

## 英国HFTの実情②

### 「注文データに基づくFCAの分析②」

吉川 真裕

二〇二〇年一月二七日、イギリスの証券取引監督機関である金融行為規制機構（FCA）が「HFTによる軍拡競争の数量化：新たな方法と推計」と題するオケージョナル・ペーパーを公表した。<sup>(1)</sup> この文書はロンドン証券取引所の注文データを用いて高頻度取引（HFT）による注文執行競争を分析したものであり、公表されている取引情報や注文板変更情報ではなく、取引所が保有する注文受取記録と注文処理返信記録に基づいてHFTによる注文執行競争の実態を分析しており、非常に興味深いものであることは前稿で紹介した通りである。<sup>(2)</sup> ところが、このオケージョナル・ペーパーに対する学者や市場関係者からのコメントを受け、新たに追加された分析結果がオケージョナル・ペーパー補遺という形で二〇二〇年六月二五日にFCAから公表された。<sup>(3)</sup>

新たに加えられた分析項目は、①流動性消化・注文取消・流動性供給のパターン、②異なる時間地平での価格インパクト、③スプレッドの分解に関する修正、④投資家グループ別の実現スプレッド、⑤理論に関する付録の五項目であるが、以下では①流動性消化・注文取消・流動性供給のパターンに関する分析結果について紹介する。注文執行競争の参加者（HFT）には流動性の提供を相対的に多く行なっている参加者（バランス②）もいるということは興味深い発見であると考えられる。

## 1 分析データ

分析に用いられたデータは二〇一五年八月一七日から一〇月一六日までの四四営業日のうち（一部のデータに問題があった）九月七日を除く四三営業日においてロンドン証券取引所が受け取った三五〇銘柄の株式に対する注文メッセージと発注者に返された注文処理メッセージであり、合計二二億メッセージ（各銘柄で一日平均一五万メッセージ）に及ぶ（ただし、寄り・引け等のオークションにかかわる注文については時間を競う競争にはそぐわないので除外されている）。三五〇銘柄の株式は取引の多いFTSE一〇〇株価指数とFTSE二五〇株価指数の構成銘柄であるが、メッセージ量にはかなりのバラツキが見られる。

ロンドン証券取引所に到着した注文メッセージはファイアウォールの外で一〇〇ナノ秒（ $10^{-9}$ ）・一マイクロ秒（ $10^{-6}$ ）・一ミリ秒（ $10^{-3}$ ）刻みで受取スタンプが押される。そして、ファイアウォールの内側で複数のゲートウェイによって注文情報チェックが並列して行なわれた後、シークエンサーによって一列に並べられ、マッチング・エンジンで処理され、デイスクリベューション・サーバーからチェックを行なったゲートウェイを通じて処理情報メッセージが発注者に返されるが、その際にファイアウォールの外で再びタイムスタンプが記録される（同時にデイスクリベューション・サーバーからマーケット・データ・プロセッサを通じてパブリック・データ・フィードが公表される）。分析データはこの受取スタンプと返信スタンプのついた情報に基づいており、通常用いられるパブリック・データ・フィードのデータではない。パブリック・データ・フィードのデータの場合、約定や注文執行（指値や取消）が行なわれなかった注文は配信が行なわれず、発注者に対する返信メッセージよりもわずかに遅延する傾向がある。そのため、HFTはパブリック・データ・フィードよりも早く情報を得るためにIOC（イミディエート・オア・キャンセル）注文を多用するとも言われている。

