

平成 30 年 5 月 17 日現在

機関番号：10104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K20838

研究課題名(和文) 動学ゲーム理論を用いた市場ネットワーク形成と経済行動の分析

研究課題名(英文) Analysis of Economic Behavior in Networked Markets

研究代表者

白田 康洋 (Shirata, Yasuhiro)

小樽商科大学・商学部・准教授

研究者番号：80635110

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では第一に、ネットワーク化されたベルトラン市場での企業の価格戦略を分析した。ネットワーク化されていない市場では均衡価格が完全競争的になることが従来の理論で示されている。しかし、ネットワーク化された市場では、それよりも高い共謀的価格が進化的に安定であることがわかった。従って、共謀的価格が維持される主要な要因の一つはネットワーク化された市場であることがわかった。本研究ではまた、3人市場での最後通牒ゲームにおける提携行動の進化も分析した。伝統的な理論では、効率的な3人提携が形成されるが、確率的な進化モデルでは、2人提携の価値が大きいと、非効率な2人提携が形成されてしまうことがわかった。

研究成果の概要(英文)：We study the evolution of pricing behavior in a networked oligopoly market, in which firms who are on vertices of a network compete with only their neighbors. The theory of industrial organization predicts that every firm charges the competitive price in a non-networked market. We show in our networked market, a collusive price is evolutionary stable under weak selection. The results suggest that collusive pricing prevails in a large market if and only if it is networked.

We also study what coalition formation behavior in a 3-person ultimatum game evolves. Traditional game theory predicts the largest and efficient coalition with a proposer exploiting most of the total value. However, our stochastic evolutionary selection favors the formation of a two-person subcoalition if and only if its coalition value exceeds a high proportion of that of the largest coalition, resulting in economic inefficiency and social exclusion.

研究分野：ミクロ経済学，ゲーム理論

キーワード：進化ゲーム理論 ネットワーク市場形成

## 1. 研究開始当初の背景

伝統的な経済理論による市場分析では、(完全に)合理的な価格受容者(rational price-taker)が参加する完全競争的な市場での価格決定過程を記述し、その結果、自由な市場メカニズムによってパレート効率的な帰結が得られるという厚生経済学の第一基本定理を得ている。また、Rubinstein and Wolinsky らの一連の研究により、この結果は合理的な価格設定者(rational price-maker)たちの戦略的な行動に対しても安定的であるということが示されてきた。

しかし、Granovetter が指摘したように、現実の市場では誰が誰とでも取引できるという状況はまれで、情報の偏在や地理的要因等の問題によりローカルな関係(ネットワーク)により多くの取引が行われている。そのように各市場参加者が限られた相手としか取引可能ではない、制限された取引関係により構成される市場はネットワーク化された市場(Networked Market)と呼ばれている。そこでは、伝統的な経済学が仮定する誰もが自由に参加でき、かつ誰が誰とでも自由に取引可能な完全競争市場における経済行動とは違った経済行動が行われると推測できる。

この問題意識により、ネットワーク化された市場における経済活動の分析は近年盛んに行われるようになったきた(Jackson)。たとえば労働市場での賃金の決定にはネットワークにおける各個人のリンクの数が深く影響していることが理論的にも実証的にも確かめられている。

また、申請者のこれまでの研究では、上流企業と下流企業による中間財の2部市場において、安定的なネットワークでは、財の価格・配分は伝統的な市場理論の予測と同じになるが、下流企業による過剰なリンク形成によるネットワーク形成費用の増大により社会的な非効率性が発生してしまうことを発見した。

上記のこれまでの研究は、分析上の重要な仮定として、経済主体を完全に市場の状況を把握できるという合理性を課している。しかし、現実市場のサイズはとて大きく、各主体が市場競争の状況を完全に把握することは難しい。

そのような状況では、多くの研究が明らかにしてきているように、現実の経済主体は完全には合理的ではなく、不完全な知識を基に試行錯誤を繰り返しながら戦略を更新していく。動学ゲーム分析手法の一つである進化ゲーム理論(Weibull)は、このような限定合理的(bounded rational)である経済主体を動学的に分析する手段の一つとして広く使われており、様々な状況で完全に合理的な経

済主体とは違う行動が現れる可能性を指摘している。

そこで、上記の完全合理的な経済主体に関する研究との比較を行いながら、限定合理的な経済主体が参加するネットワーク化された市場における経済行動の動学的分析を行い、既存の理論結果・予測の再検証を行う必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では上記の通り、ネットワーク化された市場における、企業の戦略の進化と市場取引ネットワーク自身の形成過程・進化を、限定合理性に着目して、モデル分析し動学的な安定性を解明し、完全合理的な理論からの予測を再検証する。具体的には以下の2点を研究目的として研究を進めた。

企業間競争戦略にネットワークが与える影響についての動学的分析:

この研究では、ネットワーク化された市場での企業間競争を分析する。

企業間競争に空間構造を入れた研究は、一次元線分市場を分析したHotellingによって始められ、数多くの合理的な2企業間競争の分析が行われてきた。

しかし、近年の世界の一体化により、多企業間のグローバルな競争が行われてきている。そこで、多数の企業が参加するネットワーク化された市場を分析して、既存の理論結果の頑健性を検証することが必要であるので本研究を行う。

企業間取引ネットワーク形成の動学的分析

この研究では、上流企業と下流企業からなる2部市場における企業間の取引ネットワークの構築・進化を動学的に分析する。申請者のこれまでの研究(研究業績[5])や他の先行研究では主に取引ネットワークの安定性を静的に分析してきた。しかし、現実には取引ネットワーク自身は、技術の蓄積・環境の変化等の要因により、時間を通じて発達もしくは縮小している。

