

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
程 宇中

共創メンター／大学院農学研究院 Ta Viet Ton

The focus of research in Professor Ton's laboratory centered on employing deep learning techniques for weather forecasting. This involved developing a predictive model via a deep neural network, utilizing data gathered from the Ito campus at Kyushu University. The dataset comprised records taken every 10 minutes throughout 2021 and 2022, including seven variables: temperature, humidity, solar radiation, wind speed, wind direction, rainfall, and pressure. Our objective was to predict these parameters using a deep learning model.

Initially, the data underwent preprocessing to segment it into training and test sets and to perform dimensionality reduction. We selected a Multilayer Perceptron (MLP), a type of deep neural network characterized by its fully connected layers, for our model. Our investigation focused on an MLP configuration consisting of an input layer, a hidden layer, and an output layer. The model's parameters were updated through training using a stochastic gradient descent algorithm and a squared loss function. The MLP's structure, including the number of hidden nodes, and the optimization of training performance via the learning rate hyperparameter, were determined through k-fold cross-validation.

Our final model demonstrated promising results in minimizing squared loss on the test set and uniquely excelled at predicting all seven environmental parameters concurrently. These findings were detailed in our published paper, highlighting the distinctive strengths of our methodology.

システム情報科学系 D3
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

商店街における歩行者の行動を分析することにより、店舗や通路の配置を最適化し、ショッパーの活性化を増やす課題を見つけた。商店街から二つの位置で歩行者の行動ビデオを収集した。画像処理技術を活用して、二つのビデオに現れた同一人物を再識別し、追跡できるモデルを開発した。検知範囲内の判別した歩行者情報を使ってモデル性能の評価方法を提案し、モデルを最適化した。今後、異なるシーンでのビデオを用いて、モデルの識別正確率を向上させる。

数理学系 D2
隈部 哲

共創メンター／大学院農学研究院 Ta Viet Ton

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 D2
吉田 航

共創メンター／大学院工学研究院 池田 達紀

弾性波速度変化の数値データに対して、統計的な分析を行なっている。本データには、周期的な変動が存在する可能性がある。そこで、動的回帰モデルを用いることで、時間的な変化を含めて、周期成分の推定を試みている。現在、本モデルにおいて、周期成分の変化の滑らかさや、周波数など、ハイパーパラメータによって、異なる結果が確認されているため、これらの調整、比較が今後の課題である。

はじめに

II
プログラムについて

III
活動記録

IV
1. 数学共創・創発モデリング報告

IV 学生レポート 等

数理学系 D2
江頭 貴成

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 竹内 純一

高い汎化性能を示す深層学習の理論的な仕組みの解明に取り組んだ。より具体的には隠れ層が一層の場合のニューラルネットワークにおける、活性化関数にReLUを用いた場合についての理論を研究した。活性化関数が存在しない場合では、指数的に小さい誤り確率が得られている。そこで、活性化関数にReLUを用いた場合でも誤り確率が指数的に小さいことを数学的に証明することを試みたが、成果は出せなかった。ReLUの非線形性をどのように処理するかが今後の課題である。

数理学系 D2
楊 曼

共創メンター／大学院農学研究院 Ta Viet Ton

We introduce a new SDE model to investigate the dynamics of schooling predators attacking schooling prey in an obstacle-free domain. This new model differs from that of our previous work since schooling predators will be considered not only one. Many techniques developed in the model can directly be available to analyze their solutions, including asymptotic behavior and numerical computations. And the rules of behavior of individual animals can be described precisely.

システム情報科学系 D2
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

励起子の輸送に関してUnucheck (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。

システム情報科学系 D2
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

1つのスカラ場のコンタのトポロジー変化を記述した数理解造に Reeb graph があるが、2つのスカラ場で、コンタのペアの包含関係がコンタの閾値を変えたときにどのように変化しているかを知る術はない。コンタの全てのペアを記述する数理解造として、新しくReeb graphの積を導入し、交差しているコンタのペアと交差していないコンタのペアを示す領域に分離した。結果、コンタの包含関係を記述した新しい数理解造、Reeb complement とアルゴリズムを提案した。今後の課題は、コンタの相対位置関係の情報も統合することである。

