『経済研究』（明治学院大学）第122・123合併号　2002年

プロセス・イノベーションと国際貿易

増　山　幸　一

1　序　論

近年における経済成長と国際貿易の歴史を概観してみるとき，どのような特徴が見えるであろうか。ひとつの重要な突出した定型的な現象として，生産技術の急激な進歩による産業構造の変化，生産技術上の優位性あるいは主導権に関わる国境を越えた熾烈な競争の展開という歴史的現実が浮かび上がってくる。多くの産業において，生産技術上の優位性という点で見たとき，技術的には後発のある国の企業が，他の国に立地している技術的優位性を持っていた先発企業に取って変わるという現象が多く見られる。その結果として，各国間の国際貿易における輸出入パターンや比較優位構造が変化してきた。1950，60年代には，米国企業は自動車，鉄鋼，機械工具等の産業で生産技術上の強固な優位性を確保しており，米国はこうした生産物の純輸出国であった。1970年代に入り，日本企業がこうした産業分野において生産技術上の優位性を米国企業から奪い取ることとなり，1970，80年代には日本は米国に対して自動車，鉄鋼，電気機器等の生産物の純輸出国となった。しかし，1990年代に入り，日本の鉄鋼業や半導体産業などでは生産技術上の優位性が韓国企業によって取って代わられつつあり，日本はそうした生産物の純輸入国になるであろうと予想される。

最近になって，以上のような各国間の比較優位構造の動学的な変遷，世界貿易のパターンや輸出入量の動学的な変化，そして貿易政策と経済成長の関係などの定型的な事実を解明するために，経済理論および国際貿易の専門家たちは，内生的なR&Dを明示的に導入した理論モデルを開発し，それを国際貿易モデルに応用しようと努力してきた。とりわけ，Romer(1990)，Grossman and Helpman (1991) および Aghion and Howitt(1992) が開発したモデルが有用であり，その後，Dinopoulis and Segerstrom(1999) や Baldwin and Forslid(1999) 等によって発展されてきた。

Grossman and Helpman(1991) は，ある単純化の仮定のもとで，内生的なイノベーションによって作り出される比較優位と貿易パターンの動学的な変遷を解明しようと試みた。知識のスピルオーバーが国境を超えて作動する場合，比較優位構造および R&D 部門と製造業部門に投入される資源の均衡配分量は各生産要素の賦存量によってユニークに決定されることを明らかにした。すなわち，伝統的なヘクシャー＝オリーン理論が描き出す比較優位構造の予測が，内生的イノベーションのモデルでも成立することとなる。たとえば，R&D 部門が製造業部門に比べて人的資本を最も集約的に投入し，自国が人

的資本の豊富国であるならば，自国は相対的に多くのハイテク財の生産において生産技術上の主導権を確保することができ，そうしたハイテク財を相対的により多く生産することができる。その結果として，自国はハイテク財の純輸出国となり，伝統的なローテク財の純輸入国となる。自由貿易均衡下では，人的資本豊富国はハイテク財の生産により多くの資源を配分し，人的資本が希少な国はローテク財の生産により多くの資源を配分する。このことは，人的資本豊富国の経済成長率を上昇させ，未熟練労働豊富国の成長率を低下させることに結果する。もし，世界経済が，平均してみたとき，自国よりも未熟練労働が相対的に豊富であるとするならば，自由貿易後には，世界経済は未熟練労働を集約的に用いるローテク財の生産により多くの資源を投入する。従って，自由貿易後，世界の技術進歩率は低下することとなるので，自国は技術進歩率の低下を経験することになる。

この論文では，Grossman and Helpman(1991) 等によって導かれた結論が，より一般的なモデルでも成立するかどうかを検討する。従来の内生的 R&D モデルでは製造業部門は本質的に 2 部門以内になるように定式化されてきたが，本論では製造業を 3 部門モデルとして構築することにする。また，R&D 技術に関する想定もより一般化した形でモデル化することにする。次節では，基本モデルの定式化を行う。第 3 節では，内生的経済成長経路が存在するための条件を導出し，その特徴について議論する。第 4 節では，国際貿易が行われるときの産業構造と貿易パターンの特徴について考察する。最後の節で結論を述べる。

2 モデル

この論文では，3 種類の製造業を持つ経済を考える。第 1 部門は伝統的なローテク財を生産する。この部門は，規模に関して収穫一定の生産技術のもとで生産して，完全競争市場下で生産物を販売する。第 2 番目の部門は，差別化された中間生産物から近代的な生産物を生産している。中間生産物の種類が変化しない限り，規模に関して収穫一定の生産技術で生産するが，中間生産物の種類が拡大すると（分業化の度合いが進むと），外部経済の力が発動する。第 2 部門の生産物の市場は非常に多数の数の企業によって供給されているので，完全競争市場である。第 3 番目の部門は，中間生産物を生産する。中間生産物を生産する企業だけが R&D 活動を行うと仮定する。この R&D 投資は，中間生産物を生産する生産工程を改良して生産コストを削減する目的のために行われる。R&D 活動は新しい種類の中間生産物を発見することに結果することもあり得ると思われるが，以下ではこの可能性は無視する。

R&D 投資によって製造コストを削減できる新しい生産工程が発見されたならば，この新しい生産工程で当該種類の中間生産物を生産し，近代的生産物を生産している企業に販売する。新しく発見された生産工程を持つ企業は最も安い生産コストで生産できるので，古い生産工程を持つ企業は市場から退出することとなる。最先端技術を持つ企業だけが当該種類の中間生産物を生産することにより利潤を得ることができる。中間生産物は差別化されているので，中間生産物の市場は独占的競争市場である。最先端技術を持つ企業が市場に参入するや否や，新しい生産工程の発見のための R&D 投資を行わない場合，別の企業がより新しい技術を発見して市場に参入する。新しい企業の参入を阻止するためには，自らが

新しい技術を発見しなければならない。このようなR&D（プロセス・イノベーション）競争が中間生産物の生産費用を引き下げる。当該中間生産物を生産している企業のR&D活動の効率性の方が，現時点では当該中間生産物を生産していない潜在的な企業のR&D投資よりも優位である可能性もあると思われるが，以下ではこれを無視する。

プロセス・イノベーションを実現するためにR&Dプロジェクトを実施している既存企業および潜在的参入企業は，イノベーションが実現したときに得られる経常利益の将来にわたる流列を計算することができる。経常利益の現在価値がR&D投資の総費用を超える限り，R&D投資は行われる。イノベーション競争はR&D投資の現在価値と費用が均等するレベルにR&D投資の規模を決定する[(1)]。

