「独自の進化を遂げる日本のHFT」

第1節　日本でのHFTの功罪を考える（導入）

HFTはフィンテックか？

2000年以降に米国で活発となったHFT（High Frequency Trading⁚高速取引、高頻度取引）は、2010年頃から日本でも広がりを見せ始めた。それから10年近くが経過した現在においてもなお、HFTが日本の金融市場に与える功罪について評価は分かれており、十分に検証されていない部分が多く残されたままだ。HFTの活動実態、金融市場への影響、不公正取引の有無などに関して、不透明性が極めて強く、それがHFTに対する安易な評価を許していない。

AI技術を用いたアルゴリズム取引、そしてその一類型であるHFTは、フィンテック（Fintech）の重要な一分野と言えるのだろうか。フィンテックを、金融(Fin)と技術(Technology)の融合と広義で捉えた場合には、アルゴリズム取引やHFTがフィンテックの一分野であることは疑いがない。

　しかし、フィンテックを、「多くのユーザに高い利便性をもたらす金融分野でのイノベーション」とより狭義に捉えた場合には、HFTが果たしてフィンテックの重要な一分野と言えるかどうかは、意見が分かれるところだろう。

逆に、「HFTは一部の市場参加者だけの金儲けの手段」、「HFTに関わる技術進歩は、多くの人がより利益を得られるようになるプラスサム・ゲームではなく、ゼロ・サムゲームだ」、「HFTは市場操縦的な取引で他の投資家、特に個人投資家の利益を損ねている」、とのマイナスの印象を多くの人に持たれていることも否定できない。

コロンビア大学のスティグリッツ教授は、HFT業者は他社よりも高速な取引を行うことで利益を得るが、そのために過剰な投資がなされている、として、これは社会的には無駄なコストであると断じている。

さらに、短期間で市場の価格が大きく変動する、いわゆる「フラッシュ・クラッシュ」が生じる度に、HFTの関与が疑われ、金融市場を不安定化させる存在、との批判もしばしばなされてきた。

HFTの社会的意義を軽視すべきではない

しかし一方で、HFTが市場の流動性を高める、市場の効率性を高める、など市場機能を向上させる効果を持つことを示す実証分析が、日本を含めて世界各国には、多く存在している。それは、HFTが金融市場を不安定化させることを示す実証分析よりも、少なくとも数の上では格段に多いのである。

　このようにHFTには、市場機能を向上させることを通じて社会全体に便益をもたらすという、社会的意義があることは間違いがないのではないか。この点は、決して過小に評価されるべきではないだろう。

各国でHFTへの規制強化の動き

　通常時にHFTに市場機能を向上させる機能があることは確かであるとしても、有事の際にはどうだろうか。即ち、市場が何らかの理由で混乱する場合に、HFTがその混乱を増幅してしまう可能性については、現状ではなお十分に検証されていない。

　さらに、HFT業者が相場操縦のような不正取引に、意図してあるいは意図せずに関与している可能性も否定はできない。またHFT業者による取引が、他の投資家、特に個人投資家の利益獲得の機会を奪っている可能性もある。こうした問題点についても、現状ではなお十分に実証されていない。

そこで、こうした不確実なリスクに対応するために、規制強化や制度整備が各国で進められてきたのである。日本においても、2018年4月にHFT業者に登録制が導入された。

　こうした規制の強化が、市場機能を向上させるなど公益に資するHFTの活動を過度に抑制することなく、上記のような潜在的な問題を生じさせるリスクを軽減させるものとなることを期待したい。

HFTへの規制については、高度な技術が求められるという点で、規制当局にとってもまさに新たな挑戦領域である。日本でHFT業者による不公正取引に関する摘発が今のところ少ない背景には、規制当局側の技術水準の問題も指摘されている。今後は、民間組織からの協力を得る形で、規制当局の技術向上も図られるべきだろう。

HFTが日本の証券業のビジネスモデルに深く関わる可能性も

　本稿の最後では、日本の証券会社とHFT業者との活動に関して、最新の動向を紹介する。その中では、日本のネット証券（オンライン証券）が、個人投資家からの株式注文をHFT業者に回すことと引き換えに、HFT業者からリベート(報酬)を得る仕組みを見る。米国で一般的なこの慣行を、日本のネット証券も導入し始めているのである。こうして、HFT業者と証券会社との相互依存関係が強まってきている。

　長引く低金利環境の下、極めて脆弱な収入基盤に直面している日本のネット証券は、こうした形でHFT業者からのリベートに収益を依存する体質を、将来的には米国以上に強めていく可能性も考えられるところだ。

その際には、こうした慣行が個人投資家の利益を大きく損なう形で行われることがないよう、引き続き厳しい監視が必要となるだろう。

第2節　アルゴリズム取引とHFTとは何か

アルゴリズム取引とは何か

　HFTとはアルゴリズム取引の一類型である。それでは、アルゴリズム取引とはいったい何であるのか？本節ではこの点を議論したい。

「あらかじめ定めておいた手順に従って、コンピューターのシステムが自動的に証券売買のタイミングや数量を判断して注文を繰り返す取引」のことを、アルゴリズム取引と言う。

　アルゴリズム取引自体は、かなり以前から世界的に行われており、その中には、定型的な取引の手続きを自動化しただけの、高度でないものも少なくない。高頻度・高速取引を行わないアルゴリズム取引も多いのである。但し最近では、機械学習などAI技術を用いた高度なアルゴリズム取引が増えてきている。

　アルゴリズム取引の最大の目的は、安定的な収益の獲得であり、そのためにリスクをコントロールしつつリターンを追求し、またコスト削減を目指す。

　アルゴリズム取引を行うのは、機関投資家、プロップ・ファーム（自己資金のみで投資する投資会社）、証券会社の自己売買部門、証券会社のブローキング部門、個人投資家である。このうち、証券会社のブローキング部門以外では、アルゴリズム取引を利用する最大の目的は、利益の追求だ。証券会社のブローキング部門については、顧客からの注文について最良の取引条件の下で執行する義務である最良執行義務の実現、が最大の目的となる。

