ISSN 2436-6099

京　都　大　学

数理解析研究所要覧

２０２２

RESEARCH INSTITUTE
FOR
MATHEMATICAL SCIENCES

KYOTO UNIVERSITY

令和４年９月

京　都　大　学

数理解析研究所要覧

目　　　次

第１部　概　　　要

第２部　現　　　況

第3部　記　　録

第４部　諸　規　程

第５部　利用案内

各種データは，令和３年４月２日から令和４年４月１日のものとする。

第１部　概　　要

1　研究所の目的

数理科学の基礎的研究を推進することが本研究所の目的である。このため専任の所員による研究が行われることは勿論であるが，それとともに，広く国内外の数理解析の研究者に共同研究のための便宜を提供し，国際的な研究の進展を期している。この主旨に沿うよう，本研究所は京都大学の附置研究所であるとともに，国際共同利用・共同研究拠点となっている。

自然科学，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のに既存の数学的方法で十分でなく，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。歴史的な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の規模でしばしば行われている。たとえば固有値問題に関して，物理学や工学からの問題提供と，その数学的取り扱い方法の開発及びそれに続く（数学における）一般的な固有値の理論の展開などはその一例である。一般にこのような新しい方法や理論は，当の問題に適用されるに止まらず，数学的手段として更に種々の問題に応用されるとともに，数学の内部でも新理論の基礎となることが多い。このような研究分野はもともと数理科学とよばれ，最近では当研究所の名称との関係から数理解析とも呼ばれている。

2　行動規範

数理解析研究所は，数理科学の研究を促進し，教育，研究発表，議論，情報交換を通じて国内外の当該研究を推進する場である。

そのためには，数理解析研究所の構成員および来訪者が多様性を受け入れ，差別やハラスメントを排除し，職業倫理に基づいた態度で行動することが求められる。数理解析研究所は，全ての人を人種，国籍，性別，年齢，宗教，健康状態や障がいの有無，性的指向，性自認，婚姻状況，家庭環境や経済状況の違いなどにかかわらず公平に扱う。

ハラスメントは個人の尊厳を傷つける行為であり，いかなる形でも許されない。構成員および来訪者は，ハラスメントの加害者，傍観者にならないよう常に心掛け，お互いを対等な他者として尊重することで，職業倫理に満ちた平等で多様性のある環境を生み出すことを心掛ける。

3 沿　革

数理解析研究所は，日本学術会議の勧告により，全国共同利用の研究所として昭和 38 年（1963 年）4 月 1 日京都大学に附置設立されたものである。

日本学術会議の数学研究連絡委員会は，わが国の数学界の現状を反省して数理科学の研究推進の必要性を認め，研究の発展実現のため研究所設立を発議し日本学術会議第 26 回総会（昭和 33 年 4 月 18 日）において，政府に対して「共同利用研究所として数理科学研究所の設立を要望する」ことを決議するに至った。

新研究所では既設の統計数理研究所との重複部門を除き，解析を主体とすることになったので，名称は数理解析研究所となり，昭和 38 年 4 月 1 日完成 9 部門を目途にして正式に発足し，初年度 2 部門（基礎数学Ⅰ，作用素論）が設置され，この年度末に第 1 期工事が完了した。

昭和 39 年 4 月 1 日　2 年次 2 部門（基礎数学Ⅱ，応用解析Ⅰ）が設置され，年度末に第 2 期工事が完了した。

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，つづいて昭和 41 年 4 月 1 日 4 年次 2 部門（近似理論，数値解析）設置，年度末に第 3 期工事が完了した。

昭和 42 年 4 月 1 日　5 年次 1 部門（計算機構）設置，この年度に電子計算機 TOSBAC 3400 が設置され，昭和 43 年度に第 4 期工事が完了し，昭和 44 年 2 月 7 日記念公開講演会が開催された。

以上で当初計画（9 部門）は完成したが，研究所充実のための努力は引き続き行われた。

昭和 44 年 8 月　基礎物理学研究所と共同の施設である「基礎物理学研究所・数理解析研究所共同利用者宿泊所」（通称北白川学舎）が完成し，9 月 1 日から使用が始められた。

昭和 46 年度　数理応用プログラミング施設が本研究所の附属施設として設置された。

昭和 49 年 3 月 18 日　本研究所創立 10 周年記念行事を行い，研究所の発展の一つの区切りとして公開講演会などを開催した。

昭和 50 年 4 月　京都大学大学院理学研究科内に本研究所を基幹とした数理解析専攻が設置され，従来理学研究科内のいくつかの専攻に分かれて行われていた数理解析に関する大学院教育がまとまってなされることになった。

昭和 53 年 4 月 1 日	1 部門（大域解析学）が設置された。
昭和 54 年 2 月 1 日	電子計算機 TOSBAC 3400 に代わって，DEC-SYSTEM 2020 が稼動を開始した。
昭和 55 年 4 月 1 日	外国人客員部門（数理解析）が設置された。
昭和 58 年 5 月 23 日	本研究所創立 20 周年記念行事を行い，記念式典，祝賀会，記念講演会及びシンポジウムを開催した。
昭和 59 年 4 月	新たに電子計算機 ECLIPSE MV ／ 10000 が稼働を開始した。
昭和 59 年 4 月 11 日	1 部門（代数解析）が設置された。
平成元年 3 月	電子計算機のシステム更新を行い，米国アポロ社製 DSP1OO10，DN 4500 11 台，DN 3500 7 台が稼働を開始した。
平成元年 5 月 29 日	1 部門（数理物理学）が設置された。
平成 4 年 4 月 9 日	1 部門（代数多様体論）が設置された。
平成 5 年 3 月	電子計算機のシステム更新を行い，米国コンベックスコンピュータ社製 C 3420 ES 1 台，米国サン・マイクロシステムズ社製 SPARC server l 台，SPARC station 13 台が稼働を開始した。
平成 5 年 10 月 18 日	本研究所創立 30 周年記念行事を行い，記念式典，祝賀会，記念講演会を開催した。
平成 6 年 4 月 1 日	京都大学大学院理学研究科改組に伴い，昭和 50 年 4 月に設置された数理解析専攻は，京都大学大学院理学研究科 数学・数理解析専攻 数理解析系なる名称の組織となった。
平成 6 年 6 月 24 日	1 部門（代数解析学）が設置された。なお，これに先立ち平成 6 年 3 月 31 日に，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された。
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，英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が締結された。1 年に約 10 名ずつの連合王国への派遣及び連合王国からの受入れ事業が実施され，平成 9 年度末をもって終了した。
平成 7 年 4 月 1 日	外国人客員部門（応用数理）が設置された。

平成 7 年度	「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（非常勤研究員）の採用が始まった。
平成 8 年 4 月 1 日	第 8 次定員削減により助手 1（数理物理学研究部門）が削減となった。
平成 9 年 3 月	電子計算機システムの更新を行い，米国ヒューレットパッカード社製科学計算サーバー SPP 1600 1 台，米国サン・マイクロシステムズ社製 SUN ULTRA 15 台（うち 1 台がファイルサーバー），SPARC station 12 台が稼働を開始した。
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書を交わした。
平成 11 年 4 月 1 日	従来の 13 小部門が 3 大部門（基礎数理，無限解析，応用数理）に改組された。また，従来の外国人客員部門の教授 2 は，それぞれ基礎数理及び応用数理部門の外国人客員教授に振り替えられ，別に無限解析部門に外国人客員教授 1 及び国内客員教授 2 が配置された。この大部門化に伴い，従来いくつかの小部門に付されていた時限はすべて解消し，また，新たに助手 3 が増員となった。
平成 12 年 3 月 10 日	大韓民国韓国高等研究所（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書を交わした。
平成 12 年 3 月 10 日	大韓民国ソウル国立大学校数理科学科ブレインコリア 21 と本研究所との間で，学術交流に関する協定書を交わした。研究者の交流が推進され，平成 17 年 3 月をもって終了した。
平成 13 年 3 月	電子計算機システムの更新を行い，米国コンパックコンピュータ社製科学技術計算用高速計算機 Alpha Sever GSI 60 1 台，米国ネットワーク・アプライアンス社製ファイルサーバー計算機 Net-AppF 720 1 台，米国コンパックコンピュータ社製クライアント計算機 DESKPRO WS250 20 台等が稼働を開始した。

平成 15 年 4 月 1 日　第 10 次定員削減により助手 1（無限解析研究部門）が削減となった。

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，京都大学の将来構想にある世界的研究・教育拠点の形成を目指す「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応用プログラミング施設を，数理解析研究所附属計算機構研究施設として整備した。

平成 18 年 3 月　電子計算機システムの更新を行い，HIT 社製科学計算サーバー HPC-IA642/T4 1 式（15 台），富士通株式会社製 Sun Fire V440 2 台，富士通株式会社製 ETERNUS NR1000 F170 1 台，サン・マイクロシステムズ株式会社製 Sun Ray 1g 32 台が稼働を開始した。

平成 18 年 4 月 1 日　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ため，所員の併任と特任教員からなる数理解析先端研究センターを設置した。

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書を交わした。

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，協定書を交わした。

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が設置された。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は，「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 拠点に採択された。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書を交わした。
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	共同利用・共同研究拠点として認定された。
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書を交わした。
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書を交わした。
平成 23 年 3 月	電子計算機システムの更新を行い，富士通株式会社製科学技術計算サーバー PRIMERGY RX200 S6 1 式（18 台），ETERNUS NR1000 F2020 1 台，SPARC Enterprise M4000 1 台が稼働を開始した。
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書を交わした。研究者の交流が推進され，平成 28 年 11 月をもって終了した。
平成 24 年 4 月 1 日	国内外の優れた研究者に共同研究を実施する環境を提供し，研究交流を推進するため，旧数理解析先端研究センターを基礎として，数理解析研究交流センターを設置した。
平成 24 年 4 月 1 日	新しい数学領域である「量子幾何学」の創出に向けた研究を推進するため，所員の併任と特任教員からなる量子幾何学研究センターを設置した。
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書を交わした。研究者の交流が推進され，平成 29 年 4 月をもって終了した。
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書を交わした。
平成 25 年 5 月 1 日	数学の応用を目指すため，所員の併任と特任教員からなる数学連携センターを設置した。

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書を交わした。
平成 25 年 11 月 15 日	本研究所創立 50 周年記念行事を行い，公開講演会，記念式典，祝賀会を開催した。
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書を交わした。
平成 28 年 3 月	電子計算機システムの更新を行い，富士通株式会社製科学技術計算サーバー PRIMERGY RX2530 M1 1 式（18 台）, ETERNUS NR1000 F2552 1 台, SPARC M10-1 1 台, FUTRO S720 30 台が稼働を開始した。
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更新された。認定期間は 6 年間。
平成 28 年 4 月 1 日	「平成 26 年度～平成 33 年度の定員削減計画（教員）」に基づき 1 ポイントの削減が求められ，助教ポスト 2（助教 0.8 ポイント× 2 ポストの 1.6 ポイント）を削減することとした。ただし，0.6 ポイントは平成 30 年度定員削減分に繰越し，充当する。
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との間で，共同研究および学術交流に関する協定書を交わした。
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との間で，共同研究および学術交流に関する協定書を交わした。
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応用数学学科 , 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と京都大学大学院理学研究科および本研究所との間で，Global Math Network に関する学生交流協定を締結した。
平成 29 年 8 月 1 日	大韓民国基礎科学研究所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書を交わした。
平成 29 年 12 月 1 日	数論幾何学，特に宇宙際タイヒミューラー理論を中心に広く次世代の幾何学の研究を推進するため，次世代幾何学研究準備センターを設置した。

平成 30 年 4 月 1 日	「平成 26 年度～平成 33 年度の定員削減計画（教員）」に基づき 1 ポイントの削減が求められ，助教ポスト 1（助教 0.8 ポイント及び余剰ポイント 0.6 の 1.4 ポイント）を削減することとした。ただし，0.4 ポイントは平成 31 年度定員削減分に繰越し，充当する。
平成 30 年 11 月 13 日	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た。認定期間は令和 4 年 3 月 31 日まで。
平成 31 年 4 月 1 日	数論幾何学，特に宇宙際タイヒミューラー理論を中心に広く次世代の幾何学の研究を推進するため，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した。
平成 31 年 4 月 1 日	「平成 26 年度～平成 33 年度の定員削減計画（教員）」に基づき 1 ポイントの削減が求められ，助教ポスト 1（助教 0.8 ポイント及び余剰ポイント 0.4 の 1.2 ポイント）を削減することとした。ただし，0.2 ポイントは令和 3 年度定員削減分に繰越し，充当する。
令和 2 年 4 月 1 日	量子幾何学研究センターを廃止した。
令和 3 年 4 月 1 日	「平成 26 年度～平成 33 年度の定員削減計画（教員）」に基づき 1 ポイントの削減が求められ，助教ポスト 1（助教 0.8 ポイント及び余剰ポイント 0.2 の 1 ポイント）を削減することとした。
令和 3 年 5 月 18 日	数理解析研究所行動規範を定めた。
令和 4 年 4 月 1 日	第三期中期目標期間におけるシーリングに係る定員削減に基づき，1.9 ポイントの削減が求められ，准教授ポスト 2（准教授 1.0 ポイント× 2）を削減することとした。
令和 4 年 4 月 1 日	広く次世代の幾何学の研究を推進し，新しい数学の国際的認知度向上のために研究成果を広く世界に向け情報発信するとともに，国内外の若手研究者など多様な人材の育成を行うため，次世代幾何学国際センターを設置した。
令和 4 年 5 月 1 日	次世代幾何学研究センターを廃止した。

4　歴代所長

理学博士	教授	福原満洲雄	昭和38. 5. 1〜昭和44. 3.31
理学博士	教授	吉田耕作	昭和44. 4. 1〜昭和47. 3.31
理学博士	教授	吉澤尚明	昭和47. 4. 1〜昭和51. 3.31
理学博士	教授	伊藤清	昭和51. 4. 1〜昭和54. 4. 1
理学博士	教授	島田信夫	昭和54. 4. 2〜昭和58. 4. 1
京都大学理学博士 Ph.D（ハーバード大学）	教授	廣中平祐	昭和58. 4. 2〜昭和60. 1.30
理学博士	教授	島田信夫	昭和60. 1.31〜昭和62. 1.30
東京大学理学博士	教授	佐藤幹夫	昭和62. 1.31〜平成 3. 1.30
東京大学理学博士	教授	高須達	平成 3. 1.31〜平成 5. 1.30
京都大学理学博士 Ph.D（プリンストン大学）	教授	荒木不二洋	平成 5. 1.31〜平成 8. 3.31
Ph.D（ゲッティンゲン大学）	教授	齋藤恭司	平成 8. 4. 1〜平成10. 3.31
東京大学工学博士	教授	森正武	平成10. 4. 1〜平成13. 3.31
京都大学理学博士	教授	柏原正樹	平成13. 4. 1〜平成15. 3.31
東京大学理学博士	教授	髙橋陽一郎	平成15. 4. 1〜平成19. 3.31
京都大学理学博士	教授	柏原正樹	平成19. 4. 1〜平成21. 3.31
京都大学工学博士	教授	藤重悟	平成21. 4. 1〜平成23. 3.31
京都大学理学博士	教授	森重文	平成23. 4. 1〜平成26. 3.31
京都大学理学博士	教授	向井茂	平成26. 4. 1〜平成29. 3.31
京都大学理学博士	教授	山田道夫	平成29. 4. 1〜令和 2. 3.31
京都大学博士（理学）	教授	熊谷隆	令和 2. 4. 1〜令和 4. 3.31
東京大学理学博士	教授	小野薫	令和 4. 4. 1〜

5　組　織

本研究所は，3大研究部門及び1附属施設，事務部は3掛及び研究部事務室からなり，この機構の内容は以下のとおりである。

研究部門

基礎数理部門

分野：整数論，代数幾何学，代数解析学，計算機講論等

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

無限解析部門

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

21 世紀における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する。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。

応用数理部門

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

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。

附　属　施　設

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

事　務　部

総　務　掛（TEL　075-753-7202）

1　協議員会その他の会議に関すること（他掛の所掌に属するものを除く）
2　職員の出張に関すること
3　大学院に関すること
4　要覧に関すること
5　建物管理に関すること

共同利用掛（TEL　075-753-7206）

1　共同利用研究計画の募集及び受入に関すること
2　共同利用研究員の出張及び旅費に関すること
3　共同利用研究員の宿舎の利用に関すること
4　講究録，講究録別冊に関すること

図　書　掛（TEL　075-753-7223）

1　図書の選定，受入に関すること
2　図書の分類及び目録作成に関すること
3　図書の閲覧及び貸付に関すること
4　文献，資料の寄贈及び交換に関すること
5　文献の複写に関すること

研究部事務室（TEL　075-753-7216）

1　所内研究者等の研究教育支援業務

2　刊行物（Publications of RIMS，プレプリント）に関すること

3　研究部門の事務にかかる連絡調整に関すること

4　インターネット RIMS ホームページ管理

5　科学研究費補助金に関する補助業務

研究部事務室（国際研究支援室）（TEL　075-753-7245）

1　外国人研究者等の受入に関すること

2　所内外国人研究者等の研究支援業務

6　定員及び現員の推移

定員の推移

年度＼区分	教　授	准教授	講　師	助　教	小　計	職　員	合　計
平成 28 年度	(2)13	14	0	13	(2)40	8	(2)48
平成 29 年度	(2)13	14	0	13	(2)40	8	(2)48
平成 30 年度	(2)13	14	0	12	(2)39	8	(2)47
平成 31/ 令和元年度	(2)13	14	0	11	(2)38	6	(2)44
令和 2 年度	(2)13	14	0	11	(2)38	6	(2)44
令和 3 年度	(2)13	14	0	10	(2)37	6	(2)43
令和 4 年度	(2)13	12	0	10	(2)35	6	(2)41

（注）（　）は国内客員で外数である。

現員の推移　　　毎年度４月１日現在

年度＼区分	教授	准教授	講師	助教	小計	特定助教	特定研究員	事務職員	技術職員	特定職員	再雇用職員	非常勤職員	小計	合計
平成29年度	(2) 12	9	4	10	(2) 35	4	–	[7] 4	2	–	[1]	[4] 16	[12] 26	(2) [12] 61
平成30年度	(2) 13	10	3	10	36	2	–	[7] 4	2	–	[1]	[3] 16	[11] 24	(2) [11] 60
平成31/令和元年度	(2) 12	(1) 11	3	8	34	1	1	[7] 4	2	1	[1]	[4] 18	[12] 27	(2) [12] 61
令和２年度	(1) 12	10	3	9	34	2	2	[7] 4	2	1	[1]	[4] 21	[12] 32	(1) [12] 66
令和３年度	13	13	3	10	39	1	2	[9] 2	2	1	1	[4] 25	[13] 34	[13] 73
令和４年度	12	13	3	10	38	4	4	[8] 2	2	1	1	[3] 22	[11] 36	[11] 74

(注) (　) は，国内客員で外数である。
[　] は，北部構内事務部発令の数理解析研究所勤務者で，外数である。
教員の現員数には，再配置定員，若手重点戦略定員を含む。

7　運　　営

全国の数理科学研究者による共同利用研究を遂行するためには，全国の研究者の意見が運営に十分反映されることが必要である。そのために本研究所は以下の組織によって運営されている。

協議員会

所長，教授及びその他若干名の京都大学教授より構成され，本研究所の重要事項を審議，決定する。

運営委員会

教授及び京都大学内外からの推薦に基づく研究者で構成される。数理解析研究所の運営に関する重要事項について所長の諮問に応じる。

専門委員会

教授，准教授，講師及び京都大学内外からの推薦に基づく研究者で構成され，共同利用研究に関する事項を審議する。

この他，所員の意見を反映するために，所内に各種の会議や委員会がある。

国際アドバイザー

国際的な数学・数理科学分野の動向を詳細に把握する学識経験者で構成され，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。

8　共同利用研究

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おり，1 年間に約 80 件の拠点事業を実施し，800 ～ 1,000 本の論文が発表されている。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。

数理解析研究所では，5 つの拠点事業種目（RIMS 共同研究（グループ型），RIMS 共同研究（公開型），RIMS 合宿型セミナー，RIMS 総合研究セミナー，RIMS 長期研究員），およびそれらの種目を有力研究者の中長期滞在と組み合わせて行う「訪問滞在型研究」を用意し，国際共同研究および若手研究者育成を意識した枠組みを設けている。拠点事業は種目により年 1 回，あるいは通年で研究計画を公募し，国内外から提案された計画は専門委員会，運営委員会で審査・採択を経て実施される。緊急かつ重要な計画については特別計画として効率よく実施することも可能となっている。

（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から 2 週間程度研究所において共同で研究を行う。

B　外国人研究者及び日本人研究者をともに 1 名以上含む 2 名から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。

C　外国人（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。

（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当研究所において 2 週間以上研究を行う。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。

（6）**訪問滞在型研究**

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。本研究計画では，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，緊急性や重要性の高い共同利用研究計画について，機動的に対応できるよう，時期を問わず運営委員が所長に提案できる**特別計画**の制度がある。

共同利用研究件数の推移

(平成 12 年度～令和３年度)

年　　度	個　人	短期（共）	研究集会	合宿型	合	計
	(長・短)	件　数	件　数	件　数	件　数	人　数
平成12年	4	24	49	−	77	3,982
平成13年	12	27	53	−	92	4,326
平成14年	6	24	48	−	78	3,836
平成15年	4	25	54	−	83	4,224
平成16年	1	25	46	−	72	3,730
平成17年	4	19*	60**	−	83	4,198
平成18年	5	20*	62**	−	87	4,355
平成19年	1	16*	56**	−	73	4,106
平成20年	2	21*	53**	4	80	3,993
平成21年	5	16*	58**	4	83	4,402
平成22年	0	18*	66**	6	90	4,795
平成23年	2	20*	57**	2	81	4,365
平成24年	3	23*	64**	4	94	4,828
平成25年	2	19*	69**	3	93	4,583
平成26年	1	22*	58**	2	83	3,884
平成27年	3	21*	57**	5	86	4,167
平成28年	3	21+	64++	4	92	3,951
平成29年	2	21+	55++	3	83	3,555
平成30年	1	19+	61++	4	85	3,874

* RIMS 共同研究　　+ RIMS 共同研究（グループ型）
** RIMS 研究集会　　++ RIMS 共同研究（公開型）

国際共同利用・共同研究拠点認定後

年　　度	長期研究員	共同研究(グループ型)	共同研究(公開型)	合宿型	総合研究	合	計
						件　数	人　数
令和 元年	1	19	64	5	2	91	4,130
令和２年	0	8	29	0	0	37	2,940
令和３年	0	24	56	0	5	85	6,737

※令和２年度以降はオンライン参加者を含む。

9 国際交流

共同利用・共同研究拠点（国際共同利用・共同研究拠点）としての本研究所の主要目的の一つは，国内の研究者に共同研究の機会と場を提供することであり，その活動状況は別項で説明したとおりであるが，これと並んで国際的研究拠点としての役割を担っていくのが，本研究所の目指す大きな目標の一つである。

このような目的のため，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。

また，1991 年より毎年企画されているプロジェクト研究（2018 年からは訪問滞在型研究）は，国際的共同研究の要素も強く，これによって来訪する海外研究者も多数にのぼる。

さらに，国際研究拠点の活動の一環として，Korean 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），The Center for Geometry and Physics, Institute for Basic Science（2020 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。

外国人研究者の受入—いろいろな受入方法があり，本研究所の 3 つの研究部門の外国人ポストに数ヶ月間客員教授として招へいする場合，他の方法で招へいする場合，あるいは外国人研究者が来日した機会に短期間，本研究所に滞在する場合などがある。なお，外国人留学生の受け入れ等も行っている（この状況については別表を参照）。

国際シンポジウムの開催—数カ国の研究者による国際シンポジウムや国際研究集会が何度か開かれたが，これらは今後ますます盛んになる趨勢にある。近年本研究所を訪問する外国人研究者は増加しつつあり，また，それぞれの機会に実施される共同利用研究計画も件数，参加人員とも急速に増加している。

外国人訪問者数（年度・国別）

年度 / 国名	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
アメリカ	85	95	70	87	98	53	90	111	63	130
イギリス	32	27	35	27	34	28	24	43	16	85
イタリア	10	8	10	7	10	7	15	16	3	42
インド	3	8	6	9	3	2	2	4	3	13
オーストラリア	6	0	6	5	14	7	17	17	3	22
カナダ	7	12	8	4	12	8	16	23	12	25
韓国	37	63	31	42	34	33	48	68	11	48
スウェーデン	4	0	0	0	3	8	2	2	1	7
中国	22	24	23	53	44	36	43	56	42	123
デンマーク	0	1	1	0	2	3	2	3	0	8
ドイツ	28	18	31	34	37	24	57	31	11	78
フランス	45	41	46	47	40	36	55	57	12	55
ロシア	10	8	26	9	8	4	16	8	2	16
その他諸国	109	119	101	95	106	79	120	145	151	208
合計（人）	398	424	394	419	445	328	507	584	330	860

※令和元年版より計上数の根拠を変更した。（学生等を含めた）

10　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）

本研究所では設立時から，新分野の教育，後継者の養成等を図るために大学院の教育を行っている。設立当初は，研究所で研究されている学問分野と関連の深い3専攻（数学専攻・物理学第1専攻・物理学第2専攻）に教員がそれぞれ所属し，それらの専攻の中で学生を教育していた。また，研究所で指導を受けている学生のためには研究所内に控室を設け，図書室その他の設備を利用できるようにした。こうして，従来常に十数名の学生が研究所で教育されていた。これらの学生のうち10名以上が，昭和49年当時，既に当研究所の助手又は講師に任用されており，また，他大学に就職したものもいる。

しかし，数理科学の基礎は，まとまった一つの専攻で教育されることが望ましい，という趣旨から，新しい専攻を設置して，それが中心となって大学院教育を実施することが計画された。

それ以前から（他の附置研究所と同様に）本研究所の 9 研究部門はそれぞれ 1 名ずつの学生定員の積算の基礎となっていたが，制度的には，当初，これはすべて数学専攻の学生とされていた。新専攻を設置するに当たって，この学生定員（各学年 9 名）を数理解析専攻の固有学生定員とすることとした。すなわち，数学専攻を分割して新しい専攻を作り出すことにしたのである。このようにして，数理解析専攻が昭和 50 年（1975 年）に設置され，同年 4 月 1 日に発足した。本研究所の教員がこの専攻の基本的な教員組織を構成し，これに理学部の教員若干が加わっていた。数理解析専攻は，理学研究科の中の一つの独立専攻であった。

平成 6 年度より，京都大学理学部・理学研究科の改組に伴い，数理解析専攻は，数学専攻と合わせて，組織上は一つの専攻（数学・数理解析専攻）になったが，その中の「数理解析系」として従来どおりの独立性を保って運営されており，本研究所の教員がこの数理解析系（以下，当系と略す）の教員組織を構成している。現在，当系の学生入学定員は修士課程 10 名，博士後期課程 10 名であり，研究者養成を目的とした教育を行っている。

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・作用素環論・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・最適化・離散数学・アルゴリズム論

当系の性格上，数学・数理解析専攻数学系，物理学・宇宙物理学専攻物理学第一分野及び物理学第二分野，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にあるものが多く，また，当系の授業科目の多くは，これらの専攻の内容と密接に関係していることから，学生が受講科目の選択に当たってこのことを考慮するよう，履修指導が行われている。

当系の運営は数理解析系内規，数理解析系会議内規，数理解析系学位内規等に基づき，数理解析系会議が行っている。

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。

令和 3 年度から令和 5 年度入学修士課程入学試験は、新型コロナウイルス感染症の影響を受け，筆答試問は行わず，書類審査とオンラインによる口頭試問によって実施した。

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。更に，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。

蔵　書　冊　数

洋図書	99,000 冊	洋雑誌	1,460 種
和図書	8,162 冊	和雑誌	134 種
計	107,162 冊	計	1,594 種

令和 4 年 4 月 1 日現在

12　附属計算機構研究施設

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，中国語やハングル語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，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。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。

13　数理解析研究交流センター

国内外の優れた研究者に共同研究を実施する環境を提供し研究交流を推進するため，平成 24 年 4 月に旧数理解析先端研究センターを基礎として発足した。特任教員は有給または無給とし，所員に準じた研究環境で，2 〜 3 ヶ月から 5 年の任期の間，所員との連携のもと，研究に従事する。

14　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 月に設置された。数学の応用を目指す。

15　次世代幾何学国際センター

広く次世代の幾何学の研究を推進し，新しい数学の国際的認知度向上のために研究成果を広く世界に向け情報発信するとともに，国内外の若手研究者など多様な人材の育成を行うため，令和 4 年 4 月 1 日に設置された。

16　予算概要

支出状況

(単位：千円)

区　　分	令和元年度	令和２年度	令和３年度
運営費交付金	703,302	676,346	760,357
（内訳）人件費	407,115	395,404	442,952
物件費	296,187	280,942	317,405
科学研究費補助金	103,235	103,276	190,803
受託研究・受託事業	21,779	19,844	29,126
共同研究	3,862	13,580	18,621
寄附金	857	6,017	11,933
合　　計	833,035	819,063	1,010,840

＊外部資金は間接経費を含めた受入額を計上している。

第2部　現　　況

1　所　　員（令和4年4月1日現在）

1−1　所　　長

所長	教授	東大理博	小野　薫	
副所長	教授	京大博（理）	大木谷　耕司	

1−2　教育職員

基礎数理研究部門	教授	東大博（数理科学）	大槻　知忠
	教授	東大理博	小野　薫
	教授	京大博（理）	望月　拓郎
	教授	東大博（数理科学）	中西　賢次
	准教授	東大理博	中山　昇
	准教授	京大博（理）	入江　慶
	講師	東大博（数理科学）	山下　剛
	助教	京大博（理）	石川　勝巳
	助教	京大博（理）	石川　卓
	助教	東大修（数理科学）	山下　真由子
	助教	京大博（理）	辻村　昇太
無限解析研究部門	教授	京大博（理）	玉川　安騎男
	教授	Ph.D.（プリンストン大学）	望月　新一
	教授	名大博（数理）	荒川　知幸
	教授	京大博（理）	並河　良典
	准教授	東大理博	河合　俊哉
	准教授	東大博（理）	竹広　真一
	准教授	京大博（理）	星　裕一郎
	准教授	Ph.D.（オックスフォード大学）	CROYDON, David
	准教授	京大博（情報）	梶野　直孝
	助教	Ph.D.（ハンブルグ大学）	HELMKE, Stefan
	助教	東大博（工）	大浦　拓哉
	助教	Ph.D.（シカゴ大学）	越川　皓永
	特定助教	京大博（理）	陽（Yang）　煜（Yu）
	特定助教	京大博（理）	南出　新
	特定助教	京大博（理）	澤田　晃一郎

応用数理研究部門	教授	Ph.D.(エディンバラ大学)	長谷川 真人
	教授	東大博(数理科学)	小澤 登高
	教授	京大博（工)	牧野 和久
	教授	京大博（理)	大木谷 耕司
	准教授	東大博(数理科学)	川北 真之
	准教授	東大博(情報理工学)	小林 佑輔
	准教授	京大博(理)	石本 健太
	准教授	Ph.D.(トロント大学)	河村 彰星
	准教授	東大博(数理科学)	磯野 優介
	講師	京大博（理)	岸本 展
	講師	Ph.D.(マサチューセッツ工科大学)	譚(Tan) 福成(Fucheng)
	助教	京大博（理)	疋田 辰之
	助教	Ph.D.(バーミンガム大学)	室屋 晃子
	助教	京大博（理)	藤田 遼
	特定助教	京大博（理)	蛭田 佳樹
附属計算機構研究施設	施設長	(併任)	長谷川 真人
	准教授	慶応大博（哲学)	照井 一成
数理解析研究交流センター	特任教授	京大理博	向井 茂
	特任教授	京大理博	山田 道夫
	特任教授	京大理博	齋藤 盛彦
	特任准教授	京大博（理)	川ノ上 帆
	教授	(併任)	望月 拓郎
	准教授	(併任)	川北 真之
	准教授	(併任)	竹広 真一
数学連携センター	センター長	(併任)	小野 薫
	特任教授	京大博（理)	熊谷 隆
	特任教授	京大理博	國府 寛司
	特任教授	京大博（理)	坂上 貴之
	特任教授	京大医博	松田 文彦
	特任教授	阪大博（理)	平岡 裕章
	教授	(併任)	大槻 知忠
	教授	(併任)	牧野 和久
	准教授	(併任)	小林 佑輔
	准教授	(併任)	河村 彰星

次世代幾何学国際センター	センター長	（併任）	望月新一
	副センター長	（併任）	玉川安騎男
	特任教授	京大理博	柏原正樹
	特任教授	京大理博	森重文
	特任教授	東大理博	中島啓
	特任助教	京大博（理）	陽（Yang）煜（Yu）
	特任助教	京大博（理）	南出新
	特任助教	京大博（理）	澤田晃一郎
	教授	（併任）	望月拓郎
	教授	（併任）	小野薫
	教授	（併任）	荒川知幸
	教授	（併任）	小澤登高
	教授	（併任）	大槻知忠
	教授	（併任）	中西賢次
	教授	（併任）	並河良典
	教授	（併任）	長谷川真人
	教授	（併任）	牧野和久
	教授	（併任）	大木谷耕司
	准教授	（併任）	星裕一郎
	講師	（併任）	山下剛
	助教	（併任）	辻村昇太

1−3　事務職員等

事務長		奥山諭
総務掛	（掛長）	岡田淳志
	（掛員）	松本千怜
共同利用掛	（掛長）	志村創
	（専門職員）	髙田早津紀
	（主任）	中西瑞穂
図書掛	（掛長）	小堀淳子
	（主任）	坂根弘子

研究部事務室	（主任）		矢　口　真由美
	（主任）		内　田　香　織
		特　定　職　員	鬼　束　史　子
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

※令和３年度版より定員内職員のみの記載とした。

２　名誉教授

理　　博	一　松　　　信	（平成 元. 4. 1 授与）
京大理博 Ph.D.（ハーバード大学）	廣　中　平　祐	（平成 3. 5.28 授与）
東大理博	佐　藤　幹　夫	（平成 4. 4. 1 授与）
京大理博 Ph.D.（プリンストン大学）	荒　木　不二洋	（平成 8. 4. 1 授与）
京大理博	中　西　　　襄	（平成 8. 4. 1 授与）
京大理博	山　﨑　泰　郎	（平成 9. 4. 1 授与）
東大工博	森　　　正　武	（平成 13. 7. 3 授与）
東大理博	伊　原　康　隆	（平成 14. 4. 1 授与）
Ph.D.（ゲッティンゲン大学）	齋　藤　恭　司	（平成 20. 4. 1 授与）
京大理博	河　合　隆　裕	（平成 20. 4. 1 授与）
京大理博	柏　原　正　樹	（平成 22. 4. 1 授与）
東大理博	髙　橋　陽一郎	（平成 22. 4. 1 授与）
京大工博	藤　重　　　悟	（平成 24. 4. 1 授与）
京大理博	森　　　重　文	（平成 28. 4. 1 授与）
東大理博	岡　本　　　久	（平成 29. 4. 1 授与）
東大理博	中　島　　　啓	（平成 30. 4. 1 授与）
京大理博	室　田　一　雄	（平成 31. 2.19 授与）
京大理博	向　井　　　茂	（平成 31. 4. 1 授与）
京大理博	山　田　道　夫	（令和 2. 4. 1 授与）
京大博（理）	熊　谷　　　隆	（令和 4. 4. 1 授与）

3　委　　員（令和4年4月1日現在）

3−1　協議員（令和3年4月1日より任期2年）

京都大学数理解析研究所	所長・教授	小野　　薫
同	教　　授	大槻知忠
同	同	望月拓郎
同	同	中西賢次
同	同	玉川安騎男
同	同	望月新一
同	同	並河良典
同	同	荒川知幸
同	同	長谷川真人
同	同	小澤登高
同	同	牧野和久
同	同	大木谷耕司
京都大学大学院理学研究科	同	森脇　　淳
同	同	國府寛司
京都大学大学院情報学研究科	同	山下信雄
京都大学大学院工学研究科	同	髙田　　滋
京都大学基礎物理学研究所	同	青木愼也

3−2　運営委員（令和3年9月1日より任期2年）

京都大学数理解析研究所	教授・所長	小野　　薫
同	教　　授	大槻知忠
同	同	望月拓郎
同	同	中西賢次
同	同	並河良典
同	同	玉川安騎男
同	同	望月新一
同	同	荒川知幸
同	同	長谷川真人
同	同	小澤登高
同	同	牧野和久
同	同	大木谷耕司

