

外国直接投資とホスト国企業の R&D 投資*

朱 東 平

要 約

本稿は、寡占モデルを用いて、外国直接投資（FDI）の文脈でホスト国企業の R&D インセンティブについて分析を行う。その結果、以下の結論を得る。ホスト国企業が知識創出型の R&D 投資を行うためには、その R&D 総予算がある一定の規模に達していなければならない。そのとき、この産業の直面する市場規模が大きいほど、ホスト国企業の R&D 投資が大きく、知識創出型対吸収型投資の比率も高い。その結果、たとえ外国企業の技術革新が非常に大きいとしても、ホスト国企業は、技術面において外国企業を追い抜くことができる。ホスト国企業の技術的な劣位が維持されるのは、その産業の直面する市場規模が小さく、また外国企業の技術革新が非常に大きいときにのみである。

市場規模以外に、外国企業の技術移転の大きさ、ホスト国企業の知識吸収型投資の効率、そして製品差別化の度合いも、ホスト国企業の R&D インセンティブを高めることができる。ただし、市場規模が小さく、外国企業の技術革新が非常に大きい場合には、ある程度の製品差別化が存在する範囲内での「製品差別化の緩和」は、かえってホスト国企業の投資インセンティブを削ぎ、知識創出型対吸収型投資の比率を低めることもある。

キー・ワーズ

寡占、製品差別化、プロセス・イノベーション、知識吸収型投資、知識創出型投資

*本稿は大阪経済法科大学2006年度研究補助金を受けた研究成果の一つである。

I はじめに

発展途上国企業は、自ら R&D 投資を行おうとせず、先進国企業から技術のスピルオーバーを享受することに満足する傾向があるといわれている。それはなぜであろうか。本稿は、この問題について分析を試みる。

技術のスピルオーバーについて、これまでの研究では、さまざまな視点から分析が展開されている。D'Aspremont and Jacquemin (1988)や Kamien et al. (1992)、De Bondt (1996)などは、スピルオーバーを *mana from heaven* として外生的に扱い、企業がスピルオーバーを受けるには、自らの努力を必要としないと仮定する。Kultti and Takalo (1998)や Poyago-Theotoky (1999)などは、スピルオーバーは内生的にコントロールできるものであるが、それを享受するための費用は必要でないとして分析を展開している。これらのアプローチに対して、Cohen and Levinthal (1989)をはじめ、Campisi et al. (2001)、Kamien and Zang (2000)および Grunfeld (2003)などは、スピルオーバーを内生化するとともに、外部のスピルオーバーを受けるためには、受ける企業自身も R&D 投資を行わなければならないと指摘し、企業の R&D 投資は自らの技術知識を創出すると同時に、他企業の技術を吸収する役割をもつと仮定する。また、Cassiman et al. (2002)はさらに、企業の R&D 投資を、基礎研究投資、応用研究投資と財産権保護投資に細分化し、それぞれの決定要因と R&D 総予算の決定要因について分析を行っている。

スピルオーバーを享受することが自らの努力を必要としないのであれば、FDI の存在を前提にすると、発展途上国企業が R&D 投資を行わないことはある程度自明なことであろう。しかし、本稿は、むしろ Cohen and Levinthal (1989)などと同様に、スピルオーバーを受けるためには、自らも R&D 投資を行わなければならないと仮定する。その上で、ホスト国企業の R&D 投資に関するインセンティブを分析する。ただ、Cohen and Levinthal (1989)などの論文では、知識を創出するための投資と知識を吸収するための投資は、同じ R&D 投資の「二つの顔」であるとされているのに対し、本稿は、ホスト国企

業の R&D 投資そのものを、外国企業の技術を吸収するための投資と、その吸収した知識のもとで新たな知識を創出するための投資に区別する。その上で、R&D 投資の総予算とそれを構成する知識吸収型・創出型投資のインセンティブについて分析を行う。また、以上の諸研究はいずれも FDI の文脈で展開されたものではないが、本稿は、プロセス・イノベーションによって優れた生産技術をもった外国企業は、FDI を通じてホスト国の市場に参入し、その現地法人に技術移転を行おうとし、ホスト国企業は、R&D 投資を行うことによって、自らの競争力を高めようとするものと仮定する。これらの仮定のもとで、ホスト国企業の R&D 投資のインセンティブについて分析が行われる。

