

# 本邦株式市場の流動性に関する動学的考察

## 東京証券取引所のティック・データ分析

むらなが じゅん  
村永 淳

### 要 旨

本稿の目的は、日本の株式市場を対象として市場流動性の動学的な側面を研究することである。具体的には、東京証券取引所の電気機器指数を構成している個別株式のティック・パイ・ティックの市場データを用い、カイルが示した市場流動性の3つの概念、(価格指標性 *tightness*、市場の厚み *depth*、市場の回復力 *resiliency*) に対応する代理指標について分析する。このうち1番目の指標はビッド・アスク・スプレッドとして計測される。2番目の指標はマーケット・インパクトであり、取引執行に伴うクォートの変化率を出来高で割った値として算出される。3番目の指標は市場弾力性であり、取引後のビッド・アスク・スプレッドの収束速度として算出される。1995年10月2日から1996年9月30日までの観測期間においてクロス・セクション分析を行い、これらの3つの指標と取引頻度の関係について調べた結果、各指標で表される市場流動性と取引頻度の間にはそれぞれ正の相関が存在することがわかった。また、1998年4月13日に東京証券取引所が実施したティック・サイズ(価格変動幅の最小単位)の切下げの影響についても分析を行った。この制度変更前後55営業日のさまざまな指標を分析した結果、ティック・サイズの切下げはビッド・アスク・スプレッドや価格ボラティリティを縮小させ、取引頻度を増加させたことがわかった。これらの結果は、ティック・サイズの切下げが市場の流動性および効率性を向上させたことを示唆している。

キーワード：市場流動性、ビッド・アスク・スプレッド、マーケット・インパクト、市場弾力性、ティック・データ

本稿は、著者が日本銀行金融研究所兼金融市場局に在籍していた1998～1999年に、国際決済銀行(BIS)グローバル金融システム委員会下の市場流動性スタディ・グループにおける共同研究プロジェクトの一環で作成した英語論文の日本語版である。本稿作成にあたっては、川井洋毅氏(東京証券取引所)から数多くの有益なコメントを頂戴した。本稿で示されている内容および意見は著者個人に属するものであり、日本銀行、グローバル金融システム委員会あるいはBISの公式見解を示すものではない。なお、上記スタディ・グループの研究成果を集約して作成された報告書“Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications”および関連論文は、BISのWorld Wide Webサイト(<http://www.bis.org>)から入手可能である。

村永 淳 日本銀行企画室 (E-mail: jun.muranaga@boj.or.jp)

## 1. はじめに

本稿では、市場の挙動に関するさまざまな観点のうち、市場流動性に焦点を当てる。市場流動性は、市場で資産の売買を行う者にとって重大な関心事項であるものの、その定義には一義的なものが存在せず、また、その定量的な計測手法も未発達な段階にある。一方で、市場流動性は、市場の価格発見機能に大きな影響を及ぼすため、市場の効率性や安定性と密接に関係していると考えられる。このような関係を整理することによって市場流動性の意味を考察した先行研究としては、Muranaga and Shimizu [ 1999 ] がある。

通常、ファイナンス理論では、効率的市場は「すべての利用可能な情報が価格に反映されている市場」と定義される。一方、流動性が高い市場とは、「大きな価格変動を伴わずに、短時間でより大量の取引が執行可能な市場」と定義可能である。したがって、市場流動性の向上は、市場価格に含まれる情報量および情報が価格に反映される速度を増大させることを通じ、利用可能な情報が市場価格に反映される程度が強まる、すなわち、市場の効率性向上に資すると考えられる。価格に対する情報反映度の向上は、価格発見がより容易に行われることを意味し、市場の本源的機能の1つである価格発見機能が円滑に働くという意味でも市場の効率性向上につながる。

市場の安定性という概念も市場流動性と密接な関係を持つ。安定的な市場とは、「十分に長い期間にわたって価格発見機能が停止する確率が小さい市場」として考えることができる。市場の不安定化すなわち価格発見機能の停止は、さまざまなプロセスを経て顕現化する。中でも注目すべきと考えられるのは、市場参加者が市場の価格発見機能に対して信認を持てなくなった場合に自己実現的に市場が不安定化する可能性であろう。このような価格発見機能の低下は、これに伴うリスクを回避する参加者が市場で大多数となることによって発生する。これは価格水準や価格変化率等がある境界条件を超えた場合に一気に顕現化するものとみられる。平時から流動性が比較的低い市場では、いったん何らかのショックが加わった場合、急激に流動性が枯渇し、市場が不安定化する蓋然性は高くなる。したがって、平時において十分な市場流動性が確保されることは、市場機能に対する参加者の信認を高めることを通じ、市場の安定性を向上させると考えられる。

市場流動性を決定する要因として、市場における取引ルールや各種の制度等の市場構造が重要な役割を果たしている<sup>1</sup>。本稿では、東京証券取引所（以下、東証）の電気機器指数を構成している個別銘柄のティック・バイ・ティックの取引データを用いて実証分析を行う。分析に当たっては、市場流動性の静態的指標としてのビッド・アスク・スプレッド、および動態的指標としてのマーケット・インパ

1 こうした市場構造が市場の挙動に及ぼす影響について、理論的に研究する分野として、マーケット・マイクロストラクチャー理論がある。同理論の分野における先行研究を網羅的にサーベイしたものとして O'Hara [ 1995 ] がある。

クトと市場弾力性に注目する。分析の結果、市場のダイナミクスを把握するためには取引頻度に見合った頻度での観測が必要なこと、取引頻度と市場流動性の間には静態的・動態的両面において正の相関があることが示された。また、1998年4月13日に東証が実施したティック・サイズ（価格変動幅の最小単位）の切下げの影響についてイベント・スタディを行う。その結果、ティック・サイズの変更が取引コストを低減させ、市場の流動性および効率性を向上させた可能性が示唆された。

本稿の構成は以下のとおりである。まず、2章ではMuranaga and Shimizu [1999] にならって市場流動性を定義した後、ビッド・アスク・スプレッド、マーケット・インパクト、市場弾力性といった市場流動性指標を紹介する。3章では日本株式のティック・バイ・ティックのデータを用いてクロス・セクション分析を行う。4章では東証のティック・サイズ切下げに関するイベント・スタディを行う。最後に、5章では本稿の要約と今後の研究課題を示す。

## 2. 市場流動性の概念整理

### (1) 市場流動性の定義

一般に、個別の市場参加者からみて流動性が高い市場とは、「最小の価格変動で大量の取引を速やかに執行できる市場」と定義可能である。一方、流動性を市場全体のマクロ的観点からみると、Muranaga and Shimizu [1999] が述べているように、ある証券に対する潜在的な取引ニーズ（effective supply and demand）まで含めたトータルな市場の厚みと定義できる。こうした取引ニーズが表面化しない要因としては、税金や手数料といった明示的（explicit）取引コストの存在や、参加者間の情報の偏在等に対する潜在的（implicit）コストの存在がある<sup>2</sup>。潜在的取引ニーズは明示的取引コストの低下や情報の拡充等によって誘発されるものといえ、さらに取引執行そのものが引き起こす価格変化に関する情報が新たな取引動機を誘発し、潜在的取引ニーズの顕現化をもたらすというメカニズムも存在する。

### (2) 市場流動性の計測

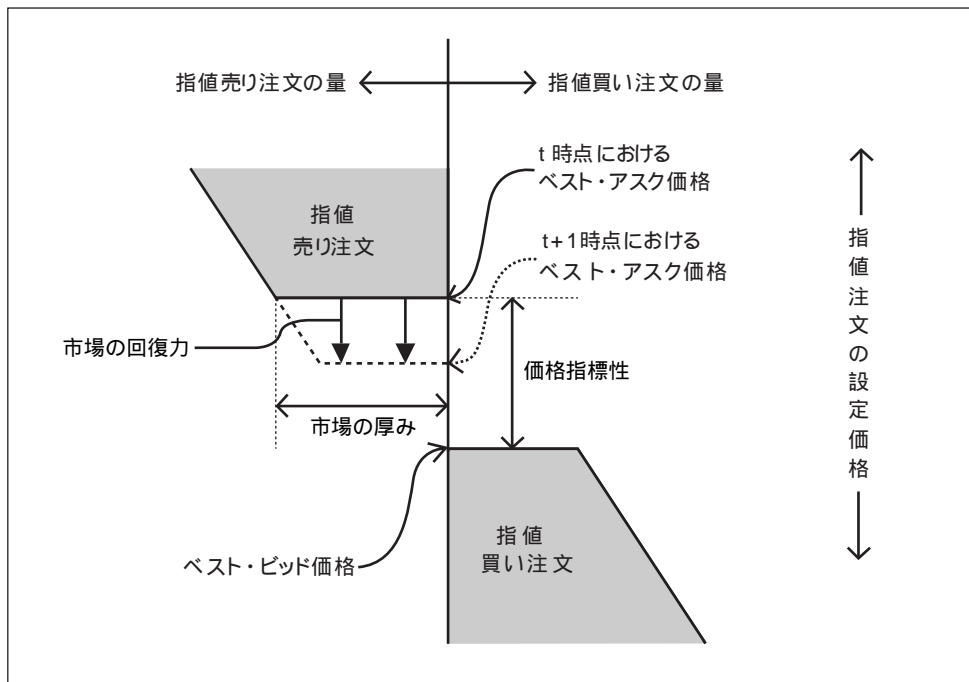
市場流動性が市場価格決定メカニズムに影響を及ぼすチャンネルには、静態的な側面と動態的な側面が存在する。市場流動性に関する既存研究では、データのアベイラビリティに関する制約から、前者（静態的側面）を分析の対象としている場合が

.....  
2 ここでいう明示的取引コストとは、市場参加者からみて取引を執行する際に事前に大きさがわかっているコストであり、一方、潜在的取引コストは、情報の非対称性などにより事前に正確な金額がわからないコストを指している。これらは、市場に存在する情報の一部しか持たない個々の市場参加者からみた区別であり、市場の全情報を完全に掌握できる場合には、潜在的取引コストはゼロになり、明示的取引コストのみが残ると考えられる。

多く、取引量や取引回数、ビッド・アスク・スプレッドといった「静態的な市場の厚み」が市場流動性を表す指標として認識されてきた。以下では、先行研究で提案された市場流動性指標を踏まえ、東証に関して、入手可能なデータから市場流動性を計測するための指標について考察する。

カイルによると、市場流動性は価格指標性(tightness)、市場の厚み(depth)、および市場の回復力(resiliency)という3つの概念で表される(Kyle [1985])。価格指標性は取引価格と実勢価格との乖離、市場の厚みは現在の価格水準で取引できるボリューム、市場の回復力はランダムな価格の振れから実勢価格へ収束する速度で表される<sup>3</sup>。Engle and Lange [1997] は、この3つの概念を図1のようなかたちで整理している。

図1 市場流動性の概念整理



Muranaga and Shimizu [1999] では、市場流動性が市場の価格発見機能に及ぼす影響を考える場合には、実際に取引所に出されている板<sup>4</sup>のみでなく、その背後に

3 市場の厚み (depth) や回復力 (resiliency) の定義は多様である。例えば、ここで定義される Kyle [1985] の市場の厚みは、潜在的取引ニーズまでは織り込んでいないという点で前出の Muranaga and Shimizu [1999] の市場の厚みとは異なる。以下では、実証分析での観測しやすさあるいは推定しやすさを重視し、市場の厚みとしては Kyle [1985] の市場の厚みを用いて議論することとする。

4 市場に出される注文には、執行価格を指定し、逆方向の注文が出されて取引が成立するのを待つ指値注文と、市場に蓄積されている指値注文のうち最良執行価格のもの（買い手にとっては最安値の売り注文、売り手にとっては最高値の買い注文）と即時に取引成立させる成行注文がある。指値注文が板として市場に蓄積されるのに対し、成行注文は市場に蓄積されている板を減少させる。

ある潜在的な取引ニーズまで勘案する必要があることを指摘している。すなわち、潜在的な取引ニーズは、取引が執行される動的なプロセスでのみ認識されるため、取引が起こった際の価格変動（マーケット・インパクト）や執行価格から次の均衡価格への収束速度といった動的指標を観察する必要がある。これら動的指標には、実際に取引が執行された結果およびそこから得られる情報を市場が織り込んでいく過程が反映される。特に、市場の安定性と密接な関係にあるストレス時の市場流動性を議論する場合には、こうした動的側面を視野に入れた分析が不可欠となる。

まず、最も単純な市場流動性指標としてこれまで用いられてきた取引量もしくは取引回数は、一定の観測期間中に市場に出された取引注文の中で、たまたま出会いが合った（取引が成立した）ものの量もしくは回数を示している。したがって、これらの指標には、潜在的な取引ニーズは表れないことはもとより、市場に出されていたにもかかわらず出合わなかった指値注文も反映されない。これらの指標は、過去の一定期間中における市場の状況という意味での指標性は有しているものの、これから取引を行おうとする者にとって必要な「今、取引注文を出したらどれくらいの価格ショックがあるか」という意味での現在の市場流動性を表していない。

