

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 13 日現在

機関番号：21401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22710135

研究課題名（和文） 転換社債による資金調達を考慮した投資評価に関する研究

研究課題名（英文） Studies on the investment decisions with convertible debt financing

研究代表者

八木 恭子（YAGI KYOKO）

秋田県立大学・システム科学技術学部・助教

研究者番号：80451847

研究成果の概要（和文）：転換社債による資金調達を考慮した投資評価に関して、本研究では償還条項付き転換社債や劣後特約条項付き転換社債で資金調達をする企業の投資戦略や経営者報酬を考慮した際の転換社債を発行する企業における事業の価値評価、経営者報酬としてストックオプションを導入する企業における事業の価値評価を行った。特に提案する理論モデルで得られた結果と実証研究の結果との整合性について議論し、新たな視点からの理論的な結果を分析した。

研究成果の概要（英文）：We examined the optimal strategies about the investment decisions in relation to the issuance of callable convertible debt or sub-ordinated convertible debt by firms. In particular, we investigated whether our results are consistent with empirical evidences and analyzed new theoretical results.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,600,000	480,000	2,080,000

研究分野：金融工学

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：転換社債、資金調達、最適投資、経営者報酬、リアルオプション、モデル化、最適戦略

1. 研究開始当初の背景

企業は、市場や顧客のために経済的な成果を生み出さなければならない。そのために、企業の経営者はさまざまな不確実性に対してリスクを取り、新規事業への参入や既存事業の拡張などの投資を行う。企業経営とは、さまざまな投資機会を見出し、事業プロジェクトの戦略的な選択・意思決定を行うことで

あり、そのために必要な資金の調達に関する意思決定を行い、実行することである。すなわち、経営とは戦略的オプションに対する不確実性下の意思決定であるといえる。近年、不確実性下における資金調達を考慮した投資プロジェクトの評価・分析法として、金融工学的手法であるリアルオプションが注目されている。

リアルオプションの枠組みを用いた株式のみで資金調達をする企業の新規事業への投資分析を行っている先駆的な研究が多く存在する一方、最近では、株式と社債を発行することで資金調達を行い、最適な資本構成の下での企業の事業投資の評価を行っている研究が多数見受けられる。株式や普通社債だけでなく、転換社債を発行する企業の投資分析を行っている研究は存在するが、それらの先行研究で扱われている転換社債は、非常にシンプルなものであり、実際に企業が発行している転換社債のさまざまな条項を考慮していない。

代表的な条項には、企業があらかじめ決められた価格で転換社債を買戻すことが可能である条項(償還条項)や債務不履行の際、普通社債よりも劣後的に処理される条項(劣後特約条項)などがある。現実的な状況下では、このような条項が付与された転換社債を発行する企業が多く存在するにも関わらず、従来の研究ではこれらの条項を考慮した複雑なモデルは存在しないため、さまざまな条項を考慮した分析を行う必要がある。

2. 研究の目的

株式や普通社債だけでなく、転換社債を発行することで資金調達をする企業における事業プロジェクトの評価モデルを構築し、企業のデフォルトや転換社債の転換・償還、投資の最適なタイミング、最適資本構成、プロジェクトの経済的価値を分析する。リアルオプションの枠組みを用いて、株式価値、普通社債の価値、転換社債の価値、投資プロジェクトの価値を定式化することで、転換社債に付与される、あらかじめ決められた価格で転換社債を買戻すことが可能である償還条項や普通社債よりも劣後的に処理される劣後特約条項が投資政策に与える影響を明らかにする。さらに、経営者報酬を考慮することで、転換社債を発行する企業の投資戦略や最適資本構成に与える影響を分析する。

3. 研究の方法

(1) リアルオプションの枠組みを用いることで、株式、普通社債、転換社債を発行することで資金調達をする企業の投資プロジェクトは、株式、普通社債、転換社債の価値を評価した上で、それらの発行価値によって調達される資金によって投資政策が導出される。本研究では、償還条項を考慮し、企業価値を最大にするような最適なクーポン支払いを求める最適資本構成の下で、株式価値、普通社債の価値、転換社債の価値、投資オプションの価値、デフォルトの閾値、転換の閾値、償還の閾値、投資の閾値、最適なレバレッジ率を考察する。特に、償還条項付き転換社債で資金調達をする企業は償還条項のな

