

# 差別化財クールノーモデルと研究開発投資

## — 2 期間モデルの場合 —

広 瀬 憲 三

### 要 旨

グローバルな競争の中、研究開発投資は、製品の差別化やコスト削減など競争上優位な立場となるが、同時にその成果はライバル企業に漏れるリスクがある。本稿では、自国、外国企業が第三国市場を目指して輸出競争を行っている 2 期間モデルで、自国企業が製品の差別化を高めるような研究開発投資が与える効果について検討する。今期、来期にその成果の一部が漏れる程度が研究開発投資の規模、生産量、価格に与える影響、特許等を取得することで研究開発投資の成果を保護する場合としない場合で漏れの程度が自国企業の研究開発投資の規模に与える影響について検討した。

キーワード：クールノー競争 (Cournot Competition)、国際複占モデル (Duopoly Model)、研究開発投資 (R&D Investment)、スピルオーバー (Spill Over)、特許 (Patent)

## I はじめに

国際市場での競争が進む中、企業にとって世界的規模での競争下で優位に行動するためにも研究開発は重要性を増している。研究開発には、その企業の限界費用を引き下げるなど生産性などに直接的に影響を与えるもの、品質、機能などの改善をもたらし人々の需要を喚起するもの、公共財的にその産業全体に影響を与えるもの、他の産業の生産性等にも影響を与えるものなど様々な場合がある。

日本は、2020年(令和2年)度において、科学技術研究費として19兆2365

億円を支出しており、その額は、国内総生産（GDP）に対する比率でみると3.59%となっている<sup>1)</sup>。これらの科学技術研究費は、企業等によるものが1兆8608億円、非営利団体・公的機関によるものが1兆6997億円、大学等によるものが3兆6769億円となっており、企業等によるものが全体の72.6%と大きな割合を占めていることがわかる。またその中身についてみると、全体では、基礎研究が15.0%、応用研究が20.4%、開発研究が64.6%となっており、基礎、応用研究よりも開発研究の割合が大きくなっていることがわかる<sup>2)</sup>。

企業等についてみると、その割合はさらに高く76.7%が開発研究となっている。また、企業等の研究開発費を産業別でみると、製造業が1兆4311億円と全体の90.0%を占めている。また製造業の中では輸送用機械器具製造が3兆8796億円と製造業全体の31.2%、医薬品製造業が1兆3212億円と全体の10.6%、電子部品・地場イス・電子回路製造業が1兆1557億円と全体の9.3%、情報通信機械器具業が1兆1518億円と全体の9.3%となっている。

企業にとって研究開発費投資は新技術の開発による新たな製品の開発や、既存製品の製造コストの削減などをもたらす。研究開発投資によって得られた新たな技術は、新たな製品の開発や、既存製品の製造コストの削減などを通じて企業に大きな利益をもたらすことになる。しかしながらこれらの研究開発の成果を自企業内で保持し続けることは極めて難しいといえる。新たな製品は市場に出ることによりその情報はライバル企業に漏れることになるし、製造コストを削減させる技術についてもまったく外部に漏れないということは通常考えられない。

国際間での競争においても、自国企業による研究開発の成果は当然外国企

- 1) 総務省『科学技術研究調査結果の概要』  
([https://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/kekkgai/pdf/2021ke\\_gai.pdf](https://www.stat.go.jp/data/kagaku/kekka/kekkgai/pdf/2021ke_gai.pdf))
- 2) 基礎研究とは、仮説や理論を形成するためや現象や観察可能な事実に関して新しい知識を得るために行われる理論的又は実験的研究を、応用研究とは、基礎研究によって発見された知識を利用して、特定の目標を定めて実用化の可能性を確かめる研究や既に実用化されている方法に関して、新たな応用方法を探索する研究を、開発研究とは、基礎研究、応用研究及び実際の経験から得た知識を利用し、新しい材料、装置、製品、システム、工程等の導入や既存のこれらのものの改良をねらいとする研究をいう。  
(注1に同)

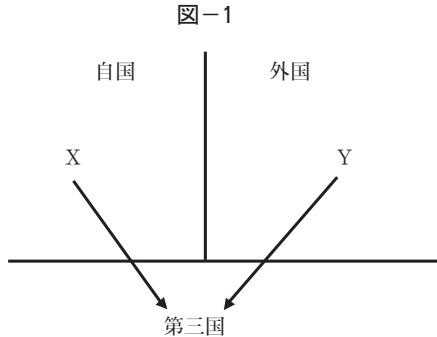
業に漏れる可能性がある。外国企業からすれば自国企業の研究開発の成果を確保すれば研究開発のためのコストをかけずに成果として新たな製品の開発や製造コスト低下などを達成できる。

