

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るか

——パッシブ型発注戦略を解明する——

辰 巳 憲 一

要 旨

株式などの売買の発注の高速化・低コスト化が達成された。この環境の下、ベンチマークを設定し、それに近づけるパッシブ型発注戦略とその効果を考えてみる。特に、仲値、最良気配、日平均約定価格、日終値、発注時株価などで該当の銘柄を売買しようとする、VWAP、TWAPやMOC、さらにベッグ、ウェイト・パウンスなど様々な戦略を分類して詳しく分析しよう。

HFTの相場観や行動目的はプログラミングを指図したトレーダーのそれである。個々のアルゴリズムは理にかなっていても、集まると別の論理になり、投資家の手を離れて烏合の衆となり市場は迷走すると心配する向きもある。HFTは、ポジションの保有を避けるために、短期間内に反対売買を行う。そして、この売りに対して別のHFTの買いが入った場合、これも次の売りを生む。HFT以外の市場参加者が一時的に発注を控えるような状況の中で、HFTだけが取引する状況になった場合、確かに価格が一方向に急変してしまう恐れはある。しかし、詳しく見ると次の通りである。

(1) 複数のトレーダーが同じようなプログラムで取引をし、もし仮にそれを闇雲に続けるとすれば、暴落の際には道連れになるかもしれない。しかし、HFTは多種多様な戦略をとり互いに優劣を競い合っているので、このような議論は適用できない。

(2) パッシブ型発注戦略は、時には一部の動物のように背景に溶け込む擬態をしながら(VWAP)、時には透明人間になり(非表示注文)、あたかも忍者のように行動する。さらに忍者を超えて、アメーバのように自身を分割して将来へ活路を見出す。

(3) 低レバレッジで、在庫保有に関してはリスク・ヘッジしている、等の理由でHFTがシステミック・リスクを膨張させる可能性は存在していない。しかも、個々には小規模であり影響力は小さい。さらに、その取引形態をしてみる

と、リスクを市場に転嫁すると同時に吸収している。そして、HFTのパッシブ型発注戦略は、単一銘柄の最適購入・売却価格の探求に集中し、ベンチマークとなっている価格指標が非常に多く存在する。

（４）パッシブ型発注戦略がシステミック・リスクをもたらさないためには、バグやミスが含まれるソフトは使用すべきでない。誤発注、誤送信を防ぐために、売買停止ルールはプログラムに組み込むなど十分な防護措置を整え、他のトレーダー・投資家と取引所をトラブルに巻き込まないにすべきである。そのためには内部だけでなく外部の事前監査が必要になる。

目 次

I. はじめに	等
II. 新しい時代に対する数々の心配	(1) 価格反応的アルゴリズム取引の例～VWAP, TWAPとMOC
1. 株式市場の新現象～スパイクとカスケード	(2) 板情報反応的アルゴリズム取引の例～ベッグとウェイト・パウンス
2. HFTに対する数々の心配	(3) 追従戦略
III. HFTは群衆心理的な行動を採るか	(4) 市場インパクト
1. アルゴリズムや発注戦略の分析・分類	3. 考察～戦略の構成とシステミック・リスクの心配
(1) アルゴリズム自体の分析～その中身と相互の関係	IV. HFTに対して残された心配とその対策
(2) 発注戦略の分類	
2. パッシブ型発注戦略の分析～VWAP, TWAP, MOC, ベッグ, ウェイト・パウンス	

I. はじめに

高度情報化が猛スピードで達成され、今や、経済・時代・市場を動かす主体は、マシンがサポートするヒューマン行動からヒューマンがサポートするマシン行動に代わったのは事実だ。マシン・サポート・ヒューマン行動からヒューマン・サポート・マシン行動への主客の変化である。そして、株式だけでなく、外国為替、さらには債券の売買の発注の高速化・超低コスト化も脅威的なレベルで達成されてい

る、といえるのではないかと思う。様々なモニタリング・監視も、それに続いて進化している。

このような環境のもとHFTが株式市場に与える影響を分析する一環として、ベンチマークを設定し、それに近づけるパッシブ型発注戦略とその効果を考えてみよう。特に、仲値、最良気配、日平均約定価格、日終値、発注時株価などで該当の銘柄を売買しようとする、様々な戦略を詳しく見てみよう。

周知のように投資の分野では、パッシブと分類されていても、よく知られ今や確立された投

資技術とみなされているインデックス運用は、市場の上(下)げ潮の時に一斉に買い(売り)に回り、市場攪乱要因である、と見なされるようになってきている。それでは発注戦略の分野では、パッシブ型発注戦略とは一体どのようなもので、その効果はどうか、考察してみたい。

HFTが投資家によるコントロールの手を離れて烏合の衆となり群衆心理的になることを心配する向きもある。このような心配をHFTの発注戦略の視点から考察してみたい。HFTのパッシブ型発注戦略について網羅的に考察することになる。

群衆心理的という言葉に引っかかりを感じる読者がいるかもしれない。高度な技術を体現したトレーディングに群衆行動を当てはめるなど思いも付かないかもしれない。しかしながら、誰でも切迫して慌てると騙されたり言いなりになったり、人について行くものなのである。問題はそれがHFTにも当てはまるかどうかである。

なお、本稿はパッシブ型発注戦略についての考察であるが、他に非表示注文とアクティブ型株式発注戦略があり、これらを加えて発注戦略はすべてカバーされることになる。非表示注文については辰巳 [2015b]、アクティブ型株式発注戦略については辰巳 [2016] を参照のこと。

