

博士論文（要約）

連成型人工市場モデルの構築による  
デリバティブ市場の構造分析

指導教官

和泉潔 准教授

東京大学大学院工学系研究科  
システム創成学専攻

37-127258

川久保佐記

金融市場は様々な相互作用から成り立っており、社会経済システムの機能を形成する上で重要な機能を果たす。投資家は有望な企業に投資し、企業は金融市場を通じて資金調達を行う。株式市場は企業と投資家を結びつける重要な場である。また、国際取引を行う企業にとっては、為替市場において外貨を獲得し、保険会社や銀行などは、債務の特性に応じて債券市場で債券を調達する場合もある。金融市場には個人投資家をはじめとし、事業会社、金融機関、外国人投資家、ヘッジファンドなど様々な取引動機を持つ主体が集まり、それぞれの需給に応じて資産の価格形成を行う。金融市場は実体経済と密接に関わり合うことから、円滑な価格形成インフラとして重要視されている。

しかしながら、現実世界での金融市場には不確実性や不安定性が存在し、我々はこれまでに幾度にもわたる金融危機を経験してきた。その都度、それに対応する規制・制度が新設され適用されてきたが、投資環境や投資技術も日々進歩するため金融市場にはつねに新たなリスクが存在している。しかも、資産が多様化し複雑な投資手法が機能する現代の複雑化した金融市場においては、特定の要素が引き起こす金融市場全体のインパクトが予想できない状況になってきている。

そのような中、2008年のリーマンショックが発生し、米国のある一金融業者を発端とする金融危機が瞬く間に全世界に広がる経験をした。リーマンショックを経たことで、従来のリスク管理手法、リスクに対する見方、および金融市場の位置づけの再考が必要となった。これまでには個別の資産市場の適正なプライシング手法や、個別の金融機関のリスク管理手法に関する研究や制度設計に重点が置かれていたが、近年では、金融市場全体を異なる動機、制約のもとに行動する主体が相互作用するシステムとして捉えリスクの構成要因やその所在の特定、リスクが出現するまでのダイナミクスを観測することへのニーズが高まっている。

本研究では、こうした背景を踏まえ、金融市場の中でも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。オプション市場は資産に対する売買の権利契約を行う市場であり、デリバティブ市場の一つである。オプション市場はデリバティブ市場であるため、価格形成の観点では原資産市場との関係性を考慮に入れる必要がある。そのため、原資産市場とオプション市場の両方が相互作用する連成型人工市場モデルの構築を行った。特に、オプション市場は一つの資産に対して取引市場が複数存在すること、満期が存在すること、株式のように損益が購入価格と現在の株価の線形関数で表現できな

いことから、人工市場モデルを設計する上で、株式や為替、債券を対象としてきた従来の人工市場とは異なる視点が必要となる。

本研究では、上記の特性を考慮した人工市場を構築するとともに、オプション市場の統計的性質を再現するエージェント構成、パラメータの特定を行った上で、構築した人工市場に基づき投資家のリスクヘッジ行動に代表される投資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インプライド・ボラティリティの歪み（ボラティリティスマイル）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構築を行った。本研究で構築したモデルにより、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することで可視化し、より柔軟な金融市場リスク管理の支援を目指す。