

日本の株式取引施設間の代替性～システム障害時の HFT 等の行動と市場の分析

辰 巳 憲 一¹

要 旨

2020年の6月1日にチャイエックス・ジャパン（以降 Chi-X と略）で、10月1日に東京証券取引所（以降東証と略）で、起こったシステム障害によって生じた2件の終日売買停止を事例に、開場していたジャパンネクスト証券（以降 JNX と略）のミリ秒単位の個別データを使って、市場の代替がどのように果たされたかを分析する。終日売買停止公表などのイベントの時刻に基づき、1日を複数の時間区分に分ける。設けられた時間区分内における投資家の行動や市場成果を、異なる時間区分の間で、比較する方法を用いる。

投資家は、高速取引業者（以降 HFT と略）、JNX 独自の指定流動性供給者（以降 DLP と略）、個人投資家と機関投資家等の4主体で、注文形態別データは FOK (Fill or Kill), Post-Only (ポスト・オンリー), IOC (Immediate or Cancel), デイ注文 (Day Order) の現物取引と後2者の信用取引が利用可能である。終日売買停止公表の前後に投資家別注文形態別発注件数、約定率、キャンセル率に起こった変化を分析して、それらの影響を考察する。

IT サービスやサーバーの分野では国内首位で、金融・証券向けサービスが多い富士通の株価は、これらの証券システム障害に敏感に反応することが考えられ、分析の対象に取り上げる。

結論を要約すれば、終日売買停止公表直前と直後の間には変化が観測される。そして6月1日には JNX は Chi-X の必要とされる代替を果たしたと言える。また10月1日には HFT や DLP は東証のシステム障害で JNX から退避したが、JNX は機能したと言える。JNX は通常時東証の取引時間外となる時間帯で顕著な役割を果たした。

キーワード：終日売買停止、市場の代替性、HFT、チャイエックス・ジャパン、東京証券取引所

目 次

1. はじめに
2. 経緯と課題
 - 2.1. システム障害の概略と影響
 - 2.2. 研究方法のハイライト
3. データと研究方法
 - 3.1. 市場の概説と売買注文の形態
 - 3.2. 市場参加者
 - 3.3. 分析道具と分析方法
4. 個別銘柄での代替性分析～富士通
 - 4.1. Chi-X と東証のシステム障害を含む 3 期間の比較
 - 4.2. 6 月 1 日 Chi-X システム障害の影響分析
 - 4.3. 10 月 1 日東証システム障害の影響分析
 - 4.4. 2020 年の富士通と JNX に関するまとめ
5. まとめ
- 付録 時間区分内外約定率等変化の有意性検証

1. はじめに

日本に現在 3 つしかない株式取引施設のうちの 2 つで 2020 年にシステム障害が起きた²。6 月 1 日には、チャイエックス・ジャパン社（以降 Chi-X と略）の PTS（私設取引所）が止まった。10 月 1 日には東京証券取引所（以降東証と略）が止まり、投資家は丸 1 日株式売買ができなかった。

障害時に取引施設はどうすべきか、障害がない他の取引施設はどのように稼動すべきか、個々の取引施設³だけでなく、一国全体の取引システムのレベルで適切な対応策が準備されていなかったと考えられる。

これらの特定の日と通常の日々の 3 つの期間を比較する方法で、システム障害がなかったジャ

パンネクスト証券（以降 JNX と略）の PTS に起こった、投資家行動や市場の変化を秒から 15 分～90 分の時間単位で統計分析してみる。秒や分を基準とすれば日次では見えない変化が明らかになる。通常時としては 6 月 2 日から 9 月 30 日までのほぼ 4 ヶ月の期間をとる。

終日売買停止時の PTS 投資家の行動と市場動向に関して、日中に起こった様々な現象を統計的に把握した上で、経済・制度的な原因を探る。

具体的な統計分析には富士通を取り上げる。周知のように IT サービスやサーバーの分野では国内首位で金融・流通向けが多い富士通の株価は、これらの証券システム障害に敏感に反応することが考えられ、分析対象にするのが適切であろう。

1 本稿をこのような形にまとめることができたのは多くの方々のお陰である。データを提供していただいたジャパンネクスト証券には厚く感謝したい。もし本稿に誤りが残っているとすれば筆者の責任である。内容等についての問い合わせ先 E-mail: tatsumikr3@gmail.com

2 システム障害発生時に取引がうまく出来なかった事例は他にもある。2010 年 5 月のフラッシュ・クラッシュ時ニューヨーク証券取引所 (NYSE) が価格情報の提供を停止したため、他の取引所・場外取引システムで NYSE 上場銘柄の気配提示が減少したとの報道もある。なお、本稿では、取引規模や使用しているシステムの観点から、地方証券取引所は分析対象にしていない。

3 米国では、システム障害の際には最良執行義務を回避するセルフ・ヘルプと呼ばれるプロセスを準備するなど、障害発生を前提としたルールがある。しかし、関連する研究はなされていないようである。

同様な問題は個々の証券会社でも起こりえる。もしネットワーク接続のための機器に故障などの障害が起これば、株価が適切に表示されなかったり、株価情報の配信遅れやサイトのログイン接続に時間がかかる、約定の通知がなされない、等などの不具合が起こる。万一復旧が遅れればインターネット証券会社には致命的な影響を及ぼす。

2. 経緯と課題

2.1. システム障害の概略と影響

システム障害に対して Chi-X や東証が何時、どのような内容を公表したか、が本研究で必要になる点なので、それらを中心にそれぞれの HP サイトから追っていくことにしよう。

2.1.1. 6月1日 Chi-X の PTS のシステム障害概略

Chi-X の障害は、公表 pdf 資料 (https://www.chi-x.co.jp/wp-content/uploads/sites/3/2020/08/System-Incident_JPN.pdf) によると、機器やシステムの故障ではなく、システム現行復帰のための手順に間違いがあったために生じた。Chi-X は 6 月 1 日 9 : 29 その PTS 市場を終日取引停止とすることを各取引参加者に連絡した。

この点に関して重要になってくると思われる事柄がある。PTS に接続するオンライン証券には大手オンライン証券 5 社 (SBI, 楽天, マネックス, 松井と au カブコム) がある。このうち、SOR (smart order routing) を導入しているのは松井証券⁴を除く 4 社である。SOR とは、最良の価格を提示している市場を複数の市場から検索し、最適な市場を選んで自動的に発注する (注文を執行する) システムである。SOR は顧客に提供したり、自己取引で利用されている。

しかし、投資家の株式注文を JNX と Chi-X の 2 取引施設の双方に SOR に基づき回送しているのは au カブコム証券と楽天証券の 2 社 (<https://>

www.chi-x.co.jp/markets/chi-alpha-chi-select/) に過ぎない。ちなみに、SOR に基づき JNX だけに回送しているのは SBI 証券とマネックス証券の 2 社 (https://www.japannext.co.jp/ja/our_members) である。

2.1.2. 10月1日東証のシステム障害概略

東証の株式売買の基幹システムであるアローヘッド (Arrowhead) の情報配信処理や売買監視システムに異常が発生した障害 (富士通のディスク・メモリーカードの故障が直接の切っ掛けで、マニュアルの不備で予備機へ自動切り替えができなかったとみられている) は当日取引開始のずっと前から判明していた。

さらに続いて、東証から発信された多数の一連の公表資料を HP から閲覧していくと、東証は 8 : 01 には証券会社だけに障害について通知した。そして、8 : 23 には復旧の目途立たず、影響確認中と証券会社などへ通知した。

8 : 54 にはネットワークを遮断し、取引を停止したと公表する。11 : 45 には後場も停止すると発表した。14 : 57 には、システム障害の原因となったハードウェアを交換し、翌日以降は正常な売買ができるよう対応していると発表した。

2.1.3. 3 取引施設の間の関係

周知のように、主市場は東証で、2 つの PTS は主として東証上場銘柄の売買を東証とは多少違う形で行っている。取引制度の比較は本稿の目的ではないが、JNX の PTS については後述する。

PTS に参加している証券会社のうち、その多くが両取引施設の PTS に参加している。し

4 松井証券は JNX の PTS に接続しているが SOR は導入していない。同社が提供するベストマッチと呼ばれるサービスは、どちらかと言うとダークプールに近く (<https://www.matsui.co.jp/company/ir/press/pdf/pr180516.pdf>)、SOR とは異なる。

かし、既述のように、投資家の株式注文を東証以外にも SOR で繋ぐオンライン証券会社はオンライン大手 4 社に過ぎない。

10月1日は東証の売買停止によって SOR で株価比較ができなくなり、各証券会社は SOR を稼働させなかった。日本経済新聞2020年10月2日によると、PTS で取引するには別途、注文時に PTS で取引がしたいと設定する必要があった。

PTS での取引自体は10月1日には可能であったが、① PTS に注文を取り次ぐ証券会社が限られており、②東証や取引施設で取引が停止した場合の SOR などの売買注文回送のルールが投資家や証券会社の間で徹底されていなかった、と理解できる。これらは、代替市場として PTS が十分に機能しなかったとすれば、その原因の候補の一部になりえるが、解明出来たとしても課題のほんの一部を明らかにするにすぎない。

この視点では6月1日と10月1日の仔細な比較はできない。そもそもこの両日の投資家の行動はどうだったのか、市場成果はどうだったのか、検討する必要があるのではなかろうか。

2.1.4. 市場代替性の検証方法とその限界

本研究で行うのは、後に詳しく説明するが、投資家の発注行動や市場での成果が通常時と著しく異なる時間帯が、システム障害による売買停止公表時点の後ろにあるのか、さらには東証取引時間の中と外でこれらの変数はどう変わるか、などの統計分析である。

