, 量子幾何学, および関連する話題について	京都大学数理解析研究所・教授	望月 拓郎	H30.12.3 ~ H30.12.7	107 (35)
	可微分写像の特異点論を用いたトポロジー・微分幾何学の研究	弘前大学教育学部・准教授	山本 稔	H30.12.4 ~ H30.12.7	49 (11)
	幾何構造と微分方程式—対称性と特異点の視点から—	立命館大学理工学部数理科学科・助教	多羅間 大輔	H30.12.18 ~ H30.12.21	51 (11)
	保型形式, 保型表現とその周辺	金沢大学理工研究域数物科学系・教授	若槻 聡	H31.1.21 ~ H31.1.25	74 (12)
	GlobalMathNetwork Colloquium -The second meeting for GlobalMathNetwork	京都大学数理解析研究所・教授	熊谷 隆	H31.2.15 ~ H31.2.16	54 (11)
	Maximal regularity and nonlinear PDE	京都大学人間・環境学研究所・教授	清水 扇丈	H31.3.26 ~ H31.3.29	89 (24)
	令和元年度	Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	R1.5.27 ~ R1.5.30
Cluster algebras: theory and applications		名古屋大学多元数理科学研究科・教授	中西 知樹	R1.6.3 ~ R1.6.7	115 (58)
Cluster algebras and representation theory		名古屋大学多元数理科学研究科・教授	中西 知樹	R1.6.10 ~ R1.6.14	125 (60)
Custer algebras, geometry, and mathematical physics		名古屋大学多元数理科学研究科・教授	中西 知樹	R1.6.17 ~ R1.6.21	121 (53)
On the problem of resolution of singularities and its vicinity		Purdue University Department of Mathematics・Professor	Kenji Matsuki	R1.6.10 ~ R1.6.14	22 (10)
モジュライ空間, 表現論, および量子化		京都大学数理解析研究所・教授	望月 拓郎	R1.6.24 ~ R1.6.28	46 (18)
非線形解析学と凸解析学の研究		島根大学総合理工学部・教授	黒岩 大史	R1.9.2 ~ R1.9.4	43 (11)
Numerical methods for spectral problems: theory and applications		新潟大学自然科学研究科・准教授	劉 雪峰	R1.9.2 ~ R1.9.4	31 (19)
Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups		岡山理科大学総合情報学部・講師	加瀬 遼一	R1.10.21 ~ R1.10.25	77 (16)
可換代数と格子凸多面体		大阪大学情報科学研究科・准教授	東谷 章弘	R1.10.28 ~ R1.11.1	27 (11)
International Workshop on Innovative Algorithms for Big Data 2019		京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	R1.10.30 ~ R1.11.1	81 (8)
集合論と無限		芝浦工業大学SIT総合研究所・准教授	池上 大祐	R1.11.18 ~ R1.11.22	47 (22)
高次元代数多様体の有理点		東北大学理学研究科・教授	安田 健彦	R1.12.2 ~ R1.12.6	48 (10)
複素力学系の分岐と安定性の研究		京都工芸繊維大学基盤科学系・准教授	奥山 裕介	R1.12.9 ~ R1.12.13	54 (10)
可微分写像の特異点論とその応用		神戸大学理学研究科・准教授	佐治 健太郎	R1.12.16 ~ R1.12.18	55 (11)
International Workshop on Combinatorial Optimization and Algorithmic Game Theory		京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	R2.1.13 ~ R2.1.14	41 (7)
保型形式とL関数の解析的, 幾何的, p 進的研究		大阪市立大学理学研究科・准教授	山名 俊介	R2.1.20 ~ R2.1.24	84 (10)
East Asian Conference on Geometric Topology		京都大学数理解析研究所・教授	大槻 知忠	R2.2.10 ~ R2.2.13	84 (18)

表6-3.4

外国人訪問者数（年度・国別）

国名	年度	'17	'18	'19
	アメリカ	53	90	111
	イギリス	28	24	43
	イタリア	7	15	16
	インド	2	2	4
	オーストラリア	7	17	17
	カナダ	8	16	23
	韓国	33	48	68
	スウェーデン	8	2	2
	中国	36	43	56
	デンマーク	3	2	3
	ドイツ	24	57	31
	フランス	36	55	57
	ロシア	4	16	8
	その他諸国	79	120	145
	合 計(人)	328	507	584

## 7. 協定リスト

世界に開かれた共同利用研究所として発展するためには，国内外の研究機関と協定を結び，人的交流を深める事が極めて重要となる．本研究所は現在，以下の研究機関・研究所と協定を結び，研究交流を行っている．

### 【日本】

- ・ 東北大学原子分子材料科学高等研究機構
- ・ 大阪市立大学数学研究所
- ・ 財団法人 国際高等研究所

### 【大韓民国】

- ・ 大韓民国高等研究所  
Korea Institute for Advanced Study
- ・ ソウル国立大学校数理科学科  
Department of Mathematical Sciences, Seoul National University
- ・ 国立数理科学研究所  
National Institute for Mathematical Sciences
- ・ 中央大学校非線形偏微分方程式センター  
The CAU Nonlinear PDE Center, Chung-Ang University
- ・ 基礎科学研究所 幾何学及び物理学センター  
The Center for Geometry and Physics, Institute for Basic Science

### 【カナダ】

- ・ 太平洋数理科学研究所  
Pacific Institute for the Mathematical Sciences

### 【ドイツ連邦共和国】

- ・ ボン大学 数学ハウスドルフセンター  
Hausdorff Center for Mathematics, University of Bonn

### 【台湾】

- ・ 国立理論科学研究所  
National Center for Theoretical Sciences

【アメリカ合衆国】

- ・ユタ大学理学部

College of Science at the University of Utah

※理学研究科、数理解析研究所、ユタ大学の3者による協定

【ロシア連邦】

- ・国立研究大学高等経済学院

National Research University Higher School of Economics

※理学研究科、数理解析研究所、ロシア国立研究大学高等経済学院の3者による協定

【英国】

- ・エジンバラ大学

University of Edinburgh

※理学研究科、数理解析研究所、エジンバラ大学の3者による協定

参考：学生交流協定（GlobalMathNetwork）

【ドイツ、フランス、米国、中国】

- ・ボン大学・ハウスドルフ数学センター

Hausdorff Center for Mathematics, University of Bonn

- ・高等師範学校 数学・応用数学学科

Department of Mathematics and their Applications, École Normale Supérieure

- ・ニューヨーク大学 クーラント数理科学研究所

Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University

- ・北京大学 北京国際数学研究センター

Beijing International Center for Mathematical Research, Peking University

※理学研究科、数理解析研究所、上記4機関の6者による学生交流協定

【英国】

- ・エジンバラ大学

University of Edinburgh

※理学研究科、数理解析研究所、エジンバラ大学の3者による学生交流協定

数理解析研究所学術交流協定一覧

締結日	協定期間	備考	協定機関名	協定国名
平成9年4月1日	平成9年4月1日～平成12年3月31日		財団法人国際高等研究所	日本
平成12年3月10日	平成12年3月10日～期間の定めなし		Korea Institute for Advanced Study(KIAS)	大韓民国
平成12年3月10日	平成12年3月10日～平成17年3月9日	協定終了	Brain Korea 21 Mathematical Sciences Division, Seoul National University(SNU)	大韓民国
平成12年4月1日	平成12年4月1日～平成15年3月31日		財団法人国際高等研究所	日本
平成15年4月1日	平成15年4月1日～平成18年3月31日		財団法人国際高等研究所	日本
平成18年4月1日	平成18年4月1日～平成21年3月31日	自動更新(3年毎)	財団法人国際高等研究所	日本
平成18年6月23日	平成18年6月23日～平成33年6月26日	更新契約締結(平成23年6月23日～平成28年6月22日) 更新契約締結(平成28年6月27日～平成33年6月26日)	Department of Mathematical Sciences, Seoul National University(SNU)	大韓民国
平成19年3月5日	平成19年3月5日～平成21年3月4日	自動更新(1年毎)	大阪市立大学数学研究所	日本
平成21年3月30日	平成21年3月30日～平成26年3月29日	自動更新(1年毎)	Pacific Institute for the Mathematical Sciences(PIMS)	カナダ
平成22年6月24日	平成22年6月1日～平成27年7月31日	交渉中(H28.4.6,H29.5.10の教授会で確認、先方預かりの状態)	National Institute for Mathematical Sciences(NIMS)	大韓民国
平成23年2月14日	平成23年2月14日～平成29年10月30日	自動更新(1年毎)	Hausdorff Center for Mathematics, University of Bonn(HOM)	ドイツ連邦共和国
平成23年11月17日	平成23年11月17日～平成28年11月16日	協定終了	Center for Advanced Mathematics and Physics, National University of Sciences and Technology (CAMP)	パキスタン・イスラム共和国
平成24年4月10日	平成24年4月10日～平成29年4月9日	先方からの更新依頼があれば対応する→協定終了	International School for Advanced Studies (SCUOLA INTERNAZIONALE SUPERIORE DI STUDI AVANZATI) (SISSA)	イタリア共和国
平成24年11月1日	平成24年11月1日～平成29年3月31日	自動更新(1年毎)	東北大学原子分子材料科学高等研究機構	日本
平成25年6月4日	平成25年6月4日～平成35年6月3日	更新契約締結(締結日:平成30年5月30日 5年間更新)	The CAU Nonlinear PDE Center, Chung-Ang University	大韓民国
平成26年7月25日	平成26年7月25日～平成36年4月29日	更新契約締結(平成31年4月30日～令和6年4月29日)	National Center for Theoretical Sciences (NCTS)	台湾
平成28年10月13日	平成28年10月13日～平成33年10月12日	理学研究科、数理解析研究所、ユタ大学の3者による協定	College of Science at the University of Utah	アメリカ合衆国
平成29年6月2日	平成29年6月2日～平成34年6月1日	理学研究科、数理解析研究所、ロシア国立研究大学高等経済学院の3者による協定	National Research University Higher School of Economics	ロシア連邦
平成29年8月1日	平成29年8月1日～平成37年7月31日	更新契約締結(締結日:令和2年7月12日 (5年毎に更新を検討))	The Center for Geometry and Physics, Institute for Basic Science	大韓民国
平成32年9月24日	平成32年9月24日～平成37年9月23日	理学研究科、数理解析研究所、エジンバラ大学の3者による協定(5年毎に更新を検討)	University of Edinburgh	英国

※参考:学生交流協定

平成29年7月1日	平成29年7月1日～平成32年6月30日	自動更新(3年ごと) ボン大学、 高等師範学校、 ニューヨーク大学、 北京大学 本学理学研究科と数理解析研究所による学生交流協定	Global Math Network Hausdorff Center for Mathematics, University of Bonn, Department of Mathematics and their Applications, Ecole Normale Supérieure, Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University, Beijing International Center for Mathematical Research, Peking University	ドイツ連邦共和国 フランス共和国 アメリカ合衆国 中華人民共和国
平成32年9月24日	平成32年9月24日～平成37年9月23日	理学研究科、数理解析研究所、エジンバラ大学の3者による学生交流協定(5年毎に更新を検討)	University of Edinburgh	英国

## 8. 附属研究センター

### 8-1 数理解析研究交流センター

数学・数理科学における最新動向に柔軟かつ迅速に対応することを目的として平成18年4月1日に所内措置として数理解析先端研究センターを設置した。本センター設置後、毎年数人の所外研究者が本センターの特任教員として研究に従事してきたが、平成24年4月1日に、量子幾何学研究センターの設置に伴い、名称を数理解析研究交流センターに変更した。特任教員は有給または無給とし任期は2ヶ月～5年程度、特任教員のうち長期にわたって滞在する員数は0～5名として運用されている。所外研究者が所属大学のサバティカル制度などを利用して本センターに滞在し所内研究者と共同研究を行うなど、本研究所における研究交流の一翼を担っている。

### 8-2 次世代幾何学研究センター

数論幾何学，特に宇宙際タイヒミュラー理論を中心に，広く次世代幾何学の革新的な研究を創出・発展させることを目的として，所員の併任若干名および特任教員若干名からなる次世代幾何学研究センターを平成31年4月1日所内措置によって設置した。同センターは，平成29年12月1日に設置された次世代幾何学研究準備センターの機能を引き継ぐことになったため，次世代幾何学研究準備センターは，次世代幾何学研究センターの設置に伴い，平成31年4月1日所内措置によって廃止した。一方，新しい数学分野である「量子幾何学」を中心に，代数・幾何・解析の融合的研究を行うことを目的として，平成24年4月1日所内措置によって設置された量子幾何学研究センターは，次世代幾何学研究センターの設置に伴い，令和2年4月1日所内措置によって次世代幾何学研究センターに統合し廃止した。次世代幾何学研究センターの特任教員は有給または無給とし，任期は半年～6年程度，特任教員のうち長期にわたって滞在する員数は0～6名として運用されている。国内外の研究者の共同研究活動により次世代幾何学研究の飛躍的發展を目指す。

### 8-3 数学連携センター

他の学術諸分野や企業との連携研究を行うために、平成 25 年 5 月 1 日に設置した。数学の応用を目指す本センターでは、協力研究機関である東北大学の世界拠点 AIMR と離散幾何学を中心とする応用研究に関する研究集会を開催し、新しい幾何学の工学的な応用まで視野に入れた共同研究を実施して来た。また、京都大学スーパーグローバル大学創成支援事業 (KTGU) とも連携し、同支援事業を行う医学系ユニットの教員をセンター構成員に招き、合同セミナーを行うなどの取り組みを行って来た。今後もこれらの取り組みを継続し、数学イノベーションの加速に寄与する。

数理解析研究交流センター

開始期間	満了期間	受入教員	職名	氏名	本務・職名	研究分野(推薦資料及び研究業績調査より抜粋)
H29.4.1	～ H30.3.31	向井	特任教授	藤木 明	京都大学 名誉教授	離散最適化の研究
H29.4.1	～ H31.3.31	山田	特任助教	石本 健太	白眉センター 特定助教	流体力学、特に微小生物の遊泳の研究
H29.4.1	～ H31.3.31	葉廣	特任助教	鈴木 咲衣	白眉センター 特定助教	絡み目と3次元多様体の量子不変量の研究
H29.4.1	～ H31.3.31	中島/向井	特任教授	Kirillov, Anatoli	数理解析研究所 研究員	物理学的組み合わせ論の研究
H29.4.1	～ H32.3.31	牧野	特任教授	藤重 悟	京都大学 名誉教授	離散最適化の研究
H29.4.1	～ H33.3.31	牧野	特任教授	岩間 一雄	数理解析研究所 研究員	理論計算機科学の研究
H29.4.1	～ H31.3.31		併任教授	向井 茂	数理解析研究所 教授	
H29.4.1	～ H33.3.31		併任教授	牧野 和久	数理解析研究所 教授	
H29.4.1	～ H32.3.31		併任教授	山田 道夫	数理解析研究所 教授	
H29.4.1	～ H30.3.31		併任准教授	葉廣 和夫	数理解析研究所 准教授	
H31.4.1	～ H33.3.31	川北	特任教授	向井 茂	京都大学 名誉教授	代幾何学の研究(モジュライ理論)
H31.4.1	～ H33.3.31	望月(拓)	特任准教授	川ノ上 帆	中部大学工学部 准教授	代幾何学(特異点解消)
H31.4.1	～ H33.3.31		併任教授	望月 拓郎	数理解析研究所 教授	
H31.4.1	～ H33.3.31		併任准教授	川北 真之	数理解析研究所 准教授	
H32.4.1	～ H33.3.31	竹広	特任教授	山田 道夫	京都大学 名誉教授	流体力学・非線形力学の理論的・数値的研究
H32.4.1	～ H33.3.31	望月(拓)	特任教授	齋藤 盛彦	数理解析研究所 研究員	代幾何学の研究
H32.4.1	～ H33.3.31		併任准教授	竹広 真一	数理解析研究所 准教授	

量子幾何学研究センター

開始期間	満了期間	受入教員	職名	氏名	本務・職名	研究分野(推薦資料及び研究業績調査より抜粋)
H29.4.1	～ H30.3.31		特任助教	吉田 豊	数理解析研究所 特定助教	研究分野(推薦資料及び研究業績調査より抜粋) 超対称局所化を用いて超対称場の理論、超弦理論、M理論及びそれらの数理物理的側面の研究
H29.4.1	～ H31.3.31		特任教授	柏原 正樹	数理解析研究所 研究員	代幾何学の研究(表現論とD加群)
H29.4.1	～ H31.3.31		特任教授	森 重文	高等研究院 院長・特別教授	代幾何学の研究
H29.4.1	～ H31.3.31		特任助教	清水 達郎	数理解析研究所 特定助教	有理ホモロジー3球面の有限型不変量の研究
H29.4.1	～ H30.3.31		併任教授	中島 啓	数理解析研究所 教授	
H29.4.1	～ H32.3.31		併任教授	望月 拓郎	数理解析研究所 教授	
H31.4.1	～ H31.9.30		特任教授	中島 啓	東京大学力フィリ数物連携宇宙 研究機構 教授	幾何学的表現論、数理物理学の研究

数学連携センター

開始期間	満了期間	受入教員	職名	氏名	本務・職名	研究分野(推薦資料及び研究業績調査より抜粋)
H29.4.1 ~	H35.3.31	熊谷	特任教授	松田 文彦	医学研究科附属ゲノム医学センター センター長・教授	ゲノム解析の研究
H29.4.1 ~	H35.3.31	山田/熊谷	特任教授	坂上 貴之	理学研究科 教授	応用数学・数理論体力学の研究
H29.4.1 ~	H35.3.31	熊谷	特任教授	山田 亮	医学研究科附属ゲノム医学センター 教授	統計遺伝学の研究
H29.4.1 ~	H35.3.31	山田/熊谷	特任教授	國府 寛司	理学研究科 教授	力学系の研究
H29.4.1 ~	H32.3.31		併任教授	山田 道夫	数理解析研究所 教授	
H29.4.1 ~	H35.3.31		併任教授	熊谷 隆	数理解析研究所 教授	
H31.4.1 ~	H35.3.31	山田/大槻	特任教授	平岡 裕章	医学研究科附属ゲノム医学センター 教授	統計遺伝学の研究
H32.4.1 ~	H33.3.31	牧野	特任教授	藤重 悟	京都大学 名誉教授	離散最適化の研究
H32.4.1 ~	H33.3.31		併任教授	牧野 和久	数理解析研究所 教授	

次世代幾何学研究準備センター

開始期間	満了期間	受入教員	職名	氏名	本務・職名	研究分野(推薦資料及び研究業績調査より抜粋)
H29.12.1 ~	H31.3.31		併任教授	望月 新一	数理解析研究所 教授	
H29.12.1 ~	H31.3.31		併任教授	玉川 安騎男	数理解析研究所 教授	
H29.12.1 ~	H31.3.31		併任教授	望月 拓郎	数理解析研究所 教授	

次世代幾何学研究センター

開始期間	満了期間	受入教員	職名	氏名	本務・職名	研究分野(推薦資料及び研究業績調査より抜粋)
H31.4.1 ~	H32.3.31		特任助教	清水 達郎	数理解析研究所 特定助教	研究分野(推薦資料及び研究業績調査より抜粋)
H31.4.1 ~	H33.3.31		特任教授	柏原 正樹	数理解析研究所 研究員	有理ホモロジー-3球面の有限型不変量の研究
H31.4.1 ~	H33.3.31		特任教授	森 重文	高等研究院 院長・特別教授	代数幾何学の研究(表現論とD加群)
H31.4.1 ~	H33.3.31		併任教授	望月 新一	数理解析研究所 教授	代数幾何学の研究
H31.4.1 ~	H33.3.31		併任教授	玉川 安騎男	数理解析研究所 教授	
H31.4.1 ~	H33.3.31		併任教授	望月 拓郎	数理解析研究所 教授	
H31.10.1 ~	H33.3.31		特任教授	中島 啓	東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構 教授	幾何学的表現論、数理論物理学の研究
H31.11.1 ~	H33.3.31		特任助教	Yang, Yu	数理解析研究所 特定助教	数論幾何の研究

## 9. 附属計算機研究施設

当研究所は、設立当初より最先端のコンピュータ施設を有し、多くの研究者の利用に供してきた。本研究施設は、コンピュータを用いて数理科学の理論的研究と応用技術との橋渡しをすることを目的とし、流体力学や数値解析のための数値計算、コンピュータ・サイエンスの研究とその成果の実証、純粋数学や数理物理のための数式処理において最先端の研究成果を生み出してきた。さらに本研究施設の計算機システムは、所員や来訪研究者らの論文作成や電子メールによる研究交流、インターネットによる研究成果の発信などに利用されており、その重要性はますます増大している。

また本研究施設では、コンピュータ・サイエンスの研究成果に基づき、いろいろな先駆的ソフトウェアの開発研究も行われてきた。なかでもプログラミング言語処理系 KCL (Kyoto Common Lisp) は国際的に普及し、フリーソフトウェアの先駆けの一つとなった。日本語かな漢字変換インターフェース Wnn はオペレーティングシステム UNIX におけるかな漢字変換フロントエンドの事実上の標準として利用され、中国語やハンガルの変換フロントエンドにも応用されてきた。現在では、Wnn は携帯電話などの組込機器において広く用いられている。

本研究施設の現有のコンピュータ設備は、平成 28 年 3 月に更新されたもので、科学技術用並列計算機および汎用計算機から構成されている。これらのコンピュータは高速 LAN によって結ばれており、学内ネットワークを介して、研究室からの高速インターネット接続を提供している。文書処理からインターネット、電子メール、数値計算、数式処理など、種々の利用形態が混在していることが当研究所の計算機システムの特徴である。このため、数値解析や数式処理によって一部の計算機に重い負荷がかかり、他の利用形態におけるサービスが著しく低下することのないよう、それぞれの利用形態毎に専用計算機を導入し、効率的な研究支援を提供している。

平成 28 年 3 月の機種更新では、科学技術計算機の性能は、総ピーク性能で 4 倍=11.75TFlops (現機種) / 2.87TFlops (前機種) に向上し、空調を含めた消費電力は約 15%減少した。運用においては、電力消費をより抑えられるよう、空調の効率的な運転を心掛けている。

当研究所では、コンピュータ利用に対する需要の量的質的な増加と、コンピュータ性能の革新により、数年毎に設備のバージョンアップが行われてきており、将来も継続する方針である。

### セキュリティ対策

本研究施設のコンピュータ設備は、専任の技術職員（現在は 2 名）が管理・保守にあたっており、極めて安定したシステムとなっている。セキュリティ対策として、外部からのアクセスはファイアウォールによって厳しく制限されている。実際、非公開サービスへのアクセスやポートスキャンは数百～数千件/日程度の頻度で日常的に観測されているが、これらのアクセスはファイアウォー

ルによって遮断されている。また現在、一月に数回、外部からの ssh パスワードクラック攻撃を受けているが、定期的に脆弱なパスワードの有無を検査することで対応している。また同時に、オペレーティングシステムの定期的なメンテナンスを行なっている。所員個人レベルでのセキュリティ対策としては、ウイルス除去ソフトを用いてのウイルス対策およびオペレーティングシステムやアプリケーションのアップデートが必須である。当研究所では、ウェブおよび印刷物を用いて、これらのセキュリティ情報の所員への通知が頻繁に行なわれている。また事務職員が使用するパソコンについては、技術職員がセキュリティを考慮した設定を行った上で使用に供し、随時アップデートを指示している。今後とも所員には、これらのセキュリティ対策を遵守させることが重要である。なお、以上のセキュリティ対策は所内のセキュリティ委員会の統括のもとで行なわれている。これまでのところ深刻な問題の発生はなく、所員の質問やトラブルに速やかに対応して研究活動をサポートしている。

## 電子計算機システム（平成 28 年 3 月更新）

### 1. 科学技術計算サーバシステム

1-1. 計算ノード	PYR2531R3N(18 ノード.2CPU/1 ノード)
ピーク性能	326.4GFlops/1CPU
総ピーク性能	11.75TFlops
メモリ	96GB/1 ノード
総メモリ	1728GB

1-2. ジョブ管理サーバ	PYR2531R2N(1 台)
---------------	-----------------

1-3. ファイルサーバ	NRB2554B1(1 台)
ディスク容量	40TB

1-4. 制御サーバ	PYR2531R2N(1 台)
------------	-----------------

### 2. 汎用サーバシステム

2-1. ファイルサーバ	NRB2552B1(1 台)
ディスク容量	9TB

2-2. 汎用サーバ	SPMAACA1ES(1 台)
------------	-----------------

### 3. シンククライアントシステム

3-1. シンククライアント	FMVC01001(30 式)
----------------	-----------------

3-2. サーバ	PYR2531R2N(1 台)
----------	-----------------

## 10. 数理解析研究基金

数学・数理科学の研究を推進し、次世代を担う若手を育成するため、2017年（平成29年）6月1日、数理解析研究基金を立ち上げた。以下は、基金設立の趣旨説明の引用である。

『数学は、抽象的な数、形や構造などを対象とする科学です。そのために現実の世界との関わりが薄いと考えられがちですが、実際には社会を支える基盤技術として至る所で使われています。同時に、数千年の歴史を持つ人類最古の学問の一つでありながら、現在まで常に新しい領域が開拓されている活動的な科学でもあります。京都大学数理解析研究所も、1963（昭和38）年の創立以来、いくつもの新領域を拓き多くの世界的な業績を挙げてきました。

また、数学と、諸科学に生じる問題を、数学を用いて解決を目指す数理科学とは、密接に関連し合った学問分野であり、一体として推進すべきとの考えのもと、数学と数理科学（応用数学、コンピュータサイエンス、数理物理学など）の各分野における最先端の研究を実践してきました。

こうした本研究所の歴史を引き継いで研究力を強化し、数学・数理科学を発展させるためには、独創的な若い人たちが自由に研究できる環境づくりが、これまで以上に重要となります。その礎の一つとして本基金を設立しました。

より柔軟な研究体制を整備して次世代を担う人材を育成し、国際共同研究の拡充を図ることで、数学・数理科学分野の発展を牽引し、成果の社会還元と世界貢献に努めていきます。』

### 基金の使途

項 目	内 容
教育・研究支援	若手研究者・大学院生の支援・育成事業 国際共同研究の推進等の国際交流事業
社会貢献活動	数学・数理科学の普及活動等の広報事業

寄付総額：3,517,358円（令和2年7月31日現在）

## 11. 図書室

当図書室は、専門図書館として数学、応用数学、計算機科学、理論物理学分野の文献を幅広く収集し、専任所員や本学の研究者のみならず、ひろく全国の研究者の利用に供している。特に、国際共同利用・共同研究拠点の図書室としての役割も担っており、拠点事業の参加者にも活発に利用されている。また、電子図書・電子ジャーナルの充実にも努めている。

収集した資料は、3階の閲覧室と地下の書庫に配置され、京都大学蔵書検索 KULINE により所在を確認できる。また、3階閲覧室に設置した端末からは、データベース、電子ジャーナル等にアクセスし、国内外の学術論文情報を検索・利用することができる。

その他にも、本研究所の刊行物のデータベースの作成・「数理解析研究所講究録」の電子化などの学術情報発信に関する業務や、伊藤清元所長の遺稿 (Itô-Archive) のように歴史的に貴重な資料の保存や電子化したものの管理にも携わっている。さらに、雑誌価格の高騰、書庫狭隘化への対応にも継続的に取り組んでいる。

これまでに、「図書館活動における功績」によって昭和 49 年 (1974 年) 度岸本奨励賞を受賞している。また、平成 16 年 (2004 年) に、アメリカ数学会 “Notices” (51 巻 2 号, 2004, 194-200) 「RIMS, an Institute for Japan and the World」で本研究所が紹介された際には、「The five-person library staff oversees an impressive collection of 70,000 books and over 1,000 journals in mathematics and related subjects. Because the library has bought back issues of many journals, its holdings are better than what one might expect from a library just forty years old.」と海外の研究者から評価を受けている。

設備・施設の概要 (2020 年 3 月 31 日現在)

- ・蔵書冊数 (含製本雑誌) : 洋書 97,894 冊 和書 8,098 冊 合計 105,992 冊
- ・年間受入冊数 (2019 年度) : 図書 365 冊 製本雑誌 716 冊 合計 1,081 冊
- ・所蔵雑誌種類数 : 洋雑誌 1,462 種 和雑誌 134 種 合計 1,596 種
- ・年間受入雑誌種類数 : 308 種
- ・資料購入費 : 56,741 千円
- ・年間貸出冊数 : 1,147 冊
- ・総延面積 : 693 m<sup>2</sup>
- ・年間開室日数 : 230 日

## 図書予算の推移

平成 27 年（2015 年）度以降の図書予算（図書・雑誌購入費及び製本費）の決算額の推移は、次のとおりである。

年 度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度
決算額(千円)	60,348	66,184	55,811	60,933	56,741

## 所内研究活動の支援

本研究所が目的とする数理解析の総合研究推進のためには、所員が数学のみならず、その隣接諸分野に関心を持ち続けることが重要である。そのためには通常の数学教室図書室が想定するよりはるかに広い分野の文献・資料が日常的に必要とされる。また、数理解析の研究では、数十年前の論文が重要な礎になっていたり、あるいは新たな発展のきっかけになることもあるため、過去の文献・資料も利用されることが多い。このために文献や資料の蓄積が必要であり、かつ容易に利用できるように整理しておくことが重要である。このような観点から当図書室は、数学隣接分野も含めて広く文献・資料の収集・整理を行っている。また、当図書室で所蔵していない文献等については、所蔵調査を行い、取り寄せている。こうして、膨大な文献・資料を使いやすい形で提供することで、所内研究活動を支援している。

## 共同利用への貢献

数理解析の基礎的研究を推進する国際共同利用・共同研究拠点の図書室として、専任の所員による研究の支援は勿論であるが、それとともに、全国の数理解析の研究者の支援を期している。

本研究所では、特定のテーマについて、共同利用研究員の受入、数日間の共同研究（公開型）、シンポジウム等が開催され、国内外から多くの研究者が参加している。当図書室は、その参加者に文献を提供するなど、多様な求めに応じてサービスを行うよう努めている。

また、当図書室では、本研究所が刊行する「RIMS Kôkyûroku Bessatsu」「数理解析研究所講究録」、専任研究員の研究成果を印刷出版前に公表配布するための「RIMS Preprints」について、データベースの作成を支援し、学内外へ広く発信している。中でも、共同利用研究の際の講演等の記録として刊行している「数理解析研究所講究録」は、本文を電子化して京都大学学術情報リポジトリ KURENAI でも公開している。これは KURENAI 全体でみても最もアクセス数の多いコンテンツの一つとなっている。

・データベースの作成・公開状況（2019年度）

データベース名	概要	蓄積量／利用提供状況	
		蓄積量	利用件数
RIMS Kôkyûroku Bessatsu（講究録別冊）	目次情報・ フルテキスト	蓄積量	995
		利用件数	60,565
数理解析研究所講究録	目次情報・ フルテキスト	蓄積量	31,311
		利用件数	1,844,058
Publications of RIMS	目次情報・ フルテキスト	蓄積量	1,962
		利用件数	12,130
RIMS Preprints	書誌情報・ フルテキスト	蓄積量	1,917
		利用件数	54,736

図書業務

（1）利用状況

・貸出件数

所内で閲覧されている数は把握できていないが、貸出状況は次のとおりである。

年 度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度
貸出冊数	1,376 冊	1,163 冊	1,147 冊
うち学外者	33 冊	45 冊	56 冊
貸出人数	985 人	841 人	822 人

・文献複写件数

他大学及び他学部に依頼するよりも、受付するほうが多く、学内外から期待されている。

年 度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度
学外依頼	0 件	1 件	0 件
受付	86 件	81 件	89 件
学内依頼	0 件	0 件	0 件
受付	8 件	3 件	1 件

（2）図書の整理状況

遡及入力完了し、すべての蔵書が京都大学蔵書検索 KULINE で検索可能となった。

## 今後の課題

### (1) 学術雑誌の高騰について

本研究所の学術雑誌の購入額は次のとおりである。

年 度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度
購入額（千円）	43,269	47,040	37,624	39,078	40,404

恒常的な雑誌高騰（毎年 5.82%）により図書費が圧迫されている現状を鑑みて、2021 年外国雑誌契約については全学で調整が必要な  $\beta$  ジャーナルから 7 タイトルを中止したほか、単独購入の全ての購入タイトルを精査し 24 タイトルを中止とした。また、3 タイトルは冊子体を中止し **Online Only** 契約に切り替えることで節約を図った。しかし安定的な経費の確保は引き続きの課題である。

### (2) 書庫の狭隘化について

蔵書が増えるにしたがい、地階に書架や書庫を増設してスペースを確保してきた。平成 28 年（2016 年）度には、事務部で共用していた第 5 書庫を全面図書室の専用書庫に改修し、18,125 冊収容可能な手動式集密書架を新設した。これにより、今後配置場所の移動を伴いながらも、約十数年の増加には耐えうる見込みとなっている。しかし、図書の約 4 割と洋雑誌の平成 20 年（2008 年）以前、和雑誌の平成 2 年（1990 年）以前は地下書庫に分散せざるを得なく利用者に不便を与えている。資料の利用頻度や電子化の状況等も考慮し、将来の狭隘化に備えた諸策を検討していくことが今後の課題である。

## 12. Publ. RIMS

Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences (Publ. RIMS) は数学・数理科学における研究論文を発表することを目的として数理解析研究所が編集している。編集委員会の要請に基づいて概説論文を含めることもある。第 37 巻 (2001 年) からは年に 4 号を発行している。また、近年は特別 (記念) 号も発行している (一覧参照)。

数理解析研究所が業者に印刷を発注し、紀伊国屋書店が販売をするという態勢が永く続いてきたが、第 46 巻 (2010 年) より欧州数学会出版局 (EMS-PH) に出版 (含. 印刷, 校正) を移行した。移行の経緯の概略は次のとおりである。

2008 年 5 月に紀伊国屋書店より、「2010 年刊行分からの欧文数学雑誌の冊子体の扱いを中止する」との連絡を受ける。シュプリンガー・ジャパン、丸善、ロンドン数学会出版部、デューク大学出版部 (プロジェクト・ユークリッドとの連合)、欧州数学会出版局と交渉を行なった。著作権、継続性や経済的負担の軽重等の諸条件を鑑みて、欧州数学会出版局と 5 年間契約 (2010 年 1 月から 2014 年 12 月) を決定し、2009 年 5 月に締結した。2015 年以降も契約更新という形で 2010 年 1 月に確立された態勢を継続している。また 2019 年に欧州数学会出版局がチューリッヒからベルリンに移転し、新体制が発足したことを受け、次期契約更新に向けて倫理規定の導入等、詳細を巡る議論・交渉が進行中である。欧州数学会出版局から出版される論文については 5 年間の非開示期間 (embargo) が設定されているが、それを過ぎたもの、および、移行以前の論文は同局のホームページで無料で公開されている。

2010 年の印刷・販売形態の大幅な変更に伴い、Publ. RIMS の交換・寄贈先も大きく見直され、現在、国外には約 150 部、国内には約 190 部をそれぞれ交換・寄贈している。

なお、Publ. RIMS は 2000 年に、TeX による編集を開始した。2004 年には SPARC/JAPAN のパートナー誌となり、その援助により、2006 年にプロジェクト・ユークリッド上で、ユークリッド・ダイレクトという形式によるフリーアクセスを開始し、2007 年 11 月に全てのバックナンバーのオンライン公開を果たした。2010 年の移行に伴って、それらは欧州数学会のホームページに移されたが、これとは独立に J-Stage のホームページ (Journal@rchive) において第 40 巻 (2004 年) までの全文が公開されている。

2012 年以降の Publ. RIMS の編集事業の新たな取り組みとして、プロジェクト研究等、数理解析研究所の共同利用事業に直接関連した概説論文の執筆依頼、インターネット上で公開される Publ. RIMS の電子版におけるカラーページへの対応、共著者の投稿意思の明示的確認等、Publ. RIMS の内容の充実および多様な文化的背景を持つ海外の著者からの投稿件数の増加への対応を積極的に図っている。

Publ. RIMS 特別号一覧

- 40th Anniversary Commemorative Articles (第 40 卷(2004), 3 号, 4 号)
- Thirty Years of the Double Exponential Transforms (第 41 卷(2005), 4 号)
- Dedicated to Professor Heisuke Hironaka on the Occasion of His "Kiju", that is, His 77th Birthday (第 44 卷(2008), 2 号)
- Arithmetic Algebraic Geometry (第 45 卷(2009), 1 号)
- The Golden Jubilee of Algebraic Analysis (第 47 卷(2011), 1 号, 2 号)

表12.1

巻	出版年	仕上がり 頁数	掲載論 文篇数	
36巻	2000年	753	26	
37巻	2001年	715	25	
38巻	2002年	922	24	
39巻	2003年	822	27	
40巻	2004年	1431	48	No.3/4 40th Anniversary Commemorative Articles
41巻	2005年	1006	43	No.4 Thirty Years of the Double Exponential Transforms
42巻	2006年	1089	40	
43巻	2007年	1257	50	
44巻	2008年	1272	36	No2 Dedicated to Professor Heisuke Hironaka on the occasion of his "Kiju", that is, his 77th birthday.
45巻	2009年	1140	32	No.1 The present issue of Publications of RIMS consists of papers written by participants in the workshop on "Arithmetic Algebraic Geometry"
46巻	2010年	824	28	
47巻	2011年	958	29	No.1/2 Special issue "The golden jubilee of algebraic analysis"
48巻	2012年	1055	37	
49巻	2013年	891	28	
50巻	2014年	721	25	
51巻	2015年	767	24	
52巻	2016年	555	17	
53巻	2017年	688	23	
54巻	2018年	918	23	
55巻	2019年	938	27	

## 13. 若手研究者育成

### 13-1 大学院教育

(京都大学大学院理学研究科数学・数理解析専攻数理解析系)

数理解析系は、昭和50年4月1日京都大学大学院理学研究科に設置された数理解析専攻が平成6年4月1日の同研究科改組に伴いこの名称の組織となったもので、数理解析研究所が基幹となっている。以下に、当系とその目的について説明する。

「数理解析」について

自然科学，工学，社会科学などの種々の学問分野で提起される問題のなかで，数学的に取り扱われることが必要なものがあるが，そのような問題を解決する際に，既存の数学的方法では不十分なため新しい方法や理論を開発しなければならないことがしばしばある．歴史的例として最も顕著なものは，力学の問題を取り扱うために微分積分法が開発され応用されたことであるが，このようなことは，歴史的にもまた，現在も種々な規模でしばしば行われている．

一般にこのような契機で生まれた新しい方法や理論は，当の問題に適用されるに止まらず，数学的手段としてさらに種々の問題に応用され，他方，数学の内部でも新理論の基礎となることが多い．

現在「数理解析」と呼ばれているのは，このような研究分野の総称であり，数理解析研究所は，この方面の研究を推進する目的で設置された全国共同利用研究所（現在は国際共同利用・共同研究拠点）である．

「数理解析系」について

従来，数理解析の中のいくつかの理論は，主として理学研究科の旧数学専攻，旧物理学第一専攻及び旧物理学第二専攻で教授されてきたが，数理解析は，一つのまとまった組織で教育されることが望ましい．この趣旨から，数理解析についての大学院教育を，当系が中心となって実施している．

この系の性格上，数学系，物理学・宇宙物理学専攻物理学第一分野，同第二分野，生物科学専攻生物物理学系等の授業科目の中に当系と密接な関係があるものが多いので，学生が授業科目の選択に当たってこのことを考慮するのが望ましい．

当系の分野

当系では，主として次のような諸分野に関連する授業（講義及びセミナー研究）を行っている．

整数論・数論幾何・代数幾何学・複素解析幾何・微分幾何学・位相幾何学・代数解析・表現論・関数解析・偏微分方程式・調和解析・確率論・数理物理学・場の量子論・流体力学・理論計算機科学・ソフトウェア科学・数理論理学・離散数学・最適化・アルゴリズム論

平成 26 年度入学修士課程入学試験から、筆答試問は数学系と共通で行うこととなった。

留学生の受入れについて、令和 2 年 4 月 1 日現在、修士課程 3 名（国費 1 名、私費 2 名）、博士後期課程 1 名（国費）、研究生 3 名、日本語予備教育学生 1 名（国費）、特別研究学生 1 名（大学間協定）の 9 名が在籍している。留学生の受入れは近年増加の傾向にある。

表 13-1.1 に各年度末現在の留学生の在籍状況を記す。

数学・数理解析専攻数理解析系 現員数（令和 2 年 4 月 1 日現在）

修士一年	11 名
修士二年	10 名
修士二年を超えて在籍する者	0 名
博士一年	9 名
博士三年	5 名
博士三年	7 名
博士三年を超えて在籍する者	3 名
院生数計	45 名
特別研究学生	1 名
日本語予備教育学生	1 名
研究生	4 名

表 13-1.2, 13-1.3 に、学生の進路を記す。

表 13-1.1

留学生の受入れ状況

(各年度末現在)

年度 (平成)	修士課程	博士後期課程	特別研究学生	日本語予備 教育学生	数理解析研究所 研究生
29	2 (国費)	0	0	0	2 (国費、私費)
30	3 (国費1、私費2)	0	0	0	2 (国費)
31 (令和元)	3 (国費1、私費2)	0	1 (大学間協定)	0	4 (国費2、私費2)

表 13-1.2

数理解析系修士課程修了者 進路

年度 (平成)	博士後期課程 進学	企業就職	学校教員 (除大学)
29	7	2	0
30	7	3	0
31 (令和元)	9	1	0

表 13-1.3

数理解析系博士後期課程修了者 進路

年度 (平成)	大学教員	ポスドク	企業	学校教員 (除大学)
29	0	2	1	0
30	2	7	0	1
31 (令和元)	1	0	3	0

## 13-2 学位取得者の受け入れ

平成に入って以後（1990年代）文部省（当時）によって始められた大学院重点化計画によって大学院の定員が大幅に増え、博士号取得者数が増加した。しかしこれに対し大学・研究所の定員および企業の博士号取得者採用数は増えることなくむしろ減少傾向にあるため、構造的に博士号取得者の就職難が継続している。

このような背景のもとに本研究所では、平成31年4月に数理解析研究所梅檀プロジェクトを立ち上げ、極めて優秀な大学院生を博士学位取得前に任期7年のポストに採用することで、若手研究者に安定した研究環境を提供している。また、分野を問わずに公募する任期2年の研究員（研究支援人材）ポストを設けているほか、若手研究者が拠点事業の運営に携わるためのポストとして、博士研究員「RIMSプロジェクト・フェロー」を新設するなど、博士号取得後の1～3年任期の研究員、すなわちいわゆるポスドクの研究者を多く受け入れている。これらポスドクの研究者は活発に研究を展開しており、当研究所の研究活動の一翼を担っている。

（なお、学位取得者の受け入れとは直接は関係しないが、平成26年度から京都大学スーパーグローバル大学創成支援事業（KTGU）が採択され、大学院生の国際化と次世代トップリーダーの育成を継続して行っている。）

平成29年度から現在までに本研究所が受け入れたポスドク研究者は大別して、

梅檀プロジェクト助教	2人
特定研究員（表13-2.1, 平成29～令和2年度）	延 6人年
研究員（研究支援人材）（表13-2.2, 平成30～令和2年度）	延 12人年
研究員（表13-2.3, 平成29～令和2年度）	延 21人年
日本学術振興会特別研究員（表13-2.4,5, 平成29～令和2年度）	延 25人年
※特定研究員・研究員のうち、RIMSプロジェクトフェロー	延 5人年

がある（1年以下の雇用は1年雇用として計算）。

このうち、研究員（研究支援人材）については、博士号取得者を対象とする公募を実施し、応募者に対して採用選考を行っている。

以上のように本研究所では多くのポスドクを雇用してきたが、ポスドク研究員は大学教員へ進む重要な中間職の役割を担っているため、ポスドク研究員数が減少すれば、将来の大学の教育研究機能に深刻なダメージを与えかねない。このため、若手研究者のポスドク雇用予算の確保は焦眉の問題である。外国人を含む若手研究者に優れた研究環境を提供することは、今後も引き続いて本研究所の重要な責務である。

表 13-2.1 : 特定研究員

平成 29 年度

なし

平成 30 年度

なし

平成 31 年度 (令和元年度)

浅井 聡太	H31. 4. 1~R2. 3. 31	実数係数 Grothendieck 群の部屋構造
Karapetyan, Areg	H31. 6. 1~R2. 1. 31	離散最適化とその周辺に関する研究
南出 新	R1. 10. 1~R2. 3. 31	遠アーベル幾何の研究
澤田晃一郎	R1. 10. 1~R2. 3. 31	多重双曲的曲線の基本群の研究

令和 2 年度

東山 和巳	R2. 4. 1~R3. 3. 31	双曲的曲線の配置空間の基本群の研究
南出 新	R2. 4. 1~R3. 3. 31	遠アーベル幾何の研究

表 13-2.2 : 研究員 (研究支援人材)

平成 29 年度

武石 拓也	H29. 4. 1~H30. 3. 31	Bost-Connes 系の分類問題について
時本 一樹	H29. 4. 1~H30. 3. 31	非可換 Lubin-Tate 理論に関連する幾何と表現論
南出 新	H29. 4. 1~H30. 3. 31	遠アーベル幾何の研究

平成 30 年度

時本 一樹	H30. 4. 1~H31. 3. 31	非可換 Lubin-Tate 理論に関連する幾何と表現論
南出 新	H30. 4. 1~H31. 3. 31	遠アーベル幾何の研究
蘆田 聡平	H30. 5. 1~H31. 3. 31	量子力学とその関連分野の研究促進

平成 31 年度 (令和元年度)

藤井 宗一郎	H31. 4. 1~R2. 3. 31	圏論的代数理論の一般理論の構築
Yang, Yu	H31. 4. 1~R1. 10. 31	正標数代数閉体上の双曲的代数曲線の数論と幾何
渡邊 英也	R1. 10. 1~R2. 3. 31	量子対称対の表現論

令和 2 年度

藤井宗一郎	R2. 4. 1~R3. 3. 31	圏論的代数理論の一般理論の構築
渡邊 英也	R2. 4. 1~R3. 3. 31	量子対称対の表現論
石橋 典	R2. 4. 1~R3. 3. 31	Teichmüller 理論の組み合わせ論的構造

表 13-2.3 : 研究員

平成 29 年度

岡崎 建太	H29. 4. 1~H30. 3. 31	3次元多様体の状態和不変量の, 平面代数を用いた研究
佐藤 哲也	H29. 4. 1~H29. 8. 31	連続分布型の確率的データベースモデルにおけるプライバシー検証
高尾 尚武	H29. 4. 1~H30. 3. 31	数論的基本群に関連する諸問題

平成 30 年度

岡崎 建太	H30. 4. 1~H31. 3. 31	3次元多様体の状態和不変量の, 平面代数を用いた研究
高尾 尚武	H30. 4. 1~H31. 3. 31	数論的基本群に関連する諸問題
Yang, Yu	H30. 4. 1~H31. 3. 31	正標数代数閉体上の双曲的代数曲線の数論と幾何

平成 31 年度 (令和元年度)

得重 雄毅	H31. 4. 1~R2. 3. 31	複雑なグラフの上のランダムウォークについて
岡崎 建太	H31. 4. 1~R2. 3. 31	3次元多様体の状態和不変量の, 平面代数を用いた研究
高尾 尚武	H31. 4. 1~R2. 3. 31	数論的基本群に関連する諸問題
澤田 晃一郎	H31. 4. 1~R1. 9. 30	多重双曲的曲線の基本群の研究
清水 達郎	H31. 4. 1~R2. 3. 31	Chern-Simons 摂動論の新しい理解に向けた研究
杉本 佳弘	H31. 4. 1~R1. 7. 31	Floer 理論の応用
時本 一樹	H31. 4. 1~R1. 9. 30	非可換 Lubin-Tate 理論に関連する幾何と表現論
高橋 良輔	R1. 5. 1~R2. 3. 31	ケーラー幾何学における標準計量の存在問題

令和 2 年度

岡崎 健太	R2. 4. 1~R3. 3. 31	3次元多様体の状態和不変量の平面代数を用いた研究
高尾 尚武	R2. 4. 1~R3. 3. 31	数論的基本群に関連する諸問題
清水 達郎	R2. 4. 1~R3. 3. 31	Chern-Simons 摂動論の新しい理解に向けた研究
得重 雄毅	R2. 4. 1~R2. 10. 30	複雑なグラフの上のランダムウォークについて
高橋 良輔	R2. 4. 1~R2. 9. 30	ケーラー幾何学における標準計量の存在問題
佐久川憲児	R2. 4. 1~R2. 4. 30	代数的基本群のメタ・アーベル商と p 進ゼータ関数の研究
岩井 雅嵩	R2. 10. 1~R3. 3. 31	微分幾何と可積分系-対称性と安定性・モジュライの数理-

表 13-2.4：日本学術振興会特別研究員（PD）

平成 29 年度

岡村 和樹	H29. 4. 1～H29. 12. 31	グラフとその上のランダムウォークの研究
Yang, Yu	H29. 4. 1～H30. 3. 31	双曲的代数曲線の幾何と数論の研究
佐久川憲児	H29. 4. 1～H30. 3. 31	代数的基本群のメタ・アーベル商と $p$ 進ゼータ関数の研究

