

補完的技術における技術選択と クロスライセンス契約*

大 川 隆 夫
新 海 哲 哉
岡 村 誠

概 要

本稿では、補完的な2技術（技術AおよびB）が存在している状況下で、複占企業がそれらの技術を選択する場合、いかなる技術選択が生じるのか、加えて、両企業がクロスライセンス契約を結ぶ可能性があるのか否かということを、簡単なモデルを構築して分析する。本稿の主な結論は以下の通りである。(1)両技術間の補完性が強い時、技術開発を行う企業は決して技術AあるいはBだけを開発することはない。一方、この補完性が弱い時、技術AあるいはBのみが開発される可能性が生じ、補完性が弱くなればなるほど、更なる技術の開発を企図しない傾向が強くなる。(2)補完性が強い時、開発費用が低水準でなければ、クロスライセンス契約は結ばれないが、補完性が弱い時、開発費用の水準が中程度であっても、クロスライセンス契約が結ばれる。しかも、補完性が弱く場合なればなるほど、開発費用がより高水準であってもクロスライセンス契約が結ばれる傾向が高まる。

キーワード

補完的技術, 技術選択, 費用削減技術, クロスライセンス, クールノー複占

I. はじめに

本稿の目的は、不確実性が存在していないことを前提とし、補完的な2技術が存在している状況下で、複占企業がそれらの技術を選択する場合、いかなる技術選択が生じるのか、加えて、両企業がクロスライセンス契約を結ぶ可能性があるのか否かということを、簡単

* 本研究は、文部科学省の科学研究補助金基盤研究(A)(課題番号19203015)から研究助成を受けている。

なモデルを構築して分析することである。

本稿の目的に近い先行研究として、Mills and Smith (1996) と González-Maestre (2008) が挙げられる。Mills and Smith (1996) は、第一ステージにおいて、各企業が技術開発費用を支払って、生産費用削減に関する新技術を開発するか、旧技術を保有し続けるかを決定し、第二ステージにおいて、保有している生産技術を所与にしてクールノー複占競争を行うという2段階ゲームを構築し、いかなる技術選択が生じ、それが社会的にみて望ましいものかどうかを検証している。

彼らの導いた結論は以下の通りである。技術開発費用が低(高)水準ならば、両企業とも新技術を開発する(しない)。それが中程度の水準ならば、一方の企業が開発し、もう一方は開発しない。加えて、一方が開発する時のみ、必ず社会的に望ましい。

González-Maestre (2008) は、A と B の2つの技術があり、どちらか一つでも生産可能であるが、両方開発すれば更に単位費用が低下するとの想定の下で¹⁾ Mills and Smith (1996) と同様のゲームを構築し、複占的な市場構造での技術選択を考察している。ただし、Mills and Smith (1996) では、旧技術でも生産可能であると仮定しているが、González-Maestre (2008) はどちらかの技術を使用しなければ財の生産は不可能と仮定している。この意味で前者は non-drastic innovation を後者は drastic innovation を想定していると解しうる。González-Maestre (2008) の求めた結論は以下の通りである。技術開発費用が低(高)水準ならば、両企業とも技術 A と B とを開発する(どちらかの技術のみを開発する)。それが中程度の水準ならば、一方の企業が両技術を開発し、もう一方はどちらかの技術のみを開発する²⁾。

本稿では、新技術が一種類のみであるとする Mills and Smith (1996) の技術選択モデルを、González-Maestre (2008) が想定した補完性を有する二技術が存在する技術選択モデルに拡張する。ただし、Mills and Smith (1996) での想定に従い、2技術とも non-drastic innovation とする。

具体的には、両企業は、A と B の2つの技術を開発するか、技術 A あるいは B だけを開発するか、何も開発しないかを同時に決定した上で、クールノー競争を行うという2段階ゲームを考察する。このような拡張や変更で、本稿での結果が先行研究の結果と比較してどの点では同じでどの点が異なるかを明らかにする。加えて、クロスライセンス契約を

1) この想定は技術 A と技術 B とは補完的であることを意味している。なお、この分野における先駆的研究である Fershtman and Kamien (1992) では、2種類の技術が揃わなければ財の生産が不可能という想定をもって、技術における補完性を定めている。

2) Mills and Smith (1996) も González-Maestre (2008) も、開発した技術は同じ種類のもので必ず使用可能であると暗黙裡に仮定している。これは、特許制度を前提とすると、特許の保護範囲が狭い場合に相当する。

結ぶか否かのステージゲームを、二技術に拡張した Mills and Smith (1996) の技術選択のモデルに付加し、いかなる条件の下で、事前のクロスライセンス契約が内生的に決定するかを見る³⁾。

本稿の主な結論は以下の通りである。(1) 両技術間の補完性が強い時には、技術開発を行う企業は決して技術 A あるいは B のみを開発することはない。一方、この補完性が弱い時には、技術 A あるいは B のみが開発される場合があり、補完性が極めて弱い時には、更なる技術の開発を企図する可能性は低い。(2) 補完性が強い時には、開発費用が低水準でなければ、クロスライセンス契約は結ばれないが、補完性が弱い時では、開発費用の水準が中程度であっても、クロスライセンス契約が結ばれる。しかも、補完性が極めて弱い場合では、開発費用がより高水準であってもクロスライセンス契約が結ばれやすくなる。

