

進化ゲームと寡占市場の基礎研究

有 定 愛 展

(受付 2012 年 10 月 30 日)

1. 序 論

寡占市場の分析は、従来、各企業が合理的であることを前提として、ゲーム理論におけるナッシュ均衡の概念を用いて行われてきた。しかしながら、近年、各企業が合理的であることに疑問が呈され始め、むしろ各企業は限定合理的であるという前提のもとに、進化ゲームの手法によって寡占市場の分析が行われている¹⁾。本稿も、このような立場から、各企業が限定合理的であり、最適反応を計算することができないという仮定のもと、寡占市場の長期均衡について進化ゲームの手法で分析する。

ところで、寡占市場の長期均衡を進化ゲームによって分析する場合、通常は、企業が模倣行動によってダーウィンの進化を遂げるという考え方をする²⁾。本稿でも、第3節において、このような考え方で分析を行う³⁾。しかしながら、本稿では、第4節において、企業は本能行動によって進化を遂げるという考え方をし、別の新たな長期均衡を導出する。第3節と第4節では相異なる進化的長期均衡が得られるが、その相違は進化プロセスが異なるからであり、いずれの進化的長期均衡も経済学的に意味を有すると思われる。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節では、本稿の基本モデルを提示する。本稿では二つのタイプの離散型寡占市場を取り扱う。第3節では、通常どおり、模倣行動による進化プロセスで、寡占市場の進化的長期均衡を導出する。第4節では、本能行動による進化プロセスを提唱し、もう一つの新たな寡占市場の進化的長期均衡を導出する。第5節は結語である。

2. 基本モデル

本稿では、企業数2の寡占市場すなわち複占市場を取り扱う。まず、本稿全体を通じて、以下のように想定する。

- 1) 進化ゲームについては、Maynard-Smith (1982), Weibull (1995)などを参照。
- 2) たとえば、Vega-Redondo (1997)などを参照。
- 3) たとえば、Vega-Redondo (1997), 田中 (2002)を参照。本稿の第3節は、これらに主にこれらにもとづいている。

仮定2.1 企業1, 2が, ある同質的な財の産出量 q_1, q_2 を決定する。

仮定2.2 財の価格は, $p = a - b(q_1 + q_2)$ で定められる。ただし a, b は正の定数である。

仮定2.3 各企業の費用は0とする。

これは典型的なクールノータイプの寡占市場であり, 通常, ゲーム理論におけるナッシュ均衡の概念を用いて均衡の計算が行われる。すなわち, 各企業は合理的な意思決定者として互いの産出量に最適反応を行い, その結果, クールノー＝ナッシュ均衡がもたらされる。しかしながら, 本稿で用いる手法はゲーム理論ではなく進化ゲーム理論であり, そして, 本稿で想定する企業は合理的意思決定者ではなく限定合理的意思決定者である。本稿ではモデルに限定合理性を導入すべく, 次のように仮定する。

仮定2.4 各企業は, 相手の産出量に対して最適反応を行えない。

一般には, 限定合理性の概念は, 明確に定義することは容易ではない。しかしながら, 寡占市場を取り扱う場合, 上述のように, 各企業が何らかの理由で最適反応を行えないということが限定合理性の本質とみなすことができる。

ところで, 各企業の産出量は非負の実数であり, したがってそれらは連続的である。しかしながら, 寡占市場の特徴を明確にするために, 本稿では各企業の産出量を敢えて離散的にする。以下では, 次の二つのタイプの離散型寡占市場を考える。

タイプⅠ: 企業1, 2が選択できる産出量は $c = \frac{a}{4b}$, $d = \frac{a}{3b}$ のうちのいずれかである。

タイプⅡ: 企業1, 2が選択できる産出量は $d = \frac{a}{3b}$, $e = \frac{a}{2b}$ のうちのいずれかである。

ここに, 産出量 c は独占均衡を折半したものであり, カルテル型戦略とみなすことができる。産出量 d はクールノー＝ナッシュ均衡に他ならず, 複占型戦略である。産出量 e はワルラス的市場均衡を等分したものであり, 競争型戦略である。したがって, タイプⅠにおいては, 各企業は, 協力的なカルテル型戦略をとるか非協力的な複占型戦略をとるかを選択する。また, タイプⅡにおいては, 各企業は, クールノー的な複占型戦略をとるかワルラス的な競争型戦略をとるかを選択する。これらタイプⅠおよびタイプⅡのゲームを表であらわすと, 以下の表1および表2のように, 2×2 の双行列であらわすことができる。また, 表3および表4は, タイプⅠおよびタイプⅡの数値例であり, $a = 12$, $b = 1$ と仮定した場合である。

