

佐々木 洋氏 博士論文審査要旨

平成 26 年 9 月 25 日

申請者：佐々木 洋 (ID10F002)

博士論文タイトル：Essays on Risk Premiums in Higher-Order Moments of Financial Asset Returns.

審査員：大橋和彦、林文夫、中川秀敏

ファイナンス分野の研究において、資産の価格付けの問題は中心的かつ本質的な問題である。特に、資産価格収益率（リターン）のボラティリティ（標準偏差）などの 2 次モーメントの不確実性が資産価格形成に影響を与えている可能性を示唆する結果が、いくつかの実証研究を通じて得られたことを受けて、ボラティリティの確率変動モデルを導入して、ボラティリティの変動リスクと資産の価格付けの関連という視点で価格付け理論を再考する研究も目立ってきている。

佐々木氏の博士論文は、資産価格リターンのボラティリティ（あるいはその平方である分散）や歪度の不確実性に対する「リスク・プレミアム」をキーワードとして、いくつかの先行研究のモデルと残されていた課題をふまえて、次の 3 つの観点について深く論考している。

1 つ目は「一般均衡モデルに基づく歪度リスク・プレミアムの定式化と、同リスク・プレミアムの株式超過リターンに対する予測可能性」に関する研究である。実証的には観測されていたが既存モデルでは説明ができなかった「資産価格リターンと歪度の時間変化の間の負の相関関係」について、一般均衡モデルの一つである Long Run Risks (LRR) モデル (Bansal and Yaron(2004) が導入) をジャンプを含む形に拡張した Drechsler and Yaron(2011) のモデルに、さらに若干の修正を加えたモデルを提案してアプローチし、特に歪度リスク・プレミアムの株式の超過リターンに対する寄与を論じている。

2 つ目は「部分均衡 (需給均衡) モデルに基づく分散リスク・プレミアムの定式化と関連する話題」に関する研究である。ボラティリティリスク・プレミアムの存在と符号がオプション取引の需要量に起因する可能性を示唆した Garleanu et al.(2009) を出発点として、オプション市場におけるマーケットメーカーとエンドユーザー双方の最適化問題を通じてオプションのエンドユーザーの需要量を内生的に特徴付けられる量とする形にモデルを修正して、需給均衡時における分散リスク・プレミアムの性質を論じている。

3 つ目は「ボラティリティリスク・プレミアム推定値に対するモデル推定リスクの影響」に関する研究である。オプション取引のデルタヘッジの損益 (Delta-Hedged Gain and Loss, DHGL) の期待値を、ボラティリティリスク・プレミアムの水準と結びつける具体的な数式を導出した Bakshi and Kapadia(2003) のモデルに対して、価格付け時に用いるパラメータが真のものではないという一種のパラメータ誤推定のリスクが、どの程度ボラティリティリスク・プレミアムに織り込まれるのかを理論および実証の両面から分析・考察している。

佐々木氏の博士論文は、以下の五つの章と付録からなる。まず第 1 章 Introduction では、研究の動機・目的が説明されるとともに、論文の各章の概要を述べている。

第 2 章 The Skewness Risk Premium in Equilibrium and Stock Return Predictability では、Drechsler and Yaron(2011) が導入した、消費成長や配当成長の変動要因となる潜在変数に対するジャンプ項を含んだ LRR モデルを踏襲している。ただし、分散の長期平均ではなく「確率分散過程の分散」パラメータを用

いるとともに、分散の1次関数として与えられていたジャンプ発生強度を自己回帰過程で与えたうえで状態変数の一つとして組み入れるという変更を行っている。そのうえで、分散リスク・プレミアム (variance risk premium) と歪度リスク・プレミアム (skewness risk premium) をそれぞれ独立した形で具体的な表現を得ている。こうしたモデルの変更によって、既存モデルでは説明できなかった「資産価格リターンと歪度の時間変化の間に負の相関関係が見られる」という現象が、パラメータ条件によっては理論的にも成立しうることを示すことに成功している。

また、株価の期待超過リターンと分散リスク・プレミアムおよび歪度リスク・プレミアムの間の線形関係を示す具体的表現も得ている。これは、株価の期待超過リターンに対して分散リスクおよび歪度リスクのプレミアムが本質的に寄与することを示す理論的な根拠という見方ができる。

さらに実証分析では、修正した LRR モデルのパラメータ推定を直接行ってはいるわけではないが、米国株価指数 (S&P500) の月次あるいは四半期リターンに対して、分散リスク・プレミアムと独立して、歪度リスク・プレミアム自体の回帰分析における説明力の高さ (統計的有意性) を確認している。既存研究で提唱されてきた株式リターンを説明するファクターと比較しても、歪度リスク・プレミアムが相対的に高い説明力を有することを示している。

第3章 An Approach to the Option Market Model Based on End-user Net Demand では、オプション市場の参加者であるマーケットメーカーおよびエンドユーザーの双方に関する選好 (preference) を考慮した需給均衡下でのプライシングカーネル (pricing kernel) の決定問題と、いくつかのインプリケーションに言及している。

原資産の価格変動過程に確率ボラティリティ構造などが仮定されている非完備市場においては、オプション市場のマーケットメーカーはエンドユーザーとの間で行うオプション取引において、デルタヘッジによって完全にヘッジすることが不可能となる。確率ボラティリティモデルで記述される金融市場をベースとして、マーケットメーカーとエンドユーザー双方の期待効用最大化問題を解くことにより、オプション取引に関する需給均衡下において、エンドユーザーのオプション取引への需要量 (demand pressure) が、マーケットメーカーが提示するオプション取引価格にどのように影響を与えるかを数学的に明らかにしている。また、均衡下でのプライシングカーネルの表現式を具体的に導出している。

