

シミュレーションによる高頻度取引が金融市場に与える影響の分析

Analysis of high-frequency-trading on the money market by using simulation

鎌倉 弘毅
Hiroki Kamakura

倉橋 節也
Setsuya Kurahashi

筑波大学大学院ビジネス科学研究科
Graduate School of Business Sciences

High-frequency-trading(HFT) has begun to attract notice. While some say that HFT impedes healthy price formation but on the other hand some say that HFT provides liquidity to the money market. In this paper we compare price trends between with and without investor to use HFT by using Netlogo and report whether HFT have a big impact on money market or not

1. はじめに

近年、高頻度取引 (high frequency trading 以下、HFT とする) による注文が市場における存在感を増している。HFT が市場に占める割合は 2013 年 5 月時点、注文金額ベースで、52%を占めているものの、その功罪については意見が分かれている。[保坂 2014]

HFT により市場に流動性が供給され、価格変動も緩やかになる[保坂 2014]という意見がある一方、HFT が価格の過度の変動をもたらしているという意見[Nanex 2010]や、金融市場の公正さを毀損しているという意見[杉山 2010]もある。

本研究の目的は、通常の取引を行うエージェントと、HFT を行うエージェントを用意し、ファンダメンタル価格が急変した際のボラティリティとそれぞれのエージェントの損益状態を分析することで、HFT エージェントが価格の変動を抑制するかどうかといったことや、HFT エージェントと通常のエージェントの間に許容しがたいほどの不公平な状態があるかどうかを明らかにすることである。

1.1 HFT とは

[中山 2013]では、厳密な定義が存在するわけではないとすうえで、HFT の定義を「自動化されたアルゴリズムに従い、極めて高速・高頻度で短期間の小口売買を繰り返す取引手法」としている。また、[CFTC and SEC 2010]では、HFT が持つ主な特徴として以下の 5 点を挙げている。

- 非常に高速かつ洗練されたプログラムによって取引が行われている
- コロケーションサービスを利用している
- 非常に短期間しかポジションを保有しない
- 大量の発注と取り消しを行う
- 出来る限り目をまたいでポジションを保有しない

1.2 HFT の取引戦略

HFT の主な取引戦略として、[ASIC 2010]では以下の 3 点が挙げられている。

- 統計的裁定取引戦略 (Statistical arbitrage)
- 流動性供給戦略 (Electronic liquidity providers)
- 流動性探索戦略 (Liquidity detection)

統計的裁定取引戦略とは、同業他社間における価格の変動差を利用したペアトレードや、デリバティブとその原資産との価格差を利用した商品間裁定取引等が該当する。

流動性供給戦略とは、欧米の一部取引所で採用されている、流動性を供給した者(メイカー)へ、流動性を利用した者(テイカー)が手数料を支払う制度を利用し、手数料を得ることを目的とした取引戦略である。

流動性探索戦略とは、小口の注文を大量に市場に出すことで、大口の注文を見つけ出すことを目的とした取引戦略である。

HFT における議論の高まりの一つのきっかけとなった Michael Lweis 著の「Flash Boys」も、この流動性探索戦略を取り扱っている。「Flash Boys」の中で、主人公が大口の売り注文を行おうとした際、板から買い注文が消え、想定よりも安い値段でしか売り注文を執行することが出来なかった。「Flash Boys」では、この原因が HFT の流動性探索戦略であり、主人公が複数の取引所に出した売り注文の一つが HFT 業者の小口の買い注文にヒットし、他の買い注文が取り消され結果、取引価格が下落して、不当に安い値段でしか売り注文が執行されなかったとしている。

1.3 HFT の評価

特に日本において、HFT に関する論文や意見は流動性を供給するといった観点から概ねポジティブなものが多いと感じられる。先に挙げた「Flash Boys」の様な事案も複数の活発に取引がなされている取引所がある等、米国固有の取引システムによる部分が多々あり、取引が東京証券取引所に集中しており、取引所が実質一つである等、商慣習の違う日本には当てはまらないという意見がある。[大崎 2014]

一方で、HFT に対するネガティブな意見としては、プログラミングの不備から急激な価格変動を招くリスクがあるかもしれないといった可能性を指摘するにとどまる意見[中山 2013]や、一部の投資家が独占的な地位を利用して HFT のメリットを享受しているといった意見[杉山 2010]等、実証分析がなされていないものが多い。当該研究では、これまで実証分析が行われていなかったこれらの HFT のネガティブな部分をシミュレーションによって分析することで、HFT が社会にとって有用なものであるのか、危険なものであるかを見極めることを目的としている。

2. 先行研究

HFT が市場に与える影響について研究されたものには、以下のようなものがある。

まず、HFT が市場に流動性を供給しているとするポジティブなものであるとする研究として、[保坂 2014]がある。[保坂 2014]は、High-Frequency Trading が東証市場の価格形成および流動性に与える影響について実証分析を行い、HFT による注文は、市場に流動性を供給する注文が多いことや、HFT は株価の変動を緩やかにする特性があることが分かったとしている。同様にポジティブな研究として、[Brogaard 2013]では、適正な価格の発見や、効率的な価格形成のために HFT が担う役割をテストし、HFT が効率的な価格形成を促進することが判明したとしている。

