

研究開発と市場構造

小 平 裕

1. はじめに
2. Arrow の過小投資論
3. 内生的市場構造モデル
4. 時間を通じた競争
5. 結語

1. はじめに

本稿の目的は、利潤動機に基づいて行われる民間の研究開発活動が競争市場において効率的に機能しうるか、いいかえれば研究開発のための最適な資源配分は市場を通じて実現しうるかを検討することである。

ここでは、新しい技術や商品の研究・開発・習得を技術革新と呼ぶことにする。これが企業のパフォーマンスに与える影響の大きさは広く認められている。研究開発 *research and development* の成功あるいは失敗は、長期的に見ればその企業の競争力を左右する。研究開発競争において、競争相手企業に先んじて開発に成功すれば、競争相手が真似できないような新しい商品を導入することができたり、競争相手よりもかなり低い費用で生産できるようになり、開発企業に新たな利潤機会を創出するからである。反対に、研究開発競争に遅れを取ると、その企業は大きな損失を被り市場から退出せざるを得なくなるであろう。また、以上の説明において企業を国と置き換えれば、新しい技術や商品の研究・開発・習得が、国際市場における一国経済のパフォーマンスを決定する重要な要因であることも明らかであろう。

したがって、企業にとっても社会にとっても研究開発を行う誘因は極めて高いと考えられる。特に企業の研究開発活動は利潤動機に基づく新技術、新知識の生産の場であり、その活動の効率性が確保されることが望ましい。

研究開発への資源配分の考察においては、次の2点が問題となる。第1は、研究開発投資は通常の機械設備、工場などへの投資と同じようには分析できないことである。研究開発は技術知識ないし情報の生産と見なすことができるから、研究開発への資源配分は技術知識生産のための投資に他ならない。しかし、財としての技術知識の性質や技術知識の取引制度は通常の財とはかなり異なるので、これらの要因が資源配分に与える影響を検討する必要がある。

第2は、研究開発の誘因と市場構造の相互依存関係である。研究開発の誘因は、上述の技術知識の性質や取引制度の他に、市場構造（独占か、寡占か、完全競争か）によっても影響を受ける。また、研究開発の結果によって市場構造も変わりうる。市場構造を考える際には、2つの競争概念を区別する必要がある。(1)「状態」stateとしての競争と、(2)「過程」processとしての競争である。状態としての競争は、Arrow-Debreu型の競争均衡に代表される概念であり、過程としての競争が究極まで作用し尽くした結果として、均衡において成立する静態の状態である。ここでは、厚生経済学の基本命題が妥当する。他方、過程としての競争は動態的競争であり、生産方法や市場構造を内生的に変化させる技術革新過程としての Schumpeter 的競争と、競争相手企業間の競争的行為の継起からなる Hayek 的競争が行われる。

私たちは、以上の点に留意しながら、研究開発において私的誘因が最適資源配分を実現しうるか検討する。具体的には、研究開発が生み出す技術知識が経済財としてどのような特質を持っているのかを考察した先行論文を展望し、論点を整理する。

2. Arrow の過小投資論

財としての技術知識の性質に関する考察は、Arrow (1962) に始まる。Arrow は、発明や新技術の開発を技術知識ないし情報の生産として捉え、2つの問題設定を行っている。

- (1) 私的動機に基づく研究開発活動は、競争市場において Pareto 最適配分を達成するか？
- (2) 開発企業は自分の研究開発成果を専有することができるかと仮定すると、研究開発誘因が大きいのは独占企業と競争企業のどちらか？

Arrow は第1の問題について、技術知識が公共財 public good としての性格を有することから、その生産のための資源配分が非効率になる可能性があることを指摘した。厚生経済学では、完全競争が資源配分における最適性を達成することができない可能性として、分割不可能性、専有不可能性、不確実性の3つの古典的理由が知られている。ここで、技術知識の持つ

- (1) 研究開発を通じて生み出される技術知識が多くのもに同時に消費される点（技術知識の消費に関わる集団性、外部性）、
- (2) 対価を支払うことなく消費しようとする個人を排除することが困難な点（消費の排除不可能性）、
- (3) したがって技術知識から得られる利益は、その生産のために投資を行った主体が専有することが困難である点（占有不可能性、外部効果や漏出の可能性）

の性質が、技術知識の公共財的な性格に該当するとされている。これら以外にも、技術知識には、

- (4) 研究開発において企業間に存在する時間を通じた競争の側面とそれに伴う研究開発競争 rush to invent の発生
- (5) 研究開発に伴う危険と不確実性の存在

