

高速取引が日経平均先物市場の価格発見に与える影響

長崎大学経済学部 森保 洋

1. はじめに

コンピューターがアルゴリズムにしたがい自動的に金融資産の取引を行う高速取引の普及に呼応する形で、株式市場、外国為替市場を分析対象とした実証分析が蓄積されつつある。一方、派生商品市場を対象とした分析は、その他の市場と比較して充実しているとは言い難い。Frino, Mollica, and Webb (2014) はオーストラリア証券取引所に導入されたコロケーションサービスが、同取引所上場の先物の流動性を向上させることを明らかにした。一方、Lee (2015) は韓国取引所上場の KOSPI 200 指数先物について、高速取引は流動性を向上させないとの結論を導いている。また、高速取引と流動性の関係に加え、高速取引と価格発見能力に着目した研究として、Viljoen, Westerholm, and Zheng (2014) があげられる。

以上の分析は海外の先物市場を対象としたものであり、日経平均先物市場を対象としたものは筆者が知る限り存在しない。そこで、本稿では 2011 年 2 月 14 日稼働のデリバティブ取引システム J-GATE が大阪取引所に導入された前後の期間の日経平均先物市場を分析対象とし、高速取引の増加が取引の価格発見能力に与える影響について検証する。

2. 分析モデル

本稿では Hendershott, Jonnes, and Menkveld (2011) にしたがって、Hasbrouck (1991) の分析モデルを利用する。このモデルでは、 t 期における最良売り気配値と最良買い気配値の平均値の対数値 q_t が、効率的価格 m_t と、価格の離散性や取引コスト等から生じるマイクロストラクチャーノイズ s_t の和として表現されると仮定される。すなわち、

$$q_t = m_t + s_t. \quad (1)$$

ここで、 m_t はランダムウォーク

$$m_t = m_{t-1} + w_t \quad (2)$$

にしたがい、そのイノベーション w_t の平均を 0、分散を σ_w^2 とする。また、 s_t は平均が 0 の定常過程であると仮定する。さらに、最良売り・買い気配値の平均の対数値の階差、すなわち対数収益率を $r_t = q_t - q_{t-1}$ と定義し、以下のベクトル自己回帰過程

$$\begin{aligned} r_t &= \sum_{i=1}^k \alpha_i r_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_i x_{t-i} + v_{1,t} \\ x_t &= \sum_{i=1}^k \gamma_i r_{t-i} + \sum_{i=1}^k \phi_i x_{t-i} + v_{2,t} \end{aligned} \quad (3)$$

で表現出来ると仮定する¹。ここで、 x_t はオーダーフローを表す変数であり、 t 期における取引が買い

¹ 一般的なベクトル自己回帰モデルと異なり、 r_t の式に t 期の x が含まれていることに注意が必要である。このため、

主導であれば+1、売り主導であれば-1をとる。このモデルを推定することにより、効率的価格のイノベーションの分散 σ_w^2 と、オーダーフローが σ_w^2 に寄与する部分が求められる。

(3)式は無限次のベクトル移動平均モデル

$$\begin{pmatrix} r_t \\ x_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a(L) & b(L) \\ c(L) & d(L) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_{1,t} \\ v_{2,t} \end{pmatrix} \quad (4)$$

と表現できる²。ここで、 $a(L), b(L), c(L), d(L)$ はラグ多項式である。これより対数収益率に対するイノベーションの恒久的な影響は $a(L)v_{1,t} + b(L)v_{2,t}$ で表される。さらに $\text{Cov}(v_{1,t}, v_{2,t}) = 0$ であるので、効率的価格のイノベーションの分散 σ_w^2 は

$$\sigma_w^2 = \left(\sum_{i=0}^{\infty} a_i \right)^2 \sigma_r^2 + \left(\sum_{i=0}^{\infty} b_i \right)^2 \sigma_x^2 \quad (5)$$

となる。ここで、 σ_r^2, σ_x^2 はそれぞれ v_1, v_2 の分散である。(5)式の第2項は取引に関連する価格発見を表し、第1項は取引に関係ない価格変化を表している。よって、効率的価格の価格発見に対する取引の寄与度 R_w^2 は

$$R_w^2 = \left(\sum_{i=0}^{\infty} b_i \right)^2 \sigma_x^2 / \sigma_w^2 \quad (6)$$

で表されることがわかる。

3. データ

本稿では大阪取引所上場の日経225先物と日経225miniを対象として分析を行う。高速取引の増加が取引に関する価格発見能力を低下させるかどうかを検証するために、分析期間を2011年1月21日から2011年3月4日までとする。これは、大阪取引所の派生商品市場において本格的な高速取引開始の契機となったデリバティブ取引システムJ-GATE稼働開始日を基準として前後15取引日に相当する。この期間中、取引されている先物の中で最も取引回数・気配更新回数が多かったのは、日経225先物、日経225miniともに期近物である2011年3月限のものであったため、この期近物のみを分析する。分析時間帯は、日中立会時間時間帯である午前9時から午後3時10分とする。

