

# 最新トレーディング技術の概要

中島 尚紀, 二宮 聡広, 古井 芳美

近年、情報通信技術の進化を生かし、高度な分析モデルや高速なIT機器を利用した電子トレーディングの利用が急速に広がっており、証券市場の参加者間での競争環境を変化させている。技術や手法は主に米国で10年ほどかけて進化しており、現在欧州をはじめ全世界に利用が広がってきている。日本でも東京証券取引所による新取引システム・アローヘッドの稼働にあわせ、証券会社・投資家での動きが活発になっている。そこで本稿では、米国での発展とその背景をふまえた上で、最近のトレーディング処理の流れ、主な手法、利用されるIT技術等の概要についてまとめる。

キーワード：電子取引、高速取引システム、取引システム構成、アルゴリズム取引、SOR、HFT

## 1. はじめに

本稿では、株式を中心に発展したITを活用したトレーディング技術の現状について、最先端の米国の歴史的背景と現状をふまえながら説明する。

トレーディングの技法は、電子取引の拡大と莫大なITへの投資合戦を経て急速に進化しており、競争の状況を大きく変化させている。例えばニューヨーク証券取引所(NYSE)のシェアの急低下が挙げられる。NYSE上場銘柄の出来高(執行株式数)シェアだけでも、NYSE Euronext社傘下の取引所(NYSE, NYSE Arca等)を合計しても、もはや35~40%しかない(図1)。これはここ3~4年で半減したものである。一方でBATS取引所やDirect Edge ECN, ダークプールなどの新興取引システムが急激にシェアを伸ばしている(表1)。これは、顧客の多様な執行ニーズやコスト削減要求に応えるため、取引システム・証券会社が競争した結果、システム刷新やサービス強化を進めたことによる。また、規制の変更により優れた取引所のシェアが伸びやすくなった傾向も否めない。

こういった環境の変化は、投資家のグローバル化とICTの進化により、欧州や日本など海外の取引環境にも影響をもたらしている。東京証券取引所が新取引システム・アローヘッドを2010年1月に稼働させたことも、この一環にあたる。証券会社各社も、システ

なかしま なおき, にのみや あきひろ  
 (株)大和総研 ニューヨーク情報技術センター  
 32 Old Slip, 11th Floor, New York, NY 10023 USA  
 ふるい よしみ  
 (株)大和総研 クラウドサービス部  
 〒135-8460 江東区冬木15-6

ムやサービスを刷新するなど対応を進めている。投資家が執行しやすい市場を求め世界中の市場環境を比較する中、海外を含めた競争が必須になっているためである。

## 2. トレーディング技法進化の歴史的背景

トレーディングの進化は、投資家ニーズに新たなテクノロジーや手法で対応することで継続的に行われてきた。そして、その結果、一部の市場参加者、特に個人投資家が不利にならないよう規制も変更されている。

表1 米国株式の出来高シェア (2010/1~5)

NYSE Euronext合計		27%
内訳	NYSE	13%
	NYSE Arca	14%
NASDAQ OMX合計		23%
内訳	NASDAQ	20%
	BX	4%
BATS		10%
その他取引所		3%
場外(ECN、ダークプール、店内クロス等)		37%