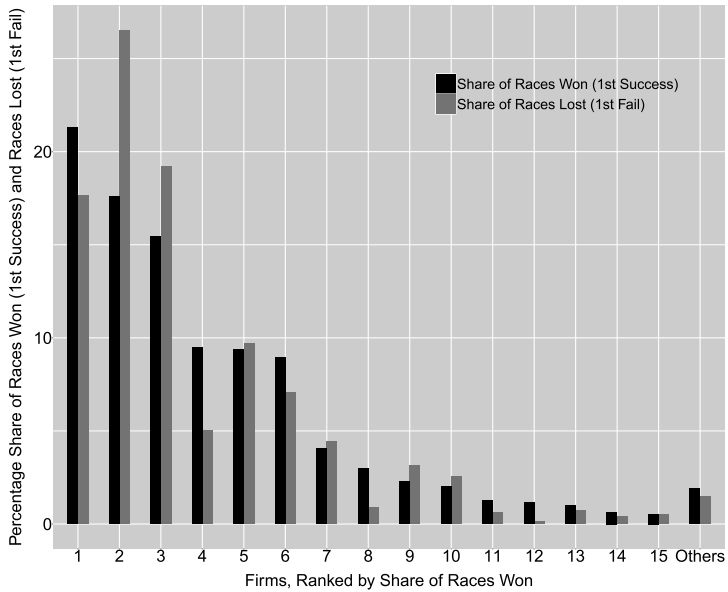
## 2 注文執行競争

時間の速さを競う注文執行競争の実態を明らかにするため、執行された買い注文（売り注文）または指値注文板にある売り指値注文（買い指値注文）の取消に対して五〇〇マイクロ秒以内に返信された同一価格で成立しなかった買い注文（売り注文）または売り指値注文（買い指値注文）の取消注文を対応させ、注文執行競争の勝者と敗者を特定した後、勝者の買いポジション（売りポジション）または売り指値注文（買い指値注文）の取消が直後の売り気配と買い気配の仲値に比べてどれだけ安いか（高いか）によって勝者の収入を推計するという方法が採用されている。

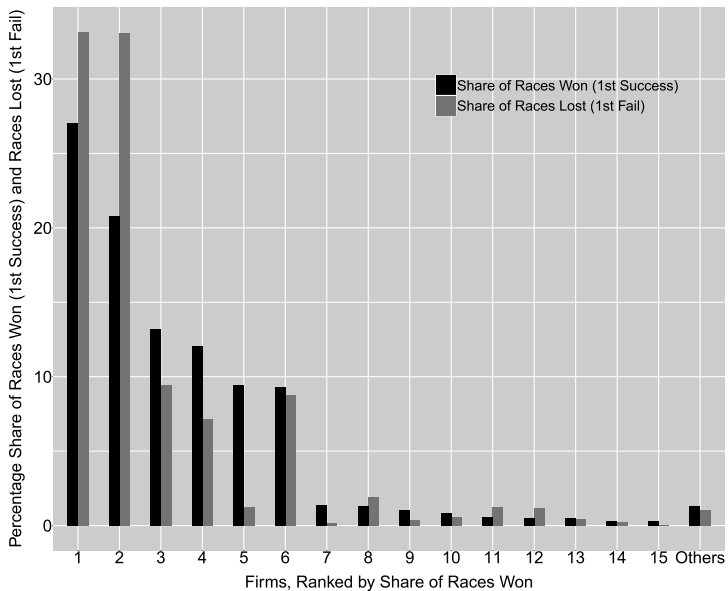
元の分析では注文執行競争の参加者（HFT）の特徴を知ることができる興味深いグラフが掲載されている。図表1はFTSE一〇〇構成銘柄での注文執行競争における勝率の高い参加者順に勝率と負率が表示されている。なお、ここでの勝者は注文執行競争において約定が成立または注文の取消に成功した参加者を、敗者は勝者の次に注文を出して約定または注文取消に成功しなかった者を指しており、勝率は勝者となった比率を、負率は敗者（二位）となった比率を表わしている。図表1を見てわかるように、勝率が一五%を超える上位三社と勝率が一〇%に近い中位三社、その他で勝率が大きく異なっていることがわかる。また、多くの参加者で勝率と負率に大きな差はなく、注文執行競争で一位になるか、二位になるかはランダムのようなものもある。そして、このことはランダムなゲートウェイでのチェックの遅れ（全体の四%）に対応しているものとも考えられる。

上位三社の勝率合計五四%・負率合計六三%、上位六社の勝率合計八二%・負率合計八五%は注文執行競争が少数の参加者による寡占競争となっており、少数の参加者が速さを競って資金を投じる軍拡競争をもたらしていると解説されている。

