



# FSA Institute Discussion Paper Series

高頻度取引(HFT)に関する実証研究  
取引高速化とプレオープニングの発注行動分析

宇野 淳

DP 2014-4  
2014年7月

金融庁金融研究センター  
Financial Research Center (FSA Institute)  
Financial Services Agency  
Government of Japan

金融庁金融研究センターが刊行している論文等はホームページからダウンロードできます。

<http://www.fsa.go.jp/frtc/index.html>

本ディスカッションペーパーの内容や意見は、全て執筆者の個人的見解であり、金融庁あるいは金融研究センターの公式見解を示すものではありません。

## 高頻度取引（HFT）に関する実証研究

# 取引高速化とプレオープニングの発注行動分析

宇野 淳<sup>1</sup>

### 概 要

高速取引環境がプレオープニングにおける投資家の発注行動に与える影響を検証する。発注行動仮説によれば、大口注文は開始間際に発注される傾向が強まると同時に、指値変更や取消も間際に集中する可能性がある。これらの行動はどちらも寄前気配が始値から乖離する期間を長期化し、プレオープニングの気配（寄前気配）の有用性と信頼性を低下させる可能性がある。

TOPIX100 銘柄を対象に 2013 年 4 月と 5 月のデータを調べたところ、前場取引開始の 1 秒から 2 秒前に新規注文と取消・変更が集中する傾向があり、直前の 1 秒では取消件数が新規件数を上回る。気配に影響する注文は直前 1 分間の注文件数の 14.4%で、このうち前日比の高安が逆転する場合は 5%あった。

こうした寄前気配の始値に対する情報効率性を unbiasedness regression によって推計したところ、寄前気配が当日の始値に一致するのは 1 秒前という結果が得られた。これは取引所システムが高速化した直後の 2010 年 1 月の 2 秒前からさらに遅くなっている。

プレオープニングの注文取消・変更の要因をプロビットモデルで推計したところ、取り消された注文は、指値がその時点の最良気配よりもアグレッシブな指値で、約定が確実な注文ほど取り消される傾向がある。取り消された注文は長い時間ブックに待機して、途中で変更されることなく最後に取消される傾向がある。一方、指値変更は、最良気配に劣後する指値が多く、約定の可能性を高めるために変更している。変更注文は、プレオープニング期間中の変更頻度が高く、出されてからの経過時間は短い傾向がある。

このようにプレオープニングの発注行動は、ザラバにみられる高頻度取引（HFT）の特徴とは異なるが、高速環境がなければ困難な 1—2 秒前に発注・変更・取消が集中しており、高速取引環境を持つ投資家の行動がプレオープニングでの気配形成に影響を与えていると考えられる。

**キーワード：プレオープニング、寄前気配、価格効率性、取引高速化**

---

<sup>1</sup>早稲田大学大学院ファイナンス研究科教授（金融庁金融研究センター特別研究員）本稿の執筆に当たっては、東京証券取引所よりデータ提供の協力を頂いた。なお、本稿は、筆者の個人的な見解であり、金融庁及び金融研究センターの公式見解ではない

## 1 はじめに

オーダードリブン市場におけるプレオープニングにおける気配発信は、当日始値の見通しを良くし、円滑に注文を呼び込むことを狙いとしている。プレオープニング期間の気配提供は、市場参加者間の情報格差を改善し、全体としての情報共有を向上させる効果が期待される。これが価格発見機能の向上に貢献しているかは重要な研究テーマである。

株式市場のオープニングは、多数の実証研究の対象となってきた。代表的な結果として、終値や他の時点の株価に比べて始値はボラティリティが高いという実証研究がある。その要因のひとつである Amihud/Mendelson(1991)は、参照価格（前日終値）からの時間的な経過が長いことが影響していると指摘した。プレオープニングの気配提供は、個別銘柄単位でフレッシュな情報を提供する役割を果たし、オープニング価格のボラティリティが高くなる傾向を緩和する可能性がある。

プレオープニングの情報は、市場にだされた売り買い注文を集約した情報で、価格優先の高い順に累積した売り注文と買い注文の大小関係が入れ替わる価格を売り買い気配として伝達している。オープニングのマッチング（板寄せ）のルールにそって、始値に決定される可能性の高い価格を提示している。最良気配情報は、取引開始後にも刻々と伝達されているが、約定がすぐ成立するザラバ取引と違って、取引開始時刻までは約定することはない。また、時間優先がないルールのもとで出される寄前注文は、始値の価格発見に貢献しない可能性もある。

なぜなら注文状況がリアルタイムで開示されることが市場参加者に及ぼす影響は一律ではないからである。大口発注者は遅めの発注タイミングを選択し、ノイズトレーダーは開示されていることを利用しようとするインセンティブをもつためである。本研究では、寄前気配情報の価格効率性について、注文執行環境の高速化による変化に注目して以下の仮説を検証する。参加者の行動変化としては次の2つが注目される。

- (1) 新規注文、とりわけ大口注文は、オープニング直前まで注文を開示したくないため、高速取引環境下では発注をぎりぎりまで遅らせている可能性がある。
- (2) 注文取消や変更に要する時間が短くなったため、取消、変更も始値決定直前に集中する可能性がある。
- (3) 上記2要因により、寄前気配の価格効率性は高速化以前より低下している可能性がある。

このような結果により長い時間にわたって寄前気配が始値とは乖離した状態になれば、投資家をミスリードすることが懸念される。

実証分析は、2つのデータベース、日経 NEEDS のティックデータと東証から特別に提供された市場参加者の個別注文発注データを用いて分析する。2つを組み合わせることで寄前気配に影響する発注行動を詳細に分析し、高速化との関係性を検討する。

## 2 先行研究

プレオープニングの気配形成を扱った先行研究は少数で、そのほとんどは 2000 年前後かそれ以前に行われたものである。

Biais et al. (1999)は、プレオープニングの気配の価格効率性に関する最初の研究で、オーダーブレンの仕組みを採用するパリ証券取引所のデータを使って実証分析を行った。プレオープニングに形成される気配は、取引開始時間が近づくに従って価格の効率性が向上すると報告している。Madhavan/Panchapagesan (2000)は、ニューヨーク証券取引所のマーケット設定を前提にオープニングの価格決定におけるスペシャリストの関与をモデル化し、実証分析では始値に対するスペシャリストの関与は、行動制約や在庫からの影響はなく、相場見通しにそって行われており、スペシャリストがいない場合に比べ価格形成の効率化に貢献していると報告している。Ciccotello/ Hatheway(2000)は、プレオープニングにおける NASDAQ マーケットメイカー間の気配交換を研究し、価格発見に貢献する一方、価格決定は在庫管理等のマーケットメイカーの利害が反映しており、顧客にとっての最良執行に貢献しているといえないと指摘した。

宇野・大村(2002)は、2001年8月から12月の期間について東証の大型50銘柄をサンプルとして Biais et al.にそった検証を行った。実証分析によれば、オープニング2分前に寄前気配の価格効率性が顕著に向上すると報告している。計測期間における寄前各5分間の気配更新回数は平均8件で、本研究の対象期間である2013年とは比べものにならないほどスローなマーケットであった。

プレオープニングの気配情報は、始値の価格形成を改善するだろうか。始値のボラティリティが終値のボラティリティに比較して10%強高いという実証結果は、日米の株式市場で確認されている。Amihud/Mendelson(1991)は、東証のデータを使って、始値のオーバーリアクションは、前場のオープニングのみで見られ、後場のオープニングには生じていないことを指摘した。前場オープニングは前日の取引終了以降、長時間にわたって価格情報がないため、投資家の期待価格の分布が広がり、これがオーバーリアクションの原因となっていると結論付けている。この仮説が正しいとすれば、東証のプレオープニングの気配情報提供により、投資家は当日の価格についての情報をもつことになるため、オーバーリアクションが解消するか、少なくとも弱くなることが予想される。

しかし、プレオープニングの気配情報が、当日の売買価格の予測値としてどれだけ正確かが問題になるだろう。情報開示により、それまでは手がかりがなかった市場参加者の期待値が観測可能になる効果がある半面、ノイズが混入する可能性も少なくない。このように相反する効果が想定されるため、実態への影響は実証分析によって明らかにされなければならない。

市場参加者のなかで高頻度取引(HFT)に取り組む主体が増え、株式市場の取引に占める高頻度取引の割合は40%まで上昇している(例えば、宇野・柴田(2012))。本研究は、我々が知る

限りにおいて、高速化がもたらすプレオープニングの発注行動に焦点をあてた最初の研究である。

以下、3章は注文データにより市場への発注状況の特徴をまとめる。次に4章、5章は、こうした行動が寄前気配に与えるインパクトを計測し、この変化が高速取引環境の実現と関係しているか、検討する。6章は寄前気配の価格効率性を始値の予測可能性という点から検証し、7章で取消、指値変更のプロビット分析を行う。最後にまとめを述べる。

### 3 注文フローの分析

#### 3.1 分析期間と対象銘柄

本研究は、プレオープニングの発注行動と寄前気配の価格効率性の関係を検証するのが目的である。寄前気配は、当日の始値の予想値となることを期待して提供されている<sup>2</sup>ことを踏まえて、始値の予測値としての効率性を念頭に置いている。

分析対象はTOPIX100構成銘柄とする。先行研究（例えば、宇野・柴田(2012)）によれば、高頻度取引（HFT）の取引対象は、流動性の高い銘柄に集中している。TOPIX100構成銘柄から、分析期間において主市場が大証の3銘柄<sup>3</sup>を除外した。主たる分析期間は、2013年4月1日から5月29日の2か月間として、市場の高速化との因果性を確認する目的で、2009年12月と2010年1月についても比較する。

分析の目的に照らして、9時に始値が決定されず、特別気配が提示された銘柄はその日のデータを分析対象サンプルから除外する。特別気配が提示された背景には、売り買い注文の不均衡があり、プレオープニングの注文から始値を決定できない状況があったと判断されるからである。本研究のサンプルは寄前の注文から始値が決定されたサンプルだけに限定する。

ティックデータから秒単位で、売り気配と買い気配の中値を計算し、複数の気配があった秒は同一秒内の最初の気配とそれに基づく中値を採用する。HFTは秒以下のスピードで注文を発注できる環境をもっているが、検証データの制約から秒単位を最小の計測単位とした。2009年12月のデータは秒単位の打刻がなく分単位で記録されており、分析上も他の期間と同じ分析ができない制約がある。

ティックデータに加えて、東京証券取引所から提供を受けた発注データも同期間のものを利用する。東証データでは、注文番号が付されており、その注文の履歴を追うことができる。履歴は、初めて市場に出されたものを「新規注文」、それ以外はすでに出されていた注文に対する変更または取引で、指値注文の株数の減少が「変更」、指値注文の指値変更や株数増加は「取消新規（指値変更等）」、既発注注文の取消しが「取消（キャンセル）」である。これにより、ティックデータのみでは分析できない発注者の行動を追跡し、寄前気配の効率性に影響を与える影響を判定する。

<sup>2</sup> 東京証券取引所「東証株式サポーター」株式取引編4版、80ページ

<sup>3</sup> 任天堂、日本電産、村田製作所。

### 3.2 プレオープニングの注文フロー

分析対象のTOPIX100構成銘柄の2013年4月と5月のデータを集計(表1)してみると、8時から9時直前までのプレオープニング注文件数は、1日平均196.2件/分である。8時—9時の1時間全体では新規注文が59.7%を占め、残りは変更、取消、取消新規(指値変更等)で、それぞれ0.9%、19.9%、19.5%である。

オープニング直前10分間(8時50分台)をみると注文件数は約238.9件/分と発注ペースがアップしている。タイプ別には、新規が40.9%に低下し、変更、取消、取消新規(指値変更等)はそれぞれ1.2%、29.8%、28.1%の割合に増加する。直前1分間(8時59分台)は399.7件/分と平均ペースの2倍にアップする。タイプ別の構成は、50分台10分間と比べると新規がやや増加し、その分、取消と取消新規(指値変更等)が若干低下する。

