

IV-32

R&D 投資を内生化した動的産業連関モデルの開発

○東北大学大学院情報科学研究科 学生員 長野 俊平
東北大学大学院情報科学研究科 学生員 加河 茂美
東北大学大学院情報科学研究科 フェロー 稲村 肇

1. はじめに

産業が生産力を高める上で最も重要な要因となるのが研究開発(Research and Development: R&D)活動であることについては、ほとんど異論の余地はないだろう。R&D 活動を通じた技術革新により消費者需要、生産性が高まり、需要と供給の両サイドから産業の成長が促進され、それは結果的に我が国全体の経済成長を下支えすることになる。

1960 年から 1985 年までの我が国における生産性成長は、資本生産性の成長によるものが約 50%, 労働生産性によるものが約 20%, 残りの 30%が全要素生産性(Total Factor Productivity growth: TFP)と呼ばれるものであり¹⁾, TFP 成長の寄与は多大であった。その TFP 成長の要素の 1 つが R&D 活動によるものではないか、という説がある。

このような共通認識の下、生産性成長について R&D 活動による影響を見た実証研究が数多くなされている²⁾⁴⁾。しかし、これらの研究は基本的にはある静的な産業連関システムの上で、ある外生的な商品需要に内包化される R&D 投資分を勘定するものであり、例えば、R&D 投資による生産性の成長が各産業の産出量変化に対しどのような影響を与えているのかは分析できない。このような分析には、動的産業連関モデルの応用が不可欠になる。

伝統的な動的産業連関モデルは、物的資本ストックの蓄積については考慮されているが、R&D 投資分については考慮されていない⁵⁾。

そこで本研究の目的は、R&D 投資分を動的産業連関モデルの中に組み込んだ修正動的産業連関モデルを開発することとする。これは最終的に、そのモデルを用いて各産業の R&D への投資が生産量の成長、産業間の取引にどう影響しているのかを分析するためのツールとなる。

2. 研究の流れ

まず、技術革新を内生化した生産関数としてロー

マー・モデル⁶⁾を用い、集計化された形での物的資本投資と R&D 投資を産出する。

次に、現在ある動学的レオンチェフ・モデルとともに、R&D 投資を内生化した産業連関の動学方程式を定式化する。

3. 修正動的産業連関モデルの定式化

j 産業について考える。資本と労働の代替性を考慮したローマー・モデルの生産関数は式(1)で表される。

$$X_j = K_j^{\alpha_j} (T_j L_j^p)^{1-\alpha_j} \quad (1)$$

ここで、 L^p は生産に従事する従事する労働、 L^R は R&D 活動に従事する労働としている。このモデルは技術革新を内生化し、技術を経済成長の要因として重視した形をとっている。

また、アイデアの生産関数 T は式(2)で表される。ここでは L^R による技術水準は規模について一定としている。

$$\dot{T}_j = \delta L_j^R T_j \quad (2)$$

δ は L^R の新アイデア発見率であり、ここでは時間に関して一定とする。

今、各産業が完全競争下で費用最小化行動を取るとし、以下の均衡問題を解く。なお、 r はレント、 w は各労働に対する賃金率である。

$$\min r_j K_j + w_j^p L_j^p + w_j^R L_j^R \quad \text{s.t. } X_j = K_j^{\alpha_j} (T_j L_j^p)^{1-\alpha_j}$$

Lagrange 未定乗数法より、資本に関する式(3)、R&D 活動に従事する労働に関する式(4)を得る。

$$K_j = s_j^K X_j \quad (3)$$

$$L_j^R = \varepsilon_j s_j^L X_j \quad (4)$$

$s^K = \left(\frac{\rho}{T}\right)^{1-\alpha}$ は K の、 $s^L = \frac{1}{\rho^\alpha T^{1-\alpha}}$ は L^p の生産性パラ

メータ, s^R は全労働者数に対して R&D 労働者の占

める割合, また, $\varepsilon_j = \frac{s_j^R}{1-s_j^R}$, $\rho = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{w_p}{r}$ とする.