数理学系 D1
足立 大雅

共創メンター／大学院法学研究院 西村 友海

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。

数理学系 D1
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

多目的最適化問題において、局所的な最適解からなる谷を複数持つという性質を多峰性と呼ぶ。さらに谷同士がどのように繋がっているか、入れ子になっているのかが、問題を解くアルゴリズムの性能に影響する。そこで、谷同士の関係が明示的に分かるベンチマーク問題を構成した。また、その問題からアルゴリズムが各谷をどの程度探索できたかを測る指標を作成し、それを用いて、アルゴリズム毎にどのような多峰性を持つ問題を得意とするのかを調べた。

数理学系 D1
河面 瑛太郎

共創メンター／基幹教育院 岡本 剛

PLOS ONEという雑誌の論文では神経活動由来の時系列データであるBOLD信号を解析していた。しかし、この解析で用いられるOU過程のパラメータ推定の数理背景が整備されていなかったためこの整備を目的として研究している。

OU過程の推定の前段階として比較的簡単な無限分散回帰モデルでのパラメータの推定とその推定量の $\sqrt{n}$ -一致性を示した。今後は、この研究で用いた手法を応用してOU過程の推定を行っていく。現在の課題はOUモデルの全パラメータの収束レート、漸近分布を特定することとOU過程モデルのパラメータ推定を行うシミュレータをRで作ることである。

数理学系 D1
田島 凌太

共創メンター／基幹教育院 岡本 剛

量子コンピュータの登場が間近になった現在、量子コンピュータの計算速度に耐えられる耐量子暗号の研究が盛んに行われている。私はその中でも同種写像暗号と呼ばれる暗号理論について調べ、課題発見やその解決を試みた。しかし、SIDH鍵共有方式などの種々の理論を理解するのに時間を要し、その試みは果たせなかった。今後、これらの理論をより深く理解し研究課題の発見と解決を行いたいと考えている。

数理学系 D1
田中 友理

共創メンター／大学院経済学研究院 瀧本 太郎

Fu, Guan Lin, Hao(2022)において、ジャンプ有り確率微分方程式モデルに対するパラメータ推定のアルゴリズムが述べられ、シミュレーションがなされている。当シミュレーションは、ジャンプの大きさが従う分布を正規分布と想定しているが他の分布想定の下、同様のアルゴリズムを実行した場合の結果比較をすることにした。それに向け、当シミュレーション及びその前段階であるKim, Wang(2016)で提示されているシミュレーションの再現実習に取り組んでいる。現時点で、アルゴリズム自体のコーディングには至ったが、インプットするデータの生成に疑問が残る。

IV 学生レポート 等

数理学系 D1
弘中 祐希

共創メンター／大学院芸術工学研究院 伊藤 浩史

生物学においては、概日リズムや食物連鎖など、多くの現象を力学系として表すことができる。実験で得られたデータからコンピュータ上に力学系を再現できれば、これらの現象の解明に役立つ。そこで本年度は機械学習を用いて力学系の再現を行うリザーバー計算についての論文を読んだ。さらに、リザーバー計算のサンプルコードを実装した。

数理学系 D1
吉住 峻

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 木村 慧

情報理論の最適化問題、特に整数係数の線形計画問題について共創メンターの木村先生の下で研究を行っている。具体的には、整数係数の線形不等式で表現される整数点の集合について、その不等式の性質と整数点の集合の性質の関係性について調べている。それらの研究の発表や論文を今後引き続き行いたいと考えている。

数理学系 D1
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

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 D1
施 展

共創メンター／大学院システム情報科学研究院 孫 兆鴻

During the last semester, I learned some basic concepts of matching theory, including definitions of stable matching in various models, and algorithms that can find such stable matchings when they exist. Weekly seminars with my supervisor involve in-depth discussions on papers and lecture notes. In different models, stability is defined in various ways, often with different additional conditions. In our seminar, we discuss how these models work, why they are rational, and whether we can make feasible generalizations. Whenever I encounter difficulties understanding papers, my supervisor always helps me solve them.

Recently, I have been reading some papers on algorithms in matching theory. As mentioned earlier, our goal is to find a stable matching in a matching problem, which requires a reliable algorithm. In fact, there is an algorithm based on Scarf's lemma in linear programming that utilizes pivoting to find an optimal solution, which can be viewed as a stable matching. I have built a Python program on my computer to implement this algorithm. Hence, my plan for future studies is to conduct more research on matching theory. The first step is to run the program with various datasets and analyze the results. Of course, weekly seminars will be held in the next semester, and I will read more papers on matching theory.

