

# 高速取引の普及が個人投資家の投資環境にもたらす影響

森保 洋\*

長崎大学経済学部

## 1. はじめに

2000 年以降、株式市場での高速取引が急速に台頭している。米国市場では取引の約 50%が高速取引のものであるされ、わが国株式市場においても、2010 年に東京証券取引所における新取引システム Arrowhead 稼働後は、売買シェアの 40%以上がコンピュータによる高速取引であるという報告がなされている。

高速取引が拡大する過程で、各方面から種々の懸念が提起されている。代表的なものとして、高速取引はその高速性ゆえに短時間での大きな株価変動・流動性の枯渇など株式市場に悪影響を及ぼすというものである。さらに、高速取引業者に対して取引速度で圧倒的に不利な立場にある個人投資家が、キャピタルゲインを得る機会を失ってしまうと考え、株式市場から退出してしまうのではないかという懸念を上げる声もある。

個人株式投資家が株式市場から退出しない環境作りは非常に重要である。なぜならば、個人投資家の存在は株式投資主体の多様性確保に寄与し、企業統治において機関投資家等と異なる意見を株主総会等で提示しうるからである。企業にとっても、安定株主の確保の観点から個人投資家の積極的な投資が不可欠である。また、IPO・新興市場における個人投資家の役割も見逃せない。これらの市場における個人投資家の存在は非常に大きく、もし個人投資家が市場から退出してしまえば、健全な新興企業育成に支障をきたすことになるであろう。また、個人投資家の株式市場からの退出は、無リスク資産に偏重しているわが国の個人金融資産ポートフォリオをさらに歪める可能性がある。

本稿では、高速取引が個人投資家の投資環境に与える影響について分析を行う。具体的には (1) 高速取引が新興市場の株式流動性に影響を与える影響 (2) 高速取引が個人投資家持ち株比率に与える影響 の 2 点について分析を行う。

本研究の貢献は以下の 2 点であると考え。第一に、高速取引の普及が個人投資家を不利な投資環境に追いやっていないか検証することである。もし、高速取引の普及により新興市場においても株式流動性が向上していれば、個人投資家の高速取引に対する懸

---

\* この研究は、一般財団法人ゆうちょ財団平成 27 年度研究助成による支援のもとで行われました。ここに記して感謝いたします。

念を払拭する一助となると考えられる。第二に、高速取引の増加が個人投資家を減少させる要因であることが示されれば、高速取引規制へのルール策定に資することになる。

本稿は以下のように構成される。第2節では高速取引の普及が株式市場の質に与える影響についての先行研究を概観する。第3節では、個人投資家が主たる投資主体である東証第2部およびマザーズ上場株式の株式流動性に対し、高速取引がどのような影響を与えたのかを検証する。第4節では、Arrowheadの導入によって、個人株主の持ち株比率が変化したかどうかを検証する。最後に、実証分析によって得られる含意と今後の課題について第5節で論じる。

## 2. 先行研究

高速取引が株式市場の質に与える影響についての分析は、アメリカ市場をはじめとして、主要市場において行われている。Hendershott, Jones, & Menkveld(2011)はニューヨーク証券取引所に2003年から段階的に導入された自動気配配信システムを、アルゴリズム取引を容易にする外生的要因としてとらえ、アルゴリズム取引が株式流動性に与える影響について分析を行っている。分析の結果、アルゴリズム取引はスプレッドを縮小し、株式流動性を高めることを明らかにした。株式流動性向上の要因分解においては、逆選択コストの低下が顕著であることを示している。また、アルゴリズム取引の増加に伴い、約定に関する情報よりも気配値更新が価格発見能力に相対的に大きな影響を与えていることを明らかにしている。

ドイツ証券取引所は2007年に行った取引システムXetraの改善を行っている。これにより取引のレイテンシは50ミリ秒から10ミリ秒へと短縮された。このシステム改善が株式流動性に与える影響について、Riordan & Storkenmaier(2012)は検証を行っている。検証の結果は、Hendershott et al. (2011)の結果とほぼ同様のものである。すなわち、気配スプレッドおよび実効スプレッドは新システム導入後縮小しており、その縮小の大部分は逆選択コストの劇的な低下によるものであることを示している。また、新システム導入により、価格発見能力が向上していることも示している。

日本株式市場を対象とした分析も蓄積されつつある。宇野・柴田(2012)は、2010年に東京証券取引所に導入された新取引システムArrowheadが株式流動性にどのような影響を与えたか検証している。検証の結果、実効スプレッドが低下し、流動性が向上したことを示している。また、流動性に対する影響は企業特性により異なり、メッセージ・トラフィックが高頻度化した銘柄ほど、逆選択コストが増加していることを明らかにし

ている。他にも、東証 Arrowhead の導入による高速取引の増大が、流動性をはじめとする市場の質にどのような影響を与えたかについて分析がある(Yamamoto, 2014; 宇野 & 柴田, 2012; 太田, 2014; 保坂, 2014)。これらの分析では、高速取引は価格変動を縮小し、株式流動性を向上させるなど、株式市場の質向上に貢献していることを示しているものが大勢を占めている。

これらの先行研究では、東証第 1 部上場銘柄などの規模が大きく、高速取引が行いやすい市場・銘柄を分析対象としており、個人投資家が主要な取引主体である新興市場や小規模銘柄に対する分析は行われていない。高速取引は、大型株を中心に行われているとの見方もあるが、時価総額が小さい企業ほど高速取引による流動性向上の効果が大きいことが示されている(Moriyasu, Wee, & Yu, 2015)。したがって、時価総額が比較的小さな企業が主に上場している新興市場においても高速取引の役割を検証する価値があると考えられる。また、これらの先行研究では、市場の質との関係についての研究が中心になされており、高速取引が個人投資家を株式市場から遠ざける要因となっているかどうかについては、筆者が知る限り検証されていない。

### 3. 高速取引が小型株の株式流動性に与える影響

上述のように、日本株式市場における高速取引に関する実証分析では、高速取引が株式流動性の向上に寄与するかどうかを分析し、ひいては取引コストが低減されるかどうかを検証しているものが見受けられるものの、そのほとんどは東証第 1 部市場を分析対象としており、個人投資家が主たる投資主体である東証第 2 部市場およびマザーズ市場の取引コストが減少したかどうかの検証はなされていない。そこで、本節では、東証第 2 部およびマザーズ上場株式の株式流動性が高速取引によって向上し、取引コストが低下したかどうかを検証を行う。

#### 3.1 データと変数

多くの先行研究では、Arrowhead の導入が、東京証券取引所での高速取引を大幅に増加させる要因になっていることを示している(Moriyasu et al., 2015; 宇野 & 柴田, 2012; 太田, 2013; 保坂, 2014)。よって本稿でも Arrowhead の導入が高速取引を増加させる外生的な要因として取り扱い、Arrowhead の導入前後で東京証券取引所の第 1 部・第 2 部およびマザーズ市場の株式流動性に変化が生じたか検証する。検証に利用するサ

サンプル期間は Arrowhead 導入前後 1 年間である 2009 年 1 月 5 日から 2010 年 12 月 30 日とし、この期間中の日次データを利用する。

本節の分析では、日中の取引データから構築される高速取引の代理変数と株式流動性尺度、および企業特性を表す日次レベルのコントロール変数を利用する。これらのデータは日経メディアマーケティング社が提供する「日経 NEEDS ティック・データ」を利用する。以下では本節で構築する変数の定義について説明する。

### 3.1.1 高速取引の代理変数

本稿で用いる日中取引データは、東京証券取引所の情報配信システムから得られる情報とほぼ同内容のものである。しかしながら、本データには各注文が高速取引業者から行われたものか、一般の投資家から行われたものを区別するフラグなどは付与されていない。したがって、各株式における各取引日の高速取引の程度を表す代理変数を利用する必要がある。本稿では Hendershott らによって提案された以下の代理変数を利用する (Hendershott et al., 2011)。すなわち、 $t$  期における企業  $i$  の高速取引の活発さを

$$ATProxy_{i,t} = - \frac{amount_{i,t}}{qupdate_{i,t}} \quad (1)$$

で定義する。ここで  $amount_{i,t}$  と  $qupdate_{i,t}$  は企業  $i$  の  $t$  期における連続オークションでの取引金額と気配の更新回数を表している。

高速取引では、マーケットインパクトを避けるため、1 回における発注量が細分化されると言われている。また、高速取引では、最良の売り・買い気配を同時に提示し流動性を提供する対価として利得を得るという手法が広く行われている<sup>1</sup>。このようなマーケットメイキングを行うためには頻繁に競争的な売り・買い気配を提示する必要があるため、高速取引が増加すれば、単位時間あたりの気配更新回数が増加すると考えられる。したがって、この代理変数は高速取引に関する増加関数となる事が予想される。

