



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

呼値の単位変更による投資家の執行コスト等に与える影響

若松 弘晃

2022年8月30日

Vol. 40

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」）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及び筆者らが所属する組織の公式見解を示すものではありません。

呼値の単位変更による投資家の執行コスト等に与える影響

若松 弘晃[†]

2022年8月30日

要旨（概要）

呼値の単位は、注文を行う際の単なる値段の単位というだけでなく、投資家が支払う執行コストの重要な1つの要素でもある。東京証券取引所（以下、「東証」という）は2014年にTOPIX100構成銘柄を対象に呼値の単位の縮小に関するパイロット・プログラムを実施し、高流動性銘柄であるTOPIX100に対して呼値の単位の縮小を行った。その後も中流動性銘柄やETF・ETN等について呼値の単位が粗いと投資家等からの指摘もあり、2020年1月に公表した「現物市場の機能強化に向けたアクションプログラム」の中でも、呼値の単位の適正化を進めることを示している。こうした中、2021年11月29日より、ETF・ETN等（以下、「ETF等」という）の銘柄について、原則としてTOPIX100構成銘柄に適用している呼値テーブルの適用を行い、その結果、呼値の単位の変更を行ったETF等全体で、年間約86億円の執行コストを減少させる効果があるとの試算結果を得た。

当該ETF等の呼値の単位の変更においては、銘柄毎の流動性等で区別することなく、原則全ての銘柄についてTOPIX100構成銘柄に適用しているより細かい呼値の単位を適用している。本稿においては、流動性別に呼値の単位の変更の効果を検証するため、ETF等の銘柄について売買代金別に上位グループ、中位グループ、下位グループに分けて分析を行った。

上位グループにおいては、呼値の単位が80%以上減少する場合に実効スプレッドが有意に減少し、イントラデイ・ボラティリティも有意に減少したことが認められた。また、分散比も呼値の単位の変更後に1に近づいたことから、上位グループについては、施策の狙いどおり執行コストの低減を達成し、また、市場の質の向上にも資することができたと言える。一方、中・下位グループにおいては、呼値の単位の変更の変数が有意ではなく、当該変更が必ずしも良い影響を与えていなかったと同時に、懸念していた負の影響についても限定的であったと考えられる。

また、当該分析結果を用いて中流動性銘柄であるMid400構成銘柄にTOPIX100呼値テーブルを適用した場合の執行コスト（実効スプレッド）の減少効果を推定し、年間で553～722億円程度の執行コスト減少効果があるとの試算結果を得た。

[†] 株式会社東京証券取引所株式部課長、CFA協会認定証券アナリスト。本稿に掲載されている内容や意見は筆者個人に属し、株式会社日本取引所グループ及び株式会社東京証券取引所等、筆者が関係する組織の公式見解を示すものではない。また、ありうべき誤りは、全て筆者個人の責に帰すべきものである。

目次

1	はじめに	5
2	呼値の単位について	6
2.1	日本における呼値の単位の変遷と現状	6
2.2	欧米における呼値の単位の概要	8
2.2.1	米国	8
2.2.2	欧州	10
2.2.3	日米欧におけるティック・ウェイトの比較	11
3	先行研究	12
4	仮説	14
5	分析内容	15
5.1	使用データ	15
5.2	分析手法	16
6	分析結果	20
6.1	分析データの記述統計量	20
6.2	気配（ハーフ）スプレッド	22
6.3	実効（ハーフ）スプレッド	24
6.4	イントラデイ・ボラティリティ及び分散比	26
6.5	デプス	30
6.6	STR (Spread to Tick Ratio)	35
7	Mid400 構成銘柄に対し TOPIX100 呼値テーブルを適用した場合の影響予測	37
7.1	実効スプレッドの影響予測	39
7.2	STR の影響予測	39
8	おわりに	42
8.1	ETF 等への呼値の単位変更による効果の検証結果	42
8.2	Mid400 構成銘柄への TOPIX100 呼値テーブルの適用することによる影響予測	43
	参考文献	44

1 はじめに

呼値とは、金融商品取引所（以下「取引所」という。）において、投資家が株券等の注文を行おうとする際に、その内容について表示することをいい、呼値の単位とは、当該注文を行う際の値段の最小きざみ幅のことをいう。取引所においては、呼値の単位未満での株券等の注文を行うことはできないため、取引所の注文板¹に登録されている、最優先値段²の指値注文に優先して売買を行いたい投資家は、最低でも呼値の単位分（1 単位分）更に優先する価格に注文を出す必要がある。そのため、呼値の単位は、値段指定する際の単なる単位にとどまらず、投資家の執行コストを構成する重要な要素となる。

投資家の執行コストを低減するという観点からは、呼値の単位を縮小すればよいとも考えられるが、呼値の単位を細かくしすぎることに弊害も指摘されている。具体的には、ほとんど経済的に意味のない値段差で売買の優先順位を得られることになり、取引の予見可能性が低下すること、発注可能な値段が増加することで各値段帯に注文が分散してしまうことにより大口注文の執行を難しくしてしまうこと等の問題である。そのため、呼値の単位を適切な水準に設定することは売買制度上、極めて重要である。

本稿では、2021 年 11 月 29 日より、東証に上場している ETF 等の銘柄に対してより呼値の単位が細かい TOPIX100 構成銘柄に適用されている呼値テーブル（以下「TOPIX100 呼値テーブル」という。）を適用した際の、投資家の執行コスト等への影響分析を行う。

まず 2 で日米欧における呼値の単位の概要について述べる。3 で呼値の単位の変更等についての先行研究について述べ、4 で先行研究等を踏まえた仮説について述べる。5 で分析に使用するデータ、分析手法等について述べ、6 で分析結果を述べる。7 で分析結果等をもとに TOPIX Mid400³構成銘柄に、TOPIX100 呼値テーブルを適用した場合の影響推定について述べ、8 で結論について述べる。

¹ 取引参加者からの売買注文を取引所が受け取り、記録する、銘柄別の注文控えであり、注文値段毎に時間優先で売買注文を並べているもの。単純に「板」とも表現することも多い。

² 買い注文であれば板上に登録されている最も高い値段、売り注文であれば板上に登録されている最も低い値段を指す。

³ TOPIX の構成銘柄を時価総額と流動性（売買代金）から区分した「時価総額加重型」の株価指数の 1 つであり、TOPIX100 について時価総額、流動性の高い 400 銘柄で構成される。本稿では TOPIX Mid400 構成銘柄を中流動性銘柄として扱う。

2 呼値の単位について

2.1 日本における呼値の単位の変遷と現状

東証はこれまで、呼値の単位の適正化に対するニーズに順次対応をしてきている。2010年1月4日の現物売買システムである arrowhead 稼働時において呼値の単位の縮小を実施⁴したほか、2014年に TOPIX100 の銘柄を対象にパイロット・プログラム（フェーズ 1 及びフェーズ 2）を実施し、高流動性銘柄である TOPIX100 について呼値の単位の縮小を行っている。

ただ、これらの見直しの後も、市場関係者から、一部の銘柄については引き続き呼値の単位が粗いとの指摘がなされていた。呼値の単位の適切性を示す指標の 1 つとして各銘柄の 1 日の時間加重平均スプレッド（bid-ask スプレッド）と呼値の単位の比（Spread to Tick Ratio（以下、「STR」という））⁵がある。呼値の単位が粗すぎる場合にはスプレッドは呼値の単位に収斂し、STR が 1 に近づく一方で、呼値の単位が細かすぎる場合には STR は逆に大きくなっていく。この STR を用いて、現状の呼値の単位の適切性について把握するため、2021年10月28日～2021年11月26日（20 営業日）の各指数構成銘柄等別に横軸を株価、縦軸にスプレッドと呼値の比の区別のカウント数⁶をとりグラフ化すると以下のとおり。TOPIX100 構成銘柄の STR については、おおむね適切な範囲内⁷となっているが、株価が 4,000 円以下の価格帯で相対的に呼値の単位が過大となっている銘柄が多い。また、TOPIX Mid400 構成銘柄においては、顕著に STR が小さい（呼値の単位が過大）銘柄が多いことがわかる。TOPIX Small 構成銘柄及びマザーズ銘柄についてはおおむね呼値の単位は適正な範囲であるが、株価が 500 円以下では呼値の単位が過大である一方、株価が 1,000～3,000 円の価格帯では呼値の単位が過小である傾向⁸も認められる。

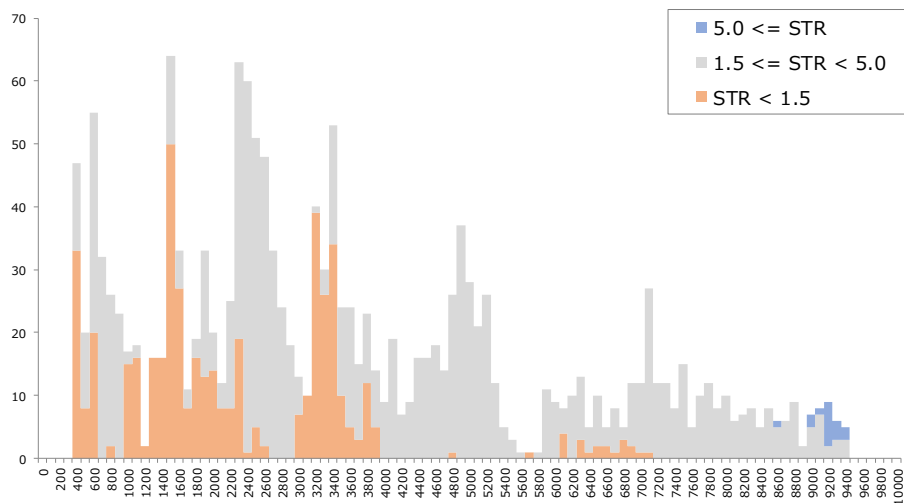


図 2.1 TOPIX 100 構成銘柄の STR 分布

⁴ 日本においては、呼値の単位について法令ベースで定められておらず、取引所や私設取引システムは呼値の単位についてそれぞれの規則にて定めている。一方、欧米においては、法令ベースで呼値の最小単位等が定められている。

⁵ 計算方法については後述。

⁶ データ取得期間における各営業日の各銘柄毎に株価（VWAP）及び STR を計算し、株価及び STR 区別に銘柄数を合計している。

⁷ Huang et. al（2017）を参考に、STR が 1.5 以下のものを呼値の単位が過大、STR が 1.5 以上 5.0 未満を適切な範囲内としており、本稿でも同様の考え方を採用している。

⁸ JASDAQ 銘柄においても TOPIX Small 構成銘柄およびマザーズ銘柄と同様の傾向であり、グラフは省略している。

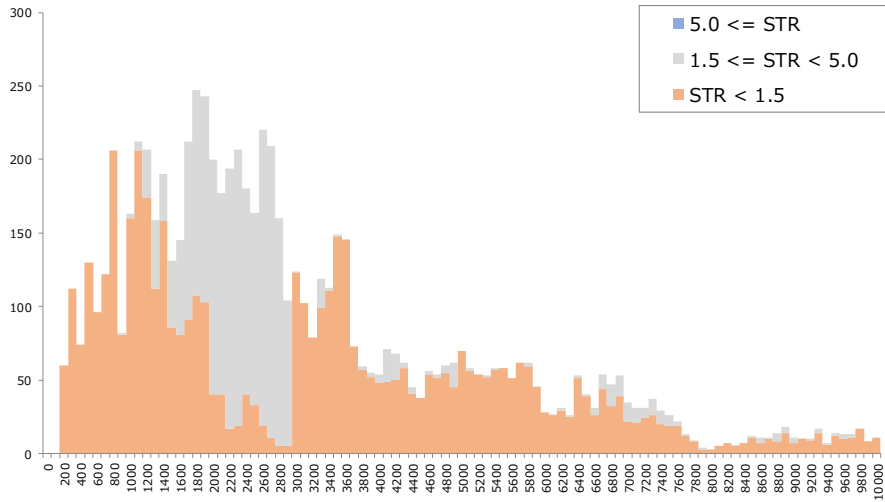


図 2.2 TOPIX Mid400 構成銘柄の STR 分布

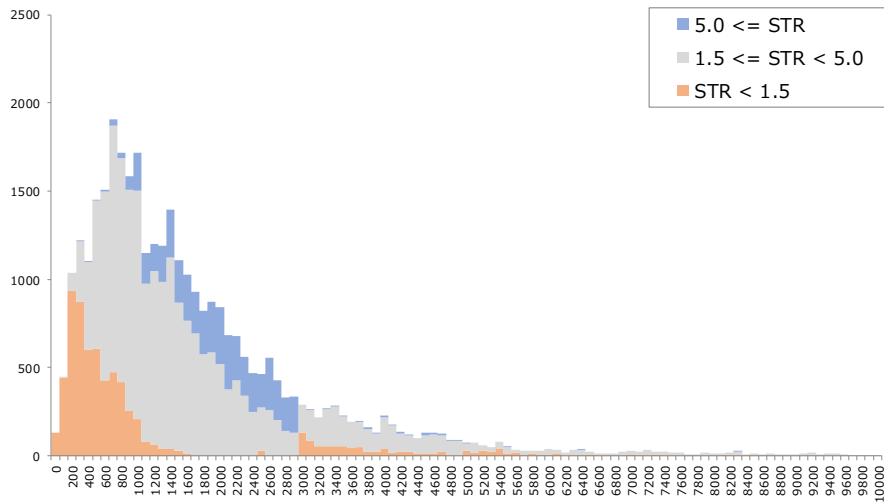


図 2.3 TOPIX Small 構成銘柄の STR 分布

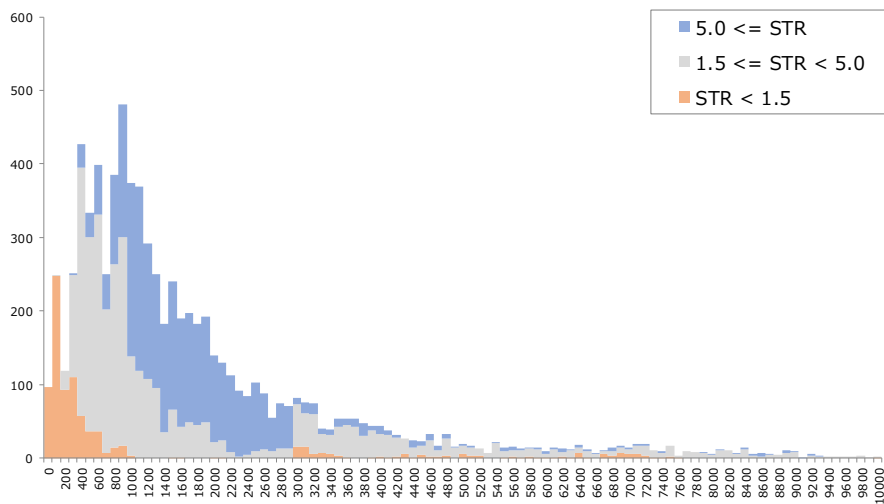


図 2.4 マザーズ上場銘柄の STR 分布

呼値の単位が過大であることは、投資家が本来支払う必要のない執行コストを支払っていることと同義であり、呼値の単位を適正化することで、個人投資家や長期投資家を中心に多様な投資家が、より低い執行コストでの取引が可能となる。このような観点を踏まえ、2020年1月30日に「現物市場の機能強化に向けたアクションプログラム⁹」として東証は呼値の単位の適正化を進める旨、公表を行っており、2021年11月29日からは、ETF等について、原則¹⁰、全銘柄に TOPIX100 構成銘柄に適用される呼値の単位を適用する見直しを行っている¹¹。