(6) 技術の蓄積が企業の費用構造に与える非可逆的な効果とそれに伴う市場寡占化の傾向

などの特質があり、これらは何れも厚生経済学が市場は効率的資源配分を実現できないと指摘する古典的理由に該当する。

したがって、技術知識という財の性格自体が、(1)市場機構の望ましい形態での働きを阻害するとともに、(2)新技术や新商品の開発活動、技術の習得活動に、他の経済活動とは著しく異なる特徴を与えていることが分かる。すなわち、技術知識の生産にかかる研究開発投資の私的誘因は損なわれ、私的誘因に基づく市場取引では社会的に最適な水準より研究開発投資を過小にする傾向があるのである（過小投資論）。

第2の問題について Arrow は、参入の可能性が全くなく、特許制度により技術知識が完全に保護される固定された市場構造が与えられ、専有性と確実性を仮定したとしても、完全競争の下での技術革新誘因は（作り出される事後的な独占のために）社会的最適よりも小さく、独占の下ではさらに小さくなることを証明した。すなわち、技術革新誘因 V は

$$V_M < V_C < V_S$$

と順位付けられる。ただし、下添字の M , C , S はそれぞれ独占、競争、社会計画を示している。つまり、他の条件が等しければ、独占企業は競争企業よりも発明せず、またどちらも社会的に最適水準ほどは発明しない。

以上で紹介した Arrow (1962) 論文は、研究開発活動が持つ特有の性質を整理し、それが研究開発投資水準に及ぼす影響を明らかにしたという意味で、研究開発の内生化モデルの先駆的研究と評価されるが、企業間競争の側面を見逃しているという限界も指摘されよう。すなわち、完全競争市場の分析では、研究開発企業は1社と想定され、その企業が研究開発に着手するかどうかを分析しているが、市場に属する複数の企業の全てに開発の機会が存在し、互いにそのことを考慮に入れている（ゲーム的狀況）と想

定すれば、当然、帰結は異なるはずである。Arrow モデルでは、この他にも以下のような疑問が未解決のまま残されている。

- (1) もし参入の脅威があれば、何が生じるか？参入の脅威は過剰な研究開発投資を誘発しないのか？(Dasgupta and Stiglitz (1980))
- (2) 発明後に市場構造が変わることが多い（例えば、競争市場において画期的な発明が行われると、開発企業が市場を独占するようになる）。研究開発投資が行われる市場が独占になるのはどのような場合か？ならないのはどのような場合か？
- (3) Arrow モデルは、発明の需要と供給は一定の水準に維持される想定するが、発明の需要と供給は発明水準の基本的決定要因である。
- (4) もし特許制度による保護が存在しないかあるいは不完全であるとしたら、何が生じるか？定性的に同じ結果が妥当するか？
- (5) 時間を通じた調節についてはどうか？独占企業、競争企業のどちらが、発明を早めるかあるいは遅くするか？(Gilbert and Newberry (1982))

以下では、Arrow の過小投資論を動態的競争概念の中で再評価を試みたい。

3. 内生的市場構造モデル

Dasgupta and Stiglitz (1980) は、Arrow (1962) とは異なるモデルを設定して、上の疑問(1)~(3)に答えている。すなわち、Dasgupta and Stiglitz は、企業が Cournot 的推量を用いて数量と研究開発水準を設定する場合に、産業の総利潤（研究開発支出を含む）がゼロになるまで新規参入が続くという想定の下に、市場均衡はどのように決定されるかを検討している。Arrow の接近法が規範的であるとすれば、Dasgupta and Stiglitz の接近法は実証的である。彼らは、特許が独占を作り出す可能性を無視するか、あるいは特許は発明により回避することができると仮定している。したがって、Dasgupta and Stiglitz モデルは長期均衡として、あるいは異なる多数の産

研究開発と市場構造

業を横断した比較静学として理解されるのが適切である。

Arrow モデルと Dasgupta and Stiglitz モデルの相違点は、次のように捉えると分かり易い。ある産業の研究開発活動の決定要因として、市場構造以外に

- (1) 技術的機會（供給）＝利用可能な科学あるいは知識基盤
- (2) 需要条件＝市場規模と需要曲線の傾き
- (3) 費用条件（供給）＝新機軸のような危険のある投資への資本費用と技術的研究開発職員の賃金俸給

の3要因が挙げられる。Arrow は、これらの3要因を全て一定に保ち、異なる市場構造を比較しているのに対して、Dasgupta and Stiglitz は、市場構造自体が要因(1)(2)によって決定されることを示している。Dasgupta and Stiglitz は、資本、科学者、技術者の市場は考察対象とされる諸産業に共通であると考えて、要因(3)を事実上、一定に保ちながら、要因(1)の技術的機會については、単位費用の研究開発支出に関する弾力性と研究開発水準と平均費用を関係付ける規模係数という2つのパラメーターを使い定式化し、要因(2)の需要条件については、市場規模と需要の価格弾力性という2つのパラメーターを使い定式化している。