京都大学基礎物理学研究所	教授	早川尚男
京都大学大学院理学研究科	教授・研究科長	國府寛司
京都大学大学院工学研究科	教授	髙田滋
京都大学高等研究院	特別教授・院長	森重文
東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構	教授	伊藤由佳理
東京大学大学院情報理工学系研究科／北海道大学化学反応創成研究拠点	教授／特任教授	岩田覚
大阪公立大学数学研究所	教授・所長	大仁田義裕
学習院大学理学部	教授	岡本久
東北大学大学院理学研究科	教授	小川卓克
早稲田大学理工学術院	教授	小澤徹
九州大学数理学研究院	教授	金子昌信
国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系	教授	河原林健一
早稲田大学理工学術院	教授	熊谷隆
九州大学	名誉教授	小磯深幸
明治大学総合数理学部・先端数理科学インスティテュート	専任教授	河野俊丈
早稲田大学理工学術院／東北大学数理科学連携研究センター	教授	小薗英雄
武蔵野大学工学部・数理工学センター	特任教授・センター長	坪井俊
法政大学理工学部	教授	寺杣友秀
大阪大学	名誉教授	日比孝之
東京大学大学院理学系研究科	教授	常行真司
情報・システム研究機構 統計数理研究所	理事・所長	椿広計
九州大学	理事・副学長	谷口倫一郎

3−3　専門委員（令和３年９月１日より任期２年）

京都大学数理解析研究所	教授・所長	小野薫
同	教授	大槻知忠
同	同	望月拓郎
同	同	中西賢次
同	同	並河良典
同	同	玉川安騎男

同	同	望月新一
同	同	荒川知幸
同	同	長谷川真人
同	同	小澤登高
同	同	牧野和久
同	同	大木谷耕司
同	准教授	中山昇
同	同	入江慶
同	同	河合俊哉
同	同	竹広真一
同	同	星裕一郎
同	同	CROYDON, David
同	同	梶野直孝
同	同	川北真之
同	同	小林佑輔
同	同	石本健太
同	同	河村彰星
同	同	磯野優介
同	同	照井一成
同	講師	山下剛
同	同	岸本展
同	同	譚福成（Tan Fucheng）
京都大学基礎物理学研究所	教授	早川尚男
京都大学大学院理学研究科	教授	國府寛司
京都大学大学院工学研究科	教授	髙田滋
京都大学高等研究院	特別教授･院長	森重文
京都大学大学院理学研究科	教授	池田保
京都大学大学院理学研究科	教授	橋本幸士
京都大学大学院情報学研究科	教授	田中利幸
東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構	教授	伊藤由佳理
東京大学大学院情報理工学系研究科／北海道大学化学反応創成研究拠点	教授／特任教授	岩田覚
大阪公立大学数学研究所	教授・所長	大仁田義裕

学習院大学理学部	教授	岡本　久
東北大学大学院理学研究科	教授	小川卓克
早稲田大学理工学術院	教授	小澤　徹
九州大学数理学研究院	教授	金子昌信
国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系	教授	河原林健一
早稲田大学理工学術院	教授	熊谷　隆
九州大学	名誉教授	小磯深幸
明治大学総合数理学部・ 先端数理科学インスティテュート	専任教授	河野俊丈
早稲田大学理工学術院／ 東北大学数理科学連携研究センター	教授	小薗英雄
武蔵野大学工学部・数理工学センター	特任教授･センター長	坪井　俊
法政大学理工学部	教授	寺杣友秀
大阪大学	名誉教授	日比孝之
東京大学大学院理学系研究科	教授	常行真司
情報･システム研究機構 統計数理研究所	理事・所長	椿　広計
九州大学	理事・副学長	谷口倫一郎
東京大学大学院数理科学研究科	教授	会田茂樹
東京大学大学院数理科学研究科	教授	伊山　修
北海道大学大学院理学研究院	教授	岩﨑克則
中部大学工学部	教授	長田博文
東京大学大学院数理科学研究科	教授	小林俊行
九州大学マスフォアインダストリ研究所	教授・所長	佐伯　修
九州大学マスフォアインダストリ研究所	教授	白井朋之
名古屋大学多元数理科学研究科	教授	杉本　充
大阪大学大学院情報科学研究科	教授	杉山由恵
名古屋大学大学院多元数理科学研究科	教授	納谷　信
東京大学大学院数理科学研究科	教授	山本昌宏
東京大学大学院数理科学研究科	教授	吉田朋広
日本大学文理学部	教授	森山園子
NTT 基礎数学研究センタ／ 科学技術振興機構 研究開発戦略センター	数学プリンシパル ／上席フェロー	若山正人
理化学研究所開拓研究本部	主任研究員	古﨑　昭
明治大学研究・知財戦略機構	研究特別教授	萩原一郎

東京大学大学院工学系研究科	教授	越塚誠一
関西学院大学工学部	教授	徳山豪
大阪大学大学院工学研究科／北陸先端科学技術大学院大学	教授	宮地充子

4　所員の研究活動

令和4年4月1日現在専任の教員につき，各人がまとめた研究活動の近況及び研究内容の概要を掲載する。各々原則として10編以内の最近発表された論文あるいは著書（古い代表的なものを含める場合もある）を掲げている。ただし論文の場合は，題，雑誌名略号（Mathematical Reviews に準拠する）又は掲載書籍名とその出版社，巻，年（西暦），ページを，また，著書の場合は，題，出版社名，年（西暦）を記す。

教授　荒川　知幸（表現論）

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，最近に頂点代数と高次元の場の理論との新しい関係が最近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。さらに，Gaitsgory 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，我々が得た結果［1-4］などにより，W 代数の理解と格段に進んだ。さらに最近得た Thomas Creutzig と Andrew Linshaw との共同研究の結果［7］が加わり，少なくとも主冪零軌道に付随する W 代数に関しては応用段階に入ったと言うことができる。さらに A 型の全ての冪零軌道と DE 型の副正則冪零軌道に付随する例外 W 代数の有理性を証明することにも成功した（[9]）。

一方，（全く別の動機で行った）Anne Moreau との共同研究［5］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 4D/2D 双対性において四次元の $N=2$ 超対称性超共型場理論のヒッグス枝として現れるという，驚くべき関係を明らかにした。これを受け，［6］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シューア指数が保型性を持つことを示した。続いて，論文［10］では，四次元理論におけるクラス S 理論に対応する頂点代数を構成しすることに成功し，さらに Braverman-Finkelberg- 中島によってその存在が証明された，Moore- 立川シンプレクティック多様体との関係を明らかにした。

また，論文［8］では，Gaitsgory 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］ Representation Theory of Superconformal Algebras and the Kac-Roan-Wakimoto Conjecture, *Duke Math. J.*, Vol. 130 (2005), No. 3, 435-478.

［2］ Representation Theory of W-Algebras, *Invent. Math.*, Vol. 169 (2007), no. 2, 219-320.

［3］ Rationality of W-algebras; principal nilpotent cases, *Ann. Math.*, 182 (2015), 565-604.

［4］ Rationality of admissible affine vertex algebras in the category $\mathcal{O}$, *Duke Math. J.*, Vol.165, No.1 (2016), 67-93.

［5］ (with A. Moreau) Joseph ideals and lisse minimal W-algebras, *J. Inst.Math. Jussieu*, 17 (2018), no. 2, 397-417.

［6］ (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.

［7］ (with T. Creutzig and A. Linshaw) W-algebras as coset vertex algebras, *Invent. Math.*, October 2019, Volume 218, Issue 1, pp 145-195.

［8］ (with E. Frenkel) Quantum Langlands duality of representations of W-algebras, *Compos. Math.*, Volume 155, Issue 12, December 2019, 2235-2262.

［9］ (with J. van Ekeren) Rationality and Fusion Rules of Exceptional W-Algebras, to appear in *J. Eur. Math. Soc.*

［10］ Chiral algebras of class S and Moore-Tachikawa symplectic varieties, arXiv:1811.01577 [math.RT].

教授　大木谷　耕司（流体力学，特に乱流理論の研究）

乱流や渦運動などの流体運動を支配する，ナビエ－ストークス方程式，および類似の方程式の性質を，数理解析，数理的なモデル化，およびその数値実験によって研究している。

・正則性の判定基準

多次元 Burgers 方程式は，ポテンシャル流の仮定の下で Cole-Hopf 変換によって線形化でき，可積分となる。同様の変換を，ベクトルポテンシャルで書かれた Navier-Stokes 方程式［1］に適用することで，外力を伴った熱方程式に変換できる。非線形性は外力にのみ現れるため，この‘外力項’がよい性質を持つと仮定すれば，Feynman-Kac 公式によって積分方程式に書き換えることができる。こうして，Navier-Stokes 方程式の解の正則性の 1 つの判定基準（Serrin 条件と同等のもの）が得られる。この定式化に基づき，‘外力項’の振る舞いを数値計算によって調べ，解の near-singularity との関連を議論した［2, 3］。

・後方自己相似性への応用

最近は，非圧縮性 Navier-Stokes 方程式の自己相似解に興味を持って研究を進めている。一連の研究で，スケール不変性が臨界となる 2 種類の場合を区別することが重要であることが分かって来た［4, 5, 6］。第 1 の種類は，通常の決定論的 Navier-Stokes 方程式に関連し，3 次元流ではベクトルポテンシャルを従属変数に取るときに現れる。このとき，動的スケール変換の下で，Navier-Stokes 方程式に付加される項はドリフト項のみで‘最も少なく’なり，その線形化は Ornstein-Uhlenbeck 演算子となる。他方，第 2 種は，統計的な意味での Navier-Stokes 方程式に関連する。渦度勾配で Navier-Stokes 方程式を記述するとき，動的スケール変換の下で，それに付加項は保存型をなすという意味で‘最も多く’なり，その線形化は Fokker-Planck 演算子である［7］。ベクトルポテンシャルによる基礎方程式を，確率過程（ブラウン運動）を用いて積分方程式に形式的に書き直した上で，確率測度の変換により，ドリフト項を消去することを考えた。その結果，もし解の爆発があるならば，よく似た積分方程式が，まったく異なる振る舞いをしなければならない事が分かる［4, 5, 6］。

・前方自己相似解の研究（**3** 次元流のプロファイルの決定問題）

動的な前方スケール変換を，Navier-Stokes 方程式に施して得られる方程式の解が定常解を持てば，それは自己相似解を与える。そのプロファイルが，減衰終期の解の挙動を決める。2 次元流では，第 1 種臨界性は，流れ関数を用

いる時に現れ，第 2 種臨界性は，スカラー渦度に現れる。この場合，大域正則解の存在は知られていて，長時間極限で解は Burgers 渦と呼ばれる自己相似解で表せる。

3 次元流でも，前方自己相似解の存在は，いくつかの関数クラスで存在が知られていて，長時間極限におけるプロファイルを，半群を用いて評価できることが知られている。この極限では，非線形項は粘性散逸項に比べ小さいため，摂動論的な取り扱いが利用できる。渦度勾配を従属変数に採用する時，最低次の近似で，自己相似解は（非圧縮性を除いて）Gauss 関数そのもの，と簡単になる。即ち，求めるプロファイルは，Gauss 関数の near-identity である。当面の目標は，渦度勾配を変数にとり，自己相似の関数形を逐次近似により具体的に決定することである［8］。また，1 次元 Burgers 方程式に関して，よく知られている源泉型ではない自己相似解について吟味し，それが合流型超幾何関数の 1 種で表せることを注意した［9］。

• 全空間における乱流

従来，境界を持たない流れに対する Navier-Stokes 方程式の数値解析的研究では，数値計算精度の有利さからほとんどが周期境界条件下で行われてきた。一方，積分核が陽に書けるなどの理由で，理論上は全空間で非周期流を取り扱うことも多い。その際，圧力項に伴う非局所性は強くはないと考え，両者の解の性質に大差は無かろうと仮定するのが慣例である。しかし，そのような比較を実際に行った数値計算の報告は見当たらない。

そこで，非周期境界の場合の乱流を直接数値計算によって調べ，その相似則などを周期流の場合と比較することが興味ある問題となる。

• ***Navier-Stokes* と *Burgers* 方程式の補間**

多次元 Burgers 方程式は，ポテンシャル流の仮定の下で熱方程式に帰着できるという意味で可積分である（いわゆる Cole-Hopf 線型化）。他方，Navier-Stokes 方程式は可積分ではないと考えられている。例えば，2 次元流の場合，Navier-Stokes 方程式の移流項の速度勾配を 90 度回転させることで，Burgers 方程式と等価な系が得られる。そこで，回転角を連続的に変化させることによって，一般化された非圧縮性流体力学が得られる。こうして，可積分系とそうではない系の性質を連続パラメターによって接続し，比較することができる。3 次元流についても，同様な一般化が可能である。

• 乱流統計理論の基礎づけ

乱流の統計力学が存在するならば，Hopf-Foias による汎関数定式化で記述できると考えられる［7, 10］。しかしながら，そのような一般的な定式化は，

慣例的な乱流理論とはかけ離れている。そこで，例えば，乱流の重要な性質の 1 つである，非粘性極限におけるエネルギー消散異常に注目し，一般的な定式化でどのように表現されるかを調べることは興味深い問題である。

［1］ K. Ohkitani,“Dynamical equation for velocity potentials in incompressible irrotational Euler flows with singular vorticity distributions : a refinement of Bernoulli theorem,”Phys. Rev. E. **92**, 033010 (2015).

［2］ K. Ohkitani, “Analogue of the Cole-Hopf transform for the incompressible Navier-Stokes equations and its application,” Journal of Turbulence, **18** (2017), 465-479.

［3］ R. Vanon and K.Ohkitani, “Applications of a Cole-Hopf transform to the 3D Navier–Stokes equations,”J. Turbulence **19**(2018) 1-12.

［4］ K. Ohkitani, “Near-invariance under dynamic scaling for the Navier-Stokes equations in critical spaces: a probabilistic approach to regularity problems,”J. Phys. A: Math. Theor., **50** (2017) 045501.

［5］ K. Ohkitani, “Cole-Hopf-Feynman-Kac formula and quasi-invariance for Navier-Stokes equations,”J. Phys. A: Math. Theor., **50** (2017) 405501.

［6］ K. Ohkitani, “Quasi-invariance for the Navier-Stokes equations,” in *Partial Differential Equations and Fluid Mechanics,* LMS Lecture Notes Series 452, Cambridge University Press. ed. C. Fefferman, J.C. Robinson, and J.L. Rodrigo (2018).

［7］ K. Ohkitani, “Study of the Hopf functional equation for turbulence: Duhamel principle and dynamical scaling,” Phys. Rev. E **101** (2020) 013104.

［8］ K. Ohkitani and R. Vanon, “Self-similar source-type solutions to the three-dimensional Navier–Stokes equations,” Proc. R. Soc. A. **478**(2022) 20210527.

［9］ K. Ohkitani, “Self-similarity in turbulence and its applications,”Phil. Trans. R. Soc. A **380**(2022) 20210048.

［10］ K. Ohkitani, “Remarks on the principles of statistical fluid mechanics,” Phil. Trans. R. Soc. A **380**(2022) 20210077.

教授　大槻　知忠（位相幾何学）

結び目と 3 次元多様体の不変量について研究している。

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。その後

の 20 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ったが，この分野に関してその 20 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，筆者は未解決問題集［9, 10］を編集したが，未解決問題の中でも「同変不変量」「体積予想」「数論との関連」など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（この不変量は 1 の N 乗根における結び目の色つき Jones 多項式に等しい）の極限に双曲体積が現れることを主張する予想である。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，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。筆者は Kashaev 不変量の漸近展開を比較的簡単ないくつか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。また，その漸近挙動の第 2 項（準古典極限の項）は Reidemeister torsion であるとおもわれ，筆者は多くの結び目でこれを確認した。さらに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る。また，最近，閉 3 次元双曲多様体の量子不変量に対しても体積予想が定式化され，筆者はいくつかの 3 次元多様体に対してその体積予想が成り立つことを証明した。最近，双曲結び目に対して定義されている 3D index という不変量は，それらの問題に関連するとおもわれ，これについて調べることをめざしている。

［1］ (with T. Takata) *On the Kashaev invariant and the twisted Reidemeister torsion of two-bridge knots*, Geometry and Topology **19** (2015) 853-952.

［2］ *On the asymptotic expansion of the Kashaev invariant of the 5_2 knot*, Quantum Topology **7** (2016) 669-735.

［3］ *On the On the asymptotic expansion of the Kashaev invariant of the hyperbolic knots with seven crossings*, Internat. J. Math. **28** (2017), no. 13, 1750096, 143 pp.

［4］ *On the asymptotic expansion of the quantum SU(2) invariant at* $\boldsymbol{q} = \exp(4\pi\sqrt{-1}/N)$ *for closed hyperbolic 3-manifolds obtained by integral surgery along the figure-eight knot*, Algebraic & Geometric Topology **18** (2018) 4187-4274.

［5］ (with T. Takata) *On the quantum SU(2) invariant at* $\boldsymbol{q}=\exp(4\pi\sqrt{-1}/N)$ *and the* *twisted Reidemeister torsion for some closed 3-manifolds*, Commun. Math. Phys. **370** (2019) 151-204.

［6］ *On the Bloch groups of finite fields and their quotients by the relation corresponding to a tetrahedral symmetry*, preprint, 2021, http://hdl.handle.net/2433/261762

［7］ *Quantum invariants, —A study of knots, 3-manifolds, and their sets*, Series on Knots and Everything, **29**. World Scientific Publishing Co., Inc., 2002

［8］ 大槻知忠,「結び目の不変量」, 共立出版, 2015 年

［9］ T. Ohtsuki (ed.), *Problems on invariants of knots and 3-manifolds*, Invariants of knots and 3-manifolds (Kyoto 2001), 377-572, Geom. Topol. Monogr. **4**, Geom. Topol. Publ., Coventry, 2004.

［10］ T. Ohtsuki (ed.), *Problems on Low-dimensional Topology 2021*, RIMS Kokyuroku **2191** (2021) 153-163.

教授　小澤　登高（作用素環と解析学的群論）

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は，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「解析学的群論」の標語のもと，（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 らとの共同研究［2］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実質的に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［3］。これを発展させた Erschler との共同研究［4］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。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) の純代数学的な特徴づけを得た［1］。Kaluba ら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 Aut($\boldsymbol{F}_5$) 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［5］。Aut($\boldsymbol{F}_d$) が Kazhdan の性質 (T) を持つか否かは長年懸案の問題であった。この解決により，実験数学及び工業数学において使われている積置換アルゴリズムが高性能であることが理論的に保証された。積置換アルゴリズムは有限群においてランダムサンプリングを行うアルゴリズムであるが，ランダムサンプリングのために何回シャッフルするのがもっとも効率的なのかについての理論的な考察を行った。部分的な結果として Ramanujan ランダムウォークがカットオフ現象を示すことの関数解析的な証明を得た［8］。

［0］ N. P. Brown and N. Ozawa; C*-algebras and finite-dimensional approximations. Graduate Studies in Math., 88. American Mathematical Society, 2008, 509 pp.

［1］ N. Ozawa; Noncommutative real algebraic geometry of Kazhdan's property (T). J. Inst. Math. Jussieu, 15 (2016), 85-90.

［2］ E. Breuillard, M. Kalantar, M. Kennedy, and N. Ozawa; C*-simplicity and the unique trace property for discrete groups. Publ. Math. I.H.É.S., 126 (2017), 35-71.

［3］ N. Ozawa; A functional analysis proof of Gromov's polynomial growth theorem. Ann. Sci. Éc. 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. Kaluba, P. Nowak, and N. Ozawa; Aut($\boldsymbol{F}_5$) has property (T). Math. Ann., 375 (2019), 1169-1191.

［6］ M. Mori, N. Ozawa; Mankiewicz's theorem and the Mazur-Ulam property for C*-algebras. Studia Math., 250 (2020), 265-281.

［7］ J. Bannon, A. Marrakchi, N. Ozawa; Full factors and co-amenable inclusions. Comm. Math. Phys., 378 (2020), 1107-1121.

［8］ N. Ozawa; An entropic proof of cutoff on Ramanujan graphs. Electron.

Commun. Probab., Volume 25 (2020), paper no. 77. 8 pp.
[9]　N. Ozawa and Y. Suzuki; On characterizations of amenable C*-dynamical systems and new examples. Selecta Math. (N.S.), 27 (2021), Article number: 92. 29pp.

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いたが，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［4］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［6］。

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，太田氏と研究し［7］，それを具体的な場面に応用することで Hamilton 微分同相写像で displace できない Lagrange トーラスの記述に関する成果を得た［8], [9], [10］。Lagrange 部分多様体の Floer 理論は，深谷圏の基盤であり，ホモロジー的ミラー対称性の研究に不可欠である。上述の研究に引き続き，トーリック多様体のホモロジー的ミラー対称性に関する研究成果を論文あるいは preprint として順次纏めて発表している。

上に書いた研究は，1996 年の深谷賢治氏との共同研究による倉西構造と仮

想的基本類・仮想的基本鎖の理論に基礎を置いている。この理論の詳細を含む expository articles を深谷氏，Oh 氏，太田氏とともに書き，順次公表している。

［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］ Lagrangian intersection under legendrian deformations, Duke Math. J. 85 (1996), 209-225.

［4］ Arnold conjecture and Gromov-Witten invariants, (with K. Fukaya), Topology 38 (1999), 933-1048.

［5］ Simple singularities and symplectic fillings, (with H. Ohta), J. Differential Geom. 69 (2005), 1-42.

［6］ Floer-Novikov cohomology and the flux conjecture, Geom. Funct. Anal. 16 (2006), 981-1020.

［7］ 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.

［8］ Lagrangian Floer theory on compact toric manifolds I, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), Duke Math. J. 151 (2009), 23-174.

［9］ Lagrangian Floer theory on compact toric manifolds II, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), Selecta Math. New Series, 17 (2011), 609-711.

［10］ 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, no13, 2942-2993, DOI 10.1093/imrn/rnr128.

［11］ Symplectic fillings of links of quotient surface singularities, (with M. Bhupal), Nagoya Math. J. 207 (2012), 1-45.

［12］ Displacement of polydisks and Lagrangian Floer theory, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), J. Symp. Geom. 11 (2013), 231-268.

［13］ Lagrangian Floer theory and mirror symmetry on compact topic manifolds, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), Astérisque 376, Société Mathématique de France, 2016.

［14］ Spectral invariants with bulk, quasi-morphisms and Lagrangian Floer theory, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), Memoir of Amer. Math. Soc. 1254, Amer. Math. Soc. 2019.

［15］ Kuranishi Structures and Virtual Fundamental Chains, (with K. Fukaya, Y.-G. Oh, H. Ohta), Springer Monographs in Mathematics, Springer Nature Singapore, 2020.

教授　玉川　安騎男（整数論，数論幾何学の研究）

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，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。本研究所では，望月新一，星裕一郎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）を軸として活発に研究が進められ，当該分野を世界的にリードしている。特に，曲線の遠アーベル幾何に関して，当該所員は，これまでに有限体上の結果，有理数体上有限生成な体上の結果，正標数代数閉体上の結果を得てきた。

以下では，当該所員が近年得た，いくつかの結果を簡単に紹介する。

・（M. Saïdi との共同研究）　有限体上の曲線やその関数体の遠アーベル幾何に関し，素数の無限集合∑である条件を満たすものに対して幾何的基本群を最大副∑商に置き換えた場合の結果（[2]［5］など）を証明した。また，有限生成体上の曲線に対するセクション予想に関連して，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た（[9]）。最近では，大域体の遠アーベル幾何に関し，ガロア群を最大 m 次可解商に置き換えた場合の結果を得，さらに素体上有限生成な体の場合に拡張した（論文 1 編掲載決定済，3 編準備中）。

・（A. Cadoret との共同研究）　有理数体上有限生成な体上の曲線の数論的基本群の l 進ガロア表現で幾何的基本群の像がある種の弱い条件を満たすものが与えられた時，その表現を曲線の（剰余次数を制限した）閉点の分解群に制限して得られるガロア表現の像の下界の存在を証明した。素数 l を走らせた時の l 進表現系や法 l 表現系の像の幾何的部分のふるまいについても考察し，種数やゴナリティーの発散性や像の l 独立性などに関する結果を証明した（[6][7] など）。最近では，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 の問題についての結果（論文投稿中），概テイム版 Bertini 定理（論文準備中），淡中圏論的 Chebotarev 密度定理（論文投稿中）などを証明した。

・（A. Cadoret，C. Hui との共同研究）　上述の法 l 表現系に関する Cadoret との共同研究の発展として，幾何的モノドロミーの法 l 半単純性についての強い結果を得た（[4]）。また, Grothendieck-Serre/Tate 予想（Tate 予想＋半単純性予想）

の $\mathbb{Q}_l$ 係数版と $\mathbb{F}_l$ 係数版の間の比較（論文投稿中）や l 進表現系の整半単純性および超積係数のモノドロミーの研究（論文準備中）を行った。

・（C. Rasmussen との共同研究）3 点抜き射影直線の副 l 基本群の上の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 $K(\xi_l)$ 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，$[K:\mathbb{Q}]\leq 3$，$g=1$ の場合，$K=\mathbb{Q}$，$g\leq 3$ の場合，及び一般 Riemann 予想の仮定下での K：一般，g：一般の場合などに肯定的解決を得た（[1]）。また，関連して，2 の外で不分岐な主偏極アーベル曲面の 2 冪ねじれ点の研究（[3]）や射影直線の l 冪次巡回被覆のヤコビ多様体の l 冪ねじれ点の研究（[8]）を行った。

［1］ *Arithmetic of abelian varieties with constrained torsion*, Transactions of the American Mathematical Society **369** (2017), no. 4, 2395-2424 (with Christopher Rasmussen).

［2］ *A refined version of Grothendieck's birational anabelian conjecture for curves over finite fields*, Advances in Mathematics **310** (2017), 610-662 (with Mohamed Saïdi).

［3］ *Abelian surfaces good away from 2*, International Journal of Number Theory **13** (2017), no. 4, 991-1001 (with Christopher Rasmussen).

［4］ *Geometric monodromy — semisimplicity and maximality*, Annals of Mathematics (2) **186** (2017), no. 1, 205-236 (with Anna Cadoret and Chun Yin Hui).

［5］ *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).

［6］ *On the geometric image of $\mathbb{F}_\ell$-linear representations of étale fundamental groups*, International Mathematics Research Notices **2019** (2019), no. 9, 2735-2762 (with Anna Cadoret).

［7］ *Genus of abstract modular curves with level-ℓ structures*, Journal für die reine und angewandte Mathematik **752** (2019), 25-61 (with Anna Cadoret).

［8］ *Cyclic covers and Ihara's question*, Research in Number Theory **5** (2019), no. 4, 33, 23 pp. (with Christopher Rasmussen).

［9］ *On the arithmetic of abelian varieties*, Journal für die reine und angewandte Mathematik **762** (2020), 1-33 (with Mohamed Saïdi).

[10] *Correspondences on curves in positive characteristic*, Contemporary Mathematics **767** (2021), 97-114.

教授　中西　賢次（偏微分方程式）

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態の解析のため，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，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［10］。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 Strichatz 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［9］。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［6］。また，球対称性 Strichartz 評価の正則化を利用して，4 次元 Zakharov 系に対して基底状態以下のエネルギーを持つ球対称解を，散乱と（弱い意味の）爆発に分類した［2］。4 次元 Zakharov 系はエネルギー集約現象について，上記の端点 Strichartz 評価が絡んだ複雑なエネルギー臨界性を呈するが，この論文では波動方程式の解をポテンシャルとする Schrödinger 方程式に対する一様 Strichartz 評価という新しい手法を開発した。更に球対称で

ない場合についても，双線形の端点 Strichartz 評価を利用して，同様な一様評価を導出し，大域存在に関して球対称の仮定を外すことに成功した［1］。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［7］。非線形項がさらに低次で長距離型の場合については，非常に一般的な時空依存の線形ポテンシャルと多重ソリトンより一般的な非分散性波動成分の介在の下でも，分散性波動成分が線形解に漸近することは無いことを証明した［3］。また，高階修正項を加えた量子 Zakharov 系に対しては，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 $\boldsymbol{L}^2$ 保存のみによる大域存在が成り立つことを示した［6］。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［5］。また，同様の非線形項を持つ拡散方程式に対して特異性を持つ定常解と正則な時間発展解を構成し，初期値問題の非一意性を示した［4］。

［1］　Timothy Candy, Sebastian Herr and Kenji Nakanishi, *Global wellposedness for the energy-critical Zakharov system below the ground state.* Adv. Math. **384** (2021), 107746.

［2］　Zihua Guo and Kenji Nakanishi, *The Zakharov system in 4D radial energy space below the ground state.* Amer. J. Math. **143** (2021), no. 5, 1527-1600.

［3］　Jason Murphy and Kenji Nakanishi, *Failure of scattering to solitary waves for long-range nonlinear Schrödinger equations.* Discrete Contin. Dyn. Syst. **41** (2021), no. 3, 1507-1517.

［4］　Slim Ibrahim, Hiroaki Kikuchi, Kenji Nakanishi and Juncheng Wei, *Non-uniqueness for an energy-critical heat equation on* $\mathbb{R}^2$. Math. Ann. **380** (2021), no. 1-2, 317-348.

［5］　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.

［6］　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.

［7］ 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.

［8］ 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.

［9］ Zihua Guo, Zaher Hani and Kenji Nakanishi, *Scattering for the 3D Gross-Pitaevskii Equation*. Comm. Math. Phys. **359** (2018), no. 1, 265-295.

［10］ 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.

教授　並河　良典（代数幾何学）

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に中では，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），箙多様体，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，**Q**- 分解的末端特異点を持ったものが自然な対象である。［1］では，**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［2］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，**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）：正規アファイン代数多様体で，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［6］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。［7］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。［6],［7］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［8］である。［9],［10］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。

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 **Q**- 分解的端末化の具体的構成と，相異なる **Q**- 分解的端末化の個数を求めた２つのプレプリント：Birational geometry for the covering of a nilpotent orbit closure I, II（arXiv: 1907.07812, arXiv: 1912.01729）である。

［1］ Namikawa, Y.; Steenbrink, J. H. M.: Global smoothing of Calabi-Yau threefolds. Invent. Math. **122** (1995), no. 2, 403 - 419.

［2］ 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.

［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.: Poisson deformations of affine symplectic varieties. Duke Math.

J. **156** (2011), no. 1, 51 - 85.
［7］ Namikawa, Y.: Birational geometry and deformations of nilpotent orbits. Duke Math. J. **143** (2008), no. 2, 375 - 405.
［8］ Namikawa, Y.: Poisson deformations and birational geometry. J. Math. Sci. Univ. Tokyo **22** (2015), no. 1, 339 - 359
［9］ Namikawa, Y.: On the structure of homogeneous symplectic varieties of complete intersection. Invent. Math. **193** (2013), no. 1, 159 - 185.
［10］ Namikawa, Y.: A characterization of nilpotent orbit closures among symplectic singularities. Math. Ann. **370** (2018), no. 1-2, 811 - 818.
［B1］ 並河良典 : 複素代数多様体, －正則シンプレクティック構造からの視点－, サイエンス社（2021），168 pages
［B2］ 並河良典 : 複素シンプレクティック代数多様体，－特異点とその変形－, サイエンス社（2021），180 pages

教授　長谷川　真人（理論計算機科学の研究）

コンピュータ上で実現されている，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的かつ厳密に議論することを可能にするために，計算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仕事［1］（これは ii) や iii) にも密接に関連している）を出発点に，不動点演算子やその拡張の，トレース付きモノイダル圏を用いた分析・構成に関する研究などを行なってきた。ii) については，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［2］。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［3］。iii) に関しては，線型論理の圏論的モデルに関する理論の整備を行なっている［7］。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［4, 9］。また，古典線型論理の圏論的モデルである *- 自律圏（対称 Grothendieck-Verdier 圏）がトレースを持つのは，実はコンパクト閉圏（対称リジッド圏）である場合に限られることを示した［6］。さらに，*- 自律圏の構造が 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［8］。関連して，トレース付きモノイダル圏の構造を持ち上げるモナドの特徴づけを研究している。

また，プログラム意味論と量子トポロジー・量子計算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［5］。その応用として，ブレイドを持つラムダ計算とその意味論を調べた［10］。

［1］ *Models of Sharing Graphs: A Categorical Semantics of* let *and* letrec, Distinguished Dissertation Series, Springer-Verlag (1999).

［2］ Axioms for recursion in call-by-value, *Higher-Order and Symbolic Computation*, **15**(2/3) (2002), 235-264. (with Y. Kakutani)

［3］ Relational parametricity and control, *Log. Methods in Comput. Sci.*, **2**(3:3) (2006), 1-22.

［4］ On traced monoidal closed categories, *Math. Structures Comput. Sci.*, **19**(2) (2009), 217-244.

［5］ A quantum double construction in Rel, *Math. Structures Comput. Sci.*, **22**(4) (2012), 618-650.

［6］ Traced *-autonomous categories are compact closed, *Theory Appl. Categ.*, **28**(7) (2013), 206-212. (with T. Hajgato)

［7］ Linear exponential comonads without symmetry, In *Proc. 4th International Workshop on Linearity, EPTCS*, **238** (2016), 54-63.

［8］ Linear distributivity with negation, star-autonomy, and Hopf monads, *Theory Appl. Categ.*, **33**(27) (2018), 1145-1157. (with J.-S. Lemay)

［9］ From linear logic to cyclic sharing, In *Proc. Joint International Workshop on Linearity & Trends in Linear Logic and Applications, EPTCS*, **292** (2019), 31-42.

［10］ A braided lambda calculus, In *Proc. Joint International Workshop on Linearity & Trends in Linear Logic and Applications, EPTCS*, **353** (2021), 94-108.

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いる。

代表的な研究としては，単調な論理関数の双対化問題を研究している［1］。単調な論理関数の双対化問題とは，与えられた論理積形からそれと等価な単調な論理和形を求める問題であり，数理計画，人工知能，データベース，分散システム，学習理論など様々な分野に現れる数多くの重要かつ実用的な問題と（多項式時間還元の意味で）等価であることが知られている。1996 年に Fredman と Khachiyan による準多項式時間で解けることは示されているが，未だに多項式時間で解けるかどうか分かっていない。この双対化問題は，単調論理関数の論理積形，論理和形という 2 つの双対的な表現が与えられたときに，それらが等価であるかを判定する問題や人工知能分野において重要な役割をもつホーン理論におけるホーンルールと特性ベクトル集合という双対表現の等価性判定問題とも密接に関連する［2］。また列挙分野においてその計算量が未解決であった多くの問題がこの双対化問題に準多項式帰着可能であることがわかってきた［3, 4］。

さらに推論分野における論理仮説の補完問題に対して，広く信じられていた予想を覆し，最も重要なクラスであるホーン推論において，逐次多項式時間で可能であることを示した［5］。

上記以外にも，整数線形不等式系［6］，相補性問題［7］，オンライン最適化問題［8］，ロバスト最適化［9］，ゲーム理論における均衡解に関する研究［10］などを行っている。

［1］　New Results on Monotone Dualization and Generating Hypergraph Transversals, SIAM Journal on Computing, 32 (2003) 514-537. (with T. Eiter and G. Gottlob)

［2］　Computing Intersections of Horn Theories for Reasoning with Models, Artificial Intelligence 110 (1999) 57-101. (with T. Eiter and T. Ibaraki)

［3］　Dual-Bounded Generating Problems: All Minimal Integer Solutions for a Monotone System of Linear Inequalities, SIAM Journal on Computing 31 (2002) 1624-1643. (with E. Boros, K. Elbassioni, V. Gurvich, and L. Khachiyan)

［4］　Dual-Bounded Generating Problems: Efficient and Inefficient Points for Discrete Probability Distributions and Sparse Boxes for Multidimensional Data, Theoretical Computer Science 379 (2007) 361-376. (with L. Khachiyan, E.

Boros, K. Elbassioni, and V. Gurvich)

［5］ On Computing All Abductive Explanations from a Propositional Horn Theory, Journal of the ACM 54 (5) (2007). (with T. Eiter)

［6］ Trichotomy for Integer Linear Systems Based on Their Sign Patterns, STACS 2012. (with K. Kimura)

［7］ Sparse Linear Complementarity Problems, CIAC 2013. (with H. Sumita, N. Kakimura)

［8］ Online Removable Knapsack with Limited Cuts. Theoretical Computer Science 411 (2010) 3956-3964. (with X. Han)

［9］ Robust Independence Systems, ICALP (2011) 367-378. (with N. Kakimura)

［10］ A Pseudo-Polynomial Algorithm for Mean Payoff Stochastic Games with Perfect Information and a Few Random Positions, ICALP (2013). (with E. Boros, K. Elbassioni, and V. Gurvich)

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 進タイヒミューラー理論（［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の間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,「宇宙際タイヒミューラー理論」（＝「数体に対する一種の数論的なタイヒミューラー理論」）を構築することが大きな目標となった。

「宇宙際タイヒミューラー理論」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 500 頁にも上る連続論文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次数の理論を，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*, *sl 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.

