

解 説

東京都立大学21世紀COEプログラム 研究レポート(第2回)

「日経平均先物ティックデータを用いた “order aggressiveness”の推定」

東京都立大学 経済学部COE研究員 佐々木浩二

1. はじめに

金融市場の実証分析はより詳細なデータが公開されるに従い発展してきた。今日我々は四本値と呼ばれる日次の寄付値・高値・安値・引け値のみならず、ティックデータと呼ばれる全ての取引が記録されたデータにも触れることができる。ティックデータを見ることによって私達は投資家がいつどのように注文を出し、取引をしているのか知ることができる。このデータの特性は、今まで分析することができなかつた投資家の投資行動の決定要因について分析することを可能にしている。

本稿では大阪証券取引所で取引される日経225先物のティックデータを用いて投資家の投資行動を特徴付ける“order aggressiveness”と呼ばれる指標の決定要因を探る。分析結果は指数先物を取引する買い手と売り手の投資行動の違いを浮き彫りにするものとなった。

2. データの特性

本稿で用いるデータは大阪証券取引所において2003年11月に取引された2003年12月限月日経225先物のティックデータである。当該期間に記録された総データ数は445,207件であり、総取引回数は66,841である。このうち寄付と15:00以降の取引データを除いたデータを用いる。

証券取引所が一般に公開するデータには幾つかの特徴がある。ここでは特に次の3点を説明する。

①データは最も安い価格に提示される売り注文(ベスト・アスク)と最も高い価格に提示される買い注文(ベスト・ビッド)、並びに取引価格・数量から構成されている。前者はブックと呼ばれるものの一部である。取引所が管理するブックにはベスト・アスクよりも高い価格に提示される売り注文や、ベスト・ビッドよりも低い価格に提示される買い注文も記録されているが、当該データには含まれていない。後者にはブックに積み上がった買い注文に対する売却と、ブックに積み上がった売り注文に対する購入とが分けて記録されている。このデータを扱う上で注意すべきことは取引が成立しない指値注文は

ブックには記載されるが、ティックデータには反映されない、ということである。よって研究を始める前にブックの変化からどのような指値注文がなされたのか逐次割り出さなければならない。本稿はOmura, Tanigawa and Uno (2000)及びAhn, Cai, Hamao and Ho (2002)を参照してデータから注文のフローを再構築した。

②注文が提示された時刻・取引が成立した時刻は分単位で記録されている。従って秒単位の正確な注文・取引時刻をデータから読み取ることはできない(データはある特定の注文及び取引がある特定の一分の中で何番目になされたのかのみを記録している)。このデータの制約からduration modelに代表される正確な注文・取引時刻を変数として扱うモデルの推定を行うことはできない。

③秒単位の正確な注文提出時刻はデータに記録されていないが、注文が提出された順序は記録されている。よって過去のブックの状態やスプレッドといった市場環境が現在の注文戦略に与える影響は調べることができる。本研究において推定するorder aggressivenessという指標はデータから直接観察することはできないが、注文の価格・数量の特性からクラス分けした等級値のデータを作成することはできる。よって本稿ではordered probitモデルを用いて等級値のデータから真のorder aggressivenessを推定することとする。

3. Order Aggressiveness

Order aggressiveness (Biais, Hillion and Spatt (1995) : III. The Order Flowを参照)は投資家がどれだけ注文執行を欲しているかを測る指標である。Aggressivenessの度合いは注文量が多いほど、買い指値が高いほど、また売り指値が低いほど強いとされる。例えばスプレッドが広く開いているのにも関わらず市場に提出された注文が指値注文ではなく大量のマーケットオーダーである場合、この注文は非常にaggressiveである、と言う。本稿はデータの特性とRinaldo (2004)による分類を参考にしてorder aggressivenessを次の5つの段階に分けて変数化する。

- 1 : ベスト・アスクにある売り注文の総量と同数量の買い成行注文(またはベスト・ビッドにある買い注文の総量と同数量の売り成行注文)
- 2 : ベスト・アスクにある売り注文総量より少ない注文量の買い成行注文(またはベスト・ビッドにある買い注文総量より少ない注文量の売り成行注文)
- 3 : ベスト・ビッド=アスク間に提示される買い指値注文(またはベスト・ビッド=アスク間に提示される売り指値注文)
- 4 : ベスト・ビッドを指値とする買い指値注文(またはベスト・アスクを指値とする売り指値注文)

