

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 【要約版】



2016年6月9日
株式会社日本取引所グループ
宮崎 保明*

*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)

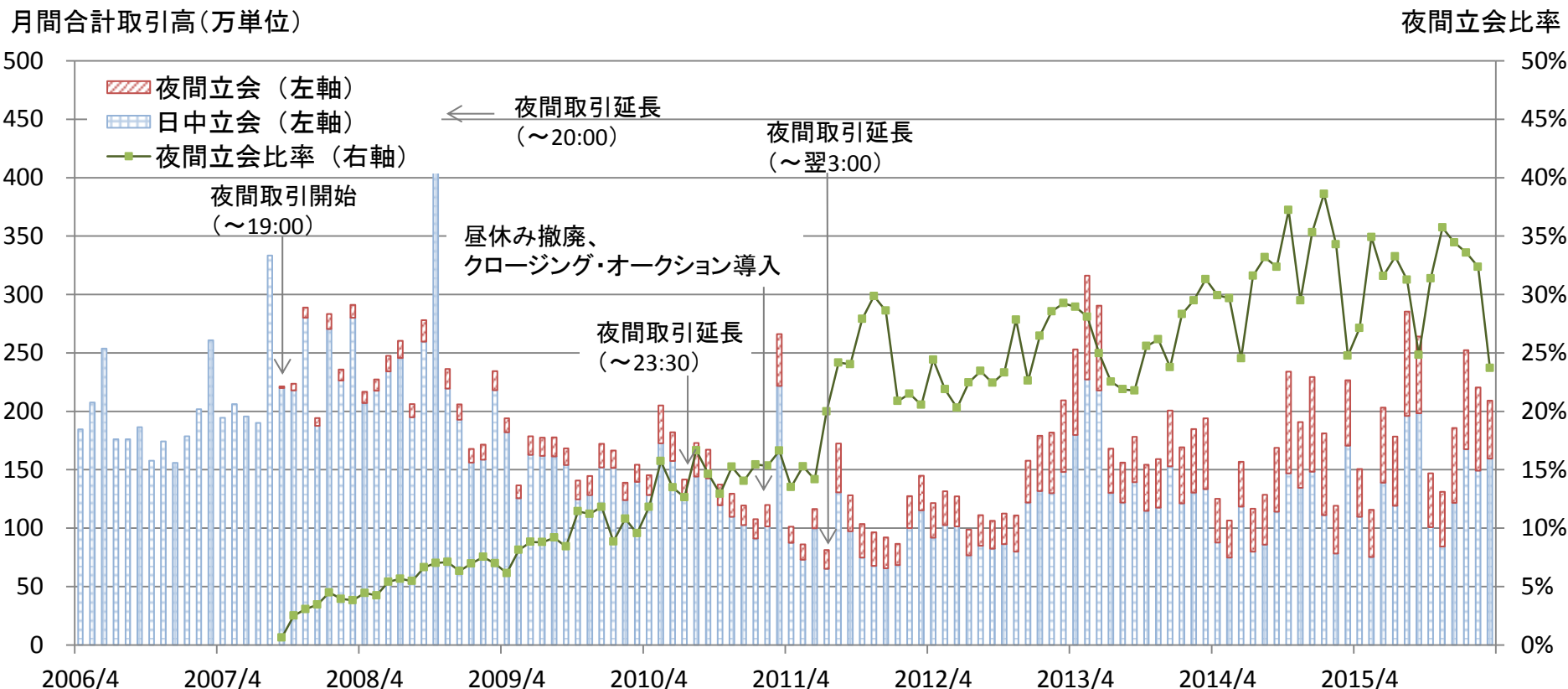
JPXワーキング・ペーパーは、株式会社日本取引所グループ及びその子会社・関連会社の役職員及び外部研究者による調査・研究の成果をとりまとめたものであり、学会、研究機関、市場関係者他、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図しております。なお、掲載されているペーパーの内容や意見は執筆者個人に属し、日本取引所グループ等の公式見解を示すものではありません。



JPX
JAPAN EXCHANGE
GROUP

1. 背景

- OSEでは2007年に夜間取引が開始されて以降、段階的に取引時間を拡張
⇒近年では夜間取引が取引に占める割合が3割を超えている
- 夜間取引においては日中取引に比べ取引に参加する投資家層に偏りがあることが予想され、板の厚さ(デプス)やBBOスプレッドでは観測されない影響が生じている可能性が考えられる
⇒注文ベースで市場の状態を分析する



2-1. 先行研究 ～Order Aggressiveness①～

- Order AggressivenessはBiais, Hillion and Spatt (1995)が提唱した、投資家が注文執行に対してどの程度積極的であるかを測るための分類法
⇒注文ベースでの分析を容易にする