表 2.1 東証における呼値の単位の変遷

値段	全銘柄	全銘柄	全銘柄	全銘柄	全銘柄	TOPIX100構成銘柄			TOPIX100構成銘柄、ETF等	その他の銘柄
	1985/12/2	1998/4/13	2000/7/17	2008/7/22	2010/1/4	2014/1/14	2014/7/22	2014/9/24	2022/11/29	2010/1/4~
1,000円 以下	1	1	1	1	1		0.1	0.1	0.1	1
1,000円 超 2,000円 //	10	5	5	5	5	1	0.5	0.5	0.5	5
2,000円 // 3,000円 //		10	10	10			1	1	1	
3,000円 // 5,000円 //	100	50	50	50	50	5	5	5	5	10
5,000円 // 1万円 //										
1万円 // 3万円 //	1,000	1,000	1,000	100	100	10	10	10	10	50
3万円 // 5万円 //										
5万円 // 10万円 //	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	100	100	100	100	500
10万円 // 30万円 //										
30万円 // 50万円 //	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	500	500	500	500	1,000
50万円 // 100万円 //										
100万円 // 300万円 //	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
300万円 // 500万円 //										
500万円 // 1,000万円 //	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	5,000	5,000	5,000	5,000	10,000
1,000万円 // 2,000万円 //										
2,000万円 // 3,000万円 //	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	50,000
3,000万円 // 5,000万円 //										
5,000万円 //										100,000

* 単位は円

2.2 欧米における呼値の単位の概要

2.2.1 米国

2004年にSEC（Securities and Exchange Commission）が提案した包括的な市場制度改革に係る法律である Regulation NMS（National Market System）の612条において、ECN（Electronic Communications Network）も対象に含む形で呼値の単位の最小値を1セントと規定した。これは呼値の単位を1セントとすることを強制するものではなく、1セントよりも大きい呼値の単位を採用することは可能であったが、結果的には、全ての取引所及びECNにおいて呼値の単位はRegulation NMSで定める最小値となった。

⁹ 現物市場の機能強化に向けたアクションプログラムの詳細については、東証のウェブサイト（<https://www.jpx.co.jp/corporate/news/news-releases/0060/20200130-01.html>）を参照。

¹⁰ TOPIX100 構成銘柄に適用されている呼値テーブルは、価格帯によっては円位未満の端数を含む価格となる。これにより売買単位が1口の場合に円位未満の売買代金となることを避けるため、売買単位が1口のETF及びETN等については、終値等が5,000円以下となった場合、原則として、その2営業日後の日からその呼値テーブルを適用する。その後、終値等が7,000円以上となった場合は、その2営業日後の日からTOPIX100呼値テーブルを適用する。

¹¹ 東証のウェブサイト（<https://www.jpx.co.jp/news/1030/20211125-02.html>）を参照。

表 2.2 米国における呼値の単位

値段		取引所及びECN
1USD	未満	0.0001
1USD	以上	0.01

* 単位は米ドル (USD)

一方、主に流動性が十分でない時価総額の低い銘柄において、細かすぎる呼値の単位が売買の活性化を妨げているのではないかといった指摘等を契機に、Tick Size Pilot Plan の実施について FINRA (Financial Industry Regulatory Authority) と米国の取引所等が 2014 年 8 月 25 日に提案し、SEC が 2015 年 5 月 6 日に承認した。Tick Size Pilot Plan において、一定の条件¹²を満たす銘柄 (2,400 銘柄) について従来どおりの 1 セント (0.01USD) で取引される 1,400 銘柄のコントロール・グループと以下の 3 つのテスト・グループに分類を行っている。

テスト・グループ 1 : 気配提示の呼値の単位を 5 セント単位にするが、執行価格は変更なし (1 セント単位)

テスト・グループ 2 : 気配提示及び執行価格の両方を 5 セント単位

テスト・グループ 3 : 呼値の単位についてはテスト・グループ 2 と同様であるが、トレード・アット・ルール¹³を適用

Tick Size Pilot Plan による市場の質の変化については、SEC がホワイト・ペーパー¹⁴として 2018 年 1 月に公表している。その中で、市場の質の指標である、気配スプレッド、実効スプレッド、プライス・インパクト (約定による株価変化)、株価リターン・ボラティリティ等について、呼値の単位を拡大したグループについてはいずれも増加 (市場の質の悪化) が認められたと述べており、「呼値の単位の拡大によりマーケット・メーカーに対してマーケット・メイクを行うインセンティブを与えることになり、市場の質が向上するのではないか」という SEC の呼値の単位に関するラウンド・テーブルでの意見を裏付ける結果は得られなかったとしている。

また、NASDAQ は、自身の Web サイト¹⁵において、投資家の執行コストの低減を目的に、個別銘柄の気配スプレッド毎に適切な呼値の単位¹⁶を適用するべきとして「Intelligent Tick」という呼値に関する提案をまとめている。これは、各銘柄のナチュラル・スプレッドに呼値の単位を近づけるという考え方であり、当該提案を採用することでより個別銘柄の特性を加味した細やかな呼値の単位の設定が可能になるとしている。

近時、米国における呼値の単位にかかる規制面の動向について、ゲンスラー SEC 委員長は、米国市場構造が抱える課題、とりわけ個人投資家の最良執行に関連する規則を包括的に見直す規則改正案 (2022 年秋頃を予定) の方向性について言及している¹⁷。その中で、規制の不均衡が取引所外取引の拡大の一つの要因になっていることを踏まえ、証券取引所の呼値の単位の縮小のほか、取引所外取引との間での呼値の単位の統一についても触れている。具体的な規則改正案は不明ではあるものの、米国において取引所市場と取引所外市場との間の呼値の単位の差異について

¹² 条件は (1) 時価総額が 30 億ドル以下、(2) 日次平均出来高が 100 万株以下、(3) 測定期間 (パイロット・プログラム開始前の評価期間) 最終日の終値が 2.00 ドル以上で、測定期間の全ての取引日における終値が 1.50 ドル以上、(4) 測定期間における VWAP が 2.00 ドル以上

¹³ ダーク・プール向けの試験的な規則であり、ダーク・プールにて取引を行う場合には取引所における価格より優れた価格 (取引所と同値では不可) でなければならぬとする規則。

¹⁴ 詳細については (https://www.sec.gov/dera/staff-papers/white-papers/dera_wp_tick_size-market_quality) を参照。

¹⁵ 詳細については (<https://www.nasdaq.com/solutions/intelligent-ticks>) を参照。

¹⁶ 当該提案においては、6 つの呼値の単位 (0.005USD, 0.01USD, 0.02USD, 0.05USD, 0.10USD, 0.25USD) が示されている。

¹⁷ 詳細については (<https://www.sec.gov/news/speech/gensler-remarks-piper-sandler-global-exchange-conference-060822>) を参照。

議論がなされている状況にある。これに関する報道について、市場関係者の反応はおおむねポジティブであるが、呼値の単位の過度な縮小は流動性に悪影響があるため、適正な水準の見極めが必要との意見が多数を占めている。

2.2.2 欧州

欧州においては各国の取引所が呼値の単位を独自に定めていたが、MTF (Multilateral Trading Facility)¹⁸の誕生により、呼値の単位が市場間の競争要因 (差別化要因) として捉えられるようになった。2008年12月にBATS Europe、Chi-X、NASDAQ OMX Europe、Turquoise等が汎欧州の呼値の単位についての議論を行い、欧州取引所連合 (The Federation of European Stock Exchanges : FESE) が当該検討を引き継いだ。そして最終的には、4種類の呼値テーブルを策定し、各市場がそれを順守するという形でルールが設けられた¹⁹。当該ルールは業界団体のものにすぎなかったが、2018年1月に施行された第2次金融商品市場指令 (The Markets in Financial Instruments Directive II : MiFID II) において、法令ベース (MiFID II Article 49、Regulatory Technical Standards 11) で流動性指標別に最小の呼値の単位が定められることとなった。

当該流動性指標別に定められた呼値の単位については、Spread to Tick Ratio (STR) 等の指標等を参考に定められており、おおむね各銘柄のSTRが1.3~5.0となるように呼値の単位が設定されている。

表 2.3 欧州における呼値の単位

株価		流動性指標 (一日平均約定回数)					
以上	未満	0~10回	10~80回	80~600回	600~2,000回	2,000~9,000回	9,000回~
	0.1	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
0.1	0.2	0.001	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
0.2	0.5	0.002	0.001	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001
0.5	1	0.005	0.002	0.001	0.0005	0.0002	0.0001
1	2	0.01	0.005	0.002	0.001	0.0005	0.0002
2	5	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001	0.0005
5	10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
10	20	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002
20	50	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005
50	100	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
100	200	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02
200	500	2	1	0.5	0.2	0.1	0.05
500	1,000	5	2	1	0.5	0.2	0.1
1,000	2,000	10	5	2	1	0.5	0.2
2,000	5,000	20	10	5	2	1	0.5
5,000	10,000	50	20	10	5	2	1
10,000	20,000	100	50	20	10	5	2
20,000	50,000	200	100	50	20	10	5
50,000		500	200	100	50	20	10

* 単位 : 各国通貨

¹⁸ 2004年に採択され、2007年に施行されたEUの金融商品市場指令 (The Markets in Financial Instruments Directive : MiFID) において、汎欧州の上場銘柄の取引を取扱うものとして導入された。

¹⁹ BATS (2009) を参照。

2.2.3 日米欧におけるティック・ウェイトの比較

日本と欧米のティック・ウェイト（呼値の単位/株価）²⁰について比較したものが図 2.5。高流動性銘柄については、日米欧ともに 1～5bps 程度であり、同程度であるものの、東証のその他銘柄（特に中流動性銘柄）については、呼値の単位が執行コストの要素であるスプレッドの縮小を妨げており、投資家の執行コストを大きくしている可能性がある。

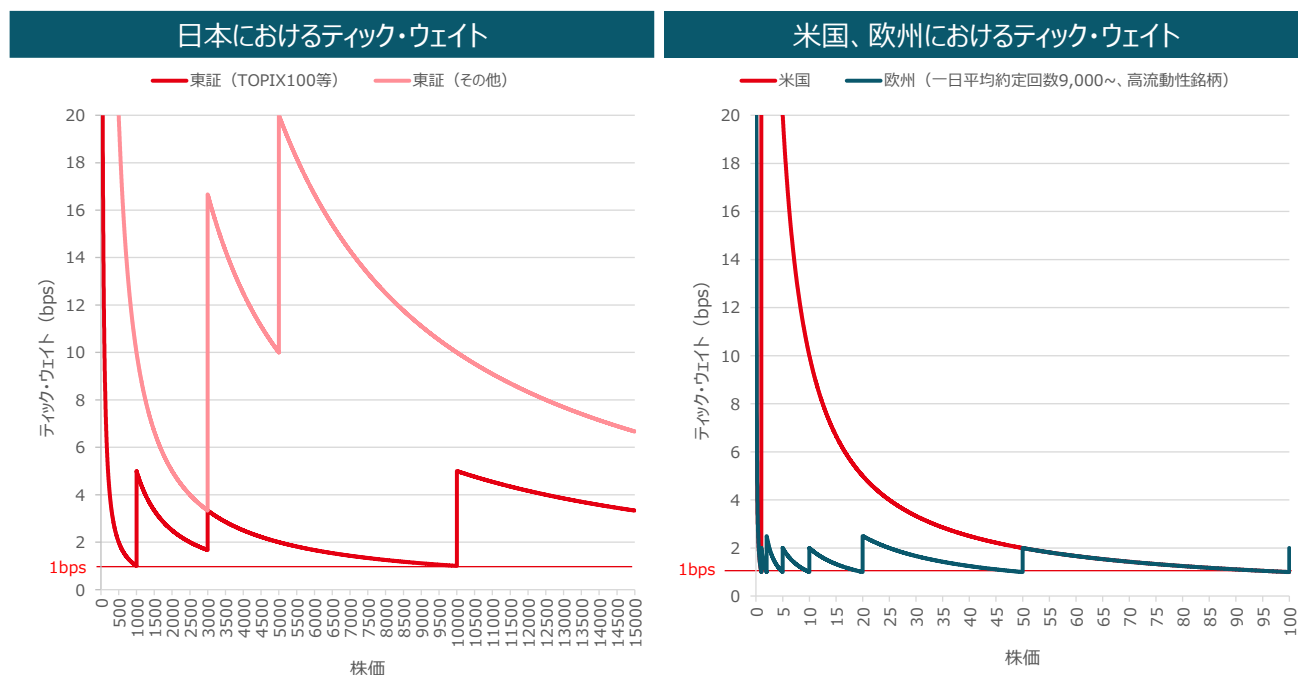


図 2.5 日本と欧米のティック・ウェイトの比較

²⁰ ティック・ウェイトは、株式の各値段帯における呼値の単位の相対的な大きさを示す。最良気配値段に注文が存在するという前提で、ティック・ウェイトが高い株式の売買を行う場合、ティック・ウェイトが低い株式の売買を行う場合と比して、投資家が支払う執行コストは高くなる。

3 先行研究

これまでの多くの実証分析²¹においては、呼値の単位が縮小される程、気配スプレッド、実効スプレッドが低下するとしており、また、呼値の単位の縮小による影響は取引のサイズによっても異なり、実効スプレッドについて、より取引サイズの小さなものの方が低下するという指摘がある。

一方で、米国におけるデシマライゼーション²²に関する実証分析を行った Bessembinder (2003)は、時価総額の小さな銘柄については、呼値の単位変更後のスプレッド変化は統計的に有意ではなかったと指摘するとともに、価格のボラティリティに与える影響については、1 時間毎に観測した最良気配値段の中値の変動比の分散が、呼値の単位縮小後に低下したと指摘している。更に市場の効率性の変化について調査するために、同一時系列データについて異なる時間間隔で変動比を算出し、分散比 (Variance ratio) を用いて呼値の単位縮小前後でのデータを比較したところ、1 時間毎の変動比と日次での変動比から計算した分散比が、呼値の単位縮小後に 1 に近づいた (市場の効率性が上昇した²³) と指摘している。また、Chakravarty (2005) は、デシマライゼーションによって、機関投資家の執行コストが平均 22bps 減少したと指摘しており、呼値の単位縮小前のスプレッドが最も小さい (呼値の単位により最も制約を受けている) 銘柄の執行コストの低下が顕著であったこと、機関投資家が 1 営業日で取引を執行した場合と複数営業日をかけて執行した場合を比較すると後者がより執行コストを抑えられたと指摘している。

東証における分析については、2014 年に東証にて行われた TOPIX100 構成銘柄に対する呼値の単位の変更が売買に与えた影響について、近藤 (2015) が、投資家の執行コストの改善が達成されたか否かについて検証を行っており、気配スプレッド、実効スプレッド、イントラデイ・ボラティリティ、注文サイズ別の実効スプレッド等について呼値の単位縮小前後の比較を行い、気配スプレッド及び実効スプレッドは全ての銘柄において縮小し、TOPIX100 構成銘柄全体における実効 (ハーフ) スプレッドは 5.55bps から 1.79bps に低下したとしており、呼値の単位縮小後には 1 分毎のボラティリティがより大きく低下する傾向が見られたとしている。