教授　望月　拓郎（微分幾何・代数幾何の研究）

［1］を含む一連の研究において調和バンドルの特異性について調べ，漸近挙動の分類を得ました。そして，その結果に基いて，ワイルド調和バンドルや純ツイスター D 加群を研究し，小林 -Hitchin 対応や半単純ホロノミック D 加群の強 Lefschetz 定理などを得ました。さらに，その自然な発展として，［4］において混合ツイスター D 加群の理論を確立しました。その過程で，不確定特異点と Stokes 現象にも関心を抱き，有理型平坦束の局所構造の研究，ホロノミック D 加群の Betti 構造の研究などを行ってきました。［10］では，一般のホロノミック D 加群の圏から enhanced ind-sheaves の圏への関手の像の特徴づけについて研究しました。

最近の研究 "$\boldsymbol{L}^2$-complexes and twistor complexes of tame harmonic bundles（arXiv: 2204.10443）" では純ツイスター D 加群の強 Lefschetz 定理を精密化して，ケーラー幾何学のもとで一般の固有射の場合に成り立つことを示しました。

近年は，以前の研究で得られた結果・知見を，調和バンドルやツイスター D 加群に関連する対象や，より具体的な題材に適用することを試みています。

ワイルド調和バンドルの小林 -Hitchin 対応は Higgs 束上の調和バンドルの分類をパラボリック構造の分類に帰着するものといえます。数理物理で自然に現れるヒッグス束上の調和バンドルの分類は，ある種の物理的な対象の分類と関連づけられるため興味深いです。そこで，［2］では小林 -Hitchin 対応を用いて，二次元戸田方程式の実数値解の分類を行い，さらに同伴する有理型平坦束の Stokes 構造やモノドロミーを具体的に計算しました。

多重周期性を持つインスタントンやモノポールは“無限次元のワイルド調和バンドル”とみなす見方が有効であり，これまでの調和バンドルの研究で培ってきた知見を活かせます。この観点から［3］で二重周期性を持つインスタントンの研究を行い，漸近挙動の大雑把な分類，Nahm 変換，小林 -Hitchin 対応などを確立しました。また，モノポールについても研究を進めています。モノポールの Dirac 型特異性の比較的容易な特徴付けを得た論文“Some characterization of Dirac type singularity of monopoles”（吉野将旭氏との共著）が“Communications in Mathematical Physics”から出版されました。さらに，体積が無限大のケーラー多様体上の Kobayashi-Hitchin 対応［7］を確立し，これに基づいて［8], ［9］および“Doubly periodic monopoles and q-difference modules（arXiv: 1902.03551)”では，周期性を持つモノポールと差分加群や q- 差分加群との間の小林 -Hitchin 対応を得ています。

コンパクト Riemann 面上の調和バンドルは，Higgs 場のスカラー倍によって自然に変形されていきます。スカラーを 0 にする極限は古典的によく研究されていましたが，［5］では，スカラーを大きくした場合にどのような現象が生じるかについて研究しました。そして，スカラーを大きくしていくと調和バンドルの複雑さがヒッグス場の固有値が 0 の部分に集中していくことを示しました。また調和バンドルの階数が 2 の場合に極限を具体的に記述することができました。

混合ツイスター D 加群の関手性と，各有理型関数に混合ツイスター D 加群が同伴することを用いると，多くの自然なホロノミック D 加群が自然に混合ツイスター構造を持つことがわかります。この観点から，［6］では，代数的関数に付随して得られる Kontsevich 複体というものが，ある混合ツイスター D 加群の V- フィルトレーションの相対ドラム複体と擬同型であることを証明しています。また，プレプリント“Twistor property of GKZ-hypergeometric systems”（arXiv:1501.04146）では，特に超幾何ホロノミック D 加群上の混合ツイスター D 加群について調べています。

このように具体的な例や関連する対象の研究を通じて，調和バンドルや混合

ツイスターＤ加群の理論を整備し，より多くの場面で使えるものに育てていくとともに，また自分自身の研究領域を広げていきたいと考えています。多くの興味深い研究対象・課題がありますので，少しずつ形にしていきたいと思っています。

［1］ Wild harmonic bundles and wild pure twistor *D*-modules, Astérisque **340**, 2011
［2］ Harmonic bundles and Toda lattices II, Communications in Mathematical Physics **328**, (2014), 1159-1198
［3］ Asymptotic behaviour and the Nahm transform of doubly periodic instantons with square integrable curvature, Geometry & Topology **18**, (2014), 2823-2949
［4］ Mixed twistor D-modules, Lecture Notes in Mathematics, **2125**. Springer, 2015
［5］ Asymptotic behaviour of certain families of harmonic bundles on Riemann surfaces, J. Topol. **9** (2016), 1021-1073
［6］ A twistor approach to the Kontsevich complexes. Manuscripta Mathematica, **157** (2018), 193-231
［7］ Kobayashi-Hitchin correspondence for analytically stable bundles. Trans. Amer. Math. Soc. **373** (2020), 551-596.
［8］ Triply periodic monopoles and difference modules on elliptic curves. SIGMA **16** (2020) Paper No. 048, 23pp.
［9］ Periodic monopoles and difference modules. Lecture Notes in Mathematics, **2300**, Springer, Cham, 2022.
［10］ Curve test for enhanced ind-sheaves and holonomic *D*-modules, I,II. to appear in Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure.

准教授　石本健太（流体力学）

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，複雑流体，ソフトマター・アクティブマターに関する流体力学，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柱である。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」に厳密な証明を与え，慣性を含む場合や非ニュートン流体への拡張を行ってきた。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。このような微小遊泳の安定性の研究を進めると同時に，流れを用いた微小物体の制御に関する理論解析及び新たな制御法の開発を行なっている。また，流体方程式を通した物体の対称性（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」のクラスに拡張するなど，流体中の運動に基づく物体形状の分類理論の構築に取り組んでいる。

・複雑な要素や境界を含む流体数値計算と理論解析

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，といった複合的な要素が現れる。これら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きた。また，線形弾性体の一般化である奇弾性体の流体構造連成問題に対して，一般的な遊泳公式を与えることに成功した。

・生命現象に現れる流体ダイナミクス

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，卵管内部での精子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。

・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た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。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，精子鞭毛波形の特徴づけや細胞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。

［1］　Human sperm swimming in a high viscous mucus analogue, J. Theor. Biol. 446

(2018) 1-10. (with H. Gadêlha, E. A. Gaffney, D. J. Smith and J. Kirkman-Brown)
[2] An elastohydrodynamical simulation study of filament and spermatozoan swimming driven by internal couples, IMA J. Appl. Math. 83 (2018) 655-679. (with E. A. Gaffney)
[3] Hydrodynamic clustering of human sperm in viscoelastic fluids, Sci. Rep. 8 (2018) 15600.(with E. A. Gaffney)
[4] The N-flagella problem: Elastohydrodynamic motility transition of multi-flagellated bacteria, Proc. R. Soc. A 475 (2019) 20180690. (with E. Lauga)
[5] Bacterial spinning top, J. Fluid Mech. 880 (2019) 620-652.
[6] Helicoidal particles and swimmers in a flow at low Reynolds number, J. Fluid Mech. 892 (2020) A11.
[7] Jeffery orbits for an object with discrete rotational symmetry, Phys. Fluids 32 (2020) 081904.
[8] Regularized representation of bacterial hydrodynamics, Phys. Rev. Fluids 5 (2020) 093101. (with E. A. Gaffney and B. J. Walker)
[9] The control of particles in the Stokes limit, J. Fluid Mech. To appear. (with B. J. Walker, E. A. Gaffney and C. Moreau)
[10] Self-organized swimming with odd elasticity, Phys. Rev. E To appear. (with C. Moreau and K. Yasuda)

准教授　磯野　優介（作用素環論，エルゴード理論）

私は von Neumann 環とエルゴード理論の関わりについて研究している。

まず作用素環とは，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，G. Kasparov の *KK* 理論，V. Jones の部分因子環論，D. Voiculescu の自由確率論，S. Popa の deformation/rigidity 理論など，多くの重要な理論が後に発展した。

私は deformation/rigidity 理論で研究を行っている。これは主として「離散群の測度空間への作用」から構成する von Neumann 環を研究する理論であり，エルゴード理論とは密接に関係している。古典的なエルゴード理論では群とし

て整数を用いるが，この理論ではより複雑な群を考える。例えば S. Popa の著名な剛性定理は，Kazhdan の性質 T を持つ離散群によるベルヌーイシフト作用が軌道同型に関する剛性を持つ，というものである。これは他の任意の群作用と軌道同型ならば，群作用そのものが同型になるという意味であり，要するに弱い同型が勝手に強い同型になるという定理である。これは整数では絶対に起きない現象であり，非常に興味深い。

下の論文リストのうち，［1］から［6］は，deformation/rigidity 理論を用いて von Neumann 環の構造を調べた論文である。［1, 2］では（作用素環的）量子群から作る von Neumann 環に対して deformation/rigidity 理論が適用出来る事を示した。特に重要な例である，自由量子群を対象に含める事が出来た。［3, 5］では，冨田・竹崎理論を用いた deformation/rigidity 理論の展開に成功した。特に［5］は私の論文の中で最も良い結果で，冨田・竹崎理論を経由する事で初めて得られるタイプの剛性定理を証明した。［7］から［9］はエルゴード理論に関連する論文である。［7, 9］は deformation/rigidity 理論を用いてエルゴード理論に関する結果を出した。［8］はガウス作用を拡張してより広いクラスの群作用を構成する論文であり，von Neumann 環そのものはあまり出てこないが，関連した内容ではある。最後に［10］は他とは趣が異なるが，このように広い意味で von Neumann 環が現れる現象には興味がある。

［1］ Examples of factors which have no Cartan subalgebras. Trans. Amer. Math. Soc. **367** (2015), 7917-7937.

［2］ Some prime factorization results for free quantum group factors. J. Reine Angew. Math. **722** (2017), 215-250.

［3］ (with C. Houdayer) Unique prime factorization and bicentralizer problem for a class of type III factors. Adv. Math. **305** (2017), 402-455.

［4］ On fundamental groups of tensor product II_1 factors. J. Inst. Math. Jussieu **19** (2020), no. 4, 1121-1139.

［5］ Unitary conjugacy for type III subfactors and W*-superrigidity. J. Eur. Math. Soc. (JEMS) **24** (2022), 1679-1721.

［6］ (with A. Marrakchi) Tensor product decompositions and rigidity of full factors. Preprint 2019, to appear in Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.

［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), 991-1015.

［8］ (with Y. Arano and A. Marrakchi) Ergodic theory of affine isometric actions on

Hilbert spaces. Geom. Funct. Anal. **31** (2021), 1013-1094.
［9］ (with K. Hasegawa and T. Kanda) Boundary and rigidity of nonsingular Bernoulli actions. Comm. Math. Phys. **389** (2022), 977-1008.
［10］ (with M. Caspers and M. Wasilewski) L_2-cohomology, derivations and quantum Markov semi-groups on q-Gaussian algebras. Int. Math. Res. Not. IMRN **2021**, 6405-6441.

准教授　入江　慶（位相幾何学・微分幾何学の研究）

シンプレクティック幾何学（特にシンプレクティック容量と Hamilton 力学系の周期軌道）および関連する話題について研究している。

大域シンプレクティック幾何学における記念碑的な結果である Gromov の圧縮不可能性定理は，擬正則曲線を用いてシンプレクティック多様体の「幅」を測ることで示された。Ekeland-Hofer はこの「幅」の持つ性質を公理化してシンプレクティック容量の概念を導入し，さらに Hamilton 力学系の周期軌道に関する一種の min-max 値としてシンプレクティック容量が定義できることを見出した。一方 Floer は擬正則曲線の理論をもとに，Hamilton 力学系の周期軌道や Lagrange 部分多様体の交叉点に関わる Morse ホモロジーの理論を創始した（Floer ホモロジー）。

以上の研究をもとに，Floer-Hofer や Viterbo はシンプレクティック・ホモロジーの理論を展開した。この理論によれば Floer ホモロジーから定まる min-max 値としてシンプレクティック容量を定義することができるが，この容量を実際に計算・評価するのは非自明な問題である。私は［1］や［8］において，余接束内の「Fiberwise に凸」な領域の容量の計算をループ空間の（相対）ホモロジーの計算に帰着する手法を導入し，いくつかの応用を与えた。この手法の基本的なアイデアは，余接束の Floer ホモロジーと底空間の自由ループ空間のホモロジーとが同型であるという有名な結果（Viterbo の定理）を「定量化」するというものである。以上の研究との関連でビリヤード力学系の周期軌道についても調べている（［2］,［10］）。

Hamilton 力学系の周期軌道に関わる Floer ホモロジーは円筒を定義域とする擬正則曲線を用いて定義される。より一般の（開）Riemann 面を定義域とする擬正則曲線を考えることで，Floer ホモロジー上に種々の積構造を定義することができる。特に余接束の Floer ホモロジーを考えると，上で述べた Viterbo の定理を介して，自由ループ空間のホモロジー上に積構造を与えることができる。これはストリング・トポロジー（Chas-Sullivan の創始したループ空間上の

交叉理論）で研究されている積構造と一致すると考えられていて，部分的には証明されている。私は［5］において，ストリング・トポロジーで考える積構造を鎖複体のレベルで扱うための基礎を整備した。この結果に基づいた［7］では, Lagrange 部分多様体に対する Floer 理論と（鎖複体レベルの）ストリング・トポロジーとを結びつける Fukaya の構想の一部を厳密に実行した。

Hamilton 力学系の周期軌道に関わる Floer ホモロジーの発展形の一つとして，Hutchings による埋込接触ホモロジー（ECH）がある。ECH を用いると三次元閉接触多様体に対して可算無限個の容量の系列が定義され，その漸近挙動から接触多様体の体積が復元されるという著しい性質が成り立つ（Cristofaro-Gardiner, Hutchings, Ramos による）。［3］ではこの性質の帰結として，三次元閉接触多様体上の Reeb 力学系に対する C^∞ 級の閉補題を導いた。［4］では［3］の結果を用いて二次元閉シンプレクティック多様体上の Hamilton 微分同相写像に対する C^∞ 級の閉補題を証明した。また［6］では，極小超曲面に対する Morse 理論的アプローチを用いて［3］と類似の議論が可能であることを示した。

［9］では ECH や接触ホモロジーを抽象化して action selecting functor という概念を導入し，その枠組みの中で Reeb 力学系に対する閉補題を導くための十分条件を与えた。具体的な接触多様体に対してこの条件が成立するか否かを検証することが今後の重要な課題である。

［1］ Symplectic homology of disc cotangent bundles of domains in Euclidean space, J. Symplectic Geom. 12 (2014), 511-552.

［2］ Periodic billiard trajectories and Morse theory on loop spaces, Comment. Math. Helv. 90 (2015), 225-254.

［3］ Dense existence of periodic Reeb orbits and ECH spectral invariants, J. Mod. Dyn. 9 (2015), 357-363.

［4］ A C^∞ closing lemma for Hamiltonian diffeomorphisms of closed surfaces, Geom. Funct. Anal. 26 (2016), 1245-1254. (with M. Asaoka)

［5］ A chain level Batalin-Vilkovisky structure in string topology via de Rham chains, Int. Math. Res. Not. IMRN 2018, 4602-4674.

［6］ Density of minimal hypersurfaces for generic metrics, Ann. of Math (2). 187 (2018), 963-972. (with F. C. Marques and A. Neves)

［7］ Chain level loop bracket and pseudo-holomorphic disks, Journal of Topology. 13 (2020), 870-938.

［8］ Symplectic homology of fiberwise convex sets and homology of loop spaces, arXiv:1907.09749, accepted to J. Symplectic. Geom.

［9］　Strong closing property of contact forms and action selecting functors, arXiv:2201.09216.
［10］　Capacities of billiard tables and S^1-equivariant loop space homology, accepted to J. Fixed Point Theory Appl.

准教授　梶野　直孝（確率論）

「フラクタル」と総称される，Euclid 空間や Riemann 多様体のような滑らかな空間とは全く異質の幾何的性質を有する空間において，幾何的に自然な Laplacian および対応する確率過程の構成と詳細な解析を行うことを目標とする研究をしている。取り扱いの比較的容易な Euclid 自己相似フラクタルや tree 型のフラクタルの他，近年では様々な統計物理・量子物理モデルから定まるランダムフラクタルも研究対象とすることが可能になりつつある。

特に確率論では Schramm-Loewner 発展（SLE）とも密接な関係にある「Liouville 量子重力」と呼ばれる曲面上のランダム幾何の研究が Miller-Sheffield による一連の研究を中心に急速に進展しており，この幾何構造の下での自然な拡散過程として Garban-Rhodes-Vargas（2016）により構成された Liouville Brown 運動も重要な対象として注目を集めている。これに対し［6］では熱核の連続性と（粗い）上からの不等式評価を，［5］で得た拡散過程の熱核の上からの評価に関する一般論を援用することで証明した。

また Klein 群（Riemann 球面上の Möbius 変換のなす離散群）の極限集合や複素力学系の Julia 集合など，等角写像による歪みを許す形の自己相似性しか持たないフラクタルも複素関数論における普遍的な対象として重要であるが，近年はこの範疇のフラクタルにおける幾何的に自然な Laplacian の構成と解析を目指す研究も行っている。現時点では Klein 群の極限集合として与えられる円詰込フラクタル（のいくつかの具体例）における自然な Laplacian（の候補）の構成と Weyl 型固有値漸近挙動の証明に成功している（［3］）。分布の意味での自己等角性を持つランダムフラクタル曲線である SLE に対して同様の考察を行うことは今後の重要課題である。

その他，フラクタル上の Laplacian に対し典型的に成り立つことが知られている，対称拡散過程の熱核に対する重要な不等式評価である劣 Gauss 型熱核評価と，対応するエネルギー測度（関数のエネルギーの概念を状態空間上の測度として定式化したもの）の性質の間の関連を明らかにすることも，当該分野における重要な問題意識である。これに関し［4］では「劣 Gauss 型熱核評価が上下両方とも空間全体で成立するならば，エネルギー測度は空間上の自然な体

積測度と互いに特異である」という 20 数年来の未解決予想を肯定的に解決した。［4］では劣 Gauss 型熱核評価が「Gauss 型に極めて近い」場合は扱えておらず，その場合にエネルギー測度の特異性を示すことは今後の課題だが，続く［2］では「いくらでも Gauss 型に近い」劣 Gauss 型熱核評価を満たす例が存在することをある具体例の族を構成することにより示すとともに，その具体例の族ではエネルギー測度の特異性が成り立つことも示した。

さらに［1］では，劣 Gauss 型熱核評価を満たす空間が与えられたとき，エネルギー測度および空間の「擬等角構造」を保ちつつ距離と測度を適切に取り替えることによりその空間が（上記よりも弱い意味で）「いくらでも Gauss 型に近い」劣 Gauss 型熱核評価を満たすようにできること，しかし $d \geq 3$ に対する d 次元 Sierpiński gasket では同種の取り替えにより Gauss 型熱核評価を満たすようにはできないことを示した。後者の結果は，2 次元 Sierpiński gasket に対して木上（1993, 2008）の研究や［7，8］で展開された「フラクタル上の測度論的 Riemann 構造」に対する解析学がその自然な高次元化に対しては展開できないことを意味しており，興味深い。

［1］ N. Kajino and M. Murugan, On the conformal walk dimension: Quasisymmetric uniformization for symmetric diffusions, *Inventiones mathematicae,* to appear.

［2］ N. Kajino, On singularity of energy measures for symmetric diffusions with full off-diagonal heat kernel estimates II: Some borderline examples, in: *Dirichlet Forms and Related Topics: In Honor of Masatoshi Fukushima's Beiju, IWDFRT 2022, Osaka, Japan, August 22-26*, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol. 394, 2022, to appear.

［3］ N. Kajino, The Laplacian on some self-conformal fractals and Weyl's asymptotics for its eigenvalues: A survey of the analytic aspects, in: *The Proceedings of the 12th MSJ-SI "Stochastic Analysis, Random Fields and Integrable Probability"*, Adv. Stud. Pure Math., vol. 87, 2021, pp. 293-314.

［4］ N. Kajino and M. Murugan, On singularity of energy measures for symmetric diffusions with full off-diagonal heat kernel estimates, *Ann. Probab.* **48** (2020), no. 6, 2920-2951.

［5］ A. Grigor'yan and N. Kajino, Localized upper bounds of heat kernels for diffusions via a multiple Dynkin-Hunt formula, *Trans. Amer. Math. Soc.* **369** (2017), no. 2, 1025-1060.

［6］ S. Andres and N. Kajino, Continuity and estimates of the Liouville heat kernel with applications to spectral dimensions, *Probab. Theory Related Fields* **166**

(2016), no. 3-4, 713-752.
［7］ N. Kajino, Analysis and geometry of the measurable Riemannian structure on the Sierpiński gasket, in: *Fractal Geometry and Dynamical Systems in Pure and Applied Mathematics I: Fractals in Pure Mathematics*, Contemp. Math., vol. 600, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2013, pp. 91-133.
［8］ N. Kajino, Heat kernel asymptotics for the measurable Riemannian structure on the Sierpinski gasket, *Potential Anal.* **36** (2012), no. 1, 67-115.

准教授　河合　俊哉（場の理論・弦理論・数理物理学）

手法としても研究対象としても 2 次元（超）共形場の理論と関連する数理物理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ボーチャーズ積の類似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穣な「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。

［1］ *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.

［2］　*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.
［3］　*String partition functions and infinite products* (with K. Yoshioka), Adv. Theor. Math. Phys. 4 (2000) 397-485.
［4］　*String and Vortex*, Publ. Res. Inst. Math. Sci. Kyoto 40 (2004) 1063-1091.
［5］　*Abelian Vortices on Nodal and Cuspidal Curves*, JHEP11 (2009) 111.
［6］　*Twisted Elliptic Genera of N=2 SCFTs in Two Dimensions*, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 45.39 (2012): 395401.

准教授　川北　真之（代数幾何学）

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。

初めに 3 次元双有理幾何の明示的理解の要請に応えて 3 次元因子収縮写像の系統的研究を行った。3 次元では収縮先が点のときが本質的で，これらの写像を食違い係数が小さい場合を除き完全に分類し，残る場合も分類方法を確立した。研究過程では Reid の general elephant 予想も証明した。

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の性質に還元される。現在その立場から 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ている。

多様体と因子の組から因子上に新たな組が導入されるときの両組の特異点の比較が逆同伴問題である。この問題について，両組の対数的標準性の同値性を証明した。続いて精密な逆同伴を目指して Ein，Mustaţă，安田のモチーフ積分論の手法を一般化した。

特異点の有界性問題として，超平面切断が与える Artin 環を解析して 3 次元における極小対数的食違い係数の有界性と Gorenstein 端末特異点の特徴付けを回復した。また，真の 3 次元標準特異点の Gorenstein 指数は 6 以下であるという Shokurov の予想を証明した。

Kollár と de Fernex，Ein，Mustaţă が導入したイデアルの生成極限を応用して，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証明した。さらに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 3 次元最小対数的標準中心の存在と正規性を示し，これを用いて非特異 3 次元多様体上の 1 以上の極小対数的食

違い係数の昇鎖律を得た。

極小対数的食違い係数を計算する因子の研究も重要である。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。また，極小対数的食違い係数の昇鎖律を導くため，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の研究を行っている。

なお，これまでの研究を踏まえて，本を執筆中である。

［1］　General elephants of three-fold divisorial contractions, J. Am. Math. Soc. **16**, 331-362 (2003)
［2］　Three-fold divisorial contractions to singularities of higher indices, Duke Math. J. **130**, 57-126 (2005)
［3］　Inversion of adjunction on log canonicity, Invent. Math. **167**, 129-133 (2007)
［4］　On a comparison of minimal log discrepancies in terms of motivic integration, J. Reine Angew. Math. **620**, 55-65 (2008)
［5］　Towards boundedness of minimal log discrepancies by Riemann-Roch theorem, Am. J. Math. **133**, 1299-1311 (2011)
［6］　Discreteness of log discrepancies over log canonical triples on a fixed pair, J. Algebr. Geom. **23**, 765-774 (2014)
［7］　The index of a threefold canonical singularity, Am. J. Math. **137**, 271-280 (2015)
［8］　Divisors computing the minimal log discrepancy on a smooth surface, Math. Proc. Camb. Philos. Soc. **163**, 187-192 (2017)
［9］　On equivalent conjectures for minimal log discrepancies on smooth threefolds, J. Algebr. Geom. **30**, 97-149 (2021)
［10］　Book in preparation

准教授　河村　彰星（計算論）

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。計算幾何，資源配分，スケジューリングなど様々な領域の

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何が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，考えている問題に内在する困難さを理解したり，知的処理の本質的限界に迫ることを目指します。

私は特に，これらの理論を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（帰納的解析学）。この分野で計算可能性だけでなく多項式時間を初めとする計算量制限を論ずるための理論的枠組の整備［6, 7］や具体的問題への応用［2, 3, 8］を行ってきました。

また並行して，計算幾何を中心とする諸分野の最適化に関する研究もしています［1, 4, 5］。

［1］ A. Kawamura, S. Moriyama, Y. Otachi and J. Pach. A lower bound on opaque sets. *Computational Geometry* **80**, 13-22, 2019.

［2］ 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.

［3］ 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.

［4］ 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.

［5］ T. Hayashi, A. Kawamura, Y. Otachi, H. Shinohara and K. Yamazaki. Thin strip graphs. *Discrete Applied Mathematics* **216**(1), 203-210, 2017.

［6］ 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.

［7］　A. Kawamura and S. Cook. Complexity theory for operators in analysis. *ACM Transactions on Computation Theory* **4**(2), Article 5, 2012.

［8］　A. Kawamura. Lipschitz continuous ordinary differential equations are polynomial-space complete. *Computational Complexity* **19**(2), 305-332, 2010.

准教授　David A. Croydon（Probability Theory）

My research is based in probability theory, with a particular focus on random walks in random environments. Work in this area, which has been a major focus of probability over the last four decades, is motivated by the goal of understanding the interplay between the geometry of a space and the stochastic processes that live upon it.

In this report, I will discuss two of my recent projects. To this end, I start by recalling bond percolation on the integer lattice $\mathbb{Z}^d$, which provides a simple, yet fundamental, model of a disordered medium. Firstly, fix a parameter $p \in [0, 1]$, and declare each nearest-neighbour edge of the integer lattice $\mathbb{Z}^d$ to be ‘open’ with probability p and ‘closed’ otherwise, independently of the state of all the other edges. In the supercritical regime (that is, when the parameter p is strictly greater than the threshold for an infinite cluster to exist), it is natural to consider the behaviour of the simple random walk on the (unique) infinite cluster; this is the process that, at each time step, jumps uniformly to one of the neighbours of its current position. For this model, it has been established that the random walk has as its scaling limit Brownian motion. From a physical point of view, this demonstrates that the diffusion of heat on a supercritical percolation cluster is qualitatively similar to that on the original lattice.

Physical motivations further lead one to consider the impact of adding a bias (preferred direction) to the random walk; this captures the effect of an external field being incorporated into the model. The situation now becomes more interesting. Indeed, for the random walk on the original lattice, a bias leads to the walk escaping ballistically. Whilst this is also true for the random walk on the supercritical percolation cluster when the bias is low, as the bias is increased the speed of the random walk will eventually decrease to zero. This is because the inhomogeneity of the environment results in traps, that is, areas such that if the random walk enters them, then it will take an anomalously long time to escape. And, as the strength of the bias is increased, this effect becomes stronger. Together with Adam Bowditch (University College Dublin), I explored the fluctuations around ballisticity in a delicate regime wherein the escape rate is still ballistic, but the fluctuations around these are no longer on the typical diffusive scale, see [1]. Describing the relevant scaling exponents in this regime was a technically challenge, depending as it did on a careful analysis of the second order asymptotics of the model.

Another variation on the model of percolation is obtained when long-range edges are included. For example, suppose each pair of vertices x and y in $\mathbb{Z}^d$ is connected, independently, with probability depending on the distance between them. Various regimes for this model are seen when the connection probability is given by

$$p_{x,y} = 1 - e^{-c|x-y|^{-s}},$$

where $c \in (0,\infty)$ and $s > d$. Indeed, again supposing that the model admits an infinite cluster, one could ask how the random walk upon this behaves, and this turns out to be a highly non-trivial question, as the answer depends heavily on the relation between s and d. Typical diffusive behaviour is only expected when $s > \min\{d+2, 2d\}$. Together with Van Hao Can (Vietnam Academy of Science and Technology) and Takashi Kumagai (Waseda University), we contributed to the work in this area by describing an important exponent called the ‘spectral dimension’ of this model in all cases of interest (apart from one particularly difficult critical case $d = 1$, $s = 2$), see [2]. Our work supports various conjectures about how the random walk in question is expected to behave, and it is a natural next step to go further to describe scaling limits of the process, for example.

［1］ A. M. Bowditch and D. A. Croydon, *Biased random walk on supercritical percolation: Anomalous fluctuations in the ballistic regime*, arXiv:2110.02603, 2021.

［2］ V. H. Can, D. A. Croydon and T. Kumagai, *Spectral dimension of simple random walk on a long-range percolation cluster*, Electron. J. Probab. **27** (2022), paper no. 56, 1-37.

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（組合せ最適化問題）とはネットワークやグラフ等の離散的な構造の上で，何らかの指標を最大化・最小化する問題であり，現代社会のあらゆる場面に現れる。その汎用性の高さから，離散最適化問題に対する効率的アルゴリズムの開発は重要な課題として認識され，理論・応用の両面から盛んに研究されている。特に，多項式時間アルゴリズムと呼ばれる計算時間が入力

サイズの多項式で抑えられるアルゴリズムの設計は，クレイ数学研究所のミレニアム懸賞問題の P ≠ NP 予想に象徴されるように，理論計算機科学における最重要トピックの一つである。

私は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，各種最適化問題に対するより効率的なアルゴリズムの設計・理論解析，困難性の数学的証明，効率的に解ける多様な問題を包含する数理的枠組みの構築などを行なっている。

代表的な成果としては，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，拡張定式化を用いたアルゴリズム設計［5］，グラフマイナー理論に基づくアルゴリズムの設計［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, SIAM Journal on Computing, 51 (2022), pp. STOC17:238-STOC17:280. (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］ Weighted triangle-free 2-matching problem with edge-disjoint forbidden triangles, Mathematical Programming, Series B, 192 (2022), pp. 675-702.

［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　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現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合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現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［9］。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。これまでの具体的な研究テーマの一つとして，木星型惑星大気・太陽大気および惑星中心核の単純化したモデルである回転球殻内での熱対流の研究があげられる。この問題に対して，近年急速に発達した計算機を利用して線形安定性と弱非線形計算を数値的に実行し，球殻の回転角速度や厚さなどのパラメターを広い範囲で変化させて発生する熱対流の構造の変化の様子を調べ，その流れの支配要因の分析を詳細に行った［8, 10］。その結果，回転が遅い場合には回転と逆向きに伝播するバナナ型の対流セルが出現すること，回転が速い場合には回転方向と同じ向きに伝播する回転軸に沿った柱状あるいは螺旋状に棚引いた対流セルが出現すること，そしてこの傾向は球殻の厚さに関係なくテイラー数にして 10^4 程度のところで遷移すること，を見出した。そしてバナナ型・柱型・螺旋型といった対流構造と伝播性質が，実は渦度の伸縮に伴う波動運動の性質の違いによるものであることを見出し，従来の単にみかけの形態による対流パターンの分類を力学的な構造に結びつけることに成功した［8］。加えて，対流の存在によって生成される平均帯状流の構造を，同様に広いパラメター範囲に渡って求めることを行い，さまざまに変化する帯状流分布の生成の仕組みを分類し明らかにした［10］。最近では，動径方向の密度変化を考慮した回転球殻内の熱対流［4］，地球内核内の流れ［5］，回転球殻内の磁気流体ダイナモ［6］，木星大気および地球中心核の状況を想定した球殻の上層に安定成層が存在する場合の熱対流および帯状流とその生成過程［3, 7］についても考察している。太陽や木星型惑星の表面の平均帯状流は観測可能な物理量であり，各天体の大気運動を特徴づけるものとしてそのパターンが以前から注目され，その生成過程を詳細に調べることは地球惑星科学的な面からも重要である。また，国内外の研究者と共同して，太陽および恒星内部の熱対流［2］や太陽系内外惑星・衛星の大気運動［1］について研究を進めている。

［1］ Superrotation of Titan's stratosphere driven by the radiative heating of the haze layer. *Astrophys. J.*, **928** (2022), 149. (with M. Sumi, W. Ohfuchi, H. Nomura and Y. Fujii)

［2］ Assesment of critical convection and associated rotation states in models of Sun-like stars including a stable layer. *Astrophys. J.*, **893** (2020), 83 (15pp) (with A. S. Brun and M. Yamada)

［3］ On destruction on a thermally stable layer by compositional convection in the Earth's outer core, *Front. Earth Sci.* (2018), 6:192. (with Y. Sasaki)

［4］ Effects of radial distribution of thermal diffusivity on critical modes of anelastic thermal convection in rotating spherical shells, *Phys. Earth Planet. Inter.*, **276** (2017), 36-43. (with Y. Sasaki, M. Ishiwatari and M. Yamada)

［5］ Influence of surface displacement on solid state flow induced by horizontally heterogeneous Joule heating in the inner core of the Earth, *Phys. Earth Planet. Inter.*, **241** (2015), 15-20.

［6］ Effects of latitudinally heterogeneous buoyancy flux conditions at the inner boundary on MHD dynamo in a rotating spherical shell, *Phys. Earth Planet. Inter.*, **223** (2013), 55-61. (with Y. Sasaki, S. Nishizawa, and Y.-Y. Hayashi)

［7］ Retrograde equatorial surface flows generated by thermal convection confined under a stably stratified layer in a rapidly rotating spherical shell, *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.*, **105** (2011) 61-81. (with M. Yamada and Y.-Y. Hayashi)

［8］ Physical interpretation of spiralling-columnar convection in a rapidly rotating annulus with radial propagation properties of Rossby waves, *J. Fluid Mech.*, **614** (2008) 67-86.

［9］ SPMODEL: A series of hierarchical spectral models for geophysical fluid dynamics, Nagare Multimedia (2006) http://www.nagare.or.jp/mm/2006/index_en.htm (with M. Odaka, K. Ishioka, M. Ishiwatari, Y.-Y. Hayashi and SPMODEL Development Group)

［10］ Mean zonal flows excited by critical thermal convection in rotating spherical shells, *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.*, **90** (1999), 43-77. (with Y.-Y. Hayashi)

准教授　照井　一成（数理論理学）

証明の数理科学と題して，多角的な視点から証明の研究を行っている。証明は数学の手段であるが，同時に数学の対象でもありうる。実際，適切な表示を与えれば背後にある数学的構造が浮かび上がってくる。また証明は，カリー・

ハワード対応のもとで関数型プログラムと（ある程度）同一視できることが知られている。それゆえ証明は「正しさの保証」という静的側面に加えて，「計算の媒体」としての動的側面も兼ね備えている。

多様な側面をもつ証明を理解するために，計算複雑性［1, 5］，ゲーム［2］，表示意味論，代数意味論等さまざまな観点から研究を行っている。過去の具体的な研究成果としては以下のものが挙げられる。

1. 非古典論理の代数的証明論を提唱し，順序代数と証明論の対応関係を調べた［4, 7, 8］。たとえば順序代数の完備化は，適切に一般化すれば証明のカット除去に相当し，論理式の複雑さを制限すれば正確な一致を証明することができる。この種の対応関係を調べることで，順序代数の技法と証明論の技法が双方向に利用可能になるというのが主眼である。

2. 論文［3］では，単純型ラムダ計算（直観主義命題論理）の計算複雑性について正確な特徴づけを与えた。重要なのは線形論理のスコット意味論と呼ばれる表示意味論を用いている点である。意味論的評価により単純な記号の書き換え（プログラム実行）では達成できない高速な計算が可能になり，計算複雑性の上限が与えられる。

3. 論文［6, 9］では，伝統的証明論（順序数解析）における重要技法の 1 つであるΩ規則をラムダ計算や構造的証明論の文脈に取り込み，代数的解釈を与えた。Ω規則の代数化により，算術理論における帰納的定義の階層（の一部）が二階述語論理の階層と正確に一致することを示すのに成功した。

未だ成果は出ていないが，近年力を入れているのは証明の発見法についての研究であり，そのために数理論理学やプログラミング言語基礎論の知見が生かせないかどうかを模索中である。

［1］ Patrick Baillot and Kazushige Terui. Light types for polynomial time computation in lambda calculus. *Inf. Comput*, 207(1): 41-62, 2009.