### 3.1.2 株式流動性尺度

---

<sup>1</sup> 東証においても、高速取引はマーケットメイク型の取引形態を取ることが多いことが示されている (保坂, 2014)。

株式流動性を計測する尺度として、気配スプレッド、実効スプレッド、最良気配値でのデプス、第5最良気配値までのデプスを利用する。

まず、気配スプレッドであるが、取引時間中の最良売り気配値と最良買い気配値の差を、仲値で除したものと定義する。すなわち、当該取引日における第*i*番目の最良売り気配値と最良買い気配値を $ask_i, bid_i$ とし、その仲値を $mid_i$ とすると、第*i*番目の気配スプレッド  $Qspread_i$ は

$$Qspread_i = \frac{ask_i - bid_i}{mid_i} \quad (2)$$

と表せる。

実効スプレッドは、第*i*番目の約定価格 $p_i$ とその時点での仲値の差を仲値で除したものである。すなわち、日中の第*i*番目の実効スプレッドを $Espread_i$ とすると、

$$Espread_i = \frac{q_i(p_i - mid_i)}{mid_i} \quad (3)$$

である。ここで、 $q_i$ は第*i*番目の取引が買い主導であれば1を、売り主導であれば-1をとる変数である。買い主導の取引は、最良売り気配値で約定した取引であり、売り主導の取引は最良買い気配値で約定した取引と定義する。東京証券取引所はオーダードリブン型の取引を行っており、ティック・データから各取引が売り主導か買い主導かは容易に判別できる。実効スプレッドは気配値を提示することで流動性を供給する流動性供給者（あるいはマーケットメーカー）に対して、成行注文を行う投資家が支払う投資費用を表している。

最良気配値におけるデプスは最良売り気配と最良買い気配値に、それぞれの気配数量を乗じたものの合計とする。つまり、第*i*番目の最良売り気配値と最良買い気配値に対応する数量を $qs_i, qb_i$ とすると、最良気配値におけるデプス $Depth1_i$ は

$$Depth1_i = qs_i \times ask_i + qb_i \times bid_i \quad (4)$$

となる。

また、本稿で利用したティック・データは売り気配、買い気配ともに最良気配から5

段階の気配が記録されている<sup>2</sup>。この情報を利用し、最良気配から 5 段階までのデプス  $Depth5_i$  を以下のように定義する。

$$Depth5_i = \sum_{j=1}^5 (qs_{i,j} \times ask_{i,j} + qb_{i,j} \times bid_{i,j}) \quad (5)$$

ここで、 $ask_{i,j}, bid_{i,j}$  はそれぞれ第  $j$  段階の売り気配値と買い気配値を表し、 $qs_{i,j}, qb_{i,j}$  は  $ask_{i,j}, bid_{i,j}$  に対応する数量を表す。

以上の流動性尺度は、取引時間中のある時点もしくは取引が成立した時点において計算できるものであり、日次レベルに集計する必要がある。そこで本分析では、気配スプレッド率、最良気配値におけるデプス、最良気配値から 5 段階までのデプスについては、それらの尺度を計算するための気配が持続した時間をウェイトとする加重平均をとることで日次の尺度を構築した<sup>3</sup>。実効スプレッドについては、各取引における取引数量をウェイトとして加重平均を計算した。

さらに、日中取引データから構築される株式流動性尺度に加え、日次データから構築可能な Amihud の低流動性尺度も分析に利用することとする (Amihud, 2002)。この尺度は企業  $i$  の  $t$  期の収益率と取引量をそれぞれ  $r_{i,t}$ 、 $volume_{i,t}$  とすれば

$$Illi_{i,t} = \frac{|r_{i,t}|}{volume_{i,t}} \quad (6)$$

と定義される<sup>4</sup>。

構築されたデータには明らかに外れ値と判断されるものもあるため、以下の方法でデータのクリーニングを行う。まず、ビッド・アスク・バウンスの影響が大きいと考えられる株価が 10 円以下のデータについては分析から除外する。さらに日中取引時間帯の取引が 5 回に満たないデータについては、そのデータから計算されるスプレッド関連の

---

<sup>2</sup> 2010 年 1 月以降は最良気配から 8 段階までの気配値が記録されている。しかし、本稿の分析ではそれ以前の期間もサンプル期間として含むため、2010 年以前でも構築可能な最良気配から 5 段階までのデプスを利用することにする。

<sup>3</sup> デプスに関する尺度については、気配が存在しなかった時間の気配数量は 0 として計算している。

<sup>4</sup> 本来の定義では、(6)式を一定期間について計算し、その平均をとるが、本分析では日次レベルのデータを用いて分析することから、平均をとらずに利用することにする

尺度の信頼性が十分ではないと判断し除外する。また、株式流動性が高い株式の気配スプレッド、実効スプレッドは呼値の最小単位に大きく依存するため、サンプル期間中に呼値の最小単位が変化した株式はサンプルから除外する。最後に、分析に用いるすべての株式流動性尺度と高速取引の代理変数について、上下 1%点で winsorize を行う。

### 3.1.3 コントロール変数

上記の変数に加えて、後述の回帰分析においては、企業特性を表すコントロール変数を利用する。本分析では、企業規模を表すものとして時価総額の自然対数値を利用する。また、取引の活発さを表す尺度として売買高回転率を利用する。これは日中の売買株式数を発行済み株式数で除したものとして定義する。また、株式ボラティリティを表す変数として、各取引日の最高値と最安値の差を利用する。最後に各取引日の終値の逆数もコントロール変数に加える。これは、ほとんどの株式流動性尺度が最良気配値の仲値で除されているため、回帰分析においてこの影響を排除することを目的としている。

## 3.2 記述統計的分析

上述の高速取引の代理変数と流動性尺度およびコントロール変数についての基本統計量を表 1 に示す。この表は上場部および Arrowhead 導入前後での違いを見るために、上場部毎および各年毎に集計されている。

高速取引の代理変数 *ATProxy* の平均値は、どの市場においても、2010 年の Arrowhead 稼働後に、その値が上昇している。これより、Arrowhead の導入は東証第 1 部のみならず、東証第 2 部、マザーズ市場においても高速取引を呼び入れていることが示唆される。ただし、東証第 2 部、マザーズ市場における増加率は、東証第 1 部のそれと比較すると大きくない。また、中央値で見るとマザーズ市場においては変化がないことにも注意が必要である。

気配スプレッドおよび実効スプレッドの平均値および中央値は、ほぼ同様の傾向を示している。つまり、東証第 1 部のスプレッドは東証第 2 部およびマザーズ市場のその半分以下であり、非常に株式流動性が高い。Arrowhead 導入後である 2010 年のスプレッドは 2009 年に比べ、各市場で縮小している。

市場の厚みの代理変数である *Depth1*、*Depth5* の平均値・中央値は、東証第 1 部、東証第 2 部、マザーズ市場の順に大きく、東証第 1 部の値が突出している。Arrowhead 導

入後に中央値は全ての市場において増加している。平均値については、東証第1部・2部で市場の厚みの増加が観測されるものの、マザーズ市場においては低下している。

Amihud の低流動性尺度もスプレッドと市場の厚みに関する尺度とほぼ同様の傾向を示している。すなわち、低流動性尺度は東証第1部で最も小さく、東証第1部、東証第2部、マザーズ市場の順で株式流動性が低いこと、また、2009年に比べ、2010年の流動性が高いことが、低流動性尺度の平均値・中央値から示されている。

以上のように、高速取引の代理変数は Arrowhead 稼働後に増加したことが明らかになった。この増加が Arrowhead 稼働直後から生じたものなのか、図1を見ることによって確認したい。図1は各上場部毎に集計された *ATProxy* の時系列グラフである。実線は各取引日の *ATProxy* の平均値を表している。

一見して明らかのように、東証第1部においては、Arrowhead が導入された2010年1月を境に *ATProxy* が大幅に増加している。マザーズ市場においても、東証第1部ほどではないものの、2010年1月における増加が見てとれる。一方、東証第2部についてはこのような特徴は見受けられず、サンプル期間を通じてほぼ一定の水準を推移している。このことから、高速取引は Arrowhead 稼働直後から東証第1部上場株式だけではなく、マザーズ市場においても活発に行われている可能性が示唆される。