また、Huang, et. al(2017)は 2014 年に東証にて行われた呼値の単位の変更において、ある一定時間における約定価格が 1tick (1 呼値の単位分) 挟んだ反対側の値段で約定した回数と、同じ側 (直前値段と同じ値段) で約定した回数との比等の変数を用いて、呼値の単位変更後の成行注文と指値注文のコストを正確に予測することができたと述べている。畠中 (2018) は 2014 年に東証にて行われた呼値の単位の変更が気配スプレッドの縮小、累積的なデプス (取引所の注文板の値段毎に存在する注文数量 (株式数) の合計値をいう。以下同じ。) の減少、1 注文あたりの取引株数の減少と、1 日の取引回数増加が認められたと指摘しており、また、分散比検定の結果から、呼値の単位縮小により、指値注文の価格発見機能の変化が認められ、最良気配指値注文が持つ相対的な情報量が減少し、執行の即時性を求める成行注文が優先される傾向が強まると指摘している。

更に、デプスに関して、SEC (2012) は呼値の単位の縮小により、提示されるデプスが減少し、デプスが少ない状況下においては、執行コストが悪化するとも考えられるが、新たな注文 (hidden liquidity) が行われることにより板上のデプスが減少したとしても、投資家が負担する執行コスト (実効スプレッド) が高くなる可能性があり、執行コストを測定するには実効スプレッドの方が望ましい²⁴としている。また、実効スプレッドは呼値の単位の縮小後、全ての銘柄で低

²¹ Furfine (2003); Chakaravarty, Wood, Harris (2001); Chung and Ness (2001); Chung and Chuwonganant (2004)等。

²² 2000 年 1 月に SEC は米国内の取引所及び NASDAQ に対し呼値の単位を 1 セントに変更するよう指示し、2001 年 4 月には指示された全ての取引所において呼値の単位が 1 セントとなったが、その一連の流れがデシマライゼーション (Decimalization) と呼ばれている。

²³ 分散比が 1 に近いほど、より長期の価格変動が短期的な価格変動の延長上にある、つまり株価はブラウン運動に近い動きとなる。

²⁴ 一方で、実効スプレッドであっても、投資家側で分割して発注を行っている場合には、全体の執行コストを完全に把握することは困難。

下しており、呼値の単位を縮小することで、執行コストを削減し、指値注文やマーケット・メーカーが流動性を提供するインセンティブが高まることにより、デプスと流動性が向上するとの考えがある一方、マーケット・メーカーは呼値の単位が縮小することにより、利益効率が低下してしまうことなどから、流動性を供給する HFT の発注行動を抑制し、デプスが低下するのではないかとする考えも存在すると述べている。

なお、European Securities and Markets Authority (ESMA)²⁵は 2014 年 12 月に公表された Consultation Paper に寄せられたコメントについて、呼値の単位が制約となっている場合（呼値の単位が過大である場合）、流動性がリット・プール（取引所など）からダーク・プールに移り、よりリット・プールの最良気配値段の中値（Mid point）で約定するインセンティブが高まる、また、ある市場の呼値の単位が過大であると、指値注文の執行までの待ち時間が長くなってしまい、呼値の単位がより小さい市場に流動性が流れてしまうと述べている。また、流動性別の呼値の単位のテーブルの設定にかかる考え方についても述べており、STR が 1.3～5 の範囲に収まるよう、3 つの決定関数（decision function）²⁶を用いて、流動性別の呼値の単位のテーブルを評価し、呼値の単位のテーブルを決定したとしている。

²⁵ ESMA (2015) を参照。

²⁶ ①スプレッドが呼値の単位で制約されることを許容するもの、②スプレッドの広がり（呼値の単位で制約されないこと）を許容するもの、③両者の中間的なものの 3 つの決定関数が用いられている。

4 仮説

これまでの先行研究等を踏まえると、呼値の単位の変更により、気配スプレッドが縮小し、それに伴い実効スプレッドも縮小することが考えられる。そこで、2021 年に行った ETF 等に対する呼値の単位の変更（以下「2021 年変更」という。）の場合でも、同様の影響が生じているかについて分析するため、いくつかの仮説を立てていく。

まず、2021 年変更においては、時価総額、流動性が特に高い銘柄を対象とした 2014 年の TOPIX100 構成銘柄に対する呼値の単位の変更時と異なり、流動性の低い銘柄を含むすべての ETF 等を対象としている点に特徴がある。売買代金が下位の銘柄については、注文が最良気配値段以外の各値段帯に十分入っている状態ではないと考えられることから、呼値の単位の変更が気配スプレッド及び実効スプレッドに負の影響を与える可能性がある。そこで以下のような仮説について検討を行う。

仮説 1 : 売買代金が上位の銘柄について、呼値の単位の変更により気配スプレッド、実効スプレッドが縮小する

仮説 2 : 売買代金が下位の銘柄について、呼値の単位の変更により気配スプレッド、実効スプレッドは拡大する

次に、イントラデイ・ボラティリティについては、流動性が高い銘柄については、呼値の単位が大きすぎ、1 呼値の単位分の価格変動が大きくなってしまいう結果、価格発見機能が十分に発揮できていない（需給が一致する実勢価格は呼値の単位未満の価格に存在している）可能性がある。呼値の単位縮小後には、各値段に注文が十分に入る結果、株価の動きがスムーズになり、株価変動のボラティリティ減少するのではないかと考えられる。また、市場の効率性を表すとされる分散比についても流動性の高い銘柄については、呼値の単位変更前において、各値段帯に過度に注文が詰まっている可能性が高く、それが呼値の単位の変更により解消されることで、より価格変化の自由度が増し、分散比が 1 に近づく（市場効率性が向上する）のではないかと考えられる。

仮説 3 : 売買代金が上位の銘柄については、呼値の単位の変更によりイントラデイ・ボラティリティが低下する

仮説 4 : 売買代金が上位の銘柄については、呼値の単位の変更により市場効率性が向上する

更に、デプスについては、呼値の単位の変更に伴い、注文を行うことが可能な値段の自由度が増加し、変更前に一つの値段に集中していた注文が幅広い値段に分散することから、変更後の最良気配値段のデプスは変更前と比して顕著に減少すると考えられ、その影響は呼値の単位がより縮小する銘柄においてより大きいと考えられる。

仮説 5 : 最良気配値段におけるデプスは全ての銘柄群において呼値の単位の変更により減少し、その減少幅は呼値の単位の縮小幅に依存する

最後に、STR については、呼値の単位の変更に伴い増加すると考えられるが、売買代金が上位の銘柄においてはその増加率は相対的に低くなるのではないかと考えられる。

仮説 6 : 呼値の単位の変更後の STR は、売買代金が上位の銘柄において、その増加率は相対的に低い

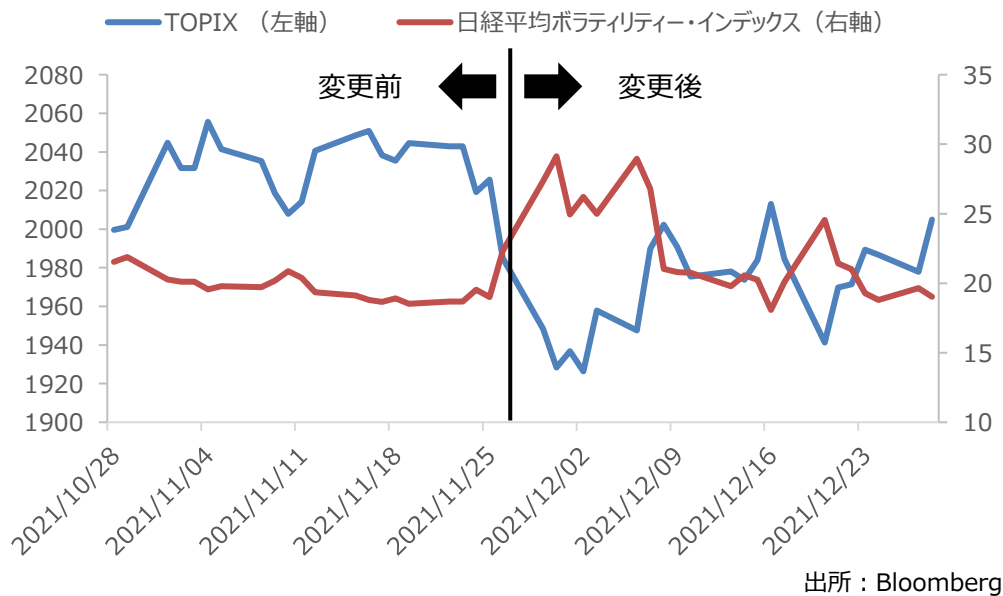
5 分析内容

5.1 使用データ

ETF等の呼値の単位を変更した2021年11月29日の前後20営業日(合計40営業日)の2021年10月28日から12月24日までの板再現明細データ²⁷を用いて分析を行った。分析対象銘柄はETF等の228銘柄(呼値の単位の変更前の期間及び変更後の期間において、それぞれ約定がなかった銘柄、分析対象期間中に上場廃止となった銘柄及び新規上場した銘柄を除く。また、分析対象期間において、各営業日の株価(VWAP)が異なる呼値の単位のレンジに遷移した銘柄²⁸を除く)としている。

分析対象となった期間のTOPIXと日経平均ボラティリティー・インデックス²⁹の推移は図5.1のとおり。呼値の単位変更後の期間は、新型コロナウイルスのオミクロン株の感染拡大懸念が広まり、株価が急落した期間を含んでいる。

図 5.1 データ分析期間のTOPIXと日経平均ボラティリティー・インデックスの推移



売買単位が1口のETF等については、2021年11月25日の終値等³⁰が5,000円超の場合は「TOPIX100呼値テーブル」を適用し、5,000円以下の場合は「その他呼値テーブル」を適用されるため、TOPIX100呼値テーブルが採用される銘柄とその他呼値テーブルが採用される銘柄とに分かれる³¹こととなるため、両者を比較することで市況等の影響をコントロールしつつ呼値の単位変更による影響を分析することができる。

²⁷ 一つ一つの注文・約定に関するデータが記録されている明細データ。

²⁸ 例えば、2021年11月26日のA銘柄のVWAPが2,990円で、2021年11月29日のA銘柄のVWAPが3,010円となった場合は、呼値の単位の影響が異なるため(株価が3,000円以下の場合は呼値の単位の縮小幅は-50%である一方、株価が3,000円超では呼値の単位の縮小幅は-80%になってしまうため)分析対象から除外する。

²⁹ 当該指数値が高いほど、投資家が今後、相場が大きく変動すると見込んでいることを表す。

³⁰ 原則として最終約定値段(ただし、特別気配引け等の場合は当該気配値段)を用いることとし、いずれもない場合は、当日の基準値段を採用。

³¹ 228銘柄のうち、TOPIX100呼値テーブルを採用した銘柄数は167であり、その他呼値テーブルを採用した銘柄数は61。

5.2 分析手法

呼値の単位縮小前後の各営業日について日次で各指標の計算を行い、前後期間それぞれにおける平均値を算出し、呼値の単位縮小後のそれぞれの指標の期間平均値を被説明変数として重回帰分析を行う。

呼値の単位の縮小による影響は、流動性の大きさによって異なると考えられることから、流動性別（売買代金別³²）に3つのグループ（上位グループ（グループ①）、中位グループ（グループ②）、下位グループ（グループ③））に分類する。

ETF等が保有する銘柄毎の株式数や先物建玉数等はPortfolio Composition File（PCF）として公表しており、また、取引時間中のETF保有資産（純資産価値、NAV：Net Asset Value）も公表されているため、投資家等はETF等の価格の計算が可能という点で株式とは異なる。そのため、ETF等に対する呼値の単位を縮小した場合の影響について、株式に対してそのまま用いることは難しいと思われるが、低流動性銘柄に対して呼値の単位の縮小による影響を分析することは有用と考えられる。

ETF等については、マーケットメイク制度³³が設けられており、そのなかでも運用会社が追加的にオブリゲーションを設定し、それを満たすマーケットメイクにインセンティブを支払うスキーム（スポンサードマーケットメイク制度³⁴）が存在する。運用会社が通常のマーケットメイクに加えてプラスして対価を支払うことで、マーケットメイクが難しい銘柄へのマーケット・メーカーのサインアップや、より高い水準での気配提示が期待されることから、ETFの流動性等に影響を与えている可能性がある。そのため、スポンサードマーケットメイクが設定されているか否かについてのダミー変数（1：スポンサードマーケットメイクが設定されている、0：スポンサードマーケットメイクが設定されていない）を設定し分析を行う。

呼値の単位の縮小幅は株価水準によって異なり、それぞれの価格帯における呼値の単位縮小幅は表5.1のとおり。TOPIX呼値テーブルを採用することにより呼値の単位の減少幅は、-50%、-80%、-90%に分類できる。今回の分析においては、呼値の単位の減少幅によりその影響も異なると考えられるため、呼値の単位の減少幅が-50%のグループと呼値の単位の減少幅が-80%以上³⁵のグループそれぞれにフラグ（ダミー変数）を設定し分析を行う。

³² 呼値の単位変更前の期間（2021年10月28日～11月26日）の平均売買代金を求め、平均売買代金を高い順に並べ三分位数にて3つのグループに分類。

³³ マーケットメイク制度の概要等については、東証のWebサイト（<https://www.jpx.co.jp/equities/products/etfs/market-making/index.html>）を参照。

³⁴ スポンサードマーケットメイクの設定条件等の詳細については、東証のWebサイト（<https://www.jpx.co.jp/equities/products/etfs/market-making/03.html>）を参照。

³⁵ 呼値の単位の減少幅が-80%のサンプル数が相対的に少なく、呼値の単位の減少幅が-90%との影響も大きな差がないと考えられるため。

表 5.1 TOPIX100 及びその他呼値テーブルと呼値の単位減少幅

値段	TOPIX100 呼値テーブル	その他呼値テーブル	呼値の単位減少幅 (その他→TOPIX100)
1,000 円 以下	0.1	1	-90%
1,000 円 超 3,000 円 "	0.5		-50%
3,000 円 " 5,000 円 "	1	5	-80%
5,000 円 " 1 万円 "		10	-90%
1 万円 " 3 万円 "	5		-50%
3 万円 " 5 万円 "	10	50	-80%
5 万円 " 10 万円 "		100	-90%
10 万円 " 30 万円 "	50		-50%
30 万円 " 50 万円 "	100	500	-80%
50 万円 " 100 万円 "		1,000	-90%
100 万円 " 300 万円 "	500		-50%
300 万円 " 500 万円 "	1,000	5,000	-80%
500 万円 " 1,000 万円 "		10,000	-90%
1,000 万円 " 3,000 万円 "	5,000		-50%
3,000 万円 " 5,000 万円 "	10,000	50,000	-80%
5,000 万円 "		100,000	-90%

* 単位は円

気配 (ハーフ) スプレッド

取引開始後から最良気配値段が変更する毎に (1 営業日において、気配値段の変更回数を $i = 1, 2, 3, \dots, n$) 売最良気配値段 $P_{best\ ask}^i$ と買最良気配値段 $P_{best\ bid}^i$ との差を 2 で割ったものを最良気配値段の中値 P_{mid}^i で除したものに最良気配値段が持続した時間 Δt^i を乗じる。n 回の気配値段が変更された回数分計算を行い、それらを合計し取引時間合計 ($\sum_{k=1}^n \Delta t^i$)³⁶ で除することで時間加重平均値を計算する。

$$qs = \frac{\sum_{k=1}^n \left(\frac{(P_{best\ ask}^i - P_{best\ bid}^i) / 2 \times \Delta t^i}{P_{mid}^i} \right)}{\sum_{k=1}^n \Delta t^i} \quad (1)$$

