

数理科学を基点とする自然科学諸分野の研究交流促進と研究課題の発掘 (平成 22 年度学部長裁量経費 研究報告書)

平成 23 年 2 月 25 日提出

平成 23 年 3 月 11 日再提出

井上和行 a (研究代表者), 西田憲司 a, 玉木 大 a, 一ノ瀬弥 a, 乙部厳己 a, 小竹 悟 b
川村嘉春 b, 尾関寿美男 c, 三宅康幸 d, 藤山静雄 e, 村越直美 f

a 数理・自然情報科学科, b 物理科学科, c 化学科

d 地質科学科, e 生物科学科, f 物質循環学科

1. はじめに (研究目的と位置付け)

どの学問分野についても言えることであろうが、特に森羅万象の論理構造に関心をもつ数学では、諸科学から提起される様々な課題を取り込みながら、自らの研究対象を広げその研究方法を発展させてきた側面が顕著である。本研究課題では、自然科学諸分野における最先端の研究テーマを数理科学の視点から関連付けて横断的に捉え、数理科学的課題を探究するとともに、研究分野の枠を越えた交流の中から個別分野における研究課題の発掘をも目論むものである。我々は、数理科学をキーワードとした研究交流の風土を理学部に根付かせ、広い学問分野をカバーする上で制約のある、地方大学での理学研究における特色ある「方法的モデル」を構築したいと思う。

本研究課題は、理学部の平成 22 年度計画における「研究に関する目標を達成するための措置」(2-(1)) の中に位置付けられる。また理学部の「平成 22 年度事業計画・予算書」に掲げられた「数理科学研究所 (バーチャル)」の実現に向けて、理学部内の分野横断的研究プロジェクトとして取り組まれる。本研究課題は、数理・自然情報科学科構成員はもとより、自然科学諸分野との連携と協力の下で取り組まれ、その企画は理学部のすべての研究者と大学院生、学部学生にも開かれている。

なお、平成 22 年度の特別な事情としては、数理科学の教育分野においては、学内版大学院 GP (学長裁量経費)「広い学問的視野と数理科学的思考力を併せ持つ高度専門的職業人の養成」(取組担当者:花木章秀)が採択され、我々の研究プロジェクトと並行して取り組まれている。学内版大学院 GP は、工学系研究科(数理・自然情報科学専攻)が、全学教育機構との連携の下で取り組む、組織的な大学院教育改革推進プログラムである。この教育プロジェクトとの連携と役割分担を考慮して、学部長裁量経費の助成を受けた我々の研究プロジェクトでは、主に数理科学と自然科学の諸分野との研究交流を目的とする企画に重点を置くこととした。学内版大学院 GP の取り組みの詳細については別途報告されるが、特に数理科学談話会については両プロジェクトの間で密接な連携をはかりながら、共同企画の形で実施されたので、この報告書に含めて報告する。

2. 「数理科学談話会」の開催

〔1〕数理科学と自然科学諸分野との研究交流を目的とした数理科学談話会：

数学と自然科学の諸分野における研究テーマを数理科学の視点から横断的に捉え、そこに潜む数理科学的課題を探索し、さらに振り返って個別分野における研究課題の発掘にも役立つ目的で、諸分野間の交流を意図した公開講演会を企画した。これは、理学研究に携わる人たちが集う、バーチャルな「数理科学の広場」である。世話人の方々には、専門分野の異なる人々が共通に関心を持てるような話題を取り上げるようお願いした。講師の方々には、初心者向けの分かりやすい解説をお願いした。それぞれに企画された数理科学談話会とは別に、世話人が関係する専門分野の研究者および大学院生を対象とするセミナー、コロキウム等も実施された。

本研究課題における公開の数理科学談話会は、以下の4件が企画され実施された。参加人数は、出席ノートに基づくものであり、現実にはこれを上回っている場合がある。

①平成22年11月26日（金）16:30-18:00（90分）

- ・講師：吉村 仁氏（静岡大学創造科学技術大学院）
- ・演題：「素数ゼミの秘密～ノアの箱舟に乗ったセミたち～」
- ・参加者数：56人（教員10人，学生46人）
- ・世話人：藤山静雄（生物科学科）

