

米国株式市場のボラティリティに関する一考察

金融市場局 早瀬直人、小川佳也

Bank of Japan Review

2019年12月

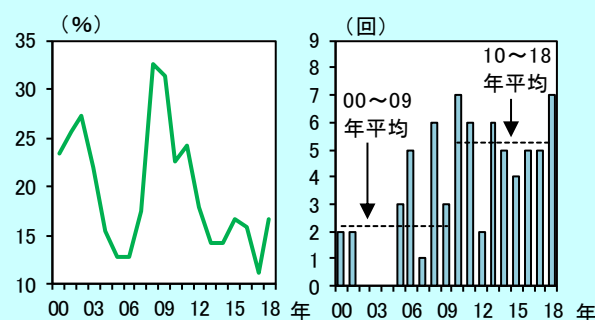
本稿では、米国株式市場において、投資家やマーケット・メイカーの取引行動の変化が市場の流動性やボラティリティに与える影響について、市場参加者の間で指摘されている代表的なメカニズムを紹介する。具体的には、金融危機以降、ヘッジファンドが全体として相場の流れに追随する投資戦略を拡大させているほか、マーケット・メイカーとして高速高頻度取引業者の存在感が高まっている。こうした構造変化が、平常時は市場のボラティリティを抑制する一方、ショックが加わる場面においては、流動性の低下を介して、ボラティリティの上昇に拍車をかける可能性が指摘されている。金融市場の動向を的確に把握するためには、市場参加者の取引行動の変化や、それが市場に与える影響を十分に理解していくことが重要である。

はじめに

2000年代末の金融危機の後、金融市場のボラティリティは、総じてみれば低い状況が続いている。同時に、低位にあったボラティリティが突如として急上昇する場面がしばしばみられている¹。例えば、2018年の2月初旬や年末頃に、米国長期金利の上昇などを契機として、米国株のボラティリティが急上昇したことは記憶に新しい。実際、米国株価（S&P 500）のボラティリティが急変動した回数をみると、2018年に限らず、金融危機後に、増加傾向にあることが確認できる（図表1）。

本稿では、ボラティリティが総じて低位で推移する一方、突如として急上昇する場面がみられる背景について、市場参加者の間で指摘されている代表的なメカニズムを紹介する。まず、投資家の投資戦略の変容という視点から、ヘッジファンド²の運用戦略が金融危機以降どのように変わってきたのかを概観する。次に、市場流動性の供給主体であるマーケット・メイカーの変容という視点から、高速高頻度取引業者³（High Frequency Trading：以下、「HFT」）の存在感の高まりや、これが市場流動性に与える影響について考察する。最後に、こうした市場構造の変容が2018年にみられた米国株価のボラティリティ急上昇にどのように作用したのかについて整理する。

【図表1】米国株価のボラティリティ
①VIX指数 ②急変動回数



(注) 左図は VIX 指数の年平均。右図は、VIX 指数の前日差が、直近を含む過去 30 営業日における前日差の標準偏差の 3σ 以上となった日数。

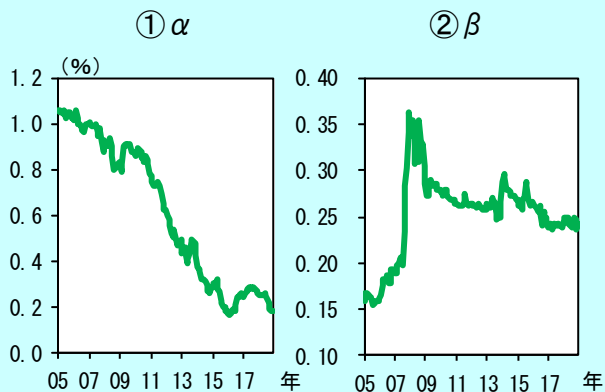
(出所) Bloomberg

投資家の投資戦略の変化

金融危機後、世界経済を取り巻く環境が大きく変化するも、投資家は、その投資戦略を新たな環境へと適応させてきた。その代表的な例がヘッジファンドである。従来、ヘッジファンドへの投資は、「伝統的資産に対するリスク分散」（市場との連動性「 β 」の低さ）や「絶対リターンへの追求」（市場に依らない運用者スキルに依存する超過リターン「 α 」の高さ）が魅力と謳われてきた。もともと、ヘッジファンドの α と β については、

