

【2021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若手研究者育成

(2022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)  
高梨 功次郎 (分担, 生物) 村越 直美 (分担, 物循) 岩田 拓記 (分担, 物循)

信州数理科学研究センターでは、2016年度から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。より具体的には、自然科学諸分野の研究交流を通じて各分野内に現れる共通概念(圏論的構造)を解明し、各分野間で用いられる言語の翻訳(関手概念)やさまざまな翻訳概念の関連性(自然変換の概念)を探ることになる。さらに、研究活動の中でこうした共通概念を積極的に利用する手法を見出し、融合研究、共同研究や萌芽的研究の創成を目指している。

自然科学、数理科学、さらに近年、その重要性をますます増しているデータサイエンスにおいても俯瞰的な知見がもたらすブレークスルーが大いに期待されている。融合研究支援の先駆けとして掲げた当センターの研究関連事業計画は、さらに重要性を増していると言って良い。2021年度も継続した事業を展開した。

本プロジェクトにおいては、自然科学の様々な分野の研究者と学生に向け、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(Section A)」と、数学の様々な分野の研究者および学生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・開催した。また、複合領域(数理物理)における研究集会等の開催を支援してきた。

令和3年度もコロナ禍のために、生物系、物質循環系のセミナーと若手研究者育成事業として掲げた博士学生による研究集会開催支援事業が展開できなかったが、オンラインによる複合領域の研究集会と物理系、化学系及び数学の数理科学談話会(Section A)を3講演会企画・開催することができた。談話会講師の方の専門はそれぞれ素粒子論、DNA 鑑定と多岐にわたっている。さらにSection Bとしてデータサイエンティストの方を迎えて統計モデリングに関する談話会も開催した。

まだまだ続くコロナ禍の中、オンライン、対面およびハイブリッドセミナーや研究集会を開催するための通信機器の整備も行なった。これらをさらに活用して新しいタイプの教育研究に向けた取り組みの検討を今後も行う予定である。

以上のように2021年度も本プロジェクトが、信州大学、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。数理科学談話会および複合領域の研究集会開催日時、講師、題目、概要の詳細は以下のとおりである。

「数理科学談話会(Section A), (Section B)」

【2021年度第7回数理科学談話会】

日時:2022年2月10日(木) 16:50 -- 18:00

会場:オンライン (Zoom)

講師:朝倉 暢彦氏 (大阪大学 数理・データ科学教育研究センター)

講演題目: ベイズ統計理論に基づくヒト認知機能の数理モデリングと統計解析

<要旨> 現代のデータサイエンスは、古典的な統計理論では想定されてこなかった自明でないデータ取得環境から得られる非構造化データを扱う場面が多い。このような状況では、データ取得環境とそれに起因するあらゆる不確定性のモデリングがデータ解析に先立って必要となる。データサイエンスでは、このデータ生成過程の統計モデリング、すなわちデータ生成モデルの構築と不確定性の定量的評価をベイズ統計理論の枠組みで行うのが主流のアプローチとなっている。さらに、このような観点からデータサイエンスの課題を考えてみると、それは不確定性をもったデータからの有効な情報の抽出、その確からしさの定量的な評価に基づく解析対象の理解、およびデータを取り巻く環境において適切な意思決定を導くことと言える。

【2021年度第6回数理科学談話会】

日時:2022年1月11日(火) 16:50 -- 18:00

会場:オンライン (Zoom)

講師:浅賀 岳彦 氏 (新潟大学理学部)

講演題目:素粒子ニュートリノで宇宙の謎を探る

<要旨> 素粒子「ニュートリノ」は、2015年にノーベル物理学賞を受賞された梶田隆章さんの研究でご存知かもしれません。梶田さんが発見したニュートリノ振動現象は、ニュートリノが極微の質量を持つことを示し、素粒子物理学分野に衝撃を与えました。本講演では、ニュートリノの極微質量の起源を探究することにより宇宙物理における謎を解明する研究について紹介します。特に、宇宙暗黒物質、および宇宙反物質の問題解決に向けた取組について、最近の進展も含めお話しします。

<キーワード> 素粒子ニュートリノ、宇宙暗黒物質、宇宙反物質

<講師の専門分野> 素粒子理論

### 【2021 年度第 4 回数理学談話会】

日時:2021 年 12 月 13 日(月)15:10 -- 16:00

場所:信州大学理学部 C 棟 2 階 大会議室

講師:原山 雄太 氏 (長野県警察本部刑事部科学捜査研究所 法医係)

講演題目:DNA を用いた個人識別

<要旨>DNA を用いた個人識別が世界で初めて行われてから30年以上経ち、現在、DNA を用いた個人識別は法科学分野において重要な役割を果たしている。PCR 法をはじめ、様々な技術の発展により、DNA による個人識別能力は向上し続けている。法科学分野で用いられている DNA を用いた個人識別の方法や災害などでの身元確認に方法について紹介し、これまでに行ってきた研究について紹介する。

