寡占市場における企業の新技術導入行動と政策分析

服部　昌彦

序

本稿は企業の新技術導入インセンティブと市場構造の関係を分析し、政府が行うべき経済政策を示している。分析には寡占市場モデルを使い、競争、新技術の導入費用、費用関数の違い、リーダー企業の存在が与える影響を分析している。また、3 章では新技術の戦略的運用方法についての分析を行っている。

企業による新技術の導入は経済厚生、経済発展にとって重要であると考えられる。発展途上国においては、貧困改善に生産技術の向上や教育の充実が重要であり、経済発展のために他国からの先端技術導入が肝要である（Hobday, 1995）。例えば、田中英式（2004, 2013）は、第二次世界大戦後に台湾が日本からの技術移転を経済政策によって積極的に進め、経済発展に成功した理由を分析している。彼は、技術移転の費用を引き下げる社会的能力、例えば官僚や経営者の能力、インフラを整える政府の役割、労働者や技術者の教育や訓練を重要視している。また、政府は税制上の優遇措置を受ける産業を選択する必要があると主張されている。一方、小島（1976）は、現地に浸透する適切な新技術の導入は発展途上国の経済発展に寄与するが、あまりに先端的な技術の移転は独占利潤を生み、経済厚生上望ましくない可能性があることを指摘している。また、Romijn（2001）は先進国から発展途上国への技術援助が成功する要因を分析している。加えて、Besley and Case（1993）は実証分析で発展途上国の新技術導入行動を分析するための理論モデルを提示している。

また、先進国にとっては、所有する技術を海外に移転することで利潤を増やし、技術開発インセンティブを高める必要がある。さらに、環境公害問題、人口・食糧問題、資源問題の解決には企業間の技術移転を促進しなくてはならない。こうした観点からは、優秀な技術を広めるとともに、開発インセンティブの向上が必要であると考えられる。

以上により、企業がどのような環境で新技術の導入を進めるのかを明らかにすることが有益であると考えられる。また、企業の新技術導入が社会にどのような影響を与え、政府は企業に対してどのような政策を行うべきかを論じることが大変重要である。例えば、堀内（2007）は関税政策、直接投資への補助金・課税・規制、知的財産権保護制度強化などの政策の有効性を分析している。

本研究は、ミクロ経済学の寡占市場モデルを使い、企業の新技術導入行動と、新技術の導入に対する社会的に望ましい経済政策を分析したものである。部分均衡分析を行い、部分ゲーム完全均衡を用いた分析を行う。上述のように、企業による新技術の導入は社会に対して、経済成長促進、将来の研究開発インセンティブ向上、資源問題の解決などの長期的な影響や、環境公害問題などの市場を介さない影響を与えると考えられる。本研究では将来それらの問題を研究する前段階として、企業の新技術導入による市場の経済厚生の変化を分析対象とする。また、小島（1976）が問題にしている動学的な独占による弊害も今後の課題とする。

企業数の少ない寡占市場では、一般的に企業の行動は社会的に望ましい行動と一致しな

い。この時、企業の新技術導入インセンティブは社会的に過少または過剰になる。よって、政府は新技術導入に対して補助金または課税政策を行い、企業の新技術導入を促す、あるいは抑制することが望ましい。本研究では企業のインセンティブが過少または過剰になる条件、すなわち、補助金または課税政策が最適になる条件を明らかにしている。先に述べた通り、実証分野からは田中英式（2013）が、新技術導入に税制上の優遇を与える産業を選択することの重要性が述べている。各パートは以下に示す田中靖人氏との共著論文に基づいている。

第 1 章

第 1 節　"Taxation or subsidization policy for new technology adoption in oligopoly", *International Journal of Business and Economics*, Feng-Chia University (逢甲大学), Taiwan, forthcoming. [1]

第 2 節　"Incentive for adoption of new technology in duopoly under absolute and relative profit maximization", *Economics Bulletin*, vol. 34(3), pages 2051-2059, 2014. [2]

第 3 節　"Competitiveness of firm behavior and public policy for new technology adoption in an oligopoly", *Journal of Industry, Competition and Trade*, forthcoming, Springer, 2016. [3]

第 2 章

第 1 節　"Subsidizing New Technology Adoption in a Stackelberg Duopoly: Cases of Substitutes and Complements", *Italian Economic Journal*, vol. 2(2), pages 197-215, Springer, July, 2016. [4]

第 2 節　"Subsidy or tax policy for new technology adoption in duopoly with quadratic and linear cost functions", *Economics Bulletin*, vol. 35(2), pages 1423-1433, 2015. [5]

第 3 章

"License or entry with vertical differentiation in duopoly", *Economics and Business Letters*, Vol. 1(5), pages 17-29, 2016. [6]

各章の内容と分析結果は以下の通りである。

第 1 章と第 2 章は、無償で手に入るが、一定の導入費用が必要になる新技術の導入を考

[1] 執筆動機は服部により、関連論文の調査及び分析は両人による。
[2] 執筆動機は田中靖人氏により、分析は両人による。
[3] 執筆動機、関連論文の調査、分析は両人による。服部は特に 5、6、8 項を担当。
[4] 執筆動機、分析は両人による。関連論文の調査は服部による。
[5] 執筆動機、分析は両人による。
[6] 執筆動機、関連論文の調査は服部により、分析のアイディアは田中靖人氏による。また、分析は両人による。

える企業を想定し、様々な市場環境下における望ましい経済政策を分析している。新技術は旧技術よりも生産費用を引き下げるプロセスイノベーションを仮定する。ここでは主に、先進国から発展途上国への技術援助が行われる状況で、発展途上国政府による自国企業を対象とした経済政策を想定している。しかし、同じ状況であれば、一国内または国際的なパテントプールやオープンソースからの新技術導入問題にも適応可能である。

第 1 章では、市場における企業の競争に焦点を当てている。競争環境と研究開発投資の関係は古くから研究されてきており、対極的な二つの見方がある。Arrow（1962）のように競争的な市場が研究開発を促進するとする見方があり、一方で、Schumpeter （1950）のように独占的な市場が研究開発を促進するとする見方も存在する。また、Boone（2001）、Matsumura et al.（2013）では企業の研究開発インセンティブが競争度に関して U 字型の関数になることが示されている。すなわち、競争が極端に激しいか極端に穏やかな市場で研究開発が活発になるが、競争が中間的な市場では研究開発が低調になるという結論を得ている。

加えて、Matsumura et al.（2013）では、競争と政策の関係が分析されている。寡占市場において、競争度の弱い市場では内生的な研究開発投資が過剰になるため課税政策が望ましい可能性が示唆されており、競争の激しい市場では研究開発投資が過少になるため補助金政策が望ましい可能性が示唆されている。また、企業数が多いほど、補助金政策が望ましい可能性が大きくなることが示されている。ただし、複占の場合は例外で、補助金政策が望ましい可能性が最も大きくなる。

Matsumura et al.（2013）は分析にあたって近年研究されている相対利潤最大化を用いている。相対利潤最大化は自社とライバル社の利潤の差を最大化する企業の行動である。こうした企業の行動は理論、実証双方の分野で正当化されている。生産費用が等しい 2 企業のクールノー複占では、相対利潤最大化が行われると生産量と価格は完全競争市場と一致する。通常の利潤最大化では企業は独占的に行動し、生産量を減らし、高い価格をつけるため、相対利潤最大化は通常の利潤最大化よりも競争的だと捉えられる。相対利潤最大化は本稿の第 1 章、第 2 節と第 3 節で用いられる。

第 1 節では、同質財が生産される n 社の寡占市場で、企業数がもたらす影響を分析している。補助金政策が最適になるのは企業数が 3 以下で新技術導入費用が大きい場合に限られることが示される。一方、Matsumura et al.（2013）は、内生的な研究開発投資を扱ったモデルで異なる結論を得ている。すなわち、任意の n 企業寡占のもとで、補助金政策が有効になるケースは無いことが示される。

第 2、3 節では、企業の競争的行動（相対利潤最大化）がもたらす影響を分析している。第 2 節では、差別化財が生産される複占市場において、競争的な相対利潤最大化は通常の絶対利潤最大化よりも新技術導入インセンティブを高めることが示される。第 3 節では、同質財を生産する n 社の寡占市場モデルを使い、企業が相対利潤を重視する比重を市場の競争度として分析を行う。主な結論は 2 つあり、1 つ目は競争と最適な政策の関係性である。

競争が弱い時には課税政策が望ましい可能性が高く、競争が激しい時には補助金政策が望ましい可能性が高いことが示される。先ほど取り上げた Matsumura et al.（2013）と同じ結論を得ている。2 つ目は新技術の導入費用と最適な政策の関係性である。導入費用が小さい場合は、課税政策が望ましい可能性が高く、導入費用が大きい場合は補助金政策が望ましい可能性が高いことが示される。

第 2 章では、2 つの市場環境に注目している。第 1 節では、市場にリーダーが存在する Stackelberg 複占市場モデルを用いた分析を行う。分析の結果、リーダー企業を優遇する差別的な経済政策が社会的に望ましい可能性が明らかになる。すなわち、リーダー企業の新技術導入へのみ補助金を与える政策である。一方、企業が対称的なケースでは、平等な政策によって社会的に最適な状態を実現することが出来る。第 2 節では、費用関数の形状に注目した分析を行っている。同質財を生産する複占市場で、限界費用一定の場合は、課税政策と補助金政策が望ましいケースがそれぞれ存在する。一方、費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合は、補助金政策が望ましいケースは存在するが、課税政策が望ましいケースは存在しないことが示される。

第 3 章では新技術を所有する企業の戦略をモデル化している。第 1 章、第 2 章の生産費用を下げる新技術とは違い、企業が高品質な財を生産出来るプロダクトイノベーション技術を保有している状況を考える。新技術は自社が生産を行っていない市場、例えば外国市場などで利用出来るものとする。この時、企業がその市場に参入し自ら生産を行うか、もともと市場で生産している企業へのライセンシングによってライセンシング料を得るか、参入とライセンシングの両方を行うかを選択出来るものとする。Kamien and Tauman（1986）ではライセンシングのみを行うよりもライセンシングと参入を行う時に利潤が大きくなるとされているが、動学的な展開を考えた場合、結果は以下のようになる。限界費用一定の場合はライセンシングのみを行う戦略が最適になるが、限界費用逓増の場合は、ライセンシングのみが最適になる場合と参入かつライセンシングを行う戦略が最適になる場合があることが示される。

目次

第１章　競争と企業の新技術導入インセンティブ及び経済政策

本章は複占または寡占市場に関する 2 つの関心に基づいている。

一つ目は、寡占市場における企業の新技術導入行動と競争の関係である。市場の競争について言及した先行研究は 2 つある。Boone（2001）はライセンサーのイノベーションインセンティブがラインシーの競争に関して U 字型の関数になることを示している。また、Matsumura et al.（2013）は本章の第 2、3 節と同じく相対利潤を競争度の指標として使い、競争度と内生的な研究開発投資の関係を分析している。そこでは Boone（2001）と同じく、研究開発インセンティブが競争度に関して U 字型の関数になることが示されている。加えて、Matsumura et al.（2013）は最適な政策に関して本章の第 3 節と同じく、競争が弱いと課税政策が、競争が激しいと補助金政策が望ましいことを示している。しかし、Matsumura et al.（2013）は対称均衡のみを扱っており、本章のように新技術導入のための固定費用や非対称的な費用関数については言及されていない。さらに、Memar and Götz（2013）では、上流の 2 企業と下流の 2 企業が存在するモデルを使い、競争が研究開発インセンティブに与える影響を分析している。ここでも、研究開発インセンティブが競争度に関して U 字型の関数になることが示されている。一方、Aghion et al.（2005）では、パネルデータを用いた実証分析を行い、競争と研究開発が逆 U 字型の関係を持つことが示されている。

本章と同じく、外生的な新技術の導入を扱った分析には、不確実性に注目した Zhang et al.（2014）がある。Zhang et al.（2014）は、新技術の性能が不確実で、尚且つ新技術の流出がある場合の分析を、2 段階クールノー寡占モデルを使って行っている。モデルでは、初めに一部の企業が各々独立に新技術と旧技術の選択を行い、次に全企業がクールノー競争を行うと仮定されている。一方、経済厚生に関する分析は行われていない。経済厚生に関しては、例えば Pal（2010）が、新技術の導入を考慮すると市場の成果が変化することを示している。通常、差別化財が生産される市場では、クールノー競争よりもベルトラン競争で経済厚生が大きくなるが、新技術導入行動を考慮するとクールノー競争でより大きな経済厚生が得られる可能性があることが示されている。Pal（2010）のモデルと本章のモデルは似ているが、Pal（2010）は政府の政策に関する分析を行っていない。加えて、Elberfeld and Nti（2004）は性能に不確実性がある新技術の導入行動を寡占市場モデルによって分析している。均衡において新技術と旧技術が共に採用される場合、新技術に関する不確実性は、新技術の導入費用が大きい（小さい）時に新技術を導入する企業数を増やし（減らし）、製品価格を下げる（上げる）ことが示されている。また、ある状況下では新技術の導入インセンティブが社会的に望ましい水準よりも過少または過剰になることを示している。

二つ目は相対利潤の性質、絶対利潤と相対利潤の加重平均の最大化についてである。相対利潤最大化の理論的根拠は主に進化ゲームの理論による。Schaffer（1989）はダーウィン的視点による経済の自然選択モデルを考え、企業に市場支配力がある場合には利潤最大

化を行う企業が必ずしも生き残るとは限らないことを示している。クールノー均衡からの逸脱は自社の利潤を減少させるが、ライバル企業の利潤をより多く減少させるためである。企業がライバル企業よりも多くの利潤の獲得を目的とする時、クールノー均衡からの逸脱は企業により多くの利得をもたらすことになる。Schaffer は有限人口モデルにおける進化的安定戦略（FPES）を定義し、FPES は企業の相対利潤を最大化と一致することを示している。また、Vega-Redondo（1997）はこの FPES をとる企業が長期均衡、または Kandori et al.（1993）で定義されている動学的な確率的進化ゲームにおいて生き残ることを示している。さらに、Vega-Redondo（1997）では企業が同質財を生産し、相対利潤最大化を行うと完全競争均衡が得られることを示している。ただし、企業が差別化された財を生産する場合は、相対利潤最大化においても均衡は競争均衡に一致しない。

その他の相対利潤最大化に関する研究は、Gibbons and Murphy（1990）、Lu（2011）、Satoh and Tanaka（2013）、Satoh and Tanaka（2014）、Tanaka（2013a）、Tanaka（2013b）を参照。

第 1 節では市場の企業数に注目した分析を行い、第 2、3 節では相対利潤を用いた企業の競争的行動に注目した分析を行う。

第 1 節　寡占市場と経済政策

概要　企業による新技術の導入は、経済成長にとって重要である。しかし、寡占市場における新技術の導入は経済厚生の観点から過剰、または過少になることがある。よって、政府による新技術導入への補助金または課税政策によって、企業の新技術導入を促進する、あるいは抑制することが求められる。第 1 節では企業の新技術導入に対する補助金または課税政策を同質財寡占市場モデルによって分析する。新技術を導入すれば財を 1 単位生産するための費用が減少するが、企業は新技術を導入するために固定費用を支払う必要があるものとする。部分ゲーム完全均衡では以下のことが示される。企業数が少なく、新技術の導入費用が大きい場合には、補助金政策によって企業の新技術導入を促すことが社会的に望ましい可能性がある。一方、企業数が多い、または、新技術の導入費用が小さい場合には、課税政策によって企業の新技術導入を抑制することが社会的に望ましい可能性が高い。

1. はじめに

以下のような状況を考える。国内に寡占市場があり、企業は同質財を生産している。そして、企業は現在よりも効率的に生産出来る共通の新技術を使うことが出来るが、新技術の導入には一定の固定費用が必要である。企業の新技術導入は経済成長にとって重要な役割を果たすが、競争の弱い寡占市場では、経済厚生の観点から見ると新技術の導入が過少または過剰になることがある。その時、新技術の導入に対して政府による補助金または課税政策が必要になる。

同質財を生産する寡占市場モデルを用いて、企業の新技術導入に対する最適な補助金または課税政策を明らかにする。以下の 3 段階ゲームを考える。

1. 政府が企業の新技術導入に対する補助金額（または課税額）を決める。
2. 企業が新技術導入の是非を決める。
3. 企業が生産量を決める。

経済厚生は貨幣価値で計った消費者余剰と企業の合計利潤を足したものである。企業への補助金は消費者への一括税によって賄われ、企業からの課税収入は消費者への一括交付金として支払われるものとする。これらの税金と交付金は、産業の価格と生産量に影響を及ぼさない。所得効果を無視すれば、これらは財の需要に影響せず、経済厚生上は相殺される。

分析により、以下の結論を得ている。企業数が少なく、新技術の導入費用が大きい場合、補助金政策によって新技術導入を促すことが望ましい。この時、均衡では、ある企業の新技術導入による利潤の増加（導入費用を除いたもの）が、新技術導入による経済厚生の増

加（導入費用を除いたもの）を下回っている。一方、企業数が多い、または新技術の導入費用が小さい場合、課税政策によって新技術導入を抑制することが望ましい。この時は、均衡において、ある企業の新技術導入による利潤の増加（導入費用を除いたもの）が、新技術導入による経済厚生の増加（導入費用を除いたもの）を上回っている。

課税政策が最適になる理由は以下のように考えられる。ある企業の新技術導入による経済厚生の増加（導入費用を除いたもの）は m 社が新技術を導入した時と $m-1$ 社が新技術を導入した時の差であり、これは m の減少関数になっている。一方、ある企業の新技術導入による利潤の増加（導入費用を除いたもの）は、m 社が新技術を導入した時の新技術導入企業の利潤と、$m-1$ 社が新技術を導入した時の、新技術を導入していない企業の利潤の差になる。両者は共に減少関数であるが、両者の差は減少関数になるとは限らない。よって、ある企業の新技術導入による利潤の増加（導入費用を除いたもの）が、新技術導入による経済厚生の増加（導入費用を除いたもの）を上回る可能性がある（5.4 の example を参照）。

2 項ではモデルの説明を行い、3 項では企業の行動を分析する。4 項で経済厚生に関する考察を行い、5 項で政府の最適な政策を分析する。

2. モデル

同質財を生産する $n\ (\geq 2)$ 企業が新技術の導入を考えている。新技術を導入すれば、財を 1 単位生産するための限界費用が小さくなるが、一定の導入費用を支払う必要がある。

m 社が新技術を導入し、$n-m$ 社が新技術を導入していないとする（ $0 \leq m \leq n$ ）。新技術導入企業を i 、新技術を導入していない企業を j とする。

企業 i への需要及び生産量を x_i 、企業 j への需要及び生産量を x_j 、財の価格を p とする。消費者の効用関数を

$$u = a\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right) - \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right)^2 + v$$

とする。a は正の定数で v は価値尺度財の消費量とする。消費者の数は 1 に基準化する。また、消費者の収入を一定の y とする。消費者全体の予算制約は

$$v = y - p\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right)$$

となる。よって、消費者の効用関数は

$$u = a\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right) - \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right)^2 - p\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right) + y$$

となる。効用関数より、逆需要関数は

$$p = a - \left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right)$$

となる。

新技術導入前の企業の費用関数を cx_i （または cx_j ）、新技術導入後の企業の費用関数を 0 とする。また、新技術の導入費用を e とする。c と e は正の定数で全企業に共通であるとする。新技術の導入費用以外、固定費用はないものとする。$a > nc$ を仮定し、全企業の正の生産量を保障する。

企業の総利潤は

$$\sum_{i=1}^{m}(px_i - c_i(x_i)) + \sum_{j=m+1}^{n}\left(px_j - c_j(x_j)\right) + S$$

となる。$c_i(x_i)$ 、$c_j(x_j)$ は企業 i 、j の一般的な費用関数をあらわし、新技術の導入費用 e も含む。S は全企業への補助金の合計である。$S < 0$ の時は企業への課税額の合計となる。

企業への補助金は消費者への一括税によって賄われ、企業からの課税収入は消費者へ一括交付金として支払われる。消費者への課税額の合計を T とする。$T < 0$ であれば、消費者への一括交付金となる。経済厚生は、 $S = T$ より、以下のようになる。

$$W = a\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right) - \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right)^2 - \sum_{i=1}^{m} c_i(x_i) - \sum_{j=m+1}^{n} c_j(x_j) + S - T + y$$

$$= a\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right) - \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right)^2 - \sum_{i=1}^{m} c_i(x_i) - \sum_{j=m+1}^{n} c_j(x_j) + y$$

また、y は一定のため無視する。消費者への一括税と交付金は分析する財とは無関係である。効用関数は準線形であるため、消費者の需要に対する所得効果は無い。

新技術の導入と導入しないことが企業にとって無差別の時、企業は新技術を導入するとする。また、政府にとって新技術の導入と導入しないことが無差別の時、政府は新技術の導入を選択するものとする。この仮定は本稿の全分析で用いられる。

3. 企業行動

新技術を導入する企業の利潤は

$$\pi_i = \left(a - \sum_{k=1}^{m} x_k - \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right)x_i - e$$

となる。また、新技術を導入しない企業の利潤は

$$\pi_j = \left(a - \sum_{i=1}^{m} x_i - \sum_{l=m+1}^{n} x_l\right)x_j - cx_j$$

となる。

企業はクールノーの仮定に従って行動するものとする。本項では、企業への補助金または課税は e に含まれているものとする。新技術導入企業の利潤最大化の一階条件は

$$a - 2x_i - \sum_{k=1,k\neq i}^{m} x_k - \sum_{j=m+1}^{n} x_j = 0$$

となる。また、新技術を導入しない企業の利潤最大化の一階条件は

$$a - 2x_j - \sum_{i=1}^{m} x_i - \sum_{l=m+1,l\neq j}^{n} x_l - c = 0$$

となる。

均衡では新技術導入企業の生産量は全て同じになり、新技術を導入しない企業の生産量は全て同じになる。よって、一階の条件は

$$a - (m+1)x_i - (n-m)x_j = 0,$$

$$a - mx_i - (n-m+1)x_j - c = 0$$

となる。これらを解き、m 社が新技術を導入した時の企業 i と企業 j の生産量を x_i^m 、x_j^m とすると、

$$x_i^m = \frac{a+(n-m)c}{n+1}, \quad x_j^m = \frac{a-(m+1)c}{n+1}$$

となる。均衡価格 p^m と均衡利潤 π_i^m 、π_j^m は

$$p^m = \frac{a+(n-m)c}{n+1},$$

$$\pi_i^m = \left[\frac{a+(n-m)c}{n+1}\right]^2 - e,$$

$$\pi_j^m = \left[\frac{a-(m+1)c}{n+1}\right]^2$$

となる。上付き文字 m は新技術の導入企業数が m であることをあらわしている。$m-1$ 社が新技術を導入した時、

$$\pi_j^{m-1} = \left(\frac{a-mc}{n+1}\right)^2$$

となる。また、

$$\Phi(m) = \pi_i^m + e - \pi_j^{m-1} = \frac{nc[2a+(n-2m)c]}{(n+1)^2}$$

を定義する。$\Phi(m)$ は m に関する強い意味での減少関数である。また、以下の性質が成り立つ。

1. $\Phi(m) > e$ の時、新技術を導入している企業数が $m-1$ 社であれば、新技術の導入によって新技術を導入していない企業の利潤が増える。

2. $\Phi(m) < e$ の時、新技術を導入している企業数が m 社であれば、新技術の導入を中止することで、新技術導入企業の利潤が増える。また、新技術を導入しない企業は新技術を導入しないことが最適反応になっている。
3. $\Phi(m) = e$ の時、新技術を導入している企業数が m 社であれば、新技術導入企業にとって新技術の導入と新技術を導入しないことが無差別になっている。

以下の条件を満たす整数を $\tilde{m}$ とする。

$$\Phi(m+1) < e \leq \Phi(m)$$

$\Phi(m)$ は m に関して強い意味での減少関数なので、$\tilde{m}$ は均衡での新技術導入企業数であり、部分ゲーム完全均衡では第二段階で $\tilde{m}$ 社が新技術を導入する。$\tilde{m}$ は e に関する減少関数である。

$e \leq \Phi(n)$ であれば、均衡での新技術導入企業数は n になり、$\Phi(1) < e$ であれば、均衡での新技術導入企業数は 0 になる。

4. 経済厚生

m 社が新技術を導入した時の全企業の総生産量を X^m とすると、

$$X^m = \frac{na-(n-m)c}{n+1}$$

となる。よって、m 社が新技術を導入した時の経済厚生は

$$W^m = aX^m - \frac{1}{2}(X^m)^2 - (n-m)cx_j^m - me = \frac{A}{2(n+1)^2} - me,$$

$$A = 2c^2mn^2 + c^2n^2 - 2acn^2 + a^2n^2 - 2c^2m^2n + 2c^2mn + 2acmn + 2c^2n - 4acn + 2a^2n - 3c^2m^2 - 2c^2m + 4acm$$

となる。以下の関数を定義する。

$$\Psi(m) = W^m + e - W^{m-1} = \frac{(4a + 2cn^2 - 4cmn + 4cn + 2an - 6cm + c)c}{2(n+1)^2}$$

$\Psi(m)$ は m に関する強い意味での減少関数になる。また、以下の性質が成り立つ。

1. $\Psi(m) > e$ の時、$m-1$ 社が新技術を導入している際に新技術を導入していない企業による新技術の導入が経済厚生を増加させる。
2. $\Psi(m) < e$ の時、m 社が新技術を導入する際に新技術を導入する企業が導入を中止することで経済厚生が増加する。
3. $\Psi(m) = e$ の時、$m-1$ 社が新技術を導入する際、新技術を導入していない企業による新技術の導入は経済厚生を変化させない。

以下の条件を満たす整数を m^* とする。

$$\Psi(m+1) < e \leq \Psi(m)$$

$\Psi(m)$ は m に関して強い意味での減少関数なので、m^* は社会にとって最適な新技術導入企業数になる。m^* は e に関する減少関数である。

$e \leq \Psi(n)$ であれば、社会的に最適な新技術導入企業数は n になり、$\Psi(1) < e$ であれば社会的に最適な新技術導入企業数は 0 となる。

5. 補助金または課税政策

5.1 最適な政策

政府による寡占市場での新技術導入に対する補助金または課税政策について考える。e は単に新技術の導入費用をあらわし、補助金や課税額は含まないものとする。以下に示す 3 つのケースがある。

1. $m^* > \tilde{m}$ の時、政府は企業の新技術導入に対して補助金を与えることが望ましい。この時、政府は全企業の新技術導入に対して補助金を与える必要がある。s を補助金額とすると、
$$\Phi(m^*+1) < e - s \leq \Phi(m^*)$$
を満たす必要がある。補助金額は $e - \Phi(m^*)$ より大きく、$e - \Phi(m^*+1)$ より小さい必要がある。この時、m^* 社が実際に補助金を受け取り、新技術を導入する。
2. $m^* < \tilde{m}$ の時、政府は新技術の導入に課税し、新技術導入企業を減らすことが望ましい。この時、政府は全企業の新技術導入に対して課税する必要がある。課税額を t とすると、
$$\Phi(m^*+1) < e + t \leq \Phi(m^*)$$
を満たす必要がある。課税額は $\Phi(m^*) - e$ より小さく、$\Phi(m^*+1) - e$ より大きい必要がある。この時、m^* 社が実際に税金を支払い、新技術を導入する。
3. $m^* = \tilde{m}$ の時、政府は政策的介入を行う必要がない。

5.2 補助金が最適になる条件

$\Phi(m)$ と $\Psi(m)$ を比較すると

$$\Phi(m) - \Psi(m) = \frac{(2an - 4a + 6cm - c - 4cn)c}{2(n+1)^2} \tag{1}$$

となる。これは $n \geq 2$ かつ $a \geq 2c$ の下で m と a についての増加関数になる。また、n が大きくない時、n についても増加関数になる。(1)式は、新技術の導入した際の企業の増加利潤（導入費用を無視したもの）と、新技術を導入した際の経済厚生の増加（導入費用を無視したもの）の差になる。また、(1)式は a と n が小さく、e が大きい時（ e が大きいと m が小さくなる)、$\Phi(m) - \Psi(m)$ が負になることを示している。$\Phi(m) - \Psi(m)$ が負であれば、新技術導入による経済厚生の増加が、新技術導入による企業の増加利潤を上回

るため、新技術導入に対する補助金政策が最適になる。

$\Phi(m)-\Psi(m)$ は m に関して増加関数なので、補助金が最適になるためには$\Phi(1)-\Psi(1)\leq 0$ を満たす必要がある。$\Phi(1)-\Psi(1)\leq 0$ を解くと $n\leq\frac{4a-5c}{2(a-2c)}$ となる。$a\geq nc$ なので、これを満たすには n が 3 以下である必要がある。よって、$n>3$ の時は補助金政策が最適になることはない。また、補助金政策が最適になるためには新技術の導入費用 e が大きい必要がある。結果をまとめると以下のようになる。

命題 1-1-1.