金融危機以降、全体として、 α の低下が顕著となるとともに、 β の水準が切り上がっている⁴と指摘されている（図表2）。

【図表2】ヘッジファンドの α と β



(注) Eurekahedge Hedge Fund Index、S&P 500、米国10年債のそれぞれの月次リターンを利用し、文末脚注4に従いローリング回帰（後方60か月）した際の定数項と回帰係数。直近は18年末。

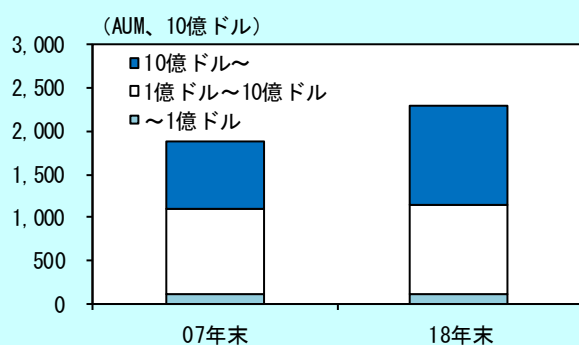
(出所) Bloomberg、Eurekahedge

こうしたヘッジファンドのリスク・リターン特性の変化は、ファンドの大型化、投資行動にかかる制約の増大、パッシブ運用の興隆など、資産運用業界を巡る環境変化が相互に影響し合うなかで、その運用戦略が変容してきたことによるものと考えられる⁵。

（ファンドの大型化）

近年、年金基金等の機関投資家は、受益者に対する説明責任等を確保する観点から、運用に関する透明性や情報開示がより充実した大型ファンドを選好する傾向があるとされる。実際、資産運用規模別にみると、規模の大きいファンドに、投資家からの資金が集まる様子が窺われる（図表3）。

【図表3】ファンドの大型化



(注) それぞれの規模のファンドのAUMの合計。

(出所) Eurekahedge

一般的に、ヘッジファンドには、その運用戦略に応じた適正な規模があると言われる。これは、戦略に応じた収益機会は有限なため、適正な規模を超えて資産規模を拡大すると、ファンドの超過リターン（ α ）を獲得することがより難しくなるからである。そのため、ファンドの大型化は、ファンド運用者にとって、 α を狙うよりも、パッシブ運用に近づけることで市場リターン（ β ）を狙うインセンティブを高めることになる。これは、結果的に α を低下させるとともに、 β を上昇させる方向に作用すると考えられる。

（投資行動にかかる制約の増大）

ヘッジファンドへの投資家層として、年金基金等の機関投資家のプレゼンスが拡大していること等は、ヘッジファンドの運用にかかる制約を増大させている可能性も指摘されている。

年金基金等は、受益者への説明責任を果たすため、一般的に、短期的なパフォーマンス悪化に対する許容度が低くなってきていると言われている。こうした動きは、ヘッジファンドにとって、従来追求してきた中長期的な収益機会（長めのタイムホライズンでの平均回帰を見込んだ取引等）を利用しづらくし、 α 獲得の制約条件になっていると考えられる。

また、金融危機後に導入・強化された各種金融規制等が、ヘッジファンドのレバレッジを低下させる方向に働いていること⁶や、ヘッジファンドの情報優位性が低下していること⁷も、 α の低下に寄与していると言われている。

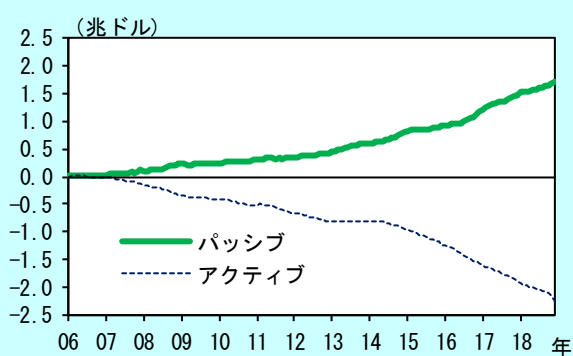
（パッシブ運用の興隆）

米国の株式ファンドへの資金フローをみると、近年、パッシブファンドへの資金流入およびアクティブファンドからの資金流出が続いている（図表4）。これには、投資家が運用手数料のより安価なパッシブ運用を選好していることなどが影響しているとみられる。こうしたパッシブ運用のプレゼンス拡大が、ヘッジファンドのリスク・リターンに影響を与えた可能性も指摘されている⁸。