経済には，2種類の本源的生産要素が存在していると仮定する。未熟練労働と知的労働。後者を人的資本と呼ぶことにする。経済全体に存在している単純（未熟練）労働の総量をLで，人的資本の総量をHで表記する。

2.1　消費者の行動

代表的家計は彼の生涯に渡る効用の現在価値を最大にすると仮定する。生涯に渡る効用は異時点間で分離可能で

$$U(t)=\int_t^{\infty} e^{-\rho\tau}\log u(.)d\tau, \tag{1}$$

と与えられる。ここで，ρは限界的な時間選好率で，一定であり，$u(.)$は瞬時的効用関数である。分析を容易にするために，

$$u(.)=C_x^a C_y^{1-a}, \tag{2}$$

と仮定する。ここで，C_xは伝統的ローテク財の消費量，C_yは現代的ハイテク財の消費量，aは伝統財の支出に占める割合の大きさを示す。この仮定から，これら2財の時刻tでの最適消費量が

$$C_x=a\frac{E(t)}{p_x(t)}, \tag{3}$$

$$C_y=(1-a)\frac{E(t)}{p_y(t)}, \tag{4}$$

と与えられる。ここで，$E(t)$は支出の総額，$p_x(t)$は伝統財の市場価格，$p_y(t)$は現代財の市場価格である。式(3, 4)を式(2)に代入すると，間接効用関数

$$u(C_x, C_y)=\nu(E,p)=\frac{E(t)}{p(t)}, \tag{5}$$

が得られる。ただし，pは以下で定義される消費で基準化された価格指数である。

$$p(t)=\left(\frac{p_x(t)}{a}\right)^a\left(\frac{p_y(t)}{1-a}\right)^{1-a}.$$

（1）　プロセス・イノベーションを定式化したモデルの例としては，Peretto(1998) を参照のこと。

消費者は資本市場において，$dR(t)/dt$ で表現される瞬時的利子率で，自由に貸し借りができるとする。時刻 t での要素所得を $I(t)$ で表現するとき，代表的家計の予算制約式は

$$e^{R(t)}\int_t^{\infty} E(\tau)e^{-R(t)}d\tau = e^{R(t)}\int_t^{\infty} I(\tau)e^{-R(\tau)}d\tau + W(t), \tag{6}$$

で与えられる。ここで，$W(t)$ は時刻 t で保有されている資産の価値額，$\mathrm{R}(t)$ は時刻 t までの累積利子因子である。家計が直面する最適化問題は予算制約式(6)の制約のもとで生涯にわたる効用の現在価値(1)を最大にするような消費支出の時間流列 $E(t)$ を選択することである。第1階の条件は

$$\frac{dE(t)}{dt}\frac{1}{E(t)} = r(t) - \rho, \tag{7}$$

となる。ただし，$r(t) = dR(t)/dt$ は時刻 t での瞬時的利子率である。

2.2　製造業部門のモデル

伝統財は未熟練労働と人的資本を投入して生産されている。中間生産物は投入されない。生産技術を

$$X = F_x(L_x, H_x),$$

で与える。ここで，X は伝統財の生産量である。英文字 L で未熟練労働を，英文字 H で人的資本を表現する。下添え字 x，y でそれぞれ伝統財部門，現代財部門を表現する。例えば，H_x は伝統財部門での生産に投入された人的資本の量を表している。現代財は N 種類の中間生産物（コンポーネント）を組立てて製造される。現代財部門の生産関数は

$$Y = F_y(L_y, H_y)\left(\int_0^N z(s)^{\gamma}ds\right)^{\eta/\gamma}, \tag{8}$$

で与えられる。ここで，Y は現代財の生産量，$z(s)$ は種類がタイプ s のコンポーネント（中間生産物）の投入量である。コンポーネントの種類 N を固定するとき，規模に関して収穫一定を仮定しているので，

$$F_y(L_y, H_y) = L_y^{\alpha}H_y^{\beta}, \quad \alpha+\beta+\eta = 1, \tag{9}$$

と仮定しよう。現代財の単位費用関数は単純労働の賃金率，人的資本の報酬およびコンポーネントの価格の関数となる。

$$\phi_y(w_\ell, w_h, p_z(s), N).$$

ここで，w_ℓ は単純労働の賃金率，w_h は人的資本に対する報酬率，$p_z(s)$ はタイプ s のコンポーネントの市場価格である。収穫一定の仮定より，単位費用関数は，賃金率，人的資本の報酬率，コンポーネントの市場価格の1次同次関数となる。

中間投入財コンポーネント市場に参入するためには，一定量の資源を R&D プロジェクトに投入しなければならない。言い換えると，コンポーネントの生産には固定費用が発生する。コンポーネントの生

産費用はR&Dプロジェクトの固定費用と生産量に依存する可変費用から構成される。コンポーネントの生産関数を

$$z(j) = \lambda^{m(j)} F_z(\ell_z(j), h_z(j)), \tag{10}$$

と与える。ここで，$z(j)$ はタイプ j のコンポーネントの生産量，$\lambda > 1$ は一回のプロセス・イノベーションによる効率性の上昇分，$m(j)$ は生産効率の品質程度を表現する。$\ell_z(j), h_z(j)$ はタイプ j の生産に投入された単純労働投入量，および人的資本投入量である。プロセス・イノベーションの進展は，品質階段 $m(j)$ の値が大きくなることで表現される。$\lambda^{m(j)}$ は $m(j)$ の増加関数であるから，プロセス・イノベーションの進展は生産性を上昇させ，単位費用関数を低下させる。

現代財の生産者からのコンポーネント需要量は，各コンポーネントの限界価値生産物がコンポーネントの市場価格に等しくなる水準に定まる。p_y で現代財の市場価格を表現するとき，

$$p_z(j) = \eta p_y Y z(j)^{\gamma-1} / \int_0^N z(s)^\gamma ds,$$

が成立する。これが各コンポーネント生産者が直面する需要曲線である。各コンポーネント生産者の経常利潤は

$$\pi(j) = p_z(j)z(j) - \phi_z(w_\ell, w_h)z(j),$$

で与えられる。ただし，$\phi_z(w_\ell, w_h)$ は各コンポーネントの単位費用関数である。この単位費用はプロセス・イノベーションの進展と共に低下する。実際，単位費用関数は

$$\phi_z = \lambda^{-m(j)} \varphi_z(w_\ell, w_h),$$

と導出される。ただし，φ_z は生産関数 F_z から導出される費用関数である。コンポーネント生産者の利潤最大化条件は

$$p_z(j) = \frac{1}{\gamma} \phi_z(w_\ell, w_h),$$

で与えられる。このとき利潤は

$$\pi(j) = (1-\gamma)\eta p_y Y z(j)^\gamma / \int_0^N z(s)^\gamma ds$$

となる。プロセス・イノベーションの進展は各コンポーネントの市場価格の低下を引き起こし，各コンポーネントの生産量を拡大し，コンポーネント生産者の利潤を増大させることがわかる。この利潤の増大は，潜在的参入者が自発的にR&Dプロジェクトを立ち上げる経済的動機となっている。

