

高速取引

株式市場にAIがもたらす
マーケット・インパクト

水田孝信

投資家

テスタ氏推薦

「AIは敵か味方か」

変わりゆく相場の新時代

勝つために理解すべきAIの現在地とは

高速取引

株式市場にAIがもたらすマーケット・インパクト

水田孝信

星海社

350



SEIKAISHA
SHINSHO

はじめに

皆さんは株式市場に出される多くの注文が、**1秒間に5000回の注文**が可能ともいわれているコンピュータによる自動取引、いわゆる高速取引であることをご存じでしょうか？

金融庁が2024年10月に公表した資料によると、東京証券取引所（以下、東証）に出された全注文のうち、実に70%から90%程度の注文が高速取引とあります。もしあなたの買い注文が約定した（取引が成立した）^{やくじょう}とすると、その相手方である売り手はほとんどの場合、高速取引です。高速取引を営む業者、高速取引業者は、その名前の通り、速さを競っています。最も速い業者だけが利益を総取りできるからです。そのため、高速取引業者は、取引所のシステムをつかさどるコンピュータになるべく近いところに、発注するコンピュータを置きたがります。

情報の信号は光の速さよりも速くはなりません。1秒間に地球を7周半というすさまじい速さであっても無限の速さではないため、取引所のコンピュータとの物理的な距離が少

しでも近い方が有利なのです。そのため取引所は、取引システムの近くにコンピュータを置ける場所を貸し出しています。この場所貸しは取引所にとっての大きなビジネスになっているのです。

また、高速取引は2つの離れた場所にある取引所で同じ銘柄が別の価格で取引されているのを逃しません。安い方を買ひ、高い方を売れば確実に儲かります。これも同じく最も速い業者だけが利益を総取りできるため、シカゴの取引所からニューヨークの取引所までの地下に直線の専用線を引くために地権を買ひあさったり、専用の電波塔を建てて通信をしたりします。アメリカと日本を高速取引専用の海底ケーブルで結ぼうとする計画まで持ち上がったくらいです。

ここまでお読みになって人間の投資家は高速取引にどのように立ち向かえば良いかと考えた方もいらつしやるかもしれません。しかし、これに加えてもう一つ知っておくべきことがあります。**高速取引に^{たいじ}対峙しているのは人間ではなくAI（人工知能）なのです。**高速取引業者の他、プロの投資家が決めた売買をコンピュータが自動で行ってくれる執行アルゴリズムという取引が売買の多くを占めているのが実情です。そして、それらのコンピュータにはほとんどの場合AIが^{とうさい}搭載されています。一方の高速取引業者もAIにより強

化されています。両AIは、より有利な価格で取引しようと戦っています。すなわち、**現代の株式市場はAI同士が戦っている**、といっても大げさではないでしょう。

しかし取引の現場でAI同士が戦っているといっても、高速取引業者の基本戦略を設計したのは人間ですし、執行アルゴリズムもどの銘柄をどれくらい買いたいかなどの指示を出しているのはプロの投資家である人間です。人間対AIではないのです。人間がAI同士を戦わせているのです。プロの投資家はAIに取引を担わせて他のAIと戦わせ、上から眺め、時々指示を出しています。まさに人間がコロッセオの観客席から猛獣であるAI同士の戦いを眺^{なが}めているかのように。

そして個人投資家の多くは、このようなAI同士の戦いに生身^{なまみ}の人間のまま参加しています。誤ってコロッセオの戦場に紛^{まぎ}れ込んでしまった奴隷^{どれい}が、猛獣であるAIと戦う羽目になってしまっているのが、現実^{まじ}に起きていることなのです。

AIは適法・公正な取引だけではなく不正取引にも使われています。AIが作ったと見られる米国防総省付近が爆破されているかのようなフェイク画像がSNSに投稿され、株式市場が混乱したことがあります。最近のAIの画像や動画生成能力の進歩はすさまじく、今後、AIによって偽^{にせ}の決算発表の動画を作成して相場操縦^{そうじゆう}を試みるものが現れかねませ

ん。また、人間が意図していないのにAIによる見せ玉ぎよく（不正な注文の一種で、取引するつもりのない大きな指値注文）などの不正な取引で相場操縦をした場合、誰に責任があるのか、法律の整備が追い付いていません。しかし現実には、AIが勝手に相場操縦をする性能ですでに持ち合わせていることは研究で分かっています。一方で、そうした不正取引の発見もAIが行っています。金融庁、取引所、証券会社のいずれもが、不正取引の検知をAIの助けを借りて行っています。不正取引とその取り締まりもAI同士の戦いなのです。そして今や株式取引の規制やルール作りまでもがAIの力を借りる時代になってきました。