さらに需給均衡下における分散リスク・プレミアムの表現式を通じて、パラメータ条件次第では分散リスク・プレミアムが負の値となり得ることが確認できる。これは、Bakshi and Kapadia(2003) など多くの先行研究で示唆されてきた負の分散リスク・プレミアムの存在を、需給均衡モデルを通じて理論的にサポートする結果と解釈することができる。くわえて、市場価格データから得られるプライシングカーネルやインプライドされたリスク回避関数が、従来の理論から帰結されるように資産価格に関する単調減少関数にならない現象が見られるという一種の「パズル」に関しても、エンドユーザーの需要量の水準によっては、価格に内包されている絶対リスク回避度の単調減少性が成り立たないことがありうることを、シミュレーション実験で確認している。

第4章 Understanding Delta-hedged Option Returns in Stochastic Volatility Environments では、Bakshi and Kapadia(2003) らが提唱しているように、ボラティリティリスク・プレミアムの存在によってデルタヘッジをしているオプションポジションに対する期待 DHGL が非ゼロとなりうるモデルのフレームワークを踏襲しつつ、現実的には価格付けするために用いられているパラメータが真の値とは乖離している可能性が高いことを加味して、価格付けモデルを再定式化して期待 DHGL の新しい表現式を得ている。その

結果、期待 DHGL はボラティリティリスク・プレミアムに起因する部分とパラメータ推定のズレに基づく「モデルリスク」に起因すると見なせる部分でとらえられるという解釈が可能となっている。

また、実証分析フェーズにおいては、この期待 DHGL 表現式に基づいて、実際に通貨 (USD-JPY) オプション市場の時系列データを用いて、ボラティリティリスク・プレミアムの推定を行うと同時に、デルタヘッジした通貨オプションのポートフォリオから生じる損益水準をバックテストにより推定している。こうした分析の主要な結果としては (1) 当該通貨オプション市場におけるボラティリティリスク・プレミアムは時系列的に一定ではなく大きく変動している (2) 当該通貨オプション市場におけるボラティリティリスク・プレミアムは時期を通して概ねマイナスの値を取っている (3) バックテスト期間における当該通貨オプションの市場価格には、モデルのパラメータ推定リスクが大きく関連している可能性がある、といった点を挙げている。

第 5 章 Concluding Remarks では、全体のまとめに加えて、将来の課題とそれに対する展望にも言及されている。

以上で見てきたように、佐々木氏の博士論文の研究テーマは「資産価格付け」というファイナンス分野の学術研究の中心的なテーマに関連したものと位置づけられる。

中心となる 3 つの章はいずれも (1) 既存研究のモデルのコアな部分を踏襲しつつ、問題解決のために修正を加えてモデルを定式化したうえで、時系列解析や確率解析の手法を用いつつ数式展開を行い、対象となる量と各リスク・プレミアムの具体的な関係を導出するという理論的な議論を提示して、(2) 何らかの形で、提示した理論が有効であることを裏付けるために、実データを用いた実証分析あるいはシミュレーションによる数値実験を実施して実務的なインプリメンテーションの可能性を具体的に示す、という構造で論文が構成されていると見なすことができる。そうした観点で見ると、議論が荒削りな部分はあるものの、理論的側面と実務的側面の両面において少なからぬ貢献がもたらされていると評価できる。

また論文自体の評価から離れるが、理論構築に必要な知識領域の拡大・高度化にくわえて、実証用データベース整備コストの上昇などのため、ファイナンス分野の研究は共同研究体制で行うことが最近では多くなっているなかで、佐々木氏は本博士論文の関連する研究を理論面・実証面ともにほとんど独力で成し遂げていることにも言及しておきたい。

以上、佐々木氏の博士論文は、本研究科金融戦略・経営財務コースが掲げる学位評価基準の要件を十分に高い水準で満たしていると評価される。最終試験の結果とあわせて、審査員一同は、佐々木氏の博士学位請求論文が、博士（経営学）の学位を与えるに十分に値すると判断する。

最後に、今後の課題をいくつか列挙しておく。

モデルの定式化に関して、その意図するところがやや分かりづらくなっている部分が見られる。そもそもモデル化の対象である概念が言語化しにくい性質を有しているという側面はあるものの、もう少しモデル化する対象やその周辺を概念的に整理することで、より適切な表記法を用いたり、先行研究のモデルとの相違点が明確になるようにモデルを定式化したりすることが可能であると思われる。例えば、第 4 章のパラメータ推定リスクの定式化においては、オプション価格付けに用いるパラメータが正しいものではない定数と見なすよりも、確率変数と見なす定式化の方が自然な解釈が可能ではないだろうか。

また、資産リターンの「高次モーメント」に対するリスク・プレミアムの存在など理論的に正当化するフレームワークを追究することが研究全体のモチベーションにあると思われるが、特に第 2 章で扱っている「歪度」は、本研究のモデルにおいては本質的には外生的なジャンプに起因するものであり、ジャンプの

ショックのリスクに対するプレミアムという整理でも十分用をなすように考えられ、本質的に3次モーメントに対するリスクプレミアムを議論しているとは言いきれない。いずれにしても、資産リターンの3次以上のモーメントに対するリスク・プレミアムについては、その適切な定義法を含めて、まだ議論が成熟している状況ではないので、2次モーメントまでのアナロジーで性急に論じようとせず、もっと慎重に検討をする必要があると思われる。

以上、課題も述べたが、これらは本論文の水準および評価を損なうものではなく、さらなる研究の継続と発展を願ってのものである。今後も、ファイナンスの諸問題に対して理論・実証の両面で質の高いアウトプットを続ける努力をされることを切に期待する。