

R&D 阻止交渉と R&D 競争

常 廣 泰 貴

神戸学院経済学論集

第52巻 第3・4号 抜刷

令和3年3月発行

R&D 阻止交渉と R&D 競争

常 廣 泰 貴

1 はじめに

企業の R&D 行動にライセンスが与える影響についてはこれまで多くの研究がなされている。Gallini and Winter (1985) はライセンスが行われる前の初期費用に注目し、企業間の初期費用の差が小さければライセンスは R&D を促進するが、初期費用の差が大きければライセンスは R&D を抑制することを示した。これに対して Mukherjee and Mukherjee (2013) はライセンス料が交渉によって決定されるなら、たとえ企業間の初期費用の差が小さくてもライセンスによって R&D が抑制される場合があることを示した。

既存企業と参入企業が R&D 競争を行う場合でのライセンスの影響については、Salant (1984) と Gallini (1984) による分析がある。⁽¹⁾ Salant (1984) ではライセンスは新技術に対する事後的なものとして、参入企業の R&D がライセンスによって促進される場合があることが示された。それに対して Gallini (1984) ではライセンスは既存の技術に対する事前的なものとして、Salant (1984) とは逆に、参入企業の R&D がライセンスによって抑制される場合があることが示されている。また、Gans and Stern (2000) は既存企業と参入企業が参入企業によって開発された技術のライセンスについて交渉中であっても、既存企業は新技術を求めて R&D を行うことが可能であるとして、既存企業と参

(1) R&D を行う企業が自社だけで、R&D 競争が行われない場合でのライセンスについては Chang et al. (2013), Mukherjee (2013) などの分析がある。

R&D 阻止交渉と R&D 競争

入企業の R&D について検討している。

本稿では既存企業と参入企業の R&D 競争が行われる場合に、それらの企業の R&D 行動に交渉が与える影響についてみる。ここでの交渉は R&D によって開発される技術のライセンスに関するものではなく、企業が R&D を行うかどうかといった企業の R&D 行動そのものに関するものとする。R&D を行おうとする参入企業と既存企業が交渉して、その交渉が成立すれば既存企業は参入企業の R&D を止めさせることができるとする。ただし、交渉が成立するためには、既存企業が交渉で提示する金額を参入企業が受け入れる必要がある。ここでは交渉が成立するための条件についても検討する。

本稿の構成は次のとおりである。第 2 章で分析の基本となるモデルを提示し、第 3 章で R&D 行動に交渉がどのように影響するかについてみる。また、最後の第 4 章で結語を示す。

2 モデル

一つの既存企業と複数の参入企業との R&D 競争を考える。他の企業より先に R&D に成功した企業が R&D の勝者となり、新技術のもたらす利益を享受できる。R&D 競争に勝った時点からの期待利得の割引現在価値を V^W とし、R&D 競争に負けた時点からの期待利得の割引現在価値を V^L とする。また、割引率を r とする。

既存企業と参入企業 i の R&D の瞬時的成功確率であるハザードレート⁽²⁾を、それぞれ、 x および y_i とする。既存企業がハザードレート x を実現させるために必要なフローの費用を $C(x)$ で表す。このフローの費用はハザードレートに関して逓増しており、

$$C'(x) > 0, C''(x) > 0, C(0) = 0, C'(0) = 0 \quad (1)$$

(2) ハザードレートをを用いた R&D 競争の分析は、Loury (1979), Lee and Wilde (1980), Reinganum (1983) などがある先駆的なものである。

を満たしているとする。

既存企業の期待利得の割引現在価値 I は次のベルマン方程式で表される。

$$rI = \max_x \left\{ \pi + x[V^W - I] + \sum_{i=1}^n y_i [V^L - I] - C(x) \right\}. \quad (2)$$

($k=1, 2, \dots$)

(2)の右辺の第一項は現在得ているフローの利得であり、第二項は既存企業がR&Dに成功したときの価値の期待増加分を表している。第三項は参入企業のR&D成功によって被る価値の期待減少分を表している。また、第四項はR&Dに必要なフローの費用である。既存企業は右辺の値を最大にするようにハザードレートの値を決定し、それが左辺の資産の期待収益と等しくなる。