各コンポーネントは現代財の生産に対称的に投入されており，各コンポーネントの生産関数は同一である。R&D技術も各既存企業および潜在的参入企業にとって対称的であると仮定される。従って，各コンポーネントの市場価格は同一であり，各生産者の利潤も対称的である。この事実から，各コンポーネントの生産量および利潤を以下のように簡単化できる。

$$z(j) = \gamma\eta\frac{p_y Y}{N\phi_z},$$

$$\pi(j) = (1-\gamma)\,\eta\,\frac{p_y Y}{N}. \tag{11}$$

以下の議論では，コンポーネントの種類を区別する j を省略する。

2.3　R&D 競争のモデル

各コンポーネントの生産工程のイノベーションを目指す R&D 競争への参入は自由であり，R&D プロジェクトを実施している企業の R&D 技術は同一であると仮定する。R&D プロジェクトの成功はポアッソン確率過程に従うとする。プロセス・イノベーションのポアッソン到着率は R&D プロジェクトに投資された資源量に依存すると仮定され，以下のように定式化される。

$$\iota(j) = \xi(A, A_j)F_d(\ell_d(j), h_d(j)). \tag{12}$$

ここで，ξ は R&D プロジェクトの生産性を表す指標関数，F_d は R&D プロジェクトの生産関数，j は R&D プロジェクトがタイプ j のイノベーションを目指していることを表す。添え字 d は R&D プロジェクトに関わる活動を区別するために用いている。R&D の生産性は社会全体に蓄積された共有知識 A，タイプ j のイノベーションに関わる発明・発見の困難性 A_j に依存すると仮定する。共有知識 A は科学的工学的知識の増大と共に拡大すると想定でき，科学的工学的知識の増大は R&D プロジェクトの生産性を引き上げるように作用すると仮定できる。それゆえ，

$$\partial\xi/\partial A > 0,$$

を仮定する。他方で，Segerstrom(1998) 等によって定式化されたように，R&D プロジェクトの成功はイノベーションが進めば進むほど困難性を増してゆく側面を持つ。商品を生産するための生産工程のイノベーションでは，初期の改良は比較的に楽であるが，生産工程が高度化するに従って，改良の度合いが少なくなり，イノベーションの困難性が増すといわれている。

$$\partial\xi/\partial A_j < 0,$$

と仮定する。こうして，R&D 投資活動の蓄積は R&D 活動の生産性に対して二つの外部効果を生み出す。一つは，科学的工学的知識の増大に伴う R&D 生産性の上昇であり，もう一方は，生産工程の高度化に伴うイノベーションの困難性の増大である。

R&D 投資が進めば進むほど，イノベーションの困難性が増すという想定を定式化するならば，

$$\dot{A}_j = A_j^{\mu_0}F_d(\ell_d(j), h_d(j)), \mu_0 > 0,$$

が得られる。各 R&D プロジェクトの実施は当該コンポーネントに特殊な私的知識のみならず，他のコンポーネントの生産工程のイノベーションにも役に立つような知識も同時に生み出す。言い換えると，

各 R&D 活動は科学的工学的知識の蓄積となって公共空間にスピルオーバーして，社会の共有知識となる。従って，共有知識の蓄積方程式は

$$\dot{A} = A^{\mu_1}\int_0^N N^{\mu_2}F_d(\ell_d(s),\ h_d(s))ds,\ \mu_1 > 0,\ \mu_2 < 0, \tag{13}$$

と与えられる。各 R&D 企業は，R&D 投資からの期待利潤が最大になるように，任意の時刻 t での単純労働と人的資本の雇用量を決定する。$v(j,\ t)$ でタイプ j のコンポーネントにおける R&D の成功から得られる期待利潤の現在割引価値を表現する。R&D に成功した企業の時刻 t での期待利潤は，

$$v(j,\ t)\iota(j,\ t) - \phi_d(w_\ell(t),\ w_h(t))\iota(j,\ t),$$

で与えられる。ここで，$\iota(j,\ t)$ は R&D（イノベーション）が時刻 t で成功する瞬時確率，ϕ_d は R&D プロジェクトの単位費用関数である。単位費用関数は

$$\phi_d(w_\ell(t),\ w_h(t)) = \xi^{-1}\varphi_d(w_\ell(t),\ w_h(t)),$$

と与えられることは容易にわかる。ただし，φ_d は F_d から得られる単位費用関数である。この費用はコンポーネント生産での参入費用とも解釈できる。明らかに，参入費用はすべての潜在的な参入企業に取って同一であるから，期待利潤も同一となる。もし $v(j,\ t) > \phi_d$ であれば，無制限の参入が起こるので，このケースは排除する。等式

$$v(j,\ t) = \phi_d(w_\ell,\ w_h), \tag{14}$$

が成立するときにのみ，有限な資源量が R&D プロジェクトに配分される。

R&D プロジェクトの資金調達は資本市場を介して行われる。各家計の貯蓄が資本市場への資金提供の源である。この資本市場の均衡条件式を導出する必要がある。ある R&D 企業がイノベーションに時刻 t で成功したとする。この企業の株主はこのイノベーションからの利潤 $\pi(t)dt$ を配当金として受け取り，この企業の価値は $\dot{v}(t)dt$ の大きさで増加する。イノベーションに成功した企業は，新たなイノベーションが他の企業によって実現される確率が ιdt で，確率（$1-\iota dt$）で新たなイノベーションが起きないと予想する。資金市場の効率性は，企業の株式を所有することから得られる期待利得の大きさが消費財の貸与から得られる（リスクレス）利得の大きさと均等するように働く。後者は通常利子率と呼ばれるものである。利子率を $r(t)$ で表記するとき，資金市場の均衡条件は

