

IV 学生レポート 等

1. 数学共創・創発モデリング報告

数理学系 D3
隈部 哲

共創メンター／大学院農学研究院 Ta Viet Ton

「森林遷移モデルの研究」

森林が農地、放棄地、森林へと遷移する様子を数学的に定式化した森林遷移モデルについて研究を行った。特に既存の森林遷移モデルに対して確率微分方程式を用いた新しいモデルを定式化し、理論的な研究(確率微分方程式系の解の存在)と数値的な研究(確率微分方程式の解の様子などの数値実験、深層学習による考察)をそれぞれ行った。

数理学系 D3
吉田 航

共創メンター／大学院工学研究院 池田 達紀

「弾性波速度変化データの統計分析」

弾性波速度変化の数値データに対して、統計的な分析を行なった。特に、データの周期成分の変化と地震の発生について関係性の分析に取り組んだ。結果として明確なパターンは得られなかったが、動的回帰とスパース推定を組み合わせた動的かつ柔軟な周期成分の分析手法を開発することができた。

システム情報科学系 D3
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解明」

励起子の輸送に関して Unuchek (Nature, 2018)らの論文では以下の拡散方程式に基づいたモデルが報告されている。

$$D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} + \frac{D}{k_b T} \frac{\partial}{\partial x} \left(n \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + G - \frac{n}{\tau} = \frac{\partial n}{\partial t} \quad (1)$$

ここで n, τ, ϕ, G はそれぞれ励起子の濃度、寿命、ポテンシャル、生成率である。 D は拡散係数、 $k_b T$ は熱エネルギーである。当該モデルでは電界の向き(z)と励起子輸送の方向(x)が直交することが前提となっており、電子—正孔ペアである励起子が、電界(しかも輸送方向と直交する電界)からどのような力を受け、輸送されるのかは未解明の部分が多い。

EXOTにおける励起子輸送機構の解明のため、励起子の輸送に関する論文を調査し、(1)式を用いて輸送の記述を試みた。定性的には上式により、EXOT動作時の励起子の濃度分布が確かに再現されたが、定量的な再現はできなかった。今後は、幾つかの仮説(シュテルンゲルラッハ実験の励起子版等)を実デバイスで検証する、という作業を通して、引き続きその解明を試みる。

数理学系 D2
足立 大雅

共創メンター／大学院法学研究院 西村 友海

「自然言語処理技術の法実務への応用」

契約書の自動作成、法律事例検索技術の精度向上、法律相談支援の自動化などに関する研究・実装を最終的な目的としている。2023年度の後期は、「同音異表記語の選択」、「文節区切りの推定の難しさ」などの日本語の処理の難しさに関する様々なトピックに触れることに重点を置いた。その後、ゼロ頻度問題に対するKnezer-NeyスムージングやPPM(Prediction by Partial Matching)などについて調べ、スムージングに関心を持ったので今後は理論的な理解をさらに深めることで、より良いアルゴリズムについて模索していく予定である。

IV 学生レポート 等

数理学系 D2
木浦 和哉

共創メンター／大学院経済学研究院 大西 俊郎

「生命保険数学」

養老保険の契約集団におけるキャッシュフローのシミュレーションを数学的モデリングやプログラミング的手法を用いて行うことを考えている。現在は生命保険数学の基本的な事項を習得することを目的に自学をしている。この基本的な事項を習得し次第、具体的な問題に取り組もうと考えている。D3の前期を目処に何か成果を出せるように取り組みたい。

数理学系 D2
田中 友理

共創メンター／大学院経済学研究院 瀧本 太郎

「レヴィ過程論を用いた数理ファイナンス」

今年度は以下のプログラム作成に努めた。

- (1) ジャンプサイズが従う分布をパラメーター込みで仮定。
- (2) ジャンプする時刻を帰納的に推定。
- (3) その時刻での変動幅をジャンプのデータとし、(1)のパラメーターを推定。
- (4) ジャンプを取り除いた部分に対して、ジャンプ無しバージョンの推定法を適用。
- (5) (1)で仮定している分布を変えて結果を比較。

その上で、メンターの瀧本先生に定期的な面談をしていただき、私が組んでいるコードを説明、アドバイスを頂戴するなどの形で取り組んだ。

数理学系 D2
王 際強

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 竹内 純一

“Neural Tangent Kernel and the Generalization Error of Deep Neural Network”

This joint study began with a discussion of the invariance of Fisher information in neural networks in an article by Prof. Takeuchi & Takeishi. In our research, we suspect that the gradient descent and its variant methods used in deep learning somehow implicitly limit the complexity of the training network, resulting in a small generalization error. Since larger models often provide better performance in practice, it's natural to wonder: how does an infinitely wide neural network perform? Therefore, we also compare the similar properties of the very well-known NTK(Neural Tangent Kernel) in the case of infinite width neural networks, which provides great convenience for the training of neural networks. And we also found a lot of other interesting properties. We are currently planning to investigate whether the generalization error of a neural network has similar invariance in the case of an infinite width or a very large width neural network.

数理学系 D2
施展

共創メンター／大学院システム情報科学研究所 孫 兆鴻 (Zhaohong Sun)

“Matching Theory”

This semester, I continued studying matching theory, focusing on the recent research in this field. The main research method is reading newly published papers. Matching problems appear in many real-world situations, such as student-school assignments and daycare allocation. A key challenge is ensuring stability and fairness while respecting preferences.

Many studies define stability as the absence of blocking pairs, which means no two agents prefer each other over the current assignment. To achieve stability, fairness and efficiency, researchers design choice functions that determine assignments based on specific rules.

For example, I have read the paper “Stable Matchings in Practice: A Constraint Programming Approach,” which introduces a constraint programming-based algorithm to improve daycare allocation. It optimizes assignments by reducing the number of unmatched children while maintaining stability. Another paper, “Achieving Balanced Representation in School Choice with Diversity Goals,” focuses on fairness in school choice. It proposes a new choice function that ensures balanced representation across student groups. Instead of traditional graph-based methods, it uses a flow network model, improving efficiency.

Through these studies, I learned how different algorithmic approaches address fairness and efficiency in real-world matching problems. I also gained insight into how mathematical models can be applied to solve practical problems.

数理学系 D2
Ho Ka Long Keith

共創メンター／大学院システム情報科学研究所 竹内 純一

“On the lazy training regime of simple ReLU networks via approximate spectral decomposition of the fisher information matrix”

Building on the existing work of Prof. Takeishi and Prof. Takeuchi, we approach the problem of training ReLU neural networks using an approximate spectral decomposition of the fisher information matrix. In particular, we observed the link of such models to the Neural Tangent Kernel (NTK), and will be writing a paper to explicitly describe the NTK in this setup. Furthermore, we prove that outcome of the trained neural network in fact learns the input x in layers, starting with its norm, then its directions, and then its interaction terms within the vector. We aim to submit to a machine learning conference such as NeurIPS or ICLR later this year.

システム情報科学系 D2
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

「トポロジーに関する研究」

- ・私は連結性や位相空間における連続写像の性質についての理解が不十分であるという課題を見つけました。
- ・この課題を踏まえて、トポロジーの基本的な概念と性質について文献調査と簡単な証明の演習を行いました。
- ・方法としては、まず教科書や学術論文を読み、定義と定理を整理した上で、具体的な例や図を用いて直感的理解を深めました。
- ・結果として、点列の収束やコンパクト空間の特徴、連結空間の分解不可能性など、トポロジーの重要な性質を理論的にも直感的にも理解することができました。
- ・今後の課題としては、より高度なトポロジーの理にも取り組み、抽象的な理論を実際の応用(データ解析など)と結びつけて理解を深めていくことです。

IV 学生レポート 等

数理学系 D1
池田 香凜

共創メンター／大学院理学研究院 野下 浩司

「アザラシの歯のかたちのモデリングと形態測定学」

生物の形態進化は遺伝子型空間では一定の変化をしたとしても表現型空間では非線形に変化することがあることが知られている。こうした遺伝子型と表現型空間の対応関係の構造と進化プロセスの関係性を解明するために、アザラシの歯のかたちのモデリングと定量解析を行っている。歯の形態形成シミュレーターである「Toothmaker」を用いて主要な 8 つのパラメータを変化させることで様々な歯のかたち（現在は34万種程度）を作り解析を行うことで、どのパラメータがどのような形を形成することに寄与しているかを解釈することができた。

数理学系 D1
小島 道

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 櫻井 大督

「未定」

来年度(2025年度)の4月から再開予定。

数理学系 D1
辻本 裕紀

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 廣川 真男

「量子シミュレーションのためのスピン・ボゾン模型における2重井戸型ポテンシャルのインスタントンと量子トンネル効果」

WKB近似は、経路積分におけるPlanck定数 $\hbar$ を摂動パラメータとみなした摂動であり、古典解の周りの量子効果を取り入れる半古典的近似である。WKB近似によって、古典的に到達可能な領域での近似解と、古典的に到達不可能な領域であるが量子トンネル効果によって到達可能となる領域での近似解を得ることができる。2重井戸型ポテンシャルをもったde-Broglie場について、インスタントン解の周りの量子効果を取り入れることで、基底エネルギーを近似的に求めることができることはよく知られている。同様に、スピン-ボゾン模型の基底エネルギーの表現はインスタントン・ガスのものに対応しており、このインスタントンについて精査することで、量子シミュレーションに載せ、その性質を明らかにしたい。

数理学系 D1
徳田 智紀

共創メンター／大学院医学研究院 有村 秀孝

「医療画像解析におけるトポロジーの応用」

当研究では、肺がん患者の治療後の予後(転移や再発の有無など)の予測精度を向上させる目的で、CT画像やPET画像などの、医療画像の新たな解析手法を開発することを目的としている。自身は、博士前期課程の期間から継続して、2次元のCT画像に対して、パーシステントホモロジーを用いた解析手法を導入するにあたり、数学の理論的な側面からの考察をもって、有村秀孝教授、兒玉拓巳氏と共に共同研究を続けてきた。

共同研究の成果として、従来のパーシステントホモロジーで検出される、「空間の穴の生存時間」に加え、それぞれの穴の重心座標データを合わせてマッピングしたグラフに対して、複数のモデルで機械学習を行い、予後予測精度の比較を行う研究を行い、共著で論文を発表することができた([1])。今後の課題としては、MRIなどの3次元の医療画像の解析手法の開発や、複数種類の医療画像を並列して解析する手法の開発などが挙げられる。

[1] Kodama T, Arimura H, Tokuda T, Tanaka K, Yabuuchi H, Gowdh NFM, Liam CK, Chai CS, Ng KH. Topological radiogenomics based on persistent lifetime images for identification of epidermal growth factor receptor mutation in patients with non-small cell lung tumors. Comput Biol Med. 2025 Feb;185:109519. doi: 10.1016/j.compbimed.2024.109519. Epub 2024 Dec 11. Erratum in: Comput Biol Med. 2025 Apr;188:109860. doi: 10.1016/j.compbimed.2025.109860. PMID: 39667057. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39667057/>

数理学系 D1
前原 将太

共創メンター／大学病院 中島 直樹

「医療データベースを用いた心不全患者の予後に関する研究」

中島先生のご指導のもと、九州大学准教授の福田治久先生が開発されたデータベースをもとに、LIFE Studyと呼ばれるプロジェクトに参加している。具体的な内容としては、匿名化された実際の患者の医療レセプトデータなどを活用し、心不全の治療に有効とされている4種類の薬の処方との組み合わせ情報と予後との相関関係を探っている。本年度は、共創モデリングで行った解析の発展として、各薬群に対して日数単位で処方が継続した長さを考慮した解析なども進めている。

数理学系 D1
山本 航大

共創メンター／大学院工学研究院 坂東 麻衣

「宇宙機の軌道設計」

宇宙機の軌道設計に関して研究を行った。私が専門としている力学系でも扱う安定多様体と不安定多様体について、MATLABを用いて数値計算を行い、実際に軌道がどのような振る舞いをしているのかを調べた。特に、特異点を解消した際に現れる衝突多様体の二等辺三体問題を扱った。今後は、純粋数学の視点と応用の視点から問題を捉えることで、新たな方向性を生み出していくことが目標である。