パッシブ運用は、ファンドの運用成績が市場インデックスなど一定のベンチマークとほぼ同じとなるよう、銘柄を機械的に売買する。パッシブ運用にかかる資金フローが増加することで、ベンチマークに組み込まれている幅広い銘柄の株価

が同方向に変動しやすくなる一方、個別銘柄の割高・割安の修正に要する時間が過去よりも長期化しているとの指摘がある。これは、割高・割安銘柄の相対価格差の収斂を収益機会とするヘッジファンドの α を低下させるとともに、株式ロングポジションを持つヘッジファンドの β 上昇に寄与すると考えられる。

【図表4】米国の株式ファンドへの累積フロー



(注) 06年以降の累積値。直近は18年末。

(出所) EPFR Global

（順張り戦略の拡大）

こうした資産運用業界を取り巻く環境変化や、金融危機後長期にわたる世界的なブル相場のもとで、ヘッジファンドは、相場の流れと同方向に投資（順張り）する、いわゆるトレンド・フォロー型の戦略を拡大させている。

近年では、株式ロングショートなど市場リスクの影響を限定する投資戦略においても、「既にバリュエーションの高い銘柄をさらにロングする」といった順張り投資が目立つとの指摘が聞かれている。また、クオンツ戦略⁹においても、ブル相場の継続を踏まえ、直近まで上昇トレンドにあった銘柄が先行きも上昇するとみる「モメンタム・ファクター」に対するポジションの拡大がみられていた。さらに、コンピューターの処理速度の向上とともに運用戦略の高度化が進んだ結果、システムティックにポジションを変化させる戦略を採用するファンドが増加した（図表5）。こうしたファンドの多くは、結果として順張り戦略となっている。

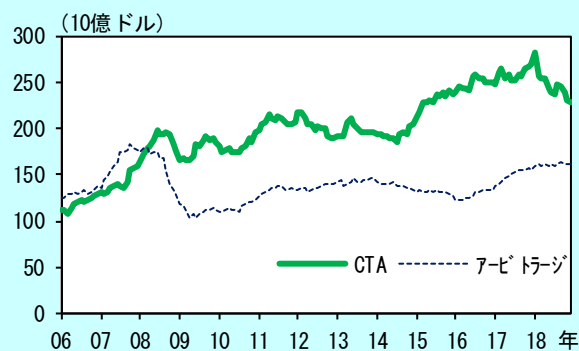
これらの点を踏まえると、ヘッジファンドの運用戦略は、全体としてみれば、価格の平均回帰や銘柄間の割高・割安に着目する市場リスク中立型の戦略のウェイトが減り、相場の流れと同一方向

にポジションを傾ける順張りスタンスの強い戦略が増えているとみられる。実際、戦略別のファンド残高の推移をみると、例えば、CTA/マネージド・フューチャーズなどのトレンド・フォロー型の残高は増加している一方、アービトラージ型の残高は金融危機以前と概ね同水準にとどまっている（図表6）。

【図表5】システムティックな順張り戦略

| 【戦略名】 | 【内容】 |
|-----------------------------|--|
| CTA/マネージド・フューチャーズ | 時系列分析やテクニカル指標を利用し、相場のトレンドを見出し、同トレンドの継続を見込む、典型的な順張り戦略。 |
| リスク・パリティ (ボラティリティ・ターゲット) | 基本的にはロングオンリーで、各保有資産のリスク量(ボラティリティ×ボリューム)を一定に保つ戦略。ボラティリティと価格の動きは逆方向となる傾向が強いいため、順張り戦略に分類される。 |
| ボラティリティ・ショート | VIXインバース型商品(VIX指数の動きと逆方向に価値が変動するように設計されたETF・ETN等)も利用しつつ、VIX先物をショートするポジションを構築することで、低ボラティリティ環境の継続からリターンを得る戦略。VIX先物のショートポジション自体がボラティリティを安定させる効果を持つことから、順張り戦略に分類される。 |

