

最適特許政策¹⁾

小西輝紀*

概要

特許制度は研究開発の促進と独占による死荷重のトレードオフを持つため、最適な特許権の強さに関して合意がなされていない。そこで社会厚生を最大にする特許政策の分析を行う。先発企業の技術が後発企業よりも優れている場合、特許制度を持たないことが社会厚生を最大にする唯一の政策である。また、先発企業が基礎研究を行い、後発企業がそれに基づいて十分な利潤を得る場合、特許制度の設置が社会厚生を改善する。先発企業が後発企業より技術の商業的価値において劣るにつれて、より強い特許権が必要となる。

I イン트로ダクション

技術の進歩が社会厚生を高めることは多くの人々にとって疑いのない事実である。コンピューターや携帯電話のない生活は想像し難い。そして、技術の進歩をもたらすのは研究開発投資 (R&D) である。よって R&D を行うインセンティブが十分にあれば、技術の進歩を通じて社会厚生は高まることが推測される。しかし R&D を行い新たな技術を開発しても、その技術から十分な利益を得られるとは限らない。その技術が他者に知られると、その技術を用いた製品が発明者以外により生産されるためである。そして、発明者は競争により R&D コストを回収できるか不透明になる。そのため、R&D を行うインセンティブが不十分になる。R&D が技術の進歩をもたらす社会厚生を高めるならば、R&D インセンティブが過少な状況は望ましくない。よって不十分になりがちな R&D インセンティブを高めるために特許制度が存在する。特許権は知的財産権の 1 つであり、知的財産権は商標権等を含むが、本論文では特に特許制度に焦点を当てる。本論文の対象は、社会厚生の上に繋がる発明を促進する政策であるからである。

特許権者は発明を一定期間独占的に販売する権利を得るので、特許権は独占利潤という R&D インセンティブを与える。一方で独占権により競争が弱まり、特許権者は高い価格の設定が可能となり、死荷重が生じる。つまり、特許制度は R&D の促進と死荷重のトレードオフを持つ。よって特許権の最適な強さの決定は容易ではなく、経済学において明確な合意はない。そこで、本論文はどのような特許政策が社会厚生を最大にするか分析する。しかし特許権を何によって規定するかという問題がある。既存文献で使用されており、本論文でも採用するのは特許権の範囲 (breadth) と期間 (length) である。経済学における範囲 (幅とも呼ばれる) の解釈は複数あるが、本論文では後発企業が先発企業の発明の特許を侵害する確率として解釈する。期間の解釈は一意的であり、日

* 京都大学経済学部

1) 指導教員の西山慎一先生、安達貴教先生、柴田章久先生、David Weil 先生より有益な助言を頂き感謝申し上げます。

本の現行制度では 20 年である。

社会厚生を最大にする特許政策は何かという問いに答えるために本論文は以下の理論モデルを用いた定量分析を行う。理論モデルは Green and Scotchmer [1995] にマクロ的拡張を与えたものを使用する。モデルには最終財企業、中間財企業、家計、政府が存在する。1つ目に、最終財企業は労働と先発企業と後発企業の中間財を使用して最終財を生産する。2つ目に、中間財企業は先発企業と後発企業の 2 社存在する。先発企業は R&D コスト c_1 を投じることで、技術 a_1 を開発しその特許権を得る。 a_1 が発明されなければ、後続の発明は生まれない²⁾。後発企業は a_1 に基づき、R&D コスト c_2 を投じることで技術 a_2 を開発することができる。しかし、技術 a_2 は a_1 に基づいているため確率 b で a_1 の特許権を侵害する。なお b は特許の範囲を表す。特許権侵害が生じた場合、両企業はライセンス契約を結ぶかどうか決定する³⁾。ライセンス契約をモデルで扱うのは、特許権のどのような使用方法が認められているかにより、最適な政策変数の値が異なるためである。3つ目に、家計は労働を最終財企業に供給し賃金を得ると同時に、中間財企業を所有しその利潤を得て、予算を全て使い切るように消費を決定する。4つ目に、政府はこの経済で実現する 1 人当たり消費の割引現在価値を最大にするように、最適な特許の範囲 b と期間 T を決定する。

本論文の主要な結果は以下の 3 点である。1 点目は、特許権の強化が先発企業の R&D を促し、後発企業の R&D を妨げることである。先発企業は、特許権の強化により利潤が増加するため、R&D を行うインセンティブが高まる。後発企業は、特許侵害を恐れ、R&D を行いにくくなる。ただし、特許政策が先発企業の R&D を促進するためには、後続のイノベーションが必要である。

2 点目に、先発企業の技術の商業的価値が後発企業を下回る場合、特許制度が社会厚生を改善する。先発企業は自身の技術で十分な利潤を得ることができないので、R&D を行う動機が小さい。しかし、先発企業の技術に基づく後発企業の技術が優れていることを加味すると、先発企業の技術は極めて重要である。そのため、先発企業に特許権を与えることが社会にとって望ましい。そして、最適な特許権は、先発企業と後発企業の技術の商業的価値がそれぞれ低下、上昇するにつれて、強くなる。先発企業が自身の技術から利潤を得ることが困難になり、また先発企業の交渉力が低下するためである。

3 点目に、先発企業の技術の商業的価値が後発企業を上回る場合、特許制度を持たないことが社会厚生を最大にする唯一の政策である。先発企業の技術は利潤を生むので、特許権を先発企業に与える必要がない。また、特許権の強化は、特許侵害の確率を高め、後発企業の技術が使えない期間を長くするので、厚生に対して負の影響を及ぼす。よって、特許制度は存在すべきでない。

特許政策は産業組織論やマクロ経済学の分析対象である。産業組織論では Gilbert and Shapiro [1990] が特許期間と範囲を政策変数と捉え、範囲の拡大に伴い死荷重がますます増加するならば最適な期間は無限であると証明した。Green and Scotchmer [1995] はイノベーションに累積性があり、異なる段階のイノベーションを異なる企業が行うならば、特許期間が長くなければならないと示した。Gilbert and Shapiro [1990] は一企業のみを分析していたが、Green and Scotchmer [1995] は先発企業と後発企業を分析対象としているため、より広範な分析が可能である。一方で

2) 既存技術に基づいて生まれる技術はありふれている。Bessen and Maskin [2009] は、Lotus 1-2-3 が VisiCalc に基づいて誕生し、Microsoft Excel が Lotus に基づいて生まれた例に言及している。

3) 本論文は、後発企業が R&D を行った後 (ex post) のライセンス契約のみを扱い、モデルを簡略化している。

Green and Scotchmer [1995] は専ら、先発企業に後発企業の収益を移転する方法を分析するため、社会厚生を十分に分析していない。また Green and Scotchmer [1995] は特許期間をできるだけ短くするために特許の範囲をどのように設定するか分析しており、期間を十分に扱っていない。近年では Parra [2019] が特許の範囲と期間の 2 変数の最適化問題を扱っているが、社会厚生最大化ではなく、イノベーションの度合いを最大化している。そのため、本論文が、イノベーションの累積性を考慮した 2 変数の定量的な社会厚生最大化問題を扱うことは新規性を持つ。

マクロ経済学において特許の範囲と期間を扱う文献は限られている。特許期間を含む動学一般均衡分析は、連続時間では微分差分方程式、離散時間では高階の差分方程式に対処する必要があり、モデルの動学の分析が困難であるためである⁴⁾。数少ない文献には理論モデルと定量モデルが存在する。Judd [1985] や Futagami and Iwaisako [2007] 等の理論モデルの課題は、最適な特許期間が有限か無限かという二元論に限定されることである。一方で、Lin and Shampine [2018] などの定量モデルは、特許期間を定量的に示すことが可能である。しかし、特許政策の R&D インセンティブへの影響や、中間財企業間のライセンス契約の分析は行われていない。よって、本研究は動学モデルではないものの、マクロモデルにおいてそれらを扱うことは新規性がある。

論文の構成は以下に従う。II 章では、最終財企業の生産関数と中間財企業の利潤を与える。III 章では、 T を除外した 1 期間モデルを構築する。中間財企業の R&D 行動と、それに応じて実現する家計の 1 人当たり消費を分析する。IV 章は III 章で構築した 1 期間モデルの定量分析を行う。V 章は 1 期間モデルを一般化した T を含む多期間モデルを提案する。VI 章は多期間モデルの定量分析を行う。VII 章は結論、VIII 章は付録である。

II 最終財企業と中間財企業

この章では、最終財企業と中間財企業を分析する。以下では先発企業と企業 1、後発企業と企業 2 を同じ意味で使用する。企業 1 と企業 2 は R&D を行うことでそれぞれ a_1 と a_2 の開発が可能である。企業 1 は a_1 の特許権を持ち、 a_2 は a_1 に基づき開発される。獲得した技術は利潤に影響するので、以下では企業 1 と企業 2 の R&D の有無に応じた利潤を導出する。

1 最終財企業

最終財企業の生産関数は

$$Y = L^{1-\alpha} \left[\gamma X_1^{\frac{\alpha-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2^{\frac{\alpha-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\alpha\sigma}{\sigma-1}}$$

である。 L は労働供給、 γ は企業 1 のシェアパラメータ、 σ は中間財の代替の弾力性、 $1-\alpha$ は労働分配率である。この生産関数は Acemoglu [2009] の Lab-Equipment モデルの生産関数 $Y = L^{1-\alpha} \int_0^{\text{variety}} X_i^\alpha di$ に基づいている。ただし *variety* は中間財の数を意味する。 $Y = L^{1-\alpha} \int_0^{\text{variety}} X_i^\alpha di$ は $Y = L^{1-\alpha} \left(\int_0^{\text{variety}} X_i^{\frac{\alpha-1}{\sigma}} di \right)^{\frac{\alpha\sigma}{\sigma-1}}$ において $\sigma = \frac{1}{1-\alpha}$ を設定した特殊形である。本論文は代替の弾力性と α の関係が特定されていない一般的な関数を用いる。中間財企業は 2 企業なので中間財は 2 種類である。加えて、本論文はシェアパラメータ γ を含む一般的な CES 関数を使

4) Acemoglu and Akgicig [2012] は特許期間を導入すると、モデルが扱いにくくなることを指摘する。

用する⁵⁾。また、 σ について以下を仮定する。

■仮定 1.

$$\sigma > 1.$$

この仮定は、中間財企業の利潤最大化問題の二階の条件の十分条件として使用される。 σ の値が大きくなると、最終財企業は中間財の代替が容易になる。 $\sigma = 1$ はコブダグラス型生産関数に対応し、仮定 1 はこの場合よりも中間財の代替がしやすいことを意味する。コブダグラス型生産関数 $X_1^\gamma X_2^{1-\gamma}$ では X_1 と X_2 のどちらもないと最終財を生産できないが、これは尤もらしくない。中間財企業が 2 社であるのはあくまで仮定であり、実際には最終財企業には多数の選択肢があると考えられる。また、後述するが $\sigma = 7$ が現実のマークアップ率と整合的である。よって仮定 1 は制約的ではない。

最終財企業の利潤最大化問題は

$$\max_{L, X_1, X_2} L^{1-\alpha} \left[\gamma X_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\alpha}{\sigma-1}} - P_1 X_1 - P_2 X_2 - wL$$

である。 P_1 は中間財 1 の価格、 P_2 は中間財 2 の価格、 w は賃金である。ここで、 L, X_1, X_2 が正である定義域を考える。目的関数のヘッセ行列は、任意の正の L, X_1, X_2 について半負定値であり、目的関数は凹関数となる。よって、一階の条件を満たす正の L, X_1, X_2 が目的関数を最大にする。一階の条件は以下の通りである。

$$P_1 = L^{1-\alpha} \alpha \gamma \left[\gamma X_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\alpha}{\sigma-1}-1} X_1^{-\frac{1}{\sigma}},$$

$$P_2 = L^{1-\alpha} \alpha (1-\gamma) \left[\gamma X_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\alpha}{\sigma-1}-1} X_2^{-\frac{1}{\sigma}},$$

$$w = (1-\alpha) L^{-\alpha} \left[\gamma X_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\alpha}{\sigma-1}}.$$

P_1 は X_1 だけでなく X_2 にも依存し、 P_2 は X_2 だけでなく X_1 にも依存する。つまり、一方の中間財企業の生産量がもう一方の企業の間接財価格に影響する。

2 中間財企業

以下では中間財企業が R&D を行うと限界費用が低下するとする。

2.1 どちらも R&D を行わない場合

企業 1 と企業 2 の利潤をそれぞれ π_1, π_2 と表す。また、1 と 0 はそれぞれ R&D を行うかどうか

5) Lab-Equipment モデル等の成長モデルの生産関数でシェアパラメータが含まれていないのは、中間財の数の増加に伴いシェアパラメータが低下し、成長を相殺するためと考えられる。よって、 $(\int_0^{\text{variety}} X_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} di)^{\frac{\alpha}{\sigma-1}}$ の部分を $\left[\gamma X_1^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\alpha}{\sigma-1}}$ に置き換えた。