実効 (ハーフ) スプレッド

売買立会時間中に発生した約定 j の実効スプレッドについて、約定値段 P_{exe}^j と約定直前の最良気配値段の中値 P_{mid}^j の絶対値の差分を最良気配値段の中値 P_{mid}^j で除し約定 j における実効スプレッド (es^j) を計算する。さらに es^j について各約定数量 Q_{exe}^j で重み付けを行い、1 営業日における加重平均値 es^d を計算する。

$$es^j = \frac{|P_{exe}^j - P_{mid}^j|}{P_{mid}^j} \quad (2)$$

³⁶ $\sum_{k=1}^n \Delta t^k$ は特別気配等となっている時間を除いた時間。特別気配等がない場合、18,000 秒 (5 時間) 程度となる。

$$es^d = \frac{\sum_{j=1}^n (es^j \times Q_{exe}^j)}{\sum_{j=1}^n Q_{exe}^j} \quad (3)$$

上記式は 1 約定値段での約定を想定しているが、複数値段で約定 ($k=1, 2, \dots, m$) が生じた場合は、約定数量 Q_{exe}^j は各値段における約定数量 Q_{part}^k の合計値とし、約定値段 P_{exe}^j は各約定値段 P_{part}^k の約定数量 Q_{part}^k での加重平均値とする。

$$Q_{exe}^j = \sum_{k=1}^m Q_{part}^k \quad (4)$$

$$P_{exe}^j = \frac{\sum_{k=1}^m (P_{part}^k \times Q_{part}^k)}{Q_{exe}^j} \quad (5)$$

イントラデイ・ボラティリティ及び分散比

Borkovec and Heidle(2010)を参考にイントラデイ・ボラティリティ及び分散比を算出する。イントラデイ・ボラティリティについては始値決定後から 1 分毎及び 10 分毎の時点 t ($t=1, 2, \dots, N^{37}$) における時点 $t-1$ からの最良気配値段の中値 P_{mid}^t の変動比の自然対数について、当該営業日 d における分散値 $(\sigma_{1,10}^d)^2$ を算出する。ここで、1 分毎ボラティリティを σ_1^d 、10 分毎ボラティリティを σ_{10}^d とする。

$$\mu^d = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\log P_{mid}^t - \log P_{mid}^{t-1}) \quad (6)$$

$$(\sigma^d)^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\log P_{mid}^t - \log P_{mid}^{t-1} - \mu^d)^2 \quad (7)$$

また、1 分毎ボラティリティ σ_1^d と 10 分毎ボラティリティ σ_{10}^d から分散比 vr^d を営業日 d 毎に算出する。

$$vr^d = \frac{(\sigma_{10}^d)^2}{10 \times (\sigma_1^d)^2} \quad (8)$$

デプス

最良気配値段を含む上下 5 本の値段について、最良気配から l 番目 (1~5 番目) の値段に登録されている注文数量 (QQ_{ask}^l, QQ_{bid}^l) が変更される毎に計算を行い、当該営業日の時間加重平均を算出する。1 営業日における各注文数量 (時間加重平均値) について、各 l 番目の bid と ask の平均値をとり、これを l 番目のデプスとする。

$$QQ_{ask}^l = \frac{\sum_{p=1}^n (QQ_{ask}^l \times \Delta t^p)}{\sum_{p=1}^n \Delta t^p} \quad (9)$$

$$QQ_{bid}^l = \frac{\sum_{q=1}^n (QQ_{bid}^l \times \Delta t^q)}{\sum_{q=1}^n \Delta t^q} \quad (10)$$

³⁷ 1 分毎の場合と 10 分毎の場合とで N は異なる。1 日の立会時間は 5 時間であるため、1 営業日あたり、1 分毎の場合にはおよそ N は 300、10 分毎の場合には N は 30 となる。

$$depth^l = \frac{QQ_{ask}^l + QQ_{bid}^l}{2} \quad (11)$$

STR (Spread to Tick Ratio)

STR^d は各営業日における best ask 価格と best bid 価格の差分の時間加重平均値を呼値の単位 (TS) で除して計算する。

$$STR^d = \frac{\sum_{k=1}^n ((P_{best\ ask}^i - P_{best\ bid}^i) \times \Delta t^i)}{\sum_{k=1}^n \Delta t^i} / TS \quad (12)$$

6 分析結果

6.1 分析データの記述統計量

分析結果に入る前に売買代金にて三分位に分割した3つのグループ毎の記述統計量を表 6.1～表 6.3 に示す。

表 6.1 売買代金上位グループ (グループ①)

	Before				After			
	Mean	Median	Std.	Count	Mean	Median	Std.	Count
発注件数 (件)	61,069	12,630	148,516	76	90,058	23,985	186,910	76
発注数量 (口)	392,766,204	77,727,653	964,830,992	76	646,593,040	154,725,653	1,499,338,620	76
売買高 (口)	1,241,903	52,583	5,656,819	76	1,291,823	62,548	6,391,989	76
約定件数 (件)	2,369.2	456.8	7,097.3	76	3,486.8	563.8	11,405.2	76
売買代金 (百万円)	2,974.8	174.6	14,260.0	76	2,942.3	227.1	13,841.1	76
1 約定あたりの取引数量	313.5	82.9	661.5	76	296.3	75.6	556.7	76
気配スプレッド (bps)	7.2	5.2	6.7	76	5.6	4.5	5.4	76
実効スプレッド (bps)	7.1	4.7	7.2	76	5.5	3.9	5.9	76
1 分毎ボラティリティ	4.3×10^{-3}	3.6×10^{-4}	2.8×10^{-2}	76	5.5×10^{-4}	4.2×10^{-4}	4.6×10^{-4}	76
10 分毎ボラティリティ	3.3×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.6×10^{-2}	76	1.6×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.3×10^{-3}	76
分散比	0.74	0.73	0.28	76	0.89	0.93	0.22	76
デプス (1 番目)	190,650	27,751	729,782	76	68,932	15,135	285,945	76
デプス (2 番目)	250,159	41,695	895,300	76	110,985	22,697	400,209	76
デプス (3 番目)	213,594	40,519	733,458	76	117,574	24,841	413,179	76
デプス (4 番目)	141,533	27,349	529,938	76	96,680	20,150	379,865	76
デプス (5 番目)	97,151	11,998	417,702	76	71,012	13,165	318,288	76
STR	1.8	1.4	1.2	76	3.6	2.4	4.6	76
呼値-50%減 (ダミー変数)	0.50	0.50	0.50	76				
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	0.21	0.00	0.41	76				
Market-Maker (ダミー変数)	0.20	0.00	0.40	76				

表 6.2 売買代金中位グループ (グループ②)

	Before				After			
	Mean	Median	Std.	Count	Mean	Median	Std.	Count
発注件数 (件)	6,461	4,978	5,549	76	13,385	9,128	15,333	76
発注数量 (口)	34,116,305	12,765,448	45,940,262	76	68,897,799	27,505,763	126,226,891	76
売買高 (口)	9,380	4,052	22,234	76	8,830	3,383	16,735	76
約定件数 (件)	99.3	85.6	71.3	76	104.0	78.7	82.1	76
売買代金 (百万円)	13.5	11.2	9.1	76	16.0	10.4	18.1	76
1 約定あたりの取引数量	62.4	17.9	98.9	76	65.9	15.1	116.0	76
気配スプレッド (bps)	16.7	11.2	12.4	76	18.7	13.4	13.6	76
実効スプレッド (bps)	17.6	11.3	14.5	76	22.5	14.0	38.6	76
1 分毎ボラティリティ	1.2×10^{-3}	5.5×10^{-4}	3.6×10^{-3}	76	2.6×10^{-3}	6.9×10^{-4}	9.3×10^{-3}	76
10 分毎ボラティリティ	3.1×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.1×10^{-2}	76	7.5×10^{-3}	1.7×10^{-3}	2.9×10^{-2}	76
分散比	0.68	0.70	0.29	76	0.73	0.72	0.24	76
デプス (1 番目)	17,401	3,831	42,217	76	10,023	2,342	15,672	76
デプス (2 番目)	25,186	3,880	89,172	76	11,262	2,539	18,334	76
デプス (3 番目)	18,354	2,453	65,986	76	8,045	1,834	17,355	76
デプス (4 番目)	8,072	1,141	24,673	76	5,783	1,109	15,655	76
デプス (5 番目)	3,510	721	9,051	76	3,999	729	11,134	76
STR	3.5	3.0	2.2	76	15.2	8.3	20.2	76
呼値-50%減 (ダミー変数)	0.38	0.00	0.49	76				
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	0.37	0.00	0.49	76				
Market-Maker (ダミー変数)	0.26	0.00	0.44	76				

表 6.3 売買代金下位グループ (グループ③)

	Before				After			
	Mean	Median	Std.	Count	Mean	Median	Std.	Count
発注件数 (件)	5,813	4,237	5,739	76	11,202	6,588	16,327	76
発注数量 (口)	14,415,133	4,376,152	30,092,592	76	26,048,337	5,053,592	64,493,355	76
売買高 (口)	642	222	910	76	1,016	267	2,135	76
約定件数 (件)	33.9	23.4	33.9	76	32.5	21.3	35.6	76
売買代金 (百万円)	1.5	1.2	1.1	76	2.3	1.3	4.0	76
1 約定あたりの取引数量	13.8	8.0	15.5	76	22.2	9.4	39.3	76
気配スプレッド (bps)	38.6	26.0	32.6	76	50.8	35.2	41.6	76
実効スプレッド (bps)	36.9	27.1	29.2	76	46.3	30.2	54.9	76
1 分毎ボラティリティ	4.9×10^{-3}	8.3×10^{-4}	2.0×10^{-2}	76	1.1×10^{-2}	1.2×10^{-3}	4.7×10^{-2}	76
10 分毎ボラティリティ	1.3×10^{-2}	1.7×10^{-3}	6.2×10^{-2}	76	2.8×10^{-2}	2.3×10^{-3}	1.2×10^{-1}	76
分散比	0.64	0.62	0.24	76	0.63	0.64	0.20	76
デプス (1 番目)	2,407	459	5,426	76	2,439	391	6,077	76
デプス (2 番目)	2,630	399	6,374	76	2,687	428	6,826	76
デプス (3 番目)	1,849	366	5,329	76	1,649	302	3,264	76
デプス (4 番目)	1,017	254	2,983	76	1,261	281	2,513	76
デプス (5 番目)	590	205	1,825	76	823	194	1,576	75
STR	23.8	8.3	65.6	76	182.8	26.3	703.3	76
呼値-50%減 (ダミー変数)	0.49	0.00	0.50	76				
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	0.25	0.00	0.44	76				
Market-Maker (ダミー変数)	0.11	0.00	0.31	76				

6.2 気配 (ハーフ) スプレッド

呼値の単位の変更後の気配スプレッドについて、呼値の単位の変更前の変数を説明変数に、重回帰分析を行った結果を以下に示す。重回帰分析における変数については、最も流動性の高いグループ①が呼値の単位の変更の影響を最も受け易いと考えられ、また、その他 (グループ②及び③) に対しても当該影響の変化を確認するため、同様のモデルを適用する。重回帰分析モデルに用いる説明変数については、グループ①のデータについて変数減少法³⁸を用いて決定する。

気配スプレッドに対する重回帰分析結果としては、グループ①では、呼値-80%減のダミー変数、呼値-50%減のダミー変数 (10%有意) 及びデプス (1 番目: 最良気配値段のデプス) の回帰係数は有意に負であり、1 分毎ボラティリティは有意に正であった。呼値-50%減のダミー変数及び呼値-80%減のダミー変数については、より呼値の単位が縮小する呼値-80%以上減が気配スプレッドをより減少させており、仮説 1 と整合的な結果となった。また、デプス (1 番目) が大きい銘柄は最良気配値段により多くの注文が集中しているということであり、呼値の単位が変更された場合に、

³⁸ ただし、呼値-50%減 (ダミー変数)、呼値-80%減 (ダミー変数) については、その影響の違いを確認するため、説明変数に含めている (影響がある程度小さくとも説明変数に含めている。)。また、各分析においては、外れ値を除去した上で重回帰分析を行っている。以降の分析についても同様。

注文が分散し気配スプレッドが縮小しやすい（逆に言えば、注文が最良気配値段にあまり存在しない場合には、呼値の単位の変更による影響が少ない）と考えられる。

また、グループ②については、呼値-50%減のダミー変数及び呼値-80%減のダミー変数については有意ではなくなっており、呼値の単位の変更が気配スプレッドには影響を与えなかったか、または影響が限定的であったことがわかる。

表 6.4 気配（ハーフ）スプレッドへの重回帰分析結果（グループ①）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF ³⁹
				下限	上限	
定数	2.55***	5.63***	0.001	1.10	4.00	4.83
気配スプレッド（変更前）	0.76***	5.08***	0.000	0.65	0.88	1.38
デブス（1 番目）	-1.64×10^{-6} ***	-1.19***	0.002	-2.63×10^{-6}	-6.49×10^{-7}	1.18
1 分毎ボラティリティ（変更前）	26.77**	0.74**	0.031	2.49	51.04	1.02
呼値-50%減（ダミー変数）	-1.40*	-0.70*	0.081	-2.97	0.18	1.42
呼値-80%以上減（ダミー変数）	-7.03***	-2.87***	0.000	-9.01	-5.04	1.50
No. Observations	76					
R-squared	0.76					
Adj. R-squared	0.75					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

表 6.5 気配（ハーフ）スプレッドへの重回帰分析結果（グループ②）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	3.68**	18.65**	0.031	0.35	7.00	4.63
気配スプレッド（変更前）	1.01***	12.42***	0.000	0.84	1.18	1.86
デブス（1 番目）	-1.00×10^{-4} ***	-4.33***	0.000	-1.35×10^{-4}	-6.52×10^{-5}	1.06
1 分毎ボラティリティ（変更前）	222.35	0.80	0.323	-222.96	667.66	1.06
呼値-50%減（ダミー変数）	0.57	0.27	0.785	-3.56	4.69	1.68
呼値-80%以上減（ダミー変数）	-1.37	-0.66	0.596	-6.51	3.77	2.57
No. Observations	74					
R-squared	0.77					
Adj. R-squared	0.75					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

³⁹ Variance Inflation Factor。説明変数間の多重共線性を検出する指標であり、一般に 10 以下であれば、問題ないとされている。

表 6.6 気配（ハーフ）スプレッドへの重回帰分析結果（グループ③）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	4.20	50.83	0.303	-3.87	12.28	5.70
気配スプレッド（変更前）	1.22***	39.47***	0.000	1.10	1.33	1.21
デプス（1 番目）	-7.79×10^{-5}	-0.42	0.817	-1.00×10^{-3}	1.00×10^{-3}	1.14
1 分毎ボラティリティ（変更前）	-67.48	-1.35	0.435	-238.78	103.81	1.02
呼値-50%減（ダミー変数）	3.09	1.54	0.469	-5.37	11.54	1.56
呼値-80%以上減（ダミー変数）	-5.66	-2.45	0.275	-15.94	4.61	1.73
No. Observations	76					
R-squared	0.88					
Adj. R-squared	0.87					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

6.3 実効（ハーフ）スプレッド

呼値の単位の前後期間での実効スプレッドの変化等については、表 6.7のとおり。呼値の単位を変更した ETF 等銘柄全体で実効スプレッドは1.67bps⁴⁰減少（約42%減少）している。また、呼値の単位の変更を行ったことにより、ETF 等銘柄全体の執行コスト⁴¹が1日平均約3,400万円⁴⁰減少し、年間に換算⁴²すると、約86億円⁴⁰減少したこととなる。