本稿の構成は以下の通りである。2 節において、上述の 2 段階ゲームを構築した上で、このゲームの均衡を求める。3 節において、2 節で求めた均衡の直観的な解釈を行った上で、先行研究の結果と比較検討する。4 節において、2 節でみた 2 段階ゲームにクロスライセンス契約を結ぶか否かのステージを加えて 3 段階ゲームを解き、結果を導出する。5 節において、本稿で導出した結果をまとめ、今後の研究の方向性について述べる。

II. ベンチマークモデル

1. セットアップ

費用削減を目的とする技術開発に不確実性が伴わない世界を想定し、一つの技術の開発に F だけの開発費用がかかるとする。単位費用を削減できる技術が 2 つ存在しており、それらの技術を技術 A と技術 B と呼ぶ。技術 A あるいは B 単独での費用削減水準よりも両技術を使用した時のそれの方が大きいという意味で補完的であるとする。したがって、各企業は両技術を開発するか、どちらかの技術のみを開発するか、開発しないかのどれかを選択することとなる。

技術開発を企図する企業が 2 社存在し、それらを企業 X と企業 Y とする。企業 i ($= X, Y$) の単位費用 $c_i(s_i)$ は、開発した技術の数 s_i ($\in \{0, 1, 2\}$) に応じて、以下に示す水準になると仮定する。

3) González-Maestre (2008) は、技術選択後にクロスライセンス契約を結ぶか否かのステージを付加したモデルを構築し、事後的なライセンスングが、技術選択にどのような影響を与えるかを考察している。

仮定 1

- (i) 企業 i が一切の技術開発を行わなければ、単位費用は $c(0) = 1$ である。
- (ii) 企業 i が技術 A あるいは B のみ開発すれば、単位費用は $c(1) = c \in (0, 1)$ となる。
- (iii) 企業 i が技術 A と B の両方を開発すれば、単位費用は $c(2) = 0$ となる。

両企業は同質財を生産しており、その逆需要関数は次のように与えられる。

$$p = a - Q \quad (1)$$

ただし、 p は価格、 Q は総アウトプットである。 a は市場規模を表すパラメータで、次の仮定をおく。

仮定 2

$$a > 3$$

仮定 2 は、市場規模は単位費用に比して十分に大きいということを意味するものである。

以上の想定の下で、次のような 2 段階ゲームを考える。第一ステージで、両企業は、A と B の 2 つの技術を開発する (戦略 2) か、技術 A あるいは B だけを開發する (戦略 1) か、何も開発しない (戦略 0) かを同時に決定する。第二ステージで、両企業は、第一ステージでの戦略を所与としてクールノー競争を行う。ゲームの解概念として、部分ゲーム完全均衡を用いる。

2. 分析

後ろ向き帰納法を用いて第二ステージからゲームを解いていく。第一ステージにおいて、企業 i は s_i の数だけの技術を開発したとする。このことを所与とすると、第二ステージにおける利潤最大化のための一階の条件は、(1) 式と仮定 1 より

$$a - Q - q_i - c(s_i) = 0 \quad (2)$$

と書ける。ただし q_i は企業 i のアウトプット水準である。したがって、(2) 式より、各企業の利潤 π_i は、

$$\pi_i = \frac{1}{9} [a - 2c(s_i) + c(s_j)]^2 - s_i F \quad (3)$$

と表せる。ただし $i \neq j$ である。

第一ステージの部分ゲームを解く。第一ステージの企業 i の戦略を $s_i (\in \{0, 1, 2\})$ と

し、企業 i の利潤関数を $\pi_i(s_i, s_j)$ とする。(3) 式より、第一ステージでの部分ゲームの利得行列は表 1 のようになる。

表 1

$s_X \setminus s_Y$	2	1	0
2	$\frac{a^2}{9} - 2F, \frac{a^2}{9} - 2F$	$\frac{(a+c)^2}{9} - 2F, \frac{(a-2c)^2}{9} - F$	$\frac{(a+1)^2}{9} - 2F, \frac{(a-2)^2}{9}$
1	$\frac{(a-2c)^2}{9} - F, \frac{(a+c)^2}{9} - 2F$	$\frac{(a-c)^2}{9} - F, \frac{(a-c)^2}{9} - F$	$\frac{(a-2c+1)^2}{9} - F, \frac{(a+c-2)^2}{9}$
0	$\frac{(a-2)^2}{9}, \frac{(a+1)^2}{9} - 2F$	$\frac{(a+c-2)^2}{9}, \frac{(a-2c+1)^2}{9} - F$	$\frac{(a-1)^2}{9}, \frac{(a-1)^2}{9}$

表 1 より、ナッシュ均衡 $\{s_X, s_Y\}$ は、パラメータのペア (c, F) の水準に応じて、次のように求められる⁴⁾。

命題 1

- (i) (c, F) が図 1 の領域 R_1 にあれば、 $\{2, 2\}$ がナッシュ均衡となる。
- (ii) (c, F) が図 1 の領域 R_2 にあれば、 $\{1, 2\}$ と $\{2, 1\}$ がナッシュ均衡となる。
- (iii) (c, F) が図 1 の領域 R_3 にあれば、 $\{1, 1\}$ がナッシュ均衡となる。
- (iv) (c, F) が図 1 の領域 R_4 にあれば、 $\{0, 2\}$, $\{1, 1\}$ 及び $\{2, 0\}$ がナッシュ均衡となる。
- (v) (c, F) が図 1 の領域 R_5 にあれば、 $\{0, 2\}$ と $\{2, 0\}$ がナッシュ均衡となる。
- (vi) (c, F) が図 1 の領域 R_6 にあれば、 $\{0, 1\}$ と $\{1, 0\}$ がナッシュ均衡となる。
- (vii) (c, F) が図 1 の領域 R_7 にあれば、 $\{0, 0\}$ がナッシュ均衡となる。