次に、静態的指標の中で近年の市場流動性に関する研究で最も頻繁に用いられてきたビッド・アスク・スプレッドが指標として表しているものを考える。このビッド・アスク・スプレッドは、Kyle [1985] が定義した価格指標性に該当する指標であり、時間軸でみた場合には、ビッド・アスク・スプレッドはまさにこれから取引を行う場合のコストを示しているので、取引量・取引回数より有用な情報と考えられる。ただ、ベスト・ビッドおよびベスト・アスク<sup>5</sup>は、現時点で市場に存在する指値注文の中で、これから取引を行う者にとって最も有利な価格を示しているに過ぎず、市場にどれだけの取引吸収力（板の厚み）があるのか、ベスト・ビッドまたはベスト・アスクにある指値注文が消化された後の価格のジャンプがどれくらいか（板の連続性）といった情報は与えていない。こうした情報は、われわれが本研究で取り込もうと企図している動的指標から読み取ることができる。

動的な市場流動性指標の1つであるマーケット・インパクト（ $\lambda$ と表記する）は、取引執行に伴う価格変化として次のように定義され、その市場における取引吸収力に関する情報を与える。

$$\text{マーケット・インパクト}(\lambda) = \frac{\text{ビッド・アスク・スプレッドの増大率}}{\text{出来高} / \text{市場規模}}$$

.....  
5 ベスト・ビッドとは、市場に蓄積されている指値買い注文のうち指値が最も高いものを指す。同様に、ベスト・アスクとは、市場に蓄積されている指値売り注文のうち指値が最も低いものを指す。ベスト・ビッド、ベスト・アスクは、それぞれ、その時点で即時執行を望む売り手、買い手にとっての最良執行価格を意味する。この2つの価格差はビッド・アスク・スプレッドと呼ばれ、市場参加者にとっての、その時点での売り買いにかかる取引コストとして認識される。

すなわち、 $\lambda$ は、新規の取引が執行された場合にビッド・アスク・スプレッドがどれだけ広がるかという度合いを表す指標であり、市場規模（normal market size）で基準化された出来高の価格へのインパクトとして計測される<sup>6</sup>。ここで市場規模は、ある時点における板のボリュームとして定義される。 $\lambda$ は、市場規模で基準化された板の形状について情報をもたらす。なお、時間軸の観点からは、現時点で観測可能な $\lambda$ は過去の取引結果を示す指標でしかないが、概念上はこれから行おうとする取引がもたらす価格への影響を表すものであり、仮に現時点での市場規模に関する情報が入手可能であれば、これから市場に出そうとしている取引注文が執行された後の価格が推定できるという意味で、将来時点の情報を含んだ流動性指標になると考えられる。

もう1つの動的な市場流動性指標として挙げられるのが、次式で定義される市場弾力性（ $\gamma$ と表記する）である。

$$\text{市場弾力性}(\gamma) = \frac{\text{ビッド・アスク・スプレッドの増大率}}{\text{ビッド・アスク・スプレッドの復元に要する時間}}$$

これは、現時点では注文として市場に出されていない潜在的取引ニーズに関する情報を示している。 $\gamma$ の計測手法は、まだ確かなものはないが、例えば、市場に取引執行というショックが加わった後に、市場が自律的にショック以前の状態に回復する力を示す指標を計測することが考えられる。物理学における物体の復元力を示す指標を考えた場合、例えばバネを伸ばした際の復元力を知るための指標として、バネの復元速度を計測することがある。この事例のアナロジーとして、取引執行に伴って拡大したビッド・アスク・スプレッドと、それが取引執行直前の水準に戻るまでの時間を計測して復元速度を計測することにより、市場の流動性復元力を認識することが可能になると考えられる。これはすなわち取引直前には潜在的であった取引ニーズが、取引執行あるいはそれに伴う価格変化によって顕現化する機能を認識することを意味している。この指標を用いることにより、潜在的な取引ニーズまで勘案した市場流動性が把握可能となる。ただし、実際の市場では、取引執行によりビッド・アスク・スプレッドが拡大した後に続けて成行注文が入るケースもあるため、必ずしも取引執行がある度に $\gamma$ が観測可能であるわけではない点には留意する必要がある。スプレッドの復元過程で混入する成行注文の影響を考慮する手法を工夫することにより、概念上の市場弾力性を現実に観測可能な指標に近づけることが可能となるだろう。

6 一般にマーケット・インパクトあるいはプライス・インパクトと呼ばれる指標の中には、価格変化を（基準化しない）出来高で除すものもある。こうした指標は、市場の厚みが観測できない場合に、それを推計することを目的としており、ある資産の流動性の経時的な変化を捉えるために用いられることが多い。本稿では、後述のとおり、株式個別銘柄間の流動性比較に主眼を置いているため、銘柄間の株式発行数あるいは日々の出来高の相違、すなわち、そもそもの市場規模の相違による影響を除去する目的で基準化した取引量を用いる。

### 3. クロス・セクション分析

#### (1) データ

本章では、東証1部の個別株式のティック・バイ・ティックの取引データを用いて実証分析を行う<sup>7</sup>。観測期間は、1995年10月初から1996年9月末までの1年間である。原データ・ファイルのフォーマットを図2に示す。各列は、左から順に証券コード、タイム・スタンプ（図2の例では13:31～13:32）、出来値、出来高、ベスト・ビッド、ベスト・アスク、ビッドのフラグ、アスクのフラグとなっている。ビッド/アスクのフラグには、0（出来高情報でありビッドおよびアスクは関係なし）、1（注意気配）、2（一般気配）、3（成行気配）、4（特別気配）の5種類が存在する。

東証のティック・データを扱う際の技術的な問題としては、以下の2点が挙げられる。

クォート（ベスト・ビッドあるいはベスト・アスク）が存在しないケースが存在すること。

注意気配あるいは特別気配の表示に伴って取引を停止するという物理的なシャットダウン・システムが存在すること<sup>8</sup>。

これらはいずれも流動性供給義務を負う取引主体が存在しない競争売買システムを採用している東証に特有の問題である<sup>9</sup>。への対応としては、比較的流動性が高

図2 原データ・ファイルのフォーマット

AAAA	1331	100	10000	0	0	0	0
AAAA	1331	0	0	98	100	2	2
BBBB	1331	1020	2000	0	0	0	0
BBBB	1331	0	0	1020	1030	2	2
CCCC	1332	891	6500	0	0	0	0
CCCC	1332	0	0	889	891	2	2
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.

7 データは日興証券株式会社より磁気テープを媒体として提供していただいた。

8 注意気配および特別気配は、市場の流動性が低下した際に、市場参加者からの流動性供給を促すべく表示される。なお、1998年8月24日、市場の価格発見機能の維持という観点から、東証は注意気配を廃止し、特別気配表示に関する基準を緩和している。

9 東証には、通常の市場取引を行う正会員とは別に、正会員からの取引注文の付け合わせや、気配表示を専門に行うオ取と呼ばれる会員が存在する。彼らは、自己勘定での取引を禁じられており、流動性供給を行わない。なお、2000年7月17日稼働開始の新売買システムのもとでは、注文の付け合わせおよび気配表示ともにシステム化されている。

く、クォートがコンスタントに存在する銘柄を分析対象とすることにより問題を回避する。流動性が低い銘柄のクォートが消滅する問題は、重要かつ興味深い研究課題であるが、この問題を扱う前の足掛かりとして、コンスタントにクォートが存在する銘柄に関するファクト・ファインディングを行うことは意義があると考えられる。のシャットダウンの問題については、リーマンほか [ 1994 ] が実際の価格形成に及ぼす影響は大きくないと結論づけていることから、特別な処理は行わないこととする<sup>10</sup>。なお、への対応として流動性が高い銘柄に分析対象を限定することにより、の問題も相当程度回避できる。

上記の点を検討した結果、分析用データとして、東証1部上場銘柄（約1,300銘柄）のうち電気機器指数に含まれる個別銘柄のデータを用いることとした。比較的流動性が高く、同一業種という共通因子を持つこれらの銘柄を分析することにより、クォート消滅の問題を回避し、個別銘柄に特有なノイズの影響を軽減する、という2つの効果が期待できる。1998年2月末時点において東証電気機器指数を構成している銘柄は、133銘柄である。これらのうち、データ観測期間である1995年10月から1996年9月の間、指数を構成し、かつシステム売買されている<sup>11</sup>108銘柄を分析の対象とした。このうち、観測期間においてクォートが消滅している時間が半分を上回る6銘柄<sup>12</sup>については、取引直後のスプレッドが計測できないケースが多いため、マーケット・インパクトの計測からは除外している。分析用データの基本統計量を表1に示す。

表1 基本統計量

	東証電気機器指数
分析対象銘柄数（全銘柄数）	108（133）
取引回数/日	49.2
日次ボラティリティ（%）	1.97
平均スプレッド（%）	1.14
クォート存在率 <sup>13</sup> （%）	86.9

10 具体的な要因として、彼らは、気配表示と取引停止の基準となる制限値幅が平均的にみて1~2%と非常に大きいこと、たとえ1単位の取引成立であっても気配表示は終了するので、実際には比較的短い時間（80%以上のケースにおいて2分以内）で取引が再開されていること、の2点を挙げている。

11 東証には電子スクリーンによるシステム売買とオープン・アウトクライによるフロア売買の2種類の取引形態が存在し、各銘柄はどちらかの方式で取引されている。フロア売買銘柄の取引データには、ベスト・ビッドおよびベスト・アスクのデータが含まれていなかったため、こうしたデータに注目する本研究の対象からは排除した。なお、フロア売買は1999年4月30日をもって廃止され、取引所内取引は現在ではシステム売買のみとなっている。また、金融システム改革法（1998年12月施行）により市場集中義務が撤廃されて以来、取引所外取引が増加傾向にある。

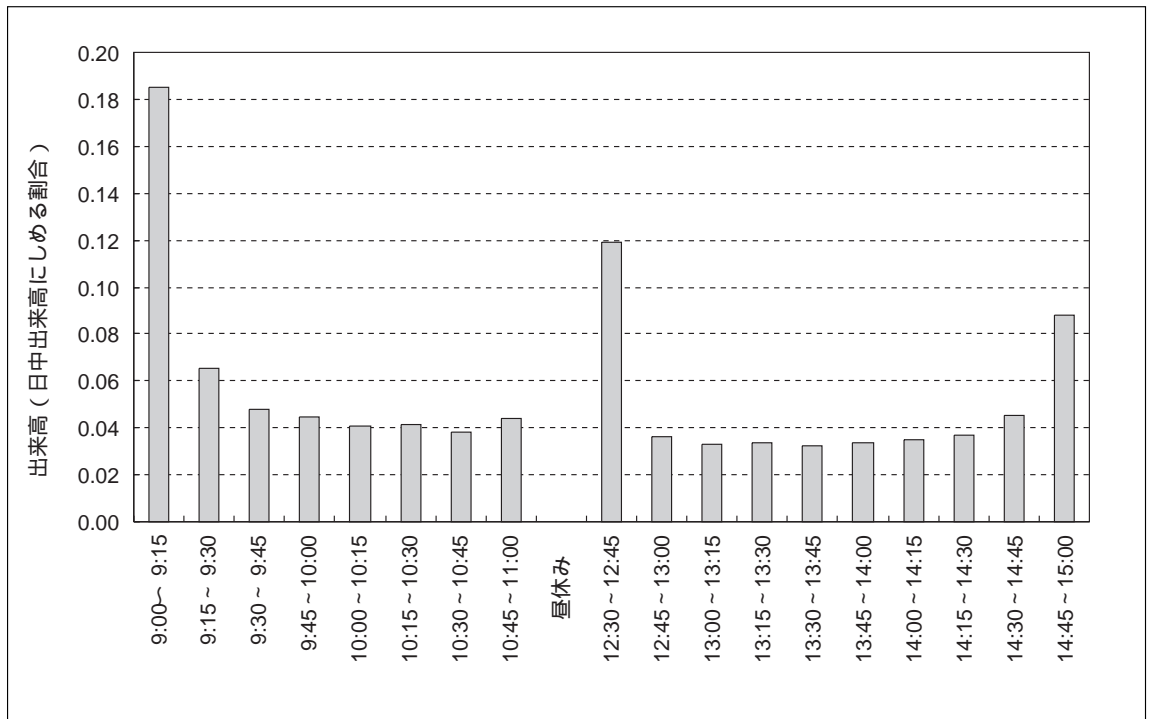
12 興味深いことに、クォートが消滅している時間が長いために排除された6銘柄は、いずれも大阪証券取引所あるいは名古屋証券取引所に同時上場されており、そちらでの取引量が東証での取引を上回っている銘柄である。

