岡山大学経済学会雑誌30(3),1999，107～124

戦略的ゲームとスピルオーバー下のR＆D投資

春　名　章　二

1節．はじめに

研究開発（R＆D）投資，生産能力投資そして広告のような戦略的手段が産出量や価格決定において演じる役割は数多くの文献で考察された．そして産出量（価格）とこれら戦略的手段の同時決定ゲームに較べてこれらの非同時決定ゲームでは過剰投資（過少投資）が存在するという興味ある結果が導かれた．具体的には，Brander and Spencer（1983）および Bulow et al.（1985）はクールノー（a la Cournot）数量競争では企業はR＆Dまたは生産能力に過剰投資を行なうことを，他方 Fudenberg and Tirole（1984）および Lee（1986）はベルトラン（a la Bertrand）価格競争では企業はR＆Dまたは生産能力に過少投資を行なうことを明らかにした．

戦略的コミットメント（commitment）の存在は費用最小化のための条件を満たさないことが一般的に受け入れられているが，これは一般的に正しいのであろうか？　我々はR＆D投資に関してスピルオーバー（spillover）が存在するとき，その結果の妥当性を検討する．R＆Dまたは広告の投資を行なうとき，企業はそれらの投資結果が幾つかの径路を通して他企業に流出してゆくために，それらを完全に専有することはできない．つまり後者は前者の投資から便益（外部効果）を得ることができる．一般に，企業間におけるR＆Dや広告の投資結果に関するスピルオーバーは広く観測される．例え

ば，ハイテク産業における産業内のスピルオーバーやアメリカ合衆国と日本やカナダと日本の間では国際的なスピルオーバーが実際に存在することが実証されている[1]．加えて，d'Aspremont and Jacquemin (1988) および Kamien et al. (1992) のようなR＆D投資に関するスピルオーバーを組み込んだ数多くの理論的研究もまた存在する．

クールノー数量競争とベルトラン価格競争の両ケースにおいてR＆Dスピルオーバーが見られるとき，過剰投資（または過少投資）が戦略的コミットメントによって引き起こされるかどうかを考察する．そして Brander and Spencer (1983) および Bulow et al. (1985) によって得られた伝統的結果はスピルオーバーが相対的に小さいときにのみ生じる特殊な結果であることが示される．更に，ベルトラン競争における結果はクールノー競争の結果と双対（duality）となることも示される．

2節．クールノー数量競争モデル

差別化された財 q_i, $i=1$，2，を生産する企業 i の複占を考える．それらの逆需要関数は次の形を取るものとしよう．

$$p_1 = a_1 - b_1 q_1 - d q_2 \tag{1}$$

$$p_2 = a_2 - d q_1 - b_2 q_2. \tag{2}$$

p_i は企業 i の生産物価格を示す．また $a_i > 0$ および $b_i > 0$ である．両生産物は d の符号が正，ゼロ，負となるに応じて代替財，独立財，補完財となるけれども，我々は $d \neq 0$ かつ $b_i \geq |d|$ であると仮定する．今 $a_1 = a_2$ のとき，d^2/b_1b_2 は生産物の差別化の程度を表わす．もしその値が1であるならば，生

（1）Bernstein and Nadiri (1989), Bernstein and Yan (1997) および Coe and Helpman (1995) を参照．

産物は完全代替である．企業 i は一定の限界費用 c_i とゼロの固定費で生産物を生産するものとする．企業は自分たちの生産決定を行なう前に単位当りのコストを削減するためにR＆D投資を行なう．かくして，企業 i が x_i だけその単位コストを引き下げようとするならば，R＆D投資のために $c_i^I(x_i)$ だけの支出をしなければならない．その支出関数 $c_i^I(x_i)$ は x_i に関して凸，つまり $dc_i^I(x_i)/dx_i = c_i^{I'}(x_i) > 0$，$c_i^{I''}(x_i) > 0$ かつ $c_i^I(0) = 0$，であると仮定する．すなわちR＆D投資の収益率は逓減的であるとされる．更に，その投資の結果に関してスピルオーバーが存在するものと想定する．それ故，もし企業 j が x_j だけ限界費用の削減に成功するならば，これはライバル企業 i の限界費用を $\beta_i x_j$, $i \neq j$, だけ引き下げることを可能にする．ところで，β_i，$0 \leq \beta_i \leq 1$，は企業 i のスピルオーバー率であり，“フリーライド効果”（Kamien et al., 1992）とも言われる．これはもし企業が彼らの投資の結果としてそれぞれ x_i と x_j だけ限界費用を削減することができるならば，企業 i の限界費用は全体として $x_i + \beta_i x_j$ だけ低下することになる．したがって，β_i は企業 i が他企業の生産コスト削減にただ乗りできる割合の大きさを表わしている．$\beta_i = 1$ では，ライバル企業 j の費用削減の成功のすべてをただで自分のものとすることが可能である．しかし我々は企業がどのような手段でフリーライドするのかに関しては関知しない．