投資家が東証に出そうとしていた注文が、売買停止で出せず、JNX に出され、JNX で約定

したというケースがあろう。また、東証で出されていた注文が、出し直され10月1日 JNX で約定したというケースも存在するだろう。これらの行動は市場代替性の検証という点では重要になる。しかし、第三者には見えない投資家の意図を正しく捉える方法がなければ検証は不可能に近く、本研究の対象にできない。

2.2. 研究方法のハイライト

2.2.1. 時間区分の設定

11:45などの出来事があった時刻を区切りとする15分⁵から90分間隔の10の時間区分を図表1のように設定する。欧米における過去の実証研究については、多くが1時間を取るのに対して、寄付き直後や大引け直前などの大商いの際30分あるいは15分に時間を分割する例は、Beber and Caglio (2005) の他、複数ある。しかし、時間区分を用いた分析は統計学的でも、ファイナンス理論に基づくものではなかった。

本稿では、発注から約定・キャンセルの過程について時間区分を基準に捉える。時間区分を超えた発注—約定・キャンセルは別途にカウントする。その際、短くて問題となりえるのは11:30始りの15分間隔（時間区分5）だけであるように考えられる。しかし、分析対象にする変数はいずれも平均や率をとるので、時間区分は相互に比較可能になろう。

JNX には昼休み時間がない。それゆえ、本稿で昼休み時間と言った場合東証のそれを指す。東証取引時間外と言った場合、昼休み時間以外に9:00以前と15:00以降も指す。

東証取引時間外での JNX の市場動向にも本稿は注目する。JNX では、東証取引時間外の

5 3つ目と4つ目の時間区分をそれぞれ80分と40分で区切った理由は、11:30から始まる東証昼休みの前には重要時刻前後で30分をとるべきであるが、Chi-X 終日取引停止公表直後の9:30からの経過時間が長くなりすぎるのを避けるためである。

図表1 日中の時間区分

時間区分	時間間隔 (経過した分)	2020年の出来事 (Chi-X は 6 月 1 日, 東証は10月 1 日)	備考
1	8 : 20 – 9 : 00 (40)	8 : 36証券会社に対し売買停止を東証通知 8 : 39売買停止を東証 Web サイトに掲載	通常時なら PTS 2 施設のみ開場。 8 : 23東証「復旧目途立たず, 影響確認中」と証券会社へ通知
2	9 : 00 – 9 : 30 (30)	9 : 29Chi-X は PTS 市場を終日取引停止とすることを各取引参加者に連絡	9 : 00通常時なら東証寄付き
3	9 : 30 – 10 : 50 (80)		
4	10 : 50 – 11 : 30 (40)		
5	11 : 30 – 11 : 45 (15)		11 : 30通常時なら東証昼休み始まる
6	11 : 45 – 12 : 30 (45)	11 : 45終日売買停止すると東証発表	12 : 30通常時東証昼休み終わる
7	12 : 30 – 13 : 00 (30)		
8	13 : 00 – 14 : 30 (90)		
9	14 : 30 – 15 : 00 (30)	14 : 57システム障害の原因となったハードウェアを交換し, 翌日以降は正常売買ができるよう対応していると東証発表	15 : 00通常時なら東証大引け
10	15 : 00 – 16 : 00 (60)		通常なら PTS 2 施設のみ開場

(注) 例えば－9 : 30は－9 : 2999…を意味する。

9 : 00以前と15 : 00以降には, 通常時個人投資家の売買が少しあるだけである。それは6月1日と10月1日にも変わらなかったのだろうか。東証での売買が終日止まった時, JNX における東証取引時間外での様々な行動変化や市場動向に関心を持つことは重要になろう。

東証による終日売買停止の公表が11 : 45になされたため, 公表前の昼休み時間前半(時間区分5)と公表後の昼休み時間後半(時間区分6)に分かれる。

2.2.2. 3 期間の設定

6月1日, 6月2日から9月30日までの間の約4ヵ月(以下ではこの期間を通常時と呼ぶことにした)と10月1日の3つの期間が本稿の比較検討対象になる。サンプル個数は3つの期間で大きく異なるが, 分析対象になる変数のいずれも平均や率をとっているので相互に比較可能になる。

2.2.3. 研究課題の概略

何を検証するのか概略を説明しよう。欧米ではどこかの取引所がシステム障害を起こして売買を停止しても, 一国の株式市場全体が機能不全に陥ることは少ないとみられている。取引が東証に極めて集中している日本と違って, 複数の市場に取引が分散しており, すぐに別の市場に投資家の注文が流れ込むからである。それでは, このような市場代替は日本ではどう果されたのだろうか。2020年6月1日と10月1日は恰好な研究対象を提供してくれる。

行動変数, 市場変数, その他変数の順に見て行く。行動変数では, どの時間区分から, どのようなタイプの新規注文が増えるのか, またキャンセル率の推移はどうなのだろうか。これらは投資家間での差異はあるのか。それらは, 通常時はそれほど活発でない, 東証の取引時間外ではどう変わるのか, 調べてみるのがよからう。

市場変数では、約定率はどう推移したのか、他市場の売買停止決定公表時点以降どう変化したのか、見てみる。

その他変数としては、当該時間区分以前の時刻から出されていた注文が当該時間区分内に約定する比率やキャンセルの同様な比率はどう推移するのか、に関心がある。

3. データと研究方法

3.1. 市場の概説と売買注文の形態

分析するのは JNX における（後述する）J マーケットの、市場参加者別でしかも注文種類の、もとはミリ秒毎に記録されている個別データである。この JNX のデータについては、市場参加者ごとに存在しているが、個々の主体別ではなく、HFT（高速取引あるいはその業者）などのカテゴリーで集計されたデータを用いる。

それを使えば、属性が異なる参加者・投資家カテゴリーごとの投資行動にフォーカスした分析ができる。HFT からはこの JNX における特別なチャネルを経由して発注が来るので、識別に苦勞することなく、分析できるという利点がある。欠点は、後で見るように、時間帯によって商いが薄くなることである。

3.1.1. 市場の構成

JNX には、どの投資家でも参加できる J マーケットと、限られた者だけが参加する 2012 年 6 月創設の X マーケットがある。各市場の大きな取引量構成比は、J マーケットが一番多く過半を少し超える、そして X マーケットが肉薄して続く⁶。他に、N マーケット（ナイトタイムセッション）と U マーケット（裁定取引業者用など）があるが、それぞれの構成比は約 1 % にとどまる。東証などとの比較においては、総合的に考え、J マーケットを分析対象にする方が妥当ではないかと考えられる。

3.1.2. 株式売買注文の形態

PTS では成行注文が認められておらず、指値注文に限られる。しかも、JNX では次の 4 つの注文条件を指定しなければならない：FOK (Fill or Kill), IOC (Immediate or Cancel), Post-Only (ポスト・オンリー), デイ注文 (Day Order)。さらに PTS では現物株取引だけでなく信用取引⁷も出来る。

FOK 注文は、指定した注文全数量が直ちに約定しない場合はその全数量をキャンセル（失効）させる条件になる。しかし、最低約定株数を指定することができ、指定した最低約定株数を超える数量が注文されれば約定されずに残る場合がある（この点はキャンセルの説明に係ら

6 X マーケットの取引参加者はオンライン証券を経由した個人投資家と JNX が選定した HFT つまり後述の流動性供給業者 (DLP)、に限られている。X マーケットは DLP 間の取引を防ぐためにデイトタイム・セッションとは異なる取引ルールが採用されている、と JNX は公表している。しかし、研究テーマによっては両マーケットを統合する必要があると考えられる。

DLP と個人投資家だけが参加する X マーケットは、筆者の判断では特異な存在である。DLP は J マーケットだけでなく X マーケットにおいても特別な行動を採ることが求められ、広範な利益獲得行動は制約される。個人投資家は X マーケットと J マーケットの間で裁定する機会を追ったり、裁定できる能力は比較的低いと考えられる。結果として、X マーケットは J マーケットとほぼ独立していると見て差し支えない、と筆者は判断している。

個人投資家の発注は SOR ではまず X マーケットに回送され、そこで約定しなければ次に J マーケット、さらにその他に回送される。この事実と X マーケットは HFT からほぼ分離している事実から、X マーケットは個人投資家を保護する機能を果たしていると判断される。

JNX 公開資料によると、X マーケットの呼値は 2020 年 5 月 J マーケットと同一の刻みに変更された。

7 2019 年 8 月 26 日から PTS でも信用取引が解禁された。各取引施設や各証券会社は準備出来次第取引を開始した。

せて後述)。IOC 注文は、指定した価格かそれよりも有利な価格で、即時に約定可能な注文以外は自動的にキャンセルする注文方法である。それゆえオーダーブック（以降、板と呼ぶ）に乗らない。

Post-Only 株式取引は、板に（約定できるように）掲載される注文である。市場流動性を高めるために板に提示された注文はメーカー取引と位置づけられる。米国などでは、取引手数料を受け取ることができる。

デイト取引は、期間を指定してなされる取引で、その設定期間中に指定した注文で約定される。そして、期間中に執行されない場合は自動的に失効する。現物だけでなく信用取引も、ストップ注文（逆指値注文）も出来る。

これら4つの注文執行条件の説明を追加すると、FOK 注文については、例えば、後で分析する富士通については、FOK 注文は出されているが、4ヵ月間のある1日の2つの時間区分でしか発注はなかった。残念ながら、結局富士通への FOK 注文はサンプル数が少なく体系的な分析はできないことになった。

IOC 注文は、注文が板に残らず、発注後すぐに約定またはキャンセルいずれかの結果がわかる。相場急変時に未約定分の取消や訂正を行う必要がない⁸。

Post-Only 注文では、発注時に板に追加され

るが、直ぐに執行されるとは限らない。デイト取引は、指定期間が終了する時刻以降に出てくるニュース等で翌営業日の株価が大きく変動してしまう、いわゆるオーバーナイト・リスクがある銘柄、長期的な上昇トレンドにある銘柄、などに対しては薦められないことが多い。