を表す。企業 1 と企業 2 の利潤 $\pi_1(0,0), \pi_2(0,0)$ は

$$\begin{aligned}\pi_1(0,0) &= \max_{X_1} (P_1 - \psi) X_1 \\ &= \left\{ L^{1-\alpha} \alpha \gamma \left[\gamma X_1(0,0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(0,0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}-1} X_1(0,0)^{-\frac{1}{\sigma}} - \psi \right\} X_1(0,0),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\pi_2(0,0) &= \max_{X_2} (P_2 - \psi) X_2 \\ &= \left\{ L^{1-\alpha} \alpha (1-\gamma) \left[\gamma X_1(0,0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(0,0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}-1} X_2(0,0)^{-\frac{1}{\sigma}} - \psi \right\} X_2(0,0)\end{aligned}$$

である。(0,0) では、企業 1 と企業 2 がそれぞれ技術 a_1 と a_2 を持たない。左側と右側はそれぞれ企業 1 と企業 2 の技術 a_1 と a_2 の有無を表す。両企業の限界費用は ψ である。この場合の企業 1 と企業 2 の生産量を $X_1(0,0), X_2(0,0)$ 、賃金を $w(0,0)$ と表す。賃金 $w(0,0)$ は

$$w(0,0) = (1-\alpha)L^{-\alpha} \left[\gamma X_1(0,0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(0,0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}}$$

となる。

2.2 両企業が R&D を行い競争する場合

両企業が R&D を行う場合、企業 1 の限界費用が $\frac{1}{\lambda_1}$ 倍 ($\lambda_1 > 1$)、企業 2 の限界費用が $\frac{1}{\lambda_2}$ 倍 ($\lambda_2 > 1$) されて低下する。 λ_1 と λ_2 はそれぞれ a_1 と a_2 の商業的価値と解釈するのが妥当である。 a_1 が革新的な技術であったとしても、それが直ちに利潤に結びつかないために λ_1 が低く、 a_1 を応用した a_2 が商業的成功を収める可能性がある。その場合、 $\lambda_2 > \lambda_1$ が成立する。

企業 1 と企業 2 の R&D コスト c_1 と c_2 が後に登場するが、生産コストと区別するために最大化問題には含まない。そのため以下で導出する利潤から R&D コストを引いたものが両企業の利得である。なお、定量分析の扱う $\lambda_1 = 1.01, \dots, 3.00, \lambda_2 = 1.01, \dots, 3.00$ において、 c_1 は λ_1 の増加関数、 λ_2 の減少関数である。⁶⁾ また c_2 は λ_1 の減少関数、 λ_2 の増加関数である。つまり中間財企業は自身の技術の商業的価値が高いと R&D の程度を強め、もう一方の技術の商業的価値が高い時、R&D を弱める⁷⁾。また (λ_1, λ_2) の組を議論することは $(\lambda_1, \lambda_2, c_1, c_2)$ を議論することと同値である。

6) c_1 が λ_2 に影響されるものの、企業 1 がコスト c_1 を投じる時点では、企業 2 は a_2 を開発していない。しかし、企業 1 の特許権取得以前に、両企業が特許権の取得のために技術の開発競争をしていた可能性がある。そのため、企業 1 が企業 2 の技術が優れているという情報を得て、競争に勝つのが難しいと判断し、R&D コストを減らす場合が想定される。

7) 本論文では R&D の不確実性を考慮していない。しかし、R&D が常に成功する設定で、R&D が不確実であるケースを表現することが可能である。もし確率 μ で企業 1 が R&D に成功すると仮定すると、R&D コスト c_1 を投じると限界費用が $\frac{1}{\mu\lambda_1}$ 倍されることになる。限界費用が $\frac{1}{\lambda_1}$ 倍される場合で、 λ_1 が小さければ R&D の成功確率 μ が 0 に近い事を意味し、逆に λ_1 が大きい値をとれば R&D の成功確率 μ が 1 に近いと言える。企業 1 の R&D コスト c_1 が λ_1 の増加関数であることから、企業 1 の R&D コストが大きければ企業 1 は R&D の成功確率が高くなる。企業 2 についても同様である。

企業 1 と企業 2 の利潤 $\pi_1(1, 1), \pi_2(1, 1)$ は

$$\begin{aligned}\pi_1(1, 1) &= \max_{X_1} \left(P_1 - \frac{\psi}{\lambda_1} \right) X_1 \\ &= \left\{ L^{1-\alpha} \alpha \gamma \left[\gamma X_1(1, 1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(1, 1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}-1} X_1(1, 1)^{-\frac{1}{\sigma}} - \frac{\psi}{\lambda_1} \right\} X_1(1, 1),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\pi_2(1, 1) &= \max_{X_2} \left(P_2 - \frac{\psi}{\lambda_2} \right) X_2 \\ &= \left\{ L^{1-\alpha} \alpha (1-\gamma) \left[\gamma X_1(1, 1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(1, 1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}-1} X_2(1, 1)^{-\frac{1}{\sigma}} - \frac{\psi}{\lambda_2} \right\} X_2(1, 1)\end{aligned}$$

である。 $X_1(1, 1), X_2(1, 1)$ は企業 1 と企業 2 の生産量である。賃金 $w(1, 1)$ は

$$w(1, 1) = (1-\alpha)L^{-\alpha} \left[\gamma X_1(1, 1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(1, 1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}}$$

である。

2.3 先発企業が R&D を行い後発企業は R&D を行わない場合

企業 1 が R&D を行い企業 2 は R&D を行わない場合を考える。企業 1 の限界費用は $\frac{\psi}{\lambda_1}$ だが、企業 2 の限界費用は ψ である。企業 1 と企業 2 の利潤 $\pi_1(1, 0), \pi_2(1, 0)$ はそれぞれ

$$\begin{aligned}\pi_1(1, 0) &= \max_{X_1} \left(P_1 - \frac{\psi}{\lambda_1} \right) X_1 \\ &= \left\{ L^{1-\alpha} \alpha \gamma \left[\gamma X_1(1, 0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(1, 0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}-1} X_1(1, 0)^{-\frac{1}{\sigma}} - \frac{\psi}{\lambda_1} \right\} X_1(1, 0),\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\pi_2(1, 0) &= \max_{X_2} (P_2 - \psi) X_2 \\ &= \left\{ L^{1-\alpha} \alpha (1-\gamma) \left[\gamma X_1(1, 0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(1, 0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}-1} X_2(1, 0)^{-\frac{1}{\sigma}} - \psi \right\} X_2(1, 0)\end{aligned}$$

である。 $X_1(1, 0)$ と $X_2(1, 0)$ は企業 1 と企業 2 の生産量である。賃金 $w(1, 0)$ は

$$w(1, 0) = (1-\alpha)L^{-\alpha} \left[\gamma X_1(1, 0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(1, 0)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}}$$

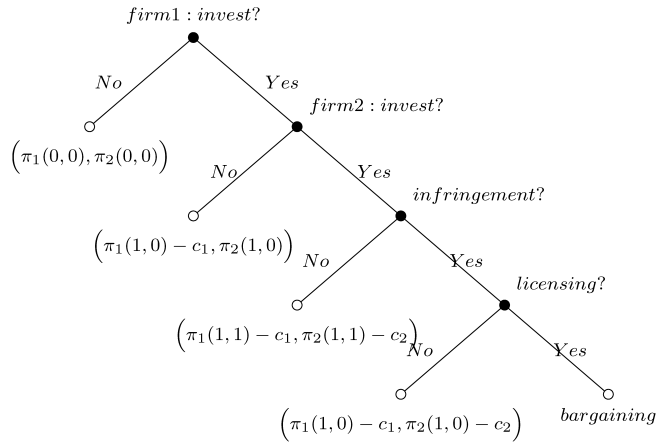
である。なお、後発企業のみが R&D を行う場合は存在しない。先発企業が a_1 を開発しなければ、 a_1 に基づいた a_2 は開発されないためである。よって、 $(0, 1)$ は $(0, 0)$ と同値である。

Ⅲ 1 期間モデル

この章では、特許政策の中間財企業の R&D 行動への影響、R&D 行動に応じた厚生の変化を分析する。政府の政策変数は特許権の範囲 b である。

1 モデル

先発企業と後発企業の行動は Green and Scotchmer [1995] に基づいたモデルにて決まる。中間財企業の行動は以下の木で表される。



企業 1 はコスト c_1 で a_1 の開発が可能であり、その特許権を得る。 a_1 は企業 2 が開発する a_2 に必要な技術である。 $\lambda_1 < \lambda_2$ ならば、 a_1 が基礎技術であり、 a_2 がその応用技術と解釈することができる。 a_1 は利潤を十分に生まず、 a_2 が商業的に成功するケースである。一方で、 $\lambda_1 > \lambda_2$ ならば、 a_1 は莫大な利潤を生む技術、 a_2 は a_1 のマイナーな派生商品という解釈もできる。いずれにしても企業 2 は a_1 がなければ a_2 の開発ができないので、企業 1 が R&D を行わなければ利得は $(\pi_1(0,0), \pi_2(0,0))$ となる。

企業 1 が R&D を行った後、企業 2 は c_2 を投じると、 a_2 の開発が可能である。企業 2 が R&D を行わなければ、利得は $(\pi_1(1,0) - c_1, \pi_2(1,0))$ である。企業 2 が R&D を行えば、 a_2 は確率 b で a_1 の特許を侵害し、確率 $1 - b$ で侵害しない。侵害しない場合の利得は $(\pi_1(1,1) - c_1, \pi_2(1,1) - c_2)$ である。侵害した場合、2 社はライセンス契約交渉を行う。ライセンス契約を結ばない場合、利得は $(\pi_1(1,0) - c_1, \pi_2(1,0) - c_2)$ となる。企業 2 は c_2 を投じて a_2 を開発したにも関わらず、特許権侵害により a_2 を使用することができない。よって、企業 2 の利得は $\pi_2(1,0) - c_2$ となる。そして、 $(\pi_1(1,0) - c_1, \pi_2(1,0) - c_2)$ がライセンス契約の威嚇点である。この場合の利得の和は $\pi_1(1,0) - c_1 + \pi_2(1,0) - c_2$ である。ライセンス契約が成立するならば、企業 2 はライセンス料を支払うことで a_2 を使用できるので、利得の和は $\pi_1(1,1) - c_1 + \pi_2(1,1) - c_2$ となる⁸⁾。よって、

$$\pi_1(1,1) - c_1 + \pi_2(1,1) - c_2 - [\pi_1(1,0) - c_1 + \pi_2(1,0) - c_2] = \pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0) > 0$$

ならば、余剰の利潤が存在する。 $\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0) > 0$ がいつ成立し、中間財企業がどれほどの交渉力を持つか調べるには、パラメータの値を設定する必要がある。

8) Green and Scotchmer [1995] ではライセンス契約による共謀を通じた独占が想定されていた。しかし、一般的な市場では、専用実施権や独占的通常実施権などではないライセンス契約が独占を生むとは考えにくい。そこで、本論文は、ライセンス契約を通じた独占を除外し、一般的なモデルを構築した。

表 1 パラメータ

パラメータ	意味	値
$1 - \alpha$	労働分配率	0.6
γ	企業 1 の中間財のシェアパラメータ	0.5
σ	代替の弾力性	7
c_1	企業 1 の R&D コスト	$0.0336P_1(1,1)X_1(1,1)$
c_2	企業 2 の R&D コスト	$0.0336P_2(1,1)X_2(1,1)$
L	家計の数	1
ψ	限界費用	1

2 パラメータ

パラメータの値は上記の表の通りである。

まず中間財企業の限界費用を $\psi = 1$ 、家計の数を $L = 1$ と標準化する。次に、総務省 [2021] によると、研究を行う企業の 2020 年の R&D コストは売上の 3.36 % であることから、企業 1 と企業 2 の R&D コストをそれぞれ $c_1 = 0.0336P_1(1,1)X_1(1,1)$ 、 $c_2 = 0.0336P_2(1,1)X_2(1,1)$ とする。ただし、

$$P_1(1,1) \equiv L^{1-\alpha} \alpha \gamma \left[\gamma X_1(1,1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma) X_2(1,1)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma\alpha}{\sigma-1}-1} X_1(1,1)^{-\frac{1}{\sigma}},$$

であり、 $P_2(1,1), P_1(0,0), P_2(0,0), P_1(1,0), P_2(1,0)$ も同様に定義する。2 社がどちらも R&D を行い競争する際の売上を用いたのは、R&D コストの分析で、R&D を行わない場合の売上を用いるのは不適当であるためである。また、労働分配率は $1 - \alpha = 0.6$ とした。これは、中間財を最終財の生産要素に含む成長モデルと同様のパラメータの値である。さらに企業 1 の中間財のシェアパラメータは $\gamma = 0.5$ とした。もちろん、この値は中間財 2 種類の良し悪しを反映していない。しかし、特許政策の中間財企業の行動への影響と、それを通じた社会厚生の変化の分析が主題なので、本題ではない最終財企業は中立的に設定した。最後に、De Loecker and Eeckhout [2018] によると 2016 年の世界の平均マークアップ率は 1.59 である。 $\sigma = 7$ のとき

$$\frac{P_1(0,0)}{\psi} = \frac{P_2(0,0)}{\psi} = 1.5909$$

となるので、 $\sigma = 7$ とした。

3 結果の導出

まず、ライセンス契約を分析する。 $\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0) > 0$ となり、ライセンス契約が成立するのは図 1 の左図の範囲である。よって、企業 2 の技術が企業 1 より商業的価値を持つとき、ライセンス契約が成立しやすい。つまり、企業 2 の技術の商業的価値が相対的に高いならば、企業 2 にライセンスを与え、企業 2 からライセンス料を得るのが企業 1 の利潤最大化行動である。一方で、 a_1 が a_2 より優れているならば、企業 1 はライセンスを与えないことで利潤を最大にする⁹⁾。ライセンス契約が成立する際に、余剰の利潤 $\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)$ の中で、