研究開発の成果の特許として申請し、認められれば一定期間その技術を他の企業が許可なく利用することはできなくなる。グローバル化が進む中、世界の多くの企業は自ら開発した技術などに対して世界的規模で特許を申請する。そうすることにより、グローバル化が進んだ中で世界中の他の企業との競争に対抗することができる。しかしながら一方において特許などを取得することはその技術等を世界に対して開示することにもなり、そのことは類似の技術の開発を可能とし、企業にとってはマイナスとなる側面もある。また特許を申請しない場合でも研究開発の成果を取り込んだ製品が市場に出ればライバル企業は研究開発の成果の一部を把握することができ、それをもとに新たな技術開発の速度を速めることができる。言うならば、元の技術の成果の一部が漏れたともいえる。

このような研究開発投資の製造コスト削減効果とその漏れについての研究としては、Brander J. and B. Spencer (1983)、d'Aspremont, Claude and Jacquemin, Alexis (1988) などがある。

本稿では自国、外国企業が第三国市場に差別化財を輸出する2期間モデルで、自国による研究開発投資が両国の財価格、生産量に与える影響、研究開発投資の規模などについて検討する。いま、次のような状況を想定しよう。自国、外国は差別化財を生産し、自国企業は自国で生産した財を自国市場と外国市場に提供し、外国企業も外国で生産した財を外国市場と自国市場に提供する。この状況は図-1のように表わすことができる。自国、外国はそれぞれ差別化された財を生産しているので、各国市場において販売されている自国財、外国財の価格は異なる。また、以下の分析では簡単化のため輸送コストはゼロと仮定する。自国企業は製品の差別化をもたらすような研究開発投資を行い、その成果は今期のみではなく、来期においても第三国市場での自国財に対する需要を喚起する。このようなもとの、自国企業は今期、来期

の差別化の効果が利潤に与える効果を踏まえて今期の初めに研究開発投資の規模を決定し、それに基づいて生産活動をおこなう。



研究開発投資の成果はその一部が外国企業に漏れる可能性がある。開発した技術の成果の一部が漏れれば、海外の企業は研究開発をおこなうことなくきわめて安い費用でその技術の一部を手に入れることができる。また技術の一部が漏れるとしても今期と来期とではその漏れの程度が異なる場合もある。特許を申請することで技術を保護することができるかもしれないし、一方特許により技術情報が公開されることを通じて技術が漏れることもあろう。これらのことは自国企業の研究開発投資の規模にも影響を与えたと考えられる。

本稿では、自国企業は2段階ゲームを行い、第1段階では、研究開発支出の規模を、第2段階では財の生産量を決定するような想定のもとで自国企業が研究開発支出をおこなう場合、さらには研究開発の成果を特許という形で保護するか、あえて特許を申請しないままにするかで研究開発投資の規模に与える影響について考察する。以下第Ⅱ節では、研究開発投資の成果は今期、来期の2期にわたって自国財に対する需要を喚起する場合のモデルを提示し、第Ⅲ節では、自国企業の研究開発投資の成果の一部が今期、来期にわたって外国企業に漏れる場合のモデルを提示する。第Ⅳ節では、自国企業が研究開発投資の成果を特許により保護する場合とあえて特許を取らない場合とで研究開発投資の規模にどのような違いが生じるかについて検討する。

## II モデル

自国企業、外国企業は差別化財を生産し、第三国市場に対して輸出競争を行っているような状況を想定している。自国企業は差別化の程度を高めるような研究開発投資を行い、今期および来期の自国企業に対する需要を喚起するとしよう。したがって、今期の研究開発投資の成果としての差別化は、今期のみではなく来期においても第三国において自国企業に対する需要を喚起する。

自国、外国はそれぞれ差別化財を生産し、第三国に輸出している。自国企業の供給量を  $X$ 、外国企業の外国市場での供給量を  $Y$  と、また、自国財、外国財の第三国市場での価格をそれぞれ  $P_X$ 、 $P_Y$  としよう。自国、外国市場での財に対する需要関数は次のように表すことができる。

$$P_X = a_X - bX - cY \quad (1)$$

$$P_Y = a_Y - bY - cX \quad (2)$$

ここで、 $b$ 、 $c$  は定数であり、自国（外国）企業の生産増加が自国（外国）財価格の低下に与える影響は外国（自国）企業の生産増加が自国（外国）財価格の低下に与える影響よりも大きいとしよう ( $b > c$ )。また、以下では、自国企業の生産が自国価格に与える影響と外国企業が外国価格に与える影響等は同じであると仮定する。

以下では自国企業のみが研究開発を行うと仮定する。自国企業のおこなう研究開発投資は自国企業の差別化の程度を高め、第三国における今期および来期の自国企業の財に対する需要を喚起する。以下では、研究開発投資によって需要関数の  $a$  が変化し、 $X$  財に対する需要関数をシフトさせると考えよう。