ここで, 通常ของเกม理論におけるナッシュ均衡を求めておこう。タイプⅠのナッシュ均衡は (d, d) となる。 (c, c) のほうが両企業に大きな利潤をもたらすが, 寡占市場では協力的なカルテル型戦略はとられないことが理解できる。また, タイプⅡのナッシュ均衡を求めると, やはりそれは (d, d) となる。寡占市場では当然ながらワルラス的な競争型戦略はとられないことが理解できる。

表1 タイプI

企業2 企業1	$c = \frac{a}{4b}$	$d = \frac{a}{3b}$
$c = \frac{a}{4b}$	$\frac{a^2}{8b}$ $\frac{a^2}{8b}$	$\frac{5a^2}{48b}$ $\frac{5a^2}{36b}$
$d = \frac{a}{3b}$	$\frac{5a^2}{36b}$ $\frac{5a^2}{48b}$	$\frac{a^2}{9b}$ $\frac{a^2}{9b}$

表2 タイプII

企業2 企業1	$d = \frac{a}{3b}$	$e = \frac{a}{2b}$
$d = \frac{a}{3b}$	$\frac{a^2}{9b}$ $\frac{a^2}{9b}$	$\frac{a^2}{18b}$ $\frac{a^2}{12b}$
$e = \frac{a}{2b}$	$\frac{a^2}{12b}$ $\frac{a^2}{18b}$	0 0

表3 タイプIの数値例

企業2 企業1	3	4
3	18 18	15 20
4	20 15	16 16

表4 タイプIIの数値例

企業2 企業1	4	6
4	16 16	8 12
6	12 8	0 0

進化ゲーム理論の静学的な安定概念である進化的安定戦略 (ESS) についても言及しておこう⁴⁾。タイプIのESSを求めると (d, d) となる。カルテル型戦略をとる種が若干侵入しても、複占型戦略をとる種が安定である。また、タイプIIのESSを求めると、それはやはり (d, d) となる。ワルサ的な競争型戦略をとる種が若干侵入しても、クールノー的な複占型戦略をとる種が安定である。

要するに、タイプIでもタイプIIでも、 (d, d) はナッシュ均衡であり、また (d, d) はESSである。この意味においては、クールノー的な複占型戦略の組 (d, d) は、ゲーム理論的にも進化ゲーム理論的にも、寡占市場の順当な解と考えることができる。しかしながら、次節以降は、このような寡占市場を、より動学的な進化ゲームとして捉えていくことにする。

3. 模倣行動と進化的長期均衡

本節および次節では、寡占市場がいかなる進化的長期均衡に到達するかを考察する。本節では、各企業の行動原理が模倣行動である場合を取り扱う。本節では、仮定2.1～仮定2.4に加え、以下の仮定3.1～仮定3.4を仮定する。

仮定3.1 各企業は、仮定2.1～仮定2.3で定められるゲームを繰り返しプレイする。

仮定3.2 各企業は、各時点において、自分および相手が選択した産出量を観察することが

4) ESSについては、Maynard-Smith (1982)、Weibull (1995)、田中 (2001)などを参照。

でき、また、自分および相手が獲得した利潤を観察することができる。

ところで、各企業が限定合理的であり、相手の産出量に対して最適反応しないことは、既に仮定2.4に定めた。本節では、各企業が最適反応を行わないかわりに、以下に定めるルールで産出量を選択すると仮定する。

仮定3.3 各企業は、突然変異を起こさない限り、次のルールで産出量を選択する。

- (1) ある時点で自分の利潤が相手の利潤より大きければ、次の時点の産出量を変更しない。
- (2) ある時点で自分の利潤が相手の利潤と等しければ、次の時点の産出量を変更しない。
- (3) ある時点で自分の利潤が相手の利潤より小さければ、次の時点において相手のとった産出量を模倣する。

