



日本取引所グループ  
JAPAN EXCHANGE GROUP

# JPX WORKING PAPER

JPXワーキング・ペーパー

---

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

宮崎 保明

2016年6月9日

Vol. 14

#### 備考

JPX ワーキング・ペーパーは、株式会社日本取引所グループ及びその子会社・関連会社（以下「日本取引所グループ等」という。）の役職員及び外部研究者による調査・研究の成果を取りまとめたものであり、学会、研究機関、市場関係者他、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図しております。なお、掲載されているペーパーの内容や意見は執筆者個人に属し、日本取引所グループ等の公式見解を示すものではありません。

# 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

宮崎 保明 \*

2016年6月9日

## 概要

本稿では、OSE 市場において立会区分の違いが投資家の取引傾向に与える影響について、日経225先物を対象に、OSE が利用している場帳データを用いて分析を行った。「夜間立会は日中立会に比べ取引に参加する投資家層が偏っていることで、取引において市場流動性指標からは観測されない影響が生じている」という仮説を設定し、注文板に登録された注文の投資行動を特徴付ける Order Aggressiveness と呼ばれる指標を用いて分類し、取引行動要因との関係を順序プロビットモデルで分析した。投資家層の偏りについては、公表されている取引参加者別の手口上位を集計した結果、夜間立会においては日中立会よりも一部の取引参加者の売買シェアが高くなっており、全体として投資家層に偏りが存在している可能性がある。また、日中立会と夜間立会の Order Aggressiveness に共通する性質として、売買区分を同一とする最良気配のデプスが大きい場合、売買区分が異なる最良気配価格のデプスが小さい場合、そして直近約定数量が多い場合ほど“Aggressive”な注文である傾向があることが示された。一方で、夜間立会においてはそれぞれの注文の持つ価格形成力が向上する、設定した取引行動要因と Order Aggressiveness の関連性が高くなる、売買区分を同一とする最良気配のデプスを重視する傾向が強くなる、売り注文と買い注文の対称性が低くなる、という違いが得られた。上記の結果から、夜間立会においては、市場全体として取引に慎重な投資家の割合が増加している可能性があることが示唆された。

---

\*株式会社大阪取引所市場企画部兼株式会社日本取引所グループ総合企画部主任研究員 (y-miyazaki@jpx.co.jp)。本稿の作成にあたっては、日本取引所グループ等のスタッフから貴重なご指摘を頂きました。ここに深く感謝を申し上げます。

# 1 はじめに

大阪取引所（以下、OSE）は日本取引所グループ（以下、JPX）の子会社の1つであり、市場デリバティブ取引に必要な取引所金融商品市場の開設に係る業務を行っている。現在は国内の株価指数や長期金利を対象とした先物・オプション取引の他、海外の株価指数やボラティリティ・インデックスを対象にしたものなど、合わせて23の先物・オプション商品を取り扱っている（2016年6月時点）。

米国先物業協会（Futures Industry Association, FIA）が作成した世界のデリバティブ取引所ランキングによると、JPXは少なくとも過去数年は上位10位から外れている。このランキングは取引代金に関係なく取引高に従って評価されており、ランキングの指標によって結果は変わり得るものの、シカゴ・マーカントイル取引所（以下、CME）を傘下に持つCMEグループやニューヨーク証券取引所を傘下に持つインターコンチネンタル取引所（以下、ICE）といったランキング上位の取引所とは大きな差が存在するのが実情である。世界の取引所と比較してもOSE市場には発展の余地と必要性があると考えており、それを実現するための様々な取り組みを行っている。

新しい商品を上場することによって投資家の多様なニーズに応えることも取引所の重要な役割の1つであるが、取引の利便性や安全性を向上させることも欠かすことができない。例えば、取引制度の観点からは、サーキットブレーカー制度を導入することで、相場過熱時に取引を一時中断することで投資家に冷静な判断の機会を設けている。また、円滑な取引機会の確保を図るために、一部の商品を対象にマーケットメイカー制度を導入している。このような制度は既に国内外のデリバティブ取引所においても一般的なものになっている。2016年7月に予定しているデリバティブ売買システム「J-GATE」のリプレース時においても、取引制度の変更がいくつか行われる予定となっている。例として、一部商品の寄付き及び引けに係る板寄せ直前の1分間における注文の訂正や取消しの原則禁止や、取引参加者があらかじめ設定した数量や金額を超える注文をOSEのシステムで受け付けないようにする機能の提供などを挙げることができ、板寄せ直前の価格形成に対する不安の払拭や注文管理体制の強化といった面からOSE市場の信頼性を向上させる取り組みを行っている。これらとともに、一層の取引機会の提供という観点から取引時間の拡大も予定されている。本稿では夜間時間帯の取引に関する分析を行う。

OSEでは競争売買市場における先物・オプション取引（以下、立会取引）と競争売買市場から独立した市場における立会によらない先物・オプション取引（以下、J-NET取引）を行うことができる。J-NET取引は東京証券取引所（以下、東証）におけるToSTNeT取引に相当するものである。本稿ではJ-NET取引は扱わず、立会取引のみを分析対象とする。OSEには日中時間帯の立会取引（以下、日中立会）と夜間時間帯の立会取引（以下、夜間立会）がある。商品によっては夜間立会の存在しない商品も存在する<sup>1</sup>ものの、OSEで上場している多くの先物やオプションについて夜間時間帯の取引が可能となっている。なお、取引所によっては日中立会と夜間立会が区別されていない場合もある。

近年のOSE市場の制度変更の特徴の一つに、夜間立会時間の拡大が挙げられる。過去10年弱で取引時間の拡大が進むとともに、夜間立会の取引高比率も上昇している。特に、OSE市場の主要商品である日経225先物は、市場流動性を測る指標として一般的に用いられる板の厚さ（以下、デプス）や最良気配価格のスプレッド（Best Bid Offer Spread、以下、BBOスプレッド）などは夜間立会においても高い水準にある。しかし、夜間立会においては取引に参加する投資家が少なくなっていることが考えられ、それが原因で一般的に用いられる市場流動性指標では観測できない影響が生じている可能性がある。取引機会の提供や価格発見機能の強化とともに、市場の活性化という観点からも夜間立会の影響を無視することはできず、今後の市場の発展には夜間立会における取引傾向について理解を深めることが必要と考えたことが本稿の分析の背景にある。

<sup>1</sup>2016年6月現在、日経平均V I先物取引、有価証券オプション取引では夜間立会は行われていない。

しかし、既存の市場分析は株式市場を対象としたものが中心となっている。株式市場では夜間時間帯の取引所取引が行われていないことが多いため、研究内容としては注目されにくい。デリバティブ市場を対象とした分析においても夜間立会を分析対象から除外している事例が多く、夜間立会に着目した分析自体が少ない。これは取引データの基本的な統計量を分析する場合は、日中（昼休み撤廃前は前場及び後場）立会と夜間立会という立会区分の違いを考慮する必要性に欠けること、また株式市場との相関関係などを分析する場合は、分析対象となる取引時間を合わせることで分析結果の評価を容易にすること等を意図しているものと思われる。さらには、一般的には夜間立会は日中立会に比べて市場流動性が低下することも影響していると考えられる。

本稿では、Order Aggressiveness と呼ばれる指標を用いて、立会区分の違いによる発注行動の決定要因への影響を比較する。分析にあたっては市場の注文フローから注文毎に取引状況を分析する必要があり、OSE が利用するシステムから取得できる場帳データを用いている。本稿の構成は以下の通りである。第2章では、OSE の夜間立会の状況を説明し、日経 225 先物において夜間立会が浸透していることを示す。第3章では、市場流動性を評価する上で一般的に使われる指標及び Order Aggressiveness を利用した先行研究について概説する。第4章では、本稿で実施する分析で用いるデータ内容と分析手法について解説する。第5章において、分析結果とそれに対する考察を示し、第6章で本稿での結論と今後の展望を記す。

## 2 夜間立会の拡大

OSE における日経 225 先物の概要と取引時間の変遷について述べる。日経 225 先物は株式会社日本経済新聞社が算出、公表している日経平均株価を原資産とする株価指数先物取引である。日経平均株価を 1,000 倍した金額を最低取引金額としたラージ取引と、100 倍した金額を最低取引金額としたミニ取引（以下、日経 225mini）が OSE に上場されているが、日経 225 先物という名称は通常ラージ取引を指し、本稿ではラージ取引のみを分析対象とする。日経平均株価を原資産とする株価指数先物取引は現在 OSE の他、CME とシンガポール取引所にも上場されている。

日経 225 先物は 1988 年 9 月 3 日に OSE（当時は大阪証券取引所）に上場され、夜間立会は 2007 年 9 月 18 日から開始している。導入当時の夜間立会は午後 4 時 30 分から午後 7 時までであった。その後、数度の取引時間の変更を経て、現在は翌日の午前 3 時に取引を終了している。表 1 に 2006 年以降の日経 225 先物の立会時間の変遷を示す。

表 1: 2006 年以降の日経 225 先物の立会時間

期間	日中立会時間	夜間立会時間	立会時間合計
～2007/9/14	9:00～11:00、12:30～15:10	-	4 時間 40 分
2007/9/18～2008/10/10	9:00～11:00、12:30～15:10	16:30～19:00	7 時間 10 分
2008/10/14～2010/7/16	9:00～11:00、12:30～15:10	16:30～20:00	8 時間 10 分
2010/7/20～2011/2/11	9:00～11:00、12:30～15:10	16:30～23:30	11 時間 40 分
2011/2/14～2011/7/15	9:00～15:15	16:30～23:30	13 時間 15 分
2011/7/19～2016/7/15（予定）	9:00～15:15	16:30～翌 3:00	16 時間 45 分
2016/7/19（予定）～	8:45～15:15	16:30～翌 5:30	19 時間 30 分

一般的に、取引時間の拡大には主に以下の二つの意義があると考えられる。一つは取引機会の提供、もう一つは価格発見機能の強化である。取引機会の提供については、既存の投資家に対しては利便性の向上が見込まれるとともに、新たな投資家を呼び込むことを期待できる。また、前述のとおり

日経 225 先物は国内外の 3 つの取引所に上場されており、市場間の裁定取引の機会を増やすことにも貢献していると言える。デリバティブ市場で扱われることの多い、金利や株価指数、商品などの水準は、主要国の経済指標などのマクロ要因にも左右される傾向があるため、夜間時間帯の相場変動に対する潜在的なヘッジニーズは高いと考えられる。

