

9. 研究科教育活動状況

博士課程後期これまで単位制を採っていなかったが、大学院教育の実質化を図り博士課程後期の履修成果を明確にするため、研究指導科目を単位化、新たに設置した特修科目の履修も修了の要件に加える改正を行った（2013 年度入学生から適用）。

また、これに伴い博士課程前期の履修方法を変更する改正を行った。

1. 【応用数学専攻】

(1) 研究の中間発表会の実施

2022 年 11 月 8 日に、応用数学科の教職員と学部学生を対象として、大学院生による中間研究発表会を行った。大学院生はこれまでの研究内容をまとめ、発表する良い機会が与えられた。同時に、様々な分野の先生から研究についてのアドバイスをもらうことが可能となった。さらに、学部学生に対しても、大学院での勉強や研究の内容に触れさせる機会を持つことになり大学院志願者数の増加に繋がったようだ。

(2) 修士論文発表会の実施

2023 年 2 月 1 日に最終試験として実施された。教員と大学院生・学部生の参加を得て活発な討議が行われ、研究内容の理解を深めるとともに、発表能力を向上させ今後の研究課題を考えるために非常に役立っている。発表者は 30 分の時間内で発表を行い、発表は十分に準備されたものであった。発表者は質問にも適切に答え、修士の学位を与えるに十分なものと判定された。例年通り有意義な修士論文発表会であった。

(3) 志願者および入学者の確保

■大学院の広報の実施

学部学生に対し大学院での勉強や研究の様子を知ってもらうために、2022 年 4 月の新入生ガイダンスにおいて大学院進学の意味や受験資格・手続き等も含めて説明を行った。さらに、2022 年 11 月に 3 年次生と 4 年次生を対象とした大学院生による大学院の紹介を兼ねた中間発表会を行い、大学院進学の意味や受験資格・手続きなどを説明した。

(4) 大学院高度化推進計画による研究の推進

《2022 年高度化タイプ I》

研究題目：確率測度距離空間上の解析学と幾何学の研究

この研究は「確率測度距離空間上の解析学と幾何学の研究」をテーマとして行われた。研究組織メンバーは、桑江一洋、天羽隆史、江崎翔太、成瀬慶明、佐野友二、三石史人、仙葉隆、佐藤龍一、藤木淳、坂田繁洋、石黒賢士の 11 名であった。研究者間の交流を深めることにより、新しい結果とこれからの研究課題を得ることができた。

「1. 研究集会の開催」の項に研究集会の記録をあげたが、その他にも多くのセミナーを行うことにより研究を遂行した。

「2. 研究発表」の項に記したように、様々な研究集会で研究成果の発表を行い、多くの研究者と意見の交換を情報の収集を行うことで研究を進めた。

「3. 2022年4月以降の論文リスト」の項に書かれているように、研究成果の一部はすでにいくつかの機会を利用して発表されている。論文に関しては、まだ受理されていないものもあり、できる限り早く出版されるように努力したい。

以下では研究組織メンバー(研究代表者および研究分担者)の研究活動について簡単に述べる。

桑江は沖縄科学技術大学院大学の柳青氏とミシガン州立大学の北川潤氏と共同で非崩壊条件を満たすRCD(K, N)空間において $(1, p)$ -Sobolev空間 $W^{(1, p)}(X)$ に対するMorreyの不等式の導出に成功した。これは $p > N$ の場合に $W^{(1, p)}(X)$ の元が局所ヘルダー連続性を持つことを主張するものであり、非崩壊RCD(K, N)空間上の L^p 粘性解理論の構築の足がかりとなる結果である。この研究成果は北川潤氏の高度化推進による福岡大学での滞在中に得られた結果である。 L^p 粘性解理論の構築に向けて引き続いて研究を推し進めるため、まだ論文として未発表の段階である。また一方で、桑江は江崎と大学院生の徐梓健と共同で、符号値測度を曲率の下限にもつDirichlet空間の枠組みにおいて L^p 関数に対するLittlewood-Paley-Stein不等式の導出に成功した。その結果は2023年度中に投稿する予定である。