数理学系 D1
佐々木 裕貴

共創メンター／情報基盤研究開発センター 美添 一樹

「レーティングを考慮したMinimax法による人間目線の将棋AIの構築」

※博士編入のため、数学共創モデリングとしての基礎的な位置付けになります。

近年、将棋観戦ではAIの評価値が用いられるが、AIの指し手が人間の理解を超えることも多く、観戦者にとって参考にならない場合がある。よりリアルな将棋観戦を実現するため、本研究では、Minimax法を用いた将棋AIにおいて、両者のレーティングをパラメータとして導入し、人間レベルに応じた指し手の「揺らぎ」を再現することを目指す。現在は評価式の理論的考察を進めており、今後は棋譜データを用いた検証を行い、提案手法の妥当性を確認する予定である。

数理学系 D1
橋本 豪

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 趙 建軍 (Jianjun Zhao)

「仕様検証についてのモデル理論の応用の研究」

ホーア論理や量子ホーア論理の表現がどの程度TA(遷移代数)や拡張であるHDFOLで表現か調べた。結果、HDFOLについていくつか表現の課題があることがわかった。HDFOLはシステムを状態遷移と各状態で何が成り立つのかを記述する2つの部分がある。しかし状態を多ソート(ドメイン)にした場合ソートごとに扱いたい性質が違うので複数のシグネチャ(文法)を用意する必要がある。さらに量子システムを考える場合モノイダル圏を使うのが有効だが、モノイダル圏ではドメインのテンソル積が扱えるためソートの数は増えそれに対してシグネチャをどのように扱うかも考える必要があると感じている。

IV 学生レポート 等

システム情報科学系 D1
李 澤華

共創メンター／カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 Nguyen Dinh Hoa

「FSO コヒーレント通信に適した大気乱流モデル」

自由空間光学(FSO)コヒーレント通信における主な影響は、大気の大気乱流によって引き起こされるビームの歪みと強度の変動です。その影響を定量的に評価するために、対数正規分布(LN)を使用して乱流モデルを構築します。次に、Kramers-Kronigアルゴリズムを高速フーリエ変換法と組み合わせて(FFT-KK)、さまざまな乱流強度下でのシステムの位相再構成とエネルギー消費性能をシミュレーションおよびテストしました。結果は、LN乱流モデルが弱い乱流条件下でのコヒーレントビームへの影響と一致していることを示しています。FFT-KKはBERと消費電力のバランスを実現します。実際のアプリケーションには、ハードウェア実装などの課題が依然として残されています。

システム情報科学系 D1
松崎 史弥

共創メンター／大学院法学研究院 西村 友海

「AI・OSSと著作権の関係とその評価手法」

生成AIに対する著作権のあり方について着目し、生成AIや検索拡張生成(RAG)と著作権法との関係、またAIによる著作権違反に関する事例調査や著作権法の学習を進めている。その中で、著作権法が有する著作物保護の性質に着目し、オープンソースソフトウェア(OSS)の保護についても著作権の視点からアプローチできるのではないかと考えている。今後は、AIの生成物及びOSSに対する著作権アプローチとその評価について、詳細な検討を進めていく予定である。

数理学系 M2
井上 陽斗

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 廣川 真男

「『現代量子物理学：基礎と応用』を読む」

廣川研究室の人たちと週に一度「現代量子物理学：基礎と応用」(上田正仁)を読んだ。その中で学んだ原子と決まった波長を持った光の相互作用を記述するJaynes-Cummingsモデルについて興味を持った。Jaynes-Cummingsハミルトニアンに、ある相互作用項を加えたものはRabiハミルトニアンと呼ばれ、基底状態は結合定数によらず一意である。一方、Janes-Cummingsハミルトニアンでは任意の結合定数での基底状態の一意性は成り立たない。今後はこの二つの間のハミルトニアンを調べるのが目標である。

数理学系 M2
岩倉 康樹

共創メンター／大学院理学研究院 佐竹 暁子

「BVOCsを介したコミュニケーションの数理モデル」

植物は、昆虫による食害や高温などのストレスに応じて、BVOCs(揮発性有機化合物)を放出する。BVOCsを受容した周囲の植物は、防御機構を活性化し、直接的な害を被ることなく、危険を未然に回避できる。このようなBVOCsを介した情報伝達のプロセスは「植物間コミュニケーション」と呼ばれる。先行研究により、BVOCsの種類や放出量は植物の種や個体によって異なることが明らかになっている。本研究では、人間の言語進化理論に基づきBVOCsによるコミュニケーションの数理モデルの構築し、その解析による現象の理解を目指す。

数理学系 M2
津阪 耀

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 内田 誠一

「Physics Informed Neural Networks の概要と実装」

自分が専門としている偏微分方程式に関連付けて、PINNという深層学習を用いた数値計算手法について理解を深めた。これまでは1次元の線形熱方程式に対して実際に数値計算をして求めた解が解析的に求めた解と同じ振る舞いをすることを確認し、PINNの実装に対する理解を深めてきた。今後は、PINNがどのような微分方程式に対して適用できるか、その具体的な適用範囲について研究したい。

数理学系 M2
西 康汰

共創メンター／生体防御医学研究所 久保田 浩行

「生物データの解析方法の理解」

実験から得られる多階層のデータを統計的な手法により、情報伝達のネットワークとして解析する方法や、時系列データを常微分方程式による数理モデルを用いて解析する方法など、実験データを解析する際の数理的なアプローチを学んだ。今後は、数理モデリングのアプローチで、生物データの解析を行っていきたい。

数理学系 M2
三苦 隆翔

共創メンター／大学院工学研究院 池田 達紀

「気象データを用いた地震波速度変化の予測」

Pythonを用いて降水量と降雪量に対する地震波速度変化の線形重回帰を行った。その結果、一定の予測精度をもつ回帰式を得られたものの、近隣の異なる計測地点ごとに回帰式が異なる場合があることや、何日前の気象データが最も影響を与えるのか特定できないといった課題が浮かび上がった。

今後は、異なる機械学習手法の活用やデータの増加、外れ値の適切な処置を行うことで、より高精度なモデルの構築を目指したいと考えている。

数理学系 M2
村上 真悟

共創メンター／大学院法学研究院 寺本 振透

「国境を超える個人情報保護のネットワーク分析」

国際的な医療情報の取引関係をモデリングすることを目指して個人情報保護法を学習し、共著の論文を執筆した(2025年2月出版予定)。論文では、国境を越えて個人の医療情報をやり取りするいくつかのユースケース(健康管理アプリのユーザが日本国内に居住し、ベンダである企業が海外にある場合など)を基に、想定される実体法上の問題(個人から得るべき承諾の内容など)や紛争解決手段(裁判管轄など)について整理した。

数理学系 M2
室屋 秀平

共創メンター／大学院工学研究院 劉 維

「データ駆動型の限界熱流束の予測」

高温伝熱面の冷却にはしばしば沸騰を用いる。沸騰による冷却可能な限界値のことを限界熱流束(CHF)と呼び、圧力、流量、水の温度や流路のサイズなど様々な物理量に影響される。本研究は、CHFの圧力や水の温度など様々な物理量との関係を調べることを目的とする。まず、実験条件とCHFのデータから、CHFの予測に有用な変数を、線形回帰モデルにて情報量規準AICに基づく変数選択を用いて調べた。しかし、選択された変数の解釈や、異なる単位を持つ変数を足し合わせる今回のモデルの物理的な式の解釈に課題が残った。

数理学系 M2
山本 侑希

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 廣川 真男

「カルマンフィルタを用いた暗号化-復元システム」

M1後期では足立修一、丸山一郎 共著の「カルマンフィルタの基礎」を読みカルマンフィルタに関する基礎的な知識を身につけた。そして論文“On Security Level of Some Secret Keys of Concealing-Restoring System Aimed to BCI/BMI Security”を読み、廣川先生が研究している暗号化-復元システムの仕組みを学習した。M2前期ではそのシステムをpythonで実装し、さらにそのシステムを音声データに関しても適用できるようコードを書いた。その結果は廣川先生がhttps://nvcsmp.net/qstl/Research/CRS/crs_sound.htmlにまとめてくださった。また、Neural Networkを用いてシステムがランダム性を持つことの利点に関して考察を行った。

IV 学生レポート 等

システム情報科学系 M2
日隈 俊秀

共創メンター／大学院数理学研究院 廣島 文生

「シリコン量子ビットデバイスに関する文献調査」

1年半を通して、研究室単位で週に一回、修士・学部生と共にセミナーを行い、シリコン量子ビットデバイスに関する主要な論文や量子誤り訂正符号に関する論文の輪講を行った。輪講の中で、スピン量子ビットを2次元正方格子状の量子ドット内に配置するクロスバーアーキテクチャを前提とし、量子ビットそのものを移動させるシャトリングという操作を用いて量子誤り訂正符号上での演算の効率化やより性質の良い符号の実装の可能性について議論した。

システム情報科学系 M2
山田 秀流

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 神山 直之

「区間グラフ上の最大カット問題のNP-困難性」

最大カット問題とは、無向グラフ $G = (V, E)$ の頂点集合の2分割 $[A, B]$ ($A, B \subseteq V, A \cap B = \emptyset$) で、両端点異なる分割に含まれる辺の本数が最大となるものを見つける問題である。これは、典型的なグラフ最適化問題である一方でNP困難である。

また実社会へ広く応用されるグラフクラスである区間グラフに対しては、最近になってNP完全であることが証明された[Adhikaryら, 2021]。またこの結果を元に、さらに強い主張として区間数4の区間グラフですらもNP完全であることも示された[Figueiredoら, 2023]。本研究ではこの2つの論文について議論を行い、区間種数に制限のあるグラフでの最大カット問題のNP-困難性がどのように証明されるかを考察した。

システム情報科学系 M2
Xu Yukai

共創メンター／大学院法学研究院 西村 友海

“Exploring the Copyright Protection for Artificial Intelligence-Generated Creative Works”

Copyright protects works that are original and independently created by human authors.

However, the emergence of generative AI has introduced new complexities, raising questions about whether AI-generated works are eligible for copyright protection. In 2023, the U.S. Copyright Office granted copyright protection to a comic book that incorporated AI-assisted images, but explicitly excluded the AI-generated key images. The Office reasoned that the author, having used AI to generate the images, could not exercise full creative control over the outputs, and thus those images lacked the requisite human authorship. In contrast, also in 2023, the Beijing Internet Court in China ruled that an image created by an individual named Li using generative AI was protected under copyright law. The court found that Li's intellectual contribution—specifically, the careful selection and adjustment of AI settings—demonstrated sufficient originality to warrant protection.

To better understand the role of AI in image generation and the challenges surrounding copyright protection, it is essential to develop a more comprehensive understanding of generative AI models. Furthermore, a nuanced grasp of the legal and ethical foundations of copyright law is necessary to analyze this evolving issue. Future research will involve an in-depth investigation into the definitions of copyright and relevant judicial decisions across different jurisdictions, as well as an exploration of the technical mechanisms underlying AI models and the principles guiding image generation.

Building upon this foundation, the next phase of research will systematically compare international legal standards regarding AI-generated content, identifying both convergences and divergences. Parallely, technical case studies of leading generative AI systems—such as diffusion models, GANs, and large multimodal models—will be conducted to clarify the extent of human influence versus autonomous machine output. By integrating these legal and technical perspectives, the research aims to propose a framework that can more accurately assess authorship and originality in the age of AI, providing guidance for future policy development and judicial practice.

