

2B11 TFP の構成要素の分解と各要素への政策効果の比較計量分析

渡辺千俣, ○中久木雅之 (東工大社会理工学)

1.はじめに

冷戦の終了後、持続的経済成長と雇用の確保が多くの国において最重要な国家目標となりつつある。持続的な経済成長を遂げるにおいて、技術革新は不可欠であり、かつ多大な影響を与えることが知られている。それゆえに技術革新を促す技術政策は、過去にも増して重要になってきている。

また今日、技術革新は単に研究開発投資、そのストックだけでなくスピルオーバーや学習等の効果をも包摂化したシステムとして捉える必要があるとの認識が高まってきている。技術政策の評価においても、このような考え方に従い上記のようなシステムとそれぞれへの効果を分析する必要がある。

本報告では全要素生産性(TFP)を分解方法を提示し、各時代ごとに技術政策（民間への助成）の上記の各ファクターへの誘発効果を分析し、時代ごとに技術政策とのマッチングの計量的分析を試みる。

2.技術政策

(1)民間への助成

民間部門の研究開発活動に対する政府の助成には、補助金、委託費、税制上の優遇措置および政府系金融機関を通じた低利融資の 4 つのタイプがある。本報告では性格の異なる 4 タイプの助成それぞれの誘発効果を別々に分析している。各助成タイプの特徴は以下のようになる。

- | | |
|-----------|--|
| ①補助金 | 本来、民間が出資すべき民間の研究開発活動に、政府が出資するもの。民間からの申請に応じて政府が交付を決定する。研究内容は民間主導。 |
| ②委託費 | 本来、政府が行うべき研究開発活動に、政府が出資し、政府に代わって民間に研究開発活動を委託するもの。研究内容は政府主導。 |
| ③税制上の優遇措置 | 税金を減免することにより、民間の研究開発活動の研究開発活動を促進するもの。 |
| ④低利融資 | 民間の研究開発活動に対して市中の金融機関より低い利子率で公的な資金を貸し付けることにより、研究開発活動を促進するもの。 |

(2)技術政策の変遷

図 1 は製造業の研究開発強度（売上高あたりの研究開発費(%)）を図にしたものであるが、そこからも日本の戦後の産業技術において、転換点が 3 つあったことがわかる。それぞれの転換点において社会状況の変化に対応し、技術政策も変遷を遂げている。それぞれの転換点における社会的背景の変化および技術政策の主な対応は以下のようになる。

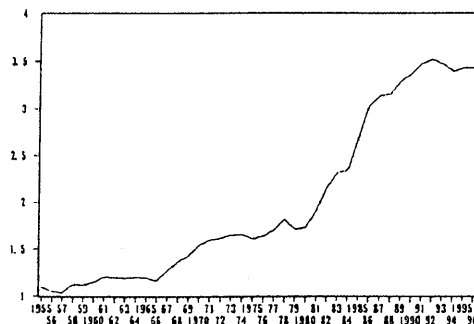


図 1 製造業研究開発強度 (%)
出典：参考文献[3] P124 を基に作成

第 1 転換点(1966 年)

[社会的背景] 貿易・資本の自由化による自主技術開発の必要性が高まる

[対応] 大型プロジェクト制度(1966)

第 2 転換点(1979 年)

[社会的背景] 石油危機の影響による低成長。エネルギー技術研究開発、基盤技術の必要性。

[対応] 代替エネルギー法、エネルギー特別会計、NEDO(1980)

次世代産業基盤技術研究開発制度(1981)

第 3 転換点(1992 年)

[社会的背景] バブル崩壊による低成長、研究開発離れ

[対応] ナショナルプロジェクトの統合(1993)

3.分析方法

本報告では、TFP を 3 つの要素（規模の経済、技術の間接的影響、技術の直接的影響）に分解し、それぞれの要素に対する政策（補助金、委託費、税制、融資）それぞれの影響の変化を分析する。