(2)の右辺を最大にするハザードレートを、記号を省略するために x のままで表すことにする。

一階の条件より、

$$V^W - I = C'(x) \quad (3)$$

が得られる。

(2)を用いて(3)の左辺を表すと、

$$V^W - I = \frac{(rV^W - \pi) + \sum_i y_i (V^W - V^L) + C(x)}{r + x + \sum_i y_i} \quad (4)$$

となる。

参入企業のハザードレートが大きくなれば、既存企業はハザードレート x を大きくすることが分かる。⁽³⁾ すなわち、既存企業のハザードレートは参入企業

(3) 包絡線定理より、 $\frac{\partial I}{\partial y_i} < 0$ が得られ、(3)より、 I が減少すれば x が増加することより。

R&D 阻止交渉と R&D 競争

のハザードレートと戦略的補完の関係にある。

既存企業が現在得ているフローの利得は π であるが、そのフローの利得は R&D 競争に勝利すれば $\pi^W (\geq \pi)$ となり、負けたときには $\pi^L (\leq \pi)$ となる。⁽⁴⁾ 既存企業は市場を独占しており、フローの利得 π を独占企業として得ているとする。R&D で開発される新技術はドラスティックであるとする。すなわち R&D 競争に勝利すれば市場を独占できるが、負けた場合には利得を全く得られなくなるとする。既存企業は R&D 競争に勝利した場合、独占企業としての地位を維持できるが、R&D 競争に負けた場合には市場から退出することになる。

新技術から得られるフローの利得 π^W は独占企業としてのフローの利得であるので、それは独占企業として現在得ているフローの利得 π と同じであるとする。既存企業が新技術を開発したとしても、それから得られるフローの利得は現在の技術で得ているフローの利得と同じである。

$$\pi^W = \pi$$

また、R&D 競争に負けたときのフローの利得 π^L はゼロとなる。

$$\pi^L = 0$$

したがって、R&D 競争に勝利した場合と負けた場合での期待利得の割引現在価値は、それぞれ、

(4) R&D に勝利したときのフローの利得 π^W と現在の技術から得られているフローの利得 π との差 $\pi^W - \pi$ と R&D に勝利したときのフローの利得 π^W と R&D に負けたときのフローの利得 π^L との差 $\pi^W - \pi^L$ は、それぞれ、Beath *et al.* (1989) の profit incentive と competitive threat に対応している。

profit incentive は $\pi^W - \pi$ の値が大きいほど、また competitive threat は $\pi^W - \pi^L$ の値が大きいほど大きくなる。(数学注 1 を参照。)

$\pi^W - \pi$ と $\pi^W - \pi^L$ の呼び方などについては Delbono and Lambertini (2017) によるまとめがある。本稿では、 $\pi^W - \pi = 0$ であるので profit incentive はゼロとなっており、また、 $\pi^W - \pi^L = \pi^W > 0$ であるので competitive threat は正となっている。

$$V^w = \frac{\pi}{r}, \quad V^l = 0 \quad (5)$$

となる。

(5)を用いると(4)は

$$\frac{\pi}{r} - I = \frac{\sum_i y_i \left(\frac{\pi}{r} \right) + C(x)}{r + x + \sum_i y_i} \quad (6)$$

となる。

(3)と(6)より、既存企業のR&Dについてみると、既存企業はR&Dを行う参入企業が存在しなければR&Dを行わないが、R&Dを行う参入企業が存在すればR&Dを行うことが分かる。⁽⁵⁾

新技術を開発したとしても得られるフローの利得に変化がないので、一見すると既存企業が新技術の開発を行う誘因はないように思われる。しかしながら、新技術を参入企業に先に開発されるという脅威にさらされると、既存企業はR&Dを行う誘因を持つことになる。新技術を開発したとしても得られるフローの利得 π^w は現在の技術から得られるフローの利得 π と変わらないので、もし、R&Dを行う参入企業が存在しないのなら、既存企業はR&Dを行う誘因を持たない。ところが、R&Dを行う参入企業が存在すれば、参入企業にR&D競争で負けた場合、現在の技術で得ているフローの利得 π は $\pi^l=0$ となってしまう、既存企業はフローの利得を全く失うことになる。

しかし、参入企業とのR&D競争に勝利すれば、たとえ得られるフローの利得は現在のものと変わらないとしても、既存企業はそのフローの利得を将来に渡って得ることができる。

