

超高速証券取引を可能にする衛星測位連携システム —進化するレイテンシー監視システム—

証券市場では、HFT（High Frequency Trading：高頻度取引）をはじめとする高速トレーディング手法の実現が重点課題となってきた。本稿では、高速トレーディング基盤におけるアプリケーションレベルの時間遅延（レイテンシー）を監視するシステムの概要と、GPS（全地球測位システム）などの衛星測位システムと連携した高精度な時刻同期の重要性について解説する。

超高速化する証券取引

数年前から、欧米の証券市場においては、超高速トレーディング環境の整備が進められてきている。規制緩和や最良執行の義務化（顧客に最良の取引条件で注文を執行することを法的に求めるもの）の動向を受けて、証券取引所、証券会社、投資銀行、ヘッジファンドなどの間で注文執行能力競争が活発化したためである。具体的には、アルゴリズム取引（高度な計量モデルに基づく自動発注システム）やスマートオーダールーティング（各市場に分散し変動している気配値を瞬時に把握して最良執行を行う自動取引システム）により、売買を短時間に何度も繰り返すことで利益を確保する高頻度取引が、証券取引の主要な部分を担うようになってきている。

このような中で、レイテンシーの低さをセールスポイントとした以下のようなサービスが登場してきた。

- ①証券取引所や証券会社・投資銀行などの高速トレーディングシステム
- ②金融情報サービス事業者による相場情報提供サービス
- ③証券会社・投資銀行などのコロケーション

サービス（証券取引所に近い場所にサーバーを設置し、証券取引所の株式売買システムと直接接続できるようにしたサービス）

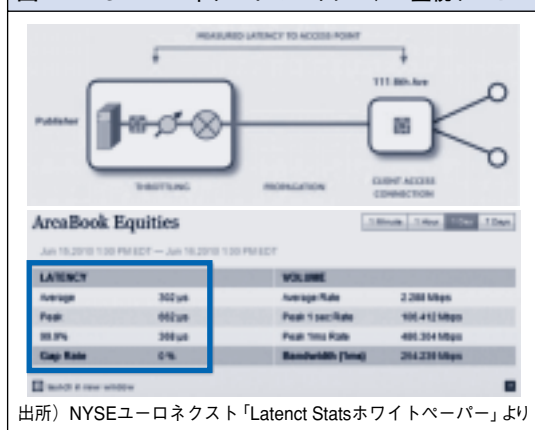
- ④証券取引専用的高速ネットワーク回線サービス

金融情報サービス企業や証券取引所からも、顧客困り込みのために、注文処理や相場情報配信のレイテンシーを監視し、いかに他社に比べて低遅延か、あらかじめ取り決めているレイテンシーを満足しているかを表示するサービスが提供されている。

高度化するレイテンシー監視要件

数ミリ秒の処理・判断の差が数億円の取引の機会損得につながるケースもある超高速ト

図1 NYSEユーロネクストのレイテンシー監視サービス



出所）NYSEユーロネクスト「Latency Statsホワイトペーパー」より

野村総合研究所
基盤サービス事業本部
クラウド推進部
主任テクニカルエンジニア
橋本 卯夫（はしもとしげお）

専門はレイテンシー監視サービスの企画、IP
電話システムの設計・コンサルティングなど

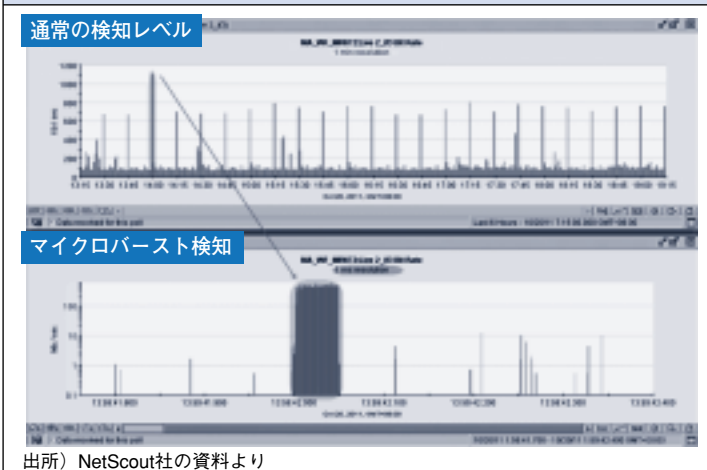


レーディング環境においては、サーバーのリソース監視、パケットロスや再送の監視、稼働監視といった一般的な項目の監視だけでは業務上の要件を満たせなくなっている。例えば、通常のネットワーク監視は1分や5分など一定時間の統計データを基にしており、タイムスタンプの分解能も数100ミリ秒であるため、トレーディングネットワークの挙動を正確に把握できない。