表1 注文件数の統計量(2013年4月と5月)

|        | 新規注文  | 変更   | 取消    | 取消新規<br>(指値変更<br>等) | 全体     |
|--------|-------|------|-------|---------------------|--------|
| 8時台    | 117.2 | 1.7  | 39.0  | 38.3                | 196.2  |
|        | 59.7% | 0.9% | 19.9% | 19.5%               | 100.0% |
| 8時50分台 | 97.6  | 2.9  | 71.2  | 67.2                | 238.9  |
|        | 40.9% | 1.2% | 29.8% | 28.1%               | 100.0% |
| 8時59分台 | 173.0 | 5.9  | 110.6 | 110.2               | 399.7  |
|        | 43.3% | 1.5% | 27.7% | 27.6%               | 100.0% |

単位：1銘柄1分当たり平均値。対象は97銘柄。「新規注文」はその時間帯に入った新規注文。「変更」は既発注の注文株数の減少(既発注の注文の時間優先が維持される変更の場合のみ)、「キャンセル」は既発注の注文を取消した場合、「取消新規」は時間優先が破棄されるような変更(例：注文値段の変更、注文数量の増加等)。

表2はこうした注文の平均株数をみたものである。新規注文は8時台の平均が4,244株、取消は3,955株と近い数字だが、取引新規は1,913株と半分以下である。取消新規(指値変更等)は比較的小口の注文が多い。

どのタイプも直前10分間に平均株数が拡大する。一方、直前1分間でみると、新規は8時台全体の平均より500株程度大きいものの、他のタイプは平均値に近づいている。

表2 注文株数の統計量 (2013年4月と5月)

|        | 新規注文    | 取消      | 取消新規(指値変更等) |
|--------|---------|---------|-------------|
| 8時台    | 4,244.7 | 3,955.6 | 1,913.2     |
| 8時50分台 | 5,744.8 | 4,328.2 | 2,548.9     |
| 8時59分  | 4,782.8 | 3,992.6 | 1,946.6     |

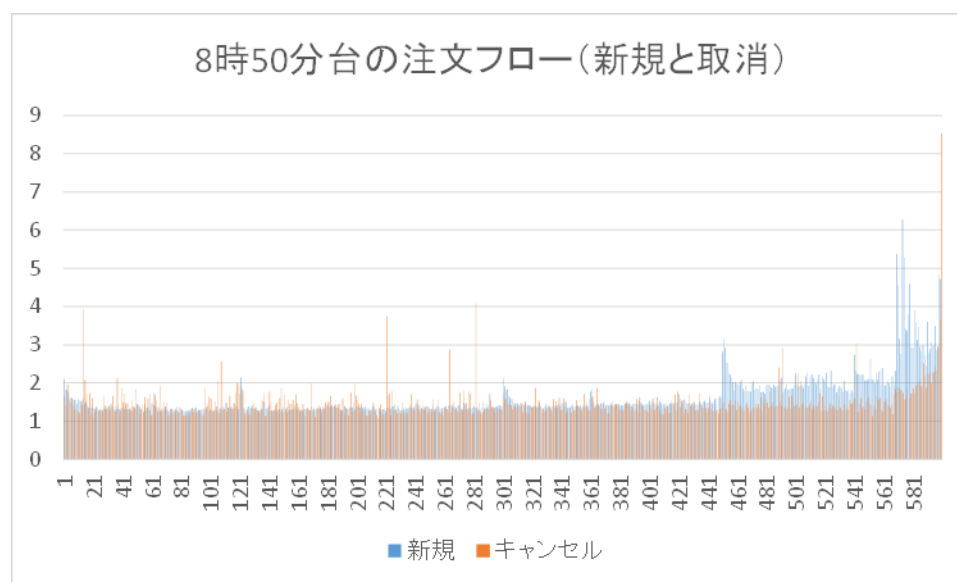
単位：1件当たり注文株数

寄付きが近づくと注文フローはどう変化するのか、図1、図2で見てみよう。高速化で開始直前に大きな注文が流入したり、取消されたりする可能性を指摘したが、こうした仮説と整合的な結果が見られる。

図1は、2013年4月と5月の8時50分から59分の10分間の注文フローである。新規注文の流入件数は2-3分前に平均1.5件/秒から2件前後に増加し、直前30秒で4件から6件にジャンプし、その後3件に逡減する<sup>4</sup>。

図1の取消(キャンセル)は、開始時刻9時の40秒前から平均件数が3件ないし6件にアップするが、最後の1秒で平均8件を記録している。最後の瞬間にキャンセルされる注文件数はそれまでの2倍から3倍と顕著である。こうした1秒前でのキャンセルは、ミリ秒単位での発注が可能な市場参加者によるものと考えられる。

図1 プレオープニングの注文件数比較 (2013年4-5月、8時50分以降)



注：横軸は8時50分台の秒単位の経過時間を表示。縦軸は注文の件数。

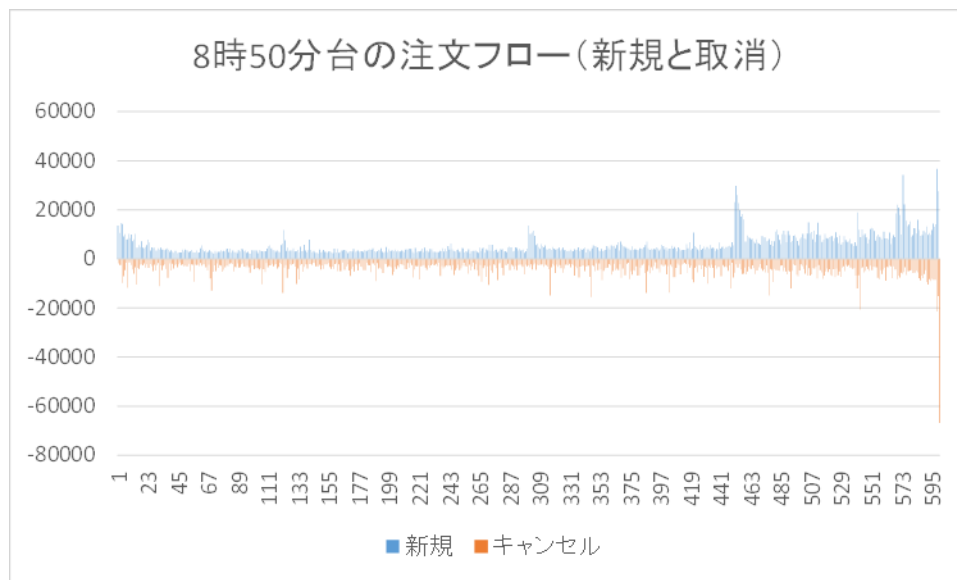
<sup>4</sup> 宇野・大村(2002)では、5分間合計の平均値が8件と報告されている。

<sup>5</sup> 秒の1000分の1



図2は図1と同じ時間帯について平均の合計株数でみたもので、2分前になると2万株超の注文流入に増えている。最後に取消は6万株超、新規は4万株弱にジャンプする。

図2 プレオープニングの注文株数比較 (2013年4-5月、8時50分以降)

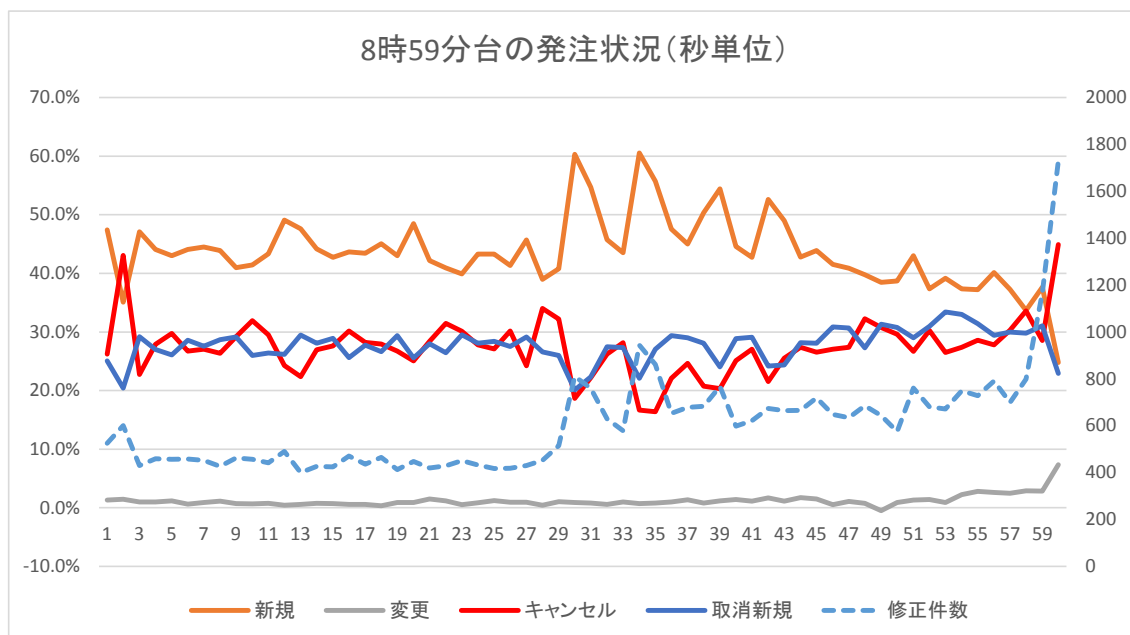


注: 横軸は8時50分台の秒単位の経過時間を表示。縦軸は注文の合計株数、キャンセル株数はマイナスで表示。

### 3.3 8時59分台の秒単位の注文フロー分析

劇的な変化が観察された8時59分台をより詳細にみていこう。8時59分台の注文(件数ベース、2013年4月と5月の合計)をみると、トータルの注文件数は8時59分58秒、59秒にそれまでの2倍にジャンプする。構成比でみると、最後の1秒で最大は新規注文から取消に入れ替わる。件数ベースでは新規注文も最後の2秒間が最も多いが、キャンセルの増え方が圧倒的なため、構成比では新規を抜いて取消が最大となる。変更の件数が最後に緩やかに増えるのに対して取消新規(指値変更等)は減少。キャンセルは59秒にジャンプする。最後の瞬間にキャンセルが集中している。

図3 タイプ別注文構成比 (2013年4-5月累計ベース、8時59分台)



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸右は97銘柄の合計注文数（変更と取消新規（指値変更等）のダブリを修正後）、縦軸右は構成比。対象期間は2013年4月1日から5月29日まで。

