

不完全競争、一般均衡および産業政策 (6)

Imperfect Competition, General Equilibrium and Industrial Policy(6)

岡島 慶知*

Yoshitomo Okajima

北のイノベーション、南のイミテーション、北によるFDIを内生的に決定するモデルを構成して、南北のR&D補助金および労働供給がどのように定常状態および世界の厚生に影響するかを分析した。イノベーションに成功した北の企業がFDIを行なって多国籍企業化するという設定のもとでは、北のR&D補助金はイノベーション集約度、北の市場シェア、世界支出および世界の厚生に影響を与えない。

キーワード：イノベーション、FDI、R&D補助金

I. 導入

イノベーション政策の重要性が説かれることはありふれている。例えば安倍政権（2007年当時）の所信表明演説に盛り込まれた公約の1つに「イノベーション25¹⁾」というものがある（後に閣議決定）。そこには

… このようなイノベーションを次々と生み出す社会環境づくりに対しては、政府は目指すべき日本の未来像を国民と共有し、一丸となって取り組むことが必要である。イノベーションの起りやすい環境を作るためには、従来の制度や慣習にとらわれることなく、新しい発想に基づく制度づくり、機動的な政策の見直しと変更等「政策イノベーション」を起こしていくことが重要となっている…

と記されている。イノベーション25に限らず、イノベーション政策が重要であるというメッセージは真摯に受け止められるべきである。

Grossman and Helpman(1991)²⁾はグローバル社会におけるイノベーションについての知見を大いに深めた。彼らは従来の外生的な経済成長論ではなく、不完全競争を組み込んだ動学的一般均衡の枠組みで、イノベーションがなぜ起り、どのように国際貿易と関連するかについて多数のモデル化を通じて明らかにしてきた。その「主要メッセージ」などというものを抽出して簡単

*流通科学大学総合政策学部、〒651-2188 神戸市西区学園西町 3-1

(2012年9月3日受理)

© 2013 UMDS Research Association

に説明するのは誤解を招くのみであろうが、少なくとも、国際経済環境を無視したイノベーション戦略などありえない、とは言えるだろう。

この文脈で特に重要と思われる要素は、(ア) 統合された財市場における先進国の製品と発展途上国のそれとの競争、および、(イ) 先進国から発展途上国への技術移転、であろう。技術移転には主要な経路が2つあり、一つは海外直接投資 (FDI) であり、もう一つは発展途上国の企業によるイミテーション (模倣) である。内生的経済成長論にはこれらの要素を取り入れた多数の論文がある。

例えばGrossman and Helpman(1991)12章は財市場における市場競争に加えて、北のイノベーション、南のイミテーションを内生的に扱って分析した。彼らの非効率的追従者均衡は本論文とも比較的近い設定であるが、北の企業が南に生産拠点を設置して多国籍企業化するという状況は扱っていない。彼らの分析結果の一部として次のようなものがある。南北政府によるR&D補助金はいずれもイノベーション集約度を高める。北によるR&D補助金は北の相対賃金を上昇させる。Glass(1997)³⁾はGrossman and Helpman(1991)12章の非効率的追従者均衡を拡張しているため、本論文と比較的近い設定を持つ。但し本論文と違ってそこでは2つの異なる消費者タイプが導入されている。FDIはGrossman and Helpman(1991)12章同様に扱われていない。彼女の分析結果の一部として次のようなものがある。北 (南) のR&D補助金は北の相対賃金を上昇 (下落) させる。北 (南) のR&D補助金はイノベーション集約度を高める (変化させない)。

Glass and Saggi(2002)⁴⁾はここにあげる先行文献の中でもっとも一般的な状況を扱っている。彼らは北のイノベーション、南のイミテーション、北によるFDIを内生的に決定するモデルを用いて、定常状態の比較静学を行った。しかし彼らは定常状態の比較静学のみで分析を終えており、厚生分析は行っていない。本論文は彼らのモデルに仮定を追加して特定化したものと位置づけられる。しかし、すぐに述べるように一般的なモデルに仮定を追加したからといっても定性的な結論が継承されるわけではない。本論文と対照可能な彼らの結論は次のようなものである。南北のR&D補助金は北の相対賃金に影響を与えない。南のR&D補助金はイノベーション集約度を高める。

Iwaisako, Tanaka and Futagami(2011)⁵⁾は、Glass and Saggi(2002)よりも限定された状況に絞って知的財産保護に関する厚生分析を詳細に行なっている。彼らは、南の企業によるイミテーションは行われないと仮定している。岡島(2012)⁶⁾は南の企業がイミテーションだけでなく北の企業同様のイノベーションも行ないうる状況を分析し、南の企業のイミテーションとイノベーションの選択を分析した。そこでは、南のR&D補助金はイノベーション集約度を高める。