(証明) 数学付録 A を参照。

4) ここで求めるナッシュ均衡は純粋戦略に限ることとする。

発することはない。一方、技術 A に対する技術 B の補完性が弱い時には、技術 A あるいは B のみが開発される場合があり、極めて弱い時には更なる技術の開発を企図しない傾向が強い。では、なぜこのような結果が生じるのだろうか。それを以下に見ていくことにする。ただし、定義に沿って、追加的に技術を開発する時は技術 B を開発すると仮定する。

相手企業の技術開発数を所与とした上で、自企業が限界的に技術開発数を増加させるとしよう。この時の限界費用は F と一定であるが、補完性の強さによって、全く開発していない状態から技術 A のみを開発する際の限界便益 (MB_{01}) と技術 A を開発した上で、更に技術 B を開発する際のそれ (MB_{12}) とは異なる。補完性が強い (弱い) 時、技術 B の単位費用低下効果は技術 A のそれよりも大きい (小さい) ので、技術 A のみを開発する際の限界便益 (MB_{01}) よりも、技術 B を開発する際のそれ (MB_{12}) の方が大きくなる (小さくなる) 傾向を有する。加えて、相手企業の開発技術数が多ければ多いほど、補完性の強弱に関わらず限界便益は逓減すると考えられる。以上の性質を勘案して、命題 1 の言明を解釈する。

補完性が強いケース

先述したように、 $MB_{01} < MB_{12}$ が成立している。技術開発に関する限界費用 F が低水準である場合を考える。このような状況は領域 R_1 が典型的に示されている。この時には、相手企業が両技術を開発していても、 $F < MB_{01} < MB_{12}$ が成立する可能性が高い。従って、限界費用 F が低く補完性が高い場合には、両企業とも技術 A と B を開発する。

限界費用 F が中程度の水準であるとする。この状況は領域 R_5 において示されている。この時には、 $MB_{01} < F < MB_{12}$ という大小関係が成立しがちとなる。この時、技術 A のみを開発する際の限界損失 ($MB_{01} - F (< 0)$) が、更に技術 B も開発する際の限界利益 ($MB_{12} - F (> 0)$) を下 (上) 回れば、当該企業は両技術を開発する (開発しない)。前記の通り、限界便益は相手企業の開発技術数の減少関数となる。相手企業が技術開発を企図していなければ、件の限界損失は限界利益を下回るので、当該企業は両技術を開発する。相手企業は技術開発を企図していれば、件の限界損失は限界利益を上回るので、当該企業は技術開発を行わない。よって、一方の企業は両技術を開発するが、もう一方の企業は開発を企図しない。

領域 R_7 が端的な状況となる限界費用が高水準である場合、相手企業の開発技術数に関わらず $MB_{01} < MB_{12} < F$ という大小関係が成立しがちとなる。従って、両企業は技術開発を行わない。

補完性が比較的弱いケース

このケースにおいては、 $MB_{01} > MB_{12}$ が成立しているが、その差はさほど大きくないと考えられる。領域 R_2 に端的に表れているように、限界費用が低水準であるとしよう。この時には、相手が両技術とも開発しているならば、 $MB_{01} > F > MB_{12}$ が成立しているが、そうでなければ、 $MB_{01} > MB_{12} > F$ という大小関係となると考えられる。従って、一方の企業は両技術を開発するが、もう一方は技術 A しか開発しない。

領域 R_4 が典型例といえる限界費用が中程度の水準の場合、限界便益と限界費用に関しては次のような大小関係が成立すると考えられる。相手が両技術とも開発している時には $F > MB_{01} > MB_{12}$ となり、技術 A のみ開発している時には $MB_{01} > F > MB_{12}$ 、相手が開発をしていない時には $MB_{01} > MB_{12} > F$ となる。よって、一方の企業は両技術を開発するが、もう一方の企業は開発を企図しないことがナッシュ均衡となりうると同時に、両企業が技術 A のみを開発することもナッシュ均衡となりうる。

限界費用が高水準であるとする。この時は、相手企業の開発動向に関わらず $F > MB_{01} > MB_{12}$ となるので、両企業とも開発しない。

補完性が極めて低いケース

このケースでは、技術 A を開発する際の限界便益は極端に大きくなり、技術 B を開発する際のそれは極端に小さくなるので、限界便益間の格差が大きい。即ち、 $MB_{01} \gg MB_{12}$ が成立する。それゆえ、限界費用が低くても中程度でも、相手企業の開発動向に関わらず $MB_{01} > F \gg MB_{12}$ という大小関係が成り立つ可能性が高い。よって、上記の状況に相当する領域 R_3 においては、両企業が技術 A のみを開発する。

では、領域 R_6 に示されているような、限界費用が高水準の場合はどうなるであろうか。限界便益が相手企業の開発技術数の減少関数である事に留意すると、相手企業が開発を企図していれば、 $F > MB_{01} \gg MB_{12}$ となるが、企図していなければ $MB_{01} > F \gg MB_{12}$ となる。よって、一方の企業が技術 A のみを開発し、もう一方の企業が開発を企図しないというのがナッシュ均衡となる。

