

はじめに

大阪取引所では多様な派生商品（デリバティブ）が活発に取引されている。本稿では、ティックデータを用いて国内株価指数先物の商品性や投資環境を概観する。

1 国内株価指数の先物

図表 1 は大阪取引所に上場している国内株価指数先物をまとめたものである。日経平均株価（以下、日経平均）、TOPIX、JPX 日経インデックス 400（以下、JPX 日経 400）を原資産とする商品が多い。これらはポジションを効率的にヘッジしたい大口投資家と、資金効率を高めて取引したいトレーダーの需要に応える商品である。

原資産	先物の商品名
日経平均	日経 225 先物、日経 225mini
TOPIX	TOPIX 先物、ミニ TOPIX 先物
JPX 日経 400	JPX 日経 400 先物
その他	TOPIX Core30 先物、東証マザーズ指数先物、RN プライム指数先物、東証銀行業株価指数先物

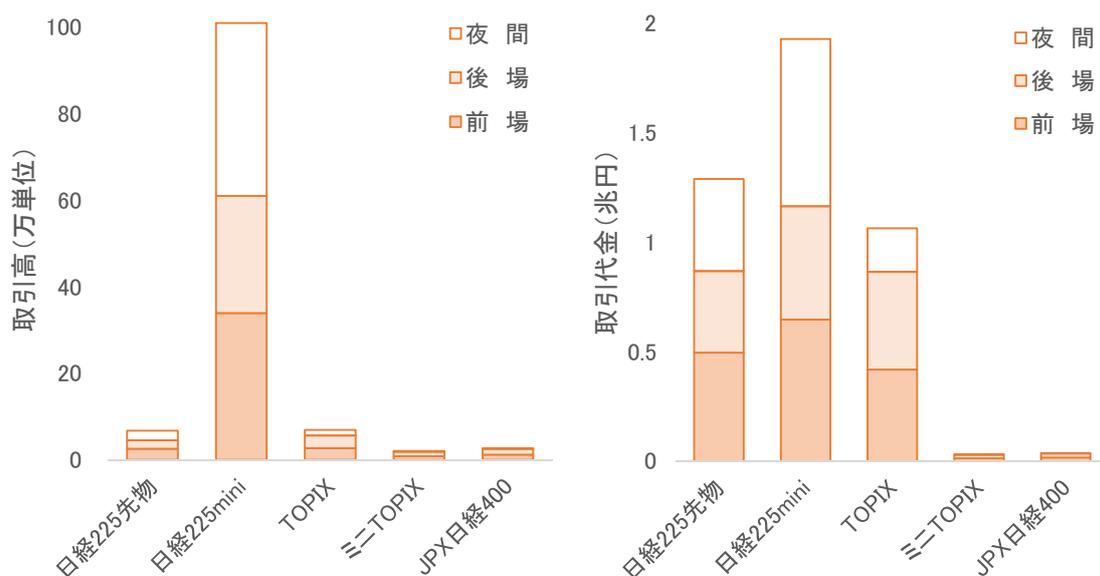
図表 1 国内株価指数の先物¹

図表 2 は 2017 年 2 月 27 日に取引された代表的な国内株価指数先物の取引高と取引代金である。先物は立会内と J-NET 市場と呼ばれる立会外で取引されるが、立会内取引のみを集計して掲げた。左図が示す取引高を時間帯別の比率で見ると、前場 35%、後場 29%、前日夕刻から当日朝（夜間）まで 37%である。取引高を商品別にみると日経 225mini が 100 万単位と最も多く、TOPIX 先物の 6.9 万単位、日経 225 先物の 6.7 万単位と続く。右図が示す取引代金を時間帯別の比率で見ると、前場 37%、後場 32%、夜間 32%である。取引代金を商品別にみると日経 225mini が 1.9 兆円と最も多く、日経 225 先物の 1.2 兆円、TOPIX の 1.0 兆円と続く²。

日経 225mini の取引高は他より際立って多いが、取引単位は小さい。そのため取引代金の差は取引高ほど大きくない。ミニ TOPIX 先物と JPX 日経 400 先物は取引高、取引代金ともに少ない。本稿は取引高と取引代金が多い日経 225 先物（以下、225 先物）と日経 225mini（以下、mini 先物）に焦点を当てる。

¹ 日本取引所グループウェブサイト、先物・オプション、商品一覧を参照して作成。

² 取引代金は取引の当事者間で授受される金額ではなく、構築されたポジションの大きさを表す。実際の資金の動きは証拠金の増減による。



図表2 代表的な国内株価指数先物³

2 日経平均に連動する金融商品

図表3は日経平均に連動するETFと先物の商品性をまとめたものである。ETFについては、取引が最も多い銘柄コード1321の情報を掲げた⁴。原資産である日経平均は売買立会時の15秒毎に算出され、価格は小数第2位（銭）を単位に記録される。ETFは、9時から11時30分までの前場と12時30分から15時までの後場に取引される。購入に必要な資金は日経平均株価の1倍である。日経平均株価が19,000円であれば、2万円ほどの資金で購入できる⁵。価格は呼値の刻みである10円を単位に記録される。

	日経平均	ETF (1321)	225先物	mini先物
記録	15秒毎	取引成立時	取引成立時	取引成立時
取引時間帯	---	9:00-11:30 12:30-15:00	8:45-15:15 16:30-翌5:30	8:45-15:15 16:30-翌5:30
取引単位	---	1倍	1,000倍	100倍
必要資金	---	1倍	20分の1程度 (相場水準による)	
価格の刻み	小数第2位	10円 (価格による)	10円	5円

図表3 日経平均とそれに連動する金融商品⁶

³ 日本取引所グループウェブサイト,JPXデリバティブ取引市況から2017年2月27日のデータを取得し作成。図中の前場と後場の区分についてはJPXデリバティブ取引市況の注2を参照。夜間取引については、宮崎(2016)を参照。