II. 新しい時代に対する数々の心配

アルゴリズム (algorithm) とは、そもそも問題を解くための効率的な手順を定式化した形で表現したものであるが、これをコンピュータ

の情報処理能力とネットワーク情報伝達技術を使い、金融取引における意思決定に適用したのがアルゴリズム取引 (AT と略) と言われる。

こう定義すると、HFT はほとんど例外なく AT である。AT と HFT が区別できないケースもある。よく人口に膾炙される事例がある。様々な市場の変化をトリガーとして起動する AT はスピードが命であり、コロケーションが必須になる。そして、HFT との境目は不明瞭になる。また、市場間価格差に対して裁定を賭ける場合両市場に素早く対応しなければならぬ。ETF 専門のヘッジファンドなどが行うサヤ取りでは、場についている ETF 価格が割高だと判断すると、その ETF をショートする。同時に、その ETF のベースになっている指数を構成する全銘柄あるいは指数先物を買う。HFT と見分けがつかない買い行動を採らなければならないのである。

AT と HFT を区別することは無意味である。しかしながら、利益を重視すればスピードは二の次になる場合があるので、AT がかならずしも HFT ではない、のも事実である。

HFT は AT であるにしても、注目するべきはそれだけではない。後述のように、また辰巳 [2015a] でも考察したように、即時性を追求する市場参加者の要求を満たすために、それを利益機会と捉えて、発展した取引であるという点も重要である。

ほとんどの場合両者を分けて議論できないのも事実であるので、敢えて区別しないのが得策である。本稿もそれに従おう。AT の方が多少長期の視野を持っているものもある点以外で、原理的には分けて議論する必要もない。HFT と AT の両方を指す用語として、必要があれば電子トレーディングという言葉を用いよう。

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るか

1. 株式市場の新現象～スパイクとカスケード

（1）高度情報化とスパイク現象

最近、社会の高度情報化、市場自動化と電子トレーディングの影響で、複数の要因が異なるタイムスケール・頻度で市場に対して同時に作用しているようである。

市場自動化と電子トレーディングがなかった頃（日本や米国ではおよそ5年から10年前）に比べると、はるかに不安定で特徴的な市場の動きをわれわれは目にしている。特に顕著なのが、暴落と暴騰という両方向の市場価格変動が極めて短時間の内に起こるスパイク現象であろう。

スパイク現象は、高頻度化の結果であるように、思われる。しかも、複数の要因が共振（同時に同方向に作用）し一気に顕在化すると、考えられる。

（2）電子トレーディングのカスケード効果

スパイク現象の過程で起こっているのがカスケード効果とその反転である。リセッション（景気後退）が差し迫っている時期に、そう予想している市場参加者が売ろうとすれば、多くのATも同方向に動くだろう。売買が合致すれば市場の動きを増幅することがあり得る。さらに、市場参加者の視野が適度に集中すれば、ある種のカスケード効果が発生する可能性を否定し去ることはできない。この現象は、以下の3節以降で、反転現象と伴に、考察することにしてしよう。

2. HFTに対する数々の心配

（1）HFTに対する根拠のない心配

HFTは相場観を持っていない、言われることがある。これはどういう論拠に基づいた議論か想像するしかないが、実証もされずに、たぶんHFTに対して取材もせずに、マシンは人間ではないから、そう決めつけたに過ぎないのではないか、と思う。この点だけ、とりあえず急いで認識を改めておかなければならない。例えば、Brogaard, Hendershott and Riordan [2014] が実証したように、1秒単位でHFT売買注文を追ってみれば、米国でHFTは様々なマクロ・ニュースの発表後1秒以内には敏感に反応している、のである。相場観は、プログラミングを指図したトレーダーのそれである。

関連して、行動の目的と意識や感情についてはどうだろう。機械に目的を与えたときに、解決方法を的確に見つける能力は人間並みどころか、はるかに超えるようになっている。しかしながら、目的を与えるのは人間であり、機械が勝手に目的を持つことはない。機械は与えられた目的をいかに効率的に達成するかという手段にすぎない。問題の設定を行うのは人間なのである。

現代の先端科学研究に基づくと、関連するすべての情報を統合する能力があれば、意識があることになるそうである。ただ活動しているだけではダメで、様々な情報をどう繋げて決定できるかが境目となる。機械はまだ意識を持っていない。また、機械は感情を持たないとも言われる。しかしながら、利益とコンプライアンスが喜び、コスト増と執行時間増が痛み・悲しみである。そうプログラムすれば、機械は瞬時に正しく認識する。言わば機械のなか

には、感情を持つ人間が潜んでいるのである。

「市場は機械のものになってしまった。人間はただ、そのなかで取引をしているにすぎない。」と主張される（誤った非科学的な主張なので、引用元の紹介は差し控える。次の引用も同様）が、一人のトレーダーが扱う機械の質が高まり（機械の数が増えたということではない）、ソフトウェアも効率化し、時間当たりに指図できる注文の数が飛躍的に増えたということである。やはり人間が機械を支配している、少なくとも人間はそう意図している、のである。市場は機械が支配するようになったことは認めざるをえないが、機械を支配する人々がいるのである。

「たとえ個々のアルゴリズムは理にかなったものであっても、集まると別の論理（人工知能のそれ）に従うようになる。市場は迷走してコントロールを失う恐れがある。」とも言われる。しかしながら、これは一体どのような論拠に基づいている主張なのであろうか。これは、事実や論理に基づかない、書き手の感情に流された、言葉遊びであるかもしれない。本稿が論破したい論点は、正にこの点であり、以下で集中することにした。

妄想が前提となった議論がどうも横行しているようだ。妄想とは、「コンピュータは全知全能である。それゆえ人間は勝てない。将来はコンピュータが自身で考え自身で戦う世界が来る。」である。それに近い世界は実現するかもしれないが、こんな空想の極限は未来永劫来ないと言えるように思う。

(2) HFTに対する正当な心配

ATは予想外の出来事に対して確かに脆弱な面がある。2010年5月6日に米国で起こったフ

ラッシュ・クラッシュに関して、米国証券取引委員会と商品先物委員会による共同報告書は、ATによる1つの大口売り注文の自動執行が、他のアルゴリズムを混乱させたことが原因であると指摘する。