本稿の構成は以下のとおりである。第 II 節は基本モデルを提示する。第 III 節はホスト国企業が知識吸収型投資と知識創出型投資を行うための条件、そして R&D 投資のインセンティブについて分析する。最後に第 IV 節は諸結果を要約する。

II モデル

ホスト国市場に外国企業の子会社（企業 F）と自国企業（企業 H）が存在しているとする。また、外国企業は外国直接投資（FDI）以外の方法ではホスト国市場にアクセスすることはできないとする。

Singh and Vives (1984)により、ホスト国市場における代表的な消費者の効用関数を

$$U = q_F + q_H - \frac{q_F^2}{2} - \frac{q_H^2}{2} - \gamma q_F q_H + M$$

とする。ただし、 U は消費者の効用、 q_F と q_H は企業 F と企業 H の生産物に対する消費量を表す。M は標準財に対する消費量である。 $\gamma \in [0, 1]$ は製品差別化の度合いを表すものであり、その値が小さいほど、製品差別化の度合いが大きい。とくに、 $\gamma = 0$ は両企業の生産物は互いに独立すること、 $\gamma = 1$ はそれらが完全代替であることを表す。¹

簡単な計算により、以上の効用関数のもとでは、企業 i ($i=F, H$) の生産物に対する逆需要関数は

$$p_F = 1 - q_F - \gamma q_H \quad (1)$$

$$p_H = 1 - q_H - \gamma q_F \quad (2)$$

であることがわかる。

外国企業は、プロセス・イノベーションによってホスト国企業よりも優れた生産技術を得て、その現地法人である子会社（企業 F）に技術移転を行うとする。ここでは、外国企業のもつ技術知識の量を \bar{x} とし、子会社である企業 F への技術移転の量 x_F を

$$x_F = \alpha \bar{x}$$

とする。ただし、 $\alpha \in [0, 1]$ は技術移転の大きさを表す。また、簡単化のため、技術移転はコストを伴わないとする。

現地法人に移転した技術は、ホスト国の企業 H にスピルオーバーを与える可能性がある。しかし、ここでは、Cohen and Levinthal (1989) や Kamien and Zang (2000)、Grunfeld (2003) などが指摘するように、*mana from heaven* は存在せず、企業 H が企業 F から技術のスピルオーバーを受けるためには、自らも R&D 投資を行わなければならないとする。

本稿は、企業 H が行う R&D 投資を、企業 F の技術知識を吸収するための投資 I_A (以下「知識吸収型投資」と呼ぶ) と、その吸収した知識をもとに新しい知識を創出するための投資 I_B (以下「知識創出型投資」と呼ぶ) に区別する。したがって、本稿では、企業 H は R&D 総投資 I ($I = I_A + I_B$) を選択するとともに、総投資の I_A と I_B への配分も決定しなければならない。²

そのため、企業 H の技術知識は次のように決定されるとする。

$$x_H = [\beta(I_A)x_F]^a (1 + I_B)^b, \quad a+b < 1$$

ここで、 a と b は I_A と I_B の効率をはかるものである。 $\beta(I_A)$ は企業 H が企業 F の技術知識をどれだけ得ることができるかを表すもので、その大きさは I_A

1 ベルトラン競争では、 $\gamma \in [0, 1]$ とする。

2 Cassiman et al. (2002) は異なる文脈で、企業は R&D 投資を応用研究 (Applied R&D)、基礎研究 (Basic R&D) と保護投資に配分するとして分析を行っている。

に依存する。簡単化のため、さらに、

$$\beta(I_A) = \beta I_A$$

とする。そうすると、企業 H の技術知識を次のように書くことができる。

$$x_H = (\beta I_A x_F)^a (1 + I_B)^b, \quad a+b < 1, \quad 0 \leq \beta I_A \leq 1. \quad (3)$$