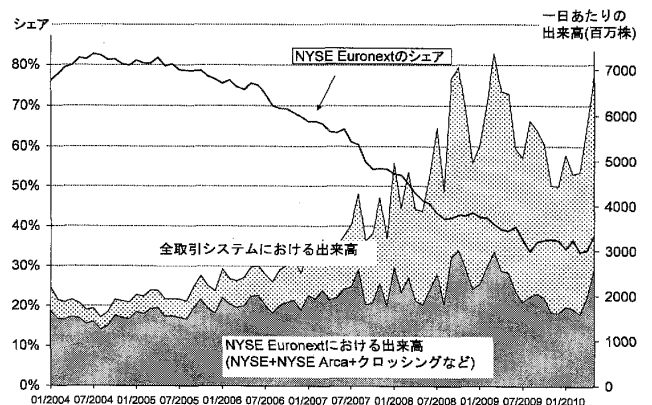


図1 NYSE上場株式の取引シェアの推移

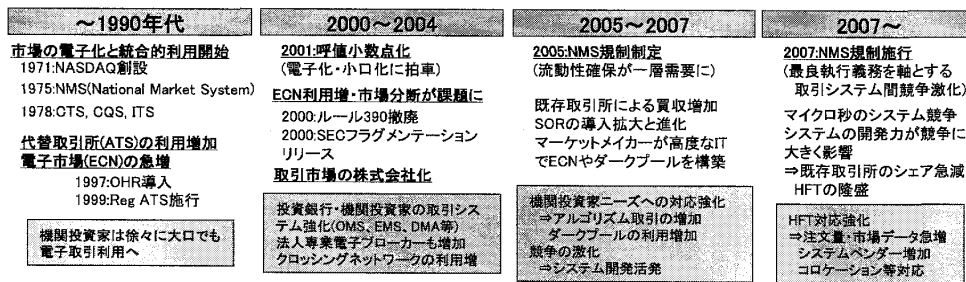


図2 米国における電子取引の進化

これにより、電子取引が促進されると同時に、市場構造が大きく変革してきている。現在のトレーディングでは①電子取引の急増②透明性の要求③接続性の向上という3つのトレンドが存在する。

以下、最も影響の大きい米国での利用技術や規制の変化を軸に、現状に至る背景(図2)を説明する。

### 2.1 1960～1970年代

米国で電子取引が開始されたのは1960年後半から1970年代ごろで、ネットワークを通じ価格の配信や発注がなされた。そして店頭市場(OTC)の再編により、世界で初めての電子株式市場として1971年にナスダックが開始した。またNYSEの固定手数料制に対抗し、執行を地方取引所で行うことが増加した。これらは複数の取引所が同じ銘柄への注文を奪い合う「流動性の分断」につながり、取引参加者は効率的な執行を行うことが困難になった。

これを解決するため、1975年にNational Market System(NMS)のコンセプト・規制が導入された。NMSにより、全取引所の気配情報の集約配信(CTS, CQS)や市場間回送システム(Intermarket Trading System(ITS)<sup>2)</sup>が1978年に導入され、電子取引の環境が整った。

### 2.2 1980～1990年代

1990年前半までの電子取引は小口注文が中心で、大口注文は電話または直接取引所に発注されていた。その後、1990年代半ばになると電子取引が大口注文でも利用されだした<sup>3)</sup>。中でも、1997年に導入された「オーダー・ハンドリング規制(OHR, Order Handling Rule)」の影響が大きい。OHRは、提示す

る気配よりも優れた指値注文をナスダック参加のマーケットメイカーが受けた際、自ら執行しない場合は私設の電子取引システムであるElectronic Communication Network(ECN)へ注文の回送を義務付けたルールである。これにより、ECNの利用が増加し、取引コストの減少や取引の匿名性が高まった。またECNなど代替取引システム(ATS, Alternative Trading System)の利用増により、投資家間での市場アクセスの差異を解消するため「レギュレーションATS」が1999年に制定された。これにより、ECNの気配値が一般に公表されるようになった。以上の要因から、ECNによる取引所からのシェア獲得がなされ、また数も増え続けた。

### 2.3 2000年代前半

ITを積極的に導入し、また買収・合併を進めたECNは、取引シェアを増やした<sup>4)</sup>。これに2000年5月にルール390の撤廃が加わり、利用がさらに増加した<sup>5)</sup>。その一方で、市場の細分化がすすみ、その対策である市場統合案として「フラグメンテーション・リリース」がSEC(米国証券取引委員会)により提示された。

また、2001年には呼値の小数点化が導入され呼値のスプレッドの縮小や注文の小口化<sup>6)</sup>が進み、大口注文をATSなどへ分割発注する取引手法が広まった。投資家間で注文をやり取りするクロッシングネットワークなども利用されてきた。

