

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04977

研究課題名(和文)人工市場に基づいた流動性リスク要因調査と評価環境の開発

研究課題名(英文) Investigation of liquidity risk factors and development of liquidity risk assessment environment using artificial markets

研究代表者

八木 勲 (Yagi, Isao)

工学院大学・情報学部(情報工学部)・教授

研究者番号：10457145

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本課題では、金融市場での取引のしやすさを表す流動性にリスクをもたらす要因にはどのようなものがあるかを、計算機上に仮想的に構築した金融市場(人工市場)を基にした評価環境を構築し調査を試みた。その結果、流動性を計測するための代表的な4指標の関係性について明らかにするとともに、新たに流動性指標になりうる要素を見つけることができた。また、メイカー・テイカー制という金融市場制度が本質的に市場流動性を向上させる傾向があることを明らかにした。さらに本制度を導入すると、未導入の市場に対する取引シェアを向上させることができることも判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

市場流動性が高い市場では投資家は意図した価格・数量の売買がしやすいが、従来の実証研究における流動性調査は分析のもととなるデータや分析手法の違いにより、結果は必ずしも同じ主張とはならなかった。本研究では、人工市場シミュレーションを用いて、あらゆる外的要因が排除された調査環境下において、調査対象となる事象が市場流動性に本質的に与える影響を解明することに成功した。今回はメイカー・テイカー制という市場制度が流動性向上に貢献することを明らかにすることができた。さらに、本市場制度を導入することで未導入の市場より取引シェアを伸ばせる可能性も見出すことができた。

研究成果の概要(英文)：We attempted to investigate the factors that cause risks to market liquidity, which expresses the ease of trading in financial markets, by constructing an evaluation environment based on an agent-based financial market virtually constructed on a computer (artificial market). Therefore, we clarified the relationships among four representative indicators for measuring liquidity, and we found that the financial market regulation called "maker-taker fees" essentially tends to improve market liquidity. We also found that the market share of the market with maker-taker fees increased as the rebate in the market with maker-taker fees increased.

研究分野：社会シミュレーション

キーワード：人工市場 金融市場 市場流動性 メイカー・テイカー制 マルチエージェントシステム エージェントシミュレーション 社会シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

市場流動性が高い市場では投資家は意図した価格・数量の売買がしやすいが、従来の実証研究における流動性調査は分析のもととなるデータや分析手法の違いにより、得られた結果は千差万別であり必ずしも主張が一致するとは限らなかった。また、仮に同じデータを利用していたとしても、データにはさまざまな外的要因の影響が含まれており、それをいかに取り除くかによっても実証結果は異なってくる。例えば、流動性の多寡を評価するために、Volume, Tightness, Resiliency, Depth という4つの代表的な指標があるが、Tightness と Depth の間に因果関係を認める調査結果(L. E. Harris, Rev. Financial Stud. 1994)もあれば、相関はないという結果(J. Olbrys and M. Mursztyn, Int. J. Comput. Econ. Econometrics 2019)もあり、議論の余地が残されている。

さらに、市場制度や規制が市場流動性に与える影響についての実証研究も行われているが、上述のように流動性指標の関係性が未だ議論されている段階であるため、正確な結果を導くことは困難を極める。

近年投資家の中でも高頻度取引を行う投資家が増え市場関係者から注目を浴びている。高頻度取引とは計算機を利用して高速に売買を繰り返して利益を上げる取引手法で東京証券取引所の売買の半数弱を占めていると言われている。高頻度取引が市場流動性に与える影響についても実証研究にて取り扱われているが、実データから正確に高頻度取引のデータのみを抽出することは極めて困難なため、こちらも正確な結果を導き出すことは困難である。

一方、従来のシミュレーション技術による研究は上記問題点を克服できているが、一部の流動性指標を調査している事例は散見されるものの、流動性の関係性や、市場規制等が流動性に与える影響そのものに注目した事例は見かけられなかった。

2. 研究の目的

上述のように、従来の研究ではデータに外的要因が含まれて正しく分析ができていない可能性が残されていた。よって本研究では、人工市場(計算機上に仮想的に構築された金融市場用マルチエージェントシミュレーションシステム)を用いて、あらゆる外的要因が排除された調査環境下において、調査対象となる事象が市場流動性に本質的に与える影響を解明することを試みた。そして、市場流動性指標の関係性を明らかにし、市場制度や高頻度取引が流動性に与える影響について調査することを目的とした。

