

【令和2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

(令和3年4月2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)

信州数理科学研究センターでは、平成28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きた。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(共通概念)を解明し、それらを研究活動の中で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きた。近年では量子力学の中にもトポス構造が現れるなど、時代を先取りした概念に注目した事業展開を進めてきたことになる。一見異なる多くの構造の中に共通概念を見出し、連携融合研究の萌芽的考察に加え若手研究者育成とともに事業展開する礎をこれまでに築いてきたと考えている。今までの事業を基にして2021年度からは新たな教育研究目標を策定し信州数理科学研究センターの「ハブ」機能の強化、そしてオンライン・ハイブリッドによる新しい教育研究活動形態の開拓に努める。

標記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・開催している。また、複合領域(数理物理、代数と幾何学)における研究集会等の開催を支援してきた。さらに、「数理科学談話会」の講演内容を、電子媒体(ビデオ)の形で「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いる。

令和2年度はコロナ禍のために、化学系、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。しかしオンラインによる複合領域の研究集会と物理系、数学系の数理科学談話会(Section A, B)4講演会を企画・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、数学史であり、またデータサイエンティストの方を迎え数学的見地からデータサイエンスを展望する談話会も開催できた。

数学史の談話会は2日間連続で行うというこれまでにないスタイルで実現した。2日目には講師の方と学生との間にざくばらんとした質疑応答・議論がありオンライン上ではあるが非常に有意義な空間が共有できたと考えている。また、通常の対面開催よりオンラインの方が質問しやすい環境なのか、学生からの質問が多いと感じられる。

オンライン・ハイブリッドによる新しい教育研究形態を模索しつつ、上述の談話会・研究集会を開催出来たことは今後の本事業展開にとって有意義なことであったと考える。実際、オンライン配信のための設備の充実や配信と記録のためのノウハウの蓄積が、この一年を通し本経費のもと可能になった。

以上のように2020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)」

##### 2020年12月12日(月) 17:00 – 18:00 2020年度第1回数理科学談話会

弱い重力予想と AdS 時空での極限ブラックホール

講演者: 中山 優 氏 (立教大学・准教授)

概要: 最近、「無矛盾な量子重力理論において重力は電磁気力より弱くなくてはいけない」という弱い重力予想が提案された。この講演では反ドジッター時空での弱い重力予想と極限ブラックホールの奇妙な性質の関係について議論する。反ドジッター時空では弱い重力予想は共形場理論が持つべき性質として理解できる。一方、共形場理論が満たすべき共形ブートストラップを用いると、小さな荷電ブラックホールはホログラフィーと矛盾する事がわかる。これは、量子補正によってブラックホールのエネルギーが変更されるか弱い重力予想が示唆するように荷電ブラックホールが不安定でなければならないことを意味する。

世話人: 奥山 和美 (理学系)

会場: Zoomによりオンライン講演会

##### 2020年2月2日(火) 16:00 – 17:00 2020年度第2回数理科学談話会

量子渦から見た素粒子論

講演者: 衛藤 稔 氏 (山形大学・教授)

概要: 素粒子論に限らず物理学全体において対称性は最も基本的な概念です。系が持つ対称性は一般に群で表されますが、素粒子論では特にリー群が重要で、素粒子の種類や相互作用などを理解する上で大きな役割を果たすことはよく知られています。一方で、対称性は

自発的に破れても良く、その際に一般に位相欠陥が生じます。本公演では、位相欠陥の一つとして量子渦に焦点を絞り、素粒子論において量子渦が関係する現象をいくつか紹介します。1)カラー超伝導の量子渦、2)冷却原子気体 BEC と量子渦、3)ブレーンワールド模型×大統一理論と量子渦、4)拡張標準模型における量子渦。一見すると無関係に見える「カラー超伝導・冷却原子気体・ブレーンワールド・大統一理論・拡張標準模型」ですが、量子渦に着目すると緩く繋がっている、ということをお伝えできたらと思っています。

キーワード： 量子渦

講師の専門分野：素粒子論

世話人： 奥山 和美 (理学系)、川村 嘉春 (理学系)

会場： Zoom によるオンライン講演会

2021年2月4日(木) 15:00 - 16:30 2020年度第3回数理科学談話会

2021年2月5日(金) 15:00 - 16:30 2020年度第3回数理科学談話会

《人物に学ぶ数学と数学史》2 回講演

講演者：高瀬正仁 氏 (九州大学・元教授)

