

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 川久保 佐記

近年の世界的規模の金融危機を経験した金融市場では、個別の市場だけを取り扱う従来のリスク管理手法だけでなく、金融市場全体を異なる主体が相互作用するシステムとして捉えてリスクの構成要因やリスクが出現するダイナミクスを解明する新たな研究への要望が高まっている。本研究では複雑かつ重要な市場であるオプション市場に着目し、オプション市場内のミクロな要素の相互作用、およびオプション市場が他市場に与える影響のメカニズムを解明する人工市場モデルの構築を行った。オプション市場の統計的性質を再現するパラメータの特定を行った上で、投資家の行動が他市場に与える影響の分析、および金融市場の全体の動向、リスクを評価する際に参照されるボラティリティの歪みの発生要因の分析を行い、人工市場モデルによる市場リスク分析の基盤を構築した。本研究のモデルにより、金融システムの不安定化リスクを金融システムの内部・外部のミクロな要因から分析と可視化し、より柔軟なリスク管理の支援を目指している。

第 2 章では、まず金融市場をシステムとして捉えることの重要性について言及し、金融市場に対して様々な角度、視点から分析しているそれぞれの分野の立場について整理し、人工市場モデルと他の分野との関係および優位な点について述べる。またその上で、金融システムを考える際の「市場間連成」という視点の重要性について述べる。第 3 章では現代の金融システムをモデル化する上で重要な複数市場モデルの必要性について述べる。また、これまで人工市場モデルが扱って来た事象と相互作用問題の関係性について述べる。

第 4 章では従来の金融工学理論の基礎となるブラック・ショールズ・モデル (BS モデル) 以降のオプション市場に関するモデルの紹介を行い、これらの既存モデルの限界について述べた。さらにオプション市場の統計的性質を再現するようなエージェントの構成、市場ルールの実装に関するパラメータ調査を実施した。第 5 章では原資産市場とオプション市場が互いに連動する連成型人工市場モデルの構築を目的に、まずは原資産 1 市場に対し、1 つのオプション市場が連動する 1 対 1 のベースモデルを構築し、オプション市場と原資産市場にまたがって取引をする投資家のリスクヘッジ行為の影響について分析を行った。

第 6 章から第 8 章では、複数市場が連動する人工市場モデルの構築を行い、

オプション市場間とその原資産市場間の相互作用の内部メカニズムの分析を実施した。第 6 章では連成型人工市場モデルのベースモデルから、現実のオプション市場と同様、1 つの原資産市場に対し、 $N$  個のオプション市場が連動する連成型人工市場のデザインを行った。次に、第 7 章では 1 対  $N$  の連成型人工市場モデルをベースに、複数市場にまたがる投資行動の影響についての分析を実施した。最後に、第 8 章では、連成型オプション市場によって初めて分析可能となるインプライドボラティリティサーフェス(ボラティリティスキュー、および期間構造)の発生要因についての調査を実施し、オプション市場で最も重要な指標の発生要因の特定を実施した。

最後に結論の章で本論文の結論及び今後の展望をまとめた。

以上、本論文では、現資産とオプションの複数市場の相互作用を取り入れた精緻な人工市場モデルを現実の市場の再現性を考慮しながら構築を行った。さらに、複数市場のボラティリティ間の関係性が生じるメカニズムをシミュレーションにより詳細に分析し、ミクロな要因からボラティリティのマクロ特性を生じるメカニズムを初めて人工市場シミュレーションにより明らかにした。これらの結果は、システム創成学専攻の重点研究分野の一つである社会経済システムに関して新たな知見をもたらすものである。特に、モデルに基づくシミュレーションを活用することによって社会経済システムに関わる制度や機能の設計するための学術的成果として意義は大きい。

また、主査から剽窃チェックソフトウェアの結果の説明を受け、本審査委員全員で本論文に剽窃のないことを確認した。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。