天羽は7月、8月、9月の研究出張を経て、湯浅智意氏(東京都立大)、中村凌氏(福岡大)および藤木淳氏(福岡大)との共同研究により、統計学の指導原理とも言えるKullback-Leibler divergenceの最小化という観点に基づき、シンプルな変分推論の方法について新たな知見を得ることができた。具体的には、設定した統計モデルに対して真の分布を推定する手続きを一つ固定し、この推定分布に対する真の分布のKullback-Leibler divergenceの第一変分公式と第二変分公式を導出することができた。第一変分公式に現れるEuler-Lagrange方程式を数値的に解くためにE. B. Vinbergの等質凸錐理論のアイデアを援用して確率単体上の非有界なRiemann幾何学を展開し、この文脈にマッチしたNewton-Raphson法を開発した。この過程で「Kullback-Leibler divergenceは確率単体上の自明な $(0, \infty)$ -主ファイバー束のgauge(変換)である」という描像を得ることができた。これから得られる「真の分布を固定することは、このファイバー束においてgauge固定を行うことに他ならない」という観点は、統計学の問題意識に自然にマッチしていて美しい。本研究結果は現在投稿中である。また難波隆弥氏(現在 京都産業大)や琉佳勲氏らともそれぞれ新たなプロジェクトをスタートさせることもできた。

江崎は中央大学の香取眞理氏と北九州工業高等専門学校の藪奥哲史氏と共同で、非エルミート行列値ブラウン運動に対する研究をおこなった。その研究において、オーバーラップ行列の各成分が従う確率微分方程式と、固有値の経験分布過程・オーバーラップ経

験分布過程が従う(確率)偏微分方程式を導出した。その結果は2023年度中に論文として投稿する予定である。また、九州大学の数川大輔氏と三石と共同で、Gromovのピラミッドと測度集中について研究をおこなった。その研究において、従来知られていないピラミッドの例として無限次元立方体の存在を証明した。さらに、一般化コーシー分布に付随する測度集中現象の成立を証明した。これらの研究結果は2編の論文として2023年度中に投稿する予定である。

(成瀬) 成瀬は曲率フローの幾何学について研究を行い、3次元完備 self-shrinker をある種の条件のもとで分類した。

(佐野) 佐野は射影代数多様体の終結式や判別式の種類である、フルヴィッツ形式について、本学の大学院生であった大楠涼馬氏(当時 M2) とともに研究を行い、次の結果を得た。トーリック多様体の終結式や判別式のトラス作用に対するウエイト多面体の頂点は、多様体のモーメント多面体の分割の組合せ論的な情報(ベクトル) から計算できることが、Gelfand-Kapranov-Zelevinsky や Sturmfels らの研究によって知られていた。最近では、S. Paul により、それらの一種であるフルヴィッツ形式(または超判別式)のウエイト多面体が標準ケーラー計量の問題に有用であることが知られていた。しかし、フルヴィッツ形式には終結式のようにモーメント多面体の分割の情報から計算する方法が知られていなかった。そこで、大楠氏とともにフルヴィッツ形式のウエイト多面体の頂点を記述するようなベクトルを導入し、曲面の場合に計算機を用いて、そのベクトルがフルヴィッツ形式のウエイト多面体の頂点を記述していることを確認した。さらに、佐野はケーラー幾何の結果を用いて、一般の場合にも同じことが成り立つことを証明した。これらの結果は arXiv に投稿され、現在、研究雑誌に投稿中である。

三石は、福岡大学の江崎氏と九州大学の数川氏との共同研究で、ユークリッド空間上の Cauchy 分布の適当なスケールが、空間の次元を爆発させたときに、ピラミッドの意味でどうとらえられるかについて研究した。Cauchy 分布の球面对称性に着目し、より一般に半直線上の分布と球面とのユークリッド錘という概念を作り、それらの収束理論を確立させる事によって、Cauchy 分布の極限問題を解決した。また三石は、沖縄科学技術大学院大学の柳青氏と共同で、距離空間上の無限大優調和関数の Liouville 性を証明した。これらの結果はまとめ次第投稿予定である。

藤木は産業技術総合研究所の赤穂昭太郎氏と指数型分布族のなす空間における判別分析を構築するための研究を立ち上げた。これまでのパターン認識では得られた画像や音声そのものをデータと考えてデータ分析を行ってきたが、個人の血圧データのヒストグラムなど、個人に属するデータを確率分布と考えてデータ分析を行うことにより、大規模データの分析がより簡単になることが期待できる。確率分布のなす空間におけるデータ分析においてはKL ダイバージェンスなどのユークリッド距離とは異なる基準でデータ分析を行う必要がある。現在、プロトタイプの手法を提案した段階であり、その提案手法の情