1. 産業の企業数が少なく、新技術の導入費用が大きい時、補助金政策が最適になる可能性が高い。
2. 産業の企業数が多い、または新技術の導入費用が小さい時、課税政策、または政策無しが最適になる可能性が高い。

5.3　企業数がもたらす影響

第 2 章、第 2 節や次項の例で示すように、企業数が少ない（2 または 3 社）時、補助金政策が最適になる可能性があるが、企業数が多い場合は補助金政策が最適になることはない。以下にこの理由を示す。

5.2 で示したように、補助金が最適になるためには $\Phi(1)-\Psi(1)\leq 0$ を満たす必要がある。各項は

$$\Phi(m)=\frac{2nc[2a+(n-2m)c]}{2(n+1)^2},$$

$$\Psi(m)=\frac{(4a+2cn^2-4cmn+4cn+2an-6cm+c)c}{2(n+1)^2}$$

であり、$\Phi(m)-\Psi(m)$ は(1)式になる。$\Phi(m)$ は m 社が新技術を導入した時の新技術導入企業の利潤と、 $m-1$ 社が新技術を導入した時の新技術を導入しない企業の利潤の差になる。一方、$\Psi(m)$ は m 社が新技術を導入した際の経済厚生と $m-1$ 社が新技術を導入した際の経済厚生の差である。$\Phi(m)$ と $\Psi(m)$ の分子をそれぞれ φ と ψ とする。$\Phi(m)$ と $\Psi(m)$ の分母は等しい。 φ と ψ を n に関して微分した値を比べると、全ての m について

$$\frac{\partial\varphi}{\partial n}-\frac{\partial\psi}{\partial n}=(a-2c)c>0$$

となる。よって、n が増えると $\Phi(m)$ の分子が $\Psi(m)$ の分子よりも大きく増加する。よって、n が大きいと課税政策が最適になる可能性が高い。

5.4 数値例

論文の結論を例示するために、4 つの数値例を考える。

1. $a = 12$ 、$c = 2$ 、$n = 5$ のケース。$\Phi(m)$ と $\Psi(m)$ の値は表1-1-1のようになる。表中の $W + e$ は新技術の導入費用を除いた経済厚生をあらわす。

m	$\Phi(m)$	$\Psi(m)$	$W+e$	$\pi_i^m + e$	π_j^m
0			48.61		2.8
1	8.3	7.17	55.78	11.1	1.78
2	7.22	5.7	61.5	9	1
3	6.1	4.3	65.8	7.1	0.4
4	5	2.8	68.6	5.4	0.1
5	3.9	1.4	70	4	

表 1-1-1　$\boldsymbol{a = 12}$,　$\boldsymbol{c = 2}$,　$\boldsymbol{n = 5}$ のケース

この時、最適な政策は以下のようになる。

$e > 8.3$ の時、$\tilde{m} = 0$ 、$m^* = 0$ となり、政策なしが最適となる。
$7.22 < e \leq 8.3$ の時、$\tilde{m} = 1$ 、$m^* = 0$ となり、課税政策が最適となる。
$7.17 < e \leq 7.22$ の時、$\tilde{m} = 2$ 、$m^* = 0$ となり、課税政策が最適となる。
$6.1 < e \leq 7.17$ の時、$\tilde{m} = 2$ 、$m^* = 1$ となり、課税政策が最適となる。
$5.7 < e \leq 6.1$ の時、$\tilde{m} = 3$ 、$m^* = 1$ となり、課税政策が最適となる。
$5 < e \leq 5.7$ の時、$\tilde{m} = 3$ 、$m^* = 2$ となり、課税政策が最適となる。
$4.3 < e \leq 5$ の時、$\tilde{m} = 4$ 、$m^* = 2$ となり、課税政策が最適となる。
$3.9 < e \leq 4.3$ の時、$\tilde{m} = 4$ 、$m^* = 3$ となり、課税政策が最適となる。
$2.8 < e \leq 3.9$ の時、$\tilde{m} = 5$ 、$m^* = 3$ となり、課税政策が最適となる。
$1.4 < e \leq 2.8$ の時、$\tilde{m} = 5$ 、$m^* = 4$ となり、課税政策が最適となる。
$e \leq 1.4$ の時、$\tilde{m} = 5$ 、$m^* = 5$ となり、政策なしが最適となる。

2. $a = 6.9$ 、$c = 2$ 、$n = 3$ のケース。$\Phi(m)$ と $\Psi(m)$ の値は表1-1-2のようになる。

m	$\Phi(m)$	$\Psi(m)$	$W+e$	$\pi_i^m + e$	π_j^m
0			11.25		1.5
1	5.93	5.94	17.19	7.43	0.53
2	4.4	3.7	20.9	4.95	0.1
3	2.9	1.4	22.3	3.0	

表 1-1-2　$\boldsymbol{a = 6.9}$,　$\boldsymbol{c = 2}$,　$\boldsymbol{n = 3}$ のケース

この時、最適な政策は以下のようになる。
$e > 5.94$ の時、$\tilde{m} = 0$ 、$m^* = 0$ となり、政策なしが最適となる。
$5.93 < e \leq 5.94$ の時、$\tilde{m} = 0$ 、$m^* = 1$ となり、補助金政策が最適となる。
$4.4 < e \leq 5.93$ の時、$\tilde{m} = 1$ 、$m^* = 1$ となり、政策なしが最適となる。
$3.7 < e \leq 4.4$ の時、$\tilde{m} = 2$ 、$m^* = 1$ となり、課税政策が最適となる。
$2.9 < e \leq 3.7$ の時、$\tilde{m} = 2$ 、$m^* = 2$ となり、政策なしが最適となる。
$1.4 < e \leq 2.9$ の時、$\tilde{m} = 3$ 、$m^* = 2$ となり、課税政策が最適となる。
$e \leq 1.4$ の時、$\tilde{m} = 3$ 、$m^* = 3$ となり、政策なしが最適となる。

3．$a = 5$ 、$c = 2$ 、$n = 2$ のケース。$\Phi(m)$ と $\Psi(m)$ の値は表1-1-3のようになる。

m	$\Phi(m)$	$\Psi(m)$	$W + e$	$\pi_i^m + e$	π_j^m
0			4		1
1	4.4	5.1	9.1	5.4	0.1
2	2.7	2	11.1	2.8	

表 1-1-3　$a = 5$,　$c = 2$,　$n = 2$ のケース

この時、最適な政策は以下のようになる。
$e > 5.1$ の時、$\tilde{m} = 0$ 、$m^* = 0$ となり、政策なしが最適となる。
$4.4 < e \leq 5.1$ の時、$\tilde{m} = 0$ 、$m^* = 1$ となり、補助金政策が最適となる。
$2.7 < e \leq 4.4$ の時、$\tilde{m} = 1$ 、$m^* = 1$ となり、政策なし最適となる。
$2 < e \leq 2.7$ の時、$\tilde{m} = 2$ 、$m^* = 1$ となり、課税政策が最適となる。
$e \leq 2$ の時、$\tilde{m} = 2$ 、$m^* = 2$ となり、政策なしが最適となる。

4．$a = 17$ 、$c = 2$ 、$n = 8$ のケース。$\Phi(m)$ と $\Psi(m)$ の値は図表1-1-4のようになる。

m	$\Phi(m)$	$\Psi(m)$	$W + e$	$\pi_i^m + e$	π_j^m
0			111.11		2.77
1	9.08	7.23	118.34	11.86	2.08
2	8.29	6.29	124.64	10.38	1.49
3	7.50	5.35	130	9	1
4	6.71	4.41	134.41	7.71	0.6
5	5.92	3.48	137.90	6.53	0.3
6	5.13	2.54	140.44	5.44	0.11
7	4.34	1.6	142.04	4.45	0.01
8	3.55	0.66	142.71	3.56	

表 1-1-4　$a = 17$,　$c = 2$,　$n = 8$ のケース

$e > 9.08$ または $e \leq 0.66$ の時、政策なしが最適となる。その他すべてのケースでは課税政策が最適となる。

補助金政策が最適となるのは 2 と 3 の 2 ケースに限られる。これらの数値例は、産業の企業数が大きいか、新技術の導入費用が小さい時には補助金政策が最適になることが無いことを示している。

6. 終わりに

本節では、同質財寡占モデルを用いて企業の新技術導入に対する最適な政策を分析した。補助金政策、課税政策、政策なしのうち最適な政策は、産業の企業数と新技術の導入費用によって決まる。また、課税政策が補助金政策よりも最適になる可能性が高いことを示した。補助金政策は、企業数が少なく、新技術の導入費用が大きい場合に最適になる可能性がある。

課税政策が最適になる可能性が高い理由は、$\Psi(m)$ が m 社が新技術を導入した際の経済厚生と $m-1$ 社が新技術を導入した際の経済厚生の差である一方、$\Phi(m)$ は m 社が新技術を導入した際の新技術導入企業の利潤と $m-1$ 社が新技術を導入した際の新技術を導入しない企業の利潤の差になるためであると考えられる。

今後の研究では、同質財を差別化財に一般化し、一般的な需要関数と費用関数を用いて分析を行いたい。

第２節　企業の競争行動と新技術導入インセンティブ（複占市場）

概要　企業の新技術導入インセンティブを、企業が通常の利潤最大化を行う場合と、より競争的な相対利潤最大化を行う場合で比較する。なお、市場は複占状態で、両社の製品は差別化されているものとする。企業は新技術を無償で得られるが、導入には労働者の教育費用など、一定の導入費用が必要になると仮定する。通常の利潤最大化では、導入費用によって、2 社の新技術導入、1 社の新技術導入、0 社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。一方、相対利潤最大化では、2 社の新技術導入、または、0 社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。製品への需要が十分に大きい場合、通常の利潤最大化の下で 2 社または 1 社が新技術を導入するよりも、相対利潤最大化の下で 2 社が新技術を導入する可能性が高いことを示す。

1. はじめに

本節では、企業の技術導入インセンティブを通常の利潤最大化と、より競争的な相対利潤最大化で比較する。なお、分析には差別化財を生産する複占市場モデルを用いる。企業は新技術を無償で得られるが、導入には労働者の教育費用など、一定の導入費用が必要になると仮定する。

相対的な利潤や効用の追及は人間の根源的な性質に由来するものだと考えられる。たとえある人がお金持ちになったとしても、兄弟や親しい友人がより多くの富を得ていれば、その人は十分に満足出来ないばかりか落胆するかもしれない。一方、たとえある人が貧しくとも、隣人が彼より貧しければ、彼はその事実に慰められるかもしれない。同様に、企業も自社の業績を伸ばすだけでなく、他社よりも優れた業績を上げることを目標にする。特に日本におけるテレビの視聴率競争や、ビール会社、自動車会社、コンビニ、携帯電話会社のシェア争いは企業のこうした行動の一例である。

以下の 2 段階ゲームを考える。

1. 各企業が新技術の導入の是非を決定する。
2. クールノー競争の下で各企業が生産量を決定する。

通常の利潤最大化行動を仮定すると、技術の導入費用によって 3 つの部分ゲーム完全均衡が存在する。すなわち、2 社の新技術導入、1 社の新技術導入、0 社の新技術導入である。一方、相対利潤最大化の下では 2 つの部分ゲーム完全均衡が存在する。すなわち、2 社の新技術導入と 0 社の新技術導入である。また、製品への需要が十分大きい場合に、相対利潤最大化において 2 社の新技術導入が実現する可能性は、通常の利潤最大化において 2 社または 1 社の技術導入が実現する可能性よりも高いことを示す。第 4 項では、各企業の新技術導入費用が異なる場合を分析する。技術の導入費用が異なる場合は、相対利潤最大化の

下で 3 つの部分ゲーム完全均衡があり、2 社の技術導入、1 社の技術導入、0 社の技術導入が部分ゲーム完全均衡となる [7]。

2. モデル

企業 A と企業 B はお互いに差別化された財を生産し、海外からの新技術導入を考えている。新技術は無償で手に入るが、新技術の導入には労働者の教育費用など、一定の導入費用を支払う必要がある。各企業の生産量を x_A 、x_B とし、各企業が生産する財の価格を p_A 、p_B とする。逆需要関数は

$$p_A = a - x_A - bx_B,\ p_B = a - x_B - bx_A$$

とする。$a > 0$ かつ $0 < b < 1$ 。新技術導入前の限界費用を c 、新技術導入後の限界費用を 0 とする。また、新技術の導入費用を e とする。加えて、企業の生産量を正にするために $a > \frac{c}{1-b}$ を仮定する。

次項から、通常の利潤最大化と相対利潤最大化における企業の新技術導入行動を分析し、両者を比較する。もし、新技術を導入した場合と導入しなかった場合の利潤が等しい場合、企業は新技術を導入すると仮定する。

3. 通常の絶対利潤最大化

新技術を導入する前の各企業の利潤は

$$\pi_A = (a - x_A - bx_B)x_A - cx_A,\ \pi_B = (a - x_B - bx_A)x_B - cx_B$$

となる。新技術導入後の各企業の利潤は

$$\pi_A = (a - x_A - bx_B)x_A - e,\quad \pi_B = (a - x_B - bx_A)x_B - e$$

となる。両企業はクールノーの仮定に基づいて行動するものとする。

生産量を決める第 2 段階での利潤最大化条件は、両企業が新技術を導入した場合、

$$a - 2x_A - bx_B = 0,\ a - 2x_B - bx_A = 0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A = x_B = \frac{a}{2+b}$$

となる。また、均衡利潤は

$$\pi_A = \pi_B = \frac{a^2}{(2+b)^2} - e$$

となる。

企業 B のみが新技術を導入した場合の利潤最大化条件は

---

[7] Matsumura et al.（2013）の研究テーマは本節に近い。同論文では、企業が相対利潤に関心を持つ比重を競争度と定義し、競争度と研究開発投資の関係を寡占市場モデルによって分析している。そこでは連続的な研究開発への投資が分析されているが、本研究では新技術の移転に注目し、新技術の採用と不採用の選択を通常の利潤最大化と相対利潤最大化で比較している。

$$a-2x_A-bx_B-c=0,\ a-2x_B-bx_A=0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A=\frac{(2-b)a-2c}{4-b^2},\ x_B=\frac{(2-b)a+bc}{4-b^2}$$

となる。均衡利潤は

$$\pi_A=\frac{[(2-b)a-2c]^2}{(4-b^2)^2},\ \pi_B=\frac{[(2-b)a+bc]^2}{(4-b^2)^2}-e$$

となる。

同様に、企業Aのみが新技術を導入した場合の均衡利潤は

$$\pi_A=\frac{[(2-b)a+bc]^2}{(4-b^2)^2}-e,\ \pi_B=\frac{[(2-b)a-2c]^2}{(4-b^2)^2}$$

となる。

両企業が新技術を導入しない場合の利潤最大化条件は

$$a-2x_A-bx_B-c=0,\ a-2x_B-bx_A-c=0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A=x_B=\frac{a-c}{2+b}$$

となる。また、均衡利潤は

$$\pi_A=\pi_B=\frac{(a-c)^2}{(2+b)^2}$$

となる。

もし、

$$\frac{a^2}{(2+b)^2}-e\geq\frac{[(2-b)a-2c]^2}{(4-b^2)^2}$$

であれば、ライバル企業が新技術を導入している時、企業の最適反応は新技術の導入となる。上の条件は

$$e\leq\frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2}$$

となる。

もし、

$$\frac{[(2-b)a+bc]^2}{(4-b^2)^2}-e\geq\frac{(a-c)^2}{(2+b)^2}$$

であれば、ライバル企業が新技術を導入していない時、企業の最適反応は新技術の導入となる。上の条件は

$$e\leq\frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2}.$$

となる。

$\frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2} > \frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2}$ となるので、以下の命題が成り立つ。

命題 1-2-1. 通常の利潤最大化の下で、2 段階ゲームの部分ゲーム完全均衡は以下のようになる。

1. $e \le \frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2}$ であれば、2社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。
2. $\frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2} < e \le \frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2}$ であれば、企業AまたはB、どちらか1社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。
3. $e > \frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2}$ であれば、0社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。

4. 相対利潤最大化

各企業の相対利潤をΠ_A 、Π_B とする。両企業が新技術を導入した場合の相対利潤は

$$\Pi_A = (a - x_A - bx_B)x_A - e - (a - x_B - bx_A)x_B + e,$$

$$\Pi_B = -\Pi_A = (a - x_B - bx_A)x_B - e - (a - x_A - bx_B)x_A + e$$

となる。相対利潤の最大化条件は

$$a - 2x_A = 0,\quad a - 2x_B = 0$$

となる。均衡生産量と均衡価格は

$$x_A = x_B = \frac{a}{2},\quad p_A = p_B = \frac{(1-b)a}{2}$$

となる。均衡利潤は

$$\pi_A = \pi_B = \frac{(1-b)a^2}{4} - e$$

となる。相対利潤は

$$\Pi_A = \Pi_B = 0$$

となる。

両企業が新技術を導入しない場合、各企業の相対利潤は

$$\Pi_A = (a - x_A - bx_B)x_A - cx_A - (a - x_B - bx_A)x_B + cx_B,$$

$$\Pi_B = -\Pi_A = (a - x_B - bx_A)x_B - cx_B - (a - x_A - bx_B)x_A + cx_A$$

となる。相対利潤の最大化条件は

$$a - 2x_A - c = 0,\quad a - 2x_B - c = 0$$

となる。均衡生産量と均衡価格は

$$x_A = x_B = \frac{a-c}{2}, \quad p_A = p_B = \frac{(1-b)a+(1+b)c}{2}$$

となる。均衡利潤は

$$\pi_A = \pi_B = \frac{(1-b)(a-c)^2}{4}$$

となる。相対利潤は

$$\Pi_A = \Pi_B = 0$$

となる。

企業 A のみが新技術を導入した場合、各企業の相対利潤は

$$\Pi_A = (a - x_A - bx_B)x_A - e - (a - x_B - bx_A)x_B + cx_B$$

$$\Pi_B = -\Pi_A = (a - x_B - bx_A)x_B - cx_B - (a - x_A - bx_B)x_A + e$$

となる。相対利潤の最大化条件は

$$a - 2x_A = 0,\ a - 2x_B - c = 0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A = \frac{a}{2},\ x_B = \frac{a-c}{2}$$

となる。均衡価格は

$$p_A = \frac{(1-b)a+bc}{2},\ p_B = \frac{(1-b)a+c}{2}$$

となる。均衡利潤は

$$\pi_A = \frac{a[(1-b)a+bc]}{4} - e,$$

$$\pi_B = \frac{(a-c)[(1-b)a-c]}{4}$$

となる。相対利潤は

$$\Pi_A = \frac{a[(1-b)a+bc]}{4} - \frac{(a-c)[(1-b)a-c]}{4} - e = \frac{c(2a-c)}{4} - e,$$

$$\Pi_B = -\frac{c(2a-c)}{4} + e$$

となる。

$a > \frac{c}{1-b}$ を仮定しているので、各企業の利潤は正になる。$e < \frac{c(2a-c)}{4}$ なら、$\Pi_A > 0$ かつ $\Pi_B < 0$ となり、$e > \frac{c(2a-c)}{4}$ なら、$\Pi_A < 0$ かつ $\Pi_B > 0$ となる。また、$e = \frac{c(2a-c)}{4}$ であれば、$\Pi_A = \Pi_B = 0$ となる。企業 B のみが新技術を導入した場合の均衡は、企業 A のみが導入した場合の A と B を反転させたものになる。

第 1 段階におけるゲームの利得は以下のようになる。

B

	新技術導入	導入しない
新技術導入	0，0	$\frac{c(2a-c)}{4}-e$，$-\frac{c(2a-c)}{4}+e$
導入しない	$-\frac{c(2a-c)}{4}+e$，$\frac{c(2a-c)}{4}-e$	0，0

A

よって、部分ゲーム完全均衡は以下のようになる。

1. $e \le \frac{c(2a-c)}{4}$ であれば、両企業の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。
2. $e > \frac{c(2a-c)}{4}$ であれば、両企業が新技術を導入しないことが部分ゲーム完全均衡になる。

通常の利潤最大化では、$e < \frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2}$ であれば 2 企業の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。$\frac{c(2a-c)}{4}$ と $\frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2}$ を比較すると、

$$\frac{c(2a-c)}{4}-\frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2}=\frac{2abc(8-8b+b^3)+b^2c^2(8-b^2)}{4(4-b^2)^2}>0$$

となる。よって、以下の命題を得る。

命題 1-2-2. 複占市場では、通常の利潤最大化の下で 2 社が新技術を導入する可能性よりも、相対利潤最大化の下で 2 社が新技術を導入する可能性が高い。すなわち、相対利潤最大化では、より大きな導入費用のもとでも 2 社の新技術導入が実現する。

また、通常の利潤最大化の下では、$\frac{4c[(2-b)a-c]}{(4-b^2)^2} < e \le \frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2}$ であれば、1 社が新技術を導入するため、$\frac{c(2a-c)}{4}$ と $\frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2}$ を比べると

$$\frac{c(2a-c)}{4}-\frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2}=\frac{2abc(8-8b+b^3)+bc^2(8b-b^3-16)}{4(4-b^2)^2}$$

となる。$a > \frac{c}{1-b}$ を仮定しているので、

$$\frac{c(2a-c)}{4} - \frac{4c[(2-b)a-(1-b)c]}{(4-b^2)^2} > \frac{b^2c^2(8-8b+b^2+b^3)}{4(1-b)(4-b^2)^2} > 0$$

となる。よって、以下の命題を得る。

命題 1-2-3. 複占市場において、通常の利潤最大化の下で 1 社が新技術を導入する可能性よりも、相対利潤最大化の下で 2 社が新技術を導入する可能性が高い。すなわち、導入費用が大きい時、通常の利潤最大化では新技術が導入されないが、相対利潤最大化では 2 社の新技術導入が実現することがある。

新技術の導入費用が異なる場合

各企業の新技術を導入する費用が異なる場合を考える。企業 A の新技術導入費用を e_A 、企業 B の新技術導入費用を e_B とし、$e_B - e_A > 0$ とする。ゲームの利得表は以下のようになる。

		B 新技術導入	B 導入しない
A	新技術導入	$e_B - e_A,\ e_A - e_B$	$\frac{c(2a-c)}{4} - e_A,\ -\frac{c(2a-c)}{4} + e_A$
A	導入しない	$-\frac{c(2a-c)}{4} + e_B,\ \frac{c(2a-c)}{4} - e_B$	0，0

$\frac{c(2a-c)}{4} - e_A \geq 0$ であれば、新技術の導入が企業 A の支配戦略となり、$\frac{c(2a-c)}{4} - e_A < 0$ であれば、導入しないことが企業 A の支配戦略となる。同様に、$\frac{c(2a-c)}{4} - e_B \geq 0$ であれば、新技術の導入が企業 B の支配戦略となり、$\frac{c(2a-c)}{4} - e_B < 0$ であれば、導入しないことが企業 B の支配戦略となる。$e_B > e_A$ なので、部分ゲーム完全均衡は以下のようになる。

1. $e_B \leq \frac{c(2a-c)}{4}$ であれば、両企業の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。
2. $e_A < \frac{c(2a-c)}{4} \leq e_B$ であれば、企業Aのみの新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。
3. $e_A > \frac{c(2a-c)}{4}$ であれば、両企業が新技術を導入しないことが部分ゲーム完全均衡に

なる。

第３節　企業の競争行動と新技術導入インセンティブ及び経済政策（寡占市場）

概要　経済成長のためには企業が新技術を導入する必要がある。しかし、企業の新技術導入インセンティブは、競争の弱い寡占市場では社会的に最適な水準よりも過少または過剰になる。この時、政府による新技術導入に対する補助金または課税政策が必要である。企業が通常の絶対利潤と相対利潤の加重平均を最大化する際の政府による最適な補助金または課税政策を分析する。企業が実際にこうした加重平均を最大化するかどうかは問題にせず、企業が相対利潤を重視する比重を企業の競争的行動の指標として用いる。分析の結果、最適な政策が補助金（課税）になる可能性が高いのは、新技術の導入費用が大きい（小さい）場合になることを示す。また、企業の競争が激しい（緩やかな）時、すなわち市場が完全競争（共同利潤最大化）に近い時は、最適な政策が補助金（課税）になる可能性が高い。

1. はじめに

以下の状況を考える。発展途上国の寡占産業を考える。企業は同質財を生産しているものとする。企業は、現在の技術よりも効率的な、共通の新技術を導入出来るものとする。新技術は先進国の研究所または企業によって開発されており、先進国は対外援助として新技術を発展途上国へ移転したいと考えている。しかし、企業は新技術を導入するために、従業員の教育費用などの導入費用を支払う必要がある。経済成長のためには企業が新技術を導入する必要があるが、企業の新技術導入インセンティブは、競争の弱い寡占市場では社会的に過少または過剰になる。この時、政府による補助金または課税政策が必要である。

本節では政府による最適な補助金または課税政策を、企業が絶対利潤と相対利潤の加重平均を最大化する状況を仮定して分析する。企業が実際にこうした加重平均を最大化するかどうかは問題にせず、相対利潤を重視する比重を企業の競争的行動の指標として用いる。最適な政策が補助金（課税）になる可能性が高いのは、新技術の導入費用が大きい（小さい）場合であることが示される。また、企業の競争が激しい（緩やかな）時、すなわち市場が完全競争（共同利潤最大化）に近い時は、最適な政策が補助金（課税）になる可能性が高いことが示される。

次項では絶対利潤と相対利潤の加重平均で表現される企業の競争指標を説明し、3 項では本節の主な結論が示される。4 項ではモデルを記述し、5 項では企業の行動と均衡、6 項では経済厚生、7 項では最適な政策、8 項では消費者余剰の分析をそれぞれ取り扱う。

2. 寡占市場における企業の競争的行動

Matsumura and Matsushima（2012）、Matsumura et al.（2013）に従って、各企業は絶対利潤と相対利潤の加重平均を最大化するものとする。各企業の相対利潤は自身の絶対利潤とライバル企業の平均利潤の差として定義する。π_i を企業 i の絶対利潤とすると、企

業 i の目的関数は以下のようになる。

$$\Pi_i = (1-\alpha)\pi_i + \alpha\left(\pi_i - \frac{1}{n-1}\sum_{j=1, j\neq i}^{n}\pi_j\right) = \pi_i - \frac{\alpha}{n-1}\sum_{j=m, j\neq i}^{n}\pi_j$$

α は相対利潤の重みであり、n は企業数である。Matsumura and Matsushima（2012）、Matsumura et al.（2013）では相対利潤最大化や、絶対利潤と相対利潤の加重平均最大化を正当化するいくつかの文献が挙げられており、本章の冒頭で述べたように、相対利潤最大化は進化ゲーム理論によって正当化される。しかし、本節では企業が必ずしも絶対利潤と相対利潤の加重平均を最大化するとは想定しない。α は市場における競争の激しさとして解釈される。同質財が生産される寡占市場では、$\alpha = 1$ における均衡が完全競争均衡と一致する。$\alpha = 0$ の時、モデルは通常のクールノー寡占モデルに簡略化される。一方、α が $-(n-1)$に近づくと、企業の行動は共同利潤最大化に近づいていき、企業は協調的に行動するようになる。よって、$\alpha \in (-(n-1), 0)$ は独占とクールノー競争の間にある競争度をあらわし、$\alpha \in (0,1)$ はクールノー競争と完全競争の間にある競争度をあらわすことになる。

3. 主要な結論

本節の主要な結論を以下に示す。

1. 均衡における新技術導入企業数は、政策が無ければ新技術導入費用が大きくなるにつれて減少する。
2. 経済厚生を最大化する新技術導入企業数は新技術導入費用が大きくなるにつれて減少する。
3. 最適な政策は、新技術導入費用が大きい場合に補助金政策になる可能性が高く、新技術導入費用が小さい場合に課税政策になる可能性が高い。
4. 市場の競争が激しい（完全競争に近い）時、最適な政策は補助金になる可能性が高く、市場の競争が緩やかな（共同利潤最大化に近い）時、最適な政策は課税になる可能性が高い。
5. 政策介入を除いた消費者余剰は新技術導入企業が増えるにしたがって増加する。新技術導入企業数は新技術導入費用が増えるにしたがって減少するため、政策介入を除いた消費者余剰は新技術導入費用が増えるにしたがって減少する。消費者への課税や一括交付金を含めた最適な新技術導入企業数のもとでの消費者余剰は、企業が協調的に行動している場合は新技術導入費用が増えるにしたがって減少するが、企業が競争的に行動している場合は、新技術導入費用に関してU字型の関係になることが示唆される。

4. モデル

同質財を生産する $n(\geq 2)$ 社の企業が外国からの新技術導入を考えている。新技術は無

償で手に入るが、新技術の導入には労働者の教育費用などの導入費用 e が必要になる。企業 i の生産量を x_i 、財の価格を p とする。貨幣価値ではかった消費者の効用関数は

$$u = a\sum_{i=1}^{n} x_i - \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2$$

とし、a を正の定数とする。効用関数から得られる逆需要関数は

$$p = a - \sum_{i=1}^{n} x_i$$

となる。企業 i の費用関数は、新技術を導入しなければ cx_i 、新技術を導入すれば 0 とする。c と新技術導入費用 e は全企業に共通な正の定数とする。また、$a > c$ を仮定する。

