

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 18 日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01211

研究課題名(和文)人工市場に基づいた金融ショック伝播分析システムの開発

研究課題名(英文) Development of the shock propagation analysis tool based on an agent-based simulation

研究代表者

八木 勲 (Yagi, Isao)

神奈川工科大学・情報学部・准教授

研究者番号：10457145

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では人工市場に基づいた金融ショック伝播分析システムを開発し、分散投資規制が適用された投資家が取引に参加する市場における金融ショック伝播メカニズムについて議論した。その結果、次のような知見を得ることができた。まず企業の財務状況や業績状況等をもとに算出された株式の本質的価値(ファンダメンタル価値)が一定のときは、金融ショック伝播は発生しない。しかし保有するある資産のファンダメンタル価値が急落すると、他の資産のファンダメンタル価値は一定にもかかわらず、保有するすべての資産の取引価格が急落することがわかった。一方で保有していない資産価格は上昇する可能性があることもわかった。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a financial shock propagation analysis system based on an artificial market, which is a kind of agent-based simulation, and discussed the mechanism of financial shock propagation in the market where investors who follow the rule for investment diversification participate using it. As a result, the following findings were obtained. When the intrinsic value of the shares calculated based on the company's financial situation, performance situation etc., which is the fundamental value, is constant, financial shock propagation does not occur. However, when the fundamental value of one of the assets that the investors own falls sharply, it was found that despite the fact that the fundamental value of other assets is constant, the market price of all the assets that the investors hold plummeted. On the other hand, we also found that the prices of assets that the investors did not hold might rise.

研究分野：社会シミュレーション

キーワード：社会シミュレーション 人工市場 分散投資規制 エージェントシミュレーション 金融市場

1. 研究開始当初の背景

金融市場でしばしば発生する大規模金融ショック(リーマンショック等)は、もともとは特定(地域)の金融市場で発生した混乱であるが、他の金融市場にも大きな影響を与え、最終的には世界中の金融市場を大混乱へと誘うことがある。そのため、金融ショックやその伝播に関連する研究は、資産の安定運用を求められている金融実務家や、市場の安定化を求められている金融当局から常に注目を集めている。

金融ショック伝播に関する研究はこれまでも数多く行われてきた。しかし、従来の実証研究では、金融ショック伝播への効果的な対策法は確立されていない(A.S.Kyle et al. The Journal of Finance 2001, F.G.Ozkan et al. IMF Working Paper 2012)。なぜならば、金融ショックはまれにしか発生しないため、対策案を適用する機会に恵まれない上、適用することにより市場に思わぬ影響を与えかねないため容易に試行できないからである。一方、従来のシミュレーション技術による研究でも、金融ショック伝播の再現、確認は行われているが、金融ショック伝播というマクロ現象の再現に焦点を当てており、そのとき投資家はどのような行動をとるかというミクロ的見地に立った議論はなされていない(A.Serguieva et al. CIFE 2011)。

2. 研究の目的

上述のように、従来研究では市場内部メカニズムの観点から金融ショック伝播に関する分析は行われてこなかった。よって本研究では、金融ショック伝播発生時におけるミクロレベル(投資家エージェント)の動向に注目してこれらの問題の解決を目指した。これにより、1)実証研究にて金融ショック伝播の原因と言われている仮説の妥当性の検証、2)金融ショック伝播が起きない市場環境の発見や、市場規制を用いた金融ショック伝播の現実的な早期収束法の提案による将来的な金融市場環境の整備が可能となる。

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(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、金融ショック伝播に対処するための方策や予防策を(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金融ショック伝播がどのように改善されていくのかを検討することが可能となる。そのため本研究では、ミクロレベルの観点から次

のような目標を設定した。

- (1) 試作版の金融ショック伝播分析システムをより現実に近い人工市場へと改良し、金融ショック伝播メカニズムの解明を図る。
- (2) 上記システムを基に、金融ショック伝播が発生しない理想的な市場環境を探る。
- (3) 主要な市場規制(空売り規制、値幅制限、アップティック規制、レバレッジ規制)が発動可能な市場規制対応型金融ショック伝播分析システムを構築し、任意の市場規制を適切に組み合わせ、任意の金融市場間における金融ショック伝播を早期に収束させる方法を提案する。
- (4) (2)、(3)の結果から金融ショック伝播の包括的対策法を検討する。