Dasgupta and Stiglitz は、非協力均衡の分析において共通に利用される行動仮説として

- (1) Cournot 的推量＝自分自身の生産量水準を選択するとき、各企業は他の全ての企業が生産量を与えられたものと見なす。同じ推量は研究開発水準の選択にも適用される。
- (2) 自由参入ゼロ利潤均衡＝次の参入者の利潤がゼロになるまであるいは負になるまで、諸企業は参入する。

の2つを想定し、以下の3つの場合について検討を進める。

- (1) 需要曲線とその産業に属する企業数が与えられ、新規参入はない場合について、利潤が正となる各企業の均衡生産量を決定する。

- (2) 次に、新規参入を考える。企業は参入にあたって、固定費用を支払う必要があると仮定する。各企業が自分の利潤によりこの参入費用を賄うとき、その産業に属する企業の均衡数を、需要と費用条件の関数として導く。
- (3) 最後に、研究開発により平均（限界）費用を低減することができるが、そのための研究開発支出は固定費用であり、唯一の固定費用であると仮定する。研究開発投資を増やせば、平均費用をより大きく削減することができるが、研究開発投資は固定費用を増やす。この場合のゼロ利潤均衡を求める。

3.1 固定費用がなく、企業数 n が固定されている均衡 需要の価格弾力性一定の需要関数

$$(3.1) \quad p(Q) = \sigma Q^{-\varepsilon}$$

を仮定する。需要関数 (3.1) の需要の価格弾力性は

$$(3.2) \quad -\frac{p}{Q} \frac{dQ}{dp} = -\frac{\sigma Q^{-\varepsilon}}{Q} \left(\frac{dp}{dQ} \right)^{-1} = -\frac{\sigma Q^{-\varepsilon}}{Q} \left(-\varepsilon \sigma Q^{-\varepsilon-1} \right)^{-1} = \frac{1}{\varepsilon}$$

と定義されるので、(3.1) の σ は市場規模パラメーター、 ε は需要の価格弾力性の逆数である。

すなわち、需要は、(1) 一般的な市場規模 σ (数量と価格の関係) と、(2) 需要の価格弾力性の逆数 ε の 2 つのパラメーターで規定される。規模パラメーター σ が大きいとき、需要曲線は外側に移動し、また需要の価格弾力性の逆数 ε が小さい程 (つまり、需要の価格弾力性 $\frac{1}{\varepsilon}$ が大きい程)、与えられた大きさの需要量の変化を得るために必要となる価格の変化幅はより小さくなる。

この産業に n 社の企業が属しているとき、企業 i の生産する数量を q_i と表すと、産業全体の総生産量 Q は

$$(3.3) \quad Q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$

により与えられる。この産業に属している各企業はそれぞれ、一定の平均費用 (=限界費用) c に直面していると仮定すると、企業 i の利潤は、次の式によって与えられる。

$$(3.4) \quad \pi_i = [p(Q) - c]q_i$$

他の企業の生産量は与えられるものと見なして、各企業は利潤を最大化すると仮定する (Cournot 的推量)。この仮定は、

$$(3.5) \quad \frac{dp}{dq_i} = \frac{dp(Q)}{dQ} \frac{dQ}{dq_i} = \frac{dp(Q)}{dQ} \left(\frac{dq_1}{dq_i} + \frac{dq_2}{dq_i} + \dots + \frac{dq_i}{dq_i} + \dots + \frac{dq_n}{dq_i} \right) \\ = \frac{dp(Q)}{dQ} \times 1 = \frac{dp}{dQ}$$

を意味するから、企業 i の利潤最大化のための 1 階の条件は次のようになる。

$$(3.6) \quad \frac{d\pi_i}{dq_i} = [p(Q) - c] + \frac{dp}{dQ} q_i = 0$$

ここで、対称均衡、すなわち全ての企業について $q_i = q = \frac{Q}{n}$ が成り立つような均衡に注目し、全ての企業は同一である (同一の限界費用と需要条件に直面している) と仮定する¹⁾。この事実の利用により、固定費用がなく企業数が n に固定されている産業均衡について、以下の式が成立する。

$$[p(Q) - c] = - \frac{dp}{dQ} \frac{Q}{n} = \varepsilon \frac{p}{n}$$

すなわち

1) これは過度に単純化された仮定であり、緩和して諸企業は異なる限界費用に直面するとすることもできるが、方程式はずっと複雑になる。

$$(3.7) \quad \frac{p(Q) - c}{p(Q)} = \frac{\varepsilon}{n}$$

ここで、(3.7) の左辺は限界費用に対するマークアップ（価格費用マージン）に等しい。また右辺は、

$$\frac{\varepsilon}{n} = \frac{1}{n \left(\frac{1}{\varepsilon} \right)}$$

と書き換えられるから、(3.7) は、Cournot 均衡では、マークアップはその産業に属する企業数 n と需要の価格弾力性 $\frac{1}{\varepsilon}$ に反比例することを示している。すなわち、企業数が少ないとマークアップは高くなり、需要が非弾力的であるとマークアップは高くなる。これは周知の結果である。