アルゴルズム取引の類型

　アルゴルズム取引は、その目的や手順に応じて、①執行アルゴリズム取引、②ベンチマーク執行アルゴリズム取引、③マーケット・メイキング・アルゴリズム取引、④裁定アルゴリズム取引、⑤ディレクショナル・アルゴリズム取引、⑥市場操作型アルゴリズム取引、の６つに大きく分けられる。

1. 執行アルゴリズム取引

執行アルゴリズム取引は、投資家が市場に売買注文を出す際に、コスト削減などを狙って、注文の分割、注文タイミングの調整、最適な市場の選択、などを自動で行なうものだ。中には、自らの取引の執行を他の投資家から隠すことで、マーケット・インパクト・コスト（自らの売買行動によって生じる取引価格の変動）の発生を抑えるものや、市場のルールを遵守する仕組みを取り込んだもの、などもある。

マーケット・インパクト・コストを削減するためには、注文を多数回に分けて、時間をかけて発注をすることが有効だ。他方で、時間をかけるほど、市場価格が変動するリスクは増大してしまう（タイミング・コストの増加）。そこで、２つのコストの合計が最小となる最適な時間を見つけて取引を決めるのも、執行アルゴリズムの重要な役割の一つとなっている。

1. ベンチマーク執行アルゴリズム取引

　ベンチマーク執行アルゴリズム取引は、自己の注文の執行結果を、何らかのベンチマークに近づけるものである。大きな数量の注文を執行する際に利用される。例えば、マーケット・インパクト・コストの発生を抑えるために数回に分けて注文を出す場合に、各注文の平均価格を市場の終値というベンチマークに近づけることを目指すようなアルゴリズム取引である。

1. マーケット・メイキング・アルゴリズム取引

マーケット・メイキング・アルゴリズム取引は、通常のマーケットメーカーのように、売り買い双方に指値注文を出す。市場価格（仲値）よりも自身に有利な価格で売りと買いに同時に注文を出し、売買の相手を待って、市場価格と提示価格との差で収益を狙う。売りと買いの同数の注文が同時に約定すれば、両者のスプレッド分だけ利益を得ることができる。

この取引は、市場に流動性を提供する、という点で市場の安定に貢献する。マーケット・メイキング・アルゴリズム取引を行う投資家は、市場の動きや板の動きに合わせて、スプレッドの幅や注文の数量を随時調整することが求められ、新規の注文、変更、取消を繰り返すことになる。

1. 裁定アルゴリズム取引

裁定アルゴリズム取引は、同じ証券など同一の価値を持つ商品の価格が、同一時点で異なる場合に、高い価格で売り、また低い価格で買い、価格差が収斂した後に反対売買を行うことで利益をあげるものだ。価格変動リスク（マーケットリスク）を抑えつつ、利益を上げることができる。その過程で市場の歪みが緩和・解消されることから、市場の効率化に貢献する取引であるとも言える。

裁定取引から利益を得るまでには、裁定機会の発見、裁定取引、価格の歪みの解消・縮小、反対売買の４つのプロセスを経ることになる。裁定取引は価格の歪みを解消する方向に作用することから、最初に裁定取引を行う投資家がより多くの利益を得られる。そこで、第1の裁定機会の発見、第2の裁定取引のプロセスでは、スピードが求められるのである。

1. ディレクショナル・アルゴリズム取引

ディレクショナル（directional）・アルゴリズム取引は、価格、出来高などの市場データ、ニュースなどのイベント情報から先行きの市場価格の変化を予測し、それに基づく売買を通じて売買価格差収益を狙うものだ。相場の一方向に賭ける戦略である。この取引は、概してハイリスク・ハイリターンである。

1. 市場操作型アルゴリズム取引

市場操作型アルゴリズム取引は、自らが提供する流動性や売買の意思などの情報について、他の取引参加者に誤認させることを狙って発注し、相場を自身に有利な方向に動かすことを狙うものだ。その結果、大きな収益の獲得が可能となる。大量の流動性を呼び込むことで、取引コストを抑えることや、大量の注文と取り消しを繰り返すことで、他の参加者の執行を遅らせる、あるいは執行できなくするといった取引もある。

アルゴリズムの構築に機械学習を利用

　以上のようなアルゴリズム取引を行うためのアルゴリズムを構築する手法については、理論的アプローチと経験的アプローチの２種類がある。

理論的アプローチとは、設計者が値動きや市況のメカニズムについて一定の仮説を設定し、それに基づいてモデルを作り上げていくものだ。一方、経験的アプローチとは、機械学習などのAI技術の手法を用いて、コンピューターに過去のデータから何らかのパターンを見つけさせ、そのパターンに一致するモデルを探索させる、といったアプローチである。

理論的アプローチの場合、設計者がアルゴリズムのメカニズムを理解しているため、仮説の検証や問題点の修正などを容易に行うことができる。しかし、設計者個人の経験に基づき、設計者が認識し理解できる理論的因果関係の数には限界がある。そこで、経験的アプローチでより膨大かつ多様なケースのデータに基づいてモデルを構築した方が、取引でより良いパフォーマンスを挙げることも期待できる。

そのため、理論的アプローチと経験的アプローチを組み合わせたアルゴリズムの構築がしばしばなされている。

AIとAIとの争いに

以上で説明したアルゴリズム取引の類型のうち、証券会社のブローキング部門が行う執行アルゴリズム取引とHFT業者が行うマーケット・メイキング・アルゴリズム取引との間では、共にAI技術を競い合うケースが発生しやすい。

証券会社では、顧客から受けた大口の注文を分割し、また注文タイミングを調整し、さらに最適な市場を選択して注文を出すなどの一連のプロセスを、執行アルゴリズムが自動で判断する。その際に、他の投資には大口の注文が察知されないようにして、市場の価格が動くことを回避しつつ、顧客からの注文を執行しようとするのである。

他方、売り買い双方の新規注文、変更、取消を高速でおこない利益を上げるHFT業者が行うマーケット・メイキング・アルゴリズム取引では、こうした大口注文の存在をいち早く察知することで、先回りして利益を上げることを目指す。