3. 研究の方法

従来の研究手法では検討困難であったこれらの課題に、人工市場を用いて取り組む。人工市場を用いると、投資家の現実的な特性を(ミクロレベルの)投資家エージェントモデルに組み込んで、その集合としての市場(マクロレベル)の振る舞いを確認することが可能となる。その一方で、流動性指標を確認する機能や金融市場制度を(マクロレベルの)市場モデルに組み込むことで、(ミクロレベルの)投資家がどのように振る舞うか、そして、彼らの振る舞いによって流動性がどのように変化していくのかを検討することが可能となる。そのために本研究では、ミクロレベルの観点から次のような目標を設定した。

- (1) 高頻度取引を従来利用してきた人工市場に組み込みより現実に即した人工市場モデルを構築する。
- (2) さらに流動性指標計測機能を追加改良し、これらの指標の関係性の解明を図る。
- (3) 上記システムを基に、市場制度が適用された市場制度対応型流動性指標計測システムを構築し、市場制度が市場に与える影響を分析する。

4. 研究成果

本研究にて得られた成果は次のとおりである。

HFT が参加した市場において、4つの有名な市場流動性指標とその相関関係の変化を調査し、その結果とHFTが参加しなかった場合の結果を比較した。その結果、市場が安定している場合、高頻度取引は4つの市場流動性指標すべての改善に寄与していることが分かった。これにより、HFTの取引によって市場の流動性が供給されていることがわかった。さらに、実際の市場でVolumeがDepthと相関するのは、投資家の注文価格の変動が動的に変化するためだけでなく、投資家の注文頻度が動的に変化するためであることも分かった。つまり、市場の流動性は、4大市場流動性指標であるVolume, Tightness, Resiliency, Depthだけでなく、約定率でも測定できることをこの研究によって初めて解明された。なおティックサイズが大きい市場ほど流動性がよくないこともわかった。

次に、市場制度の1つであるメイカー・テイカー制が市場流動性にどのような影響を与えるの

か調査した。メイカー・テイカー制とは、取引所に注文を提供していた指値注文側（メイカー）にリベート（負の売買手数料）を支払い、その指値注文を消費した成行注文側（テイカー）から手数料を取る市場制度である。メイカー・テイカー制を導入した取引所では、多くのメイカーを集め市場の効率性が上がるとされているが、テイカーにとっては取引コスト負担が重くなる。このようにメイカー・テイカー制が市場に与える影響（メリット・デメリット）は実際のところ明らかになっていない。そこでメイカー・テイカー制が導入された人工市場を構築し、メイカーがリベートを考慮した取引を行った際の市場への影響を分析した。そして、メイカー・テイカー制による市場の効率化とテイカーの取引コストのトレードオフの検証を行った。加えて、メイカー・テイカー制が導入されると市場流動性にどのような変化がみられるかを代表的な流動性指標を用いて確認した。その結果、メイカー・テイカー制を採用することで、市場が効率化されることがわかった。しかし、その弊害として、テイカーの取引コストは大きくなることが判明した。市場流動性に関しては、メイカー・テイカー制を採用することで Tightness, Resiliency, Depth が向上することが確認できた。

さらにメイカー・テイカー制を採用した人工市場（採用市場）と、採用していない人工市場（非採用市場）の2つを構築し、その2つの市場間での取引シェアの検討を行った。また、テイカーの負担を確認するためにテイカーの平均取引コストの確認を行った。それに加え、市場選択が各市場へ与える影響を確認するため、各市場の市場流動性、ボラティリティ、市場非効率性の確認も行った。その結果、採用市場の取引シェアが向上することが確認できた。しかし、リベートを十分に提供できていない場合、非採用市場に取引シェアが奪われることも明らかになった。採用市場のテイカーの取引コストは、非採用市場のそれより下がることはなかった。採用市場の市場流動性はすべての指標において上昇することが確認できた。しかし、非採用市場では一部の指標においては流動性が低下することが示された。ボラティリティは採用市場では低下し、非採用市場では上昇することが確認できた。市場非効率性は採用市場のリベートが上昇すると、どちらの市場でも低下し、またそれらに大きな差がないことも確認できた。

