

価格単位と高頻度取引が取引戦略の収益に及ぼす影響の分析

Analysis of The effect of Tick Size and High Frequency Trading

on the return of trading strategies

叶小舟¹ 和泉潔¹ 吉村忍

Xiaozhou Ye¹, Kiyoshi Izumi¹, Shinobu Yoshimura¹

¹ 東京大学

¹ The University of Tokyo

1. 緒言

1.1 背景

高頻度取引 (HFT) とは、独自のプログラムに基づき、時には 1 秒間に数百回といった高頻度で売買を繰り返す手法である。

近年、株式市場における HFT がよく使用されている。米調査会社の TABB Group の試算によると、米国の HFT 比率は 56%、欧州の HFT 比率は 38%とされている^[1]。日銀の統計によると、2012 年まで、日本の HFT 比率は 52%まで拡大している^[2]。HFT の市場シェアの拡大が瞬間暴落など新たな金融リスクをもたらすと考えられている。

同時に、2000 年以降、価格単位の切り下げが世界中の多数の証券取引所で実施されている。

そのため、HFT が株式市場に与える影響、価格単位の変化が株価に与える影響、市場環境の変化に伴って取引戦略と収益の関連性などの課題が研究上も注目されている。

1.2 既存研究

HFT が株式市場に与える影響について、株価のボラティリティ、市場の流動性等を研究対象にする研究が多数ある。例えば、Hendershott, T ら^[3]は、ニューヨーク証券取引所 (NYSE) のデータを用い、HFT が市場の流動性を促進することを示唆した。

Hagströmer, B ら^[4]は、NASDAQ のデータを用い、HFT をマーケットメイク戦略とその他戦略二種類に分けて、マーケットメイク戦略はその他戦略より市場へ大きな影響を与えると指摘した。

Frank Zhang, X ら^[5]は、NYSE のデータを用いて回帰分析を行い、HFT は長期的に株価が理論株価より乖離させると示した。

価格単位と株価変動との相関についての研究

が計量経済学を中心に行われた。

Bessembinder, Hendrik^[6]は、価格単位が異なる NYSE と NASDAQ のデータを用いて比較研究を行った。その結果が価格単位の切り下げによって取引コストが下がり、株式市場の流動性が向上すると示唆した。また、韓国証券取引所や NYSE のデータを使用した比較研究^[7]、シドニー先物取引所 (SFE) のデータを用いた実証研究^[8]もこの研究結果を支持する。

Palani-Rajan Kadapakkam^[9]は、空売りが市場に与えた影響を検証した。HFT のない市場より、HFT のある市場での空売りの収益及びその行動が市場の効率性に与える影響が減少すると指摘した。

このように、HFT と価格単位の変化が株式市場に与える影響の分析を行った研究はそれぞれあるものの、HFT と価格単位の変化の 2 つを同時に行った研究はまだ行われていない。また、これらの影響のメカニズムを解明するため、人工市場シミュレーションという手法が有効だと考えられるが、シミュレーションを用いた研究がまだ数少ない。

1.3 本研究の目的

本研究では、人工市場シミュレーションを用いて、価格単位と高頻度取引の相互作用が取引戦略の収益に及ぼす影響及びそのメカニズムを分析することで、現在の株式市場における取引戦略の選択に役立つ情報を提供することを目的とする。

具体的には、シミュレーションの結果に基づいて、価格単位の切り下げによって、収益の分布を用いてヒューマントレーダー (HFT を除く投資家) の収益の変化を考察する。また、各取引戦略と収益の相関関係の変化及びその理由を検証する。最後に、HFT のあり・なしの 2 パターンの

る。

本研究は、固定値 θ を用いてマーケットメーカーの取引を決める。

$$p_{bid} = p_t^b + \theta \quad (4)$$

$$p_{ask} = p_t^a - \theta \quad (5)$$

3. シミュレーション

3.1 シミュレーションの設定

HFT なしのモデルでは、エージェントの数を 5000 体と設定する。HFT ありのモデルでは、エージェントが 5000 体のスタイルズドトレーダーと 10 体の HFT に構成される。

価格単位は下表のように設定し、価格単位ごとシミュレーションを行う。

価格単位(Tick Size)							
1	0.5	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001	0.0005

理論株価の初期値を固定値 $p_t^f = 100$ に設定する。タイムステップ $T=50,000$ になる際、理論株価を $p_t^f = 90$ に変更し、理論株価の下落に伴う市場株価の動きを考察する。