<sup>4)</sup> ECNのMaker-Taker型手数料体系の影響も大きい。これは、流動性を利用する(板に載っている注文を利用する)投資家には手数料(場口銭)をかける一方、取引所に流動性を供給する(注文が板に残る)投資家には逆にキャッシュバックを与える。

<sup>5)</sup> ルール390の撤廃により、1979年以前にNYSEに上場した銘柄もNYSE以外への注文回送が認められた。対象はNYSE上場銘柄の約3割、取引シェアは約5割。

<sup>6)</sup> 例えばNYSEでは1執行あたりの株数が1281(1998/10)から312(2005/10)に変化している。

<sup>1)</sup> 本稿では流動性を「売買注文に関する流動性」とする。  
<sup>2)</sup> ITS構築前は参加者は9取引所から自分で選択していた。  
<sup>3)</sup> 取引の電子化は金融商品の中では株式から、取引所としてはNYSEおよびナスダックから進んだ。しかし、1990年代に取引所の完全な電子化を推し進め立会場を閉鎖したのは欧州取引所が先になっている。

一方、機関投資家による電子取引の増加にあわせ、それまでオンライン証券が中心であった取引システム電子化の主体が投資銀行に変化した。そして、電子取引システム業者を買収した上で強化し、投資家へ提供しだした。

#### 2.4 2005～2007年

フラグメンテーション・リリースで着目されるようになった市場統合を実施するかたちで、2007年に「レギュレーションNMS (NMS規制)」が導入された。この中で①市場アクセス (Fair Access) ②注文保護 (トレード・スルー, Order Protection) が大きな影響を与えている。①により取引システム間で自動的な注文回送の仕組の構築が必要となり、②からは市場全体での最良執行が取引所、証券会社の双方に求められた。例えば、取引所は注文を受けた場合、他の取引所が最良気配 (最も良い価格の売り・買いの指値注文) を出している場合、その取引所に注文を回送する義務が発生した。証券会社も同様に、最良気配を出す市場の選択が求められた。

NMS規制の導入が決定した2005年から、各取引所で流動性をめぐる動きが活発化した。まずは、株式会社化し資金収集を進めた。そして、システム開発競争で遅れを取っていた既存取引所は他の取引所を買収し、最新のシステム基盤を導入した。コスト削減や新たなサービスの提供、性能 (処理量・遅延削減) の改善も継続的に行われた。一方、証券会社には、機関投資家の執行コスト削減や執行ニーズへの対応が求められ、投資家・証券会社の双方でITを活用した高速低遅延な取引 (手法) が導入された。後述するDMA (Direct Market Access) やスマート・オーダー・ルーティング (SOR, Smart Order Routing)、アルゴリズム取引といったシステムの活用が進んだ。加え、ダークプールと呼ばれる外部にほぼ注文・執行状況を提供しないATSが大手証券会社を中心に提供され、手口を隠したいヘッジファンドなどの投資家が利用した。これらのシステム刷新、新技術の導入は、流動性分散の懸念を払拭し市場の効率性を高め、むしろ証券市場は活況<sup>7</sup>となった。

#### 2.5 2007～2009年

2007年のNMS規制施行後、電子取引比率と注文量が急増した。複雑な取引技法がコモディティ化し、

幅広い機関投資家で利用されるようになったことが一因である。IT・計量 (クオンツ) モデルを重用し莫大な取引を行うことで利益をあげるHFT (High Frequency Trader) と呼ばれる投資家が現れた影響も大きい。HFTは米国市場の6～7割の執行にかかわり市場を寡占しつつある。流動性供給者として重視される反面、市場操作を含めた取引手法や戦略に疑念を持たれている。

一方、取引システム間の接続強化や注文回送、投資家のシステム強化などにより、既存取引所の優位性は下がり、シェアを大きく低下させている。

なお2008年の金融危機以降、規制を強化する方向が強まっている。背景に、IT投資額の大きなHFTなどの投資家や大手証券会社の優位性が急激に高まっているとの批判がある。またSECでは高度化した市場環境の監視・分析を行うための新たなインフラの準備を進めつつある。