3.2 固定費用があり、企業数 n が可変的である均衡

次に、(1)その産業に参入するために各企業は固定費用 x を負担しなければならないことと、(2)最後の参入企業が自分の固定費用を回収できなくなるまで、新規参入は続く（すなわち、諸企業は近似的にゼロ総利潤を稼得している）ことを仮定する。

このとき、その産業で非負の利潤を得て活動する企業数 n を導出できる。産業利潤 Π は

$$(3.8) \quad \Pi = [p(Q) - c]Q - nx$$

と定義されるから、 $\Pi = 0$ の条件より、均衡企業数 n は、

$$(3.9) \quad n = \frac{[p(Q) - c]Q}{x} = \frac{[\sigma Q^{-\varepsilon} - c]Q}{x}$$

この式より、以下が分かる。

- (1) 市場規模 σ が大きくなると、均衡企業数 n は増加する。
- (2) 固定費用 x が大きくなると、均衡企業数 n は減少する。
- (3) 企業数 n が一定に保たれるとき、固定費用 x が大きくなると、マー

クアッパは大きくなる。

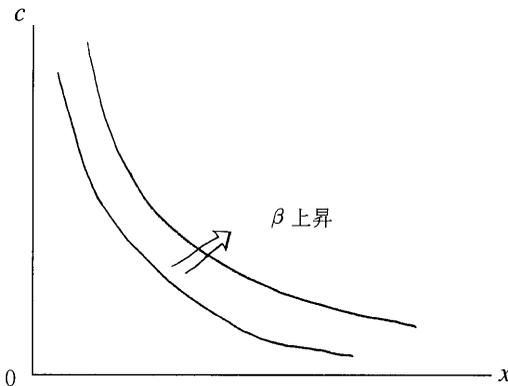
3.3 研究開発があり、企業数 n が可変的である均衡

ここまで想定してきた「研究開発支出（固定費用） x は（例えば、効率的工場の最小規模に）与えられている」という仮定は非常に制約的であり、生産費用削減を狙っておこなわれる研究開発競争を分析する目的には適さない。本小節ではこの仮定を緩めて、企業は生産量 q と併せて、研究開発支出 x を選択できるものとする。いうまでもなく、研究開発は自分の平均費用削減につながる。ただし、研究開発支出については弾力性一定の関数

$$(3.10) \quad c(x) = \beta x^{-\alpha}$$

を想定して、平均（限界）費用 c の研究開発支出 x に関する弾力性は一定であると仮定する。ここに、 x は研究開発支出の大きさ、 β はこの産業の全般的な研究開発水準を平均費用水準に関係付けるパラメーター、 α は平均費用の研究開発に関する弾力性（の負値）である。すなわち、もしその企業が研究開発を 10% だけ増やすならば、平均費用は $10\alpha\%$ 減少すると期待することができる。図 1 は、平均費用 c と研究開発支出 x の関係

図 1：平均費用と研究開発支出の関係



を示している。研究開発が進めば平均費用は低下するので、グラフは右下がりであり、また β が大きくなると、グラフは右上方に移動する。すなわち、 β は研究開発の効率性を示すパラメーターである。

3.2 小節のモデルと本小節のモデルの違いは、企業が利潤最大化行動を行う際に選択すべき変数の数にある。すなわち、3.2 小節では企業は生産量 q_i しか選択できなかったのに対して、ここでは生産量 q_i と研究開発支出 x_i の両方を選択できる。企業の総利潤は、収入から生産費用と研究開発支出を差し引いたものと定義されるから、

$$(3.11) \quad \pi_i = [p(Q) - c(x_i)]q_i - x_i$$

により与えられる。

2つの選択変数に関する利潤最大化の1階の条件と、産業の総利潤はゼロであるというゼロ利潤参入条件から、均衡を特徴付ける3つの未知数(生産量, 研究開発支出, 企業数)を持つ3本の方程式体系が得られる。ただし、企業が一旦、参入することを決定してしまえば、当該企業の実産量選択は研究開発支出(固定費用)の水準に依存しない。よって生産量と企業数についての式(3.6), (3.9)を改めて導出する必要はないので、ここで新たに検討すべき式は、最適研究開発支出に関する1階の条件である。

$$(3.12) \quad \frac{d\pi_i}{dx_i} = -c'(x_i)q_i - 1 = 0$$

企業 i の利潤は、既に説明した他の企業の実産量を通じることを除くと、他の企業の実産量選択には依存しないので、研究開発自体の Cournot 的推量はこの場合には無意味な仮定である²⁾。この式の両辺に $\frac{x}{c(x)}$ を掛け、対称均衡に注目すると、