いま、企業の研究開発投資の規模を  $R$  とし、 $R$  を増加させることで  $X$  財に対する需要量が拡大し、そのことが利潤を増加させると考えよう。研究開発投資が需要量の拡大に与える効果については、研究開発投資を 1 単位増加させると需要量が同じでも価格が 1 円上がるように研究開発投資  $R$  の単位

をとる。すなわち、 $R$  の係数が 1 となるように  $R$  の単位をとると、

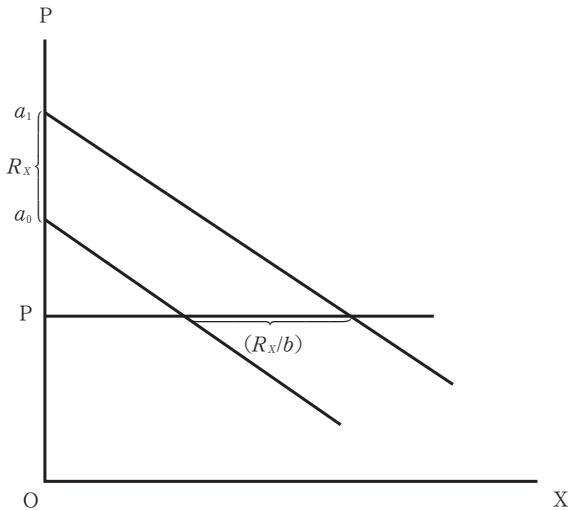
$$a_x = \alpha + R_x \quad (3)$$

$$a_y = \alpha \quad (4)$$

となる。この状態は図を用いて次のように示すことができる。

図-2で、企業による研究開発投資の増加は、 $a$  を  $a_0$  から  $a_1$  に  $R_x$  だけ拡大させ、需要曲線を上方へシフトさせる。その結果、同じ価格のもとでも需要量を  $(R_x/b)$  だけ拡大させる。

図-2



企業にとってのコストは、財生産のための費用と研究開発投資のための費用とからなる。自国・外国企業の限界費用は同じであるとしよう。自国企業による研究開発投資に必要なコストは逓増すると仮定し、研究開発投資の単位費用を  $\gamma$  とすると、自国企業、外国企業の費用関数は、

$$C_x = \beta X + \gamma \frac{R_x^2}{2} \quad (5)$$

$$C_y = \beta Y \quad (6)$$

となる。各国企業にとっての利潤は、

$$\Pi_X = P_X X - C_X \quad (7)$$

$$\Pi_Y = P_Y Y - C_Y \quad (8)$$

研究開発投資の規模が与えられたもとでの各国企業にとっての利潤最大化条件は、

$$\frac{\partial \Pi_X}{\partial X} = \alpha + R_X - 2bX - cY - \beta = 0$$

$$\frac{\partial \Pi_Y}{\partial Y} = \alpha - 2bY - cX - \beta = 0$$

となる。これより、各国企業の生産量、価格、利潤は、

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{4b^2 - c^2} [2b(\alpha + R_X - \beta) - c(\alpha - \beta)] \\ &= \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) + \frac{2b}{4b^2 - c^2} R_X \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} Y &= \frac{1}{4b^2 - c^2} [2b(\alpha - \beta) - c(\alpha + R_X - \beta)] \\ &= \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) - \frac{c}{4b^2 - c^2} R_X \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} P_X &= \alpha + R_X - \left\{ \frac{b(\alpha - \beta)}{2b + c} + \frac{2b^2}{4b^2 - c^2} R_X \right\} - \left\{ \frac{c(\alpha - \beta)}{2b + c} - \frac{c^2}{4b^2 - c^2} R_X \right\} \\ &= \frac{1}{2b + c} [b\alpha + (b + c)\beta] + \frac{2b^2}{4b^2 - c^2} R_X \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} P_Y &= \alpha - \left\{ \frac{b(\alpha - \beta)}{2b + c} - \frac{bc}{4b^2 - c^2} R_X \right\} - \left\{ \frac{c(\alpha - \beta)}{2b + c} + \frac{2bc}{4b^2 - c^2} R_X \right\} \\ &= \frac{1}{2b + c} [b\alpha + (b + c)\beta] - \frac{bc}{4b^2 - c^2} R_X \end{aligned} \quad (12)$$

となる。したがって、研究開発投資が与えられたもとでの利潤を求めると、

$$\Pi_X = P_X X - C_X = b \left[ \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) + \frac{2b}{4b^2 - c^2} R_X \right]^2 - \gamma \frac{R_X^2}{2} \quad (13)$$

$$\Pi_Y = P_Y Y - C_Y = b \left[ \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) - \frac{c}{4b^2 - c^2} R_X \right]^2 \quad (14)$$