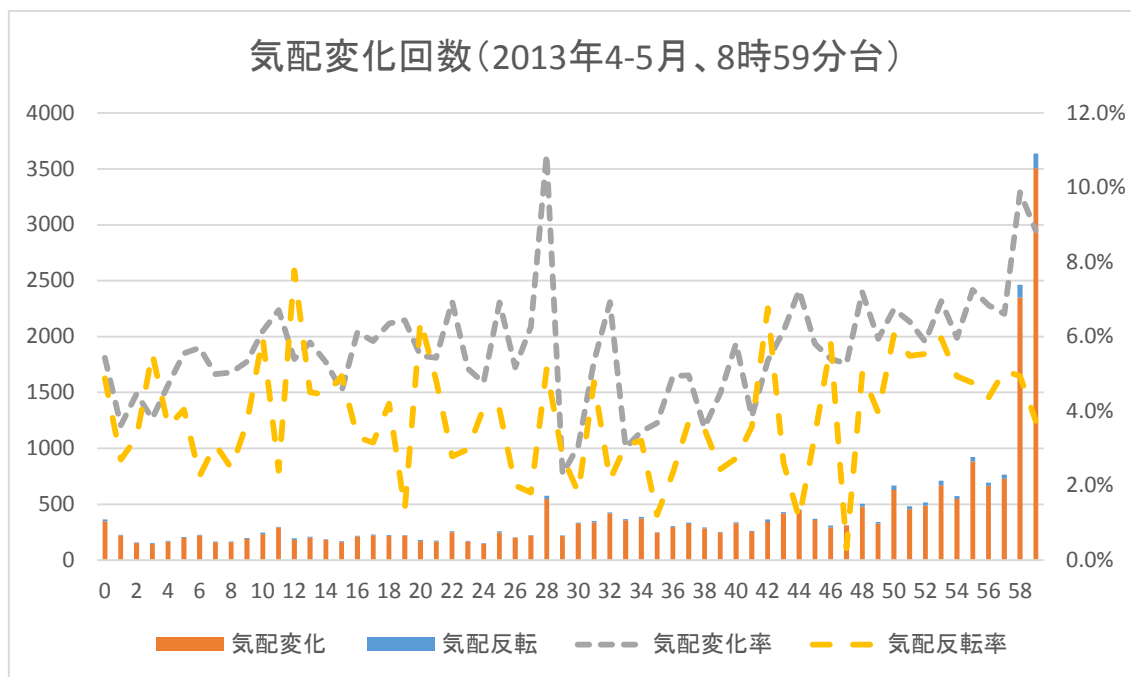
## 4 オープニング直前の気配変化

4章では、開始直前の注文集中が、寄前気配を変化させ、始値にインパクトを与えているか確認する。

### 4.1 注文流入のインパクト

秒単位での注文流入をみると、大多数の注文は寄前気配に影響しない「現状追認型」の注文である。2013年4月と5月（38日間）の8時59分台で、直前との比較で気配中値の変化を伴った注文件数は26,102件で分析対象97銘柄全体の注文件数の6.1%である。こうした気配中値に影響する変化は寄り付き7秒前から増加し始め、最後の2秒間は他の秒に比べて3-5倍（注文件数の9-10%）に達する。このうち、気配中値/前日終値の符号が反転した件数は3.8%である。この割合は、寄り付き直前でも変わらない。

図4 気配変化の発生状況 (8時59分台)



注：対象 97 銘柄。38 日間（2013 年 4 月 1 日から 5 月 28 日）の各秒の気配変化回数をカウント。気配変化率 = 気配変化件数 / 気配レコード件数、気配反転率 = 気配反転件数 / 気配変化件数

以下では、寄前気配の変化率を秒単位で以下のように計算する<sup>6</sup>。寄前気配が変化した秒に注目して、気配変化の大きさと方向を計測した（表 3）。

$$\text{気配変化率} = (\text{最良気配} - \text{直前最良気配}) \div (\text{直前期の最良気配}) \quad (1)$$

表 3 はアスク（最良売り気配）の変化したサンプルで、マイナス方向の変化は平均 0.12%、プラス方向は平均 0.15% である。一方、前日比の符号が反転したケースでは、マイナス方向で平均 0.31%、プラス方向で平均 0.40% と、3 倍弱大きい変化が起きている。

表 4 はビッド（最良買い気配）の変化したサンプルで、マイナス方向の変化は平均 0.12%、プラス方向は平均 0.15% である。一方、前日比の符号が反転したケースでは、マイナス方向で平均 0.32%、プラス方向で平均 0.43% である。アスクとビッドの変化はほぼ同等であることから、寄前気配はアスク、ビッドが同時に変化することが多いことを示唆している。

<sup>6</sup> 同一秒内に複数の注文があるとき、気配を変化させた注文を特定することができないため、秒間の気配変化率を使う。

表3 アスク（最良売り気配）の平均変化率と符号反転件数

| アスク変化 |      | 前日比符号変化<br>なし | 前日比符号変化<br>反転 | 全体      |
|-------|------|---------------|---------------|---------|
| マイナス  | 平均   | -0.120%       | -0.311%       | -0.127% |
|       | 標準偏差 | 0.131%        | 0.696%        | 0.189%  |
|       | 観測値数 | 6735          | 259           | 6994    |
| プラス   | 平均   | 0.151%        | 0.403%        | 0.161%  |
|       | 標準偏差 | 0.141%        | 0.825%        | 0.219%  |
|       | 観測値数 | 5702          | 234           | 5936    |

単位：対象は97銘柄。8時59分台の秒毎に計算。

表4 ビッド（最良買い気配）の平均変化率と符号反転件数

| アスク変化 |      | 前日比符号変化<br>なし | 前日比符号変化<br>反転 | 全体      |
|-------|------|---------------|---------------|---------|
| マイナス  | 平均   | -0.121%       | -0.317%       | -0.129% |
|       | 標準偏差 | 0.153%        | 0.990%        | 0.247%  |
|       | 観測値数 | 6734          | 265           | 6999    |
| プラス   | 平均   | 0.151%        | 0.434%        | 0.162%  |
|       | 標準偏差 | 0.168%        | 1.249%        | 0.300%  |
|       | 観測値数 | 5703          | 228           | 5931    |

単位：対象は97銘柄。8時59分台の秒毎に計算。

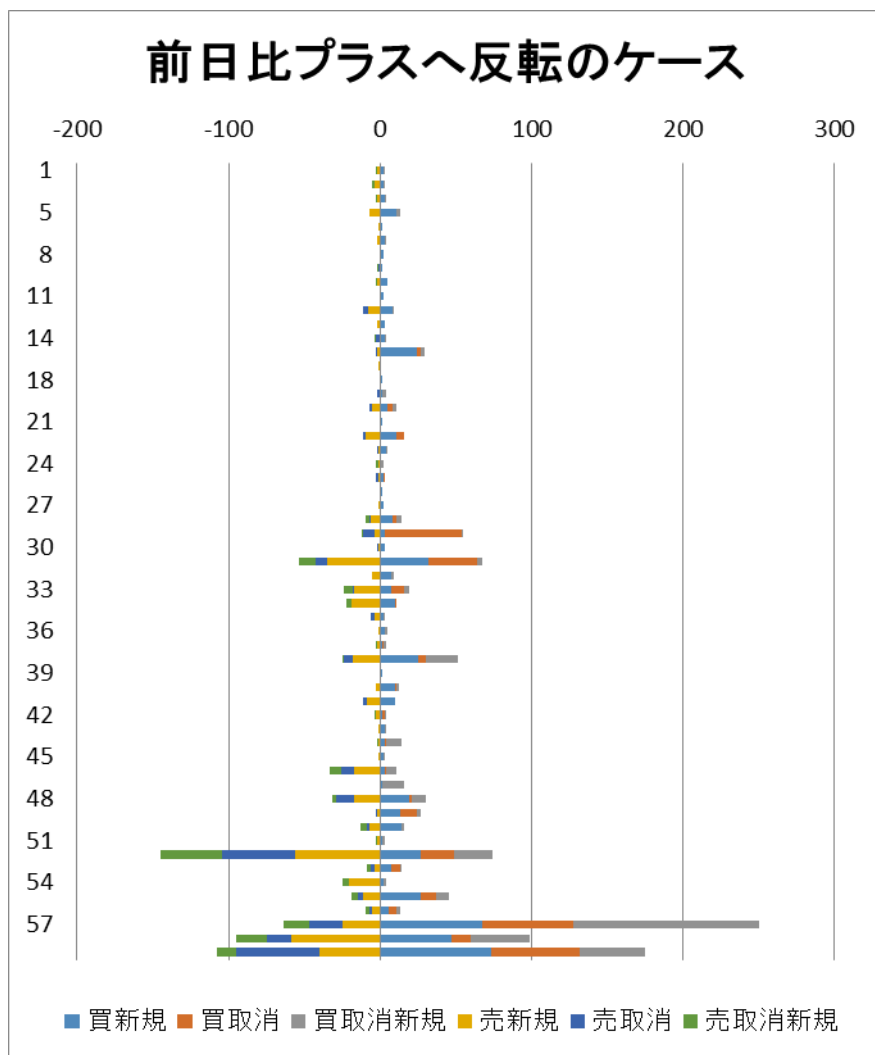
## 4. 2 気配変化率の要因分析

気配の変化は、需給の不均衡（注文件数と注文株数ベース）と指値注文の中値に対する距離（アグレッシブネス<sup>7</sup>効果）の2要因が絡んでいると考えられる。

2013年4月ー5月（38日間、対象97銘柄合計）を対象に需給の均衡状態をみるため、秒単位で注文件数を集計したのが図5である。

<sup>7</sup> アグレッシブネスという概念は、発注者が執行の即時性と執行価格のどちらにより重きを置いているか表現する概念である。アグレッシブの程度は指値が反対サイドに近いほど高いと表現する。

図5 前日比プラスへ反転のケース 件数ベース

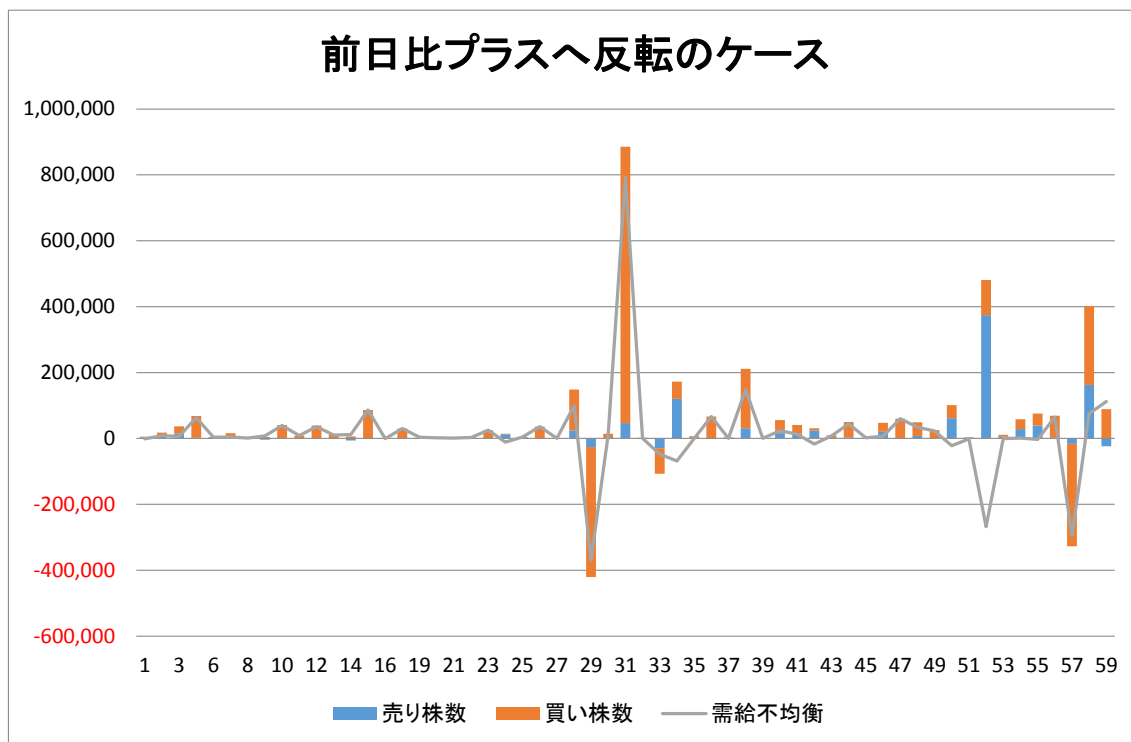


注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は気配を変化させた注文の累計件数。秒単位の平均値。対象期間は2013年4月1日から5月29日まで。売り件数はマイナスで表示している。

まず、買気配がプラスに変化し、前日比の符号がプラスに反転したケースを集めてみると、開始前3秒間で買新規、買取消新規（指値変更等）注文の件数が増えている。買取消と売取消を比べると、最後の1秒では、売取消が買取消を若干上回っており、前日比がプラスに反転したのはこのためかもしれない。

図6は買気配がプラスに変化し、前日比の符号がプラスに反転したケースを、注文株数を考慮して需給を示したものである。売り買い注文の追加はプラス側に、取消はマイナス側に表示している。折れ線は、需給不均衡＝買い注文－売り注文で、プラス方向を推移しており、これが気配の上昇や変化率がプラスに反転した理由と考えられる。