9) $\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1)$ は λ_1, λ_2 の増加により増加する傾向にある。また、 $\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0)$ は λ_1 の増加に伴い増加し、 λ_2 に依存しない。よって、 λ_2 の増加に伴いライセンス契約が成立しやすくなる。また、 λ_1 の増加による

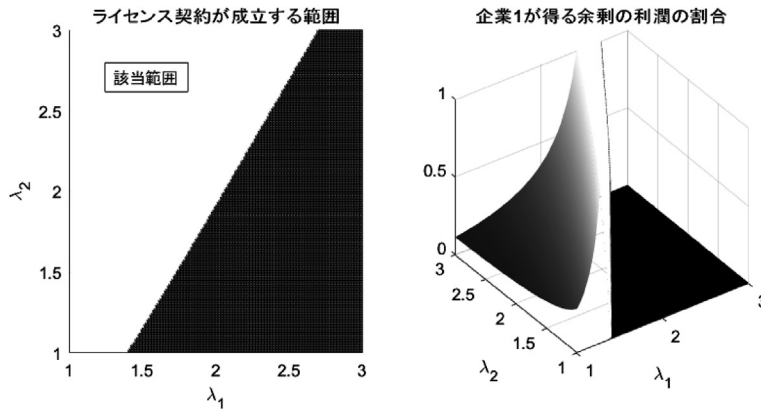


図 1 ライセンス契約

企業 1 が得る割合は図 1 の右図で示される。¹⁰⁾ 帝国データバンク [2010] は、日本での特許権のライセンスを与える側が得る、正味販売高に対するライセンス料の平均値は 3.7% であること、また訴訟の和解交渉ではライセンス料率が平均して 1.7% 上昇することを報告している。よって、ここで扱うライセンス料は 5.4% になる。つまり、企業 1 のライセンス料の受け取りについて

$$0.054 [P_2(1, 1)X_2(1, 1) - P_2(1, 0)X_2(1, 0)] = f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)]$$

が成立する。ただし f_1 は企業 1 が得る余剰の利潤の割合 (fraction) である。¹¹⁾ $P_2(1, 1)X_2(1, 1) - P_2(1, 0)X_2(1, 0)$ は a_2 そのものの売り上げを表す。 $P_2(1, 1)X_2(1, 1)$ は a_2 を用いた際の売り上げ、 $P_2(1, 0)X_2(1, 0)$ は a_2 を用いない際の売り上げであるためである。このように導出された f_1 は λ_1 の低下により、また λ_2 の増加により低下する傾向がある。つまり、 a_1 が a_2 に劣るにつれて、企業 1 の交渉力が低下する。

ライセンス契約の交渉 (bargaining) による企業 1 と企業 2 の利得をそれぞれ $\pi_1^{barg} - c_1, \pi_2^{barg} - c_2$ と表す。ただし、

$$\pi_1^{barg} = \begin{cases} \pi_1(1, 0) & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \pi_1(1, 0) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

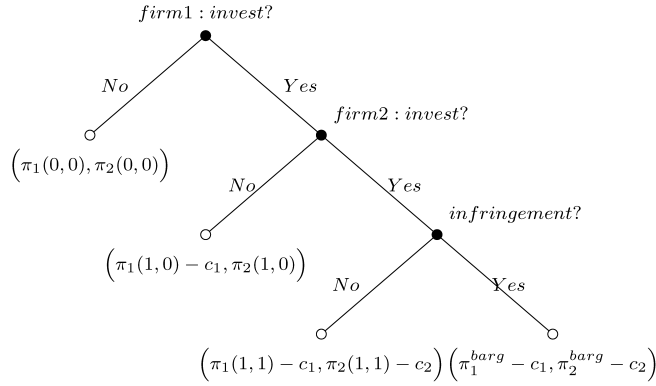
$\pi_1(1, 0) + \pi_2(1, 0)$ の増分は、 $\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1)$ の増分を上回る。そのため、 λ_1 が λ_2 より大きい場合は、ライセンス契約が成立し難い。

10) Green and Scotchmer [1995] では、ライセンス契約において生じる余剰の利潤は 2 企業が半分ずつ得ていた。この設定は、特許侵害時に妥当であるとは限らず、また取り分は両企業の技術の商業的価値に応じて変化すると考えられる。そのため、本論文は、ライセンス料のデータから両企業の余剰の利潤の取り分を設定した。

11) 図 1 の右図では、ライセンス契約が成立しない場合、 $f_1 = 0$ と表示している。また、導出された f_1 が 1 を超えた場合、 $f_1 = 1$ とした。 $f_1 = 1$ ならば、企業 2 は余剰の利潤を得ないので、ライセンス契約が成立するかどうかについて無差別である。企業 2 がライセンス契約の成立を厳密に好む設定が尤もらしいと考えるならば、0 に極めて近い正の ε を用いて、 $f_1 = 1 - \varepsilon$ とすればよい。

$$\pi_2^{barg} = \begin{cases} \pi_2(1, 0) & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \pi_2(1, 0) + (1 - f_1) [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

である。よって、両企業の木は以下で与えられる。



次に侵害確率 $b \in [0, 1]$ を用いて、企業 2 が R&D を行うときの期待利得を考える。企業 1 と企業 2 の (Yes, Yes) の際の期待利得はそれぞれ $\pi_1^{exp} - c_1$ と $\pi_2^{exp} - c_2$ である。ただし、(Yes, Yes) の左側と右側は、それぞれ企業 1 と企業 2 の R&D 行動を表し、ここでは両企業が R&D を行う。また、 exp は expected を意味し、

$$\pi_1^{exp} \equiv b\pi_1^{barg} + (1 - b)\pi_1(1, 1),$$

$$\pi_2^{exp} \equiv b\pi_2^{barg} + (1 - b)\pi_2(1, 1)$$

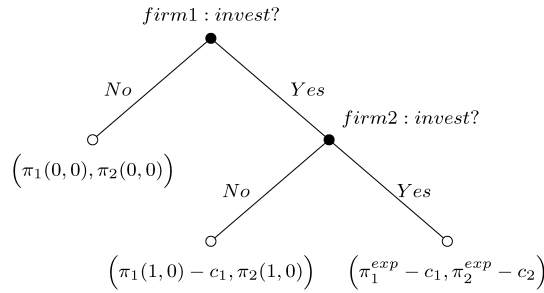
である。つまり、

$$\pi_1^{exp} = \begin{cases} b\pi_1(1, 0) + (1 - b)\pi_1(1, 1) & \text{ライセンス契約が不成立} \\ b\{\pi_1(1, 0) + f_1[\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)]\} & \text{ライセンス契約が成立} \\ + (1 - b)\pi_1(1, 1) & \end{cases}$$

$$\pi_2^{exp} = \begin{cases} b\pi_2(1, 0) + (1 - b)\pi_2(1, 1) & \text{ライセンス契約が不成立} \\ b\{\pi_2(1, 0) + (1 - f_1) [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)]\} & \text{ライセンス契約が成立} \\ + (1 - b)\pi_2(1, 1) & \end{cases}$$

である。これらが b の関数であるので、特許政策は企業 1 と企業 2 の利得に影響する。 $\pi_1^{exp} - c_1$ と $\pi_2^{exp} - c_2$ を用いると、木は以下ようになる。

$(\pi_1(1, 0) - c_1, \pi_2(1, 0))$ と $(\pi_1^{exp} - c_1, \pi_2^{exp} - c_2)$ を企業 2 が比較し $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ ならば Yes である。その時 $(\pi_1(0, 0), \pi_2(0, 0))$ と $(\pi_1^{exp} - c_1, \pi_2^{exp} - c_2)$ を企業 1 が比較し $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ ならば Yes である。このように後ろ向きに考えるとゲームの結果は以下のように要約される。



- 命題 1. (Yes, Yes) は $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ かつ $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ の場合に生じる結果である。
 (Yes, No) は $\pi_1(1, 0) - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ かつ $\pi_2^{exp} - c_2 < \pi_2(1, 0)$ の場合に生じる結果である。
 (No, Yes) は $\pi_1^{exp} - c_1 < \pi_1(0, 0)$ かつ $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ の場合に生じる結果である。
 (No, No) は $\pi_1(1, 0) - c_1 < \pi_1(0, 0)$ かつ $\pi_2^{exp} - c_2 < \pi_2(1, 0)$ の場合に生じる結果である。

λ_1, λ_2 を所与とすると, $c_1, c_2, \pi_1(0, 0), \pi_2(0, 0), \pi_1(1, 0), \pi_2(1, 0), \pi_1(1, 1), \pi_2(1, 1)$ が定数である。 b を変化させると π_1^{exp} と π_2^{exp} のみ変化する。つまり, 特許政策が命題 1 の不等式に影響を与え, 中間財企業が合理的に選択する R&D 行動を変える。中間財企業は, 特許侵害を起こす可能性を考慮した上で, R&D の意思決定を行うのである。

3.1 家計

経済には L 家計が存在し, それぞれが 1 単位の労働を最終財企業に非弾力的に供給し賃金を得る。また企業 1 と企業 2 を $\frac{1}{L}$ の割合所有する。そして賃金と利得の和からの収入を全て使いきるように消費を決める¹²⁾。そのため, 命題 1 の結果に対応した 1 人あたり消費は以下ようになる。

- 命題 2. (Yes, Yes), (Yes, No), (No, Yes), (No, No) における 1 人あたり消費はそれぞれ以下で与えられる。

$$c_{YY} = \begin{cases} \text{ライセンス契約が不成立ならば} \\ \frac{1}{L} \{b[\pi_1(1, 0) + \pi_2(1, 0)] + (1 - b)[\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1)] - c_1 - c_2\} + bw(1, 0) + (1 - b)w(1, 1), \\ \text{ライセンス契約が成立するならば} \\ \frac{1}{L} [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - c_1 - c_2] + w(1, 1), \end{cases}$$

$$c_{YN} = \frac{1}{L} [\pi_1(1, 0) - c_1 + \pi_2(1, 0)] + w(1, 0),$$

$$c_{NY} = \frac{1}{L} [\pi_1(0, 0) + \pi_2(0, 0)] + w(0, 0),$$

$$c_{NN} = \frac{1}{L} [\pi_1(0, 0) + \pi_2(0, 0)] + w(0, 0).$$

12) つまり, 消費は供給サイドから決定される。経済全体の消費は, 最終財企業の生産量から中間財企業の生産コストと R&D コストを引いたものと一致する。

■証明. (Yes, Yes) の利得の和 $\pi_1^{exp} - c_1 + \pi_2^{exp} - c_2$ は

$$\pi_1^{exp} - c_1 + \pi_2^{exp} - c_2 = \begin{cases} b[\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0)] + (1-b)[\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1)] & \text{ライセンス契約が不成立} \\ -c_1 - c_2 & \\ \pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - c_1 - c_2 & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

を満たす。ライセンス契約が不成立の場合の (Yes, Yes) の利得の和は、確率 b で a_1 のみが見られる状態が実現し、確率 $1-b$ で a_1 と a_2 が使用される場合の利得の和と等しい。よって、期待賃金は $bw(1,0) + (1-b)w(1,1)$ となる。また、ライセンス契約成立時の (Yes, Yes) では、利得の和は a_1 と a_2 が使われる場合の $\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - c_1 - c_2$ と等しく、賃金も $w(1,1)$ で与えられる。 ■

IV 1 期間モデルの定量分析

この章では、政府の社会厚生最大化問題を扱う。政府は 1 人当たり消費で測る社会厚生を最大にするように、特許権の範囲 b を設定する。

1 結果

定量分析の主な結果は 3 点ある¹³⁾。1 つ目に、侵害確率 b を高めることが企業 1 の R&D インセンティブを高め、企業 2 の R&D インセンティブを減らす。図 2 の左図が示すように、 π_1^{exp} の b の係数は正であり、右図によると π_2^{exp} の b の係数は負である¹⁴⁾。