ここに、大口注文の存在を隠そうとするAIと、それを見抜こうとするAIとの間での激しい争いが生じるのである。

HFTとは何か

　HFT（High-Frequency-Trading）はアルゴリズム取引の一種で、高速かつ高頻度で売買を行うアルゴリズム取引のことを言う。

HFTでは短時間で多くの回数の取引が可能であるため、一回の取引で得られる収益が比較的小さくても、全体では大きな規模の利益を得ることができる。また高速の取引は、瞬間的に生じた収益機会を逃さずに得ることを可能とする。

HFTでは、保有したポジションを短期間のうちに解消することが一般的だ。巨額のポジションを長期間保有すれば、大きなマーケット・リスクに晒されるからである。

Ferber, M. [2012] は、HFTを、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、と定義している。

・コロケーション・サービス（取引参加者が売買執行を行うサーバーなどを、取引所の売買システムの近くに設置することを許可するサービス）を利用している

・日々の取引代金が、保有資産規模の50％以上

・注文執行比率が売買注文全体の25％未満

・注文取消比率が売買注文全体の20％以上

・保有資産のうちの半分以上がその日のうちに売却される

・50％以上の取引・注文についてリベートを受領している

HFTで使われるアルゴリズム取引

　既に見た6種類のアルゴリズム取引のうち、HFTが利用される傾向が強いのが、マーケット・メイキング・アルゴリズム取引、裁定アルゴリズム取引、ディレクショナル・アルゴリズム取引の３つである。

その中でも最も数が多いのが、マーケット・メイキング・アルゴリズム取引である。そこでは、市場価格や流動性の変化に応じて、新規の発注、変更、取消を随時実施することが求められることから、高頻度、高速の取引が有効となるのだ。

　裁定アルゴリズム取引では、価格の歪み、つまり裁定機会を発見した後、最も早く裁定取引を行うアルゴリズムが、最も大きな利益を得ることができる。この点から、やはりHFTの利用が有効となる。

　2014年に発行されたマイケル・ルイス氏の著書「フラッシュボーイズ」の中で紹介されたのは、このタイプのアルゴリズム取引、HFTだ。米国では、個別銘柄の取引がニューヨーク中心である一方、株式指数先物の取引の中心はシカゴにある。そこで、両市場間の裁定取引で他者に打ち勝つために、両都市間を直線的に結ぶ光ケーブルが敷設されたのである。

　他方、ディレクショナル・アルゴリズム取引のうち、短い時間で利益の獲得を目指す場合にも、やはりHFTの利用が有効となる。

米国でHFTによる裁定取引が活発化した背景

　米国でHFTによる裁定取引が活発化するきっかけとなったのは、当局による規制改革であった。ニューヨーク証券取引所（NYSE）とナスダックが株式取引をほぼ独占していたことを問題視したSEC（米証券取引委員会）は、取引所間の競争を活発化するために規制改革策を進めたのである。

これによって1990年代以降、多くの取引所、ATS（代替取引システム）、取引所以外のマーケットメーカー、によって注文執行がなされるという、市場の分断化（market fragmentation）が形成されていったのである。

　同じ銘柄が取引される場所、つまり市場の数が増えれば増える程、市場ごとの売買気配値の違いが多く生じて、ここに裁定取引の機会が生まれる。そこで投資家は、気配情報の変化に迅速に対応できる高速の取引システムを導入していった。他方、市場（取引所）の側でもそうした投資家のニーズに応えるために、自らの注文執行システムの応答速度を高めていったのである。

　一方日本では、株式売買代金の9割は東京証券取引所に集中していることから、HFTによる裁定取引はそれほど活発ではない。そのため、日本でのHFTは、裁定アルゴリズム取引ではなく、マーケット・メイキング・アルゴリズム取引が中心となっている。

高速取引は光速に近付く？

　比較的少数の新興企業が、光速に匹敵する速度で株式取引を処理できるという、ネットワークスイッチを製造している。ウォールストリートジャーナル紙が2016年に報じたところでは、豪シドニーに本拠を置くメタマコや、シカゴに本拠を置くエクセロア（xCelor）社が製造するネットワークスイッチでは、取引所から電子トレーダーに送るデータなど、メッセージを一方から他方に送るのに約4ナノ秒（1ナノ秒＝10億分の1秒）しかかからないという。

　このように、HFTの一部のプロセスでは、その取引速度はまさに光速に近付いてきているのである。このことは、HFTの速度を競う争いが終わりに近づいていることを意味するのだろうか？

　取引速度が光速に使づく中、その取引速度を他者よりも僅かでも高めるために必要な投資額は、加速的に増加する傾向にある。取引速度を上げるための限界コストが高まる場合、限界期待収入と限界コストが一致する時点で、HFT業者は追加投資を停止してしまうはずだ。

　後に見るように、米国では2009年頃をピークに、株式取引に占めるHFTの割合が低下したことを踏まえて、こうした臨界点が近づいてきたことを示唆している、との指摘も聞かれる。

しかしそれでも、米国においては、他社よりも僅かにでも取引速度を高め、光速に一歩でも近づくという争いはなおも続いている。まだ臨界点には達していないのである。

第３節　世界と日本のHFTの変遷を振り返る

HFTはまず米国で盛んに

　HFTが最初に盛んに行われるようになったのは米国である。2000年代中盤には、既に多くのHFT業者が市場に参加していた。2000年代の後半にかけては株式取引に占めるHFTの比率は急速に高まり、米調査会社Tabb GroupのBogard氏の推計によると、2009年には61.0％にまで達した。

　しかし、HFTの比率はこの2009年頃をピークに低下していく。その背景には、HFTでの過当競争と収益性の低下があっただろう。HFTによる収益獲得はゼロ・サムゲーム的要素が強いことから、HFTの業者数が増加すると、1社当たりの収益は減少する傾向にある。Tabb Groupの推計によると、米国株市場におけるHFT業界の2018年の総収入は18億ドルと、2010年の57億ドルからは７割も減少している。

また、2010年5月の株価急落、いわゆるフラッシュ・クラッシュも、HFTへの参入が弱まる一因となった可能性があるだろう。2012年にはEladian Partners,2014年にはInfinium Capital ManagementといったHFT業者が、廃業に追いこまれていった。

