

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04979

研究課題名（和文）市場参加者の価格予測の異質性と市場の振る舞いの関係について

研究課題名（英文）The relation between the diversity in traders' price forecasts and the market behavior

研究代表者

秋山 英三（Akiyama, Eizo）

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：40317300

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、実験金融市場における価格変動の分析を行い、市場参加者の価格予測の異質性と市場の振る舞いとの関係を検証した。市場参加者の価格予測が取引価格の形成に重要な役割を果たすことが指摘されてきたが、実市場で予測を測定することは困難である。本研究では、実験市場を構築することで参加者の価格予測を測定した。分析の結果、予測が市場の直近のトレンドや前市場の価格情報に影響されること、参加者の短期予測の共有が市場参加者の期待を中央値付近に調整し参加者の価格予測の異質性を減じること、長期予測情報の共有が理論価格付近での安定化をもたらすこと等が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、市場における参加者の価格予測の異質性が市場の価格変動に与える影響を実験的に検証し、その結果から、参加者の短期予測の情報の共有により短期的価格予測の市場内の異質性が減少すること、長期予測に関する情報の共有が将来の価格に参加者の意識を向ける可能性が示されている。予測の異質性を減じるための情報共有が市場価格形成にどのような影響をもたらすかを直接検証した初めての研究となっており、例えば先物価格が市場ダイナミクスの安定化に与える影響の理解等に寄与する可能性を示している。

研究成果の概要（英文）：We analyze price dynamics in experimental financial markets and examine the relationship between the heterogeneity of traders' price forecasts and market behavior. Although the importance of price forecasts in forming transaction prices has been highlighted, measuring forecasts in real markets is almost impossible. By constructing an experimental market, we elicit participants' price forecasts, and our analysis reveals that participants' price forecasts are influenced by recent price trends and past price information. Sharing short-term forecasts adjusts market participants' expectations toward the median, while sharing long-term forecast information stabilizes prices near theoretical values. The results clarify the relationship between reduced heterogeneity in price forecasts and price stabilization.

研究分野：社会シミュレーション、行動実験

キーワード：社会システム シミュレーション 被験者実験 人工市場

## 1. 研究開始当初の背景

資産市場における価格変動の分析は、金融経済において重要なトピックである。取引価格が形成され変動する背景として、Lintner (1965)以来重要視されていることの一つに、将来価格の予測に関する市場参加者間の異質性がある。例えば、将来の価格に悲観的な予測を持つ参加者が、楽観的な参加者と同じ市場にいれば、自分の資産を売却することで取引が成立し、新たな価格が形成される。このような信念・予測の異質性と市場の振る舞いとの関係を議論している実証研究はいくつかあるが、現実市場のトレーダーがどのような価格予測をしているのかを測定することは容易ではないため、厳密な分析は困難である。

こういった信念の測定の問題を克服するアプローチとして、Smith et al. (1988)に始まる金融資産市場の被験者実験がある。Smith et al. の研究では、実験室市場の参加者に、直近の価格の予測を実際に入力させて、参加者が入力した直近の価格の予測と市場の振る舞いとの関係を分析している。価格のバブルとクラッシュが発生することを示した。この実験では、参加者に資産と現金を配布し、実験室市場で長期的な資産市場の取引を実験参加者に行わせた。資産は有限の寿命を持ち、確率的な配当を支払うことを実験参加者に周知されるため、各期間における資産のファンダメンタルズを参加者は知ることができる。Smith et al. の研究では、市場取引価格がバブルとその崩壊を示すこと、そして、価格の予測は過去の予測の誤差と価格動向に基づいて形成されることが明らかにされている。