企業 2 が R&D を行うのは、(Yes, Yes) の場合である。つまり、 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0,0)$ かつ $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1,0)$ のときである。 $\pi_1(0,0)$ は (λ_1, λ_2) に依らず、 (λ_1, λ_2) を所与とすると、 $c_1, c_2, \pi_2(1,0)$ は定数である。よって、侵害確率 b を高めると、 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0,0)$ が成立しやすく、 $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1,0)$ が成立し難くなる。特許権の範囲 b が広がると、企業 1 は強い特許権を求めて、R&D を行いやすくなる。一方、企業 2 は特許侵害を恐れ、R&D を行いにくくなる。企業 1 は、(Yes, No) の場合、つまり $\pi_1(1,0) - c_1 \geq \pi_1(0,0)$ かつ $\pi_2^{exp} - c_2 < \pi_2(1,0)$ の場合も、R&D を行う。 b を十分高くすると、 $\pi_2^{exp} - c_2 < \pi_2(1,0)$ が成立しやすく、企業 2 は R&D を行わなくなる。その時、企業 1 は $\pi_1(1,0) - c_1 \geq \pi_1(0,0)$ が成立すれば R&D を行う。 b は $\pi_1(1,0) - c_1 \geq \pi_1(0,0)$ に影響しない。よって、後発企業が R&D を行わないほど高い侵害確率 b において、 b は先発企業の R&D 行動に影響しない。

13) 詳細な結果は付録を参照されたい。

14) 具体的には、

$$\frac{\partial \pi_1^{exp}}{\partial b} = \begin{cases} \pi_1(1,0) - \pi_1(1,1) & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \pi_1(1,0) - \pi_1(1,1) + f_1[\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

$$\frac{\partial \pi_2^{exp}}{\partial b} = \begin{cases} \pi_2(1,0) - \pi_2(1,1) & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \pi_2(1,0) - \pi_2(1,1) + (1-f_1)[\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

である。

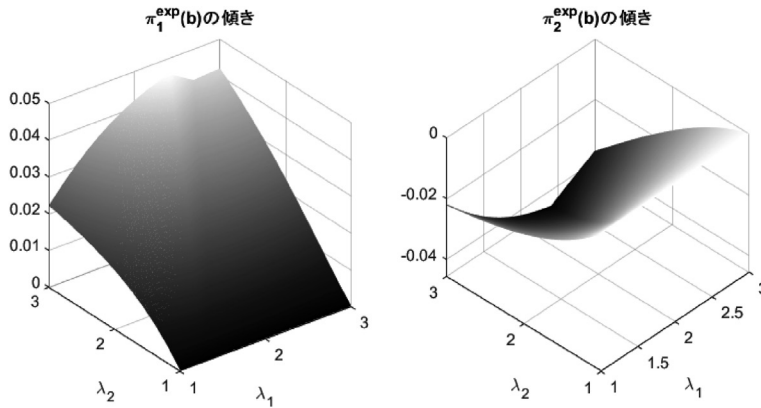


図 2 π_1^{exp} と π_2^{exp} の b の係数

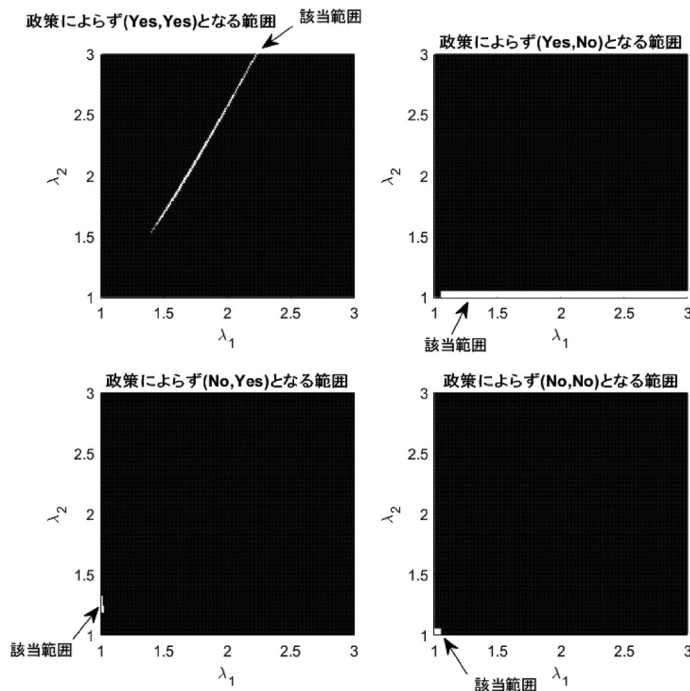


図 3 政策が R&D 行動を変えない範囲

特許政策が中間財企業の R&D 行動に全く影響しない場合もある。図 3 の右上と右下の図では、 b の値によらず企業 2 は R&D を行わない。 λ_2 が小さいためである。特許政策が先発企業の R&D インセンティブに影響するためには、後続のイノベーションの存在が不可欠であるので、先発企業の R&D 行動は b に依存しない。企業 1 は、 λ_1 が一定水準を超えると R&D を行い、そうでなければ R&D を行わない。また、図 3 の左上の図のように λ_1, λ_2 がともに十分高いならば、政策変数によらず両企業は R&D を行う。さらに、図 3 の左下の図では、 λ_1 が小さく、 λ_2 が相対的に大きい。そのため、(No, Yes) が常に成立する。これら四つのケースでは、特許政策が社会厚生に影響しない。

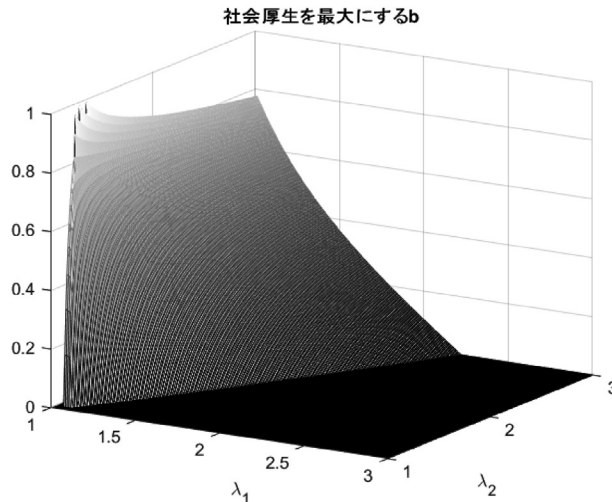


図 4 最適な特許の侵害確率 b

2つ目に、社会厚生を最大にする侵害確率 b は図 4 に示される¹⁵⁾。 b が正の値を取るのは、概ね $\lambda_2 > \lambda_1$ の場合である。つまり、特許制度が存在すべきなのは、先発企業が基礎研究を行い、その技術をベースとして後発企業が応用研究を行う時である。この場合、後発企業は自身の技術の価値が高いため、R&D を行うインセンティブを持つ。一方で、先発企業の技術は後発企業に劣るので、先発企業に R&D を促すために、特許権を与える必要がある。先発企業が R&D を行うことで、後発企業の価値ある技術も誕生するので、特許により厚生を改善できる。社会厚生を最大化に必要な b は、 λ_1 の減少、 λ_2 の増加に伴い概ね増加する。先発企業が自身の技術から利潤を得にくくなり、交渉力が低下するため、強い特許権の付与が求められる¹⁶⁾。

3つ目に、先発企業の技術の商業的価値が後発企業を上回るならば、特許制度を持たないことが社会厚生を最大にする¹⁷⁾。図 5 の左図は、特許制度を持たないことが社会厚生を最大にする唯一の手段である範囲を示す。この範囲では、ライセンス契約が不成立である。また、 λ_1 は企業 1 が

15) 社会厚生を最大にする b が無数にある場合は、その最小値を表示する。例えば $b \geq 0.7$ が政府の社会厚生最大化問題の解ならば、 $b = 0.7$ を表示する。また、 $b > 0.7$ のように最小値が存在しない場合は下限 $b = 0.7$ を表示する。加えて、社会厚生が b に依存しない場合は、 $b = 0$ としている。

16) λ_1 が十分小さい ($\lambda_1 \leq 1.04$) 場合、 b が λ_2 の増加に伴い減少する。これは、先発企業の R&D コストが低下し、またライセンス料収入が増加するためである。

17) Galasso and Schankerman [2015] は、連邦巡回区控訴裁判所による特許の無効化が、その特許の引用を平均 50% 増加させることを示した。さらに、その現象は、大企業が所有する特許を無効化し、小規模な企業による後続のイノベーションが促進されることによってのみ生じると示した。本研究では、概ね $\lambda_1 > \lambda_2$ となる場合に、特許制度なしが社会厚生最大化の唯一の解である。 λ_1 が大きい値を取るためには、企業 1 が a_1 を活用するための設備を持つ必要があるため、企業 1 は企業 2 より企業規模が大きいと言える。よって、この結果は Galasso and Schankerman [2015] の実証分析と整合的である。ただし、Galasso and Schankerman [2015] は、特許の無効化が正の効果を持つような分野において、特許を撤廃すべきであるとは必ずしも言えないと述べている。特許が存在する世界において 1 つの特許を無効化することと、特許のない世界は大きく異なるためである。

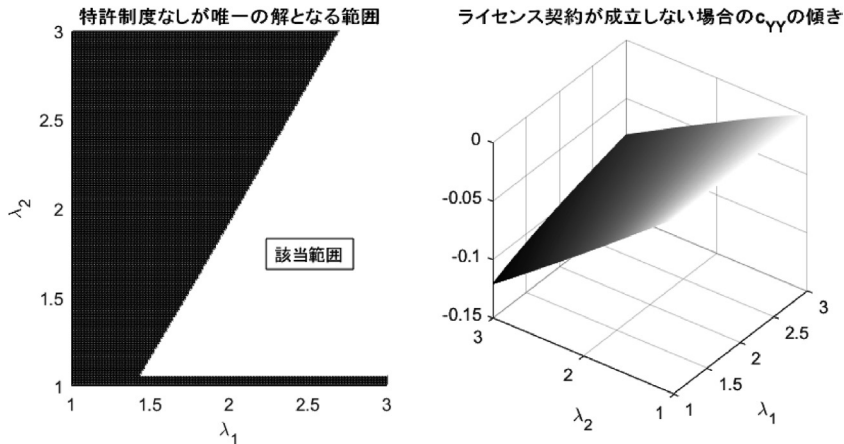


図 5 $b = 0$ が厳密に望ましい範囲

R&D を行うのに十分な大きさである。 b が低ければ企業 2 の R&D インセンティブを損なわないので、 b が一定水準を下回れば、 (Yes, Yes) が実現する。図 5 の右図が示すように、ライセンス契約不成立時の c_{YY} は b の減少関数である。そのため、特許制度を持たない $b = 0$ が c_{YY} を最大にする。 b が十分大きければ、 c_{YN} が実現するが、 c_{YY} の最大値は c_{YN} を上回る。よって、企業 1 が R&D インセンティブを十分に持つならば、特許権を与えないことが社会厚生を最大にする。

ライセンス契約不成立時の c_{YY} が b の減少関数であることは、特許制度による死荷重を表す。 c_{YY} の b の係数 $\frac{1}{L} [\pi_1(1, 0) + \pi_2(1, 0) - \pi_1(1, 1) - \pi_2(1, 1)] + w(1, 0) - w(1, 1)$ が負であるので、

$$\frac{1}{L} [\pi_1(1, 0) + \pi_2(1, 0) - c_1 - c_2] + w(1, 0) < \frac{1}{L} [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - c_1 - c_2] + w(1, 1)$$

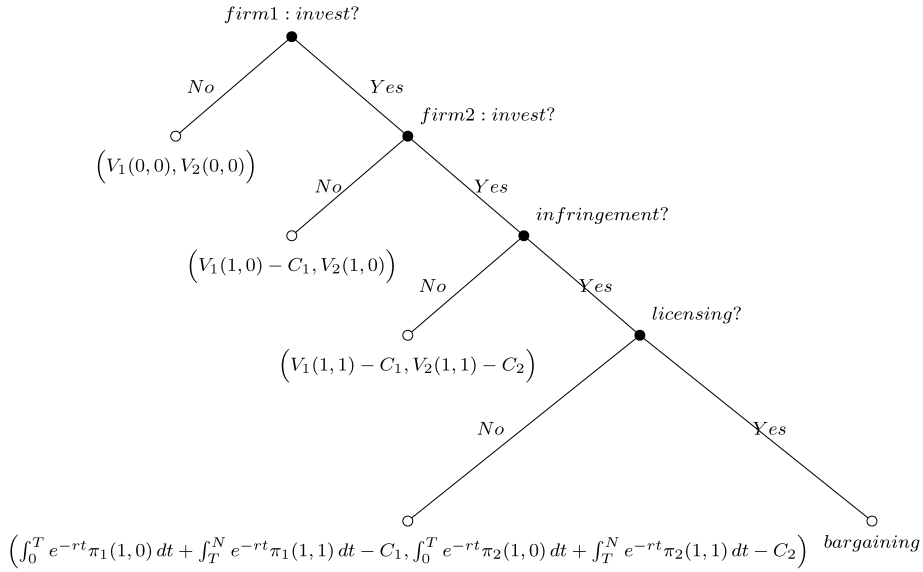
が成立する。つまり、ライセンス契約が不成立ならば、特許侵害が生じない場合の社会厚生が、生じる場合を上回る。企業 1 の R&D を促すには特許権の付与が有効であるが、その後は特許侵害が生じない方が望ましい。これは、 $\lambda_1 = 1.01, \dots, 3.00, \lambda_2 = 1.01, \dots, 3.00$ にて $P_1(1, 0) > P_1(1, 1), P_2(1, 0) > P_2(1, 1), w(1, 1) > w(1, 0)$ が成立するためである。企業 2 が a_2 を使えず、企業 1 が市場を支配すると、2 社が競争する場合よりも両中間財の価格が高くなり、労働の限界生産物が低下する。ただし、特許権侵害により生じる非効率性は、ライセンス契約の成立により消える。 a_2 が使用可能になるためであり、ライセンス契約成立時の c_{YY} は、不成立時の c_{YY} の最大値 ($b = 0$ における実現値) と一致する。