5 : ブックに提示されている買い注文のキャンセル (またはブックに提示されている売り注文のキャンセル)

この設定の下ではaggressiveな注文に小さい変数の値が付与される。表1及び表2は2003年11月のある特定の取引時間帯にそれぞれの注文カテゴリがどれほどの頻度で現れたのかを示している。

表1 : 買い注文の日中order aggressiveness

	1	2	3	4	5
930	90	5724	126	8748	3006
1000	36	2664	18	5832	2825
1030	0	1637	18	4626	2538
1100	0	2610	0	4427	2088
1300	0	2358	18	3060	1476
1330	36	1962	18	2808	1332
1400	0	1710	18	2538	1368
1430	54	1548	54	2520	1188
1500	864	61380	1008	86832	33336

表2 : 売り注文の日中order aggressiveness

	1	2	3	4	5
930	684	5796	738	8352	1944
1000	252	3384	270	5274	1926
1030	198	1746	198	3960	1368
1100	252	1566	252	3798	1062
1300	287	3114	270	5526	1728
1330	126	864	144	2430	863
1400	180	1278	180	3185	1440
1430	288	1871	288	3564	1458
1500	7074	49428	7146	94320	33353

表1・2の第1列は30分毎に分けた時間の最後の分を表している。例えば930は第1行が9:00から9:30のデータを集計した値であることを意味している(集計データは前場後場の寄付, 前場の引け, 午後3:00以降の注文を除いたものである)。表から読み取れることは買い注文・売り注文ともに前場・後場の寄付・引け間に注文頻度が高いということである。これは指数先物の大きな社会的役割の一つが各経済主体のリスクポジション調整であり, ポジション調整に関連する注文は寄付と引けに集中するという広く受け入れられている見方と合致する特徴である。

4. モデル

前項で示したorder aggressivenessはどのような要因に影響を受けて決まるのであろうか。本稿はRinaldo (2004) が検証したvolume effect, spread effect, Griffiths, Smith, Turnbull and White (2000) が検証したlast aggressiveness,

並びに最終決済日 (settlement day) までの期間に注目して検証する。まずvolume effect とはベスト・ビッド=アスクに積み上がった注文量がorder aggressivenessに与える影響のことである。Parlour (1998) による理論研究は買い注文が積み上がるほど買い手はよりaggressiveになり, また売り注文が積み上がるほど売り手はよりaggressiveになることを示した。Spread effectとはスプレッドがaggressivenessに及ぼす影響のことである。Foucalut (1999) による理論研究はスプレッドが狭まるに従って投資家がよりaggressiveになることを示した。last aggressivenessとは直前に提出された注文のaggressivenessが現在の注文のaggressivenessに与える影響のことである。Griffithsらは未来の証券価格に関する私的情報を持つ投資家はその情報に基づいて大量の注文を出すのではなく, 小口のaggressiveな注文に分けて私的情報から得られる利益を最大化するという投資行動を前提に, aggressiveな注文の自己相関について調べている。もしGriffithsらが個別株式の分析から得た結果と同様に正の自己相関が得られれば私的情報を持つ投資家が市場に存在すると解釈される。これに対して指数先物の価格は株式市場全体の動きに関する公的情報に依存して決まると考えられているために一般には私的情報を持つ投資家は存在しえないとされている。よって本稿ではaggressiveな注文に自己相関はないという仮説を立てる。

本稿ではこれら既存の理論研究において提示され, また実証研究において検証されたaggressiveness決定要因について指数先物の市場においてもaggressiveness決定要因となりえるのか調べる。加えて本稿では先物という取引資産の特徴を考慮に入れて, 最終決済日までの期間がaggressivenessに与える影響を, 最終決済日までの期間が短くなるに従い投資家はよりaggressiveな注文を提出するという仮説を立てて検証する。表3は仮説をまとめたものである。

表3 : 本稿の仮説

仮説	aggressiveness	
	買い注文	売り注文
H1: bid volume	-	+
H2: ask volume	+	-
H3: spread	+	+
H4: aggressiveness (lagged buy)	0	0
H5: aggressiveness (lagged sell)	0	0
H6: time to settlement day	+	+

