

機関番号：10101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20510123

研究課題名（和文）社債と株式の統合的価格付けモデルの開発と  
そのコーポレート・ファイナンスへの応用研究課題名（英文）The integrated model for pricing corporate bonds and stocks;  
Development and its application to corporate finance

研究代表者

鈴木 輝好（SUZUKI TERUYOSHI）

北海道大学 大学院経済学研究科・准教授

研究者番号：90360891

研究成果の概要(和文):社債と株式とを統合的に価格付けするモデルを開発した。これにより、株式市場と社債市場の両方の情報を同時に取り込むことが可能になり、より精緻な価格付けが可能になった。また、コーポレート・ファイナンス研究では、かねてより分析の容易さから負債の満期を無期限とする仮定が一般的であるが、現実とは異なるのでその限界について分析を行った。さらに、企業債務は倒産間際になるとその契約内容が見直されること、すなわち債務再交渉の可能性を考慮して、社債価格を提示するモデルを開発した。

研究成果の概要(英文): We present a model for pricing corporate bonds and stocks in a unified framework. By using our model, we can integrate the information of bond and stock market in the unified pricing model and we can then present finer prices of bonds and stocks compared to the ones by using separated models. For the simplicity, many papers assume that the bonds don't have maturity, however it is not unusual in the market, and we then analyzed its limitations to the application for finance problems. We also present the pricing model for the corporate securities considering the debt renegotiation between the stock holders and bond holders.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
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：ファイナンス

## 1. 研究開始当初の背景

コーポレート・ファイナンスにおける著名な研究で、企業の最適な資本構成を扱う上で原点となる Modigliani and Miller (1958) の理論は、オプション価格付けの大前提である無裁定概念を初めて示した。その後、オプションの価格付けに関する研究は Black

and Scholes (1972), Merton (1973) を創始にファイナンス分野の研究を大いに発展させ、また社会的にも大きな貢献をもたらした。このときオペレーションズリサーチ(OR)もまた大きな役割を果たした。オプションの価格付けに関する研究がOR的に機能した理由の一つが、意思決定に必要な入力変数が実際に設定可能であったためである。また、

大きな前提のひとつである無裁定条件を証券市場が概ね満たしたためでもある。経済学やファイナンスにおける仮定が実務的に受け入れ可能な事は稀で、実際に役に立つことを究極の目標とするORにとって、金融派生商品は恰好の題材であり、金融工学という新たな学術的分野を生むまでに至った。金融工学分野においてORの持つ数理的手法はさらに発展しており、数多くの成果を残している。近年、それら金融工学の成果を学術的な意味でコーポレート・ファイナンス問題へ適用しようとする動きが増えつつあり、OR（金融工学）は学術的にはコーポレート・ファイナンス問題への貢献を増やしつつある。

## 2. 研究の目的

本研究はアプローチこそ近年の研究と同じくするが、目的は大きく異なる。伝統的コーポレート・ファイナンスの目的は、企業の資金調達行動の解明や多様性の説明を経済学的に行うことであるのに対し、本研究の目的は、コーポレート・ファイナンスに関する諸問題を意思決定問題として捉えて、実務に耐えうる定量的な指針を与えることである。本研究の目的は、コーポレート・ファイナンス分野において必要とされる実務への応用を、金融工学的なアプローチを用いて行うことである。

## 3. 研究の方法

目的達成のために次の3つのステップにより研究を進めた。(1)既存研究についてその利点と欠点を詳細にサーベイする。(2)それらの何らかの意味で新しい組み合わせを発見する、もしくは独自の利用方法を用いた再構成を行い新たなモデルを開発する。(3)応用するにあたって発生する困難を克服する。実際にこれらのステップを遂行するにあたっての、最大の工夫であり、研究遂行のエンジンとなるのは実務家および他研究者の交流である。一般的に言われているように、議論から得られる研究への刺激は大きく、また議論から問題解決の糸口が得られることも多々ある。よって、研究者は学会やフォーラム、研究会など同じ分野の研究者が集まる機会には積極的に参加し、異なったアプローチを採る研究者との意見交換を活発に行った。