平成 30 年度

佐久川憲児	H30. 4. 1～H31. 3. 31	代数的基本群のメタ・アーベル商と $p$ 進ゼータ関数の研究
川崎 盛通	H30. 4. 1～H31. 3. 31	ハミルトン力学系とスペクトル不変量、部分擬準同型
佐藤 直木	H30. 4. 1～H31. 3. 31	準ハミルトン系の統計力学：非可積分トポロジー束縛による構造形成と非楕円型拡散過程
辻 俊輔	H30. 4. 1～H31. 3. 31	LM0 関手の視点からみたケイン代数による写像類群と有限型不変量の研究
東山 和巳	H30. 4. 1～H31. 3. 31	双曲的曲線とその配置空間の遠アーベル幾何
金光 秋博	H30. 4. 1～H31. 3. 31	有理曲線とベクトル束の研究

平成 31 年度（令和元年度）

佐久川憲児	H31. 4. 1～R2. 3. 31	代数的基本群のメタ・アーベル商と $p$ 進ゼータ関数の研究
川崎 盛通	H31. 4. 1～R2. 3. 31	ハミルトン力学系とスペクトル不変量、部分擬準同型
佐藤 直木	H31. 4. 1～R2. 3. 31	準ハミルトン系の統計力学：非可積分トポロジー束縛による構造形成と非楕円型拡散過程
辻 俊輔	H31. 4. 1～R2. 3. 31	LM0 関手の視点からみたケイン代数による写像類群と有限型不変量の研究
川節 和哉	H31. 4. 1～R1. 10. 31	W 代数のフェルミオニック指標公式
林 雅行	H31. 4. 1～R2. 3. 31	非線形分散型方程式におけるソリトンの数学解析とその応用
東山 和巳	H31. 4. 1～R2. 3. 31	双曲的曲線とその配置空間の遠アーベル幾何
湯浅 亘	H31. 4. 1～R2. 3. 31	図式計算による量子不変量の研究とその応用

令和 2 年度

川崎 盛通	R2. 4. 1～R3. 3. 31	ハミルトン力学系とスペクトル不変量、部分擬準同型
辻 俊輔	R2. 4. 1～R3. 3. 31	LM0 関手の視点からみたケイン代数による写像類群と有限型不変量の研究
林 雅行	R2. 4. 1～R3. 3. 31	非線形分散型方程式におけるソリトンの数学解析とその応用
湯浅 亘	R2. 4. 1～R3. 3. 31	図式計算による量子不変量の研究とその応用
齋藤 隆大	R2. 4. 1～R3. 3. 31	確定及び不確定混合ホッジ加群の研究とその特異点論への応用

表 13-2.5：日本学術振興会特別研究員（SPD）

平成 29 年度

なし

平成 30 年度

大場 貴裕 H30. 4. 1～H31. 3. 31 ファイバー構造と接触・シンプレクティック多様体の研究

平成 31 年度（令和元年度）

大場 貴裕 H31. 4. 1～R2. 2. 29 ファイバー構造と接触・シンプレクティック多様体の研究

令和 2 年度

なし

## 14. 所員の研究活動記録

令和2年8月1日現在，当研究所在籍の専任教員が各自の2017年以降(若い人の場合もう少し新しい時点からのものとなっていることもある。)の研究の概要を，その間の主要発表論文等のリストを付して，述べたものを以下に掲載する。(論文リストは研究の概要を述べる為に必要な場合，2017年以前に刊行のものを含むこともある。氏名の後の括弧内には各人の現在の研究主題を記している。)

### 基礎数理研究部門

教授 大槻 知忠 (結び目と3次元多様体の不変量)

教授 小野 薫 (微分幾何学・位相幾何学の研究)

教授 望月 拓郎 ( $D$  加群・調和束・モノポール・差分加群の研究)

教授 中西 賢次 (非線形偏微分方程式の解の大域挙動)

准教授 中山 昇 (代数多様体・複素多様体の研究)

講師 山下 剛 (数論幾何の研究)

助教 石川 卓 (Floer homology とその応用についての研究)

助教 石川 勝巳 (結び目と三次元多様体の不変量について)

助教 山下 真由子 (微分幾何学・トポロジーと数理物理学の研究)

助教 辻村 昇太 (双曲的曲線の遠アーベル幾何学)

## 無限解析研究部門

教授 玉川 安騎男 (整数論, 数論幾何学の研究)

教授 望月 新一 (数論幾何の研究)

教授 熊谷 隆 (確率論, 特に確率過程の研究)

教授 荒川 知幸 (W 代数とその応用, クラス S カイラル代数とシンプレクティック幾何)

教授 並河 良典 (標準束が自明な代数多様体の研究)

准教授 河合 俊哉 (二次元超共形場の理論および弦双対性の理解に関わる数理物理学)

准教授 竹広 真一 (地球および惑星流体力学の研究)

准教授 星 裕一郎 (双曲的代数曲線の数論幾何学の研究)

准教授 Croydon, David A. (Probability Theory)

助教 Helmke, Stefan (Effective Basepoint Freeness)

助教 大浦 拓哉 (数値解析, 基礎的数値算法の開発及び解析)

助教 越川 皓永 (整数論, 数論幾何学の研究)

特定助教 Yang, Yu (数論幾何)

## 応用数理研究部門

教授 長谷川 真人 (理論計算機科学の研究)

教授 小澤 登高 (作用素環と離散群の研究)

教授 牧野 和久 (離散最適化とアルゴリズムの研究)

准教授 川北 真之 (代数多様体とその特異点の研究)

准教授 小林 佑輔 (離散最適化とアルゴリズムの研究)

准教授 石本 健太 (流体力学, 低レイノルズ数の生物流体力学)

准教授 河村 彰星 (計算理論 (計算量, 計算可能性, アルゴリズム論))

講師 岸本 展 (非線形分散型方程式における共鳴相互作用の解析)

講師 Tan, Fucheng (Arithmetic Geometry)

助教 疋田 辰之 (シンプレクティック特異点解消の標準基底とシンプレクティック双対性)

助教 室屋 晃子 (プログラム理論の研究)

特定助教 磯野 優介 (III型フォンノイマン環の剛性について)

## 計算機構研究施設

准教授 照井 一成 (証明の数理科学: 証明の分析と発見法)

## 教授 大槻 知忠（結び目と3次元多様体の不変量）

1980年代以来、Chern-Simons 理論にもとづいて膨大な数の不変量（量子不変量）が発見され、不変量の研究、すなわち、結び目の集合と3次元多様体の集合の研究という新しい研究領域（量子トポロジー）がもたらされた。数理解物理的には、結び目と3次元多様体の量子不変量は Chern-Simons 経路積分を用いて表される。この40年間のこの分野の研究の主な動機は Chern-Simons 場の理論の相関関数をトポロジーの立場から理解することにあつたが、この分野に関してこの40年間になされたさまざまな研究によりその作業はほぼ完了し、今後のこの分野の研究は、そのようにして得られた膨大な数の不変量を研究の基礎として、さまざまな新しい研究の方向性を創出するべき段階にある。この分野の今後のよりよい方向性を考える、という観点から、筆者はいくつかの未解決問題集を編集したが、未解決問題の中でも「体積予想」が今後の発展のために重要ではないかと筆者は考えている。

「体積予想」は、双曲結び目の Kashaev 不変量の漸近挙動に双曲体積が現れることを主張する予想である。Kashaev 不変量は1のN乗根における結び目の色つき Jones 多項式（リー環  $sl_2$  に対する量子不変量）に等しいことが知られており、よって、体積予想は量子トポロジーと双曲幾何を関連づける。1970年代にはじまった双曲幾何の研究と1980年代にはじまった量子トポロジーの研究は、それぞれ別々に発展してきたが、1999年に定式化された体積予想はこれらの研究領域を結び付ける重要な予想である。数理解物理的には、体積予想は、Chern-Simons 経路積分に対して無限次元の鞍点法を形式的に適用することによって導かれ、その摂動展開の最初の項は双曲体積で与えられ（体積予想）、その第2項（準古典極限の項）は Reidemeister torsion が与えることが予想されている。

筆者は、論文 [1, 2] の研究（論文 [1] は横田氏との共同研究）で、Kashaev 不変量の漸近展開を7交点以下の双曲結び目について具体的に計算し、それらの場合について体積予想が成り立つことを証明した。漸近展開の計算において、従来の研究で懸案になっていた「和を積分で近似する部分」は Poisson 和公式を用いることで計算を実行し、「多変数の鞍点法の部分」は積分領域を移動するホモトピーを具体的に与えることにより計算を実行した。摂動展開の高次の項は未知のべき級数不変量になっているようであり、それらの不変量について研究することは、量子トポロジーと双曲幾何の関連を深化させるために、今後の重要な研究課題であるとおもわれる。

また、近年、 $q = \exp(4\pi\sqrt{-1}/N)$  における双曲3次元多様体の量子不変量の漸近挙動に双曲体積が現われることがいくつかの例に対して数値的に観察さ

れ、「3次元多様体の体積予想」が定式化された。筆者は、論文 [3] の研究において、8の字結び目を整数係数手術して得られる3次元双曲多様体に対して、その定式化による体積予想を証明した。また、数理解物理的観点から、その漸近展開の第2項（準古典極限の項）は Reidemeister torsion であると予想されるが、筆者は高田氏との共同研究 [4] において、上述の3次元双曲多様体に対してそのことを証明した。論文 [4] の研究においては、いくつかの Seifert 多様体に対して、量子不変量の漸近挙動を計算し、その漸近挙動はいくつかの  $SL(2, \mathbb{C})$  平坦接続からの寄与の和として表わされることを証明した。この「3次元多様体の体積予想」には未知の部分が多く、今後の研究課題である。

また、筆者は、この分野の発展に寄与することをめざして未解決問題集 [5, 6, 7, 8] を編集した。

- [1] (with Y. Yokota) *On the asymptotic expansion of the Kashaev invariant of the knots with 6 crossings*, Math. Proc. Cambridge Philos. Soc. **165** (2018) 287–339.
- [2] *On the asymptotic expansion of the Kashaev invariant of the hyperbolic knots with 7 crossings*, Internat. J. Math. **28** (2017), no. 13, 1750096, 143 pp.
- [3] *On the asymptotic expansion of the quantum  $SU(2)$  invariant at  $q = \exp(4\pi\sqrt{-1}/N)$  for closed hyperbolic 3-manifolds obtained by integral surgery along the figure-eight knot*, Algebraic & Geometric Topology **18** (2018) 4187–4274.
- [4] (with T. Takata) *On the quantum  $SU(2)$  invariant at  $q = \exp(4\pi\sqrt{-1}/N)$  and the twisted Reidemeister torsion for some closed 3-manifolds*, Commun. Math. Phys. **370** (2019) 151–204.
- [5] T. Ohtsuki, T. Ito (ed.), *Problems on Low-dimensional Topology 2017*, RIMS Kokyuroku **2052** (2017) 121–138.
- [6] T. Ohtsuki (ed.), *Problems on Low-dimensional Topology 2018*, RIMS Kokyuroku **2099** (2018) 105–118.
- [7] T. Ohtsuki (ed.), *Problems on Low-dimensional Topology 2019*, RIMS Kokyuroku **2129** (2019).
- [8] T. Ohtsuki (ed.), *Problems on Low-dimensional Topology 2020*, RIMS Kokyuroku **2163** (2020).

## 教授 小野 薫 (微分幾何学・位相幾何学の研究)

空間の幾何構造, 特に symplectic 構造, の幾何学の研究をしている. Arnold は symplectic 幾何学が興味深い研究対象であることを数々の予想とともに指摘し, その後の研究に大きな影響を与えた. 1980 年頃に Conley-Zehnder は Hamilton 系の周期解の存在, 個数の下からの評価に関する Arnold の予想をトーラス上で証明した. また, Gromov は (擬)正則曲線の方法を考案し, symplectic 幾何学の研究を大きく進展させた. 1980 年代の半ば過ぎに Floer は Conley-Zehnder の変分法の枠組と正則曲線の方法を結びつけて現在 Floer (co)homology と呼ばれる理論を創始した. 技術的な困難を避けるために条件はついてしたが, 新たな数学が切り開かれた. 現在では, 他の様々な設定でも Floer 理論が研究され, symplectic 幾何に限らず, 低次元トポロジーなどでも強力な道具となっている.

私は, Hamilton 微分同相写像に対する Floer 理論を技術的条件なしで構成することを研究し, 先ず Floer の条件を弱めることができること [1], そのあと深谷賢治氏と一般の閉 symplectic 多様体上で構成できること [3] を示し, Betti 数版の Arnold 予想を証明した. 同様の議論で, Gromov-Witten 不変量の構成し, 期待される性質が満たされることを示した. Hamilton 微分同相写像より広いクラスの symplectic 微分同相写像に対する Floer 理論についても研究し [2], それを発展させて Hamilton 微分同相写像群は symplectic 微分同相写像群の中で  $C^1$ -位相に関して閉じていること (flux 予想) を証明した [4]. Arnold 予想に関連しては, 基本群が自明でない時に, 基本群の生成元や関係式の最小個数を用いた不動点の評価ができるかは問いとして残っている (Arnold からも Floer 理論がその方向で何かできるか聞かれたことがある). 数年前にその方向で少しの進展を Pajitnov 氏と得た [14].

Lagrange 部分多様体の Floer (co)homology は一般には定義できないが, 境界作用素を適当に修正することで定義できる場合もある. その一般論を深谷氏, Oh 氏, 太田氏と構築した [5]. また, 整数環上での構成ができるための条件を与えた [11]. Lagrange 部分多様体の Floer 理論は, シンプレクティック構造の剛性を研究するための強力な手段を提供し, 深谷圏の基盤となり, ホモロジー的ミラー対称性の研究に不可欠である.

具体的に, ケーラートーリック多様体の Lagrange トーラスファイバーに応用することで, Floer コホモロジーの消えない, 特に Hamilton 微分同相写像で displace できない, Lagrange トーラスファイバーを Floer 理

論を用いて定義されるトーリック多様体のポテンシャル関数の臨界点を用いて記述し、さらに、量子コホモロジー環と然るべく定義されたポテンシャル関数の Jacobi 環の同型を、Floer 理論の bulk 変形族を使って証明した [6],[7],[13]. ここで得られた結果の延長として、 $(S^2, \omega) \times (S^2, \omega)$  の中に、トーリック構造のトーラスファイバーではないもので、適当な bulk 変形をすると Floer コホモロジーが消えない連続族の存在が明らかになった [8].

Hamilton 微分同相写像の Floer 理論の枠組みで定義されるスペクトル不変量を用いて、Entov-Polterovich は Calabi quasi-morphism や partial symplectic quasi-states の理論を展開し、シンプレクティック多様体の部分集合の (non-)displaceability などに目覚ましい成果を上げた. 我々は Lagrange 部分多様体の Floer 理論による non-displaceability と Entov-Polterovich 理論による non-displaceability の関係をつけた. また、そのことと、前段落の結果を用いることにより、Hamilton 微分同相写像の Floer 理論、スペクトル不変量など一連のものに bulk 変形を加え、 $(S^2, \omega) \times (S^2, \omega)$  の Hamilton 微分同相写像群などが本質的に互いに異なる非可算無限個の Calabi quasi-morphisms を持つことを示した [19].

Lagrange 部分多様体がシンプレクティック構造を逆にする対合の不動点集合として表される場合の Floer 理論について [16] で研究した. 特別な場合として次がある. Hamilton 微分同相写像のグラフを直積シンプレクティック多様体のラグランジュ部分多様体とすると、Hamilton 微分同相写像の Floer コホモロジーとグラフの Lagrange Floer コホモロジーは同型であり、特に、恒等写像については量子コホモロジー環と直積多様体の対角集合の Floer コホモロジーに  $m_2$  から決まる積を入れたものが同型となり、後者の  $A_\infty$ -構造を前者で解釈することで、量子 Massey 積が定義される.

その他のシンプレクティック幾何への応用としては、Lagrange 部分多様体の displacement energy について、Chekanov による評価を Floer コホモロジーの Novikov 環上の torsion を用いて改良 [10], その考え方を used Floer-Hofer の polydisk の polydisk へのシンプレクティック埋め込みで Hamilton 変形で写り合わない例の解釈, Lagrange トーラスのホモロジー的モノドロミーの考察など [12] もある.

こうした研究の基盤には、[3] で深谷氏と始めた倉西構造とそれを用いた仮想的な基本類、基本鎖の理論がある. [5] においては、仮想基本鎖の交差理論が必要となった. このような理論を基礎から展開まで [20] に 4 人

の共著で纏めた。また、[17] では擬正則曲線のモデュライに倉西構造を作る方法を整理した。その Part II も preprint としては公表している。

- [1] On the Arnold conjecture for weakly monotone symplectic manifolds, *Invent. Math.* 119 (1995), 519-537.
- [2] Symplectic fixed points, the Calabi invariant and Novikov homology (with H.-V. Le), *Topology* 34 (1995), 155-176.
- [3] Arnold conjecture and Gromov-Witten invariants, (with K. Fukaya), *Topology* 38 (1999), 933-1048.
- [4] Floer-Novikov cohomology and the flux conjecture, *Geom. Funct. Anal.* 16 (2006), 981-1020.
- [5] Lagrangian intersection Floer theory - anomaly and obstruction -, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *AMS/IP Studies in Advanced Mathematics* 46-1,2, Amer. Math. Soc. and International Press, 2009.
- [6] Lagrangian Floer theory on compact toric manifolds I, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Duke Math. J.* 151 (2009), 23-174.
- [7] Lagrangian Floer theory on compact toric manifolds II, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Selecta Math. New Series*, 17 (2011), 609-711.
- [8] Toric degeneration and non-displaceable Lagrangian tori in  $S^2 \times S^2$ , (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *International Mathematical Research Notices*, 2012, 2942-2993.
- [9] Symplectic fillings of links of quotient surface singularities, (with Mohan Bhupal), *Nagoya Mathematical Journal* 207 (2012), 1-45. Corrigendum, *ibid.* 225 (2017), 207-212.
- [10] Displacement of polydisks and Lagrangian Floer theory, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Journal of Symplectic Geometry* 11 (2013), 231-268.

- [11] Lagrangian Floer theory over integers: spherically positive symplectic manifolds, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Pure and Applied Mathematics Quarterly* 9 (2013), 189-289.
- [12] Some remarks on Lagrangian tori, *J. Fixed Point Theory and Applications* 17 (2015), 221-237.
- [13] Lagrangian Floer theory and mirror symmetry on compact toric manifolds, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Astérisque* 376 (2016), 340 pages
- [14] On the fixed points of a Hamiltonian diffeomorphism in presence of fundamental group, (with A. Pajitnov), *Essays in Mathematics and its Applications in honor of Professor Vladimir Arnold*, Springer Verlag 2016. pp. 199-228.
- [15] Shrinking good coordinate systems associated to Kuranishi structures, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Journal of Symplectic Geometry* 14 (2016), 1295-1310.
- [16] Anti-symplectic involution and Floer cohomology, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Geometry and Topology* 21(2017), 1-106.
- [17] Construction of Kuranishi structures on the moduli spaces of pseudo holomorphic disks, I, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh and H. Ohta), *Surveys in Differential Geometry* 22 (Proceedings of JDG Conference), 133-190. 2018.
- [18] Note on (super)heavy subsets in symplectic manifolds, (with Y. Sugimoto) *Proceedings of the Centre for Mathematics and its Applications, Australian National University*, 48 (2019), (Gromov-Witten Theory, Gauge Theory and Dualities , ANU/Kioloa 6-16, January, 2016) 174-192.
- [19] Spectral invariant with bulk, quasimorphisms and Lagrangian Floer theory, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), *Memorir of American Mathematical Society* 1254, July 2019, 266 pp.
- [20] Kuranishi Structures and Virtual Fundamental Chains, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh and H. Ohta), *Springer Monographs in Mathematics*, approx. 630 pp.

## 教授 望月拓郎 ( $D$ 加群・調和束・モノポール・差分加群の研究)

**差分加群とモノポールの対応の研究** 代数幾何的な対象と微分幾何的な対象の同値性の追究は、複素代数幾何学における最も興味深いテーマの一つです。大きく分けて二つの流れがあります。一つは空間の計量に関するもので、定曲率をもつ曲面とリーマン面の対応に始まり、近年の  $K$ -安定性とケーラー・アインシュタイン計量の存在の同値性やその拡張にいたるまで、盛んに研究されています。もう一つの大きな流れはベクトル束の計量に関するものです。Narasimhan と Seshadri によるリーマン面上の安定ベクトル束とユニタリ平坦束の対応に始まり、Donaldson, Uhlenbeck, Yau による射影多様体上のベクトル束に関する安定性と Hermitian Einstein 計量の存在の同値性 (小林-Hitchin 対応) を経由して、Corlette と Simpson によって、射影多様体上の調和束と平坦束とヒッグス束の間の同値性が確立されました。さらに、私自身も関わったことですが、特異性のある場合にもこのような対応が一般化されました。このような対応は、それ自身が興味深いだけでなく、関連する領域の発展も促してきました。例えば、特異性のある調和束の研究は、不確定特異性があるような  $D$  加群の研究に大きな進展をもたらしました。

2017 年以降、新しい研究領域の開拓を意図して、これまであまり研究されていなかった代数幾何的な対象と微分幾何的な対象の間の対応を研究しました。それが、周期性をもつモノポールと差分加群の研究です。

モノポールは 3 次元リーマン多様体上の幾何学的対象、すなわち、計量と接続とヒッグス場を持つベクトル束で Bogomolny 方程式を満たすものです。3 次元リーマン多様体上が局所的にユークリッド空間と同型るとき、ツイスターパラメータを選ぶことで実 1 次元方向と複素 1 次元方向への分解を固定すると、Bogomolny 方程式はベクトル束上に実 1 次元方向の平坦構造と複素 1 次元方向の複素構造を定めます。これより、特にこの分解が多様体の直積構造と適合する場合には複素幾何的手法がモノポールの研究でも有効であることがよく知られていました。

本研究では、多様体の直積構造と適合しないような一般のツイスターパラメータの場合には差分加群が自然にあらわれることを見出し、(a) 一つの周期性を持つモノポールと加法的差分加群の同値性、(b) 二つの周期性を持つモノポールと乗法的差分加群の同値性、(c) 三つの周期性を持つモノポールと楕円曲線上の差分加群の同値性を研究しました。より正確にいうと、モノポールとしては有限個の点においてディラック型特異点を持つことを許し、さらに (a), (b) の場合は“無限遠”における挙動に条件を課します。また、差分加群としては、パラボリック構造を付加した上で安定性条件を課します。このうち、(c) は無限遠における解析が必要でないため最も容易であり、既に [1] として出版されています。(a), (b) はそれぞれ “Periodic monopoles and difference modules (arXiv:1712.08981)”, “Doubly periodic monopoles and  $q$ -difference modules (arXiv:1902.03551)” として arXiv で公開されています。この成果は調和束と平坦束と Higgs 束の間の同値性の類似であり、新しい研究の出発点になるものと期待しています。

このような対応を得るにはモノポールの特異性についての研究が必要になります。(a), (b), (c) に共通するのはディラック型特異点です。これは、ホップファイブレーションに関してインスタントを次元簡約して得られるモノポールの特異性であり、自然で良い条件であると考えられています。一方で、モノポールのデータだけで述べられたディラック型特異点の定義は、特異点からの距離とヒッグス場の積の微分についての条件を含んでおり、確認するのが容易ではありませんし

た. 大学院生の吉野将旭さんとの共同研究 [4] で, ヒッグス場のノルムの増大度や, 計量の挙動のみによる簡単な条件によって, ディラック型特異点を特徴づけることができました. この結果により, モノポールの孤立特異点がディラック型であることの確認が非常に容易になりました. また, ディラック型特異点の理解を深めたという点でも, 意義のある結果であったと考えています.

さらに, (a), (b) の場合に上記の対応を証明するためのステップとして重要なのは, 体積が無限の非コンパクトケーラー多様体  $X$  上の正則ベクトル束に関する Kobayashi-Hitchin 対応です. すなわち,  $X$  上の計量付正則ベクトル束が解析的安定性条件を満たす時に, 計量を Hermite-Einstein 条件を満たすようにとることができる, という定理です.  $X$  の体積が有限の場合には, Simpson による優れた結果があり, これが特異性のある調和束の研究における最も重要な基盤の一つになっています. 調和束は底空間のケーラー計量のとり方に依存しないため, 構成に都合が良いように体積が有限になるものを考えれば十分でした. これに対して, モノポールやインスタントは底空間の計量に依存する対象であるため, (a), (b) の状況においてモノポールの構成をするには,  $X$  の体積が無限大の場合に Kobayashi-Hitchin 対応を得ることが必要になるのですが, Simpson の方法を体積が無限大の場合にまで拡張することは単純にはできないため, 新しい方法が必要でした. [2] では, この問題に取り組みました.  $X$  上にベクトル束  $E$  が与えられている時,  $X$  の境界付部分多様体  $X_i$  の増大列と,  $E$  の  $X_i$  への制限  $E|_{X_i}$  の Hermite-Einstein 計量を取り, その部分列の極限として,  $E$  の Hermite-Einstein 計量を構成する, という自然な方針をとりました. 重要なのは,  $E$  が解析的安定性条件をみたすという仮定のもとで収束部分列の存在を証明するところなのですが, 境界条件を満たす  $E|_{X_i}$  の計量のなす空間上に定まる Donaldson 汎関数を用いて困難を克服し, 望ましい定理を得ることができました. この存在定理はモノポールの構成 (a), (b) の研究におけるブレークスルーでした. さらに類似の問題を研究する上で, 論文 [2] の方法が有効であることを期待しています.

**D 加群, 混合ツイスター D 加群, 調和束の研究** 2017 年以前の研究によって, 半単純ホロノミック  $D$  加群と純ツイスター  $D$  加群の対応や, 混合ツイスター  $D$  加群の関手性が得られていました. これより, さまざまな  $D$  加群が自然に混合ツイスター  $D$  加群の構造を持つことがわかります. その構造から意味のある情報をとりだすことができると, さらに興味深い応用が得られると期待されます. そこで, さまざまなクラスのホロノミック  $D$  加群や混合ツイスター  $D$  加群を, 具体的に記述することが一つのテーマとなります. [3] では Kontsevich によって導入された複体が, 代数的関数に付随する混合ツイスター  $D$  加群の  $V$ -フィルトレーションの相対 de Rham 複体と擬同型であることを明らかにしました. Kontsevich の複体は接続層によって具体的に与えられたものですが, 上記の擬同型と混合ツイスター  $D$  加群の一般論を用いると, 積分に関する振舞いが良くわかるようになります. その帰結として, Esnault, Kontsevich, Sabbah, Saito, Yu 達による結果の別証明をツイスター  $D$  加群の観点から与えることができるようになりました.

また, “Stokes shells and Fourier transforms (arXiv:1808.01037)” では常微分方程式の不確定特異点におけるストークス構造の表示の仕方として, ストークスシェルというものを導入しました. そして, 射影直線上の  $D$  加群のフーリエ変換によって引き起こされるストークス構造の変換を, 線形代数的なデータを用いて初等的・直接的に記述しました.

- [1] T. Mochizuki, Triply periodic monopoles and difference modules on elliptic curves, SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods Appl., **16** Paper No. 48 (2020) 23 ページ
- [2] T. Mochizuki, Kobayashi-Hitchin correspondence for analytically stable bundles, Trans. Amer. Math. Soc. **373**, (2020), 551–596.
- [3] T. Mochizuki, A twistor approach to the Kontsevich complexes, Manuscripta Mathematica **157**, (2018), 193–231.
- [4] T. Mochizuki and M. Yoshino, Some characterizations of Dirac type singularity of monopoles. Comm. Math. Phys. **356** (2017), 613–625.

## 教授 中西 賢次 (非線形偏微分方程式の解の大域挙動)

私の研究分野は偏微分方程式の数学解析で、主な対象は非線形波動または非線形分散型と呼ばれる非線形偏微分方程式である。これらは、プラズマ・水面波・超流動・光ファイバーなど様々な物理的状況における、相互作用の強い波動の時空間発展を記述するもので、波の分散性と非線形相互作用の競合により色々な時間変化を現わすことができる。代表的なものは非線形 Schrödinger 方程式や KdV 方程式などが挙げられる。偏微分方程式の理論上もっとも基礎的な初期値問題の局所的可解性については、精密な線形および多重線形の関数評価式の整備によって、広範な方程式と関数空間を扱えるようになった。近年はそれに基づいて解の時間大域的様相の解析が進んでおり、典型的な解からそれらの複合的状況まで徐々に明らかにされつつある。私の近年の研究では一般解全体の様相を捉えることを目指し、特に、異なる典型的挙動の間の時間的遷移や、解空間の中での中間的状态の解析のため、技術開発と現象解明の両軸で研究を行っている。下記論文リスト内の成果としては、散乱・ソリトン・爆発を含む解の時間大域挙動分類について、Schlag 達との9分類の結果をエネルギー臨界の Schrödinger 方程式に拡張した [8]。また、時間正方向の挙動について類似の3分類を与える不変多様体を、質量臨界 KdV 方程式に対して構成した [9]。更に、安定・不安定のソリトンを両方含む場合として、ポテンシャル付き非線形 Schrödinger 方程式の小質量球対称解について、第1励起エネルギーを少し超える範囲まで9分類した [6,7]。これは安定ソリトンとの無限時間相互作用で大域的分散成分が受ける影響を解析上克服した所がポイントである。一方、これらの大域解析を物理的に自然な低次非線形項に拡張すべく、一般の球対称 Fourier 積の方程式に対して球面平均の Strichartz 評価を導き、3次元非線形 Schrödinger 方程式の平面波解の球対称エネルギー摂動に対する漸近安定性を示した [5]。また、Strichartz 評価の中でも最も強く応用上も重要な時間2乗可積分の場合について、Schrödinger と波動を含む一般の斉次分散関係に対して詳しく調べ、空間指数が無限大では双対型非斉次評価が(対称性無しでは)破綻することと、球面2乗平均すれば回復することを示した [4]。他方、確率的な大域挙動解析の第一歩として、非線形 Schrödinger 方程式に対するランダム化終値問題に対する Murphy の結果を改良し、特に3次元平面波解の安定性に関して、殆ど全ての有限エネルギー散乱波について平面波との和に漸近する大域解が一意存在することを示した [3]。他には4次元の Zakharov 系に対して、エネルギー空間での可解性と散乱理論のため、2つの異なる空間での可解性と弱極限を組合わせた新しい論法を開発した [10]。また高階修正項を加えた量子 Zakharov 系では初期値問題の適切性が大幅に改善され、高次元まで電場成分の  $L^2$  保存のみによる大域存在が成り立つことを示した [2]。非線形分散型以外には、Trudinger-Moser 不等式を全平面および円盤上のエネルギー制約下で調べ、最良定数達成元の存在・非存在を隔てる臨界非線形増大度を漸近展開の形で具体的に求め、全空間では第2項が消えることと、どちらの領域でも第3項に Apéry 定数が現れることを示した [1]。

- [1] Slim Ibrahim, Nader Masmoudi, Kenji Nakanishi and Federica Sani, *Sharp threshold nonlinearity for maximizing the Trudinger-Moser inequalities*. J. Funct. Anal. **278** (2020), no. 1, 108302, 52 pp.
- [2] Yung-Fu Fang and Kenji Nakanishi, *Global well-posedness and scattering for the quantum Zakharov system in  $L^2$* . Proc. Amer. Math. Soc. Ser. B **6** (2019), 21-32.
- [3] Kenji Nakanishi and Takuto Yamamoto, *Randomized final-data problem for systems of nonlinear Schrödinger equations and the Gross-Pitaevskii equation*. Math. Res. Lett. **26** (2019), no. 1, 253-279.
- [4] Zihua Guo, Ji Li, Kenji Nakanishi and Lixin Yan, *On the boundary Strichartz estimates for wave and Schrödinger equations*. J. Differential Equations **265** (2018), no. 11, 5656-5675.
- [5] Zihua Guo, Zaher Hani and Kenji Nakanishi, *Scattering for the 3D Gross-Pitaevskii Equation*. Comm. Math. Phys. **359** (2018), no. 1, 265-295.
- [6] Kenji Nakanishi, *Global dynamics above the first excited energy for the nonlinear Schrödinger equation with a potential*. Comm. Math. Phys. **354** (2017), no. 1, 161-212.
- [7] Kenji Nakanishi, *Global dynamics below excited solitons for the nonlinear Schrödinger equation with a potential*. J. Math. Soc. Japan **69** (2017), no. 4, 1353-1401.
- [8] Kenji Nakanishi and Tristan Roy, *Global dynamics above the ground state for the energy-critical Schrödinger equation with radial data*. Commun. Pure Appl. Anal. **15** (2016), no. 6, 2023-2058.
- [9] Yvan Martel, Frank Merle, Kenji Nakanishi and Pierre Raphael, *Codimension one threshold manifold for the critical gKdV equation*. Comm. Math. Phys. **342** (2016), no. 3, 1075-1106.
- [10] Ioan Bejenaru, Zihua Guo, Sebastian Herr and Kenji Nakanishi, *Well-posedness and scattering for the Zakharov system in four dimensions*. Anal. PDE **8** (2015), no. 8, 2029-2055.

## 准教授 中山 昇 (代数多様体・複素多様体の研究)

2017年以降の研究の概要. 代数多様体や複素多様体の双有理幾何学を研究しているが, この数年は以下の二つを主な研究題目としている:

- (A) 全射だが同型でない自己正則写像をもつ正規射影的複素代数曲面の分類.
- (B)  $\mathbb{Q}$  ゴレンシュタイン変形の一般論.

ただし, これらはほとんど自分自身の問題意識からではなく, 共同研究者(など)からの影響で始まったものである. 2017年以降の研究について, 上記 (A), (B) に分けて解説する.

(A) 代数多様体の自己正則写像とは自分から自分への多様体としての正則写像のことだが, その代数多様体が射影的で自己正則写像が全射であるが同型でない場合に, この多様体の持つ性質や構造について長年研究してきた. 藤本圭男氏とは多くの共同研究を行い ([1] 参照) 現在もセミナーなどを通して研究連絡は続いている. 2006年以降は, D-Q. Zhang 氏や J.-M. Hwang 氏とも共同研究を行った. Zhang 氏との共同研究がきっかけで, (A) についての研究を始めた. 2008年には150ページ超の草案 (未公表のプレプリント) を作り, 2012年ごろまでは改訂を行っていたが, (B) に関係する Lee 氏との共同研究が2010年に始まってから, ほぼ中断していた. この草案では特に非有理曲面の場合の分類が完成している. 草案の基礎的部分はトーリック曲面の特徴づけに関する別の論文 [3] でも述べられている. 2019年からは草案の残りの部分を (1) 特異点に関する部分, (2) 「擬正」な場合, (3) 総合的な結果の3つに分けて論文を書いている. 2020年9月の時点で, (1), (2) の論文はプレプリントとして公表されている ([5], [6]). また2020年には「擬正」でない場合の懸案の問題が [3] の結果を利用してほぼ解決できた. これにより, Picard 数 1 の対数的  $\log$  del Pezzo 曲面以外の場合に分類が完了したことになる.

(B) Yongnam Lee 氏は Park 氏との共同研究で, 種数ゼロの単連結な一般型曲面をある特殊な有理曲面から  $\mathbb{Q}$  ゴレンシュタイン変形によって構成することに成功した. この手法の正標数への拡張を与えたのが Lee 氏との最初の共同研究 [2] である. その中で標数ゼロの場合に還元する段階があり, そのために  $\mathbb{Q}$  ゴレンシュタイン変形の混合標数版の特殊な場合を扱った. 次の共著論文 [4] では, より一般に  $\mathbb{Q}$  ゴレンシュタイン射を局所ネータースキームの間の平坦局所有限型  $S_2$  射の場合に定義し, その基本的な性質を明らかにすることができた. また [4] の結果から  $S_3$  条件を満たすスキームの  $\mathbb{Q}$  ゴレンシュタイン無限小変形 (混合標数の場合を含む) は, 指数 1 被覆などを通じて, 代数的トーラス  $\mathbb{G}_m$  やその部分群スキームが作用するスキームの同変変形を調べることに帰着されることが分かった. 代数的トーラス  $\mathbb{G}_m$  の作用する場合の同変変形については古典的な結果がいろいろあり, また一般のスムーズな群スキームが作用する場合については商スタックの変形として捉えることができる. したがってそれらを適用すれば (B) の研究はだいぶ進むのだが, 2017年以降は徐々に (B) から離れ, もっと一般の同変コホモロジー論や同変余接複体のような性質をもつ複体について興味を持つようになり, それらをアーベル圏やファイバード圏の理論を使って研究している.

- [1] (with Y. Fujimoto) Complex projective manifolds which admit non-isomorphic surjective endomorphisms, RIMS Kôkyûroku Bessatsu, **B9** (2008), 51–79.
- [2] (with Y. Lee) Simply connected surfaces of general type in positive characteristic via deformation theory, Proc. London Math. Soc. **106** (2013), 225–286.
- [3] A variant of Shokurov’s criterion of toric surface, *Algebraic Varieties and Automorphic Groups*, pp. 287–392, Adv. Stud. in Pure Math. **75**, Math. Soc. Japan, 2017.
- [4] (with Y. Lee) Grothendieck duality and  $\mathbb{Q}$ -Gorenstein morphisms, Publ. RIMS, Kyoto Univ. **54** (2018), 517–648.
- [5] Singularity of normal complex analytic surfaces admitting non-isomorphic finite surjective endomorphisms, preprint 2020 (RIMS-1920).
- [6] On normal Moishezon surfaces admitting non-isomorphic surjective endomorphisms, preprint 2020 (RIMS-1923).

講師 山下 剛 (数論幾何の研究)

2017 年以降の研究の概要

数論幾何, 特に以下のトピックに関心を持っている :

- $p$  進 Hodge 理論とそれに関連する分野 ( $\phi, \Gamma$  加群,  $p$  進微分方程式など),
- 岩澤理論と Bloch-加藤の玉河数予想,
- 多重ゼータ値, 淡中基本群, 混合 Tate モチーフ,
- 志村多様体 (や Drinfel'd モジュラー多様体やシュトゥカのモジュライ) と Langlands 対応,
- 保型性持ち上げ定理 ( $R = \mathbb{T}$ ) と  $p$  進 Langlands 対応,
- 代数的サイクル, 混合モチーフ, 代数的  $K$  理論,
- 宇宙際 Teichmüller 理論とそれに関連する分野 (遠アーベル幾何,  $p$  進 Teichmüller 理論, Hodge-Arakelov 理論など)。

Andrew Wiles 氏と Richard Taylor 氏によってつくられ Mark Kisin 氏によって改良された Taylor-Wiles 系の議論による保型性持ち上げ定理 ( $R^{\text{red}} = \mathbb{T}$ ) とそこから得られる Langlands 対応において, 技術的には整  $p$  進 Hodge 理論を用いて 局所普遍変形環を調べることが核心になってくる. 以前の研究では Laurent Berger 氏と Hanfeng Li 氏と Hui June Zhu 氏による Frobenius 跡の附値が十分大きい時のクリスタリン表現の法  $p$  還元の数値計算及びそれを用いた Mark Kisin 氏による局所普遍変形環の構造解明の手法を  $n$  次元表現に拡張した (考える絶対 Galois 群も  $p$  進体だけでなくその有限次不分岐拡大にも拡張した) が, その研究を Frobenius 跡の附値が大きくないときにも推し進め,  $p$  進体の絶対 Galois 群の 2 次元表現で Hodge-Tate 重みの差が  $(p^2 + 1)/2$  未満の時にクリスタリン表現の法  $p$  還元の様子が超幾何多項式の係数や終結式の  $p$  可除性などにより統制される事実を見つけた ([3]). これはクリスタリン表現の法  $p$  還元についてこれまで知られていなかった現象である. また, 統一的視点もなく予想すらなかった法  $p$  還元の研究において部分的にであれ一般的な規則を見出したので, それと手がかりにより統一的な視点も模索したい. また, Pierre Colmez 氏・Christophe Breuil 氏・Vytautas Paskunas 氏・Matthew Emerton 氏たちによる  $p$  進 Langlands 対応の拡張の研究への応用や相互作用も期待される.

多重ゼータ値は, 共形場理論・KZ 方程式・結び目の量子不変量・擬テンソル圏・擬三角擬 Hopf 量子普遍包絡代数・曲線のモジュライ・Grothendieck-Teichmüller 群・混合 Tate モチーフ・代数的  $K$  理論など数学・物理の様々な分野と関連する面白い対象である. 以前は  $p$  進多重ゼータ値を研究をしていたが, 近年は有限多重ゼータ値にも興味を持つようになった. 有限多重ゼータ値がいつ有理数になるかについて研究を進めた ([4]).

望月新一氏による宇宙際幾何学のさらなる発展の方向性も模索している. 望月新一氏の計算において abc 予想の誤差項に Riemann ゼータ関数との関連性を示唆する  $1/2$  が現れる. 一方, 同氏の宇宙際 Teichmüller 理論においてテータ関数が中心的役割を果たすのであるが, テータ関数は Mellin 変換によって Riemann ゼータ関数と関係する. さらに, 宇宙際 Teichmüller 理論において宇宙際 Fourier 変換の現象が起きている. これらのことから, 長期的な計画であるが “宇宙際 Mellin 変換” の理論ができれば Riemann ゼータ関数と関係させることができるのではないかと期待している. これとは別方向であるが, 虚数乗法を持つ楕円曲線に対しても宇宙際 Teichmüller 理論を拡張させる議論を微力ながら望月氏とも議論した.

他, Spencer Bloch 氏・Hélène Esnault 氏・Moritz Kerz 氏による代数的サイクルの  $p$  進変形の理論 (の中で現れるサントミック複体に関する完全三角) を準安定還元を持つ場合に拡張することを佐藤周友氏と議論を進めてもいる.

#### 2017 年以降の主な発表論文等のリスト

- [1] “An introduction to  $p$ -adic Hodge theory for open varieties via syntomic cohomology.” *Panoramas et Synthèses*, 54 (2019), 131–157.
- [2] “ $p$ -adic étale cohomology and crystalline cohomology for open varieties with semistable reduction.” (with Seidai Yasuda) preprint.
- [3] “Reduction of two dimensional crystalline representations and Hypergeometric polynomials.” (with Seidai Yasuda) in preparation.
- [4] “On finite multiple zeta values of non-positive weight.” (with Minoru Hirose, and Masanobu Kaneko) in preparation.
- [5] “A small remark on finite multiple zeta values and  $p$ -adic multiple zeta values.” *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, B68 (2017), 171–174.
- [6] “A proof of the abc conjecture after Mochizuki.” preprint.

## 助教 石川 卓 (Floer homology とその応用についての研究)

Symplectic 幾何学の研究として始められた Gromov による擬正則曲線の方法や Floer の始めた Floer 理論は、現在では contact 幾何学を含め様々な研究に用いられている。私は symplectic 多様体や contact 多様体の Floer homology およびその応用について主に研究している。

[1] は symplectic 多様体の Floer homology のスペクトル不変量の評価とその応用に関するものである。スペクトル不変量は Floer homology を用いて定義される Hamiltonian の不変量であり、symplectic 同相や Hamilton 同相の力学的性質とも関係がある。[1] では symplectic 多様体内の symplectic 球体等の内部で特殊な形をした Hamiltonian のスペクトル不変量の評価を行い、それを Entov, Polterovich らの (super)heaviness の理論に応用した。

私はまた、[2] において symplectic field theory (SFT) の構成も行った。SFT とは、Eliashberg, Givental, Hofer らにより2000年ごろに始められた、contact 多様体やその間の symplectic cobordism に対する Gromov-Witten 不変量や Floer homology の一般化である。その代数的性質は彼らにより調べられていたが、実際の構成は永らく完成していなかった。[2] では、深谷、小野らの倉西理論を用いて、Bott-Morse 条件の場合も含めた SFT の一般的構成を行っている。

[2] における最大のポイントは、SFT に現れる種数一般の曲面を扱うために、その定義域の変形空間ではなく定義域と値域両方の変形を同時にパラメトライズする空間を構成し、それを利用したことにある。contact homology など SFT のうち種数0の曲面のみに制限した理論自体はすでに Pardon, Bao, Honda 等により構成されていたが、種数一般の SFT 全体の構成ができたのにはこの部分が大きい。他にも [2] ではいくつか新しいテクニックを用いており、そのうちの、可微分な倉西構造の構成方法については、[3] においてより簡単な場合を例として紹介している。

これからの研究としては、まずSFTの応用のために適切な不変量を構成し、その計算、評価を行う予定である。また、これとは別に、私は族のFloer homologyやその不変量についても関心があり、これについても研究を進めていくつもりである。

- [1] Spectral invariants of distance functions, *Journal of Topology and Analysis* 8, (2016), pp655–676.
- [2] Construction of general symplectic field theory, arXiv:1807.09455.
- [3] Smooth Kuranishi structure of the space of Morse trajectories, *Fukaya Collection in the Kyoto Journal of Mathematics* (accepted, to appear).

### 助教 石川 勝巳(結び目と三次元多様体の不変量について)

結び目や3次元多様体の不変量に興味を持って研究を進めてきた。これら3次元の対象に対する不変量は大きくホモトピー（特に基本群）由来の古典的な不変量と量子不変量の二種類に分けることができ、特に前者の中でもカンドルと呼ばれる代数系を用いた不変量について研究を行ってきたが、最近は後者にあたる不変量についても研究を始めている。将来的にはこれら二種類の不変量の間立つような不変量の発見や、両者を結びつける理論の構築を目標としたい。

カンドルは1980年代初頭にJoyce, Matveevによって独立に導入された代数系であり、群の概念をその共役演算に着目して一般化したものだと言うことができる。カンドルは結び目理論と非常に相性が良く、彩色数やカンドルコサイクル不変量など、多くの不変量が考案され、(曲面)結び目の研究に応用されてきた。しかし、結び目群(結び目補空間の基本群)に対応する基本カンドルは結び目群とその周辺構造から復元され、カンドルを用いた不変量の多くが群の言葉で書き直されることが知られている。筆者はただカンドルを用いても本質的に新しい不変量を得るのは難しく、むしろ、カンドルを便利な道具として利用して複雑な問題を見通し良く解決しようとする方向や、カンドルそのものではなくそれを拡張した概念を考えることで本質的に新しい不変量を得ようとする試みの方が重要なのではないかと考えている。

カンドルを利用した研究として、[4]では零点の配置の問題をカンドル彩色の問題に置き換え、彩色の変化を力学系的に捉えることにより、Alexander 多項式の零点配置に関する予想(Hoste 予想)を全ての二橋結び目に対して肯定的に解決した。続く[5]では同様の考え方を応用して Hoste 予想に対して反例の存在を示すとともに、[6]では具体的に反例を構成・提示した。

また、カンドルを拡張した概念としてバイカンドルと呼ばれるものが知られており、本質的に新しい不変量の発見を期待して研究を行った。残念ながら新しい不変量は得られなかったが、逆に、バイカンドルから得られる不変量のほぼ全てがカンドルから得られる不変量へと帰着されてしまうということが証明できた([2],[3])。

前述の通りカンドルそのものを用いて新たな不変量を得るのは難しいが、カンドルの dynamical cocycle を用いた不変量については未知の部分が多く、研究する価値があると思われる。このことを背景に、[8]では任意の(1次元)結び目・絡み目について位数3の二面体カンドルによる彩色が八面体カンドルによる彩色へ持ち上がることを示した。ここでの証明の手法自体は応用が難しいが、その準備段階における構成は様々な非自明なカンドル拡大の発見に応用が可能であり、dynamical cocycle 関連の研究の進展にも繋がるのではないかと期待している。

その他にも、(曲面)結び目のカンドルコサイクル不変量についてのケーブル化公式の研究や曲面絡み目に対する Milnor 不変量の構成、カンドル体結び目に対する基本カンドルの定義及びその完全性の証明を行った。[7]ではケーブル化公式を導いた際の理論を応用することで、トラス絡み目の標準図式が許容する整数彩色を決定した。最近は結び目の量子不変量である Kontsevich 不変量が結び目の向きを区別できるかという問題に興味を持っており、ループ次数の低いところで問題を

否定的に解決したほか，向きの判別性を持つ部分の発見を期待し，コンピュータによる計算を試みている。

[1] では微分多様体上に滑らかなカンドル演算が定義されたもの (smooth quandle) を考え，特にその中で連結かつ推移的なものについて基礎理論の構築を行った。すなわち，その局所構造を構成する要素を明らかにするとともに局所構造と全体構造の関係を示し，低次元の場合に分類を与えた。群の場合には Lie 群の局所構造である Lie 環を変形することによって量子群が得られ，これを基に結び目や 3次元多様体の多くの不変量が発見された。

では，同様の考え方で「量子カンドル」と呼べるようなものは存在するだろうか？現時点では夢のまた夢でしかないが，例えば「量子カンドルコサイクル不変量」が存在するのならば「双曲体積の量子化」を考えることもでき，それはすなわち体積予想のように古典的不変量と量子不変量とを結ぶ重要な問題の解決にも繋がるのではないかと期待しているのである。

- [1] *On the classification of smooth quandles*, preprint.
- [2] *Knot quandles vs. knot biquandles*, Internat. J. Math. 31 (2020).
- [3] (with K. Tanaka) *Quandle colorings vs. biquandle colorings*, preprint.
- [4] *Hoste's conjecture for the 2-bridge knots*, Proc. Amer. Math. Soc. 147 (2019) 2245--2254.
- [5] *Quandle coloring conditions and zeros of the Alexander polynomials of Montesinos links*, J. Knot Theory Ramifications 27 (2018).
- [6] (with M. Hirasawa and M. Suzuki) *Alternating knots with Alexander polynomials having unexpected zeros*, Topology Appl. 253 (2019) 48--56.
- [7] (with K. Ichihara and E. Matsudo) *Minimal coloring numbers on minimal diagrams of torus links*, J. Knot Theory Ramifications 29 (2020).
- [8] *Octahedral lifts of 3-colorings*, preprint.