HFTを行うファンドや業者は、HFTによって確かに流動性（なお、学問的には、即時性という概念の方が該当している。HFTは無闇に流動性を供給することはなく、供給しているのは流動性とは区別した方がよい、即時性である。）を供給しているが、彼等はポジションの保有を避けるために、短期間（通常は数秒）内に反対売買を行おうとする。つまり、HFTで買ってしまった玉は、出来るだけ早く売らなければならないのである。

そして、この売りに対して別のHFT業者の買いが入った場合、これも次の売りを生む。フラッシュ・クラッシュのように、HFT以外の市場参加者が一時的に発注を控えるような状況の中で、HFTだけが取引する状況になった場合、価格が一方方向に急激に変動してしまう恐れはある。この事は、先の報告書においても指摘されているが、正しいのだろうか。この問題に対する本稿の答えは後述する。

Ⅲ. HFTは群衆心理的な行動を採るか

1. アルゴリズムや発注戦略の分析・分類

(1) アルゴリズム自体の分析～その中身と相互の関係

(i) アルゴリズムの中身

AT用ソフトがどう作成されているかの実態

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るかは詳しく明らかになっていない。それでも、トレーディング会社システム開発部門が自前でソフトを作るというタイプばかりではなく、パッケージを欧米から購入し自前の他のパッケージと繋ぐというパターンもある、と想像される。

マシンで、何手先ものすべての戦略をプログラミングできないものである。採りうる手が多すぎるからである。そもそも HFT は長期的視野というより超短期的目的を継続的に（それゆえ、同じパターンを保ちながら）達成していく。それゆえ、一般に、個々のアルゴリズムは群衆行動をとれない、と言って良いように思う。むしろ心配すべきは、視野が狭く、視界が短いため、道を誤って谷に落ちてしまう恐れである。この点は、次に述べる。

(ii) アルゴリズム相互の関係

アルゴリズム相互の関係については次のように考えられる。アルゴリズムは相互に発見したり、干渉することもある。辰巳 [2016] でも見るように、確かに、他の AT を発見し、自ら有利な取引を先行させようとするフロント・ランニング的な AT が存在する、ことは事実である。

AT が別の AT を呼び込むような状況が起きることもある。直接取引相手にならなくても、板上で取引を晒す時間が共に増えれば HFT は相互の活動を意識するようになり、あたかも狼の群れのように、利益機会を効果的に増やすために徒党を組む、場合もある。例えば、米国で指摘された例では、隠れたストップ注文を探るために気配・約定価格を様々に上下させる行動を連携し、ストップ・ロスを短時間内に強制的に作り出そうとする。ローンウルフ（一匹狼）がウルフパック（群狼）になる可能性はあるの

である。結果として、このようなウルフバック行動は短期ボラティリティを高める。

複数のトレーダーがほとんど同じようなプログラムで取引をし、もし仮に、それを闇雲に続けるとすれば、暴落の際には道連れになるかもしれない。しかしながら、辰巳 [2016] でも見るように、HFT は多種多様な戦略をとり互いに優劣を競い合っているため、このような議論の適用範囲は極めて限られると筆者はみている。始まった暴落の切っ掛けがさらに進むと、これらのプログラムは反転方向にギアを切り替えて、買い注文を同時一斉に指示し、そうでない場合と比べて強力な反転要因になるかもしれない。

また、高いパフォーマンスのため特定の戦略に比較的規模の小さい投資家の間で人気を集めている場合、その戦略に対してヘッジファンドが逆手に取って狙い撃ちするケースもあると報道されている。

もちろん、同じようなプログラムで取引している複数のトレーダーが存在していても、彼ら・彼女らの間では、厳しい競争がある。1 マイクロ秒でも先に約定すれば、そのトレーダーは勝者になる。早い者勝ちの世界だからである。ちなみに、昔から、それが市場における厳粛な掟であった。敗者となった残りのトレーダー達は、一部は退出し、一部は市場環境の変化に対応する筈である。次の瞬間には、その者達が勝者になるかもしれない。

特に、逆張り投資のような、市場の価格変化に対して非感応的であるタイプの AT を使う HFT では、群衆心理的行動がまったく起こらない。

(2) 発注戦略の分類

(i) 投資分野の分類

投資戦略は、周知のように、大別してパッシブ運用とアクティブ運用の2つに分けられる。よく知られているインデックス運用¹⁾はパッシブ運用の1つである。

市場好調時にはパッシブ運用が増加すること、資産規模が大きい運用者ほどアクティブである傾向がある、ことなどが知られている。企業年金連合会 [2014] の資産運用2013年実態調査 (同72頁) や野村資本市場研究所 [2012] による米国投資信託におけるインデックス・ファンドが全体に占める比率をICI資料から描いた1993年から2010年の図 (同29頁) などが、これらの傾向を知る参考資料になる。

(ii) 発注戦略の分類

発注戦略の分類については、筆者が知る限り、学問的な研究は多くないようである。De Winne and D'Hondt [2007] は、注文する指値の位置によって注文のアグレッシブさを分類し、アグレッシブでない注文をパッシブと捉える。この分類法の欠点は、境目を恣意的に決めざるをえないことであろう。アグレッシブの概念を5分類し、第2分類までがアクティブで第3分類以降がパッシブであるとした場合、第2と第3の間で分ける理論的根拠が明瞭でない、こと多いのではないかということである。

米国ITG社は解説版をhttp://www.itg.com/marketing/ITG_Algo_ExecutionStrategies_Guide_20130701.pdfに公表し、機会主義的、取引コスト重視 (IS、後述) 型、参加型の3つ (これらに戦略型を加えて4つの場合もある) に分けている。多くの名称は商標登録されており、米国では代替市場を使うアルゴが多