13 取引時間（9:00~11:00、12:30~15:00）のうち、ベスト・ビッドおよびベスト・アスクがともにクォートされている時間の割合。



観測期間における分析対象全銘柄のイントラデイの出来高、ビッド・アスク・スプレッド<sup>14</sup>および価格ボラティリティの推移（いずれも15分足）を示したのが、それぞれ図3～5である。Lehman and Modest [ 1994 ] は、イントラデイの出来高およびスプレッドについて30分足に観察し、その形状がU字型（U-shape）となることを指摘している。図3、図4をみると、15分足という、より細かいインターバルで観察すると、昼休みを挟んで出来高およびスプレッドが増大するW字型（W-shape）となっていることがわかる。また、後場引けにかけて出来高、スプレッド、ボラティリティが増大していく度合いが顕著になっている。この理由としては、東証の引け成行注文（market-on-close order）が、NYSEのそれと異なり、特別気配の更新値幅という制限が存在するため必ずしも約定されない可能性、すなわちリスクがあるために、当日中に取引を約定させたい市場参加者は引け前のザラバにおいて約定させてしまうインセンティブが大きいことが考えられる<sup>15</sup>。

図3 イントラデイの出来高推移



14 ビッド・アスク・スプレッドは以下の式に基づいて算出。

$$\text{ビッド・アスク・スプレッド} = (\text{ベスト・アスク} - \text{ベスト・ビッド}) / (\text{ベスト・アスク} + \text{ベスト・ビッド}) / 2$$

15 後場引けの板寄せの出来高は、日中出来高のわずか1～2%程度であることから、市場参加者が引け成行注文を回避していることがわかる。

図4 イントラデイのビッド・アスク・スプレッド推移

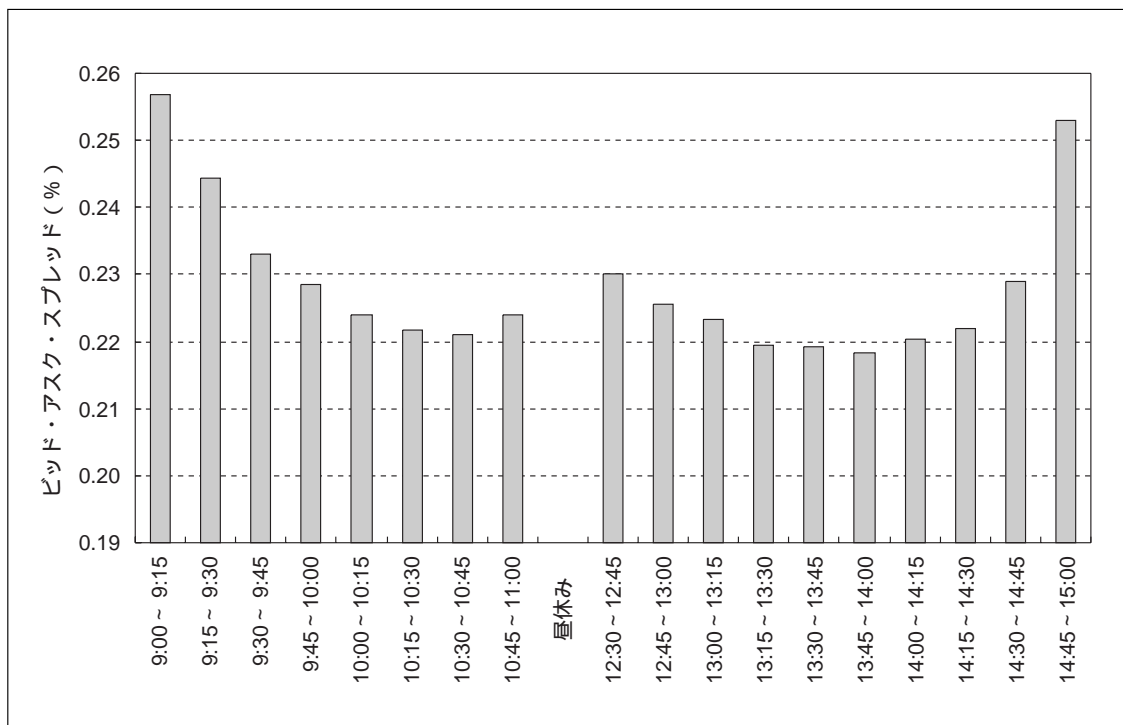
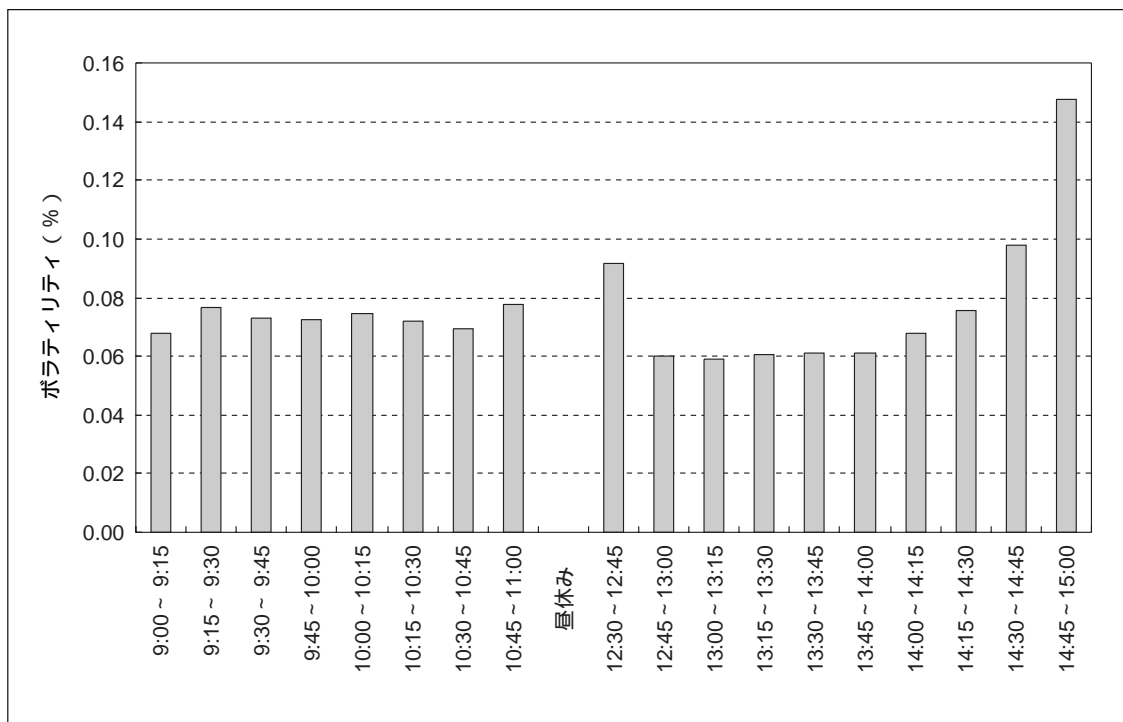


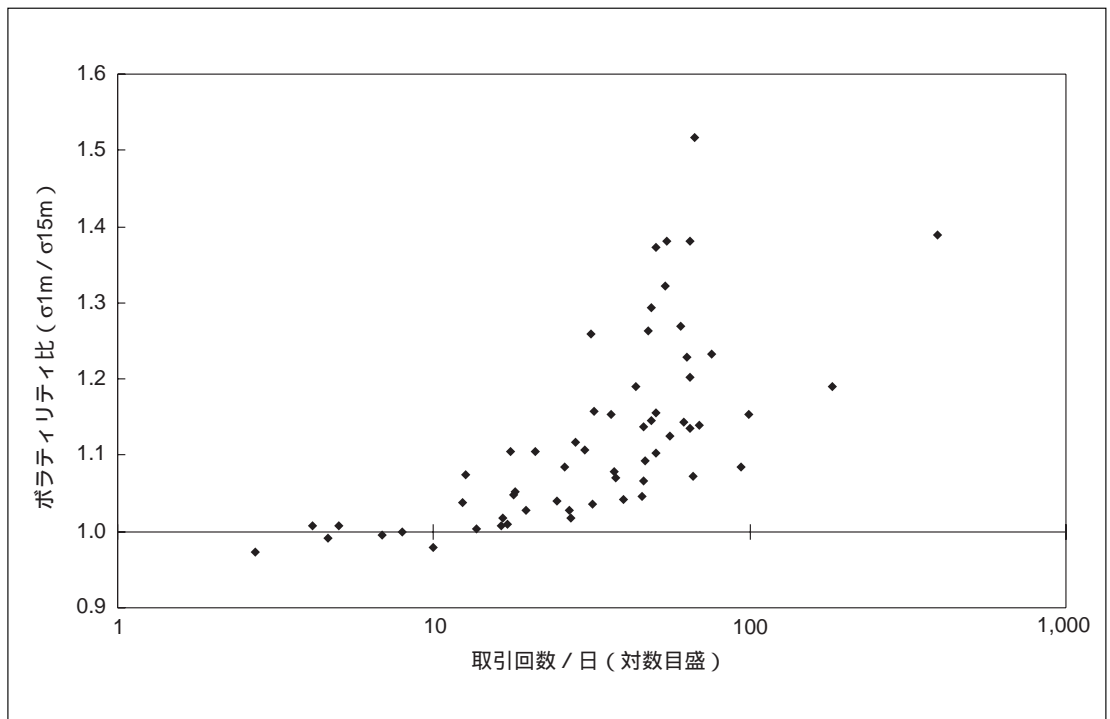
図5 イントラデイの価格ボラティリティ推移



## (2) 観測頻度と価格ボラティリティの関係

ここでは、実際の市場データについて、観測頻度を変えて価格ボラティリティを計測する。具体的には、取引頻度が高い銘柄を低い頻度で観察している場合、実際の価格の変動度を誤って評価している可能性があるか否かについて分析する。個別銘柄の1分足と15分足の最終出来値を用いて算出したボラティリティ（1分当たりの価格変動度）を算出し（それぞれ $\sigma_{1m}$ 、 $\sigma_{15m}$ とする）、この2つの数字の比率（ $\sigma_{1m}/\sigma_{15m}$ ）と取引頻度の関係を観察する。この関係を示した図6をみると、取引頻度が高い銘柄ほど、2種類の価格ボラティリティが大きく異なる傾向にあることがわかる。この結果、市場のダイナミクスをフォローするうえでは、高い頻度で取引される銘柄ほど市場データの観測頻度を高める必要があることが、実証データからも示唆された<sup>16</sup>。

図6 取引頻度と価格ボラティリティの関係



16 ただし、出来値のボラティリティを高頻度で観察した場合には、ビッド・アスク・バウンス（取引がベスト・ビッドおよびベスト・アスクで交互に執行されることにより、みかけ上の価格変動が観測されること）の影響が大きくなる点には留意を要する。

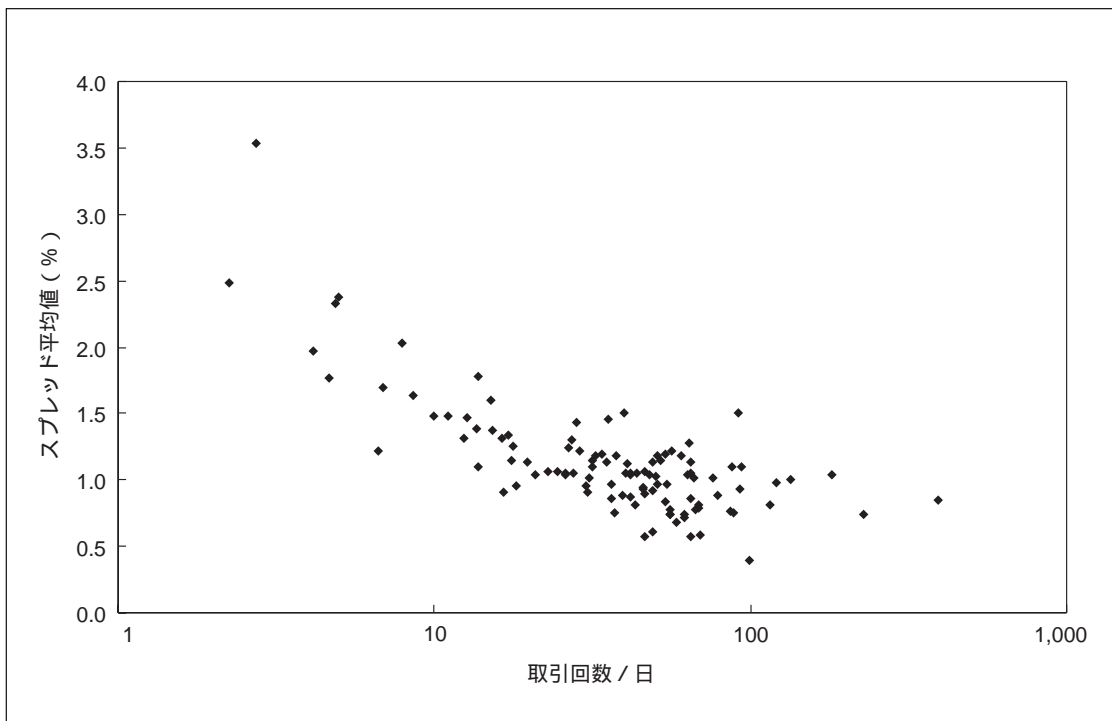
### (3) 取引頻度と市場流動性の関係

ここでは、「取引頻度が高いほど、市場流動性も高い」という仮説について検証する。分析では、市場流動性の静態的側面を示す指標としてビッド・アスク・スプレッドに注目し、動的側面を示す指標としてマーケット・インパクトおよび市場弾力性に注目する。