価格発見機能の向上については、株式市場とデリバティブ市場の違いが関係する。前項でデリバティブ市場においては夜間立会が浸透していることを説明したが、株式市場では状況が異なる。取引時間の拡大を行う取引所は存在するが、定着しない事例が多い。東証においても、2014 年に夜間立会の設立も視野に入れた取引時間の拡大を検討した経緯があるが、現状では実施を見送っている。一方、デリバティブ市場においては取引時間の拡大が定着してきている。現在、工業品や穀物の先物を扱っている日本で代表的な取引所である東京商品取引所は、取り扱い商品に金や原油等の国際商品が多いこともあると思われるが、一部商品を除いて夜間立会の終了時間は翌日の午前 4 時となっている。前述した CME グループや ICE は、多くの商品について夜間時間帯の取引を可能としている。一般的に、株式市場の取引が終了した時点でその市場に上場されている個別銘柄で構成された株価指数の算出も終了する。したがって、夜間時間帯には、更新がなされない株価指数の代わりに、その株価指数を原資産とする先物が代替的な役割を果たす傾向にある。流動性の高い先物であれば市場の実勢を反映していると一般に判断することができ、市場の流動性が高い限りにおいてデリバティブ市場の取引時間が長いほど価格発見機能は高まるといえる。

実際に、取引時間の拡大により日経 225 先物の夜間立会における市場流動性は向上していると考えられる。市場流動性の定義については第 3 章で説明するが、ここでは取引高を基準にする。取引時間の延長に伴い、日経 225 先物においては一取引日の取引高に占める夜間立会の取引高の比率（以下、夜間立会比率）が 3 割を超える日も多くなっている。参考として、2006 年 4 月から 2016 年 3 月までの日中立会と夜間立会の月間取引高と夜間立会比率の推移を図 1 に示す。

夜間立会比率は継続的に上昇する傾向にあり、現在の取引時間に変更された 2011 年 7 月以降は、月間の夜間立会比率は 20% を超えている。取引高は季節性や景気動向の影響も受けるため一概には言えないが、日経 225 先物の夜間立会の取引機会や価格発見機能が実質的にも高まっていることが示唆される。現在では夜間立会の方が取引時間が長いこともあり、一取引日の取引のうち、夜間立会における夜間立会比率が 50% を超えることもある。

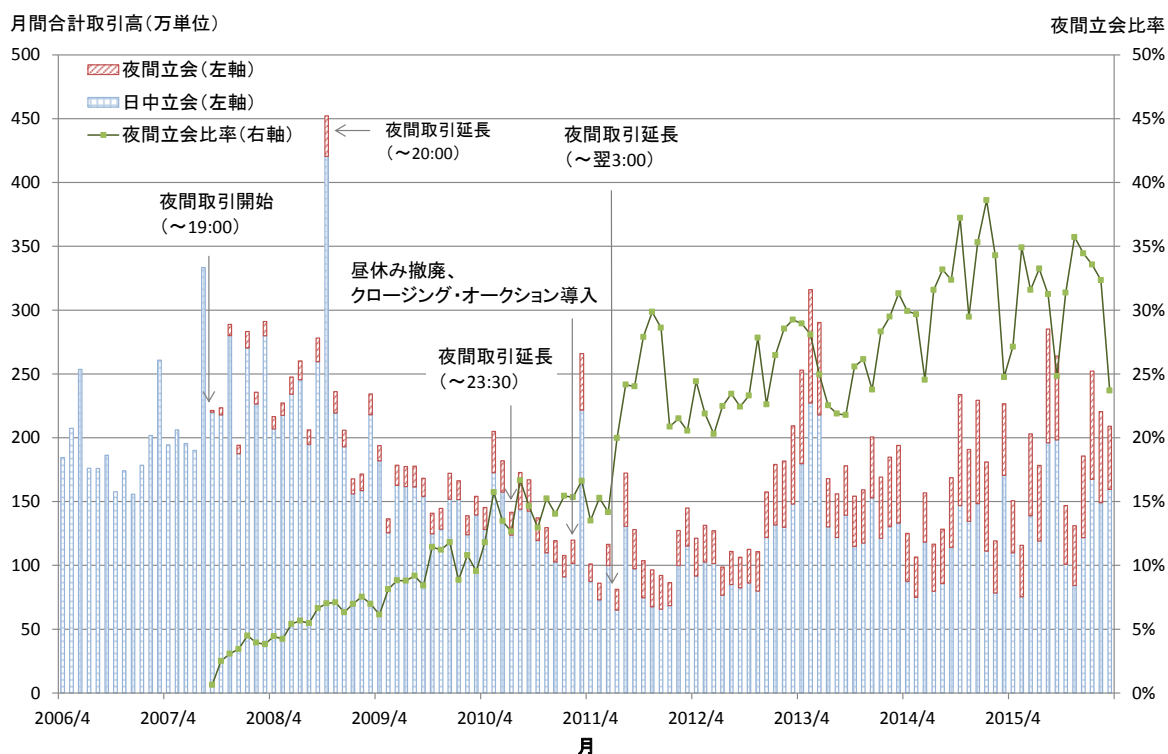


図 1: 過去 10 年の日経 225 先物の立会取引高の推移

### 3 先行研究

#### 3.1 市場流動性

日経 225 先物の取引傾向を分析するにあたり、基本的な指標として用いられている市場流動性について説明する。相場に影響を与える報道等によるイベント発生などが投資家の行動に与える影響について、市場のマイクロストラクチャーに注目すると、市場流動性の程度が投資家の取引行動を決定する上で大きな要因となる。市場流動性の定義については様々な考えがあるが、一般的には Kyle(1985) が主張した価格指標性 (tightness)、市場の厚み (depth) 及び市場の弾力性 (resiliency) が用いられることが多い。これらの概念を定量的に測定する方法についても議論があるが、価格指標性は BBO スプレッド、厚みは最良気配のデプスとして注文板情報から観測することができ、本稿においてはこれらを市場流動性を測る指標として用いる。一方で、弾力性は市場に変化が起こった場合の元の状態への戻りやすさを示しており、その評価や判別はやや難しい。最良気配とは最も安い価格に提示される売り注文と最も高い価格に提示される買い注文を指す。BBO スプレッドはそれらの差で求めることができ、BBO スプレッドが大きいほど取引価格と実勢価格の乖離は大きくなる。また、最良気配のデプスが大きいほど価格水準を変えずに取引を執行することができることを意味する。なお、BBO スプレッドが同じであっても、価格水準が異なれば実質的なコストが異なる。そこで、BBO スプレッドなどを最良売気配価格と最良買気配価格の平均値 (以下、BBO 仲値) 等で割った比率で表

すことでコストの違いを評価することができる BBO スプレッドレートも有用な指標になり得るが、本稿では指標の分かりやすさを考慮して扱わない。

BBO スプレッドや最良気配のデプスは注文板情報からリアルタイムで観測することができる点で有用な情報であり、注文板上でどのように表されるかについて、例を図2に示す。この例では、最良売気配は17,010円に提示されている100単位の注文、最良買気配は16,990円に提示されている200単位の注文、BBO スプレッドは20 (= 17,010 - 16,990) 円 (=2ティック) となる。

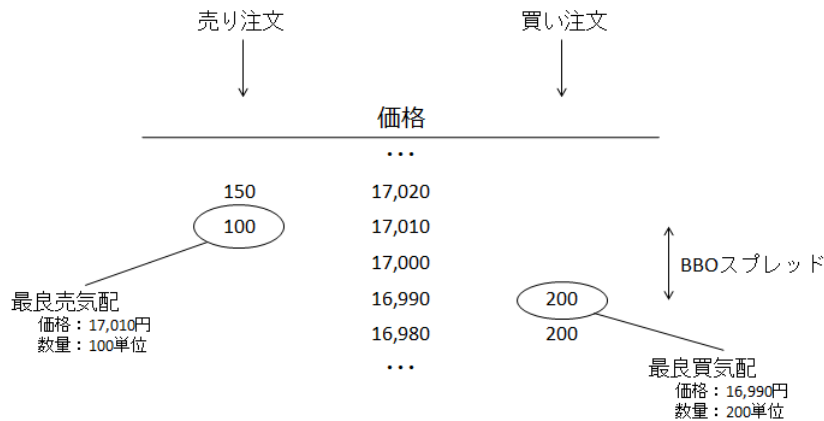


図2: デプスと BBO スプレッドの概念図

デリバティブ市場の夜間立会に関する研究として、立会時間の延長効果を分析した事例はあるものの、夜間立会そのものの性質に焦点を当てた研究は見当たらない。関連する研究として、Aidov(2015)はデリバティブ取引のデプスの特徴を株式と比較した研究を行っており、日中立会と夜間立会のそれぞれのデプスなどを分析している。しかし、夜間立会に焦点を当てたものではないため、夜間立会の特徴については明確に触れられていない。一方、Michael and Terrence(2003)は米国の Nasdaq 上場銘柄を対象に時間帯別の価格形成力（原文は Price Discovery）を分析している。ここでいう価格形成力とは、複数の投資家の取引により形成される市場価格が本来あるべき価格に収束するという意味での価格発見機能とは別の概念であることに注意されたい。価格形成力を分析するために、重み付き価格寄与度（Weighted Price Contribution, WPC）という指標を用いている。日中時間帯においては主要市場、夜間時間帯においては主要市場での取引終了後にも行われている電子商取引ネットワーク（Electronic Communication Networks, ECN）の取引を分析対象にしており、対象株式の終値ベースのリターンを標準化したものが、どの時間帯にどの程度寄与しているかを計測している。一定時間毎に価格寄与度を分析した場合は日中時間帯の価格寄与度が最も高くなるが、その指標を各時間帯の約定件数で正規化した場合は夜間時間帯の価格寄与度が最も高くなるという結果を得ている。この結果から、市場流動性が減少する時間帯にあえて行われる取引には固有の意図があり、それぞれの注文が持つ情報量が日中時間帯に比べて多くなっている可能性について言及している。株式市場とデリバティブ市場とでは取引時間も含めた取引制度や取引に参加する投資家、取引目的が異なるため単純に比較することはできないが、夜間立会の注文の傾向が日中立会と異なっていれば、夜間時間帯に特有の情報を持っている可能性がある。