### 3.3 回帰モデル

前節では、Arrowhead 導入前後における株式流動性尺度の基本統計量を検証することによって、Arrowhead 稼働以降、東証第1部上場株式だけではなく、東証第2部およびマザーズ上場株式の株式流動性が向上していたことが明らかになった。しかし、この分析では、各企業の特徴がコントロールされていない。そこで、本節では以下の回帰モデルを推定することによって、Arrowhead の稼働と高速取引の増加が株式流動性に与える影響について分析を行う。

$$\begin{aligned}
 liq_{i,t} = & \alpha_i + \beta_1 Arrowhead_t + \beta_2 Arrowhead_t \times Tse2_i \\
 & + \beta_3 Arrowhead_t \times Mtrs_i + \beta_4 Tse2_i + \beta_5 Mtrs_i \\
 & + \beta_6 InvPrc_{i,t} + \beta_7 Size_{i,t} + \beta_8 Turn_{i,t} + \beta_9 Vol_{i,t} + \epsilon_{i,t}
 \end{aligned} \tag{7}$$

ここで、 $liq_{i,t}$  は上述の各株式流動性尺度であり、 $Arrowhead_t$ 、 $Tse2_i$ 、 $Mtrs_i$  はそれぞれ、Arrowhead 稼働時期なら1、東証第2部上場企業なら1、マザーズ上場企業なら1



をとるダミー変数である。 $InvPr_{i,t}$ ,  $Size_{i,t}$ ,  $Turn_{i,t}$ ,  $Vol_{i,t}$ は企業レベルのコントロール変数であり、それぞれ第*i*企業の*t*期における株価の逆数、時価総額の自然対数值、売買高回転率、高値と安値の差を表している。以上のモデルに加え、高速取引の多寡が株式流動性に与える影響を検証するため、高速取引の代理変数 $ATProxy_{i,t}$ を加えたモデル、さらに、 $ATProxy_{i,t}$ と $Tse2_i$ ,  $Mtrs_i$ の交差項を説明変数として加えたモデルを各流動性尺度について推定する。

本分析に利用するデータはパネルデータであり、推定においてはプールされた回帰モデル、変量効果モデル、固定効果モデルの中から適切なモデルを選択する必要がある。本分析では、全ての流動性尺度、サンプル期間において、*F*検定によりプールされた回帰モデルより固定効果モデルが選択され、また、ハウスマン検定により変量効果モデルより固定効果モデルが選択される結果となった<sup>5</sup>。よって、本稿では固定効果モデルの推定結果のみを提示する。

### 3.4 推定結果

表2に(7)式の回帰分析結果を示す。パネルAは気配スプレッドおよび実効スプレッドに関する推定結果である。気配スプレッドについて、Arrowheadダミー、およびArrowheadダミーと東証第2部ダミーの交差項、Arrowheadダミーとマザーズ上場ダミーは有意に負である。このことは、Arrowheadの導入によって気配スプレッドが縮小していることを示している。さらに、その効果は東証第1部上場に比べ、東証第2部およびマザーズ市場において顕著であることを意味している。

一方、高速取引の代理変数とその交差項については有意に正の値を示している。これは、Arrowhead導入効果をコントロールすれば、高速取引の増加が株式流動性の低下を招くことを示唆している。

また、東証第2部ダミーに関する係数は全てのモデルについて1%水準で有意に正であり、東証第2部市場の株式流動性が東証第1部のそれよりも低いことが再確認される。ほぼ同様の傾向がマザーズ市場についても読み取れる。

実効スプレッドの推定結果は、気配スプレッドに関するものとほぼ同様の傾向を示している。Arrowheadダミーは1%水準で有意に負値であり、Arrowheadが株式流動性向上に貢献していることが示されている。Arrowheadと東証第2部ダミーの交差項も有意に負であり、東証第2部における株式流動性の向上効果は東証第1部よりも大きい。

---

<sup>5</sup> これらの検定は全て1%の有意水準で有意であった。

ただし、Arrowhead とマザーズ上場ダミーの交差項は有意ではなく、マザーズ市場における株式流動性の向上は東証第 1 部のそれと同程度であることがわかる。高速取引の代理変数である *ATProxy* の効果も気配スプレッドと同様の傾向を示している。

表 2 のパネル B は市場の厚みと、Amihud の低流動性尺度について推定した結果である。市場の厚みについては、全てのモデルにおいて Arrowhead ダミーが有意に正であり、Arrowhead の導入後、東証における市場の厚みが向上していることが示されている。一方、Arrowhead ダミーと東証第 2 部ダミー、マザーズ上場ダミーの交差項を見ると、有意に負値である。全てのモデルにおいて、Arrowhead ダミーと交差項の係数の和は東証第 2 部においては正であるものの、マザーズ市場においては負値である。この結果から、Arrowhead は東証第 1 部の市場の厚みを増加し、株式流動性を高めるものの、第 2 部については、その効果が限定的であることがわかる。また、マザーズ市場においては、Arrowhead 稼働後には市場の厚みが減少していることがわかる。

高速取引の代理変数については、全てのモデルで有意に負値が推定されており、高速取引の増加が市場の厚みを減少させていることが示されている。一方、高速取引と上場部ダミーとの交差項みると、東証第 2 部、マザーズ市場ともに正の値をとっており、市場の厚みの減少効果が東証第 1 部のそれよりも弱いことがわかる。

Amihud の低流動性尺度は、Arrowhead 稼働後に低下し、株式流動性が向上していることが示されている。また、その効果は東証第 1 部に比べ、東証第 2 部市場およびマザーズ市場で大きいことが Arrowhead の交差項から読み取れる。一方、高速取引は東証第 2 部市場およびマザーズ上場株式について株式流動性を低下させる傾向があることがわかる。

最後に企業レベルのコントロール変数が流動性尺度に与える影響について見ておこう。まず、企業規模は気配スプレッドおよび実効スプレッドを縮小させ、Amihud の低流動性尺度を低下させる。また、市場の厚みに正の影響を与えている。よって企業規模は株式流動性と正の関係があることがわかる。売買高回転率も企業規模と同様の傾向を示し、売買高回転率が高いときに流動性が高いことが示される。ボラティリティの増加はスプレッドの増加と市場の厚みの減少を伴い、株式流動性の低下をもたらす。しかし、ボラティリティの増加は Amihud の低流動性尺度を減少させている点には注意が必要である。

### 3.5 頑健性の検証

前節において、Arrowhead の稼働による株式流動性の向上効果は東証第 1 部のみにとどまらず、東証第 2 部市場およびマザーズ市場にも及んでいることが明らかになった。一方、Arrowhead 効果をコントロールすれば、高速取引の増大は株式流動性を低下させる傾向があることも示された。ここでは、追加的な検証として、(1)サンプル期間を Arrowhead 稼働前後 3 ヶ月に短縮した分析と、(2)高速取引と株式流動性の内生性の問題を緩和するための 2 段階最小 2 乗法を用いた推定結果について述べる。

### 3.5.1 サンプル期間を短縮した推定

前節では、Arrowhead の稼働と高速取引が株式流動性に与える影響について、Arrowhead が稼働開始した 2010 年 1 月 4 日から前後 1 年間の取引データを利用して回帰分析を行った。一方、2 年間というサンプル期間は、Arrowhead 稼働以外の市場要因変化の影響を排除して分析するには長すぎるかもしれない。そこで、ここでは、サンプル期間を Arrowhead が稼働開始した 2010 年 1 月 4 日から前後 3 ヶ月間に短縮して式(7)を再推定する。表 3 はその推定結果である。

推定結果は、サンプル期間を Arrowhead 稼働前後 1 年とした場合と同様の傾向を示している。気配スプレッド、実効スプレッドおよび Amihud の低流動性尺度の推定結果については推定された係数の符号、有意性が前節での分析と全く同じである。市場の厚みについては、高速取引の代理変数を含まないモデル（表 3 パネル B、モデル(1),(4)）において、Arrowhead ダミーとその交差項が有意にならないものがあるものの、高速取引の代理変数を含むモデルについては、サンプル期間を 2 年間としたものと同様の結果が推定されている。

### 3.5.2 2 段階最小 2 乗法による推定

前節までで、Arrowhead 稼働と、高速取引の代理変数が株式流動性に与える影響を分析した。この結果、Arrowhead 導入によって東証第 1 部・2 部・マザーズ市場の全てにおいて株式流動性が向上したことが、明らかになった。一方、高速取引の代理変数については、Arrowhead 効果などの他の要因をコントロールすると、株式流動性を低下させる傾向があることが示されている。一方、この分析方法には問題が含まれている可能性が否定できない。上述の分析では高速取引が株式流動性に一方的に影響を与えていること

を前提に分析を行ったが、株式流動性の多寡によって高速取引活動に違いが生じるかもしれない。もしそうであれば、式(7)には内生性の問題が生じ、推定される係数にはバイアスがかかってしまう。

そこで本節では、Arrowhead ダミーを高速取引の代理変数への操作変数として扱い、次式を 2 段階最小 2 乗法によって推定することで、高速取引が株式流動性へ与える影響について分析する。

$$\begin{aligned}
 liq_{i,t} = & \alpha_i + \beta_1 ATproxy_{i,t} + \beta_2 ATproxy_{i,t} \times Tse2_i \\
 & + \beta_3 Tse2_i + \beta_4 Mtrs_i \\
 & + \beta_5 InvPrc_{i,t} + \beta_6 Size_{i,t} + \beta_7 Turn_{i,t} + \beta_8 Vol_{i,t} + \epsilon_{i,t}
 \end{aligned} \tag{8}$$