図6 前日比プラスに反転 株数需給状況

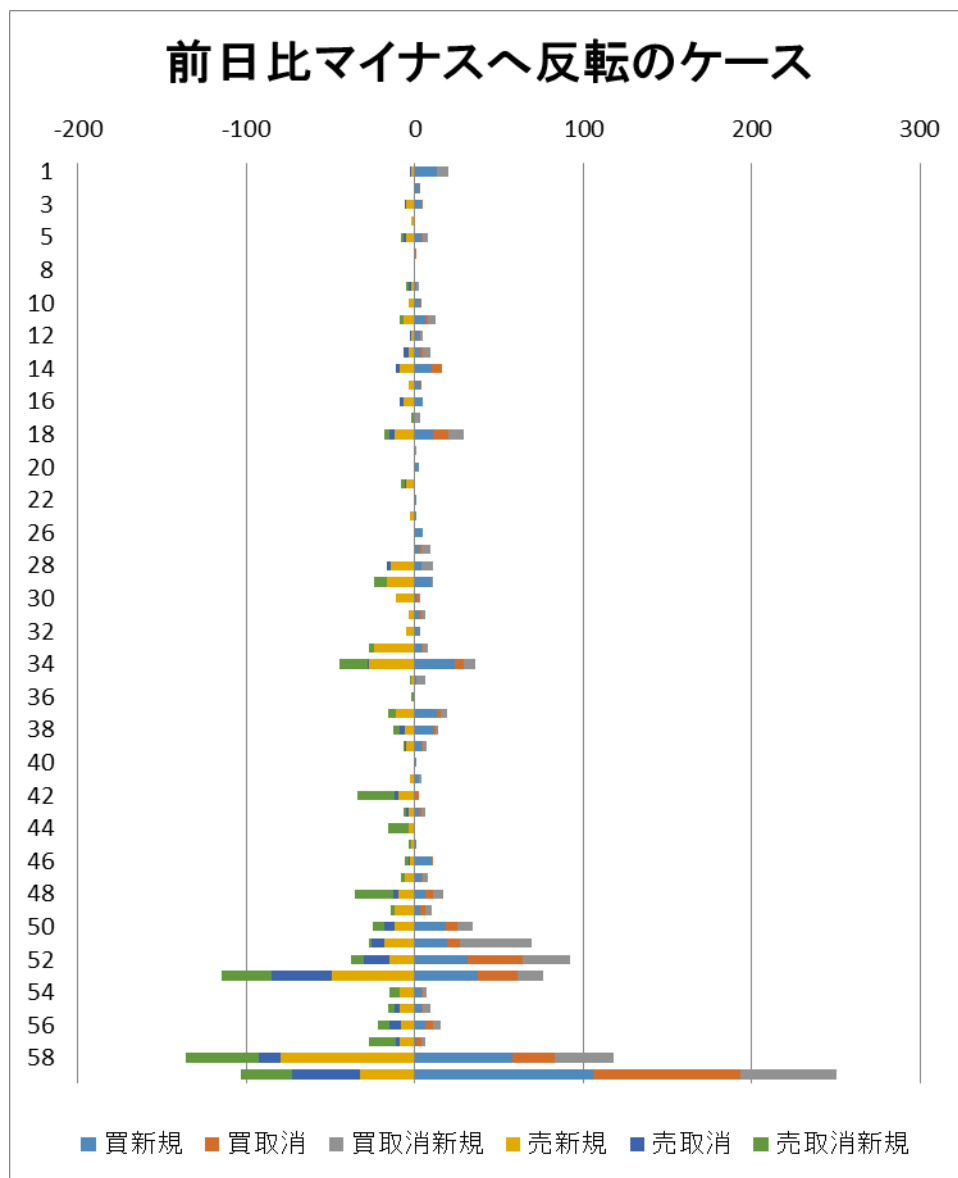


注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は気配を変化させた注文の累計株数。秒単位の平均値。対象期間は2013年4月1日から5月29日まで。売り件数はマイナスで表示している。

一方、図7の気配がマイナスに変化し、前日比の符号がマイナスに反転したケースをみると、開始2秒前の買新規、買取消新規（指値変更等）注文など、すべてのタイプで件数が増えている。最後の1秒では、売取消と買取消ともに増えている。

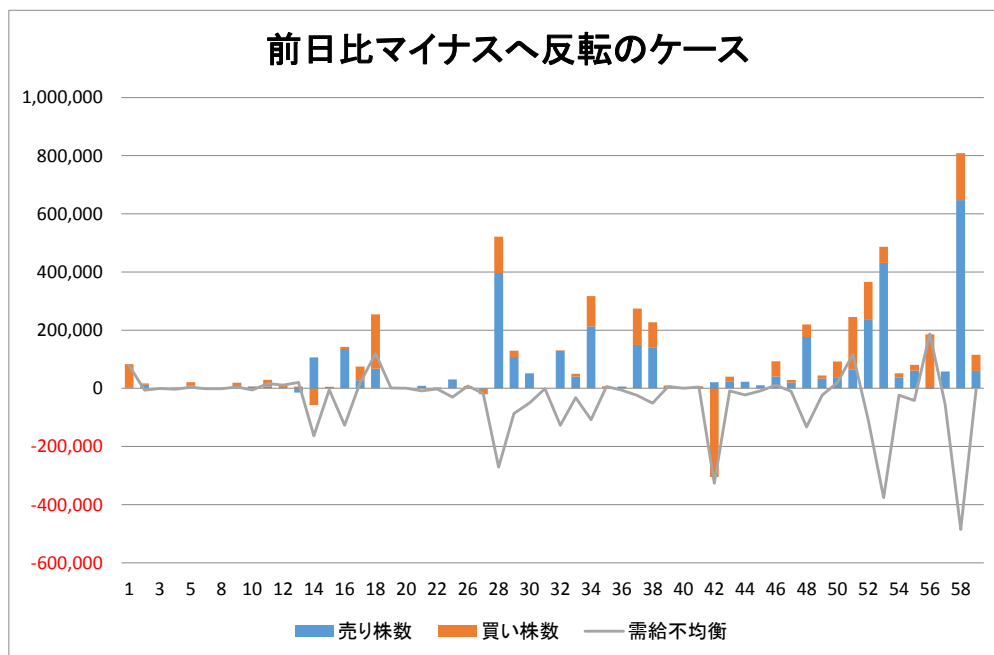
図8は買気配がマイナスに変化し、前日比の符号がマイナスに反転したケースを、注文株数の需給で示したものである。秒単位の需給不均衡を示す折れ線は、マイナス側を推移しており、これは、気配の下落と符号がマイナスに反転したことと整合的である。

図7 マイナスへ反転 件数ベース



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は気配を変化させた注文の累計件数。秒単位の平均値。対象期間は2013年4月1日から5月29日まで。売り件数はマイナスで表示している。

図8 前日比マイナスへ反転 株数需給状況



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は気配を変化させた注文の累計株数。秒単位の平均値。対象期間は2013年4月1日から5月29日まで。

#### 4. 3 指値のアグレッシブネス

気配変化を生じさせた要因としては、指値注文のアグレッシブネスの影響も考えられる。指値のアグレッシブネスは、その銘柄の各秒の開始時点の中値との距離として計測する。

$$\text{アグレッシブネス (距離)} = \log(\text{注文の指値} \div \text{最良気配の中値}) \quad (2)$$

注文が売り（買い）気配の場合、プラス（マイナス）の値が大きい（小さい）ほど、自分に有利な価格を指定した注文とみなせる。成行注文では、注文価格を0として計算する。

まず、表5の前日比プラスに反転した秒の指値注文アグレッシブネスをみる。発生件数が多い8時59分台の58秒と59秒を比較すると、新規、変更、取消新規（指値変更等）の買い注文の指値はほぼプラスである。約定の可能性を高める方向に注文が入っている。一方、59秒の買注文の取消は中値より平均-12.4%低い。始値で約定する可能性が非常に低い注文がキャンセルされている。

表5の売り注文は、新規、変更、取消新規（指値変更等）ともアグレッシブネスはマイナスで、より安い売り注文が流入している。59秒の取消は9.0%と中値よりも大幅に高い指値注文がキャンセルされている。59秒の取消は、買いも売りも約定の可能性が低い注文がキャンセルされており、これらは寄前気配に影響を与えていない。



次に、表6の前日比マイナスに反転した秒の指値注文アグレッシブネスをみてみよう。買い注文はどのタイプもプラスのアグレッシブネスで、約定を確実にする方向に指値が入っているのに対して、59秒の取消は-12.4%と大幅に中値から離れていた注文がキャンセルされている。表6の売り注文のアグレッシブネスの符号はプラス、マイナスが混在しているが、59秒の取消は中値より平均3.9%高い売り注文だったことを示している。

表5 前日比プラスに反転した秒の指値注文アグレッシブネス

|       | 買新規     | 買変更    | 買取消      | 買取消新規  | 売新規     | 売変更     | 売取消     | 売取消新規   |
|-------|---------|--------|----------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 8時59分 | 0.399%  | 0.915% | -2.365%  | 0.575% | -0.588% | -0.464% | 3.173%  | -0.582% |
| 55    | 0.187%  | 0.432% | 0.545%   | 0.303% | -0.044% | 0.546%  | 0.000%  | 0.220%  |
| 56    | 1.410%  | 0.834% | 0.316%   | 0.582% | -1.083% | -0.804% | -0.109% | -1.490% |
| 57    | -0.037% | 0.877% | 1.548%   | 0.439% | -0.075% | -0.398% | -0.919% | -0.401% |
| 58    | -0.104% | 0.575% | 0.392%   | 0.213% | -0.497% | -0.208% | 0.057%  | -0.386% |
| 59    | 0.685%  | 0.765% | -12.424% | 0.155% | -0.741% | -0.560% | 8.969%  | -0.710% |
| 8時59分 | 372     | 288    | 145      | 267    | 410     | 313     | 230     | 274     |
| 55    | 6       | 5      | 3        | 4      | 4       | 4       | 1       | 4       |
| 56    | 7       | 8      | 6        | 7      | 4       | 7       | 5       | 4       |
| 57    | 6       | 16     | 2        | 16     | 1       | 2       | 2       | 2       |
| 58    | 71      | 43     | 13       | 43     | 49      | 41      | 23      | 33      |
| 59    | 24      | 33     | 37       | 28     | 94      | 62      | 83      | 57      |

注：55-59は8時59分55秒から59秒。上段はアグレッシブネスの平均値、下段は対象サンプル数。

表6 前日比マイナスに反転した秒の指値注文アグレッシブネス

|       | 買新規    | 買変更     | 買取消      | 買取消新規  | 売新規     | 売変更     | 売取消     | 売取消新規   |
|-------|--------|---------|----------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 8時59分 | 0.672% | 0.482%  | -4.726%  | 0.685% | -0.182% | -0.389% | -0.190% | -0.126% |
| 55秒   | 0.455% | 0.143%  | 0.199%   | 0.515% | 0.242%  | 0.445%  | -0.267% | 0.857%  |
| 56秒   | 0.557% | -0.010% | 0.000%   | 0.352% | -0.575% | -3.225% | -3.440% | -2.046% |
| 57秒   | 0.734% | 0.653%  | 0.389%   | 0.933% | 0.122%  | 0.109%  | 0.061%  | 0.249%  |
| 58秒   | 0.488% | 0.550%  | -0.022%  | 0.668% | 0.296%  | -0.341% | -0.267% | -0.048% |
| 59秒   | 0.725% | 0.750%  | -16.170% | 1.450% | -0.040% | -0.418% | 3.923%  | -0.028% |
| 8時59分 | 387    | 168     | 187      | 155    | 409     | 387     | 301     | 346     |
| 55秒   | 9      | 4       | 4        | 4      | 24      | 10      | 10      | 8       |
| 56秒   | 4      | 3       | 2        | 3      | 3       | 2       | 5       | 2       |
| 57秒   | 19     | 17      | 15       | 17     | 60      | 135     | 59      | 123     |
| 58秒   | 47     | 22      | 16       | 20     | 42      | 40      | 13      | 38      |
| 59秒   | 32     | 18      | 51       | 12     | 63      | 49      | 57      | 43      |