消費者への一括税を含んだ消費者余剰は

$$CS = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}(a-p)x_i - T$$

となる。$T < 0$ であれば消費者への一括交付金を意味する。

企業への補助金を含めた企業の合計利潤（生産者余剰）は

$$PS = \sum_{i=1}^{n}\bigl(px_i - c_i(x_i)\bigr) + \sum_{i=1}^{n} S_i$$

となる。S_i は企業 i に対する補助金をあらわす。$S_i < 0$ であれば課税を意味する。$c_i(x_i)$ は企業 i の一般的な費用関数をあらわし、新技術の導入費用も含んだものである。企業に対する補助金は消費者に対する一括税によって賄われるため、

$$\sum_{i=1}^{n} S_i = T$$

が成り立つ。

経済厚生は以下のようになる。

$$W = CS + PS = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}(a-p)x_i + \sum_{i=1}^{n}(px_i - c_i(x_i))$$

$$= a\sum_{i=1}^{n} x_i - \frac{1}{2}\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 - \sum_{i=1}^{n} c_i(x_i)$$

消費者への一括税（または一括交付金）は分析する産業の財とは無関係である。所得効果を無視すれば、これらは財の需要に影響を与えないためである。

新技術の導入と新技術を導入しないことが企業にとって無差別な場合、企業は新技術を導入し、新技術の導入と新技術を導入しないことが社会にとって無差別な場合、政府は新技術の導入を選択するものとする。

以下の 3 段階ゲームを考える。

1. 政府が企業の新技術導入に対する補助金額（または課税額）を決める。
2. 企業が新技術導入の是非を決める。
3. 企業が生産量を決める。

5. 企業の行動

新技術導入前における企業 i の利潤は

$$\pi_i = \left(a - \sum_{i=1}^{n} x_i\right) x_i - c x_i$$

となる。新技術導入後は

$$\pi_i = \left(a - \sum_{i=1}^{n} x_i\right) x_i - e + S_i$$

となる。1 から m までの企業が新技術を導入し、残りの $n-m$ 企業が新技術を導入しないとする。$0 \leq m \leq n$ 。新技術導入企業を i 、新技術を導入しない企業を j とする。新技術導入企業の目的関数は

$$\Pi_i = \pi_i - \frac{\alpha}{n-1}\left(\sum_{k=1,k\neq i}^{m} \pi_k + \sum_{j=m+1}^{n} \pi_j\right)$$

となる。新技術を導入しない企業の目的関数は

$$\Pi_j = \pi_j - \frac{\alpha}{n-1}\left(\sum_{i=1}^{m} \pi_i + \sum_{l=m+1,l\neq j}^{n} \pi_l\right)$$

となる。新技術導入企業の利得 Π_i の x_i に関する利潤最大化の一階条件は、

$$a - 2x_i - \sum_{k=1,k\neq i}^{m} x_k - \sum_{j=m+1}^{n} x_j + \frac{\alpha}{n-1}\left(\sum_{k=1,k\neq i}^{m} x_k + \sum_{j=m+1}^{n} x_j\right) = 0$$

となる。また新技術を導入しない企業の利得 Π_j の x_j に関する利潤最大化の一階条件は、

$$a - 2x_j - \sum_{i=1}^{m} x_i - \sum_{l=m+1,l\neq j}^{n} x_l - c + \frac{\alpha}{n-1}\left(\sum_{i=1}^{m} x_i + \sum_{l=m+1,l\neq j}^{n} x_l\right) = 0.$$

となる。均衡では新技術導入企業の生産量 x_i は全て等しく、新技術を導入しない企業の生産量 x_j も同様に全て等しい。よって、最大化条件は

$$a - (m+1)x_i - (n-m)x_j + \frac{\alpha}{n-1}[(m-1)x_i + (n-m)x_j] = 0,$$

$$a - m x_i - (n-m+1)x_j - c + \frac{\alpha}{n-1}\left[m x_i + (n-m-1)x_j\right] = 0$$

となる。よって、均衡生産量は以下のようになる。

$$x_i^m = \frac{cm\alpha - cn\alpha + a\alpha + cn^2 - cmn - cn + an + cm - a}{(n+1-\alpha)(n-1+\alpha)},$$

$$x_j^m = \frac{cm\alpha - c\alpha + a\alpha - cmn - cn + an + cm + c - a}{(n+1-\alpha)(n-1+\alpha)}$$

また、均衡価格と企業の絶対利潤は以下のようになる。

$$p^m = \frac{cn - cm - a\alpha + a}{n+1-\alpha},$$

$$\pi_i^m = \frac{(cn - cm - a\alpha + a)(cm\alpha - cn\alpha + a\alpha + cn^2 - cmn - cn + an + cm - a)}{(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)} - e + S_i,$$

$$\pi_j^m = \frac{(c\alpha - a\alpha - cm - c + a)(cm\alpha - c\alpha + a\alpha - cmn - cn + an + cm + c - a)}{(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}$$

上付き文字の m は、新技術導入企業数をあらわす。企業の目的関数の値はこれらの絶対利潤によって与えられる。

全企業の合計生産量は

$$X^m = \frac{an - cn + cm}{n+1-\alpha}$$

となる。新技術導入企業数が $m-1$ の時、企業の絶対利潤は

$$\pi_i^{m-1} = \frac{(cn - cm - a\alpha + c + a)(cm\alpha - cn\alpha - c\alpha + a\alpha + cn^2 - cmn + an + cm - c - a)}{(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)} - e + S_i,$$

$$\pi_j^{m-1} = \frac{(c\alpha - a\alpha - cm + a)(cm\alpha - 2c\alpha + a\alpha - cmn + an + cm - a)}{(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}$$

となる。$S_i = 0$ を仮定する。m 企業が新技術を導入している時の新技術導入企業 i の利得と、$m-1$ 企業が新技術を導入している時の新技術を導入しない企業 j の利得の差を、新技術導入費用 e を無視して $\Phi(m)$ とすると、

$$\Phi(m) = \frac{A}{(n-1)(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}$$

となる。A の値は補論を参照。$n \geq 2$ より

$$\frac{\partial\Phi(m)}{\partial m} = \frac{(\alpha - n + 1)(\alpha^2 - n\alpha - \alpha + 2n^2 - 2n)c^2}{(n-1)(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)} < 0$$

となり、$\Phi(m)$ は m に関して強い意味での減少関数になる。$\Phi(m) > e$ であれば、$m-1$ 企業が新技術を導入している時、新技術を導入していない企業が新技術を導入すると利得が増える。逆に、$\Phi(m) < e$ であれば、m 企業が新技術を導入している時、新技術導入企業が新技術導入を中止すると利得が増える。$\Phi(m) = e$ であれば m 社が新技術を導入している時、新技術導入企業は導入の是非が無差別になり、新技術を導入しない企業は新技術を導入しないことが最適になる。企業数の整数問題を無視し、$\Phi(m^0) = e$ を満たす m^0 を

定義すると、

$$m^0 = \frac{B}{c^2(\alpha - n + 1)(\alpha^2 - n\alpha - \alpha + 2n^2 - 2n)} \tag{1}$$

となる。B の値は補論を参照。$\Phi(m)$ は m に関する強い意味での減少関数なので、m^0 は均衡における新技術導入企業数となる。$e \leq \Phi(n)$ であれば、均衡における新技術導入企業数は n となり、$\Phi(0) < e$ であれば、均衡における新技術導入企業数は 0 になる。すなわち、$m^0 < 0$ であれば、$m^0 = 0$ 、$m^0 \geq n$ であれば $m^0 = n$ となる。

新技術導入企業数を正の整数に限り、m^0 が整数でなければ、均衡における新技術導入企業数は m^0 を超えない最大の整数となる。

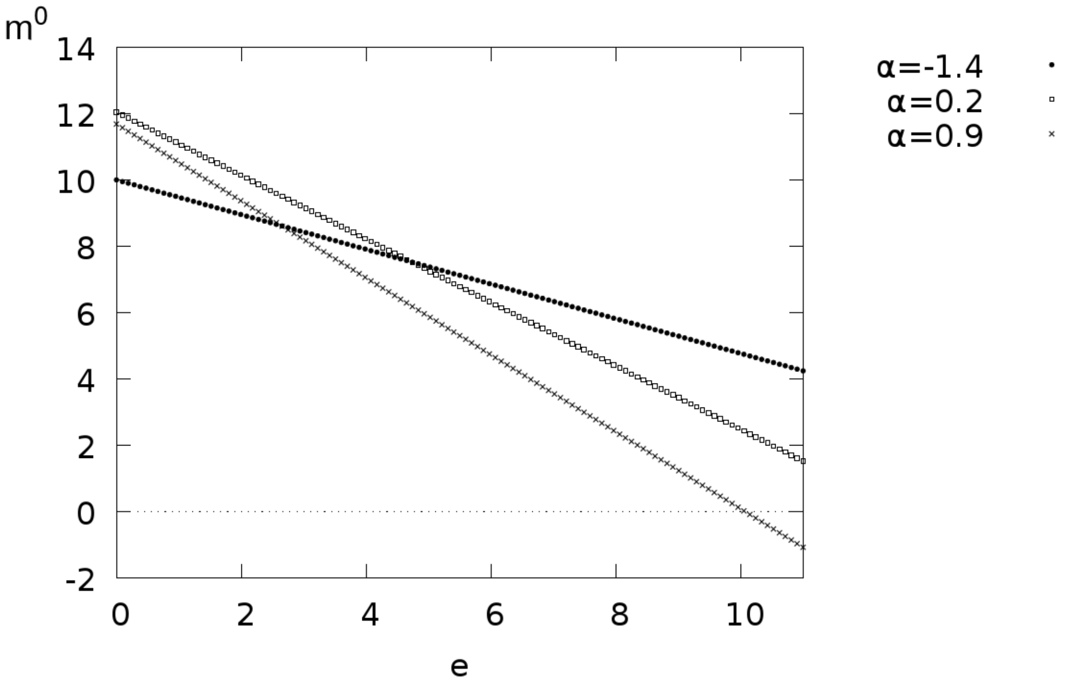

図 1-3-1　均衡における新技術導入企業数　$m^0 < 0$ ならば $m^0 = 0$ 、$m^0 > n$ ならば $m^0 = n$

$$\frac{dm^0}{de} = \frac{(n-1)(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}{(\alpha - n + 1)(\alpha^2 - n\alpha - \alpha + 2n^2 - 2n)c^2} < 0$$

なので、m^0 は e に関して減少関数になる（図 1-3-1）。3 つのケースにおける各定数の値は以下の通りである。

1. $a = 19, c = 2, n = 5, \alpha = -1.4$
2. $a = 19, c = 2, n = 5, \alpha = 0.2$

3. $a = 19, c = 2, n = 5, \alpha = 0.9$

図 1-3-1 について

これらの数値例は、新技術の導入費用が小さいとき、企業が競争的に行動するほど新技術導入企業数は増えるが、新技術の導入費用が大きいとき、企業が競争的に行動するほど新技術導入企業数が減ることを示唆している。これは以下の理由による。m^0 に関して以下の関係が成り立つ。

$$\frac{dm^0}{de} = \frac{1}{\frac{\partial \Phi(m)}{\partial m}}$$

$\Phi(m)$ を m で微分すると

$$\frac{\partial \Phi(m)}{\partial m} = \frac{\partial(\pi_i^m - \pi_j^{m-1})}{\partial m} - \frac{\alpha}{n-1}\frac{\partial(\pi_{-i}^m - \pi_{-j}^{m-1})}{\partial m} < 0,$$

$$\pi_{-i}^m = \sum_{k=1,k\neq i}^{n} \pi_k^m, \quad \pi_{-j}^{m-1} = \sum_{l=1,l\neq j}^{n} \pi_l^{m-1}$$

となる。第一項と $\frac{\partial(\pi_{-i}^m - \pi_{-j}^{m-1})}{\partial m}$ は負になる。よって、新技術導入企業が多ければ、新技術導入による絶対利潤の増加は小さくなり、ライバル企業の絶対利潤の減少は大きくなる。市場が競争的で $\alpha > 0$ であれば第二項は企業の新技術導入インセンティブを高め、市場が協調的で $\alpha < 0$ であれば第二項は企業の新技術導入インセンティブを低める。しかし、第一項が支配的になるため、競争的な市場であっても値は常に負になる。よって、$\frac{dm^0}{de} < 0$ となる。$\frac{\partial \Phi(m)}{\partial m}$ を α に関して微分すると

$$\frac{\partial^2 \Phi(m)}{\partial m \partial \alpha} = \frac{\partial^2\left(\pi_i^m - \pi_j^{m-1}\right)}{\partial m \partial \alpha} - \frac{1}{n-1}\frac{\partial\left(\pi_{-i}^m - \pi_{-j}^{m-1}\right)}{\partial m} - \frac{\alpha}{n-1}\frac{\partial^2\left(\pi_{-i}^m - \pi_{-j}^{m-1}\right)}{\partial m \partial \alpha} > 0$$

となる。第一項は正になるため、市場が競争的になれば m の増加による絶対利潤増加量の減少は小さくなり、市場が協調的になれば m の増加による絶対利潤の減少は大きくなる。先ほど示したように、第二項は正になる。第三項については $\frac{\partial^2(\pi_{-i}^m - \pi_{-j}^{m-1})}{\partial m \partial \alpha} > 0$ であり、これは市場の競争が m の増加によるライバル企業の利潤の減少を和らげることを示している。市場が競争的で $\alpha > 0$ の時、第三項は新技術導入インセンティブを低め、市場が協調的で $\alpha < 0$ であれば第三項は新技術導入インセンティブを高める。しかし、第一項と第二項が支配的なので、競争的な市場であっても値は常に正になる。よって、図 1-3-1 の傾きの絶対値は α の増加にしたがって増加し、グラフは交差する可能性がある。

6. 経済厚生

m 企業が新技術を導入した時の経済厚生は

$$W^m = aX^m - \frac{1}{2}(X^m)^2 - (n-m)cx_j^m - me = \frac{C}{2(n+1-\alpha)^2(\alpha+n-1)} - me$$

となる。また、$m-1$ 企業が新技術を導入した時の経済厚生は

$$W^{m-1} = \frac{D}{2(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)} - (m-1)e$$

となる。m 企業が新技術を導入した時の経済厚生と $m-1$ 企業が新技術を導入した時の経済厚生の差を、導入費用 e を無視して $\Psi(m)$ とすると以下のようになる。

$$\Psi(m) = \frac{E}{2(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}$$

となる。C 、D 、E の値は補論を参照。以下の関係が成り立つ。

$$\frac{\partial\Psi(m)}{\partial m} = \frac{(4n\alpha - 2\alpha^2 - \alpha - 2n^2 - n + 3)c^2}{(n+1-\alpha)^2(\alpha+n-1)} < 0$$

よって、$\Psi(m)$ は m に関して強い意味での減少関数である。$\Psi(m) > e$ であれば、$m-1$ 企業が新技術を導入している時、新技術を導入していない企業が新技術を導入することで経済厚生が増加する。$\Psi(m) < e$ であれば、m 企業が新技術を導入している時、新技術導入企業が新技術導入を中止することで経済厚生が増加する。$\Psi(m) = e$ であれば、両者は社会にとって等しい。企業数の整数問題を無視し、$\Psi(m^*) = e$ とする。

$$m^* = \frac{F}{2c^2(2\alpha^2 - 4n\alpha + \alpha + 2n^2 + n - 3)}$$

となる。F の値は補論を参照。$\Psi(m)$ は m に関して強い意味での減少関数なので、m^* は社会にとって最適な新技術導入企業数となる。$e \leq \Psi(m)$ であれば、最適な新技術導入企業数は n 、$\Psi(0) < e$ であれば、最適な新技術導入企業数は 0 になる。すなわち、$m^* < 0$ であれば、$m^* = 0$ 、$m^* \geq n$ であれば $m^* = n$ となる。

最適な新技術導入企業数を正の整数に限り、m^* が整数でなければ、最適な新技術導入企業数は m^* を超えない最大の整数となる。

$$\frac{dm^*}{de} = \frac{-(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}{(2\alpha^2 - 4n\alpha + \alpha + 2n^2 + n - 3)c^2} < 0$$

なので、m^* は e に関して減少関数になる。m^* の例は図 1-3-2 を参照。定数の値は図 1-3-1 と同じである。

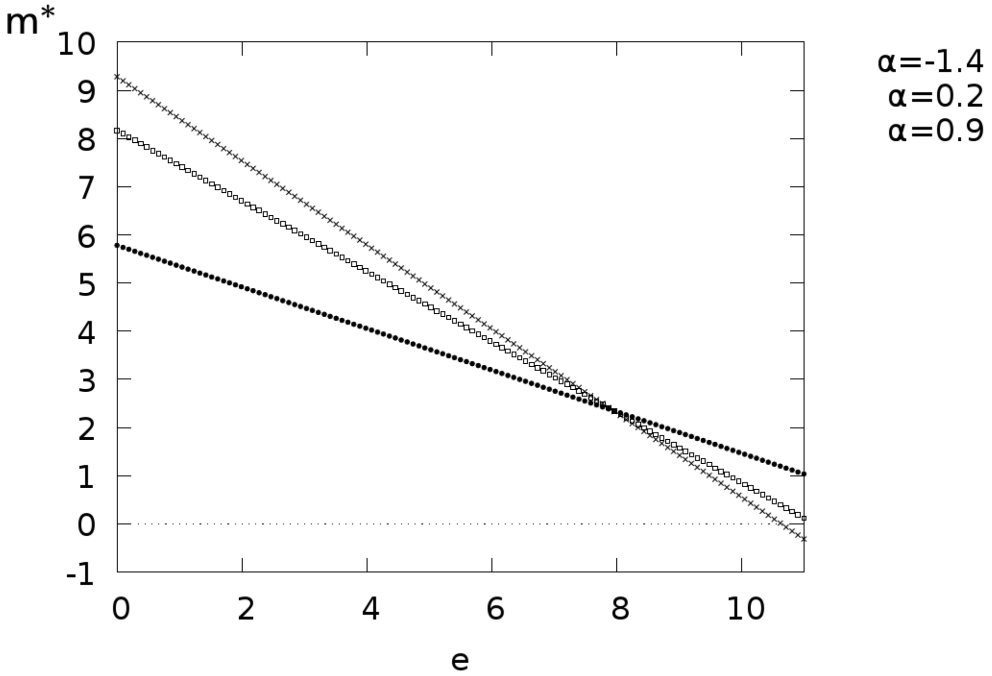

図 1-3-2　最適な新技術導入企業数　$m^* < 0$ ならば $m^* = 0$ 、$m^* > n$ ならば $m^0 = n$

図 1-3-2 について

図 1-3-2 のグラフが交差する理由を考える。$\Psi(m)$ を m について微分した値の絶対値は

$$\left|\frac{\partial\Psi(m)}{\partial m}\right| = \frac{(2n^2+n+2\alpha^2+\alpha-4n\alpha-3)c^2}{(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}$$

となる。$-(n-1) < \alpha < 1$ なので、この値は α に関して減少関数になる。よって、企業の行動が共同利潤最大化に近づくと、$\left|\frac{\partial\Psi(m)}{\partial m}\right|$ の値が大きくなる。この性質は図 1-3-3 に示されている。

図 1-3-2 の数値例は、新技術の導入費用が小さい時、市場の競争が激しくなるほど最適な新技術導入企業数は多くなり、新技術の導入費用が大きい時、市場の競争が激しくなるほど最適な新技術導入企業数は少なくなることを示唆している。これは以下の理由による。

企業の利潤に関しては、α が小さくなると

1. 新技術導入企業の生産量と新技術を導入しない企業の生産量の差が大きくなる。これは、共同利潤最大化では新技術導入企業が集中的に生産することが求められるためである。
2. 価格は高くなり、政策介入を除いた企業の合計利潤は大きくなる。一方、小さな α は競争が弱いことをあらわすため、企業の合計生産量は小さくなる。

よって、以下の不等式が示すように、α が小さくなると企業の合計生産量が小さくなるため、新技術導入企業数が増えることによる企業の合計生産量の増加が小さくなる。

$$\frac{\partial X^m}{\partial \alpha} - \frac{\partial X^{m-1}}{\partial \alpha} = \frac{c}{(n+1-\alpha)^2} > 0$$

新技術導入企業数が $m-1$ から m に増えた時に増加する企業の合計利潤は、導入費用 e を除くと、

$$\begin{aligned} TP^m - TP^{m-1} &= (a - X^m)X^m - (n-m)cx_j^m - \left[(a - X^{m-1})X^{m-1} - (n-m+1)cx_j^{m-1}\right] \\ &= (X^m - X^{m-1})(a - X^m - X^{m-1}) - (n-m)c\left(x_j^m - x_j^{m-1}\right) + cx_j^{m-1} \\ &= -\frac{(c(a\alpha - 2cn + an + 2cm - c - a)}{(n+1-\alpha)^2} \\ &\quad + \frac{(cn\alpha - 2cm\alpha + 2c\alpha - a\alpha - cn^2 + 2cmn + cn - an - 2cm + a)c}{(n+1-\alpha)(n-1+\alpha)} \end{aligned}$$

となる。これを m で微分すると [8]

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial m}(TP^m - TP^{m-1}) &= (X^m - X^{m-1})\left(-\frac{\partial X^m}{\partial m} - \frac{\partial X^{m-1}}{\partial m}\right) + \left[c(x_j^m - x_j^{m-1}) + c\frac{\partial x_j^{m-1}}{\partial m}\right] \\ &= -\frac{2c^2}{(n+1-\alpha)^2} - \frac{2(n-1-\alpha)c^2}{(n+1-\alpha)(n-1+\alpha)} \qquad (2) \\ &\left(= -\frac{2(\alpha^2 - 2n\alpha + \alpha + n^2 + n - 2)c^2}{(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)}\right) \end{aligned}$$

となる。また、以下の関係が成り立つ。

$$X^m - X^{m-1} > 0, \quad -\frac{\partial X^m}{\partial m} - \frac{\partial X^{m-1}}{\partial m} < 0, \quad x_j^m - x_j^{m-1} < 0\ , \quad \frac{\partial x_j^{m-1}}{\partial m} < 0$$

(2)を α に関して微分すると

$$\begin{aligned} &\frac{\partial^2}{\partial m \partial \alpha}(TP^m - TP^{m-1}) \\ &= -\frac{4c^2}{(n+1-\alpha)^3} + \frac{2(\alpha^2 - 2n\alpha + 2\alpha + n^2 + 2n - 3)c^2}{(n+1-\alpha)^2(n-1+\alpha)^2} \qquad (3) \\ &= \frac{2(n^3 + n^2 + 3n - \alpha^3 + 3n\alpha^2 - 3\alpha^2 - 3n^2\alpha - 6n\alpha + 9\alpha - 5)c^2}{(n+1-\alpha)^3(n-1+\alpha)^2} \\ &> 0 \end{aligned}$$

となる。よって、(2)は負になり、(2)の絶対値は α に関する減少関数になる。この性質は

---

[8] $\frac{\partial}{\partial m}(X^m - X^{m-1}) = 0$ である。よって、新技術導入企業数が増えることによる合計生産量の増加は m に関して一定である。また、$\frac{\partial}{\partial m}\left(x_j^m - x_j^{m-1}\right) = 0$ である。

図 1-3-4 に示されている。

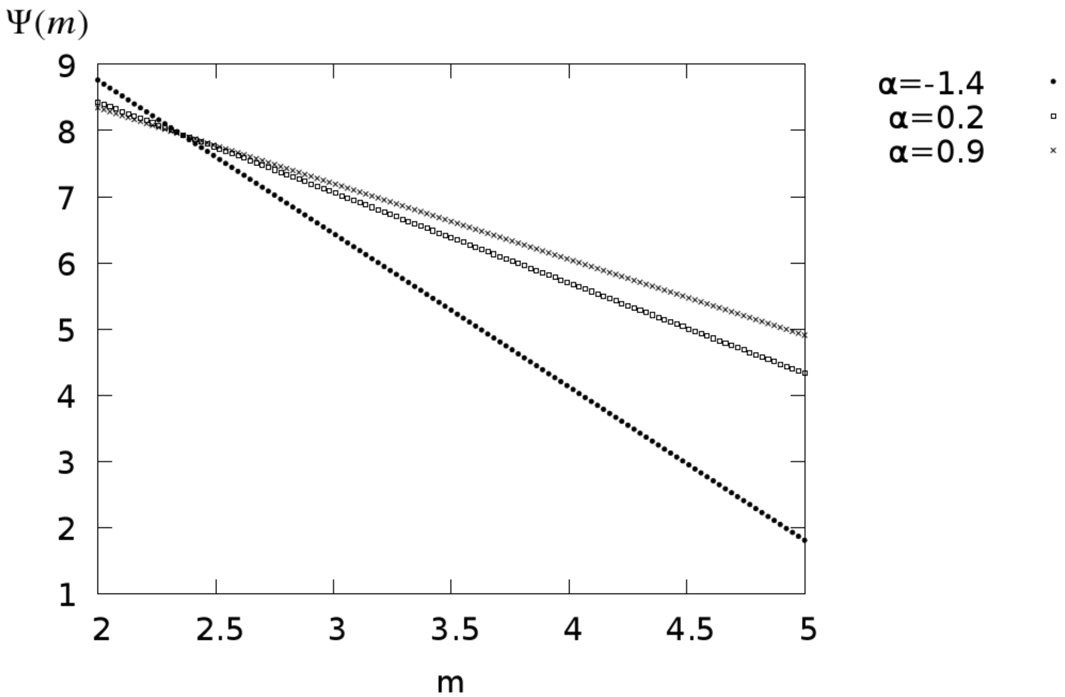

図 1-3-3　m 、α と $\Psi(m)$ の関係

m が小さければ価格が高いため、新技術導入企業が増えることによる合計利潤の増加は大きい。一方、m が大きくなれば価格が下がるため、新技術導入企業が増えることによる合計利潤の増加は小さくなる。

(2)式の第一項は m が増える、すなわち新技術導入企業数が増えることによる合計収入の増加が減少する効果をあらわし、(3)式の第一項は α が増加することによるその変化をあらわす。また、(2)式の第二項は、m が増えることによる生産費用の減少をあらわし、(3)式の第二項は α が増加することによるその変化をあらわす。(3)式の第一項は負になるが、第二項は正になり、第二項が支配的である。よって、図 1-3-4 のような結果を得る。

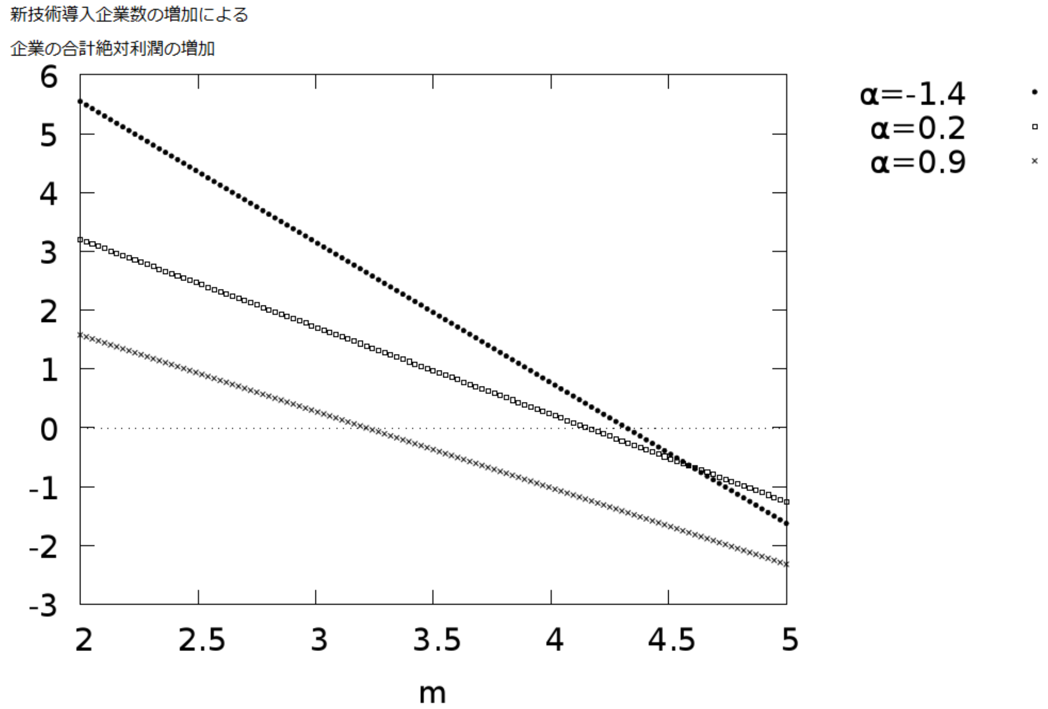

図 1-3-4　m 、α と新技術導入企業数が増えることによって増加する企業の合計絶対利潤の関係

新技術導入企業数が増加することによる消費者余剰の増加については、$\frac{\partial(CS^m-CS^{m-1})}{\partial m}>0$ 、$\frac{\partial^2(CS^m-CS^{m-1})}{\partial m\partial\alpha}>0$ が得られる。α が小さくなると企業の合計生産量が減少するため、政策介入を除いた消費者余剰は小さくなる。また、新技術導入企業数が増加することによる消費者余剰の増加も小さくなる。よって、α が大きくなると、m の増加による $\Psi(m)$ の減少が小さくなる。