2．1．非戦略的ゲーム

以下の議論の準備のために，R＆D投資と産出量の同時決定ゲームを簡単に見ておく．企業 i は生産利潤からR＆D支出を差し引いたもの

$$\pi_i = [p_i - (c_i - x_i)]q_i - c_i^I(x_i),\ i = 1,\ 2 \tag{3}$$

を最大にするように，q_i と x_i を同時に選択する．この場合，スピルオーバーは存在しない．すると，最大化のための1階条件は

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = a_i - c_i + x_i - 2b_i q_i - dq_j = 0 \tag{4}$$

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial x_i} = q_i - c_i'(x_i) = 0\text{ , } i \neq j \tag{5}$$

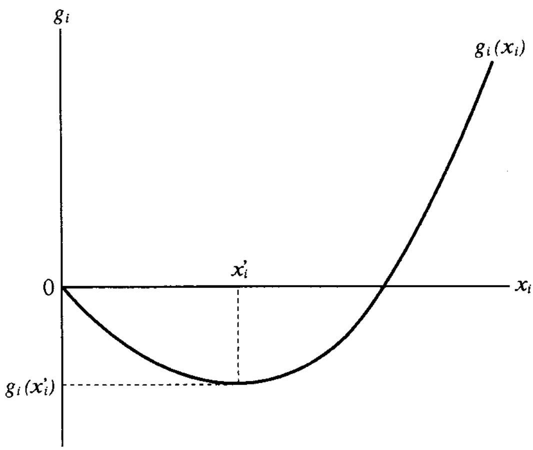
である．(4)と(5)から同時クールノー・ナッシュ均衡（q_1'，q_2'；x_1'，x_2'）を得る[2]．

R＆D投資の費用関数を $g_i(x_i) = c_i(x_i) - x_i q_i$ で表わすとき，(5)式は費用最小化のための条件を提供する[3]．図１に示されるように，費用を最小にする x_i の水準は

$$dg_i(x_i)/dx_i = c_i'(x_i) - q_i = 0$$

を満たすR＆D投資の均衡水準 x_i' で与えられる．

図１



（２）我々は２階条件が満たされる，$2b_i c_i''(x_i) - 1 < 0$，ものと仮定する．
（３）$g_i(x_i)$ は x_i の凸関数である．

2．2．戦略的ゲーム

戦略的ゲームモデルとして2段階ゲームモデルを用いる．第1段階で企業はその投資水準を決める．そして第2段階では，投資，(x_1, x_2)，が与えられたものとして企業はその産出量を決定する．ゲームの解を導くために，第2段階から後方に解いてゆく．この段階の各企業はその生産利潤から第1段階のR＆D支出を差し引いた

$$\pi_i = [p_i - (c_i - x_i - \beta_i x_j)]q_i - c_i^I(x_i),\ i,\ j = 1,\ 2,\ i \neq j \tag{6}$$

を最大にするように，産出量を選択する．すると，最大化のための1階条件は

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = a_i - A_i - 2b_i q_i - dq_j = 0 \tag{7}$$

である．なお，$A_i = c_i - x_i - \beta_i x_j$ である．以下の議論では，$a_i > A_i > 0$ と仮定する．

$d < 0$ が与えられると，生産物は戦略的補完（strategic complements）であり，両企業の生産物の反応曲線は右上がりとなる．他方，$d > 0$ ならば，生産物は戦略的代替（strategic substitutes）となり，各企業の反応曲線は右下がりとなる．(7)式を解くと，クールノー・ナッシュ均衡産出量（q_1^*，q_2^*）：

$$q_i^* = \frac{2b_j(a_i - A_i) - d(a_j - A_j)}{4b_1 b_2 - d^2} \tag{8}$$

が導かれる．ところで，最大化のための2階条件は満たされ，第2段階の均衡は局所的に安定である．

R＆D投資の各企業の産出量への効果を検討しよう．R＆D投資 x_iの増加は企業 i の反応曲線を右方へシフトさせる．すなわち $\partial q_i / \partial x_i > 0$ である．更に，(i)生産物が代替財であるときは，

$$\frac{\partial q_i}{\partial x_j} \gtreqless 0 \quad as \quad \beta_i \gtreqless \frac{d}{2b_j},\ i \neq j \tag{9}$$