3.2. 市場参加者

市場参加者は次の4主体に分類されている：登録された高速取引業者、以降 HFT と略。JNX 独自の指定流動性供給者、以降 DLP (Designated Liquidity Provider) と略。個人投資家。それに機関投資家等。

個人投資家には1日中頻繁に売買を繰り返すデイトレーダーなどが含まれる。また、機関投資家等と「等」という言葉が付けられているのは、いわゆる機関投資家以外に、DLP, HFT, 個人投資家に分類されないものはすべて含むからである。

3.2.1. HFT とは

HFT には2018年に登録制が導入された⁹ため、どの業者が登録されている HFT であるか識別可能になっている。登録 HFT は高速でない取引も行うものと考えられる。

HFT 業者には、価格変動に相関がある複数の銘柄の間や同一銘柄の異なる市場の間での価

8 IOC 注文は一旦出した注文の訂正・取消はできず、他の注文の執行条件を IOC 注文に変更することはできない。また、注文期限は当日限りである。IOC 注文のメリットはその他に次がある。市況が刻一刻と変化する状況に応じて注文を取り消したいと思っても間に合わないリスクを回避した発注が行える。発注後の取消・訂正や未約定分の取消を繰り返せば不正取引（見せ玉等）と判定されるおそれがあるが、その懸念を軽減できる。

9 HFT 業者は、2021年時点で55社あるが、2020年には53から55社で推移していた。HFT の何社が J マーケットに参加しているかは、例えば HFT が内外証券会社経由で参加すれば JNX では判別できず、正確には掴めていない。また、55社のうち日系は1社に留まっている。

本文次のパラグラフ最後のタイプの HFT が、下降局面で、指値買いを大きく増やせば暴落の緩衝材として機能すると考えられている。どの取引施設では HFT 業者のどの戦略が多いか、などは知られていない。発注形態に関しても、HFT の戦略と合わないから成行注文をしない、日を超えたポジションの持ち越しをしない、などとも言われるが体系的に実証された研究は知られていない。

格差や価格のゆがみなどを統計分析で見つけて裁定取引を行うことで利益を得るアービトラージ（裁定）戦略、近い将来の価格の変動を予測して利益を得るディレクショナル戦略、売り・買い双方に指値注文を並べて両者の価格差で収益を得るマーケット・メークと呼ばれる戦略、を採る少なくとも3つのタイプがある、と見られている。

3.2.2. DLP とは

J マーケットで選定基準¹⁰をクリアした HFT を JNX では DLP と呼ぶ。そして、DLP は、個人投資家とともに参加可能な X マーケットへ、マーケット・メーカーとしての参加が認められている。

マーケット・メーク機能が市場で果たしている機能は評価¹¹されながらも、実態を解明する研究が乏しく、取引の実情はよく知られていない。

3.3. 分析道具と分析方法

3.3.1. 分析道具

3.3.1.1. 1 秒あたりの新規注文件数

出来事が起こった後とその前で発注行動がどう変わるかを見るために、ミリ秒単位の個別

データを用いて1秒間になされる新規注文数を（ティック数を限定せず）カウントし、対象時間区分内での統計量を計算する。発注形態別と現物・信用取引別に新規注文だけを集計し、各時間区分内のそれらの平均、標準偏差を計算する¹²。

3.3.1.2. 時間区分内約定率・キャンセル率

時間区分内の約定率・キャンセル率を次のとおり計算する。

約定率＝時間区分内に約定した注文数／同じ時間区分内の新規注文総数、

キャンセル率＝時間区分内にキャンセルされた注文数／同じ時間区分内の新規注文総数。

3.3.1.3. 時間区分外約定率・キャンセル率

時間区分外比率とは、時間区分内に約定またはキャンセルされた注文のうち時間区分外に発注された注文の比率である。例えば、約定の時間区分外比率は、値が付きにくい銘柄でも、取引が活発な時間区分に値が付く比率を捉える。キャンセルの時間区分外比率は、値が付く期待がある銘柄でも、取引が非活発な時間区分に当たり注文を続行することが断念されキャンセルされる比率である。

10 DLP の指定基準は次のように記されている（用語は原文のまま）。①その者がジャパンネクスト PTS 市場の取引参加証券会社の自己勘定部門、又はかかる証券会社の顧客であること、②その者が J マーケットにて3か月以上連続して取引を行っていること、③その者の J マーケットにおけるメイカー約定額（板のせ注文の約定額）が、直近の月間の平均で J マーケット全体のメイカー約定の15%であること、④その者が直近1か月間において、平均して1日300銘柄以上のメイカー約定（板のせ注文の約定）があること、⑤その者が上記③及び④の数量基準を毎月満たし続けることができると当社が合理的に判断する場合、⑥また、かかる条件を満たさない者であっても、ジャパンネクスト PTS 市場の状況等を勘案し、弊社が合理的と認める制限のもとで流動性供給者として指定することがある。

11 マーケット・メーカーは、投資家からの注文の反対側に立って売買を成立させる。そして、株価急落時には、買い応じることによって、株価変動を抑える。株価が下がり続ける局面では買い応じ続けなければならないので、この役割を果たすためには十分な資金量とリスク管理体制が必要になる。

マーケット・メーカーの問題は、HFT 業者は株価が下がりつつある株を持つリスクを抑えるため取引を止める傾向がある点である、と考えられている。

12 注文数の集計については、9：00前の東証寄り前と12：05から始まる後場、の注文受付は除外している。1秒あたり新規注文件数の時間区分内標準偏差は、本稿で問題とする特定の日や時間区分では、大きくなっている。

時間区分外比率が重要になるのは、これらのケースだけでなく、東証取引時間外だがJNXでは取引が行われている時間区分には特にそうであるように思われる。実際どうなのか、以下で注目しよう。

3.3.2. 分析道具の詳細

3.3.2.1. 部分約定の処理

部分約定などについては次の様に取り扱う。例えば、ある時間区分内に出された1つの注文が同一時間区分内で半分約定、残り半分がキャンセルになった場合、カウント数で計算すると約定率もキャンセル率も1(100%)となるが、構成比を考えてそれぞれ50%とする。時間区分内で60%約定、残り40%分がキャンセルになった場合、約定率60%、キャンセル率40%になる。

IOC注文は、注文の一部または全部を即座に約定させ、約定しなかった部分は自動的にキャンセルされる注文方法である。そのため、IOC注文においては次の3つパターンがある。

注文株数すべてが約定した場合、新規注文カウント1、約定率100%となる。注文株数がすべて約定しなかった場合、新規注文カウント1、約定率0%、キャンセル率100%となる。注文株数の60%が約定した場合、新規注文カウント1、約定率60%、キャンセル率40%となる。

FOK注文では、最低約定株数を指定することができ、IOCと同様に部分約定する場合がある。例えば、100株の買い注文を最低60株約定でFOK注文した場合、約定できる株数が60株~100株の場合、即座に約定可能な分が成立し、残った株数分はキャンセルされる。60株以

上約定しない場合全注文がキャンセルになる。

3.3.2.2. キャンセルの処理

キャンセルについて追加の説明をしておかねばならない。修正(Modify)操作で、指値注文の値段が変更された場合、あるいは以前の注文より株数を増やした場合、新規注文としてカウントし、それぞれの旧注文はキャンセルされたとみなす。なお、株数を減らした場合は新規注文としてカウントしない。

3.3.2.3. 約定率とキャンセル率の統合処理

各時間区分のすべての発注株数を売りと買い別々に合計する。そして売買別に、すべての約定株数とすべてのキャンセル株数をそれぞれ合計し、発注株数合計で割り、それぞれを約定率、キャンセル率と呼ぶ。個々の1つの発注ごとに約定率・キャンセル率を計算するのではなく、こういう方法で集計する方法を本稿では統合処理と呼んでおこう。

そして6月2日から9月30日までの1日あたり約定率・キャンセル率を単純平均して通常時とみなす。その際、標準偏差も計算する。

3.3.2.4. 小サンプルへの対処

4つの取引主体の4つの発注形態、さらにIOCとデイトレの信用取引を加えれば6つの発注形態、の合計24系列のデータが存在する。特定の日の個別取引全サンプルをこの系列数24で割り、しかも時間区分数10で分けるとすると各セルは小サンプルになる。さらにそれを約定とキャンセルに分けると極めて小サンプルになる。

さらに、元来小サンプルである東証取引時間外の時間区分では益々極小サンプルになる。それゆえ、取引主体別発注形態別のデータを約定

とキャンセルとに分けることはしない。そして約定やキャンセルを分析する際にはすべての主体・発注形態のデータを時間区分だけで分けることにする。

3.3.3. 分析方法の説明

市場がどれくらい活発であるかを示す指標として、1秒あたりの新規注文件数が使える。それ以外に以下のような現象・変数が市場分析に使える。

3.3.3.1. 東証取引時間外の約定率

2020年時点でPTSの1日の開場時間は東証とは違っている。東証取引時間外にPTSに発注して、約定する可能性が高いとすれば、投資家に大きなメリットがある。例えば、東証大引け15:00以降にも開いているPTSで、個人投資家はトレンドにフォローできる可能性が高まるのである。

3.3.3.2. キャンセルの誘因と原因

キャンセル率は約定率とは、ほぼ、反比例する。2つの前小節3.3.1と3.3.2では、それらの定義から、この現象には自明な部分があることを説明した。投資家行動の観点からも2つの変数のこのような関係が推測できる。例えばFOK注文などでは約定しやすい指値を付けて発注するならば、キャンセル率を低く（最低約定株数を高く）設定してもよいだろう。さらに辰巳(2018)はキャンセルの原因としてポートフォリオ構築という観点から約定時間という捉え方を提示している。これら以外にも説明すべき事柄・仮説が次のようにいくつかある。