一方で、HFT をネガティブなものとする研究として、[Budish 2015]は、HFT により裁定機会が創造され、その裁定機会が創造されることで流動性が毀損されるといったことや、裁定機会を得るために各投資家が終わりのないスピード競争に突入することで社会的な損失が増えるといったことを主張し、連続時間で取引をするザラバ方式をやめ、不連続時間での取引を行う板寄せ方式に取引方式を変えるべきだと主張している。同様にネガティブな意見として、[Nanex 2010]は、2010年5月6日発生したフラッシュクラッシュの原因が HFT 取引にあるとしている（[CFTC AND SEC 2010]では、HFT はフラッシュクラッシュにおいて価格下落を助長した側面もあるものの、直接の原因ではないとしている）。

3. モデル

NetLogo を用い、HFT エージェントと非 HFT エージェント（以下、ノーマルエージェントとする）からなるモデルを構築した。また、各エージェントを、ファンダメンタル価格に基づき売買行動を行うエージェントと、ランダムに売買行動を行うエージェントとに分類した。つまり、エージェントは全部で 4 種類存在し、HFT-ファンダメンタルエージェント、HFT-ランダムエージェント、ノーマル-ファンダメンタルエージェント及びノーマル-ランダムエージェントに分類される。

HFT エージェントは 1 ティックに 1 回、売買行動を決定する。一方で、ノーマルエージェントは全てのノーマルエージェントに共通する取引確率 p が与えられ、1 ティックに p の確率で売買行動を決定する。

ここで言う売買行動とは、「売り」、「買い」、「取引注文を取り消す」の 3 つの行動を指しており、ファンダメンタル価格に基づく売買行動と、ランダムに行う売買行動とがある。ファンダメンタル価格に基づく売買行動は、各エージェントが保有するファンダメンタル価格と、直前に成立した取引価格とを比較し、ファンダメンタル価格の方が直前の取引価格よりも高い場合、買い注文を出し、ファンダメンタル価格の方が直前の取引価格よりも安い場合、売り注文を出し、ファンダメンタル価格と直前の取引価格が等しい場合、注文を取り消す行動を実行する。

各エージェントのファンダメンタル価格は、与えられた真のファンダメンタル価格を平均、所与の定数を標準偏差とする正規分布に従う乱数により与えられる。

発注価格は直前に成立した取引価格を平均、所与の定数（ファンダメンタル価格を算出する際に使用する定数とは別に設定）を標準偏差とする正規分布に従う乱数により与えられ、取引量は、1 から 10 までの一様乱数により与えられる。また、各エージェントの損益を計算する場合において、エージェントのロングポジションとショートポジションの量が一致しない場合、その差分を直前に成立した取引価格で売買したと想定して損益が計算される。

これらの条件を基に、以下のように取引が進んでいく。

```

エージェントが売買行動を決定する
↓
売買行動に基づき、売り注文若しくは買い注文を出す
↓
既に出ている他のエージェントの注文と比較し、当該エージェントの注文が約定されるかを判定。
↓
約定されない場合、当該エージェントの注文は当該エージェントに取り消されるか他のエージェントに約定されるまで板に残る。
↓
約定される場合、当該エージェントと相手先の注文を板から消し、当該エージェントと相手先のポジションを増加させる。
↓
エージェントのロングポジション及びショートポジションに基づき、損益を計算する。
    
```

4. 今後の展望

当該モデルの妥当性等を勘案して、モデルのパラメータを決定し、以下の仮説を検証する。

仮説：ファンダメンタル価格が変動した際に、ノーマルエージェントが一時的に損失を被る

当該仮説を検証するために、ファンダメンタル価格を変動させる前後の両エージェントの損益を比較検討する。

参考文献

- [保坂 2014] 保坂 豪:東京証券取引所における High-Frequency Trading の分析, 証券アナリストジャーナル, 日本証券アナリスト協会, 2014.
- [Nanex 2010] Nanex: Analysis of the “Flash Crash”, Nanex Research, Nanex, 2010.
- [杉山 2010] 杉山 卓雄:高頻度トレーディング,株式会社日立総合計画研究所レポート,株式会社日立総合計画研究所,2010
- [中山 2013] 中山 興:株式市場における高速・高頻度取引の影響,日銀レビュー,日本銀行,2013
- [CFTC AND SEC 2010] CFTC AND SEC: FINDINGS REGARDING THE MARKET EVENTS OF MAY 6,2010, REPORT, CFTC AND SEC, 2010
- [大崎 2014] 大崎 貞和:HFT(高頻度取引)と複雑化する米国の株式市場構造,月刊資本市場,公益財団法人資本市場研究会,2014
- [大塚 2014] 大塚 剛士:米国市場の複雑性と HFT を巡る議論, JPX ワーキングペーパー, 日本取引所グループ, 2014.
- [Jonathan 2013] Jonathan Brogaard:HIGH FREQUENCY TRADING AND PRICE DISCOVERY,EUROPEAN CENTRAL BANK WORKING PAPER SERIES,EUROPEAN CENTRAL BANK,2013
- [Budish 2015] Eric Budish:The High-Frequency Trading Arms Race:Frequent Batch Auctions as a Market Design Rewponse,ワーキングペーパー,The University of Chicago Booth School of Business,2015