

2025年度共同利用研究報告書

2026年01月13日

所属・職名 武蔵野大学工学部数理工学科・准教授
佐々木 多希子

		整理番号	2025a043
1.研究計画題目	機械学習と数理モデルの融合と理論の深化 Ⅲ		
2.新規・継続	継続		
3.種別	一般研究		
4.種目	研究集会 (Ⅱ)		
5.開催方法	ハイブリッド開催		
6.研究代表者	氏名	佐々木 多希子	
	所属 部局名	武蔵野大学工学部数理工学科	職 名 准教授
7.研究実施期間	2025年10月11日(土曜日)～2025年10月13日(月曜日)		
8.キーワード	機械学習, 自然言語処理, 数理モデル		
9.参加者人数	40人		

10.本研究で得られた成果の概要

具体的な成果として、以下の3つの視点から多様な講演と活発な討論が行われた。

1. 機械学習と認知・行動科学の融合（特別講演）

NTTの研究者により、行動経済学における「現在バイアス（自己の損得を過大評価する傾向）」を解析的に扱える新しい数理モデルの提案や、大規模言語モデル（LLM）が他者の心的状態を推測する「心の理論」を有しているかという問い合わせに対する最新の評価と課題が示された。これらは数理モデルが人間の意思決定やAIの認知能力解明にどう寄与するかを示す重要な成果である。

2. 数理モデルの理論的深化

純粋数学および応用数学の観点からは、金融や機械学習に応用される確率数値解析の最新課題、環境変数を含む反応拡散方程式における定常解の分岐構造、およびMEMSモデルにおける分岐ダイアグラムの厳密な数式表現などが報告された。また、常微分方程式の離散化が中心多様体や安定性に与える影響についても理論的な考察がなされた。

3. 実データへの応用と実装

実社会や自然科学への応用として、ニューラルネットワークを用いた未知の現象のモデル構築支援法、天文ビッグデータを用いた銀河系形成の解析、さらにはホテルの予約数を予測するための二次元時系列データモデルの構築など、具体的な課題解決に向けたアプローチが共有された。

本研究集会を通じ、数学、情報学、天文学、経済学といった異なる専門分野の研究者が、「機械学習と数理モデルの融合」という共通項のもとで知見を共有し、新たな課題認識と連携の基盤を築くことに成功した。

機械学習と数理モデルの融合と理論の深化（III）

成果報告書

組織委員

佐々木 多希子（武蔵野大学）

坪井 俊（東北大学）

時弘 哲治（武蔵野大学）

佐伯 修（九州大学）

落合 啓之（九州大学）

本研究集会の目的

（目的）本研究集会は、研究集会II「機械学習と数理モデルの融合II」（2024年10月）の継続と位置付けられる研究集会である。二つの研究テーマ①「機械学習と数理モデルを組み合わせた予測制御手法の提案」②「自然言語処理のための数理」を軸に、理論と実装の両面から議論をし、新しい課題の認識と分野を横断した研究協力体制の構築を目的とする。

本研究集会の講演概要

本研究集会では様々な分野の専門家に講演を依頼し、活発な研究討論を行った。主な講演の題目と概要は以下の通りである。

① (特別講演) 赤木 康紀 (NTT)

【講演題目】Analytically Tractable Models for Decision Making under Present Bias

【講演概要】現在バイアスとは、目先の損得を過大に評価してしまう認知バイアスである。このバイアスは、先延ばしやタスクの放棄といった時間的非整合な行動を引き起こし、長期的な目標達成に向けた行動の妨げとなることが知られている。そのため、現在バイアスを数理的にモデル化し、適切な介入を導出することは、行動経済学やコンピュータサイエンスの分野における重要な研究課題となっている。しかし、既存の数理モデルには、扱えるタスクの範囲が限られていたり、解析が困難であり適切な介入策の導出が難しいといった課題があった。本講演では、講演者らが提案した新しい現在バイアスの数理モデルを紹介する。本モデルは、日常的に見られる多様なタスクを扱うことが可能でありながら、解析的に扱いやすく、最適な介入策を効率的に導出できるという特長を有している。

② (特別講演) 篠田 一聰 (NTT 株式会社)

【講演題目】Do Large Language Models Have Theory of Mind?