時間区分内や外のキャンセル率が高かったとすれば、市場環境が急速に変わってあるいは不

確実性が高い局面にあたりキャンセルすることになったと理解される。

市場急変時に既発注文をキャンセルしようとしても、もし市場が開いていないとすると、困ることになる。東証取引時間外キャンセル率のデータはこのような事態を捉えるかもしれない。

4. 個別銘柄での代替性分析～富士通

東証株式売買の基幹システムであるアローヘッドを主導して開発したのは富士通である。その評価はJNXでは2020年の6月1日と10月1日にはどうなっただろうか。投資家別、発注形態別で3期間を比較できるケースからみていこう。続いて、6月1日と10月1日のそれぞれを通常時と比較しよう。

4.1. Chi-X と東証のシステム障害を含む3期間の比較

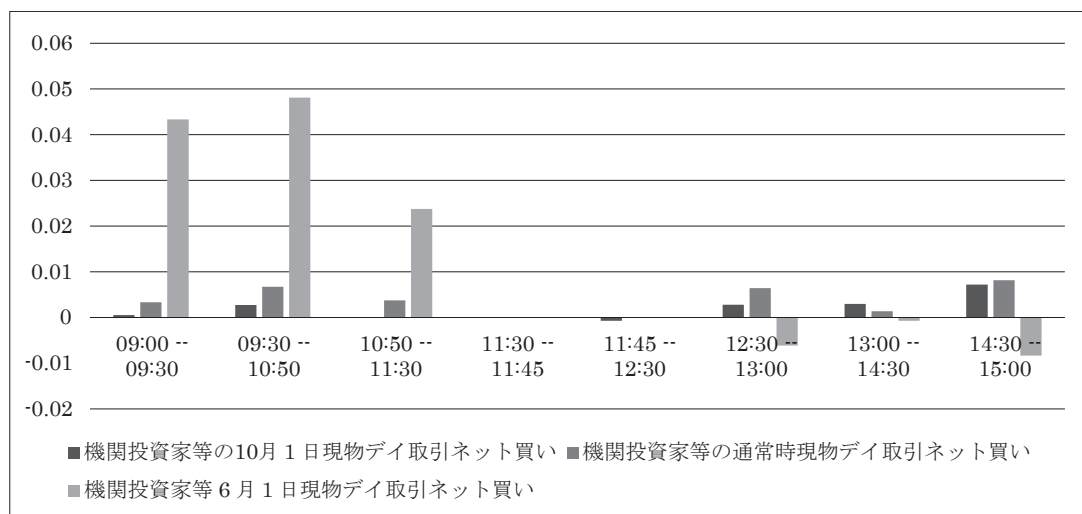
3期間共通に取引形態と投資家のデータが存在するケースをまず分析しよう。厳密に3期間共通に成立する現象は以下では観察されていないという事実をまず指摘しておこう。

4.1.1. 機関投資家等の現物デイ取引

4.1.1.1. 6月1日の機関投資家等の現物デイ取引

6月1日には、機関投資家等の現物デイ取引新規注文ネット買い件数の日中推移を描いた図表2は、通常時の約10倍の件数の新規注文買い越しから始まったことが記録されている。機関投資家等はシステムベンダー銘柄への需要を著しく高めた、とデイ取引の売買動向から推測されるのである。

図表2 機関投資家等の現物デイ取引ネット買い日中推移～JNX 富士通2020年3期間1秒あたり新規注文数



9:30時間区分にはさらに多い買発注件数が記録されている。Chi-Xの終日売買停止公表が影響しているのだろう。しかし、その日の後半の12:30以降、通常時は買い越しであるにも拘わらず、売り越しぎみになった。日前半の買い越しを修正する、あるいは利食い売りの動きであるかもしれない。

4.1.1.2. 10月1日の機関投資家等の現物デイ取引

10月1日には様子がまったく異なる事実が同じ図表2から読み取れる。機関投資家等の現物デイ取引は、東証昼休み時間の後半に売り越しに転じた点以外は、通常時とほとんど同じ売買動向である。また、10:50時間区分は通常時買い越しだが、それが10月1日にはなくなった。そして、11:45から始まる東証昼休み時間後半の時間区分では売り越しに転じ、11:45の終日売買停止するという東証の発表に応じた発注行動であると解釈できる。しかし、12:30以降は通常時の買い越し状態に戻っている。

ちなみに、11:45から始まる時間区分におけ

る機関投資家等の現物デイ取引の売り注文はたった2件（買い注文は無し）だったが、JNXの時間外取引は小規模ながらも市場としての役割を果たしたと言える。

4.1.2. 個人投資家のデイ取引

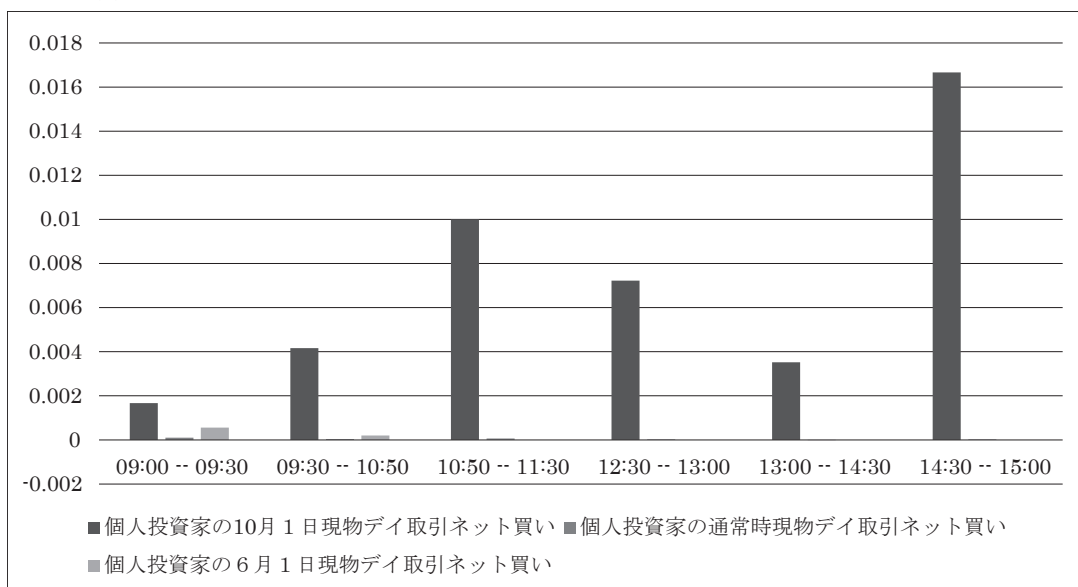
4.1.2.1. 個人投資家の現物デイ取引

6月1日には、通常時と同様に、個人投資家の現物デイ取引新規注文は売買拮抗している。ところが10月1日の個人投資家現物デイ取引の買いは、6月1日や通常時と比較すると、極めて盛んだった（図表3(a)）。

もっと詳しく10月1日をみてみると、個人投資家の現物デイ取引は、東証昼休み時間の前半売り越しになったが、以降は昼休み時間前と同様に買い越しになった。昼休み時間には、東証終日売買停止公表時刻を挟んで、売買の方向は逆になっている。11:45の終日売買停止するという東証発表に応じた発注行動であると解釈できる。

既述のように機関投資家等現物デイ取引新規発注は東証昼休みの（前半、後半）で（0，

図表 3 (a) 個人投資家の現物デイト取引ネット買い日中推移～JNX 富士通2020年 3 期間 1 秒あたり新規注文数



2) 件にもかかわらず、個人投資家現物デイト取引新規発注は昼休み（前半、後半）で、買いが（8, 16）件、売りは（9, 5）件だった。

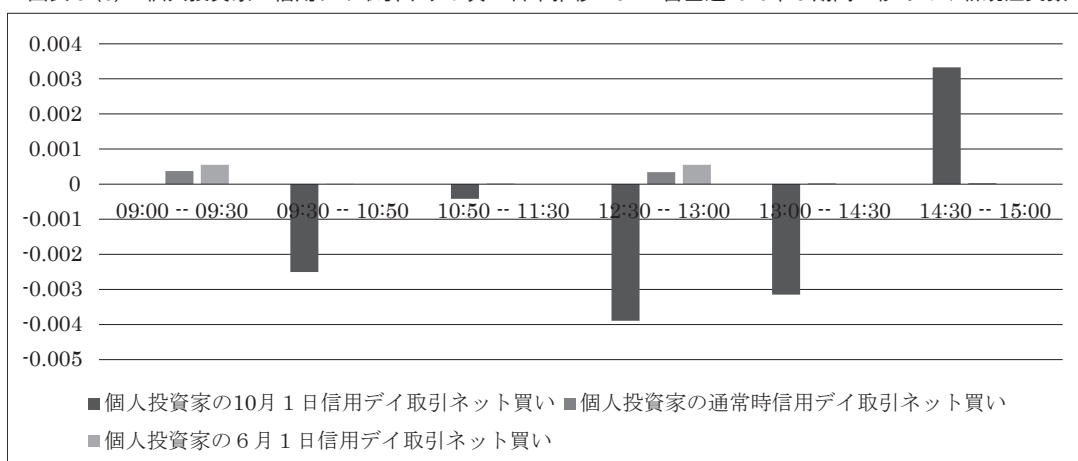
個人投資家が、10月1日の昼休みの前半に富士通を売り越し（ネットであつた1件）に転じた理由は、この図表だけでは分からない。売りが拮抗しており、個人投資家の迷いを表しているのかもしれない。東証終日売買停止公表時