表 6.7 実効スプレッド⁴³の変化

呼値の単位の 変更幅	実効スプレッド増減額 (1 営業日当り、 単位：円)	東証立会内売買代金 ⁴⁴ (変更後 20 営業日平均、 単位：円)	実効スプレッド (変更前平均、 単位:bps)	実効スプレッド (変更後平均、 単位:bps)	期間後-期間前 (単位:bps)
-80%以上減	-9,382,580 ⁴⁰	20,940,801,648	8.88	3.33	-5.55
-50%減	-25,034,713 ⁴⁰	181,250,507,896	3.54	2.24	-1.30
呼値変更銘柄全体	-34,417,294 ⁴⁰	202,191,309,544	4.02	2.35	-1.67
縮小なし	-671,624 ⁴⁰	51,602,904,883	9.20	8.25	-0.96

気配スプレッドの分析と同様に呼値の単位の変更後の実効スプレッドを被説明変数に、重回帰分析を行った。結果については表 6.8～表 6.10 のとおり。概して気配スプレッドの分析結果と類似しているが、グループ④における分析結果においては、1 分間ボラティリティが有意ではなくなり、代わりに 1 約定あたりの取引数量（売買単位）が有意に正となっている。これはロットの大きな約定が発生した場合には、実効スプレッドが大きくなることを意味しており、各値段帯に

⁴⁰ 2022 年 10 月 28 日に値を修正。

⁴¹ 売り買い合計の東証立会内売買代金にて計算。

⁴² 年間の営業日を 250 日として計算。

⁴³ 各銘柄の売買代金で重み付けした売買代金加重平均値にて実効スプレッドを計算。

⁴⁴ 東証立会内売買代金は呼値の変更幅変更グループに属する銘柄の 1 営業日当たりの売買代金の合計値

おける注文が分散化することによりロットの大きな注文については、複数值段で約定する可能性が高まり、その結果として実効スプレッドが大きくなると考えられる。呼値の単位にかかるダミー変数については、グループ①以外全て非標準化係数が正であるものの有意ではなく、流動性が相対的に低い銘柄においては、呼値の単位の変更は実効スプレッドに影響を与えていなかったか、または影響が限定的であったと考えられる。

表 6.8 実効（ハーフ）スプレッドへの重回帰分析結果（グループ①）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	1.48*	5.53*	0.090	-0.24	3.20	6.93
実効スプレッド（変更前）	-0.22***	5.57***	0.000	-0.32	-0.11	1.27
デブス（1 番目）	-2.70×10^{-6} ***	-1.96***	0.000	-3.82×10^{-6}	-1.58×10^{-6}	1.54
1 約定あたりの取引数量	1.60×10^{-3} **	1.03**	0.017	0.20×10^{-3}	3.00×10^{-3}	1.65
呼値-50%減（ダミー変数）	-0.82	-0.41	0.348	-2.55	0.91	1.75
呼値-80%以上減（ダミー変数）	-4.96***	-2.02***	0.000	-7.07	-2.85	1.74
No. Observations	76					
R-squared	0.78					
Adj. R-squared	0.77					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

表 6.9 実効（ハーフ）スプレッドへの重回帰分析結果（グループ②）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	3.07	17.70	0.164	-1.28	7.42	6.53
実効スプレッド（変更前）	-0.24***	10.79***	0.003	-0.40	-0.08	1.70
デブス（1 番目）	-7.05×10^{-5} ***	-2.99***	0.001	-9.97×10^{-5}	-2.92×10^{-5}	1.06
1 約定あたりの取引数量	0.01	0.91	0.348	-0.01	0.03	1.26
呼値-50%減（ダミー変数）	2.73	1.32	0.241	-1.87	7.33	1.71
呼値-80%以上減（ダミー変数）	2.91	1.40	0.320	-2.88	8.70	2.68
No. Observations	74					
R-squared	0.71					
Adj. R-squared	0.69					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

表 6.10 実効（ハーフ）スプレッドへの重回帰分析結果（グループ③）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	12.85*	39.60*	0.057	-0.42	26.11	12.09
実効スプレッド（変更前）	-0.24***	21.12***	0.003	-0.40	-0.09	1.29
デブス（1 番目）	-4.00×10^{-4}	-2.09	0.327	-1.00×10^{-3}	2.00×10^{-4}	1.22
1 約定あたりの取引数量	-0.06	-0.89	0.728	-0.39	0.27	1.78
呼値-50%減（ダミー変数）	0.55	0.27	0.920	-10.31	11.40	2.02
呼値-80%以上減（ダミー変数）	3.53	1.54	0.565	-8.63	15.68	1.94
No. Observations	74					
R-squared	0.67					
Adj. R-squared	0.65					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

6.4 インtraday・ボラティリティ及び分散比

インtraday・ボラティリティ（1 分毎、10 分毎）についても同様に、変更後のインtraday・ボラティリティについて重回帰分析を行い、結果は表 6.11 及び表 6.12 のとおり。グループ①、②⁴⁵及び③について重回帰分析を行ったが、グループ①のみ呼値-80%以上減（ダミー変数）が有意な結果となり、回帰係数は 1 分毎ボラティリティ及び 10 分毎ボラティリティの両方で負となった。このことから、流動性の高い銘柄においては、呼値の単位が 80%以上縮小する場合にボラティリティが低下するとの結果となり、仮説 3 と整合的である。流動性の高い銘柄においては、呼値の単位が過大であり、1 呼値の単位分の価格変動が大きくなってしまいう結果、価格発見機能が十分に発揮できていなかったが、変更後においては、そのような状況が解消され、よりスムーズな株価変化が可能となり、行き過ぎた株価変動が抑えられるためではないかと考えられる。

表 6.11 1 分毎ボラティリティへの重回帰分析結果（グループ①）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	2.00×10^{-4} ***	5.00×10^{-4} ***	0.000	9.81×10^{-5}	3.02×10^{-4}	6.35
1 分毎ボラティリティ（変更前）	0.92***	4.00×10^{-4} ***	0.000	0.85	1.00	1.19
STR	-3.70×10^{-5} ***	-4.60×10^{-5} ***	0.009	-6.46×10^{-5}	-9.38×10^{-6}	1.17
発注数量	1.20×10^{-13} ***	1.00×10^{-4} ***	0.000	5.94×10^{-14}	1.80×10^{-13}	3.43
デブス（1 番目）	-1.73×10^{-10} ***	-1.00×10^{-4} ***	0.000	-2.54×10^{-10}	-9.25×10^{-11}	3.54
呼値-50%減（ダミー変数）	-1.74×10^{-5}	-8.70×10^{-6}	0.654	-9.46×10^{-5}	5.98×10^{-5}	1.48
呼値-80%以上減（ダミー変数）	-2.00×10^{-4} ***	-8.62×10^{-5} ***	0.000	-4.00×10^{-4}	0.00	1.64
No. Observations	73					
R-squared	0.92					
Adj. R-squared	0.91					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

⁴⁵ グループ②、③の重回帰分析結果については省略。

表 6.12 10分毎ボラティリティへの重回帰分析結果（グループ①）

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	$4.00 \times 10^{-4}***$	$1.60 \times 10^{-3}***$	0.000	0.00	1.00×10^{-3}	6.64
10分毎ボラティリティ（変更前）	$1.04***$	$1.20 \times 10^{-3}***$	0.000	0.96	1.12	1.10
STR	$-1.00 \times 10^{-4}***$	$-1.00 \times 10^{-5}***$	0.006	-1.95×10^{-4}	-3.13×10^{-5}	1.10
発注数量	$2.46 \times 10^{-13}***$	$2.00 \times 10^{-4}***$	0.006	7.40×10^{-14}	4.18×10^{-13}	3.44
デブス（1番目）	$-3.62 \times 10^{-10}***$	$-3.00 \times 10^{-4}***$	0.002	-5.91×10^{-10}	-1.33×10^{-10}	3.51
呼値-50%減（ダミー変数）	-3.66×10^{-5}	-1.83×10^{-5}	0.740	-2.56×10^{-4}	1.83×10^{-4}	1.47
呼値-80%以上減（ダミー変数）	$-3.00 \times 10^{-4}**$	$-1.00 \times 10^{-4}**$	0.028	-1.00×10^{-3}	-3.49×10^{-5}	1.65
No. Observations	73					
R-squared	0.92					
Adj. R-squared	0.91					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

分散比については、TOPIX100 呼値テーブル採用銘柄とその他呼値テーブル採用銘柄群間の分散比の平均値について呼値の単位変更前後における比較（対応のある t 検定）を行った。また、グループ別のデータに加え、全サンプルにおける呼値テーブル別の分散比の変化についても分析を行った。

結果については表 6.13 とおり。流動性の高いグループ①においては、顕著に TOPIX100 呼値テーブル採用銘柄群において、分散比が増加（1 に漸近）しており、統計的に有意な差が生じていた。またグループ②においても、同様の結果であったが、グループ③については、TOPIX100 呼値テーブル採用銘柄群において呼値の単位変更後にそのような変化は生じていない。このことから、より流動性の高い銘柄に対して呼値の単位の縮小を行うことで市場の効率性を向上させることができると考えられ、仮説 4 と整合的な結果となった。

表 6.13 呼値の単位変更前後の期間における分散比の変化

	自由度	Before	after	t 値	p 値
全サンプル					
TOPIX100 呼値テーブル採用	166	0.66	0.75	-5.01***	0.00
その他呼値テーブル採用	60	0.79	0.76	1.28	0.21
グループ①					
TOPIX100 呼値テーブル採用	53	0.73	0.92	-6.43***	0.00
その他呼値テーブル採用	21	0.79	0.82	-1.13	0.27
グループ②					
TOPIX100 呼値テーブル採用	58	0.62	0.69	-2.47**	0.02
その他呼値テーブル採用	18	0.84	0.83	0.35	0.73
グループ③					
TOPIX100 呼値テーブル採用	53	0.62	0.63	-0.27	0.79
その他呼値テーブル採用	19	0.73	0.64	2.25**	0.04

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

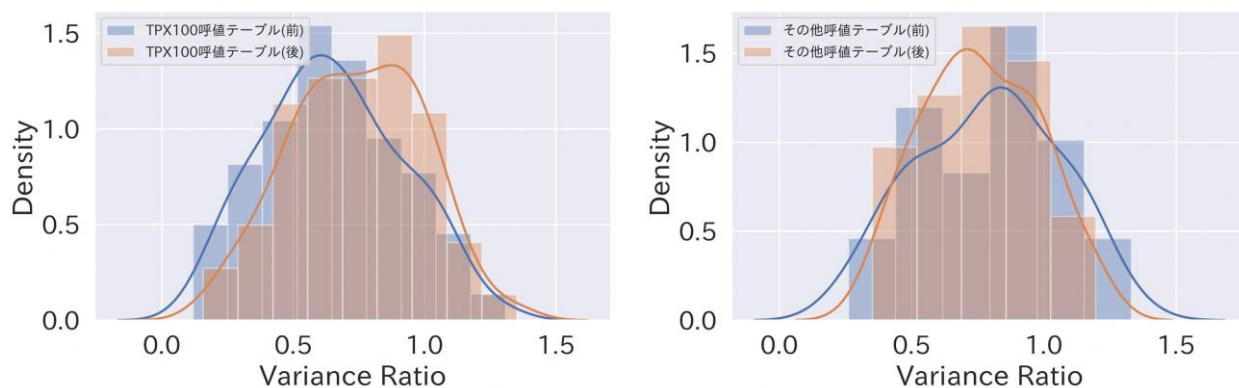


図 6.1 呼値テーブル別期間前後の Variance Ratio (全サンプル)

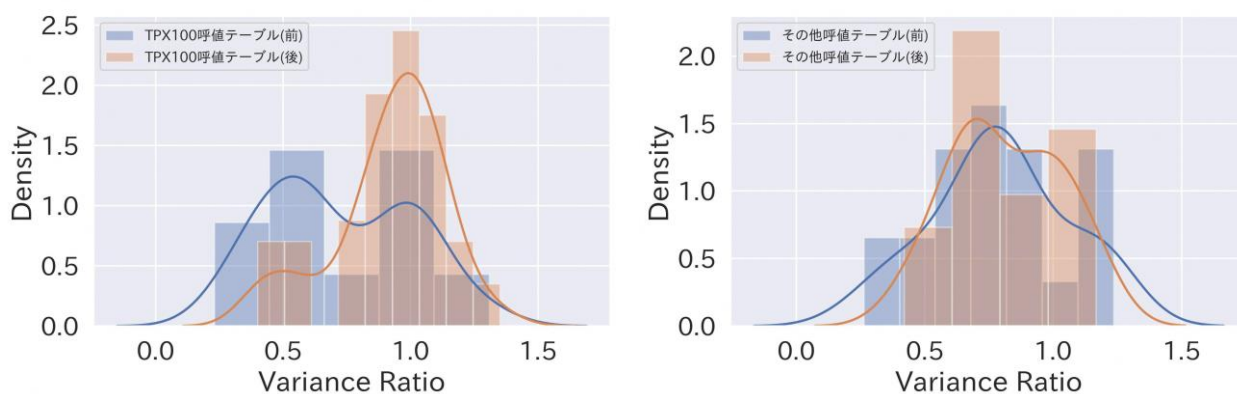


図 6.2 呼値テーブル別期間前後の Variance Ratio (グループ①)

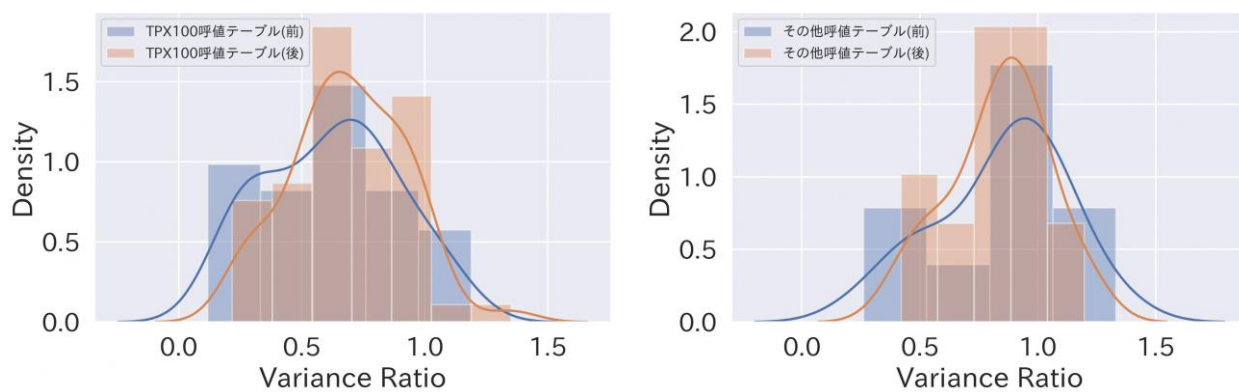


図 6.3 呼値テーブル別期間前後の Variance Ratio (グループ②)

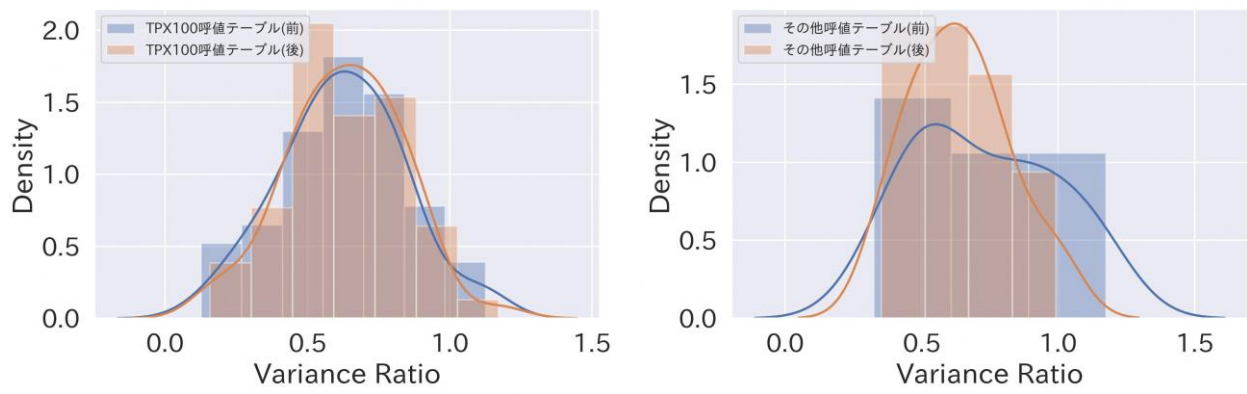


図 6.4 呼値テーブル別期間前後の Variance Ratio (グループ③)

