

# 注文間隔の違いに基づく株式売買行動の分析<sup>1</sup>

川口 宗紀<sup>a</sup>, 田代 雄介<sup>b</sup>

## 要 旨

本稿では、日本の株式市場における板情報の変化、特に注文間隔に注目し、注文間隔の差異がどのような投資行動から生まれているのかについて分析を行う。前の注文との間隔が極端に短い注文（短間隔注文）は、前の注文に反応した注文である可能性が高く、高頻度取引によるものである可能性も高い。これを分析することで、高頻度な取引が増加した近年の市場において、高頻度取引が価格形成にどのような影響を与えているかの知見を得ることができる。分析の結果、スプレッドを拡大させる約定注文のようなインパクトが大きい注文の後に短間隔注文が集中する傾向があること、また短間隔注文が前の注文のインパクトを拡大させるような傾向があること等が分かった。

**JEL 分類番号：** G14

**キーワード：** 高頻度データ, 高頻度取引

## 1. はじめに

近年、株式市場では取引の高速化が進み、高頻度取引（HFT）と呼ばれる短期的な売買が増加している。日本の株式市場でも、高頻度取引が売買に占める割合は50%以上を占めるといわれている。

高頻度取引が市場に与える影響については、多数の実証研究が存在している。その多くは、価格発見、ボラティリティ、取引コスト、といった市場の質について分析を行ったものである。一方で、個々の高頻度取引がどのような注文を出し、1日の価格形成にどのような影響を与えるかを調べた研究は比較的少ない。要因の1つとして、どの注文が高頻度取引によるものかを特定できるデータの入手の難しさが挙げられる。そのため、高頻度取引の研究では、高頻度取引を特徴付ける代理変数を用いたものが多い。だが、代理変数としては、注文のキャンセル率の高さ、注文の市場待機時間の長さなどが用いられることが多く、個々の注文が高頻度取引かどうかの特定には繋がりにくいため、注文単位での分析は難しい（高頻度取引の実証研究についての分類は、宇野（2015）に詳しい）。

---

<sup>1</sup>本稿の内容は所属組織の意見を表明するものではない。

<sup>a</sup>(株)三菱UFJトラスト投資工学研究所 E-mail: kawaguchi@mttec-institute.co.jp

<sup>b</sup>(株)三菱UFJトラスト投資工学研究所 E-mail: tashiro@mttec-institute.co.jp

売り注文量(株)	価格(円)	買い注文量(株)
15000	817	
200	814	
2200	812	
600	811	
1100	810	
	809	5500
	807	1200
	806	700
	805	2000
	803	400

図 1: 指値注文市場における板の例

本稿では、高頻度取引の代理変数として、売買間の注文間隔に注目する。高頻度取引の特徴の1つとして、市場へのアクセスを高速にするコロケーションを利用していることが挙げられる。他者の注文やイベントに対する反応が速い (low-latency) 注文はコロケーションを用いたものである可能性が高く、したがって高頻度取引である可能性も高い<sup>2</sup>。Hasbrouck and Saar (2013) では高頻度取引の影響を測るための指標として、イベントに対する反応の速さを用いている。本稿では、注文間の間隔が短い注文に焦点を当てる。具体的には、各注文を直前の注文からの間隔で分類し、注文間隔の差異がどのような投資行動から生まれているのかについて分析を行う。さらに、その後の価格形成にどのような影響を与えるのかについても分析を行う。

## 2. 日本の株式市場

本節では、株式の売買がどのような仕組みで行われるのかについて簡単に説明する。

日本では、株式売買の大半は東京証券取引所で行われる。東京証券取引所は、指値注文市場と呼ばれる売買システムを採用している。指値注文市場では、市場の開始時、終了時といった一部の時間帯を除き、注文が到着するたびに売買マッチングが行われる連続オークションによって売買が行われる。

売買を行いたい投資家は、1. 価格, 2. 数量, を決めて、買い注文もしくは売り注文を出すことができる。各投資家が出した注文の情報は、板と呼ばれる形式でまとめて公開される。板の例を記したのが図1である。板には、現在市場に出されている買い注文、売り注文の量が価格別に表示される。板に出ている注文と、新しく市場に到着した注文がマッチングすることで売買が成立する。

<sup>2</sup>イベントに対する反応が速い注文は、予め決められたルールに基づき売買するような機械的取引、アルゴリズム取引である可能性も高い。

例えば、板が図1のとき、ある投資家が810円で200株の買い注文を出すと、すでに810円を出ている売り注文のうち200株とマッチングして売買が成立する。その結果、810円に出ている売り注文量は900株となる。投資家は板を見て意思決定し、注文の提出、キャンセルなどを行う。投資家が何らかのアクションを取るたびに、板は変化していく。