Biaisら(1995)の定義による注文の分類(買い注文の場合)

- 注文を発注価格と発注数量により、7つのカテゴリ(A, B, ..., G)に分類
- 以下のA, B, ..., Gの順でAggressiveであるとみなす

カテゴリ	内容
A	発注価格が発注時点の最良売気配価格よりも高い買い注文
B	発注価格が発注時点の最良売気配価格に等しく、 発注数量が最良売気配価格のデプスよりも大きい買い注文
C	発注価格が発注時点の最良売気配価格に等しく、 発注数量が最良売気配価格のデプス以下の買い注文
D	発注価格が発注時点の最良売気配価格よりも安く、 最良買気配よりも高い買い注文
E	発注価格が発注時点の最良買気配価格に等しい買い注文
F	発注価格が発注時点の最良買気配価格よりも安い買い注文
G	発注している注文の取消

2-2. 先行研究 ～Order Aggressiveness②～

Biaisら(1995)の定義によるOrder Aggressivenessのイメージ(買い注文の場合)

売り注文	価格	買い注文	
	...		
200	17,040		
200	17,030		
150	17,020		A
100	17,010		B (100単位より多い場合) C (100単位以下の場合)
	17,000		D
	16,990	200	E
	16,980	200	F
	16,970	200	
	16,960	200	
	...		

※Gは注文の取消

- Order Aggressivenessと市場の状態との関連を分析した研究は多数存在する
- 研究によってOrder Aggressivenessの定義を変えてモデル作成する分析も多い

⇒取引の積極性と板情報の関係から日中取引と夜間取引で傾向に違いが生じるか検証する

Griffiths, Smith, Turnbull and White (2000)

市場で観測される現象の一つである自己相関を実証

⇒直前の注文が積極的であれば次の注文も積極的になる傾向があることを主張

Ranald (2004)

取引行動要因としてボラティリティの影響を分析

⇒ボラティリティが上昇すると取引が消極的になることを主張

佐々木 (2004)

デリバティブ(日経225先物)での分析例

⇒満期までの残存期間が短くなるにつれて注文が積極的になること、売り注文と買い注文とで傾向が異なることを主張

Xu (2009)

発注数量が多いほど積極的な注文であることを主張

Order Aggressivenessを
推定するモデルの開発



取引行動要因の分析



3-1. 使用データ



対象銘柄

■ OSEが使用する場帳データを利用（有料サービスの全注文情報の利用によっても再現可能）

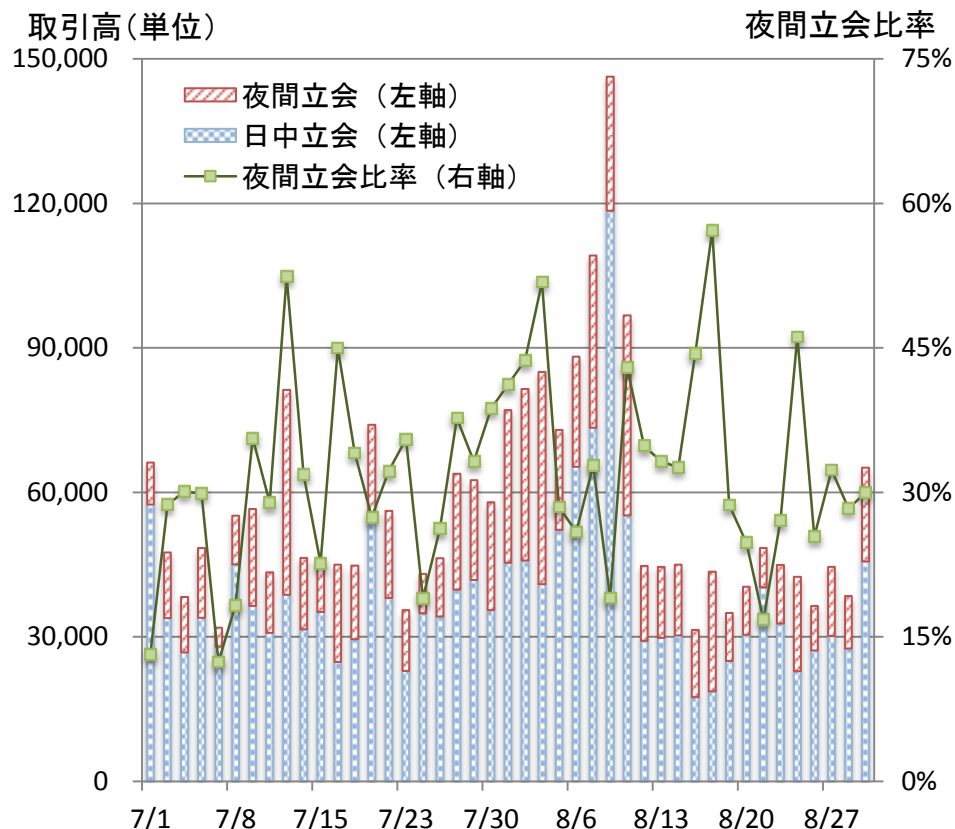
■ 対象：日経225先物2014年9月限 2014年7月1日～8月29日（取引日）（立会のみ）