となる。(14)式を  $R_x$  で微分すると

$$\frac{d\Pi_x}{dR_x} = 2b \left[ \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) + \frac{2b}{4b^2-c^2}R_x \right] \frac{2b}{4b^2-c^2} - \gamma R_x = 0$$

となり、これより自国企業にとって、利潤を最大化する研究開発投資の規模を求めると、

$$R_x = \frac{4b^2(2b-c)(\alpha-\beta)}{\gamma(4b^2-c^2)^2-8b^3} \quad (15)$$

となる。(15)式を(9)~(14)に代入して各国企業の価格、生産量、利潤を求めると

$$X = \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) + \frac{8b^3(2b-c)(\alpha-\beta)}{(4b^2-c^2)\{\gamma(4b^2-c^2)^2-8b^3\}} \quad (16)$$

$$Y = \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) - \frac{4b^3c(2b-c)(\alpha-\beta)}{(4b^2-c^2)\{\gamma(4b^2-c^2)^2-8b^3\}} \quad (17)$$

$$P_x = \frac{1}{2b+c}[b\alpha + (b+c)\beta] + \frac{8b^4(2b-c)(\alpha-\beta)}{(4b^2-c^2)\{\gamma(4b^2-c^2)^2-8b^3\}} \quad (18)$$

$$P_y = \frac{1}{2b+c}[b\alpha + (b+c)\beta] - \frac{4b^3c(2b-c)(\alpha-\beta)}{(4b^2-c^2)\{\gamma(4b^2-c^2)^2-8b^3\}} \quad (19)$$

$$\Pi_x = P_x X - C_{x1} = b \left[ \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) + \frac{8b^3(2b-c)(\alpha-\beta)}{(4b^2-c^2)\{\gamma(4b^2-c^2)^2-8b^3\}} \right]^2 - \gamma \frac{R_x^2}{2} \quad (20)$$

$$\Pi_y = P_y Y - C_{y1} = b \left[ \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) - \frac{4b^3c(2b-c)(\alpha-\beta)}{(4b^2-c^2)\{\gamma(4b^2-c^2)^2-8b^3\}} \right]^2 \quad (21)$$

となる。

### III スピルオーバーが生じるモデル

本節では、自国企業の研究開発投資の成果の一部が外国企業に漏れる場合のモデルを提示する。自国企業にとって研究開発投資を行うことは第三国市場での需要を喚起し、競争的に優位に立つことができる。しかしながら、このような研究開発投資の成果の一部は相手企業に「漏れ」てしまう可能性がある。逆に言えば、外国企業にとっては、コストをかけることなく、自国企業



の研究開発の成果の一部を得ることができ、第三国市場での需要を喚起することができる。今自国企業の研究開発投資の成果の外国企業へのスピルオーバーについて、今期のスピルオーバーの程度を  $m_1$ 、来期のそれを  $m_2$  とすると、外国企業の需要関数の今期の  $a(a_{Y1})$ 、来期の  $a(a_{Y2})$  はそれぞれ

$$a_{Y1} = \alpha + m_1 R_X \quad (22)$$

$$a_{Y2} = \alpha + m_2 R_X \quad (23)$$

となる。ここで、 $m_i (i=1, 2)$  はスピルオーバーの程度を表す係数であり  $m_i$  の値は  $0 \leq m_i \leq 1$  となる。また、通常であれば、今期の漏れの程度は来期の漏れの程度よりも小さいと考えられるので、 $m_1 \leq m_2$  となる。 $m_i = 0$  ならば自国企業にとって研究開発投資に伴う第3国での需要喚起の効果は自国企業の財のみが享受する。 $m_i$  の値が大きくなるにつれて自国企業の研究開発投資に伴う第3国での需要喚起の効果は外国企業の財にも漏れ、外国企業の財についても需要を喚起する効果が生じる。もし  $m_i = 1$  ならば自国企業の研究開発投資による需要喚起効果はすべて外国企業に漏れてしまい外国企業は費用をかけることなく自国企業と同じ需要喚起効果を得ることができる。

本稿では、自国企業の研究開発投資は今期のみであり、その効果は来期にも享受できると考えるので、自国企業にとって、来期の研究開発投資のコストはない。したがって、今期、来期の自国企業にとっての費用関数は、

$$C_{X1} = \beta X_1 + \gamma \frac{R_X^2}{2} \quad (24)$$

$$C_{X2} = \beta X_2 \quad (25)$$

となる。

(1)(2)(5)～(8)(22)(23)(24)(25)より、各国企業の今期、来期の利潤最大化の条件は、

$$\frac{\partial \Pi_{X1}}{\partial X_1} = \alpha + R_X - 2bX_1 - cY_1 - \beta = 0$$

$$\frac{\partial \Pi_{Y1}}{\partial Y_1} = \alpha + m_1 R_X - 2bY_1 - cX_1 - \beta = 0$$

$$\frac{\partial \Pi_{X2}}{\partial X_2} = \alpha + R_X - 2bX_2 - cY_2 - \beta = 0$$

$$\frac{\partial \Pi_{Y_2}}{\partial Y_2} = \alpha + m_2 R_x - 2b Y_2 - c X_2 - \beta = 0$$