したがって、参入企業がR&Dを行う場合、参入企業に負けまいとして既存企業はR&Dを行うこととなる。新技術を開発したとしても得られるフロー

(5) 証明は数学注2を参照。

R&D 阻止交渉と R&D 競争

の利得に変化がない場合でも、R&D を行う参入企業が存在すれば既存企業は新技術を開発する誘因を持つことになる。

3 交 渉

第2章では、R&D を行う参入企業が存在しない場合では既存企業は R&D を行う誘因を持たないが、R&D を行う参入企業が存在し新技術を先に開発されてしまうという参入の脅威にさらされると、既存企業は R&D を行う誘因を持つことについてみた。このように既存企業の R&D 行動は、参入の脅威の有無によって影響を受けることになる。この章では、既存企業が参入企業による参入の脅威を交渉によって無くすことが可能である場合についてみる。

参入企業は二つ存在し、それらを参入企業 A と参入企業 B と名付ける。まず、交渉が行われず、参入企業 A と参入企業 B がともに R&D を行う場合についてみる。

既存企業の期待利得の割引現在価値を $I(A, B)$ とすると

$$I(A, B) = \frac{\pi + x(A, B)V^W + (y_A + y_B)V^L - C(x(A, B))}{r + x(A, B) + y_A + y_B} \quad (7)$$

となる。

ただし、 $x(A, B)$ は参入企業 A と参入企業 B がともに R&D を行うときの既存企業のハザードレートであり、 y_i は参入企業 i ($i=A, B$) のハザードレートである。

参入企業 i の期待利得の割引現在価値を $E_i(A, B)$ とすると

$$E_i(A, B) = \frac{y_i V_i^W - F_i}{r + x(A, B) + y_A + y_B} \quad (8)$$

$$(i=A, B)$$

となる。

ただし、 V_i^W は参入企業 i が R&D に勝利した時点からの参入企業 i の期待利得の割引現在価値である。

既存企業は R&D に掛かる費用を増やせば、ハザードレートを大きくすることができるが、簡単化のため、参入企業のハザードレート y_i は一定であり、R&D に掛かる費用 F_i も一定であるとする。

ハザードレート y_i と費用 F_i とには

$$y_i V_i^W - F_i > 0 \quad (9)$$

という関係が満たされており、参入企業は R&D を行う誘因を持つとする。参入企業との交渉が不可能な場合、既存企業は参入企業の R&D を阻止できないが、交渉が可能であり既存企業と参入企業の交渉が成立すれば、既存企業は参入企業の R&D を阻止できるとする。既存企業が提示した金額を参入企業が受け入れれば交渉が成立する。交渉が成立した場合、参入企業は R&D を行わないが、交渉が不成立の場合、参入企業は R&D を行うものとする。交渉において既存企業が参入企業 i に提示する金額を B_i とし、それを交渉費用と呼ぶことにする。

R&D で開発される新技術はドラスティックであり、

$$V^W = V_i^W = \frac{\pi}{r}, \quad V^L = 0 \quad (10)$$

が成立しているとする。

既存企業と参入企業 i の期待利得を割引現在価値は、それぞれ、

$$I(A, B) = \frac{\pi + \frac{\pi}{r} x(A, B) - C(x(A, B))}{r + x(A, B) + y_A + y_B} \quad (11)$$

$$E_i(A, B) = \frac{\frac{\pi}{r} y_i - F_i}{r + x(A, B) + y_A + y_B} \quad (12)$$

($i=A, B$)

と表される。

まず、既存企業が参入企業 A と参入企業 B の両社と交渉し、両社の R&D を阻止できるかどうかについてみる。ただし、参入企業 A と参入企業 B による参入企業間での結託や交渉はないものとする。また、既存企業は参入企業 A と参入企業 B と個別に交渉できるものとする。

交渉が成立し参入企業 A と参入企業 B ともに R&D を止めさせることができたとする。R&D で開発される新技術はドラスティックであり、参入企業に新技術を先に開発されるという参入の脅威が存在しないので、このとき既存企業は R&D を行う誘因は持たない。

交渉費用を考慮した既存企業の期待利得の割引現在価値を $\bar{I}(0, 0)$ とすると

$$\bar{I}(0, 0) = \frac{\pi}{r} - (B_A + B_B) \quad (13)$$

となる。

参入の脅威が存在しないので既存企業は現在の技術でのフローの利得 π をずっと享受することができる。(13)の左辺について、その第一項はフローの利得 π のもたらす期待利得の割引現在価値であり、その第二項は参入企業に支払われる交渉費用の総額である。参入企業 i には既存企業から交渉費用 B_i が支払われる。

