

平成21年5月7日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19530296
 研究課題名（和文） 債券価格変動の確率モデル適用の実用化に関する研究
 研究課題名（英文） Study of probability models of Bond Pricing

研究代表者

中村 正治（NAKAMURA SYOUJI）
 金城学院大学 生活環境学部・教授
 研究者番号：30350953

研究成果の概要： 企業が資金調達のため、自己保有債券を市場で資金化する場合に、これらの金融商品の市場性を考慮しなければならない。特に債券の市場流動性では、企業が保有債券の資金化を急ぐことで、大量の債券を市場に放出するために債券価格に影響を与えるという意味での価格下落という商品流動性のリスクが発生する。また、保有債券を市場で慎重に資金化することにより、売却タイミングを失う機会損失リスクを受ける。

本研究では、自己保有債券を市場で資金化する場合に、自己保有債券の売却が市場に与える影響（マーケット・インパクト）により自己保有債券資金化の価値に影響を受ける。これらのリスクにおいて、自己保有債券を市場で資金化する場合に、最高の価値を得るための最適方策を確率過程を適用して解析的に求める。

交付額

(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	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・財政学・金融論

キーワード：ファイナンス, 確率過程, 信頼性理論

1. 研究開始当初の背景

企業が資金調達のため、自己保有債券を市場で資金化する場合に、これらの金融商品の市場性を考慮しなければならない。特に債券の市場流動性では、企業が保有債券の資金化

を急ぐことで、大量の債券を市場に放出するために債券価格に影響を与えるという意味での価格下落という商品流動性のリスクが発生する。また、保有債券を市場で慎重に資金化することにより、売却タイミングを失う

機会損失リスクを受ける。

本研究では、自己保有債券を市場で資金化する場合に、自己保有債券の売却が市場に与える影響（マーケット・インパクト）により自己保有債券資金化の価値に影響を受ける。これらのリスクにおいて、自己保有債券を市場で資金化する場合に、最高の価値を得るための最適方策を確率過程を適用して解析的に求める。

2. 研究の目的

本研究では、まず、債券市場におけるマーケット・インパクトの基本的な考え方を明確にし、マーケット・インパクトの定式化を行い、保有債券の資金化における最適方策を導出する。マーケット・インパクトを解析的に取り扱う研究としては、Almgren & Chriss [1999], Bertsimas & Lo [1998], Jarrow & Subramanian [1997], Lawrence & Robinson [1995]で同様な研究がなされている。さらに、債券価格変動過程に拡散現象を取り入れた最も基本的なチャップマン・コルモゴロフ方程式、また、この方程式を満たす確率過程のクラスとして、債券価格変動を遷移確率と考えレヴィ拡散過程を適用したモデルも考えられている。

しかし、本研究は、債券の市場流動化の価格がより実際の価格変動に近似させるために、累積損傷モデル (D. R. Cox [1962]) を適用できるかを探り、市場流動化の価格変動を解析的に把握することにある。累積損傷モデルは、信頼性理論で適用されている。物体に与える衝撃が累積すると、物体は累積された衝撃が、あるしきい値を超えると物体が破壊されるという仮定のもとで、物体への衝撃がしきい値以内に何らかの対策を講じておけば、少ない費用で破壊を延期できるという理論である。本研究では、保有債券の売却後に債券価格の復元を仮定し、衝撃を保有債券の売却、破壊を対象債券の価格の暴落と考え、暴落を引き起こさない、保有債券の最適な資金

化の最適方策を研究する。

さらに、このような興味ある上記の問題を、理論モデルとシミュレーションシステム構築を主目的とし、確率モデルの構築・数値計算シミュレーションシステムの両面から研究を遂行する。その応用として、ファイナンス Supply Chain Management (FSCM) システムを構想する。構想システムは、financial information providing, credit risk evaluation と financial information processing システムの機能が有り、各機能間で情報を連携していく、その中で本研究は、最終段階での financial information processing の1部分の機能として位置付ける。

3. 研究の方法

本研究で予想される成果と意義は、保有有価証券売却によるマーケット・インパクトの確率モデルの構築化により、資金化の期間（売却回数）、1回当たりの債券売却量を決定できることから、パラメータの数値が変動した場合の数値解析シミュレーションを柔軟に行うことが可能となる。

これらのモデルは、企業の保有債券を市場で資金化する場合の最適な資金化方策を算出でき運用コストが削減できるプロットタイプモデルとして有用である。また本モデルの確率解析モデルシステムは、JAVAあるいはActiveXで作成することにより、実務で使用できるモデル構築化に心掛けることは有用である。

国内外の研究の中での位置づけ

債券市場の債券価格にジャンプ過程を取り扱った、オプション価格決定モデルは近年再び注目されてきている。債券価格変動を標準ブラウン運動、ポアソン過程を用いた確率モデルが多くある中で、本研究も同様に確率モデルであるが、累積損傷モデル (D. R. Cox 1962) による債券価格の解析は見あたらない。本研究で考察する確率モデルとシステム開発は必要不可欠となるであろう。

4. 研究成果

平成 19 年度：

- (1) ファイナンス Supply Chain Management (FSCM) システムモデルの解析

自己保有債券の売却が市場に与える影響（マーケット・インパクト）についての確率過程を適用した理論的研究を中心にを行い、成果を得た。とくに、株数売却の市場価格への影響に次のような仮定を置いた場合の確率モデルを解析した。

