

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H01509

研究課題名（和文）経済実験を用いた高頻度トレーダーに対する規制の研究

研究課題名（英文）Experimental research on regulations for high-frequency traders

研究代表者

山本 竜市（Yamamoto, Ryuichi）

早稲田大学・政治経済学術院・教授

研究者番号：50721958

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の当初の目標は高頻度取引に関して経済実験を包括的に行うことで株式市場における株価暴落の発生原因を投資家の群衆行動に注目し解明することであった。高頻度取引の経済実験を行う前段階の作業として実際の取引データを使った高頻度取引や株式市場の特徴をまとめた研究を同時に進め、研究成果を上げた。この実際の取引データの分析は経済実験を行うための必要不可欠な研究であり、個別で行うことができる研究のためコロナウイルス感染を回避できた。さらに高頻度取引の経済実験を行う前段階の作業として株式市場における価格発見機能について経済実験研究を行い、研究成果を上げた。研究成果の詳細は「研究成果報告内容」を参照されたい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

株式市場での高頻度取引や取引メカニズムに対する規制についての議論が各国で行われてるが、その規制に関する体系的な学術的研究がないため直接的な規制を課すことは難しい状況である。本研究は繰り返しの実験や実証研究を行う結果、実際の人間行動や高頻度データを観察・分析することにより政策の効果を数量的に確認することができる。本研究成果をもとに、政策効果を事前的・事後的にも評価可能な理論モデルを構築し、高頻度取引や取引メカニズムに対して採るべき政策案を世界中の研究者そして市場安定化政策を考える政策立案者に対し提供することができる。このような研究を世界に先駆けて行うことは、大変に意義のあることである。

研究成果の概要（英文）：This research project investigates the sources of stock market crash by laboratory experiments on high-frequency trading. Before conducting experiments on high-frequency trading, we conducted research on high-frequency trading by using the high-frequency dataset in the Japanese stock market. We also conducted experimental research on trading mechanisms for improving price discovery in the stock market. As our research achievements explained in details in the attached document, we finished writing several research papers, and made presentations at several international conferences and published our results to several international journals.

研究分野：Experimental finance

キーワード：Experimental finance High-frequency trading Market microstructure

## 1. 研究開始当初の背景

近年、米国などで行われた証券取引所の取引システム改革により取引速度が劇的に高まってきた(例えば東京証券取引所ではアローヘッド導入)。この流れに伴い、膨大なデータ・情報を瞬時に分析、取引し莫大な利益を上げる高頻度トレーダーが現れ、その取引量が劇的に増えてきた。一方で、米国にて2010年5月にflash crashと呼ばれる15分間で約10%の株価暴落が起き、その暴落を悪化させた原因が高頻度取引であるという意見もある(Kirilenko et al, 2017)。以上の経緯を踏まえ高頻度取引が株式市場、特に価格変化率などで測られるMarket qualityに与える影響を分析する理論・実証研究が行われ始めたが、良い影響を与えると結論付けた研究(例えばBaron et al, 2018)や悪影響を与えたとした研究(例えばKirilenko et al, 2017)など一致した結論は得られていない。そしてなぜ異なる結果が生じるか理論的・実証的にいまだ説明されていない。さらに近年、高頻度取引に対する規制についての議論が各国で行われ始めたがあるべき規制に関する体系的な学術的研究がないため直接的な規制を課することができない状況があった。

## 2. 研究の目的

本研究の目標は高頻度取引に関して経済実験を包括的に行うことで株式市場における株価暴落の発生原因を投資家の群衆行動に注目し解明することであった。株式市場での高頻度取引や取引メカニズムに対する規制についての議論が各国で行われているが、その規制に関する体系的な学術的研究がないため直接的な規制を課することは難しい状況であった。本研究は繰り返しの実験や実証研究を行う結果、実際の人間行動や高頻度データを観察・分析することにより政策の効果を数量的に確認することが本研究プロジェクトの主な目的である。本研究プロジェクトで何本もの論文を執筆、発表したが具体的な研究の目的は以下の通りである。1) 東京市場で2014年に二度行われた最小ティックサイズ(価格変動の最小単位、呼値)縮小が高頻度で取引をする投資家の注文行動や、スプレッドや価格変動などで測られるmarket qualityへの影響を東京市場のTOPIX掲載個別銘柄の注文板データを用いて分析する。その分析を通じて最小ティックサイズの制度変更の是非を問うことを目的にした。2) オープニングコール市場の均衡理論分析、経済実験を包括的に行うことで価格発見機能を改善、さらには取引時間を通じて株価が暴落せず市場全体を安定させるようなオープニングコール市場デザインを提案することを目的とした。