### 3. 電子取引の流れと利用される手法

#### 3.1 電子取引の流れ

現状の電子取引を説明するため、まずは機関投資家が行っている電子取引の大まかな流れ (図3) を説明する。

##### (1) 事前分析

取引を行う際、自らの判断で売買を行う場合でも、顧客注文を取次ぐ場合でも、市場環境と執行戦略を事前にモデル化し、それをもとに執行戦略を立てる。最近のトレンドとして、豊富な自己資金力と強力なIT技術を用いて、超高速な電子取引を行うHFTが増加している。HFTはクオンツ (計量分析者) が作成したアルファ (取引技術による収益) 重視のモデルによる取引戦略により売買を判断する。その際、流動性が高くリスクが低い個別株を対象にすることが一般的である。モデル構築では、過去データを用いたバックテストなどを利用して分析・最適化を行った上で、実際に利用する (図4)。100のモデル案から利用まで辿り着くものは1つ程度に留まるといわれるなど開発は過酷となっており、電子取引技術やその戦略の急速な進化をもたらしている。

顧客注文を取次ぐ場合も、市場環境をモデル化し分析する点は変わらない。しかし、利潤の追求ではなく、求められた条件に近い執行が目的となる。

##### (2) 注文 (注文管理/ルーティング/執行)

投資家は発注の際、証券会社の営業員やブローカー

<sup>7</sup> 例えば1日平均の出来高は、21億株 (NYSE+NASDAQ+ECN, 1999年)、95億株 (全米, 2010/1～5)。

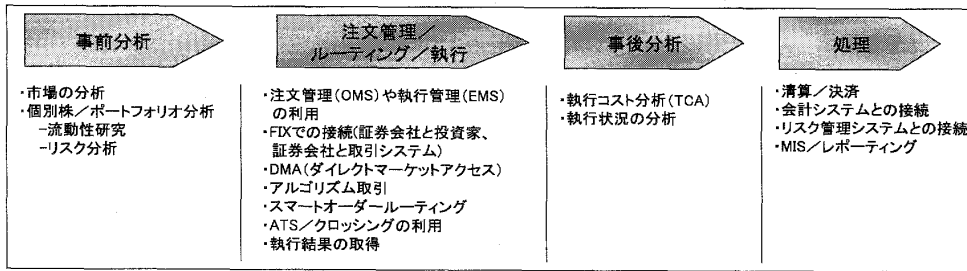


図3 電子取引のワークフロー

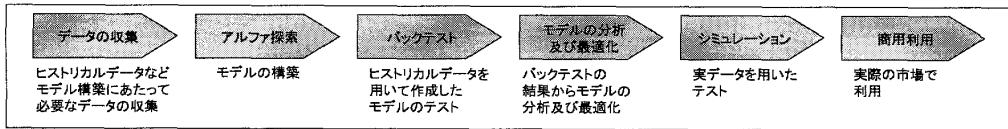


図4 モデル構築の流れ

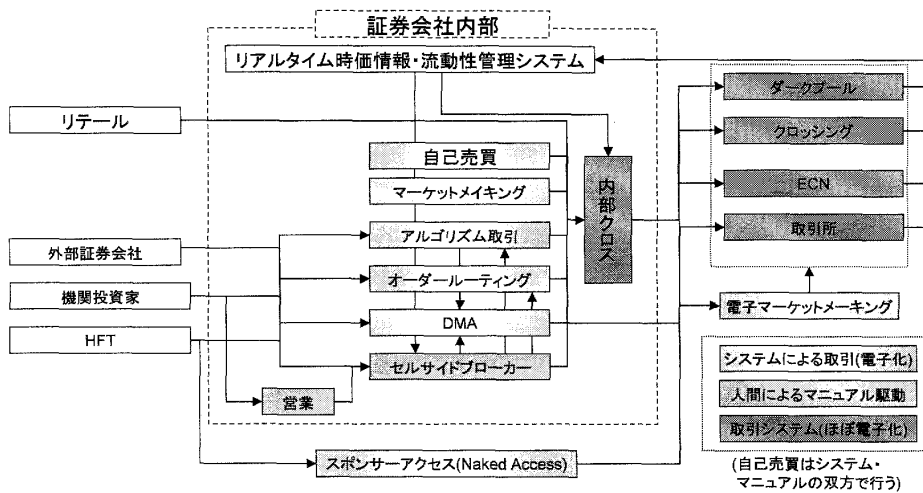


図5 注文の流れ

に注文を行うだけではなく、OMS（注文管理システム）から直接ブローカーのEMS（執行管理システム）に注文している例も増加している。HFTなど電子取引に強い一部の投資家は、証券会社のシステムを全く経由せず、直接市場に注文を出すスポンサーアクセス（Naked Accessとも呼ばれている）の利用も増加している。

証券会社は、取り次いだ注文を相対で執行するか市場へ流通させる。流通させる場合には、アルゴリズム取引、SORなどのツールを利用し、適切な市場や注文タイミングなどを決定する。その際、投資家側がツールを選択した上で注文を行う場合と、ブローカーが同様のツールを利用して注文する場合の双方がある。

注文に関するツールの進化は、先に述べた米国証券市場の発展の影響が大きい。米国では、伝統的な取引所だけでなくECN、ダークプールなど50以上も取引