以上より、$\frac{\partial^2(TP^m-TP^{m-1})}{\partial m\partial\alpha}$ 、$\frac{\partial^2(CS^m-CS^{m-1})}{\partial m\partial\alpha}>0$ なので、m が小さいと、新技術導入企業数が増えることによる経済厚生の増加は α が小さいほど大きいが、m が大きいと、同様の経済厚生の増加は α が小さいほど小さくなることがある。よって、図 1-3-3 は交差する可能性があり、これは図 1-3-2 が交差する可能性を示している。

図 1-3-5 は新技術導入費用を含めた経済厚生の数値例を描いている。図 1-3-2 で示されているように、新技術導入費用が大きい時、市場が競争的になるほど最適な新技術導入企業数は減るが、図 1-3-5 は市場が競争的になるほど経済厚生は常に増えることを示唆している。

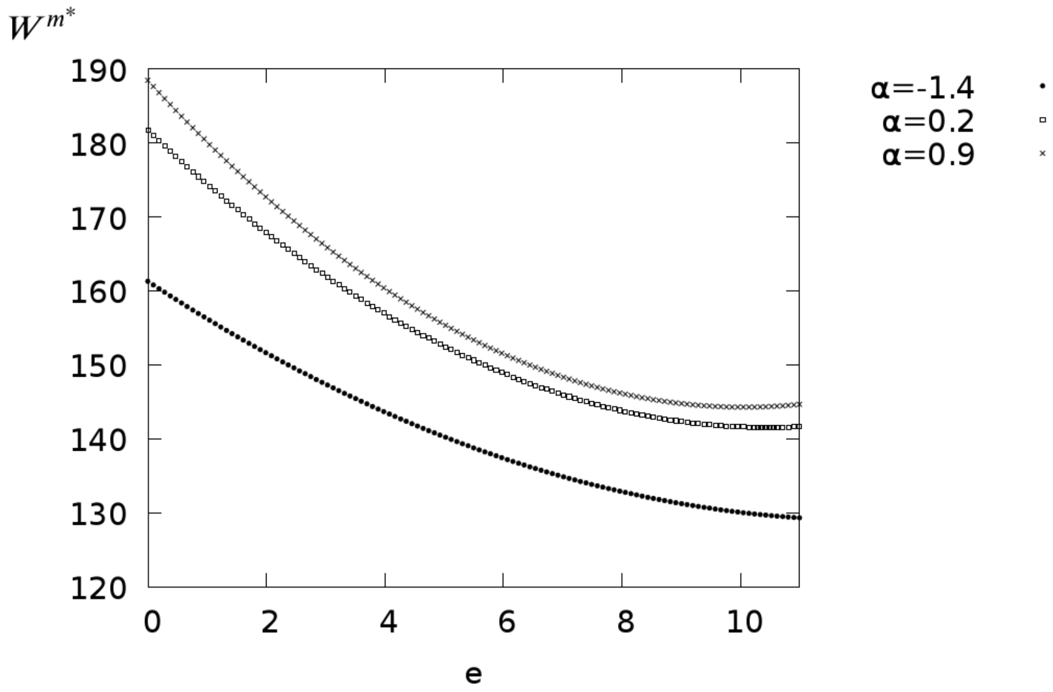

図 1-3-5　最適な新技術導入企業数 m^* のもとでの経済厚生

7. 補助金または課税政策

本項では、寡占市場における企業の新技術導入に対する補助金または課税政策について分析する。

均衡における新技術導入企業数 m^0 は $\Phi(m^0) = e$ を満たし、社会的に最適な新技術導入企業数 m^* は $\Psi(m^*) = e$ を満たす。

企業数の整数問題を無視すれば、以下の 3 つのケースがある。

1. $m^* > m^0$ の時、政府は新技術導入に対して補助金を与えることが望ましい。この時、政府は補助金を得られる機会を全ての企業に与えるべきである。S を全企業に共通の補助金額とする。m を連続な変数とすると、望ましい S は
$$S = e - \Phi(m^*)$$
となる。企業数を正の整数に限定すると
$$\Phi(m^* + 1) < e - S \leq \Phi(m^*)$$
となるように S を決める必要がある。各企業に対する補助金額 S は $e - \Phi(m^*)$ より大きく、$e - \Phi(m^* + 1)$ より小さい必要がある。この時、m^* 社が実際に補助金を受け取り、新技術を導入する。
2. $m^* < m^0$ の時、政府は新技術導入に対して課税を行い、新技術導入企業を減らすことが望ましい。この時、政府は全企業の新技術導入へ課税すべきである。$S(< 0)$ を

全企業に共通な課税額とする。m を連続な変数とすると望ましい S は

$$S = e - \Phi(m^*)$$

となる。絶対値は $\Phi(m^*) - e$ となる。企業数を整数に限定すると

$$\Phi(m^* + 1) < e - S \leq \Phi(m^*)$$

を満たす必要がある。各企業に対する課税額 $|S| = -S$ は $\Phi(m^*) - e$ より小さく、$\Phi(m^* + 1) - e$ より大きい必要がある。この時、m^* 社が実際に税金を支払い、新技術を導入する。

3. $m^* = m^0$ の時、政府は政策的介入を行う必要は無い。

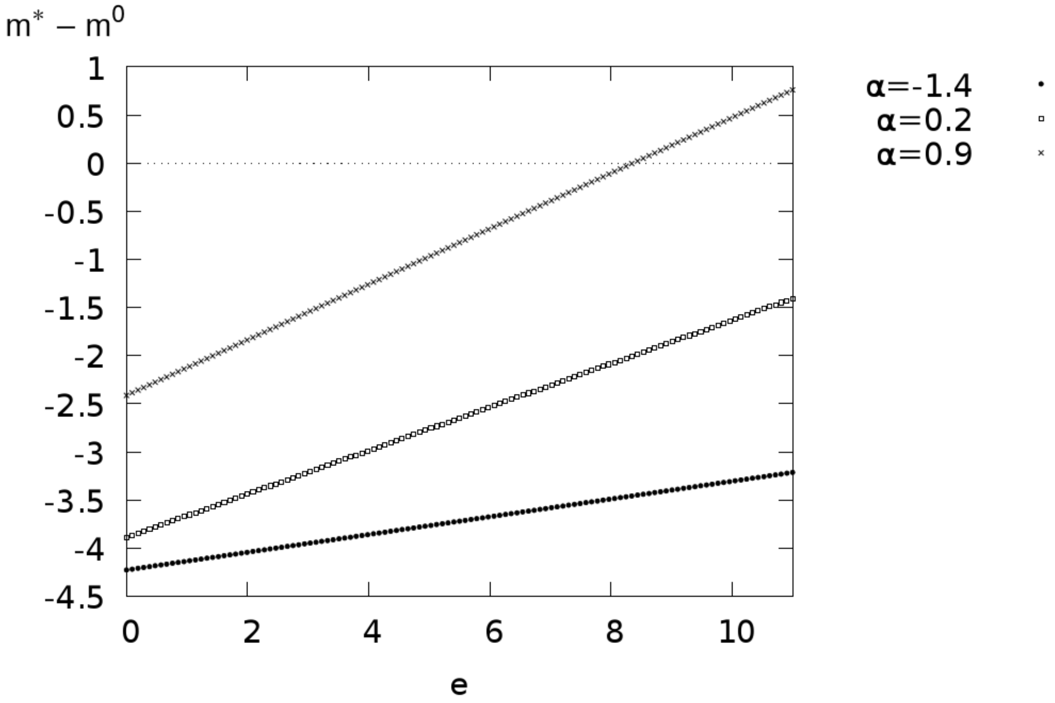

図 1-3-6　m^* と m^0 の違いと e の関係

$m^* - m^0$ を計算すると

$$m^* - m^0 = \frac{G}{2(\alpha - n + 1)(\alpha^2 - n\alpha - \alpha + 2n^2 - 2n)(2\alpha^2 - 4n\alpha + \alpha + 2n^2 + n - 3)c^2}$$

となる。 G の値は補論を参照。以下の関係が成り立つ。

$$\frac{d(m^* - m^0)}{de} = \frac{(n + 1 - \alpha)^2(\alpha + n - 1)^2(\alpha^2 - n\alpha - \alpha + 3n - 3)}{(n - 1 - \alpha)(\alpha^2 - n\alpha - \alpha + 2n^2 - 2n)(2\alpha^2 - 4n\alpha + \alpha + 2n^2 + n - 3)c^2} > 0$$

よって、$m^* - m^0$ は e に関して増加関数となる。図 1-3-6 では、$m^* - m^0$ と新技術導入費用 e の関係を 3 つの α のもとで描いている。3 つのケースにおける各定数の値は図 1-3-1 と同じである。

1. $a = 19, c = 2, n = 5, \alpha = -1.4$
   この時、最適な政策は常に課税となる。補助金政策が最適になることは無い。
2. $a = 19, c = 2, n = 5, \alpha = 0.2$
   同じく、最適な政策は常に課税である。補助金政策が最適になることは無い。$m^* - m^0$ の値は上のケースよりも大きくなっている。
3. $a = 19, c = 2, n = 5, \alpha = 0.9$
   この時、e が小さければ最適な政策は課税であり、e が大きければ最適な政策は補助金である。

図 1-3-6 を見ると、$m^* - m^0$ は α に関して増加関数に見えるが、$m^* - m^0$ を α で微分した値は複雑なため、分析は行わない。代わりに、図 1-3-7 では $m^* - m^0$ と α を関係を描いている。3 つのケースにおける各定数の値は以下の通りである。

1. $a = 19, c = 2, n = 5, e = 2$
2. $a = 19, c = 2, n = 5, e = 6$
3. $a = 19, c = 2, n = 5, e = 10$

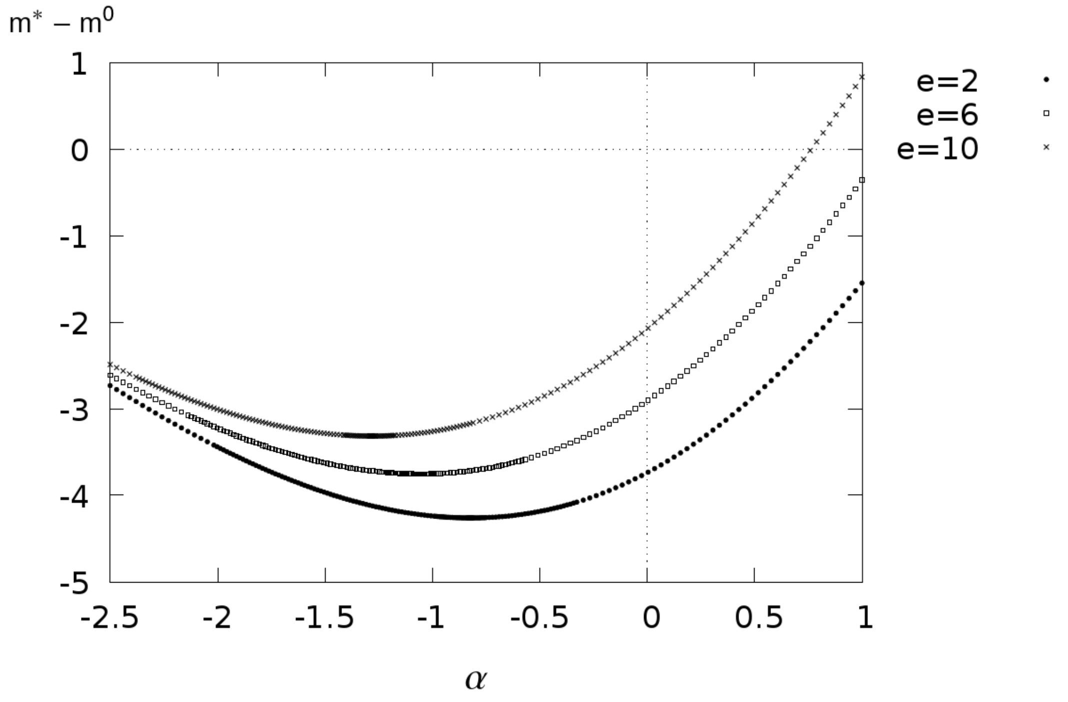

図 1-3-7　$m^* - m^0$ と α の関係

α が小さくなければ、$m^* - m^0$ は α に関して増加関数となる。結果をまとめると以下の

ようになる。

命題 1-3-1.

1. 最適な政策は以下のようになる。
   (a) $m^* > m^0$ の時、企業への補助金政策が最適となる。
   (b) $m^* < m^0$ の時、企業への課税政策が最適となる。
   (c) $m^* = m^0$ の時、政策的介入を行わないことが最適となる。
2. 新技術導入費用が大きい時、最適な政策は補助金になる可能性が高く、新技術導入費用が小さい時、最適な政策は課税になる可能性が高い。
   企業の競争が激しい時、最適な政策は補助金になる可能性が高く、企業の競争が緩やかな時、最適な政策は課税になる可能性が高い。

8. 消費者余剰について

新技術導入企業数が m の時、政策介入除いた消費者余剰は以下のようになる。

$$CS^m = aX^m - \frac{1}{2}(X^m)^2 - pX^m = \frac{[na-(n-m)c]^2}{2(n+1-\alpha)^2}$$

これは明らかに m に関する増加関数である。第 6 項で述べたように、最適な新技術導入企業数 m^* は e に関して減少関数になる。よって、m^* のもとでの政策介入を除いた消費者余剰も e に関して減少関数となる。

$\Phi(m^0) = e$ かつ $\Phi(m)$ は m に関する強い意味での減少関数なので、$m^* > m^0$ であれば $\Phi(m^*) < e$ となる。この時、最適な政策は企業に対する補助金になり、補助金額は

$$e - \Phi(m^*)$$

となる。補助金は消費者に対する一括税によって賄われる。

一方、$m^* < m^0$ であれば $\Phi(m^*) > e$ となる。この時、最適な政策は企業に対する課税になり、課税額の絶対値は

$$\Phi(m^*) - e$$

となる。課税収入は消費者に対する一括交付金として支払われる。よって、政策が補助金か課税、どちらであっても政策的介入を含めた最適な新技術導入企業数のもとでの消費者余剰は

$$CS^{m^*} = \frac{[na-(n-m^*)c]^2}{2(n+1-\alpha)^2} + m^*(\Phi(m^*) - e)$$

となる。一方、均衡における新技術導入企業数における消費者余剰は

$$CS^{m^0} = \frac{[na-(n-m^0)c]^2}{2(n+1-\alpha)^2}$$

となる。CS^{m^*} と CS^{m^0} を比べると以下のようになる。

$$CS^{m^*} - CS^{m^0} = \frac{[na-(n-m^*)c]^2}{2(n+1-\alpha)^2} - \frac{[na-(n-m^0)c]^2}{2(n+1-\alpha)^2} + m^*(\Phi(m^*)-e)$$

これは非常に複雑な式になる。図 1-3-8 では数値例を描いている。定数の値は図 1-3-1、図 1-3-2 と等しい。

命題 1-3-1 で示したように、e が増加すると最適な政策が課税から補助金に変わるため、この値は 2 つの意味で e に依存している。第一に、 m^0 と m^* における消費者余剰の差である。$\frac{d(m^*-m^0)}{de} > 0$ なので、e が増えるとこれらの差の値が大きくなることによる。第二に、課税や交付金などの政策によるものである。e が増加することによる課税から補助金への政策の変化は、消費者へ支払われる企業への課税額が減少するか、消費者への課税によって賄われる企業への補助金が増加することを意味する。e が小さい時、第二の影響が第一の影響を常に支配するが、e が大きく $\alpha = 0.9$ であれば、1 つ目の影響が 2 つ目の影響を支配する。

よって、e か α が小さいか、それらが大きい時、CS^{m^*} が CS^{m^0} より大きくなる。

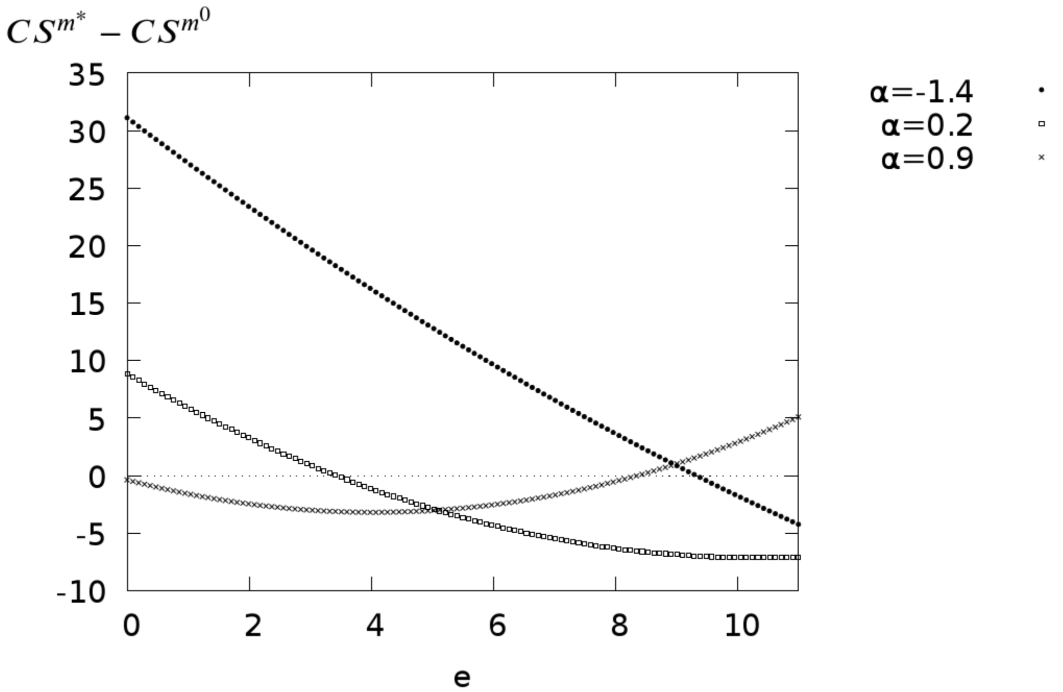

図 1-3-8　政策介入による消費者余剰の変化

9. 終わりに

本節では、同質財を生産する寡占市場モデルを用いて企業の新技術導入に対する最適な政策を明らかにした。補助金、課税、政策介入無しのうちどの政策が最適になるかは、新

技術導入費用と企業が競争的か協調的かによって左右される。

企業行動の競争の激しさをあらわす相対利潤の加重平均は複占市場や寡占市場の様々な問題を扱った分析に利用されている。

今後は、差別化財や一般的な需要関数および費用関数を用いたモデルへの拡張を行いたい。

補論

$$\begin{aligned}A = -c(&cn\alpha^3 - an\alpha^3 - cm\alpha^3 + a\alpha^3 - cn^2\alpha^2 + 2cmn\alpha^2 - 2cn\alpha^2 + 2an\alpha^2 + c\alpha^2 - 2a\alpha^2 \\ &+ cn^3\alpha + an^3\alpha - 3cmn^2\alpha + 2cn^2\alpha - 3an^2\alpha + 2cmn\alpha - 2cn\alpha + an\alpha + cm\alpha \\ &- c\alpha + a\alpha - cn^4 + 2cmn^3 + 2cn^3 - 2an^3 - 4cmn^2 - cn^2 + 4an^2 + 2cmn \\ &- 2an)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B = &en\alpha^3 + c^2n\alpha^3 - acn\alpha^3 - e\alpha^3 + ac\alpha^3 - en^2\alpha^2 - c^2n^2\alpha^2 - 2en\alpha^2 - 2c^2n\alpha^2 + 2acn\alpha^2 \\ &+ 3e\alpha^2 + c^2\alpha^2 - 2ac\alpha^2 - en^3\alpha + c^2n^3\alpha + acn^3\alpha + 3en^2\alpha + 2c^2n^2\alpha \\ &- 3acn^2\alpha + en\alpha - 2c^2n\alpha + acn\alpha - 3e\alpha - c^2\alpha + ac\alpha + en^4 - c^2n^4 + 2c^2n^3 \\ &- 2acn^3 - 2en^2 - c^2n^2 + 4acn^2 - 2acn + e\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C = &2c^2mn\alpha^2 - 2c^2n\alpha^2 + 4acn\alpha^2 - 2a^2n\alpha^2 - 2c^2m^2\alpha^2 + 2c^2m\alpha^2 - 4acm\alpha^2 - 4c^2mn^2\alpha \\ &- c^2n^2\alpha + 2acn^2\alpha - a^2n^2\alpha + 4c^2m^2n\alpha + 2c^2mn\alpha - 2acmn\alpha + 4c^2n\alpha \\ &- 8acn\alpha + 4a^2n\alpha - c^2m^2\alpha - 4c^2m\alpha + 8acm\alpha + 2c^2mn^3 + c^2n^3 - 2acn^3 \\ &+ a^2n^3 - 2c^2m^2n^2 + 2acmn^2 + c^2n^2 - 2acn^2 + a^2n^2 - c^2m^2n - 4c^2mn \\ &+ 2acmn - 2c^2n + 4acn - 2a^2n + 3c^2m^2 + 2c^2m - 4acm\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D = &2c^2mn\alpha^2 - 4c^2n\alpha^2 + 4acn\alpha^2 - 2a^2n\alpha^2 - 2c^2m^2\alpha^2 + 6c^2m\alpha^2 - 4acm\alpha^2 - 4c^2\alpha^2 \\ &+ 4ac\alpha^2 - 4c^2mn^2\alpha + 3c^2n^2\alpha + 2acn^2\alpha - a^2n^2\alpha + 4c^2m^2n\alpha - 6c^2mn\alpha \\ &- 2acmn\alpha + 6c^2n\alpha - 6acn\alpha + 4a^2n\alpha - c^2m^2\alpha - 2c^2m\alpha + 8acm\alpha + 3c^2\alpha \\ &- 8ac\alpha + 2c^2mn^3 - c^2n^3 - 2acn^3 + a^2n^3 - 2c^2m^2n^2 + 4c^2mn^2 + 2acmn^2 \\ &- c^2n^2 - 4acn^2 + a^2n^2 - c^2m^2n - 2c^2mn + 2acmn + c^2n + 2acn - 2a^2n \\ &+ 3c^2m^2 - 4c^2m - 4acm + c^2 + 4ac\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E = (&2cn\alpha^2 - 4cm\alpha^2 + 4c\alpha^2 - 4a\alpha^2 - 4cn^2\alpha + 8cmn\alpha - 2cn\alpha - 2an\alpha - 2cm\alpha - 3c\alpha \\ &+ 8a\alpha + 2cn^3 - 4cmn^2 + 2cn^2 + 2an^2 - 2cmn - 3cn + 2an + 6cm - c \\ &- 4a)c\end{aligned}$$

$$F = -(2e\alpha^3 - 2en\alpha^2 - 2c^2n\alpha^2 - 6e\alpha^2 - 4c^2\alpha^2 + 4ac\alpha^2 - 2en^2\alpha + 4c^2n^2\alpha + 4en\alpha + 2c^2n\alpha + 2acn\alpha + 6e\alpha + 3c^2\alpha - 8ac\alpha + 2en^3 - 2c^2n^3 + 2en^2 - 2c^2n^2 - 2acn^2 - 2en + 3c^2n - 2acn - 2e + c^2 + 4ac)$$

$$G = -(\alpha - n - 1)(\alpha + n - 1)(2e\alpha^4 - 2en\alpha^3 + 2c^2n\alpha^3 - 4acn\alpha^3 - 6e\alpha^3 - 4c^2\alpha^3 + 8ac\alpha^3 - 2en^2\alpha^2 - 4c^2n^2\alpha^2 + 8acn^2\alpha^2 + 10en\alpha^2 + 8c^2n\alpha^2 - 16acn\alpha^2 - c^2\alpha^2 + 2ac\alpha^2 + 2en^3\alpha + 2c^2n^3\alpha - 4acn^3\alpha + 2en^2\alpha - 2c^2n^2\alpha + 4acn^2\alpha - 14en\alpha - 5c^2n\alpha + 10acn\alpha + 10e\alpha + 5c^2\alpha - 10ac\alpha - 6en^3 - 2c^2n^3 + 4acn^3 + 6en^2 + 4c^2n^2 - 8acn^2 + 6en - 2c^2n + 4acn - 6e)$$

第２章　経済政策に影響を与える要因

競争以外の市場構造に注目し、企業の新技術導入行動や研究開発投資を複占、または寡占モデルを用いて分析した研究はいくつかある。La Manna（1993）は新技術が固定料金で販売される場合に、費用関数が非対称な状況を寡占市場モデルによって分析している。新技術が完全に再現出来る場合には、費用の小さい企業には常に新技術をライバル社にライセンシングするインセンティブがあることが示されている。よって、クールノーナッシュ均衡では生産費用が非対称にならないが、非協力ゲームのナッシュ均衡は純戦略の下で存在しないことを示されている。また、Rebolledo and Sandonís（2012）は国際的な研究開発競争または協力が行われる寡占モデルを用いて、研究開発投資に対する補助金政策の有効性を示している。さらに、Chen and Sappington（2010）では、垂直的関連市場モデルを使い、垂直統合が研究開発インセンティブに与える影響を分析している。

第 1 節では、市場にリーダーが居る Stackelberg 複占市場モデルを用いた分析を行い、第 2 節では、企業の費用関数の違いが与える影響について分析する。

第 1 節　Stackelberg 複占市場と経済政策

概要　経済成長のためには、企業による新技術の導入が必要である。しかし、競争の弱い寡占市場では、経済厚生の観点から見て新技術の導入が過少になる可能性がある。この時、政府による新技術導入への補助金政策が必要である。本節では企業の新技術導入行動と政府による補助金政策を、差別化財を生産する Stackelberg 複占市場モデルを用いて分析する。Stackelberg 市場では、生産量を決定出来るリーダーと後に生産量を決めるフォロワーがおり、企業が対称的な場合と比べて、リーダーの利潤は大きくなり、フォロワーの利潤は小さくなる。新技術は無償で手に入るが、導入には労働者の教育費用などの導入費用が必要とする。最適な政策は、新技術の導入費用の大きさ、財の性質（代替財または補完財）によっていくつかのケースに分けられる。例えば、以下の 2 ケースがある。

1. リーダー企業のみが新技術を導入した際に経済厚生が最大化されるが、補助金政策を行わなければ両企業は新技術を導入しない。この時、政府はリーダー企業の新技術導入へのみ補助金を与える差別的な政策を行うことが望ましい。（定理2-1-1の5、定理2-1-2の3－(1)－ii）
2. 2企業が新技術を導入した時に経済厚生が最大化されるが、補助金政策を行わなければリーダー企業のみが新技術を導入する。この時、フォロワー企業へのみ補助金を与えることが最適となる。新技術の導入がリーダー企業の支配戦略になっているため、政策は差別的なものではない（定理2-1-1の2)。

1. はじめに

企業による新技術の導入は、経済成長にとって重要である。しかし、企業間の競争が弱い市場では、新技術の導入が経済厚生の観点から見て過少になる場合がある。この時、政府は企業の新技術導入に対して補助金政策を行うことが望ましい。企業の新技術導入行動と政府の政策を、差別化財を生産する Stackelberg 複占市場モデルを用いて分析する。新技術は無償で手に入るが、導入には従業員の教育費用など、一定の導入費用が必要であるとする。以下の 3 段階ゲームを分析する。

1. 政府が各企業の新技術導入に対する補助金額を決める。
2. リーダー企業が新技術導入の是非を決め、その後生産量を決める。
3. フォロワー企業が新技術導入の是非を決め、その後生産量を決める。

部分ゲーム完全均衡では、新技術の導入費用が増えるにつれて、新技術導入企業は 2 社から 0 社へと減少していく。

経済厚生は消費者余剰と生産者余剰を足したもので、消費者の効用から新技術の導入費

用を含めた企業の生産費用を引いたものになる。企業への補助金は、企業が生産する財とは無関係な消費者への一括税によって賄われる。所得効果を無視すれば、消費者への課税は財の需要に影響せず、経済厚生上は補助金によって相殺される。

最適な政策は、新技術の導入費用と財の性質（代替財または補完財）によっていくつかのケースに分けられる。特に、以下の特徴的なケースがある。

1. リーダー企業のみが新技術を導入した際に経済厚生が最大化されるが、補助金政策を行わなければ両企業は新技術を導入しない。この時、政府はリーダー企業の新技術導入へのみ補助金を与える差別的な政策を行うことが望ましい。（定理2-1-1の5、定理2-1-2の3－(1)－ii）
2. 2企業が新技術を導入した時に経済厚生が最大化されるが、補助金政策を行わなければリーダー企業のみが新技術を導入する。この時、フォロワー企業へのみ補助金を与えることが最適となる。新技術の導入がリーダー企業の支配戦略になっているため、政策は差別的なものではない（定理2-1-1の2)。
3. 2企業が新技術を導入した時に経済厚生が最大化されるが、補助金政策を行わなければ両企業は新技術を導入しない。リーダー企業が新技術を導入した際、フォロワー企業は新技術の導入が最適反応になっているので、政府はリーダー企業へのみ補助金を与えることが望ましい。フォロワー企業は補助金が無くとも新技術を導入するため、政策は差別的なものではない。（定理2-1-2の(1)－ii、定理2-1-2の(2)－iii）
4. 2企業が新技術を導入した時に経済厚生が最大化されるが、補助金政策を行わなければフォロワー企業のみが新技術を導入する。政府はリーダー企業へのみ補助金を与えることが望ましい。フォロワー企業は新技術の導入が支配戦略になっているため、政策は差別的なものではない（定理2-1-2の(2)－ii）