2014年にはHFTの比率は売買代金ベースで48.5％（Bogardによる推計）まで低下し、その後は比較的安定していると見られる。この比率が50％に近いことは、全ての株式取引で片側がHFT業者、もう片側がHFT以外の投資家、というイメージである。比率が50％を超えるとHFT業者同士の食い合いから一部のHFT業者が淘汰されるため、概ね50％程度が持続的な水準の上限と考える見方もある。その場合、比率が60％を超えていた2009年は行き過ぎており、持続可能でなかったと言えるだろう。

欧州でのHFTの活動は、数年程度の遅れで米国の流れを追った形であった。株式取引に占めるHFTの比率（売買代金ベース）は、2009年で29％、2010年と2011年には38％に達した（The World Federation of Exchangesによる）。しかしその後は低下傾向を辿り、2014年時点で24％と推計されている（ESMA;　European Securities and Markets Authority）。

HFT業者は市場が飽和した米国市場などから日本へ

　日本のHFTは、2010年前後に取引シェアでピークを迎えた欧米に比べて、遅れて広がった。広がるきっかけとなったのは、東京証券取引所が2010年に株式売買システムのアローヘッド（arrowhead）を稼働させたことだ。これは、世界最高水準の高速性・信頼性・拡張性を兼ね備えた売買システムで、それによって、高速な売買取引が可能となったのである。いわば、本格的なHFTの幕開けである。

　2010年は、米国でHFTの比率がちょうどピークを迎えた頃だ。まさにそのタイミングで、日本では逆にHFTが本格的に広がり始めたのである。市場が飽和状態に達し、収益性が低下してしまった米国市場から日本市場へとHFT業者が取引を移していったことが、日本でのHFT拡大を後押しした可能性も考えられるところだ。

　2014年時点での日本の株式取引に占めるHFTの比率は、「東京証券取引所におけるHigh Frequency Trading の分析」の中で25.9％（売買代金シェア）と推計されている。これは、同時期の欧州での水準と概ね等しい。

しかしその後、2015年にはアローヘッドがリニューアルされ、売買スピード、処理件数が格段に高まったことを踏まえると、HFTの比率は現状ではさらに高まっていると推察される。現在の水準は、米国には及ばないものの、欧州を上回っているのではないか。

ちなみに、日本以外のアジア市場では、オーストラリアでの株式取引に占めるHFTの比率は、2015年1－3月期に27％と推定されている（Australian Securities and Investments Commission）。他方で、香港やシンガポールにおいては、その比率はかなり低めとされる（Wheatey（2011））。

（図表１）株式市場でのHFT比率の国際比較



市場の集中度が高い日本でのHFT業者の活動

　欧米市場と比べると、日本の株式市場は集中度が高い。言い方を変えると、市場の分断化（Fragmentation）の度合いが低い。株式取引における東京証券取引所の比率が圧倒的に高いためだ。

　フラッシュボーイズの世界のように、米国では取引が多くの市場に分散していることが、HFT業者が裁定取引によって収益を上げることができる環境を提供している。また、市場の数が多いことが、HFT業者がマーケットメイク取引を行う機会を増やすことにもなる。この点から、市場の分断化が激しい国ほど、HFTの収益獲得機会は増え、HFTにとっての魅力は高まる。

　この点に照らすと、東京証券取引所に株式取引が集中している日本は、海外のHFT業者にとっては必ずしも魅力のある市場ではないはずだ。それにも関わらず、以下に見るように海外勢のHFT業者が日本で活発に活動しているのは、海外市場が飽和状態に達したことで、収益獲得の活路を彼らが日本に見出しているためではないか。

海外勢HFT業者に席巻される日本市場

　後に詳しく見るが、日本では2018年4月に、HFT業者に対して登録制が導入された。2020年10月15日時点で登録されたHFT業者（正式名称は高速取引行為者）は55社であり、そのうち1社を除けば全ての本社は日本以外の海外の国にある（図表2）。日本のHFTは、まさに海外勢に席巻されているのである。これは、市場が飽和した米国市場等から、収益機会を求めてHFT業者が挙って日本に流れ込んできたことを意味しているのではないか。

　そのため、日本でHFTから得られた収益は、多くが海外に流れている可能性があるだろう。その分、国内でのその他の投資家、特に個人投資家が取引で不利益を被り、彼らが得られるはずだった収益が海外に流れている、という構図になっている可能性もあるのではないか。

　今のところ、日本ではそうした状況に対して批判の声はあまり聞かれない。これは、市場関係者や投資家の間では、HFTが市場に流動性を供給するなどのプラスの役割がより意識されているためかもしれない。他方、一般の国民にとっては、HFT業者という存在自体があまり知られていないためかもしれない。

ただし、今後は、国民の厳しい目が海外勢のHFT業者に向けられる可能性も残されていよう。「ハゲタカファンド」と呼ばれる海外の投資ファンドが日本企業を安く買い叩き、日本国民がそれを強く警戒した、かつての経験を思い起こさせる。

（図表２）日本の登録HFT業者の本店所在国



（注）2020年10月15日時点

（出所）金融庁

第４節　HFTが金融市場に与える影響の評価

HFTは市場機能を高める効果を持つ

　アルゴリズム取引、とりわけHFT型のアルゴリズム取引が金融市場に与える影響については、プラス面、マイナス面の双方から今まで様々な議論がなされてきた。

　HFTのプラス面として多く指摘されるのは、流動性供給機能である。HFT

業者の大部分は、マーケット・メイキング・アルゴリズム取引を実施している。そのもとでは、売りと買いの両方に取引注文を出すことから、HFTが市場に流動性を提供するという重要な役割を担っていることは疑いないのではないか。またこの点から、市場の安定に貢献していると言えるだろう。

　もう一つのHFT業者の代表的なアルゴリズム取引である裁定アルゴリズムでは、HFT業者は裁定機会を見出した際に迅速に発注を行ない、価格の乖離を解消するものだ。価格差という市場の歪みを迅速に解消するという点で、HFTは市場の効率性を高めている面があるだろう。

これら双方の点から、HFT型のアルゴリズム取引が市場機能を高める効果があることは否定できないと思われる。

市場機能を高める効果に関する海外での実証研究

　HFTが市場に流動性を供給し、市場の流動性を高める効果については、海外で多くの実証分析結果が存在している。そのうち代表的なものの概要を示したのが（図表３）である。

