2025 年度 MIMS 現象数理学研究拠点 共同研究集会「社会物理学とその周辺」

日時：2025 年 12 月 8 日（月），9 日（火）
場所：明治大学中野キャンパス 6 階 研究セミナー室 3
開催方法：ハイブリッド形式

【プログラム】

1 日目（12 月 8 日）

10:30　はじめに

10:40-11:10　**対数正規分布の強度関数をもつポアソン過程としての Merton モデル**
久門正人（野村証券），守真太郎（弘前大）

11:10-11:40　**ポリアの壺モデルによるサッカーのパス回しの解析**
山本健（琉球大）

11:40-12:10　**多人数繰り返しゲームにおいて ZD 戦略は格差を制御できるか**
藤江遼（九州大）

13:00-13:30　**変分オートエンコーダによる土器成形過程の分類**
阪上雅昭（京都大），野中哲士（神戸大）

13:30-14:00　**市民対話・対話文化と内省的な集合意思決定過程の社会物理学モデル構築に向けて**
中村秀規（富山県立大），藤江遼（九州大）

14:00-14:30　**人と動物の移動軌跡による中央採餌理論の確認**
石川温（金沢学院大），藤本祥二（金沢学院大），水野貴之（国立情報学研究所）

14:30-15:00　**放射線に関する SNS 情報の長期変遷**
佐野幸恵（筑波大），園田一貴（筑波大），藤宮仁（ダイナコム），鳥居寛之（東大），宇野 賀津子（ルイ・パストゥール医学研究センター）

15:10-16:10　**【招待講演】フェイクニュースの拡散現象の計算社会科学：メカニズム解明から介入設計**
笹原和俊（東京科学大）

16:10-17:00　　総合討論

2日目（12月9日）

10:30-11:00　**生活習慣病医療費の地域差にみる分布特性と変動構造**
石崎龍二（福岡県立大）

11:00-11:30　**ランダムなしりとりの鎖長分布について**
藤田悠朔（大阪公立大），鈴木岳人（高千穂大），水口毅（大阪公立大）

11:30-12:00　**音楽における 1/f ゆらぎの動的同期と共鳴**
中道晶香（京産大），森川雅博（理研）

12:00-12:30　**経済システムにおける 1/f ゆらぎの起源**
森川雅博（理研），森川遥光（カリフォルニア州立大 LB），中道晶香（京産大）

13:30-14:00　**トレーダー間の励起・抑制効果を含む金融市場数理モデルに基づいた価格のべき乗則の微視的基礎づけ**
若月大暉（京都大），金澤輝代士（京都大）

14:00-14:30　**日本の自治体における人口と経済指標のべき的関係**
貞政隆杜（大阪公立大），水口毅（大阪公立大）

14:30-15:00　**フレドホルム理論の発展的応用を用いた人口動態理論**
大泉嶺（国立社会保障・人口問題研究所）

15:00-15:30　**コロナの周期的感染曲線はなぜ生じるのか**
小田垣孝（科学教育総合研究所）

15:30　閉会

【アブストラクト】

対数正規分布の強度関数をもつポアソン過程としての Merton モデル
久門正人（野村証券），守真太郎（弘前大）

本研究では、時間的相関を持つ Merton モデルを考察する。Merton モデルは極限において、対数正規分布した強度関数をもつポアソン過程に収束することを示す。また、このモデルと Hawkes 過程との関係について議論する。本モデルでは、時間的相関がべき乗型の場合に「超正規転移（super-normal transition）」が生じることを確認した。この相転移は、極限をとる前に見られるものと同一である。さらに本モデルをデフォルト・ポートフォリオに適用した結果、長期データに対しては、べき減衰モデルのほうがより良い汎化性能を示すことが分かった。

ポリアの壺モデルによるサッカーのパス回しの解析
山本健（琉球大）

サッカーなどの球技のパス回しでは、「数多くパスが成功している選手にパスを出しやすい」という優先的選択の傾向があると考えられる。本研究では、この優先的選択に対してポリアの壺でのモデル化を試みる。ポリアの壺の理論的な性質を踏まえてデータ解析の手法を提案し、実際の試合のデータを分析した結果を報告する。