数理学系 M2
秋山 智紀

共創メンター／大学病院 中島 直樹

「疫学分野における統計学の活用」

昨年度は研究をデザインする上で有用な統計的因果推論について教科書の輪読と臨床観察研究支援事業の見学を通して因果推論を用いた疫学研究のデザインを理論と実務における応用の両方を学んだ。

本年度は昨年度学んだことを活かし、実際の研究にてデータの整形やモデルのデザインについて携わっている。特にモデルのデザインについては、変数同士の関係を整理した非巡回有向グラフに基づいて周辺構造モデルを用いて共同で研究を進めている。

数理学系 M1
薄井 利基

共創メンター／大学院工学研究院 坂東 麻衣

「記号力学系を用いた制限三体問題の解析」

小惑星に向かって航行する探査機は地球・太陽の重力の影響を受けるため、その軌道は非常に複雑になることが知られている。そのため、探査機が目的地にたどり着くためには精密な軌道設計が必要になる。従来は制御理論などを用いた解析的な手法によって軌道設計を行ってきた。本研究では記号力学系による組み合わせ論的観点からのアプローチによって探査機の軌道の解析および設計の新たな手法の開発を目指す。

数理学系 M1
柴田 修平

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 木村 慧

「離散凸解析とsubmodular関数に関するアルゴリズムへの応用」

本学では、先生から指定された論文を読み週一回セミナーをして発表をするという形式だった。

最適化のことをあまりよく知らなかったのが、一つ一つの理解に苦勞することはあったが、最適化のキモの面やよく使われる用語・議論などを、セミナーを通して先生からご教授いただいた。またセミナーを通して自分の研究である確率論の知識が生かされる場面も少々ではあったが、あった。それに関して先生から「これが異分野交流のいいところ」との言葉をいただき、自分も自信を持って発言していいのだと自信が持てた。研究の目標としては、離散凸解析の考え方を使得、より良い精度のアルゴリズムを模索していく。本学はその初期段階の最適化でよく使われる用語や考え方、連続ではなく離散で考えることの難しさなどを学んだ。

このモデリングの目標は共著論文の執筆である。そのために来学期では今一度、研究に関する本（submodular関数に関するもの）に立ち返って、分野に対しての知識を深める予定である。先生の研究室の博士課程の学生との本の輪読を行う予定である。先生からだけでなくその研究をしている同世代の学生の方とのセミナーを通じて、さらに理解を深めたいと思う。

数理学系 M1
朝重 菜音

共創メンター／大学院基幹教育院 岡本 剛

「異文化交流をして互いに学びを得る」

テーマに沿って研究をするにあたって研究室の学生と意見交換をするため、研究室ゼミに参加をした。そこで、各々の研究テーマに沿って一つ論文を持ってきてその論文の紹介とそれを読むにあたっての動機、今後の方針を話す。その中で互いに詳しくない分野の発表を聞き質疑を自由に行い専門家の中でなんとなくになっていた疑問点や方針の不自然さを気づくようなものになった。今後は説明の明瞭さを追求し、自らの研究を注意深く考察する。

IV 学生レポート 等

数理学系 M1
藤吉 裕輔

共創メンター／大学病院 中島 直樹

「統計的因果推論を用いた因果グラフの推定」

医療データを活用し、特定の治療と入院期間の因果関係を分析する研究を行っている。通常、因果関係の評価は医療知識に基づいて作成される因果グラフを用いて分析する。しかし、医療知識がなくても因果グラフを構築できる方法が求められている。そこで、LiNGAMを用いた手法に注目し、医療データから因果グラフを推定しようと試みている。今後は、LiNGAMの適用可能性や精度を評価し、どの程度有用か研究していく。

数理学系 M1
細谷 泰稚

共創メンター／大学院経済学研究院 北原 知就

「数理計画、離散最適化」

離散最適化の基礎知識を得るために、共創メンターおよび数人の経済工学科生と離散数学のセミナーを行った。セミナーを通して、自分が気づけなかった視点からの指摘も受けながら様々な問題が得られた。例えば、「ある定理の証明で使った構成を実現する多項式時間アルゴリズムはあるか?」や「二つの概念の代数的な双対性について、この幾何的な解釈はあるか?」、「グラフの直径を求めるアルゴリズムとしてどのようなものがあるか?」などである。これらについて調べる中で、結果は既に広く知られているが、厳密な証明が記載された論文は長年に亘り存在しなかったという面白いものもあった。このように少しでも気になった問題を調べ、研究につなげていきたい。

数理学系 M1
宮崎 雅哉

共創メンター／大学院医学研究院 有村 秀孝

「ガン細胞の腫瘍成長モデルの研究」

例えば、キツネがウサギを食べるとしよう。このとき、今現在いるキツネやウサギの頭数から1ヶ月後のキツネとウサギの頭数を微分方程式を用いて予測できる。これをロトカ・ヴォルテラ方程式という。同様に、患者さんにお薬を投与すると、ガン細胞のなかで、変化しないガン細胞、減るガン細胞、かえって増えるガン細胞、がある。それを微分方程式を用いて予測しようとする試みが本研究課題である。

1 階線型方程式に対しては微分方程式は簡単にとけ、それを用いて、解の軌道もよくわかる。今後の課題として、1 階非線型方程式の解の軌道を理解することが目標である。

数理学系 M1
穆佐 飛来

共創メンター／大学院経済学研究院 大西 俊郎

“Generalized Least Squares”

活動内容として、上記タイトルの英語文献をメンターとともに輪読した。文献を選んだきっかけは現在研究している一般リッジ推定量と関連の深い内容が含まれていたからだ。特に、ウィシャート分布に従う確率変数の固有値分布の導出には苦勞した。そこで、他の参考文献を読んだところ、解析学のノウハウを活用することで解決に至った。この課題を通じて、統計学と異分野を組み合わせることで新たな可能性を創出できることを学んだ。

システム情報科学系 M1
柴田 紘希

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 神山 直之

「数理最適化と近似アルゴリズム」

共創モデリングでは、書籍を用いた毎週のゼミを通して最適化や近似アルゴリズムについて勉強しました。ゼミでは書籍の一部を題材にした20ページほどのスライドを発表する形式で、共創メンターの先生との議論を通して理解を深めることができました。自分の専門と隣接する領域を学んでいたこともあり今まで曖昧な理解だった分野に関する知識を体系的に学ぶことができました。今後は自分自身の専門に応用できる部分がないかを考え、研究に繋げていきたいと考えています。

システム情報科学系 M1
朱 江楠

共創メンター／大学院芸術工学研究院 伊藤 浩史

「女性の体温変化を用いた排卵日の予測」

女性の生理周期は、さまざまな時間的・生理的要因と関連しており、体温変化も重要な指標の一つと考えられる。そこで、体温変化に着目し、排卵日との関連性を明らかにすることを目指している。具体的には、体温データの時系列的な変動パターンを解析し、その周期性や特徴を捉えることで、排卵日を予測できるかを検討している。今後は、体温以外の生理指標も取り入れ、より高精度な予測モデルの構築を進めたいと考えている。

システム情報科学系 M1
高山 航輔

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 落合 啓之

「量子回路マッピング最適化に関する数学の学習」

私は現在、量子回路マッピングの最適化を修士で取り組む研究課題としており、これに関連する数学についての理解を深めるため、指導教員と相談の上、落合博之先生のもとで数学共創モデリングを行っている。研究内容には、特にグラフの埋め込みなどが関連するため、数学共創モデリングでは離散数学について教科書を読むことで学習を行った。

経済学系 M1
栗原 昂汰

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 脇 隼人

「半正定値計画問題に関する基本的な知識の習得と、それを活用した近似アルゴリズムの開発」

離散的な構造をもつ問題を、半正定値計画問題と呼ばれる最適化問題として定式化することで、元問題の近似解を効率的に得ることができる手法がある。既存の手法の改善、もしくは新たな手法の開発を目指して、『Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry』というテキストを用いて、半正定値計画問題に対する基本的な知識を身につけた。

その知識を活用して関連する文献を読み、変数の積を制約に持つ最適化問題であれば、半正定値計画問題に定式化しやすいことを確認することができた。今後はグラフなどの離散的な構造についても学習しながら、リサーチギャップを探索する。

IV 学生レポート 等

2. 共創力強化インターンシップ報告

田島 凌太

複数のパラメータにより定まる デジタル署名方式における署名サイズ等の削減

田島 凌太

博士後期課程2年

受入機関名：株式会社東芝 研究開発センター

研修期間：令和6年10月21日～令和6年12月27日

1. 受入機関について

本インターンシップの受入機関は、株式会社東芝 研究開発センターである。東芝研究開発センターでは、耐量子計算機暗号や量子暗号通信など幅広い分野で研究活動を行っており、暗号理論に関連した研究を行うのに最適な場所であると考えている。オフィスは神奈川県川崎市にあり、2024年に新設された「イノベーション・パレット」と呼ばれる建物で業務を行う。



東芝の敷地内での写真撮影は禁止されていたため、上の写真は東芝のホームページ (<https://www.global.toshiba/jp/news/corporate/2024/02/news-20240226-01.html>) から引用した。このイノベーション・パレットの特徴の一つに様々なワークスペースが用意されていて、オープンな環境づくりが行われている点である。例えば、ホームページにも記載されているが、「アイデア出しスペース」や、他にもオフィス内にたくさんのホワイトボードが

設置されており、そこで研究に関する議論を行うことができる。また、自分の仕事に集中したい場合には「フォーカスゾーン」と呼ばれる場所で仕事に専念することもできる。私はインターン期間中主に「コワークエリア」と呼ばれるワークスペースで業務を行っていた。



上記の写真は東芝のホームページ(<https://www.toshiba-clip.com/detail/p=10787>)から引用した。

2. 業務内容と成果

次に、本インターンシップで私が行った業務内容について解説する。本インターンシップにおける研究テーマは、複数のパラメータによって定まるデジタル署名方式における署名や署名鍵のサイズを、より小さくするようなパラメータを発見することである。ここで、デジタル署名とはあるメッセージを誰が記入したのかを判別するためのデータであり、一般的に用いられる手書きの名前（サイン）を意味するものではない。例えば多額のお金の送金や何かの契約を電子上で行う場合、それが本人により行われたことを正確に判定できなければならない。他にも証明書の電子発行などさまざまな場面で署名は用いられている。PCなどの技術が発展する以前は文書作成の際に、作成者が自身の名前を書くことで文書作成者を判別していた。しかし現代では、人間の手書きサインは電子上で容易にコピーが取れてしまい、署名としての効力を発揮しない。これを踏まえ現在では、「署名鍵」と「検証鍵」と呼ばれる二つのデータを用いて、署名の作成及び署名の検証を行う。このようにして作られ

IV 学生レポート 等

るものをデジタル署名と呼ぶ。ここで署名鍵とはメッセージ作成者のみが知っている秘密の情報であり、他者は署名鍵を知ることができない。一方、検証鍵は公開情報であり誰でも入手することができる。メッセージ作成者は、事前に指定されたアルゴリズムをもとに、署名鍵を用いてメッセージから署名を作成する。その後メッセージと生成した署名をセットにして送信をする。メッセージ受信者は公開されている検証鍵を用いて、その署名つきメッセージが偽造されたものでないかを判定する。このような署名方式を行う場合、秘密鍵の情報は自身のデバイスに保存しておく必要があり、そのサイズが大きいと使用できる端末に制限ができてしまう。その為ある署名方式を多くのデバイスで使用しようとした場合、その鍵サイズを小さくすることが重要である。また、いくつかの署名検証方式では正しい署名を偽造されたものと判断してしまったり、あるいは偽造された署名を正しい署名だと判断してしまったりする場合がある。その為、正しい署名の受理率と不正署名（偽造された署名）の棄却率をどちらも高くすることも重要である。これらを踏まえ、私は**複数のパラメータから定まる署名鍵のサイズを小さくしつつ正しい署名の受理率と不正署名の棄却率がどちらも高くなるパラメータを求めること**を目標にインターンシップを行なった。本インターンシップのオンライン期間（10/21-12/10）は計算ソフト Magma を用いて指定したパラメータから実際に正しい署名や不正署名を作り、正しい署名の受理率と不正署名の棄却率がどのように変化するかを観察を行った。その後、観察結果をもとに理論的な考察を行った。次に、本インターンシップで得られた成果について報告する。研究成果の一つ目は、不正署名を作るプログラムにおいて、理論的に直ちに偽造されたものであることがわかる不正署名が一定の確率で作られていることを発見したことである。この発見により、実験結果に含まれていた確率的な振る舞いが取り除かれ理論的な考察が行いやすくなった。研究成果の二つ目は、ある重要なパラメータ（このパラメータを便宜上 R と書く。）に署名の受理率が依存しないことを発見した。その帰結として署名鍵が一つの場合では、正しい署名の受理率と不正署名の受理率をどちらも高くするようなパラメータを見つけることは困難であることがわかった。研究成果の三つ目は、署名鍵を二つ用いた場合に、正しい署名の受理率と不正署名の受理率のどちらも 100% になる可能性のあるパラメータを発見したことである。