が成立する．ところで，$\partial q_i/\partial x_j = (2b_j\beta_i - d)/(4b_1b_2 - d^2)$ である．また，(ii) それらが補完財であるときは，任意の β_i に対して $\partial q_i/\partial x_j$ の符号は正となる．なお，$d/2b_j$ は企業 j の反応曲線の傾斜である．

x_i に関して(6)式を微分し，(7)式を用いると，第1段階の最大化のための1階条件

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial x_i} = \frac{\partial \pi_i}{\partial q_j}\frac{\partial q_j}{\partial x_i} + q_i - c_i^{I'}(x_i) = 0\ ,\ i \neq j \tag{10}$$

を得る．ところで，$\partial \pi_i/\partial q_j = -dq_i$ である．(10)式からR＆D投資に関するクールノー・ナッシュ均衡（x_1^*，x_2^*）を得る．2階条件は

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial x_i^2} = \left(\frac{2b_j - d\beta_j}{4b_1b_2 - d^2}\right)^2 - c_i^{I''}(x_i) < 0$$

であることを必要とする．我々は第1段階の均衡は局所的に安定であると仮定する．以下の議論では，2段階ゲームはサブゲームパーフェクト（sub-game-perfect）・クールノー・ナッシュ均衡［(x_1^*，x_2^*)，(q_1^*，q_2^*)］を持つものと仮定する．今 $q_i^* = q_i(x_1^*, x_2^*)$ である(4)．

(10)式の右辺の第1項は戦略項である．この条件式が非戦略的ゲームの(5)式と一致するか否かは戦略項の符号，つまり逆需要関数のパラメーターとスピルオーバー率（相手企業の反応曲線の形状）の2つに依存する．具体的には，$d<0$ のケースにおいては，戦略項の符号は正である．この結果費用最

（4）企業 i のR＆D投資の反応曲線の傾きは $\partial^2\pi_i/\partial x_j\partial x_i$ の符号，より具体的には，$(2b_j\beta_i - d)$，$i \neq j$，の符号に依存する．もし生産物が代替財であるならば，企業 i の反応曲線は，$0 \leq \beta_i < d/2b_j$（$d/2b_j < \beta_i \leq 1$）のとき，下方（上方）に傾く．一方，$\beta_i = d/2b_j$ ならば，それは垂直となる．大小2つの企業からなる反応曲線のケースと同じように（Bulow et al., 1985），企業 i と j の反応曲線が同時に逆方向に傾くことは可能である．例えば，$0 \leq \beta_1 < d/2b_2$ かつ $d/2b_1 < \beta_2 \leq 1$ のとき，企業1の反応曲線は下方に傾き，企業2のそれは上方に傾く．

小となる $x_i=x_i'$ で(10)式を評価すると，$\partial\pi_i/\partial x_i=-dq_i(\partial q_j/\partial x_i)>0$，$i\neq j$，を得る．今 $\partial\pi_i/\partial x_i$ は x_i の減少関数であるので，投資量は非戦略的ゲームより戦略的ゲームにおいて多くなる．つまり $(x_1^*,\ x_2^*)>(x_1',\ x_2')$ である．これは，R＆Dを戦略的に使用するとき，企業はその非戦略的使用のケースに較べて過剰に投資を行なうことを示している．一方，もし $d>0$ であるならば，戦略項の符号は，(9)で示されるように，スピルオーバー率の大きさに依存する．すなわち $0\leq\beta_j<d/2b_i$，$\beta_j=d/2b_i$，$d/2b_i<\beta_j\leq 1$ のそれぞれの β_j の値に対してその符号は正，ゼロ，負となる．戦略的投資と非戦略的投資の量を比較するために，$x_i=x_i'$ で(10)式を評価すると，

$$\frac{\partial\pi_i}{\partial x_i}\gtreqless 0 \quad as \quad \beta_j\lesseqgtr\frac{d}{2b_i},\ i\neq j$$

なる関係式を得る．そこで，次のような命題が成り立つ．

命題１．第２段階でクールノー数量競争を展開する企業 i と j が第１段階において戦略的コミットメントとしてR＆D投資を使用すると想定しよう．すると，(i)もし両企業の生産物が代替財であるならば，企業 i は企業 j のスピルオーバー率が $d/2b_i$ より小さい，または大きい（と等しい）ときに，戦略的コミットメントがないケースに較べてそれがあるケースではそれぞれより大きいか，または小さい（と等しい）水準までR＆D投資を実行する誘因を持つ．他方，(ii)もしそれらの生産物が補完財であるならば，各企業は，スピルオーバー率とは無関係に，戦略的コミットメントがないケースに較べてそれがあるケースではより高い水準のR＆D投資を実行する誘因を持つ(5)．