2. 既存研究との比較

本研究は、一種類の non-drastic innovation に関する技術選択を分析した Mills and Smith (1996) を二種類の補完的な non-drastic innovations に関する技術選択へ拡張したものとして位置づけられる。一方、本研究は二種類の補完的な drastic innovations に関する技術選択を分析した González-Maestre (2008) を、non-drastic innovations に関す

る技術選択へ変更したのものとしても位置づけられる。これらの先行研究の結論と本稿とそれとの異同についてみておく。

Mills and Smith (1996) は、技術選択に関して、次のような結論を導出している。

結果 1 (Mills and Smith (1996) の命題 1)

技術開発費用が低(高)水準ならば、両企業とも新技術を開発する(しない)。それが中程度の水準ならば、一方の企業が開発し、もう一方は開発しない。

本稿における分析においても、技術に関する補完性が極めて弱い時は、開発費用が極めて低水準である場合を除いて、上記の結果が成立している。補完性が強い場合についても、二つの技術を恰も一つの技術とみなすと、Mills and Smith (1996) の結果が成立している。補完性が極めて弱い時、追加的な技術 B を開発の際の限界便益は非常に小さいので、更に技術 B を開発するインセンティブは両企業にとって低い。従って、開発費用が極めて低水準でない限り、両企業にとっては、あたかも技術 A のみが存在している状況と変わらない。補完性が強い時は、技術 B を開発するインセンティブは両企業にとって高くなるので、技術 A と「抱き合わせ」で開発するインセンティブが高まる。それゆえ、二つの技術を恰も一つの技術とみなすことができ、Mills and Smith (1996) の結果が成立するのである。

補完性が比較的弱い時のみ、補完的な二つの技術の存在が効力を発する。この時は、技術 B を開発するインセンティブが比較的高い。しかも、開発費用の水準や相手企業の行動に自企業の限界便益が左右されるので、命題 1 に示したように、Mills and Smith (1996) の結果よりも複雑な結果が生じるのである。

一方、González-Maestre (2008) は次のような結論を導出している。

結果 2 (González-Maestre (2008) の補題 1)

技術開発費用が低(高)水準ならば、両企業とも技術 A と B とを開発する(どちらかの技術のみを開発する)。それが中程度の水準ならば、一方の企業が両技術を開発し、もう一方はどちらかの技術のみを開発する。

González-Maestre (2008) では、drastic innovations を想定しているので、技術開発を企図しなければ利潤はゼロとなる。一方、本稿では non-drastic innovations を想定しているので、González-Maestre (2008) よりも両企業における技術開発のインセンティブは低くなるのである。それゆえ、技術開発費用が低水準と高水準のケースについては同じ結

論が得られるが、中程度の場合、non-drastic innovations であるがゆえに、戦略的に開発しないという選択もありうる。かくして、結果は、本稿が採用した non-drastic innovations の方が複雑になる。

IV. クロスライセンスの形成

1. 分析

本節では、前節の二段階ゲームの前にクロスライセンス契約を結ぶか否かのステージを付加し、どのような条件下で、(事前の)クロスライセンス契約が結ばれるかを考察する。ここでのクロスライセンス契約とは、各企業がそれぞれ異なる技術の一つだけ開発し、それを互いに供与することと定義する。技術 A と技術 B とは開発費用面および単位費用低下の点で対称であるので、ライセンス料は相殺されると仮定する⁵⁾。従って、クロスライセンス契約時の各企業の利潤は以下のように書ける。

$$\pi_i^{cl} = \frac{1}{9} a^2 - F \quad (4)$$

表 2

$X \setminus Y$	FORM	NOT
FORM	$\frac{a^2}{9} - F, \frac{a^2}{9} - F$	$\pi_X(s_X, s_Y), \pi_Y(s_Y, s_X)$
NOT	$\pi_X(s_X, s_Y), \pi_Y(s_Y, s_X)$	$\pi_X(s_X, s_Y), \pi_Y(s_Y, s_X)$

第ゼロステージにおいて、各企業は同時にクロスライセンス契約を行う (*FORM*) か、行わない (*NOT*) かのどちらかを選択するとする。したがって、契約が成立するのは、両企業が *FORM* を選択する場合のみである。このステージゲームは表 2 のように表される。命題 1 における各均衡パターンを考慮して、第ゼロステージゲームを解くと、次のような結果を得る。

5) Fershtman and Kamien (1992) はライセンス料を使って両企業が生産物市場において共謀が促進されることを指摘している。この指摘に従って、González-Maestre (2008) は、ライセンス料を互いに決定するという設定の下で計算を行い、クロスライセンスの際には共謀時の利潤を等分するという結果 $(\frac{1}{8} a^2 - F)$ を導出している。本稿においても市場規模 a が十分に大きければ、クロスライセンス時の利潤が $\frac{1}{8} a^2 - F$ であっても、命題 2 に示した結果の諸性質は変わらないことが確認されている。

命題 2

- (i) (c, F) が図1の領域 R_1, R_2, R_3 にあれば、クロスライセンス契約は必ず結ばれる。
(ii) (c, F) が図1の領域 R_4 にあれば、クロスライセンス契約が結ばれる可能性がある。
(iii) (c, F) が図1の領域 R_5, R_6, R_7 にあれば、クロスライセンス契約は決して結ばれない。
(証明) 数学付録 B を参照。

