

令和元年6月13日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01265

研究課題名(和文) 集団と個体のインタラクションのある場合の意思決定理論とその実験的検証

研究課題名(英文) Theory and its Verification of Decision under the Interaction between Individuals and Groups

研究代表者

豊泉 洋 (Toyoizumi, Hiroshi)

早稲田大学・商学大学院(会計研究科)・教授

研究者番号：20315683

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：集団は個人の集合体なので、個人の意思決定の結果に応じて、集団の挙動が変化する。しかし、個人の意思決定は、集団の動向によって変化することが考えられる。このような場合には、個人の意思決定と集団の行動が複雑に絡み合い、意思決定が難しい。本研究は、株式市場、共同で巣を運営する真社会性昆虫、インターネット上での巨大サービス提供会社と需要を具体的な題材として、このようなインタラクションの理論的な枠組みとその実際を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の研究における解析は、個体を確定的に微分方程式で記述したり、確率的な挙動をMarkov過程として記述することが多かった。一方、集団の解析はシミュレーションや流体による近似を行うのが主流であった。近年、集団と個体をダイレクトに記述する手法として、平均場近似ゲームやnon-linear Markov過程といった新しい数学的枠組みが提案されている。この研究では、これらの手法を応用することで、今まで知られていなかったシステムの挙動が明らかであることを検証した。

研究成果の概要(英文)：Because a group is consisted by individuals, the decisions of individuals in the group affects the group dynamics. On the other hand, the behaviour of each individual is based on the group dynamics. Thus, the the interaction of group and its member has a complex behaviour. In this research, as the bases of our analysis, we take the stock market, eusocial insects who breed cooperatively, and the interaction of the demand and the huge service providers, we provide the analytical framework of the interaction and check its realty.

研究分野：応用確率論

キーワード：大規模システム 真社会性昆虫 集団 意思決定 Non-linear Markov 平均場微分ゲーム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

集団は個人の集合体なので、個人の意思決定の結果に応じて、集団の挙動が変化する。しかし、個人の意思決定は、集団の動向によって変化することが考えられる。このような場合には、個人の意思決定と集団の行動が複雑に絡み合い、意思決定が難しい。集団のダイナミクスは、社会科学、生物学、情報工学、金融工学など様々な分野で研究されてきた。また、その研究手法も、マルコフモデル、流体近似、拡散近似による微分方程式、エージェントシミュレーションなど、多岐にわたる。この研究では、特に下記2つの分野における最近の発展を意識し、意思決定の操作実験、実データを用いた数学モデルの検証、改良を図る。

2. 研究の目的

個体と集団のインタラクションのあるプロセス(例:疫病の感染拡大、生物競争協調進化、ソーシャルメディアでの情報流通、株取引)における個体の意思決定問題の解析手法として新たに提案・研究されている平均場ゲームや非線形マルコフ過程を用いた解析手法を、ネットワーク上での情報拡散、生物の集団行動、株取引の3つ事例に応用できるように改良し、実際のソーシャルメディアのデータ、株式市場の高速取引データ、ハチなどの生物の観測データを用いて、その妥当性・応用可能性について実験・検証・改良を行うことを目的とする。特に生物の集団に対して操作を行い、集団内での個体の意思決定の変化を観測し、理論を検証する。

3. 研究の方法

従来における解析は、個体を確率的に微分方程式で記述した、確率的な挙動を Markov 過程として記述することが多かった。一方、集団の解析はシミュレーションや流体による近似を行うのが主流であった。近年、集団と個体をダイレクトに記述する手法として、平均場近似ゲームや non-linear Markov 過程といった新しい数学的枠組みが提案されている。この研究では、これらの手法を応用することで、今まで知られていなかったシステムの挙動が明らかであることを検証する。

4. 研究成果

本研究は、個体と集団のインタラクションのあるプロセスにおける個体の意思決定問題の解析手法として新たに提案・研究されている平均場ゲームや非線形マルコフ過程を用いた解析手法を、ネットワーク上での情報拡散、生物の集団行動、株取引の3つ事例に応用できるように改良し、実際のソーシャルメディアのデータ、株式市場の高速取引データ、ハチなどの生物の観測データを用いて、その妥当性・応用可能性について実験・検証・改良を行った。特に、人間行動/株式市場のモデル化、のモデル化、社会性動物のモデル化、大規模システムのモデル化に置いて、次のような成果が得られた。

1 人間行動/株式市場のモデル化:株式市場でのトレーダーの動きを non-linear Markov 過程によってモデル化できることを示した。トレーダーの Swarm 行動により市場に不安定性が生まれることを示した。