【講演概要】心の理論（Theory of Mind）とは、他者の信念、意図、願望、感情、知識

などの観測不可能な心的状態を推測する能力であり、人間が効率的に他者と関わる上で不可欠とされている。近年、性能が飛躍的に向上した大規模言語モデル (LLM) が、人間のような心の理論を持っているかについて、研究者の間で活発な議論が行われている。本講演では、まず LLM の心の理論の評価における既存研究を概観した上で、私たちの研究を紹介し、最新の LLM においても心の理論の能力に課題があることを示す。最後に、LLM が人間のような心の理論を獲得するにはどうすればいいかについて議論する。

③ 高石 武史 (武蔵野大学)

【講演題目】Sieving with constrained neural networks

【講演概要】We propose a method using neural networks to support the construction of mathematical models of phenomena whose mechanisms are unknown by filtering using constraints during the learning of the neural network. Simple classification has been verified in several mathematical models.

④ 篠崎 裕司 (一橋大学)

【講演題目】Recent Challenges in Stochastic Numerical Methods

【講演概要】In this talk, we present an overview of recent developments in stochastic numerical methods, with a particular focus on the numerical treatment of stochastic differential equations (SDEs). We highlight key challenges and emerging directions, especially in light of applications to mathematical finance and machine learning, where the formulation and structure of the problems exhibit unique features. Connections to information technology and pure mathematics will also be discussed, emphasizing the interdisciplinary nature of current research in this area.

⑤ 樋口 あや (武蔵野大学)

【講演題目】The Formation of the Milky Way and Solar System: Insights from Observations and Mathematical Analysis

【講演概要】本講演では、観測天文学の手法を通じて、銀河系や太陽系の起源に関する最先端の研究を紹介する。また近年、天文データのビッグデータ化が進展しており、観測データの効率的な保存と解析が重要な課題となっている。そのため、独自の天文データベースの構築にも取り組んでいる。これまでの観測経験を踏まえ、現在進行中の研究内容と、数理モデルを用いた解析の手法、さらに今後の研究展望について述べる。

⑥ 辻川 亨 (明治大学)

【講演題目】Bifurcation structure of stationary solutions of spatially inhomogeneous reaction-diffusion equation

【講演概要】不均質な環境下での遺伝子頻度の変化を表す非線形反応拡散方程式を考える。これは生存と死滅に対応する2つの平衡解をもち、死滅解は退化型であり、環境変数を表示する関数 g の符号が一度変化するものを扱う。ここでは生存解の安定性、そ

の解からの分岐現象、拡散係数が小さい場合の定常解の形状について報告する。また、数値計算による、関数 g が複数回符号を変化させる場合についても Feltrin and Sovrano (2018) , Nakashima and Su (2020) の結果と比較して述べる。本講演の内容は中島主恵（東京海洋大学）氏と出原浩史（宮崎大学）氏との共同研究による。

⑦ 四ツ谷 晶二（龍谷大学）

【講演題目】Exact representation formulas of bifurcation diagrams for some MEMS type models

【講演概要】工学等に由来を持つような非線形微分方程式で記述される数理モデルに興味をもって研究をしている。本講演では、MEMS (Micro Electro Mechanical System) の研究に関連性をもつ常微分方程式の非線形境界値問題において、解や解全体構造をあらわす分岐ダイアグラムを厳密に式で表示できる例があることを紹介する。既存の研究では間接的な手法によるものがほとんどで、応用上重要と思われる詳細な解の形状、分岐ダイアグラムの形状について知ることは困難であった。ところが最近思いがけないことに、典型的で基本的な問題に対して、すべて解やダイアグラムを具体的に式でかけることに気づいた。さらにこの式を利用して、従来は背後に潜んで見えなかったカラクリが明瞭化でき、困難と思われていた問題も自然に解くことができるようになった。このようなことをお話ししたい。

⑧ 森 龍樹（武蔵野大学）

【講演題目】Forecasting hotel room reservations using two-dimensional time series data

【講演概要】本研究の目的は、ホテルの客室がチェックイン日の何日前に何室予約されるかを予測する数理モデルを構築することである。チェックイン日から遡って各日の予約室数を積み上げていく場合、データは「[日付]:[予約室数]」という 1 対 n の二次元的な構造を持ち、古典的な時系列解析では扱いが困難である。本講演では、このような二次元的時系列データを扱うための基礎的なアイデアと、それに基づいて構築した数理モデルによる予測結果と実測値との比較について報告する。