システムが存在する。そのため、市場に流通させる場合、最良価格での執行を行うために複数の取引システムの板情報を収集し、流動性を探索して最適な発注を行う必要がある。また、大手の証券会社ではそれぞれダークプールを持っている。証券会社では、自己売買やマーケットメイキングを含め自社内に集まった注文をいったんクロスしてから外部の取引システムに発注することで、執行コストを削減し執行確率を向上させることが一般的である<sup>8</sup>（図5）。最近では、株式やオプションだけではなくFXや先物など含めたマルチアセットに対応した取引手法（アルゴリズム取引等）も構築されるようになってきている。

<sup>8</sup> 中小の証券会社では、他の証券会社のツールを利用するため、取り次いだ注文を他の証券会社に回送する場合もある。

### (3) 執行後分析・執行後処理

注文・取引の時系列データや執行結果を基に、執行コスト分析（TCA, Trading Cost Analysis）や執行状況の分析を行う。これにより、執行の良否の判断、さらにはアルゴリズム取引や執行プログラムの改善を行う。執行能力の数値評価を、証券会社の選択基準の要素とする場合も多い。一方、最良執行の意識が高まっているため、証券会社・機関投資家の双方で、それぞれの顧客に対する執行手法選択も説明責任も重要になっており、TCAなどが利用されている。

また、執行後処理として、リスク管理システムや会計システム、清算機関や決済機関との連携もなされている。

### 3.2 電子取引の個別手法

電子取引を用いた取引により、執行コスト削減と顧客ニーズへの対応が進められている。特に、アルゴリズム取引、DMA、SORの発展が著しい。

#### (1) アルゴリズム取引

アルゴリズム取引とは、大口注文を特定のベンチマークに沿った価格で執行を行うための執行ツールである。大口注文はマーケットインパクト（需給変化による価格の変動）が大きい。このためブローカーが相対取引できる投資家を探す、もしくは専門の取引システムを利用するなど、ブロック取引による匿名での執行が従来行われていた。それを、大口取引を小口取引に分割し、適切なタイミングで市場に自動発注することでマーケットインパクト低減を狙ったものがアルゴリズム取引である。想定する市場モデルから小口注文が与えるマーケットインパクトを分析し、適切なタイミングで注文を行う。米国のように多数の市場がある場合、流動性を探索しながら複数の市場を利用することが増えている。

アルゴリズム取引は現在、証券会社や金融ベンダーから多くの商品が提供されている。また、対象とするベンチマークも、当初利用されたVWAPから複数のベンチマークへの対応が進んできている（表2）。また、利用する取引システムの選択や、執行速度・ベン

