

## 3A6 マクロモデルによる知識ストックの経済効果の計測

—プロトタイプの開発と暫定的シミュレーション—

○永田 晃也 (科学技術政策研究所)

### 1. 序論：関連する先行研究とマクロモデル開発の意義について

わが国では政府研究開発投資の「倍増」が、近年における科学技術政策の重要課題の一つとされている。科学技術の公共財的な側面を享受してきたことが、わが国の経済成長に不可欠の要因であったと考えるならば、すでに技術大国と呼ばれて久しい今日では、欧米先進諸国の研究開発費に占める政府負担割合が応分の努力目標とされるべきであり、「倍増」には単なる横並び以上の意義を認められるであろう。

しかし、政府研究開発投資の社会的な最適水準をめぐる議論あるいはその経済効果に関する実証的研究は、まだ多くの未解決の課題を残している。研究開発投資の収益率を計測する試みは数多く行われているが、それらの実証研究はほとんど民間企業の研究開発を対象としたものであり、政府部門を扱った研究はLevy and Terleckj (1983)、Carmichael(1981)等の少数の例外に限られている。

LevyとTerleckjは、政府研究開発投資の重要な効果は委託研究を通じて民間の研究開発投資を誘発することにあると考え、マクロデータを用いた重回帰モデルで検証を行っている。その際、研究開発支出がストックに体化されるまでのタイムラグは考慮されているが、減耗分は計算されていない。この分析によって委託研究のもたらす誘発効果は証明されたが、「委託以外」の政府研究開発投資のパラメータは有意ではなく、使用データのアグリゲーション・レベルに課題を残す結果となっている。わが国でも若杉(1983)によって、政府から民間企業への受入研究費を変数に含むモデルの推計が試みられたが、このモデルについては宮川(1983)により、研究開発支出から技術進歩までのタイムラグが考慮されていない等の問題点が指摘されている。

要するに、政府研究開発投資の経済効果は生産活動に対する直接的な寄与ではなく、専ら民間の研究開発を誘発するなどの間接的な影響にあると考えられてきたため、トータルの政府研究開発投資の収益率の計測は、ほとんど行われてこなかったのである。また、政府の委託研究開発を扱った上述の先行研究では、技術知識ストックの推計に際してタイムラグや知識陳腐化を考慮するための手続きが省略されてきた。さらに、民間研究開発投資を対象とした例も含めて、これまでの収益率の計測例の多くは単一方程式によって行われているため、政策的インプリケーションに乏しいといった問題点も指摘できる。

本研究はこれらの課題に 대응するため、政府研究開発投資の体化された技術知識ストックを説明変数に含む生産関数を推計するとともに、これを生産ブロックとして組み込んだ、扱いやすい規模のマクロ経済モデル(同時方程式体系)を構築しようとするものである。この研究分野における近年の関心はマクロ分析の視点を離れているが、筆者の知る限り、研究開発プロセスを関数として組み込んだ同時方程式体系は前例がなく、また同時方程式には、様々な政策変数のダイナミックな相互作用を通時的に評価できるという大きな利点があるため、科学技術政策の立案に際しても思考実験のツールとして活用できると思われる。

以下に述べるプロトタイプの開発に当っては、科学技術政策研究所に設置された「知的ストック研究会」での討議に多くを負っている。但し、この中間報告の内容は全て筆者個人の責任に帰するものであり、何ら科学技術政策研究所の見解を代表するものではない。

## 2. プロトタイプの骨格と知識ストックの計測方法

### (1) モデルの構造と使用データ

まず、プロトタイプ・モデルのフローを図1に示す。

図の左側には実質GDPを決定する支出ブロック、右側には潜在GDPを推計する生産ブロックが描かれている。また両者の間には、民間部門と公的部門からなる知識ストックブロックがある。

知識ストックブロックに含まれる変数のいくつか（例えば民間研究開発設備投資）は、支出ブロックの変数（例えば民間企業設備投資）に左右される。知識ストックブロックでは、民間研究開発投資、公的研究開発投資、技術輸入額のデータから、各々、民間知識ストック、公的知識ストックおよび導入知識ストックが推計される。これら知識ストックの変数は、生産関数のシフトパラメータとして導入される。潜在GDPは、生産関数の投入要素である資本ストックの稼働率を上限に設定することによって推計される。この潜在GDPと実績のGDPから需給ギャップが求められ、需給ギャップは、民間企業設備投資が変動することによって調整される。