推定にあたっては、 $ATproxy_{i,t}$ 、 $ATproxy_{i,t} \times Tse2_i$ 、 $ATproxy_{i,t} \times Mtrs_i$  の 3 変数が内生変数であるとし、対応する操作変数として  $Arrowhead_t$ 、 $Arrowhead_t \times Tse2_i$ 、 $Arrowhead_t \times Mtrs_i$  を利用する。推定の結果、式(7)の場合と同様に固定効果モデルが選択された。表 4 に上式の推定結果を示す。

高速取引の増加によって、気配スプレッドおよび実効スプレッドは全市場において縮小することが  $ATproxy$  に関する回帰係数から見てとれる。また、交差項の係数が負で有意であることから、この効果は東証第 2 部およびマザーズ上場株式の株式で顕著であることがわかる。

高速取引の増加によって東証第 1 部および東証第 2 部の市場の厚みは増加するものの、マザーズ市場については  $ATproxy$  と  $ATproxy \times Mtrs$  の回帰係数の和が負になることから、市場の厚みが減少することを示している。Amihud の低流動性尺度の観点からすると、高速取引は東証第 1 部上場株式の株式流動性に影響を与えないが、東証第 2 部およびマザーズ上場株式の流動性を向上させる効果があることが示されている。

#### 4. 高速取引が個人株主持ち株比率に与える影響

本節では、高速取引が普及することによって、個人投資家が高速取引業者に対して相対的な優位性を保てないと考え、株式市場から退出する傾向があるかどうかを検証する。

高速取引の増加がもたらす個人投資家の投資活動への影響としては、短期的には売買頻度の低下が予想される。小さな価格変動のたびに売買を繰り返し少額の収益を積み上

げていく、いわゆるデイトレードのような取引期戦略をとっていた個人投資家は、取引速度の観点から高速取引業者に対して不利な状況におかれ、市場から退出するか、より長期的な投資戦略をとらざるを得なくなる可能性が高い。

より長期的な観点からすると、高速取引は個人の投資活動を促進させる側面と、減少させる側面の両方があると考えられる。前述のように、一般的に高速取引は株式流動性を向上させるという報告がなされている。流動性の向上はすなわち取引コストの低下として見なすことが出来るため、市場の質が向上した株式市場に個人投資家が積極的に算入するようになることが考えられる。

一方、高速取引の透明性・公平性に疑念を抱く個人投資家も少なからず存在すると予想される。このような個人投資家が大勢を占めるようになれば、株主構成における個人投資家の割合が低下することが予想される。

本節では、上述の長期的な観点に関する分析を進めることにする。すなわち、Arrowhead 導入に伴う高速取引の増加が、個人株主持ち株比率に影響を与えたかどうかを検証する。

#### 4.1 データセットの構築

本分析では、個人株主の持ち株比率の代理変数として、日経メディアマーケティング社が提供しているデータベース「日経 NEEDS 大株主 30 位データ」に収録されている「浮動株比率」を利用する。この比率は「50 単元未満の株主が保有する株式数の、発行済み株式総数に占める割合」として定義されている。もちろん、創業者など、個人で一企業の株式を大量に保有しているケースも存在するが、本稿の問題意識にある「個人投資家」は、少数の株式の売買を繰り返す投資家であるため、この「浮動株比率」で個人投資家の持ち株比率を近似できると考え、代理変数として採用することにする。

ここでは、Arrowhead が導入された 2010 年 1 月前後の浮動株比率の差を求め、この差が Arrowhead の導入および各企業の高速取引の多寡に影響を受けているかどうか検証する。このデータベースでは、各決算時点での浮動株比率が記載されているため、以下の手順で Arrowhead 導入前後 2 時点の浮動株比率をサンプリングする。まず、Arrowhead 導入前の浮動株比率は 2009 年中のデータで 2009 年 1 月に最も近い時点のものを選択する。また、Arrowhead 導入後の浮動株比率としては 2010 年中のデータの中から 2010 年 1 月から最も遠い時点のデータを抽出する<sup>6</sup>。

---

<sup>6</sup> この結果、2009 年 3 月決算時と 2010 年の 10 月決算時の浮動株比率がサンプリングさ

表 5 は浮動株比率と、関連するコントロール変数に関する基本統計量を示している。Arrowhead 導入前の浮動株比率を表す  $Fltshr_0$  の平均は、全サンプルにおいて約 20% である。上場部別に見ると第 1 部で 19% と一番低く、第 2 部は 26%、マザーズは 24% と二つの市場では大きな差は認められない。Arrowhead 導入前後の浮動株比率の差をである  $\Delta Fltshr$  は全サンプルでみると -0.1 ポイントと小さいが統計的には 5% 水準で有意である。上場部別に見ると、第 1 部上場株式においてのみ、0.2 ポイントの低下が統計的に有意である。

表 5 中の  $ATProxy$ ,  $Ret$ ,  $Size$   $Turn$  はそれぞれ、浮動株比率の差を求めるために利用した期間の、各企業の株式収益率、時価総額の自然対数値の平均、日次売買高回転率の平均である<sup>7</sup>。また、 $Vol$  は日次株式収益率の 2 乗の平均であり、ボラティリティの代理比変数として分析する。上場部別に見ると、マザーズ、第 2 部、第 1 部の順で株式収益率とボラティリティが高いことがわかる。また、売買高回転率はマザーズが最も高い値を示している。

## 4.2 分析モデル

浮動株比率に影響を与えると考えられる要因をコントロールした上で、Arrowhead 稼働と高速取引の多寡が浮動株比率に与える影響を検証するため、以下の回帰モデルを推定する<sup>8</sup>。

$$\begin{aligned} \Delta Fltshr_i = & \beta_0 + \beta_1 Tse2_i + \beta_2 Mtrs_i + \beta_3 Fltshr0_i + \beta_4 ATproxy_i \\ & + \beta_5 ATproxy_i \times Tse2_i + \beta_6 ATproxy_i \times Mtrs_i + \beta_7 Ret_i \\ & + \beta_8 Vol_i + \beta_9 Size_i + \beta_{10} Turn_i + \epsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (9)$$

Arrowhead 導入によって浮動株比率に変化が生じるのであれば、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  が有意になる事が期待される。また、Arrowhead 導入以前の浮動株比率の水準が高い企業は、水準が高くない企業に比べ浮動株比率が高くなりにくいと考えられるため、 $\beta_3 < 0$  が予想され

---

れた企業が全体の 79%、2009 年 6 月決算時と 2010 年の 12 月決算時の浮動株比率がサンプリングされた企業が全体の 9% を占める結果となった。

<sup>7</sup> 全ての変数は上下 1% で Winsorize を行っている。また、対数時価総額と売買高回転率は  $10^6$  倍したデータを用いている。

<sup>8</sup> 被説明変数として浮動株比率の差ではなく、変化率を用いたモデル推計も行ったが、定性的にほぼ同様の結果を得たので、浮動株比率の差を利用した分析結果のみを提示する。

る。 $\beta_4, \beta_5, \beta_6$ は高速取引の活発さが浮動株比率に与える影響を示す係数であり、もし、高速取引が浮動株比率を減少させる方向に働くのであれば、これらの係数は負値を取ることが予想される。

#### 4.3 推定結果

回帰モデル(9)式を推定した結果を表6に示す。上場部を考慮しない回帰モデル(1)の結果を見ると、定数項が正で有意であることから、Arrowhead稼働以降、他の要因が一定であれば、浮動株比率が上昇することが示される。また、ATProxyが負で有意であるため、高速取引が活発な株式については、浮動株比率が減少する事が明らかになった。

上場部を考慮に入れた回帰モデル(2)および(3)の推定結果を見ると、回帰モデル(1)同様、浮動株比率に対し、Arrowheadは正の影響を与えることが再確認される。モデル(2)においては、Arrowheadの浮動株指数向上効果がマザーズ市場において顕著であるが、高速取引の代理変数と上場部ダミーの交差項を取り入れたモデル(3)ではその効果が消失している。一方、ATProxyとMtrsの交差項が負で有意であることから、高速取引が活発になる事によって、マザーズ市場において特に浮動株比率の減少が大きくなることが示されている。

その他のコントロール変数については、以下のような影響を浮動株比率の差に与えている。すなわち、収益率およびボラティリティが高いと浮動株比率は低下する。また、企業規模が大きければ、浮動株の比率は低下し、売買回転率が高ければ浮動株比率は上昇する。

