

【平成 29 年度理学部学部長裁量経費報告書】

## 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 30 年 4 月 4 日)

栗林勝彦 (代表, 数学) 沼田泰英 (分担, 数学) 佐々木 格 (分担, 数学)  
小竹 悟 (分担, 物理) 川村嘉春 (分担, 物理) 浜崎亜富 (分担, 化学)  
浅見崇比呂 (分担, 生物) 村越直美 (分担, 物循) 岩田拓記 (分担, 物循)

平成 28 年度からは圏論的数理科学の展開 (信州数理科学研究センター研究推進および若手研究者育成) を研究関連事業に据えて活動している。本課題事業においては、自然科学諸分野の研究交流を通じて、各分野内に現れる圏論的構造を解明し、それらを積極的に利用する手法を探ることで、萌芽的研究の創成を目指している。そのために、自然科学の様々な分野の研究者に、数理科学をキーワードとして、非専門家を対象とした講演会「数理科学談話会 (Section A)」と、数学の様々な分野の研究者に数学研究の最先端の話題提供という趣旨で、非専門家を対象とした講演会「数理科学談話会 (Section B)」を企画し開催した。さらに数理科学の専門領域のセミナーへの旅費補助をはじめ、複合領域における研究集会等の開催支援 (数理物理) での研究集会等の開催を支援してきた。また、「数理科学談話会」の講演内容を、電子媒体 (ビデオ) の形の「数理科学談話会の記録」として編集・保存することで、研究交流支援、若手研究者育成に向けた情報整理も進めてきた。

数理科学談話会に関して、本年度は 10 講演開催した。講師の専門は数学・数理科学分野の離散群論、位相的弦理論、情報化学・計算化学、地質学・堆積学、発生生物学、進化生態学まで多岐に渡る。理学部教職員、学生、他大学研究者の参加もあり、また理学部主導の「水と光研究会」と連携することで、数理科学談話会をとおして研究交流が十分に行なわれたと感じる。本企画は理学部および数理科学の教育研究に貢献できたと考える。開催日時、講演者、題目、概要、参加人数の詳細は以下のとおりである。

2017 年 6 月 27 日 (火)

16:30 - 18:00 デリバティブのモデルに依存しない優複製について

講演者：都築幸宏 氏 (信州大学経法学部)

デリバティブの価格付けやヘッジは、ブラックショールズ・モデルなどモデルを仮定して行うことが多いが、モデルを使わない優複製、劣複製とそれらから導かれる価格の上

下限値についての研究を紹介する。特に、2つの one-touch option の価格が同時に取  
りうる範囲について解説する。

世話人：沼田 泰英（理学系）

2017年10月16日(月)

14:40 - 16:10 Wirtinger の不等式の変種と非線形スペクトルギャップ

講演者：近藤剛史 氏（鹿児島大学）

概要：非線形スペクトルギャップは有限グラフと距離空間のペアに対して定義され、幾  
何学的群論、距離空間の幾何学の様々な場面で現れるが、その値を厳密に求めることは  
非常に難しく、Pansu によるサイクルでの計算がほとんど唯一の計算例であった。ここ  
で用いられた Gromov による CAT(0)空間に対する Wirtinger の不等式の証明を見直し、  
その変種を作ることで、近年、様々な計算例が得られつつある。講演では、非線形スペ  
クトルギャップの研究の背景から始めて、Wirtinger の不等式の変種とは何か、そこか  
ら何が分かってきたのかについてお話ししたい。

世話人：沼田 泰英（理学系）

2017年10月31日(火)

15:30 - 17:00 量子可積分系と弦理論の幾何学

講演者：初田 泰之 氏（立教大学）

概要：戸田格子を含む一連の量子可積分系が、弦理論および超対称ゲージ理論と興味深  
い関係を持つことを紹介したい。この関係の帰結として、可積分系の固有値問題が（ト  
ポロジカルな）弦理論の幾何学的不変量によって決定される。弦理論の言葉では、固有  
値を決定する方程式（量子化条件）は、模型に依らずほぼ普遍的な形で書くことが出来  
る。