このような株式取引の実像は正確には一般に知られていないように感じます。これらに詳しい人たちは当事者に限られ、自分たちの立場や利益のために情報を出さなかったり、逆に情報を出す場合では自分たちが有利になるように過剰かじょうに高速取引やAIを擁護ようごしたりするからです。それだけに、市場の実像に通じていない人たちが妄想もうそうでバッシングしたりもしています。

私が勤めている資産運用会社は高速取引やAIを用いた投資を行っておらず、私は株式市場の定量的な分析や、資産運用業界に関するレポートの執筆、AIの周辺技術を用いたコンピュータシミュレーションによる株式市場の規制の研究などを行っています。そのため、

当事者ではなく利害関係もないものの、近い分野の専門家のため実像を把握できていますが、そうした人は実はきわめて少ないのかもしれない。

今回、本書を通じて現代の株式取引の実像を皆様にお伝えできる機会を得ました。当事者たちによる高速取引の過剰な擁護でもなく、実像に通じていない人たちの妄想でのバッシングでもなく、高速取引、株式市場でのAI利用の実像を広く知っていただき、少しでも株式取引の規制やルールの健全な議論と発展につながれば幸いです。

＊本書は著者の所属組織の公式見解を表すものではありません。すべては個人的見解であります。

目次

はじめに 3

第1章

高速取引と執行アルゴリズムの戦い 15

高速取引…人間には見ることすらできない戦い 16

執行アルゴリズム…AI同士の戦いを上から眺めているプロ投資家 19

高速取引のマーケットメイク戦略VS.執行アルゴリズム 21

高速取引は生かさず殺さず 24

AIが記事を書き、AIが記事を読み、AIが取引をする 25

高速取引やA Iは正義か悪か 28

第2章 高速取引の正体 33

高速取引はかつて人間がやっていた 34

信じられない高速化競争 37

高速取引の功罪…一必要なときに流動性を供給しない 42

高速取引はズルいのか？ 44

その他の自動取引（アルゴリズム取引） 51

第3章 高速取引という産業 繁栄と衰退 55

全盛期を過ぎた高速取引…厳しい生き残り競争と不正取引の懸念 56

第4章

株式とは何か？ お金とは何か？

高速取引の人類への貢献を理解するために 91

マーケットメイク制度に参加する高速取引業者 59

高速取引業界最大手の Virtu Financial 64

高速取引業界の今後と課題 70

激化する取引所間の競争 73

機械やAIが人間を凌駕する分野、できない分野 77

高速取引がカギを握る首都直下地震後の取引再開 82

株式とは何か？ 92

お金とは何か？ 105

闇市場で流通するビットコイン 111

繰り返し返されてきた新技術の良いところだけを残す対策 114

第5章

AIが得意なこと、人間にしかできないこと

119

株式取引でもAIが活躍 120

AIとは何か？ 123

ニューラルネットワークの発明 126

ChatGPTの仕組み 131

囲碁も仕組みは同じ 135

株式投資の分野でも進んだAIの活用 137

AIができること 140

AIができないこと 146

AIによる脅威 150

AIの今後の発展 152

金融犯罪もAI、その取り締まりもAI

AIが仕掛ける相場操縦 158

不正取引を見つけるAI 159

AIが勝手に相場操縦を行うと誰の責任？ 161

取引所のルールもAIを用いて設計 163

高速取引の訓練場としての人工市場 168

実は見せ玉に弱い高速取引 170

不必要な取引を個人投資家に煽るAI 173

本人確認を突破する生成AI 176

サイバー攻撃もAI、その防御もAI 178

第
7
章

なぜ知られていないのか、

なぜ私は知っていて書けるのか

181

秘密主義の高速取引業者

182

取引所、システム開発会社にとっての重要顧客

184

学界の理解度は二分

186

本当は詳しい規制当局

189

利害関係はないが近くにいる珍しい私

190

おわりに

196

第
1
章

高速取引と

執行アルゴリズムの戦い

高速取引…人間には見ることもできない戦い

現代の株式市場はすでに、コンピュータ同士の戦いとなっています。コンピュータによる自動取引にもいろいろありますが、金融庁が2024年10月に公表した資料によると、東証に出された全注文のうち、高速取引の注文が70%から90%程度で推移していることが示されています。高速取引にはさまざまな戦略がありますが、人間には見ることもすらないほど速いことは共通しています。