2) 他の企業の実産量水準は自分の実産量あるいは研究開発の選択に全く影響しないというこの仮定は、極めて強く、このモデルの弱点である。特許が存在する場合でさえも、産業界のある企業から別の企業への知識の漏洩は無視できない。

$$(3.13) \quad -\frac{x}{c(x)}c'(x)q = \frac{x}{c(x)}$$

$$\alpha q = \frac{x}{c}$$

を得る。

均衡を特徴付ける方程式体系は、次により与えられる。

$$(3.14) \quad [p(Q) - c]Q - nx = 0 \quad \text{ゼロ利潤条件}$$

$$\frac{p(Q) - c}{p(Q)} = \frac{\varepsilon}{n} \quad \text{生産量に関する利潤最大化の 1 階の条件}$$

$$x = \frac{\alpha c Q}{n} \quad \text{研究開発支出に関する利潤最大化の 1 階の条件}$$

すなわち、最適研究開発水準 x は(1)研究開発支出の平均費用弾力性（これは、技術的機会つまり研究開発が費用削減を生み出す能力に対応する）、(2)平均費用の水準 c （もし初めの水準が高ければ、より多くの研究開発）、(3)研究開発の影響が及ぶ企業 1 社当たりの生産量 $\frac{Q}{n}$ に依存する。

ここで、ゼロ利潤条件より得られる

$$(3.15) \quad c = \frac{p(Q)Q - nx}{Q}$$

を生産量に関する条件に代入すると、

$$(3.16) \quad \frac{p(Q) - c}{p(Q)} = \frac{\alpha}{1 + \alpha} = \frac{\varepsilon}{n}$$

が成立する。(3.16) の左辺はマークアップ、右辺は企業数 n と需要の価格弾力性 $\frac{1}{\varepsilon}$ の積である ((3.7) 参照)。また、中辺 $\frac{\alpha}{1+\alpha}$ は研究開発に関する費用の弾力性の単調増加関数である。すなわち、(3.16) は、均衡マークアップは企業数 n と需要の価格弾力性 $\frac{1}{\varepsilon}$ の積に等しく、研究開発が費用削減に有効であるとき (α が大きいとき)、マークアップは高くなることを示している。

均衡における企業数 n は、(3.16) より次のように与えられる。

$$(3.17) \quad n = \frac{\varepsilon(1 + \alpha)}{\alpha}$$

均衡企業数 n は、前小節の結論とは対照的に、市場規模 σ にも研究開発と平均費用の関係パラメーター β にも依存しない³⁾。ただし、企業数 n は市場規模 σ に依存しないけれども、各企業の規模は市場規模に依存する。つまり、市場規模が大きいつき、全てのことはより高い水準で行われ、研究開発支出も多くなり、1企業当たりの生産量も大きくなり、利潤も増し、そして費用は低くなる。これは、市場構造は影響されないが、全体の規模が大きくなることを意味する。

企業数 n は、(1)需要の価格弾力性の逆数 ε (もし他の事情が等しければ、需要が非弾力的であれば、マークアップは高くなり企業数は増すことを意味する) と、(2)費用の研究開発に関する弾力性 (α が高く、費用削減が研究開発に非常に反動的であるとき、企業数 n は少なくなる) に依存する。このことは、企業のうち、研究開発を行う費用を賄うことができる企業は少なくなり、より高いマークアップが必要となるからであると説明される。マークアップの定義から次の式を得る。

$$(3.18) \quad \frac{nx}{pQ} = \frac{\alpha}{1 + \alpha}$$

ここで、左辺の $\frac{nx}{pQ}$ は、市場全体の生産規模に対する研究開発支出の比率、すなわち当該産業における新技術の重要性を要約する尺度として利用される産業密度である。

以上、紹介した Dasgupta and Stiglitz (1980) モデルの特徴は、

- (1) 研究開発競争における重複投資がもたらす帰結に注目している。Dasgupta and Stiglitz モデルでは序列競争は考察されていないにもかかわらず、各企業は競争相手の投資水準を考慮しないために、産業全体では

3) 以下の結論は、最初に仮定した弾力性一定の定式化に因る。

過剰投資が発生し得る。

- (2) Arrow (1962) は、市場構造が開発誘因（開発誘因の大きさ＝一企業が実現し得る最大値）を決定するとしているのに対して、Dasgupta and Stiglitz は、需要構造と費用構造が、市場構造と開発誘因を規定するとしている。したがって、競争の存在が開発誘因の実現値を小さくすると同時に、市場全体では過剰になる可能性を示しており、この点において Arrow の過小投資論を覆している。
- (3) 新製品開発のための研究開発 product innovation モデルを構築しているが、現在の費用水準を $c(0)$ とおくことによって、製法に関する研究開発 process innovation モデルへ拡張可能である。