定理 2-1-1 は代替財に関する結論、定理 2-1-2 は補完財に関する分析結果である。扱うモデルは少なくとも数学的には固定料金の下でのライセンシングと等しくなる [9]。

第 2 項ではモデルを解説する。第 3 項では代替財が生産される際の最適な政策を分析し、第 4 項では補完財が生産される際の最適な政策を分析する。

2. モデル

Stackelberg 複占市場で企業 A、B が差別化された財を生産しているとする。リーダー企業は企業 A、フォロワー企業は企業 B である。彼らは外国からの新技術導入を考えている。技術は無償で手に入るが、各企業は新技術を導入するために、労働者の教育費用など、一

[9] 新技術のライセンシングの形態には固定料金制と、生産量 1 単位につき一定額を支払うロイヤルティー制の 2 つがある。また、本節で扱う固定額の補助金の他に、価格に応じた補助金や（特定補助金）を考えることも出来る。これらの分析は将来の課題である。

定の固定費用を支払う必要があるとする。企業 A の生産量を x_A 、企業 B の生産量を x_B とし、各企業が生産する財の価格を p_A 、p_B とする。消費者の効用関数は

$$u = a(x_A + x_B) - \frac{1}{2}x_A^2 - bx_Ax_B - \frac{1}{2}x_B^2$$

となる（ $a > 0$ ）。両企業の製品が代替財の場合は $0 < b < 1$ 、補完財の場合は$-1 < b < 0$ となる。効用関数から得られる逆需要関数は

$$p_A = a - x_A - bx_B, \quad p_B = a - x_B - bx_A$$

となる。旧技術での限界費用を $c\ (> 0)$ 、新技術での限界費用を 0 とする。また、新技術の導入費用を $e\ (> 0)$ とする。

仮定1. $a > \frac{c}{1-b}$ のような十分に大きい a と小さな $|b|$ を仮定する。例えば、$a > 2c$ かつ $|b| < \frac{1}{2}$ 。

例えば $b = 1$ （同質財）のように $|b|$ が大きければ、補助金政策よりも課税政策が最適になる可能性がある（第 1 章 第 1 節）。しかし、本節では課税政策が無い場合の代替財と補完財の違いについて取り扱う。

企業にとって新技術の導入と導入しないことが無差別な場合、企業は新技術を導入すると仮定する。

3. 代替財のケース

企業の行動

2 企業の製品が代替財である場合を考える。リーダー企業 A とフォロワー企業 B の新技術導入前における利潤は

$$\pi_A = (a - x_A - bx_B)x_A - cx_A, \quad \pi_B = (a - x_B - bx_A)x_B - cx_B$$

となる。新技術導入後の利潤は

$$\pi_A = (a - x_A - bx_B)x_A - e, \quad \pi_B = (a - x_B - bx_A)x_B - e$$

となる。

両企業が新技術を導入した時、利潤最大化の一階条件は

$$a - \left(2 + b\frac{dx_B}{dx_A}\right)x_A - bx_B = 0, \quad a - 2x_B - bx_A = 0$$

となる。この時、

$$\frac{dx_B}{dx_A} = -\frac{b}{2}$$

である。この関係は全てのケースに当てはまる。よって、企業 A の利潤最大化条件は

$$a - \left(2 - \frac{b^2}{2}\right)x_A - bx_B = 0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A = \frac{2-b}{2(2-b^2)}, \quad x_B = \frac{4-2b-b^2}{4(2-b^2)}a$$

となる。また、均衡価格は

$$p_A = \frac{(2-b)}{4}a, \quad p_B = \frac{4-2b-b^2}{4(2-b^2)}a$$

となる。各企業の利潤は

$$\pi_A^2 = \frac{(2-b)^2}{8(2-b^2)}a^2 - e, \quad \pi_B^2 = \frac{(4-2b-b^2)^2}{16(2-b^2)^2}a^2 - e$$

となる。

両企業が新技術を導入しない時、利潤最大化の一階条件は

$$a - \left(2 - \frac{b^2}{2}\right)x_A - bx_B - c = 0, \quad a - 2x_B - bx_A - c = 0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A = \frac{2-b}{2(a-b^2)}(a-c), \quad x_B = \frac{4-2b-b^2}{4(2-b^2)}(a-c)$$

となる。また、均衡価格は

$$p_A = \frac{2-b}{4}(a-c), \quad p_B = \frac{4-2b-b^2}{4(2-b^2)}(a-c)$$

となる。各企業の利潤は

$$\pi_A^0 = \frac{(2-b)^2}{8(2-b^2)}(a-c)^2, \quad \pi_B^0 = \frac{(4-2b-b^2)^2}{16(2-b^2)^2}(a-c)^2$$

となる。

企業 A のみが新技術を導入した時、利潤最大化条件は

$$a - \left(2 - \frac{b^2}{2}\right)x_A - bx_B = 0, \quad a - 2x_B - bx_A - c = 0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A = \frac{(2-b)a + bc}{2(2-b^2)}, \quad x_B = \frac{(4-2b-b^2)a - (4-b^2)c}{4(2-b^2)}$$

となる。均衡価格は

$$p_A = \frac{(2-b)a + bc}{4}, \quad p_B = \frac{(4-2b-b^2)a - (4-b^2)c}{4(2-b^2)} + c$$

となる。各企業の利潤は

$$\pi_A^A = \frac{[(2-b)a + bc]^2}{8(2-b^2)} - e, \quad \pi_B^A = \frac{[(4-2b-b^2)a - (4-b^2)c]^2}{16(2-b^2)^2}$$

同様に、企業 B のみが新技術を導入した時、均衡生産量は

$$x_A = \frac{(2-b)a-2c}{2(2-b^2)},\quad x_B = \frac{(4-2b-b^2)a+2bc}{4(2-b^2)}$$

となる。また、均衡価格は

$$p_A = \frac{(2-b)a-2c}{4}+c,\quad p_B = \frac{(4-2b-b^2)a+2bc}{4(2-b^2)}$$

となる。均衡利潤は

$$\pi_A^B = \frac{[(2-b)a-2c]^2}{8(2-b^2)},\quad \pi_B^B = \frac{[(4-2b-b^2)a+2bc]^2}{16(2-b^2)^2}-e$$

となる。

各企業の新技術導入前後の利潤を比べると

$$\pi_A^2-\pi_A^B = \frac{(2a-ab-c)c}{2(2-b^2)}-e,\quad \pi_A^A-\pi_A^0 = \frac{(2a+bc-ab-c)c}{2(2-b^2)}-e,$$

$$\pi_B^2-\pi_B^A = \frac{(2-b)(2+b)(8a-4ab-2ab^2-4c+b^2c)c}{16(2-b^2)^2}-e,$$

$$\pi_B^B-\pi_B^0 = \frac{(2-b)(2+b)(8a-4ab-2ab^2+4bc-4c+b^2c)c}{16(2-b^2)^2}-e$$

となる。以上の結果より、以下の e を定義する。

$$e_A^2 = \frac{(2a-ab-c)c}{2(2-b^2)},\quad e_A^1 = \frac{(2a+bc-ab-c)c}{2(2-b^2)},$$

$$e_B^2 = \frac{(2-b)(2+b)(8a-4ab-2ab^2-4c+b^2c)c}{16(2-b^2)^2},$$

$$e_B^1 = \frac{(2-b)(2+b)(8a-4ab-2ab^2+4bc-4c+b^2c)c}{16(2-b^2)^2}$$

企業Bの行動は以下のようになる。

1. $e \le e_B^2$ は、企業Aが新技術を導入している時の企業Bの最適反応が新技術の導入となるための必要十分条件である。
2. $e \le e_B^1$ は、企業Aが新技術を導入していない時の企業Bの最適反応が新技術の導入となるための必要十分条件である。

同様に、企業 A の行動は以下のようになる。

1. $e \le e_A^2$ は、企業Bが新技術を導入している時の企業Aの最適反応が新技術の導入となるための必要十分条件である。
2. $e \le e_A^1$ は、企業Bが新技術を導入していない時の企業Aの最適反応が新技術の導入となるための必要十分条件である。

e について以下の関係が成り立つ。

$$e_B^1-e_B^2 = \frac{(2-b)(2+b)bc^2}{4(2-b^2)^2},\quad e_A^1-e_A^2 = \frac{bc^2}{2(2-b^2)}>0$$

よって、以下の補題を得る。

補題 2-1-1. 代替財が生産される場合、

1. $e \leq e_B^2$ であれば新技術の導入が企業Bの支配戦略となる。
2. $e_B^2 < e \leq e_B^1$ であれば、企業Aが新技術を導入していない時、新技術の導入が企業Bの最適反応になり、企業Aが新技術を導入している時、新技術を導入しないことが企業Bの最適反応になる。
3. $e > e_B^1$ であれば、新技術を導入しないことが企業Bの支配戦略になる。
4. $e \leq e_A^2$ であれば、新技術の導入が企業Aの支配戦略となる。
5. $e_A^2 < e \leq e_A^1$ であれば、企業Bが新技術を導入していない時、新技術の導入が企業Aの最適反応になり、企業Bが新技術を導入している時、新技術を導入しないことが企業Aの最適反応になる。
6. $e > e_A^1$ であれば新技術を導入しないことが企業Aの支配戦略になる。

3 段階ゲームは図 2-1-1 のようになる。

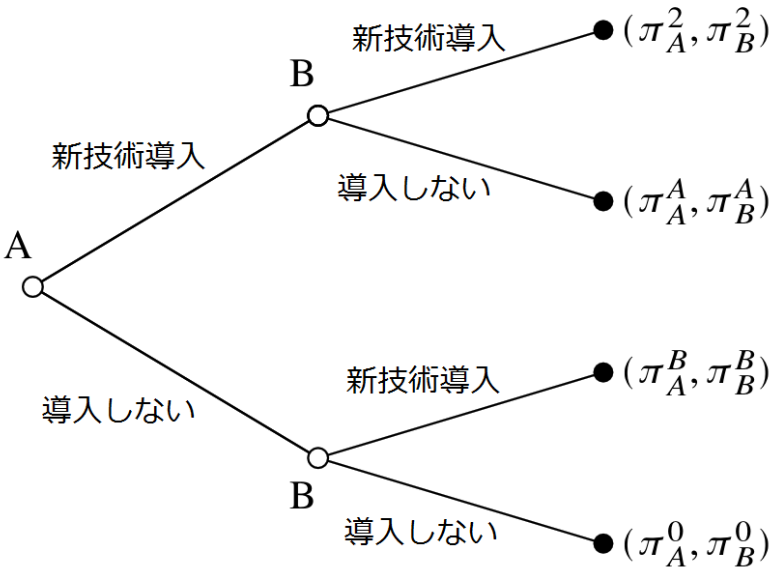

図 2-1-1 ゲームツリー

e に関して、以下の関係が成り立つ。

$$e_A^2 - e_B^1 = \frac{(4ab^2 - 2ab^3 + b^3c + 4b^2c - 16c)bc}{16(2-b^2)^2},$$

$$e_A^2 - e_B^2 = \frac{(4a - 2ab + bc)b^3c}{16(2-b^2)^2}, \quad e_A^1 - e_B^1 = \frac{(4a - 2ab + bc - 4c)b^3c}{16(2-b^2)^2}$$

変数が極端で無い場合、$e_A^1 - e_B^1 > 0$ 、$e_A^2 - e_B^2 > 0$ となるが、$e_A^2 - e_B^1$ は正負どちらの値も取り得る。例えば、$a = 10$ 、$b = \frac{1}{2}$ 、$c = 4$ の時、$e_A^1 - e_B^1 = \frac{8}{49}$ 、$e_A^2 - e_B^2 = \frac{16}{49}$ 、そして $e_A^2 - e_B^1 = -\frac{104}{49}$ となる。一方、$a = 200$ 、$b = \frac{1}{2}$ 、$c = 4$ の時、$e_A^1 - e_B^1 = \frac{293}{49}$ 、$e_A^2 - e_B^2 = \frac{43}{7}$ 、そして $e_A^2 - e_B^1 = \frac{181}{49}$ となる。しかし、両方のケースで同じ結論を得る。第 2 段階後の部分ゲーム完全均衡は以下のようになる。

補題 2-1-2.

1. $e \le e_B^2$ であれば、両企業は新技術を導入する。
2. $e_B^2 < e \le e_A^1$ であれば、企業Aのみが新技術を導入する。
3. $e > e_A^1$ であれば、両企業は新技術を導入しない。

証明は付録 A を参照。企業 B のみが新技術を導入する均衡は存在しない。

経済厚生と政策

経済厚生は消費者余剰と企業の合計利潤の和であり、消費者の効用から新技術の導入費用を含んだ企業の生産費用を引いたものに等しい。補助金は企業が生産する財に影響しない、消費者に対する一括税を財源とするものである。所得効果を無視すれば、消費者への一括税は財の需要に影響せず、企業への補助金によって経済厚生上は相殺される。

両企業が新技術を導入した時の経済厚生を W^2 、企業 A のみが新技術を導入した時の経済厚生を W^A 、企業 B のみが新技術を導入した時の経済厚生を W^B 、両企業が新技術を導入しない時の経済厚生を W^0 とする。各状態の経済厚生は以下のようになる。

$$W^2 = a(x_A + x_B) - \frac{1}{2}x_A^2 - bx_Ax_B - \frac{1}{2}x_B^2 - 2e = \frac{a^2(3b^4 + 28b^3 - 48b^2 - 64b + 96)}{32(2 - b^2)^2} - 2e,$$

$$\begin{aligned} W^A &= ax_A + (a - c)x_B - \frac{1}{2}x_A^2 - bx_Ax_B - \frac{1}{2}x_B^2 - e \\ &= \frac{1}{32(2 - b^2)^2}(3b^4c^2 - 28b^2c^2 + 48c^2 - 6ab^4c - 28ab^3c + 56ab^2c + 64abc - 96ac \\ &\qquad + 3a^2b^4 + 28a^2b^3 - 48a^2b^2 - 64a^2b + 96a^2) - e, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W^B &= (a - c)x_A + ax_B - \frac{1}{2}x_A^2 - bx_Ax_B - \frac{1}{2}x_B^2 - e \\ &= \frac{1}{32(2 - b^2)^2}(-20b^2c^2 + 48c^2 - 28ab^3c + 40ab^2c + 64abc - 96ac + 3a^2b^4 + 28a^2b^3 \\ &\qquad - 48a^2b^2 - 64a^2b + 96a^2) - e, \end{aligned}$$

$$W^0 = (a - c)(x_A + x_B) - \frac{1}{2}x_A^2 - bx_Ax_B - \frac{1}{2}x_B^2 = \frac{(3b^4 + 28b^3 - 48b^2 - 64b + 96)(a - c)^2}{32(2 - b^2)^2}$$

となる。また、以下の不等式が成り立つ。

$$W^A - W^B = \frac{(2a-c)(8-3b^2)b^2c}{32(2-b^2)^2} > 0$$

以下の e を定義する。

$$e^{20} = \frac{W^2 + 2e - W^0}{2} = \frac{(2a-c)(3b^4+28b^3-48b^2-64b+96)c}{64(2-b^2)^2},$$

$$e^{A0} = W^A - W^0 + e = \frac{(7ab^3-10ab^2-16ab+24a-7b^3c+5b^2c+16bc-12c)c}{8(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} = W^2 - W^A + e = \frac{(6ab^4+28ab^3-56ab^2-64ab+96a-3b^4c+28b^2c-48c)c}{32(2-b^2)^2},$$

$$\begin{aligned} e^{B0} &= W^B - W^0 + e \\ &= \frac{(6ab^4+28ab^3-56ab^2-64ab+96a-3b^4c-28b^3c+28b^2c+64bc-48c)c}{32(2-b^2)^2}, \end{aligned}$$

$$e^{2B} = W^2 - W^B + e = \frac{(7ab^3-10ab^2-16ab+24a+5b^2c-12c)c}{8(2-b^2)^2},$$

これらは仮定 1 のもとで全て正になる。それぞれを比べると

$$e^{2A} - e^{2B} = \frac{(2a-c)(8-3b^2)b^2c}{32(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} - e^{20} = -\frac{(16ab-6ab^3+3b^3c-28b^2c-8bc+64c)bc}{64(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} - e^{B0} = \frac{(7b^2-16)bc^2}{8(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} - e^{A0} = -\frac{(16ab-6ab^3+3b^3c-28b^2c-8bc+64c)bc}{32(2-b^2)^2},$$

$$e^{2B} - e^{A0} = \frac{(7b^2-16)bc^2}{8(2-b^2)^2},$$

$$e^{20} - e^{A0} = -\frac{(16ab-6ab^3+3b^3c-28b^2c-8bc+64c)bc}{64(2-b^2)^2},$$

$$e^{B0} - e^{A0} = \frac{(2a-c)(8-3b^2)b^2c}{32(2-b^2)^2}$$

となる。変数が極端で無い場合、これらは全て負になる。よって、

$$e^{2A} < e^{2B}, e^{20}, e^{B0} < e^{A0}$$

となる。$W^A > W^B$ なので、以下の補題を得る。

補題 2-1-3.

1. $e \le e^{2A}$ の時、W^2 が最大になり、両企業による新技術の導入が最適になる。
2. $e^{2A} < e \le e^{A0}$ の時、W^A が最大になり、企業Aのみによる新技術の導入が最適にな

る。

3. $e > e^{A0}$ の時、W^0 が最大になり、両企業が新技術を導入しないことが最適になる。

e^{2A} と e_A^1 を比べると

$$e^{2A} - e_A^1 = \frac{(-3b^4c + 16b^3c + 12b^2c - 32bc - 16c + 6ab^4 + 12ab^3 - 24ab^2 - 32ab + 32a)c}{32(2-b^2)^2}$$

$$> 0$$

となる。よって、以下の定理を得る。

定理 2-1-1. 代替財が生産される時、最適な政策は以下のようになる。

1. $e \leq e_B^2$ の時、政府は新技術の導入に対して政策的介入を行う必要は無い。
2. $e_B^2 < e \leq e_A^2$ の時、企業Bの新技術導入へ $e - e_B^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。企業Aは補助金が無くとも新技術を導入するため、政策は差別的なものにならない。
3. $e_A^2 < e \leq e_A^1$ の時、企業Aの新技術導入へ $e - e_A^2$ 以上の補助金、企業Bの新技術導入へ $e - e_B^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。
4. $e_A^1 < e \leq e^{2A}$ の時、企業Aの新技術導入へ $e - e_A^2$ 以上の補助金、企業Bの新技術導入へ $e - e_B^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。
5. $e^{2A} < e \leq e^{A0}$ の時、企業Aの新技術導入へのみ $e - e_A^1$ 以上の補助金を与えることが望ましい。この時、企業Bは新技術を導入しないため、政策はリーダー企業Aを優遇する差別的なものになる。
6. $e > e^{A0}$ の時、政府は新技術の導入に対して政策的介入を行う必要は無い。

証明は付録 B を参照。定理 2-1-1 をまとめると表 2-1-1 のようになる。

1. $e < e_B^2$ 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要が無い。	2. $e_B^2 < e \leq e_A^2$ 両企業の新技術導入が最適になり、企業 A のみが自発的に新技術を導入するため、政府は企業 B の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。
3. $e_A^2 < e \leq e_A^1$ 両企業の新技術導入が最適になり、企業 A のみが自発的に新技術を導入する。政府は両企業の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。	4. $e_A^1 < e \leq e^{2A}$ 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。よって、政府は両企業の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。
5. $e^{2A} < e \leq e^{A0}$ 企業 A のみによる新技術の導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入しない。政府は企業 A の新技術導入へのみ補助金を与える差別的な政策を行うことが望ましい。	6. $e > e^{A0}$ 両企業が新技術を導入しないことが最適になり、両企業は自発的に新技術を導入しないため、政府は政策的介入を行う必要が無い。

表 2-1-1　定理1

4. 補完財のケース

企業の行動

補完財のケースを考える。前項と同じように、以下の e を定義する。

$$e_A^2 = \pi_A^2 - \pi_A^B = \frac{(2a - ab - c)c}{2(2 - b^2)}, \quad e_A^1 = \pi_A^A - \pi_A^0 = \frac{(2a - ab - c + bc)c}{2(2 - b^2)},$$

$$e_B^2 = \pi_B^2 - \pi_B^A = \frac{(2 - b)(2 + b)(8a - 4ab - 2ab^2 - 4c + b^2c)c}{16(2 - b^2)^2},$$

$$e_B^1 = \pi_B^B - \pi_B^0 = \frac{(2 - b)(2 + b)(8a - 4ab - 2ab^2 - 4c + b^2c)c}{16(2 - b^2)^2}$$

$b < 0$ なので、

$$e_B^1 - e_B^2 = \frac{(2 - b)(2 + b)bc^2}{4(2 - b^2)^2} < 0, \quad e_A^1 - e_A^2 = \frac{bc^2}{2(2 - b^2)} < 0$$

となる。よって、以下の補題を得る。

補題 2-1-4. 補完財が生産される場合、

1. $e \leq e_B^1$ であれば、新技術の導入が企業Bの支配戦略となる。
2. $e_B^1 < e \leq e_B^2$ であれば、企業Aが新技術を導入している時、新技術の導入が企業Bの

最適反応になり、企業Aが新技術を導入していない時、新技術を導入しないことが企業Bの最適反応になる。

3. $e > e_B^2$ であれば、新技術を導入しないことが企業Bの支配戦略となる。
4. $e \leq e_A^1$ であれば、新技術の導入が企業Aの支配戦略となる。
5. $e_A^1 < e \leq e_A^2$ であれば、企業Bが新技術を導入している時、新技術の導入が企業Aの最適反応になり、企業Bが新技術を導入していない時、新技術を導入しないことが企業Aの最適反応になる。
6. $e > e_A^2$ であれば、新技術を導入しないことが企業Aの支配戦略となっている。

e を比べると

$$e_A^2 - e_B^1 = \frac{(4ab^2 - 2ab^3 + b^3c + 4b^2c - 16c)bc}{16(2-b^2)^2},$$

$$e_A^2 - e_B^2 = \frac{(4a - 2ab + bc)b^3c}{16(2-b^2)^2}, \quad e_A^1 - e_B^1 = \frac{(4a - 2ab + bc - 4c)b^3c}{16(2-b^2)^2}$$

となる。

$b < 0$ のため、変数が極端で無い場合、$e_A^1 - e_B^1 < 0$ 、$e_A^2 - e_B^2 < 0$ となるが、$e_A^2 - e_B^1$ は正負どちらの値も取り得る。例えば、$a = 10$ 、$b = -\frac{1}{2}$ 、$c = 4$ の時、$e_A^1 - e_B^1 = -\frac{16}{49}$ 、$e_A^2 - e_B^2 = -\frac{24}{49}$ 、そして $e_A^2 - e_B^1 = \frac{96}{49}$ となる。一方、$a = 200$ 、$b = -\frac{1}{2}$ 、$c = 4$ の時、$e_A^1 - e_B^1 = -\frac{491}{49}$ 、$e_A^2 - e_B^2 = -\frac{499}{49}$ 、そして $e_A^2 - e_B^1 = -\frac{379}{49}$ となる。部分ゲーム完全均衡は $e_A^2 > e_B^1$ か $e_A^2 < e_B^1$ の場合で異なり、以下の補題を得る。

補題 2-1-5.

1. $e \leq e_A^1$ であれば、両企業は新技術を導入する。
2. $e_A^1 < e \leq e_B^2$ であれば、以下の2つのケースが存在する。
   (a) $e_A^2 > e_B^1$ であれば、以下の3つのケースがある。
      i. $e_A^1 < e \leq e_B^1$ の時、両企業は新技術を導入する。
      ii. $e_B^1 < e \leq e_A^2$ の時、両企業は新技術を導入する。
      iii. $e_A^2 < e \leq e_B^2$ の時、両企業は新技術を導入しない。
   (b) $e_A^2 < e_B^1$ であれば、以下の3つのケースがある。
      i. $e_A^1 < e \leq e_A^2$ の時、両企業は新技術を導入する。
      ii. $e_A^2 < e \leq e_B^1$ の時、企業Bのみが新技術を導入する。
      iii. $e_B^1 < e \leq e_B^2$ の時、両企業は新技術を導入しない。
3. $e > e_B^2$ であれば、両企業は新技術を導入しない。

証明は付録 C を参照。以上のように、リーダー企業 A のみが新技術を導入することは無い。

経済厚生と政策

代替財のケースと同じく、以下の関係が成り立つ。

$$W^A - W^B = \frac{(2a-c)(8-3b^2)b^2c}{32(2-b^2)^2} > 0$$

以下の e を定義する。

$$e^{20} = \frac{W^2 + 2e - W^0}{2} = \frac{(2a-c)(3b^4 + 28b^3 - 48b^2 - 64b + 96)c}{64(2-b^2)^2},$$

$$e^{A0} = W^A - W^0 + e = \frac{(7ab^3 - 10ab^2 - 16ab + 24a - 7b^3c + 5b^2c + 16bc - 12c)c}{8(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} = W^2 - W^A + e = \frac{(6ab^4 + 28ab^3 - 56ab^2 - 64ab + 96a - 3b^4c + 28b^2c - 48c)c}{32(2-b^2)^2},$$

$$\begin{aligned} e^{B0} &= W^B - W^0 + e \\ &= \frac{(6ab^4 + 28ab^3 - 56ab^2 - 64ab + 96a - 3b^4c - 28b^3c + 28b^2c + 64bc - 48c)c}{32(2-b^2)^2}, \end{aligned}$$

$$e^{2B} = W^2 - W^B + e = \frac{(7ab^3 - 10ab^2 - 16ab + 24a + 5b^2c - 12c)c}{8(2-b^2)^2}$$

これらは仮定 1 のもとで全て正になる。それぞれを比較すると以下のようになる。

$$e^{2A} - e^{2B} = -\frac{(2a-c)(8-3b^2)b^2c}{32(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} - e^{20} = -\frac{(16ab - 6ab^3 + 3b^3c - 28b^2c - 8bc + 64c)bc}{64(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} - e^{B0} = \frac{(7b^2 - 16)bc^2}{8(2-b^2)^2},$$

$$e^{2A} - e^{A0} = -\frac{(16ab - 6ab^3 + 3b^3c - 28b^2c - 8bc + 64c)bc}{32(2-b^2)^2},$$

$$e^{2B} - e^{A0} = \frac{(7b^2 - 16)bc^2}{8(2-b^2)^2},$$

$$e^{20} - e^{A0} = -\frac{(16ab - 6ab^3 + 3b^3c - 28b^2c - 8bc + 64c)bc}{64(2-b^2)^2},$$

$$e^{B0} - e^{A0} = -\frac{(2a-c)(8-3b^2)b^2c}{32(2-b^2)^2}$$

変数が極端でない場合、

$$e^{2A} - e^{2B} < 0,\quad e^{2A} - e^{B0} > 0,\quad e^{2B} - e^{A0} > 0,\quad e^{B0} - e^{A0} < 0$$

となる。一方、$e^{2A} - e^{20}$ 、$e^{2A} - e^{A0}$ 、$e^{20} - e^{A0}$ は正負どちらの値も取りうる。$e^{20} = \frac{e^{2A} + e^{A0}}{2}$ なので、以下の 2 つのケースがある。

1. $e^{2A} \leq e^{20} \leq e^{A0}$
2. $e^{A0} < e^{20} < e^{2A}$

よって、以下の補題を得る。

補題 2-1-6.