この仮定3.3は、本節の中核をなす仮定である。各企業は限定合理的で最適反応行動をとることはできないが、そのかわり、常に自分と相手の利潤を比較して次の時点の行動を定める。仮定3.3の(1)および(2)は、相手との利潤比較において劣っていない限りは、各企業は慣性的に行動することを意味している。仮定3.3の(3)は、相手との利潤比較において劣っている場合は、各企業は近視眼的に模倣行動をとることを意味している。

なお、慣性および近視眼という概念は、進化ゲームを特徴づける基本概念であるが、進化ゲームにおける第3の基本概念として突然変異がある⁵⁾。この突然変異に関して、本節では次のように仮定する。

仮定3.4 各企業は、各時点において、仮定3.3のルールのもとで、突然変異によって、本来選択すべきものと異なる産出量を選択することがある。突然変異の起こる確率は $\varepsilon (> 0)$ とする。

本節における関心は、仮定2.1～仮定2.4で定められた進化ゲームが、仮定3.1～仮定3.4のもと、長期の時間を経たとき、どのような均衡状態に落ち着くかということにある。このことを、前述の離散型寡占市場のタイプIおよびタイプIIのそれぞれについて、以下において分析する。

3.1 タイプIのケース

まず、離散型寡占市場のタイプIについて分析する。いま、産出量の組 (c, c) が実現しているとき、状態Cと呼ぶことにする。これは、独占均衡を折半したかたちでカルテル解が成立している状態であり、両企業の戦略も利潤も等しくなっている。また、産出量の組 (d, d) が実現しているとき、状態Dと呼ぶことにする。これは、クールノー的な複占均衡が成立している状態であり、この場合も両企業の戦略も利潤も等しくなっている。さらに、産出量の

5) 慣性、近視眼、突然変異などの概念については、たとえば青木・奥野(1996)などを参照。

組 (c, d) または (d, c) が実現しているとき、状態 A と呼ぶことにする。このときは、両企業の戦略も産出量も相異なり、非対称な状態である。

これら 3 種類の状態は、仮定 3.3 のルールにもとづいて、あるいは仮定 3.4 の突然変異によって、ある時点から次の時点に維持されることもあれば変化することもある。そこで、これらの状態が移行する確率を求めると、次のように計算される。

- (1) ある時点で状態 C であれば、次の時点において、再び状態 C である確率は $(1-\varepsilon)^2$ 、状態 A になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 D になる確率は ε^2 。
- (2) ある時点で状態 A であれば、次の時点において、状態 C になる確率は ε^2 、再び状態 A である確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 D になる確率は $(1-\varepsilon)^2$ 。
- (3) ある時点で状態 D であれば、次の時点において、状態 C になる確率は ε^2 、状態 A になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして再び状態 D である確率は $(1-\varepsilon)^2$ 。

さて、定常分布における状態 C の確率を x 、状態 A の確率を $1-x-y$ 、状態 D の確率を y とおく。定常分布とは、端的に述べるならば、もはや状態が変化しない確率分布であるから、次の 2 式が成立する。

$$(1-\varepsilon)^2 x + \varepsilon^2(1-x-y) + \varepsilon^2 y = x$$

$$\varepsilon^2 x + (1-\varepsilon)^2(1-x-y) + (1-\varepsilon)^2 y = y$$

これらを整理すると、

$$(1-\varepsilon)^2 x + \varepsilon^2(1-x) = x$$

$$\varepsilon^2 x + (1-\varepsilon)^2(1-x) = y$$

であり、この連立方程式を解くと、

$$x = \frac{\varepsilon}{2}$$

$$y = \frac{2-5\varepsilon+4\varepsilon^2}{2}$$

となり、結局、定常分布は、

$$(x, 1-x-y, y) = \left(\frac{\varepsilon}{2}, 2\varepsilon(1-\varepsilon), \frac{2-5\varepsilon+4\varepsilon^2}{2} \right)$$

となる。

したがって、 ε が十分小さいならば、換言すれば $\varepsilon \rightarrow 0$ のとき、

$$x \rightarrow 0, 1-x-y \rightarrow 0, y \rightarrow 1$$

となる。すなわち、突然変異の発生する確率が十分小さければ、状態 C が発生する確率は殆ど 0、状態 A が発生する確率も殆ど 0、そして、状態 D が発生する確率が殆ど 1 となる。このことは、状態 D が確率的に安定状態であり、殆どの時点で状態 D が実現することを意味する。結局、各企業が模倣行動にもとづいて進化する場合、分散型寡占市場のタイプ I においては、状態 D すなわちクールノー的な複占均衡が進化的長期均衡となることがわかる。