い転換社債で資金調達する企業よりも早く投資が起こる実証研究との整合性について議論する。

(2) 株式と優先劣後構造をもつ普通社債と転換社債を発行することで資金調達をする企業を考える。その際、普通社債が優先債、転換社債が劣後債である。したがって、この優先劣後構造によって、債務不履行の際、普通社債の保有者が額面を全額保証されないならば、転換社債の保有者への支払額はなくなる。この状況を考慮して、それぞれの債券価値を最適停止問題として定式化する。特に、普通社債と転換社債の優先劣後構造が企業のデフォルトや転換社債の転換、投資のタイミングに与える影響を、解析的だけでなく、数値的アプローチからも解を求め、分析を行う。

(3) 需要や物価等の不確実な状況下において、経営者報酬を考慮した際の転換社債を発行する企業における事業の価値評価モデルを構築し、事業プロジェクトの経済性評価を行う。本モデルを用いることで、さまざまなパラメータが最適戦略に与える影響を分析し、最適資本構成やプロジェクトの経済的価値を明らかにする。さらに、経営者報酬としてストックオプションを導入する企業の理論的な評価モデルを提案し、資金調達と最適戦略に関する分析を行う。本研究では、提案モデルの結果と実証結果との整合性について議論し、新たな視点からストックオプションが資本構成や最適戦略に与える影響を分析する。

4. 研究成果

(1) 転換社債による資金調達を考慮した投資評価に関して、企業価値を最大にするような最適なクーポン支払いを求める最適資本構成の下で、償還条項付き転換社債を発行する企業の投資戦略についての理論的研究を中心に行った。最適なクーポン支払いの場合と一定のクーポン支払いの場合を比較した結果、償還条項付き転換社債で資金調達をする企業は償還条項のない転換社債で資金調達する企業よりも早く投資が起こる結果は一定のクーポン支払いの場合に起こることがわかった。また、最適資本構成の下では、不確実な状況が増加すると、償還時に強制的な転換をもたらすような償還価格の範囲が増加するといった実証研究との整合的な結果を得た。

(2) 劣後特約条項付き転換社債を発行する企業の投資評価に関して、株式と普通社債、転換社債を発行することで資金調達をする企業

の最適投資戦略を調べた。投資後の株式価値、普通社債の価値、転換社債の価値、デフォルトの閾値、転換の閾値、投資の閾値、投資の価値を求めた。特に、優先劣後構造は投資を早め、転換社債の価値と投資の価値を減少させるにも関わらず、デフォルトや投資の閾値には影響を与えないことがわかった。

(3) 株主価値の変化に対する経営者報酬の変化の感応度を示すpay-performance sensitivity (PPS)に着目することで、転換社債発行企業における経営者報酬に関する分析を行った。転換社債発行企業の経営者報酬に関して、債券を多く発行する企業のPPSは低く、PPSとレバレッジには負の相関があり、転換社債を発行する企業のPPSはより高い実証研究とリアルオプションによる価値評価法を用いた転換社債発行企業のPPSと経営者報酬に関する理論モデルの結果との整合性について議論した。

(4) 経営者報酬としてストックオプションを導入する企業の評価モデルを提案し、債券の発行量が増加すると、PPSが減少し、ストックオプションの導入割合はPPSを増加させるといった実証研究で示されているストックオプションの発行が資本構成に与える影響について、提案モデルとの整合性を議論した。さらに、最適資本構成の下で、債券の発行量とストックオプションの導入割合には正の相関が存在するといった実証研究の結果についても提案モデルとの整合性を議論し、新たな視点からストックオプションが資本構成や最適戦略に与える影響を分析した。

本研究で行った転換社債による資金調達を考慮した投資評価は、償還条項付き転換社債での資金調達、劣後特約条項付き転換社債での資金調達、転換社債発行企業の経営者報酬とストックオプション導入企業の経営者報酬に関する分析は、より現実的な問題設定を考慮したことにより、企業経営に示唆を与えるような実社会への貢献も大きな研究であると考えられる。

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 9 件)

- ① Kyoko Yagi and Ryuta Takahsima, The Effect of Executive Stock Option Grants on Financing Decisions, 京都大学数理解析研究所講究録, 1818, pp. 68-76, 2012, 査読無.

- ② Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, The Impact of Convertible Debt Financing on Investment Timing, Economic Modelling, 29, pp. 2407-2416, 2012, 査読有.
- ③ Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, Convertible Subordinated Debt Financing and Optimal Investment Timing, Proceedings of 2011 Asian Conference of Management Science & Applications, pp. 1507-1514, 2011, 査読有.
- ④ Kyoko Yagi and Ryuta Takahsima, The Impact of Callable Convertible Debt Financing on Investment Timing, 京都大学数理解析研究所講究録, 1736, pp. 161-175, 2011, 査読無.
- ⑤ 八木恭子・高嶋隆太, 転換社債による資金調達と最適投資, MTEC ジャーナル, pp. 3-20, 2010, 査読無.
- ⑥ Kyoko Yagi and Katsushige Sawaki, The Pricing and Optimal Strategies of Callable Warrants, European Journal of Operational Research, 206, pp. 123-130, 2010, 査読有.
- ⑦ Kyoko Yagi, Ryuta Takashima and Katsushige Sawaki, An Optimal Investment Policy in Equity-Debt Financed Firms with Finite Maturities, Lecture Notes in Operations Research, 12, pp. 288-295, 2010, 査読有.
- ⑧ Kyoko Yagi and Katsushige Sawaki, The Valuation of Callable-Putable Reverse Convertible Bonds, Asia-Pacific Journal of Operational Research, 27, pp. 1-21, 2010, 査読有.
- ⑨ Ryuta Takashima, Kyoko Yagi and Hiroshi Takamori, Government Guarantees and Risk Sharing in Public-Private Partnership, Review of Financial Economics, 19, pp. 78-83, 2010, 査読有.

[学会発表] (計 27 件)

- ① 岸井貴大・八木恭子・相馬隆雄, 不確実性下における商業用店舗不動産の賃貸戦略に関する分析, 2012 年度「都市のOR」ワークショップ, 2012 年 12 月 16 日, 南山大学.
- ② 八木恭子, The Effects of Executive Stock Option Grants on Financing Decisions, 横浜国立大学・南山大学共同ファイナンスワークショップ, 2012 年 11 月 10 日, 南山大学.
- ③ 西出勝正・八木恭子, Competition and the Bad News Principle in a Real Options Framework, 日本リアルオプション

