

平成 21 年 4 月 17 日現在

研究種目： 若手研究（スタートアップ）
 研究期間： 2007～2008
 課題番号： 19810002
 研究課題名（和文） 新たな金融派生商品の評価モデルとその応用に関する研究
 研究課題名（英文） Studies on the valuation model of new financial derivatives and its applications
 研究代表者
 八木 恭子 (YAGI KYOKO)
 東京大学・大学院経済学研究科・特任研究員
 研究者番号： 80451847

研究成果の概要：新たな金融派生商品の評価モデルとその応用に向けて，本研究ではコールオプション条項付き転換社債と仕組債の中でも買戻し請求権付き他社株転換社債や償還条項付き為替リンク債の評価を行った．さらに，株式，社債，転換社債を発行することによる資金調達や有限期間を設定した企業の最適投資戦略についての理論的研究を行い，企業価値評価や最適資本構成について議論した．

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,320,000	0	1,320,000
2008 年度	1,350,000	405,000	1,755,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,670,000	405,000	3,075,000

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：金融派生商品、資金調達、最適投資、リアルオプション、モデル化、最適政策

1. 研究開始当初の背景

金融派生商品の開発は，企業にとって資金調達を行うための重要な課題である．派生商品の代表的なものには，オプションや転換社債，仕組債などがある．

仕組債は，通常の債券にさまざまな条項が付与された商品である．投資家の運用ニーズに合わせて作り出され，投資元本やクーポンが株価や金利，為替などに連動するといった特徴をもつ．代表的なものに他社株転換社債がある．他社株転換社債とは，一定条件を満たした場合，現金による償還の代わりに債券の発行会社とは異なる他社

の株式で償還される商品である．さらに仕組債には，償還元本やクーポンが外国通貨建てで支払われる為替リンク債や償還元本が日経平均株価に連動する日経平均リンク債などがある．適切な資金調達を行うために，企業はさまざまな条項が付与された仕組債の分析が必要である．

2. 研究の目的

本研究では，仕組債の中でも償還元本が特定の株価に連動する他社株転換社債や償還元本やクーポンが為替レートに連動する為替リンク債に着目し，その債券の価格式

と投資家や企業の最適政策を明らかにする。

(1) 他社株転換社債は、償還の方法を決める際、発行時に選定された他社の株価があらかじめ決められた価格を上回れば現金で償還され、下回れば株式で償還される。当該研究では、満期前償還や株式への配当支払いを考慮した買戻し請求権付き他社株転換社債を考える。買戻し請求権とは、買い手である投資家が満期前に売り手である企業へ他社株転換社債の買戻しを請求できる権利である。買戻し請求権付き他社株転換社債の価格付けモデルを企業と投資家の二者間の最適停止問題として定式化することで、企業と投資家の最適政策を明らかにする。また、他社株転換社債の価格が償還によってどれ程低く評価されるか、買戻し請求によってどれ程高く評価されるかを導く。

(2) 為替リンク債とは、為替レートに連動して償還元本やクーポンへの支払いが決定される債券である。為替リンク債の中でもクーポンが為替レートに従って支払われる債券は、パワーデュアル債とよばれる。当該研究では、クーポンに上限（キャップ）が与えられる条項や早期償還もまた為替レートに連動しておこなわれる条項、満期での元本が外国通貨建て支払われる条項を付与したパワーデュアル債を扱う。これらのパワーデュアル債がそれぞれの条項を付与することで、債券価格や最適償還政策にどのような影響を及ぼすかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 買戻し請求権付き他社株転換社債、償還条項付き為替リンク債、コールオプション条項付き転換社債に対して、企業と投資家の最適政策を明らかにし、企業や投資家がいつ権利行使するのが最適であるのかを判断する最適境界の定性的な性質を導出する。

(2) 債券を発行することで資金調達をする企業の投資問題を取り上げ、価値評価モデルを構築する。企業価値最大化の投資政策と株式価値最大化の投資政策の異なる性質を導出する。また、投資を有限期間に限定し、投資のタイミングや企業価値、資本構成について分析する。

4. 研究成果

(1) 買戻し請求権付き他社株転換社債の価格が、満期のみ権利行使可能なヨーロッパタイプの他社株転換社債の価格、早期

償還における割引額、早期買戻し請求におけるプレミアムに解析的に分解可能であることを示した。また、二項モデルを用いた数値解法によって計算機実験をおこない、買戻し請求権の有無における他社株転換社債の価格変動や最適境界の動きを視覚的に実現し、分析をした。

