

技術進歩と規模構造*

清 川 雪 彦

序

わが国の戦後における著しい経済発展については、改めてここで指摘するまでもないことであるが、その過程における急速な産業構造の高度化を支えてきた少くとも一つの要因が、生産技術の顕著な発達にあったことは否定しがたい事実と考えられる。確かに今日では、そのあまりにも生産志向的な技術体系の採用に起因する公害が深刻な問題となっており、生産技術の進歩に関する問題も従来とは異った視点から検討されなければならない事態に直面していると言えよう。しかし本稿では一步譲り、朝鮮戦争以後のわが国製造工業の急速な発展に貢献してきた生産技術の進歩の問題を、従来の分析では看過されている、それを生みだした要因との関係において把握するという観点から、定量的な検討を行いたいと考える。

これまでの技術進歩に関する分析の多くは、つまり Kaldor や Kennedy の線に沿う若干のものを除くならば、陽表的にか陰伏的にか生産函数を仮定し、そのシフトとして技術進歩を理解してきた。しかもそのようなシフトは時間の経過とともに自然発生的に生ずるものとして把握されているが、この点の非現実性はすでに拙稿『技術進歩の内生性をめぐって』¹⁾で指摘し、その内生化の可能性について若干の検討を試みた。すなわちここでは技術進歩に伴う不確実性等を考慮する時、大域的な生産函数のシフトとして技術進歩を捉えるよりも、むしろパラメーターの変化などをも含む

新旧均衡点相互間の比較による局所的な函数のシフトも技術進歩と解するより広い概念の方が適切であること、および技術進歩を外生的に与えられたものとしてではなく、それを生みだす要因との関係において把握することが視点として据えられていたが、本稿ではそれに対応するところの暫定的な実証分析を行いたい。

従って上述の二点に対応して本稿の分析目的も二つにしばられる。まず第一に我々は製造工業における技術進歩の問題を、製造工業全体としてではなく、より同質的な生産物市場と生産技術のアグリゲーション・レベルと思われる日本標準産業分類の中分類水準で捉えて検討をすすめる。しかしその場合しばしば当然のこととして仮定されている各産業毎にそれぞれ単一の生産函数が存在するという仮定のテストから我々はお発ししなければならない。これまでの多くの技術進歩の計測に関する実証分析が意味を持つためには、この仮定が満たされなければならないのであるが、各産業における規模構造という観点から資本蓄積や分配率の変化の内容を検討する時、また規模別の生産函数によるその連続性テストを行う時、上述の仮定に対して否定的な帰結に傾かざるを得ないが、この点の確認を行うことが分析目的の第一点である。

それでは次に中分類産業が複数個の生産函数の合成体として理解される時、生産技術の進歩をどのようにして把握するのが妥当であるかという問題に我々は逢着することになるのであるが、さらに小分類や細分類へとディスアグリゲートする方向は後述するように必ずしも妥当であると我々には思われず、むしろ単純な概念へ今一度戻ることによって、技術進歩をそれを生みだす要因との関係において改めて捉えなおすことが可能か否かを検討したい。これが本稿の第二の目的である。

* 本稿の執筆にあたり、石川滋、大川一司両先生をはじめ多くの同僚諸氏から有益なコメントをいただいた。また資料の集計整理および計算は、一橋大学経済研究所の統計室と電子計算機室に負うところが大きい。ここに記して感謝したい。

1) 『経済研究』第22巻2号、1971年4月。

以上の二点をめぐって、分析は次のような順序で展開される。まず第Ⅰ節において、我々の分析対象の範囲と使用する資料について簡単に言及し、次いで第Ⅱ節では、Solow Index による計測結果の検討を通してまず問題提起を行う。すなわち技術進歩率の大きさの決定に支配的役割を果す資本—労働比率の増大が、現実には各産業においてどのようにして実現されているのか、また市場が十分に競争的であって、分配率がそこでよく限界生産力原理を体現していると考えうるのかどうかという点の吟味が必要不可欠となるのである。それらの検討は従業者規模および資本金規模、事業所数の変化との関連においてなされ、その結果、より同質的な市場として規模別に異なる市場が考えられ、それに対応する生産技術の存在する可能性が示唆される。そしてこれらの生産函数が相互に同一なものとなしうるか否かのテストが第Ⅲ節で行われる。最後に第Ⅳ節では、資本—労働比率の増大および平均労働生産性の上昇とともに技術変化の結果として実現されるものと考ええることによって、この両者が研究開発(R & D)支出の函数として把握されうるかどうかを検討して本稿を終えたい。

〔Ⅰ〕 分析の対象および資料

1 業種・期間

すでに触れたように我々は日本標準産業分類の中分類レベルでの分析を中心にすすめる。とりあげる業種としては繊維(20)、紙・パルプ(24)、化学(26)、金属製品(33)、機械(34)、電気機械器具(35)および輸送機械器具(36)の七業種である。これらはいずれも製造工業において主要な位置を占める業種と考えられるものであり、衣服や木材、家具、出版・印刷、皮革などのいわゆる典型的な軽工業と呼ばれる業種は考察の対象から外されている。また石油・石炭、鉄鋼などはもとより興味深い業種ではあるが、若干のデータ上の問題によって除外しなければならなかった。この業種を選択に関して要約的に言えることは、その選択がかなり恣意的であるということである。これは我々の分析の目的がすでに述べたように、十分なカヴ

ァレッジのもとに製造工業全体の技術進歩の分析を行うとか、異った技術相互間の直接比較検討を行うというところに在るのではなく、むしろ各産業において従業者規模や資本金規模の構造の関係において把握されるところに在ることに帰因しているにすぎない。しかしここには戦後の著しい経済発展の象徴とも言うべき化学産業や電気機械器具産業などが含まれている一方、他方には比較的停滞気味であった繊維産業や紙・パルプ産業も考察の対象とされており、我々の分析目的を念頭におけばとりあえず上述の七業種で十分であると考えられる。

なお中分類業種を分析の中心に据えることの意図はまず生産物および生産技術のアグリゲーション・レベルとして相対的な同質性および安定性の点で妥当性を有すること、ならびにその業種の規模構造や小分類水準との比較照応によって異った角度からの分析が可能になることに在る。言うまでもなく市場および技術の同質性の規定はそのアグリゲーション・レベルに決定的に依存しているため非常にむずかしい問題を含むものであるが、資本—労働比率や平均労働生産性、分配率などの概念との対応関係で把える場合には、中分類レベルでの分析が適切ではないかと考える。

次に観察期間であるが、これは昭和28年(1953年)から昭和40年(1965年)までの13年間にわたるものである。この期間は朝鮮戦争の特需によって我国の経済水準がほぼ戦前期の水準へ復興した頃から、OECDへの加盟によって国際経済社会の一員として新たなスタートをきる時点にわたり、その間にいわゆる神武景気や岩戸景気をはじめ、昭和33~4年のナベ底不況をも含むものである。またこの時期には外国技術の導入が著しく、やがて技術導入関連製品が総売上高の3割をはるかに越えるとともに、他方国産技術の開発も次第にすすみ外国技術との格差を急速に縮めた時期であったと言えよう。例えば比較的戦後の復興が早かった繊維産業では、工程の簡素化・連続化などがすすめられる一方、スピンドルの高速化など機械の自動化・高速化やラージ・パッケージ化が進行し、生産性の上昇とともに製品の高級化がはかられた。

また技術革新の代表とも言える化学産業では装置の大型化、工程の短縮化を筆頭に管理・運転のオートメーション化、原料の転換、新製品の開拓などドラスティックな変貌をとげ、価格の引き下げを行うとともに高い成長率を維持し続けたことにこの時期の技術進歩の典型を見いだせるといえよう。

2 資料

我々の分析資料は基本的に通産省の『工業統計表』に依拠する。従業者規模別による付加価値額および給与支払額、事業所数など、主要なデータは『工業統計表』の産業編に含まれており、昭和37年以後『工業統計表』の企業編が利用可能となるため併わせて使用するが、基本的な部分は産業編のデータによっている。この工業統計調査はいわゆる事業所ベースによる悉皆調査であるが、我々の分析目的には企業ベースよりも、むしろ生産技術により密接な関係をもつこの事業所ベースの方が好しいと考えられる。しかし投資などの意志決定や分配率の問題には若干の留保が必要であるかもしれない。また付加価値概念はネットに近いものであるが、昭和31年以前は償却額を含むグロスの概念であることや、昭和38年以降は最小の従業者規模に4人以下の事業所も含むなどいくつかデータ上の不連続性が存在するが、我々の分析にはほとんど影響をもたない。なお小分類および細分類のクラシフィケーションでも不統一な年度が存在するが、その点は総理府統計局の『産業分類』(昭和41年)に合わせて斉合的に再整理を行った。

次に中分類産業別デフレーターとしては、『長期経済統計の整備改善に関する研究』(Ⅱ. 経済企画庁経済研究所, 昭和43年)の昭和35年ベースの産出デフレーターである。また Solow Index を試算する際に利用される資本ストックのデータは、経済企画庁経済研究所による昭和35年価格表示の“粗資本ストックの推計”(いわゆる野田推計、『経済分析』No. 17)およびそれを延長したものである。最後に研究開発(R & D)活動に関する資料は、総理府の『科学技術研究調査報告』が拡充確立された昭和35年以降のものを採用したが、企業ベースのうえ規模分類基準が工業統計調査と異なることもあって、まだ十分にこの資料を生か

