



日本取引所グループ
JAPAN EXCHANGE GROUP

JPX WORKING PAPER

JPXワーキング・ペーパー

東京証券取引所における
High-Frequency Trading の分析

保坂 豪

2014 年 5 月

Vol. 04

備考

JPX ワーキング・ペーパーは、株式会社日本取引所グループ及びその子会社・関連会社（以下「日本取引所グループ等」という。）の役職員及び外部研究者による調査・研究の成果を取りまとめたものであり、学会、研究機関、市場関係者他、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図しております。なお、掲載されているペーパーの内容や意見は執筆者個人に属し、日本取引所グループ等及び筆者らが所属する組織の公式見解を示すものではありません。

東京証券取引所における High-Frequency Trading の分析

保坂 豪¹

2014 年 5 月 20 日

要旨

近年、金融市場において High Frequency Trading(以下「HFT」という。)と呼ばれる、ミリ秒単位の頻繁な売買で利ざやを積み上げるような高速且つ高頻度の取引が増加している。本稿では、HFT による取引が東証市場における価格形成及び流動性に与える影響について、イントラデイでの取引データをを用いて分析を行った。分析にあたっては、欧米市場を対象とした先行研究をもとに、HFT が金融市場に対して与える影響について、「HFT は市場に対して流動性を供給している」「HFT は株価の変動を緩やかにしている」とする2つの仮説を設定した。そして注文傾向と流動性指標に与える影響の2つの側面から分析を行い、これらの仮説の検証を行った。

HFT の注文傾向について分析した結果、HFT による注文は、非 HFT に比べて立会時間内の発注が多く、即時約定しないメイク型の注文が多いことがわかった。次に、HFT の注文のうち、取消がなされた最良気配価格帯注文の注文提示時間は、非 HFT と同等であった。さらに売買成立への寄与について見てみると、HFT の売買は、メイク注文が約定した割合が非 HFT に比べて高かった。これらの分析結果から、HFT は市場に対して流動性を供給する発注主体であるといえ、東証における HFT の取引手法は、機械的流動性供給戦略と呼ばれるマーケットメイキングを行う手法が多いと推察される。

次にテイク注文と株価変動の方向性について分析を行った結果、HFT は非 HFT に比べて株価変動を抑制する注文が多いことが明らかになった。

さらに、HFT の注文特性は、3つの時点を通じて同じ結果となっており、HFT の取引の特徴は相場環境に左右されにくい特性を持つことが明らかになった。

¹ 株式会社東京証券取引所マーケット営業部(兼)株式会社大阪取引所市場企画部調査役(g-hosaka@jpx.co.jp)。本稿の作成にあたっては、また、本稿の執筆にあたり、筑波大学ビジネス科学研究科の牧本直樹教授、山田雄二教授、久野靖教授、並びに JPX ファイナンス研究会のメンバーには貴重なご指摘をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。

Analysis of High-frequency trading at Tokyo Stock Exchange

Go Hosaka

Tokyo Stock Exchange, Inc.
2-1 Nihombashi Kabutocho, Chuo-ku, Tokyo Japan

Abstract

The rise of High Frequency Trading(HFT) has been one of the trends in financial markets in recent years. HFT firms place large numbers of orders at the millisecond level to accumulate minute margins from transactions at extremely high speed. The main purpose of this thesis is to analyze the impact of HFT on price formation and liquidity in the Tokyo Stock Exchange (TSE) market based on intraday trade data. According to previous researches on stock markets in the US and Europe, this thesis attempts to validate two hypotheses in relation to the impact of HFT on financial markets, that "HFT provides liquidity to the market", and that "HFT contributes toward smoother stock price movement".

With regard to the first hypothesis it turns out that HFT firms tend to place more orders than non-HFT firms during auction trading sessions, and that most of their orders could be classified as "make" orders, that is, they were not executed immediately. With regard to the amount of time during which make orders remain in the order book was the same level for HFT and conventional trading. However, in terms of actual order execution, the ratio of HFT "make" orders resulting in execution was higher than conventional orders. In other words, HFT provided liquidity to the market and this led to actual order execution. These findings support the first hypothesis. Therefore, HFT firms provide liquidity to the market. In addition,

These observations suggest that HFT firms at TSE adopt a market making strategy known as electronic liquidity provision.

As for the second hypothesis, it turns out that the distribution between the numbers of buy and sell HFT make orders is less skewed than Non-HFT orders. In addition, The ratio of HFT orders which restrain price movements is higher than that of non-HFT orders. Executions of HFT orders tended to restrain concurrent price movements. These findings support the second hypothesis and, as such, HFT can be considered to facilitate smoother stock price movement.

These properties of HFT orders are observed through three different periods in different market conditions, showing that HFT activity is not easily impacted by market conditions.

目次

1. はじめに.....	5
2. 先行研究.....	7
2.1 流動性に関する理論.....	7
2.2 HFT の定義や特徴に関する研究.....	8
2.3 HFT の発注手法に関する研究.....	10
2.4 HFT が株式市場に与える影響に関する実証分析.....	11
3. 使用するデータ及び HFT 注文の推計.....	13
3.1 使用するデータ.....	13
3.2 HFT による注文の推定.....	15
3.3 分析対象期間.....	17
3.4 分析対象銘柄.....	17
3.5 HFT による注文・売買比率.....	18
4. HFT の注文・売買の傾向.....	20
4.1 HFT の行動に対する仮説.....	20
4.2 HFT の発注傾向.....	21
(1) 注文時の最良気配価格と注文価格の関係.....	21
(2) 最良気配外価格への発注傾向.....	24
4.3 最良気配価格帯注文の注文提示時間.....	26
4.4 注文種類毎の売買代金の傾向.....	28
4.5 価格の方向性とテイク注文の分布.....	29
5. 結論.....	32
参考文献.....	34

表目次

表 1 分析対象銘柄のカバレッジ	18
表 2 HFT による注文・約定比率(件数ベース)	19
表 3 HFT による注文・売買比率(代金ベース)	19
表 4 注文種別・注文金額分布(2012 年 9 月)	23
表 5 注文種別・注文金額分布(2013 年 1 月)	23
表 6 注文種別・注文金額分布(2013 年 5 月)	24
表 7 発注主体別・メイク注文及びテイク注文の注文割合分布	24
表 8 最良気配外注文の注文金額分布(2012 年 9 月)	25
表 9 最良気配外注文の注文金額分布(2013 年 1 月)	26
表 10 最良気配外注文の注文金額分布(2013 年 5 月)	26
表 11 取消が行われた最良気配更新指値注文の注文提示時間	27
表 12 取消が行われた最良気配指値注文の注文提示時間	27
表 13 HFT・非 HFT のメイク売買代金比率	29
表 14 HFT・非 HFT のメイク売り代金比率	29
表 15 HFT・非 HFT のメイク買い代金比率	29
表 16 価格の方向性とテイク注文金額の分布(HFT)	31
表 17 価格の方向性とテイク注文金額の分布(非 HFT)	31
表 18 価格変動追従型注文金額と価格変動抑制型注文金額の分布	31

図目次

図 1 欧米における HFT の取引シェア推計	6
図 2 板の例	8
図 3 HFT とアルゴリズム取引の相違点	10
図 4 個別注文のライフサイクル	14
図 5 注文内容の変更があった場合の取扱い	14
図 6 仮想サーバの分布(2012 年 9 月)	16
図 7 仮想サーバの分布(2013 年 1 月)	16
図 8 仮想サーバの分布(2013 年 5 月)	16
図 9 TOPIX と東証市場への注文件数の推移	17
図 10 注文種類の区分方法	21
図 11 価格変動追従型注文と価格変動抑制型注文のイメージ	31

1. はじめに

金融市場は、資本主義経済を支える重要なインフラであり、国や企業が長期資金を円滑に調達するための発行市場(資金調達の間)としての機能と、既に発行された証券を投資家間で売買するための流通市場(資産運用の間)としての機能を有している。その中で、有価証券の公正かつ円滑な流通を行うためのインフラとして、金融商品取引所が開設されている。金融商品取引所では、対象となる証券について多数の投資家から大量の需要(買い注文)と供給(売り注文)を1カ所に集め、需給を均衡させることにより売買が成立している。売買の成立により、有価証券の価格が決定されることから、金融商品取引所は「価格発見機能」を有していると言われている。

流通市場への発注方法は、トレーダー等による手動の売買と、コンピューターによる自動売買の二つの方法がある。後者については、1990年代から、証券会社が自社の資本を使って市場取引を行う自己勘定部門において、一定のルールに従った取引を行うため、あらかじめ設定したコンピュータープログラムに基づいて行う「プログラム売買」や、現物の取引価格と先物の理論価格の間の価格差を利用して収益を獲得する「裁定取引」で使われていたが、IT技術の発展と歩を合わせる形で、その利用範囲が急速に拡大している。2000年代に入ると、証券会社が取引コストの削減を目的に、投資家に対して委託執行サービスの一環として「アルゴリズム取引²⁾」の提供を開始し、コンピューターによる自動売買の取引が拡大した。さらに、近年ではミリ秒(1/1000秒)単位で頻繁に発注を行い、頻繁な売買で利ざやを積み上げるような高速且つ高頻度の取引が増加している。この取引は High Frequency Trading と呼ばれており、以下ではこの頭文字をとって、HFT と呼ぶことにする。

HFT 業者に対してヒアリングを行うと、HFT を行うことができる市場の条件として、(1)高速な売買を処理できる売買システムを有していること、(2)HFT を行うにあたって、その取引を制限する法規制がないこと、(3)売買時にかかる税金や手数料等のコストが低いことの3点が挙げられる。実際にこれらの条件を満たす金融商品取引所は先進国の主要取引所に限定されているが、World Federation of Exchanges [2013]が引用する TABB Group の推計によると、近年米国株式市場においては約5割の売買が、欧州株式市場においては約3割の売買がHFTによるものと推計されている(図1参照)。日本については、2010年1月に東京証券取引所(以下「東証」と記す)が株式売買システムのリプレースを行い、新株式売買システム「arrowhead」を稼働した。arrowhead のリプレースに伴う最も大きな変化は処理の高速化であると言われており、従来の株式売買システムでは注文の約定処理に約3秒を要していたものが、2ミリ秒程度に短縮をされたことにより、HFT を行う投資家が東証で売買を行いやすい環境が整った。また、これと併せてコロケーションサービス³⁾の提供を開始したことにより、HFT の取引が拡大したと言われている。その結果、宇野・柴田[2012]は、arrowhead の導入に伴い約定件数の増加と約定サイズの縮小という取引パターンの小口高頻度化へ変化したことを指摘して

²⁾ コンピューターシステムが株価や出来高などに応じて、自動的に株式売買注文のタイミングや数量を決めて注文を繰り返す取引。

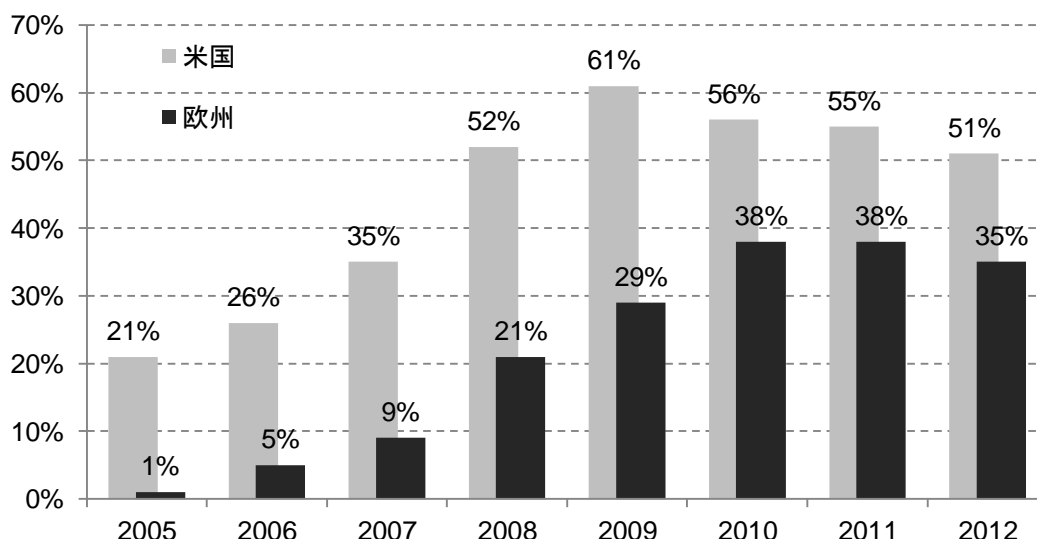
³⁾ 顧客のサーバや通信機器を、自社の施設内(データセンター等)に設置するサービス。東証の場合、東証の売買システム等が設置されているプライマリサイト内に、売買執行等のプログラムをインストールした取引参加者、情報ベンダー及びISV等の機器等を設置するサービスを提供しており、相場の気配情報の取得及び注文の送信にそれぞれ片道15.7マイクロ秒程度に短縮することが可能となる。