既存企業が参入企業 A と参入企業 B の両社と交渉を成立させる誘因を持ち、また、参入企業 A と参入企業 B がその交渉を受け入れるためには、次の条件の全ての成立が必要となる。

$$\bar{I}(0, 0) - I(A, B) > 0 \quad (14)$$

$$B_A - E_A(A, B) > 0 \quad (15)$$

$$B_B - E_B(A, B) > 0 \quad (16)$$

(14)は既存企業にとって、参入企業Aと参入企業Bに交渉費用を支払って両参入企業のR&Dを止めさせた方が、両参入企業にR&Dを行なわれる場合よりも期待利得の割引現在価値が大きくなることを示している。(15)、(16)は参入企業Aと参入企業Bにとって、それぞれ交渉費用として得られる B_A, B_B の方が、交渉を受け入れずR&Dを行った場合での、それぞれの期待利得の割引現在価値よりも大きくなることを示している。

(13)より(14)、(15)、(16)が同時に成立するためには、少なくとも、

$$E_A(A, B) + E_B(A, B) < B_A + B_B < \frac{\pi}{r} - I(A, B) \quad (18)$$

の成立が必要となる。

また、(18)を満たす B_A, B_B が存在するためには、少なくとも、

$$\frac{\pi}{r} - [I(A, B) + E_A(A, B) + E_B(A, B)] > 0 \quad (19)$$

が成立すればよいことが分かる。

(11)と(12)より、

$$\begin{aligned} & \frac{\pi}{r} - [I(A, B) + E_A(A, B) + E_B(A, B)] \\ &= \frac{C(x(A, B)) + F_A + F_B}{r + x(A, B) + y_A + y_B} > 0 \end{aligned} \quad (20)$$

であるので、(19)は成立することが分かる。

R&D 阻止交渉と R&D 競争

反対に、既存企業および参入企業 A と参入企業 B にとって、R&D を行わない場合より、R&D を行った方が良くなるのは

$$\bar{I}(0, 0) - I(A, B) < 0 \quad (21)$$

$$B_A - E_A(A, B) < 0 \quad (22)$$

$$B_B - E_B(A, B) < 0 \quad (23)$$

が同時に成立するときであるが、(19)が成立しているので、これらを同時に成立させる交渉費用 B_A, B_B は存在しないことが分かる。

交渉が成立して参入企業 A と参入企業 B がともに R&D を行わない場合の方が、参入企業 A と参入企業 B がともに R&D を行う場合よりも、既存企業および参入企業 A と参入企業 B のいずれにとっても良くなることが分かる。

命題 1

R&D で開発される新技術がドラスティックであるとき、既存企業と参入企業が R&D を行わなくなるような交渉費用が存在する。

既存企業が参入企業 A と参入企業 B と交渉して、参入企業両方の R&D を止めさせた方が、参入企業両方が R&D を行うよりも既存企業の期待利得は大きくなることが分かった。次に、既存企業が参入企業 A と参入企業 B のうちどちらか一方だけと交渉する誘因を持ち、その交渉が成立するかどうかについてみる。ただし、交渉の機会は一回限りであり、どちらか一方の参入企業と先に交渉しその交渉が確定してから、改めてもう一方の参入企業との交渉を行うことはできないとする。既存企業が参入企業両方と交渉する場合は両方に同時に金額の提示を行うものとする。

一般性を失うことなく、既存企業と交渉する参入企業を参入企業 A とする。

まず、(9)が成立しているので、参入企業AがR&Dを行うかどうかにかかわらず、参入企業BはR&Dを行う誘因を持つことに注意する。

参入企業AがR&Dを行わない場合での参入企業Bの期待利得の割引現在価値は

$$E_B(0, B) = \frac{\frac{\pi}{r}y_B - F_B}{r + x(0, B) + y_B} \quad (24)$$

と表される。

ここで、 $x(0, B)$ は参入企業AがR&Dを行わず、参入企業BはR&Dを行う場合での既存企業のハザードレートを表す。(9)が成立しているので、 $E_B(0, B)$ は正である。参入企業BがR&Dを行わなければ、その期待利得の割引現在価値はゼロとなる。

