

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 4月 18日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21740073

研究課題名（和文） セミマルチンゲールに対する離散観測推定の理論と実装

研究課題名（英文） Theory and implementation of inference for semimartingales from discrete observations.

研究代表者

清水 泰隆（SHIMIZU YASUTAKA）

大阪大学・基礎工学研究科・准教授

研究者番号：70423085

研究成果の概要（和文）：金融や保険の資産モデルなどに応用される確率モデルに含まれる未知パラメータに対する、データに基づく実際的な推定手法を開発し、その理論的な正当性を数学的に証明した。その手法の計算機への実装も進行中である。

研究成果の概要（英文）：We developed some statistical methodologies to estimate unknown parameters in stochastic models, which is used in financial and insurance applications. The estimators are based on a set of practical data, and has a mathematical validity. The implementation to a computational package is also ongoing.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数学・数学一般（含確率論・統計数学）

キーワード：統計数学，確率過程，漸近理論

## 1. 研究開始当初の背景

セミマルチンゲールモデルは、ファイナンスや保険における資産価格のモデルとして頻繁に使用されたり、乱気流、人口変動のモデルなど、幅広い分野で応用される数学モデルであり、その推測論は、理論上も応用上も多くの研究者の注目を集めるものである。ところが、実際の時系列データは時間に関して離散的に観測されるため「連続時間モデルに対する離散観測推定理論」の研究が必須とされ、1980年代頃から多くの数理統計学者によって離散観測推定理論が研究されてきている。近年、金融工学を中心にジャンプ型モデルの需要が高まっており、その推定理論に注

目が集まってきている。特に離散観測に基づく推定理論とその実用化は、金融実務における最重要課題の一つと位置付けられ、国際学会等でも盛んに取り上げられる話題である。

## 2. 研究の目的

本課題は、離散的に観測されるセミマルチンゲール確率モデルにおける漸近推測理論を構築することにより、数学的正当性を備えたモデルの推測手法を提案し、更に有限標本下における予測精度の改善手法を同時開発し、それらを計算機へ実装することを目的とする。この一連の研究によって、純粹に数学的な統計的推測論を実データに応用可能な

形で提供し、それをソフトウェアとしてパッケージ化することにより、ユーザーが手軽に活用できるシステムを作ることが目標である。

### 3. 研究の方法

研究は3年計画で、最初の2年は理論研究を中心に進める。

(1) 1年目は、有限活動型モデルの中でも、ある特殊なモデルに焦点を当てて考察を開始する。

(2) 段階的に、無限活動型、非マルコフ型とモデルの拡張を進め、パラメータの推定理論を完成させる。

(3) 2年目は前年度で得られた推定手法を応用したモデル選択問題の理論的考察を行う。

(4) 上記理論を完成させた後、3年目には有限標本下での理論実装の方法を研究し、計算機実装とパッケージ化を行う。

### 4. 研究成果

研究方法で述べた番号に従ってその成果を記す。

(1) において、ジャンプの構造を決めるレヴィ測度に対する汎関数に対するセミパラメトリック推定量を構成し、その漸近的性質を明らかにした。

(2) 無限頻度型モデルのパラメータ推定は、ジャンプ部分の推定を除いて推定量の構成が可能となった。特に、推定量構成の際に必要なジャンプ判別漸近フィルターの選択に関して、データに基づいた選択の規準を開発し、実データに応用可能であることを示した。

(3) モデル選択の予備考察として、応用上有用と思われる金融モデルに着目して、そのパラメータ推定を行った。特に、非エルゴード的なプロセスに関する未知母数推定量の漸近的性質とその収束レートに関する考察を行った。これによって、幅広いクラスモデルから最適なモデルを選択するための下地を作った。

(4) 計算機実装に関して、統計ソフトウェア R に関するパッケージ化のプロジェクト YUIMA プロジェクトを通して、実現した手法の実装を進めている。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

1. Shimizu, Y. (2012). Local asymptotic mixed normality for discretely observed non-recurrent Ornstein-Uhlenbeck processes, Ann.

Inst. Statist. Math., 査読有, vol. 64, no. 1, 193-211.