⁴ 日本取引所グループウェブサイト,ETF,売買高・売買代金を参照。

⁵ 日経平均の現物とETFの価格差については後述する。

⁶ 先物は立会内取引の情報を記した。先物の必要資金は1枚あたりの証拠金である。

先物・オプションレポート 2017年4月号

先物は、8時45分から15時15分までの日中立会と16時30分から翌朝5時30分までのナイト・セッションに J-GATE を通じて取引される。早朝に発表される経済統計や日本時間の夜に開く欧米市場に即応できるよう、24時間の大半が取引時間である⁷。225先物と mini 先物の取引に必要な最低証拠金は、相場の状況や取扱業者により異なるが、それぞれ原資産の1,000倍の20分の1ほど、100倍の20分の1ほどである。日経平均が19,000円であるとき、225先物なら100万円未満の証拠金で1,900万円分のポジションを構築でき、mini先物なら10万円未満の証拠金で190万円分のポジションを構築できる⁸。225先物の価格は10円を単位に、mini先物の価格は5円を単位に記録される⁹。

3 ティックデータ

ETFの銘柄コードは1321、225先物2016年12月限の銘柄コードは161120018、mini先物2016年12月限の銘柄コードは161120019である。取引最終日はともに2016年12月8日である。先物データはJ-GATEを通じた取引だけを含む¹⁰。

提供された先物のティックデータは取引日、約定日、銘柄コード、現在値時刻、現在値、現在値種別、約定数量、シーケンスNoを収録する。図表4は2016年11月7日の225先物のティックデータの一部である。現在値時刻はデータが記録された時刻である。「84501149」は8時45分1秒149ミリ秒を意味する。現在値は現在値時刻に約定した価格である。「17190」は17,190円で約定したことを意味する。約定数量は現在値時刻に約定した数量である。「6」は6枚約定したことを意味する。図表4の下2行は現在値時刻がミリ秒まで同じである。これは複数の価格で約定した大口注文を記録したものと推測される¹¹。8時45分1秒195ミリ秒に提出された20枚の売り注文のうち、15枚は17,170円で、5枚は17,160円で約定したと推測される。

現在値時刻	現在値	約定数量
84501149	17190	6
84501195	17170	15
84501195	17160	5

図表4 ティックデータ¹²

4 取引のようす

⁷ 日本取引所グループウェブサイト,取引時間の拡大(2016/09/16)を参照。ノンキャンセル・ピリオドについては日本取引所,ノンキャンセル・ピリオドの導入(2016/07/06)を参照。

⁸ 日本証券クリアリング機構が公表するプライス・スキャンレンジに掛目(1以上)をかけて倍率を算出する。詳細は日本証券クリアリング機構ウェブサイト,取引証拠金,SPAN@とはを参照。

⁹ ストラテジー取引の呼値の刻みは225先物、mini先物ともに1円である。ストラテジー取引については、株式会社大阪取引所(2016)を参照。ティックデータはこの取引も収録する。

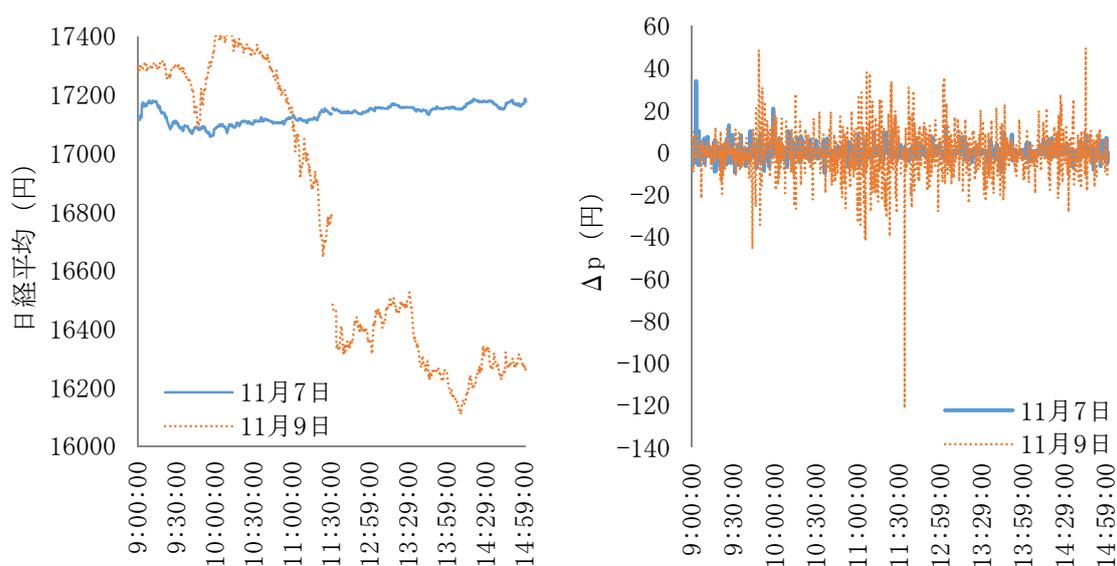
¹⁰ 執筆に際して、日本経済新聞社インデックス事業室から日経平均の15秒毎データをいただいた。また、日本取引所グループから、現物については2016年11月7日から10日のデータを、ETFと先物については2016年11月のデータを提供いただいた。先物のコードと銘柄の突合については、日本取引所グループウェブサイト,指数先物取引に係る取引最終日の到来等についてを参照。

¹¹ 全注文情報のデータを取得して突合する必要がある。今後の課題としたい。

¹² データの解釈については株式会社東京証券取引所(2016)を参照。

先物・オプションレポート 2017年4月号

図表5の左図は2016年11月7日と9日の日経平均株価のうごきを表している。11月7日は上下130.05円、11月9日は上下1,315.90円の値幅がある。ここでは11月7日を値動きが穏やかな日の例、11月9日を値動きが激しい日の例と考える。日経平均の歩み値の変分を表す右図をみると、11月9日の変分は11月7日より大きい傾向にある。とりわけ、9日の後場開始直後に大きな変分がみられる。これは、9日の昼休み中に米国大統領選挙の形勢が報じられたことを反映するものと思われる。



