

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22330097

研究課題名(和文) 実験経済学と人工市場・模擬実験市場を用いたGARCH効果の発生メカニズムの解明

研究課題名(英文) Research on the GARCH generation mechanism with experiment, artificial market and simulation.

研究代表者

須齋 正幸 (Susai, Masayuki)

長崎大学・経済学部・教授

研究者番号：40206454

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円、(間接経費) 3,870,000円

研究成果の概要(和文)：GARCH効果は金融市場の価格変動を説明する有効なモデルであるが、その発生の源泉は必ずしも明らかではなかった。そこで、投資家の行動特性ならびにその特性を生み出す情報の偏在を対象として検証するために、本研究を開始した。

この結果をもとに、人口市場においてエージェントに資産価格情報を持つ割合や情報分析能力をコントロールしたところ、情報を有し、かつその分析能力が高いエージェントその割合が高くなるにつれ、GARCH効果が現れることが明らかとなった。この人工市場におけるシミュレーション結果を前提とすると、GARCH効果の源泉は市場の情報構造やディーラーの情報分析能力の違いによる可能性が指摘できよう。

研究成果の概要(英文)：As we know, GARCH effect is typical phenomenon in financial markets. But we do not confirm the factors that induce GARCH effect. Thus, we started to search the factors for generating GARCH effect with focusing on dealers' behavioral feature and information structure in the market.

On the basis of empirical results, we construct artificial market with the agents who have the information on the asset price that they trade and high information analyze ability. When we control the number of highly informed and high analytical ability agents in the market, we find that GARCH effect is becoming strong as the number of these agents increases. From this result, we confirm that market structure that means the proportion of highly informed and high analytical agents is a source of GARCH effect.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：財政学・金融論

キーワード：GARCH効果 実験 人工市場 行動ファイナンス

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究は、近年急速な発展を遂げている実験経済学と人工知能研究分野で開始されている人工市場研究のそれぞれの特徴を生かし、R.エンゲル教授を中心に発展したGARCHモデルで示される金融資産価格の変動特性の源泉を明らかにしようとするものである。

(2) GARCHモデルで記述される金融資産価格の変動特性は、当初は株価を対象として検証されていたが、現在では為替レートを含め多くの金融資産価格の変動特性として広く認知されている。しかし、資産価格の変動特性を記述するモデルとしてGARCHモデルは優れているが、その効果を生み出す明確な要因は明らかになっていない。

(3) 実験経済学研究に関しては、行動ファイナンス、行動経済学の発展により、日本においても研究が盛んになっており、大阪大学においては当該テーマに関するグローバルCOE拠点が構築されている。そこでは、時間割引率や金融市場を直接対象とする実験がなされているが、主な目的は市場参加者の行動特性に注目するものである。

(4) 人工市場に関する研究は、日本では人工知能に関する研究分野で開始されており、一般的な市場から金融市場までその対象とされてきている。金融市場に関する研究では投資戦略の有効性や取引主体の行動特性を考慮した人工市場の構築などがなされている。本研究は、実験経済学及び人工市場の研究成果を援用し、金融資産の変動特性であるGARCH効果の源泉を特定化する。これまでのこれらの研究分野では、このような目的による研究は多くはなされていない。P.ボサール他の実験による研究成果によれば、情報を有する被験者が含まれる金融市場では、当該資産の価格変動特性にGARCH効果が現れる可能性が示唆されているが、この発見は、実験の副次的成果であったため、GARCH効果の源泉が明らかにされたわけではなく、本研究ではGARCH効果を念頭において、ボサールが示した予想を理論的ならびに実証的に検証するものである。

2. 研究の目的

資産価格の変動特性として指摘されるGARCH効果を生み出す要因として、市場参加者の一部が資産価格に関する情報を有するという市場構造にある可能性を報告する研究成果が近年発表された。しかし、その研究では、その可能性を示唆するに留まり、市場構造とGARCH効果の因果関係を証明するには至っていない。

(1) 市場参加者の情報構造とGARCH効果の

関係を、人口市場を用いて検証する。人口市場や実験市場を用いることで、任意の市場構造を再現することができる。市場参加者の一部が情報優位にある市場を構築し、そこから生み出される資産価格の流列にGARCH効果が現れるかどうかをテストする。市場参加者間の情報構造の違いが、資産価格流列の変動特性にどのような影響を与えるか、そして情報優位にある市場参加者が存在する場合にGARCH効果が発現するかどうかを確かめる。