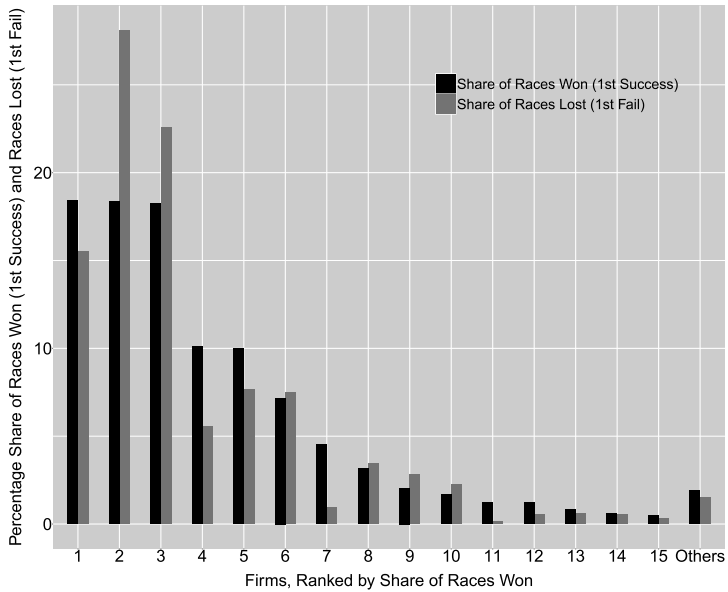
図表1 FTSE100指数構成銘柄の注文執行競争における勝率と敗率



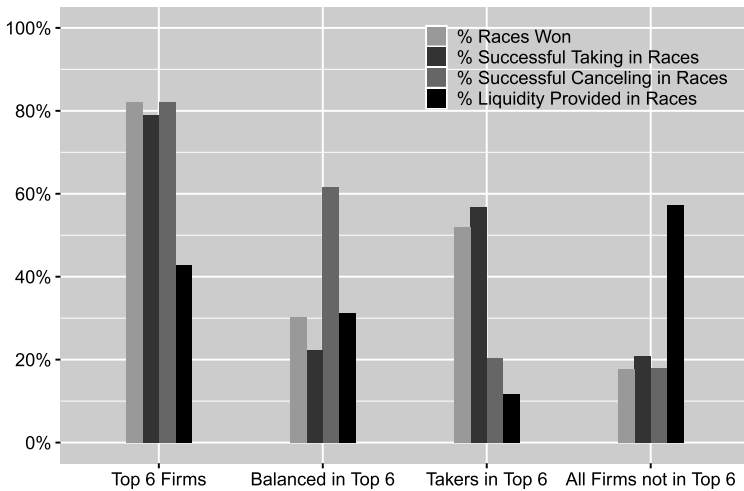
図表2 FTSE250指数構成銘柄の注文執行競争における勝率と敗率



図表3 全標本の注文執行競争における勝率と敗率



図表4 FTSE100指数構成銘柄の注文執行競争におけるパターン



### 3 注文執行競争に関する追加情報

オケーショナル・ペーパーでは先述の通り、FTSE一〇〇構成銘柄での注文執行競争における勝率の高い参加者順に勝率と負率が図示されていた。しかし、オケーショナル・ペーパーと同時に公表されたインターネット付録と題する文書ではFTSE二五〇構成銘柄での注文執行競争における勝率の高い参加者順に勝率と負率、全標本での注文執行競争における勝率の高い参加者順に勝率と負率が図示されており、図表2と図表3はそれらを転載している。<sup>(4)</sup> FTSE一〇〇構成銘柄(図表1)とFTSE二五〇構成銘柄(図表2)では勝率と負率に大きな違いが見られるが、全標本(図表3)ではFTSE一〇〇構成銘柄(図表1)とそれほど大きな違いは見られないので前稿では触れなかったが、この違いは後述の通り、今回公表された情報の解釈にかかわりを持つ。