図表5 日経平均のうごき¹³

図表6-1と図表6-2は11月7日と9日の取引のようすを表す統計量をまとめた表である。ティックデータは約定した取引全てを記録するため時間の間隔が一様でない。この問題は統計学の知識を用いるのを難しくする¹⁴。本稿ではこの問題に深入りせず、**event time**の統計量を算出した。そのほかの図表等についても**event time**で記述する。先物の統計量は日中立会だけのデータを用いて算出した。

日経平均の現物とETFの価格は乖離している。11月7日の終値をみると現物は17,177.21円、ETFは17,610円であり、432.79円の差がある。この点を東京証券取引所、野村証券、野村アセットマネジメントに問い合わせたところ、日経平均構成銘柄の配当基準日とETFの分配金基準日のあいだの期間に受益権が追加設定されると分配金が希薄化し、分配金の権利落ち日にETFの下落が抑えられるためETFが上方乖離するとのことであった¹⁵。こうした商品特性により生じる価格差については留意する必要がある。

¹³ 前場終値から後場始値の変分を除いて図表を作成した。

¹⁴ **Unevenly spaced time series**についてはEngle and Russell (2004)、Zivot (2005)などを参照。高頻度データの集約方法については、Easley et al. (2012)、脇屋・大屋 (2016)などを参照。

¹⁵ ETFについては樋口 (2014)、受益権口数については日本取引所グループウェブサイト、東証上場会社情報サービス、上場会社詳細 (適時開示情報・ファイリング情報)、ETF/ETNの日々開示に関する情報参照。

	日経平均	ETF (1321)	225 先物	mini 先物
データ量	1,024	1,079	7,500	29,126
データ量/分	4	3	17	65
Δp の平均	0.03	0.02	0.01	0.00
Δp の標準偏差	2.73	5.92	3.68	2.32
Δp の尖度	24.38	1.04	9.74	2.94
Δp の自己相関	0.08	-0.35	-0.41	-0.43
$\log_{10}Q$ の平均	---	1.62	0.39	0.60
$\log_{10}Q$ の標準偏差	---	0.93	0.48	0.62

図表 6-1 取引のようす (2016年11月7日)

	日経平均	ETF (1321)	225 先物	mini 先物
データ量	1,024	8,552	62,518	238,649
データ量/分	4	24	139	530
Δp の平均	-0.60	-0.05	-0.02	0.00
Δp の標準偏差	10.75	7.01	3.14	2.51
Δp の尖度	14.91	1.46	8.06	6.21
Δp の自己相関	0.16	-0.25	-0.28	-0.39
$\log_{10}Q$ の平均	---	1.77	0.35	0.61
$\log_{10}Q$ の標準偏差	---	0.88	0.41	0.55

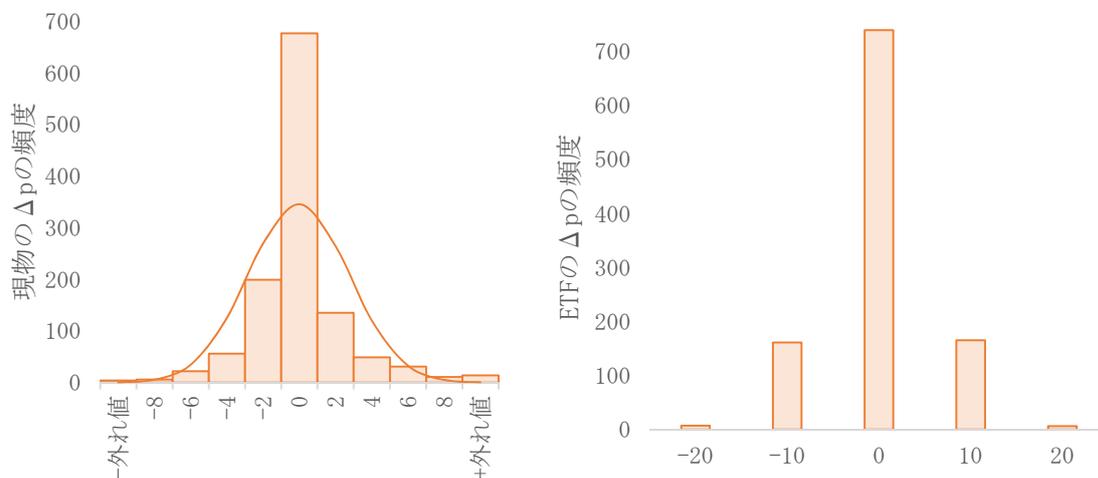
図表 6-2 取引のようす (2016年11月9日)¹⁶

図表 7 の左図は現物歩み値の差分 Δp のヒストグラムである。同じ平均と標準偏差をもつ正規分布と比べて、現物の Δp は平均の周りに観察される頻度が高い。右図は ETF の Δp の観察頻度を表している。ETF の呼値の刻みは 10 円であるため、 Δp は 10 円刻みで観察される。現物と ETF の分布の偏りを歪度で比べると、現物は 24.38、ETF は 1.04 と大きな差がある。