6.5 デプス

デプスは呼値の単位の変化量に応じて、その影響が異なると考えられるが、呼値の単位の変化による影響が顕著な売買代金上位のグループ①の呼値の単位の変更前後におけるデプスの変化量（中央値）について、確認したものが図 6.5 である。呼値の単位の変更を行った群の最良気配値段のデプス（1 番目）、デプス（2 番目）については顕著にデプスが減少しており、特に 80%以上呼値の単位が変更された群のデプス減少幅が大きい。呼値の単位の変更により、より指値注文にて指定可能な価格の自由度が増し、注文が分散した結果と考えられる。

また、各 N 番目の気配値段（N 番目の買気配値段、売気配値段）と最良気配値段の中値の基準化された距離（bps）⁴⁶の変化とデプス（中央値）の変化について先ほどと同様に売買代金上位のグループ①について確認したものが、図 6.6～図 6.11 となる。呼値の単位の変化量に応じて最良気配値段の中値からの距離が縮小し、デプスの量も減少していることがわかる。一方で、累積のデプスについては、呼値の変更前後であまり変化しておらず、例えば 80%以上呼値の単位が変更された群について確認してみると、各 N 番目のデプスが大きく減少しているように見える（図 6.10 を参照）が、最良気配値段の中値からの距離で見た累積デプスについては呼値の単位の変更前後でほとんど変化しておらず（図 6.11 を参照）、その結果、デプスの減少による執行コスト（実効スプレッド）への悪影響は限定的であったと考えられる。

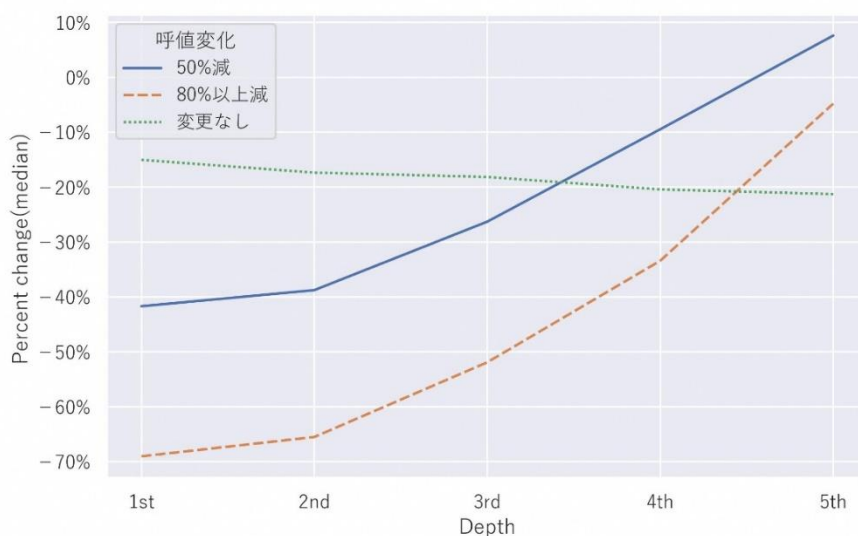


図 6.5 呼値変更後のデプス（中央値）変化（グループ①）

⁴⁶ (N 番目の売気配値段 - N 番目の買気配値段) ÷ 2 ÷ 中値より計算。

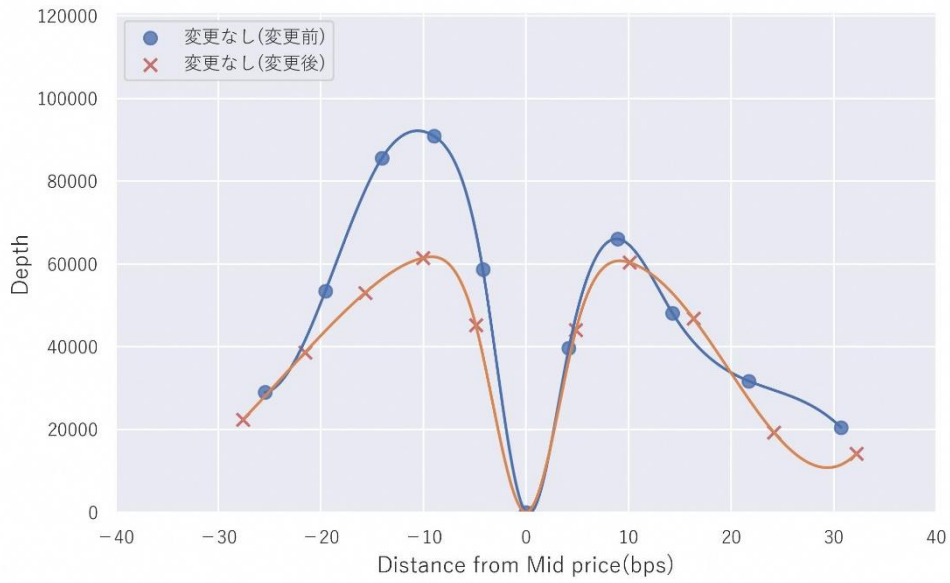


図 6.6 Bid (1~5 番目) と Ask (1~5 番目) の最良気配値段の中値からの距離とデプス (グループ① (呼値変更なし))

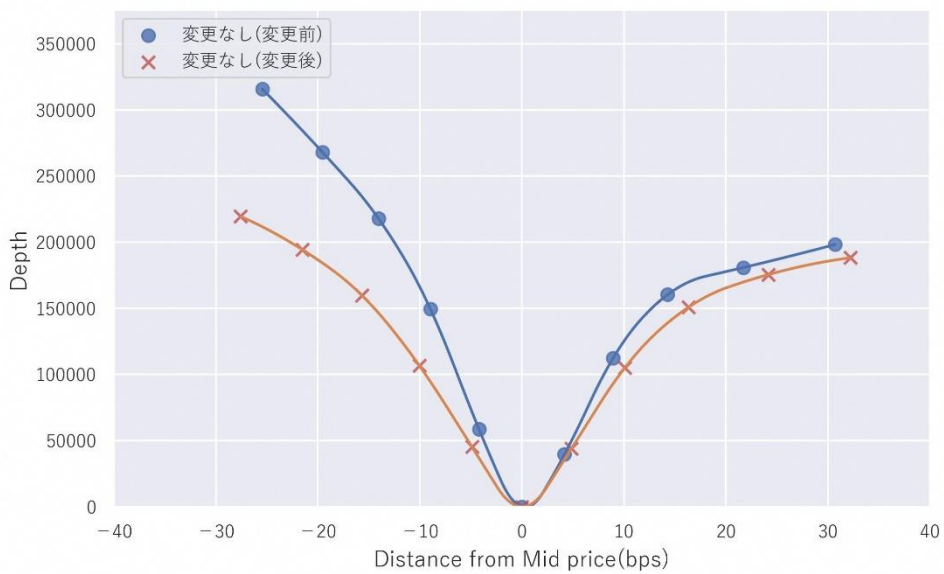


図 6.7 Bid (1~5 番目) と Ask (1~5 番目) の最良気配値段の中値からの距離と**累積デプス** (グループ① (呼値変更なし))

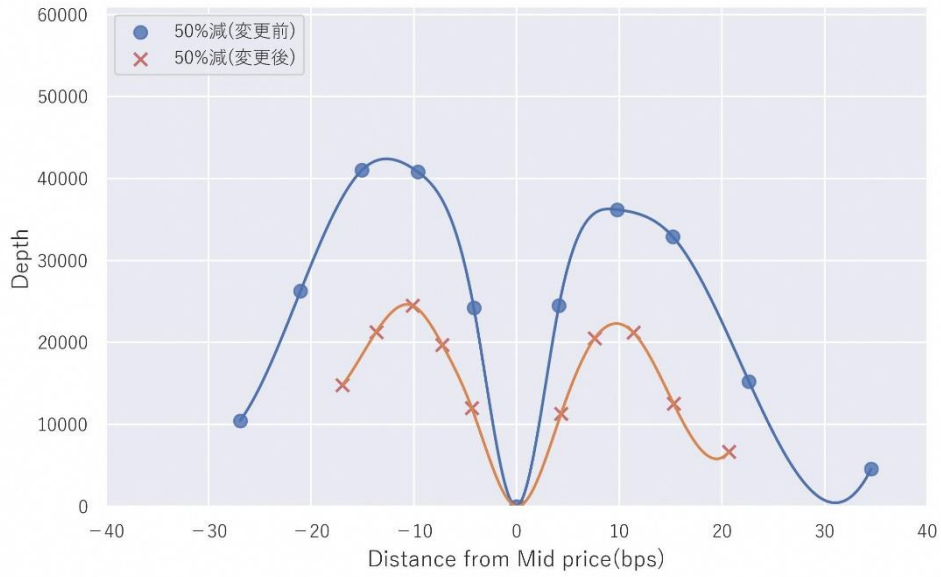


図 6.8 Bid (1~5 番目) と Ask (1~5 番目) の最良気配値段の中値からの距離とデプス (グループ① (呼値 50%減))

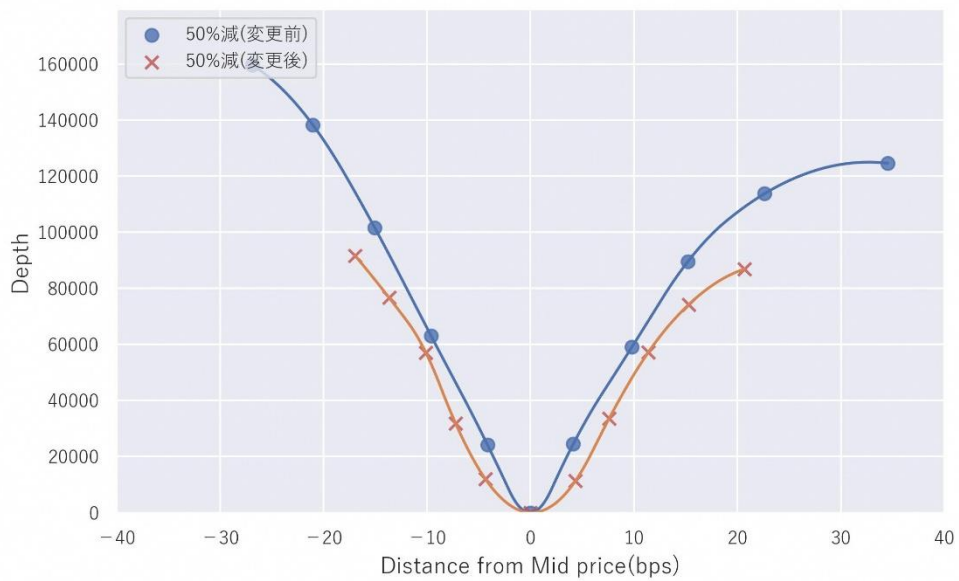


図 6.9 Bid (1~5 番目) と Ask (1~5 番目) の最良気配値段の中値からの距離と累積デプス (グループ① (呼値 50%減))

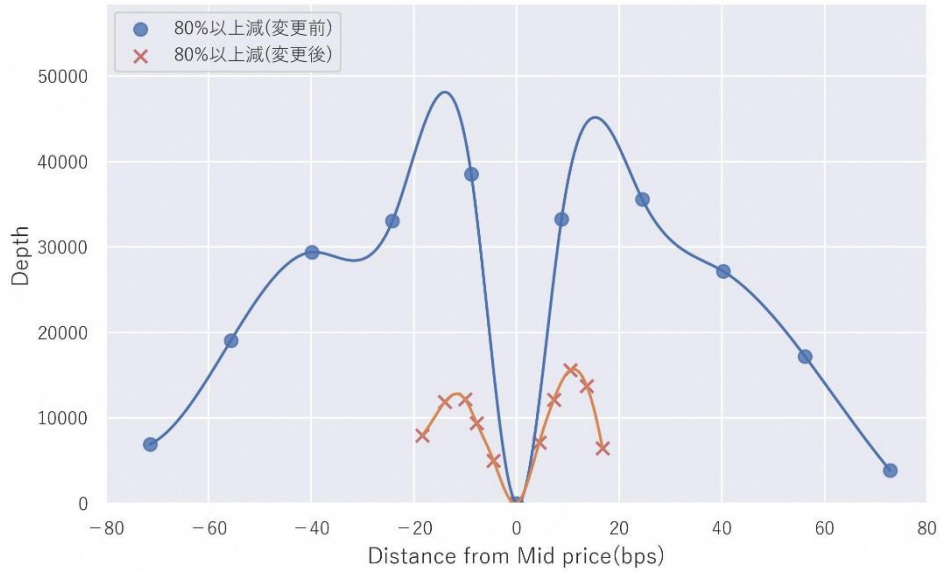


図 6.10 Bid (1~5 番目) と Ask (1~5 番目) の最良気配値段の中値からの距離とデプス
(グループ① (呼値 80%以上減))

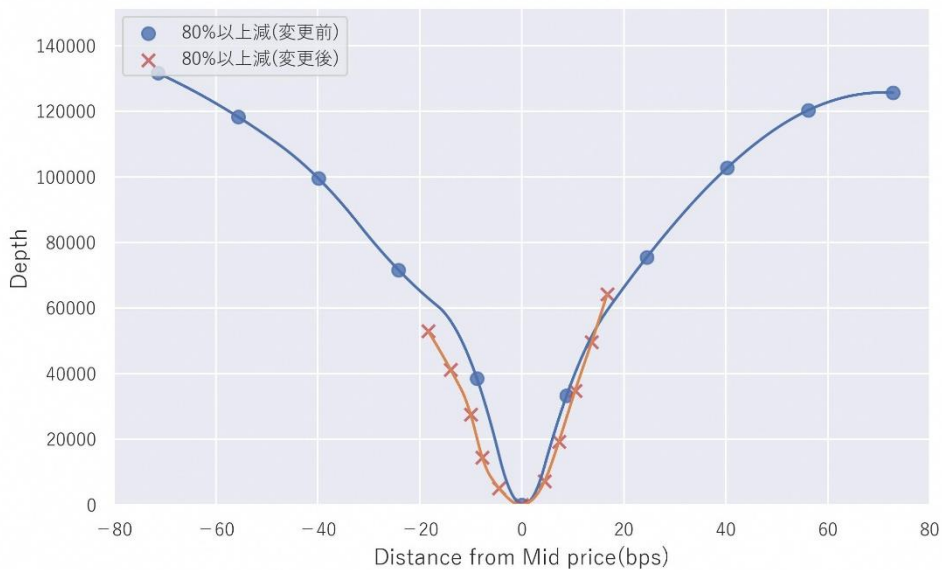


図 6.11 Bid (1~5 番目) と Ask (1~5 番目) の最良気配値段の中値からの距離と**累積デプス**
(グループ① (呼値 80%以上減))