## 助教 山下真由子（微分幾何学・トポロジーと数理物理学の研究）

私は微分幾何学・トポロジーの研究をしています。その中でも特に、Atiyah-Singer の指数理論や作用素環の手法、さらに測度付き距離空間の理論などを用いる研究を行っています。また、それらを用いた数理物理学への応用にも興味があります。

Atiyah-Singer の指数定理は、閉多様体上の楕円型作用素の Fredholm 指数を特性類で表す定理であり、多様体上の解析とトポロジーを結び付ける結果として、現代数学の発展において重要な役割を果たしてきました。指数定理は位相空間上の  $K$  理論の言葉で記述されますが、この理論の枠組みをより一般に作用素環の  $K$  理論を用いて拡張することで、純粋な幾何学の立場からは扱うのが難しい状況に対して作用素環論を用いた手法が強力な道具となりうるということが明らかにされてきました。有名な例としては、多様体上の正スカラー曲率の存在に関する問題や、葉層構造のトポロジーへの応用が知られています。

私は [1] において境界にファイバー束構造を持つ多様体上の指数理論に対する  $K$  理論的な一般論を構築しました。従来このような対象の上で指数理論を展開するときは、Mazzeo-Melrose による超局所解析という解析的な道具が主に用いられてきましたが、私は作用素環論の  $K$  理論を用いることで、トポロジカルな扱いを可能にしました。また、この理論の応用のひとつに、特異ファイバー束上の符号数の局所化の問題があります。この問題は、微分幾何学、複素幾何学、トポロジーといったさまざまな分野から興味を持たれ研究されてきたものですが、このアプローチは従来のもものと比較して、高次元の対象にも適用可能であるという利点があります。

この符号数の局所化という現象は、より一般に「指数・スペクトルの局所化」と呼ばれる現象のひとつと見ることができます。「指数・スペクトルの局所化」とは、多様体上にある「付加構造」が与えられているとき、楕円型作用素の指数やスペクトルの情報がその構造の「特異集合」の近傍の情報のみから計算できる、という現象です。古典的には Poincaré-Hopf の定理や Lefschetz 不動点公式などの例があり、様々な状況でこの現象が知られています。このような局所化が起こる原理とは何か、という問いから出発し、その一つの例として、服部広大氏（慶応大学）との共同研究 [2], [3] において、幾何学的量子化に現れるスペクトル収束に関する研究を行いました。シンプレクティック多様体上の複素構造の退化に従って作用素のスペクトルが Bohr-Sommerfeld 点に局所化するという結果であり、測度距離空間の理論と指数理論を組み合わせた考察が鍵になります。このような局所化は、場の理論などに現れる無限次元空間の幾何学の根底にある考え方の一つともみなすことができ、これからは無限次元空間上の作用素解析も視野に含めた研究を行っていきたいと考えています。

一方で、数理物理学への応用に関しては、理論物理学者を交えたグループでの共同研究

を行っています。数学者である松尾信一郎氏 (名古屋大学), 古田幹雄氏 (東京大学) と私, さらに素粒子物理学者である大野木哲也氏, 深谷英則氏と山口哲氏 (3 人いずれも大阪大学) の共同研究において, Atiyah-Patodi-Singer の境界付き多様体に対する指数定理に対して「物理学者フレンドリーな再定式化」を与えるという結果 [4] を得ました。

彼ら物理学者との共同研究に着想を得て, 最近私は物理の格子ゲージ理論に現れる「作用素の格子近似」の理論に対して, 微分幾何学・トポロジーの立場からの数学的理解を与えよう, という研究を始めました。格子ゲージ理論においては, 興味のある多様体を格子つまり有限個の点で近似し, 多様体上の作用素を扱う代わりに格子上の作用素の解析に置き換えて計算をする, ということが行われます。格子上のどのような作用素のどのような情報を考えたら元の多様体の興味のある情報を正しく復元するのか, という問題については, 物理学で経験的に知られているが数学的に十分解明されていない側面がたくさんあり, 数学の立場からも非常に面白いテーマです。そのための基礎として, 私は [5] と [6] において, 「格子版」の Atiyah-Singer 指数定理を定式化・証明しました。格子の上で定義された作用素のスペクトルの情報に対して  $K$  理論的な公式を与えたというものです。証明にはシンプレクティック幾何学で古くから研究されてきた変形量子化の理論を用いており, この結果は変形量子化の今までになかった新しい応用といえます。この定理の応用として, 格子上に定義される「Wilson-Dirac 作用素」のスペクトルの情報が多様体上の作用素の Fredholm 指数を復元する, という物理学で知られていた事実, トポロジカルな新しい証明を与えました。現在も引き続き, 上記の共同研究を含め, 格子ゲージ理論に現れる作用素解析に関する研究を進めています。

- [1] M. Yamashita. A topological approach to indices of geometric operators on manifolds with fibered boundaries. *Commun. Math. Phys.* 377, 77-147 (2020)
- [2] K. Hattori and M. Yamashita. Spectral convergence in geometric quantization — the case of non-singular Lagrangian fibrations, preprint. arXiv:1912.07994 (2019). [3] K. Hattori and M. Yamashita. Spectral convergence in geometric quantization — the case of toric symplectic manifolds, preprint. arXiv:2002.12495 (2020).
- [4] H. Fukaya, M. Furuta, S. Matsuo, T. Onogi, S. Yamaguchi and M. Yamashita. The Atiyah-Patodi-Singer index and domain-wall fermion Dirac operators. to appear in *Commun. Math. Phys.* (2020).
- [5] M. Yamashita. A new construction of strict deformation quantization for Lagrangian fiber bundles, preprint. arXiv:2003.06732 (2020).
- [6] M. Yamashita. A lattice version of the Atiyah-Singer index theorem, preprint. arXiv:2007.06239 (2020).

## 助教 辻村 昇太 (双曲的曲線の遠アーベル幾何学)

私は双曲的曲線の数論幾何に興味を持っており、特に、遠アーベル幾何学、及び、その応用の研究を行っている。現在までの研究状況は以下の通りである。

本学の星裕一郎氏、望月新一氏によって構築された組み合わせ論的遠アーベル幾何学を用いて (彼ら自身によって) 双曲的曲線のモジュライスタック上の普遍曲線に対する幾何学版 Grothendieck 予想が証明されていた。[1] では、プロファイル付 Hurwitz スタック (点付き単純被覆のモジュライ空間) を導入の後、この幾何学版 Grothendieck 予想の Hurwitz スタック (単純被覆のモジュライ空間) 版を定式化し、組み合わせ論的遠アーベル幾何学を適用することで証明した。

絶対遠アーベル幾何学の文脈で、Belyi カスプ化と呼ばれる  $p$  進局所体上の (特別な種類の) 双曲的曲線の閉点に付随する分解群を復元する技術が、望月新一氏によって構築されていた。[2] では、この Belyi カスプ化のある種の組み合わせ論版 (組み合わせ論的 Belyi カスプ化) を三脚同期化の理論を用いて構築した。さらに、古くから考察されている有名な問題である「射影直線引く 3 点の幾何的基本群への外 Galois 作用から誘導される、有理数体の絶対 Galois 群から Grothendieck-Teichmüller 群への単射は全単射か」に関する次のような応用を与えた。

(a) Yves André 氏によって定義された Grothendieck-Teichmüller 群の  $p$  進局所版に関して、 $p$  進数体の絶対 Galois 群からその  $p$  進局所版への自然な単射は自然な分裂を持つ。

(b) 有理数体の絶対 Galois 群から、有理数体の最大アーベル拡大の絶対 Galois 群の Grothendieck-Teichmüller 群内での通約化部分群への、自然な単射は自然な分裂を持つ。

証明では組み合わせ論的 Belyi カスプ化以外の非自明な結果として、(a) では Emmanuel Lepage 氏による Mumford 曲線に対する非特異点解消、(b) では Ken Ribet 氏による数体の最大円分拡大上のアーベル多様体の捻れ点集合の有限性をそれぞれ用いている。(b) に関しては、捻れ点集合の有限性の代わりに、Jakob Stix 氏が観察しているような種数 0 の双曲的曲線に対する弱 Grothendieck 予想型の結果を代用することも可能である。Jakob Stix 氏によるこの結果は、証明を修正すれば実際にはより広いクラスの体上で成立するもので、[2] ではそのような一般化も証明した。さらに、(a)、(b) で構成した 2 つの分裂はほとんど単射であると期待している。実際に、(b) で構成した分裂について、現在論文準備中ではあるが、その後の星裕一郎氏、望月新一氏との共同研究により単射であることが分かった。また、(a) で構成した分裂が単射であれば、 $p$  進数体の絶対 Galois 群と  $p$  進局所版の Grothendieck-Teichmüller 群が一致することになり上述の問題の局所版が成立することになる。しかしながら、このような事実を証明するためにはまだ幾何的緩和基本群の剛性に関する理解が不足していると感じており、そのような研究 (例えば、幾何的緩和基本群がどの程度モジュライの情報を持っているか等) も現在進めている。

絶対遠アーベル幾何学に関する研究として、[3] では、星裕一郎氏、室谷岳寛氏と共同で、実閉体上の代数多様体のエタール基本群の半絶対性に関する考察を行った。この研究は、 $p$  進局所体上の滑らかな多様体エタール基本群の半絶対性に関する望月新一氏の結果の類似がどの程度実数体上で成立するかを調べたものである。成立するための条件を与え、実際には、様々な反例が存在することを確認した。また、最近の東山和巳氏による一般化劣  $p$  進体上の双曲的曲線に付随する配置空間に対する副  $p$  版半絶対 Grothendieck 予想に関する研究に刺激を受けて、 $p$  進局所体上の双曲的曲線に付随する配置空間の副  $p$  エタール基本群の半絶対性に関する研究を行っている。現在論文準備中ではあるが、この研究と東山氏の結果を組み合わせ

せると、東山氏の結果が(少なくとも定義体が  $p$  進局所体の場合には)絶対版に拡張されることになる。

[4]では、南出新氏と共同で、離散付値体の絶対 Galois 群の遠アーベル的な群論的性質に関する考察を行った。この論文では、これまで遠アーベル幾何学で観察されていた「一般化劣  $p$  進体の絶対 Galois 群の中心は自明」や、「 $p$  進局所体の任意の非自明な位相的有限生成閉正規部分群が開」であるといった性質は、剰余標数が正である一般の完備離散付値体の絶対 Galois 群も持っていることを、基本的には初等的な局所体の理論のみで証明した。さらに、[2]で証明した結果の系として混標数高次元局所体上の種数 0 双曲的曲線に対する弱 Grothendieck 予想も導いた。論文公開後、このような種数 0 双曲的曲線に対する弱 Grothendieck 予想は、実際には、一般の混標数完備離散付値体(の最大順分岐拡大体の完備化)上、及び、(幾何的)副  $p$  版でも成立することを観察している。現在、(より良い観察を得ない限り、種数 0 の双曲的曲線に限った話になりそうですが、)そのような体上でも通常の意味での(絶対版)Grothendieck 予想が成立するのではないかと期待して研究を進めている。

また、南出新氏とは、遠アーベル幾何学に現れる様々な副有限群の内在的非分解性に関する共同研究を進めている。定義ではないが、内在的非分解性は「任意の非自明な閉正規部分群の中心化群が自明」という性質と同値であり、中心自明性や非分解性よりも強い遠アーベル的な群論的性質である。論文は近日中に公開予定であり、例えば剰余標数が正である一般の完備離散付値体の絶対 Galois 群や、 $p$  進局所体、数体上の双曲的曲線に付随する配置空間のエタール基本群が内在的非分解性を満たすことを確認している。また、この論文内では、南出新氏が学位論文で提出していた「Grothendieck-Teichmüller 群が強非分解性(全ての開部分群が非分解)を満たすか」という問題に対して、Mohamed Saidi 氏と玉川安騎男氏による有限体上の Grothendieck 予想型の結果、及び almost surface 群に関する考察を組み合わせ、肯定的解答を与えた。Grothendieck-Teichmüller 群の内在的非分解性に関しては現在のところ不明である。

- [1] S. Tsujimura, *Geometric Version of the Grothendieck Conjecture for Universal Curves over Hurwitz Stacks*, RIMS Preprint **1886** (May 2018).
- [2] S. Tsujimura, *Combinatorial Belyi Cuspidalization and Arithmetic Subquotients of the Grothendieck-Teichmüller Group*, to appear in *Publ. Res. Inst. Math. Sci.*
- [3] Y. Hoshi, T. Murotani, S. Tsujimura, *On the Geometric Subgroups of the Étale Fundamental Groups of Varieties over Real Closed Fields*, to appear in *Math. Z.*
- [4] A. Minamide, S. Tsujimura, *Anabelian Group-theoretic Properties of the Absolute Galois Groups of Discrete Valuation Fields*, RIMS Preprint **1919** (June 2020).

## 教授 玉川 安騎男 (整数論, 数論幾何学の研究)

### 1. 研究の概要 (2017年以降)

代数多様体 (特に代数曲線) やそのモジュライ空間の被覆と基本群に関する数論幾何は、近年内外の多くの研究者によってさまざまな視点から研究されているが、当研究所では、望月新一、星裕一郎、辻村昇太、Yang, Yu 及び当該所員を中心に、広い意味での遠アーベル幾何 (anabelian geometry) を一つの軸として活発に進められており、当該分野での世界的研究拠点となっている。(かつての所員である伊原康隆、織田孝幸、松本眞の功績も大きい。) A. Grothendieck が 1980 年代初頭に提唱した遠アーベル幾何とは、一言で言うと、代数多様体の数論的基本群 ( $\approx$  基本群とその上のガロア作用) から元の多様体のさまざまな幾何学的情報を復元することで、特に、ある種の多様体 (「遠アーベル多様体」) に対しては、多様体の同型類まで完全に復元されるであろうという、いわゆる Grothendieck 予想を一つの中心的課題とする。

当該所員の数論的基本群や遠アーベル幾何に関する研究は、論文リストからもわかる通り、2017年以降は、主として3人の研究者との共同研究として、大きく3つに分類することができる。以下それぞれに分けて概観する。

#### 1.1. Mohamed Saïdi との共同研究

有限体上の代数曲線に対する Grothendieck 予想は、曲線がアフィンの場合は当該所員により ([0-1])、一般の場合は望月新一により解決されていた。Saïdi との共同研究では、有限体上の曲線やその関数体の遠アーベル幾何に関し、曲線の基本群あるいは関数体の絶対ガロア群の幾何的部分を標数と素な最大商に置き換えた場合の Isom 版 ([0-4]) やある種の局所条件を仮定した上での Hom 版が証明できていたが、さらに以下のような改良・一般化ができた。

- 素数の無限集合  $\Sigma$  である条件を満たすものに対し、関数体の絶対ガロア群の幾何的部分を最大副  $\Sigma$  商に置き換えた場合の Isom 版を証明した ([1-3])。

- 素数の無限集合  $\Sigma$  である条件を満たすものに対し、曲線の基本群の幾何的部分を最大副  $\Sigma$  商に置き換えた場合の Isom 版を証明した ([1-6])。

また、正標数代数閉体上の曲線の (弱い意味での) 遠アーベル幾何について、有限体の代数閉包の場合には、当該所員により良い結果が得られていた ([0-2]) が、(有限体の代数閉包の時の定式化のままでは成立しない) 一般の場合に、以下のような結果を得た。

- 正標数の nonisotrivial な曲線族に対し、対応する幾何的 (tame) 基本群の族が nonconstant であることを証明した ([1-1])。

さらに、有限生成体上の曲線の遠アーベル幾何に関連して、以下のような結果を得た。

- ・ 離散的 Selmer 群や離散的 Shafarevich-Tate 群という有限生成体上のアーベル多様体の新しい数論幾何的不変量を導入し、セクション予想への応用を与えた ([1-11])。

また、代数体の遠アーベル幾何に関して、以下の結果を得た。

- ・ Neukirch-内田の定理で絶対ガロア群を最大  $m$  次可解商 ( $m \geq 3$ ) に置き換えた場合を証明した ([2-2])。

Saïdi との共同研究は、これまでに発表論文 7 編、投稿中論文 1 編と既に非常に生産的であるが、現在も精力的に進行中であり、少なくとも 3 編の論文が投稿準備中である。

## 1.2. Anna Cadoret との共同研究

Cadoret との共同研究では、有理数体上有限生成な体上の曲線の数論的基本群の  $l$  進表現の像の普遍下界性にかかわるいくつかの強力な結果を得ていた ([0-5][0-6][0-7] など)。これらの結果のアデールの拡張を目指して、曲線の数論的基本群の法  $l$  表現族の幾何的基本群への制限に関して以下のような結果を得た。

- ・ 曲線の基本群の法  $l$  表現族に対し、種数やゴナリティーの発散性に関する結果を証明した ([1-9] など)。

- ・ Hui と三者の共同研究により、代数多様体の proper smooth 族に付随する (底空間の) 幾何的基本群の法  $l$  表現族が、有限個を除く  $l$  に対して半単純であることを証明した ([1-5])。数論幾何における非常に基本的な結果で、 $l$  進表現の場合対応する結果は Deligne の定理である。

また、数論的基本群の  $l$  進表現の研究の応用として、以下の結果を得た。

アーベルスキームのファイバーに現れるアーベル多様体の共通同種因子に関する Rössler-Szamuely の問題についての部分的結果を証明した ([2-1])。

Cadoret との (一部 Hui と三者の) 共同研究は、これまでに発表論文 1 2 編、投稿中論文 1 編と既に非常に生産的であるが、現在も精力的に進行中であり、少なくとも 4 編の論文が投稿準備中である。

## 1.3. Christopher Rasmussen との共同研究

有理数体上の 3 点抜き射影直線の副  $l$  基本群の上の外ガロア表現に関する伊原の問題に関連して、有限次代数体  $K$  と正整数  $g$  が与えられた時、 $K$  上の  $g$  次元アーベル多様体  $A$  の同型類と素数  $l$  の組で、体  $K(A[l^\infty])$  が  $l$  の外で不

分岐で  $K(\zeta_l)$  上副  $l$  な拡大になるようなものは有限個しかないことを予想し、 $[K : \mathbb{Q}] = g = 1$  の場合に証明していた ([0-3])。この予想はその後 Rasmussen-玉川予想と呼ばれ、内外の若手研究者が関連する研究を行っている。この予想に関連して次のような結果を得た。

- $[K : \mathbb{Q}] \leq 3$  で  $g = 1$  の場合、 $K = \mathbb{Q}$  で  $g \leq 3$  の場合、及び一般 Riemann 予想の仮定下での一般の場合などに予想の肯定的解決を得た ([1-2])。

- 2 の外で良還元を持つ有理数体上の主偏極アーベル曲面の 2 冪ねじれ点の研究を行い、その 2 進ガロア表現が予想の仮定をみたすことを証明した ([1-4])。

- 射影直線の  $l$  冪次巡回被覆のヤコビ多様体の  $l$  冪ねじれ点の研究を行い、 $l$  冪ねじれ点で生成される体の記述に関し、Anderson-伊原の結果を部分的に一般化し、予想の仮定をみたすアーベル多様体の組織的構成を行った ([1-10])。

Rasmussen との共同研究は、これまでに発表論文 4 編と既に生産的であるが、現在も精力的に進行中であり、少なくとも 1 編の論文が投稿準備中である。

#### 1.4. その他の研究

冒頭で述べた通り、当該所員の最近の研究は、主として 3 人の研究者との共同研究となっているが、散発的な単独研究として、以下のような結果を得た。

- 有限生成体上のアーベル多様体に関する Saïdi との共同研究に関連して、有限生成体の非可換第 1 次ガロアコホモロジーに関する局所大域原理を証明した ([1-7])。

- 2 つの曲線間の双エタール代数対応について研究し、特に、有限体の代数閉包上の任意の 2 曲線間に双エタール代数対応が存在することを証明した ([1-12])。

#### 1.5. コメント

上記でも概観した通り、最近 10 年余り、特に 2017 年以降は、共同研究者たちの刺激により、質・量ともに充実したさまざまな共同研究成果が得られている。その反面、自分個人の研究へのウェイトが小さくなっているのは問題적かもしれない。(個人研究の成果で論文執筆が遅れているものがいくつかあるので、少なくともそちらの完成・発表は急務である。上記 [1-12] もそのような例で、本質的に 20 年近く前に得ていた結果をようやく整理して完成・発表にこぎつけられた。) 現在生産的ないくつかの共同研究が一段落したら、個人研究のウェイトが再び大きくなるものと考えているが、新たな共同研究者・共同研究テーマが自然に発生する可能性も少なくなく、予測が難しい。

一方、年齢の上昇に伴い、研究所・大学の管理運営上の仕事(役職、長時間・頻回の会議、種々の書類作成など)、研究分野全体に関する仕事(学会におけ

る役職、プロジェクトや研究集会の組織委員、ビジターの受け入れ、ジャーナル等の出版・編集など)、後進育成に関連する仕事(大学院教育、推薦状の作成、種々の審査など)など研究以外の仕事の増加が激しく、研究や研究発表に関する時間とエネルギーを大きく圧迫している。このような制約の中で、個人研究よりも、相手のある共同研究のほうの進行を優先せざるを得なかった、という背景もある。

## 2. 発表論文等リスト

### 2.0. 2017年以前発表の重要なもの

- [0-1] The Grothendieck conjecture for affine curves, *Compositio Mathematica* 109 (1997), no. 2, 135–194.
- [0-2] Finiteness of isomorphism classes of curves in positive characteristic with prescribed fundamental groups, *Journal of Algebraic Geometry* 13 (2004), no. 4, 675–724.
- [0-3] A finiteness conjecture on abelian varieties with constrained prime power torsion, *Mathematical Research Letters* 15 (2008), no. 6, 1223–1231 (with Christopher Rasmussen).
- [0-4] A prime-to- $p$  version of Grothendieck’s anabelian conjecture for hyperbolic curves over finite fields of characteristic  $p > 0$ , *Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences* 45 (2009), no. 1, 135–186 (with Mohamed Saïdi).
- [0-5] Uniform boundedness of  $p$ -primary torsion of abelian schemes, *Inventiones Mathematicae* 188 (2012), no. 1, 83–125 (with Anna Cadoret).
- [0-6] A uniform open image theorem for  $\ell$ -adic representations I, *Duke Mathematical Journal* 161 (2012), no. 13, 2605–2634 (with Anna Cadoret).
- [0-7] A uniform open image theorem for  $\ell$ -adic representations II, *Duke Mathematical Journal* 162 (2013), no. 12, 2301–2344 (with Anna Cadoret).

### 2.1. 2017年以降発表のもの(掲載予定含む)

- [1-1] Variation of fundamental groups of curves in positive characteristic, *Journal of Algebraic Geometry* 26 (2017), no. 1, 1–16 (with Mohamed Saïdi).

- [1-2] Arithmetic of abelian varieties with constrained torsion, *Transactions of the American Mathematical Society* 369 (2017), no. 4, 2395–2424, (with Christopher Rasmussen).
- [1-3] A refined version of Grothendieck’s birational anabelian conjecture for curves over finite fields, *Advances in Mathematics* 310 (2017), 610–662 (with Mohamed Saïdi).
- [1-4] Abelian surfaces good away from 2, *International Journal of Number Theory* 13 (2017), no. 4, 991–1001 (with Christopher Rasmussen).
- [1-5] Geometric monodromy – semisimplicity and maximality, *Annals of Mathematics* (2) 186 (2017), no. 1, 205–236 (with Anna Cadoret and Chun Yin Hui).
- [1-6] A refined version of Grothendieck’s anabelian conjecture for hyperbolic curves over finite fields, *Journal of Algebraic Geometry* 27 (2018), no. 3, 383–448 (with Mohamed Saïdi).
- [1-7] Specialization of  $\ell$ -adic representations of arithmetic fundamental groups and applications to arithmetic of abelian varieties, *Proceedings of Symposia in Pure Mathematics* 97.2, Algebraic geometry: Salt Lake City 2015, 573–595, Amer. Math. Soc., Providence, 2018.
- [1-8] On the geometric image of  $\mathbb{F}_\ell$ -linear representations of étale fundamental groups, *International Mathematics Research Notices* 2019, no. 9, 2735–2762 (with Anna Cadoret).
- [1-9] Genus of abstract modular curves with level- $\ell$  structures, *Journal für die reine und angewandte Mathematik* 752 (2019), 25–61 (with Anna Cadoret).
- [1-10] Cyclic covers and Ihara’s question, *Research in Number Theory* 5 (2019), no. 4, 33, 23pp.
- [1-11] On the arithmetic of abelian varieties, *Journal für die reine und angewandte Mathematik* 762 (2020), 1–33 (with Mohamed Saïdi).
- [1-12] Correspondences on curves in positive characteristic, to appear in *Contemporary Mathematics*, Abelian varieties and number Theory.

## 2.2. 投稿中のもの

- [2-1] Ghosts in families of abelian varieties with a common isogeny factor, submitted (with Anna Cadoret).
- [2-2] The  $m$ -step solvable anabelian geometry of number fields, submitted (with Mohamed Saïdi).

## 教授 望月 新一 (数論幾何の研究)

数体や局所体あるいは有限体の上で定義された楕円曲線は数論幾何の中でも中心的な研究対象の一つであり、その研究は20世紀初頭まで遡る。特にそのような楕円曲線の等分点へのガロア群の作用や楕円曲線の上で定義されるテータ関数は楕円曲線の数論幾何の研究では重要なテーマである。一方、種数が2以上の代数曲線をはじめとする双曲的な代数曲線の数論幾何は比較的最近まで余り熱心に研究されてこなかった。双曲的代数曲線の場合、非アーベルな基本群への基礎体の絶対ガロア群の外作用は楕円曲線の等分点へのガロア群の作用の「双曲的な類似物」と見ることができ、双曲的代数曲線の数論幾何の自然な出発点となるが、その研究は1980年代後半の伊原康隆の仕事以降、日本の数論幾何において、取り分け数理解析研究所を中心に重要な研究テーマの一つとなった。1990年代半ばに得られた遠アーベル幾何の様々な結果もこの文脈の中で興ったものである。また1990年代の後半以降、一点抜き楕円曲線の上で定義されたテータ関数を従来の「アーベル系」の視点とは決定的に異なる「遠アーベル的」な視点で扱うホッジ・アラケロフ理論の研究も大きく進展している。

1990年代の望月の研究の殆どは、

- (a)  $p$ 進タイヒミュラー理論 ([3])
- (b)  $p$ 進遠アーベル幾何 ([1], [2])
- (c) 楕円曲線のホッジ・アラケロフ理論 ([4])

という三つの大きなテーマに分類することができるが、2000年以降の研究では、

- (d) 絶対  $p$ 進遠アーベル幾何 ([5], [10]) と
- (e) 組合せ論的遠アーベル幾何 ([8])

を中心に、上の三つのテーマの「相互作用」や「融合」に関心の対象が移った。特に有限体上の双曲的曲線と数体との古典的な類似の延長線上にあるものとして、(a)にヒントを得た形で、((b)の延長線上にある) (d)と(e)を用いて、(c)をスキーム論の枠組みに収まらない幾何([6], [7])の下で再定式化することにより、「宇宙際タイヒミュラー理論」(=「数体に対する一種の数論的なタイヒミュラー理論」)を構築することが大きな目標となった。

「宇宙際タイヒミュラー理論」に関する4篇からなる連続論文は2012年8月、プレプリントとして公開した(理論の要約については[9]を参照)。4篇で600頁以上ある連続論文([11], [12], [13], [14])の内容を一言で総括すると、数体上の楕円曲線に付随するテータ関数の値やその周辺にある数論的度数の理論を、絶対遠アーベル幾何等を用いて(比較的軽微な不定性を除いて)「異なる

環論」にも通用するような形で記述することによってディオファントス幾何的な不等式を帰結するという内容である。

一方、星裕一郎講師と共同で「節点非退化外部表現」の理論を構築し、長年未解決問題であった基礎体の絶対ガロア群の外部表現の単射性に関する定理を証明したり ([8]), またその延長線上にある「組合せ論的遠アーベル幾何」に関する、4~5篇からなる連続共著論文の執筆に2010年度から取り組んでいる。第一論文は2010年度に完成し既に出版されており、第二・第三・第四論文はプレプリントとして公開済みである。2010年度から2011年度に掛けて、特に双曲的曲線に付随する配置空間の副有限基本群の惰性群の群論的特徴付けの理論やアンドレ氏による「緩和基本群」の理論への応用において大きな進展があり、それによって得られた結果は第二および第三論文に収録済みである。第四論文では、組合せ論的セクション予想や理論の副有限版と離散版の間の比較が主なテーマとなっている。

- [1] S. Mochizuki, A version of the Grothendieck conjecture for  $p$ -adic local fields, *The International Journal of Math.* **8** (1997), pp. 499-506.
- [2] S. Mochizuki, The local pro- $p$  anabelian geometry of curves, *Invent. Math.* **138** (1999), pp. 319-423.
- [3] S. Mochizuki, An introduction to  $p$ -adic Teichmüller theory, *Cohomologies  $p$ -adiques et applications arithmétiques I*, *Astérisque* **278** (2002), pp. 1-49.
- [4] S. Mochizuki, A survey of the Hodge-Arakelov theory of elliptic curves I, *Arithmetic Fundamental Groups and Noncommutative Algebra, Proceedings of Symposia in Pure Mathematics* **70**, American Mathematical Society (2002), pp. 533-569.
- [5] S. Mochizuki, The absolute anabelian geometry of canonical curves, *Kazuya Kato's fiftieth birthday, Doc. Math. 2003, Extra Vol.*, pp. 609-640.
- [6] S. Mochizuki, Semi-graphs of anabelioids, *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **42** (2006), pp. 221-322.
- [7] S. Mochizuki, The Étale Theta Function and its Frobenioid-theoretic Manifestations, *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **45** (2009), pp. 227-349.

- [8] Y. Hoshi, S. Mochizuki, On the Combinatorial Anabelian Geometry of Nodally Nondegenerate Outer Representations, *Hiroshima Math. J.* **41** (2011), pp. 275-342.
- [9] S. Mochizuki, A Panoramic Overview of Inter-universal Teichmüller Theory, *Algebraic number theory and related topics 2012, RIMS Kōkyūroku Bessatsu B51*, Res. Inst. Math. Sci. (RIMS), Kyoto (2014), pp. 301-345.
- [10] S. Mochizuki, Topics in Absolute Anabelian Geometry III: Global Reconstruction Algorithms, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* **22** (2015), pp. 939-1156.
- [11] S. Mochizuki, *Inter-universal Teichmüller Theory I: Construction of Hodge Theaters*, to appear in *Publ. Res. Inst. Math. Sci.*
- [12] S. Mochizuki, *Inter-universal Teichmüller Theory II: Hodge-Arakelov-theoretic Evaluation*, to appear in *Publ. Res. Inst. Math. Sci.*
- [13] S. Mochizuki, *Inter-universal Teichmüller Theory III: Canonical Splittings of the Log-theta-lattice*, to appear in *Publ. Res. Inst. Math. Sci.*
- [14] S. Mochizuki, *Inter-universal Teichmüller Theory IV: Log-volume Computations and Set-theoretic Foundations*, to appear in *Publ. Res. Inst. Math. Sci.*

教授 熊谷 隆 (確率論, 特に確率過程の研究)

複雑な系の上の物理現象の解明を目指して, 系の上の確率過程と対応する作用素について研究を進めている。典型例であるフラクタルに関しては, 熱核の精密な評価, 大偏差原理の研究を行い, 対応する二次形式の定める関数空間の理論を構築するなど, フラクタル上の確率過程論・調和解析学の基礎を固める研究を行ってきた。また, 当該分野の重要な未解決問題の一つであったシェルピンスキーカーペット上のブラウン運動の一意性を証明した [2]。

フラクタル上の拡散過程は, 劣拡散的である, すなわちユークリッド空間のブラウン運動に比べて, 拡散のオーダーが小さい (拡散が遅い)。では, 確率過程のこのような性質は摂動安定性を持つであろうか? 熱核が上下からガウス型評価を持つ拡散過程については, 安定性の問題は古くから研究され, 対応する作用素に多少の摂動を加えても大域的な挙動に大きな変化が現れないことが知られている。私は, 一般の測度つき距離空間において, 熱核が劣ガウス型の評価を持つことと, ある種の放物型ハルナック不等式が成り立つことが同値であり, さらにいくつかの関数不等式と同値であることを示した。これは, 劣ガウス型熱核評価の安定性を意味する。さらに, このような評価が空間の quasi-isometric な変形で保たれるという安定性の理論を構築し, この理論を発展させることにより, 相転移を持つ確率モデルの熱伝導の研究やスケール極限の研究を推し進めている [1,4,5,13,14,18]。その成果の一つとして, 統計力学の基礎モデルであるパーコレーションクラスターの, 臨界確率における熱伝導についての数理物理学者の予想 (アレキサンダー・オーバハ予想) を, いくつかの具体例で肯定的に解決した。また, 二次元一様全域木上のランダムウォークのスケール極限が, 全域木のスケール極限 (Schramm (2000) の解析した空間) 上のブラウン運動に収束することを示し, 極限空間の上の熱伝導を解析した [4]。複雑な系の上の確率過程の研究の近況は, 講義録 [B] にまとめられている。

複雑な系の上の確率過程の研究を通じて, 非対称拡散過程や飛躍型確率過程論に新たな方向性を与える研究も行っている。離散で非対称なマルコフ連鎖の自然なクラスにおいて, 熱核がガウス型の評価を持つことを示し, さらにそのスケール極限が非対称な拡散過程に収束するための十分条件を解析した [3]。また, ハルナック不等式や熱核評価の安定性の理論を, 測度つき距離空間における飛躍型確率過程や, 拡散過程と飛躍型確率過程の混じり合った一般の確率過程にも発展させている [6,12,16,17,19]。飛躍型確率過程の調和解析では, 従来の解析学の手法が適用できない状況が多く, 熱核評価に関する研究は限定的であった。上記研究では, 確率論的手法と実解析学的手法を融合することによりこれらの困難を乗り越え, 安定過程型確率過程の熱核の精密な評価を行い, その一般化を行っている。

この他, 分数べき時間微分の作用素における異常拡散現象の研究 [8,15] や, 直積空間上のマルコフ連鎖のカットオフ現象の解析 [7,11], ランプライター群上のランダムウォークの解析 [9,10] を行うなど, 応用を意識した問題設定でマルコフ過程・マルコフ連鎖の詳細な解析を進めている。

- [1] M.T. Barlow, A.A. Járai, T. Kumagai and G. Slade, Random walk on the incipient infinite cluster for oriented percolation in high dimensions, *Comm. Math. Phys.* **278** (2008), 385–431.
- [2] M.T. Barlow, R.F. Bass, T. Kumagai and A. Teplyaev, Uniqueness of Brownian motion on Sierpinski carpets, *J. European Math. Soc.* **12** (2010), 655–701.
- [3] J.-D. Deuschel and T. Kumagai, Markov chain approximations to non-symmetric diffusions with bounded coefficients, *Comm. Pure Appl. Math.* **66** (2013), 821–866.
- [4] M.T. Barlow, D.A. Croydon and T. Kumagai, Subsequential scaling limits of simple random walk on the two-dimensional uniform spanning tree, *Ann. Probab.* **45** (2017), no. 1, 4–55.
- [5] D.A. Croydon, B.M. Hambly and T. Kumagai, Time-changes of stochastic processes associated with resistance forms, *Electron. J. Probab.* **22** (2017), no. 82, 1–41.
- [6] P. Kim, T. Kumagai and J. Wang, Laws of the iterated logarithm for symmetric jump processes, *Bernoulli* **23** (2017), no. 4A, 2330–2379.
- [7] G.-Y. Chen and T. Kumagai, Cutoffs for product chains, *Stoch. Proc. Their Appl.*, **128** (2018), no. 11, 3840–3879.
- [8] Z.-Q. Chen, P. Kim, T. Kumagai and J. Wang, Heat kernel estimates for time fractional equations, *Forum. Math.*, **30** (2018), no. 5, 1163–1192.
- [9] A. Dembo, T. Kumagai and C. Nakamura, Cutoff for lamplighter chains on fractals, *Electron. J. Probab.* **23** (2018), no. 73, 1–21.
- [10] T. Kumagai and C. Nakamura, Lamplighter random walks on fractals, *J. Theoret. Probab.* **31** (2018), no. 1, 68–92.
- [11] G.-Y. Chen and T. Kumagai, Products of random walks on finite groups with moderate growth, *Tohoku Math. J.* **71** (2019), no. 2, 281–302.
- [12] Z.-Q. Chen, T. Kumagai and J. Wang, Elliptic Harnack inequalities for symmetric non-local Dirichlet forms, *J. Math. Pures Appl.* **125** (2019), no. 9, 1–42.
- [13] D.A. Croydon, B.M. Hambly and T. Kumagai, Heat kernel estimates for FIN processes associated with resistance forms, *Stoch. Proc. Their Appl.* **129** (2019), no. 9, 2991–3017.

- [14] X. Chen, T. Kumagai and J. Wang, Random conductance models with stable-like jumps: heat kernel estimates and Harnack inequalities, *J. Func. Anal.* **279** (2020), no. 7, 108656.
- [15] Z.-Q. Chen, P. Kim, T. Kumagai and J. Wang, Time fractional Poisson equations: Representations and estimates, *J. Func. Anal.* **278** (2020), no. 2, 108311, 48 pp.
- [16] Z.-Q. Chen, T. Kumagai and J. Wang, Heat kernel estimates and parabolic Harnack inequalities for symmetric Dirichlet forms, *Adv. Math.*, in press (available online 2020, 107269).
- [17] Z.-Q. Chen, T. Kumagai and J. Wang, Stability of parabolic Harnack inequalities for symmetric non-local Dirichlet forms, *J. European Math. Soc.*, in press (available online 2020).
- [18] X. Chen, T. Kumagai and J. Wang, Random conductance models with stable-like jumps: Quenched invariance principle, *Ann. Appl. Probab.*, to appear.
- [19] Z.-Q. Chen, T. Kumagai and J. Wang, Stability of heat kernel estimates for symmetric jump processes on metric measure spaces, *Memoirs Amer. Math. Soc.*, to appear.
- [B] T. Kumagai, *Random Walks on Disordered Media and their Scaling Limits*, Lect. Notes in Math. **2101**, École d'Été de Probabilités de Saint-Flour XL–2010. Springer, New York (2014).

## 教授 荒川 知幸 (W 代数とその応用, クラス S カイラル代数とシンプレクティック幾何)

主に理論物理などに現れる無限次元代数の表現論を研究している。特にアフィン Kac-Moody 代数や Virasoro 代数などの無限次元 Lie 環, その仲間である  $W$  代数の表現を中心に研究している。また、これらの代数系を統一的に扱う枠組みである頂点代数の理論やその応用も研究の対象である。

頂点代数は本来物理学における二次元の共形場理論を代数的に定式化する枠組みとして導入されたが、最近になって頂点代数と高次元の場の理論との新しい関係が次々と明らかになり、物理学者・数学者双方にとってホットなテーマになっている。このような最近の進展において、最も重要な役割を果たしている代数系の一つが  $W$  代数である ([1] に  $W$  代数の表現論の最近の進展に関する Introduction がある)。さらに、Gaiitsgory 等の仕事により急速に進展している (量子) 幾何学的 Langlands 対応においても、 $W$  代数は本質的な役割を果たすことが明らかになってきた。

一方、 $W$  代数に関しては未だ多くの未解決問題が存在し、そのことが  $W$  代数の応用を著しく困難にしてきた。しかし、今世紀に入ってから、我々の研究などにより  $W$  代数の理解は格段に進んだ ([2], [4],[6], [7], [9], [10], [11], [12], [13], [17] など)。特に、[17] で行った Thomas Creutzig と Andrew Linshaw との共同研究では、 $W$  代数の Coset による実現に関する 20 年来の未解決問題を肯定的に解決することに成功した。これらの結果により、少なくとも主零軌道に付随する  $W$  代数に関しては基礎理論の構築はほぼ終了し、応用段階という新しいステージに入ったと言える。

一方、(全く別の動機で行った) Anne Moreau との共同研究 [3] の結果を受け、物理学者 Beem-Rastelli は、我々が随伴多様体と呼ぶ頂点代数の不変量が、素粒子論における四次元の  $N = 2$  超対称性超共型場理論のヒッグス枝と同型であるという、驚くべき予想を提出した。これを受け、[8] では川節和哉と共に擬平滑頂点代数の概念を導入し、四次元の  $N = 2$  超対称性超共型場理論の不変量であるシューア指数が保型性を持つことを示した。ICM のプロシーディング [7] はここまでの研究をまとめたサーベイである。

論文 [18] では、Gaiitsgory によって予想されていた、量子幾何学的 Langlands 対応の証明において本質的な役割を果たす  $W$  代数の表現の間の双対性を、Edward Frenkel との共同研究によって確立した。

- [1] Introduction to  $W$ -algebras and their representation theory, In: Callegaro F., Carnovale G., Caselli F., De Concini C., De Sole A. (eds) Perspectives in Lie Theory. *Springer INdAM Series*, vol 19. Springer, 2017.

- [2] (with A. Molev) Explicit generators in rectangular affine W-algebras of type A, *Lett. Math. Phys.* 107(1), 47–59, 2017.
- [3] (with A. Moreau) Joseph ideals and lisse minimal W-algebras, *J. Inst. Math. Jussieu*, 17 (2018), no. 2, 397–417.
- [4] (with T. Creutzig and A. Linshaw) Cosets of Bershadsky-Polyakov algebras and rational W-algebras of type A, *Sel. Math. New Ser.*, October 2017, Volume 23, Issue 4, pp 2369–2395.
- [5] (with A. Premet) Quantizing Mishchenko-Fomenko subalgebras for centralizers via affine W-algebras, *Trans. Moscow Math. Soc.* 2017, 217–234.
- [6] (with T. Creutzig, K. Kawasetsu and A. Linshaw) Orbifolds and cosets of minimal W-algebras, *Comm. Math. Phys.*, October 2017, Volume 355, Issue 1, pp 339–372.
- [7] (with A. Moreau) Sheets and associated varieties of affine vertex algebras, *Adv. Math.*, Volume 320, 7 November 2017, Pages 157–209.
- [8] (with K. Kawasetsu) Quasi-lisse vertex algebras and modular linear differential equations, In: V. G. Kac, V. L. Popov (eds.), *Lie Groups, Geometry, and Representation Theory, A Tribute to the Life and Work of Bertram Kostant*, *Progr. Math.*, 326, 41–57, Birkhauser, 2018.
- [9] (with V. Futorny, L.-E. Ramirez) Weight representations of admissible affine vertex algebras, *Comm. Math. Phys.* 353 (2017), no.3, 1151–1178.
- [10] (with A. Moreau) On the irreducibility of associated varieties of W-algebras, *J. Alg.* 500, 15 April 2018, Pages 542–568.
- [11] (with J. van Ekeren) Modularity of relatively rational vertex algebras and fusion rules of principal affine W-algebras, *Comm. Math. Phys.* (2019), 370 (1), 205–247.
- [12] (with C.-H. Lam and H. Yamada) Parafermion vertex operator algebras and W-algebras, *Trans. Amer. Math. Soc.* 371 (2019), 4277–4301.
- [13] (with C. Jiang) Coset Vertex Operator Algebras and W-Algebras, *Sci. China Math.* 61 (2018), no. 2, 191–206. 17B69.

- [14] Associated Varieties and Higgs Branches (A Survey), *Contemp. Math.* 711(2018), 37–44.
- [15] (with A. Linshaw) Singular support of a vertex algebra and the arc space of its associated scheme. In: Gorelik M., Hinich V., Melnikov A. (eds) Representations and Nilpotent Orbits of Lie Algebraic Systems. *Progress in Mathematics*, vol 330. Birkhäuser, Cham.
- [16] Representation theory of W-algebras and Higgs branch conjecture, *Proc. Int. Cong. of Math. 2018 Rio de Janeiro*, Vol. 1 (1261–1278).
- [17] (with T. Creutzig and A. Linshaw) W-algebras as coset vertex algebras, *Invent. Math.*, October 2019, Volume 218, Issue 1, pp 145–195.
- [18] (with E. Frenkel) Quantum Langlands duality of representations of W-algebras, *Compos. Math.*, Volume 155, Issue 12, December 2019, 2235–2262.
- [19] (with H. Yamada and H. Yamauchi)  $\mathbb{Z}_k$ -code vertex operator algebras, to appear in *J. Math. Soc. Japan*.

## 教授 並河 良典 (標準束が自明な代数多様体の研究)

### 1. 研究概要

標準束が自明な代数多様体を研究してきた。コンパクトな対象はカラビ-ヤウ多様体と呼ばれ、代数多様体の分類理論の中では、ファノ多様体とともに重要な対象である。またミラー対称性は、カラビ-ヤウ多様体に新しい知見を与えた。さらに、複素シンプレクティック構造を持ったコンパクトケーラー多様体は、超ケーラー多様体と呼ばれ豊かな構造を持つ。一方、コンパクトではない対象で、やはり複素シンプレクティック構造を持ったものは、幾何学的表現論を展開する上で欠かせない。複素半単純リー環のべき零軌道 (またはその閉包)、旗多様体、トーリック超ケーラー多様体、シンプレクティック商特異点などがその典型である。こうした代数多様体で特異点を持ったものを、双有理幾何、変形理論、特異点理論の観点から研究してきた。研究対象は、おおまかに3つに分かれる。

(i) 3次元カラビ-ヤウ多様体: 極小モデルの立場からは、 $\mathbb{Q}$ -分解的末端特異点を持ったものが自然な対象である。[2] では、 $\mathbb{Q}$ -分解的末端特異点をもつ3次元カラビ-ヤウ多様体が非特異カラビ-ヤウ多様体に変形できることを証明した。また [1] では正規交差型多様体の対数変形を用いて、スムージングによって非特異カラビ-ヤウ多様体の構成をおこなった。

(ii) 複素シンプレクティック多様体 (コンパクトな場合): 複素シンプレクティック多様体の概念を、標準特異点を持ったものにまで拡張して、その変形理論を研究した ([3])。さらに、 $\mathbb{Q}$ -分解的末端特異点を持つ複素シンプレクティック多様体に対して、周期写像を定義して、局所トレリ型定理を証明した。一方、非特異な複素シンプレクティック多様体に対しては、(双有理的) 大域的トレリ型定理が成り立つことが、かなりの間、未解決であったが、その反例を与えた ([4])。

(iii) 複素シンプレクティック多様体 (非コンパクトな場合): 正規アフライン代数多様体で、有理特異点のみを持ち、非特異部分上にシンプレクティック型式が存在するものを、シンプレクティック特異点と呼ぶ。知られているシンプレクティック特異点はすべて良い  $C^*$ -作用を持っており、錐的シンプレクティック特異点とよばれるものになる。錐的シンプレクティック特異点はコンパクトではないので、通常の変形ではなくポアソン変形を考える必要があ

る。論文 [5] ではポアソン変形の一般論を構築し, 論文 [8] では, 錐的シンプレクティック特異点のポアソン変形が障害を持たないことを証明した。その応用として, 錐的シンプレクティック特異点がシンプレクティック特異点解消を持つことと, ポアソン変形によってスムージングできることは同値になる。[6] では複素半単純リー環のべき零軌道の閉包の相異なるシンプレクティック特異点解消どうしが (一般化された) 向井フロップでつながることを, シンプレクティック特異点解消の普遍ポアソン変形を用いて示した。[8], [6] は, 双有理幾何とポアソン変形の間には密接な関係があることを示唆している。これを, はっきりとした形で定式化したのが [11] である。[10], [15] ではべき零錐, べき零軌道の閉包を錐的シンプレクティック特異点のなかで特徴付けた。一番最近の結果は, べき零軌道の普遍被覆に付随したシンプレクティック特異点の  $\mathbb{Q}$ -分解的端末化の具体的構成と, 相異なる  $\mathbb{Q}$ -分解的端末化の個数を求めた次の2つのプレプリントである:

Birational geometry for the covering of a nilpotent orbit closure I, II (arXiv: 1907.07812, arXiv: 1912.01729)

## 2. 主な発表論文リスト

- [1] Kawamata, Y.; Namikawa, Y.: Logarithmic deformations of normal crossing varieties and smoothing of degenerate Calabi-Yau varieties. *Invent. Math.* 118 (1994), no. 3, 395 - 409.
- [2] Namikawa, Y.; Steenbrink, J. H. M.: Global smoothing of Calabi-Yau threefolds. *Invent. Math.* 122 (1995), no. 2, 403 - 419.
- [3] Namikawa, Y.: Deformation theory of singular symplectic  $n$ -folds. *Math. Ann.* 319 (2001), no. 3, 597 - 623.
- [4] Namikawa, Y.: Counter-example to global Torelli problem for irreducible symplectic manifolds. *Math. Ann.* 324 (2002), no. 4, 841 - 845.
- [5] Namikawa, Y.: Flops and Poisson deformations of symplectic varieties. *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* 44 (2008), no. 2, 259 - 314.