本論文はGlass and Saggi(2002)モデルから北における生産活動を除いた状況を分析する。すなわち、北でイノベーションに成功した企業は直ちにその技術を南へ移転して多国籍企業化する。分析の結果の一部は次のとおりである。北 (南) のR&D補助金は北の相対賃金を上昇 (下落) させる。いずれの政府のR&D補助金も、イノベーション集約度には影響を与えない。北のR&D補助金は世界の厚生に何の影響も与えないが、南のR&D補助金は世界の厚生に影響を与える可能性がある。

	GH	G	GS	ITF	O	本論文
FDI	無	無	有	有	無	有
北の R&D 補助金	有	有	無	無	無	有

表1 分析の有無。但し英略字は上で言及した論文著者の頭文字。

論文の構成は以下の通りである。第II節では基本的なモデルをGlass and Saggi(2002)に沿った形で提示し、本論文独自の仮定を示した上で、定常状態の記述および比較静学分析を行なう。第III節では厚生分析を行なう。第IV節では結論を述べる。

II. モデル

記号や基本的な設定はGlass and Saggi(2002)に同じである。北と南という2つの国が存在し、同じ選好を持つ消費者が差別化された産業の財を購入する。財市場は統合されている。

1. 消費者

まず消費者について述べる。消費者は差別化された産業 $j \in [0, 1]$ の様々な品質の財を消費する。それぞれの財の品質の水準は $q_m = \lambda^m$ で表される。ここで $\lambda > 1$ は品質の上昇幅である。 $i \in \{N, S\}$ 国の消費者は以下の通時的効用関数を持つ：

$$U_i = \int_0^\infty e^{-\rho t} \log u_i(t) dt. \tag{1}$$

ρ は主観的割引率であり、瞬時的効用 $\log u_i$ は

$$\log u_i = \int_0^1 \log \sum_m q_m x_{im}(j, t) dj \tag{2}$$

である。ここで $x_{im}(j, t)$ は i 国の消費者の t 時点での j 産業の品質 m の財の消費を表す。

通時的予算制約式は

$$\int_0^\infty e^{-R(t)} E_i(t) dt \leq A_i(0) + \int_0^\infty e^{-R(t)} Y_i(t) dt \tag{3}$$

である。ここで $R(t) = \int_0^t r(s) ds$ は t 時点での累積的利子率であり $A_i(0)$ は i 国の消費者の初期の資産である。 $E_i(t)$ は t 時での i 国の支出額である。すべての財は唯一の本源的生産要素である労働からのみ生産される。 i 国の非弾力的に供給される労働人口を L_i とし、賃金を w_i とすると労働所得は $Y_i(t) = L_i w_i(t)$ で表される。消費者の効用最大化は3段階に分離できる。第1段階では通時的な $E_i(t)$ の決定を行う。第2段階で各時点各産業での各品質の財の消費量の決定を行う。第3段階では各時点での各産業への支出配分を行う。

この意思決定を第3段階から逆に解いていく。異なる財製品は対称に効用関数で評価されている

ので支出 $E_i(t)$ は $j \in [0, 1]$ に各産業に均等に配分される。 $p_{im}(j, t)$ を $x_{im}(j, t)$ の価格とすると、瞬時的予算制約は

$$\int_0^1 \sum_m p_{im}(j, t) x_{im}(j, t) \leq E_i(t) \quad (4)$$

であるが、第3段階の意思決定の結果、第2段階で直面する瞬時的予算制約は

$$\sum_m p_{im}(j, t) x_{im}(j, t) \leq E_i(t) \quad (5)$$

となる。第2段階の意思決定は(5)の下で所与の j 産業の各品質の財消費から発生する瞬時効用 $\sum_m \lambda^m x_{im}$ を最大化する問題となる。これを解くことで各産業の各品質の財の需要関数を求められる：

$$\begin{aligned} x_{im}(j, t) &= \frac{E_i(t)}{p_{im}(j, t)} && \text{for } m = \tilde{m}(j), \\ &= 0 && \text{for others.} \end{aligned} \quad (6)$$