2 社会性動物のモデル化:真社会性の起源を考えるのに有用な群による共同の子育てを Transient Markov Arrival 過程としてモデル化し、そのモデルの上で分岐過程を考えることで、種の発展の様子を分析できることを示した。

3 大規模システムのモデル化: 巨大な需要を処理する巨大システムのモデル化を行い、従来にない新しい評価式が得られた。インターネット上での大規模で突発的な需要変動と大規模事業者の処理能力の理論的な限界について論じており、学術的な価値以外にも、インターネットでの大規模事業者のモデルとして重要である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1件)

H. Toyozumi, Equivalence of Particle Survival Model and Record Values Process, and Its New Application to Limit Order Books. Journal of Operations Research Society of Japan, Vol 60-2, 2017

[学会発表](計 21件)

1. ソンシリヤンダンアンジェロ、豊泉 洋、ブランドランキング変化を利用したブランド分類法、日本オペレーションズリサーチ学会春季研究発表会、千葉、2019
2. 江頭 大、豊泉 洋、介護施設における適正規模と適正サイクルのマネジメント手法日、本オペレーションズリサーチ学会春季研究発表会、千葉、2019
3. 豊泉洋、変動の激しい到着過程をもつ無限サーバー待ち行列、日本オペレーションズリサーチ学会秋季全国大会、名古屋 2018
4. H. Toyoizumi and T. Shimomura, A Toy Model of Preferentially-Attached Networks with Break-Ups, SIAM Workshop on Network Science 2018, Portland 2018
5. H. Toyoizumi, Swarm behavior of traders with different subjective predictions in the Market, arXiv:1703.01291, 2018 (pdf)
6. H. Toyoizumi, A Model of Interaction Between an Individual and the Group: Nonlinear Markov Process, Flow 2018, Nakano 2018
7. H. Toyoizumi, SM/M/∞ stochastic dynamic networks with joins and leaves, EURO2018, Valencia 2018
8. 大久保幸美、豊泉洋、マルコフモデルを用いたテニスプレイヤーの分類、待ち行列シンポジウム、大阪、2018
9. 石井 宏明、佐藤 真史、豊泉 洋、着陸待ち行列、待ち行列シンポジウム、大阪、2018
10. 鶴田 裕太郎、豊泉 洋、エスカレーターは歩くべきか、止まるべきか、待ち行列シンポジウム、大阪、2018
11. K. Kato, Y. Yan, H. Toyoizumi, Blockchain Application for Rideshare Service, 8th International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences, LISS 2018 Toronto, Canada, 2018
12. 新馬場翔、佐藤真史、豊泉洋、保険をかける社会性蜂、RIMS Workshop : Theory of Biomathematics and its Applications XIV - Modelling and Analysis for Structured Population Dynamics and its Applications, 京都 2017
13. H. Toyoizumi, S. Shinbaba, and J. Field, The Relatedness of Field Observations and Computer Simulations: The Bias of the Observation, MMES 2017, London.
14. H. Toyoizumi, Priority Queue and Limit Order Book, IFORS Quebec 2017
15. 小森大地、鶴野秀隆、豊泉洋、公認会計士を目指す学生の公正性 評価実験、日本オペレーションズリサーチ学会春季研究発表会、沖縄、2017
16. 皆川拓、豊泉洋、Pull 型情報拡散モデルにおける最適な情報伝播方法、日本オペレーションズリサーチ学会春季研究発表会、沖縄、2017
17. 豊泉洋、株取引板の優先権付き待ち行列モデル、日本オペレーションズリサーチ学会春季研究発表会、沖縄、2017
18. H. Toyoizumi, Equivalence of Particle Survival Model and Record Values Process, and Its New Application to Limit Order Books. Journal of Operations Research Society of Japan, Vol 60-2, 2017(pdf)
19. H. Toyoizumi, Effective Propagation of Information on Social Media, EURO2016, Poznan
20. H. Toyoizumi, Word-of-Mouth Spread on Social Media, JSST2016, Kyoto
21. H. Toyoizumi, An Application of Nonlinear Markov Process to SIR Epidemic Model, Interdisciplinary Applications of Nonlinear Science 2016, Kagoshima
22. H. Toyoizumi, Nonlinear Markov Process for SIR Epidemic Model and Limit Order Book, Q-bukai (Sig-Queue), Tokyo 2016

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

<https://sites.google.com/site/officetoyoizumi/rese>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：豊泉 洋

ローマ字氏名：Hiroshi Toyoizumi

所属研究機関名：早稲田大学

部局名：会計研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：20315683

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。