表中の+は仮説が与えた要因は注文をless aggressiveにすることを意味し, -は仮説が与えた要因は注文をよ

り aggressive にすることを意味する。

これらの仮説を検証するために次のような ordered probit モデルを推定する。

$$y_t^* = \beta_1 BidV_{t-1} + \beta_2 askV_{t-1} + \beta_3 Spread_{t-1} + \beta_4 Agg_{t-1}^{Buy} + \beta_5 Agg_{t-1}^{Sell} + \beta_6 TTS_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$y_t^{obs} = \begin{cases} 1 & \text{if } -\infty < y_t^* \leq \gamma_1 \\ m & \text{if } \gamma_{m-1} < y_t^* \leq \gamma_m \quad m = 2,3,4 \\ 5 & \text{if } \gamma_4 < y_t^* < +\infty \end{cases}$$

ここで $y_t^*, y_t^{obs}, \{\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6\}, \varepsilon_t, t$ は観察されない真の order aggressiveness, 観察されるカテゴリ分けされた order aggressiveness, 説明変数のパラメータ, 誤差項, 注文が提出された event date であり, $\{\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4\}$ は観察される aggressiveness から真の aggressiveness を推定するための閾値である。説明変数はそれぞれ表 3 に示した仮説を検証するために選定され, 表 4 のように定義される。

表 4 : 説明変数の定義

variable	description
$BidV_{t-1}$	volume at best bid _{t-1} /1,000
$AskV_{t-1}$	volume at best ask _{t-1} /1,000
$Spread_{t-1}$	spread size _{t-1} /1,000
Agg_{t-1}^{Buy}	buy aggressiveness _{t-1} =1 if $y_t^{obs}=1, 2$ buy aggressiveness _{t-1} =0 otherwise
Agg_{t-1}^{Sell}	sell aggressiveness _{t-1} =1 if $y_t^{obs}=1, 2$ sell aggressiveness _{t-1} =0 otherwise
TTS_{t-1}	(settlement day-trading day _{t-1})/365

5. 推定結果

最尤法を用いて前項のモデルを推定した。表 5・6 にまとめられた推定結果から仮説と異なるのは spread, last aggressiveness, 最終決済日までの期間が aggressiveness に与える影響であることが分かる (この結果は表 1・2 に見られるような日中季節性に強い影響を受けない)。spread が広がるほど買い注文はより aggressive になり, 売り注文は若干 less aggressive になるという結果が得られ, last aggressiveness の影響は皆無ではなく, また最終決済日が近づくにつれて買い注文はより aggressive になるのに対して売り注文は影響を受けないという結果が得られた。

表 5 : 買い注文の推定結果

	mean	std. error	p-value
bid volume	-0.263	0.027	0.0000
ask volume	1.376	0.040	0.0000
spread	-0.671	0.034	0.0000
Agg_{t-1}^{Buy}	-0.314	0.010	0.0000
Agg_{t-1}^{Sell}	0.101	0.012	0.0000
TTS	0.564	0.190	0.0015
γ_1	-3.188	0.042	0.0000
γ_2	-0.953	0.039	0.0000
γ_3	-0.938	0.039	0.0000
γ_4	0.434	0.039	0.0000

表 6 : 売り注文の推定結果

	mean	std. error	p-value
bid volume	1.455	0.036	0.000
ask volume	-0.601	0.030	0.000
spread	0.002	0.000	0.000
Agg_{t-1}^{Buy}	0.086	0.010	0.000
Agg_{t-1}^{Sell}	-0.370	0.009	0.000
TTS	-0.082	0.174	0.319
γ_1	-1.871	0.016	0.000
γ_2	-0.473	0.015	0.000
γ_3	-0.370	0.015	0.000
γ_4	1.068	0.015	0.000

ではなぜこれら 3 点について仮説と異なる結果が得られたのであろうか。まず spread の影響について, 買い手と売り手の投資行動の違いから説明する。表 1・2 を比較するとカテゴリ 3 (ベスト・ビッド=アスク間に提示される注文) について, 売り注文数が買い注文数を大きく上回っていることが分かる。これは広がったスプレッドが売り注文によって埋められる傾向にあることを示唆する。売り手のこうした投資行動を理解しているが故に買い手はスプレッドが広がるに従って若干 less aggressive になるのだと考えられる。

