

## 2. 数学共創・創発モデリング報告

数理学府 D1  
野田 航平

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 廣川 真男

私が当該研究室を選んだ理由は、物理層のセキュリティに関連する数学に興味があったからだ。具体的な内容として、確率的フィルタリングに関する内容を当該研究室の共創メンターの物理的な論文から数学的側面における問題点を洗い出すことだ。進捗があれば報告し、足りない背景の部分は全て自分で補う必要があったので、ALAN BAIN AND DAN CRISAN, FUNDAMENTALS OF STOCHASTIC FILTERING, SPRINGER 2009を通読し、物理的論文における数学的側面の問題点を見出すことができ、それを報告した。その後、該当の問題点であるエルゴード性や通読を通して得た確率フィルタリングの技術を自分の研究に活用し、実際にモデリングから離れて自身に関連する話題を見つけ、その問題に取り組んでいる最中である。また、IMIのジャーナルに今回のモデリングでの成果をまとめる方向で話を進めていく。

数理学府 D1  
吉瀬 流星

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 山本 薫

リーダーが誘導する移動ロボットのフォーメーション制御について研究した。特に、あるロボットが離脱する状況において、より安定したフォーメーションを与え続けるという課題に取り組んだ。結果として、平面上の自然なフォーメーションから与えられた階層構造を持つ有向グラフに対し、ノードを削除したときに代数的連結度が減少しないためには、各ノードの上位層に少なくとも1つの隣接ノードが存在し続けることが必要十分であることを証明した。

数理学府 D1  
程 宇中

共創メンター／大学院農学研究院 Ta Viet Ton

The objective of the modeling course is to do some image processing using deep learning techniques. Professor Ton's laboratory uses mathematical methods to study many real-world phenomena in various research fields, especially phenomena in ecology. Studying in this laboratory provides me with many new aspects from views of applications, which means not only theoretically correct but also applicable in real-world, this benefits me a lot.

システム情報科学府 D1  
陳 林

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 鍛冶 静雄

商店街に二つの場所で出現した同一の歩行者を再識別し、追跡することを目的として研究を行っている。活動内容としては、OpenVINOツールキットを学習し、商店街で撮影したビデオ中に人物の再識別と追跡できる様々なモデルを勉強して比較した。成果では、異なる二つのカメラに現れた同一人物は検出され、同一人物と正しく識別された。しかしながら、現在の識別方法は再識別の正確率は100%ではないので、今後、新しい評価方法を提出して識別正確率を上げることを目指している。

数理学府 M2  
隈部 哲

共創メンター／大学院農学研究院 Ta Viet Ton

筆者はTon Viet Ta先生の研究室で確率森林遷移モデルの研究に取り組んでいる。森林という現実世界の対象を数学の現代的な理論を使って解明することに魅力を感じている。令和3年度は確率微分方程式のテキストを用いたセミナーを行った。当初は本の内容に親しみがなかったこと、英語でのセミナーのため精神的に苦しかったが、次第になれることができた。今後は佐竹、Rudel諸氏が与えた森林遷移モデルをもとに確率森林遷移モデルの研究に取り組みたい。

# IV 学生レポート等

数理学府 M2  
吉田 航

共創メンター／大学院工学研究院 辻 健

地震波速度データをいただき、このデータに対して統計的手法を使った解析を行なっている。大きな目標として、地震前後におけるデータの構造変化を探ることで、地震の予測に役立てることを掲げており、周期性や潮位データを組み込んだ、時間変化を伴う統計モデルを用いて解析することを基本的な指針としている。最近では、データの差分をとったとき、30日前に特徴的な負の自己相関があることを見つけ、差分に対して時変係数ARモデルを用いて解析を行うことで、自己回帰係数の時間変化を探っている。

システム情報科学府 M2  
成重 椋太

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 廣川 真男

励起子トランジスタにおける励起子輸送機構の現象的な理解のために、励起子の生成・消滅や輸送に関する先行研究について、電気電子工学や数学の視点から議論した。また、デバイスシミュレータを用いて、「輸送方向の電界勾配による誘電泳動力が輸送の駆動力になっている」という仮説を立て、励起子輸送のメカニズム検証を試みた。結果、励起子の輸送や生成・消滅に関する理解は深まったが、輸送の現象論的な理解には至らなかった。今後は別の仮説や、実際にデバイスを作製し、評価することから得られたデータを用いて励起子輸送機構の数理モデル構築を目指す。