$$r(t)v(t)dt = \pi(t)dt + \dot{v}(t)(1-\iota(t)dt)dt - v(t)\iota(t)dt,$$

に従う。これを書き直すと，

$$v(t) = \frac{\pi(t)}{r(t)+\iota(t)-\dot{v}/v}, \tag{15}$$

となる。

2.4　市場均衡の条件

伝統財および現代財の市場は完全競争市場であるから，市場価格は単位費用と一致する。

$$p_x = \phi_x(w_\ell,\ w_h), \tag{16}$$

$$p_y = \phi_y(w_\ell,\ w_h,\ p_z), \tag{17}$$

ここで，ϕ_x は伝統財の生産における単位費用関数である。伝統財および現代財の市場での需要供給均等式は

$$X = C_x = aE/p_x, \tag{18}$$

$$Y = C_y = (1-a)E/p_y, \tag{19}$$

を満たす。左辺が供給量，右辺が需要量を表す。中間財コンポーネントの供給と需要の均衡条件は

$$z = \gamma\eta(1-a)\frac{E}{N\phi_z}, \tag{20}$$

で与えられる。経済全体に存在する単純労働と人的資本の総量（供給量）は完全雇用の状態になると仮定する。よって，

$$(\partial\phi_x/\partial w_\ell)X + (\partial\phi_y/\partial w_\ell)Y + (\partial\phi_z/\partial w_\ell)\int_0^N z(s)ds + (\partial\phi_d/\partial w_\ell)\int_0^N \iota(s)ds = L,$$

および

$$(\partial\phi_x/\partial w_h)X + (\partial\phi_y/\partial w_h)Y + (\partial\phi_z/\partial w_h)\int_0^N z(s)ds + (\partial\phi_d/\partial w_h)\int_0^N \iota(s)ds = H,$$

が成立する。ここで，投入係数を以下のように定義する。

$$a_{k\ell} = \frac{\partial\phi_k}{\partial w_\ell},\ k = x,\ y,\ z,\ d,$$

$$a_{kh} = \frac{\partial\phi_k}{\partial w_h},\ k = x,\ y,\ z,\ d,$$

$$a_{yz} = \partial\phi_y/\partial p_z.$$

この定義を用いて要素市場の均衡条件式を書き換えると

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{x\ell} + \frac{(1-a)}{p_y}a_{y\ell}\right)E + a_{z\ell}Z + a_{d\ell}I = L,$$

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{xh} + \frac{(1-a)}{p_y}a_{yh}\right)E + a_{zh}Z + a_{dh}I = H,$$

となる。ただし，$Z = Nz(s)$ は中間財コンポーネントの総量であり，新しい変数 I は

$$I = N\iota(s),$$

と定義される。これはR&D投資から予想される経済全体でのイノベーション頻度を表す。さらに，新しい投入係数$\hat{a}$を

$$\hat{a}_{zk} = \partial\varphi_z/\partial w_k,\ k = \ell,\ h,$$

$$\hat{a}_{dk} = \partial\varphi_d/\partial w_k,\ k = \ell,\ h,$$

と定義する。各中間財コンポーネントは対称的で，各コンポーネントの生産工程のイノベーションレベルは同一であるから，コンポーネントの需給均衡式(20)は

$$\lambda^{-m(j)}Z = \gamma\eta(1-a)E/\varphi_z,$$

と単純化できる。イノベーション頻度を表す新しい変数を

$$\hat{I} = \xi^{-1}N\iota$$

と定義する。これらの新しい表記記号を用いると，要素市場の均衡条件は

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{x\ell}+\frac{1-a}{p_y}a_{y\ell}+\gamma\eta(1-a)\frac{\hat{a}_{z\ell}}{\varphi_z}\right)E+\hat{a}_{d\ell}\hat{I} = L, \tag{21}$$

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{xh}+\frac{1-a}{p_y}a_{yh}+\gamma\eta(1-a)\frac{\hat{a}_{zh}}{\varphi_z}\right)E+\hat{a}_{dh}\hat{I} = H, \tag{22}$$

と変形される。均斉成長径路上では，各要素の各部門間への配分比率が変化しない条件が必要となる。資源量が変化しないのであるから，左辺の各項の大きさは変化しない。均斉成長径路上では，$\hat{I} = NF_d(\ell_d,\ h_d)$は一定に保たれる。それゆえ，左辺第2項は一定に保たれなければならない。単純労働の賃金率と人的資本の報酬率が変化しない限り，投入係数の値は一定に保たれる。よって，賃金率と報酬率は変化しない。また，$Z = N\lambda^{m(s)}F_z(\ell_z,\ h_z)$より，$\lambda^{-m(s)}Z$は一定値でなければならない。したがって，支出額$E$は均斉経路上で一定値を取ることとなる。均斉経路上では，上式の左辺第1項の各項の大きさも変化しない。この事実は価格と投入係数の比率$a_{y\ell}/p_y$とa_{yh}/p_yが時間の経過にかかわらず変化しないことと等価である。均斉成長径路上では，イノベーションの進展と共に，これらの投入係数と価格が同率で低下することを意味する。

3　内生的成長経路の存在と特徴

この節では内生的経済成長経路が存在する条件を検討する。均斉経済成長経路はどのような特徴を持たなければならないだろうか。少なくとも，経済成長率が一定に保たれる必要がある。このモデルで経済成長率が一定に維持されることは，現代財部門と中間財部門の生産量が一定の成長率で拡大することと等価である。伝統的なローテク財部門の生産量は，技術進歩がないので成長せず，一定の大きさにとどまる。このことを保障するためには，第2番目に，賦存資源の部門間配分率が一定になる必要が要請される。この条件が満たされれば，関係式$dm(j) = \iota(j)dt$を用いて，(8)，(9)および(10)式から

$$g_y = (\eta \log \lambda)\iota,$$

$$g_z = (\log \lambda)\iota,$$

が成立する。ここで，g_x は変数 x の成長率を表現する。現代財（中間財）部門の生産量が一定の成長率で拡大することは，技術進歩率 ι が一定になることと等価である。以下の議論で取り上げる均斉経済成長経路とは，以上の条件をすべて満たすような成長経路のことであり，そのうち成長率が正の値をとる場合には，内生的成長経路と呼ばれる。単純労働をニューメレールとして価格を規格化する。前節で議論したように，均斉成長経路上では，賃金率および人的資本の報酬率は一定であり，支出総額 E は一定に保たれなければならない。よって，(7)式から