【図表6】戦略別の残高の推移



(注) 直近は18年末。

(出所) Eurekahedge

マーケット・メイカーの変容

（新たなマーケット・メイカーの興隆）

一般的に、債券や株式など金融商品の在庫を保有し、投資家からの注文に応じることで市場に流動性を供給する主体をマーケット・メイカーと呼ぶ。伝統的には、銀行等の金融機関がこうした役割を担ってきた。

もともと、金融危機後、米国では、ボルカー・ルールなどの金融規制強化の流れを経て、こうした金融機関による自己勘定取引は一部を除き原則禁止された。具体的には、顧客や取引相手から合理的に期待される短期的な需要を超えない範

困での在庫引き受けやマーケット・メイクなど限られた取引のみが許容されている。こうした規制は、金融機関が自己勘定でリスクの高い取引を行っていたことが金融危機の原因の1つとなったとの反省に立って導入されたものであるが、金融機関の市場流動性供給能力という点では、これを低下させる方向に作用したと言われている。

他方、金融機関のプレゼンス縮小を穴埋めする形で、HFT 業者などの新たなマーケット・メイカーの存在感が高まっている¹⁰。HFT とは、コンピューターのアルゴリズムを駆使することで非常に短時間（ミリ秒未満）の売買を高速・高頻度で繰り返す投資戦略¹¹、もしくは、そのような取引・投資戦略に特化した取引主体の総称である。その多くは自己資金で運用し、オーバーナイトの在庫リスクをとらない（大引けまでにポジションを閉じる）と言われている。HFT は、人間の手では行えない短時間かつ大量の取引を可能にすることで、取引コストの低下を促し、金融市場の効率性を高めることに貢献してきたと言われている¹²。

（市場流動性の質的变化）

こうしたもとの、マーケット・メイカーが市場に供給する流動性の性質が変化してきたとの指摘が聞かれている。例えば、金融規制などが金融市場に与える影響については、学術界からも様々な指摘がある。Duffie [2012]¹³は、規制強化が金融機関のマーケット・メイクの質や量を低下させ、企業や投資家の資金調達にも弊害をもたらす可能性や、マーケット・メイクが規制のかからないノンバンク部門に移行することで、その影響がより予想しにくくなる可能性に言及している。

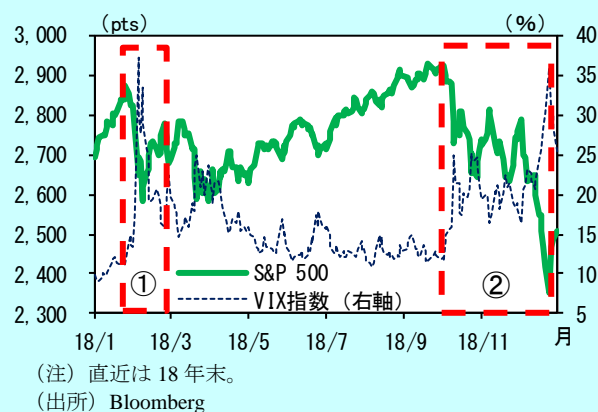
また、HFT のプレゼンスが拡大するなかで、相場急変時に市場流動性が不安定化するリスクに警戒する市場参加者は多い¹⁴。すなわち、市場にストレスがかかる局面では、一部のマーケット・メイカーが自身のリスク管理の観点から取引を見合わせる結果、市場全体でみるとむしろボラティリティを高めてしまうのではないかといった懸念は根強く¹⁵、HFT が市場全体に与える影響について事前に想定することは容易ではないとの声も聞かれている。

2018 年のボラティリティ急上昇の背景

以上に述べた投資家の投資戦略やマーケット・メイカーの変容は、それぞれ独立に生じたものではあるが、市場全体としてみると、相乗的な効果をもたらす可能性がある。すなわち、市場参加者からは、こうした市場の構造変化が、相互に影響する形でボラティリティと流動性によるフィードバック・ループ（詳細は、BOX 参照）¹⁶を形成しており、ボラティリティが急上昇するリスクを高めているとの見方である¹⁷。