(3) 式は企業 H の R&D 投資の性格を表している。まず、企業 H の R&D 投資は、外部（他の企業）の知識の存在を前提にしたものであり、外部の知識を吸収してはじめて意味をもつものである（ $x_F = 0$ であれば、 I_A と I_B の大きさにかかわらず、 $x_H = 0$ ）。次に、企業 H は、外部の知識を吸収するためには自らも知識吸収型の R & D 投資を行わなければならない、そして、このような投資を行った場合にのみ、知識創出型の投資が意味を持つ（ $I_A = 0$ であれば、 x_F と I_B の如何にかかわらず、 $x_H = 0$ ）。しかし、知識吸収型の投資 I_A は知識創出型投資 I_B の存在を前提とするものではない（ $I_B = 0$ であっても、 x_H は I_A に依存する）。最後に、 I_A と I_B は互いに補完関係にある。

本稿は、プロセス・イノベーションの特徴を反映するために、企業 F と企業 H の限界生産費用（＝平均生産費用）をそれぞれ

$$c_F = c - x_F \quad (4)$$

$$c_H = c - x_H \quad (5)$$

とする。ただし、 c_F と c_H はそれぞれ企業 F と企業 H の限界（平均）生産費用であり、 c は、外国企業がその子会社に対して技術移転を行わない（ $x_F = 0$ ）、あるいは企業 H が R&D 投資を行わない（ $x_H = 0$ ）場合、ホスト国で生産するために必要な限界（平均）生産費用である。

企業 H の R&D インセンティブを分析するために、以下の 2 段階ゲームを考える。まず第一段階では、企業 H が R&D 投資とその配分を決定する。そして、第二段階では、企業 H と企業 F は市場で数量競争を行う。³

3 価格競争を仮定しても、結論は本質的に同じである（補論を参照）。

Ⅲ R&D 投資のインセンティブ

1 クールノー均衡

まず、第二段階における企業間の数量競争についてみよう。

企業が数量競争を行う場合、企業 i , $i=F, H$ は次の最大化問題に直面する。

$$\max_{q_i} \pi_i = (p_i - c_i)mq_i \quad (6)$$

ただし、 m は消費者の数でホスト国の市場規模を表す。 π_i は企業 i の利潤である。

(1) 式、(2) 式と (4) ~ (6) 式により、クールノー均衡では、

$$q_F = \frac{(2-\gamma)(1-c) + 2\alpha_F - \gamma\alpha_H}{4-\gamma^2} \quad (7)$$

$$q_H = \frac{(2-\gamma)(1-c) + 2\alpha_H - \gamma\alpha_F}{4-\gamma^2} \quad (8)$$

$$\pi_F = mq_F^2 \quad (9)$$

$$\pi_H = mq_H^2 \quad (10)$$

が容易に得られる。

2 知識吸収型投資と知識創出型投資

次に、企業 H の R&D 投資に関する選択を見よう。

企業 H は次のように、二つのステップに分けて R&D 投資を選択するとする。まず最初に、R&D 投資に用いる総予算 I を決定する。次に、この総予算を知識吸収型投資 I_A と知識創出型投資 I_B へと配分する。

企業 H が、R&D 投資の総予算 I を所与として、その I_A と I_B への配分を決定する際には、以下の最大化問題に直面する。

$$\max_{I_A, I_B} \alpha_H = (\beta I_A \alpha_F)^a (1 + I_B)^b, \quad a+b < 1,$$

$$\text{s.t. } I = I_A + I_B, I_A \geq 0, I_B \geq 0$$

この最大化問題について解くと、以下の補題を得ることができる。⁴

補題 (1) $I \leq a/b$ のとき、 $I_A = I, I_B = 0, x_H = (\beta I x_F)^a$;

$$(2) I > a/b \text{ のとき、 } I_A = \frac{a(1+I)}{a+b}, I_B = \frac{b(1+I)}{a+b} - 1,$$

