

機関番号：37104

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007~2010

課題番号：19510164

研究課題名 (和文) 複雑系による非正規分布族・確率微分方程式の数理解析およびリスク管理への応用研究

研究課題名 (英文) Complex System Based Mathematical Analysis of Non-normal Distribution Family and Stochastic Differential Equation and Their Applications to Risk Management

研究代表者

譚 康融 (TAN KANGRONG)

久留米大学・経済学部・教授

研究者番号：70368968

研究成果の概要 (和文)：

本研究は、複雑系による時間要素を取り込んだ非正規確率分布族、確率微分方程式の数理解析およびその応用を行った。具体的には、非正規条件下のモデリング手法として、非正規確率プロセスとして定式化を行い、混合確率モデルによるファットテール密度関数への近似法、およびその加重サンプリング法・リスク評価法の拡張・開発を行った。また、ジャンプなどの要素を取り入れた確率微分方程式の理論・数値解析を行い、実問題への適用可能性を確認した。さらにモデルおよびパラメータの最適化において、統計的手法および遺伝的手法を適用し研究を進めた。

研究成果の概要 (英文)：

This research aims to study the mathematical properties of non-normal distribution family, in some cases which is diffused with a nonlinear time factor, and the non-Brownian motion based Stochastic Differential Equation (SDE), and their applications. Mainly, the following theories or applications have been studied and developed. 1) Identification of a stochastic process based upon mixture distribution family, or non-normal distribution family; 2) Analysis of tail distribution based upon mixture distribution family and the Importance Sampling Method under the non-normal phenomena, such as, heavy-tail distributions; 3) Analysis of behavior of SDEs theoretically and numerically, such as a SDE having a jump factor. In our studies, statistical methods and complex system based genetic methods have been applied to parameter optimization.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：モデリング、リスク管理、確率微分方程式、複雑系、非正規分布族

## 1. 研究開始当初の背景

従来の正規分布に基づいた研究は、数多くの成果を得られた一方、実際に正規条件が成り立たないケースは、多く観測されており、

しかも時間とともに分布の形などの統計的特性が変化・遷移している。従来の正規モデルや、時間要素の取り入れてないモデルは、適用でき兼ねないのである。これらの問題の

改善・解決を目指して本研究が行われた。

## 2. 研究の目的

経済社会の中で、絶えずに変動しつつ、不安定なダイナミック系が、例えば、時刻によって異なる形を有する確率分布等がよく観測されている。これらのダイナミック確率現象を正確的に捉えるために複雑系手法に基づく観測データに適応でき、柔軟性のある動的モデルの開発を目的とする。

## 3. 研究の方法

主に混合分布や、非正規分布族、確率微分方程式を用いて時間的に変化している分布の性質を調べ、確率挙動への近似を行う。リスク管理の数学モデルにおけるパラメータの最適化等は、数理統計的な手法、および複雑系ツールを併用し最適化を求める。

## 4. 研究成果

これまで、国内外の学術会議において、研究発表を行い、また学術雑誌および査読付きの国際会議論文集中に論文投稿し、計22篇（査読有）掲載され、学会発表は12回行った。さらに英文図書2冊を編集・出版した。