(2) GARCH効果と市場構造の関係を検証し、特異の情報構造がGARCH効果と関連するかどうかを考察する。本研究は特異な市場構造がGARCH効果を生み出す唯一の要因であるかを検証することはできないが、特異な市場構造を有する資産の価格流列はGARCH効果を内包するというを示すことは可能である。これまでは、GARCHモデルが資産価格の変動を最も良く表すものとして用いられてきたが、GARCH効果が資産価格の流列にどのような理由で存在するかを説明することはできていない。本研究は、GARCH効果が発現する源泉を探ることを目的とする。

3. 研究の方法

ボサール他 (Brugier, A.J., Quartz, S.R., and P.L. Bossaerts., "Exploring the Nature of 'Trading Intuition'," Working Paper, 2008) によれば、金融資産の取引実験において、資産価格の情報を有する被験者が混在している場合には、実験で成立する価格流列にGARCH効果が表れることから、いわゆるインフォームド・トレーダーの存在がGARCH効果の源泉である可能性が示唆されている。その実験は学生を対象としたものであり、GARCH効果の源泉を解明する目的で実施されたものではない。

(1) ボサール他で示唆されたGARCH効果とインフォームド・トレーダー、あるいは市場参加者のミクロ構造との関連を解明する。

まず、ボサール他で示唆された成果をこれまでのミクロ構造研究や行動ファイナンスの成果をもとに理論的に考察し、仮説構築を行うための基礎研究を進める。ここではボサール他による研究を精査する。その際には当該論文の重要なコンセプトである「Theory of Mind」について注目し、その概念を明らかにするとともに、金融市場への援用可能性を検討する。

(2) ボサール他により指摘された仮説を踏まえ、ICAP社から提供される、外国為替市場の全取引を記録したデータベースを利用して、取引データによる市場のミクロ構造分析を行う。ここでは、トレーダーの行動特性を行動ファイナンスの研究成果を援用し、実証モデルを構築して、取引データを用いて

ボサール他の指摘した事実を実証分析により確認する。

(3) ボサール他の研究に関する実験、そして理論研究の成果を基盤とし、また為替の取引データを用いた実証研究の成果を用いて、トレーダーの行動特性を生かしたエージェントをモデル化する。ここでは、トレーダーの情報に対する認知、あるいは情報をいかに理解して取引行動に反映させるか、という観点で、エージェントの行動方法をモデル化する。情報の理解の程度ならびに、情報を投資行動に反映することのできるエージェントの全トレーダーにおける割合によって市場構造を定義する。情報処理能力の高いトレーダーの比率の違いと、それらの市場で生み出される価格流れが持つ変動特性を明らかにし、市場構造と価格変動特性の関係を分析するとともに、市場特性を示すトレーダーの投資行動特性と情報の関係を明らかにする。

4. 研究成果

GARCH 効果は金融市場の価格変動を説明する有効なモデルであるが、その発生の源泉は必ずしも明らかではなかった。そこで、投資家の行動特性ならびにその特性を生み出す情報の偏在を対象として検証するために、本研究を開始した。

超高頻度データで全取引データを用いた研究は世界で初めての試みであり、そこでは投資家の行動特性と情報の関係が明らかとなった。この結果をもとに、人口市場においてエージェントが資産価格情報を持つ、より具体的には価格に関する学習効果やそれを戦略に具体的に落とし込む能力の差異を明示的に取り入れたエージェントを導入した人工市場を構築したところ、学習能力が高いエージェントが多くなるにつれ、GARCH 効果が低減することが明らかとなった。

(1) 情報優位にあるディーラー群と情報劣位にあるディーラー群があるとの仮説の現実妥当性を、高頻度の為替レートデータを用いて実証的に検証した。そこではディーラーが情報に基づいて取引を行っているのかにつき、市場の効率性を検証することから始めた。

厳密な意味では市場の効率性は棄却された。これはこれまでの実証研究の成果と整合的である。つぎに、O'Hara 他モデルと Diamond 他モデルを用いて、ディーラーの取引と情報の関係をテストした。2008年と2009年の7月から9月のデータを用いて、リーマンショックという情報を2008年のデータをベンチマークとして明示的に比較できるようにデータセットを構築し、実証分析を行った。その結果、いずれのデータにおいても外国為替市場は O'Hara が想定したように、資産価格へのあらゆる情報(ポジティブあるいはネガティブ)に対してディーラーは反応