資本蓄積方程式は式(5)で表され, この資本の中には R&D 活動のための物的資本も含まれる.

$$\dot{K}_j = e^{\mu_j t} I_j^K - dK_j \quad (5)$$

ここで, d は資本減耗率(時間に関して一定), μ は投資の生産性を示すパラメータである. μ の導入は, 同じ投資金額でも技術革新により生産性が変わってくることを考慮したものである. また, 式中のドットは時間に関する一回微分を示す(以下同様).

式(1), 式(3), 式(5)より物的資本投資に関する式(6)を得る.

$$I_j^K = -e^{-\mu_j t} \delta \left((1-\alpha_j) \varepsilon_j s_j^L s_j^K X_j^2 + e^{-\mu_j t} \left\{ (1-\alpha) (\tilde{w}_p - \tilde{r}) + d \right\} s_j^K X_j + e^{-\mu_j t} s_j^K \dot{X}_j \right) \quad (6)$$

ここで $\tilde{w}^p = \frac{\dot{w}^p}{w^p}$, $\tilde{r} = \frac{\dot{r}}{r}$ はそれぞれの成長率を示す.

R&D 活動に従事する労働に対する投資は式(4)より次のように求められる.

$$I_j^R = w_j^R L_j^R = w_j^R \varepsilon_j s_j^L X_j \quad (7)$$

動学的レオンチェフ・モデルは式(8)で表されるものである. なお, ここでは消費を生内生化したクローズ・モデルを考えている.

$$\dot{X}_i = \sum_j a_{ij} X_j + \sum_j b_{ij} X_j \quad (8)$$

ここで, X は生産量, a_{ij} は投入係数, b_{ij} は資本係数である.

ただし, 式(8)は各産業の R&D 投資は考慮されていない. 内生的成長モデルにあるように, R&D 投資は生産を決定する大きな要因であり, 成長を語る上でこの要素は考慮する必要がある.

j 産業の生産性に対する R&D 投資の原単位は式(9)で示される⁴⁾.

$$\rho_j = \rho_j^t = \frac{I_j^R}{X_j} = w_j^R \varepsilon_j s_j^L \quad (9)$$

技術とストックそれぞれに内包化された R&D 投資を生内生化した産業連関の動学方程式を式(10)のよ

うに定める.

$$\dot{X} = AX + B(I^K) + A\hat{\rho}X + B\hat{\rho}X \quad (10)$$

A は a の, B は b のマトリックスを表し, $\hat{\rho}$ は式(9)で示されるベクトル ρ の各成分を対角に並べた対角行列である.

式(10)と物的資本投資, R&D 活動に従事する労働への投資を表す式(6), 式(7)より, 各産業の将来生産量が求められ, また産業間の取引が明確になる.

4. おわりに

本研究で R&D 投資を生内生化した修正動的産業連関モデルを開発できた.

ただし, R&D 投資の内, R&D 活動に必要な人的資本に関してはうまく表現できたが, R&D 活動に必要な物的資本に関しては, 現段階においては明示的に考慮されていない.

今後は, R&D 活動に必要な物的資本の, 産業の生産性への影響の考慮, それに伴うモデルの改良が必要である. 最終的にはこのモデルを用いて, TFP の内, R&D がどの程度寄与しているか, そして R&D 投資が産業間の取引にどのような影響を与えているか, といった実証分析を行うことを考えている.

参考文献

- 1) 黒田昌裕: TFP(全要素生産性)の理論と測定(II)ー生産関数からの接近ー, イノベーション&I-O テクニク, Vol.3, No.4, pp73-86, 1992
- 2) Terleckyj, N. E.: Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth of Industries, *NBER Studies in Income and Wealth*, No.44, 1980
- 3) Wolff, E. N.: Spillover Effects, Linkage Structure, and Research and Development, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol.4, No.2, pp315-331, 1993
- 4) Dietzenbacher, E. & Los, B.: Analyzing R&D Multiplier, *the 13th International Conference on Input-Output Techniques in Macerata*, 2000
- 5) Leontief, W. W.: Dynamic Analysis, *Studies in the Structure of the American Economics*, pp53-90, 1952.6
- 6) Romer, P. M.: Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, Vol.98, No.5, pp71-102, 1990