(1)TFP の分解

TFP の成長率は以下のように表すことができる。

$$TFP = \dot{Q} - \dot{F} \quad (1)$$

ただし、 Q ：生産高 F ：全要素投入

以下、ドットは時間微分ではなく変化率を表す。

要素投入量 X と技術水準 T で決定される生産関数を以下のように定義する。

$$Q = F(X, T) \quad (2)$$

時間で微分し、コストの最小化を仮定し、コスト弾性値 $\eta = (\partial C / \partial Q) / Q / C$ を定義すると、

$$TFP = \dot{T} + [k\eta^{-1} - 1]\dot{F} \quad (3)$$

式(3)は計測された TFP の成長と、生産関数のシフトの関係を表している。規模の経済がないとき ($\eta = 1$)、かつ生産価格が 1 次同次のとき ($k = 1$) のみ、生産関数はシフトしない。以下、議論の簡略化のため $k = 1$ とする。

技術成長の結果による製品価格の変化率は、

$$\dot{P} = -\dot{T} + (\eta - 1)\dot{Q} \quad (4)$$

ここで、

$$\dot{Q} = -e\dot{P} \quad (5)$$

e : 製品需要の価格弾性値

(4)、(5)から、

$$\dot{Q} = \psi\dot{T} \quad \text{ただし} \quad \psi = \frac{e}{1 - e(1 - \eta)} \quad (6)$$

次に、技術成長によって誘発された全要素投入の分析に入る。各々の投入要素の成長は 2 つの部分に分けることができる。

①追加生産にコスト最小化のために必要とされる投入要素

②生産高 1 単位あたりに必要とされる投入要素の減少による、投入要素の減少

①の移動は $-\eta_i\dot{T}$ に等しいので、

$$\dot{X}_i = \eta\psi\dot{T} - [\eta_i\dot{T} + bias_i] = \eta_i(\psi - 1)\dot{T} - bias_i \quad (7)$$

ただし、 $bias_i$ は②の移動を意味する。

このとき、技術変化によって誘発された全要素生産の成長 $\dot{F}_T$ は、

$$\dot{F}_T = \sum_i s_i \eta_i (\psi - 1) \dot{T} - \sum_i s_i bias_i \quad (8)$$

$\sum_i s_i \eta_i = 1$ であるので、(8)は、

$$\dot{F}_T = \eta(\psi - 1)\dot{T} \quad (9)$$

TFP の成長に対する技術変化の貢献をすべて考慮するため、(27)を(21)に代入すると、

$$TFP = \eta^{-1}(1 - \eta)\dot{F}' + (1 - \eta)(\psi - 1)\dot{T} + \dot{T} \quad (10)$$

ただし、 $\dot{F}' \equiv \dot{F} - \dot{F}_T$ は技術変化の誘発を除外した全要素生産の成長率。

右辺の最初の項が技術変化の誘発を除外した全要素生産の貢献、次が技術変化の間接的影響、最終項が直接の影響である。

(2)政策効果の分析

(1)で得られた TFP の各要素を TFP_i 、補助金を SUB 、委託費を AGE 、融資を FIN 、税制を TAX としたとき、

$$TFP_i = A \cdot (SUB)^\alpha (AGE)^\beta (FIN)^\gamma (TAX)^\delta \quad (11)$$

ただし、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ はそれぞれ弾性値をあらわす。

両辺対数を取って時間で微分すると、

$$TFP_t = \alpha \dot{S}UB + \beta \dot{A}GE + \gamma \dot{F}IN + \delta \dot{T}AX \quad (12)$$

式(12)を用いて、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ の値を推定することが出来る。

(3)データ構築

①TFP に関するもの

「国民経済計算年報」(経済企画庁)、「毎月勤労統計要覧」「民間企業資本ストック」「工業統計表」(通産省)、「総合エネルギー統計」(資源エネルギー庁)などを基に作成。(1955年～1997年)

②技術政策に関するもの

補助金、委託費¹「補助金便覧」「補助金総覧」(財政調査会)、融資²「通商産業省年報」(通商産業省)、税制「税制調査会関連資料」(税制調査会)を研究開発デフレーター「科学技術白書」(科学技術庁)で実質化し、タイムラグ³を考慮して暦年化。(1961年～1997年)