いる。日本における HFT の取引割合を推計したデータは存在しないが、日本経済新聞は 2013 年 6 月 15 日に、日本の HFT の取引割合は 15~20%ではないかとする、専門家の推計を報道している。

HFT は証券市場における新しい取引手法であり、市場内における売買割合も徐々に高まっている。しかし、HFT が市場に与える影響については明らかになっていない部分が多く、相場急落時にはその原因が HFT によるものとする「HFT 悪玉論」も存在する。HFT が市場に与える影響については、欧米市場ではいくつかの先行研究があるが、日本の株式市場を対象とした分析はほとんど行われておらず、市場への影響についても明らかになっていないことから、このような論調があるものと考えられる。

本稿では、HFT による取引が東証市場における価格形成及び流動性に対してどのような影響を与えているか、実証分析を行った。なお、東証の注文データにおいては、注文者の属性に関する情報は取得していないため、一定の仮定を設け、HFT の注文について推計を行ったうえで、分析に用いた。分析に用いるデータについては、東証より利用許諾を得て、東証市場におけるイントラデイでの取引データ(注文データ及び約定データ)を用いた。諸外国、特に米国市場においては、イントラデイのデータを用いた分析が盛んに行われているものの、筆者の知る限り、日本においてイントラデイの取引データを用いて、HFT による市場への影響について分析が実施されたことはなく、今回が初めての試みとなる。

本稿の構成は以下のとおりである。第 2 章では、先行研究として、本稿が分析対象とする市場流動性に関する研究及び HFT の定義や HFT の市場に対する影響に関する研究について概観する。第 3 章では、本稿において分析に用いるデータの内容や、その加工方法などについて解説する。第 4 章では、HFT の注文の特徴について分析を行い、価格形成に対する寄与について検証を行う。第 5 章では本稿の内容についてまとめと展望を記す。



出典: World Federation of Exchanges [2013]

図 1 欧米における HFT の取引シェア推計

2. 先行研究

本稿では HFT による取引が東証市場における価格形成及び流動性に与える影響について分析を行う。本章では、分析に先立ち、本稿の対象とした「流動性」及び「HFT」に関する先行研究について概説する。なお、HFT に関する先行研究は、主に HFT の定義や特徴に関する研究、HFT の発注手法に関する研究、HFT が市場に与える影響に関する実証分析の 3 つに大別される。

2.1 流動性に関する理論

証券市場の流動性については、現代ファイナンス研究の理論・実証研究分野の一つである、マーケット・マイクロストラクチャーと呼ばれる金融市場における価格形成や、投資家行動を扱う研究分野のなかで研究が行われている。このなかで、株式市場における「流動性」とは、「投資家が株式の売買を行いたいときに、容易に売買を行えること」を意味し、流動性の高い市場とは、「投資家に対する取引機会が十分に提供されており、出来るだけ早く、多くの取引を、価格に大きな影響を与えることなく取引が実行できる市場」を意味する。また、流動性に対するリスクは「市場流動性リスク」と呼ばれ、「市場の混乱等により市場において取引ができなかったり、通常よりも著しく不利な価格での取引を余儀なくされることにより損失を被るリスク」を指す。金融機関におけるリスク管理においても、市場流動性リスクの管理は重要な管理項目の一つに掲げられている。このリスクを低減させるためには、株式市場で円滑に取引行えることが重要であることから、流動性は非常に重要な概念となる。

太田・宇野・竹原[2011]によると、流動性には、(a)タイトネス、(b)デプス、(c)即時性の 3 つの概念が存在する。これらの概念は、立会時間内の板から測定する項目であり、以下ではその各項目の内容についてみていくこととする。

まず、(a)タイトネスとは、取引にあたって要する時間と数量を所与とした場合、取引に要する費用を低くできるかという観点から流動性を計測する。具体的には取引をしたい資産の売値と買値の差を用いて分析を行う。最良買い気配価格(Best Bid)と最良売り気配価格(Best Ask)の価格差を用いて分析されることが多く、この価格差のことを「ビッド・アスク・スプレッド」と呼ぶ。このビッド・アスク・スプレッドが広いすなわち価格差が大きいほど、取引に要する費用が大きくなることから、流動性が乏しいことを表し、狭いほど流動性が豊富ということを表す。例えば図 2 の場合、最良買い気配価格は 1,191 円、最良売り気配価格は 1,193 円であることから、ビッド・アスク・スプレッドは 2 円(=当価格帯の呼び値の刻みは 1 円であることから、2ティック離れている)ということがわかる。

次に(b)デプスとは、取引にあたって要する時間と取引費用を所与とした場合、どれだけの数量を売買できるかという観点から流動性を計測する。これは売値や買値にどれだけ多くの注文があるかを意味し、デプスが大きいほど多くの取引を行うことが出来ることから、流動性が豊富であることを表す。本稿では、最良売り気配価格に提示されている注文数量と最良売り気配価格に提示されている注文数量の平均をデプスとして定義する。例えば図 2 の場合、最良買い気配数量は 19,600 株、最良売り気配数量は 25,500 株であることから、デプスは 22,550 株とであることがわかる。

最後に(c)即時性とは、取引費用と数量を所与とした場合、どれだけ迅速に取引が出来るかという観点から流動性を計測する。売買の気配が継続的に提示されているときは、投資家はいつでも取引を行うことが出来、即時性が担保されていることから、流動性が豊富ということを表す。

成行	
売り気配	買い気配
1,632,300	OVER
42,200	1,200
139,800	1,199
130,400	1,198
78,200	1,197
72,100	1,196
34,300	1,195
56,900	1,194
25,500	1,193
	1,191
	1,190
	1,189
	1,188
	1,187
	19,600
	199,900
	94,700
	112,800
	310,000

図 2 板の例

2. 2 HFT の定義や特徴に関する研究

HFT については現在、各国の規制当局が HFT の定義付けに取り組んでいるところであり、世界的に共通な定義は定められていない。ここでは既に定められた規制当局による HFT の定義を中心に、HFT の特徴について説明する。

米国の Flash Crash について分析を行った U.S. Commodity Futures Trading Commission and Securities and Exchange Commission[2010]では、HFT の特徴として、(1)注文の構築、回送及び執行について、高速且つ洗練されたコンピュータ・プログラムを利用していること、(2)コロケーションサービスや取引所独自の直結データ・フィード、また、ネットワークその他のレイテンシーを最小化するようなサービスを利用していること、(3)非常に短い時間で、ポジションを構築したり解消したりしていること、(4)非常に多くの注文の発注とそのキャンセルを行うこと、(5)一日の終わりの段階では、できる限りフラットなポジションにいること(ヘッジしていない大きなポジションを翌日に持ち越すことはないこと)を指摘している。

Gomber et.al. [2011]では、HFT と従来から行われているアルゴリズム取引との相違点について、明らかにしており(図 3 参照)、HFT・アルゴリズム取引共に、人手を介さずにあらかじめ定められたロジックに基づき発注を行う点については共通しているが、HFT はアルゴリズム取引に比べてポジションの保有期間が短く、頻繁な売買を繰り返すことを指摘している。また、杉原[2011]は取引コストの削

減手法としてのアルゴリズム取引に焦点をあて、その活用動機や代表的な取引戦略について整理している。その中で、HFT は大口取引向けアルゴリズム取引戦略とは異なる特徴を有しており、取引コスト削減を企図した戦略と逆のポジションをとることで、投資家が負担する取引コストの一部を間接的に収益源としていることや、流動性需給の観点からは、HFT は主として流動性を供給することを指摘している。

また、欧州を中心にHFTに対する規制や、HFT を対象とした課税や規制の導入の動きが見られている。その中で、欧州議会議員の Markes Ferber 氏が、欧州金融商品市場指令(MiFID)改正案(MiFID II)の検討に際して欧州議会の経済・金融委員会(ECON)に提出した Ferber, M. [2012a]では、HFT の定義として、(1)コロケーションを利用している、(2)日々取引代金が、ポートフォリオの 50%以上、(3)注文執行比率が 25%未満、(4)注文取消比率が 20%以上、(5)ポジションのうちの半分以上がその日のうちにオフセットされている、(6)50% 以上の取引または注文についてレポートを受領している、の 6 つの条件を掲げ、このうち少なくとも 4 つの条件を満たすものと定義づけている⁴。また、ドイツにおいては、HFT を規制する法案(HFT Act)が成立しており、HFT 業者は規制当局に登録することを要求している。ここで登録の対象となる HFT 業者について、BaFin[2013]では(1)レイテンシーを短縮するインフラを使用している、(2)人的介入(human intervention)のないルーティング手法を使用している、(3)intra-day で送信されるメッセージ量(注文、クオート、キャンセル)が高い、が挙げられており、これらの 3 点が全て該当する場合には登録が必要になると述べている。さらに、HFT に対する課税制度としては、イタリアでは 2013 年 9 月より、HFT 課税制度を導入し、イタリア株式市場と株価指数のデリバティブ市場において売買提示時間が 0.5 秒未満の取引には 0.02%の税が課されているほか、フランスでも 1 取引日にキャンセルまたは修正された注文の比率が 2/3 を超過した取引参加者に対して特別税を課している。

これらの先行研究や規制において、HFT の定義や特徴はそれぞれ異なるが、これらの共通する特徴としては、HFT は売買の発注が多いこと、注文の提示時間が短く、取消を行う頻度が多いこと、ポジションの保有期間も短いこと等が特徴として挙げられる。

⁴ Ferber, M. [2012a]はドラフトであり、最終版である Ferber, M. [2012b]では、Ferber, M. [2012a]で例示した条件のうち(3)注文執行比率が 25%未満以外の 5 つの条件から、少なくとも 2 つ以上を満たすものを HFT と定義している。

アルゴリズム取引・HFT 共通の要因	
(1) あらかじめ取引戦略が定められている (2) プロのトレーダーが利用 (3) マーケットデータをリアルタイムで観察 (4) 注文の自動執行・管理 (5) 人手を介さない (6) マーケットへの直接発注	
アルゴリズム取引特有の要因	HFT 特有の要因
(1) 委託注文 (2) 大口注文のマーケットインパクトを抑制 (3) 取引コストベンチマークの達成 (4) ポジション保有期間は 1 日から数か月など多様 (5) 1つの注文に時間をかけ、複数のマーケットを見ながら執行する	(1) 大量の注文件数 (2) 短時間での注文キャンセル (3) 証券会社の自己勘定取引 (4) 売買を通じて利益を上げる (5) 立会終了時点でポジションをフラットにする (6) 証券の保有期間が短い (7) 薄利な取引を繰り返す (8) 低レイテンシーのテクノロジーを要求 (9) コロケーションもしくはプロキシミティ ⁵ を利用するとともに相場情報を直接受信している。 (10) 高流動性銘柄に集中