い、のが特徴になっている。この分け方に従うと、いくつか特徴的な点が現れる。まず、参加型 (市場出来高の一定割合を保って発注・執行を行う) などは、アクティブ型とパッシブ型に分かれてしまう。それは同じ目的を達成するには複数の方法が存在するから当然ではある。また、非表示注文は複数のカテゴリーに分かれてしまう。

ちなみに、ISとは、インプリメンテーション・ショートフォールのことで、投資決定に利用した証券価格から計算される想定上の損益と売買執行後に判明する実際の損益のかい離である。発注戦略分野では、よく知られており、いくつかの要因に分解され、原因が分析され、利益向上に使われる。

さて、本題に戻ろう。発注戦略も、投資戦略と同様に、アクティブ型とパッシブ型に分けることは可能であり、そうする方が良いのではないかと思われる。正確には、分類はさらに1つ増え、3つになる。1つはパッシブ型発注戦略であり、本稿で考察する。対峙するのがアクティブ型発注戦略である。他に非表示注文があるが、これについてはパッシブとアクティブの両面があり、敢えてどちらにも所属させない方が良いように思われる。同じ隠れるという行動であっても、鬼から逃れる消極的な退避と急襲を有効に行うための積極的な (物陰への) 待機という、相反する2面があるのである。

これらをすべて把握すれば大方の発注戦略はカバーされることになる。非表示注文については辰巳 [2015b]、アクティブ型株式発注戦略については辰巳 [2016] を参照のこと。

利用のされ方の特徴は、後に詳述のように、低流動性期には、最良気配絡み、あるいは後述のTWAPなどのパッシブの比率が増える、と

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るか予想される。

2. パッシブ型発注戦略の分析～ VWAP, TWAP, MOC, ベッグ, ウェイト・パワンス等

アクティブ型株式発注戦略ではバラエティに富んだ戦略が採られ、他の戦略の真似をすることは少ないとみられる。それゆえ、株価が下落パターンに入ってしまった場合、下げを買いの機会と捉えるATトレーダーが多数おり、短時間のうち戦略は自動的に修正されることが多い。アクティブ型戦略のうちの1つにも挙げられるタイプの非表示注文では、さらに、独自の狙いで採られる。それゆえ、本論文表題のもとでわれわれが注目すべきなのはパッシブ型発注戦略なのであり、以下でその解説と分析を展開してみよう。

(1) 価格反応的アルゴリズム取引の例～ VWAP, TWAPとMOC

最良執行を目指して、ベンチマークに近づける、VWAP戦略、TWAP戦略、MOC戦略の3つが知られている。ベンチマークになるVWAP, TWAP, MOCは以下で見るように相互に微妙に異なる。

VWAP, TWAPやMOCなどの戦略は、その解説からもわかるように、取引価格（約定価格）の動きしか視野に入っていない。最良気配かその近辺での約定を目指すことになるが、それをどのようにして達成するかを設定していない戦略である。それは、パッシブにもアグレッシブ・アクティブにも行え、発注をどのように採るか戦略上オープンなのである。ちなみに、VWAP, TWAPやMOCなどの戦略がアクティブで行われてもパッシブで行われても、本

稿の主要な結論に影響しない。

(i) VWAP戦略

VWAP (volume-weighted-average price) 戦略は、取引主体の売買高加重平均価格が市場の出来高加重平均約定価格（これがVWAPである）に近付けることを目指して設計される。VWAPに近づけるため、過去の平均的日中出来高分布に応じた割合で発注量を分割し、適切な時間間隔で売買執行できるように図る。

もっとも簡単な場合、市場における当日の総売買代金を当日の取引株数で割って算出すれば、当日のVWAPになる。これは、その日にその銘柄を購入しVWAPを採っている投資家・トレーダーの平均買いコストと解釈できる。それゆえ、VWAPによって投資家・トレーダーのパフォーマンスを捉えることが出来る。

ふつうVWAPはさらに高精度に計算される²⁾。市場価格や取引高は時に変則的に変動する傾向があり、良く知られた曜日効果や月効果があるため、それらの影響を避けるために過去数ヶ月の日中流動性の推移が分析され活用される。このような一日を通した終日VWAPだけでなく、特定時間帯の時間VWAPなどもある。この場合は日中U字効果が事前に検討すべき対象になる。

古典的なVWAP戦略は、過去の典型的な日中の出来高の変化に応じて売買額を決めるスタティック戦略が中心であった。VWAP戦略のダイナミック版であるPOV (percentage of volume) 戦略では、市場の出来高に追随する動的な形で取引を執行しVWAP戦略を上回るパフォーマンスを目指している。

VWAPは参加型と呼ばれる戦略の代表であ

る。参加型 (participation) とは、市場出来高の一定割合を保って発注・執行を行っていくタイプを指す。

投資家自身でアルゴリズムを組んで発注することもあるが、時間外取引において VWAP 注文を提供している取引所もある。提供するものは取引所だけでなく、証券会社が投資家 (顧客) 向けの執行サービスの一環として提供することも多い。

そのように提供される VWAP 注文では、あらかじめ設定する値幅を上下限として執行価格を制限できるだけでなく、一注文当たりの発注数量上下限や参加率の制限、などを設定できるものもある。執行をパッシブに行うだけでなく、アグレッシブに行うか、のスタイルを指定できる VWAP もある。

(ii) TWAP 戦略

TWAP (time-weighted-average price) 戦略は、日中の単純平均株価に近づくように大口取引を均等に分割して執行するなど、適切なタイミングで売買執行する最も単純な戦略の1つである。しかしながら、市場流動性が低い局面では市場インパクトが大きくなるため VWAP 戦略と比べて効率性が落ちる、ことが多い。また、そのまま適用すると単純であるため、他の市場参加者から、行動が見透かされる恐れがある。