4. 実証分析

(1)TFP の分解

式(12)を用いて TFP の成長を各要素に分解するにあたって、産出のコスト弾性値 $\eta = (\partial C / \partial Q) / Q / C$ 、製品需要の価格弾性値 $e = (\partial Q / \partial P) / P / Q$ を求める必要がある。ここでは、

$$\dot{C} = \eta \dot{Q} \quad \dot{Q} = -e \dot{P}$$

を用いて回帰分析を行った。

その結果、

$$\eta = 1.2269 \quad e = 0.5098$$

が得られた。この値を用いて、式(12)から右図のような結果が得られた。図中の直接的技術は、式(10)の最終項で示される技術変化の直接的貢献を表し、間接的技術は、式(10)の第2項によ

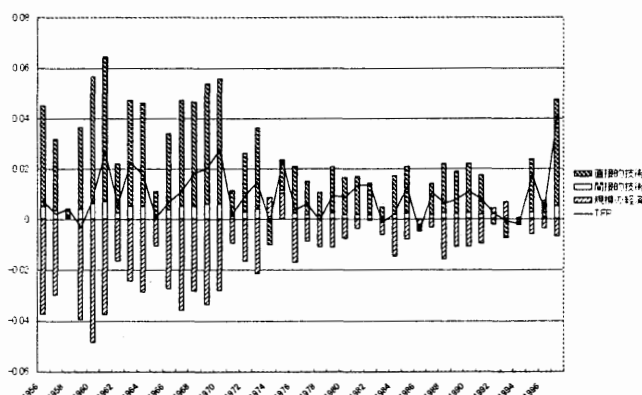


図2 TFP の分解

¹ 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) への政府からの補助金は、新エネルギー・産業技術総合開発機構から民間企業へ委託研究の形で交付されるためここでは補助金ではなく委託費に含めた。

² 本報告では工業技術院の審査を経た日本開発銀行からの融資のみを融資のデータとして使用。

³ ここでは政策の効果のタイムラグを、民間企業における技術ストックにあらわれる研究開発投資の懐妊期間と等しいと仮定して計算した。

って示される、技術変化によって誘発された投入要素の変化の貢献を表している。また、図中の規模の経済は、式(10)の初項によって示される技術以外がもたらす投入要素の変化、つまり要素価格の変化によって誘発された投入要素の貢献、外生的需要シフトによって誘発された投入要素の変化の貢献などを表している。

時代を通じて直接的技術、間接的技術が TFP の成長にプラスに貢献しているのに対し、規模の経済がマイナスに貢献していることが分かる。また、プラスに最も貢献している直接的技術も 1970 年代半ばを境にその貢献が小さくなっている。

(2)政策効果の分析

技術政策の時代別の効果を分析するにあたって各時代の期間を設定する必要があるが、本報告では 2・(2)における産業技術の転換点に、政策の効果がタイムラグ⁴を持って現れることを考慮した上で、I 期 1961 年～1969 年、II 期 1970 年～1982 年、III 期 1983 年～1995 年とした⁵。

また、式(12)を用いて I 期から III 期を分析するにあたって以下の 2 通りの手法を用いた。

①回帰する期間を 3 期に分け、それぞれの期間において回帰分析を行う。

②係数ダミーを回帰式に挿入し、3 期間を 1 度に回帰分析を行う。

それぞれの手法で得られた分析結果は以下になる。

表 1 政策効果の分析①

		規模 I	規模 II	規模 III	間接 I	間接 II	間接 III	直接 I	直接 II	直接 III
決定係数		0.426986	0.601326	0.777265	0.195874	0.577491	0.751357	0.195874	0.577491	0.751357
係数	SUB	-0.1269*	-0.0084	0.02661*	0.017503	0.00025	-0.0104*	0.142035	0.002026	-0.08483
	FIN	0.005259	-0.00082	0.010015	-0.00072	-0.00033	-0.00198	-0.00582	-0.00271	-0.01609
	TAX	0.001723	0.007085	-0.02194	0.000191	-0.00167	0.001708	0.00155	-0.01355	0.01386
	AGE	-	-0.006	-0.02015	-	0.001851	0.004366	-	0.015022	0.035427