<キーワード> 個人識別、DNA、遺伝学、犯罪捜査

<講師の専門分野> 個人識別、DNA 鑑定、血液型鑑定

### 【2021 年度第 3 回数理学談話会】

日時:2021 年 11 月 30 日(火) 16:50 -- 18:00

講師:山口哲(大阪大)

題目:4 次元  $Z_2$  格子ゲージ理論における非可逆なトポロジカル欠陥

<要旨> 近年、トポロジカルな欠陥の見方を用いた、対称性の概念の拡張に関する研究が盛んに行われ、大きく発展しようとしている。その一つの方向が、非可逆対称性である。これまで非可逆対称性は 2 次元の理論で主に研究され、大きな成果を挙げてきたが、それに比べて 4 次元での非可逆対称性は理解が進んでいない。今回、我々は 4 次元の純粋  $Z_2$  格子ゲージ理論におけるトポロジカルな欠陥を研究した。この理論は、1 形式  $Z_2$  中心対称性と Kramers-Wannier-Wegner(KWW) 双対性を持っている。

我々は、Aasen, Mong, Fendley が 2 次元 Ising 模型で構成したのと同様の方法で、これらの  $Z_2$  対称性と KWW 双対性に対応するトポロジカルな欠陥を構成した。その結果、KWW 双対性欠陥は非可逆であることが判明した。つまり、この理論の KWW 双対性は従来の意味での対称性ではないことが分かった。また、我々はこれらのトポロジカル欠陥の間のジャンクションを構成し、それを用いて交差関係式を導出した。これらの交差関係式を用いて、これらのトポロジカル欠陥の配位の期待値をいくつか計算した。

<キーワード> 非可逆対称性、トポロジカル欠陥

<講師の専門分野> 素粒子理論、超弦理論、場の理論

**【複合領域における研究集会等の開催支援(数理解物理, 代数学および確率・統計)】**

(1) 第10回信州関数解析シンポジウム

日時: 2021年11月12日(金)

場所: Zoomによるオンライン開催

世話人からのコメント:

少人数の研究者の交流を目的として年度ごとに開催されてきた信州関数解析シンポジウムであるが、今回で10周年という重要な節目を迎えた。新型コロナウイルス感染症対策の為、昨年度に引き続きZoomによるオンライン開催となったが、トラブル等もなく円滑に研究集会を進行することができた。本シンポジウムでは、例年と同様に活発な質疑応答を通して、各分野の数学的な重要性・問題を共有することができた。今年度の講演内容は、

スペクトル解析 (1件),

自由確率論 (1件),

量子情報 (1件),

量子ウォーク (1件),

に関するものであった。開催形式がオンラインだった為、遠方の講演者を招待する事に成功し、結果的に多様性に富む有意義なシンポジウムの実現に至った。

(2) 確率・統計・行列ワークショップ 彦根 2021 Probability, Statistics, Matrix, in Hikone, 2021.

世話人: 竹村彰通 (滋賀大学・統計数理研究所), 栗木哲 (統計数理研究所), 沼田泰英 (信州大).

日時 2021年11月15日 (月) 10:00--

10:00--10:50

土谷隆 (政策研究大学院大学) 新型コロナウイルス感染症の感染拡大の数理モデリングとワクチン接種の効果の解析, そして今後の予測について

11:00--11:50

清 智也 (東京大学) 多ドメインデータのための最小情報従属モデル

13:30--14:20

田中未来(統計数理研究所) 2錐間の大域的最小角を求めるための分枝限定法

14:30--15:20

白井朋之(九州大学) Zeros of random analytic functions with dependent Gaussian coefficients

15:30--16:20

原尚幸(京都大学) 2時点で処置がある場合のDIDの識別

16:30--17:20

間野修平(統計数理研究所) コーダルグラフが定める行列が導く A 超幾何多項式の特殊値における和公式について

17:30--

Free discussion.

(3) 研究集会 「代数と組み合わせ論の周辺」

日時:2021年12月23日

会場:[JA 松本ハイランド 松本市会館貸会議室 3階 第一会議室\(301\).](#)

(長野県松本市深志2丁目1番1号)

10:00 -- 10:30

伊藤 彰悟氏 (名城大学) 平方連分数についての考察

10:45 -- 11:15

山内 唯子氏 (信州大学)  $A_n$  型ディンキン図形に関するtoggle群の構造

11:30 -- 12:15

矢澤 明喜子氏 (信州大学) マトロイドの基底母関数のヘッセ行列について

13:30 -- 14:30

前野 俊昭氏 (名城大学) シャープレイ値の一般化

14:45 -- Free discussion.

<http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20211223-shinshu/>

**【若手研究者育成事業】 博士学生による研究集会企画・開催支援**

コロナ禍のため企画・開催中止