3.2 タイプ II のケース

次に、分散型寡占市場のタイプ II について分析する。ここでも、産出量の組 (d, d) が実現しているとき、状態 D と呼ぶことにする。また、産出量の組 (e, e) が実現しているとき、状態 E と呼ぶことにする。さらに、産出量の組 (d, e) または (e, d) が実現しているとき、状態 B と呼ぶことにする。

このタイプ II における 3 種類の状態 D, B, E も、仮定 3.3 のルールあるいは仮定 3.4 の突然変異によって、ある時点から次の時点に維持されることもあれば変化することもある。これらの状態が移行する確率を求めると、今度は次のように計算される。

- (1) ある時点で状態 D であれば、次の時点において、再び状態 D である確率は $(1-\varepsilon)^2$ 、状態 B になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 E になる確率は ε^2 。
- (2) ある時点で状態 B であれば、次の時点において、状態 D になる確率は ε^2 、再び状態 B である確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 E になる確率は $(1-\varepsilon)^2$ 。
- (3) ある時点で状態 E であれば、次の時点において、状態 D になる確率は ε^2 、状態 B になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして再び状態 E である確率は $(1-\varepsilon)^2$ 。

さて、今度は、定常分布における状態 D の確率を y 、状態 B の確率を $1-y-z$ 、状態 E の確率を z とおく。このとき、次の 2 式が成立する。

$$(1-\varepsilon)^2 y + \varepsilon^2 (1-y-z) + \varepsilon^2 z = y$$

$$\varepsilon^2 y + (1-\varepsilon)^2 (1-y-z) + (1-\varepsilon)^2 z = z$$

これらを整理すると、

$$(1-\varepsilon)^2 y + \varepsilon^2 (1-y) = y$$

$$\varepsilon^2 y + (1-\varepsilon)^2 (1-y) = z$$

であり、この連立方程式を解くと、

$$y = \frac{\varepsilon}{2}$$

$$z = \frac{2 - 5\varepsilon + 4\varepsilon^2}{2}$$

となり、結局、定常分布は、

$$(y, 1 - y - z, z) = \left(\frac{\varepsilon}{2}, 2\varepsilon(1 - \varepsilon), \frac{2 - 5\varepsilon + 4\varepsilon^2}{2} \right)$$

となる。

したがって、 ε が十分小さいならば、換言すれば $\varepsilon \rightarrow 0$ のとき、

$$y \rightarrow 0, 1 - y - z \rightarrow 0, z \rightarrow 1$$

となる。すなわち、突然変異の発生する確率が十分小さければ、状態 D が発生する確率は殆ど 0、状態 B が発生する確率も殆ど 0、そして、状態 E が発生する確率が殆ど 1 となる。このことは、状態 E が確率的に安定状態であり、殆どの時点で状態 E が実現することを意味する。結局、各企業が模倣行動にもとづいて進化する場合、分散型寡占市場のタイプ II においては、状態 E すなわちワルラス的な競争的均衡が進化的長期均衡となることがわかる。

3.3 模倣行動による進化的長期均衡

以上をまとめると、以下のように述べることができる。各企業が模倣行動にもとづいて進化する場合、タイプ I においては状態 C ではなく状態 D が進化的長期均衡となり、タイプ II においては状態 D ではなく状態 E が進化的長期均衡となる。したがって、タイプ I とタイプ II を総合すれば、各企業が模倣行動にもとづいて進化する場合は、状態 E が寡占市場の進化的長期均衡となる。換言すれば、各企業が模倣行動にもとづいて進化する場合、カルテル型戦略 (c, c) は複占型戦略 (d, d) に淘汰され、そして複占型戦略 (d, d) は競争型戦略 (e, e) に淘汰され、結局、殆どの時点において競争型戦略 (e, e) が実現する。このことを以下に命題 1 として要約しておこう。

命題 1 寡占市場において、各企業が模倣行動にもとづく進化プロセスを辿るとき、カルテル型戦略 (c, c) は複占型戦略 (d, d) に淘汰され、複占型戦略 (d, d) は競争型戦略 (e, e) に淘汰され、結局、競争型戦略 (e, e) が進化的長期均衡として実現する。