この命題に対する直観的説明は次のようになる．企業 i が過剰投資を行な

（5）企業がR＆Dに過剰投資を行なうか否かはR＆D支出関数の関数形とは独立である．

うか否かがライバル企業のスピルオーバー率 β_j の水準に依存することは興味深い．これは企業 i のコストダウンの恩恵を企業 j が受け，それによってその産出量がどれだけ増加するかによって自らの利潤が影響を受けるためである．つまり相手の産出量の反応の水準が β_j にも依存するためである．$d>0$ の場合，もし企業 j のフリーライド効果が相対的に小さい（$0<\beta_j<d/2b_j$）ならば，x_i の増加はライバルの産出量を減少させる．これはR＆D投資によって引き起こされる企業 i 自身の生産コストの低下が大きく，企業 j のそれを上回るためである．企業 i は過剰投資を行なう．これに対し，もしフリーライド効果が相対的に大きい（$d/2b_i<\beta_j\leq 1$）ならば，そのような増加はライバルの産出量を引き上げ，企業 i の利潤自体を低下させる．かくして企業は過剰投資を行なうよりは過少投資を行なうことになる．$\partial q_j/\partial x_i<0$ が与えられると，企業 i の投資に対する企業 j のフリーライド効果が大きくなるために，x_i の企業 i の利潤への効果は β_j の上昇と共に低下する．この結果，x_i の水準はそれによって引き下げられる．これに対し，$\partial q_j/\partial x_i>0$ であるならば，x_i の q_j への効果は β_j の上昇によって低下するために，企業 i の利潤は減少する．かくしてその上昇は企業に過少投資を引き起こすことになるであろう．もし $\beta_j=d/2b_i$ であるならば，戦略項が消滅するために過剰投資も過少投資も起こらない．R＆D投資の戦略的効果が消滅する．第2に，$d<0$ のケースでは，x_i の増加は q_j を増加させるので，前者の増加は企業 i の利潤を増加させることになる．スピルオーバーが上昇するときに，企業が投資を拡大する理由は直接的である．

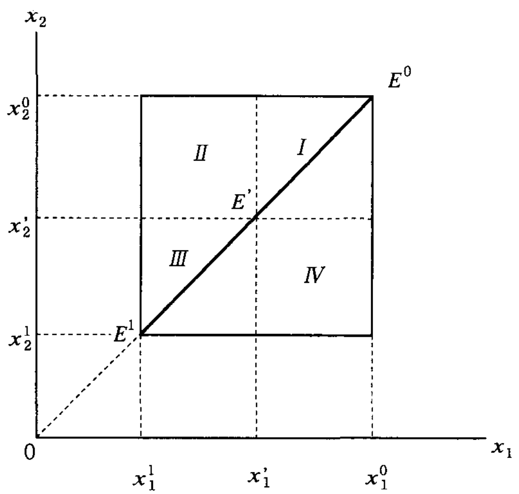
伝統的には，生産物の反応曲線が右下がりとなる正常ケースでは戦略項は正の符号，$-dq_i(\partial q_j/\partial x_i)>0$，$i\neq j$，を持つことが主張されてきた（Brander and Spencer（1983）および Dixit（1986）を参照）．しかしながら，命題1の結果(ii)は明らかにスピルオーバーがないときに成立する伝統的結果とは対照的である．Bulow et al.（1985）はまた Brander and Spencer や Dixit と異なる文脈で，企業は2段階ゲームにおいて戦略的に過少投資また

は過剰投資を行なうことを示している．もし Bulow et al. の結果を我々のモデルに則して解釈するならば，生産物が戦略的代替（補完）であるとき，企業は過剰（過少）投資を行なうことになる．換言すれば，右下がり（右上がり）の反応曲線の正常（非正常）ケースでは過剰（過少）投資が起こる．正常ケースでの彼らの結果は Brander and Spencer や Dixit の結果と同じである．非正常ケースでの結果は我々の結果(ii)と明らかな対比をなす．

R＆D投資とスピルオーバー率の関係は，生産物が代替財であるとき，図2のように描かれる．図の $E^0=(x_1^0,\ x_2^0)$ は $\beta_i=0$ のときの均衡を，そして $E^1=(x_1^1,\ x_2^1)$ は $\beta_i=1$ のときの均衡を示す．$\beta_i=d/2b_j$, $i\neq j$, が与えられるとき，均衡R＆D投資は $E'=(x_1',\ x_2')$ である．これは非戦略的均衡値である．伝統的結果は $0\leq\beta_i<d/2b_j$ のときにおいてのみ成立する特殊な結果であることが分かる．