#### イ．取引頻度と静態的市場流動性との関係

東証電気機器指数銘柄の1年間（95/10～96/9月）のデータを用い、各銘柄の取引回数と、ビッド・アスク・スプレッドとの関係を示したものが図7である。この結果から、取引頻度が高い銘柄はスプレッド平均値が小さく、静態的な意味で市場流動性が高いことがわかる。

図7 取引頻度とビッド・アスク・スプレッドの関係



#### ロ．取引頻度と動的市場流動性との関係

われわれが提案する動的市場流動性指標としては、マーケット・インパクトと市場弾力性がある。しかし、2章2節でも述べたとおり、実証データから市場弾力性を計測するのは困難である。そこで本稿では、ビッド・アスク・スプレッドの変化率に注目する。基礎となる考え方は、図8のとおりである。トレーダーからの取引注文に伴うスプレッドの変化は、以下の5通りが考えられる。

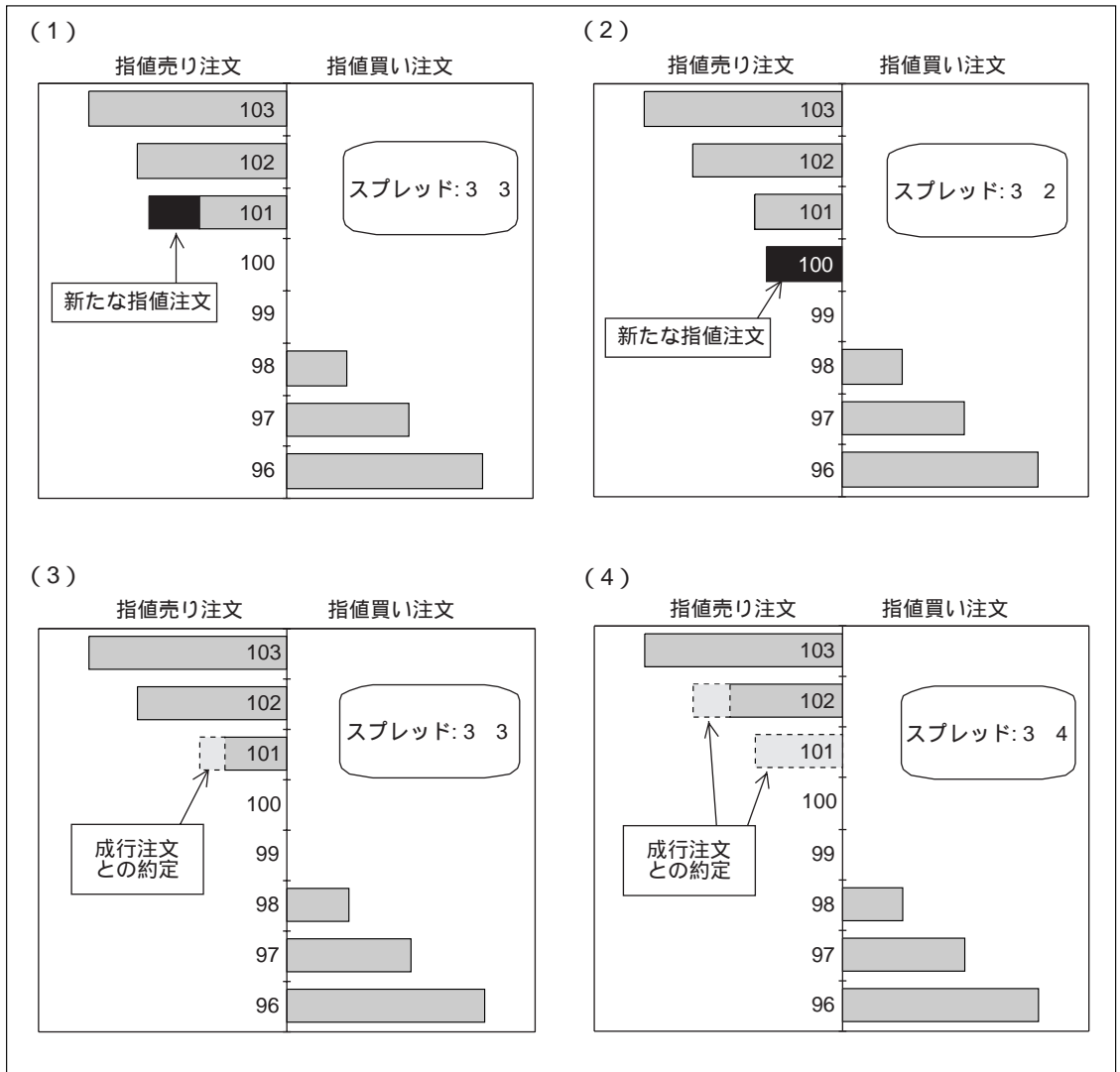
ベスト・ビッド、ベスト・アスクと同じか外側に指値注文が入る場合。スプレッドの変化率はゼロとなる（図8(1)）。

ベスト・ビッド、ベスト・アスクの内側に指値注文が入る場合。スプレッドの変化率はマイナスとなる（図8(2)）。

ベスト・ビッド（ベスト・アスク）上の板より小さいボリュームの a) 成行売り（買い）注文、または b) ベスト・ビッド（ベスト・アスク）と同じ価格の指値売り（買い）注文が入った場合。スプレッドの変化率はゼロ（図8(3)）。

ベスト・ビッド（ベスト・アスク）上の板より大きいボリュームの a) 成行売り（買い）注文、または b) ベスト・ビッド（ベスト・アスク）より低い（高

図8 スプレッド変化のイメージ図



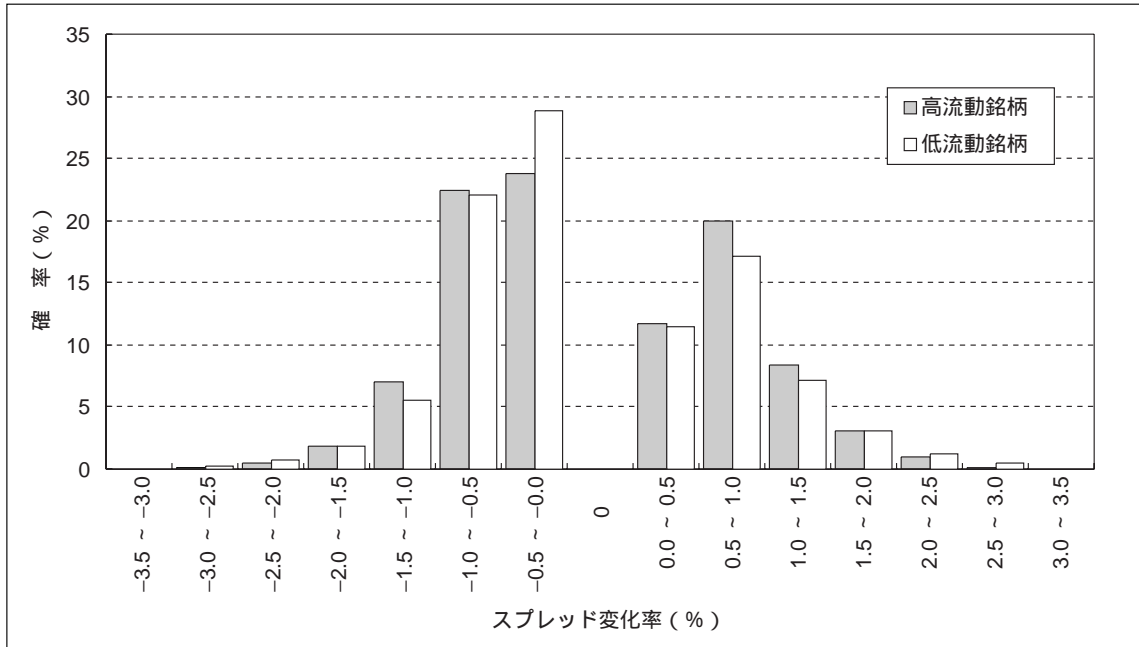
い) 価格の指値売り(買い)注文が入った場合。スプレッドの変化率はプラス(図8(4))

注文が入ってこない場合。スプレッドの変化率はゼロ。

上記のようなスプレッドの変化が、市場流動性のどのような側面を捉えたものかを考察する。スプレッドの変化がプラスの場合には、図8(4)で示したように、新たな取引注文によって板の厚みが減少しており、スプレッドの変化の大きさがマーケット・インパクトを表していると解釈できる。一方、スプレッドの変化率がマイナスの場合には、図8(2)で示したように、注文到着によって板の厚みが増加し、均衡価格に関する市場参加者の期待も収束している。これは、何らかの理由によって喚起された新たな取引ニーズによってスプレッドが縮小する現象を捉えており、われわれが提案する市場弾力性の代理指標と認識することができる。なお、スプレッドが変化しない場合には、注文到着により板の厚みが増加しているケース(図8(1))と、取引が執行されて板の厚みが減少しているケース(図8(3))が存在するが、同指標からではこれらの相反する状況を区別できない点には留意する必要がある。

実際のデータを用いて、取引頻度が高い銘柄(20銘柄)と低い銘柄(20銘柄)について、スプレッドの変化率を1分足で観測した結果を図9に示した<sup>17</sup>。

図9 スプレッド変化率のヒストグラム



17 ティック・サイズ(最小価格変動幅)の制約により分布は必ずしも滑らかな形状とならない。Hausman, Lo and MacKinlay [1992], Fletcher [1995], 大塚 [1995] らが用いた順序プロビット・モデル等により、離散的なスプレッドのデータを連続的な情報に変換できる可能性がある。

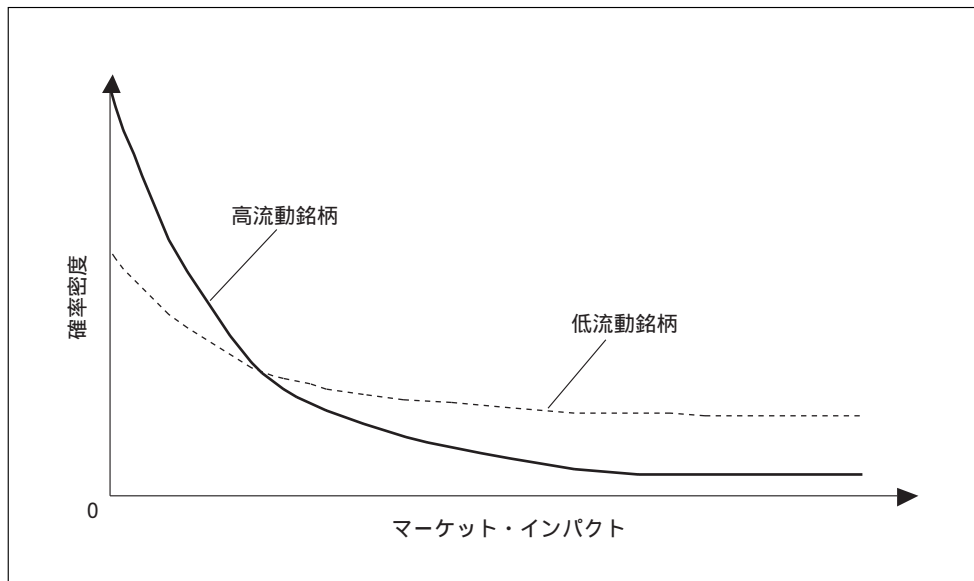
#### 八．取引頻度とマーケット・インパクトの関係

観測期間において市場の厚みや単位取引当たりの平均出来高が一定という仮定のもとでスプレッド変化率のヒストグラムを観察することにより、スプレッド変化率がプラスの部分からマーケット・インパクトを推察できると考えられる。スプレッド変化率のヒストグラムを描いた場合、取引頻度が高い銘柄のマーケット・インパクトは小さく、逆に取引頻度が低い銘柄のマーケット・インパクトは大きい傾向にあると予想される。これを概念的に示したのが図10である。

図9で示した実際のスプレッド変化率のデータのうち、変化率がプラスのものについて、高流動銘柄グループと低流動銘柄グループを比較したのが図11である。

スプレッドの増大率をマーケット・インパクトとして指標化し、銘柄間の比較を行うためには、各取引ごとの取引量の大きさを勘案して基準化する必要がある<sup>18</sup>。上記の2つのグループについて、こうした処理を行ったマーケット・インパクトを比較したのが図12である<sup>19</sup>。これによると、取引頻度とマーケット・インパクトの関係は、図10で概念的に示したものと同様の関係にあることがわかる。さらに個別

