

新技術が生産性に与える影響

—高度経済成長期の製鉄業を例に—

小林流基（慶應義塾大学経済学研究科）

本稿では、転炉という新技術の導入と普及が急速に進んだ高度経済成長期の日本の製鉄業を対象に、新しい技術の導入と普及が生産性向上をもたらすメカニズムを明らかにした。手法としては、技術の異質性を考慮した生産関数の構造推定と、生産性変動の要因分解を用いた。生産性変動の要因分解については、技術内・技術間へと分解し、さらに参入・退出を考慮した動学的な要因分解も行った。

炉の技術タイプを $\psi \in \{BOF, OHF\}$ で表し、それぞれ *BOF* は転炉を、*OHF* は平炉を指す。技術 ψ を持つ炉 i の t 年における生産技術を考えると、生産関数の推定式は以下の通りである。

$$q_{it} = \beta_k^\psi k_{it} + \beta_l^\psi l_{it} + \beta_e^\psi e_{it} + \omega_{it}^\psi + \epsilon_{it} \quad (1)$$

q_{it} は生産、 k_{it} , l_{it} , e_{it} はそれぞれ、資本・労働・エネルギー投入の自然対数値である。また、 ω_{it}^ψ は炉の技術タイプ別の生産性であり、 Hicks 中立的であることを仮定している。 ϵ_{it} は、操業者にも分析者にも観測できない、予期せぬ生産性ショックである。Akerberg, Caves, and Frazer (2015) の手法を用いて、(1) 式の推定を行った。

生産性変動の要因分解については、産業全体だけでなく技術内・技術間の分解を実施し、参入・退出も考慮した動学的な要因分解も併せて実施した。炉の参入退出タイミング別に、既存 \mathcal{I} ・参入 \mathcal{N} ・退出 \mathcal{X} とし、生産性の動学的な要因分解には次の式を用いた。

$$\begin{aligned} \Delta\Omega_t = & \underbrace{\sum_{i \in \mathcal{I}} s_{it-1} \Delta\omega_{it}}_{\text{操業改善効果}} + \underbrace{\sum_{i \in \mathcal{I}} \Delta s_{it} (\omega_{it-1} - \bar{\omega}_{t-1})}_{\text{再分配効果}} + \underbrace{\sum_{i \in \mathcal{I}} \Delta s_{it} \Delta\omega_{it}}_{\text{共分散効果}} \\ & + \underbrace{\sum_{i \in \mathcal{N}} s_{it} (\omega_{it} - \bar{\omega}_{t-1})}_{\text{参入}} - \underbrace{\sum_{i \in \mathcal{X}} s_{it-1} (\bar{\omega}_{t-1} - \omega_{it-1})}_{\text{退出}} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、 $\Omega_t \equiv \sum_i s_{it} \omega_{it}$ は産業の総生産性 ($\Delta\Omega_t$ はその成長)、 ω_{it} は炉単位の生産性、 s_{it} は生産シェア、 $\bar{\omega}_t$ は平均生産性を、それぞれ表している。

生産性変動の要因分解の結果として、転炉の導入と普及が生産性の向上に与えた影響は総計で 86% と大部分を占めることが明らかになった。生産性上昇の内訳としては、技術改良などにより転炉の平均生産性をあげた操業改善効果が一番大きく 44% であった。次に大きな要因は転炉の新規建設による効果で 25% であった。転炉の平均的な生産性を向上させる企業の操業改善努力と、旧技術より生産性に優位性を持つ転炉への生産再分配が両輪となり、産業の総生産性を成長させ製鉄業の発展に寄与したことが明らかになった。

加えて、転炉に絞って企業や製鉄所の異質性を考慮した回帰分析も行った。第 1 に、転炉を先んじて受容した先行企業の生産性の高さが示された。第 2 に、転炉の導入以降に設立された製鉄所（新鋭製鉄所）の炉は既存の製鉄所の炉より、生産性も生産性上昇率も高いことが判明した。このことから、先行企業と新鋭製鉄所が、生産性成長を主導した主体であることを示唆された。