刻を過ぎた12：30以降は買いが断然多くなった（図表 3 (a) 参照）。

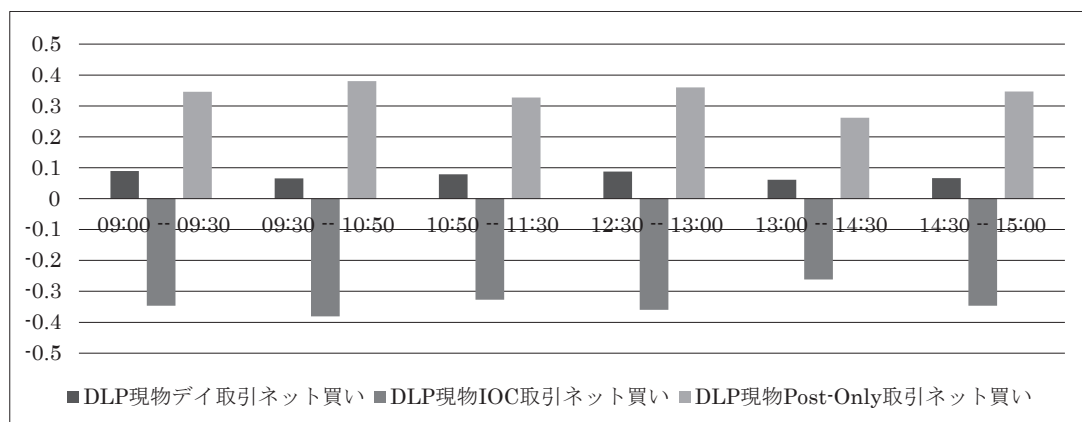
4.1.2.2. 個人投資家の信用デイト取引

10月1日の9：30以降14：30まで、図表 3 (b) からわかるように、個人投資家の信用デイト取引は売り越しであった。個人投資家は、直前の図表 3 (a) と比較すると、富士通の売りを

図表 3 (b) 個人投資家の信用デイト取引ネット買い日中推移～JNX 富士通2020年 3 期間 1 秒あたり新規注文数



図表4 DLPの6月1日ネット買い件数日中推移～JNX 富士通 1秒あたり新規注文数



現物デイ取引ではなく、信用デイ取引で行ったと解釈できるのではないかと考えられる。ちなみに、10月1日の東証昼休み時間、個人投資家の信用デイ取引はない。

東証大引け直前の14:30時間区分には、個人投資家は大きな買い越しに転じた。10月1日に個人投資家が富士通を買いに転じる反応は、機関投資家と比較すると、遅いと言えるだろう。

4.2. 6月1日 Chi-X システム障害の影響分析

Chi-X のシステム障害は JNX にどのような変化を及ぼしたか、4.1節で既述の点以外の局面を見てみよう。

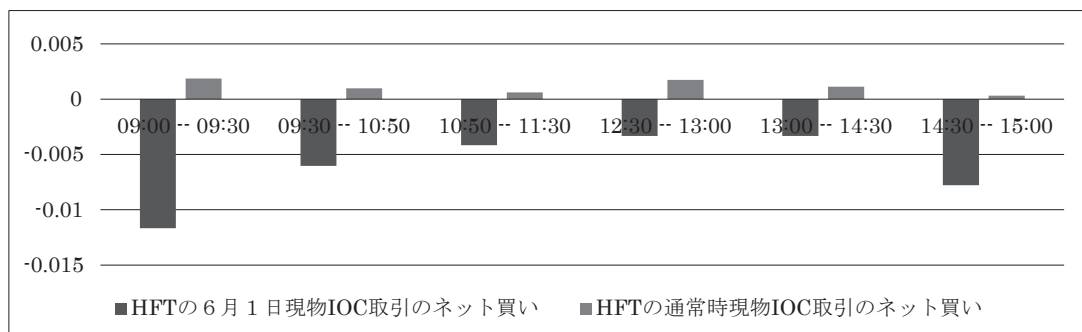
東証取引時間外の9:00以前と15:00以降

は、通常時、個人投資家の売買が少しあるだけである。6月1日もそれは変わらなかった。それゆえ、15:00以降については、JNXはChi-Xの代替を行わなかった。むしろ代替を行なう必要がなかったと言う方がよいだろう。

4.2.1. 6月1日のDLP

DLPは一日を通じてすべての時間区分で、現物デイ取引と現物Post-Only取引では買い越し、現物IOCでは売り越し、が続く(図表4参照)。特に9:30時間区分の現物Post-Only取引買いは1秒あたり0.44件であった。これらの取引の推移は次に見るHFTとは、まったく異なる。いずれの取引でも、DLPがマーケット・メーカー機能を果たすために、売りや買い

図表5(a) HFTの2期間現物IOC取引ネット買い日中推移～JNX 富士通2020年1秒あたり新規注文数



に応じ続けていたと考えられる。

4.2.2. 6月1日のHFT

6月1日HFTは、図表5(a)から分かるように、通常時は終日買い越しであるにも拘わらず、現物IOC取引で終日売り越し。東証寄付き直後と大引け直前での売り越しは極めて多い。

その理由は、機関投資家等の買いに対してマーケット・メーカー機能を果たして売り応じていたことが考えられる。直前で見たとようにDLPも一日を通じて現物IOCを売り越し続けていた。

4.2.3. 6月1日の機関投資家等と個人投資家

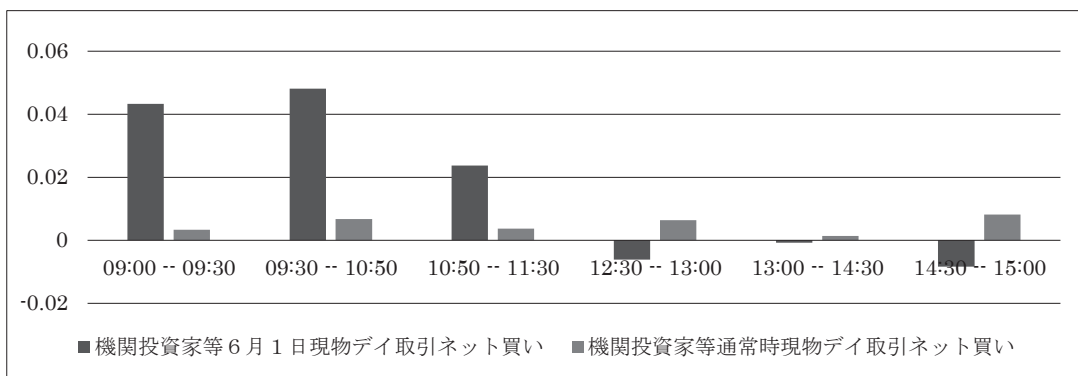
6月1日は機関投資家等の現物デイトレ取引は、

通常時の何倍もの買い越しから始まったが、Chi-Xの終日売買停止公表時刻直後の9:30時間区分の買い越し件数は最大だった(図表5(b)参照)。しかし、同日後半12:30以降、通常時とは違い、売り越しに転じて当日を終えた。

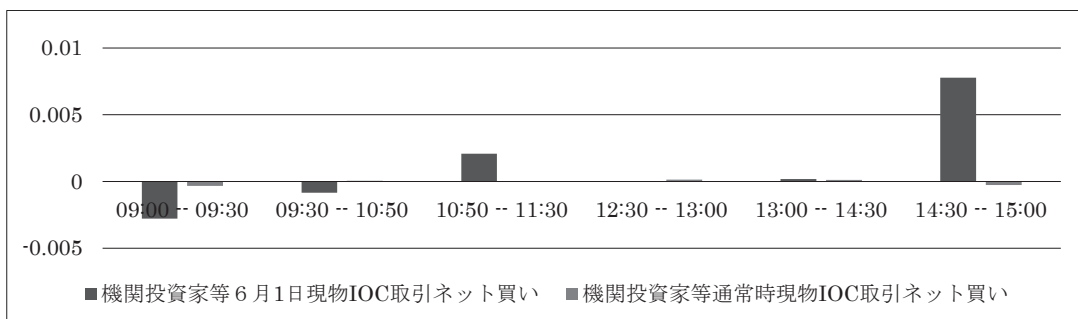
機関投資家等の現物IOCのネット買いは、通常時の何倍もの売り越しから始まったが、9:30時間区分には売り越しが大幅に減った(図表5(c)参照)。10:50以降は、通常時と違い、買い越しに変化し、15:00直前大きな買い越しになる。

6月1日の個人投資家の信用IOC取引は、通常時とはほぼ同じ売買動向だが、取引規模が極端に大きい。9:30以降個人投資家の信用IOC取引は売り越しに転じ、大きくなっていく(図

図表5(b) 機関投資家等2期間現物デイトレ取引のネット買い日中推移～JNX富士通2020年1秒あたり新規注文数



図表5(c) 機関投資家等2期間現物IOC取引ネット買い日中推移～JNX富士通2020年1秒あたり新規注文数



図表 5 (d) 個人投資家 2 期間信用 IOC 取引ネット買い日中推移～JNX 富士通2020年 1 秒あたり新規注文数

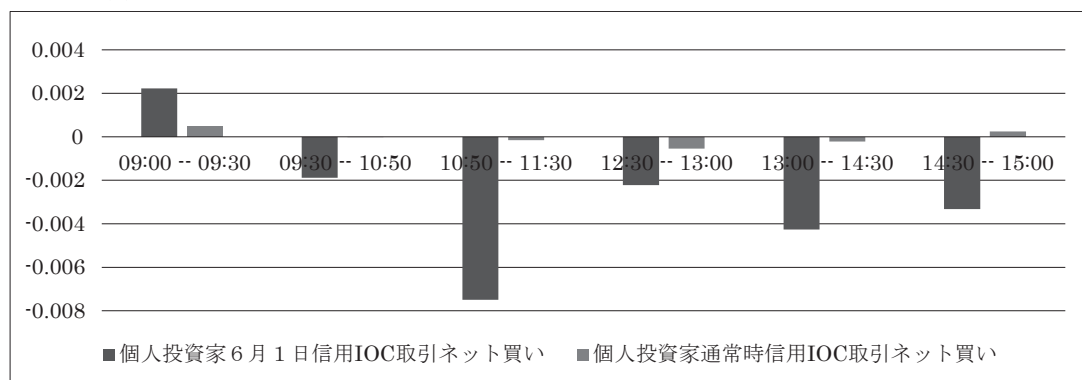


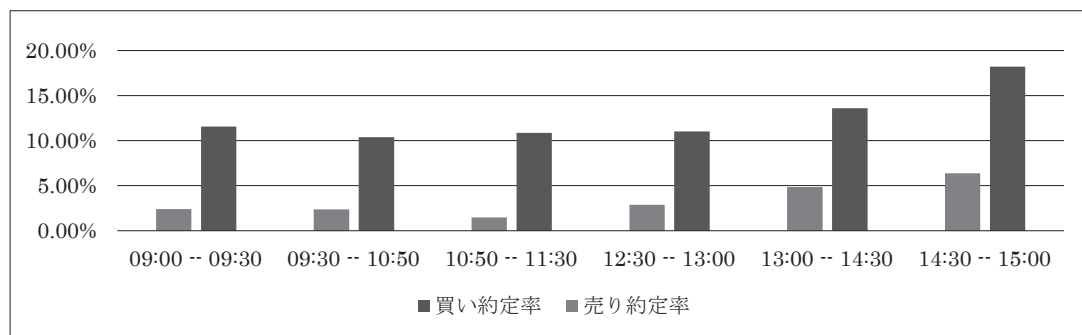
表 5 (d) 参照)。10：50時間区分の取引規模は最大になるが、以降は売り越しであった。