(iii) MOC 戦略

MOC (market on close) 戦略は、取引コストを抑えるために、ポジションの (平均) 購入価格をその日の終値に近づける取引戦略であり、モデルを用いて最適執行時刻と注文量を計算する。クローズ・プライス (close price) と

も呼ばれ、市場インパクトだけでなく、タイミング・リスク (発注から取引の執行終了までの時間の間に、価格や流動性が変化するために掛かる余分なコスト) を小さくする。

類似の戦略には次がある。平均約定単価と発注時点価格との乖離を小さくする、アライバル・プライス (arrival price) と呼ばれる戦略もある。また、終値ではなく、日の始値に近づけるタイプもある。これは朝の流動性の高さ (日中U字効果) を利用する点が注目される。

(iv) まとめ

以上を概観してみても理解できることは、市場価格への追従度や追従の仕方によって、あるいはその時々々の市場状況に応じて、これらの戦略の成功度さらには市場価格への影響度は違ってくる、ことであろう。杉原 [2011] は、ベンチマーク型発注戦略は流動性の高い市場や時期、あるいは市場規模に比べて規模が小さい小口注文に適していると主張している。このような市場や時期の小規模注文であれば上手くいく、ということであろう。

注文がすべて執行するか、市場が引けるまで、市場の (正確に) 一定割合の売買を続けるという、参加型ではあるが、価格に無頓着な取引高参加型 (volume participation, VP) 発注もある。これは非流動的な銘柄向きの価格非感応的戦略である。

しかしながら、たとえ価格非感応的であっても、パッシブ型発注戦略が小さなインパクトを市場にもたらし、それに対して次に展開する過剰に過敏なタイプである板情報反応的な AT が大きく反応し、市場に影響を及ぼす、という可能性は残される。この点については、板情報反応的 AT の説明のなかで、まとめて次に展

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るか開することにした。

（2）板情報反応的アルゴリズム取引の例～ ペッグとウェイト・パウンズ

ここまで解説した戦略以外の、市場のリアルタイム・データやその他の市場環境を随時取込みながら、再計算していくATは明瞭に市場感応的である。ペッグ戦略、ウェイト・パウンズ（wait and pounce）などが知られている。両者とも売買注文の板情報をフル活用する。前者は売買執行価格を有利にしようとする、後者は取引機会を発見する試みである。

（i）ペッグ戦略

ペッグ戦略は、板情報に応じて、最良気配値あるいはそれに絡む価格に自動追従して指値注文を行う。それゆえ、価格形成に大きく貢献する。直前の注文が全て完了するまで、一般に、次の発注を行えないという特徴が挙げられることもある。最良気配絡みでの売買執行が目的となるペッグ注文には、ミッド、マーケット、プライマリーの3種ある。

ミッドペッグ注文は、取引所の最良売り気配と買い気配の伸値（ミッド・クオート）に指値をする注文である。いったんその注文が板上に乗ると、あらかじめ設定された制限値幅を限度として、常に取引所の伸値のまま指値が移動する。伸値注文（center-point order）とも呼ばれる。豪州証券取引所（Australian Securities Exchange: ASX）、ドイツ証券取引所のXetraなどで行われている。ASXでは、伸値注文は他の伸値注文とのみ付け合わされ、通常の注文とは付け合わされない。

マーケットペッグ注文は、取引所の最良気配に対峙する価格で出す注文である。買い注文の

場合は最良売り気配に、売り注文の場合は最良買い気配を、参照する。いったん注文が板に乗ると、取引所の最良気配の動きにあわせて、あらかじめ設定された制限価格を限度に、買いは上昇、売りは下降する。

プライマリーペッグ注文は、取引所の最良気配をそのまま参照、買い注文の場合は最良買い気配、売り注文の場合は最良売り気配に指値する注文である。その注文は、最良気配に連動して更新される。いったん注文が乗ると、あらかじめ設定した制限価格を限度として買い注文の場合は上昇、売り注文の場合は下降する。

（ii）ウェイト・パウンズ

他方、板情報をモニタリングしながら、条件に合う指値注文が提示された瞬間に成り行き注文を入れて取引を成立させるのがウェイト・パウンズ（wait and pounce）である。Pounceとは急襲の意味である。ゲリラ・スナイプ（guerrilla snipe）とも呼ばれるのは、注文を市場に晒すことなく（隠れて）待機し、市場に希望する買または売り注文が現れた時点で即座に発注（発砲）するからである。

ウェイト・パウンズ戦略では、トレーダーが希望する価格と数量の指値注文が市場に到来した瞬間に、その数量だけ成り行き注文等を発注し同指値注文との取引を成立させる。

この戦略によって指値板を厚くせずに、発注・執行する件数を最小限に抑えることができる。約定自体にかかる時間は極めて短い、待ち時間は長くなる場合がある。指値板情報を常時モニタリングしていることが前提で、条件に合う指値が提示された瞬間に直ぐに行動する必要がある。

ウェイト・パウンズはアクティブ型発注に属

するのではないかと、という疑念が持たれるかもしれない。急襲やゲリラという言葉が使われるから、この疑念はもっともである。しかしながら、ウェイト・パウンスは売買相手の行動は与件にして、自身の行動を決めている。取引相手を何らかの手段で誘引することは無い、そう意図することも無い。それゆえ、パッシブ型に分類するのが妥当なのである。

ウェイト・パウンスは、成り行き注文で即時性を供給している事例になる。価格変動吸収型である。しかしながら、実際にあるかどうかとは別にしても、顧客の注文を密かに預かるなどの行為に取引所や証券業者の不公平・不正が入り込む余地を残す。

これらの他いくつかの点を追加しなければならない。アルゴリズムの戦略を売買執行の途中で入れ替えてしまうのが、スイッチ戦略である。市場環境の変化などから、先に出された注文が既に執行中であっても、残りの分を異なる執行戦略に入れ替える。