$$x_H = n(1+I)^{a+b}.$$

ただし、ここで、 $n \equiv \frac{a^a b^b \beta^a x_F^a}{(a+b)^{a+b}}$ 。

この補題は R&D 投資の配分について次のようなことを示唆している。第一に、R&D 投資の予算規模が小さい企業 ($I \leq a/b$ の場合) は、知識創出型投資を行おうとせず、知識吸収型投資にのみ予算を配分する。それは、知識創出型の投資が知識吸収型投資の存在を前提とするため、後者がなければ前者もその存在意味を失うので、総予算が少ないときには後者が優先されるからであろう。第二に、予算規模の大きい企業は ($I > a/b$ の場合)、知識吸収型投資とともに知識創出型の投資も行う。第三に、予算規模が大きいほど、知識創出型投資の総予算に占める比率が高い。⁵

3 R&D 投資のインセンティブ

最後に、企業 H が R&D 投資を行うインセンティブについて見よう。

明確な結論を得るために、本稿は上記の補題 (2) $I > a/b$ のケースに焦点を当てて分析を進める。また、以下の分析では、簡単化のため、 $a=b=1/4$ とする。

企業 H が R&D の総予算 I を決定する際に直面する最大化問題は以下のとおりである。

$$\max_I \pi_i^H = \pi_H - I$$

$$\text{s.t. } I \geq 0$$

4 数学注を参照。

5 補題 (2) より、 $I_B/I_A = (b/a) - (a+b)/[a(1+I)]$ であることに注意されたい。

(8) 式、(10) 式と補題 (2) を利用してこの最大化問題を解くと、最適な R&D 総投資 I^* は

$$I^* = \frac{4m^2n^2[2(1-c)-\gamma(1-c+x_F)]^2}{[(4-\gamma^2)^2 - 4mn^2]^2} - 1 \quad (11)$$

である。したがって、補題 (2)、(7) 式と (8) 式によって

$$x_H^* = \frac{2mn^2[2(1-c)-\gamma(1-c+x_F)]}{(4-\gamma^2)^2 - 4mn^2} \quad (12)$$

$$q_H^* = \frac{(4-\gamma^2)[2(1-c)-\gamma(1-c+x_F)]}{(4-\gamma^2)^2 - 4mn^2} \quad (13)$$

$$q_F^* = q_H^* + \frac{x_F - x_H}{2-\gamma} \quad (14)$$

$$n = (\beta x_F)^{1/4} / \sqrt{2} \quad (15)$$

が得られる。また、この最大化問題の二階条件と $I > a/b = 1$ など諸条件を満たすためには、明らかに

$$\frac{(4-\gamma^2)^2}{4n^2 + \sqrt{2}n[2(1-c)-\gamma(1-c+x_F)]} \equiv \underline{m} < m < \bar{m} \equiv \frac{(4-\gamma^2)^2}{4n^2}$$

が必要であるので、以下の分析は、この条件の下で行われる。⁶

まず、(12) 式により、両企業の技術知識の量についてみると、

$$x_F - x_H^* = \frac{(2-\gamma)[(2+\gamma)^2(2-\gamma)x_F - 2mn^2(1-c+x_F)]}{(4-\gamma^2)^2 - 4mn^2} \quad (16)$$

が得られるので

$$x_F - x_H^* \geq 0 \Leftrightarrow m \leq \frac{(4-\gamma^2)(2+\gamma)x_F}{2n^2(1-c+x_F)} \equiv \hat{m}$$