知識ストックは潜在的な供給能力を高度化させるだけでなく、つぎのような効果をおよぼすものと想定している。

①民間知識ストックは民間企業設備投資を誘発する。

②公的知識ストックは民間へのスピルオーバーを通じて、民間研究開発の設備投資を誘発する。

③民間知識ストックおよび公的知識ストックは産業の国際競争力を高め、輸出を増加させる。

以上のように、知識ストックブロックを持つことが本モデルの主な特徴であるが、一方このプロトタイプの段階では通常のケインジアン・モデルが持つ分配ブロックを除いている。また、ほとんどの金額データは予め実質化しているため、物価ブロックに相当する部分を大幅に省略している。

今回作成したプロトタイプは、合計26本の同時方程式からなり、内生変数26個、外生変数9個を含む。生産関数以外の関数式におけるパラメータの推定は、全て通常の最小二乗法で行った。

使用データの出典は、GDPの構成項目については経済企画庁『国民経済計算年報』、研究開発および技術導入関連データは総務庁『科学技術研究調査報告』である。その他、設備稼働率指数を通産省『鉱工業指数年報』、労働力人口および就業者数を総務庁『労働力調査報告』、総実労働時間を労働省『毎月動労統計調査月報』から各々取得している。

### (2) 知識ストックの計測方法

技術知識ストックの計測は次式による。

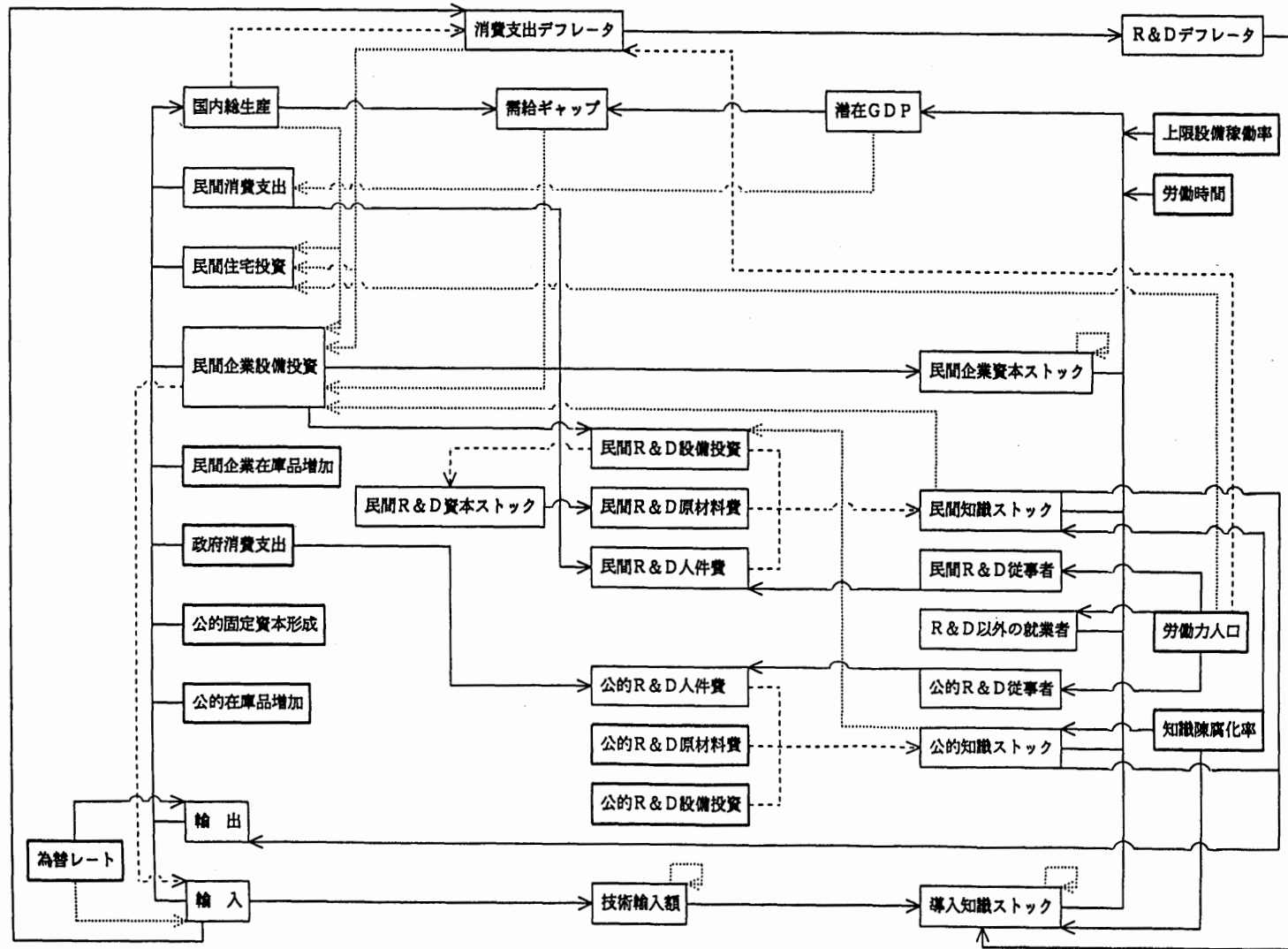
$$R_t = RF_t + (1 - \delta) \times R_{t-1}$$