(3) 追隨戦略

追隨戦略は、見方によって一見アクティブであるが、主体性が乏しいパッシブな戦略である。次にそれを展開しておこう。筆者の知る限り、投資理論としては、このような分野が従来取り上げられることはなかった、のではないかと思う。しかしながら実務上はありえるし、実際も存在している。

(i) 正統派の追隨戦略

主体性のない発注戦略であっても成功する場合がある。圧倒的な予測力、資金力を持つ有力な投資家が採っている発注戦略を、遅れながらも真似し続ける追隨戦略をまず考えてみよう。

この追隨戦略は、適切な時期に当初採っていた戦略の趣旨から離れて、反対売買して利益を確定できれば成功する。

このような発注戦略は、追隨し始めた当初はモメンタムを生み、成功する場合は途中どこかで価格の反動を生む。それでも、追隨の対象者である影響力のある投資家もファンダメンタルズの変化を追っているとするならば、フォロワーも市場への貢献はある。もっとも注目される貢献は、価格形成のスピードアップである。

どうして、どのように追隨できるのかについては、新聞報道に基づく、板情報を観察し続ける、業界の噂を信じる、など複数の方法が考えられる。陸上競技の長距離走ではトラック上を走者達は一緒に走る。マークする競合相手が金メダルをとれば、うまくついて走れる限り、銀メダルをとれるかもしれない。

この追隨戦略は永遠に追隨するわけではない。この点が大変重要であり、後の小節でもう一度この論点に戻って社会的役割を含めて議論することにしよう。

(ii) 一見成功しそうな追隨の末路

強力な投資家が公的部門であることもある。金融当局が株式相場を維持し株価上昇を画策する場合には、追隨戦略がさらにうまくいくレアなケースになる。公的部門の行動についていけばよい。もし当局は日終値の維持上昇に熱心であれば大引け30分前からの行動をフォローすればよい。銘柄選択も簡単である。相場が急変している局面で素早く、指数に占める構成比の高い銘柄を買えばよい。

しかしながら、当局がファンダメンタルズを無視し、体面だけ、あるいは政治的な理由だけ

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るかで株価上昇を図るならば、フォロワーの社会的役割は当初まったくない。

しかし、自身の反対売買がファンダメンタルズ価値に向かって動く株価変動を誘発する切っ掛けを生むかもしれない。この切っ掛けが必ず生まれる可能性が高いとすれば、追随者の大きな社会的貢献になる。

この貢献は大きなリスクを冒すこととなる。ファンダメンタルズ価値に向かって株価が動く市場の圧力に負けてしまい、激しい株価下落で売る時期を逸し、稼いだ利益を吹っ飛ばしてしまうかもしれない、からである。

(iii) 追随戦略は群衆をよく見て時期をみて別行動する

追随戦略は永遠に追随するわけではない。主導者に対して盲目のではなく、いつか反旗を翻す。追随する対象が群衆である場合やはり当初は追随するが、時期を見て決別して別行動に移らなければ利益は出てこない。この点から、いわゆる追随戦略は群衆行動ではまったくない、ことがわかる。

この過程を考慮すると、いわば往路か復路のいずれかで価格形成の敏速化に貢献する。追随者の数が多少多くなっても、均衡へのスピードが速くなるだけで、この議論は成立する。同時に、追随戦略は株価のボラティリティをむしろ低める結果を生む貢献をしている、ことになる。社会は成功する追随者を必要としている、といえるのではないかと思う。

(4) 市場インパクト

以上は、特に3-2-2節までは、大口取引のアルゴリズムにおける基本的な戦略となるが、発注する投資家側が求めているものは、市

場インパクトを如何に低減させるかである。

そのために、自らの注文を市場の動きに即して行い目立たなくする（VWAP）、大引のため通常の取引が以降行われず影響を小さく出来る終値をベンチマークにする、注文を細分化する、また最良執行を目指して小口の取引を繰り返す、市況環境の変化を逐次監視して戦略を経時的に再検討する、などがATのポイントとなっている。

他方、HFTを行う証券会社系のプロップ・ハウス（自己売買に特化するものだけではなく）や短期の裁定取引ファンドなどは、自らの短期的収益機会の発見に努め、それを確保しながら、同時にポジション保有リスクを回避しようとする。

取引コスト削減をもう少し広い視野から、直接しかも体系的に狙う戦略にはIS戦略があり、市場インパクトだけでなく、様々なコストを同時に最小化させるために注文を分割して売買執行する。AS（adaptive shortfall）戦略は、IS戦略に加えて、市場環境に応じた最適執行を逐次再計算して注文を分割、売買を執行する。

さらに、自身の注文を可能ならば隠す非表示注文という方法があり、効果的に出来るかどうかは別にして、自身の売買注文の存在自体さらにはその影響を消し去ることを意図してなされる。それゆえ、IS最小化トレーディングや非表示注文などには、暴落の伝播阻止という社会的役割があることになる、のではないかと思う。

以上をまとめると、次のようになる。パッシブ型戦略は、時には一部の動物のように背景に溶け込む擬態をしながら（VWAP）、時には透明人間になり（非表示注文）、あたかも忍者

のように行動する。さらに忍者を超えて、アメーバのように自身を分割して将来へ活路を見出す。

3. 考察～戦略の構成とシステムミック・リスクの心配

(1) 戦略の構成

いろいろ戦略があるとすれば、どれが優勢な戦略であるのかが議論の目的にとって重要になってくる。残念ながら戦略別にみたATの利用状況に関する体系的な統計は存在しない。しかし、野村総合研究所 [2009] あるいは杉原 [2011] が紹介した、証券会社などが大口取引を行う顧客向けに提供するATの利用状況を整理したデータでは、米欧は比較的分散しており、様々なアルゴリズムやダイナミック戦略が利用されるようである (Domowitz and Yegerman [2011])。

