

平成 21 年 6 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19530155
 研究課題名（和文） 複雑適応系としての市場経済のダイナミクスに関する基礎的研究
 研究課題名（英文） Fundamental Study on Dynamics of a Market Economy as a Complex Adaptive System
 研究代表者
 小野崎 保（ONOZAKI TAMOTSU）
 青森公立大学・経営経済学部・教授
 研究者番号：10233595

研究成果の概要： 伝統的な経済学では合理的な主体からなる市場で競争が行き渡ればある種の最適な状態が実現されることが示され、この命題が規制緩和などの競争政策の基盤となっている。本研究では、主体の合理性に限界があるという想定の下で、伝統的な市場モデルを特殊ケースとして含む包括的なモデルをシミュレーションすることにより、競争政策の基盤となっている命題とは異なる市場のヴィジョンを示した。具体的には、i) 消費者の合理性の度合いに応じて「平和共存」、「寡占」、「独占」という3つの局面の現れること、ii) どの局面においても消費者と生産者が共に満足できるような最適な状態は存在しないことなどである。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野： 経済学

科研費の分科・細目： 経済学・理論経済学

キーワード： 限定合理性，寡占，エージェントベース・モデル，複雑適応系，強化学習，シミュレーション，Zipf 則，Gibrat 則

1. 研究開始当初の背景

(1) 1980年代の英米に端を発し小泉改革に至る規制緩和論（市場原理主義）は「競争を阻害している規制を廃止すれば市場は効率的な状態に向かう」と主張する。規制緩和を1つの例とする競争政策の根拠となっているのは「完全競争均衡はパレート最適である」という新古典派による厚生経済学の第

一定理である。この定理をベースとして独占や寡占などが存在する不完全競争ではパレート最適な資源配分が損なわれることが示されるのである。しかしながら、規制緩和論のような主張が成立するためには、「競争政策を実施すれば完全競争市場が実現される」ことが示されなければならない。

(2) しかし現実に目を向ければ、現代の産業経済のきわだった特徴は、少数の巨大企業がシェアの争奪を繰り返しながら市場を支配しているということである。寡占はたいの産業に共通する普遍的現象であるように見受けられる。これまで行われてきたさまざまな競争政策の結果、寡占が崩れて完全競争状態に移行した産業など皆無であるし、市場集中度の長期的な低下傾向を実現した産業さえ存在しない。果たして、競争を促進すると市場は本当に完全競争に向かうのだろうか。競争の結果もたらされるものは、完全競争状態ではなく寡占や独占なのではないか。このような疑問に直面すると、新古典派経済学はあまりに非力である。

(3) 新古典派経済学が産業構造の変化を説明することができない理由は、そのパラダイムが頑強に静学的であり、真の意味における動学的なフレームワークを欠いているからである。そこで基本的に想定されているのは、経済主体による一回限りの意思決定である。異時点間の意思決定が考慮されたとしても、不確実な状況下での主体の合理性を保証するために、主体は将来の情報をすべて確実に知っている、あるいは、主体は真の経済モデルを知っており、それと整合的な合理的予想を形成する、と仮定される。言い換えれば、主体はすべての将来の経済状態を、少なくとも平均的には、事前に知っているのである。この意味で、新古典派理論が前提とする時間構造は明らかに潰れている。そこでは本質的に無時間の世界が扱われており、時間の経過に伴って市場構造がどのように変遷していくかというような問題を考察することはできない。時間が本質的な役割を果たすダイナミクスを考察するためには、限定合理的な主体を想定しなければ意味をなさないのである。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、上記問題意識の下で、限定合理的な主体からなる市場をモデル化し、企業間の競争により市場構造がどのような時間変化を示すのかをコンピュータ上でシミュレーションして調べることを目的とする。説明対象とすべき市場構造の変化に関する最も重要な事実、「競争状態から寡占状態あるいは独占状態に移行すること」である。

(2) シミュレーションの出発点としては完全競争市場を対象とすることはできない。その理由は、完全競争のフレームワークは静学的であって、価格のダイナミクスを考察しようとする、競売人という超越的な、