ここで、この後登場する用語を定義する。まず、価格について定義する。板に出ている中で一番価格が低い売り注文の価格をアスク価格、一番価格が高い買い注文の価格をビッド価格と呼ぶ。また、アスク価格とビッド価格の差をスプレッドと呼ぶ。

次に注文について定義する。注文を出したときにすぐに約定する注文を約定注文、約定せずに板に残る注文を指値注文と呼ぶ<sup>3</sup>。また、約定注文の中でも、約定後にスプレッドが拡大する注文をスプレッド拡大約定注文と呼ぶ。例えば図1における810円への1100株の買い注文は、注文後に810円の注文がなくなるスプレッド拡大約定注文である。

### 3. 分析結果

本節では、注文間隔に関する分析について論じる。

まず、使用データについて説明する。本稿では、東京証券取引所が提供しているFLEX Fullヒストリカルデータを用いる。このデータには、各上場銘柄における板の全ての変化情報が時刻（ミリ秒単位）と共に記録されており、板情報が再現可能である。

このデータから注文間隔を定義する。本稿では約定、指値、キャンセルなどの注文タイプによらず、直前に起こった板の変化との時間間隔を注文間隔と呼ぶ。図2に注文間隔の例を示している。注文間隔が取りうる最小値は0.001秒（1ミリ秒）である。

時刻 (時:分:秒:ミリ秒)	注文間隔 (秒)	新しく入った注文の情報				注文処理後の板情報(一部)					
		直近約定 価格	約定量	タイプ	注文方向	価格	注文量	アスク 価格	ビッド 価格	板の注文量 (アスク)	板の注文量 (ビッド)
9:38:38.466	-	810	0	指値	売り	820	500	810	809	1100	5500
9:38:38.640	0.174	811	1100	約定	買い	810	1100	811	809	500	5500
9:38:38.645	0.005	811	0	指値	買い	810	600	811	810	500	600
9:38:39.906	1.261	811	0	キャンセル	売り	811	100	811	810	400	600

図2: 注文間隔データの例

以降、紙幅の都合上、対象を1銘柄に絞って分析を進める。ここでは1日あたりの株式売買代金が全銘柄中でトップクラスのトヨタ自動車を取り上げる。図3は2015年4月の1ヶ月間におけるトヨタ自動車の株式の注文間隔のヒストグラムである。これを見ると、0.002

<sup>3</sup>一般的な注文区分では、価格を指定せずに即座に約定させる注文を成行注文、価格を指定して出す注文を指値注文と分類することが多い。だが、本稿では板の変化に焦点を当てるため、指値注文でも即座に約定する価格での注文は成行注文と同等と見なして注文を区分している。

～0.003 秒と 0.2～0.5 秒にピークを持つ多峰性の分布となっている<sup>4</sup>。他の銘柄でも、ピークの位置は異なるものの、このような多峰性の分布を持つ傾向が見られる。

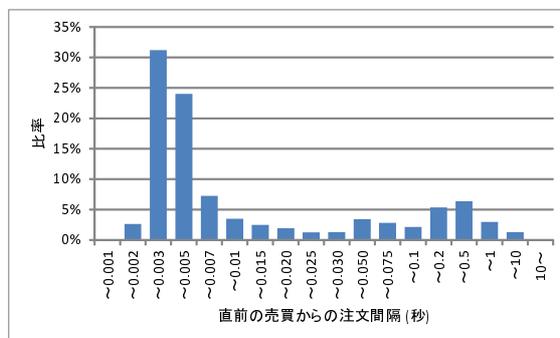


図 3: トヨタ自動車の注文間隔分布

注文間隔が多峰の分布を持つ理由として考えられるのは、売買を行っている主体が異なるためと考えられる。仮に、これらの売買が直前の取引までを参考に行っていると考えた場合、数ミリ秒での間隔による注文は人間の意思決定では不可能だと考えられる。すなわち、数ミリ秒での間隔による注文には、高頻度取引による注文、アルゴリズム取引のような機械的な注文が多く含まれていると思われる。以降では分布の鞍部を 20 ミリ秒として、20 ミリ秒以下の間隔での注文を「短間隔注文」、20 ミリ秒より長い間隔での注文を「長間隔注文」と呼ぶことにし、注文の特徴について分析する。

図 4 は短間隔注文を、2015 年 4 月 1 日の 10 時から 10 時 5 分まで 1 秒毎に集計したものである。短間隔注文が 100 回以上発生している 1 秒間もあれば、全く発生しない 1 秒間もあり、短間隔注文は集中して発生する傾向があるといえる。