した分析にまで到っていない。

[Ⅱ] 資本蓄積と規模の変化

1 生産函数による分析結果の含意

さてそれでは分析に入ろう。まず我々は技術進歩を生産函数のシフトとして把える伝統的な分析の検討から始めたい。今生産が資本(K)と労働(L)の二種の生産要素によって行われ、技術水準は時間のみの函数($A(t)$)であると考えられる時、産出量は

$$Y(t) = A(t)F(K(t), L(t))$$

として表現され、さらにこの函数が一次同次であると仮定されるならば、

$$y(t) = A(t)f(k(t))$$

の形となる。但しここで y は平均労働生産性($\frac{Y}{L}$)、 k は資本—労働比率($\frac{K}{L}$)を示し、この生産函数は well-behaved で通常の新古典派的仮定を当然満たしているものと考えられている。この時もし市場が完全競争的ならば、限界生産力原理が妥当し、Solow Index は、時間に関する微分に対する比率をとって、

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{y}}{y} - \alpha \frac{\dot{k}}{k} \dots\dots\dots (1)$$

によって与えられる。ここで $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ であり、 α は資本の分配率($\frac{f'(k) \cdot k}{Y}$)である。

この Solow Index を用いて昭和28年から40年の13年間について各産業の技術進歩率(年平均)を

第1表 技術進歩率

	%	$\frac{\dot{A}}{A}$	$\frac{\dot{y}}{y}$	$\frac{\dot{k}}{k}$
織 維(20)		8.48	9.35	3.42
輸 送 機 器(36)		7.74	13.12	8.57
機 械 一 般(34)		5.39	9.07	6.14
金 属 製 品(33)		5.08	10.10	8.76
電 気 機 器(35)		2.98	8.92	9.04
化 学(26)		2.42	11.69	12.86
パルプ・紙(24)		1.65	6.60	7.56

計算したものが第1表に示されている。繊維が8.5%、輸送機器が7.7%と相当高い値であるのに対し、電気機器はわずか3%、化学にいたっては2.4%をみるにすぎない。比較的停滞気味であった繊維が最も高く、著しい発展をとげた化学や電気機

器がその半分にも満たないことは、常識的な観点に立つときわめて意外な結果であると言わざるを得ない。なおさらに付け加えるならば、Solow Index 算定の場合と全く同じ仮定のもとで生産函数を陽表的に CES 函数としてパラメタライズし、後述するような資本ストック・データなしの推計方法で技術進歩率を計算しても、例えば繊維は7%、化学は3%という具合に、多少その値は変わるが上述の相対的な関係はほぼ維持される²⁾。

それではこの予想外ともいえる観測結果について、我々はどのような解釈を与えたら良いのであろうか。まず第一に考えられることは、産出額として我々は付加価値額を採用したがそれに代えてもし生産性指数を用いるならば、相当程度異った結果が得られるのでないであろうかということである。確かに付加価値額に占める賃金支払額の比重は大きく、従って相対的に非熟練労働の多い繊維産業などでは賃金の上昇部分が大きく、いきおい付加価値生産性の成長率が高く算出されざるを得ない。しかし我々の生産函数は中間生産物を含まないものであるから、当然理論的な概念としても付加価値額が妥当性を有することに加えて、仮りに中間生産物を導入するとすれば、例えば合成繊維ならその原材料は化学産業のうちに含まれるため、産業のアグリゲーションを改めて異った角度から再整理しなければならないように、現在のこの分析とは全く異った分類にもとづくものにならざるを得ないであろう。従ってさしあたり我々は第一次的近似として、ここでは付加価値額を採用したいと考える。

第二に言及しなければならないのは、Solow Index を導出する際に用いた三つの仮定、すなわち生産函数の一次同次性、技術進歩の中立性および市場の完全競争性の現実性についてであろう。まず一次同次性であるが、各産業についてすべて一律にこの仮定を適用することはかなり強い仮定であるかもしれない。しかしこれまでの多くの分

析は産業を中分類レベルで把える時、生産函数はほぼ一次同次であると思倣してさしつかえないという結論をひき出していることを想起するならば、この仮定の影響がそれ程大きいものであるとは考えられないと言っても良いように思われる。また技術進歩の中立性についても、中立性という概念は生産要素の相対価格との関係において定義されているのであるから³⁾、この仮定に起因するバイアスも十分小さいと考えてさしつかえないと思われる。但し後述するように我々の分配率の安定性は、市場の競争性を考察する時、必ずしもこの中立性を保障するものではないことを付け加えておこう。また非中立的技術進歩や体化された技術進歩の計測には通常識別可能性の問題が伴うので⁴⁾、第一次的接近としてはやはり我々の仮定は十分正当化されると言えよう。

以上のことから考えると、上述の奇異な結果を生みだした原因はもっと単純なところに在ると思われる。すなわち第(1)式において、資本の分配率は各産業とも比較的安定しており⁵⁾、また相互にそれ程大きな格差は存在しないのに対し、資本—労働比率の成長率は産業によって著しく異なり、この水準が実は技術進歩率を決定的に支配していると予想されるが、そのことは第1図によって十分示唆されよう。すなわち技術進歩率と資本—労働比率の成長率との間には明確に負の相関関係が存在するのである。それ故に化学や電気機器などの急速に資本蓄積を実現した産業の技術進歩率は、上述のような計測方法を採用する限り極めて低い値しか産出されえないのである。従って我々は次にこ

3) しばしば単に資本—労働比率の上昇をもって、労働節約的技術進歩であると言われるが、この表現は必ずしも適切ではない。何故ならばその時の資本と労働のフロー価格比の変化との関係において論じなければ、この概念は意味をもたないためである。

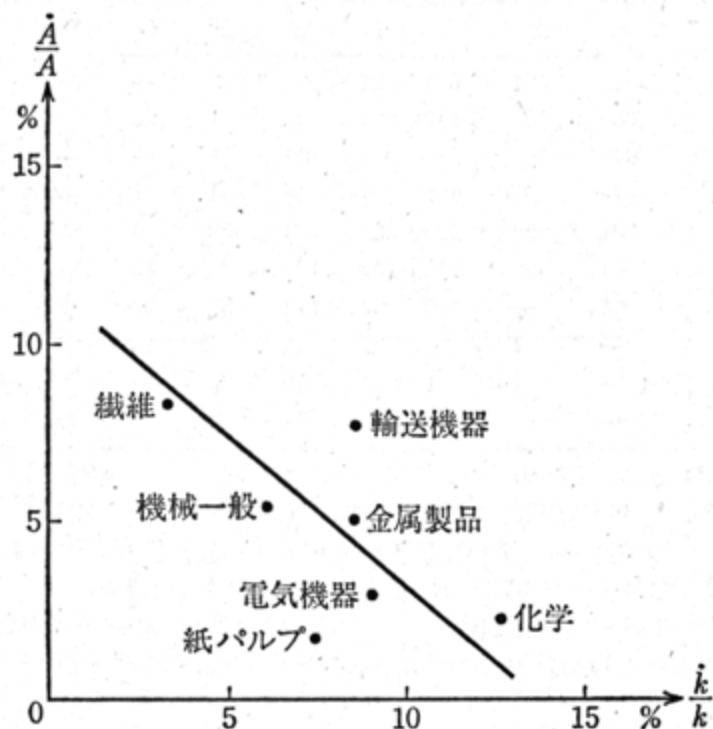
4) 前者の識別可能性については、代替弾力性との関係で生じ、後者のそれは指数函数において生ずる。例えば M. Nerlove; NBER, *Studies in Income and Wealth*, No. 31 や R. Hall; RES, Jan, 1968 などを参照のこと。

5) なお繊維をのぞく他産業の資本分配率は上昇トレンドを持つのに対し、繊維だけが下降トレンドであることが、この対比的結果を助長した一つの要因とも云える。

2) 繊維: $\log y = 0.037 - 0.005t + 1.07 \log w$, $R^{*2} = 0.87$, $\lambda = 0.071$

化学: $\log y = -0.45 - 0.006t + 1.18 \log w$, $R^{*2} = 0.68$, $\lambda = 0.033$

第1図 技術進歩率と資本—労働比率の変化率



うした計測方法そのものの妥当性を検討しなければならず、そのためにまず各産業において資本蓄積は如何にして実現されるのか、そしてまた分配率を競争的市場の十分な指標と考えるのか否かの吟味から始めなければならないと考える。

2 資本蓄積の実態的内容

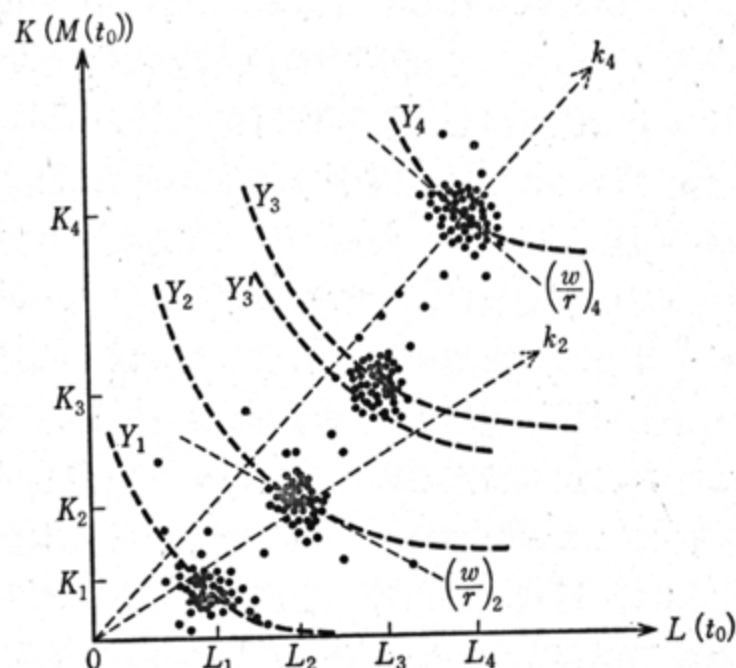
戦後化学や電気機械器具、輸送機械器具のみならず、ほとんどの産業において著しい資本蓄積が行われたことは周知の事実であるが、それに伴う産業構造の変化を解明するためにはその蓄積過程を生産主体(ここでは事業所と考える)およびその規模との関係において把えることが必要不可欠となる。そしてこの目的のために『工業統計表・企業編』は『工業統計表・産業編』の資料がもつ一面的な性格を補う有用な情報を提供してくれるのである。すなわち後者が従業者数による規模区分(10階級)であるのに対して、前者は資本金規模(9階級)による区分となっており、その規模毎に事業所数や企業数分布、有形固定資産額などのインフォメーションが利用可能となっている。