## 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29件）

- ① Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, An Approximation of Returns Distribution Based upon GA Optimized Mixture Distribution and Its Applications, Proceedings of CIRAS2007, 査読有, 2007, 307-312
- ② Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Approximating Probability Distribution Function based upon Mixture Distribution Optimized by Genetic Algorithm and Its Application to Tail Distribution Analysis using Importance Sampling Method, Journal of Political Economy, 査読有, Vol.74, No.1, 2007, 183-196
- ③ Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Genetic Algorithm-based Parameter Optimization of Tsallis Distribution and Its Application to Financial Markets, Proceedings of NOTLA2007, 査読有, 2007
- ④ Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Improved Estimation of Tail Distribution of Link Delays by Using Networks Tomography based on the Genetic Programming and the Importance Sampling, Journal of Political Economy, 査読有, Vol.73, No.56, 2007, 57-76
- ⑤ Takeshi Taniguchi, T.Caraballo and J.Real, The Exponential Stability for Neutral Stochastic Delay Partial Differential Equations, Discrete Continuous Dynamical Systems, AIM, 査読有, Vol.18, 2007, 295-313
- ⑥ Takeshi Taniguchi, The Exponential Stability for Stochastic Delay Partial Differential Equations, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 査読有, Vol.331, 2007, 191-205
- ⑦ Kangrong Tan, Some Statistical Properties of Mixture Distribution and Its Applications to Monte Carlo Simulation and Particle Filter, 産業経済研究, 査読無, Vol.48, No.2, 2007, 161-179
- ⑧ Kangrong Tan, Kouhei Harada, Order Statistics and Their Applications to Quantitative Finance, 産業経済研究, 査読無, Vol.48, No.4, 2008, 69-90
- ⑨ Jiaowan Luo, Takeshi Taniguchi, The Existence and Uniqueness For Non-Lipschitz Stochastic Neutral Delay Evolution Equations Driven By Poisson Jumps, Stochastics and Dynamics, 査読有, Vol.9, No.1, 2009, 135-152
- ⑩ Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Identification of Stochastic Process Based Upon Genetic Algorithm, Technical Report, 査読無, IEICE Vol.108, No.456, AI2008-85, 2009, 123-128
- ⑪ 譚康融、中西一、時永祥三、遺伝的手法による関数近似を用いた時系列におけるジャンプ過程の推定とその予測と最適化への応用、経済学研究、査読有、75巻、第5・6合併号、2009、93-112
- ⑫ 譚康融、時永祥三、MCMC法による収益率の混合分布の推定およびその応用、日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集、査読無、2009年春、72-73
- ⑬ Takeshi Taniguchi, The Existence and Uniqueness of Energy Solutions to Local Non-Lipschitz Stochastic Evolution Equations, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 査読有, Vol.360, 2009, 245-253
- ⑭ Takeshi Taniguchi, Jiaowan Luo, The Existence and Asymptotic Behavior of Mild Solutions to Stochastic Evolution Equations with Infinite Delays Driven by Poisson Jumps, Journal of

- Stochastics and Dynamics, 査読有, Vol. 9, No. 2, 2009, 217-229
- ⑮ 譚康融、時永祥三、遺伝的プログラミングによる方程式近似に基づく粒子フィルタを用いた状態推定とその時系列変動抑制への応用、電子情報通信学会技術研究報告、査読無、非線形問題 NLP109(167)、2009、21-26
- ⑯ 譚康融、複雑系ツール・非正規分布族モデリング手法のマーケティングおよびリスク管理への適用、産業経済研究、査読無、Vol. 49, No. 4, 2009、73-105
- ⑰ Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Analysis of Statistical Properties of Ranges and its Application to Estimation of Corporate Status, Proceedings of Artificial Intelligence and Applications(AIA 2010), 査読有. 2010, 37-42
- ⑱ Kangrong Tan, Makoto Nakanishi, Show Tokinaga, Estimation of Jump Diffusion Processes of Time Series based on Functional Approximations by the Genetic Methods and its Applications, Journal of Political Economy, 査読有, Vol. 75, 2010, 93-111
- ⑲ Takeshi Taniguchi, Existence and Asymptotic Behavior of Solutions to Weakly Damped Wave Equations of Kirchhoff Type with Nonlinear Damping and Source Terms, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 査読有, Vol. 361, 2010, 566-578
- ⑳ 時永祥三、譚康融、遺伝的プログラミングによる方程式近似に基づく粒子フィルタを用いた債券格付遷移の推定、経済学研究、査読有、2010、76巻. 67-81
- ㉑ Takeshi Taniguchi, The Existence and Asymptotic Behavior of Solutions to Non-Lipschitz Stochastic Functional Evolutional Equations Driven Poisson Jumps, Journal of Stochastics, 査読有, Vol. 82, No. 4, 2010, 339-363
- ㉒ Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Analysis of the Damages of the Financial Crisis 2008 on the Financial State of Japanese Listed Firms and Stock Market Performance, Proceedings of Global Conference on Business and Finance, 査読有, Vol. 5, No. 1, 2010, 665-672
- ㉓ 時永祥三、譚康融、遺伝的プログラミングによる方程式近似に基づく粒子フィルタを用いた時系列からの状態推定とその変動抑制への応用、電子情報学会論文誌(A)、査読有、J93-A(11)、2010、739-755
- ㉔ Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Analysis of Rare Events Using Importance Sampling based on the Distributions Optimized by the Genetic Methods, Proc. of International Conference on Management Science and Information Engineering 2010, 査読有, Volume 3, 2010, 375-378
- ㉕ Kangrong Tan, Meifen Chu, Estimation of Portfolio Return and the Value at Risk based upon a Class of Gaussian Mixture Distributions, Proc. of Global Conference on Business and Finance 2011, 査読有, Vol. 6, No. 1, 2011, 651-655
- ㉖ Takeshi Taniguchi, The Existence and Exponential Behavior of Solutions to Stochastic delay Evolution Equations with a Fractional Brownian Motion, Nonlinear Analysis, 査読有, 2011, 1-14
- ㉗ Kangrong Tan, On the mode of a Convolution Density of the Scaled Normal and Pearson Type VII Distributions, Theoretical Advances and Applications in Operations Research, 査読有, 2011, 17-31
- ㉘ Kangrong Tan, Meifen Chu, Estimation of Portfolio Return and Value at Risk Using a Class of Gaussian Mixture Distributions, The International Journal of Business and Finance Research, 査読有, 2011, to appear
- [学会発表] (計12件)
- ① 譚康融、混合分布による収益率分布への近似法とその応用、応用経済学会、2007. 6. 9、長崎大学
- ② Kangrong Tan, Genetic Algorithm and Genetic Programming and their Applications, Colloquium at Department of Mathematics and Statistics, 2007. 9. 24, Queens University, Canada
- ③ 時永祥三、譚康融、遺伝的アルゴリズムによる粒子フィルタのノイズ分布の推定、電子情報通信学会非線形問題研究会、2007. 10. 19、武蔵工業大学
- ④ 譚康融、中西一、時永祥三、ジャンプ過程を含む変数で記述される評価関数の多様な評価基準に基づく最適化手法とそのシステム制御への応用、電子情報通信学会信号処理研究会、2008. 3. 7、山口大学
- ⑤ 譚康融、時永祥三、遺伝的手法による関数近似を用いた時系列におけるジャンプ過程の推定とその応用、電子情報通信学会非線形問題研究会、2008. 3. 14、武蔵工業大学
- ⑥ 譚康融、時永祥三、ジャンプ過程を含む