4. 本能行動と進化的長期均衡

前節では、企業の行動原理が模倣行動であるとき、寡占市場がいかなる進化的長期均衡に到達するかを考察した。これに対して本節では、各企業の行動原理が欲求充足という本能行動である場合を取り扱う。本節では、仮定 2.1～仮定 2.4 に加え、以下の仮定 4.1～仮定 4.4 を仮

定する。

仮定4.1 各企業は、仮定2.1～仮定2.3で定められるゲームを繰り返しプレイする。

仮定4.2 各企業は、各時点において、自分および相手が選択した産出量を観察することができ、また、自分および相手が獲得した利潤を観察することができる。

ここまでは前節と同様である。さて、本節では、限定合理的で相手の産出量に最適反応しない企業は、今度は以下の仮定4.3に定めるルールで産出量を選択すると仮定する。

仮定4.3 各企業は、突然変異を起こさない限り、次のルールで産出量を選択する。

- (1) ある時点で自分の利潤が平均利潤 μ より大きければ、次の時点の産出量を変更しない。
- (2) ある時点で自分の利潤が平均利潤 μ と等しければ、次の時点の産出量を変更しない。
- (3) ある時点で自分の利潤が平均利潤 μ より小さければ、次の時点において欲求充足の本能にもとづいて産出量を変更する。

ただし、平均利潤 μ とは、各企業について、自分自身が獲得できる利潤の単純平均である。たとえば、表3のタイプIの数値例では $\mu = 17.25$ 、表4のタイプIIの数値例では $\mu = 9$ である。仮定4.3の(1)および(2)は、平均利潤以上を獲得していれば、欲求が満たされている以上、各企業は慣性的に戦略を変更しないことを意味している。仮定4.3の(3)は、平均利潤未満しか獲得していなければ、各企業は近視眼的に欲求充足の本能にもとづいて戦略を変更することを意味している。

なお、突然変異に関しては、本節でも次の仮定4.4のように仮定する。

仮定4.4 各企業は、各時点において、仮定4.3のルールのもとで、突然変異によって、本来選択すべきものと異なる産出量を選択することがある。突然変異の起こる確率は $\varepsilon (> 0)$ とする。

以下、本節においては、仮定2.1～仮定2.4で定められた進化ゲームが、仮定4.1～仮定4.4のもと、長期の時間を経たとき、どのような均衡状態に落ち着くかを分析する。前節と同様、離散型寡占市場のタイプIおよびタイプIIのそれぞれについて分析するが、得られる結論は、前節とは異なるものとなる。

4.1 タイプIのケース

前節で述べたように、離散型寡占市場のタイプIには3種類の状態がある。産出量の組 (c, c) が実現している状態C、産出量の組 (d, d) が実現している状態D、そして産出量の組 (c, d) または (d, c) が実現している状態Aである。これら3種類の状態は、本節では、仮定4.3のルールあるいは仮定4.4の突然変異によって、ある時点から次の時点へと、維持または変化し続ける。これらの状態が移行する確率は、本節では、次のように計算される。

- (1) ある時点で状態 C であれば、次の時点において、再び状態 C である確率は $(1-\varepsilon)^2$ 、状態 A になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 D になる確率は ε^2 。
- (2) ある時点で状態 A であれば、次の時点において、状態 C になる確率は ε^2 、再び状態 A である確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 D になる確率は $(1-\varepsilon)^2$ 。
- (3) ある時点で状態 D であれば、次の時点において、状態 C になる確率は $(1-\varepsilon)^2$ 、状態 A になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして再び状態 D である確率は ε^2 。

さて、定常分布における状態 C の確率を x 、状態 A の確率を $1-x-y$ 、状態 D の確率を y とおくと、本節では前節とは異なり、次の2式が成立する。

$$\begin{aligned}(1-\varepsilon)^2 x + \varepsilon^2(1-x-y) + (1-\varepsilon)^2 y &= x \\ \varepsilon^2 x + (1-\varepsilon)^2(1-x-y) + \varepsilon^2 y &= y\end{aligned}$$