報幾何学的意味付けなどを検討中である。今後もこの研究を進めていく予定である。

仙葉は、東北大学の藤江氏と共同で線形知覚関数を持つ局所的走化性方程式系の無限時刻爆発解の構成に成功した。この結果を2023年度中に論文としてまとめ論文雑誌に投稿する予定である。また、この構成方法は方程式系が持つリアプノフ関数を用いない方法であり、最終的な目標である非線形知覚関数を持つ局所的走化性方程式系の爆発解の構成に有効な方法であると考えている。実際、非線形知覚関数が特別な関数系の場合について爆発解の構成に成功した。

佐藤は公立鳥取環境大学の小杉氏と共同で、冪乗型の非線形項を持つ完全非線形放物型方程式の初期値問題の時間大域解の存在を粘性解の枠組みで示した。既存の研究では2本以上の連立系ではそれぞれの拡散効果の違いによって時間大域解の存在・非存在を分ける臨界指数の変化などの考察はほとんど存在しないが、この研究を通じて異なる拡散効果の違いによって臨界指数に影響をもたらすことが期待されるようになった。またこれを明らかにする過程で、既存の研究手法では解明が困難な点がいくつか明らかになったため、今後も研究を推進予定である。また、京都大学の勝呂氏と共同で退化拡散効果をもつ移流拡散方程式の初期値問題の解の存在を空間遠方で減衰するとは限らない場合に示した。この成果は2023年度に学術誌に投稿予定である。

坂田はEuclid平面上の正凸多角形のべき乗モーメントの値の評価をした。定理「Euclid平面上の原点を中心とし、与えられた面積をもつ正凸多角形のべき乗モーメントは、頂点の個数に関して狭義単調である」を示した。命題「Euclid平面上の原点を中心とし、与えられた周長をもつ正凸多角形のべき乗モーメントは、頂点の個数に関して単調とは限らない」も示した。得られた成果は、べき乗モーメントによるEuclid平面上の凸多角形の形状決定問題に適用できると期待している。具体的には、べき乗モーメントの値を評価することで、Euclid平面上の与えられた凸多角形の頂点の個数を決定でき、正凸多角形かどうかを判定できると期待している。得られた成果の学術的価値を判断すべく文献調査を行ったが、研究期間内に終えることができず、学術論文の作成および投稿には至っていない。

石黒はアメリカ・コロラド大学で開催されたホモトピー論的固定点理論に特化したサマースクールに博士課程後期の大学院生（山縣 真）と共に参加し、関連する資料収集と情報交換を行った。コロナの影響で久しくできていなかった外国人研究者との交流の場が持てたことは有意義であった。コホモロジー理論および代数的 K-理論の位相的側面についての議論を行い、更にアメリカの若手研究者と Persistent Homology など今後期待される分野のホモトピー論の応用について議論できたことは収穫であった。概論の説明と問題解法を組み合わせた新しい形での研究集会であり興味深い内容であったことを付記する。ただコロナ対策として帰国に際し PCR 検査が義務付けられていたため、一部参

加できなかった時間帯があったことは残念であった。また石黒に同行した大学院生の山縣は、そのサマースクールにおいて、ホーシールドホモロジー論やスペクトラル理論などについてアメリカの大学院生と共に学び非常に有意義な経験をした。問題解法を主軸とした研究集会であり多くの知見を得ることができた。今後もこのような国際経験を積み上げていきたいと感じた。多数の若手研究者と学んだ一般コホモロジーおよび代数的K-理論も含め広い視野をもって今後の研究に臨み、博士論文の充実に繋げていきたい。

2. 【応用物理学専攻】

(1) 特別講義と特別講義講師による講演会の実施

外部講師を招聘して、本専攻の専任教員だけではカバーできないより広い先端的研究内容について以下の特別講義2科目を開講した。

「基礎物理学特別講義」(福岡大学：田崎 茂 名誉教授)

この講義は、量子多体系について、粒子固有の内部自由度の典型的な例であるスピンや、同種粒子で構成される多粒子系の統計生体波動関数の対称性などについて学ぶ講義である。

「ナノ物理学特別講義」(九州大学：湯浅 裕美 教授)

この講義は、磁性体の成り立ちや物理現象を、古典電磁気学・量子力学に則って学習し、それらを利用した時期デバイスの原理・機能やナノテクノロジーに関連した最先端開発状況について学ぶための講義である。