して取引を行っている可能性が示唆された。以上の結果から、外国為替市場におけるディーラーは、市場にもたらされる情報に反応して取引を行うが、その情報が即座に資産価格に反映されるのではなく、過去の取引自体が将来の取引に影響を与える可能性がある。この傾向は、情報格差があるディーラーが存在する場合に、情報優位にあるディーラーの行動に情報劣位にあるディーラーが追随するとの市場構造の仮説をサポートするものと考えられよう。

(2) 外国為替市場の特性としては、危機的状況(リーマンショックをケースとして採用)とそうでない状況では、情報の市場への影響が異なることが明らかとなった。また情報の代理変数としては、取引量とオーダーフローの二つが考えられるが、危機低状況と通常時ではそれぞれの影響の大きさが異なることが明らかとなった。これらの比較から、オーダーフローよりも取引量の方が市場へのインパクトが大きいことが予想される。

また、これらの分析から、市場の効率性が市場の状況により異なることも示された。したがって、市場の環境によりモデルを変更すべきことが示唆されたと言える。

(3) 人工市場モデルの構築においては、標準的なモデルを想定して研究を進めた。標準的モデルとはインフォームディーラーとアンインフォームディーラーの二つのタイプのディーラーからなる市場を想定した人工市場を構築した。また、二つの種類のディーラーの市場における割合を任意に設定し、さまざまな市場構造のもとで生み出される価格流れの変動特性を、試験的に分析した。市場構造が明示的に価格変動特性に影響を与えたとの明示的な結果を得ることはできなかった。

(4) 本研究で用いたデータは、ICAP社が提供するEBS(Electronic Broking System)で取引される、すべての金融資産の取引データを蓄積したものである。このシステムの特徴は、外国為替取引においても板を利用した取引が可能となることである。このデータセットを用いることで、外貨の買い、あるいは売り注文が出されてから、板からそれが消滅するまでの時間、消滅する理由(取引が成立、あるいは取下)が情報として利用可能となった。この追加的情報を利用して、市場介入、あるいはリーマンショックというイベントを利用して、市場への参加と退出の時間と情報等の影響を分析したところ、リスクが高まる、情報流入が多くなると市場滞在時間が短くなることが分かった。

(5) 外為市場での主要通貨である円、ドル、ユーロの三通貨を用いて、昨年と同様の分析を行った。また、取り上げたイベント日を特

定できるので、イベント日の結果の特異性を検証するために、その前後に日と曜日効果をコントロールするために同じ曜日の前週、翌週の日も分析の対象とした。本データは一日単位である。

その結果、ここで得られた帰結は通貨に依存することがないことが分かった。また、イベント日とそうでない日においても大きな格差は見られず、ディーラーの情報やリスクに対する態度は、市場の参入と退出行動に対して一般的に優位に影響することが示唆された。

(6) 人工市場の研究においては、これらの知見を考慮して、情報がどのように投資行動に影響するかとの観点を、情報の学習効果として具体的にモデル化し、学習能力の格差と投資行動の相違、それらが価格流列に与える影響を分析した。投資行動への学習能力の影響とは、具体的には投資戦略の変更という形式でモデル化した。新規情報の発生は、たとえば実証研究で考慮した、リーマンショックや市場介入などが考えられる。このようなイベントなどの情報が発生した時、情報の質や種類によっては、これまでの戦略を変更することが最適である、という状況が起きうる。したがって、戦略を柔軟に変更する投資家は、さまざまな情報に柔軟に対応しているとも考えられ、その対応が合理的であれば、情報の学習能力が高いものと考えることができよう。

したがって、同一市場に情報に対する学習能力の高いディーラーと低いディーラーが混在する状況を構築した。そしてこれらのディーラーの割合と、そこから生み出される価格流列の変動特性を分析することとした。結果としては、情報の学習効果の高いディーラー、すなわち戦略を柔軟に変更するディーラーの割合が高くなるにつれ、そこから生み出される価格流列の変動特性に GARCH 効果が出現しなくなる傾向が明らかとなった。したがって、情報の学習効果、すなわち情報に対するディーラーの行動が GARCH 効果の源泉である可能性が示されたものと考えられる。

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 11 件)

Masayuki Susai and Yushi Yoshida, "Algorithm Trading in Asian Currency FX Markets," In: Greg N. Gregoriou and David Lee(ed.), *The Handbook of Asian Finance*, Elsevier, June, 2014, (査読有)