［2］ Kazushige Terui. Computational ludics. *Theor. Comput. Sci*. 412(20): 2048-2071, 2011.

［3］ Kazushige Terui. Semantic evaluation, intersection types and complexity of simply typed lambda calculus. *Proceedings of RTA 2012*, 323-338, 2012 (best paper award).

［4］ Agata Ciabattoni, Nikolaos Galatos and Kazushige Terui. Algebraic proof theory for substructural logics: Cut-elimination and completions. *Ann. Pure Appl. Logic*, 163(3): 266-290, 2012.

［5］ Damiano Mazza and Kazushige Terui. Parsimonious Types and Non-uniform

Computation. *Proceedings of ICALP 2015*, 350-361, 2015.
［6］ Ryota Akiyoshi and Kazushige Terui. Strong Normalization for the Parameter-Free Polymorphic Lambda Calculus Based on the Omega-Rule. *Proceedings of FSCD 2016*, 5:1-5:15, 2012.
［7］ Paolo Baldi and Kazushige Terui. Densification of FL chains via residuated frames. *Algebra Universalis*, 75(2): 169-195, 2016.
［8］ Agata Ciabattoni, Nikolaos Galatos and Kazushige Terui. Algebraic proof theory: Hypersequents and hypercompletions. *Ann. Pure Appl. Logic*, 168(3): 693-737, 2017.
［9］ Kazushige Terui. MacNeille Completion and Buchholz' Omega Rule for Parameter-Free Second Order Logics. *Proceedings of CSL 2018*, 37:1-19, 2018.
［10］ 照井一成．コンピュータは数学者になれるのか数学基礎論から証明とプログラムの理論へ，青土社，2015 年.

准教授　中山　昇（代数多様体・複素多様体の研究）

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。小平次元，多重種数，不正則数，代数次元などの双有理不変量を用いて多様体の構造を解明している。このうち標準因子に関係する不変量を特に重視している。標準因子についてのアバンダンス予想は飯高加法性予想などを導き，双有理幾何学の中心問題と考えられる。このような不変量の研究や，双有理幾何学上重要と思われる多様体の具体的構造に興味があり，ザリスキ分解など代数多様体の因子の数値的性質に関わる研究［3］や，楕円ファイバー空間の構造についての研究［1］［2］などを行ってきた。この十数年は主に以下のテーマ（1）（2）についての研究が多い。

（1）全射だが同型でない自己正則写像をもつ多様体の分類：コンパクト非特異複素解析的曲面や小平次元が非負の 3 次元非特異射影代数多様体の場合の分類は，藤本圭男氏との共同研究で得られている。またエタールな自己正則写像や偏極構造を保つ自己正則写像について D.-Q. Zhang 氏と共同研究を行い，ピカール数 1 の非特異ファノ多様体について J.-M. Hwang 氏と共同研究を行った。また昨年までの研究で，正規射影的代数曲面の場合についての分類について一定の成果を得た［7］［8］［9］［10］。このうち［7］［8］［9］は 2008 年に書かれた未公表のプレプリントの内容を拡張したものであり，［10］ではそのとき未解決だった場合をピカール数 1 の場合をのぞいて完成させた。この［10］では［5］で得られた「擬トーリック曲面」と「半トーリック曲面」の性質が本質的に用

いられている。

（2）$\mathbb{Q}$ゴレンシュタイン変形 : 種数ゼロで単連結な一般型曲面を特殊な特異有理曲面から$\mathbb{Q}$ゴレンシュタイン変形によって構成する，という Lee-Park の方法を正標数に拡張する研究を，Y. Lee 氏と共同で行った［4］。その後，共著論文［6］では局所ネータースキームの $\mathbb{Q}$ゴレンシュタイン射を定義し，その性質を調べた。それ以降は，関連する同変変形や同変コホモロジーについて研究している。

［1］　Local structure of an elliptic fibration, *Higher Dimensional Birational Geometry*, pp. 185-296, Adv. Stud. Pure Math. **35**, Math. Soc. Japan, 2002.

［2］　Global structure of an elliptic fibration, Publ. RIMS Kyoto Univ. **38** (2002), 451-649.

［3］　*Zariski-decomposition and Abundance*, MSJ Memoirs **14**, Math. Soc. Japan, 2004.

［4］　(with Y. Lee) Simply connected surfaces of general type in positive characteristic via deformation theory, Proc. London Math. Soc. **106** (2013), 225-286.

［5］　A variant of Shokurov's criterion of toric surface, *Algebraic Varieties and Automorphism Groups*, pp. 287-392, Adv. Stud. in Pure Math. **75**, Math. Soc. Japan, 2017.

［6］　(with Y. Lee) Grothendieck duality and $\mathbb{Q}$ -Gorenstein morphisms, Publ. RIMS Kyoto Univ. **54** (2018), 517-648.

［7］　Singularity of normal complex analytic surfaces admitting non-isomorphic finite surjective endomorphisms, preprint RIMS-1920, Kyoto Univ., 2020, to appear.

［8］　On normal Moishezon surfaces admitting non-isomorphic surjective endomorphisms, preprint RIMS 1923, Kyoto Univ., 2020.

［9］　On the structure of normal projective surfaces admitting non-isomorphic surjective endomorphisms, preprint RIMS-1934, Kyoto Univ., 2020.

［10］　Outstanding problems on normal projective surfaces admitting non-isomorphic surjective endomorphisms, preprint RIMS-1943, Kyoto Univ., 2021.

准教授　星　裕一郎（数論幾何の研究）

私は，遠アーベル幾何学や p 進タイヒミュラー理論などといった観点を中心として，双曲的な代数曲線の数論幾何学の研究を行っている。

これまでに行った研究の成果として，例えば，以下が挙げられる。

• 遠アーベル幾何学におけるセクション予想の研究：セクション予想の副 p 版の反例の構成［1］，有理数体や虚二次体上の代数曲線の双有理ガロアセクションの幾何学性の研究。

• 組み合わせ論的遠アーベル幾何学の研究：望月新一氏との共同研究による，ノード非退化型外表現に関する組み合わせ論版遠アーベル予想の解決，数体や混標数局所体上の双曲的代数曲線に付随する外ガロア表現の忠実性の証明，副有限デーン捻りの理論の確立，写像類群の曲面群への外表現に関する位相幾何学版遠アーベル予想の解決［2］。

• 高次元代数多様体に対する遠アーベル幾何学の研究：次元 4 以下の双曲的多重曲線に対する遠アーベル予想の解決［3］，木下亮氏・中山能力氏との共同研究による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の解決，狭義単調減少型双曲的多重曲線に対する遠アーベル予想の解決，一般化劣 p 進体上の非特異代数多様体に対する遠アーベル多様体による開基の存在の証明。

• 代数曲線の双曲的通常性の研究：標数 3 での冪零許容固有束・冪零通常固有束に付随するハッセ不変量とカルティエ固有形式との関連の確立や，有限次エタール被覆に対する冪零固有束の通常性に関する p 進タイヒミュラー理論における基本問題の否定的解決。

• 代数曲線の等分点の研究：絶対不分岐底上良還元を持つ代数曲線の等分点の分岐に関する Coleman の予想の研究［4］。また，アーベル多様体の等分点という概念の遠アーベル幾何学的観点による類似である双曲的代数曲線の穏やかな点の研究。特に，双曲的代数曲線に付随する外ガロア表現の核とその代数曲線の上の穏やかな点の座標の関連についての研究や，数体上のアーベル多様体の有理等分点の有限性という Mordell・Weil の定理の帰結の一点抜き楕円曲線に対する遠アーベル幾何学的類似の証明。

• 合同部分群問題の研究：飯島優氏との共同研究による，モジュラー曲線に付随する外ガロア表現に関する数論的研究の成果を用いた，11 以上の素数 ℓ に対する種数 1 の有限型双曲的リーマン面の合同部分群問題の副 ℓ 版という位相幾何学的問題の否定的解決。

• 数論的な体に対する遠アーベル幾何学の研究：混標数局所体の絶対ガロア群の間の開準同型射に対して，その開準同型射が体の拡大から生じることと，その開準同型射がガロア表現のホッジ・テイト性を保つことの同値性の証明。また，数体の絶対ガロア群に対する単遠アーベル的復元アルゴリズムの確立

や，混標数局所体に関連する様々な遠アーベル幾何学的話題の研究［5］。

• 正標数双曲的代数曲線の幾何学の研究：古典的なリーマン面の理論における正則座標，射影構造，固有束の間のある自然な関連の正標数代数曲線に対する類似の確立［6］。丹後曲線の存在に関する研究［8］。

そして，比較的最近の研究の成果として，以下が挙げられる。

• デュドネ加群の理論と有限本田系の理論を用いて，標数 $p > 0$ の完全体上の p 捩れ有限平坦可換群スキームの変形の研究を行った。特に，例えば，p が奇数であり，かつ，与えられたそのような群スキームが自身のカルティエ双対と同型である場合，基礎体上のヴィットベクトルのなす環へのその群スキームの変形の同型類が唯一であることと，その群スキームが超特別であることが同値であることを証明した［7］。

• Mumford によるテータ群の理論を用いて，アーベル多様体の上の豊富な有効因子に含まれる等分点の研究を行った。また，その応用として，Raynaud によるテータ因子の理論を適用することで，例えば，奇数標数 p の代数的閉体上の射影的双曲的代数曲線に対して，次数が $p-1$ の約数である巡回エタール被覆であってそのヤコビ多様体の p 階数が正であるものが存在することを証明した。この成果は，そのような代数曲線の代数的基本群の副 p シロー部分群が自明でないという Raynaud による結果の精密化である［9］。

• 準三点基とはある性質を満たす双曲的軌道代数曲線のことであり，例えば種数 1 以下の任意の双曲的代数曲線は準三点基である。準三点基の絶対版遠アーベル幾何学の研究を行い，特に，ある条件を満たす一般化劣 p 進体（例えば，代数的でヒルベルト的な一般化劣 p 進体，あるいは，p 進局所体の有限生成拡大体など）の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た。そして，その応用として，非特異代数多様体の遠アーベル多様体による開基の存在という Grothendieck による古典的予測の絶対版を，上の場合と同様の条件を満たす一般化劣 p 進体の上で解決した［10］。

［1］ Existence of nongeometric pro-p Galois sections of hyperbolic curves. *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **46** (2010), no. **4**, 829-848.

［2］ Topics surrounding the combinatorial anabelian geometry of hyperbolic curves I: inertia groups and profinite Dehn twists (with Shinichi Mochizuki). *Galois-Teichmüller theory and arithmetic geometry*, 659-811, Adv. Stud. Pure Math., **63**, Math. Soc. Japan, Tokyo, 2012.

［3］ The Grothendieck conjecture for hyperbolic polycurves of lower dimension. *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* **21** (2014), no. **2**, 153-219.

［4］ On ramified torsion points on a curve with stable reduction over an absolutely unramified base. *Osaka J. Math.* **54** (2017), no. **4**, 767-787.
［5］ Topics in the anabelian geometry of mixed-characteristic local fields. *Hiroshima Math. J.* **49** (2019), no. **3**, 323-398.
［6］ Frobenius-projective structures on curves in positive characteristic. *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **56** (2020), no. **2**, 401-430.
［7］ Pseudo-rigid p-torsion finite flat commutative group schemes. *J. Number Theory* **229** (2021), 261-276.
［8］ A note on the existence of Tango curves. *Kodai Math. J.* **44** (2021), no. **1**, 77-80.
［9］ A note on torsion points on ample divisors on Abelian varieties. *Math. J. Okayama Univ.* **64** (2022), 1-11.
［10］ The absolute anabelian geometry of quasi-tripods. *Kyoto J. Math.* **62** (2022), no. **1**, 179-224.

講師　岸本　展（偏微分方程式の研究）

非線形偏微分方程式，特に分散型と呼ばれるクラスの発展方程式（非線形シュレディンガー方程式，KdV 方程式等が含まれる）について，調和解析・実解析的手法に基づいて初期値問題の適切性（解の存在と一意性，初期値の変動に対する安定性）や，線形解への漸近・有限時間爆発といった解の時間大域的性質等を研究している。

線形分散型方程式の発展作用素は，放物型方程式ほど顕著ではないが，その分散性（異なる周波数の波が異なる速度で伝播する性質）に由来する平滑化効果を持ち，これは非線形方程式を解析する際に重要な道具となる。1990 年代に登場したフーリエ制限ノルム法は，この種の平滑化効果を捉える新たな手法として注目され，概保存則や U^p-V^p 型関数空間など関連する理論の発展と共に非線形分散型方程式の研究を飛躍的に進展させた。現在までに，これらの手法による種々の方程式の適切性の解明［2, 4］に加え，方程式の非線形構造を取り入れた精密化［1］，滑らかでない初期値に対する適切性の破綻［3, 7］，解の一意性を証明するための一般的な枠組みの整備とその応用［8, 10］などの研究を行っている。

ここ数年は主として周期境界条件下での初期値問題に取り組んでいる。この場合，方程式の線形部分に由来する時間振動と非線形相互作用により発生する時間振動が相殺しあう「共鳴状態」においては上記のような平滑化効果が期待

できないため，その解析が重要となる。共鳴状態の影響が比較的小さいと思われる問題に対しては，組合せ論的なアプローチにより共鳴状態が起こる頻度を評価する試みが単純な分散型方程式に対してなされていたが，これを複雑な共鳴構造を持つ回転流体の方程式の解の構成に応用することに成功した［5］。逆に共鳴状態の影響が無視できない場合，初期値が十分に滑らかであっても（時間について正負両方向に）直ちに特異性が生じたり，あるいは初期値が滑らかでなくても解が（時間正の方向に）滑らかになったりすることを，光ファイバ中のパルスの伝播やプラズマの時間発展といった物理現象のモデルとして用いられている非線形分散型方程式に対して示した［6, 9］。これらは楕円型・放物型方程式の典型的な性質であり，線形の分散型方程式では起こり得ない真に非線形的な現象である。現在はこのような，分散型方程式の共鳴相互作用に内在する「放物型性」に特に興味を持っている。今はまだ共鳴構造が比較的単純な特定の方程式について個々に調べている段階であるが，今後はその発現メカニズムと解の振る舞いに与える影響の解明や，なるべく一般的な設定の下でそれを解析できる手法の開発に取り組みたいと考えている。

［1］ Well-posedness of the Cauchy problem for the Korteweg-de Vries equation at the critical regularity, Differential and Integral Equations 22 (2009), 447-464.

［2］ Local well-posedness for the Zakharov system on multidimensional torus, Journal d’Analyse Mathématique 119 (2013), 213-253.

［3］ Remark on the periodic mass critical nonlinear Schrödinger equation, Proceedings of the American Mathematical Society 142 (2014), 2649-2660.

［4］ Well-posedness for a quadratic derivative nonlinear Schrödinger system at the critical regularity, Journal of Functional Analysis 271 (2016), 747-798. (with M. Ikeda and M. Okamoto)

［5］ Global solvability of the rotating Navier-Stokes equations with fractional Laplacian in a periodic domain, Mathematische Annalen 372 (2018), 743-779. (with T. Yoneda)

［6］ Ill-posedness of the third order NLS equation with Raman scattering term, Mathematical Research Letters 25 (2018), 1447-1484. (with Y. Tsutsumi)

［7］ A remark on norm inflation for nonlinear Schrödinger equations, Communications on Pure and Applied Analysis 18 (2019), 1375-1402.

［8］ Unconditional uniqueness for the periodic modified Benjamin–Ono equation by normal form approach, International Mathematics Research Notices, 2021, rnab079, 40pp.

［9］ Well-posedness of the Cauchy problem for the kinetic DNLS on **T**, to appear in Journal of Hyperbolic Differential Equations. arXiv:2108.13001 [math.AP] (with Y. Tsutsumi)

［10］ Unconditional uniqueness of solutions for nonlinear dispersive equations, preprint. arXiv:1911.04349 [math.AP]

講師　Fucheng Tan（Arithmetic Geometry）

My research interests lie in Arithmetic Geometry and Number Theory. I currently study p-adic Hodge theory, Galois representations, and nonabelian geometry.

In 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). In the mid 1990’s, a highly nontrivial case of this conjecture was proved by Wiles, namely the Taniyama-Shimura conjecture. Today, the Fontaine-Mazur conjecture in dimension two for the rational field is almost settled, as a result of various works in the past decades, including our work [3].

In fact, the condition “log-crystalline” was rooted in the study of comparison between p-adic etale 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 [1], we have adapted the approach of pro-etale site to prove the comparison for cohomologies with non-trivial coefficients, and also in the relative setting, i.e. for morphisms between formal schemes. For comparison theorems over more general bases, and for the integral versions of such comparison results, the use of higher categories becomes inevitable, which shall become the tool for our further research.

It has been known that p-adic Hodge theory, especially the étale-crystalline comparison theorems, plays an essential role in nonabelian geometry, for instance, in S. Mochizuki's proof of Grothendieck's anabelian conjecture and M. Kim's proof of Siegel's finiteness theorem. In addition, both works use (implicitly) the motivic fundamental groups, as in Deligne's works on unipotent fundamental groups. The more recent work of F. Brown on the Deligne-Ihara conjecture made even more clear the role of motives in the study of fundamental groups. This is another direction I am pursuing.

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 [4], we have managed to construct pieces of eigenvarieties in the Siegel-Hilbert setting.

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

講師　山下　剛（数論幾何の研究）

- p 進 Hodge 理論とそれに関連する分野（(φ, Γ) 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（$\boldsymbol{R}=\mathbb{T}$）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）.

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。［2］において，多重ゼータ値における Don Zagier 氏の次元予想の p 進版である p 進多重ゼータ値の空間の次元についての予想を定式化（古庄英和氏との予想）し，混合 Tate モチーフの圏のモチーフ的 Galois 群を用いることで代数的 K 理論と関係のある予想値で次元を上からおさえることを示した（［6］も参照）。これは多重ゼータ値の空間の次元に関する寺杣友秀氏，Alexander Goncharov 氏，Pierre Deligne 氏による結果の p 進

版であり，p 進多重ゼータ値に膨大な線形関係式が存在することを示している。また，ここでは以前開多様体に対して拡張した p 進 Hodge 理論（[1], [5]）も使われている。p 進多重ゼータ値の空間と同様に p 進多重 L 値の空間の次元も代数的 K 理論と関係のある量で抑えたが，多重 L 値の時と同様に p 進多重 L 値の間には一般に代数的 K 理論だけでは説明できない関係式が存在し，その一部は保型形式と関係することも分かった（[2], [6]）。混合 Tate モチーフの圏のモチーフ的 Galois 群の特殊元についての Grothendieck の予想の p 進版も定式化し，それと上述の古庄英和氏との次元予想及び p 進等圧予想との関係も明らかにした（[2], [6]）。岩澤理論の“混合 Tate 型の非可換化”の方向性の疑問についても［2］で言及した。

［4］の内容は玉川安騎男氏からの質問へ返答である。Pierre Berthelot 氏と Arthur Ogus 氏による p 進 Lefschetz（1, 1）定理を準安定還元の場合へ拡張することと兵頭治氏と加藤和也氏による兵頭 - 加藤同型を族の場合に拡張することで Davesh Maulik 氏と Bjorn Poonen 氏による Picard 数跳躍軌跡についての結果を拡張した。

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（$R^{\mathrm{red}}=\mathbb{T}$）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。［3］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）。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（[7]）。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。

近年は，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で同氏と共同研究をしている。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共同研究を進めている。［12］は望月新一氏の宇宙際 Teichmüller 理論をその準備の論文からまとめたサーベイ記事である。

他，代数的サイクルや p 進微分方程式や Drinfel'd 加群や t モチーフなどでそれぞれ関連する専門家と議論を進めることもしている。

［1］ Yamashita, G., Yasuda, S. *p-adic étale cohomology and crystalline cohomology for open varieties with semistable reduction.* preprint.

［2］ Yamashita, G. *Bounds for the dimensions of p-adic multiple L-value spaces*. Documenta Math. Extra Volume: Andrei A. Suslin's Sixtieth Birthday (2010), 687-723.

［3］ Yamashita, G., Yasuda, S. *On some applications of integral p-adic Hodge theory to Galois representations.* J. Number Theory **147** (2015), 721-748.

［4］ Yamashita, G. *p-adic Lefschetz (1,1) theorem in semistable case, and Picard number jumping locus.* Math. Res. Let. **18** (2011), no. 01, 107-124.

［5］ Yamashita, G. *p-adic Hodge theory for open varieties.* Comptes Rendus Math., volume **349** (2011), issues 21-22, 1127-1130.

［6］ Yamashita, G. *p-adic multiple zeta values, p-adic multiple L-values, and motivic Galois groups.* Galois-Teichmüller Theory and Arithmetic Geometry, Adv. Studies in Pure Math. **63** (2012), 629-658.

［7］ Yamashita, G., Yasuda, S. *Reduction of two dimensional crystalline representations and Hypergeometric polynomials.* In preparation.

［8］ *A small remark on finite multiple zeta values and p-adic multiple zeta values.* RIMS Kōkyūroku Bessatsu, B68 (2017), 171-174.

［9］ *A simple proof of convolution identities of Bernoulli numbers.* Proc. Japan Acad., **91**, Ser. A (2015), 5-6.

［10］ Yamashita, G. *On finite multiple zeta values of non-positive weight.* preprint.

［11］ Yamashita, G. *A small remark on the filtered Φ-module of Fermat varieties and Stickelberger's theorem.* Tsukuba J. Math. vol. **40**, No. 1 (2016), 119-124.

［12］ Yamashita, G. *A proof of abc conjecture after Mochizuki.* preprint.

助教　石川　勝巳（位相幾何学）

結び目や 3 次元多様体の不変量に興味を持ち，特にカンドルと呼ばれる代数系や，それを用いて得られる不変量について研究を進めてきた。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は得られないと見ており，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。

［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，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が，［5］では同様の考え方を応用し，Hoste 予想に対する反例の存在を示した。また，カンドルの一般化としてバイカンドルと呼ばれるものが知られているが，実際にはバイカンドルから得られる不変量はカンドルから得られる不変量へと帰着されるということを証明した（[2], [3]）。群の分類空間に対応するカンドル空間というものに関して，［8］ではその基本群にあたるカンドルの付随群が内部自己同型群の群ホモロジーの言葉で完全に記述されることを示し，さらに［9］ではカンドル空間の或る被覆空間に適切な群作用を定義して拡張カンドル空間との関係を調べることにより，Alexander カンドルの（コ）ホモロジーを群（コ）ホモロジーのスペクトル系列から帰納的に計算する方法を与え，実際にいくつかのカンドルのホモロジーを決定した。［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などの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,* arXiv:1912.12917.
［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 un-expected 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］　*On the associated groups of the quandles*, preprint.
［9］　*Spectral sequences on quandle homology,* preprint.

助教　石川　卓（微分幾何学）

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。

この中で用いられた技術の一つである，倉西構造の可微分性に関するものについては，［3］においてより簡単な場合に詳しく説明している。

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, Kyoto J. Math. 61(2), pp231-258

助教　大浦　拓哉（数値解析，数値計算法の開発）

数値解析の分野での基礎的な数値計算法の開発およびその解析を中心に行っている。これまでの主な研究内容は，フーリエ型積分変換の高速高精度計算の研究である。

無限区間の収束の遅いフーリエ型積分の計算はさまざまな理工学の分野で必要とされるが，絶対収束しないような収束の遅いフーリエ積分は，二十年ほど前までは計算機で値を計算することが困難であった。この計算困難性の問題は，無限区間のフーリエ積分の計算が応用上非常に重要であるという背景から，日本や海外の多くの研究者を悩ませてきた。この収束の遅いフーリエ積分の計算法はここ十数年ほどで飛躍的に進歩し，筆者および森正武氏により，いくつかのフーリエ積分に対して有効な二重指数関数型公式（DE 公式）の提案を行い，この困難を克服した［1］,［4］。これらの公式の提案により，収束の遅いフーリエ積分が通常の有限区間の積分と同程度の手間で計算可能となった。なお，本論文のアルゴリズムは，有名な数学ソフトウェア Mathematica での数値積分“NIntegrate”で採用されている。

フーリエ型積分変換計算のもうひとつのアプローチとして，連続オイラー変換の研究［2],［3],［6］がある。連続オイラー変換は，収束の遅い，または緩やかに発散するフーリエ積分を速く収束するフーリエ積分に変換するための方法として私が考案したものである。この連続オイラー変換を応用することで，今まで計算が困難だった収束の遅いまたは緩やかに発散するフーリエ積分に対

する高速高精度の数値計算が可能になった。さらに，級数加速に関する有名な書である G. H. Hardy 著の “Divergent Series”，Oxford UniversityPress,（1949）にはオイラー変換 ((E,1) de nition) の連続版は存在しないと記されていて（pp.11），この連続オイラー変換の発見はその記述を覆すものであり，数値解析の分野において，この発見は今後さらに大きな革新をもたらすものであるとの予測がついている。今後の研究課題は，この連続オイラー変換の研究を発展させ，さまざまな数値計算に応用することである。

その他の積分計算法の研究として，変数変換型数値積分公式の高速高精度化を行った［5］,［7］,［8］。論文［5］では DE 公式と同じ漸近性能を持つ IMT 型公式の提案を行った。変数変換型数値積分公式は，代表的なものに伊理正夫・森口繁一・高澤嘉光の IMT 公式と，高橋秀俊・森正武の DE 公式があるが，IMT 公式はその多くの改良版も含めて，DE 公式に漸近性能で劣っていた。この論文では，DE 公式と同じ漸近誤差を達成する IMT 型積分公式を初めて提案した。

また，フーリエ積分の計算の一環として，汎用で高速な FFT（高速フーリエ変換）ライブラリの作成を行った［9］。この方法は，Split-Radix FFT に再帰的なバタフライ演算をさせることでメモリーアクセスを高速化したものである。このライブラリは WEB で一般公開し，多くの教育機関や企業で用いられている。よく知られた例では Google Chrome ブラウザに本ライブラリが組み込まれている。今後はさらに多くの数値計算ライブラリの開発および改良を行う予定である。

［1］ A robust double exponential formula for Fourier type integrals, J. Comput. Appl. Math., 112 (1999), 229-241. (with M. Mori)

［2］ A Continuous Euler Transformation and its Application to the Fourier Transform of a Slowly Decaying Function, J. Comput. Appl. Math., 130 (2001), 259-270.

［3］ A Generalization of the Continuous Euler Transformation and its Application to Numerical Quadrature, J. Comput. Appl. Math., 157 (2003), 251-259.

［4］ A Double Exponential Formula for the Fourier Transforms, Publ. RIMS, Kyoto Univ., 41 (2005), 971-977.

［5］ An IMT-type quadrature formula with the same asymptotic performance as the DE formula, J. Comput. Appl. Math., 213 (2008), 232-239.

［6］ Direct computation of generalized functions by continuous Euler transformation, Sugaku Expositions, 25, (2012), 89-104. (translated from

Sugaku)
［7］ Fast computation of Goursat's infinite integral with very high accuracy, J. Comput. Appl. Math., 249, (2013), 1-8.
［8］ Development of a high-precision numerical method for integration over one period of periodic functions with a sharp peak, Advances in mathematical sciences and applications, 30, (2021), 175-189. (with H. Ito and H. Imai)
［9］ 20 世紀のトップ 10 アルゴリズム，共立出版，(2022)，229-260.（金田行雄／笹井理生監修・張紹良編）

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。

Bhatt-Morrow-Scholze は，p 進体上の良還元な多様体に対し，Fontaine の定義した p 進周期環 A_{inf} に係数を持つ新しいコホモロジー理論を構成し，整 p 進 Hodge 理論の幾何的な理解を進展させた。［1］では，彼らの結果の大部分を半安定還元の場合に拡張した。（Česnavičius との共同研究）Bhatt-Morrow-Scholze は，再び良還元の場合に，Breuil-Kisin 加群版のコホモロジーの構成にも成功し，さらに Bhatt-Scholze はプリズマティックコホモロジーという新しい枠組みを導入している。[4]では対数的幾何におけるプリズマティックコホモロジーの理論の基礎を展開し，Zijian Yao と引き続き研究中である。また，A_{inf} コホモロジーを相対的な状況に一般化する研究も Ildar Gaisin と行っている［7］。

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 はある種のユニタリ志村多様体に対して，Hecke 作用が「一般的」なコホモロジー類についての消滅定理を証明した。［6］では，Fargues-Scholze により発表された局所 Langlands 対応の幾何化の理論を応用することで，Caraiani-Scholze 型の消滅定理に新しいアプローチを与え，技術的仮定を除くことに成功した。（また，［5］では局所志村多様体のコホモロジーの Weil 群作用について，Fargues-Scholze の理論から分かることを考察した。）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。[3] では Boyer の結果と群論的な結果とを組み合わせて得られる消滅定理について調べた。

[2] では有限体上の K3 曲面の自己積の Tate 予想を証明した。（伊藤和広，伊藤哲史との共同研究）最近，この研究の延長として K3 曲面の自己積の Hodge 標準予想を研究している。関連して，[8] では Ancona による数値的 Hodge 標準予想についての結果がいくつかのアーベル多様体に対しても成立することを指摘した。

[1] The A_{inf}-cohomology in the semistable case, Compositio Math. 155 (2019) 2039-2128. (with K. Česnavičius.)

[2] CM liftings of K3 surfaces over finite fields and their applications to the Tate conjecture, Forum Math. Sigma 9 (2021), e29. (with K. Ito and T. Ito.)

[3] Vanishing theorems for the mod p cohomology of some simple Shimura varieties, Forum Math. Sigma 8 (2020), e38.

[4] Logarithmic prismatic cohomology I, preprint.

[5] Eichler-Shimura relations for local Shimura varieties, preprint.

[6] On the generic part of the cohomology of local and global Shimura varieties, preprint.

[7] Relative A_{inf} -cohomology, preprint. (with Ildar Gaisin.)

[8] The numerical Hodge standard conjecture for the square of a simple abelian variety of prime dimension, preprint.

助教　辻村　昇太（数論幾何）

私は双曲的曲線の数論幾何に関心を持っており，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。

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。そして，古くから考察されている「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」という問題への応用 : (a)Yves André 氏によって定式化されたこの問題の p 進局所版における対応する単射の自然な分裂の構成（[2]），及び，(b) 数論的な対象であるこの単射の像の共役類の，純群論的 / 組み合わせ論的復元（[7]，星裕一郎氏，望月新一氏との共同研究），を与えた。(a) の証明では組み合わせ論的遠アーベル幾何学以外の非自明な結果として，Emmanuel Lepage 氏による Mumford 曲線に対する非特異点解消を用いた。(a) の分裂が単射であれば，この問題の局所版は肯定的に成立することになる。この単射性を導くため，幾何的緩和基本群の剛性の理解をより深める必要を感じ，その方面の研究も行っている（[8]）。また［7］では, (b) の復元の副産物として，数体の最大円分拡大上の Grothendieck 予想型の結果も得た。

絶対遠アーベル幾何学に関して, [3]（星裕一郎氏，室谷岳寛氏との共同研究）や［6］では，代数多様体のエタール基本群の半絶対性に関する研究を行った。

［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。 遠アーベル幾何学で考察される副有限群の多くは，その非可換性の顕現とも考えられる性質（例えば，中心自明性）を備えている。これらの性質を，剰余標数正な一般の完備離散付値体の絶対 Galois 群も備えていることを証明した。また，［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 の双曲的曲線に対する弱 Grothendieck 予想型の結果も導いた。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も行った（[5]）。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群論的性質である。この論文では，遠アーベル幾何学に現れる様々な副有限群が内在的非分解性を満たすことを確認した。また，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であるという性質）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て，肯定的解答を与えた。

［9］では，数体の最大円分拡大（の任意の有限生成拡大）の部分体上の曲線に対する，双有理版（つまり，関数体版）の Grothendieck 予想型の結果を証明

した。基本的に双有理版は（元々の）双曲的曲線版に比べると証明は易しくなる。その一方で，円分指標の像が完全に消滅しているような体上の任意の双曲的曲線に付随する対象に対して，（強い意味での）Grothendieck 予想型の結果が初めて得られたという意味では興味深い進展だと考えている。双曲的曲線そのものに対しても同様のことが成立するかどうか，引き続き研究を進めたい。

［1］ S. Tsujimura, Geometric version of the Grothendieck conjecture for universal curves over Hurwitz stacks, *Kodai Math. J.* **44** (2021), pp. 492-555.
［2］ S. Tsujimura, Combinatorial Belyi cuspidalization and arithmetic subquotients of the Grothendieck-Teichmüller group, *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **56** (2020), pp. 779-829.
［3］ Y. Hoshi, T. Murotani, and S. Tsujimura, On the geometric subgroups of the étale fundamental groups of varieties over real closed fields, *Math. Z.* **298** (2021), pp. 215-229.
［4］ A. Minamide and S. Tsujimura, Anabelian group-theoretic properties of the absolute Galois groups of discrete valuation fields, to appear in *J. Number Theory*.
［5］ A. Minamide and S. Tsujimura, *Internal indecomposability of various profinite groups in anabelian geometry*, RIMS Preprint **1926** (September 2020).
［6］ S. Tsujimura, On the semi-absoluteness of isomorphisms between the pro-p arithmetic fundamental groups of smooth varieties, to appear in *Publ. Res. Inst. Math. Sci.*
［7］ Y. Hoshi, S. Mochizuki, and S. Tsujimura, *Combinatorial construction of the absolute Galois group of the field of rational numbers*, RIMS Preprint **1935** (December 2020).
［8］ S. Tsujimura, On the tempered fundamental groups of hyperbolic curves of genus 0 over $\overline{\mathbb{Q}}_p$, to appear in *J. Inst. Math. Jussieu*.
［9］ S. Tsujimura, *Birational anabelian Grothendieck conjecture for curves over arbitrary cyclotomic extension fields of number fields*, RIMS Preprint **1957** (February 2022).

助教　疋田　辰之（幾何学的表現論の研究）

Hecke 環や量子群などの代数やその良い表現には標準基底と呼ばれる非常に良い基底を考えることができ，昔から盛んに研究されてきた。Lusztig はアファイン Hecke 環の特別な表現の標準基底に対して Springer 特異点解消上の同変

K 群を用いた解釈を与え，それが正標数の Lie 代数の表現論を統制していることを予想した。この予想の Bezrukavnikov-Mirković による証明により，これらは Springer 特異点解消上の傾斜ベクトル束の直既約成分のクラスであることが知られており，また正標数での量子化の表現論を傾斜ベクトル束で統制するという部分は一般のシンプレクティック特異点解消にも一般化できると考えられている。この構成では標準基底を具体的に計算することは難しいが，Lusztig による特徴付けはそれを計算するアルゴリズムも与えているという点が重要である。［3］では Lusztig による標準基底の特徴付けを Maulik-Okounkov が定義した安定基底の K 理論版を用いて再解釈することにより，Braden-Licata-Proudfoot-Webster の意味でのシンプレクティック双対のデータ（を少し修正したもの）が与えられたとき，シンプレクティック特異点解消の同変 K 群の標準基底を定義し，それを計算するアルゴリズムを与えた。

この標準基底は正標数でのシンプレクティック特異点解消の量子化の表現論を統制していると予想されるが，この再解釈の副産物として標準基底は量子化のパラメータに依存しており，量子化のパラメータを動かすといくつかの壁を越えたときに標準基底が特別な形の変換公式を満たすと予想している。これは Anno-Bezrukavnikov-Mirković によって定義された Bridgeland 安定性条件の変種の持つ性質を K 理論に落としたものと関係しており，［3］ではトーリックハイパーケーラー多様体の場合に標準基底の壁越えの公式を導来圏に持ち上げることによって，実際に Anno-Bezrukavnikov-Mirković の意味での安定性条件が定まることも示した。また通常の標準基底の理論ではその背後に最高ウェイト圏の構造があることが多いが，この場合にも同変連接層の導来圏のある t- 構造の核として，最高ウェイト圏の構造を持つアーベル圏が構成できることを一般に予想し，トーリックの場合には証明を与えた。最高ウェイト圏は幾何的には偏屈層のなす圏として自然に構成できることを考えると，この結果はこの圏をある無限次元の空間上の偏屈層の圏として実現できる可能性があることを示唆しているように思われる。

［3］ではさらに K 理論的な標準基底の特徴付けの一部が Aganagic-Okounkov によって定義された安定基底の楕円化を用いることで自然に楕円化できることも予想し，トーリックハイパーケーラー多様体の場合に標準基底の楕円化と呼べるものを具体的に構成した。特にここでは楕円バー対合として定義したものが実際に対合になっていることを基本的な予想として定式化していたが，これが Okounkov によって導入された頂点関数と呼ばれるものに対するシンプレクティック双対性（と技術的な条件）を仮定することによって証明できることを

確認した。さらに楕円化を経由することにより，元々は量子化のパラメータが十分一般的な場合にのみ定義されていた K 理論的標準基底を任意のパラメータに対して定義できることを観察した。これは楕円標準基底の一部分を計算するアルゴリズムを与えていると解釈することもできる。

しかし標準基底の理論を楕円化するにあたって大きな障害になるものとして，K 理論の場合の特徴付けのうち，とあるパラメータを無限大に飛ばした時の挙動を指定する条件を安直に楕円化しても良い結果が得られないというものがある。従って標準基底の理論を楕円化するにあたってはこの条件を全く別のものに取り替える必要がある。現在準備中の研究では楕円標準基底は K 理論的な標準基底の壁越えの様子から定まる q 差分方程式を満たすこと，楕円安定基底を楕円標準基底で展開した時の係数がシンプレクティック双対の楕円標準基底になることなどの条件を課すことによって，Grassmann 多様体 Gr（2, 4）の余接束とそのシンプレクティック双対といったトーリックでない例に対する楕円標準基底と考えられるものを具体的に計算した。上の条件は良い頂点作用素代数の既約加群の指標が持つ性質と似ており，楕円標準基底の特殊化としてある頂点作用素代数の既約表現の指標が現れる可能性を示唆していると思われる。

［1］　Affine Springer fibers of type A and combinatorics of diagonal coinvariants, *Adv. Math.*, **263** (2014), 88-122.