3. 感想や反省点

本インターンシップを終えての感想として、まずインターンシップを通して企業に対する理解度を高めることができて良かったという点が挙げられる。インターンシップを始めるまでは、企業は厳しく成果が求められ時間に関しても厳しく自由がないなどあまり良いイメージは持っていなかった。しかし本インターンシップを通して、このようなネガティブなイメージを払拭することができた。もちろん、社会人である以上利益につながる成果を求められたり自由な研究はやりにくかったりした面もあるが、理不尽なレベルでそれが要求されることはなく適切な緊張感で業務に臨むことができた。本インターンシップを通して、企

業に就職するという選択肢を自身の進路に組み込むことができ、非常に有意義な経験になったと考える。また、本インターンシップにおける研究活動は実験先行であり、実験結果を考察して理論を展開していくという方法で行われていた。私の大学における研究では理論先行で研究を行っているため、実験専攻の研究はとても新鮮であった。また、頭で考えたことをすぐに実験で確かめることができるのも嬉しい点であった。そして本インターンシップを通して、時間の管理がしっかりされていてメリハリが付きやすかったと感じた。大学での研究は良くも悪くも休みなく行われているため、メリハリがない。その点、企業では勤務時間という形で時間が区別されていて生活しやすかったと感じた。最後に、本インターンシップの反省点として満足する研究成果が得られなかった点が挙げられる。研究成果の三つ目で触れた署名鍵を複数用いる場合について、署名鍵を複数用いた場合のデジタル署名の理論的構成や、正解率や攻撃方法の考察など行いたかった。しかし時間が足りず署名鍵が複数の場合についての研究を行うことができなかった点が反省点として挙げられる。

4. その他（任意記述）

特にありません。

（以上）

有限体上の曲線の非可換ゼータ関数の研究

施 展

博士後期課程2年

受入機関名：Huawei LMCRC, France

研修期間：令和7年1月3日～令和7年3月1日

1. 受入機関について

華為ラグランジュ数学・計算研究センター (Lagrange Mathematical and Computing Research Center, LMCRC) は、2020 年にフランス・パリに設立された研究機関で、数学と計算科学を使って情報技術の難問に挑戦している場所です。名前にある「ラグランジュ」は、微積分や解析力学などで有名な 18 世紀の数学者ジョゼフ・ラグランジュに由来しています。

LMCRC では、代数幾何学、数理論理学、数論、符号理論、量子計算、最適化などの分野で最先端の研究が進められており、純粋な数学的好奇心を追求しながら、技術的なインパクトも意識して研究を進めています。

企業の研究機関というと「製品開発」のイメージが強いかもしれませんが、LMCRC はむしろ大学の研究室に近い雰囲気、純粋な理論研究にも力を入れています。実際、ここで生まれた研究成果は、国際学会や有名ジャーナルで発表されることも多く、暗号学や AI などの分野で実用化に向けたステップにもつながっています。学術的なセミナーやワークショップも頻繁に開催されており、知的な刺激にあふれた環境です。

私がこちらでお世話になっている指導教授はローラン・ラフォルク (Laurent Lafforgue) 教授です。彼は数論と代数幾何学の分野で顕著な業績を挙げ、2002 年にはフィールズ賞を受賞された世界的に著名な数学者です。現在は、トポス理論および数理論理学の研究に取り組んでおられます。

Lafforgue 教授は、純粋数学の研究にとどまらず、教育や学問の在り方についても深い関心を抱き、若手研究者との交流を非常に大切にされています。教授の指導のもとで学ぶ中で、私は単なる計算や証明を超えて、問題の本質を見極めることの重要性を強く実感しています。

2. 業務内容と成果

今回の共創力強化インターンシップでは、さまざまな業務に取り組み、多くの貴重

な経験を得ることができました。まず、最も重要な業務の一つとして、招待を受けて3時間にわたる発表を行いました。この発表では、現在進行中の研究内容について詳しく説明し、視聴者からの質問や意見を通じて新たな視点を得ることができました。特に、議論を通じて自分の研究に対する理解が深まると同時に、今後の方向性についても有益な示唆を得ることができました。

また、ラグランジュセンターが主催するさまざまな講演会やセミナーにも積極的に参加しました。これらのセミナーでは、最新の研究成果や異なる分野の知見に触れることができ、視野を広げる貴重な機会となりました。特に、企業における研究では大学とは異なり、共同作業を重視し、研究成果を迅速に共有する文化があることを実感しました。セミナーでは、研究者同士が活発に意見を交わし、新たなアイデアを生み出す様子が印象的でした。

さらに、Lafforgue 教授から提供された一連のノートやスライドを読み進め、関連する基礎知識を体系的に学習しました。これにより、これまで曖昧だった概念や定義がより明確になり、自身の研究に応用できる知識を深めることができました。また、以前から進めている翁林教授との有限体上の曲線の非可換ゼータ関数の共同研究も継続し、論文の修正やプログラムの作成、学術誌への投稿などの作業を行いました。この過程では Lafforgue 教授とも継続的に議論を行い、専門的なアドバイスを受けることができました。

3. 感想や反省点

今回の共創力強化インターンシップを通じて、社員として企業での研究と学生として大学での研究にはさまざまな違いがあることを強く実感しました。大学では各自が独立して研究を進めることが多く、セミナーでも自身の研究成果を発表する場が中心ですが、企業では研究の方向性が組織全体の目標に基づいて設定されるため、研究者同士の連携がより密接です。特に、セミナーの頻度が高く、ほぼ毎週のように長時間の学術講演が行われることに驚きました。こうした場では、自分の研究分野に限らず、他分野の知識も必要とされることが多く、常に学び続ける姿勢が求められました。

また、深く抽象的な数学理論が実社会でどのように応用されているかを直接目の当たりにすることもできました。例えば、トポス理論が計算機科学の分野で重要な役割を果たしていることは印象的でした。このように、理論的な研究が実践的な課題解決に貢献していることを理解できたことは、今後の研究に対するモチベーションをさらに高める結果となりました。

一方で、今回のインターンシップを通じて、以下の反省点が明らかになりました。まずは英語でのコミュニケーション力の重要性です。ラグランジュセンターでは国際的な研究者が集まっているため、セミナーや日常の交流は主に英語で行われます。私は自分の考えを英語で伝えることはある程度できるものの、他の参加者の発言を理解する際には、アクセントの違いや専門用語の聞き取りに苦労する場面がありました。特に議論が活発になると、話の流れを追うのが難しくなることもありました。

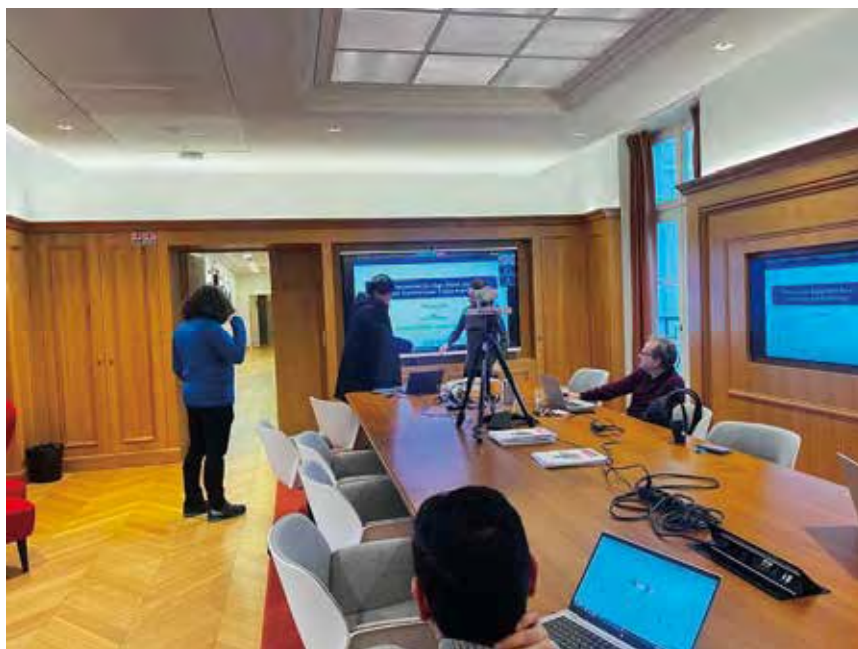
IV 学生レポート 等

もう一つは専門知識の不足に対する自己研鑽の必要性です。セミナーや研究会では、自分の研究分野以外のテーマについて議論されることも多く、その際に基礎知識が不足していると内容を十分に理解できず、議論に積極的に参加することが難しいと感じました。特に、最新の研究動向についていくためには、日常的に幅広い文献を読み、知識を体系的に深める努力が欠かせないと痛感しました。

今回の共創力強化インターンシップは、専門的な知識を深めるだけでなく、研究者としての姿勢や国際的な研究環境でのコミュニケーション力を鍛える貴重な機会となりました。この経験を基に、今後の研究活動においても常に学び続ける姿勢を保ち、より一層成長していきたいと思います。

4. その他（任意記述）

今回の共創力強化インターンシップを通じて得られた貴重な経験を記録に残すために、いくつかの写真を添付いたします。その中には、発表を行った際の様子を捉えた写真や、Lafforgue 教授との記念撮影も含まれています。これらの写真は、今回の実りある経験を象徴するものであり、今後の研究活動における大きな励みとなることでしょう。





I
はじめに

II
プログラムについて

III
活動記録

IV
2. 共創力強化インターンシップ報告

Information criterion based pruning scheme in regression

Ho Ka Long Keith

博士後期課程2年

受入機関名：La Trobe University

研修期間：令和6年8月19日～令和6年10月20日

1. 受入機関について

I worked collaboratively with Prof. Hien Nguyen of La Trobe University on a penalized information criterion scheme for thresholding regression coefficients. La Trobe University is a partner of Kyushu university located in Melbourne, Australia. I belonged to the department of mathematics and physical sciences during my stay, and I am grateful for the opportunity to meet researchers from a wide range of disciplines.

2. 業務内容と成果

Building on Prof. Nguyen's expertise in weak convergence and empirical processes, we developed an analytical approach for selecting a thresholding value in regression problems that is both efficient and model selection consistent. This collaborative effort aims to produce a high-quality paper that we intend to submit for publication. The problem at hand required a deep understanding of theoretical statistics, and the discussions we had played a critical role in guiding our approach. Together, we focused on creating an analytical scheme that justifies the common approach of many practitioners when using regression analysis.

The initial weeks of the internship were dedicated to daily discussions and an extensive review of relevant literature. This process helped me build the necessary intuition to design a general framework for the paper. During this time, we mapped out the core ideas, and as we gained a deeper understanding, I began drafting the manuscript. Throughout this process, I maintained regular discussions with Prof. Nguyen to ensure that both the proofs and the underlying theoretical intuition were sound. Given the complexity of weak convergence, we also spent a considerable amount of time carefully reviewing textbook

proofs and academic papers to ensure we were drawing on the correct theoretical insights. This meticulous approach was crucial, as even minor misunderstandings in the proofs could have far-reaching consequences for the model's validity. By the end of the internship, I have completed the proofs for the main theorems of the paper, and I have also constructed a first draft that will be polished in the future.

To provide a general motivation of the research, I will include a short extract from the draft below:

“Amid the rapid advancement of neural networks and machine learning in recent years, regression models remain irreplaceable due to its simple and analytical nature. When fitting regression models, if sparsity is of a practitioner's concern, a common approach is to set some "small and appropriate" threshold δ so that a "reasonable" number of parameters get removed. Despite being almost universally used; this thresholding procedure has not received proper theoretical treatment. In fact, the thresholding can be inefficient if δ is too small, or it could remove non-zero parameters if δ is too big.