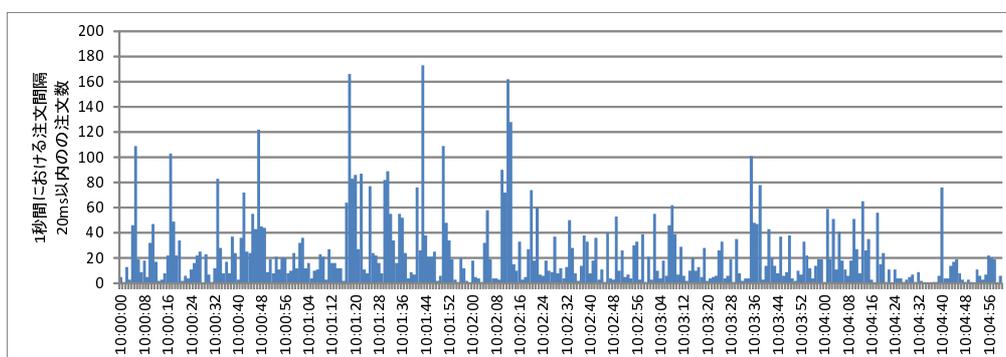


図 4: 短間隔注文の毎秒毎の数 (トヨタ自動車)

<sup>4</sup>0.001 秒間隔の注文がないのは、各注文の処理に若干の時間がかかるためだと考えられる。

注文間隔が集中して発生する一つの原因として、スプレッド拡大約定注文が挙げられる。スプレッド拡大約定注文は、注文の前後での板の形状を大きく変えるため、その後の注文行動に影響を与えやすい。図5は、スプレッド拡大約定注文の前後に注文間隔がどのように変化したのかを表している。横軸の値はスプレッド拡大約定から何番目の注文であるかを表している。0の位置がスプレッド拡大約定注文が起こった時点であり、そこから左はスプレッド拡大約定注文が出る前の注文、右はスプレッド拡大約定後の注文である。縦軸は注文間隔の平均値を表しており、2015年4月1日におけるトヨタ自動車の売買について集計を行った。グラフから見ても明らかなようにスプレッド拡大約定の発生により、注文間隔が急激に短くなっている。また、スプレッド拡大約定から50番目の注文であっても、スプレッド拡大約定前の60~70ミリ秒の注文間隔には戻っておらず、注文間隔の短期化は続いていると考えられる。仮に1注文あたり30ミリ秒とすると50回の注文で1.5秒であることから、この注文間隔の短期化は人間の行動によるものとするよりも、機械的な取引が生じさせていると考えるのが自然であろう。

ここではスプレッド拡大約定を取り上げ、注文間隔に与える影響を見たが、スプレッドが拡大しないような約定であっても、程度の違いはあるものの同様の傾向が見られる。

以上のことから、短間隔注文が生じるパターンの1つとして、スプレッド拡大約定のようなイベントをトリガーとし、それに反応する形で注文が出されるパターンが見てとれる。

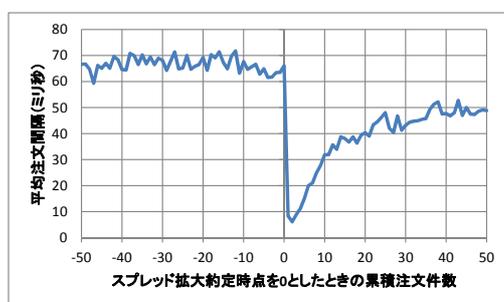


図 5: スプレッド拡大約定後の注文間隔

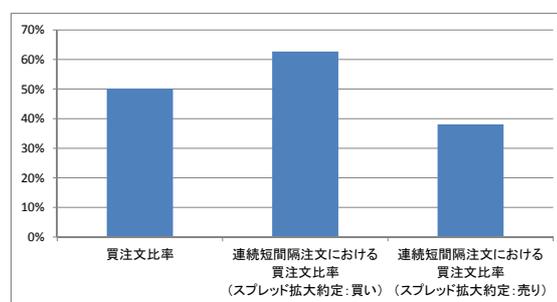


図 6: 短間隔注文の買注文比率

次に、イベントに反応する短間隔注文が、どのようなタイプの注文なのかを調べる。ここでは買い注文と売り注文の偏りに注目する。図6には、2015年4月1ヶ月間のトヨタ自動車の全売買注文、スプレッド拡大約定後の短間隔注文それぞれに占める買い注文の比率を示した<sup>5</sup>。左の棒グラフは全注文に占める買い注文の割合であり、ほぼ50%である。残りの2本の棒グラフは、スプレッド拡大約定後に連続している短間隔注文に占める買い注文の比率であり、スプレッド拡大約定注文が買い注文か売り注文かで区別して集計を行っ