Michael and Terrence(2003)はクロスセクション分析によって傾向を分析しているが、本稿では先物1銘柄を対象として分析するため利用できるデータが限られている。したがって、夜間立会に発注される注文を分析するために、本稿では次項で説明する Order Aggressiveness を用いる。



## 3.2 Order Aggressiveness

市場流動性指標は不特定多数の投資家の行動によって形成された市場の特徴を表すものであるが、市場を通してどのように価格形成が行われるかを分析した研究も数多く行われている。その中で、Biais, Hillion and Spatt(1995)は、投資家の注文執行に対してどの程度積極的であるかを測る指標として Order Aggressiveness を提唱している。上記の研究では、注文を以下の7つのカテゴリに分類している。

- A. 発注価格が発注時点の最良売（買）気配価格よりも高い（安い）買い（売り）注文
- B. 発注価格が発注時点の最良売（買）気配価格に等しく、発注数量が最良売（買）気配価格のデプスよりも大きい買い（売り）注文
- C. 発注価格が発注時点の最良売（買）気配価格に等しく、発注数量が最良売（買）気配価格のデプス以下の買い（売り）注文
- D. 発注価格が発注時点の最良売（買）気配価格よりも安く（高く）、最良買（売）気配価格よりも高い（安い）買い（売り）注文
- E. 発注価格が発注時点の最良買（売）気配価格に等しい買い（売り）注文
- F. 発注価格が発注時点の最良買（売）気配価格よりも安い（高い）買い（売り）注文
- G. 発注している注文の取消

これらとは別に、最良買（売）気配価格よりも高い（安い）価格に予約されている買い（売り）注文もカテゴリとして定義している。これはその時点では注文板に登録されていない注文であり、他の7つのカテゴリと Order Aggressiveness と比較されない。上記の7種類の注文のうち、先に挙げた順に注文は Aggressive であると考えられる。特に、A、B、C に分類される注文は、通常の場合発注と同時に約定する注文である。ここで、買い注文の場合について、注文の発注価格と Biais らの定義に基づいた Order Aggressiveness の関係の例を図3に示す。この例では、17,020円以上の買い注文はA、17,010円の買い注文はBまたはCに分類される。BとCの区別は注文の発注数量によって決まり、例では発注数量が100単位より多い場合はB、100単位以下の場合はCに分類される。同様に、17,000円の注文はD、16,990円の注文はE、16,980円以下の注文はFに分類され、既に発注されている注文の取消は価格に依らずGとして扱われる。

Biais, Hillion and Spatt(1995)の Order Aggressiveness の定義では、成行注文をBまたはCに該当する注文、注文の価格訂正を注文の取消と注文の発注を一度に行う注文と考え、注文板に登録される任意の注文についてAからGのいずれかのカテゴリに分類される。この手法は、注文を分類することで注文単位での分析が容易になるというメリットがある。そして、分析結果から、Order Aggressiveness の程度は市場の状態に左右されること、また同程度の Aggressiveness の注文が継続しやすいことを言及している。ただし、Order Aggressiveness も市場の状態を完全に評価できるわけではない。Muronaga and Shimizu(1999)によると、市場流動性の指標について、取引の動的な過程を織り込んでいない指標には潜在的な取引需要が反映されないとしている。これは注文板情報からは読み取れない情報も存在することを示唆している。例えば、株式市場における空売りの規制であったり、デリバティブ市場における証拠金額など、取引意思とは異なる要因によって取引が制限される場合が挙げられる。本稿で実施する Order Aggressiveness の分析においてもこの点は解消されないことは課題として残っている。

売り注文	価格	買い注文	Biaisの定義による Order Aggressiveness の分類 (買い注文の場合)
	...		
200	17,060		
200	17,050		
200	17,040		
200	17,030		A
150	17,020		
100	17,010		B, C
	17,000		D
	16,990	200	E
	16,980	200	
	16,970	200	
	16,960	200	F
	16,950	200	
	16,940	200	
	...		

※注文の取消はGに分類

図 3: 注文の発注価格と Order Aggressiveness の対応例

Biaisらは Order Aggressiveness のカテゴリ別に注文の発生頻度や発注数量等を調べているが、以降の研究で最良気配のデプスや BBO スプレッド以外の取引行動要因を分析するために Order Aggressiveness の概念を利用する例が見られる。Ranaldo(2004) は取引行動要因としてのボラティリティの影響を分析している。分析対象とする注文の直前の一定期間における BBO 仲値の変化率の標準偏差をボラティリティと定義し、ボラティリティが大きくなるほど投資家は成行注文を発注しなくなる、つまり Aggressive でなくなると結論付けている。また、Griffiths, Smith, Turnbull and White(2000) は直近の Order Aggressiveness を用いることで発注の自己相関性について検証を行っている。この分析では、説明変数に発注する注文とその直前に発注された Order Aggressiveness が同じかどうかを判定するダミー変数を取り入れている。そして、投資家をその発注傾向によって分類することで、売りと買いで発注行動が非対称的であること、買い注文については Aggressive な投資家の Aggressiveness は他の投資家の発注行動を追う傾向が見られることを確認している。さらに、Xu Y.(2009) や Lo, I. and S. G. Sapp(2010) らは Order Aggressiveness と発注数量の関係に着目し、これらに負の相関関係があることを示した。これは、分散執行戦略が近年広く浸透していることとも整合的である。これらの分析に対し、Foucault, Kadan and Kandel(2005) はオーダードリブン方式の市場モデルを構築し、市場の均衡状態における投資家の行動を分析している。その結果、均衡状態においては、Aggressive な投資家の比率と平均的な発注頻度が高くなるほど市場の弾力性は低下することを示唆している。

上記の分析はいずれも株式に対して行われているが、デリバティブ取引に対しても同様の分析が佐々木(2004)によって試みられている。対象取引は本稿でも取り扱う日経 225 先物であり、取引行動要因として銘柄の最終決済日までの期間(以下、残存時間)と発注の自己相関性に焦点を当てている。先物には株式と異なり取引最終日が存在し、日経 225 先物等の指数先物においては、取引最終

日を迎えた後に未決済になっている注文について、最終決済日に最終清算数値によって決済を行う。分析結果から、買い注文においては残存期間が短くなるにつれて投資家が Aggressive になる傾向があることを示し、売り手と買い手で取引目的が異なっている可能性を示唆している。

上記のように、先行研究では Order Aggressiveness という指標を用いることで、取引行動要因の特定や投資家の種類による取引行動の違い、執行戦略との関係性などを分析している。しかし、株式市場の分析が中心であることもあり、いずれの研究においても夜間立会に着目した分析は筆者の知る限り確認できていない。第4章において本稿での分析対象である日経225先物の取引状況を概説し、その特徴を踏まえた上で取引行動要因の選定を行う。

## 4 分析内容

### 4.1 使用するデータ

分析にあたってはOSEで利用している場帳データを利用する。当該データは、全注文の発注時刻、売買区分、発注価格、発注数量、注文の種類等を記録している。場帳データを用いる利点として、発注状況を時系列で確認できるため注文フローを構成する必要がないことが挙げられる。各銘柄の最良気配の価格やデプスに関する注文板情報のティック・データについては情報ベンダー等で提供されているが、各注文の発注状況までは分からない。データ上、約定価格が直前のBBOスプレッドの範囲外で成立している可能性もあり、Lee and Ready(1991)はそのような場合に注文フローを再現する手法を考案している。本稿では注文フローの再現は不要であり、分析精度を高めることができる。なお、OSEではリアルタイム情報サービスの一つとして「先物・オプション全注文情報」データを提供しており、全注文の情報が配信されている。本稿での分析においては当該データを使用していないが、必要な期間のデータを蓄積することで同様の分析を行うことは可能である。

分析対象期間は2014年7月1日から8月29日までの43取引日（2014年6月30日の夜間立会開始時から2014年8月29日の日中立会終了時）である。分析対象銘柄は当該期間における直近限月である日経225先物2014年9月限とする。また、本稿は立会区分の違いに焦点を当てて分析を行うため、対象期間中における注文のうち、分析対象とするものに以下の制約を設ける。

条件1 立会における注文であること

条件2 ザラバ中の注文であること（即時約定可能値幅制度（Dynamic Circuit Breaker、以下、DCB）、サーキットブレーカー制度（Static Circuit Breaker、以下、SCB）発動中を除く）

条件3 注文板に登録される注文であること

条件4 カレンダー・スプレッドによる発注でないこと

条件1は分析の前提となる制約であるが、条件2以降の制約が必要な理由は以下のとおりである。

条件2について、DCB及びSCBの発動中は一定時間取引が中断され、一定時間経過後に板寄せ形式によって取引が再開されるため、これらの制度が発動している間に発注された注文の Order Aggressiveness を評価するのは困難である。また、ザラバ前後に設けられている注文受付時間であるオープニング・オークション及びクロージング・オークションについても同様の理由で分析の対象外とする。ただし、分析期間において分析対象銘柄ではDCB、SCBともに発生していない。さらに、日中立会、夜間立会ともに取引開始後5分間と取引終了前5分間を除外しており、取引が集中しやすい板寄せ時の取引が極力分析に影響を与えないように配慮している。なお、除外したザラバ中の取引がザラバ全体の取引に占める割合は、日中立会では約8.5%、夜間立会では約2.1%となっている。

条件3について、注文板に登録されない注文とは、発注時にエラーとして受け付けることができない注文（以下、エラー注文）を指す。エラー注文が発生する原因としては、注文の有効期間条件に残数量取消条件（Fill and Kill、以下、FAK）<sup>2</sup>や全数量執行条件（Fill or Kill、以下、FOK）<sup>3</sup>を指定するなどした上で発注時に約定せず即時に失効した場合、注文受付時間外の発注である場合、注文の有効期間を指定する際にJ-GATEが対応していない組合せを設定した場合、発注数量や発注価格が設定可能範囲外である場合、又は何らかのシステム障害が発生した場合等が考えられる。エラー注文自体は、相場状況を反映している可能性はあるが、注文板上に反映されない注文の影響を評価することは困難であるため分析の対象外とする。