超高速トレーディング環境では、注文の電文フォーマットベースでの応答時間や、相場情報のメッセージが配信されて受信側で処理される時間など、アプリケーション処理レベルでレイテンシーを監視する必要がある。また、相関関係分析などによって平常時より処理時間が長いといった異常を自動的に検知した上で、処理性能のボトルネックがどこにあるかをリアルタイムに把握し、瞬時に対処できることも重要となってきた。

最新のレイテンシー監視システムでは、通常のネットワーク監視・分析では検出できないマイクロバースト（極めて短時間に膨大な処理が発生すること）を検知することができ、証券取引所の相場情報を証券会社の発注システムに配信する際のレイテンシーやパケットの欠落・順番違いを検知してミリ秒（1,000分の1秒）レベルで表示することも可能である。

図2 マイクロバースト検知の例



またマイクロ秒（100万分の1秒）レベルでの詳細なパケット解析も実現できるようになっている。

図1は、NYSEユーロネクストが提供しているサービスの1つで、Webブラウザからレイテンシーをチェックできるようになっている。同図では、証券取引所の相場情報配信システムと証券会社などのコロケーションポイント間のレイテンシーの平均値が302マイクロ秒であることが示されている。

図2は、通常のネットワーク監視であれば1 Mbps（メガビット／秒）程度のスパイク（突発波）にしか見えなかった波形が、ミリ秒レベルで監視することで、実は売買注文のレイテンシーに影響を与えるマイクロバーストであったことを示した例である。

超高速取引におけるGPS連携

高速トレーディング環境において、証券取

引所・金融情報サービス企業と証券会社・投資銀行のトレーディング基盤間のレイテンシーや、証券会社・投資銀行の拠点間のレイテンシーを検知するためには、世界共通の標準時である協定世界時 (UTC) との同期誤差が50ナノ秒～100ナノ秒 (1ナノ秒は10億分の1秒) であることが必須となる。

現時点でこの要求水準を満たすのがGPSである。さらにGPSは、同報性 (同じ情報がエリア内全域に届くこと) や耐災害性が高く、かつ無償という特徴を併せ持つ唯一のものであるため、高速トレーディングシステムにおけるレイテンシー計測のための時刻同期の連携先として標準になっている。

GPSは位置情報のアプリケーションというイメージが強く、高精度な時刻同期を実現していることはあまり知られていないが、数メートルの位置検知誤差を実現するため、GPS衛星には精密な原子時計が搭載され、基準時刻の誤差は数10ナノ秒以下という精度である。

証券会社・投資銀行や大手ヘッジファンドでは、GPSと連携した高精度な時刻同期を行うことで、物理的に離れた拠点間の自営高速トレーディングネットワークのレイテンシーや、証券取引所・金融情報提供サービス企業から配信され自社システムで受信・処理されるまでのレイテンシーを正確に把握している。これに基づいて、最適な発注戦略の決定、トレーディング基盤のチューニング、より低遅延なネットワーク回線への切り替えの判断を

