

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 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22710143

研究課題名（和文）レヴィー過程の変動理論と信用リスク管理のためのアラームシステム構築

研究課題名（英文）Fluctuation theory of Levy processes and applications in risk management

研究代表者

山崎 和俊（YAMAZAKI KAZUTOSHI）

大阪大学・金融・保険教育研究センター・助教

研究者番号：50554937

研究成果の概要（和文）：レヴィー過程を用いてのリスク管理モデルの構築を行った。下向きジャンプ付のレヴィー過程の変動理論の研究を並行して行い、ファイナンスや信用リスクにおけるリスク管理問題を最適停止問題やゲームとしてモデルし解析的かつ数値的に解析を行った。

研究成果の概要（英文）：We developed risk management models using Levy processes. In parallel to the work on the fluctuation theory of spectrally negative Levy processes, we worked on several risk management problems arising in finance and credit risk; we modeled them in terms of optimal stopping problems/games and obtained their solutions analytically and numerically.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：社会・安全システム科学

科研費の分科・細目：社会システム工学・安全システム

キーワード：確率論、リスクマネジメント

1. 研究開始当初の背景

(1) 2008年に発生した金融危機以降、新BIS規制の枠組みの下、各金融機関には一層のリスク管理の徹底が要求されていた。そのため、従来よりもよりロバストで現実的なリスク管理モデルが求められていた。

(2) 一方で、2000年代にはレヴィー過程の変動理論が大きな進展を見せており、ファイナンスや保険数学を始めとする分野で使

われ始めていた。

2. 研究の目的

(1) 本研究では最新のレヴィー過程の変動理論を用いリスク管理問題の新しい枠組みを追求する。

(2) 金融機関等の実務界での実践もできるように柔軟かつ現実的なモデルを構築し、解析的または数値的に実装可能な解をもとめる。

3. 研究の方法

- (1) レヴィー過程に関する文献を渉猟した。
- (2) レヴィー過程の研究者との交流の場を設け、意見交換を行い、共同研究を行った。
- (3) 国内外の数理ファイナンス・オペレーションズリサーチの分野の学会に参加し、最先端のモデルについての情報を集め、またフィードバックを得るために、研究発表を積極的におこなった。

4. 研究成果

(1) 新 BIS 規制値を下回るリスクと拙速なアラームによる機会費用のトレード・オフ問題を考え、double exponential jump diffusion 過程とスペクトラリー・ネガティブ・レヴィー過程について最適解を得た。

(2) リスク中立測度の下、ある資産価値が連続なセミマルチンゲールとしてモデルされる場合、その二次変分期待値はオプション価格を使うことによって近似することができる。ここで効率的な近似アルゴリズムを提案し、日経平均株価の二次変分期待値を表すインデックスを開発した。

(3) 逐次検定と変化点検出の連結問題である Sequential Change Diagnosis 問題の漸近理論を扱った。観測不可能なシステムの変化とその原因を迅速かつ正確に検出する問題のベイジック・モデルを考えた。非線形再生理論を駆使する事により、原因の数によらず計算可能な解を提示し、さらに漸近的に最適で、かつ高次元に収束することを示した。

(4) プロテクションの買い手ないしは売り手が、プレミアムおよびデフォルト時の支払金額を変更させる権利を持つクレジット・デフォルト・スワップ(CDS)を提案し、評価を行った。買い手が行使権利を持つ Callable の場合と売り手が行使権利を持つ Puttable の場合をそれぞれ考え、一般的な指数スペクトラリー・ネガティブ・レヴィー過程に関して、解析解を得た。また、その拡張として、買い手と売り手の両者が同時にそれらの権利を持つ場合を考え、最適停止ゲームとしてモデルした。一般的な指数スペクトラリー・ネガティブ・レヴィー過程のもと、ナッシュ均衡を解析的に求め、さらに均衡点におけるクレジット・スプレッドを数値的に求めた。

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 6 件)