［2］　An algebro-geometric realization of the cohomology ring of Hilbert scheme of points in the affine plane, *Int. Math. Res. Not.* (2016).

［3］　Elliptic canonical bases for toric hyper-Kahler manifolds, arXiv:2003.03573.

助教　藤田　遼（表現論）

私は有限次元単純 Lie 代数やそのルート系に付随して生じる代数系（量子群や Hecke 代数など）の表現論を研究しています。特に，表現の成す圏の構造や異なる代数系の表現論の間の関係，それらの背後にある幾何学的構造に興味があります。現在の中心的な研究対象はアフィン量子群の表現論です。アフィン量子群はアフィン Lie 代数と呼ばれる重要な無限次元 Lie 代数の普遍包絡環の量子変形として定義される代数系で，理論物理における可解格子模型やそこに現れる R 行列の研究の中で 1980 年代半ばに導入されました。表現論的には，アフィン量子群の有限次元表現の成す圏では完全可約性とテンソル積の対称性が同時に失われており，そのために基礎となる単純 Lie 代数の有限次元表現の圏と比べてより複雑で興味深い現象が見られます。

基礎となる Lie 代数が ADE 型のときは，中島啓氏による 2000 年代半ばまでの研究で，箙多様体を用いてアファイン量子群の有限次元表現を幾何学的に実現する手法が確立されています。私は論文［2, 3］において，この手法を用いて，Dynkin 箙に付随する量子アファイン型 Schur-Weyl 双対性関手を研究しました。この関手は箙 Hecke 代数と呼ばれるアファイン Hecke 代数の変種の表現をアファイン量子群の表現に結びつけるもので，Kang- 柏原 -Kim によって導入された一般的構成の重要な例として得られます。これは元来 R 行列の特異性の情報をもとに純代数的に構成されるものですが，私はそれとは独立に箙多様体を用いた幾何学的別構成を与え，表現のクラスを適切に制限した上で関手が圏同値を導くことを示しました。論文［5］では，同様の手法を用いて，ADE 型アファイン量子群の基本表現の間の R 行列の特異性が Dynkin 箙の直既約表現の間の拡大群の次元に対応することを示し，そこから基本表現の間の R 行列の分母を量子 Cartan 行列を用いて統一的に書き下す簡明な公式を得ました。

ADE 型ではない残りの BCFG 型アファイン量子群の表現論については，主に上述の幾何学的手法が使えないという理由により，未解決の問題がより多く残されています。一方で近年，複数のグループによる研究の進展によって，BCFG 型アファイン量子群の表現論はその Dynkin 図形を展開（unfolding）して得られる ADE 型アファイン量子群の表現論との間に密接な関係を持つことが分かってきました。私の現在の研究は，この未だミステリアスな関係ついての理解を深め，BCFG 型を含めたアファイン量子群の表現論についてより系統的な理解を得ることをひとつの目標としています。この方向で行った Se-jin Oh 氏との共同研究［6］では，BCFG 型の量子 Cartan 行列が展開された ADE 型ルート系を用いて記述できることを示しました。その応用として，更に David Hernandez 氏，大矢浩徳氏とも共同で行った研究［7］では，q 指標環の変形を与える量子 Grothendieck 環について，BCFG 型とそれを展開した ADE 型の間に非自明な同型を構成し，これを用いて BCFG 型の量子 Grothendieck 環の標準基底に関する正値性及び B 型の場合に既約 q 指標の決定アルゴリズムの有効性（Kazhdan-Lusztig 予想の類似）を証明しました。R 行列の特異性に関しては，上述の Oh 氏との共同研究で BCFG 型やより広いクラスの表現に対して前段落の分母公式を部分的に拡張したことに加え，村上浩大氏との共同研究［8］では更に量子 Cartan 行列の解釈を通じて（一般化された）前射影代数の表現論とも関係があることを観察しました。後者は特に，団代数の異なる 2 つの圏化（すなわち，アファイン量子群から生じる乗法的圏化と前射影代数やその一般化から生じる加法的圏化）の数値的特徴量の一致を示唆して興味深く，これを理

論的に明確にすることも今後の研究課題のひとつです。

［1］ Tilting modules of affine quasi-hereditary algebras. *Adv. Math.*, 324:241-266, 2018.

［2］ Affine highest weight categories and quantum affine Schur-Weyl duality of Dynkin quiver types. *Represent. Theory*, 26:211-263, 2022.

［3］ Geometric realization of Dynkin quiver type quantum affine Schur-Weyl duality. *Int. Math. Res. Not. IMRN*, (22):8353-8386, 2020.

［4］ (with Michael Finkelberg) Coherent IC-sheaves on type A_n affine Grassmannians and dual canonical basis of affine type A_1. *Represent.Theory*, 25:67-89, 2021.

［5］ Graded quiver varieties and singularities of normalized R-matrices for fundamental modules. *Selecta Math. (N.S.)*, 28: article number 2, 2022.

［6］ (with Se-jin Oh) Q-data and representation theory of untwisted quantum affine algebras. *Comm. Math. Phys.*, 384(2):1351-1407, 2021.

［7］ (with David Hernandez, Se-jin Oh, and Hironori Oya) Isomorphisms among quantum Grothendieck rings and propagation of positivity. *J. Reine Angew. Math.*, 785:117-185, 2022.

［8］ (with Kota Murakami) Deformed Cartan matrices and generalized preprojective algebras I: Finite type. *Int. Math. Res. Not. IMRN*, published online, DOI: 10.1093/imrn/rnac054.

助教　Stefan Helmke（Algebraic Geometry）

In recent years my research concentrated on an improvement of the uniformization theory for algebraic functions over a field of characteristic zero. My previous research on the Fujita Conjecture [1-4] eventually failed to prove this conjecture, but led to a new approach [5] which I briefly outlined in my last report to which I refer here. Unfortunately this new approach depends on a strong version of uniformizations which was not yet known and which cannot be directly derived from existing results about uniformizations or resolutions of singularities. As with resolutions, the difficulty is to find good invariants and ultimately a statement which can be proved by induction over the dimension. This was indeed so frustrating that I had to give up this problem for a while and do something else, of which I will report at some other time. But when I restarted this research, after making the same mistakes as before as usual, I suddenly found apparently the exactly right invariants to make the induction work and this will finally become my long prospected paper [6].

Here, now, I will briefly explain the result. One begins with a regular local ring R and a valuation v which we will assume for simplicity to be of rank 1, so that its valuation group can be embedded into the real numbers, and which has a non-trivial center on R. Then, for any given real number $\epsilon > 0$ there exists a regular local ring $S \supset R$ which is obtained from R by a sequence of blow-ups in admissible centers and localizations in the corresponding centers of v with the following properties. There is a regular system of parameters $(x_1, ..., x_d)$ of S, such that the exceptional locus is given by $x_1 ... x_r = 0$ and $v(x_1), ..., v(x_r)$ form a basis of the valuation group over the rational numbers. Then, we put $\deg x_i = v(x_i)$ for $i = 1, ..., r$ and $\deg x_i = 0$ for $i > r$ and extend this degree to a valuation of S. The smallest degree term in a power series expansion of an element $f \in S$ can then be considered as a power series in the variables $x_{r+1}, ..., x_d$ and we denote its order by ord f. The main condition is now that for any $f \in R$ one has

$$\operatorname{ord} f \leq \epsilon \cdot \deg f.$$

So, for example, if for a given $f \in R$ one chooses $\epsilon < 1/v(f)$, then, since $\deg f \leq v(f)$, the right-hand side of the inequality is less than 1 and hence f will be uniformized by a simple toric modification of S in the usual sense. Thus ordinary uniformizations are a special case, but it is this generalization which makes the methods I had previously developed in [5], though not yet published, really powerful and reversely, some of the more basic techniques in there are now crucial in the proof of this result.

［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　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意味論の研究に軸足をおいている。特に，プログラムの実行モデルを用いた意味論に注目し，実行モデ

ルからのプログラミング言語設計の導出や，プログラムの等価性判定に適した実行モデルの設計などにより，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。

このようにプログラムの解析だけでなく実行においてもプログラムの様々な性質が関わってくる状況の理解を深めるべく，実行結果に注力しがちな従来の意味論の諸手法を元にしつつ，様々な性質を一括して表現できる実行モデルの構築を軸にした研究を行っている。

具体的には，実行コスト解析に有用である意味論の二手法（ネットワークの動的書き換え意味論と情報フロー意味論）を組み合わせた新たな実行モデルを構築し基礎技術として用いている。これは当初，情報フロー意味論の拡張の研究［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ものである［3, 4］。この新しい実行モデルでは，プログラムはネットワークとして表現され，その実行はネットワーク上の情報フローの伸長過程とネットワーク自体の書き換え過程の組み合わせで表現される。このようなネットワーク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，まず，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意味論と言語設計の双方から目指す研究を行っている。例えば，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，意味論と言語設計の両面から考察した［5, 6］。また，情報フローに沿って計算結果が自動的に伝播するような計算モデルへの応用も試みた［7］。

更に，ネットワークと情報フローを組み合わせた実行モデルの特徴として，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分かってきた。これにより，状態遷移系の双模倣関係を用いるなどしたプログラム実行の局所的議論が可能となる。この局所性を追究することで，プログラムの等価性を証明するための汎用的な手法を構築することも目指している。

［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 Darvariu, 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.
[7] Steven W. T. Cheung, Dan R. Ghica and Koko Muroya. Transparent Synchronous Dataflow. The Art, Science, and Engineering of Programming, 2021, volume 5, issue 3, article 12.

助教　山下真由子（微分幾何学・トポロジーの研究）

私は微分幾何学・トポロジーの研究をしています。主に理論物理学への応用を目指し，代数トポロジーを用いた場の理論の分類や，微分コホモロジーの研究を行っています。

数学と理論物理学との関わりの歴史は古く，数学の様々な分野が物理との関連を通して発展してきました。その中で代数トポロジーと物理学との関連は比較的新しいといえます。代数トポロジーの素粒子物理学や物性物理学への応用が注目され，近年活発に研究されています。

代数トポロジーは幾何学的対象の分類に大きな役割を果たします。理論物理学においても，物理系（「場の理論」）を分類することは基本的な問題であり，代数トポロジーが有用であることが近年明らかにされてきました。特に一般コホモロジーでの分類と相性がよいのは可逆と呼ばれるクラスの場の理論です。可逆な理論は，物性物理学で「Symmetry Protected Topological 相」として自然

に現れるのに加えて，素粒子物理学において「量子異常」を記述する道具となるため，重要な対象です。 このクラスの理論が一般コホモロジーを用いて分類できる，というタイプの予想が 2000 年代から Kapustin, Gu, Wen, Kitaev などの物理学者により提唱され，2016 年に Freed と Hopkins により，（位相的とは限らない）可逆な場の理論が「ボルディズム理論の Anderson 双対」と呼ばれる一般コホモロジー理論で分類できる，という最も一般的な予想が立てられました。

私は可逆な場の理論の分類に関連して，大きく分けて 2 つの研究を行いました。1 つ目は，Anderson 双対に対して場の理論と直接結びつくモデルを与える研究です。素粒子物理学者である米倉和也氏（東北大学）との共同研究［1］，［2］において，可逆な場の理論が持つ性質を抽象化することで，Anderson 双対の新しいモデルが得られるという数学的結果を得ました。2 つ目は，上記の一般論を具体的な問題に応用する研究です。素粒子物理学者であるの立川裕二氏（東京大学）との共同研究において，「ヘテロティック弦理論の量子異常が存在しない」, という結果を示しました（[3]）。これは物理学的な命題ですが，一般コホモロジーの変換の言葉に置き換えることで，純粋数学的な手法によって問題を解決することが可能になります。

微分コホモロジー理論も私の重要な研究テーマです。微分コホモロジー理論とは，なめらかな多様体の圏で定義され，一般コホモロジー理論と微分幾何的なデータを組み合わせたようなものです。数学的には Cheeger と Simons により 1985 年に導入され，その後，Freed, Moore, Segal などにより，場の理論における「高次のゲージ場」を数学的に記述する道具として確立されました。特に位相的でない場の理論の記述に重要であり，ひとつの微分コホモロジー理論であっても様々な物理的な解釈がありえます。私は五味清紀氏（東京工業大学）との共同研究［4］において，「フェルミオンの質量項」による微分 K, KO 理論の新たなモデルを与えました。また，上記の［1］においては微分 Anderson 双対のモデルも与え，これにも場の理論の「分配関数」としての解釈があります。

私はこの他にも，Atiyah-Singer の指数定理やその境界付き版である Atiyah-Patodi-Singer の定理に関して素粒子物理学者を交えたグループでの研究を行っています（[5], [6], [7], [8]）。今後も分野を越えた共同研究を積極的に行い，物性物理学で現れる格子模型や，最近重要になってきている高次圏と場の理論の関連も扱っていきたいと考えています。

［1］　M. Yamashita and K. Yonekura. Differential models for the Anderson dual to

bordism theories and invertible QFT's I, preprint. arXiv:2106.09270 (2021).
[2] M. Yamashita. Differential models for the Anderson dual to bordism theories and invertible QFT's II, preprint. arXiv:2110.04828 (2021).
[3] Y. Tachikawa and M. Yamashita. Topological modular forms and the absence of all heterotic global anomalies, preprint. arXiv:2108.13542 (2021).
[4] K. Gomi and M. Yamashita. Differential KO-theory via gradations and mass terms, preprint. arXiv:2111. 01377 (2021).
[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, Commun. Math. Phys. 385, 495-520 (2021).
[7] H. Fukaya, M. Furuta, S. Matsuo, T. Onogi, S. Yamaguchi and M. Yamashita. The Atiyah-Patodi-Singer index and domain-wall fermion Dirac operators, Commun. Math. Phys. 380, 1295-1311 (2020).
[8] H. Fukaya, M. Furuta, Y. Matsuki, S. Matsuo, T. Onogi, S. Yamaguchi and M. Yamashita. Mod-two APS index and domain-wall fermion, Lett. Math. Phys. 112, 16 (2022).

特定助教　YANG, Yu（数論幾何）

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 motived 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 kinds of anabelian phenomenon go 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], basing 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. Furthermore, to solve the Homeomorphism Conjecture for higher dimensional moduli spaces, we formulated three new conjectures in [9]. In [10], we prove the geometric data conjecture (one of the conjectures formulated in [9]) for curves of type $(0, n)$.

[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, On topological and combinatorial structures of pointed stable curves over algebraically closed fields of positive characteristic, to appear in *Math. Nachr.*
［5］ Yu Yang, Maximum generalized Hasse-Witt Invariants and their applications to anabelian geometry, *Selecta Math. (N.S.)* **28** (2022), Paper No. 5, 98 pp.
［6］ Yu Yang, Raynaud-Tamagawa theta divisors and new-ordinariness of ramified coverings of curves, *J. Algebra* **587** (2021), 263-294.
［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, Topological and group-theoretical specializations of fundamental groups of curves in positive characteristic, preprint.

特定助教　澤田　晃一郎（数論幾何）

私は遠アーベル幾何，特に，双曲的曲線の逐次拡大として得られる双曲的多重曲線などの高次元代数多様体の遠アーベル性に興味を持ち，研究を行っている。双曲的多重曲線は遠アーベル多様体であると予想されており，その数論的基本群は豊富な情報を持つと考えられるが，双曲的多重曲線の Grothendieck 予想は星裕一郎氏により次元 4 以下の場合に証明されているにとどまる。

［3］では，双曲的多重曲線の Grothendieck 予想の副 p 版，すなわち，数論的基本群そのものからの復元ではなく，その副 p 的な商からの復元について考察し，ある種の条件を仮定した次元 4 以下の双曲的多重曲線についての Grothendieck 予想の副 p 版を証明した。また，［2］では，双曲的多重曲線の幾何的基本群のコホモロジー群について考察した。特に，Grothendieck 予想が未解決である次元 5 以上の場合も含めて，双曲的多重曲線の次元が n であるとき，幾何的基本群の n 次コホモロジー群がある意味で“大きい”ことを示すことにより，幾何的基本群から双曲的多重曲線の次元を復元した。［4］では，与えられた群論的データから双曲的多重曲線の同型類が有限通りに決まるという形の Grothendieck 予想の弱形を肯定的に解決した。

高次元の遠アーベル幾何では，双曲的多重曲線の特別な場合である，双曲的

曲線の配置空間についてもよく研究されており，例えば，星裕一郎氏，南出新氏，望月新一氏により双曲的曲線の配置空間の幾何的基本群からさまざまな幾何的不変量を復元する群論的アルゴリズムが与えられている。［6］では，双曲的曲線の配置空間に付随する次数付き Lie 代数について考察し，特に，星氏，南出氏，望月氏の結果の類似として，この次数付き Lie 代数から次数構造を忘れて得られる抽象 Lie 代数からさまざまな幾何的不変量を復元するアルゴリズムを得た。また，［6］,［5］で，双曲的曲線の配置空間の幾何的基本群から双曲的曲線の基本群への全射準同型の分類を行い，その応用として双曲的曲線の配置空間と双曲的多重曲線の間の Grothendieck 予想型の結果を部分的に解決した。

また，南出新氏，辻村昇太氏との共同研究［1］では，双曲的曲線の配置空間の幾何的基本群などを含む，遠アーベル幾何に現れるさまざまな群の連正規部分群が非分解性や中心自明性などの性質を有することを証明した。

［1］　A. Minamide, K. Sawada, and S. Tsujimura, On generalizations of anabelian group-theoretic properties, in preparation.

［2］　K. Sawada, Cohomology of the geometric fundamental group of hyperbolic polycurves, *J. Algebra* **508** (2018), 364-389.

［3］　K. Sawada, Pro-p Grothendieck conjecture for hyperbolic polycurves, *Publ. Res. Inst. Math. Sci.* **54** (2018), no. 4, 781-853.

［4］　K. Sawada, Finiteness of isomorphism classes of hyperbolic polycurves with prescribed fundamental groups, *Int. Math. Res. Not. IMRN* (2022), no. 9, 6608-6626.

［5］　K. Sawada, On surjective homomorphisms from a configuration space group to a surface group, to appear in Hokkaido Math. J.

［6］　K. Sawada, Reconstruction of invariants of configuration spaces of hyperbolic curves from associated Lie algebras, RIMS preprint **1896** (2018).

特定助教　南出　新（数論幾何学の研究）

私はこれまで，遠アーベル幾何，そして，その応用について研究を行ってきた。以下では，その概要を紹介する。

そのような“応用”の一つとして,（副有限）グロタンディーク・タイヒミューラー群 GT の理論への応用が挙げられる。［2］では，GT と有理数体の絶対ガロア群の比較の文脈から,「GT は強非分解性（＝任意の開部分群が非自明な直積分解を持たない）をみたすか」という問題を提起し，特に，この問題の“副

l 版”を肯定的に解決した。最終的に，辻村昇太氏との共同研究［7］において，オリジナルの問題についても肯定的に解決した。これらの研究では，中村博昭氏，M. Saidi 氏，玉川安騎男氏らにより示されていた，有限体上の遠アーベル幾何的結果が重要な役割を果たす。

また，GT は，n（≥ 4）次副有限組紐群 $\widehat{B}_n$ に自然に外作用することが知られている。星裕一郎氏，望月新一氏との共同研究［1］では，（$\widehat{B}_n$ の部分商として現れる）副有限純写像類群 $\widehat{\Gamma}_{0,n+1}$ への GT の自然な外作用について，研究を行った。［1］では，まず，「(0, 3)，又は，(1, 1) 型双曲的曲線の配置空間の間の一般化射影から生じる一般化ファイバー部分群は群論的である」という遠アーベル幾何的結果を証明した。この結果は，望月新一氏，玉川安騎男氏により示されていた，非 (0, 3), (1, 1) 型双曲的曲線の場合の結果を，補完するものといえる。そして，この結果と，組み合わせ論的遠アーベル幾何の結果を適用することで，$\widehat{\Gamma}_{0,n+1}$ の任意の外部自己同型が，GT と n+1 次対称群 $\mathfrak{S}_{n+1}$ の $\widehat{\Gamma}_{0,n+1}$ への自然な外作用から生じることを示した。その後，中村博昭氏との共同研究［3］では，GT の $\widehat{B}_n$ への自然な外作用について，研究を行った。［3］では，新たに，ある副有限群“Z_n”の $\widehat{B}_n$ への自然な外作用を定義した。そして，［1］で得られた結果（＝ $\widehat{\Gamma}_{0,n+1}$ の外部自己同型群の計算）を活用することにより，$\widehat{B}_n$ の任意の外部自己同型が，GT と Z_n の $\widehat{B}_n$ への自然な外作用から生じることを示した。

別の“応用”として，ディオファントス幾何への応用が挙げられる。望月新一氏により創始された宇宙際タイヒミューラー理論では，遠アーベル幾何を活用することにより，様々なディオファントス幾何的不等式が帰結される。一方，これらの不等式は“非明示的”であるという課題があった。望月新一氏, I. Fesenko 氏，星裕一郎氏, W. Porowski 氏との共同研究［8］では，特定の状況で，これらの不等式を完全に明示化することに成功した。

並行して，辻村昇太氏と共同で，p 進局所体の遠アーベル幾何の一般化に関する研究も行っている。例えば，遠アーベル幾何と密接に関連した群論的性質として，副有限群のスリム性（＝任意の開部分群が中心自明）やエラスティック性（＝任意の開部分群の位相的に有限生成な非自明正規閉部分群は開）という概念がある。実際，p 進局所体の絶対ガロア群がスリム性やエラスティック性をみたすことが知られていた。［4］では，この結果を，任意の剰余標数 p の完備離散付値体の場合に一般化した。また，［4］では，辻村氏の以前の結果を適用することで，混標数高次元局所体上の種数 0 の双曲的曲線が，グロタンディーク予想の“弱型”をみたすことを確認した。［5］,［6］では，スリム性よ

り強い概念として，“強内的非分解性”という概念を導入し，その性質について，研究を行った。特に，任意の剰余標数 p の完備離散付値体の絶対ガロア群や，その概副 p 最大商が，強内的非分解性をみたすことを示した。

［1］ Y. Hoshi, A. Minamide, and S. Mochizuki, *Group-theoreticity of numerical invariants and distinguished subgroups of configuration space groups*, to appear in *Kodai Math. J.*

［2］ A. Minamide, Indecomposability of various profinite groups arising from hyperbolic curves, *Math. J. Okayama Univ.* **60** (2018), pp. 175-208.

［3］ A. Minamide and H. Nakamura, *The automorphism groups of the profinite braid groups*, to appear in *Amer. J. Math.*

［4］ A. Minamide and S. Tsujimura, Anabelian group-theoretic properties of the absolute Galois groups of discrete valuation fields, *J. Number Theory* **239** (2022), pp. 298-334.

［5］ A. Minamide and S. Tsujimura, Anabelian group-theoretic properties of the pro-p absolute Galois groups of Henselian discrete valuation fields, RIMS Preprint **1952** (August 2021).

［6］ A. Minamide and S. Tsujimura, *Internal indecomposability of profinite groups*, preprint (February 2022).

［7］ A. Minamide and S. Tsujimura, *Strong indecomposability of the profinite Grothendieck-Teichmüller group*, preprint (February 2022).

［8］ S. Mochizuki, I. Fesenko, Y. Hoshi, A. Minamide, and W. Porowski, Explicit estimates in inter-universal Teichmüller theory, *Kodai Math. J.* **45** (2022), pp. 175-236.

特定助教　蛭田　佳樹（流体力学）

「ながれ」に関わる現象や付随する数理的問題の理解を目指している。特に，生物の運動に動機づけられた流体と物体の連成問題や，乱流と呼ばれる時空間的に複雑な現象の発生問題，を Navier-Stokes 方程式などの流体方程式系と関連づけて理解することに興味がある。これらの対象に対し，数理解析の他，モデル化や数値解析の手法で取り組んでいる。

• 微小物体に対する運動の対称性とその破れ

流体中の微小物体は，慣性質量が小さいこと及び取り巻く流体運動の線型性・対称性から，運動に対し非常に強い力学的拘束を持つことが知られている。このため，微生物は自らの体の一部（典型的には鞭毛や繊毛）の変形を利

用した特徴ある遊泳を行う。最近の研究で，微小物体の位置の不確定性や熱ゆらぎなどのランダムネスが存在する場合，微小物体の力学的拘束は期待値レベルで破れても良いことが明らかになってきている。この力学的拘束の破れは，遊泳に目的地が存在するなど空間の並進対象性が破れる状況で重要になる。現在，対称性破れの定量的見積もりを与える方法を議論しており，グリーン関数を利用した手で解ける具体的な模型を提案している。

• 層流・乱流の双安定性の普遍性

運動の定性的特徴を理解するために安定性は重要な役割を果たす。典型的な流体運動では，レイノルズ数（駆動力の大きさ）を大きくするとともに，層流と呼ばれる時間定常的な運動形態から乱流と呼ばれる時間的空間的に非常に複雑な運動形態へと遷移する。例えば，パイプ流れの遷移の過程では，層流状態と乱流状態が双方とも安定であり，どちらが実現するかは初期状態に依存する。このような事情を Navier-Stokes 方程式に基づき理解するため，単純な流体系の数理解析やモデリングを通して解析を行っている。その結果，レイノルズ数が無限に大きい状況でも層流状態が安定になるクラスは，必ずしも狭くはないことが明らかになってきており［1, 2］，その条件についていくつかの解析的結果を得た。関連して，乱流運動のアトラクターが，既知の解析的不等式の評価よりも圧倒的に小さなフラクタル次元を持つ場合についても興味がある。

•二次元周期境界流れにおける局在乱流

Navier-Stokes 方程式の解の性質は，通常境界条件や空間次元に強く依存し，物理現象を流体方程式を通して理解するためには，多くの場合壁面で速度が無いとした境界条件の基で空間三次元の流体系を考慮する必要がある。このような流体系は数値解析において，現実を非常によく模擬することが可能であるが，代わりに Navier-Stokes 方程式の解としての性質は，理論的・数値的双方の意味で解析しづらくなっている。例として，乱れが空間的に局在した局在乱流と呼ばれる現象が実験的に観察されるが，このような興味深い現象は，壁境界がある場合に典型的に観測されることが知られていた。二次元周期境界領域における Navier-Stokes 方程式の定常外力で駆動するバリエーションを数値計算したところ，局在乱流のような比較的複雑な現象も実現できることが明らかになった［3, 4］。これは境界条件や空間次元によらない理解の可能性を示唆している。数理解析と現実の流体運動の間を埋める方法にも興味がある。

［1］　Y.Hiruta & S.Toh, A Simple Thermal Convection System Showing Subcritical Transition and Localized Turbulences in Two-Dimensional Periodic Domains, J. Phys. Soc. Japan, 91,1 (2022)

［2］　Y.Hiruta & S.Toh, Subcritical Laminar-Turbulent Transition as Nonequilibrium Phase Transition in Two-Dimensional Kolmogorov Flow, J. Phys. Soc. Japan, 89, 044402 (2020)
［3］　Y.Hiruta & S.Toh, Intermittent direction reversals of moving spatially localized turbulence observed in two-dimensional Kolmogorov flow, Phys. Rev. E,96, 063112 (2017)
［4］　Y.Hiruta & S.Toh, Solitary solutions including spatially localized chaos and their interactions in two-dimensional Kolmogorov flow, Phys. Rev. E, 92, 063025 (2015)

5　大 学 院

数学・数理解析専攻数理解析系（平成６年度より改組。以前は数理解析専攻）の学生在籍者数は次のとおりである。

5−1　大学院生

	修士課程	博士後期課程
令和４年度	24	23

5−2　アドミッションポリシー

数学・数理解析専攻の数理解析系では，数学・数理科学の進歩を担う独創的な研究者の育成を目指している。そのため，修士課程（博士前期課程）および博士後期課程学生として，以下のような出願者を期待する。

修士課程学生としては，

（1）優れた数学的素養と思考能力を有する人。

（2）自由な発想に基づき，粘り強く問題解決を試みる人。

博士後期課程学生としては，更に加えて

（3）将来の研究者として自立した研究を進めていく基礎を有する人。

5−3　指導教員，セミナー研究

指導教員と担当する主な分野

荒川　知幸　　代数学／表現論，頂点作用素代数
表現論と頂点代数セミナー研究

石本　健太　　応用数学，物理学／流体力学
数理流体力学セミナー研究
非線形力学セミナー研究
連続体力学セミナー研究（共同）
流体力学セミナー研究（共同）

磯野　優介　　解析学／作用素環論，エルゴード理論
作用素環セミナー研究（共同）

入江　　慶　　幾何学／微分幾何学，位相幾何学
幾何学および関連分野セミナー研究（共同）

大木谷耕司　　応用数学／流体力学
数理流体力学セミナー研究
非線形力学セミナー研究
連続体力学セミナー研究（共同）
流体力学セミナー研究（共同）

大槻　知忠　　幾何学／位相幾何学
位相幾何セミナー研究

小澤　登高　　解析学／作用素環論，離散群論，関数解析
作用素環セミナー研究（共同）

小野　　薫　　幾何学／微分幾何学，位相幾何学
幾何学および関連分野セミナー研究（共同）

梶野　直孝　　解析学／確率論
確率論セミナー研究（共同）

河合　俊哉　　物理学／数理物理学，場の量子論
場の量子論セミナー研究
数理物理学セミナー研究

川北　真之　　代数学／代数幾何学
代数多様体論セミナー研究（共同）
代数幾何セミナー研究（共同）

河村　彰星　　情報科学／計算論
離散最適化セミナー研究（共同）

岸本　　展　　解析学／偏微分方程式，関数解析，調和解析
偏微分方程式セミナー研究（共同）

Croydon, David　解析学／確率論
確率論セミナー研究（共同）

小林　佑輔　　応用数学，計算科学／離散数学，最適化，アルゴリズム論
アルゴリズム論セミナー研究
離散最適化セミナー研究（共同）

竹広　真一　　物理学／流体力学
数理流体力学セミナー研究
非線形力学セミナー研究
連続体力学セミナー研究（共同）
流体力学セミナー研究（共同）

玉川安騎男　　代数学／整数論，数論幾何
整数論とその周辺セミナー研究

譚 (Tan)　福成 (Fucheng)　　代数学／数論幾何・ガロア表現
数論幾何セミナー研究（共同）

照井　一成　　情報科学／数理論理学
論理と計算セミナー研究（共同）
計算機構論セミナー研究（共同）

中西　賢次　　解析学／偏微分方程式，関数解析，調和解析
偏微分方程式セミナー研究（共同）

中山　　昇　　代数学，幾何学／代数幾何学
代数多様体論セミナー研究（共同）
代数幾何セミナー研究（共同）

並河　良典　　代数学／代数幾何学，シンプレクティック代数幾何，特異点論
代数幾何学とその関連分野セミナー研究

長谷川真人　　情報科学／理論計算機科学，ソフトウェア科学
論理と計算セミナー研究（共同）
計算機構論セミナー研究（共同）

星　裕一郎　　代数学／整数論，数論幾何
数論幾何セミナー研究（共同）

牧野　和久　　応用数学，計算科学／離散数学，最適化，アルゴリズム論
離散最適化セミナー研究（共同）

望月　新一　　代数学，幾何学／整数論，数論幾何
数論幾何セミナー研究（共同）

望月　拓郎　　幾何学／微分幾何学，代数幾何学，複素解析幾何
代数的微分幾何セミナー研究

山下　　剛　　代数学，幾何学／整数論，数論幾何，代数幾何学
数論幾何セミナー研究（共同）

第3部　記　　録

1　転退職者（定員内職員）

（令和3年4月1日～令和4年3月31日）

教　　員

教　授	熊　谷　　隆	19. 4. 1 ～ 4. 3. 31

事務職員等

事務長	一　色　　博	31. 4. 1 ～ 4. 3. 31
総務掛主任	小　島　珠　美	30. 4. 1 ～ 3. 9. 30
共同利用掛主任	中　島　志　保	31. 4. 1 ～ 4. 3. 31
図書掛主任	眞　鍋　幸　之	31. 4. 1 ～ 4. 3. 31

2　旧 委 員

旧協議員

平成31年度，令和2年度

山　田　道　夫	望　月　新　一	森　脇　　淳
熊　谷　　隆	荒　川　知　幸	國　府　寛　司
大　槻　知　忠	並　河　良　典	中　村　佳　正
小　野　　薫	長谷川　真　人	髙　田　　滋
望　月　拓　郎	小　澤　登　高	青　木　愼　也
玉　川　安騎男	牧　野　和　久	

旧運営委員

令和元年9月1日～令和3年8月31日

熊　谷　　隆	大　槻　知　忠	小　野　　薫
望　月　拓　郎	中　西　賢　次	玉　川　安騎男
望　月　新　一	荒　川　知　幸	並　河　良　典
長谷川　真　人	小　澤　登　高	牧　野　和　久
早　川　尚　男	國　府　寛　司	髙　田　　滋
森　　重　文	会　田　茂　樹	石　井　志保子

尾　角　正　人	岡　本　　　久	小木曽　啓　示
小　澤　　　徹	河原林　健　一	小　谷　元　子
小　島　定　吉	佐　伯　　　修	寺　尾　宏　明
中　島　　　啓	古　田　幹　雄	室　田　一　雄
永　屋　直　人	椿　　　広　計	萩　原　一　郎
東　野　輝　夫		

旧専門委員

令和元年 9 月 1 日～令和 3 年 8 月 31 日

熊　谷　　　隆	大　槻　知　忠	小　野　　　薫
望　月　拓　郎	中　西　賢　次	並　河　良　典
玉　川　安騎男	望　月　新　一	荒　川　知　幸
長谷川　真　人	小　澤　登　高	牧　野　和　久
中　山　　　昇	河　合　俊　哉	竹　広　真　一
星　　　裕一郎	CROYDON, David	川　北　真　之
小　林　佑　輔	石　本　健　太	河　村　彰　星
照　井　一　成	山　下　　　剛	岸　本　　　展
TAN, Fucheng	早　川　尚　男	國　府　寛　司
髙　田　　　滋	森　　　重　文	池　田　　　保
田　中　利　幸	芥　川　和　雄	新　井　敏　康
小　川　卓　克	落　合　啓　之	河　東　泰　之
小　薗　英　雄	斎　藤　　　毅	竹　村　彰　通
西　成　活　裕	平　田　典　子	舟　木　直　久
森　吉　仁　志	柳　田　英　二	会　田　茂　樹
石　井　志保子	尾　角　正　人	岡　本　　　久
小木曽　啓　示	小　澤　　　徹	河原林　健　一
小　谷　元　子	小　島　定　吉	佐　伯　　　修
寺　尾　宏　明	中　島　　　啓	古　田　幹　雄
室　田　一　雄	橋　本　幸　士	押　川　正　毅
永　屋　直　人	越　塚　誠　一	椿　　　広　計
萩　原　一　郎	徳　山　　　豪	宮　地　充　子
東　野　輝　夫		

3　特定研究員

令和３年度

東　山　和　巳　京都大学博士（理学）　2.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：双曲的曲線の配置空間の基本群の研究

研究目標：これまでの研究では，一般化劣 p 進体上の有理点を持ち三点基豊富である双曲的曲線の配置空間のエタール基本群の最大副 p 商，その幾何学的部分群，閉点に付随する分解群という 3 つ組から出発して，基礎体を復元するアルゴリズムを確立した。その上，この復元アルゴリズムを応用することによって，比較的緩やかな条件を満足する双曲的曲線の高次元配置空間のエタール基本群の幾何学的副 p 商や最大副 p 商に対する半絶対版遠アーベル予想型の結果を得ることに成功した。

今年度の研究の主な目標は，三点基豊富ではない多様体，例えば，種数 0 の双曲的曲線の配置空間に対しても適用できるように拡張することである。そのために，対数配置空間と通常の配置空間との差である対数因子の理論を研究する。また，三点基豊富でない多様体として，双曲的でない曲線の配置空間や，配置空間からいくつかの対数因子を取り除いた多様体も考察する。

南　出　　　新　京都大学博士（理学）　1.10.1 ～ 3.5.31

研究題目：遠アーベル幾何の研究

研究目標：遠アーベル幾何の (1) 応用について研究を行い，また, (2) 既存の研究の発展を目指す。

(1) については，宇宙際タイヒミューラー理論の研究を行っていく予定である。

宇宙際タイヒミューラー理論はまさに遠アーベル幾何の数論への応用であり，その系として ABC 予想が帰結される。しかし，オリジナルの議論では ABC 予想に現れる或る定数を明示的に計算することが出来ない。近年，この定数を明示的に計算するという研究を Ivan Fesenko 氏，星 裕一郎氏，望月 新一氏，Wojciech Porowski 氏と共同で進めており，まずはこの研究を完成させたいと考えている。

（2）については，局所体の遠アーベル幾何について研究を行っていく予定である。数体の遠アーベル幾何については，ノイキルヒ・内田の定理というある種の決定的な結果があるが，局所体の場合，その類似は成立せず，全く異なる様相を呈している。局所体の遠アーベル幾何についてもこれまでに様々な研究がなされてきたが，私は，（a）群論的性質の解析，（b）単遠アーベル幾何の視点から，既存の研究を発展させていきたいと考えている。

Niranka Banerjee　チェンナイ数理科学研究所（インド）Ph.D　3.11.1 ～ 5.3.31

研究題目：Dynamic and Fault Tolerant Algorithms

研究目標：To analyze an algorithm for a graph problem the traditional notion is to assume that a graph is static. However, for most real world applications graphs are constantly modified. Two different models that study and analyze graphs in this setting are dynamic algorithms and fault tolerant algorithms. The aim is to maintain some property of the ever changing graph faster than the corresponding static algorithm. For example, we could imagine we have a communication network, where the nodes are computers, routers, or cell-towers and there is an edge between them if they can communicate. But what happens if these communications fail? Can we build models which are resilient to these failures? These are the questions that I deal with in my research.

