

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25380409

研究課題名(和文) 高速取引市場のマイクロストラクチャー分析

研究課題名(英文) Market Microstructure analysis on High-Frequency Trading Markets

研究代表者

乾 孝治 (INUI, KOJI)

明治大学・総合数理学部・教授

研究者番号：60359825

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ミリ秒単位の時刻出記録されたティックデータを利用して短い時間間隔の価格形成の効率性を分析した。その結果、市場取引の高速化は取引コストを低減したという多くの先行研究の主張に反して、日経平均構成銘柄に限定した場合には、約定単位が大きい場合には従来よりも取引コストが増加する傾向があることを発見した。さらに、日経平均バスケット取引が発生するタイミングで、日経平均構成銘柄と日経平均先物の価格形成についての先行・遅効関係を調べた結果、日経平均先物と日経平均株価への寄与度が大きい銘柄が、ミニ先物、TOPIX先物およびその他構成銘柄よりも先行性が強いことを実証的に示した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we explore the efficiency of pricing formation in short interval trades by detailed tick data recorded with millisecond time stamp. Contrary to previous researches, we can conclude, for Nikkei average constituent stocks, that the transaction cost had increased when the trading volume was relatively large. Moreover, we explored lead-lag relations between futures and Nikkei average constituent stocks around the timing of Nikkei basket trade had occurred. And we conclude that Nikkei average future and large-contribution stocks to Nikkei average demonstrated strong preceding property than the other futures (Nikkei mini and TOPIX) and other constituent stocks.

研究分野：金融工学

キーワード：高速取引 ティックデータ 取引コスト 日経平均

1. 研究開始当初の背景

世界各国の主要取引所において取引基準や売買システム方式の統一化が図られ、DMA (Direct Market Access) や HFT (High Frequency Trading) へ対応するための設備投資や売買処理速度の高速化が行われてきた。市場取引の高速化は、売買高・売買金額が増加した実績を重ねてきたことを主な理由として、市場参加者の利便性や投資戦略の多様化に寄与したと言われていた。しかし一方で、規模の大小に違いはあるものの Flash Crash と呼ばれる短時間の急激な株価下落や、Flash Trading と呼ばれる短時間で繰り返される高頻度売買が問題視されていた。例えば、2010年5月に米国で発生した Flash Crash を詳細に分析した Easley et al.[2010]では、マーケットメイカーの HFT 取引に原因があると結論付けている。

さて、わが国の証券取引所のシステム高速化を振り返ると、諸外国市場とのグローバル化競争に遅れまいとの思いから、長引くデフレで株式市場への実質的な資金流入が細る中で行われてきた。その結果、HFT 取引を手段とする市場中立型の投資戦略を取る市場参加者が売買の中心を占める傾向が顕著となっている。東証においても高速取引は市場流動性を高めており、価格形成を歪めている訳ではないという評価があるが、極めて短時間における価格ボラティリティは増加傾向にある実証結果も示され、日本でも高速取引に関する評価は定まっていなかったと思われる。そこで、本研究では、HFT の主役と考えられる機関投資家の売買行動を抽出して調べる必要性を感じ、日経平均指数構成銘柄の価格形成や、同指数バスケットと同先物に関連する取引に焦点をあてて、価格形成の効率性を調べる研究計画を企画した。

2. 研究の目的

本研究は、注文駆動方式を採用するわが国株式市場に関して、近年整備され利用できるようになった詳細なティックデータにより短い時間間隔の注文動向を分析することで、主に以下の2つの目的達成を目指した。

(1)東証に“アローヘッド”が導入された前後における売買コスト・マーケットインパクトを分析し、高速化により価格形成の効率性がどのように変容したかについて確認した上で、機関投資家が先物やオプション、ETF等に関連して取引する機会の多い日経平均構成銘柄について特に焦点をあてて調べる。

(2)高速取引市場で日経平均構成銘柄および先物の先行・遅効関係を調べ、機関投資家が日経平均関連取引をする上での最適トレーディング戦略を考えるための基礎的な情報を得ること。