4.2.4. 6 月 1 日の約定率とキャンセル率

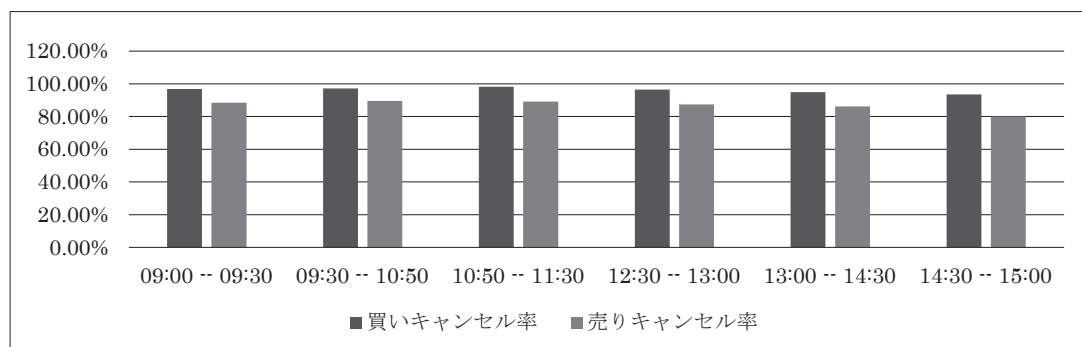
取引相手の存在と取引条件の一致が前提となる約定については、自身の決定で行えるキャン

セル率の水準より、低くなる傾向が予想される。6 月 1 日の富士通のケースから言えることは、約定率はせいぜい 20% である（図表 6 (a) 参照）が、キャンセル率は 80% を超える（図表 6 (b) 参照）¹³。そして、キャンセル率と約定率は、ほぼ、反比例して動いている。

図表 6 (a) 時間区分内売買約定率日中推移～JNX 富士通2020年 6 月 1 日



図表 6 (b) 時間区分内キャンセル率日中推移～JNX 富士通2020年 6 月 1 日



富士通の6月1日の時間区分内約定率には、売りと買いで大きな差があり、売り約定率は買い約定率の3倍以上である（図表6（a）参照）。売りの約定率が高くなるのは、既に図表2で見たように買いの新規注文が増えていたからである¹⁴。

6月1日には買いの時間区分内キャンセル率が売りのそれより終日高かった（図表6（b）参照）事実も、この現象と整合的かもしれない。

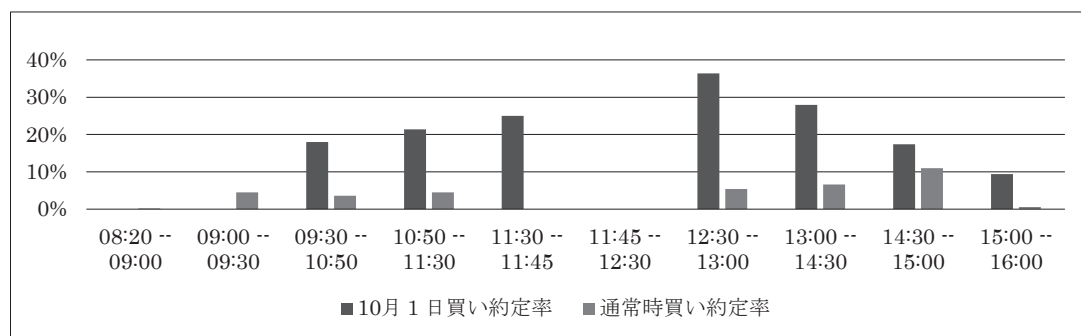
4.3. 10月1日東証システム障害の影響分析

JNXにとって10月1日は特別な日であった。

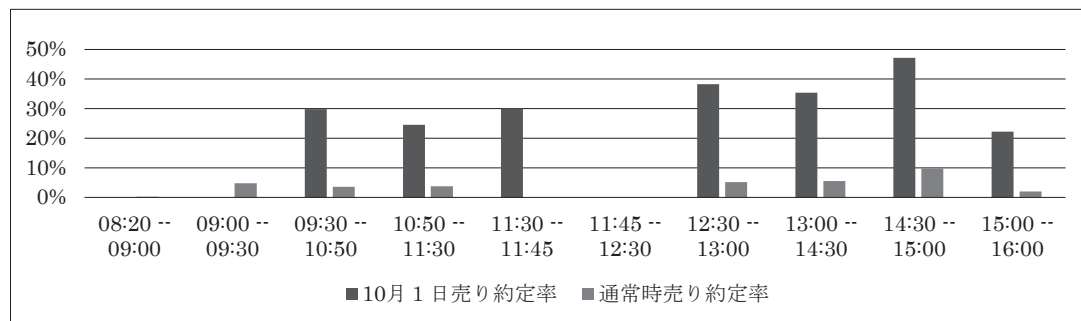
10月1日にはデイ取引以外の発注はなく、投資家別ではHFTやDLPの注文は、13:00時間区分にDLPの現物デイ買い注文が1件あるのみで、HFTの注文は一切ない。流動性を供給するとみられる市場参加者はJNXのJマーケットでは売買を控えたわけである。また、以下の図表7（a）と7（b）を解説する後述の小節4.3.1.で見えるように、売りと買いともに9:30時間区分以降は非常に高い約定率で推移した。

個人投資家¹⁵については、既に図表3（a）で見たように、極めて活発な現物デイ取引の買い越しが続く。その信用デイ取引売り越しは、図表3（b）で既出のように9:30時間区分か

図表7（a） 時間区分内買い約定率日中推移～JNX 富士通2020年



図表7（b） 時間区分内売り約定率日中推移～JNX 富士通2020年



13 登録 HFT については、東証において約定率が10%未満と低く、取消率が約45%と高く推移していると大山・奥出・鈴木・福山（2021）は2019年11月～2021年3月期間を対象とした研究で推測している。キャンセル率が約定率を何倍か凌駕する点は本稿と共通である。比率のレベルに本稿と違いが生じたのは、東証データの制約、さらには JNX と東証の違いだけでなく、富士通と東証全銘柄の差であろう。

14 あるいは追加的要因として直前の買い残つまり買い側のデブスが厚かったら、このような現象が起こるかもしれない。流動性の高い取引施設が研究対象の場合には、この可能性を検討すべきであろう。

ら始まり、12:30からは14:30直前まで続き、最後の時間区分にはすべて買い越しに転じる。

それゆえ、富士通の売買に関して JNX では売買がなく、様子見¹⁶が顕著であったという状況ではまったくない。10月1日はマーケット・メーカーのプロが実質上いらない状況の下で機関投資家等と個人投資家のデイ取引だけが市場を盛り上げ、しかも高い約定率を実現したのである。

10月1日には、昼休み時間帯に、JNX への注文が次の通りあった。東証昼休み時間の前半、個人投資家の現物デイ取引は売り越しになった。そして後半には、機関投資家等の現物デイ取引が売り越しになった（図表は略）。

また東証昼休み時間には通常時でもキャンセルが入っているが、10月1日には以下で見るようにキャンセルは特に活発であった。

4.3.1. 時間区分内の約定

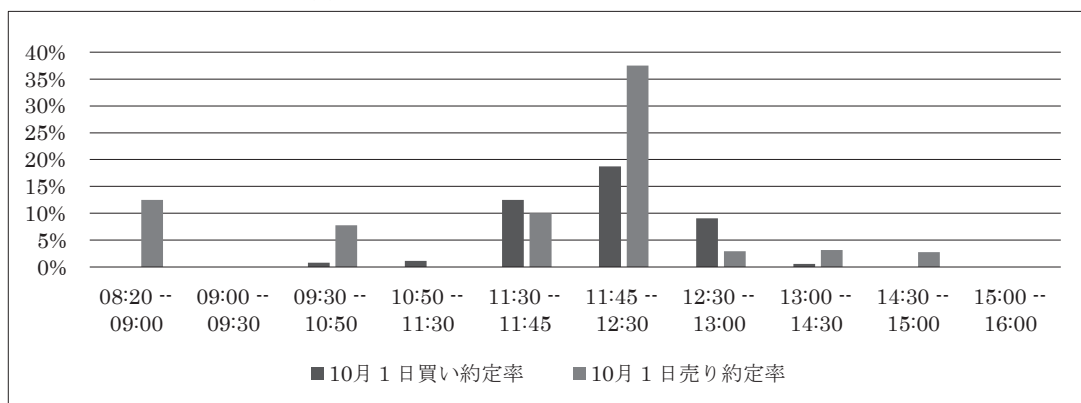
図表7 (a) と7 (b) から分かるように、買いも売りも時間区分内約定率は、通常時の数倍から10倍に近く、極めて高かった。しかし、買いも売りも、9:30以前には約定していない。東証の不確実な公表に応じて様子見ということだろうか。そして、15:00以降も高率で約定する。