令和 4 年度

Benoît Guerville-Ballé　ポー大学（フランス），サラゴサ大学（スペイン）Ph.D　4.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：Geometric Topology, line arrangements and algebraic plane curves.

研究目標：A line arrangement is a finite set of lines in the complex projective plane. On the one hand, the embedded topology of an arrangement is the homeomorphism type of the pair formed by the complex plane and the union of lines in the arrangement; on the other hand, the combinatorics of an arrangement is the information given by the underlying matroid (or equivalently of the intersection lattice). If it is clear that the combinatorics of an arrangement is determined by the topology, the converse is not true in general. Indeed, it has been proven by Rybnikov in ‘98, that there exists pairs of arrangements with equivalent combinatorics which have non-isomorphic fundamental groups of their complements, and so which have non-equivalent topologies. The main goal of my research is to understand this gap between the combinatorics and the topology of line arrangements.

4　研 究 員

令和３年度

高　尾　尚　武　京都大学博士（理学）　27.4.16 ～ 5.3.31

研究題目：数論的基本群に関連する諸問題

研究目標：数論的な体（大域体，局所体，有限体など）の上の代数多様体の etale 基本群（数論的基本群）は基礎体の絶対 Galois 群の幾何的基本群による拡大になっています。双曲的曲線などの「遠アーベル多様体」ではその拡大は高度に非自明で，多様体の数論的情報と幾何的情報の双方を豊富に持った対象であることが予想され，近年内外の多くの研究者によって多様な視点から活発に研究され数多くの成果が得られてきました。一方，基本群の構造は一般にとても複雑で，実際に分析して，情報を取り出す作業は容易ではありません。その点，その幾何的部分群を最大副 1 商に置き換えたもの（以下，副 1 基本群）は，情報を保ちつつ，比較的調べやすい対象で，これまでに一際多くの研究成果（当該研究員のそれも含む）があがっています。今年度，当該研究員は双曲的曲線の moduli stack 上の普遍族に付随する副 1monodromy 表現に関する織田予想を最終的な形で解決した経験を活かして，引き続き副 1 基本群に関連する諸問題の研究に取り組む予定です。主な目標は，大まかに言うと，以下の通りです：1。双曲的曲線の副 1 幾何的基本群や曲線の幾何の情報を取り出すこと，2。伊原の問題

とその一般化（外 Galois 表現の核の数論的特徴づけ）。

清　水　達　郎　東京大学博士（数理科学）　31.4.1 ～ 4.3.31

研究題目：Chern-Simons 摂動論の新しい理解に向けた研究

研究目標：本研究の目標は，Chern-Simons 摂動論とそれから得られる不変量たちに対して新しい幾何学的，およびその他の数学的解釈を与えることである。

Chern-Simons 摂動論は物理の Chern-Simons 場の量子場の理論を起源とする数学的理論で，3 次元多様体とその上の自明束の平坦接続の組に対する位相不変量を大量に生み出す。特に接続として自明接続をとれば 3 次元多様体の不変量が得られるが，この不変量は量子不変量や大槻型不変量を支配する強い不変量であることが知られている。一方，非自明接続をとったときの不変量がどのような性質を持つのかはあまりよくわかっていない。本研究の 1 つの目標は非自明接続の Chern-Simons 摂動論を解析することである。Chern-Simons 量子場の理論由来の不変量は多くの数学者によって整備され，その性質が徐々に明らかになってきてはいるが，「物理由来の天下り的に与えられた不変量」という印象はいまだ拭いきれない。本研究では，数学者の直感がよく届く，特異点論や表現論，Milnor ファイバーの理論などの観点から Chern-Simons 摂動論を解釈しなおし，真に数学的な理解を与えたい。

藤　井　宗一郎　東京大学博士（情報理工学）　31.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：圏論的代数理論の一般理論の構築

研究目標：代数構造をとらえるための枠組み（「代数理論の概念」と呼ぶ）として普遍代数学，オペラド，PROP，モナド等が知られている。本研究では，それらを統一的に扱う圏論的な一般理論を展開することを目指す。本一般理論はモノイダル圏に基づくものであり，上にあげたような代数理論の概念における代数理論は適切なモノイダル圏におけるモノイドとみなすことができるという観察に基づく。私は博士論文においてこの一般理論の基礎を整備し，代数理論のモデルの概念の数学的な定式化や代数理論の概念の間の射の定義などを行った。しかし本研究はまだ発展途上であり，

代数理論同士のテンソル積や分配則による合成など，個々の枠組みで知られているが本一般理論に拡張できていない現象は多数存在する。本一般理論の基本的なセッティングに適切な条件を仮定したり追加の構造を入れたりすることで，これらの現象をとらえたい。さらにその結果を具体例に当てはめることで代数理論の研究に知見をもたらし，弱高次元圏などの複雑な代数構造の定義の整理などに応用することも目指す。

石　橋　　典　東京大学博士（数理科学）　2.4.1 〜 4.1.31

研究題目：圏論的代数理論の一般理論の構築

研究目標：私は曲面の Teichmuller 理論とクラスター代数の間の相互関連に興味を持って研究している。これまでには写像類群のクラスター代数における類似であるクラスターモジュラー群への Teichmuller-Thurston 理論の拡張について研究し，Nielsen-Thurston 分類や擬 Anosov 性のクラスター類似（符号安定性）を導入した。

本研究の目標は Teichmuller 理論の「高階化」である高次 Teichmuller 理論をクラスター代数の手法を用いて研究し，その幾何学的構造およびその上の写像類群作用の力学系的性質を明らかにすることである。高次 Teichmuller 空間がクラスター多様体の構造を持つことは Fock-Goncharov により示され，クラスター多様体の研究の大きな動機の一つとなった。一方で Teichmuller-Thurston 理論における主要な対象であった測度付き葉層はクラスター多様体の実トロピカル点へと一般化されるが，高次 Teichmuller 理論の場合にこれらが曲面上のどのような幾何学的対象をパラメトライズしているかは未だ明らかになっていない。

本研究では高次 Teichmuller 空間の実トロピカル点を曲面上の対象を用いて記述することを目指す。実トロピカル点の幾何学的な記述を用いて写像類群作用を調べることがひとつの目標である。

今　村　拓　万　京都大学博士（理学）　3.4.1 〜 4.3.31

研究題目：超準解析に基づく小尺度と大尺度の位相幾何学の統一的研究

研究目標：位相や一様構造のような（典型的には距離空間の）細かな

構造を抽象化したものを研究する領野を小尺度の位相幾何学と呼ぶ。それに対し，有界型（bornology）や粗構造のような粗い構造を抽象化して研究する領野を大尺度の位相幾何学と呼ぶ。これら 2 つの領野の間には様々なフォーマル／インフォーマルな類比が成立することが知られている。初歩的な例としては，ノルム空間の間の線形写像が連続であることと有界であることとは同値であるという，関数解析のよく知られた定理が挙げられる。これらを統一しようという試みとしては Dydak による basic dot product がある。一様空間の超準拡大には「無限に近い」という同値関係が自然に定まり，そこから元の一様性を復元できる。同様に，粗空間の超準拡大には「有限に近い」という同値関係が自然に定まり，そこから元の粗構造を復元できる。したがって，超準集合上の同値関係の研究は，一様空間と粗空間の研究を包摂するものとなる。実際，一様空間と粗空間のホモロジー論やホモトピー論は，この枠組のもとで統一的に記述できることが分かっている。本研究の目的は，このアイデアを一様空間や粗空間の一般化（非対称化や非推移化など）へと拡げることで，小尺度と大尺度の位相幾何学を統一的に研究するフレームワークを構築することである。なお，小尺度の構造は Π_1^{st} - 定義可能集合に，大尺度の構造は Σ_1^{st} - 定義可能集合に対応することが分かっているから，どちらの意味でも定義可能でない集合は，全く新しい空間の構造を与えるものと思うことができる。この新奇な構造の（標準的）意味の解明も本研究の課題である。

田　中　祐　二　名古屋大学博士（数理学）　3.4.1 ～ 3.6.30

研究題目：ゲージ理論的変形不変量の研究

研究目標：ゲージ理論に由来する実 4 次元多様体の変形不変量の理論において保型形式がしばしば現れる。例えば，Donaldson 不変量の爆発公式，あるいはその壁越え公式などである。またより高い対称性を持つゲージ理論に起源を持つ Vafa-Witten の理論においてはその分配関数（変形不変量の生成関数）は保型形式であると予想されており，実際，幾つかの場合に数学的に厳密な証明が与えられている。ゲージ理

論的変形不変量の研究は歴史的には個々の多様体を分類するための道具として発展してきたが，我々はそれらの不変量を一斉に考えたときどのような代数構造が現れるかをより明らかにするという研究を行う。研究対象は，望月拓郎氏による射影曲面上の Donaldson 不変量，Richard Thomas 氏と私がその数学的定式化を与えた射影曲面上の Vafa-Witten 不変量，および関連する類似の不変量である。まず多くの具体例でこれらの不変量の具体的な計算を行い，いくつかの関連する予想を数値的に確かめる。また，生成関数の保型性は，かつて中島啓氏が例えば射影曲面上の点の Hilbert 概型の Euler 標数の生成関数に対して行ったように，対応するモジュライ空間のホモロジーにある頂点代数の表現を構成しその指標を取ることで示すのが自然である。しかし，それを一般の射影曲面に対して試みるのは現時点では技術的にいささか時期尚早でもある。そこで我々はまずいくつかの具体的な場合にこのような幾何学的表現論の手法を用いた研究を行い，そこからより一般の場合に適用可能な理論の構築を目指すという方策を取る。

吹　原　耀　司　京都大学博士（理学）　3.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：計算論の圏論的分析

研究目標：計算機やあるいは人間が有限の手続き（アルゴリズム）でどのような計算が行えるかを研究する計算論は，型理論や意味論の研究を通して，圏論など抽象的な構造を用いた研究もなされているが，個別の言語やアルゴリズム，計算機上のメカニズムに注目する性質上，具体的な枠組みの中で議論をすることも多い。本研究はそのような具体的な概念を，圏論のような抽象的な枠組みの中で再構成し，個別の構成に依らない普遍的な結果を得ることを目指す。

博士論文においては，計算量の情報を持つ有界線形型システムや，次数付きモナドの理論への応用を持つ，ジラールの有界線形論理（BLL）の圏論的意味論を目的として，一般化有界線形論理（GBLL）の導入とその圏論的意味論である添字付き線形指数コモナド（ILEC）の定義を行った。GBLL はある特別な 2- 圏の射を次数として備えた次数付

き線形論理として考えることができるが，この“特別な2-圏”は現状具体的に指定した圏を要請しており，必要十分な構造が何かは調べられていない。ILECを成立させるために真に必要な構造を，豊穣圏やモナドなどの観点から明らかにする。

三　浦　真　人　東京大学博士（数理科学）　3.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：Calabi-Yau多様体の幾何学と可視化の数理

研究目標：（複素3次元）Calabi-Yau多様体がどのように分布しているのかという問題は，幾何学と超弦理論にまたがる重要な未解決問題である。本研究の目的は，主にトーリック多様体のCalabi-Yau超曲面に対して，変形族の分布の性質を調べることである。とくに，このクラスのCalabi-Yau多様体のデータにおいて，半Euler数の偶奇に明確な偏りが観察されることに着目する。この偏りの理由を突き止めることが主な目標である。4次元反射的多面体の包含関係から定まるCalabi-Yau超曲面の幾何転移を調べ，それらがどのような種類の幾何転移で結びついているのかという「分布の実態」を明らかにする。関連して，他の有益だと思われるCalabi-Yau多様体のクラスについても，Hodge数の分布などのデータを整えることで，既存のデータと比較できる環境を整える。

可視化の数理についての研究も進める。こちらの研究の目的は，図から情報を得るというプロセスの構造を明らかにすることである。とくに，コンピュータビジョンにおいてピンホールカメラ模型と呼ばれる，実射影空間における射影を用いた汎用的な可視化に着目する。これまでの共同研究で，この可視化の射影幾何を統制するマルチビュー多様体の幾何学を調べ，コンピュータビジョンで基本的な射影再構成や，アフィン再構成の幾何学的な記述を得た。これを具体化し，現実的な問題へ応用することが主な目標である。たとえば，平面に射影した4次元多面体に対してアフィン再構成手続きを実行することで，高次元多面体の可視化や，研究への応用を探る。

三　宅　庸　仁　東北大学博士（理学）　3.4.1 ～ 4.3.31

研究題目：高階放物型方程式に対する初期値問題の漸近解析

研究目標：拡散を伴う物理現象は一般に二階放物型方程式を用いて記述される。一方，薄膜の結晶成長のような，表面拡散を伴う物理現象を記述する数理モデルの多くは，高階放物型方程式を用いて記述される。本研究では，このような数理モデルを代表とする高階放物型方程式，特に，多重調和作用素をもつ放物型方程式に対する初期値問題について，解の漸近挙動を考察する。

二階放物型方程式と高階放物型方程式では，それぞれの解の基本的な性質が大きく異なることが知られている。具体的には，二階放物型方程式に対する初期値問題については「任意の正値な初期値に対して，解は時空上で大域的に正となる」という正値性保存則が成り立つ。 この性質は，比較原理等の二階放物型方程式に対して適用可能な解析手法の多様性や得られる解析結果の精密さの源水となる。一方で，高階放物型方程式では正値性保存則は一般に成立せず，二階の場合に用いられている有用な解析手法の多くが適用困難となる。

このような背景のもと，私はこれまでの研究において，高階放物型方程式の解の正値性保存則の崩壊メカニズムを調べることを目的とした研究を行ってきた。具体的には，最も単純な線形高階放物型方程式に対する初期値問題について，解が正値関数となるための十分条件について考察してきた。本研究では，この研究で得られている結果をさらに精密化し，得られた解析結果に基づき非線形高階放物型方程式に対する解の各点評価や定性的性質を導く解析手法を確立することを目指す。

室　谷　岳　寛　京都大学博士（理学）　3.4.1 ～ 4.3.31

研究題目：遠アーベル幾何学と分岐

研究目標：遠アーベル幾何学では，スキームの数論的基本群に，そのスキームの性質がどのように反映されているかを調べ，そのスキームに関する様々なデータ（究極的にはその同型類）を復元することを目指す。当該研究員は局所体（あるいは

より一般に完備離散付値体）上の遠アーベル幾何学を主な研究対象としている。遠アーベル幾何学における既存の結果及び当該研究員のこれまでの研究は，完備離散付値体の分岐と遠アーベル幾何学の間に深い関係があることを示唆する。これを踏まえ，今年度は以下のような問題に取り組み，この両者の間の関係に迫る：

（1）p進局所体上の双曲的曲線に対する絶対版Grothendieck予想の当否の検証

（2）剰余体が必ずしも完全でない完備離散付値体の（Abbes-斎藤による）分岐フィルトレーション付き絶対Galois群からの種々の量の復元

（3）有限体の代数閉包を係数とするWitt環の商体の有限次拡大体の分岐フィルトレーション付き絶対Galois群からの種々の量（特に体の同型類）の復元

森　　隆　大　京都大学博士（理学）　3.4.1 ～ 3.9.30

研究題目：確率過程の軌跡に関する交差現象と付随する関数空間の相互解析

研究目標：本研究の目標は，「確率過程とDirichlet形式の対応」を確率過程の軌跡の交差現象の観点から一般化し，「確率過程の多重点とそれに対応する関数空間」の理論を構築することである。Dvoretzky, Erdős, Kakutani, Taylorの1950年代の一連の研究により確率1でd次元Brown運動の軌跡がp重点を持つ必要十分条件は$d-p(d-2)>0$であることが示され，Le Gallによりintersection local timeと呼ばれるBrown運動のp重点に台を持つランダム測度が構成された。これらの事実は，熱方程式のレゾルベント核のLebesgue測度に対するL^p-可積分性が$d-p(d-2)>0$なる$p\geq 1$に限られることに起因しており，この可積分性はSobolev空間$W^{1,2}(R^d)$のL^{2p}への連続埋め込みの可能性が$d-p(d-2)\geq 0$に限られることと間接的に対応している。本研究員はこれらの多重点・レゾルベントの可積分性・Sobolev埋蔵定理の三者をDirichlet形式の観点から直接対応付けることに取り組んでいる。本研究では(i)測度距離空間上の確率過程と，その熱核から定まるBesov空間の解析(ii)無限回の交差の解析

(iii) ランダム曲線の交差が作る確率場の解析 を行うことで，Dirichlet 空間の実解析学的な性質と，交差現象という確率論的な性質との関係の本質的な解明を目指している。

森　脇　湧　登　東京大学博士（数理科学）　3.4.1 ～ 4.3.31

研究題目：共形場理論の数学的研究

研究目標：本研究の目標は二次元共形場理論の変形を数学的に構成し，それを頂点代数の研究に応用することである。

共形場理論とは，量子化された場を扱う物理理論である場の量子論のうち，共形対称性を持つ理論のことである。共形場理論の“正則な場”のなす代数は，Borcherds によって公理化され，頂点代数と呼ばれている。本研究では頂点代数（正則）を full 頂点代数（実解析的）に一般化することで頂点代数の研究への新しいアプローチを試みる。正則関数は堅いため，頂点代数は変形することができない。しかし物理においては様々な共形場理論の変形が知られている。こういった物理における共形場理論の変形は，full 頂点代数（実解析的）を考えることで初めて可能になる。これまでの研究では，full 頂点代数がカレント場と呼ばれる特別な場を含む場合に, full 頂点代数の変形族（カレント・カレント変形）を数学的に構成した。

本研究ではカレント場の存在よりも弱い仮定の下で full 頂点代数の変形族を構成することを目標にしている。具体的には，これまでの研究で構成した符号共形場理論の変形を構成する。また応用として，頂点代数（それ自身は変形できない）を full 頂点代数に埋め込むことで新しい頂点代数を構成することを試みる。

吉　安　　　徹　東京大学博士（数理科学）　3.4.1 ～ 4.3.31

研究題目：symplectic 幾何学におけるホモトピー原理の研究

研究目標：ホモトピー原理とは，多様体上の偏微分方程式の可解性をホモトピー論に帰着する枠組みである。Nash-Kuiper の等長埋め込み定理，Smale-Hirsch のはめ込み定理，Gromov による symplectic 構造の存在定理などがその典型例となっている。つまり，接束や余接束上でホモトピー論による必要条件を書き下せば，実際に写像や構造が構成できるという種類の主張である。近年は，symplectic 幾何学における

ホモトピー原理が活発に研究されている。Lagrange 部分多様体と Weinstein 多様体はその中心的な対象であり，私はそのトポロジーについて研究してきた。
現在は，Liouville 多様体が Weinstein 多様体となるための条件に関心を持っている。Liouville 多様体とは境界に凹凸の条件を課した完全 symplectic 多様体であり，Weinstein 多様体とは整合的な Morse 関数を許容する Liouville 多様体である。多様体上に Weinstein 構造が存在するための必要十分条件は 90 年代に発見され，構造の変形についての研究も進んでいる。一方，与えられた Liouville 多様体がいつ Weinstein 構造を許容するかという問題についてはほとんど何も知られていなかった。私は Yakov Eliashberg 氏と小川竜氏との共同研究で，この問題について非自明な十分条件を得た。この結果を改良し，必要十分条件を得ることを目標にしている。

令和 4 年度

勝　呂　剛　志　東北大学博士（理学）　4.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：移流拡散方程式に対する初期値問題の適切性

研究目標：生物化学における走化性粘菌や天文学における恒星系を構成する星間物質の運動を記述する数理モデルは，適切な極限操作により移流拡散方程式に帰着される。この方程式は移流効果を与える非線形干渉項を擁す拡散方程式である。
本研究では，こういった非局所的な非線形項をもつ移流拡散方程式に対する初期値問題の一様局所可積分空間における適切性を考察する。一様局所可積分空間は函数に対して空間遠方における減衰を課さない函数空間であり，方程式の解の空間局所的な振る舞いを研究する上で用いられる。
移流拡散方程式の初期値問題における非線形項は，解の空間遠方における情報が空間局所的な解の振る舞いに影響を与える非局所的な作用をもち，放物型偏微分方程式の解の振る舞いを研究する上で有用な比較原理等の解析手法の適用が困難となる。また，一様局所可積分空間は可分性や回帰性といった函数解析的な性質をもたず，熱方程式の初期

値問題の解に対する正則性の一般理論を適用することができない。そこで，一様局所可積分空間の実補間空間において，熱方程式の初期値問題の解に対する最大正則性を導出し，移流拡散方程式の初期値問題の適切性を示した。本研究では，一様局所可積分空間における結果を拡張し，函数に対してより高い特異性を許す Morrey 空間における移流拡散方程式の初期値問題の適切性を考察する。また，並行して移流拡散方程式の初期値問題の特異定常解の存在を証明する。

湯　浅　　　亘　東京工業大学博士（理学）　4.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：高次スケイン代数と 3 次元多様体の不変量

研究目標：高次（特に rank 2）の Lie 代数に付随する曲面のスケイン代数の性質や量子クラスター代数との対応を研究し，その対応を通して 3 次元多様体のスケイン加群から不変量を取り出す。スケイン加群としてはステイト付きスケイン加群とクラスプ付きスケイン加群という二種類のスケイン加群（もしくはスケイン代数）を用いる。石橋典氏との共同研究でこれら二つの加群はステイト - クラスプ対応という対応で行き来ができ，それぞれ扱う上での利点がある。そして，曲面のクラスプ付きスケイン代数から量子クラスター代数への埋め込みを構成するフレームワークも石橋氏との共同研究で明らかとなった。これらのスケイン代数，量子クラスター代数それぞれの利点や特徴を活かして，境界を持つ 3 次元多様体のスケイン加群への曲面のスケイン代数の作用を考えることで既存の 3 次元多様体の不変量のスケイン代数を用いた記述やそれらの高次化を図る。例えば，3 次元多様体の特性多様体上のライデマイスタートーションの記述や計算を目指す。

Ildar Gaisin　ピエール・マリー・キュリー（パリ第 6）大学（フランス）Ph.D　4.4.1 ～ 5.3.31

研究題目：p-adic geometry

研究目標：If the base field is some p-adic completion of the rationals, the resulting geometry often has a strong number theoretic flavour. The goal, in some sense, is to study number theory via the aid of this geometry. A key example arises from the modular curve and more generally higher dimensional Shimura varieties. Recently some foundational work put forth by Fargues and Scholze, has brought geometry and number theory even closer via the study of the Fargues-Fontaine curve. A remarkable feature is that the fundamental group of this curve coincides with the absolute Galois group of the p-adic rationals. My current research attempts to interpret some known number theoretic information into the language of the Fargues-Fontaine curve.

5　日本学術振興会特別研究員

令和３年度

PD	湯淺　亘	(31.4.1～4.3.31)	図式計算による量子不変量の研究とその応用
PD	齋藤　隆大	(2.4.1～5.3.31)	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
PD	長町　一平	(3.4.1～6.3.31)	代数曲線の特異点とピカールスキーム
PD	安田　健人	(3.4.1～6.3.31)	マイクロマシンの非平衡形状ゆらぎと推進機構
PD	林　雅行	(31.4.1～4.3.31)	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
DC1	杉本　祥馬	(31.4.1～4.3.31)	log 共型場理論に対応する頂点作用素代数の幾何学的表現論の研究
DC1	笹谷　晃平	(2.4.1～5.3.31)	擬対称性を用いた複雑な距離空間上の解析
DC1	柴田　泰輔	(3.4.1～6.3.31)	擬正則曲線を用いたフレアーホモロジー的観点からの接触幾何学の研究
DC1	大井　拓夢	(3.4.1～6.3.31)	体積倍増条件を満たさない測度距離空間の確率論的解析
DC2	佐々木 裕文	(30.4.1～3.9.30)	ノイズに頑健な時間周波数解析手法の開発とその応用
DC2	長岡　高広	(31.4.1～3.9.30)	シンプレクティック代数多様体の代数幾何学
DC2	上田　衛	(2.4.1～4.3.31)	スーパーヤンギアンの構造と表現に関する研究
DC2	軽尾　浩晃	(2.4.1～4.3.31)	結び目と有限体の被約 Dijkgraaf-Witten 不変量
DC2	清水　陵嗣	(3.4.1～5.3.31)	制限分岐版ノイキルヒ・内田の定理とその周辺

DC2	山口　永悟	(3.4.1～5.3.31)	代数曲線の m 次可解 Grothendieck 予想について
DC2	石井　　竣	(3.4.1～5.3.31)	Drinfeld 加群のねじれ点に対する普遍上界予想
DC2	湯地　智紀	(3.4.1～4.3.31)	スキームや代数多様体の圏論的復元問題について

令和４年度

PD	齋藤　隆大	(2.4.1～5.3.31)	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
PD	長町　一平	(3.4.1～6.3.31)	代数曲線の特異点とピカールスキーム
PD	安田　健人	(3.4.1～6.3.31)	マイクロマシンの非平衡形状ゆらぎと推進機構
DC1	笹谷　晃平	(2.4.1～5.3.31)	擬対称性を用いた複雑な距離空間上の解析
DC1	柴田　泰輔	(3.4.1～6.3.31)	擬正則曲線を用いたフレアーホモロジー的観点からの接触幾何学の研究
DC1	大井　拓夢	(3.4.1～6.3.31)	体積倍増条件を満たさない測度距離空間の確率論的解析
DC2	清水　陵嗣	(3.4.1～5.3.31)	制限分岐版ノイキルヒ・内田の定理とその周辺
DC2	山口　永悟	(3.4.1～5.3.31)	代数曲線の m 次可解 Grothendieck 予想について
DC2	石井　　竣	(3.4.1～5.3.31)	Drinfeld 加群のねじれ点に対する普遍上界予想

6　日本学術振興会外国人特別研究員

令和３年度

LETURCQ, David	(2.10.27～3.7.16)	配置空間の手法による高次元結び目の不変量
MOREAU, Clement Yves Philippe	(2.10.16～3.10.15)	低レイノルズ数微小遊泳への数理制御理論の応用
MOLLER, Sven	(2.11.1～3.12.28)	二次元及び四次元の共型場倫理に付随した頂点作用素代数の構成と分類
BATTSEREN, Bat-Od	(3.11.3～5.11.2)	解析的群論におけるフォンノイマン同値不変量の研究
LEMAY, Jean-Simon Pacaud	(4.3.26～6.3.25)	トレース構造を持ち上げるモナドの特徴づけ

令和４年度

BATTSEREN, Bat-Od	（3.11.3〜5.11.2）	解析的群論におけるフォンノイマン同値不変量の研究
LEMAY, Jean-Simon Pacaud	（4.3.26〜6.3.25）	トレース構造を持ち上げるモナドの特徴づけ
PARK, Sewon	（4.4.01〜6.3.31）	連続系における高階函数の保証つき厳密計算

7　受　　賞

（令和 3. 4. 2 〜令和 4. 4. 1）

小澤　登高	科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞	2021. 4. 6
石本　健太	科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞	2021. 4. 6
望月　拓郎	数学ブレイクスルー賞	2021. 9. 9
山下真由子	日本数学会賞建部賢弘賞奨励賞	2021. 9.30
森　　重文	文化勲章	2021.11. 3
石本　健太	現象数理学三村賞奨励賞	2021.12.11
荒川　知幸	2022 年 JMSJ 論文賞	2022. 3.29

8　行　　事

8−1　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。令和 3 年度に引き続き，令和 4 年度（第 43 回）は新型コロナウイルス感染症を考慮し，現地参加者数を減員のうえ，オンラインで同時開催する。社会情勢により，オンラインのみの実施となる可能性もある。実施状況は，以下の通りである。

日　　　時：令和 4 年 8 月 1 日（月）から 8 月 4 日（木）まで
毎日 10：30 〜 16：00　8 月 4 日（木）のみ 17:25 まで
（8 月 5 日（金）に，各講師に自由に質問・討論できるオフィスアワーを設ける）
※オフィスアワーへの参加は現地参加者のみとし，オンラインでは行わない。

講師・題目：梶野　直孝　フラクタル上のラプラシアン・熱方程式入門
石川　勝巳　不変量で見るトポロジー

石本　健太　日常を彩る流体力学：「ながれ」の数理モデル
藤井　浩一（㈱ NTT データ数理システム）
数理最適化による社会の課題解決（特別講演 8 月 4 日（木）のみ）

8－2　談話会

理学部数学教室（大学院理学研究科）と共同で，定期的に水曜日午後 4 時 45 分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。令和 3 年度には新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため，オンライン上（一部は本研究所）で次の談話会が行われた。

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」を開催しているが，令和 3 年度は開催を見送った。また，談話会の都度，講演者にアブストラクトを準備願い，本研究所のホームページに掲載している。

講演題目	講演者	所属	月日
距離空間上のハミルトン・ヤコビ方程式 (Hamilton-Jacobi equations on metric spaces)	中安　淳	京大・理	4.21
情報アプローチによるデフォルト伝播モデルとデフォルトリスクのある債券の価格付け (A default contagion model for pricing defaultable bonds from an information based perspective)	中川　秀敏	一橋大・経営	6.2
可逆多項式のホモロジー的ミラー対称性とガンマ整構造 (Homological mirror symmetry and the gamma integral structures for invertible polynomials)	高橋　篤史	大阪大・理	6.9

デルタポテンシャルをもつ非線形シュレディンガー方程式の解の長時間挙動 (Long time behavior of solution to the nonlinear Schrödinger equation with delta potential)	瀬片　純市	九州大・数理	6.23
擬準同型の拡張問題について (On the extension problem of quasimorphisms on groups)	松下　尚弘	琉球大・理	6.30
Crystalline mean curvature flow with a volume constraint	Norbert Pozar	金沢大・理工	7.7
Teichmüller 空間上の関数論に向けて (Towards Function theory on Teichmüller space)	宮地　秀樹	金沢大・理工	7.14
フラクタル上のラプラシアンに対する解析学 (Analysis of Laplacians on fractals)	梶野　直孝	数理研	10.13
パラ制御解析と正則性構造理論について (Paracontrolled calculus and regularity structures)	星野　壮登	大阪大・基礎工学	10.20
整 p 進コホモロジー理論について (On integral p-adic cohomology theory)	志甫　淳	東大・数理	10.27
スターグラフ上のパルスダイナミクスについて (Pulse dynamics on a star graph region)	栄　伸一郎	北海道大・理	11.10
遠アーベル幾何学の観点からの Grothendieck-Teichmuller 群 GT の研究 (A study of the Grothendieck-Teichmuller group from the viewpoint of anabelian geometry)	辻村　昇太	数理研	12.1
極小モデル理論の発展 (Recent development of the minimal model theory)	權業　善範	東大・数理	12.8

4 次元軌道体上のゲージ理論とその応用 (Gauge theory on four-orbifolds and its applications)	福本　善洋	立命館大・理工	12.15
導来 Hall 代数の幾何学的構成 (Geometric construction of derived Hall algebra)	柳田伸太郎	名古屋大・多元数理	12.22
p-進シンプレクティック群における Arthur 型の表現の決定 (Determination of Arthur type representations of p-adic symplectic groups)	跡部　発	北海道大・理	1.12
ノヴィコフ環上のホモロジー的ミラー対称性について	深谷　賢治	ニューヨーク州立大学ストーニーブルック校	1.26

9　共同利用研究

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，数日間の研究会，シンポジウム等を開き，多数の共同利用研究が行われている。

2021 年度は，次の共同利用研究事業が行われた。

9ー1　RIMS 共同研究（公開型）

研究題目	研究代表者		期　間
1. Intelligence of Low-dimensional Topology	大槻　知忠	（141 名）	2021. 5.19 〜 2021. 5.21
2. 変換群論の新展開	川上　智博	（27 名）	2021. 5.24 〜 2021. 5.26
3. 離散群と双曲空間の幾何学	藤井　道彦	（90 名）	2021. 5.31 〜 2021. 6. 4
4. 一般位相幾何学の動向と諸分野との連携	今村　隼人	（39 名）	2021. 6. 2 〜 2021. 6. 4
5. 力学系理論の最近の進展とその応用	柴山　允瑠	（157 名）	2021. 6.21 〜 2021. 6.25

6. 部分多様体論と関連する幾何構造研究の深化と融合
　中田　文憲　（69 名）　2021. 6.21 ～ 2021. 6.23
7. Higher-dimensional algebraic varieties
　藤野　　修　（61 名）　2021.06.22 ～ 2021. 6.24
8. 偏微分方程式の解の幾何的様相
　高坂　良史　（120 名）　2021. 6.28 ～ 2021. 6.30
9. 調和解析と非線形偏微分方程式
　眞崎　　聡　（105 名）　2021. 7. 5 ～ 2021. 7. 7
10. 流体と気体の数学解析
　鈴木　政尋　（118 名）　2021. 7. 7 ～ 2021. 7. 9
11. リー群論 , 表現論およびその周辺分野
　奥田　隆幸　（82 名）　2021. 8.10 ～ 2021. 8.12
12. 数理最適化の理論と応用の深化
　後藤　順哉　（53 名）　2021. 8.19 ～ 2021. 8.19
13. 可積分系数理の諸相
　前田　一貴　（89 名）　2021. 8.25 ～ 2021. 8.27
14. 数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
　金子　真隆　（80 名）　2021. 8.26 ～ 2021. 8.28
15. ランダム力学系および多価写像力学系理論の総合的研究
　角　　大輝　（73 名）　2021. 8.30 ～ 2021. 9. 3
16. 確率解析とその応用
　日野　正訓　（118 名）　2021. 9. 6 ～ 2021. 9.10
17. 複素幾何学の諸問題 II
　高山　茂晴　（300 名）　2021. 9. 6 ～ 2021. 9. 9
18. ファイナンスの数理解析とその応用
　辻村　元男　（26 名）　2021. 9. 8 ～ 2021. 9.10
19. 数学史の研究
　長田　直樹　（51 名）　2021. 9.13 ～ 2021. 9.16
20. 発展方程式論の広がり：理論的基礎から実践的応用まで
　石渡　通徳　（96 名）　2021.10. 6 ～ 2021.10. 8
21. 完全 WKB 解析，超局所解析，パンルヴェ方程式とその周辺
　岩木　耕平　（126 名）　2021.10.11 ～ 2021.10.15
22. 解析的整数論とその周辺
　赤塚　広隆　（98 名）　2021.10.12 ～ 2021.10.15