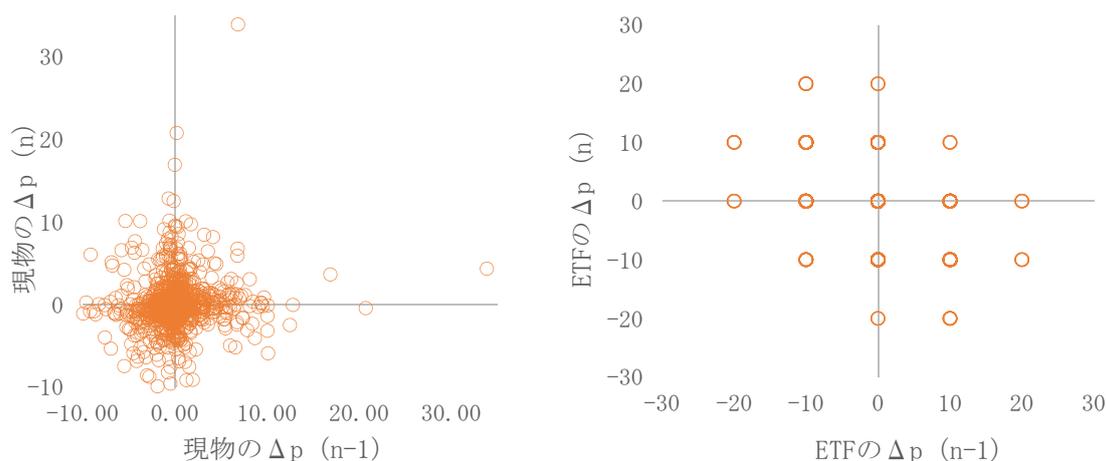
図表 8 は、日経平均の現物と ETF の Δp について、自己相関をみるためのものである。現物のようすを表す左図をみると、原点付近に観察値が集中し、稀に正の Δp が連続していることがわかる。図表 6-1 に掲げた自己相関が弱い正の値をとるのはこのためである。ETF の Δp のようすを表す右図をみると、呼値の刻み 10 円毎に観察値が整然と並んでいる。興味深いことに、価格が 20 円上がった（下がった）直後に 20 円上がる（下がる）ことは観察されない。価格が 20 円上がった（下がった）直後は、同一価格で取引が成立するか、bid (ask) 最良気配値で取引が約定する。図表 6-1 に掲げた自己相関が比較的強い負の値をとるのはこのためである。

¹⁶ 現物と ETF の統計量を算出する際、前場の終値から後場の始値の変分を除いた。

現物の自己相関が正であり ETF の自己相関が負であるのは、日経平均を構成する個別銘柄のビッド・アスクバウンズが互いに相殺されることと、日経平均が取引約定ベースでなく 15 秒毎に記録されることによると思われる。この仮説の妥当性については詳細な検討が必要である。



図表 7 現物と ETF の歩み値変分 (11月7日)

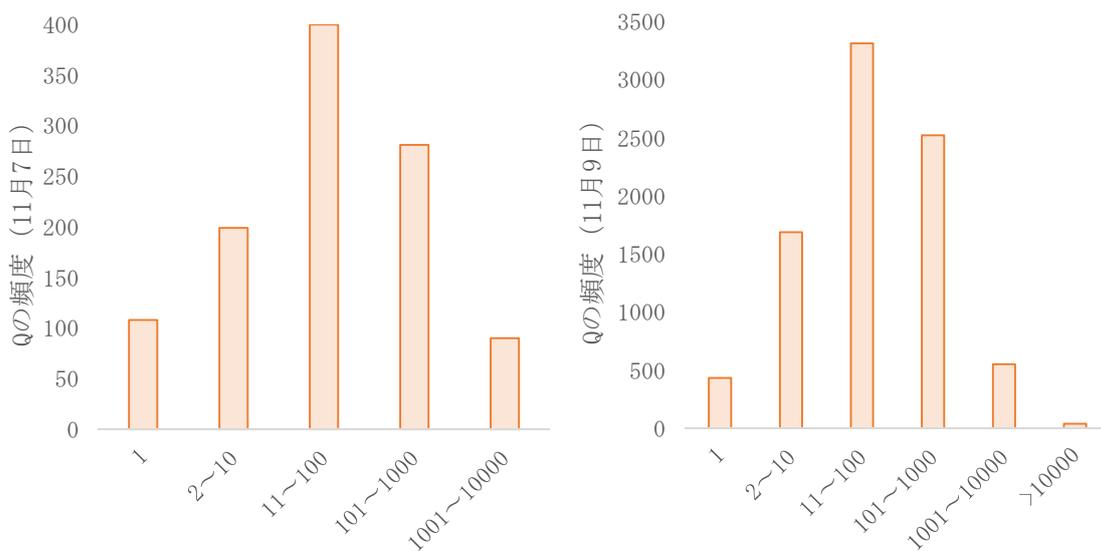


図表 8 現物と ETF のビッド・アスクバウンズ (11月7日)

図表 9 は ETF の約定数量を常用対数の区切りで集計したものである。11月7日と9日の両日も、11~100株の頻度が高い。金額ベースで16万円から170万円ほどの約定頻度が最も高いことになる。東京証券取引所が集計した2016年11月の投資部門別ETF売買代金をみると委託が96%を占めている。委託の内訳は個人33%、外国人投資家62%などである¹⁷。ETFを頻繁に売買しているのは、資金量がそれほど潤沢ではない個人投資家のようなものである¹⁸。

