

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 12日現在

機関番号：33919

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22710154

研究課題名（和文） ジャンプ拡散過程モデルによる金融派生商品の評価に関する研究

研究課題名（英文） Research on the valuation of derivatives for jump diffusion processes

研究代表者

鈴木 淳生 (SUZUKI ATSUO)

名城大学・都市情報学部・准教授

研究者番号：60513702

研究成果の概要（和文）：本研究では、金融派生商品の価格評価問題を売り手(発行体)と買い手(投資家)の二者間の最適停止問題として定式化し、価格の評価および最適行使境界を導出するモデルを拡張・応用することにより、原資産(株価過程)が不連続な点をもつ場合のゲームロシアンオプションの価格式を導出した。さらに企業の資金管理政策問題を取り上げ、自然災害などの突発的な事象を考慮した場合の最適な資金管理政策を求めた。

研究成果の概要（英文）：I studied a model of valuing derivatives which enable both an issuer and an investor to exercise their rights, respectively. I dealt with the pricing of Russian options and Game Russian options for jump diffusion processes. Game Russian option is a contract in which both of the seller and the buyer have the rights to cancel and to exercise at any time, respectively. The pricing of such an option can be formulated as an optimal stopping problem between the seller and the buyer, and is analyzed as Dynkin Game. I derived the value function of Game Russian options and their optimal boundaries with jumps. Moreover, I considered a cash management problem where the cash demand is assumed to be a Brownian motion with drift and a jump diffusion process with jumps. Moreover, I discussed the effect of jumps on the optimal policy through some numerical examples.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：数理ファイナンス，オペレーションズ・リサーチ

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：数理ファイナンス，金融工学，確率モデル

1. 研究開始当初の背景

現在の世界経済の不況は、サブプライムローン関連の証券化された商品を債券として

世界各国の金融機関が購入し、デフォルト(債務不履行)によりその価格が下落したことがその要因のひとつとされている。このよう

な経済状況下では、以前にも増して安定した社会を構築することが求められている。そのために金融派生商品の評価をおこなうには、株式、為替などの原資産価格が連続ではなく、不連続な点をもつ場合を考慮に入れたモデルを構築する必要がある。

2. 研究の目的

近年、世界経済は不安定な様相を呈している。この要因のひとつはサブプライムローン関連商品の証券化が行なわれ、世界中の投資家が購入したが、債務不履行などによりその商品価値が大幅に下落したことである。そこで申請研究では、このような原資産価格の変動がジャンプをもつような金融派生商品の評価を行うモデルを構築する。この評価モデルにより、経済情勢の急激な変化による原資産価格の変動を考慮に入れた金融派生商品の価格付けが可能になるため、申請研究は学術的貢献だけではなく、社会的にも意義をもつ研究であると考えられる。

3. 研究の方法

条件付き請求権を最適停止問題として定式化し、価格式と最適行使境界を導出するモデルを拡張・応用することにより、原資産がジャンプ拡散過程にしたがう場合の評価モデルを構築する。導出した価格式および最適行使境界を無危険利子率、ボラティリティについて比較静学をおこなう。これらについては計算機実験により数値例を示すことで視覚的に表現する。

4. 研究成果

2010年度は2件の雑誌論文（うち査読付き論文2件）および2件の学会・国際会議発表を行った。これらの研究成果は大きく2つに分けることができる。

(1) 原資産価格が不連続な点をもつ場合のロシアンオプションの価格の評価を行った。原資産価格が連続の部分は幾何ブラウン運動にしたがい、ジャンプはポアソン過程により発生し、そのジャンプ幅の対数が両側指数分布にしたがうジャンプ拡散過程によるロシアンオプションの価格評価を行い、価格式を導出した。さらに買い手が権利行使をすべき閾値（最適行使境界）の解析的な性質を導いた。このような金融派生商品の価格評価を行ったことは実務上重要な意味をもつと考えられる。

(2) 従来、オプションは買い手のみが権利を行使する金融商品であったが、ゲームオプションは売り手にもオプション契約をキャンセルする権利を与えたもので、Dynkinゲームの理論を用いて解析される。これは

オプションに償還条項を付与したものと考えることができる。そこで本研究では、満期が有限のロシアンオプションの売り手に契約をキャンセルする権利を与えたゲームロシアンオプション（償還条項付きロシアンオプション）を提案し、価格評価をおこなった。

一般的に満期が有限の場合は価格式、最適行使境界を閉じた形で導出することは困難なことが多い。ゲームロシアンオプションの場合も同様である。そこで本研究では、売り手と買い手の最適行使境界および価格式の解析的な性質を導いた。

以上の研究成果は、(1)については論文がAsia Pacific Journal of Operational Researchに掲載された。(2)については、ヨーロッパオペレーションズ・リサーチ学会、International Symposium on Operations Research and Its Applications 2010などにおいて発表を行った。