V 多期間モデル

この章では政府の政策変数に T を加える。以下の N 期間モデルでは、0 から T 期まで特許権が有効であり、 T から N 期まで特許が失効している。1 期間モデルは $T = 1$ かつ $N = 1$ の場合なので、多期間モデルは 1 期間モデルの一般化である。なお、社会厚生は 1 人当たり消費の割引現在価値によって測定される。

1 モデル

多期間モデルの構造は1期間モデルと同じなので、簡素な説明のみ与える。中間財企業の行動は以下の木で示される。



ただし $V_1(0,0)$, $V_2(0,0)$, $V_1(1,0)$, $V_2(1,0)$, $V_1(1,1)$, $V_2(1,1)$ はそれぞれ $\pi_1(0,0)$, $\pi_2(0,0)$, $\pi_1(1,0)$, $\pi_2(1,0)$, $\pi_1(1,1)$, $\pi_2(1,1)$ の初期時点の割引現在価値である。

$$V_1(0,0) \equiv \int_0^N e^{-rt} \pi_1(0,0) dt$$

であり、 $V_2(0,0)$, $V_1(1,0)$, $V_2(1,0)$, $V_1(1,1)$, $V_2(1,1)$ も同様に定義される。 r は利子率である。また、企業1と企業2のR&Dコストはそれぞれ

$$C_1 \equiv \int_0^N e^{-rt} c_1 dt$$

であり、 C_2 も同様である。 C_1 と C_2 は初期時点で一度に払われるが、 N 期間分の売上の割引現在価値に対応する。

ライセンス契約のノードに到達する時は企業2は既にR&Dを行っているが、 T 期までは特許侵害により a_2 を使用できない。そのため、 T 期までの企業1と企業2の瞬時的な利潤はそれぞれ $\pi_1(1,0)$, $\pi_2(1,0)$ である。 T 期以降は特許権が失効するため、企業2は a_2 を使うことが可能になり、 T 期以降の瞬時的な利潤はそれぞれ $\pi_1(1,1)$, $\pi_2(1,1)$ である。

2 結果の導出

まず、ライセンス契約を考える。企業2はライセンスを得ることで a_2 が使用可能になるので、利得の和は $V_1(1,1) - C_1 + V_2(1,1) - C_2$ となる。威嚇点は

$$\left(\int_0^T e^{-rt} \pi_1(1,0) dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_1(1,1) dt - C_1, \int_0^T e^{-rt} \pi_2(1,0) dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_2(1,1) dt - C_2 \right)$$

より,

$$\int_0^T e^{-rt} [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] dt > 0$$

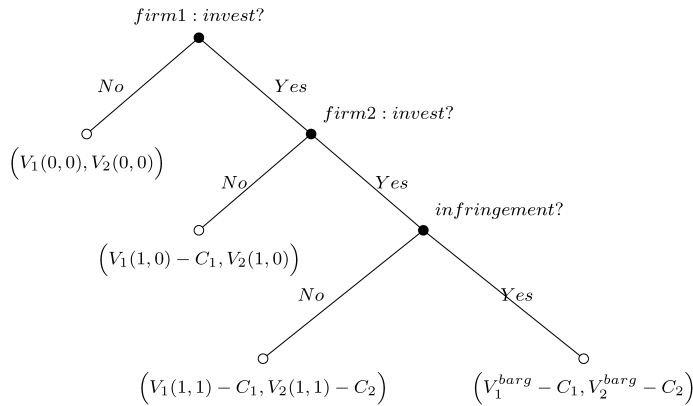
ならば, 余剰の利潤が存在し, ライセンス契約が成立する。成立時の利潤は, 企業 1 が f_1 の割合, 企業 2 が $1 - f_1$ の割合を得る。

ライセンス契約交渉を経た企業 1 と企業 2 の利得はそれぞれ $V_1^{barg} - C_1, V_2^{barg} - C_2$ となる。ただし, V_1^{barg}, V_2^{barg} は以下の通りである。

$$V_1^{barg} = \begin{cases} \text{ライセンス契約が不成立ならば} \\ \int_0^T e^{-rt} \pi_1(1, 0) dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_1(1, 1) dt, \\ \text{ライセンス契約が成立するならば} \\ \int_0^T e^{-rt} \{ \pi_1(1, 0) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] \} dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_1(1, 1) dt \end{cases}$$

$$V_2^{barg} = \begin{cases} \text{ライセンス契約が不成立ならば} \\ \int_0^T e^{-rt} \pi_2(1, 0) dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_2(1, 1) dt, \\ \text{ライセンス契約が成立するならば} \\ \int_0^T e^{-rt} \{ \pi_2(1, 0) + (1 - f_1) [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] \} dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_2(1, 1) dt \end{cases}$$

この結果により木は以下ようになる。



両企業が R&D を行う場合の企業 1 と企業 2 の期待利得はそれぞれ $V_1^{exp} - C_1, V_2^{exp} - C_2$ である。ただし,

$$V_1^{exp} \equiv bV_1^{barg} + (1 - b)V_1(1, 1),$$

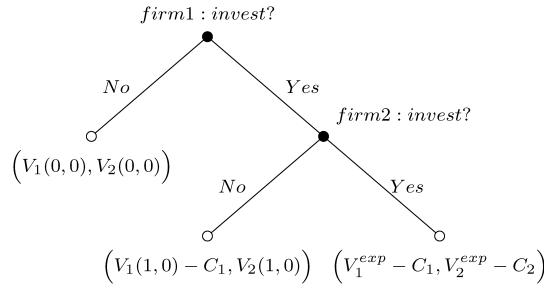
$$V_2^{exp} \equiv bV_2^{barg} + (1 - b)V_2(1, 1)$$

である。つまり、

$$V_1^{exp} = \begin{cases} \text{ライセンス契約が不成立ならば} \\ b \left\{ \int_0^T e^{-rt} \pi_1(1,0) dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_1(1,1) dt \right\} + (1-b)V_1(1,1), \\ \text{ライセンス契約が成立するならば} \\ b \left(\int_0^T e^{-rt} \{ \pi_1(1,0) + f_1 [\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] \} dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_1(1,1) dt \right) \\ + (1-b)V_1(1,1) \end{cases}$$

$$V_2^{exp} = \begin{cases} \text{ライセンス契約が不成立ならば} \\ b \left\{ \int_0^T e^{-rt} \pi_2(1,0) dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_2(1,1) dt \right\} + (1-b)V_2(1,1), \\ \text{ライセンス契約が成立するならば} \\ b \left(\int_0^T e^{-rt} \{ \pi_2(1,0) + (1-f_1) [\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] \} \right. \\ \left. dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_2(1,1) dt \right) + (1-b)V_2(1,1) \end{cases}$$

V_1^{exp} , V_2^{exp} を用いて、木を以下のように表す。



このゲームの結果は以下の命題の通りである。

■命題 3.

(Yes, Yes) は $V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0,0)$ かつ $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1,0)$ の場合に生じる結果である。

(Yes, No) は $V_1(1,0) - C_1 \geq V_1(0,0)$ かつ $V_2^{exp} - C_2 < V_2(1,0)$ の場合に生じる結果である。

(No, Yes) は $V_1^{exp} - C_1 < V_1(0,0)$ かつ $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1,0)$ の場合に生じる結果である。

(No, No) は $V_1(1,0) - C_1 < V_1(0,0)$ かつ $V_2^{exp} - C_2 < V_2(1,0)$ の場合に生じる結果である。

b と T を変化させる時、命題 3 の不等式の中で V_1^{exp} と V_2^{exp} のみが変わる。よって、 b と T は中間財企業が合理的に選択する R&D 行動に影響する。

2.1 家計

ゲームの結果に対応した 1 人当たり消費の割引現在価値は以下で示される。

■命題 4. (Yes, Yes), (Yes, No), (No, Yes), (No, No) における N 期間分の 1 人当たり消費の割引現

在価値 V_c はそれぞれ

$$V_{cYY} = \begin{cases} \text{ライセンス契約が不成立ならば} \\ \frac{1}{L} \left(\int_0^T e^{-rt} \{b[\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0)] + (1-b)[\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1)]\} dt + \int_T^N e^{-rt} [\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1)] \right. \\ \left. dt - C_1 - C_2 \right) + \int_0^T e^{-rt} [bw(1,0) + (1-b)w(1,1)] dt + \int_T^N e^{-rt} w(1,1) dt, \\ \text{ライセンス契約が成立するならば} \\ \frac{1}{L} [V_1(1,1) + V_2(1,1) - C_1 - C_2] + \int_0^N e^{-rt} w(1,1) dt, \end{cases}$$

$$V_{cYN} = \frac{1}{L} [V_1(1,0) - C_1 + V_2(1,0)] + \int_0^N e^{-rt} w(1,0) dt,$$

$$V_{cNY} = \frac{1}{L} [V_1(0,0) + V_2(0,0)] + \int_0^N e^{-rt} w(0,0) dt,$$

$$V_{cNN} = \frac{1}{L} [V_1(0,0) + V_2(0,0)] + \int_0^N e^{-rt} w(0,0) dt$$

となる。

■証明. (Yes, Yes) の場合の利得の和は $V_1^{exp} - C_1 + V_2^{exp} - C_2$ である。ライセンス契約が不成立の場合、

$$\begin{aligned} V_1^{exp} - C_1 + V_2^{exp} - C_2 &= \int_0^T e^{-rt} \{b[\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0)] + (1-b)[\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1)]\} dt \\ &\quad + \int_T^N e^{-rt} [\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1)] dt - C_1 - C_2 \end{aligned}$$

である。この利得の和に対応して、0 期から T 期までの賃金の割引現在価値は、 $\int_0^T e^{-rt} [bw(1,0) + (1-b)w(1,1)] dt$ となる。 T 期から N 期までは、 $\int_T^N e^{-rt} w(1,1) dt$ となる。ライセンス契約が成立する場合、

$$V_1^{exp} - C_1 + V_2^{exp} - C_2 = V_1(1,1) + V_2(1,1) - C_1 - C_2$$

より、賃金の割引現在価値は $\int_0^N e^{-rt} w(1,1) dt$ となる。 ■

VI 多期間モデルの定量分析

以下では、多期間モデルの定量分析を行う。政府は 1 人当たり消費の割引現在価値で測る社会厚生を最大にするように b, T を決める。

1 パラメータ

パラメータの値は以下の表の通りである。 $N = 100$ として 100 期間モデルを分析する。利子率 r は 0.03 とした。 C_1 と C_2 はそれぞれ企業 1 と企業 2 の R&D コストであり、 N 期間分の売り上げの割引現在価値の 3.36% である。その他のパラメータは 1 期間モデルと同様であり、 $\lambda_1 = 1.01, \dots, 3.00, \lambda_2 = 1.01, \dots, 3.00$ の範囲で議論する。

表2 パラメータ

パラメータ	意味	値
$1 - \alpha$	労働分配率	0.6
γ	企業1の中間財のシェアパラメータ	0.5
σ	代替の弾力性	7
L	家計の数	1
ψ	限界費用	1
r	利子率	0.03
N	モデルの期間	100
C_1	企業1のR&Dコスト	$\int_0^N e^{-rt} 0.0336 P_1(1, 1) X_1(1, 1) dt$
C_2	企業2のR&Dコスト	$\int_0^N e^{-rt} 0.0336 P_2(1, 1) X_2(1, 1) dt$

2 結果

多期間モデルの主要な結果は以下の3点であり、1期間モデルと同様である。1つ目に、特許権の強化は先発企業にR&Dを促し、後発企業のR&Dを妨げる。つまり、 V_1^{exp} は b, T の増加関数であり、 V_2^{exp} は b, T の減少関数である¹⁸⁾。企業2が実際にR&Dを行うのは $V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0, 0)$ かつ $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1, 0)$ のときである。特許権を強化すると、 $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1, 0)$ の成立が困難になり、企業2のR&D動機は低下する。一方、 $V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0, 0)$ の成立は容易になる。よって、特許権の強化により企業1はR&Dしやすくなる。ただし、R&D行動が確定的に決まる (λ_1, λ_2) も存在し、それは1期間モデルの図3と一致する。ここでは、特許政策は社会厚生に影響しない。

2つ目に、特許制度が社会厚生を改善するのは、先発企業の基礎研究を基に、後発企業の技術が利潤を生む場合である。つまり、 $\lambda_2 > \lambda_1$ が概ね成立する状況である。特許制度が必要となる範囲は、1期間モデルの図4で最適な b が正となる範囲と一致する。