システム情報科学府 M2  
藤井 彬人

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 佐伯 修

私は、修士研究で用いたトポロジーの土台を固めるために、佐伯修教授の研究室を選んだ。そこで、松本幸夫著の『4次元のトポロジー』を勉強した。独学で学部時代に調査していた多様体、単体、単体複体などの定義、定理等を勉強し、PLトポロジーも少し学んだ。PLトポロジーは、専門の計算幾何や可視化にも登場する概念であるため、時間をかけて学習したが、内容を理解するのに苦労した。今後は、博士研究で用いている特異点論やモース理論を学びたいと考えている。

数理学府 M1  
太田 亮輔

共創メンター／情報基盤研究開発センター 櫻井 大督

私はトポロジーを専攻しているため、それを応用するためにトポロジカルデータ解析に関係している研究室を選んだ。現在は、多目的最適化問題を解くアルゴリズムの精度を測るためのベンチマーク問題の作成に取り組んでいる。特に、所望の位置に(局所)最適解が現れるような問題の作成を目指している。その際に、最適解たちからなる集合が目的関数のある種の特異点集合として得られるため、特異点の位置をうまく調節して関数を作っている。

数理学府 M1  
足立 大雅

共創メンター／大学院法学研究院 成原 慧

法学部情報法ゼミを選択した。情報法ゼミでは、AIやSNSなどに関連する法学的課題を扱う。AI裁判官の導入、個人情報保護、情報活用などへの数学的アプローチの模索を共創モデリングの目的としている。最初の研究活動として、深層学習のプログラムを実装し、法律の解析を試みた。秋には九重研修所において、smart newsとのワークショップや国際基督教大学との合同ゼミに参加した。今後の目標は準同型暗号による、情報保護と活用の両立の可能性及びその法律への影響の研究である。

数理学府 M1  
田爪 竜二

共創メンター／大学院工学研究院 坂東 麻衣

私は、宇宙機の軌道設計や制御に関する問題を扱っている研究室を選んだ。最初は、動的モード分解を用いた解析の方法について議論した。この手法は、現在では機械学習の発展に伴い、非線形な問題に対しても活用できることが知られており、これを円制限三体問題の解析に用いる方法を考えた。その後は、円制限三体問題における周期解の存在の証明とその応用について考えた。周期解の存在証明については近年、変分法を用いた手法がよく知られている。その方法をMATLABに実装することで、周期解を数値的に求めることを試し、おおよそ成功した。この方法の実際の軌道設計への有用性を調べるのが今後の目標である。

数理学府 M1  
河面 瑛太郎

共創メンター／基幹研究院 岡本 剛

研究室では、EEGなどの脳波データの統計解析に関する論文を読んだ。論文を読んでいく中で、データに適合したモデルを選ぶ重要性やデータが理論の仮定をどれほど満たすのか考える重要性など、理論を学んでいるだけでは知り得なかった知識を得ることができた。今後の目標としては、モデルをデータに当てはめて、脳波の解析をするという作業を自分で行なってみたいと考えている。

数理学府 M1  
田島 凌太

共創メンター／基幹研究院 岡本 剛

私は岡本研究室でニューラルネットワークについて、代数的な方向や解析的な方向から学んだ。代数的な方向ではNeural Algebraと呼ばれる代数的な対象について学び、解析的な方向ではFeedforward Neural Networkから得られる関数空間、特に特徴関数の線形和全体の空間の性質について調べた論文を読んだ。

数理学府 M1  
田中 友理

共創メンター／大学院経済学研究院 瀧本 太郎

モデリング科目では、経済学府で計量経済学の研究をした。研究内容として、2021年度経済学府開講の計量分析Ⅱ、マクロ数量分析特研Ⅱの2講義を履修した。計量分析Ⅱは講義形式であり、計量経済学の基礎を学ぶことができた。マクロ数量分析特研Ⅱは、学生の自主性が重視されたものであり、先生が用意してくださった論文を学生が各自予習し、講義の前半、担当の学生が発表を行い、講義後半、学生間で、ディスカッションを行うというものだった。