#### 5. おわりに

本稿では、近年株式市場で存在感が高まっている高速取引が、個人投資家の投資環境に与える影響について実証分析を行った。まず、高速取引が新興市場の株式流動性に影響を与える影響について実証分析を行った。

2010年に東京証券取引所に導入されたArrowheadによって、わが国株式市場における高速取引は大幅に増加し、気配スプレッドおよび実効スプレッドが東証1部で縮小することが確認された。これは先行研究と整合的な結果である。これに加え、東証2部、マザーズ市場においてもスプレッド縮小効果が確認され、その効果は東証1部よりも大きいことが明らかになった。一方、Arrowhead導入の効果をコントロールした場合、高

速取引の増加はスプレッドを拡大させる効果があり、その程度は新興市場で顕著であることが示された。これらの結果は Amihud の低流動性尺度を利用した場合でも同様であった。一方、市場の厚みの観点からすると、Arrowhead 導入と高速取引の増加は流動性にマイナスの影響を与えることが示された。

一般には高速取引は東証 1 部上場の大型株を対象に行われているとされているが、第 2 部やマザーズ市場といった個人投資家が投資主体として大きな割合を占める市場においても、Arrowhead の導入による取引コストの低下が確認されたことになる。

この結果の一因としてとして、Arrowhead 導入による高速取引業者のモニタリングコストの低下があげられよう。高速取引業者はコンピュータを利用することによって迅速に多数の株式の価格情報を監視出来るようになった。そして、新たな株式をカバーする限界的な費用は、Arrowhead 導入以前に比べると大幅に低下したと考えられる。これにより、以前であれば、対費用効果の観点からカバーされていなかった新興市場上場の株式もモニターすることが可能になり、その結果、Arrowhead 導入以前に比べより効率的な価格形成とマーケットメイクが行われるようになったのではないだろうか。Moriyasu, Wee, & Yu(2015)では東証 1 部上場株式を対象に、高速取引の普及が流動性を向上させる理由としてモニタリングコストの低下を挙げ、いままで投資家の注目度が低かった銘柄ほど流動性の向上効果が高いことを示している。本分析での分析結果は、東証 1 部上場株式に比較して注目度が低い新興市場の株式においても、限界的なモニタリングコストの低下による流動性の向上が認められることを示唆している。

次に、高速取引が個人投資家持ち株比率に与える影響について分析した。各株式における個人投資家の持ち株比率を正確に推定することは困難なため、発行済み株式総数に対する 50 単元未満の株主が保有する株式数の割合を浮動株比率とし、この比率が Arrowhead の稼働と高速取引の増加に影響を受けたのかどうかを検証した。

分析の結果、Arrowhead 稼働以降、他の要因が一定であれば、浮動株比率が上昇し、個人投資家が増加したことが示唆される結果を得た。この結果は特にマザーズにおいて顕著であり Arrowhead の稼働は個人投資家を増加させる効果を持っていたことが示された。一方、分析期間中に高速取引が活発に行われている銘柄については、浮動株比率が低下し、個人による投資が減少していることが示唆された。

以上の分析から、わが国において本格的な高速取引を可能にした新取引システム Arrowhead の稼働は、東証 1 部のみならず、新興市場においても流動性の向上および取引コストの低減という形で個人投資家に恩恵を与えていることになる。また、取引コストの低下が個人投資家の投資活動を活発にし、その結果、特に新興市場において株主構



成に占める個人投資家の比率が上昇することが示された。

今回の分析では、Arrowhead の導入と高速取引の増加が流動性に逆の効果をもたらすことが示された。このような分析結果をもたらす理由の一つとして、高速取引の代理変数が十分に高速取引の程度を近似していない可能性が考えられる。本稿で利用した代理変数は、取引時間中の取引金額を気配値更新回数で除したものを利用した。この代理変数は、大きな取引を小さく分割して発注する、いわゆるスライス・アンド・ダイス型のアルゴリズム取引や、マーケットメイク型の高速取引に対する良い代理変数と考えられるが、高速取引の手法はこれらに限定されるわけではない。今後はより適切な高速取引の代理変数の開発と、それを用いた高速取引がもたらす種々の影響についての分析を進めていきたい。

## 参考文献

- Amihud, Y. (2002). Liquidity and stock returns: cross-section and time-series effects. *Journal of Financial Markets*, 5(1), 31–56. doi:10.1016/S1386-4181(01)00024-6
- Hendershott, T., Jones, C. M., & Menkveld, A. J. (2011). Does Algorithmic Trading Improve Liquidity? *The Journal of Finance*, 66(1), 1–33. doi:10.1111/j.1540-6261.2010.01624.x
- Moriyasu, H., Wee, M., & Yu, J. (2015). *The Role of Algorithmic Trading in Stock Liquidity and Commonality in Electronic Limit Order Markets, Working Paper*.
- Riordan, R., & Storkenmaier, A. (2012). Latency, liquidity and price discovery. *Journal of Financial Markets*, 15(4), 416–437. doi:10.1016/j.finmar.2012.05.003
- Yamamoto, R. (2014). An empirical analysis of non-execution and picking-off risks on the Tokyo Stock Exchange. *Journal of Empirical Finance*, 29, 369–383. doi:10.1016/j.jempfin.2014.09.003
- 宇野淳, & 柴田舞. (2012). 取引の高速化と流動性へのインパクト：東証アローヘッドのケース. *現代ファイナンス*, (31), 87–107. Retrieved from <http://ci.nii.ac.jp/naid/40019324726/>
- 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*.
- 太田亘. (2014). 取引システム高速化と始値形成. *現代ファイナンス*, (35), 31–61. Retrieved from <http://ci.nii.ac.jp/naid/40020187259/>
- 保坂豪. (2014). 東京証券取引所における *High-Frequency Trading* の分析 (東証ワーキングペーパーNo. 4).

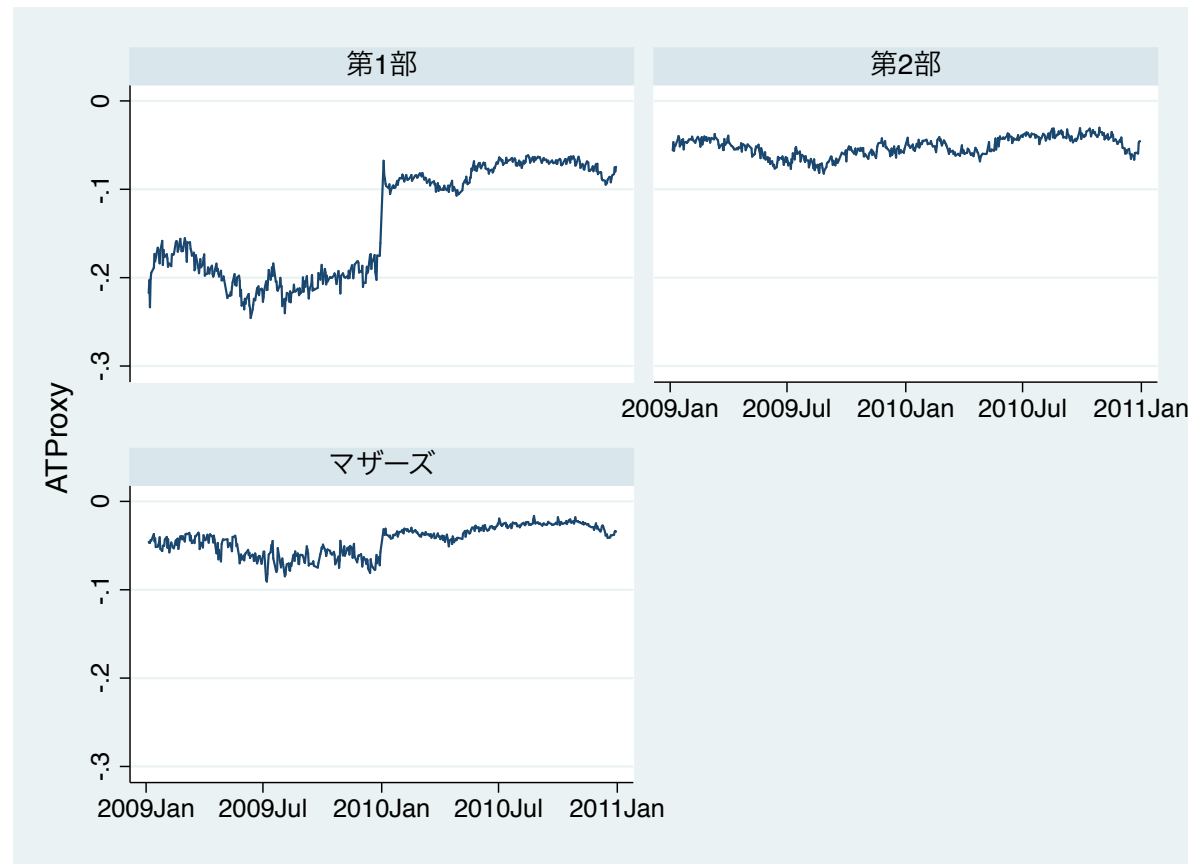


図1：高速取引の代理変数の推移

注) 高速取引の代理変数であるATPProxyは各取引日の各企業の日中の取引金額を日中の気配値と数量の更新回数で除し、-1倍したものである。図中のATPProxyは、各取引日における全サンプルの平均値を時系列グラフにしたものである。

