

空間的競争市場, スピルオーバー効果, 及び R & D 投資戦略

— R & D 投資の協調行動は可能か —

利 光 強

1. 序 論

近年, 日本や欧米のハイテク産業でみられる協同組織, あるいはジョイント・ベンチャーによる半導体, 新世代コンピューター, バイオテクノロジー, 新エネルギー等の基礎研究や応用開発がある程度の成功をおさめている。R & D に関して各個別企業独自の活動に比べて政府や業界団体を中心にした組織的な活動が注目されている。しかし, もし政府や業界団体などの外部からの圧力がない場合果して競争関係にある企業間で R & D に関してそのような協調的な行動が可能だろうか。

2 段階ゲームを用いて複占的競争市場, あるいは寡占的競争市場における企業の戦略的 R & D 投資とスピルオーバー効果—すなわち, 自企業の R & D 投資が相手企業に与える外部効果—の問題を扱ったいくつかの研究がある。例えば, Katz (1986), d'Aspremont and Jacquemin (1988), Henriques (1990), Suzumura (1992), De Bondt, Slaets and Cassiman (1992), そして Kamin, Muller, and Zang (1992) など¹⁾。これらの研究では R & D 投資戦略について企業が協調的行動をとった場合と非協調的行動をとった場合それぞれの投資水準がスピルオーバー効果の程度とどの様な関係にあるのか, さらに経済厚生観点から協調的投資か, 非協調的投資

のどちらが良いのかを検討している。それらの主な結論を次のようにまとめることができる。

(1) スピルオーバー効果が十分に大きければ（小さければ）協調的投資が非協調的投資を上回る（下回る）。

(2. a) 複占的競争においてはスピルオーバー効果にかかわらず非協調的投資、及び協調的投資は次善的な意味での経済厚生観点から過小投資になる。

(2. b) 寡占的競争においてはスピルオーバー効果が十分に大きければ非協調的投資は次善的な意味での経済厚生観点から過小投資になる。しかし、スピルオーバー効果が十分に小さい時（特に、その効果が存在しない場合）企業数が十分に多ければ非協調的投資は次善的な意味での経済厚生観点から過剰投資になる。また、スピルオーバー効果にかかわらず、協調的投資は次善的な意味での経済厚生観点から過小投資になる。

ところで、上記の研究（以下では、d'Aspremont and Jacquemin (1988) と Suzumura (1992) を中心に、従来のモデルと呼ぶ）は共通して同質財の複占的市場、あるいは寡占的市場におけるクールノー・ナッシュ競争を仮定している。本稿ではまず、差別財の複占的市場におけるベルトラン・ナッシュ競争を仮定し、さらに需要関数の導出にあたってホテリング・タイプの空間的競争市場を導入する²⁾。これらの仮定の修正は、従来のモデルの結果が一般性を持つかどうかを吟味するためである。次に、すでに述べたように、従来のモデルでは協調的投資と非協調的投資を比較し、その大小とスピルオーバー効果との関係を示しているが、そもそも企業の R & D 投資戦略として協調的に行動するか、それとも非協調的に行動するかの検討が必要である。例えば、仮に企業の利得、あるいはまた経済厚生観点から

協調的投資が非協調的投資に比べて有利であるとしても，投資主体である企業がともに協調的な行動を選択をしなければ，協調的なR & D投資は実現しない。したがって，それらの投資水準の比較だけでは積極的な意味を持たない。本稿では3段階ゲームに拡張し，R & D投資に関して企業どうしの協調的な行動が可能か，否かを検討する。以上は分析の拡張である。

本稿の主な結果を次のようにまとめることができる。

- (1) ホテリング・タイプの空間的市場における複占的価格競争を仮定した場合協調的投資は常にゼロであり，したがってスピルオーバー効果に関係なく非協調的投資は常に協調的投資を上回る。ただし，スピルオーバー効果が完全である場合—すなわち，自企業の投資による費用削減の効果と等しい効果が他企業にもたらされる場合—非協調的投資もゼロになる。
- (2) ホテリング・タイプの空間的市場における複占的価格競争を仮定した場合スピルオーバー効果が十分に小さければ(大きければ)，非協調的投資は次善的な意味での経済厚生観点から過剰(過小)投資になる。また，スピルオーバー効果にかかわらず，協調的投資は次善的な意味での経済厚生観点からは過小投資になる。
- (3) R & D投資戦略に関する協調的な行動(=共謀)，すなわちこの場合R & D投資を実行しないことが両企業にとって最適であるにもかかわらず，非協調的に行動(=逸脱)することが支配的戦略となる。ただし，そのことは両企業ともR & D投資インセンティブを持つことを意味する。したがって，R & D投資水準を決定する段階では各企業はR & D投資を非協調的な投資水準に設定する。