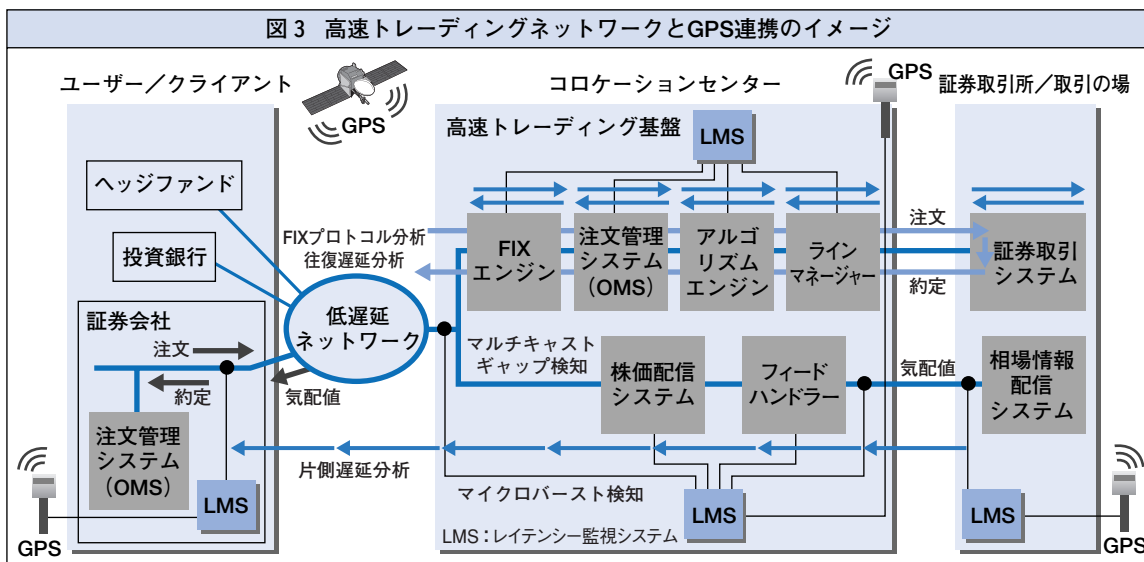
しているのである。

最近の超高速トレーディング基盤はより高い精度が追求されてきていることから、NTP (Network Time Protocol: ネットワーク上の機器の時刻を正しく同期させるための通信プロトコル) の精度が数10ミリ秒であることが問題になってきた。そのため、最近の超高速トレーディングシステム向けのレイテンシー監視システムでは、GPS衛星と20～100ナノ秒の精度で時刻同期が取れるPTP (Precision Time Protocol) と組み合わせたタイムスタンプが実装されるようになってきている。

今後のレイテンシー監視システムの方向性

今後は、GPSのほかに日本の準天頂衛星システムなどを加えた複数の衛星測位システム (Multi GNSS) を利用することにより、従来は衛星の信号が届かなかったビル谷間の窓際などでも信頼性の高い信号を受信できるようになる。また、1ナノ秒以下の精密な時刻同期が日本でも実現できるようになり、超高速トレーディングシステムの新しい時刻源としての適用や、出遅れていた国内の証券市場への外資の呼び込み効果が期待される。

図3に、上記の説明のまとめとして、トレーディングネットワーク上の注文データの流れや、GPSと連携して高精度な時刻同期を行うレイテンシー監視システムの設置位置を示す。証券市場向けレイテンシー監視システムは、証券取引の標準プロトコルであるFIX



(Financial Information eXchange) プロトコルに対応するとともに、各証券取引所の注文フォーマット、各種相場情報サービスのメッセージに対応し、アプリケーションレベルでレイテンシーを監視し、オーダーIDごとにレイテンシーを解析できる機能を備えている。

日本での対応状況

日本でも東京証券取引所の高速化された株式売買システム「アローヘッド」が2010年1月に稼働を開始した。証券会社・投資銀行もトレーディングツール上に板情報（銘柄別の取引状況）の反映時間（注文応答速度）を表示するサービスを提供するなど、高速トレーディングへの対応が進んできている。

東京証券取引所は、「アローヘッド」の売買注文の応答時間を2012年5月には現状の2ミリ秒から1ミリ秒へ改善すると発表した。さ

らに2011年11月には、システム投資の負担軽減も目的の1つとして、東京証券取引所と大阪証券取引所が2013年1月に経営統合することを正式に発表した。この背景には、NYSE ユーロネクストとドイツ証券取引所の合併の動きや、シンガポール証券取引所が近く次期超高速トレーディング基盤をリリースすることなどがある。日本でも、電話で証券会社のセールスディーラーが顧客からの注文を聞いて場に注文を出すといった取引形態から、光が約30cm進む世界での証券取引に確実に移行してきているのである。

野村総合研究所（NRI）は、高速トレーディングの実態調査や、超高速トレーディング基盤の各種要素技術の研究開発を行ってきた。これに基づいて、国内証券市場向けに、レイテンシー監視サービスの実装方式を検討しているところである。