

企業の技術革新を考慮した動的産業連関モデルに関する考察

鳥取大学工学部 正会員 小林 潔司
セントラルコンサルタント(株) 正会員 ○追田 一喜

1. はじめに

著者等は、企業の長期的行動である投資・R & D 行動、また社会基盤の整備の結果として、産業連関表の投入・資本係数が内生的に決定される動的 I-O モデルを開発した¹⁾。本研究では、モデルの実用性を高めるために改良を加え、そのモデルを用いて行った分析結果を発表することとする。

2. 本研究の枠組み

本研究で提案する動的 I-O モデルは、従来の動的 I-O モデルの基本構造を拡張したもので、従来の動的 I-O モデルと投入・資本係数の変化を記述する差分方程式から成っている。本研究では時間幅を5年程度と考え、1) 各期の期首に新規投資が発注され投資は当該期内に生産技術として体化する、2) 価格体系は当該期内に均衡すると仮定し、式(1)、(2)に示される動的安定性に優れた後方ラグ型動的 I-O モデルと静学的価格均衡モデルを採用する。

$$\begin{aligned} X(t) &= [B(t) - E + A(t)]^{-1} [B(t)\delta X(t-1) - \bar{D}(t)] \quad (1) \\ p(t+1) &= (1+\pi) \end{aligned}$$

$$[E - (1+\pi)A'(t) - (1+\pi)\delta_p(t)B'(t)]^{-1}W(t) \quad (2)$$

ここで、 n 産業部門が存在するとして、 $X(t)$: 中間財投入量、 $p(t) = (p_1(t), \dots, p_n(t))'$: 価格ベクトル、 $A(t) = [a_{ij}(t)]$: 投入係数行列、 $B(t) = [\beta_{ij}(t)]$: 資本係数行列、 $\bar{D}(t)$: 最終需要量、 δ 、 $\delta_p(t)$ はそれぞれ δ_j 、 $(\rho(t) + \delta_j)$ を要素とする対角行列 ($\rho(t)$: 市場利子率)、 $W(t)$: 付加価値、 π : マークアップ率、 E : $n \times n$ 単位行列、 $'$ は転値を表す。次に、投入・資本係数の変化過程を表す差分方程式を技術革新関数と呼び、次式で表現する。

$$A^o(t) = F_A(p^o(t-1), \rho(t-1), B(t))$$

$$B(t) = F_B(p^o(t-1), \rho(t-1), B(t-1);$$

$$\zeta(t-1), \Omega(t-1))$$

ここで、 $\zeta(t)$: t 期における社会資本の整備水準、 $\Omega(t)$: t 期における知識の社会的蓄積量、 $A^o(t)$ 、 $p^o(t)$ はそれぞれ第 $(n+1)$ 列に労働投入係数、賃金率を含んだ拡張された投入係数行列、価格ベクトルである。以下、企業のミクロ分析を通じて技術革新関数を導出する。

3. 長期的企業行動に関するミクロ分析

企業行動を最適制御問題として定式化する。資本・知識の蓄積経路が定常状態にあると考えると、任意の

時点 τ ($\tau > 0$) における企業の最適制御問題は次のようになる。

$$\begin{aligned} \min_{I(t), J(t)} & \int_{\tau}^{\infty} [C(p(t); K(t), G(t), I(t), J(t), Y) \\ & + \omega' K(t) + \theta' G(t)] \exp\{-\rho(t-\tau)\} dt \\ \text{subject to} & \quad \dot{K}(t) = I(t) - \delta_K K(t) \quad (t \geq \tau) \quad (3) \\ & \quad \dot{G}(t) = J(t) - \delta_G G(t) \quad (t \geq \tau) \\ & \quad K(\tau) = \bar{K}, G(\tau) = \bar{G} \end{aligned}$$