(出典) Gomber et.al. [2011]

図 3 HFTとアルゴリズム取引の相違点

2.3 HFTの発注手法に関する研究

HFTの発注手法は、多種多様なアルゴリズムが形成されており、またプログラムの核となる部分については知的財産権に関わる問題もあることから、一概に特定をすることは難しい。その中でASIC[2010]は、HFTの取引手法を(1)機械的流動性供給戦略(Electronic Liquidity Provision)、(2)統計的裁定取引((Statistical) Arbitrage)、(3)流動性探索戦略(Liquidity Detection)の3つに区分している。

(1)機械的流動性供給戦略とは、最もポピュラーなHFTの戦略であり、HFTはマーケットメイカーと類似したポジションをとり、売り・買いの両方に対して気配提示を行う。従って、市場に対しては流動性を供給するタイプの発注手法であるといえる。Gomber et.al. [2011]によると、機械的流動性供給戦略についてはさらに(a)Spread Capturing と(b)Rebate Driven Strategies に区分することが出来、

⁵ 顧客のサーバや通信機器を、自社の施設内(データセンター等)に設置するサービス。東証の場合、東証ネットワークの入口であるアクセスポイントが設置されているデータセンター内に、売買執行等のプログラムをインストールした取引参加者、情報ベンダー及びISV等の機器等を設置するサービスを提供しており、で、コロケーションサービスに次いで、東証市場へのレイテンシーが低い(片道260マイクロ秒程度)環境を提供している。

板に提示した注文が約定することによるスプレッドを収益の源泉とするものが(a)であり、売買の成立に伴って受け取るリベート⁶を収益の源泉とするものが(b)であるとされている。また、Menkveld [2011]によると、HFT の損益は、スプレッド損益(執行価格とファンダメンタル価格の差から生じる損益)とポジション損益(ファンダメンタル価格が変動することで保有するポジションの価値が変化することによる損益)に分解することが出来るとされている。また、ポジションの保有期間と推計したリスク量及び収益の関係について分析し、ポジション保有時間が 5 秒未満の場合はその収益は正となるが、1 分以上の場合は収益と比べたリスク量が非常に増大することから、HFT は注文執行にかかるレイテンシーの削減を目指しているのではないかと述べている。

(2)統計的裁定取引とは、市場の歪みを収益の源泉とする戦略であり、市場価格がファンダメンタル価格からかい離した状況において、市場価格がファンダメンタル価格に収束することによって収益の獲得を目指す発注手法である。ファンダメンタル価格からかい離した状態で、当該注文への即時約定を求める発注手法であり、流動性を消費するタイプの発注を行う。裁定取引の手法としては、相関の高い 2 つの銘柄の売りと買いを組み合わせた両建てポジションを取り、これらがファンダメンタル価格に回帰した際に反対売買を行い、利益を得る方法(ペア・トレード)や、現物バスケット⁷と先物の価格差を収益の源泉とする方法、現物バスケットとETFの価格差を収益の源泉とする方法、複数の市場間の価格差を収益の源泉とするものなどが挙げられる。

(3)流動性探索戦略とは、ICEBERG 注文⁸のように板上の隠れた流動性が存在するかどうか、小口の注文等を通じて推計を行い、その予想を基に執行に活用する戦略である。当該注文については流動性の供給と消費の両方の側面があるものと考えられる。

2. 4 HFT が株式市場に与える影響に関する実証分析

欧米市場においては HFT が株式市場に与える影響について、流動性に与える影響やボラティリティをはじめとする価格形成の観点から、盛んに実証分析が行われている。

まず HFT が流動性に与える影響に関する研究では、HFT は流動性を供給とすることを指摘する先行研究が多い。Brogaard, Hendershott, and Riordan[2013]では、2008 年～2009 年の米国株式市場の HFT 業者 26 社の実発注データをもとに HFT の影響について調査し、ボラティリティが大きな期間において、一時的な株価のプライシングエラーが発生した場合、流動性を供給する注文を通じてそのプライシングエラーを解消する注文を行うなど、HFT は市場の価格発見や効率性の向上に貢献していることを指摘している。Hasbrouck and Saar [2012]では HFT の活動指標を作成したうえで、

⁶ 欧米の取引所での一部では、売買の成立にあたり、板に指値注文を先に提示し、板に流動性を供給した者を「メーカー」、その指値に対当させて流動性を利用した者を「テイク」呼び、メーカーにはリベートを支払い、テイクからは手数料を徴収し、その差分を取引所の手数料とする「メーカー・テイク制度」が導入されている。Rebate Driven Strategies では、自身の提示した注文が約定することにより、取引所から支払われるリベート(0.3bps 程度)を収益の一つとして見込んでいる。

⁷ 先物の対象指数に組み入れられているすべての銘柄の集合のこと

⁸ 注文数量のうち特定の数量を気配表示させることを条件とする注文。当該注文では、発注時に特定した数量が気配表示され、残数は気配表示されずに隠れた注文として取り扱われる。東証では採用されていない。

2007年及び2008年の米国NASDAQ市場を対象に、HFTの流動性に与える影響について分析を行い、HFTはスプレッドの減少及びデプスを増大に寄与しているとともに、短期のボラティリティ⁹を低下させることを示している。Menkveld[2012]は、欧州でChi-Xを介して取引開始したHFTの行動を分析し、HFTの発注の80%は流動性供給型の注文であり、HFTの注文によって、ビットアスクスプレッドが縮小したことを示している。

また、HFTの注文特性に関する研究としては、指値注文の多さを指摘する先行研究が多い。Javanoic and Menkveld [2011]では、HFTは大型株に積極的に関与し、指値注文を頻繁に利用していることが示している。また、Hendershoot and Riordan [2011]ではHFTは流動性供給が豊富な局面では小口成行注文により即時性を需要しているが、流動性供給が少ないときは最良気配への指値注文を通じて流動性を供給していることが示されている。

日本市場を対象とした、HFTが流動性に与える影響に関する研究については、2010年1月に東証の株式売買システム「arrowhead」の稼働に伴い、取引スピードが大幅に高速化したことから、この導入前後による流動性変化を分析したものが多く、宇野・柴田[2012]では、arrowhead稼働前後(各1か月間)の市場への影響について分析を行っており、arrowheadの導入に伴い約定件数の増加と約定サイズの縮小という取引パターンの小口高頻度化への変化を指摘している。また、メッセージ・トラフィックが高頻度化した銘柄ほど、取引後の逆選択コストが増加し、流動性供給リスクが上昇したという関係を指摘し、その原因としては高頻度化のもとで流動性供給競争が激化し、これが流動性供給の対価と実効スプレッドの低下に寄与したものと推察している。太田[2013]は arrowhead 導入に伴う流動性変化の影響が長期的なものであるか、arrowhead稼働後1年間までデータを拡張して分析を行っており、宇野・柴田[2012]で指摘された大型株の逆選択コストの増加については一時的なものではないことを指摘している。また、新井[2012]は2007年1月から2011年12月末までの5年間のデータを用いて arrowhead 導入の効果について、ベンチマークウェイトの一定割合を売買した場合の株価変動率を Position adjustment ILLIQ として定義し、市場の流動性変化について分析を行った。その結果、arrowhead 導入が価格変動の大きい銘柄に対する流動性供給を活発化させ、取引コストの低下をもたらしたことを指摘している。中山・藤井[2013]は arrowhead 導入前後のTOPIX日次データを用いた推計を行い、HFTは市場流動性の向上とボラティリティの低下に寄与している可能性を示している。

欧米市場における先行研究においては、イントラデイのデータを用いてHFTの注文特性や流動性に与える影響について分析した研究も多くみられるが、日本を対象とした分析については、データ分析の困難性などから、arrowhead稼働前後の状況を比較した研究や、日次データを用いた分析にとどまっており、イントラデイのデータを用いて複数の相場局面におけるHFTの市場への影響について分析した研究はない。本稿においては東証市場のイントラデイのデータを用いて、HFTによる取引が東証市場における価格形成及び流動性に対してどのような影響を与えているか、実証分析を行う。

⁹ 証券などの価格の変動性のこと。期待収益率が期待通りとなる度合いを示す。ボラティリティが高ければ期待収益率から大きく外れる可能性が高い。

3. 使用するデータ及び HFT 注文の推計

本章では、本稿の分析に用いるデータの内容及び HFT の推計方法等について概説するとともに、東証市場における HFT の注文割合及び売買割合について推計を行う。

3.1 使用するデータ

本稿の分析にあたっては、東証より利用許諾を得て、東証市場の「板再現データ」を分析に用いる¹⁰。板再現データとは、東証市場における上場銘柄ごとの板の変遷を完全に再現できるデータベースのことを指す¹¹。類似のデータベースとしては、東証の相場報道システムから配信されている、FLEX Full サービスがあるが、FLEX Full では板の変遷は再現できるものの、その板を構成する各注文の内容については把握することが出来ない。一方、板再現データは、詳細な注文情報(発注時刻や発注価格、注文数量、注文条件、各種区分など)・約定情報(約定時刻や約定価格、約定数量など)・取消情報(取消時刻、取消数量など)が含まれている。従って、板再現データでは、各注文の変遷を把握することが出来ることから、FLEX Full よりも詳細なデータベースとなっている。

また、これらのデータから、各注文の変遷データを作成した。本稿で取扱う個別注文のライフサイクルは図 4 のとおりとなる。各注文については、個別競争売買により売買が行われ、価格優先の原則及び時間優先の原則に基づき、最も優先する売り注文と最も優先する買い注文とが价格的に合致するとき、その価格を約定価格として売買契約が締結(=約定)される。この際、自身の提示した注文数量よりも相対する注文の数量少ない場合がある。例えば、200株の買い注文を提示していた場合、反対側の売り注文が100株しかなかった場合、まず100株のみが約定し、残りの100株については、同価格の売り注文がなされるまで、注文が引き続き提示されることとなる。従って、約定については自身が注文した数量の全てが約定する場合と、一部分が約定する場合がある。本稿では、全てが約定した場合を「全量約定」、一部分が約定した場合を「部分約定」と呼ぶ。部分約定が発生した場合は、複数回の部分約定が成立し、最終的に全量約定となる場合も考えられる。

また、各注文は、注文の取消を行うことが出来るほか、注文内容の変更を行うことが出来る。注文内容の変更については、時間優先が維持される変更(例えば、注文数量の削減)と時間優先が破棄される変更(例えば、注文数量の増加)の 2 つが考えられる。今回のデータ作成にあたっては、時間優先が維持される注文については、そのまま 1 つの注文としてその推移状況を記録するが、時間優先が破棄される変更(例えば、注文数量の増加)であれば、実質的に注文を新規発注するのと同様のため、変更時点で別途新しい注文を記録し、2 つの注文として取扱うこととした(図 5 参照)。

各注文については、例えば、寄り条件付注文が寄り付き時に約定しなかった場合や、注文が全量約定しないまま大引けを迎えた場合など、東証の売買制度や売買システム上、自動的に注文が失効される場合、失効することとなる。そのため、注文の最終ステータスは、「全量約定」「取消」「失効」「時間優先破棄変更」のいずれかとなる。

¹⁰ 板再現データを用いた分析としては、大塚[2012]がある。

¹¹ 板再現データには、各注文を発注した取引参加者に関する情報(いわゆる手口情報)が含まれているが、今般の分析においては、各注文を発注した取引参加者が特定できないような形で分析を行っている。