となる。これより、研究開発投資の規模が与えられたもとでの各国企業の今期、来期の生産量、価格、利潤は、

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{1}{4b^2 - c^2} [2b(\alpha + R_x - \beta) - c(\alpha + m_1 R_x - \beta)] \\ &= \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) + \frac{2b - cm_1}{4b^2 - c^2} R_x \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= \frac{1}{4b^2 - c^2} [2b(\alpha + m_1 R_x - \beta) - c(\alpha + R_x - \beta)] \\ &= \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) + \frac{2bm_1 - c}{4b^2 - c^2} R_x \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} P_{X1} &= \alpha + R_x - \left\{ \frac{b(\alpha - \beta)}{2b + c} + \frac{b(2b - cm_1)}{4b^2 - c^2} R_x \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{c(\alpha - \beta)}{2b + c} + \frac{c(2bm_1 - c)}{4b^2 - c^2} R_x \right\} \\ &= \frac{1}{2b + c} [b\alpha + (b + c)\beta] + \frac{b(2b - cm_1)}{4b^2 - c^2} R_x \end{aligned} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} P_{Y1} &= \alpha + m_1 R_x - \left\{ \frac{b(\alpha - \beta)}{2b + c} + \frac{b(2bm_1 - c)}{4b^2 - c^2} R_x \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{c(\alpha - \beta)}{2b + c} + \frac{c(2b - cm_1)}{4b^2 - c^2} R_x \right\} \\ &= \frac{1}{2b + c} [b\alpha + (b + c)\beta] + \frac{b(2bm_1 - c)}{4b^2 - c^2} R_x \end{aligned} \quad (29)$$

$$\Pi_{X1} = P_{X1} X_1 - C_{X1} = b \left[ \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) + \frac{2b - cm_1}{4b^2 - c^2} R_x \right]^2 - \gamma \frac{R_x^2}{2} \quad (30)$$

$$\Pi_{Y1} = P_{Y1} Y_1 - C_{Y1} = b \left[ \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) + \frac{2bm_1 - c}{4b^2 - c^2} R_x \right]^2 \quad (31)$$

$$\begin{aligned} X_2 &= \frac{1}{4b^2 - c^2} [2b(\alpha + R_x - \beta) - c(\alpha + m_2 R_x - \beta)] \\ &= \frac{1}{2b + c} (\alpha - \beta) + \frac{2b - cm_2}{4b^2 - c^2} R_x \end{aligned} \quad (32)$$

$$Y_2 = \frac{1}{4b^2 - c^2} [2b(\alpha + m_2 R_x - \beta) - c(\alpha + R_x - \beta)]$$

$$= \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) + \frac{2bm_2-c}{4b^2-c^2}R_x \quad (33)$$

$$\begin{aligned} P_{x2} &= \alpha + R_x - \left\{ \frac{b(\alpha-\beta)}{2b+c} + \frac{b(2b-cm_2)}{4b^2-c^2}R_x \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{c(\alpha-\beta)}{2b+c} + \frac{c(2bm_2-c)}{4b^2-c^2}R_x \right\} \\ &= \frac{1}{2b+c}[b\alpha + (b+c)\beta] + \frac{b(2b-cm_2)}{4b^2-c^2}R_x \end{aligned} \quad (34)$$

$$\begin{aligned} P_{y2} &= \alpha + m_2R_x - \left\{ \frac{b(\alpha-\beta)}{2b+c} + \frac{b(2bm_2-c)}{4b^2-c^2}R_x \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{c(\alpha-\beta)}{2b+c} + \frac{c(2b-cm_2)}{4b^2-c^2}R_x \right\} \\ &= \frac{1}{2b+c}[b\alpha + (b+c)\beta] + \frac{b(2bm_2-c)}{4b^2-c^2}R_x \end{aligned} \quad (35)$$

$$\Pi_{x2} = P_{x2}X_2 - C_{x2} = b \left[ \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) + \frac{2b-cm_2}{4b^2-c^2}R_x \right]^2 - \gamma \frac{R_x^2}{2} \quad (36)$$

$$\Pi_{y2} = P_{y2}Y_2 - C_{y2} = b \left[ \frac{1}{2b+c}(\alpha-\beta) + \frac{2bm_2-c}{4b^2-c^2}R_x \right]^2 \quad (37)$$