1. $e^{2A} \leq e^{20} \leq e^{A0}$ であれば、
   (a) $e \leq e^{2A}$ の時、W^2 が最大になり、両企業による新技術の導入が最適になる。
   (b) $e^{2A} < e \leq e^{A0}$ の時、W^A が最大になり、リーダー企業Aのみによる新技術の導入が最適になる。
   (c) $e > e^{A0}$ の時、W^0 が最大になり、両企業が新技術を導入しないことが最適になる。
2. $e^{A0} < e^{20} < e^{2A}$ であれば、
   (a) $e \leq e^{20}$ の時、W^2 が最大になり、両企業による新技術の導入が最適になる。
   (b) $e > e^{20}$ の時、W^0 が最大になり、両企業が新技術を導入しないことが最適になる。

以下の関係を得る。

$$e^{2A} - e_B^2 = \frac{(2ab^4 + 20ab^3 - 24ab^2 - 32ab + 32a - b^4c + 12b^2c - 16c)c}{32(2-b^2)^2} > 0,$$

$$e^{A0} - e_B^2 = \frac{(16a - 2ab^4 + 10ab^3 - 4ab^2 - 16ab + b^4c - 14b^3c + 2b^2c + 32bc - 8c)c}{16(2-b^2)^2} > 0$$

よって、以下の定理を得る。

定理 2-1-2. 補完財が生産される時、最適な政策は以下のようになる。

1. $e \leq e_A^1$ であれば、政府は政策的介入を行う必要は無い。
2. $e_A^1 < e \leq e_B^2$ であれば、以下の2つのケースが存在する。
   (1) $e_A^2 > e_B^1$ であれば、以下の2つのケースがある。
      i. $e_A^1 < e \leq e_A^2$ の時、政府は政策的介入を行う必要は無い。
      ii. $e_A^2 < e \leq e_B^2$ の時、政府は企業Aの新技術導入へのみ $e - e_A^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。企業Bは補助金がなくとも新技術を導入するため、政策は差別的なものにならない。
   (2) $e_A^2 < e_B^1$ であれば、以下の3つのケースがある。
      i. If $e_A^1 < e \leq e_A^2$ の時、政府は政策的介入を行う必要は無い。
      ii. If $e_A^2 < e \leq e_B^1$ の時、政府は企業Aの新技術導入へのみ $e - e_A^2$ 以上の補助

金を与えることが望ましい。企業Bは補助金がなくとも新技術を導入するため、政策は差別的なものにならない。

iii. $e_B^1 < e \leq e_B^2$ の時、政府は企業Aの新技術導入へのみ $e - e_A^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。企業Bは補助金がなくとも新技術を導入するため、政策は差別的なものにならない。

3. $e > e^{2B}$ であれば、以下の2つのケースが存在する。

(1) $e^{2A} \leq e^{20} \leq e^{A0}$ であれば、以下の3つのケースがある。

i. $e_B^2 < e \leq e^{2A}$ の時、政府は企業Aへ $e - e_A^2$ 、企業Bへ $e - e_B^2$ の補助金を与えることが望ましい。

ii. $e^{2A} < e \leq e^{A0}$ の時、政府は企業Aの新技術導入へのみ $e - e_A^1$ 以上の補助金を与えることが望ましい。均衡において企業Bは新技術を導入しないため、政策は企業Aを優遇する差別的なものになる。

iii. $e > e^{A0}$ の時、政府は政策的介入を行う必要は無い。

(2) $e^{A0} < e^{20} < e^{2A}$ であれば、以下の2つのケースがある。

i. $e_B^2 < e \leq e^{20}$ の時、政府は企業Aへ $e - e_A^2$ 、企業Bへ $e - e_B^2$ の補助金を与えることが望ましい。

ii. $e > e^{20}$ の時、政府は政策的介入を行う必要は無い。

証明は付録 D を参照。定理をまとめると表 2-1-2 のようになる。

1. $e < e_A^1$ 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要が無い。	2. (1) i $e_A^2 > e_B^1$, $e_A^1 < e \le e_A^2$ 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要が無い。
2. (1) ii $e_A^2 > e_B^1$, $e_A^2 < e \le e_B^2$ 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。政府は企業 A の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。この時、企業 B は自発的に新技術を導入する。	2. (2) i $e_A^2 < e_B^1$, $e_A^1 < e \le e_A^2$ 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要が無い。
2. (2) ii $e_A^2 < e_B^1$, $e_A^2 < e \le e_B^1$ 両企業による新技術の導入が最適になり、企業 B のみが自発的に新技術を導入する。政府は企業 A の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。	2. (2) iii $e_A^2 < e_B^1$, $e_B^1 < e \le e_B^2$ 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。政府は企業 A の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。この時、企業 B は自発的に新技術を導入する。
3. (1) i $e^{2A} \le e^{20} \le e^{A0}$, $e_B^2 < e \le e^{2A}$ 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。政府は両企業の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。	3. (1) ii $e^{2A} \le e^{20} \le e^{A0}$, $e^{2A} < e \le e^{A0}$ 企業 A のみによる新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。政府は企業 A の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。
3. (1) iii $e^{2A} \le e^{20} \le e^{A0}$, $e > e^{A0}$ 両企業が新技術を導入しないことが最適になり、両企業は自発的に新技術を導入しないため、政府は政策的介入を行う必要が無い。	3. (2) i $e^{A0} < e^{20} < e^{2A}$, $e_B^2 < e \le e^{20}$ 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。政府は両企業の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。
3 (2) ii $e^{A0} < e^{20} < e^{2A}$, $e > e^{20}$ 両企業が新技術を導入しないことが最適になり、両企業は自発的に新技術を導入しないため、政府は政策的介入を行う必要が無い。	

表 2-1-2　定理2

5. 終わりに

本節では企業の新技術導入行動に対する最適な政策を Stackelberg 複占市場モデルによって分析した。部分ゲーム完全均衡および最適な政策は複雑で、新技術の導入費用と生産

される財が代替財か補完財かに依存して決まる。企業の新技術導入インセンティブは多くの場合に最適水準よりも不足するため、政府は新技術導入に対して補助金を与えることが望ましい。分析には線形の需要関数と費用関数を用いたが、今後は一般的な関数を用いた分析を行いたい。

付録

A. 補題 2-1-2 の証明

1. この時、新技術の導入は両企業の支配戦略になっている。
2. $e_A^2 - e_B^1 > 0$ であれば、以下の3つのケースがある。
   (a) $e_B^2 < e \leq e_B^1$ の時、新技術の導入が企業Aの支配戦略であり、企業Aの新技術導入に対して、企業Bは新技術を導入しないことが最適反応になっている。
   (b) $e_B^1 < e \leq e_A^2$ の時、新技術の導入が企業Aの支配戦略であり、新技術を導入しないことが企業Bの支配戦略である。
   (c) $e_A^2 < e \leq e_A^1$ の時、企業Bが新技術を導入しなければ企業Aは新技術の導入が最適反応になり、新技術を導入しないことが企業Bの支配戦略である。

   $e_A^2 - e_B^1 < 0$ であれば、以下の 3 つのケースがある。
   (a) $e_B^2 < e \leq e_A^2$ の時、新技術の導入が企業Aの支配戦略であり、企業Aの新技術導入に対して、企業Bは新技術を導入しないことが最適反応になっている。
   (b) $e_A^2 < e \leq e_B^1$ の時、企業Bが新技術を導入しなければ企業Aは新技術の導入が最適反応になり、企業Aの新技術導入に対して企業Bは新技術を導入しないことが最適反応になる。一方、企業Bが新技術を導入すれば企業Aは新技術を導入しないことが最適反応になり、企業Aが新技術を導入しなければ企業Bは新技術の導入が最適反応になる。よって、企業Aのみが新技術を導入するナッシュ均衡と企業Bのみが新技術を導入するナッシュ均衡がある。2つの均衡における企業Aの利潤の差は

$$\pi_A^A - \pi_A^B = \frac{(2-b)(2+b)c(2a-c)}{8(2-b^2)} - e$$

   となる。$\frac{(2-b)(2+b)c(2a-c)}{8(2-b^2)}$ と e_B^1 を比べると

$$\frac{(2-b)(2+b)c(2a-c)}{8(2-b^2)} - e_B^1 = \frac{(2-b)(2+b)(bc-4c-2ab+4a)bc}{16(2-b^2)^2} > 0$$

   となる。よって、第二段階で企業 A は新技術を導入し、部分ゲーム完全均衡では企業 A のみが新技術を導入する。
   (c) $e_B^1 < e \leq e_A^1$ の時、企業Bが新技術を導入しなければ企業Aは新技術の導入が最適反応になり、新技術を導入しないことが企業Bの支配戦略である。
3. この時、新技術を導入しないことが両企業の支配戦略になっている。

B. 定理 2-1-1 の証明

1. 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要はない。
2. 両企業の新技術導入が最適になるが、企業Aのみが自発的に新技術を導入する。$e \leq e_A^2$ なので、企業Aは補助金がなくとも新技術を導入する。政府は企業Bへ $e - e_B^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。
3. 両企業の新技術導入が最適になるが、企業Aのみが自発的に新技術を導入する。政府は企業Aの新技術導入に $e - e_A^2$ 以上の補助金を与え、企業Bの新技術導入に $e - e_B^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。$e_A^2 > e_B^2$ より、$e - e_A^2 < e - e_B^2$ となる。$e_A^2 < e \leq e_A^1$ なので、企業Bへのみ補助金を与えると企業Aは新技術を導入しなくなる。よって、政府は両企業へ補助金を与える必要がある。
4. 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。よって、政府は企業Aの新技術導入に $e - e_A^2$ 以上の補助金を与え、企業Bの新技術導入に $e - e_B^2$ 以上の補助金を与えることが望ましい。$e_A^2 > e_B^2$ より、$e - e_A^2 < e - e_B^2$ となる。
5. 企業Aのみによる新技術の導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しない。政府は企業Aの新技術導入へのみ $e - e_A^1$ 以上の補助金を与える差別的な政策を行うことが望ましい。
6. 両企業が新技術を導入しないことが最適になり、両企業は自発的に新技術を導入しない。よって、政府は政策的介入を行う必要は無い。

C. 補題 2-1-5 の証明

1. 両企業にとって新技術の導入が支配戦略になっている。
2. (1) i. 新技術の導入が企業Bの支配戦略であり、企業Bの新技術導入に対して、企業Aは新技術の導入が最適反応になっている。よって、両企業ともに新技術を導入する。

   ii. 両企業ともに、ライバル企業の新技術導入に対しては新技術の導入が最適反応になり、ライバル企業が新技術を導入しなければ新技術を導入しないことが最適反応になる。よって、両企業ともに新技術を導入するナッシュ均衡と両企業ともに新技術を導入しないナッシュ均衡がある。2つのナッシュ均衡におけるリーダー企業Aの利潤を比較すると

$$\pi_A^2 - \pi_A^0 = \frac{(2a-c)(2-b)^2 c}{8(2-b^2)} > 0$$

   となる。よって、企業 A は新技術を導入し、両企業による新技術の導入が部分ゲーム完全均衡となる。

   iii. 新技術を導入しないことが企業 A の支配戦略であり、企業 A が新技術を導入しなければ、企業 B は新技術を導入しないことが最適反応になっている。よっ

て、両企業ともに新技術を導入しない。

(2) i. 新技術の導入が企業 B の支配戦略であり、企業 B の新技術導入に対して、企業 A は新技術の導入が最適反応になっている。よって、両企業ともに新技術を導入する。

ii. 新技術の導入が企業Bの支配戦略であり、新技術を導入しないことが企業Aの支配戦略になっている。よって、企業Bのみが新技術を導入する。

iii. 新技術を導入しないことが企業Aの支配戦略であり、企業Aが新技術を導入しない時、企業Bは新技術を導入しないことが最適反応になっている。よって、両企業ともに新技術を導入しない。

3. 両企業にとって新技術を導入しないことが支配戦略になっている。

D. 定理 2-1-2 の証明

1. 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要はない。

2. (1) i. 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要はない。

ii. 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自主的に新技術を導入しない。企業Bは企業Aの新技術導入に対して新技術の導入が最適反応になっているため、政府は企業Aにのみ $e - e_A^2$ の補助金を与えることが望ましい。

(2) i. 両企業の新技術導入が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入するため、政府は政策的介入を行う必要はない。

ii. 両企業の新技術導入が最適になるが、企業Bのみが自発的に新技術を導入する。企業Bは新技術の導入が支配戦略になっているため、政府は企業Aの新技術導入に補助金を与えることが望ましい。

iii. 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しないため、政府は企業Aへ補助金を与える必要がある。企業Aの新技術導入に対して企業Bは新技術の導入が最適反応になっている。

3. (1) i. 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は新技術を導入しないことが支配戦略のため自発的に新技術を導入しない。政府は両企業の新技術導入へ補助金を与えることが望ましい。

ii. 企業Aのみによる新技術の導入が最適になるが、両企業は自発的に新技術を導入しないため、政府は企業Aにのみ補助金を与えることが望ましい。

iii. 両企業が新技術を導入しないことが最適になり、両企業は自発的に新技術を導入しない。よって、政府は政策的介入を行う必要は無い。

(2) i. 両企業の新技術導入が最適になるが、両企業は新技術を導入しないことが支配戦略のため自発的に新技術を導入しない。政府は両企業の新技術導入へ補助金を与

えることが望ましい。

ii. $e > e^{20}$ の時、両企業が新技術を導入しないことが最適になり、両企業は自発的に新技術を導入しない。よって、政府は政策的介入を行う必要は無い。

第 2 節　費用関数と経済政策

概要　企業の新技術導入行動に対する補助金または課税政策を、同質財を生産する複占市場モデルを用いて分析する。新技術は無償で手に入るが、導入には労働者の教育費用などの導入費用が必要とする。需要関数は線形で、限界費用一定と限界費用逓増（二次関数）の 2 つの費用関数を用いて分析する。最適な政策は新技術の導入費用や費用関数の形状によって変化する。特に、限界費用一定の場合には以下のケースがある。

経済厚生は 1 社が新技術を導入した場合に最大化されるが、政策的な介入がなければ 2 社が新技術を導入する。よって、政府は 1 社または 2 社の新技術導入に課税を行い、1 社のみの新技術導入を促す必要がある。

限界費用が逓増する場合、課税政策が最適になるケースはない。一方、補助金政策が必要なケースは、限界費用一定の場合、限界費用逓増の場合、双方に存在する。

1. はじめに

企業の新技術導入行動に対する補助金または課税政策を、同質財を生産する複占市場モデルを用いて分析する。新技術は無償で手に入るが、新技術の導入には、労働者の教育費用など、一定の導入費用が必要になるとする。需要関数は線形を仮定し、費用関数は線形と二次関数を仮定する。費用関数が線形の場合、限界費用は一定になり、二次関数の場合、限界費用は逓増する。

本節は以下の 3 段階ゲームを考える。

1. 政府が補助金または課税額を決定する。
2. 企業が新技術導入の是非を決定する。
3. 企業が生産量を決定する。

経済厚生は消費者余剰と企業の利潤の合計で定義され、消費者の効用から新技術への初期投資を含んだ企業の生産費用を引いたものに等しい。企業への補助金は消費者への一括税によって賄われ、企業への課税は消費者への一括交付金として支払われるものとする。所得効果を無視すれば、これらの課税や交付金は分析対象の産業に無関係で、経済厚生上では相殺される。

最適な政策は、新技術への初期投資の大きさや費用関数の形状によって変化する。費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合、以下のケースがある。

(1) 経済厚生は2社が新技術を導入した場合に最大化されるが、政策を行わなければ1社のみが新技術を導入する。よって、企業は新技術の導入に対して補助金政策を

行うことが望ましい。補助金政策には2つの方法がある。

(a) 政府が新技術導入に対する補助金を1社にのみ与え、その企業が新技術を導入する。別の企業は新技術を導入しない。この時、政策は差別的なものになる。

(b) 政府が新技術導入に対する補助金を得る機会を2社に与えるが、1社のみが新技術を導入し、もう1社は新技術を導入しない。この時、政策は差別的なものにならない。

どちらの方法でも、1 社のみが新技術を導入する。

(2) 経済厚生は 2 社が新技術を導入した場合に最大化され、補助金政策を行わなくとも 2 社が新技術を導入する。政府は政策を行う必要がない。

費用関数が線形で、限界費用が一定の場合、以下のケースがある。

(1) 経済厚生は 1 社が新技術を導入した場合に最大化されるが、政策を行わなければ 2 社が新技術を導入する。政府は新技術の導入に対する課税を 1 社、または 2 社に行うことが望ましい。課税政策には 2 つの方法がある。

(a) 政府が1社の新技術導入に対して課税を行う。この時、政策は差別的なものになる。

(b) 政府が2社の新技術導入に対して課税を行う。均衡では1社のみが新技術を導入し、この企業のみが実際に税金を支払う。別の1社は新技術を導入しない。新技術の導入は企業の自主的な選択によるものなので、政策は差別的なものにはならない。

どちらの方法でも 1 社のみが新技術を導入する。

(2) 経済厚生は1社のみが新技術を導入した場合に最大化され、政策を行わなければ1社のみが新技術を導入する。この時、政策的な介入は必要ない。

費用関数が二次関数で限界費用が逓増する場合、望ましい政策が課税になることはない。

分析するモデルは、少なくも数学的に、新技術が固定料金で販売される場合と一致する。

2. モデル

企業 A と企業 B は同質財を生産しており、海外からの新技術導入を考えている。技術は無償で手に入るが、企業は、労働者の教育費用など、技術導入のために一定の導入費用を支払う必要がある。企業 A と B の生産量を x_A、x_B とし、価格を p とする。消費者の効用関数は、

$$u = a(x_A + x_B) - \frac{1}{2}(x_A + x_B)^2$$

とし、a は正の定数とする。効用関数より、逆需要関数は

$$p = a - x_A - x_B$$

となる。以下の 2 つの費用関数を考える。

1. 費用関数が二次関数で限界費用が逓増する場合、旧技術での費用関数は $cx_i^2,\ i = A,B$ とし、新技術での費用関数は $\frac{1}{2}cx_i^2, i = A.B$ とする。また、新技術導入のための固定費用を e とする。
2. 費用関数が線形で限界費用が一定の場合、旧技術での費用関数は $cx_i,\ i = A,B$ とし、新技術での生産費用は0とする。また、新技術導入のための固定費用を e とする。

   どちらの費用関数においても c と e は正の定数で、両企業に共通であるとする。また、新技術導入のための費用の他には固定費用は無いものとする。

経済厚生 W は消費者余剰と企業の利潤の合計で定義され、消費者の効用から、新技術の導入費用を含めた企業の生産費用を引いたものになる。よって、

$$W = a(x_A + x_B) - \frac{1}{2}(x_A + x_B)^2 - p(x_A + x_B) + [p(x_A + x_B) - c_A(x_A) - c_B(x_B)]$$

$$= a(x_A + x_B) - \frac{1}{2}(x_A + x_B)^2 - c_A(x_A) - c_B(x_B)$$

となる。$c_A(x_A)$ と $c_B(x_B)$ は一般的な費用関数をとし、新技術導入時には導入費用 e を含む。

企業への補助金は消費者への一括税によって賄われ、企業への課税による収入は消費者への一括交付金として支払われるものとする。こうした課税や交付金は分析対象の産業とは無関係である。所得効果を無視すれば、商品の需要に影響を与えず、経済厚生上は相殺される。

政府が行うべき企業の新技術導入に対する最適な補助金（または課税）政策を分析していく。企業にとって旧技術での利潤と新技術での利潤が等しい場合、企業は新技術を導入するとし、政府にとって企業の新技術導入と旧技術での生産が等しい場合、政府は企業の新技術導入を促すものとする。

3. 費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合

ここでは企業が限界費用逓増の費用関数を持つ場合を分析する。企業 A、B の旧技術での利潤は

$$\pi_A = (a - x_A - x_B)x_A - cx_A^2, \qquad \pi_B = (a - x_A - x_B)x_B - cx_B^2$$

となる。新技術を導入すると

$$\pi_A = (a - x_A - x_B)x_A - \frac{1}{2}cx_A^2 - e, \qquad \pi_B = (a - x_A - x_B)x_B - \frac{1}{2}cx_B^2 - e$$

となる。企業はクールノーの仮定に基づいて生産量を決定する。以下の 4 つのケースがある。

(1)　0社が新技術を導入した場合、利潤最大化条件は

$$a - 2x_A - x_B - 2cx_A = 0,\quad a - x_A - 2x_B - 2cx_B = 0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A^0 = x_B^0 = \frac{a}{2c+3}$$

となり、均衡利潤は

$$\pi_A^0 = \pi_B^0 = \frac{(c+1)a^2}{(2c+3)^2}$$

となる。

(2)　2企業が新技術を導入した場合、利潤最大化条件は

$$a - 2x_A - x_B - cx_A = 0,\ a - x_A - 2x_B - cx_B = 0$$

となる。均衡生産量は

$$\tilde{x}_A = \tilde{x}_B = \frac{a}{c+3}$$

となり、均衡利潤は

$$\tilde{\pi}_A = \tilde{\pi}_B = \frac{(c+2)a^2}{2(c+3)^2} - e$$

となる。

(3)　企業Aのみ新技術を導入する場合、利潤最大化条件は

$$a - 2x_A - x_B - cx_A = 0,\ a - x_A - 2x_B - 2cx_B = 0$$

となる。均衡生産量は

$$x_A^A = \frac{(c+2)a^2}{2c^2+6c+3},\ x_B^A = \frac{(c+1)a}{2c^2+6c+3}$$

となり、均衡利潤は

$$\pi_A^A = \frac{(c+2)(2c+1)^2a^2}{2(2c^2+6c+3)^2} - e,\ \pi_B^A = \frac{(c+1)^3a^2}{(2c^2+6c+3)^2}$$

となる。

(4)　企業Bのみが新技術を導入する場合、対称性により、均衡生産量は

$$x_A^B = \frac{(c+1)a}{2c^2+6c+3},\ x_B^B = \frac{(c+2)a^2}{2c^2+6c+3}$$

となり、均衡利潤は

$$\pi_A^B = \frac{(c+1)^3a^2}{(2c^2+6c+3)^2},\ \pi_B^B = \frac{(c+2)(2c+1)^2a^2}{2(2c^2+6c+3)^2} - e$$

となる。

以下のような e を定義する。

$$e^1 = \tilde{\pi}_A + e - \pi_A^B = \tilde{\pi}_B + e - \pi_B^A = \frac{(2c^4 + 14c^3 + 36c^2 + 40c + 15)a^2 c}{2(2c+3)^2(2c^2 + 6c + 3)^2},$$

$$e^0 = \pi_A^A + e - \pi_A^0 = \pi_B^B + e - \pi_B^0 = \frac{(8c^4 + 40c^3 + 72c^2 + 56c + 15)a^2 c}{2(2c+3)^2(2c^2 + 6c + 3)^2}$$

$e \le e^1$ であれば、他社の新技術導入に対して、新技術の導入が最適反応になる。$e > e^1$ であれば、他社の新技術導入に対して、新技術を導入しないことが最適反応になる。一方、$e \le e^0$ であれば、他社が新技術を導入しない時に、新技術の導入が最適反応になる。$e > e^0$ であれば、他社が新技術を導入しない時に、新技術を導入しないことが最適反応になる。

e^1 と e^0 を比べると、

$$e^0 - e^1 = \frac{(c+2)(8c^3 + 38c^2 + 54c + 27)c^2 a^2}{2(c+3)^2(2c+3)^2(2c^2 + 6c + 3)^2} > 0$$

となる。ゲームの利得表は以下のようになる。

		B 新技術導入	B 導入しない
A	新技術導入	$\tilde{\pi}_A - e$, $\tilde{\pi}_B - e$	$\pi_A^A - e$, π_B^A
A	導入しない	π_A^B, $\pi_B^B - e$	π_A^0, π_B^0

部分ゲーム完全均衡は以下のようになる。

補題 2-2-1.

1. $e \le e^1$ であれば、2社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。この時、$e \le e^1$ かつ $e \le e^0$ なので、新技術の導入が各企業の支配戦略になっている。
2. $e^1 < e \le e^0$ であれば、企業AまたはBの1社による新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。この時、$e \le e^0$ かつ $e > e^1$ なので、他社が新技術を導入しない時は、新技術の導入が最適反応になり、他社の新技術導入に対しては、導入しないことが最適反応になる。
3. $e > e^0$ であれば、0社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。この時、$e > e^0$ かつ $e > e^1$ なので、新技術を導入しないことが支配戦略になる。

経済厚生

2 社が新技術を導入したときの経済厚生を W^2、1 社が新技術を導入したときの経済厚生を W^1、0 社が新技術を導入したときの経済厚生を W^0 とする。均衡での経済厚生は

$$W^2 = \frac{(c+4)a^2}{(c+3)^2} - 2e,\ W^1 = \frac{(6c^3+27c^2+27c+8)a^2}{2(2c^2+6c+3)^2} - e,\ W^0 = \frac{2(c+2)a^2}{(2c+3)^2}$$

となる。以下のような e を定義する。

$$e_a^0 = \frac{(8c^4+52c^3+102c^2+71c+15)a^2c}{2(2c+3)^2(2c^2+6c+3)^2},$$

$$e_a^1 = \frac{(2c^4+17c^3+45c^2+43c+15)}{2(c+3)^2(2c^2+6c+3)^2}$$

$e = e_a^0$ の時、$W^0 = W^1$ となり、$e = e_a^1$ の時、$W^1 = W^2$ となる。$e > e_a^0$（ $e < e_a^0$ ）であれば、$W^0 > W^1$（ $W^1 > W^0$ ）となり、$e > e_a^1$（ $e < e_a^1$ ）であれば、$W^1 > W^2$（ $W^2 > W^1$ ）となる。e_a^0 と e_a^1 を比較すると、

$$e_a^0 - e_a^1 = \frac{(c^2+7c+9)(4c^2+14c+9)a^2c^2}{(c+3)^2(2c+3)^2(2c^2+6c+3)^2} > 0$$

となる。よって、以下の補題を得る。

補題 2-2-2.

1. $e \leq e_a^1$ の時、W^2 が最大になり、2企業による新技術の導入が社会的に最適となる。
2. $e_a^1 < e \leq e_a^0$ の時、W^1 が最大になり、1企業による新技術の導入が社会的に最適となる。
3. $e > e_a^0$ の時、W^0 が最大になり、0企業による新技術の導入が社会的に最適となる。

e_a^1 と e^0 を比べると、

$$e_a^1 - e^0 = \frac{(4c^4+18c^3+17c^2-18c-27)a^2c^2}{2(c+3)^2(2c+3)^2(2c^2+6c+3)^2}$$

となる。$c > 1.07$ であれば、上式は正になり、$e_a^1 - e^0 > 0$ となる。よって、以下の定理を得る [10]。

定理 2-2-1. 費用関数が二次関数の場合、最適な政策は以下のようになる。

1. $e \leq e^1$ の時、W^2 が最適になり、両企業は自発的に新技術を導入する。政府は新技術導入に対して政策的介入を行う必要はない。
2. $e^1 < e \leq e^0$ の時、W^2 が最適になるが、政策が無ければ1社のみが新技術を導入する。政府は両企業の新技術導入に補助金を与えることが望ましい。補助金は $e - e^1$ 以上でなければならない。1社のみへの補助金政策を行っても、もう1社は新技術を導入しないため、政府は両企業へ補助金政策を行う必要がある。
3. $e^0 < e \leq e_a^1$ の時、W^2 が最適になるが、政策が無ければ両企業は新技術を導入

[10] c が小さい場合、$e_a^1 < e < e^0$ の範囲で、W^1 が最適になり、1 社のみが新技術を導入するため、政策無しが最適になる。

しない。政府は両企業の新技術導入に補助金を与えることが望ましい。補助金は $e-e^1$ 以上でなければならない。

4. $e_a^1 < e \le e_a^0$ の時、W^1 が最適になるが、政策が無ければ両企業は新技術を導入しない。政府は補助金を与えることが望ましいが、2つの方法がある。
   (a) 政府は1社の新技術導入に補助金を与え、補助金を得た企業が新技術を導入する。補助金は $e-e^0$ 以上でなければならない。補助金を得られない企業は新技術を導入せず、政策は差別的なものになる。
   (b) 政府は2社の新技術導入に補助金を与える。補助金は $e-e^0$ 以上で、$e-e^1$ より少ないものにする。均衡では1社のみが新技術を導入するため、実際には1社のみが補助金を受け取る。両企業に補助金を得る機会があるため、政策は差別的なものにならない。

   どちらの場合でも、1 社のみが新技術を導入する。
5. $e > e_a^0$ の時、W^0 が最適になり、政策が無ければ両企業は新技術を導入しない。政府は新技術導入に対して政策的介入を行う必要はない。

4. 費用関数が線形で限界費用一定の場合

ここでは、線形の費用関数を仮定する。よって、限界費用は一定となる。限界費用逓増の場合と同じく、簡単な記号を用いる。旧技術での各企業の利潤は

$$\pi_A = (a - x_A - x_B)x_A - cx_A,\ \pi_B = (a - x_A - x_B)x_B - cx_B$$

となる。新技術を用いた時の各企業の利潤は

$$\pi_A = (a - x_A - x_B)x_A - e,\ \pi_B = (a - x_A - x_B)x_B - e$$

となる。企業はクールノーの仮定に基づいて生産量を決定する。また、$a > 2c$ を仮定する。以下の 4 つのケースがある。

$$\pi_A = (a - x_A - x_B)x_A - e, \pi_B = (a - x_A - x_B)x_B - e.$$

(1) 0社が新技術を導入した場合、利潤最大化条件は

$$a - 2x_A - x_B - c = 0,\ a - x_A - 2x_B - c = 0.$$

となる。均衡生産量と均衡利潤は

$$x_A^0 = x_B^0 = \frac{a-c}{3},\ \pi_A^0 = \pi_B^0 = \frac{(a-c)^2}{9}.$$

となる。

(2) 2企業が新技術を導入した場合、利潤最大化条件は

$$a - 2x_A - x_B = 0,\ a - x_A - 2x_B = 0.$$

となる。均衡生産量と均衡利潤は

$$\tilde{x}_A = \tilde{x}_B = \frac{a}{3},\ \tilde{\pi}_A = \tilde{\pi}_B = \frac{a^2}{9} - e.$$

となる。

(3)　企業Aのみ新技術を導入する場合、利潤最大化条件は

$$a-2x_A-x_B=0,\ a-x_A-2x_B-c=0.$$

となる。均衡生産量と均衡利潤は

$$x_A^A=\frac{a+c}{3},\ x_B^A=\frac{a-2c}{3},\ \pi_A^A=\frac{(a+c)^2}{9}-e,\ \pi_B^A=\frac{(a-2c)^2}{9}$$

となる。

(4)　企業Bのみが新技術を導入する場合、対称性により、均衡生産量と均衡利潤は

$$x_A^B=\frac{a-2c}{3},\ x_B^B=\frac{a+c}{3},\ \pi_A^B=\frac{(a-2c)^2}{9},\ \pi_B^B=\frac{(a+c)^2}{9}-e$$

となる。以下のような e を定義する。

$$e^1=\tilde{\pi}_A+e-\pi_A^B=\tilde{\pi}_B+e-\pi_B^A=\frac{4(a-c)c}{9},$$

$$e^0=\pi_A^A+e-\pi_A^0=\pi_B^B+e-\pi_B^0=\frac{4ac}{9}$$

明らかに、$e^0>e^1$ となる。補題 1 と同じく、部分ゲーム完全均衡は以下のようになる。

補題 2-2-3.