第2節で述べたモデルを推定するには日中の取引・気配更新データが必要になる。このデータは日経メディアマーケティング株式会社が提供する「NEEDSティックデータファイル」を利用した。

4. 実証分析

まず、J-GATE導入後に高速取引が増加したのか確認する。図1は分析期間中の日経225先物および日経225miniの日中の取引回数と気配更新回数の推移を示したものである。取引回数は一定の水準を推移しているように見えるが、気配更新回数はJ-GATEの稼働日である2月14日から急激に増加してい

$\text{Cov}(v_{1,t}, v_{2,t}) = 0$ となる。

² ベクトル自己回帰モデルをベクトル移動平均表現に変換する方法についてはHamilton(1994)第10章に詳しい。

ることがわかる。高速取引では、最良の売り・買い気配を同時に提示し、流動性を提供するマーケットメイク型の手法が広く用いられている³。この図より、大阪取引所においても J-GATE 稼働直後から、このような高速取引が盛んに行われていることが示唆される。

次に、高速取引が活発化した J-GATE 稼働後に、取引の価格発見能力が低下したかどうかを検証する。このために、(3)式のベクトル自己回帰モデルを各取引日毎に推定し、(6)式で表される効率的価格の価格発見に対する取引の価格発見寄与度 R_w^2 を計算した。(3)式の推定では、Hendershott, Jonnes, and Menkveld (2011)にならい、 $k = 10$ とした。また、(5)式の計算では有限のラグ数で打ち切る必要があるため、30期までのラグを用いた。

表1に取引の価格発見への寄与度 R_w^2 に関する基本統計量を示す。全期間で見ると、日経225先物で約11.3%、日経225miniでは約14.1%であり、日経225miniの方が取引の価格発見への影響が大きい⁴。両者の平均の差の検定の結果は1%水準で有意である。

J-GATE 導入前後における R_w^2 の変化については、日経225先物では統計的に有意な差は見られなかった。一方、日経225miniについては平均の差の t 検定、Wilcoxon の順位和検定ともに1%水準で有意であり、取引の価格発見への相対的影響が低下したことが示されている。

5. おわりに

本稿では、日経平均先物市場における高速取引の増加が、取引の価格発見能力を低下させるかどうかを検証した。その結果、日経225先物においては取引の価格発見能力に変化が見られなかったものの、日経225miniにおいては、高速取引が活発化した J-GATE 稼働開始日以降、取引の価格発見能力が有意に低下したことが明らかになった。この結果は米国現物株式市場を対象に分析された Hendershott, Jonnes, and Menkveld (2011)、ドイツ取引所に関する分析を行った Riordan and Storckenmaier (2012)の結果と整合的である。高速取引が行える環境では、高速取引業者は市場にもたらされる情報に応じて高速かつ頻繁に気配値を更新することが出来る。Hendershott, Jonnes, and Menkveld (2011)では、この特性が気配値の価格発見能力を向上させ、相対的な取引の価格発見能力を低下させるのではないかと推測している。大阪取引所でも J-GATE 稼働以降、同様の事態が起きているのかもしれない。一方、高速取引業者が J-GATE での取引に習熟するための期間を、本研究の分析期間が十分にカバーできていないために、このような実証結果になった可能性も否定できない。

原資産、取引時間帯ともに同一先物である日経225先物と日経225miniを対象とした分析で、価格発見能力の低下について異なる結果が得られたことについては、さらなる検証が必要であると考えられる。呼値の最小単位の違いなど、両先物の取引制度の違いを考慮した分析や、分析期間の拡張などを今後の課題としたい。

