

平成 22 年 6 月 28 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19540153

研究課題名（和文） 数理科学に於ける非因果的諸問題の研究

研究課題名（英文） Studies on Noncausal Problems in Mathematical Sciences

研究代表者

小川重義（OGAWA SHIGEYOSHI）

立命館大学・理工学部・教授

研究者番号：80101137

研究成果の概要（和文）：数理科学に現れる様々な非因果的確率現象のモデル化と解析は代表者が 1983 年に導入した非因果的確率積分に基づく理論により扱いが可能となる。本研究ではファイナンスを含む具体的な非因果的諸問題に即して、非因果的解析の理論と付随する数値解析問題の研究を行い、それぞれについて今後の発展の基礎となる成果を得、学会誌に発表すると共に国際会議でも講演を行った。

研究成果の概要（英文）：In various fields of mathematical sciences, including theory of finance, there arise many problems of noncausal nature that can be treated not in the usual theory of Ito Calculus but in the framework of noncausal calculus originated by the author in 1893. In this research program we have aimed to investigate the theoretical back ground of the theory as well as some numerical problems concerned with the finance. In both directions, we have obtained many fundamental theoretical results and numerical schemes, those were published in journals and presented at many international conferences.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	700,000	210,000	910,000
2009 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：数学

科研費の分科・細目：数学一般（含確率論・統計数学）

キーワード：確率論

1. 研究開始当初の背景

伊藤理論で知られる現代の確率解析理論は、白色雑音あるいはもっと一般にマルチンゲールにより駆動される確率的システムモデル、確率微分方程式（以下 SDE と略記す

る）や解析の為の標準言語として基本的役割を果たしている。しかし数理科学や情報工学にはこうした標準の枠組みでは定式化できない問題も多々ある。例えばファイナンスに於けるインサイダー取引問題のような、

情報先取りのある非因果的システムの定式化とか、物理的問題では白色雑音を含む2階微分方程式に対する2点境界値問題の積分表現とか、あるいは画像処理理論における確率場がみだすべき関数方程式の表現等々、のように対象となる乱関数が駆動力(マルチンゲール)に関して因果的な関数であると仮定できなくなる場合がそうである。ところで、このような非因果的問題の解析手段として、28年前に申請者(小川)により導入された非因果的確率解析の理論がある。本研究計画の最終的目標は、この非因果的確率解析を発展・整備し、上に例示したような数理学あるいは工学における様々な非因果的問題のモデル化と解析への応用を容易にする道筋をつけることである。

2. 研究の目的

本研究計画では主に数理ファイナンスや情報工学への応用を念頭に、以下にあげる典型的な非因果的問題(a, b, c は数理ファイナンス関連、d は画像処理に関連する問題)に焦点を絞り、これらの定式化と解析を目標として非因果的確率解析理論の基礎的研究推進と数値解析の手法の開発を目指した;

(a) インサイダー・トレーディング問題の非因果的定式化、

(b) 分数指数ブラウン運動に基づくモデル(Fractional Black-Sholes Model)の意味づけと解析及び数値解析、

(c) ブラウン運動等マルチンゲールに駆動されるSDEの非因果的条件下(非因果的初期条件、非因果的係数等々)での解析と係数推定問題の研究、

(d) フレドホルム型確率積分方程式の数値解析、特に本計画では次の諸点に留意しつつこれら課題の研究を進めるものである;

3. 研究の方法

上に記した具体的問題を扱うべく非因果的確率解析の理論を整備・発展させるとともに、

- (1) 現行の数理ファイナンスの理論を非因果的解析の観点から再検討すること。
- (2) 更に、システム同定問題の観点から非因果的SDE(確率微分方程式)の係数推定の理論的可能性を検討し
- (3) そのような手法を数値的に具体化すること。

全期間を通じて研究の重点は基礎理論面においた。即ち、情報先取りのある市場活動のモデル化を念頭に非因果的力学系(システム)のSDEモデルをいくつか構築し、そうしたシステムの同定問題の理論的解析を手始めに、金融工学に於ける一般的(線形)SDEモデルの数値近似法や推定法などの基礎的研究と非因果的初期条件下でのSDEの解の構成法についての研究

を行った。

研究補助費は国内外旅費の他パソコン周辺機器の購入や数値実験補助者、専門的知識知識提供者への謝金として使用した。特に旅費については国内外の研究会への参加経費として使用したほか、2008年度に京都大学数理解析研究所にて開催した共同研究会「確率数値解析に於ける諸問題、第8回研究会」への招待外国人研究者(3名: H.Pham, G.Kerkyacharian, D.Picardの三氏)の旅費としても使用した。

