

Statistical inference for ergodic non-Gaussian stochastic differential equation models

上原, 悠槇

<https://hdl.handle.net/2324/2236333>

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (数理学), 論文博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 上原 悠楨

論 文 名 : Statistical inference for ergodic non-Gaussian stochastic
differential equation models
(エルゴード的非正規確率微分方程式モデルの統計的推測)

区 分 : 乙

論 文 内 容 の 要 旨

本学位論文では、高頻度観測に基づく非正規確率微分方程式モデルの統計的推測を取り扱う。非正規確率微分方程式モデルとは、非正規性を持つ確率過程である Lévy 過程により駆動される連続時間モデルの一種である。具体的には、幅広いノイズ過程を対象に利用可能な正規型疑似最尤推定量のモデルの誤特定下における漸近挙動を明らかにする。加えて、非正規確率微分方程式モデルの保険数理等で広い応用を持つ飛躍型拡散過程の新たな推定方式を提案し、理論的性質を与える。また、上記手法の統計解析ソフト R 上への実装について概説する。

本学位論文は以下の形式から成る:

Chapter 1 導入

Chapter 2 モデル誤特定下での正規型疑似最尤推定量の漸近挙動の解明

Chapter 3 正規性検定に基づく飛躍型拡散過程の推定

Chapter 4 統計解析ソフト R 上での実装およびその概要

Chapter 1 では、本学位論文の学術的な背景および、関連分野の研究について概説を行う。また、本学位論文で統一的に用いる記号等についても導入を行う。

Chapter 2 では、平均・分散構造に着目した多様なノイズ過程へ適用可能な正規型疑似最尤推定が、統計解析において不可避免的に生じるモデルの誤特定の下でどういった理論的性質を持つかを取り扱う。その中で、誤特定によるバイアスが生じることが明らかとなっている。ノイズ過程が正規分布に対応する Wiener 過程である場合、対応する Poisson 方程式の解の正則性を用いてバイアス補正が可能である。一方、ノイズ過程が非正規 Lévy 過程の場合、対応する方程式に積分作用素が含まれ、解の正則性を導くのは困難になる。申請者は、Feller Markov 過程に対応する拡張無限小生成作用素の理論を援用し、この問題を解決した。その結果、正規型疑似最尤推定量がモデルの誤特定下でも一致性や漸近正規性を有することが導かれ、さらにその裾確率評価も導出された。

Chapter 3 では、保険数理等で広い応用を持つ飛躍型拡散過程モデルの連続部分の推定問題に焦点を当てる。ここでは、Euler 残差に基づく正規性検定を繰り返し用いて、不連続挙動の除去（トリミング）を行い、トリミング後のデータを用いて連続部分を推定する方式を提案した。また、この手法で構成された推定量が、(観測不可な) 連続部分の挙動を抽出したデータにより構成された推定量と同様の漸近挙動を持つことを示した。提案手法は、既存手法とは異なり、解析者の恣意性により定まる調整パラメータを要さず推定を行える点で優れている。

Chapter 4 では、Chapter 2 および Chapter 3 で提案した手法の統計ソフト R 上での実装および実践法について紹介する。