あるいは中央集権的な主体を想定せざるを得ないという本質的欠陥が存在するからである。これを克服するためには、すべての経済主体が価格受容者であり、そして彼らは完全情報を有する、という完全競争の一部の仮定を放棄しなければならない。その代わり、たとえば限定合理的な生産者が自らの製品に価格付けをおこなうと仮定するならば、一物一価はもはや成り立たず、製品差別化が存在する独占的競争と事実上何ら変わりなくなる。独占的競争理論を動学的に再定式化する試みはこれまでも存在するが、それらの目的は、市場構造の変遷を解明することではなく、市場の不均衡プロセスがどのように累積していくかを明らかにすることや、分権的競争市場において価格がいかにかに決定されるかを説明することである。しかし、異なるのは説明の目的だけではない。最大の相違点は、本研究のモデルでは、従来の独占的競争の分析のように消費者の行動を需要曲線という単純な分析用具の中に押し込めず、限定合理的な主体としてその行動を明示的に定式化することである。

3. 研究の方法

既存のシミュレーション・モデルに大幅な改良を加えるが、その際の基本的な方針は以下の通りである。

(1) 限定合理的な主体の学習過程として強化学習理論のモデルを援用する。

(2) 市場構造の変化に関する既存研究は、殆どすべてが企業の投資や技術革新に焦点を絞るものであったが、本研究では消費者行動に着目する。

(3) そのために、消費者行動を需要曲線の中に押し込めることを止め、その代わりに不確実性下での選択行動を表現するために多項ロジットモデルを導入する。

(4) モデルのキー・パラメータである β_1 は消費者の「合理性の度合い」を表す。ここで合理性の度合いとは、強化学習のソフトマックス戦略における探索確率 (exploration probability) の大小によって表現される。すなわち、合理性の高い (β_1 の大きい) 消費者は高い効用をもたらしてくれる企業から高い確率で財を購入し、合理性の低い (β_1 の小さい) 消費者は他の企業を高い確率で探索する。換言すれば、 $\beta_1 \rightarrow \infty$ のときすべての消費者は同一の企業を選び、 $\beta_1 = 0$ のとき消費者は完全にランダムに企業を選ぶ。

(5) 新古典派的均衡状態を特殊ケースとして含むような包括的なモデルを構築する。

以上の諸点を考慮して定式化されたモデ

ルを以下において概説する。まず、モデルのアウトラインは次の通りである。

- (1) 市場には多数の消費者と企業が存在し、彼らは情報制約の下で効用や利潤をできるだけ増やそうと学習行動を行う。
- (2) 主体の意思決定は離散時間上で行われる。
- (3) 財は一種類で同質的であり、生産された期を越えて持ち越すことはできない。

消費者の行動は以下の通りである。

- (1) 各消費者は每期同一の貨幣所得を与えられる。貨幣所得は時期に持ち越すことはできない。消費者は每期企業を1つ選び当該企業から財を買えるだけ買おうとする。
- (2) 消費者の効用は同一の関数

$$u_i(t) = U(x_i(t))$$

により表される。ここで、 $x_i(t)$ は消費者が t 期に企業 i から得られる財の数量、 $U(x)$ は x の単調増加関数で $U' > 0$ 、 $U'' < 0$ を満たす。

- (3) 各期の購入決定に先立って、消費者は前期購入した企業 i から得られるであろう効用 u_i と、ランダムに選ばれた別の企業 j からえられるであろう効用 u_j とを比較し、遷移確率

$$\rho(i, j) = \min(1, (u_j/u_i)^{\beta_1})$$

が大きい方の企業を選択する。

- (4) t 期に企業 i が獲得する消費者のシェアを $w_i(t)$ とする。多項ロジットモデルに基づけば、 $w_i(t)$ の定常分布は

$$w_i^*(t+1) = u_i^{\beta_1}(t) / \sum_{j=1}^M u_j^{\beta_1}(t)$$

と表される。ただし、 M は企業数であり、分母は規格化定数である。

- (5) 学習過程として、線形の減衰過程

$$w_i(t+1) = w_i(t) - \tau(w_i(t) - w_i^*(t+1))$$

を用いる。ただし、 $\tau \in [0, 1]$ は学習率を表すパラメータである。

企業の行動は以下の通りである。

- (1) 企業は直面する需要曲線や他企業の価格を知らないの、自らの利潤の増減という局所的な情報に基づいて価格 p_i と生産量 q_i を每期決めなければならない。 t 期における企業 i の利潤は次のように定義される。

$$\Pi_i(t) = p_i(t)s_i(t) - c(q_i(t))$$

ただし、 $s_i(t)$ は t 期における企業 i の販売量、 $c(q)$ は全企業共通の費用関数である。販売量 $s_i(t)$ は、ショートサイド原則より次のように表される。