チマークからの乖離・大きな価格変動リスク等のどれを優先するか、という細かなニーズへの対応もすすんできている。さらに、多数の銘柄や複数アセットを組み合わせた執行、複数戦略を市場環境に応じて入れ替えるなど、高度なモデルも利用されつつある。一方で市場構造の変化が急激であるため、継続的にモデルやシステムの変更が必要で、開発は非常に難しくなっている。

#### (2) DMA

DMAは、投資家が指定する取引システムに注文をできる限り高速に発注する仕組である。超高速プログラム取引を行う、もしくは取引システムを投資家側が能動的に選択したい場合に利用する。証券会社は、最小限のリスク管理等を行い、投資家が指定した市場に発注する。さらに、一層の高速接続やコスト削減を求め、発注システムも投資家が準備し、市場の接続IDを証券会社が貸し出すスポンサーアクセスも利用される。ただ、この場合証券会社は投資家に会員権を実質的に貸す形となり、リスク管理上の懸念から現在規制が提案されている。いずれもマイクロ秒レベルでの発注のニーズに対応できる。またコロケーションや近接ホスティング（後述）の環境で利用されることが多い。

#### (3) SOR

ECNやダークプールなどのATSが増加するに伴い、流動性が多数の取引システムに分散している。このため、最良執行を実現する可能性の高い取引システムを選択する仕組として、SORの利用が一般的になってきている。各証券会社はNMS規制への対応と同時に、顧客サービス向上のため、SORの構築・改善を行ってきている。進化の過程で、取引所・ECNのみならず、一部のダークプールにも発注できる場合がある。ただし、SORでは同時に執行スピードも求められるため、アルゴリズム取引ほど高度な分析モデルを利用せず、事前に決めた順番で発注するのみ、ということも多い。

#### (4) ダークプールと店内クロス

ダークプールとはATSのひとつで、注文や執行の状況を一般に公開しない取引システムのことである。大手証券会社やマーケットメーカー、金融ベンダーが提供している。既存の取引所と異なるルール（呼値刻み、参加者の制限）を採用している場合もある。そもそもはヘッジファンドや一般の機関投資家が大口取引を隠蔽するために利用していたが、現在ではアルゴリズム取引やSORもダークプールに発注しており、執

表2 アルゴリズム取引のベンチマーク例

ベンチマーク名	内容
VWAP	特定期間の平均価格(執行量ベース)
TWAP	特定期間の平均価格(時間ベース)
Implementation Shortfall	注文依頼到着時の価格
Participation	執行全体に対する比率

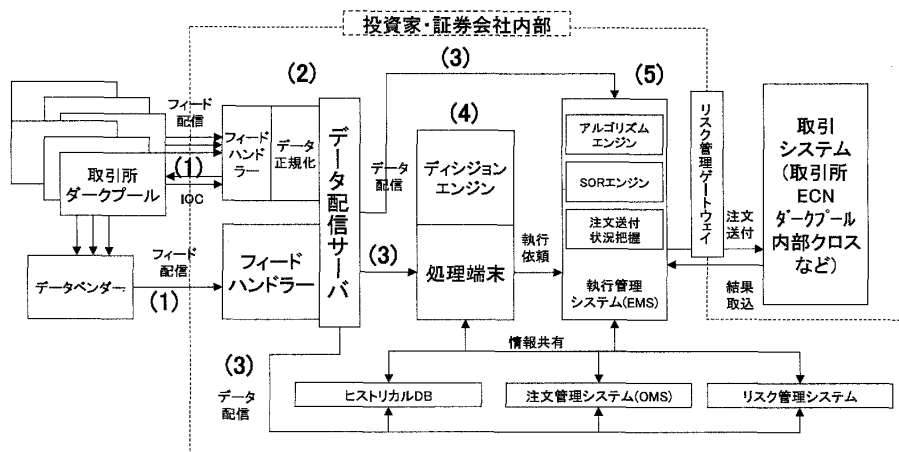


図6 電子取引システムの処理フロー

行の小口化が進んでいる。ダークプールの状況は小口注文の執行状況<sup>9</sup>などを利用して探索することが多いが、注文が出ている銘柄や株価など一部の情報のみを一部の投資家・証券会社に公開している場合もある。現在、ダークプールについては取引量の制限や情報公開先の制限禁止等、新たな規制が検討されている。