グループ①の呼値の単位変更後の各デプスについて、外れ値を除いたサンプルに対して重回帰分析を行った結果は表 6.14 のとおり。表には記載していないが、いずれの変数においても VIF は 10 以下であり、多重共線性については問題なかった(グループ②及び③についての重回帰分析結果についても同様)。呼値-50%減(ダミー変数)、呼値-80%以上減(ダミー変数)はデプス(1, 2 番目)において有意に負となっており、呼値-80%以上減(ダミー変数)についてはデプス(3 番目)においても有意に負となっている。より最良気配値段に近い気配値でのデプスが減少しており、その減少幅は呼値-80%以上減(ダミー変数)の非標準化係数の方が大きく、仮説 5 と整合的であった。デプス

(1 番目) に対する重回帰分析においては、Market-Maker (ダミー変数) は 10%有意ではあるが、スポンサードマーケットメイクが設定されている場合に、デプス (1 番目) に対して正の影響があり、マーケットメイクの効果が確認できる。また、気配スプレッドについても 10%有意ではあるが、正の影響があり、呼値の単位の変更前の気配スプレッドが大きいことで、相対的に注文が最良気配値段に集中する (デプスが大きくなる) という状況が発生するためではないかと考えられる。

また、グループ②、③についても同様の分析を行ったところ、最も影響が大きいと考えられるデプス (1 番目) について呼値変更ダミーに対して有意な結果は得られなかった。しかしながら、デプス (1 番目) 及びデプス (2 番目) について、マーケットメイクの効果 (デプスを増加させる効果) が有意に認められ、流動性の低い銘柄についてより顕著にデプスを増加させる効果があったと考えられる。

表 6.14 呼値の単位変更後のデプスに対する重回帰分析結果 (グループ①)

	デプス (1 番目) 非標準化係数	デプス (2 番目) 非標準化係数	デプス (3 番目) 非標準化係数	デプス (4 番目) 非標準化係数	デプス (5 番目) 非標準化係数
定数	15,800**	24,570**	19,150*	13,520	13,680
デプス (1 番目、変更前)	0.48***	-	-	-	-
デプス (2 番目、変更前)	-	0.55***	-	-	-
デプス (3 番目、変更前)	-	-	0.60***	-	-
デプス (4 番目、変更前)	-	-	-	0.58***	-
デプス (5 番目、変更前)	-	-	-	-	0.51***
気配スプレッド (変更前)	322*	469	278	-40	-163
Market-Maker (ダミー変数)	13,420*	9,504	13,380	12,080	3,783
呼値-50%減 (ダミー変数)	-21,490***	-31,890***	-19,510	-1,887	1,543
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	-40,180***	-59,780***	-40,890**	-16,860	-11,280
No. Observations	73	73	73	73	73
R-squared	0.76	0.75	0.76	0.58	0.44
Adj. R-squared	0.74	0.73	0.74	0.55	0.40

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

表 6.15 呼値の単位変更後のデプスに対する重回帰分析結果（グループ②）

	デプス (1 番目) 非標準化係数	デプス (2 番目) 非標準化係数	デプス (3 番目) 非標準化係数	デプス (4 番目) 非標準化係数	デプス (5 番目) 非標準化係数
定数	3,302	4,292	-68	-817	-1,153
デプス (1 番目、変更前)	0.27***	-	-	-	-
デプス (2 番目、変更前)	-	0.16***	-	-	-
デプス (3 番目、変更前)	-	-	0.23***	-	-
デプス (4 番目、変更前)	-	-	-	0.58***	-
デプス (5 番目、変更前)	-	-	-	-	0.94***
気配スプレッド (変更前)	-12	-22	-16	-6	-7
Market-Maker (ダミー変数)	11,300***	13,310***	6,894***	2,029	1,439
呼値-50%減 (ダミー変数)	339	1,028	4,496*	2,302	2,035
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	-1,754	-448	2,894	1,976	2,589
No. Observations	76	76	76	76	76
R-squared	0.70	0.76	0.79	0.86	0.62
Adj. R-squared	0.68	0.74	0.77	0.85	0.59

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

表 6.16 呼値の単位変更後のデプスに対する重回帰分析結果（グループ③）

	デプス (1 番目) 非標準化係数	デプス (2 番目) 非標準化係数	デプス (3 番目) 非標準化係数	デプス (4 番目) 非標準化係数	デプス (5 番目) 非標準化係数
定数	-195	-360	276	123	306
デプス (1 番目、変更前)	1.05***	-	-	-	-
デプス (2 番目、変更前)	-	1.03***	-	-	-
デプス (3 番目、変更前)	-	-	0.50***	-	-
デプス (4 番目、変更前)	-	-	-	0.35***	-
デプス (5 番目、変更前)	-	-	-	-	0.20*
気配スプレッド (変更前)	2	1	-4*	-6**	-4**
Market-Maker (ダミー変数)	1,457**	1,304**	1,110	1,376	318
呼値-50%減 (ダミー変数)	-226	173	860*	1452**	792*
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	-210	361	786	1,290*	1,045*
No. Observations	75	75	75	75	75
R-squared	0.97	0.97	0.78	0.32	0.15
Adj. R-squared	0.96	0.97	0.76	0.27	0.09

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

6.6 STR (Spread to Tick Ratio)

STR について重回帰分析した結果は以下のとおり。流動性の高いグループ①においては、呼値のダミー変数についていずれも有意に正となっており、呼値の単位がより縮小する銘柄の方がより STR を増加させている。また、その他のグループにおいても呼値-80%減のダミー変数について有意に正となっている。いずれのグループにおいても、呼値の単位を縮小することで STR が増加するという結果となっているが、実効スプレッドに関する回帰分析結果等を加味すると、売買代金の中～下位の銘柄において、STR の増加は必ずしも実効スプレッド（執行コスト）の増加にはつながらないと考えられる。

表 6.17 STR への重回帰分析結果 (グループ①)

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	-2.17***	3.14***	0.000	-2.96	-1.39	10.31
STR(変更前)	2.54***	1.75***	0.000	2.13	2.95	1.33
デブス (1 番目)	-1.91×10^{-7}	-0.14	0.276	-5.37×10^{-7}	1.56×10^{-7}	1.07
1 分毎ボラティリティ	13.74***	0.38***	0.004	4.63	22.85	1.07
呼値-50%減 (ダミー変数)	1.06***	0.53***	0.001	0.48	1.65	1.45
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	2.92***	1.17***	0.000	2.18	3.65	1.44
No. Observations	75					
R-squared	0.79					
Adj. R-squared	0.77					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

表 6.18 STR への重回帰分析結果 (グループ②)

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	-15.98***	14.99***	0.000	-22.98	-8.98	6.69
STR(変更前)	7.40***	14.41***	0.000	5.81	8.99	1.31
デブス (1 番目)	-1.82×10^{-5}	-0.78	0.590	-8.55×10^{-5}	4.91×10^{-5}	1.13
1 分毎ボラティリティ	-384.57	-1.40	0.326	-1,159.92	390.78	1.09
呼値-50%減 (ダミー変数)	-4.11	-1.98	0.269	-11.47	3.25	1.72
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	21.57***	10.42***	0.000	14.55	28.60	1.57
No. Observations	73					
R-squared	0.70					
Adj. R-squared	0.68					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

表 6.19 STR への重回帰分析結果 (グループ③)

	非標準化係数	標準化係数	有意確率	非標準化係数の 95%信頼区間		VIF
				下限	上限	
定数	-26.01***	34.68***	0.002	-42.14	-9.87	6.45
STR(変更前)	3.97***	29.25***	0.000	3.04	4.90	1.16
デブス (1 番目)	6.00×10^{-4}	3.59	0.298	-1.00×10^{-3}	2.00×10^{-3}	1.15
1 分毎ボラティリティ	53.53	1.11	0.731	-256.40	363.46	1.02
呼値-50%減 (ダミー変数)	10.68	5.34	0.171	-4.75	26.11	1.48
呼値-80%以上減 (ダミー変数)	68.02***	27.91***	0.000	49.11	86.94	1.49
No. Observations	70					
R-squared	0.65					
Adj. R-squared	0.62					

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10

7 Mid400 構成銘柄に対し TOPIX100 呼値テーブルを適用した場合の影響予測

これまでの分析結果等を用いて、中流動性銘柄である Mid400 構成銘柄に対して、TOPIX100 呼値テーブルを適用した場合の実効スプレッド及び STR の変化（呼値の単位が過大となっている状況からの変化）について推定⁴⁷する。Mid400 構成銘柄の 1 銘柄あたり売買代金（中央値）は約 14 億円であり、ETF のグループ①⁴⁸（上位グループ）よりも流動性が高いが、今回の分析においては最も流動性が高いグループが①であるので、当該データを用いて予測することが適切である。そのため、グループ①のデータについて Leave One Out Cross Validation（LOOCV）⁴⁹を用いて汎化性能の高い予測モデルを構築し、影響予測を行うこととする。

また、今回、グループ①の重回帰分析における自由度調整済み決定係数が実効スプレッド及び STR において 0.77 と相対的に高く、重回帰分析結果をベースに影響予測を行うことについて一定の合理性がある。一方参考として、重回帰分析モデルと同様のサンプル（グループ①のデータ）を用いて、非線形モデルであるニューラルネットワーク（以下、「NN」という）⁵⁰を用い、影響予測を行うこととする。

ニューラルネットワーク（NN）

NN とは、脳の神経回路網を模した数理モデルのことであり、脳の神経回路網を「人工ニューロン」（パーセプトロン）の繋がりで表現している。パーセプトロンの構造は図 7.1 のとおりであり、 x_1 から x_3 の入力値に重みベクトル（ $w_1 \sim w_3$ ）を掛け合わせ⁵¹、 y' を得る。

$$x_1 \times w_1 + x_2 \times w_2 + x_3 \times w_3 = y' \quad (13)$$

得られた y' に対して活性化関数⁵²と呼ばれる関数 f にて変換し、最終的な出力結果 y が得られる。活性化関数が必要ならば、通常の線形モデルと変わらないと言えるが、活性化関数により変換を行うことで、線形モデルでは表現できないより複雑なモデルについても表現が可能となる。

$$f(y') = y \quad (14)$$

NN はパーセプトロンを複数組み合わせたものと理解することができるが、中間層（隠れ層）を多く持つ⁵³ことで、複雑

⁴⁷ 2021 年 10 月 28 日～11 月 26 日の Mid400 構成銘柄のデータを用いて推定を行う。

⁴⁸ グループ①の 2021 年 10 月 28 日～11 月 26 日の 1 銘柄あたり売買代金（中央値）は約 1.8 億円であった。

⁴⁹ 一つ抜き交差検証。全サンプル（ N 個）に対して N 分割を行い、 $N-1$ 個のサンプルを用いて予測結果を出力するモデルを構築し、残りの 1 サンプルに対して予測を行うということを、全ての場合（ N グループ）に対して行うこと。限られたサンプルを有効活用することが可能。

⁵⁰ NN モデルの詳細については省略するが、活性化関数については複数の関数を試した後、もっとも当てはまりの良かった ReLU 関数を用いた。また、中間層の数は今回の分析においては変数もそれほど多くないため中間層の数を 3 とした。

⁵¹ 学習により重みベクトルを調整することで、最適なパラメータを自動で設定することができる。例えば、出力結果に影響を与えない変数については重みベクトルを下げ、影響が大きい変数については重みベクトルの数値を大きくすることで、パラメータの最適化が可能となる。また、定数項（ w_0 : バイアス項）を付け加えることもよく行われている。

⁵² 活性化関数には、シグモイド関数（sigmoid function） $f(x) = 1/(1 + e^{-x})$ や ReLU（Rectified Linear Unit）関数 $f(x) = \max\{0, x\}$ などが用いられる。

⁵³ 中間層が 3 層以上ある NN を一般にディープラーニングと呼ぶ。

な分析が可能となる。一方、中間層を多く持つことにより複雑さが増すことで、NN の学習（損失関数⁵⁴の勾配の計算）が通常の偏微分により計算することは困難となるため、より効率的に偏微分の処理を行うためにバックプロパゲーション（誤差逆伝播法）⁵⁵を用いる。これらを用いて学習⁵⁶を行い、損失関数⁵⁷を最小化するものを予測モデルとして採用する。

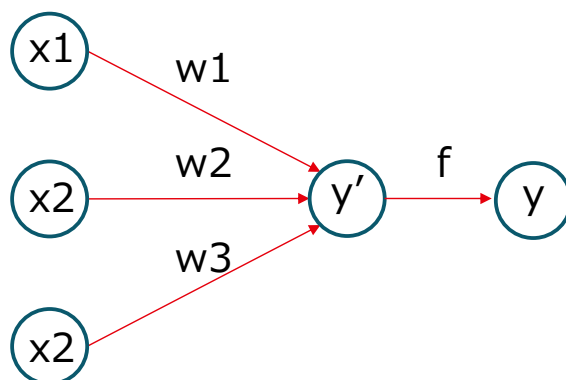


図 7.1 パーセプトロン

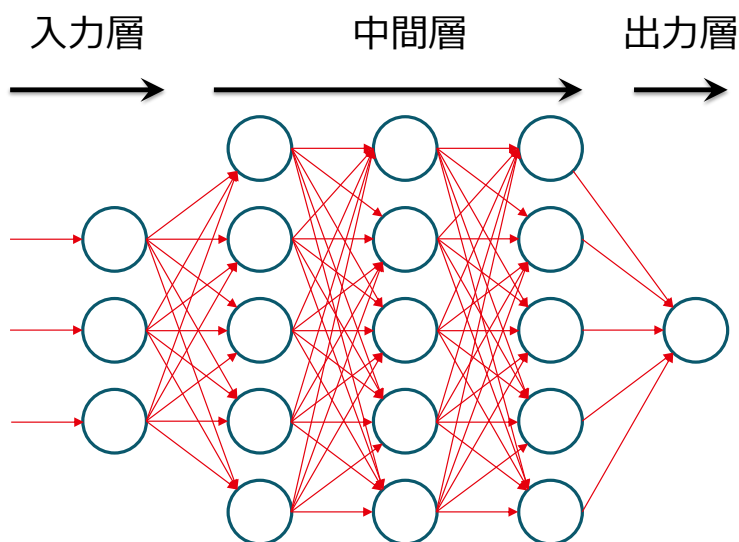


図 7.2 ニューラルネットワークの構造

⁵⁴ 損失関数は予測値と実際の値の差の大きさを表す関数。損失関数の値が小さければより正確なモデルと言える。損失関数には、平均二乗誤差、平均絶対誤差、平均二乗対数誤差等がある。

⁵⁵ 出力値（出力層）と目標値の差分（誤差）を出力層から中間層、入力層へと伝えることにより順次重みを調整する手法。

⁵⁶ 過学習（訓練用データに過度に適合してしまうこと）を防止するために、学習がある程度進んだところ（損失が低下しにくくなった段階）で学習を終了する、Early Stopping 機能等を用いることが多い。

⁵⁷ 絶対平均誤差を用いた。

7.1 実効スプレッドの影響予測

Mid400 構成銘柄に対して、TOPIX100 呼値テーブルを適用した場合の実効スプレッドの変化については、以下のとおり。重回帰分析結果から予測を行った場合、呼値の単位の変更幅が-50%である群については、実効スプレッドが却って増加するという結果となっているが、-80%以上減少する群において大きく実効スプレッドが減少し、全体として、1 営業日あたり売り買い合計で約 2.9 億円⁵⁸執行コストが減少（実効スプレッドが約 39%減少）するとの試算結果となった。また、NN モデルでは、呼値の単位の変更幅が-50%である群についても実効スプレッドが減少する一方、-80%以上減少する群においては実効スプレッド減少幅が重回帰分析モデルの結果よりも少なく、全体として約 2.2 億円⁵⁸執行コストが減少（実効スプレッドが約 31%減少）するとの試算結果となった。両モデルの結果から得られた執行コストの減少分を年間金額に換算⁵⁹すると、553～722 億円程度⁵⁸、執行コストが減少すると考えられる。