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。

まず、金融ショック伝播分析システムを開発するにあたり、複数のリスク資産が取引できる人工市場を構築した。現実市場では分散投資規制が導入されているため、本市場モデルとエージェントモデルもそれに沿うような形で設計、実装した。そして、分散投資規制がショック伝播の発生原因の1つとなるのかどうかを見極めるための実験を行った。具体的な実験内容とその結果は下記のとおりである。

まず分散投資規制が市場に与える本質的な影響を分析することから行った。市場が安定しているという仮定の下で、分散投資規制が導入された2つの金融市場と、導入されていない2つの金融市場のそれぞれの資産価格の動向を観察した。すると、どちらもほぼ同様の資産価格推移が形成された。出来高は分散投資規制が厳しくなればなるほど出来高が減少する傾向がみられた。しかし、投資家エージェントの運用成績については、分散投資規制の対象となるエージェントとそうでないエージェントの間に大きな違いは見られなかった。つまり、本研究の下では分散投資規制によって投資家の利益が明確に損なわれることは言えないことがわかった。

次に、市場規制の1つである分散投資規制が発動されたときに金融ショック伝播が発生するかどうかを検証した。本実験で使用した人工市場は2資産から構成されているが、分散投資規制が発動していない通常の市場においては金融ショック伝播そのものが発生しない、すなわち、一方の資産価値が急落し資産価格が急落したとしても、他方の資産価格に変化は生じないことがわかった。これはたとえ投資家エージェントが両資産に投資していたとしても、彼らが自主的なルールの下で分散投資しない限り、他方の資産価格に影響を与えることはないことを示唆している。一方、分散投資規制が発動している市場においては金融ショック伝播が発生した。

理由は次のとおりである。一方の資産の価値が急落し資産価格が急落することで投資家の純資産が大きく目減りする。すると純資産に対する他方の資産への投資額が相対的に上昇してしまう。そのため他方の資産が分散投資規制違反となり売却しなければならなくなる。その結果、他方資産は資産価値が下がっていないにもかかわらず、一時的に資産価格が下落してしまう。以上の結果より、投資家が資産間の保有高のバランスと取るような分散投資取引を行うとき、金融ショック伝播が発生しうることがわかった。さらに、金融ショック伝播が発生した際、単独で資産価格が急落したとき同様、一時的に必要な以上に下落するオーバーシュート現象が発生することも判明した。

最後に、現実の投資信託運用者の一般的な運用法を模倣した投資家エージェントモデルによる検証実験を行った。その結果、特定のリスク資産価値が急落したとき、それに連動して（資産価値は一定にもかかわらず）一時的に資産価格が下落する資産がある一方で、（資産価値が一定にもかかわらず）一時的に資産価格が上昇する資産が出現する可能性があることがわかった。原因を調査したところ次のような知見が得られた。投資信託の資産価値下落リスクを回避のため、資産価値が下落した資産保有量を強制的に減らすと、保有するキャッシュが一時的に増えてしまう。しかし実世界では、運用成績を伸ばすためにキャッシュを長期間保有することは避けられているため、その時点でリターンが大きい資産に再投資することが多い。その結果、リターンが大きい資産の資産価格が上昇（プチバブル化）する可能性が秘められていることがわかった。さらに、上記以外にも、複数資産に投資せずに個々のリスク資産のみに投資している投資家エージェントも取引に参加する環境の下で実験を行ったところ、すべての資産価格の変動が小さくなる可能性があることを発見した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計5件)

- (1) Atsushi Nozaki, Takanobu Mizuta, and Isao Yagi: "A Study on the Market Impact of the Rule for Investment Diversification at the Time of a Market Crash using an Multi-Agent Simulation," *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol.E100-D, No.12, pp. 2878-2887, 2017, 査読あり.
- (2) Isao Yagi, Atsushi Nozaki, and Takanobu Mizuta: "Investigation of the rule for investment diversification using Multiagent Simulations," *Evolutionary and*

Institutional Economics Review, Vol. 14, Issue 2, pp.451-465,2017, 査読あり.