## 4. 研究成果

本研究課題では大きく3つの研究成果を得た。これらについて以下に述べた後で総括する。

### (1) 社債と株式の統一的価格付けモデル

これまでの先行研究を発展させて、企業の信用力と株価とを同時に説明できるようなモデルを提案した。先行研究では、企業の市場価値をただ一つの状態変数と仮定する。しかし、本研究では、その他に観測できない隠れた状態変数ももう一つ存在することを仮定した。これは、医療統計分野で提唱された手法の応用であり、たとえば人間の健康状態を隠れた変数、そして血液検査などの数値を定期的に観測できる目に見える変数と考えるのである。企業の信用力は、通常は目に見えないが、財務諸表データが定期的に観測できる点で人体の健康と類似する。数値実験では、本提案モデルを用いると、株価は高いが信用力が低いIT企業や逆に株価は低い信用力の高い装置産業の状態を適切に表現できることを示した。これは先行研究には無い優れた特徴である。本研究で提案したモデルでは、企業の信用力と株価とを同時に説明できることから、逆にこれを拡張することにより市場データを用いた財務レバレッジの意思決定が可能となる。つまり、観測された株価および信用力（社債の価格）から、自社の最適な資本構成問題を解決できるのである。しかし課題もある。企業の負債には満期があり、企業の信用力（クレジットリスク）は、その満期により異なるのである。すなわち、金利に期間構造が存在するように、クレジットリスクにも期間構造が存在する。本研究は、このようなより現実的な問題を解決する上で基礎となる結果を与えた。

詳細は省略するが、実際に株式市場と社債市場のデータを用いて、一般に観測

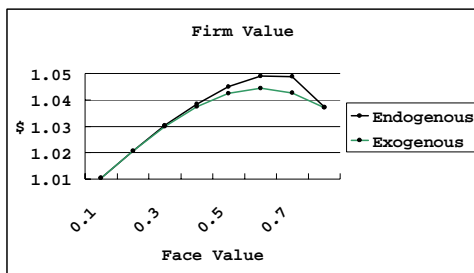
	Bridgestone	Sony	Nissan	TEPCO
$E(T)$	8.243	7.769	6.428	1.024
$\sigma(T)$	17.4	21.6	21.0	12.4
$T$	5.17	8.25	3.42	5.83
$r$	1.375	1.547	1.025	1.303
$A(0)$	7.587	7.052	6.374	1.990
$\sigma_a$	0.345	0.295	0.385	0.130
$A(0) - V(0)$	6.587	6.052	5.374	0.990

できない無形資産の価値（ $A(0) - V(0)$ ）を算出したのが上の表である。一般事業会社であるブリヂストン、ソニー、日産自動車では、財務諸表上の資産（ $V(0)$ ）よりもはるかに大きな無形資産を持っており、これらは株価から説明できる。一方、公共事業を行う東京電力については企業価値のほとんどが財務諸表上の有形資産であることがわかる。

### (2) 有限満期負債と財務構造の最適化

これまでのコーポレート・ファイナンス分野で一般的な無期限社債モデルを有限満期モデルへと修正することから始めた。企業の負債は一般にこれまでの理論モデルとは違い有限だからである。有限満期社債モデルは市場が当該企業をどのように評価しているかを明確にしてくれるので、企業もその事実を勘案し資本構成の最適化ができる。有限満期社債を扱う資本構成モデルでは、解析的な取扱が難しく、企業の資本構成を最適化することが難しい。また、種々の入力パラメータの影響を調べるのに時間と手間がかかる。本研究は社債を有限満期とした場合に、これまでの既存研究結果がどのように変化するかを確かめるものである。最終的な目標を達成するにあたって事前に問題の性質を把握しておくためでもある。本モデルをさらに拡張し、株式市場の情報を利用することが次のステップとなる。また、当初予想されていた以上に計算困難の問題が大きく、改善の余地が大きい。

図は企業が内生的に (Endogenous) 倒産を選択する場合と外生的に (Exogenous) に倒産を選択する場合における負債額面 (横軸) と企業価値 (縦軸) との関係を示した。資本構成を変化させることで企業価値を最大化させる古典的なバランス理論を図式化したものであり、既存研究では、負債満期を無期限として示される性質である。本研究では、この性質を有限満期負債を用いて示した。