ここで \tilde{m} はその産業の財のうち、品質あたりの価格 $p_{im}(j, t)/\lambda^m$ が最も低いような財を表す。

様々な産業の財価格を集計した価格指標として

$$p_D = \exp \int_0^1 \log \frac{\tilde{p}(j)}{\tilde{q}(j)} dj \quad (7)$$

が有用であることが知られている。 \tilde{p}, \tilde{q} はそれぞれ各産業 j における \tilde{m} を持つ品質の財の価格と品質である。 $E_i(t) = p_D(t) u_i(t)$ が成り立つので通時的効用は家計にとって所与である価格指標 p_D と最適化の対象である各時点での支出 $E_i(t)$ に加法的に分離される。消費者の選択の第1段階は(3)の下で $U_i = \int_0^\infty e^{-\rho t} \log E_i(t) dt$ を最大化する等周問題となる。解は

$$\frac{\dot{E}}{E} = r(t) - \rho \quad (8)$$

となる。定常状態では $r(t) = \rho$ となる。

2. 南北の企業

財は寡占企業によって事前のR&Dによって生み出される。R&D投資は不確実な結果しかもたらさない。長さ dt の期間に集約度 i でR&Dを行った企業は確率 $i dt$ で製品を生み出すことに成功する。 dt の期間に平均 $i dt$ 回R&Dが成功するので、所与の期間中にR&Dが成功する回数はパラメータ i のポアソン分布に従う。期間 dt に集約度 i で投資するには $a_i i dt$ の労働を必要とするので、その費用は $w_i a_i i dt$ である。ここで a_i は国ごとの投資の効率性パラメータである。

次に、南北の企業のR&D開発の違いについて述べる。財市場は国際的に統合されており、ベルトラン競争が行われる。R&D開発費は固定費用とみなせるため、ある品質レベル m の財が北(南)で開発されたとき、別の北(南)の企業がそのレベル m の財を開発することはない。イノベーションとは、所与の産業における現状の最高の品質を m とすると $m + 1$ の水準の品質を開発す

ることを指す。イミテーションとは、所与の産業における現状の最高の品質 m を目指して開発投資することを指す。

南の企業はイノベーションをせず、北の企業のイミテーションしかしない、と仮定する。また、単純化のために、北の企業は別の北の企業を目標としてイノベーション活動もイミテーション活動も行わないと仮定する。その産業の最高品質を北の企業が開発したとき、その企業がさらにR&D投資を行なって品質を向上させようとはしないことが示せる。後に仮定するように生産費用は南のほうが安くなるので、南北両企業が同じレベルの品質 m を生産しようとき、すなわち南の企業が北の企業のイミテーションに成功したとき、南の企業がベルトラン競争を制して市場を独占する。この場合、市場競争で負けた北の企業は南の企業から市場を奪い返すためにイノベーション活動をする。

以上まとめると、R&D活動は、南の企業から市場を奪い返すために行われる北の企業によるイノベーション活動と、北の企業を模倣して市場を制するために行われる南の企業によるイミテーション活動に分類できる。北の企業のイノベーションに関するパラメータを a_N 、南の企業のイミテーションパラメータを a_S とおく。北の企業のイノベーション集約度と南の企業のイミテーション集約度をそれぞれ l_N, l_S とおく。ここで $l_N < l_S$ である。これは直近に産業の品質競争を制した企業（リーダー）はそうでない企業（フォロワー）よりも容易に次世代の最高品質を開発しやすい、ということを表す。イノベーションを実行するのはイミテーションによって市場を喪失した北のリーダー企業のみである。

R&D投資を行う場合、企業は $w_i a_i l_i dt$ の費用を負担して、期待報酬 $v_i l_i dt$ を得る。ここで v_i は企業の株価である。各企業は期待利益を最大化するように最適なイノベーション集約度 l_i を選択する：

$$\max_{l_i \geq 0} \int_0^{\infty} e^{-(\rho+l_j)t} (v_i - w_i a_i) l_i dt = \max_{l_i \geq 0} \left(\frac{v_i - w_i a_i}{\rho + l_j} \right) l_i \iff \max_{l_i \geq 0} (v_i - w_i a_i) l_i. \quad (9)$$

ここで $l_j, j \neq i$ は i 以外の企業が当該企業を目標として設定するR&D投資集約度である。 $e^{-l_j t}$ は t 時までに i 以外のどんな企業も当該企業を目標としたR&Dを成功させない確率を表す。この問題の解は

$$v_i \leq w_i a_i \quad (l_i > 0 \text{ の時は等号で成立}). \quad (10)$$

である。

正の集約度が選択される場合、 $i = N, S$ の企業の株価（R&D投資からの期待利益プラス配当の有効割引現在価値）は

$$v_i = \frac{\pi_i + l_i (v_i - w_i a_i)}{\rho + l_j} = \frac{\pi_i}{\rho + l_j} \quad (11)$$