図6は、特許権の付与が社会厚生を改善する (λ_1, λ_2) から、6つの例を取り出している。6つ全ての例において、特許権が十分弱ければ先発企業はR&Dを行う十分な誘因を持たず、(No, Yes)が実

18) V_1^{exp}, V_2^{exp} の b, T の偏微分は以下で与えられる。

$$\frac{\partial V_1^{exp}}{\partial T} = \begin{cases} be^{-rT} [\pi_1(1, 0) - \pi_1(1, 1)] & \text{ライセンス契約が不成立} \\ be^{-rT} \{ \pi_1(1, 0) - \pi_1(1, 1) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] \} & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

$$\frac{\partial V_1^{exp}}{\partial b} = \begin{cases} \int_0^T e^{-rt} [\pi_1(1, 0) - \pi_1(1, 1)] dt & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \int_0^T e^{-rt} \{ \pi_1(1, 0) - \pi_1(1, 1) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] \} dt & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

$$\frac{\partial V_2^{exp}}{\partial T} = \begin{cases} be^{-rT} [\pi_2(1, 0) - \pi_2(1, 1)] & \text{ライセンス契約が不成立} \\ be^{-rT} \{ \pi_2(1, 0) - \pi_2(1, 1) + (1 - f_1) [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] \} & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

$$\frac{\partial V_2^{exp}}{\partial b} = \begin{cases} \int_0^T e^{-rt} [\pi_2(1, 0) - \pi_2(1, 1)] dt & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \int_0^T e^{-rt} \{ \pi_2(1, 0) - \pi_2(1, 1) + (1 - f_1) [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] \} dt & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

よって、 $b = 0$ または $T = 0$ 以外では、 $\frac{\partial V_1^{exp}}{\partial T}, \frac{\partial V_1^{exp}}{\partial b}$ の符号は $\frac{\partial \pi_1^{exp}}{\partial b} (> 0)$ と一致し、 $\frac{\partial V_2^{exp}}{\partial T}, \frac{\partial V_2^{exp}}{\partial b}$ の符号は $\frac{\partial \pi_2^{exp}}{\partial b} (< 0)$ と一致する。

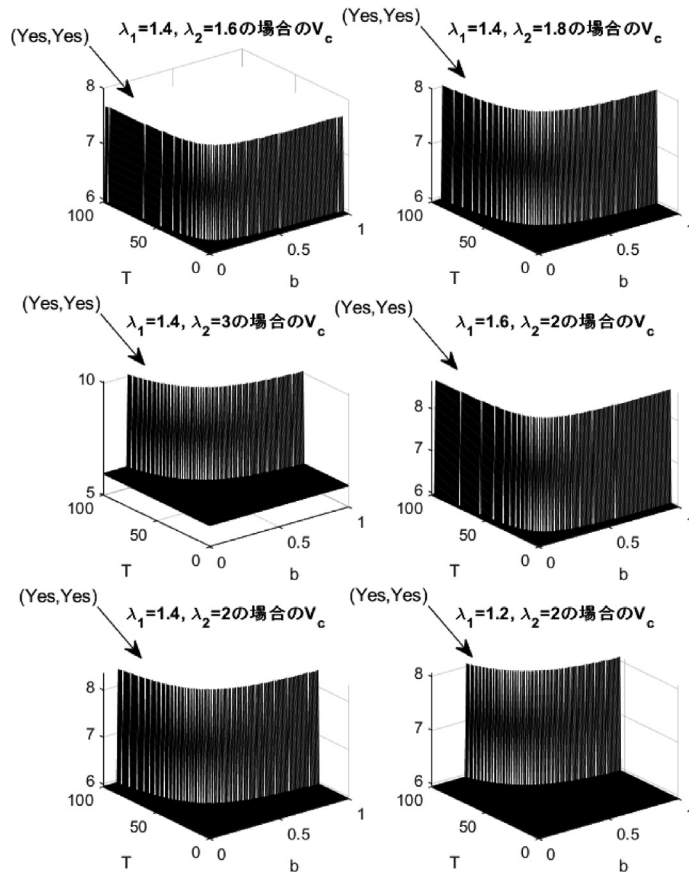


図 6 (λ_1, λ_2) に対応した 1 人当たり消費の割引現在価値

現する。特許権を強化すれば、(Yes, Yes)へ移行する。後発企業は価値の高い技術を持つので、特許権を強化しても R&D インセンティブを持つ。

図 6 の左上, 右上, 中段左の図は, $\lambda_1 = 1.4$ かつ $\lambda_2 = 1.6, 1.8, 3$ の場合の社会厚生をそれぞれ表す。 λ_2 が上昇するにつれて, より高い b, T が必要となることが分かる。また, 図 6 の中段右, 左下, 右下の図は $\lambda_2 = 2$ かつ $\lambda_1 = 1.6, 1.4, 1.2$ の場合の社会厚生をそれぞれ表す。 λ_1 が低下するにつれて, より強い特許権が求められる。図 6 から分かるように, V_{cYY} は特許権を強化しても低下しない。先発企業が, 商業的価値の高い a_2 を保有する後発企業と, ライセンス契約を締結するためである。よって, 特許侵害が生じて, ライセンスにより a_2 は使用可能であり, 効率性が回復する。ただし, この結果は余剰の利潤が存在するときに, ライセンス契約が確実に成立するという設定に依拠する。実際には, 相手の利得が把握できるとは限らず, 契約には交渉コストがかかる。様々な阻害要因により, 余剰の利潤が存在するときにライセンス契約の成立確率が 1 未満となるならば, V_{cYY} は b, T の減少関数になる。¹⁹⁾ その場合, 先発企業が R&D 行動を No から Yes に切り替えるのにちょうど十分な強さの特許権が最適となる。

19) 余剰の利潤が存在するとする。また, ライセンス契約の成立確率を $q (< 1)$ とする。企業 1 は T 期まで確率 q で瞬時的利得 $\pi_1(1, 0) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)]$ を, 確率 $1 - q$ で瞬時的利得 $\pi_1(1, 0)$ を得る。

3つ目に、先発企業の技術の商業的価値が後発企業を概ね上回るとき、特許制度を持たないことが社会厚生を最大にする唯一の政策である。この範囲は、1期間モデルと一致し、図5の左図で示される。先発企業は技術 a_1 から十分な利潤を得て、特許政策に依らずR&Dを行うが、後発企業は b, T 次第でR&D行動を変える。特許権の強化は後発企業のR&Dを阻害するが、特許権が十分弱い範囲では、(Yes, Yes)が実現する。この場合、ライセンス契約が成立しないので、社会厚生 V_{cYY} は b, T の関数である。そして、特許制度の死荷重により、 V_{cYY} は b, T の減少関数となる。²⁰⁾よって、(Yes, Yes)となる (b, T) の中で、 $b=0$ または $T=0$ が社会厚生を最大にする。 V_{cYY} の最大値は、後発企業がR&Dを行わないほど特許権が強い場合の厚生を上回るので、特許制度なしが社会厚生最大化の解である。

Ⅶ 結論

本研究では、累積的なイノベーションを含むマクロ経済モデルに基づき、どのような特許政策が社会厚生を最大化するか分析した。主要な発見は以下の3点である。

1つ目に、特許権の強化は先発企業のR&Dを促し、後発企業のR&Dインセンティブを低下させる。強い独占権により先発企業のR&Dの誘因が高まるが、後発企業は特許侵害を恐れ、R&Dを行わなくなる。ただし、政策変数はR&D行動に影響するものの、技術の商業的価値次第ではR&D行動が確定的に決まる。その場合、政策変数は社会厚生に影響しない。特に、後発企業がR&Dを

ライセンス契約による利得の平均は

$$V_1^{barg} - C_1 = \int_0^T e^{-rt} \{ \pi_1(1,0) + qf_1 [\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] \} dt + \int_T^N e^{-rt} \pi_1(1,1) dt - C_1$$

となる。企業2についても同様の話が成立する。 V_1^{exp}, V_2^{exp} を本文と同様に定義すると、 V_{cYY} は以下で与えられる。

$$V_{cYY} = \frac{1}{L} \left\{ V_1(1,1) + V_2(1,1) + b(1-q) \int_0^T e^{-rt} [\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0) - \pi_1(1,1) - \pi_2(1,1)] dt - C_1 - C_2 \right\} \\ + \int_0^N e^{-rt} w(1,1) dt + b(1-q) \int_0^T e^{-rt} [w(1,0) - w(1,1)] dt$$

$\frac{1}{L} [\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0) - \pi_1(1,1) - \pi_2(1,1)] + w(1,0) - w(1,1) < 0$ より、

$$\frac{\partial V_{cYY}}{\partial b} = (1-q) \int_0^T e^{-rt} \left\{ \frac{1}{L} [\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0) - \pi_1(1,1) - \pi_2(1,1)] + w(1,0) - w(1,1) \right\} dt \leq 0$$

$$\frac{\partial V_{cYY}}{\partial T} = b(1-q)e^{-rT} \left\{ \frac{1}{L} [\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0) - \pi_1(1,1) - \pi_2(1,1)] + w(1,0) - w(1,1) \right\} \leq 0$$

$b, T \neq 0$ ならば、 $\frac{\partial V_{cYY}}{\partial b}, \frac{\partial V_{cYY}}{\partial T} < 0$ である。ただし、 q の導入により、 V_1^{exp}, V_2^{exp} の値が本文と異なることから、(Yes, Yes)となるような $(\lambda_1, \lambda_2, b, T)$ は本文と異なる。

20) $\frac{\partial V_{cYY}}{\partial b}, \frac{\partial V_{cYY}}{\partial T}$ は以下で与えられる。

$$\frac{\partial V_{cYY}}{\partial b} = \int_0^T e^{-rt} \left\{ \frac{1}{L} [\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0) - \pi_1(1,1) - \pi_2(1,1)] + w(1,0) - w(1,1) \right\} dt$$

$$\frac{\partial V_{cYY}}{\partial T} = be^{-rT} \left\{ \frac{1}{L} [\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0) - \pi_1(1,1) - \pi_2(1,1)] + w(1,0) - w(1,1) \right\}$$

$\frac{1}{L} [\pi_1(1,0) + \pi_2(1,0) - \pi_1(1,1) - \pi_2(1,1)] + w(1,0) - w(1,1) < 0$ より、 $\frac{\partial V_{cYY}}{\partial b}, \frac{\partial V_{cYY}}{\partial T} \leq 0$ が従う。

行わないことが確定的な場合、先発企業の R&D 行動は政策変数とは独立して決まる。そのため、先発企業の R&D を促進するには、後発のイノベーションが必要である。

2 つ目に、先発企業よりも後発企業の方が商業的価値の高い技術を持つ場合、特許制度が社会厚生を改善する。後発企業は R&D インセンティブを持つものの、先発企業は特許制度なしでは R&D を行わない。先発企業の技術の商業的価値自体は低いが、先発企業が R&D を行わなければ、後発企業の優れた技術が生まれない。そのため、先発企業に特許権を与えることが社会厚生を改善する。それぞれ先発企業と後発企業の技術の商業的価値の低下、上昇に伴い、社会厚生を最大にする特許権は強くなる。先発企業は自身で利潤を十分に得られなくなり、交渉力が低下するので、より強い特許権の付与が必要である。

3 つ目に、先発企業が後発企業より商業的価値の高い技術を持つ場合、特許制度を持たないことが社会厚生を最大にする。先発企業は自身の技術の価値が高いため、R&D を行うインセンティブを持つ。一方で、特許権を強化すると、後発企業の R&D を妨げてしまう。そのため、特許制度を持たないことが社会厚生を最大にする。

今後の研究の方向性は 3 つある。1 つ目は、動学モデルの構築である。本論文は多期間モデルを扱い、時間の概念を導入しているものの、初期時点における一度きりの最適化問題を用いている。そこで、中間財企業が動学的最適化により R&D 行動を決めるモデルの構築が、拡張として考えられる。それにより、特許政策が社会厚生に影響する新たな経路が生じる可能性がある。

2 つ目に、不完備情報を導入することである。本論文は、ライセンス契約を結ぶことで利潤が増加するならば、必ず結ぶと想定している。しかし、実際には互いの利得を正確に把握しているとは限らない。そこで、不完備情報を導入する必要性が生じる。この拡張により、最適な特許期間や範囲が変わる可能性がある。

3 点目は、実証分析を加えることである。本論文は理論的アプローチを用いており、実証分析を行っていない。そこで、本論文のインプリケーションと現実のデータの対応を分析することで、新たな知見が得られると予想される。そして、特許政策立案に貢献することが期待される。

参考文献

- Acemoglu, D., *Introduction to Modern Economic Growth*, Princeton University Press, 2009.
- Acemoglu, D., U. Akcigit, "Intellectual Property Rights Policy, Competition and Innovation," *Journal of European Economic Association*, 10(1), 1-42, 2012.
- Bessen, J., E. Maskin, "Sequential Innovation, Patents, and Imitation," *RAND Journal of Economics*, 40(4), 611-635, 2009.
- De Loecker, J., J. Eeckhout, "Global Market Power," *NBER Working Paper Series* 24768, 2018.
- Futagami, K., T. Iwaisako, "Dynamic Analysis of Patent Policy in an Endogenous Growth Model," *Journal of Economic Theory*, 132, 306-334, 2007.
- Galasso, A., M. Schankerman, "Patents and Cumulative Innovation: Causal Evidence from the Courts," *Quarterly Journal of Economics*, 130(1), 317-369, 2015.
- Gilbert, R., C. Shapiro, "Optimal Patent Length and Breadth," *RAND Journal of Economics*, 21(1), 106-112, 1990.
- Green, J. R., S. Scotchmer, "On the Division of Profit in Sequential Innovation," *RAND Journal of Economics*, 26(1), 20-33, 1995.
- Judd, K. L., "On the Performance of Patents," *Econometrica*, 53(3), 567-586, 1985.
- Lin, H. C., L. F. Shampine, "R&D-based Calibrated Growth Models with Finite-Length Patents: A Novel Relaxation

Algorithm for Solving an Autonomous FDE System of Mixed Type,” *Computational Economics*, 51(1), 123–158, 2018.