<要旨>

アメリカの中西部から東部にかけて、地域ごとに17年もしくは13年に1度だけ、町がセミだらけになるほど大発生するセミがいます。周期が世界一長いことでも変わっていますが、もっと変なのは17年や13年という素数の周期にしか大発生しないことです。国内では、科学は、知識（結果）の蓄積とか技術の開発と混同されがちですが、本当はまるで違います。不思議な謎を探ること、それに答えること、そのプロセスが科学です。自分が素数ゼミになりきり、氷河期にどうしたら子供が残せるかを1つ1つ考えて、進化（歴史）の謎を解いてみました。この講演では、*The American Naturalist* という世界トップの雑誌に載せた当初の発想と、その妥当性を世界に納得させるまでのプロセスについてお話いたします。

<講師の研究分野（キーワードなど）>

数理生態学，進化

②平成22年12月14日（火）15:30-17:00（90分）

- ・講師：日高芳樹氏（九州大学大学院工学研究院
エネルギー量子工学部門 応用物理学講座）
- ・演題：「液晶における散逸構造と時空カオス」
- ・参加者数：27人（教員6人，学生21人）

・世話人：小竹 悟（物理科学科）

<要旨>

ディスプレイに応用されている液晶は、われわれの日常生活においてなくてはならない物質であるが、その光学的・電氣的性質を利用した「目に見える物理系」として、基礎物理学にも「応用」されている。本講演では、その中でも最も活発に行われている液晶を用いた散逸構造の非線形動力学・統計力学的観点からの研究を紹介する。

<講師の研究分野（キーワードなど）>

非線形物理学（液晶，散逸構造，時空カオス，南部-ゴールドストーン・モード，ソフトモード乱流）

③平成 23 年 1 月 13 日（木）15:30-17:00（90 分）

・講師：宮原 稔氏（京都大学大学院工学研究科 化学工学専攻）

・演題：「ナノ空間での吸着相挙動と吸着誘起構造転移」

・参加者数：32 人（教員 9 人，学生 23 人）

・世話人：尾関寿美男（化学科）

<要旨>

ナノ空間の分子集団は、細孔壁からの引力場やナノスケール界面の効果によって、バルク相とは顕著に異なる相挙動を示す。これを概観したのち、多孔性配位高分子（あるいは MOF）系のナノ多孔体でしばしば観測される吸着誘起構造転移に関する最近の成果を紹介する。すなわち、これらのナノ多孔体は、吸着に誘起された骨格構造転移によってステップ的な吸脱着を示す—いわゆる「柔軟な」—特性が見られるが、その吸着-転移の機構には不明な点が多い。GCMC 法と自由エネルギー解析の観点から、その機構解明と定量的予測を目指した検討事例を紹介する。

<講師の研究分野（キーワードなど）>

「ナノ空間内吸着と相転移・構造転移」， 「ナノ粒子の自己組織・秩序構造形成」

④平成 23 年 2 月 4 日（金）15:00-16:30（90 分）

・講師：斎藤保久氏（韓国 全南大学）

・演題：「培養基型方程式における種の安定共存と侵入可能性」

・参加者数：15 人（教員 9 人，学生 6 人）

・世話人：花木章秀（数理・自然情報科学科）

<要旨>

個体群動態における競争理論は、直接競争と資源利用競争に対して別々の発展を遂げてきた。しかしながら、これら 2 種類の競争を併せ持つ相互作用系における種の共存機構は、まだよくわかっていない。本講演では、一般の種内及び種間の直接競争を考慮した培養基（chemostat）型の資源競争モデルを構築し、1 種類の資源をめぐって競争する

生物種の共存について議論する。生物学的に起こりそうにない状況を除いた上で、安定に共存する種の数を決めるための必要十分条件を導出し、さらにはその条件が各生物種の侵入条件と一致することを示す。この主結果から、直接競争が種内のみの場合には、種内競争が強くなれば共存する種の数が増えることが、単純なグラフを利用して理解できる。