図10 マーケット・インパクトのヒストグラム・概念図



18 マーケット・インパクトの基準化に当たっては、市場規模ないしは市場の厚みの値が必要である。しかし、分析に用いたデータには板の情報は含まれていないため、ここでは単位取引当たりの平均出来高を代理変数として用いている。この設定は、東証の会員証券会社は、板の情報をみることができるので、市場の厚みを勘案して注文量、特に成行注文のボリュームを変更しているであろうとの推測によるものである。

19 東証個別銘柄の各取引ごとのマーケット・インパクトを計測し、いわゆる執行コストの定量化を試みたものとして大澤・村永 [ 1998 ] がある。

図11 取引頻度とスプレッド増大率の関係

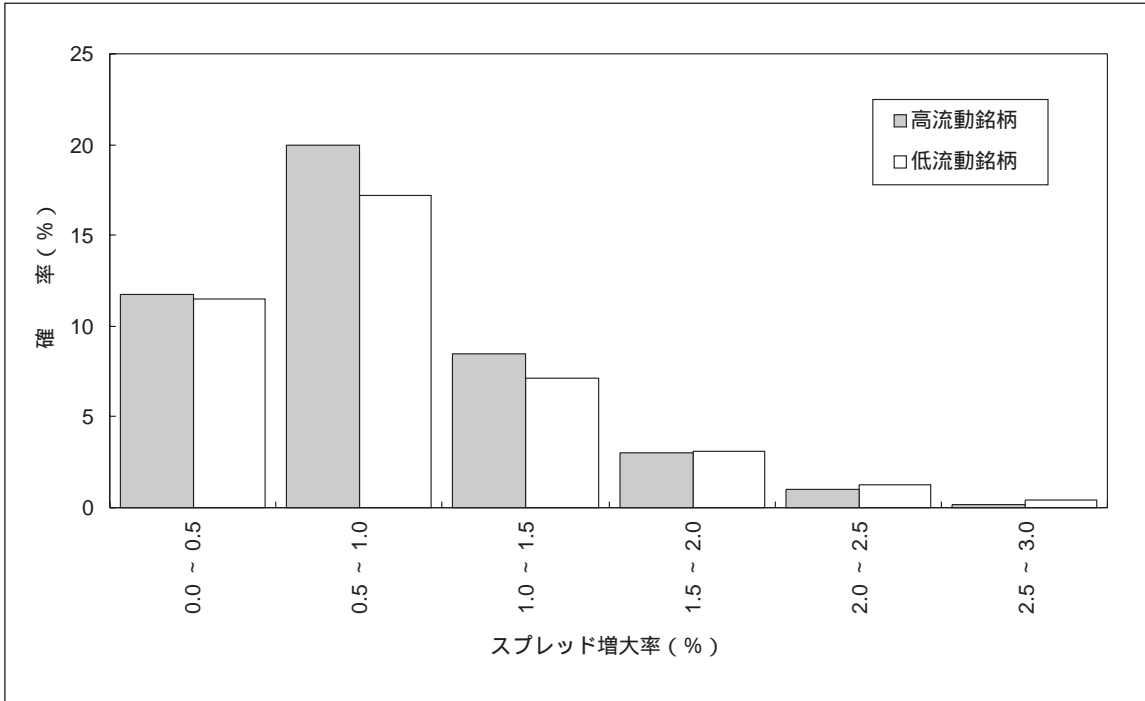


図12 取引頻度とマーケット・インパクトの関係

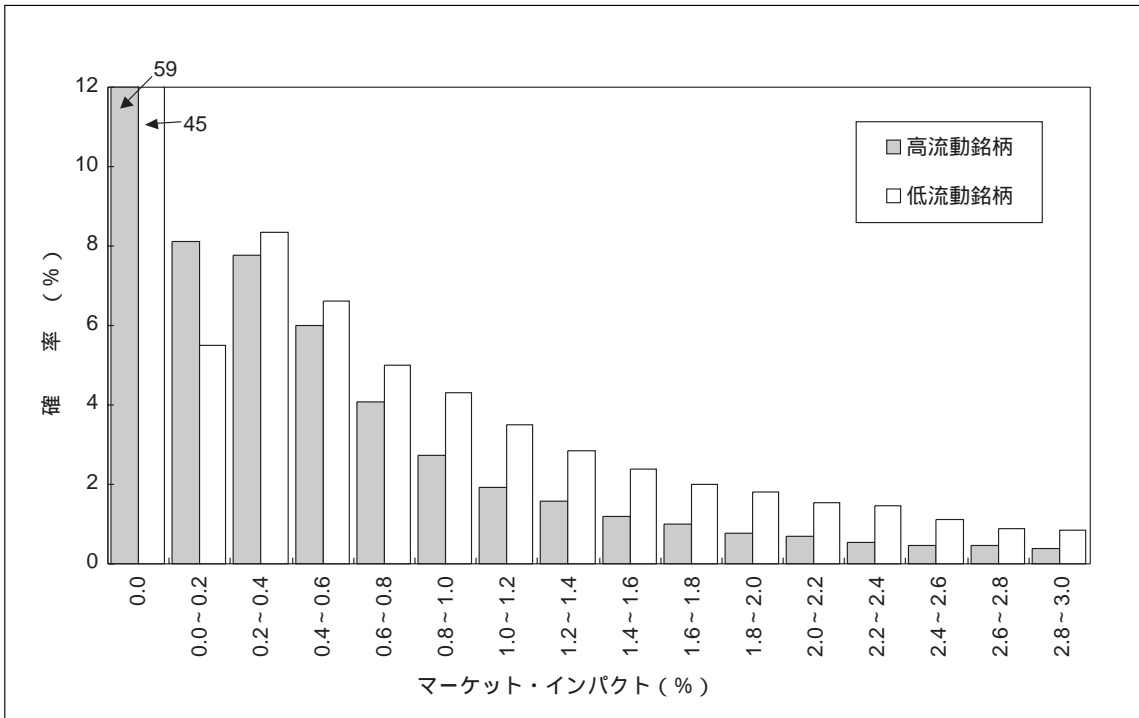
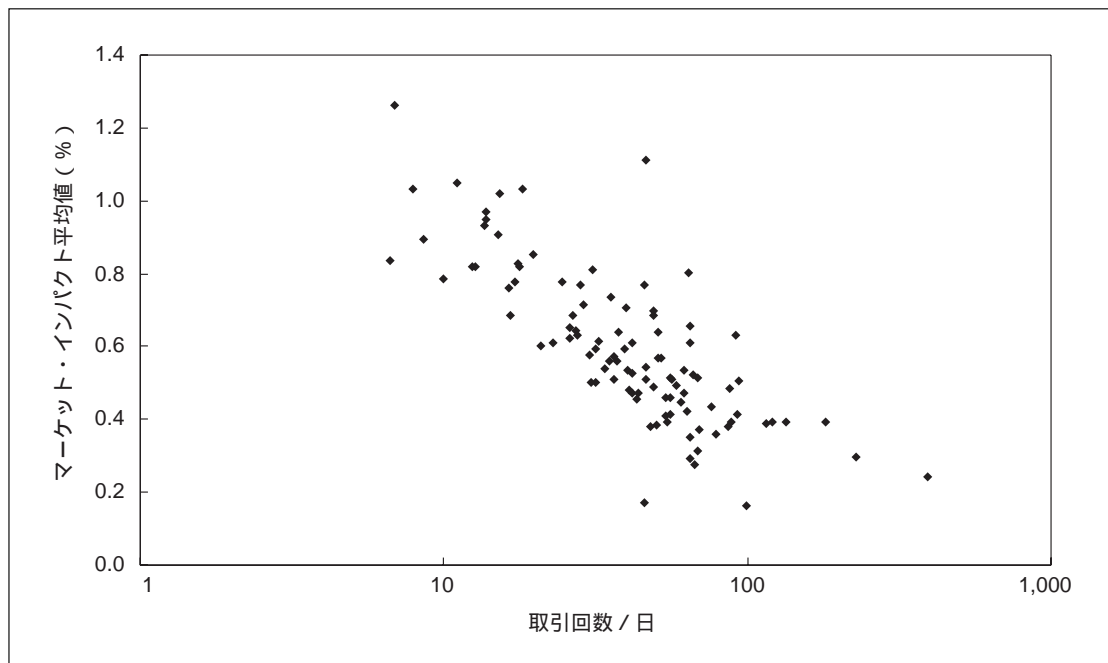




図13 取引頻度とマーケット・インパクトの関係



銘柄に関する取引頻度とマーケット・インパクトの関係をプロットしたものが図13である。これらの図をみると、取引頻度が高いほどマーケット・インパクトが小さいことがわかる。これは、動的な市場流動性の1つであるマーケット・インパクトと取引頻度の間に負の相関があることを表している。

## 二．取引頻度と市場弾力性の関係

観測期間において市場の厚みや単位取引当たりの平均出来高が一定という仮定を置けば、スプレッド変化率がマイナスの部分から、市場弾力性を推察できると考えられる。スプレッド変化率のヒストグラムを描いた場合、取引頻度が高い銘柄については、市場弾力性は大きく、逆に取引頻度が低い銘柄については市場弾力性が小さい傾向にあると予想される。これを概念的に示したのが、図14である。

実際のデータを基に、高流動銘柄グループと低流動銘柄グループのスプレッド縮小率のヒストグラムを比較したのが図15である。さらに個別銘柄に関する取引頻度とスプレッド縮小率すなわち市場弾力性の関係をプロットしたのが図16である。これらを見ると、取引頻度と動的な市場流動性指標である市場弾力性の間に正の相関があることがわかる。