In this paper we propose a penalized information criterion-based method for picking δ among any finite set of thresholding values. We analytically show that our choice is optimal in two ways: its chosen sub-model minimizes expected risk, and it is the largest thresholding value to do so.”

Beyond our main research focus, we engaged in daily discussions on a variety of other mathematical topics. These included approximation theory and the Adaptive Ridge scheme, which we studied as a majorization-minimization (MM) algorithm. We also explored the potential of combining MM algorithms with BRIDGE regression to enhance our understanding of regularized regression. We believe that integrating these ideas could open new possibilities for improving regularization methods in statistical modeling. This aspect of the collaboration was particularly exciting, as it requires expertise across several areas of mathematics and statistics, and we anticipate that it could serve as the foundation for future research projects together.

Outside of my direct work with Prof. Nguyen, I was assigned to an office that I shared with two other researchers, one specializing in differential geometry and the other in mathematical biology. I had regular, informal discussions with them about their work, which gave me a broader understanding of different research areas in mathematics. These conversations helped me to see the intersections between seemingly distinct fields and

IV 学生レポート 等

broadened my perspective on mathematical research. In addition to the intellectual stimulation, I also formed strong personal connections with these colleagues, building lifelong friendships that I will treasure. This experience significantly expanded my view of the research landscape and has inspired me to think more broadly about how different mathematical disciplines can inform and enrich one another.

3. 感想や反省点

Working with a new professor has been a transformative experience, requiring me to adapt to new styles of guidance and collaboration. Prof. Nguyen's approach to mentorship has been markedly different from what I have previously encountered, and this shift has pushed me to broaden my academic horizons. I have found my assumptions and ideas challenged more often than usual, forcing me to rethink and reassess my logic. This has been both a demanding and enriching process, as it has sharpened my critical thinking and made me more conscious of the subtleties in my reasoning. Through this, I've grown more adaptable in responding to feedback, which has enhanced the quality of my work.

One of the most valuable lessons I have learned from Prof. Nguyen is his methodical approach to research. His ability to conduct thorough literature reviews and identify key connections between disparate works is particularly impressive. He has a unique way of weaving together insights from various sources to build a cohesive understanding of complex topics. I've gained new appreciation for the importance of foundational knowledge and the role that literature plays in shaping research questions. His meticulousness in exploring links between different areas of study has inspired me to adopt a more integrative approach in my own work, seeking out connections and patterns that may not be immediately obvious.

I am also proud of the personal growth I've experienced during this time, especially in stepping out of my comfort zone. Typically, I tend to be more reserved in academic discussions, but working with Prof. Nguyen has encouraged me to engage more frequently and assertively in intellectual debates. These frequent, high-level discussions have proven to be incredibly valuable, often sparking new ideas or reframing how I approach a particular problem. I've realized that these interactions can propel research forward, creating a dynamic flow of ideas that wouldn't be possible without constant engagement. I hope to carry this habit of active participation into other aspects of my academic journey.

Looking ahead, I am excited about the potential for further collaboration with Prof. Nguyen. His professionalism and depth of expertise have not only made this experience rewarding but have also motivated me to continue seeking opportunities for joint research. I am confident that the skills and insights I have gained during this internship will serve me well as I complete my PhD studies. Additionally, I am eager to apply the strategies I have learned, such as maintaining frequent dialogue and cultivating a deeper understanding of literature to my future work.

4. その他（任意記述）

I am grateful towards JGMI for supporting this invaluable experience, and I look forward to sharing my experiences from this trip to my colleagues in Japan.

（以上）

IV 学生レポート 等

成 卓宇

サービス業における来店客数の需要予測と 製造業における製造工程の予測

成 卓宇

博士後期課程2年

受入機関名：株式会社シナプスイノベーション

研修期間：令和6年11月1日～令和6年12月27日

インターンシップ報告書

マス・フォア・イノベーション
連係学府博士後期課程 2 年
成卓宇

自己紹介

経歴:

- 2021 年九州大学大学院マス・フォア・イノベーション連係学府 博士前期課程入学
- 2023 年九州大学大学院マス・フォア・イノベーション連係学府 博士後期課程入学

専攻:

- 機械学習の下位分野 - オンライン学習

趣味:

- 釣り、ボードゲーム

インターンシップの概要

- 受け入れ先: 株式会社シナプスイノベーション
- 実施期間: 2024/11/01～2024/12/27
- 実施場所: 最初と最後の一週間大阪オフィスに出社、ほかの時間に自宅勤務
- 勤務時間: 9:00 ～ 17:00(7 時間) 土日祝休み
- 勤務内容: 機械学習に関する研究、実装が主な勤務内容。12 月末に終了報告を行った

IV 学生レポート 等

サービス業における来店客数の需要予測(11月)- ビジネス背景

お客様の基本情報

- ・年間売上約300億円規模のサービス業
- ・従業員数約3,500名 / 全国約500店舗
- ・従業員が直接来店者に対して業務を行い、インセンティブを得るビジネスモデル

課題

- ・従業員がシフト表を基に勤務を行う。シフト作成時に来月どの程度来客があるか需要を把握したうえで、従業員の配置を行うことで、より個々人のインセンティブを増加させ、会社全体の売上向上を目指したい。

本インターンでの対象課題



サービス業における来店客数の需要予測(11月)

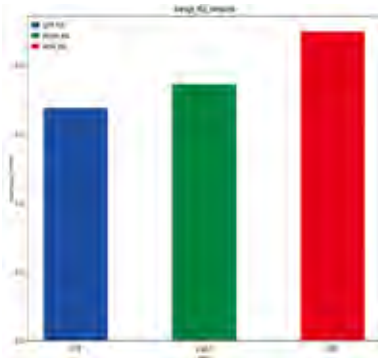
本インターンシップでは、実際の来店情報を用い、1日の30分毎での来店数を求めその精度を計測した

予測の基本情報

- ・利用データ: 直近30日間の1分単位の来客人数データ
- ・目的: 1日の30分毎の来客人数を予測
- ・利用アルゴリズム
 - LSTM : 最も精度が高い傾向あり
 - Prophet : 次点で精度が高い傾向あり
 - ARIMA : 比較的精度が低い傾向あり

精度評価: 店舗ごとのMSEを計測

$$\text{評価式: } \frac{\sum_{i \in \text{予測範囲}(29\text{区間})} (\text{予測人数}_i - \text{来客人数}_i)^2}{29}$$



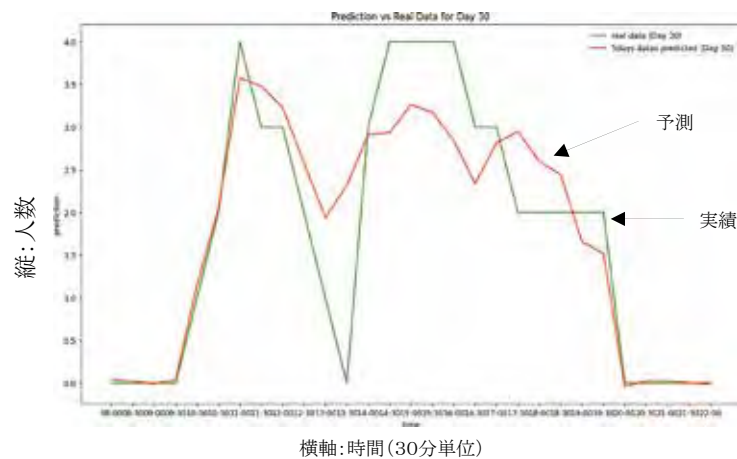
サービス業における来店客数の需要予測(11月)－手法

調査の中で各手法のメリット及びデメリットがあった
下記はそのまとめである

手法	メリット	デメリット
LSTM	精度:高い 説明変数:任意の説明変数を追加可能	計算速度:計算時間がかかる 精度:過学習の発生が起こりやすく、制御に専門的知識必要 コーディング難易度:比較的複雑 解説難易度:比較的難しい 原理の難易度:比較的難しい
Prophet	精度:比較的高い 説明変数:カスタムしたイベント日、季節要因を設定することが可能 コーディング難易度:比較的簡単 解説難易度:比較的簡単 原理の難易度:比較的理解しやすい	説明変数:時系列的な要素以外説明変数の追加ができない
ARIMA	説明変数:構造がシンプルで理解しやすい コーディング難易度:比較的簡単 解説難易度:簡単 原理の難易度:理解しやすい	説明変数:複雑な説明変数で表現される予測はできない 精度:比較的低い

付録】サービス業における来店客数の需要予測(11月)－手法

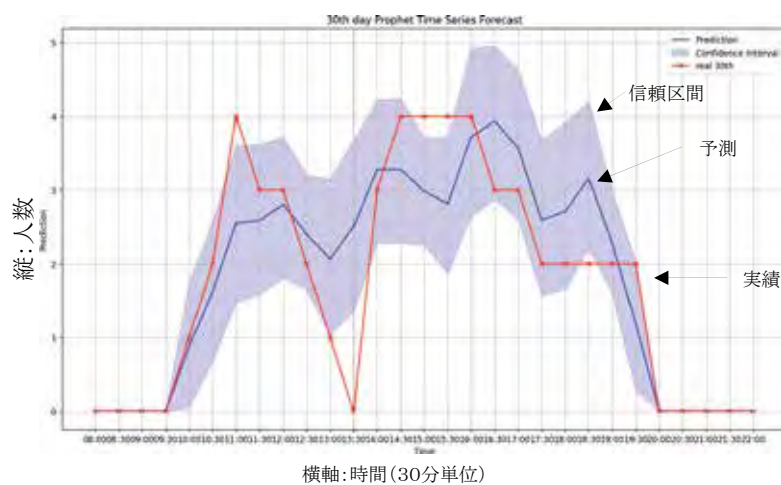
● LSTMの予測例



IV 学生レポート 等

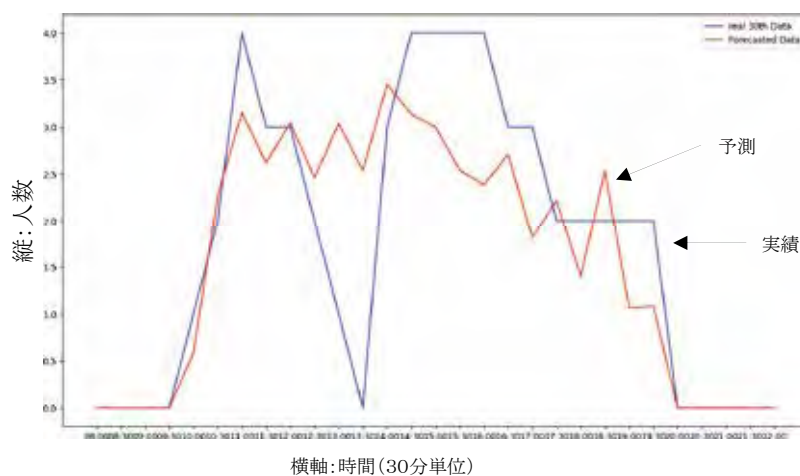
【付録】サービス業における来店客数の需要予測(11月)- 手法

Prophetの例:



【付録】サービス業における来店客数の需要予測(11月)- 手法

ARIMAの予測例:



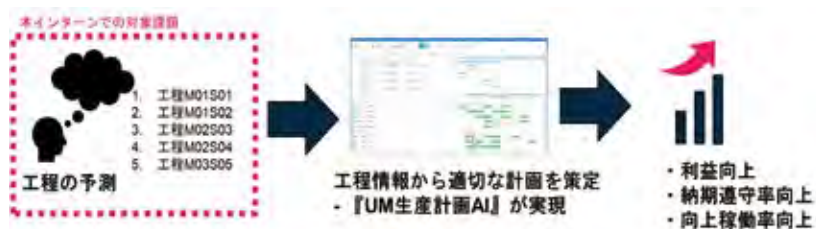
製造業における製造工程の予測(12月)- ビジネス背景

お客様の基本情報

- ・年間売上約2,000億円規模の製造業
- ・従業員数約1,800名 / 全世界に工場あり
- ・クライアントから設計仕様をもらい、その設計仕様通りの製品を製造・納品し、利益を得るビジネスモデル