（図表３）HFTの流動性提供に関する実証研究

|  |
| --- |
| ●米国株式市場に関する実証分析；Zhang and Riordan[2011]➡流動性の高い銘柄の取引から流動性を奪い、流動性の低い銘柄の取引に流動性を提供する傾向がある●英国株式市場に関する実証分析； Brogaard et al.[2014]➡システム更新に伴い HFT比率が高まっても、機関投資家の取引コスト(市場変動修正コスト)は増加しない●カナダ株式市場に関する実証分析； Brogaard et al.[2014]➡取引手数料の値上げ後にHFTの減少と気配スプレッドの縮小を観測 |

（出所）各種資料より野村総合研究所作成

米国やカナダでの実証研究では、HFTが市場の流動性を高める効果があることが示されている。また英国の実証分析でも、HFTの増加が、市場の流動性の低下を通じて市場参加者の取引コストを高めているという証拠は見られなかった、とされている。

　さらにHFTが市場の効率性を高める効果についても、海外で多くの実証分析結果がある。そのうち代表的なものの概要を示したのが（図表４）である。

（図表４）HFTの効率性向上に関する実証研究

|  |
| --- |
| ●米国株式市場に関する実証分析；Zhang and Riordan[2011]➡HFTは効率的な価格水準からの乖離を是正する●英国株式市場に関する実証分析； Benos and Sagade[2014]➡HFTは能動的に効率的な株価水準への移行を促す一方、乖離をもたらすような注文を指値で待ち受ける傾向がある |

（出所）各種資料より野村総合研究所作成

　米国や英国での実証分析では、HFTによってもたらされた注文による約定が、効率的な価格水準が決定されるように促した、という効果が確認されている。

日本での研究結果

　HFTが市場に与える影響に関する学術的な研究分野においては、欧米にはかなりの蓄積がある。株式市場に与える影響については、市場の価格発見機能の向上、効率性の向上、流動性の向上に貢献しているとのプラスの評価が多い。

　他方、HFTで後発組の日本では、2010年に売買システムのアローヘッドが稼働した後、つまりHFTが本格化したことで生じた市場の変化に関する実証分析が多いことが特徴である。

その中で、比較的オーソドックスな分析が、東京証券取引所（保坂）によって行われている。ここでは、HFT業者による取引を、Ferber,M.の定義（第2節参照）に倣って注文執行比率25％未満、注文取消比率20％、としてたうえで、HFT業者と非HFT業者の注文を区別して、HFT業者の特性を明らかにしている。

それによれば、①立会取引外の注文は少なく、また、②成り行き注文が極めて少ない、③最良気配外指値注文が多いため、即時に約定されず長く板に注文が残る傾向がある、ことなどが明らかになったという。これらは、HFT業者の注文は、市場に対して流動性を提供し、市場の安定に貢献していることを示唆している。

以下は、日本のHFTが市場の流動性に与える影響に関する、代表的な実証研究の結果の概要を示したものだ。

（図表５）HFTの効率性向上に関する実証研究

|  |
| --- |
| ●宇野・柴田[2012]　➡アローヘッド稼働後取引の高頻度化が進これにより流動性供給が活発　　　　化した●新井[2012]　➡アローヘッド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●保坂[2014]　➡ HFTによる約定注文では同取引によって流動性を供給するものが多い。HFTによる指値注文は最良気配値よりも最良気配値外で注文板を厚くしている。HFTは価格変動を抑制する注文が多く、株価の変動を緩やかにしている●大田[2015]　➡アローヘッド導入後にスプレッドが著しく低下した |

（出所）各種資料より野村総合研究所作成

市場を不安定化させる可能性も

　このように、内外の実証研究では、HFTが市場の流動性を高める、市場の効率性を高めるという効果を示すものが多い。

　他方で、HFT型のアルゴリズム取引は金融市場を不安定化させるという問題点も、しばしば指摘されてきたところだ。株式、債券、為替市場で短期間のうちに価格が大幅に変動するいわゆる「フラッシュ・クラッシュ」が生じると、真っ先にHFTの関与が疑われるのである。

　何らかの理由で市場が不安定になった場合、アルゴリズムがその設計者が想定していない動きをし、その結果、市場の不安定性を増幅してしまう可能性が考えられる。また、アルゴリズムが不具合などを理由に暴走を始めると、市場を混乱させる可能性も指摘されている。

　さらに、HFT業者は高速及び高頻度で新規発注、変更、取引を実施するため、他の投資家が市場の状況を正確に理解できず、価格形成が一部のHFT業者に支配され、その結果、価格形成に歪みが生じる可能性もある。

　このように、HFTが市場に与える悪影響を示す実証研究は、既に見たような好影響に関する実証研究結果と比べると少ない印象である。しかしそれゆえに、HFTが市場に与える好影響の方が悪影響よりも大きい、と結論付けることはできない。データの制約や技術的な制約によって、両者の間で実証研究の難易度に差がある可能性なども考えられるためだ。

市場の混乱を増幅させるかについても両論

第1節でも指摘したが、通常時、いわば平時には、HFTに市場機能を向上させる機能があることは確かであるとしても、いわゆる有事の際のHFTの評価については不透明性が残る。即ち市場が何らかの理由で混乱する場合に、HFTがその混乱を増幅してしまう可能性については、なお十分に検証されていないのが現状なのではないか。

フラッシュ・クラッシュとHFTとの関係について、キリレンコ・MIT教授は、HFTの自動プログラム売買が、価格変動を加速したフラッシュ・クラッシュ発生時に最良気配の注文を即時に引き揚げ、それが価格変動を増幅したとした。市場がストレス状態にある際には、HFTの注文フローの偏りが拡大して更なる価格変動を生じさせるとして、HFTが市場の混乱を増幅している、と結論付けたのである。

他方で、ヘンダーショット・UCバークレー教授は、ボラティリティの変動に応じてHFTのアルゴリズム取引の取引量が有意に変動している証拠はない、アルゴリズム取引はボラティリティを高めているのではなく抑制している、としており、見解は大きく分かれている。

取引の公平性の問題と不公正取引

　他方で、HFTは投資家の間で不公平性を生じさせている、との指摘もある。HFTは一般の投資家では難しい、ごく短時間の取引機会の獲得を実現している。これが不公平だとの指摘である。