であることがわかる。ここで、

6 (8) 式、(10) 式と補題 (2) により、 $\partial \pi^H / \partial I = 2mq_H(\partial q_H / \partial I) - 1$ であるので、2階の条件 $\partial^2 \pi^H / \partial I^2 = [2mn^2 - (4-\gamma^2)^2/2] / [(4-\gamma^2)^2(1+I)] < 0$ は、 $4mn^2 - (4-\gamma^2)^2 < 0$ を必要とする。一方、 $1 > 1$ は $m > \underline{m}$ を必要とする。なお、これらの条件が満たされれば、企業 H の技術的知識も企業の生産量も非負である。

$$\hat{m} - \bar{m} = \frac{(4 - \gamma^2)(2 + \gamma)}{4n^2(1 - c + \alpha_F)} [\gamma\alpha_F - (2 - \gamma)(1 - c)] < 0$$

$$\hat{m} - \bar{m} = \frac{(4 - \gamma^2)(2 + \gamma)\Omega}{2n^2(1 - c + \alpha_F)(4n + \sqrt{2}\Omega)} (\sqrt{2}\alpha_F - 2n)$$

ただし、 $\Omega \equiv 2(1 - c) - \gamma(1 - c + \alpha_F) > 0$ 。⁷さらに、

$$\sqrt{2}\alpha_F - 2n = \sqrt{2}\alpha_F [1 - (\alpha\beta)^{1/4} \alpha_F^{-3/4}] \geq 0 \Leftrightarrow \alpha_F \geq (\alpha\beta)^{1/3}$$

であることが容易にわかるので、以下の命題1を有する。

命題1 ケールノー均衡では

- (1) $\alpha_F > (\alpha\beta)^{1/3}$ の場合には、 $\alpha_F - \alpha_H^* \geq 0 \Leftrightarrow m \leq \hat{m}$;
- (2) $\alpha_F < (\alpha\beta)^{1/3}$ の場合には、 $\alpha_F - \alpha_H^* < 0$ 。

すなわち、ホスト国の市場規模が十分に大きい（命題1- (1)）、あるいは、外国企業の技術革新がそれほど大きくない（命題1- (2)）場合には、技術的に劣勢であったホスト国企業は、外国企業のもつ技術を吸収・応用するように R&D 投資を行えば、技術面において外国企業を追い抜くことができる。ホスト国企業の技術的な劣勢が維持されるのは、その市場規模が小さい上、外国企業の技術革新が非常に革命的であるときにのみである。

次に、簡単な計算により

$$\frac{\partial I^*}{\partial m} = \frac{8mn^2\Omega^2(4 - \gamma^2)^2}{[(4 - \gamma^2)^2 - 4mn^2]^3} > 0$$

が得られ、また、

$$\frac{\partial I^*}{\partial n} = \frac{8m^2n\Omega^2}{[(4 - \gamma^2)^2 - 4mn^2]^3} [(4 - \gamma^2)^2 + 4mn^2] > 0$$

$$\frac{\partial I^*}{\partial \alpha} = \frac{\partial I^*}{\partial n} \frac{\partial n}{\partial \alpha} > 0$$

⁷ D1であれば、 $\Omega > 0$ が満たされる。

$$\frac{\partial I^*}{\partial \beta} = \frac{\partial I^*}{\partial n} \frac{\partial n}{\partial \beta} > 0$$

であり、⁸さらに、

$$\frac{\partial I^*}{\partial \gamma} = \frac{8m^2 n^2 \Omega}{[(4-\gamma^2)^2 - 4mn^2]^3} [8\gamma(4-\gamma^2)(1-c) - (1-c+x_F)(4-\gamma^2)(4+3\gamma^2) + 4mn^2(1-c+x_F)] \geq 0 \Leftrightarrow m \geq \tilde{m} \equiv \frac{(4-\gamma^2)[(1-c+x_F)(4+3\gamma^2) - 8\gamma(1-c)]}{4n^2(1-c+x_F)}$$

$$\tilde{m} - \bar{m} = -\frac{(4-\gamma^2)\gamma\Omega}{n^2(1-c+x_F)} < 0$$

$$\tilde{m} - \underline{m} = \frac{(4-\gamma^2)\Omega}{4n^2(1-c+x_F)(4n+\sqrt{2}\Omega)} [8\gamma(\sqrt{2}x_F - 2n) + (2-\gamma)\sqrt{2}(2-3\gamma)(1-c+x_F)]$$