2. Shimizu, Y. (2011). Estimation of the expected discounted penalty function for Levy insurance risks, Math. Method of Statist., 査読有, vol. 20, no. 2, 125-149.
3. 清水 泰隆 (2011). 危険理論における Gerber-Shiu 関数と統計的推測, 統計数理, 査読有, vol. 59, no. 1, 105-124.
4. Shimizu, Y. (2010). Threshold selection in jump-discriminant filter for discretely observed jump processes, Statist. Methods and Appl., 査読有, vol. 19, no. 3, 355-378.
5. Shimizu, Y. (2010). Estimation of parameters for discretely observed diffusion processes with a variety of rates for information, Ann. Inst. Statist. Math., 査読有, vol. 64, no. 3, 545-575.
6. Shimizu, Y. (2010). Nonparametric estimation of the Gerber-Shiu function for the Wiener-Poisson risk model, Scand. Actuarial Journal, 査読有, no. 1, 56-69.
7. Shimizu, Y. (2009). Notes on drift estimation for certain non-recurrent diffusion processes from sampled data, Statistics & Probability Letters, 査読有, vol. 79, no. 20, 2200-2207.
8. 清水 泰隆 (2009). 飛躍型確率過程に対する離散観測による閾値推定法, 統計数理, 査読有, vol. 57, no. 1, 97-118.
9. Shimizu, Y. (2009). Functional estimation for Levy measures of semimartingales with Poissonian jumps, J. Multivariate Anal., 査読有, vol. 100, no. 6, 1073-1092.

[学会発表] (計 13 件)

1. Yasutaka Shimizu, On estimating ruin related quantities under Lévy insurance risks, STATISTICS2011 CANADA, 2011年7月4日, Concordia University, Canada
2. Yasutaka Shimizu, Edgeworth type expansion of ruin probability under Levy risk processes in the small loading asymptotics, The 15th International Congress on Insurance : Mathematics and Economics, 2011年6月15日, University of Trieste, Italy
3. 清水 泰隆, Notes on estimating the probability of ruin and some generalization, 統計数学セミナー, 2011年1月19日, 東京大学

4. 清水 泰隆, Nonparametric estimation of the Gerber-Shiu function for Lévy insurance risks, 金融工学・数理・計量ファイナンスの諸問題 2010, 2010 年 12 月 4 日, 大阪市中央公会堂
5. 清水 泰隆, Gerber-Shiu functions and the statistical inference, 諸分野との協働による数理科学のフロンティア, 2010 年 11 月 19 日, 京都大学数理解析研究所
6. 清水 泰隆, Gerber-Shiu functions and the statistical inference, 統計モデルによる現象の解析, 並びに, その基礎理論, 2010 年 10 月 23 日, 山形テルサ
7. Yasutaka Shimizu, Nonparametric estimation of the Gerber-Shiu function for the risk process perturbed by diffusion, WORKSHOP ON "MATHEMATICAL FINANCE AND RELATED ISSUES", 2010 年 9 月 13 日, 京都リサーチパーク
8. 清水 泰隆, 摂動リスクモデルに対する期待割引罰則関数の推定, 統計関連学会連合大会, 2010 年 9 月 8 日, 早稲田大学
9. Yasutaka Shimizu, Nonparametric estimation of the Gerber-Shiu function for the risk process perturbed by diffusion, The 14th International Congress on Insurance : Mathematics and Economics, 2010 年 6 月 18 日, University of Tronto, Canada
10. Yasutaka Shimizu, Estimation of parameters for discretely observed diffusion processes with a variety of rates for information, Stochastic Analysis and Statistical Inference V, 2010 年 2 月 23 日, 東京大学
11. Yasutaka Shimizu, Quadratic type contrast functions for discretely observed non-ergodic diffusion processes, DYNSTOCH2009, 2009 年 10 月 8 日, Humboldt-Universität, Germany
12. 清水 泰隆, 非エルゴード的過程の離散観測推定について, 日本数学会 秋季総合分科会, 2009 年 9 月 26 日, 大阪大学
13. 清水 泰隆, 非再帰的 OU 過程に対する離散観測推定について, 統計関連学会連合大会, 2009 年 9 月 7 日, 同志社大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.sigmath.es.osaka-u.ac.jp/~yasutaka/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

清水 泰隆 (SHIMIZU YASUTAKA)  
大阪大学・基礎工学研究科・准教授  
研究者番号 : 70423085

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号 :

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号 :