課題

- ・設計仕様に応じて、製造するにあたっての工程が異なるため、決まった製造工程のマスタを維持管理することが非常に難しく、工場の技術者の経験に頼らざるを得ない。過去の製造実績の傾向から、新たな製品受注に対する工程を予測し、適切な製造計画を策定したい。

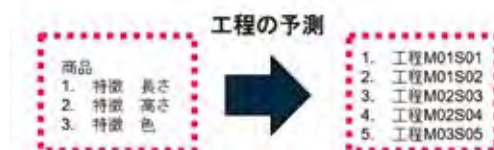


製造業における製造工程の予測(12月)

本インターンシップでは、実際の工程実績情報を用い、50,000製品の工程を予測しその精度を計測した

予測の基本情報

- ・利用データ: 直近1年間の工程実績データ
- ・目的: 商品の特徴から製造工程を予測
- ・利用アルゴリズム
 - XGBoost : 結果はほぼ同じだがやや精度高い(80.6/100)
 - ランダムフォレスト : 結果はほぼ同じだがやや精度低い(79.6/100)



IV 学生レポート 等

【補足】製造業における製造工程の予測(12月)

精度検証では、予測と実績の工程の差を編集距離を用いて評価している

予測した工程に対して下記操作を行い実績の工程に変換する
操作回数の最小値を**編集距離**と呼ぶ

■ 挿入: 工程を挿入する

■ 置換: 工程を別の工程に置換する

■ 削除: 工程を削除する

	10	Prediction	3	8	Actual
a	PC001	PD001	↔	a	PC001 PD001
b	PC001	PD002	←Ins Del→		
c	PC002	PD003		c	PC002 PD003
d	PC002	PD004		d	PC002 PD004
e	PC003	PD005		e	PC003 PD005
f	PC004	PD006	←Rep→	h	PC004 PD008
g	PC004	PD007		g	PC004 PD007
h	PC004	PD008	←Ins Del→		
i	PC005	PD009		i	PC005 PD009
j	PC005	PD010		j	PC005 PD010

製造業における製造工程の予測(12月)- 手法

調査の中で各手法のメリット及びデメリットがあった
下記はそのまとめである

手法	メリット	デメリット
XGBoost	調整を高いレベルで維持できれば高い精度を実現可能	- XGBoost のパラメータを上手く調整しないと結果が悪くなる - ほぼ70/100になり、ベストな精度がほとんど出せない - データの調整が難しい - データ学習も比較的時間もメモリもかかる - ランダムフォレストの倍程度(20分程度) - 16GBのメモリに対し100,000製品を超えるとエラー
ランダムフォレスト	- データ学習の時間・メモリの消費は比較的低い - XGBoostの半分程度(10分程度) - 16GBのメモリに対して本検証の中ではエラーなし - 学習の調整は比較的容易	XGBoostに比べると精度はやや低い

最後に

インターン中で得たもの

- ・研究開発における機密情報の取り扱い
 - － お客様の機密情報、会社の機密情報を適切に取り扱うためのルールや仕組みを学びました
- ・お客様のビジネス背景を理解しながら研究開発を行うことの大切さ
- ・実務経験を通じた問題解決能力の向上、理論と実践の融合
 - － Prophetアルゴリズムの活用、編集距離を用いたシーケンス予測評価など
- ・ビジネスの中での機械学習手法の実践的な調査・実装のスキル習得ができた
 - － 新たな試み:LSTM、Prophet、XGBoost の実装方法など

池田 香凜

確率数論

池田 香凜

博士後期課程1年

受入機関名：Queen's University

研修期間：令和6年8月8日～令和6年11月27日

1. 受入機関について

国際共創力強化インターンシップとして、カナダのキングストンにある Queen's 大学に行った。解析的整数論や超越数論など数論の様々な分野を研究している Ram Murty 先生に受け入れて頂いた。



2. 業務内容と成果

最初に Murty 先生にお会いした時に、いくつかの研究課題について議論した結果、確率数論という分野を勉強することとなった。自分にとって新しい分野であったが、「Hardy-Ramanujan's Asymptotic Formula for Partitions and the Central Limit Theorem」という論文を読み、理解したのち他のタイプの Partition function に対しても確率論を用いることで漸近公式を得ることができるか、ということの研究をした。

Murty 先生と週に 1, 2 回程度セミナーを行い、Queen's 大学での滞在期間内に distinct partition function の場合も Lyapunov's central limit theorem を用いることで漸近公式を得ることができた。その結果を Murty 先生との共著論文として現在執筆中である。また、別のタイプについても現在検証中であり、引き続き研究を進めていきたい。

Murty 先生との共同研究以外にも、週に 1 回の確率数論の授業で J. Steuding による Probabilistic Number Theory という資料を輪読した。また、数論セミナーに参加し、自分の研究についての講演も行った。



3. 感想や反省点

研究集会として 1 週間海外に滞在するのと違い、長期間大学に滞在したことで海外の学生と研究についてはもちろんのこと、その後のキャリアについてなど様々なことを話し、知ることができとても貴重な経験となった。

今回取り組んだ確率数論という分野はカナダで初めて聞いた分野であり、確率論を復習することから始めた。カナダに行く前に事前に詳細に打ち合わせをしていれば、基礎の部分を日本で勉強していくことができ、より有意義な時間が過ごせたと思う。最終的に主結果を得ることはできたが、まだまだ確率論の部分をしっかりと理解できていないためこれからさらに勉強する必要があると考える。

4. その他（任意記述）

（以上）

IV 学生レポート 等

前原 将太

超平面配置に関する共同研究, 特に多重配置のextendability

前原 将太

博士後期課程1年

受入機関名: Ruhr Universität Bochum (ルール大学ボーフム)

研修期間: 令和6年10月7日～令和6年12月6日

1. 受入機関について

- ・ルール大学ボーフム, Gerhard Röhrle 先生の研究室



大学の様子



左から Sven, Röhrle先生, 前原

参考: <https://math.ruhr-uni-bochum.de/en/fakultaet/arbeitsbereiche/algebra/research-team-roehrlle/guests/>

2. 業務内容と成果

(主な流れ) 平日 (月曜～金曜) にルール大学で貸して頂いたオフィスに行

き、そこで博士後期課程3年の共同研究者、Sven Wiesnerさんと議論し研究を進め、週に一回以上の頻度でRöhrle先生とセミナー、また同じく共同研究者となるTorsten Hoge博士と適宜emailで進捗を交換するなど行なった。成果としては、前半の一ヶ月あまりで共著で論文の初稿を書き、短いバージョンを来年度北海道大学で行われる国際研究集会：FPSACに提出した。第一のテーマがある程度ひと段落したという事で、インターンシップ終盤では、少し異なった研究対象についての議論を始め、ここでも多少の進捗を生むことができた。



(詳細) インターンシップ期間中に集中的に取り組みたいテーマは前もっていくつか話し合っていたが、まずは各テーマについて改めてそれぞれの知っている結果の共有を行い、二ヶ月間の研究の方針について吟味した。手計算とコンピュータによる実験を交えた予想に過ぎないが、「exponents」という対象について私が独自に得ていた予想を踏まえ、「exponentsとextendabilityは(すでに知られていること以上に)かなり強い関係があるのでは無いか」という考察が生まれ、大阪大学の吉永正彦先生による導入からあまり進展の無い分野である「extendability」=「extendableかどうか」というテーマに関して一番に取り組むことにした。このテーマはまだあまり研究されていない分野であるが、例えば、ある意味「極端にバランスの悪い」場合には立教大学(兼、九州大学客員教授)の阿部拓郎先生が既に結果を持っていたことを本人から教えて頂いて確認した。

初めに、「 $(2,4,1,4)$ という数字の組はextendableでない」という具体的な予想の解決に取り組んだ。これはextendableであるかどうかを即座に示すのが難しい「一番小さな」場合であり、共同研究者にあたるそれぞれが経験則から「 $(2,4,1,4)$ は難しく、これ以下のものはすべてextendableである」ということは何となく知っていたが、特にHoge博士とRöhrle先生のコンピュータを用いた大規模な実験によって、確からしいと予想されていたと教えて頂いた。この問題を最終的に解決できたことが今回のインターンシップにおける実質の主な成果である。また、ここでの証明はより一般的な予想「 $k>3$ のとき、 $(2,k,1,k)$ は

IV 学生レポート 等

extendableでない」に簡単に一般化できるものであった。なおこれらの議論は、超平面配置分野全般において多大な知見を持っておられる阿部先生にも(オンラインで)共有し、アドバイスを頂いた。

幸運な事にインターシップ開始から約一ヶ月で、Extendabilityに関する共同研究がおおよそ纏まったので、2025年7月に北海道大学で開催されるFPSACという国際集会用の記事を共同編集にて作成・提出した。FPSACにもし採用されると論文として Séminaire Lotharingien de Combinatoire より出版されるが、いずれにせよ同内容を近いうちにarXivにアップロードする予定である(これは現在、オンラインの共同編集機能をつかい作成中であり、年内(2024年12月中)に完成予定)。

その後、阿部先生、Röhrle先生、Svenさんとの共同研究となる、超平面配置の代数に関する別の研究テーマについても議論を進めた。これについても、簡単な場合についていくつかの具体例を考え、わずかながら結果を得た。

3. 感想や反省点

インターンシップの行き先・内容を決めたのが渡航の直前となったため、航空券や宿の手配が若干忙しく、事務の方々にも急ぎ足で対応して頂くこととなった。また、二ヶ月の滞在のうちのほとんどを過ごす宿が、現金払い・ドイツの銀行から入金 of いずれかだと言われて驚いた。それほどのお金を現金で工面する事に色々不安があったので、海外ではクレジットカード払いが出来る宿に注意して探すと良いかもしれないと感じた。英語圏では無かったが、街の人々の英語レベルが高く、生活面で困ることは少なかった。

4. その他(任意記述)

お世話になった研究室の皆さんがとても親切で、公私ともに非常に良くして頂いた。今回の滞在で以前と比べてかなり顔が広くなったと思うので、今後の共同研究などにつながればとても良いと思う。

(以上)

3. 研究活動成果

受賞記録

数理学系 D1 佐々木 裕貴

ベストポスター発表, 異分野異業種研究交流会2024, 2024.10.19

システム情報科学系 D1 松崎 史弥

2024年 IEEE福岡支部 学生研究奨励賞(第24回), IEEE Control Systems Letters(IEEE福岡支部), 2025.2.17

数理学系 M2 岩倉 康樹

PCF2024 Best Poster Award, Plant molecular phenology and climate feedbacks mediated by BVOCs, 2024.10.30

優秀口頭発表賞, 第2回植物気候フィードバック若手の会, 2024.12.13

数理学系 M2 村上 真悟

奨励賞, 未来社会デザイン統括本部&データ駆動イノベーション推進本部 合同シンポジウムポスターセッション(九州大学未来社会デザイン統括本部, 九州大学データ駆動イノベーション推進本部), 2024.9.3

システム情報科学系 M2 山田 秀流

優秀プレゼンテーション賞, 第20回情報科学ワークショップ事務局, 2024.9.3

数理学系 M1 柴田 修平

Excellent poster award, The Asia Pacific Consortium of Mathematics for Industry (APCMfI), 2024.9.11

経済学系 M1 栗原 昂汰

学生優秀発表賞, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
2024年秋季研究発表会&シンポジウム, 2024.9.11

優秀発表賞, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 九州支部 九州地区におけるOR若手研究交流会 -2024 湯布院-, 2024.10.20

論文発表

数理学系 D3 隈部 哲

Satoshi Kumabe, Hasan Saad, On Matrices Arising in Finite Field Hypergeometric Functions, Bulletin of the Australian Mathematical Society, Volume 110, Issue 3, 421-426, <https://doi.org/10.1017/S0004972724000261>, 国際ジャーナル(国際論文誌)