多人数繰り返しゲームにおいて ZD 戦略は格差を制御できるか
藤江遼（九州大）

2012 年に Press と Dyson によって、相手の期待利得を一方的に自分の利得と線形関係に強制できる Zero Determinant 戦略（ZD 戦略）の存在が明らかにされた。この ZD 戦略は多人数の繰り返しゲームにおいては、自分以外の平均期待利得を強制しうる。本講演では、ZD 戦略が平均利得のみならず、集団の利得の分散（利得格差）も強制しうるかを調べた結果を報告する。

変分オートエンコーダによる土器成形過程の分類
阪上雅昭（京都大），野中哲士（神戸大）

本研究では，ロクロによる土器成形過程を変分オートエンコーダ（VAE）による潜在空間表現として解析し，文化的多様性の定量的理解を試みた．輪郭形状を楕円フーリエ変換で特徴化し，VAE で潜在空間に埋め込み，DTW により成形経路をクラスタリングした．先行研究で示されたように，異なる共同体の陶工は未知の型式を成形しても文化圏固有の軌道を示すことが明確に確認できた．本研究ではさらに，VAE の潜在空間とデコーダー解析を通じて，その形態発生過程の構造的多様性を可視化した．

市民対話・対話文化と内省的な集合意思決定過程の社会物理学モデル構築に向けて
中村秀規（富山県立大），藤江遼（九州大）

市民対話を要素として含む、集合的意思決定に関する、学習・適応過程としての変容に直接かかわる態度・能力としての対話・反省性の変数（自らの態度・能力に関する主観的信念） psychological observable と、リフレクティング・プロセスとしての無作為選出型集合意思決定過程への市民の参加（制度に関する客観的行為） social observable、の関係性のモデル化を提案する。

人と動物の移動軌跡による中央採餌理論の確認
石川温（金沢学院大），藤本祥二（金沢学院大），水野貴之（国立情報学研究所）

Agoop と Movebank の人と動物の移動軌跡データを用いて、中央採餌理論について議論する。ここで中央採餌理論とは、生物が拠点から出て採餌し戻る行動の最適性を説明する理論であり、移動経路の複雑さはフラクタル次元で定量化できるとされている。

放射線に関する SNS 情報の長期変遷
佐野幸恵（筑波大），園田一貴（筑波大），藤宮仁（ダイナコム），鳥居寛之（東大），宇野 賀津子（ルイ・パストゥール医学研究センター）

本講演では、福島原発事故後の 2011〜2017 年における放射線関連の Twitter 投稿を分析した結果を報告する。投稿総数は時間とともに減少した一方、bot による投稿は 2015 年頃まで増加した。また、事故直後半年間の国・自治体アカウントへの反応を生成 AI で分類したところ、国や東電には要望・批判が多く、岩手県や松戸市には情報提供中心の反応が見られた。これらから、発信主体により受け止められ方が大きく異なることが示唆された。

【招待講演】フェイクニュースの拡散現象の計算社会科学：メカニズム解明から介入設計
笹原和俊（東京科学大）

近年、SNS を介したフェイクニュースの拡散は、社会的分断を助長し、民主主義の根幹を脅かす深刻な課題となっている。本講演では、計算社会科学の観点から、フェイクニュースがなぜ、どのようにネット上で拡散するのかを、具体的事例を交えて明らかにする。さらに、情報拡散ネットワークの分析、社会シミュレーション、オンライン実験といった多様な方法論に基づき、効果的な対策や介入の可能性を検討する。最後に、レジリエントな情報環境の構築に向けた課題と展望を論じる。

生活習慣病医療費の地域差にみる分布特性と変動構造
石崎龍二（福岡県立大）

本研究は、複数地域における生活習慣病関連医療費データを用いて、疾病別・性別、入院・外来の区分別に地域差の統計構造を分析した。医療費水準の地域差を、全国を基準とした地域差指数（RDI）および地域間での変動係数（CV）で評価し、疾病ごとの全国との差と地域間のばらつき特性を検討した。さらに、RDI 分布の確率的特性に着目し、分布形状や尾部の挙動を解析することで、その統計的特徴を考察した。