図14 市場弾力性のヒストグラム・概念図

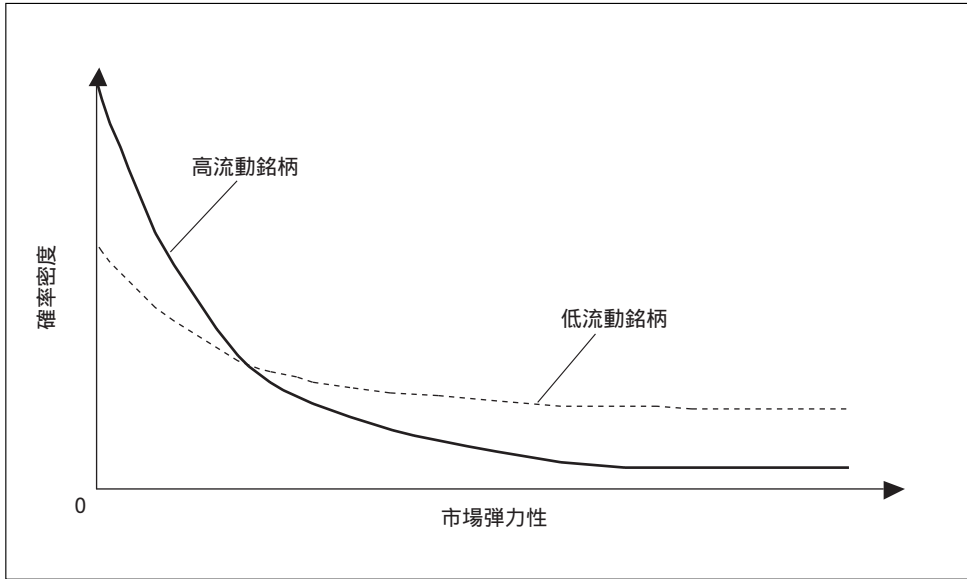


図15 取引頻度とスプレッド縮小率の関係

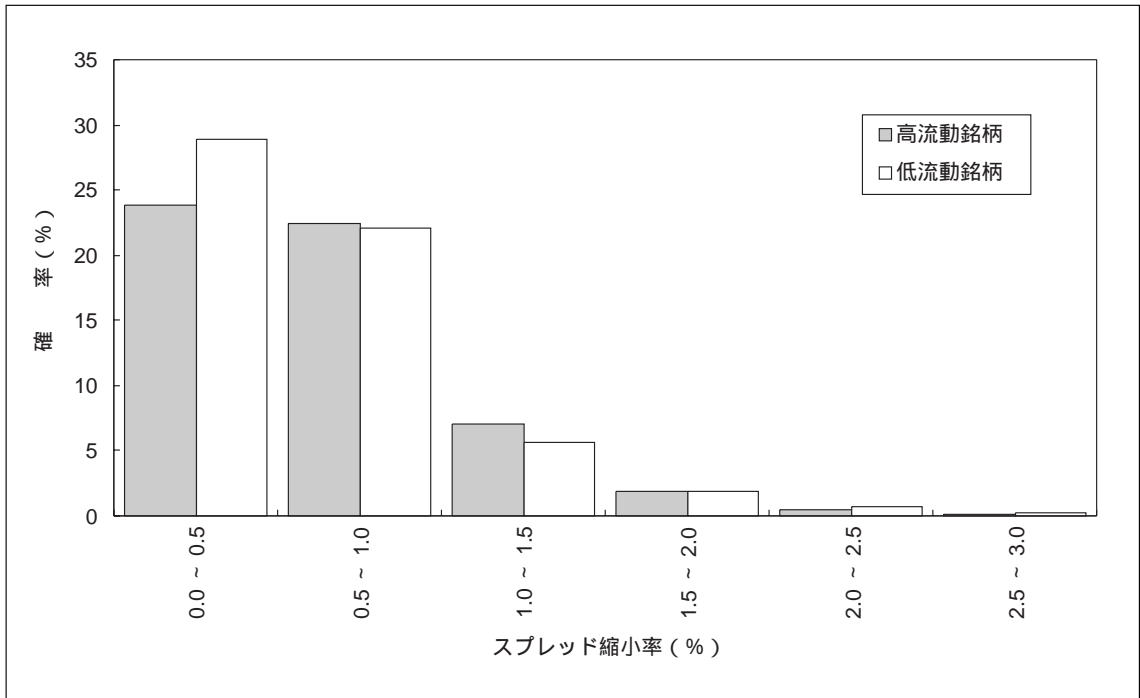
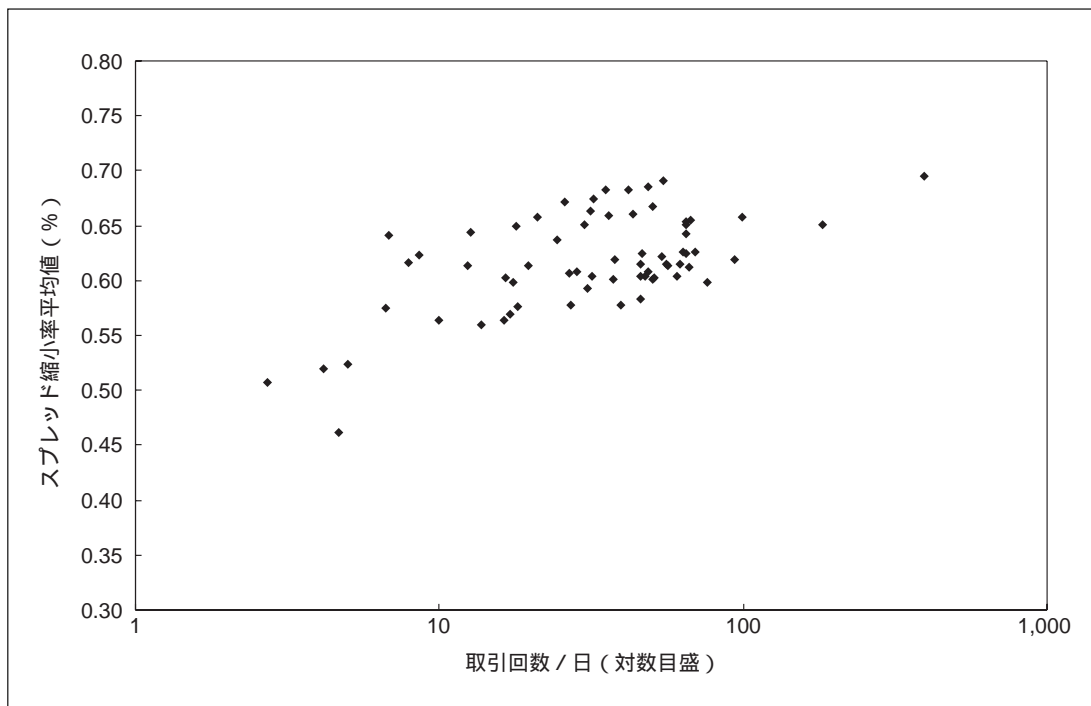


図16 取引頻度と市場弾力性の関係



#### 4. イベント・スタディ：ティック・サイズ切下げの影響

東証は、1998年4月13日に価格変動幅の最小単位、いわゆるティック・サイズの変更を行った<sup>20</sup>。具体的な変更内容は、表2のとおりである。表の最右欄をみると、変更前後のティック・サイズの比率は、価格帯に応じて1/10、1/5、1（変化なし）

表2 ティック・サイズの変更内容

株価	変更前	変更後	変更後 / 変更前
1,000円以下	1円	1円	1
1,000円超 2,000円以下	10円	1円	1/10
2,000円超 3,000円以下	10円	5円	1/5
3,000円超 10,000円以下	10円	10円	1
10,000円超 30,000円以下	100円	10円	1/10
30,000円超 50,000円以下	100円	50円	1/5
50,000円超 100,000円以下	100円	100円	1

20 ティック・サイズの変更と同時に、会員証券会社が取引所に売買注文を出す際、委託売買と自己売買とを識別するフラグを付けるという新たな取引ルールが導入された。ただし、この注文の種類に関するデータは入手できなかったため、本稿の分析の対象としない。

の3通りが存在することがわかる。ここでは、3章と同様に東証電気機器指数を構成する個別銘柄のデータを用いて、ティック・サイズ変更が市場流動性の観点からみてどのような影響を及ぼしたかについて分析する。

## (1) データ

分析に用いたデータは、ブルームバーグ (Bloomberg) 社のデータベースからダウンロードした東証電気機器指数構成銘柄 (134銘柄) である。観測期間は、1998年3月10日から5月29日までの55営業日である。このうち、4月13日のティック・サイズ変更以前のデータが23営業日分、変更後のデータが32営業日分である。各銘柄をティック・サイズの変更があった銘柄となかった銘柄に分類した結果が表3である。1日当たりの平均取引回数が10回未満の銘柄 (26銘柄) と観測期間 (3/10日～5/29日) 中に取引価格が複数の価格帯にまたがって推移した銘柄 (15銘柄) を除いた93銘柄が分析対象である。

表3 分析対象の銘柄数

グループ	株価	変更後 / 変更前	銘柄数
ティック・サイズが切り下げられた銘柄	1,000円超 2,000円以下	1/10	19
	2,000円超 3,000円以下	1/5	2
	10,000円超 30,000円以下	1/10	2
ティック・サイズ変更がなかった銘柄	1,000円以下	1	60
	3,000円超 10,000円以下	1	10
(該当銘柄なし)	30,000円超 50,000円以下	1/5	0
	50,000円超 100,000円以下	1	0

## (2) ビッド・アスク・スプレッドへの影響

まず、ティック・サイズの変更が静態的な市場流動性指標であるビッド・アスク・スプレッドの水準に及ぼす影響について分析する。理論的には、ビッド・アスク・スプレッドの水準は、取引手数料や税といった明示的取引コストや情報の非対称性に基づく潜在的取引コストを反映して決定される。しかし、上述のコスト以外に、現実の市場では、比較的大きな単位で設定されていたティック・サイズの存在も、市場で決定されるビッド・アスク・スプレッドに大きな影響を及ぼす可能性がある。ティック・サイズ変更前の東証株式のビッド・アスク・スプレッドをみると (図17)、例えば、市場価格が1,000円台 (1,000円超 2,000円以下) の株式の中には、10円のビッド・アスク・スプレッドが最も多くの頻度で観察される銘柄が存在した (図17(1))。このような銘柄では、ティック・サイズが10円に規定されていたことにより、潜在的には10円未満となり得るはずのビッド・アスク・スプレッドが10円に切り上げられていた可能性がある。このように、ティック・サイズが「明示的 +

潜在的コスト」よりも大きい場合には、市場参加者にとって不合理な取引コストが存在していた可能性がある。今回のティック・サイズ変更が、この不合理なビッド・アスク・スプレッドの下限を解除するものであれば、平均的なビッド・アスク・スプレッドの水準は有意に低下すると期待される。

図17 ビッド・アスク・スプレッドのヒストグラム

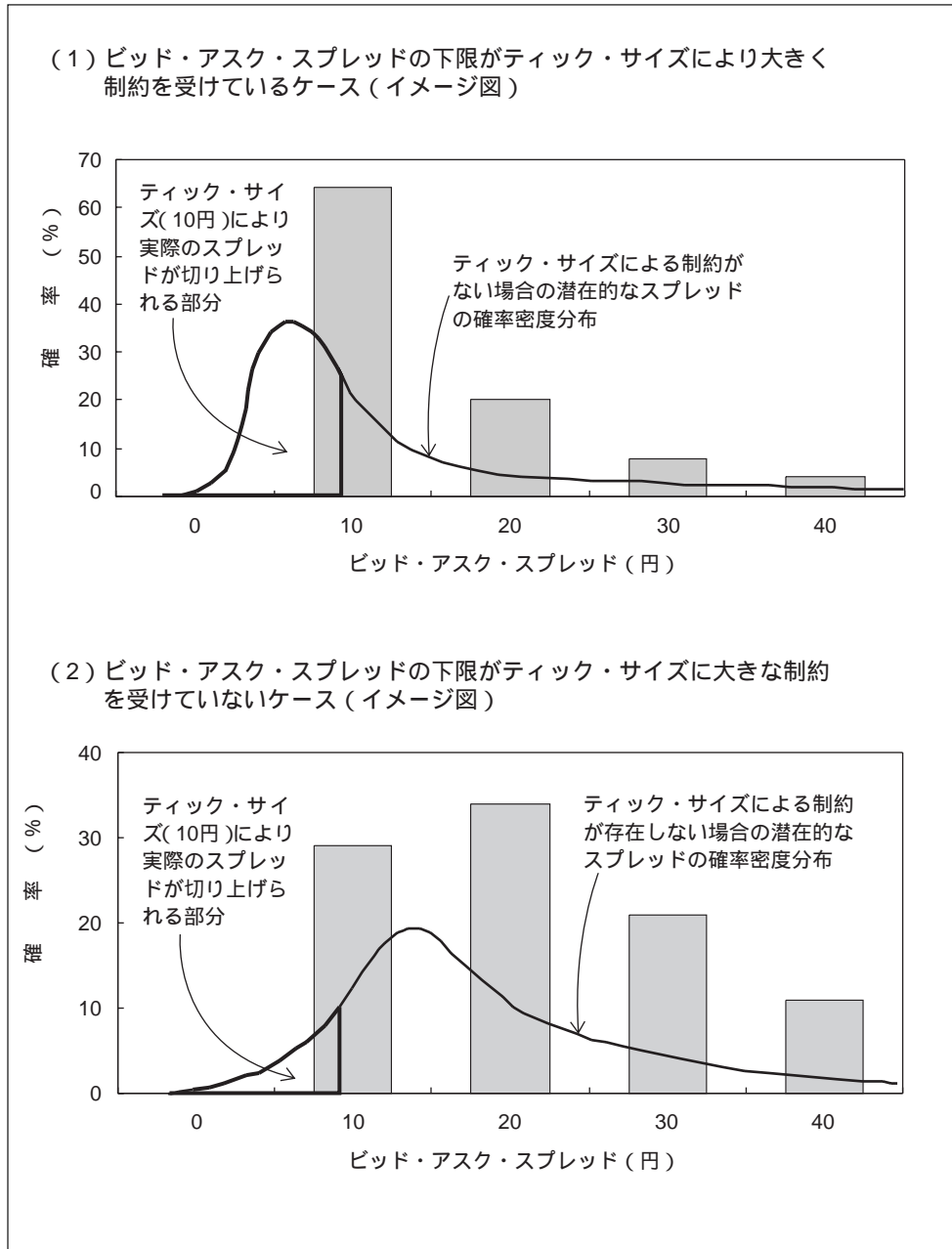
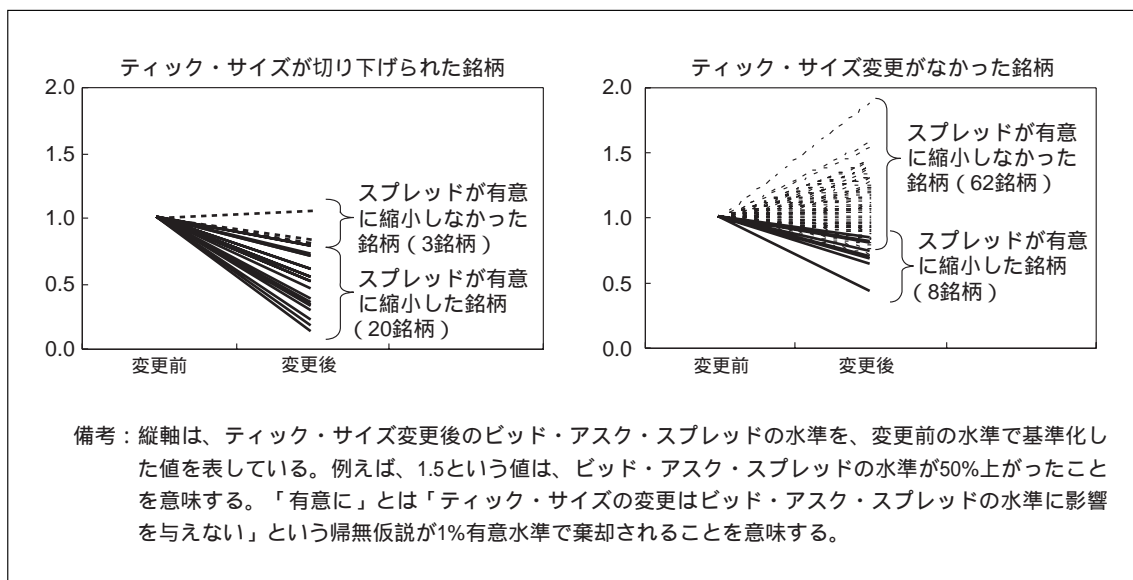