==第1日==

西欧近代の数学は微積分と数論とともに始まりました。デカルトとフェルマがそれぞれ独自に考案した接線法(曲線に接線を引く方法)はライプニッツとベルヌーイ兄弟(兄のヤコブと弟のヨハン)に継承され、オイラー、ラグランジュを経てコーシーの手にわたって今日の微積分の原型ができました。曲線の理論は関数の発見を誘い、解析学の成立をうながしましたが、数学の視点に立つと、この間に一貫して「0 を 0 で割る」というアイデアが生きて働いています。人と人を結ぶ濃厚なつながりも認められますので、人と数学の両面を合せて形成過程をたどってみたいのです。

==第2日==

数論にはフェルマとガウスという二つの泉があります。17 世紀のはじめ、フェルマは古代ギリシアのディオファントスの著作『アリトメチカ』のラテン語訳を読み、欄外に数の理論に関する 48 個のメモを書きました。数論はこの「欄外ノート」とともに始まりました。それから 100 年余のうちにオイラーが目を留めて、フェルマが発見した命題の数々に証明を与えることに成功し、これによって数論は数学の有力な一領域になりました。一段とめざましい印象を誘われる命題は「直角三角形の基本定理」と「フェルマの小定理」です。1801 年になるとガウスの著作 *Disquisitiones arithmeticae* が現れて、相互法則の探究という新たなテーマが提示されました。二つの数論のそれぞれの性格を考察し、似ているところと似ていないところを語りたいと思います。

==附録==

日本の近代数学のはじまりと和算の運命

・Mathematics が「数学」になり、Arithmetic が「算術」になったころ

・4 人の和算家の運命－岩田好算、高久守静、関口開、萩原禎助。

資料:[数学者たちの言葉](#), [参考文献 1 日目](#), [参考文献 2 日目](#), [参考文献\(附録\)](#)

世話人: 佐々木 格 (理学系)

会場: Zoom によるオンライン講演会

### 2021 年 3 月 4 日(木) 15:00－16:30 2020 年度第 5 回数理学談話会

データサイエンスの中の数学(数学科向けデータサイエンス入門)

講演者: 臼井 耕太 氏 (Aflac 生命保険株式会社/Hatch Insight 株式会社)

本講演では、主に学生さんに向けて、大学で学ぶレベルの数学がデータサイエンスや機械学習においてどのように活躍するのかを具体例をあげながら紹介したいと思います。

講演者は、データサイエンスの専門教育を受けたことがあるわけではなく、2017 年までは数理解物理学のポストドク研究者をしていました。その意味で、データサイエンティストとしてはまだほんの駆け出しです。数学を専門に学んだ皆さんが、もし仮に将来データサイエンティストとして活動する場合には、講演者のように「現代数学は人より少し知っているが、計算機科学や機械学習はほぼ素人」という状態で始めることになると思います。そのような中でデータサイエンティストとして活動していく上で、数学科で学ぶような抽象的な数学を理解していることがどう役に立つのかについても、講演者の経験からくる私見を交えながらお話してみたいと思います。

世話人: 佐々木格 (理学系)

会場: Zoom によるオンライン講演会

### 【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)】

#### 第 9 回信州関数解析シンポジウム

日時: 2020 年 10 月 26 日(月), 28 日(水)

場所: Zoomによるオンライン開催

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。今年度は新型コロナウイルス感染症対策の為、信州関数解析シンポジウム初のZoomによるオンライン開催となったが、機材トラブル等もなく、円滑に研究集会を進行することができた。今年の講演内容は、

スペクトル・シフト関数理論 (1件)

バナッハ代数理論 (1件)

スペクトル解析 (2件)

量子ウォーク (2件)

に関するものであった。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。特に、今年度は、オーストラリアからThomas Daniels氏を招聘することができ、スペクトル・シフト関数の分解に関する講演が行われたという点が特徴的であった。未曾有の感染症に見舞われた一方で、多様性に富む有意義なシンポジウムの実現に至った。

<http://math.shinshu-u.ac.jp/~mathphys/symposium2020/sympo2020prog.pdf>

#### **確率・統計・行列ワークショップ 松本 2020**

日時: 2020年12月14日(月) 9:30 - 18:00

場所: 松本商工会館 6階 603 会議室(松本中央 1-23-1)および Zoom によるハイブリッド  
世話人からのコメント:

この集会は、オンラインとオフラインのハイブリッドでの集会で、

オフライン 8名 (内大学院生1名)

オンライン 10名 (内大学院生1名)

の出席者がありました。オンラインとオフラインの参加者が入り混じる形式で、不慣れな部分はあったものの、活発な議論が行われ成功裏に終わりました。

<http://math.shinshu-u.ac.jp/~nu/html/workshop/20201214-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