スピルオーバー値とR＆D投資水準の関係を見ると，$(\beta_1,\ \beta_2)$ の組み合わせは以下の4つの領域，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ，のいずれか1つの領域に戦略的R

図2



＆D均衡投資水準を特定化する．今 $I=\{(x_1,\ x_2)\,|\,x_1^{'}<x_1\leq x_1^0\ and\ x_2^{'}<x_2\leq x_2^0\}$，$I\!I=\{(x_1,x_2)\,|\,x_1^1\leq x_1<x_1^{'}\ and\ x_2^{'}<x_2\leq x_2^0\}$，$I\!I\!I=\{(x_1,x_2)\,|\,x_1^1\leq x_1<x_1^{'}\ and\ x_2^1\leq x_2<x_2^{'}\}$ および $I\!V=\{(x_1,x_2)\,|\,x_1^{'}<x_1\leq x_1^0\ and\ x_2^1\leq x_2<x_2^{'}\}$ である．つまり領域，I，$I\!I$，$I\!I\!I$，$I\!V$，はそれぞれ $A_I=\{(\beta_1,\ \beta_2)\,|\,0\leq\beta_1<d/2b_2\ and\ 0\leq\beta_2<d/2b_1\}$，$A_{I\!I}=\{(\beta_1,\ \beta_2)\,|\,d/2b_2<\beta_1\leq 1\ and\ 0\leq\beta_2<d/2b_1\}$，$A_{I\!I\!I}=\{(\beta_1,\ \beta_2)\,|\,d/2b_2<\beta_1\leq 1\ and\ d/2b_1<\beta_2\leq 1\}$ と $A_{I\!V}=\{(\beta_1,\ \beta_2)\,|\,0\leq\beta_1<d/2b_2\ and\ d/2b_1<\beta_2\leq 1\}$ に対応する．各企業のスピルオーバー率が異なることを考慮すると，$A_{I\!I}$ と $A_{I\!V}$ で示されるように，1つの企業が過剰投資を行ない，他企業が過少投資を行なう可能性は一般的であると思われる．ところで，企業が対称的（symmetric）であるときの投資水準は常に直線 E^0E^1 上にある．伝統的結果は対称性の仮定下で得られたものであるといえる．

もし生産物が補完財であるならば，各企業は非戦略的文脈よりも戦略的文脈でより高い水準の投資を選択する．その上，企業はスピルオーバーがない場合よりもそれがある場合において更に過剰投資を行なう．

逆需要関数 $p=a-b\sum_{i=1}^{n}q_i$ のもとで同質財を生産する N（$i=1$，・・・，n）の対称的企業のケースに眼を向けよう．すると，第1段階の最適化条件として

$$\frac{\partial\pi_i}{\partial x_i}=-\frac{N(2\beta-1)q_i}{N+1}+q_i-c_i^{I'}(x_i)=0\ ,\ i=1\ ,\ 2\ ,\ \cdots,\ n$$

が導かれる．この式の右辺第1項は戦略項である．この結果は次のように要約できる．

命題2．N 企業が対称的であると想定しよう．すると，(i)R＆D投資の水準は，もしスピルオーバー率が $0\leq\beta<1/2(1/2<\beta\leq 1)$ であるならば，戦略的行動がないときに較べてそれがあるときには高く（低く）なる．そして(ii)もし $\beta=1/2$ であるならば，その水準は費用最小化のもとで決まり，2つの

投資水準は一致する.

3節. ベルトラン価格競争モデル

クールノー数量競争モデルの需要関数とベルトラン価格競争モデルのそれの間には双対性が成立するので (Sonnenschein (1968) を参照), 1節の逆需要関数は次のように書き換えられる.

$$q_1 = \alpha_1 - \delta_1 p_1 + \gamma p_2 \tag{1$'$}$$

$$q_2 = \alpha_2 + \gamma p_1 - \delta_2 p_2. \tag{2$'$}$$

需要関数の各パラメーターは $\alpha_i = (a_i b_j - a_j d)/(b_1 b_2 - d^2)$, $\delta_i = b_j/(b_1 b_2 - d^2)$ そして $\gamma = d/(b_1 b_2 - d^2)$, i, $j = 1$, 2, $i \neq j$, である. また逆需要関数に関する仮定より $\delta_i > 0$ および $d \lesseqgtr 0$ に対して $\gamma \lesseqgtr 0$ が成立する. $\gamma < (>)$ 0のとき, 生産物は代替財 (補完財) である. 以下では, $p_i > A_i$ と $\alpha_i > 0$ を仮定する.