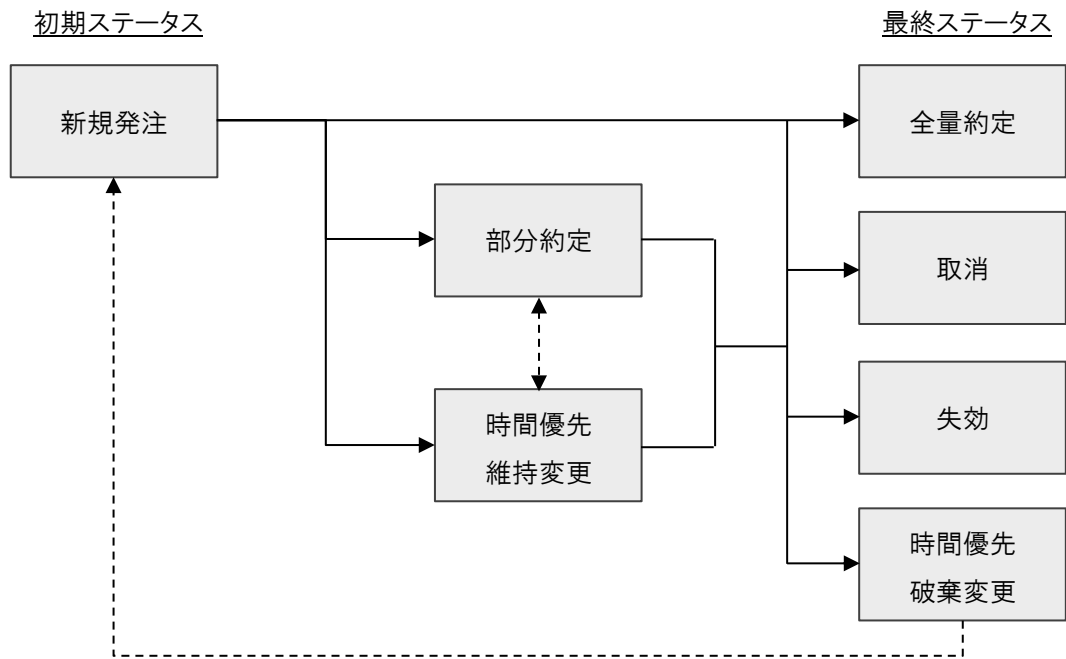
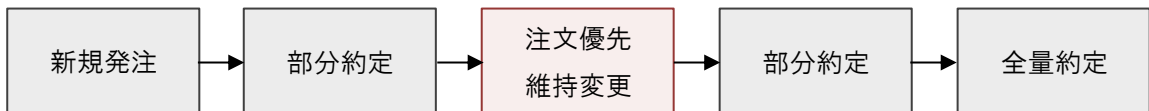


図 4 個別注文のライフサイクル

1 つの注文として取扱う場合



2 つの注文として取扱う場合

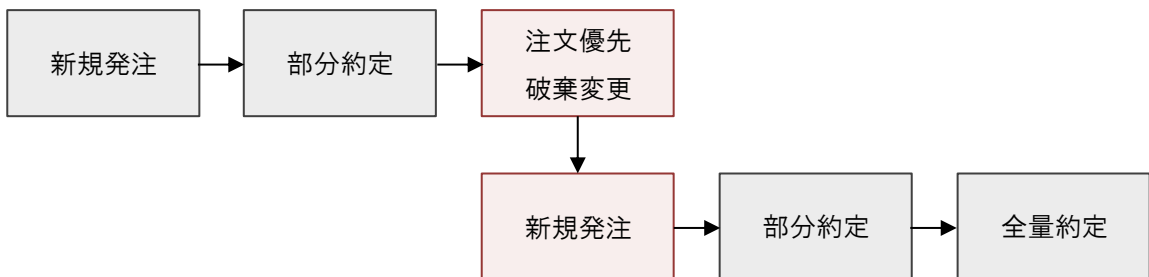


図 5 注文内容の変更があった場合の取扱い

3. 2 HFTによる注文の推定

欧米市場を対象としたHFTが市場に与える影響を分析した先行研究の中には、HFTの実発注データを用いた分析も存在する。しかし日本においてはHFTによる発注と特定することが出来るパブリックなデータは存在せず、本稿の分析に使用する東証の板再現データにおいても、発注した投資家情報は収録されていない。従って、本稿の分析にあたっては一定の基準を満たす注文をHFTによる発注として見なしたうえで分析を行うこととした。

HFTの注文の推定にあたっては、取引参加者¹²が東証売買システムとデータの送受信を行うため、取引参加者システムに実装する必要のある論理的なデバイスである「仮想サーバ」の注文件数データを用いた。仮想サーバは取引参加者システムと東証売買システムの接続の単位となり、ひとつの仮想サーバは東証売買システムとの間に一本のTCPコネクションを確立する。また、仮想サーバは1秒間に発注できる注文件数の上限値¹³が定められていることから、取引参加者は複数の仮想サーバを使用している。最終的な投資家と仮想サーバの対応関係については、各取引参加者のシステム構成に依存するため、詳細については不明であるが、取引参加者は東証に対して随時、仮想サーバの追加や解約の申請を行っている。本稿ではHFTを行う投資家が新たに参入する場合、取引参加者はその投資家の発注に対応するために、専用の仮想サーバを用意していると仮定し、仮想サーバと背後にいる投資家は対応関係にあるもの考えることとした。

本稿においては、Ferber, M. [2012a]を参考に、注文執行比率¹⁴が25%未満且つ注文取消し比率¹⁵が20%以上の仮想サーバを経由して発注された注文を、HFTによる発注とみなすこととした。注文執行比率及び注文取消件数の算出については、各期間において注文件数が大きく異なることから、2012年9月・2013年1月・2013年5月の各期間ごとに(分析期間の選定については3.3節を参照)、期間内における各仮想サーバの注文件数・約定成立通知件数・取消件数の期間内合計を求め、これをもとに注文執行比率及び注文取消比率の算出を行った。従って、各期間においてHFTからの発注として取扱う仮想サーバ数は異なる。各期間における仮想サーバ毎の注文執行比率及び注文取消比率の関係は図6～図8のとおりである。なお、注文執行比率については、約定成立通知件数を分子としているため、複数回の部分約定を経て全量約定した場合には、1件の新規発注に対して複数の約定成立通知が送信されることとなる。従って注文執行比率については100%を超える場合があるとともに、注文執行比率と注文取消比率の和も100%を超える場合がある。

¹² 東証に上場する有価証券の売買やデリバティブ取引に直接参加できる資格(取引資格)を有する者のことで、金融商品取引業者(証券会社や外国の証券会社などの総称)又は登録を受けた金融機関の中で、東証の資格取得審査を経て、承認を受けたものだけが取引参加者になることができる。

¹³ 秒間の最大受付件数については、5件・20件・60件の3種類があり、件数が多いほど東証への売買システム施設利用料の支払い金額が大きくなる。

¹⁴ 約定成立通知件数/注文件数

¹⁵ 取消件数/注文件数

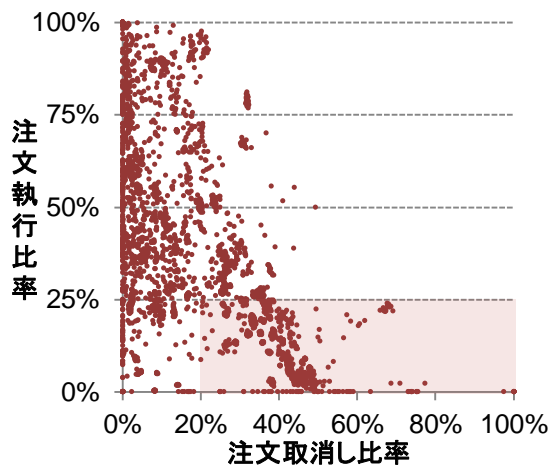


図 6 仮想サーバの分布(2012年9月)

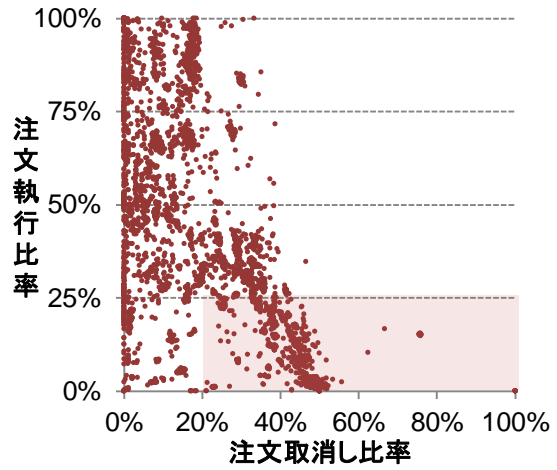


図 7 仮想サーバの分布(2013年1月)

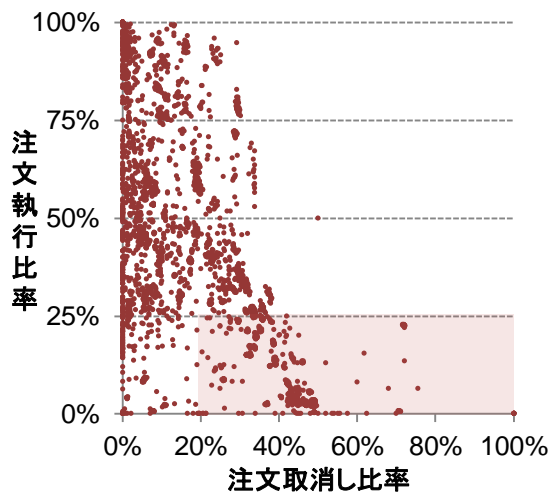


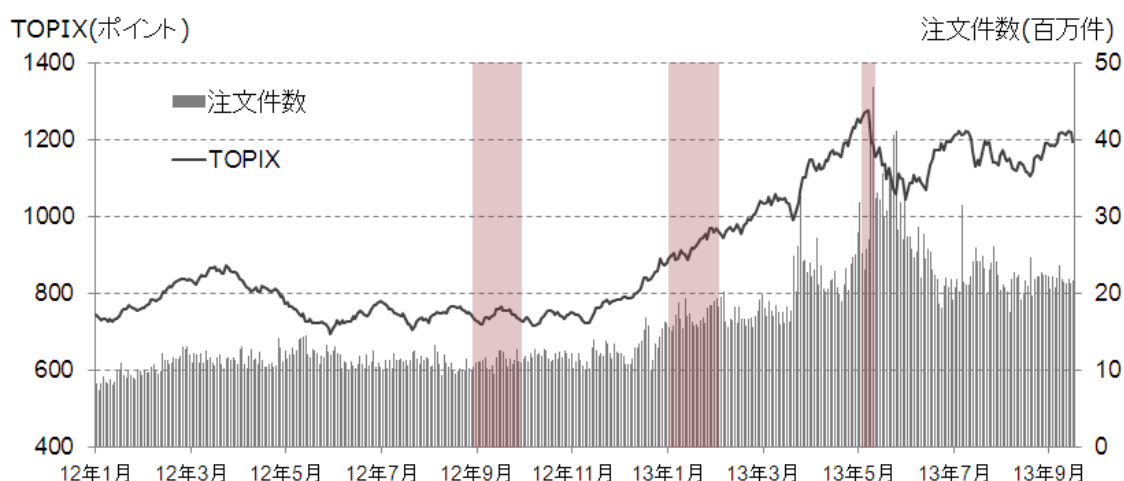
図 8 仮想サーバの分布(2013年5月)

※ 散布図の各点は仮想サーバを表し、各グラフの網掛け部分に該当する仮想サーバからの発注を HFT による発注とみなしている。

3.3 分析対象期間

本稿では、HFT による取引が東証市場における価格形成及び流動性に対してどのような影響を与えているかを分析することとしているが、市場への影響については、市場全体のセンチメントや売買代金の多寡など、相場環境の影響を受ける可能性がある。特に東証市場においては、2012 年 12 月の衆議院選挙以降、注文件数が約 1.8 倍に増加しているほか、2013 年 4 月の日本銀行の量的金融緩和の公表以降についても、さらに注文件数が大きく増加しており、相場の局面が大きく変化している(図 9 参照)。