これに加え、大手証券会社は、自社の流動性を集約し執行する店内クロスも増加している。手口隠蔽、執行確率向上、コスト削減にメリットがある。

### 3.3 投資家が利用する技術の発展

電子取引の進化とあわせ、HFTのように超高速・低遅延のプログラム取引も増加している。主な戦略としては、複数銘柄間や市場間、指数先物・ETF (Exchange-Traded Fund) と個別銘柄間などの統計的裁定取引を狙ったものなどが利用されている。さらに、価格の変化に素早く反応する、大口取引を探索して対抗的な取引を行うといった、高速処理を生かした手法も利用されてきている。いずれもポジションの保有時間が非常に短い傾向がある。

## 4. トレーディング用 IT 技術の構成

### 4.1 アプリケーションの論理構成

電子取引システムのアプリケーションは、図6のようなフローとなる。なお、これら全体処理をできる限り短時間（執行戦略により数百マイクロ秒～数ミリ秒）で行われることが望まれる。

<sup>9</sup> ダークプールの内部を探索するために IOC (Immediate or Cancel) と呼ばれる注文送付時に即執行し、執行できなければキャンセルする、という形式の指値の小口注文が利用される。執行結果により、注文状況を判断する。

#### (1) 外部からのフィード受信

取引システムは、市場データなどの「フィード（連続して送付されるデータ）」をフィードハンドラーと呼ばれるソフトを利用し取り込む。フィードの受け取り方には個々の取引所から直接データを受けるダイレクトフィードがあり、高速にデータ取得が可能である。一方、データベンダーが複数の取引所のデータを一括して受け取ることもできる。この場合、やや遅延は発生するものの、フィードを個別に管理する必要がなく契約面・システム面が簡易になる。また、データベンダー側で正規化等の処理が行われるメリットもある。

#### (2) データ正規化と選択

直接取引所からデータをフィードした場合は、統一的にデータを扱うため正規化する。さらに、処理を高速化するため、自社内に必要なデータを抽出する。必要に応じてデータを加工することもある。

#### (3) 端末への配信

正規化・選択したデータは、発注にかかわるシステムに配信されると同時に、ヒストリカルDB、OMS、リスク管理システムなどにも配信される。この場合、データをいくつか取りまとめてデータ群とした上で、「マルチキャスト」として同時に複数の端末に配信し、端末側で必要なデータ群だけを選択し取得する。

#### (4) 分析・処理判断

個別の端末では、データ到着後、それぞれの端末が実装する戦略に応じ、データを分析する。その際、必要に応じ過去データ等を利用することもある。そして、必要であれば注文内容や注文タイミングを決定した上でEMSに発注依頼を送付する。

#### (5) 注文送付

(4)の処理端末、もしくはブローカーのPC端末から

発注依頼を受けたEMSは、DMA、SOR、アルゴリズム取引などを戦略に応じて利用し発注する。SORやアルゴリズム取引はEMS上に実装される場合と、外部システムに処理依頼する場合との双方がある。発注時にはリスク管理も行うが、最近では数十マイクロ秒で処理できる高速リスク管理システムも提供されてきている。

#### 4.2 システムとしての実装

4.1節で述べたアプリケーションにより注文は、取引所やECNなどの取引システムに送付される。現在の最大の課題は、高速低遅延かつ大量の処理をどう行うかである。米国の現時点の例をあげると、遅延評価はマイクロ秒レベル、データ量は（利用データによる）最大秒間250万メッセージ程度となる。このため適切なITアーキテクチャを検討し、最新かつ取引システムに特化したシステムインフラを利用する（図7）。現在では、独自開発よりもパッケージ製品や外部サービスなどを利用することが増えている。これは、システム開発に高い専門性が要求され、独自開発するよりも高性能が得られるようになったこと、早期のシステム導入が求められる機会が増えたことなどによる。