※板寄せ時の取引、立会開始後5分間及びクロージング・オークション開始前5分間、計20分間の取引、ストラテジー取引は除く

対象銘柄の四本値の推移



対象銘柄の立会取引高の推移



3-2. 市場分析 ～投資家層の偏りの検証～

OSEが公表する分析対象期間の手口上位一覧から取引参加者別に売買数量(売数量+買数量)を集計

日中立会における上位5社が全体に占める売買数量のシェア 約56.5%

夜間立会における上位5社が全体に占める売買数量のシェア 約70.9%

⇒最終投資家の取引動向は不明なもの、全体として投資家層の偏りが存在する可能性を示唆

	売買数量(単位)	シェア
日中上位5社合計	1,826,938	56.5%
夜間上位5社合計	1,555,562	70.9%

分析期間における最良気配のデプスとBBOスプレッドの時間加重平均は以下のとおり

立会区分	最良売気配のデプス	最良買気配のデプス	BBOスプレッド
日中立会	231	232	1.000
夜間立会	156	146	1.003

※最良気配のデプスは小数点以下、BBOスプレッドは小数第四位以下を四捨五入

- BBOスプレッドについては、日中立会、夜間立会ともにほぼ1ティック
⇒BBOスプレッドの観点から市場流動性の程度に大きな支障は生じていない
- 最良気配のデプスについては、夜間立会は日中立会に比べて約6割の水準

デプスの水準が十分であるかを検証するため、非全数量約定比率を定義

非全数量約定比率・・・約定したテイクオーダー注文の一部が約定せずに注文板に残る比率

※FAK注文等による約定時の注文の失効は除く

※テイクオーダー注文・・・注文板にある注文に対して取引を図る注文

	日中立会	夜間立会
非全数量約定比率	4.7%	6.1%

⇒日中立会・夜間立会のデプスの違いと比べて非全数量約定比率の差は小さく、
デプスの観点から市場流動性の程度に大きな支障は生じていないと推測

3-4. 市場分析 ～注文の発注価格帯の分布～



発注価格と市場が形成する価格の関係を分析(売買区分を同一とする最良気配価格との比較)

- 夜間立会是最良気配価格と同値の注文比率が上昇
- 一方で、最良気配価格に4ティック以上劣後する価格への発注比率が減少

⇒日中立会においては想定以上の損失を回避する目的と思われる注文が多くなっている

発注価格	売(日中)	買(日中)	売(夜間)	買(夜間)
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ティック劣後	12.9%	12.9%	5.0%	4.8%

優先・劣後のイメージ

	売	価格	買
最良売気配価格に劣後する売り注文	150	17,020	
最良売気配価格と同値の売り注文	100	17,010	
		17,000	
		16,990	200
最良売気配価格に優先する売り注文		16,980	200
		...	

最良買気配価格に優先する買い注文 ← (17,010)

最良買気配価格と同値の買い注文 ← (16,990)

最良買気配価格に劣後する買い注文 ← (16,980)

3-5. 市場分析 ～分析対象注文のカテゴリ～



対象注文

- 注文の積極性(Aggressiveness)に応じて注文を分類
- Biaisら(1995)の定義を参考に、以下の4つのカテゴリに合致する注文を分析(買い注文の場合)

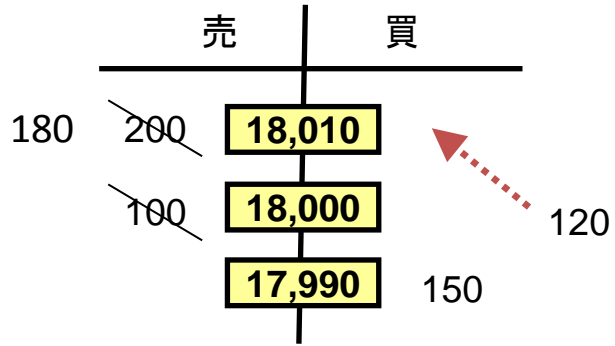
Order Aggressiveness	内容
1	発注と同時に約定し、かつ最良売気配の価格を更新する買い注文
2	発注と同時に約定するが、最良売気配の価格は更新しない買い注文
3	最良買気配に優先するが、即座には約定しない買い注文
4	最良買気配から取り消された注文または最良買気配から劣後する価格に訂正された買い注文