そのため分析にあたっては、相場変動の少ない局面・相場の上昇局面・相場の下落局面の3つの相場局面において分析を行うこととし、2012 年 9 月 1 日～30 日(相場変動の少ない局面)、2013 年 1 月 4 日～31 日(相場の上昇局面)、5 月 23 日～24 日(相場の下落局面)の 3 つの期間を分析対象期間とした。



※ 網掛け部が今回の分析対象期間である。

(出典)東京証券取引所

図 9 TOPIX と東証市場への注文件数の推移

3.4 分析対象銘柄

分析対象銘柄は、東証一部内国上場普通株式とする。ただし、HFT による価格形成及び流動性を分析する目的を鑑み、HFT の売買が少ない銘柄や、コーポレートアクションによる影響を避けるため、以下のいずれかの条件に該当する銘柄は分析対象から除外することとした。

- 2012 年 9 月 1 日～2013 年 5 月 24 日の間に新規上場・上場廃止・所属部変更した銘柄
- 対象期間内のいずれかの日に、HFT による売買代金が 5,000 万円以下の日があった銘柄
- QUICK 社の優先市場¹⁶が東証以外である銘柄(いわゆる大証銘柄等)

¹⁶ 国内の複数の取引所に上場している銘柄の場合、直近 3 か月間の日次売買高の優劣を営業日数分比較し、評点化することにより主たる取引所を判定する。

これらのスクリーニングを行った結果、当該条件を全て満たす 373 銘柄を分析対象銘柄とした。分析対象銘柄の銘柄数・売買代金・時価総額ベースのカバレッジは表 1 のとおりである。銘柄数のカバー率については概ね 22%程度であるが、売買代金及び時価総額のカバー率は 80%程度となっており、概ね東証一部全体を対象としているといえる。

表 1 分析対象銘柄のカバレッジ

		2012年9月	2013年1月	2013年5月
銘柄数	東証一部	1,673	1,697	1,713
	対象銘柄	373	373	373
	カバー率	22.3%	22.0%	21.8%
売買代金 ^{※1}	東証一部	21,596,432	41,843,108	11,553,246
	対象銘柄	19,164,600	34,362,054	9,167,871
	カバー率	88.7%	82.1%	79.4%
時価総額 ^{※2}	東証一部	256,059,767	324,714,528	414,008,945
	対象銘柄	206,367,355	263,445,097	336,786,379
	カバー率	80.6%	81.1%	81.3%

※1: 売買代金は各期間内における東証市場の立会内＋立会外の合計額。単位は百万円。

※2: 各期間における最終日時点の時価総額。単位は百万円。

3. 5 HFTによる注文・売買比率

3. 2節の手順に基づき、東証市場への発注をHFTによるものと、非HFTによるものに区分を行ったが、当該区分に基づき、HFTの注文・約定に占める割合及び約定率を導出した。算定にあたっては、注文については注文件数及び注文代金¹⁷の2つの方法、約定については約定件数及び売買代金の2つの方法でHFTシェアを算出した。また、あわせて約定率を算出した。算出結果は表 2 及び表 3 のとおりである。

HFTの注文シェアであるが、2012年9月と2013年5月を比べると、件数ベースでは23.4%から55.0%に、金額ベースでは27.3%から51.6%に、それぞれ大きく拡大している。その原因としては、新たなHFT業者の参入や、相場環境の変化に伴う注文量の増加などが考えられる。

また、売買シェアについても注文シェアと同様に大きく拡大しており、2012年9月と2013年5月を比べると、件数ベースでは20.2%から36.1%に、金額ベースでは17.1%から25.9%に、それぞれ大きく拡大している。日本経済新聞の2013年6月15日の報道によると、日本のHFTの取引割合は15～20%ではないかとする、専門家の推計が掲載されているが、今回の算出結果については、

¹⁷ 注文代金は注文価格×注文数量によって算出。注文価格については、指値注文の場合は注文時に指定した価格を採用した。一方、成行注文については、立会時間内の買い注文については最良売り気配価格、立会時間内の買い注文の場合は最良売り気配価格、前場寄り付き前の立会時間外は基準値段、昼休みの注文受付時間帯の場合は、直近時点における最良売り気配価格と最良買い気配価格の仲値を使用している。

概ねこの推計と整合的な結果となっている。

表 2 HFT による注文・約定比率(件数ベース)

		2012年9月	2013年1月	2013年5月
注文件数	全体	102,550,047	131,898,350	34,462,663
	HFT	24,016,054	59,373,655	18,962,752
	HFT シェア	23.4%	45.0%	55.0%
約定件数	全体	28,232,661	39,721,116	10,167,580
	HFT	5,696,691	13,422,446	3,668,390
	HFT シェア	20.2%	33.8%	36.1%
約定率 ¹⁸	全体	27.5%	30.1%	29.5%
	HFT	23.7%	22.6%	19.3%
	非 HFT	28.7%	36.3%	41.9%

表 3 HFT による注文・売買比率(代金ベース)

		2012年9月	2013年1月	2013年5月
注文金額 [※]	全体	145,046	226,672	61,651
	HFT	39,637	100,389	31,813
	HFT 比率	27.3%	44.3%	51.6%
売買代金 [※]	全体	34,053	59,613	16,455
	HFT	5,813	14,802	4,254
	HFT 比率	17.1%	24.8%	25.9%
約定率 ¹⁹	全体	23.5%	26.3%	26.7%
	HFT	14.7%	14.7%	13.4%
	非 HFT	26.8%	35.5%	40.9%

※ 単位:10 億円

¹⁸ 約定件数/注文件数

¹⁹ 売買代金/注文金額

4. HFT の注文・売買の傾向

本章では、HFT の注文行動及び売買の傾向について分析するとともに、HFT の流動性及び価格形成に対する寄与について、実証分析を行う。分析にあたっては、流動性と株価の変動について仮説を設定したうえで、その検証を行う。分析の対象とする価格形成及び流動性については「ビッド・アスク・スプレッドの幅」「板に提示されている注文数量」を所与の条件としたうえで、最終的には「売買注文のフロー」によって決定されるものと考えられることから、売買注文の分析も合わせて実施する。

4. 1 HFT の行動に対する仮説

4 章では HFT の注文行動及び売買の傾向について分析するとともに、HFT の流動性及び価格形成に対する寄与について明らかにしておくこととしたい。これらの分析を行うにあたって、2. 4 節で概説した HFT が市場に与える影響に関する先行研究の結果を基に、HFT が市場にもたらす影響について、以下の 2 つの仮説を設定する。

仮説1：HFT は市場に対して流動性を供給している。

仮説2：HFT は株価の変動を緩やかにしている。

仮説1が指す流動性とは、2. 1 節で概観したとおり、「投資家が株式の売買を行いたいときに、容易に売買を行えること」を意味する。円滑な売買が可能な状況を形成するためには、板に対して即時約定しないタイプの注文(=メイク注文)の供給が行われていることが、流動性向上の必要条件となる。また、メイク注文の数量とあわせて、注文価格と最良気配の関係を見ることによって、ビットアスクスプレッドに与える影響を概観する。

仮説2については、先行研究では HFT はボラティリティの低下やプライシングエラーの解消をもたらすことが指摘されているが、ボラティリティについては、HFT の多寡よりも相場状況に応じて変化する特性があることから、ここでは、株価の方向性を一方向に誘引していないか、変動幅緩やかにし、株価の大きな変動を抑制している発注を行っているかという観点で分析を行う。

仮説1に関する検証は 4.2、4.3、4.4 の各節を通じて、仮説2に関する検証は 4.5 節を通じて行うこととする。

4. 2 HFT の発注傾向

(1) 注文時の最良気配価格と注文価格の関係

HFT の発注がどのような価格帯に発注がなされているか、各注文の新規発注時の注文価格と発注時の最良気配価格の関係から、HFT 及び非 HFT の発注価格の傾向について分析する。

まず発注時刻より、立会時間外と立会時間内とに区分する。次に立会時間内の発注については、引け条件注文²⁰以外の注文については、各注文の注文価格と最良買い気配価格(買い注文の場合、売り注文の場合は最良売り気配価格と比較する)の関係から、最終的には図 10 のとおり7つに分類した。立会時間内の注文については、売りと買いの注文が同じ価格で対当することにより約定が成立することから、発注時の価格の状態と発注関係を見ることにより、各注文が即時に約定を成立させるタイプの注文(=テイク注文、(b)・(c)が該当)か、即時に約定せずに、市場に対して流動性を供給するタイプの注文(=メイク注文、(d)~(f)が該当)のいずれかに分類することが出来る。なお、最良買い気配価格の次の呼値が最良売り気配価格の場合、(d)最良気配更新指値注文は発注することが出来ない。

また、条件付き注文のうち、IOC 注文²¹は発注しても即時に約定しない条件の下においては、有効な注文とはならないことから、(c)に区分する。不成注文²²については、立会時間内については、指値注文として有効なことから、各発注時の価格と注文時の価格を比較し、(c)~(f)のいずれかに分類する。引け条件付き注文については、それ以外の注文として取り扱うこととした。

(a) 立会時間外

	売り数量	価格	買い数量		
(b)→		成行		←(b) 成行注文	} テイク注文
(f)→	1,000	502			
(e)→	900	501		←(c) 即時約定指値注文	} メイク注文
(d)→		500		←(d) 最良気配更新指値注文	
(c)→		499	200	←(e) 最良気配指値注文	
		498	500	←(f) 最良気配外指値注文	

(g) 引け条件付き注文

※ 価格・売り数量・買い数量は例

図 10 注文種類の区分方法

²⁰ 前引け、または大引けにのみで有効になる注文。指値注文となる「引指注文(ひけさし)」と、成行注文となる「引成(ひけなり)注文」の2種類がある。

²¹ 「Immediate or Cancel order」の略で、指定した価格かそれよりも有利な価格で、即座に一部あるいは全部を約定させ、成立しなかった注文数量はキャンセルされる注文方法

²² 前場・後場の各立会時間終了時までは、指値注文として注文されるが、立会時間内に、全数または一部の売買が成立しなかった場合に、前引けまたは大引けの時点において、残数量を自動的に引け成行注文に変更して、執行することを条件とする注文

各時期における、注文種類別の注文金額の分布は表 4～表 6 のとおりである。シェアの項目には、発注主体毎(HFT もしくは非 HFT)における全注文金額に占める各注文種類の割合を記載している。HFT と非 HFT の各注文種類に対する比率について、

帰無仮説:HFT と非 HFT で注文種類の比率は等しい

対立仮説:HFT と非 HFT で注文種類の比率は等しくない

とする帰無仮説を設定し、カイ二乗検定を行った。検定の結果、全期間において HFT と非 HFT の注文種類の比率は等しいとする帰無仮説は 0.1%水準で棄却され、HFT と非 HFT によって注文傾向が異なるものと認められる。

注文種類別の分布を HFT と非 HFT について比較すると、全期間にわたって共通する特徴がみられる。まず、注文の時間帯を比較すると、HFT の立会時間外の発注は最大でも 3.7%となっており、非 HFT の立会時間外の発注(10%程度)と比べて少なくなっており、大部分の注文が立会時間内に発注されていることがわかる。また、立会時間内の発注についても、即時で板に反映されない引け条件付き注文(g)の取引割合は、HFT の場合、全注文の 2～5%程度であり、非 HFT の 15%～17%と比べて少ない。これらの理由としては、HFT による発注は、リアルタイムで受信した相場情報に即した発注を行っていることから、即時で約定せず、将来の価格変動の不確実性が高い、立会時間外や引け条件付き注文については選好されないことによるものと考えられる。