冒頭で言及した米国株式市場における 2018 年の 2 月初旬と年末頃のボラティリティ急上昇は、こうしたリスクが顕現化した事例であったとの指摘が多くみられている（図表 7）。

【図表 7】 2018 年の米国株式市場



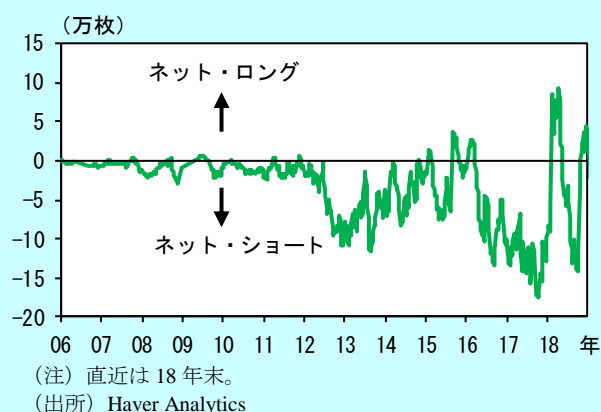
① 2018 年 2 月の「VIX ショック」

金融危機後、長期にわたり低ボラティリティ環境が継続するなかで、VIX インバース型商品等が普及するなど、低ボラティリティの持続に賭けるポジションを構築する動きが広がった。一部のヘッジファンドには、特に 2016 年以降、こうしたトレンドに追随してボラティリティ・ショートのポジションを積み上げる動きがみられていた（図表 8）。

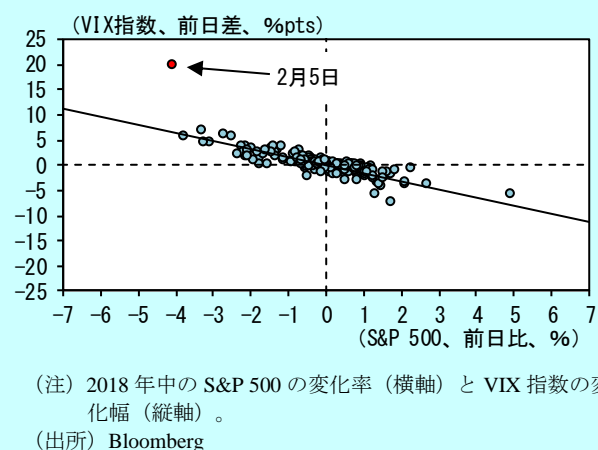
また、ボラティリティの低下は、CTA やリスク・パリティファンド等による株式指数先物のロングポジション構築を一段と後押ししたと言われている。こうした低ボラティリティ環境のトレンドをフォローする形での投資家のポジションの偏りについては、当時から、市場参加者からはハーディング（群集行動）の動きとして警戒する声も多く聞かれていた。

こうしたなかで、2018年2月初旬、米国長期金利の上昇に伴い米国株式市場のボラティリティが反転上昇すると、上述のような運用戦略を採っていたファンド等から、ポジション調整のための機械的な売りフローが発生した。この際、一部のHFTが、リスク管理の観点から取引をストップしたことが、ボラティリティの上昇に拍車をかけたと言われており、経験的にみた株価とボラティリティの関係性から大幅に乖離して、ボラティリティが急上昇する場面がみられた¹⁸ (図表9)。

【図表8】非商業部門のVIX先物ポジション



【図表9】VIX指数と株価の変動率



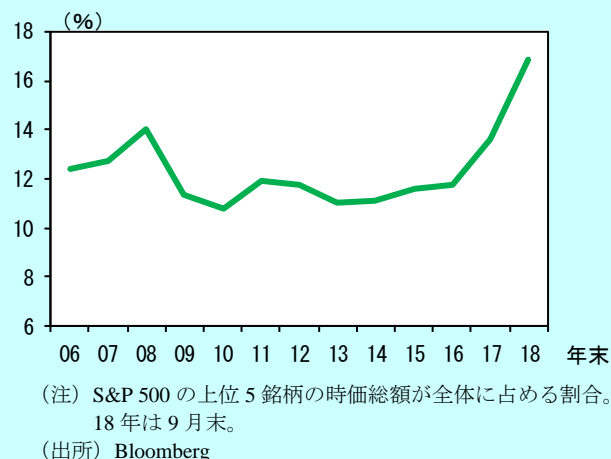
② 2018年秋以降の相場急落

2018年夏にかけて、米国株式市場では、一部の大型ハイテク・グロース銘柄への投資集中がみられ、これらの銘柄の株価水準が切り上がっていた。

こうした現象は、当時から、ファンダメンタルズ面からだけでは説明がつかないとの声が聞かれており、その背景として、資金流入の続いていたパッシブファンドが、価格上昇から時価総額ウェイトが高まった銘柄に対して、機械的な買いを