表 7.1 実効スプレッドの変化予測（重回帰分析モデル）

呼値の単位の変更幅	実効スプレッド増減額 (1 営業日当り、 単位：円)	東証立会内売買代金 (変更後 20 営業日平均、 単位：円)	実効スプレッド (変更前平均、 単位:bps)	実効スプレッド (変更後平均、 単位:bps)	期間後-期間前 (単位:bps)
-80%以上減	-310,020,521 ⁵⁸	561,780,187,870	9.06	3.57	-5.48
-50%減	21,515,681 ⁵⁸	450,625,764,415	4.86	5.35	0.49
Mid400 構成銘柄 全体	-288,504,840 ⁵⁸	1,012,405,952,285	7.18	4.38	-2.81

表 7.2 実効スプレッドの変化予測（NN モデル）

呼値の単位の変更幅	実効スプレッド増減額 (1 営業日当り、 単位：円)	東証立会内売買代金 (変更後 20 営業日平均、 単位：円)	実効スプレッド (変更前平均、 単位:bps)	実効スプレッド (変更後平均、 単位:bps)	期間後-期間前 (単位:bps)
-80%以上減	-201,565,696 ⁵⁸	561,780,187,870	9.06	5.40	-3.65
-50%減	-19,564,324 ⁵⁸	450,625,764,415	4.86	4.37	-0.49
Mid400 構成銘柄 全体	-221,130,020 ⁵⁸	1,012,405,952,285	7.18	4.96	-2.23

7.2 STR の影響予測

STRについても上記実効スプレッドでの影響予測と同様に、重回帰分析モデルとNNモデルの2パターンで、Mid400 構成銘柄に対して、TOPIX100 呼値テーブルを適用した場合の STR 変化について予測を行う。Huang et. al (2017) を参考に、STR を各営業日（2021 年 10 月 28 日～11 月 26 日）の各銘柄について算出（予測）し、1.5 未満、1.5 以上 5.0 未満、5.0 以上の3つの区分に分類した後、株価水準毎（横軸）に集計を行った。

⁵⁸ 2022 年 9 月 26 日に値を修正。

⁵⁹ 年間の営業日を 250 日として計算。

2021年10月28日～11月26日のデータをもとに現状のSTR分布を作成したものが図7.3。約7割がSTR1.5未満となっており、呼値の単位が過大である状況にあることが見て取れる。グループ①に対する重回帰分析結果より呼値変更後の予測STR分布を作成したものが図7.4。呼値の単位が過大すぎる状況は解消するものの、反対に呼値の単位が相対的に過小な状態になってしまう可能性がある。一方、NNモデルで予測した場合には、重回帰モデルと同様に呼値の単位が過大すぎる状況は解消し、ほとんどの価格帯で適切な呼値の単位となっている。STRの予測においては、両モデル間において少し差が生じており、その原因の一つとしては、重回帰分析においては、線形性モデルである一方で、NNについては非線形モデルである点が考えられるが、Mid400構成銘柄にかかる呼値の単位の変更が実施された際にはどのような分布となるのか、どちらのモデルに近いのか等、執行コストの変化も含め確認する必要がある。

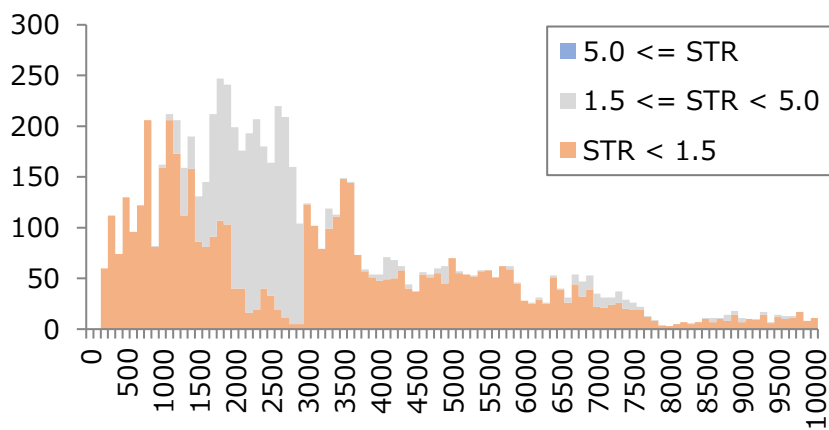


図 7.3 TOPIX Mid400 構成銘柄の STR 分布（現行）

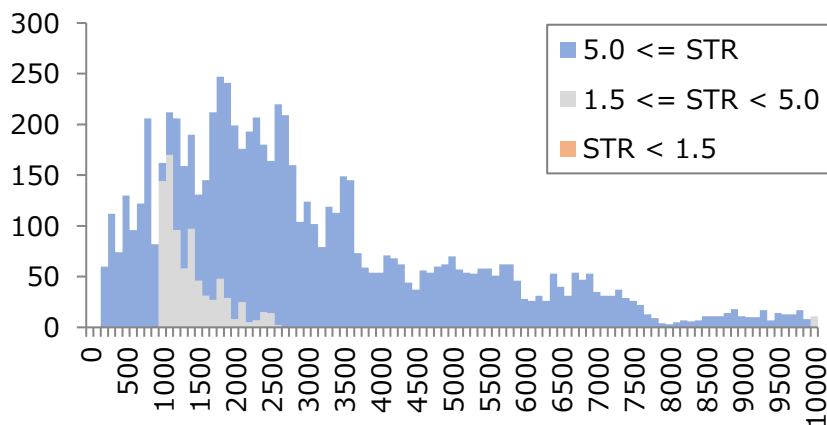


図 7.4 TOPIX Mid400 構成銘柄の STR 分布（変更後、重回帰分析モデル）

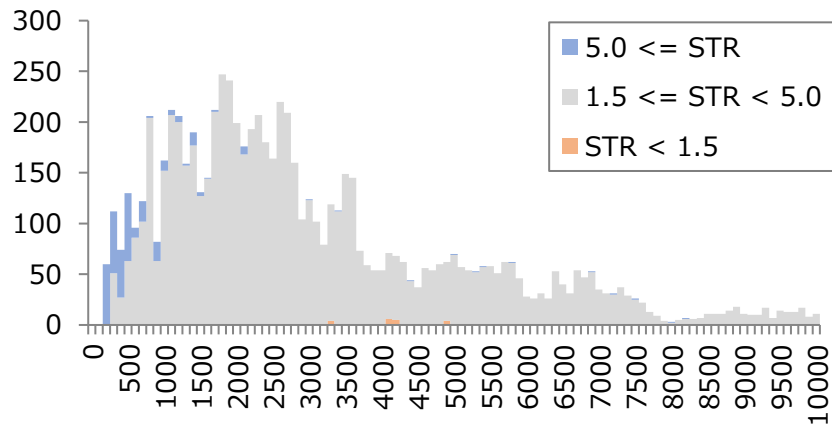


図 7.5 TOPIX Mid400 構成銘柄の STR 分布 (変更後、NN モデル)

8 おわりに

8.1 ETF 等への呼値の単位変更による効果の検証結果

2021 年変更により、実効スプレッドが 4.02bps から 1.67bps 減少（約 42%減少）し、市場全体の執行コストは 1 日平均約 3,400 万円減少した。このため、2021 年変更の目的である、投資家の執行コストを低減させるという目的は達成されたといえる。

また、2021 年変更は ETF 等について、原則全ての銘柄に対して TOPIX100 呼値テーブルを適用するというものであり、相対的に流動性の低い銘柄に対する負の影響も懸念されたが、執行コストの代理変数である、実効スプレッドについて、呼値の単位の縮小による負の影響（実効スプレッドの増加）は認められなかった。ただし、今回は ETF 等への呼値の単位の変更であり、株式にはないインディカティブ NAV⁶⁰の存在やマーケットメイク制度等の影響の可能性もあるが、Market-Maker（ダミー変数）はデプスに対しては有意に影響を与えていたものの、他の被説明変数に対しては有意ではなかったことから、ETF 等の銘柄特性が執行コストに大きく影響を与えてはいなかったのではないかと考えられる。

また、4 仮説に記載した各仮説に対する検証結果については以下のとおり。

仮説 1：売買代金が上位の銘柄について、呼値の単位の変更により気配スプレッド、実効スプレッドが縮小する

仮説 2：売買代金が下位の銘柄について、呼値の単位の変更により気配スプレッド、実効スプレッドは拡大する

気配スプレッド、実効スプレッドは流動性が高く、呼値の単位が 80%以上減少した銘柄群において、より顕著に減少し、仮説 1 と整合的な結果となった。仮説 2 については、今回のサンプルにおける売買代金が中～下位の銘柄群において、気配スプレッド及び実効スプレッドについて呼値の単位の変化にかかるダミー変数が有意ではなかったことから、呼値の単位の変更を行うことによる、負の影響は限定的であったのではないかと推察される。

仮説 3：売買代金が上位の銘柄について、呼値の単位の変更によりイントラデイ・ボラティリティが低下する

仮説 4：売買代金が上位の銘柄について、呼値の単位の変更により市場効率性が向上する

イントラデイ・ボラティリティについては、流動性上位の銘柄群においては、呼値の単位が 80%以上減少した銘柄群において、有意に減少し、中～下位の銘柄群においては、呼値の単位の変化について有意ではなかったことから仮説 3 と整合的であった。また、市場の効率性にかかる分散比について、売買代金が上位～中位銘柄群においては、呼値変更前と比較し有意に変化し分散比が 1 に近づいた。このことから、売買代金が上位の銘柄については市場の効率性が向上するという結果となり仮説 4 と整合的な結果となった。

仮説 5：最良気配値段におけるデプスは全ての銘柄群において呼値の単位の変更により減少し、その減少幅は呼値の単位の縮小幅に依存する

売買代金が上位の銘柄群における、呼値の単位が 80%以上減少した銘柄群についてはデプス（1 番目、2 番目）

⁶⁰ インディカティブ NAV とは、取引時間中の ETF 保有資産純資産価値、NAV：Net Asset Value）にかかる 1 口あたりの推定価値。東証の HP 上でインディカティブ NAV の確認が可能となっている。

がより顕著に低下することがわかった。一方、売買代金が中～下位の銘柄群については、呼値の単位の縮小によりデプスが低下すると考えられたが、呼値の単位の縮小による影響は有意ではなく、デプスへの影響は限定的であることが分かった。また、売買代金が中～下位の銘柄において、Market-Maker（ダミー変数）がデプス（1 番目、2 番目）について有意に正の結果となっていたことは興味深く、マーケットメイク制度が有効に機能している結果と考えることができる。

仮説 6：呼値の単位の変更後の STR は、売買代金が上位の銘柄において、その増加率は相対的に低い

いずれの銘柄群における分析においても、呼値の単位が 80%以上減少した銘柄については、有意に正となっており、売買代金が上位の銘柄群においては、その係数（非標準化係数）は売買代金が中～下位銘柄群と比較して小さいことから、STR の上昇の増加幅については、相対的に低いと考えられ、仮説 6 と整合的であった。

8.2 Mid400 構成銘柄への TOPIX100 呼値テーブルの適用することによる影響予測

ETF 等の呼値の単位変更による影響分析を行い、その結果をもとに Mid400 構成銘柄に TOPIX100 呼値テーブルを適用した場合の実効スプレッド及び STR の変化について影響予測を行った。その結果、重回帰分析モデルと NN モデルの 2 つの異なるモデルを用いて予測を行い、1 営業日あたり、2.2～2.9 億円程度（年間では 553～722 億円程度）、執行コストの減少が可能ではないかとの結果を得た。中流動性銘柄である Mid400 構成銘柄の呼値の単位を変更することは投資家の執行コストを減少させ、市場の効率性も向上させることができる施策ではないかと考える。

また、STR についても呼値の単位変更後には、Mid400 構成銘柄の呼値の単位が過大すぎる状況について解消される見込みであるとわかったが、その一方で重回帰分析モデルにおいては、STR が適正な水準よりも大きくなってしまいう可能性もあり、実際に Mid400 構成銘柄の呼値の単位の変更を行う際には、投資家に与える影響についての分析が必要と考える。

参考文献

- 宇野 淳・柴田 舞 (2012). "取引の高速化と流動性へのインパクト：東証アローヘッドのケース." 現代ファイナンス, 31, 87 - 107.
- 大塚剛士 (2014). "米国市場の複雑性と HFT を巡る議論." JPX ワーキング・ペーパー, 特別レポート.
- 近藤真史 (2015). "東証立会市場における呼値の単位の変更の影響." JPX ワーキング・ペーパー, vol.07.
- 清水 葉子 (2015). "米国のティックサイズ拡大のためのパイロット・プログラム." 証研レポート, (1690号), 39 - 47.
- 畠中賢治 (2018). "ティック・サイズ縮小と指値注文板が持つ価格情報の関係について." Discussion Papers In Economics And Business, 18-13, 1 - 19.
- BATS Trading Limited (2009). "Pan European Tick Size Pilot An analysis of results. "
- Bessembinder K. (2003). "Trade Execution Costs and Market Quality after Decimalization. " JOURNAL OF FINANCIAL AND QUANTITATIVE ANALYSIS, vol. 38, (No. 4).
- Borkovec M. and H. G. Heidle (2010). "Building and Evaluating a Transaction Cost Model: A Primer. " The Journal of Trading, 5, (2), 57 - 77.
- Chakravarty S., Harris S., Wood R. (2001). "Decimal Trading and Market Impact. " Working Paper.
- Chakravarty S., Panchapagesan V., Wood R.A. (2005). "Did decimalization hurt institutional investors? " Journal of Financial Markets, 8, (4), 400 - 420.
- Charles M. Jones, Marc L. Lipson (2001). "Sixteenths: direct evidence on institutional execution costs. " Journal of Financial Economics, 59, 253 - 278.
- Chung, K., Chuwonganant,C. (2004). "Tick Size, Order Handling Rules, and Trading Costs. " Financial Management, vol. 33, (No. 1 (Spring, 2004)), 47 - 62.
- Chung, K., Robert A. Van Ness (2001). "Order handling rules, tick size, and the intraday pattern of bid-ask spreads for Nasdaq stocks. " Journal of Financial Markets, 4, 143 - 161.
- Craig H. Furfine (2003). "Decimalization and market liquidity. " Economic Perspectives, vol. 27 (4th, No.4), 2 - 12.
- Dayri, K., and Rosenbaum M. (2015). "Large tick assets: implicit spread and optimal tick size. " Market Microstructure and Liquidity, vol. 01 (No. 01).
- European Securities and Markets Authority (2015). "Cost Benefit Analysis – Annex II. ", 280 - 319.
- Hu E., Hughes P., Ritter J., Vegella P., and Zhang H. (2018). "Tick Size Pilot Plan and Market Quality. " U.S. Securities and Exchange Commission, White Papers.
- Huang W., Lehalle C-A, Rosenbaum M. (2017). "How to Predict the Consequences of a Tick Value Change? Evidence from the Tokyo Stock Exchange Pilot Program. " Market Microstructure and Liquidity, Vol. 2 (Nos. 3&4).
- Kissell R. (2006). "The Expanded Implementation Shortfall: Understanding Transaction Cost Components. " The Journal of Trading, 1 (3), 6 - 16.

U.S. Securities and Exchange Commission (2012). "Recommendation of the Investor Advisory Committee Decimalization and Tick Sizes. "

Weild D., Kim E. and Newport L. (2013). "Making Stock Markets Work to Support Economic Growth. " Organisation for Economic Co-operation and Development.