シミュレーションのタイムステップ $T=300,000$ とする。今回の研究は、シミュレーションを 10 回行ってその結果の平均値を用いて分析を行う。

3.2 シミュレーションの結果

3.2.1 収益の分布の特徴

3.2.1.1 収益の標準偏差

図 2 に価格単位によって収益の標準偏差の変化を示す。

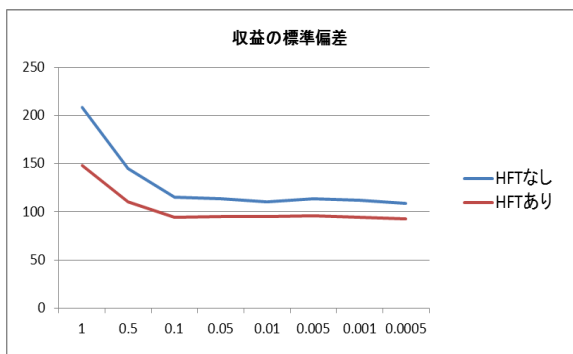


図 2 価格単位による収益の標準偏差の変化²

²本節の図 2-7 では、青い線が HFT のない市場を、赤い線が HFT のある市場を表す。図 8 では、青い線が理論株価を、赤い線を HFT のない市場を、青い線を HFT のある市場を示す。

HFT が市場に入るかどうかにも関わらず、価格単位の切り下げによって、収益の標準偏差が小さくなる傾向が見られる。しかし、価格単位 Tick < 0.1 の場合、収益の標準偏差が一定値に維持してあまり変わらないと分かる。

3.2.1.2 歪度と尖度

価格単位によって収益の分布の歪度と尖度の変化を図 3,4 に示す。

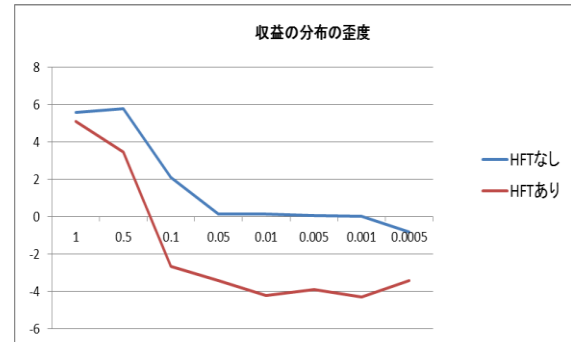


図 3 価格単位によって収益の分布の歪度の変化

歪度から見ると、価格単位の切り下げによって、収益の分布は右に歪んだ分布³から左右対称分布 (HFT なし) に、左に歪んだ分布⁴ (HFT あり) に変化する。

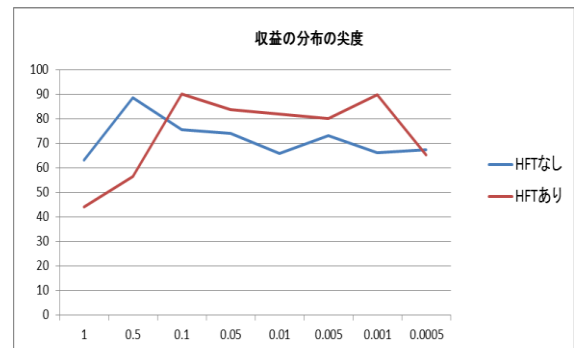


図 4 価格単位によって収益の分布の尖度の変化

尖度から見ると、HFT がない場合、価格単位 Tick=0.5 の尖度が最大値となる。ただし、HFT のある場合は、価格単位 Tick < 0.1 になっても尖度が高値を維持している。

3.2.2 取引戦略と収益との関連性

2.2.1 に述べたように、スタイルズドトレー

³ 右に歪んだ分布：最頻値 < 値値 < 平均値。本研究では、少数の投資家が大儲けを、多数の投資家が微損をすることを意味する。

⁴ 左に歪んだ分布：最頻値 > 値値 > 平均値。本研究では、少数の投資家が大損を、多数の投資家が微益をすることを意味する。

データのそれぞれの取引戦略の特徴の割合は g_1, g_2, n^i のウェイトによって決定されるため、 g_1, g_2, n^i のウェイトを用いて取引戦略と収益との関連性を下式(6)に示す重回帰分析を行う。

$$\hat{r}_t^i = \alpha_1 + \sum_{m=1}^{50000} \alpha_2 g_{1,m} + \sum_{m=1}^{50000} \alpha_3 g_{2,m} + \sum_{m=1}^{50000} \alpha_4 n_m^i + u_1 \quad (6)$$