- ① S. Dayanik, W.B. Powell, K. Yamazaki, “Asymptotically Optimal Bayesian Sequential Change Detection and Identification Rules,” *Annals of Operations Research*, 査読有, 掲載予定
- ② M. Egami, T. Leung, K. Yamazaki, “Default swap games driven by spectrally negative Levy processes,” *Stochastic Processes and their Applications*, 査読有, 123(2), (2013), 347-384
- ③ T. Leung, K. Yamazaki, “American step-up and step-down default swaps under Levy models,” *Quantitative Finance*, 査読有, 13(1), (2013), 137-157
- ④ E. Egami, K. Yamazaki, “Precautionary Measures for Credit Risk Management in Jump Models,” *Stochastics*, 査読有, 85(1), (2013), 111-143
- ⑤ M. Fukasawa, I. Ishida, N. Maghrebi, K. Oya, M. Ubukata, K. Yamazaki, “Model-Free Implied Volatility: From Surface to Index,” *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 査読有, 14(4), (2011), 433-463
- ⑥ T. Leung, K. Yamazaki, 「解除可能クレジット・デフォルト・スワップの価格評価」、数理解析研究所講究録「ファイナンスの数理解析とその応用」18-26, (2011)

[学会発表] (計 32 件)

- ① K. Yamazaki, “Optimal Dividends in the Dual Model,” *International Workshop on*

- Quantitative Finance, 2013. 3. 18, KAIST, Daejeon, Korea.
- ② K. Yamazaki, “Optimal Stopping Problems for Spectrally Negative Levy Processes and Applications in Finance,” Financial/Actuarial Mathematics Seminar, 2012. 10. 11, University of Michigan, Ann Arbor, USA
- ③ K. Yamazaki, “Toward a Generalization of the Leland-Toft Model,” NUS-RMI Seminar, 2012. 4. 5, National University of Singapore, Singapore
- ④ K. Yamazaki, “Phase-type Fitting Approximation of Overshoot/Undershoot Distributions for Spectrally Negative Levy Processes,” 確率論シンポジウム, 2011. 12. 19, 関西大学
- ⑤ K. Yamazaki, “Optimal Stopping Problems for Spectrally Negative Levy Processes and Applications in Finance”, The 43rd ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, 2011. 10. 29, 立命館大学
- ⑥ K. Yamazaki, “Default Swap Games”, JAFEE 夏季大会, 2011. 10. 14, 慶応大学
- ⑦ K. Yamazaki, “Default Swap Games,” 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, 2011. 9. 16, 甲南大学
- ⑧ K. Yamazaki, “Pricing American Step-up and Step-down Credit Default Swaps under Levy Models,” Young Researchers Workshop on Finance 2011, 2011. 3. 4, 首都大学東京
- ⑨ K. Yamazaki, “Model-free Implied Volatility: From Surface to Index,” 大阪大学中之島ワークショップ, 2010. 12. 3, 中之島センター, 大阪
- ⑩ K. Yamazaki, “On Scale Functions of Spectrally Negative Levy Processes with Phase-type Jumps,” Workshop on “Mathematical Finance and Related Issues,” 2010. 9. 12, 京都リサーチパーク, 京都
- ⑪ K. Yamazaki, “On Scale Functions of Spectrally Negative Levy Processes with Phase-type Jumps,” The 34th Conference on Stochastic Processes and Their Applications, 2010. 9. 9, 千里ライフサイエンスセンター, 大阪
- ⑫ K. Yamazaki, “On Scale Functions of Spectrally Negative Levy Processes with Phase-type Jumps,” KIER-TMU International Workshop on Financial Engineering 2010, 2010. 8. 2, 首都大学東京
- ⑬ K. Yamazaki, “Precautionary Measures for Credit Risk Management in Jump Models,” JAFEE 夏季大会, 2010. 7. 31, 成城大学
- ⑭ K. Yamazaki, “On Scale Functions of Spectrally Negative Levy Processes with Phase-type Jumps,” 阪大確率論セミナー, 2010. 6. 29, 大阪大学
- ⑮ K. Yamazaki, “On Scale Functions of Spectrally Negative Levy Processes with Phase-type Jumps,” 九州確率論セミナー, 2010. 6. 4, 九州大学

[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）

〔その他〕
ホームページ等

<https://sites.google.com/site/kyamazak/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山崎 和俊 (YAMAZAKI KAZUTOSHI)

研究者番号：50554937

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：