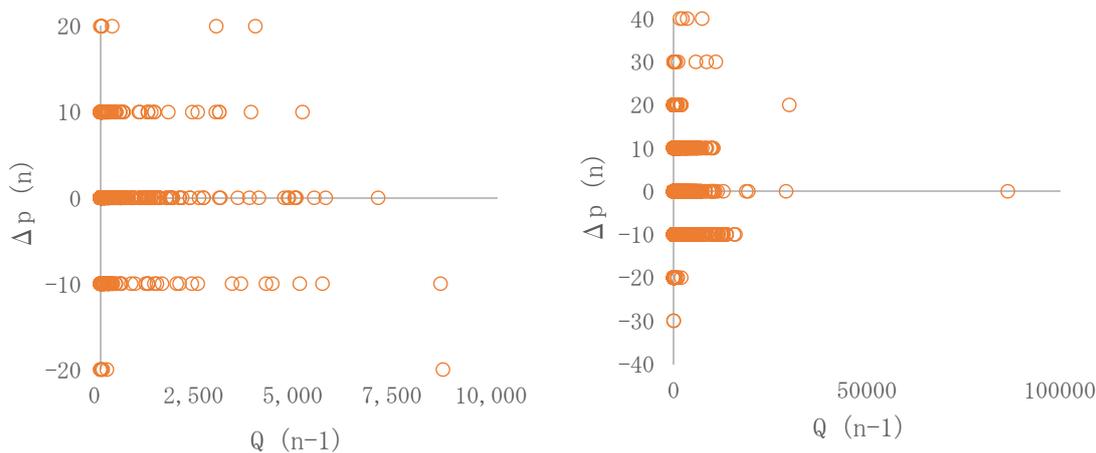
¹⁷ 日本取引所グループウェブサイト,投資部門別売買状況,上場投資信託 (ETF) ,ETF 月間売買状況からデータを取得。値は銘柄コード1321のETFを含むすべてのETFの合計であることに留意する。

¹⁸ 資金量と情報を豊富に持つ投資家が注文を小分けにして取引する Stealth trading も含まれていると思われる。Stealth trading については Barclay and Warner (1993)、Anand and Chakravarty (2007)



図表 9 ETF の約定数量 (11月7日と11月9日)

図表 10 はETF の約定数量と価格変分の関係を表している。理論上、約定数量が大きくなるにしたがいマーケット・インパクトが強まり、価格変分が大きくなると考えられる。しかし、11月7日と9日のようすをみる限り、そのような傾向は観察されない。これは、複数の価格で約定する大口注文が約定価格毎に記録されるためだと考えられる。この点は全注文情報のデータを取得し確認する必要がある。

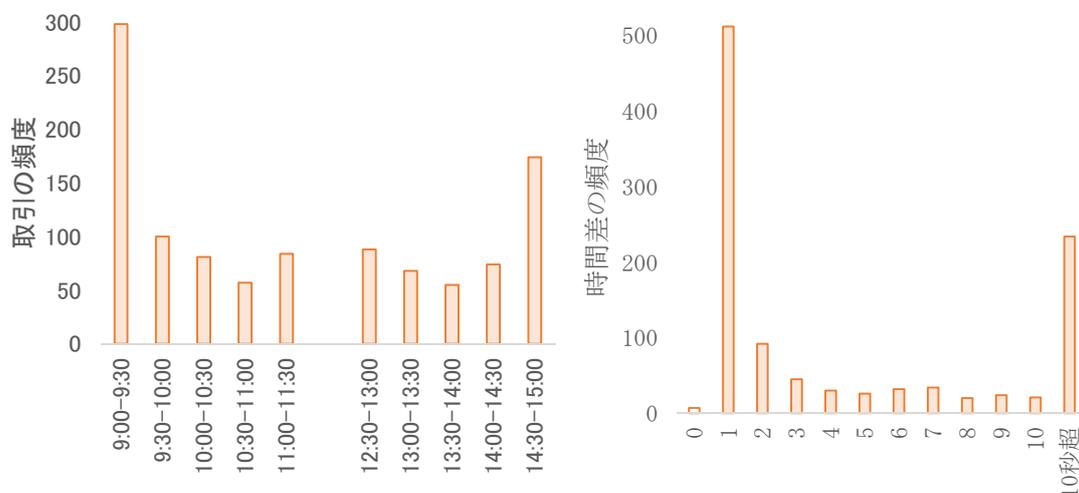


図表 10 ETF の約定数量と価格変分 (11月7日と11月9日)

図表 11 の左図は取引時間帯別の取引頻度を集計したものである。寄り付け直後と引け間際の頻度は高く、ザラ場中ほどの頻度は低い W 型をしている。右図は取引約定の時間差を集計したものである。時間差 0 は複数の価格で約定した大口注文と推測される取引を表す。これを除くと、

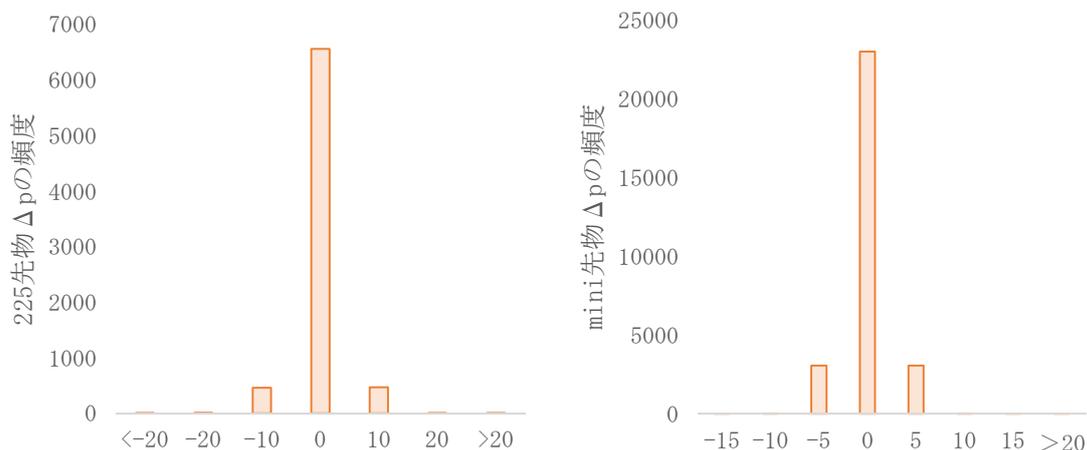
等を参照。

隣り合う取引の時間差が1秒以内である頻度が最も高く、時間差が広がるにしたがい頻度は低くなる。これらは、既存研究でも広く言及される現象である。



図表 11 ETFの時間帯別取引頻度と取引約定の時間差 (11月7日)