2. 命題 2 の解釈

補完性の強弱から命題 2 を眺めると、次のような事柄が判明する。補完性が強い時には、開発費用 F が低水準でなければ、クロスライセンス契約は結ばれないが、補完性が弱い時では、開発費用 F の水準が中程度であっても、クロスライセンス契約が結ばれる。しかも、補完性が弱くなればなるほど、開発費用がより高水準であってもクロスライセンス契約が結ばれやすくなっている。

技術開発を行っている時には、クロスライセンス契約のメリットは以下の 2 点にある。(1) 両技術とも開発している際には、開発費用を削減できる。(2) 片一方の技術しか開発していない場合においては、より生産費用を削減できる。一方、デメリットは、生産費用上の優位性を失うという点である。技術開発を行っていない時には、生産費用を削減できるというメリットがあるが、開発費用を負担するというデメリットが生じる。以上の観点から、補完性の強いケース、弱いケースに分けて、命題 2 の解釈を行っていく。

補完性が強いケース

補完性が強い場合、ライセンス契約を結んでいなければ、各企業は両技術を開発するか、両技術とも開発しないか、という行動原理をとる。つまり一技術だけを開発したところで、ライバルに対する生産費用上の優位性は低く、両技術を開発するインセンティブが強い。従って、領域 R_1 のように両企業が両技術とも開発している場合は、開発費用削減効果が効力を発揮し、クロスライセンスは結ばれる。

しかし、クロスライセンスを結んでいない状態で、領域 R_6 に示されているように開発費用が中程度の水準の時、企業 X が両技術を開発し企業 Y が開発しないとしよう。開発費用削減による利潤増加と生産優位性を失うことによる利潤損失とを比較すると、企業 Y は全く開発してないので、生産優位性を失うことによる利潤損失の方が開発費用削減による利潤増加よりも大きいと考えられる。よってクロスライセンスは結ばれない。

領域 R_7 のように、開発費用が高水準であるときは、両企業は技術開発を行わない。この時は、クロスライセンスにより生産費用削減による利潤増が生じるが、両企業とも費用

条件は同じなので、それほど大きな利潤増ではない。一方で、開発費用の負担増は大きい。従って、クロスライセンスを結ぶことはない。

補完性が弱いケース

補完性が弱い場合をみていく。領域 R_2 のように開発費用が低水準である時には、たとえば企業 X が両技術を開発し、企業 Y が一方の技術のみを開発するという状況が生じる。この時、企業 X にとっては、クロスライセンスによる開発費用削減による利潤増大が生じる反面、生産優位性を失う事による利潤減少が起こる。しかしこの優位性は小さいので、前者の利潤増大が後者の利潤減少を上回る。企業 Y にとっては、費用削減による利潤増大が見込める。よって、両企業はクロスライセンスを結ぶインセンティブを有する。

領域 R_3 のように開発費用が中程度であるとする。この時、両企業は技術 A あるいは B のみを開発するので、クロスライセンスにより費用削減によって両企業の利潤は増大する。従って、クロスライセンス契約は結ばれる。

領域 R_6 のように開発費用が高水準であるとする。この時は、たとえば企業 X がどちらか一方の技術を開発し、企業 Y は開発しない。企業 X にとってみれば、クロスライセンスにより、生産費用をゼロになるというプラスの効果と費用条件の優位性が失われてしまうというマイナスの効果が生じる。c がすでにかなり低い水準であることを勘案すると、前者のプラスの効果よりも後者のマイナス効果の方が大きい。よって、クロスライセンスは結ばれない。

なお、領域 R_4 に関しては、クロスライセンスが結ばれていない状態で、何か均衡となるかによって、この契約が結ばれるかどうかが決まる。両企業は技術 A あるいは B のみを開発しているのならば、クロスライセンスは結ばれるが、そうでなければ結ばれない。

V. 結語

本稿は、補完的な二つの技術が存在している状況下で、複占企業がそれらの技術を選択する場合、いかなる技術選択が生じるのか、加えて、両企業がクロスライセンス契約を結ぶ可能性があるのか否かということ、簡単なモデルを構築して分析した。得られた結果は以下の通りである。(1) 両技術間の補完性が強い時には、技術開発を行う企業は決して技術 A あるいは B のみを開発することはない。一方、この補完性が弱い時には、技術 A あるいは B のみが開発される場合があり、補完性が弱くなればなるほど、更なる技術の開発を企図しない傾向が強くなる。(2) 補完性が強い時には、開発費用が低水準でなけれ

ば、クロスライセンス契約は結ばれないが、補完性が弱い時では、開発費用の水準が中程度であっても、クロスライセンス契約が結ばれる。しかも、補完性が非常に弱い場合では、開発費用がより高水準であってもクロスライセンス契約が結ばれやすくなる。

最後に今後の研究の方向性に言及する。第一に、Mills and Smith (1996) や González-Maestre (2008) において行われた厚生分析を行うことである。社会的な観点からみて、企業の選択した技術開発数が過剰なのか過小なのかを分析する必要がある。第二に、寡占への拡張である。Elberfeld (2003) は、Mills and Smith (1996) の複占モデルを寡占に拡張し、社会的にみて過小な技術開発数となるのは、複占時に限ることを示した。本研究では、技術開発費用が低水準と高水準のケースについて、Mills and Smith (1996) と同じ結論が得られるが、寡占に拡張しても、上記の結論が成立するか否かという頑健性を考察する必要がある。第三に、特許の保護範囲の広い場合を扱い、モデルを non-tournament model から tournament model へと変更し、結果がどのように変化するかを分析することである。技術が一種類の場合については、野村・大川 (2005) が Mills and Smith (1996) モデルを特許の保護範囲の広い場合に変更して分析を行い、異なる結果が生じることを示している。本研究においても、特許の保護範囲の変更がクロスライセンスの締結に与える影響を分析することは、有意義であると考えられる。