3. 1. 非戦略的ゲーム

同時ゲームにおいて各企業は生産利潤からR&D投資支出(3)を差し引いたものを最大化するように, 価格とR&D投資水準を同時に決定する. つまり最大化問題は

$$\max_{p_i,\ x_i} \quad \pi_i = [p_i - (c_i - x_i)]q_i - c_i^I(x_i), \ i = 1, \ 2$$

である. (1)$'$ と(2)$'$ を使用すると, 最大化のための1階条件は

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} = \alpha_i + \delta_i(c_i - x_i) - 2\delta_i p_i + \gamma p_j = 0\ , \tag{11}$$

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial x_i} = q_i - c_i^{I'}(x_i) = 0\ ,\ i \neq j \tag{12}$$

となる．条件⑾は(5)と同じである．条件⑾と⑿は同時ベルトラン・ナッシュ均衡（$p_1^{b'}$，$p_2^{b'}$；$x_1^{b'}$，$x_2^{b'}$）を与える(6)．

3．2．戦略的ゲーム

戦略的２段階ゲームにおいては企業は第１段階で投資水準を，そして第２段階で価格を選択する．そこで，第２段階の最大化のための１階条件は利潤関数，$\pi_i = [p_i - (c_i - x_i - \beta_i x_j)]q_i - c_i^I(x_i)$，を価格 p_i に関して微分し，(1)′と(2)′を用いると，

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} = \alpha_i + \delta_i A_i - 2\delta_i p_i + \gamma p_j = 0\ ,\ i \neq j \tag{13}$$

となる．かくしてこの条件式を解くと，非同時ベルトラン・ナッシュ均衡（p_1^{b*}，p_2^{b*}）が得られる．具体的な均衡価格は

$$p_i^{b*} = \frac{2\delta_j(\alpha_i + \delta_i A_i) + \gamma(\alpha_j + \delta_j A_j)}{4\delta_1\delta_2 - \gamma^2}$$

である．ところで，もし $\gamma <(>) 0$ であるならば，生産物は戦略的代替（補完）である(7)．

第１段階の１階条件は

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial x_i} = \frac{\partial \pi_i}{\partial p_j}\frac{\partial p_j}{\partial x_i} + q_i - c_i^{I'}(x_i) = 0\ ,\ i \neq j \tag{14}$$

である．なお，$\partial \pi_i / \partial p_j = \gamma(p_i - A_i)$ かつ $\partial p_j / \partial x_i = -\delta_j(2\beta_j\delta_i + \gamma)/(4\delta_1\delta_2 - \gamma^2)$ である．また，２階条件は $\partial^2 \pi_i / \partial x_i^2 < 0$ である．ゲームがサブゲームパーフェクト・ベルトラン・ナッシュ均衡を持つとき，そこには均衡Ｒ＆Ｄ

(6) ２階条件は満たされるものと仮定する．

(7) 各企業の投資の増加は両方の企業の反応曲線を下方にシフトさせる．

投資，(x_1^{b*}, x_2^{b*})，が存在する⒁．式の右辺の第１項は戦略項である．投資の費用最小化は条件⑿のもとで達成される．両条件を比較すると，同時ゲームにおける費用最小化はゼロの戦略項を持つケースを除いて達成されない．戦略項の符号は$-\gamma\delta_j(2\beta_j\delta_i+\gamma)$ の符号，つまり需要関数のパラメーターとライバルのスピルオーバー値（つまり企業 i の反応曲線の傾斜），に依存する．生産物が代替財（$\gamma<0$）であるとき，β_j が$-\gamma/2\delta_i$ より小さくなるか，等しいか，または大きくなるかに従って，その項はそれぞれ負，ゼロ，正となる．投資の費用最小化水準で最大化のための１階条件⒁を評価するとき，

$$\frac{\partial\pi_i}{\partial x_i}\lesseqgtr 0 \quad as \quad \beta_j\lesseqgtr-\frac{\gamma}{2\delta_i},\ i\neq j$$

が導かれる．他方，生産物が補完財（$\gamma>0$）であるとき，戦略項は任意の β_j に対して負となる．この結果，費用最小化点では $\partial\pi_i/\partial x_i<0$ が成立する．これらの結果は次のようにまとめられる．