<講師の研究分野（キーワードなど）>

数理生物学

【2】学内版大学院GPと共同企画した数理科学談話会：

主に数理・自然情報科学専攻における大学院生に対して、広い学問的視野と数理科学的思考力の向上をはかるといふ教育的配慮の下に、啓発的または概括的な話題を提供するものとして位置付けられる。具体的には、講師の方の研究テーマ（研究分野）への入門的な講演や、他分野との関連を意識した講演をお願いした。全体で以下の4件の数理科学談話会を実施した。

①平成22年12月17日（金）16:00-17:30（90分）

- ・講師：志賀徳造氏（東京大学大学院数理科学研究科）
- ・演題：「確率微分方程式に関する話題」
- ・参加者数：26人（教員6人，学生20人）
- ・世話人：乙部巖己（数理・自然情報科学科）

<要旨>

伊藤清による確率微分方程式の理論が誕生しすでに70年近くになります。この間、まずは解析学、次には幾何学等の数学内部での関係を深めると同時に、物理、生物、経済、ファイナンス等の他分野との連携も深め、さらに発展しつつあります。この講演では私が40年に渡って関わってきた分野での確率微分方程式の諸問題について、お話したいと思っています。

<講師の研究分野（キーワードなど）>

確率解析，確率微分方程式，偏微分方程式，数理生物学，統計物理

②平成23年1月11日（火）16:30-18:00（90分）

- ・講師：佐藤隆夫氏（京都大学大学院理学研究科／グローバルCOE）
- ・演題：「自由群の自己同型群ねじれ係数コホモロジーについて」（Part I）
- ・参加者数:13人（教員5人，学生8人）
- ・世話人：阿部孝順（数理・自然情報科学科）

<要旨>

《群のコホモロジーに関する入門的講義》 非専門家及び、学部学生，大学院生を対象

とした群のコホモロジーに関する入門的講義を行う。群のコホモロジーは元来位相幾何学的な研究から誕生したもので、その後代数的な理論が整備され現在に到っている。講演では、位相幾何学的な背景や意味についても紹介するとともに、代数的な計算法、特に、群の表示を用いた 1 次元や 2 次元のコホモロジーの解釈、計算についても具体例を用いて紹介したい。

<講師の研究分野（キーワードなど）>

代数的位相幾何学（群のホモロジー，組み合わせ群論）。特に，自由群の自己同型群，曲面の写像類群，Johnson 準同型など。

③平成 23 年 1 月 18 日（火）14:40–16:10（90 分）

- ・講師：大杉英史氏（立教大学理学部/JST CREST）
- ・演題：「連立方程式とグレブナー基底」
- ・参加者数:13 人（教員 2 人，学生 11 人）
- ・世話人：高橋 亮（数理・自然情報科学科）

<要旨>

グレブナー基底とは，多項式環のイデアルの「良い」性質を持つ生成系であり，キーワードとして，「多変数多項式の割り算」が挙げられます。さまざまな分野において応用があることが知られていますが，本講演では，最も基本的な応用である，連立方程式における変数消去を中心として，グレブナー基底理論の概要を紹介します。（環やイデアルについての知識は必要ありません。）

<講師の研究分野（キーワードなど）>

計算可換代数，計算幾何

④平成 23 年 1 月 25 日（火）16:30–18:00（90 分）

- ・講師：和田出 秀光氏（大阪市立大学数学研究所）
- ・演題：「臨界 Sobolev 空間の最適な局所特異性に関して」
- ・参加者数:13 人（教員 6 人，学生 7 人）
- ・世話人：谷内 靖（数理・自然情報科学科）

<要旨>

Sobolev 空間の中で臨界と呼ばれる臨界 Sobolev 空間の性質を考察する。ここでの臨界の意味は，Sobolev 空間に特異性のある関数が含まれるか否かという意味である。このとき，実際に，どのような具体的な関数が臨界 Sobolev 空間に属するのかを明確にすることによって同空間の性質を調査する。