表3で示したグルーピングに基づき、ティック・サイズの変更がスプレッドの変更に及ぼした影響を観察したのが、図18である。ティック・サイズ変更がなかった銘柄グループにははっきりした傾向がみられないのに対し、ティック・サイズが縮小された銘柄グループではスプレッドの縮小傾向が観察される。この傾向が統計的に有意であるか検証しておく。具体的には、各銘柄について日次のスプレッド（対数値）は平均値のまわりで確率的に変動していると仮定し、その平均値がティック・サイズの変更前後に有意に変化したかどうかについて検証する。帰無仮説を「ティック・サイズ変更の前後でスプレッドの水準は変化しない」、対立仮説を「ティック・サイズ変更によってスプレッドが縮小する」と設定したうえで $t$ 検定を行った。ティック・サイズ変更がなかった銘柄グループにおいては、帰無仮説が1%有意水準で棄却されたのは70銘柄中8銘柄（11%）にとどまったのに対し、ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループにおいては、23銘柄中20銘柄（87%）で帰無仮説が棄却されている。この結果から、ティック・サイズの切下げがビッド・アスク・スプレッドを有意に縮小させたと解釈できる。

東証における4月13日のティック・サイズ変更は、平均的なスプレッド水準、すなわち市場参加者にとっての平均的な取引コストを低下させたことがわかった。こうした取引コストの低下は、市場参加者の取引インセンティブの増加を通じて、そのほかの指標にも影響を及ぼすことが予想される。以下では、ティック・サイズの切下げが、取引頻度、動的な市場流動性、さらには出来値のボラティリティに及ぼした影響について検証する。

図18 ビッド・アスク・スプレッドへの影響

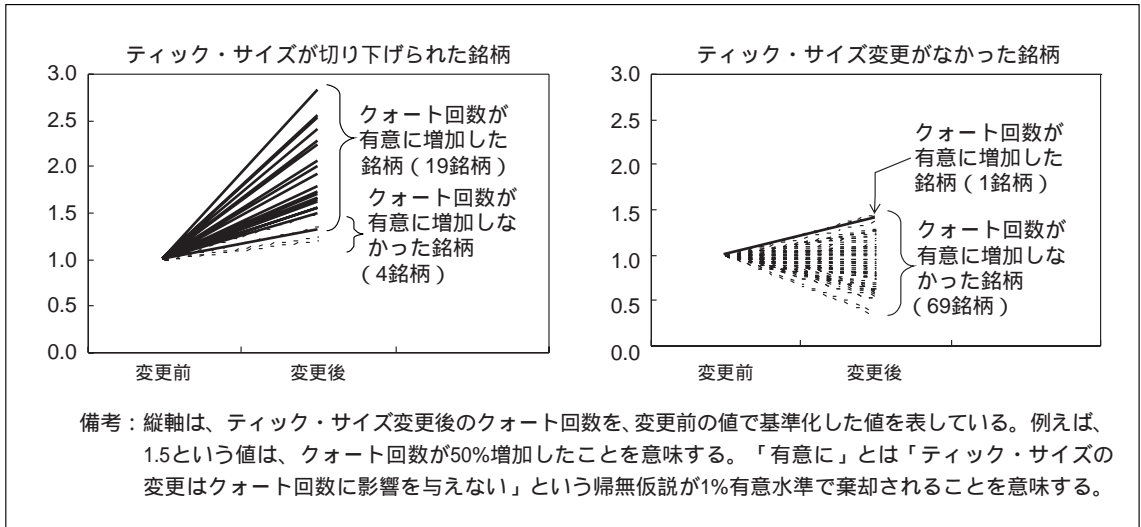


### (3) 取引頻度への影響

#### イ．クォート回数への影響

取引コストが低下した結果、市場参加者の取引インセンティブが増加するのであれば、そうしたメカニズムが市場に具現化される最初のステップは、取引注文数の増加、すなわち、クォートの改訂回数の増加と考えられる。ティック・サイズの変更がクォート回数に及ぼす影響について観察したのが、図19である。ティック・サイズの変更がなかった銘柄グループには明らかな傾向がみられないのに対し、ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループではクォート回数に増加傾向がみられる。統計的に検証するために、さきほどと同様に、帰無仮説を「ティック・サイズ変更の前後でクォート回数は変わらない」、対立仮説を「ティック・サイズ変更によってクォート回数が増加する」と設定したうえで  $t$  検定を行った。ティック・サイズ変更がなかった銘柄グループにおいては、帰無仮説を1%有意水準で棄却できたのは70銘柄中1銘柄(1%)にとどまったのに対し、ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループにおいては、23銘柄中19銘柄(83%)で帰無仮説は棄却されている。この結果から、ティック・サイズ切下げの結果、クォートの改訂頻度が有意に向上したと解釈できる。

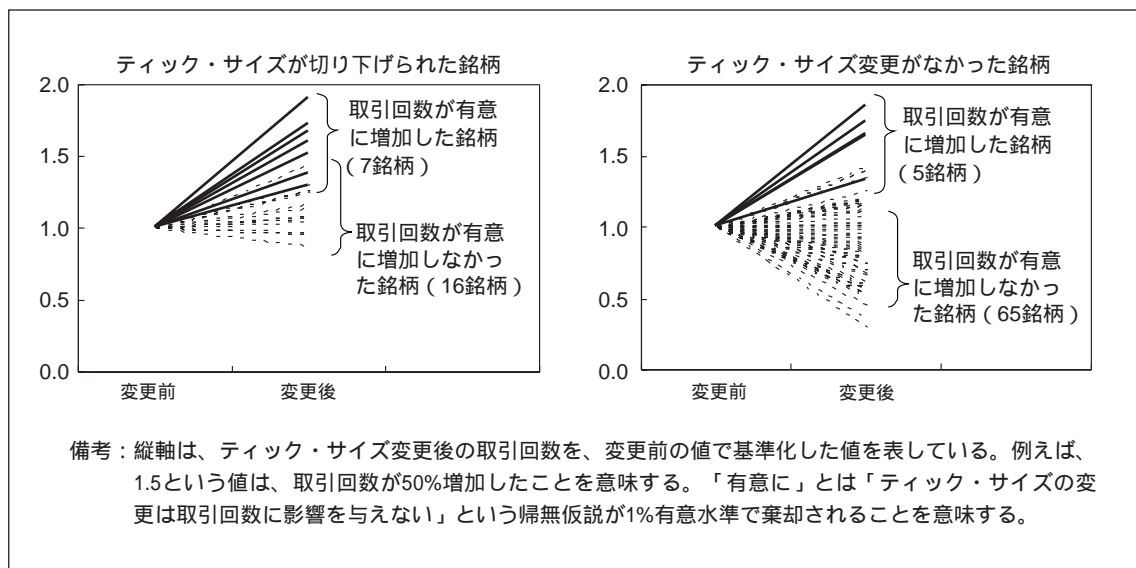
図19 クォート回数への影響



## ロ．取引回数への影響

同様に、ティック・サイズの変更が取引成立回数に及ぼす影響を図示したものが図20である。クォート回数について分析した図19と同様の傾向を示しているものの、 $t$ 検定の結果をみるとその有意性はいくぶん低下している。

図20 取引回数への影響



## (4) 動的市場流動性への影響

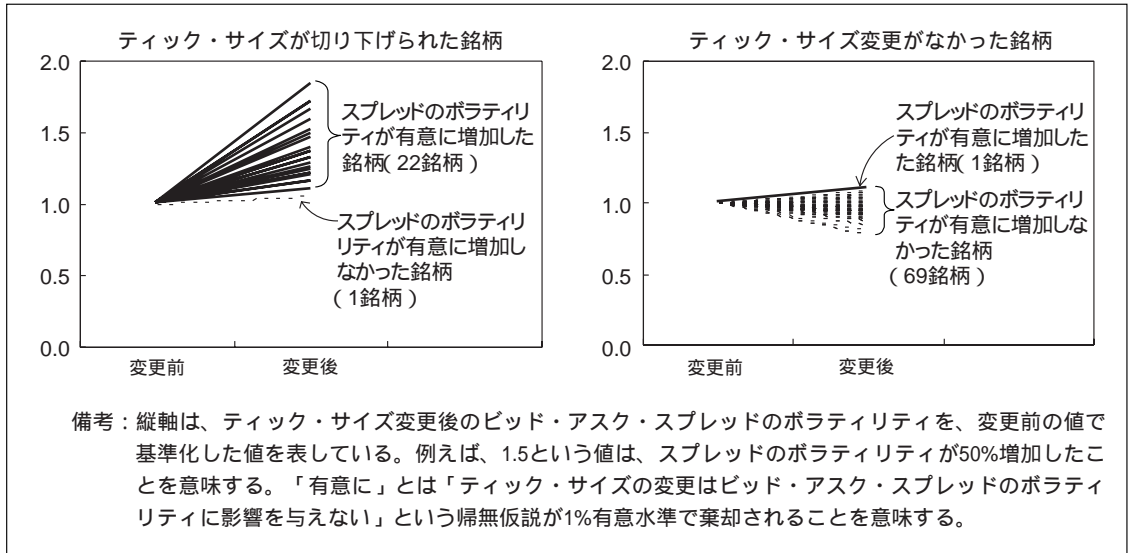
### イ．ビッド・アスク・スプレッドのボラティリティへの影響

ティック・サイズが切り下げられたことにより、市場参加者は、指値注文を出す際、よりきめ細かい価格設定を行えるようになった。その結果、ビッド・アスク・スプレッドは明示的・潜在的な取引コストをより反映してダイナミックに動くようになることが予想される。以下では、まず、ビッド・アスク・スプレッドのダイナミクスへの影響という観点から、5分間隔で計測したスプレッドのボラティリティを観察する。

ティック・サイズの変更がスプレッドのボラティリティに及ぼす影響を観察したものが、図21である。ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループでは、スプレッドのボラティリティが明らかに増大している様子が観察される。帰無仮説を「ティック・サイズの変更前後でスプレッドのボラティリティは変わらない」、対立仮説を「ティック・サイズの変更によってスプレッドのボラティリティが増大する」とし、 $t$ 検定を行った。ティック・サイズ変更がなかった銘柄グループについては、帰無仮説が有意水準1%で棄却されたのが70銘柄中1銘柄(1%)にとどまったのに対し、ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループ5では、23銘柄中22銘柄(96%)で帰無仮説が棄却された。これらの分析結果から、ティック・サイズの切



図21 ビッド・アスク・スプレッドのボラティリティへの影響

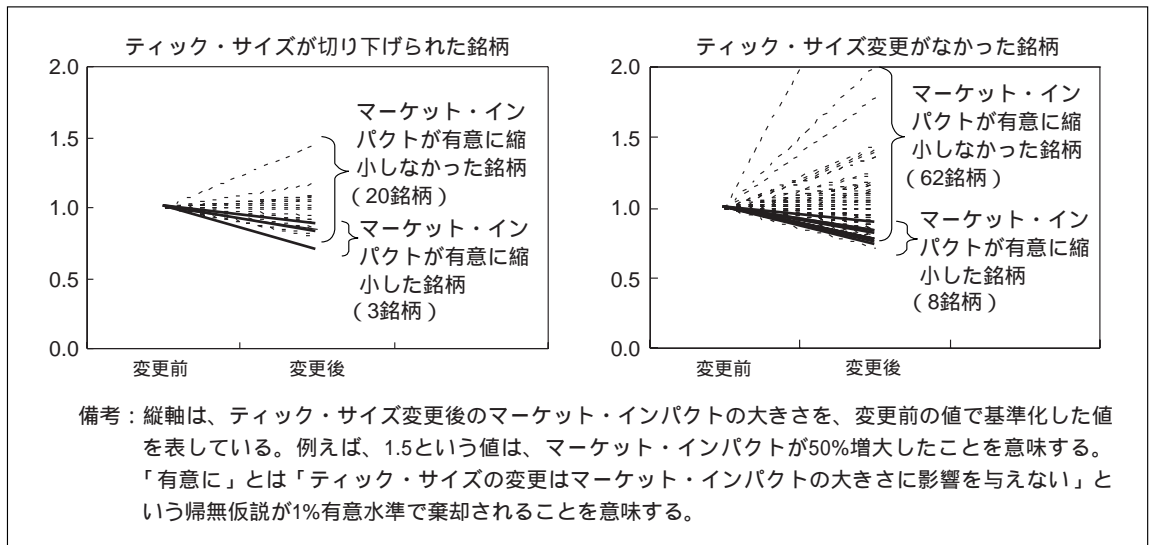


下げが、ビッド・アスク・スプレッドの変動に関する自由度を増大させ、その結果として、情報の非対称性をはじめとする潜在的取引コストの変化を市場がより反映するようになったと推察される。