数理学系 D1
Ho Ka Long Keith

共創メンター／学院システム情報科学研究所 竹内 純一

Our work builds on the recent paper “Approximate spectral decomposition of Fisher information matrix for simple ReLU networks” by Takeishi et al (2023). The current research direction is to employ the Neural Tangent Kernel, first suggested by Jacot et al in 2017, which gives a description of the parameters at initialization. We hope to employ the methods suggested in that paper and those that follow to approximate give approximate constant eigenvectors of the FIM, which will drastically simplify the theoretical understanding in this area.

In the future, we are also hoping to employ such methods to analyze the generalization error of these FIM predictions and possibly display double/multiple descent phenomenas. Doing so will justify the efficacy of overparameterization in neural networks and can open up a horizon of research opportunities.

システム情報科学系 D1
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

Gaina先生の取り組む内容について理解を深めるためゼミを行い、また自身のこれまでの研究での成果を共有して応用可能な部分を探ると共に数学的な知見に基づく助言を頂いた。特に仕様検査や型システムについての応用が考えられた。引き続きゼミを行って研究を深めつつ、量子ハイブリッドプログラミング言語への応用を検討する。

システム情報科学系 D1
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

トポロジーについて、勉強しています。自分の研究分野の論文を読む時良く出ていって関連性があると思います。もう少しこちらのことを勉強して自分の研究をなにかに繋がると考えています。今年もまずトポロジーのことを勉強続けるとしています。

経済学系 D1
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

自分の修士論文からインスピレーションを得られ、「文化資本」をテーマにして共創モデリングで研究したいと考えておりました。そのため、教育経済学を方向にし、大規模的な国際データを利用して読書数・ジャンルが15歳若者の学力に与える影響について統計分析をしました。分析では、性別・本の保有数・読書への関わり方(趣味としての読書)・本のジャンル別の読書習慣(5種類)・両親の最終学歴などを説明変数とする計量モデルを構築し、若者の教育アウトカムとの関係を分析しました。重回帰分析ならびにマルチレベル分析による推定結果によると、本の保有数が他の重要属性を考慮しても若者の学力に有意に正の関係を示していることが示された。

今後は、続いて文化資本という計測しにくくとても大事なコンセプトに基づいて、新しい経済学関連の課題を展開しようと思っております。

数理学系 M2
池田 香凜

共創メンター／理学研究院 野下 浩司

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場合があることが知られている。本研究では、先行研究で行われていたワモンアザラシやハイイロアザラシだけでなく、より多くの種類のアザラシを想定しシミュレーションを行い、標識点ベースの形態測定学を用いて、定量的な評価をおこなった。その結果、平行移動、回転、拡縮に対する幾何学的不変量である形状の意味でズキンアザラシ様の歯形態は比較的バリエーションが小さく、またワモンアザラシ様とカニクアザラシ様が似ていることがわかった。これらの成果を取りまとめ2023 年度日本数理生物学会で口頭発表をおこなった。

IV 学生レポート 等

数理学系 M2
河本 亘平

共創メンター／大学院経済学研究院 大西 俊郎

「Statistical Inference」というテキストを用いて数理統計学の基礎的な内容を学習した。またテキストの“miscellanea”の部分で応用的な内容を学習した。必要に応じて他のテキストや論文を用いてテキストの内容を深掘りした。基礎的な内容でも、大西先生のコメントにより新しい知見を得ることができた。

今後は、ベイズ統計学を初めとする統計学の手法を用いて統計学を数理的に探求し、興味ある問題に対して研究を行いたい。

数理学系 M2
小島 道

共創メンター／情報基盤研究開発センター 櫻井 大督

モデルのパラメタ推定のために、パラメタ空間上での尤度の分布を可視化した。今回のデータでは、パラメタ空間の次元が高次元であったことから、主成分分析を行い、2次元まで次元を落としても9割の分散を説明できることがわかった。そのため、2次元でデータ構造を可視化した。その結果、局所最適解が多く存在しているためにソルバ選択が難しいことが確認された。また、トポロジカルデータ解析でこの様子が抽出できることも確認した。