対象注文のサンプル数(件)

Order Aggressiveness	売り(日中)	買い(日中)	売り(夜間)	買い(夜間)
1	13,707	13,367	14,891	14,617
2	91,578	91,959	61,487	60,271
3	1,683	1,611	12,048	12,783
4	960,479	962,162	1,235,243	1,262,984
合計	1,067,447	1,069,099	1,323,669	1,350,655

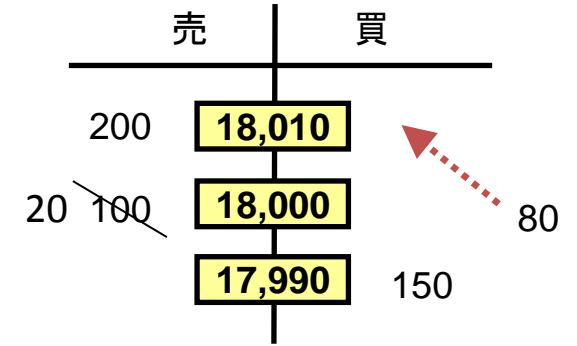
3-6. 分析に用いる注文の分類方法

Aggressiveness 1



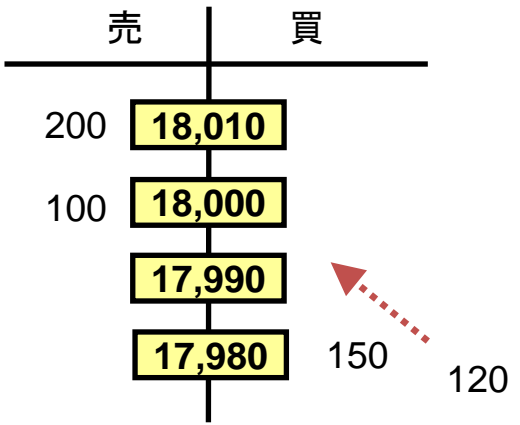
- Step 1. 最良売り気配は18,000円、最良買い気配は17,990円
 - Step 2. 18,010円に120単位の買い注文...①を発注
 - Step 3. 18,000円の売り100単位と18,100円の売り20単位と約定
 - Step 4. 最良売り気配が18,010円に更新
- ⇒注文①はAggressiveness 1に該当する注文

Aggressiveness 2



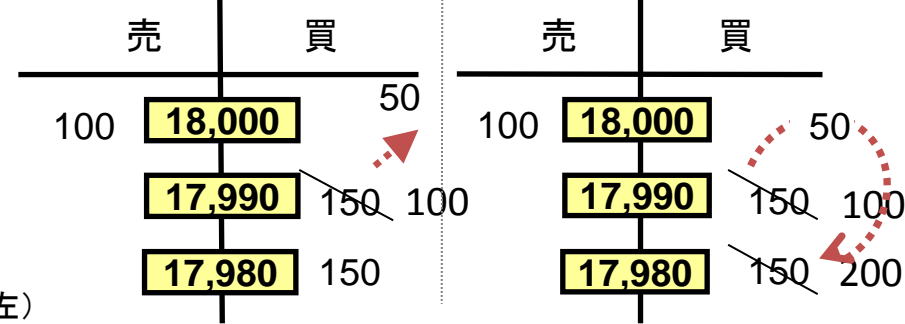
- Step 1. 最良売り気配は18,000円、最良買い気配は17,990円
 - Step 2. 18,010円に80単位の買い注文...②を発注
 - Step 3. 18,000円の売り80単位と約定
 - Step 4. 最良売り気配は18,000円のまま更新されず
- ⇒注文②はAggressiveness 2に該当する注文

Aggressiveness 3



- Step 1. 最良売り気配は18,000円、最良買い気配は17,980円
 - Step 2. 17,990円に120単位の買い注文...③を発注
 - Step 3. 最良買い気配が17,990円に更新
- ⇒注文③はAggressiveness 3に該当する注文

Aggressiveness 4



- (左)
- Step 1. 最良売り気配は18,000円、最良買い気配は17,990円
 - Step 2. 17,990円に発注されていた50単位の買い注文...④を取消
- (右)
- Step 1. 最良売り気配は18,000円、最良買い気配は17,990円
 - Step 2. 17,990円に発注されていた50単位の買い注文...⑤を17,980円に価格訂正
- ⇒注文④、⑤はAggressiveness 4に該当する注文