そこでまず第一に我々が確認したいことは、従業者規模と資本金規模の間の対応関係についてである。それは資本金規模にもとづいて分類されたデータの事業所数と従業者数から得られる、すなわち『企業編』の各資本金規模の従業者規模を計算し、『産業編』のそれと比較検討を行うことに

よってこのことが確認される。その場合の数値は厳密な意味では確率変数と見做すことが出来ないが、平行関係を把えるために仮りに確率変数に準ずるものとして、順位相関係数を計算すれば(但し階級数に一つのズレがあること、また一階級に二つ以上の値が集中する可能性に対して若干の補正を行う)、ほとんど1に近い値をうる。つまり一事業所の資本金規模が大きくなるに従い平均従業者数も増加し、その程度はほぼ『産業編』の従業者規模区分に合致するため、我々は資本金規模と従業者規模との間には労働の規模を媒介としておおよそ1対1の安定的な対応関係が存在すると結論づけられるのである。

さらにこれに加えて次のような興味深い、しかし十分予想しうるファインディングスが追加される。その一つは産業によって程度は異なるが、資本金額と資本ストックの間には比例的なあるいは強い正の相関関係が明確に認められることである。従って一産業内においては資本ストックは資本金額の函数であると考えてさしつかえなく、先の事実と併わせれば資本ストックと労働の規模区分の間に、平均的には安定的な対応関係が存在すると考えられることになる。二つには資本金規模毎に与えられている事業所当り資本ストック額を事業所当り従業者数で割ることによって資本—労働比率を計算すると、これは規模の単調増加函数にな

第2図 規模と生産係数



っていることが判明する。かくして以上の各産業に関するクロス・セクション・データの観測を整理するならば、典型的には第2図に示されているような事業所分布の構造になっていると考えられるのである。すなわち事業所レベルで見ると、一般に従業者規模が増大するとともに資本ストック規模も増し、また規模の大きな事業所ほどその資本一労働比率も平均的に高くなるのである。従って現実の事業所規模およびその生産技術係数は相当程度限定された範囲内にのみ分布していることが明らかになると同時に、この事実が以下の我々の分析を大きく方向づけることになるのである。

さて上述の観察はクロス・セクション・データに関するものであったが、では第二に時系列的な側面ではどのような性質が見出されるであろうか。まず従業者規模別に我々の観察期間13年間にわたって総従業者数と事業所総数推移のグラフを描くならば、この両者はきわめてパラレルに変化することが発見される。つまり13年間を通じて従業者規模区分内における一事業所当り平均従業者数は非常に安定した値をとるのである。また『企業編』には第2表(1)のような資本金規模と従業者規模の二つの次元に関する企業分布が与えられているが、各年のマトリックスは各規模のモードが比較的安定的であることを示している。しかし第2表(2)の例からも明らかなようにすべての従業者規模にわたって、資本金規模の漸次的増加が看取される一方、企業数の増加には各産業毎に特定のパターンが観測されるのである。なお繊維をはじめ全産業にわたって最小規模Iの増加が著しいが、これはすでに指摘したように調査のカヴァレッジが改定されたことに起因する部分が多く、必ずしも他の規模と比較可能であるとは言えないこと、この分布は企業数に関するものであって我々の分析ベースである事業所へ還元するならば、当然より大きな規模の事業所数増加のウェイトが増大することの二点に留意しなければならない。しかし基本的にはこの分布行列は従業者規模と資本金規模の間に、行列の対角線の近傍を中心として安定的な関係が存在することを示しており、先の観測事実とも考え併わせれば平均的には資本金規模は

第2表 (1) 規模別企業分布

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I	3 322	1 591	681	104	25	2	—	—	—
II	1 602	1 735	1 243	283	93	1	2	—	—
III	442	794	942	317	106	4	—	—	—
IV	249	507	922	468	256	11	1	—	—
V	61	222	529	531	499	33	9	—	—
VI	11	35	110	162	420	76	12	1	—
VII	1	—	10	31	112	57	20	1	—
VIII	—	1	4	7	61	66	44	1	—
IX	—	1	1	1	14	35	67	5	—
X	—	—	—	—	—	4	46	28	3

注 1) 繊維, 昭和40年

注 2) A(100万円未満), B(100~200万円), C(200~500万円), D(500~1000万円), E(1000~5000万円), F(5000万円~1億円), G(1~10億円), H(10~100億円), I(100億円以上)
I(1~9人), II(10~19人), III(20~29人), IV(30~49人) V(50~99人), VI(100~199人), VII(200~299人), VIII(300~499人), IX(500~999人), X(1000人以上)

第2表 (2) 規模別企業分布の変化

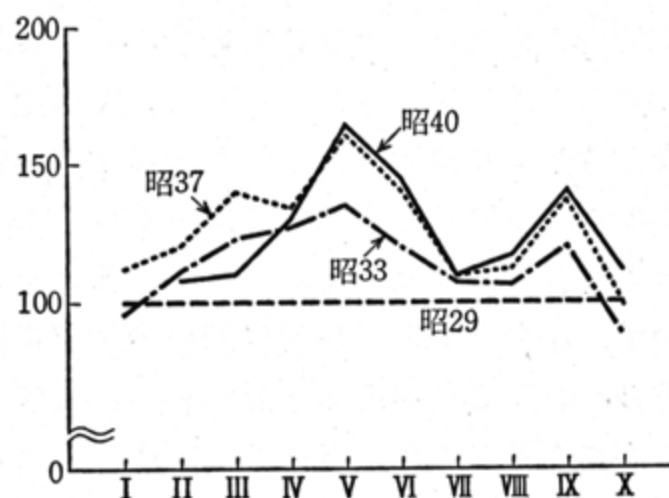
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I	1 103	889	508	110	24	39	0	—	—
II	-748	155	524	236	82	64	0	—	—
III	-410	-311	86	157	94	58	-1	—	—
IV	-157	-210	-32	142	186	31	-2	0	—
V	-54	-91	-151	59	335	47	9	—	—
VI	-4	-23	-48	-38	123	19	11	1	—
VII	-2	-4	-11	-23	5	11	-1	1	—
VIII	0	1	-5	-8	-15	25	23	-1	—
IX	—	1	1	-3	-9	8	0	7	—
X	—	1	—	—	-1	-1	1	1	4

注 1) 繊維, 昭和37, 38, 39, 40年の変化の合計

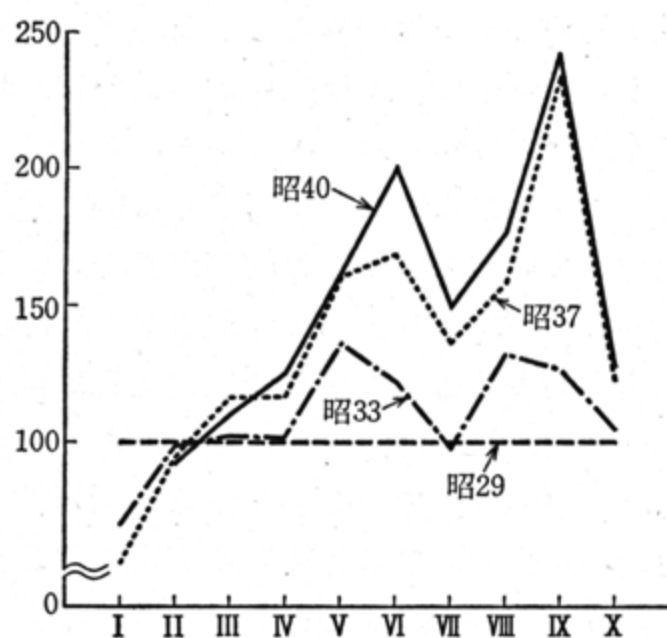
従業者規模の函数と考えられるため、以下の分析では昭和28年以来継続的に利用可能である従業者規模区分を中心に分析をすすめることとする。

さてこれまでの観察結果を資本蓄積の観点から整理するとそれは次のような二つの構成因に分解される。戦後多くの産業において著しい資本蓄積ならびに資本一労働比率の上昇が実現されたが、これは(1)その産業の各規模において従業者規模は変ることなく急速な資本形成がはかられ、その結果として資本一労働比率が増大した側面と、(2)労働および資本ストックの規模が大きく且つまた資本一労働比率も高い大規模企業(事業所)数の大幅な増加によって高い資本蓄積率と資本一労働比率の上昇を実現した側面に分けられるが、後者の果たした役割が決定的に重要であったことは改めて指摘するまでもないことである。但しこの第二の規模構造の変化は既存企業の大規模化と新企業の市場参入の両者を含むものである。