他方、わが国機関投資家のAT戦略の利用状況は、VWAP戦略が5～7割程度と圧倒的に多く、次いでPOVやIS戦略がそれぞれ1割程度となっている、そうである。これは、機関投資家の多くが、取引コストの削減よりはむしろベンチマークに近い執行を行ったか否かの観点から執行の質を判断していることによる。

(2) システムミック・リスクの心配

証券市場の効率性という概念が目された、ファイナンスや投資理論の勃興期には、投資戦略としてのインデックス運用が持て囃された。しかしながら、投資理論が深められた後、理解は逆転し、賞賛は最近非難に変わった。

インデックス運用が流布すると、すべてのアセット・リターンが相関して動くようになり、マクロ的にシステムミック・リスク (systemic

risk) を引き起こす、というのが最近の研究結果である。小林・中山 [2013] には実証があり、同時に海外の論調を知ることが出来る。システムミック・リスクとは、経済や金融の基盤自身までが揺らいでしまう、例えば2008年リーマン・ショックや1998年アジア通貨危機のような大きな金融危機が起こるリスクである。

いわゆるインデックス運用では、数限られた複数銘柄から当該アセット全体や当該市場全体を代表するようなポジションを探る。そして、インデックス運用は趨勢的に増えてきたが、多くの運用者が同調する時期があり、それが集中することが問題を引き起こしているのである。

一方方向へ売買が集中してしまうと市場は脆弱になり極端な場合崩壊するのである。それを生み出す要因は、複数あるだけでなく多面に及び、一方方向へのコンセンサス形成であったり、ベンチマークが1つに限られている、等などが考えられる。

コア40などを含めて、最近日本でもインデックス導入が多数公表されるようになってきている。この点から考えると、多数のインデックスを作ることは、無駄ではなく、システムミック・リスク低減に貢献するのではなかろうか。

他方、本稿でこれまで見てきたATやHFTに目を向けてみると、様相は異なる。業態を解剖してみると、低 (あるいは無) レバレッジで、特に在庫保有に関しては顕著に、リスク・ヘッジしている、などの理由で一般の個々のHFTトレーダーがシステムミック・リスクを膨張させる可能性は存在していないと結論してよさそうである。しかも、個々には小規模であり、影響力は小さいようである。

さらに、その取引形態まで立ち入って見ると、2つのことが言える。まず、リスクを市

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るか場に転嫁すると同時にリスクを吸収している、点が第一である。そして、HFTトレーダーのパッシブ型発注戦略は、単一銘柄の最適購入・売却価格の探求に集中し、ベンチマークとなっている価格指標が運用者・トレーダーの投資・トレーディング目標に応じて非常に多く存在している。これらの点がインデックス運用と大いに異なる点である。

IV. HFT に対して残された心配とその対策

心配事は無くもない。ATの一部で人工知能や機械学習が使われていれば、それら原理は同じなので、市場が明瞭な上げあるいは下げを経験する状況では、同じ結果を作り出すのではないかという恐れはある。しなしながら、人工知能や機械学習が普及しても、ATの一部の利用に留まっている限り、このような恐れが現実のものとなる可能性は低い。むしろ心配なのは、日本では、横並びとかいう自主性のない似通った遣り方を採る傾向がビジネス上でも指摘される。ATにも、同様な傾向がありえる。そして、それが強いとすれば群衆心理的行動に陥る恐れは払拭できない。

極めて合理的であると理解して良いような金融機関や運用会社において、もし同じリスク管理法や収益性管理法が採られるとすれば、ある同じ出来事に対して各社は予期せず相談もなく同時に売り買いを行うことになる。これは、システムック・リスクを生むことになる。皮肉なことだが、海外で圧倒的な信頼を得ている特定のリスク管理法や収益性管理法が日本では普及が比較的遅い。それを嘆くと同時に、それが返ってシステムック・リスクの暴走を防いでく

れているのではないかと思うと、誰もが内心複雑になるのではないだろうか。

投資やトレーディング行動にもし群衆行動が見られるとしたら、それはアルゴリズムがそう見せているのである。ここで技能と量という2つの局面が関係してくる。それは、特定のアルゴリズムが、時代が必要とする金融技術であるがゆえに資金が集まり過ぎれば、そのアルゴリズムは群衆行動を示すことがあり得るからである。今日のHFTは極めて多様化し、相場を一定方向に動かし続けるようなメカニズムを持ったアルゴリズムに資金が集中するような状況ではまったくないように思われるのである。

このように、パッシブ型発注戦略の基本はシステムック・リスクをもたらすような存在ではないことをみてきた。しかしながら、そうなる可能性があるとするれば、次の事柄が原因となる。この原因は防止したり、排除したりできるので、必ず実行されるべきである。機械がすべてを決めているのだから人は市場で起こることに責任を持ってないという言い訳はもはや誰も認めない。

バグやミスが多く含まれるATソフトは、高速道路を整備不良で走行する自動車に等しく、事故をおこし、他の車を巻き込む恐れは拭い去れない。さらに、誤発注、さらにはコンピュータの誤送信を防ぐための十分な防護措置を整え、他のトレーダー・投資家と取引所をトラブルに巻き込んでしまわないためには、内部だけでなく外部の事前監査が必要であるということになる。

2014年4月15日欧州議会によって承認された改正EU金融商品市場指令（MiFID）では、EU監督当局によるトレーディング・アルゴリズムの検査・承認も義務付けられている³⁾（2014

年4月16日ブルームバーグ記事参照)。米国SECが2014年11月19日に導入したレギュレーションSCI(システム・コンプライアンス(法令順守)・インテグリティ(整合性))では、取引所とPTSだけでなく、データプールまでを対象にシステム障害を防止するための対策の構築を義務付ける。