これらを整理すると、

$$\begin{aligned}(1-\varepsilon)^2(x+y) + \varepsilon^2(1-x-y) &= x \\ \varepsilon^2(x+y) + (1-\varepsilon)^2(1-x-y) &= y\end{aligned}$$

である。この連立方程式は幾分複雑であるので、ここで定常分布における状態 A の確率に注目すると、

$$2\varepsilon(1-\varepsilon)x + 2\varepsilon(1-\varepsilon)(1-x-y) + 2\varepsilon(1-\varepsilon)y = 1-x-y$$

であるから、

$$2\varepsilon(1-\varepsilon) = 1-x-y$$

が成立していることがわかる。この関係を代入して x および y を計算すると、

$$\begin{aligned}x &= 1-4\varepsilon+7\varepsilon^2-4\varepsilon^3 \\ y &= 2\varepsilon-5\varepsilon^2+4\varepsilon^3\end{aligned}$$

となり、結局、定常分布は、

$$(x, 1-x-y, y) = (1-4\varepsilon+7\varepsilon^2-4\varepsilon^3, 2\varepsilon(1-\varepsilon), 2\varepsilon-5\varepsilon^2+4\varepsilon^3)$$

となる。

したがって、 ε が十分小さいならば、換言すれば $\varepsilon \rightarrow 0$ のとき、

$$x \rightarrow 1, \quad 1-x-y \rightarrow 0, \quad y \rightarrow 0$$

となる。すなわち、突然変異の発生する確率が十分小さければ、状態 C が発生する確率は殆ど 1、状態 A が発生する確率は殆ど 0、そして、状態 D が発生する確率も殆ど 0 となる。このことは、状態 C が確率的に安定状態であり、殆どの時点で状態 C が実現することを意味する。結局、各企業が欲求充足という本能行動にもとづいて進化する場合、離散型寡占市場のタイプ I においては、状態 C すなわち協力的なカルテル解が進化的長期均衡となることがわかる。

4.2 タイプ II のケース

離散型寡占市場のタイプ II における状態は次の 3 種類であった。産出量の組 (d, d) が実現している状態 D 、産出量の組 (e, e) が実現している状態 E 、そして産出量の組 (d, e) または (e, d) が実現している状態 B である。これら 3 種類の状態が、仮定 4.3 のルールあるいは仮定 4.4 の突然変異によって、ある時点から次の時点へと移行する確率は、今度は次のように計算される。

- (1) ある時点で状態 D であれば、次の時点において、再び状態 D である確率は $(1-\varepsilon)^2$ 、状態 B になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 E になる確率は ε^2 。
- (2) ある時点で状態 B であれば、次の時点において、状態 D になる確率は ε^2 、再び状態 B である確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして状態 E になる確率は $(1-\varepsilon)^2$ 。
- (3) ある時点で状態 E であれば、次の時点において、状態 D になる確率は $(1-\varepsilon)^2$ 、状態 B になる確率は $2\varepsilon(1-\varepsilon)$ 、そして再び状態 E である確率は ε^2 。

さて、定常分布における状態 D の確率を y 、状態 B の確率を $1-y-z$ 、状態 E の確率を z とおくと次の 2 式が成立する。

$$\begin{aligned} (1-\varepsilon)^2 y + \varepsilon^2 (1-y-z) + (1-\varepsilon)^2 z &= y \\ \varepsilon^2 y + (1-\varepsilon)^2 (1-y-z) + \varepsilon^2 z &= z \end{aligned}$$

これらを整理すると、

$$\begin{aligned} (1-\varepsilon)^2 (y+z) + \varepsilon^2 (1-y-z) &= y \\ \varepsilon^2 (y+z) + (1-\varepsilon)^2 (1-y-z) &= z \end{aligned}$$

である。他方、定常分布における状態 B の確率に注目すると、

$$2\varepsilon(1-\varepsilon)y + 2\varepsilon(1-\varepsilon)(1-y-z) + 2\varepsilon(1-\varepsilon)z = 1-y-z$$

であるから、

$$2\varepsilon(1-\varepsilon)=1-y-z$$

が成立している。この関係を代入して y および z を計算すると、

$$y=1-4\varepsilon+7\varepsilon^2-4\varepsilon^3$$

$$z=2\varepsilon-5\varepsilon^2+4\varepsilon^3$$

となり、結局、定常分布は、

$$(y, 1-y-z, z)=(1-4\varepsilon+7\varepsilon^2-4\varepsilon^3, 2\varepsilon(1-\varepsilon), 2\varepsilon-5\varepsilon^2+4\varepsilon^3)$$