(2) 為替リンク債の価格や最適償還境界の定性的な性質を導き、為替リンク債の価格がヨーロッパ為替リンク債の価格と早期償還割引額に分解できることを示した。また、解析的近似解法によって、数値的に最適償還境界を分析した。

(3) コールオプション条項付き転換社債の価格付けモデルを最適停止問題として定式化することで、コールオプション条項が、転換社債の価格や最適政策に与える影響について議論し、投資家の最適境界の定性的な性質を導く。三項モデルを用いた数値解法によって計算機実験をおこない、転換社債の価格や最適境界を視覚的に実現し、分析した。

(4) 転換社債を発行することで資金調達をする企業の投資問題に関して、企業価値を最大化することで投資を実行する企業は、普通社債よりも転換社債で資金調達を行うことで投資が遅くなるのに対し、株式価値を最大化する企業の投資政策は逆の結果となる興味深い結果が得られた。

(5) 有限期間内に株式と債券を発行することで、資金調達をする企業の投資問題に関して、最適な投資タイミングは収益を決定する需要の大きさだけでなく、債券のクーポン支払い額にも依存することを示した

本研究で行った仕組債の評価は、買戻し請求権付き他社株転換社債、為替リンク債、コールオプション条項付き転換社債などの発行が公正であるか否かの理論的根拠を提示し、我が国の金融市場の形成に大きなインパクトを与える可能性がある。さらに、債券発行による資金調達に投資を加えた問題を考えることで、より大きな枠組みで企業経営の助けとなる意義のある研究を成し遂げているといえる。

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 1 件)

Kyoko Yagi and Katsushige Sawaki, The Valuation of Callable Currency Linked Bonds, 京都大学数理解析研究所講究録, 1580, pp.49-57, 2008, 査読無.

〔学会発表〕(計 30 件)

八木恭子・高嶋隆太・澤木勝茂, 有限期間における最適投資戦略と資本構成, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2009 年春季研究発表会, 2009 年 3 月 18 日, 筑波大学.

高森寛・高嶋隆太・八木恭子, PFI プロジェクトにおけるリターンとリスクの分担, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2009 年春季研究発表会, 2009 年 3 月 18 日, 筑波大学.

八木恭子・高嶋隆太・田中健一, 将来人口の不確実性を考慮した施設の立地場所と立地タイミングの同時決定モデル, 経済学研究会 2009 年 3 月 3 日, 琉球大学.

八木恭子・高嶋隆太・田中健一, 将来人口の不確実性を考慮した施設の立地場所と立地タイミングの同時決定モデル, Risk Workshop 2009, 2009 年 2 月 7 日, 名古屋市立大学.

高森寛・高嶋隆太・八木恭子, 合同リスク事業におけるリスクと事業果実の分担, 金融工学 2008 科研費研究集会, 2009 年 2 月 4 日, 北海道大学.

八木恭子・高嶋隆太・澤木勝茂, 有限期間における最適投資戦略と資本構成, 金融工学 2008 科研費研究集会, 2009 年 2 月 4 日, 北海道大学.

八木恭子・高嶋隆太・田中健一, 将来人口の不確実性を考慮した施設の立地場所と立地タイミングの同時決定モデル, 2008 年度「都市の OR」ワークショップ, 2008 年 12 月 21 日, 南山大学.

八木恭子・高嶋隆太, 有限期間における最適投資戦略と資本構成, 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 2008 年 11 月 30 日, 南山大学.

八木恭子・高嶋隆太, 有限期間における最適投資戦略と資本構成, 日本リアルオプション学会 2008 年研究発表大会, 2008 年 11 月 9 日, 明海大学.

Kyoko Yagi, The Valuation of

Convertible Bonds with Parisian Style Call Provisions, INFORMS Annual Meeting 2008, 2008 年 10 月 15 日, Washington D.C., USA.

Ryuta Takashima and Kyoko Yagi, Optimal Investment and Location under Uncertainty, INFORMS Annual Meeting 2008, 2008 年 10 月 14 日, Washington D.C., USA.