11:30時間区分には20%以上あった売買の時間区分内約定率は11:45には0になった。東証終日売買停止公表の影響であろう。

4.3.2. 時間区分外の約定

東証昼休み時間には通常時富士通への発注は JNX で極めて少なく、約定はない（後掲図表9からも予想できる。少ないがキャンセルはある）。しかし、図表7 (c) から分かるように、10月1日には高率の時間区分外約定がある。特に昼休み時間後半は著しく高い。しかも、時間

図表7 (c) 時間区分外売買約定率日中推移～JNX 富士通2020年



15 個人投資家については、材料が出た銘柄を10月1日に売買しようとしていた場合PTSに流れた、と報道された。終日売買停止が公表された11:45までは、再開されるものとして東証に注文を出したままだった投資家もいただろう。見切りを付けてPTSに出し直す投資家もいたはずだ。

16 10月1日は月初と四半期期初が重なり機関投資家の売買は活発になるとみられていた。ヘッジファンドは月初のリバランス目的の注文を入れていたがキャンセルになった、と報道されている。正確な状況はJNXのデプスを見ればわかるかもしれないが、非公開データを筆者が確認すると、10月1日富士通のデプスは通常時と大きく変わらず、普段通りの発注がなされていたようである。

区分外約定率は売り買いともに高いが、売り約定率は買い約定率の約2倍であった。9:00前でも時間区分外売り約定率が高く、時間区分外比率が重要になるのは東証取引時間外であることの証左であろう。

数値で確認しておこう。通常時の東証取引時間内の時間区分外比率の平均値を計算して見れば、買い約定率単純平均は0.010%、売り約定率単純平均は0.013%と低く、売り買いの間で差は大きくなかった。しかし、10月1日には時間区分外売り約定率は、昼休み時間後半の11:45時間区分には40%に近づき、高率を達成した。昼休み以降も15:00まで2%以上で推移する(図表7(c)参照)。

この現象と整合的であるためには、昼休み後半には、買い注文が多くなければならない。実際、10月1日の昼休み後半には個人投資家の現物デイトレ買い注文がその売り注文の3倍以上多い。既述のように、個人投資家現物デイトレ新規発注は、昼休み(前半、後半)で、買いが(8, 16)件、売りは(9, 5)件であった。

ちなみに、10月1日の昼休みの約定率が高いのは事実であるが、今見たように発注件数は多くなく、約定件数はさらに少なくなる点に注意しておこう。

4.3.3. 時間区分の内と外のキャンセル率

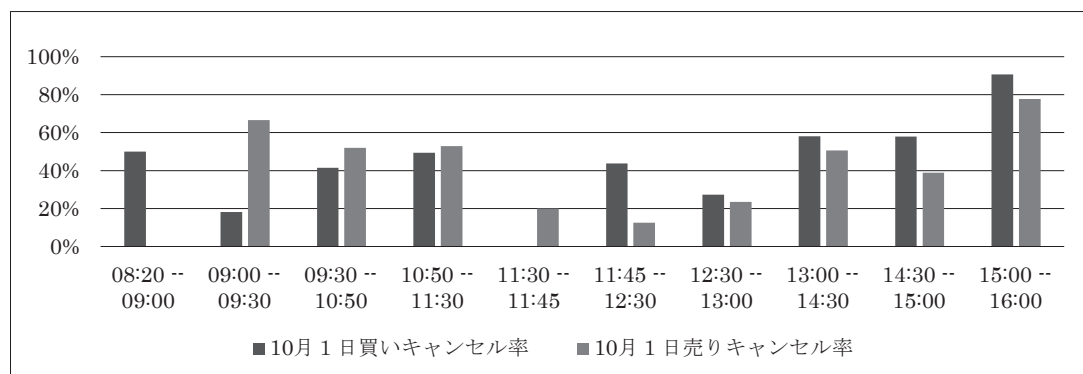
東証取引時間の時間区分内キャンセル率から見て行こう。時間区分内のキャンセル率は、図表8(a)から分かるように買いも売りも、東証取引時間外を除いて、低かった。通常時では、買いも売りも時間区分内のキャンセル率は東証取引時間内ではほぼ90%を超えている(図表は省略。6月1日の同様な図表である既出の図表6(b)から想像できる)ので、10月1日にはそれらの率はほぼ半減したわけである。

東証取引時間の時間区分内キャンセル率が10月1日に半減した事実は、時間区分内約定率が上昇している事実(図表7(a)と7(b)参照)と対応しているのだろう。

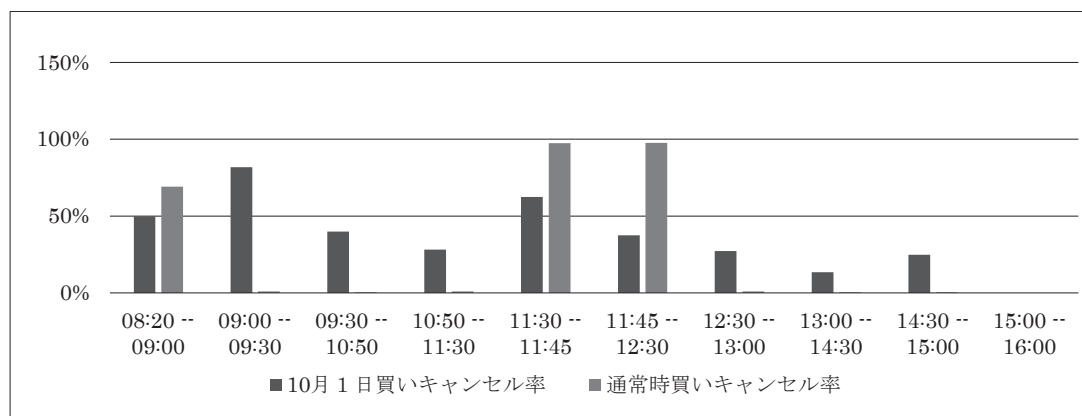
次に東証取引時間外の時間区分内キャンセル率を見てみよう。昼休み時間後半の11:45時間区分内買いキャンセル率は、図表8(a)から分かるように、売りのそれより高くなる。東証による終日売買停止公表に応じた動きのように思われる。その有意性は巻末付録で検討する。

10月1日の東証取引時間外の時間区分内キャンセル率については、売り買い、そして時間帯によって様々である(図表8(a)参照)。時間区分内キャンセル率は、東証取引時間外で買いと売りが同調するのは15:00以降だけであ

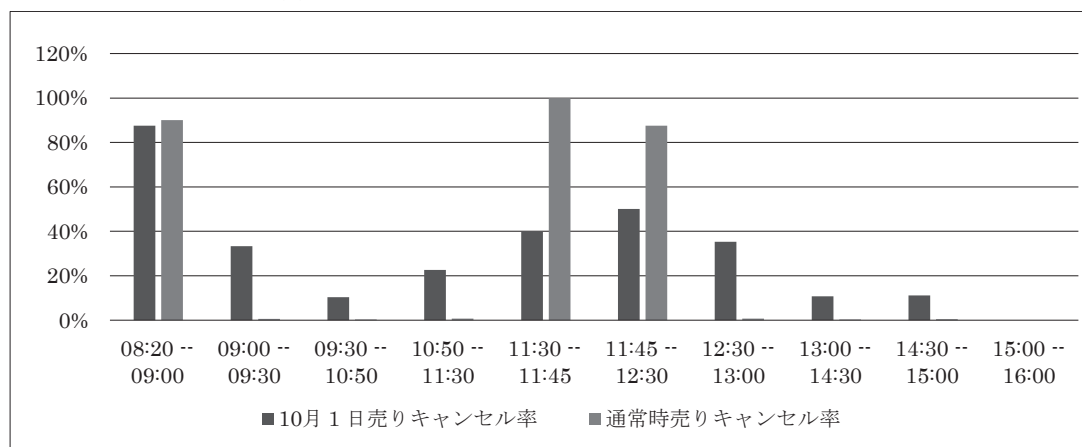
図表8(a) 時間区分内売買キャンセル率日中推移～JNX 富士通2020年10月1日



図表 8 (b) 時間区分外買いキャンセル率日中推移～JNX 富士通2020年



図表 8 (c) 時間区分外売りキャンセル率日中推移～JNX 富士通2020年



る。買いキャンセルは昼休み時間前半になく、売りキャンセルは9:00以前にはない。買いの時間区分内キャンセル率は9:00以前と昼休み時間後半では比較的高かった。

次に、時間区分外キャンセル率を見てみよう。当該比率は東証取引時間内には、図表8 (b) と8 (c) から分かるように、通常時は極めて低い。そして、10月1日も低い。しかし、例外はあるが、それは東証取引時間外には高くなる。時間区分外買いキャンセル率については、10月1日には9:00直後が高い。そして午前中はその傾向が続く (図表8 (b) 参照)。

9:00以前の時間区分外キャンセル率は10月1日には買いも売りも高いが、通常時も高く同程度の比率になる (図表8 (b) と8 (c) 参照)。通常時には、昼休み時間の時間区分外キャンセル率が高く、10月1日の2倍を超える比率になる時間区分がある。時間区分外比率が重要になるのは、東証大引け時刻以降を除く、東証取引時間外であることがわかる。しかし10月1日には通常時より時間区分外キャンセル率は低い。

東証大引け時刻の15:00以降については、時間区分内と外のキャンセル率が大きく違う。既に見たように10月1日には時間区分内キャンセ

ル率は大きな比率になる（図表 8（a）参照）。しかし、時間区分外キャンセル率は、通常時と 10月 1 日、ほぼ無くなる（図表 8（b）と 8（c）参照）。考えられる理由は、サンプル数は少なく確実なことは言えないが、JNX の取引終了時刻 16：00 前に投資を終えたい、という投資家の意思だろうと思われる。