　一般投資家は、板情報を見て取引の意思決定をしても、その注文が市場に到着した時点で、既にHFTの高速取引によって板の状況は変化していることがしばしばある。

　また、HFT取引には相場操縦などの不公正取引が含まれている点も、しばしば指摘されてきた問題だ。HFTでは大量の新規注文、変更、取消が頻繁に行われる。その中に、売買する意思がないのに大きな注文を出し、約定しそうになると取り消す「見せ玉」などの禁止されている相場操縦行為も含まれているとの指摘もされる。実際に日本でも、相場操縦の意図を持って取引が行われ、HFT業者が摘発された事例が少数ではあるが存在する。

第５節　予防的な措置としてのHFT規制

米国でのHFT規制と制度対応

　HFTの取引戦略は、それが収益の源泉であるがゆえに、他者は簡単には知り得ない、いわばブラックボックスとなっている。他方で、HFTが市場を混乱させる可能性や、一部で相場操縦のような不公正取引に関与している可能性などの問題を多くの人が意識するなか、それらを明確に確認あるいは証明できないとしても、それに対して予防的な措置を講じようとする取り組みが、世界的に広まったきた。それが、自主規制機関による様々なルールの導入や当局による規制の導入である。

　欧州では、HFTを規制する目的からHFTをまず明確に定義しているのに対して、米国ではHFTは明確に定義されていない。CFTC（米商品先物取引委員会）とSEC（米証券取引委員会）が2010年に示した定義も、大まかなものに過ぎない。そのため、HFTを直接的に取り締まる規制は、米国では導入されていない。他方で、HFT的な一部の取引に対して、段階的に規制が適用されてきているのが特徴である。

　例えば、米国ではネイキッド・アクセスが禁じられている。これは、証券会社の発注システムを介さない取引所への接続のことであり、かつ、証券会社が、顧客の注文情報などをチェックするためのシステムも組み込んでいないものだ（組み込んでいるものは、スポンサード・アクセスと呼ばれる）。ネイキッド・アクセスの禁止は、証券会社におけるHFT顧客獲得のための過当競争を抑える措置と言える。

　また米国では、スタブ・クォートも禁じられている。スタブ・クォートとは、価格提示の義務があるマーケットメーカーが、取引を成立させたくない場合に、意図して市場実勢から極端に乖離した指値で注文を入れることである。

欧州でのHFT規制

第２節で見たように、EU（欧州連合）では、金融・資本市場に係る包括的な新規制であるMiFID2（第2次金融商品市場指令；Markets in Financial Instruments Directive 2）の中で、HFTは明確に定義されている。

　この法律のもと、HFT業者に限らず全てのアルゴリズム取引業者は、規制当局に取引内容を報告することが義務づけられている。また、取引所については、注文ごとにそれがアルゴリズム取引業者によるものかどうかを把握することも義務付けられている。

　マーケットメイク戦略を行なうアルゴリズム取引業者は、事前に登録を義務付けられ、さらに市場に流動性を供給することを一定の基準で満たすことが求められる。

日本でのHFT規制

　日本では、金融証券取引法が改正され、HFT規制を含む政令、内閣府令が、2018年4月に施行された。HFT業者（高速取引行為者）には、登録と取引戦略を事前に届け出ることが求められる。設備や体制に不備があれば、登録を拒否されることもある。既に見たように、2020年10月時点で登録されたHFT業者は55社である。

　日本では、HFT業者は定義されているが、欧州ほどには明確ではない。その定義は、「注文等の伝達に通常より時間を短縮する方法がとられ、他の注文と競合することを防ぐ仕組みが講じられたもの」である。

　また、HFT業者には、取引記録の作成や保存が義務付けられており、監督当局は報告の要求や検査を行ない、HFT業者に業務改善命令を出すことができる。

　日本での規制導入は、HFT業者を悪者として排斥するような意図を持ってなされている訳ではない。その実態が明確でないことから、規制当局や取引所がその実態を適切に把握して、HFT業者に対する監督機能を高めるための環境整備を進める、という狙いがあるだろう。HFT業者の多くは非上場で情報開示が少ないため、当局には実態把握が難しいのである。

登録制導入によって、日本でのHFTの活動が抑制されるとの懸念も当初はなされていたが、現状ではそれを裏付ける明確な証拠はない。

登録制導入に関しては、当局がHFTの実態把握のために必要という判断が背景にあり、またそれには相応の根拠がある。仮に登録制でなければ、東京証券取引者など民間事業者が自主的に監視する必要があるが、これはかなりのコスト負担となり、実施が難しい面もあるだろう。登録制を導入したことで、国の責任のもと、国費を用いて、仮に不公正なものがあれば摘発していく、という姿勢を明確に示したことになる。

HFTにかかる不公正取引の摘発は日本では少ない

　しかし日本では、HFTにかかる不公正取引の摘発件数はかなり少ないのが現状である。その理由として以下の3点が考えられる。

第1は、日本は米国のように市場が分断化していない。その結果、市場の歪みが比較的小さく、HFTがそもそも欧米よりも活発ではない。また、HFT業者のみが取得できる情報に限りがあることも、不公正取引を抑制しているのではないか。第2は、日本の規制手段が限定的であるため、HFTによる不公正取引を発見しても、その摘発が難しいという側面もあるだろう。第3は、当局が持つ技術が十分でないことから、当局がHFTの不公正取引を追跡できていない可能性がある。

　このうち、従来は最も有力であったのは、第3の理由なのではないか。実際のところ、当局がHFTによる不公正取引を見つけるのは、技術的に難しかったようだ。取引が極めて短時間で行われているためだ。

しかし、HFT業者を登録制にしたことによって、当局による不正取引の把握と検証は、より実効性が高まってきている。また、民間の取り組みでも、AIの技術を用いて大量の市場データを学習させることにより監視機能を充実させ、怪しい動きを見つけることができるようになってきている。