IV 学生レポート 等

数理学系 D3 吉田 航

Wataru Yoshida, Kei Hirose, Improvement of prediction accuracy by choosing resampling distribution via cross-validation, Behaviormetrika, 52(1), 197-212, <https://doi.org/10.1007/s41237-024-00239-0>, 国際ジャーナル(国際論文誌)

数理学系 D3 楊 曼

Man YANG, Stochastic Homogenization of Parabolic Equations with Lower-order Terms, Kyushu Journal of Mathematics, <https://arxiv.org/pdf/2408.12204>, 国際ジャーナル(国際論文誌)

数理学系 D2 足立 大雅

Taiga Adachi, Kosuke Mizuno, Sohei Tateno, Iwasawa theory for weighted graphs, arXiv:2412.01612, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.01612>, プレプリント(査読前論文)

足立 大雅, Iwasawa theory for weighted graphs, 第21回数学総合若手研究集会, <https://www.math.sci.hokudai.ac.jp/~wakate/mcyr/2025/ja/program.html>, その他(国内会議論文、商業誌の論説・解説、紀要、マス・フォア・インダストリ研究 等)

数理学系 D2 田爪 竜二

Ryuji Tazume, Density of periodic measures for piecewise monotonic maps, Physica Scripta, DOI: 10.1088/1402-4896/ad7175, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1402-4896/ad7175>, 国際ジャーナル(国際論文誌)

数理学系 D2 吉住 峻

吉住 峻, 小貫 啓史, 大橋 亮, 工藤 桃成, 縫田 光司, “Efficient theta-based algorithms for computing (ℓ, ℓ) -isogenies on kummer surfaces for arbitrary odd ℓ ”, Post-Quantum Cryptography, 3-37, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-86602-9_1, プロシーディング(国際会議論文)

数理学系 D1 池田 香凜

Karin Ikeda and Mika Sakata, Multiple zeta values and Euler's reflection formula for the gamma function, Commentarii mathematici Universitatis Sancti Pauli, 71, 71-76, <https://doi.org/10.14992/0002000761>, 国際ジャーナル(国際論文誌)

Karin Ikeda and Ade Irma Suriajaya, The average number of Goldbach representations over multiples of q , arXiv:2405.04315, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.04315>, プレプリント(査読前論文)

K. Ikeda and Y. Kadono, Hurwitz–Lerch type central binomial series, arXiv:2409.16026, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.16026>, プレプリント(査読前論文)

数理学系 D1 河本 亘平

Kohei Kawamoto, Yuichi Goto, Koji Tsukuda, Spectral Clustering Algorithm for the Allometric Extension Model, Statistical Papers, 66, article number 63, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00362-025-01680-3>, 国際ジャーナル(国際論文誌)

システム情報科学系 D1 松崎 史弥

Fumiya Matsuzaki and Takuya Ikeda, Sparse Topology Estimation for Consensus Network Systems via Minimax Concave Penalty, IEEE Control Systems Letters, 10.1109/LCSYS.2024.3407630, 国際ジャーナル (国際論文誌)

Nuthasith Gerdpratoom, Fumiya Matsuzaki, Yutaka Yamamoto, Kaoru Yamamoto, Enhanced sampled-data model predictive control via nonlinear lifting, arXiv:2501.05815, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.05815>, プレプリント(査読前論文)

数理学系 M2 岩倉 康樹

岩倉康樹, Non-singular extensions of circle-valued Morse functions, 数理解析研究所講究録, 2281, 144-152, <https://ndlsearch.ndl.go.jp/books/R0000000025-I012210006697332>, その他(国内会議論文、商業誌の論説・解説、紀要、マス・フォア・インダストリ研究 等)

Koki Iwakura, Non-singular extensions of horizontal stable fold maps from surfaces into the plane, arXiv:2410.22693, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.22693>, プレプリント(査読前論文)

数理学系 M2 村上 真悟

Shinto Teramoto, Naoki Nakashima, Yoko Kasai, and Shingo Murakami, Legal Regulations and Outlook on Cross-Border Sharing of Medical and Health Data: A Japanese Legal Perspective, International Transfers of Health Data: A Global Perspective, 101-137, https://doi.org/10.1007/978-981-97-9983-1_6, その他(国内会議論文、商業誌の論説・解説、紀要、マス・フォア・インダストリ研究 等)

システム情報科学系 M2 山田 秀流

S. Yamada, T. Hanaka, Fixed-parameter Algorithms for Fixed Cardinality Graph Partitioning Problems on Sparse Graphs, Lecture Notes in Computer Science, 14594, 220-232, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-60924-4>, プロシーディング(国際会議論文)

システム情報科学系 M2 XU YUKAI

Yukai Xu, Jingfeng Zhang, Yujie Gu, Privacy-Preserving Heterogeneous Federated Learning for Sensitive Healthcare Data, arXiv:2406.10563, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10563>, プロシーディング(国際会議論文)

数理学系 M1 柴田 修平

Shuhei Shibata, Tomoyuki Shirai, A remark on elephant random walks via the classical law of the iterated logarithm for self-similar Gaussian processes, arXiv:2504.00594, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.00594>, プレプリント(査読前論文)

数理学系 M1 藤吉 裕輔

Yusuke Fujiyoshi, Cyclic-quasi-injective for Finite Abelian Groups, arXiv:2501.03652, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.03652>, プレプリント(査読前論文)

IV 学生レポート 等

数理学系 M1 穆佐 飛来

Hirai Mukasa & Koji Tsukuda, Equality between two general ridge estimators and equivalence of their residual sums of squares, Statistical Papers, 66, 27, 2025, <https://doi.org/10.1007/s00362-024-01644-z>, 国際ジャーナル(国際論文誌)

Hirai Mukasa and Koji Tsukuda, Equality between two general ridge estimators and equivalence of their residual sums of squares, arXiv:2405.20023, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.20023>, プレプリント(査読前論文)

システム情報科学系 M1 柴田 紘希

Taketo Tsujimoto, Hiroki Shibata, Takuya Mieno, Yuto Nakashima, Shunsuke Inenaga, Computing Longest Common Subsequence Under Cartesian-Tree Matching Model, Lecture Notes in Computer Science, 14764, 369-381, https://doi.org/10.1007/978-3-031-63021-7_28, プロシーディング(国際会議論文)

Hiroki Shibata and Dominik Köppl, LZ78 Substring Compression with CDAWGs, Lecture Notes in Computer Science, 14899, 289-305, https://doi.org/10.1007/978-3-031-72200-4_22, プロシーディング(国際会議論文)

Hiroki Shibata, Masakazu Ishihata, Shunsuke Inenaga, Packed Acyclic Deterministic Finite Automata, Lecture Notes in Computer Science, 15539, 284-297, https://doi.org/10.1007/978-3-031-82697-9_21, プロシーディング(国際会議論文)

Hiroki Shibata, Masakazu Ishihata, Shunsuke Inenaga, Packed Acyclic Deterministic Finite Automata, arXiv:2410.07602, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.07602>, プレプリント(査読前論文)

システム情報科学系 M1 朱 江楠

Yuzhang Chen, Jiangnan Zhu, Yujie Gu, Minoru Kuribayashi, Kouichi Sakurai, FreeMark: A Non-Invasive White-Box Watermarking for Deep Neural Networks, arXiv:2409.09996, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.09996>, プレプリント(査読前論文)

学会発表

数理学系 D3 吉田 航

Dynamic variable selection based on Kalman filter, IASC-ARS Interim Conference 2024, 口頭, 国立台湾大学, 台湾, 2024.12

数理学系 D3 楊 曼

Impact of Lower-Order Terms on the Convergence Rates in Stochastic Homogenization of Elliptic Equations, Forum "Math-for-Industry" 2024 - Mathematical Evolution Guiding Industrial Innovation Futures - and ISMI (2024), ポスター, Concorde Hotel Kuala Lumpur, マレーシア, 2024.09

数理学系 D3 藤井 彬人

Exploring Relative Geometric Positions of Isosurfaces in Multi-Fields, IEEE Workshop on Topological Data Analysis and Visualization (TopoInVis 2024), ポスター, オンライン, (米国), 2024.10

数理学系 D2 足立 大雅

Iwasawa theory for weighted graphs, PNU – Kyushu Young Researchers Workshop on Mathematics for Industry, 口頭, 九州大学, 福岡, 2024.08

Iwasawa theory for weighted graphs, 日本数学会2024年度秋季総合分科会, 口頭, 大阪大学, 大阪, 2024.09

Iwasawa theory for weighted graphs, Conférence de théorie des nombres Québec-Maine 2024, 口頭, Université Laval, カナダ, 2024.10

Iwasawa theory for weighted graphs, Ottawa/Carleton Number Theory Seminar, 口頭, University of Ottawa, Québec, カナダ, 2024.10

Iwasawa theory for weighted graphs and discrete-time quantum walks in graphs, 神楽坂代数セミナー, 口頭, 東京理科大学, 東京, 2025.01

Iwasawa theory for weighted graphs, 第152回日本数学会九州支部例会, 口頭, 九州大学, 福岡, 2025.02

Iwasawa theory for weighted graphs, 第21回数学総合若手研究集会 ～数学の交叉点～, 口頭, 北海道大学, 北海道, 2025.03

数理学系 D2 河面 瑛太郎

安定OU過程の観測情報量の漸近挙動, 第29回 情報・統計科学シンポジウム, 口頭, 九州大学, 福岡, 2024.12

数理学系 D2 田島 凌太

A p-adic property of mock modular forms whose shadows have complex multiplication, 第23回仙台広島整数論集会, 口頭, 東北大学, 宮城, 2024.07

数理学系 D2 田爪 竜二

「Measurable partitions and conditional measures」と「stable and unstable manifolds 前半」, Bedford-Lyubich-Smillie勉強会, 口頭, お茶の水女子大学, 東京, 2024.06

数理学系 D1 池田 香凜

On real zeros of the Hurwitz zeta function, 36th Automorphic Forms Workshop, 口頭, Oklahoma State University, アメリカ, 2024.05

The average number of Goldbach representations over multiples of q , 第 17 回 数論女性の集まり, 口頭, 東京工業大学, 東京, 2024.06

Hurwitz 版中央二項級数の特殊値と超幾何級数表示について, 解析数論セミナーII, 口頭, 早稲田大学, 東京, 2024.06

Hurwitz-Lerch type central binomial series, Number Theory Seminar, 口頭, Queen's University, カナダ, 2024.10

Hurwitz-Lerch type central binomial series, Workshop "Mathematics for Innovation" on Ito Campus 2025, 口頭, 九州大学, 福岡, 2025.01

IV 学生レポート 等

数理学系 D1 河本 亘平

Spectral clustering algorithm for the allometric extension model, 2024 日本数学会 秋季総合分科会プログラム, 口頭, 大阪大学, 大阪, 2024.09

混合正規分布モデルにおけるspectral clustering algorithmの評価, 情報・統計科学シンポジウム, 口頭, 九州大学, 福岡, 2024.12

数理学系 D1 小島 道

2つの曲面の直積多様体のtrisection diagramについて, 院生談話会, 口頭, 大阪公立大学, 大阪, 2024.06

Relative trisectionについて, 第60回トポロジー新人セミナー, 口頭, 河口湖セントビレッジ, 山梨, 2024.08

Non-isotopic trisections of a 4-manifold and Nielsen equivalence, 拡大版九大トポロジーセミナー, 口頭, 九州大学, 福岡, 2025.01

Non-isotopic trisections of a 4-manifold and Nielsen equivalence, 第14回さくらセミナー, 口頭, 鹿児島大学, 鹿児島, 2025.03

数理学系 D1 前原 将太

Free multiarrangements of not having any free extension, Algebraic Geometry, Topology, Combinatorics and Related Topics 2025, 口頭, 徳島大学, 徳島, 2025.03