$$r(t) = \rho$$

が成立する必要がある。利子率は時間選好率に等しくなる。(16)式と(17)式から，

$$\frac{\dot{p}_y}{p_y} = -(\eta \log \lambda)\iota,$$

$$\frac{\dot{p}_z}{p_z} = -(\log \lambda)\iota,$$

が成立する。現代財と中間財の価格は，共に，技術進歩率に比例する下落率で下落し続ける。この事実は現代ハイテク財に対する支出総額が一定に保たれていることを意味する。

資金市場の金利裁定条件は(15)式から

$$\frac{\dot{v}}{v} = r(t) + \iota - \frac{\pi(t)}{v(t)}, \tag{23}$$

である。また，(14)式から，参入裁定条件式

$$v = \xi(A,\ A_j)^{-1}\varphi_d(w_\ell,\ w_h), \tag{24}$$

が得られる。右辺は参入費用を表現しているが，これは公的な共有知識と当該コンポーネントに特有な R&D の困難性に依存する。R&D 投資の蓄積は，研究開発活動の生産性に対して相反する二つの効果をもつ。

$$\xi(A,\ A_j) = \xi_0 A^{\theta_1} A_j^{-\theta_2},\ \xi_0 > 0,\ \theta_1 > 0,\ \theta_2 > 0,$$

と仮定できる。公的な共有知識と R&D 困難性の蓄積方程式はそれぞれ，

$$\dot{A}/A = A^{\mu_1 - 1} N^{\mu_2 + 1} F_d(\ell_d,\ h_d), \tag{25}$$

$$\dot{A}_j / A_j = A_j^{\mu_0 - 1} F_d(\ell_d,\ h_d), \tag{26}$$

と与えられる。

R&D 投資の蓄積から生み出されるこれらの二つの効果が互いにキャンセルし合う条件を導出してみ

よう。なぜなら，この条件が成立しないとき，内生的経済成長経路が持続しない結論が得られるからである。共有知識とR&D困難性の蓄積方程式を用いて，R&D生産性の変化率は

$$g_\xi = (\theta_1 A^{\mu_1 - 1} N^{\mu_2 + 1} - \theta_2 A_j^{\mu_0 - 1}) F_d(\ell_d,\ h_d),$$

と表現できる。R&D生産性が時間の経過と共に変化せず，一定の値に保たれるためには，

$$\mu_0 = 1, \mu_1 = 1, \mu_2 = -1, \theta_1 = \theta_2, \tag{27}$$

が要求される。$g_\xi < 0$ が成立するケースは，プロセス・イノベーションの進展がR&D生産性を低下させる効果の方が科学的知識の蓄積が生産性を向上させる効果に比べて優越する場合に該当する。このとき，参入費用が時間の経過と共に増大し続けるので，Segerstrom(1998) によって定式化されたように，内生的成長経路は維持されず，いわゆる準内生的成長が生じる。$g_\xi > 0$ の場合，参入費用が時間の経過と共に低下し続けるので，上限のない成長経路が生み出される。このケースは経済的な現実性としては無理がある。$g_\xi = 0$ の場合のみ，内生的経済成長が可能となる。この条件はきわめて本質的な仮定である。内生的経済成長を生み出すR&Dモデルのすべてにおいて，これと類似の仮定が置かれている。例えば，Grossman & Helpman(1991) では，参入費用は科学的知識の蓄積には依存しないと仮定されている。Howitt(1999) では，最終財部門の生産物は消費財として消費することも，R&Dに振向けられる資源としても消費でき，ポアッソン到着率はR&Dに振向けられた資源量を主導産業の生産性レベルで除した比率に比例し，最終財産業と主導産業の生産性レベルはポアッソン到着率と同一率で成長すると仮定されている。本論文で定式化したモデルは上記の諸モデルを一般化したものとなっている。

3.1　内生的成長経路

この節では，(27)式が成立すると仮定する。以下の関係式が成立する。

$$\dot{A}/A = F_d(\ell_d,\ h_d), \tag{28}$$

$$\dot{A}_j/A_j = F_d(\ell_d,\ h_d), \tag{29}$$

つまり，公的な共有知識とR&D困難性の蓄積の成長率は同一となる。さらに，

$$\xi = \xi_0 \left(\frac{A}{A_j} \right)^{\theta_1},$$

が成り立つので，R&D生産性は時間の経過によっても変化しない。プロセス・イノベーションの頻度 ι は，(12)式から，

$$\iota = \xi F_d(\ell_d,\ h_d),$$

と与えられる。プロセス・イノベーションの頻度は一定値を取る。つまり，技術進歩率は一定で，この上昇率で生産性が向上し続ける。これが内生的経済成長をもたらす原動力となっている。また，参入費用は一定値を取るので，R&D企業の価値 v は成長経路上で一定値を保つ。資金市場の裁定条件から，

$$v = \frac{\pi}{r+\iota} = \xi^{-1}\varphi_d(w_\ell,\, w_h),$$

が成立する。ただし，π は一定値であり，

$$\pi = (1-\gamma)(1-a)\eta E/N,$$

である。人的資本に対する報酬率 w_h が成長経路上では一定値を取ることは明らかに見て取れる。したがって，各部門の要素集約度は成長経路上で変化しない。(21)式，(22)式を，E と $\hat{I}$ について解くと，

$$E = \Delta[\hat{a}_{dh}L - \hat{a}_{d\ell}H], \tag{30}$$

$$\hat{I} = \Delta\left[-\left(\frac{a}{p_x}a_{xh} + \frac{1-a}{p_y}a_{yh} + \gamma\eta(1-a)\frac{\hat{a}_{zh}}{\varphi_z}\right)L + \left(\frac{a}{p_x}a_{x\ell} + \frac{1-a}{p_y}a_{y\ell} + \gamma\eta(1-a)\frac{\hat{a}_{z\ell}}{\varphi_z}\right)H\right], \tag{31}$$

が得られる。ただし，

$$\Delta^{-1} = (a_{x\ell}\hat{a}_{dh} - a_{xh}\hat{a}_{d\ell})\frac{a}{\phi_x} + (a_{y\ell}\hat{a}_{dh} - a_{yh}\hat{a}_{d\ell})\frac{1-a}{\phi_y} + (\hat{a}_{z\ell}\hat{a}_{dh} - \hat{a}_{zh}\hat{a}_{d\ell})\frac{\gamma\eta(1-a)}{\phi_z},$$

である。もし R&D 部門がすべての部門の中でもっとも人的資本を集約的に投入する部門であるならば，Δ の値は正となる。このケースは経済的には最も現実性を持つ場合と思われるので，以下これを仮定する。このとき，次の定理が成立する。