そうした情報を民間が広く当局に提供するなど、両者が協力関係を強化していくことが、不公正取引を抑制することに貢献するだろう。

　金融庁は、「欧米とは異なり、市場の分断等を不当に利用した取引は限定的だ。それでも、わが国でも、アルゴリズム取引を用い、また、アルゴリズムに働きかけるような相場操縦事案の勧告事例はある」とする。そして、約定させる意思のない売買注文で相場操縦を行なったとして課徴金納付命令を出した事例などを具体的に紹介している。

第６節　日本のHFTと証券ビジネスの最新事情

日本の証券会社は米国での慣行を遅れて導入

最後に、日本のHFT業者の活動の最近動向に関して、２つのケースに注目してみたい。いずれもHFT業者が投資家の株式注文情報を入手することで、何らかのベネフィットを得ている、と考えられるものだ。

これらは、HFTが果たして他の投資家に利益をもたらしているのか、それとも不利益を与えているのかという、長らく続いてきた議論を改めて呼び起こすきっかけともなっている。

そして、その背景にある仕組みは、いずれも米国から輸入されたものだ。HFTの後発組である日本は、こうした点でも米国モデルの後を追っているのである。

第1のケースは、米国の証券ビジネスで一般的なSOR（smart-order routing;スマート・オーダー・ルーティング）が関わっている。証券会社は、開示されている気配・取引情報に基づいて、価格、コスト、スピード、執行可能性といった条件を勘案しつつ、顧客にとって最良の条件で受けた売買注文を執行する義務を負っている。これは、「最良執行義務」と呼ばれる。

SORとは、証券会社がこの最良執行義務を果たすために、アルゴリズムが最良の値段を付けている市場を瞬時に選んで発注する自動システムのことである。

SOR（スマート・オーダー・ルーティング）と板情報

日本経済新聞が2019年11月に報じたところよると（「日本版フラッシュボーイズ（上）、（下））、日本の金融グループ傘下のネット証券は、個人投資家を中心に顧客から株式の売買注文を受けると、このSORのもとで東京証券取引所と金融グループ傘下のPTS（私設取引システム）との間で最適な市場を選択し、どちらかに顧客からの注文を出している（図表6）。日本では、1998年に株取引の取引所集中義務が撤廃されて、このPTSが解禁されたのである。

このネット証券は、顧客から受けた注文をまずPTSに送り、それから東京証券取引所が最適な市場と判断されれば、そこに注文を送る。最終的に東京証券取引所に注文が流れる場合でも、一定時間は、顧客からの注文がPTSの板情報に晒される。その時間は0.1～0.3秒程度だ。一瞬のようだが、HFT業者にとっては非常に長い時間である。

HFT業者はこの顧客注文の情報を入手し、それに先回りする形で東京証券取引所に高速で注文を出すことができたという。その場合、先回りしたHFT業者が利益を手にし、先回りされた個人投資家がより不利な価格での取引を強いられる可能性が生じたのである。この仕組みは、2019年10月に新たに導入されたものだという。

「日本版フラッシュボーイズ」の出現か？

これは、HFT業者が他の投資家の注文を板情報から得て、瞬時に新規注文、注文変更、注文取消を行なうことで有利な取引をするという、マイケル・ルイスが2014年に出版した「フラッシュボーイズ」の世界と良く似ている。その取引は、超高速な後出しジャンケンのようなものである。今回のケースは、「日本版フラッシュボーイズ」とも言われている。

このPTSが一時的に顧客注文を板情報で晒すのは、それを通じて反対注文を呼び込み、取引を活発化させて約定比率を上げることを狙っている、とも説明されている。しかし、一部からの批判を受けてか、この金融グループは2019年11月にはSORの執行方法を見直して、外部から顧客注文の板情報が見られないようにしたという。

しかしその後も、SORのもとで顧客注文がPTSに回された後、約定できずに残された注文が東京証券取引所に流れていくことを見越して、HFT業者が先回りして取引できる余地は残されている、とも指摘される。

(図表６) HFT業者が個人投資家の注文を先回りか？



（出所）日本経済新聞より野村総合研究所作成

日本でもPFOFを導入する動き

もう一つは、米国の証券会社では一般的なPFOFという慣行が、日本でも広まりつつあることだ。PFOFとはペイメント・フォー・オーダー・フロー（payment for order flow）のことで、証券会社が顧客からの注文(売買執行権利)をHFT業者などのマーケットメーカーに回し、それと交換にリベート(報酬)を受取る仕組みである。

その舞台となるのも、やはりPTSだ。HFT業者はPTSに取引手数料を支払う一方、PTSはネット証券にリベートを支払う。PTSを経由して間接的に、リベートがHFT業者からネット証券へと流れる仕組みである。

HFT業者がリベートを払ってでも個人投資家の注文という情報を欲しがるのは、そのビッグデータをＡＩで解析することを通じて、日本の個人投資家の売買動向を予測するなど、自らのアルゴリズム取引の精度を高めることができるため、と見られる。

(図表７)広がるHFT業者からのリベート受取り



（出所）日本経済新聞より野村総合研究所作成

HFT業者にとって価値の高い個人投資家の注文情報

　個人投資家の個々の注文は規模が小さく、大口投資家の注文のように市場を大きく動かすことで、HFT業者に利益獲得の機会を与えるものではないようにも思える。しかし、個人投資家の小口注文が大量に集積した場合には、市場に大きな影響を与えるのである。

　また、機関投資家による大口注文は、市場の価格を動かさないように、またそれの取り引き実態を他者に知られないようにするために、証券会社が分割して市場に送る。HFT業者は、個人投資家の注文を分析することによって、それらが小口注文か、大口注文が分割されたものかを判別することの精度を上げることが可能となるだろう。大口注文の存在が分かれば、その後の分割注文に先回りをして、大きな利益を上げることも可能となる。

　このような点から、個人投資家の注文情報は、HFT業者にとって大きな価値を持ち、手数料を支払ってでも入手したいものだ、と推測される。

手数料無料化の流れが背景に

　このように、日本のネット証券が米国型のPFOFの慣行を導入する方向であるのは、新たな収益源の獲得を狙っているからに他ならない。近年、株式売買手数料の引き下げが世界的に顕著となり、無料化の動きも広がってきた。日本もその例外ではない。

　一般に、証券会社が株式売買手数料の引き下げによる収益減少を補う手段としては、信用取引で顧客に貸し出す際の金利収入、株を空売りする他の投資家に顧客から預かった株を貸し出す際の貸株料、などが考えられる。