その中でも、データ到着時の処理判断が高速なCEP（Complex Event Processing）、既存DBに比べ大量の市場データ処理の性能が高いメモリ・時系列DB、複数システム間でのデータ共有に強いメモリグリッド、機器間の通信速度を速める高速トランスポートはここ数年利用が増えている。また、マイクロ秒レベルでの遅延監視技術や、システム間比較に向けたテスト標準化なども話題となっている。

実装上で問題となる遅延の要因として、通信遅延やコンピュータ処理の遅延などが挙げられる。通信遅延の対策では、物理的な距離を短縮するため、コロケーションや近接ホスティングの利用が広がってきている（表3）。その上で、光クロスコネクタや10Gbイーサネットという高速媒体の利用も主流となっている。さらに近年では、ネットワークをなるべく排除したシステム構成を組む動きがでてきており、処理性能の高い一つの筐体にできる限り処理を配置することも話題となっている。複数筐体を配置する場合でも、ネットワークを介さずにデータを共有するメモリ共有技術RDMAなどが利用されてきている。

一方、処理遅延の対策としては、メニーコアプロセ

アプリケーション	独自アプリケーション(C++, スクリプト等)					
	フィード ハンドラー	流動性管理	アルゴ	SOR	リスク 管理	DMA (市場 アクセス)
		CEP	EMS	OMS		
OS ミドル ウェア	メモリDB	時系列DB	メモリグリッド	FIX ゲートウェイ	各種技法	
ハード ウェア	高速トランスポート					
	リアルタイムOS・IPC活用・コピーレスドライバ(DMA)					
	メニーコアプロセッサ・GPU・ストリームプロセッサ・FPGA					
インフラ	ブレードサーバ・メニーCPUサーバ					
	10GbE, 40/100GbE, Infiniband, メモリ共有(RDMA), 光クロスコネクタ					
インフラ	コロケーション・近接ホスティング(Proximity)・ASP・金融WAN					

図7 高速取引システムのIT技術構成

表3 コロケーションと近接ホスティング

コロケーション	取引所の執行エンジンと同じデータセンターに投資家や証券会社がシステムを配置すること。取引所がサービスとして提供している場合が多い。同一データセンター内の取引所との通信速度は10数マイクロ秒まで高速化されるが、それ以外の取引所との通信速度は遅くなる。
近接ホスティング	複数の取引所とほぼ等距離になる場所に建設されたデータセンターの利用。どの取引所にも数百マイクロ秒～数ミリ秒程度で接続できる。取引の戦略上、多数の取引所が関連する場面に利用される。

ッサの利用、さらに一般的なCPUではないハードウェア（FPGA、GPUなど）も利用されてきている。前者は効率的な並列処理システムの構築に問題があるものの増加傾向だが、後者は技術者不足の問題があり、利用は現時点で限定的である。

#### 5. まとめ

本稿では、最近のトレーディング技術にかかわる状況を説明した。これらの技術は米国で発展したこともあり、低遅延な取引システムの存在、複数の取引システム間の競争、HFTのような強力な電子取引技術を持つ参加者など、前提とする環境が現状の日本とは異なる点も多い。しかしながら、米国とは異なる環境であった欧州でも、2008年秋からの1年間で米国型の環境導入が進み、結果トレーディング技術が急速に高度化している。東証アローヘッドの稼動、海外HFTの参入、日本証券クリアリング機構によるPTS取引清算受け入れなど、日本でも米国に類似する環境変化が起こる方向にある。近々、日本でも本稿に記したようなトレーディング技術の導入が一層すすむものと思われる。

#### 参考文献

- [1] 中島尚紀、「高頻度データの活用方法について—米国証券・オプション市場の市場データの活用を例に一」、『証券アナリストジャーナル2010.1』, 67-77, 2010.