高森寛・高嶋隆太・八木恭子, 合同リスク事業の契約モデル, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年秋季研究発表会, 2008 年 9 月 10 日, 札幌コンベンションセンター.

八木恭子, コールオプション条項付き転換社債の評価について, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年秋季研究発表会, 2008 年 9 月 10 日, 札幌コンベンションセンター.

Katsushige Sawaki, Atsuo Suzuki and Kyoko Yagi, The Valuation of Callable Financial Commodities with Two Stopping Boundaries, 2008 Daiwa International Workshop on Financial Engineering, 2008 年 8 月 4 日, Tokyo.

Kyoko Yagi, Ryuta Takashima, Hiroshi Takamori and Katsushige Sawaki, Timing of Convertible Debt Financing and Investment, BACHELIER FINANCE SOCIETY 2008, 2008 年 7 月 16 日, Imperial College, UK.

Katsushige Sawaki, Atsuo Suzuki and Kyoko Yagi, The Valuation of Callable Puttable Contingent Claims with Some Applications into Structured Commodities, Asian FA NFA 2008 International Conference, 2008 年 7 月 7 日, Yokohama.

Kyoko Yagi, Ryuta Takashima, Hiroshi Takamori and Katsushige Sawaki, Timing of Convertible Debt Financing and Investment, The 8th Annual Hawaii International Conference on Business, 2008 年 5 月 22 日, Hawaii, USA.

八木恭子, 転換社債による資金調達と最適投資について, 2008 年度第 1 回「数理ファイナンスセミナー」, 2008 年 5 月 17 日, 名古屋市立大学.

高森寛・高嶋隆太・八木恭子, サービス契約評価の基本モデル, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年春季研究発表会, 2008 年 3 月 25 日, 京都情報大学院大学.

- 八木恭子・高嶋隆太・高森寛，轉換社債による資金調達と最適投資，日本オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年春季研究発表会，2008 年 3 月 25 日，京都情報大学院大学。
- 21 Kyoko Yagi，Timing of Convertible Debt Financing and Investment，Daiwa Young Researchers' International Workshop on Finance，2008 年 3 月 3 日，Kyoto.
- 22 八木恭子，償還条項付き轉換社債の価値評価，日本オペレーションズ・リサーチ学会研究部会「ファイナンスと意志決定」第 7 回研究会，2008 年 1 月 25 日，秋葉原ダイビル。
- 23 八木恭子，轉換社債の価値評価：オプション評価からリアルオプションへの応用，2007 年度南山大学経営研究センター研究プロジェクト「ファイナンス手法による安心・安全な社会の構築」第 2 回研究セミナー，2008 年 1 月 12 日，南山大学。
- 24 八木恭子・澤木勝茂，The Valuation of Callable Currency Linked Bonds，平成 19 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」，2007 年 11 月 19 日，京都大学。
- 25 八木恭子・高嶋隆太・高森寛，供給セキュリティと予備生産容量オプション，日本リアルオプション学会 2007 年研究発表大会，2007 年 11 月 11 日，南山大学。
- 26 Kyoko Yagi and Katsushige Sawaki，The Valuation of Callable Currency Linked Bonds，INFORMS Annual Meeting 2007，2007 年 11 月 7 日，Seattle，USA.
- 27 八木恭子・澤木勝茂，償還条項付き為替リンク債の評価について，日本オペレーションズ・リサーチ学会 2007 年秋季研究発表会，2007 年 9 月 27 日，政策研究大学院大学。
- 28 八木恭子，償還条項付き為替リンク債の評価について，2007 年度南山大学経営研究センター研究プロジェクト「ファイナンス手法による安心・安全な社会の構築」第 1 回研究セミナー，2007 年 7 月 28 日，南山大学。
- 29 Kyoko Yagi and Katsushige Sawaki，The Valuation of Callable Puttable Exchangeable Bonds，22nd European Conference on Operational Research，2007 年 7 月 9 日，Prague，Czech Republic.

- 30 八木恭子・澤木勝茂，On the Valuation and Optimal Strategies of Callable, Puttable and Exchangeable Bonds，日本ファイナンス学会第 15 回大会，2007 年 6 月 17 日，慶応義塾大学。

6 . 研究組織

(1)研究代表者

八木 恭子 (YAGI KYOKO)
東京大学・大学院経済学研究科・特任研究員
研究者番号：80451847

(2)研究分担者

(3)連携研究者