⑨ 松家 敬介（武蔵野大学）

【講演題目】Changes in the central manifold due to discretization of a system of ordinary differential equations

【講演概要】常微分方程式系の平衡解の安定性は、常微分方程式系を平衡解のまわりでの線形化を行うことで判定できる場合がある。一方、常微分方程式系を平衡解のまわりでの線形化で平衡解の安定性が判定できない場合には、常微分方程式系の非線形性を考慮した中心多様体を考えるとよいことが知られている。本講演では、正値解をもつ常微分方程式系に対して解の正値性を保つ離散化を行った場合に中心多様体と平衡解の安定性がどのように変化するかについて議論する。

研究成果

具体的な成果として、以下の3つの視点から多様な講演と活発な討論が行われた。

1. 機械学習と認知・行動科学の融合（特別講演）

NTTの研究者により、行動経済学における「現在バイアス（目先の損得を過大評価する傾向）」を解析的に扱える新しい数理モデルの提案や、大規模言語モデル（LLM）が他者の心的状態を推測する「心の理論」を有しているかという問い合わせに対する最新の評価と課題が示された。これらは数理モデルが人間の意思決定やAIの認知能力解明にどう寄与するかを示す重要な成果である。

2. 数理モデルの理論的深化

純粋数学および応用数学の観点からは、金融や機械学習に応用される確率数値解析の最新課題、環境変数を含む反応拡散方程式における定常解の分岐構造、およびMEMSモデルにおける分岐ダイアグラムの厳密な数式表現などが報告された。また、常微分方程式の離散化が中心多様体や安定性に与える影響についても理論的な考察がなされた。

3. 実データへの応用と実装

実社会や自然科学への応用として、ニューラルネットワークを用いた未知の現象のモデル構築支援法、天文ビッグデータを用いた銀河系形成の解析、さらにはホテルの予約数を予測するための二次元時系列データモデルの構築など、具体的な課題解決に向けたアプローチが共有された。

本研究集会を通じ、数学、情報学、天文学、経済学といった異なる専門分野の研究者が、「機械学習と数理モデルの融合」という共通項のもとで知見を共有し、新たな課題認識と連携の基盤を築くことに成功した。



開催日:2025/10/11～2025/10/13

機械学習と数理モデルの融合と理論の深化 III | 2025a043

カテゴリー:イベント タグ: 一般研究 研究集会II

開催概要

- 開催方法:ハイブリッド開催
- 開催場所:九州大学 伊都キャンパス ウエスト1号館 D棟 4階 IMIオーディトリアム (W1-D-413)
- 主要言語:日本語
- 共催:九州大学マス・フォア・インダストリ研究所, 武蔵野大学 数理工学センター
- 種別・種目:一般研究・研究集会(II)
- 研究計画題目:機械学習と数理モデルの融合と理論の深化 III
- 研究代表者:佐々木 多希子(武蔵野大学工学部数理工学科・准教授)
- 研究実施期間:2025年10月11日(土)～2025年10月13日(月・祝)
- 公開期間:2025年10月11日(土)～2025年10月13日(月・祝)
- 研究計画詳細:https://joint2.imi.kyushu-u.ac.jp/research_chooses/view/2025a043

プログラム

10月11日(土)

10:25-10:30

佐々木 多希子(武蔵野大学)

趣旨説明

第1セッション:10:30-11:10 座長:佐々木 多希子(武蔵野大学)

10:30-10:50

高石 武史(武蔵野大学)

Sieving with constrained neural networks

10:50-11:10

樋口 あや(武蔵野大学)

The Formation of the Milky Way and Solar System: Insights from Observations and Mathematical Analysis

休憩

第2セッション:11:20-12:00 座長:高石 武史(武蔵野大学)

11:20-11:40

森 竜樹(武蔵野大学)

Forecasting hotel room reservations using two-dimensional time series data

11:40-12:00

東 康平(武蔵野大学)

Data Analysis in Women's Rugby Sevens

昼食

第3セッション:13:30-15:00 座長:坪井 俊(東北大学)

13:30-15:00

赤木 康紀(NTT 株式会社 人間情報研究所)

Analytically Tractable Models for Decision Making under Present Bias

休憩

第4セッション:15:30-17:00 座長:時弘 哲治(武蔵野大学)

15:30-17:00

篠田 一聰(NTT 株式会社 人間情報研究所)

Do Large Language Models Have Theory of Mind?