その後の実験研究では、資産価格に対する価格予測の形成と取引への影響が焦点の一つとなっている。例えば、Sonnemans et al. (2004)は、参加者が過去の価格動向に基づいてトレンドをフォローする価格予測を行うこと、参加者が価格の変動に対して適応的な期待を形成しその結果として価格がトレンドを持つことを確認している。Hommes et al. (2005, 2008)は、参加者が適応的な期待やトレンドフォローといった異なる学習ルールを選択し、その結果として市場全体で価格予測の異質性が生じることを示している。Sonnemans and Tuinstra (2010)は、価格予測の異質性が市場のダイナミクスに与える影響を実験的に検証し、バブル形成のメカニズムを考察している。Bao et al. (2013)は、市場参加者が過去の価格動向に基づいて価格を予測し、その結果として市場価格がどのように形成されるかを観察し、特に、価格予測の異質性が市場価格の動態に与える影響について分析している。一方、Haruvy et al. (2007) は、市場参加者の直近の価格の予測だけでなく、中長期の価格変動の予測を直接的に調査する実験を行い、価格予測のバイアスと価格予測の形成に関するモデルを提案している。Akiyama et al. (2014) は、Haruvy et al.をベースとした被験者実験研究で、参加者が過去の実現に基づいて価格予測を形成することを確認し、経験豊富なトレーダーも未経験のトレーダーと同様の価格パターンを予測することを示している。また、Akiyama et al. (2017) は長期的な価格予測を用いて、取引価格がファンダメンタルズから逸脱する要因として限定合理性と戦略的不確実性が果たす役割を分析した。Hanaki et al. (2018) は、価格予測に対する自信と取引行動の関係を検証している。Carle et al. (2019) は、価格予測が投資判断に及ぼす影響を説明し、より楽観的な市場参加者が資産を積極的に購入する傾向があり、悲観的な市場参加者が資産を積極的に売却する傾向があることを示している。

## 2. 研究の目的

以上の研究では、将来価格に対する市場参加者の価格予測・信念(および取引価格)に各種要因がどのような影響を与えるかを検証している。しかし、実験室市場の参加者の信念の異質性あるいは同質性が価格変動に与える影響はまだ明らかになっていなかった。本研究では、Smith et al. (Econometrica 1988)タイプの金融資産市場の実験研究を行い、市場の状態と各主体の意思決定が価格変動に与える影響を分析することで、資産取引における人間の認知・行動の様式を明らかにし、市場参加者の価格予測の異質性と市場の振る舞いの関係の解明を目指す。

## 3. 研究の方法

本研究では、V. Smith等のSSW型資産市場実験をベースとした金融資産市場の実験室研究を行った。実験は4つの処置から成り、各処置の下で6回のセッションが行われた。被験者は9人で一つの仮想市場をコンピュータ・ネットワーク上で構成し、Call Marketのルールに従って有限期の市場で資産取引を行った。

実験開始時に、固定された金額の現金(仮想)と資産が各被験者に配布される。被験者は各期に、希望する購入/売却の価格と数量をコンピュータ・インターフェイスに入力する。市場内で提出されたすべての売り・買い注文から、需給が一致する価格をコンピュータが取引価格として決定する。各期の終わりに、被験者はその期間中に購入または販売した資産の量、配当、市場価格、および保有している資産と現金の量に関する情報を受け取る。現金と資産は次の期間に持ち越される。最終期に結果が被験者に明らかにされた後、新しい市場が開始され、被験者は前回の市場開始時と同じ初期現金とシェアの保有を受け取る。

被験者は各期において将来の価格の系列を予測し入力する。被験者は実験を通じて得た仮想通貨と予測の正確性に応じた謝金を実験後に現金で受け取るようにし被験者がゲームを真剣に

プレイするインセンティブを担保した。

コントロール処置では、Haruvy et al. (2007)と基本的に同等の設定で実験を実施した。つまり、上述の設定のままで実験を実施した。もう一つの処置では、市場参加者が提出した次の期の予測の中央値の情報を被験者に提供した。この情報は、被験者に、自分の信念と信念の中央値の間の距離についてのフィードバックを行う。もう一つの処置では、その期の他のすべての被験者予測の情報をグラフとして被験者に提供した。ここでは自分の予測と市場の予測の中央値の間の距離に加えて、他の個々の被験者と比べて自分の予測がどれだけ楽観的または悲観的であるかを観察できる。もう一つの処置では、各期において、予測価格の中央値に関する情報を残り期間すべてについてグラフの形式で被験者に提供した。

#### 4. 研究成果

実験の結果、まず、予測が市場の直近のトレンドや、前市場の価格情報に影響されることを確認した。また、中央値の予測情報が市場参加者の期待に影響を与え中央値の方向に調整される傾向があることも確認した。次に、中央値の長期予測を共有すると取引価格がファンダメンタルズに向かう効果があることが分かった。つまり、長期的将来予測の情報共有とそれによる予測の異質性の減少が価格の安定化をもたらすことが分かった。一方、短期予測の情報の共有は価格のダイナミクスに顕著な影響を与えなかった。個々の短期予測を全て共有するとファンダメンタルズからの差が大きくなることが明らかになった。