数理学府 M1  
弘中 祐希

共創メンター／大学院芸術工学研究院 伊藤 浩史

研究室を選んだ目的は、共創メンターの伊藤先生は概日リズムについて、力学系を用いて研究されており、私が学んでいる複素力学系と関連があると考えたからである。伊藤先生とは、これまで月に1回程度セミナーを行い、それぞれの専門分野や興味を持っていることについて互いに説明し合うという活動を行った。外部の先生を招いてお話を聞く機会もあった。今後の方向性はまだ定まっていないが、互いの興味の共通点から共同研究のテーマを見出せればと思っている。

数理学府 M1  
吉住 峻

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 来嶋 秀治

私は、システム情報科学府の来嶋秀治先生のところ、マルコフ連鎖の基礎について学んだ。セミナーを始めた当初は問題や定理に対する数学的な考え方と情報科学的な考え方の違いにとっても苦労したが、セミナーの発表や来嶋先生との対話を通じて少しずつ情報科学の問題設定の背景を学ぶことが出来た。現在は最適化の勉強や研究をしているが、一つの問題を数学的視点と情報科学的視点の両方から見るができるということは大きな自信になっている。

数理学府 M1  
木浦 和哉

共創メンター／大学院経済学研究院 大西 俊郎

保険数理に関する実務の基礎知識を得るために数学共創モデリングを行った。2021年度後期には、公益社団法人アクチュアリー実施の資格試験過去問題集から2020年度の数学の問題演習を通じて統計学の知識の総復習を行った。2022年度前期には京都大学理学部アクチュアリーサイエンス部門編の「アクチュアリーのための生命保険数学入門」という本を読み、生命保険数学に関する基礎知識を身につけた。同年7月22日までに全13章中8章を読み終わり、数学共創モデリングで読めなかった部分については夏休みに自習するつもりである。

## IV 学生レポート等

システム情報科学府 M1  
新垣 翔太

共創メンター/マス・フォア・インダストリ研究所 Gaina Daniel Mircea

私は量子コンピュータを対象としたプログラミング言語について取り組んでおり、これに関連する数学への理解を深めるため、指導教員からの助言も受けて、マス・フォア・インダストリ研究所のDaniel Gaina先生の下で共創モデリングを行った。Gaina先生の下では、講義を受けつつ問題演習やセミナーなどを行い、Term Rewriting Systemの基礎について学んだ。共創モデリングを通してプログラミング言語への数学的な洞察が深まり、以前より厳密な理解を得た。今後は引き続きGaina先生の下でモデル理論について学び、計算機と関係の深い計算や論理への理解を深め研究に活かす。

システム情報科学府 M1  
成 卓宇

共創メンター/マス・フォア・インダストリ研究所 鍛冶 静雄

システム情報科学分野には数学の力が重要だと思う。特に私の研究はonline learningであり、機械学習の理論部分をちゃんと理解しなければならぬため、数学能力を上げたいと考えた。毎週一回、鍛冶先生と一緒にゼミを行った。自身の研究や他の学生の研究、また、最近読んでいる論文を紹介し、“ガスの検定と分析”、“Linear SVMのcoordinate descent method”、“person re-identification”という研究について他の学生と一緒にディスカッションした。他分野の研究を知って、考え方が広がった。自分の研究もアドバイスをもらって、役に立った。現在は、修士として、修士論文を完成することが一番の目標である。

経済学府 M1  
黄 一然

共創メンター/マス・フォア・インダストリ研究所 廣瀬 慧

私は、今年度統計学に関する研究を扱っている先生の研究室を選んだ。最初は、先生の学生さんたちと一緒に自分の研究について発表をした。自分元々の分野ではないが、同じな統計学の知識を用いて問題を解決しようとする事自体は変わらないと感心し、勉強になった。その後は、徐々に自分の進捗状況について報告し、数学系の学生さんたちからも色々な意見をもらえ、その中に、先生から共分散構造分析のことより真面目に学ぼうとした。セミナーのおかげで、自分の研究が順調に進んで、データ分析する時にもっと深いところを考えられるようになった。これからの研究生生活にちゃんとこの経験を活用することが今後の目標である。