しかし、金利水準が極めて低い日本では、信用取引のための融資の金利収入、株式を貸出す際の貸株料のいずれも、既にかなりの低水準である。そうしたなか、日本のネット証券は、PFOF導入による新たな収入確保を模索し始めたのである。

　米国で株式売買手数料をほぼ無料にしているオンライン(スマートフォン)証券ロビンフットは、顧客からの注文のほぼすべてをHFT業者に回しているが、同社の収入のうちHFT業者からのリベートが占める比率は、2018年初め時点で4割強にも達するとされる。

日本のネット証券も、ビジネスモデルを次第にロビンフット型へとシフトさせていく可能性もでてきたのではないか。

個人投資家の利益は守られているか

　PFOFのもとでは、証券会社が投資家、主に個人投資家の注文というビッグデータをHFT業者に提供し、その対価としてリベートを得る。それを原資にして証券会社は個人投資家に対して無料の株式手数料を提供する、という構図になっている。

これは、ネットサービスから得られる個人データをターゲット広告などに活用して外部から収入を得て、それを原資にユーザに無料のネットサービスを提供している、デジタル・プラットフォーマーのビジネスモデルと良く似ているのではないか。

　この場合、株式手数料の引き下げ、あるいは無料化という形で、個人投資家は注文データをHFT業者に提供することの対価を得ている、と言える。しかしそれを通じて、HFT業者に対してより不利な取引環境を強いられる可能性もあるのかもしれない。この点から、個人投資家が果たして正当な対価を得ているのかどうかについては、不透明な部分も残されていると言える。この点については、今後、さらなる検証が必要だろう。

　長引く低金利のもとで、収益基盤が米国と比べてもより脆弱な日本の証券会社、特にネット証券にとって、HFT業者から得られるリベートの収益面での重要性は、いずれは米国を上回ることになるかもしれない。その場合、日本で活動するHFT業者は、米国あるいはその他の国以上に、証券業のビジネスモデルを支える重要な役割を果たすことになるのだろう。両者はいわば持ちつ持たれつ、一蓮托生の関係なのである。

HFT研究は未だ発展途上

　以上みてきたように、HFT業者が市場機能の向上に貢献しているという点では、比較的コンセンサスは得られていると思われるが、市場の混乱を増幅していないか、あるいは個人投資家など他の投資家の利益を損ねていないかなどについては、未だ議論は収斂していない。その背景には、人知の及ばない高速・高頻度取引を行うHFTの実態が未だ十分に明らかにされていない、ことがあるだろう。規制当局者も学者も、HFT研究は未だ発展途上の状態にある。

ただし、今後そうした研究が進み、HFTの功罪がより明らかになれば、それは、HFTが市場のさらなる発展や、最後に見た証券業の新たなビジネスモデルの発展に貢献する存在へと、より進化していくきっかけともなるのではないか。こうした点から、HFT研究のさらなる進展に期待したい。

(参考資料)

「アルゴリズム取引の正体」、[NTTデータ・フィナンシャル・ソリューションズ先端金融工学センター](https://www.amazon.co.jp/s/ref%3Ddp_byline_sr_ebooks_1?ie=UTF8&field-author=NTT%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%83%BB%E3%83%95%E3%82%A3%E3%83%8A%E3%83%B3%E3%82%B7%E3%83%A3%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%82%BD%E3%83%AA%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%82%BA%E5%85%88%E7%AB%AF%E9%87%91%E8%9E%8D%E5%B7%A5%E5%AD%A6%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC&text=NTT%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%83%BB%E3%83%95%E3%82%A3%E3%83%8A%E3%83%B3%E3%82%B7%E3%83%A3%E3%83%AB%E3%83%BB%E3%82%BD%E3%83%AA%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%82%B7%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%82%BA%E5%85%88%E7%AB%AF%E9%87%91%E8%9E%8D%E5%B7%A5%E5%AD%A6%E3%82%BB%E3%83%B3%E3%82%BF%E3%83%BC&sort=relevancerank&search-alias=digital-text)、2018年12月

「情報技術革新がもたらす証券市場への影響について」、日本証券経済研究所、証券レビュー、2016年5月、福田　徹

「東京証券取引所におけるHigh Frequency Trading の分析」、株式会社東京証券取引所、保坂　豪

「HFTに対する規制のあり方」、野村総合研究所、Thought Leaderに訊く、2019年11月5日

「諸外国における市場構造とHFTを巡る規制動向」、金融庁金融研究センターディスカッション・ペーパー、大墳剛士、2016年6月

「日本版フラッシュボーイズ（上）　株注文、先回りされた個人、高速取引業者が関与か」、日本経済新聞、2019年11月19日

「日本版フラッシュボーイズ（下）　手数料ゼロ、歪み招く、ネット証券に焦り、高速取引業者と蜜月深まる」、日本経済新聞、2019年11月20日

「高速取引、なお『抜け穴』探し」、日本経済新聞、2020年1月15日

「HFT（高頻度取引）と複雑化する米国の株式市場構造」、月刊資本市場、2014年11月号、野村総合研究所　大崎貞和

「『情報技術革新がもたらす証券市場への影響に関する研究会』中間報告について」、月刊資本市場、2015年5月、日本証券経済研究所、福田　徹

「事務局説明資料」、金融庁総務企画局事務局説明資料、平成28年5月

Lewis, Michael, “Flash Boys; A Wall Street Revolt “, W.W. Norton Company

“Trading Tech Accelerates Toward Speed of Light “‚Wall Street Journal, August,8 2016

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 PARLIAMENTCFTC Technical Advisory Committee, Sub-Committee on Automated and High Frequency Trading –Working Group 1 （[https://www.cftc.gov/sites/default/files/idc/groups/public/@newsroom/documents/file/wg1presentation062012.pdf](https://www.cftc.gov/sites/default/files/idc/groups/public/%40newsroom/documents/file/wg1presentation062012.pdf)）

Bogard, Valerie (2014) , “High-Frequency Trading; An Important Conversation “

Fidessa(2016) “Fidessa Fragmentation Index“

Senior Supervisors Group (2015),“Algorithmic Trading Briefing Note“