注：55-59は8時59分55秒から59秒。上段はアグレッシブネスの平均値、下段は対象サンプル数。

#### 4. 4 個別銘柄の8時59分台の気配変化とその一例

8時59分台に前日比が反転するケースには、値動きが小さく、わずかの違いで上昇下落が変わるケースも少なくない。そこで、0.5%超の気配変化を伴って、前日比が反転した件数の多い銘柄をランキングしてみたところ(表7)、伊藤忠商事(8001)、いすゞ自動車(7202)が変化した回数が多く、前日比の反転につながるが多かったが、そのほかの銘柄では数回程度である。

表7 気配変化回数が多い銘柄

| 銘柄コード | 反転  |     | 気配変化<br>±0.5%超の件数 |
|-------|-----|-----|-------------------|
|       | 下落へ | 上昇へ |                   |
| 8001  | 24  | 0   | 51                |
| 7202  | 17  | 14  | 46                |
| 6273  | 0   | 0   | 26                |
| 2503  | 0   | 2   | 22                |
| 6594  | 1   | 1   | 21                |
| 7974  | 0   | 0   | 21                |
| 9983  | 2   | 3   | 18                |
| 8630  | 1   | 1   | 16                |
| 6861  | 3   | 3   | 15                |
| 6971  | 1   | 2   | 15                |
| 7269  | 3   | 4   | 14                |

注：対象銘柄97銘柄について、8時59分台に気配中値が変化した回数ランキング

つぎに、指値のアグレッシブネスと気配への影響について具体例をひとつ示そう。

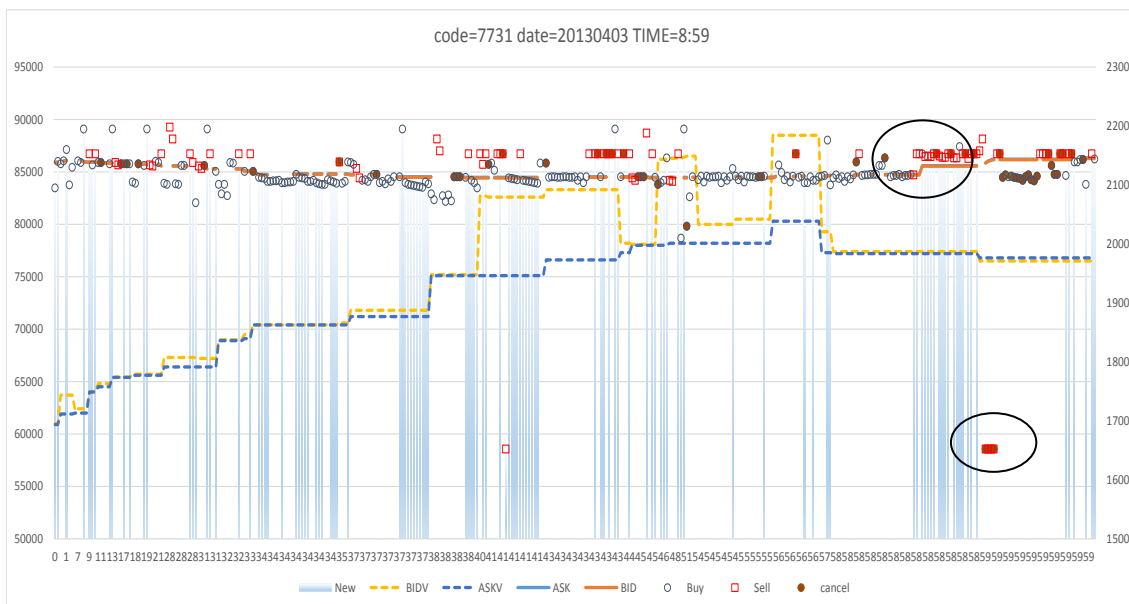
図9は8時59分台の最良気配の動きと個別注文の動きを示している(鈴木自動車、銘柄コード7731、2013年4月3日)。ビッドはアスクのほぼ1円下のため、アスクとビッドの実線は重なり合っている。○は買い注文、□は売り注文で、入った時刻で指値価格の位置に表示している。破線は最良気配株数の推移である。Newと表示されているバーは新規にはいった注文であることを示す。茶色の●はキャンセルされた注文である。

最良気配を前日比マイナスからプラスにシフトさせた動きは8時59分58秒にあった。買い気配が2117円から2132円一気に15円上昇した。これは指値2153円で8500株の大口買い注文が入ったためである。次に、8時59分59秒で、買い気配が11円(2,133円から2,144円)上昇した。11円の変化は4件の売り指値注文が取り消されたことがきっかけである。この4件の指値注文は指値が1,652円と最良気配よりも460円安いアグレッシブな注文だった。合計株数は12,000株と、その時点の売り気配株数77,700株の15%を占めていた。

その後、13件の買指値(指値は2,007円から2,017円で株数はすべて900株)が連続して取り消された。しかし、これらは最良買い気配よりも安い買指値の注文であり、最良気配への影響はない。最良買い気配が11円上昇し、執行確率が低下したため、取り消されたと推察される。

新規・取消注文の指値とその時点の最良気配の関係(アグレッシブネス)が気配形成に重要な影響を与えることが分かる一例である。

図9 気配変化と注文取消の一例



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸左は株数、縦軸右は株価。Newは新規注文、BIDVは買い最良気配株数、ASKVは売り最良気配株数、ASKは売り最良気配、BIDは買い最良気配、Buyは買い注文(指値)、Sellは売り注文(指値)

## 5 高速化との関係

### 5.1 個別注文の更新頻度

高速化環境の発注行動には、頻繁な注文更新という特徴がある。注文がだされてからプレオープン期間に、何回変更されているかを調べた。気配へのインパクトが強く、かつ、最後の1秒で取り消された注文の履歴から、発注者像を推察してみよう。注文ごとの発注者属性は明らかにされていないため、個々の注文が、プレオープン期間に何回変更されたか回数を計測した。変更のない注文は更新1回で「1」とする。1回変更したものは注文株数の変更かキャンセルで「2」と分類する。「3」は指値を変更したものである(取消と取消新規の2つのレコードが発生する)。「4」は確実に2回以上変更したものである。「5」は更新回数が10回を超えるものとした。

「キャンセル」された注文を更新履歴で分類する。8時59分台にキャンセルされた注文は、最後の1秒間に集中している。図10、図11は大半の注文が「2」に該当することを示している。これは途中の指値変更などなくキャンセルされたということである。ただし、プレオープニングは、時間優先の適用がないため、指値を変更する意図で、既存注文を取消して新規注文を出す場合と、単純に取り消したケースを区別できないことに解釈上、注意する必要がある。

HFTはキャンセルを積極的に使う傾向がある。指値を変更する場合、既存の注文を呼び出して、別な指値に変更する(株数を増加する)よりも、既存注文を取消して新たな注文を入れる

ほうが、短い時間で実行できる。取り消したほうが所要時間が短いため、取消件数が増える原因になっている<sup>8</sup>。

実際、表1では、59分台の60秒間に取り消された注文件数は110件、新規が170件あるが、173件には110件の取り消された注文が新規に入れなおされた場合を含むと考えるべきである。

今度は、注文1件当たりの金額を更新頻度別に比較する(図12)と、取消された買い注文では「2」「3」が5百万円程度、多頻度に更新された注文の「4」「5」は小口である。一方、売り注文は「3」の金額が際立って大きい。最後の10秒間に取り消された注文は大口注文が中心だったといえる。

注文更新件数、1件当たり注文金額の傾向からは、高頻度取引との関係は明らかではないが、開始まで1秒を切ってから注文を取消するには、高速な発注環境をもっている必要がある。

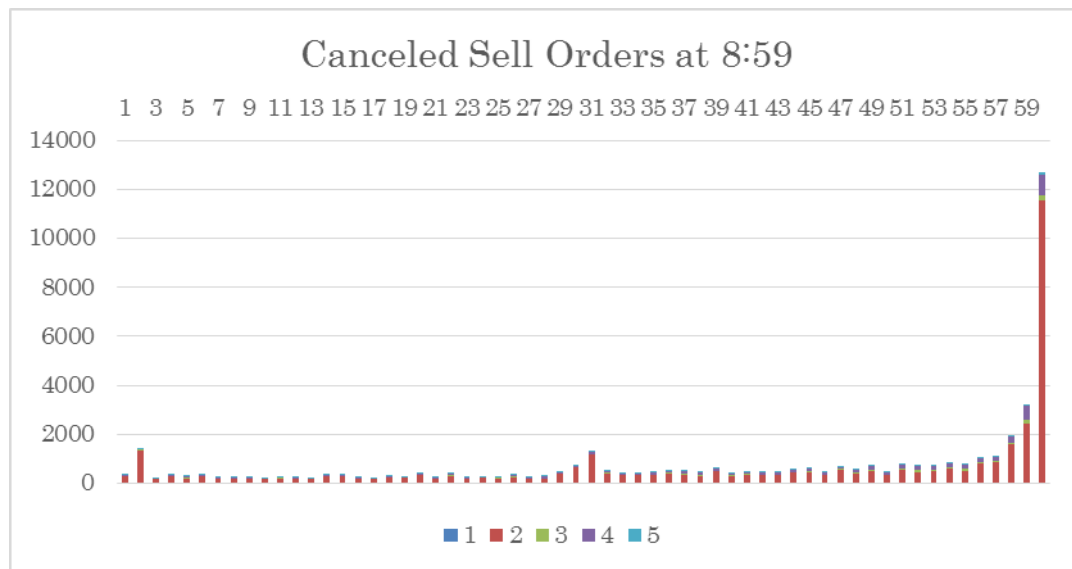
図10 取消された買い注文件数(注文更新回数別)



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は累計注文数をマイナスで表示。インパクト発生銘柄数は、気配を変化させた注文の件数。秒単位でカウントした2か月間(2013年4月1日から5月29日まで)の累計銘柄数。「1」は変更なし、「2」は1回変更、「3」は指値変更、「4」は2回以上変更、「5」は更新回数が10回を超えるもの。

<sup>8</sup> ザラバの発注をみると、しばしば成行注文のあとにその注文のキャンセルが出されていることがある。これは成行注文が即時執行されず他の注文の処理が完了するのを待って処理される場合、執行される前にキャンセルしようとするものである。注文が待ち行列で待機しているということは、執行の順番が回ってきたときには、発注時に想定された最良気配の条件が変化している可能性があるためである。HFTは、このように注文の管理を徹底して行う傾向がある。

図 11 取消された売り注文件数（注文更新回数別）



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は累計注文数をマイナスで表示。インパクト発生銘柄数は、気配を変化させた注文の件数。秒単位でカウントした2か月間（2013年4月1日から5月29日まで）の累計銘柄数。「1」は変更なし、「2」は1回変更、「3」は指値変更、「4」は2回以上変更、「5」は更新回数が10回を超えるもの。

図 12 取消された買い注文の平均金額（注文更新回数別）



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は注文1件当たり平均金額を更新回数別に積み上げて表示している、単位百万円。「1」は変更なし、「2」は1回変更、「3」は指値変更、「4」は2回以上変更、「5」は更新回数が10回を超えるもの。

図 13 取消された売り注文の平均金額（注文更新回数別）



注：横軸は8時59分台の秒。縦軸は注文1件当たり平均金額を更新回数別に積み上げて表示している、単位百万円。「1」は変更なし、「2」は1回変更、「3」は指値変更、「4」は2回以上変更、「5」は更新回数が10回を超えるもの。