次に立会時間内の発注については、即時約定し流動性を消費する注文(=テイク注文)である、成行注文(b)や即時約定指値注文(c)の割合を見てみると、HFT の注文割合は全期間にわたっておよそ5%程度と、非 HFT の 13～20%と比べて少ないことがわかる。特に成行注文については、0.2～0.3%程度と、ほとんど利用されていないことがわかる。両注文ともに即時約定することから、執行に伴う機会コストが発生しないという点については共通であるが、指値注文は価格が指定できる一方、成行注文は価格の指定を行わない発注形態であることから、アルゴリズムによる発注の意思決定時から約定成立までの価格変動リスクや意図しない価格での約定を嫌う観点から、指値注文を採用していることによるものと考えられる。また、HFT の注文については、テイク型の注文に比べて、即時約定しないメイク型の注文である(d)～(f)の価格帯に発注される注文の割合が高い。この点について、立会時間内の各発注主体のテイク注文とメイク注文の注文金額割合を算定し、それぞれの発注主体が属している母集団の比率が等しいか否かについて、

帰無仮説:HFT と非 HFT でテイク注文の比率は等しい

対立仮説:HFT は非 HFT に比べてテイク注文の比率が低い

とする仮説を設定し、比率の差の検定を行った。各期間における分布及び検定のzスコアの結果は表 7 のとおりである。 z_{α} を上限確率 α に対応する標準正規分布の臨界値とした場合、 $z_{0.001} = 3.09$ であることから、全期間において帰無仮説は棄却され、HFT と非 HFT のメイク注文の発注率には差が

あると判断される。

以上の点から、HFT の注文行動は、立会時間内の市場の板の厚みを増すタイプの注文が多い傾向が示されており、HFT の注文形態は市場に対して流動性を供給する特徴が強いものといえることから、仮説1を支持する結果が得られた。これらの発注行動を2. 3節で概観した HFT の発注手法から考えると、東証市場における HFT の発注は、(1)機械的流動性供給戦略の割合が高いと考えられる。

表 4 注文種類別・注文金額分布(2012 年 9 月)

注文種類	注文金額(単位:10 億円)			各注文のシェア		
	合計	HFT	非 HFT	合計	HFT	非 HFT
a 立会時間外	11,773	1,042	10,732	8.0%	2.6%	10.1%
b 成行注文	1,205	91	1,115	0.8%	0.2%	1.0%
c 即時約定指値注文	15,842	2,382	13,460	10.8%	6.0%	12.6%
d 最良気配更新指値注文	2,846	626	2,220	1.9%	1.6%	2.1%
e 最良気配指値注文	27,284	7,495	19,789	18.6%	18.8%	18.6%
f 最良気配外指値注文	70,171	26,274	43,897	47.9%	65.8%	41.2%
g 引け条件付き注文	17,433	2,041	15,392	11.9%	5.1%	14.4%

カイ二乗検定量:6,750、自由度6、有意水準 0.1%で帰無仮説は棄却される

表 5 注文種類別・注文金額分布(2013 年 1 月)

注文種類	注文金額(単位:10 億円)			各注文のシェア		
	合計	HFT	非 HFT	合計	HFT	非 HFT
a 立会時間外	18,613	3,777	14,836	8.0%	3.7%	11.4%
b 成行注文	2,660	244	2,416	1.1%	0.2%	1.9%
c 即時約定指値注文	29,388	5,356	24,032	12.7%	5.3%	18.5%
d 最良気配更新指値注文	5,320	2,295	3,025	2.3%	2.3%	2.3%
e 最良気配指値注文	44,601	20,894	23,706	19.2%	20.5%	18.2%
f 最良気配外指値注文	105,278	65,919	39,359	45.4%	64.8%	30.2%
g 引け条件付き注文	26,011	3,195	22,817	11.2%	3.1%	17.5%

カイ二乗検定量:18,576、自由度6、有意水準 0.1%水準で帰無仮説は棄却される

表 6 注文種類別・注文金額分布(2013年5月)

注文種類	注文金額(単位:10億円)			各注文のシェア		
	合計	HFT	非HFT	合計	HFT	非HFT
a 立会時間外	3,116	221	2,895	5.0%	0.7%	9.5%
b 成行注文	1,209	113	1,097	1.9%	0.3%	3.6%
c 即時約定指値注文	7,624	1,615	6,008	12.2%	5.0%	19.8%
d 最良気配更新指値注文	2,264	1,237	1,027	3.6%	3.8%	3.4%
e 最良気配指値注文	10,713	5,493	5,221	17.1%	17.0%	17.2%
f 最良気配外指値注文	31,989	22,980	9,009	51.0%	71.1%	29.6%
g 引け条件付き注文	5,796	650	5,146	9.2%	2.0%	16.9%

カイ二乗検定量:10,207、自由度6、有意水準0.1%水準で帰無仮説は棄却される

表 7 発注主体別・メイク注文及びテイク注文の注文割合分布

	2012年9月		2013年1月		2013年5月	
	HFT	非HFT	HFT	非HFT	HFT	非HFT
テイク注文	6.71%	18.11%	5.91%	28.58%	5.50%	31.77%
メイク注文	93.29%	81.89%	94.09%	71.42%	94.50%	68.23%
zスコア	18.571		16.504		16.164	

※ テイク注文とは(b)成行注文と(c)即時約定指値注文の合計、メイク注文とは(d)最良気配更新指値注文、(e)最良気配指値注文、(f)最良気配外指値注文の合計を表す。ここでは各発注主体のメイク注文とテイク注文の合計に占める、各注文の割合を示している。

(2) 最良気配外価格への発注傾向

(1)の結果より、最も注文金額が多い価格帯は最良気配外への発注であり、特に HFT については注文金額の 64.9%~71.2%が最良気配外価格への注文を行っている。ここでは最良気配外への発注について、最良気配から何ティック²³かい離れた価格への注文が行われているか測定し、注文金額ごとの分布を求めた(表 8~表 10 参照)。なお+8ティック以上は1つのカテゴリとしてまとめている。HFTと非HFTの各価格帯への注文代金の要因について、

帰無仮説:HFTと非HFTで最良気配外価格帯の各価格に対する注文割合は等しい

対立仮説:HFTと非HFTで最良気配外価格帯の各価格に対する注文割合は等しくない

²³ ここでいうティックは、呼値の刻みの意味で用いている。

とする帰無仮説を設定し、カイ二乗検定を行った。検定の結果、全期間において HFT と非 HFT で最良気配外価格帯の各価格に対する注文割合は等しいとする帰無仮説は 0.1%水準で棄却され、HFT と非 HFT では、最良気配外価格における注文傾向が異なるものと認められる。

HFT の発注は非 HFT に比べて最良気配+4 ティック以内への発注割合が高く、+8 ティック以上といった大きく最良気配からかい離れた価格への発注は、非 HFT と比べて少ない。Brogaard[2010]や Hendershoot and Riordan[2011]では、HFT はマーケットメイクを行っていることを指摘している。諸外国の取引所では、手数料体系にメイカー・テイカー制度²⁴が採用されていることにより、Gomber et.al.[2011]で指摘されている売買の成立に伴って受け取るリベートを収益の源泉とするマーケットメイキング戦略である Rebate Driven Strategies といった手法もみられるが、東証におけるマーケットメイキングを鑑みた場合、手数料体系にメイカー・テイカー制度は導入されていないことから、リベートを得ることは出来ず、板に提示した注文が約定することによるスプレッドを収益の源泉とするマーケットメイキング戦略である Spread Capturing による収益獲得を目指すこととなる。そのため、マーケットメイクによる収益を獲得するために、最良気配から数ティック離れた価格帯への発注を通じたマーケットメイクを行っている と推察される。

表 8 最良気配外注文の注文金額分布(2012 年 9 月)

注文種類	注文金額(単位:10 億円)			各注文のシェア		
	合計	HFT	非 HFT	合計	HFT	非 HFT
最良気配+1 ティック	13,824	5,376	8,449	19.7%	20.5%	19.2%
最良気配+2 ティック	11,969	5,691	6,278	17.1%	21.7%	14.3%
最良気配+3 ティック	9,522	3,986	5,536	13.6%	15.2%	12.6%
最良気配+4 ティック	7,960	3,207	4,753	11.3%	12.2%	10.8%
最良気配+5 ティック	5,370	1,972	3,398	7.7%	7.5%	7.7%
最良気配+6 ティック	3,580	1,300	2,281	5.1%	4.9%	5.2%
最良気配+7 ティック	2,571	872	1,700	3.7%	3.3%	3.9%
最良気配+8 ティック以上	15,374	3,871	11,503	21.9%	14.7%	26.2%

カイ二乗検定量:1,029、自由度 7、有意水準 0.1%水準で帰無仮説は棄却される

²⁴ 脚注 6 参照。

表 9 最良気配外注文の注文金額分布(2013年1月)

注文種類	注文金額(単位:10億円)			各注文のシェア		
	合計	HFT	非HFT	合計	HFT	非HFT
最良気配+1 ティック	22,745	13,656	9,089	21.6%	20.7%	23.1%
最良気配+2 ティック	19,746	14,234	5,512	18.8%	21.6%	14.0%
最良気配+3 ティック	14,590	10,560	4,030	13.9%	16.0%	10.2%
最良気配+4 ティック	11,938	8,201	3,738	11.3%	12.4%	9.5%
最良気配+5 ティック	7,637	4,851	2,787	7.3%	7.4%	7.1%
最良気配+6 ティック	5,388	3,519	1,869	5.1%	5.3%	4.7%
最良気配+7 ティック	4,192	2,680	1,512	4.0%	4.1%	3.8%
最良気配+8 ティック以上	19,040	8,219	10,822	18.1%	12.5%	27.5%

カイ二乗検定量:3,917、自由度7、有意水準0.1%水準で帰無仮説は棄却される

表 10 最良気配外注文の注文金額分布(2013年5月)

注文種類	注文金額(単位:10億円)			各注文のシェア		
	合計	HFT	非HFT	合計	HFT	非HFT
最良気配+1 ティック	6,035	3,791	2,244	18.9%	16.5%	24.9%
最良気配+2 ティック	5,557	4,020	1,537	17.4%	17.5%	17.1%
最良気配+3 ティック	4,599	3,617	982	14.4%	15.7%	10.9%
最良気配+4 ティック	3,480	2,810	669	10.9%	12.2%	7.4%
最良気配+5 ティック	2,380	1,953	428	7.4%	8.5%	4.7%
最良気配+6 ティック	1,628	1,361	267	5.1%	5.9%	3.0%
最良気配+7 ティック	1,106	891	215	3.5%	3.9%	2.4%
最良気配+8 ティック以上	7,204	4,536	2,668	22.5%	19.7%	29.6%

カイ二乗検定量:322、自由度7、有意水準0.1%水準で帰無仮説は棄却される

4.3 最良気配価格帯注文の注文提示時間

4.2節で分類を行った注文種類について、株式市場の流動性向上に寄与する注文を考えた場合、デプスの増大及びスプレッドの縮小に対して直接寄与する注文は、(d) 最良気配更新指値注文及び(e) 最良気配指値注文の2種類の注文(以下、これらの2種類の注文を合わせて「最良気配価格帯注文」という。)である。これらの注文については、4.2節の分析において、HFTと非HFTの注文数量はほぼ同程度であることがわかったが東証においては、いったん新規発注した注文に対して、いつでも取消しを行うことが出来ることから、板に提示されている注文数量について分析する観点からは、注文の提示時間についても併せて考慮を行う必要がある。

ここでは、最良気配価格帯注文のうち最終ステータスが取消となった注文について、新規発注時刻から注文取消し時刻までの間を注文提示時間とし、各発注主体における各価格帯の注文における注文提示時間について四分位点及び平均値を算定した。結果は表 11～表 12 のとおりである。なお注文提示時間の測定にあたり、昼休みをまたぐ注文については、対象から除外している。