## 3. 研究の方法

高頻度取引の経済実験を行う前段階の作業として実際の取引データ(東京市場のTOPIX掲載個別銘柄の注文板データ)を使った高頻度取引や株式市場の特徴をまとめた研究を同時に進め、研究成果を上げた。この実際の取引データの分析は経済実験を行うための必要不可欠な研究であり、個別で行うことができる研究のためコロナウイルス感染を回避できた。さらに高頻度取引の経済実験を行う前段階の作業としてオープニングコール市場における価格発見機能について経済実験研究を行い、研究成果を上げた。

## 4. 研究成果

本研究成果が掲載された雑誌、研究成果を発表した学会は以下の通りであるが、それ以外にも出版前だが完成した研究は以下のワーキングペーパーにまとめられる。

### ワーキングペーパー

2024. "High-frequency technical analysis and systemic risk indicators"

2024. "Call auction designs for price discovery: Experiments" (with Yukihiro Funaki and Fang Xin)

2024. "Pre-trade transparency in a call market and the spillover effect to a continuous double-auction market"

2024. "Institutional herding and a network approach for stock market crashes"

2023. "High-frequency herding and stock prices" (with Hongyu Zhu)

本研究プロジェクトの研究成果の内容をまとめると以下のようになる。

1) 論文 Order submission, information asymmetry, and tick size ではティックサイズ縮小による投資家の注文行動やスプレッドや価格変動などのmarket qualityへの影響を、情報、非

情報トレーダーの注文行動に分けて分析した。ティックサイズ縮小に伴う取引コスト(スプレッドで測る)の減少そして逆選択コスト(高い価格で売れる可能性があるのに低い価格で売ってしまう、もしくはその逆、価格変動率で測る)が高い場合、情報トレーダーは指値注文より成行注文を出す傾向があることを発見した。情報取引が指値注文か成行注文を出すかどうかの注文決定要因をティックサイズ変更の観点から分析した点が新しい。さらに情報トレーダーの注文選択は取引コストと逆選択コストから生じるトレードオフに直面しており、取引コストが逆選択コストを上回った場合は指値注文を出し、逆選択コストが取引コストを上回った場合成行注文を出すとした注文選択のトレードオフを実証的に示した点も新しい。

2) 論文 High-frequency herding and stock prices ではティックサイズ変更前後において、投資家の群衆行動が5分などの短い間隔で存在するか否か、群衆行動が資産価格へ影響を与えるのか、その影響が強くなる条件は何か分析した論文である。メインの結果は5分以内であれば群衆行動が起こっている可能性があり、群衆行動は価格に影響を与える。さらには取引量とか価格変動が小さいときその因果関係は強くなる。ティックサイズ変更以前は情報によらない群衆行動(noninformational herding)、変更後は情報に基づく群衆行動(informational herding)であったとした。先行研究では主に頻度の低いデータ(四半期など)を使い群衆行動の存在を提示しているものが多いが本論文ではそれより高い頻度(1分刻みなど)で群衆行動があり価格へのインパクトもあると示した。これは最近しばしばみられる Flash crash の要因分析の足掛かりともなりえる。群衆行動とともに取引量や価格変動、ティックサイズのレベルも価格変動を説明するという結果を示した。特にティックサイズが小さい銘柄で出来高・価格変動が小さいとき、群衆行動が価格へ大きく影響を与えるとした。この結果はティックサイズを縮小すべきかどうか、どの銘柄で変更すべきかについての policy implication がある。具体的にはティックサイズが小さい銘柄で出来高・価格変動が小さい銘柄では価格が大きく変動する可能性があり、市場の安定の観点からティックサイズのレベルを大きくする必要もあるかもしれない。さらに投資家にとってポートフォリオのよりよいリスクマネージメントをするために重要な情報を提示したことになる。ティックサイズが小さい銘柄で出来高・価格変動が小さい銘柄では価格変動リスクが高い。さらに、群衆行動に関する研究では、群衆行動が noninformational herding か informational herding か議論が分かれているが、本論文の結果はどちらのタイプの群衆行動が見分ける条件を提示したことになる。