入れたことや、一部のヘッジファンドが、市場の上昇トレンドに乗ろうと、これらの銘柄のロングポジションを拡大したことが相乗的に影響したと指摘されている(図表10)。さらに、市場の堅調さを背景に、ボラティリティ・ショートポジションも再び拡大していた(前掲図表8)。

【図表10】S&P 500における上位銘柄占有率



その後、同年秋にかけて米国長期金利が上昇を続けるなか、一部銘柄の価格調整を契機に、リスク・パリティやボラティリティ・ショートポジション戦略の巻き戻しが一斉に発生し、株価が急落、ボラティリティが急上昇した。こうした動きが、季節的に市場流動性が低下する年末に重なったこともあって、米国株価(S&P 500)は、12月単月で10%以上もの大幅下落に見舞われた。

このように、2018年に米国株式市場でみられたボラティリティの急上昇イベントは、順張り投資戦略からの巻き戻しに伴う機械的な売りフローや、ストレス時にマーケット・メイカーからの市場流動性の不安定化によって価格変動が増幅された事例であったと指摘されている。

おわりに

本稿では、近年、米国株式市場において低水準にあったボラティリティが急上昇したメカニズムを理解するために、市場で指摘されている投資家の投資戦略やマーケット・メイカーの変容に着目しつつ、背景にある市場構造の変化について整理を行った。

ヘッジファンドやHFTに限らず、投資家やマーケット・メイカーなどの市場参加者の取引行動は、規制動向や情報技術の進展などを含む様々な市

相場環境の変化に適応して、絶え間なく変化していくものである。市場参加者の行動が調整局面でのボラティリティを増幅する方向に作用していれば、むしろそれを新たな収益機会と捉え、活発に裁定を行う戦略が増えていく可能性もある。金融市場の動向を的確に把握するためには、その時々

の相場環境がファンダメンタルズに沿ったものであるかどうかという視点を持つことに加え、こうした市場参加者の取引行動の変化や、それが市場に与える影響についても十分に理解していくことが重要である。

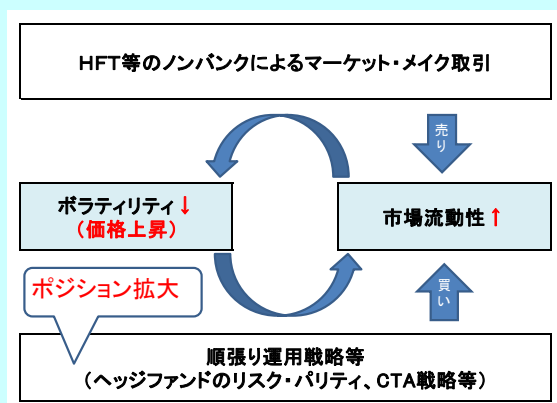
BOX ボラティリティと流動性のフィードバック・ループ

相場の流れに追随する順張り戦略は、市場が急変動した際には、相場変動を助長することが知られている。例えば、リスク・パリティなどのボラティリティ・ターゲット戦略は、ボラティリティが低下すると、追加的にロングポジションを拡大させ、それが更に金融商品の価格に織り込まれるボラティリティの低下を促す一方、ボラティリティが上昇に転じた際には、ポジション削減に迫られ、これが更なるボラティリティ上昇を引き起こす。また、マーケット・メイカーについても、ノンバンクのシェアが拡大するなかで、ボラティリティが大きく上昇した際には流動性供給を縮小する傾向が指摘されており、価格変動を助長する要因の1つであると指摘されている。