ここで、 $K(t)$: 物的固定要素の蓄積量、 $G(t)$: 知識蓄積量、 $I(t)$: 物的投資量、 $J(t)$: 知識生産量、 Y : 生産水準、 ω : 資本財のサービス価格、 θ : 知識財のサービス価格、 δ_K 、 δ_G : 資本・知識の減耗率である。問題(3)を解くことにより、R & D・投資需要を式(4)、中間財投入量を式(5)のように導出することができる¹⁾。

$$\dot{\nu} = \Psi^{-1}(\rho \Psi - \nu) \quad (4)$$

$$X = \rho \partial V / \partial p - \rho \partial (R' \Psi^{-1} \Phi) / \partial p + \partial (R' \Psi^{-1} \nu) / \partial p \quad (5)$$

4. モデルの特定化

本研究では次のように最適値関数を特定化する。

$$\begin{aligned} \rho V &= \frac{1}{2} a_0 Y + \frac{1}{2} v' \Xi v Y + \rho (v' \Theta + \iota') \nu \\ &+ (v' \Theta \zeta + b_0) \Omega Y + v' \Theta \pi Y \quad (6) \end{aligned}$$

ここで、 a_0 はスカラー、 $v = (\mu, p, p_{n+1})'$ 、 $\nu = (K, G)'$ 、 $\iota = (\iota_1, \dots, \iota_n)'$ 、 $b_0 = (b_{01}, \dots, b_{0s})'$ 、 π 、 ζ は $n \times 1$ 行列である。また、 Ξ : $(2n+1) \times n$ 定数行列、 Θ : $(2n+1) \times (2n+1)$ 定数行列である。式(6)を式(4)に代入し整理すると、次式の R & D・投資需要関数が得られる。

$$\dot{\nu} = -M(\nu - \nu^*) + \zeta \Omega Y \quad (7)$$

ただし、 M 、 ν^* は関係を満足する行列である。式(7)より、粗投資は伸縮的な加速度原理を満足することがわかる。ここで、 M は多産業の知識ストックを所与とした調整行列であり、 ν^* は産業間での知識のスピルオーバーがない場合 ($\zeta \Omega Y = 0$) における知識・資本の長期的均衡状態を示す。このとき、投資・R & D 需要は伝統的な加速度原理によって決定される。以下整理し、両辺を Y で除することにより第 k 産業の資本係数を得ることができる。

$$\begin{aligned} \beta_k(t) &= \beta_{k0} + A_{k1} v(t-1) \\ &+ \{(1 + \rho(t-1))E - A_{k2}\} \beta_k(t-1) \\ &+ \zeta_k(t-1) \Omega(t-1) \quad (8) \end{aligned}$$

また、式(6)を式(5)に代入し、 Y で除することにより第 j 産業の投入係数を得ることができる。

$$\alpha_j^o(t) = \alpha_{j0} + \Gamma_{j1}v(t-1) + \Gamma_{j2}\beta_j(t) \quad (9)$$

ここで、 β_{k0} 、 A_{k1} 、 A_{k2} 、 α_{j0} 、 Γ_{j1} 、 Γ_{j2} それぞれの式を満たす時間を通じて不変の定数行列である。

以上より、本研究で提案した動的I-Oモデルは式(1)、(2)、(8)、(9)によって表される。

5. 数値計算事例

2部門経済を取りあげ、部門1は資本形成、部門2は知識形成に貢献すると考え、これら産業部門の投入・資本係数、製品価格、生産量の変動パターンを考察した。製品価格の推移を図-1、投入係数の推移を図-2に示している。紙面の都合上、初期パラメータ値は省略する。図-1より技術革新が進展しない場合には製品価格は一定となる。しかし技術革新がある場合には、製品価格は長期的に低減し、知識のスピルオーバーが存在する場合には、より下方にシフトすることも観察できる。また図-2より、投入係数は、知識のスピルオーバーが存在した場合の方がそれが存在しない場合と比較して、より早く減少していくことが観察できる。資本係数についても同様のことが観察でき、知識のスピルオーバーの存在する効果が、資本・知識の蓄積過程を加速させ、その結果中間財、資本・知識の投入を抑制することが理解できた。