<sup>5</sup>ここでの注文は、約定注文と指値注文の両方を含んでいる。

ている。スプレッド拡大約定注文が買い注文の場合、その後の短間隔注文における買い注文の比率が全注文での比率よりも約10%上昇しているのに対し、逆にスプレッド拡大約定注文が売り注文の場合は約10%低下している。

スプレッド拡大約定注文が買い注文である場合、その注文により株価を上昇させる圧力がかかったと見なすことができるが、その後の短間隔注文での買い注文比率が高いということは、注文は株価をさらに上昇させる方向に偏っているといえる。売り注文の場合も同様である。このように短間隔注文は株価の変化を大きくする、トレンドフォロー型の注文を行っていることが見てとれる。

実際に短間隔注文が株価にどの程度影響があるのかを見たのが図7であり、スプレッド拡大約定の前後での株価の平均的な変化を表している。図7(a)はスプレッド拡大約定が買い注文のとき、(b)は売り注文のときであり、いずれもトヨタ自動車の2015年4月1日の株価の推移を集計している。横軸は図5と同じように、スプレッド拡大約定から何番目の注文かを表している。縦軸は株価の相対値を表しており、スプレッド拡大約定直後の株価を基準の0とし、各時点での株価からスプレッド拡大約定直後の株価を引いた値を計算し、1日の中で複数回発生したスプレッド拡大約定前後の株価の変化の平均値を計算している。点線はスプレッド拡大約定すべての平均値であり、実線は短間隔注文のみを取り出し平均値をとっている。

点線と実線ではスプレッド拡大約定後の株価の変化の方向性が異なる結果となった。実線で示された短間隔注文のみのスプレッド拡大約定後の株価は、スプレッド拡大約定による価格変化と同じ方向に推移している。すなわち、短間隔注文が株価の変化を増大させる方向に注文を行っている傾向があることを示しており、図6から考察した結果を支持しているといえる。

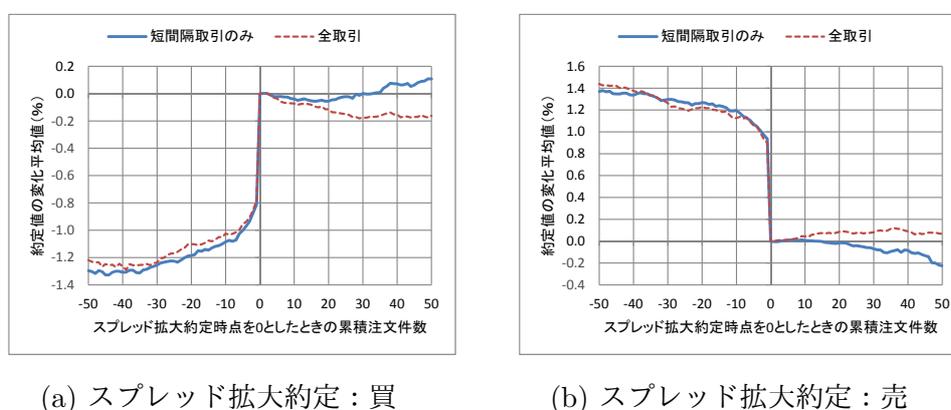


図7: スプレッド拡大約定前後での株価の平均的な変化

## 4. おわりに

本稿では株式市場における板情報の変化，特に注文間隔に注目し，注文間隔の差異がどのような投資行動から生まれているのかについて，前の注文との間隔が極端に短い注文（短間隔注文）を中心に分析を行った．

その結果，スプレッド拡大約定注文のようなインパクトが大きい注文の後には注文間隔が急激に短くなること，また短間隔注文が起点のスプレッド拡大約定注文のインパクトを拡大させるような傾向があること，等が分かった．短間隔注文の多くは，高頻度取引に関係していると思われることから，分析結果は高頻度取引が価格形成に与える影響について示唆を与えるものだと考えられる．

本稿では紙幅の都合上，トヨタ自動車に絞って分析結果を述べたが，当日の報告では銘柄を変えた場合の特徴の違いなどについても言及する．また，スプレッド拡大約定注文以外のイベントについても報告する予定である．

## 引用文献

J. Hasbrouck, G. Saar, 2013. Low-latency Trading. *Journal of Financial Markets*, 16, 646-679.

宇野淳, 2015. HFTと流動性—グローバルな視点から—. *証券アナリストジャーナル*, 53, 18-28.