本稿の構成は以下の通りである。次節では基本モデルを示す。そこでは，まずホテリング・タイプの空間的市場における複占的価格競争でのベルト

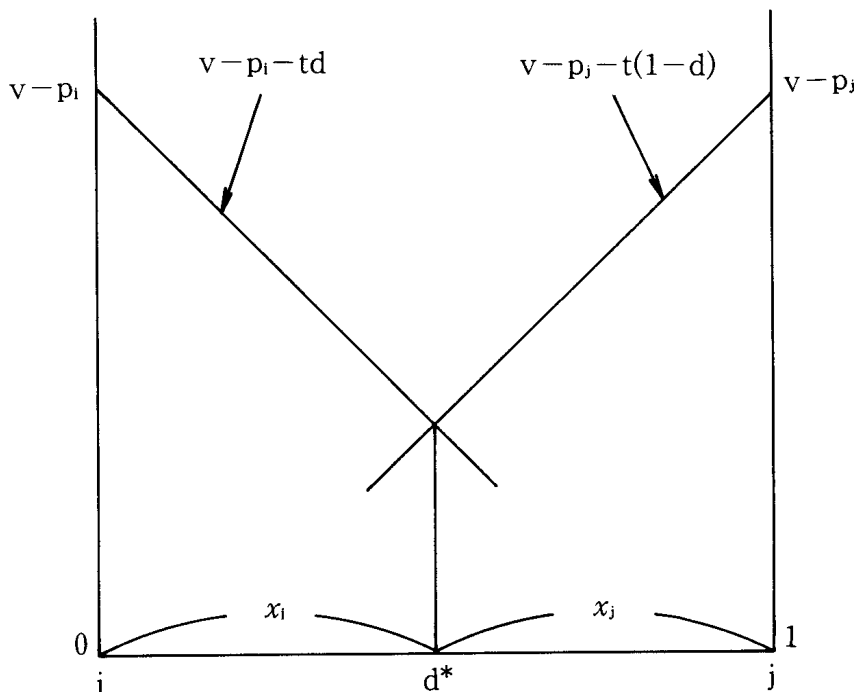
ラン・ナッシュ均衡を示し、次に各企業がR&D投資水準を決定するに際して両企業とも非協調的に行動する場合と協調的に行動する場合、それぞれの投資水準を導出する。さらに、次の分析の準備としてR&D投資の協調的均衡から逸脱した場合の投資水準を導出する。その上で、それらの水準とスピルオーバー効果との関係を検討する。第3節では、R&D投資を実行する場合相手企業と協調的に行動するか、それとも非協調に行動するかの戦略的行動の問題を議論する。第4節では次善的な意味での最適なR&D投資水準を求め、それと非協調的、及び協調的投資を比較し、経済厚生の問題を議論する。最後に、第5節では以上の議論を整理し、今後の課題を示す。なお、補論では d'Aspremont and Jaquemin モデルを製品差別化された複占的価格競争ケースに修正し、本論と同様の分析を行う。なお、本論との相違は需要関数の導出に当たって2次形式の効用関数を用いている点である。

2. モデル

2.1 モデルの設定と需要関数の導出

本稿では次のような3段階モデルを仮定する。まず、第1段階では両企業はそれぞれR&D投資に関して協調的に行動するか、それとも非協調的に行動するかを選択する。したがって、両企業とも（非）協調的行動を選択すれば、R&D投資を決意するに先だって戦略的行動の（非）協調均衡が成立し、第2段階で与えられる投資水準を（非）協調的投資水準に設定することになる。そして、第2段階では第1段階で選択した戦略にしたがって、両企業はR&D投資水準を決定する。最後に、第3段階では第2段

図1：空間的競争市場における均衡



階で与えられたR&D投資によって決定された費用関数のもとで両企業は
 ホテリング・タイプの空間的市場において複占的価格競争を行う³⁾。以下で
 は、後方帰納的に第3段階目からサブ・ゲーム均衡を求め、全体の完全均
 衡を導出する。

はじめに、ホテリング・タイプの空間的市場における消費者行動から、
 各企業の需要関数を導出する。距離〔0，1〕の直線的な市場に消費者が
 一様に分布し、その密度を1とする。2つの企業*i*と企業*j*はそれぞれ両
 端の0と1に位置するとき、0から距離*d*（ $0 \leq d \leq 1$ ）だけ離れたある
 任意の消費者の行動を考える。この消費者は2種類の財のうち最も自分の
 余剰を最大にする財を1単位だけ購入する。すなわち、企業*i*の財に対す
 る余剰(S_d)は

$$S_d = v - p_i - td \tag{1.a}$$

と表すことができる。ただし、*v*は留保価格を表す（なお、ここでは2つ

の財ともその留保価格は同じとする)。 t は消費者負担の輸送費用を表す。企業 j の財に関しても同様に、

$$S_d = v - p_j - t(1-d) \quad (1.b)$$

となる。したがって、両方の余剰が無差別になるのは (1.a) と (1.b) から

$$d^* = (1/2t)\{p_j - p_i\} + 1/2 \quad (2)$$

である。(2)から $0 \leq d < d^*$ の範囲に存在する消費者は企業 i の財を購入し、 $d^* < d \leq 1$ の範囲に存在する消費者は企業 j の財を購入することがわかる(図1参照)。したがって、企業 i の需要関数は(2)と密度1から次のように与えられる

$$x_i = (1/2t)(p_j - p_i) + 1/2, \quad i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (3)$$

さて、d'Aspremont and Jaquemin モデルにしたがって次のような限界費用関数、及び投資費用関数を仮定する。

$$c_i = C - k_i - \beta k_j, \quad 0 \leq \beta \leq 1, i, j = 1, 2, i \neq j, \quad (4)$$

$$I_i = (R/2)k_i^2, \quad i = 1, 2. \quad (5)$$

ただし、 $C \geq k_i + \beta k_j$ である。 β はスピルオーバー効果を表す。なお、 β の値が1に近ければ近いほど相手企業のR&D投資が自企業の限界費用をより削減することになる⁴⁾。

以上から、各企業の純利潤関数は次のように与えられる。

$$Z_i = (p_i - c_i[k_i, k_j])x_i[p_i, p_j] - (R/2)k_i^2, \quad i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (6)$$

2.2 ベルトラン・ナッシュ均衡

第3段階にあたる空間的市場におけるベルトラン・ナッシュ均衡を求める。この段階ではすでにR&D投資がなされているので、投資費用はすでに固定費用としてサンクされている。したがってまた、各企業ともある値を持つ限界費用のもとで粗利潤を最大化するように価格を設定する。1階

の条件から次の反応関数が得られる。

$$p_i = (1/2)\{p_j + c_i[k_i, k_j] + t\}, i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (7)$$