であるので、企業 H が R&D 投資を行うインセンティブについて次の命題2を有する。

命題2 クールノー均衡では

$$(1) \quad \frac{\partial I^*}{\partial m} > 0, \quad \frac{\partial I^*}{\partial \alpha} > 0, \quad \frac{\partial I^*}{\partial \beta} > 0;$$

$$(2) \quad x_F > (\alpha\beta)^{1/3} \text{ かつ } \gamma \leq 2/3 \text{ の場合には、} \quad \frac{\partial I^*}{\partial \gamma} \geq 0 \Leftrightarrow m \geq \tilde{m},$$

$$x_F < (\alpha\beta)^{1/3} \text{ かつ } \gamma > 2/3 \text{ の場合には、} \quad \frac{\partial I^*}{\partial \gamma} > 0.$$

すなわち、ホスト国企業の R&D 投資にインセンティブを与える要素として、市場規模の大きさ、外国企業が進出先の現地法人に対して行う技術移転の大きさ、ホスト国企業自身の知識吸収型 R&D 投資の効率、そして製品差別化の度合いなどがある。その内、市場規模が大きいほど、ホスト国企業の R&D 投資のインセンティブが強くなる。また、自らの知識吸収型投資の「吸収対象」である外国企業の技術移転が大きいほど、そしてその知識吸収型投資の効率が高

⁸ $\frac{\partial n}{\partial \alpha} > 0$ と $\frac{\partial n}{\partial \beta} > 0$ に注意されたい。

いほど、ホスト国企業の投資インセンティブが高い。しかし、市場競争の激化（外国企業との製品差別化の度合いが小さいこと）は、必ずしもホスト国企業の投資インセンティブを高めない。とくに、市場規模が小さく、外国企業の技術革新が非常に大きい場合には、ある程度の製品差別化が存在する範囲内の「製品差別化の緩和」（＝競争の激化）は、かえってホスト国企業の投資インセンティブを削ぐこともある。

IV 結 論

本稿は、寡占モデルの枠組みを用いて、技術的に劣勢にたたされているホスト国企業の R&D 投資に関するインセンティブについて分析を行った。本稿では、プロセス・イノベーションによって優れた生産技術をもつ外国企業は、ホスト国の市場に FDI を通じて参入し、その現地法人に技術移転を行う。一方、ホスト国企業は、知識吸収型・創出型投資からなる R&D 投資を行うことによって、自らの競争力を高めようとする。このような仮定のもとで、以下の結論を得ることができた。

知識創出型の R&D 投資は知識吸収型投資の存在を前提とするので、R&D 投資の総予算が少なければ後者が優先される。したがって、R&D 投資の予算規模が小さい企業は、知識創出型投資を行おうとせず、知識吸収型投資にのみ予算を配分する。しかし、予算規模の大きい企業は、知識吸収型投資とともに知識創出型の投資も行う。予算規模が大きいほど、知識創出型投資の総予算に占める比率は高くなる。

ホスト国企業の R&D 投資にインセンティブを与える要因としては、市場規模の大きさ、外国企業のその現地法人に対する技術移転の大きさ、ホスト国企業自身の知識吸収型投資の効率、そして製品差別化の度合い（市場競争の激しさ）がある。とくに、市場規模が小さい上、外国企業の技術革新が非常に大きい産業では、ある程度の製品差別化が存在する範囲内の「製品差別化の緩和」（＝競争の激化）は、かえってホスト国企業の投資インセンティブを削ぎ、知

識創出型対吸収型投資の比率を低めることになる。逆に、ホスト国の市場規模が十分に大きい、または、外国企業の技術革新がそれほど大きくない場合には、技術的に劣勢であったホスト国企業は、技術面において外国企業を追い抜くことができる。ホスト国企業の技術的な劣勢が維持されるのは、その市場規模が小さい上、外国企業の技術革新が非常に大きいときのみである。