4. 研究成果

上記研究課題(1)(2)(3)のそれぞれについて今後の研究展開の基礎となる重要な結果を得て、学会誌に発表するとともに国内外の学会・研究会にて講演を行った。詳細は以下の事項を見られたい。

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6件)

1. S.Ogawa and H-L. Ngo, "On a real-time estimation of parameters of jump-diffusion processes" Math. And Computers in Simulation, Elsevier, Neetherland, (2010)
2. S.Ogawa and H-L Ngo, "A central limit theorem for the functional estimation of the spot volatility", Monte Carlo Methods and Applications vol 15, No.4(2009), de Gruyter, Berlin
3. S.Ogawa, "Real time scheme for the volatility estimation in the presence of microstructure noise" Monte Carlo Methods and Applications, vol. 14, No.4 (2008), pp.331-342, de Gruyter. Berlin
4. S.Ogawa and K. Wakayama, "On a real-time scheme for the estimation of volatility", Monte Carlo Method and Appl. Vol.13 No.1 (2007), pp.99-116, de

Gruyter, Berlin

5. S.Ogawa, "Noncausal Stochastic Calculus Revisited", In "Advances in Deterministic and Stochastic Analysis" (Monograph), pp.297-320 (2007), World Scientific
6. S.Ogawa, "Noncausal Integral Equations of Fredholm Type", In "Harmonic, Wavelet and p-Adic Analysis" (Monograph), pp.331-342 (2007), World Scientific

[学会発表](計10件)

1. S.Ogawa, "Noncausal Problems and Calculus in Mathematical Physics" Series of 3 Lectures at Spring School of Stochastic Theory, held at Taiwan University by Math Inst, of Academia Sinica Taiwan, 9-15 April 2010
2. S.Ogawa and H-L. Ngo, "Parameter estimation of jump-diffusion processes" Joint Seminar of Firenze and Ritsumeikan universities on Stochastic Processes and Finances, held at Ritsumeikan Univ. in 21-22 February 2010
3. S.Ogawa, "Recent Progress in The Problem of Volatility Estimation" 日本応用数理学会 数理ファイナンス分科会特別講演、於大阪大学、2009年9月28日
4. S.Ogawa with H-L.NGO, "On the real-time estimation scheme for the spot volatilities" SPA2009 Congress held in Berlin, 30 July 2009
5. S.Ogawa, "Real-time scheme for the volatility estimation in the presence of microstructure noise", Invited Lecture at RITS-Firenze Workshop on Security and Math Finance, held at Firenze Univ., March 2009
6. S.Ogawa and S.Sanfelicci "An improvement of the real-time estimator of the spot volatility", Invited Lecture at RITS-Firenze Workshop on Security and Math Finance, held at Firenze Univ., March 2009
7. S.Ogawa and H-L.Ngo, "Real-time estimation scheme for the spot cross volatility of jump-diffusion processes" Invited Lecture at RITS-Firenze Workshop on Security and Math Finance, held at Firenze Univ., March 2009
8. S.Ogawa, "Some attempts to the real-time estimation of the volatility" Invited Lecture at Intern. Conference CAPS2008, held at Press Center in Hanoi, Dec.2008
9. S.Ogawa, "On a real-time scheme for the volatility estimation", Plenary Lecture at Ritsumeikan Symposium on Stochastic Processes and Finance, held at Ritsumeikan Univ. March 2008
10. S.Ogawa, "Un essai pour l'estimation de volatilité en

temps-reel ”, Invited talk at Bachelier Seminar in Paris, held at L. I.H.P., 2007

〔図書〕(計2件)

1. 小川重義 (編著) 数理科学講究録「確率数値解析に於ける諸問題 - 8」、京都大学数理解析研究所 2008年12月

2. 小川重義、森真, “数学セミナー 確率・統計”(243 pages), 秀和出版、2007

〔産業財産権〕
出願状況(計1件)

名称：ヴォラティリティの推定装置及びそのコンピュータプログラム、並びにヴォラティリティ推定方法

発明者：小川重義
権利者：小川重義・立命館大学
種類：特許
番号：特願 2008-162810
出願年月日：2008/06/23
国内外の別：国内

取得状況(計0件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小川重義 (OGAWA SHIGEYOSHI)
立命館大学・理工学部・教授
研究者番号：80101137