Parra, Á., “Sequential Innovation, Patent Policy, and the Dynamics of the Replacement Effect,” *RAND Journal of Economics*, 50(3), 568–590, 2019.

総務省「科学技術研究調査 結果の概要」 総務省統計局, 2021. (<https://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/index.html>, 2022年11月24日アクセス)

帝国データバンク 「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～本編」 経済産業省, 2010. (https://www.meti.go.jp/policy/intellectual_assets/guideline/list15.html, 2022年11月24日アクセス)

VIII 付録

付録では、1 期間モデルと多期間モデルの中間財企業の R&D 行動を示す。最後には、技術の商業的価値 (λ_1, λ_2) の組と政策変数 (b, T) の組に応じて、どのような R&D 行動や社会厚生が実現するか例示する。

1 1 期間モデル

以下では、企業 1 と企業 2 のそれぞれの R&D 行動と、両中間財企業の R&D 行動の組を分析する。

1.1 R&D 行動

企業 2 が R&D を行うかどうかは、 $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ が成立するかどうかにより決まる。 $\frac{\partial \pi_2^{exp}}{\partial b} < 0$ より、 $b = 1$ において $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ が成立すれば、企業 2 は b によらず常に R&D を行う。このような (λ_1, λ_2) の範囲は、図 7 の右上の図に示される。企業 2 が企業 1 に対して技術的優位を持つ場合に、企業 2 は常に R&D を行う。この範囲は、ライセンス契約が成立する範囲の部分集合である。ライセンス契約が成立しないとき、 $b = 1$ ならば $\pi_2^{exp} - c_2 = \pi_2(1, 0) - c_2 < \pi_2(1, 0)$ となるためである。

逆に、 $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ が $b = 0$ において成立しないならば、 $b \in [0, 1]$ で不成立である。この (λ_1, λ_2) の範囲は、図 7 の右下の図に示される。 $\lambda_2 \leq 1.05$ ならば企業 2 は常に R&D を行わない。図 7 の右上と右下の図に含まれない範囲では、 b の値により $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ が成立するかどうか異なる。つまり、企業 2 は特許政策に影響され、R&D 行動を変える。 π_2^{exp} は b の狭義減少関数であるから、ある b_2 が存在し、 $b \leq b_2$ ならば $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ は成立し、 $b > b_2$ ならば不成立である。なお、 b_2 は $\pi_2^{exp} - c_2 = \pi_2(1, 0)$ を実現するような b の値である。よって、 b_2 は以下で与えられる。

$$b_2 = \begin{cases} \frac{-\pi_2(1,1)+c_2+\pi_2(1,0)}{\pi_2(1,0)-\pi_2(1,1)} & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \frac{-\pi_2(1,1)+c_2+\pi_2(1,0)}{\pi_2(1,0)+(1-f_1)[\pi_1(1,1)+\pi_2(1,1)-\pi_1(1,0)-\pi_2(1,0)]-\pi_2(1,1)} & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

次に、 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が $b \in [0, 1]$ で常に成立する場合を調べる。 π_1^{exp} は b の狭義増加関数より、 $b = 0$ において $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ 成立するならば、不等式は常に成立する。その (λ_1, λ_2) は、図 7 の左上の図にて示される。企業 1 の技術 a_1 の商業的価値が a_2 を概ね上回ることが分かる。この範

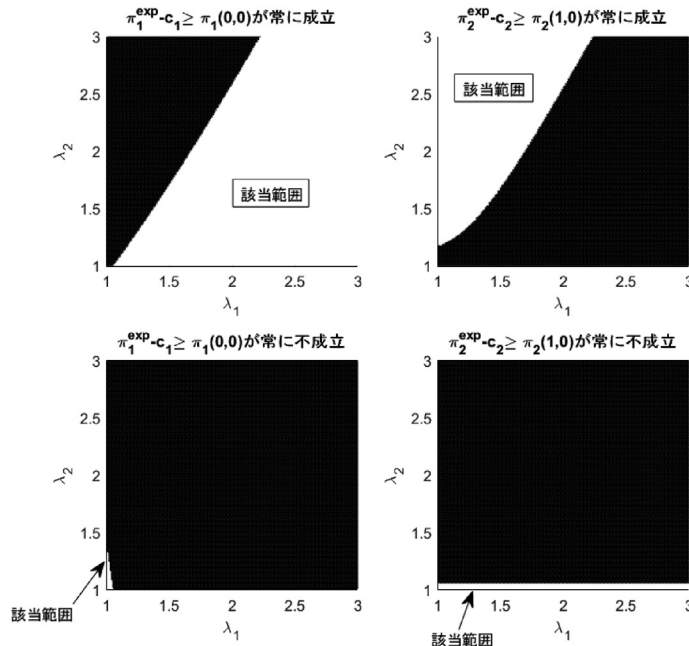


図 7 R&D 行動

図 7 では、企業 2 が R&D を行うならば、企業 1 は R&D を $b \in [0, 1]$ で行う。

一方で、 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が $b \in [0, 1]$ において常に不成立の場合もある。 π_1^{exp} は b の狭義増加関数より、 $b = 1$ にて不等式が成立しなければ、常に成立しない。その (λ_1, λ_2) は、図 7 の左下の図と対応する。 λ_1 が十分小さく、また λ_2 の大きさも不十分であるとき、 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が常に不成立である。図 7 の左上と左下の図に含まれない範囲では、 b により不等式が成立するかどうか決まる。 $b \geq b_1$ ならば $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が成立し、 $b < b_1$ ならば成立しない。 b_1 は $\pi_1^{exp} - c_1 = \pi_1(0, 0)$ の成立時の b の値である。そのため b_1 は以下で定義される。

$$b_1 = \begin{cases} \frac{-\pi_1(1,1)+c_1+\pi_1(0,0)}{\pi_1(1,0)-\pi_1(1,1)} & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \frac{-\pi_1(1,1)+c_1+\pi_1(0,0)}{\pi_1(1,0)+f_1[\pi_1(1,1)+\pi_2(1,1)-\pi_1(1,0)-\pi_2(1,0)]-\pi_1(1,1)} & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

1.2 場合分け

上記の議論により、それぞれの中間財企業の R&D 行動が判明した。確定的に (Yes, Yes),(Yes, No),(No, Yes),(No, No) が生じるケース以外に、両企業の R&D 行動として以下の場合がある。

- (i) 図 8 の左上の図
- (ii) 図 8 の右上の図
- (iii) 図 8 の左下の図
- (iv) 図 8 の右下の図

(i) 図 8 の左上の図の (λ_1, λ_2) では、 $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ が常に成立し、 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が成立するか否かが b により決まる。よって、 $b < b_1$ では (No, Yes), $b \geq b_1$ では (Yes, Yes) となるのが、企業

が合理的に選択する R&D 行動である。この範囲の (λ_1, λ_2) では、ライセンス契約が成立するので、

$$c_{YY} = \frac{1}{L} [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - c_1 - c_2] + w(1, 1)$$

である。また、(i) の (λ_1, λ_2) において $c_{YY} > c_{NY}$ となる。そのため、社会厚生を最大にするのは (Yes, Yes) であるから、政府は中間財企業に (Yes, Yes) を選択させたい。よって、 $b \geq b_1$ が社会厚生最大化の解である。

(i) ではライセンス契約が成立するので

$$b_1 = \frac{-[\pi_1(1, 1) - c_1] + \pi_1(0, 0)}{\pi_1(1, 0) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] - \pi_1(1, 1)}$$

である。分子の $\pi_1(1, 1) - c_1$ は、 λ_1 が低下、 λ_2 が増加するにつれて、低下する。企業 1 が企業 2 との競争で不利になるためである。よって、 $-\pi_1(1, 1) + c_1$ は λ_1 が低下、 λ_2 が増加するにつれて、増加する。また、分母の f_1 は λ_1 が低下、 λ_2 が増加するにつれて、低下する。 a_1 が a_2 より劣ると、企業 1 の交渉力が低下するためである。よって、 b_1 は概ね λ_1 の減少関数、 λ_2 の増加関数である。企業 1 が相対的に弱くなると、企業 1 の R&D を促すために必要な特許権は強くなる。

ただし、 λ_1 が十分小さい ($\lambda_1 \leq 1.04$) とき、 λ_2 の増加により b_1 は減少する。 $\lambda_1 \leq 1.04$ のとき、 $\pi_2(1, 1)$ 以外の項の影響が小さくなる。そして、 λ_2 の増加により f_1 は低下するが、 $f_1 \pi_2(1, 1)$ は増加する。つまり、 λ_1 が十分小さく、 λ_2 が増加すると、企業 1 は a_1 から利潤を得られず、主な利潤は、企業 2 からのライセンス料になる。また企業 1 の R&D コスト c_1 は低下する。よって、

$$b_1 \{ \pi_1(1, 0) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)] \} + (1 - b_1) \pi_1(1, 1) = \pi_1(0, 0) + c_1$$

の右辺は低下し、 $\pi_1(1, 0) + f_1 [\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1) - \pi_1(1, 0) - \pi_2(1, 0)]$ が $\pi_1(1, 1)$ より、ますます大きくなる。そのため、企業 1 の R&D を促すために必要な b_1 は低下する。

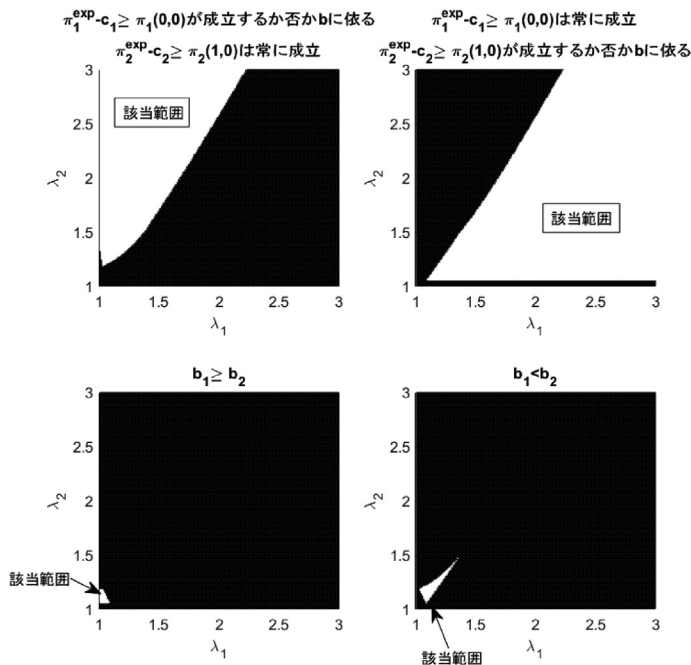


図 8 場合分け

(ii) 図 8 の右上の図の (λ_1, λ_2) の範囲では、 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が常に成立する。一方で、 $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1, 0)$ は $b \leq b_2$ ならば成立し、 $b > b_2$ ならば成立しない。よって、 $b \leq b_2$ ならば (Yes, Yes)、 $b > b_2$ ならば企業 2 は R&D を行わない。 $b > b_2$ の時、企業 1 の R&D 行動は $\pi_1(1, 0) - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が成立するかどうかにより決まるが、(ii) では $\pi_1(1, 0) - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が成立する。そのため、両企業は、 $b > b_2$ ならば (Yes, No) を合理的に選択する。

(ii) ではライセンス契約が成立する場合とそうでない場合がある。ライセンス契約が成立する (λ_1, λ_2) では、 $c_{YY} > c_{YN}$ となり、政府は (Yes, Yes) を企業に選択させる政策を実施する。 c_{YY} は定数より、 $b \leq b_2$ が社会厚生最大化問題の解である。一方で、(ii) においてライセンス契約が成立しないとき、

$$c_{YY} = \frac{1}{L} \{b[\pi_1(1, 0) + \pi_2(1, 0)] + (1 - b)[\pi_1(1, 1) + \pi_2(1, 1)] - c_1 - c_2\} + bw(1, 0) + (1 - b)w(1, 1)$$