定理：R&D 部門がすべての部門の中でもっとも人的資本を集約的に投入する部門であり，各部門の投入係数が要素価格に依存しないとする。均斉経済成長経路上では，単純（未熟練）労働者数の増加は技術進歩率を減少させる。また，人的資本の拡大は技術進歩率を上昇させる(2)。

この定理から，以下の予測が主張できる。R&D 部門で集約的に投入される生産要素の蓄積は経済成長率を上昇させるように作用し，R&D 部門で他の要素に比べて集約的に使用されない生産要素の蓄積は経済成長率を低下させるように働く。このことは，国民経済に存在している労働者数の拡大が必ずしも経済成長率を上昇させたり，技術進歩率を引き上げたりするとは限らないことを意味する。より一般的に言えば，経済に存在している生産要素の規模が拡大するとき，その拡大が均斉ならば，技術進歩率が上昇し，経済成長率が上昇することには必ずしもならない。確かなことは，技術進歩率を増加させ，経済成長を図るためには，R&D 部門で集約的に用いられている生産要素の拡大を必要とするという予測である。この定理はリプチンスキーの定理が成立することを示している。

3.2　準内生的成長経路

この節では，$g_\xi < 0$ が成立するケースを考える。したがって，

$$\mu_0 = 1,\, \mu_1 = 1,\, \mu_2 = -1,\, \theta_1 < \theta_2, \tag{32}$$

を仮定する。このとき，

（2）　投入係数が要素価格に依存する一般的ケースについては未だ証明できていない。

$$g_{\xi} = (\theta_1 - \theta_2) F_d(\ell_d,\ h_d) < 0,$$

が成立する。よって，

$$g_{\iota} = (\theta_1 - \theta_2) F_d(\ell_d,\ h_d) < 0, \tag{33}$$

となる。これは Segerstrom(1998) の一般化されたモデルとなっている。

時間の経過と共に，プロセス・イノベーションを目指した R&D の成功がより困難となるので，R&D 活動への参入がより困難となる。最終的には，コンポーネント生産の生産工程を改善するための R&D 投資は行われなくなり，生産技術のレベルはある水準に収束する。$\iota = 0$ となる。従って，定常状態では，R&D 部門への資源配分はゼロとなるので，要素制約条件は

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{x\ell} + \frac{1-a}{p_y}a_{y\ell}\right)E + a_{z\ell}Z = L,$$

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{xh} + \frac{1-a}{p_y}a_{yh}\right)E + a_{zh}Z = H,$$

と簡単化される。しかし，生産技術が定常状態でどのような水準に収束するかは確定できない(3)。

4　イノベーションと国際貿易パターン

この節では，内生的経済成長経路にある 2 国が国際貿易を行うとき，どのような貿易パターンが見られるのかについて考察する。この 2 国を A 国，B 国と呼ぶことにする。ヘクシャー =オリーンモデルで通常仮定されるように，両国の効用関数は同一であると想定しよう。本論文のモデルでは 3 種類の製造業と一つの R&D 部門が存在しているので，貿易可能な財を特定する必要がある。単純なケースを取り扱うこととする。つまり，3 種類の製造業で生産されているすべての種類の生産物は自由に貿易されると仮定する。さらに，R&D 活動から蓄積される知識は国際的にスピルオーバーして，両国間には蓄積された知識の優劣は存在しないとする(4)。

各中間財コンポーネントの寡占市場において，新しい生産工程のイノベーションに成功した企業は既存の主導企業よりもよりやすい価格を付けることによって，全世界の市場を独占することができる。最先端技術が出現する前の企業が B 国で生産していたとき，A 国に立地する最先端技術を所有する企業が B 国の企業にとって代わって，市場を独占するときに付ける価格を $p_z^{AB}(j)$ と表記すると，

$$p_z^{AB}(j) = \lambda^{-1} p_z^B(j),$$

となり，ここで

（3） 経済が定常状態に収束する過渡的な経路における資源配分の変化の特徴は，Grossman and Helpman (1989) によって記述されたような様相になると思われる。

（4） R&D によって得られる私的知識のスピルオーバーが部分的にしか国境を越えないケースは興味深いが，本論の目的からは逸れるので省略する。

$$p_z^B(j)=\frac{1}{\gamma}\lambda^{-m^B(j)}\varphi_z(w_\ell^B,\ w_h^B),$$

である。A 国に立地するこの主導的企業はこの価格を設定することにより，

$$z^A(j)=\gamma\eta\frac{p_yY}{N\phi_z(w_\ell^A,\ w_h^A)},$$

単位のコンポーネントを販売し，

$$\pi^A=(1-a)(1-\gamma)\eta E/N, \tag{34}$$

だけの利潤を得ることとなる。ただし，Y および E は世界全体の現代財の生産量，世界全体での支出総額で，以下のように定義される。

$$Y=Y^A+Y^B,\ E=E^A+E^B.$$

各国に立地する潜在的 R&D 企業は，国内で現在生産されているコンポーネントないしは他国で現在生産されているコンポーネントの生産工程を改善することに研究開発の目標をおく。(34)式から，いずれの国に立地する R&D 企業もイノベーションに成功したとき同一の利潤を得ることができる。また，2 国が共に，定常状態において，コンポーネントの生産を分け合っているならば，

$$\phi_z(w_\ell^A,\ w_h^A)=\phi_z(w_\ell^B,\ w_h^B),$$

が成立しなければならない。

R&D 企業が自由にプロセス・イノベーションに参入できる条件は

$$v^k=\phi_d(w_\ell^k,\ w_h^k),\ k=A,\ B,$$

と与えられる。k 国で生産されているコンポーネントの生産工程の改善を目標として行われる n 国の R&D 投資の瞬時的成功確率を ι^{nk} で表現する。資本市場の裁定条件は

$$\frac{\pi^A}{v^A}=r^A+\iota^{AA}+\iota^{BA},$$

である。両国で時間選好率は同一 ρ であるから，内生的成長経路上では，

$$r^A=r^B=\rho,$$

が成立する。コンポーネント生産に使用されている A 国の先端技術を改良するために世界全体で行われている R&D 投資プロジェクトの瞬時的成功確率は

$$\iota^A=\iota^{AA}+\iota^{BA},$$

と定義できる。この関係を用いれば，

$$\frac{\pi^A}{v^A} = \rho + \iota^A,$$

と変形できる。よって，

$$\frac{(1-a)(1-\gamma)\eta E}{\phi_d(w_\ell^A,\ w_h^A)N} = \rho + \iota^A, \tag{35}$$