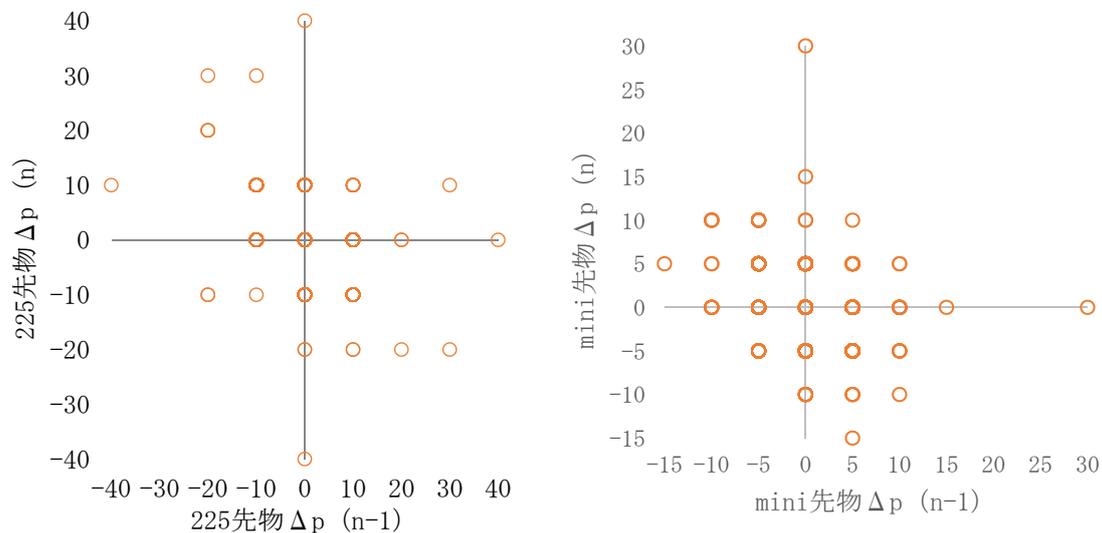
図表 12 は先物の歩み値変分 Δp を表している。225 先物と mini 先物の呼値の刻みは、それぞれ 10 円と 5 円である。変分が 0 である頻度は 225 先物の 87 %、mini 先物の 79% である。値うごきが激しいという先物のイメージと実像は異なるようである。225 先物と mini 先物の分布の偏りを歪度で比べると、225 先物は 9.74、mini 先物は 2.94 と差がある。



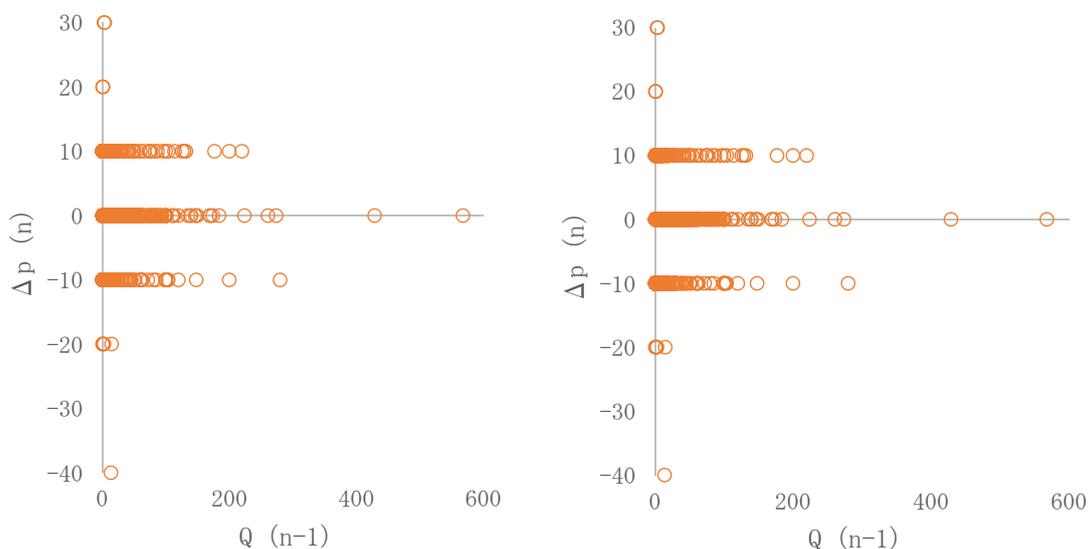
図表 12 歩み値の変分 (225 先物と mini 先物、11月7日)

図表 13 は 225 先物と mini 先物の Δp について、自己相関をみるためのものである。225 先物のようすを表す左図をみると、10 円刻みの値が原点の周りに観察され、稀に 20 円以上の上昇（下落）の直後に 20 円以上の下落（上昇）がみられる。mini 先物のようすを表す右図をみると、5

円刻みの値が原点の周りに観察され、稀に 10 円以上の上昇（下落）の直後に 10 円以上の下落（上昇）がみられる。最良気配値付近の板が十分に厚いために、自己相関は表 6-1 に掲げたような比較的強い負の値をとると考えられる。