既存企業が参入企業Aに支払う交渉費用を B'_A とする。交渉が成立したときの既存企業の期待利得の割引現在価値は

$$\bar{I}(0, B) = I(0, B) - B'_A \quad (25)$$

である。

参入企業のうち参入企業BのみがR&Dを行う場合での既存企業の期待利得の割引現在価値は

$$I(0, B) = \frac{\pi + \frac{\pi}{r}x(0, B) - C(x(0, B))}{r + x(0, B) + y_B} \quad (26)$$

で表される。

既存企業が参入企業Aと参入企業Bの両方と交渉するよりも、参入企業A

R&D 阻止交渉と R&D 競争

だけと交渉した方が有利となるのは

$$\bar{I}(0, B) - \bar{I}(0, 0) = I(0, B) - B'_A - \left(\frac{\pi}{r} - (B_A + B_B) \right) > 0 \quad (27)$$

が成立するときである。

既存企業との交渉が不成立となった場合には、参入企業 A は R&D を行うものとする。この場合、参入企業 A と参入企業 B がともに R&D を行うことになる。

(27) より、既存企業が参入企業 A のみと交渉する誘因を持つためには、少なくとも、

$$\frac{\pi}{r} - I(0, B) + B'_A < B_A + B_B \quad (28)$$

の成立が必要となる。

また、参入企業 A が既存企業との交渉に応じるためには

$$B'_A - E_A(A, B) > 0 \quad (29)$$

の成立が必要である。

(18) より、(28) が成立するためには、少なくとも、

$$B'_A < I(0, B) - I(A, B) \quad (30)$$

の成立が必要となる。

(29) と (30) より、既存企業と参入企業 A との交渉が成立するためには、少なくとも、

$$E_A(A, B) < B'_A < I(0, B) - I(A, B) \quad (31)$$

の成立が必要となる。

(31) を満たす交渉費用 B'_A が存在するためには、少なくとも、

$$I(0, B) - I(A, B) - E_A(A, B) > 0 \quad (32)$$

が成立すればよい。

$$I(0, B) > I(A, B) \quad (33)$$

であるので、 $E_A(A, B)$ が十分小さければ(31)を満たす交渉費用 B'_A が存在する。

$$E_A(A, B) = \frac{\frac{\pi}{r}y_A - F_A}{r + x(A, B) + y_A + y_B} \quad (34)$$

であるので、 $\frac{\pi}{r}y_A - F_A$ が十分小さければ(32)が成立し、このとき(31)を満たす交渉費用 B'_A の存在がいえる。

いま、既存企業が参入企業 A とのみ交渉し、その交渉が成立するかどうかについてみている。既存企業は参入企業 A ではなく参入企業 B と交渉することも可能であるが、参入企業 B とのみの交渉が成立することがないためには、そのような交渉を成立させるような交渉費用が存在しなければよい。

$$I(A, 0) - I(A, B) - E_B(A, B) < 0 \quad (35)$$

が成立すれば、既存企業と参入企業 B とのみの交渉が成立するような交渉費用は存在しない。(35)は参入企業 B のハザードレート y_B が十分大きければ満たされる。⁽⁷⁾

(6) 包絡線定理より、 $\frac{\partial I(A, B)}{\partial y_A} < 0$ となる。

(7) $I(A, 0) < \frac{\pi}{r}$ であり、 $\lim_{y_B \rightarrow \infty} E_B(A, B) = \frac{\pi}{r}$ となることより。

R&D 阻止交渉と R&D 競争

参入企業 A と参入企業 B の R&D 費用が同じであり、

$$F_A = F_B \quad (36)$$

が成立しているとする。

このとき、参入企業 A のハザードレート y_A と参入企業 B のハザードレート y_B が等しければ、参入企業 A と参入企業 B は対称的になるので、

$$E_A(A, B) = E_B(A, B), \quad (37)$$

$$I(A, 0) = I(0, B) \quad (38)$$

が成立することになり、(32)と(35)が同時に満たされることはない。

参入企業 A のハザードレート y_A が十分小さく、参入企業 B のハザードレート y_B が十分大きければ、

$$E_A(A, B) < I(0, B) - I(A, B) < I(A, 0) - I(A, B) < E_B(A, B) \quad (39)$$

が成立し、(32)と(35)が同時に満たされることが分かる。(39)が成立するとき、既存企業は参入企業 A とのみ交渉する誘因を持ち、その交渉が成立するような交渉費用 B'_A の存在がいえる。