両企業は複占的競争市場において「戦略的補完関係」にあることがわかる。

(7)よりベルトラン・ナッシュ均衡価格は次のように与えられる。

$$p_i = (1/3)\{2c_i[k_i, k_j] + c_j[k_i, k_j]\} + t, i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (8)$$

以上を考慮して，各企業の純利潤を各企業のR & D投資で表せば，次のようになる。

$$Z_i = 2tx_i[k_i, k_j]^2 - (R/2)k_i^2, i, j = 1, 2, i \neq j, \quad (9)$$

$$x_i[k_i, k_j] = \frac{3t + (1 - \beta)(k_i - k_j)}{6t}, i, j = 1, 2, i \neq j. \quad (10)$$

ここで，注意すべき点はまず，自企業の生産量に与えるR & D投資の効果の絶対値が自らのそれと相手企業のそれとがまったく同一であり，また相手企業のR & D投資は常に自企業の生産量や粗利潤を低下させるということである。次に，スピルオーバー効果が完全である場合 ($\beta = 1$)，生産量，したがって粗利潤はR & D投資水準から独立になるということである。この2点は従来のモデルでは成立しない点である。すなわち，需要関数の導出にあたって，空間的市場を仮定したことによって，需要の価格に対する反応の絶対値が同一であり，そのことがR & D投資の生産量や粗利潤に与える効果の絶対値を同一にしているからである（なお，その点に関して補論では生産量や粗利潤に与える効果は自企業の投資と相手企業のそれとは対称的にならない）。

2.3 R & D投資水準の決定

ここでは両企業ともR & D投資戦略について（非）協調的に行動し，その結果（非）協調均衡が成立した場合の投資水準の決定の問題を検討する。

そして、次の分析の準備として、協調均衡から逸脱した場合の投資水準を求めておく。

まず、両企業がともに非協調行動を選択した場合、各企業は相手企業の投資水準を一定として自企業の純利潤を最大にするように投資水準を決定する。すなわち、(9)と(10)から次の1階の条件を得る。

$$6t(1-\beta) - \{9R - 2(1-\beta)^2\}k_i - 2(1-\beta)^2k_j = 0, \quad i, j = 1, 2, \quad i \neq j. \quad (11)$$

ただし、2階の条件から $9R > 2(1-\beta)^2$ である。(11)は企業 i の投資水準の企業 j のそれに対する反応関数を意味する。したがって、両企業が R & D 投資に関してスピルオーバー効果の程度に関係なく常に「戦略的代替関係」にあることがわかる。対称的均衡における非協調的投資水準は次のように与えられる。

$$k_i = \frac{6t(1-\beta)}{9R} \equiv k^N, \quad i = 1, 2. \quad (12)$$

ただし、この均衡が安定的であるためには $9R > 4(1-\beta)^2$ でなくてはならない。(12)からスピルオーバー効果が完全である場合には投資水準がゼロとなる。このことは相手企業の投資水準がどのようなものであっても自企業は投資を行わない（あるいは、ゼロ水準の投資しかしない）ことを意味する。

次に、両企業がともに協調行動（＝共謀）を選択した場合、各企業は共同純利潤を最大にするように投資水準を決定する。しかしながら、共謀における両企業の投資水準の対称性を考慮すれば、(9)と(10)から明らかなように、この場合共同粗利潤が R & D 投資水準から独立になり、投資しても共同粗利潤を増加させないが、投資費用がかかるにすぎない。したがって、協調行動を選択した場合にはその協調的投資水準はゼロである。すなわち、投資を行わないことが共同純利潤を最大にするのである。実際、均衡にお

ける協調的投資水準は次のように与えられる。

$$k^c = 0. \quad (13)$$

最後に，ある企業が協調均衡から逸脱した場合を考察する。相手企業が協調的投資水準に設定した時，言い換えれば相手企業がR & D投資を実施しない時，自企業が協調均衡から逸脱した場合次のような投資水準を設定する。すなわち，(11)から

$$6t(1-\beta) - \{9R - 2(1-\beta)^2 k_i - 2(1-\beta)^2\} k_j^c = 0$$

となり，(13)を考慮して整理すると

$$k_i = \frac{6t(1-\beta)}{9R - 2(1-\beta)^2} \equiv k^d, i=1,2. \quad (14)$$

が得られる。

以上で得られたそれぞれの投資水準について次の関係が成立する。

$$k^d > k^N > k^c = 0, 0 \leq \beta < 1. \quad (15)$$

このことは，d'Aspremont and Jacquemin モデルの結果と次のような点で異なる。まず，スピルオーバー効果の程度に関係なく常に非協調的投資水準が協調的投資水準を上回る。そして，スピルオーバー効果が完全であるとき，すべての投資水準はゼロになる。

3. R & D投資戦略の均衡とインセンティブー「共謀」か，「逸脱」かー

さて，両企業はそれぞれR & D投資を行うならば，協調的に行動（＝共謀）した方がよいか，それとも非協調的に行動（＝逸脱）した方がよいかをR & D投資水準の決定に先だって検討するであろう。両企業のこの第1段階における戦略を $S_i = \{C, D\}$, $i=1,2$ とする。C（D）は共謀（逸脱）を