命題３．２段階ゲームの第２段階でベルトラン価格競争に従事する企業 i と j が第１段階でR＆D投資を用いるものと想定しよう．すると，(i)もし両企業の生産物が代替財であるならば，企業 i は，ライバル企業のスピルオーバー率 β_j が$-\gamma/2\delta_i$ より小さいか，または大きい（と等しい）ときには，戦略的コミットメントのないケースに較べてそれがあるケースではそれぞれより低い，またはより高い（と等しい），水準までR＆D投資を行なう誘因を持つ．(ii)もし生産物が補完財であるならば，各企業は戦略的コミットメントがないケースよりもそれがあるケースではより少ないR＆D投資を用いる誘因を有する．

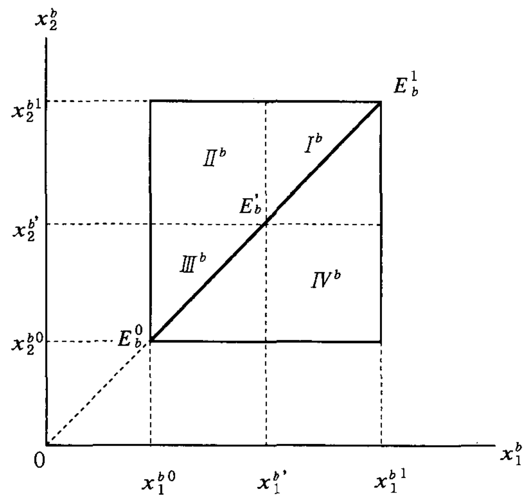
命題には次のような直観的説明が与えられる．まず第１に，$\gamma<0$ のケースを取り上げる．$0\leq\beta_j<-\gamma/2\delta_i$ が与えられるとき，もし x_i が減少させられるならば，p_i が上昇し，p_j は低下する．しかし π_i は生産物が代替財である

ために増加する．企業 i はかくして投資費用を最小化するために必要とされる水準より低い水準の投資量を選択する．これに対し，$-\gamma/2\delta_i<\beta_j\leq 1$ が与えられるとき，もし x_i が増加するならば，p_i と p_j は共に低下するが，π_i は増加するため，企業 i はより高い水準の投資を選択する．第2に，$\gamma>0$ のケースでは，もし企業 i が過少投資を行なうならば，両価格は共に低下する．そして π_i は生産物が補完財であるので増加する．

なぜスピルオーバーが上昇するにつれて投資の過剰傾向が存在するのか？これは次のように説明される．このとき重要な役割を演じるのは $\partial p_j/\partial x_i$ と β_j の関係である．その関係として $\partial p_j/\partial x_i$ は β_j の減少関数となることが成立する．それ故，$\gamma<0$ が与えられるとき，もし $0\leq\beta_j<-\gamma/2\delta_i$ であるならば，β_j の増加は x_i の p_j への効果を弱める．この結果，増加した x_i に対する π_i の減少の度合はより小さくなる．このためその増加は過少投資傾向を弱める．一方，もし $-\gamma/2\delta_i<\beta_j\leq 1$ であるならば，上昇した β_j は x_i の p_j への効果を拡大する．これに対し，$\gamma>0$ が与えられると，上昇した β_j は，これがその効果を拡大させるために，企業 i の利潤を減少させることになる．結果的に，β_j が上昇すればするほど，企業 i はますます過少投資傾向を強める．

企業が非対称的であるとき，生産物が代替財であるならば，1企業が過少投資を行ない，他企業が過剰投資を行なう可能性が起こる．このことは図3で表わされている．以前の節で表わされたように，R＆Dに関する企業の選択は I^b, II^b, III^b そして IV^b の4つの領域に分類される．これらの領域はそれぞれ $I^b=\{(x_1^b, x_2^b)\,|\,x_1^{b'}<x_1^b\leq x_1^{b1}$ and $x_2^{b'}<x_2^b\leq x_2^{b1}\}$, $II^b=\{(x_1^b, x_2^b)\,|\,x_1^{b0}\leq x_1^b<x_1^{b'}$ and $x_2^{b'}<x_2^b\leq x_2^{b1}\}$, $III^b=\{(x_1^b, x_2^b)\,|\,x_1^{b0}\leq x_1^b<x_1^{b'}$ and $x_2^{b0}\leq x_2^b<x_2^{b'}\}$ および $IV^b=\{(x_1^b, x_2^b)\,|\,x_1^{b'}<x_1^b\leq x_1^{b1}$ and $x_2^{b0}\leq x_2^b<x_2^{b'}\}$ である．また $E_b^0=(x_1^{b0}, x_2^{b0})$ と $E_b^1=(x_1^{b1}, x_2^{b1})$ はそれぞれ $\beta_i=0$ に対する過少投資均衡と $\beta_i=1$ に対する過剰投資均衡を示す．そして $E_b'=(x_1^{b'}, x_2^{b'})$ は最適投資均衡を示す．領域 I^b, II^b, III^b と IV^b における投資水準はそれぞれ厳密に