概要

立会区分(日中立会、夜間立会)と売買区分(売り、買い)の4つの組合せに対して Order Aggressivenessを決定するモデルを推定

⇒得られた投資行動要因とOrder Aggressivenessの関係を比較することで特徴を抽出

仮定する取引行動要因

- 直前の最良売気配のデプス
- 直前の最良買気配のデプス
- 発注の直近1分間の約定枚数

選定基準

1. 板情報から取得が容易であること
(経済政策や経済指標の発表等のイベントの有無を説明変数として扱わない)
2. 取引時間中に変動していること
(BBOスプレッドはほとんどの時間帯で1ティックであったため除外)
3. 銘柄間の影響は考慮しない
(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先物は対象としない)



4-2. 順序プロビットモデルによる分析

以下の順序プロビットモデルを適用し、パラメータ $\beta_1 \sim \beta_3$ と $\gamma_1 \sim \gamma_3$ を推定する

$$y_t^* = \beta_1 Vol_{t-1}^{Ask} + \beta_2 Vol_{t-1}^{Bid} + \beta_3 Vol_t^{Execution} + \varepsilon_t \equiv Z_t + \varepsilon_t$$

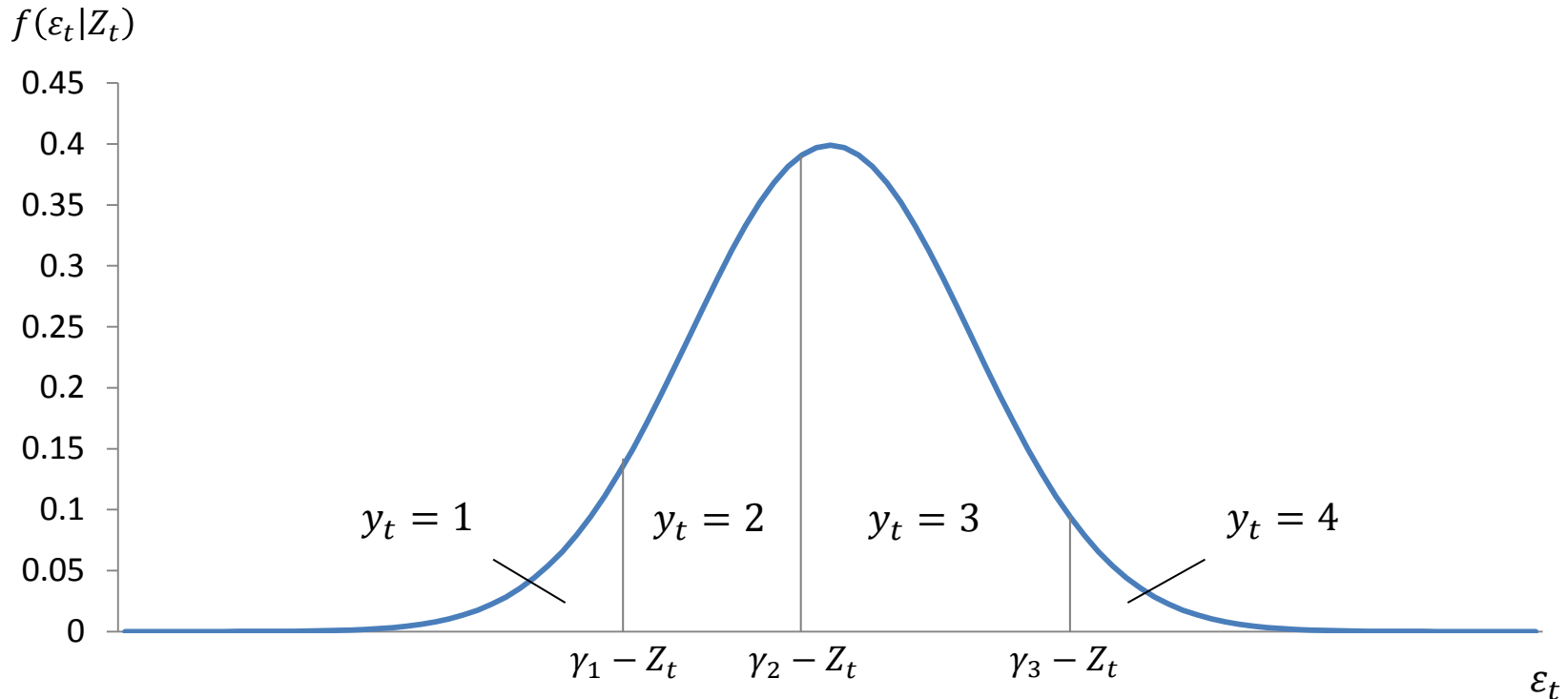
$$y_t = \begin{cases} 1 & (\text{if } -\infty < y_t^* \leq \gamma_1) \\ m & (\text{if } \gamma_{m-1} < y_t^* \leq \gamma_m) \text{ (for } m = 2, 3) \\ 4 & (\text{if } \gamma_3 < y_t^* < \infty) \end{cases}$$