となる。

自国企業の生産量は自企業の研究開発投資が増えれば増加するが、外国企業へのスピルオーバーの程度が大きくなるほど増加の程度は小さくなる。一方、自企業の研究開発投資が外国企業への生産量に与える影響はスピルオーバーの程度に依存する。スピルオーバーの程度が小さければ ( $m_i < c/2b$ ,  $i=1, 2$ )、自企業の研究開発投資の増加は外国企業への生産量を減少させ、逆は逆となる。自国の研究開発投資の増加は差別化の程度を高め自国財の需要を高めるため価格を引き上げる。一方、外国企業への価格はスピルオーバーの程度により、効果は異なる。スピルオーバーの程度が小さければ ( $m_i < c/2b$ ,  $i=1, 2$ )、自企業の研究開発投資の増加は外国企業への財価格を低下させ、逆は逆となる。その結果、利潤については、自企業の研究開発投資の増加は自企業の利潤を増加させ、外国企業へのスピルオーバーの程度が小さいほど自企業の利潤は大きくなる。一方、外国企業への利潤はスピルオーバーの程度が

小さければ ( $m_i < c/2b$ ,  $i=1, 2$ )、本国企業による研究開発投資の増加は外国企業の利潤を減少させ、逆は逆となる。

本国企業は今期、来期の利潤の合計が最大になるよう研究開発投資の規模を決定するので、 $\Pi_x = \Pi_{x1} + \Pi_{x2}$  とすると、

$$\begin{aligned} \frac{d(\Pi_{x1} + \Pi_{x2})}{dR_x} = & 2b \left[ \frac{1}{2b+c} (\alpha - \beta) + \frac{2b - cm_1}{4b^2 - c^2} R_x \right] \frac{2b - cm_1}{4b^2 - c^2} - \gamma R_x \\ & + 2b \left[ \frac{1}{2b+c} (\alpha - \beta) + \frac{2b - cm_2}{4b^2 - c^2} R_x \right] \frac{2b - cm_2}{4b^2 - c^2} = 0 \end{aligned}$$

となり、本国企業にとって今期、来期の利潤の合計が最大になるよう研究開発投資の規模は、

$$R_{x2} = \frac{2b(2b-c)(4b - cm_1 - cm_2)(\alpha - \beta)}{\gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2} \quad (38)$$

となる。(38)式を(26)(27)(28)(29)(32)(33)(34)(35)式に代入して両国企業の今期、来期の生産量および市場価格を求めると、

$$X_1 = \left[ \frac{1}{2b+c} + \frac{(2b - cm_1) \{2b(2b-c)(4b - cm_1 - cm_2)\}}{(4b^2 - c^2) \{\gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (39)$$

$$Y_1 = \left[ \frac{1}{2b+c} + \frac{(2bm_1 - c) \{2b(2b-c)(4b - cm_1 - cm_2)\}}{(4b^2 - c^2) \{\gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (40)$$

$$\begin{aligned} P_{x1} = & \frac{1}{2b+c} [b\alpha + (b+c)\beta] \\ & + \left[ \frac{b(2b - cm_1) \{2b(2b-c)(4b - cm_1 - cm_2)\}}{(4b^2 - c^2) \{\gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (41) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{y1} = & \frac{1}{2b+c} [b\alpha + (b+c)\beta] \\ & + \left[ \frac{b(2bm_1 - c) \{2b(2b-c)(4b - cm_1 - cm_2)\}}{(4b^2 - c^2) \{\gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (42) \end{aligned}$$

$$X_2 = \left[ \frac{1}{2b+c} + \frac{(2b - cm_2) \{2b(2b-c)(4b - cm_1 - cm_2)\}}{(4b^2 - c^2) \{\gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (43)$$

$$Y_2 = \left[ \frac{1}{2b+c} + \frac{(2bm_2 - c) \{2b(2b-c)(4b - cm_1 - cm_2)\}}{(4b^2 - c^2) \{\gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (44)$$

$$P_{x2} = \frac{1}{2b+c} [b\alpha + (b+c)\beta]$$

$$+ \left[ \frac{b(2b-cm_2) \{2b(2b-c)(4b-cm_1-cm_2)\}}{(4b^2-c^2) \{\gamma(4b^2-c^2)^2 - 2b(2b-cm_1)^2 - 2b(2b-cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (45)$$

$$P_{Y2} = \frac{1}{2b+c} [b\alpha + (b+c)\beta]$$

$$+ \left[ \frac{b(2bm_2-c) \{2b(2b-c)(4b-cm_1-cm_2)\}}{(4b^2-c^2) \{\gamma(4b^2-c^2)^2 - 2b(2b-cm_1)^2 - 2b(2b-cm_2)^2\}} \right] (\alpha - \beta) \quad (46)$$