表す。したがって、前節の議論を踏まえるとそれぞれの利得は次のように表すことができる。

$$Z_i[C,C] = Z[k^c, k^c], \quad i=1,2, \quad (16.a)$$

$$Z_i[D,C] = Z[k^d, k^c], \quad i=1,2, \quad (16.b)$$

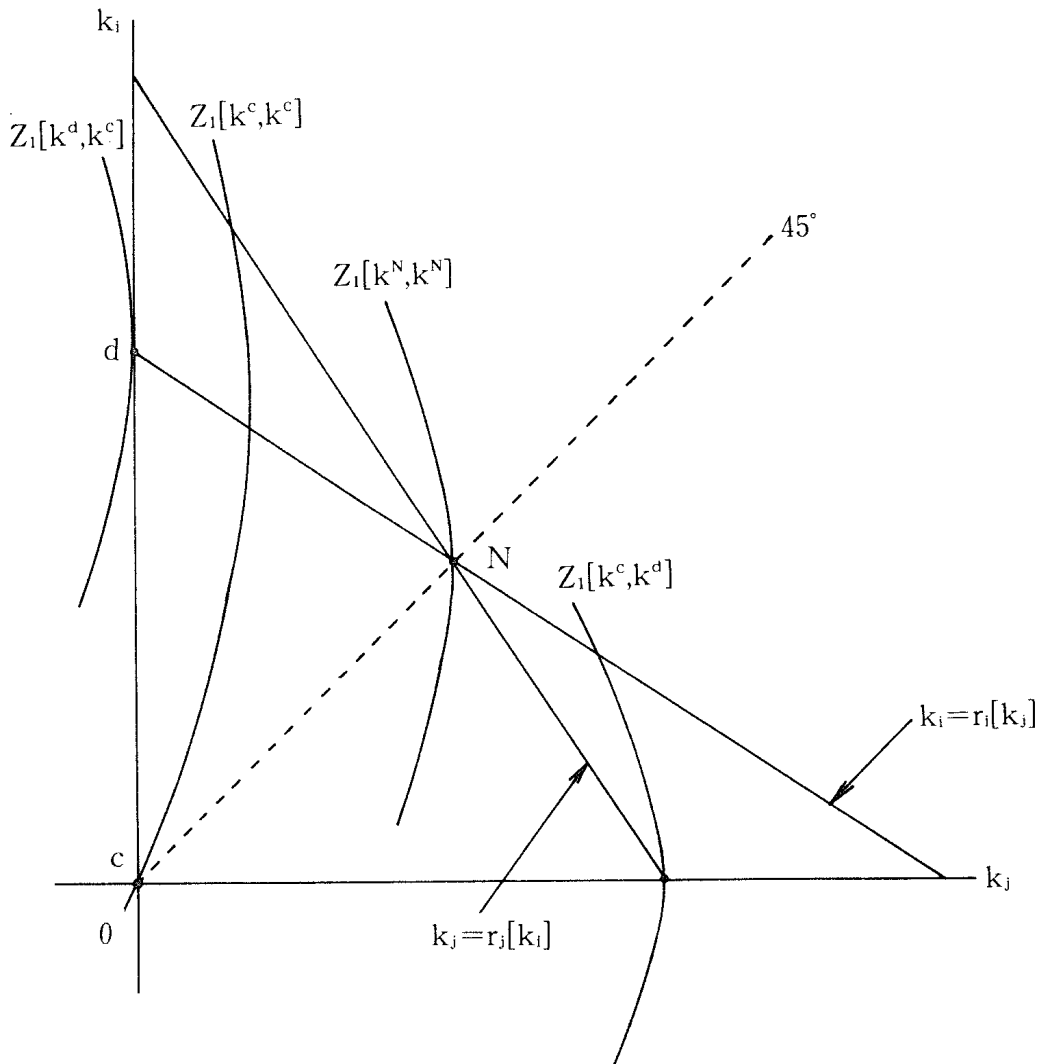
$$Z_i[D,D] = Z[k^N, k^N], \quad i=1,2, \quad (17.a)$$

$$Z_i[C,D] = Z[k^c, k^d], \quad i=1,2. \quad (17.b)$$

ただし、 $[S_i, S_j], i, j=1,2, i \neq j$ である。

そこで、これらの利得を比較することによって企業のR & D投資戦略の均衡が協調か、それとも非協調かを調べることができる。簡単な計算によ

図2：戦略的R & D投資の反応直線と企業iの等純利潤線曲線



り次の関係を得る（図2参照）。

$$Z_i[D,C] > Z_i[C,C], i=1,2, \quad (18)$$

$$Z_i[D,D] > Z_i[C,D], i=1,2. \quad (19)$$

$$Z_i[C,C] > Z_i[D,D], i=1,2. \quad (20)$$

(18)と(19)から両企業とも逸脱することが支配的戦略であることがわかる。したがって、R & D投資をいずれの企業も非協調的な水準に設定する。また、(20)は両企業にとって協調的な行動，すなわち投資を実行しないことが、非協調的な行動よりも利得が大きいことを意味する。このことは「囚人のジレンマ」に両企業とも陥っていることがわかる。言い換えれば、両企業ともR & D投資を実行したくないのであるが、相手企業がもし、R & D投資を実行すれば自企業の利得が低下してしまうので、あえてR & D投資をせざるを得ないのである。

ところで、ここでのR & D投資の共謀は、いわば投資を実行しないことを、またその逸脱は投資の実行を意味している。したがって、C (D)を「投資しない」(「投資する」)と解釈し直せば、両企業ともR & D投資に対するインセンティブを持っていることが理解できる。

4. 次善的R & D投資政策と経済厚生一次善的R & D投資水準との比較一

ここでは経済厚生観点から協調的投資，非協調的投資，そして次善的に最適な投資とを比較してみよう。投資水準の対称性を考慮して，空間的市場における次善的な意味での経済厚生は次のように与えられる。

$$w = \int_0^{x^*} (v - p - tx) dx + \int_{x^*}^1 \{v - p - t(1 - x)\} dx + 2Z. \quad (21)$$

