

革新的コンピューティング技術の開拓  
2020 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

金澤 輝代士

筑波大学システム情報系  
助教

確率過程の縮約理論を用いた社会シミュレータの高速化

## § 1. 研究成果の概要

今年度はまず非マルコフ過程の代表例である非線形ホークス過程を取り扱う理論手法を開発した。ホークス過程は様々な複雑系(例えば、物理系、地震系、金融系、社会系など)における自己励起現象を記述する著名なモデルであり、過去のイベント(たとえば地震など)によって、将来のイベントがより発生しやすくなる性質をモデル化する。本モデルは非マルコフ確率過程と呼ばれる、過去の履歴に強く依存するモデルであり、理論的な解析が難しかった。更に、ホークス過程を非線形系に拡張した非線形ホークス過程は、線形ホークス過程よりも理論解析が難しく、理論的な解析手法はほとんど発展してこなかった。

そこで私は ETH Zurich の研究者 Didier Sornette と共同で、非線形ホークス過程を解析的に取り扱うための新たな理論手法を開発した。具体的には低次元の非マルコフ過程を高次元のマルコフ過程にマップし、その高次元マルコフ過程に対するマスター方程式を導出した。更に、幅広い非線形ホークス過程に対して成立する定常漸近解を発見した。今後は非線形ホークス過程にとどまらず、より広い非マルコフ過程に対しても適応可能な枠組みを構築しようと考えている。

本結果をレター論文としてまとめ、arXiv に掲載した。また、現在学術誌で査読中である。更に、レター論文をベースに長いフルペーパーを現在執筆中である。フルペーパーはほぼ書き終わっているため、2021 年度中での投稿および出版を目指している。

また、アウトリーチ活動の一環として、ホークス過程周辺の私の研究結果についての解説原稿を日本物理学会の学会誌に招待寄稿した。すでに査読は終わり、2021 年 6 月号に掲載予定である。また、生命現象として現れる非マルコフ過程についての私の研究結果についての解説原稿を「生体の科学」に招待寄稿した。最終校閲も済み、72 巻 3 号に掲載予定である。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Zipf’s law in nonlinear self-excited Hawkes processes”, arXiv: 2102.00242.
- 2) “物理における非マルコフ過程——場の理論を用いたホークス過程の解法”, 日本物理学会学会誌 vol. 76, No. 6, 2021 (掲載予定).
- 3) “生命現象における拡散現象 レヴィ・フライトのマイクロ理論”, 生体の科学 72 巻 3 号 (掲載予定).