- [6] Namikawa, Y.: Birational geometry and deformations of nilpotent orbits. *Duke Math. J.* 143 (2008), no. 2, 375 - 405.
- [7] Namikawa, Y.: Induced nilpotent orbits and birational geometry. *Adv. Math.* 222 (2009), no. 2, 547 - 564.
- [8] Namikawa, Y.: Poisson deformations of affine symplectic varieties. *Duke Math. J.* 156 (2011), no. 1, 51 - 85.
- [9] Lehn, M.; Namikawa, Y.; Sorger, Ch. Slodowy slices and universal Poisson deformations. *Compos. Math.* 148 (2012), no. 1, 121 - 144.
- [10] Namikawa, Y.: On the structure of homogeneous symplectic varieties of complete intersection. *Invent. Math.* 193 (2013), no. 1, 159 - 185.
- [11] Namikawa, Y.: Poisson deformations and birational geometry. *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* 22 (2015), no. 1, 339 - 359.
- [12] Namikawa, Y.: A finiteness theorem on symplectic singularities. *Compos. Math.* 152 (2016), no. 6, 1225 - 1236.
- [13] Lehn, M.; Namikawa, Y.; Sorger, Ch.; van Straten, D.: On symplectic hypersurfaces. *Minimal models and extremal rays (Kyoto, 2011)*, 277 - 298, *Adv. Stud. Pure Math.*, 70, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2016.
- [14] Namikawa, Y.: Fundamental groups of symplectic singularities. *Higher dimensional algebraic geometry, in honour of Professor Yujiro Kawamata's sixtieth birthday*, 321 - 334 *Adv. Stud. Pure Math.*, 74, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2017.
- [15] Namikawa, Y.: A characterization of nilpotent orbit closures among symplectic singularities. *Math. Ann.* 370 (2018), no. 1-2, 811 - 818.

## 准教授 河合 俊哉 (二次元超共形場の理論および弦双対性の理解に関わる数理論理学)

手法としても研究対象としても二次元(超)共形場の理論と関連する数理論理学に永らく興味を持ち続けているが、近年は超対称性のある場の理論や弦理論の物理が代数多様体の数え上げ幾何と関連している場合に関心がある。

具体的には、(ある種の楕円カラビ・ヤウ多様体にコンパクト化した)  $F$  理論ないし  $IIA$  型弦理論と混成的弦理論(の適当なコンパクト化)の間に成立すると予想されている双対性の理解および BPS 状態の数え上げとしての定量的検証を近年の研究主題としている。混成的弦理論はゲージ理論や重力理論などの馴染みの物理との関係が見やすく、また数学的には表現論と近い関係にあるといってもよい。一方  $F$  理論ないし  $IIA$  型弦理論では考えている楕円カラビ・ヤウ多様体のグロモフ・ウィッテン不変量や D ブレーンの解釈としての「層の足し上げ」などの数え上げ幾何のテーマと関係する。特に BPS 状態の数え上げに対する生成関数をポーチャーズ積の拡張として解釈することを試みている。また具体例で試行錯誤してみると上記の数え上げ幾何以外にもヤコビ形式、不変式論、保型形式、楕円コホモロジー、表現論などの諸分野が有機的にからみあっていることが分かってきた。これらの諸概念を何らかの意味で統一する様な形で弦理論双対性を理解できればと願っている。

ゲージ理論と開カラビ・ヤウ多様体の対応は近年盛んに研究されているが、量子重力を含む場合を取り扱おうとすると閉(楕円)カラビ・ヤウ多様体を考えなければならない。考えている状況の限りでは量子重力の難しさは豊穡な「楕円」数学の世界と呼応しているようである。従って、困難ではあるが物理的にも数学的にも意義深く挑戦しがいがあると考えて日々研究している次第である。2017年以降の研究では数え上げ幾何としての数学的解釈はともかく、具体的な表式を提示できるまでに研究は進捗した。何れ文献 [5,6] に続くものとして研究成果を公表したいと考えているが、これには未だ多少時間を要するようである。

一方、二次元  $N = 2$  共形場の理論の楕円種数の研究への興味も再燃している。昔の話になるが文献 [1-3] で当該研究者等は二次元  $N = 2$  共形場の理論の楕円種数が弱ヤコビ形式となることを見出し、このことが、上述の研究でもヤコビ形式に関心を寄せるきっかけとなった。二次元  $N = 2$  共形場の理論の楕円種数は明確な対象であり、上述の問題に比べればずっと取り扱いやすいものであるが、現在でも多くの人々が折りに触れ研究している。また出戻って研究する意欲が出てきた。([9-11]) 2017年以降の研究では2種類のオービフォルドに対する楕円種数の具体的計算を完成させた。この結果は現在作成中の論文で

公表する予定である。([10,11])

- [1] *Elliptic genera and  $N=2$  superconformal field theory* (with Y. Yamada and S-K. Yang), Nucl. Phys. B 414 (1994) 191–212.
- [2] *Geometry of  $(0, 2)$  Landau-Ginzburg orbifolds* (with K. Mohri), Nucl. Phys. B 425 (1994) 191–216.
- [3] *Duality of orbifoldized elliptic genera* (with S-K. Yang) Progress of Theoretical Physics Supplement 118 (1995) 277–297.
- [4]  *$K3$  surfaces, Igusa cusp form and string theory*, in *Topological field theory, primitive forms and related topics*, (M. Kashiwara, A. Matsuo, K. Saito and I. Satake, eds.), Progr. Math. **160**, Birkhäuser 1998.
- [5] *String duality and enumeration of curves by Jacobi forms*, in *Integrable systems and algebraic geometry*, (M.-H. Saito, Y. Shimizu and K. Ueno, eds.), World Scientific 1998.
- [6] *String partition functions and infinite products* (with K. Yoshioka), Adv. Theor. Math. Phys. 4 (2000) 397–485.
- [7] *String and Vortex*, Publ. Res. Inst. Math. Sci. Kyoto 40 (2004) 1063–1091.
- [8] *Abelian Vortices on Nodal and Cuspidal Curves*, JHEP11(2009)111.
- [9] *Twisted Elliptic Genera of  $N=2$  SCFTs in Two Dimensions* Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 45 (2012) 395401.
- [10] *Elliptic Genera of Cyclic Orbifolds of Complex Tori (tentative title)*, manuscript in preparation.
- [11] *Elliptic Genera of Generalized Kummer Orbifolds (tentative title)*, manuscript in preparation.

## 准教授 竹広 真一 (地球および惑星流体力学の研究)

地球および惑星などの天体での流体现象を記述し考察するための流体力学の研究を行なっている。地球および惑星規模の流れの特徴的な性質を与える主な要因として、惑星が自転していること・重力と密度成層・構成物質の相変化・領域が球形であること、といった点があげられる。惑星大気やマントル・中心核の現象の複雑な状況を単純化したモデルを構成し、その中に登場する自転速度や重力と密度成層の強さ、球の半径などのパラメーターを様々に変えて、計算機を用いた数値実験によって流れの様子を求め、さらに数値実験結果に現れた流れの性質を統一的にとらえるための理論を構築することを試みる。このような作業を通じて地球や惑星のさまざまな流体现象に内在する基本的な流体力学的ふるまいを理解することを目指している。また、上記の研究を効率的に行なうための数値計算技法とソフトウェアの開発も行なっている。単純化したモデルを用いて流れの基本的な性質を掌握しておくことは、さまざまな物理過程を取り込んだシミュレーションモデルにおいて表現されるべき流体力学過程を明らかにすることとなり、そのことが地球や惑星の構造とその進化に対する予言能力の獲得につながると期待される。

2017年度以前から引き続き現在に至るまで手がけている研究テーマの一つは「対流の安定成層への貫入問題」である。自然界には対流層と安定成層が高さ方向に隣り合っている状況がしばしば出現する。例えば太陽の対流層の下側には輻射によるエネルギー伝達が卓越している放射層と呼ばれる成層安定な層が存在している。地球型惑星大気は一般に地面付近が成層不安定で対流が発達している対流層の上側に成層層と呼ばれる安定成層が存在している。安定成層と不安定成層が鉛直方向に隣接しているとき、不安定成層内で発生する対流がどの程度安定成層に貫入し侵食するかが最終的な密度成層構造の形成に大きく影響する。木星表層の流れの生成維持機構においても対流の貫入問題が重要な要素と考えられている。Galileo 探査機観測の結果から、木星の帯状流が深部の対流運動に起因する説が有力視されている。しかしながら一方で、木星大気の外側の部分には成層安定な大気層が存在することが観測やモデルから示唆されている。そのため深部の対流がどの程度安定成層をつき抜けて帯状流を生成し得るかが木星の帯状流の成因を特定する上での一つの鍵となっている。地球中心核においても安定成層への対流の貫入の問題がある。流体核の外側コア・マントル境界付近に安定成層が存在する可能性が示唆されており、この場合もやはり深部の対流がどの程度安定成層を削るかがその層の存在を判断する重要な要素となっている。さらに地球中心核内に安定成層が形成されるか否かは、地球が形成されてから現在に至るまでの熱的な構造の時間変化(熱史)に大きく

影響し、内核の形成開始時期や磁場の発生と強度がどのように変遷してきたかを考える上で重要な要素である。

このような問題を背景に、Takehiro and Sasaki (2018) では対流の安定成層への貫入の 1 次元理論モデルを提案した。対流層では十分に強い対流運動が温位と組成が一様化することを仮定し、その分布を実現するための運動エネルギー生成率分布に注目した。生成率およびその領域積分が正となることが対流層を維持する条件として要請することにより、安定成層への貫入の程度が最大および最小となる状態を定量的に評価することに成功した。このモデルを地球中心核の状況に適用し、流体核上部の安定成層が対流により混合破壊されるか否かという長年の問題に対して、客観的な数値に基づいた議論を提示した。また、この運動エネルギー生成率を用いた貫入の議論は、地球中心核あるいは自然現象だけでなく、広く一般的な流体現象に応用できる有用な理論である。

この理論は、以前に行って提案してきた強く影響を受けている状況での貫入問題の理論、すなわち高速に回転する回転球殻内に発生する柱状の対流運動と平均帯状流が上層の安定成層を貫入する程度の理論的な見積もり (Takehiro and Lister 2001, 2002, Takehiro 2015, Takehiro and Sasaki 2017) と相補的なものである。回転効果が卓越する対流は、流体運動が回転速度に比べて遅い状況であり、一方で、今回の激しい対流による安定成層への貫入理論は流体運動が速い状況での理論である。これら 2 つの極限的な状況での理論を用いることで、様々な状況での自然界の貫入対流を合理的に精査することができるだろう。実際、回転効果が卓越する貫入対流の理論的指標は、現在では地球惑星ダイナモの研究者に認知され、惑星ダイナモシミュレーションでの計算設定や解析に広く応用されている。

この研究テーマの他にも、恒星大気対流モデルの線形安定性問題、太陽系内および系外惑星大気力学、回転球殻磁気流体ダイナモへの力学境界条件および拡散パラメータの影響、流体現象に現れる不安定性と力学系的解析、流体計算のためのソフトウェアの開発、など、天体現象に関連する流れの研究を幅広く手がけてきている。

- [1] 林 祥介, 小河 正基, 櫻村 博基, 竹広 真一, 2020: 惑星内部・表層のダイナミクスと進化, シミュレーション, 39, 85–93.
- [2] Yuta Nakagawa, Takanori Kodama, Masaki Ishiwatari, Hajime Kawahara, Yasushi Suto, Yoshiyuki O. Takahashi, George L. Hashimoto, Kiyoshi Kuramoto, Kensuke Nakajima, Shin-ichi Takehiro, and Yoshiyuki Hayashi, 2020: Obliquity of an Earth-like planet from frequency

- modulation of its direct imaged light curve: Mock analysis from general circulation model simulation. *Astrophys. J.*, 898:95 (18pp)
- [3] Sasaki, E., Takehiro, S., Yamada, M., Kawahara, G., 2020: Bimodal vortex solutions on a sphere. *Physica D*, 406, 132438. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physd.2020.132438>
- [4] Takehiro, S., Brun, A. S., Yamada, M., 2020 : Assessment of Critical Convection and Associated Rotation States in Models of Sun-like Stars Including a Stable Layer. *Astrophys. J.*, 893, 83 (15pp), <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab7fa6>
- [5] Takehiro, S., Sasaki, Y., 2018: On Destruction of a Thermally Stable Layer by Compositional Convection in the Earth's Outer Core. *Front. Earth Sci.* 6:192. doi:10.3389/feart.2018.00192
- [6] Ishikawa, T., Takehiro, S., Yamada, M., 2018 : An orbital instability of minimal plane Couette turbulence. *Phys. Fluids*, 30, 034107.
- [7] Takehiro, S., Sasaki, Y., 2018 : Penetration of steady fluid motions into an outer stable layer excited by MHD thermal convection in rotating spherical shells. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 276, 258–264. doi:10.1016/j.pepi.2017.03.001
- [8] Sasaki, Y., Takehiro, S., Ishiwatari, M., Yamada, M., Effects of radial distribution of entropy diffusivity on critical modes of anelastic thermal convection in rotating spherical shells, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 276, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2017.09.003>
- [9] Noda, S., Ishiwatari, M., Nakajima, K., Takahashi, Y. O., Takehiro, S., Onishi, M., Hashimoto, G. L., Kuramoto, K., Hayashi, Y.-Y., 2017: The circulation pattern and day-night heat transport in the atmosphere of a synchronously rotating aquaplanet: Dependence on planetary rotation rate. *Icarus* 282, 1–18.
- [10] Takehiro, S., 2015: Penetration of Alfvén waves into an upper stably-stratified layer excited by magnetoconvection in rotating spherical shells, *Phys. Earth Planet. Inter.* 241, 37–43.

- [24] Takehiro, S., Lister, J. R., 2002: Surface zonal flows induced by thermal convection trapped below a stably stratified layer in a rapidly rotating spherical shell. *Geophys. Res. Lett.* 29, 10.1029/2002GL015450.
- [25] Takehiro S., Lister, J. R., 2001 : Penetration of columnar convection into an outer stably stratified layer in rapidly rotating spherical fluid shells. *Earth Planet. Sci. Lett.* 187, 357–366.

## 准教授 星 裕一郎 (数論幾何の研究)

### 1. 2017 年以降の研究の概要について

現在の研究題目: 双曲的代数曲線の数論幾何学の研究

私は、遠アーベル幾何学や  $p$  進タイヒミュラー理論という観点を中心として、双曲的な代数曲線の数論幾何学の研究を行ってきた。

[1], [2], [4], [5], [6], [12], [14], [18], [19], [20], [21], [22] は、遠アーベル幾何学に関連する研究の成果である。[1] では、中山能力氏との共同研究により、適当な対数的スキームたちのなす圏における狭義射の圏論的特徴付けを与えて、その帰結として、望月新一氏によって証明されていた対数的スキームの圏論的表示の別証明を与えた。[2] では、クンマー忠実体上のアフィンな双曲的代数曲線に対する遠アーベル予想の研究を行い、そのような代数曲線の代数的基本群の間の同型射が、代数曲線の間の同型射から生じるための必要充分条件を与えた。[4] では、木下亮氏と中山能力氏との共同研究により、付加構造付き楕円曲線のモジュライ空間に対する遠アーベル予想を解決した。[5] では、 $p$  進局所体上の双曲的代数曲線の絶対副  $p$  的遠アーベル幾何学の研究を行い、幾何学的副  $p$  的代数的基本群を入力データとするいくつかの単遠アーベル的復元アルゴリズムを確立して、その帰結として、例えば、潜在的通常安定還元を持つ射影的双曲的代数曲線に対する副  $p$  群論的良還元判定法を与えた。[6] では、局所体の有限次分離拡大とそのある種の整構造に関連した 2 種類の圏を導入して、与えられた局所体の同型類が、それらの圏の圏構造から完全に決定されることを証明した。[12] では、混標数局所体に関する遠アーベル幾何学のいくつかの話題の研究を行った。具体的には、整数環と対数殻という 2 つの整構造の比較、混標数局所体の絶対ガロア群の間の開準同型射の遠アーベル幾何学的観点による研究、特殊な混標数局所体に関するいくつかの単遠アーベル的復元アルゴリズムの確立、絶対ノルム射の単遠アーベル的復元アルゴリズムの確立などを行った。そして、それらの応用として、例えば、ある混標数局所体の絶対ガロア群の外部自己同型群における、体の自己同型から生じる有限部分群の非正規性を証明した。[14] では、古典的な Neukirch・内田の定理の単遠アーベル的観点による改良と見做すことのできる、数体の絶対ガロア群に関するある単遠アーベル的復元アルゴリズムを確立した。[18] では、PIPSC 型外表現

に関する組み合わせ論的遠アーベル幾何学の研究を行い、特に、PIPSC型外表現から生じる群の拡大から出発して、元々のPIPSC型外表現に付随する副有限グラフを復元する単遠アーベル的復元アルゴリズムを確立した。[19]では、正規代数多様体から代数曲線への支配的な射が定める代数的基本群のなすある系列が完全となるための必要充分条件を与えて、その応用として、2次元双曲的多重曲線に対する遠アーベル予想に関する成果を得た。[20]では、有理数体の有限生成拡大の上の滑らかな代数多様体は遠アーベル多様体による開基を持つであろう、というGrothendieckによる推測を、一般化劣 $p$ 進体上の滑らかな代数多様体という、元々の推測と比較して非常に一般的なクラスに対して、肯定的に解決した。[21]では、様々なクラスの基礎体上の準三点基に対する遠アーベル予想の絶対版を解決して、その応用として、上述の遠アーベル多様体による開基の存在に関するGrothendieckの推測の絶対版に関する成果を得た。[22]では、辻村昇太氏と室谷岳寛氏との共同研究により、ある条件を満たす実閉体上の正規完備代数多様体の代数的基本群から出発して、その幾何学的部分群を復元する単遠アーベル的復元アルゴリズムを確立した。

[10], [11], [13]は、 $p$ 進タイヒミュラー理論に関連する研究の成果である。[10]では、標数、種数、無限遠因子の次数といった値が小さい場合の、冪零許容固有束や冪零通常固有束に付随する超特異因子の具体的な記述を与えて、そして、それを用いて、いくつかの場合に、双曲的な代数曲線が双曲的通常であることを証明した。[11]では、標数3の場合の射影的双曲的代数曲線上の休眠固有束の一意性の一般化として、奇数標数 $p$ の場合の射影的双曲的代数曲線上の階数 $p-1$ の休眠乍の一意性を証明した。[13]では、標数3の場合には、種数が5以下の超楕円的な射影的双曲的代数曲線が双曲的通常であることを証明した。

[3]は、代数曲線の上の等分点の分岐に関連する研究の成果である。Colemanは、代数曲線の上の等分点の分岐に関する研究を行い、ある仮定のもとでは、そのような等分点是不分岐であると予想した。[3]では、古典的な $p$ 進ホッジ理論と玉川安騎男氏による等分点の分岐の研究の手法を組み合わせることで、例えば、上記のColemanの予想の設定のもと、代数曲線の上の等分点は、少なくとも剰余標数倍すれば不分岐となることを証明した。

[7], [9]は、有限型リーマン面に付随する写像類群に対する合同部分群問題に関連する研究の成果である。[7]では、飯島優氏との共同研究により、素数 $l$ 冪レベルのモジュラー曲線に付随する副 $l$ 外ガロア表現、その

ヤコビ多様体に付随する  $l$  進ガロア表現の像の副  $l$  性の研究を行った。そして、その成果を用いて、[9] では、飯島優氏との共同研究により、11 以上の素数  $l$  に対して、種数 1 の有限型リーマン面に付随する写像類群に対する合同部分群問題の副  $l$  版を否定的に解決した。写像類群に対する合同部分群問題、及び、その副  $l$  版は、写像類群の適切な曲面群への外表現に関する代数的位相幾何学における問題である。このように、代数的位相幾何学における問題が、モジュラー曲線に付随する副  $l$  外ガロア表現に関する非常に数論的な考察から解決されたことは、興味深い展開であると考えられる。

[16], [23] は、正標数における代数曲線の数論幾何学に関連する研究の成果である。古典的なリーマン面の理論において、射影的正則座標、複素射影構造、固有束という概念の間には、ある自然な関連がある。[16] では、これらの対象の正標数における類似として、疑座標、フロベニウス射影構造、フロベニウス固有構造という概念を導入して、上述のリーマン面の理論におけるそれらの間の自然な関連の正標数版を確立した。また、これらの概念は、標数 2 の場合の Belyi の定理の証明に登場する疑従順有理関数、 $p$  進タイヒミュラー理論に登場する休眠固有束、フロベニウス射で引き戻すと半安定ですらなくなる階数 2 の適当な安定局所自由層などといった概念の一般化になっており、そのような観点に関する研究も行われている。[23] では、丹後構造と呼ばれる正標数での射影的代数曲線の上の構造に関する研究を行った。この概念は、例えば、古典的なリーマン面の理論における複素アファイン構造の正標数における類似と考えられる概念である。そして、コンパクトリーマン面が複素アファイン構造を許容するための必要充分条件は、種数が 1 であることである。これらの観察に密接に関連する主張として、素数  $p$  と非負整数  $g$  に対して、丹後構造を許容する標数  $p$  種数  $g$  の射影的代数曲線が存在することと、 $p$  が  $g-1$  の約数であることが同値であることを証明した。

最後に、[17] は、混標数局所体の単遠アーベル幾何学の解説であり、そして、[8], [15] は、宇宙際タイヒミュラー理論の解説である。

## 2. 2017 年以降の主な発表論文等のリスト

- [1] Y. Hoshi and C. Nakayama, Categorical characterization of strict morphisms of fs log schemes, *Math. J. Okayama Univ.* **59** (2017), 1–19.

- [2] Y. Hoshi, On the Grothendieck conjecture for affine hyperbolic curves over Kummer-faithful fields, *Kyushu J. Math.* **71** (2017), no. **1**, 1–29.
- [3] Y. Hoshi, On ramified torsion points on a curve with stable reduction over an absolutely unramified base, *Osaka J. Math.* **54** (2017), no. **4**, 767–787.
- [4] Y. Hoshi, R. Kinoshita, and C. Nakayama, The Grothendieck conjecture for the moduli spaces of hyperbolic curves of genus one, *Kodai Math. J.* **40** (2017), no. **3**, 625–637.
- [5] Y. Hoshi, On the pro- $p$  absolute anabelian geometry of proper hyperbolic curves, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* **25** (2018), no. **1**, 1–34.
- [6] Y. Hoshi, Two categorical characterizations of local fields, *Hiroshima Math. J.* **48** (2018), no. **3**, 253–277.
- [7] Y. Hoshi and Y. Iijima, The pro- $l$  outer Galois actions associated to modular curves of prime power level, *J. Théor. Nombres Bordeaux* **30** (2018), no. **3**, 781–799.
- [8] Y. Hoshi, Introduction to inter-universal Teichmüller theory, continued, Algebraic number theory and related topics 2015, 209–307, *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, **B72**, Res. Inst. Math. Sci. (RIMS), Kyoto, 2018.
- [9] Y. Hoshi and Y. Iijima, A pro- $l$  version of the congruence subgroup problem for mapping class groups of genus one, *J. Algebra* **520** (2019), 1–31.
- [10] Y. Hoshi, On the supersingular divisors of nilpotent admissible indigenous bundles, *Kodai Math. J.* **42** (2019), no. **1**, 1–47.
- [11] Y. Hoshi, A note on dormant opers of rank  $p - 1$  in characteristic  $p$ , *Nagoya Math. J.* **235** (2019), 115–126.
- [12] Y. Hoshi, Topics in the anabelian geometry of mixed-characteristic local fields, *Hiroshima Math. J.* **49** (2019), no. **3**, 323–398.

- [13] Y. Hoshi, Hyperbolic ordinariness of hyperelliptic curves of lower genus in characteristic three, *Kyushu J. Math.* **73** (2019), no. **2**, 317–335.
- [14] Y. Hoshi, Mono-anabelian reconstruction of number fields, On the examination and further development of inter-universal Teichmüller theory 2015, 1–77, *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, **B76**, Res. Inst. Math. Sci. (RIMS), Kyoto, 2019.
- [15] Y. Hoshi, Introduction to inter-universal Teichmüller theory, On the examination and further development of inter-universal Teichmüller theory 2015, 79–183, *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, **B76**, Res. Inst. Math. Sci. (RIMS), Kyoto, 2019.
- [16] Y. Hoshi, Frobenius-projective structures on curves in positive characteristic, *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **56** (2020), no. **2**, 401–430.
- [17] Y. Hoshi, Introduction to mono-anabelian geometry, to appear in *Proceedings of the conference “Fundamental Groups in Arithmetic Geometry”*, Paris, France 2016.
- [18] Y. Hoshi, Reconstruction of profinite graphs from profinite groups of PIPSC-type, to appear in *Hokkaido Math. J.*
- [19] Y. Hoshi, Homotopy sequences for varieties over curves, to appear in *Kobe J. Math.*
- [20] Y. Hoshi, A note on an anabelian open basis for a smooth variety, to appear in *Tohoku Math. J.*
- [21] Y. Hoshi, The absolute anabelian geometry of quasi-tripods, to appear in *Kyoto J. Math.*
- [22] Y. Hoshi, T. Murotani, and S. Tsujimura, On the geometric subgroups of the étale fundamental groups of varieties over real closed fields, to appear in *Math. Z.*
- [23] Y. Hoshi, A note on the existence of Tango curves, to appear in *Kodai Math. J.*

## 准教授 Croydon, David A. (Probability Theory)

My research is based in probability theory, with my main research interest being in diffusions on random fractals and how such processes arise as scaling limits of related random walks on random graphs. I also have a growing interest in the behaviour of discrete integrable systems started from random initial conditions.

### Scaling limits for random walks on random graphs

In describing properties of disordered media, physicists have long been interested in the behaviour of random walks on random graphs that arise in statistical mechanics, such as critical percolation clusters and uniform spanning trees (USTs). Random walks on random graphs are also of interest to computer scientists in studies of complex networks. The models proposed to understand these systems are often simple to define mathematically, but nonetheless can be hard to analyse. Indeed, many of the canonical examples exhibit large-scale fractal behaviour, which mean it is often a challenge to describe their geometrical properties, let alone that of the associated random walks. In recent years, however, the deep connections between electrical networks and stochastic processes have been advanced so that tackling some of the key examples of random walks on random graphs is now within reach. For instance, for certain classes of fractal-like random graphs, together with my collaborators I have previously shown that the associated random walks can be rescaled to yield a diffusion on the limiting space, where the latter process is described via a so-called ‘resistance form’ [6,7] (see also [2,13]). (Cf. The convergence of random walks on the integer lattice to Brownian motion.) More recently, I have applied such an argument and related techniques in order to:

- detail the trapping behavior of the Bouchaud trap model with slowly varying traps [4] and the biased random walk on the trace of biased random walk [10,12];
- understand the heat kernel and spectrum of the Laplacian on the limiting random fractals [5,8];
- derive fine properties of the random walk on the two-dimensional UST and its scaling limit [3];
- establish a scaling limit for the random walk on the three-dimensional UST [18].

In the coming years, I envisage working on a variety of further problems in this area. Grants that have supported this work include the following:

- 04/19-03/23 Principal investigator, JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research (C) *Stochastic processes associated with resistance forms*, 19K03540.
- 04/18-03/20 Principal investigator, JSPS Grant-in-Aid for Research Activity Start-up *Random walks on random graphs in critical regimes*, 18H05832.
- 04/17-03/22 Co-investigator, JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research (A) *Anomalous diffusions on disordered media*, 17H01093. PI: Takashi Kumagai.

Moreover, together with my co-authors, I have been awarded the following prize for work in this area:

- 12/18 International Consortium of Chinese Mathematicians Distinguished Paper Award (for [1] in publication list).

## Discrete integrable systems started from random initial conditions

The box-ball system (BBS) is an interacting particle system introduced in the 1990s by physicists Takahashi and Satsuma as a model to understand solitons, that is, travelling waves. In particular, it is connected with the Korteweg-de Vries (KdV) equation, which describes shallow water waves. In [14], together with Tsuyoshi Kato (Kyoto), Makiko Sasada (Tokyo) and Satoshi Tsujimoto (Kyoto), I studied invariant measures of the BBS (see also [9,11]). A key observation made in [14] is that the dynamics of the system can be described in terms Pitman's path transformation of reflection in the past maximum, which is well-known in the probability community. In recent work with Sasada and Tsujimoto, which is summarised in [16], I have extended the framework of the aforementioned research to cover more general discrete integrable systems, including the ultradiscrete and discrete KdV and Toda equations (see also [15]). Moreover, together with Sasada, I have shown how a certain soliton decomposition of BBS configurations can be used to derive generalized hydrodynamic limits of the system [17]. For suitably smooth initial conditions, the limiting behaviour can be characterised by a partial differential equation, which naturally links the time-derivatives of the soliton densities and the 'effective speeds' of solitons locally. We henceforth plan to explore this result in a more general setting. My work in this area has been partially supported by the following grant:

04/19-03/24 Co-investigator, JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research (B) *Analysis of ultra-discrete systems based on Pitman's transformation by probability theory*, 19H01792. PI: Satoshi Tsujimoto.

- [1] Z.-Q. Chen, D. A. Croydon and T. Kumagai, *Quenched invariance principles for random walks and elliptic diffusions in random media with boundary*, Ann. Probab., **43** (2015), no. 4, 1594–1642.
- [2] D. A. Croydon, *An introduction to stochastic processes associated with resistance forms and their scaling limits*, RIMS Kôkyûroku **2030** (2017), 1–8.
- [3] M. T. Barlow, D. A. Croydon and T. Kumagai, *Subsequential scaling limits of simple random walk on the two-dimensional uniform spanning tree*, Ann. Probab. **45** (2017), no. 1, 4–55.
- [4] D. A. Croydon and S. Muirhead, *Quenched localisation in the Bouchaud trap model with slowly varying traps*, Probab. Theory Related Fields **168** (2017), no. 1-2, 269–315.
- [5] P. H. A. Charmoy, D. A. Croydon and B. M. Hambly, *Central limit theorems for the spectra of classes of random fractals*, Trans. Amer. Math. Soc. **369** (2017), 8967–9013.
- [6] D. A. Croydon, B. M. Hambly and T. Kumagai, *Time-changes of stochastic processes associated with resistance forms*, Electron. J. Probab. **22** (2017), paper no. 82, 1–41.
- [7] D. A. Croydon, *Scaling limits of stochastic processes associated with resistance forms*, Ann. Inst. H. Poincaré Probab. Statist. **54** (2018), no. 4, 1939–1968.
- [8] D. A. Croydon, B. M. Hambly and T. Kumagai, *Heat kernel estimates for FIN processes associated with resistance forms*, Stochastic Process. Appl. **129** (2019), no. 9, 2991–3017.
- [9] D. A. Croydon and M. Sasada, *Invariant measures for the box-ball system based on stationary Markov chains and periodic Gibbs measures*, J. Math. Phys. **60**, 083301 (2019).
- [10] D. A. Croydon, *An introduction to the trapping experienced by biased random walk on the trace of biased random walk*, RIMS Kôkyûroku **2116** (2019), 203–212.

- [11] D. A. Croydon and M. Sasada, *Duality between box-ball systems of finite box and/or carrier capacity*, RIMS Kôkyûroku Bessatsu **B79** (2020), 63–107.
- [12] D. A. Croydon and M. P. Holmes, *Biased random walk on the trace of biased random walk on the trace of...*, Comm. Math. Phys. **375** (2020), 1341–1372.
- [13] D. A. Croydon, *The random conductance model with heavy tails on nested fractal graphs* (2019), accepted for publication in Fractal Geometry and Stochastics VI, Springer.
- [14] D. A. Croydon, T. Kato, M. Sasada and S. Tsujimoto, *Dynamics of the box-ball system with random initial conditions via Pitman’s transformation* (2018), accepted for publication in Mem. Amer. Math. Soc.
- [15] D. A. Croydon, M. Sasada and S. Tsujimoto, *Dynamics of the ultra-discrete Toda lattice via Pitman’s transformation* (2019), accepted for publication in RIMS Kôkyûroku Bessatsu.
- [16] D. A. Croydon and M. Sasada, *Discrete integrable systems and Pitman’s transformation* (2020), accepted for publication in Adv. Stud. Pure Math.
- [17] D. A. Croydon and M. Sasada, *Generalized hydrodynamic limit for the box-ball system* (2020), preprint.
- [18] O. Angel, D. A. Croydon, S. Hernandez-Torres and D. Shiraishi, *Scaling limits of the three-dimensional uniform spanning tree and associated random walk* (2020), preprint.

### 助教 Helmke, Stefan (Effective Basepoint Freeness)

I refer to my older papers [1-4] for an explanation of what effective basepoint freeness is about and to my last report (2017) for a motivation of the problem. As I explained in there, the process of constructing certain subvarieties of very low degree (in case that basepoint freeness fails) is not discrete and one of the major problems, in fact the only one which remains, is to prove that the process terminates. These techniques will eventually appear in [5], once this problem is settled.

Around 2015 I noticed that in order to obtain the required termination, one needs to bound the number of blow-ups needed in the process of resolving the singularities of certain divisors appearing in the construction. This would be a hopeless venture, if one really had to resolve the singularities completely, but fortunately only a very local resolution, known as local uniformization, is required and even that can be somewhat weaker than a usual local uniformization, though it must be effective. To see what I mean, take a regular local ring  $R$  containing the field of rational numbers with a real valuation  $v$ . What we want to prove is roughly that for every  $\epsilon > 0$  there exists another regular local ring  $S$  obtained from  $R$  by a number of blow-ups which can be effectively bounded, such that  $v$  has a non-trivial center on  $S$  and for every element  $x \in R$  the multiplicity of its strict transform in  $S$  is less than  $\epsilon \cdot v(x)$ . An immediate consequence of the existence of such effective local uniformizations is a conjecture due to Jonsson and Mustața about the log-canonical threshold of a filtration, which has been proved in the meantime, but effective local uniformizations have many more applications.

So since 2017 I have been working exclusively on those effective local uniformizations. Unfortunately, I originally believed that one can see the effectiveness of the uniformization process directly from the formulae for the coordinate transformations as in the case of plane curve singularities, where the classical Newton-Puiseux series is really all what is wanted. But it turned out that in higher dimensions this works somewhat differently and I wasted a lot of time by pursuing that silly idea. During this process, however, I learned how local uniformizations really work and why they are in fact effective in the sense described above. And while it is not yet completely finished, I am quite certain that the results will soon be published in [6].

- [1] S. Helmke, *On Fujita's conjecture*, Duke Math. J. 88 (1997), 201–216.
- [2] S. Helmke, *On global generation of adjoint linear systems*, Math. Ann. 313 (1999), 635–652.
- [3] S. Helmke, *The base point free theorem and the Fujita conjecture*, Vanishing theorems and effective results in algebraic geometry, ICTP Lecture Notes 6, Trieste, 2001, 215–248.
- [4] S. Helmke, *Multiplier ideals and basepoint freeness*, Oberwolfach reports 1, 2004, 1137–1139.
- [5] S. Helmke, *New Combinatorial Methods in Algebraic Geometry*, in preparation.
- [6] S. Helmke, *On local uniformizations*, in preparation.

## 助教 大浦 拓哉 (数値解析, 基礎的数値算法の開発及び解析)

数値解析分野において, 主に基礎的な数値計算法の開発およびその解析を行っている. 2017年以降の研究は大きく2種類あり, 二重指数関数型積分公式(有限区間, 振動なし)のさらなる性能改良 [5] と, クレーンショー・カーチス則が, 著者の提案した一般化連続オイラー変換 [1][2] を用いる変数変換型積分公式の特殊例であることの発見である. 以下にこれらの概要を示す.

### 1. 二重指数関数型積分公式(有限区間, 振動なし)の性能改良

高橋・森により 1974 年に提案された二重指数変換型数値積分公式 ( $\tanh$ - $\sinh$  則) は 1997 年以降の杉原らの研究により, 適切に設定された被積分関数のクラスにおいて, 分点数  $N$  に対する誤差の下限  $O(\exp(-cN/\log N))$ ,  $c > 0$  と同じ形になることが示された (このレビューは [3][4]). ただし係数  $c$  の値の最適性は示されておらず, 本研究はその係数  $c$  の値を最適に近づけるような汎用性の高い変数変換を求めることである. 最近の著者の研究で提案した  $\arctan$ - $\exp$ - $\sinh$  則は高橋・森の提案した  $\tanh$ - $\sinh$  則を上回る性能を発揮することを具体的な計算で示した. そして現在このようなくつかの改良された二重指数変換型数値積分公式の誤差解析を行っている. この研究では, 応用上よく扱う被積分関数のクラスを想定する必要があるため, 数値積分を利用する様々な分野の研究者と連携を取りながら研究を進めている.

### 2. クレーンショー・カーチス則と連続オイラー変換との関連性の発見

積分端点で正則な関数に対する数値積分公式の一つにクレーンショー・カーチス則が知られている. この公式の特徴は, チェビシェフ補間に高速フーリエ変換を用いて高速高精度計算を可能にする点である. 最近の筆者の研究において, このクレーンショー・カーチス則が, 簡単な変数変換にある種の一般化連続オイラー変換を施した数値積分公式と一致することを確認した. この発見により, 変数変換と一般化連続オイラー変換の取り方によって様々な積分公式の提案が可能となり, その誤差の評価はクレーンショー・カーチス則と同じ形で  $O(\exp(-cN))$  となり, 係数  $c$  が最適になる変換の組み合わせが存在すると予想される. 現在, クレーンショー・カーチス則よりも応用範囲が広く高精度の数値積分公式の提案を目指すため, 最適な変数変換と一般化連続オイラー変換の解析を行っている.

- [1] A generalization of the continuous Euler transformation and its application to numerical quadrature, T. Oura, J. Comput. Appl. Math., 157, (2003).
- [2] Direct computation of generalized functions by continuous Euler transformation, T. Oura, Sugaku Expositions (translated from Sugaku), 25, (June 2012), 89–104.
- [3] 計算機と物理, 数学 (コラム), 大浦拓哉, 数理科学 サイエンス社 2016年4月号 No.634.
- [4] 二重指数関数型積分公式について (森正武先生を偲ぶ), 大浦拓哉, 第46回数値解析シンポジウム予稿集 (2017).
- [5] 二重指数関数型積分公式の仕組みと応用 (口頭発表), 大浦拓哉, 第10回福島応用数学研究集会 (2018).

## 助教 越川 皓永 (整数論, 数論幾何学の研究)

代数多様体のコホモロジー, 特に射影的で滑らかな多様体のコホモロジーに興味を持って研究している。少し違う言い方をすれば, 純モチーフが研究対象といえる。純モチーフは, Langlands 対応により保型表現とも対応するので, そのような関連分野や志村多様体にも興味を持っている。

$p$ 進体上の多様体のコホモロジーを調べる  $p$ 進 Hodge 理論は近年 Bhatt, Morrow, Scholze らにより整係数での理解が進展し, 様々な応用も得られている。[3] では, 彼らによる新しいコホモロジーの構成を半安定還元の場合に拡張した。(Česnavičius 氏との共同研究) Bhatt と Scholze は最終的にクリスタリンコホモロジーの混標数での精密化としてプリズマティックコホモロジーという枠組みを導入した。[7] において対数版プリズマティックコホモロジーの理論の構築を始めた。また, 相対的な状況での研究も Ildar Gaisin と行っている。我々のアプローチは Abbes-Gros による相対 Hodge-Tate スペクトル系列と密接に関係する。

代数的サイクルに関する Tate 予想は代数幾何・数論幾何の基本的な予想の一つである。有限体上の K3 曲面に対しては Madapusi Pera らにより証明されたが, その証明では久賀佐武構成を志村多様体の幾何と併せて調べることが鍵となっている。この方向をさらに推し進め, K3 曲面の虚数乗法付きの持ち上げとその Tate 予想 (K3 曲面  $X$  に対し,  $X \times X$  の場合) への応用について研究した。また, 標数 2 の場合に Madapusi Pera の証明自体に飛躍があることを見つけ, これを修正した。この修正には上述した整  $p$  進 Hodge 理論の進展が本質的に用いられている。(伊藤哲史氏, 伊藤和広氏との共同研究 [4])

志村多様体のコホモロジーについて Kottwitz の予想あるいはそれと関連する消滅定理が知られている。最近では, Serre 予想や Taylor-Wiles の理論の一般化を背景に, これらの消滅定理の捩れ係数版も盛んに研究されている。Caraiani-Scholze はコンパクトなユニタリ志村多様体に対して, 中間次元以外である種のコホモロジー類が消滅するという結果を証明した。一方, Harris-Taylor が局所 Langlands 対応の証明で用いた志村多様体のクラスに対しては, Boyer によってより一般的にどの範囲でコホモロジー類が消えるかをコントロールする結果が得られている。[6] ではこれを群論的な結果と組み合わせて得られる消滅定理について調べた。また Boyer の結果を Caraiani-Scholze のアプローチから一般化する, あるいは理解するという研究も行っている。

[1] ではアーベル多様体の Faltings 高さを代数体上の純モチーフについて一般化する研究を加藤和也のアイデアを修正して行った。正標数の関数体類似に基づいて, [2] では純モチーフの代わりにその  $p$  進実現であるアイソクリスタルの isotriviality について調べた。[5] では有理数体上の  $GL(3)$  のある 1 つの自己双対的でない保型表現と van Geeman と Top の純モチーフが実際に対応することを, Grenié による先行研究を基に, 確認した。(伊藤哲史氏, 三枝洋一氏との共同研究)

- [1] On heights of motives with semistable reduction, preprint.
- [2] Overconvergent unit-root  $F$ -isocrystals and isotriviality, Math. Res. Lett. 24 (2017), no. 6, 1707–1727.
- [3] The  $A_{inf}$ -cohomology in the semistable case, Compositio Math. 155 (2019) 2039–2128. (with K. Česnavičius.)
- [4] CM liftings of K3 surfaces over finite fields and their applications to the Tate conjecture, preprint. (with K. Ito and T. Ito.)
- [5] Galois representations associated with a non-selfdual automorphic representation of  $GL(3)$ , preprint. (with T. Ito and Y. Mieda.)
- [6] Vanishing theorems for the mod  $p$  cohomology of some simple Shimura varieties, to appear in Forum Math. Sigma.
- [7] Logarithmic prismatic cohomology I, preprint.

## 1 研究概要

I work in arithmetic geometry. Recently, my research focuses on curves and their moduli spaces in positive characteristic from the point of view of fundamental groups, which are motivated by the theory of anabelian geometry of curves over algebraically closed fields of characteristic  $p > 0$ .

Since the late 1990s, some developments of Florian Pop, Michel Raynaud, Mohamed Saïdi, and Akio Tamagawa showed evidence for very strong anabelian phenomena for curves over algebraically closed fields of characteristic  $p$ . In this situation, the Galois group of the base field is trivial, and the arithmetic fundamental group coincides with the geometric fundamental group, thus there is a total absence of a Galois action of the base field. This kind of anabelian phenomenon goes beyond Grothendieck's anabelian geometry, and this is the reason that we do not have an explicit description of the geometric fundamental group of any pointed stable curve in positive characteristic. Moreover, we may think that the anabelian geometry of curves over algebraically closed fields of characteristic  $p$  is a theory based on the following rough consideration: The geometric fundamental group of a pointed stable curve over an algebraically closed field of characteristic  $p$  must encode “moduli” of the curve.

Recently, I introduced a topological space which is called the moduli space of admissible fundamental groups of curves in positive characteristic, and posed the so-called “Homeomorphism Conjecture”. This conjecture says that the moduli spaces of curves in positive characteristic can be reconstructed group-theoretically from the geometric fundamental groups of curves as topological spaces. Moreover, the Homeomorphism Conjecture gives us a new insight into the theory of the anabelian geometry of curves over algebraically closed fields of characteristic  $p$  based on the following philosophy: The anabelian properties of pointed stable curves over algebraically closed fields of characteristic  $p$  are equivalent to the topological properties of the moduli spaces of admissible fundamental groups.

In [1], [4], [7], I study the anabelian geometry of (possibly singular) pointed stable curves over algebraically closed fields of characteristic  $p$ . In particular, I proved the combinatorial Grothendieck conjecture for curves in positive characteristic, and formulated the weak Isom-version of the Grothendieck conjecture for arbitrary pointed stable curves over algebraically closed fields of characteristic  $p$ .

In [3], [5], [6], I study the Hasse-Witt invariants and the generalized Hasse-Witt invariants associated to a pointed stable curve in positive characteristic by using the theory of Raynaud-Tamagawa theta divisors. Those invariants play important roles to understand the structure of the geometric fundamental group of the curve.

In [2], [8], [9], [10], [11], based on the theory developed in the previous papers (in particular, [3], [4], [5], [7]), I introduced the moduli spaces of admissible fundamental groups, and formulated the Homeomorphism Conjecture. Moreover, I proved that the Homeomorphism Conjecture holds when the dimension of the moduli space of curves is 1.

- [1] Yu Yang, On the admissible fundamental groups of curves over algebraically closed fields of characteristic  $p > 0$ , *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **54** (2018), 649–678.
- [2] Yu Yang, Tame anabelian geometry and moduli spaces of curves over algebraically closed fields of characteristic  $p > 0$ , preprint.
- [3] Yu Yang, On the averages of generalized Hasse-Witt invariants of pointed stable curves in positive characteristic, *Math. Z.* **295** (2020), 1–45.
- [4] Yu Yang, The combinatorial mono-anabelian geometry of curves over algebraically closed fields of positive characteristic I: combinatorial Grothendieck conjecture, preprint.
- [5] Yu Yang, Maximums of generalized Hasse-Witt invariants of pointed stable curves in positive characteristic, preprint.
- [6] Yu Yang, Raynaud-Tamagawa theta divisors and new-ordinariness of ramified coverings of curves, preprint.
- [7] Yu Yang, On the existence of specialization isomorphisms of admissible fundamental groups in positive characteristic, to appear in *Math. Res. Lett.*
- [8] Yu Yang, Moduli spaces of fundamental groups of curves in positive characteristic I, preprint.
- [9] Yu Yang, Moduli spaces of fundamental groups of curves in positive characteristic II, in preparation.
- [10] Yu Yang, Moduli spaces of fundamental groups of curves in positive characteristic III, in preparation.
- [11] Yu Yang, Moduli spaces of fundamental groups of curves in positive characteristic IV, in preparation.

## 2 科研費と査読あり論文リスト

My research is currently supported by JSPS Grant-in-Aid for Young Scientists Grant Numbers 20K14283.

- [1] Yu Yang, On the existence of specialization isomorphisms of admissible fundamental groups in positive characteristic, to appear in *Math. Res. Lett.*
- [2] Yu Yang, On the averages of generalized Hasse-Witt invariants of pointed stable curves in positive characteristic, *Math. Z.* **295** (2020), 1–45.
- [3] Yu Yang, The anabelian geometry of curves over algebraically closed fields of positive characteristic, to appear in *RIMS Kokyuroku Bessatsu*.

- [4] Yu Yang, Group-theoretic characterizations of almost open immersions of curves, *J. Algebra* **530** (2019), 290–325.
- [5] Yu Yang, On the admissible fundamental groups of curves over algebraically closed fields of characteristic  $p > 0$ , *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **54** (2018), 649–678.
- [6] Yu Yang, On the existence, geometry and  $p$ -ranks of vertical fibers of coverings of curves, *RIMS Kokyuroku Bessatsu* **B72** (2018), 187–193.
- [7] Yu Yang, On the ordinariness of coverings of stable curves, *C. R. Math. Acad. Sci. Paris, Ser. I* **356** (2018), 17–26.
- [8] Yu Yang, On the existence of non-finite coverings of stable curves over complete discrete valuation rings, *Math. J. Okayama Univ.* **61** (2019), 1–18.
- [9] Yu Yang, Degeneration of period matrices of stable curves, *Kodai Math. J.* **41** (2018), 125–153.