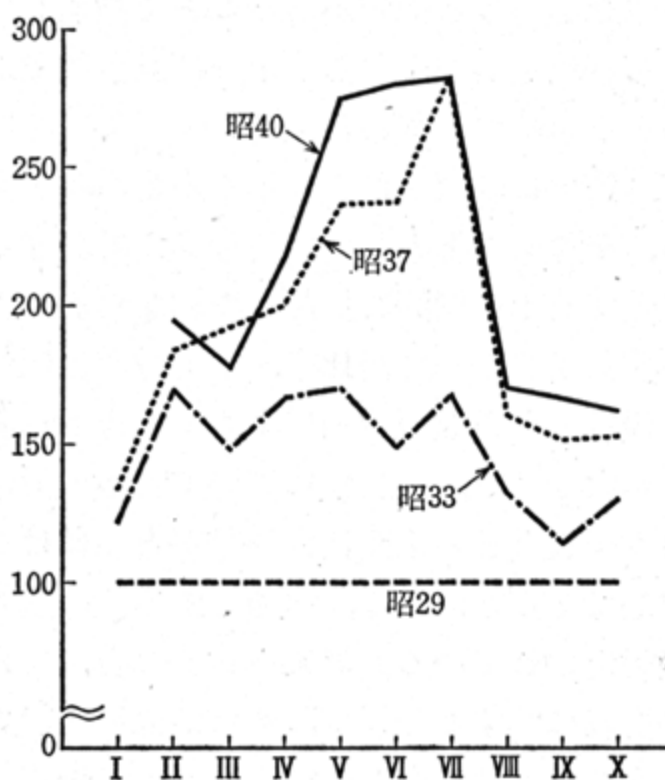
第3図 事業所数の推移
(1) 繊維



(2) 化学



(3) 紙・パルプ



注 1) 昭和40年の第I規模は資料の斉合性の観点から除外されている。

事業所数の変化は次の第III節の分析結果とも密接な関連をもつので、ここで簡単に各産業の変化パターンに言及しておこう。第3図は各規模について昭和29年の事業所数を100としてその後の変化を指数の形で表現したものである。比較年次は、朝鮮戦争による消費ブームの反動不況に陥った昭和29年、神武景気後の鍋底不況の昭和33年、また昭和37年、40年もともに引き締め期といずれも景気の後退期が選択されている。各産業に共通する特色としては、昭和33年の大不況においてもかなりの事業所数の増加があったこと、ならびに急激な事業所数増加は昭和37年頃ではほぼ一段落し、その後は各産業とも漸次的な増加を示していることが挙げられる。産業別の特徴としては、繊維では増加率が最も低く、且つまた中規模の増加が相対的に大きい、全規模にわたって比較的均一的な変化がみられるのに対し、化学においては事業所数増加の程度がはるかに大きいと同時に、大規模化が顕著に認められる。これと類似のパターンを持つ産業としては、その増加率は一層大きい、輸送機器が挙げられる。また紙・パルプは化学と同程度の増大をみたが、相対的に中小規模の増加が大きかったため、化学に比べ中分類全体としての資本—労働比率の増加率は小さかった。とりわけ急激な事業所数増大を経験した業種としては電気機器、金属、一般機械があり、このいずれの産業も資本係数が非常に低いという共通点を有することを指摘しておきたい。

3 分配率の意味するもの

急速な資本蓄積の実現は主に資本—労働比率の高い大型資本設備を擁する大規模事業所数の著しい増加によって達成された側面が強いことを我々はすでに指摘したが、Solow Indexによる計測結果の検討にあたっては、この資本蓄積の実現過程の解明とともに、他方市場が競争的であって各生産要素はその限界生産力に等しい報酬を受けるとする仮定が、少なくとも一次的近似として成立しているのかどうかを分配率の問題を通して論じておかなければならないであろう。

まず容易に確認されることは、各中分類産業全

体の分配率はかなり安定的であるということである。13年間を通して労働の分配率は、繊維産業においてのみ時間とともにゆるい上昇のトレンドを持つのに対し、他産業はゆるやかな下降ないしは水平の動きを示している。なかでも輸送機器および化学においてこの労働分配率低下の傾向があるが、一般機械、電気機器は昭和36年まで低下を続けそれ以後回復するというパターンに対し、紙・パルプおよび金属製品は循環的変動をのぞけば不変と考えられる。この分配率が総体的に安定的であるということに加え、不況期においては労働の分配率が上昇する特徴が明瞭に認められる。昭和33年の不況については言うまでもなく、昭和29年、37年、40年などにあってもやはり労働分配率がその前後に比べ高い値をとることが確認される。

ではこれらの事実は限界生産力原理との関係においてどのように解釈することが妥当であろうか。今利潤率を μ とする時、

$$\mu = \frac{Y - wL}{K} = \frac{Y}{K}(1 - \beta)$$

$$\text{から,} \quad \alpha = \mu \times \left(\frac{K}{Y} \right) \dots \dots \dots (2)$$

と表わされる。ここで不況期に α が下落することが観察されるわけだが、その時相対的に付加価値額は低下し資本係数が上昇するのであるから、当然それは利潤率の減少を意味する。すなわち付加価値額の変動方向と利潤率のそれとは同方向でなければならない。もしこの動きが資本—労働比率の上昇、従って平均労働生産性の上昇を伴って実現されるのであれば、凹な生産函数と斉合的である。しかし現実には労働の分配率が高くなる時には、平均労働生産性が下落していることが一般的に認められるのである。つまり一人当りの産出高が減少しても、それが必ずしも賃金率の低下へつながらないため結果的に分配率が上昇すると考えることはきわめて妥当である。従ってその時に付加価値額と利潤率の変動方向が同方向であっても、それはこの動きと斉合的である。しかしながら以上のことは資本と労働に対する分配はその限界生産力に必ずしも基づくものでないことを意味しているのである。端的に言えば、現実の市場に

おいては分配率は必ずしも限界生産力原理のよき指標でもなければ、またその原理自身も十分に現実性を持つとは考えられないということに要約されるのである。

今少し分配率について論じよう。分配率にはその産業の技術的特色と市場条件、さらに企業の意志決定方式などが同時に反映されていると考えられるので、小分類別および規模別の分配率に関しても言及される必要があると思われる。まず第一に明らかになることは、各産業とも小分類別ならびに規模別分配率の変動域は中分類のそれに比べ大きいこと、また小分類別よりも規模別分配率、殊にウェイトの大きい大規模のその動きの方が、中分類全体のそれに近いことである。当然小分類の方がその技術条件および生産物市場の特殊性をより強く反映させられると思われるので、これは容易に予想される結果である。第二に一般的には事業所規模が小さい程、労働の分配率が高くなることが観察されるが、これも限界原理を離れて、資本—労働比率および労働の付加価値生産性が低くなることを思い起こせば、十分に納得的である。しかし以上の事実は、中分類産業全体が同質的な単一の生産物市場および各生産要素市場に直面しているという仮定に疑問を投げかけるものである。最後に第三点として、ウェイトの大きい事業所数の増加の著しかった規模においてより大きな分配率の変動を認めうる徴候があることを指摘しておくが、これは市場が必ずしも十分に競争的でなかったことを示唆するであろう。

さて本節では各産業に各々単一の生産函数をあてはめ、そのシフトとして技術進歩を計測する方法に対して若干の疑問を提起した。すなわち現実の資本蓄積は資本—労働比率、平均労働生産性の高い大規模事業所数の増加によって実現されるウェイトが大きい、各規模について資本—労働比率や資本係数などの生産技術係数がとる値はかなり安定的であると同時に、そのとりうる範囲も相当程度限定されていると考えられること、また分配率の変動に関する分析は、それが限界生産力原理のよき指標とはみなし難いと思われる一方、市場自身も十分に同質的且つ競争的であるとは考え

にくいことを示唆している。このような観察は我々に各中分類産業全体にわたって同質的な単一の生産物市場、各生産要素市場が存在し、一本の生産函数によってそれらの市場と技術の間の関係が把握されると考えることの適切性に疑問をいだかせた。そこで第Ⅲ節では、我々の疑問に答えるためその同一性に関するテストを実施するであろう。

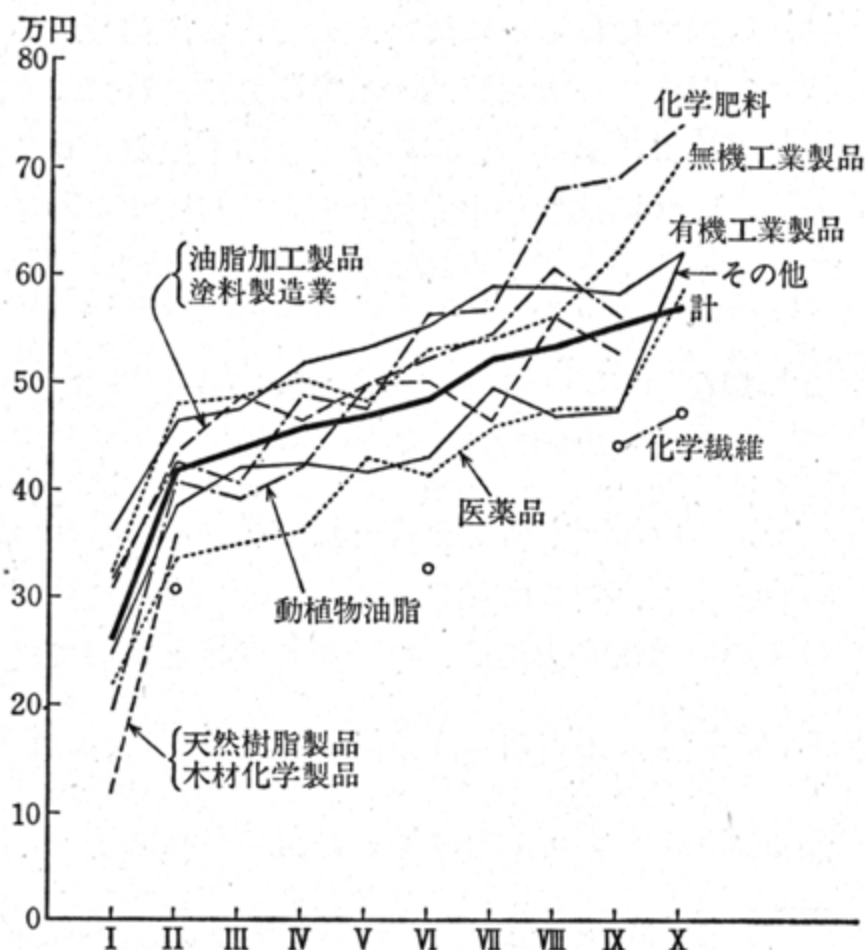
Ⅲ 生産函数の連続性テスト

1 同質的な市場の構成

一産業に一本の生産函数をあてはめることの妥当性に関する検定を行うためには、まず産業全体を何らかの適切な基準によってより細かい単位へ分割を行うことが必要となる。言うまでもなくその基準に従って分割された新しい単位のベースには同質的な市場が存在しなければならない。何故ならば前節で提起された疑問の一つは果して産業全体が直面している市場が同質的なものと見做するか否かという点に在ったからである。