Fumihiko Hiruma and Masayuki Susai, "Credit Information Institute and the Efficiency of Credit Market", *Proceedings*,

International Risk Management Conference, June, 2013, (査読有)
湯浅辰丸 鳥海不二夫, 「戦略学習が GARCH 効果に及ぼす影響のシミュレーションと分析」『電気学会論文誌 C』(電子・情報・システム部門誌) Vol.133 No.9, 2013, (査読有)

Masayuki Susai, "Empirical Exploration on the Relations among Duration, Volume and Orderflow with Ultra-High Frequency USD JPY rate", *Proceedings*, 3rd World Finance Conference, July, 2012, (査読有)

Masayuki Susai and Yushi Yoshida, "Empirical Exploration on the Relations among Duration, Volume and Orderflow with Ultra-High Frequency USD JPY rate", *Proceedings*, 3rd World Finance Conference, July, 2012, (査読有)

Masayuki Susai and Yushi Yoshida, "Central Bank Interventions and Limit Order Behavior in the Foreign Exchange Market," Discussion Papers 56, Kyushu Sangyo University, Faculty of Economics, 2012, (査読なし)

鳥海不二夫 石井 健一郎, 「人工市場を用いた予測市場の予測メカニズムの分析」『人工知能学会論文誌』Vol.27 No.6 pp.346-354, 2012, (査読有)

鳥海不二夫 西岡 寛兼他, 「板情報による市場相違性の検出」『人工知能学会論文誌』人工知能学会論文誌 Vol. 27 No.3, pp.143-150, 2012, (査読有)

Masayuki Susai and Hirshoshi Moriyasu, "Consistency of Risk Attitude and other Investment Behavior of Japanese Fund Managers," In: M. Susai and S. Uchida Eds. *Studies on Financial Markets in East Asia*, January, 2011 (査読有)

Masayuki Susai, "Empirical Research on the Relations among Duration, Volume and Orderflow with Ultra-High Frequency USD JPY Rate," *Proceedings*, 22nd Asian-Pacific Conference on International Accounting Issues, Australia, 2010, (査読有)

Fujio Toriumi, Kiyoshi Izumi and Hiroki Matsui, "Market Participant Estimation by Using Artificial Market Advances in Practical Multi-Agent Systems," *Studies in Computational Intelligence*, Vol.325/2011, pp.201-215, 2010, (査読有)

[学会発表](計 7 件)

Fumihiko Hiruma and Masayuki Susai, "Credit Information Institute and the Efficiency of

Credit Market”, International Risk Management Conference, Copenhagen, June, 23, 2013

湯浅辰丸 鳥海不二夫, 「戦略学習が GARCH 効果に及ぼす影響のシミュレーションと分析」, 電気学会, 名古屋大学 2013 年 3 月 22 日

Masayuki Susai, “ Empirical Exploration on the Relations among Duration, Volume and Orderflow with Ultra-High Frequency USD JPY rate”, 3rd World Finance Conference, Rio de Janeiro, July, 3, 2012

Masayuki Susai and Yushi Yoshida, “ Intra-day interventions, order flow, and the lifetime of limit orders, ” PBFEM, New Jersey, Sept., 8, 2012

鳥海不二夫 石井 健一郎, 「人工市場を用いた予測市場の予測メカニズムの分析」, 人工知能学会, 山口教育会館, 2012 年 6 月 12 日

鳥海不二夫 西岡 寛兼他, 「板情報による市場相違性の検出」, 人工知能学会, 山口教育会館, 2012 年 6 月 12 日

Masayuki Susai, “ Empirical Research on the Relations among Duration, Volume and Orderflow with Ultra-High Frequency USD JPY Rate, ”, 22nd Asian-Pacific Conference on International Accounting Issues, Australia, July, 20, 2010

〔図書〕(計 1 件)

Masayuki Susai and Shigeru Uchida, (eds.), *Studies on Financial Markets in East Asia*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 180 pages, 2011

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

須齋 正幸 (SUSAI Masayuki)
長崎大学・経済学部・教授
研究者番号 : 4 0 2 0 6 4 5 4

(2) 研究分担者

晝間 文彦 (HIRUMA Fumihiko)
早稲田大学・商学大学院・教授
研究者番号 : 0 0 0 6 3 7 9 3

鳥海 不二夫 (TORIUMI Fujio)
東京大学・工学研究科・准教授
研究者番号 : 3 0 3 7 7 7 5