ここで、ストップ条件付注文（以下、ストップ注文）の取り扱いについて説明する。ストップ注文とは、J-GATEによる受注後において「発注時に指定した条件」を満たしたときに、発注時に指定した条件で注文板に登録される注文を指す。ストップ注文は事前に発注を行うことができるため、Order Aggressivenessで評価することについては議論があると思われるが、以下の2つの理由からこれを分析対象とする。1つはストップ注文は事前に発注条件を指定するとはいえ、発注時の相場状況ではなく、指定した条件から想定される相場状況から判断した注文とみなすことができる。その点でリアルタイムで発注する注文と本質的に異なる注文とは言えず、分析対象とすべきであると考えた。もう1つは分析の再現性を考慮しての判断である。本稿で行う分析は「先物・オプション全注文情報」データで再現できることについては既に述べたが、あらかじめ指定された条件を満たしたストップ注文と通常の注文を区別することができない。分析の再現性を考慮するという観点からも、ストップ注文を分析対象から除外すべきではないと判断した。したがって、ストップ注文については、その注文が登録された時点の注文板の状況からOrder Aggressivenessを評価することとする。

条件4について、カレンダー・スプレッド取引とは、同一商品の期近限月取引と期先限月取引を同時に成立させる取引をいう。カレンダー・スプレッドはその構成銘柄とは独立に存在し、それぞれの注文板は直接的には互いに影響を及ぼさない。したがって、カレンダー・スプレッド取引への発注は分析しない。また、OSEは先物取引についてカレンダー・スプレッド以外のストラテジー取引は提供していない。なお、本稿の分析では限月交代前後の期間は避けているため、分析への影響は小さい。

## 4.2 立会区分別の取引状況

分析対象期間の設定においては、2014年3月24日の東証とOSEのデリバティブ市場統合以降において比較的相場変動の影響が小さいこと、また限月交代による直近限月の流動性減少の影響も小さいことを考慮している。分析対象期間における対象銘柄の四本値の推移を図4に示す。ただし、2014年8月8日とその翌取引日には一定程度の価格変動が見られる。これは日本時間で2014年8月8日の日中に報道された、米オバマ大統領によるイラク空爆の承認を契機としたと思われる相場変動である。これは分析期間中で最も大きな経済イベントと想定される。分析対象期間における日経225先物2014年9月限の取引高の推移は図5の通りである。夜間立会比率は30%前後の日が多く、2か月間の平均でも約32.4%となっており、2014年平均の約31.4%と同水準である。

<sup>2</sup>一部約定後に未執行数量が残る場合には、当該残数量を失効させる条件をいう。

<sup>3</sup>全数量が直ちに約定しない場合には、当該全数量を失効させる条件をいう。

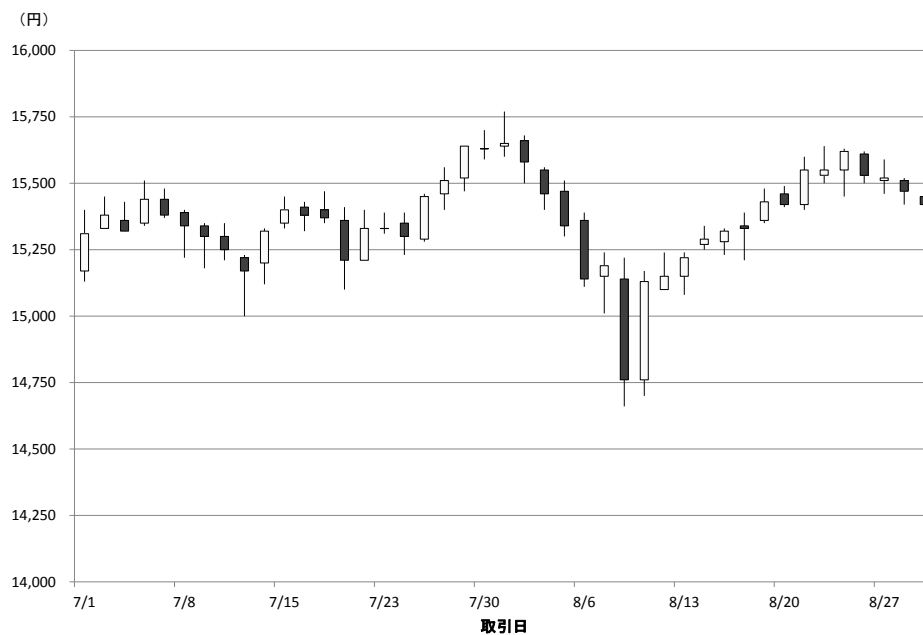


図 4: 日経 225 先物 2014 年 9 月限の四本値の推移

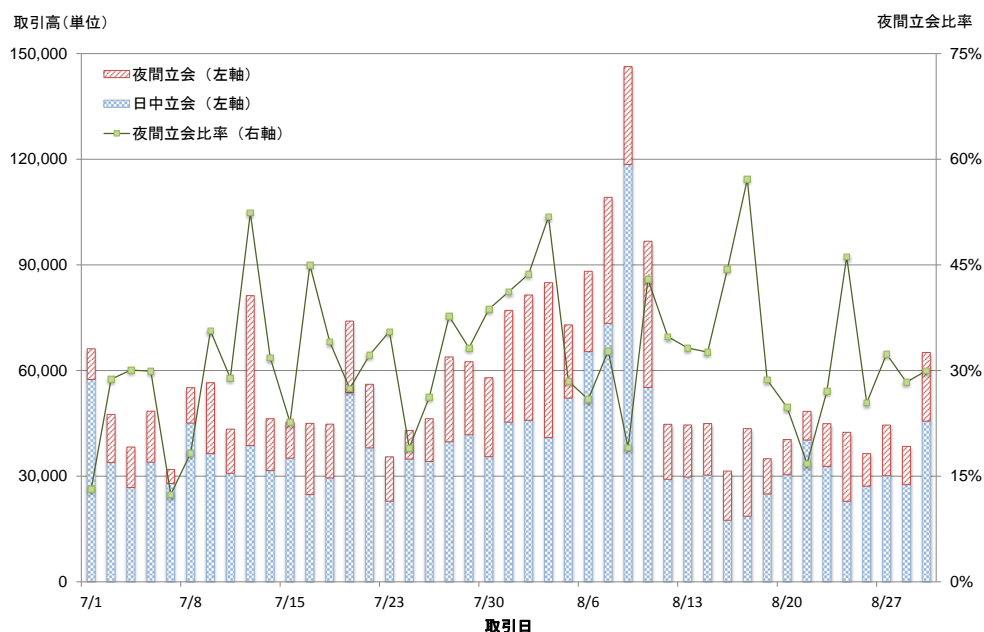


図 5: 日経 225 先物 2014 年 9 月限の立会区分別の取引高推移

また、第 1 章で日中立会と夜間立会とで取引に参加する投資家に違いが見られる可能性について言及したが、この点について OSE が公表している手口上位一覧を用いて検証する。表 2 と表 3 は分析対象期間における対象銘柄の売数量と買数量を合計した売買数量の上位 5 社を示している。なお、

公表されている手口資料は日々の売数量、買数量の上位 15 社であるため、これらを集計した値は同期間における実際の売買数量とは異なり得ることについて留意されたい。日中立会、夜間立会ともに上位 5 社の売買数量シェアの合計は 50%を超えているが、その比率が夜間立会には 70%程度まで上昇している。公表資料は取引参加者毎の売数量、買数量であるため、最終投資家に取引状況については判断できないものの、全体の傾向として取引に参加する投資家数が減少している可能性は十分考えられる。

表 2: 日中立会の売買数量上位 5 社

順位	取引参加者名	売買数量	シェア
1	エービーエヌ・アムロ・クリアリング証券	1,072,652 単位	33.2%
2	メリルリンチ日本証券	247,894 単位	7.7%
3	モルガン・スタンレー MUFG 証券	186,023 単位	5.8%
4	野村証券	179,060 単位	5.5%
5	SBI 証券	141,309 単位	4.4%
	上位 5 社合計	1,826,938 単位	56.5%
	全社合計	3,230,686 単位	100%

表 3: 夜間立会の売買数量上位 5 社

順位	取引参加者名	売買数量	シェア
1	エービーエヌ・アムロ・クリアリング証券	744,519 単位	47.9%
2	SBI 証券	111,717 単位	7.2%
3	ニューエッジ・ジャパン証券	95,931 単位	6.2%
4	メリルリンチ日本証券	89,804 単位	5.8%
5	楽天証券	61,313 単位	3.9%
	上位 5 社合計	1,103,284 単位	70.9%
	全社合計	1,555,562 単位	100%

第 3 章で説明したデプスと BBO スプレッドの水準を計測する。一取引日あたりの平均デプスと平均 BBO スプレッドは、最良売気配、最良買気配のデプス及び BBO スプレッドの時間加重平均である。このとき、BBO スプレッドの計算においては気配の差を呼値の刻みである 10 円で割ってティック数に換算した値を求める。これらを分析対象期間について行い、その平均を分析対象期間の各取引日における平均デプスと平均 BBO スプレッドとし、結果を表 4 に示す。平均デプスは小数点以下、平均スプレッドは小数第四位以下を四捨五入している。

表 4: 平均デプスと平均 BBO スプレッド

立会区分	平均デプス (売)	平均デプス (買)	平均 BBO スプレッド
日中立会	231 単位	232 単位	1.000 ティック
夜間立会	156 単位	146 単位	1.003 ティック

表 4 のとおり、平均 BBO スプレッドは日中立会、夜間立会ともにほぼ 1 ティックである。一方、デプスは夜間立会は日中立会と比較して低くなっているが、これが十分な水準であるかを注文板にある注文に対して取引を囿る注文（以下、テイカー注文）が発注時点で全数量約定しなかった比率を求め

ることで評価する。ここで、発注時点で全数量約定しなかったテイクオーダー注文数（以下、非全数量約定件数）を約定件数で割った値を非全数量約定比率と定義する。非全数量約定比率の計算方法についての留意点を述べる。計算上、全数量約定しない状況として、テイクオーダー注文の一部が約定せずに注文板に残る場合を想定しており、FAKを付した注文のうち、全数量約定せずに残った注文が失効した場合は非全数量約定件数に含めていない。これは、FAKを付した注文の中には、最良気配のデプスを大きく超える数量の注文が発注されている場合があり、最良気配価格にある注文を枚数に関係なく全て約定させる意図があると考えられる。その場合は枚数自体には大きな意味はないと考えられる。枚数に意味を持つ注文である場合も考えられるが、これらを区別することは困難であるため、計算上は非全数量約定件数に加算しないこととする。また、ここでは約定した注文を対象に計測を行っているため、発注から注文板への登録までの間に最良気配価格が変わるなどすることで約定しなかった注文や、FOKを付して約定せず失効した注文なども、それぞれの注文の意図を考慮して厳密に計算を行うことは困難であるため、計算には含めていない。