参考文献

- [1] Elberfeld, W. (2003), "A note on technology choice, firm heterogeneity and welfare," *International Journal of Industrial Organization* 21, pp. 593-605.
- [2] Fershtman, C. and Kamien, M. (1992), "Cross Licensing of Complementary Technologies," *International Journal of Industrial Organization* 10, pp. 329-348.
- [3] González-Maestre, M. (2008), "Coordination Incentives under Complementary Cost-Reducing Technologies," *Australian Economic Papers* 47, pp. 221-234.
- [4] Mills, D. E. and Smith, W. (1996), "It pays to be different: Endogenous heterogeneity of firms in an oligopoly," *International Journal of Industrial Organization* 14, pp. 317-329.
- [5] 野村良一・大川隆夫 (2005) 「技術選択と特許の保護範囲」, 社会科学研究 (東京大学社会科学研究所) 第 56 巻第 3・4 合併号, pp.103-116.

数学付録

A 命題 1 の導出

表 1 より、企業 Y の各戦略に対する企業 X の最適反応を求める。まず、企業 Y が {2} を選択して来た時の企業 X の最適反応から考えていく。企業 X のそれぞれの戦略をとった時の利得を比較すると次式のようになる。

$$\pi_x(2, 2) \geq (<) \pi_x(1, 2) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{4}{9} c(a-c) \quad (A1a)$$

$$\pi_x(1, 2) \geq (<) \pi_x(0, 2) \Leftrightarrow F \leq (>) -\frac{4}{9} c(a-c) + \frac{4}{9} (a-1) \quad (A1b)$$

$$\pi_x(1, 2) \geq (<) \pi_x(0, 2) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{2}{9} (a-1) \quad (A1c)$$

上記の諸式から、(A1) における等式のグラフが一点で交わることがわかる。その交点の座標は、

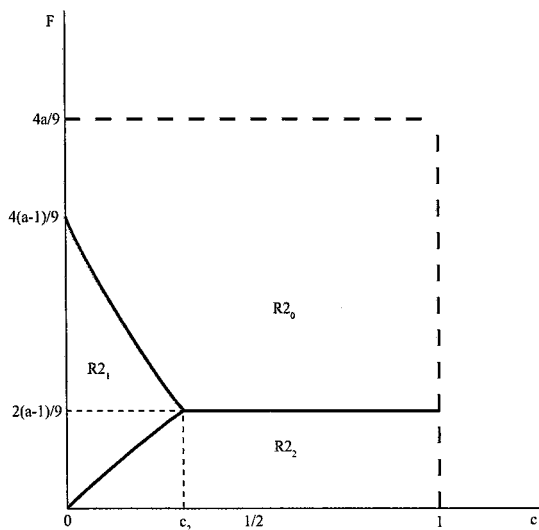
$$(c_2, F_2) = \left(\frac{1}{2} (a - \sqrt{(a-1)^2 + 1}), \frac{2}{9} (a-1) \right) \quad (A2)$$

となる。従って、企業 Y が {2} を選択して来た時の企業 X の最適反応は次のようになる。

補題 A1

図 A1 に示された領域 $R2_h$ にペア (c, F) が存在すれば、企業 Y が {2} を選択して来た時の企業 X の最適反応は {h} となる。

図 A1



次に、企業 Y が {1} を選択して来た時の企業 X の最適反応を考える。前述のような利得の比較をすると、以下のような結果を得る。

$$\pi_x(2, 1) \geq (<) \pi_x(1, 1) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{4}{9} ac \quad (A3a)$$

$$\pi_x(1, 1) \geq (<) \pi_x(0, 1) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{4}{9} (a-1)(1-c) \quad (A3b)$$

$$\pi_x(2, 1) \geq (<) \pi_x(0, 1) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{2}{9} c + \frac{2}{9} (a-1) \quad (A3c)$$

上記の (A3) における等式のグラフもまた一点で交わる。その交点の座標は

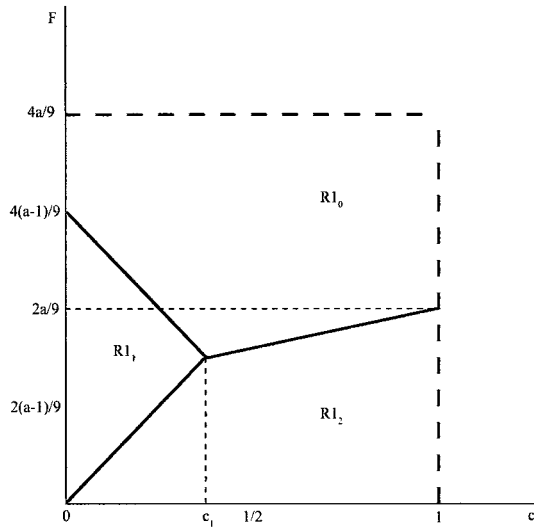
$$(c_1, F_1) = \left(\frac{a-1}{2a-1}, \frac{4a(a-1)}{9(2a-1)} \right) \quad (A4)$$