ランダムなしりとりの鎖長分布について
藤田悠朔（大阪公立大），鈴木岳人（高千穂大），水口毅（大阪公立大）

しりとりは、前の単語にその末尾文字から始まる単語を繋げていくゲームである。使用できる単語の集合（辞書）を定めると、辞書は文字を頂点、単語を辺とする多重有向ネットワークを構成する。そしてランダムに単語を選ぶしりとりは、そのネットワーク上の自己回避ランダムウォークに対応する。我々は単一辞書、および各文字の次数を保存したシャッフル辞書群における、ランダムなしりとりの鎖長（単語列の長さ）についての解析を行った。

音楽における 1/f ゆらぎの動的同期と共鳴
中道晶香（京産大），森川雅博（理研）

音楽の演奏波形に広く見られる 1/f ゆらぎ（ピンクノイズ）を，演奏者間の同期と音響空間の共鳴が生む振幅変調として説明する．確率的蔵本モデルにより，オーケストラの同期と共鳴が波のうなりを形成し 1/f ゆらぎを生む．一方、ソロ演奏ではホールの固有振動による共鳴が同様の振幅変調を生む．両者の協働を「動的同期（dynamical synchronization）」として統一的に扱い，音楽から自然現象・経済システムまで共通する 1/f 揺らぎの物理的基盤を議論する．さらにスコアの持つ 1/f ゆらぎも脳の活動として統一的にとらえる試みを紹介する．

経済システムにおける 1/f ゆらぎの起源
森川雅博（理研），森川遥光（カリフォルニア州立大 LB），中道晶香（京産大）

経済時系列に広く見られる 1/f ゆらぎ（ピンクノイズ）の起源を，経済ネットワーク内部の循環流の同期と，それに伴う振幅変調として統一的に説明する．確率的蔵本モデルを用い，為替・株価・GDP などのデータにおいて，部分同期が低周波うなりを生み出し，それが復調により 1/f ゆらぎを形成することを示す．この機構はボラティリティ・クラスタリングやテイラーの法則など金融市場の特徴も再現し，さらに地震や太陽活動など他分野にも共通する普遍的な同期原理として議論する．

トレーダー間の励起・抑制効果を含む金融市場数理モデルに基づいた価格のべき乗則の微視的基礎づけ
若月大暉（京都大），金澤輝代士（京都大）

金融市場のテールリスクを理解する上で価格のべき乗則は重要である。先行研究ではマクロな価格時系列モデルである Quadratic Hawkes モデルを提案しべき乗則を導出した。しかし、より詳細な説明にはミクロなトレーダーの注文ダイナミクスからべき乗則を導くのが望ましい。そこで、本研究ではトレーダー間の注文ダイナミクスに励起・抑制効果を加えたミクロモデルを提案する。本公演では平均場理論を用いてこのミクロモデルの理論解析を行った結果を紹介する。

日本の自治体における人口と経済指標のべき的関係
貞政隆杜（大阪公立大），水口毅（大阪公立大）

都市の経済活動の中には、その規模が都市の人口に対して、べき則に従うものがあることが知られている。我々は、日本の自治体においていくつかの業種の経済指標と人口の関係を解析し、両者の間にべき的な関係が成り立つことを見出した。この現象の背景にあるメカニズムを解明するために試みている人口及び経済規模の動態に関する解析結果を紹介する。

フレドホルム理論の発展的応用を用いた人口動態理論
大泉嶺（国立社会保障・人口問題研究所）

本研究は，フレドホルム理論を基盤に、離散時間 IPM と多状態マッケンドリック方程式の固有構造を統一的に解析する．主要固有値の存在と単純性を示し，部分ベル多項式により固有関数の系列表示を導出．さらに，自己寄与に基づく型再生数，世代時間のキュムラント展開を与え，世代間遷移の統計量として解釈する枠組みを提示する．応用例として，置換水準の総人口推定と平均寄与世代数の評価式を示し，生物学的解釈を明確化する．

コロナの周期的感染曲線はなぜ生じるのか
小田垣孝（科学教育総合研究所）

COVID-19 は、発生後 6 年が経過するが、日本では現在でも感染が続き、この数年間は周期がおよそ 6 か月の周期的感染が見られる。政府は感染力の強い変異株によるものとしているが、周期的になる原因は説明されていない。日本の最近の感染曲線を SIS モデルを用いて解析し、市民が行動を自主規制することによって周期的感染が生じることを示す。