世話人：奥山 和美（理学系）

2017年11月1日(木) [第4回数理学科学談話会]

16:30 - 17:30 量子 Schubert calculus の最近の話題

講演者：前野 俊昭 氏（名城大学）

概要：Schubert calculus は等質空間上の交叉理論の組合せ的研究であり、量子 Schubert  
calculus はそれを量子コホモロジー環の枠組みにおいて行うものである。この講演で  
は、A 型旗多様体の量子 Schubert calculus に関わる量子 Schubert 多項式、量子  
Grothendieck 多項式の話題を中心に比較的最近の話題も含めて紹介したい。

世話人：沼田 泰英（理学系）

2017年11月13日(月)[第5回数理学科学談話会]

16:30 - 18:00 3次元リーマン多様体の局所等長埋め込み

講演者：橋永 貴弘 氏（北九州工業高等専門学校）

概要：任意のリーマン多様体は十分大きな次元のユークリッド空間に局所的あるいは大域的に等長にはめ込める（埋め込める）ことが知られている。しかしながらユークリッド空間の次元が小さくなると、一般には等長に埋め込むことはできず、等長埋め込み可能性を判定することも困難である。本講演ではリーマン多様体の局所等長埋め込みに関して、初歩的な部分から解説するとともに、最近得られた結果について紹介する。特に、曲率に関するある generic な仮定の下で、3次元リーマン多様体が4次元ユークリッド空間へ局所等長埋め込み可能であるための内在的な量による必要十分条件を紹介する。尚本講演の内容は広島大学の阿賀岡芳夫氏との共同研究に基づく。

世話人：沼田 泰英（理学系）

2017年11月22日(水)[第6回数理学科学談話会]（「水と光」研究会と共催）

16:30 - 18:00 サイクリックステップと火星北極冠スパイラルトラフのアナログ実験

講演者：横川 美和 氏（大阪工業大学）

概要：川底や海底の砂床に流れが作用すると、流れの強さに応じてさまざまな砂床形（ベッドフォーム）が形成される。サイクリックステップは流速が大きな流れが作用した時に生じるベッドフォームで、跳水に区切られた周期的なステップが上流側に移動する。サイクリックステップは砂床だけでなく、粘着質の土壌や岩盤、そして氷など、さまざまな底質に発達することがわかってきた。一方、火星北極冠の表面には「スパイラルトラフ」と呼ばれる螺旋状の溝があることが知られており、近年、それは氷上にできたサイクリックステップであろうと考えられている。本講演では、(1)さまざまな底質に形成されるサイクリックステップ、(2)火星北極冠のスパイラルトラフ、そして(3)筆者らが行った流体-氷境界での界面波形成のアナログ実験を紹介する。

世話人：村越 直美（理学系）

2017年12月5日(火)[第9回数理学科学談話会]

13:00 - 14:00 情報化学・計算化学の紹介と実例：タンパク-リガンド複合体の芳香性クラスターの探索

講演者：山崎 広之 氏（北里大学薬学部 助教）

概要:情報化学・計算化学では化学構造を数値や文字情報として取り扱う必要があった。本講演では、はじめにどのようにして化学構造を取り扱ってきたから始め、最後に化学構造情報を解析する一例として、タンパク-リガンド複合体の芳香性クラスターの探索を行った研究例を紹介する。本研究では、計算機による解析を行うことでタンパク質-リガンド複合体をまたぐように 3 個以上の芳香環からなる芳香性クラスターが形成されていることを確認することができた。本講演を通して情報化学・計算化学に触れ、興味を持ってもらえると幸いである。

世話人：浜崎亜富・内田太郎（理学系）

2017 年 12 月 8 日(金)[第 7 回数理学談話会]

16:30 - 18:00 Ideals generated by products of linear forms and the Lefschetz property