となる。従って、企業 Y が {1} を選択して来た時の企業 X の最適反応は次のようになる。

補題 A2

図 A2 に示された領域 $R1_k$ にペア (c, F) が存在すれば、企業 Y が {1} を選択して来た時の企業 X の最適反応は {k} となる。

図 A2



さらに、企業 Y が {0} を選択して来た時の企業 X の最適反応を考える。前述のような利得の比較をすると、以下のような結果を得る。

$$\pi_x(2, 0) \geq (<) \pi_x(1, 0) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{4}{9} c[(a+1)-c] \quad (A5a)$$

$$\pi_X(1, 0) \geq (<) \pi_X(0, 0) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{2}{9} a \quad (\text{A5b})$$

$$\pi_X(2, 0) \geq (<) \pi_X(0, 0) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{4}{9} [c^2 - (a+1)c + a] \quad (\text{A5c})$$

(A5) における等式のグラフもまた一点で交わる。その交点の座標は

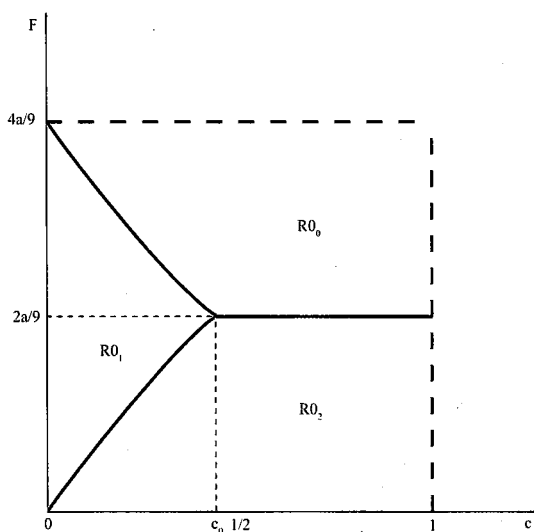
$$(c_0, F_0) = \left(\frac{1}{2} [(a+1) - \sqrt{a^2+1}], \frac{2}{9} a \right) \quad (\text{A6})$$

となる。従って、企業 Y が {0} を選択して来た時の企業 X の最適反応は次のようになる。

補題 A3

図 A3 に示された領域 $R0_k$ にペア (c, F) が存在すれば、企業 Y が {0} を選択して来た時の企業 X の最適反応は {k} となる。

図 A3



最後に、各交点の位置関係をもておく。仮定 2 に示した $a > 3$ を考慮すると、(A2), (A4), (A6) の諸式より、 F に関する大小関係が次のように成立する。

$$F_2 = \frac{2}{9} (a-1) < \frac{2}{9} (a-1) \cdot \frac{2a}{2a-1} = F_1 = \frac{2}{9} a \cdot \frac{2(a-1)}{2a-1} < \frac{2}{9} a = F_0 \quad (\text{A7})$$

一方、 c に関する大小関係を考察する。 $c_2(c_0)$ は、 $\frac{4}{9} c(a-c) = \frac{2}{9} (a-1) (\frac{4}{9} c[(a+1)-c]) = \frac{2}{9} a$ を満たす c なので、 c に関する二次関数

$$f(c) \equiv 2c^2 - 2mc + (m-1) \quad (8)$$

を定めると、 $m=a(m=a+1)$ の時、 $f(c_2)=0(f(c_0)=0)$ が成立する。加えて、 $a>2$ なので $f'(c)=2(2c-m)<0$ であり、 c の減少関数となる。

(A4) 式より

$$f(c_1)=2(c_1)^2-2mc_1+(m-1)$$

となる。この時の $f(c_1)$ の符号を調べると、 $m=a$ の時、 $f(c_1)=\frac{1-a}{(2a-1)^2}<0$ となるので、 $c_2<c_1$ であることが判明する。更に、 $m=a+1$ の時は $f(c_1)=\frac{a}{(2a-1)^2}>0$ となるので、 $c_1<c_0$ が成立する。ここで、 $m=a+1$ の時 $f(\frac{1}{2})=-\frac{1}{2}<0$ であることから、 $c_0<\frac{1}{2}$ という関係が求まる。

かくして、以下の大小関係が成立する。

$$c_2 < c_1 < c_0 < \frac{1}{2} \tag{9}$$

上記の大小関係を勘案しつつ、(A1)、(A3)、(A5) の諸式の諸境界を整理すると図 A4 が描ける。

図 A4

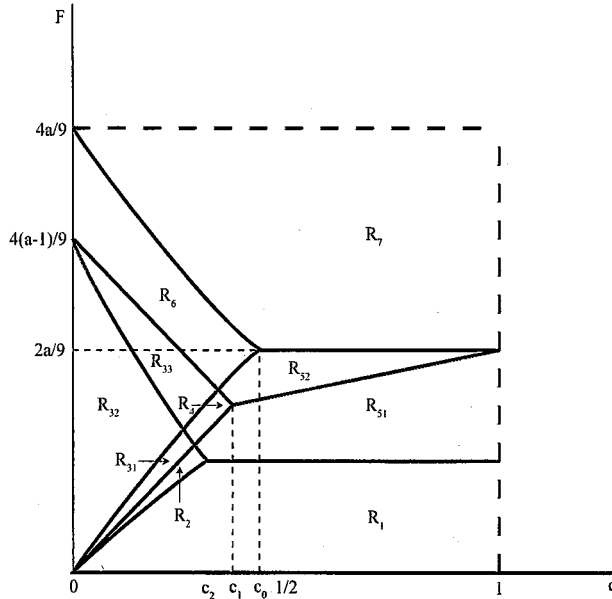


図 A4 において、領域 R_1 では {2} が支配戦略となる。領域 R_2 では {2} に対する最適反応は {1}、{1} と {0} に対する最適反応は {2} である。領域 R_{31} では {2} と {1} に対する最適反応は {1} であり、{0} に対する最適反応は {2} である。領域 R_{32} では、{1} が支配戦略となる。 R_{33} では {2} に対する最適反応は {0} であり、{1} と {0} に対する最適反応は {1} である。領域 R_4