$$s_i(t) = \min(q_i(t), w_i(t)T/p_i(t))$$

ただし、 T は全消費者が与えられる貨幣所得の総額であり、 $w_i(t)T/p_i(t)$ は企業 i の生産物に対する需要を表す。

- (2) 一企業への需要が当該企業の生産量を上回った場合には、当該企業から購入を希望する消費者間で均等に財の割当てを行う。従って、 t 期に企業 i から得られる財の数量 $x_i(t)$ は、消費者の人数を L とすれば次のように表される。

$$\begin{aligned} x_i(t) &= s_i(t)/(w_i(t)L) \\ &= \min(q_i(t)/(w_i(t)L), T/(p_i(t)L)) \end{aligned}$$

- (3) 企業は p_i と q_i を直接操作するのではなく、それらの変化率 $(\delta p_i(t), \delta q_i(t))$ を、選択可能なオプションの中から利潤が増加するように每期決める。これらの変化率を次のように書く。

$$\delta p_i(t) = 1 + \Delta p \cos(2\pi n_i(t)/N)$$

$$\delta q_i(t) = 1 + \Delta q \sin(2\pi n_i(t)/N)$$

ただし、 n_i は $\{0, \dots, N-1\}$ に属する整数であり、 t 期における企業 i の戦略(変化率の組み合わせ)の番号を表す。 N は選択可能な戦略の数である。 Δp および Δq は所与の定数である。

- (4) 企業はより高い利潤を求めて戦略 n_i を選択する。その際、次のような学習過程に従うものとする。

- (a) まず、企業は戦略 n_i を選んだときの t 期の予想利潤 $\hat{\Pi}_i^n(t)$ に基づいて、規格化量

$$\tilde{\Pi}_i^n(t) = \frac{\hat{\Pi}_i^n(t) - \min_n(\hat{\Pi}_i^n(t))}{\max_n(\hat{\Pi}_i^n(t)) - \min_n(\hat{\Pi}_i^n(t))}$$

をすべての戦略 n_i について計算する。

- (b) すべての戦略 n_i に対して、 $\exp(\beta_2 \tilde{\Pi}_i^n(t))$ に比例するよう規格化された確率に応じて1つの戦略を選択する。

- (c) 利潤に関する予想は次のように形成される。

$$\hat{\Pi}_i^n(t+1) = \hat{\Pi}_i^n(t) - k(\hat{\Pi}_i^n(t) - \Pi_i^n(t))$$

ただし、 $k \in [0, 1]$ は学習率を表すパラメータである。

モデルの重要な特徴として、新古典派的均衡をその特殊な定常状態として含んでいることを指摘しておく。具体的には、完全情報および需給の常時一致を追加的に仮定すると、モデルはCournot均衡に相当する定常状態を示す。さらに、企業数が無限に増えれば完全競争均衡に相当する定常状態を示す。

4. 研究成果

研究の主な成果は以下の通りである。

- (1) β_1 の値に応じてマーケットシェア w_i の時間変化は以下のような3つの局面を示す(図1参照)。

- (a) 消費者が非合理的な場合 (β_1 が小さい値のとき): 「平和共存」局面が出現する。この局面では消費者はランダムに企業を選択する。マーケットシェアが定常的なので新古典派的状況に匹敵するが、新古典派の想定とは逆に消費者の合理性が最も低いケースである。
- (b) 消費者が適度に合理的な場合 (β_1 が中間的な値のとき): 「シェア争奪寡占」局面が出現する。この局面では、消費者の中には高い効用をもたらしてくれる企業を選択する者と、ランダムに企業を選択する者とが混在するので、それらの相互作用により寡占企業間での者の奪い合いが生じる。
- (c) 消費者が合理的な場合 (β_1 が大きい値のとき): 「交替独占」局面が出現する。この局面では、消費者の大半がその時々で最も高い効用を与えてくれる企業を選択する。 β_1 が大きいほど独占の持続期間が長くなる。

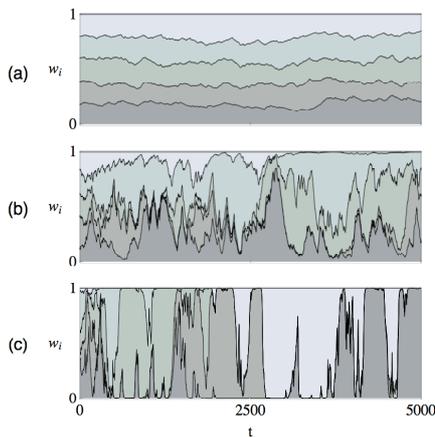


図1 市場構造の3つの局面
(企業数の初期値=5)