図3



A_{IV}, A_{III}, A_I そして A_{II} における（β_1, β_2）の組み合わせに対応する．ところで，もし企業が対称的であるならば，それらの選択は $E_b^0E_b^1$ 線上に位置する．Fudenberg and Tirole（1984），Dixit（1986）および Lee（1986）の議論は $\gamma>0$ の対称的ケースに限定され，彼らの結果は点 E_b^0 に対応することになる(8)．

我々は命題1と3の比較からクールノー数量競争とベルトラン価格競争における結果には双対性が存在することが分かる．

4節．結　　び

企業の対称性の仮定は分析の一般性を失わせ，結論を過度に単純化する．

（8）Lee（1986）は生産物が独立財である場合，$\gamma=0$，を考察し，各企業は費用最小化投資を行なうことを指摘した．

つまり複占企業はその仮定下では過剰投資または過少投資のいずれか一方の同じ選択をせざるをえなくなる．もしR＆Dのスピルオーバーを認めると共に，その仮定を緩めるならば，企業の戦略の多様性が存在することになる．このときある企業はR＆Dの過少投資を，他の企業はその過剰投資を行なう．したがって，伝統的結果は特殊ケースにおいてのみ成立することになる．更に，我々の興味を引くものは企業が過剰投資を行なうか否かはライバル企業のフリーライドの程度に依存することである．例えば，クールノー数量競争では，もし１企業がライバル企業の投資にフリーライドせず，逆にライバルが完全にフリーライドするならば，前者は過剰投資に，そして後者は過少投資に陥る．これはフリーライドそのものが戦略的含意を有することを示唆している．すなわち，企業が完全に近いフリーライドを行なう（そのスピルオーバー率が１に近い）ならば，そのライバル企業は非攻撃的となる．言い換えれば，企業はそれ自らがR＆D活動によって獲得した果実のライバル企業への流失が最少となるように行動するならば，ライバルの攻撃的行動を押さえることができる．それ故，パテントの保有やリバース・エンジニヤリング等々は戦略的意味合いを有すると思われる．

我々は企業が戦略的ゲームにおいてさえ費用最小化投資を行なうことを示した．加えて，クールノー数量競争とベルトラン価格競争の投資戦略の間には双対性が存在することを示した．

参 考 文 献

Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri (1989), Research and Development and Intra-industry Spillovers: An Empirical Application of Dynamic Duality, *Review of Economic Studies* 56, 249-269.

Bernstein, J. I. and X. Yan (1997), International R & D Spillovers between Canadian and Japanese Industries, *Canadian Journal of Economics* 30, 276-291.

Brander, J. A. and B. J. Spencer (1983), Strategic Competition with R & D: The Symmetric Case, *Bell Journal of Economics* 14, 225-235.

Bulow, J. I., J. D. Geanakoplos, and P. D. Klemperer (1985), Multimarket Oligopoly: Strategic Substitutes and Complements, *Journal of Political Economy* 93, 488-511.

Cow, D. T. and E. Helpman (1995), International R & D Spillovers, *European Economic Review* 39, 859-887.

d'Aspremont, C. and A. Jacquemin (1988), Cooperative and Noncooperative R & D in Duopoly with Spillovers, *American Economic Review* 78, 1133-1137.

Dixit, A. (1986), Comparative Statics for Oligopoly, *International Economic Review* 27, 107-122.

Fudenberg, D. and J. Tirole (1984), The Fat-Cat Effect, the Puppy-Dog Ploy, and the Lean and Hungry Look, *American Economic Review (Papers and Proceedings)* 74, 361-366.

Kamien, M. I., E. Muller, and I. Zang (1992), Research Joint Ventures and R & D Cartels, *American Economic Review* 82, 1293-1306.

Lee, T. K. (1986), Strategic Commitment with R & D, *Economics Letters* 21, 375-378.

Sonnenschein, H. (1968), The Dual of Duopolist is Complementary Monopoly: or, Two of Cournot's Theories are One, *Journal of Political Economy* 76, 316-318.

Strategic Games and R & D Investment with Spillovers

Shoji Haruna

The paper considers the problem of whether in a strategic two–stage game duopolistic firms make an overinvestment or underinvestment in R & D when there are their spillovers. We deal with two cases of Cournot quantity and Bertrand price competitions. It is shown that in Cournot (Bertrand) competition each firm has an incentive to use a larger (less) or less (larger) investment than the one required to minimize the costs of investment according as its rival's spillover rate is relatively small or large.