3. 研究の方法

本研究は株式取引を 1/1000 秒単位の時刻

で記録したティックデータを利用して、市場における高速売買の影響を分析した。

研究目標(1)については、東証市場で 2010年1月から稼働した高速売買システム“アローヘッド”が市場の価格形成における効率性に与えた影響を詳細に検証するために、主に取引コストに関して調べた。特に、約定毎に取引された株式数を調べ、取引株数が当該取引に関わる情報の大きさであると見なした上で、特に日経平均構成銘柄とそれ以外の銘柄群の違いの有無に注目した上で、約定の大きさと取引コストの大きさの関係を調べた。

研究目標(2)については、日経平均構成銘柄と日経平均先物、および同ミニ先物、TOPIX先物の価格形成の先行・遅効関係について、いわゆるリード・ラグ比(適当な時間差を設定して計測する銘柄間の約定価格変化の相関係数:時間差のある相関係数が増減する原因として一方の銘柄の価格先行性を認める)を計測し、どの個別銘柄もしくは先物が、価格形成の先行的役割を負っているのかを調べた。ただしリード・ラグ比は検出力が低い場合、ザラ場のデータを全て利用すると検出が難しい傾向がある。また本研究では、機関投資家が主に利用する HFT の典型例として日経平均指数関連取引を想定しているため、同指数構成銘柄が集中的に取引された時間帯のみを抽出して調べることにした。具体的には、連続する3秒間に100銘柄以上が取引された時刻を日経平均バスケット取引が発生したタイミングと見なし、その前後数十秒間の約定についてリード・ラグ比を計測した。なお、各個別銘柄の先行遅効性を計測するために、ある個別銘柄についてその他銘柄に対するリード・ラグ比の平均値を求め比較した。

4. 研究成果

(1)高速取引市場の価格形成の効率性分析

先行研究ですでに指摘されていることと同様に、アローヘッド導入後の高速取引市場では、総じて実取引コストは低下したことを再確認したが、約定の大きさと関係について調べると、それは主に小口取引について言えることであり、比較的大規模な約定については実取引コストが上昇する傾向があることを確認した(表1を参照)。

しかしながら、高速取引市場では、従来の大口一括注文が小口化されて発注される傾向があるため、中規模の約定について詳細に検討することとした。私的情報の大きさは約定株数の大小に依存すると仮定して、私的情報に関係しない取引(最小単位数の約定)と私的情報に基づく取引(最小取引単位数の5~10倍の取引)について調べると、一般的には実取引コストおよびマーケットインパクトが共に低下しており、多くの先行研究の指摘と同様に、市場全体の価格形成の効率性は改善したことが本研究においても確認できた。

表1 取引ユニット別の実効スプレッド

| | No. of Unit | No. of Sample | ESPD | | |
|-----|-------------|---------------|--------|--------|-----------|
| | | | AH 前 | AH 後 | 変化 |
| U1 | 1 | 729 | 14.173 | 13.549 | -0.624 ** |
| U2 | ~3 | 725 | 13.655 | 13.332 | -0.324 * |
| U3 | ~5 | 651 | 12.702 | 12.597 | -0.105 |
| U4 | ~10 | 603 | 12.538 | 12.760 | 0.222 |
| U5 | ~30 | 497 | 12.131 | 12.786 | 0.655 ** |
| U6 | ~100 | 265 | 13.100 | 14.223 | 1.123 ** |
| U7 | ~300 | 105 | 15.189 | 16.189 | 1.000 * |
| U8 | ~1000 | 32 | 15.975 | 17.177 | 1.202 |
| U9 | ~3000 | 6 | 15.654 | 19.184 | 3.530 |
| U10 | 3000~ | 4 | 19.309 | 24.616 | 5.307 |

(注意) 平均値の両側検定で*は 5%有意水準で、**は 1%有意水準で帰無仮説を棄却。

ところが、日経平均構成銘柄と非構成銘柄に分けて同様の測定をすると、私的情報に基づく取引では、計測した指標のすべてにおいて統計的に有意な増加傾向が確認された。すなわち、日経平均指数構成銘柄について、特に情報に基づく取引を実行する場合、取引が高速化されたことで価格形成が効率化されたとは必ずしも言えないという結論が得られた。