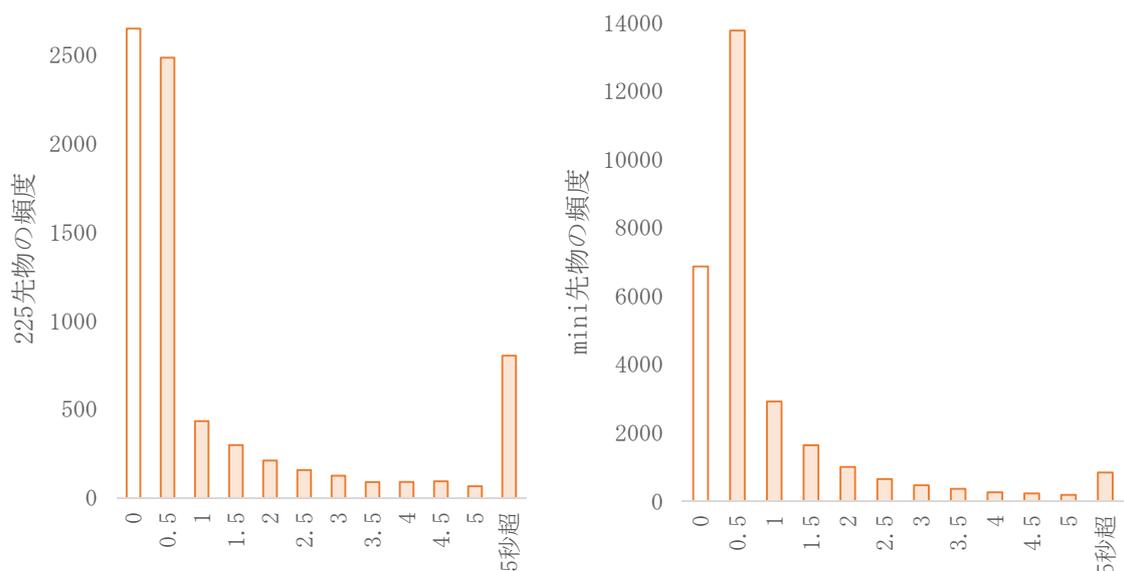


図表 13 ビッド・アスクバウンス（225 先物と mini 先物、11 月 7 日）



図表 14 先物の約定数量と価格変分（11 月 7 日）

図表 15 は取引約定の時間差を集計したものである。時間差 0 は複数の価格で約定した大口注文と推測される取引を表す。これを除くと、225 先物、mini 先物ともに時間差が 0.5 秒以内である頻度が最も高く、時間差が広がるにしたがい頻度は低くなる。



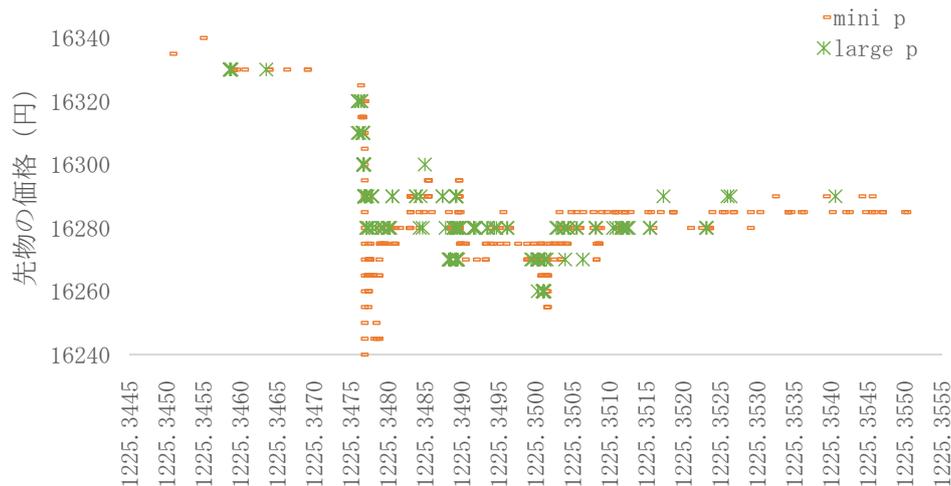
図表 15 取引約定の時間差 (11月7日)

5 先物の歩み値

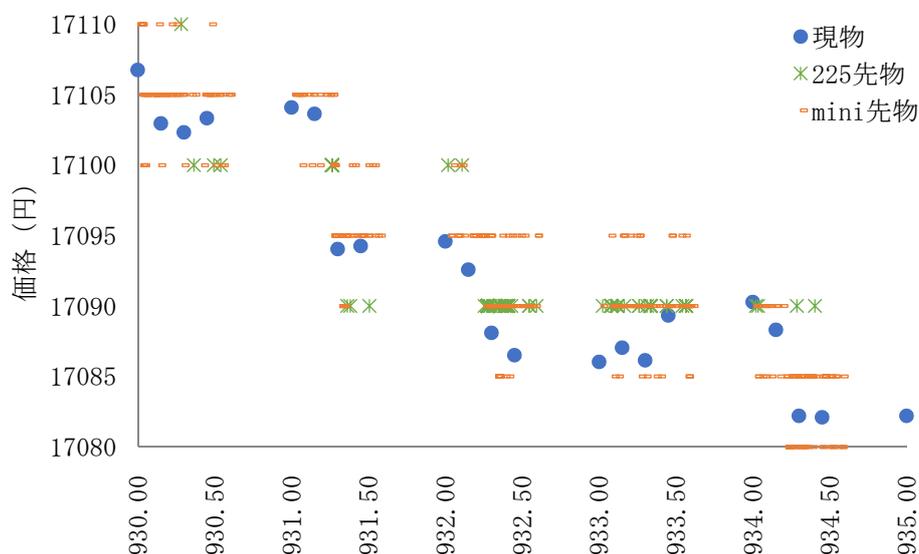
先物は高頻度で取引されるので、長い期間の取引を分析するのは容易でない。本稿ではわずかな時間の歩み値を例示するにとどめる。図表 16 は 11 月 9 日 12 時 25 分 34 秒 500 ミリ秒から 25 分 35 秒 500 ミリ秒までの 1 秒間の歩み値を表している。この 1 秒に 225 先物は 176 の、mini 先物は 379 の記録がある。日本時間の 2016 年 11 月 9 日 12 時 25 分にミズーリ州でトランプ候補が勝利したことが報道された。このニュースが取引量に関係しているのではないかとと思われる。