3.2.2.1 ファンダメンタリストと収益との関連性

価格単位によって理論株価と株の現在値の差に着目して取引する戦略と収益との相関関係を下図5に示す。

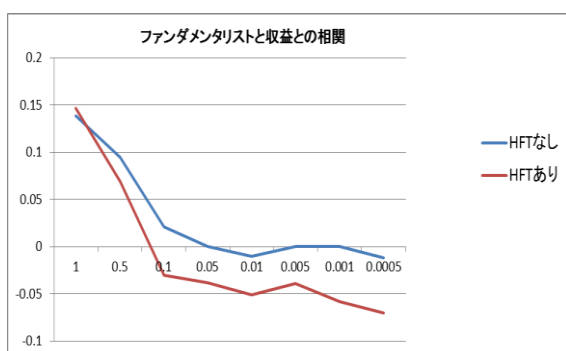


図5 価格単位によるファンダメンタリストと収益との相関

価格単位の切り下げに伴い、理論株価に着目する取引戦略と収益との相関関係は正の相関から無相関 (HFT なし) に、負の相関 (HFT あり) に変化する。

3.2.2.2 チャーティストと収益との相関

株価のトレンドに着目して取引する先着と収益との相関関係の有意性が認められなかった。

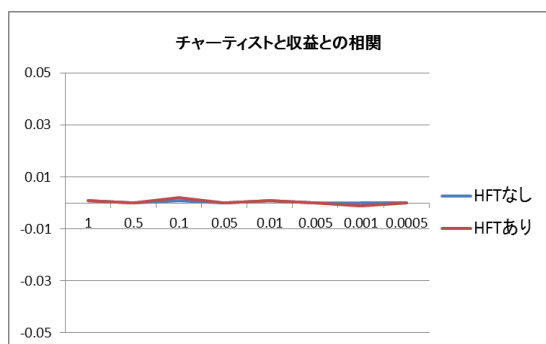


図6 価格単位によるノイズトレーダーと収益との相関

3.2.2.3 ノイズトレーダーと収益との相関

下図7に発注のタイミングごとにランダムで取引する戦略と収益との相関を示す。

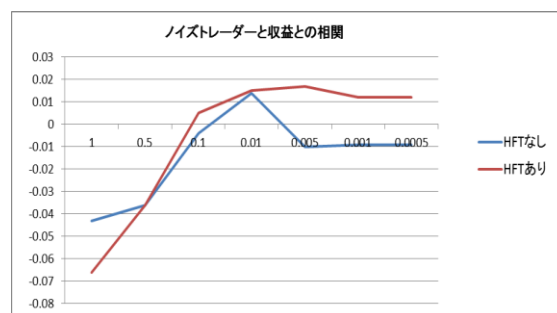


図7 価格単位によってノイズトレーダーと収益との相関

価格単位の切り下げによって、ランダムで取引する戦略と収益との相関関係は負の相関から無相関 (HFT なし) に、正の相関 (HFT あり) に変化する。

3.3 結果分析

本研究は、株価のデータを用いて、収益に関する結果のメカニズムを分析する。

① 価格単位の切り下げによって、株価のボラティリティが一定値まで下がり、そのまま維持する (図8に参照)。

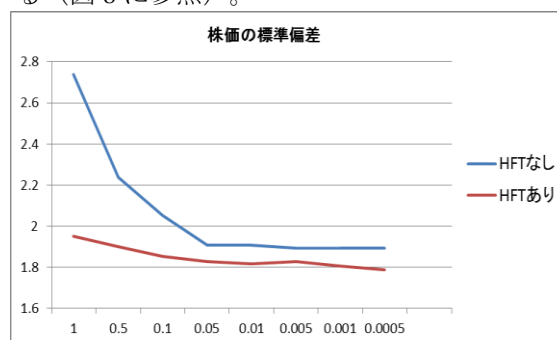


図8 価格単位によって株価の標準偏差の変化

② 市場株価の下落は理論株価の下落より遅延するなお、HFTのある市場では、HFTのない市場より下落の遅延時間が長い。すなわち、HFTが株価を維持する効果がある (図9に参照)。