上記の条件の下で非全数量約定比率を計算した結果、日中立会における非全数量約定比率の平均は約4.7%、夜間立会においては約6.1%となっている。夜間立会において、日中立会に比べて非全数量約定比率が大きくなっていることは、デプスの観点からは流動性がやや減少している可能性があることは否定できない。しかし、デプス自体の水準が日中立会の約6割となっていることと比較して非全数量約定比率の減少は相対的に小さく、日経225先物の市場流動性が大きく減少しているとは言えない。なお、FAKを付した注文のうち、全数量約定せずに残った注文が失効した場合を非全数量約定件数に含めたときの非全数量約定比率は、日中立会では約8.7%、夜間立会では約12.0%となっている。比率はこれらを含めない場合のそれぞれ約2倍となっているが、傾向としては変わらないことが分かる。より実態を反映した非全数量約定比率は、これらの数値の間にあるものと思われる。

また、相場情報として得られるものとして、価格変動幅の分布状況について分析した結果を図6に示す。ここで、価格変動幅は立会区分毎の高値と安値の差の絶対値と定義する。図の横軸は価格変動幅を指し、縦軸は変動幅がそれぞれの区間に該当した日数を指す。日中立会においては価格変動幅が100円超150円以下に該当するケースが最も多く、分析期間の9割以上が50円超200円以下の価格変動幅であったことが分かる。なお、分析期間における価格変動幅の最大値は410円であった。また、夜間立会においては価格変動幅が50円超100円以下にあったケースが約半数を占めており、中には50円以下の場合も存在している。夜間立会における価格変動幅の最大値は270円となっている。これらを比較すると、日中立会の最大値との乖離はあるものの、価格変動幅の分布状況に大きな違いがないことが分かる。

また、発注価格帯別の注文頻度を集計し、その比率を算出した結果を表5に示す。ここで、最良気配価格に優先するとは、最良売気配価格より安い売り注文または最良買気配価格より高い買い注文への呼値の提示を意味する。最良気配価格に劣後するとは、最良売気配価格より高い売り注文または最良買気配価格より安い買い注文への呼値の提示を意味する。そして、最良気配価格と同値であるとは、最良売気配価格と等しい売り注文または最良買気配価格と等しい買い注文への呼値の提示を意味する。結果を見ると、立会区分を問わず、全体の半数以上の注文は最良気配価格と同値であることが分かる。これは日経225先物の最良気配のデプスが高いことが影響していると考えられる。また、発注価格帯について、売りと買いの差はほとんど見られないものの、夜間立会では日中立会に比べて最良気配価格への発注比率が多く、最良気配価格に4ティック以上劣後している注文の割合が減少している。この原因について分析したところ、日中立会においては約定価格から大きく離れた価格に発注している投資家が存在していることが影響している。おそらく相場が大きく変動した場合に備えて想定以上の損失を回避する目的で発注しているものであり、短期間での約定は意図していない可能性が高い。夜間立会において、このような注文が日中立会ほど多くない理由について、その投資家

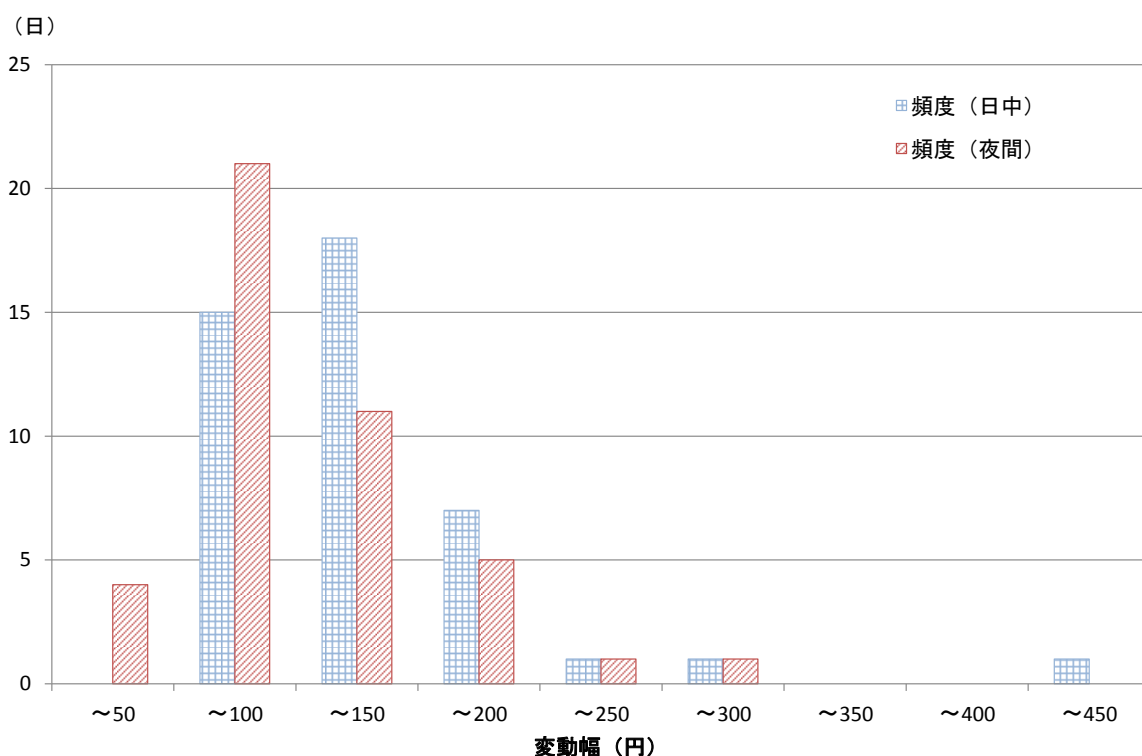


図 6: 立会区分別の変動幅のヒストグラム

が夜間立会においては取引を行っていない可能性などが考えられるが、あくまでも推測の域を出ず、正確な理由は不明である。

表 5: 発注価格別発注頻度

発注価格	日中立会		夜間立会	
	売	買	売	買
成行又は最良気配価格に優先	3.0%	3.1%	2.0%	2.1%
最良気配価格と同値	52.9%	53.1%	58.2%	58.1%
最良気配価格に1ティック劣後	26.5%	26.1%	29.2%	29.6%
最良気配価格に2ティック劣後	3.1%	3.1%	2.7%	2.8%
最良気配価格に3ティック劣後	1.6%	1.7%	2.9%	2.7%
最良気配価格に4ティック以上劣後	12.9%	12.9%	5.0%	4.8%

最後に、上記の分析から判断できる夜間立会の市場流動性や投資家層についてまとめる。まず、BBO スプレッドについては立会区分を問わず狭くなっており、価格指標性の減少は見られない。一方、夜間立会において最良気配のデプスは小さくなっている。その原因として、取引に参加する投資家層が偏っていることや、最良気配価格以外に発注される割合が増えていることが可能性として考えられる。表2、表3より投資家層が偏っている可能性があることは既に述べた。一方で、表5から最良気配価格やそれ1ティック劣後する価格に発注される注文の割合は日中立会よりも夜間立会が高く、最良気配価格付近の注文だけが少なくなっているとは考えにくい。夜間立会のみを行う投資家が



存在することが予想されるが、全体としては日中立会の方が投資家層は広いと考えられる。

### 4.3 検証内容

前項で示したデータから、本稿で分析する Order Aggressiveness の決定要因についての仮説を立てる。本稿では、日中立会と夜間立会に関する積極性の違いに焦点を当てるため、取引行動を決定する要因に3つの制約を設ける。1つは注文板から容易に取得できるものであることとする。具体的には、経済政策や経済指標の発表のような、ある一時点で発生する要素は直接的に取引行動要因として扱わない。本来はこのような要素も取引行動に影響を及ぼすと考えられるが、立会区分の違いを評価する上では扱いが難しいためである。2つ目は取引時間中に変動が見られるものであるという制約である。これはBBOスプレッドを除外することを指す。BBOスプレッドの水準は市場流動性を測る指標として最良気配のデプスとともに一般的に用いられているとともに、先行研究においても要因として扱っている事例が多い。しかし、日経225先物の場合は前項で述べたとおり、BBOスプレッドは立会区分を問わずほぼ1ティックであり、1ティック以外となるのは最良気配にある注文を全て約定させる注文が発注された場合が大半である。BBOスプレッドとOrder Aggressivenessの関係は、次項で推定するモデルでは表現することができないことから、取引行動要因として扱うことを断念している。3つ目の制約は、対象銘柄以外の要素は扱わないというものである。実際の取引においては裁定取引が存在しているように、日経225先物の期先限月や日経225mini、海外取引所に上場している日経225先物など、原資産を同一とする他の銘柄の取引動向も影響する。しかし、他の銘柄の影響を考慮する場合、立会区分の違いだけではなく、銘柄間の関係性も同時に評価する必要性が生じ、結果の分析が非常に困難になる。そのため、本稿では分析の評価を容易にするため、対象銘柄以外の要素は扱わないこととした。

上記の制約を満たす取引行動要因として、本稿では最良気配のデプスと発注直前までの一定時間の約定数量（以下、直近約定数量）を用いることとする。最良気配のデプスについては多くの先行研究でも説明変数として扱われており、売買区分が異なる最良気配のデプスが大きいほど、売買区分を同一とする最良気配のデプスが小さいほど注文がAggressiveになるという結果が得られている。この点は本稿の分析においても共通すると推測している。一方、直近約定数量という指標を説明変数として利用している事例は存在していないと見られるため、この指標が持つ意味合いについて考察する。約定数量に関係すると思われる要素には、ボラティリティと注文の自己相関性の2つがあると考えられるが、本稿で取り扱う直近約定数量は注文の自己相関性に近い性質を持つことを検証する。

ボラティリティの計測に価格変動率を用いる場合、気配の更新と注文の約定の2つの要因でボラティリティは上昇する。日経225先物においては前述のとおり、価格変動には注文の約定が伴う場合が大半を占める。このような特性を持つ市場においては、ボラティリティが高いほど注文はAggressiveになる、という先行研究の結果とは一致しない可能性が高いと考える。Griffiths, Smith, Turnbull and White(2000)が検証した発注の自己相関性についての主張からその理由を説明する。上記の研究ではAggressiveな注文は他のAggressiveな注文を誘因することを主張しており、取引行動としてはリスクを嗜好する投資家や裁定取引を行う投資家の行動が当てはまる。流動性が高く裁定取引を行える銘柄が複数存在する日経225先物の性質を考慮すると、日経225先物の直近約定数量がOrder Aggressivenessに与える影響は注文の自己相関性の影響により近いと考える。