変数で記述される評価関数の最適化に基づく参入・撤退問題の解析、電子情報通信学会非線形問題研究会、2008. 3. 28、神戸大学

- ⑦ 譚康融、株価変動・リスク計測における確率微分方程式・ジャンプ過程の応用、蘇州大学研究会講演、2008. 5. 22、蘇州大学
- ⑧ 譚康融、MCMC 法による株価収益率分布の混合モデルの推定およびその応用、OR 学会九州支部研究会での講演、2008. 12. 6、福岡大学
- ⑨ Kangrong Tan, State Estimation by using Particle Filters based on Equation Approximations with the Genetic Programming and its Applications to Suppression of Fluctuations of Time Series, 電子情報学会非線形現象研究会、2009. 8. 3、ヨンデンブランザ
- ⑩ 譚康融、時永祥三、遺伝的プログラミングによる方程式近似に基づく粒子フィルタを用いた債券格付遷移の推定とその応用、情報処理学会、2009. 12. 17、電気通信大学
- ⑪ 譚康融、時永祥三、トモグラフィ手法による確率密度関数の分解推定を用いた株価収益率の要因分析、電子情報通信学会、情報処理学会、2010. 9. 2、長崎県勤労福祉会館
- ⑫ Kangrong Tan, Shozo Tokinaga, Analysis of Rare Events Using Importance Sampling based on the Distributions Optimized by the Genetic Methods、IEEE 2010 International Conference on Management Science and Information Engineering、Dec, 18, 2010, Zhenzhou, China

[図書] (計2件)

- ① Takeshi Taniguchi, Stochastic Analysis and Applications, Taylor & Francis, 2010, 1163-1173
- ② Kangrong Tan, Kyushu University Press, Theoretical Advances and Applications in Operations Research, Modeling Non-normal Phenomena, 2011, 231

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：

番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

譚 康融 (TAN KANGRONG)  
久留米大学・経済学部・教授  
研究者番号：70368968

### (2) 研究分担者

原田 康平 (HARADA KOUHEI)  
久留米大学・経済学部・教授  
研究者番号：30091359

### (3) 研究分担者

谷口 剛 (TANIGUCHI TAKESHI)  
久留米大学・文学部・教授  
研究者番号：00102096