ただし、 $x^* = 1/2$, $p = t + C - (1 + \beta)k$, $Z = 2tx^{*2} - (R/2)k^2$. その1階の条件から次善的に最適な投資水準は次のように与えられる。

$$k^s = \frac{1+\beta}{2R}. \quad (22)$$

(12), (13), そして(22)から次のような関係が成立する。

$$k^s < (>) k^N \iff \beta < (>) \frac{4t-3}{4t+3} (<1), \text{ for } t > 3/4, \quad (23.a)$$

$$k^s > k^c (=0), \text{ for any } \beta. \quad (23.b)$$

したがって、ホテリング・タイプの空間的市場における複占的価格競争の場合スピルオーバー効果が十分に小さければ（大きければ）非協調的投資は次善的な意味において過剰（過小）投資となり、また協調的投資はスピルオーバー効果にかかわらず常に過小投資となる。これらの結果は寡占的数量競争を仮定した Suzumura モデルの結果（定理4, 5）と基本的に同様のものである。なお、d'Aspremont and Jaquemin モデルや以下の補論でも示されるように、同質財市場における複占的数量競争、そして製品差別市場における複占的価格競争でも一自企業の価格による自企業の需要に与える効果が相手企業の価格によるそれにくらべて絶対値において大きければ一スピルオーバー効果に関係なく非協調的投資、及び協調的投資は過小投資になる点に注意されたい⁵⁾。

5. 結 論

本稿の基本的な主張のひとつは、ホテリング・タイプの空間的市場における複占的価格競争のもとではスピルオーバー効果に関係なく、各企業が協調的な R & D 投資行動をとる可能性は有り得ないということである。なお、補論でも検討しているように、この主張はホテリング・タイプの空間的市場でなくとも、そしてあえて言えば、従来のモデルの設定のもとでも

妥当することが予想される。ただし，ゲームを「無限繰り返し」にしたり，あるいはR & D投資の削減効果の不確実性を導入した場合，R & D投資戦略の協調行動が成立するかどうかは今後の課題としたい。2つめは，非協調的投資水準はスピルオーバー効果に関係なく常に，協調的投資水準を上回るという点である。この点は本稿で仮定した需要関数の特殊性によるものである。そして，3つめは従来のモデル，特に同質財市場の寡占的数量競争を仮定した Suzumura モデルと基本的に同じ結果が得られたということである。すなわち，ホテリング・タイプの空間的市場における複占的価格競争のもとでは非協調的投資はスピルオーバー効果が十分に小さければ（大きければ），次善的な経済厚生観点から過剰（過小）投資になり，また協調的投資はスピルオーバー効果に関係なく常に，次善的な経済厚生観点から過小投資になる。

補論：修正 d'Aspremont and Jaquemin モデル—複占的価格競争ケース—

ここでの主な結論は次の3点である。(1)R & D投資水準に関してはスピルオーバー効果が大きければ(小さければ)，協調的投資水準は非協調的投資水準を上回る(下回る)。(2)R & D投資戦略に関しては本論と同様に，両企業ともスピルオーバー効果にかかわらず，常に非協調的な行動を選択する。(3)次善的な経済厚生観点から非協調的投資，そして協調的投資とも過小投資になる。

まず，次のような代表的消費者の効用関数を仮定する。

$$V[x_i, x_j, x_0] = U[x_i, x_j] + x_0, \quad i, j = 1, 2, \quad i \neq j, \quad (\text{A.1})$$

$$U[x_i, x_j] = \alpha(x_i + x_j) - (1/2)\{x_i^2 + 2\delta x_i x_j + x_j^2\}, \quad (\text{A.2})$$

$$\alpha > 0, \quad 0 < \delta < 1.$$

ただし、 x_i (x_j) は製品差別化された複占的競争市場における i (j) 財に対する需要量を、そして x_0 は他産業の財 (outside goods) に対する需要量を表す。(A.2) は 2 つの差別財が不完全代替財であることを表す。なお、ここでの代表的消費者は 2 種類の差別財とも購入し、それらの財の購入量を選択する。他産業の財の価格をニューメールとすれば、代表的消費者の所得制約は次のように示される。

$$Y = p_i x_i + p_j x_j + x_0, \quad i, j = 1, 2, \quad i \neq j. \quad (\text{A.3})$$

(A.1), (A.2), そして (A.3) より代表的消費者の消費者余剰 (S) は

$$\begin{aligned} S &= V[x_i, x_j, x_0] - p_i x_i - p_j x_j - x_0 \\ &= \alpha(x_i + x_j) - (1/2)\{x_i^2 + 2\delta x_i x_j + x_j^2\} - p_i x_i - p_j x_j \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

となる。この消費者余剰を最大化するように代表的消費者は i (j) 財の需要量を決定する。すなわち、次のような逆需要関数を得る。

$$p_i = \alpha - x_i - \delta x_j, \quad i, j = 1, 2, \quad i \neq j. \quad (\text{A.5})$$

(A.5) より財の (直接) 需要関数を求めると、次のようになる。

$$x_i = \frac{(1-\delta)\alpha - p_i + \delta p_j}{1-\delta^2}, \quad i, j = 1, 2, \quad i \neq j. \quad (\text{A.6})$$

以下では、(A.6) を次のように修正する。

$$x_i = A - a p_i + b p_j, \quad (\text{A.7})$$

$$A = \alpha/(1+\delta), \quad a = 1/(1-\delta^2), \quad b = \delta/(1-\delta^2), \quad a > b > 0.$$

また、R & D 投資による削減効果、生産限界費用関数、及び投資費用関数は本論と同一であるとする。すなわち、

$$c_i = C - k_i - \beta k_j, \quad 0 \leq \beta \leq 1, \quad i, j = 1, 2, \quad i \neq j, \quad (4)$$

$$I_i = (R/2)k_i^2, \quad i = 1, 2. \quad (5)$$

以上の設定のもとで第 3 段階におけるベルトラン・ナッシュ均衡価格は次のように与えられる。

$$p_i = \frac{(2a+b)A + 2a^2c_i + abc_j}{D}, \quad i, j = 1, 2, i \neq j, \quad (\text{A.8})$$

$$D = (2a+b)(2a-b) > 0.$$

企業 i の投資費用を差し引いた純利潤関数は

$$Z_i[k_i, k_j] = x_i[k_i, k_j]^2/a - I_i, \quad i, j = 1, 2, i \neq j \quad (\text{A.9})$$

$$x_i[k_i, k_j] = \frac{(2a+b)B + Ek_i + Fk_j}{D}, \quad (\text{A.10})$$

$$B = A - (a-b)C > 0, \quad (\text{A.10.a})$$

$$E = (2a^2 - b^2 - ab\beta) > 0, \quad (\text{A.10.b})$$

$$F = \beta(2a^2 - b^2) - ab > (<) 0 \leftarrow \rightarrow \beta > (<) ab/2a^2 - b^2 \quad (\text{A.10.c})$$