図表4はFTSE一〇〇構成銘柄での注文執行競争における①勝率、②取引執行率、③取消成功率、④流動性提供率をグループごとにまとめて表示している。①勝率は取引成功または取消成功をレース数で割った値(レースで取引が成立したのは約九〇%、取消が成功したのは約一〇%と本文で説明されている)、②取引執行率は取引成功金額がレースの全取引金額に占める比率、③取消成功率は注文取消成功金額がレースの全注文取消成功金額に占める比率、④流動性提供率はレースで指値注文が消化された金額がレースの全取引金額に占める比率を表わしている。そして、左に上位六社の合計、右にその他の合計が示されており、左から二番目は上位六社中の二社(バランス2)の合計、左から三番目は上位六社中のその他四社(テイクカー4)の合計をそれぞれ図示している。今回新たに提供されたのは②取引執行率、③取消成功率、④流動性提供率に関する情報であり、さらにそれらを四つのグループに分け、グループごとの特徴を比較したことで上位六社の中にも二つのタイプが存在することを明らかにしたところが新たな発見だと考えられる。

まず、図表4の両脇に位置する上位六社グループとその他グループを比較すると、左の上位六社グループで①勝率、②取引執行率、③取消成功率がそれぞれ八〇%前後と高く、④流動性提供率は四〇%強であり、右のその他グループで①勝率、②取引執行率、③取消成功率がそれぞれ二〇%前後と低く、④流動性提供率は六〇%弱であることがわかる。上位六社グループで①勝率、②取引執行率、③取消成功率が高いことは予想通りであるが、④流動性提供率が四〇%強であるということは勝者に指値注文を執行されて流動性を提供しているものの四〇%強が上位六社であって、上位六社が一方的にその他グループの指値注文を消化しているという状況にはないことがわかる。

次に、今回の追加情報ではこの上位六社を図表4の左から2番目に位置するバランス2と名付けた二社と左から3番目に位置するテイカー4と名付けた4社のグループに分け、①勝率、②取引執行率、③取消成功率、④流動性提供率に大きな違いがあることを明らかにしている。各グループの構成社数に違いがあるので一社当たりではバランス2の値は二で割り、テイカー4の値は四で割る必要があるが、②取引執行率、③取消成功率、④流動性提供率に大きな違いがあることは図表4からもよくわかる。バランス2では一社当たりで①勝率が一五%、②取引執行率が一〇%強、③取消成功率が三〇%、④流動性提供率が一五%強であるのに対して、テイカー4では一社当たりで①勝率が一五%弱、②取引執行率が一五%弱、③取消成功率が一〇%、④流動性提供率が三%弱であり、テイカー4がその名の通り流動性を消化(テイク)する一方、あまり流動性を提供していないのに対して、バランス2は②取引執行率を④流動性提供率が上回っており、レースにおいて流動性を消化することが勝ちで流動性を提供することが負けだとすれば負け越していることになる。しかし、負け越しが損害を被ることだとすればバランス2が存続し続けることはないはずであり、存続し続けるとすればレースに負け、一位になれなくても

損失を被らないからであろう。そこで考えられるのは、自分が一位になれない場合にはあえて流動性を提供し、いち早く一位の取引情報を取得して一位に追随する形で取引を行なうことである。投資における利益率は勝率ではなく、成功の利益から失敗の損失を差し引いたものであり、たとえ失敗が増えても成功の利益額を増やせるのであれば割に合うということではないだろうか。大きな変化にいち早く追隨できるとすれば勝者に流動性を提供してもすぐに追隨して損失を上回る利益を上げているのではないかと考えられる。

図表5はFTSE100構成銘柄での注文執行競争における流動性消化者と流動性提供者の組み合わせ(合計100%)を表わしている。ここでも各グループの構成社数に違いがあるので一社当たりでは調整する必要がある。このまま見ればバランス2はグループとしてはテイクカー4のグループよりもその他グループに近いように見えるが、テイクカー4の値を四で割り、バランス2の値は二で割ると、表中の値は左上から右に一・四、四・三、八・六、二行目は一・三、三・二、六・七となり、それほど大きな違いがあるように思えない。