R&D 費用に対するハザードレート比が大きいほど、R&D 効率が低いと考えられる。

(36)より、(39)が成立するためには、

$$\frac{y_A}{F_A} < \frac{y_B}{F_B} \quad (40)$$

となる必要がある。すなわち、既存企業 B の方が既存企業 A よりも R&D 効率が高くなければならないことが分かる。

命題 2

二つの参入企業間の R&D 効率に十分な差がある場合、R&D 効率の低い方の参入企業とのみの交渉が成立するような交渉費用が存在する。

第 2 章でみたとおり、R&D で開発される新技術がドラスティックなものである場合、既存企業が R&D を行うかどうかは R&D を行う参入企業の存在に影響される。R&D を行う参入企業が存在すれば既存企業は R&D を行うが、R&D を行う参入企業が存在しなければ既存企業は R&D を行わない。

既存企業は参入企業間の R&D 効率に十分な差がない場合では R&D を行わないが、参入企業間の R&D 効率に十分な差がある場合では R&D を行うようになる。参入企業間の R&D 効率に十分な差がない場合に既存企業が R&D を行わないのは、既存企業と両方の参入企業との交渉が成立すれば R&D を行う参入企業が存在しなくなるので既存企業は R&D を行う誘因を持たなくなることによる。

また、参入企業間の R&D 効率に十分な差がある場合に既存企業が R&D を行うのは、交渉は R&D 効率の低い方の参入企業とのみ成立し、交渉が成立しない R&D 効率の高い方の参入企業は R&D を行うので、既存企業が R&D を行う誘因を持つことによる。

4 結 語

既存企業と参入企業の R&D 競争において、既存企業と参入企業の交渉が成立すれば参入企業の R&D を止めさせることができる場合についてみた。交渉は既存企業が提示した金額を参入企業が受け入れれば成立するとした。交渉が成立すれば参入企業は R&D を行わないが、交渉が成立しなければ参入企業は R&D を行うことになる。

R&D によって開発される新技術はドラスティックであり、参入企業は二つ存在するとして分析を行った。既存企業が交渉で提示する金額を交渉費用と呼

R&D 阻止交渉と R&D 競争

んだが、参入企業両方との交渉が成立するような交渉費用の存在がいえた。既存企業が交渉費用としてそのような金額を提示すれば参入企業は両方ともそれ受け入れ交渉が成立することになる。新技術はドラスティックであるので R&D を行う参入企業が存在しなければ既存企業は R&D を行なう誘因を持たなくなる。したがって、参入企業両方との交渉が成立すれば R&D を行う企業は全く存在しなくなることが分かった。

ここでは、参入企業のハザードレートとそれをもたらす R&D 費用は一定とし、既存企業のハザードレートに注目した。また、R&D 費用に対するハザードレート比を R&D の効率を表す指標とし、その値が大きいほど R&D 効率が高くなるとした。参入企業の R&D 効率が高いほどその R&D を止させるためには高い金額提示が必要となる。したがって、参入企業の R&D 効率が高ければ交渉費用は大きくなるが、参入企業の R&D 効率が低ければ交渉費用は小さくてすむことになる

二つの参入企業の R&D 効率に差があり、一方の R&D 効率が十分高く、もう一方の R&D 効率が十分低い場合には、参入企業両方と交渉するよりも R&D 効率の低い参入企業とのみ交渉してその R&D を止めさせた方が既存企業にとって良くなることが分かった。R&D で開発される新技術がドラスティックである場合、既存企業が R&D を行うかどうかは R&D を行う参入企業が存在するかどうかに影響される。R&D を行う参入企業が存在すれば既存企業は R&D を行うが、R&D を行う参入企業が存在しなければ既存企業は R&D を行わない。このことより参入企業間の R&D 効率に十分な差がない場合には既存企業は R&D を行わないが、参入企業間の R&D 効率に十分な差がある場合には R&D を行うことが分かった。

数学注 1

一階の条件は

$$(rV^w - \pi) + \sum_i y_i (V^w - V^l) + C(x) - C'(x) \left(r + x + \sum_i y_i \right) = 0$$