となる。E/D は自企業の投資による自企業の生産量に対する効果を、そして F/D は相手企業の投資による自企業の生産量に対する削減効果を表す。それは β が十分に大きければ (小さければ) 自企業の生産量や粗利潤を増加 (減少) させる。

そこで、第 2 段階における各均衡投資戦略に対応する R & D 投資水準を求める。

(a) 非協調的投資戦略のもとでの投資水準

(A.9) と (A.10) から企業 i の投資に対する反応関数は、

$$k_i = \frac{2a(2a+b)E \cdot B}{D^2R - 2aE^2} + \frac{2aEF \cdot k_j}{D^2R - 2aE^2}, \quad i, j = 1, 2, i \neq j \quad (\text{A.11})$$

となり、その傾きが (A.10.c) で示されているようにスピルオーバー効果に依存している。ただし、2 階の条件は

$$R > 2aE^2/D^2 \quad (\text{A.12.a})$$

であり、また安定条件は

$$R > 2aE(E+F)/D^2, \quad \text{if } F > 0, \quad (\text{A.12.b})$$

$$R > 2aE(E-F)/D^2, \quad \text{if } F < 0 \quad (\text{A.12.c})$$

である。

以上から、均衡投資水準は

$$k^N = \frac{2a(2a+b)E \cdot B}{D^2R - 2aE(E+F)} \quad (\text{A.13})$$

となる。

(b) 協調的投資戦略のもとでの投資水準

次に、各企業は共同純利潤を最大化するように投資水準を決定する。

結局、均衡投資水準は

$$k^c = \frac{2a(2a+b)(E+F) \cdot B}{D^2R - 2a(E+F)^2} \quad (\text{A.14})$$

となる。ただし、2階の条件から

$$R > 2a(E+F)^2/D^2 \quad (\text{A.15})$$

でなくてはならない。

(c) 協調的投資戦略から逸脱した場合の投資水準

相手企業がもし、協調的投資水準に設定した場合自企業のみがその協調行動から逸脱したならば、その時の投資水準は (A.11) と (A.14) から

$$k_i^d = \frac{2a(2a+b)E \cdot B}{D^2R - 2aE^2} + \frac{2aEF \cdot K_j^c}{D^2R - 2aE^2}, i, j = 1, 2, i \neq j \quad (\text{A.16})$$

となる。

R & D 投資行動戦略の決定を議論する前に先ほど導出した均衡投資水準の比較をしてみよう。(A.13), (A.14), 及び (A.16) から次のような関係が成立する。

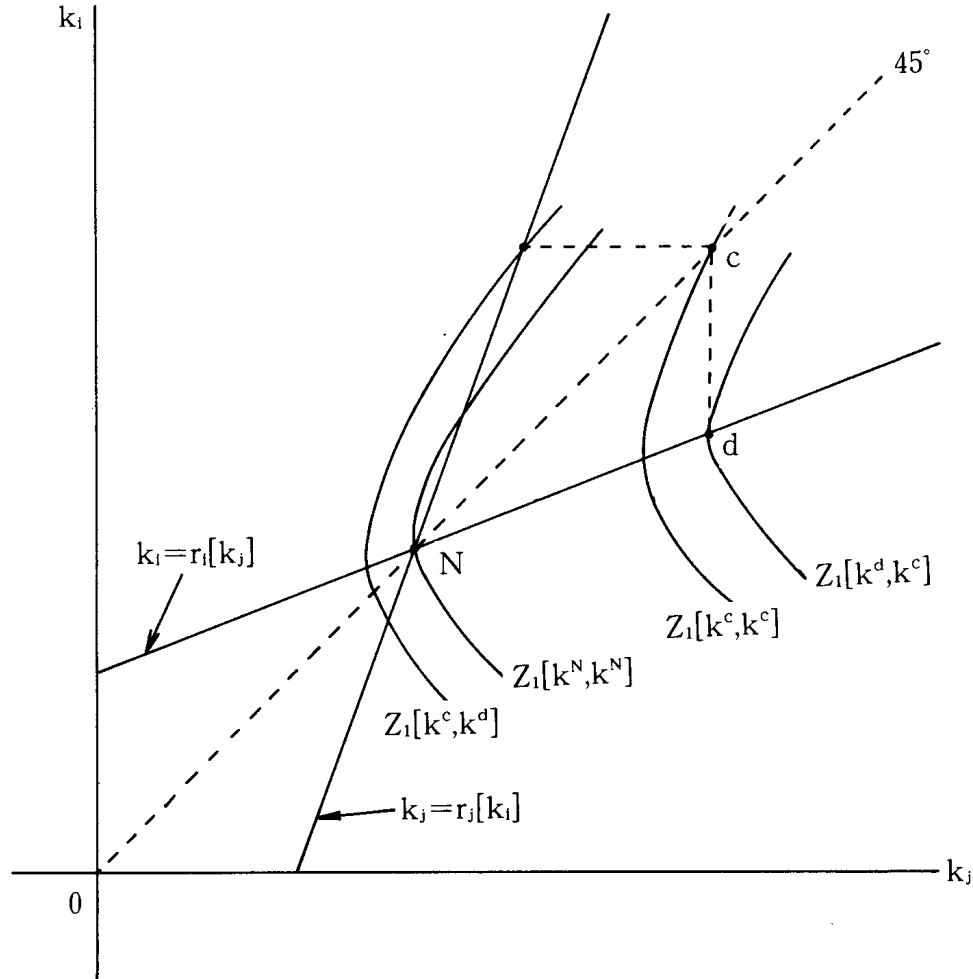
$$k^d > k^N > k^c, \text{ if } F < 0, \quad (\text{A.17.a})$$