但し、 $R_t$  : t期における技術知識ストック

$RF_t$  : t期における技術知識フロー

$\delta$  : 技術知識の陳腐化率

図1 モデルのフロー



(注:  $\rightarrow t=0$ ,  $\cdots t=1$ ,  $\cdots t=2$ )

ここで技術知識フローとは当期の研究開発投資ではなく、過去に支出された研究開発投資が懐妊期間（研究開発ラグ）を経て当期に成果として結実した部分である。

研究開発ラグおよび陳腐化率については、近年多くの調査データが公表されている。本研究で使用する研究開発ラグのデータは、三菱総合研究所(1991)の調査データを参照したものである。すなわち、民間知識ストックのラグについては、同調査による産業部門の「生産直結型テクノストック」のラグと大学・研究所の「科学蓄積型テクノストック」等のラグを、民間研究開発投資の機関別支出構成によって加重平均し、4.2年というデータを得た。公的知識ストックのラグとしては、同調査による大学・研究所の「科学蓄積型テクノストック」のラグである8.3年を用いた。また陳腐化率については、これまで様々な方法によって推計された数値が報告されているが、ここでは年率16%を一律に採用した。

### 3. 生産関数モデルによる知識ストックの経済効果の計測

#### (1) 生産関数モデルの推計結果

本マクロモデルの生産ブロックでは、ヒックス中立型の技術進歩を仮定し、つぎのように拡張されたコブ=ダグラス型の一次同次の生産関数を導入している。

$$Y = A (\rho K)^{1-\alpha} (hL)^\alpha R_1^{\beta_1} R_2^{\beta_2} R_3^{\beta_3} \dots\dots\dots (i)$$

- 但し、Y : 実質GDP  
 A : 定数  
 ρ : 稼働率指数  
 K : 実質民間企業設備資本ストック  
 h : 総実労働時間  
 L : 就業者数（研究関係従事者を除く）  
 R<sub>1</sub> : 公的知識ストック  
 R<sub>2</sub> : 民間知識ストック  
 R<sub>3</sub> : 導入知識ストック

(i) 式の両辺の対数を取り、1966年-1991年のデータ期間につき制約付最小二乗法でパラメータの推定を行った。結果は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \ln Y = & -19.5968 + 0.20809 \ln(\rho K) + 0.79191 \ln(hL) \\ & (2.22) \qquad\qquad\qquad (2.84) \\ & + 0.0648223 \ln R_1 + 0.18308 \ln R_2 + 0.33162 \ln R_3 \\ & (1.61) \qquad\qquad\qquad (3.37) \qquad\qquad\qquad (4.69) \\ R^2 = & 0.99912 \qquad DW = 1.486 \end{aligned}$$

この推定結果では、公的知識ストックのパラメータが不安定であるが、片側棄却域10%水準で有意となっている。

#### (2) 経済成長に対する知識ストックの寄与度

(i) 式を時間について偏微分すると次式を得る。

$$\Delta Y/Y = (1 - \alpha) \cdot \Delta(\rho K) / (\rho K) + \alpha \cdot \Delta(hL) / (hL) + \beta_1 \cdot \Delta R_1 / R_1 + \beta_2 \cdot \Delta R_2 / R_2 + \beta_3 \cdot \Delta R_3 / R_3 \dots \dots (ii)$$

(ii)式の右辺の各項は、Yの成長に対する寄与度を表している。

表1は、80年代前半、80年代後半および90年代初頭（90-91年）の三つの期間につき、推定されたパラメータを用いて各説明変数の年平均寄与度を計測し、実質GDP成長率を100とする寄与率で表したものである。

表1. 経済成長に対する生産要素の寄与率

(単位：%)

	1980-84	1985-89	1990-91
実質GDP成長率	100.0	100.0	100.0
資本	37.1	35.6	33.3
労働	22.9	17.8	2.2
知識ストック	40.0	46.7	68.9
公的知識ストック	8.6	6.7	4.4
民間知識ストック	31.4	35.6	37.8
導入知識ストック	0.0	4.4	26.7
誤差	0.0	0.0	- 4.4