高速取引は速いと言いますが、では、その速さはどのように認識すれば良いのでしょうか？ 現在、東証のシステムの注文応答時間は200マイクロ秒です。高速取引の世界ではこのマイクロ秒という単位を頻繁ひんぱんに使います。200マイクロ秒は1万分の2秒という、とてつもなく短い時間です。高速取引が出した注文が東証のシステムに到達すると、1万分の2秒後に高速取引へ応答します。そうすると高速取引はまた注文が出せますので、1万分の2秒ごとに注文を出せることになります。人間は目に入ってきた光が脳に到達して認識するまでに、0・1秒かかると言われています。人間はそもそも0・1秒前を見ていることになりましたが、その間に**高速取引は500回の取引を行うことができるのです**。また、人間のまばたきも同じくらいの時間がかかりますので、まばたきをしている間に500回

取引が行われています。またパソコンのディスプレイは性能がきわめて良いものでも表示内容の更新に5000マイクロ秒くらいかかっているので、高速取引が25回注文を出して初めて表示内容が更新され、その間の変化はディスプレイに表示すらもできていません。**高速取引はそもそも人間には見えないのです。**時々、個人投資家の間から「高速取引が怪しい注文の出し入れをしたのを見た」という声が聞こえますが、それはありません。なぜなら高速取引の注文の出し入れはそもそも人間には見えないからです。

東証の取引時間は1日あたり5時間30分なので、1億回弱の取引をすることができます。取引回数が非常に多い人間のトレーダーを考えてみましょう。例えば1分に1回取引すると、1日330回取引できます。この人間トレーダーが1億回取引するのには830年かかります。**高速取引にとっての1日は、人間でいう830年という、永遠ともいえる長さなのです。**

そんな高速取引業者ですが、彼らは秘密主義でなかなか実態を明かしません。しかし、Virtu Financial（以下、Virtu）という米国の高速取引業者は上場企業であるため、ある程度の情報公開がなされています。Virtuが上場した際、投資家向けの説明の中に「1238日のうち負けたのは1日だけ」という文言があり、大きな注目を集めました。ほとんど負け

ないので不正を働いているのではないかと疑う人も現れたくらいです。しかし、高速取引にとつての1日は、1億回ほど取引でき、人間でいえば830年に相当する長さです。1日に1回しか勝負できないのであれば1000連勝するのは難しいでしょうが、1日に1億回勝負して、少しだけ勝ちの取引が多かった、というのを繰り返すのはだいぶ簡単に感じられるでしょう。

例えば、勝ちもあいこも勝ちにしてもらえて、負けは負けという、勝つ可能性が $2/3$ という少し有利なじゃんけんをする場合を考えます。あいこも勝ちになる有利さがあっても、100連勝するのは難しいでしょう。実際、100連勝する可能性は100京（1京は1兆の1万倍）分の2程度しかありません。1回も負けられませんから。しかし、100回勝負して勝ち越せば良い、という戦いを100セット行うとすると、100回勝負で負け越す可能性は 0.02% と非常に低いので100セット全部勝つ可能性はおよそ 98% と非常に高くなるわけです。このように考えると、「1238日のうち負けたのは1日だけ」というのは全く不思議なことではありません。むしろこの負けた1日はいったい何があったのだらうかと思うほどです。勝つ可能性が少しだけ高ければ、それを何億回も繰り返せば、全体として勝つ可能性が高いのです。

執行アルゴリズム…AI同士の戦いを上から眺めているプロ投資家

高速取引以外にもコンピュータによる自動取引が、証券取引所ではきわめて頻繁に行われています。代表的なものに人間の手先である執行アルゴリズムがあります。執行アルゴリズムとは、人間が考えた取引をコンピュータが執行してくれるというものです。大きなファンドを運用している資産運用会社は、大きな量の売買を行うことが日常的です。