中分類の分配率は十分安定的であるにも拘らず、一度小分類別あるいは規模別の分配率を検討するならば、それらが独自の市場条件および技術条件に支配されて変動していると考えられることはす

第4図 賃金格差



注 1) 化学産業、昭和40年

で指摘したとおりである。同様のことは賃金率についても妥当すると考えられるのである。第4図には規模別および小分類業種別の平均賃金率を与えられているが、この最小規模と最大規模の間には通常2倍以上の格差が存在するとともに、小分類業種の間にも明らかに明確な格差が認められる。このことは無論昭和40年のみならず各年度について認められ、且つまた化学のみならず他産業についても同様に妥当することは改めて論ずるまでもないことである。しかしこの格差は年々変化することならびに産業間にも相当大きな格差が存在することを付け加えておこう。

それではこの大きな賃金格差の存在の含意を我々はどのように受けとめるべきなのであろうか。まず第一の見解は労働市場は同質的かつ競争的であり、この格差は労働の質の差を反映するものであると解釈する立場である。一般に大規模企業では複雑な大型機器を擁し、従って雇用される労働の方にも高度な科学知識や専門的な熟練労働が要求される結果、小規模企業に比べ平均的に質の高い労働力を雇用する。それ故この質的相違を反映して平均賃金率が高くなり、これは大企業において中卒および高卒労働力の比重が低いことによって例証されていると考えるものである。これに対し第二の立場は、労働市場は不完全競争的であり少くともいくつかのサブ・マーケットに分割されていると考えるものである。現実の労働移動にはある特定のパターンがあり、たとえ同質の労働であっても大企業と中小企業のその間には十分広い相互移動の可能性は開かれていないことや、また最近の賃金格差縮小の動きは労働の質的变化を必ずしも伴うものでないことの実事によって証左されるとする見解である。ここで我々は労働の質に十分有意な差が存在することを認めるが、しかしその質的相違によってすべてが説明し尽されない以上、基本的には等二の立場である、労働市場は単一の同質的な競争市場ではないという見解をとりたい。また投資資金や営業資金の利用可能性などを考慮する時、資本市場についてもほぼ同様の見解が妥当するものと我々は考える。

さて以上の準備的考察のもとで、中分類産業を

より同質的な市場によって構成される単位への分割を行いたい。その際当然念頭に浮ぶ基準としては、小分類業種と従業者規模の二つであるが、このいずれがより適切であるかの判断を下すにあたって、我々の最終的な分析対象は中分類レベルにあることを想起しなければならない。まず技術のアグリゲーションとしては、小分類業種別と従業者規模のいずれが同質的な市場を構成しうるかという問題に関して言えば、産出物の代替性・同質性の観点からは小分類の方がはるかにすぐれているが、実際の技術としては、例えば伝統的な京都の友禅染と最新式大型機械による連続染色が必ずしも連続的な技術として相互可換なものと思ふことは困難である。むしろ逆に大企業はたとえ独立した事業部としてではあれ、紡織部門と染色部門を持ちそのインフォメーションは相互に利用可能である場合が多く、従って技術の視点からは両基準の優劣に関する判定はくだし難く思われる。

次に分配率の変動であるが、これはすでに指摘したように中分類産業の分配率の動きに対してより高い斉合性を持つという視点に立てば、従業者規模別のそれの方が優れていると考えられる。さらに労働市場についてみれば、第4図で示されたように小分類業種内にはまだ大きな賃金格差が存在するのに対し、規模別区分内でははるかに格差は小さく、技術的要因による労働の質の相違を考慮すれば、後者による市場の方が同質的で競争的であると思われる。ここでは陽表的な分析を行わなかったが、ほぼ同様のことが資本市場についても妥当すると考えられるのである。かくして総合的に判断すれば、小分類業種よりも従業者規模による区分の方が、その区分によって生成される市場はより同質的であると考えられ、以下この基準に従って中分類産業を分割し、規模毎に生産函数を推計しその相互間の同一性を検討する。

まずこの規模別生産函数を考えることの意味を、第II節第2図との関係で確認しておこう。規模毎に安定的な資本—労働比率や資本係数は、現実の技術選択の可能性がその規模内できわめて限定されることを意味しており、規模の選択をのぞけば自由に生産技術係数を選択しうる範囲がほとんど

存在しないという意味において、生産函数は固定係数に近いと解釈することが出来る。しかしその場合でも Houthakker や Levhari⁶⁾ によって示された如く、利潤率に関して事業所数がパレート分布をしているならば、その規模内の固定的技術係数をもつ事業所をアグリゲートして CES 生産函数を導出することが可能である。しかし他方これら事後的に実現されている生産点は、利潤極大行動と斉合的な選択であるから、上述のような観測結果をうるのは、規模毎に資本市場や労働市場が異なることに起因するのであって、スムーズな生産函数上の最適点がそれぞれの市場条件と技術条件のもとで選択されているとも解釈しうるのである。ここでは一応後者と考え、各規模に CES 函数をあてはめる。この CES 函数は規模の相違が代替の弾力性の相違としても把握される可能性を持ち、さらにもう一つの利点として、競争的市場を仮定する時に資本ストックのデータなしで推計可能となることが挙げられる。従って我々は資本のフロー価格に伴う資料上の困難な問題を回避することが出来るのである。Solow Index の場合と同様に、以下市場の競争性、技術進歩の中立性および生産函数の一次同次性を仮定するが、これらの仮定の制約は、中分類産業全体に対するものに比べ、ここでははるかに弱いものである。何故ならばより限定された同質的な市場に分割されており、従って推計における標本の分布範囲も限定されるため、一次同次性や中立性の仮定に起因するバイアスも小さいと考えられるからである。

2 規模別 CES 生産函数の推計と連続性テスト

かくして生産函数は

$$Y = Ae^{\lambda t} [\delta K^{-\rho} + (1-\delta)L^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}}$$

の形をとり、ここで競争的市場においては、労働はその限界生産力に等しい報酬を受けとるので、

$$w = \frac{\partial Y}{\partial L} = Ae^{\lambda t} \left[\delta \left(\frac{K}{L} \right)^{-\rho} + (1-\delta) \right]^{-\frac{1}{\rho}-1} \cdot (1-\delta)$$

なる関係を用いて整理をすれば、

6) H. Houthakker; *RES*, vol. 23 No.1, 1955-56
および D. Levhari; *Econometrica*, Jan. 1968.

$$y^{1+\rho} = (Ae^{\lambda t})^{\rho} (1-\delta)^{-1} \cdot w \dots \dots \dots (3)$$

を得る。但しここで w は一人当り賃金率, λ は技術進歩率を表わし, 代替弾力性は $\sigma = \frac{1}{1+\rho}$ である。従って我々の推計式としては,

$$\log y = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 \log w + u \dots \dots \dots (4)$$

の形となって, 代替の弾力性 ($\sigma = \hat{\alpha}_2$) および技術進歩率 ($\lambda = \frac{\hat{\alpha}_1}{1-\hat{\alpha}_2}$) は識別可能であるのに対し, 技術水準 (A) や分配パラメーター (δ) は定数項

($\hat{\alpha}_0 = \frac{\rho}{1+\rho} \log A + \frac{1}{1+\rho} \log (1-\delta)^{-1}$) としてのみ観測され, 正規化をしない限り一般にこの推計方法では識別不能である。しかし当面我々の主要関心事である技術に関するインフォメーションとして技術進歩率ならびに代替弾力性の推計値が得られること, また資本ストックのデータを使用しないで済むという利点のため, 我々は第(4)式による推計方式を採用する。

この推計結果は附表に示されているが, ほぼ満足すべき結果と云えよう。十分な標本数をうるため標本として時系列データとクロス・セクション・データをプールして使用しているが, 単一の切片によって推計しているため回帰係数は BLUE の性質を持たない。しかし各推計式とも若干の例外をのぞいて, 標本数は 80 から 100 前後であり, これは十分信頼するに足る計測結果を与える標本数と考えられる。なお紙幅の制約によってダービン・ワトソン値は省略されているが, ほとんどすべての式についてその値は 2.0 の近傍にある。加えて我々の標本数は十分大きいので, ダービン・ワトソン検定の検出力も高く, しばしば時系列データによる推計結果にみられる決定係数 (R^{*2}) の過大評価は存在しないと結論づけられるので, この程度の説明力で十分と考える。ただ概して大規模についての説明力が落ちるのは, やはり事業所数の急増だけでなく, 異った業種間の技術の異質性に拠るところも大きいと考えるべきかもしれない。また若干の技術進歩率は異常値をとるが, これは代替弾力性の値が非常に 1 に近いことから生ずる不安定性に起因するものと考えられる。しかし大部分は妥当な値であると言えよう。

代替の弾力性および技術進歩率とも各産業にお

いてかなり安定した値をとることが見いだされるが, 繊維と紙・パルプがやや高い 1 前後の代替弾力性を持つのに対して, 化学や輸送機器のそれは相当低い値をとる。また規模と代替弾力性の間には特に明瞭な関係は存在しないが, わずかながら規模が小さくなるに従って代替弾力性の値が増大する傾向があると言えよう。技術進歩率にも顕著な性格は見いだせないが, むしろその値が各産業に応じて, それぞれ安定的であることこそ特筆されるべきであるかもしれない。