さらに、適切な売買停止ルールはプログラムに組み込まれておかなければならない。HFT自体の暴走防止が必須とすれば、そのためにも、これは必要である。投資部門、トレーディング部門、情報システム部門が一体となって、プログラムをチェックするべきである。相場操縦の監視は自前で行うべきであるとする、社内のコンプライアンス部門も必ず関与する必要がある。それも、プログラミングの段階から。

*) 内容などの連絡先：〒171-8588豊島区目白1-5-1 学習院大学経済学部、TEL(DI):03-5992-4382, Fax:03-5992-1007, E-mail:Tatsumikr3@gmail.com(ご送信される場合◎は@に置き換えてご利用ください。)一部の文献をご教示いただいた方々に感謝したい。

注

1) インデックス運用は、価格指数であるインデックスの動きに評価額それゆえリターンが連動するように株式などの証券ポートフォリオを運用する戦略である。ほぼ確立された技術であり、ここでは紙幅の関係で詳しく展開できないので省略するが、技術的にはいくつもの論点がある。

世界初のインデックス運用はS&P500を対象にウェルス・ファースト銀行によって1973年になされ、現在ブラックロックにより運用が引き継がれている。投信(ミューチュアル・ファンド)初のインデックス運用はやはりS&P500を対象に1976年バンガードによってなされた。ちなみに、日本初のインデックス投信はさらに10年遅れて販売された。

このような興隆には、1960年代後半の投資理論の著しい発展と1970年代にかけてのその実証研究の蓄積が背景にある。ともにノーベル経済学賞をとった、Sharpeによる市場ポートフォリオの効率性分析、Fama等による効率的市場を巡る一連の実証研究が、学問的意義付けを行った。

インデックス運用は、インデックスとの乖離(トラッキングエラー)は非常に小さく、市場平均と同水準の期待リターンを達成する。しかも、市場取引高に比例した数量の取引を行うため市場インパクトは限定的である。

インデックス運用は市場インデックスの構成を模倣するのが主目的であり、銘柄選択、投資数量の決定は二の次になっている。そして、運用の透明度が高く、インデックスからの乖離について客観的な原因分析や評価が可能である、といった運用管理の容易さが特徴である。それゆえ、低コストな運用が可能になり投資家にも低コストで提供される。

しかしながら、パフォーマンスは、市場平均が上限となり、また市場平均と共に下落するという2つの欠点がある。つまり、組成コストの分だけ指数のパフォーマンスに劣り、下落相場にあっては売却・解約して避ける必要がある、のである。それでも、組成コストは技術進歩によって著しく低くなっており、アクティブ運用との組み合わせでインデックス運用は本領を発揮する局面も多い。

- 2) 取引所で上場されている株式等を、VWAPを基準とした価格で、顧客投資家と証券会社が相対で売買する取引であるVWAPギャランティー取引(出来高加重平均取引)というものがある。指定されたVWAPでの取引を保証する、このような形態だけでなく、指定されたVWAPの実現を目標とするVWAPターゲット形態などもある。これ以外にも幾つかのタイプがある。顧客となる一般投資家にとって、本文で記したVWAPは違ったように映るが、本稿はそのような視点には立っていない。
- 3) MiFIDは、トレーディング・アルゴリズムに対する検査を義務付けただけでなく、マーケット・メーカーによる毎営業日一定時間の流動性提供、さらには証券の値動きの単位を過度に小さく設定することを防止する基準を定めている。これらがEUにおける当時のHFT規制となった。

参考文献

- Brogaard, J., Hendershott, T. and Riordan, R., [2014], "High Frequency Trading and Price Discovery," *Review of Financial Studies* May 2014, pp.2267-2306. (ECB Working Paper Series, No. 1602, 2013.)
- De Winne, R. and D' Hondt, C., [2007], "Hide-and-Seek in the Market: Placing and Detecting Hidden Orders," *Review of Finance* 11, pp.663-692.
- Domowitz, I. and Yegerman, H., [2011], *Algorithmic Trading Usage Patterns and their Costs*, April 2011, ITG.

HFT（高頻度取引）は群衆心理的な行動を採るか
企業年金連合会 [2014] 『資産運用実態調査結果と解説（2013年度）』 2014年9月。
小林俊・中山興 [2013] 「リスク資産間のクロス・アセット相関の高まり」 日銀レビュー, 2013-J-3, 2013年。
野村資本市場研究所 [2012] 『機関投資家の実状と運用行動（米国を中心に）第7回「国際的な資金フローに関する研究会」資料』 野村資本市場研究所, 2012年2月9日。
野村総合研究所 [2009] 「資産運用会社のトレーディング2009」 『金融ITフォーカス特別号』, Nomura Research Institute, 2009年7月。(www.nri.com/jp/opinion/kinyu_itf/.../itf200907sp.pdf)
杉原慶彦 [2011] 「取引コストの削減を巡る市場参加者の取組み：アルゴリズム取引と代替市場の活

用」 『金融研究』 第30巻第2号, 日本銀行金融研究所, 2011年, 29-88頁。
杉原慶彦 [2012] 「執行戦略と取引コストに関する研究の進展」 『金融研究』 第31巻第1号, 日本銀行金融研究所, 2012年, 227-292頁。
辰巳憲一 [2015a] 「HFTの金融仲介機能：その行動と影響に関する堰モデルの展開」 『学習院大学経済論集』, 2015年1月, 167-188頁。
辰巳憲一 [2015b] 「非公開注文とは何か～非表示注文とHFT解明に向けての考察～」 『月刊資本市場』, 2015年10月, 24-34頁。
辰巳憲一 [2016] 「HFT（高頻度取引）のアクティブ型株式発注戦略～研究展望とHFT行動解明に向けての考察～」 未定稿, 2016年。
(学習院大学経済学部教授)