変数	概要	説明変数	概要
t	時刻(注文が発注される毎に更新)	Vol_t^{Ask}	時刻 t における最良売気配の数量 $\div 100$
y_t^*	観測されない真のOrder Aggressiveness	Vol_t^{Bid}	時刻 t における最良買気配の数量 $\div 100$
y_t	観測されるカテゴリ分けされたOrder Aggressiveness	$Vol_t^{Execution}$	時刻 t の1分前から時刻 $t-1$ までの約定数量 $\div 100$
$\beta_1 \sim \beta_3$	説明変数のパラメータ		
ε_t	誤差項(正規分布に従うと仮定)		
$\gamma_1 \sim \gamma_3$	y_t から y_t^* を推定するための閾値($\gamma_1 < \gamma_2 < \gamma_3$)		

4-3. Order Aggressivenessの決定ロジック



Order Aggressivenessは誤差項 ε_t の影響を受ける
 ε_t とその確率密度関数 $f(\varepsilon_t|Z_t)$ の関係は以下のとおり



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は以下のとおり

(順序プロビットモデルの場合)

$\Phi(\cdot)$: 標準正規分布の累積分布関数

$$P(y_t = 1|Z_t) = \Phi(\gamma_1 - Z_t)$$

$$P(y_t = m|Z_t) = \Phi(\gamma_m - Z_t) - \Phi(\gamma_{m-1} - Z_t) \text{ (for } m = 2, 3)$$

$$P(y_t = 4|Z_t) = 1 - \Phi(\gamma_3 - Z_t)$$



4-4. 説明変数の基本統計量



- 四分位数に着目すると、最大値を除いて日中立会と夜間立会の差は小さい
- 最良売気配と最良買気配のデプスの対称性に着目すると、分散・歪度・尖度について夜間立会では日中立会に比べて対称性が低くなっている。

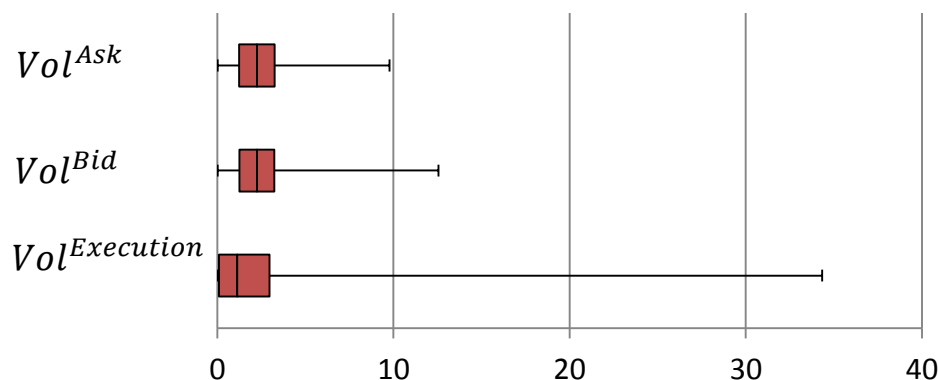
日中立会取引

説明変数	平均	分散	歪度	尖度
Vol^{Ask}	2.344	1.446	0.561	0.176
Vol^{Bid}	2.353	1.443	0.578	0.255
$Vol^{Execution}$	2.223	3.283	3.237	15.667

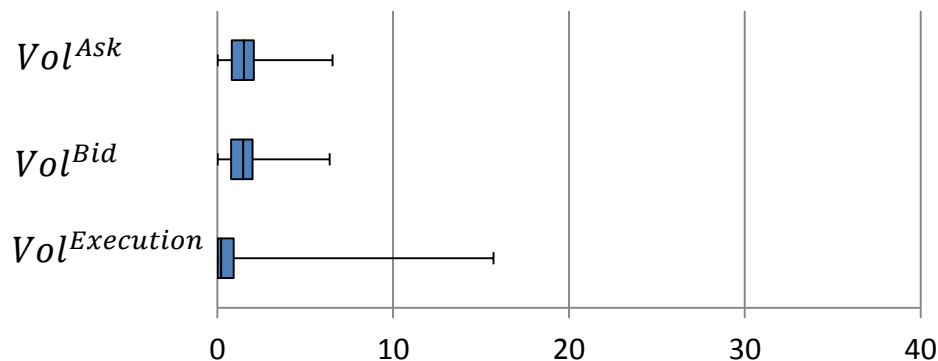
夜間立会取引

説明変数	平均	分散	歪度	尖度
Vol^{Ask}	1.521	0.865	0.581	0.626
Vol^{Bid}	1.454	0.927	0.406	0.163
$Vol^{Execution}$	0.659	1.054	3.479	21.417