さて次にこれら規模別生産函数が相互に同一なものに見做しうるか否かのテストを行わなければならない。もし全規模を通して同一の生産函数と考えられるならば, 第 II 節で論じたような計測方法によって中分類産業の技術進歩を測定するための必要条件が与えられることになる。しかし逆に中分類産業が規模別に異った複数の生産函数の合成として把握されるならば, その場合には我々は技術進歩を把える別の視点を築かねばならないであろう。

このテストは第(4)式の形で表わされる二本の線型回帰方程式の回帰係数間の同値性を, F 検定によって確認することで与えられる⁷⁾。すなわち

$$F = \frac{(\mathbf{a}_i - \mathbf{a}_j)' [(\mathbf{X}_i' \mathbf{X}_i)^{-1} + (\mathbf{X}_j' \mathbf{X}_j)^{-1}]^{-1} (\mathbf{a}_i - \mathbf{a}_j)}{3\hat{\sigma}^2} \geq F_{0.95}(3, n_i + n_j - 6) \dots \dots \dots (5)$$

ならば両規模の生産函数は同一であるという帰無仮説を棄却しなければならない。但しここで

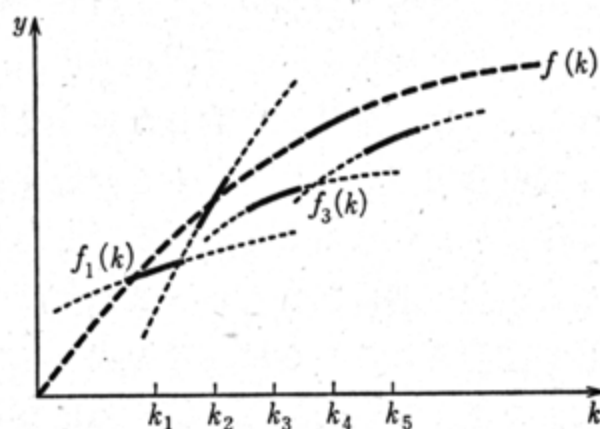
$\mathbf{a}_i' = (\alpha_{0i}, \alpha_{1i}, \alpha_{2i})$ は第 i 規模 ($i = \text{I}, \text{II}, \dots, \text{X}$) の推計式の回帰係数ベクトルである。 $\mathbf{X}_i$ は第 i 規模に関する観察行列, n_i はその標本数を示す。ここで我々は隣接する規模についてのみ (従って $j = i + 1$), その連続性テストを行うが, それはこのテストは本質的に同値関係の検証であること, またかけ離れた規模間の生産函数がたとえ同一であるに見做されても, 実質的にあまり経済的意味を持たないことから隣接規模に関するテストだけで十分であると考えためである。

その結果は附表の F 値として与えられているが,

7) 例えば G. Chow; *Econometrica*, July 1960, F. Fisher; *Econometrica* Mar. 1970 などを参照のこと。

このことの意味は第5図に示されている。つまり我々はある特定の規模に属する標本、従ってその資本—労働比率や労働生産性はある安定した値の近傍にある、を用いて生産函数を推計し、その形状が隣接する規模のそれと同一あるいは連続であるという仮説の棄却可能性を調べることである。例えば繊維産業では最小規模のみ異った生産函数と考えられるが、他の規模については同一の函数と考えられ、この産業全体を一本の生産函数によって近似的に把えることは正当化されるであろう。

第5図 連続性テスト



しかし他の産業にこのことは妥当しない。電気機器や一般機械では七つの異った函数の合成と考えられるし、金属や化学、輸送機器においてもこの技術的ギャップないし技術的相違は顕著に認められるのである。各産業内におけるこの技術的異質性、今我々はそれが純技術的要因にもとづくものであるのか、あるいは市場の異質性に起因するものであるかは問わないが、ともかく存在する異質性によって、繊維をのぞく他産業では単一の生産函数を仮定しそのシフトとして技術進歩を計測することは適当でないと結論づけられよう。

この技術的異質性の程度に関してもう少し詳細に検討すれば、次のような事実が指摘される。繊維においてこの技術的ギャップが最も少く、電気機器ならびに一般機械において最も著しいという観察結果は、我々にすぐ第II節で言及した事業所数の変化を想起させる。すなわちその増加率は電気機器、一般機械で最も顕著なのに対し、繊維のそれは非常に低いこと、さらに金属についても高い値を示したが、やはりそれに対応して技術的ギャップも多く存在するのである。事業所数の急増

が市場構造の変質ないしは技術的異質性の拡大をもたらすであろうことは十分に予想されることであるとともに、それを通じて規模構造が変化し資本蓄積が進行したわけであるから、間接的にはこの技術的ギャップと資本蓄積率の間にもゆるい関係が存在すると考えられ、また現に存在すると言えよう。しかしそれではこうした単なる対応関係を越えて、この技術変化をもたらした資本蓄積や事業所数の増大が、何に起因するのかという観点から改めて把握することが要求され、それが我々の次の課題となるのである。

IV 技術変化の内生的把握

前節で、中分類産業はもはや単一の生産函数によって把えることが不適切であることを指摘した。しかしそれではこのレベルにおける技術進歩を如何に理解すべきかという問題に、我々はつきあたるのである。まず念頭に浮かぶのは規模別技術進歩率を、付加価値ウェイトを用いて加重平均することによって、中分類技術進歩率を計算することである。だがそもそも異った生産函数の技術進歩率を集計したところで、その経済的意味はどれ程あろうか、むしろ中分類レベルで把えることを放棄することの方が積極的意義が与えられるであろう。しかし我々は第I節で指摘したように、たとえ若干の技術的および市場的異質性を含むものであっても、中分類が一つのアグリゲーション・レベルとしてその有効性を持ちうる限り、何らかの代替的方法を見い出さなければならないのである。

そしてこの点で第2図はきわめて暗示的である。つまり規模が与えられると、現実採用可能な技術係数はきわめて限られた範囲内に存在する固定係数的ビヘイビアを示すので、逆に資本蓄積が行われれば、そのこと自体が異った技術の採用と考えて良いことを示唆し、その技術変化は資本—労働比率の上昇として把えられるであろう。他方これに伴って一定の平均労働生産性の上昇がみられることになるが、その平行関係を越えてもし労働生産性が増加するならば、それもまた技術進歩と考えてしかるべきであろう。例えば生産工程の一部改善による生産性の上昇や学習効果(Learning

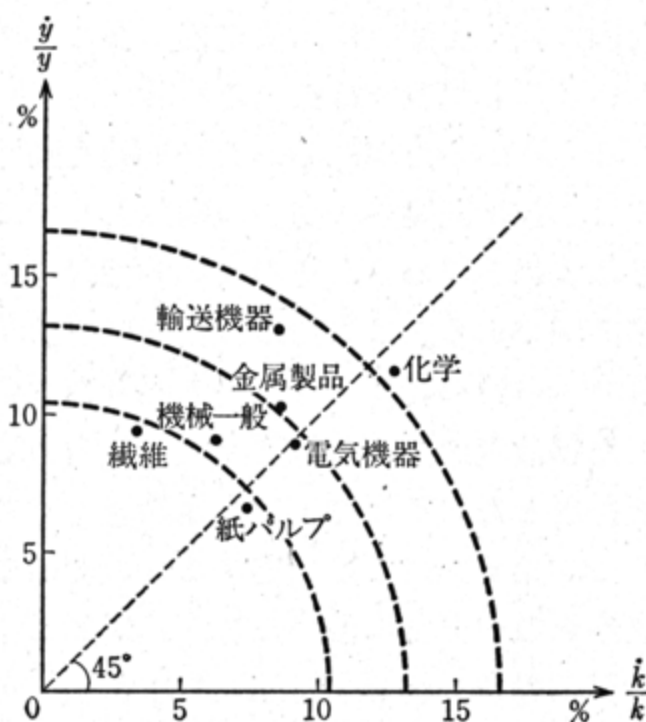
by Doing), 外部経済効果, 新製品の開発, 品質向上 (Quality Change) などはこの後者の概念による技術進歩に含まれるであろう。繊維産業のように設備制限を行った産業でも, 資本—労働比率の上昇によらないこの種の技術革新は存在したと考えられるべきである。かくして我々は中分類産業の技術変化, 今伝統的な技術進歩の概念と区別する意味でこの用語の方が適切であろう, を把えるにあたり, 資本—労働比率の変化と労働の平均生産性の変化という単純な概念へ再び回帰することになる。ここで前者が資本の深化 (Capital-deepening) に伴う生産性の上昇を示すのに対し, 後者は資本拡大 (Capital-widening) の場合であっても生ずる生産性の上昇をはじめ, Product Innovation を含む広い技術変化の指標と考えることが出来るよう。

さてこのような視点から資本—労働比率と平均労働生産性の変化率を把え直したのが第6図である。この図は第1図のように異った生産函数を背後にもつ技術間の比較ではなく, 同一の現象を招来する要因指標間の比較という意味において, より積極的比較可能性を有するものと考えられる。ここでは便宜的に同心円によって二つの構成要因を等評価したが, その点に関するアプリオリな根拠は何ら存在しない。この両者の関係について詳細な研究が進展するに伴って, より現実的な両者の評価函数が与えられるようになるであろう。第6図は化学と輸送機器で大きな技術変化があったこと, 繊維および紙・パルプにおいて相対的に小さかったことを示している。しかし他方これらの技術変化は, それを生みだした要因との関係で理解しなければならないと同時に, その産業の技術知識の停滞や新製品開発の枯渇などが生ずれば, 仮りに資本蓄積によって生産を拡大しても, 同心円上を南東の方向へ移動するであろう。