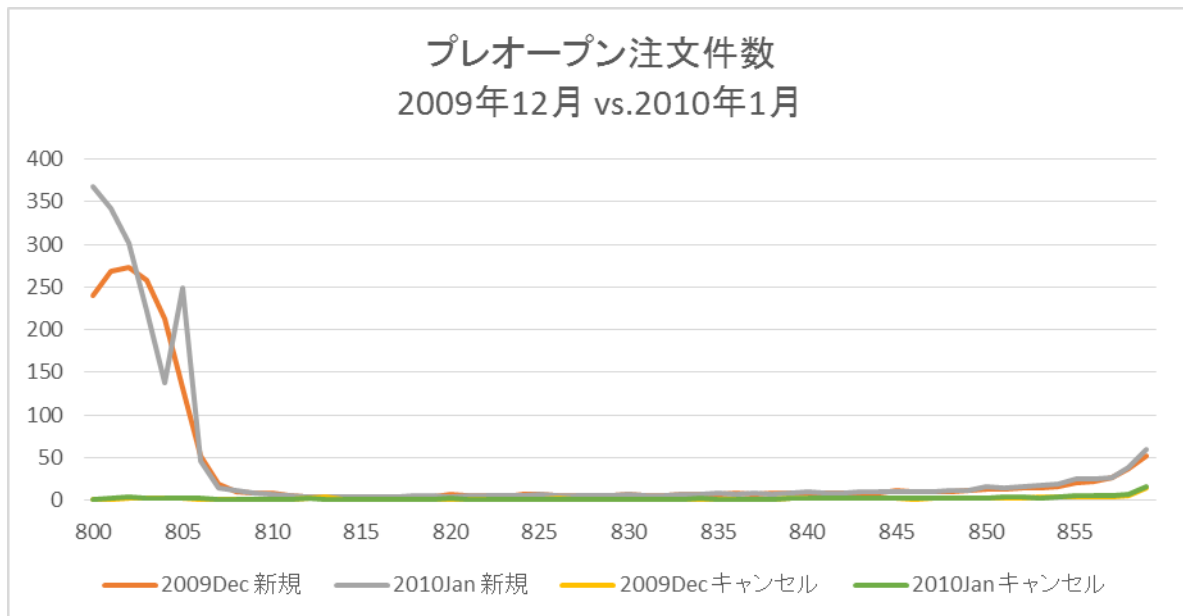
## 5. 2 アローヘッド導入による変化（8時台の分析）

2013年4月、5月データに見られる発注行動は、高速化後の変化といえるだろうか。取消等にかかる所要時間と取消が遅れたときのリスクを考えると、こうした注文者の多くは高速取引の環境を備えていると考えられることを指摘した。本節では、アローヘッド稼働前後を比較しこの点を確認したい。

2009年12月と2010年1月について、プレオープン（8時から8時59分）の注文状況（件数、株数）についてみたのが図14である。データの制約<sup>9</sup>から1分毎の動きを示している。観察されたパターンは以下のとおりである。2010年1月と2009年12月の注文件数1分毎のパターンは概ね変化していない。同様に注文キャンセルも変化していない。1分ベースでは件数は新規が取消を上回っている。同期間の累計株数ベースでの比較（図15）も変化は認められない。

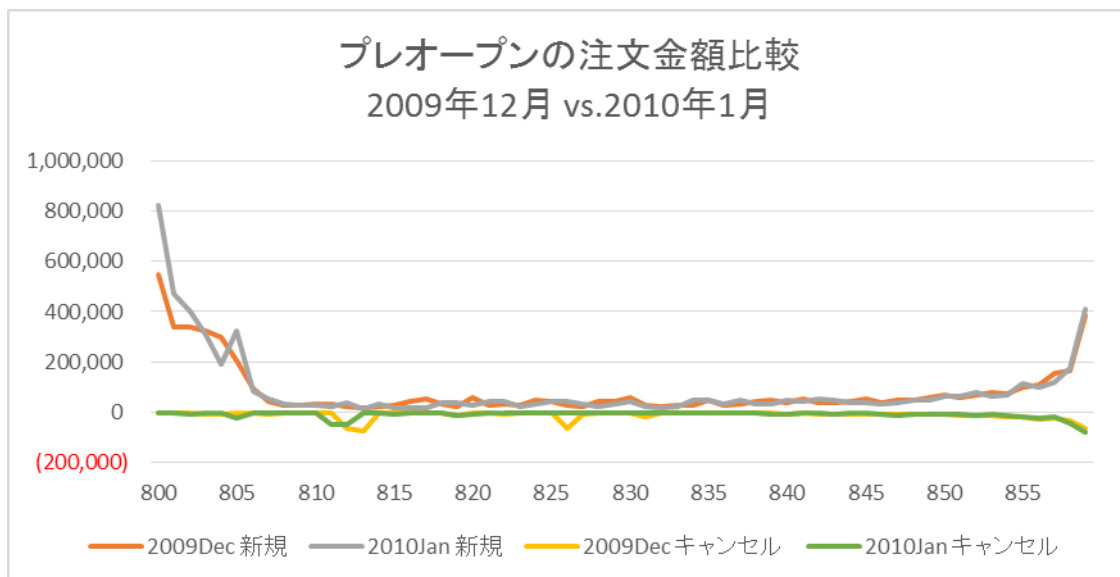
<sup>9</sup> 2009年12月までのデータは分単位で記録されており、秒単位の打刻がない。

図14 プレオープニングの注文件数比較 (2009年12月と2010年1月)



注：横軸は8時台の時分。縦軸は累計件数。

図15 プレオープニングの注文株数比較 (2009年12月と2010年1月)、

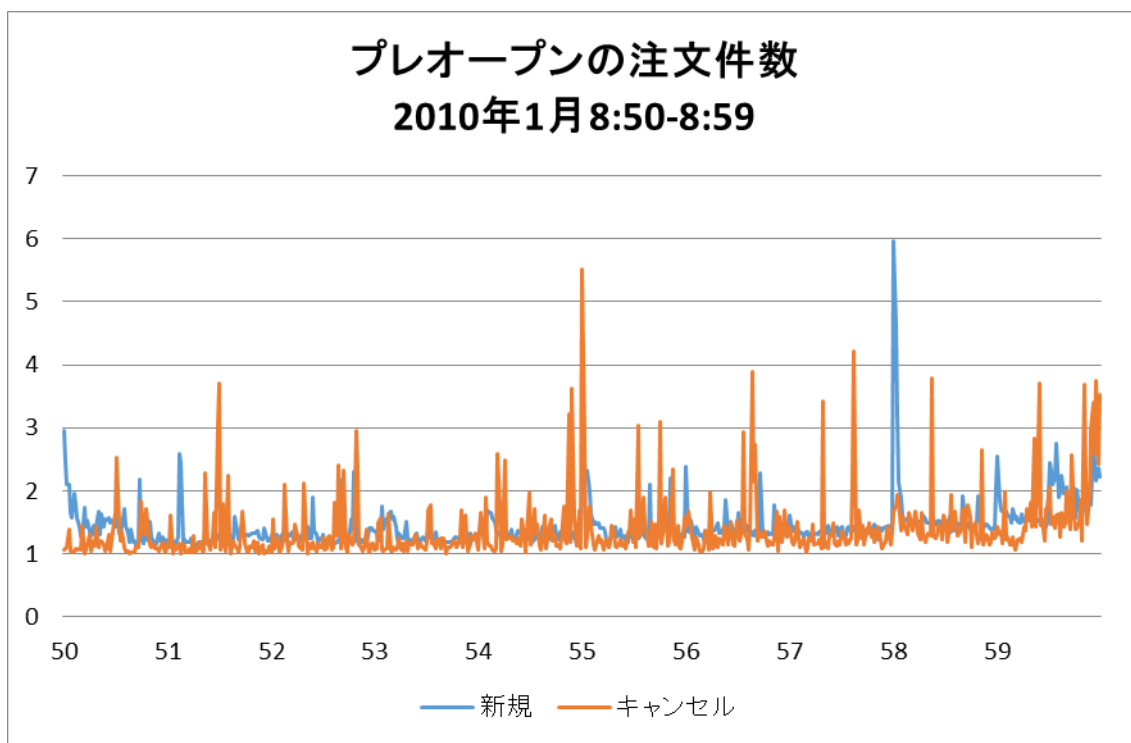


注：横軸は8時台の時分。縦軸は累計株数。

2010年1月については、秒単位の打刻があるため、より細かく分析することができるので、8時50分以降の動きを秒単位でみたのが図16と図17である。高速取引環境を前提にすれば、分単位のデータでは重要な変化を見落としている可能性がある。秒単位で、新規注文(件数、株数)、キャンセル(同)を示した。

件数と株数を対照してみると、件数では新規注文が9時数秒前に変化する程度はとりわけ大きいとは言えないが、株数ベースの集計は、最後の2秒から3秒で顕著に増えている。大口注文がぎりぎりに市場にいれられている傾向は高速化直後あったことになる。ただし、高速化前にもその傾向があった可能性があり、そのタイミングを比較することはできない。一方、キャンセルは件数で見ると高い水準が継続しているが、株数ベースでは微増する程度である。

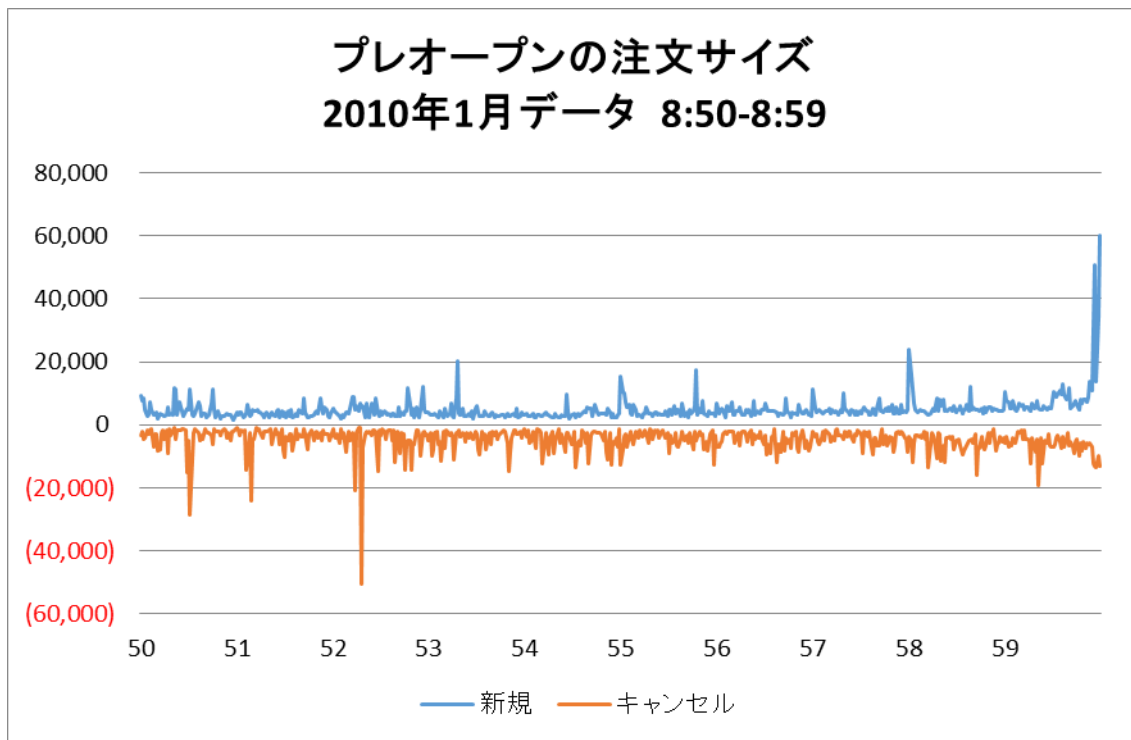
図 16 プレオープニングの注文件数比較 (2010年1月、8時50分以降)



注：横軸は8時50分台の秒単位で描画。縦軸は累計株数。



図17 プレオープニングの注文株数比較 (2010年1月、8時53分以降)



注：横軸は8時50分台の秒単位で描画。縦軸は累計株数。

## 6 The Unbiasedness Regression による $\beta$ 係数の推定値

本章では、Biais et al. (1999)に依拠して、寄前気配の価格効率性を検証する。

寄前気配はすべてノイズであるという立場にたつノイズ仮説では、情報トレーダーは取引開始前に取引意図が市場に伝わるのを避けようとする。一方、プレオープニングに注文を出す参加者のなかには、他の参加者を誘導する意図をもって注文をだすものが含まれるため、始値決定における価格発見に対する貢献がない。プレオープニングの注文はオープニング直前まで、自由に変更やキャンセルができるからである。

$$H_0: P_t = E(v|I_0) + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \perp v \quad (3)$$

$I_0$ はプレオープニング前の情報で、プレオープニング中に情報は更新されず、プレオープニングの気配 $P_t$ にオープニング情報は反映しない。

これに対して対立仮説となる学習仮説では、プレオープニングの注文は、ザラバに出される注文と同様とみなすことが可能で、時間の推移とともに、オープニング価格の価格発見に貢献する。当日のファンダメンタルを反映した価格の条件付期待値である、という見方に立っている。

$$H_1: P_t = E(v|I_t) \quad (4)$$

プレオープニング中も情報は時々刻々更新され、 $I_t$ と表記される。

2つの仮説を検証するため、式(3)の線形回帰モデル(Unbiasedness Regression)を推計し、 $\beta$ 推計値が1に近づくかどうかで、仮説1と2の採否を判断する。 $\beta$ が1と異なる場合、仮説1が支持され、 $\beta$ が1と異なる場合、仮説2が支持される。推計は銘柄単位、日ごとに1秒単位(先行研究では5分単位)で行う。

$$v - E(v|I_0) = \alpha_t + \beta_t [P_t - E(v|I_0)] + Z_t \quad (5)$$

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta = 1$$

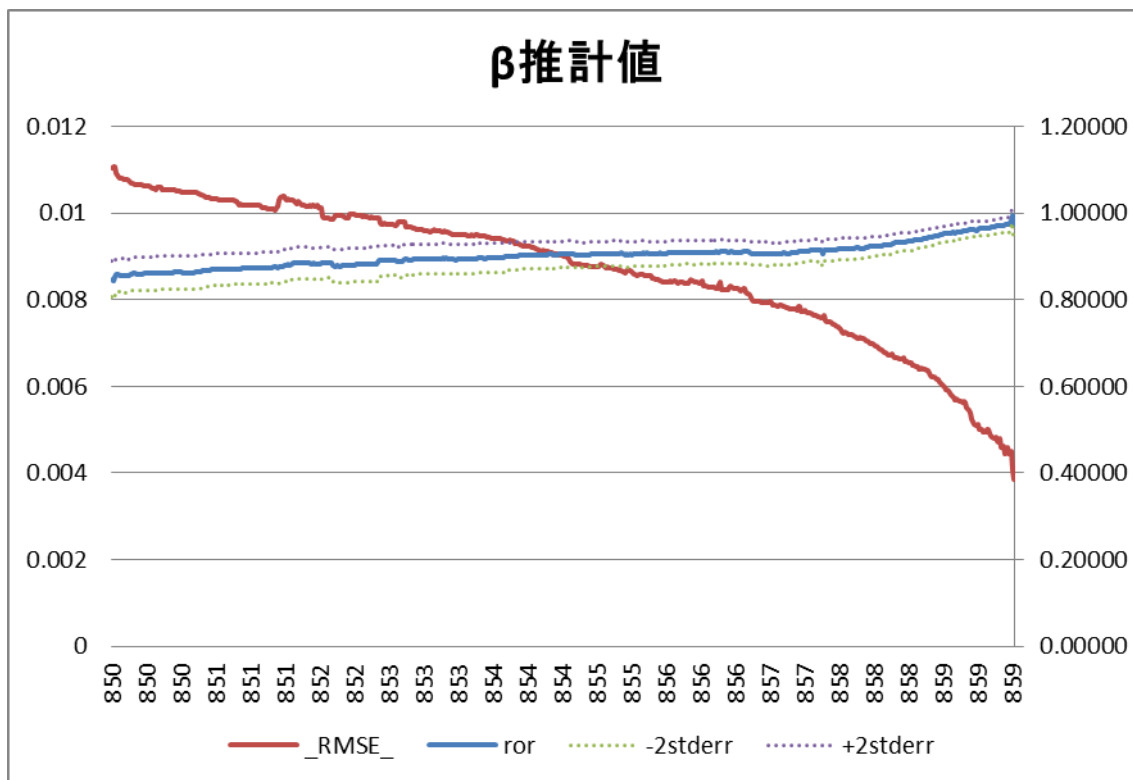
$V$ は当日始値、 $P$ は寄前気配中値、 $E(v|I)$ は前日終値とする。

### 6.1 $\beta$ 係数の試算結果

まず、2013年4月と5月のデータを使って、銘柄ごとに、式(3)を推定し、8時50分以後を秒単位で $\beta$ を表示した(図18)。青のラインが $\beta$ の不偏推定量、赤のラインが推定誤差(RMSE)である。8時の注文受け付け開始後、8時6分ころに0.7を超え気配の価格効率性は上昇するが、

その後はほぼ横ばいに推移し、8時38分に0.8を超え、緩やかな上昇傾向を示す。図19には、8時50分以降の動きで、8時58分以降で $\beta$ は0.92から徐々に上昇し、8時59分10秒で0.95に達し、8時59分58秒（場開始2秒前）に0.98、8時59分59秒（同1秒前）に0.99に達する。8時59分59秒（同1秒前）で初めて $\beta = 1$ が採択される。

図18 式(5)による秒単位の $\beta$ 推計値（8時50分台）



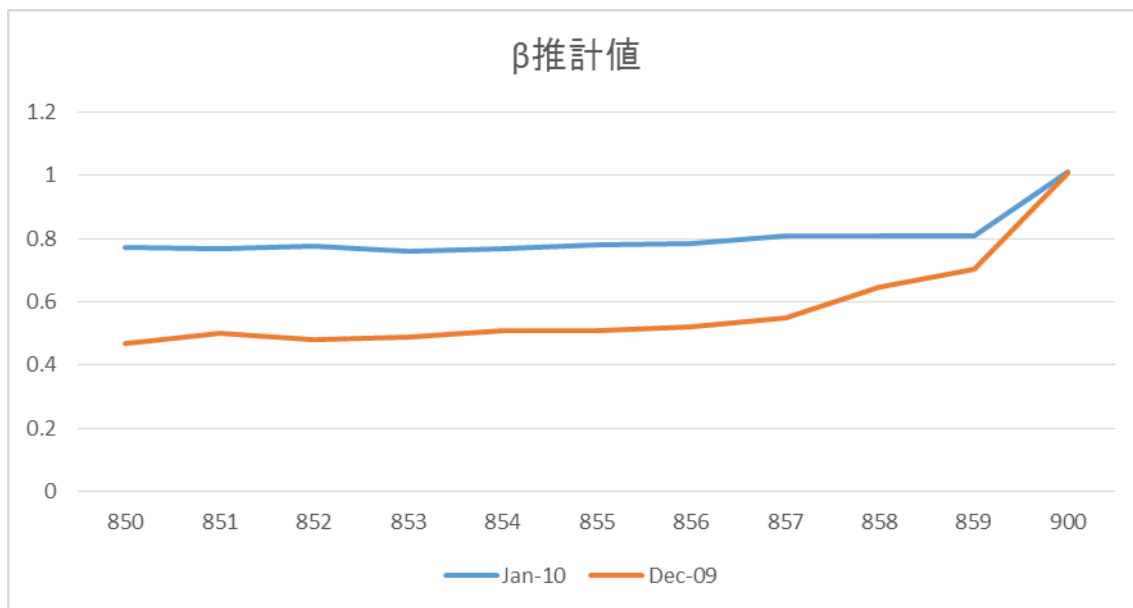
注：推定期間は2013年4月と5月の38日間。Stderrは各秒の $\beta$ 推計値のクロスセクション標準誤差。

## 6.2 アローヘッド稼働前後での $\beta$ 係数の試算

このようなパターンは高速化直後に変化したのか、2009年12月と2010年1月を比較してみよう（図21）。まず、2010年以降は8時50分台の効率性が0.8前後と、2009年12月は0.5からじりじりと上昇する。8時59分以降、急速に1に近づくパターンは共通している。

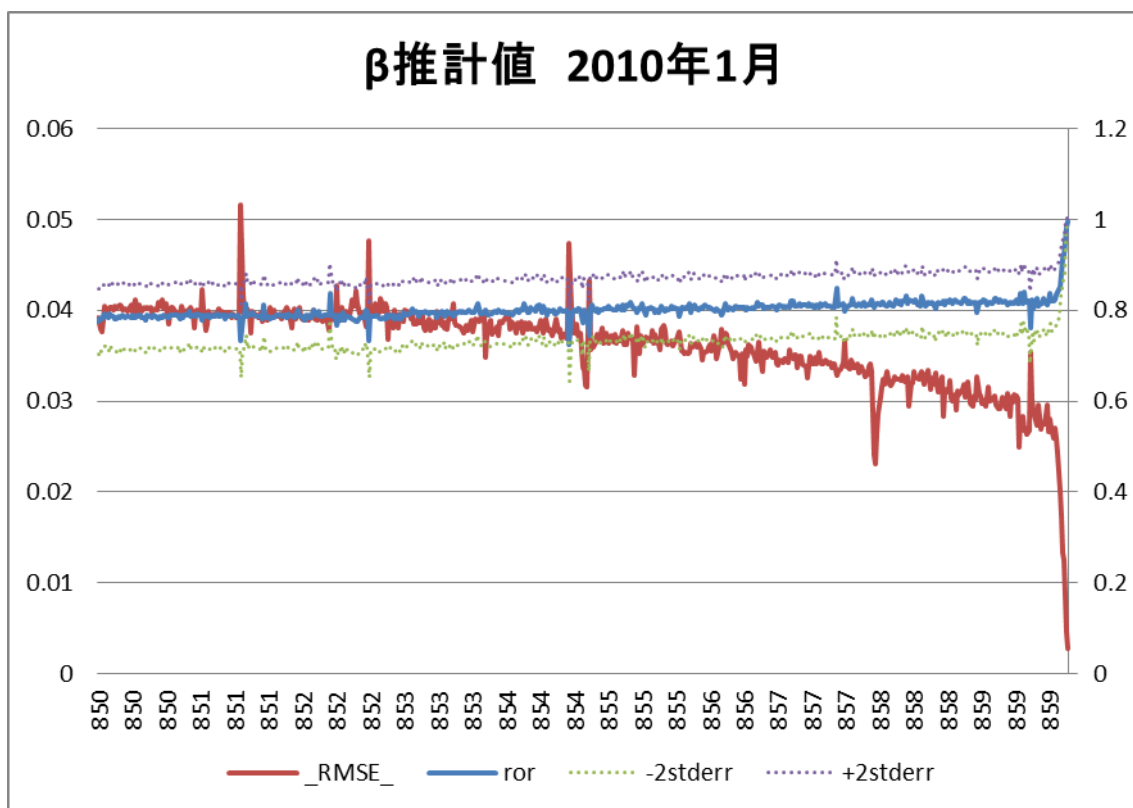
秒単位の計測が可能な2010年1月については図22で秒単位の結果を示した。これによれば、1への急上昇は、開始数秒前に一気に起きていることが判明した。図20と比べると、2013年4-5月のほうが、 $\beta$ 係数が0.8から1に向かう動きは前倒しになっている点が興味深い。同様に初めて $\beta = 1$ が採択される時点を検証したところ、8時59分58秒（開始の2秒前）であった。2013年4月から5月は、2010年1月よりも1秒遅くなっている。

図19 分単位で計測した $\beta$  (2009年12月と2010年1月)



注：推定期間は2009年12月と2010年1月。Stderrは各分の $\beta$ 推計値のクロスセクション標準誤差。

図20 秒単位で計測した $\beta$  (2010年1月)



注：推定期間は2010年1月。Stderrは各秒の $\beta$ 推計値のクロスセクション標準誤差。

## 7 注文取消（変更）のプロビットモデル

8時59分台の注文執行の特徴は、取消・指値変更の急激な増加である。それぞれ発注者が最後の1分を選ぶ理由は異なっている可能性がある。そこで、取消と指値変更の決定要因をプロビットモデルで推計し、その要因を考察したい。推計対象サンプル（期間）は、8時59分台に発注または修正された注文のみで、集中度の違いに考慮して8時59分台を①58-59秒、②50-57秒、③0-49秒の3期間に分ける。

プロビットモデルの被説明変数は取消変数で、取り消された注文は1、それ以外の注文は0をとる。取消要因の候補となる説明変数は、指値のアグレッシブネス（指値/中値）、注文更新回数（注文が出されたあとの修正回数をカウントし、1で割った値）、経過時間（発注後の経過時間）、注文金額、注文時刻（直前の秒）のデプス、成行注文フラグ（成行なら1、指値は0）。

表8（A）の結果は、売り注文の取消である。指値のアグレッシブネスはマイナスで有意な係数が推計された。売り指値が中値よりも低いほど、取り消されやすいことが確認された。このような売り指値注文のキャンセルは、寄前気配を変化させる可能性があり、この影響は最後の2秒間が他の期間よりも大きい。

指値更新回数の逆数がプラスで有意な関係をもつということは、それまで指値が更新されていない注文の方が取り消されやすい。経過時間が長いほど取り消されやすい。注文サイズは小さい方が取り消されやすく、デプスが薄いほど取り消されやすいという傾向は時間が迫るほど説明力が高くなる。成行注文は指値よりは若干取り消されにくい。

結果を総合してみると、最後2秒間の取消は、長い時間放置されていた、中値よりも低い売り指値をもつ売り注文はキャンセルされる可能性が高い。

表8（A）取り消された売り注文のプロビットモデル

| 売り注文取消<br>Variable | 58秒-59秒<br>Coefficient | z-Statistic | 50秒-57秒<br>Coefficient | z-Statistic | 1秒-49秒<br>Coefficient | z-Statistic |
|--------------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 指値/中値              | -16.6920               | -30.77      | -9.8334                | -21.69      | -8.9211               | -42.93      |
| 1/指値更新回数           | 2.3934                 | 55.90       | 1.0944                 | 30.03       | 0.6940                | 33.71       |
| 経過時間               | 0.0005                 | 70.58       | 0.0003                 | 35.22       | 0.0002                | 52.41       |
| 注文金額               | -4.39E-08              | -43.59      | -4.80E-08              | -45.30      | -4.33E-08             | -71.19      |
| 平均デプス株数/1000       | -8.90E-06              | -12.88      | -3.28E-06              | -4.55       | -9.12E-08             | -0.25       |
| 成行フラグ              | -0.0816                | -2.59       | -0.4388                | -14.84      | 0.0357                | 2.41        |
| 切片                 | -1.9664                | -95.79      | -1.6821                | -91.48      | -1.7711               | -148.23     |
| McFadden R-squared | 0.443033               |             | 0.148267               |             | 0.124292              |             |
| Obs with Dep=0     | 25553                  |             | 39460                  |             | 138241                |             |
| Obs with Dep=1     | 11389                  |             | 5390                   |             | 12855                 |             |

注：分析期間は2013年4月と5月の38日間。

表8 (B) の結果は、買い注文の取消である。指値のアグレッシブネスはプラスで有意な係数が推計された。買い指値が中値よりも高ければ高いほど、取り消されやすいことが確認された。この影響は最後の2秒間が他の期間よりも大きい。

指値更新回数の逆数、経過時間と取消される可能性の関係は、売り指値注文と同じである。注文サイズ、デプス、成行注文と取消の可能性の関係も売り指値のときと同じである。

表8 (B) 取り消された買い注文のプロビットモデル

| 買い注文取消<br>Variable | 58秒-59秒<br>Coefficient | z-Statistic | 50秒-57秒<br>Coefficient | z-Statistic | 1秒-49秒<br>Coefficient | z-Statistic |
|--------------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 指値/中値              | 18.7205                | 25.37       | 7.6899                 | 14.17       | 7.5547                | 36.25       |
| 1/指値更新回数           | 2.9856                 | 70.11       | 1.4000                 | 40.20       | 0.7701                | 39.62       |
| 経過時間               | 0.0004                 | 67.46       | 0.0003                 | 36.60       | 0.0003                | 59.03       |
| 注文金額               | -1.01E-07              | -59.69      | -6.80E-08              | -52.88      | -4.36E-08             | -75.62      |
| 平均デプス株数/1000       | -8.65E-06              | -11.68      | 1.96E-06               | 3.60        | -7.54E-07             | -2.18       |
| 成行フラグ              | -0.1501                | -4.87       | -0.3113                | -11.55      | 0.1298                | 9.65        |
| 切片                 | -2.1712                | -107.07     | -1.8076                | -107.91     | -1.7631               | -163.54     |
| McFadden R-squared | 0.477662               |             | 0.161984               |             | 0.124216              |             |
| Obs with Dep=0     | 29020                  |             | 46893                  |             | 147583                |             |
| Obs with Dep=1     | 12398                  |             | 6448                   |             | 15211                 |             |

注：分析期間は2013年4-5月。

次に、被説明変数を指値変更ダミー変数とする。このダミー変数は、取消新規（指値変更等）注文は1をとり、それ以外は0をとる。説明要因は表8とほぼ同じであるが、注文株数の最良気配株数に対する比率をデプス変数の代わりに入れた。

表9 (A) は売り指値の変更で、売り指値が高すぎた銘柄で生じやすい。取消とは逆の関係が観察された。更新回数の逆数との関係はマイナスで有意な係数で、更新履歴が多い注文ほど変更される可能性が高い。気配中値と指値の関係から頻繁に指値を更新していると思われる。経過時間は短く、注文サイズが小さい。ただし、最良気配デプスに対する注文サイズが大きいほど変更されやすい。

総合的にみれば、変更は、約定を確実にする目的で行われており、短時間で変更を繰り返す傾向がある。最良気配に占める割合が高いことも、執行を確実にするために、指値条件を頻繁に見直す必要と関係していると思われる。推計結果は最後の2秒間が最も強いが、他の2期間との差は表8の取消に比べると小さい。より長い期間に傾向的にみられる行動と言える可能性がある。

表9 (A) 指値変更された売り指値のプロビットモデル

| 売り注文変更<br>Variable | 58秒-59秒<br>Coefficient | z-Statistic | 50秒-57秒<br>Coefficient | z-Statistic | 1秒-49秒<br>Coefficient | z-Statistic |
|--------------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 指値/中値              | 5.1284                 | 6.22        | 4.0387                 | 7.07        | 1.8780                | 7.46        |
| 1/指値更新回数           | -5.9064                | -67.52      | -5.4085                | -76.34      | -4.7254               | -122.56     |
| 経過時間               | -0.0002                | -17.50      | 0.0001                 | 14.38       | 0.0002                | 58.27       |
| 注文金額               | -9.79E-10              | -1.95       | 3.57E-09               | 5.72        | 2.34E-09              | 8.71        |
| 注文株数/平均デプス<br>切片   | 34.1867                | 36.13       | 33.7045                | 33.59       | 16.6222               | 36.47       |
|                    | 0.6539                 | 30.57       | 0.4427                 | 24.17       | 0.1820                | 16.70       |
| McFadden R-squared | 0.350683               |             | 0.307487               |             | 0.29702               |             |
| Obs with Dep=0     | 28074                  |             | 30979                  |             | 108865                |             |
| Obs with Dep=1     | 6009                   |             | 7675                   |             | 22392                 |             |

注：分析期間は2013年4-5月。

表9 (B) 指値変更された買い指値のプロビットモデル

| 買い注文変更<br>Variable | 58秒-59秒<br>Coefficient | z-Statistic | 50秒-57秒<br>Coefficient | z-Statistic | 1秒-49秒<br>Coefficient | z-Statistic |
|--------------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 指値/中値              | -4.1644                | -5.09       | 2.4533                 | 4.79        | 0.0811                | 0.35        |
| 1/指値更新回数           | -6.3209                | -70.49      | -5.3637                | -84.75      | -4.9332               | -132.88     |
| 経過時間               | -0.0003                | -27.32      | 0.0001                 | 14.58       | 0.0002                | 50.91       |
| 注文金額               | 2.12E-09               | 2.56        | 6.13E-09               | 9.67        | 4.54E-09              | 16.24       |
| 注文株数/平均デプス<br>切片   | 43.4493                | 38.61       | 31.2665                | 35.33       | 18.7621               | 41.38       |
|                    | 0.7147                 | 35.24       | 0.4636                 | 29.17       | 0.2416                | 23.86       |
| McFadden R-squared | 0.357501               |             | 0.279487               |             | 0.29358               |             |
| Obs with Dep=0     | 31052                  |             | 36915                  |             | 117535                |             |
| Obs with Dep=1     | 6971                   |             | 9831                   |             | 24260                 |             |

注：分析期間は2013年4-5月。

表9 (B) は買い指値の変更で、買指値が低すぎた銘柄で生じやすい。買いでも取消とは逆の関係が観察された。更新回数の逆数、経過時間との結果は、売り指値の場合と同様で、約定を確実にする目的で行われており、短時間で変更を繰り返す傾向がある。その注文株数が、最良気配株数に占める割合が高い点も共通している。推計結果は最後の2秒間が最も強く、買い指値と中値の関係は、50-57秒ではプラスの係数で、高すぎる指値を変更していると思われる。

## 8 結果のまとめ

株式取引の高速環境は、プレオープンニングの投資家行動にもインパクトを与えている。

9時のオープンニング価格決定では、その2秒前、1秒前に発注行動が集中する傾向が見られる。これは高速化前に比べてより直前にシフトしており、高速発注機能を完備している市場参加者の行動と考えられる。

2秒前は新規注文の増大が特徴的で、その前の時点よりも大口の注文が流入する。大口注文を早期に出すと価格が不利な方向に反応する可能性があることから、ぎりぎりまで引き付けて

注文を出しているものと推察される。

1秒前には取消が集中している。これも確実に取り消しできる発注環境をもっている参加者の行動であろう。こうしたぎりぎりの時点で流入する注文や取り消される注文が寄前気配に与えるインパクトは平均的には小さいが、なかには前日比高安が反転するケースも存在する。

こうした反転が、意図的になされたかどうかは、本研究で使用したデータから判定することはできない。取り消した者が、反対サイドの注文も出していたかどうかについては確認できないからである。

取り消された注文は、寄前気配の中値よりも内側の指値をもつアグレッシブな注文で、取り消さなければ約定していた注文が多い。一方、指値変更銘柄は、最良気配に劣後した指値の注文が多く、約定の可能性を向上するために変更されたと推察される。

このような特徴的变化により、寄前気配の始値参照値としての精度が向上するタイミングはオープニング時刻の1-2秒前にシフトしている。寄付き直前まで寄り前気配が始値から乖離した状態が続く可能性がある。寄前気配を参考にして、当日の株価動向を判断する際には、十分注意を払う必要がある。

寄りの発注ルールやモニタリングなど制度的な手当により寄り前気配の期待された役割が発揮されるよう、類似の制度をもつ市場との比較などよりよい制度設計について点検していく必要がありそうだ。

## 参考文献

- 宇野淳・大村敬一 (2001) 「プレオープニングの気配情報と価格効率性」 NQI-TT 研究会資料
- 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
- 東京証券取引所 (2009) 「東証株式サポーター」 株式取引編 4 版、80 ページ
- Amihud/Mendelson, (1991) "Volatility, Efficiency and Trading: Evidence from the Japanese Stock Market," *Journal of Finance*, 46, 1765-1790.
- Biais B., P. Hillion and C. Spatt, (1999) "Price Discovery and Learning during the Preopening Period in the Paris Bourse" *Journal of Political Economy*, 107(6), 1218-1248
- Ciccotello C.S. and F.M. Hatheway, (2000) "Indicating Ahead: Best Execution and the NASDAQ Preopening" *Journal of Financial Intermediation* 9, 184-212
- Madhavan, A., (2000) "Price Discovery in Auction Markets: A look inside the Black Box" *Review of Financial Studies*, 13(3), 627-658





金融庁金融研究センター

〒100-8967 東京都千代田区霞ヶ関 3-2-1  
中央合同庁舎 7号館 金融庁 15階

TEL: 03-3506-6000(内線 3293)

FAX: 03-3506-6716

URL: <http://www.fsa.go.jp/frtc/index.html>