## 教授 長谷川 真人 (理論計算機科学の研究)

今日の電子計算機において実現されている、もしくはされつつある多様なソフトウェアについて、統一かつ厳密に議論することを可能にするために、計算現象が根底に持っている数学構造を抽出し、分析することを研究の目的としている。基本的な考え方は、複雑な計算現象を表現・分析するために、適切に抽象化された構造を特定し、そのような構造に関する考察から、計算現象に関する有益な情報を得ようというものであり、いわば「計算の表現論」である。特に、プログラミング言語における制御構造の数学モデル (意味論) の、主に代数的・圏論的な手法と、証明論・型理論的な枠組みを用いた分析および応用に取り組んでいる。

これまでの研究成果の多くは、

- i) トレース付きモノイダル圏を用いた再帰プログラムや巡回構造のモデル,
  - ii) 副作用を伴う計算のモナドを用いたモデル, あるいは
  - iii) 線型論理に基づく型理論とそのモノイダル圏によるモデル
- に関するものである。

i) については、巡回構造から生じる再帰計算を論じた学位論文 (*Models of Sharing Graphs: A Categorical Semantics of let and letrec*, Univ. Edinburgh, 1997 / Springer-Verlag, 1999) の仕事 (これは ii) と iii) にも密接に関連していた) を出発点に、領域理論における最小不動点演算子を用いた再帰プログラムの意味論をトレース付きモノイダル圏に拡張した研究などを行ってきた。圏論を直接には用いないが関連する方向では、巡回構造を持つ必要呼びラムダ計算の操作的意味論を調べている。必要呼びのような効率的な実装の本質を捉える表示の意味論を、トレース付きモノイダル圏を用いて構築することは積年の課題だが、まだ満足のいく解決には至っていない。

トレース付きモノイダル圏そのものに関する理論研究も継続しており、現在は、トレース付きモノイダル圏上のモナドについて、モナドの代数の圏にトレース付きモノイダル圏の構造が持ち上げられるための条件を調べている (J.S. Lemay との共同研究)。

ii) については、これまでに、副作用を伴う制御構造を用いた再帰プログラムの意味論の研究を行ない、特に再帰と第一級継続の組み合わせから生じる計算を分析した。また、第一級継続を用いた多相型プログラムが満たすパラメトリシティ原理を与えた。ただし、最近では、この方向での研究は自身ではあまり進めておらず、近年 (Plotkin らの) 「代数的計算効果」の理論から派生した様々な言語や計算体系・モデルを眺めつつ、次に進むべき方向を模索しているところである。

iii) に関しては、線型論理に対応する線型ラムダ計算とその圏論的モデルに関する理論の整備を行なっている。最近では、古典線型論理の圏論的モデルである \*-自律圏 (Grothendieck-Verdier 圏) の構造が Hopf モナドの代数の圏に持ち上げられるための必要十分条件を与えた (J.S. Lemay との共同研究)。i) と iii) にまたがる話題として、トレース付きモノイダル圏の上に双方向計算のモデルを構築する Girard らの「相互作用の幾何」に関係する研究も行っている。最近では、線型ラムダ計算から巡回共有構造を持つラムダ計算への翻訳を圏論的なモデルの構成から導いた。

また、10年ほど前から、プログラム意味論と量子トポロジーの接点を模索している。これまでに、プログラミング言語の理論で用いられているモノイダル圏においてリボン Hopf 代数を考え、その表現の圏として非自明なブレイドを持ち同時に再帰プログラムのモデルにもなっているリボン圏を構成した。現時点では、表現論や量子トポロジーの初歩的な部分をなぞっているだけにすぎないが、長期的な目標として、プログラム意味論の量子化とも呼ぶべきことを考えており、たとえば位相的量子計算とプログラム意味論を結びつける可能性について模索している。ただ、ゲーム意味論等の良く知られた例については量子化は困難であることもわかってきており、課題は多い。

なお、プログラミング言語の研究の立場から見ると、位相的量子計算は（抽象度の高低の意味で）極端に低レベルな実装モデルと言えるが、この例に限らず、低レベル実装モデルのためのプログラム意味論は未だ十分に整備されておらず、今後の当分野の重要な課題であると考えている。この方面では、ブレイドを持つラムダ計算について調べ、上に述べたリボン圏を用いた意味論を与えた。

## 2017年以降の主な発表論文

- [1] Linear distributivity with negation, star-autonomy, and Hopf monads. *Theory Appl. Categ.*, **33**(27) (2018), pp. 1145-1157. (with J.-S. Lemay)
- [2] From linear logic to cyclic sharing. In *Proc. Joint International Workshop on Linearity & Trends in Linear Logic and Applications (LINEARITY-TLLA 2018)*, *EPTCS*, **292** (2019), pp. 31-42.
- [3] A braided lambda calculus. In *Proc. Joint International Workshop on Linearity & Trends in Linear Logic and Applications (LINEARITY-TLLA 2020)*.

## 教授 小澤 登高（作用素環と離散群の研究）

私は作用素環と離散群の関わりを研究している。(離散)群とは、任意の対象の対称性を記述するための数学言語である。例えば、ある結晶が与えられたとき、その結晶構造を変えない変換(回転操作、鏡映操作、反転操作など)全体を考えたものが群である。人間には線形的な構造の方が理解しやすいので、群の各要素を適当な(線形)空間上の作用素とみなして取り扱うことにする。さらに、そうした作用素全体が生成する代数系を考え、適当な位相で完備化すれば作用素環と呼ばれる対象ができる。(考える位相の違いにより、 $C^*$ 環と von Neumann 環の二種類が存在する。)位相の存在により、群論のような代数的な問題に対しても解析的なテクニックを使えるところが作用素環論の特徴である。作用素環の研究はそもそも、John von Neumann が量子力学の数学的取り扱いを目指して始めたものであったが、現在では数理物理だけでなく、群論やエルゴード理論などに幅広い応用がある。私の研究は双方向的で、これらの分野への作用素環論の応用とその逆を同時に扱っている。伝統的な作用素環論の他にも、作用素論、Banach 環論、Banach 空間論、群表現の摂動理論、離散距離幾何学等の研究を行っている。

近年は「関数解析的群論」を提唱し、(関数)解析的手法を使って群の代数的・幾何学的な構造を調べることに注力している。Breuillard, Kalantar, Kennedy との共同研究 [3] では、群  $C^*$ 環の構造を調べることにより 40 年来懸案の問題を解決し、その応用として群のコンパクト位相空間への極小作用が自由になるための(必要)十分条件を見つけることが出来た。また、多項式的増大度を持つ群はほとんど冪零であるという著名な Gromov の定理に関数解析に基づく極めて簡明な別証明を付けた [4]。これを発展させた Erschler との共同研究 [5] では、群が無限巡回群へ全射準同型を持つ有限指数部分群を持つための扱いやすい十分条件を群上のランダムウォークの言葉で表すことに成功している。他にも De Chiffre 及び Thom と共同で従順群の概表現の研究を行い、Gowers らの定理を大幅に一般化する結果を得た [6]。また離散群論における非可換実代数幾何学的な研究を推進し、Kazhdan の性質 (T) の純代数的な特徴づけを得た [1]。Kaluba, Nowak との共同研究ではその特徴づけを確認するためのアルゴリズムを電子計算機で実装することにより、自由群の自己同型群  $\text{Aut}(F_5)$  が Kazhdan の性質 (T) を持つことを数学的厳密さをもって示した [8]。 $\text{Aut}(F_5)$  が Kazhdan の性質 (T) を持つか否かは幾何学的群論における長年懸案の問題であった。

- [0] N. P. Brown and N. Ozawa;  $C^*$ -algebras and finite-dimensional approximations. Graduate Studies in Mathematics, 88. American Mathematical Society, 2008, 509 pp.
- [1] R. Okayasu, N. Ozawa, and R. Tomatsu; Haagerup approximation property via bimodules. Math. Scand., 121 (2017), 75–91.
- [2] E. Breuillard, M. Kalantar, M. Kennedy, and N. Ozawa;  $C^*$ -simplicity and the unique trace property for discrete groups. Publ. Math. Inst. Hautes Etudes Sci.,

126 (2017), 35–71.

- [3] N. Ozawa; A functional analysis proof of Gromov’s polynomial growth theorem. *Ann. Sci. Ec. Norm. Super.* (4), 51 (2018), 549–556.
- [4] A. Erschler and N. Ozawa; Finite-dimensional representations constructed from random walks. *Comment. Math. Helv.*, 93 (2018), 555–586.
- [5] M. De Chiffre, N. Ozawa, and A. Thom; Operator algebraic approach to inverse and stability theorems for amenable groups. *Mathematika*, 65 (2019), 98–118.
- [6] M. Anoussis, N. Ozawa, and I. G. Todorov; Norms of vector functionals. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 147 (2019), 2057–2068.
- [7] M. Kaluba, P. Nowak, and N. Ozawa;  $\text{Aut}(F_5)$  has property (T). *Math. Ann.*, 375 (2019), 1169–1191.
- [8] M. Mori and N. Ozawa; Mankiewicz’s theorem and the Mazur–Ulam property for  $C^*$ -algebras. *Studia Math.*, 250 (2020), 265–281.
- [9] J. Bannon, A. Marrakchi, and N. Ozawa; Full factors and co-amenable inclusions. *Comm. Math. Phys.*, 378 (2020), 1107–1121.

## 教授 牧野 和久（離散最適化とアルゴリズムの研究）

グラフ理論,あるいは,組合せ論などの離散的な構造を解析する研究,あるいは,それらの構造を利用した最適化やアルゴリズムの研究を行ってきた。具体的な成果としては,0-1完全単模行列によって与えられる被覆型多面体に対して,完全単模行列の分解構造を利用することで端点集合を計算する高速なアルゴリズムを開発した。確率ゲームにおいては,利得関数を平均利得から $k$ -トータル利得( $k=0,1,2,\dots$ )と拡張することで,確率ゲームの均衡解の構造解析を行うことに成功した。また,確率ゲームのランダム頂点が定数個である場合に対する擬多項式時間や多項式時間近似スキームの構成した。

それ以外にも組合せゲームの代表的なNIMゲームの拡張であるハイバーグラフNIMに関して,対称なハイバーグラフにおけるSprague-Grundy関数の解析,オンラインナップザック問題や買取問題という代表的なオンライン問題に対する成果,多数決関数を小さな多数決関数の多数決で記述する回路計算量に関する成果などがあげられる。現在も,離散構造の解析,最適化やアルゴリズムの研究,さらにそれらのゲーム理論などへの応用の研究に従事している。

- [1] Khaled Elbassioni, Kazuhisa Makino: Enumerating Vertices of Covering Polyhedra with Totally Unimodular Constraint Matrices. *SIAM J. Discret. Math.* 34(1): 843-864 (2020)
- [2] Christian Engels, Mohit Garg, Kazuhisa Makino, Anup Rao: On Expressing Majority as a Majority of Majorities. *SIAM J. Discret. Math.* 34(1): 730-741 (2020)
- [3] Khaled Elbassioni, Kazuhisa Makino, Waleed Najy: A Multiplicative Weight Updates Algorithm for Packing and Covering Semi-infinite Linear Programs. *Algorithmica* 81(6): 2377-2429 (2019)
- [4] Hanna Sumita, Naonori Kakimura, Kazuhisa Makino: Total dual integrality of the linear complementarity problem. *Ann. Oper. Res.* 274(1-2): 531-553 (2019)
- [5] Yasushi Kawase, Kazuhisa Makino: Surrogate optimization for  $p$ -norms. *Discret. Optim.* 34 (2019)
- [6] Endre Boros, Khaled M. Elbassioni, Vladimir Gurvich, Kazuhisa Makino: A pseudopolynomial algorithm for mean payoff stochastic games with perfect information and few random positions. *Inf. Comput.* 267: 74-95 (2019)
- [7] Endre Boros, Vladimir Gurvich, Nhan Bao Ho, Kazuhisa Makino, Peter Mursic: Sprague-Grundy function of symmetric hypergraphs. *J. Comb. Theory, Ser. A* 165: 176-186 (2019)
- [8] Yasushi Kawase, Xin Han, Kazuhisa Makino: Proportional cost buyback problem with weight bounds. *Theor. Comput. Sci.* 774: 51-64 (2019)

- [9] Endre Boros, Khaled Elbassioni, Mahmoud Fouz, Vladimir Gurvich, Kazuhisa Makino, Bodo Manthey: Approximation Schemes for Stochastic Mean Payoff Games with Perfect Information and Few Random Positions. *Algorithmica* 80(11): 3132-3157 (2018)
- [10] Yasushi Kawase, Kazuhisa Makino, Kento Seimi: Optimal Composition Ordering Problems for Piecewise Linear Functions. *Algorithmica* 80(7): 2134-2159 (2018)
- [11] Endre Boros, Khaled Elbassioni, Vladimir Gurvich, Kazuhisa Makino: A nested family of k-total effective rewards for positional games. *Int. J. Game Theory* 46(1): 263-293 (2017)
- [12] Hiyori Yoshikawa, Hiroshi Hirai, Kazuhisa Makino: A representation of antimatroids by Horn rules and its application to educational systems. *Journal of Mathematical Psychology* 77: 82-93 (2017)

准教授 川北 真之 (代数多様体とその特異点の研究)

代数多様体の双有理幾何を極小モデルプログラム (MMP) の手法で研究している。MMP とは双有理同値類を代表する多様体を標準因子の比較によって抽出する理論である。

高次元 MMP の最重要な課題であるフリップの終止予想は、極小対数的食違い係数という特異点の不変量についての下半連続性と昇鎖律の二つの予想に還元される。極小対数的食違い係数は特異点の程度を反映して MMP が許す特異点を定義する。その立場から MMP の過程で現れる特異点を極小対数的食違い係数を手掛かりに研究した。

極小対数的食違い係数よりもそれを重複度で割ったものに相当する対数的標準閾の方が扱いやすい。Kollár と de Fernex, Ein, Mustașă はイデアルの生成極限を導入して対数的標準閾のイデアル進半連続性を証明した。私はその極小対数的食違い係数への拡張を研究して、多様体とイデアルの指数が指定された時の対数的標準な組の対数的食違い係数全体の集合の離散性を示している。

それに基づいて、非特異 3 次元多様体上の極小対数的食違い係数の昇鎖律を研究した。私は生成極限が定まる形式的べき級数環上で Shokurov と Kollár の連結性補題を考えて、1 より大きい極小対数的食違い係数の昇鎖律を得ている。さらに係数が 1 以下の昇鎖律について、それと同値な中村の予想、すなわち極小対数的食違い係数を計算する因子の多様体自身に関する食違い係数の有界性を研究した。結果として、境界イデアルが標準特異点を構成する部分と指数付き極大イデアルの積になる場合に帰着できて、その状況において極大イデアルの対数的標準閾が  $1/2$  以下または 1 以上の場合に中村の予想を証明した。

証明では、3 次元双有理幾何の明示的理解の要請に応えた私の 3 次元因子収縮写像の系統的研究、および多様体と因子の組から因子上に新たな組が導入される時の両組の特異点を比較する逆同伴の私の研究が応用されている。その過程で極小対数的食違い係数を計算する因子の研究を行い、非特異曲面上では極小対数的食違い係数が常に重み付き爆発で得られる因子によって計算されることを証明した。

- [1] Three-fold divisorial contractions to singularities of higher indices, *Duke Math. J.* **130**, no 1, 57-126 (2005)
- [2] Inversion of adjunction on log canonicity, *Invent. Math.* **167**, no 1, 129-133 (2007)
- [3] Discreteness of log discrepancies over log canonical triples on a fixed pair, *J. Algebr. Geom.* **23**, no 4, 765-774 (2014)

- [4] A connectedness theorem over the spectrum of a formal power series ring, *Int. J. Math.* **26**, no 11, Article ID 1550088, 27p (2015)
- [5] Divisors computing the minimal log discrepancy on a smooth surface, *Math. Proc. Camb. Philos. Soc.* **163**, no 1, 187-192 (2017)
- [6] On equivalent conjectures for minimal log discrepancies on smooth three-folds, to appear in *J. Algebr. Geom.*

## 准教授 小林 佑輔（離散最適化とアルゴリズムの研究）

離散最適化問題に対するアルゴリズムの理論研究を行なっている。特に、効率的に解ける問題（多項式時間で解ける問題）と難解な問題との本質的な差異がどこにあるのかを追究し、効率的に解ける問題の枠組みの構築、および各種問題に対するより効率的なアルゴリズムの設計・解析を行なっている。

代表的な研究としては、重み付き線形マトロイドパリティ問題に対する多項式時間アルゴリズムの設計が挙げられる。重み付き線形マトロイドパリティ問題は、重み付きマッチング問題と重み付き線形マトロイド交叉問題という離散最適化分野における代表的な二つの問題の共通の一般化として 1970 年代に導入され、統一的に数多くの問題を記述できることから注目を集めてきた。しかし、この問題に対しては非常に限られた結果しかこれまでに知られておらず、多項式時間アルゴリズムが存在するか否かは 40 年近くもの間未解決であった。我々の研究 [1] では、線形代数的定式化や増加道アルゴリズムといった重み無しの問題に使われていた手法を重み付きの問題に適用できる形に発展させるとともに、主双対アルゴリズムや組合せ緩和法といった手法を用いることで、この問題に対する初の多項式時間アルゴリズムを与えている。さらに、重み付き線形マトロイドパリティ問題が統一的に数多くの問題を記述できることから、本研究成果は副次的に様々な問題に対する多項式時間アルゴリズムを与えている。

また、ネットワークの頑健性・耐故障性をモデル化した最適化問題に対するアルゴリズムの研究も行なっている。文献 [2] は入力グラフの連結度にある種の仮定をおいた状況下での連結度増大問題を、文献 [3] は全体の連結性ではなく「いずれかの拠点と連結であること」を目的としたネットワークを設計する一般化ターミナルバックアップ問題を、文献 [4] は同時に複数のノードやリンクの損傷が起こる状況を考慮したモデルの上でネットワークの頑健性を評価する問題をそれぞれ扱っており、いずれも各問題に対して初めての多項式時間アルゴリズムを与えている。

上記以外にも、グラフマイナー理論に基づくアルゴリズムの設計 [5, 6, 7]、多品種流問題に関する研究 [8]、有向木詰込み問題の一般化に関する研究 [9]、効率的アルゴリズムに繋がる離散構造の研究 [10] も行なっている。

- [1] A weighted linear matroid parity algorithm, Proceedings of the 49th ACM Symposium on Theory of Computing (STOC 2017), 2017, pp. 264-276. (with S. Iwata)
- [2] An algorithm for  $(n-3)$ -connectivity augmentation problem: jump system approach, Journal of Combinatorial Theory, Series B, 102 (2012), pp. 565-587. (with K. Bérczi)
- [3] The generalized terminal backup problem, SIAM Journal on Discrete Mathematics, 29 (2015), pp. 1764-1782. (with A. Bernáth and T. Matsuoka)
- [4] Max-flow min-cut theorem and faster algorithms in a circular disk failure model, Proceedings of the 33rd Annual IEEE International Conference on Computer Communications (INFOCOM 2014), 2014, pp. 1635-1643. (with K. Otsuki)
- [5] Edge-disjoint odd cycles in 4-edge-connected graphs, Journal of Combinatorial Theory, Series B, 119 (2016), pp. 12-27. (with K. Kawarabayashi)
- [6] The disjoint paths problem in quadratic time, Journal of Combinatorial Theory, Series B, 102 (2012), pp. 424-435. (with K. Kawarabayashi)
- [7] Linear min-max relation between the treewidth of an  $H$ -minor-free graph and its largest grid minor, Journal of Combinatorial Theory, Series B, 141 (2020), pp. 165-180. (with K. Kawarabayashi)
- [8] All-or-nothing multicommodity flow problem with bounded fractionality in planar graphs, SIAM Journal on Computing, 47 (2018), pp. 1483-1504. (with K. Kawarabayashi)
- [9] Covering intersecting bi-set families under matroid constraints, SIAM Journal on Discrete Mathematics, 30 (2016), pp. 1758-1774. (with K. Bérczi and T. Király)
- [10] A proof of Cunningham's conjecture on restricted subgraphs and jump systems, Journal of Combinatorial Theory, Series B, 102 (2012), pp. 948-966. (with J. Szabó, and K. Takazawa)

## 准教授 石本健太 (流体力学, 低レイノルズ数の生物流体力学)

生物流体力学の基盤的理論の構築を目指し、特に、低レイノルズ数流れの流体力学、微生物の遊泳運動、及び関連する応用数学の研究をしている。同時に、これらの理論的・数値的な手法によって細胞スケールの生命現象のメカニズムを明らかにすることも研究の大きな主眼である。また、実際の生物画像データの解析やデータ駆動型数理モデリング、及び流体力学に基づいた新たなデータ活用法の研究も行っている。

- ・ 流体中の物体の形状と流体方程式の対称性

微生物などの微小物体の周りの流体はストークス方程式でよく記述されるが、方程式の時間反転対称性によって、生物の運動は強く制限を受ける。これまで、系の最も基本的な定理の一つである「帆立貝定理」に厳密な証明[1]を与え、慣性を含む場合や非ニュートン流体への拡張[2, 9]を行ってきた。外部境界や背景流れがある場合には、時間反転対称性を有していても、運動は非線形になり様々な遊泳パターンを生じるが、このような微小遊泳の安定性の研究を進めている[3, 8, 10, 13, 14]。また、流体方程式を通じた物体の対称性(流体運動的対称性)に関心を持って、軸対称物体の非線形周期運動を表すジェフリーの解を、多くの微生物遊泳を含む「螺旋物体」のクラスに拡張した[15]。

- ・ 複雑な要素や境界を含む流体数値計算

細胞遊泳の問題には、複雑な形状をもつ境界、生物と流体の流体構造連成問題、粘弾性流体に代表される流体の非ニュートン性がしばしば現れ、生物学的にも重要な役割を担っている場合が多く知られている。また、これらの要素を含んだ複雑流体の数値計算は理論的な研究を進めていく上でも、生命現象を理解するためにも重要であり、これまで境界要素法を中心とした高精度計算から正則化ストークス極法による高速近似計算手法の開発を行っている[4, 5, 8, 11]。

- ・ 生命現象に現れる流体现象

細胞の遊泳は生命システムの一部であり、細胞は周りの物理的・生化学的環境に対して柔軟に適応している。特に、受精現象のダイナミクスに対して精力的に取り組み、精子の雌性生殖器内での遊泳や卵との相互作用について、生物学

の実験から提起された仮説を流体力学的な観点から検証し、生命現象のメカニズムを明らかにしてきた[4-6].

- 生物画像データ解析と数理モデリング

ヒト精子等の高速撮影顕微鏡画像から鞭毛波形を抽出し、得られた波形を用いて直接数値計算を通して、生物周りの流れを調べている。ヒト精子鞭毛のデータから得られた複雑な流れパターンに対して主成分分析を行うことで、流れ場も少数のモードで記述できることを見出し、さらにこれがストークス方程式の基本解の線形結合で記述できることを明らかにした[7]。この基本解は鞭毛運動によって生じる力に対応しており、精子の遊泳運動は少数次元の力学系に帰着できることを意味している。さらに、この次元圧縮の手法を用いて、粘弾性流体中の精子遊泳の特徴づけや精子集団ダイナミクスのデータ駆動型数理モデルの構築に取り組んでいる[12].

[1] A coordinate-based proof of the scallop theorem, *SIAM J. Appl. Math.*, 72 (2012) 1686-1694.

(with M. Yamada)

[2] A spherical squirming swimmer in unsteady Stokes flow, *J. Fluid Mech.*, 723 (2013) 163-189.

[3] Squirmer dynamics near a boundary, *Phys. Rev. E*, 88 (2013) 062702. (with E. A. Gaffney)

[4] Fluid flow and sperm guidance: a simulation study of hydrodynamic sperm rheotaxis, *J. R. Soc. Interface*, 12 (2015) 20150172. (with E. A. Gaffney)

[5] Mechanical tuning of mammalian sperm behaviour by hyperactivation, rheology and substrate adhesion: a numerical exploration, *J. R. Soc. Interface*, 13 (2016) 20160633. (with E. A. Gaffney)

[6] The mechanics clarifying counterclockwise rotation of most IVF eggs in mice, *Sci. Rep.*, 7 (2017) 43456. (with M. Ikawa and M. Okabe)

[7] Coarse-graining the flow around a human sperm, *Phys. Rev. Lett.* 118 (2017) 124501. (with H. Gadêlha, E. A. Gaffney, D. J. Smith and J. Kirkman-Brown)

[8] Dynamics of a treadmilling microswimmer near a no-slip wall in simple shear, *J. Fluid Mech.* 821 (2017) 647-667. (with D. G. Crowdy)

[9] Boundary element methods for particles and microswimmers in a linear viscoelastic fluid, *J. Fluid Mech.* 831 (2017) 228-251. (with E. A. Gaffney)

[10] Guidance of microswimmers by wall and flow: Thigmotaxis and rheotaxis of unsteady squirmers in two and three dimensions, *Phys. Rev. E*. 96 (2017) 043101.

[11] An elastohydrodynamical simulation study of filament and spermatozoan swimming driven by

- internal couples, *IAM J. Appl. Math.* 83 (2018) 655-679. (with E. A. Gaffney)
- [12] Hydrodynamic clustering of human sperm in viscoelastic fluids, *Sci. Rep.* 8 (2018) 15600.(with E. A. Gaffney)
- [13] The N-flagella problem: Elastohydrodynamic motility transition of multi-flagellated bacteria. *Proc. R. Soc. A* 475 (2019) 20180690. (with E. Lauga)
- [14] Bacterial spinning top, *J. Fluid Mech.* 880 (2019) 620-652.
- [15] Helicoidal particles and swimmers in a flow at low Reynolds number, *J. Fluid Mech.* 892 (2020) A11.

准教授 河村 彰星（計算理論（計算量，計算可能性，アルゴリズム論））

コンピュータによる計算であれ人間の数学的推論であれ，情報処理は有限的な操作からなる手順（アルゴリズム）として表されます。このような知的処理によって何ができて何ができないか探るのが計算理論です。次のように，有用な計算法を設計することと，その限界を調べることの両面から研究が行われています。

**アルゴリズム工学** 計算機を様々な大規模問題の解決に役立てるには，その問題のもつ数理構造や，アルゴリズムの設計によく使われる手法を理解し，うまく利用する必要があります。当研究室では，資源や仕事の配分，スケジューリング，関係ネットワーク，分散自律系など様々な領域の問題について，数理工学的手法を用いて性能・効率のよいアルゴリズムを設計・分析する研究を行っています。

**限界の解明（計算量理論）** 個々の問題の解法だけでなく，一般に様々な条件下でどこまで計算できるかという限界を探ることも，情報学の重要な目標です。計算機構の制約，時間・空間や知識の量，論理的・記述的な複雑さ，ランダム性といった各要素が，情報処理能力にどう関与し，相互にどう関わり合うかを調べることで，問題に内在する困難さを理解したり，知的処理の本質に迫ることを目指します。

私は特に，これらの理論を従来よりも広い数学的対象に適用することに関心を持っています。計算理論で最初に対象とされたのは主に離散的・組合せ的な問題ですが，実数など連続的な対象や高階の計算も，何らかの形で表されたデータに情報処理を施す問題である以上，その処理・操作の内容に着目して計算論的複雑さを調べることができます（計算可能解析学）。この分野で計算可能性だけでなく多項式時間をはじめとする計算量の制限を論ずるための理論的枠組を整備したり [3, 8, 9]，それを具体的問題へ応用する研究 [4, 5, 10] を行ってきました。

また並行して，計算幾何やスケジューリングなどの分野の最適化に関する研究もしています [1, 2, 6, 7]。

**キーワード** 計算可能性理論・計算量理論，計算可能解析，乱択，計算幾何，分散計算，アルゴリズムの設計と解析

- [1] A. Kawamura and M. Soejima. Simple strategies versus optimal schedules in multi-agent patrolling. *Theoretical Computer Science* **839**, 195–206, 2020.
- [2] A. Kawamura, S. Moriyama, Y. Otachi and J. Pach. A lower bound on opaque sets. *Computational Geometry* **80**, 13–22, 2019.
- [3] A. Kawamura, F. Steinberg and H. Thies. Second-order linear-time computability with applications to computable analysis. In *Proc. 15th Annual Conference on Theory and Applications of Models of Computation (TAMC)*, Lecture Notes in Computer Science 11436, 337–358, Kitakyushu, Japan, 2019.
- [4] A. Kawamura, H. Thies and M. Ziegler. Average-case polynomial-time computability of Hamiltonian dynamics. In *Proc. 43rd International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, Leibniz International Proceedings in Informatics 117, Article 30. Liverpool, UK, 2018.
- [5] A. Kawamura, F. Steinberg and M. Ziegler. On the computational complexity of the Dirichlet problem for Poisson’s equation. *Mathematical Structures in Computer Science* **27**(8), 1437–1465, 2017.
- [6] Y. Asao, E. D. Demaine, M. L. Demaine, H. Hosaka, A. Kawamura, T. Tachi and K. Takahashi. Folding and punching paper. *Journal of Information Processing* **25**, 590–600, 2017.
- [7] T. Hayashi, A. Kawamura, Y. Otachi, H. Shinohara and K. Yamazaki. Thin strip graphs. *Discrete Applied Mathematics* **216**(1), 203–210, 2017.
- [8] A. Kawamura, F. Steinberg and M. Ziegler. Complexity theory of (functions on) compact metric spaces. In *Proc. 31st Annual ACM/IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS)*, 837–846, New York, USA, 2016.
- [9] A. Kawamura and S. Cook. Complexity theory for operators in analysis. *ACM Transactions on Computation Theory* **4**(2), Article 5, 2012.
- [10] A. Kawamura. Lipschitz continuous ordinary differential equations are polynomial-space complete. *Computational Complexity* **19**(2), 305–332, 2010.

## 講師 岸本 展 (非線形分散型方程式における共鳴相互作用の解析)

### 【2017年以降の研究の概要】

引き続き非線形偏微分方程式, 特に「分散型」と呼ばれるクラスの時間発展を伴う方程式を中心に, 主として Euclid 空間上または周期境界条件下 (即ちトーラス上) の初期値問題について, 調和解析・実解析的手法に基づいて研究している. 方程式の非線形構造と初期値問題の適切性 (解の存在と一意性, 初期値に対する連続依存性)・解の挙動との関係に興味がある.

2017年以降の研究成果について以下に列挙する.

(1) 高次摂動を加えた NLS 方程式の一樣適切性と非摂動極限 (一部 Darwich 氏, Molinet 氏との共同研究 [3,10]).

非線形 Schrödinger (NLS) 方程式のうちゲージ不変な 3 次の非線形項を持つものは最も基本的かつ重要な 2 階の非線形分散型方程式であるが, それに 3 階・4 階の分散項や微分を含む非線形項を摂動として加えた方程式は, クリスタルファイバー中の信号伝播や渦糸の運動のモデルとして提起されている.

これらの高次摂動を含む方程式を Euclid 空間・トーラスの両方の場合に考察し, 摂動パラメータについて一樣な適切性, およびその帰結として, 元の方程式への解の自然な位相での収束を示した.

(2) NLS システムの解の時間大域挙動 (成亥氏, 西村氏との共同研究 [6,8]).

ゲージ不変性を保つように 2 次の NLS 方程式 2 つを結合させたシステムは, プラズマの時間発展を記述するモデルと関連がある.

本研究では Euclid 空間上でこのシステムを考察し, 解の時間大域的な振る舞いに関して, 単独の NLS 方程式について知らているいくつかの結果を NLS システムに拡張することに成功した. 具体的には, まず主要部である Laplace 作用素の係数比が特別な値 (質量共鳴) の場合に, 尺度不変な臨界空間の初期値に対して時間大域解の存在および時刻無限大で漸近的に線形解のように振る舞うことを示した. 証明の手法自体は現在では良く知られたものであるが, 論文では単独方程式に対する証明において不明瞭であった箇所を解りやすく説明し, 一連の手法に不慣れな読者でも困難なく議論を辿れるよう配慮した. 一方, 質量共鳴でない場合は単独の NLS 方程式が持つ Galilei 不変性やビリアル等式などの性質が成り立たないため証明が破綻するが, 解の球対称性を追加で仮定することにより同様の結果を示すことができた.

(3) 減衰項および外力項を付加した非線形分散型方程式の解の時間大域挙動 (Shan 氏, 堤氏との共同研究 [5,7]).

非線形分散型方程式に対し, 質量やエネルギーなどの正定値性を持つ保存量に対応した関数空間で初期値問題の時間局所解を構成できれば, 保存則を用いることで解は自然に時間大域的に延長でき, さらに減衰項と時間に依存しない外力を加えた方程式に対しては対応する力学系が大域アトラクターを持つことが示される. 一方, 保存量に適切な修正を加えることにより, 本来の保存量が定義できないような広い初期値のクラスでも解の時間大域存在や大域アトラクターの存在を示す試みがなされてきた.

本研究では, 代表的な非線形分散型方程式である Korteweg-de Vries 方程式の 2 次元拡張にあたる Zakharov-Kuznetsov 方程式および Kadomtsev-Petviashvili-II 方程式を考察し, 減衰項と外力の存在下で大域アトラクターを構成した. 特に前者については, 解の空間的な局在化を示す評価を利用することにより, Euclid 空間上の問題に対して通常構成できる弱位相に関するアトラクターが, 強位相についてもアトラクターとなることを示した.

(4) NLS 方程式の初期値問題の非適切性 ([4]).

一般に, 正則性の非常に低い関数空間において非線形分散型方程式を考えると, 高周波成分同士の相互作用により低周波成分が生成されるタイプの非線形相互作用が支配的となり, 解の振る舞いに影響を与えるようになる. この原理を利用して, 解の初期値連続依存性が破綻する (よって初期値問題の適切性が成り立たない) ことを示す手法がいくつか提案されている.

これまでの研究では具体的な非線形項が指定されている方程式が対象とされてきたが, 本研究ではそれらを再考することにより任意の多項式型非線形項を持つ NLS 方程式に対して同様の結果を示すことに成功し, これらの手法の汎用性の高さを改めて示した.

(5) ノーマルフォーム変換と解の一意性 ([11-15]).

時間変数に関する部分積分に基づいた方程式の変形 (ノーマルフォーム変換) は, 非共鳴型の非線形相互作用に内在する平滑化効果を引き出すための手法の一つであり, 特にトーラス上の非線形分散型方程式に対して, 正則性の低いクラスにおける初期値問題の解の一意性を示すのに有効であることが知られている.

過去の研究では、解の一意性が得られるための簡便で汎用性の高い十分条件を一般的な枠組みで与え、実際にいくつかの方程式に適用できることを示していた。これらの結果について証明を精査し、Euclid 空間上の問題へ適用できるための条件など新たな考察を盛り込んで論文 5 編に纏めた（現在投稿中）。一意性の証明においてはノーマルフォーム変換を無限回実行するため、次数が増加する無限個の非線形評価式が必要となり、これまでは方程式ごとにそれを証明していた。本研究成果の核心は、それらすべての評価式を帰納的に導出できる「基本評価式」を非常に一般的な設定の下で与えている点で、具体的な方程式に適用する際は「基本評価式」が成り立つことさえ確かめればよいことになる。

(6) 放物型共鳴相互作用を持つ非線形分散型方程式の初期値問題の適切性・非適切性（堤氏との共同研究 [1,9,16]）。

トーラス上の非線形分散型方程式において、非共鳴型の非線形相互作用は、前述のノーマルフォーム変換の手法や Fourier 制限ノルム法などを用いて Euclid 空間上の問題と同様に制御できる。一方で、共鳴型の非線形相互作用には平滑化効果がないため、Euclid 空間上の問題では起こらないような現象をもたらすことがある。実際、時間不可逆性や任意の微分回数の平滑化といった放物型方程式の特徴が現れる例が報告されていた。

以前の研究では、クリスタルファイバー中の信号伝播に関する 3 階微分型 NLS 方程式を考察し、非線形項の係数の虚部が 0 でない場合に正負いずれの時間方向にも解を持たない初期値の存在、および初期値が実解析的である場合の時間局所解の一意存在を示していた。これは共鳴相互作用の一部から Cauchy-Riemann 方程式と同様の微分作用素が現れることによる。この研究を継続し、実解析関数と無限回微分可能関数の中間にあたる Gevrey クラスの初期値に対しても解の非存在を示すことに成功した。さらに、同様の放物型共鳴の構造を持つ一般の非線形分散型方程式に結果を拡張するとともに、帰納極限位相を備えた実解析関数のクラスにおける（初期値連続依存性を含めた）適切性を示すことができた。特に Gevrey クラスの枠組みで否定的な結果を示すには共鳴相互作用の極めて精密な評価が必要であり、本研究で用いた手法は Gevrey クラスでの非適切性が予想されるより複雑かつ重要な方程式（Prandtl 境界層方程式など）への応用が期待される。

(7) 流体方程式の空間周期的な解に関する研究（米田氏との共同研究 [2]）.

以前の研究で、トーラス上の非線形分散型方程式における共鳴相互作用を調べるための手法を流体方程式の解析に応用することを試みており、回転を伴う非圧縮性 Navier-Stokes 方程式の時間大域解の存在に関する結果などを得ていた.

この方向で現在は非圧縮性 Euler 方程式の研究に取り組んでおり、その一部として空間 3 次元で有限個の周波数モードしか持たない解の特徴づけを与えることに成功した. 本研究を通して周波数間相互作用を幾何学的に捉えることの有効性を再認識するとともに、分散型方程式の研究へも応用しうる多くの新たな知見を得ることができた.

#### 【2017 年以降の主な発表論文等】

◎論文（査読付きの学術雑誌等に掲載されたもの・掲載が決定しているもの）

- [1] N. Kishimoto and Y. Tsutsumi, Ill-posedness of the third order NLS equation with Raman scattering term, *Mathematical Research Letters* 25 (2018), no. 5, 1447–1484.
- [2] N. Kishimoto and T. Yoneda, Global solvability of the rotating Navier-Stokes equations with fractional Laplacian in a periodic domain, *Mathematische Annalen* 372 (2018), no. 1-2, 743–779.
- [3] M. Darwich, N. Kishimoto, and L. Molinet, Dispersive limits for some perturbations of the NLS equation, *Monatshefte für Mathematik* 188 (2019), no. 4, 629–651.
- [4] N. Kishimoto, A remark on norm inflation for nonlinear Schrödinger equations, *Communications on Pure and Applied Analysis* 18 (2019), no. 3, 1375–1402.
- [5] N. Kishimoto, M. Shan, and Y. Tsutsumi, Localization estimate and global attractor for the damped and forced Zakharov-Kuznetsov equa-

tion in  $\mathbf{R}^2$ , *Dynamics of Partial Differential Equations* 16 (2019), no. 4, 317–323.

- [6] T. Inui, N. Kishimoto, and K. Nishimura, Scattering for a mass critical NLS system below the ground state with and without mass-resonance condition, *Discrete & Continuous Dynamical Systems - A* 39 (2019), no. 11, 6299–6353.
- [7] N. Kishimoto, M. Shan, and Y. Tsutsumi, Global well-posedness and existence of the global attractor for the Kadomtsev-Petviashvili II equation in the anisotropic Sobolev space, *Discrete & Continuous Dynamical Systems - A* 40 (2020), no. 3, 1283–1307.
- [8] T. Inui, N. Kishimoto, and K. Nishimura, Blow-up of the radially symmetric solutions for the quadratic nonlinear Schrödinger system without mass-resonance, *Nonlinear Analysis* 198 (2020), 111895.
- [9] N. Kishimoto and Y. Tsutsumi, Ill-posedness of the third order NLS with Raman scattering term in Gevrey spaces, to appear in “Mathematics of Wave Phenomena” (in Springer Book Series “Trends in Mathematics”), 2020.

◎プレプリント（査読付き学術雑誌に投稿中のもの）

- [10] N. Kishimoto, Uniform local well-posedness for the one-dimensional cubic Schrödinger equation perturbed by third-order dispersion and derivative nonlinearity, 2018. URL: [https://researchmap.jp/nobu-1234-kishimoto/published\\_papers/18303449](https://researchmap.jp/nobu-1234-kishimoto/published_papers/18303449)
- [11] N. Kishimoto, Unconditional uniqueness of solutions for nonlinear dispersive equations, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1911.04349>
- [12] N. Kishimoto, Unconditional uniqueness for the periodic Benjamin-Ono equation by normal form approach, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1911.11108>

- [13] N. Kishimoto, Unconditional uniqueness for the periodic modified Benjamin-Ono equation by normal form approach, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1912.01363>
- [14] N. Kishimoto, Unconditional local well-posedness for periodic NLS, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1912.12704>
- [15] N. Kishimoto, Remarks on the periodic Zakharov system, 2020. URL: <http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/preprint/file/RIMS1915.pdf>
- [16] N. Kishimoto, Gevrey well-posedness and ill-posedness of third-order nonlinear Schrödinger equations on the torus, 2020. URL: [https://researchmap.jp/nobu-1234-kishimoto/published\\_papers/28003597](https://researchmap.jp/nobu-1234-kishimoto/published_papers/28003597)

講師 Tan, Fucheng (Arithmetic Geometry)

My research interests lie in Arithmetic Geometry and Number Theory. I currently focus on the study of  $p$ -adic Hodge theory, anabelian geometry, and modularity of Galois representations.

In the study of number theory, especially in Langlands Program, a central question is: Which Galois representations come from algebraic geometry? It is conjectured by Fontaine and Mazur that the key condition is “potentially log-crystalline” (also called potentially semi-stable). About twenty years ago, a highly non-trivial case of this conjecture was proved by Wiles, namely the Taniyama-Shimura conjecture. Today, the Fontaine-Mazur conjecture in dimension 2 for the rational field is almost settled, as a result of various works in the past decades, including our work [2].

In fact the condition “log-crystalline” was rooted in the study of comparison between  $p$ -adic étale cohomology and crystalline cohomology, the so-called comparison theorem in  $p$ -adic Hodge theory, initially known as Grothendieck’s mysterious functor, which was proved in various generalities. In [4], we have adapted P. Scholze’s approach of pro-étale site to prove the comparison for étale cohomology with non-trivial coefficients, in the relative setting, i.e. for morphisms between formal schemes.

It has been known that  $p$ -adic Hodge theory, especially the Hodge-Tate decomposition, plays an essential role in anabelian geometry, for instance, in S. Mochizuki’s proof of Grothendieck’s Anabelian Conjecture for hyperbolic curves. I am currently researching the application of  $p$ -adic Hodge theory to Absolute Anabelian Geometry, which predicts the determination of the scheme structure of a hyperbolic curve over a  $p$ -adic local field solely via its étale fundamental group.

Meanwhile, motivated by the recent study of  $p$ -adic Simpson correspondence by K. Zuo et al, I am led to expect that the integral crystalline comparison theorems will help with the study of  $p$ -adic Simpson correspondence.

$p$ -adic Hodge theory also has applications to (families of) automorphic forms. In [5] I obtain a construction of eigenvarieties in dimension two over arbitrary number fields via  $p$ -adic Hodge theory. In [3], we have managed to construct pieces of eigenvarieties in the Siegel-Hilbert setting. In [2] the framework of Kummer logarithmic adic spaces and Kummer pro-étale site were developed for the study of overconvergent Eichler-Shimura morphisms.

- [1] H. Diao and F. Tan, The overconvergent Eichler-Shimura morphisms for modular curves, preprint.
- [2] Y. Hu and F. Tan, The Breuil-Mezard conjecture for non-scalar split residual representations, *Annales Scientifiques de l’Ecole Normale Supérieure* 48, 2015 (4), 1381-1419.
- [3] C.-P. Mok and F. Tan, Overconvergent family of Siegel-Hilbert modular forms, *Canadian Journal of Mathematics* 67, 2015 (4), 893-922.
- [4] F. Tan and J. Tong, Crystalline comparison isomorphisms in  $p$ -adic Hodge theory: the absolutely unramified case, *Algebra Number Theory* 13, 2019 (7), 1509-1581.
- [5] F. Tan, Families of  $p$ -adic Galois representations. MIT thesis, 2011.

## 助教 疋田 辰之 (シンプレクティック特異点解消の標準基底とシンプレクティック双対性)

シンプレクティック特異点の量子化の表現論は古典的な半単純 Lie 環の表現論の一般化として近年盛んに研究されている。特にその表現論をシンプレクティック特異点解消の代数幾何を用いて調べることは基本的な手法であり、表現論と代数幾何の双方にとって重要な視点をもたらすと期待される。例えば半単純 Lie 環の正標数での表現論を記述する Lusztig 予想の Bezrukavnikov-Mirkovic による証明は、Springer 特異点解消上に非常に良い性質を持つ傾斜ベクトル束を構成し、その自己準同型環の表現論と正標数での半単純 Lie 環の表現論とを結びつけることで得られた。一方でその傾斜ベクトル束の直既約成分の同変  $K$  群でのクラス (標準基底と呼ばれる) は Lusztig によって特徴付けが与えられており、特にそれを計算するアルゴリズムが存在する。これらを組み合わせることで正標数での半単純 Lie 環の表現論を原理的に記述することができるようになる。また代数幾何側でも例えばこれらの傾斜ベクトル束は Bridgeland の意味での安定性条件の空間の一部分を構成するのに用いることができ (Anno-Bezrukavnikov-Mirkovic)、量子コホモロジーの理論などとも関係して非常に興味深い現象が数多く観察できる。

考察の対象をシンプレクティック特異点に広げることで新たに現れる不思議な現象もあり、例えば Braden-Licata-Proudfoot-Webster によるシンプレクティック双対性と呼ばれるものが知られている。これは Springer 特異点解消の場合には Lie 環の Langlands 双対に相当するものであるが、様々な一見特に関係がないように見えるシンプレクティック特異点解消の組に対して、その量子化の表現論などが興味深い形で結びついていることなどが観察されている。例えば以前の研究 [2] ではシンプレクティック特異点解消のコホモロジー環が双対なシンプレクティック特異点の座標環を用いて記述できるという現象を発見し、いくつかの非自明な例で確認した。この予想は Kamnitzer-McBreen-Proudfoot によって量子接続を双対の座標環の量子化を用いて記述する予想に拡張されており、これもまた幾何的な対象と代数的な対象を結び付けるものであって興味深いと思われる。

今回行った研究 [1] の基本となる動機は、Lusztig が定義したような同変  $K$  群の標準基底とシンプレクティック双対性の間にはどのような関係があるのだろうかという疑問であった。そのためまずは Lusztig による同変  $K$  群の標準基底の特徴付けの、より広いクラスのシンプレクティック特異点解消への一般化を行った。このような標準基底の定義は Slodowy 多様体や ADE 型の簾多様体などの具体例では Lusztig や Varagnolo-Vasserot によって既に知られていたが、その定義は具体例ごとの個別な議論に大きく依存しており、それをそのまま一般化するのには困難があった。この問題については Maulik-Okounkov によって導入された安定基底の  $K$  理論版を用いてその定義を書き直すことによって、統一的に理解できることを発見した。また従来の方法では実際は標準基底の特徴付けは特別な量子化のパラメータに対応するものに対してしか与えられていなかったが、 $K$  理論的な安定基底を定めるのに必要なデータを動かすことで一般的な量子化のパラメータに対応する場合に対しても欲しい標準基底と考えられるものが同じように計算できることにな

る。そしてこの定義を用いることで標準基底が正標数での量子化の表現論を記述するという Lusztig 予想のシンプレクティック特異点解消版が定式化できるようになった。その他にも様々な実験などによって、パラメータが壁を越えたときの標準基底の基底変換に関する性質やその安定性条件との関係、同変接続層の導来圏の中に最高ウェイト圏を構成してバー対合の圏論的な持ち上げを構成する方法を与える予想などを定式化し、トーリックハイパーケーラー多様体と呼ばれるクラスの例に対しては全て証明を与えた。

安定基底を用いてバー対合を再定式化する際、実際には正規化を注意深く選ぶ必要があった。そして様々な実験によりその正規化はシンプレクティック双対から定まるデータを用いることで書き下すことができるということが観察された。つまり非常に退化した形でバー対合の定義にはシンプレクティック双対のデータが含まれていると言える。またシンプレクティック双対性と標準基底の関係を調べる上で、同変性のパラメータは双対側では Kahler パラメータと呼ばれる全く別のパラメータに移り、標準基底にはそれが表には現れていないという問題があった。一方で Aganagic-Okounkov は安定基底の楕円コホモロジー類似を Kahler パラメータにも同様に依存するように定義しており、K 理論的な安定基底はその適切な極限として理解できるということを示している。そしてこの楕円安定基底の理論を用いるとバー対合の楕円版と呼べるものをシンプレクティック双対のデータを用いて自然に定義することができ、K 理論版の非自明な正規化の取り方をその適切な極限として理解できるということがわかった。ある意味ではこれによって標準基底の理論の背後には実はシンプレクティック双対性が隠れていたのだということが明らかになったとも考えられる。

楕円バー対合が定義できれば標準基底の楕円版と呼べるものを定式化するというのは自然な問題であると思われる。現時点ではそれをどのように定式化するべきかは定まっていないが、トーリックハイパーケーラー多様体の場合には壁越えて移り合う K 理論的な標準基底を適切に束ねることでその答えだと思われるものを直接手で構成することができることもわかった。そしてその答えが正しければ楕円安定基底を楕円標準基底で展開したときの係数がシンプレクティック双対の楕円標準基底で書ける、という非常に興味深い現象が起こっていることも観察できる。最初の疑問への答えとして、これと似たような現象が他の場合にも起こっているのではないかと期待している。

- [1] Tatsuyuki Hikita, Elliptic canonical bases for toric hyper-Kahler manifolds, arXiv:2003.03573
- [2] Tatsuyuki Hikita, An algebro-geometric realization of the cohomology ring of Hilbert scheme of points in the affine plane, International Mathematics Research Notices (8), 2538–2561 (2017)

## 助教 室屋 晃子（プログラム理論の研究）

計算機プログラムの様々な性質を数学的に取り扱うために、プログラムを計算機が実行する過程を数理的にモデリングする、プログラム意味論の研究を行っている。自然なモデリングを可能にするようなプログラミング言語設計を導出したり、プログラム同士の比較を実験的でなく理論的に行ったりするなど、プログラムの種々の利用局面に理論的な見通しを与えることを大局的な目的としている。

プログラムの性質として最も重要なものは実行結果であるが、その他にも時間コスト・空間コストといった実行効率は無視できない。更に近年の機械学習の普及によって重要度を増している性質が、プログラムの表現する計算過程である。プログラムそのものが機械学習モデルの表現となり学習において動的に修正される、つまりプログラム中の一部の計算過程がそのプログラムの実行によって動的に解析・利用・修正される、という新しいプログラミング現象が起きている。

また実行結果・実行コスト・計算過程といったプログラムの様々な性質は、単一のプログラムについて考察されるだけではなく、複数のプログラムの比較にも用いられる。例えばプログラムを読み易く書き直した時には、新旧のプログラムが同じ実行結果を持つことが保証されるべきである。また、プログラム実行の高速化を狙ってプログラムを書き直した時は、新旧のプログラムが同じ実行結果を持つだけでなく、新しいプログラムの方が少ない時間コストで実行できることが保証されるべきである。

このように様々な性質が関わってくるプログラムの実行過程について比較・考察を行うための軸となるのが、これらの性質を一括して表現できる実行モデルの構築である。そのために、具体的には「階層的グラフの書き換え系」という数理モデルを基礎技術として用いている。このモデルは、プログラムの実行コストを解析するために有用である既存の二手法（グラフ書き換えと情報フロー）を組み合わせた新たなモデルであり、プログラムを文字列ではなくグラフ構造で表現することが大きな特徴である。グラフ構造による表現は、実際に計算機がプログラムを解釈・実行する際に内部的に用いられているもので、文字列による表現が持つ一部の冗長性を削ぎ落としたものと見ることができると言える。

階層的グラフの書き換え系は当初、情報フローモデルを拡張する研究 [1, 2]で得られた観察を元に、プログラム実行の合理的な時間コストを与える目的から提案したモデルである [3, 4]。このモデルでは、プログラムを表す階層的グラフを出発点として、グラフ上の情報フローの伸長過程とグラフ自体の書き換え過程の組み合わせでプログラムの実行過程が表現される。このようなグラフ構造と情報フローの協働による実行の表現の有用な特徴として、時間・空間コスト、実行結果、計算過程をまとめて取り扱えることが挙げられる。この特徴を活かして、機械学習のプログラミング基盤の構築を実行モデルと言語設計の双方から目指す研究を行い、機械学習でのモデル構築・予測・学習という三つの機能を備える関数型プログラミング言語について、実行モデルと言語設計の両面から考察した [5, 6]。

更に、階層的グラフの書き換え系の異なる特徴として、プログラム実行を時間と空間の両面において局所的に表現できることがある。実行過程の一部のステップにおけるプログラムの変化を考察することはプログラムの実行モデルに基本的な機能であるが、特に階層的グラフの書き換え系を用いると、プログラムの一部分のみに着目して実行過程を考察することが比較的容易であることが分かってきた。これにより、部分

的に異なるプログラムが同じ実行結果を持つこと、つまりプログラムの部分的な差異が「文脈等価」であること、をその差異に注目することで証明することが可能になる。現在は主に、この証明手法を洗練させ汎用性を高める研究を「階層的グラフの書き換え系での文脈等価性証明支援」と題して行っている。

- [1] Naohiko Hoshino, Koko Muroya and Ichiro Hasuo. Memoryful Geometry of Interaction: From Coalgebraic Components to Algebraic Effects. In Proc. CSL-LICS 2014, pages 52:1–52:10, ACM, 2014.
- [2] Koko Muroya, Naohiko Hoshino and Ichiro Hasuo. Memoryful Geometry of Interaction II: Recursion and Adequacy. In Proc. POPL 2016, pages 748–760, ACM, 2016.
- [3] Koko Muroya and Dan R. Ghica. The Dynamic Geometry of Interaction Machine: A Call-by-Need Graph Rewriter. In Proc. CSL 2017, pages 32:1–32:15, Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2017.
- [4] Koko Muroya and Dan R. Ghica. Efficient Implementation of Evaluation Strategies via Token-Guided Graph Rewriting. In Proc. WPTE 2017, volume 265 of EPTCS, pages 52–66, 2018.
- [5] Steven Cheung, Victor Darvari, Dan R. Ghica, Koko Muroya and Reuben N. S. Rowe. A Functional Perspective on Machine Learning via Programmable Induction and Abduction. In Proc. FLOPS 2018, volume 10818 of LNCS, pages 84-98, 2018.
- [6] Koko Muroya, Steven Cheung and Dan R. Ghica. The Geometry of Computation-Graph Abstraction. In Proc. LICS 2018, pages 749-758, 2018.