他者の短期予測に関する情報の共有は参加者たちの短期予測に影響を与えてその異質性を減少させるが、一方で、長期予測から注意を逸らす、同様に、長期予測に関する情報の共有は将来の価格に意識を向けることが上述の結果の背景にあると予想される。この研究は、主体の資産価格に対する長期的・短期的な期待を引き出し、その予測情報の種類や範囲を公開することで、予測の異質性を減じるための情報共有が市場価格形成にどのような影響をもたらすかを直接検証した研究となっている。

以上の結果は、Nagasaki CEFM international workshop (February 8, 2023, Nagasaki University) にて発表した他、第 18 回共知塾 (December 21, 2023, 慶應義塾大学 HASS センター) においても関連研究も含め発表した。また、Nijmegen School of Management の Experimental Sustainable Finance Symposium では、Experimental Green Finance への応用についての発表を行った。詳細をまとめた論文は、海外の共同研究者 2 名 (米国、イスラエル) と国内共同研究者 2 名と共に国際学術誌に投稿している。シミュレーション研究に関しては、金融市場における定型化された事実の多くが自己組織化される人工市場モデルを構築した。この結果は国際学術誌に掲載されている。

#### <引用文献>

- Smith, V. L., Suchanek, G. L., & Williams, A. W. (1988). Bubbles, Crashes, and Endogenous Expectations in Experimental Spot Asset Markets. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 56(5), 1119–1151.
- Hommes, C., Sonnemans, J., Tuinstra, J., & Velden, H. van de. (2004). Coordination of Expectations in Asset Pricing Experiments. *The Review of Financial Studies*, 18(3), 955–980.
- Bao, T., Duffy, J., & Hommes, C. (2013). Learning, forecasting and optimizing: An experimental study. *European Economic Review*, 61, 186–204.
- Sonnemans, J., & Tuinstra, J. (2010). Positive expectations feedback experiments and number guessing games as models of financial markets. *Journal Of Economic Psychology*, 31(6), 964–984.
- Hommes, C., Huang, H., & Wang, D. (2005). A robust rational route to randomness in a simple asset pricing model. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 29(6), 1043–1072.
- Hommes, C., Sonnemans, J., Tuinstra, J., & Velden, H. van de. (2004). Coordination of Expectations in Asset Pricing Experiments. *The Review of Financial Studies*, 18(3), 955–980.
- Akiyama, E., Hanaki, N., & Ishikawa, R. (2014). How do experienced traders respond to inflows of inexperienced traders? An experimental analysis. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 45, 1–18.
- Akiyama, E., Hanaki, N., & Ishikawa, R. (2017). *It is not just confusion! Strategic uncertainty in an experimental asset market*.
- Hanaki, N., Akiyama, E., & Ishikawa, R. (2018). Effects of different ways of incentivizing price forecasts on market dynamics and individual decisions in asset market experiments. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 88(2012), 51–69.
- Haruvy, E., Lahav, Y., & Noussair, C. N. (2007). Traders' Expectations in Asset Markets: Experimental Evidence. *The American Economic Review*, 97(5), 1901–1920.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 栗栖慶太, 秋山英三	4. 巻 33.1
2. 論文標題 パンデミックにおける感染者数と経済ダメージの抑制に最適な人的移動制限率の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 シミュレーション&ゲーミング	6. 最初と最後の頁 11-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Y. Ishibashi and E. Akiyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Predicting the Impact of Shared Autonomous Vehicles on Tokyo Transportation Using MATSim	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)	6. 最初と最後の頁 3258-3265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/BigData55660.2022.10021068.	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 石橋裕, 秋山英三	4. 巻 -
2. 論文標題 自動運転配車サービス (SAVs) の導入が東京都中心部に与える影響 ~ マルチエージェント交通シミュレータ "MATSim" を用いて ~	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 第66回土木計画学研究発表会・講演集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 秋山英三	4. 巻 vol.122, No.421
2. 論文標題 群淘汰状況下における罰則・報酬の進化	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 36-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Katahira, K., Y. Chen, Akiyama, E.	4. 巻 15
2. 論文標題 Self-organized Speculation Game for the spontaneous emergence of financial stylized facts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physica A	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physa.2021.126227	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 該当する

1. 著者名 Okada, I., Yamamoto, H., Akiyama, E., and Toriumi, F.	4. 巻 11
2. 論文標題 Cooperation in spatial public good games depends on the locality effects of game, adaptation, and punishment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-86668-3	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 該当する

