

氏 名	にし はら みち 西 原 理
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	論 情 博 第 80 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	STUDIES ON OPTIMIZATION MODELS OF FINANCIAL AND REAL OPTIONS (金融オプションとリアルオプションに関する最適化モデルの研究)

論文調査委員	(主 査) 教 授 福 嶋 雅 夫	教 授 永 持 仁	准教授 関 根 順
--------	----------------------	-----------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

1952年のMarkowitzによるポートフォリオ最適化理論に端を発する金融工学の研究は、1970年代に始まったBlack-Scholesモデルなどのオプションプライシングの研究を経て、現在では金融以外のオプションの価値評価、あるいはより広範に不確実性下での企業の意思決定や行動、戦略を取り扱うリアルオプションの研究に発展している。本論文は、金融オプションとリアルオプションの両方に対して数理工学、特に最適化理論の観点から研究を行った成果をまとめたものであり、本文7章から成っている。

第1章は序論であり、金融オプションとリアルオプションの従来の研究成果をまとめるとともに、本論文の内容を概説している。

第2章と第3章は、金融オプションについての研究成果をまとめている。オプションプライシングに対する通常のアプローチは、Black-Scholesモデルに代表されるように、資産価格の変動が何らかの確率微分方程式に従う市場を仮定してデリバティブの無裁定価格を求めるものであるが、ここでは資産価格に対して特定の変動モデルを仮定する代わりに、観測された他のデリバティブ価格を用いて、デリバティブの無裁定価格の上下限を求めている。

第2章ではBertsimasとPopescuによる半無限計画問題を用いた定式化を考察し、その双対問題が、デリバティブを他のデリバティブからなるバイアンドホールド・ポートフォリオを用いてヘッジする問題を考えたとき、その最適なポートフォリオを求める問題となることを示している。この結果はデリバティブ価格の上下限を求める問題とみなされていた問題の新たな特徴付けを与えたものである。

第3章では、観測されたコール・プットオプション価格から得られるリスク中立確率の下での原資産価格の分布に対して、その上下限を与える公式を導いている。さらに、この上下限を実際の日経225オプション価格の実データを用いて計算することによって、得られる上下限の形状の特徴と応用の可能性についても調べている。

第4章から第6章では、ゲーム理論をリアルオプションモデルに組み込んで複数企業の投資争いや株主と経営者の争い等を分析した戦略的リアルオプションの研究成果をまとめている。

第4章では、2つの企業の各々が、開発する製品を2種類から選べるR&D投資モデルを考え、2企業の競争が研究開発のタイミングに与える影響と研究開発の種類に与える影響を分析している。特に、モノポリーの場合には行われることのないような、開発が容易で低水準な製品開発が、競争のもとでは行われる可能性が生じることを明らかにしている。

第5章では、ベンチャー企業が新興市場への投資タイミングを決定する問題において、後から市場に参入してシェアを奪っていく大企業に関する情報が不完備であるために、ベンチャー企業が被る損失を評価し、いくつかの新しい経済的知見を得ている。

第6章では、株主が経営者に投資を委託する際に生じる株主と経営者の非対称情報のもとでは、株主が監査費用をかけて経営者を監査できるという監査システムを組み込んだモデルを考えることによって、ボーナスインセンティブと監査の両面

から両者間のコンフリクトを解消できることを明らかにしている。

最後に、第7章では、本論文の結果をまとめ、各章に関連する今後の重要な研究課題に言及している。

論文審査の結果の要旨

本論文では、数理ファイナンスの最も重要な研究テーマである金融オプションとリアルオプションの両方に対して数理工学、特に最適化理論の観点から研究を行っており、得られた成果は以下のとおりである。

1. オプションプライシングにおいて、他のデリバティブの観測価格からデリバティブの無裁定価格の上下限を求める問題を半無限計画問題として定式化し、その双対問題のファイナンス的意味をバイアンドホールド・ポートフォリオによるヘッジという観点から明らかにした。

2. コール・プットオプションの観測価格から得られるリスク中立確率の累積密度関数の上下界を解析的に導出した。さらに、実際の日経225オプションのデータを用いて、得られた上下界を計算して、その特徴と応用の可能性を調べた。

3. 2つの企業のR&D競争が、研究開発のタイミングと研究開発の種類に与える影響を同時に分析した。特に、競争が引き起こすプリエンプションゲームによって投資タイミングが早まることにより、低水準の研究開発が行われる可能性が存在することを示した。

4. ベンチャー企業が新興市場への投資タイミングを決定する際に、後から市場に参入してシェアを奪っていく大企業に関する情報が不完備であるために、ベンチャー企業が被る損失を評価した。損失が生じる条件を導出して、損失が生じるケースを分類した。

5. 株主が、ボーナスインセンティブと監査システムにより、経営者に私的情報を開示させて効率的なタイミングで投資を行わせる問題を分析し、監査の効率性や経営者の私的情報の違法性に依拠して、株主の最適契約が3つのタイプのうちの1つに決まることを示した。これらの3つのタイプはそれぞれ先行研究の結果を含んでおり、得られた結果は従来の結果を統一的にとらえたものになっている。

以上のように、本論文は数理ファイナンスにおける金融オプションとリアルオプションのいくつかのモデルを考察し、それらの数学的分析と計算実験により、新しい知見を得たものであり、得られた成果は学術上および応用上寄与するところが少ない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成20年2月15日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。