## 特定助教 磯野 優介 (III型フォンノイマン環の剛性について)

私は非従順 von Neumann 環の分類問題について研究している。

作用素環とは、ヒルベルト空間上の有界線形作用素全体のなす環の部分環の事であり、考える位相の違いにより  $C^*$  環と von Neumann 環がある。元々は von Neumann が量子力学を数学的に正しく定式化する際に現れた副産物であるが、数学・物理両方の面から興味深い対象であったため、現在においてもなお数学・物理両方の側面から研究が行われている。数学的にはエルゴード理論や群の表現論と関係が深く、また A. Connes の非可換幾何学、V. Jones の部分因子環論、D. Voiculescu の自由確率論など、多くの重要な理論が後に発見された。

量子力学で現れる von Neumann 環は全て従順と呼ばれるクラスであり、行列環によって良い近似が出来る事が知られている。このようなクラスの環を研究・分類する事が、初期の von Neumann 環論における最重要問題であったが、富田・竹崎理論の発展と、A. Connes の決定的仕事によって（数学的には）完全に解決している。これを踏まえ、近年最も興味を持たれているのが、非従順 von Neumann 環の分類問題である。2001年に、S. Popa が非従順環に対する新しい研究方法を開発した。これは従順な部分環の位置を特定する事で、環全体の構造を理解するような方法である。この新たな方法の発見以降、非従順環の研究は劇的な進展を見せ、多くの未解決問題が解決した。部分環の位置の特定に、環の変形 (deformation) と剛性 (rigidity) が使われたため、現在ではこの分野は deformation/rigidity 理論と呼ばれている。

私はこの deformation/rigidity 理論を、III型 von Neumann 環に適用する事に興味を持っている。III型とは環が trace 写像 (行列の場合の trace の一般化) を持たない事を意味する。例えば上で述べた量子力学に現れる従順環はいつも III型であるし、他にも多くの興味深い例がある。一般に III型環の構造は極めて複雑で、研究には富田・竹崎理論が必要である。実は deformation/rigidity 理論における重要技術のほとんどが、III型環に対しては適用出来ない。そこで、これらの技術を富田・竹崎理論を用いて改良し、III型環に対しても適用可能にする、というのが私が実際に行っている研究である。

例えば [2,3,4] では (作用素環的) 量子群から作る von Neumann 環に対しても deformation/rigidity 理論が使える事を示した。特に興味を持たれている、自由量子群と呼ばれる例を対象に含める事が出来た点が重要である。[6,12] では、deformation/rigidity 理論における最重要技術の一つである intertwining theorem を、III型環で再現する事に成功した。富田・竹崎理論との関係も含め、非常に満足のいく仕事である。この応用として、強い剛性を持つ III型フォンノイマン環の例を構成する事が出来た。最近では荒野・Marrakchi 両氏との共同研究 [15] で離散群の非同変換も研究している。これは離散群の (ヒルベルト空間への) 表現を用いて、測度空間への作用を構成しその構造を調べたものである。

[1] Weak exactness for  $C^*$ -algebras and application to condition (AO). J. Funct. Anal. **264** (2013), 964–998.

[2] Examples of factors which have no Cartan subalgebras. Trans. Amer. Math. Soc.

**367** (2015), 7917–7937.

- [3] On bi-exactness of discrete quantum groups. *Int. Math. Res. Not. IMRN* **2015**, no. 11, 3619–3650.
- [4] Some prime factorization results for free quantum group factors. *J. Reine Angew. Math.* **722** (2017), 215–250.
- [5] (with C. Houdayer) Free independence in ultraproduct von Neumann algebras and applications. *J. London Math. Soc.* **92** (2015), 163–177.
- [6] (with C. Houdayer) Unique prime factorization and bicentralizer problem for a class of type III factors. *Adv. Math.* **305** (2017), 402–455.
- [7] (with C. Houdayer) Bi-exact groups, strongly ergodic actions and group measure space type III factors with no central sequence. *Comm. Math. Phys.* **348** (2016), no. 3, 991–1015.
- [8] Cartan subalgebras of tensor products of free quantum group factors with arbitrary factors. *Anal. PDE* **12** (2019), no. 5, 1295–1324.
- [9] On fundamental groups of tensor product  $\text{II}_1$  factors. *J. Inst. Math. Jussieu* **19** (2020), no. 4, 1121–1139.
- [10] Unique prime factorization for infinite tensor product factors. *J. Funct. Anal.* **276** (2019), 2245–2278.
- [11] (with C. Houdayer) Factoriality, Connes’ type III invariants and fullness of amalgamated free product von Neumann algebras. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A* **150** (2020), no. 3, 1495–1532.
- [12] Unitary conjugacy for type III subfactors and  $W^*$ -superrigidity. Preprint 2019, arXiv:1902.01049.
- [13] (with A. Marrakchi) Tensor product decompositions and rigidity of full factors. To appear in *Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.*
- [14] (with M. Caspers and M. Wasilewski)  $L_2$ -cohomology, derivations and quantum Markov semi-groups on  $q$ -Gaussian algebras. To appear in *Int. Math. Res. Not.*
- [15] (with Y. Arano and A. Marrakchi) Ergodic theory of affine isometric actions on Hilbert spaces. Preprint 2019, arXiv:1911.04272.
- [16] (with C. Houdayer) Connes’ bicentralizer problem for  $q$ -deformed Araki-Woods algebras. To appear in *Bull. Lond. Math. Soc.*

## 准教授 照井 一成（証明の数理科学：証明の分析と発見法）

数理科学において「証明」は重要な研究手段であるが、それだけでなく研究対象でもある。既存の証明研究は多岐にわたるが、あえて分類するなら

1. 基礎論的証明論（無矛盾性証明・順序数解析など）
2. 構造的証明論（カーリーワード対応・表示的意味論など）
3. 自動定理証明（自動証明システムの開発）

などの下位区分が挙げられる。また 1-3 のそれぞれについて、古典論理か非古典論理かといった区別も考えられる。これまでは非古典論理寄りの立場で 1,2 の研究に従事してきたが、最近では 3 の研究も始めている。

まず 1,2 の研究について述べれば、その主な関心は与えられた論理  $L$  の証明系がカット除去（証明論の基本定理）を満たすかどうかにある。この問題は、 $L$  に対応する代数系が完備化について閉じているかどうかと密接に関係する。この両者（カット除去と代数的完備化）の関係を部分構造論理の文脈で系統的に調べるのが大きな課題であった（論文 [1]）。一連の研究により明らかになったのは、様々な構文論的・証明論的手法が意味論的・代数的問題にも系統的に応用できるという事実である。かくして（大げさな名前だが）代数的証明論というアプローチを提唱するに至り、現在でも部分構造論理の研究に生かされている。

代数的証明論の手法は、既存研究の再解釈にも役立っている。20 世紀後半の基礎論的証明論における主要課題は、与えられた形式系（ペアノ算術やその拡張）の「強さ」を順序数を用いて測定することであった（順序数解析）。この文脈で 1970 年代に考案された巧妙な手法（Buchholz の  $\Omega$  規則）を取り上げ、代数的に再解釈する研究を行った。鍵となるのは、ブール代数やハイティング代数におけるデーデキント・マクニール完備化との密接な関係である。それにより、一群の 2 階論理の証明系に対してカット除去定理の代数的証明が与えられ、竹内対応（算術の 1 無矛盾性と論理証明系のカット除去の間に見られる対応）をペアノ算術より強い形式系に拡張することに成功した（論文 [2]）。

最後に、自動定理証明（ATP）について述べる。命題（予想）が入力されたら、その証明を自動的に見つけようというのが ATP の眼目である。ATP の数理論理的基礎は 1990 年代までにほぼ確立されており、産業分野の形式検証等に応用されているが、数学分野における ATP の成功例は驚くほど少ない。コンピュータに数学定理を証明させるの

は、とてつもなく困難なのである。2000年代に入ると機械学習を取り込んだ ATP の開発が進み、大きな展開が見られた。それでも、コンピュータがある程度まとまった数学定理を自律的に証明するには到底いたっていない。

状況は絶望的だが、それでも「証明の数理科学」の最重要課題が自動定理証明にあることは疑いえない。それゆえ数年前に一念発起し、ATP の問題に取り組むようになった。スローガンとしては、(i) 汎用型 ATP はあきらめ特定分野型 ATP（たとえば線形代数初歩専用の ATP）に専念する、(ii) 循環証明系など最新の理論的成果を援用する、(iii) 自動定理証明以前に自動定理生成に取り組むなどを掲げているが、未だ目に見える成果は得られておらず、当面は試行錯誤が続く見通しである。

- [1] Agata Ciabattoni, Nikolaos Galatos and Kazushige Terui. Algebraic proof theory: hypersequents and hypercompletions. *Annals of Pure and Applied Logic* 168(3): 693-737, 2017.
- [2] Kazushige Terui. MacNeille Completion and Buchholz' Omega Rule for Parameter-Free Second Order Logics. *Proceedings of Computer Science Logic 2018*, 37:1-37:19, 2018.

## 15. 京都大学スーパーグローバル大学創成支援事業

2014年度より、京都大学スーパーグローバル大学創成支援事業の数学系ユニットを理学研究科数学・数理解析専攻とともに担当し、海外の一流の研究者による指導をはじめとする国際的な研究環境を大学院学生に提供している。以下は、数学系ユニットの趣旨説明からの引用である。

『理学研究科数学・数理解析専攻と数理解析研究所は、数理科学の広範な分野をカバーする世界最高水準の研究者集団を擁しており、時代を先導する研究を数多く行って来た伝統を持っています。京都大学では、この両者が協力して数学の教育と研究を行っており、構成員や卒業生が世界的に著名な賞を受賞し、あるいは国際数学会議で基調講演者に選ばれる等の顕著な業績を挙げています。このような最先端の研究を行う教員からきめ細かい指導を受けることで、数学・数理解析専攻の大学院生は、いち早く数学研究の最前線に到達できます。また、両部局では国内外の諸大学の研究者や学生との交流が活発に行われており、特に数理解析研究所は共同利用・共同研究拠点として毎年多くの研究集会を開催しており、第一線の外国人研究者も多数訪問するため、大学院生が自然な形で国際性を身につける環境が整っています。

京都大学のスーパーグローバル大学創成支援事業「ジャパン・ゲートウェイ構想」における数学分野では、このような本学の数学における研究と教育の強みを活かすと共に、フィールズ賞受賞者等の世界トップレベル大学に所属する国際的評価の高い研究者を特別招へい教授として雇用して、特別講義などの形で広い範囲の学生の教育に従事してもらい、また本学の教員と共同で学生の研究指導を行うことを中心として、数学系スーパーグローバルコースを設置しました。このコースに登録した学生は、特別招へい教授などの海外研究者を副指導教員として、主指導教員である本学教員との共同学位指導により、本学と当該大学の両方で学位論文に取り組みます。これにより、高い数学の研究能力に加えて、十分な語学力と海外での研究経験から国際的研究ネットワークを作り、学位論文の成果が直接国際的に周知されることで、学位取得後直ちに国際舞台で活躍できる機会が得られます。また、国際的な環境の中で切磋琢磨することにより、若手研究者の中から国際的な受賞などの大きな研究成果も期待できます。さらには、学部生対象の講義やセミナーなどのプログラムも用意されており、数学に意欲のある学生は、早い段階から高いレベルの数学の学修・研究に取り組みます。』

本事業のこれまでの活動の概要と実績は以下のとおりである。

■フィールズ賞受賞者等の優れた海外研究者を京都大学特別招へい教授として雇用（2020年9月現在19名（延べ26名）を招へい）した。特別招へい教授は、それぞれ1ヵ月以上の滞在期間中に、1単位の集中講義と様々な形の学生指導を担当した。その他に特任招へい教授9名（延べ10名）、特任教授34名（延べ36名）に称号付与（2020年9月現在）し、学生指導を依頼した。

■学生に最適な海外副指導教員を委嘱し、訪問／招へいにより国際共同学位指導を行った。平成27年度は3名、平成28年度は7名、平成29年度は5名、平成30年度は9名、平成31年度/令和元年度は1名のコース修了者がでている。海外副指導教員の所属大学は、

米国（UCLA、ヴァンダービルト大、オクラホマ大、スタンフォード大、ペンシルバニア州立大、ブラウン大、ミシガン大、ラトガース大、ワシントン大、セントラルフロリダ大、ジョージア工科大）、カナダ（オタワ大、ブリティッシュコロンビア大）、メキシコ（CIMAT）、英国（インペリアル・カレッジ・ロンドン、マンチェスター大）、フランス（パリ高等師範学校、マルセイユ大、テレコム・パリテック）、ドイツ（ギーゼン大、ボン大、マインツ大、ドレスデン工科大、ミュンヘン工科大）、イタリア（ボローニャ大） スイス（チューリッヒ大） ロシア（国立高等経済学院）、イスラエル（テルアビブ大）、シンガポール（シンガポール国立大）、台湾（国立台湾大）、中国（北京大学）など

■大学院生の海外渡航支援（海外副指導教員とのマッチングや研究指導）を行い、大学院生の研究環境の国際化を進めた。平成26年度7名（6カ国11大学）、平成27年度22名（9カ国21大学）、平成28年度17名（12カ国22大学）、平成29年度19名（7カ国23大学）、平成30年度13名（7カ国18大学）、平成31年度/令和元年度15名（13カ国23大学）に支援した。また、海外の若手研究者との交流を図るワークショップを毎年開催しており、海外からの学生の受け入れも行っている（フランス2名、英国4名、スペイン1名、フィンランド1名）。

■その他の活動として、国際シンポジウム、特別講演会、MOOC “Fun with Prime Numbers” も行っている。

■平成29年7月、Bonn大学が首唱するGlobal Math Network（世界数学ネットワーク：Bonn、京大、NYU、ENS、北京大）を締結し、さらなる学生交流が促進される。

■平成30年8月にフランスのリヨン高等師範学校とコチュテル方式によるダブル・ディグリーの提携を行い、9月からリヨン高等師範学校の大学院生1名が登録してプログラムを開始した。半年ごとにリヨンと京都大学に滞在するプログラムが順調に進み、現在3年目に入ったところである。

表15. KTGU特別招へい教授

氏名	所属	期間
OKOUNKOV, Andrei	Columbia University	2014.07.14- 2014.07.25
KRASNY, Robert	University of Michigan	2014.09.15- 2014.12.15
KASPAROV, Gennadi Georgievich	Vanderbilt University	2014.10.01- 2014.11.30
BOLTHAUSEN, Erwin	University of Zurich	2015.02.22- 2015.03.27
PISIER, Gilles Jean-Georges	Texas A & M University	2015.03.06- 2015.04.15
HACON, Christopher Derek	University of Utah	2015.06.01- 2015.06.30
JONES, Vaughan Frederick Randal	Vanderbilt University	2015.06.07- 2015.07.12
		2016.03.29- 2016.04.24
CROWDY, Darren Greg	Imperial College London	2015.10.09- 2015.11.10
		2016.01.10- 2016.02.10
		2016.08.28- 2016.09.29
		2016.02.22- 2016.03.22
GUSTAFSON, Stephen James	The University of British Columbia	2017.01.22- 2017.01.28
		2016.06.11- 2016.07.10
HACON, Christopher Derek	University of Utah	2016.06.12- 2016.09.05
FEIGIN, Boris	National Research University	2016.08.29- 2016.09.24
POPA, Sorin Teodor	University of California Los Angeles	2016.10.24- 2016.11.23
DEMBO, Amir	Stanford University	2017.03.15- 2017.04.22
ALEXEEV, Valery	University of Georgia	2017.03.20- 2017.05.27
HIGSON, Nigel David	The Pennsylvania State University	2017.04.01- 2017.04.30
LAMB, Jeroen	Imperial College London	2017.06.01- 2017.08.31
FEIGIN, Boris	National Research University	2017.11.05- 2017.12.02
MATHIEU, Pierre	Université d'Aix-Marseille	2017.10.10- 2017.12.09
OKOUNKOV, Andrei	Columbia University	

氏名	所属	期間
HACON, Christpher Derek	University of Utah	2018.05.13- 2018.06.12
FEIGIN, Boris	National Research University	2018.06.03- 2018.08.31
CHEN, Huayi	Université Paris Diderot	2018.09.25- 2018.11.02
RIVERO, Víctor	Centro de Investigación en Matemáticas	2018.12.06- 2019.01.12
CHEN, Zhen-Qing	University of Washington	2019.03.20- 2019.04.19
POPA, Sorin Teodor	University of California Los Angeles	2019.03.27- 2019.04.25
FEIGIN, Boris	National Research University	2019.06.02- 2019.08.30

## 16. 科学研究費取得状況

平成29（2017）年度から令和2（2020）年度までの科学研究費取得状況は以下の通りである。

（単位：千円）

年度	研究種目	研究代表者	配分額	研究課題	
平成29年度	基盤研究(A)	荒川 知幸	5,200	W代数とその応用	
		熊谷 隆	7,540	複雑な系の上の異常拡散現象の解析	
		小野 薫	7,800	Floer 理論の深化と symplectic 構造の研究	
		大槻 知忠	6,370	結び目と3次元多様体の量子トポロジー	
	基盤研究(B)	山田 道夫	5,850	流体方程式における非共鳴非線形相互作用	
		藤重 悟	3,510	劣モジュラ的な離散構造に注目した最適化基礎理論の展開と高速アルゴリズム開発	
		森 重文	1,380	高次元双有理幾何の分類に関する諸問題	
		牧野 和久	3,380	列挙構造を利用した高速アルゴリズム開発	
		柏原 正樹	2,470	代数解析と表現論	
		玉川 安騎男	2,600	数論的基本群に関する数論幾何学の諸問題とその相互関係	
		岩間 一雄	3,120	入力データが不完全なアルゴリズムで重要となる乱化技術の研究	
		基盤研究(C)	小澤 登高	1,430	非可換解析学と関数解析的群論の展開
			照井 一成	780	非古典論理の代数的証明論とラムダ計算の交差型システムの研究
			長谷川 真人	1,430	プログラミング言語実装に則した意味論の構築と分析
	星 裕一郎		780	数論的基本群に関わる双曲的代数曲線の数論の研究	
	山下 剛		650	宇宙幾何学のさらなる展開	
	齊藤 盛彦		780	ホッジ加群の基礎及び応用研究の総仕上げ	
	望月 拓郎		780	調和束に関連する対象の研究	
	葉廣 和夫		1,430	低次元トポロジーと代数的・圏論的構造	
	Kirillov Anatoli		1,040	Combinatorics around Painleve VI	
	川北 真之		1,560	極小モデルプログラムの特異点論	
	川ノ上 帆	1,040	正標数の代数多様体の特異点解消について		
	福島 竜輝	1,430	ランダム媒質における均質化と揺らぎの研究		
	基盤研究(S)	向井 茂	11,050	代数多様体のモジュライ空間と自己射の数理論	
	研究活動スタート支援	譚 福成	1,430	p-adic Hodge Theory and Anabelian Geometry	
		武石 拓也	1,430	Bost-Connes系の分類問題について	
	若手研究(B)	藤田 健人	1,430	ファノ多様体のK安定性の明示的研究	
		疋田 辰之	1,040	同変K群の標準基底とその応用	
		磯野 優介	1,300	群作用とフォンノイマン環	
		星野 直彦	910	関数型プログラミング言語の代数構造の解明：論理関係の数学的理論の構築に向けて	
		横田 巧	910	リッチ流の関わる幾何学の研究	
		鈴木 咲衣	260	結び目と3次元多様体の量子不変量	
		三内 顕義	1,040	フロベニウス写像を用いた射影代数多様体の研究	
		岸本 展	910	非線形分散型波動方程式における共鳴相互作用の構造と解の挙動・特異性の研究	
		新学術領域研究（研究領域提案型）	竹広 真一	2,210	核マントル境界直下の安定成層の形成および破壊に関する流体力学的研究
		挑戦的研究（萌芽）	荒川 知幸	2,080	クラスSカイラル代数とシンプレクティック幾何
	挑戦的萌芽研究	清水 達郎	780	Chern-Simons摂動論の完成	
		山田 道夫	650	非線形共鳴相互作用が支配する漸近的力学系と流体方程式	
	特別研究員奨励費	大槻 知忠	1,040	ゲージ理論に関連する結び目と3次元多様体の不変量と量子トポロジー	
			9,931	特別研究員 13名	
			3,860	外国人特別研究員 7名	
		合計		104,611	

(単位：千円)

年度	研究種目	研究代表者	配分額	研究課題
平成30年度	基盤研究(A)	小野 薫	7,798	Floer 理論の深化と symplectic 構造の研究
		大槻 知忠	7,150	結び目と3次元多様体の量子トポロジー
		荒川 知幸	15,470	W代数とその応用
	基盤研究(B)	熊谷 隆	7,930	複雑な系の上の異常拡散現象の解析
		藤重 悟	500	劣モジュラ的な離散構造に注目した最適化基礎理論の展開と高速アルゴリズム開発
		牧野 和久	3,640	列挙構造を利用した高速アルゴリズム開発
		柏原 正樹	2,043	代数解析と表現論
		玉川 安騎男	2,470	数論的基本群に関する数論幾何学の諸問題とその相互関係
		岩間 一雄	3,120	入力データが不完全なアルゴリズムで重要となる乱化技術の研究
		山田 道夫	3,250	流体方程式における非共鳴非線形相互作用
		中西 賢次	2,600	非線形波動方程式の大域ダイナミクス
		葉廣 和夫	498	低次元トポロジーにおける代数的・圏論的構造
		基盤研究(C)	照井 一成	300
	葉廣 和夫		1,160	低次元トポロジーと代数的・圏論的構造
	山下 剛		910	宇宙際幾何学のさらなる展開
	齊藤 盛彦		780	ホッジ加群の基礎及び応用研究の総仕上げ
	望月 拓郎		780	調和束に関連する対象の研究
	Kirillov Anatoli		1,040	Combinatorics around Painleve VI
	川北 真之		1,560	極小モデルプログラムの特異点論
	川ノ上 帆		1,040	正標数の代数多様体の特異点解消について
	福島 竜輝		1,089	ランダム媒質における均質化と揺らぎの研究
	小澤 登高		1,560	非可換解析学と関数解析的群論の展開
	星 裕一郎		1,170	双曲的代数曲線の剛性に関わる数論幾何学の研究
	中山 昇		520	ある種の正規代数曲面の構造
	横田 巧		835	曲率が上または下に有界な空間の幾何学
	長谷川 真人	1,820	プログラム意味論の量子化・高次元化・幾何化	
	研究活動スタート支援	譚 福成	1,300	p-adic Hodge Theory and Anabelian Geometry
	若手研究	藤田 健人	792	K安定性と極小モデル理論
		佐久川 憲児	520	モジュラー曲線の基本群の相対的幕単完備化と非可換モチーフ
		清水 達郎	650	Casson不変量の特異点論的解釈
	若手研究(B)	星野 直彦	400	関数型プログラミング言語の代数構造の解明：論理関係の数学的理論の構築に向けて
		岸本 展	910	非線形分散型波動方程式における共鳴相互作用の構造と解の挙動・特異性の研究
		疋田 辰之	1,040	同変K群の標準基底とその応用
		磯野 優介	1,560	群作用とフォンノイマン環
		小林 佑輔	1,075	頑健なネットワークの設計に向けた組合せ最適化理論の研究
	挑戦的研究(萌芽)	荒川 知幸	2,643	クラスSカイラル代数とシンプレクティック幾何
	挑戦的萌芽研究	清水 達郎	88	Chern-Simons摂動論の完成
		大槻 知忠	1,040	ゲージ理論に関連する結び目と3次元多様体の不変量と量子トポロジー
	特別研究員奨励費		17,997	特別研究員 18名
			3,179	外国人特別研究員 4名
		合計	104,226	

(単位：千円)

年度	研究種目	研究代表者	配分額	研究課題	
令和元年度	基盤研究(A)	大槻 知忠	7,020	結び目と3次元多様体の量子トポロジー	
		荒川 知幸	7,020	W代数とその応用	
		熊谷 隆	9,620	複雑な系の上の異常拡散現象の解析	
		小野 薫	7,410	Floer 理論とシンプレクティック構造、接触構造の研究	
	基盤研究(B)	柏原 正樹	2,470	代数解析と表現論	
		牧野 和久	4,815	列挙構造を利用した高速アルゴリズム開発	
		玉川 安騎男	2,600	数論的基本群に関する数論幾何学の諸問題とその相互関係	
		岩間 一雄	2,860	入力データが不完全なアルゴリズムで重要となる乱化技術の研究	
		中西 賢次	2,990	非線形波動方程式の大域ダイナミクス	
		山田 道夫	2,600	流体方程式における非共鳴非線形相互作用	
		斎藤 恭司	3,380	大域的原始形式の理論	
		葉廣 和夫	1,970	低次元トポロジーにおける代数的・圏論的構造	
		基盤研究(C)	山下 剛	260	宇宙際幾何学のさらなる展開
	齊藤 盛彦		780	ホッジ加群の基礎及び応用研究の総仕上げ	
	望月 拓郎		780	調和束に関連する対象の研究	
	Kirillov Anatoli		1,040	Combinatorics around Painleve VI	
	星 登高		1,560	非可換解析学と関数解析的群論の展開	
	星 裕一郎		1,170	双曲的代数曲線の剛性に関わる数論幾何学の研究	
	中山 昇		520	ある種の正規代数曲面の構造	
	横田 巧		910	曲率が上または下に有界な空間の幾何学	
	長谷川 真人		1,300	プログラム意味論の量子化・高次元化・幾何化	
	譚 福成		910	p-adic Hodge theory, anabelian conjecture, and arithmetic Simpson correspondence	
	川北 真之		1,430	対数的極小モデルプログラムに現れる特異点	
	Croydon David		1,170	Stochastic processes associated with resistance forms	
	藤重 悟		1,430	劣モジュラ構造とその一般化で切り開く最適化の数理とアルゴリズム	
	研究活動スタート支援		石川 卓	1,040	Symplectic field theory の計算と応用
	若手研究		石本 健太	1,216	受精ダイナミクスに潜む連続体の数理：実験データに基づいた理論的アプローチ
		佐久川 憲児	520	モジュラ曲線の基本群の相対的冪単完備化と非可換モチーフ	
		清水 達郎	1,040	Casson不変量の特異点論的解釈	
		浅井 聡太	780	Grothendieck群を利用した加群圏の数値的性質の解明	
		時本 一樹	464	非可換Lubin-Tate理論に関連する幾何と表現論	
		湯浅 亘	1,430	線形スケイン理論による量子群の表現圏の計算と量子トポロジーへの応用	
	若手研究(B)	小林 佑輔	1,040	頑健なネットワークの設計に向けた組合せ最適化理論の研究	
		岸本 展	910	非線形分散型波動方程式における共鳴相互作用の構造と解の挙動・特異性の研究	
		疋田 辰之	1,040	同変K群の標準基底とその応用	
		磯野 優介	1,300	群作用とフォンノイマン環	
	挑戦的研究(萌芽)	荒川 知幸	2,080	クラスSカイラル代数とシンプレクティック幾何	
		大槻 知忠	3,250	ゲージ理論に関連する3次元双曲多様体の不変量	
		牧野 和久	1,300	局所構造を利用した高速なアルゴリズムの開発	
	挑戦的萌芽研究	大槻 知忠	731	ゲージ理論に関連する結び目と3次元多様体の不変量と量子トポロジー	
	特別研究員奨励費		12,533	特別研究員 9名	
			2,400	外国人特別研究員 4名	
	合計		101,089		

(単位：千円)

年度	研究種目	研究代表者	配分額	研究課題
令和2年度	基盤研究(A)	小野 薫	6,630	Floer 理論とシンプレクティック構造、接触構造の研究
	基盤研究(A)	大槻 知忠	6,240	結び目と3次元多様体の量子トポロジー
	基盤研究(A)	荒川 知幸	8,970	W代数とその応用
	基盤研究(A)	熊谷 隆	10,400	複雑な系の上の異常拡散現象の解析
	基盤研究(B)	小澤 登高	2,470	作用素環論と関数解析的群論
	基盤研究(B)	斎藤 恭司	3,250	大域的原始形式の理論
	基盤研究(B)	玉川 安騎男	3,380	数論の基本群に関する数論幾何学の高次元化
	基盤研究(B)	岩間 一雄	2,860	入力データが不完全なアルゴリズムで重要となる乱化技術の研究
	基盤研究(B)	並河 良典	1,820	シンプレクティック代数幾何の構築
	基盤研究(B)	中西 賢次	2,730	非線形波動方程式の大域ダイナミクス
	基盤研究(B)	山田 道夫	2,990	流体方程式における非共鳴非線形相互作用
	基盤研究(B)	河村 彰星	3,250	連続系の複雑さを解明する計算理論
	基盤研究(C)	斉藤 盛彦	2,280	ホッジ加群の基礎及び応用研究の総仕上げ
	基盤研究(C)	Kirillov Anatoli	679	Combinatorics around Painleve VI
	基盤研究(C)	小澤 登高	650	非可換解析学と関数解析的群論の展開
	基盤研究(C)	星 裕一郎	1,170	双曲的代数曲線の剛性に関する数論幾何学の研究
	基盤研究(C)	中山 昇	390	ある種の正規代数曲面の構造
	基盤研究(C)	長谷川 真人	1,300	プログラム意味論の量子化・高次元化・幾何化
	基盤研究(C)	譚 福成	910	p-adic Hodge theory, anabelian conjecture, and arithmetic Simpson correspondence
	基盤研究(C)	川北 真之	1,430	対数的極小モデルプログラムに現れる特異点
	基盤研究(C)	Croydon David	1,300	Stochastic processes associated with resistance forms
	基盤研究(C)	藤重 悟	1,300	劣モジュラ構造とその一般化で切り開く最適化の数理論とアルゴリズム
	基盤研究(C)	小林 佑輔	910	組合せ最適化における多面体手法の高度化
	基盤研究(C)	照井 一成	910	コンピュータは数学者になれるのか?—大学数学における自動定理証明
	基盤研究(C)	岸本 展	1,040	分散性を持つ非線形波動における共鳴相互作用の役割の究明
	基盤研究(C)	望月 拓郎	780	ツイスター構造に基づくホッジ理論の拡張
	研究活動スタート支援	石川 卓	1,040	Symplectic field theory の計算と応用
	研究活動スタート支援	石橋 典	1,430	Teichmuller理論の組み合わせ論的諸相
	若手研究	磯野 優介	1,300	Deformation/rigidity theoryと冨田・竹崎理論
	若手研究	山下 真由子	1,170	指数・スペクトルの局所化と非可換幾何学の新展開
	若手研究	高橋 良輔	1,040	新しい幾何学的フローを用いたK-安定でないFano多様体の研究
	若手研究	石川 勝巳	780	Kontsevich不変量と結び目の可逆性
	若手研究	Yang Yu	1,040	Fundamental groups and moduli spaces of curves in positive characteristic
若手研究	越川 皓永	1,040	数論幾何学におけるコホモロジーの研究	
若手研究	南出 新	650	局所体に対する遠アーベル幾何学の発展	
若手研究	渡邊 英也	1,040	量子対称対のウェイト表現と結晶基底	
若手研究	石本 健太	910	受精ダイナミクスに潜む連続体の数理論：実験データに基づいた理論的アプローチ	
若手研究	清水 達郎	1,170	Casson不変量の特異点論的解釈	
若手研究	浅井 聡太	1,300	Grothendieck群を利用した加群圏の数値的性質の解明	
若手研究	湯浅 亘	1,170	線形スケイン理論による量子群の表現圏の計算と量子トポロジーへの応用	
若手研究(B)	岸本 展	260	非線形分散型波動方程式における共鳴相互作用の構造と解の挙動・特異性の研究	
若手研究(B)	疋田 辰之	1,040	同変K群の標準基底とその応用	
挑戦的研究(萌芽)	牧野 和久	2,600	局所構造を利用した高速なアルゴリズムの開発	
挑戦的研究(萌芽)	大槻 知忠	1,430	ゲージ理論に関連する3次元双曲多様体の不変量	
特別研究員奨励費		11,190	特別研究員 10名	
		700	外国人特別研究員 1名	
	合計	102,339		

## 17. 受賞等記録

### 数理解析研究所受賞者一覧

平成29年11月1日～令和2年9月30日

受賞年月	氏名	職名 (受賞時)	賞名
平成29年11月	熊谷 隆	教授	第35回(平成29年度)大阪科学賞
平成29年11月	熊谷 隆	教授	フンボルト賞受賞
平成30年11月	柏原 正樹	特任教授	京都賞
平成30年8月	柏原 正樹	特任教授	チャーン賞 (Chern Medal Award)
平成31年4月	荒川 知幸	教授	平成31年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞
令和元年9月	牧野 和久	教授	第39回日本オペレーションズ・リサーチ学会 事例研究賞
令和2年2月	石川 卓	助教	第36回井上研究奨励賞
令和2年4月	小林 佑輔	准教授	令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞
令和2年7月	柏原 正樹	特任教授	令和2年度春生存者叙勲 瑞宝重光章

平成24年4月1日～平成29年10月31日

受賞年月	氏名	職名 (受賞時)	賞名
平成24年5月	照井 一成	准教授	RTA 2012-23rd International Conference on Rewriting Techniques and Applications Best Paper Award
平成24年11月	望月 拓郎	教授	第30回(平成24年度)大阪科学賞
平成25年3月	荒川 知幸	准教授	2013年度代数学賞
平成25年10月	谷川 眞一	助教	藤原洋数理科学賞奨励賞
平成26年3月	岡本 久	教授	2014年JMSJ論文賞
平成26年6月	中島 啓	教授	京都大学孜孜賞
平成26年7月	中島 啓	教授	日本学士院賞
平成26年9月	山田 道夫 石本 健太	教授 博士後期課程	2013年度日本流体力学会賞
平成27年3月	一松 信	名誉教授	2015年度日本数学会賞出版賞
平成27年6月	牧野 和久	准教授	2014年度人工知能学会研究会優秀賞
平成27年6月	森 正武 大浦 拓哉	名誉教授 助教	日本応用数理学会2014年度業績賞
平成27年9月	牧野 和久	准教授	FIT2015 船井ベストペーパー賞
平成28年3月	石本 健太	特任助教	第10回日本物理学会領域11 若手奨励賞
平成28年4月	福島 竜輝	准教授	平成28年度科学技術分野の文部科学大臣表彰
平成28年10月	岡本 久	教授	藤原洋数理科学賞大賞
平成28年12月	牧野 和久	准教授	The 27th International Symposium on Algorithms and Computation Best Paper Award
平成29年1月	中島 啓	教授	平成28年度朝日賞
平成29年2月	熊谷 隆	教授	第33回井上學術賞
平成29年2月	疋田 辰之	助教	第33回井上研究奨励賞
平成29年2月	石本 健太	特任助教	第33回井上研究奨励賞
平成29年9月	荒川 知幸	准教授	2017年度日本数学会秋季賞受賞
平成29年9月	吉田 豊	特定助教	第12回素粒子メダル奨励賞受賞

## 18. 所外活動

氏 名	内 容
大槻 知忠	2006年8月--現在 東北数学雑誌、共同編集者 (Associate Editor)
大槻 知忠	2009年1月--現在 Quantum Topology 編集委員 (Editor)
小野 薫	編集委員 (2017年以前から現在まで) Editor of Advances in Geometry
小野 薫	編集委員 (2017年以前から現在まで) Editor of Japanese Journal of Mathematics
小野 薫	編集委員 (2017年以前から現在まで) Editor of Gokova Geometry-Topology Conference
小野 薫	編集委員 (2017年以前から現在まで) Associate Editor of Journal of Fixed Point Theory and Applications
小野 薫	編集長 (2018年以前から現在まで) Journal of the Mathematical Society of Japan
小野 薫	編集委員 (2018年以前から現在まで) Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences
小野 薫	(2018年以前から現在まで) WPI Kavli-IPMU Working Group (JSPS) member
小野 薫	(2018年以前から現在まで) NCTS Scholar, National Center for Theoretical Sciences, Taiwan
小野 薫	日本数学会幾何学賞委員会委員長 (2018-2020)
小野 薫	The third Pan-Pacific International Conference on Topology and its Applications にて plenary lecture title: Floer cohomology and covering spaces, November 9, 2019. Chengdu, China. (2019)
望月 拓郎	2019年9月 日本数学会秋季総合分科会 招待 (特別企画講演)
玉川安騎男	日本数学会代数学分科会運営委員 (2002--)
玉川安騎男	Nagoya Mathematical Journal associate editor (2008.4--)
玉川安騎男	日本数学会教育研究資金問題検討委員会委員 (2014. 7. 1-2018. 6. 30)
玉川安騎男	日本数学会教育研究資金問題検討委員会委員長 (2015. 7. 1-2017. 6. 30)
玉川安騎男	日本数学会学術委員会委員 (2015. 7. 1-(2021. 6. 30 予定))
玉川安騎男	日本数学会学術委員会委員長 (2019. 7. 1-(2021. 6. 30 予定))

氏 名	内 容
玉川安騎男	日本数学会ICM90記念基金委員会委員 (2019. 7. 1-(2021. 6. 30予定))
望月新一	2020年5月6日にスカイプで行なわれた英・ノッティンガム大学における 学位論文審査 (viva voce examination) の外部審査員 (external examiner)
熊谷 隆	学会委員 日本数学会 ジャーナル編集委員会委員長 (2016--2020)
熊谷 隆	学会委員 日本数学会理事 (2018--2020)
熊谷 隆	編集委員 Japanese Journal of Mathematics (2018 --)
熊谷 隆	編集委員 Probability Theory and Related Fields (2010-- )
熊谷 隆	編集委員 Stochastic Processes and their Applications (2012 --)
熊谷 隆	編集委員 Mathematische Nachrichten (2008-- )
熊谷 隆	基調講演等 50 Years of Mathematics at Bielefeld (Bielefeld University) 2019年 9月
熊谷 隆	基調講演等 IMS Medallion Lecture (SPA 2017 at Moscow) 2017年 7月
荒川知幸	Algebra Colloquium 編集委員
荒川知幸	基調講演 String Math 2020, Plenary Speaker, Zurich, July 28, 2020
荒川知幸	基調講演 Representation Theory XVI, 2019年6月25日 Inter-University Centre, Dubrovnik, Croatia
荒川知幸	基調講演 代数解析学の展望 2018年11月12日 公益財団法人稲盛財団, 国立京都国際会館
荒川知幸	基調講演 Theoretical Physics Symposium 2018 2018年11月7日 DESY Hamburg
荒川知幸	基調講演 The 3rd KTGU Mathematics Workshop for Young Researchers 2018年2月17日, 京都大学
荒川知幸	基調講演 2017年度日本数学会賞秋季賞受賞講演 2017年9月12日
荒川知幸	基調講演 Representation Theory XV、2017年6月21日, Inter-University Centre, Dubrovnik, Croatia
荒川知幸	ICM (世界数学会会議) 2018 招待講演, ブラジル
荒川知幸	連続講演 Thematic trimester program on Representation theory, Feb. 7, 13, 18, 2020

氏 名	内 容
荒川知幸	連続講演 International Conference "Vertex Algebras and Geometry of Moduli Spaces" 2019年4月24日 National Research University Higher School of Economics, Moscow
荒川知幸	連続講演 Program on Vertex Operator Algebras and Related Topics 2019年8月8日 Program on Vertex Operator Algebras and Related Topics, Sichuan University, China
荒川知幸	談話会 Colloquium, Shanghai Jiao Tong University 2019年9月13日
荒川知幸	談話会 Colloquium "Sibe Mardešić", University of Zagreb, May 20, 2019
荒川知幸	談話会 Colloquium, University of Lille 2019年3月8日
荒川知幸	談話会 Colloquium, University of Alberta 2018年3月29日
荒川知幸	談話会 William J. Spencer Lectures, Kansas State Univesity 2017年11月28日
荒川知幸	談話会 Colloquium, UC Santa Cruz, USA 2017年3月7日
並河良典	2015年7月1日 - 2018年6月30日 MSJ Memoirs (日本数学会) 編集長
並河良典	2012年7月1日 - 2018年6月30日 日本数学会学術委員会委員
竹広 真一	学会委員 日本惑星科学会運営委員(2015-)
竹広 真一	学会委員 日本惑星科学会財務専門委員会委員長(2015-2018)
竹広 真一	学会委員 日本惑星科学会財務専門委員会委員(2019- )
竹広 真一	学会委員 日本惑星科学会 2019 年秋季講演会実行委員(2019)
星 裕一郎	2nd Kyoto-Hefei Workshop on Arithmetic Geometry @online 世話人, 2020. 8. 17-2020. 8. 21
CROYDON, David	(2007年から現在まで) Society member Institute of Mathematical Statistics
CROYDON, David	(2019年から現在まで) Society member Mathematical Society of Japan
CROYDON, David	編集委員 (2019年から現在まで) Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society
長谷川真人	学術誌「Mathematical Structures in Computer Science」編集委員
長谷川真人	3rd International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD2018) プログラム委員

氏 名	内 容
長谷川真人	Joint International Workshop on Linearity & Trends in Linear Logic and Applications (Linearity-TLLA 2018) プログラム委員
長谷川真人	28th EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2020) プログラム委員
長谷川真人	5th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD2020) プログラム委員
長谷川真人	29th EACSL Annual Conference on Computer Science Logic (CSL 2021) プログラム委員
小澤 登高	編集委員 Groups, Geometry, and Dynamics
小澤 登高	2020年度より日本数学会京都支部の全国区代議員
小澤 登高	2018年世界数学会議プログラム編成解析学部門委員
牧野 和久	The International Symposium on Algorithms and Computation, Advisory Committee CoChair
牧野 和久	Discrete Applied Mathematics誌 編集委員
牧野 和久	電気情報通信学会コンピューテーション研究会 専門委員
牧野 和久	日本オペレーションズ・リサーチ学会 フェロー
牧野 和久	日本オペレーションズ・リサーチ学会 「超スマート社会のシステムデザインのための理論と応用」研究部会 主査
牧野 和久	日本オペレーションズ・リサーチ学会「数理計画」研究部会 運営委員
川北真之	2018, 2019年度 日本数学会全国区代議員
川北真之	雑誌「数学通信」 2019年度常任編集委員, 2020年度非常任編集委員
小林 佑輔	国際会議プログラム委員: ISCO2018, ANALCO2018, HJ2019, IWCOAGT2020, SWAT2020, CANADAM2021 応用数理学会 離散システム研究部会 幹事
石本 健太	2019年8月～現在 Royal Society Open Science (The Royal Society) Associate Editor (Mathematics Section)
河村 彰星	Steering committee member, Computability and Complexity in Analysis (CCA), June 2016-
河村 彰星	日本図学会理事. 令和元年5月～
河村 彰星	数学オリンピック日本委員会 (JCIMO) 委員. 平成16年度～

氏 名	内 容
河村 彰星	Program committee member, 14th International Conference on Reachability Problems (RP), On-line (Paris, France), October 2020
河村 彰星	電子情報通信学会コンピュテーション研究専門委員. 平成26年6月～令和2年6月
室屋 晃子	2020年 国際オンラインセミナーシリーズ共同オーガナイザー Online Worldwide Seminar on Logic and Semantics
室屋 晃子	国際会議 FORTE 2020 - 40th International Conference on Formal Techniques for Distributed Objects, Components, and Systems 査読委員

## 併任・兼業

職名	氏名	兼業先	職名区分	開始日	終了日
教授	荒川 知幸	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年10月1日	2020年9月30日
教授	大槻 知忠	独立行政法人日本学術振興会	委員	2017年12月18日	2018年1月19日
教授	大槻 知忠	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年12月1日	2020年11月30日
教授	小澤 登高	社団法人作用素環後援会	理事	2017年4月1日	2019年3月31日
教授	小澤 登高	独立行政法人日本学術振興会	委員	2018年12月1日	2019年11月30日
教授	小澤 登高	一般社団法人作用素環後援会	理事	2019年4月1日	2021年3月31日
教授	小澤 登高	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年6月1日	2019年11月30日
教授	小澤 登高	大阪市立大学数学研究所	拠点運営委員会および課題選考委員会委員	2020年4月1日	2022年3月31日
教授	小澤 登高	独立行政法人日本学術振興会	委員	2020年6月1日	2020年11月30日
教授	小野 薫	独立行政法人日本学術振興会	委員	2017年8月1日	2022年3月31日
教授	小野 薫	National Center for Theoretical Sciences	NCTS Scholar	2018年4月1日	2021年3月31日
教授	小野 薫	北京大学数学科	特別客員教授	2018年9月9日	2018年10月26日
教授	小野 薫	千葉大学大学院理学研究院	テニユアトラック中間評価委員会委員	2019年8月20日	2019年12月31日
教授	小野 薫	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年12月9日	2020年1月10日
教授	小野 薫	独立行政法人日本学術振興会	委員	2020年7月1日	2021年6月30日
教授	熊谷 隆	独立行政法人日本学術振興会	委員	2017年12月1日	2018年11月30日
教授	熊谷 隆	独立行政法人日本学術振興会	委員	2018年6月1日	2018年11月30日
教授	熊谷 隆	福建師範大学	Chair professor	2018年10月1日	2021年9月30日
教授	熊谷 隆	独立行政法人日本学術振興会	委員	2018年12月1日	2019年11月30日
教授	熊谷 隆	国立研究開発法人科学技術振興機構	委員	2020年8月3日	2020年12月31日
教授	玉川 安騎男	独立行政法人日本学術振興会	委員	2017年12月18日	2018年1月19日
教授	玉川 安騎男	独立行政法人日本学術振興会	委員	2018年4月13日	2018年5月1日
教授	玉川 安騎男	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年12月1日	2020年11月30日
教授	玉川 安騎男	独立行政法人日本学術振興会	委員	2020年4月14日	2020年5月8日
教授	中島 啓	ストーニーブルック大学サイモンズセンター	客員研究員	2016年1月1日	2019年12月31日
教授	中西 賢次	独立行政法人日本学術振興会	委員	2018年12月1日	2019年11月30日
教授	中西 賢次	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年12月9日	2020年1月10日
教授	中西 賢次	独立行政法人日本学術振興会	委員	2020年7月1日	2021年6月30日
教授	長谷川 真人	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	2017年4月25日	2019年3月31日
教授	長谷川 真人	情報・システム研究機構国立情報学研究所	客員教授(研究開発連携)	2018年4月1日	2019年3月31日
教授	長谷川 真人	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	2019年4月1日	2021年3月31日
教授	長谷川 真人	情報・システム研究機構国立情報学研究所	客員教授(研究開発連携)	2019年4月1日	2020年3月31日
教授	長谷川 真人	情報・システム研究機構国立情報学研究所	客員教授(研究開発連携)	2020年5月20日	2021年3月31日
教授	牧野 和久	明治大学先端数理科学インスティテュート	明治大学共同利用・共同研究拠点「現象数理学研究拠点」運営委員会委員	2017年5月24日	2018年3月31日
教授	牧野 和久	公立大学法人兵庫県立大学	委員	2017年12月13日	2018年3月31日
教授	牧野 和久	明治大学先端数理科学インスティテュート	明治大学共同利用・共同研究拠点「現象数理学研究拠点」運営委員会委員	2018年4月9日	2020年3月31日
教授	牧野 和久	三菱重工業株式会社	コンサルタント	2018年6月24日	2019年3月31日
教授	牧野 和久	独立行政法人日本学術振興会	委員	2018年12月1日	2019年11月30日
教授	牧野 和久	三菱重工業株式会社	コンサルタント	2019年4月1日	2020年3月31日
教授	牧野 和久	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年12月1日	2020年11月30日
教授	牧野 和久	三菱重工業株式会社	コンサルタント	2020年4月1日	2021年3月31日
教授	望月 拓郎	独立行政法人日本学術振興会	委員	2018年7月1日	2019年6月30日
教授	望月 拓郎	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年7月1日	2020年6月30日
教授	望月 拓郎	公益財団法人住友財団	基礎科学研究助成選考委員	2020年4月1日	2022年3月31日