であり、 c_{YY} は b の狭義減少関数である。よって、 $b \leq b_2$ において c_{YY} が最大となるのは $b = 0$ のときである。その値は c_{YN} を上回るので、社会厚生を最大にする b は $b = 0$ である。これは、本文における 3 点目の結論と対応し、 (λ_1, λ_2) の範囲は図 5 で示される。

(iii) 図 8 の左下の図では、 $b_1 \geq b_2$ となる²¹⁾。まず、 $b \leq b_2$ では (No, Yes) となる。企業 2 は特許侵害の可能性が低いので、R&D を行う動機が強いが、企業 1 にとっては特許権が弱すぎるためである。そして、 $b > b_2$ では企業 2 は R&D を行わない。よって、 $b > b_2$ において (Yes, No) または (No, No) が実現する。どちらの場合もあるが、まず $b > b_2$ において (Yes, No) となる (λ_1, λ_2) を考える。そのような (λ_1, λ_2) では、 $c_{YN} > c_{NY}$ が成立する。よって、(Yes, No) が社会厚生を最大にする行動であり、政府は $b > b_2$ を設定すればよい。次に、 $b > b_2$ において (No, No) が実現するような (λ_1, λ_2) を考える。 $b \leq b_2$ ならば (No, Yes)、 $b > b_2$ ならば (No, No) となるので、中間財企業の R&D 行動に対して政策変数 b は作用する。しかし、 $c_{NY} = c_{NN}$ より、特許政策は厚生に影響しない。

(iv) 図 8 の右下の図では、 $b_1 < b_2$ が成立する。まず、 $b < b_1$ では、(No, Yes) が実現する。 b は企業 1 にとって不十分だが、企業 2 にとっては十分低い。次に、 $b_1 \leq b \leq b_2$ のとき (Yes, Yes) が実現する。この b は、両企業が満足するような値であると言える。また、ライセンス契約が成立するので、 c_{YY} は定数である。最後に、 $b > b_2$ では企業 2 は R&D を行わず、(Yes, No) と (No, No) のどちらも存在する。いずれの場合でも、(Yes, Yes) が最大の厚生を達成する。よって、企業に社会厚生最大化行動を取らせるのは、 $b_1 \leq b \leq b_2$ である。

2 多期間モデル

2.1 R&D 行動

多期間モデルの結果は、1 期間モデルと同じである。 $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が $b = 0$ で成立することは、 $V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0, 0)$ が $b = 0$ または $T = 0$ で成立することと同値である。 $b = 0$ または $T = 0$ のとき、 $V_1^{exp} - C_1 = V_1(1, 1) - C_1$ となり、 $V_1(1, 1) - C_1 \geq V_1(0, 0)$ は $\pi_1(1, 1) - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ と同値であるためである。よって、 $V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0, 0)$ が b, T に依らず常に成立する (λ_1, λ_2) は、図 7 の左上の図と一致する。同様に、 $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1, 0)$ が常に成立、 $V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0, 0)$ が常

21) $b_1 \in [0, 1]$ とは限らない。また、分析対象とする (λ_1, λ_2) において $b_1 = b_2$ とはならないので、 $b_1 > b_2$ と考えてよい。

に不成立, $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1,0)$ が常に不成立となる (λ_1, λ_2) の範囲は, それぞれ $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1,0)$ が常に成立, $\pi_1^{exp} - c_1 \geq \pi_1(0,0)$ が常に不成立, $\pi_2^{exp} - c_2 \geq \pi_2(1,0)$ が常に不成立となる範囲に一致する。

2.2 場合分け

各企業の R&D 行動の結果より, 両企業の R&D 行動の分析が可能である。場合分けの結果も, 1 期間モデルと等しい。まず, $V_1^{exp} - C_1 = V_1(0,0)$ となるような b を $b_1(T)$, また $V_2^{exp} - C_2 = V_2(1,0)$ となるような b を $b_2(T)$ と表す。 $T \neq 0$ に対して, $b_1(T), b_2(T)$ はそれぞれ以下で与えられる。

$$b_1(T) = \begin{cases} \frac{\int_0^N e^{-rt} [-\pi_1(1,1) + c_1 + \pi_1(0,0)] dt}{\int_0^T e^{-rt} [\pi_1(1,0) - \pi_1(1,1)] dt} & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \frac{\int_0^N e^{-rt} [-\pi_1(1,1) + c_1 + \pi_1(0,0)] dt}{\int_0^T e^{-rt} \{\pi_1(1,0) + f_1[\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] - \pi_1(1,1)\} dt} & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

$$b_2(T) = \begin{cases} \frac{\int_0^N e^{-rt} [-\pi_2(1,1) + c_2 + \pi_2(1,0)] dt}{\int_0^T e^{-rt} [\pi_2(1,0) - \pi_2(1,1)] dt} & \text{ライセンス契約が不成立} \\ \frac{\int_0^N e^{-rt} [-\pi_2(1,1) + c_2 + \pi_2(1,0)] dt}{\int_0^T e^{-rt} \{\pi_2(1,0) + (1-f_1)[\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] - \pi_2(1,1)\} dt} & \text{ライセンス契約が成立} \end{cases}$$

$b_1(T)$ と $b_2(T)$ の大小を比較するとき, T は結果に影響しない。 $\int_0^T e^{-rt} dt$ が $b_1(T), b_2(T)$ の分母に共通して入っているのみであり, それがキャンセルされるためである。よって, $b_1 \geq b_2$ と $b_1(T) \geq b_2(T)$ は同値である。また, 1 期間モデルの b_1, b_2 に対して, $b_1(N) = b_1, b_2(N) = b_2$ となる。

$V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0,0)$ が成立するかどうかは b, T に依存し, $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1,0)$ が常に成立するような (λ_1, λ_2) の範囲は, (i) 図 8 の左上の図と一致する。この場合, $T \in (0, M]$ について, $b < b_1(T)$ ならば (No, Yes), $b \geq b_1(T)$ ならば (Yes, Yes) が実現する。また, $T = 0$ ならば, (No, Yes) となる。(i) ではライセンス契約が成立するため V_{cYY} は定数であり, $V_{cYY} > V_{cNY}$ となる。よって, 政府は $b_1(T) \in [0, 1]$ なる $T \in (0, M]$ と, $b_1(T) \leq b \leq 1$ を設定する。

また, $V_1^{exp} - C_1 \geq V_1(0,0)$ が常に成立し, $V_2^{exp} - C_2 \geq V_2(1,0)$ が成立するかどうかは (b, T) によって異なる (λ_1, λ_2) は, (ii) 図 8 の右上の図と一致する。 $T \in (0, M]$ について, $b \leq b_2(T)$ ならば (Yes, Yes) が実現し, $b > b_2(T)$ ならば (Yes, No) となる。また, $T = 0$ ならば (Yes, Yes) が成立する。

ライセンス契約が成立する条件 $\int_0^T e^{-rt} [\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0)] dt > 0$ は $T \neq 0$ のとき, 1 期間モデルの条件 $\pi_1(1,1) + \pi_2(1,1) - \pi_1(1,0) - \pi_2(1,0) > 0$ と同値である²²⁾。(ii) において, ライセンス契約が成立する場合は, V_{cYY} は定数であり, $V_{cYY} > V_{cYN}$ となる。よって, $b_2(T) \in [0, 1]$ なる $T \in (0, M]$ と, $0 \leq b \leq b_2(T)$ が解である。また, $T = 0$ も解である。また, (ii) においてライセンス契約が不成立ならば, V_{cYY} は b, T の減少関数である。よって, V_{cYY} は $b = 0$ または $T = 0$ のとき最大となる。このとき, V_{cYY} の最大値は V_{cYN} を上回るのので, $b = 0$ または $T = 0$ が解である。

22) $T = 0$ ならば特許制度は存在せず, ライセンス契約のノードに到達しないので, ライセンス契約は存在しないと考える。

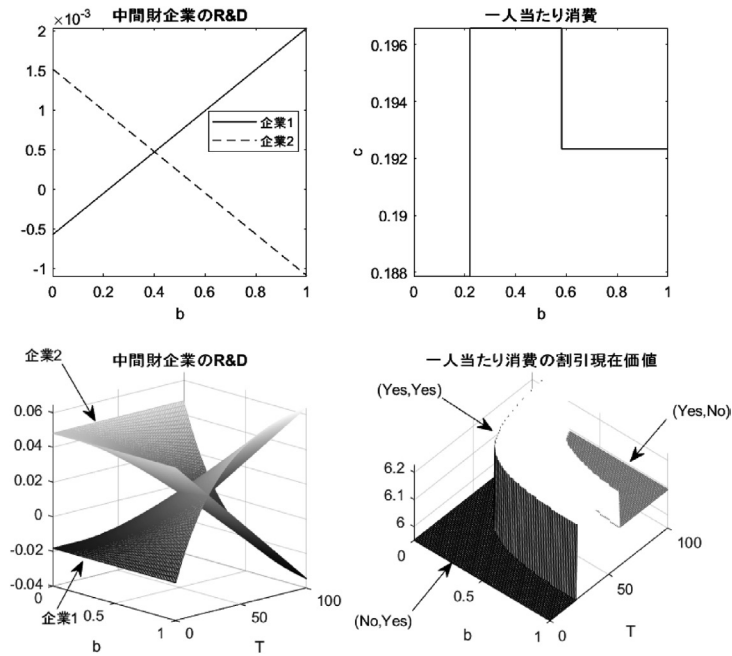


図 9 (iv) の例 : $\lambda_1 = 1.1, \lambda_2 = 1.1$

1 期間モデルにて $b_1 \geq b_2$ なる (iii) の (λ_1, λ_2) では、 $b_1(T) \geq b_2(T)$ が成立する。(iii) の場合、 $T = 0$ ならば (No, Yes) となる。任意の $T \in (0, M]$ について、 $b \leq b_2(T)$ では、(No, Yes) が実現し、 $b > b_2(T)$ では、(Yes, No) または (No, No) が実現する。(Yes, No) の場合、 $V_{cYN} > V_{cNY}$ も成立するので、政府は $b_2(T) \in (0, 1)$ なる $T \in (0, M]$ と、 $b_2(T) < b \leq 1$ を設定する。(No, No) の場合は、 $V_{cNY} = V_{cNN}$ より、 b, T に依らず社会厚生は一定である。

1 期間モデルにて $b_1 < b_2$ なる (iv) の (λ_1, λ_2) では、 $b_1(T) < b_2(T)$ が成立する。 $T = 0$ では、(No, Yes) が実現する。任意の $T \in (0, M]$ に対して、 $b < b_1(T)$ では、(No, Yes), $b_1(T) \leq b \leq b_2(T)$ では (Yes, Yes) が実現する。ライセンス契約が成立するので、 V_{cYY} は定数である。 $b > b_2(T)$ では企業 2 は R&D を行わないが、(Yes, No) と (No, No) のどちらのケースも存在する。いずれにしても、 V_{cYY} が最大値であり、政府は $b_1(T) \in (0, 1]$ なる $T \in (0, M]$ と、 $b_1(T) \leq b \leq \min\{1, b_2(T)\}$ を設定する。

3 例

以下では、(iv) に該当する $\lambda_1 = 1.1, \lambda_2 = 1.1$ の場合を考える。図 9 の左上と右上の図はそれぞれ、1 期間モデルの R&D 行動と 1 人当たり消費を表す。左上の図から、 $b < b_1 = 0.220$ で (No, Yes), $0.220 \leq b \leq b_2 = 0.582$ で (Yes, Yes) が実現する。 $\pi_1(1, 0) - c_1 \geq \pi_1(0, 0)$ が成立するので、 $b > 0.582$ で (Yes, No) が実現する。中間財企業の R&D 行動に対応して、1 人当たり消費が右上の図に示される。この例では、ライセンス契約が成立する。そのため、特許権の死荷重が生じず、 c_{YY} は定数である。そして、 $c_{YY} > c_{NY}, c_{YN}$ となる。よって、社会厚生を最大にする行動は (Yes, Yes) であり、 $0.220 \leq b \leq 0.582$ が最適である。図 9 の左下と右下の図はそれぞれ、多期間モデルの R&D 行動と 1 人当たり消費の割引現在価値を表す。 $b_1(T) < b_2(T)$ なので、 $V_1^{exp} - C_1 = V_1(0, 0)$ となる

(b, T) の曲線は, $V_2^{exp} - C_2 = V_2(1, 0)$ なる (b, T) の曲線よりも, $(b, T) = (0, 0)$ の近くに位置する。 T に対して, $b < b_1(T)$ で (No, Yes), $b_1(T) \leq b \leq b_2(T)$ で (Yes, Yes), $b > b_2(T)$ で (Yes, No) が実現する。ライセンス契約が成立するため, V_{cYY} は定数であり, $V_{cYY} > V_{cNY}, V_{cYN}$ となる。よって, V_{cYY} を達成する (b, T) が社会厚生を最大にする。この例では, 先発企業に利潤を与えつつ, 後発企業の R&D の誘因を減らしすぎないようにバランスを取るのが, 最適な特許政策である。