最良気配更新指値注文における注文提示時間について、HFT と非 HFT を比較すると、最小値及び最大値はほぼ同じ値であるが、第一四分位が HFT の方が非 HFT に比べて低い特徴がある。次に中央値を比べると、非 HFT の 2012 年 9 月を除き、両者とも 1 秒台となっており、HFT の注文提示時間が非 HFT に比べて極端に短いとは言えない。また、第三四分位については HFT・非 HFT 共に同程度の注文時間となっている。この傾向は最良気配指値注文においても同様である。最良気配指値注文における注文提示時間は最良気配更新指値注文に比べて長くなる特徴があるが、その分布の形状は、最良気配更新指値注文と同じ傾向が見られる。

これらのことから、HFT の最良気配価格帯注文の注文提示時間は、短時間での取消が行われる注文が多い特徴がみられるが、その特徴は HFT 特有のものではなく、非 HFT においても同様の特徴がみられるといえる。

表 11 取消が行われた最良気配更新指値注文の注文提示時間

	HFT			非 HFT		
	2012 年 9 月	2013 年 1 月	2013 年 5 月	2012 年 9 月	2013 年 1 月	2013 年 5 月
最小値	0	0	0	0	0	1
第一四分位	43	95	65	193	206	234
中央値	1,020	1,820	1,190	3,924	1,406	1,366
第三四分位	10,261	8,090	5,980	11,586	13,044	7,398
最大値	8,997,393	8,998,875	8,998,767	8,998,834	8,996,836	8,865,354
平均	57,978	30,701	18,220	74,190	74,828	27,412

※ 単位:ミリ秒

表 12 取消が行われた最良気配指値注文の注文提示時間

	HFT			非 HFT		
	2012 年 9 月	2013 年 1 月	2013 年 5 月	2012 年 9 月	2013 年 1 月	2013 年 5 月
最小値	0	0	0	0	0	0
第一四分位	3,170	1,408	405	4,804	4,497	1,175
中央値	31,087	15,253	5,289	31,814	30,206	8,932
第三四分位	138,772	77,349	31,480	137,912	120,450	39,334
最大値	8,999,787	8,999,569	8,999,019	8,999,776	8,999,417	8,999,064
平均	206,660	139,972	61,700	208,700	175,734	70,886

※ 単位:ミリ秒

4. 4 注文種類毎の売買代金の傾向

4. 2節及び4. 3節においては、HFT 及び非 HFT の発注の観点から流動性の供給の有無についてみてきたが、ここでは、売買の成立である約定の観点から、HFT は流動性を供給する立場に立つのか、流動性を消費する観点に立つのかを分析する。まず、立会時間内に成立した売買について、成行注文及び即時約定指値注文による売買代金をテイク売買代金とし、これと対当することによって約定した注文をメイク売買代金²⁵とした。このうち、HFT・非HFTのそれぞれの総売買代金に占めるメイク売買代金の割合を、メイク売買代金比率とした。算定結果は表 13 のとおりである。

まず、HFT のメイク売買代金比率は概ね 60%前後で推移しており、メイク注文による売買が全体に占める割合が高いことがわかる。この点について、各発注主体におけるテイク売買代金とメイク注文の売買金額割合を算定し、HFT と非 HFT でメイク注文による売買代金比率が等しいか否かについて、

帰無仮説:HFT と非 HFT でメイク注文による売買代金割合は等しい

対立仮説:HFT は非 HFT に比べてメイク注文による売買代金割合が高い

とする仮説を設定し、比率の差の検定を行った。各期間における分布及び検定のzスコアの結果は表 13 のとおり。 z_{α} を上限確率 α に対応する標準正規分布の臨界値とした場合、 $z_{0.025} = 1.96$ であることから、5%の有意水準において全期間において帰無仮説は棄却され、HFT は非 HFT に比べてのメイク注文による売買代金割合が高いと判断される。

また、売買代金に占める HFT のメイク割合が高い傾向については売り代金・買い代金に分けて集計を行っても、どちらでも同じ傾向が見られている(表 14 及び表 15 参照)。また、HFTと非HFTでメイク注文による買い代金比率及び売り代金比率の独立性について比率の差の検定を行った結果、2012年9月のメイク買い代金比率を除き、5%の有意水準において全期間において帰無仮説は棄却され、HFT と非 HFT のメイク売り代金比率及び買い代金比率には差があると判断される。

従って、HFT による注文は流動性供給型の注文が多だけでなく、これらの注文は実際の約定ベースで見た場合にも、メイク注文によるものが大きく、市場の流動性拡大に貢献しているといえる。また、この結果は仮説1を支持する結果であるといえる。

²⁵ メイク売買代金に含まれる注文としては、立会時間内に発注された、最良気配更新指値注文・最良気配指値注文・最良気配外指値注文といった、流動性供給型の注文のほか、立会時間外に発注され、板寄せで約定しなかった注文も含まれる。

表 13 HFT・非 HFT のメイク売買代金比率

	2012年9月		2013年1月		2013年5月	
	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT
テイク売買代金	42.1%	51.2%	34.9%	54.2%	36.4%	53.8%
メイク売買代金	57.9%	48.8%	65.1%	45.8%	63.6%	46.2%
zスコア	2.240		4.300		3.865	

表 14 HFT・非 HFT のメイク売り代金比率

	2012年9月		2013年1月		2013年5月	
	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT
テイク注文	40.0%	49.4%	33.5%	51.8%	35.5%	57.7%
メイク注文	60.0%	50.6%	66.5%	48.2%	64.5%	42.3%
zスコア	2.844		4.718		4.110	

表 15 HFT・非 HFT のメイク買い代金比率

	2012年9月		2013年1月		2013年5月	
	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT
テイク注文	44.1%	53.0%	36.3%	56.6%	37.3%	49.9%
メイク注文	55.9%	47.0%	63.7%	43.4%	62.7%	50.1%
zスコア	1.700		3.885		3.622	

※ 上記の表は HFT/非 HFT の全売買代金に占める、メイク注文による売買代金比率・テイク注文による売買代金比率を表している。HFT/非 HFT ごとに算出しており、テイク注文とメイク注文の割合を合わせると 100%となる。

4. 5 価格の方向性とテイク注文の分布

4. 4節において HFT はメイク売買代金比率が多く、市場に流動性を供給しているという結論が得られたが、価格形成に対して影響をあたえるのは、成行注文及び即時約定指値注文といった、市場の流動性を略奪する特性を持つ注文(以下「テイク注文」という。)である。ここでは、テイク注文と価格変動の方向性について分析を行い、HFT 及び非 HFT のテイク注文が株価変動を増幅する特性があるのか、抑制する方向性があるのかを明らかにすることにより、仮説2の検証を行うこととしたい。

まず、発注時の価格の方向性の分析手法であるが、当該約定発生前の価格推移によって、上向きと下向きに分けることが出来る。具体的には、上向きの局面はアップティックもしくはゼロ・プラス・テ

ティック、下向きの局面はダウンティック・もしくはゼロ・マイナス・ティック²⁶が考えられる。次に、発注時の価格の方向性とテイク注文の売買の別により、(a)上向き局面の買いテイク注文、(b)上向き局面の売りテイク注文、(c)下向き局面の買いテイク注文、(d)下向き局面の売りテイク注文の4つのカテゴリに区分することが出来る。このうち、(a)と(d)は板の方向性と同一方向の価格形成を促す注文(以下「価格変動追随型注文」という。)であり、市場の価格変動を大きくする可能性のあるテイク注文、(b)と(c)は板の方向性と逆方向の価格形成を促す注文(以下「価格変動抑制型注文」という。)であり、市場の価格変動を抑制する可能性のあるテイク注文であるといえる(図 11 参照)。各時点における価格の方向性とテイク注文金額の分布は表 16 及び表 17 のとおりである。また、この結果を価格変動追随型注文と価格変動抑制型注文に集計しなおした結果は表 18 のとおりである。

HFT 及び非 HFT の価格の方向性とテイク注文金額の分布を見てみると、非 HFT については各時点における注文割合がほぼ同じである一方、非 HFT についてはそのばらつきが多いことがわかる。従って、HFT のテイク注文については、非 HFT に比べて相場の状況を受けにくいことを示している。

次に表 18 を見ると、HFT は非 HFT に比べて価格変動抑制型の注文が多く、非 HFT に比べて価格変動を緩やかにしているとする仮説2を支持する結果となっている。また、この結果が統計的に有意な差として認められるか、HFT と非 HFT の発注傾向(価格変動追随型注文と価格変動抑制型注文の構成比)の独立性について、

帰無仮説:HFT と非 HFT の価格変動追随型注文と価格変動抑制型注文の構成比は同じである。

対立仮説:HFT は非 HFT に比べて価格変動抑制型注文の構成比が高い。

とする比率の差の検定を行った。検定の結果、全期間とも 0.1%水準で帰無仮説を棄却し、HFT は非 HFT に比べて価格変動抑制型注文の構成比が高いとする結論が得られた、

これらの結果から、HFT・非 HFT 共に価格変動追随型注文が過半数の注文であることから、今般の分析対象期間においては、順張りの発注傾向があると認められるが、HFT の方が非 HFT と比べて価格変動抑制型のテイク注文の割合が高いことから、逆張りの発注傾向が非 HFT に比べて高いといえる。これらの発注行動は価格形成を緩やかにするものであり、仮説2を支持する結果となった。また HFT のテイク注文の傾向は市況変動が異なる局面においても同じ傾向を示しており、HFT は市場環境の変動を受けにくい発注主体であるといえる。

²⁶ アップティック:歩み値が 100 円→100 円→101 円のように、直近価格がその直前の価格よりも高い状況
ゼロ・プラス・ティック:100 円→101 円→101 円のように、直近価格とその直前の価格が同値である場合に、さらに前の一番最近の異なる価格よりも直近価格が高い状況
ダウンティック:100 円→100 円→99 円のように、直近価格がその直前の価格よりも低い状況
ゼロ・マイナス・ティック:100 円→99 円→99 円のように、直近価格とその直前の価格が同値である場合に、さらに前の一番最近の異なる価格よりも直近価格が低い状況

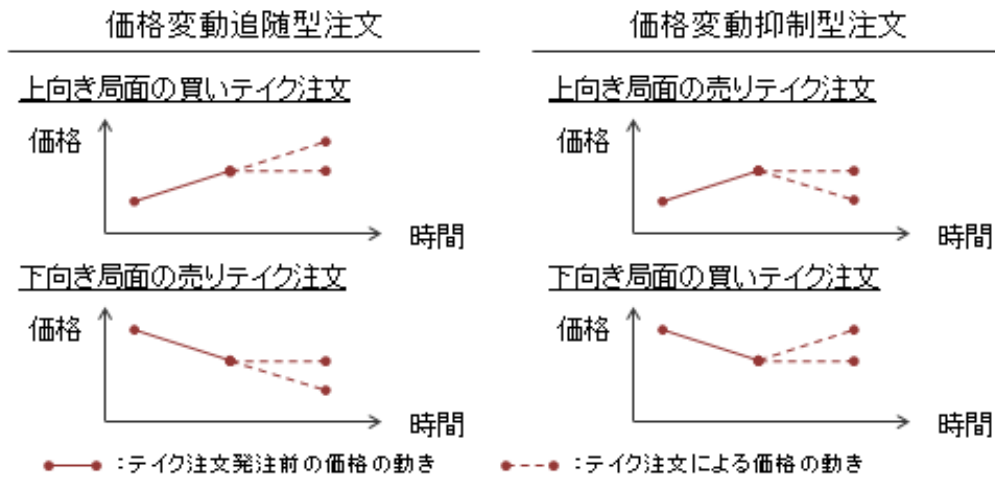


図 11 価格変動追随型注文と価格変動抑制型注文のイメージ

表 16 価格の方向性とテイク注文金額の分布(HFT)

注文種別			2012年9月	2013年1月	2013年5月
a	上向き	買い注文	32.7%	32.2%	30.9%
b		売り注文	20.7%	21.0%	20.1%
c	下向き	買い注文	20.0%	19.4%	19.6%
d		売り注文	26.5%	27.4%	29.4%