1. $e\le e^1$ の時、両企業の新技術導入が部分ゲーム完全均衡となる。この時、$e\le e^1$ かつ $e\le e^0$ なので、新技術の導入が両企業の支配戦略となる。
2. $e^1<e\le e^0$ の時、企業AまたはBの1社による新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。この時、$e\le e^0$ かつ $e>e^1$ なので、他社が新技術を導入しない時は、新技術の導入が最適反応になり、他社の新技術導入に対しては、導入しないことが最適反応になる。
3. $e>e^0$ の時、0社の新技術導入が部分ゲーム完全均衡になる。この時、$e>e^0$ かつ $e>e^1$ なので、新技術を導入しないことが両企業の支配戦略になる。

経済厚生

経済厚生は以下のようになる。

$$W^2=\frac{4a^2}{9}-2e,\ W^1=\frac{8a^2-8ac+11c^2}{18}-e,\ W^0=\frac{4(a-c)^2}{9}$$

以下の e を定義する。

$$e_a^0=\frac{(8a+3c)c}{18},\quad e_a^1=\frac{(8a-11c)c}{18}$$

$e=e_a^0$ の時に $W^0=W^1$ となり、$e=e_a^1$ の時に $W^1=W^2$ となる。$e>e_a^0$（$e<e_a^0$）であれば $W^0>W^1$（$W^1>W^0$）となり、$e>e_a^1$（$e<e_a^1$）であれば $W^1>W^2$（$W^2>$

W^1 ）となる。明らかに、$e_a^0 > e_a^1$ なので、補題 2-2-2 と同じく以下の補題 2-2-4 を得る。

補題 2-2-4.

1. $e \le e_a^1$ の時、W^2 が最大になり、2社の新技術導入が社会的に最適となる。
2. $e_a^1 < e \le e_a^0$ の時、W^1 が最大になり、1社の新技術導入が社会的に最適となる。
3. $e > e_a^0$ の時、W^0 が最大になり、0社の新技術導入が社会的に最適となる。

e^0 、e^1 、e_a^0 、e_a^1 を比べると

$$e_a^1 < e^1 < e^0 < e_a^0$$

となる。費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合は $e^1 < e^0 < e_a^1 < e_a^0$ となるため、両者は異なる。限界費用一定の場合に関して、以下の定理を得る。

定理 2-2-2. 限界費用一定の場合に政府が行うべき政策は以下のようになる。

1. $e \le e_a^1$ の時、W^2 が最大になり、両企業は自発的に新技術を導入する。政府は新技術導入に対して政策的介入を行う必要はない。
2. $e_a^1 < e \le e^1$ の時、W^1 が最大になるが、両企業は自発的に新技術を導入する。よって、政府は1社または2社の新技術導入に課税することが望ましい。課税には以下の2つの方法がある。
   (a) 政府は企業AまたはBのどちらか1社が新技術を導入しないように課税を行う。課税は $e^1 - e$ 以上でなければならない。これは差別的な政策になる。1社が新技術を導入しなければ、別の1社は新技術を導入するインセンティブがある。
   (b) 政府は両社の新技術導入に対して課税を行う。課税は $e^1 - e$ より多く、$e^0 - e$ 以下にする。すると、均衡では1社が税金を支払い、新技術を導入する。別の1社は新技術を導入せず、税金も払わない。企業の新技術導入は自発的な選択のため、政策は差別的なものにならない。

   どちらの方法でも 1 社のみが新技術を導入する。
3. $e^1 < e \le e^0$ の時、W^1 が最大になり、政策が無ければ1社のみが新技術を導入する。政府は政策的介入を行う必要がない。
4. $e^0 < e \le e_a^0$ の時、W^1 が最大になるが、政策が無ければ両社は新技術を導入しない。政府は両企業へ補助金政策を行う必要がある。補助金は $e - e^0$ 以上、$e - e^1$ 未満でなければならない。補助金政策の下で、1社のみが実際に補助金を受け取り、新技術を導入する。政府は両企業に補助金を受け取る機会を与えているため、政策は差別的なものにならない。

   定理 1 と同じく、補助金政策にはもう一つ差別的な方法があり、この時政府は 1 社にのみ補助金を与える。
5. $e > e_a^0$ の時、W^0 が最大になり、政策が無ければ両社は新技術を導入しない。政府

は新技術導入に対して政策的介入を行う必要はない。

定理 2-2-2 の 2 と 3 は特徴的な結果である。定理 2-2-2 の 2 では 1 社の新技術導入が社会的に最適であるが、両社に新技術を導入するインセンティブがある。よって、政府は 1 社または2社の新技術導入に対して課税を行い、1社の新技術導入を阻止することが望ましい。一方、定理 2-2-1 の 2 では 2 社の新技術導入が社会的に最適であるが、1 社のみが新技術を導入するインセンティブがある。よって、政府は企業の新技術導入に対して補助金を与えることが望ましい。

定理 2-2-2 の 3 では 1 社の新技術導入が社会的に最適であり、1 社のみが新技術を導入するインセンティブがある。よって、政府は政策的介入を行う必要がない。一方、定理 2-2-1 の 3 では、2 社の新技術導入が社会的に最適であるが、両企業には新技術を導入するインセンティブが無い。よって、政府は企業の新技術導入に対して補助金を与えることが望ましい。定理 2-2-2 の 1、4、5 は定理 2-2-1 と等しい。

今後の研究では、需要関数と費用関数を一般化したモデルの分析を行いたい。

第 3 章　新技術を用いた参入またはライセンシング戦略

第 3 章では、新技術を持つ企業の戦略に関する分析を行う。多くの先行研究は、技術の売り手（ライセンサー）と技術の買い手（ライセンシー）のライセンシング契約に注目している。技術の販売企業にとって、また、社会的にどの取引形態が望ましいか、幅広く研究されている。新技術の取引に関する 4 つの形態、すなわち、固定料金で販売される場合、新技術での生産量 1 単位あたり、一定のロイヤルティーを支払う場合、固定料金とロイヤルティーを組み合わせて支払う場合、オークションで販売される場合の違いに関しては、Katz and Shapiro（1985）、Kamien and Tauman（1986）、Sen and Tauman（2007）などの研究がある。Kamien and Tauman（1986）は、生産能力を持たないライセンサーにとって、ロイヤルティーよりも固定料金での販売が望ましく、消費者にとっても固定料金が望ましいことを示している。同じテーマで、市場にリーダーがいる Stackelberg 寡占モデルを使って分析したものは、ライセンサーに生産能力がある場合を分析した Wang and Yang（2004）、Kabiraj（2005）、Filippini（2005）や、ライセンサーに生産能力が無い場合を分析した Kabiraj（2004）がある。また、Liao and Sen（2005）は生産能力を持つ、あるいは持たないライセンサーが固定料金と負のロイヤルティーを用いる可能性があることを示している。加えて、Duchene et al.（2015）はライセンサーがロイヤルティーを低く設定することで、将来の参入を防ぐ戦略をとる可能性を示し、同時にこの戦略が経済厚生を高める条件を示している。実際に使用されている各国のロイヤルティー料に関しては帝国データバンク（2010）を参照。

一方、協力ゲームを用いた分析には Watanabe and Muto（2008）がある。生産能力を持たないライセンサーと寡占企業の価格交渉メカニズムを分析し、交渉がまとまる条件を明らかにしている。また、近年のライセンシングに関する論点は政策的な論点は三菱総合研究所（2015）で扱われている。

ライセンシングの他にも新技術を持つ企業が海外で利潤を得る方法は 2 つあり、直接投資（または合弁企業）と貿易である。受け入れ国の視点では直接投資が行われると「前方・後方連関効果」、「デモンストレーション効果」による技術移転が起きるだけでなく、現地労働者の転職を通じても技術が波及すると考えられる（Blomstrom and Kokko, 1998）。また、貿易が行われると、取引時の情報交換やリバースエンジニアリングが技術波及の契機となる。Ethier and Markusen（1996）はライセンシングも含めた 3 つの手段の戦略的な運用を一般均衡モデルによって分析している。本章では、ライセンシングと直接投資（参入）の戦略的運用を分析する。

本章では外国の先端企業が用いる新技術活用戦略を分析する。先端企業には高品質の財を生産する新技術を活用する戦略が 3 つあり、国内企業へのライセンシング、国内市場への参入、国内市場へのライセンシングかつ参入を行えるものとする。Kamien and Tauman（1986）ではライセンシングのみを行うよりもライセンシングと参入を行う時に利潤が大

きくなるとされているが、動学的な展開を考えた場合、結果は以下のようになる。消費者の選好が一様分布の場合、限界費用一定かつ国内製品の品質が一定以上であれば、国内企業へのライセンシング戦略が最適になり、国内製品の品質が低ければ、国内企業へのライセンシングと国内市場への参入が等しく最適になる。一方、費用関数が二次関数で限界費用が逓増する場合、外国製品の品質が高ければ、国内企業へのライセンシングが最適になり、外国製品の品質が低ければ、国内企業へのライセンシングかつ参入が最適になる。

1. はじめに

外国の先端企業が選ぶ高品質な財を生産できる新技術の活用戦略について、国内企業へのライセンシング、国内市場への参入、ライセンシングかつ参入の中から最適な戦略を導出する。当初、国内は独占市場であるが、先端企業が参入した場合には国内市場は複占市場になり、この時にライセンシングが行われなければ、垂直的差別化が存在する複占市場になる。

Sen and Tauman（2007）はライセンサーに生産能力がある場合と生産能力が無い場合のライセンサーの新技術販売戦略を比較している。本稿では、市場での生産の有無をライセンサーが内生的に選択出来るモデルを使い、市場の外からライセンシング料を受け取る、市場に参入する、市場に参入し、なおかつライバル企業にライセンシングを行うという 3 つの戦略からライセンサーの最適な戦略を導出する。

消費者の選好が一様分布に従うと仮定すると、先端企業の最適な戦略は費用関数の形状によって変化することを示す。費用関数が線形で限界費用が一定の場合、国内製品の品質が十分高ければ、ライセンシングのみを行う戦略が先端企業にとって最適となる。国内製品の品質が低ければ、ライセンシングのみと参入のみを行う戦略が等しく最適となる。一方、費用関数が二次関数で限界費用が逓増する場合、外国製品の品質が十分高ければライセンシングのみを行う戦略が最適になり、外国製品の品質が低ければライセンシングかつ参入を行う戦略が最適になる。

2. モデル

本章の垂直的差別化モデルは Mussa and Rosen（1978）、Bonanno and Haworth（1998）、Tanaka（2001）に従っている。企業 A と企業 B の 2 社がそれぞれ A 国と B 国で生産を行っているとする。企業 A は品質 k_H の高品質財を生産し、企業 B は品質 k_L の低品質財を生産し、$k_H > k_L > 0$ とする。k_H 、k_L は外生的に与えられるものとする。当初、各企業はそれぞれ独占企業として各国で生産している。また、両品質の財は同じ費用で生産されるものとする。

B 国には同じ収入 y を持つが異なる選好パラメーター θ を持つ連続的な消費者が存在する。各消費者は最大 1 つの財を購入する。選好パラメーター θ を持つ消費者が、品質 k の財を価格 p で購入した時の効用を $y - p + \theta k$ とする。消費者が財を購入しなければ、

彼の効用は収入に等しい y となる。θ は $0 < \theta \leq 1$ の範囲で滑らかな分布関数 $\rho = F(\theta)$ に従っているとする。 ρ は消費者の選好が θ 以下になる確率を示す。消費者の数は 1 に標準化する。 $F(\theta)$ の逆関数を $G(\rho)$ とする。

以下の 2 段階ゲームを考える。

1. 初めに企業AがB国市場への参入の是非及び、企業Bへ高品質な財を生産する技術をライセンシングするかどうかを決定する。
   企業 A の 3 つの選択肢は、B 国へ参入するが企業 B へライセンシングを行わない、企業 B へライセンシングするが参入しない、B 国へ参入し、ライセンシングを行う、以上の 3 つである。企業 A が参入を行えば、B 国市場は製品差別化された（またはされていない）複占市場になる。企業 A が参入とライセンシングを行えば、両企業は高品質な財を生産し、企業 A が参入のみを行えば、企業 A は高品質な財を生産し、企業 B は低品質な財を生産する。
2. 第一段階で企業AがB国市場に参入すれば、両企業が生産量を決定し、企業Aが参入しなければ、企業Bのみが生産量を決定する。

A 国市場と B 国市場は分断されており、企業 B は A 国市場に参入出来ないものとする。両品質の財を生産するための費用関数は $c(\cdot)$ とする。

p_L を品質 k_L の製品価格とし、 p_H を品質 k_H の製品価格とする。また、B 国市場における各企業の生産量を q_A 、q_B とする。企業 A の A 国での生産は無視する。

3. 参入のケース

3.1 一般モデル

初めに、企業 A が企業 B へのライセンシングを行わず、B 国市場へ参入するケースを考える。B 国市場では、企業 A が高品質な財を生産し、企業 B が低品質な財を生産する。低品質な財を購入した時と財を購入しない時の効用が無差別になるような消費者の選好を θ_L とすると、

$$\theta_L = \frac{p_L}{k_L}$$

となる。また、高品質な財を購入した時と低品質な財を購入した時の効用が無差別になるような消費者の選好を θ_H とすると、

$$\theta_H = \frac{p_H - p_L}{k_H - k_L}$$

となる。

$0 < \theta_L < \theta_H < 1$ を仮定する。高品質財の需要関数は

$$q_H = 1 - F\left(\frac{p_H - p_L}{k_H - k_L}\right) \tag{1}$$

となる。また、低品質財の需要関数は

$$q_L = F\left(\frac{p_H - p_L}{k_H - k_L}\right) - F\left(\frac{p_L}{k_L}\right) \tag{2}$$

となる。よって、$0 < q_L < 1$、$0 < q_H < 1$ となる。また、

$$q_A = q_H, \quad q_B = q_L$$

となる。

(1)、(2)より逆需要関数は

$$p_H = (k_H - k_L)G(1 - q_A) + k_L G(1 - q_A - q_B),$$
$$p_L = k_L G(1 - q_A - q_B)$$

となる。$G(1 - q_A - q_B) < G(1 - q_A) < 1$なので、$p_L < k_L$ かつ $p_H < k_H$ となる。

企業 A と企業 B の利潤は以下のようになる。

$$\pi_A = [(k_H - k_L)G(1 - q_A) + k_L G(1 - q_A - q_B)]q_A - c(q_A),$$
$$\pi_B = k_L G(1 - q_A - q_B)q_B - c(q_B)$$

企業 A と企業 B の利潤最大化の一階条件は

$$\frac{\partial \pi_A}{\partial q_A} = (k_H - k_L)G(1 - q_A) + k_L G(1 - q_A - q_B) - [(k_H - k_L)G'(1 - q_A) + k_L G'(1 - q_A - q_B)]$$
$$- c' = 0,$$
$$\frac{\partial \pi_B}{\partial q_B} = k_L G(1 - q_A - q_B) - k_L G'(1 - q_A - q_B)q_B - c' = 0$$

となる。利潤最大化の 2 階条件は

$$\frac{\partial^2 \pi_A}{\partial q_A^2} = -2[(k_H - k_L)G'(1 - q_A) + k_L G'(1 - q_A - q_B)]$$
$$+ [(k_H - k_L)G''(1 - q_A) + k_L G''(1 - q_A - q_B)]q_A - c'' < 0,$$
$$\frac{\partial^2 \pi_B}{\partial q_B^2} = -k_L[2G'(1 - q_A - q_B) - G''(1 - q_A - q_B)q_B] - c'' < 0$$

となる。

企業 A と企業 B の均衡生産量、高品質財と低品質財の価格、各企業の均衡利潤を q_A^e 、q_B^e 、p_H^e 、p_L^e 、π_A^e 、π_B^e とする。

以下では、限界費用一定の場合は k_L が小さければ企業 B は正の利潤を得られず、市場から退出するが、k_L が大きければ企業 B は正の利潤を得られることを示す。一方、費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合、企業 B は常に正の利潤を得られることを示す。

3.2　消費者の選好が一様分布かつ限界費用一定のケース

分布関数 $\rho = F(\theta)$ が一様分布、両企業にとって共通の費用関数が線形で限界費用一定、

固定費用なしのケースを考える。限界費用は c とする。また、$k_H > k_L > c$ を仮定する。$\rho = \theta$ 、$\theta = G(\rho) = \rho$ 、$F'(\theta) = G'(\theta) = 1$ 、$F''(\theta) = G''(\theta) = 0$ となる。以下に示す 2 つの場合がある。

1. $k_L > \frac{2ck_H}{k_H+c}$ または $k_H < \frac{ck_L}{2c-k_L}$ の時、均衡における各変数の値は

$$q_A^e = \frac{2k_H - k_L - c}{4k_H - k_L}, \quad q_B^e = \frac{k_H k_L + ck_L - 2ck_H}{k_L(4k_H - k_L)},$$

$$p_H^e = \frac{2k_H^2 + 3ck_H - k_H k_L - ck_L}{4k_H - k_L}, \quad p_L^e = \frac{k_H(k_L + 2c)}{4k_H - k_L},$$

$$\pi_A^e = \frac{k_H(k_L - 2k_H + c)^2}{(4k_H - k_L)^2}, \quad \pi_B^e = \frac{(k_H k_L + ck_L - 2ck_H)^2}{k_L(4k_H - k_L)^2},$$

2. $k_L \leq \frac{2ck_H}{k_H+c}$ または $k_H \geq \frac{ck_L}{2c-k_L}$ の時、$q_B = 0$ になり、均衡における各変数の値は

$$q_A^e = \frac{k_H - c}{2k_H}, \quad q_B^e = 0,$$

$$p_H^e = \frac{k_H + c}{2}, \quad p_L^e = c,$$

$$\pi_A^e = \frac{(k_H - c)^2}{4k_H}, \quad \pi_B^e = 0$$

となる。

3.3 消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増のケース

ここでは分布関数 $\rho = F(\theta)$ が一様分布、両企業にとって共通の費用関数は二次関数で限界費用逓増のケースを考える。生産量が q の時の費用関数を cq^2 とする。均衡における各変数の値は以下のようになる。

$$q_A^e = \frac{2k_H k_L + 2ck_H - k_L^2}{4k_H k_L + 4ck_L + 4ck_H + 4c^2 - k_L^2},$$

$$q_B^e = \frac{k_L(k_H + 2c)}{4k_H k_L + 4ck_L + 4ck_H + 4c^2 - k_L^2},$$

$$p_H^e = \frac{(k_H + 2c)(2k_H k_L - k_L^2 + 2ck_H)}{4k_H k_L + 4ck_L + 4ck_H + 4c^2 - k_L^2},$$

$$p_L^e = \frac{k_L(k_H + 2c)(k_L + 2c)}{4k_H k_L + 4ck_L + 4ck_H + 4c^2 - k_L^2},$$

$$\pi_A^e = \frac{(k_H + c)(2k_H k_L + 2ck_H - k_L^2)^2}{(4k_H k_L + 4ck_L + 4ck_H + 4c^2 - k_L^2)^2},$$

$$\pi_B^e = \frac{k_L^2(k_H + 2c)^2(k_L + c)}{(4k_H k_L + 4ck_L + 4ck_H + 4c^2 - k_L^2)^2}$$

4. ライセンシングのケース

4.1 一般モデル

ここでは、企業Aが、高品質な財を生産するための技術を企業Bへ固定料金で販売し、B国市場へは参入しないケースを考える。企業Bは低品質な財の生産を止め、固定料金のライセンシング料 L を支払い、高品質な財を独占的に供給する。新技術を採用することで増加する企業Bの利潤は、ライセンシング料として企業Aが全て得られるものとする。

高品質な財を購入した時と財を購入しない時の効用が無差別になるような消費者の選好を θ_H とすると、

$$\theta_H = \frac{p_H}{k_H}$$

となる。需要関数は

$$q_H = 1 - F\left(\frac{p_H}{k_H}\right) \tag{3}$$

となる。q_H は品質 k_H の財の供給量で、$0 < q_H < 1$ となる。また、

$$q_B = q_H$$

となる。(3)より、逆需要関数は

$$p_H = k_H G(1 - q_B)$$

となる。$0 < G(1 - q_B) < 1$ より、$0 < p_H < k_H$ となる。企業Bの利潤は

$$\pi_B = k_H G(1 - q_B)q_B - c(q_B) - L$$

となる。企業Bの利潤最大化の一階条件は

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial q_B} = k_H G(1 - q_B) - k_H G'(1 - q_B)q_B - c' = 0$$

となる。また、利潤最大化の二階条件は

$$\frac{\partial^2 \pi_B}{\partial q_B^2} = -k_H[2G'(1 - q_B) - G''(1 - q_B)q_B] - c'' < 0$$

となる。均衡における企業Bの生産量、価格、企業Bの利潤を q_B^l 、 p_H^l 、 π_B^l とする。

外国の先端企業Aと国内企業Bの交渉が決裂した場合、先端企業Aは企業Bへのライセンシングを行わずに市場Bへ参入することが出来る。よって、国内企業Bは市場で得られる利潤と、先に求めた企業Aが参入した際の利潤の差額をライセンシングン料として支払う必要がある。よって、ライセンシング料 L^l は

$$\left(\pi_B^l + L^l\right) - \pi_B^e = L^l$$

となる。ライセンシング料支払後の国内企業Bの利潤 π_B^l は、企業Aが参入した時の利潤 π_B^e と一致する。

4.2　消費者の選好が一様分布かつ限界費用一定のケース

消費者の選好が一様分布で限界費用が一定の場合、均衡における各変数の値は

$$q_B^l = \frac{k_H - c}{2k_H}, \quad p_H^l = \frac{k_H + c}{2},$$

$$\pi_B^l = \frac{(k_H - c)^2}{4k_H} - L^l$$

となる。ライセンシング料に関して、以下の 2 つのケースがある。

1. $k_L > \frac{2ck_H}{k_H+c}$ または $k_H < \frac{ck_L}{2c-k_L}$ の時、

$$L^l = \frac{A}{4k_H k_L (4k_H - k_L)^2},$$

$$A = k_H^2 k_L^3 - 2ck_H k_L^3 + c^2 k_L^3 - 12k_H^3 k_L^2 + 8ck_H^2 k_L^2 - 12c^2 k_H k_L^2 + 16k_H^4 k_L - 16ck_H^3 k_L + 32c^2 k_H^2 k_L - 16c^2 k_H^3$$

　となる。

2. $k_L \leq \frac{2ck_H}{k_H+c}$ または $k_H \geq \frac{ck_L}{2c-k_L}$ の時、$\pi_B^e = 0$ なので、

$$L^l = \frac{(k_H - c)^2}{4k_H}$$

　となる。

4.3　消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増のケース

消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合、均衡における各変数の値は

$$q_B^l = \frac{k_H}{2(k_H + c)}, \quad p_H^l = \frac{k_H(k_H + 2c)}{2(k_H + c)},$$

$$\pi_B^l = \frac{k_H^2}{4(k_H + c)} - L^l,$$

$$L^l = \frac{B}{4(k_H + c)(k_L^2 - 4k_H k_L - 4ck_L - 4ck_H - 4c^2)^2},$$

$$B = k_H^2 k_L^4 - 12k_H^3 k_L^3 - 28ck_H^2 k_L^3 - 32c^2 k_H k_L^3 - 16c^3 k_L^3 + 16k_H^4 k_L^2 + 20ck_H^3 k_L^2 - 12c^2 k_H^2 k_L^2 - 32c^3 k_H k_L^2 - 16c^4 k_L^2 + 32ck_H^4 k_L + 64c^2 k_H^3 k_L + 32c^3 k_H^2 k_L + 16c^2 k_H^4 + 32c^3 k_H^3 + 16c^4 k_H^2$$

5. 参入かつライセンシングのケース

5.1　一般モデル

ここでは、企業 A が B 国市場へ参入すると同時に高品質な財を生産出来る技術を企業 B へ固定料金でライセンシングするケースを考える。企業 B は低品質な財の生産を止め、固定料金のライセンシング料 L を支払い、高品質な財を生産する。新技術を採用することで増加する企業 B の利潤は、ライセンシング料として企業 A が全て得られるものとする。両企業は市場で高品質な財を生産する。

高品質な財を購入した時と財を購入しない時の効用が無差別になるような消費者の選好を θ_H とすると、

$$\theta_H = \frac{p_H}{k_H}$$

となる。需要関数は

$$q_H = 1 - F\left(\frac{p_H}{k_H}\right) \tag{4}$$

となる。q_H は市場での高品質財の生産量をあらわし、$0 < q_H < 1$ となる。また、

$$q_H = q_A + q_B$$

となる。(4)より、逆需要関数は

$$p_H = k_H G(1 - q_A - q_B)$$

となる。$0 < \mathrm{G}(1 - q_A - q_B) < 1$ より、$0 < p_H < k_H$ となる。

各企業の利潤は

$$\pi_A = k_H G(1 - q_A - q_B) q_A - c(q_A),$$
$$\pi_B = k_H G(1 - q_A - q_B) q_B - c(q_B) - L$$

となる。各企業の利潤最大化の一階条件は

$$\frac{\partial \pi_A}{\partial q_A} = k_H G(1 - q_A - q_B) - k_H G'(1 - q_A - q_B) q_A - c' = 0$$

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial q_B} = k_H G(1 - q_A - q_B) - k_H G'(1 - q_A - q_B) q_B - c' = 0$$

となる。利潤最大化の二階条件は

$$\frac{\partial^2 \pi_A}{\partial q_A^2} = -k_H[2G'(1 - q_A - q_B) - G''(1 - q_A - q_B) q_A] - c'' < 0,$$

$$\frac{\partial^2 \pi_A}{\partial q_A^2} = -k_H[2G'(1 - q_A - q_B) - G''(1 - q_A - q_B) q_B] - c'' < 0$$

となる。均衡における各企業の生産量、価格、利潤を q_A^{el} 、q_B^{el} 、p_H^{el} 、π_A^{el} 、π_B^{el} とする。

ライセンシングのみのケースと同じく、外国の先端企業 A と国内企業 B の交渉が決裂した場合、先端企業 A は企業 B へのライセンシングを行わずに市場 B へ参入することが出来る。よって、国内企業 B は市場で得られる利潤と、前項で求めた企業 A が参入した際の利

潤の差額をライセンシングン料として支払う必要がある。よって、ライセンシング料 L^{el} は

$$\left(\pi_B^{el}+L^{el}\right)-\pi_B^e=L^{el}$$

となる。ライセンシング料支払後の国内企業 B の利潤 π_B^{el} は、企業 A が参入した時の利潤 π_B^e と一致する。外国の先端企業 A が得られる利潤はライセンシング料と複占市場での生産による利潤の合計なので、

$$L^{el}+\pi_A^{el}$$

となる。

5.2 消費者の選好が一様分布かつ限界費用一定のケース

消費者の選好が一様分布で限界費用が一定の場合、均衡における各変数の値は

$$q_A^{el}=q_B^{el}=\frac{k_H-c}{3k_H},\quad p_H^{el}=\frac{k_H+2c}{3},$$

$$\pi_A^{el}=\frac{(k_H-c)^2}{9k_H},\quad \pi_B^{el}=\frac{(k_H-c)^2}{9k_H}-L^{el}$$

となる。ライセンシング料に関して、以下の 2 つのケースがある。

1. $k_L>\frac{2ck_H}{k_H+c}$ または $k_H<\frac{ck_L}{2c-k_L}$ の時、

$$L^{el}=\frac{(k_H-k_L)(2ck_Hk_L^2-k_H^2k_L^2-c^2k_L^2+16k_H^3k_L+4ck_H^2k_L+16c^2k_Hk_L-36c^2k_H^2)}{9k_Hk_L(4k_H-k_L)^2},$$

$$L^{el}+\pi_A^{el}=\frac{C}{9k_Hk_L(4k_H-k_L)^2},$$

$$C=2k_H^2k_L^3-4ck_Hk_L^3+2c^2k_L^3-25k_H^3k_L^2+14ck_H^2k_L^2-25c^2k_Hk_L^2+32k_H^4k_L-28ck_H^3k_L+68c^2k_H^2k_L-36c^2k_H^3$$