ボラティリティや注文の自己相関性を直接的に説明変数として採用していない理由について説明する。ボラティリティを取引行動要因として直接的に扱わない理由には、分析対象となる全ての注文に対して、それぞれの指標を計算するために利用する注文数を適切に設定することが難しいという事情がある。日経225先物の直近限月は流動性が非常に高いため、1秒間に100件以上の注文が集中

することも珍しくない。一方で、夜間時間帯など取引が閑散な状況では、本稿での分析期間において最大で30分間以上にわたって注文が約定しない場合があった。したがって、発注件数や時間でこれらの指標を計算する際に必要な注文のサンプル数を特定することは困難であると判断した。注文の自己相関性の評価も同様の理由で行っていない。直前の Order Aggressiveness と比較するという先行研究と同様の方法を用いれば分析自体は可能であるが、注文件数の分布に偏りがある場合には必ずしも精度の高い結果は得られないと判断した。

このような事情も考慮した上で直近約定数量を取引行動要因の説明変数に用いるが、この指標について本稿では直近1分間の約定数量を計測する。1分間と決定する上で、対象となる銘柄、期間の約定数量を秒足で取得し、それぞれの約定数量とその直近の一定時間の約定数量の相関関係を調べた。候補となる時間とそれらとの相関関係は表6のとおりである。

表 6: 秒足の約定数量と直近約定数量の相関係数

直近約定数量	1秒	5秒	10秒	15秒	20秒	30秒	1分	3分	5分
相関係数	0.085	0.091	0.092	0.096	0.098	0.098	0.101	0.099	0.097

相関係数が総じて低い水準にあることは否定できないものの、上記の中では直近1分間の約定数量との相関が最も高くなっているため、後述するモデルにおいて直近1分間の約定数量を Order Aggressiveness の説明変数に用いる。個別の注文の発注数量ではなく、秒足の約定数量との相関係数を比較することが、評価方法として適当であるかについては議論はあると思われる。しかし、本稿で注文の Order Aggressiveness を判断する際、即時に約定する大口の注文が最も Aggressive であると判定される可能性が高いことから、約定数量との相関関係は存在すると思われる。投資家によっては、より短いまたは長い時間で約定数量を評価している可能性はあるものの、市場全体の挙動から著しく乖離した設定ではないと考える。

これらをまとめると、Order Aggressiveness と取引行動要因の関係として想定される結果は以下のようになる。まず、最良気配のデプスの影響については、売買区分を同一とする最良気配のデプスが大きいほど、売買区分が異なる最良気配のデプスが小さいほど Aggressive になる。また、直近約定数量との関係については、直近約定数量が多いほど注文は Aggressive になることが先行研究から示唆される。上記の想定を踏まえた上で、次項で説明するモデルから得られる結果を評価する。

#### 4.4 分析手法

前項の仮説に基づいて、本稿では使用するデータの特徴を考慮して Order Aggressiveness を次の4つのカテゴリに分類する。

**Aggressiveness 1.** 最良売（買）気配価格以上（以下）かつ最良売（買）気配のデプスと同数量以上の買い（売り）指値注文及び成行注文

**Aggressiveness 2.** 最良買（売）気配価格以上（以下）で最良売（買）気配のデプスよりも数量が少ない買い（売り）指値注文及び成行注文

**Aggressiveness 3.** 最良買（売）気配価格より高い（安い）が即時に約定しない買い（売り）注文

**Aggressiveness 4.** 最良買（売）気配価格からの取消または劣後する価格に訂正された注文

各カテゴリに割り当てた数字を以下で推定するモデルの被説明変数として用いる。Ranaldo(2004)は Order Aggressiveness の程度が高いほど大きい値を割り当てているが、本稿では佐々木(2004)の分析と同様に、Aggressive な注文に対してより小さい値を適用する。Aggressiveness 1 と Aggressiveness 2 に分類される注文はいわゆる成行注文である。ただし、即時に約定する指値注文も注文板に与える影響は成行注文と区別できないため、これに加える。Aggressiveness 1 に分類される注文は、発注する数量が売買区分が異なる最良気配のデプス以上であり、最良気配の価格が更新される場合である。Aggressiveness 2 に分類される注文は、発注する数量が売買区分が異なる最良気配のデプスより小さく、最良気配の価格が更新されない場合である。Aggressiveness 3 に分類される注文は、最良気配の価格を更新するが即時には約定しない注文である。日経 225 先物のような市場流動性が高く常時 BBO スプレッドが 1 ティックである銘柄においては、直前まで最良気配にあった注文が全て約定または取消により BBO スプレッドが拡大された後に発注された注文がこれに該当する場合が大半であると考えられる。Aggressiveness 4 に分類される注文は、取消時点において、最良気配にある注文が取り消される、または劣後する価格に訂正される場合が該当する。上記の注文の分類は、前章で Biais, Hillion and Spatt(1995) が提唱した注文のうち、B, C, D, G に近いものになっている。しかし、Aggressiveness 1 と Aggressiveness 2 は境界の扱い、つまりちょうど最良気配価格を更新する数量の発注に対するカテゴリが異なっている。BBO スプレッドが狭い日経 225 先物においては、最良気配価格の更新は大きな影響を与え得ると考えたためである。また、Aggressiveness 4 は取消時点で最良気配価格にあるというより強い制約を置いている。なお、このようなカテゴリの分け方の変更は、Order Aggressiveness を推定するモデルを扱った先行研究についても行われている。

表 7 は分析対象期間において Order Aggressiveness の評価の対象となる注文が発生した頻度を売買区分別に示している。日中立会においては成行注文やそれと同等な指値注文の比率が相対的に高く、最良気配にある注文の取消比率が低いことが分かる。定量的には日中立会の方が取引高が多いこと、定性的には株式市場の取引が行われている日中立会の方が取引との裁定機会があること、取引に参加する投資家層が広いと考えられることなどから、夜間立会に比べて Aggressive な取引が多いことは直感にも従う。

表 7: Order Aggressiveness 別の発注頻度

Order Aggressiveness	日中立会		夜間立会	
	売	買	売	買
1	13,707 (1.28%)	13,367 (1.25%)	14,891 (1.12%)	14,617 (1.08%)
2	91,578 (8.58%)	91,959 (8.60%)	61,487 (4.65%)	60,271 (4.46%)
3	1,683 (0.16%)	1,611 (0.15%)	12,048 (0.91%)	12,783 (0.96%)
4	960,479 (89.98%)	962,162 (90.00%)	1,235,243 (93.32%)	1,262,984 (93.51%)
合計	1,067,447 (100.0%)	1,069,099 (100.0%)	1,323,669 (100.0%)	1,350,655 (100.0%)

\*() はそれぞれの立会区分・売買区分における、各カテゴリに属する注文の比率を表す。

上記のカテゴリに基づき、Order Aggressiveness の決定要因として扱う説明変数を表 8 のように定義する。また、説明変数やモデルに用いる変数は次のように定める。時刻  $t$  において、 $y_t^*$  は観測されない真の Order Aggressiveness、 $y_t$  は観測されるカテゴリ分けされた Order Aggressiveness、 $\beta_1$  から  $\beta_3$  は説明変数の係数、 $\epsilon_t$  は誤差項、 $\gamma_1$  から  $\gamma_3$  は  $y_t$  から  $y_t^*$  を推定するための閾値であり、 $\gamma_1 < \gamma_2 < \gamma_3$  という制約を課している。閾値と  $y_t$ 、 $y_t^*$  の関係は式 (1) で表すことができる。なお、時刻  $t$  は注文が発注される度に更新する。Ranaldo(2004) のモデルを始めとして、先行研究では誤差項の  $\epsilon_t$  について標準正規分布を仮定して順序プロビットモデルを構築するケースが多く、本稿でも  $\epsilon_t$  は標準正規分布に従うとする。そして、Ranaldo(2004) のモデルを参考に式 (2) のような順序プロビットモデ

ルを推定する。このモデルにおいて、 $y_t$  の決定には閾値とともに誤差項  $\epsilon_t$  も影響する。時刻  $t$  における  $\epsilon_t$  とその確率密度関数  $f(\epsilon_t|Z_t)$  の関係は図7のようになる。

表 8: 説明変数の定義

変数	概要
$Vol_t^{Ask}$	時刻 $t$ における最良売気配のデプス/100
$Vol_t^{Bid}$	時刻 $t$ における最良買気配のデプス/100
$Vol_t^{Execution}$	時刻 $t$ の 1 分間前から時刻 $t-1$ までの約定数量/100

$$y_t = \begin{cases} 1 & (\text{if } -\infty < y_t^* \leq \gamma_1) \\ m & (\text{if } \gamma_{m-1} < y_t^* \leq \gamma_m) \quad (\text{for } m = 2, 3) \\ 4 & (\text{if } \gamma_3 < y_t^* < \infty) \end{cases} \quad (1)$$

$$y_t^* = \beta_1 Vol_{t-1}^{Ask} + \beta_2 Vol_{t-1}^{Bid} + \beta_3 Vol_t^{Execution} + \epsilon_t \equiv Z_t + \epsilon_t \quad (2)$$