表 17 価格の方向性とテイク注文金額の分布(非 HFT)

注文種別			2012年9月	2013年1月	2013年5月
a	上向き	買い注文	34.6%	34.8%	29.0%
b		売り注文	17.9%	17.9%	20.0%
c	下向き	買い注文	17.1%	17.6%	17.7%
d		売り注文	30.4%	29.8%	33.4%

表 18 価格変動追随型注文金額と価格変動抑制型注文金額の分布

	2012年9月		2013年1月		2013年5月	
	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT	HFT	非 HFT
価格変動追随型注文	59.2%	64.9%	59.6%	64.5%	60.2%	62.3%
価格変動抑制型注文	40.8%	35.1%	40.4%	35.5%	39.8%	37.7%

2012年9月 zスコア:2,414,156、自由度1、有意水準 0.1%で帰無仮説は棄却される

2013年1月 zスコア:3,070,092、自由度1、有意水準 0.1%で帰無仮説は棄却される

2013年5月 zスコア:1,526,157、自由度1、有意水準 0.1%で帰無仮説は棄却される

5. 結論

本項では、HFT による取引が東証市場における価格形成及び流動性に対する影響について、東証市場のイントラデイでの取引データを用いて分析を行った。本稿で用いた取引データには発注者の属性に関するデータは収録されていないことから、一定の条件を満たす注文を HFT によるものとみなした。そして、「HFT は市場に対して流動性を供給している」「HFT は株価の変動を緩やかにしている」とする2つの仮説を設定したうえで、注文傾向の観点と流動性指標に与える影響の 2 つの側面から分析を行い、これらの仮説の検証を行った。

HFT の注文傾向について分析した結果、HFT による注文は、非 HFT に比べて立会時間内の発注が多く、即時約定しないメイク型の注文が多いことがわかった。また、取消がなされた最良気配価格帯注文の注文提示時間は、HFT と非 HFT と同等の注文提示時間となっている。売買成立への寄与について見てみると、HFT の売買は、メイク注文が約定した割合が非 HFT に比べて高い。これらの分析結果から、HFT は市場に対して流動性を供給する発注主体であるといえる。また、これらの注文傾向から、東証における HFT の取引戦略は、機械的流動性供給戦略と呼ばれるマーケットメイキングを行う戦略が多いことが推察される。

次にテイク注文と価格変動の方向性について分析を行った結果、HFT は非 HFT に比べて価格変動を抑制する注文が多く、価格形成を穏やかにする特性を持っていることが明らかになった。

また、これらの特性は、市場環境が異なる 3 つの時点を通じて同じ結果となっており、HFT の取引の特徴は相場環境に左右されにくい特性を持つことが明らかになった。

なお、本稿では、HFT の発注の全体的な傾向について分析を行っているが、銘柄間の注文傾向間の違いや、実際に投資家の利便性に直結する執行コストに対する分析は行っておらず、HFT が価格形成及び流動性に与える影響に関する分析としては、部分的な内容にとどまっている。これらを含めた分析については今後の課題としたい。また、非 HFT には手動の発注だけでなく、証券会社によるアルゴリズム取引やシステムトレードなどが含まれていると考えられることから、複数の属性の投資家が混在していることが考えられることから、非 HFT の細分化も課題であると考えられる。また、HFT の取引の傾向については、過去の相場状況を踏まえて作成されたアルゴリズムに基づき、取引がなされたものであり、将来にわたってこのような取引傾向が持続的に続くかどうかについては、将来的な傾向の安定性については不明である点についてはご留意をいただきたい。

最後に本稿が直接取扱う内容ではないが、HFT をはじめとする電子取引については、何らかの想定外の外的なショックやプログラムのバグに伴い、市場の安定性を阻害するのではないかとする声も多い。電子取引による誤発注の事例としては、2012 年 8 月 2 日には、米証券仲介大手ナイト・キャピタル・グループが、アルゴリズムを用いた株式売買システムの誤発注により、4億 4,000 万ドル(約 340 億円)の損失を発生させたりするなど、プログラムミスにより、多額の損失が発生する事例も散見される。また、アルゴリズムが想定していない急激な相場変動時についてはボラティリティが増大する分析として、Kirilenko,Kyle,Samadi,Tuzun[2011]においては、2010 年 5 月 6 日発生したフラッシュク

ラッシュ²⁷について、HFT はフラッシュクラッシュの原因ではないが、フラッシュクラッシュの過程において、一時的に HFT による流動性供給が不安定になったことにより、市場のボラティリティが高まったことを指摘している。

本稿の最後に、欧米を中心に検討されている HFT 規制の導入について私見を述べたい。株式相場の状況として、フラッシュクラッシュのように急激な価格変動が起こる異常時と、それ以外の時期である平時の 2 つが考えられるが、HFT 規制が導入される背景には、HFT をはじめとする電子取引が、平時においても市場の安定性を阻害するのではないかという考えに基づく。本稿の分析は、平時のみを対象に分析を行っているが、HFT は市場の流動性向上に寄与し、価格形成を緩やかにするという役割が明らかになっている。この機能は、社会的厚生観点から考えても、HFT は非 HFT の投資家にとっても不利益な存在であるとは言えないのではないかと考えられる。また、異常時に対する対応としては、HFT を含む電子取引の拡大に伴う誤発注や相場の急変を懸念し、HFT 規制の導入を唱える声もあるが、これらについては規制の導入によりその行動を抑制する問題ではなく、予め HFT を取り巻くステークホルダーである HFT 業者・証券会社・金融商品取引所において、リスク管理を高度化することにより対処すべき問題であり、規制の導入によって一律に制限をかけるべき問題ではないと考える。例えば、急な価格変動の抑制のためには、一定時間内の価格変動幅を抑えるための気配の更新値幅の導入²⁸やサーキットブレーカー制度²⁹の導入が重要であると考えられる。また意図しない大量の注文を抑制するためには、注文数量を一定量までに抑制する、ハードリミット³⁰やソフトリミット³¹の導入による発注段階でのフィルタリングや、キャンセル・オン・ディスコネクト³²やキル・スイッチ³³の導入といった、未約定注文の取消機能の導入が必要であると考えられる。これらのリスク管理の高度化を HFT の拡大とあわせて実施することにより、HFT と非 HFT の投資家が共存することにより市場の流動性が向上し、HFT・非 HFT の両者にとって利便性の高い証券市場が形成されていくのではなかろうか。

²⁷ 2010年5月6日に発生した米国株式市場の急変のこと。あるミューチュアルファンド運用会社が S&P ミニ先物に約 41 億ドル相当の超大口売り注文の発注したことにより、先物価格が急落するとともに、ダウ工業株 30 種平均が 10 分間で約 9% 下落するなどの、大きな相場変動が発生した。

²⁸ 東証では、価格を決定する場合、直前の価格と比較して一定の値幅の範囲内のときに限り、即時に次の売買を成立させることとしており、その値幅を「気配の更新値幅」といい、直前の価格等を基準として定められている。

²⁹ 価格の急変動時に、投資者の不安心理を鎮め、冷静な投資判断を促すことを目的として、金融商品取引所が一定のルールに基づいて発動する、取引の一時中断措置のこと。

³⁰ 株式等の発注を行う際、大規模な誤発注を防止する観点から、各証券会社において注文の大きさに上限を設定し、これを超える注文については発注を行えないようにする閾値。

³¹ 株式等の発注を行う際、大規模な誤発注を防止する観点から、各証券会社において注文の大きさに上限を設定し、これを超える注文についてはは再確認手順を経なければ発注してはならないこととする閾値。

³² 取引参加者側のシステム障害等による仮想サーバの異常切断が生じた際に、当該仮想サーバから発注されている未約定注文を一括で取り消す機能。

³³ 取引参加者が指定した仮想サーバを強制的に発注禁止状態にするとともに、当該仮想サーバから発注されている未約定注文を一括で取り消す機能

参考文献

- 新井 亮一[2012] “アローヘッド導入による株式市場の流動性と取引コストの変化—機関投資家の視点からの分析—” 証券アナリストジャーナル 50.(9) pp.17-24
- 宇野 淳・柴田 舞[2012] “取引スピードと流動性: 東証アローヘッドのケース” 現代ファイナンス、31、pp.87-107 2012年3月
- 太田 亘・宇野 淳・竹原 均[2011] “株式市場の流動性と投資家行動 マーケット・マイクロストラクチャー理論と実証” 中央経済社
- 太田 亘[2013] “取引システム高速化の流動性に対する長期的影響” 日本ファイナンス学会第21回大会予稿集
- 大墳 剛士 [2012] “東証市場における空売りの実態及び空売り規制の影響” TSE ワーキングペーパー 2012年8月
- 黒田 雄一郎[2012] “東京証券取引所の取引システム高速化と流動性の変化の研究” 筑波大学ビジネス科学研究科 経営システム科学専攻修士論文 2012年2月
- 杉原 慶彦 [2011] “執行戦略と取引コストに関する研究の進展” 日本銀行金融研究第31巻第1号、<http://www.imes.boj.or.jp/research/abstracts/japanese/kk31-1-8.html>
- 中山 興・藤井 崇史[2013] “株式市場における高速・高頻度取引の影響” 日銀レビュー 2013-J-2、http://www.boj.or.jp/research/wps_rev/rev_2013/data/rev13j02.pdf
- ASIC [2010] “Australian equity market structure” Australian Securities and Investments Commission Report
[http://www.asic.gov.au/asic/pdflib.nsf/LookupByFileName/rep-215.pdf/\\$file/rep-215.pdf](http://www.asic.gov.au/asic/pdflib.nsf/LookupByFileName/rep-215.pdf/$file/rep-215.pdf)
- BaFin [2013] “High-frequency trading: new rules for trading participants” BaFin News release
http://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/EN/Meldung/2013/meldung_130322_hft-gesetz_en.html?nn=2821494
- Brogaard, J. A. [2010] “High Frequency Trading and Its Impact on Market Quality” Working paper, Northwestern University.
- Brogaard, J. A., Hendershott, T., and Riordan R. [2013] “High Frequency Trading and Price Discovery,” ECB Working Paper Series, No. 1602
- Ferber, M. [2012a] “DRAFT REPORT on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on markets in financial instruments repealing Directive 2004/39/EC of the European Parliament and of the Council (recast)” EUROPEAN PARLIAMENT pp.35-36
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&reference=A7-2012-0306&language=EN#title1>
- Ferber, M. [2012b] “REPORT on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on markets in financial instruments repealing Directive 2004/39/EC of the European

Parliament and of the Council (recast)” EUROPEAN PARLIAMENT pp.43–44

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A7-2012-0306+0+DOC+PDF+V0//EN>

Gomber. P, Arndt. B, Lutat. M., Uhle. T[2011] “High-Frequency Trading” Deutsche Borse Working Paper

https://deutsche-boerse.com/dbg/dispatch/en/binary/gdb_content_pool/imported_files/public_files/10_downloads/11_about_us/Public_Affairs/High_Frequency_Trading.pdf

Hasbrouck, J. [2012]” Low-Latency Trading” New York University Stern School Working Paper

Hendershoot, T., Jones, C.M., Menkveld, J, A [2011], “Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?” The Journal of Finance Volume 66 Issue1, pp.1–33

Kirilenko, A, Kyle, A., Samadi, M. and Tuzun, T[2011] “The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market,” Working paper

http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1686004

Menkveld, A.[2012],“High Frequency Trading and the New-market Makers,” Working paper, VU University Amsterdam.

U.S. Commodity Futures Trading Commission and Securities and Exchange Commission[2010],

“Preliminary findings regarding the market events of May 6, 2010,”

<http://www.sec.gov/sec-cftc-prelimreport.pdf>, 2010.

World Federation of Exchanges[2013], “ Understanding High Frequency Trading ” Focus No.243–May 2013, pp3–6,

<http://www.world-exchanges.org/focus/2013-05/focus2013-05.pdf>