この計測結果によると、80年代を通じて資本と労働の寄与率は低下し、代って知識ストックの寄与率が顕著に増加している。但し、知識ストックの内訳に注目すると、この寄与率の増加は民間知識ストックと導入知識ストックによるものであり、公的知識ストックの寄与率はむしろ減少していることが分かる。

#### 4. 内挿テストおよび暫定的な予測シミュレーション

通常の内挿テスト（パーシャル・テスト、トータル・テストおよびファイナル・テスト）を行い、モデルのパフォーマンスをチェックした。ファイナル・テストによる実質GDPの平均絶対誤差率は2.58%であり、ほぼ予測シミュレーションの使用に耐える精度を確保できたと考えられる。

そこで、政府研究開発投資の倍増の経済効果を考察するための暫定的な予測シミュレーションを実行した。今回の予測では、実質価格（85年価格）での公的研究開発の設備投資と原材料費がトレンドで伸びる場合（ケース1）と、2000年までに対95年比で倍増が達成される場合（ケース2）の、二つのシナリオを想定した。外生変数の前提条件は表2のとおりである。

このモデルでは、公的研究開発投資が知識ストックに体化されるまでに8.3年というタイムラグを考慮しているため、96年に始まる加速的な政府投資の影響は、2005年頃に漸く顕在化する。2010年の実質GDPは、ケース1では816兆円、ケース2では842兆円となり、26兆円の差が生じる。一方、2010年の8年前に当たる2002年時点におけるケース1とケース2の公的研究開発投資総額の差は1兆3,467億円である。従って政府研究開発投資の倍増は、研究開発の懐妊期間を経た上で、実質付加価値生産額にして投資額の約20倍の経済効果を生むことになる。

表2. 予測シミュレーションにおける外生変数の前提条件

	ケース1 (トレンド)	ケース2 (倍増シナリオ)
公的研究開発設備投資	年率 4%増加	96年以降、年率15%増加
公的研究開発原材料費	年率 5%増加	96年以降、年率16%増加
実質公的固定資本形成	年率 5.6%増加	
実質政府最終消費支出	年率 2.2%増加	
実質民間企業在庫投資	毎年 2兆 1,695億円	
実質公的在庫投資	毎年 0	
労働力人口	厚生省人口問題研究所の中位推計に基づく推計値	
総実労働時間	年率 2.0%減少	
外国為替相場	96年以降、毎年 1円ずつ円高	

## 5. 考察および今後の課題

本稿では、個々の関数式の推定結果について詳述することはできなかったが、公的知識ストックは民間研究開発の設備投資を誘発する要因としても、国際競争力を向上させる要因としても統計的に有意な変数となっている。公的知識ストックは生産関数のシフトパラメータとしてのインパクトは相対的に小さいものの、これらの間接効果をもたらすことによって経済成長に多大の影響を及ぼしているのである。

1990年代初頭までの経済成長は、企業の活発な研究開発投資による民間知識ストックの成長に多くを負ってきた。しかし、近年の不況の中にあって企業の研究開発投資は停滞しているため、民間投資の誘発効果を持つ政府研究開発投資の拡充は、益々重要な政策課題となるであろう。

以上は暫定的な予測シミュレーションの結果から示唆される点であるが、これらの知見は今後、マクロモデルを改良する過程でさらに多角的に検討されなければならない。例えば、今回のプロトタイプでは既存の調査結果から研究開発ラグおよび知識陳腐化率のデータを引用したが、これらの変数を内生的に扱えるようにするとともに、知識ストックの稼働率を表す指標を探索することが、本モデルの主要な改善課題として挙げられる。また、科学技術の国際化の現状を踏まえて、他国における研究開発との相互作用を評価できるようにすることも今後の重要な課題である。

### [参考文献]

- Carmichael, J. (1981) "The Effects of Mission-Oriented Public R&D Spending on Private Industry," *Journal of Finance*, June
- Levy, D. M. and Terleckyj, N. E. (1983) "Effects of Government R&D on Private R&D Investment and Productivity: A Macroeconomic Analysis," *Bell Journal of Economics*.
- 三菱総合研究所(1991)『日米テクノストックの定量的比較に関する調査研究』
- 宮川努(1983)「研究開発支出の経済効果と政府の役割」『季刊現代経済』AUTUMN
- 若杉隆平(1983)「政府の研究開発支出—その理論的分析」『季刊現代経済』SPRING