3) 論文 Overnight earnings announcements and preopening price discovery の内容は以下の通りである。多くの実証論文で企業の財務情報(earning announcement など)公表後の価格への情報反映メカニズム(取引状況や価格変化)を分析している。近年日本において財務情報は日中取引終了後(午後3時や4時)に公表される場合が多くなってきているが、この論文では東京市場において、情報公表後(板寄せ時間帯)だけでなく公表前にその情報が株式取引や株価へ反映されることを示した。ファイナンス理論研究において資産価格の変動要因を明らかにすることは重要な研究テーマの一つである。有名な理論結果の一つとして企業のファンダメンタル情報が資産価格に継続的なインパクトを与えるとされた。一方実証研究ではどの取引が情報取引かの記載がデータにないため資産価格への情報反映メカニズムを解明する実証研究はやや困難に直面していた。先行実証研究の試みとしては企業の earning announcement などの財務情報の公表をファンダメンタル情報公表として公表後の取引や価格へのインパクトを測っていた。この論文はこの流れに沿った研究である。論文は以下2点の新規性がある。第一に、ファンダメンタル情報公表後のみならず公表前に情報に基づいた取引が行われていることを示した。第二に、日中取引終了後の情報公開の影響を先行研究にあるような翌日のザラ場時間帯のみを分析したのではなく翌日の板寄せ時間帯の価格発見(price discovery)を分析し、正の影響を与えることを示した。

4) 論文 Price discovery, order submission, and tick size during preopen period では、2014年に東京株式市場において行われた最小価格変動幅を表す minimum tick size の二度の変更の市場に与える影響を分析した論文である。特にこの tick size の変更が板寄せ時間における注文発注行動と price discovery(価格発見、情報が既に現在の価格に反映されている意味での価格の効率性)に与える影響を分析した。Tick size が減少すると、成行注文が多くなり、価格効率性へのスピードが増し、板が薄くスプレッドが減少することを示した。ファイナンス研究において市場制度の是非を問う研究も盛んに行われてきた。例えば最小価格変動幅を表す minimum tick size の縮小の market quality(例えばスプレッドや価格ボラティリティ、板の厚さ)への影響を分析することにより現状の価格変動幅を変更すべきかどうか議論している。現実の株式市場の取引は板寄せとザラ場市場の両方で取引されているが先行研究で行われている分析はザラ場時間帯のものばかりである。この論文では market quality を測る指標をスプレッドや価格ボラティリティ、板の厚さでなく価格発見(price discovery)に注目し、さらに板寄せ時間帯の価格発見について分析している。さらに minimum tick size の縮小は板寄せ時間帯の価格発見に正の影響を与えることを示した。

5) 論文 Realized Volatility and Tick Size: a market microstructure approach では2014

年に行われた minimum tick size の縮小と株式分割のボラティリティに与える影響を銘柄ごと比較分析した。株式分割のボラティリティへの影響は小さいとしティックサイズ縮小はボラティリティを縮小させることを示した。この論文では minimum tick size の縮小のみならず株式分割のボラティリティへの影響を分析し比較検討した点が新しい。さらには株式分割がボラティリティを大きくする銘柄の特徴を洗い出し、そのような銘柄企業が今後株式分割を行った場合、証券取引所がティックサイズを縮小することで市場を安定させることができるという policy implication を導き出そうとする点が新しい。

6) 論文 Call auction designs for price discovery: Experiments は価格発見機能を改善するためオープンコール市場の取引メカニズムをどのように設計していけばよいかという問いに対して経済実験により明らかにしていこうという研究である。オープンコール市場で価格発見がうまくなされていないとその後の取引時間で株価変動が大きくなり市場を不安定にする、と知られている。本研究ではこの点に注目し価格発見が改善される取引制度を政策立案者に対し提案する点に研究意義がある。

以上の研究成果をもとに、政策効果を事前的・事後的にも評価可能な理論モデルを構築し、高頻度取引や取引メカニズムに対して採るべき政策案を世界中の研究者そして市場安定化政策を考える政策立案者に対し提供することができる。このような研究を世界に先駆けて行うことは、大変に意義のあることである。

