

論文の内容の要旨

オーダーブックの統計性質を再現する金融市場のエージェントベースモデルの構築

吉村勇志

本研究では金融市場を理解し、将来的にその制度設計に貢献するような人工市場モデルは現実のそれと近い時間構造を持つ必要があるという視座の下、時間構造の一側面である注文の寿命の冪分布を指数含めて再現するモデルを構築した。

人工市場モデルとは計算機内に仮想的なトレーダーであるエージェントを多数作成し、エージェント間で取引を行わせて金融市場を模擬するモデルのことである。エージェントに組み込んだ行動性質とシミュレーション結果が示した市場の統計性質の関係から、現実の市場における統計性質がトレーダーのどのような行動性質に由来するのか推測することが出来る。また、人工市場で採用されている市場制度を変更することで現実の市場において市場制度を変えた場合に何が起こるかを事前に予想することが可能となる。

注文の寿命とは指値注文がオーダーブック上に出されてからキャンセル若しくは約定によって消えるまでの経過時間のことであり、以降キャンセル(約定)寿命と呼び分けることとする。注文の寿命は冪分布を示すことが観測されているが、従来の人工市場ではキャンセル寿命に関して観測値と異なる指数で冪分布が再現されたのみであり、約定寿命に関しては冪分布自体再現が報告されていなかった。

注文の寿命は多数のトレーダーがどのような順序で市場に注文を出したのかに関係している。そして注文の順序は市場には注文が板の状態を変え、板の状態がそれを見たトレーダーの意思決定、即ち次に来る注文を変えるというフィードバック構造が存在故に重要である。従って注文の寿命は市場の時間構造を反映しているという点で重要性があり、この分布を再現するモデルを構築することはより精巧にトレーダーの意思決定を模したエージェントの構築に対し貢献する。というのも、トレーダーの出し得る注文は基本的には指値、成行、キャンセル注文の3種類であるが、指値注文と成行注文はそれぞれ取引価格と取引速度のどちらを優先するかによってどちらが望ましいのか決まり、キャンセル注文もどれ程待つと約定を諦めるべきなのかという要素を含んでいる。即ち、注文の意思決定において時間の観点は常に大きな意味を持つからである。そしてより現実に近い意思決定を行うエージェントから成る人工市場を構築すれば、市場の理解を深め制度設計に対してより貢献することが期待出来る。

第1章では本研究で扱う金融という語及び関連研究が属する分野についてその定義を行った。一般に金融と言えば政府や日銀の金融政策のようなマクロ経済が想起されるが、それらではなく株式や外国為替、債券等の連続ダブルオークションを採用した市場の参加者及び統計性質を研究対象としていることを宣言し、その歴史と全体像を概観した。

第2章では金融市場研究において過去に観測された市場の統計性質及びそれらの発生メカニズムを考察する為に生み出された人工市場モデルについてまとめた。

第3章では各時間ステップにエージェントは自分が今注文を出す必要性の強さを表す緊急性を計算し、それに応じたルーレット選択によって誰がその時刻に注文を出すか決めるという構造の人工市場モデルを作り、キャンセル注文を出す緊急性が注文の経過時間に依存するという仮定の下、その関数形を解析的に導出することでキャンセル寿命の冪分布を再現することに成功した。

第4章と5章では注文の寿命の冪分布の再現に直接は関係しないものの、そこで導入されたことが第6章のモデル構築に貢献している。第4章では各エージェントに予約価格という時間変化する変数を与えた。予約価格はそのエージェントにとってその時点における金融商品の価値を表現しており、これより安い価格で買えれば、或いは高く売ることが出来ればその分だけ利益になるという概念である。これの導入によってキャンセル注文の緊急性計算を発展させることが出来、価格に関する統計性質の再現を改善することが出来た。第5章においては次章で使用する遺伝的プログラミングの導入とテストを行った。

第6章では第4章で導入した予約価格をキャンセル注文だけでなく指値、成行注文の意思決定に対しても反映させることによって、キャンセル寿命のみならず約定寿命の冪分布の再現に成功した。具体的には次のようなモデル改良が行われた。第4章までは指値、成行注文間の選択は確率論的に行われていたが、予約価格を用いて成行注文の利益を計算する。利益が負であるならば当然指値注文を出すことになるが、正の場合は利益に対する増加関数で成行注文選択確率が計算されるとする。その増加関数の形状を遺伝的プログラミングによって生成した。遺伝的プログラミングを採用したのは予約価格のモデル化の多様性に対応する為であったが、実際にはその表現力は限定的で、予約価格の適切なモデル化が必要であると判明した。

第7章は結論と今後の展望である。