

学 位 審 査 報 告 書

新制

経

234

(ふ り が な) 氏 名	ウ オ ン シ ェ キ ョ ン 黄 錫 強
学 位 (専 攻 分 野)	博 士 (経 済 学)
学 位 記 番 号	経 博 第 348 号
学 位 授 与 の 日 付	平 成 20 年 9 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	経済学研究科ビジネス科学専攻
(学 位 論 文 題 目)	
Valuation of Ratchet Equity-Indexed Annuities (ラチェット型株価指数連動型年金の評価)	
論 文 調 査 委 員	主 査 教 授 江 上 雅 彦 准 教 授 森 棟 公 夫 准 教 授 曳 野 孝

経 済 学 研 究 科

(論文内容の要旨)

本論文の目的は2つある。1つ目は実際にもっとも活発に販売されている変額年金保険商品である、ラチェットタイプの株価連動型年金 (Ratchet Equity-Index Annuity; Ratchet EIA) の適正な価格評価を行うことである。ラチェットタイプ商品は複雑なオプション性を内包することと、保険商品は満期が長いために金利水準に大きく影響を受けるため、確率金利下でラチェット EIA 保険を評価することは重要で容易ならざる問題である。

2つ目は、この商品を多通貨経済の枠組みに拡張することである。現時点では、このような保険商品は販売されていないが、グローバル経済の下、近い将来、このような商品が販売される可能性は極めて高いと考えられるため取り組んだものである。また、この枠組みでは為替リスクを考慮する必要がある、金融工学理論の観点からも興味深いテーマであると言える。本論文の第2章で1つ目の問題を、第3章で2つ目の問題を議論している。

第1章は本論文の導入である。保険市場は一般には非完備であるが、価格付け手法として、本論文で無裁定評価法を採用することの妥当性について議論している。

本論文の主要部分をなす第2章では、確率金利下でのラチェット EIA 保険の評価方法を議論している。株価インデックスとして幾何ブラウン運動、短期金利として Vasicek モデルを仮定して、単純ラチェット EIA 保険、複合ラチェット EIA 保険およびそれらの拡張版の価格付けについて、数理的分析を含めて詳細に議論している。この第2章では、金融工学における通常の価格付け理論で用いられるリスク中立化法ではなく、Kijima and Muromachi (2001)等で開発された、確率金利下でのフォワード中立化法を援用している。この方法を使うメリットは、確率金利下での同時株価対数収益率が平均ゼロの多変量正規分布に従うことを示し、分散共分散行列を閉じた形で導出できる点にある。この結果を用いて、各種のラチェット EIA 保険商品の価格の解析解を導出した。

さらに、より複雑な契約構造をもつラチェット EIA 保険に対しても、本章の結果を使うことで、効率的なモンテカルロシミュレーションのアルゴリズムを提案している。特に、このシミュレーションでは、既存の方法と異なり、原資産価格過程を離散化 (離散近似) する必要がないため、得られた価格には離散誤差は含まれない。また、離散化する必要がないため、シミュレーションを高速に行うことができ

氏名	黄 錫強 Shek-Keung Tony Wong
----	------------------------------

るという利点がある．本章では数値結果を提示しており，これらの利点を明確に見て取れる．なお，本章の主要部分は国際ジャーナルに発表済みである．

第3章では，第2章で議論したモデルを多通貨経済に拡張している．現時点では，海外の株価インデックスに連動する変額保険商品は販売されていないが，この問題は，商品を開発している保険会社にとっても、また為替リスクをヘッジしたい投資家にとっても，興味深い内容である．この枠組みでは為替リスクを考慮する必要があり，金融工学理論の観点からも興味深いテーマである．採用された評価方法は，基本的には第2章で使われた手法の拡張であるが，為替レート，国内短期金利、海外短期金利に確率モデルを適用し，フォワード中立化確率測度下で、これらの確率モデルを分析し，海外の株価インデックスに連動する変額保険商品の適正価格の分析を行い，第2章同様に複雑な契約構造を持つ商品に対してはモンテカルロシミュレーションによる数値計算を行っている．この際に為替リスクの存在が価格に反映される点を明確に示している．第4章は全編のまとめと今後の課題を述べている．