である。 π_i は企業利潤であり、配当である。

次に生産について述べる。ここまでのモデルの設定はGlass and Saggi(2002)に同じものであったが、生産に関して本論文独特の仮定を次のようにおく：

仮定 1 北の企業がR&Dに成功した場合、生産拠点をゼロコストで南に設置して多国籍企業化し、そこで生産を行う。

北の企業はR&Dに成功した場合には必ずFDIを行なうので、北の正のイノベーション集約度の下では北では生産活動が行われないことになる。南の企業の財の生産は、いかなる産業のいかなる品質の財についても1単位の労働を必要とする。これに対して北の企業がFDIを行なって南で生産する場合には、いかなる産業のいかなる品質の財についても $\zeta > 1$ 単位の労働を必要とする。これは、異なる経済環境で操業するための追加費用を表す。北の企業の正の利潤を保証するために $\lambda > \zeta$ を仮定する。企業利潤は添字を省略して一般的に $\pi = (p - c)x$ と表せる。ここで p は独占企業が課す制限価格、 c は限界費用、 x は生産量を表す。南の賃金をニューメレールとして1とおく。北の賃金 w_N は相対賃金 $w \equiv w_N/w_S$ である。

イノベーションに成功した北の企業は、南にだけ存在するライバルに対して1段階上の品質を生産できる。北の製品に対する消費者の限界評価は南の製品に対するその λ 倍である。南の企業が操業する下限の価格はその限界費用の1であるので、北の企業は $p_N = \lambda$ と制限価格を設定することでその産業の需要を独占できる。生産量は $x_N = E/\lambda$ であり、限界費用は南にFDIを行ったことより、 $c_N = \zeta$ である。以上より北の利潤 π_N は

$$\pi_N = E \left(1 - \frac{\zeta}{\lambda} \right) \quad (12)$$

である。

イミテーションに成功した南の企業は、北に存在するライバルに対して同等の品質を生産できる。北の企業が操業する下限の価格はその（南で生産する）限界費用である ζ である。よって南の企業の制限価格は $p_S = \zeta$ である。生産量は $x_S = E/\zeta$ であり、限界費用は1である。よって南の利潤 π_S は

$$\pi_S = E \left(1 - \frac{1}{\zeta} \right) \quad (13)$$

である。

最後に資源制約について述べる。 n_N を多国籍企業化して南で操業する北の企業の測度とする。イノベーションに成功した北の企業はそのすべてが多国籍企業化している。 n_S を北の多国籍企業化した企業をライバルとする南の企業の測度とする。 $n_N + n_S = 1$ である。 i 国において、労働人口 L_i が非弾力的に供給されている。労働需要は原則的にはR&Dと生産の二つである。北においては生産活動が行われず、R&Dへの需要は $a_N \iota_N n_S$ であるので、北の資源制約は

$$a_N \iota_N n_S = L_N \quad (14)$$

である。

南でのR&Dへの労働需要は $a_S \iota_S n_N$ であり、生産活動への労働需要は南の企業のものに関しては $n_S E/\zeta$ であり、多国籍企業化した北の企業のものに関しては $n_N E/\lambda$ である。よって南の資源制約は

$$a_S \iota_S n_N + \left(\frac{n_S}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} \right) E = L_S \quad (15)$$

である。

3. 定常状態

この小節では定常状態について記述する。市場測度が一定であるので $\iota_N n_S = \iota_S n_N \equiv \iota$ が成り立つ。上に述べた資源制約式(14),(15)はそれぞれ

$$a_N \iota = L_N, \quad (16)$$

$$a_S \iota + \left(\frac{1 - n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} \right) E = L_S \quad (17)$$

また、両国政府がそれぞれの企業に対してR&D補助金 $0 < \phi_i < 1, i = N, S$ を与えるとする。この補助金によって市中よりも低い利子で資金を調達することが可能になるため、国 i の企業が直面する有効割引率には $(1 - \phi_i)$ が乗ぜられることになる。いずれの国の企業も正の集約度でR&Dを行なうならば、(10),(11),(12)より、北の非利ざや条件は

$$E n_N \left(1 - \frac{\zeta}{\lambda} \right) = (1 - \phi_N) a_N w (\rho n_N + \iota) \quad (18)$$

である。南の企業については、(10),(11),(13)より、非利ざや条件は

$$E(1 - n_N) \left(1 - \frac{1}{\zeta} \right) = (1 - \phi_S) a_S \{ \rho(1 - n_N) + \iota \} \quad (19)$$

となる。

(16),(17),(18),(19)より世界経済の定常状態のシステムが記述される。未知数は $\{E, w, \iota, n_N\}$ である。北の企業が多国籍企業化する誘因を保証するために定常状態において $w > 1$ が満たされている場合に分析を限定する。