続いて last aggressiveness の影響について見ると直前に提示された aggressive な買い注文は買い注文をより aggressive にし, 売り注文を less aggressive にする。また直前に提示された aggressive な売り注文は買い注文を less aggressive にし, 売り注文をより aggressive にする。このことは指数先物市場には存在しないと考えられたインサイダーがこのサンプル期間に存在した可能性があることを示す。もしこの結果が指数に影響を及ぼすと考えられる日銀短観や GDP 値, 雇用統計等に関する私的情報を利用して取引する投資家の存在を示唆するならば

aggressivenessの推定はインサイダーを発見する手段としても有効なものとなりえる。

最後に最終決済日までの期間の影響について説明すると次のようになる。一般に指数先物の売り手は保有する大型ポートフォリオのポジション調整のために取引し、買い手は投機目的で取引をする傾向にあるとされる。すると推定結果はポートフォリオをヘッジするために取引する売り手が最終決済日までの期間に強く依存せず自らのポジション調整をすることを反映し、また投機目的の買い手が最終決済日までの期間が短くなるに従って損益確定のためにaggressiveになることを反映している、と説明される。このように本稿の推定結果は指数先物を取引する買い手と売り手の異なる投資動因・投資行動を反映するものと解釈される。

6. 結語

本稿では大阪証券取引所で取引される日経225先物のティックデータを用いてorder aggressivenessの規定要因を推定した。分析の結果、オーダーブックに積み上がった注文量やスプレッドの幅といった流動性を表す指標が注文のaggressivenessに大きな影響を与えていることが分かった。この推定結果は投資家が刻々と変わる市場流動性に敏感に反応して自らの注文戦略を決めていることを示唆する。結果はまた指数先物を取引する買い手と売り手の投資動因・行動の違いを浮き彫りにするものとなった。このようにティックデータを用いることで今まで分析することのできなかつた、投資行動の決定要因について分析を行うことが可能になる。本稿が先物ティックデータを用いた幅広い研究を喚起する一助となれば幸いである。

謝辞

本研究は文部科学省21世紀COEプログラム「金融市場のミクロ構造と制度設計」の援助により行われた。

加えてモデルの推定法について助言を頂いた東京都立大学教授浅野哲氏、東京都立大学COE研究員内山博邦氏に謝意を表したい。

参考文献

Ahn, Hee-Joon, Jun Cai, Yasushi Hamao, and Richard Y.K. Ho, 2002, The Components of the Bid-Ask Spread in a Limit-Order Market: Evidence in the Tokyo Stock Exchange, *Journal of Empirical Finance*, 9, 399-430.

Biais, Bruno, Pierre Hillion and Chester Spatt, 1995, An Empirical Anlysis of the Limit Order Book and the Order Flow in the Paris Bourse, *Journal of Finance*, 50, 5, 1655-1689.

Foucault, Thierry, 1999, Order Flow Composition and Trading Costs in a Dynamic Limit Order Market, *Journal of Financial Markets*, 2, 99-134.

Griffiths, Mark D., Brian F. Smith, D. Alasdair S. Turnbull and Robert W. White, 2000, The Costs and Determinants of Order Aggressiveness, *Journal of Financial Economics*, 56, 65-88.

Omura, Keiichi, Yasuhiko Tanigawa, and Jun Uno, 2000, Execution Probability of Limit Orders on the Tokyo Stock Exchange, Working Paper.

Parlour, Christine A., 1998, Price Dynamics in Limit Order Markets, *Review of Financial Studies*, 11, 4, 789-816.

Ranaldo, Angelo, 2004, Order Aggressiveness in Limit Order Book Markets, *Journal of Financial Markets*, 7, 53-74.

1 日経株価指数300構成銘柄の一部入替えについて

(株)日本経済新聞社は、共同持株会社設立及び完全子会社化による上場廃止並びに定期見直しに伴う構成銘柄の一部入替えについて、下記のとおり発表いたしましたので、お知らせします。

記

日経株価指数300

除外銘柄(コード)		補充銘柄(コード)		実施日
富士通サポートアンドサービス	(4706)	野村総合研究所	(4307)	平成16年9月27日
セガ	(7964)	電通	(4324)	
三菱自動車工業	(7211)	スクウェア・エニックス	(9684)	平成16年10月1日
ダイエー	(8263)	スズケン	(9987)	
西友	(8268)	—	—	
—	—	セガサミーホールディングス	(6460)	平成16年10月4日

2 MSCI JAPAN Index構成銘柄の追加について

モルガン・スタンレー・キャピタル・インターナショナル社は、平成16年10月21日(木)に電源開発(コード:9513)をMSCI JAPAN Indexの構成銘柄に追加することについて発表しましたので、お知らせいたします。