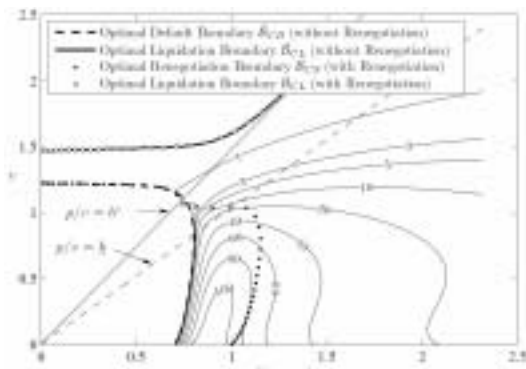


### (3) 債務再交渉と社債価格

企業が倒産の危機に瀕すると、債務再交渉と呼ばれる負債契約の見直しが始まることを考慮に入れて、社債を評価する手法を開発した。債務再交渉では、企業の持つ有形資産が担保および交渉の材料として、重要な役割を持つことを定量的に示した。また、有形資産を導入したことで、企業に担保となる資産が十分にあっても起きるような倒産、すなわち流動性の枯渇による倒産をモデル化できた。結局、通常の倒産形態に加えて、

債務再交渉および流動性の枯渇による倒産を考慮した負債評価モデルを構築できた。近年に起きた、金融破綻は流動性の枯渇が伝播する形で連鎖的に発生した。本モデルは、このような連鎖的な倒産を分析する上でも貢献できるモデルである。流動性の枯渇が起きた場合に、株価が急激に下がることをどのように表現するかが今後の課題となった。また、2変量問題として記述した本モデルでは、資本構成の最適化に多大な計算負荷を要する。なんらかの近似アプローチあるいは専用の計算アルゴリズムの開発が必要となっており、今後の課題である。

紙面の関係から詳細は省略するが、図は債務再交渉が社債のクレジットスプレッド



レッドに与える影響を、横軸を将来の企業収益とし、縦軸を企業の有形資産価値として、等高線を用いて描いた。本モデルは既存研究と異なり、2変量のモデルであり、このことがより現実的な債務再交渉の発生と、詳しくは述べないが実証研究による報告と整合的なクレジットスプレッドを与える。

### (4) 総括

最大の研究目的である「社債と株式の統一的価格付けモデル」を構築した。これを現実的なコーポレート・ファイナンス問題に応用するためには、負債の満期について、理論と現実を近づける必要があり、その実現に向けて様々な検討を試みた。しかし、この点については、今後さらに研究を進める必要がある。またその研究遂行の過程で、現実的な倒産形態である債務再交渉を、価格付けモデルに応用することができた。

### 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1件)

(1) M. Kijima, T. Suzuki and K. Tanaka, "A latent process model for the pricing of

corporate securities," *Mathematical Methods of Operations Research*, 69, 2009, 439-455.

〔学会発表〕(計6件)

- (1) 鈴木輝好, "Optimal Default and Liquidation with Tangible Assets and Debt Renegotiation," 日本保険・年金リスク学会第8回研究発表大会, 2010年10月2日, 大手町サンケイプラザ(東京)
- (2) 鈴木輝好, "Optimal Default and Liquidation with Tangible Assets and Debt Renegotiation," (plenary talk), The Fifth Bachelier Colloquium on Mathematical Finance and Stochastic Calculus, Jan. 16 / 2011, Metabief-France.
- (3) 鈴木輝好, "The Optimal Capital Structure and Endogenous Bankruptcy for a Fixed Term Debt Issued at Par," International Workshop on Applied Probability, Jul. 8<sup>th</sup>, 2008, Compiègne, France.
- (4) 鈴木輝好, "Optimal Insurance Coverage of a Durable Consumption Good with a Premium Loading in a Continuous Time Economy," *38th ASTIN Colloquium*, Jul. 16<sup>th</sup>, 2008, Manchester, UK.
- (5) 鈴木輝好, "The Optimal Capital Structure and Endogenous Bankruptcy for a Fixed Term Debt Issued at Par," *Bachelier Finance Society 5th World Congress*, Jul. 17<sup>th</sup>, 2008, London, UK.
- (6) 鈴木輝好, "The Optimal Capital Structure and Endogenous Bankruptcy for a Fixed Term Debt Issued at Par," *Quantitative Methods in Finance 2008 Conference*, Dec. 18<sup>th</sup>, 2008, Sydney.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

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

鈴木輝好 (SUZUKI TERUYOSHI)

北海道大学・大学院経済学研究科・准教授

研究者番号: 90360891

(2) 研究分担者

なし

(2) 連携研究者

なし