北および南の企業の正の利潤を保証するためにすでに $\lambda > \zeta > 1$ が仮定されていた。ここで改めて $\zeta = \theta \lambda, \theta \in (1/\lambda, 1)$ とおく。 θ が下限の $1/\lambda$ に近づくと南の企業の利潤はゼロに近づく。上限の1に近づくと北の企業の利潤がゼロに近づく。さらに θ について以下の条件を考える：

条件 1

$$-(1 - \phi_S) a_S \rho n_N + E > 0 \quad (20)$$

かつ

$$\theta < \frac{1}{\lambda} \frac{\lambda(1 - \phi_S) a_S \rho(1 - n_N) + E}{-(1 - \phi_S) a_S \rho n_N + E} \quad (21)$$

θ についてさらに異なる条件を示す：

条件 2

$$\theta < \frac{-(1 - \phi_N) a_N w \rho(1 - n_N) + E}{(1 - \phi_N) a_N w \rho n_N + E} \quad (22)$$

これらの条件は定常点における評価式である。システムの比較静学により次の命題が得られる⁷⁾：

命題 1 Glass and Saggi(2002)に仮定1を追加する。条件1が成り立つならば

$$\frac{\partial w}{\partial \phi_N} > 0, \frac{\partial E}{\partial \phi_N} = \frac{\partial \iota}{\partial \phi_N} = \frac{\partial n_N}{\partial \phi_N} = \frac{\partial \iota}{\partial \phi_S} = 0, \frac{\partial E}{\partial \phi_S} < 0, \frac{\partial n_N}{\partial \phi_S} < 0, \quad (23)$$

$$\frac{\partial \iota}{\partial L_N} > 0, \frac{\partial \iota}{\partial L_S} = 0, \frac{\partial E}{\partial L_S} < 0, \frac{\partial n_N}{\partial L_S} < 0. \quad (24)$$

条件1に追加して条件2が成り立つならば

$$\frac{\partial w}{\partial \phi_S} < 0. \quad (25)$$

条件1,条件2だけでは次の符号は不確定である：

$$\frac{\partial E}{\partial L_N}, \frac{\partial w}{\partial L_N}, \frac{\partial n_N}{\partial L_N}, \frac{\partial w}{\partial L_S}. \quad (26)$$

(16),(17),(18),(19)からなるシステムは、次のように分離して考えることができる。北はR&Dに特化しているので世界のイノベーション集約度 ι が北の労働供給からのみ決定される。そのイノベーション集約度を所与として、南の資源制約と非利ざや条件から世界の支出（世界の総生産） E および北の市場シェア n_N が定まる。以上の変数によって北の非利ざや条件から北の相対賃金 w が定まる。北の資源制約は南の経済構造から影響を受けず、南の経済構造に影響を与えるのみである。北の労働供給が増加すると世界的なイノベーション集約度は上昇する。しかし南北のR&D補助金や南の労働供給はイノベーション集約度の決定に影響を与えない。南の経済構造は北の資源制約からのみ影響を受け、北の非利ざや条件からは影響を受けない。したがって北の非利ざや条件にだけ出てくる北のR&D補助金は世界支出や北の市場シェアに影響を与えない。北のR&D補助金によって北の株価が上昇することを反映して北の相対賃金は上昇する。南のR&D補助金によって南の株価が上昇すると南の賃金が上昇し、北の相対賃金は下落する。南のR&D補助金の増加と南の労働供給の増加は世界支出および北の市場シェアに同じ方向の影響、すなわち負の影響を与える。

III. 厚生

消費者の0期で評価した通時的効用を社会厚生 W と定義すると

$$W \equiv \rho U = \log X + \frac{\iota}{\rho} \log \lambda + I(0) \log \lambda \quad (27)$$

である（詳しくはGrossman and Helpman²⁾を参照）。ここで、 X は全産業の生産量であり、産業の測度が1であるので $X = x$ である。さらに、産業が北の企業と南の企業によって分割されているので

$$\begin{aligned} x &= n_N x_N + n_S x_S \\ &= \left\{ \frac{1}{\zeta} + \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta} \right) n_N \right\} E \end{aligned} \quad (28)$$

である。 $I(0)$ は0期に与えられた累積イノベーション集約度であり、定数として扱われる。よって社会厚生は次のように書ける：

$$W = \log E + \log \left\{ \frac{1}{\zeta} + \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta} \right) n_N \right\} + \frac{\iota}{\rho} \log \lambda + I(0) \log \lambda \quad (29)$$

命題1より次の命題が得られる⁸⁾：

命題 2 Glass and Saggi(2002)に仮定1を追加する。条件1が成り立つならば北のR&D補助金は世界の社会厚生に影響を与えない。南のR&D補助金、南北の人口の変動が世界の社会厚生に与える符号については条件1、条件2だけでは不確定である。