となる。

伝統的ローテク財，現代的ハイテク財，および中間財コンポーネントは国際市場で自由に貿易できるので，両国内で同一の国際価格で取引されている。よって，

$$p_x = \phi_x(w_\ell^k,\ w_h^k),\ k = A,\ B,$$
$$p_y = \phi_y(w_\ell^k,\ w_h^k,\ p_z),\ k = A,\ B,$$
$$p_z = \phi_z(w_\ell^k,\ w_h^k),\ k = A,\ B,$$

が成立している。この事実から，もし両国が共に不完全特化の状態にある限り，要素価格の均等化が成り立たなければならない。要素価格の均等化が成立すれば，イノベーションの費用も均等化する。従って，資本市場の裁定条件式から，

$$\iota^A = \iota^B,$$

が成立する。つまり，両国のコンポーネント生産企業は新たなイノベーションから生じるその主導権の喪失に関して同一のリスクに直面している。

ところで，要素市場での需要供給均衡式は，$k = A, B$ 国に対して，

$$a_{x\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)X^k + a_{y\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)Y^k + a_{z\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)Z^k + a_{d\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)(\iota^{kA}N^A + \iota^{\kappa B}N^B) = L^k,$$
$$a_{xh}(w_\ell^k,\ w_h^k)X^k + a_{yh}(w_\ell^k,\ w_h^k)Y^k + a_{zh}(w_\ell^k,\ w_h^k)Z^k + a_{dh}(w_\ell^k,\ w_h^k)(\iota^{kA}N^A + \iota^{\kappa B}N^B) = H^k,$$

と与えられる。ここで，X^k, Y^k, および Z^k は k 国で生産される伝統財，現代財，およびコンポーネント総量の産出量，N^k は k 国で生産されているコンポーネントの種類数である。注意しておく必要があることは，投入係数，$(a_{y\ell},\ a_{yh})$,$(a_{z\ell},\ a_{zh})$ は生産工程の技術水準 $m(j)$ に依存して減少し，$(a_{d\ell},\ a_{dh})$ は知識の蓄積量 A, A_j の関数 ξ に依存して低下する事実である。この性質は Grossman and Helpman (1991) 等のモデルと決定的に異なる特徴になっている。

内生的成長経路上では，各国が生産するコンポーネント種類数の比率は変化しないので，A 国で起きるイノベーション頻度と B 国で起きるイノベーション頻度は同じにならなければならない。よって，

$$\iota^{AB}N^B = \iota^{BA}N^A,$$

が成立する。この関係式を用いれば，

$$\iota^{kA}N^A = \iota^{kB}N^B = \iota^k N^A,\ k = A,\ B,$$

が得られる。従って，要素制約式は

$$a_{x\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)X^k+a_{y\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)Y^k+a_{z\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)Z^k+a_{d\ell}(w_\ell^k,\ w_h^k)(\iota^k N^k)=L^k, \tag{36}$$

$$a_{xh}(w_\ell^k,\ w_h^k)X^k+a_{yh}(w_\ell^k,\ w_h^k)Y^k+a_{zh}(w_\ell^k,\ w_h^k)Z^k+a_{dh}(w_\ell^k,\ w_h^k)(\iota^k N^k)=H^k, \tag{37}$$

と簡単化される。ここで，k 国が占める各財の生産量の割合を

$$x^k=\frac{X^k}{X},\ y^k=\frac{Y^k}{Y},\ n^k=\frac{N^k}{N},$$

と定義する。この表現を用いるならば，

$$\begin{aligned} X^k &= x^k X = ax^k\frac{E}{p_x}, \\ Y^k &= y^k Y = ay^k\frac{E}{p_y}, \\ Z^k &= n^k Z, \end{aligned}$$

が得られる。これらの関係式を用いて，(21)式および(22)式に対応する国際貿易が行われているときの k 国の要素制約式は

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{x\ell}x^k+\frac{1-a}{p_y}a_{y\ell}y^k+\gamma\eta(1-a)\frac{\hat{a}_{z\ell}}{\varphi_z}n^k\right)E+\hat{a}_{d\ell}n^k\hat{I}=L^k, \tag{38}$$

$$\left(\frac{a}{p_x}a_{xh}x^k+\frac{1-a}{p_y}a_{yh}y^k+\gamma\eta(1-a)\frac{\hat{a}_{zh}}{\varphi_z}n^k\right)E+\hat{a}_{dh}n^k\hat{I}=H^k, \tag{39}$$

となることが確認できる。この式から明らかなように，要素価格の均等化が成立する限り，A 国で R&D 部門に配分される資源量ベクトルと，B 国で R&D 部門に配分される資源量ベクトルとの比率は，A 国で中間財コンポーネント部門に配分される資源量ベクトルと B 国でコンポーネント部門に配分される資源量ベクトルとの比率に等しい。この比率は $n^A/n^B=N^A/N^B$ に等しい。言い換えると，イノベーション活動とコンポーネント生産活動は，イノベーションとコンポーネント生産とが統合された一部門の生産活動であるかのように見なすことができる。

以下では，A 国と B 国との資源量の差異は，要素価格均等化の成立を排除するほどには，大きくないとする(5)。つまり，自由貿易のもとでは，要素価格は均等化すると仮定する。これからの議論では，Dixit and Norman(1980) 以来広汎に使用されるようになった“統合化された仮想的世界経済”なる概念を用いることにする。“統合化された仮想的世界経済”では，生産された財，存在しているすべての生産要素，および蓄積された知識が自由に国境を越えて移動できると想定される。世界全体に存在している単純労働の総量 $L=L^A+L^B$ をエッジワースの箱の水平方向の長さ，世界全体に存在している人的資本の総量 $H=H^A+H^B$ を縦の長さに取る。この箱の上に，統合された世界経済での長期均衡における各部門への資源配分の状態を描くことができる。(21)と(22)式にある変数を世界全体の変数と解釈することで，(21)式と(22)式が世界全体の生産要素制約条件式と理解することができる。長期均衡での各