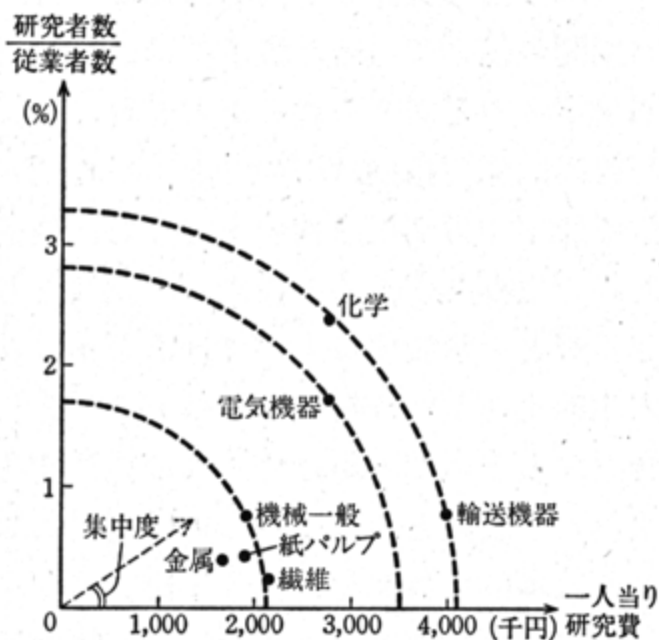
では次のステップとして, 資本蓄積による新技術の採用にせよ, あるいは品質向上や新製品開発, 学習効果などによる直接の労働生産性上昇のいずれにせよ, このような変化は技術変化という産出物であるから, 当然それを生みだした投入面を我々は考察しなければならないことになる。この目

的に対し, さしあたり我々は研究開発 (R & D) 支出および技術導入件数によって⁸⁾, 第6図の結果を回帰方程式によって推定しようと試みた⁹⁾。もとよりこの他にも色々な関連支出が考えられるが, 一次的近似としてはこの二つによって, その産業の技術開発に対する姿勢をとらえることが出来るよう。しかしその結果は全く不満足なもので, 説明力はきわめて低かった。この原因として考えられるまず第一の要因はデータに関するものである。科学技術研究調査は企業ベースであり, その分類

第6図 技術変化



第7図 研究開発活動



8) 資料は『科学技術研究調査報告』昭和35年～40年および『外国技術導入要覧』昭和43年版による。

9) 厳密には結合生産物と考え, Canonical Correlation Coefficient Method によって処理されるべきかもしれない。H. Vinod; *Econometrica*, Apr. 1968 を参照のこと。

は工業統計調査のそれと必ずしも斉合的ではないことをはじめ、技術導入件数だけでは、技術の性格に強く左右され、導入技術の重要性に対して適切なウェイトづけを行うことが出来ないなど、この分野特有の資料的制約が大きいことである。しかし第二のもっと本質的に重要な問題は、経済的な側面に関するものと思われる。すなわち技術開発のような領域にあっては、不確実性が大きく、短期的には大きな投入量が必ずしも大きな産出量へ結びつかないことである。またその投入が産出として現われるまでに要する時間的ズレが、純技術的な要因に強く支配され、決定困難なことが挙げられる。こうして我々は厳密な推計はあきらめなければならなかったが、しかし平均的な動きとしてはやはり技術開発への努力の函数として理解することは妥当と思われ、その大局的把握を試みたのが第7図である。ここでは技術開発努力への集約度(Intensity)の指標として一人当り研究費の額を、また拡散度の指標に総従業者数に占める研究者数を採用した。その結果は金属産業を唯一の例外として、第6図によく対応するものである。金属は資本係数が非常に低いため、相対的に小さな研究開発活動にも拘らず急速な資本蓄積が可能であったとも考えられ、また電気機器や一般機械において外国技術導入件数が高かったことは、我々の観察期間の後半に顕著な資本蓄積を行ったことを説明するものと考えられるかもしれない。

この対応関係の指摘は、少なくとも平均的には資本一労働比率や労働生産性の上昇などの技術変化は、それを生みだすための投入量の函数として理解できることを示唆するものではあるが、技術変化の内生的把握という視点からは、その分析の端緒を含意するものでしかない。この技術変化をそれを生みだす要因との関係において把握することの困難は、基本的には開発に伴う不確実性や、その不確実性に起因するタイム・ラグ、産出物測定の困難性など多くのものが存在するが、長期的にはそれら内生的要因によって理解されると考えられるのである。今後そのための分析が急速に展開されることが強く望まれるが、この点で本稿はまだ方向性を探る段階にしかすぎないと言えよう。

結論と残されている問題

さて若干の結論とファクト・ファインディングスを確認するとともに、論証の不十分な点や看過された問題などを最後に指摘して本稿を終えよう。まず我々は生産函数のシフトとして技術進歩を計測する伝統的な方法の吟味から出発した。その一例である Solow Index による計測では、産業間の分配率のひらきは小さくまた安定的であるため、技術進歩率の大小は資本一労働比率の上昇率に大きく支配される。それ故に顕著な発達を示した産業の技術進歩率は過少に計測される傾向が認められた。ともかくこうした計測方法が妥当性を持つためには、少なくとも中分類産業としてその産出物および雇用される生産要素の市場は、共通の同質的な競争市場であり、また単一の生産函数が存在しなければならないのであって、伝統的方法に対する検討はとりもなおさずこれら暗黙の仮定の吟味から始めなければならないことを意味するのである。

そこで資本蓄積および分配率の実際のビヘイビアを把えるため、規模別・業種別にディスアグリゲートして、その内容を検討した。その結果規模が与えられた時、技術係数が現実分布する範囲はきわめて限定されており、資本蓄積による規模の拡大は、同時に安定的な資本一労働比率の上昇および労働生産性の上昇を意味するのである。従って中分類産業全体としての資本蓄積は、漸次的な各規模相互に共通する資本深化による側面よりも、むしろ資本集約度の高い大規模な事業所の急激なる増加によって実現される側面の方が大きく且つまた重要であった。すなわちこの意味において、資本蓄積の進行とは、規模構造の変化なのである。同様に安定的な分配率もディスアグリゲートすることによって、技術的市場的要因の影響を強く受けるようになり、その変化のビヘイビアも競争的市場における限界生産力原理のよき指標であると必ずしも考えられないばかりでなく、さらに資本蓄積実現の形態とも併わせて、同質的な市場という仮定そのものに対してまで疑問を提起するのである。

かくして次に我々は、生産要素市場および生産物市場にわたって同質的な市場を構成する単位の検討にすすむことになる。その結果小分類業種よりも従業者規模による市場区分の方が適切であるという結論のもとに、規模別の生産函数の推計を行った。すなわち規模内の市場は同質的且つ競争的とみなされるのに対し、規模相互間では産出物価格および生産要素価格は必ずしも同一である必要はなく、それぞれの規模の市場条件ならびに技術条件に応じて最適化行動がとられ、生産函数が選択されているとそこでは考えられているのである。従って規模別生産函数の推計結果の検討とともに、当然次にそれらが相互に同一の生産函数と見做しうるか否かがテストされなければならないことになる。そしてこのテストによって、我々は繊維産業をのぞく他産業の技術は複数個の生産函数の合成であると考えられ、少なくとも単一の生産函数によってその技術関係を把握することは不適切であるという結論を得た。なお一般的にこの技術的異質性は事業所数の増加率と強い相関関係を持つものであることが指摘された。

さてこのようにして伝統的な技術進歩の計測方法が不適切なものとなった今、改めて技術進歩の内容を把握直さなければならない。そして我々は資本—労働比率と労働生産性という単純な概念に今一度帰ることによって、品質向上や新製品の開発、学習効果などをも含むより広い概念として技術進歩を理解する観点を採用した。この視点のもとで技術変化を、それを生みだした要因である研究開発活動や外国技術の導入などの説明変数の明確な函数関係として把握することを試みたが、不確実性やタイム・ラグなどの諸要因によって十分満足しうる結果が得られず、今後の課題として残さなければならなかった。しかし少なくとも長期的な研究開発努力の水準との間には、明瞭な相関関係が存在することを我々は確認することが出来た。だがこの技術変化の内生的把握という方向は今後の展開にまつところが多く、我々はまだその端緒についたにすぎないと言えよう。

以上のような分析の論理と帰結であったが、そこにはまだ数多くの問題を残していると思われる。まず第一に、技術変化を把握するにあたり中分類という既存のアグリゲーション・レベルを前提にしたが、この概念自身が生産函数の概念とともにもっと検討されるべきであろうし、場合によっては投入—産出表などのインフォメーションを利用して、より技術体系に即した根本的な産業の再構成によって技術変化を理解することが必要となろう。このことはとりも直さず、我々が寄りかかってきた既存のあいまいな生産函数という概念を、明確な経済的概念として規定し直す問題をも含めて、経済行動と技術という根源的な問題からの再検討を我々にせまるであろう。なおアグリゲーションに関する問題は、仮りに中分類という概念が積極的意味を持ちえた場合においても、計測におけるバイアスや経済主体の行動と期待の斉合性の問題、市場相互間の関係と代替性の問題など種々の困難が、まだまだ背後に隠されていることに対して我々の注意を喚起するのである。第二に、我々は単純な概念に還元することによって、技術変化の内容を拡大した。しかしこれはある意味では一歩後退であり、Product Innovationや品質向上などをそれぞれ厳密な形で把握したうえで、アグリゲートする方向へ発展させなければならないことは、今後是非とも必要なことと思われる。第三に、技術変化の内生的把握には不確実性をはじめとする大きな壁が立ちそびえているが、これを克服する第一歩としても、その投入構造の経済主体に密着した理解と同時に、産業組織論的な分析の積み重ねが必要とされるであろう。最後に、我々は部分的に『工業統計表・企業編』のインフォメーションを利用したり、中間生産物の問題を完全に捨象して、付加価値概念を採用したり、その他多くのデータ処理上の難点がまだ残されていると思われる。しかしこれら四点はいずれも根本的な問題であり、今後機会を改めて序々に改善検討を加えていきたいと考えるものである。

(一橋大学経済研究所)

附表：規模別 CES 生産函数の推計とその連続性テスト
 繊維(20) 化学(26)