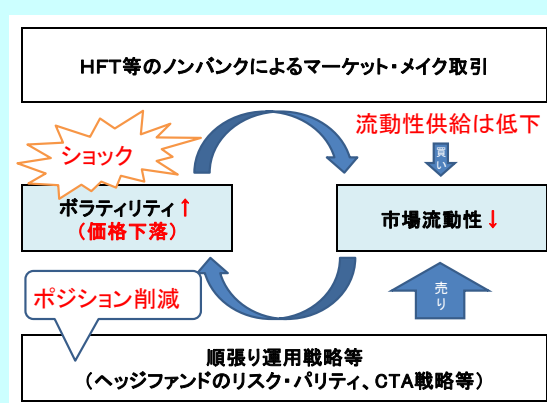
「買い」が「買い」を呼び、「売り」が「売り」を呼ぶ現象は、従来から相場変動時に観察される場所であるが、近年の市場構造の変化を受けて、投資家からの機械的なポジションの巻き戻しに伴うボラティリティ上昇や、その際の流動性供給の不安定化などを通じてこうした動きが増幅される現象に、市場参加者の注目が集まっている（BOX 図表）。

【BOX 図表】フィードバック・ループのイメージ図

ボラティリティ 低下時



ボラティリティ 上昇時



¹ 2019年11月に公表された米国の金融安定報告書（Financial Stability Report）では、近年、米国国債市場や米国株式先物市場において、フラッシュ・クラッシュ等によって金融市場のボラティリティが急上昇する頻度が増加し、両市場における流動性低下等についての懸念が示されている。詳細は次の資料を参照。

Board of Governors of the Federal Reserve System, “Financial Stability Report”, November 2019.

² 本稿では、ヘッジファンドデータベースの1つであるEurekahedge社のデータを利用している。

³ U.S. Commodity Futures Trading Commission and Securities Exchange Commission, “Preliminary Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010”, May 2010のAppendix Aでは、HFTの特徴として、①超高速コンピューター・プログラムを用いて注文を生成・回送・執行する、②情報伝達遅延（レイテンシー）を最小化するために取引所コロケーション・サービスなどを利用する、③ポジション保有期間が極めて短時間である、④取引所への発注や注文取消しも非常に多い、⑤ポジションは可能な限り当日中にフラットにして、翌日まで持ち越すことは少ない、などを挙げている。一般的なHFTの戦略は、売り・買い両方の気配提示を行う流動性供給タイプのものである。

⁴ ヘッジファンドの投資対象は株式に限られないことから、複数の資産のベンチマークを利用し、 α が計算されることもある。もともと、ここでは、単純化のため株式市場のリターンのみを用いて α と β を計算した。具体的には、以下の回帰式から推定している。

$$R_{hf} = \alpha + \beta(R_b - R_{rf}) + \varepsilon$$

R_{hf} : ヘッジファンドの収益率

R_b : 市場ポートフォリオ（米国株式）の収益率

R_{rf} : リスクフリーレート

なお、ヘッジファンドのデータには様々なバイアスの存在が知られているが、本稿では原データのまま利用しているため、結果には幅を持つ必要がある。

⁵ 本稿で言及した以外にも、複数の要因が指摘されている。例えば、①ヘッジファンドの競争激化が平均的な α の低下を招いている、②過去と比べて運用手腕の低いファンドマネージャーが増えている、③新たなクオンツ戦略が開発されてもすぐに模倣されて、陳腐化してしまうため恒常的に高い α を享受できなくなっている、④個別要因ではなく、金融政策などのマクロ要因で相場が動きやすくなっている、などの点も指摘されている。

⁶ バーゼルⅢにおいてCVAにかかる資本賦課等が始まったことで、銀行がヘッジファンドに対してプライムブローカー業務等を通じた与信（レボ取引・デリバティブ取引）を行うことへのディスインセンティブが強まっている。また、欧州のAIMFD（オルタナティブ投資ファンドマネージャー指令）は、レバレッジの利用リミットや、ヘッジファンドの自己資本規制を設けており、ヘッジファンドがレバレッジをかけることを難しくしている。

⁷ MiFidⅡにおけるコミッションのアンバンドリング規制により、ヘッジファンドらが証券会社からのリサーチ情報等を低コストで受けることも難しくなっている。

⁸ IMF, “Global Financial Stability Report”, April 2017, Chapter 2では、ETFやパッシブファンドの拡大を受けて、ファンダメンタルズ以外の要因によって個別銘柄の株価の連動性が高まっている点などを指摘している。