(2) β_1 の値に応じて消費者の平均効用および企業の平均利潤は以下のように変化する(図2参照)。

- (a) 消費者が非合理的な場合 (β_1 が小さい値のとき): 消費者の平均効用はほぼゼロで、合理性が高まるにつれ大きくなる。そして、適度に合理的な場合 (β_1 が中間的な値のとき) に最大となり、その後漸減していく。消費者が合理的な場合 (β_1 が大きい値のとき) は非合理的な場合と同様ほぼゼロとなる。
- (b) 消費者が非合理的な場合 (β_1 が小さい値のとき): 企業の平均利潤は最大であり、合理性が高まるにつれ小さくなる。そして、適度に合理的な場合 (β_1 が中間的な値のとき) に最小となり、その後漸増していく。消費者が合理的な場合 (β_1 が大きい値のとき) は非合理的な場合と同様

最大となる。

これらの結果から、以下のような含意を導くことができる。

- (i) 寡占は消費者効用の観点からは最善の状態であるが、企業利潤の観点からは最悪の状態である。
- (ii) 消費者と生産者が共に満足できるような最適な市場状態は存在しない。

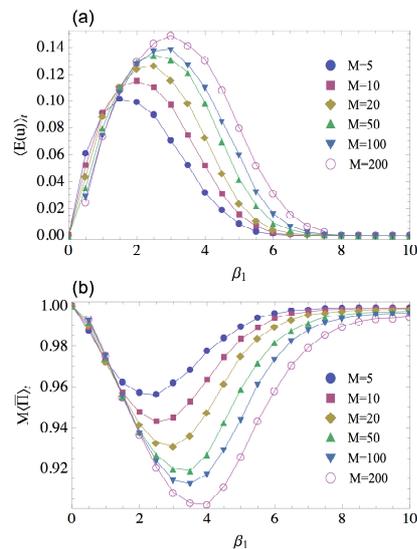


図2 平均効用および平均利潤
(Mは企業数の初期値)

(3) 寡占が生じている場合、企業間のマーケットシェアの分布はZipf則に従い、企業の成長率の分布はGibrat則に従う。

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2件)

- ① T. Yanagita and T. Onozaki: “Dynamics of a Market with Heterogeneous Learning Agents”. *Journal of Economic Interaction and Coordination* 3, 107–118 (2008) [査読有]
- ② T. Yanagita and T. Onozaki: “A Model of Market Share Dynamics with Boundedly Rational Agents”. In T. Terano et al. (Eds.): *Agent-Based Approaches in Economics and Social Complex Systems V*, Springer, 255–266 (2009) [査読有]

[学会発表] (計6件)

- ① T. Yanagita: “Dynamics of a Market with Heterogeneous Learning Agents”. *Workshop*

- on Economies of Heterogeneous Interacting Agents 2007* (June 2007), George Mason University, Virginia/USA
- ② T. Yanagita: “A Model of Market Share Dynamics with Boundedly Rational Agents”. *The Fifth International Workshop on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems* (August 2007), Waseda University, Tokyo
- ③ T. Onozaki: “A Model of Market Structure Dynamics with Boundedly Rational Agents”. *International Conference on Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents 2008* (June 2008), Warsaw University of Technology, Warsaw/Poland
- ④ T. Onozaki: “A Model of Market Structure Dynamics with Boundedly Rational Agents”. *Econophysics Colloquium 2008* (August 2008), The Institute for World Economics (August 2008), Kiel/Germany
- ⑤ T. Onozaki: “A Model of Market Structure Dynamics with Boundedly Rational Agents”. *The Fifth Conference of the European Social Simulation Association* (September 2008), University of Brescia, Brescia/Italy
- ⑥ T. Onozaki: “Market Structure Dynamics Caused by Consumer Behavior”. *The Seventh Conference on Applications of Physics in Financial Analysis Focuses on the Analysis of Large-Scale Economic Data* (March 2009), Tokyo Institute of Technology, Tokyo

6. 研究組織

(1)研究代表者

小野崎 保 (ONOZAKI TAMOTSU)
青森公立大学・経営経済学部・教授
研究者番号：10233595

(2)連携研究者

柳田 達雄 (TATSUO YANAGITA)
北海道大学・電子科学研究所・助教
研究者番号：80242262