参考文献：[1] Baron, M., Brogaard, J., Kirilenko, A., 2018. Risk and return in high frequency trading. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* (forthcoming). [2] Kirilenko, A., A. S. Kyle, M. Samadi, and T. Tuzun, 2017, The Flash Crash: High frequency trading in an electronic market, *Journal of Finance* 72, 967-998.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Xijuan Xiao and Ryuichi Yamamoto	4. 巻 89
2. 論文標題 Realized volatility and tick size: a market microstructure approach	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 International Review of Economics and Finance	6. 最初と最後の頁 410-426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.iref.2023.07.109	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Xijuan Xiao and Ryuichi Yamamoto	4. 巻 40
2. 論文標題 Overnight earnings announcements and preopening price discovery	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Japan and the World Economy	6. 最初と最後の頁 101249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.japwor.2024.101249	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ryuichi Yamamoto	4. 巻 59
2. 論文標題 Limit order submission risks, order choice, and tick size	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pacific-Basin Finance Journal	6. 最初と最後の頁 101261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pacfin.2019.101261	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hongyu Zhu and Ryuichi Yamamoto	4. 巻 74
2. 論文標題 Order submission, information asymmetry, and tick size	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Pacific-Basin Finance Journal	6. 最初と最後の頁 101801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pacfin.2022.101801	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Xijuan Xiao and Ryuichi Yamamoto	4. 巻 63
2. 論文標題 Price discovery, order submission, and tick size during preopen period	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pacific-Basin Finance Journal	6. 最初と最後の頁 101428
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pacfin.2020.101428	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ryuichi Yamamoto	4. 巻 23
2. 論文標題 Dynamic predictor selection and order splitting in a limit order market	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macroeconomic Dynamics	6. 最初と最後の頁 1757-1792
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S136510051700044X	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryuichi Yamamoto	4. 巻 59
2. 論文標題 Predictor choice, investor types, and the price impact of trades on the Tokyo Stock Exchange	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computational Economics	6. 最初と最後の頁 325-356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10614-020-10084-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 Call auction designs for price discovery: Experiments
3. 学会等名 Computational Economics and Finance (CEF) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 Call auction designs for price discovery: Experiments
3. 学会等名 SWET 2024 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 Call auction designs for price discovery: Experiments
3. 学会等名 ワークショップ 証券市場の諸問題 2024 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 Call auction designs for price discovery: Experiments
3. 学会等名 JSPS core to core CEFM Kyoto Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 Call auction designs for price discovery: Experiments
3. 学会等名 International Workshop on Experimental Economics 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 Call auction designs for price discovery: Experiments
3. 学会等名 Computational Economics and Finance (CEF) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 High-frequency herding and stock prices
3. 学会等名 FEBS (Greece) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 High-frequency technical analysis and systemic risk indicators
3. 学会等名 日本証券経済研究所 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 High-frequency technical analysis and systemic risk indicators
3. 学会等名 Computational Economics and Finance (CEF) (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 High-frequency technical analysis and systemic risk indicators
3. 学会等名 Computational and Financial Econometrics (CFE) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 High-frequency technical analysis and systemic risk indicators
3. 学会等名 高頻度データコンファレンス (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 Limit order submission risks, order choice, and tick size
3. 学会等名 日本ファイナンス学会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryuichi Yamamoto
2. 発表標題 High-frequency technical analysis and systemic risk indicators
3. 学会等名 日本ファイナンス学会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

山本竜市詳細情報 <a href="https://w-rdb.waseda.jp/html/100001226_ja.html">https://w-rdb.waseda.jp/html/100001226_ja.html</a> 山本竜市詳細情報 <a href="https://w-rdb.waseda.jp/html/100001226_ja.html">https://w-rdb.waseda.jp/html/100001226_ja.html</a>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	船木 由喜彦 (Funaki Yukihiro) (50181433)	早稲田大学・政治経済学術院・教授  (32689)	
研究分担者	小川 一仁 (Ogawa Kazuhito) (50405487)	関西大学・社会学部・教授  (34416)	
研究分担者	小倉 義明 (Ogura Yoshiaki) (70423043)	早稲田大学・政治経済学術院・教授  (32689)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------