となる。

2. $k_L\leq\frac{2ck_H}{k_H+c}$ または $k_H\geq\frac{ck_L}{2c-k_L}$ の時、$\pi_B^e=0$ より

$$L^{el}+\pi_A^{el}=\frac{2(k_H-c)^2}{9k_H}$$

となる。

5.3 消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増のケース

消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合、均衡における各変数の値は

$$q_A^{el}=q_B^{el}=\frac{k_H}{3k_H+2c},\quad p_H^{el}=\frac{k_H(k_H+2c)}{3k_H+2c},$$

$$\pi_A^{el} = \frac{k_H^2(k_H + c)}{(3k_H + 2c)^2}, \quad \pi_B^{el} = \frac{k_H^2(k_H + c)}{(3k_H + 2c)^2} - L^{el},$$

$$L^{el} = \frac{D}{(3k_H + 2c)^2(k_L^2 - 4k_H k_L - 4ck_L - 4ck_H - 4c^2)^2},$$

$$L^{el} + \pi_A^e = \frac{E}{(3k_H + 2c)^2(k_L^2 - 4k_H k_L - 4ck_L - 4ck_H - 4c^2)^2}$$

となり、

$$D = (k_H - k_L)(k_H k_L + ck_L + ck_H)(16k_H^3 k_L - k_H^2 k_L^2 + 48ck_H^2 k_L + 48c^2 k_H k_L + 16c^3 k_L + 16ck_H^3 + 48c^2 k_H^2 + 48c^3 k_H + 16c^4),$$

$$E = 2k_H^3 k_L^4 + 2ck_H^2 k_L^4 - 25k_H^4 k_L^3 - 80ck_H^3 k_L^3 - 104c^2 k_H^2 k_L^3 - 64c^3 k_H k_L^3 - 16c^4 k_L^3 + 32k_H^5 k_L^2 + 71ck_H^4 k_L^2 + 16c^2 k_H^3 k_L^2 - 72c^3 k_H^2 k_L^2 - 64c^4 k_H k_L^2 - 16c^5 k_L^2 + 64ck_H^5 k_L + 192c^2 k_H^4 k_L + 192c^3 k_H^3 k_L + 64c^4 k_H^2 k_L + 32c^2 k_H^5 + 96c^3 k_H^4 + 96c^4 k_H^3 + 32c^5 k_H^2$$

となる。

6. 先端企業の最適な戦略

先端企業の最適戦略を得るために、企業 A がライセンシングのみを行う場合の利潤と、ライセンシングかつ B 国市場への参入を行う場合の利潤を比較する。2 つの利潤の差は

$$L^l - \left(L^{el} + \pi_A^{el}\right)$$

となる。同様に、企業 A がライセンシングのみを行う場合の利潤と、B 国市場への参入のみを行う場合の利潤の差、ライセンシングかつ参入を行う場合の利潤と参入のみを行う場合の利潤の差は

$$L^l - \pi_A^e,$$

$$\left(L^{el} + \pi_A^{el}\right) - \pi_A^e$$

となる。例えば、$L^l - \left(L^{el} + \pi_A^{el}\right) > 0$ かつ $L^l - \pi_A^e > 0$ なら企業 B へのライセンシングのみを行う戦略が最適になる。これまでと同様に、費用関数の異なる 2 つのケースを考える。

6.1 消費者の選好が一様分布かつ限界費用一定のケース

以下の 2 つのケースがある。

1. $k_L > \frac{2ck_H}{k_H + c}$ または $k_H < \frac{ck_L}{2c - k_L}$ の時、

$$L^l - \left(L^{el} + \pi_A^{el}\right) = \frac{(k_H - c)^2}{36k_H} > 0$$

となる。よって、企業 A のライセンシングのみを行う戦略は、ライセンシングかつ参入を行う戦略より望ましい。また、

$$L^l - \pi_A^e = \frac{[k_L(k_H + c) - 2ck_H](4k_H^2 k_L - 10ck_H k_L + 8ck_H^2 - 3k_H k_L^2 + ck_L^2)}{4k_H k_L(4k_H - k_L)^2}$$

となる。上式の分母は正になり、$k_L(k_H + c) - 2ck_H > 0$ となる。また、

$$\lambda = 4k_H^2 k_L - 10ck_H k_L + 8ck_H^2 - 3k_H k_L^2 + ck_L^2$$

を定義する。$k_H = k_L$ の時、$\lambda = k_L^3 - ck_L^2 > 0$ となる。また、

$$\frac{\partial \lambda}{\partial k_H} = 8k_H k_L - 10ck_L + 16ck_H - 3k_L^2 > 0$$

となる。$k_H > k_L$ なので、$L^l - \pi_A^e > 0$ となる。よって、ライセンシングのみを行う戦略が先端企業 A の最適戦略となる。

2. $k_L \leq \frac{2ck_H}{k_H + c}$ または $k_H \geq \frac{ck_L}{2c - k_L}$ の時、

$$L^l - \left(L^{el} + \pi_A^{el}\right) = \frac{(k_H - c)^2}{36k_H} > 0, \quad L^l - \pi_A^e = 0$$

となる。よって、ライセンシングのみの戦略と参入のみの戦略が先端企業 A にとって等しく最適になる。

以上より、以下の命題を得る。

命題 3-1. 消費者の選好が一様分布かつ限界費用一定の時

1. k_L が十分大きければ、企業Bへのライセンシングのみを行う戦略が先端企業Aの最適戦略となる。
2. k_L が小さければ、企業Bへのライセンシングのみを行う戦略とB国市場への参入のみを行う戦略が等しく企業Aにとって最適となる。

6.2 消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増のケース

消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増の場合、

$$L^l - \left(L^{el} + \pi_A^{el}\right) = \frac{k_H^2(k_H^2 - 4ck_H - 4c^2)}{4(k_H + c)(3k_H + 2c)^2}$$

となる。$k_H > 2\left(\sqrt{2} + 1\right)c$ であれば、上式は正になり、$k_H < 2\left(\sqrt{2} + 1\right)c$ であれば上式は負になる。よって、k_H が c より相対的に大きければ、ライセンシングのみを行う場合の利潤がライセンシングかつ参入を行う場合の利潤よりも大きくなり、k_H が c より相対的に小さければ、ライセンシングかつ参入を行う場合の利潤がライセンシングのみを行う場合の利潤よりも大きくなる。

また、

$$L^l - \pi_A^e = \frac{k_L^2(k_H + 2c)\varphi}{4(k_H + c)(4k_H k_L + 4ck_L + 4ck_H + 4c^2 - k_L^2)^2},$$

$$\left(L^{el}+\pi_A^{el}\right)-\pi_A^e=\frac{(k_H-k_L)(k_Hk_L+ck_L+ck_H)\psi}{(3k_H-2c)^2(k_L^2+4k_Hk_L+4ck_L+4ck_H+4c^2)^2}$$

となり、

$$\varphi=4k_H^2k_L-3k_Hk_L^2-2ck_L^2-4ck_Hk_L-8c^2k_L+4ck_H^2-4c^2k_H-8c^3,$$

$$\psi=7k_H^2k_L^2+12ck_Hk_L^2+4c^2k_L^2-4k_H^3k_L+12ck_H^2k_L+32c^2k_Hk_L+16c^3k_L-4ck_H^3+12c^2k_H^2+32c^3k_H+16c^4$$

となる。

$k_H>k_L$ なので $k_L^2(k_H+2c)>0$ かつ $(k_H-k_L)(k_Hk_L+ck_L+ck_H)>0$ となり、また、上式の分母はそれぞれ正になる。φ と ψ に関して、

$$k_H\varphi+\psi=2(k_H+2c)(2k_Hk_L^2+ck_L^2+4ck_Hk_L+4c^2k_L+4c^2k_H+4c^3)>0$$

となる。よって、φ または ψ の少なくとも一つが正になり、$L^l-\pi_A^e$ または $\left(L^{el}+\pi_A^{el}\right)-\pi_A^e$ のいずれかが必ず正になる。よって、B 国市場への参入のみを行う戦略が企業 A にとって最適になることはない。以上より、以下の命題を得る。

命題 3-2. 消費者の選好が一様分布かつ費用関数が二次関数で限界費用逓増の時

1. k_H が十分に大きい（または c が小さい）時、企業Bへのライセンシングのみを行う戦略が先端企業Aの最適戦略となる。
2. k_H が小さい（または c が大きい）時、企業Bへのライセンシングを行い、同時にB国市場への参入を行う戦略が先端企業Aの最適戦略となる。

命題 3-1 と命題 3-2 の違いは以下の理由による。企業 A がライセンシングのみを行う場合の利潤は

$$\pi_B^l+L^l-\pi_B^e$$

となる。また、企業 A が企業 B へライセンシングを行い、同時に B 国市場へ参入する場合の利潤は

$$\pi_A^{el}+\pi_B^{el}+L^{el}-\pi_B^e$$

となる。2 つの戦略における利潤の差は

$$\pi_B^l+L^l-(\pi_A^{el}+\pi_B^{el}+L^{el})$$

となる。$\pi_B^l+L^l$ は高品質財を生産する企業の独占利潤となり、$\pi_A^{el}+\pi_B^{el}+L^{el}$ は複占市場で 2 企業が高品質財を生産した時の合計利潤となる。よって、独占利潤が複占市場の合計利潤より大きい（小さい）時、ライセンシングのみを行う時の利潤がライセンシングかつ参入を行う時の利潤よりも大きくなる（小さくなる）。

限界費用が一定の場合、独占利潤は複占市場の合計利潤よりも常に大きくなるため、先端企業はライセンシングのみを行うことが望ましくなる（命題 3-1 の 1）。また、国内企業 B が生産する財の質が低い場合、企業 A の参入により企業 B が市場から退出する。この時、ライセンシングのみを行うか、参入のみを行うことで独占利潤を得ることが企業 A にとっ

て最適となる（命題 3-1 の 2)。

一方、費用関数が二次関数で限界費用が逓増する場合、複占市場の合計利潤が独占利潤を上回ることがあるため、先端企業 A はライセンシングかつ参入を行うことがある（命題 3-2 の 2)。市場への参入は市場の競争を激しくするが、生産量が増えるに従って限界費用が大きくなるため、企業 A が参入し、小さい限界費用で生産することが望ましくなる。しかし、c が小さい（または k_H が大きい）時は、限界費用逓増の影響が小さいため、命題 3-1 と同じくライセンシングのみを行う戦略が最適になる（命題 3-2 の 1)。

7. 内生的品質モデルへの拡張

Nguyen（2014)、Nguyen et al.（2014）は垂直的な製品差別化がある市場での内生的品質モデルを使った分析を行っている。特に、Nguyen et al.（2014）は高品質な財を生産出来る新技術を持つ外国企業のライセンシング問題を複占市場モデルによって分析している。

本稿の分析は内生的品質モデルへ拡張出来る。例えば、先端企業 A が参入のみを行う場合を考える。消費者の選好は一様分布を仮定する。企業 A が生産する財の品質を k_A 、企業 B が生産する財の品質を k_B とし、$k_A > k_B$ とする。また、各財の価格を p_A 、p_B とする。企業 B の財を購入した時の効用と財を購入しない時の効用が無差別になる消費者の選好を θ_B とすると、$\theta_B = \frac{p_B}{k_B}$ となる。また、企業 A の財を購入した時の効用と企業 B の財を購入した時の効用が無差別になる消費者の選好を θ_A とすると、$\theta_A = \frac{p_A - p_B}{k_A - k_B}$ となる。各企業の限界費用は一定で、企業 A の限界費用を $\frac{1}{2}k_A^2$ 、企業 B の限界費用を k_B^2 とする。また、各企業の生産量を q_A 、q_B とする。各企業の逆需要関数は

$$p_A = (k_A - k_B)(1 - q_A) + k_B(1 - q_A - q_B), \quad p_B = k_B(1 - q_A - q_B)$$

となる。よって、各企業の利潤は

$$\pi_A = [(k_A - k_B)(1 - q_A) + k_B(1 - q_A - q_B)]q_A - \frac{1}{2}k_A^2 q_A,$$

$$\pi_B = k_B(1 - q_A - q_B)q_B - k_B^2 q_B$$

となる。生産量に関する企業 A の利潤最大化の一階条件は

$$(k_A - k_B)(1 - q_A) + k_B(1 - q_A - q_B) - k_A q_A - \frac{1}{2}k_A^2 = 0$$

となる。また、生産量に関する企業 B の利潤最大化の一階条件は

$$k_B(1 - q_A - q_B) - k_B q_B - k_B^2 = 0$$

となる。均衡生産量と均衡利潤は

$$q_A = \frac{2k_A - k_B - k_A^2 + k_B^2}{4k_A - k_B}, \quad q_B = \frac{k_A(2 + k_A - 4k_B)}{2(4k_A - k_B)},$$

$$\pi_A = \frac{k_A(2k_A - k_B - k_A^2 + k_B^2)^2}{(4k_A - k_B)^2}, \quad \pi_B = \frac{k_A^2 k_B(2 + k_A - 4k_B)^2}{4(4k_A - k_B)^2}$$

となる。

以上の均衡利潤をもとに各企業は財の品質を決定する。企業 A の品質に関する利潤最大化の一階条件は

$$k_B^3 + 4k_A k_B^2 - k_B^2 - 5k_A^2 k_B + 2k_A k_B + 12k_A^3 - 8k_A^2 = 0$$

となる。また、企業 B の品質に関する利潤最大化の一階条件は

$$4k_B^2 - 47k_A k_B + 2k_B + 4k_A^2 + 8k_A = 0$$

となる。各企業が選ぶ財の品質は

$$k_A \approx 0.6882, \quad k_B \approx 0.2523$$

となる。内生的品質モデルに関する以降の分析は今後の課題である。

8. 終わりに

外国の先端企業が持つ高品質な財を生産するための新技術活用戦略として、国内独占企業へのライセンシング、国内独占市場への参入、ライセンシングかつ参入の 3 つの戦略から最適なものを導出した。分析により、費用関数の形状が戦略間の相対的な利潤の差に影響を与えることが示される。

今後の課題は、寡占市場モデルへの拡張や、外国企業が国民にとって最適な戦略を行うように促すための、国内政府による最適な政策の分析などがある。国内政府にとって、政策的介入を行うことで外国企業によるライセンシングまたは参入を促す、あるいは妨げることが最適になる可能性がある。また、先に述べたように、本稿の分析は内生的品質モデルへの拡張が可能である [11]。

[11] Nguyen et al.（2014）では、新技術を用いて生産する財の品質を 1 に固定している。また、旧技術を用いて生産する企業は 0 から 1 の間で品質を選択するモデルである。

結び

本稿では、企業の新技術導入行動と社会的に望ましい政策について、ミクロ経済学の寡占理論を用いた分析を行った。既存技術の導入は、特に発展途上国企業と政府にとって重要な意味を持つ。また、先進国企業と政府にとっても、経営的、社会的に大きな意義を持つと考えられる。本稿で用いたクールノー寡占市場での多段階モデルは市場の様々な要素と企業の行動、及び経済政策の関係を考えるために広く用いられている強力な分析手段である。しかし、企業の新技術導入行動と、それに対する経済政策一つをとっても、その内容は多岐にわたるため、十分に研究され尽くしているとは言い難い。先行研究では、新技術を所有するライセンサーの戦略を分析するものが多い。一方、発展途上国に対する技術援助を考えると、市場の要素と新技術を導入する企業の行動及び経済政策の関係を分析することも重要である。第 1、2 章では、無償（または一定額）の新技術を、一定費用を支払うことで導入することが出来る企業の行動を仮定し、いくつかの市場の要素と新技術導入行動及び経済政策の関係を分析した。第 3 章では、市場の外（例えば外国）に居る新技術を持つ企業の戦略を分析した。新技術を所有する企業が市場へ参入するのか、新技術を既存企業へライセンシングするのか、あるいは参入かつライセンシングを行うのか、特に国の基幹産業であれば重要な問題である。

第 1 章では、市場の競争に注目した分析を行った。競争と研究開発インセンティブの関係は多くの論文で扱われており、その結論も様々である。また、研究開発が社会的に過剰（または過少）になる市場の条件も十分明らかにされていない。本稿では、主に新技術導入費用と新技術導入インセンティブの社会的過少性（または過剰性）の関係を明らかにした。

第 1 節では、新技術導入を考える同質財寡占市場の分析を行った。新技術導入に必要な費用が大きく、かつ、市場の企業数が 3 以下の時にのみ、補助金政策が社会的に望ましい可能性があることを示した。一方、企業数が 3 より大きい、または新技術導入費用が小さい場合には、課税政策が望ましい場合はあるが、補助金政策が望ましくなることは無いことを示した。

第 2 節では複占市場モデルを使い、他社との利潤の差を最大化する競争的な企業の行動を分析し、企業が競争的であれば新技術の導入が促進されることを示した。これは、Arrow（1962）と整合的な結果である。

第 3 節では寡占市場モデルを使い、企業の競争的行動と新技術導入インセンティブ及び経済政策の関係を分析した。新技術導入費用が大きいほど、社会的に望ましい政策は補助金になる可能性が高くなることを示した。また、大まかな傾向として競争が激しくなると最適な政策が課税から補助金に変化することを示した。これは、同じく相対利潤を使った Matsumura et al.（2013）と整合的である。一方、第 1 節では企業数が少ない市場でのみ補助金が望ましいことが示されており、企業数が多ければ課税政策が望ましいことが示さ

れている。企業数と相対利潤による競争指標を単純に比較することに議論の余地はあるが、競争と経済政策の関係が複雑であることが分かる。数値例では、新技術導入費用の大きさに応じて、競争と企業の新技術導入インセンティブの関係が変化することが示されている。新技術導入費用が小さい時、競争とインセンティブの関係は、Matsumura et al.（2013）とは逆に、逆 U 字型の関係になっている。一方、新技術導入費用が大きい時は、競争が激しいほどインセンティブは小さくなる単調減少の関係を得ている。さらに、数値例では、最適な新技術導入を達成するための政策による消費者余剰の変化の分析も行った。競争があまり激しく無ければ、新技術導入費用の増加により、政策による消費者の利益は減少していくことが示されている。一方、競争が極端に激しい市場では、新技術導入費用が大きいほど、政策による消費者の利益は増加することが示されている。今回の数値例では、おおむね消費者は政策によって効用が増加するため、政策の実現可能性は大きいと考えられる。

第 1 節は差別化財が生産される市場への拡張が考えられ、第 3 節もより詳細な分析が可能であると考えられる。しかし、差別化財への変更は変数の複雑化を招き、第 3 節の変数も複雑であるため、一般的な需要関数や費用関数を用いた分析が適当である可能性がある。また、自由参入の仮定を加えた分析も今後の課題である。

第 2 章では、市場のリーダー企業の存在と費用関数が経済政策に与える影響を分析した。第 1 節では Stackelberg 複占市場モデルを使い、代替財が生産される場合には、両企業の新技術導入に対して均等に補助金を与えることで、社会的に望ましい企業の新技術導入を促すことが出来ることを示した。一方、補完財が生産される場合には、両企業への均等な補助金政策では、社会的に望ましい状態が達成されない可能性があることを示した。すなわち、リーダー企業のみによる新技術導入が最適である時、対称的な補助金ではフォロワー企業も新技術を導入してしまうケースが存在する。この時、リーダー企業のみの新技術導入へのみ補助金を与える差別的な政策が社会的に望ましい。第 2 章、第 1 節の分析も寡占市場モデルや一般的な需要関数と費用関数を用いたモデルへの拡張が考えられる。

第 2 節では限界費用一定の場合と限界費用逓増（二次関数）の場合を比較した。限界費用が一定の時は、課税政策と補助金政策のそれぞれが望ましいケースが存在する。一方、限界費用が逓増する時は、課税政策が望ましいケースは存在せず、補助金政策が望ましいケースのみが存在することを示した。今後は、寡占モデルや convex の費用関数を用いた一般的なモデルを使い、費用関数と経済政策の関係を明らかにしたい。

第 3 章では、新技術を持つ企業の戦略を分析した。限界費用一定の場合はライセンスのみを行うことが最適になる。これは、自社が参入すると市場が競争的になり、産業全体の利潤が減少するためである。一方、限界費用逓増の場合はライセンスを行いかつ参入を行うことが最適になることを示した。限界費用が逓増する時は、生産量が増えると限界費用が増加するため、ライバル企業へライセンシングを行い、かつ自社も参入し、小さい限界費用で共に生産することが最適になる。第 3 章の分析は、新技術を持つ企業と寡占市場モ

デルへの拡張が考えられる。ただし、この時は、参入の脅しの信憑性（credibility of threat）が大きな問題になる。プレイヤーが増えるため、より詳細な戦略の分析が必要になる。また、政府が行うべき政策の分析も今後の課題である。

参考文献

Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., and Howitt, P., (2005) "Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship", *Quarterly Journal of Economics*, 117(2), pp.701-728.

Arrow, K. (1962) "Economic welfare and the allocation of resources for invention", *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press, pp.609-625.

Blomstrom, M. and Kokko, A. (1998) "Multinational Corporations and Spillovers," *Journal of Economic Surveys*, Vol.12, Issue 3, pp.247-277.

Bonanno, G. and Haworth B. (1998) Intensity of competition and the choice between product and process innovations, *International Journal of Industrial Organization*, **16**, pp.495-510.

Besley, T. and Case A. (1993) "Modeling technology adoption in developing countries", *The American Economic Review,* Vol.83, No.2, pp.396-402.

Boone, J. (2001) "Intensity of competition and the incentive to innovate", *International Journal of Industrial Organization*, **19**, pp.705-726.

Chen, Y. and Sappington, D. E. M. (2010) "Innovation in vertically related markets", *The Journal of Industrial Economics,* Vol.58, Issue 2, pp.373-401.

Duchene, A., Sen, D., and Serfes, K., (2015) "Patent licensing and entry deterrence: The role of low royalties", *Economica,* Vol. 82, pp.1324-1348.

Ethier, W. and Markusen, J. (1996) "Multinational firms, technology diffusion and trade," *Journal of International Economics*, Vol.41, Issue 1-2, pp.1-28.

Elberfeld, W. and Nti, K. O. (2004) "Oligopolistic competition and new technology adoption under uncertainty", *Journal of Economics*, **82**, pp.105-121.

Filippini, L. (2005) "Licensing contract in a Stackelberg model", *The Manchester School*, **73**, pp.582-598.

Gibbons, R and Murphy K. J. (1990) "Relative performance evaluation for chief executive officers", *Industrial and Labor Relations Review*, **43**, 30S-51S.

Hattori, M. and Tanaka, Y. (2014) "Incentive for adoption of new technology in duopoly under absolute and relative profit maximization", *Economics Bulletin*, **34**. pp. 2051-2059.

Hattori, M. and Tanaka, Y. (2015) "Subsidy or tax policy for new technology adoption in duopoly with quadratic and linear cost functions", *Economics Bulletin*, **35**, pp. 1423-1433.

Hattori, M. and Tanaka, Y. (2016a) "Subsidizing new technology adoption in a Stackelberg duopoly: Cases of substitutes and complements", *Italian Economic*

Journal, vol. 2(2), pp.197-215.

Hattori, M. and Tanaka, Y. (2016b) "Taxation or subsidization policy for new technology adoption in oligopoly", *International Journal of Business and Economics*, Feng-Chia University（逢甲大学）, Taiwan, forthcoming.

Hattori, M. and Tanaka, Y. (2016c) "Competitiveness of firm behavior and public policy for new technology adoption in an oligopoly", *Journal of Industry, Competition and Trade*, forthcoming, Springer.

Hattori, M. and Tanaka, Y. (2016d) "License or entry with vertical differentiation in duopoly", *Economics and Business Letters*, Vol. 1(5), pp.17-29.

Hobday, M. (1995) *Innovation in East Asia: The challenge to Japan*, E. Elgar.

Kabiraj, T. (2004) "Patent licensing in a leadership structure", *The Manchester School*, **72**, pp.188-205.

Kabiraj, T. (2005) "Technology transfer in a Stackelberg structure: Licensing contracts and welfare", *The Manchester School*, **73**, pp.1-28.

Kamien, T. and Tauman, Y. (1986) "Fees versus royalties and the private value of a patent", *Quarterly Journal of Economics*, **101**, pp.471-492.

Kandori, M, Mailath, G. and Rob, R. (1993) "Learning, mutation, and long run equilibria in games", *Econometrica*, **61**, pp.29-56.

Katz, M. and Shapiro, C. (1985) "On the licensing of innovations", *Rand Journal of Economics*, **16**, pp.504-520.

La Manna M. (1993) "Asymmetric Oligopoly and Technology Transfers", *Economic Journal*, **103**, pp.436-443.

Liao, C.-H. and Sen, D. (2005) "Subsidy in licensing: optimality and welfare implication", *The Manchester School*, **73**, pp.281-299.

Lu, Y. (2011) "The relative-profit-maximization objective of private firms and endogenous timing in a mixed oligopoly", *The Singapore Economic Review*, **56**, pp.203-213.

Matsumura, T. and Matsushima N. (2012) "Competitiveness and stability of collusive behavior", *Bulletin of Economic research*, **64**, S221-S31.

Matsumura, T., Matsushima, N. and Cato, S. (2013) "Competitiveness and R&D competition revisited", *Economic modelling*, **31**, pp.541-547.

Memar, A. R. S. and Götz, G. (2013) "R&D incentives in vertically related markets", *MAGKS Papers on Economics*, Philipps-Universität Marburg, Faculty of Business Administration and Economics, Department of Economics.

Mussa, M. and Rosen, S. (1978) "Monopoly and product quality", *Journal of Economic Theory*, **18**, pp.130-156.

Nguyen, X. (2014) "Monopolistic third-degree price discrimination under vertical product differentiation", *Economics Letters*, **125**, pp.153-155.

Nguyen, X, Sgro, P. and Nabin, N. (2014) "Licensing under vertical product differentiation: Price vs. quantity competition", *Economic Modelling*, **36**, pp.600-606.

Pal, R. (2010) "Technology adoption in a differentiated duopoly: Cournot versus Bertrand", *Research in Economics*, **64**, pp.128-136.

Rebolledo, M. and Sandonís, J. (2012) "The effectiveness of R&D subsidies", *Economics of Innovation and New Technology*, **21**, pp.815-825.

Romijn, H. (2001) "Technology support for small-scale industry in developing countries: A review of concepts and project practices", *Oxford development studies,* Vo.29, No.1.

Satoh, A. and Tanaka Y. (2013) "Relative profit maximization and Bertrand equilibrium with quadratic cost functions", *Economics and Business Letters*, **2**, pp.134-139.

Satoh, A. and Tanaka Y. (2014) "Relative profit maximization and equivalence of Cournot and Bertrand equilibria in asymmetric duopoly", *Economics Bulletin*, **34**, pp.819-827.

Schaffer, M.E. (1989) "Are profit maximizers the best survivors?", *Journal of Economic Behavior and Organization* **12**, pp.29-45.

Schumpeter, J. (1950) *Capitalism, Socialism, and Democracy, 2nd ed.,* Harper, New York.

Sen, D. and Tauman, Y. (2007) "General licensing schemes for a cost-reducing Innovation", *Games and Economic Behavior*, **59**, pp.163-186.

Tanaka, Y. (2001) "Profitability of price and quantity strategies in a duopoly with vertical product differentiation", *Economic Theory*, **17**, pp.693-700.

Tanaka, Y. (2013a) "Equivalence of Cournot and Bertrand equilibria in differentiated duopoly under relative profit maximization with linear demand", *Economics Bulletin*, **33**, pp.1479-1486.

Tanaka, Y. (2013b) "Irrelevance of the choice of strategic variables in duopoly under relative profit maximization", *Economics and Business Letters*, **2**, pp.75-83.

Vega-Redondo, F. (1997) "The evolution of Walrasian behavior" *Econometrica* **65**, pp.375-384.

Wang, X. H. and Yang, B. Z. (2004) "On technology licensing in a Stackelberg duopoly", *Australian Economic Papers*, **43**, pp.448-458.

Watanabe N. and Muto, S. (2008) "Stable profit sharing in a patent licensing game: general bargaining outcomes", *International Journal of Game Theory*, **37**, pp.505-523.

Zhang, Y., Mei, S. and Zhong, W. (2014) "New technology adoption in a Cournot oligopoly with spillovers", *Journal of Economics*, **112**, pp.115-136.

小島 清（1976)「開発途上国への技術移転 ： 日本型とアメリカ型」『一橋論叢』第 76 巻 2 号、pp.109-125。
田中英式（2004)「台湾における直接投資を通じた技術移転と政府の役割」『愛知経営論集』第 150 号、pp.1-22。
田中英式（2013)『直接投資と技術移転のメカニズム』中央経済社。
帝国データバンク（2010)「知的財産の価値評価を踏まえた特許等の活用の在り方に関する調査研究報告書～知的財産（資産）価値及びロイヤルティ料率に関する実態把握～」『平成 21 年度 特許庁産業財産権制度問題調査研究報告書』。
堀内 英次（2007)『南北技術移転に関する理論的考察』一橋大学（博士論文)。
三菱総合研究所(2015)『知的財産制度と競争政策の関係の在り方に関する調査研究報告書』。