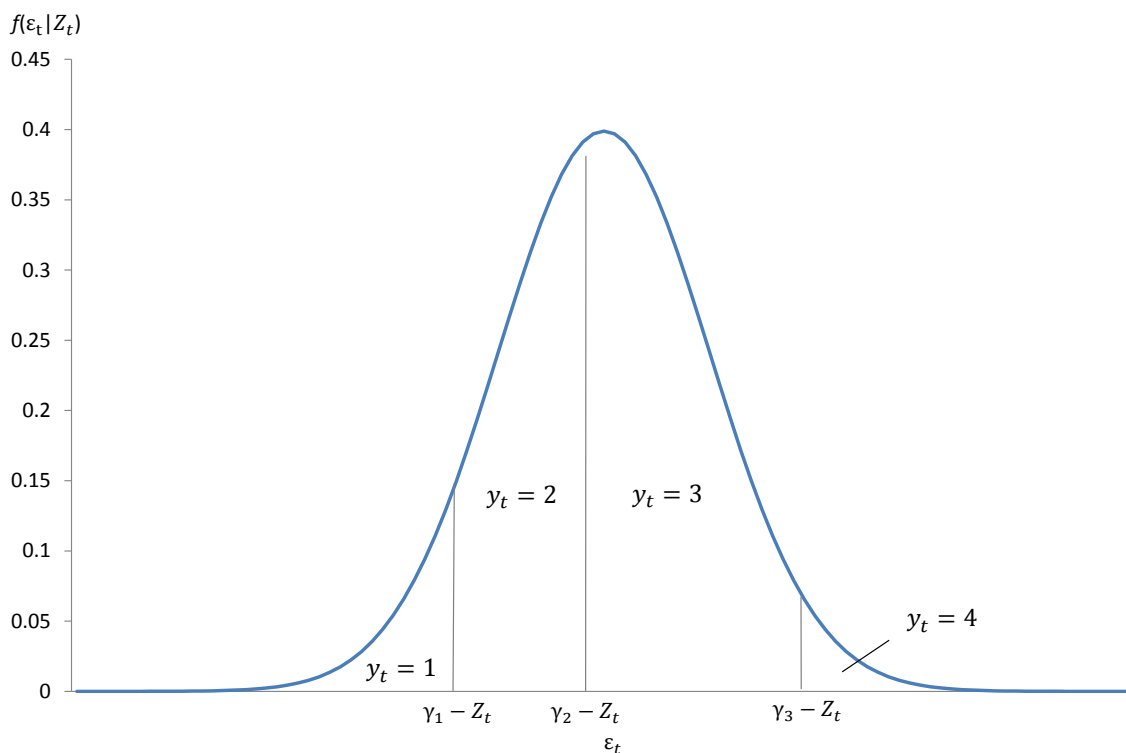


図 7: 閾値と Order Aggressiveness の関係

日中立会と夜間立会、売り注文と買い注文の4つの組合せに対して式(2)の推定を行い、その結果を比較する。順序プロビットモデルにおいては、上記の4つのカテゴリのいずれかに属する注文について、時刻  $t$  に発注された注文がそれぞれのカテゴリに属する確率  $P(y_t|Z_t)$  は次のように表すことができる。

$$\begin{aligned}
P(y_t = 1|Z_t) &= \Phi(\gamma_1 - Z_t) \\
P(y_t = m|Z_t) &= \Phi(\gamma_m - Z_t) - \Phi(\gamma_{m-1} - Z_t) \quad (\text{for } m = 2, 3) \\
P(y_t = 4|Z_t) &= 1 - \Phi(\gamma_3 - Z_t)
\end{aligned} \tag{3}$$

ここで、変数  $x$  に対して  $\Phi(x)$  は標準正規分布の累積分布関数を指し、 $\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$  で表される。なお、これらの説明変数に関する基本統計量は以下の表9の通りである。日中立会については最良気配のデプスの対称性が高く、尖度と最大値以外の項目についてはほぼ一致している。一方、夜間立会では日中立会に比べてデプスの対称性が低くなっており、特に歪度や尖度で違いが見られる。そのため、第5章のモデルの推定結果について、売り注文と買い注文の対称性に着目する。

表9: 説明変数の基本統計量

立会区分	説明変数	平均	分散	歪度	尖度
日中立会	$Vol_t^{Ask}$	2.344	1.446	0.561	0.176
	$Vol_t^{Bid}$	2.353	1.443	0.578	0.255
	$Vol_t^{Execution}$	2.223	3.283	3.237	15.667
夜間立会	$Vol_t^{Ask}$	1.521	0.865	0.581	0.626
	$Vol_t^{Bid}$	1.454	0.927	0.406	0.163
	$Vol_t^{Execution}$	0.659	1.054	3.479	21.417

立会区分	説明変数	最小値	第1分位点	中央値	第3分位点	最大値
日中立会	$Vol_t^{Ask}$	0.01	1.23	2.26	3.25	9.77
	$Vol_t^{Bid}$	0.01	1.26	2.26	3.24	12.55
	$Vol_t^{Execution}$	0.00	0.09	1.12	2.96	34.34
夜間立会	$Vol_t^{Ask}$	0.01	0.81	1.51	2.08	6.56
	$Vol_t^{Bid}$	0.01	0.78	1.47	2.00	6.39
	$Vol_t^{Execution}$	0.00	0.01	0.22	0.92	15.71

## 5 分析結果

### 5.1 日中立会と夜間立会の相違点

前章で説明したモデルを取引データに適用し、最尤法を用いて推定した結果は表10～表13の通りである。表10と表11は日中立会、表12と表13は夜間立会の分析結果を示す。

まず、先行研究との比較を行う。デプスについては先行研究と同等の結果が得られた。つまり、売買区分を同一とする最良気配のデプスが大きいほど、売買区分が異なる最良気配のデプスが小さいほど **Aggressive** な注文になる。また、日中立会では売り注文と買い注文のいずれの場合も、売買区分が異なる最良気配のデプスの方が売買区分を同一とする最良気配のデプスよりも約2倍係数の絶対値が大きく、売買区分が異なる最良気配をより重視して投資家は発注を行っていることが示唆される。これは佐々木(2004)の分析とも整合性がある。もう一つの分析要因である直近約定数量の影響については、第4章での仮説どおり、約定数量が多いほど **Aggressive** な注文であるという結果を得た。これはボラティリティが大きいほど注文は **Aggressive** でなくなるという多くの先行研究の結果から一見反する結果であるが、先物取引がヘッジや裁定取引を目的として利用されることも多い点、また日経225先物の流動性が夜間立会時間帯も含めて流動性が高い点を踏まえると妥当であると考えられる。

表 10: 売り注文の推定結果 (日中)

	係数	標準誤差	P 値
$\beta_1$	-0.1736	0.0014	< 0.0001***
$\beta_2$	0.3700	0.0016	< 0.0001***
$\beta_3$	-0.0430	0.0005	< 0.0001***
$\gamma_1$	-2.4013	0.0067	< 0.0001***
$\gamma_2$	-1.2455	0.0059	< 0.0001***
$\gamma_3$	-1.2346	0.0059	< 0.0001***

表 11: 買い注文の推定結果 (日中)

	係数	標準誤差	P 値
$\beta_1$	0.3671	0.0016	< 0.0001***
$\beta_2$	-0.1700	0.0014	< 0.0001***
$\beta_3$	-0.0412	0.0005	< 0.0001***
$\gamma_1$	-2.3914	0.0067	< 0.0001***
$\gamma_2$	-1.2383	0.0058	< 0.0001***
$\gamma_3$	-1.2279	0.0058	< 0.0001***

表 12: 売り注文の推定結果 (夜間)

	係数	標準誤差	P 値
$\beta_1$	-0.3103	0.0022	< 0.0001***
$\beta_2$	0.4202	0.0025	< 0.0001***
$\beta_3$	-0.1934	0.0013	< 0.0001***
$\gamma_1$	-2.7239	0.0069	< 0.0001***
$\gamma_2$	-1.8613	0.0063	< 0.0001***
$\gamma_3$	-1.7728	0.0063	< 0.0001***

表 13: 買い注文の推定結果 (夜間)

	係数	標準誤差	P 値
$\beta_1$	0.3668	0.0024	< 0.0001***
$\beta_2$	-0.4108	0.0024	< 0.0001***
$\beta_3$	-0.1759	0.0013	< 0.0001***
$\gamma_1$	-2.9289	0.0071	< 0.0001***
$\gamma_2$	-2.0664	0.0065	< 0.0001***
$\gamma_3$	-1.9712	0.0064	< 0.0001***

\*P 値は説明変数の係数が 0 であるという帰無仮説に対する Wald 検定の結果であり、\*\*\*は 0.1%、\*\*は 1%、\*は 5%の確率で有意であることを表す。

日中立会と夜間立会の分析結果の相違点について述べる。まず、各説明変数が Order Aggressiveness に及ぼす影響は立会区分の違いに依らず共通している。つまり、売買区分を同一とする最良気配のデプスが大きいほど、売買区分が異なる最良気配のデプスが小さいほど、直近約定数量が大きいほど、注文は Aggressive になるという結果が得られた。一方で、夜間立会においては日中立会とは異なる結果が 4 点得られた。まず、日中立会では売り注文、買い注文ともに閾値  $\gamma_2$  と  $\gamma_3$  の差は 0.01 程度となっているが、夜間立会にはこれらの差が約 0.09 まで大きくなっている。これは、夜間立会においては、Order Aggressiveness 2~4 のカテゴリに該当する注文について、誤差項の影響が相対的に小さくなっていることを示す。言い換えると、注文の持つ情報量が大きくなっていると言える。2 点目として、夜間立会においては各説明変数の係数の絶対値が日中立会に比べて大きくなっている。これは、Order Aggressiveness の決定に対して、設定した取引行動要因との関連性が高くなっていることを示している。3 点目の違いとして、夜間立会では、売買区分を同一とする最良気配のデプスと売買区分が異なる最良気配のデプスの係数を比較すると、その絶対値の差が日中立会に比べて小さくなっている。これは、売買区分を同一とする最良気配のデプスとの関連性が売買区分が異なる最良気配のデプスと同程度になっていると解釈できる。最後に、夜間立会における買い注文では、最良売気配のデプスの係数  $\beta_1$  よりも最良買気配のデプスの係数  $\beta_2$  の絶対値が大きくなっている。売買区分を同一とする最良気配のデプスの影響の方が大きくなっている点、売り注文と買い注文で分析結果の対称性が低くなっている点で他と異なる結果となっている。

## 5.2 夜間立会の特徴の考察

前項で示した夜間立会における 4 つの違いが示唆することを考察する。まず、1 点目の注文の持つ情報量が大きくなるという考察は、第 3 章で述べた Michael and Terrence(2003) が主張する、夜間時間帯に発注される注文は 1 注文当たりの価格形成への寄与度が高くなるという分析と整合的な結果となっている。デリバティブ市場は夜間時間帯も取引が可能であるという点で株式市場とは条件が異な

るが、原資産である指数が更新されない状況で行われる取引には日中時間帯にはない情報が含まれている可能性がある。そして、それは価格指標性という形で先物市場の価値を提供していると考えられる。