となる。

#### IV スピルオーバーと研究開発投資の規模

本節では研究開発投資のスピルオーバーの程度が自国企業の研究開発投資に与える影響について検討する。企業にとって研究開発投資の成果を特許という形で保護すれば、他企業に対して成果の利用を阻止し、一定期間競争上優位に立つことができる<sup>3)</sup>。一方、自国企業にとって、特許によって技術を保護することはできるが、情報を公開する必要があるため類似の技術をライバル企業が生み出すことを恐れあえて特許を申請しない場合もあろう。このような場合、ライバル企業は製品から得られる情報を含め様々な情報から限界費用を低下させる技術を取得する可能性がある。このような場合、外国企業にとっては自国企業ほどの成果は上げられないが、いわば、自国企業の成果の一部を取得するとみることもできるだろう。これは自国企業から見れば自企業の研究開発投資の成果の一部が外国企業にスピルオーバーしたといえよう。(38)式より、スピルオーバーが研究開発投資の規模に与える効果は、

$$\frac{\partial R_{X2}}{\partial m_1} = -\frac{8bc(2b-c)(\alpha-\beta)}{D} - \frac{4bc(2b-cm_1)H}{D^2} < 0 \quad (47)$$

$$\frac{\partial R_{X2}}{\partial m_2} = -\frac{8bc(2b-c)(\alpha-\beta)}{D} - \frac{4bc(2b-cm_2)H}{D^2} < 0 \quad (48)$$

3) 特許を取得することは、自企業にとっては研究開発投資の成果を公開することになる。このことは、ライバル企業に対して、開発した技術を教えることになり、ライバル企業にとっては1から始めるよりはより低いコストで特許に抵触しない同様の成果をもたらす技術を生み出すことになるかもしれないが、本稿では特許によって一定期間開発された技術が守られると仮定する。

$$\begin{aligned} \text{ただし、} D &= \gamma(4b^2 - c^2)^2 - 2b(2b - cm_1)^2 - 2b(2b - cm_2)^2 \\ H &= 2b(2b - c)(4b - cm_1 - cm_2)(\alpha - \beta) \end{aligned}$$

となり、今期であれ、来期であれ、スピルオーバーの程度が増えると研究開発投資の規模は低下することがわかる。

次に、自国企業が情報を公開しても特許を取得するか、あえて特許を取得しない戦略を選ぶかによって研究開発投資の規模にどのような影響を与えるのかについて分析する。すなわち、特許を取る戦略と取らない戦略とでは自国企業はどちらの戦略の方がより多くの研究開発投資を行うかについて検討する。

自国企業が今期の初めに特許を取得する場合、法的に技術は保護されるので今期において外国企業がその技術の一部であっても享受することは困難と考えられる。したがって、 $m_1=0$  となろう。しかし特許により保護する場合、情報が公開されるので、来期においては、外国企業は特許に抵触しないほぼ同じような技術を安価に取得できるであろう。したがって、これは来期において自国企業の技術が完全にスピルオーバーすると考えられよう ( $m_2=1$ )。そこで、特許などで自国の研究開発投資の成果が今期には外国企業に漏れないが来期には完全に漏れる場合と特許等で情報が公開される方法をとらず、外国企業にとっては自国企業ほどの成果は上げられないが、いわば、自国企業の成果の一部を取得する場合を比較し、スピルオーバーの程度による企業の行動を比較する。

自国の研究開発投資の成果が今期には外国企業に漏れないが来期には完全に漏れる場合 ( $m_1=0$ 、 $m_2=1$ )、自国企業にとっての研究開発投資の規模は、

$$R_{X2}^A = \frac{2b(2b-c)(4b-c)(\alpha-\beta)}{\gamma(4b^2-c^2)^2 - 8b^3 - 2b(2b-c)^2} \quad (49)$$

となる。また、自国の研究開発投資の成果を特許などで保護しないが、情報が洩れる場合として、今期にも来期にも外国企業に同程度に漏れる場合 ( $0 < m_1 = m_2 < 1$ ) を考える。そのときの研究開発投資の規模は、

$$R_{X2}^B = \frac{4b(2b-c)(2b-cm)(\alpha-\beta)}{\gamma(4b^2-c^2)^2 - 4b(2b-cm)^2} \tag{50}$$

となる。(49)(50)より、

$$R_{X2}^A - R_{X2}^B = \frac{2b(2b-c)(\alpha-\beta)}{\mathcal{A}} \left[ \frac{(4b-c) \{ \gamma(4b^2-c^2)^2 - 4b(2b-cm)^2 \}}{-2(2b-cm) \{ \gamma(4b^2-c^2)^2 - 8b^3 - 2b(2b-c)^2 \}} \right] \tag{51}$$

$$\mathcal{A} = \{ \gamma(4b^2-c^2)^2 - 8b^3 - 2b(2b-c)^2 \} \{ \gamma(4b^2-c^2)^2 - 4b(2b-cm)^2 \}$$