と整理される。

また、Dasgupta and Stiglitz の結論は

- (1) 企業数 n が内生的に決定される自由参入モデルでは、ある産業の研究開発投資集約度 $\frac{\alpha x}{p(Q)Q}$ は市場集中度 $\frac{1}{n}$ と正の相関を持つ。
- (2) 市場集中度が高いこと自体は、有効競争の欠如を意味しない。
- (3) 需要の価格弾力性 $\frac{1}{\epsilon}$ を一定とすれば、単位費用弾力性 $\alpha(x) \equiv \frac{c'(x)x}{c(x)}$ と独占度 $\frac{1}{\epsilon}$ は正の相関を持ち、独占度は市場集中度 $\frac{1}{n}$ と正の相関を持つ。
- (4) 需要の価格弾力性 $\frac{1}{\epsilon}$ が小さく、単位費用弾力性 α が大きければ、高い独占度 $\frac{1}{\epsilon}$ と低い市場集中度 $\frac{1}{n}$ は両立し得る。したがって、市場集中度がいくら低くとも、市場の効率性が達成されない場合があり得る。
- (5) 個別企業の研究開発投資水準は、社会的最適水準より低い。しかし、その産業の研究開発投資水準は社会的最適水準を上回り、社会的に見て研究開発投資が浪費となる可能性がある。

とまとめられる。

Dasgupta and Stiglitz の分析結果を一言でいえば、多数の産業を横断的に見ると、高い研究開発密度を持つ産業は α が高い産業、すなわち費

用削減（あるいは同値であるが、製品改善）を達成するのに研究開発が非常に生産的である産業，企業数が少なくマークアップの高い産業であるということになる。

4. 時間を通じた競争

前節では，市場構造（完全競争，独占）が研究開発活動に及ぼす影響を考察したが，その競争形態は静態的競争であり，企業同士が技術革新を目指してしのぎを削る研究開発競争を特徴付ける動態的競争とは異なる。その意味では，Dasgupta and Stiglitz (1980) の分析は現実の研究開発活動の大切な側面を見落としているように思われる。

現実の，とりわけ民間の研究開発活動では，その成果には多少の占有可能性があり，最初に開発に成功した企業だけが独占準地代を獲得できる。そのことを意識して，利潤の獲得を目的とする民間企業は，他企業よりも一刻でも早く研究開発に成功し，確実に独占準地代を手中に収めようと，時間を通じた競争 *competition through time* を繰り広げる。このような競争は，序列競争 *rank order tournament* と呼ばれ，静態的競争の価格を通じた競争とは本質的に異なる側面を持つ。研究開発競争のこのような性格が経済厚生にどのような影響をもたらすのか検討しよう。

4.1 過大で時期尚早な研究開発活動の可能性

ここでは，開発に最初に成功した企業が独占準地代 V を獲得できるような研究開発機会が存在するものとする。 t 期後に最初に開発に成功する企業が獲得する準地代の割引現在価値は

$$b(t)V = e^{-rt}V$$

と表されると仮定する。ただし， r は割引率である。すなわち，開発に不確実性はないが，割引因子 $b(t)$ は t の減少関数（開発が遅れ， t が大きくな

研究開発と市場構造

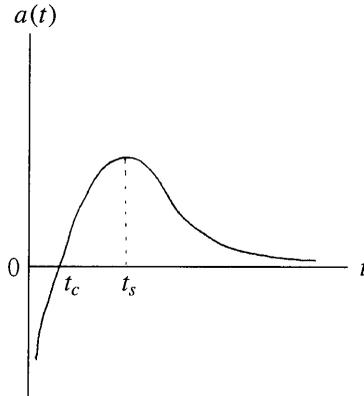
れば、 $b(t)$ は小さくなる)と想定される。

t 期後に開発に成功するために必要な開発費用の割引現在価値が、 $c(t)$ で与えられるとすると、他社に先駆けてこの研究成果を t 期後に出すことによる純利益は

$$(4.1) \quad a(t) = b(t)V - c(t)$$

になる。ここで、研究開発を短期間に行うためには膨大な開発費用が掛かり、純利益は負になり、また逆に研究開発期間をあまり長く取り過ぎると、開発が行われるのは遙か遠い将来になってしまい、現在価値で測った純利益は逓減すると考えて、(4.1)のグラフは図2のような山形になると仮定する。

図2：研究開発期間と純利益



このとき、開発企業の得る純利益を最大にするという意味で、社会的に最適な研究開発期間は t_s である。しかし、私的利潤を争う企業間の競争があると、各企業は独占準地代の先取り preempt を狙って競争相手を出し抜こうとし、 t_s より僅かに短い期間で開発を行おうとする(開発競争 rush to invent)。競争相手を出し抜こうとするこのような序列競争は、純利潤が