数理学系 M2
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

1年半を通じて、研究室単位で週に1回、量子物理についての教科書を読み、修士・学部生ともに自主ゼミを行った。量子力学・特殊相対性理論・統計物理学等、量子物理を理解する上で必要とされる知識・理論について、自作ノートを作成、共有し、これを基に議論した。

また、個人単位で、物理学的場の量子論において成り立つとされているいくつかの命題について、その数学的記述は如何なるものか、いくつかの論文や本の記述を基に、その命題を成り立たせる数学的条件は何かを考察した。

数理学系 M2
徳田 智紀

共創メンター／大学院医学研究院 有村 秀孝

医療現場において、CTやMRIなどの画像情報は非常に重要な診断データである。しかし現在、それらを解析する手法については、経験に基づく診断や説明不可能な人工知能によるシステムなどが主であり、厳密性と説得力に欠ける。本研究は、幾何学的な意味づけが確立されているホモロジーの計算をがんの画像に対して行い、がんの悪性度(転移や再発の可能性の程度)との関連を調べた。本研究は腫瘍自体と、腫瘍の外に対してホモロジーをベッチ数マップとしてプロットすることで、患者の予後予測性能を従来法よりも改善できることを示した。

Egashira M, Arimura H, Kobayashi K, Moriyama K, Kodama T, Tokuda T, Ninomiya K, Okamoto H, Igaki H. Magnetic resonance-based imaging biopsy with signatures including topological Betti number features for prediction of primary brain metastatic sites. Phys Eng Sci Med. 2023 Aug 21. doi: 10.1007/s13246-023-01308-6. Epub ahead of print. PMID: 37603131.

数理学系 M2
パク ジュワン

共創メンター／大学院芸術工学研究院 伊藤 浩史

機械学習に様々な教育方法があるが、Recurrent Neural Networkは前のステップのデータに基づいて学習するアルゴリズムを採用している。その特性は離散力学系の仕組みと共通している。本研究はその特性に着目してLogistic mapに対して機械学習を行った。RNNの教育を行う際に使われる重み行列にスペクトル半径を制限する条件の下で、機械学習があるparameterでは高い精度を持つ事を確認した。また、Logistic mapに終わらずより拡張して高次の多項式や微分方程式に適用できるようにしている。

数理学系 M2
前原 将太

共創メンター／病院 中島 直樹

中島先生の監督・ご指導のもと、九州大学の福田治久先生が開発されたデータベースを基盤とするLIFE Studyと呼ばれるプロジェクトを学んでいる。

具体的には、匿名化された実際の患者のデータを活用し、心不全の治療に有効とされている3種類の薬の処方との組み合わせと予後との相関関係を探っている。

結果的に、複数の薬を組み合わせることで単剤の場合よりも予後が良くなっていることなどが統計的に確認でき、令和5年度11月に開催された日本薬剤疫学会の学術総会にてポスターセッション形式の発表を行った。

数理学系 M2
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。

システム情報科学系 M2
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

Although the current traditional Kramer-Kronig (KK) algorithm can recover the phase information of the signal with a relatively simple hardware structure, it can achieve complex orthogonal signal modulation at a lower cost.

However, there are currently some complex calculation steps in the KK algorithm. Higher computational complexity will increase system power consumption.

In order to reduce the system cost and operating cost, the goal of this research is to reduce the computational complexity of the traditional KK algorithm, thereby optimizing the existing KK receiver.

During the research process, mathematical tools such as Mitchell approximation were tried, but the results were not satisfactory. Finally, Fast Fourier Transform (FFT) was adopted to replace the Hilbert transform, and the system energy consumption was reduced by flexibly adjusting the FFT size.

In the future, KK receivers will have wide application prospects not only in optical fiber communications, but also in energy-consumption-sensitive underwater optical communications and satellite free space communications.