<講師の研究分野（キーワードなど）>

実解析学，関数空間論，Sobolev 不等式

3. 「数理科学談話会」の広報と記録

理学部内でのポスター掲示と案内文配布に併せて、講演会情報を「信州数理科学研究センター」のホームページ(<http://math.shinshu-u.ac.jp/center>)に掲載するとともに、信州大学のホームページの「イベント情報」にも投稿し、学内外に広く伝えた。講演の様子はビデオ撮影されている。なお、信州大学理学部「数理科学プロジェクト」による数理科学談話会の公開講演は、科学技術振興機構（JST）のウェブサイトにおけるイベント情報のコーナー（<http://scienceportal.jp/events/>）に掲載され、全国に向けて情報発信されている。

4. 専門家を対象とするセミナーの実施

本研究課題における、専門家を対象とするセミナーは、全体で以下の2件が実施された。

①平成22年11月15日（月）16:20–17:50（90分）

トポロジーセミナー

- ・講師：森島北斗氏（大阪大学大学院理学研究科）
- ・演題：「Note on ring theoretic invariants of quasi-isometric equivalences 2」
- ・参加者数:10人（教員5人，学生5人）
- ・世話人：栗林勝彦（数理・自然情報科学科）

②平成23年1月12日（水）16:30–18:00（90分）

トポロジーセミナー（特別企画）

- ・講師：佐藤隆夫氏（京都大学大学院理学研究科／グローバルCOE）
- ・演題：「自由群の自己同型群ねじれ係数コホモロジーについて」（Part II）
- ・参加者数:13人（教員5人，学生8人）
- ・世話人：阿部孝順（数理・自然情報科学科）

<要旨>

《数理科学談話会での講演(平成23年1月11日開催)の続編としての専門家向け講演》
20世紀初頭に、Dehn, Nielsenらによって曲面の写像類群が自由群の自己同型群の部分群として実現できることが知られて以来、自由群の自己同型群と写像類群は多くの点において比較研究の対象とされてきた。群のコホモロジーの研究についてもその1つである。1980年代後半にJohnsonによって曲面の写像類群の重要な部分群であるTorelli群のアーベル化が決定された。その後、森田茂之はTorelli群の構造、特にJohnson準同型の研究の観点から、曲面の写像類群のねじれ係数コホモロジーに関する研究を進展させた。本講演では、これら森田茂之による写像類群に関する結果の対応物として、自由群の自己同型群のねじれ係数コホモロジーについて、研究の概略及び講演者の最近の研究結果について講演する予定である。講演は、計算方法や証明についての委細にはあまり触れずに、可能な限り研究の背景や流れに重点を置いて話を進めていきたいと考えて

いる。

5. 分野横断的テーマによる全国規模の「数理科学研究集会」の開催

平成22年度学部長裁量経費の助成を受けて、信州大学のメンバーが主な世話人となって、大学の枠を越えた代数と幾何の両分野にまたがる研究集会を企画し、目下準備中である。企画の詳細はホームページ (<http://marine.shinshu-u.ac.jp/~kuri/symposium11.html>) に記載されている。平成21年度には学長裁量経費の助成を受けた研究集会の続編として企画されたものであり、今後も信州で恒常的に開催される特色ある研究集会として定着することが期待される。

研究集会「(非)可換代数とトポロジー」

[キーワード：ホモロジー代数，ホモトピー代数，三角圏，モデル圏]

- ・開催日程：平成23年3月9日（水）－3月11日（金）
- ・会場：信州大学理学部
- ・世話人：栗林勝彦（信州大学），毛利出（静岡大学）
- ・講演者と講演題目：
 - ①佐藤眞久（山梨大学）：「カルタン行列から見た多元環の表現論」（Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ）
 - ②木原浩（会津大学）：「ホモトピー代数入門（Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ）」
 - ③荒谷督司（奈良教育大学）：「Category of Cohen-Macaulay modules over Gorenstein rings」
 - ④吉脇理雄（大阪市立大学）：「On stable dimension of selfinjective algebras」
 - ⑤河本裕介（防衛大学）：「高位ホモトピー可換性と cyclohedron について」
 - ⑥長瀬潤（東京学芸大学）：「Hochschild コホモロジーと Calabi-Yau 三角圏」

《世話人からの呼びかけ》 この研究集会は環論とトポロジー関係で活躍している研究者による講演を通して、この二つの分野が交流・発展することを目的として開催されます。環論研究者1名・トポロジー研究者1名の非専門家向けの集中講義的な講演（初歩から始めて概論的なお話）も予定されているので、関心のある方、是非ご参加ください。