(2) 修士論文発表会の実施

2023年2月6日に博士前期課程の研究の集大成として修士論文発表会を開催した。発表者は10名で、2年間の研究成果を一人あたり約20分(発表15分、質疑応答4分、交代1分)で発表を行い、各院生の提出した論文が修士の学位を与えるに十分なものであることを確認した。

(3) 外国人招聘研究者による指導

本年度は、誘電体セラミック・ポリマー・複合体の専門家である華中科技大のHaibo Zhang教授を招聘する予定であったが、COVID-19の影響により中止となった。

(4) 志願者および入学者の確保

応用物理学専攻では大学院への志願者確保のため、新入生及び学部学生向けの広報活動を行っている。

大学入学後の早い時期に、卒業後の進路として大学院への進学の実績があることを新入生並びに保護者に知らせておくことが重要であると考え、例年は大学入学後の懇談会において大学院への進学の実績、大学院での研究活動、奨学金、修了後の進路などについての説明を行っていたが、今年度はコロナ禍のためこれらの説明の機会を設けることができなかった。

学部3年次生には、物理科学研究配属説明会(7月)や、就職・進路説明会および

ステップアッププログラム（12月）の中で大学院の紹介を行い、大学院進学の意味、大学院の入試制度、受験資格、学費、奨学金制度、大学院での研究活動、大学院修了後の就職状況、TA等に関する説明を行った。

(5) FD 研修会

教員相互の研究内容の理解を深め、加えて研究テーマの見つけ方や研究の進め方の研修を目的として、応用物理学専攻の宮原教授による量子スピン系の科学についての講演を行った。理学部から他学科を含め25名の参加者があり、質疑応答においてはスピン科学に関する専門的な質疑や研究テーマの見つけ方に関する質問があり、有意義な研修会となった。

3. 【化学専攻】

(1) 専修部門で特別講義と特修講義の実施

- 「構造物理化学特別講義Ⅰ」（担当：岡崎 進）：8月23日～8月24日
- 「物質機能化学特別講義Ⅰ」（担当：古屋 謙治）：8月25日～8月26日
- 「化学教育特別講義」（担当：松岡 雅忠）：8月19日・8月22日
- 「有機生物化学特別講義Ⅰ」（担当：佐藤 総一）：9月8日～9月9日
- 「機能生物化学特別講義Ⅰ」（担当：武田 弘資）：9月5日～9月6日

(2) 特別講師による講演会の実施

- ① 演 題：大規模分子集団複雑系の構造と動力学—京・富岳を用いた分子動力学計算
開催日時：8月24日（水） 14:40～16:10
講 師：岡崎 進 特任教授（東京大学大学院新領域創成科学研究科）
- ② 演 題：素反応、反応性プラズマ、そしてプラズマ結晶へ
開催日時：8月26日（金） 13:00～14:30
講 師：古屋 謙治 教授（九州大学基幹教育院自然科学実験系部門）
- ③ 演 題：高配位 p-ブロック元素の化学
開催日時：9月9日（金） 14:40～16:10
講 師：佐藤 総一 教授（東洋大学理工学部応用化学科）

これらの講義や講演会は、専任教員の専門分野とは少し異なり、大学院生の知識や研究の幅を広げることに役立っている。また、化学専攻教員の研究の活性化や視野の拡大に関しても良い刺激となっている。

(3) 研究の中間発表会の実施

大学院生の指導教員および副指導教員が、複数の教員および学部学生とともに参加し、博

士課程の大学院生の研究中間報告会を、研究グループ毎に年に 1～2 回開催した。中間報告会では、大学院生は研究の進捗状況を発表し、指導教員等からの研究を発展させるアドバイスを受けることができた。

(4) 修士論文発表会の実施

恒例の修士論文発表会を 2023 年 2 月 1 日(水)に開催した。発表者は 18 名で、一人あたり 25 分(発表 15 分、質疑応答 9 分、交代 1 分)の発表を行った。大学院生たちは 2 年間の研究成果を化学科の全教員および大学院生・学部学生の前で発表した。全員が国内外での学会発表を経験しており、すべての発表において内容が非常に充実したものであった。今年度は質疑応答の時間を変更したが、教員の質問に対して適切に答え、十分な質疑応答がなされた。成果内容を適切にまとめる力や発表能力を向上させる上で非常に役立っていること、公開発表により修士学位の適切性を示す観点からも大変有意義な修士論文発表会であった。