職名	氏名	兼業先	職名区分	開始日	終了日
教授	山田 道夫	総合地球環境学研究所	共同研究員	2017年4月1日	2018年3月31日
教授	山田 道夫	明治大学先端数理科学インスティテュート	明治大学「私立大学研究ブランディング事業」外部評価委員	2017年4月12日	2017年3月31日
教授	山田 道夫	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所	運営委員会委員	2017年7月12日	2018年3月31日
教授	山田 道夫	公益財団法人岩垂奨学会	評議員	2018年2月7日	2019年4月30日
教授	山田 道夫	国立研究開発法人科学技術振興機構	領域アドバイザー	2018年4月1日	2020年3月31日
教授	山田 道夫	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所	運営委員会委員	2018年4月11日	2019年3月31日
教授	山田 道夫	明治大学先端数理科学インスティテュート	明治大学「私立大学研究ブランディング事業」外部評価委員	2018年4月11日	2019年3月31日
教授	山田 道夫	文部科学省研究振興局	科学技術・学術審議会専門委員	2019年3月6日	2020年3月31日
教授	山田 道夫	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所	文部科学省科学技術試験研究委託事業「数学アドバンスイノベーションプラットフォーム」運	2019年4月10日	2020年3月31日
教授	山田 道夫	公益財団法人岩垂奨学会	評議員	2019年4月17日	2020年3月31日
教授	山田 道夫	文部科学省研究振興局	「特色ある共同研究拠点の整備の推進事業」推進委員会委員	2019年5月17日	2020年3月31日
教授	山田 道夫	国立研究開発法人理化学研究所	数理創造プログラムアドバイザー・カウンシル(iTHEMS AC)委員	2019年7月1日	2020年3月31日
教授	山田 道夫	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年12月9日	2020年1月10日
教授	山田 道夫	独立行政法人大学改革支援・学位授与機構	国立大学教育研究評価委員会専門委員	2020年2月1日	2020年3月31日
准教授	石本 健太	国立研究開発法人科学技術振興機構	研究者	2019年10月1日	2022年3月31日
准教授	河村 彰星	国立研究開発法人科学技術振興機構	科学の甲子園及び科学の甲子園ジュニア作問分科会委員	2020年4月1日	2021年3月31日
准教授	小林 佑輔	九州大学大学院システム情報科学府	博士後期課程学生アドバイザー委員	2018年8月30日	2019年3月31日
准教授	竹広 真一	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年7月1日	2020年6月30日
准教授	福島 竜輝	独立行政法人日本学術振興会	委員	2019年7月1日	2020年6月30日
准教授	星 裕一郎	滋賀県教育委員会	滋賀県立膳所高等学校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員	2018年6月1日	2019年3月31日
准教授	星 裕一郎	滋賀県教育委員会	滋賀県立膳所高等学校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員	2019年6月1日	2020年3月31日
准教授	星 裕一郎	滋賀県教育委員会	滋賀県立膳所高等学校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員	2020年6月1日	2021年3月31日
講師	星 裕一郎	滋賀県教育委員会	滋賀県立膳所高等学校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員	2017年6月1日	2018年3月31日
助教	大浦 拓哉	大阪大学サイバーメディアセンター	招へい教員	2018年4月1日	2019年3月31日
助教	大浦 拓哉	大阪大学サイバーメディアセンター	招へい教員	2019年4月1日	2020年3月31日
助教	大浦 拓哉	大阪大学サイバーメディアセンター	招へい教員	2020年4月1日	2021年3月31日
助教	室屋 晃子	情報・システム研究機構国立情報学研究所	「情報科学の達人」プログラム オンライン講習講師	2020年4月2日	2021年3月31日
助教	室屋 晃子	情報・システム研究機構国立情報学研究所	客員助教(研究開発連携)	2020年5月20日	2021年3月31日

## 19. 談話会・公開講座

### 19-1 談話会

理学部（大学院理学研究科）数学教室と共同で、定期的に水曜日午後4時半から談話会を行っている。会場は本研究所と数学教室をほぼ交代に使っている。なお、平成4年度より研究の交流活性化の一助として、春と秋に一度ずつ「京都大学数学大談話会」を開催している。また、談話会の都度、講演者にアブストラクトを準備願ひ、本研究所のホームページに掲載している。

限られた専門分野の聴衆を相手にするのではなく数理科学者一般を対象とした、このような“談話会”は「数理解析」の精神によく適合した活動であり、今後とも一層の充実を図って行く必要がある。

表 19-1.1

#### 2017年度以降に数理解析研究所で開かれた談話会の記録

講演題目	講演者	所属	月日
<b>2017年度</b>			
The six vertex model and randomly growing interfaces in (1+1)dimensions	Alexei Borodin	Massachusetts Institute of Technology	4.19
3次元トーリックカラビ・ヤウ多様体上のBPS束縛状態の数え上げ (Counting BPS bound states on toric Calabi--Yau 3-folds)	吉田 豊	数理研	5.10
群論的なヤング図形集団における極限プロフィールとそのガウスゆらぎの動的モデルについて (On a dynamic model for limit profiles and their Gaussian fluctuations in group-theoretical ensembles of Young diagrams)	洞 彰人	北海道大・理	5.24

相対的特異点領域と行列因子化 (Relative singular locus and matrix factorizations)	平野 雄貴	京大・理	6.7
等質空間上の固有な作用 (Proper actions on homogeneous spaces)	森田 陽介	京大・理	6.21
部分因子環論と表現論 (Subfactors and representation theory)	荒野 悠輝	京大・理	7.5
位相力学系の圧縮と通信. (Data compression and communication in topological dynamics.)	塚本 真輝	京大・理	7.12 (大談話会)
Double Affine Hecke Algebras and Low-Dimensional Geometry	Ivan Cherednik	数理研 & UNC Chapel Hill	7.12 (大談話会)
Nonpositive curvature and operator algebras	Mikael Pichot	数理研 & McGill University	10.11
The Ricci flow on four-manifolds and the Seiberg-Witten equations	石田 政司	東北大・理	12. 6
複素力学系のモジュライ空間のポテンシャル幾何 (Potential geometry in the moduli of complex dynamics)	奥山 裕介	京都工芸繊維大・基盤科学系	1.10
3次元 Q-Fano 多様体の分類について	高木 寛通	東大・数理	1.17
<b>2018 年度</b>			
コセット構成法と量子幾何学的ラングランズ対応 (Coset construction and quantum geometric Langlands program)	荒川 知幸	数理研	4.18
Normal closures of slope elements of knot groups (結び目群のスロープ元の正規閉包について)	伊藤 哲也	京大・理	5. 2
Birational boundedness of algebraic varieties	Christopher Hacon	京大 & The University of Utah	5.16 (大談話会)

Global dynamics of the nonlinear Schrodinger equation with potential (ポテンシャル付き非線形シュレディンガー方程式の大域ダイナミクス)	中西 賢次	数理研	5.16 (大談話会)
数値計算の数理的諸相 (Mathematical aspects of numerical computation)	榊原 航也	京大・理	5.30
急速反応極限問題 : 解析と応用 (Fast reaction limit problems: analysis and applications)	村川 秀樹	九州大・数理	6.13
Modularity in vertex operator algebras	Chongying Dong	数理研 & University of California, Santa Cruz	6.27
トロピカル幾何とゼータ値 (Tropical geometry and zeta values)	入谷 寛	京大・理	7.11
Isobe-Kakinuma model for water waves as a higher order shallow water approximation	井口 達雄	慶應義塾大・理工	10.10
H. ワイルによるアインシュタイン方程式と高次元ブラックホール時空 (Einstein equation according to H. Weyl and beyond)	山田 澄生	学習院大・理	10.24
Vertex algebras and invariants of manifolds	Boris Feigin	Landau Institute for Theoretical Physics	11. 7
擬ツリーへの群作用 (Group actions on quasi-trees)	藤原 耕二	京大・理	11.21
Stringy motivic integrals over the arc spaces of spherical varieties	Anne Moreau	数理研 & University of Lille 1	12. 5

Subordinators and its asymptotic behavior	Victor Rivero	Centro de Investigación en Matemáticas	1. 9
Algebraic structures: Computability vs Automaticity	Bakhadyr Khoussainov	数理研 & University of Auckland	1.16
<b>2019 年度</b>			
Anomalous diffusions and fractional order differential equations	Zhen-Qing Chen	京大 & University of Washington	4.17
Scaling limits of random walks on random graphs in critical regimes	David Croydon	数理研	5.15 (大談話会)
Cluster structures on strata of flag manifolds	Bernard Leclerc	数理研 & Université Caen Normandie	5.15 (大談話会)
Long time behavior of the solutions of the mass-critical nonlinear Klein-Gordon equations	Xing Cheng	Hohai University	5.22
Vanishing of open Jacobi diagrams with odd legs	石川 勝巳	数理研	6. 5
Construction of symplectic field theory and smoothness of Kuranishi structure	石川 卓	数理研	6.19
Cluster integrable systems	Michael Gekhtman	数理研 & University of Notre Dame	7.10
Globally rigid graphs and frameworks	Tibor Jordán	数理研 & Eötvös Loránd University	10. 9
生物の運動に学ぶ流体力学 (Learning fluid mechanics from biological locomotion: A personal perspective)	石本 健太	数理研	11. 6

算術的曲面のエタールコホモロジー とゼータ値 (Étale cohomology of arithmetic surfaces and a zeta value)	佐藤 周友	中央大・理工	11.20
楕円型作用素の指数の局所化と無限 次元版 Witten 変形 (Localization of indices of elliptic operators and infinite-dimensional Witten deformations)	山下 真由子	数理研	12. 4
Improving the integrality gap for multiway cut	Kristóf Bérczi	数理研 & Eötvös Loránd University	12.18
Temperature effects in the model of superfluidity	福泉 麗佳	東北大・情報	1. 8
SYZ and KAM (a project and conjectures)	深谷 賢治	ニューヨーク 州立大学スト ーニーブルッ ク校	1. 8
Laplacian comparison theorem on Riemannian manifolds with modified $m$ -Bakry-Emery Ricci lower bounds for $m \leq 1$	桑江 一洋	福岡大・理	1.22
<b>2020 年度</b>			
非負の曲率を持つ射影多様体の構造 定理について (On structure theorems of projective manifolds with non-negative curvature) (Zoom)	松村 慎一	東北大・理	7. 8
円環上の Szegő 核を共分散核とする ランダムな解析関数とその零点分布 (Gaussian analytic function with the Szegő kernel on an annulus and its zeros) (Zoom)	香取 眞理	中央大・理工	10. 7

## 19-2 公開講座

数理科学の最新の成果をわかりやすく解説する数学入門公開講座を昭和 51 年度から開催している。平成 29 年度以降の開催記録については表 19-2.1 を参照されたい。最終日は受講者が講師に自由に質問・討論できるオフィスアワーを設けて一般市民との交流の場としている。

表 19-2.1

### 「数学入門公開講座」

開催場所：京都大学数理解析研究所 4 階大講演室

開催時間：午前 10 時 30 分から午後 4 時まで

開催期間：平成 29 年 7 月 31 日から 8 月 3 日（第 39 回）受講者数 110（延べ 408）

題目及び講師：

素数定理と Riemann ゼータ関数	山下 剛
超準解析入門—超実数と無限大の数学—	磯野 優介
五重積公式の ADE 一般化—場の理論の視点から—	河合 俊哉

開催期間：平成 30 年 7 月 30 日から 8 月 2 日（第 40 回）受講者数 108（延べ 393）

題目及び講師：

代数幾何の源流を求めて	向井 茂
シンプレクティック双対性入門	疋田 辰之
「代数学入門」入門としての普遍代数学	照井 一成

開催期間：令和元年 7 月 29 日から 8 月 1 日（第 41 回）受講者数 116（延べ 421）

題目及び講師：

関数不等式とエネルギー集約	中西 賢次
組合せ最適化における双対性	小林 佑輔
流体力学 ---- まだこんなことが分からない	山田 道夫

令和 2 年度「数学入門公開講座」は、新型コロナウイルス感染拡大防止のため中止となった。

## 20 新型コロナウイルス感染症への対応

2020 年は、新型コロナウイルス感染症により教育・研究・拠点事業の全てに甚大な影響が出た年である。2020 年の 3 月から、全ての拠点事業を中止あるいは延期にせざるを得ない状況になり、政府による緊急事態宣言が出された 4 月には、研究所の入り口を閉鎖することで人の出入りを厳しく制限した。さらに、教職員や大学院生・研究員のパソコン、インターネット環境を確認し、必要な補充を行った上で会議や講義・セミナーをオンラインに切り替え、テレワークを推進するなどの対策を講じた。拠点事業についても、共同利用掛を中心として、テレワーク中にオンラインツールを実際に使用するなどしてオンライン共同研究のノウハウを蓄積し、詳しいマニュアルを作成することで、オンライン共同研究開催の道筋をつけた。その後、関係する教職員をメンバーとして、所内横断的な委員会である 数理解析研究所オンラインハイブリッド委員会を立ち上げ、オンライン共同研究の対応をさらに推進している。

以下に、2020 年 9 月時点での本研究所の新型コロナウイルス感染症への対応についてまとめる。これらの対応については、すでに研究所のホームページで公開されており、今後の対応の変更等についても、ホームページに随時公開する予定である。

### 20-1 新型コロナウイルス感染症に対する数理解析研究所の対応について

本研究所では、新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため、大学の方針、ガイドライン等に基づき、手指消毒や咳エチケットの徹底、部屋の換気、接触機会の減少を目的とした不要不急の来所の禁止、テレワークの実施や時差出勤の推奨など様々な対策を講じている。

#### 【主な実施項目】

- ・ 所内でのマスク着用
- ・ 手指消毒の徹底
- ・ 咳エチケットの徹底
- ・ 消毒液の設置
- ・ 部屋の換気の徹底
- ・ 男子トイレのドアの一部開放
- ・ 入国、帰国時の 14 日間の自宅待機及び健康観察
- ・ オンラインによる遠隔講義や遠隔会議の実施
- ・ 不要不急の来所の禁止
- ・ 発熱者の来所の禁止
- ・ 行政によって移動制限が求められている地域からの来所の禁止
- ・ テレワークの実施
- ・ 時差出勤の推奨

### ★感染予防対策について

本研究所における感染予防対策については、下記のガイドライン等に基づき対応している。

- ・新型コロナウイルス感染拡大に伴う活動制限のガイドライン（第2版）について
- ・感染拡大予防マニュアル -令和2年度前期授業の実施における配慮について ver.1
- ・37.5度以上又は平熱より1度以上高い熱がある方の来所の禁止について

大学院生は理学研究科に属するので、理学研究科の感染防止対策に従う。教職員についても、基本的に理学研究科の感染防止対策に沿って対応する。

※理学研究科の感染防止対策は、以下のページで確認できる。

<http://statphys.scphys.kyoto-u.ac.jp/covid/>

### ★新型コロナウイルスに感染した場合について

本研究所の教職員や訪問者が新型コロナウイルスに感染したことが確認された場合は、速やかに総務掛まで連絡してもらおう。

なお、本研究所では、体調が優れない方に対しては、「休憩場所の確保」、「関係機関への連絡」、「医療機関のご案内」など、限定的な対応しかできないので、来所の際は、各自で事前に体調管理を万全にしてもらおう。

#### \*感染時の対応フロー

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kenkyubu/covid/3.pdf>

●このほか、感染時や濃厚接触者になった際の対応マニュアルなどを作成し、これを周知することでいざという時に適切な対応が取れるようにしている。

## 20-2 拠点事業の再開に向けた指針

拠点事業再開の指標として、京都大学の危機管理対応レベルを取り入れた、以下のような方針を策定した。

i) 大学の危機管理対応（活動制限）レベルが2（-）以上の場合：

中止または年度内の延期または完全 Zoom によるオンライン開催を要請。

ii) 大学の危機管理対応（活動制限）レベルが1の場合：

完全 Zoom によるオンライン開催を推奨するが、対面で開催する場合には、人数を制限した上で感染拡大の防止に最大限の配慮をしたうえ実施する。

※ii) については、人数制限が必要な場合、具体的には「本研究所会場+Zoom オンライン=ハイブリッド型」での開催を念頭に置いている。

iii) 大学の危機管理対応（活動制限）レベルが0の場合：

通常開催。

※京都大学の危機管理対応レベル（活動制限レベル）は、以下のページで確認できる。

<http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/about/foundation/coronavirus/>

共同利用掛より、開催予定日の2か月前、1か月前に代表者に確認の連絡を行う。代表者には、遅くとも1か月前の時点で開催の有無、開催方法について確定してもらう。

★具体的な感染防止対策

\*会場・施設について

- ・アルコール消毒液を設置（正面玄関、各会場入り口付近、各会場共用機器付近）
- ・会場の消毒を徹底（机、椅子、映像機器、ドアノブなど毎日消毒）
- ・会場の収容人数に制限を設ける（前後左右の席を使用禁止にするなど）
- ・換気の徹底を行う（窓や出入口開放の推奨）
- ・本館内の動線制限、共用品の使用制限を行う（立入禁止場所、使用禁止物を設定し明示）

\*共同研究開催時の運用について

- ・参加者の体温を代表者が毎日計測
- ・参加基準は本研究所の入館ルールに従う：風邪症状（咳が出る、体がだるい）、発熱のある者（37.5℃以上、または平熱より1.0℃以上）は入館禁止
- ・参加者の手洗いうがい推奨、セミナー室内でのマスク着用を要請
- ・参加者は適度な距離（2m以上）をとって近距離での会話を避けるように心がけてもらう
- ・研究集会における湯茶や茶菓子等の提供禁止
- ・可能な限り収容人数の大きい会場を措置
- ・行政によって移動制限が求められている地域からの対面参加を控えてもらう
- ・参加者は各自で体調管理を万全にしたうえで来所してもらう。

★Zoomによるオンライン共同研究について

\*手引き

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/ja/files/zoom-tebiki-2.03.pdf>

\*操作マニュアル（ホスト用）

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/ja/files/zoom-manual-host.pdf>

\*操作マニュアル（ゲスト用）

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/ja/files/zoom-manual-guest.pdf>

\*3分でわかるオンラインRIMS共同研究「虎の巻」

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/ja/files/torano-maki.pdf>

\*バーチャル空間での議論に役立つアプリ／ツール集

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/ja/files/giron.pdf>

★ハイブリッド型共同研究（本研究所会場+Zoomオンライン）について

\*現在本研究所では Zoom ビデオウェビナー機能を使った「本研究所会場+Zoom オンライン=ハイブリッド型」の構築を進めている。

(注：手引きは作成済みで、大学の危機管理レベルが1になる前後に公開予定。)

●上述のように、オンライン研究集会への準備は整っており、完全 Zoom によるオンライン研究集会については、5月以降いくつかの実施例が出てきている。他方、現状では共同研究の代表者が開催延期を希望する例が圧倒的に多く、オンライン開催の実施が思うように増えていないことも事実である。コロナの影響が長期間に及ぶことが明らかである今、代表者にとってオンライン開催へのハードルを下げるようさらなる工夫を行い、オンライン研究集会を推進して行く予定である。

# 21. 付録

表6-1.1

共同利用研究

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
(平成29年度) 2017	流体数理解論的研究	長期研究員	流体数理解論研究所・研究員	増田 茂	1	H29.4.1 ~ H30.3.31 365
	真に複雑な系における自己組織化の原理の探求	グループ型	北海道大学理学研究院・教授	久保 英夫	13	H29.5.15 ~ H29.5.17 3
	複素旗多様体内の実形の交叉と対称集合	グループ型	筑波大学数理解論系・准教授	田崎 博之	5	H29.5.15 ~ H29.5.19 5
	可換環論と関連する話題	合宿型セミナー	東京女子大学現代教養学部・特任教授	石井 志保子	19	H29.5.22 ~ H29.6.2 12
	Workshop on linear and nonlinear dispersive equations and related topics	合宿型セミナー	京都大学数理解析研究所・講師	岸本 展	25	H29.5.22 ~ H29.5.25 4
	変換群を核とする代数的位相幾何学	公開型	東京理科大学理学部・准教授	佐藤 隆夫	43	H29.5.22 ~ H29.5.26 5
	Intelligence of Low-dimensional Topology	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	大槻 知忠	65	H29.5.24 ~ H29.5.26 3
	偏微分方程式の解の形状解析	公開型	東北大学理学研究科・准教授	岡部 真也	50	H29.6.5 ~ H29.6.7 3
	力学系- 理論と応用の連携探索	公開型	慶応義塾大学理工学部・准教授	高橋 博樹	64	H29.6.5 ~ H29.6.9 5
	保存則をもつ偏微分方程式に対する解の特異性および漸近挙動の研究	公開型	東京理科大学理学部・教授	加藤 圭一	51	H29.6.7 ~ H29.6.9 3
	集合論的・幾何学的トポロジーの動向と諸分野との連携	公開型	大阪産業大学全学教育機構 高等教育センター・准教授	宮崎 和美	35	H29.6.12 ~ H29.6.14 3
	表現論とその周辺分野の広がり	公開型	北海道大学理学研究院・准教授	阿部 紀行	62	H29.6.20 ~ H29.6.23 4
	量子場の数理解とその周辺	公開型	九州大学数理解論研究所・教授	廣島 文生	35	H29.6.26 ~ H29.6.28 3
	部分多様体論の潮流	公開型	金沢大学理工研究域数物科学系・准教授	川上 裕	31	H29.6.26 ~ H29.6.28 3
	Algebraic Analysis and Representation Theory	公開型	上智大学理工学部・教授	中島 俊樹	107	H29.6.26 ~ H29.6.30 5
	調和解析と非線形偏微分方程式	公開型	神戸大学理学研究科・教授	高岡 秀夫	60	H29.7.3 ~ H29.7.5 3
	界面運動、力学系に現れる漸近問題への粘性解的手法とその周辺	公開型	広島大学工学研究院・准教授	三竹 大寿	44	H29.7.3 ~ H29.7.5 3
	微分方程式の解の伝播構造	グループ型	東京理科大学工学部・講師	石田 敦英	31	H29.7.3 ~ H29.7.5 3
	流体と気体の数学解析	公開型	大阪大学基礎工学研究科・教授	小林 孝行	80	H29.7.5 ~ H29.7.7 3
	非一様乱流の数理解	公開型	京大工学部・准教授	藤 定義	43	H29.7.26 ~ H29.7.28 3
	組合せ最適化セミナー	グループ型	京都大学数理解析研究所・准教授	牧野 和久	89	H29.7.26 ~ H29.7.28 3
	Large scale properties of partial differential equations with random coefficients	合宿型セミナー	Technical University of Dresden・Professor	Stefan Neukamm	18	H29.8.7 ~ H29.8.11 5
	マクロ経済動学の非線形数理解	グループ型	立正大学経済学部・専任講師	小林 幹	13	H29.8.7 ~ H29.8.9 3
	Fomin-Kirillov 代数の研究	長期研究員	山梨大学総合研究部・教授	成瀬 弘	1	H29.8.17 ~ H29.9.12 27
	数理解最適化の発展: モデル化とアルゴリズム	公開型	横浜国立大学国際社会科学研究院・准教授	成島 康史	37	H29.8.24 ~ H29.8.25 2
	統計的モデリングと予測理論のための統合的数理解研究の展開	グループ型	科学技術振興機構さきがけ/北海道大学理学研究院数学部門・さきがけ研究者	中野 直人	11	H29.8.28 ~ H29.8.30 3
	非線形波動・分散型方程式	公開型	京都大学理学研究科・教授	堤 誉志雄	54	H29.8.30 ~ H29.9.1 3
	数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究	公開型	名古屋大学情報科学研究科・准教授	中村 泰之	65	H29.8.30 ~ H29.9.1 3
	非線形解析学と凸解析学の研究	公開型	新潟大学自然科学研究科・教授	田中 環	56	H29.8.30 ~ H29.9.1 3
	作用素環論の最近の進展	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	小澤 登高	39	H29.9.4 ~ H29.9.6 3
	可積分系の数理解と応用	公開型	京都大学情報科学研究科・助教	上岡 修平	52	H29.9.4 ~ H29.9.6 3
	リサージュ理論と新たな量子非摂動解析	公開型	秋田大学理工学研究科・講師	三角 樹弘	45	H29.9.6 ~ H29.9.8 3
	数式処理の新たな発展 - その最新研究と他分野との連携 -	グループ型	筑波大学医学医療系・助教	讃岐 勝	22	H29.9.6 ~ H29.9.8 3
	数学史の研究	公開型	大阪教育大学国際センター・教授	城地 茂	28	H29.9.19 ~ H29.9.22 4
	関数不等式の最良定数とその周辺	グループ型	愛媛大学理学部・准教授	猪奥 倫左	13	H29.9.19 ~ H29.9.22 4
	確率的グラフィカルモデルに関する国際会議	公開型	大阪大学理学研究科・准教授	鈴木 謙	28	H29.9.20 ~ H29.9.22 3
	非可換代数幾何学とその周辺	公開型	静岡大学理学部・教授	毛利 出	41	H29.9.25 ~ H29.9.29 5
	反応拡散方程式と非線形分散型方程式の解の挙動	グループ型	熊本大学先端科学研究部・教授	北 直泰	20	H29.9.25 ~ H29.9.27 3
	ランダム力学系理論の総合的研究	公開型	大阪大学理学研究科・准教授	角 大輝	37	H29.9.25 ~ H29.9.27 3
	表現論と組合せ論	公開型	北海道教育大学教育学部・准教授	和地 輝仁	56	H29.10.10 ~ H29.10.13 4
	非線形波動現象の数理解とその応用	公開型	茨城大学理学部・教授	村重 淳	41	H29.10.11 ~ H29.10.13 3
	エルゴード理論の最近の発展	グループ型	日本女子大学理学部・准教授	夏井 利恵	20	H29.10.11 ~ H29.10.13 3
	超局所解析と漸近解析	公開型	千葉大学理学研究院・教授	岡田 靖則	44	H29.10.16 ~ H29.10.20 5
タイリングと準周期系の数理解	グループ型	龍谷大学理工学部・准教授	山岸 義和	23	H29.10.16 ~ H29.10.18 3	
発展方程式の理論と非線形現象の数学解析	公開型	千葉大学教育学部・准教授	白川 健	47	H29.10.18 ~ H29.10.20 3	
信号解析と時間周波数解析	グループ型	大阪教育大学教育学部・教授	芦野 隆一	21	H29.10.23 ~ H29.10.24 2	
Banach空間に基づく技法による作用素論の最近の研究と関連する話題	公開型	大阪教育大学教育学部・准教授	富永 雅	37	H29.10.23 ~ H29.10.25 3	

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
	非線形現象と反応拡散方程式	公開型	神戸大学発達科学部・教授	桑村 雅隆	40	H29.10.25 ~ H29.10.27 3
	分数階拡散方程式の漸近解析とその周辺	グループ型	龍谷大学理工学部・准教授	川上 竜樹	19	H29.10.25 ~ H29.10.27 3
	解析的整数論とその周辺	公開型	日本大学生産工学部・教授	藤田 育嗣	78	H29.10.30 ~ H29.11.1 3
	生物流体力学における基礎問題と応用問題	グループ型	広島大学理学研究科・准教授	飯間 信	25	H29.10.30 ~ H29.11.1 3
	教理地理モデリングと人口データ解析による環境人文学の展開	グループ型	香川大学教育学部・准教授	青木 高明	16	H29.11.1 ~ H29.11.2 2
	実領域における常微分方程式研究の継承と革新	公開型	芝浦工業大学システム理工学部・教授	竹内 慎吾	50	H29.11.6 ~ H29.11.8 3
	反復強制法の理論と基数不変量	公開型	神戸大学システム情報学研究科・教授	Brendle Jörg	26	H29.11.6 ~ H29.11.9 4
	数値解析学の最前線－理論・方法・応用－	公開型	九州大学情報基盤研究開発センター・准教授	渡部 善隆	87	H29.11.8 ~ H29.11.10 3
	生物数学の理論とその応用」－構造化個体群ダイナミクスとその応用	公開型	関西学院大学理工学部・准教授	昌子 浩登	43	H29.11.8 ~ H29.11.10 3
	可換環論シンポジウム	公開型	名古屋大学多元数理科学研究科・准教授	高橋 亮	71	H29.11.13 ~ H29.11.17 5
	ファイナンスの数理解析とその応用	公開型	北海道大学経済学研究科・准教授	後藤 允	23	H29.11.13 ~ H29.11.15 3
	不確実性の下での意思決定理論とその応用：計画数学の展開	公開型	神奈川大学理学部数理物理学系・教授	堀口 正之	53	H29.11.15 ~ H29.11.17 3
	擬凸領域のトポロジーと再生核	グループ型	静岡大学理学部・講師	足立 真訓	29	H29.11.20 ~ H29.11.22 3
	可微分写像の特異点論の局所的な研究と大域的研究	公開型	東京学芸大学教育学部・准教授	山本 卓宏	42	H29.11.28 ~ H29.12.1 4
	モデル理論における独立概念と次元の研究	公開型	筑波大学数理物質系数論学域・教授	坪井 明人	23	H29.12.4 ~ H29.12.6 3
	代数的整数論とその周辺	公開型	上智大学理工学部・教授	角皆 宏	158	H29.12.4 ~ H29.12.8 5
	非圧縮性粘性流体の数理解析	公開型	京都大学理学研究科・准教授	前川 泰則	53	H29.12.4 ~ H29.12.6 3
	代数的組合せ論および有限群・頂点作用素代数とその表現の研究	公開型	愛媛大学教育学部・教授	安部 利之	53	H29.12.11 ~ H29.12.14 4
	複素力学系の研究	公開型	京都大学理学研究科・教授	宍倉 光広	39	H29.12.11 ~ H29.12.15 5
	Computer Algebra – Theory and its Applications	公開型	筑波大学数理物質系・准教授	照井 章	42	H29.12.20 ~ H29.12.22 3
	証明論と証明活動	公開型	南山大学理工学部・教授	佐々木 克巳	42	H29.12.25 ~ H29.12.27 3
	低次元多様体モジュライ空間の幾何学	公開型	学習院大学理学部・教授	山田 澄生	52	H30.1.9 ~ H30.1.12 4
	保型形式の解析的・数論的研究	公開型	徳島大学理工学部・准教授	水野 義紀	83	H30.1.15 ~ H30.1.19 5
	教理農学の基礎づくりに向けて	グループ型	京都大学農学研究科・准教授	宇波 耕一	35	H30.1.17 ~ H30.1.19 3
	トポジカル相についての数学的研究	グループ型	東京大学数理科学研究科・准教授	緒方 芳子	31	H30.1.24 ~ H30.1.26 3
	偏微分方程式に対する逆問題の数学解析とその周辺	公開型	新潟大学教育学部・准教授	渡邊 道之	35	H30.1.24 ~ H30.1.26 3
	アルゴリズムと計算理論の基礎と応用	公開型	東北大学情報科学研究科・教授	周 曉	60	H30.2.5 ~ H30.2.7 3
	関数空間の深化とその周辺	公開型	日本大学経済学部・教授	松岡 勝男	47	H30.2.5 ~ H30.2.8 4
	教育数学の一側面－高等教育における数学の多様性と普遍性－	公開型	大学改革支援学学位授与機構・理事	岡本 和夫	43	H30.2.13 ~ H30.2.16 4
	等距離写像理論と保存問題の多様な視点からの研究	公開型	新潟大学自然科学系・教授	羽鳥 理	18	H30.2.14 ~ H30.2.16 3
	代数系、論理、言語とその周辺領域	公開型	静岡理工科大学総合情報学部・教授	國持 良行	35	H30.2.19 ~ H30.2.21 3
	Statistical Inference and Modelling	グループ型	筑波大学数理物質系・准教授	小池 健一	33	H30.3.5 ~ H30.3.7 3
	閉曲面に埋め込み可能なグラフの族から禁止マイナーによるグラフの族へ	グループ型	横浜国立大学大学情報研究院・特任教員(准教授)	小関 健太	35	H30.3.5 ~ H30.3.9 5
	非線形問題への常微分方程式の手法によるアプローチ	グループ型	愛媛大学理工学研究科・教授	内藤 雄基	16	H30.3.5 ~ H30.3.7 3

プロジェクト研究

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
(平成29年度) 2017	Tosio Kato Centennial Conference on Mathematical Analysis of Quantum Mechanics	公開型	学習院大学理学部・教授	谷島 賢二	142	H29.9.4 ~ H29.9.8 5
	スベクトル・散乱理論とその周辺	公開型	東京大学数理科学研究科・教授	中村 周	56	H29.12.6 ~ H29.12.8 3

共同利用研究

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
(平成30年度) 2018	Making Problem-Asking the students to Make up Problem-	長期研究員	愛知県立豊田西高等学校・教諭	田中 紀子	1	H30.4.1 ~ H31.3.31 365
	拘束条件つき自己組織化の数理	グループ型	北海道大学大学院理学研究院・教授	久保 英夫	12	H30.5.14 ~ H30.5.16 3
	Profinite monodromy, Galois representations, and Complex functions	公開型	九州大学大学院数理学研究院・教授	金子 昌信	121	H30.5.21 ~ H30.5.23 3
	非線形波動及び分散型方程式の研究	グループ型	佐賀大学工学研究科・講師	加藤 孝盛	33	H30.5.21 ~ H30.5.24 4
	Workshop on Nonlinear Water Waves	公開型	茨城大学理学部・教授	村重 淳	43	H30.5.23 ~ H30.5.25 3
	Intelligence of Low-dimensional Topology	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	大槻 知忠	72	H30.5.30 ~ H30.6.1 3
	保存則をもつ偏微分方程式の解の正則性, 特異性および漸近挙動の研究	公開型	東京理科大学理学部・教授	加藤 圭一	49	H30.5.30 ~ H30.6.1 3
	力学系-理論と応用の融合-	公開型	九州大学マシ・フォア・インダストリ研究所・准教授	千葉 逸人	82	H30.6.4 ~ H30.6.8 5
	変換群論における幾何・代数・組み合わせ論	公開型	岡山理科大学理学部応用数学科・准教授	黒木 慎太郎	44	H30.6.4 ~ H30.6.8 5
	Matroids, reflection groups, and free hyperplane arrangements	公開型	北海道大学大学院理学研究院・教授	吉永 正彦	54	H30.6.11 ~ H30.6.15 5
	表現論と代数・解析, 幾何をめぐる諸問題	公開型	龍谷大学 経済学部・講師	久保 利久	59	H30.6.19 ~ H30.6.22 4
	一般位相幾何学の進展と諸問題	公開型	神奈川大学工学部・特任助教	嶺 幸太郎	30	H30.6.20 ~ H30.6.22 3
	調和解析と非線形偏微分方程式	公開型	神戸大学大学院理学研究科・教授	高岡 秀夫	54	H30.6.25 ~ H30.6.27 3
	部分多様体の幾何学の深化と展開	公開型	兵庫県立大学大学院物質理学研究科・教授	川久保 哲	29	H30.6.25 ~ H30.6.27 3
	偏微分方程式の解の形状解析	公開型	東北大学大学院理学研究科・准教授	岡部 真也	45	H30.6.27 ~ H30.6.29 3
	数理地理モデリングと人口データ解析による環境人文の展開	グループ型	香川大学教育学部・准教授	青木 高明	15	H30.6.28 ~ H30.6.29 2
	Vertex operator algebras and conformal field theory	Gasshuku-style	Cardiff University School of Mathematics・Lecturer	Simon WOOD	35	H30.7.2 ~ H30.7.6 5
	量子場の数理とその周辺	公開型	九州大学数理学研究院・教授	廣島 文生	24	H30.7.2 ~ H30.7.4 3
	流体と気体の数学解析	公開型	慶應義塾大学理工学部・教授	井口 達雄	59	H30.7.4 ~ H30.7.6 3
	量子ウォークと場の量子論における超対称性の数理	グループ型	信州大学工学部・准教授	鈴木 章斗	45	H30.7.17 ~ H30.7.19 3
	乱流と遷移: 構造, 多重スケール, モデル	公開型	京都大学理学部・准教授	藤 定義	25	H30.7.18 ~ H30.7.20 3
	組合せ最適化セミナー	グループ型	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	95	H30.7.24 ~ H30.7.26 3
	高度情報化社会に向けた数理最適化の新潮流	公開型	横浜国立大学国際社会科学研究院・准教授	成島 康史	45	H30.8.6 ~ H30.8.7 2
	非線形解析学と凸解析学の研究	公開型	千葉大学社会科学研究院・教授	青山 耕治	53	H30.8.27 ~ H30.8.29 3
	数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究	公開型	名古屋大学情報学研究所・准教授	中村 泰之	66	H30.8.27 ~ H30.8.29 3
	統計的モデリングと予測理論のための統合的数理研究と実践	グループ型	京都大学国際高等教育院・特任講師	中野 直人	17	H30.8.27 ~ H30.8.29 3
	日台整数論研究会	合宿型セミナー	京都大学理学研究科・研究員	千田 雅隆	22	H30.9.2 ~ H30.9.7 6
	作用素環論の最近の進展	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	小澤 登高	41	H30.9.3 ~ H30.9.5 3
	可積分系理論から見える数理構造とその応用	公開型	東海大学理学部数学科・講師	岩尾 慎介	61	H30.9.5 ~ H30.9.7 3
	生物数学の理論とその応用 - 次世代の数理科学への展開 -	公開型	九州大学大学院理学研究院・准教授	岩見 真吾	116	H30.9.10 ~ H30.9.14 5
	自由境界問題に対する反復法の理論的および数値解析的研究	グループ型	愛媛大学理工学研究科・教授	土屋 卓也	8	H30.9.10 ~ H30.9.14 5
	スペクトル解析におけるスケール不変構造と摂動論の新展開	グループ型	大阪大学大学院理学研究科・准教授	水谷 治哉	31	H30.9.10 ~ H30.9.12 3
	ガウス自由場および関連する話題	公開型	神戸大学理学研究科・准教授	梶野 直孝	56	H30.9.18 ~ H30.9.21 4
	数学史の研究	公開型	大阪教育大学国際センター・教授	城地 茂	34	H30.9.18 ~ H30.9.21 4
	組合せ論的表現論の諸相	公開型	筑波大学数理解析系数学科・准教授	佐垣 大輔	57	H30.10.9 ~ H30.10.12 4
	非線形発展方程式を基盤とする現象解析に向けた数学理論の展開	公開型	千葉大学教育学部・准教授	白川 健	46	H30.10.10 ~ H30.10.12 3
	数理経済学とその周辺	公開型	慶應義塾大学経済学部・教授	新井 拓児	17	H30.10.11 ~ H30.10.12 2
	タイル張り準周期性の周辺	グループ型	龍谷大学 理工学部・准教授	山岸 義和	32	H30.10.15 ~ H30.10.17 3
	代数学解析の諸問題-超局所解析及び漸近解析-	公開型	日本大学理工学部・教授	山崎 晋	46	H30.10.15 ~ H30.10.19 5
	非線形波動現象の数理とその応用	公開型	筑波大学システム情報系・教授	京藤 敏達	36	H30.10.17 ~ H30.10.19 3
	エルゴード理論の最近の発展	グループ型	日本女子大学理学部・准教授	夏井 利恵	34	H30.10.17 ~ H30.10.19 3
	画像解析と多次元ウェーブレット解析	グループ型	大阪教育大学教育学部・教授	芦野 隆一	22	H30.10.22 ~ H30.10.23 2
	反応拡散方程式 - 伝播現象と特異性の解析および諸科学への応用 -	公開型	岡山理科大学理学部応用数学科・講師	下條 昌彦	36	H30.10.24 ~ H30.10.26 3
	作用素平均を利用した作用素の構造解析の研究と関連する話題	公開型	前橋工科大学・准教授	伊藤 公智	35	H30.10.24 ~ H30.10.26 3
	解析的整数論とその周辺	公開型	東京電機大学システムデザイン工学部・准教授	見正 秀彦	77	H30.10.29 ~ H30.10.31 3
	大規模相互作用系の確率解析	公開型	京都大学数理解析研究所・准教授	福島 竜輝	41	H30.11.5 ~ H30.11.8 4
	公理的集合論とその応用	公開型	愛知学院大学教養部数学・統計学教室・講師	南 裕明	30	H30.11.5 ~ H30.11.8 4
	高次元量子雑音の統計モデリング	公開型	大阪大学大学院基礎工学研究科・准教授	田中 冬彦	28	H30.11.7 ~ H30.11.9 3
	常微分方程式の定性的理論および数理モデル研究への応用	公開型	九州工業大学大学院工学研究科・准教授	若狭 徹	48	H30.11.12 ~ H30.11.14 3
	生物流体力学に関する諸問題	グループ型	広島大学理学研究科・准教授	飯間 信	21	H30.11.12 ~ H30.11.14 3

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
	次世代の科学技術を支える数値解析学の基盤整備と応用展開	公開型	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所・准教授	田上 大助	67	H30.11.14 ~ H30.11.16 3
	不確実性の下での意思決定の数理論とその周辺	公開型	秋田県立大学システム科学技術学部・教授	木村 寛	36	H30.11.19 ~ H30.11.21 3
	ファイナンスの数理解析とその応用	公開型	同志社大学商学部・教授	辻村 元男	15	H30.11.26 ~ H30.11.28 3
	代数的整数論とその周辺	公開型	東北大学大学院理学研究科・教授	山崎 隆雄	146	H30.11.26 ~ H30.11.30 5
	関数空間の一般化とその周辺	公開型	日本大学経済学部・教授	松岡 勝男	40	H30.11.26 ~ H30.11.28 4
	D加群, 量子幾何学, および関連する話題について	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	望月 拓郎	107	H30.12.3 ~ H30.12.7 5
	非圧縮性粘性流体の数理解析	公開型	京都大学理学研究科・准教授	前川 泰則	46	H30.12.3 ~ H30.12.5 3
	可微分写像の特異点論を用いたトポロジー・微分幾何学の研究	公開型	弘前大学教育学部・准教授	山本 稔	49	H30.12.4 ~ H30.12.7 4
	モデル理論における独立概念と次元の研究	公開型	神戸大学システム情報学研究科・教授	桔梗 宏孝	30	H30.12.10 ~ H30.12.12 3
	複素力学系研究とその発展	公開型	京都工芸繊維大学基盤科学系・准教授	奥山 裕介	41	H30.12.10 ~ H30.12.14 5
	代数的組合せ論と関連する群と代数の研究	公開型	金沢大学理工研究域数物科学系・教授	大浦 学	66	H30.12.10 ~ H30.12.13 4
	複素領域における関数方程式の形式解と解析解	グループ型	芝浦工業大学デザイン工学部・教授	山澤 浩司	28	H30.12.17 ~ H30.12.20 4
	Computer Algebra - Theory and its Applications	公開型	筑波大学数理解析系・准教授	照井 章	59	H30.12.17 ~ H30.12.20 4
	確率論シンポジウム	公開型	東京大学大学院数理科学研究科・教授	会田 茂樹	106	H30.12.17 ~ H30.12.20 4
	幾何構造と微分方程式—対称性と特異点の視点から—	公開型	立命館大学理工学部数理科学科・助教	多羅間 大輔	51	H30.12.18 ~ H30.12.21 5
	スペクトル・散乱理論とその周辺	公開型	東京大学大学院数理科学研究科・准教授	伊藤 健一	50	H30.12.19 ~ H30.12.21 3
	低次元多様体モジュライ空間の幾何学	公開型	学習院大学理学部・教授	山田 澄生	44	H31.1.7 ~ H31.1.10 4
	オンラインナップサック問題に対する研究	グループ型B	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	4	H31.1.13 ~ H31.1.19 7
	偏微分方程式に対する逆問題とその周辺	公開型	広島大学大学院理学研究科・教授	川下 美潮	30	H31.1.15 ~ H31.1.17 3
	作用素環論とテンソル圏論の最近の進展	グループ型	北海道大学大学院理学研究院数学部門・准教授	戸松 玲治	36	H31.1.21 ~ H31.1.23 3
	保型形式, 保型表現とその周辺	公開型	金沢大学理工研究域数物科学系・教授	若槻 聡	74	H31.1.21 ~ H31.1.25 5
	保存問題としての等距離写像の研究とその周辺	公開型	長岡工業高等専門学校一般教育部・講師	富樫 瑠美	20	H31.1.28 ~ H31.1.30 3
	アルゴリズムと計算理論の新潮流	公開型	電気通信大学大学院情報理工学研究科・教授	西野 哲朗	79	H31.2.4 ~ H31.2.6 3
	有限群のコホモロジー論とその周辺	公開型	埼玉大学教育学部・教授	飛田 明彦	44	H31.2.13 ~ H31.2.15 3
	GlobalMathNetwork Colloquium ~The second meeting for GlobalMathNetwork	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	熊谷 隆	54	H31.2.15 ~ H31.2.16 2
	代数系, 論理, 言語と計算機科学の周辺	公開型	東邦大学理学部・教授	足立 智子	38	H31.2.20 ~ H31.2.22 3
	反応拡散方程式と非線形分散型方程式の解の挙動	グループ型	熊本大学大学院先端科学研究部・教授	北 直泰	22	H31.2.20 ~ H31.2.22 3
	グラフの新たな局所変形の開発とその応用	グループ型	成蹊大学理工学部・助教	松本 直己	34	H31.3.4 ~ H31.3.8 5
	最尤法とベイズ法	グループ型	筑波大学数理解析系・准教授	小池 健一	28	H31.3.6 ~ H31.3.8 3
	常微分方程式の手法による非線形問題の探究	グループ型	愛媛大学理工学研究科・教授	内藤 雄基	25	H31.3.6 ~ H31.3.8 3
	火星大気モデリングとデータ同化の数理解析	合宿型セミナー	理化学研究所データ同化研究チーム・チームリーダー	三好 健正	14	H31.3.18 ~ H31.3.20 3
	Mathematical science in numerical modeling and data assimilation of planetary atmospheres from Earth and Mars to Venus	Gasshuku-style	The Pennsylvania State University Department of Meteorology and Atmospheric Sciences・Assistant Professor	Steven J. Greybush	20	H31.3.20 ~ H31.3.23 4
	Maximal regularity and nonlinear PDE	公開型	京都大学人間・環境学研究科・教授	清水 扇丈	89	H31.3.26 ~ H31.3.29 4

プロジェクト研究(訪問型研究)

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
(平成30年度) 2018	10th CFT Seminar: A Conference on Vertex Algebras and Related Topics	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	荒川 知幸	48	H30.4.23 ~ H30.4.27 5
	頂点作用素代数と対称性	公開型	東京女子大学現代教養学部・准教授	山内 博	52	H30.7.9 ~ H30.7.13 5