研究開発と市場構造

0になるまで、つまり研究開発期間が t_c になるまで継続し、そこで停止する。

多少でも占有可能性が存在する技術に対する研究開発競争では、企業は限界的な利潤 $a'(t)$ を求めて競争するのではなく、一刻でも早く開発に成功することによって得られる総利潤 $a(t)$ 自体を目指して競争することになり、この結果として社会的には t_s の期間で行われるべき研究開発活動が t_c の期間で行われ、研究開発投資は社会的最適水準よりも過大になる。

4.2 ビディング・モデル

最後に、産業内の各企業の大きさや地位が異なる場合の産業組織の内生的決定に留意しながら、独占準地代の先取り競争が、産業内の企業の地位によってどう影響を受け、そして企業の相対的な地位を時間を通じてどのように変化させていくかを検討した Gilbert and Newbery (1982) のビディング・モデルを検討しよう。

企業1と2からなる寡占市場を取り上げ、技術的不確実性は存在しないものとする。したがって、競争相手よりも一刻でも早く技術の開発とその実用化に成功した企業が、この競争に勝つことができる。表1は、それぞれの状況において、両企業が獲得する利潤を示している。

表1：両企業の利潤

開発競争の勝者	企業1の利潤	企業2の利潤
企業1	$W(1)$	$L(2)$
企業2	$L(1)$	$W(2)$

ただし、 $W(i) > L(i) \geq 0$, $i = 1, 2$

ここで、 t を技術開発の時期、 $c_i(t_i)$ を企業 i が開発時期 t_i に研究開発を行うために必要な研究開発支出とすると、企業 i の開発誘因、すなわち研究開発活動に支払っても良いと考える研究開発投資の最高額 $X(i)$ は

$$(4.2) \quad X(i) = W(i) - L(i)$$

により与えられる。企業 i は、この誘因 $X(i)$ が開発費用 $c_i(t_i)$ を上回る限り、競争相手よりも早く研究開発を行って開発競争に勝ち、独占準地代を獲得しようとする動機を持つ。

両企業の研究開発投資費用が等しく、 $c_i(t_i) = c(t)$ が成立する場合について、産业内の企業の地位と研究開発誘因の関係を検討しよう。 $X(i)$ で測られる研究開発誘因がより大きな企業は、競争相手が研究開発活動に支払っても良いと考える研究開発投資の最高額 $X(j)$ ($j \neq i$) を僅かに上回る研究開発投資を行うことにより、確実に研究開発競争に勝利を収めることができる。ビディング・モデルの名称は、このような競争があたかも研究開発に対する競り **bidding** のように見えることに由来する。

企業 1 が研究開発競争に勝つための必要十分条件は、

$$X(1) > X(2)$$

すなわち、

$$W(1) - L(1) > W(2) - L(2)$$

あるいは、

$$(4.2) \quad W(1) + L(2) > W(2) + L(1)$$

と表される。Gilbert and Newbery (1982) は、このような条件が成立する場合を、企業 1 を開発が成功する前の段階における市場独占企業、企業 2 を潜在的競争者として、次のように説明している。もし企業 1 が先に当該技術の開発に成功してしまえば、企業 1 は独占企業としての地位を守ることができるのみならず、以前より大きな独占利潤 $W(1)$ を確保できる。このとき、企業 2 は参入できない。したがって、 $L(2) = 0$ となる。逆に、

企業2が開発に先に成功するときは、同じ技術を競争者のいない独占的市場で使用できる場合と、競争的な市場でしか使用できない場合に分かれるが、産業全体の利潤は独占的な前者の場合が、競争的な後者の場合を上回り、(4.2)が成立する。

以上の分析から Gilbert and Newbery は、在来技術や企業イメージを背景として大きな独占力を持つ企業が開発に成功した場合には、開発後の市場は一層独占的になり、産業全体の利潤は増加するのに対して、産業内で相対的に小さな地位しか持たない企業や新規参入企業が開発に成功した場合には、開発後の市場はより競争的になるという結論を得る。

研究開発活動自体についての技術水準に企業間格差がないという仮定の下では、既に市場で独占的な地位を確立している企業が常に他企業に先駆けて新たな技術革新を行い、研究開発に伴う独占準地代を先取りする。相対的に小さな地位しか持たない企業は研究開発の競りに負け、競争力を失い産業から退出する。新規参入を試みる企業も独占企業に勝つことはできない。

4.3 研究開発の不確実性と開発競争

前小節で紹介した Gilbert and Newbery (1982) の、研究開発活動の結果として産業組織の集中度は時間を通じて高まり、大企業だけが研究開発を行うようになるという結論は、Schumpeter が考察した創造的破壊を軸とした動態的な企業間競争とはかけ離れており、現実の説明力を欠く。その原因の1つは、研究開発に不確実性はないという仮定にあると考えられる。本小節では、研究開発に伴う不確実性を明示的に考慮する場合に、民間の研究開発活動は社会的最適水準と比べて過大になるか過小になるかを検討しよう。ここで、研究開発に伴う不確実性には、(1)研究に成功するかどうかの技術的不確実性と、(2)たとえ研究に成功したとしても、その研究成果が市場で受け入れられるかどうかの需要面の不確実性の2種類があるが、