《世話人からの事後報告（3月11日）》 全参加者数は43名で、学生(学部4年生，大学院生)は17名であった。また，参加者の所属は22機関(部局)であった。可換環論，非可換環論，ホモトピー論研究者による4つの研究発表講演と有限次元代数の表現論および，ホモトピー代数に関する集中講義的な講演をそれぞれ3回行った。(非)可換代数学研究者，トポロジー研究者の学術的な交流が深まり，さらに両分野の学生の交流を促す機会を与えた大変有意義な研究集会であった。来年度も予算が確保出来る場合は同様の研究集会を企画することを世話人の一人である毛利出氏(静岡大学理学部)と確認した。今年度研究集会および関連する昨年度の研究集会のホームページは下記を参照

http://marine.shinshu-u.ac.jp/~kuri/symposium11_RIMS/symposium Alg-Top.html

6. 「数理科学談話会報告集」および「数理科学講義録」等の資料作成

残念ながら、今年度の当初に計画した取り組みはできなかった。

- ① [当初の計画] 現在および過去に実施された講義資料を含めて、数理科学関連の資料を冊子体または電子媒体の形で「数理科学講義録」として作成保存する企画である。講義の状況を生々しく再現して伝えるものとして、「数理科学講義録」を気軽に作成していただく。講義の原稿を持っている方々に対して、この企画への参加を呼びかける。
- ② [当初の計画] これまで5年間に実施された数理科学談話会の講演の概要は、信州数理科学研究センターのホームページ上で公開されているが、今後これらを総合的に編集し冊子体の形にして、広報活動に役立てる。

7. 世話役活動への取り組み（教訓と要望）

平成22年度は前年度に比べて、作業日程は以下の通り約1ヶ月遅れで推移した。

- ①研究助成の募集開始：平成22年5月7日（平成21年4月20日）
- ②申請書類の提出期限：平成22年5月31日（平成21年5月29日）
- ③助成金の採否の通知：平成22年7月5日（平成21年6月8日）
- ④企画具体化の相談会：平成22年7月14日（平成21年6月21日）

この1ヶ月の遅れは、プロジェクトへの取り組み可能な期間を大幅に狭めることになった。

特に、夏休み中に何らかの企画を実施することに支障をもたらした。今年度は、関連プロジェクトとして、学内版大学院GP（＝学長裁量経費）が採択されるという特別の事情があったので、両プロジェクトの間で連携を図ることとして、学部長裁量経費では数理科学と自然科学の諸分野との研究交流に重点を置くこととした。また、学部長裁量経費申請書に記載された、分野横断的テーマによる全国規模の「数理科学研究集会」に対応するものとして、信州大学のメンバーが中心的な世話人となって、代数と幾何の両分野にまたがるテーマを設定して、大学の枠を越えた研究者が集う研究集会を開催した。これは、平成21年度にも実施されている研究集会を2年連続で開催したことになり、経験と実績の蓄積という意味で大いに評価されるだろう。多くの企画を10月以降の短期間に集中的に実施することができたという結果には満足しているが、事務手続が短期間に集中し、企画の日程調整に追われて苦勞した。来年度からは、1年間を通して労力の分散化をはかり、余裕のある作業日程が組めるよう、募集から採択結果の通知に到る、事務手続の日程上の改善をしていただくようお願いしたい。

8. 理学部における知的交流活動の継続と今後の発展のために

理学部「数理科学プロジェクト」は、専門分野の枠を越えた特色ある取り組みとして、過去5年間の実績に支えられ、研究者や受験生の間でも少しずつ認知度が高まっている。この取り組みを発展させるには、理学部の教員と学生から寄せられる「面白い企画の提案」、

分野を越えた「参加者の輪の広がり」が必要である。

理学部の皆様には、「知的交流活動への助成金」の波及効果は、受験生による信州大学理学部への注目度の向上など、我々が想像する以上に大きいことを再認識していただきたい。

「継続は力なり」という言葉がある。引き続き、理学部の皆さまのご支援をお願いします。