説明変数の四分位数(日中立会)



説明変数の四分位数(夜間立会)



日中立会と夜間立会の共通点

影響要因	Order Aggressivenessへの影響
売買区分を同一とする最良気配のデプス	説明変数が高いほど、注文はより Aggressiveになるとみなせる
売買区分が異なる最良気配のデプス	説明変数が高いほど、注文はより Aggressiveでなくなるとみなせる
直近約定数量	説明変数が高いほど、注文はより Aggressiveになるとみなせる

⇒ 先行研究の結果とも整合的

推定されたパラメータ値

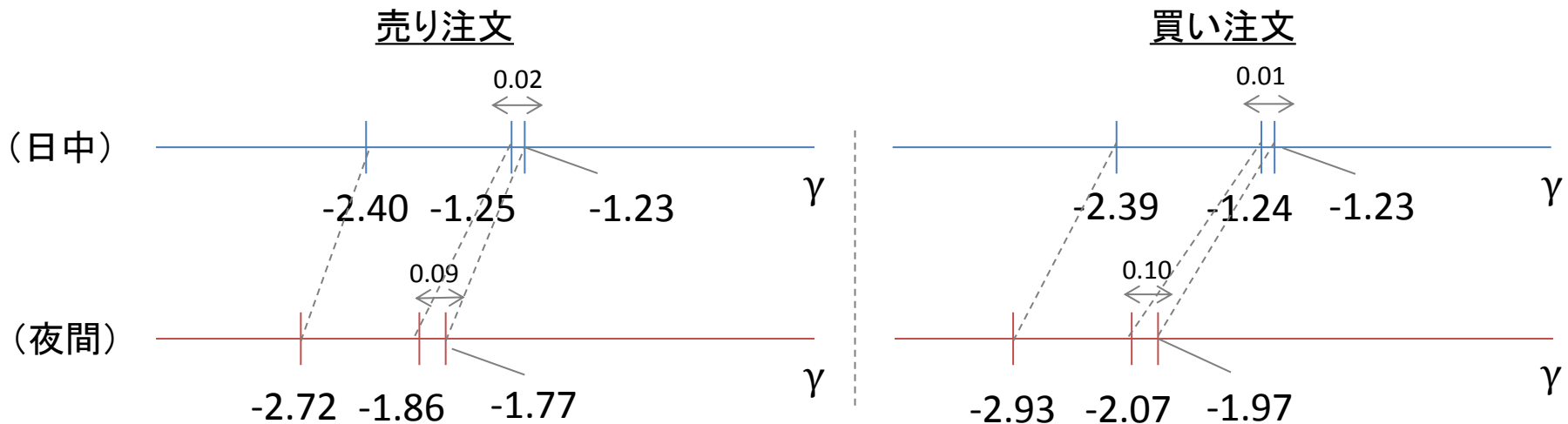
	推定 パラメータ	売 (日中)	買 (日中)	売 (夜間)	買 (夜間)	
最良売気配のデプス	β_1	-0.17	0.37	-0.31	0.37	■ 正のパラメータ 説明変数が高いほど 注文はより Aggressive でなくなるとみなせる
最良買気配のデプス	β_2	0.37	-0.17	0.42	-0.41	
直近約定数量	β_3	-0.04	-0.04	-0.19	-0.18	
Aggressive1と2の境界	γ_1	-2.40	-2.39	-2.72	-2.93	■ 負のパラメータ 説明変数が高いほど 注文はより Aggressive になるとみなせる
Aggressive2と3の境界	γ_2	-1.25	-1.24	-1.86	-2.07	
Aggressive3と4の境界	γ_3	-1.23	-1.23	-1.77	-1.97	

※推定値はWald検定で全て0.1%有意

日中立会と夜間立会の相違点①

夜間立会においては閾値の間隔が広がる傾向にある

- 日中立会では γ_2 と γ_3 の間隔が狭く、Order Aggressiveness2～4の判定が誤差項に依存する程度が相対的に大きい
- 夜間立会においては誤差項の影響が低下し、Order Aggressivenessに与える説明変数の影響が上昇



⇒夜間立会の方が注文の持つ情報量＝各注文の価格形成への寄与度が向上していることを示唆
 ただし、分析対象とする注文のカテゴリを増やした場合を考慮することが判断には必要
 ※価格形成への寄与度とは価格への影響の大きさを指し、市場の価格発見機能とは異なる概念である