以上の分析により、もし発展途上国企業が R&D 投資を行うためのインセンティブが不十分であるとすれば、それは、発展途上国における R&D 投資の資金調達システムが十分に整備されていないこと、途上国企業の R&D 投資の効率が低いこと、その産業の直面する市場規模が小さいこと、そして、外国企業の技術移転が十分に行われていないことなどから理解することができよう。

数学注

制約式の $I = I_A + I_B$ を用いると、まず以下のようにラグランジュ関数を定義することができる。

$$L = [\beta(I - I_B)x_F]^a (1 + I_B)^b + \lambda_1(I - I_B) + \lambda_2 I_B$$

そうすると、クーン・タッカー条件は以下のとおりである。

$$\frac{\partial L}{\partial I_B} = [\beta(I - I_B)x_F]^{a-1} (1 + I_B)^{b-1} \beta x_F [bI - a - I_B(a+b)] - \lambda_1 + \lambda_2 = 0 \quad \textcircled{1}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = I - I_B \geq 0, \lambda_1 \geq 0, \lambda_1 \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = 0 \quad \textcircled{2}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = I_B \geq 0, \lambda_2 \geq 0, \lambda_2 \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = 0 \quad \textcircled{3}$$

これらの条件のもとで、まず

$$(1) \quad I < a/b \quad \text{のとき、} \quad I_A = I, \quad I_B = 0, \quad x_H = (\beta I x_F)^a ;$$

$$(2) \quad I \geq a/b \quad \text{のとき、} \quad I_A = \frac{a(1+I)}{a+b}, \quad I_B = \frac{b(1+I)}{a+b} - 1, \\ x_H = n(1+I)^{a+b}$$

が得られる。ただし、ここで、 $n \equiv \frac{a^a b^b \beta^a \alpha_F^a}{(a+b)^{a+b}}$ 。

さらに、上記 (2) により、 $I = a/b$ の場合、(1) が成立することが確認できるので、本文の補題を有する。

補 論

ベルトラン均衡では、両企業の価格と利潤はそれぞれ

$$p_F = \frac{(2+\gamma)(1-\gamma) + (2+\gamma)c - 2x_F - \gamma x_H}{4-\gamma^2}$$

$$p_H = \frac{(2+\gamma)(1-\gamma) + (2+\gamma)c - 2x_H - \gamma x_F}{4-\gamma^2}$$

$$\pi_F = \frac{m(p_F - c_F)^2}{1-\gamma^2}$$

$$\pi_H = \frac{m(p_H - c_H)^2}{1-\gamma^2}$$

であり、最適な R&D 総投資は

$$I^* = \frac{m^2 n^2 (2-\gamma^2)^2 \Lambda^2}{B^2} - 1$$

である。ただし、 $\Lambda \equiv (2+\gamma)(1-\gamma)(1-c) - \gamma\alpha_F$ 、 $B \equiv (1-\gamma^2)(4-\gamma^2)^2 - mn^2(2-\gamma^2)^2$ 。また、ホスト国企業の技術知識の量は

$$x_H^* = \frac{mn^2(2-\gamma^2)\Lambda}{B}$$

であり、

$$p_H^* - c_H = \frac{(1-\gamma^2)(4-\gamma^2)\Lambda}{B},$$

$$p_F^* - c_F = p_H^* - c_H + \frac{(1+\gamma)(x_F - x_H)}{2+\gamma}$$

である。簡単な分析により、

$$x_F - x_H^* \geq 0 \Leftrightarrow m \leq \frac{(1-\gamma^2)(4-\gamma^2)^2 x_F}{n^2(2-\gamma^2)[\Lambda+(2-\gamma^2)x_F]}$$

であることがわかる。

さらに、

$$\frac{\partial I^*}{\partial m} > 0$$

であり、また、

$$\frac{\partial I^*}{\partial n} > 0, \quad \frac{\partial n}{\partial \alpha} > 0, \quad \frac{\partial n}{\partial \beta} > 0$$

であるので

$$\frac{\partial I^*}{\partial \alpha} = \frac{\partial I^*}{\partial n} \frac{\partial n}{\partial \alpha} > 0$$

$$\frac{\partial I^*}{\partial \beta} = \frac{\partial I^*}{\partial n} \frac{\partial n}{\partial \beta} > 0$$