例えば、大量の買い注文をそのまま取引所に出してしまうと、大量の株式を買いたい人がいることが高速取引にばれてしまい、高い値段で売りつけようと試みてきます。そのため運用会社は、高速取引業者等の他の取引参加者になるべくばれないようにこの注文を執行してほしいと証券会社に依頼します。証券会社はその大量の買い注文をばれないように少しずつ出すのですが、その作業は証券会社が自社で開発したコンピュータプログラムで行います。そのプログラムが執行アルゴリズムとよばれるものです。執行アルゴリズムの性能が良い、つまり、高速取引の餌食^{えじき}になりにくい執行アルゴリズムを持っている証券会社は、資産運用会社から選んでもらいやすくなります。そのため、証券会社は執行アルゴリズムの性能向上に一生懸命取り組んでいます。最近ではその性能向上にAIが不可欠となっています。そして、執行アルゴリズムから利益を奪^{うば}い取ろうとする高速取引業者もA

Iによる分析でアルゴリズム取引への対策強化を図っているのです。

このように、資産運用会社などプロの投資家は、どの銘柄を売買するかを人間が決めたとしても注文はコンピュータにやらせています。そして、その注文の相手も高速取引というコンピュータです。その両者がAIによって性能向上を図っています。すなわち、現代の株式市場ではAI同士が戦っている、といっても大げさではないでしょう。プロはAIに取引をやらせて、上から眺め、時々指示を出しているのです。まさに人間がコロッセオの観客席から猛獣であるAI同士の戦いを眺めているかのようです。そして個人投資家の多くは、このようなAI同士の戦いに生身の人間のまま参加しているのです。誤ってコロッセオの戦場に紛れ込んでしまった奴隷が、猛獣と戦う羽目になってしまっているのは、すでにご説明した通りです。ただ最近では、個人投資家向けに執行アルゴリズムを提供する証券会社も現れ始めているので、株式市場はAIだけとなり、すべての人間（投資家）が奴隷身分から解放され、人間はAI同士の戦いを上から眺めて、時々指示を出している、という感じになるのも時間の問題でしょう。

高速取引のマーケットメイク戦略VS.執行アルゴリズム

先に述べたように現代の株式市場はAI同士の戦いですが、特に熾烈しれつとなっているのが、高速取引業者のマーケットメイク戦略と、執行アルゴリズムとの戦いです。

マーケットメイク戦略とは、例えば100円前後で取引されている株式があった場合、99円の買い注文と100円の売り注文の両方を出しておき、他の投資家からの注文が来るのを待つ戦略です。99円と100円を行ったり来たりしている間は少しづつ儲かります。しかし、価格が大きく変化したとき、例えば価格が95円に動くと、99円で買った株を持っている場合はいち早く売らなければ損をしてしまいます。こうした場面では速度の速い高速取引業者が、より高い価格で売り抜けられるでしょう。しかも、次は95円と96円待つわけですが、取引所には同じ値段の注文なら先に入っていた注文が優先される原則があります。つまり、95円の買い注文と96円の売り注文を他の高速取引より早く入れることが重要なのです。このように、**マーケットメイク戦略では速さが非常に重要となります。**

重要となるのは速さだけではありません。短期的な価格変動を予測できる方が有利です。先ほどの例だと、95円に下落することがあらかじめ予想できていれば他の高速取引より早く対応できます。この予想には、取引所に集まってきたすべての注文の状況（注文板）を

使います。注文板の状況とその後の価格変動をAIに学習させて、どのような注文板の状況なら上がりやすいか、下がりやすいかをあらかじめAIに分析させておき、その分析結果を高速取引時に使うのです。逆にいえば、取引するつもりのない大きい注文、いわゆる見せ玉に騙されやすいことを示しています。実際に大量の見せ玉で高速取引を騙すという不正取引を行った個人投資家が逮捕された事件があったのですが、これは後の第6章で述べます。

注文板の状況から執行アルゴリズムが大量の取引をしようとしていることが、他の市場参加者にばれることがあります。単純に、定期的に買い注文を入れていけば、さらに買い続けるだろうとばれてしまいます。このような単純なパターンの検出はAIが最も得意なことです。マーケットメイク戦略はAIを使って注文板の状況をあらかじめ分析しておいて、パターンを検知できるようにしています。これを検知すれば注文価格を上げて、高く売りつけようとしています。ここに、高速取引であるマーケットメイク戦略と、人間が行いたい取引のお使いをしている執行アルゴリズムの戦いがあるのです。執行アルゴリズムも最終的にどのような取引をしようとしているのかをマーケットメイク戦略にばれないように、どのように注文を出せば良いかをAIに分析させています。その分析結果に従って、執行

