

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 21 年度学部長裁量経費 研究報告書)

平成 22 年 2 月 26 日提出

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, 塚原弘昭 f, 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求するとともに、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「方法論的モデル」を構築したいと思う。

本研究課題は、理学部の平成 21 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 21 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み、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 21 年度には、「数理科学分野の連携と融合：信州数理科学研究センター特別研究」(学長裁量経費) が並行して取り組まれた。これは理学部、全学教育機構および若手研究者育成拠点に所属する教員による、数理科学分野固有の研究プロジェクトである。このプロジェクトとの役割分担を考慮して、今年度の学部長裁量経費の助成を受けた企画では、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。学長裁量経費の助成を受けた企画の詳細については別途報告する(信州数理科学研究センターの HP 参照)。

2. 「数理科学談話会」の開催

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てる目的で、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「数理学の広場」である。世話人の方々には、異分野の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。

自然科学諸分野との研究交流の面では、生物物理学における計算機による分子シミュレーションの話題（岡本祐幸氏）、および堆積学・地形学における海底に見られる規則的微地形の形成の話題（関口智寛氏）を取り上げた。岡本氏は、生命体を形成する蛋白質を物理系として捉えて、その分子レベルの立体構造を計算機シミュレーションで予測する方法を紹介された。この講演は、数理学が物理学や計算機科学を媒介として、生命現象の解明と関わりをもっていることを実感させるものであった。関口氏は、浅海域においてウェーブリップルマークと呼ばれる様々な規則的微地形が形成される仕組みに対する仮説を立て、実験結果に基づいて解説された。いずれも数理科学的に興味深い話題の紹介となった。

数理学の基礎をなす数学については、理論計算機科学の話題（蓮尾一郎氏）を取り上げた。蓮尾氏は圏論的な観点からの **algebra** とその双対としての **coalgebra** が、理論計算機科学における **program** と **system** に対応している状況を解説された。この談話会のテーマに関連する企画として、信州数理学研究センターの企画によるワークショップ「圏論、計算機科学、そしてトポロジー」が、同時期に理学部で開催され、ワークショップ参加者も蓮尾氏の談話会に合流して活発な議論を行なった。

本研究課題における公開の数理学談話会は、以下の3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21年10月16日（金）16:30-18:00（90分）

- ・ 講師：蓮尾一郎氏（京都大学数理解析研究所）
- ・ 演題：“Categorical algebra and coalgebra in computer science”（講演は日本語）
- ・ 参加者数：29人（教員19人、学生10人）
- ・ 世話人：玉木 大（数理・自然情報科学科）

<要旨>

圏論的に定義される algebra の概念と、その双対としての coalgebra の概念は、 $\text{algebra}=\text{program}$, $\text{coalgebra}=\text{system}$ という対応において、理論計算機科学において重要な役割を果たします。今回の発表では、この役割について、インフォーマルにお話しさせていただきます。さらに、

- ・ program と system をつなぐ “structural operational semantics” の bialgebraic なモデリング、また
 - ・ その microcosm principle を用いた「2次元への」拡張
- についても聞いていただきたく思います。

<注記>この談話会は、学部長裁量経費の補助を受けるものとして企画され、多数の参加者を得て開催されましたが、結果的には学部長裁量経費からは経費負担をすることなく、

講師の先生のご好意により実施されました。この場を借りて御礼申し上げます。

②平成 21 年 10 月 20 (火) 15 : 30–17 : 00 (90 分)

- ・講師：岡本祐幸氏 (名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻 (物理系))
- ・演題：「蛋白質立体構造予測の計算機シミュレーション」
- ・参加者数：25 人 (教員 12 人, 学生 13 人)
- ・世話人：小竹 悟 (物理科学科)

<要旨>

多自由度複雑系の分子シミュレーションは、系にエネルギー極小状態が無数に存在するために、それら極小状態に留まってしまっていて、精度の低い計算結果しか得られないことを余儀なくされてしまう。本研究では、拡張アンサンブル法 (**generalized-ensemble algorithm**) と総称される強力なサンプリング法を用いることによって、この困難を克服することを目指している。特に、水中の蛋白質の立体構造予測にこの手法を適用した例を中心にお話する。

③平成 22 年 2 月 22 日 (月) 15 : 30–17 : 00 (90 分)

- ・講師：関口智寛氏 (筑波大学陸域環境研究センター)
- ・演題：「海底に見られる規則的微地形の不思議
～ウェーブリップルマークの多様性とその要因～」
- ・参加者数：15 人 (教員 9 人, 学生 6 人)
- ・世話人：村越直美 (物質循環学科)

<要旨>

ウェーブリップルマークとは浅海域に遍在する波形の微地形で、波浪が底面付近におこす振動流と海底堆積物の相互作用により自己組織化します。今回の発表ではウェーブリップルマークの形状について、

- (1) 振動流条件の変化
- (2) 干渉波下で生じる複雑な 2 次元振動流がおよぼす影響

について、「アナログ」実験の結果をもとに紹介します。

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、科学技術振興機構 (JST) のウェブサイトの担当者より、インターネットで科学技術情報を総合的に全国に向けて提供する目的で、科学技術に関するイベント情報紹介の一環として、信州大学理学部「数理科学プロジェクト」による数理科学

談話会の公開講演を、イベント情報のコーナー (<http://scienceportal.jp/events/>) に掲載したという連絡を受けている (2010年2月12日)。

4. 数理科学談話会に関連するワークショップの開催

平成21年10月16日に開催された数理科学談話会 (講師: 蓮尾一郎氏) に連携する取り組みとして、学長裁量経費の助成を受けて、信州数理科学研究センターにより下記のワークショップが企画された。ワークショップでは18件の講演が行なわれ、理論計算機科学、代数幾何、トポロジー等の研究分野の人たちが全国から参加し交流した。

ワークショップ「圏論, 計算機科学, そしてトポロジー」

- ・日時: 2009年10月17日 (土) - 10月18日 (日)
- ・会場: 理学部第1講義室
- ・世話人: 桐生裕介 (スタジオフォonz), 栗林勝彦・玉木大 (数理・自然情報科学科)

5. 「数理科学講義録」の作成

今年度は、残念ながら取り組みができなかった。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きたい。講義の原稿を持っている方々にはこの企画への参加を呼びかけます。なお、前年度までに購入したビデオ撮影機器は、研究発表におけるプレゼンテーション資料の作成にも有効に使用されていることを付記しておく。

6. 世話役活動への取り組み

平成21年4月20日付で学部長裁量経費に関する企画募集があり、研究分担者の間の相談を開始した。応募期限の5月29日直前に申請書を提出し、6月8日付で採択結果の通知 (助成金額10万円) を受けた。6月12日に研究分担者および協力者による相談会を開いた。今年度は数理科学分野固有のプロジェクトとして、学長裁量経費「数理科学分野の連携と融合, 創成: 信州数理科学研究センター特別重点研究」 (助成金額151万円) が採択されているという特別な事情があるので、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。結果的にみると、3件の数理科学談話会が公開形式で実施されたが、そのうち1件は経費負担なしで実施された。

7. 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、大学内外でも少しずつ認知度が高まっています。この取り組みを発展させるには、広範な分野から寄せられる「面白い講演企画の提案」と、理学部の皆様の「講演会への多数の参加」と、研究分野を越えた知的交流活動に対する「若干の助成金」が必要です。引き続き皆さまのご支援をお願いします。