では、{1}に対する最適反応は{1}であり、{2}に対する最適反応は{0}、{0}に対する最適反応は{2}となる。領域 R_{s1} では、{2}に対する最適反応は{0}、{1}と{0}に対する最適反応は{2}である。領域 R_{s2} では、{2}と{1}に対する最適反応は{0}、{0}に対する最適反応は{2}である。領域 R_6 では、{1}に対する最適反応は{0}、{0}に対する最適反応は{1}である。領域 R_7 では、{0}が支配戦略となる。かくして、命題1が求まる。

B 命題2の導出

表1に示された $\pi_i(2, 2)$ と(4)式とを比較すれば、クロスライセンスは明らかに開発費用を削減でき、両企業の profitability を上昇させる。よって、領域 R_1 において、{FORM, FORM} はナッシュ均衡となる。

領域 R_2 において、{FORM, FORM} が選択されるかどうかを見る。煩雑さを避けるために、ライセンスが結ばれない時には、企業 X が {2}、企業 Y が {1} を選ぶとする。企業 Y の利潤 $\pi_Y(1, 2)$ と(4)式とを比較すれば、明らかに、より生産費用が低下するので、企業 Y の {FORM} に対する最適反応は {FORM} となる。一方、企業 X の利潤 $\pi_X(2, 1)$ と(4)式とを比較すると、

$$\frac{1}{9}a^2 - F \geq (<) \pi_X(2, 1) \Leftrightarrow F \geq (<) \frac{1}{9}c(2a+c)$$

となる。つまり、 F が $\frac{1}{9}c(2a+c)$ 以上であれば、クロスライセンスを結んだ方が profitable である。領域 R_2 の下限は、(A1a) の等式で示されているので、

$$\frac{4}{9}c(a-c) - \frac{1}{9}c(2a+c) = \frac{1}{9}c(2a-5c)$$

仮定1より上式は正である。従って、企業 X にとっても {FORM} に対する最適反応は {FORM} となる。よって、領域 R_2 において、{FORM, FORM} がナッシュ均衡となる。

領域 R_3 においては、 $\pi_i(1, 1)$ と(4)式とを比較すれば、生産費用が c から 0 に下がる分だけ、クロスライセンス契約を結んだ方が両企業にとって profitable であることは明らかである。よって、クロスライセンス契約は結ばれる。

領域 R_5 でクロスライセンス契約が結ばれるかどうかを見る。煩雑さを避けるため {2, 0} という均衡のみに絞って分析を行う。企業 X の利潤 $\pi(2, 0)$ と(4)式とを比較する。

$$\frac{1}{9}a^2 - F \geq (<) \pi_X(2, 0) \Leftrightarrow F \geq (<) \frac{1}{9}(2a+1)$$

従って、 F が $\frac{1}{9}(2a+1)$ 未満ならば、クロスライセンスを結ばない方が profitable である。しかし、領域 R_5 の上限は、 $\frac{2}{9}a$ であるので、企業 X の {FORM} に対する最適反応は {NOT} である。よって、クロスライセンスは結ばれない。

領域 R_4 においては、ライセンスが結ばれない時に、両企業が $\{1, 1\}$ を選んでいるのであれば、クロスライセンス契約は結ばれる。しかし、 $\{2, 0\}$ あるいは $\{0, 2\}$ がライセンスが結ばれない際に選択されるとすれば、図 1 より明らかなように、領域 R_4 の上限は領域 R_5 のその下方に位置するので、前述の分析より、クロスライセンスは結ばれない。

領域 R_6 においてはどうかであろうか。企業 X が投資を行う均衡 $\{1, 0\}$ に絞って分析する。企業 X の利潤 $\pi(1, 0)$ と(4)式とを比較する。

$$\frac{1}{9}a^2 - F \geq (<) \pi_X(1, 0) \Leftrightarrow c \geq (<) \frac{1}{2}$$

従って、 $c < \frac{1}{2}$ の時にはクロスライセンスは企業 X にとって unprofitable である。領域 R_6 における c の最大値は c_0 であり、(9)より $c_0 < \frac{1}{2}$ となる。よって、クロスライセンス契約は結ばれない。最後に領域 R_7 についてみていく。 $\pi_i(0, 0)$ と(4)式とを比較すると、

$$\frac{1}{9}a^2 - F \geq (<) \pi_X(1, 0) \Leftrightarrow F \leq (>) \frac{1}{9}(2a-1)$$

となる。つまり、 F が $\frac{1}{9}(2a-1)$ より大きければ、クロスライセンスは両企業にとって unprofitable となる。領域 R_7 の下限が $\frac{2}{9}a$ であることから、両企業は $\{NOT\}$ を選択する。