5-3. 分析結果 ～立会区分と説明変数の影響度～

日中立会と夜間立会の相違点②

夜間立会においては各説明変数のパラメータの絶対値が増加

- Order Aggressivenessの決定に説明変数が与える影響が上昇

【パラメータ変化】

売り注文における最良売気配のデプス

(日中) -0.17 → (夜間) -0.31

買い注文における最良買気配のデプス

(日中) -0.17 → (夜間) -0.41

直近約定数量

(日中) -0.04 → (夜間) -0.19, -0.18

⇒最良気配のデプスや直近約定数量といった要因に基づく取引が増加し、板情報とOrder Aggressivenessの関連性が高くなっている

・・・相場変動要因の減少が影響していると推測

5-4. 分析結果 ～売買区分とデプスの影響度～

日中立会と夜間立会の相違点③

夜間立会においては最良売気配と最良買気配のデプスのパラメータの絶対値の差が減少

- 日中立会においては売買区分が異なる最良気配のデプスがよりOrder Aggressivenessに影響を与える
- 売買区分を同一とするデプスがOrder Aggressivenessに与える影響が上昇し、両側のデプスの影響がほぼ等しくなっている

【パラメータ変化】

最良売気配のデプス

(日中) 売り注文	-0.17	、	買い注文	0.37	・・・	絶対値の差:0.20
(夜間) 売り注文	-0.31	、	買い注文	0.37	・・・	絶対値の差:0.06

↓ 減少

最良買気配のデプス

(日中) 売り注文	0.37	、	買い注文	-0.17	・・・	絶対値の差:0.20
(夜間) 売り注文	0.42	、	買い注文	-0.41	・・・	絶対値の差:0.01

↓ 減少

⇒売りと買いの両方のデプスを考慮した発注が増加

・・・デプスの減少等を考慮して、日中立会と比べて投資家が取引に対して慎重になっていると推測

Order Aggressivenessの観点からは夜間立会の最良気配のデプス水準は十分ではない可能性

5-5. 分析結果 ～売り注文と買い注文の対称性～

日中立会と夜間立会の相違点④

夜間立会においては 売り注文と買い注文とでパラメータの対称性が低い

- 売り注文と買い注文で発注行動が日中立会に比べて対称的となっていない
- 特に最良買気配のデプスの影響が相対的に増加

※買気配の影響が相対的に大きくなっている要因までは特定できていない

※注文発注件数の差に起因していると推定し、相場変動のみが売りと買いの傾向の違いの原因となるとは限らないことを別途検証している

【パラメータ変化】

売買区分を同一とする最良気配のデプスの影響

(日中) 売り注文・売気配	-0.17	、	買い注文・買気配	-0.17	・・・	差分:0.00	↓ 増加
(夜間) 売り注文・売気配	-0.31	、	買い注文・買気配	-0.41	・・・	差分:0.10	

売買区分が異なる最良気配のデプスの影響

(日中) 買い注文・売気配	0.37	、	売り注文・買気配	0.37	・・・	差分:0.00	↓ 増加
(夜間) 買い注文・売気配	0.37	、	売り注文・買気配	0.42	・・・	差分:0.05	

⇒売り注文と買い注文で発注行動に違いが生じていることを示唆

日経225先物の夜間取引の特徴

- 各注文の持つ価格形成への寄与度が向上している可能性が存在
- 板情報と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
- 売りと買いで発注行動が異なっている可能性が存在

想定される要因

- 日中立会に比べた相場変動要因(経済イベントや裁定取引の機会など)の減少
- 投資家が取引に対して慎重になっている可能性
- 投資家に偏りが生じている可能性

⇒取引の要因が限定されることで、市場全体として取引に慎重な投資家の割合が高くなっているのではないか

- 夜間取引に生じている変化が市場に与える影響について評価を進めるとともに、夜間取引の一層の活性化を目指した施策を提供することが必要である。

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Kyle A. S., [1985], “Continuous Auctions and Insider Trading,” *Econometrica*, 53, 6, pp. 1315-1335.
7. Lee, Charles M. C. and M. J. Ready, [1991], “Inferring Trade Direction from Intraday Data,” *The Journal of Finance*, 46, 2, pp. 733-746.
8. 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.
9. Michael J. B., and Terrence H., [2003], “Price Discovery and Trading After Hours,” *The Review of Financial Studies*, 16, 4, pp. 1041-1073.
10. McCullagh, P., [1980], “Regression models for ordinal data,” *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 42, 2, pp. 109-142.
11. 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.
12. Ranaldo, A., [2004], “Order aggressiveness in limit order book markets,” *Journal of Financial Markets*, 7, pp. 53-74.
13. Xu Y., [2009], “Order Aggressiveness in the ASX Market,” *International Journal of Economics and Finance*, 1, 1, pp. 51-75.