Order Aggressiveness の各説明変数の係数の絶対値が大きくなっているという2点目の違いについて考察する。夜間立会は、日中立会に比べて日本経済に影響すると思われる経済イベントが少ないこと、日経225先物の原資産市場である株式市場との裁定取引の機会がないこと等から、国際経済の動向以外では先物の値動き自体が取引材料となりやすい環境にある。したがって、直近約定数量や最良気配のデプス等を重視した取引が多くなっている可能性は否定できない。もっとも、このような取引行動が説明できるのは日経225先物の流動性が高いことが前提にある。流動性が高い場合には短期的、長期的、いずれの取引戦略も有効になるが、流動性が低い場合にはBBOスプレッドの拡大が想定され、投資家の戦略はやや長期的な価格変動を考慮したものが主体になると考えられる。

3点目の売買区分を同一とする最良気配のデプスとの関連性が売買区分が異なる最良気配のデプスと同程度になっている点について、これは最良気配のデプスが日中立会に比べて小さくなっていることが影響していると考えられる。表9で示したとおり、夜間立会におけるデプスの水準は平均で日中立会の6割程度であり、投資家は両側のデプスを考慮する状況が多くなっている可能性がある。第4章で最良気配のデプスの水準が十分であるかを非全量約定比率という指標を定義して検証した際には、デプスの観点から市場流動性は大きく減少していないと推測した。しかし、Order Aggressiveness を用いた検証からは、夜間立会におけるデプスの水準は必ずしも十分ではない可能性が示唆された。このことと前述の経済イベントが減少していることが原因と考えられる取引傾向の変化を踏まえると、夜間立会では投資家はより慎重に取引を行っているという解釈ができる。

売り注文と買い注文とで分析結果の対称性が低くなっている4点目の違いについては、分析対象となる注文数の差が要因として考えられる。表7から判断できるとおり、夜間立会においては特に最良気配にある注文の取消件数の差が大きく、買い注文の方が約27,000件多い。これは日中立会の売りとの注文数の差よりも大きく、夜間立会では買い注文の発注であっても最良買気配のデプスとの関連性が高くなっているものと思われる。このことは夜間立会においては売り注文と買い注文の発注行動に違いが生じていることを示唆しているが、これが市場動向に依らず発生し得るものかを検証する必要がある。経済イベントが発生した日など、特定の日のみについて売り注文と買い注文の偏りが発生する場合は、分析対象期間を拡張することによって結果が変わる可能性も考えられるためである。Order Aggressiveness を推定するモデルでは直接的に経済イベントの影響を説明変数として扱っていないため、売り注文による約定件数と買い注文による約定件数の関係を調べることで簡単に検証する。

分析期間中で最も大きな経済イベントとして想定される2014年8月8日のデータを用いて上記の検証を行う。この日の取引高は分析期間中で最も多く、日中終値から日中始値を引いた値の絶対値は270円、日中高値から日中安値を引いた変動幅は410円といずれも最大となっている。この影響を評価するために、立会区分毎のアップティック約定件数とダウンティック約定件数の計測する。ここで、アップティック約定件数とは買いのテイク注文による約定件数を指し、ダウンティック約定件数は売りのテイク注文による約定件数を指す。そして、アップティック約定件数をこれらの合計で割った数字をアップティック約定比率と呼ぶこととする。したがって、アップティック約定件数とダウンティック約定件数が同じ場合はアップティック約定比率は50%となる。2014年8月8日の日中立会のアップティック約定比率は47.5%、アップティック約定件数とダウンティック約定件数の差は-1,638回と、やや売りが優勢であることを示している。

この水準が他の日に比べて突出しているかを調べたところ、2014年7月29日も相場変動が小さいながら、アップティック約定比率は55.9%、アップティック約定回数とダウンティック約定回数の差は1,268回と買い優勢となる結果が得られた。一方で、日中終値から日中始値を引いた値、日中高値

から日中安値を引いた変動幅はともに 80 円に留まっており、取引高も分析対象期間における日中立会取引高の平均程度である。このように、特に大きな経済イベントが発生していない日においても、売り注文と買い注文の偏りは発生し得ることが分かる。アップティック約定件数やダウンティック約定件数といった指標は、相場の実勢を判断する上では十分でないものの、Order Aggressiveness の計測には織り込まれることになる。したがって、売り注文と買い注文の偏り自体は必ずしも経済イベントに依存したものではなく、分析対象期間を延長しても観察されるものと推測する。

本稿では機関投資家や個人投資家といった投資家の属性別に注文を分析することは行っていないが、日中立会と夜間立会では取引に参加する投資家層の違いがあり得ることを既に説明した。取引に参加する投資家層の変化とともに、採用される投資戦略のパターンも変化しているとすれば、市場全体の動きにも違いが生じる可能性がある。しかし、立会区分別の四本値では大きな偏りは確認できず、日中立会と夜間立会で各取引行動要因が Order Aggressiveness に与える影響の方向性も同じであった。今回の分析からは Order Aggressiveness と市場の価格発見機能の関係性についての見解は得ることができなかった。夜間立会において最良買気配のデプスとの関連性が高くなっていることが注文板に与える影響など、さらに詳細な分析を行うには投資家毎の取引パターンの変化も考慮する必要があると思われ、本稿の分析範囲を超えている。

## 6 結論

本稿では OSE の立会市場における 2014 年 7 月及び 8 月の日経 225 先物のティック・データを用いて、立会区分による投資家の取引行動要因の違いを Order Aggressiveness と呼ばれる取引に対する積極性を示す指標を用いることで検証した。Order Aggressiveness の決定要因として最良気配のデプスと各注文の直近 1 分間の約定数量を仮定して順序プロビットモデルを構築し、各要因の影響度を立会区分別に売り注文と買い注文のそれぞれについて最尤法を用いて推定した。

日中立会と夜間立会に共通して得られた結果として、売買区分を同一とする最良気配価格のデプスが大きいほど、売買区分が異なる最良気配価格のデプスが小さいほど、そして直近約定数量が大きいほど Aggressive な注文であるという結果が得られた。これは先行研究から示唆される結果とも一致している。一方、夜間立会においては日中立会と比べて、1. 1 注文当たりの価格形成への寄与度が向上する、2. 注文板の情報と Order Aggressiveness の関連性が高くなる、3. 売買区分を同一とする最良気配のデプスを相対的に重視する傾向が強くなる、4. 売りと買いで発注行動が異なっている可能性がある、という違いが確認された。これは、夜間立会においては相場変動要因の減少等により、市場全体として取引に対して慎重になっている投資家の割合が高くなっていることを示唆している。

今後の課題として、まず対象期間を拡大することが求められる。そのためには限月交代前後の銘柄の扱いを考慮する必要がある。最も取引高の多い限月だけを対象とするか、また本稿では分析対象外とした限月間スプレッド取引の注文を扱うかどうかなどが考えられ、ロールオーバーという限月交代期に特有の取引要因の扱い方によっても分析結果が大きく変わる可能性がある点は注意しなければならない。日中と夜間で比較する時間帯の設定にも改善点がある。現物市場での取引がデリバティブ市場に与える影響を除外するためには、現物市場で取引が行われていない昼休み時間帯と夜間時間帯の発注行動を比較することが有効である。この点については、分析する時間帯をより短い時間に分割することによっても対応できると考える。また、分析対象とする注文について、取り消された注文の分析を深めることも必要である。日経 225 先物の最良気配における注文の取消は相当程度あり、注文板上に存在した時間などで分類することで、より詳細な傾向が見いだせると考えている。

最後に本稿の総括を行う。現在、OSE 市場は海外投資家の比率が高い状況にある。OSE が公表している投資部門別取引状況によると、2015 年の日経 225 先物の約 69% が海外投資家による取引であ



る。本稿の分析対象期間における海外投資家の売買シェアも約71%とほぼ同じ水準にあり、傾向は大きく変わっていないものと思われる。証券会社の自己部門や国内外の機関投資家、個人投資家など、投資家にも様々な種類が存在し、それぞれの投資家の取引行動と市場への影響の関係を判断するのは、その判断基準も含めて難しい問題である。しかし、いずれの投資家にとっても、ヘッジ機能や価格発見機能の提供はデリバティブ取引の重要な役割に挙げることができる。既に十分な流動性を有していると考えられる日経225先物については、それらをさらに向上させるために多様な投資家が取引に参加する環境を築くことが、これからのOSE市場に求められるだろう。

## 参考文献

- 佐々木 浩二, [2004], 「日経平均先物ティックデータを用いた“order aggressiveness”の推定」, “大阪証券取引所 先物・オプションレポート”, 16, 10, pp. 1–4.
- Aidov, A and Daigler, R. T., [2015], “Depth Characteristics for the Electronic Futures Limit Order Book,” *Journal of Futures Markets*, 35, 6, pp. 542–560.
- Biais, B., P. Hillion and C. Spatt, [1995], “An Empirical Analysis of the Limit Order Book and the Order Flow in the Paris Bourse,” *Journal of Finance*, 50, 5, pp. 1655–1689.
- Foucault, T., O. Kadan and E. Kandel, [2005], “The Limit Order Book as a Market for Liquidity,” *Review of Financial Studies*, 18, pp. 1171–1217.
- Griffiths, M., B. Smith, D. Turnbull and R. W. White, [2000], “The costs and the determinants of order aggressiveness,” *Journal of Financial Economics*, 56, pp. 65–88.
- Kyle A. S., [1985], “Continuous Auctions and Insider Trading,” *Econometrica*, 53, 6, pp. 1315–1335.
- Lee, Charles M. C. and M. J. Ready, [1991], “Inferring Trade Direction from Intraday Data,” *The Journal of Finance*, 46, 2, pp. 733–746.
- Lo, I. and S. G. Sapp, [2010], “Order aggressiveness and Quantity: how are they determined in a limit order market?” *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 20, 3, pp. 213–237.
- Michael J. B., and Terrence H., [2003], “Price Discovery and Trading After Hours,” *The Review of Financial Studies*, 16, 4, pp. 1041–1073.
- McCullagh, P., [1980], “Regression models for ordinal data,” *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 42, 2, pp. 109–142.
- Muranaga, J., and T. Shimizu, [1999], “Market Microstructure and Market Liquidity,” *IMES Discussion Paper*, 99-E-14, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan.
- Ranaldo, A., [2004], “Order aggressiveness in limit order book markets,” *Journal of Financial Markets*, 7, pp. 53–74.
- Xu Y., [2009], “Order Aggressiveness in the ASX Market,” *International Journal of Economics and Finance*, 1, 1, pp. 51–75.