34 秒 764 ミリ秒に mini 先物が急落している。これは 34 秒 764 ミリ秒に提出された 3,000 単位の大口売り注文が 16,310 円から 16,240 円まで板を駆け下りたためと推測される。3,000 単位はおおよそ 49 億円分のポジションである。mini 先物はこの直後の 34 秒 765 ミリ秒に 16,320 円へ値を戻した。225 先物市場では 34 秒 763 ミリ秒と 34 秒 764 ミリ秒に取引が約定しているが、約定価格はいずれも 16,320 円であり、mini 先物のうごきに追随していない。この例では、大口注文の約定によって一時的に値は飛ぶが、1,000 分の 1 秒後に無裁定価格まで bounce back している。先物市場はストレス下においても resilient であり、無裁定条件を満たすようである。

図表 16 は、現物と ETF が取引されない昼休みの時間帯にも先物市場が高品質な取引の機会を担保することを表している。図表 17 は、現物と ETF が取引される時間帯に先物がどれほど良い価格を提供しているかをみるためのものである。青い丸は現物価格である。225 先物は呼値の刻みが 10 円であるため、現物価格の 1 の位が 0 でないとき現先価格差が広がる。mini 先物は呼値の刻みが 5 円であるため、現物価格をはさむ価格で取引が約定している。取引約定の回数についても 225 先物は 108 回、mini 先物は 588 回と mini 先物の取引頻度が高い。



図表 16 微小時間の取引のようす (11月9日の昼休み)



図表 17 微小時間の取引のようす (11月7日の朝)¹⁹

「日経平均株価の真の値」という潜在変数が存在するならば、それを最も高い解像度で映し出すのは mini 先物である。解像度が最も高い mini 先物はヘッジ商品としても投機商品としても投資家に選好される商品と考えられる。

6 結語

本稿では、日本経済新聞社と大阪取引所から提供いただいた高頻度データを用いて日経平均に連動する ETF と先物を分析した。以下は分析の結果である。

- ・国内株価指数先物のうち、取引が活発であるのは日経平均に連動する商品である。
- ・mini 先物は 225 先物より活発に取引される。

¹⁹ この図表から読み取れるように、価格変分に対するビッド・アスクスプレッドが大きいため、「先物主導」を判定するのは容易でないと思われる。現先価格の関係については宇野 (2013) を参照。

先物・オプションレポート 2017年4月号

- ・尖度で分布の歪みをみると、ETFの歪みは小さく、現物、225先物、mini先物の歪みは大きい。
- ・価格の変分について、現物の自己相関は正であるが、ETF、225先物、mini先物の自己相関は負である。負の自己相関は最良気配値付近の板が十分に厚いことを反映している。
- ・隣り合う取引約定の時間差をみると、ETFについては1秒以内、225先物とmini先物については0.5秒以内の頻度が最も高い。これは、取引が密な時間帯と疎な時間帯があることを示唆する。
- ・先物市場は非常にresilientである。強いストレスに晒されても、ミリ秒のあいだに無裁定価格を回復する。
- ・現物が取引できない昼休みの時間帯にも、先物は高品質な取引の場を提供する。
- ・取引の頻度が高く、呼値の刻みが小さいmini先物は、「真の日経平均株価」という潜在変数を最も高い解像度で映し出す。ただし、ビッド・アスクと呼値の刻みのノイズを含む。

近年は実務と研究で高頻度データを用いる機会が増えている。本稿をご参照いただければ幸いである²⁰。

参考文献

- ・ Anand, Amber, and Sugato Chakravarty, 2007, Stealth Trading in Options Markets, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 42, 1, 167-187.
- ・ Barclay, Michael J., and Jerold B. Warner, 1993, Stealth Trading and Volatility: Which Trades Move Prices?, *Journal of Financial Economics*, 34, 3, 281-305.
- ・ Easley, David, Marcos M. López de Prado, and Maureen O'Hara, 2012, Flow Toxicity and Liquidity in a High-Frequency World, *Review of Financial Studies*, 25, 1457-1493.
- ・ Engle, Robert F., and Jeffrey R. Russell, 2004, *Analysis of High Frequency Financial Data*.
- ・ Zivot, Eric, 2005, *Analysis of High Frequency Financial Data: Models, Methods and Software. Part I: Descriptive Analysis of High Frequency Financial Data with S-PLUS*.
- ・ 宇野洋輔『わが国株式市場における先物価格と現物価格の関係：いわゆる「先物主導」の検証』日銀レビュー, 2013-J-4, 2014年。
- ・ 株式会社大阪取引所『ストラテジー取引制度要綱』2016年。
- ・ 株式会社大阪取引所『マーケットメイカー制度対象商品基準一覧』2017年。
- ・ 株式会社東京証券取引所『JPX データクラウド提供ファイルデータ仕様書』2016年。
- ・ 草田裕紀・水田孝信・早川聡・和泉潔『保有資産を考慮したマーケットメイク戦略が市場間競争に与え

²⁰ データを提供いただき、データの解釈や市場の仕組みについてご教示いただいた株式会社大阪取引所、株式会社東京証券取引所、野村証券株式会社、野村アセットマネジメント株式会社、株式会社日本経済新聞社の方々に感謝申し上げます。

先物・オプションレポート 2017年4月号

る影響:人工市場アプローチによる分析』JPX ワーキング・ペーパー, Vol.08, 日本取引所グループ, 2015年。

- ・樋口航『ETFの仕組みと法制～組成・運用・開示に関する法規制の概要～』月刊資本市場, No.343, 46-57, 2014年。
- ・宮崎保明『日経225先物の夜間立会と日中立会の取引行動の差異分析』JPX ワーキング・ペーパー, Vol.14, 日本取引所グループ, 2016年。
- ・脇屋勝・大屋幸輔『VPINを用いた短期的な市場変動予測—日経225先物及び日経225miniを用いた実証分析—』JPX ワーキング・ペーパー, Vol.11, 日本取引所グループ, 2016年。

※本レポートの免責事項

本資料に関する著作権は、株式会社大阪取引所にあります。

本資料の一部又は全部を無断で転用、複製することはできません。

本資料は、デリバティブ商品の取引の勧誘を目的としたものではありません。