今回、上位六社には大きな違いがあり、上位六社をバランス2とテイクカー4に分けるという知見を与えてくれたことには感謝するが、できればグループとしてまとめる前の各社の比率を公表してもらえればよりありがたかった。おそらく各社の比率を公表することは各社の取引戦略を開示することにもつながり

図表5 FTSE100指数構成銘柄の流動性消化者と流動性供給者  
% of Race Volume by Taker-Provider Combination

	Provider		
	Takers in Top 6	Balanced in Top 6	Non-Top 6
Takers in Top 6	5.7	17.2	34.3
<b>Taker</b> Balanced in Top 6	2.5	6.4	13.3
Non-Top 6	3.2	7.4	10.1



かねないという配慮が働いたからであろうが、こちらとしてはバランス2をグループとして分類した分析者を信じるしかない。

最後に、公表されているデータから各社、とりわけバランス2に分類された参加者を推測してみよう。取引比率は公表されていないが、勝率については図表1・図表2・図表3で上位一五社が公表されている。まず、図表4（FTSE一〇〇構成銘柄）のバランス2の勝率が二社で三〇%であるから、図表1（FTSE一〇〇構成銘柄）の勝率を組み合わせると三〇%になるのは1と4、1と5、1と6のいずれかであることがわかる。次に、図表1（FTSE一〇〇構成銘柄）の勝率にレース構成比率七六%を掛け、図表2（FTSE二五〇構成銘柄）の勝率にレース構成比率二四%を掛けたものを加えると図表3（全標本）の勝率になるはずであるから探してみる。と、図表3の全標本での勝率上位七社の順位は図表1の勝率上位の順位を対応させると、1、2、3、4、6、5、8とすることがわかる。そして、図表2のFTSE二五〇構成銘柄での勝率上位六社の順位は図表1の勝率上位の順位を対応させると、2、3、6、4、8、1とすることがわかる。図表1（FTSE一〇〇構成銘柄）で勝率首位の1は図表2（FTSE二五〇構成銘柄）の勝率では五位であり、図表1（FTSE一〇〇構成銘柄）で勝率五位の5は図表2（FTSE二五〇構成銘柄）の勝率では六位までには確認できないことがわかる。したがって、私の推測では流動性の高くないFTSE二五〇構成銘柄の取引に積極的に参加していない図表1の1と5が他の上位六社とは異なる行動をとっており、1と5がバランス2に分類されている二社ではないかと考えられる。そして、上位他社に流動性を提供するというバランス2の戦略は流動性の高くないFTSE二五〇構成銘柄には向かず、両社はFTSE二五〇構成銘柄を積極的に取引していないのではないかとというのが私の推測である。

注

- (1) Matteo Aquilina, Eric Budish and Peter O'Neil, "Quantifying the High-Frequency Trading "Arms Race": A Simple New Methodology and Estimates," Financial Conduct Authority, Occasional Paper No. 50, January 2020 (<https://www.fca.org.uk/publications/occasional-papers/occasional-paper-no-50-quantifying-high-frequency-trading-arms-race-new-methodology>).
- (2) 拙稿「英国FCAの美情〜注文データに基づいたFCAの分析〜」本誌一七一九号、二〇二〇年四月 (<http://www.jsri.or.jp/publish/report/index.html>) 参照。
- (3) Matteo Aquilina, Eric Budish and Peter O'Neil, "Addendum to Occasional Paper 50, 'Quantifying the High-Frequency Trading "Arms Race": A Simple New Methodology and Estimates," Financial Conduct Authority, Occasional Paper No. 50, June 2020 (<https://www.fca.org.uk/publications/occasional-papers/occasional-paper-no-50-quantifying-high-frequency-trading-arms-race-new-methodology>).
- (4) Matteo Aquilina, Eric Budish and Peter O'Neil, "Internat Appendix for: 'Quantifying the High-Frequency Trading "Arms Race": A Simple New Methodology and Estimates," Financial Conduct Authority, Occasional Paper No. 50, January 2020 (<https://www.fca.org.uk/publications/occasional-papers/occasional-paper-no-50-quantifying-high-frequency-trading-arms-race-new-methodology>).

(よしかわ まやひろ・客員研究員)