4.4. 2020年の富士通と JNX に関するまとめ

富士通は、6 月 1 日には国内有力ベンダーとしての注目を受けたように見受けられる。しかし、10月 1 日の午前には障害の元凶とみなされ株価を一時下げたのではないかと考えられるが、直ぐに値を戻した。

4.4.1. 代替性はどう果たされたかの検討

東証と JNX が 6 月 1 日には Chi-X に代替したのか、しかもどういう代替がなされたかが検討すべき課題だった。取引制度などの違いもあり東証が Chi-X に 100% 代替するとは考えにくい。実際何%位東証が代替したかを検討できるデータを本研究は持ち合わせていないのでこの点の検討は断念せざるを得ない。

10月 1 日については JNX と Chi-X が東証に代替したかが検討対象になる。規模、キャパ量の違いなどもあり、JNX が東証に 100% 代替するとは考えられないので、どのような代替であったか、が検討課題になる。その際 Chi-X と JNX がどう役割を分け合ったが判明すれば興味あるだろうが、それを検討するデータも本研究は持ち合わせていないのでこの点も検討は断念する。

6 月 1 日には 9：30 時間区分に投資家の発注に通常時の約 10 倍にも達する大きな変化が生じた。しかし、約定率に変化はなかった。買い

キャンセル率の増加もなかった。その更に前やその更に後の時間区分でも、同様な変化は観察されない。6 月 1 日の 15：00 以降については、JNX は Chi-X を代替することはなかったが、代替する必要がなかったと言える。図表 2、図表 5（a）、図表 5（b）、図表 5（c）と図表 5（d）から分かるように 6 月 1 日の JNX は発注件数に大きな変化が観察され、それは Chi-X の数量的代替が果たされた結果であると解釈するのがもっとも妥当であろう。

10月 1 日は DLP や HFT のマーケット・メーカーが実質上参加しない状況で機関投資家等と個人投資家のデイトレ取引だけが市場を盛り上げ、しかも高い約定率を実現し、高い市場成果を達成した。11：30 時間区分には 20% 以上あった時間区分内約定率は、11：45 から始まる時間区分には、買いだけでなく売りも約定率は 0 になった。さらに時間区分内買いキャンセル率は、売りのそれより高くなる。

これらの現象は次の事実とも整合的である。6 月 1 日の Chi-X 終日売買停止で、JNX での総取引量は、倍増からは隔たっているが、それに近い増加であった。ところが、10月 1 日の東証終日売買停止では数十%しか増えていない。

JNX にとって、6 月 1 日は活動規模が著しく大きくなったが、内容的には通常時と大きく異ならなかったと言える。6 月 1 日は PTS 間での市場代替が果たされたと理解できる。ところが、10月 1 日には活動規模こそ大きな増大ではなかったが、JNX は内容的に大きな変化に直面したといえる。

4.4.2. JNX が果たした役割の考察

JNX においては、既述のように、10月 1 日には東証取引時間外の時間区分内キャンセル率

は高い。また、昼休み時間後半には高率の時間区分外約定がある。JNX が果たしている役割の1つは、東証取引時間外にキャンセル可能である点である。取引施設間の多様性は代替性を遂行する良い方向に機能した、と解釈できる。

10月1日にJNXにおいて、通常時と比較して、時間区分内の約定率が大きく上昇し、キャンセル率が大きく低下したのは、値が付きやすい指値注文が変わった、市場の不確実性が下がった、など¹⁷が理由として考えられる。これらの点に関して今後様々な研究がなされるのが待たれる。

5. まとめ

実証分析の結果は終日売買停止公表直前と直後の間には、多くの点で変化が観測される。4.4節でみたように、6月1日にはJNXはChi-Xの必要とされる代替を果たしたと言える。10月1日には東証のシステム障害でHFTやDLPはJNXから退避した。しかし、JNXは特に東証取引時間外で顕著な役割を果たしただけでなく、HFTやDLPが不在でもJNX市場は機能した¹⁸と言える。この結果を理解するための注意点をまとめて結語としよう。

本稿で使った、時間区分内の行動変数や市場成果を異なる期間の間で比較する分析方法は、必ずしも、因果経路を厳密に証明するものではない。しかし、因果経路を推測できる道具が得られる。そして、回帰分析と同様に、推測される因果経路は否定できないということに過ぎない。

欧米における取引施設間競争の実証分析を、そのなかの1つの節で、展望している辰巳(2021)では、代替性に関するその他の検証方法を解説している。すべての取引施設の売買量シェアを、それら自身の要因さらには様々なシェア決定因に回帰して係数値の符号や大きさから代替性を計測する方法である。この手法は、データの制約から、現時点では日本では行えない研究である。

本稿の問題点は小サンプルである点であろう。PTSでは、従来からよく知られているように、東証取引時間外では取引量は少ない。東証終日売買停止公表が昼休み時間内の11:45であったという理由から、直前直後のサンプル数が少なく、得られた実証分析の結果は統計学的に強固でない。

Jマーケットを代表する多数の銘柄を対象に同様な分析を行い、本稿の結論を補強することが考えられる。しかし、そうしても、研究のコアとなる、東証昼休み時間の取引サンプル数が、銘柄数の増加と比例して増えるとは考えられない。富士通は、金融・証券だけでなく、官公庁・流通向けのITサービスやサーバーの分野では国内首位である。しかも、6月1日や10月1日は特に取引量が多くなる。その結果、分析するサンプルを増やしていくと、流動性の低い銘柄が次々と追加されるようになるに過ぎないからである。

付録 時間区分内外約定率等変化の有意性検証
時間区分の内と外の約定率やキャンセル率の

17 売買反対側のデブスが厚かった、なども理由になるかもしれない。流動性の高い取引施設が研究対象の場合には、この可能性をデータで検討するべきであろう。

18 JNXが東証を部分的に代替しても、約定時間などの観点から質的に同等な代替であることは保証されていない。例えば、辰巳(2018)では東証とJNXのそれぞれの個々の銘柄の約定時間(発注から約定までの時間の平均)をもとに、2銘柄以上を組み合わせる時間を比較している。JNXでの約定時間は長かったのである。

図表 9 通常時約定率・キャンセル率の標準偏差の日中推移

	約定率				キャンセル率			
	時間区分内		時間区分外		時間区分内		時間区分外	
	買い	売り	買い	売り	買い	売り	買い	売り
08:20-09:00	0.0184	0.0198	0.0276	0.1386	0.2551	0.1751	0.2555	0.2216
09:00-09:30	0.0424	0.0385	0.0008	0.0005	0.0439	0.0393	0.0070	0.0059
09:30-10:50	0.0302	0.0401	0.0002	0.0002	0.0313	0.0408	0.0040	0.0042
10:50-11:30	0.0557	0.0506	0.0001	0.0000	0.0604	0.0552	0.0117	0.0130
11:30-11:45	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1030	0.0000	0.1030	0.0000
11:45-12:30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1192	0.2500	0.1586	0.3415
12:30-13:00	0.0403	0.0488	0.0005	0.0011	0.0430	0.0513	0.0091	0.0092
13:00-14:30	0.0458	0.0448	0.0003	0.0007	0.0474	0.0457	0.0055	0.0042
14:30-15:00	0.0729	0.0635	0.0002	0.0001	0.0755	0.0653	0.0070	0.0065
15:00-16:00	0.0416	0.0807	0.0000	0.0000	0.0416	0.0807	0.0000	0.0000

(注) 小数点表示された2020年6月2日～9月30日の約定率・キャンセル率平均値から計算し、小数点5桁以降は切り捨てる。

標準偏差を図表9に掲げた。標準偏差は概して大きい。東証が終日売買停止を公表したのは通常時PTSでは売買の極めて少ない時間帯であったため検証は問題含みであるが、敢えて有意性の検定を行う。

時間区分間変化の有意性を検証するには、例えば約定率の変化はその標準偏差の何倍か、AからBへ時間区分が推移した際の約定率の変化はB時間区分の標準偏差の何倍か、を計算すればよいだろう。

10月1日東証昼休み時間の11:30時間区分には20%以上あった時間区分内売買約定率が、後半の11:45時間区分には0になった事実は、標準偏差が約0.00で、検定するまでもなく有意である。時間区分外売り約定率は11:45時間区分には高率の40%に近づき、直前の時間区分より約27%増やした。標準偏差は約0.00なのでこの変化も有意であると考えてよいだろう。

さらに11:45時間区分内の買いキャンセル率の上昇は有意だろうか。買いキャンセル率の上

昇幅は0.4375 (43%)、標準偏差は0.1192なので、十分有意である。

同じ11:45時間区分時間区分外の買いキャンセル率は下落するので、0.1586である標準偏差の大きさに係らず、東証終日売買停止公表が買いキャンセルの増加を生んだという仮説は棄却される。しかし、1つ前の時間区分にも同様な検定を形式的に適用すると、10月1日11:30時間区分外買いキャンセル率の上昇幅は0.9666、標準偏差は0.1030なので、比較的強く有意である。

参 考 文 献

- Beber, A. and Caglio, C., (2005) *Order Submission Strategies and Information: Empirical Evidence from the NYSE*, November 2005.
- 大山篤之・奥出慎太郎・鈴木賢太・福山義隆 (2021) 『高速取引行為の特性分析』 www.fsa.go.jp/frtc/report/index.html, 2021年7月。
- 辰巳憲一 (2018) 「株式取引におけるキャンセル行動

の分析—HFT のポートフォリオ構築に要する時間から見た視点—」『証券経済研究』第101号, 2018年3月, 49-69頁。

辰巳憲一 (2021) 『取引施設間競争の結末と NMS のコストの考察』2021年11月, 未公刊。

(学習院大学名誉教授)