表 1：各変数の基本統計量

上場部	期間	尺度	ATProxy	Qspread	Espread	Depth1	Depth5	Illiq	InvPrc	Size	Turn	Vol
第 1 部	全期間	平均	-0.139	27.393	23.015	14.425	79.070	9.688	0.003	17.580	3.685	208.408
		中央値	-0.061	18.306	15.231	2.620	13.511	1.239	0.002	17.406	1.613	14.000
		標準偏差	0.235	27.492	23.981	37.388	199.229	27.054	0.005	1.554	13.793	1332.282
		N	773,735	773,729	773,735	773,735	773,735	773,719	773,735	773,735	773,735	773,735
	2009	平均	-0.198	30.015	24.582	13.657	73.321	10.648	0.003	17.559	3.861	238.379
		中央値	-0.083	20.316	16.327	2.461	12.754	1.418	0.002	17.388	1.680	15.000
		標準偏差	0.304	29.130	24.592	36.260	189.680	29.048	0.004	1.551	14.066	1507.772
		N	387,667	387,661	387,667	387,667	387,667	387,657	387,667	387,667	387,667	387,667
	2010	平均	-0.080	24.760	21.442	15.196	84.844	8.724	0.003	17.602	3.508	178.312
		中央値	-0.047	16.460	13.980	2.780	14.277	1.082	0.002	17.422	1.550	12.000
		標準偏差	0.103	25.472	23.245	38.472	208.219	24.855	0.005	1.557	13.511	1128.142
		N	386,068	386,068	386,068	386,068	386,068	386,062	386,068	386,068	386,068	386,068
第 2 部	全期間	平均	-0.054	79.480	71.046	2.174	12.202	61.875	0.008	15.602	1.936	191.123
		中央値	-0.038	62.043	53.705	0.661	4.114	21.925	0.003	15.574	0.534	7.000
		標準偏差	0.058	59.863	56.044	7.067	35.263	96.768	0.013	0.920	8.992	914.510
		N	99,155	99,155	99,155	99,155	99,155	99,155	99,155	99,155	99,155	99,155
	2009	平均	-0.059	85.377	75.672	1.862	10.734	67.198	0.008	15.574	2.220	202.484
		中央値	-0.041	66.563	57.169	0.643	3.997	24.216	0.003	15.515	0.582	8.000
		標準偏差	0.066	62.677	58.255	5.323	27.011	101.786	0.013	0.941	10.883	902.796
		N	49,166	49,166	49,166	49,166	49,166	49,166	49,166	49,166	49,166	49,166
	2010	平均	-0.048	73.680	66.497	2.481	13.647	56.639	0.007	15.629	1.657	179.949
		中央値	-0.035	58.011	50.304	0.680	4.230	19.921	0.003	15.612	0.495	6.000
		標準偏差	0.050	56.363	53.392	8.427	41.769	91.264	0.013	0.897	6.613	925.759
		N	49,989	49,989	49,989	49,989	49,989	49,989	49,989	49,989	49,989	49,989

マザーズ	全期間	平均	-0.044	77.885	66.609	0.889	5.982	90.371	0.001	15.053	6.123	3110.071
		中央値	-0.020	60.515	51.690	0.261	1.684	27.507	0.000	14.875	1.400	1200.000
		標準偏差	0.094	60.788	52.136	4.791	25.846	128.492	0.005	1.267	17.255	5896.483
		N	68,273	68,270	68,273	68,273	68,273	68,273	68,273	68,273	68,273	68,273
	2009	平均	-0.057	83.315	69.087	0.947	6.372	100.495	0.001	15.029	5.453	3226.718
		中央値	-0.020	65.076	53.346	0.247	1.592	33.277	0.000	14.799	1.212	1150.000
		標準偏差	0.126	63.592	53.886	6.091	31.061	135.371	0.005	1.304	14.999	6330.178
		N	33,451	33,448	33,451	33,451	33,451	33,451	33,451	33,451	33,451	33,451
	2010	平均	-0.032	72.670	64.228	0.834	5.608	80.645	0.001	15.076	6.767	2998.016
		中央値	-0.020	56.257	49.822	0.275	1.777	23.134	0.000	14.929	1.636	1200.000
		標準偏差	0.040	57.487	50.283	3.059	19.561	120.723	0.005	1.231	19.151	5445.183
		N	34,822	34,822	34,822	34,822	34,822	34,822	34,822	34,822	34,822	34,822

注) ATproxy, Qspread, Espread はそれぞれ高速取引の代理変数、気配スプレッド、実効スプレッドを表す。Depth1, Depth5 は最良気配における市場の厚みと最良気配から第5段階までの市場の厚みである。Illiq は Amihud の低流動性尺度を表す。InvPrc, Size, Turn, Vol は企業レベルのコントロール変数であり、それぞれ終値の逆数、時価総額の自然対数値、売買高回転率、高値と安値の差を表す。

表2：高速取引が株式流動性に与える影響

Panel A						
VARIABLES	(1) Qspread	(2) Qspread	(3) Qspread	(4) Espread	(5) Espread	(6) Espread
Arrowhead	-4.490*** (-22.337)	-5.582*** (-23.375)	-5.389*** (-22.522)	-2.383*** (-20.020)	-2.735*** (-19.967)	-2.616*** (-19.052)
Arrowhead×Tse2	-6.104*** (-6.757)	-5.125*** (-5.641)	-6.244*** (-6.810)	-5.600*** (-7.510)	-5.284*** (-7.082)	-5.953*** (-7.935)
Arrowhead×Mtrs	-5.881*** (-4.172)	-5.057*** (-3.557)	-6.311*** (-4.241)	-1.868* (-1.807)	-1.603 (-1.541)	-2.416** (-2.236)
ATProxy		9.064*** (13.934)	7.364*** (12.479)		2.921*** (7.261)	1.871*** (4.839)
ATProxy×Tse2			88.409*** (7.092)			52.445*** (7.101)
ATProxy×Mtrs			44.183*** (2.725)			28.913*** (2.853)
Tse2	14.330*** (5.616)	13.909*** (5.517)	23.008*** (7.993)	13.425*** (7.721)	13.289*** (7.672)	18.686*** (9.401)
Mtrs	12.457** (2.447)	12.184*** (2.647)	20.069*** (5.650)	9.849** (2.491)	9.761** (2.576)	14.917*** (6.277)
Invprc	2,387.747*** (10.100)	2,385.585*** (10.116)	2,351.388*** (9.904)	2,095.235*** (9.275)	2,094.539*** (9.282)	2,074.944*** (9.157)
size	-14.862*** (-13.369)	-14.430*** (-12.956)	-13.930*** (-12.593)	-14.105*** (-15.454)	-13.966*** (-15.294)	-13.657*** (-15.044)
turn	-0.075*** (-7.667)	-0.057*** (-6.495)	-0.049*** (-6.422)	-0.050*** (-7.879)	-0.044*** (-7.176)	-0.039*** (-7.231)
vol	0.000*** (2.854)	0.000*** (3.084)	0.001*** (3.802)	0.001*** (4.856)	0.001*** (4.941)	0.001*** (5.493)
Constant	284.213*** (14.476)	278.359*** (14.160)	268.713*** (13.751)	265.771*** (16.371)	263.885*** (16.252)	257.908*** (15.968)
Observations	941,154	941,154	941,154	941,163	941,163	941,163
Adj.R <sup>2</sup>	0.131	0.134	0.139	0.126	0.126	0.129

