

2023 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：2023 年 12 月 8 日（金），9 日（土）

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：現地での開催（一部ハイブリッド）

プログラム：

【12 月 8 日(金)】

13:00 - 13:05 はじめに

13:05 - 13:50

反応拡散過程の地理的プロファイリング

前野義晴（明治大）

13:50 - 14:35

同調圧力のオピニオンダイナミクス：エージェントベースシミュレーションによる検討

岡田勇（創価大），柴田加菜子（明治大）

14:35 - 15:20

コロナ禍におけるエコーチェンバーの形成と変容：リツイートネットワークの解析

家富洋，相馬亘（立正大）

（15:20 - 15:30 休憩）

15:30 - 16:15

世界の COVID-19 感染・コロナ死亡・超過死亡動向と ワクチン接種状況の検証報告

須田礼二（グリーンエネルギーサイト）

16:15 - 17:00

語長によるテキストの構造解析

水口毅（大阪公立大），鈴木岳人（青山学院大）

17:00 - 17:45

自然言語の統語構造における相互情報量の解析と数理モデル化

中石海，吉田遼，梶川康平，福島孝治，大関洋平（東大）

【12月9日(土)】

10:00 - 10:45

ネットワーク上の情報カスケードと相転移

久門正人 (野村證券), 中山一昭 (信州大), 守真太郎 (弘前大)

10:45 - 11:30

火山の噴火活動の確率過程モデル

石崎龍二 (福岡県立大), 福島和洋 (熊本大名誉教授), 井上政義 (鹿児島大名誉教授)

11:30 - 12:15

Dynamic relationship between the XRP price and correlation tensor spectra of transaction networks

Abhijit Chakraborty (Kyoto University), Tetsuo Hatsuda (RIKEN iTHEMS), Yuichi Ikeda (Kyoto University)

(12:15 - 13:15 昼休憩)

13:15 - 14:00

Social balance theory から見た集団内対立の出現機構とその構造

後藤大堯, 白石允梓, 西森拓 (明治大)

14:00 - 14:45

私的評価下の間接互惠における協力の安定性 ～評価ルールのシンプルさの重要性～

藤本悠雅 (総研大)

14:45 - 15:30

未開と開明：前近代社会の高次非線形ロトカ＝ヴォルテラ模型

全卓樹 (高知工科大)

(15:30 閉会)

アブストラクト：

【12月8日(金)】

反応拡散過程の地理的プロファイリング

前野義晴（明治大）

反応拡散過程において、初期状態である拡散源を特定する逆問題を地理的プロファイリングと呼ぶ。畳み込みニューラルネットワークによって反応拡散過程の時間発展を学習して、帰納的に地理的プロファイリングに取り組む機械学習からのアプローチについて、最近の成果を報告する。

同調圧力のオピニオンダイナミクス：エージェントベースシミュレーションによる検討

岡田勇（創価大）、柴田加菜子（明治大）

コロナ禍におけるマスク着用の同調圧力や自粛警察といった社会の雰囲気の影響を調べるために、オピニオンダイナミクスを拡張する。具体的には、1) 個人の世論への感受性、2) 相互作用関係の動学的変化、3) 少数派の過激な意見発信といったファクターをHKモデルに導入したシミュレーションを行った。その結果、少数の活発な意見発信者が世論に大きな影響を与えることや、緊密な集団では意見が早く収束することが確認された。我々の目標は、いわゆる日本的な世論の理論モデルの構築である。

コロナ禍におけるエコーチェンバーの形成と変容：リツイートネットワークの解析

家富洋、相馬亘（立正大）

ワクチン関連のTwitterデータをコロナ禍直前の2019年10月から直近の2023年6月まで収集し、リツイートネットワークを構築した。得られたネットワークに含まれる強連結成分に対してコミュニティ抽出を行うことにより、複数のエコーチェンバーを同定した。それらのエコーチェンバーの特徴を添えられたハッシュタグから推定したところ、ワクチン接種に対する賛否と政治的対立とが絡み合っていることを見出した。本講演では、ワクチン関連のエコーチェンバーがどのように形成され、変容していったかを追跡した結果について報告する。

世界のCOVID-19感染・コロナ死亡・超過死亡動向とワクチン接種状況の検証報告

須田礼二（グリーンエネルギーサイト）

2020年初頭より拡大し始めた新型コロナウイルスCOVID-19は、2023年が終わろうとする今日に至るまで日本では収束に至っていない。そこで、現時点における世界190ヶ国の感染動向とコロナ死亡・超過死亡動向を分析するとともに、新ワクチンの接種状況を6大陸に区分した国のスケールで検証し、ワクチン接種が感染防止や死亡防止に寄与しているのか、という観点から考察した結果を報告する。

語長によるテキストの構造解析

水口毅 (大阪公立大), 鈴木岳人 (青山学院大)

自然言語によるテキストは、各言語に固有な単語群からなる複雑な系である。そのため、異なる言語のテキストの構造を特徴付け、比較・分類するためには、個々の言語に依存しない方法が望ましい。単語の出現頻度とそのランクに着目した解析はその一例であり、両者の間に成立する関係を表したZipf則は様々な言語に共通に見られることが知られている。今回我々は、単語をその語長に変換することで生成される数列を解析する。