23. 実数の集合論における近年の進展
嘉田　　勝　（56 名）　2021.10.12 〜 2021.10.15
24. 組合せ論的表現論および関連分野との連携
茂木 康平　（117 名）　2021.10.18 〜 2021.10.22
25. パターンダイナミクスに関連するモデリングと数理解析
物部　治徳　（129 名）　2021.10.18 〜 2021.10.20
26. Banach 環上の保存問題とその関連
大井　志穂　（50 名）　2021.10.25 〜 2021.10.27
27. 常微分方程式の定性的理論とその応用
内藤　雄基　（82 名）　2021.11.10 〜 2021.11.12
28. 不確実環境下における意思決定数理の新展開
井上　真二　（39 名）　2021.11.15 〜 2021.11.16
29. 厳密統計力学および関係する話題
笹本　智弘　（72 名）　2021.11.16 〜 2021.11.19
30. 時間遅れ系と数理科学：理論と応用の新たな展開に向けて
中田　行彦　（99 名）　2021.11.17 〜 2021.11.19
31. Arithmetic algebraic geometry and mathematical physics
並河　良典　（135 名）　2021.11.29 〜 2021.12. 3
32. 可微分写像の特異点論及びその応用
佐治　健太郎（70 名）　2021.11.29 〜 2021.12. 1
33. スペクトル・散乱理論とその周辺
安藤　和典　（79 名）　2021.12. 1 〜 2021.12. 3
34. アジア地域における数論研究
Pan Asian Number Theory conference 2021-Kyoto
池田　　保　（193 名）　2021.12. 6 〜 2021.12.10
35. 非圧縮性粘性流体の数理解析
前川　泰則　（65 名）　2021.12. 6 〜 2021.12. 8
36. 量子場の数理とその周辺
廣島　文生　（66 名）　2021.12. 6 〜 2021.12. 8
37. 非線形解析学と凸解析学の研究
星野　満博　（40 名）　2021.12. 8 〜 2021.12.10
38. モデル理論における独立概念と次元の研究
桔梗　宏孝　（38 名）　2021.12.13 〜 2021.12.15

39. 代数的整数論とその周辺
小林　真一　(215 名)　2021.12.13 ～ 2021.12.17

40. 複素力学系の諸相
川平　友規　(90 名)　2021.12.13 ～ 2021.12.17

41. 証明と計算の理論と応用
池田　一磨　(46 名)　2021.12.20 ～ 2021.12.22

42. Computer Algebra-Foundations and Applications
北本　卓也　(43 名)　2021.12.20 ～ 2021.12.22

43. 逆問題における理論と実用
伊東　裕也　(44 名)　2022. 1. 5 ～ 2022. 1. 7

44. 保型形式、保型 L 関数とその周辺
森本　和輝　(115 名)　2022. 1.24 ～ 2022. 1.28

45. 情報社会を支える計算機科学の基礎理論
来嶋　秀治　(127 名)　2022. 2. 1 ～ 2022. 2. 3

46. 論理・代数系・言語と計算機科学の周辺領域
岩見　宗弘　(37 名)　2022. 2.16 ～ 2022. 2.18

47. 有限群のコホモロジー論とその周辺
飛田　明彦　(36 名)　2022. 2.16 ～ 2022. 2.18

48. 乱流の大域的特性
藤　定義　(63 名)　2022. 3. 7 ～ 2022. 3. 8

49. 日欧シンプレクティック多様体とモジュライ空間
松下　大介　(118 名)　2022. 3.14 ～ 2022. 3.18

50. 幾何構造と微分方程式 ―対称性・特異性及び量子化の視点から―
多羅間　大輔 (84 名)　2022. 3.14 ～ 2022. 3.18

9－2　RIMS 共同研究（グループ型 A）

研究題目　研究代表者　期　間

1. 線形および非線形分散型方程式の研究の進展
瓜屋　航太　(44 名)　2021. 5.17 ～ 2021. 5.20

2. 有限グラフ上の量子ウォークと量子探索アルゴリズムの数理
船川　大樹　(50 名)　2021. 6.14 ～ 2021. 6.16

3. 人口と環境の数理地理モデリング
藤原　直哉　(23 名)　2021. 6.24 ～ 2021. 6.25

4. 組合せ最適化セミナー
牧野　和久　（174 名）　2021. 8. 4 ～ 2021. 8. 6
5. Symmetries on polynomial ideals and varieties
（Tandem-Workshop 2021 MFO and RIMS）
村井　　聡　（21 名）　2021. 9. 6 ～ 2021. 9.10
6. 準周期的秩序の数理とその周辺
山岸　義和　（56 名）　2021.11. 8 ～ 2021.11.10
7. 時間依存するハミルトニアンに対する散乱理論および超局所解析の新展開
米山　泰祐　（40 名）　2021.11. 8 ～ 2021.11.10
8. 作用素環論における対称性と従順性
縄田　紀夫　（64 名）　2022. 1.24 ～ 2022. 1.26
9. 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
土屋　卓也　（5 名）　2022. 1.31 ～ 2022. 2. 2
10. エルゴード理論の最近の進展
夏井　利恵　（36 名）　2022. 2.16 ～ 2022. 2.18
11. グラフの局所構造の制限が与える不変量への影響
古谷　倫貴　（33 名）　2022. 2.28 ～ 2022. 3. 4
12. ベイズ法と統計的推測
小池　健一　（25 名）　2022. 3. 7 ～ 2022. 3. 9
13. 非線形問題の精密解析
田中　　敏　（70 名）　2022. 3. 7 ～ 2022. 3. 9
14. Nonlocality in Analysis, Probability and Statistics – NAPS
（Tandem-Workshop 2021 MFO and RIMS）
KOHATSU-HIGA Arturo　（52 名）　2022. 3.21 ～ 2022. 3.25

9－3　RIMS 共同研究（グループ型Ｂ）

研究題目　研究代表者　期　間

1. Hall MHD 乱流の統計的性質
松本　　剛　（12 名）　2021.11.30 ～ 2021.12. 7
（RIMS 共同研究（グループ型 A）に変更して実施）
2. 磁気流体力学における乱流混合
松本　　剛　（2 名）　2022. 3.18 ～ 2022. 3.30

9−4　長期研究員

実施せず。

9−5　RIMS 合宿型セミナー

研究題目	研究代表者	期　　間
1. 代数幾何と特異点における新潮流の相互作用		
	川ノ上　帆　（82 名）	2021.10.11 ～ 2021.10.15
	（RIMS 共同研究（グループ型 A）に変更して実施）	

9−6　RIMS 総合研究セミナー

研究題目	研究代表者	期　　間
1. International Workshop P-positivity in Matroid Theory and Related Topics		
	KIRILLOV, Anatoli　（49 名）	2021.10. 4 ～ 2021.10. 8

9−7　訪問滞在型研究

平成 30 年度からの国際共同利用・共同研究拠点化に伴い，平成元年度運営委員会の決定に基づき共同利用計画の一環として行ってきたプロジェクト研究計画を訪問滞在型研究計画に発展させ，第 5 部 2-3 収録の要旨に沿って，公募実施されてきている。

令和 3 年度

「Mathematical Biofluid Mechanics」

（組織委員　Lisa J. Fauci, Tsuyoshi Hirashima, Makoto Iima, Takuji Ishikawa, Kenta Ishimoto, Hiroshi Kokubu, Masato Yamamichi）

研究題目	研究代表者	期　　間
1. 生物の創るパターンとダイナミクス：基礎からの展開		
	石本　健太　（外 209 名）	2021. 6.15 ～ 2021. 6.18
2. 生物流体シンポジウム		
	飯間　　信　（外 119 名）	2021. 6.21 ～ 2021. 6.24
3. Fluid mechanics in ecology and evolution		
	YAMAMICHI Masato　（外 92 名）	2021. 7. 5 ～ 2021. 7. 7
4. Mathematical Mechanobiology: メカノバイオロジー研究を学ぶ , 2021		
	平島　剛志　（外 126 名）	2021. 7.14 ～ 2021. 7.16
5. Biofluid Mehanics of Reproduction		
	Lisa J. Fauci　（外 59 名）	2021. 7.29 ～ 2021. 7.30

6. 流れ・形・ダイナミクス研究のための数理的手法
石本　健太（外 113 名）2021. 8.30 ～ 2021. 8.31

「作用素環論とその応用」

（組織委員 小澤 登高，泉 正己，植田 好道，河東 泰之，松井 宏樹，COLLINS, Benoit）

研究題目　研究代表者　期　間

1. Workshop on C*-algebras and related topics
小澤　登高（外 48 名） 2021. 9.27 ～ 2021. 9.28
2. Kyoto Operator Algebra Theory Workshop
Benoit Collins（外 39 名） 2022.1.13 ～ 2022.1.14

「宇宙際タイヒミューラー理論の拡がり」

（組織委員　望月新一，Ivan Fesenko，加藤文元，栗原将人，志甫淳，田口雄一郎，星裕一郎）

研究題目　研究代表者　期　間

1. Foundations and Perspectives of Anabelian Geometry
FESENKO Ivan（外 77 名） 2021.6.28 ～ 2021.7. 2
2. 組合せ論的遠アーベル幾何とその周辺
星　裕一郎（外 54 名）2021. 7. 5 ～ 2021. 7. 9
3. 宇宙際タイヒミューラー理論への誘い（いざない）
星　裕一郎（外 48 名） 2021. 8.31 ～ 2021. 9. 3
4. 宇宙際タイヒミューラー理論サミット 2021
星　裕一郎（外 48 名）2021. 9. 7 ～ 2021. 9.10

「微分幾何と可積分系ー対称性と安定性・モジュライの数理ー」

（組織委員 大仁田 義裕，Martin Guest，山田 澄生，小野 薫，小磯 深幸）

研究題目　研究代表者　期　間

1. 一般化 Hitchin 系，非可換幾何と特殊関数
大仁田　義裕（外 77 名）2021.11.16 ～ 2021.11.25
2. 特殊幾何学，ミラー対称性と可積分系
大仁田　義裕（外 79 名）2021.11.29 ～ 2021.12. 2
3. 曲面の微分幾何における対称性と安定性
大仁田　義裕（外 38 名）2022. 2.14 ～ 2022. 2.16

4. 部分多様体と可積分系の幾何学
大仁田　義裕　（外 51 名）2022. 2.20 ～ 2022. 2.23
5. 微分幾何と可積分系
大仁田　義裕　（外 139 名）2022. 3. 1 ～ 2022. 3.21

平成 9 年度　等質空間上の解析と Lie 群の表現
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
平成 11 年度　弦理論にかかわる幾何学
平成 12 年度　反応拡散系：理論と応用
平成 13 年度　21 世紀の低次元トポロジー
平成 14 年度　確率解析とその周辺
平成 15 年度　複素力学系
平成 16 年度　代数解析的方法による可積分系の研究
平成 17 年度　Navier-Stokes 方程式の数理とその応用
平成 18 年度　数論的代数幾何学の研究
平成 18 年度　グレブナー基底の理論的有効性と実践的有効性
平成 19 年度　ミラー対称性と位相的場の理論
平成 20 年度　離散構造とアルゴリズム
平成 20 年度　特異点解消について
平成 21 年度　数理ファイナンス
平成 21 年度　非線形分散型偏微分方程式の定性的研究
平成 22 年度　数論における諸関数とその確率論的側面
平成 22 年度　変形量子化と非可換幾何学の新展開へむけて
平成 23 年度　作用素環とその応用
平成 23 年度　極小モデルと端射線
平成 24 年度　離散幾何解析
平成 24 年度　高精度数値計算法の先端的応用
平成 25 年度　モジュライ理論
平成 25 年度　大規模流動現象の流体力学
平成 25 年度　力学系：理論と応用の新展開
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
平成 26 年度　幾何学的表現論の研究
平成 27 年度　確率解析
平成 27 年度　理論計算機科学の新展開

平成 28 年度　壁近傍乱流の流体力学
平成 28 年度　グレブナー基底の展望
平成 28 年度　微分幾何学と幾何解析
平成 29 年度　量子力学の数理解析およびその周辺の話題
平成 30 年度　頂点作用素代数と対称性
令和 元 年度　団代数
令和 元 年度　離散最適化とその周辺
令和　2 年度　宇宙際タイヒミューラー理論の拡がり（令和 3 年度に延期）
令和　2 年度　微分幾何と可積分系－対称性と安定性・モジュライの数理－（令和 3 年度に延期）
令和　3 年度　Mathematical Biofluid Mechanics
令和　3 年度　作用素環論とその応用
令和　3 年度　宇宙際タイヒミューラー理論の拡がり
令和　3 年度　微分幾何と可積分系－対称性と安定性・モジュライの数理－
令和　4 年度　変分問題の深化と応用
令和　4 年度　特異点論特別月間
令和　5 年度　確率過程とその周辺

9−8　国際シンポジウム「アジア地域における数論研究」

（Research on number theory in Asia）
（研究代表者　京都大学 大学院理学研究科 教授　池田保）

研究集会は Pan Asian Number Thoery (PANT) conference 2021-Kyoto という副題で 5 日間開催した。講演時間は 1 講演 1 時間で 12 月 6 日（月）は 5 講演，12 月 7 日（火）～ 10 日（金）は 4 講演の 21 講演を行った。アジア地域に基盤をもち第一線で活躍している整数論の研究者による最新の研究成果の講演を主としてプログラムを組み，若手研究者にも発表の機会が得られるように留意した。プログラムは組織委員会のメンバーの協議により決定した。岩澤理論，解析数論，数論幾何学，保型形式など整数論の様々な分野における最新の研究成果に関する講演があった。

「日欧シンプレクティック多様体とモジュライ空間」

（Japanese-European Symposium on Symplectic Varieties and Moduli Spaces）

（研究代表者　北海道大学 理学研究院 准教授　松下大介）

正則シンプレクティック形式を持つ複素多様体とそのモジュライ空間をテーマにした当研究集会は 2015 年から会場を日本と EU で交互に移しつつ開催されており，今回で六回目となる。残念ながらコロナ禍で外国からの研究者の招聘が実質的に不可能だったため，今回は日本側では早稲田大学，EU 側では Bologna 大学に対面の会場を設定，二つある集中講義形式の講演（計 4 コマ）は日本側も EU 側のリアルタイムで参加可能な時間に設定し，後の講演は Zoom と録画で配信した。加えて質疑応答は講演終了後だけでなく，日本時間の 18:00-18:45（EU 側では 10:00-10:45）に質問時間を設けて，日本側と EU 側の会場を Zoom で中継して議論を行った。このやり方で参加人数をこれまでの集会に比べて大幅に増やすことが出来た。また質疑応答も大変活発なものになり，次年度以降もこの試みを続け，表題の二つのテーマの研究の発展に寄与させよう，という事を研究集会後の会議で確認した。

「確率解析とその応用」

（International Conference on Stochastic Analysis and its Applications）

（研究代表者　京都大学 大学院理学研究科　教授　日野 正訓）

確率解析学の研究は，今世紀に入ってさらなる深化と多岐に渡る広がりを見せている。本国際研究集会では，確率解析とその応用について特に以下のテーマに軸をおき，それぞれの分野で世界をリードする研究者に講演を依頼し，幅広い視点から研究の現状を俯瞰することを目的とした。

テーマ：SDE & SPDE, Markov processes including jump type processes and measure-valued processes, Dirichlet forms, Analysis on fractals and percolation clusters, Random walk in random media and on random graphs.

当初予定から開催を 1 年遅らせ，オンライン実施へ変更するなどの対応に迫られたものの，国外からの参加者も多く，最先端のテーマの研究発表や参加者間の議論を通じて関連分野の研究交流を促し将来の共同研究のきっかけを作るという大きな目標は達成できたものと考えられる。また，本開催に引き続き，2023 年に同様の公開型共同研究をエディンバラで開催する予定であり，当該分野の継続的な発展が期待される。

「Foundations and Perspectives of Anabelian Geometry」

（研究代表者 School of Mathematical Sciences, University of Nottingham Professor Ivan FESENKO）

The workshop took place online and reviewed fundamental developments in several branches of anabelian geometry, as well as report on recent developments.

In this five-day workshop, we had 16 speakers, who delivered a total of 20 hours of lectures. Several afternoons were left for free discussions among speakers and other participants. A dedicated Slack workspace "[ExpIUT21] Fundamental Anabelian Geometry" supported the scientific exchanges with asynchronous inter-time zones discussions, documents and lecture notes sharing. Videos of the talks were publicly made available to the mathematical community for the rest of the "Expanding Horizons of Inter-universal Geometry 2021" program (until March 31, 2022.)

The speakers included major contributors to anabelian geometry, birational anabelian geometry and birational anabelian geometry for varieties over the complex field.

These lectures covered a wide range of research fields related to fundamental groups and anabelian reconstructions of the relevant scheme structures. The topics included absolute anabelian geometry, mono-anabelian geometry, birational anabelian geometry, and anabelian geometry related to the complex field.

This workshop was the first of the four workshops during the special RIMS year "Expanding Horizons of Inter-universal Teichmuller Theory". The sequel workshop "Combinatorial anabelian geometry and related topics" continued with the discussion of anabelian geometry and had the particular focus on the combinatorial feature of anabelian geometry.

「Arithmetic algebraic geometry and mathematical physics」

（研究代表者　京都大学 数理解析研究所 教授　並河良典）

代数幾何は隣接分野（数論，微分幾何，数理物理など）と結びつきを深めつつ，多様な方向に発展している。当該 RIMS 共同研究（公開型）では，基盤研究 (S)「数理物理学の観点からの代数幾何学の新展開」（研究代表者：森脇淳）の援助も一部に受け，代数幾何学と隣接分野結びつきを重視し，上記実施期間にハイブリッド形式で研究発表を行った。数論との関わりでは，J-B. Bost, 森脇淳，S-W. Zhang らアラケロフ幾何の研究者が発表を行った。微分幾何と数理物理との関わり（シンプレクティック多様体とミラー対称性など）では，入谷寛，大栗博司，中島啓，望月拓郎らが研究発表を行った。また，代数幾何で

は，岩成勇，尾高悠志，田中公，藤野修らが研究発表を行った。ハイブリッド形式で行ったこともあり，海外や若い研究者が多く参加した。コロナ禍の困難な中で，数論，微分幾何および数理物理学と関わる代数幾何学で国際的な交流を行うことができ，今後の研究への方向が示された。

「組合せ論的遠アーベル幾何とその周辺」

（Combinatorial Anabelian Geometry and Related Topics）

（研究代表者　京都大学 数理解析研究所 准教授　星裕一郎）

本研究計画における集会は，予定どおり 5 日間実施された。実施経過や成果は以下のとおりである。

集会 1 日目には，組合せ論的遠アーベル幾何の創始者である望月新一氏によって，理論全体の概説講演が行われた。また，理論の基礎的な部分，特に，当該理論の出発点となった，対数点上の安定対数曲線に対する組合せ論版グロタンディーク予想型の結果に関する解説講演を，研究代表者が行った。

集会 2 日目には，まず最初に，南出新氏によって，節点非退化外表現の理論を用いた，FC 許容的外部自己同型射に対する組合せ論的カスプ化の単射性部分の証明，そして，その応用としての，長年の未解決問題であった，双曲的代数曲線に付随する外ガロア表現の忠実性の問題の解決に関する解説講演が行われた。次に，辻村昇太氏は，副有限デーン捻りの理論を用いた，双曲的有限型リーマン面に付随する写像類群の副有限完備化の外作用に関する位相幾何版グロタンディーク予想，そして，そのフルヴィッツスタック版の解決を説明した。そして最後に，澤田晃一郎氏によって，双曲的代数曲線の高次元配置空間の不変量をその基本群に付随する Lie 代数の Lie 代数的構造のみから復元するという，澤田氏自身による最近の研究の解説が与えられた。

集会 3 日目には，まず最初に，配置空間群の（C 許容性を仮定しない）F 許容的外部自己同型射に対する組合せ論的遠アーベル幾何の研究におけるいくつかの話題，三点基の同期化の理論，そして組合せ論的カスプ化の貼り合わせの理論の概説講演が，研究代表者によって行われた。次に，南出新氏は，グロタンディーク・タイヒミューラー群の純粋な組合せ論的・群論的条件のみによる定義・特徴付けに関する近年の進展の解説を与えた。この進展は，グロタンディーク・タイヒミューラー群がこれまでに多くの研究者が想定していたよりも「大きい群」であることを明らかにするものであり，これら一連の新発見は，ある意味において，グロタンディーク・タイヒミューラー群に対して多くの研究者が抱いていた常識を根底から覆すものである。そして最後に，望月新一氏

による「Q&A セッション」が設けられた。

集会 4 日目には，まず最初に，辻村昇太氏によって，組合せ論的ベリーカスプ化の理論に関する辻村氏自身による最近の進展が解説された。この理論は，数論的な遠アーベル幾何において重要な役割を果たしてきた「ベリーカスプ化」という手法の組合せ論的遠アーベル幾何版を適用し，三点基同期化等，他の組合せ論的遠アーベル幾何の道具を活用することにより，有理数体の絶対ガロア群に対して，純粋に組合せ論的・群論的手法による構成や特徴付けを与えることを可能にする。そして最後に，東山和巳氏は，数論的な体の上の双曲的代数曲線の高次元配置空間の基本群の最大副 p 商に対するグロタンディーク予想に関する東山氏自身による近年の研究の解説を行った。

集会 5 日目には，まず最初に，研究代表者によって，組合せ論的遠アーベル幾何の研究の，Yves André 氏による緩和基本群の理論への応用についての概説が与えられた。次に，飯島優氏は，双曲的有限型リーマン面に付随する写像類群の副有限完備化の外作用の像の中心化群に関する飯島氏自身による最近の研究の解説を行った。次に，Yu Yang 氏は，正標数代数閉体上の標点付き安定代数曲線の様々な幾何的情報の許容基本群からの復元に関する Yang 氏自身による近年の一連の研究の解説を行った。そして最後に，Emmanuel Lepage 氏によって，p 進体上の双曲的なマンフォード曲線に対するいわゆる「非特異点の解消」に関する Lepage 氏自身による研究の解説講演が与えられた。

「微分幾何と可積分系」

（Differential Geometry and Integrable Systems）

（研究代表者　大阪公立大学 数学研究所 教授　大仁田義裕）

本研究集会は第 13 回日本数学会季期研究所（MSJ-SI）の第 1 弾（First Shot）として，第一線の国際的な数学者による，微分幾何と可積分系の融合研究の最先端研究についての講演・レクチャーだけでなく，多くの関連若手研究者にも講演の機会を提供した。本研究集会は完全対面形式で開催することを目指していたが，新型コロナウイルス感染症拡大が収束する見込みが立たなかったため，トピックスを主に調和写像や，曲面と離散曲面の微分幾何の可積分系との融合研究に厳選したうえで，最終的には対面オンライン併用で，当初の予定よりも縮小した形で開催することとなった。本研究集会では，従来の MSJ-SI よりも開催日数を伸ばし，対面での参加者のディスカッションの時間を十分に設けた。新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受けて，特に若手研究者にとっては研究の議論を行う機会はかなり減少している。対面での参加者はさほど多

くはなかったが，少数であったことからより濃厚な議論を行うことが出来たと確信している。

「Banach 環上の保存問題とその関連」

（Research on preserver problems on Banach algebras and related topics）

（研究代表者　新潟大学 自然科学系 助教　大井志穂）

1932 年に Banach は，コンパクト距離空間上に定義された連続関数のなす Banach 空間の間の全射複素線形写像が距離を保存するとき，その写像は荷重合成作用素として必ず記述できることを発表した。Banach 空間としての等距離同型性が Banach 環として同型を導くことを主張しており，大変驚くべき定理である。これ以降 Banach 環をはじめとして，Banach 空間やヒルベルト空間，またその部分集合に対して，その間に定義された写像がある構造を保存するという仮定から，結果としてどのようなことが導かれるのか？他のどのような構造を自動的に保存するのだろうか？という問題意識の下で研究が日々盛んに進んでいる。本研究集会では，保存問題の分野において世界の第一線で活躍する数多くの研究者や若手研究者に講演や参加を依頼し，世界各国からの研究発表，参加があった。等距離写像に関する問題をはじめ，Wigner の定理，Banach 空間上の直交性を保存する問題，Tingley 問題，等距離写像の反射性に関する問題，平均を保存する写像，束構造もしくは順序構造を保存する写像など様々な保存問題に関する議論が活発に行われた。

「International Workshop P-positivity in Matroid Theory and related Topics」

（研究代表者　京都大学 数理解析研究所 Researcher Anatoli Kirillov）

The main purpose of this Seminar was to collect together the leading specialists to overview and present some new directions concerning the unimodality and log-concavity in Matroid Theory and Algebraic Combinatorics. In particular to present some resent result in that fields obtained by Professors J.Hun, P. Branden, T.Braden, R. Stanley,N.Proudfoot, L. Mihalcea,..., as well as present and discussed some new more general Connections in these fields (by A.N. Kirillov).We also several interesting and influential lectures by T. Sasamoto,T.Miezaki, A.N. Kirillov, A.Wachi, So Okada.

We also had several Discussion Slots, which were fruitful and suggestive for further progress in in the direction of the Seminar,

「数学史の研究」

（Study of the History of Mathematics）

（研究代表者　東京女子大学 名誉教授　長田直樹）

数学史は数学と歴史学の境界領域で，数学者と数学史家が多様な学問手法で研究を行う必要がある。本共同研究（研究集会）の目的は，多様な研究成果の発表と批判的意見交換を基本にして数学史研究の発展と新規研究者の発掘を目指すと共に，関連周辺領域への数学史研究の意義の理解と相互研究交流の促進を図ることにある。

昨年度に続き今年度も新型コロナウィルス感染症の感染爆発のため，Zoom により完全オンラインで開催した。そのため今年度は海外特に中国から多くの参加者があった。また，日本数学会と開催時期が重なったが，両方掛け持ちで参加したものもあった。

講演内容や質疑は質の高いものであった。

10　外国人来訪者

2021 年度に外国の大学，研究機関などから研究所を来訪した研究者は次のとおりである。

滞在外国人研究者

（2021 年 4 月 1 日～ 2022 年 3 月 31 日）

身　分	氏　名	所　属	来所年月日	離所年月日
外国人共同研究者	COLLAS, Benjamin	Université de Lille	2019 年 9 月 7 日	2021 年 4 月 30 日
外国人共同研究者	MOREAU, Clement	JSPS	2020 年 10 月 16 日	2021 年 10 月 15 日
外国人共同研究者	MOREAU, Clement	－	2021 年 10 月 16 日	2022 年 3 月 26 日
外国人共同研究者	LETURCQ, David	JSPS	2020 年 10 月 27 日	2021 年 7 月 16 日
外国人共同研究者	MOLLER, Sven	JSPS	2020 年 11 月 1 日	2021 年 12 月 28 日

外国人共同研　究　者	BATTSEREN, Bat-Od	JSPS	2021 年 11 月 3 日	2023 年 11 月 2 日
招へい研究員（客員教授）	SAIDI, Mohamed	Exeter University	2022 年 3 月 15 日	2022 年 6 月 15 日
招へい研究員（客員教授）	LESCHKE, Katrin	University of Leicester	2022 年 3 月 18 日	2022 年 6 月 17 日
招　へ　い外国人学者	SRIVASTAVA, Nikhil	University of California, Berkeley	2022 年 3 月 22 日	2022 年 7 月 31 日
外国人共同研　究　者	LEMAY, Jean-Simon Pacaud	JSPS	2022 年 3 月 28 日	2024 年 3 月 27 日

11　学術出版目録

研究所の学術刊行物として「Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences」（以下 Publ. RIMS）「講究録」「講究録別冊」の 3 誌を発行している。「Publ. RIMS」は，専任所員の研究成果を公表し，併せて国内外の数理科学の研究者に成果公表の場を与えるための専門誌である。第 40 巻（2004）以前は科学技術振興機構の J-STAGE で，第 41 巻（2005）から第 45 巻（2009）までは研究所のホームページでそれぞれ無料公開している。第 46 巻（2010）以降は欧州数学会（以下 EMS）より出版している。EMS 発行分については刊行後 5 年経過したものを EMS のホームページで無料公開する。また，「講究録」は主として，共同利用研究の際の講演等の記録として発行している。更に，運営委員会が特に選定した共同利用研究の報告書は,「講究録別冊」という subseries として刊行している。「講究録」及び「講究録別冊」は，研究所ホームページの「刊行活動」及び「京都大学学術情報リポジトリ（KURENAI）」で無料公開している。上記以外にはプレプリント・シリーズを研究成果の速報として随時，研究所のホームページで公開しているほか,「京都大学学術情報リポジトリ（KURENAI）」でも公開している。

11－1　Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences

本誌は数理科学の専門誌であり，Vol. 57（3/4），58（1）の論文は次のとおりである。

Vol. 57, No. 3/4 (September 2021) page

（編集委員長：　望月新一）

（編集委員長：　望月新一）

11－2　講究録

本誌は共同利用研究の際の講演等の記録であり，No.2176 以降は次のとおりである。

No.1 ～ 999 の List & Index は No.1000 に、No.1001 ～ 1999 は No.2000 に掲載されている。

2021 年度

号数	書　名
2176	ランダム力学系理論とフラクタル幾何学の研究
2177	確率論シンポジウム
2178	数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
2179	一般位相幾何学とその関連分野の進展
2180	多次元 Stockwell 変換と時間周波数解析
2181	数理科学の諸問題と力学系理論の新展開
2182	アルゴリズムと計算理論の新潮流
2183	組合せ論的表現論の最近の進展
2184	てんかんに関する数学的研究
2185	Computer Algebra - Theory and its Applications
2186	偏微分方程式における逆問題とその応用のさらなる展開
2187	量子場の数理とその周辺
2188	代数系、論理、言語と計算機科学の周辺Ⅱ
2189	有限群論，代数的組合せ論，頂点代数の研究

2190　非線形解析学と凸解析学の研究
2191　Intelligence of Low-dimensional Topology
2192　Recent developments in studies of resonances
2193　論理・言語・代数系と計算機科学の周辺領域
2194　非線形解析学と凸解析学の研究
2195　スペクトル・散乱理論とその周辺
2196　解析的整数論の展望と諸問題
2197　保型形式とＬ関数の解析的、幾何的、p進的研究
2198　集合論：連続体上の組合せ論と位相空間論
2199　変換群論の新展開
2200　スペクトル・散乱理論とその周辺
2201　量子場の数理とその周辺
2202　順序を用いた作用素の構造研究と関連する話題
2203　解析的整数論の諸問題と展望
2204　保型形式，保型表現 , ガロア表現とその周辺
2205　非圧縮性粘性流体の数理解析
2206　時間周波数フレームと画像処理への応用
2207　ファイナンスの数理解析とその応用
2208　数学ソフトウェアとその効果的教育利用に関する研究
2209　一般位相幾何学の動向と諸分野との連携
2210　部分多様体論と関連する幾何構造研究の深化と融合
2211　複素幾何学の諸問題Ⅱ
2212　偏微分方程式の解の幾何的様相

11－3　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，B85 以降は次のとおりである。2007 年 3 月に第 1 号（B1）が刊行された。全ての掲載論文は査読済みである。

2021 年度

号数

B85　Study of the History of Mathematics 2020
B86　Algebraic Number Theory and Related Topics 2018
B87　Mathematical structures of integrable systems, its deepening and expansion
B88　Harmonic Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations

11−4　プレプリント

プレプリントは所員の研究成果の速報として発行するもので、令和 3 年 4 月から令和 4 年 3 月までのものは次のとおりである。

RIMS-1947　Shun ISHII
On Isogeny Characters of Drinfeld Modules of Rank Two
April, 2021

RIMS-1948　Yuichiro HOSHI
Mono-anabelian Reconstruction of Solvably Closed Galois Extensions of Number Fields
May, 2021

RIMS-1949　Shota TSUJIMURA
Construction of Non-$\times\mu$-Indivisible TKND-AVKF-Fields
June, 2021

RIMS-1950　Yuichiro HOSHI and Shota TSUJIMURA
Construction of Abundant Explicit Nongeometric Pro-p Galois Sections of Punctured Projective Lines
June, 2021

RIMS-1951　Tatsuro SHIMIZU
A geometric description of the Reidemeister-Turaev torsion of 3-manifolds
July, 2021

RIMS-1952　Arata MINAMIDE and Shota TSUJIMURA
Anabelian Group-theoretic Properties of the Pro-p Absolute Galois Groups of Henselian Discrete Valuation Fields
August, 2021

RIMS-1953　Satoru FUJISHIGE
A Note on Integrality of Convex Polyhedra Represented by Linear Inequalities with $0, \pm 1$-coefficients
October, 2021

RIMS-1954 Yuichiro HOSHI and Yu IIJIMA
Galois-theoretic Characterization of Geometric Isomorphism Classes of Quasi-monodromically Full Hyperbolic Curves with Small Numerical Invariants
December, 2021

RIMS-1955 Yuichiro HOSHI
Homomorphisms of Global Solvably Closed Galois Groups Compatible with Cyclotomic Characters
December, 2021

RIMS-1956 Yuichiro HOSHI and Yasuhiro WAKABAYASHI
An Upper Bound on the Generic Degree of the Generalized Verschiebung for Rank Two Stable Bundles
January, 2022

RIMS-1957 Shota TSUJIMURA
Birational Anabelian Grothendieck Conjecture for Curves over Arbitrary Cyclotomic Extension Fields of Number Fields
February, 2022

RIMS-1958 Akihiro GOTO
Congruence Relations Connecting Tate-Shafarevich Groups with Bernoulli-Hurwitz Numbers by Elliptic Gauss Sums in Eisenstein Integers Case
March, 2022

RIMS-1959 Tomoki YUJI
Category-theoretic Reconstruction of Schemes from Categories of Reduced Schemes
March, 2022