- ョン学会 2012 年研究発表大会, 2012 年 11 月 4 日, 早稲田大学.
- ④ 八木恭子・高嶋隆太, 経営者へのストックオプション付与と資本構成, 日本リアルオプション学会 2012 年研究発表大会, 2012 年 11 月 4 日, 早稲田大学.
- ⑤ 能登谷裕樹・八木恭子・相馬隆雄, 研究開発事業における税額控除の効果, 日本リアルオプション学会 2012 年研究発表大会, 2012 年 11 月 4 日, 早稲田大学.
- ⑥ Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, The Effects of Executive Stock Option Grants on Financing Decisions, INFORMS Annual Meeting 2012, 2012 年 10 月 17 日, Phoenix, USA.
- ⑦ 八木恭子・高嶋隆太, 経営者へのストックオプション付与と資本構成, 平成 24 年度数理解析研究所/科学研究費補助金研究集会「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.
- ⑧ 八木恭子・高嶋隆太, 経営者へのストックオプション付与と資本構成, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2012 年秋季研究発表会, 2012 年 9 月 13 日, ウィンクあいち.
- ⑨ Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, The Effects of Executive Stock Option Grants on Financing Decisions, 2012 Asian Conference of Management Science & Applications (ACMSA2012), 2012 年 9 月 7 日, Chengdu and Jiuzhaigou, China.
- ⑩ 八木恭子, 不確実性下における転換社債での資金調達による投資戦略について, 横浜国立大学 経済学部 平成 24 年度近経研究会, 2012 年 7 月 23 日, 横浜国立大学.
- ⑪ Katsumasa Nishide and Kyoko Yagi, "Competition and the Bad News Principle in a Real Options Framework," 25th European Conference on Operational Research, 2012 年 7 月 9 日, Vilnius, Lithuania.
- ⑫ Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, Convertible Subordinated Debt Financing and Optimal Investment Timing, 2011 Asian Conference of Management Science & Applications (ACMSA2011), 2011 年 12 月 22 日, Sanya, Hainan, China.
- ⑬ 八木恭子, 転換社債発行企業の経営者報酬と資本構成, 2011 年度中之島ワークショップ「金融工学・数理計量ファイナンスの諸問題 2011」, 2011 年 12 月 3 日, 大阪大学.
- ⑭ Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, Convertible Debt Financing and Managerial Compensation, 2011 年 11 月 15 日, INFORMS Annual Meeting 2011, Charlotte, USA.
- ⑮ 八木恭子・高嶋隆太, 転換社債発行企業の経営者報酬と資本構成, 日本リアルオプション学会 2011 年研究発表大会, 2011 年 11 月 6 日, 青山学院大学.
- ⑯ 八木恭子・高嶋隆太, 転換社債発行企業の経営者報酬と資本構成, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2011 年秋季研究発表会, 2011 年 9 月 15 日, 甲南大学.
- ⑰ Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, Convertible Debt Financing and Managerial Compensation, OR 2011, 2011 年 8 月 31 日, Zurich, Switzerland.
- ⑱ 八木恭子・高嶋隆太, 不確実性下における転換社債での資金調達による投資戦略について, 持続可能なインフラストラクチャーの配置・運用と経済分析研究会, 2011 年 7 月 22 日, 琉球大学.
- ⑲ 八木恭子・高嶋隆太, 償還条項付き転換社債の発行における資本構成と最適投資, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2011 年春季研究発表会, 2011 年 3 月 17 日, 電気通信大学.
- ⑳ 八木恭子, 不確実性下における転換社債での資金調達による投資戦略について, 福島大学 共生システム理工学類 産業システム工学専攻 研究交流会, 2011 年 3 月 5 日, 福島ビューホテル.
- 21 八木恭子, The Impact of Callable Convertible Debt Financing on Investment Timing, 日本オペレーションズ・リサーチ学会研究部会「ファイナンス理論の展開」第 7 回研究会, 2011 年 2 月 16 日, 秋葉原ダイビル.
- 22 八木恭子・高嶋隆太, The Impact of Callable Convertible Debt Financing on Investment Timing, 平成 22 年度数理解析研究所/科学研究費補助金研究集会「ファイナンスの数理解析とその応用」, 2010 年 11 月 26 日, 京都大学.
- 23 八木恭子・高嶋隆太, 転換社債での資金調達による投資戦略と最適資本構成, 日本リアルオプション学会 2010 年研究発表大会, 2010 年 11 月 13 日, 東京大学.
- 24 Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, Optimal Investment Strategies: Straight vs. Convertible Debt Financing, INFORMS Annual Meeting 2010, 2010 年 11 月 9 日, Austin, USA.
- 25 Kyoko Yagi, Ryuta Takashima and Katsushige Sawaki, An Optimal Investment Policy in Equity-Debt Financed Firms with Finite Maturities, International Symposium on Operations Research & Its Applications 2010, 2010

年8月20日, Chengdu, China.

- 26 Kyoko Yagi and Ryuta Takashima, Convertible Subordinated Debt Financing and Optimal Investment Timing, BACHELIER FINANCE SOCIETY 2010, 2010年6月26日, Toronto, Canada.
- 27 八木恭子・高嶋隆太, Convertible Subordinated Debt Financing and Optimal Investment Timing, 日本ファイナンス学会第18回大会, 2010年5月23日, 上智大学.

[図書] (計2件)

- ① Legrand, J.B. and Verheyen, L.T. (eds.), Real Options Analysis, 113p., Nova Science Publishers, 2011 (Ryuta Takashima and Kyoko Yagi, Flexibility in Sequential Investment and Catastrophic Risk, pp.55-73).
- ② 秋田県立大学経営システム工学科編, 経営システム工学とその周辺, 222p., 横浜図書, 2011, (八木恭子, 第6章 オプションの価格付け, pp.59-68).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

八木 恭子 (YAGI KYOKO)

秋田県立大学・システム科学技術学部・助教

研究者番号: 80451847

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし