



-人工知能学会:経営課題にAIを! ビジネス・インフォマティクス研究会 -
東京証券取引所におけるHigh Frequency Tradingの分析

平成27年11月13日 株式会社東京証券取引所 保坂 豪



1. 研究の背景・動機

2. 先行研究

3. 使用するデータ及びHFT注文の推計

4. 実証分析

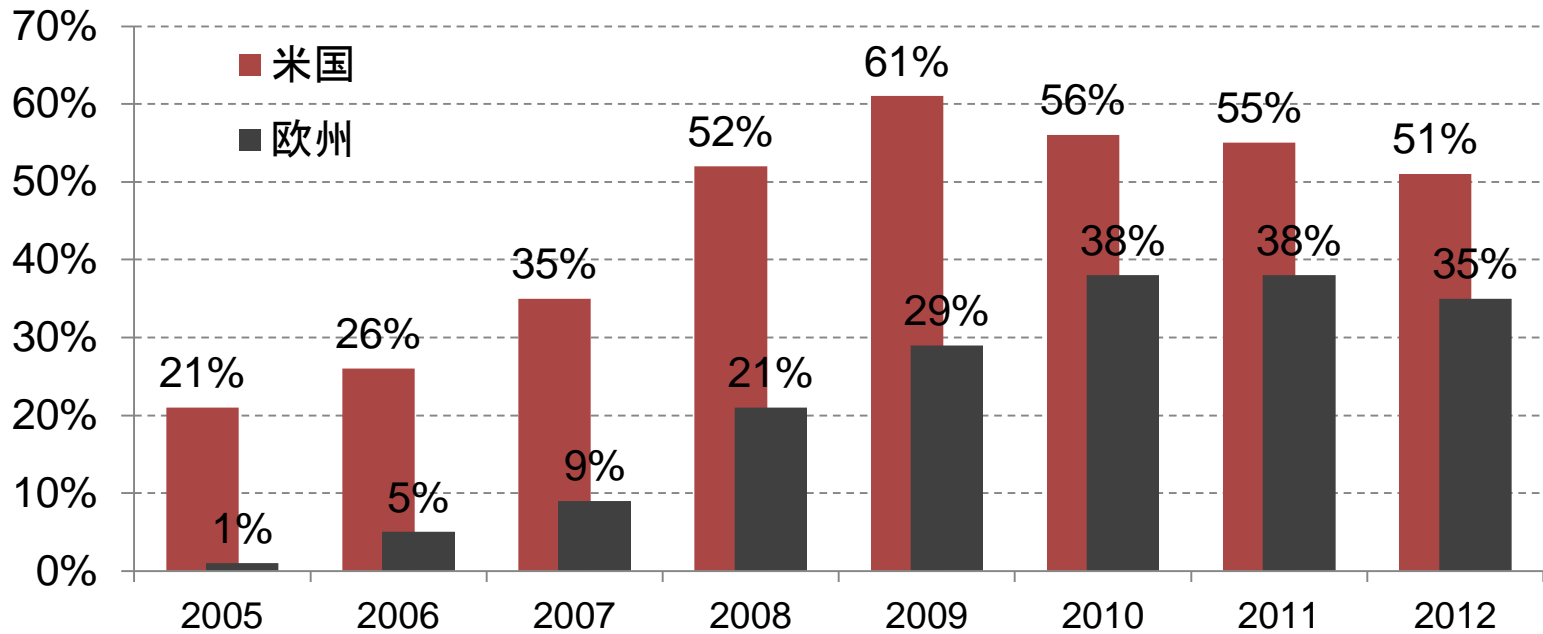
5. 結論

1.1 証券市場における環境変化

予め定められたアルゴリズムに従い
高速かつ高頻度で自動売買を
繰り返す取引手法

= HFT
High Frequency
Trading

欧米におけるHFTの取引シェア推計



(出所)WFE [2013]

1.2 研究の目的

HFTに対する 考え方

- HFTの実態が解明されていないことから、相場急変時に「株価の下落はHFTによって引き起こされた」などとする、“HFT悪玉論”もある。

先行研究

- 欧米市場を対象としたHFTに関する研究は多い
- 日本市場を対象とした先行研究はほとんどない

研究の目的

- HFTによる取引が、日本の株式市場の価格形成及び流動性に与える影響について、実証分析により明らかにする。



1. 研究の背景・動機

2. 先行研究

3. 使用するデータ及びHFT注文の推計

4. 実証分析

5. 結論

2.1 HFTの定義や特徴に関する先行研究

HFTの特徴として、大量の発注と注文のキャンセルの多さが指摘

Ferber, M. [2012]のHFTの定義

HFTは、以下の6つの条件のうち少なくとも4つの条件を満たすものと定義。

- コロケーションを利用している
- 日々取引代金が、ポートフォリオの50%以上
- **注文執行比率が25%未満**
- **注文取消比率が20%以上**
- 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
- 50%以上の取引または注文についてリベートを受領している

Gomber et.al. [2011]のHFTの特徴

HFTには、以下の特徴がある。

- プロのトレーダーが利用する
- マーケットデータをリアルタイムで監視
- 注文の自動執行・管理
- 人的介入はない
- マーケットへの直接発注
- 証券自己勘定取引
- **大量の注文件数**
- **短時間での注文キャンセル**
- 売買の仲介を通じて利益を上げる
- ポジションを翌日に持ち越さない
- 薄利な取引を繰り返す
- 高速な注文処理を要求
- コロケーションサービスを利用
- 高流動性銘柄に集中

2.2 HFTの投資手法に関する先行研究

ASIC [2010] は、HFTの取引手法を以下の3つの手法に分類

1

機械的流動性供給戦略 (Electronic Liquidity Provision)

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

2

統計的裁定取引 ((Statistical) Arbitrage)

市場価格がファンダメンタル価格からかい離れた状況において、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投資手法

3

流動性探索戦略 (Liquidity Detection)

ICEBERG注文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

2.3 HFTが株式市場に与える影響に関する実証分析(欧米市場)

HFTは流動性を供給する発注行動を行っていることを指摘

Brogaard, Hendershott, and Riordan[2013]

- 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

Hasbrouck [2012]

- 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を低下させることを示唆

Hendershott and Riordan [2011]

- 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

2.4 日本市場での実証分析

arrowhead前後の流動性変化の分析事例が多い

宇野・柴田[2012]

- arrowhead稼働後、取引パターンの小口・高頻度化が進み、これにより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。

新井 [2012]

- 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。



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。



1. 研究の背景・動機

2. 先行研究

3. 使用するデータ及びHFT注文の推計

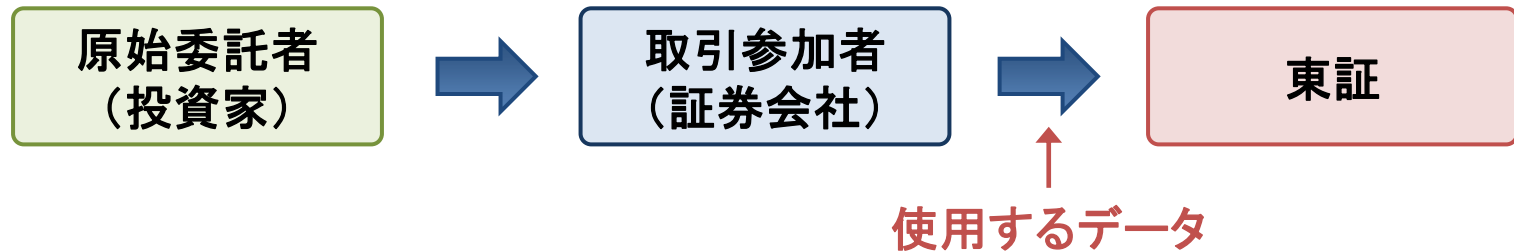
4. 実証分析

5. 結論

3.1 使用するデータ・期間

東証の注文履歴データを用いて、3つの相場局面を分析

使用するデータ



分析対象期間

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)

2013年5月23日～24日 (相場の下落局面)

3.2 対象銘柄

東証一部の373銘柄を分析対象銘柄とする

- 東証一部上場の内国普通株式。
- 以下の条件に該当した銘柄は分析対象から除外し、373銘柄を対象とする。
 - －対象期間内に、新規上場・上場廃止・所属部変更した銘柄
 - －対象期間内に、HFTによる売買代金が5,000万円以下の日があった銘柄
 - －QUICK社の優先市場が東証以外である銘柄（いわゆる大証銘柄等）

対象銘柄のカバレッジ

	2012年9月	2013年1月	2013年5月
売買代金	88.7%	82.1%	79.4%
時価総額	80.6%	81.1%	81.3%

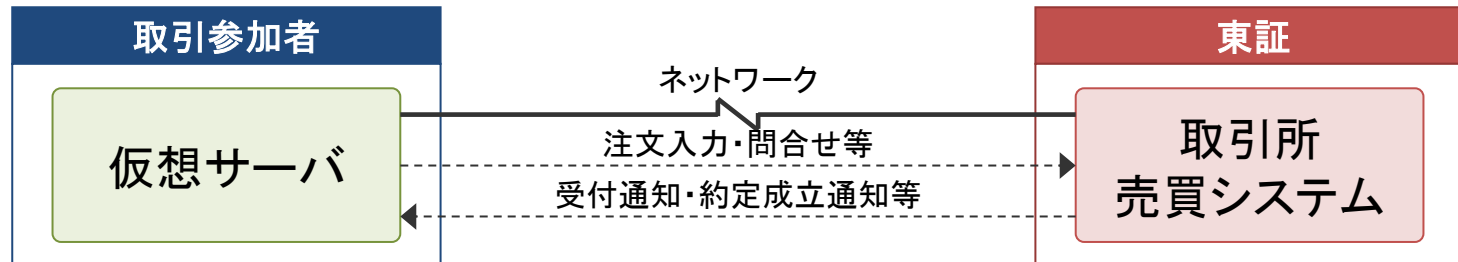
3.3 HFTによる注文の推定

仮想サーバ単位でHFTの注文を推計

- 発注を行った原始委託者(=投資家)については把握することが出来ないことから、条件を設定し、推定を行う。
- Ferber, M. [2012]を参考に、注文執行比率(25%未満)且つ注文取消し比率(20%以上)の仮想サーバを経由して発注された注文をHFTによるものとして扱う。

(補足)仮想サーバについて

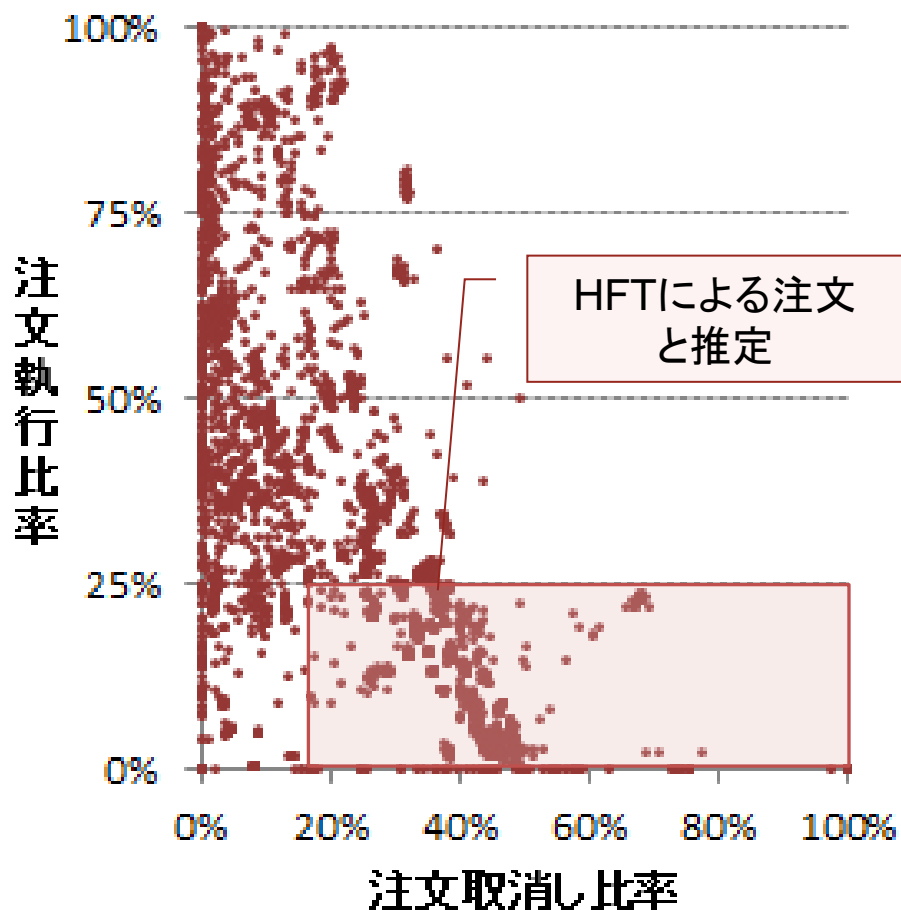
- 取引参加者(≒証券会社)が売買システムとデータの送受信(注文等の入力や通知等の受信など)を行うため、取引参加者システムに実装する必要がある論理的なデバイス。
- 取引参加者は複数の仮想サーバを利用している。また、投資家の新規参入に応じて、適宜仮想サーバの増設を行っていることから、注文の推計に利用。



3.4 HFTによる注文・売買比率

HFTによる取引は、注文金額では約5割、売買代金は約2割を占める

仮想サーバの分布(2012年9月)



対象期間内のHFTシェア

注文金額シェア

2012年9月	27.3%
2013年1月	44.3%
2013年5月	51.6%

売買代金シェア

2012年9月	17.1%
2013年1月	24.8%
2013年5月	25.9%



1. 研究の背景・動機

2. 先行研究

3. 使用するデータ及びHFT注文の推計

4. 実証分析

5. 結論

4.1 HFTの市場に与える影響の仮説と分析内容

2つの仮説を設定し、HFTの東証市場への影響を分析

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



分析を通じて検証



4.2.(1) 注文時の最良気配価格と注文価格の関係

4.2.(2) 最良気配外価格への発注傾向

4.3 最良気配価格帯注文の注文提示時間

4.4 注文種類毎の売買代金の傾向

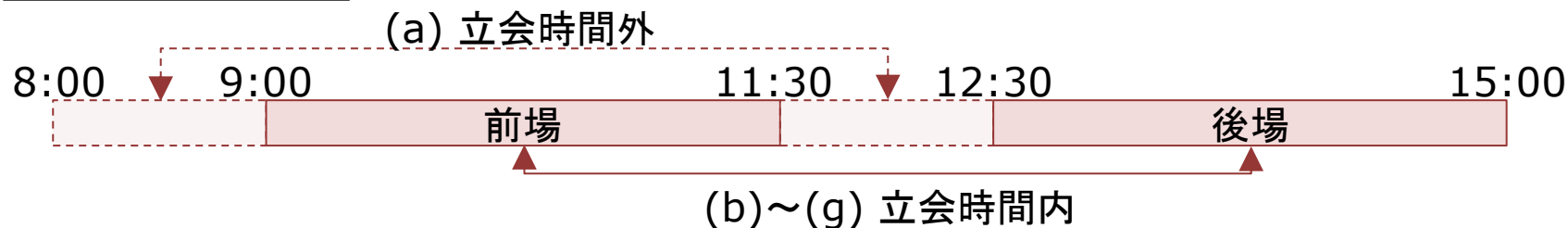
4.5 価格の方向性とテイク注文の分布

4.2. (1) HFTの発注傾向

各注文を発注時間・価格・注文種別に基づき、7つのカテゴリに分類

分析手法

発注時間による区分



注文価格による区分

	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	
(d) →		500		← (d) 最良気配更新指値注文	} メイク注文
(c) →		499	200	← (e) 最良気配指値注文	
		498	500	← (f) 最良気配外指値注文	

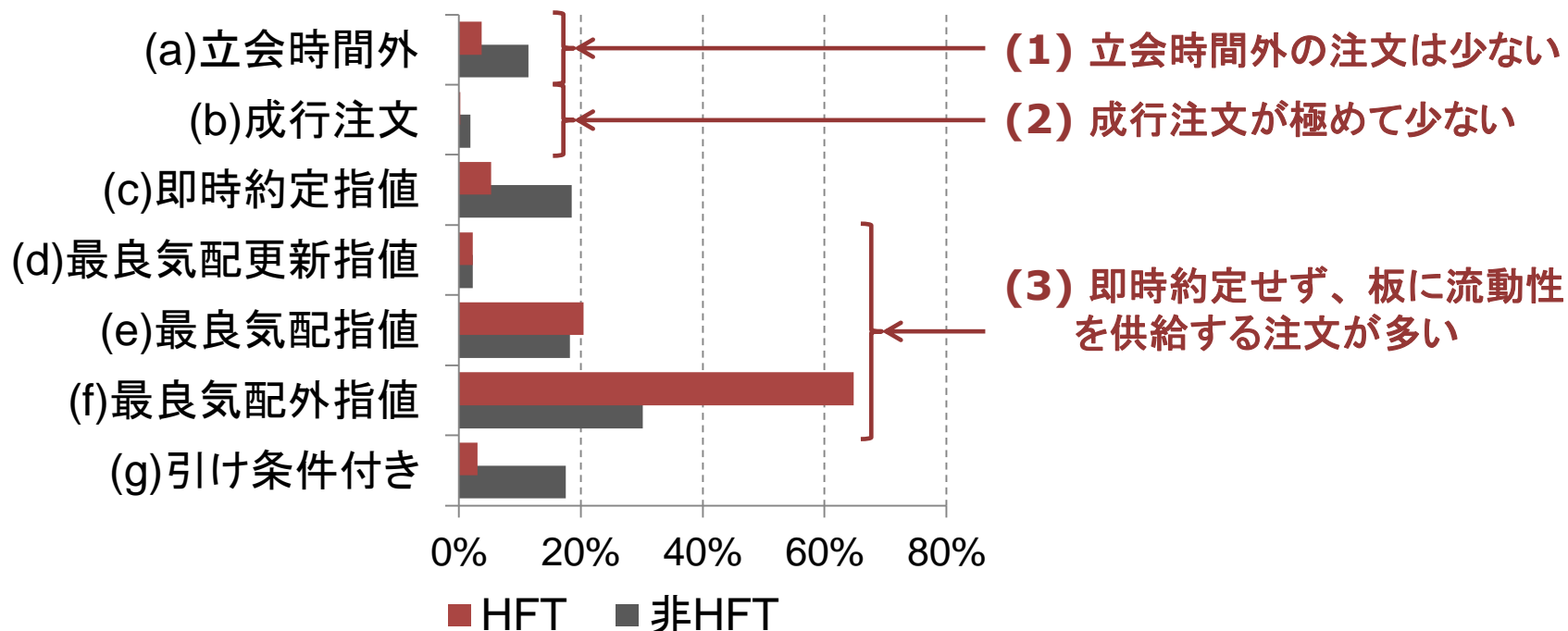
(g) 引け条件付き注文

4.2. (1) HFTの発注傾向

HFTは取引時間中の発注が多く、流動性を供給する発注が多い

分析結果

投資主体別・発注価格帯の注文金額シェア(2013年1月)



カイ二乗検定の結果、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によって注文価格帯が異なるものと認められる。

4.2. (2) 最良気配外価格への発注傾向

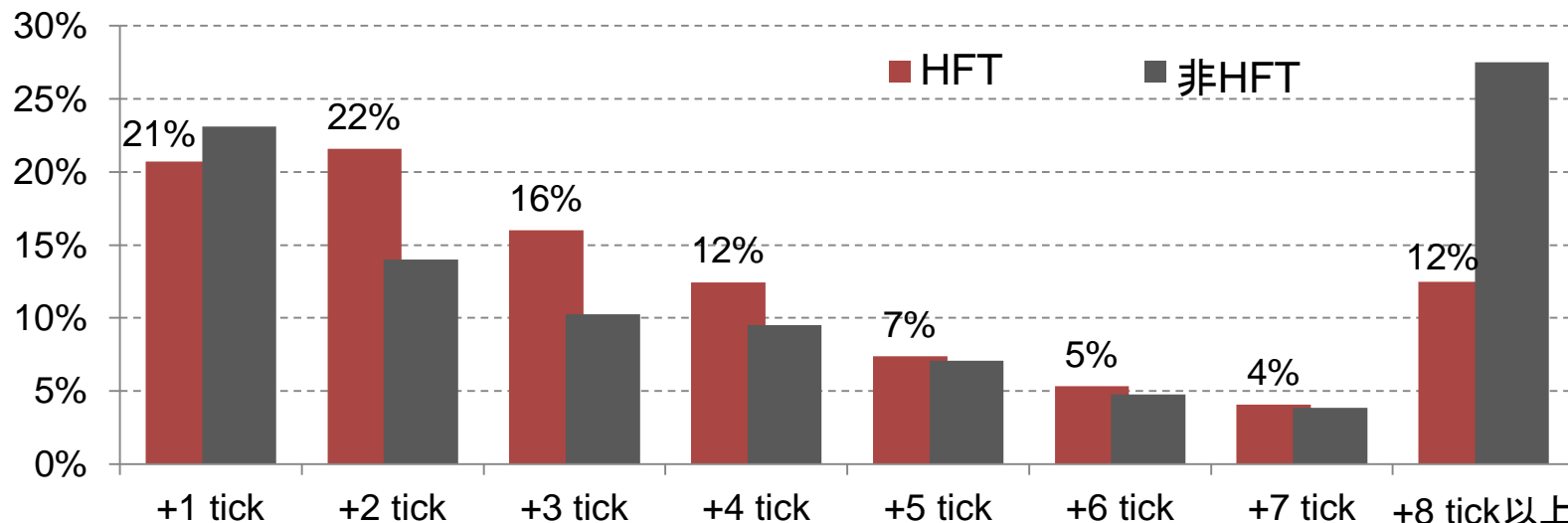
HFTの発注は最良気配+4ティック以内への発注割合が高い

分析の観点・手法

- HFTによる発注の60%以上が最良気配外価格への発注。
- 最良気配外価格の発注について、最良気配からのかい離状況について測定。

分析結果

最良気配外注文の注文金額分布(2013年1月)



カイ二乗検定の結果、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によって注文価格帯が異なるものと認められる。

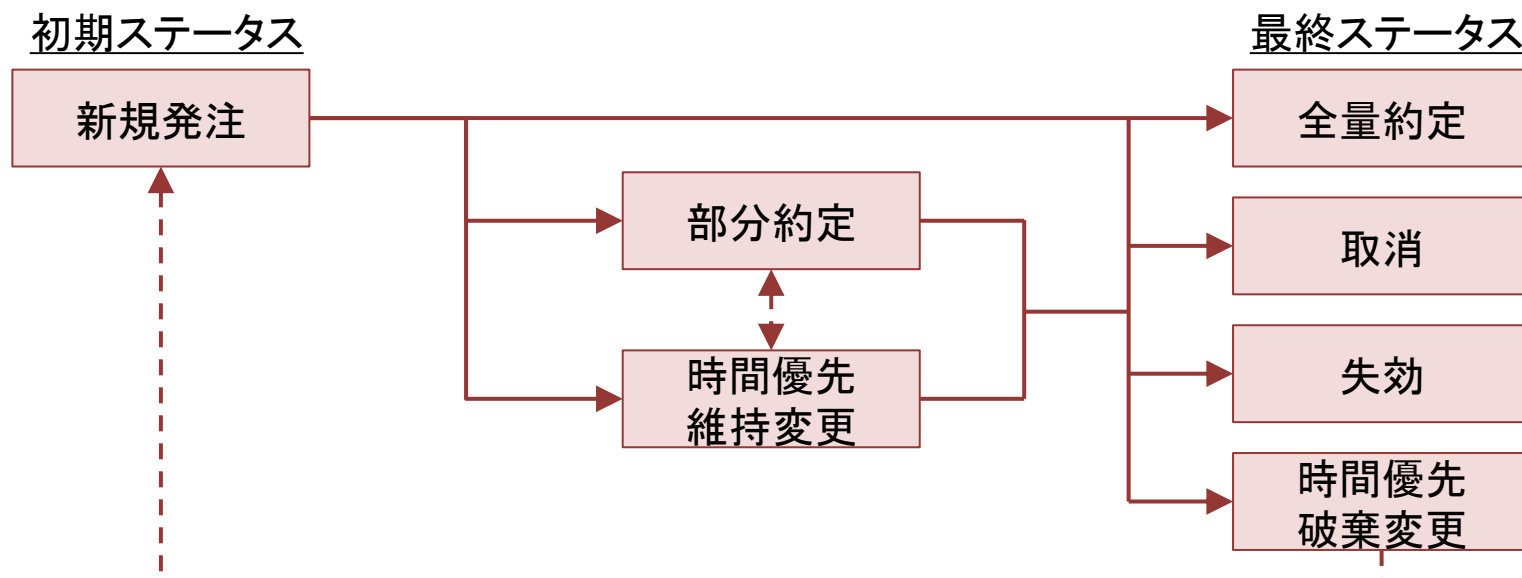
4.3 最良気配価格帯注文の注文提示時間

最良気配価格帯注文の注文提示時間を計測

分析の観点・手法

- 流動性向上に寄与する(d) 最良気配更新指値注文及び(e) 最良気配指値注文の2種類の注文のうち、取消が行われた注文の提示時間を計測することにより、流動性に対する寄与について分析

注文のライフサイクルのイメージ



- 部分約定と時間優先維持変更は前後を問わず、それぞれ複数回発生する可能性がある。
- 部分約定や時間優先維持変更が発生せず、直接注文最終状態に移行する場合がある。
- 時価優先破棄変更の場合は、新規発注として取扱う。

4.3 最良気配価格帯注文の注文提示時間

注文提示時間は短い、HFT特有の傾向ではない

分析結果

- 短時間で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。

取消注文の注文提示時間(2013年1月)

	最良気配更新指値注文		最良気配指値注文	
	HFT	非HFT	HFT	非HFT
最小値	0	0	0	0
第一四分位	95	206	1,408	4,497
中央値	1,820	1,406	15,253	30,206
第三四分位	8,090	13,044	77,349	120,450
最大値	8,998,875	8,996,836	8,999,569	8,999,417
平均	30,701	74,828	139,972	175,734

※ 単位:ミリ秒

4.4 注文種類毎の売買代金の傾向

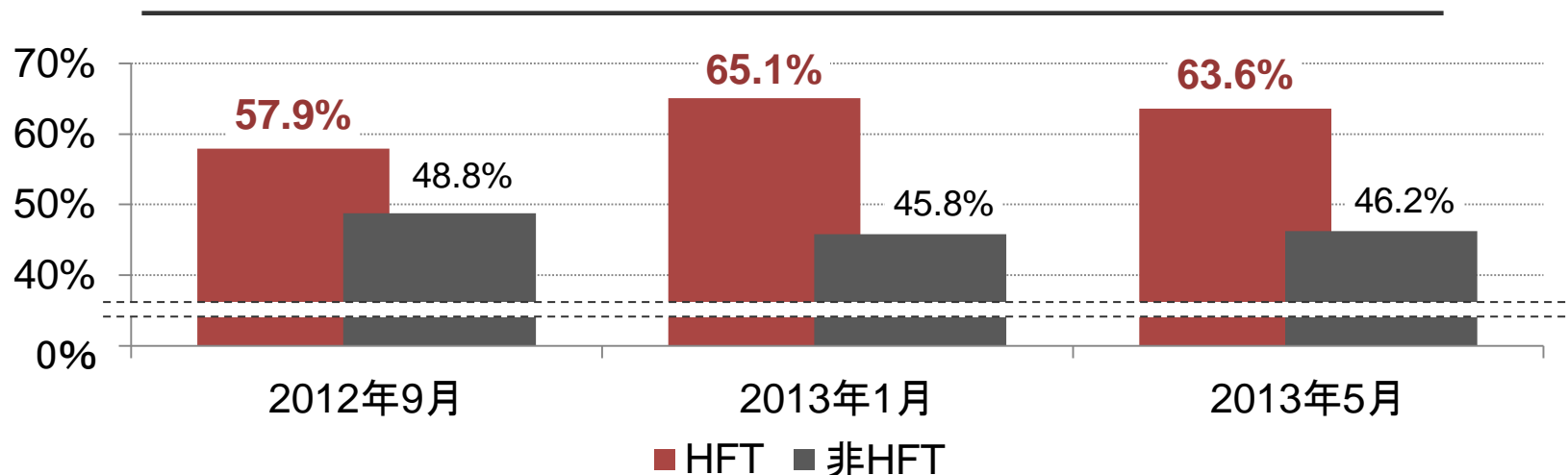
HFTはメイク注文による売買が占める割合が高い

分析の観点・手法

- 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メイク売買代金とし、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とした。
- HFT/非HFTのそれぞれの総売買代金にしめるメイク売買代金の割合を算定。

分析結果

HFT・非HFTのメイク売買代金比率



比率の差の検定の結果、全期間においてHFTと非HFTでメイク注文による売買代金割合は等しいとする帰無仮説は0.1%水準で棄却され、HFTは非HFTに比べてメイク売買代金比率が高いものと認められる。 Page 22

4.5 価格の方向性とテイク注文の分布

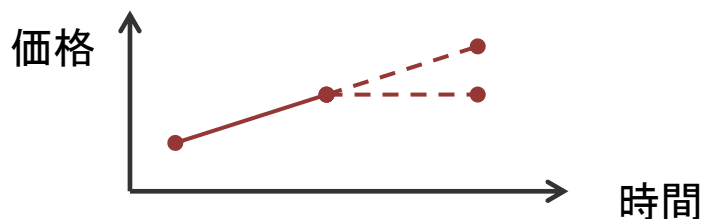
価格の方向性とテイク注文の売買の関係について分析

分析の観点・手法

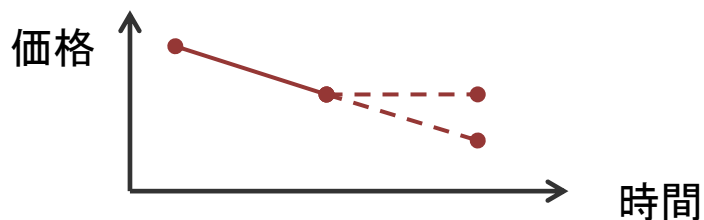
- 価格形成に対して影響をあたえるのは、成行注文及び即時約定指値注文といった、市場の流動性を略奪する特性を持つ注文(=テイク注文)。
- 価格の方向性(上向きor下向き)とテイク注文の売買の関係から、以下の2つのカテゴリに区分し、その売買代金割合を分析。

価格変動追従型注文

上向き局面の買いテイク注文



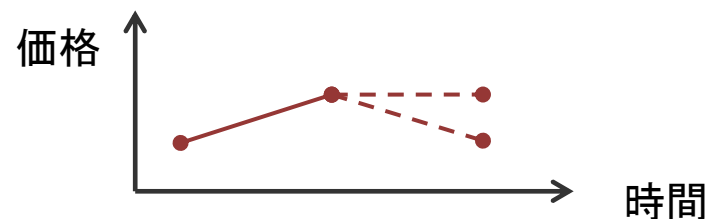
下向き局面の売りテイク注文



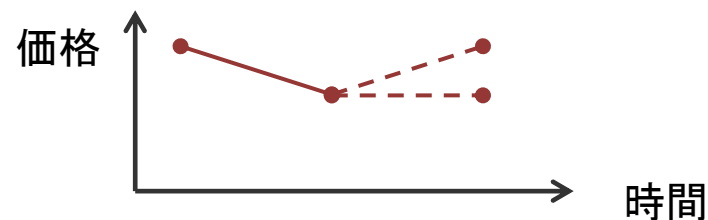
●—● : テイク注文発注前の価格の動き

価格変動抑制型注文

上向き局面の売りテイク注文



下向き局面の買いテイク注文



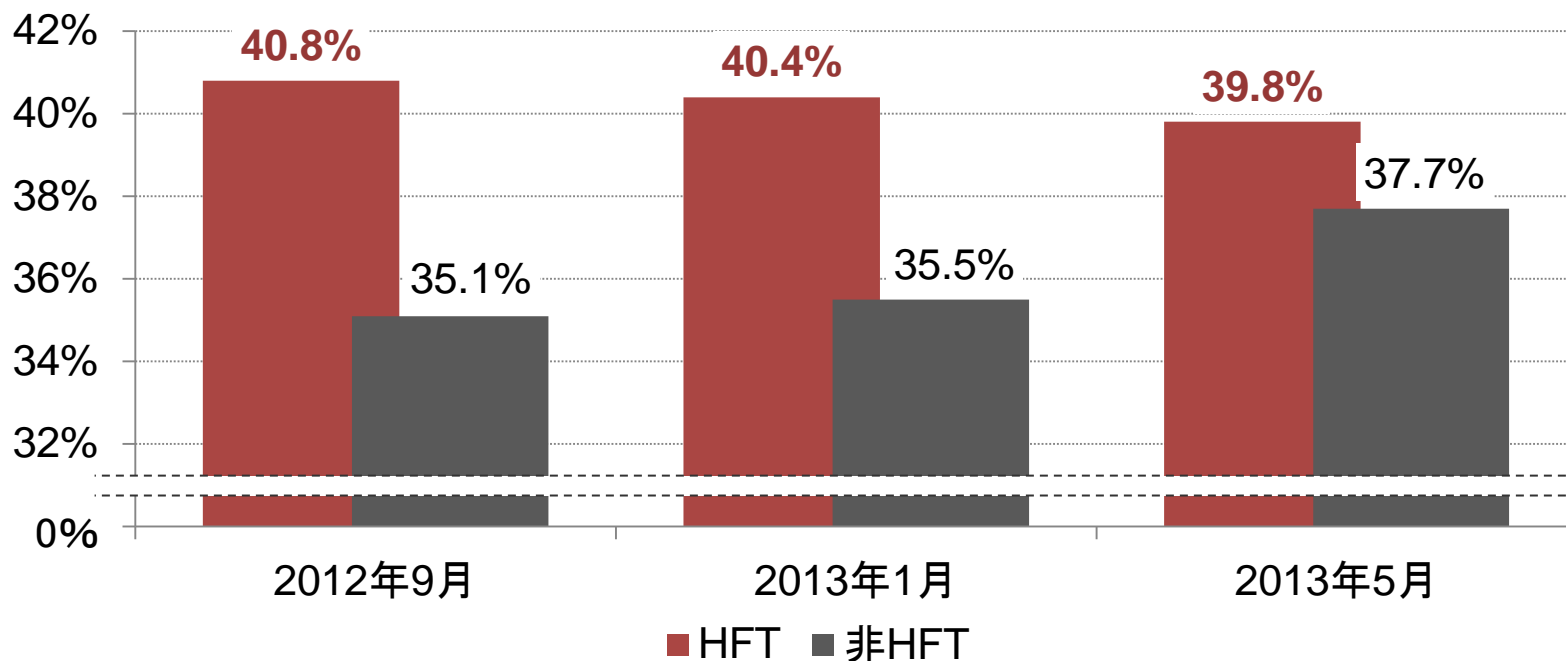
●- - ● : テイク注文による価格の動き

4.5 価格の方向性とテイク注文の分布

HFTの方が価格変動抑制型の注文金額割合が高い

分析結果

HFT・非HFTの価格変動抑制型テイク注文金額の割合



比率の差の検定の結果、全期間においてHFTと非HFTで価格変動抑制型テイク注文金額の割合は等しいとする帰無仮説は0.1%水準で棄却され、HFTは非HFTに比べて価格変動抑制型テイク注文金額の割合が高いものと認められる。



1. 研究の背景・動機

2. 先行研究

3. 使用するデータ及びHFT注文の推計

4. 実証分析

5. 結論

仮説に整合的な結果。HFTは市場に流動性を供給している

仮説1

HFTは市場に対して流動性を供給している

4.2.(1) 発注時間帯及び発注価格の傾向

- HFTの発注は取引時間中の発注が多い
- 成行注文が極めて少ない。
- 即時約定せず、板に流動性を供給する注文が多い

4.2.(2) 最良気配外価格への発注傾向

- 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い。

4.3 最良気配価格帯注文の注文提示時間

- 短時間で取消が行われる注文が多いが、HFTに限らず非HFTにおいても同様の傾向が見られる

4.4 注文種類毎の売買代金の傾向

- 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。

仮説に整合的な結果。HFTは株価の変動を緩やかにしている

仮説2

HFTは株価の変動を緩やかにしている

4.5 価格の方向性とテイク注文の分布

- HFTは非HFTに比べて価格変動抑制型のテイク注文が多い



仮説に整合的な結果。
HFTは株価の変動を緩やかにしている。

今後の課題

- 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いない。
- 執行コスト分析や分析期間の延長は今後の課題としたい。

参考文献

1. ASIC [2010] “Australian equity market structure” Australian Securities and Investments Commission Report
2. Brogaard, J. A., Hendershott, T., and Riordan R. [2013] “High Frequency Trading and Price Discovery,” ECB Working Paper Series, No. 1602
3. Ferber, M.[2012]” 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
4. Gomber. P, Arndt. B, Lutat. M., Uhle. T[2011] “High-Frequency Trading” Working Paper
5. Hasbrouck, J. [2012]” Low-Latency Trading” New York University Stern School Working Paper
6. Hendershoot, T., Jones, C.M., Menkveld, J, A [2011], “Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?” The Journal of Finance, Page1-33