表2：高速取引が株式流動性に与える影響（つづき）

Panel B									
VARIABLES	(1) Depth1	(2) Depth1	(3) Depth1	(4) Depth5	(5) Depth5	(6) Depth5	(7) Illiq	(8) Illiq	(9) Illiq
Arrowhead	1.463*** (3.460)	3.915*** (12.004)	3.964*** (11.988)	10.885*** (4.940)	20.848*** (11.983)	21.043*** (11.910)	-0.823*** (-3.400)	-1.368*** (-4.669)	-0.885*** (-3.030)
Arrowhead×Tse2	-1.243*** (-2.680)	-3.442*** (-9.082)	-3.659*** (-9.266)	-10.374*** (-4.213)	-19.309*** (-9.446)	-20.145*** (-9.334)	-8.890*** (-5.835)	-8.401*** (-5.508)	-11.621*** (-7.395)
Arrowhead×Mtrs	-2.129*** (-4.480)	-3.980*** (-10.428)	-4.410*** (-10.892)	-15.061*** (-5.774)	-22.581*** (-10.612)	-24.319*** (-10.542)	-16.515*** (-4.717)	-16.104*** (-4.591)	-18.612*** (-5.065)
ATProxy		-20.356*** (-5.344)	-20.782*** (-5.342)		-82.712*** (-4.074)	-84.395*** (-4.069)		4.529*** (5.536)	0.200 (0.256)
ATProxy×Tse2			15.843*** (3.361)			60.800** (1.967)			261.581*** (6.080)
ATProxy×Mtrs			15.886*** (3.173)			64.264** (2.399)			84.278*** (2.837)
Tse2	1.508** (2.576)	2.453*** (4.096)	4.081*** (5.543)	11.855*** (2.613)	15.695*** (3.755)	21.943*** (4.096)	11.358*** (2.625)	11.147** (2.577)	38.082*** (5.719)
Mtrs	0.993 (1.313)	1.607 (0.932)	4.431*** (4.706)	4.024 (0.563)	6.519 (0.570)	17.943** (2.303)	7.477 (1.258)	7.341 (1.283)	22.443*** (3.280)
Invprc	136.981* (1.920)	141.830** (2.008)	137.733* (1.932)	15.917 (0.041)	35.619 (0.093)	20.741 (0.054)	1,168.073*** (5.037)	1,166.993*** (5.031)	1,053.974*** (4.561)
size	6.254*** (9.138)	5.283*** (7.683)	5.410*** (7.840)	37.232*** (9.645)	33.290*** (8.613)	33.792*** (8.716)	-32.986*** (-15.116)	-32.770*** (-14.943)	-31.508*** (-14.576)
turn	0.075*** (7.016)	0.033*** (2.855)	0.035*** (3.076)	0.552*** (7.464)	0.380*** (5.041)	0.388*** (5.183)	-0.109*** (-5.880)	-0.099*** (-5.436)	-0.081*** (-4.884)
vol	-0.000*** (-3.775)	-0.000*** (-4.537)	-0.000*** (-3.640)	-0.001*** (-3.613)	-0.002*** (-4.108)	-0.001*** (-3.518)	-0.001*** (-4.542)	-0.001*** (-4.400)	-0.001*** (-2.884)
Constant	-96.809*** (-8.169)	-83.661*** (-7.016)	-86.140*** (-7.183)	-580.639*** (-8.689)	-527.216*** (-7.879)	-537.040*** (-7.984)	584.422*** (15.427)	581.498*** (15.285)	557.329*** (14.865)
Observations	941,163	941,163	941,163	941,163	941,163	941,163	941,147	941,147	941,147
Adj.R <sup>2</sup>	0.015	0.044	0.044	0.029	0.048	0.048	0.047	0.048	0.056

注) ATproxy, Qspread, Espread はそれぞれ高速取引の代理変数、気配スプレッド、実効スプレッドを表す。Depth1, Depth5 は最良気配における市場の厚みと最良気配から第5段階までの市場の厚みである。Illiq は Amihud の低流動性尺度を表す。InvPrc, Size, Turn, Vol は企業レベルのコントロール変数であり、それぞれ終値の逆数、時価総額の自然対数値、売買高回転率、高値と安値の差を表す。Arrowhead は Arrowhead 稼働後の稼働後の取引日に1をとるダミー変数、Tse2, Mtrs はそれぞれ東証第2部、マザーズ市場に上場していれば1をとるダミー変数である。推定は企業固定効果モデルを利用した利用した。括弧内の数値は  $t$  値であり、\*\*\*,\*\*,\* はそれぞれ 1%, 5%, 10%水準で有意であることを示す。



表3：高速取引が流動性に与える影響（2009年9月～2010年3月）

Panel A						
VARIABLES	(1) Qspread	(2) Qspread	(3) Qspread	(4) Espread	(5) Espread	(6) Espread
Arrowhead	-2.801*** (-15.851)	-3.615*** (-17.478)	-3.473*** (-16.781)	-1.367*** (-13.225)	-1.564*** (-13.396)	-1.482*** (-12.753)
Arrowhead×Tse2	-9.961*** (-11.428)	-9.165*** (-10.468)	-9.641*** (-10.936)	-9.029*** (-12.178)	-8.836*** (-11.900)	-9.103*** (-12.283)
Arrowhead×Mtrs	-7.297*** (-5.204)	-6.657*** (-4.752)	-7.470*** (-5.133)	-2.070* (-1.898)	-1.916* (-1.756)	-2.407** (-2.139)
ATProxy		7.845*** (12.358)	6.328*** (11.091)		1.898*** (4.876)	1.026*** (2.788)
ATProxy×Tse2			75.409*** (3.978)			41.755*** (4.273)
ATProxy×Mtrs			29.064** (2.040)			17.698** (2.097)
Tse2	13.007*** (29.839)	11.953*** (26.448)	22.716*** (8.395)	11.774*** (32.818)	11.519*** (31.671)	17.484*** (12.286)
Mtrs	23.921*** (15.853)	23.289*** (14.772)	25.110*** (13.324)	20.848*** (7.048)	20.695*** (6.958)	21.801*** (7.079)
Invprc	2,092.285*** (4.771)	2,083.042*** (4.778)	2,045.486*** (4.665)	1,945.070*** (4.657)	1,942.834*** (4.659)	1,922.589*** (4.595)
size	-16.882*** (-7.427)	-17.176*** (-7.585)	-16.628*** (-7.316)	-13.912*** (-8.059)	-13.984*** (-8.107)	-13.673*** (-7.896)
turn	-0.095*** (-6.025)	-0.072*** (-4.738)	-0.058*** (-4.305)	-0.058*** (-5.087)	-0.053*** (-4.534)	-0.045*** (-4.306)
vol	0.001*** (3.240)	0.001*** (3.425)	0.001*** (3.791)	0.001*** (4.408)	0.001*** (4.456)	0.001*** (4.754)
Constant	318.557*** (7.947)	325.054*** (8.139)	314.730*** (7.851)	261.819*** (8.518)	263.391*** (8.575)	257.534*** (8.352)
Observations	233,007	233,007	233,007	233,007	233,007	233,007
Adj.R <sup>2</sup>	0.064	0.066	0.070	0.050	0.050	0.052

Panel B

VARIABLES	(1) Depth1	(2) Depth1	(3) Depth1	(4) Depth5	(5) Depth5	(6) Depth5	(7) Illiq	(8) Illiq	(9) Illiq
Arrowhead	0.160 (0.381)	2.805*** (10.677)	2.891*** (10.754)	5.401** (2.478)	15.262*** (10.685)	15.603*** (10.637)	-1.046*** (-4.833)	-2.085*** (-8.362)	-1.661*** (-6.635)
Arrowhead×Tse2	0.712 (1.379)	-1.874*** (-4.857)	-2.104*** (-5.620)	-1.618 (-0.615)	-11.261*** (-5.736)	-12.239*** (-6.265)	-18.515*** (-9.477)	-17.499*** (-8.967)	-18.936*** (-9.655)
Arrowhead×Mtrs	-0.270 (-0.533)	-2.350*** (-5.872)	-3.004*** (-8.021)	-6.664** (-2.553)	-14.416*** (-7.276)	-16.812*** (-8.100)	-25.181*** (-7.461)	-24.364*** (-7.243)	-26.721*** (-7.628)
ATProxy		-25.489*** (-5.554)	-26.383*** (-5.606)		-95.034*** (-3.900)	-98.597*** (-3.943)		10.013*** (12.385)	5.487*** (8.516)
ATProxy×Tse2			32.453*** (5.516)			143.835*** (4.635)			229.613*** (3.966)
ATProxy×Mtrs			24.520*** (4.193)			88.813** (2.131)			83.744** (2.307)
Tse2	-1.450*** (-3.082)	1.974*** (4.951)	6.646*** (6.160)	-3.895 (-1.583)	8.873*** (4.120)	29.513*** (5.031)	8.543*** (9.240)	7.198*** (7.739)	39.954*** (4.900)
Mtrs	-0.230 (-0.358)	1.825*** (4.500)	3.339*** (5.349)	0.787 (0.183)	8.449** (2.543)	13.953*** (3.083)	24.257*** (10.677)	23.450*** (10.686)	28.708*** (9.684)
Invprc	169.771 (1.474)	199.801* (1.728)	187.758 (1.620)	-791.328 (-1.034)	-679.361 (-0.918)	-739.549 (-1.003)	784.339* (1.917)	772.547* (1.887)	656.560 (1.633)
size	6.027*** (4.283)	6.983*** (4.864)	7.276*** (5.053)	44.585*** (5.433)	48.151*** (5.805)	49.354*** (5.920)	-40.157*** (-8.551)	-40.533*** (-8.626)	-38.886*** (-8.242)
turn	0.138*** (4.771)	0.063** (2.172)	0.071** (2.510)	0.855*** (4.998)	0.575*** (3.321)	0.607*** (3.561)	-0.137*** (-4.232)	-0.108*** (-3.434)	-0.065** (-2.164)
vol	-0.000*** (-3.181)	-0.000*** (-4.169)	-0.000*** (-3.451)	-0.002*** (-3.904)	-0.002*** (-4.342)	-0.002*** (-3.934)	-0.001*** (-2.723)	-0.001** (-2.526)	-0.000* (-1.701)
Constant	-91.489*** (-3.747)	-112.597*** (-4.538)	-118.094*** (-4.739)	-699.974*** (-4.915)	-778.672*** (-5.428)	-801.295*** (-5.551)	709.591*** (8.688)	717.886*** (8.782)	686.861*** (8.370)
Observations	233,007	233,007	233,007	233,007	233,007	233,007	233,002	233,002	233,002
Adj.R <sup>2</sup>	0.012	0.059	0.062	0.026	0.053	0.054	0.032	0.033	0.040