- (3) Isao Yagi and Takanobu Mizuta: "Analysis of the Impact of leveraged ETF rebalancing trades on the underlying asset market using artificial market simulation," 12th Artificial Economics Conference, online proceedings, 2016, 査読あり.
- (4) Takanobu Mizuta, Shintaro Kosugi, Takuya Kusumoto, Wataru Matsumoto, Kiyoshi Izumi, Isao Yagi, and Shinobu Yoshimura: "Effects of Price Regulations and Dark Pools on Financial Market Stability: An Investigation by Multiagent Simulations," *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 23, No.1-2, pp. 97-120, 2015, 査読あり.
- (5) Takanobu Mizuta, Kiyoshi Izumi, Isao Yagi, and Shinobu Yoshimura: "Investigation of Price Variation Limits, Short Selling Regulation, and Uptick Rules and Their Optimal Design by Artificial Market Simulations," *Electronics and Communications in Japan*, Vol. 98, No. 7, pp.13--21 ,2015, 査読あり.

〔学会発表〕(計13件)

- (1) 益田 裕司, 水田 孝信, 八木 勲: "人工市場を用いた市場流動性に影響を与える要因の検出," 第20回人工知能学会 金融情報学研究会 予稿集, SIG-FIN-020, pp. 30-38, 2018.
- (2) 丸山 隼矢, 水田 孝信, 八木 勲: "人工市場を用いた分散投資規制が市場に与える影響分析 -投資家の運用成績と出来高に与える影響について-, " 計測自動制御学会 第15回社会システム部会, 2018.
- (3) 益田 裕司, 水田 孝信, 八木 勲: "人工市場を用いた市場流動性に影響を与える要因の検出," 計測自動制御学会 第15回社会システム部会, 2018.
- (4) 柏木 翔, 野崎 淳, 水田 孝信, 八木 勲: "人工市場を用いた分散投資規制が資産価格急落時の市場に与える影響の解明 -単一市場にのみ投資する投資家

- を考慮したモデルでの実験-, ” 第 79 回 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.79, No. 2, pp. 2.641--2.642, 2017.
- (5) 日野 克哉, 水田 孝信, 八木 勲: “人工市場を用いた高頻度取引市場における情報転送遅延が市場に与える影響の分析,” 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.79, No. 2, pp. 2.643--2.644, 2017.
- (6) 八木 勲, 水田 孝信: “人工市場シミュレーションを用いたレバレッジドETFが原資産価格変動に与える影響分析,” 第 18 回 人工知能学会 金融情報学研究会 予稿集, SIG-FIN-018, pp. 9-15, 2017.
- (7) 野崎 淳, 水田 孝信, 八木 勲: “人工市場を用いた分散投資規制が資産価格急落時の市場に与える影響分析,” 第 18 回 人工知能学会 金融情報学研究会 予稿集, SIG-FIN-018, pp. 16-24, 2017.
- (8) 早川 鈴音, 内藤 大輔, 水田 孝信, 八木 勲: “人工市場を用いたレバレッジドETFが原資産価格変動に与える影響の分析,” 計測自動制御学会 第 10 回社会システム部会, 2016.
- (9) Isao Yagi, Atsushi Nozaki, and Takanobu Mizuta: “Investigation of the rule for investment diversification using Multiagent Simulations”, Jafee20 International Conference on Socio-economic Systems with ICT and Networks, 2016.
- (10) 野崎 淳, 水田 孝信, 八木 勲: “人工市場を用いた分散投資規制が市場に与える影響分析,” 合同エージェントワーク ショップ & シンポジウム 2015 (JAWS2015), 2015.
- (11) 内藤 大輔, 早川 鈴音, 水田 孝信, 八木 勲: “人工市場を用いたレバレッジドETFが原資産価格変動に与える影響の分析,” 経営情報学会 2015 年秋季全国

研究発表大会, pp.121-124, 2015.

- (12) 野崎 淳, 水田 孝信, 八木 勲: “人工市場を用いた分散投資規制が市場に与える影響分析,” 第 15 回人工知能学会 金融情報学研究会, SIG-FIN-015, pp.34-40, 2015.
- (13) 野崎 淳, 水田 孝信, 八木 勲: “分散投資規制が市場に与える影響についての検証,” 2015 年度人工知能学会全国大会 予稿集, 1J4-0S-13a-4, pp.1--3, 2015.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

八木 勲 (YAGI ISAO)
神奈川工科大学・情報学部・准教授
研究者番号: 10457145