となり、[ ] は、

$$\begin{aligned} [ ] &= \gamma(4b^2-c^2)^2(2m-1)c + (2b-cm) \{ -4b(4b-c)(2b-cm) \\ &\quad + 16b^3 + 4b(2b-c)^2 \} \\ &= \gamma(4b^2-c^2)^2(2m-1)c + (2b-cm) \{ 8b^2c(2b-cm)(2m-1) \\ &\quad + 4bc^2(1-m) \} \end{aligned}$$

となる。したがって、

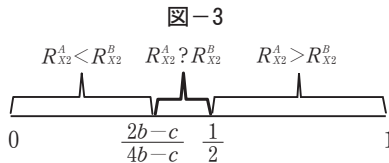
$$0 \leq m \leq \frac{2b-c}{4b-c} \quad \text{ならば} \quad R_{X2}^A < R_{X2}^B$$

$$\frac{1}{2} \leq m \quad \text{ならば} \quad R_{X2}^A > R_{X2}^B$$

となるが、

$$\frac{2b-c}{4b-c} < m < \frac{1}{2} \quad \text{ならば} \quad R_{X2}^A > (<) R_{X2}^B$$

となる (図-3)。



すなわち、自国企業の研究開発投資の成果の漏れの程度が小さい場合、自国企業にとっては特許等によって技術を保護するよりもあえて特許を取得しない方が技術の漏れがないので、特許を取得しない場合の研究開発投資の規模

は大きくなる（したがって利潤も大きくなる）。一方、自国企業の研究開発投資の成果としての技術の漏れの程度が大きい場合、自国企業にとっては特許によって技術を保護する方があえて特許を取得しないで技術が漏れる場合よりも研究開発投資の規模は大きくなる（したがって利潤も大きくなる）。このように、自国企業にとって、新たな研究開発投資を行う場合、その技術の相手企業への「漏れ」の程度によって、技術情報を公開しても特許によって技術を保護する戦略をとるか、あえて特許を取らず技術情報を公開しないという戦略をとるかが決まってくる。

## V むすび

本稿では、自国企業、外国企業が差別化された財を第三国市場に輸出する状況を想定し、そのもとで自国企業が自国財の需要を喚起するような研究開発投資を行うモデルを提示した。本稿では研究開発投資の成果は今期のみではなく、来期においても限界費用を引き下げると想定し、2期間モデルのもとで分析を行った。

自国企業は2段階ゲームを行い、第1段階では、研究開発支出の規模を、第2段階では財の生産量を決定する。研究開発投資の成果としての自国財の需要を喚起する効果は、今期、来期におよび、自国企業は今期、来期の利潤の合計を最大にするよう研究開発の規模を決定する。このような2期間モデルを提示し、研究開発の成果の一部が外国企業に漏れる場合、自国企業の研究開発投資の規模は減少することを示した。

また、研究開発投資の成果を保護する方法として特許を取得することがあるが、特許によって技術保護されるが同時に技術情報を公開することによるリスクもある。自国企業にとって、新たな研究開発投資を行う場合、その技術の相手企業への「漏れ」の程度によって、技術情報を公開しても特許によって技術を保護する戦略をとるか、あえて特許を取らず技術情報を公開しないという戦略をとるかが決まってくることを示した。すなわち、自国企業の研究開発投資の成果としての技術の漏れの程度が小さい場合、自国企業に



としては特許によって技術を保護するよりもあえて特許を取得しない方が技術の漏れがないので、特許を取得しない場合の研究開発投資の規模は大きく、したがって利潤も大きくなり、一方、自国企業の研究開発投資の成果としての技術の漏れの程度が大きい場合、自国企業にとっては特許によって技術を保護する方があえて特許を取得しないで技術が漏れる場合よりも研究開発投資の規模は大きくなることを示した。

(筆者は関西学院大学商学部教授)

#### 参考文献

- Barbara J. Spencer and Brander J. A (1983), "International R&D Rivalry and Industrial Strategy," *Review of Economic Studies*, 50, 707-722.
- Brander J. and B. Spencer (1983), "Strategic Commitment with R&D: The Symmetric Case," *Bell Journal of Economics*, 14, 225-235.
- d'Aspremont, Claude and J. Alexis (1988), "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers," *American Economic Review*, 78, 1133-1137.
- d'Aspremont, Claude and J. Alexis (1990), "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers: Erratum," *American Economic Review*, 80, 641-2.
- Henriques, Irene (1990), "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers: Comment," *American Economic Review*, 80, 638-40.
- Sajal Lahiri and Y.Ono (2004), "R&D policy," in *Trade and Industrial Policy under International Oligopoly* (Cambridge University Press) chap. 2, 19-30.
- Sigrid Suetens (2005), "Cooperative and noncooperative R&D in experimental duopoly markets," *International Journal of Industrial Organization*, 23, 63-82.