(5) 談話会の開催

理学研究科化学専攻と理学部化学科は、恒例の FD 講演会である第 41 回「談話会」を 2022 年 6 月 11 日(土)に、第 42 回「談話会」を 2023 年 3 月 6 日(月)に開催した。

講演者と講演のタイトルは次のとおりである。

○ 第 41 回「談話会」

2022 年 6 月 11 日(土)開催 921 教室(オンラインを併用したハイブリッド形式)

林田 修(教授)「シクロファンからホストゲストコンジュゲートへ、機能性分子の創造」

渡辺 啓介(助教)「イオン液体における 3 つの特異な相挙動：相変化に関わる履歴現象への現象論的アプローチ」

○ 第 42 回「談話会」

2023 年 3 月 6 日(月)開催 921 教室

永井 哲郎(助教)「シミュレーションで「見る」分子の世界-分子動力学計算と粗視化ダイナミクスによる物質輸送の解明-

福田 将虎(准教授)「RNA 編集研究と創薬チャレンジ」

(6) 交際交流事業の実施談話会の開催

理学部と理学研究科の共同事業として、韓国蔚山大学校自然科学部とのジョイントセミナーを企画した。新型コロナ感染防止の観点から 8 月 16 日～8 月 17 日の日程でオンラインによるセミナーを開催した。セミナー初日は蔚山大学校の教員 1 名、福岡大学の教員 1 名の特別講演とインドネシア、中国の研究者 2 名の招待公演を開催した。特別講演を聞くことで英語による発表の組み立て方を知る機会となっただけでなく、外国人研究者の最先端の研究発表を聞く、貴重な機会となった。2 日目には参加した学生が自身の研究を口頭およびポスター形式で英語により発表した。発表および討論を英語で行ったことで、国際交流だけでなく研究においても英語の重要性を学生に再認識させることができた。

4. 【地球圏科学専攻】

(1) 研究の中間発表会の実施

中間発表会は専修部門ごとに教員・院生が参加して適時行われている。また、本専攻では主指導教員が、副指導教員と共に指導する体制が採られている。これによって教員・院生ともに複数教員による指導を意識することになり、研究活動や修士論文の作成においても、その水準と評価の客観性が担保されていると考えられる。

(2) 修士論文発表会の実施

2023年2月1日に対面で開催した。発表者は3名で、総参加者数は33名であった。博士課程前期教育プログラムの集大成である修士論文の研究内容を衆目の前で口頭発表し、大学院担当の教員全員による評価が行われた。当日は教員だけでなく、大学院生、学部学生の聴講も得て活発な発表、質疑応答が行われた。大学院生は発表会を意識して研究活動に励み、発表内容の要旨（各自A4用紙2頁）を準備し、口頭発表によってプレゼンテーション技術の向上が図られた。これらが公開で行われたことにより、修士の学位の適格性が担保された。

(3) 地球圏科学専攻・地球圏科学科「研究成果交流会」

地球圏科学専攻と地球圏科学科では、学科を構成する3分野の教員の最新の研究成果や研究分野のトピックを学生および教員に紹介し、学科の特徴の理解と交流を深めるために、恒例の「地球と生物について語ろう」を2022年11月26日に18号館1824教室において開催した。この催しは今回で第14回目となる。今回の話題提供者、講演タイトルは以下の通りである。

○「熱帯のヨウ素」のはなし

地球物理学分野 高島 久洋 准教授

○「研究に関する自己紹介」のはなし

地球科学分野 柴田 智郎 教授

○「細胞が動くしくみ」のはなし

生物科学分野 中川 裕之 教授

参加者はオンライン配信も含めて29名であった。講演後のディスカッションの間には、地球圏科学専攻の特徴である多様な見地からの活発な討論が行われた。

(5) 志願者および入学者の確保

昨年度から引き続き、大学院受験者現象への対策として、「卒論発表会」、「修論発表会」、「地球圏科学科研究成果交流会」に2、3年生の参加を促し、現在の地球圏科学科および専攻の研究の魅力を学生に理解させる努力を継続している。また、3年次までの専門実験実習を含む専門教育を更に充実させるとともに、教員自身の研究活動の活発化とその研究内容の学生への積極的な広報についても継続的とする。

学部学生に対して早い段階から大学院進学への意識を持たせるため、2022年12月9

日に開催した3年次分野選択のための分野説明会の際、理学研究科の紹介と概要の説明を行った。