10月12日(日)

第5セッション:10:00-10:45 座長:薩摩 順吉(武蔵野大学・東京大学)

洪偉鋒(武蔵野大学)

Functional Analysis of Hidden Channels in the Self-Organizing Morphogenesis Using GNCA model

木村 友宇己(武蔵野大学)

Modified model integrating intracellular processes and cell-substrate adhesions in mechanosensitive migration

楊家宝(武蔵野大学)

Application of Chebyshev's method to stochastic gradient descent for non-smooth functions and its convergence analysis

休憩

第6セッション:11:00-12:00 座長:由良 文孝(武蔵野大学)

11:00-11:20

辻川 亨(明治大学)

Bifurcation structure of stationary solutions of spatially inhomogeneous reactiondiffusion equation

11:20 ~ 11:40

四ツ谷 晶二(龍谷大学)

Exact representation formulas of bifurcation diagrams for some MEMS type models

11:40 ~ 12:00

篠崎 裕司(一橋大学)

Recent Challenges in Stochastic Numerical Methods

休憩

第7セッション:12:10-13:10 ポスターセッション(対面のみ)

白川 桃子(武蔵野大学)

Interest Extraction and Optimal Topic Suggestion Based on Conversation Analysis: Integrating Zero-Shot Learning and Emotion Evaluation

田中 悠貴(武蔵野大学)

Mathematical analysis of group walking

宮本 孝佑(武蔵野大学)

Response of periodic external forces in plastic bottle oscillator

山川 祥(武蔵野大学)

Feature Engineering for Speech Emotion Recognition and Introduction of Word-Level Confidence Measures

布施 凌磨(武蔵野大学)

Numerical simulation of a shadow system for a harmful algal bloom model

網野 大斗(武蔵野大学)

Phase-Field Modeling of Crack Propagation in Thin Films

昼食

第8 セッション:14:00-17:00 情報交換会(対面のみ)

10月13日(月)

第9 セッション:10:00-10:45 座長:東 康平(武蔵野大学)

岡本 朋揮(武蔵野大学)

Eigenvalues and eigenfunctions of asymmetric stationary solutions for a 1D phase field model

荒岡 義(武蔵野大学)

Integrable Cellular Automaton over finite field of order power of 2

清水 清隆(武蔵野大学)

Pattern formation of generalized Fuzzy Cellular Automaton

休憩

第10 セッション:11:00-11:35 座長:時弘哲治(武蔵野大学)

11:00-11:20

松家 敬介(武蔵野大学)

Changes in the central manifold due to discretization of a system of ordinary differential equations

11:20-11:35

浅野 夏未人(武蔵野大学)

Behavior of self-propelled particles with desired orientations

11:35-11:40

時弘 哲治(武蔵野大学)

閉会の挨拶

申込方法

事前申込制(組織委員、講演者のかたも登録が必要です)

参加無料

定員になり次第、参加登録を締め切らせていただく場合がございます。

＼下記URLより参加登録をお願いいたします／

参加登録フォーム

Zoom(オンライン)からご参加の方

Zoomを使ったオンライン開催、ハイブリッド開催の場合

参加登録後に**件名【九大IMIより】Zoom用URLのお知らせ**というメールがimikyoten@gmail.comから自動配信されます。

届いていない方は、お手数をおかけしますがもう一度ご登録いただくか下記にメールにてご連絡をお願い申し上げます。

(迷惑メールフォルダもご確認お願いいたします)

<九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 共同利用・共同研究拠点事務室>

imikyoten(at)jimu.kyushu-u.ac.jp

(at)を@に変更してください

Zoomについて

開催日までにZoomアプリをインストールしてください。

Zoomアプリは無料版で問題なくご視聴いただけます。

ミーティング用Zoomクライアントのダウンロードは下記からお願いします。

すでにインストールされている方は最新版にアップデートをお願いいたします。

https://zoom.us/download#client_4meeting

パソコンやスマホへのインストール方法は下記をご参照ください。

<https://zoom.nissho-ele.co.jp/blog/manual/zoom-install.html>

概要	運営	2025年度公募	アクセス・お問
概要	運営委員会	採択研究・報告書一覧	学内専用(トッ
活動報告	共同利用・共同研究委員会	イベント情報	委員専用
	国際プロジェクト委員会	会場設備	研究代表者専
		Q&A	メールマガジン