⁹ 近年は、時価総額加重指数以外の指数に連動する形で運用する「スマート β 」や、1つのファクターに留まらず様々なファクターを独自に組み合わせた「オルタナティブ β 」と呼ばれるクオンツ戦略の人気も高く残高増加が続いている。

¹⁰ HFTのプレゼンスは2000年代前半から拡大しており、この背景には、各種規制の影響に加え、2001年1月からの呼値単位の細分化や米国取引所における分断化なども影響したと指摘されている。

¹¹ HFTと同様の取引手法を利用することで、裁定利益などを得ているヘッジファンドも存在している。

¹² 中山・藤井「株式市場における高速・高頻度取引の影響」（日銀レビュー、2013-J-2、2013年）で、HFTが市場にもたらす影響として、①流動性供給効果、②ボラティリティ抑制効果、③取引コスト低減効果、④市場間の取引機会の拡大効果、⑤取引執行事務に係るヒューマン・エラーの低減効果などがあると整理している。

¹³ Duffie, D., “Market Making Under the Proposed Volcker Rule,” Rock Center for Corporate Governance Working Paper Series, No.106, January 2012.

¹⁴ 例えば、Allianz Global Investors, “Liquidity Shocks: The Hidden Risk in Modern Markets”, March 2018では、米国株式市場におけるHFTの取引ボリュームは2016年末時点で50%程度（推定値）に達していると紹介したうえで、HFTは市場にストレスがかかる局面で、下値を拾う動きはせず、ショックの緩衝材にはならない可能性があると言及している。さらに、HFTからの流動性供給が低下した場合、レバレッジの巻き戻しによって流動性の奪い合いが生じる潜在的なリスクについても指摘している。

¹⁵ Kirilenko, A, Kyle, A S, Samadi, M and T Tuzun “The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market,” working paper, 2010は、2010年5月6日に米国株式市場で発生したフラッシュ・イベントにおいて、一時的にHFTによる流動性供給の不安定さとボラティリティの高まりが観察されたことを指摘している。また、古賀・竹内、「外国為替市場における取引の高速化・自動化：市場構造の変化と新たな論点」（日銀レビュー、2013-J-1、2013年）もHFTが抱える同論点を指摘している。

¹⁶ J.P. MorganのMarko Kolanovicは、近年、市場流動性の供給主体が、人間からアルゴリズムによる自動プログラムへとシフトするなかで、市場流動性がVIX指数によって規定される傾向が強まっている点を指摘している。そうしたもとで、VIX指数が大きく上昇した際には市場流動性が著しく低下し、価格インパクトが増幅されるフィードバック・ループが働くリスクについて言及している。

¹⁷ 順張り戦略の多くは、マルチアセットを組み込んだポートフォリオを構築しているため、クロス・アセットの相関を通じて、ボラティリティが高まったアセットクラス以外のアセットにも影響がスピルオーバーするリスクにも留意する必要がある。

¹⁸ BIS, “Volatility is back”, BIS Quarterly Review, March 2018のBox A :The equity market turbulence of 5 February- the role of exchange-traded volatility productsでは、2018年2月5日に、米国株式市場のボラティリティが急騰した技術的な要因について詳述している。また、IMF, “Global Financial Stability Report,” April 2018, Box1.1: The VIX Tantrumでは、VIX指数のオプション取引やボラティリティ・ショート戦略の巻き戻しなどの技術的な要因が価格変動を増幅させたメカニズムについて言及している。

日銀レビュー・シリーズは、最近の金融経済の話題を、金融経済に関心を有する幅広い読者層を対象として、平易かつ簡潔に解説するために、日本銀行が編集・発行しているものです。ただし、レポートで示された意見は執筆者に属し、必ずしも日本銀行の見解を示すものではありません。

内容に関するご質問等に関しましては、日本銀行金融市場局総務課（代表03-3279-1111）までお知らせ下さい。なお、日銀レビュー・シリーズおよび日本銀行ワーキングペーパー・シリーズは、<http://www.boj.or.jp>で入手できます。