	α_0	α_1	$\alpha_2=\sigma$	λ	R^{*2}	F		α_0	α_1	$\alpha_2=\sigma$	λ	R^{*2}	F
I	1.4541 (0.3405)	0.0238 (0.0041)	0.7461 (0.0748)	0.0937	0.8646	*30.0947		-0.6851 (0.2797)	-0.0004 (0.0030)	1.2160 (0.0565)	0.0019	0.8950	2.3109
II	-0.3218 (0.2138)	-0.0052 (0.0032)	1.1355 (0.0466)	0.0384	0.9616			-0.5131 (0.7099)	-0.0130 (0.0076)	1.1986 (0.1425)	0.0655	0.6762	
III	-0.7670 (0.2574)	-0.0124 (0.0036)	1.2338 (0.0554)	0.0530	0.9484		0.6840	0.5951 (0.5409)	-0.0021 (0.0053)	0.9796 (0.1071)	-0.1029	0.7745	
IV	-1.1344 (0.3073)	-0.0196 (0.0043)	1.3171 (0.0657)	0.0618	0.9372		0.6477	2.5036 (0.5940)	0.0102 (0.0056)	0.6174 (0.1166)	0.0267	0.7045	
V	-0.9020 (0.4804)	-0.0195 (0.0062)	1.2736 (0.1018)	0.0713	0.8872		0.4796	3.9177 (0.8044)	0.0197 (0.0069)	0.3501 (0.1565)	0.0303	0.6722	
VI	-1.3065 (0.5952)	-0.0225 (0.0073)	1.3606 (0.1252)	0.0624	0.8635		1.1818	4.4787 (1.4099)	0.0216 (0.0109)	0.2525 (0.2705)	0.0289	0.3037	
VII	-0.2382 (0.4961)	-0.0114 (0.0059)	1.1384 (0.1034)	0.0824	0.8412		0.6423	5.3372 (1.6961)	0.0399 (0.0124)	0.0796 (0.3223)	0.0434	0.4799	
VIII	-0.1839 (0.4262)	-0.0152 (0.0054)	1.1288 (0.0885)	0.1180	0.8165		1.2115	2.3392 (1.4410)	0.0185 (0.0107)	0.6577 (0.2734)	0.0540	0.4630	
IX	1.3854 (0.5085)	0.0022 (0.0070)	0.8065 (0.1047)	0.0114	0.6807		1.5120	9.1382 (1.3833)	0.0782 (0.0107)	-0.6481 (0.2628)	0.0474	0.6390	
X	0.6836 (1.2664)	-0.0074 (0.0126)	0.9648 (0.2561)	-0.2102	0.7219	2.6807		5.1103 (1.0331)	0.0399 (0.0087)	0.1318 (0.1952)	0.0460	0.6064	*3.4146

パルプ・紙(24)

金属製品(33)

I	1.5640 (0.2997)	0.0145 (0.0037)	0.7399 (0.0625)	0.0557	0.8041	*24.2346		1.2065 (0.2253)	0.0159 (0.0020)	0.8082 (0.0460)	0.0829	0.9678	*3.8652
II	-1.9829 (0.3897)	-0.0224 (0.0043)	1.4823 (0.0808)	0.0464	0.9396			0.6103 (0.2716)	0.0069 (0.0028)	0.9321 (0.0552)	0.1016	0.9655	
III	-1.0026 (0.4227)	-0.0118 (0.0044)	1.2786 (0.0869)	0.0423	0.9508		1.2238	4.0002 (0.2633)	0.0397 (0.0027)	0.2525 (0.0528)	0.0531	0.9094	
IV	-1.0401 (0.5707)	-0.0167 (0.1162)	1.2944 (0.1162)	0.0567	0.9110		1.4430	1.7303 (0.4348)	0.0141 (0.0042)	0.7216 (0.0871)	0.0506	0.9117	
V	-0.6468 (0.6730)	-0.0153 (0.0062)	1.2251 (0.1355)	0.0680	0.8532		*4.4746	1.5779 (0.4612)	0.0120 (0.0041)	0.7593 (0.0915)	0.0499	0.8953	
VI	0.9369 (0.8609)	0.0051 (0.0072)	0.9035 (0.1699)	0.0528	0.7354		2.0960	0.8678 (0.6348)	0.0050 (0.0053)	0.9065 (0.1244)	0.0535	0.7451	
VII	-0.1237 (0.9399)	-0.0069 (0.0079)	1.1177 (0.1827)	0.0586	0.5927		0.3290	-1.8136 (0.6839)	-0.0123 (0.0050)	1.4247 (0.1311)	0.0290	0.7123	
VIII	0.1167 (0.7765)	-0.0042 (0.0070)	1.0722 (0.1485)	0.0582	0.5789		0.1066	-1.7586 (0.9535)	-0.0102 (0.0071)	1.4136 (0.1825)	0.0247	0.6146	
IX	-0.0194 (0.9511)	-0.0080 (0.0064)	1.0957 (0.1773)	0.0836	0.6860		0.9146	1.8975 (1.4443)	0.0122 (0.0109)	0.7119 (0.2754)	0.0423	0.4959	
X	13.6352 (3.0341)	0.0718 (0.0170)	-1.3990 (0.5545)	0.0299	0.8238	*8.8417		-3.1468 (2.5957)	-0.0016 (0.0406)	1.6551 (0.5008)	0.0024	0.8788	2.9899

附表：規模別 CES 生産函数の推計とその連続性テスト
一般機械(34) 輸送機器(36)

	α_0	α_1	$\alpha_2=\sigma$	λ	R^2	F	α_0	α_1	$\alpha_2=\sigma$	λ	R^2	F
I	0.9429 (0.2675)	0.0112 (0.0019)	0.8627 (0.0534)	0.0816	0.9426	*7.8611	1.5820 (0.4508)	0.0213 (0.0042)	0.7243 (0.0920)	0.0773	0.9285	1.0017
II	0.8237 (0.1642)	0.0085 (0.0014)	0.8856 (0.0325)	0.0743	0.9798		2.6742 (0.5342)	0.0286 (0.0061)	0.5057 (0.1088)	0.0579	0.9127	
III	1.0374 (0.2303)	0.0093 (0.0018)	0.8476 (0.0453)	0.0610	0.9641		0.5324 (0.9223)	0.0089 (0.0097)	0.9441 (0.1860)	0.1592	0.8689	
IV	1.6297 (0.2734)	0.0111 (0.0021)	0.7391 (0.0535)	0.0425	0.9419	*9.5318	2.3937 (0.7279)	0.0204 (0.0074)	0.5792 (0.1461)	0.0485	0.8493	2.0140
V	1.8664 (0.2852)	0.0119 (0.0020)	0.7010 (0.0552)	0.0398	0.9192	*16.5253	1.3293 (0.8662)	0.0088 (0.0083)	0.7989 (0.1724)	0.0438	0.8269	1.4954
VI	1.7466 (0.4049)	0.0088 (0.0026)	0.7318 (0.0773)	0.0328	0.8104	*3.5988	1.9858 (1.2248)	0.0189 (0.0111)	0.6692 (0.2412)	0.0571	0.7681	1.4202
VII	2.0856 (0.5507)	0.0136 (0.0032)	0.6669 (0.1041)	0.0408	0.6991	1.5528	2.8934 (1.3191)	0.0235 (0.0101)	0.4885 (0.2559)	0.0459	0.6430	1.0802
VIII	1.1553 (0.6878)	0.0157 (0.0041)	0.8352 (0.1292)	0.0953	0.6596	1.2253	4.7688 (1.2832)	0.0316 (0.0101)	0.1491 (0.2472)	0.0371	0.5514	*4.8547
IX	2.2396 (1.0697)	0.0163 (0.0067)	0.6442 (0.2006)	0.0458	0.4376	1.3804	4.3665 (2.0894)	0.0388 (0.0169)	0.2155 (0.4011)	0.0495	0.5309	0.4866
X	6.2459 (1.3235)	0.0457 (0.0081)	-0.1139 (0.2466)	0.0410	0.4812	2.7955	10.6325 (3.1555)	0.0889 (0.0237)	-0.9538 (0.5929)	0.0455	0.6089	*3.0914

電気機器(35)

I	1.1733 (0.3588)	0.0149 (0.0038)	0.8138 (0.0733)	0.0800	0.9090	*5.6655
II	0.4472 (0.3735)	0.0005 (0.0041)	0.9677 (0.0759)	0.0155	0.9115	
III	0.0238 (0.3913)	-0.0031 (0.0041)	1.0577 (0.0792)	0.0537	0.9121	
IV	0.7872 (0.4932)	0.0035 (0.0049)	0.9052 (0.0989)	0.0369	0.8276	0.4255
V	0.7776 (0.4498)	-0.0037 (0.0043)	0.9262 (0.0898)	-0.0501	0.8083	*8.9433
VI	0.6873 (0.3813)	-0.0028 (0.0036)	0.9432 (0.0753)	-0.0493	0.8109	0.2704
VII	3.2557 (0.6460)	0.0080 (0.0058)	0.4589 (0.1267)	0.0148	0.4079	*6.3458
VIII	1.5625 (0.7706)	0.0044 (0.0063)	0.7889 (0.1497)	0.0208	0.5183	*4.1808
IX	2.3955 (1.0079)	0.0152 (0.0073)	0.6260 (0.1923)	0.0406	0.4463	0.7971
X	6.6685 (0.8086)	0.0423 (0.0065)	-0.1825 (0.1550)	0.0358	0.5879	*9.0479

注 1) $\log y = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 \log w + u$

従って $\sigma = \hat{\alpha}_2$

$$\lambda = \frac{\hat{\alpha}_1}{1 - \hat{\alpha}_2}$$

注 2) ()内の数値は標準誤差を示す。

注 3) *は F 検定において帰無仮説が棄却されることを示す。