1. 著者名 Ishida Yuta, Akiyama Eizo	4. 巻 36
2. 論文標題 The Garbage Can Model with Time Constraints	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 AG21-J_1-8
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-J	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 謝凡, 秋山英三	4. 巻 36(5)
2. 論文標題 情報入手時間の差異がある市場の振る舞いに値幅制限が与える影響：人工市場によるアプローチ	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-A_1-8
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-A	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 Okada, I., Yamamoto, H., Akiyama, E., and Toriumi, F.	4. 巻 11
2. 論文標題 Cooperation in spatial public good games depends on the locality effects of game, adaptation, and punishment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-86668-3	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 該当する

1. 著者名 Penalver, A., Hanaki, N., Akiyama, E., Funaki, Y. and Ishikawa, R.	4. 巻 119
2. 論文標題 A quantitative easing experiment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Economic Dynamics and Control	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jedc.2020.103978	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 該当する

1. 著者名 河又裕士, 秋山英三	4. 巻 2019(23)
2. 論文標題 ガソリン小売価格の推移に見られるエッジワース・サイクルの周期の異質性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 応用地域学研究	6. 最初と最後の頁 45-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Umetani, R., Yamamoto, H., Goto, A., Okada, I., & Akiyama, E.	4. 巻 18(7)
2. 論文標題 Individuals reciprocate negative actions revealing negative upstream reciprocity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PloS One	6. 最初と最後の頁 e0288019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0288019	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 Inaba, M., & Akiyama, E.	4. 巻 13(1)
2. 論文標題 Evolution of cooperation in multiplex networks through asymmetry between interaction and replacement	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-37074-4	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 栗栖 慶太, 秋山 英三	4. 巻 Vol.65, No.1
2. 論文標題 重みが動的なネットワークにおいてネットワーク構造が協力の進化に与える影響	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 61-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 名倉卓弥, 秋山英三	4. 巻 38(4)
2. 論文標題 SNS におけるトピックス数の増加が意見の分極化とエコーチェンバーに与える影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 B-N11_1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 秋山英三	4. 巻 39 巻 3 号
2. 論文標題 進化ゲーム理論の進化: マルチエージェントシミュレーション, 実験室実験と, LLMの行動経済学	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 323-329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 小菅雷太郎, 若林直希, 山本仁志, 秋山英三, 栗原聡	4. 巻 Vol. 10
2. 論文標題 繰り返し囚人のジレンマゲームにおける表情センシングを活用した人の感情と行動の分析	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 行動変容と社会システム	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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10件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 秋山英三
2. 発表標題 群淘汰状況下における罰則・報酬の進化
3. 学会等名 電子情報通信学会「人工知能と知識処理研究会」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akiyama, E
2. 発表標題 Bubbles in Asset Markets and Heterogeneity of Beliefs
3. 学会等名 Nagasaki CEFM international workshop (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Akiyama, E
2. 発表標題 Multilevel selection of punishment, reward and praise
3. 学会等名 Hawaii International Conference on System Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 秋山英三
2. 発表標題 金融市場における取引価格の秩序形成・遷移・崩壊の機構の解明
3. 学会等名 日本物理学会（シンポジウム「動的秩序構造の発生・持続・進化をとらえるメタステート学の創成に向けて」）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akiyama, E. and Ishikawa, R.
2. 発表標題 Cognitive Abilities and Experimental Green Finance
3. 学会等名 Experimental Sustainable Finance Symposium
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 小菅雷太朗, 若林直希, 山本仁志, 秋山英三, 栗原聡
2. 発表標題 繰り返し囚人のジレンマゲームにおける表情センシングを活用した人の感情と行動の分析
3. 学会等名 行動変容と社会システム研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Nagura, T. and Akiyama, E.
2. 発表標題 The Effect of Increasing Number of Topics to Polarization and Echo Chambers on Social Media
3. 学会等名 Hawaii International Conference on System Sciences (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 秋山英三
2. 発表標題 資産市場の心理学：バブルの背後にある人間行動の実験分析
3. 学会等名 第18回共知塾
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 稲葉 理晃, 秋山 英三
2. 発表標題 環境変動が協力的集団の形成を促進する
3. 学会等名 第16回日本人間行動進化学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 秋山英三
2. 発表標題 反復ゲームにおけるMachine Agentの振る舞いと公平性・社会規範
3. 学会等名 Joint Agent Workshop & Symposium (JAWS) 2023
4. 発表年 2023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
---------------------------	-----------------------	----

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			
イスラエル	Ben-Gurion University of the Negev			
米国	University of Arizona			