次に、比較動学分析として、まず社会資本の整備水準 ζ の変化による製品価格、投入・資本係数、生産量の推移を考察した。社会資本の整備水準を変化させた場合の部門1の投入係数の時間的変化パターンを図-3に示している。この分析より、社会資本の整備水準を高めていくと、投入・資本係数がより早いテンポで減少すること観察でき、社会資本の整備が進むほど技術革新が進展し、企業はより少ない中間財、資本・知識財の投入で財を生産することが可能になることが考察できた。次いで、市場利子率 ρ の変化による各係数の推移を考察した。市場利子率を変化させた場合の部門1の投入係数の時間的変化パターンを図-4に示している。この分析より、市場利子率を上げることにより、中間財、資本・知識の蓄積量が減少することが考察できた。

6. おわりに

本研究で提案した動的I-Oモデルは、企業の長期的な投資・R & D行動の結果生じる技術革新を、産業連関表の投入・資本係数の変動過程として示し、さらに各産業間における公共的知識のスピルオーバーが存在することによって、社会資本・知識基盤の整備、市場利子率の変化により政府等の公共主体による産業構造の政策的誘導が可能であることを示すことができた。

参考文献 1) 小林潔司, 追田一喜, 宮地賢治: 技術革新を内生化した動的I-Oモデル, 土木学会第47回年次学術講演会, 1992.

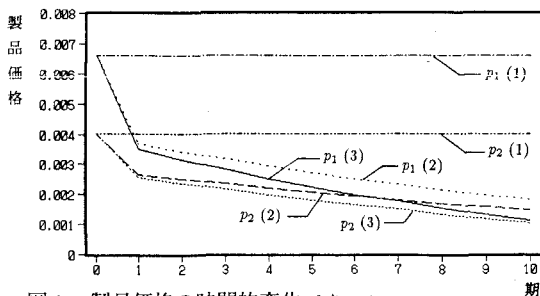


図-1 製品価格の時間的変化パターン

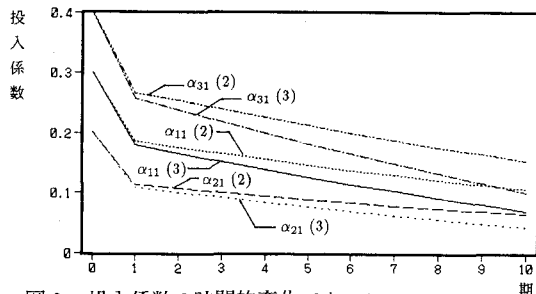


図-2 投入係数の時間的変化パターン

- (1) 投入・資本係数がともに定数の場合
- (2) 技術革新を考慮する場合
- (3) 知識のスピルオーバーが存在する場合

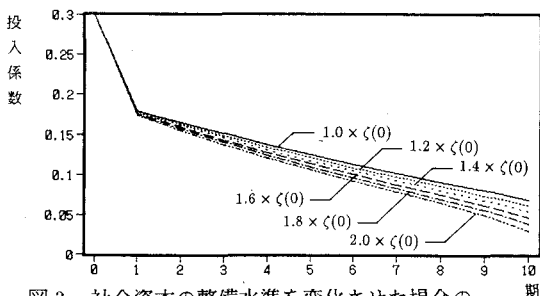


図-3 社会資本の整備水準を変化させた場合の部門1の投入係数の時間的変化パターン

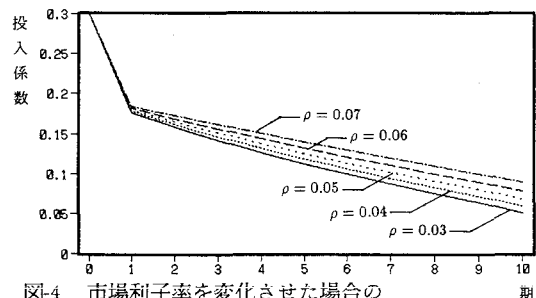


図-4 市場利子率を変化させた場合の部門1の投入係数の時間的変化パターン