である。そして

$$\begin{aligned} \frac{\partial I^*}{\partial \gamma} &= \frac{2(2-\gamma^2)\Lambda m^2 n^2}{B^3} \{ (4-\gamma^2)[2\gamma\Lambda[3(2-\gamma^2)^2 - (1-\gamma^2)(4-\gamma^2)] \\ &\quad - (2-\gamma^2)(1-\gamma^2)(4-\gamma^2)[(1-c)(1+2\gamma) + x_F] \\ &\quad + mn^2(2-\gamma^2)^2(2+\gamma^2)(1-c+x_F) \} \geq 0 \\ &\Leftrightarrow m \geq \Psi \end{aligned}$$

ただし、

$$\Psi = \frac{(4-\gamma^2)}{-n^2(2-\gamma^2)^2(2+\gamma^2)(1-c+x_F)} \{ 2\gamma\Lambda[3(2-\gamma^2)^2 - (1-\gamma^2)(4-\gamma^2)] \\ - (2-\gamma^2)(1-\gamma^2)(4-\gamma^2)[(1-c)(1+2\gamma) + x_F] \}$$

$$\Psi - \bar{m} = \frac{2\gamma\Lambda(4-\gamma^2)}{n^2(2-\gamma^2)^2(2+\gamma^2)(1-c+x_F)} \{ 2(1-\gamma^2)(4-\gamma^2) - 3(2-\gamma^2)^2 \} < 0$$

$$\Psi - \underline{m} = \frac{\Lambda(4-\gamma^2)}{n^2(2-\gamma^2)^2(2+\gamma^2)(1-c+x_F)[\Lambda + \sqrt{2n(2+\gamma^2)}]} \times$$

$$\begin{aligned} & \{(2+\gamma)(1-\gamma)^2(4-2\gamma-2\gamma^2+3\gamma^3+2\gamma^4)(1-c+x_F) \\ & +2\gamma(2-\gamma^2)(4-2\gamma^2+\gamma^4)[x_F^{3/4} - (\alpha\beta)^{1/4}]x_F^{1/4}\} \end{aligned}$$

であるので、本文と本質的に同じような結論になる。

参考文献

- Campisi, D., Mancuso, P. and Nastasi, A., 2001, R&D competition, absorptive capacity and market share, *Journal of Economics*, 73(1), pp.57-80.
- Cassiman, B., Perez-Castrillo, D., and Veugelers, R., 2002, Endogenizing know-how flows through the nature of R&D investments, *International Journal of Industrial Organization*, 20, pp.775-779.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A., 1989, Innovation and learning: the two faces of R&D, *Economic Journal*, 99, pp.569-596.
- D'Aspremont, C. and Jacquemin, A., 1988, Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers, *American Economic Review*, 78, pp.1133-1137.
- Debondt, R., 1996, Spillovers and innovative activities, *International Journal of Industrial Organization*, 15, pp.1-28.
- Grunfeld, L. A., 2003, Meet me halfway but don't rush: absorptive capacity and strategic R&D investment revisited, *International Journal of Industrial Organization*, 21, pp.1091-1109.
- Kamien, M. and Zang, I., 2000, Meet me halfway : research joint ventures and absorptive capacity, *International Journal of Industrial Organization*, 18, pp.995-1012.
- Kamien, M., Muller, E. and Zang, I., 1992, Research joint ventures and R&D cartels, *American Economic Review*, 82, pp.1293-1306.
- Kultti, K. and Takalo, T., 1998, R&D spillovers and information exchange,

- Economics Letters, 61, pp.121-123.
- Poyago-Theotoky, J. A., 1999, A note on endogenous spillovers in a non-tournament R&D duopoly, Review of Industrial Organization, 15, pp.253-262.
- Sing, N. and Vives X., 1984, Price and quantity competition in a differentiated duopoly, Rand Journal of Economics, Vol.15, No.4. pp.546-554