

人工市場を用いたオーダーブックインバランスを考慮した 執行アルゴリズムが市場に与える影響分析

遠藤 修斗† 水田 孝信‡ 八木 勲†

工学院大学情報学部システム数理学科†

スパークス・アセット・マネジメント株式会社‡

1 はじめに

株式市場における最良気配値付近の売り注文数と買い注文数間の偏りはオーダーブックインバランス(OBI)と呼ばれている。このOBIとリターンの間には正の相関があることが知られており、数多くの投資戦略でこの特性が利用されている[1]。一方、投資法の1つに市場価格形成を歪めることなく、かつ、損失が出ないように大量の注文を自動的に分散して発注する執行アルゴリズムがある。

本研究では人工市場上でOBIを考慮した執行アルゴリズムをモデル化し、本モデルが市場にどのような影響を与えるのかを調査した。

2 人工市場モデル

本研究では福富ら[2]の人工市場を基にモデルの構築を行った。

取引に参加するのは3種類のエージェント(一般投資家エージェント, ポジションマーケットメイカー, 執行アルゴリズム)1001体である。一般投資家エージェント(990体)は1体ずつ順に買いまたは売り注文を出し, ポジションマーケットメイカー(1体)は一般投資家エージェントまたは執行アルゴリズムが注文を出した後に買いと売りの両方の注文を每期出す。執行アルゴリズムは10体で, 100期ごとに順に成行買い注文を出すか判断する。

本モデルは1つのリスク資産を取引対象とする市場で, 価格決定方式はザラバ方式とした。

3 エージェントモデル

2章でも述べたように, 人工市場内には3種類のエージェントが存在する。本節では各モデルの詳細について記す。

3.1 一般投資家エージェント

一般投資家エージェントはファンダメンタル価格を参照し投資判断を行うファンダメンタル戦略, 過去の価格推移を利用して投資行動を行うテクニカル戦略, 試行錯誤的な投資判断を表すノイズ戦略の3種を組み合わせ発注価格を決め, 買いまたは売りの注文を出す。

3.2 ポジションマーケットメイカー

ポジションマーケットメイカー(PMM)はポジションマーケットメイク戦略をとるマーケットメイカーを想定している。自分自身のポジションを考慮し, 最良買い気配値と最良売り気配値から発注価格を求め, 買いと売りの両方の注文を出す。

3.3 執行アルゴリズム

執行アルゴリズムはアルゴリズムトレードを行う機関投資家を想定したエージェントである。ここでいうアルゴリズムトレードとは予め決められた大口の注文を市場への影響を少なくするために小口に分けて少しずつ自動で執行する取引のことを指している。本モデルではこれを規則的に注文数1の成行買い注文でモデル化した。

執行アルゴリズムは異なる戦略を持つ2種類のエージェントを用意した。一つは注文数1の成行買い注文を出す従来型執行アルゴリズム(AA), もう一つは最良気配値付近の売り注文数と買い注文数を比較し, 買い注文が多ければ注文数1の成行買い注文を出し, そうでないときは注文を出さないOBI戦略型執行アルゴリズム(OAA)である。

4 シミュレーション

4.1 概要

本研究では実験期間を400000として2種類の執行アルゴリズムでそれぞれ50回ずつシミュレーションを行い, その結果を比較する。今回は市場価格の推移, マーケットインパクト(執行アルゴリズムの注文がどれだけ市場価格に影響を与えたか示す指標), PMMのパフォーマンス, 市場の流動性を測るために用いられる4指標(Volume, Tightness, Resiliency, Depth)を比較して

The impact of the algorithmic trading with order book imbalance strategy on the market using an artificial market.

Shut Endo †, Takanobu Mizuta ‡, and Isao Yagi †.

Kogakuin University †.