となる。

したがって、 ε が十分小さいならば、換言すれば $\varepsilon \rightarrow 0$ のとき、

$$y \rightarrow 1, 1-y-z \rightarrow 0, z \rightarrow 0$$

となる。すなわち、突然変異の発生する確率が十分小さければ、状態 D が発生する確率は殆ど 1、状態 B が発生する確率は殆ど 0、そして、状態 E が発生する確率も殆ど 0 となる。このことは、状態 D が確率的に安定状態であり、殆どの時点で状態 D が実現することを意味する。結局、各企業が欲求充足という本能行動にもとづいて進化する場合、離散型寡占市場のタイプ II においては、状態 D すなわちクールノー的な複占均衡が進化的長期均衡となることがわかる。

4.3 本能行動による進化的長期均衡

以上をまとめると、以下のように述べることができる。各企業が本能行動にもとづいて進化する場合、タイプ II においては状態 E ではなく状態 D が進化的長期均衡となり、タイプ I においては状態 D ではなく状態 C が進化的長期均衡となる。したがって、タイプ II とタイプ I を総合すれば、各企業が本能行動にもとづいて進化する場合は、状態 C が寡占市場の進化的長期均衡となる。換言すれば、各企業が本能行動にもとづいて進化する場合、競争型戦略 (e, e) は複占型戦略 (d, d) に淘汰され、そして複占型戦略 (d, d) はカルテル型戦略 (c, c) に淘汰され、結局、殆どの時点においてカルテル型戦略 (c, c) が実現する。このことを以下に命題 2 として要約しておこう。

命題 2 寡占市場において、各企業が本能行動にもとづく進化プロセスを辿るとき、競争型戦略 (e, e) は複占型戦略 (d, d) に淘汰され、複占型戦略 (d, d) はカルテル型戦略 (c, c) に淘汰され、結局、カルテル型戦略 (c, c) が進化的長期均衡として実現する。

5. 結 語

本稿の主要な帰結は、第3節の命題1と第4節の命題2である。命題1は、寡占市場において、各企業が模倣行動にもとづく進化プロセスを辿るとき、競争型戦略(e, e)が進化的長期均衡として実現することを主張している。他方、命題2は、寡占市場において、各企業が本能行動にもとづく進化プロセスを辿るとき、カルテル型戦略(c, c)が進化的長期均衡として実現することを主張している。これらの命題は、全く逆の結論を主張しているが、それは仮定する進化プロセスが異なるからであり、いずれの命題も経済学的に意味を有すると思われる。第3節の命題1では、各企業が模倣行動による進化プロセスを辿ることを仮定しており、他方、第4節の命題2では、各企業が本能行動による進化プロセスを辿ることを仮定している。模倣行動による進化プロセスとは、言うならば、より多くを食べている者の真似をして、戦略を変更するということである。本能行動による進化プロセスとは、言うならば、人並み以上は食べることを願い、ともかく戦略を変更するということである。いずれの進化プロセスが寡占企業にとって相応しいかは、本稿では敢えて論じず、今後の課題とすることにしよう。

参 考 文 献

- 青木昌彦・奥野正寛編（1996）『経済システムの比較制度分析』東京大学出版会。
- Kandori, M., G. J. Mailath and R. Rob（1993）“Learning, Mutation and Long Run Equilibria in Games,” *Econometrica*, Vol. 61, pp. 29–56.
- Maynard-Smith, J.（1982）*Evolution and the Theory of Games*, Cambridge University Press（寺本英・梯正之訳 [1985]『進化とゲーム理論』産業図書）。
- Vega-Redondo, F.（1997）“The Evolution of Walrasian Behavior,” *Econometrica*, Vol. 65, pp. 375–384.
- 田中靖人（2001）『ゲーム理論と寡占』中央大学出版部。
- 田中靖人（2002）「進化ゲームと寡占」『経済セミナー』No. 575（2002年12月）、日本評論社。
- Weibull, J. W.（1995）*Evolutionary Game Theory*, MIT Press（大和瀬達二監訳 [1998]『進化ゲームの理論』オフィスカノウチ）。