命題1により、北のR&D補助金は北の相対賃金にのみ影響を与える。ところが北の相対賃金は世界の厚生に変数として含まれないので、北のR&D補助金は世界の厚生にはまったく影響を与えない。南のR&D補助金の増加と南の労働供給の増加は世界支出および北の市場シェアに同じ方向の影響、すなわち負の影響を与える。しかし、(28)より、北の市場シェアが縮小することは平均的な生産量 x を増加させる。なぜなら北の生産量は高い価格を反映してより少ないからである。南のR&D補助金（あるいは労働供給）の増加が世界支出を減少させる負の効果と、平均的な生産量を増加させる正の効果の大小の比較は、不確定である。

IV. 結論

Glass and Saggi(2002)を元にして、北のイノベーション、南のイミテーション、北によるFDIを内生的に決定するモデルを構成し、南北のR&D補助金および労働供給がどのように定常状態および世界の厚生に影響するかを分析した。ただしイノベーションに成功したすべての北の企業がFDIを行なって多国籍企業化するという仮定を追加した。北の労働供給はすべてR&Dによって需要されることになる。この設定のもとでは、北のR&D補助金はイノベーション集約度、北の市場シェア、世界支出および世界の厚生に影響を与えない。南のR&D補助金は世界支出を減少させるが、北の市場シェアの減少を通じて平均的な生産量を増加させるので、総合的な世界の厚生への影響はさらに条件を追加するなどしてモデルを特定化しなければ不確定である。少なくとも南のR&D補助金は世界の厚生に影響を与える可能性はある。本論文においては北の企業の行動に関する仮定1が非常に重要な役割を果たしている。

引用文献、注

- 1) <http://www.cao.go.jp/innovation/index.html>
- 2) Grossman, G. M., and Helpman, E., 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, Mass., MIT Press. (大住圭介監訳, 1998. *イノベーションと内生的経済成長*. 創文社.)
- 3) Glass, A., 1997. "Product cycles and market penetration." *International Economic Review*, Vol.38, 865-891.
- 4) Glass, A., and Saggi, K., 2002. "Intellectual property rights and foreign direct invest-

ment.” Journal of International Economics, Vol.56, 387-410.

- 5) Iwaisako, T., Tanaka, H., and Futagami, K., 2011. “A welfare analysis of global patent protection in a model with endogenous innovation and foreign direct investment.” European Economic Review, vol.55(8), 1137-1151.
- 6) 岡島慶知、2012年、不完全競争、一般均衡および産業政策(5)、流通科学大学論集経済・情報・政策編、35-48.
- 7) (16),(17),(18),(19)を未知数 $\{E, w, \iota, n_N\}$ およびパラメータ $\{L_N, L_S, \phi_N, \phi_S\}$ で全微分すると次の式が得られる：

$$A \begin{pmatrix} dE \\ dw \\ d\iota \\ dn_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} dL_N \\ dL_S \\ b_N d\phi_N \\ b_S d\phi_S \end{pmatrix} \quad (30)$$

ここで

$A =$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & a_N & 0 \\ \frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} & 0 & a_S & (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})E \\ n_N(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) & -(1 - \phi_N)a_N(\rho n_N + \iota) & -(1 - \phi_N)a_N w & E(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) - (1 - \phi_N)a_N w \rho \\ (1 - n_N)(1 - \frac{1}{\zeta}) & 0 & -(1 - \phi_S)a_S & (1 - \phi_S)a_S \rho - (1 - \frac{1}{\zeta})E \end{pmatrix} \quad (31)$$

であり、 $b_N = -a_N w(\rho n_N + \iota)$ 、 $b_S = -a_S\{\rho(1 - n_N) + \iota\}$ である。この行列式は

$$|A| = -a_N^2(1 - \phi_N)(\rho n_N + \iota)|B| \quad (32)$$

である。ただし

$$B = \begin{pmatrix} \frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} & (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})E \\ (1 - n_N)(1 - \frac{1}{\zeta}) & (1 - \phi_S)a_S \rho - (1 - \frac{1}{\zeta})E \end{pmatrix} \quad (33)$$

$|B|$ について

$$\begin{aligned} |B| &= \left(\frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} \right) \left\{ (1 - \phi_S)a_S \rho - \left(1 - \frac{1}{\zeta} \right) E \right\} \\ &\quad - \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta} \right) E (1 - n_N) \left(1 - \frac{1}{\zeta} \right) \\ &= \left(\frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} \right) (1 - \phi_S)a_S \rho - \left(1 - \frac{1}{\zeta} \right) \frac{E}{\lambda} \end{aligned} \quad (34)$$

