

現代の数理科学と連携するモデリング手法の構築
2014 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

吉田 朋広

東京大学大学院数理科学研究科
教授

先端的確率統計学が開く大規模従属性モデリング

§ 1. 研究成果の概要

確率過程の統計推測理論とその応用に関して研究を行い、確率過程の統計推測およびシミュレーションのための R パッケージ YUIMA の開発を進めた。

確率微分方程式に対する統計推測理論では、退化拡散過程の推定、ジャンプのある拡散型過程のボラティリティパラメータ推定のためのグローバルジャンプフィルタの導入と擬似尤度解析の構築、エルゴード的拡散過程のノイズのある離散観測によるドリフトパラメータと拡散係数パラメータのハイブリッド型推定量の構成とその漸近的性質の解明をし、さらに、畳み込みが観測される拡散過程の推測、エルゴード的拡散過程に対する誤特定を許す Schwartz 型モデル選択規準、フラクショナルブラウン運動(fBm)に基づく確率微分方程式の推測を研究した。放物型確率偏微分方程式のパラメトリックモデルに対して高頻度時空間データによる推定法を与え、その漸近挙動を明らかにした。また、高次の分布近似に関わる問題として、漸近展開による Hawkes 過程の推定量の高次漸近挙動、混合型 fBm の 2 次変動の高次漸近展開などを与えた。

確率過程の統計学を基礎とした数理モデリングが進んだ。点過程によるリミットオーダーブックのモデリングとオーダー予測、スパースな構造を持つ多変量 Hawkes 過程による Web サイト等におけるテキストデータの伝播構造の定量化、グラフィカル LASSO による高頻度データの実現共分散行列の解析、確率過程モデルの感染症伝播への応用、確率微分方程式を用いた新しい死亡率予測モデルの提案を行った。

我々の理論研究の実装として、確率微分方程式に対するモデル選択の関数の拡充、確率微分方程式を駆動するレビ過程の分布に関する最尤推定法を行う機能付加など、YUIMA の拡張が進んでいる。

§ 2. 研究実施体制

(1)「東京大学」グループ

- ① 研究代表者: 吉田 朋広 (東京大学大学院数理科学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・高頻度時系列データへの統計的モデリングとデータ解析
 - ・統計モデリングの基礎となる確率過程の統計学の研究とその応用
 - ・確率過程に対する統計解析およびシミュレーションのためのソフトウェア YUIMA III の開発

(2) 大阪大学グループ

- ① 主たる共同研究者: 内田 雅之 (大阪大学大学院基礎工学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・大規模時系列データに対する計算統計理論に基づく解析手法の開発

(3)「九州大学」グループ

① 主たる共同研究者:増田 弘毅 (九州大学大学院数理学研究院、教授)

② 研究項目

- ・非正規レビ過程に関する統計推測の基礎研究とその応用
- ・さまざまな非正規レビ駆動モデルの統計解析ソフトウェアの開発

【代表的な原著論文情報】

- 1) Gloter, A., Yoshida, N.: Adaptive estimation for degenerate diffusion processes. *Electronic Journal of Statistics*, 15(1), 1424–1472 (2021)
- 2) Inatsugu, H., Yoshida, N: Global jump filters and quasi-likelihood analysis for volatility. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 73, 555–598, with Electronic supplementary material (2020)
- 3) Kaino, Y., Nakakita, S. H., Uchida, M.: Hybrid estimation for ergodic diffusion processes based on noisy discrete observations. *Statistical Inference for Stochastic Processes*, Volume 23, Issue 1, 171–198 (2020)
- 4) Kaino, Y., Uchida, M. Parametric estimation for a parabolic linear SPDE model based on discrete observations. *Journal of Statistical Planning and Inference*, Volume 211, 190–220 (2021)
- 5) Koike, Y.: De-biased graphical lasso for high-frequency data. *Entropy*, 22, 4, 456 (2020)
- 6) Podolskij, M., Veliyev, B., Yoshida, N.: Edgeworth expansion for Euler approximation of continuous diffusion processes. *Annals of Applied Probability*, Vol. 30, No. 4, 1971–2003 (2020)
- 7) Shimizu, Yasutaka: Why does a human die? A structural approach to cohort-wise mortality prediction under Survival Energy Hypothesis. *ASTIN Bulletin*, 51,1, 191–219 (2020)
- 8) Tudor, C., Yoshida, N.: Asymptotic expansion of the quadratic variation of a mixed fractional Brownian motion. *Statistical Inference for Stochastic Processes* (2020)