ロ．マーケット・インパクトへの影響

ティック・サイズの切下げが、市場流動性の動態的指標の1つであるマーケット・インパクトに及ぼす影響を観察したのが、図22である。ティック・サイズ変

図22 マーケット・インパクトへの影響

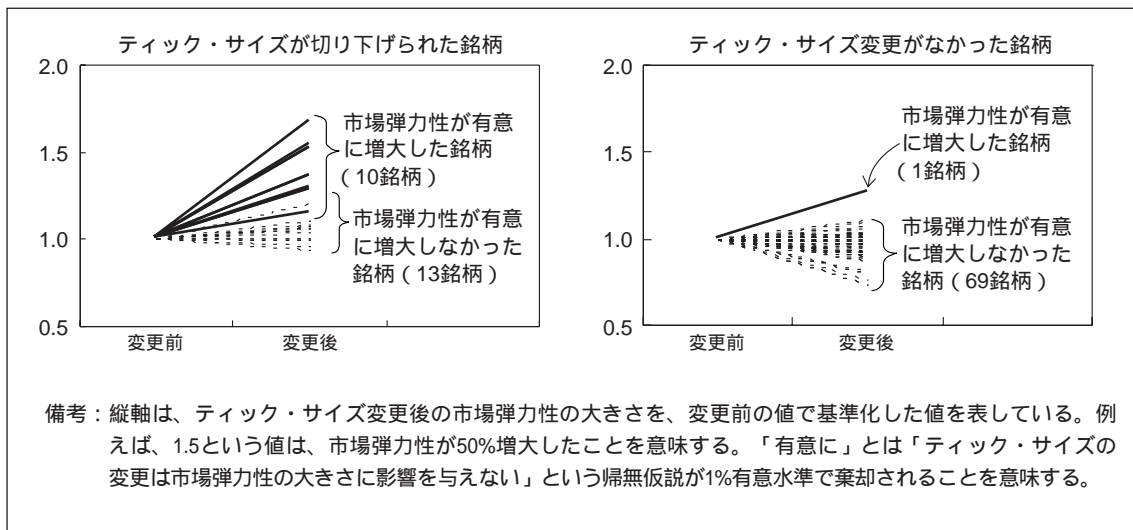


更がなかった銘柄グループの中には、マーケット・インパクトが明らかに増大している銘柄がいくつかみられる。帰無仮説を「ティック・サイズの変更前後でマーケット・インパクトの大きさは変わらない」、対立仮説を「ティック・サイズの変更によってマーケット・インパクトが縮小する」とし、 $t$ 検定を行った。その結果、ティック・サイズ変更がなかった銘柄グループについては、70銘柄中8銘柄（11%）で帰無仮説が1%有意水準で棄却された。また、ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループについては、23銘柄中3銘柄（13%）で帰無仮説が棄却された。すなわち、2つの銘柄グループの間に明確な相違はみられなかった。この結果を勘案すると、ティック・サイズの切下げは、平均的なマーケット・インパクトの大きさには影響を与えなかった可能性もある。

#### 八．市場弾力性への影響

ティック・サイズの切下げが、市場流動性のもう1つの動的指標である市場弾力性、すなわちビッド・アスク・スプレッドの縮小スピードに及ぼす影響を観察したのが、図23である。ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループには、ビッド・アスク・スプレッドの縮小スピードに増大傾向がみられる。帰無仮説を「ティック・サイズの変更前後で市場弾力性の大きさは変わらない」、対立仮説を「ティック・サイズの変更により市場弾力性が増大する」とし、 $t$ 検定を行った。ティック・サイズ変更がなかった銘柄グループでは、帰無仮説が有意水準1%で棄却されたのが70銘柄中1銘柄（1%）であるのに対し、ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループでは、23銘柄中10銘柄（43%）で帰無仮説が棄却された。この分析結果から、ティック・サイズの切下げは、市場参加者に対してきめ細かく（より高い頻度で）指値注文を出すインセンティブを与え、結果として市場弾力性を向上させたと推察される。

図23 市場弾力性への影響

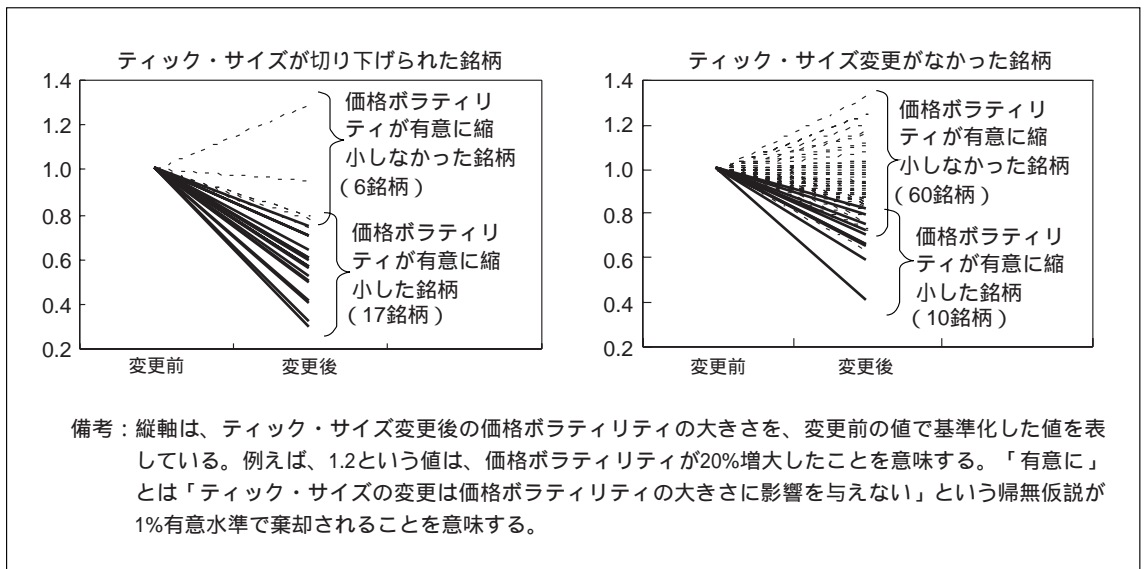


### (5) 価格ボラティリティへの影響

最後に、ティック・サイズの変更が市場価格のボラティリティに及ぼす影響について観察する。ティック・サイズの切下げは、きめ細かい注文価格の設定や、より詳細な市場価格情報の提供をもたらすと考えられ、その結果として、市場価格の効率性（情報の反映度）を向上させ、市場価格のボラティリティを縮小させると予想される。以下では、市場価格として出来値を採用し、5分間隔で計測したボラティリティが、ティック・サイズの変更によって有意に縮小したかどうかについて検証する。

ティック・サイズ変更があった4月13日前後の価格ボラティリティを比較したのが、図24である。帰無仮説を「ティック・サイズ変更前後で価格ボラティリティは変わらない」、対立仮説を「ティック・サイズの変更により価格ボラティリティが縮小する」とし、 $t$ 検定を行った。ティック・サイズ変更がなかった銘柄グループでは、帰無仮説が有意水準1%で棄却されたのが70銘柄中10銘柄（14%）にとどまったのに対し、ティック・サイズが切り下げられた銘柄グループでは、23銘柄中17銘柄（74%）で帰無仮説が棄却された。これらの結果から、ティック・サイズの切下げが市場価格の効率性向上に寄与した可能性が示唆される。

図24 価格ボラティリティへの影響



## 5. 要約と今後の課題

本稿では、Muranaga and Shimizu [ 1999 ] が提案した市場流動性の定義および市場流動性指標の計測手法を紹介したうえで、東京証券取引所における株式取引データを利用して市場流動性を分析した。市場流動性の動学的な側面について分析することを目的として、ティック・バイ・ティックのデータを利用した。クロス・セクション分析の結果、取引頻度の上昇に合わせて観測頻度を十分に高めない場合には市場で起こっている変化をトレースできない可能性があること、ビッド・アスク・スプレッド、マーケット・インパクト、市場弾力性という3つの市場流動性指標のいずれでみても、取引頻度が高い銘柄ほど市場流動性が高いことがわかった。1998年4月13日に東証が実施したティック・サイズ切下げの影響に関するイベント・スタディでは、ティック・サイズの切下げが取引コストの引下げを通して市場の価格発見機能を向上させる可能性が示唆された。これらの分析結果を勘案すると、市場のダイナミクスを分析するに当たっては、観測頻度が分析結果に及ぼす影響を考慮する必要があること、取引発生頻度が市場流動性と正の相関関係にあること、ティック・サイズの変更が取引コストおよび市場の流動性、効率性に影響を及ぼし得ることが指摘できる。

実証分析に当たっては、まず、東証1部の電気機器指数銘柄を対象に出来高、ビッド・アスク・スプレッドおよび価格ボラティリティの日中の変動パターンを観察した。出来高およびビッド・アスク・スプレッドについてはW字型の日中変動が観測されたほか、出来高、ビッド・アスク・スプレッドおよび価格ボラティリティのいずれも毎日の取引終了時（引け）にかけて急速に増大する傾向が観測された。また、取引頻度と市場流動性の関係を分析するに当たっては、静態的な市場流動性指標であるビッド・アスク・スプレッドと、動態的な市場流動性指標であるマーケット・インパクトおよび市場弾力性に注目した。注文フローや板といったボリュームに関するデータがない状況のもとにあって、市場弾力性をいかに推定するかについて考察した結果、ビッド・アスク・スプレッドの縮小率が市場弾力性に関してある程度の説明力を持つ代理変数となり得ることがわかった。

本稿では、比較的流動性の高い銘柄のみを扱うことにより、マーケット・メーカーが存在しない東証の特性であるクォートが消滅する問題を回避した。ただし、ビッド（アスク）の消滅は、即時性を要求する成行の売り（買い）注文が執行されないという点で流動性の枯渇を意味しているため、東証の市場流動性を論じるうえで最も重要な研究課題の1つである。本稿で得た比較的市場流動性の高い銘柄についての分析結果をもとに、上記のようなクォートが消滅する現象についても洞察を深めることは今後の課題である。市場流動性を潜在的取引ニーズまで含めた市場の厚みと認識した場合、市場参加者の取引インセンティブの変化により、市場流動性は動学的に変化する。したがって、これを観察していくためには、動態的指標、特に市場弾力性指標を洗練されたものとしていく必要がある。具体的には、連続的に取引が行われ、市場のビッド・アスク・スプレッド等が定常状態に復元しない状況に

おける市場弾力性の表現が課題である。

従来の市場分析では、データの制約もあって、価格情報の経時的な変化を観察することにより、市場に存在する情報（information contents）を抽出することが試みられてきた。こうした分析は、出来高等のボリューム情報も含めた市場の情報すべてが市場価格に反映されているという前提のもとでは有効である。しかし、マーケット・マイクロストラクチャー理論では、市場価格に反映されていない注文フローや出来高の情報が市場参加者にとって（収益機会を与えるという意味で）有益であることや、そうした情報が加わった市場参加者間のゲームは、市場の挙動そのものを変化させることが議論されている。また、市場を参加者の取引注文の集合として分析しようとする場合、個々の市場参加者の予算制約、空売り制約、ロスカット・ルールといったボリュームに関する制約条件も無視できない。今後の市場分析は、近年アベイラビリティが向上している注文フローや取引執行のボリュームに関する情報を活用することにより、時間、価格、そしてボリュームという3つの次元で行われることになるだろう。より洗練された計測指標を用いて市場流動性のティック・バイ・ティックのダイナミクスを観測することにより、流動性枯渇等のメカニズムといった重要な問題に関して、より深い洞察が得られることが期待される。

## 参考文献

- 大澤 真、村永 淳、「市場リスク算出の枠組みにおける流動性リスクの計測」、IMES Discussion Paper No. 98-J-2、日本銀行金融研究所、1998年
- 大塚彰久、「トレード・インバランスを用いた日中の株価変動分析」、『投資工学』1995年秋季号、日興証券投資工学研究所、1995年
- リーマン, B. N., D. M. モデスト、東 眞之、小泉博嗣、「東京証券取引所における流動性と市場ミクロ構造」、『投資工学』1994年春季号、日興証券投資工学研究所、1994年
- Engle, R. F., and J. Lange, “Measuring, Forecasting and Explaining Time Varying Liquidity in the Stock Market,” NBER Working Paper No. 6129, 1997.
- Fletcher, “The Role of Information and the Time between Trades: An Empirical Investigation,” *Journal of Financial Research*, 18 (2), 1995.
- Hausman, J. A., A. W. Lo, and A. C. MacKinlay, “An Ordered Probit Analysis of Transaction Stock Prices,” *Journal of Financial Economics*, 31 (3), 1992.
- Kyle, A. S., “Continuous Auctions and Insider Trading,” *Econometrica*, 53 (6), 1985.
- Lehman, B. N., and D. M. Modest, “Trading and Liquidity on the Tokyo Stock Exchange: A Bird’s Eye View,” *Journal of Finance*, July 1994.
- Muranaga, J., and T. Shimizu, “Market Microstructure and Market Liquidity,” IMES Discussion Paper No. 99-E-14, Institute for Monetary and Economic Studies, Bank of Japan, 1999.
- O’Hara, M., *Market Microstructure Theory*, Blackwell Publishers Inc., 1995.