（5） 要素価格の均等化が起こらないケースについては，別の機会に報告することとする。

部門への資源配分の規格ベクトルを

$$V_1 \equiv a\left(\frac{a_{x\ell}}{p_x}, \frac{a_{xh}}{p_x}\right),$$

$$V_2 \equiv (1-a)\left(\frac{a_{y\ell}}{p_y}, \frac{a_{yh}}{p_y}\right),$$

$$V_3 \equiv (1-a)\gamma\eta\left(\frac{\hat{a}_{z\ell}}{\varphi_z}, \frac{\hat{a}_{zh}}{\varphi_z}\right),$$

$$V_4 \equiv (\hat{a}_{d\ell}, \hat{a}_{dh}),$$

と定義するとき,

$$(V_1+V_2+V_3)E+V_4\hat{I}=(L^A+L^B, H^A+H^B), \tag{40}$$

を満たすように，各部門への資源量の配分ベクトルの大きさが確定する。言い換えると，E と $\hat{I}$ の値が定まる。これから，統合された世界経済の長期均衡における各財の生産量と技術進歩率が求められる。

生産要素が国境を越えて移動できない事を前提にする現実の世界経済での長期均衡はどのように描かれるであろうか。私達のモデルでは，生産要素は2種類，生産されている財（R&Dによるイノベーションを含めて）の種類は4種類である。この場合，Dixit and Norman 等によって指摘されているとおり，統合された世界経済の長期均衡を再現するような国際貿易を行う2国内の資源配分のされ方は複数の方法が可能となる。つまり，2国内における生産パターンならびに2国間の貿易パターンはユニークには定まらないことになる。ただし，純輸出に体化されている要素使用量の特徴はユニークに定まる。Helpman and Krugman(1985) によって示されたとおり，人的資本豊富国は人的資本を集約的に使用した財の純輸出国であり，単純労働をより多く含む財の純輸入国となる。Grossman and Helpman 等のモデルでは，各中間財コンポーネントを差別化された最終財と見なし，ハイテク最終財の組立て生産部門に必要となる資源量を無視するという方法で産業部門数を3部門にしている。さらに，R&D部門に関して特殊な仮定をおくことによって，産業部門数を2部門に統合することが可能となっている。この場合，上記の貿易パターンの不確定性問題を回避することが可能となり，2国間の産業構造と国際貿易パターンがユニークに確定する。

しかし，本論でのモデルでは，これらの特殊な想定ができないので，産業構造と貿易パターンの不確定性を回避することができないのであろうか。このことを確認するために，両国内で満たされなければならない要素制約条件式を見てみよう。(38)(39)式から,

$$V_1x^AE+V_2y^AE+(V_3E+V_4\hat{I})n^A=(L^A, H^A), \tag{41}$$

が成立しなければならない。統合された世界経済モデルで，各部門の資源配分のための規格ベクトル V_i, 支出総額 E，イノベーション頻度 $\hat{I}$ は確定している。方程式の数は2個であるが，未知数は3個 (x^A, y^A, n^A) である。これでは未知数はユニークに確定できない。Grossman and Helpman 等のモデルでは，$y^A=0$ を仮定していることと等価であるので，未知数が2個に退化して，配分比率がユニーク

に確定できることになる。

5 結　論

第2節でモデルを定式化し，内生的R&D活動による技術進歩が経済成長を引き起こすモデルの一般化を試み，第3節で，内生的経済成長経路が生み出されるための条件を導出した。第3節で導出された内生的経済成長経路が生み出されるための条件は，すべての内生的R&Dモデルに本質的な仮定である。この仮定は，R&D技術とR&D活動から生まれる私的公的知識のスピルオーバーの特徴に対して特殊な想定を必要としている。このような特殊な想定が現実にどれほど妥当するかについては，大きな疑問が生じるところであろう。

第4節では､従来の内生的イノベーションモデルにおいて演繹されている結論がより一般的なモデルでも成立するかどうかについて考察した。とりわけ，ヘクシャー＝オリーンの予測が成立するかどうかについて議論した。リプチンスキーの定理やストルパー＝サミュエルソンの定理が成立するという推測は正しいと思われる。しかし，産業部門数が増加するにつれて，貿易を行う2国間で産業構造ならびに貿易パターンはユニークに確定されないというDixit and Norman等の一般的な推測は正しい。このことの故に，内生的R&Dモデルを用いた比較優位と貿易構造の動学的変化についての予測は不確定性問題に直面せざるを得ない。Grossman and Helpman(1991) モデルでこの不確定性問題が回避できるのは､彼らがモデルに課した産業構造に関する特殊な想定によっている。

本論のモデルに第3の生産要素，例えば物的資本を導入するならば，生産要素の種類数と産業部門数が同一となるので，2国間の産業構造と貿易パターンがユニークに決定されるだろうと予測される。この推測の妥当性について議論するためには，物的資本および人的資本の蓄積方程式を明示的に導入しなければならない。この作業は将来の研究課題として残しておくこととする。また，本論では，R&D部門が1種類のイノベーションを行うと想定してきたが，現実には，R&D活動はプロセス・イノベーションのみならず新製品開発のためにも行われている。こうしたプロセス・イノベーションとプロダクツ・イノベーションの両者が同時に起こるモデルを定式化する必要があると思われる。これはこれからの著者の研究課題であり，現在研究が進行中である。

参考文献

Aghion, P. and P. Howitt (1992), “A Model of Growth through Creative Destruction,” *Econometrica,* 60, 323–351.

Baldwin, R. E. and R. Forslid (1999), “Incremental Trade Policy and Endogenous Growth: A q-Theory Approach,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, 23, 797–822.

Dinopoulos, E. and P. Segerstrom (1999), “Dynamic Effects of Contingent Tariffs,” *Journal of International Economics*, 47, 191–222.

Dinopoulos, E. and P. Segerstrom (1999), “A Schumpeterian Model of Protection and Relative Wages,” *American Economic Review* , 89, 450–472.

Dixit, A.K. and V. Norman (1980), *Theory of International Trade,* Cambridge University Press.

Grossman, G. and E. Helpman (1989), "Product Development and International Trade," *Journal of Political Economy,* 97, 1261–1282.

Grossman, G. and E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy,* MIT Press.

Helpman, E. and P.R. Krugman (1985), *Market Structure and Foreign Trade,* MIT Press.

Howitt, P. (1999), "Steady Endogenous Growth with Population and R&D Inputs Growing," *Journal of Political Economy*, 107, 715–730.

Peretto, P. F. (1998), "Technological Change and Population Growth," *Journal of Economic Growth,* 3, 283–311.

Romer, P. M. (1990), "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, 98, s71–s102.

Segerstrom, P. (1998), "Endogenous Growth without Scale Effects," *American Economic Review*, 88, 1290–1310.

(2001 年 10 月 3 日経済学会受理)