アルゴリズムは手の内がばれないように少しずつ注文を出しているのです。お互い、注文板の状況をAIに分析させて戦いに挑んでいるという意味で、AI同士が鎬しのぎを削けずっているわけです。

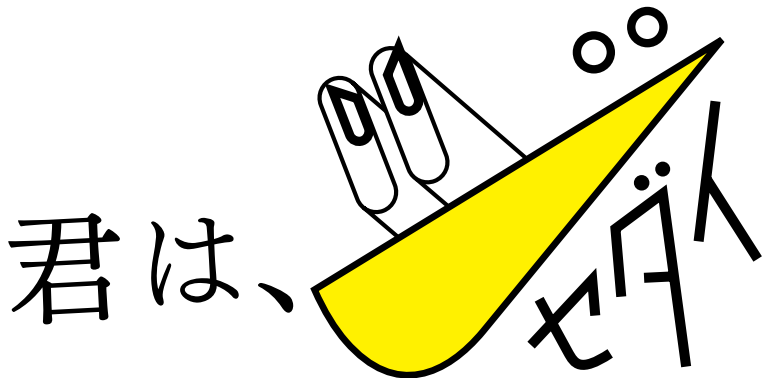
第5章で述べるように、AIはこのような注文板の状況を分析して短期予測をするのが得意です。その一方で、どの企業が良いかなど、企業の本質的価値を測定したり、長期的なストーリーを考えたりするのが苦手です。実はAIの仕組みが人間の脳の仕組みからどんどん離れていつているため、AIと人間の得意分野がどんどん異なってきました。人類は、鳥の真似をして羽ばたいても飛べませんでしたが、プロペラという、生き物にはないものを使って飛べるようになりました。今でも人類は鳥のように飛べませんが、鳥より速く飛べます。AIも、人間と同じことができるようにはならないかもしれませんが、人間を超える分野は多く出てくるでしょう。そう、AIは、**短期間、きわめて短期間での株式取引の執行ですでに人間をはるかに超えている**のに対して、企業の本質を理解し、そこから未来の展望を描くことは、現状の仕組みではできそうにないのです。

そのため、取引場で戦うAIとそれを上から見下ろして時々指示を出す人間という、おのおの得意なことを役割分担しているのです。

高速取引は生かさず殺さず

大規模な金額で数多くの売買取引を行うプロの投資家は執行アルゴリズムを用いて取引を行っています。すでに申し上げた通り、取引相手となるのは多くの場合高速取引です。したがって、彼らにぼったくられないように取引しなければなりません。そういう意味ではプロの投資家にとって高速取引は、互いに利益を奪い合う敵であるといえるでしょう。しかし、敵は駆逐^{くちく}すれば良いかといえそうですがありません。高速取引がいなくなれば、取引の相手がいなくなり、取引したい量を取引できなくなります。高速取引は取引したいときに取引を提供してくれる、つまり、流動性^{りゅうどうせい}を供給してくれる相手なのです。ですから、いなくなると困るのだけれども、ぼったくられたくない、有利な価格で取引してほしい相手なのです。まさに「生かさず殺さず」がちょうどいい関係なのです。

これは高速取引の方から見ても同じです。高速取引は価格が行ったり来たりしているときに利益が出ます。そもそもその銘柄を買いいたい、売りたい、という人がいなければ価格が行ったり来たりしません。したがって、高速取引の方から見ても、執行アルゴリズムがないと困るのです。そして、できれば、執行アルゴリズムに対して高く売りつけたい、安く買いたたきたい、と思っているわけです。



何と闘うか？
<https://ji-sedai.jp>

「ジセダイ」は、20代以下の若者に向けた、
行動機会提案サイトです。読む→考える→行
動する。このサイクルを、困難な時代にあっ
ても前向きに自分の人生を切り開いていこう
とする次世代の人間に向けて提供し続けます。

メインコンテンツ

ジセダイイベント

著者に会える、同世代と話せるイベントを毎月
開催中！ 行動機会提案サイトの真骨頂です！

ジセダイ総研

若手専門家による、事実に基いた、論点の明確な読み物を。
「議論の始点」を供給するシンクタンク設立！

星海社新書試し読み

既刊・新刊を含む、
すべての星海社新書が試し読み可能！

マーカー部分をクリックして、「ジセダイ」をチェック!!!

行動せよ!!!