第 4 部　諸　規　程

1　京都大学数理解析研究所規程

（平成 16 年達示第 41 号）

（趣　旨）

第 1 条　この規程は，京都大学数理解析研究所（以下「数理解析研究所」という。）の組織等に関し必要な事項を定めるものとする。

（目　的）

第 2 条　数理解析研究所は，数理解析に関する総合研究を行うとともに，全国の大学その他の研究機関の研究者の共同利用に供することを目的とする。

（所　長）

第 3 条　数理解析研究所に，所長を置く。

2　所長は，京都大学の教授をもって充てる。

3　所長の任期は，2 年とする。ただし，補欠の所長の任期は，前任者の残任期間とする。

4　所長は再任されることができる。ただし，引き続き再任される場合の任期は，1 年とする。

5　所長は，数理解析研究所の所務を掌理する。

（副所長）

第 4 条　数理解析研究所に，副所長 1 名を置く。

2　副所長は，数理解析研究所の教授をもって充て，所長が指名する。

3　副所長の任期は，1 年とし，再任を妨げない。ただし，指名する所長の任期の終期を超えることはできない。

4　副所長は，所長を補佐し，研究支援のための所内組織を統轄する。

（協議員会）

第 5 条　数理解析研究所に，国立大学法人京都大学の組織に関する規程（平成 16 年達示第 1 号）第 33 条に定める事項を審議するため，協議員会を置く。

2　協議員会の組織及び運営に関し必要な事項は，協議員会が定める。

（運営委員会）

第 6 条　数理解析研究所に，その運営に関する重要事項について所長の諮問に応ずるため，運営委員会を置く。

2　運営委員会の組織及び運営に関し必要な事項は，所長が定める。

（専門委員会）

第７条　所長の諮問に応じ，共同利用研究に関する事項を審議するため，運営委員会に専門委員会を置く。

2　専門委員会の組織及び運営に関し必要な事項は，運営委員会が定める。

（研究部門）

第８条　数理解析研究所の研究部門は，次に掲げるとおりとする。

基礎数理研究部門

無限解析研究部門

応用数理研究部門

（計算機構研究施設）

第９条　数理解析研究所に，附属の研究施設として，計算機構研究施設（以下「施設」という。）を置く。

2　施設に施設長を置き，数理解析研究所の教授をもって充てる。

3　施設長の任期は，２年とし，再任を妨げない。ただし，補欠の施設長の任期は，前任者の残任期間とする。

4　施設長は，施設の業務をつかさどる。

（図書室）

第10条　数理解析研究所に，図書室を置く。

2　図書室に図書室長を置く。

3　図書室長は，数理解析研究所の教授をもって充て，所長が指名する。

4　図書室長の任期は，１年とし，再任を妨げない。

5　図書室長は，図書室の業務をつかさどる。

6　図書室の運営及び利用に関し必要な事項は，所長が定める。

（研究科の教育への協力）

第11条　数理解析研究所は，理学研究科の教育に協力するものとする。

（事務組織）

第12条　数理解析研究所の事務組織については，京都大学事務組織規程（平成16年達示第60号）の定めるところによる。

（内部組織）

第13条　この規程に定めるもののほか，数理解析研究所の内部組織については，所長が定める。

附　則

1　この規程は，平成16年４月１日から施行する。

2　この規程の施行後最初に任命する所長の任期は，第３条第３項の規定にかかわらず，平成17年３月31日までとする。

3　この規程の施行後最初に任命する施設長の任期は，第 9 条第 3 項の規定にかかわらず，平成 17 年 3 月 31 日までとする。

附　則（平成 17 年達示第 65 号）抄

（施行期日）

第 1 条　この規程は，平成 17 年 10 月 1 日から施行する。

附　則（平成 24 年達示第 4 号）

（施行期日）

この規程は，平成 24 年 4 月 1 日から施行する。

附　則（平成 25 年達示第 33 号）

（施行期日）

この規程は，平成 25 年 4 月 1 日から施行する。

附　則（平成 27 年達示第 4 号）

（施行期日）

この規程は，平成 27 年 4 月 1 日から施行する。

2　京都大学数理解析研究所協議員会内規

（趣　旨）

第 1 条　この内規は，数理解析研究所の協議員会（以下「協議員会」という。）の組織及び運営に関し必要な事項を定めるものとする。

（構　成）

第 2 条　協議員会は，次の各号に掲げる協議員で組織する。

一　所長

二　数理解析研究所の教授

三　前号以外の京都大学の教授のうちから，協議員会の議を経て所長の委嘱した者　若干名

2　前項第三号の協議員の任期は，2 年とし，再任を妨げない。ただし，補欠の協議員の任期は，前任者の残任期間とする。

（招　集）

第 3 条　所長は，協議員会を招集し，議長となる。

2　所長に事故があるときは，あらかじめ所長が指名した協議員が，議長となる。

（開　会）

第 4 条　協議員会は，協議員の半数以上が出席しなければ，開会することがで

きない。
（構成員以外の者の出席）
第 5 条　協議員会には，協議員会の決定により，協議員以外の者を出席させることができる。
（雑　則）
第 6 条　協議員会の事務を処理するため，協議員会に幹事を置き，事務長をもって充てる。
第 7 条　この内規に定めるもののほか，議事の方法その他の必要事項は，協議員会が定める。

附　則

1　この内規は，平成 16 年 4 月 1 日から施行する。
2　この内規の施行日の前日において協議員であった者は，別段の定めのあるものを除き，引き続いて協議員となり，第 2 条第 1 項第三号の協議員の任期は，同条第 2 項の規定にかかわらず，平成 17 年 3 月 31 日までとし，施行日以後新たにこの内規による委嘱を要しない。
3　この内規施行の日に委嘱する協議員の任期は，第 2 条第 2 項の規定にかかわらず，平成 17 年 3 月 31 日までとする。

3　京都大学数理解析研究所運営委員会内規

（趣　旨）
第 1 条　この内規は，数理解析研究所運営委員会（以下「運営委員会」という。）の組織及び運営に関し必要な事項を定めるものとする。
（構　成）
第 2 条　運営委員会は，次の各号に掲げる委員で組織する。
(1) 数理解析研究所の教授
(2) 京都大学の教授（前号に掲げる者を除く。）　若干名
(3) 学外の学識経験者　若干名
2　前項第 2 号及び第 3 号の委員は，所長が委嘱する。
3　第 1 項第 3 号の委員の数は，委員会の委員の総数の 2 分の 1 以上とする。
4　第 1 項第 2 号及び第 3 号の委員の任期は，2 年とし，再任を妨げない。ただし，必要に応じて，2 年未満の任期を定めることができる。
5　前項の規定にかかわらず，補欠の委員の任期は，前任者の残任期間とする。
（招　集）

第 3 条　運営委員会に委員長を置き，委員の互選によって選出する。
2　委員長は，委員会を招集し，議長となる。
3　委員長に事故があるときは，あらかじめ委員長が指名した委員が，議長となる。
（議　事）
第 4 条　運営委員会は，委員の半数以上が出席しなければ，開会することができない。
2　運営委員会の議事は，出席した委員の過半数で決し，可否同数の場合は，議長が決する。
（議事の特例）
第 5 条　前条第 1 項の規定にかかわらず，委員長が，議事が軽易な事項である又は緊急その他やむを得ない事由であると認める場合は，書面又は電子メールにより審議することができる。
2　前条第 2 項の規定にかかわらず，前項の議事は，書面又は電子メールにより回答のあった委員の過半数で決し，可否同数の場合は，議長が決する。ただし，委員の半数以上からの回答がない場合は，議事は決しないものとする。
3　委員長は，前項の議決の結果について，当該議事を決した後最初に委員が出席して開催される運営委員会において報告しなければならない。
（構成員以外の者の出席）
第 6 条　運営委員会が必要と認めたときは，委員以外の者の出席を求めて，意見を聴くことができる。
（雑　則）
第 7 条　運営委員会の事務を処理するため，運営委員会に幹事を置き，数理解析研究所事務部事務長をもって充てる。
第 8 条　この内規に定めるもののほか，運営委員会の組織及び運営に関し必要な事項は，運営委員会が定める。

附　則

1　この内規は，平成 16 年 4 月 1 日から施行する。
2　この内規の施行日の前日において委員であった者は，別段の定めのあるものを除き，引き続いて委員となり，第 2 条第 1 項第三号及び第四号の委員の任期は，同条第 2 項の規定にかかわらず，平成 17 年 8 月 31 日までとし，施行日以後新たにこの内規による委嘱を要しない。
3　この内規施行の日に委嘱する委員の任期は，第 2 条第 2 項の規定にかかわ

らず，平成 17 年 8 月 31 日までとする。

附　則

この内規は，平成 20 年 10 月 17 日から施行する。

附　則

この内規は，平成 21 年 1 月 23 日から施行する。

附　則

この内規は，平成 21 年 4 月 17 日に改正制定し，平成 21 年 9 月 1 日から施行する。

附　則

この内規は，平成 31 年 1 月 18 日に施行し，平成 30 年 11 月 13 日から適用する。

4　京都大学数理解析研究所専門委員会内規

（趣　旨）

第 1 条　この内規は，数理解析研究所専門委員会（以下「専門委員会」という。）の組織及び運営に関し必要な事項を定めるものとする。

（構　成）

第 2 条　専門委員会は，次の各号に掲げる委員で組織する。

(1) 運営委員会の委員

(2) その他所長が必要と認める者　若干名

2　前項第 2 号の委員は，所長が委嘱する。

3　学外委員の総数は，専門委員会の委員の総数の 2 分の 1 以上とする。

4　第 1 項第 2 号の委員の任期は，2 年とし，再任を妨げない。ただし，必要に応じて，2 年未満の任期を定めることができる。

5　前項の規定にかかわらず，補欠の委員の任期は，前任者の残任期間とする。

（招　集）

第 3 条　専門委員会に委員長を置き，運営委員会の委員長が兼ねる。

2　委員長は，委員会を招集し，議長となる。

3　委員長に事故があるときは，あらかじめ委員長が指名した委員が，議長となる。

（議　事）

第 4 条　専門委員会は，委員の半数以上が出席しなければ，開会することがで

きない。

2　専門委員会の議事は，出席した委員の過半数で決し，可否同数の場合は，議長が決する。

（議事の特例）

第5条　前条第1項の規定にかかわらず，委員長が，議事が軽易な事項である又は緊急その他やむを得ない事由であると認める場合は，書面又は電子メールにより審議することができる。

2　前条第2項の規定にかかわらず，前項の議事は，書面又は電子メールにより回答のあった委員の過半数で決し，可否同数の場合は，議長が決する。ただし，委員の半数以上からの回答がない場合は，議事は決しないものとする。

3　委員長は，前項の議決の結果について，当該議事を決した後最初に委員が出席して開催される専門委員会において報告しなければならない。

（構成員以外の者の出席）

第6条　委員長が必要と認めたときは，委員以外の者の出席を求めて，意見を聴くことができる。

（雑　則）

第7条　この内規に定めるもののほか，専門委員会の組織及び運営に関し必要な事項は，専門委員会が定める。

附　則

1　この内規は，平成16年4月1日から施行する。

2　この内規の施行日の前日において委員であった者は，別段の定めのあるものを除き，引き続いて委員となり，任期は，第2条第2項の規定にかかわらず，平成17年8月31日までとし，施行日以後新たにこの内規による委嘱を要しない。

3　この内規施行の日に委嘱する委員の任期は，第2条第2項の規定にかかわらず，平成17年8月31日までとする。

附　則

この内規は，平成21年4月17日に改正制定し，平成21年9月1日から施行する。

附　則

この内規は，平成31年1月18日に施行し，平成30年11月13日から適用する。

5　京都大学数理解析研究所国際アドバイザー内規

（趣　旨）
第 1 条　この内規は，数理解析研究所国際アドバイザー（以下「国際アドバイザー」という。）に関し，必要な事項を定めるものとする。
（設　置）
第 2 条　数理解析研究所に，国際アドバイザー若干名を置くことができる。
（国際アドバイザー）
第 3 条　国際アドバイザーは，国際的な数学・数理科学分野の動向を詳細に把握する学識経験者のうちから，所長が委嘱する。
2　国際アドバイザーのうち，海外に居住する国際アドバイザーの数は，国際アドバイザーの総数の 2 分の 1 以上とする。
（職　務）
第 4 条　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。
（任　期）
第 5 条　国際アドバイザーの任期は，3 年の範囲内とし，再任を妨げない。
（雑　則）
第 6 条　この内規に定めるもののほか，国際アドバイザーに関し必要な事項は，所長が定める。

附　則

この内規は，平成 31 年 1 月 18 日に施行し，平成 30 年 11 月 13 日から適用する。

6　京都大学数理解析学系会議内規

（趣　旨）
第 1 条　この内規は，数理解析学系会議（以下「学系会議」という。）の組織及び運営に関し必要な事項を定めるものとする。
（構　成）
第 2 条　学系会議は，次の各号に掲げる 15 名以上の者で組織する。
（1）数理解析学系の教授
（2）学系会議が必要と認めた数理解析学系の准教授

2　前項第2号の者の任期は，2年とし，再任を妨げない。ただし，補欠の任期は，前任者の残任期間とする。

（招　集）

第3条　学系長は，学系会議を召集し，議長となる。

2　学系長に事故があるときは，あらかじめ学系長が学系会議の構成員から指名した者が，議長となる。

（雑　則）

第4条　学系会議の事務を処理するため，学系会議に幹事を置き，事務長をもって充てる。

第5条　この内規に定めるもののほか，議事の方法その他の必要事項は，学系会議が定める。

附　則

1　この内規は，平成28年4月1日から施行する。

2　この内規の施行後最初に組織される構成員のうち，准教授については，第2条の規定にかかわらず，数理解析学系設置準備委員会において，数理解析研究所各部門から選考した准教授とする。

7　京都大学数理解析研究所数理解析研究交流センター内規

第1条　数理解析研究所において，国内外の優れた研究者に共同研究を実施する環境を提供し，研究交流を推進するために，数理解析研究交流センター（以下「センター」という。）を置く。

第2条　センターに併任教員を若干名置き，協議員会の議を経て，所長が任命する。

2　センターの併任教員の任期は，所長が定める。

第3条　所長は，国内外の優れた研究者であって，センターにおける研究交流の推進のために必要と認める者に対し，協議員会の議を経て，特任教員（特任教授，特任准教授，特任講師又は特任助教）の称号を付与することができる。

2　センターの特任教員の称号を付与する期間は，所長が定める。ただし，称号を付与する期間の末日は，満70歳に達する日以後における最初の3月31日以前とし，65歳以上の者に特任教員の称号を付与する期間は，1事業年度以内で定めるものとする。

3　前項ただし書の規定は，京都大学名誉教授であって，所長が総長に内申

（京都大学名誉教授称号授与規程（昭和 25 年達示第 13 号）第 2 条第 1 項に定めるものをいう。）を行った者については，適用しない。

第 4 条　前条の特任教員選考のため，協議員会のもとに特任教員選考委員会を置き，所長が議長を務める。ただし，特任助教選考については，別に定める数理解析研究所各センター特任助教候補者選考内規によるものとする。

2　特任教員選考委員会委員は協議員の中から若干名を所長が指名する。

3　前項の規定にかかわらず，特任教員選考委員会に協議員以外の委員を追加して指名することができる。

第 5 条　この内規に定めるもののほか，センターの運営その他に関し必要な事項は，別に定める。

附　則

1　この内規は，平成 18 年 4 月 1 日から施行する。

2　この内規の第 2 条第 2 項にいう「特任助教授」，「特任助手」は，平成 19 年度以後，京都大学の規定の変更に従い，それぞれ「特任准教授」，「特任助教」と読み替えるものとする。

附　則（平成 24 年 2 月 17 日一部改正）

1　この改正により，組織名称を「数理解析先端研究センター」から「数理解析研究交流センター」に変更する。

2　この内規は，平成 24 年 4 月 1 日から施行する。

3　改正前の附則第 2 項は，本則の改正によりその効力を失う。

附　則（平成 25 年 2 月 15 日，平成 25 年 3 月 8 日一部改正）

この内規は，平成 25 年 4 月 1 日から施行する。

附　則（平成 25 年 12 月 20 日一部改正）

この内規は，平成 25 年 12 月 20 日から施行する。

附　則（平成 28 年 12 月 16 日一部改正）

この内規は，平成 29 年 4 月 1 日から施行する。

8　京都大学数理解析研究所数学連携センター内規

第 1 条　数理解析研究所において，数学の応用を目指し他の学術諸分野や企業との連携研究を行うために，数学連携センター（以下「センター」という。）を置く。

第 2 条　センターに併任センター長および併任教員を若干名置き，協議員会の議を経て，所長が任命する。

2　センターの併任センター長，併任教員の任期は，所長が定める。

第 3 条　所長は，国内外の優れた研究者であって，センターにおける数学の応用を目指した他の学術諸分野や企業との連携研究の推進のために必要と認める者に対し，協議員会の議を経て，特任教員（特任教授，特任准教授，特任講師又は特任助教）の称号を付与することができる。

2　センターの特任教員の称号を付与する期間は，所長が定める。ただし，称号を付与する期間の末日は，満 70 歳に達する日以後における最初の 3 月 31 日以前とし，65 歳以上の者に特任教員の称号を付与する期間は，1 事業年度以内で定めるものとする。

3　前項ただし書の規定は，京都大学名誉教授であって，所長が総長に内申（京都大学名誉教授称号授与規程（昭和 25 年達示第 13 号）第 2 条第 1 項に定めるものをいう。）を行った者については，適用しない。

第 4 条　前条の特任教員選考のため，協議員会のもとに特任教員選考委員会を置き，所長が議長を務める。ただし，特任助教選考については，別に定める数理解析研究所各センター特任助教候補者選考内規によるものとする。

2　特任教員選考委員会委員は協議員の中から若干名を所長が指名する。

3　前項の規定にかかわらず，特任教員選考委員会に協議員以外の委員を追加して指名することができる。

第 5 条　この内規に定めるもののほか，センターの運営その他に関し必要な事項は，別に定める。

附　則

この内規は，平成 25 年 5 月 1 日から施行する。

附　則（平成 25 年 12 月 20 日一部改正）

この内規は，平成 25 年 12 月 20 日から施行する。

附　則（平成 28 年 12 月 16 日一部改正）

この内規は，平成 29 年 4 月 1 日から施行する。

9　京都大学数理解析研究所次世代幾何学国際センター内規

第１条　数理解析研究所（以下「研究所」という。）において，広く次世代の幾何学の研究を推進し，新しい数学の国際的認知度向上のために研究成果を広く世界に向け情報発信するとともに，国内外の若手研究者など多様な人材の育成を行うために，次世代幾何学国際センター（以下「センター」という。）を置く。

（ユニット）

第２条　センターに，次の各号に掲げるユニット（以下「ユニット」という。）を置く。

（1）コア研究ユニット

（2）国際情報発信ユニット

（3）多様な人材育成ユニット

（所　掌）

第３条　ユニットは，それぞれ当該各号に掲げる業務を所掌する。

（1）コア研究ユニット　数論幾何学，特に宇宙際タイヒミューラー理論を中心に次世代の幾何学の創造を目指す研究力を強化し，国際共同研究強化を通じて新しい数学研究を加速すること。

（2）国際情報発信ユニット　日本発の新しい数学の研究成果の国際的認知度向上を目的に，世界に向け積極的な情報発信を行うとともに，国際数学研究ネットワークを構築すること。

（3）多様な人材育成ユニット　若手研究者を中心として研究交流・国際研究集会の運営等を行い，国内外の若手研究者等多様な人材を育成し，次世代研究集団を形成すること。

（センター長等）

第４条　センターに，センター長，副センター長及び教員（国立大学法人京都大学特定有期雇用教職員就業規則（平成 18 年達示第 21 号）第２条第１項第１号から第４号までに掲げる者を除く。）を置き，協議員会の議を経て，研究所の教員のうちから数理解析研究所長（以下「所長」という。）が任命する。

2　センターのセンター長，副センター長及び教員の任期は，所長が定める。

（特任教員等）

第５条　所長は，国内外の優れた研究者であって，センターにおける次世代の幾何学における研究推進，情報発信及び人材育成のために必要と認める者に対し，協議員会の議を経て，特任教授，特任准教授，特任講師若しくは特任

助教（以下「特任教員」という。）又は特任研究員の称号を付与することができる。

2　センターの特任教員又は特任研究員の称号を付与する期間は，所長が定める。ただし，満 64 歳に達する日以後における最初の 4 月 1 日以降に特任教員又は特任研究員の称号を付与する期間は，1 事業年度以内で定めるものとし，称号を付与する期間の末日は，満 70 歳に達する日以後における最初の 3 月 31 日を超えないものとする。

3　前項ただし書の規定は，京都大学名誉教授であって，所長が総長に内申（京都大学名誉教授称号授与規程（昭和 25 年達示第 13 号）第 2 条第 1 項に定めるものをいう。）を行った者については，適用しない。

（特任教員選考委員会）

第 6 条　前条の特任教員の候補者の選考のため，協議員会のもとに特任教員選考委員会（以下「委員会」という。）を置き，所長が議長を務める。ただし，特任助教の候補者の選考については，数理解析研究所各センター特任助教候補者選考内規（平成 25 年 2 月 15 日協議員会決定）によるものとする。

2　委員会の委員（以下「委員」という。）は協議員の中から若干名を所長が指名する。

3　前項の規定にかかわらず，委員会に協議員以外の委員を追加して指名することができる。

4　委員の任期は 2 年とし，再任を妨げない。ただし，補欠の委員の任期は，前任者の残任期間とする。

5　委員会は，特任教員（特任助教を除く。）の候補者について調査審議し，審査結果を協議員会に報告する。

（特任研究員の選考）

第 7 条　特任研究員の候補者の選考を行うときは，所長は協議員会に諮る。

2　協議員会は，特任研究員の候補者の研究歴，学業成績その他の必要な事項を調査審議し，候補者を決定する。

（雑　則）

第 8 条　この内規に定めるもののほか，センターの運営その他に関し必要な事項は，別に定める。

附　則

この内規は，令和 4 年 4 月 1 日から施行する。

10　京都大学数理解析研究所図書室利用規則

（目　的）

第１条　京都大学数理解析研究所（以下「研究所」という。）の図書室の利用については，この規則の定めるところによる。

（開室日・開室時間）

第２条　図書室は，土曜日，日曜日，国民の祝日に関する法律（昭和 23 年法律第 178 号）に規定する休日，年末年始（12 月 25 日～１月７日），京都大学（以下「本学」という。）の創立記念日を除き，午前９時から午後５時まで開室する。

2　前項の規定にかかわらず，必要に応じて臨時に休室することがある。

3　研究所の教員は，開室時間外に入室することができる。

（利用資格）

第３条　図書室所蔵資料（以下「図書資料」という。）を利用することができる者は，次の各号に掲げるとおりとする。

(1) 研究所に所属する者及び図書室の利用に当たり研究所に所属する者と同等の取扱いをすることが適当であると図書室長が認める者

(2) 本学の他の部局に所属する者

(3) 数理科学を研究する本学以外の大学の教員及び研究機関の研究員等

(4) 数理科学を研究する本学以外の大学の大学院生等のうち，研究所の教授又は准教授が適当と認める者

(5) 前各号以外の者で図書資料の利用を申し出た一般利用者

（目録及び利用規則）

第４条　図書室の利用に供するため，図書資料の目録及びこの利用規則を常時閲覧室内に備え付けるものとする。

（閲　覧）

第５条　図書資料の閲覧は，所定の場所で行うものとする。

第６条　次の各号に掲げる場合においては，図書資料のうち，それぞれ当該各号に掲げるものの閲覧を制限することができる。

(1) 図書資料に独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律（平成 13 年法律第 140 号。以下「情報公開法」という。）第５条第１号，第２号及び第４号イに掲げる情報が記録されていると認められる場合　当該図書資料（当該情報が記録されている部分に限る。）

(2) 図書資料の全部又は一部を一定の期間公にしないことを条件に個人又は

情報公開法第 5 条第 2 号に規定する法人等から寄贈又は寄託を受けている場合（当該期間が経過するまでの間に限る。）　当該図書資料

(3) 原本を利用させることにより当該原本の破損又はその汚損を生じるおそれがある場合　当該原本

（貸　出）

第 7 条　図書資料の貸出を受けようとする者は，身分証の提示等，所定の申込手続を経て，貸出を受けるものとする。

2　貸出を受けることができる図書資料並びにその貸出期間及び貸出冊数は，次のとおりとする。

利用者種別	図書（期間／冊数）	雑誌（期間／冊数）
第 3 条第 1 号	3 ヶ月／制限無し	3 日間／制限無し
第 3 条第 2 号	2 週間／ 3 冊	一時持出／ 3 冊
第 3 条第 3 号	1 週間／ 3 冊	一時持出／ 3 冊
第 3 条第 4 号	1 週間／ 1 冊	一時持出／ 3 冊
第 3 条第 5 号	一時持出／ 3 冊	一時持出／ 3 冊

3　書誌，数表，事典，辞書等の参考図書及び受入後 1 週間以内の雑誌は貸出を禁止する。ただし，当日中に限り，室外への一時持出を許可する。

（返　却）

第 8 条　貸出を受けた図書資料は，貸出期間内に所定の確認手続を経て，返却しなければならない。

（資料の紛失等）

第 9 条　図書資料の利用者は，当該図書資料を汚損，破損又は紛失したときは，代本又は相当の弁償をしなければならない。

（複　写）

第10条　図書資料の複写を希望する者は，所定の手続により，著作権法上適法な範囲で図書室に依頼することができる。

（個人情報漏えい防止のために必要な措置）

第11条　図書室は，図書資料に個人情報（京都大学における個人情報の保護に関する規程（平成 17 年達示第 1 号）第 2 条第 1 項に規定するものをいう。）が記録されている場合には，当該個人情報の漏えいの防止のために次の各号に掲げる措置を講じるものとする。

(1) 書庫の施錠その他の物理的な接触の制限

(2) 図書資料に記録されている個人情報に対する不正アクセス（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成 11 年法律第 128 号）第 2 条第 4 項に

規定する不正アクセス行為をいう。）を防止するために必要な措置

(3) 図書室の職員に対する教育・研修の実施

(4) その他当該個人情報の漏えいの防止のために必要な措置

（入室の制限等）

第12条　図書室長は，他人に迷惑を及ぼすおそれのある者に対し，入室を拒むことができる。

2　図書室長は，この規則その他の図書室の利用に関する規定に違反した者，職員の指示に従わない者その他図書室の業務に支障を及ぼすおそれのある行為をした者に対し，退室を命ずることができる。

（雑　則）

第13条 この規則に定めるもののほか，図書室の利用に関し必要な事項は，図書室長が定める。

附　則

1　この規則は，平成 16 年 4 月 1 日から施行する。

2　昭和 48 年 4 月 9 日施行の「京都大学数理解析研究所図書利用規則」は廃止する。

附　則

この規則は，平成 19 年 5 月 9 日から施行する。

附　則

この規則は，平成 23 年 4 月 1 日から施行する。

附　則

この規則は，平成 23 年 7 月 1 日から施行する。

附　則

この規則は，平成 30 年 7 月 1 日から施行する。

第５部　利用案内

1　図書室利用案内

（開室日・開室時間）

図書室は，土曜日，日曜日，国民の祝日に関する法律（昭和 23 年法律第 178 号）に規定する休日，年末年始（12 月 25 日～ 1 月 7 日），京都大学（以下「本学」という。）の創立記念日を除き，午前 9 時から午後 5 時まで開室する。

前項の規定にかかわらず，必要に応じて臨時に休室することがある。

研究所の教員は，開室時間外に入室することができる。

（利用資格）

図書室所蔵資料（以下「図書資料」という。）を利用することができる者は，次の各号に掲げるとおりとする。

（1）研究所に所属する者及び図書室の利用に当たり研究所に所属する者と同等の取扱いをすることが適当であると図書室長が認める者

（2）本学の他の部局に所属する者

（3）数理科学を研究する本学以外の大学の教員及び研究機関の研究員等

（4）数理科学を研究する本学以外の大学の大学院生等のうち，研究所の教授又は准教授が適当と認める者

（5）前各号以外の者で図書資料の利用を申し出た一般利用者

（閲　覧）

図書資料の閲覧は，所定の場所で行うものとする。

（貸　出）

図書資料の貸出を受けようとする者は，身分証の提示等，所定の申込手続を経て，貸出を受けるものとする。

貸出を受けることができる図書資料並びにその貸出期間及び貸出冊数は，次のとおりとする。

利用者種別	図書（期間／冊数）	雑誌（期間／冊数）
（利用資格）第 1 号	3 ヶ月／制限無し	3 日間／制限無し
（利用資格）第 2 号	2 週間／ 3 冊	一時持出／ 3 冊
（利用資格）第 3 号	1 週間／ 3 冊	一時持出／ 3 冊
（利用資格）第 4 号	1 週間／ 1 冊	一時持出／ 3 冊
（利用資格）第 5 号	一時持出／ 3 冊	一時持出／ 3 冊

2　共同利用研究計画募集案内

2−1　一般計画（RIMS 共同研究（公開型・グループ型Ａ），RIMS 長期研究員）の提案募集案内

本研究所は，年 1 回共同利用研究計画の提案を募集し，審査のうえ採択となったものを実施している。

なお，毎年 9 月頃に公募を行い，1 月に審議採択を行っている。

1. 募集期間　毎年 11 月 1 日から 1 ヶ月間
2. 提案方法　共同利用研究計画提案書の提出
3. 採否通知　翌年 2 月上旬
4. 実施期間　翌年 4 月 1 日から 1 年間

2−2　一般計画（RIMS 共同研究（グループ型Ｂ））の提案募集案内

平成 30 年度から実施している RIMS 共同研究（グループ型 B）は，通年公募を行い，年 3 回審議採択を行っている。

第 1 回〆切　毎年 11 月末日　（翌年度実施分）
第 2 回〆切　毎年 5 月上旬　（当該年度実施分）
第 3 回〆切　毎年 8 月末日　（当該年度実施分）

2−3　一般計画（RIMS 合宿型セミナー，RIMS 総合研究セミナー，RIMS 共同研究（グループ型Ｃ））の提案募集案内

平成 20 年度から実施している RIMS 合宿型セミナー，平成 30 年度から実施している RIMS 総合研究セミナー及び RIMS 共同研究（グループ型 C）は，毎年 4 月下旬に公募を行い，10 月頃審議採択を行っている。

2−4　訪問滞在型研究計画の提案募集案内

平成 30 年度からの国際共同利用・共同研究拠点化に伴い，平成元年度運営委員会の決定に基づき共同利用計画の一環として行ってきたプロジェクト研究計画を訪問滞在型研究計画に発展させ，毎年 4 月下旬に公募を行い，10 月頃審議採択を行っている。

募集要項・公募ページ URL
https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/kyoten/ja/call_for_proposals.html

3　共同利用宿舎利用案内

共同利用のために本研究所を訪れる研究者のための宿泊施設がある。これは京都大学北部キャンパスの東にある北白川学舎で，鉄筋 4 階建，収容人員 14 名の建物である。この宿舎は基礎物理学研究所と本研究所とが共同で運営している。

利用については，共同利用掛で共同利用研究者の宿泊予約，申込の受付，宿泊手続等を行っている。

名　称：京都大学基礎物理学研究所・数理解析研究所
共同利用研究者宿泊所（北白川学舎）

所在地：京都市左京区北白川小倉町 50-227

電　話：075-701-8862

利用の手引き

宿　泊　室	バス・トイレ付（個室）　5 室　（料金　3,400 円） バス・トイレ無（個室）　1 室　（料金　2,700 円） （ユニットバスの共通使用可能） 空室がある場合には上記 6 室以外の部屋（すべて個室）の利用も可能です。
喫煙について	指定場所以外での喫煙はできません。
申　込　み	数理解析研究所共同利用掛へメールで申込む。 （E-mail：400kyodo[at]mail2.adm.kyoto-u.ac.jp）
宿　泊　料	利用可能の連絡を受けた後，宿泊当日の午後 4 時までに宿泊料を数理解析研究所共同利用掛へ前納する。 宿泊が土・日・休日の場合にはその前日までに前納のこと（土・日・休日の利用手続きは数日を要するので，直前の申込みはお断りすることがあります。）
チェックイン	22：00 まで
最寄りバス停等	京都駅発　京都市バス 5 番「北白川別当町」徒歩 5 分 数理解析研究所へ徒歩 5 分（地図は 171 ページ参照）

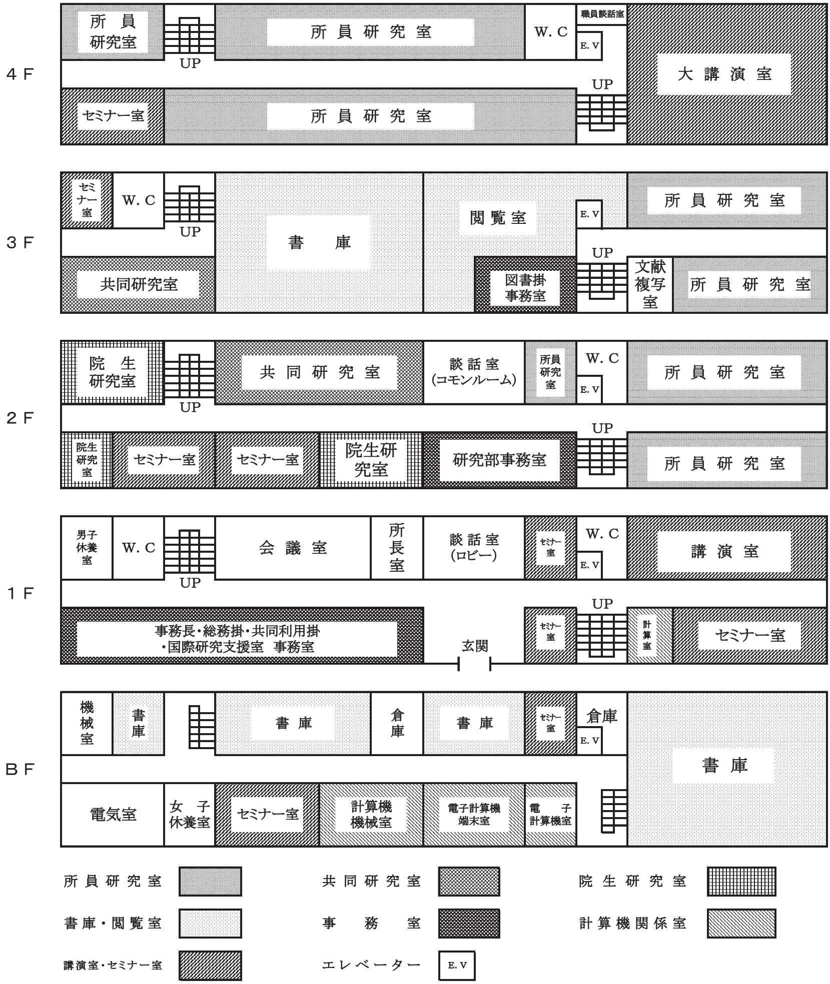
北白川学舎全景

4　建物平面図

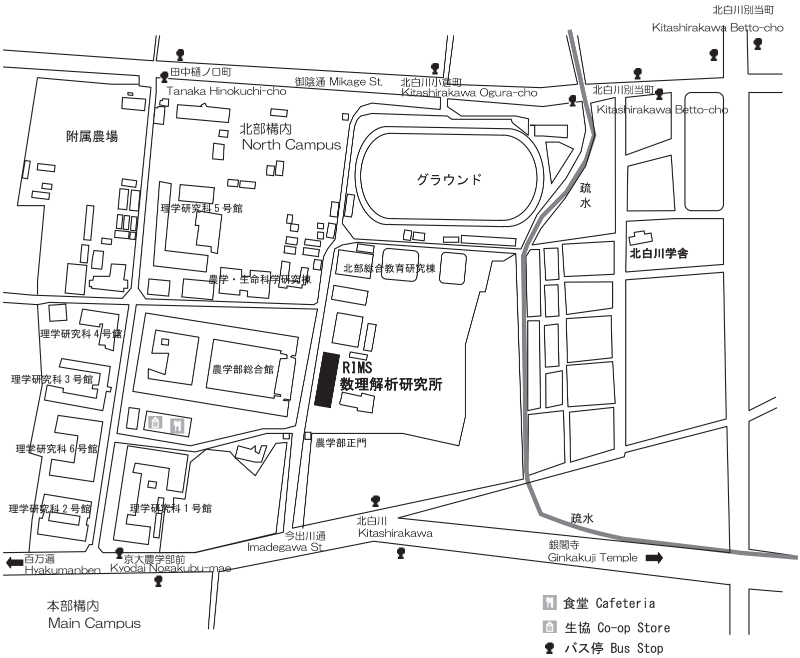
施設の内部

建物は京都大学北部構内にあり，地下 1 階地上 4 階で，敷地面積 1,310m²，延面積 3,923m²である。内部は専任所員の研究室と事務室の他，講演室，図書室，計算機室，共同利用のための研究室，給茶設備のあるロビー等がある。

令和 4 年 4 月 1 日現在



5　研究所近辺の案内



主要駅からの交通案内

主要鉄道駅	乗車バス系統 ---------------->	下車バス停
［JR］京都駅 ［阪急］河原町駅	市バス 17 系統 （四条河原町・銀閣寺行き）	「京大農学部前」または「北白川」
［地下鉄烏丸線］ 今出川駅	市バス 203 系統 （銀閣寺・錦林車庫行き）	「京大農学部前」または「北白川」
［京阪］出町柳駅	市バス 17 系統 （銀閣寺・錦林車庫行き） 市バス 203 系統 （銀閣寺・錦林車庫行き）	「京大農学部前」または「北白川」

6　建物管理（開館時間，施錠方式）

勤務時間外における本研究所館内入退館については，開閉館方式（カード方式）で実施している。

本研究所建物の開館時間は以下のとおりであり，この時間帯以外の入退館には，正面玄関のみが利用できる。入館には，カードキーが必要であり，退館はナイトラッチによる施錠方式である。

平日

正面玄関　　　8 時 00 分～ 18 時 00 分

北出入口　　　8 時 00 分～ 18 時 00 分

土曜・日曜・祝日等は終日閉館

令和４年９月１日　発行

編集兼発行所　京都大学数理解析研究所

〒 606-8502　京都市左京区北白川追分町

ＴＥＬ：075-753-7202

ＦＡＸ：075-753-7272

印刷所　あおぞら印刷

KYOTO UNIVERSITY

KYOTO JAPAN

FOUNDED 1897