ここで $\zeta = \theta\lambda$ 、 $\theta \in (1/\lambda, 1)$ とおくと

$$\begin{aligned} |B| &= \left(\frac{1-n_N}{\theta\lambda} + \frac{n_N}{\lambda} \right) (1 - \phi_S)a_S \rho - \left(1 - \frac{1}{\theta\lambda} \right) \frac{E}{\lambda} \\ &= \frac{1}{\theta\lambda^2} \{ \lambda(1 - n_N + \theta n_N)(1 - \phi_S)a_S \rho - (\theta\lambda - 1)E \} \end{aligned} \quad (35)$$

となるので、条件1が成り立つならば $|B| > 0$ 、 $|A| < 0$ となる。特に θ が下限である $1/\lambda$ に近づく時には

$$|B| = (1 - n_N + n_N/\lambda)(1 - \phi_S)a_S \rho > 0 \quad (36)$$

であり、 θ が上限である1に近づく時には $|B|$ の正負が不定であることがわかる。

以上の準備のもとに、 $dL_N = dL_S = d\phi_S = 0$ とにおいてクラメルの公式を使うと

$$\begin{aligned}
 & dw \\
 &= |A|^{-1} \begin{vmatrix} 0 & 0 & a_N & 0 \\ \frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} & 0 & a_S & (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})E \\ n_N(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) & b_N d\phi_N & -(1 - \phi_N)a_N w & E(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) - (1 - \phi_N)a_N w \rho \\ (1 - n_N)(1 - \frac{1}{\zeta}) & 0 & -(1 - \phi_S)a_S & (1 - \phi_S)a_S \rho - (1 - \frac{1}{\zeta})E \end{vmatrix} \\
 &= \frac{a_N b_N d\phi_N |B|}{|A|} \tag{37}
 \end{aligned}$$

となるが、条件1をおくと

$$\frac{\partial w}{\partial \phi_N} = \frac{a_N b_N |B|}{|A|} > 0 \tag{38}$$

が得られる。次の関係は容易に得られる：

$$\frac{\partial E}{\partial \phi_N} = \frac{\partial \nu}{\partial \phi_N} = \frac{\partial n_N}{\partial \phi_N} = 0. \tag{39}$$

次に $d\phi_S \neq 0$ の影響について調べる。 $dL_N = dL_S = d\phi_N = 0$ とにおいてクラメル公式を使うと

$$\begin{aligned}
 & dE \\
 &= |A|^{-1} \begin{vmatrix} 0 & 0 & a_N & 0 \\ 0 & 0 & a_S & (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})E \\ 0 & -(1 - \phi_N)a_N(\rho n_N + \nu) & -(1 - \phi_N)a_N w & E(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) - (1 - \phi_N)a_N w \rho \\ b_S d\phi_S & 0 & -(1 - \phi_S)a_S & (1 - \phi_S)a_S \rho - (1 - \frac{1}{\zeta})E \end{vmatrix} \\
 &= \frac{(1 - \phi_N)a_N^2 b_S(\rho n_N + \nu)E d\phi_S}{|A|} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta} \right) \tag{40}
 \end{aligned}$$

よって

$$\frac{\partial E}{\partial \phi_S} < 0 \tag{41}$$

また dw について

$$\begin{aligned}
 & dw \\
 &= |A|^{-1} \begin{vmatrix} 0 & 0 & a_N & 0 \\ \frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} & 0 & a_S & (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})E \\ n_N(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) & 0 & -(1 - \phi_N)a_N w & E(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) - (1 - \phi_N)a_N w \rho \\ (1 - n_N)(1 - \frac{1}{\zeta}) & b_S d\phi_S & -(1 - \phi_S)a_S & (1 - \phi_S)a_S \rho - (1 - \frac{1}{\zeta})E \end{vmatrix} \\
 &= \frac{-a_N b_S |C| d\phi_S}{|A|} \tag{42}
 \end{aligned}$$

ただし

$$C = \begin{pmatrix} \frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} & (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})E \\ n_N(1 - \frac{\zeta}{\lambda}) & (1 - \frac{\zeta}{\lambda})E - (1 - \phi_N)a_N w \rho \end{pmatrix} \tag{43}$$

$|C|$ について

$$|C| = \frac{E}{\zeta} \left(1 - \frac{\zeta}{\lambda} \right) - \left(\frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} \right) (1 - \phi_N)a_N w \rho \tag{44}$$