より具体的にその傾向を確認するために、指数への寄与度が大きい銘柄について、インプリメンテーションコスト (BID と ASK の複数気配値と気配株を使った平均売買コストについての約定後変化) を調べると、アローヘッド稼働後に拡大している銘柄が散見されることが確認できた。しかし、必ずしも全ての値嵩株について確認できた訳では無いので解釈には注意を要する。

以上の通り、本研究では市場取引の高速化によって価格形成の効率性がもたらされたという主張に対して、日経平均構成銘柄、特に値嵩株については必ずしも効率的になっていないという事実を示したことが最大の貢献である。

(2) 日経平均構成銘柄と先物の価格形成の選考遅効関係

分析に用いた個別銘柄と先物の先行遅効関係 (時間差を 1/10 秒として計算) を表すグラフを以下に示した。図 1 を見て明らか通り、日経平均構成銘柄は、寄与度が大きい銘柄が先行する傾向があり、寄与度が小さい銘柄が遅効する傾向があることが確認できる。また、先物同士の比較では、日経平均先物、日経平均ミニ先物、TOPIX 先物の順に先行する傾向が強いことがわかる。現物と先物の比較では、現物の先行銘柄と日経平均先物はほぼ同程度の先行性を示していることが分かる。

これまで日経平均構成銘柄および同先物の先行遅効関係をミリ秒単位で実証した研

究は発表されていない。本研究により日経平均に関わる取引で寄与度の大きい銘柄が日経平均先物と同程度に先行する傾向が確認できたが、それは裁定取引を実行する機関投資家が、精度よく同じタイミングで寄与度の大きい個別銘柄と先物を取引していることの現れであると思われる。したがって、投資家が自らバスケット取引を実行する場合には、約定の時間的ラグに関する十分な管理能力が無い場合、高速取引を得意とする投資家に対して裁定取引機会を与える側に回るリスクがあることを示唆する結果である。

なお、本研究結果については、研究期間中に論文完成に至らなかったが、近日中に発表するように準備を進めているところである。

図1 価格形成の先行遅効関係



(注意) プラスが先行をマイナスが遅効を表す。日経平均構成銘柄の中から、指数への寄与度が上位の 5 銘柄と、寄与度がばらつくように適当に選んだ 25 銘柄 (合計 30 銘柄) と、

日経平均先物，日経平均ミニ先物，TOPIX 先物について，全ての組み合わせについてのリード・ラグ比を計算し，個別銘柄毎に集計した．リード・ラグ比を計算するにあたっての時間差は 1/10 秒とした．個別銘柄の並び順は，日経平均への寄与度を示している（上は寄与度が小，下が大）．

5．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 1 件)

[1] Shinichi Nagata, Koji INUI (2014) "Does High-Speed Trading Enhance Market Efficiency? -Empirical Analysis on "Arrowhead" of the Tokyo Stock Exchange-", Journal of Trading, 9, pp. 75-81. (10.2905/jot.2014.9.4.037)
(査読あり)

〔学会発表〕(計 5 件)

[1] 乾孝治(2013)「株式の逆選択コストと指数先物の影響」，日本ファイナンス学会大 21 回大会，2013 年 6 月 2 日

[2] 乾孝治(2013)「ティック・デプスデータを用いた高速取引市場の取引コスト分析」，中之島ワークショップ「金融工学・数理計量ファイナンスの諸問題 2013」，2013 年 12 月 5 日

[3] Koji INUI (2014) "On Efficiency of the Tokyo Stock Exchange After 'Arrowhead' Launched from the Perspective of Nikkei 225 Index Transactions" , 7th Financial Risks International Forum, 2014/3/20.

[4] Shinichi Nagata, Koji INUI (2014) "Does high speed trading enhance market efficiency?" , APRIA annual conference, 2014/7/28. (プロシーディングに掲載)

[5] 池畑祐亮, 乾孝治(2014)「ボラティリティのみに注目した資産配分法の検証」，日本オペレーションズ・リサーチ学会 2014 秋季研究発表会，2014 年 8 月 28 日

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：

番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

6．研究組織

(1)研究代表者

乾 孝治 (INUI, KOJI)
明治大学・総合数理学部・教授
研究者番号：60359825