SPARX Asset Management Co., Ltd. ‡

市場に与える影響の違いを検証する。

4.2 結果

図 1 が市場価格の推移、表 1 がマーケットインパクトと各流動性指標、PMM のパフォーマンスの比較である。

市場価格が AA 参入時に大きく上昇しており、マーケットインパクトが大きくなっているのも AA である。また、OAA が参入することで市場の取引量が低下していることがわかる。

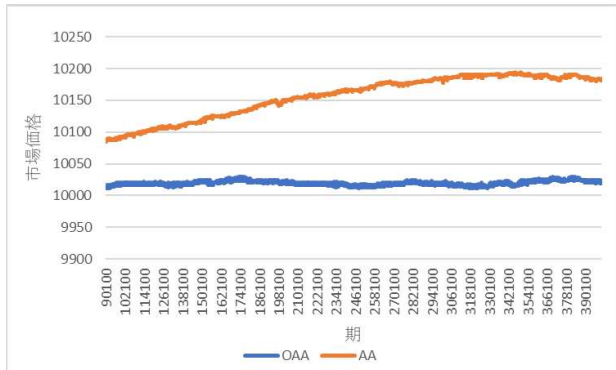


図 1 価格推移

表 1 マーケットインパクト、各流動性指標、PMM のパフォーマンス

	AA	OAA
マーケットインパクト	135	23
Volume	13530	10399
Tightness	3.88	3.87
Depth	478.43	504.59
Resiliency	3.64×10^{-7}	2.26×10^{-7}
PMM のパフォーマンス	17464.97	15671.73
PMM のポジション平均	-6.72	-1.58

5 考察

OAA 参入時に価格推移が小さくなった原因として考えられるのが執行アルゴリズムの取引回数である。AA の取引回数が 3900 だったのに対し、OBI 戦略型執行アルゴリズムは 633 回と大きく下がった結果となった。つまり、成行買い注文の回数が減少し、買い圧力が低下したことで市場価格が大きく上昇することがなくなったと考えられる。その一方で、OAA は AA に比べて長く注文を出し続けるといけなくなるため、価格変動リスクが高くなってしまったことがわかった。また、執行アルゴリズムの注文回数が減少したことで市場全体での取引量は低下し、出来高と

いう面からみると市場の流動性が減少したといえる。

AA および OAA は規則的に成行買い注文を出すため市場価格は上昇傾向となる。特に AA 参入時はそれが顕著となる。その結果 PMM の指値売り注文は高い価格で約定していくので、PMM のパフォーマンスは AA 参入時の方が良好になると考えられる。一方、PMM は平均的に売りポジションのため(表 1 参照)、価格上昇するほど含み損が出てしまう恐れがある。特に AA 参入時の方がそれが顕著になる恐れがある。このように PMM のパフォーマンスにはプラス要素とマイナス要素が存在しているが、今回はプラス要素の影響が大きいので、OAA 参入時より AA 参入時の方が PMM のパフォーマンスは良好となった。しかしポジションに偏りが大きくなったぶん価格変動リスクを受けやすくなっている。

6 まとめ

本研究では AA と OAA の 2 つをモデル化し、OAA が市場にどのような影響を与えるのか調査した。その結果、OAA は AA よりも市場価格に与える影響が小さくなることがわかった。一方で、OAA は発注量が少なくなるため、市場の流動性(出来高)は低下傾向にあることがわかった。さらに、PMM にとって、AA 参入時の方がパフォーマンスがよくなる可能性はある一方で、価格変動リスクが大きくなる可能性があることが示唆された。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 20K04977 の助成を受けたものです。ここに申し上げます。

留意事項

本論文はスパークス・アセット・マネジメント株式会社の公式見解を表すものではありません。すべては個人的見解であります。

参考文献

- 1) Cartea, A., Donnelly, R., and Jaimungal, S.: Enhancing trading strategies with order book signals, Applied Mathematical Finance, Vol. 25, No. 1, pp. 1-35 (2018).
- 2) 福富巧, 星野真広, 水田孝信, 八木勲: オーダーブックインバランスを考慮した戦略をもつ HFT が市場から受ける影響について: 第 28 回金融情報学研究会, 2022 巻, FIN-028 号, pp. 1--8 (2022).