IV 学生レポート 等

システム情報科学系 M2
LYU YANG

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 縫田 光司

今回の数学共創では、「暗号のための代数入門」という教科書を使用し、ホワイトボードを使って解説を行いました。この過程で、群、環、体の概念と性質について説明しました。群の閉性、結合法則、単位元、逆元などの重要な性質や、環の環元素と環の乗法単位元の特徴について深く探究しました。また、体の定義と性質についても学びました。ゼロ元素、単位元素、逆元素、および可逆性などが含まれます。

代数の概念を学んだ後、ユークリッドのアルゴリズムを学びました。これは最大公約数を計算するためのアルゴリズムです。ユークリッドのアルゴリズムを理解し、適用することで、効率的に2つの数の最大公約数を求めることができました。これは暗号学において重要な応用があります。手順や原理について議論し、実際の例を用いてデモンストレーションや演習を行いました。

さらに、素数の関連する性質と重要性についても説明しました。素数の定義や、素数と合成数の違いについて探究しました。素数は暗号学において重要な役割を果たしており、RSA暗号アルゴリズムなどにおいて素数の選択は暗号の安全性にとって極めて重要です。

今回の数学共創を通じて、代数の基本的な概念と性質を学ぶだけでなく、これらの概念が暗号学でどのように応用されるかについても理解しました。

経済学系 M2
平田 伸哉

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 白井 朋之

仮想通貨ビットコインのトランザクション(取引)の様子を確率モデルで表現する研究を行っている。「chainlet」という、トランザクションのインプットとアウトプットの個数と量を表す構造に着目し、UTXOと呼ばれる未使用なビットコインの量の推移について分析を行った。確率分布などの特徴を抽出し、プログラムでシミュレーションを行った。例えばアウトプット数が入力数より多い場合、UTXOのビットコインの量はべき乗則に従い、生存時間は指数法則にしたがうことが分かった。今後はよりモデルを改善し、新たな特徴を見つけていきたい。

数理学系 M1
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

- 量子力学についての知識を修得するため、現在、上田正仁「現代の量子力学」を廣川真男研究室所属の学生と仲間内でのセミナー形式での発表という形で週に1度行っている。
- 量子力学についての勉強が終わった後は量子情報、量子ウォーク、統計力学の勉強をしたいと思っている。
- E.H.Liebの書いた量子情報エントロピーの論文[Convex trace functions and the Wigner-Yanase-Dyson conjecture, Adv.in Math.(1973)]のエントロピーの不等式(作用素のトレースの不等式)について何かできれば良いと考えている。(精度を良くするか条件の緩和ができればいいと思っている。)

数理学系 M1
岩倉 康樹

共創メンター／大学院理学研究院 佐竹 暁子

植物は虫害や熱害に対して揮発性の化学物質(BVOC)を放出し、そのシグナルを受容した枝や個体は防衛反応を呈することが知られている。現在BVOCの研究は多くの研究者達によって精力的に進められている。私はBVOCのシグナルの放出、受容を言語のやり取りと見做し、言語のモデルを模倣したBVOCの放出、受容の数値モデルを構築することで現象の理解を目指している。

数理学系 M1
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

私が深層学習に興味があることと偏微分方程式を専攻していることから、ニューラルネットワークを用いた微分方程式を解く手段であるPINNについて学んだ。具体的には、Pythonで書かれたPINNのコードの理解、PINNの前提であるニューラルネットワークの動作原理の理解、そして実際にPINNを動かすといったことを行なってきた。今後はより一般化した偏微分方程式に対するPINNの取り扱いについて学ぶことが課題である。

数理学系 M1
西 康汰

共創メンター／生体防御医学研究所 久保田 浩行

週1回、研究室のセミナーに参加し生物分野の知識を深めてきた。また、共創メンターとのディスカッションを通して、DNAシーケンスに用いられる数学的手法のような生物学と数学の関わりを学んだ。現在、シグナル伝達を記述する微分方程式モデルの解析を行なっている。今後はモデルの解析を進めるとともに、数理モデリングにも関わりたいと考えている。

数理学系 M1
三苫 隆翔

共創メンター／大学院工学研究院 池田 達紀

地震波は一般に固い物質より柔らかい物質内で遅く進む。雨が降った時地盤が柔らかくなると地震波速度は遅くなる。また積雪により地下に働く応力が増加することで地盤が固くなり地震波速度が早くなる。このように気象データと地震波の速度変化には密接な関係がある。

今後の研究では時系列解析や機械学習を行うことで、気象データから地震波速度変化の予測をする。この結果、計測値が予測値より大きく外れた場合に気象以外の外的要因(地震など)の存在を見つけることが期待できる。

数理学系 M1
村上 真悟

共創メンター／大学院法学研究院 寺本 振透

①法律実務家を支援するツールの開発、②グラフを用いた当事者の関係性のモデリングを目標に研究を行った。①については、特許の構成要件を分析する技術を目指して特許法を学習した。②については、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ている。今後は、得られた法的知識を基に、数学を活用する方法について研究を続けたい。