³ 東京証券取引所においても、高速取引はマーケットメイク型の手法をとるものが多いとされている (保坂 (2014))。

⁴ 1989年第1四半期時点での米国株式市場の取引の寄与度は約34.3%と推定されている (Hasbrouck (1991))。

参考文献

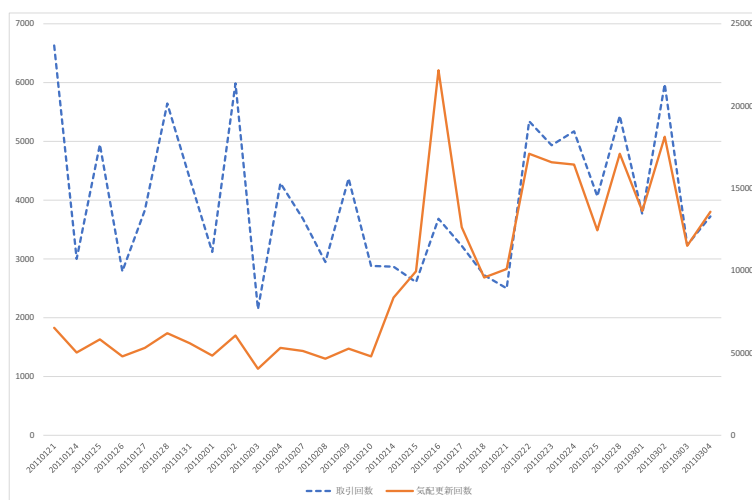
- Frino, Alex, Vito Mollica, and Robert I. Webb, 2014, The Impact of Co-Location of Securities Exchanges' and Traders' Computer Servers on Market Liquidity, *Journal of Futures Markets* 34, 20–33.
- Hamilton, James D., 1994, *Time Series Analysis* (Princeton University Press).
- Hasbrouck, Joel, 1991, The Summary Informativeness of Stock Trades: An Econometric Analysis, *Review of Financial Studies* 4, 571–595.
- Hendershott, Terrence, Charles M. Jonnes, and Albert J. Menkveld, 2011, Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?, *The Journal of Finance* 66, 1–33.
- Lee, Eun Jung, 2015, High frequency trading in the Korean index futures market, *Journal of Futures Markets* 35, 31–51.
- Riordan, Ryan, and Andreas Storkenmaier, 2012, Latency, liquidity and price discovery, *Journal of Financial Markets* 15, 416–437.
- Viljoen, Tina, P. Joakim Westerholm, and Hui Zheng, 2014, Algorithmic Trading, Liquidity, and Price Discovery: An Intraday Analysis of the SPI 200 Futures, *Financial Review* 49, 245–270.
- 保坂豪, 2014, 東京証券取引所におけるHigh-Frequency Tradingの分析, *証券アナリストジャーナル* 52, 73–82.

表1：価格発見に対する取引の寄与度(%)

	日経 225 先物				日経 225mini				
	全期間	導入前	導入後	差	全期間	導入前	導入後	差	
平均	11.266	11.241	11.291	-0.050	14.050	14.073	14.027	0.046	***
中央値	11.266	11.206	11.290	-0.084	14.061	14.069	14.006	0.063	+++
標準偏差	0.173	0.234	0.077	0.157	0.035	0.018	0.034	-0.016	

注) 推定期間は J-GATE 導入前後 15 取引日である。期近物である 2011 年 3 月限のみを分析対象としている。
*, **, *** は平均の差の検定においてそれぞれ 10%、5%、1%水準で有意であること、+, ++, +++は Wilcoxon の順位和検定においてそれぞれ 10%、5%、1%水準で有意であることを示す。

(a) 日経 225 先物



(b) 日経 225mini

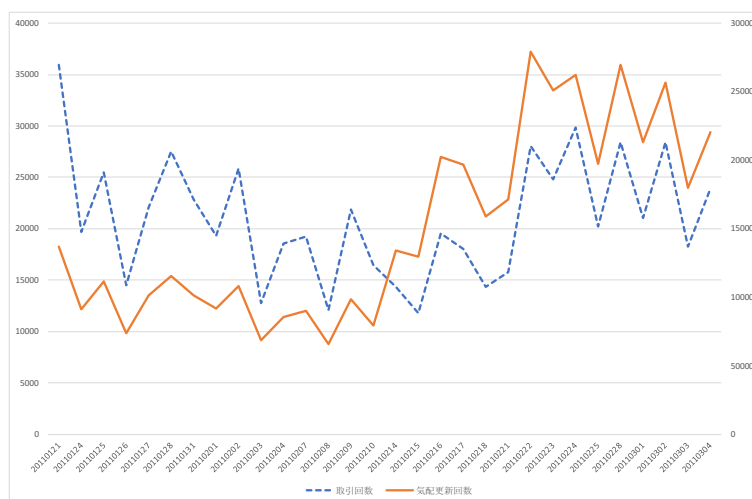


図 1：日中立会時間中の取引回数と気配更新回数

注) この図は 2011 年 1 月 21 日から 2011 年 3 月 4 日までの日中立会時間帯における 2011 年 3 月限の日経 225 先物および日経 225mini の取引回数と気配更新回数を表している。破線は取引回数を、実線は気配更新回数を表している。取引回数の軸は図の左側、気配更新回数の軸は右側に配置されている。

本資料に関する著作権は、株式会社大阪取引所にあります。

本資料の一部又は全部を無断で転用、複製することはできません。

本資料は、デリバティブ商品の取引の勧誘を目的としたものではありません。