数理学系 D1 山本 航大

最大余次元のホモクリニック接触と統計的非正則性, 日本数学会2025年度年会, 口頭, 早稲田大学, 東京, 2025.03

数理学系 D1 佐々木 裕貴

An Equivalent Proposition to the Four Color Theorem, 2024 Ajou-Kyushu-NIMS Joint Workshop on Industrial and Applied Mathematics, ポスター, Ramada Plaza, Suwon, 韓国, 2024.09

Vertex Labeling and Face Orientation in a Triangulated Planar Graph, 2024 Ajou-Kyushu-NIMS Joint Workshop on Industrial and Applied Mathematics, 口頭, Ramada hotel, Suwon, Kore, 韓国, 2024.09

四色定理と同値な命題, 異分野異業種研究交流会2024, ポスター, 東京科学大学, 東京, 2024.10

システム情報科学系 D1 松崎 史弥

Sparse topology estimation for consensus network systems via minimax concave penalty, 63rd IEEE Conference on Decision and Control, 口頭, Allianz MiCo, イタリア, 2024.12

数理学系 M2 岩倉 康樹

Non-singular extensions of stable fold maps of surfaces into the plane, 特異点論及びその周辺, Singularity Theory and its related fields, 口頭, 千歳アルカディア・プラザ 多目的ホール, 北海道, 2024.06

Non-singular extensions of stable fold maps of surfaces into the plane, 18th International Workshop on Real and Complex Singularities, ポスター, Universitat de València, スペイン, 2024.07

安定写像の非特異拡張問題, トポロジー新人セミナー, 口頭, 山梨県河口湖, 山梨, 2024.08

The Mathematical Model of Plant-to-Plant Communications and Its Applications to Evolutionary Research, Plant molecular phenology and climate feedbacks mediated by BVOCs, ポスター, 長良川国際会議場, 岐阜, 2024.10

Non-singular extensions of horizontal stable fold maps from surfaces into the plane, Japanese Australian workshop on Real and Complex Singularities, ポスター, 埼玉大学, 埼玉, 2024.11

植物間コミュニケーションの数理モデルとその進化的研究への応用, 第2回植物気候フィードバック若手の回, 口頭, 東北大学, 宮城, 2024.12

Non-singular extensions of circle-valued Morse functions, トポロジー金曜セミナー, 口頭, 九州大学, 福岡, 2025.01

植物間コミュニケーションの数理モデル, 数学と諸分野の連携にむけた若手数学者交流会2025, ポスター, 市ヶ谷AP, 東京, 2025.03

曲面から平面への水平安定折り目写像の非特異拡張, 日本数学会2025年度年会, 口頭, 早稲田大学, 東京, 2025.03

Non-singular extensions of horizontal stable fold maps from surfaces to the plane, 幾何学と特異点 2025, 口頭, 東京学芸大学, 東京, 2025.03

数理学系 M2 西 康汰

Mathematical Modeling of the Learning Mechanism in True Slime Molds, PNU – Kyushu Young Researchers Workshop on Mathematics for Industry, 口頭, 九州大学, 福岡, 2024.08

Mathematical Modeling of the Learning Mechanism in True Slime Molds, Forum “Math-for-Industry” 2024 - Mathematical Evolution Guiding Industrial Innovation Futures - and ISMI (2024), ポスター, concorde hotel, マレーシア, 2024.09

真正粘菌の馴化メカニズムの数理モデリング, 異分野異業種研究交流会2024, ポスター, 東京科学大学, 東京, 2024.10

真正粘菌の馴化メカニズムの数理モデリング, 応用数学合同研究集会, 口頭, 龍谷大学瀬田キャンパス, 滋賀, 2024.12

真正粘菌の学習メカニズムの数理モデリング, 第152回 日本数学会九州支部例会, 口頭, 九州大学, 福岡, 2025.02

真正粘菌における馴化の反応拡散に基づく数理モデリング, ジオラマ行動力学 第7回領域全体会議, ポスター, 東北大学, 宮城, 2025.03

IV 学生レポート 等

数理学系 M2 村上 真悟

Mathematical Approaches to Legal Problems, 2024 Ajou-Kyushu-NIMS Joint Workshop on Industrial and Applied Mathematics, 口頭, Ramada Plaza, Suwon, 韓国, 2024.09

A Probabilistic Model for Evaluating Legal Causality, 2024 Ajou-Kyushu-NIMS Joint Workshop on Industrial and Applied Mathematics, ポスター, Ramada Plaza, Suwon, 韓国, 2024.09

法的因果関係概念の数学的モデリング, 未来社会デザイン統括本部&データ駆動イノベーション推進本部 合同シンポジウムポスターセッション, ポスター, 九州大学, 福岡, 2024.09

数理論理学を用いた法的因果関係概念の記述, 数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野異業種研究交流会 2024, ポスター, 東京科学大学, 東京, 2024.10

理論理学を用いた法的因果関係概念の記述, 第2回九州大学人社系副専攻プログラム研究ポスター報告会, ポスター, 九州大学, 福岡, 2024.10

不法行為における因果関係立証の数学的基礎づけと情報法制, 情報ネットワーク法学会 第24回研究大会, 口頭, 広島大学, 広島, 2024.12

確率を用いた個別的因果関係の立証, 九州大学データ駆動イノベーション推進本部デジタル社会創造研究部門 デジタル社会における法・政策研究セミナー, 口頭, JR博多シティ会議室, 福岡, 2025.03

因果関係概念の数学的モデリング, 第37回九州法理論研究会, 口頭, 久留米大学, 福岡, 2025.03

数数理論理学を用いた法的因果関係概念の分析, 第21回数学総合若手研究集会 ～数学の交叉点～, 口頭, 北海道大学, 北海道, 2025.03

数理学系 M2 室屋 秀平

室屋 秀平, glmnetでの精確な解を高速に求めるための設定値選択の自動化, 2024年度統計関連学会連合大会, 口頭, 東京理科大学, 東京, 2024.09

室屋 秀平, Learning appropriate setting values for “glmnet” package, Forum “Math-for-Industry” 2024 - Mathematical Evolution Guiding Industrial Innovation Futures - and ISMI (2024), ポスター, concorde hotel, Universiti Teknologi Malaysia, マレーシア, 2024.09

精確な推定を実現するglmnetの設定値選択, 計算技術による学際的統計解析ワークショップ, ポスター, 統計数理研究所, 東京, 2025.02

システム情報科学系 M2 日隈 俊秀

ノイズの相関を利用した、機械学習による表面符号のデコー ドアルゴリズム Machine-learning decoding algorithm for surface code using noise correlation, 第二回QJM研究会, 口頭, 広島大学, 広島, 2024.09

非定常ノイズ下での機械学習を用いた表面符号のデコーダーの性能評価, 量子情報技術研究会 (QIT51), ポスター, サンポートホール高松, 香川, 2024.11

システム情報科学系 M2 山田 秀流

Fixed-Parameter Algorithms for Cardinality-Constrained Graph Partitioning Problems on Sparse Graphs, International Symposium on Combinatorial Optimization - ISCO 2024, 口頭, University of La Laguna, スペイン, 2024.05

Parameterized Complexity of Fixed-Cardinality Graph Partitioning and Its Variants, 24th Korea-Japan Joint Workshop on Algorithms and Computation, 口頭, Sungshin Women's University, 韓国, 2024.08

サイズ制約付きハイパーグラフ分割問題に対する高速アルゴリズム, 第20回 情報科学ワークショップ, 口頭, 名古屋工業大学, 愛知, 2024.09

ハイパーグラフ上のサイズ制約付き分割問題に対する高速アルゴリズム, 2024 年度 九州地区における若手 OR 研究交流会, 口頭, 福岡工業大学, 福岡, 2024.10

サイズ制約付きハイパーグラフ分割問題の固定パラメータ容易アルゴリズム, OR学会中部支部研究会, 口頭, 南山大学, 愛知, 2025.03

システム情報科学系 M2 XU YUKAI

Privacy-Preserving Heterogeneous Federated Learning for Sensitive Healthcare Data, IEEE Conference on Artificial Intelligence, ポスター, Marina Bay Sands, シンガポール, 2024.06

画像分類における効率的なバックドア防御のためのアクティバースhonクリッピング, コンピュータセキュリティシンポジウム2024, 口頭, 神戸国際会議場, 兵庫, 2024.10

数理学系 M1 柴田 修平

2体のelephant random walkの無限衝突について, 2024年度確率論ヤングサマーセミナー (YSS2024), 口頭, 西谷津温泉宮本の湯, 埼玉, 2024.08

The infinite collision of two elephant random walks, Forum "Math-for-Industry" 2024 - Mathematical Evolution Guiding Industrial Innovation Futures - and ISMI (2024), ポスター, Concorde Hotel Kuala Lumpur, マレーシア, 2024.09

The infinite collision of two elephant random walks, 2024 Ajou-Kyushu-NIMS Joint Workshop on Industrial and Applied Mathematics, ポスター, RAMADA HOTEL, 韓国, 2024.09

The infinite collision of two elephant random walks, 異分野異業種研究交流会2024, ポスター, 東京科学大学, 東京, 2024.10

The law of iterated logarithm for centered continuous Gaussian processes, 無限粒子系、確率場の諸問題XIX, 口頭, 奈良女子大学, 奈良, 2025.01

The infinite collision of two elephant random walks, Workshop "Mathematics for Innovation" on Ito Campus 2025, 口頭, 九州大学, 福岡, 2025.01

The law of iterated logarithm for centered continuous Gaussian processes, NUS probability seminar, 口頭, National University of Singapore, シンガポール, 2025.02

The law of iterated logarithm for centered continuous Gaussian processes, 第152回 日本数学会九州支部例会, 口頭, 九州大学, 福岡, 2025.02

The law of iterated logarithm for centered continuous Gaussian processes, 新潟確率論ワークショップ, 口頭, 新潟大学, 新潟, 2025.03

IV 学生レポート 等

数理学系 M1 穆佐 飛来

Equality between two general ridge estimators and equivalence of their residual sums of squares, Kyushu University/Seoul National University – Statistics DS workshop, 口頭, ソウル大学校, 韓国, 2024.07

2つの一般リッジ推定量及びその残差平方和の等価性, 2024年度統計関連学会連合大会, 口頭, 東京理科大学 神楽坂キャンパス, 東京, 2024.09

一般線形モデルにおけるベイズ線形推定量の研究, 科研費シンポジウム「構造化されたデータ解析とその統計・機械学習モデルの新展開」, 口頭, 南山大学名古屋キャンパス, 愛知, 2024.11

一般線形モデルにおけるベイズ線形推定量の研究, 日本数学会2025年度年会, 口頭, 早稲田大学, 東京, 2025.03

システム情報科学系 M1 柴田 紘希

CDAWGによるLZ78部分文字列圧縮, 2024年夏のLAシンポジウム, 口頭, 鳥羽商工会議所, 三重, 2024.07

LZ78 Substring Compression in CDAWG-compressed Space, The 24th Korea-Japan Joint Workshop (WAAC 2024), 口頭, Sungshin Women's Universi, 韓国, 2024.08

Augmented Position Heapの先頭追加オンライン構築, STRセミナー2024, 口頭, 北海道大学, 北海道, 2024.09

LZ78 Substring Compression with CDAWG, 31st International Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE 2024), 口頭, Fiesta Inn Hotel, メキシコ, 2024.09

トライの接尾辞木に対する高速な更新手法, AFSA 2024年度第2回領域集会, ポスター, TKP神田ビジネスセンター, 東京, 2024.11

Packed Acyclic Deterministic Finite Automata, 50th International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Computer Science (SOFSEM 2025), 口頭, Bratislava, スロバキア, 2025.01

システム情報科学系 M1 朱 江楠

An Unobtrusive Method of White-Box Watermarking for Copyright Protection in Deep Neural Networks, IWSEC 2024, ポスター, 国立京都国際会館, 京都, 2024.09

システム情報科学系 M1 高山 航輔

トポロジーに対する量子回路のマッピング, 第2回QJM研究会, 口頭, 広島大学, 広島, 2024.09

強化学習を用いたノイズ対応量子回路マッピング, 第51回量子情報技術研究会 (QIT51), ポスター, サンポートホール高松, 三重, 2024.11