と表される。

profit incentive とは、ライバル企業が R&D を行わない場合でのハザードレートの値として表される。すなわち、 $\sum_i y_i = 0$ のときのハザードレート x の値であり、次を満たす。

$$(rV^W - \pi) + C(x) - C'(x)(r+x) = 0$$

上式を満たす x の値を x_0 とすると、 $rV^W - \pi = \pi^W - \pi$ であるので profit incentive x_0 は $\pi^W - \pi$ の増加関数であることが分かる。

competitive threat とは、ライバル企業が瞬時に R&D を完成させる場合でのハザードレートの値として表される。すなわち、 $\sum_i y_i \rightarrow \infty$ のときのハザードレート x であり、次を満たす。

$$(V^W - V^L) - C'(x) = 0$$

上式を満たす x の値を \bar{x} とすると、 $V^W - V^L = (\pi^W - \pi^L)/r$ であるので competitive threat \bar{x} は $\pi^W - \pi^L$ の増加関数となることが分かる。□

数学注 2

(3)と(6)より、一階の条件は

$$\frac{\sum_i y_i \left(\frac{\pi}{r} \right) + C(x)}{r+x+\sum_i y_i} = C'(x) \tag{A1}$$

となるので、これを満たす、 $x > 0$ が存在するかどうかについてみる。
(A1)を変形すると

$$\sum_i y_i \left(\frac{\pi}{r} \right) + C(x) = \left(r+x+\sum_i y_i \right) C'(x) \tag{A2}$$

となる。(A2)の左辺 LHS を x で微分すると、

$$(\text{LHS})' = C'(x)$$

となり、(A2)の右辺 RHS を x で微分すると、

$$(\text{RHS})' = C'(x) + \left(r+x+\sum_i y_i \right) C''(x)$$

R&D 阻止交渉と R&D 競争

となるので、 $x=0$ 以外では、グラフの傾きは RHS の方が LHS よりも急であることが分かる。

また、 $C(0)=C'(0)=0$ より、 $x=0$ のときの、LHS と RHS の値は、それぞれ、

$$\sum_i y_i \left(\frac{\pi}{r} \right) + C(0) = \sum_i y_i \left(\frac{\pi}{r} \right) \cdots (\text{LHS})$$

$$(r+0+\sum_i y_i)C'(0)=0 \cdots (\text{RHS})$$

となる。 $\sum_i y_i \left(\frac{\pi}{r} \right) > 0$ であれば $x=0$ において LHS の値の方が RHS の値よりも大きくなるので、このとき LHS と RHS のグラフは、 $x>0$ で交点を持つことになる。したがって、参入企業が R&D を行うときには、既存企業も R&D を行うことが分かる。

また、参入企業が R&D を行わないときには、 $\sum_i y_i \left(\frac{\pi}{r} \right) = 0$ となり、LHS と RHS のグラフの交点は $x=0$ でもたらされるので、このときには既存企業は R&D を行わないことが分かる。□

参 考 文 献

- Beath, J., Katsoulacos, Y., and D. Ulph (1987): "Sequential Product Innovation and Industry Evolution," *Economic Journal* (conference Papers), 97, 32-43.
- Chang, R.-Y., Hwang, H., and C.-H. Peng (2013): "Technology Licensing, R&D and Welfare," *Economic Letters*, 118, 396-399.
- Delbono, F., and L. Lambertini (2017): "Innovation and Product Market Concentration: Shumpeter, Arrow and the Inverted-U Shape Curve," *Quaderni-Working Paper DSE*, No. 2006.
- Gallini, N. T. (1984): "Strategic Deterrence by Market Sharing: Licensing in Research and Development Markets," *American Economic Review*, 74, 931-941.
- Gallini, N. T., and R. A. Winter (1985): "Licensing in the Theory of Innovation," *RAND Journal of Economics*, 16, 237-252
- Lee, T., and L. Wilde (1980): "Market Structure and Innovation: A Reformulation", *Quarterly Journal of Economics*, 94, 429-436.
- Loury, G. (1979): "Market Structure and Innovation", *Quarterly Journal of Economics*, 93, 395-410.
- Mukherjee, A., and S. Mukherjee (2013): "Technology Licensing and Innovation," *Economic Letters*, 120, 499-502.

Reinganum, J. (1983): "Uncertain Innovation and Persistence of Monopoly", *American Economic Review*, 74, 741-748.

Salant, S. (1984): "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly," *American Economic Review*, 74, 247-250.