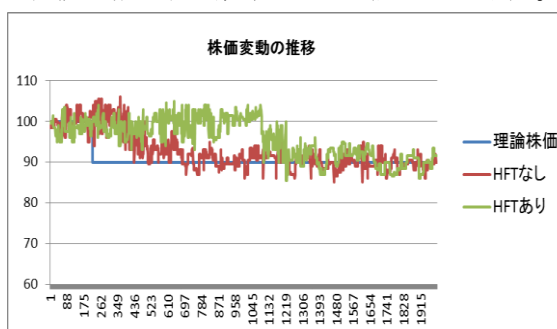


図9 株の値動きの推移

この2点に基づいて、収益の変化のメカニズムを考えると、まず、株価のボラティリティの変化

と収益の標準偏差の結果が一致する。すなわち、価格単位の切り下げと同時に、売買価格のスプレッドが減る。よって、収益のばらつきが減少する。なお、取引コストや取引頻度を考えた上で、価格単位が一定値まで切り下げれば、スタイライズドトレーダーの取引行動がほとんど変わらなく、収益の標準偏差も一定値に維持する。

また、株価のボラティリティの減少によって、大儲けの機会が少なくなる。しかも、HFTの市場参加が株価を理論株価より乖離させるため、理論株価によって取引する戦略が効かなくなってしまい、大損するリスクが高くなる。そのため、収益の分布が変わると考えている。

そして、取引戦略と収益の相関性については、価格単位の切り下げによって、HFTのない市場では、株価のボラティリティが減少するため、各取引戦略の収益が中立になるが、HFTのある市場では、上述のように理論株価に着目する取引戦略が効かないため、この戦略と収益との間に徐々に負の相関になると考えている。

最後に、本研究のモデルはゼロ和ゲームを前提として構築するため、価格単位の引き下げによって、理論株価に着目する取引戦略と収益と負の相関になれば、ランダムで取引する戦略の方が正の相関に変わると考えている。

4 課題

今回のシミュレーションを用いて、価格単位とHFTが取引戦略の収益に及ぼす影響及びそのメカニズムを分析した。

しかし、現在のモデルでスタイライズドトレーダーの取引量の差別化がまだしていない。今後の展開としては、リスク回避度によってスタイライズドトレーダーの取引量を差別化して、価格単位とHFTが取引戦略の収益に与える影響をさらに検証する。

参考文献

- [1]. Hendershott,T,etc. *Automation, speed, and stock market quality: The NYSE's hybrid*, Working paper, 2010
- [2]. 中山 興、藤井崇史 「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年1月号、pp.1-7、2013
- [3]. Hendershott,T,etc. *Does Algorithmic Trading Improve*

Liquidity? The Journal of Finance, Vol.66, pp.1-33, 2011, 02

[4]. Hagströmer.B, etc. *The diversity of high frequency traders*, Report, 2012, 10

[5]. Frank Zhang,X,etc *High-Frequency Trading, Stock Volatility, and Price Discovery* Working paper, 2010, 12

[6]. Bessembinder,Hendrik *Trade Execution Costs on NASDAQ and the NYSE: A Post-Reform Comparison*, The Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol.34, No.3, pp.387-407, 1999, 09

[7]. Kee Chung,etc *Tick size, market structure, and market quality*, Review of Quantitative Finance and Accounting, Vol.36, pp.57-81, 2011, 01

[8]. Alampieski, Kiril,etc *Impact of a tick size reduction on liquidity: evidence from the Sydney Futures Exchange*, Accounting & Finance, Vol.49, pp.1-20, 2009, 03

[9]. Palani-Rajan Kadapakkam *Reduction of Constraints on Arbitrage Trading and Market Efficiency: An Examination of Ex-Day Returns in Hong Kong after Introduction of Electronic Settlement*, The Journal of Finance, Vol.6, pp. 2841-2861, 2000

[10]. C.Wang, K.Izumi,etc *Investigating the impact of market maker strategies: a multi-agent simulation approach*. In Proceedings of 4th World Congress on Social Simulation, 2012.

[11]. C. Chiarella, G. Iori,etc *The Impact of Heterogeneous Trading Rules on the Limit Order Book and Order Flows*. Journal of Economic Dynamics and Control, Volume33 pp.525-37, 2009