$$k^N < k^d < k^c, \text{ if } F > 0. \quad (\text{A.17.b})$$

この結果は従来のモデルで得られた結果と一致している。

さて、第1段階の議論に移ろう。すなわち、果してR & D投資の実行に

付図1：戦略的R & D投資の反応直線と企業iの等純利潤曲線
 スピルオーバー効果が十分に大きい場合 ($F > 0$)



際して協調的な行動を各企業は選択するかどうかを検討する。本論でも述べたように，ここでの各企業の戦略は，R & D投資について共謀するか，それとも逸脱するかの2つである。本論と同様に，それぞれの戦略の利得は次のようになる。

$$Z_i[C,C] = Z_i[k^c, k^c], i = 1, 2 \quad (\text{A.18.a})$$

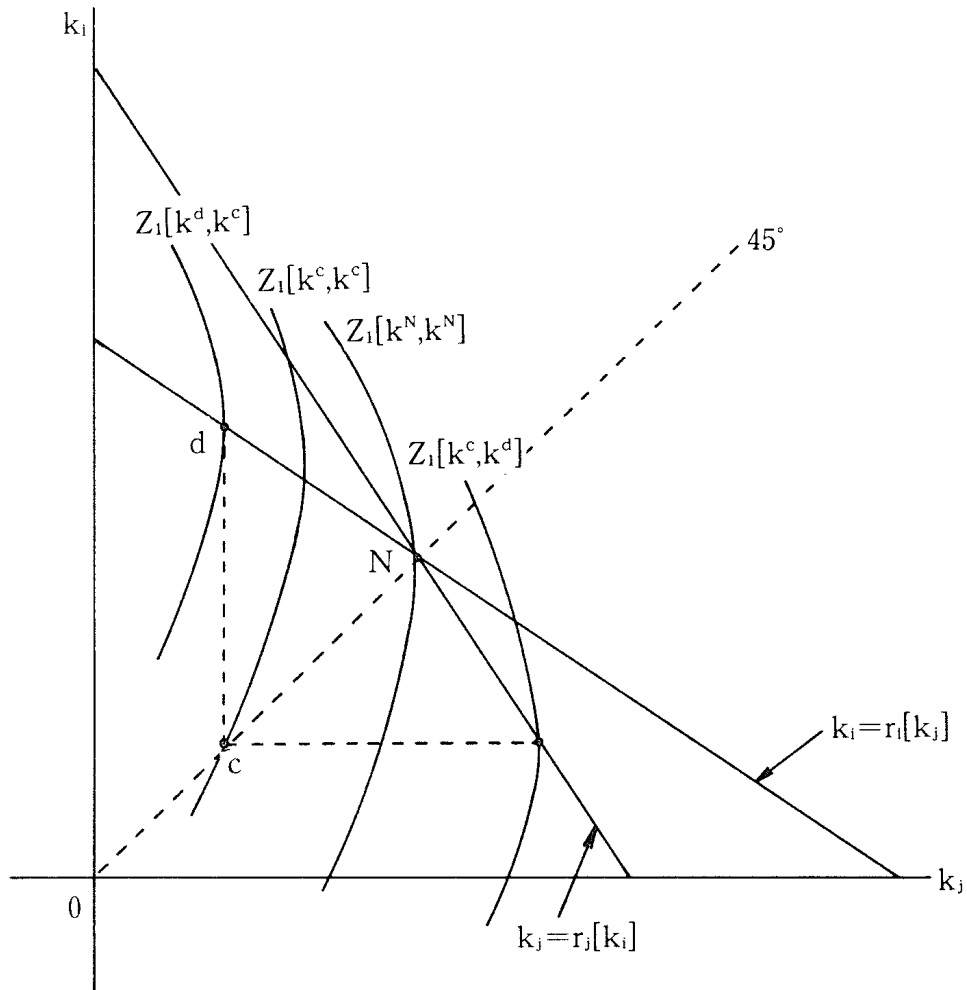
$$Z_i[D,C] = Z_i[k^d, k^c], i = 1, 2 \quad (\text{A.18.b})$$

$$Z_i[D,D] = Z_i[k^N, k^N], i = 1, 2 \quad (\text{A.19.a})$$

$$Z_i[C,D] = Z_i[k^c, k^d], i = 1, 2 \quad (\text{A.19.b})$$

そこで，これらの利得を比較することによって企業のR & D投資戦略が協調的か，それとも非協調的かを調べることができる（ただし，紙幅の関

付図2：戦略的R&D投資の反応直線と企業iの等純利潤曲線
 スピルオーバー効果が十分に小さい場合 ($F < 0$)



係からその結果のみを示す。なお、付図1, 2を参照)。

$$Z_i[D, C] > Z_i[C, C], i=1, 2, \tag{A.20}$$

$$Z_i[D, D] > Z_i[C, D], i=1, 2, \tag{A.21}$$

$$Z_i[C, C] > Z_i[D, D], i=1, 2. \tag{A.22}$$

という関係を得る。これらの不等式はスピルオーバー効果に関わりなく成立する。(A.22)で示されているように、明かに両企業ともR&D投資に関して協調行動をとった方が最適であるにもかかわらず、結局非協調的行動を選択せざるを得ない。この状況は「囚人のジレンマ」を意味している。例えば、スピルオーバー効果が十分に大きい場合、相手企業が協調的な投