2011年度は1件の雑誌論文（査読あり）および3件の学会・国際会議発表を行った。さらに専門図書を1冊出版した。これらの研究成果は大きく2つに分けることができる。

(3) 満期が有限のゲームロシアンオプションの価格の評価を行った。これは2010年度におこなった研究の拡張である。買い手が権利を行使する閾値（最適行使境界）の解析的な性質を導いた。また売り手が権利をキャンセルする閾値を求めた。このような金融派生商品の価格評価を行ったことは実務上重要な意味をもつと考えられる。

(4) 原資産価格が不連続な点をもつ場合のモデルを資金管理政策に関する問題に適用した。本研究では、資金管理政策問題の評価モデルを提示し、その理論的枠組みを論究した。企業による余剰資金やATM（現金自動預け払い機）において資金の突発的かつ大量の需要が発生した場合を考慮に入れた最適な資金管理政策を求め、最小期待総費用関数を導出した。これによって、資金量を適切に管理することにより損失を減少させることができるため、社会的に重要な意義があると考えられる。

以上の研究成果は、(3)については研究成果を日本オペレーションズ・リサーチ学会2012年春季研究発表会において発表した。(4)については、International Symposium on Operations Research & Its Applications 2011および日本オペレーションズ・リサーチ学会2012年春季研究発表会において発表を行い、論文がLecture Notes in Operations

Research 14 に掲載された。

さらに研究成果を含んだ内容の図書「コーポレート・ファイナンス」を出版した。本書はコーポレート・ファイナンスの入門書として書かれたものであるが、財務的意思決定の視点を重視して書いた。他の成書との差異化を意図して、伝統的テーマと最近のテーマとをバランスを取りながら議論が展開するように配慮した。ダイナミックな厳しい経営環境の下で企業経営者、特に財務担当者は日々の財務的意思決定の問題と中長期的な財務戦略の策定に直面している。

このような財務的意思決定の問題を分析し、解決するための伝統的な理論と新しい技術、手法を判り易く解説するように心掛けた。また本書では、企業や組織が直面する財務的問題を幅広く取り挙げた。それらの問題を可能な限り意思決定の観点から論じ、問題解決の実行可能な手法を述べた。

2012年度は原資産がジャンプ拡散過程にしたがうゲームロシアンオプションの評価モデルを構築した。これは2010年度に得られたロシアンオプションにおけるモデルをゲームロシアンオプションに拡張したものである。

以上の研究成果については、INFORMS Annual Meeting 2012 および国内の研究集会で発表をおこなった。この研究成果を大災害債券などの価格評価に適用することで、今後の展望が社会的意義として見えてくるのではないかと考えられる。

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4件)

1. Suzuki, A. and Sawaki, K., Game Russian option with the finite maturity, 数理解析研究所講究録, 査読無, 1818, 2012, 85-90.
2. Sato, K. and Suzuki, A., Stochastic Cash Management Problem with Double Exponential Jump Diffusion Processes, Lecture Notes in Operations Research, 査読有, 14, 2011, 186-194.
3. Suzuki, A. and Sawaki, K., The Valuation of Russian Options for Double

Exponential Jump Diffusion Processes, Asia Pacific Journal of Operational Research, 査読有, 27, 2010, 227-242

4. Suzuki, A. and Sawaki, K., Callable Russian Options with the Finite Maturity, Lecture Notes in Operations Research, 査読有, 12, 2010, 296-300.

[学会発表] (計7件)

1. Suzuki, A. and Sawaki, K., Game Russian option with the finite maturity, INFORMS Annual Meeting 2012, 2012年10月14日, Phoenix Convention Center Phoenix, USA.
2. 鈴木淳生, 澤木勝茂, Game Russian option with the finite maturity, 数理解析研究所研究集会「ファイナンスの数理解析とその応用」, 2012年9月19日, 京都大学数理解析研究所.
3. 佐藤公俊, 鈴木淳生, ジャンプ過程の下での資金管理政策について, 日本オペレーションズ・リサーチ学会2012年春季研究発表会, 2012年3月28日, 防衛大学校.
4. 鈴木淳生, 澤木勝茂, 満期が有限のゲームロシアンオプション, 日本オペレーションズ・リサーチ学会2012年春季研究発表会, 2012年3月28日, 防衛大学校.
5. Sato, K. and Suzuki, A., Stochastic Cash Management Problem with Double Exponential Jump Diffusion Processes, International Symposium on Operations Research & Its Applications 2011, 2011年8月28日, Dunhuang, China.
6. Suzuki, A. and Sawaki, K., Callable Russian Options with the Finite Maturity, International Symposium on Operations Research & Its Applications 2010, 2010年8月20日, Chengdu, China.
7. Suzuki, A. and Sawaki, K., Callable Russian options with the finite maturity, The 23rd European Conference on Operational Research, 2010年7月13日, Lisbon, Portugal

〔図書〕（計1件）

1. 澤木勝茂，鈴木淳生，ミネルヴァ書房，
コーポレート・ファイナンス，192.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 淳生 (SUZUKI ATSUO)

名城大学・都市情報学部・准教授

研究者番号：60513702