- ・市場に追加的な売却を行えば価格は低下すると仮定。

- ・この影響はある程度の期間が経過すればなくなる、すなわち、市場価格は売却前の価格に復帰すると仮定する。

- ・さらに、株数市場に売り注文が累積してくると、需給関係から株数価格が低下してくると仮定する。

- ・また、株数売却によるマーケット・インパクトの価格低下から価格上昇に向けての復元を関数で与える。

このような仮定のもとで、保有株数を市場で売却する場合、市場価格に与えるマーケット・インパクトを考慮して最適な売却ロットサイズに確率モデルを構築して解析を行った。[役割分担者：中村]

(2) FSCMシステムの設計、開発（エンドユーザの視点から）

さらに、これらの理論を学生が学習するための基礎的なチュートリアルシステムとして構築した。この研究成果を、「Development of tutoring system to understand loan interest rate decision theory」教育システム情報学会 2007 年度第 3 回研究会 2007 年 10 月 20 日 於：名古屋大学, JSiSE Research Report Vol.22, no.3 (2007-10), pp.39-44 において発表した。[役割分担者：中村]

(3) 確率モデルの構築・数値計算シミュレーションシステムの両面から研究

マーケット・インパクトにおいて、価格変動の分布状態が不明で、価格変動の高くなるか、低くなるかの確率を考慮した場合の、エントロピーモデルを応用した実用へのモデルを構築し、この基本的な考え方の研究の成果と

して、「Entropy Model with Application to Maintenance Policy」The International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Dec 3 to 5, 2007 in Singapore 国際会議での研究発表を行った。[役割分担者：中村, 中川]

平成 20 年度：

(1) FSCMシステムにおける本理論の評価

マーケット・インパクトの確率モデルの構築化により、資金化の期間（売却回数）、1 回当たりの債券売却量を決定できることから、パラメータの数値が変動した場合の数値解析シミュレーションを柔軟に行うことが可能となる。[役割分担者：中川]

最終段階の FSCM システムが実際に金融機関で使用できることを想定しているため、FSCM システムのヒューマン・インターフェースの改善を行う。エンドユーザがシステムを使い易いことに重点を置く。ヒューマン・インターフェースの基礎的な部分は、ユーザに理論を理解させるための説明機能を開発する。[役割分担者：荒深] また、金融機関で累積損傷モデルの理論を理解させるための教育用として利用できるように、理論の筋道の図式的表示を取り入れる。さらに、システムのなかの変数の値を視覚的に表示し、直接エンドユーザが操作できる仕組みもとりにれシステムの評価をした。[役割分担者：中村]

(2) 研究統括

平成 20 年度は、これまでの研究成果を統括するとともに、開発された FSCM システムの最終段階の部分の性能評価を行った。(1) 確率モデルを適用した理論が実際の金融機関での利用(2)プロトタイプのシステムを研究室内に構築し評価を行った。[役割分担者：中村]

上述の研究と平行しながら、初年度に達成し

た理論的見値の結果、並びに教育用システムの開発結果を内外で開催された学会で発表した。

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4件)

- ① Toshio Nakagawa, Satoshi Mizutani, “A summary of maintenance policies for a finite interval” Reliability Engineering & System Safety, Vol. 94, No. 1, pp. 89-96, 2009, 査読有
- ② Toshio Nakagawa, Satoshi Mizutani, “Optimum problems in backward times of reliability models” IIE Transactions, Vol. 41, No. 1, pp. 1-7, 2009, 査読有
- ③ Toshio Nakagawa, Satoshi Mizutani, “Periodic and sequential imperfect preventive maintenance policies for cumulative damage models,” In H. Pham (Ed.) Recent Advances in Reliability and Quality in Design. Springer-Verlag, London, pp. 85-99, 2008, 査読有
- ④ Toshio Nakagawa, Kodo Ito, “Optimal maintenance policies for a system with multiechelon risks” IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 38, No. 2, pp. 461-469, 2008, 査読有

[学会発表] (計31件)

- ① Syouji Nakamura, “Management Policy for Prepayment of A Monetary Facility” 14th ISSAT International Conference Reliability and Quality in Design Proceedings, pp. 303-306, 2008-8-7~9, U. S. A

- ② Syouji Nakamura, “Development of tutoring system to understand loan interest rate decision theory,” JSiSE Research Report Vol. 22 no. 3 (2007-10-20), pp. 39-44, nagoya

[図書] (計2件)

- ① Toshio Nakagawa, “Advanced Reliability Models and Maintenance Policies” Springer-Verlag, London, pp. 1-246, 2008.
- ② Syouji Nakamura, Miwako Arafuka, Toshio Nakagawa, “Optimal Certificate Update Interval Considering Communication Costs in PKI” In T. Dohi, S. Osaki, K. Sawaki (ED) Recent Advances Stochastic Operations Research, World Scientific, pp. 235-244, 2007.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 正治 (NAKAMURA SYOUJI)
金城学院大学・生活環境学部・教授
研究者番号：30350953

(2) 研究分担者

中川 暲夫 (NAKAGAWA TOSHIO)
愛知工業大学・経営学部・教授
研究者番号：60076544

荒深 美和子 (ARAFUKA MIWAKO)
金城学院大学・生活環境学部・教授
研究者番号：30106231