投資水準に設定したならば，その相手企業の自企業の利得に対して十分なプラスの効果があるので自企業は自らの投資水準を引き下げることによって，投資費用が削減できる。一方，相手企業が非協調的な投資水準に設定したならば，あえて自らの投資水準を協調的な投資水準にまで引き上げることは相手企業の利得に対してプラスの効果を与え，自らには投資費用の増加をもたらすことになるので，結局自企業も非協調的な投資水準を設定する。スピルオーバー効果が十分に小さい場合には大きい場合の逆の効果を検討すれば同様に両企業とも非協調的な行動を選択せざるを得ないことがわかる。

最後に，次善的に最適なR & D投資と非協調的，及び協調的R & D投資を比較する。次善的な社会的厚生は (A.4) と (A.9) から

$$\begin{aligned}
 w[k_i, k_j] = & S[x_i[k_i, k_j], x_j[k_i, k_j]] \\
 & + Z_i[x_i[k_i, k_j], x_j[k_i, k_j]] + Z_j[x_i[k_i, k_j], x_j[k_i, k_j]]
 \end{aligned}$$

と定義できる。したがって，上式の一階の条件を非協調的投資 (k^N , k^N)，そしてまた協調的投資 (k^C , k^C) で評価するとそれぞれ

$$\left. \frac{\partial w[k_i, k_j]}{\partial k_i} \right|_{k_i=k^N, k_j=k^N} > 0, \quad \left. \frac{\partial w[k_i, k_j]}{\partial k_i} \right|_{k_i=k^C, k_j=k^C} > 0 \quad (\text{A.23})$$

が成立する。すなわち，線形の需要を考慮した複占的価格競争の場合スピルオーバー効果にかかわらず次善的な経済厚生観点から非協調的投資，及び協調的投資は過小投資になる⁶⁾。

脚 注

- 1) R & D投資とは，ここでは限界費用の削減投資を意味している。なお，Katz (1986)では共同研究グループに参加するか，否かの問題を扱っているが，本稿ではその問題を今後の課題としここでは検討しない。また，本稿では最善の意味での投資政策との比較分析は行わない。
- 2) 空間的競争市場における消費者行動と2次形式の効用関数を仮定した場合の代表的消費者行動の決定的な相違点は，前者ではある消費者の余剰を最大にする財を1

種類だけ購入するのに対して、後者では代表的消費者は市場に存在するすべての種類の財を購入する点である。空間的市場については、例えば、Hotelling (1929)、及び Salop (1979)を参照のこと。

- 3) d'Aspremont and Jaquemin モデルでは複占的競争市場におけるカルテルを仮定した場合の協調的投資を導出しているが、本稿では、そのような数量競争、または価格競争の共謀は不可能な場合を考察する。
- 4) Katz (1986) では本稿の投資水準 K_1 を企業の R & D に対する努力の結果得られた技術知識とし、 β をその技術知識の漏出と解釈している。本稿でも同様の解釈のもとのモデル化は可能であるが、分析が複雑化するので本論のような設定にした。
- 5) ところで、両企業が協調的、そして非協調的な R & D 投資を設定した場合の次善的な意味での経済厚生水準について次のような関係を得る。

$$w[k^N, k^N] > (<) w[k^c, k^c] \leftarrow \rightarrow \beta > (<) \frac{2t-3}{2t+3} (< 1), \text{ for } t > 3/2.$$

このことはスピルオーバー効果が十分に大きければ実際に、非協調的投資が実行されても必ずしも協調的投資の場合に比べて次善的な意味での経済厚生が低下しないことを意味している。すなわち、協調的投資はスピルオーバー効果から独立であるので、その場合の経済厚生は一定である。しかし、非協調的投資の場合にはスピルオーバー効果の上昇はその投資水準の引き下げ、したがって生産者余剰を減少させるが、その影響を上回って均衡価格の引き下げ、したがって消費者余剰の増加が達成されるためである。なお、注 6) 参照。

- 6) 注 5) と同様に、両企業が協調的、そして非協調的な R & D 投資を設定した場合の次善的な意味での経済厚生水準について次のような関係を得る。

$$w[k^N, k^N] > (<) w[k^c, k^c] \leftarrow \rightarrow k^N > (<) k^c \\ \leftarrow \rightarrow \beta < (>) \frac{ab}{2a^2 - b^2} (< 1).$$

このことはスピルオーバー効果が十分に大きければ実際に、非協調的投資が実行されると協調的投資の場合に比べて次善的な意味での経済厚生が低下することを意味している。

参考文献

d'Aspremont, Claude and Alexis Jaquemin, "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers", *American Economic Review*, 78, 1133-1137, 1988.

De Bondt, Raymond, Patrick Slaets and Bruno Cassiman, "The degree of spillovers and the number of rivals for maximum effective R&D", *International Journal of Industrial Organization*, 10, 35-54, 1992.

Henriques, Irene, "Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spil-

lovers : Comment”, *American Economic Review*, 80, 638-640, 1990

Hotelling, H., ”Stability in Competition”, *Economic Journal*, 39, 41-57, 1929.

Katz, Michael, L., ”An analysis of cooperative research and development”, *Rand Journal of Economics*, 17, 527-543, 1986.

Kamin, Morton, I., Eitan Muller, and Israel Zang, ”Research Joint Ventures and R&D Cartels”, *American Economic Review*, 82, 1293-1306, 1992.

Salop, S. C., ”Monopolistic competition with Outside Goods”, *Bell Journal of Economics*, 10, 141-156, 1979.

Suzumura, Kotaro, ”Cooperative and Noncooperative R & D in an Oligopoly with Spillovers”, *American Economic Review*, 82, 1307-1320, 1992.