そこでこれまでの静的な分析をさらに発展させ、財の取引とネットワーク形成を両方とも同時に動学的に扱えるモデルを設計する。これにより、これまで解明されていなかった安定ネットワークの形成過程が明らかになり、また静的に安定なネットワークの動学的なショックに対する頑健性も検証可能にすることができるようになるので本研究を行う。

### 3. 研究の方法

本研究の目的は、市場取引ネットワークの形成過程とそのネットワーク化された市場における企業の戦略の進化をモデル分析し動学的な安定性を解明することである。

これらの分析のために大枠では次のように研究を進めていく。まず1年目は、当該分野の既存研究を今までよりさらにサーベイし、それと同時に隣接分野の研究会にも出席しテーマについて議論を深める。

そして2年目以降は、研究目的1・2について計算機を使った数値的なシミュレーション分析と理論的なモデル分析を同時並行的に進め、結果を考察する。また、それらを逐次学会等で報告し議論を重ねモデルを改良していき、最後に研究目的1,2について得られた考察結果を論文としてまとめ、全体を研究分野の中に同様に位置づけるか、また研究過程で残った疑問を整理し、その先同様な研究の発展が可能であるかを考察する。

### 4. 研究成果

まず、研究目的1「企業間競争戦略にネットワークが与える影響についての動学的分析」のモデル分析を行った。

ネットワーク上のノードに企業が分布していて、またそのリンク上に多数の消費者が分布している状況をモデル化し解析を行った。その結果たとえば多数の企業が参加していても、ネットワーク化された市場では、されていない市場と対照的に、価格が完全競争的にならずに高い共謀的水準にとどまり消費者の余剰が低くなってしまうことがわかった。従って、共謀的価格が維持されうる主要な要因の一つはネットワーク化された市場であることがわかった。

そしてこの結果をまとめ、ワーキングペーパー「Evolution of a collusive price in a networked market」としてSSRNに公開した。

次に、研究目的2「企業間取引ネットワーク形成の動学的分析」に関連して3人の参加者が存在する市場での協力的行動の進化に関する共同研究のコンピュータ・シミュレーションを行い、さらにそこから得られた知見を理論的に厳密に証明することが出来た。

伝統的な理論では、常に効率的な3人提携が形成される。しかし、我々の確率的な進化モデルでは、2人の部分提携の価値が十分に高いと、効率的な3人提携が進化的に安定とならず、非効率な2人提携が安定となり、提携

不参加者に対する社会的な排除が発生してしまうことがわかった。

これらの結果を論文「Evolution of fairness and coalition formation in three-person ultimatum games」としてまとめ、学術誌Journal of Theoretical Biologyに投稿したところ受諾された。

#### <参考文献>

- [1] Rubinstein, Ariel, and Asher Wolinsky. "Decentralized Trading, Strategic Behaviour and the Walrasian Outcome." *The Review of Economic Studies* 57, No. 1 (1990): 63-78.
- [2] Granovetter, Mark. "Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness." *The American Journal of Sociology* 91, No. 3 (1985): 481-510.
- [3] Jackson, Matthew O. *Social and Economic Networks*. Princeton Univ Pr, 2008.
- [4] Weibull, Jörgen W. *Evolutionary Game Theory*. Reprint. The MIT Press, 1997.
- [5] Hotelling, Harold. "Stability in Competition." *Economic Journal*, 39 (1929): 41-57.

#### 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 4件)

1. Nozomu Muto, Yasuhiro Shirata, Manipulation via endowments in auctions with multiple goods, *Mathematical Social Sciences*, 2017, Volume 87, 75-84, 査読有, DOI:10.1016/j.mathsocsci.2017.03.002
2. Yasuhiro Shirata, First price package auction with many traders, *Journal of Mathematical Economics*, 2017, Volume 69, 71-83, 査読有, DOI:10.1016/j.jmateco.2017.01.001
3. Takeshi Nishimura, Akira Okada, Yasuhiro Shirata, Evolution of fairness and coalition formation in three-person ultimatum games, *Journal of Theoretical Biology*, 2017, Volume 420, 53-67, 査読有, DOI:10.1016/j.jtbi.2017.02.033
4. Yasuhiro, Shirata, Evolution of a Collusive Price in a Networked Market, SSRN, 2017,

〔学会発表〕(計 5件)

1. Yasuhiro Shirata,  
Evolution of Fairness and Coalition  
Formation in Three-Person Ultimatum  
Games, 2017/06, the 2017 Asian Meeting  
of the Econometric Society, The  
Chinese University of Hong Kong
2. Yasuhiro Shirata,  
Evolution of Group Formation in  
Multi-person Ultimatum Bargaining,  
2016/07, GAMES 2016, Maastricht  
University,
3. Yasuhiro Shirata,  
First Price Package Auction with Many  
Traders", 2015/08, 11th World Congress  
of the Econometric Society, Montreal,
4. 白田康洋,  
Evolution of Group Formation in  
Multi-person Ultimatum Bargaining,  
2015/03, Game Theory Workshop 2015, 京  
都大学
5. 白田康洋,  
First Price Package Auction with Many  
Traders", 2015/12, 関<sup>東</sup>ゲーム理論ワー  
クショップ,加賀市

〔その他〕

[https://sites.google.com/site/yasuhiros  
hirata/](https://sites.google.com/site/yasuhiros<br/>hirata/)

6. 研究組織

(1)研究代表者

白田 康洋 (SHIRATA, Yasuhiro)  
小樽商科大学・商学部・准教授  
研究者番号：80635110