注) ATproxy, Qspread, Espread はそれぞれ高速取引の代理変数、気配スプレッド、実効スプレッドを表す。Depth1, Depth5は最良気配における市場の厚みと最良気配から第5段階までの市場の厚みである。IlliqはAmihudの低流動性尺度を表す。InvPrc, Size, Turn, Volは企業レベルのコントロール変数であり、それぞれ終値の逆数、時価総額の自然対数値、売買高回転率、高値と安値の差を表す。ArrowheadはArrowhead稼働後の稼働後の取引日に1をとるダミー変数、Tse2, Mtrsはそれぞれ東証第2部、マザーズ市場に上場していれば1をとるダミー変数である。推定は企業固定効果モデルを利用した利用した。括弧内の数値はt値であり、\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で有意であることを示す。

表4：高速取引が株式流動性に与える影響(2段階最小二乗法)

VARIABLES	(1) Qspread	(2) Espread	(3) Depth1	(4) Depth5	(5) Illiq
ATProxy	-31.835*** (-59.644)	-16.043*** (-38.367)	12.154*** (43.483)	90.986*** (64.947)	-0.639 (-0.700)
ATProxy×Tse2	-1,129.200*** (-54.383)	-862.042*** (-52.996)	11.358 (1.045)	-45.552 (-0.836)	-1,070.654*** (-30.144)
ATProxy×Mtrs	-378.692*** (-41.764)	-144.945*** (-20.404)	-43.222*** (-9.102)	-288.178*** (-12.108)	-712.812*** (-45.955)
Invprc	2,868.877*** (146.519)	2,495.254*** (162.696)	118.277*** (11.537)	-50.365 (-0.980)	1,532.614*** (45.765)
Size	-22.645*** (-136.431)	-18.901*** (-145.365)	6.648*** (76.487)	39.880*** (91.546)	-40.800*** (-143.704)
Turn	-0.258*** (-88.110)	-0.157*** (-68.575)	0.097*** (63.073)	0.707*** (92.146)	-0.256*** (-51.181)
Vol	-0.001*** (-23.849)	0.000*** (3.634)	-0.000*** (-14.962)	-0.002*** (-19.895)	-0.003*** (-47.364)
Observations	941,148	941,157	941,157	941,157	941,141

注) ATproxy, Qspread, Espread はそれぞれ高速取引の代理変数、気配スプレッド、実効スプレッドを表す。Depth1, Depth5は最良気配における市場の厚みと最良気配から第5段階までの市場の厚みである。IlliqはAmihudの低流動性尺度を表す。InvPrc, Size, Turn, Volは企業レベルのコントロール変数であり、それぞれ終値の逆数、時価総額の自然対数値、売買高回転率、高値と安値の差を表す。ArrowheadはArrowhead稼働後の稼働後の取引日に1をとるダミー変数、Tse2, Mtrsはそれぞれ東証第2部、マザーズ市場に上場していれば1をとるダミー変数である。推定はArrowheadダミー、Arrowheadダミーと東証第2部上場ダミー、マザーズ市場上場ダミーとの交差項の3変数を操作変数とする2段階最小二乗法を用いて行った。括弧内の数値はt値であり、\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ1%, 5%, 10%水準で有意であることを示す。

表 5：浮動株比率とコントロール変数の基本統計量

上場部	尺度	$\Delta$ Fltshr	Fltshr0	ATProxy	Ret	Size	Turn	Vol
第1部	平均	-0.164	19.133	-0.135	18.386	10.554	3723.940	5.806
	中央値	0.100	16.700	-0.082	8.833	10.384	2255.615	4.401
	標準偏差	2.897	11.483	0.163	43.823	1.587	4738.304	5.008
	<i>N</i>	1628	1628	1628	1628	1628	1628	1628
第2部	平均	-0.233	25.683	-0.067	21.207	8.311	1509.814	9.881
	中央値	0.100	24.600	-0.053	11.741	8.244	486.004	6.736
	標準偏差	3.138	12.764	0.054	47.981	0.907	3471.860	9.831
	<i>N</i>	327	327	327	327	327	327	327
マザーズ	平均	0.650	24.235	-0.053	34.044	7.985	6608.061	21.229
	中央値	0.900	22.950	-0.035	16.438	7.745	3448.784	21.757
	標準偏差	5.811	11.489	0.056	76.273	1.124	7278.432	11.273
	<i>N</i>	78	78	78	78	78	78	78
全サンプル	平均	-0.144	20.382	-0.121	19.441	10.095	3478.462	7.053
	中央値	0.100	18.200	-0.073	9.281	9.904	1938.850	4.828
	標準偏差	3.099	11.961	0.150	46.228	1.746	4792.273	7.117
	<i>N</i>	2033	2033	2033	2033	2033	2033	2033

注)  $\Delta$ Fltshrは2009年と2010年決算時における浮動株比率の差である。2009年の決算期は2009年中の最も早い決算期( $t_0$ )を、2010年の決算期は2010年中の最も遅い決算期( $t_1$ )を採用している。Fltshr0は $t_0$ 期における浮動株比率、ATProxyは $t_0$ から $t_1$ までの取引金額を気配値更新回数で除し、-1倍したものである。Ret, Size, Turn, Volはそれぞれ、 $t_0$ 期から $t_1$ 期までの収益率、日次時価総額の自然対数値の平均、日次売買高回転率の平均、日次収益率の2乗の平均を表す。

表 6 : Arrowhead と高速取引が浮動株比率に与える影響

VARIABLES	(1) Δ Fltshr	(2) Δ Fltshr	(3) Δ Fltshr
Tse2		0.003 (0.016)	-0.244 (-0.777)
Mtrs		1.134*** (2.898)	-0.003 (-0.005)
Fltshr0	-0.066*** (-10.219)	-0.065*** (-10.082)	-0.066*** (-10.123)
ATProxy	-1.952*** (-2.927)	-1.900*** (-2.723)	-1.987*** (-2.849)
ATProxy × Tse2			-2.549 (-0.812)
ATProxy × Mtrs			-19.457*** (-3.135)
Ret	-0.013*** (-8.375)	-0.013*** (-8.157)	-0.013*** (-8.157)
Vol	-0.043*** (-3.319)	-0.055*** (-4.020)	-0.049*** (-3.551)
Size	-0.416*** (-6.264)	-0.399*** (-5.450)	-0.417*** (-5.686)
Turn	0.000*** (3.522)	0.000*** (3.486)	0.000*** (2.936)
Constant	5.490*** (7.538)	5.339*** (6.676)	5.538*** (6.897)
Observations	2,033	2,033	2,033
Adj.R <sup>2</sup>	0.078	0.081	0.085

注) Δ Fltshr は 2009 年と 2010 年決算時における浮動株比率の差である。2009 年の決算期は 2009 年中の最も早い決算期( $t_0$ )を、2010 年の決算期は 2010 年中の最も遅い決算期( $t_1$ )を採用している。Tse2, Mtrs はそれぞれ東証 2 部上場ダミーとマザーズ市場上場ダミーを表す。Fltshr0 は  $t_0$  期における浮動株比率であり、ATProxy は  $t_0$  から  $t_1$  までの取引金額を気配値更新回数で除し、-1 倍したものである。Ret, Size, Turn, Vol はそれぞれ、 $t_0$  期から  $t_1$  期までの収益率、日次時価総額の自然対数値の平均、日次売買高回転率の平均、日次収益率の 2 乗の平均を表す。