講演者：和地 輝仁 氏（北海道教育大学）

概要：Lefschetz 性とは、非特異多様体のコホモロジー環が Hard Lefschetz 定理により満たす性質を可換環論に持ち込んだものである。まず Lefschetz 性を持つ環の例を見たり、基本的な性質を述べる。次に、Lefschetz 性に関する大きな予想に、多項式環を完全交叉イデアルで割って得られるアルチン次数環は Lefschetz 性を持つというものがある。後半では、この予想の肯定的な結果を最近のものも含めて紹介する。

世話人：沼田 泰英（理学系）

2017 年 12 月 15 日(火)[第 8 回数理学談話会]

13:00 - 14:30 男性～有性生殖がもたらす非効率とそれゆえに生じる多様性～

講演者：小林 和也 氏（京都大学）

概要:生物は厳しい自然環境にさらされることで洗練され効率化が進んだ自己増殖システムである。にもかかわらず、一見なんの差もない環境に多様な生物が共存していたり、一見無駄としか思えない性質を保持していたりする。もし自然選択が最も効率よく増殖するシステムを選抜しているのなら、その場所に最適化したごく少数の生物だけが生息する環境になるのではないだろうか？今回、自然界に普遍的にみられる有性生殖という一見無駄としか思えない繁殖システムが生物の多様性を維持している可能性についてシミュレーションモデルと数理モデルで示す。この結果を踏まえて生物多様性の創出メカニズムについて議論したい。

世話人：浅見崇比呂（理学系）

2017年12月22日(金)[第10回数理学談話会]

16:30 - 18:00 細胞キラリティ：その発見と機能

講演者：松野 健治 氏 (大阪大学理学研究科・教授)

概要：生体高分子のほとんどがキラリティ（鏡像がもとの像と重ならない性質）をもつにも関わらず、細胞がキラリティ（細胞キラリティ）を示す可能についてはあまり考慮されてこなかった。我々は、ショウジョウバエの細胞が、細胞キラリティを示すことを明らかにした。細胞キラリティは、ショウジョウバエ胚の器官を左右非対称化する。脊椎動物においても細胞キラリティが発見され、その普遍性に関心が集まっていることから、細胞キラリティ研究の今後の展望も含めて議論する。

世話人：浅見崇比呂（理学系）

【複合領域における研究集会等の開催支援（数理解物理）】下記研究集会の開催を支援した。

第6回信州関数解析シンポジウム

日時：2017年11月29日（水）～30日（木）

場所：理学部A棟4階数理・自然情報合同研究室

世話人からのコメント：昨年に引き続き今年度も、少人数の研究者の交流を目的とした本研究集会が開催された。今年の講演内容は、量子ウォークにおける局在、時間作用素の構成、作用素平均、Tingley問題である。それぞれ専門家による講演が行われ解析学の中でも普段交流の少ない分野間の情報交流を行うことができた。また、修士課程学生の研究発表もあり、これは大学院生が専門家の前で講演を行いアドバイスを受ける良い機会となった。専門家による講演は2回に分けて行われ、前半は、導入と歴史的な経緯、これまでのその分野の発展についての解説が行われ、後半では、講演者による自身の研究発表が行われた。このような2回講演の構成によって、非専門家でもその分野を概観する事ができ、各分野の数学的意義と問題を十分に共有することができた。

#### 【関連事業内容】

関連事業として研究集会「第8回(非)可換代数とトポロジー」を開催した。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ている。その趣旨に則り、研究者2名に

よる非専門化向けの集中講義的な講演(今回は有理ホモトピー論とストリングとポトジー、Balmer スペクトラムに関する講演)も行なわれた。講演後の質疑・応答を含め、30分の休憩時間までも活発な議論が行なわれたことは本研究集会の盛会であったことを物語る。参加者は40名を超え、学部学生、修士・博士課程学生を含め分野間交流が行なわれたと確信する。次の研究集会ホームページでプログラムと講演アブストラクトを公開している。

[http://marine.shinshu-u.ac.jp/~kuri/ALGEBRA\\_TOPOLOGY/schedule2017.html](http://marine.shinshu-u.ac.jp/~kuri/ALGEBRA_TOPOLOGY/schedule2017.html)