自然言語の統語構造における相互情報量の解析と数理モデル化

中石海, 吉田遼, 梶川康平, 福島孝治, 大関洋平 (東大)

自然言語がどのような構造を持つか解明するため、コーパスの統計的性質を調べる研究は多い。しかしそのほとんどは文字列上で定義される量に注目しており、背後にある統語構造を直接調べる研究は少ない。そこで本発表では、統語構造上で定義される二種類の相互情報量を構文木のコーパスで測定した結果を報告する。また、これら相互情報量の振る舞いが、統語論の知見を踏まえたごく簡単な数理モデルによって定性的に再現されることを示す。

【12月9日(土)】

ネットワーク上の情報カスケードと相転移

久門正人 (野村證券), 中山一昭 (信州大), 守真太郎 (弘前大)

パラメータ w を使用していくつかのタイプのネットワーク上の情報カスケードの投票モデルを検討します。 w はそれぞれこれらのネットワークに対応します。これらのモデルでは2種類の相転移が観察されます。その一つは非平衡転移に属する吸収遷移です。非対称の場合は不連続な相転移となり、ギャップがネットワークに依存します。したがって、ハブを備えたネットワークは、このフェーズ遷移による影響が大きくなります。結論として、ギャップの少ない格子ケースに近いところで最高の投票パフォーマンスを示します。

火山の噴火活動の確率過程モデル

石崎龍二 (福岡県立大), 福島和洋 (熊本大名誉教授), 井上政義 (鹿児島大名誉教授)

火山の噴火は、通常、プレート同士の接触に伴う摩擦によって地球のマントルが溶け、その結果、マグマが生成され、地表に噴出する現象とされている。本研究では、通常、噴煙を上げ、年間複数回の噴火を起こしている桜島の爆発的噴火時系列の噴火の時間間隔に着目した。講演では、火山噴火時系列における噴火の時間間隔に関する統計的性質と確率過程モデルについて考察し、その結果を報告する。

Dynamic relationship between the XRP price and correlation tensor spectra of transaction networks

Abhijit Chakraborty (Kyoto University), Tetsuo Hatsuda (RIKEN iTHEMS), Yuichi Ikeda (Kyoto University)

The emergence of cryptoassets has sparked a paradigm shift in the world of finance and investment, ushering in a new era of digital assets with profound implications for the future of currency and asset management. A recent study showed that during the bubble period around the year, 2018, the price of cryptoasset, XRP has a strong anti correlation with the largest singular values of the correlation tensors obtained from the weekly XRP transaction networks. In this study, we provide a detailed analysis of the method of correlation tensor spectra for XRP transaction networks. We calculate and compare the distribution of the largest singular values of the correlation tensor using the random matrix theory with the largest singular values of the empirical correlation tensor. We investigate the correlation between the XRP price and the largest singular values for a period spanning two years. We also uncover the distinct dependence between the XRP price and the singular values for bubble and non-bubble periods. The significance of the time evolution of singular values is shown by comparison with the evolution of singular values of the reshuffled correlation tensor. Furthermore, we identify a set of driver nodes in the transaction networks that drives the market during the bubble period using singular vectors.

Social balance theory から見た集団内対立の出現機構とその構造

後藤大亮, 白石允梓, 西森拓 (明治大)

Heider により提唱された balance theory に基づき、人間関係の形成過程を表現する数理モデルを構築し、集団内部で生じる対立構造について理論的な観点から考察する。特に、集団サイズと対立構造の出現の関係、また、特異な多極化構造や孤立者が出現するメカニズムについて議論する。さらに、それらの解釈について、人類学や考古学、心理学等を含む人文社会科学の知見に照らして考察する。

私的評価下の間接互恵における協力の安定性 ～評価ルールのシンプルさの重要性～

藤本悠雅（総研大）

間接互恵は人間の大規模な協力を説明するメカニズムである。そこでは個体は評判を用いて相手と協力するかどうかを選択し、他者の評判を更新する。主要な問題は行動を選択するルールと評判を更新するルールがどのように進化するかである。すべての個人が他者の評価を共有する public reputation のケースでは、Simple Standing (SS) や Stern Judging (SJ) と呼ばれる評価ルールが協力を維持することが知られている。しかし、個々人が独立して他者を評価する private assessment のケースでは、協力が維持されるメカニズムはまだほとんど知られていない。本研究は間接互恵による協力が private assessment でも進化的に安定であることを初めて理論的に示す。具体的には、SS は安定しうが、SJ は決して安定しないことを見出した。これは、SS がその単純さによって対人的な評判の不一致を修正することができるためである。一方、SJ は複雑すぎるためエラーの蓄積を避けることができず、協力の崩壊につながる。我々は適度な単純さが private assessment の下で協力を維持する成功の鍵であると結論付けた。この結果は人間の協力の進化に理論的根拠を与えるものである。

未開と開明：前近代社会の高次非線形ロトカ＝ヴォルテラ模型

全卓樹（高知工科大学）

前近代社会の二変数力学系モデルとして、相互作用項が高度に非線形なロトカ＝ヴォルテラ系を考えた。安定解に低位と高位の二つが存在し、おのおの社会の未開状態と開明状態に対応している。系に見出される不完全ピッチフォーク分岐、並びに重臨界ホップ分岐が、未開状態と開明状態の併存、そして前者から後者への内発的な革命をもたらすことが示された。