以上より、メイカー・テイカー制を導入する利点は、その制度を採用している市場の市場流動性の向上、ボラティリティの低下、市場効率化に加え、他市場の市場効率化も期待できることが挙げられる。欠点としては、リベートを適切に提供できていない場合、メイカー・テイカー制を採用した市場が他の市場に取引シェアを奪われてしまう一面があることである。また、メイカー・テイカー制を採用していない市場の市場流動性が減少してしまう可能性があること、メイカー・テイカー制を採用した市場の流動性は上昇するもののテイカーの取引コストが他の市場より低くなるとは限らないことが挙げられる。さらに非採用市場のボラティリティを高めかねないことも示唆されている。これらから言えることは、取引所がメイカー・テイカー制を採用する場合、闇雲にリベートを提供するのではなく、その市場ではメイカーがどの程度のリベートを望んでいるか、そのリベートを提供できる余裕はあるか、それに見合った見返りを得られるかなどを十分に精査する必要があることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Yagi Isao, Hoshino Mahiro, Mizuta Takanobu	4. 巻 2023
2. 論文標題 Impact of High-Frequency Trading with an Order Book Imbalance Strategy on Agent-Based Stock Markets	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Complexity	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2023/3996948	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hoshino Mahiro, Mizuta Takanobu, Sudo Yasuhiro, Yagi Isao	4. 巻 5
2. 論文標題 Impact of maker-taker fees on stock exchange competition from an agent-based simulation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Computational Social Science	6. 最初と最後の頁 1323~1342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42001-022-00169-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 星野 真広, 水田 孝信, 八木 勲	4. 巻 36
2. 論文標題 人工市場を用いたメイカー・テイカー制が取引コストと市場流動性に与える影響の分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 AG21-G_1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.36-5_AG21-G	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yagi Isao, Masuda Yuji, Mizuta Takanobu	4. 巻 7
2. 論文標題 Analysis of the Impact of High-Frequency Trading on Artificial Market Liquidity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Computational Social Systems	6. 最初と最後の頁 1324~1334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCSS.2020.3019352	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 丸山 隼矢、水田 孝信、八木 勲	4. 巻 J103-D
2. 論文標題 人工市場を用いたレバレッジドETFがザラ場市場に与える影響分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌D 情報・システム	6. 最初と最後の頁 755 ~ 763
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2019SGP0002	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 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 遠藤 修斗, 水田 孝信, 八木 勲
2. 発表標題 人工市場を用いたオーダーブックインバランスを考慮した執行アルゴリズムが市場に与える影響分析
3. 学会等名 第85回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石松 諒, 水田 孝信, 八木 勲
2. 発表標題 人工市場を用いた見せ玉が市場や高頻度取引に与える影響の分析
3. 学会等名 第85回情報処理学会全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島 幸成, 八木 勲
2. 発表標題 ベーシックインカムが財市場と労働市場に及ぼす創発現象の検討
3. 学会等名 第6回 Symposium on Multi Agent Systems for Harmonization
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takanobu Mizuta, Isao Yagi, and Kosei Takashima
2. 発表標題 Instability of financial markets by optimizing investment strategies investigated by an agent-based model
3. 学会等名 IEEE Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics 2022 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水田 孝信, 八木 勲, 高島 幸成
2. 発表標題 投資戦略の最適化の不安定性による金融市場の不安定性 - 人工市場を用いた分析 -
3. 学会等名 第27回進化経済学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福富 巧, 星野 真広, 水田 孝信, 八木 勲
2. 発表標題 オーダーブックインバランスを考慮した戦略をもつHFTが市場から受ける影響について
3. 学会等名 第28回人工知能学会 金融情報学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 星野 真広, 水田 孝信, 八木 勲
2. 発表標題 メーカー・テイカー制を利用した裁定取引は利益の向上に繋がるのか 人工市場を用いた検証 -
3. 学会等名 第28回人工知能学会 金融情報学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高島 幸成, 八木 勲
2. 発表標題 財市場を内包したAgent-based Computational Economicsの構築に関する一提案
3. 学会等名 第27回人工知能学会 金融情報学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高島 幸成, 八木 勲
2. 発表標題 エージェントベース経済モデル構築に対する会計機能拡張の一提案
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会基礎・境界ソサエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Isao Yagi, Mahiro Hoshino, and Takanobu Mizuta
2. 発表標題 Analysis of the impact of maker-taker fees on the stock market using agent-based simulation
3. 学会等名 2020 ACM International Conference on AI in Finance (ICAIF2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野 真広, 水田 孝信, 八木 勲
2. 発表標題 人工市場を用いたリベートが取引シェアに与える影響調査
3. 学会等名 第26回人工知能学会 金融情報学研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野 真広, 山本 浩平, 水田 孝信, 八木 勲
2. 発表標題 高頻度取引は金融危機時に市場に悪影響を与えるのか? ~人工市場による一考察~
3. 学会等名 第25回人工知能学会 金融情報学研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野 真広, 水田 孝信, 八木 勲
2. 発表標題 人工市場を用いた負の売買手数料(リベート)が株式市場に与える影響の調査
3. 学会等名 2020年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究協力者	水田 孝信 (Mizuta Takanobu)		

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
---------	---------