研究開発と市場構造

以下の分析では両者を区別せずに扱う。

表2は、それぞれの状況において両企業が獲得する利潤を示している。ここで、 s_i は企業 i が研究開発に成功している状態、 f_i は失敗している状態であり、 p_i は企業 i が研究開発に成功する確率である。企業 i の成功確率 p_i は研究開発投資額 x_i に依存すると想定される。

$$(4.3) \quad p_i = p_i(x_i)$$

ただし、 $p_i(0) = 0$, $p_i(\infty) = 1$, 全ての $x_i > 0$ について $p'_i(x_i) > 0$ 。

表2：両企業の利潤

	s_2	f_2
s_1	(D_1, D_2)	(W_1, L_2)
f_1	(L_1, W_2)	(F_1, F_2)

このとき、両企業が研究開発投資 (x_1, x_2) を行った場合の企業 i の期待利潤 V_i は、

$$(4.4) \quad V_i = V_i(x_1, x_2) \\ = p_i \left[(1 - p_j)W_i + p_j D_j \right] + (1 - p_i) \left[(1 - p_j)F_i + p_j L_i \right] - x_i$$

と表される。ただし $i \neq j$, $p_k = p_k(x_k)$, $k = 1, 2$ 。競争相手の研究投資の選択について Cournot 的推量を行うと仮定すると、期待利潤最大化の1階の条件は、

$$(4.5) \quad \frac{\partial V_i(x_1, x_2)}{\partial x_i} = p'_i \left[(1 - p_j)(W_i - F_i) + p_j(D_i - L_i) \right] - 1 = 0 \\ (i \neq j)$$

ただし、 $p'_k = \frac{dp_k(x_k)}{dx_k}$, $k = 1, 2$ 。したがって、このようなゲームにおける Nash 均衡は、企業 i が研究開発から得られる限界利益 $p'_i[(1 - p_j)(W_i - F_i) + p_j(D_i - L_i)]$ と、そのために必要な限界費用 (=1) を等しくさせ

る戦略の対 (x_1^*, x_2^*) である。

以上の検討より、

- (1) 競争相手よりも質の優れた技術が開発できる (W_i が大きい) 程、研究開発誘因は大きくなる。
 - (2) 現在の生産技術が競争相手を下回るために、あるいは劣悪な企業イメージのために、開発競争に負けたときや、産業界内で開発が起きなかったときに確保できる利潤が小さい (L_i や F_i が小さい) 程、研究開発誘因は大きくなる。
- という結論が得られる。

5. 結語

私たちは、市場の競争性に留意しながら、民間企業の私的誘因に基づく研究開発活動が社会的最適水準と比べて過大になるか過小になるかという設問を検討してきたが、一義的な答えは得られなかった。これは、研究開発が過小となる要因と考えられる(1)排除不可能性、(2)開発技術の不可分性(開発成果の漏洩)、(3)技術知識の蓄積、逆に過大投資の要因と考えられる(4)先取り競争、研究成果の利用が過小となる要因と考えられる(5)消費の集合性などのうち、どの要因が支配的であるかは先験的に明らかではないことを示しており、この点については実証研究の成果を待つ必要がある。

しかし、理論的検討にも

- (1) 技術の漏洩
- (2) 技術模倣
- (3) 専門的能力

など未だ残された課題がある。

参 照 文 献

- Arrow, Kenneth J., (1962), "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention," in Richard R. Nelson ed., *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton University Press.
- Dasgupta, Partha, and Joseph Stiglitz (1980), "Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity," *Economic Journal* vol. 90(2) no. 358.
- Fudenberg, D., Richard J. Gilbert, Joseph Stiglitz and J. Tirole (1983), "Preemption, Leapfrogging and Competition in Patent Races," *European Economic Review* vol. 22.
- Gilbert, Richard J., and David M. G. Newberry (1982), "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly," *American Economic Review* vol. 72(3).
- Lee, Tom, and Louis L. Wilde (1980), "Market Structure and Innovation: A Reformulation," *Quarterly Journal of Economics* vol. 94(2), no. 375.
- Loury, Glenn C., (1979), "Market Structure and Innovation," *Quarterly Journal of Economics* vol. 93(3), No. 372.
- Waterson, Michael, (1984), *Economic Theory of the Industry*, Cambridge University Press.
- 伊藤元重, 清野一治, 奥野正寛, 鈴木興太郎 (1988), 『産業政策の経済分析』, 東京大学出版会。