数理学系 M1
室屋 秀平

共創メンター／大学院工学研究院 劉 維

沸騰に関する物理現象である限界熱流束は、圧力や水の温度など様々な条件に依存して変化すると考えられている。しかし、その関係は複雑であり、完全な相関式は確立されていない。そこで、限界熱流束と、その条件のデータから、モデルを構築することで、条件から限界熱流束を予測することが本研究の目的である。また、予測だけでなく、物理的な背景も解明できるよう、解釈性も備えたモデルによる予測も行いたい。

数理学系 M1
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と復元技術を学習した。まずは足立、丸山 著「カルマンフィルタの基礎」を読んでカルマンフィルタに関する知識をつけ、その後廣川先生の論文“Concealing-restoring system for physical layer data: Based on stochastic filtering theory”を読んで論文内で紹介されているプログラムを自身のコンピュータ上で実装した。今後はこの技術を応用できる分野を具体的に決定し、その応用方法を研究する予定である。その分野の候補としては自動運転やBrain machine interfaceなどを考えている。

IV 学生レポート 等

システム情報科学系 M1
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に関する主要な論文を調べて発表するセミナーを週に1回の頻度で行なった。セミナーを通して、実際のシリコン量子ビットの測定・制御の方法や、ノイズの特性、デバイスの物理について深く知ることができた。今後は、セミナーを通してデバイスに関する知識を深めて自分の研究に活かすとともに、共同研究の課題を見つけていければと思う。

システム情報科学系 M1
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

最大カット問題は、NP困難である代表的なグラフ最適化問題の1つである。この問題について、Complexity of Maximum Cut on Interval Graph [Adhikarら、2020]によって、入力グラフを区間グラフに制限した場合においてもNP困難であることが示された。また、区間数(区間の長さの最小種類数)を4に制限した場合ですらも、Maximum cut on interval graphs of interval count four is NP-complete [Figueiredoら、2020]によってNP困難であることが示された。本研究では区間数が3である場合におけるNP困難性を示すことを目標として、帰着グラフの構築に関するアイデアを得ることを目的に、これらの論文を深く理解した。

システム情報科学系 M1
XU YUKAI

共創メンター／大学院法学研究院 西村 友海

Copyright protects works that are original when independently created by a human author. However the application of generative AI allows a new approach to create works, which leads to problems that whether the AI generated works are protected with copyright. In 2023, the US Copyright Office granted an AI-assisted comic book with copyright but AI-generated key images are excluded. The office explained that the author who used AI to generate images cannot fully control the output of generated works. Therefore, copyright of generated works is not granted. However, also in 2023, Beijing Internet Court in China ruled that an image created by Li using generative AI is protected under copyright law. The court found that Li's intellectual effort in choosing and adjusting the AI's settings demonstrated the image's originality.

To better understand the role of AI in image generation and the issues of copyright protection, a more comprehensive understanding of generative AI models is needed. Additionally, it is necessary to understand the nature of copyright from legal and ethical perspectives to better study this issue. Future research will include investigations into the definitions of copyright and related judgments across countries, as well as the technical details of AI models and the principles of image generation.

経済学系 M1
秋山 智紀

共創メンター／病院 中島 直樹

九州大学病院の臨床観察研究支援事業の業務を見学させていただき、研究デザインおよび統計解析がどのように行われているのかを学んだ。それと同時にデータベースの構築とデータの抽出についての打ち合わせも見学し、統計解析を行う上で前提となる過程についても理解を深めた。それらに加え、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を通して学習した。

今後は具体的なテーマを設定し、ここまでの学習を活かした研究を進めていきたい。

経済学系 M1
上田 大輝

共創メンター／マス・フォア・インダストリ研究所 白井 朋之

数学科3年生のセミナーに参加し、確率過程について学びました。確率過程とは、時間的な変化を伴うランダムな現象を記述する数学モデルで、経済学においても数理ファイナンスを中心に様々な分野において既によく利用されています。セミナーでは、代表的な確率過程であるマルコフ連鎖や経済現象とも関連深い確率モデルであるランダムウォークを取り扱いました。今後は、ランダムウォークとは異なる確率過程である分枝過程や、確率現象の解析に用いられるマルチンゲール理論の学習に取り組めます。