ここで $\zeta = \theta\lambda$, $\theta \in (1/\lambda, 1)$ とおくと

$$\begin{aligned} |C| &= \frac{1}{\theta\lambda} \left\{ (1-\theta)E - (1-n_N + \theta n_N)(1-\phi_N)a_N w \rho \right\} \\ &= \frac{1}{\theta\lambda} \left\{ E - (1-\phi_N)a_N w \rho(1-n_N) - \theta \{E + (1-\phi_N)a_N w \rho n_N\} \right\} \end{aligned} \quad (45)$$

θ が小さいほうが $|C| > 0$ となりやすいことがわかる。条件2が $|C| > 0$ が成り立つ十分条件となる。条件1に追加して条件2が成り立つならば

$$\frac{\partial w}{\partial \phi_S} < 0 \quad (46)$$

である。

ι について

$$\frac{\partial \iota}{\partial \phi_S} = 0 \quad (47)$$

を示すことは容易である。

dn_N について

$$\begin{aligned} dn_N &= |A|^{-1} \begin{vmatrix} 0 & 0 & a_N & 0 \\ \frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} & 0 & a_S & 0 \\ n_N(1-\frac{\zeta}{\lambda}) & -(1-\phi_N)a_N(\rho n_N + \iota) & -(1-\phi_N)a_N w & 0 \\ (1-n_N)(1-\frac{1}{\zeta}) & 0 & -(1-\phi_S)a_S & b_S d\phi_S \end{vmatrix} \\ &= \frac{-a_N^2 b_S (1-\phi_N)(\rho n_N + \iota) d\phi_S}{|A|} \left(\frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} \right) \end{aligned} \quad (48)$$

よって

$$\frac{\partial n_N}{\partial \phi_S} < 0 \quad (49)$$

次に $dL_N \neq 0$ の影響について調べる。 $dL_S = d\phi_N = d\phi_S = 0$ とおく。 $\partial \iota / \partial L_N = 1/a_N > 0$ はすぐに示せるが $\partial E / \partial L_N$, $\partial w / \partial L_N$, $\partial n_N / \partial L_N$ については条件1、条件2にさらに別の条件を追加しなければその符号を確定できないことがわかる。

次に $dL_S \neq 0$ の影響について調べる。 $dL_N = d\phi_N = d\phi_S = 0$ においてクラメルの公式を使うと

dE

$$\begin{aligned} &= |A|^{-1} \begin{vmatrix} 0 & 0 & a_N & 0 \\ dL_S & 0 & a_S & (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})E \\ 0 & -(1-\phi_N)a_N(\rho n_N + \iota) & -(1-\phi_N)a_N w & E(1-\frac{\zeta}{\lambda}) - (1-\phi_N)a_N w \rho \\ 0 & 0 & -(1-\phi_S)a_S & (1-\phi_S)a_S \rho - (1-\frac{1}{\zeta})E \end{vmatrix} \\ &= \frac{-(1-\phi_N)a_N^2(\rho n_N + \iota)dL_S}{|A|} \left\{ (1-\phi_S)a_S \rho - \left(1 - \frac{1}{\zeta}\right)E \right\} \\ &= \frac{(1-\phi_N)(1-\phi_S)a_S a_N^2(\rho n_N + \iota)\iota_N dL_S}{|A|}. \end{aligned} \quad (50)$$

最後の変形については(19)を使った。したがって

$$\frac{\partial E}{\partial L_S} < 0. \quad (51)$$

また

$$\begin{aligned} & dn_N \\ &= |A|^{-1} \begin{vmatrix} 0 & 0 & a_N & 0 \\ \frac{1-n_N}{\zeta} + \frac{n_N}{\lambda} & 0 & a_S & dL_S \\ n_N(1-\frac{\zeta}{\lambda}) & -(1-\phi_N)a_N(\rho n_N + \iota) & -(1-\phi_N)a_N w & 0 \\ (1-n_N)(1-\frac{1}{\zeta}) & 0 & -(1-\phi_S)a_S & 0 \end{vmatrix} \\ &= \frac{(1-\phi_N)a_N^2(\rho n_N + \iota)(1-n_N)(1-1/\zeta)dL_S}{|A|}. \end{aligned} \quad (52)$$

よって

$$\frac{\partial n_N}{\partial L_S} < 0. \quad (53)$$

$\partial \iota / \partial L_S = 0$ はすぐに示せるが $\partial w / \partial L_S$ については条件1、条件2にさらに別の条件を追加しなければその符号を確定できないことがわかる。

8)

$$\frac{\partial W}{\partial \phi_S} = \frac{1}{E} \frac{\partial E}{\partial \phi_S} + \frac{1}{\frac{1}{\zeta} + (\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta})n_N} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\zeta} \right) \frac{\partial n_N}{\partial \phi_S} \quad (54)$$