**は 10% 有意、*は 15% 有意を示す

表 2 政策効果の分析②

		規模 I	規模 II	規模 III	間接 I	間接 II	間接 III	直接 I	直接 II	直接 III
決定係数		0.468278	-	-	0.399284	-	-	0.399284	-	-
係数	SUB	-0.209**	0.2068**	-0.05892	0.0300**	-0.030**	0.006668	0.2435**	-0.247**	0.054112
	FIN	-0.00665	0.028656	0.005693	0.001935	-0.00553	-0.00078	0.015702	-0.04488	-0.00635
	TAX	-0.00229	0.009378	-0.00309	-9.5E-05	-0.00163	0.000923	-0.00077	-0.01322	0.00749
	AGE	-	0.006699	-0.02858	-	-0.002*	0.003503	-	-0.017*	0.028427

**は 10% 有意、*は 15% 有意を示す

分析の結果、表 1、表 2 で示されるように、分析手法①、②の両方において決定係数は総じて低く、また係数においても統計的に有意な結果は得られなかった。

この他にも非説明変数を TFP の成長の各要素の 3 年移動平均にして同様の分析を試みたが、統計的に有意な結果は得られなかった。

⁴ ここでは政策の効果のタイムラグを脚注 3 のタイムラグに最も近い 3 年とした。

⁵ 1996 年以降は取得データの期間が 2 年間しかないために、ここでは分析を実施できなかった。

5. 考察

本報告の目的は、以下の4点に集約される。

- ① 日本の製造業のTFPを分解し、各構成要素を計量的に提示する
- ② 民間への研究開発助成政策を定量化する
- ③ 包摂的システムを考慮した上で、政策の効果を分析する
- ④ 政策のTFPへの影響をその経路・時代ごとに比較する

①に関しては、時代を通じて直接的技術、間接的技術がTFPの成長にプラスに貢献しているのに対し、規模の経済がマイナスに貢献していること。また、プラスに最も貢献している直接的技術も1970年代半ばを境にその貢献が小さくなっているという結果が出ている。これは、技術的・経済的にキャッチアップの時代であった高度成長期には、外国との技術の格差も大きく技術の成長の余地が多大にあったこと、また技術の格差が縮まり技術自体の成長が鈍化したことと大いに関係があるように思われる。規模の経済がマイナスに貢献しているのは、要素価格の上昇によるものであると考えられる。

②に関しては、民間への研究開発政策を4つに分類し、それぞれを定量的に扱うことが出来た。

③に関しては、政策のTFPの貢献というブラックボックスの中身を、民間への研究開発政策の4つの政策ツールとTFPの3つの構成要素の関係を考えるという12通りの経路で政策のTFPへの貢献が分析できる可能性を示唆できた。

④に関しては本報告で、分析の一例を試みたが、統計的に有意な結果は得られなかった。その原因の一つとして分析に用いた式が両辺に変化率の含まれる式であったため、数値が乱高下する場合があったためであると考えられる。今後の課題として政策の貢献を統計的に有意に分析できる分析手法の開発が挙げられる。

【参考文献】

- [1] M. Ishaq Nadiri and Mark A. Schankerman "The Structure of Production, Technological Change, and the Rate of Growth of Total Factor Productivity in the U.S. Bell System", Productivity Measurement in Regulated industries P.219-247 .Academic Press (1981)
- [2] 吉海正憲, 「日本の産業技術政策」.東洋経済新報社.(1985)
- [3] 渡辺千仞, 若林光次, 「科学／技術政策と国家」.現代社会のなかの科学／技術,P.111-146.岩波書店.(1999)
- [4] 若杉隆平, 「技術革新と研究開発の経済分析」.東洋経済新報社.(1986)
- [5] Christensen, G.B. and Haveman, R.H. "Public Regulation and the Slowdown in Productivity Growth." American Economic Review. 71 .320-325. (1981)