(論文審査の結果の要旨)

本論文はラチェット型株価連動型年金に焦点を当て、その適正価格を金融工学的アプローチで求めようとする意欲的な学術的成果である。

第1章では、従来の文献を振り返り、本論文の位置づけと無裁定価格原理による価格付けを行うことの正当性が述べられている。

第2章が本論文の主要部分である。株価連動型年金の価格付けの問題において、当該保険商品からの配当を決定する要因は、株価変動および金利変動である。よって2つの不確定要因を同時に扱うことになるため、詳細な分析を行うことは必ずしも容易ではない。この難点を乗り越えるため、本論文ではフォーワード中立確率測度を用いて価格付けを行っている。この結果、フォーワード中立確率測度の下で株価がどのような分布に従うかを求める問題に還元することができる。実際、本論文では確率金利下での同時株価対数収益率が平均ゼロの多変量正規分布に従うことを示し、分散共分散行列を閉じた形で導出している。解析解が存在する場合にはそれを示し、さらに複雑な契約に対しては、解析結果を用いたモンテカルロシミュレーションの方法を提示している。このモンテカルロシミュレーションは従来のものに比べ、格段に効率的になっており、しかも近似誤差のない、より正確な価格付けを行うことが可能になっている。

従来の株価連動型年金に関する論文は、金利を一定と仮定している、あるいは金利変動を考慮に入れている場合でも、明示的な解が求められていないため、価格付けの全ての過程をモンテカルロシミュレーションで行わなければならなかった。これらの問題を、フォーワード中立確率測度を導入することによって解決した点において、本論文の学問的および実務的な価値は大きいものであると評価できる。さらに効率的なモンテカルロシミュレーションによる価格付けを行う方法を示し、一般性の高い貢献をしているものと考えられる。

本論文のさらにオリジナルな点は、第3章で多通貨株価連動型年金商品の価格付けの方法を提示していることにある。この種の商品は、昨今の株式および為替市場取引の圧倒的なグローバル化を考慮すれば、単に学術的な創造物に留まらず、近い将来に開発される可能性が高い保険商品であると言える。前述のフォーワード中立確率測度を国内および海外において導入することとなるため、数学的には一層複雑になるが、著者の優れた分析能力により正確に取り扱われている。国内株価インデックスのダイナミックスを国内フォーワード中立確率測度下で、さらに海外株価インデックスを海外フォーワード中立確率測度下で求め、第2章の結果を利用して問題を解法している。

上述のとおり本論文は、理論的にも実務的にも高い水準を満たす論文で

氏名	黄 錫強 Shek-Keung Tony Wong
----	------------------------------

あることは疑いないが、不足している点または今後研究されるべき点が全くないというわけではない。第 1 に金利モデルとして Vasicek モデルを仮定している。実際、本論文の明示的な解析的結果を導くためには重要な仮定であるが、この金利モデルは金利水準が負値を取る確率がゼロではないことが欠点として指摘されている。第 2 に論文中でも指摘しているとおり、株価連動型年金には投資家が自由に発行者（保険会社）に対し買い取り請求できるという特徴があるが、本研究ではこの点が捨象されている。

しかしながら、これらの点を考慮にいれて、本論文と同レベルの明示的な結果を得ることは、非常に難しい問題である。第 1 の点については、同金利モデルは実務上も十分使用に耐えうるモデルであること、また第 2 の点は、本論文の結果を利用しつつ、続編においてなされる性質のものであることを勘案すれば、本論文の価値を低めるものでは決してない。よって本論文は博士（経済学）の学位論文として高い価値のあるものと認められる。平成 20 年 7 月 23 日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。