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
(令和元年度) 2019	複素力学系のモジュライとコンパクト化、退化の総合的研究	長期研究員	京都工芸繊維大学基盤科学系・准教授	奥山 裕介	1	H31.4.1 ~ R2.3.31 366
	線形および非線形分散型方程式の研究	グループ型A	宮崎大学デュオトラック推進機構・講師	平山 浩之	28	R1.5.20 ~ R1.5.23 4
	自己組織化による適応フィルタの創発性について	グループ型A	北海道大学理学研究院・教授	久保 英夫	16	R1.5.21 ~ R1.5.23 3
	Intelligence of Low-dimensional Topology	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	大槻 知忠	75	R1.5.22 ~ R1.5.24 3
	変換群論とその応用	公開型	大阪大学理学研究科・助教	原 靖浩	41	R1.5.27 ~ R1.5.31 5
	偏微分方程式の臨界現象と正則性理論及び漸近解析	公開型	東北大学数理学連携研究センター・教授	小川 卓克	66	R1.5.29 ~ R1.5.31 3
	単項式イデアルのCasternuovo-Mumford 正則度の研究	グループ型A	北見工科大学工学部・准教授	松田 一徳	4	R1.5.29 ~ R1.5.31 3
	力学系・新たな理論と応用に向けて	公開型	東北大学材料科学高等研究所・教授	千葉 逸人	79	R1.6.3 ~ R1.6.7 5
	一般位相幾何学の発展と諸分野との連携	公開型	神奈川大学工学部・特定助教	越野 克久	34	R1.6.5 ~ R1.6.7 3
	On the problem of resolution of singularities and its vicinity	合宿型セミナー	Purdue University Department of Mathematics・Professor	Kenji Matsuki	22	R1.6.10 ~ R1.6.14 5
	偏微分方程式の解の幾何的様相	公開型	神戸大学海事科学研究科・准教授	高坂 良史	50	R1.6.10 ~ R1.6.12 3
	てんかんに関する数学的研究	公開型	北海道大学理学研究院・准教授	行木 孝夫	51	R1.6.11 ~ R1.6.12 2
	部分多様体論の諸相と他分野との融合	公開型	佐賀大学教育学部・准教授	庄田 敏宏	37	R1.6.19 ~ R1.6.21 3
	量子ウォークとスペクトル散乱理論の数理	グループ型A	信州大学工学部・准教授	鈴木 章斗	27	R1.6.19 ~ R1.6.21 3
	モジュライ空間, 表現論, および量子化	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	望月 拓郎	46	R1.6.24 ~ R1.6.28 5
	量子場の数理とその周辺	公開型	九州大学数理学研究院・教授	廣島 文生	25	R1.6.26 ~ R1.6.28 3
	人口と環境の数理地理モデリング	グループ型A	東北大学情報科学研究科・准教授	藤原 直哉	12	R1.6.27 ~ R1.6.28 2
	調和解析と非線形偏微分方程式	公開型	大阪大学基礎工学研究科・准教授	眞崎 聡	59	R1.7.1 ~ R1.7.3 3
	流体と気体の数学解析	公開型	神戸大学海事科学研究科・准教授	上田 好寛	78	R1.7.3 ~ R1.7.5 3
	楕円Hecke代数とトポロジーへの応用	合宿型セミナー	名古屋大学多元数理科学研究科・博士研究員	米澤 康好	13	R1.7.7 ~ R1.7.11 5
	表現論とその周辺分野の進展	公開型	大阪大学情報科学研究科・准教授	大島 芳樹	66	R1.7.9 ~ R1.7.12 4
	界面運動、力学系に現れる漸近問題への粘性解的手法とその周辺	公開型	東京大学数理学研究科・准教授	三竹 大寿	35	R1.7.17 ~ R1.7.19 3
	乱流の基礎的相似則の再検討	公開型	京都大学理学部・准教授	藤 定義	32	R1.7.24 ~ R1.7.26 3
	宇宙惑星ジェットの数理	公開型	理化学研究所 数理創造プログラム・ディレクター	初田 哲男	49	R1.7.29 ~ R1.7.31 3
	数理計画問題に対する理論とアルゴリズムの研究	公開型	東京工業大学工学院・准教授	塩浦 昭義	49	R1.8.5 ~ R1.8.6 2
	組合せ最適化セミナー	総合研究セミナー	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	92	R1.8.6 ~ R1.8.9 4
	モデル駆動とデータ駆動の協同によるデータ数理科学に向けた基礎研究の新展開	グループ型A	京都大学理学研究科・准教授	宮路 智行	18	R1.8.19 ~ R1.8.21 3
	数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究	公開型	東邦大学薬学部・教授	金子 真隆	63	R1.8.20 ~ R1.8.22 3
	ランダム力学系理論とフラクタル幾何学の研究	公開型	京都大学人間・環境学研究院・教授	角 大輝	62	R1.8.29 ~ R1.9.2 5
	数学史の研究	公開型	東京女子大学・名誉教授	長田 直樹	26	R1.9.2 ~ R1.9.4 3
	非線形解析学と凸解析学の研究	公開型	島根大学総合理工学部・教授	黒岩 大史	43	R1.9.2 ~ R1.9.4 3
	Numerical methods for spectral problems: theory and applications	公開型	新潟大学自然科学研究科・准教授	劉 雪峰	31	R1.9.2 ~ R1.9.4 3
	作用素環論の最近の進展	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	小澤 登高	43	R1.9.4 ~ R1.9.6 3
	物理と数学両アプローチによる地球流体力学の諸問題の追求	合宿型セミナー	東京大学数理学研究科・准教授	米田 剛	18	R1.9.7 ~ R1.9.9 3
	幾何構造がもたらすスペクトル解析における新展開	グループ型A	愛媛大学理工学研究科・講師	森岡 悠	30	R1.9.9 ~ R1.9.11 3
	可積分系数理の深化と展開	公開型	近畿大学理工学部・准教授	鈴木 貴雄	60	R1.9.9 ~ R1.9.11 3
	自由境界問題に対する反復法の理論的および数値解析的研究	グループ型A	愛媛大学理工学研究科・教授	土屋 卓也	6	R1.9.9 ~ R1.9.11 3
	準周期タイリングとその周辺	グループ型A	龍谷大学理工学部・准教授	山岸 義和	21	R1.10.7 ~ R1.10.9 3
	Pattern formation and defects in biology and materials science	合宿型セミナー	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所・准教授	Pierluigi Cesana	18	R1.10.8 ~ R1.10.11 4
	発展方程式論の新展開: 数理論と現象解析の協働	公開型	大阪大学基礎工学研究科・教授	石渡 通徳	51	R1.10.9 ~ R1.10.11 3
	解析的整数論とその周辺	公開型	東京工業大学理学院・准教授	鈴木 正俊	95	R1.10.15 ~ R1.10.18 4
	Numerical models for flagellated micro-swimmers	グループ型B	INRIA (France)・Permanent Researcher	Letitia Giraldi	3	R1.10.15 ~ R1.10.24 10
	マクロ経済動学の非線形数理	グループ型A	一橋大学経営管理研究科・准教授	齊木 吉隆	26	R1.10.16 ~ R1.10.18 3
	非線形波動現象の数理とその応用	公開型	筑波大学システム情報系・教授	京藤 敏達	32	R1.10.16 ~ R1.10.18 3
	Representation Theory of Algebraic Groups and Quantum Groups	公開型	岡山理科大学総合情報学部・講師	加瀬 遼一	77	R1.10.21 ~ R1.10.25 5
	順序を用いた作用素の構造研究と関連する話題	公開型	東北医科薬科大学教養教育センター・教授	内山 教	34	R1.10.23 ~ R1.10.25 3
	生物流体力学における数理科学的手法の応用	合宿型セミナー	広島大学理学研究科・准教授	飯間 信	20	R1.10.28 ~ R1.10.30 3
	表現論とその組み合わせ論的側面	公開型	岡山大学自然科学研究科・教授	石川 雅雄	44	R1.10.28 ~ R1.10.31 4
	可換代数と格子凸多面体	公開型	大阪大学情報科学研究科・准教授	東谷 章弘	27	R1.10.28 ~ R1.11.1 5
	諸科学分野を結ぶ基礎学問としての数値解析学	公開型	東京大学情報理工学系・教授	松尾 宇泰	82	R1.11.6 ~ R1.11.8 3

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
	多次元 Stockwell 変換と時間周波数解析	グループ型A	大阪教育大学教育学部・教授	芦野 隆一	15	R1.11.6 ~ R1.11.7 2
	不確実・不確定性の下における数理的意思決定の理論と応用	公開型	長崎県立大学地域創造学部・准教授	植野 貴之	28	R1.11.11 ~ R1.11.13 3
	常微分方程式における最近の動向とその発展	公開型	岡山理科大学理学部・准教授	鬼塚 政一	50	R1.11.13 ~ R1.11.15 3
	多重ゼータ値の諸相	公開型	名古屋大学多元数理科学研究科・教授	古庄 英和	73	R1.11.18 ~ R1.11.22 5
	集合論と無限	公開型	芝浦工業大学SIT総合研究所・准教授	池上 大祐	47	R1.11.18 ~ R1.11.22 5
	超局所解析と漸近解析	公開型	芝浦工業大学デザイン工学部・助教	廣瀬 三平	51	R1.11.18 ~ R1.11.22 5
	厳密統計力学および関係する話題	公開型	東京工業大学理学部・教授	笹本 智弘	34	R1.11.18 ~ R1.11.21 4
	非圧縮粘性流体の数理解析	公開型	名古屋大学多元数理科学研究科・教授	菱田 俊明	43	R1.11.25 ~ R1.11.27 3
	葉層の複素解析幾何と力学系	グループ型A	大阪市立大学理学部・講師	小池 貴之	16	R1.11.25 ~ R1.11.27 3
	地球惑星科学における流体力学	総合研究セミナー	神戸大学理学部・教授	林 洋介	24	R1.11.26 ~ R1.11.29 4
	非線形偏微分方程式における定性的理論	公開型	岡山大学異分野基礎科学研究所・教授	谷口 雅治	25	R1.11.27 ~ R1.11.29 3
	高次元代数多様体の有理由点	公開型	東北大学理学部・教授	安田 健彦	48	R1.12.2 ~ R1.12.6 5
	スペクトル・散乱理論とその周辺	公開型	立命館大学理工学部・准教授	渡部 拓也	49	R1.12.2 ~ R1.12.4 3
	モデル理論における独立概念と次元の研究	公開型	法政大学経営学部・教授	池田 宏一郎	22	R1.12.2 ~ R1.12.4 3
	複素力学系の分岐と安定性の研究	公開型	京都工芸繊維大学基盤科学系・准教授	奥山 裕介	54	R1.12.9 ~ R1.12.13 5
	代数的整数論とその周辺	公開型	早稲田大学基幹理工学部・教授	尾崎 学	131	R1.12.9 ~ R1.12.13 5
	関数空間論とその周辺	公開型	日本大学経済学部・教授	松岡 勝男	43	R1.12.9 ~ R1.12.11 3
	可微分写像の特異点論とその応用	公開型	神戸大学理学部・准教授	佐治 健太郎	55	R1.12.16 ~ R1.12.18 3
	代数的組合せ論と関連する群と代数の研究	公開型	愛知教育大学教育学部・講師	野崎 寛	63	R1.12.16 ~ R1.12.19 4
	Computer Algebra – Theory and its Applications	公開型	防衛大学校数学教育室・准教授	藤村 雅代	45	R1.12.16 ~ R1.12.18 3
	証明論とその周辺	公開型	九州産業大学経済学部・教授	田中 義人	30	R1.12.24 ~ R1.12.26 3
	様々な関数空間上の等距離写像の研究	公開型	日本大学薬学部・准教授	丹羽 典朗	21	R2.1.6 ~ R2.1.8 3
	偏微分方程式による逆問題解析とその周辺	公開型	群馬大学理工学府・教授	田沼 一実	45	R2.1.8 ~ R2.1.10 3
	保型形式とL関数の解析的・幾何的・p 進的研究	公開型	大阪市立大学理学部・准教授	山名 俊介	84	R2.1.20 ~ R2.1.24 5
	作用素環論の分類理論における新展開	グループ型A	慶應義塾大学理工学部・教授	勝良 健史	32	R2.1.20 ~ R2.1.22 3
	生物数学の理論とその応用 - 生命現象の定量的理解に向けて -	公開型	九州大学理学部・准教授	岩見 真吾	116	R2.1.27 ~ R2.1.31 5
	アルゴリズムと計算理論の新潮流	公開型	名古屋大学情報学研究所・教授	酒井 正彦	94	R2.2.5 ~ R2.2.7 3
	East Asian Conference on Geometric Topology	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	大槻 知忠	84	R2.2.10 ~ R2.2.13 4
	代数系、論理、言語、計算機科学とその周辺領域II	公開型	東邦大学理学部・教授	足立 智子	40	R2.2.17 ~ R2.2.19 3
*	局所変形を用いたグラフの諸問題へのアプローチ	グループ型A	成蹊大学理工学部・助教	松本 直己	0	R2.3.2 ~ R2.3.6 5
*	統計的モデルの新展開	グループ型A	筑波大学数理学部系・准教授	小池 健一	0	R2.3.4 ~ R2.3.6 3
*	非線形問題への常微分方程式の手法によるアプローチ	グループ型A	愛媛大学理工学研究所・教授	内藤 雄基	0	R2.3.4 ~ R2.3.6 3
*	教育数学の一側面 - 高等教育における数学の多様性と普遍性 - (II)	公開型	国際基督教大学教養学部・教授	清水 勇二	0	R2.3.9 ~ R2.3.12 4
*	NYU-Shanghai -- Kyoto University Workshop on Probability	グループ型A	京都大学数理解析研究所・教授	熊谷 隆	0	R2.3.12 ~ R2.3.13 2

\*採択されたが、新型コロナウイルスの影響で中止、延期となったもの

訪問滞在型研究

年度	研究題目	研究種別	研究代表者(所属・職名)	研究代表者(氏名)	参加人数	実施期間(日数)
(令和元年度) 2019	Cluster algebras: theory and applications	公開型	名古屋大学多元数理科学研究科・教授	中西 知樹	115	2019.6.3 ~ 2019.6.7 5
	Cluster algebras and representation theory	公開型	名古屋大学多元数理科学研究科・教授	中西 知樹	125	2019.6.10 ~ 2019.6.14 5
	Cluster algebras, geometry, and mathematical physics	公開型	名古屋大学多元数理科学研究科・教授	中西 知樹	121	2019.6.17 ~ 2019.6.21 5
	Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	117	2019.5.27 ~ 2019.5.30 4
	系統ネットワークにおける離散構造	グループ型B	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	5	2019.7.14 ~ 2019.7.20 7
	International Workshop on Innovative Algorithms for Big Data 2019	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	81	R1.10.30 ~ R1.11.1 3
	International Workshop on Combinatorial Optimization and Algorithmic Game Theory	公開型	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	41	R2.1.13 ~ R2.1.14 2
	組合せ最適化とアルゴリズム	グループ型B	京都大学数理解析研究所・教授	牧野 和久	7	R2.1.15 ~ R2.1.20 6

表6-3.3  
2019年度来訪者一覧

(本研究所来訪のすべての外国人を計上)

	Name	Home Institute
1	BAE, Yeongjin	IBS Center for Geometry and Physics
2	HADZHASANOVIC, Amar	University of Oxford
3	CAN, Van Hao	Vietnam Academy of Science and Technology
4	MARRAKCHI, Amine	Paris-Sud University
5	BAKER, Alan	Swarthmore College
6	ELIASBERG, Yakov	Stanford University
7	FADLE, Assil	École Normale Supérieure
8	ALLEGRA, Francesco Alberto	Sapienza – Università di Roma
9	CHEN, Zhen-Qing	University of Washington
10	VILONEN, Kari	The University of Melbourne
11	XUE, Ting	The University of Melbourne
12	BARLOW, Martin	University of British Columbia
13	POPA, Sorin Teodor	University of California, Los Angeles
14	SLADE, Gordon	University of British Columbia
15	JUNK, Stefan	Technische Universität München
16	LECLERC, Bernald	Université Caen Normandie
17	CHEN, Xin	Shanghai Jiao Tong University
18	WANG, Jian	Fujian Normal University
19	ZINN-JUSTIN, Paul	The University of Melbourne
20	MURUGAN, Mathav Kishore	University of British Columbia
21	MATSUKI, Kenji	Purdue University
22	IOFFE, Dmitry	Technion - Israel Institute of Technology
23	JIANG, Zhi	Fudan University
24	PEIN, Anne	Technical University of Munich
25	ANGEL, Omer	University of British Columbia
26	GEKHTMAN, Michael	University of Notre Dame
27	DUPUY, Taylor	University of Vermont
28	LE JAN, Yves	NYU Shanghai
29	YANG, Tian	Texas A&M University
30	CHENG, Xing	Hohai University
31	COMETS, Francis	Université Paris Diderot Paris 7
32	BAYKUR, Inanc	University of Massachusetts Amherst
33	CARTER, Scott	University of South Alabama
34	SATO, Ryo	Academia Sinica
35	SHOJI, Toshiaki	Tangji University
36	TÓTHMÉRÉSZ, Lilla	MTA-ELTE Egerváry Research Group
37	JORDÁN, Tibor	Department of Operations Research, Eötvös Loránd University, Budapest
38	KATONA, Gyula O.H.	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
39	PACH, Péter Pál	Budapest University of Technology and Economics
40	PAP, Gyula	MTA-ELTE Egerváry Research Group
41	BÉRCZI, Kristóf	Eötvös Loránd University
42	CSEHI, Csongor	Department of Computer Science and Information Theory, BUTE
43	DAMÁSDI, Gábor	Eötvös Loránd Science University, Mathematics Institute, Department of Computer Science
44	DARÓCZY, Bálint	Institute for Computer Science and Control, Hungarian Academy of Sciences (MTA SZTAKI)
45	FLANKL, Péter	Alfréd Rényi Institute of Mathematics
46	FRANK, Andras	Department of Operations Research, Eötvös Loránd University, Budapest
47	FRIEDL, Katalin	Department of Computer Science and Information Theory, BME
48	GERBNER, Dániel	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
49	GYARMATI, Máté	ELTE (Eötvös Loránd University), (Faculty of Informatics, Department of Computer Algebra)
50	GYÖRI, Ervin	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
51	JÜTTNER, Alpár	Department of Operations Research, Eötvös Loránd University, Budapest
52	KABÓDI, László	Department of Computer Science and Information Theory, Budapest University of Technology and Economics (or short: BME-SZIT)
53	KASZANITZKY, Viktoria	Budapest University of Technology and Economics
54	KATONA, Gyula Y.	Budapest University of Technology and Economics Department of Computer Science and Information Theory
55	KIRÁLY, Csaba	MTA-ELTE Egerváry Research Group
56	KIRÁLY, Tamas	Department of Operations Research, Eötvös Loránd University, Budapest
57	MADARASI, Péter	Department of Operations Research, Eötvös Loránd University, Budapest
58	MIHÁLYKÓ, András	Department of Operations Research, Eötvös Loránd University, Budapest
59	NAGY, Dániel	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
60	NIXON, Anthony	Lancaster University
61	PALINCZA, Richárd	Budapest University of Technology and Economics
62	PAPP, László	Department of Computer Science and Information Theory, Budapest University of Technology and Economics
63	PATKOS, Balazs	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
64	PHALAKARN, Kittiphon	Chulalongkorn University
65	RECSKI, Andras	Department of Computer Science and Information Theory, Faculty of Electric Engineering and Informatics, Budapest University of Technology and Economics
66	SALL, Attila	1)Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences 2)Department of Computer Science and Information Theory, BUTE
67	SIMONYI, Gabor	1)Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences 2) Department of Computer Science and Information Theory, Budapest University of Technology and Economics
68	SOLTÉSZ, Dániel	MTA Rényi Institute
69	SZABÓ, Dániel	Budapest University of Technology and Economics (BME)
70	SZESZÉR, Dávid	Department of Computer Science and Information Theory, Budapest University of Technology and Economics
71	VARGA, Kitti	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
72	VIZER, Mate	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
73	WIENER, Gabor	Dept. of Computer Science and Information Theory, Budapest University of Technology and Economics
74	ZAMFIRESCU, Carol	Ghent University
75	BÁRÁNY, Inre	Alfréd Rényi Institute of Mathematics, Hungarian Academy of Sciences
76	KIRÁLY, Zoltan	Department of Computer Science, Eötvös Loránd University, Budapest
77	CIESLAK, Tomasz	Institute of mathematics, Polish Academy of Sciences
78	VAN TUIL, Adam	McMaster University
79	FRASER, Chris	University of Minnesota
80	HAZRAT, Roozbeh	Western Sydney University
81	MOU, Lang	University of California, Davis
82	BAI, Liqian	Northwest Polytechnical University
83	BERSHTEIN, Mikhail	Landau Institute for Theoretical Physics / Skoltech
84	CHANG, Wen	Shaanxi Normal University
85	DAVISON, Ben	University of Edinburgh School of Mathematics
86	DI FRANCESCO, Philippe	University of Illinois
87	FEIGIN, Boris	Landau Institute for Theoretical Physics/Higher School of Economics
88	FOMIN, Sergey	University of Michigan
89	GAVRYLENKO, Pavlo	Skolkovo Institute of Science and Technology
90	GEISS, Christof	National Autonomous University of Mexico
91	GONCHAROV, Alexander	Yale University
92	GONIN, Roman	Higher School of Economics
93	GUNAWAN, Emily	University of Connecticut
94	HERNANDEZ, David	Université Paris Diderot
95	JORGENSEN, Peter	Newcastle University
96	KEDEM, Rinat	University of Illinois
97	KELLER, Bernhard	Université Paris Diderot
98	KELLY, Elizabeth	University of Minnesota
99	KONTSEVICH, Maxim	Institut des hautes études scientifiques
100	LABARDINI FRAGOSO, Daniel	National Autonomous University of Mexico
101	LIU, Siyang	Zhejiang university
102	NAJERA CHÁVEZ, Alfredo	National Autonomous University of Mexico

	Name	Home Institute
103	OH,Young-Tak	Sogang university
104	PARK,Euiyong	University of Seoul
105	PLAMONDON,Pierre-Guy	Paris-Sud University
106	QIN,Fan	Shanghai Jiao Tong University
107	SCHIFFLER,Ralf	University of Connecticut
108	SCHRÖER,Jan	University of Bonn
109	SEMENYAKIN,Mykola	Skoltech; Higher School of Economics
110	SHAPIRO,Michael	Michigan State University
111	STELLA,Salvatore	University of Leicester
112	THOMAS,Hugh	University of Quebec at Montreal
113	WENG,Daping	Michigan State University
114	AKAO,Akihiko	University of Pittsburgh
115	BITTMANN,Lea	Université Paris Diderot
116	BRÜSTLE,Thomas	Université de Sherbrooke
117	CASTRONOVO,Marco	Rutgers University
118	CHARFI,Skanden	École Normale Supérieure de Lyon
119	CHOL,Seungil	Seoul National University
120	FELJia r ui	Shanghai Jiao Tong University
121	GENZ,Volker	Ruhr University Bochum
122	HUH,Sukmoon	Sungkyunkwan University
123	KOO,DoYun	Kyung Hee University
124	LE,Ian	Perimeter Institute for Theoretical Physics
125	LEE,Chul-hee	Korea Institute for Advanced Study
126	LEE,Hyunse	Seoul National University
127	LEE,Sinmyung	Seoul national university
128	MACHACEK,John	York University
129	MACJEJEWSKI,Andrzej J.	University of Zielona Góra
130	MAGEE,Timothy	University of Birmingham
131	MSAPATO,Dixy	University of Leeds
132	QIU,Yu	Tsinghua University
133	SHEN,Linhui	Michigan State University
134	SO,Chi Long Ivan	The Hong Kong University of Science and Technology
135	WAI CHEUNG,Man	Harvard University
136	WRIGHT,Kayla	University of Minnesota
137	XU,Tianyuan	Queen's University
138	SHIBAKOV,Alexander	Tennessee Tech University
139	ZAVA,Nicolò	University of Udine Department of Mathematics, Computer Science and Physics
140	BANAIAI,Esther	University of Minnesota
141	SALEH,Ibrahim	University of Wisconsin-Whitewater
142	VAINSHTEIN,Alek	University of Haifa
143	HAUSER,Herwig	University of Vienna
144	KING,Alastair	University of Bath
145	LI,Fang	Zhejiang University
146	TUMARKIN,Pavel	Durham University
147	BAUR,Karin	University of Graz, University of Leeds
148	BENITO,Angelica	Universidad Autónoma de Madrid
149	CANAKCI,Ilike	Newcastle University
150	DEL BUEY DE ANDRES,Ceila	Universidad Autónoma de Madrid
151	ENCINAS,Santiago	Universidad de Valladolid
152	IGUSA,Kiyoshi	Brandeis University
153	LAUX,Tim	University of California, Berkeley
154	PERLEGA,Stefan	UniCredit Bank Austria
155	PRESSLAND,Matthew	Universität Stuttgart
156	SEVEN,Ahmet	Middle East Technical University
157	SULCA,Diego	Universidad Nacional de Córdoba
158	TODOROV,Gordana	Northeastern University
159	VILLAMAYOR,Orlando	Universidad Autónoma de Madrid
160	YAKIMOV,Milen	Louisiana State University
161	ZHU,Bin	Tsinghua University
162	BERENSTEIN,Arkady	University of Oregon
163	BRAVO,Ana	Universidad Autónoma de Madrid
164	CASBLE,Elie	Université Paris Diderot
165	HUANG,Ming	Université de Sherbrooke
166	KWON,Jae-Hoon	Seoul National University
167	MINGIONE,Giuseppe	University of Parma
168	PALU,Yann	Université de Picardie Jules Verne
169	PASCUAL ESCUDERO,Beatriz	University of Copenhagen
170	QUINLAN-GALLEGO,Eamon	University of Michigan
171	CHEKHOV,Leonid	Michigan State University
172	BORDENAVE,Charles	CNRS Marseille
173	CERULU IRELLI,Giovanni	Sapienza University of Rome
174	MUSIKER,Gregg	University of Minnesota
175	SAIDI,Mohamed	University of Exeter
176	READING,Nathan	North Carolina State University
177	CAO,Peigen	Zhejiang university
178	CHEPURI,Sumita	University of Minnesota
179	FELIKSON,Anna	Durham University
180	LEE,Kyungyong	University of Nebraska-Lincoln
181	PERLEGA,Stefan	University of Vienna
182	FRANCO,Sebastian	City College of The City University of New York
183	MATHERNE,Jacob	Institute for Advanced Study
184	SCHRADER,Gus	Columbia University
185	SHAPIRO,Alexander	University of Edinburgh
186	IP,Ivan Chi-Ho	The Hong Kong University of Science and Technology
187	KULKARNI,Maitreyee	Institute for Advanced Study
188	LEE,Eunjeong	IBS Center for Geometry and Physics
189	LEE,Kang-Ju	Seoul National University
190	LI,Jianrong	University of Graz
191	PARK,Seonjeong	Ajou University
192	SETIABRATA,Linus	Cornell University
193	SHERMAN-BENNETT,Melissa	University of California, Berkeley
194	WANG,Charles	Harvard University
195	WILLIAMS,Harold	University of California, Davis
196	WILLIAMS,Lauren	Harvard University
197	KEMP,Callum	University of Bath
198	TANAKA,Yohei	Flinders University
199	LEPAGE,Emmanuel	Sorbonne Université (IMJ-PRG)
200	DAMIOLINI,Chiara	Princeton University Department of Mathematics
201	APPEL,Andrea	University of Edinburgh School of Mathematics
202	MIGLIORINI,Luca	University of Bologna Department of Mathematics
203	VIKTOR BEENTJES,Sjoerd	University of Edinburgh School of Mathematics
204	GANEV,Iordan	Institute of Science and Technology Austria
205	GUNNINGHAM,Sam	University of Edinburgh School of Mathematics

	Name	Home Institute
206	HEKMATI,Pedram	University of Auckland Department of Mathematics
207	LI,Qiongling	Nankai University Chern Institute of Mathematics
208	NORBURY,Paul	University of Melbourne School of Mathematics and Statistics
209	PANTEV,Tony	University of Pennsylvania Department of Mathematics
210	SZABO,Szilard	Budapest University of Technology Mathematical Institute
211	WYSS,Dimitry	Université Panthéon-Sorbonne
212	CHEN,Qingtao	ETH Zürich
213	OSUGA,Kento	University of Alberta Faculty of Science
214	PLAZA MARTIN,Francisco Jose	University of Salamanca
215	MELLIT,Anton	University of Vienna
216	ZIED,Ammari	Université de Rennes 1
217	BENNETT,Jonathan	University of Birmingham
218	D'AGNOLO,Andrea	University of Padova
219	CADORET,Anna	UPMC – Sorbonne Universités
220	KIM,Joonil	Yonsei University
221	LEE,Sanghyuk	Seoul National University
222	MURPHY,Jason	Missouri University of Science and Technology
223	BAE,Myoungjean	Pohang University of Science and Technology
224	DUCHENE,Vincent	Institut de Recherche Mathématique de Rennes Chargé de Recherche CNRS
225	LOKHARU,Evgeniy	Linköping University, Sweden
226	QI,You	California Institute of Technology
227	LAUDA,Aaron	University of Southern California
228	ROSE,David	University of North Carolina
229	POKUTTA,Sebastian	Georgia Institute of Technology
230	TORZEWSKA ,Fiona	University of Leeds
231	HUBER,Katharina	University of East Anglia
232	MOULTON,Vincent	University of East Anglia
233	VANONI,Gabriele	Università di Bologna
234	YANG,Zaifu	University of York
235	JIN,Tianling	The Hong Kong University of Science and Technology
236	SCHIKORRA,Armin	University of Pittsburgh
237	TADA,Teruo	King Abdullah University of Science and Technology
238	YU,Yifeng	University of California, Irvine
239	LI,Xinyi	The University of Chicago
240	LETURCQ,David	Institut Fourier, Université Grenoble Alpes
241	ARCHER,Eleanor Mary	University of Warwick
242	den HOLLANDER, Frank	Leiden University
243	RODRIGUEZ,Pierre-François	Institut des Hautes Etudes Scientifiques
244	DEGUCHL,Kengo	Monash University
245	MOREAU,Anne	Laboratoire Paul Painlevé
246	FANG,Yung-fu	National Cheng Kung University
247	SAKAMOTO,Riu Rodriguez	University of Seville
248	VEGA,Luis	Basque Center for Applied Mathematics
249	XIAO,Husileng	Harbin Engineering University
250	AN,Byung Hee	IBS Center for Geometry and Physics
251	MIERMONT,Grégory	École Normale Supérieure de Lyon
252	GREEN,Barry	African Institute for Mathematical Sciences, South Africa
253	HOMBURG,Ale Jan	University of Amsterdam
254	KLAGES,Rainer	Queen Mary University of London
255	COMERFORD,Mark David	University of Rhode Island
256	DOAN,Thai Son	Vietnam Academy of Science and Technology
257	ISLAM,Shafiqul	University of Prince Edward Island
258	LAMB,Jeroen S.W.	Imperial College London
259	NISOLI,Isaia	Federal University of Rio de Janeiro
260	SUZUKI,Youhei	Scuola Normale di Pisa
261	XIE,Hehu	Chinese Academy of Sciences Academy of Mathematics and Systems Science
262	MERTIN,Maximilian	TU Kaiserslautern
263	NEUKAMM,Stefan	TU Dresden
264	ORENSHTEIN,Tal	TU Berlin
265	SLOWIK,Martin	TU Berlin
266	BOFFI,Daniele	University of Pavia
267	GARDINI,Francesca	University of Pavia
268	HAKULA,Harri	Aalto University
269	LI,Huiyuan	Chinese Academy of Sciences Institute of Software
270	MONK,Peter	University of Delaware
271	NAGATOU,Kaori	Karlsruher Institut für Technologie
272	O'VALL,Jeffrey	Portland State University, Department of Mathematics and Statistics
273	PLUM,Michael	Karlsruher Institut für Technologie
274	VEJCHODSKY,Tomas	Czech Academy of Sciences Institute of Mathematics
275	ZHANG,Xicheng	Wuhan University
276	ALMONACID,Javier	Simon Fraser University
277	CHIANG,Chun-Yueh	National Formosa University Center for General Education
278	DOMINGUEZ,Sebastian	Simon Fraser University
279	HONG,Zhe	Pukyong National University
280	HUANG,Wei-Qiang	National Formosa University Center for General Education
281	JUNG,Jong Soo	Dong-A University
282	KIM,Do Sang	Pukyong National University
283	KIM,Hyun-Min	Pusan National University
284	KUMAM,Poom	King Mongkut's University of Technology Thonburi
285	KUMAM,Wiyada	Rajamangala University of Technology Thanyaburi
286	LEE,Gue Myung	Pukyong National University
287	LEE,Jae Hyoung	Pukyong National University
288	LI,Qin	Beijing Technology and Business University
289	LIU,Yichun	Bates College
290	LIU,Ching-Sung	National University of Kaohsiung, Taiwan Department of Applied Mathematics
291	MUKHERJEE,Chiranjib	University of Münster
292	NIGAM,Nilima	Simon Fraser University
293	PARK,Sehie	Seoul National University
294	PETROT,Narin	Naresuan University
295	WEISSING,Benjamin	Friedrich-Schiller-University Jena
296	YUE,Meiling	Beijing Technology and Business University
297	ZHANG,Shuo	Chinese Academy of Sciences Institute of Computational Mathematics
298	EVANS,David Emrys	Cardiff University
299	MAHALOV,Alex	Arizona State University
300	COLLAS,Benjamin	Universität Bayreuth
301	GUAN,Pengfei	McGill University
302	POROWSKI,Wojciech	University of Nottingham
303	SCHAPIRA,Pierre	Sorbonne Université
304	ANDRES,Sebastian	University of Cambridge
305	GURVICH,Vladimir	Rutgers, The State University of New Jersey
306	PRAGACZ,Piotr	Polish Academy of Sciences
307	VERA ARBOLEDA,Anderson Arley	University of Strasbourg
308	SZCZESNY,Matthew	Boston University

	Name	Home Institute
309	LIANGYL,Huang	Beijing Institute of Technology
310	LING,San	Nanyang Technological University
311	ARANAS,Jonn Angel	Ateneo de Manila Univ Department of Mathematics
312	BARCHESI,Marco	Università degli Studi di Trieste
313	CHAIJEE,Supanut	Chiang Mai University Department of Mathematics
314	CHEN,Dayue	Peking University
315	KITAVTSEV,Georgy	Basque Center of Applied Mathematics
316	LOYOLA,Mark	Ateneo de Manila University Department of Mathematics
317	MA, LOUISE ANTONETTE,De Las Peñas	Ateneo de Manila University
318	PRIES,Rachel	Colorado State University
319	RAMADAS,Trivandrum Ramakrishnan	Chennai Mathematical Institute
320	SAY-AWEN,April Lynne	De La Salle University
321	ZHU,Peicheng	Shanghai University
322	ESPEJO ARENAS,Elio Eduardo	North University
323	BROTAKE,Martin	Technischen Universität Berlin
324	KAVVOS,Alex	Aarhus University
325	HONG,Shaofang	Sichuan University
326	KOMATSU,Takao	Zhejiang Sci-Tech University
327	SANOLI,Gun	The Institute of Mathematical Sciences
328	ZUDILIN,Wadim	Radboud University Nijmegen
329	BERTI,Luca	Université de Strasbourg
330	YORKE,James	University of Maryland
331	GIRALDI,Laetitia	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique,Sophia Antipolis - Méditerranée
332	SCRIMSHAW,Travis	University of Queensland
333	AGARWAL,Pankaj	Duke University
334	BRUN, Allan Sacha Rodolphe	Le Centre CEA de Saclay
335	BRUNDAN,Jonathan	University of Oregon
336	GECK,Meinolf	University of Stuttgart
337	MATHAS,Andrew	The University of Sydney
338	SHIMOZONO,Mark	Virginia Polytechnic Institute and State University
339	STROPPEL,Catharina	University of Bonn
340	WANG,Weiqliang	University of Virginia
341	AKITO,Uruno	Seoul National University
342	EVANS,David	Cardiff University
343	JANG,Il-Seungd	Seoul National University
344	SPEYER,Liron	University of Virginia
345	YI ,Rui low	National University of Singapore
346	CHAFIQ ,Benhida	University de Lille
347	INJO ,Hur	Chonnam National University
348	PIOTR ,Budzynski	University of Agriculture in Krakow
349	B V RAJARAMA ,Bhat	Indian Statistical Institute
350	JI EUN ,Lee	Sejong University
351	BOHR,Tomas	Technical University of Denmark
352	DAVIS,Robert	Colgate University
353	OHMURA,Takuya	Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology
354	PAGE,Janet	University of Michigan
355	TOKIEDA,Tadashi	Stanford University
356	VODICKA,Martin	Max Planck Institute Leipzig
357	Marcos	Nanyang Technological University
358	CHEN,Hsuan-Yi	National Central University
359	CLARKE,Oliver	University of Bristol
360	COOLEN,Anthony	King's College London
361	EUR,Christopher	University of California, Berkeley
362	HAASE,Christian	Freie Universität Berlin
363	HLAVACEK,Magda Lee	University of California, Berkeley
364	KIM,Dongsu	Korea Advanced Institute of Science and Technology
365	KOHL,Florian	Aalto University
366	MOHAMMADI,Fatemeh	University of Bristol
367	OLSEN,McCabe	The Ohio State University
368	SOLUS,Liam	KTH Royal Institute of Technology
369	ELBASSIONI,Khaled	Khalifa University of Science and Technology
370	BOUCHER,Christina	University of Florida
371	HSU,Chiou-Ting Candy	National Tsing Hua University
372	KAMEDA,Tiko	Simon Fraser University
373	NEWMAN,Ilan	The University of Haifa
374	PREZZA,Nicola	University of Pisa
375	CHAPOUTO,Andreia	The University of Edinburgh
376	FORLANO,Justin	The University of Edinburgh
377	LI,Guopeng	The University of Edinburgh
378	OH,Tadahiro	The University of Edinburgh
379	RIBA,Luigi	Irion
380	McCORMICK,Thomas	The University of British Columbia
381	FARGE,Marie	The French National Centre for Scientific Research
382	GODOY MESQUITA,Jaqueline	Universidade de Brasilia
383	ANDERSON,Douglas	Concordia College
384	MASSUYEAU,Gwénaél	Université de Bourgogne
385	NGUYEN,Minh	University of Arkansas at Little Rock
386	HALLDÖRSSON,Magnús Már	Raykjavik University
387	SCHINDLER,Ralf	Westfälische Wilhelms-Universität
388	DU,Jin	The Chinese University of Hong Kong
389	JEON,Hanul	Seoul National University
390	KARAGILA,Asaf	University of East Anglia
391	POWER,Anthony John	Macquarie University
392	WILLIAMS,Kameryn	University of Hawaii
393	ADOLF,Dominik	Bar-Ilan University
394	ASPERÓ,David	University of East Anglia
395	BAGARIA,Joan	Universitat de Barcelona
396	BAŞAR,Kemal Gökçe	University of North Carolina, Chapel Hill Department of Physics and Astronomy
397	BORODULIN-NADZIEJA,Piotr	University Wroclaw
398	CAMIA,Federico	New York University Abu Dhabi
399	CARDONA,Miguel A.	TU Wien Institute of Discrete Mathematics and Geometry
400	CHEN,Yen-Tsung	National Tsing Hua University
401	CHINO,yuki	National Center for Theoretical Sciences(NCTS)
402	COX,Sean	Virginia Commonwealth University
403	ESKEW,Monroe	University of Vienna
404	FARKAS,Barnabás	TU Wien
405	GEZMIS,Oguz	National Tsing Hua University
406	GIARDINA,Cristian	University of Modena and Reggio Emilia
407	JIN,Zhongyu	Peking University
408	KUHN,Ulf	University of Hamburg
409	LEE,Gihyun	Seoul National University
410	LI,Jiangtao	Chinese Academy of Sciences
411	MATTHES,Nils	University of Oxford

	Name	Home Institute
412	NEMES,Gergő	Alfréd Rényi Institute of Mathematics
413	ONA,Mark Philip	University of Philippines Diliman
414	ROSEN,Julian	University of Maine
415	SCHÄFKE,Reinhard	Université de Strasbourg
416	SCHILHAN,Jonathan	Kurt Gödel Research Center,University of Vienna
417	SCHLICHT,Caspar Philipp	University of Bristol
418	SCHRITTESSER,David	Kurt Gödel Research Center,University of Vienna
419	SOBOTA,Damian	Kurt Gödel Research Center,University of Vienna
420	SUN,Rongfeng	National University of Singapore
421	SWITZER,Corey	The Graduate Center, The City University of New York
422	VAN DER VLUGT,Tristan	Utrecht University
423	VELICKOVIC,Boban	Université Paris Diderot
424	WONTNER,Edward	University of Amsterdam
425	ENRIQUEZ,Benjamin	Institut des Risques Majeurs
426	STOLOVIICH,Laurent	Université Nice-Sophia-Antipolis
427	KOROBKOV,Mikhail	Fudan University
428	TSYGAN,Boris	Northwestern University
429	GALDI,Giovanni Paolo	University of Pittsburgh
430	GUILLOD,Julien	Sorbonne University
431	HWANG,Jun-Muk	Korea Institute for Advanced Study
432	SEREGIN,Gregory	University of Oxford
433	DU,Yihong	University of New England School of Science and Technology
434	GUL,Changfeng	University of Texas at San Antonio
435	LABROSSE,Stéphane	Laboratoire de Géologie de Lyon Terre, Planètes, Environnement
436	WANG,Xu-ji	Austrarian National University
437	RAFFAELE,Alice	University of Verona
438	NGUYEN,Dang Khoa	University Calgary
439	BÉRCZI-KOVÁCS,Erika Renáta	Eötvös Loránd University
440	CHOL,Jae-Young	IBS Center for Geometry and Physics
441	GUTT,Jean	Maître de Conférences at the Institut de Mathématiques de Toulouse and the Institut NationalUniversitaire Champollion
442	KIM,Jongmyeong	IBS Center for Geometry and Physics
443	LEE,Sangjin	IBS Center for Geometry and Physics
444	LEE,Weonmo	IBS Center for Geometry and Physics
445	LOESER,François	Sorbonne Université Institut de Mathématiques de Jussieu
446	MAK,Cheuk Yu	University of Cambridge, DPMMS
447	OH,Yong-Geun	IBS Center for Geometry and Physics
448	PEYRE,Emmanuel	Université de Grenoble Institute Fourier
449	SYLVAN,Zachary	Columbia University
450	VÁRILLY-ALVARADO,Anthony	Rice University
451	ZHANG,Jun	Université de Montreal, CRM
452	AHN,JinHoo	Yonsei University
453	ARTBAZAR,Galtbayar	National University of Mongolia
454	ASSAL,Maroane	Pontificia Universidad Católica de Chile
455	BARBOSA DE MELLO JUNIOR,Jorge	University of New South Wales
456	DESTAGNOL,Kevin	Université Paris-Sud Département de Mathématiques
457	HERMAN,Ari	Portland State University
458	KIM,Joonhee	Yonsei University
459	LEE,Hyoyoon	Yonsei University
460	MCKINNON,David	University of Waterloo
461	MOUEZ,Dimassi	Université de Bordeaux
462	PINEIRO,Jorge	Bronx Community College
463	SHIBATA,Takahiro	National University of Singapore
464	VIRAY,Bianca	University of Washington
465	MAHER,Stephen John	College of Engineering, Mathematics and Physical Sciences,University of Exeter
466	SHINANO,Yuji	Zuse Institute Berlin
467	ASTORG,Matthieu	Université d'Orléans,Institut Denis Poisson
468	PERRI,Barbara	Institut d'Astrophysique Spatiale,Orsay
469	YU,Xun	Tianjin University Center for Applied Mathematics
470	BEDFORD,Eric	Stony Brook University
471	BIANCHI,Fabrizio	Université de Lille, Laboratoire Paul Painlevé
472	KAUFMANN,Lucas	National University of Singapore
473	KIM,Kwang-Seob	Chosun University
474	LINSHAW,Andrew	University of Denver
475	MELLO,Jorge	University of New South Wales
476	NAKAHARA,Toru	University of Malakand
477	KIWI,Jan	Pontificia Universidad Católica de Chile
478	PHAN,Van Tuoc	University of Tennessee
479	RASMUSSEN, Christopher	Wesleyan University
480	DINH,Tien Cuong	National University of Singapore
481	INGRAM,Patrick	York University
482	PEI,Donghe	Northeast Normal University
483	DEOLINDO SILVA,Jorge Luiz	Universidade Federal de Santa Catarina
484	CHEN,Liang	Northeast Normal University
485	CHOL,Byongcheol	University of Ulsan
486	CIOABA,Sebastian	University of Delaware
487	ITO,Tatsuro	Anhui University
488	KIM,Sang Won	University of Ulsan
489	LIU,Tongchang	Northeast Normal University
490	PAUNESCU,Laurentiu	The University Of Sydney
491	REMIZOV,Alexey	Moscow Institute of Physics and Technology
492	TARI,Farid	Universidade de São Paulo
493	TUNITSKY,Dmitry	V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences
494	WANG,Lizhong	Peking University
495	ZHANG,Faze	Northeast Normal University
496	ZHU,Yan	University of Shanghai for Science and Technology
497	LACK,Steve	Macquarie University
498	KAWAMOTO,Yusuke	École Normale Supérieure
499	CHOI,Hakho	Korea Institute for Advanced Study
500	KWON,Myeonggi	Justus-Liebig-Universität Gießen
501	XU,Xiang	Zhejiang University
502	AICHA,Ibtissem Ben	Beijing Computational Science Research Center
503	HU,Guanghui	Beijing Computational Science Research Center
504	HUA,Cheng	Fudan University
505	HUANG,Hao-Wei	National Sun Yat-sen University
506	KIM,Joonha	Chung-Ang University
507	POIGNARD,Clair	Inria - Université de Bordeaux
508	VASHISTH,Manmohan	Beijing Computational Science Research Center
509	XU,Xiaoxu	Beijing Computational Science Research Center
510	FUAKAYA,Kenji	The State University of New York at Stony Brook
511	LEE,Euiwoong	New York University
512	BOROS,Endre	Rutgers University
513	CHEKURI,Chandra Sekhar	University of Illinois
514	TELIKEPALLI,Kavitha	Tata Institute of Fundamental Research

	Name	Home Institute
515	AZIZ,Haris	University of New South Wales
516	PROKHOROV,Yuri	Steklov Mathematical Institute
517	LIN,Bingchen	Sichuan University
518	XUE,Hang	The University of Arizona
519	ABDELLATIF,Ramla	Universite de Picardie Jules Verne
520	BOECHEHER,Siegfried	University of Mannheim
521	HOUDAYER,Cyril	Universite Paris-Saclay
522	HSIEH,Ming-Lun	Academia Sinica
523	KOHNEN,Winfried	Universität Heidelberg
524	LIU,Zheng	University of California, Santa Barbara
525	PITALE,Ameya	University of Oklahoma
526	SECHERRE,Vincent	University of Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
527	CHANG,Chieh-Yu	National Tsing Hua University
528	DEFRAIN,Oscar	Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes
529	TARUSAWA,Yumeko	University of Tübingen
530	KIM,Myungho	Kyung Hee University
531	OH,Se-jin	Ewha Womans University
532	YU,Chia-Fu	Institute of Mathematics, Academia Sinica
533	XU,Changji	University of Chicago
534	CHEN,Yijia	Fudan University
535	FU,Yuxi	Shanghai Jiao Tong University
536	MOUSSARD ,Delphine	Aix-Marseille University
537	PARK,Kyungbae	Seoul National University
538	CHA,Jae choon	Pohang University of Science and Technology
539	CHEN,Qingtao	New York University Abu Dhabi
540	CHO,Sangbum	Hanyang University
541	DELPHINE,Moussard	Aix-Marseille University
542	JEON,BoGwang	Pohang University of Science and Technology
543	IIN,Gyo Taek	Korea Advanced Institute of Science and Technology
544	KANG,Sungkyung	The Chinese University of Hong Kong
545	KIM,Min Hoon	Pohang University of Science and Technology
546	KIM,Se-Goo	Kyung Hee University
547	KIM,Taehee	Konkuk University
548	LEE,Jung Hoon	Jeonbuk National University
549	OH,Seungsang	Korea University
550	SEO,Donggyun	Seoul National University
551	YOO,Hyungkee	Korea University
552	YOON,Seokbeom	Korea Institute for Advanced Study
553	KIM,Inkang	Korea Institute for Advanced Study
554	LAMPIS,Michael	LAMSADE, Université Paris Dauphine
555	MITSOU,Vasiliki	University of Paris
556	LAMPIS,Michael	Université Paris-Dauphine
557	MITSOU,Vasiliki-Despoina	Université de Paris
558	SOLIE,Brent	Embry-Riddle Aeronautical University
559	TSUTSULHisaya	Embry-Riddle Aeronautical University
560	CHO,Cheol-Hyun	Seoul National University
561	LEMAY,Jean-Simon Pacaud	University of Oxford
562	GOZZI,Riccardo	Universidade de Lisboa
563	BOWDITCH,Adam	National University of Singapore

## 22. 編集後記

本自己点検・評価報告書は2020年11月にまとめられた。2004年4月に国立大学法人化が実施され、2016年4月から教員の人事を部局（教育研究組織）から分離して行う「学域・学系制」が導入されたように、研究所をとりまく環境は今も大きく変化しつつある。特に当研究所にとっては、大学附置共同利用研究所の位置づけという組織上の最重要課題が、全国的に、また京都大学の中でどのような方向に向かって行くのか未だ明らかではなく、このことは本報告書の内容にも色濃く反映している。また本報告書では、当研究所のこの時期の全体像を一冊にまとめるため、敢えて、特に共同利用事業等に関する多数のデータを収録した。当研究所は2010年4月に共同利用・共同研究拠点として認定、2016年4月に再認定、2018年11月に国際共同利用・共同研究拠点に認定されているが、今回整理されたデータに改めて接することにより、拠点としての当研究所の重要性を再認識することができ、またいくつかの問題点を確認することができた。データ作成と報告書作成に多大な労力をさいていただいた関係各位に深謝したい。

数理解析研究所は2023年4月に60周年を迎える。日本の数理科学の研究推進のための共同利用研究所として、当研究所が担って来た役割は極めて大きいと自負している。本自己点検・評価報告書を元に我々の現在の立ち位置をしっかりと見定め、今後さらなる発展を遂げるための糧としたい。

自己点検・評価委員会 小澤登高，玉川安騎男（委員長），長谷川真人，望月新一



