

Title	産業別生産関数の直接推定
Sub Title	Direct estimation of production functions by industry
Author	浜田, 文雅 千田, 亮吉
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	1982
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.75, No.6 (1982. 12) ,p.828(20)- 853(45)
JaLC DOI	10.14991/001.19821201-0020
Abstract	
Notes	論説
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19821201-0020

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

産業別生産関数の直接推定*

浜田 文雅
千田 亮吉

I はじめに

企業行動の研究においては、企業の最適化行動に対する技術的制約条件を単純化した投入と産出の関係として生産関数が想定される。観察された生産要素の各投入量とそれによって生み出されたと考えられる生産物の産出量は、この生産関数の制約を充たし、かつ、企業の最適化を実現する関係をも満たすものとして解釈されるのが、現代経済理論にしたがう支配的な考え方である。この考え方が半世紀以上の長期に亘って経済理論の根底にあるもっとも強い理由は、それが現実分析の体系化に極めて好都合であり、効率が高いことにある。

しかし、最近、内外において観察される事実や研究成果は、上記の考え方では解釈し難いものが増えていくように思われる。それらの中でも特に重要であると考えられるものとして、投資の予想収益率格差の長期的持続がある。これとの関連において、産業構造の変化が、必ずしもこの投資の予想収益率の格差を縮小化する方向に進んでいるとは認められないという事実もある。これらの事実は、日本に固有のものではない。たとえば、アメリカの過去約4分の1世紀に亘る産業別投資の予想収益率の間にも明瞭な格差の存在が見出されている (Fraumeni=Jorgenson(1980)を見よ)。筆者自身も戦後の日本経済における産業別投資の予想収益率が産業間で著しい格差を示し、それらが縮小する傾向が認められないこと、また、同じことであるが、高い予想収益率を享受する産業に設備投資が集中する傾向が認められないことを見出している (浜田 (1980a), (1980b))。

これらの観察事実は、さきに述べた企業の最適化行動の特定化において、何か欠落した要因があ

* この小論は、「産業生産性と資源配分の国際比較研究」(文部省科学研究費補助・課題番号57330002)の一環として、著者が他の共同研究者とおこなっている作業の一部をなすものである。著者の一人である千田亮吉は、前記共同研究者の一員ではないが、研究協力者としてこのプロジェクトに参加している。千田は主としてデータ加工、推定作業をおこなったが、さらに、幾つかの研究における工夫をこらす形で、この論文に少なからぬ貢献をしている。

この研究は、昭和57年度理論・計量経済学会において報告された。その機会に有益なコメントをされた筑波大学久保雄志氏に謝意を表したい。この外、別の機会に示唆に富む議論をした筑波大学福地崇生、名古屋大学木下宗七の両氏にも謝意を表したい。言うまでもなく、残された誤謬はすべて著者がその責を負うものである。

産業別生産関数の直接推定

るのではないかという疑念を生じさせるであろう。これまでに試みられた「洞察」としては、(a)生産物・生産要素市場の競争の不完全性および(b)企業の最適化行動の目標達成までに要する時間的遅れなどが指摘されている（投資行動あるいは労働需要行動におけるラグ分布に関する論文の多くは、結局この点を取扱っていることになる）。市場の競争の不完全性は、企業がそうでない場合に比して、生産物の供給を抑えることにより、資本の限界生産力はより高い水準にとどまるであろう。また、最適値の実現に時間的遅れをとまらな場合にも、投資の限界生産力は意図した値より大となるから、いずれの場合にも投資の限界予想収益率は意図した値より大となる。

これら二つの洞察は、それぞれつぎに述べる点において説得力を欠いているように思われる。(a)の市場の不完全性については、周知のように、生産物への需要の価格弾力性係数の絶対値が1より大である場合という極めて厳しい前提条件を必要としている。ところが現実には、多くの産業生産物への需要の価格弾力性が、その絶対値において1を超えることはない、つまり、需要は価格に対して非弾力的であるという観察結果が得られているのである。さらに、労働および資本財の価格の伸縮性もそれぞれの限界生産力の高さに見合うほどに大きいと考えることはあまり現実的ではない。

(b)の企業行動の時間的遅れもまた洞察としてはあまり説得的ではない。何故ならば、この現実値が最適値への調整過程として観察されているとすれば、時間的遅れはあまりに大きいように思われるからである。

以上の考察は、企業の最適化行動における最適化の必要条件、つまり生産要素の用役価格と用役の限界生産力との均等そのものを自明とすることの妥当性・現実性への疑いを生じさせるであろう。あるいは、上記の必要条件は、より多くの未だ考察されていない要因の考慮の下に検討されるべきであろう。

この小論では、第一段階として、上記の必要条件を直接的にテストするために、生産関数を直接推定し、この続編においてそれによって限界生産力を推定し、これと用役価格との均等関係を調べることを試みる。以下では、生産関数の直接推定をおこない得る条件および生産関数の特定化がこの研究において持つ意味を論じ、つぎに、利用可能なデータおよびその加工プロセスを多少詳しく述べる。さらに、生産関数の推定結果の概観および採択すべき特定化を論じる。続編では、採択された生産関数を用いて、各産業別年次別の労働および資本の限界生産力を推定し、これと用役価格との比較をおこなう。

II 生産関数の直接推定の条件と特定化

生産関数の推定は、Douglas (1934) の記念碑的な研究以降、直接推定にともなう最小自乗バイアス、あるいは多重共線性、同時決定性、誤差分散の不均一性などの諸問題に関連する多くの議論

があった(この点については、Walters (1963) を参照せよ)。

なかでも重要な発展は、Marschack=Andrews (1944) による生産関数の同時推定に関する重要な問題提起であった。それは、生産関数の直接推定がいわゆる「モンダレル」方程式の推定となる危険を明らかにしたことである。Marschack=Andrews は、現実を観察された産出量、労働雇用量、資本設備ストックなどの値が、それぞれ企業の最適化行動の一環として意図的に選択された値、つまり企業にとって最適な値であると考え、もしそうだとすれば考えられるデータ生成機構として、生産関数と要素および生産物の市場需要と関わる最適化の必要条件式との同時連立体系を想定する。

この Marschack=Andrews の考え方は、その後 Hock (1958), Mundlak=Hock (1965), Zellner=Kmenta=Drèze (1966) などの展開を示した。他方、Arrow=Chenery=Minhas=Solow (1961) による CES 生産関数、さらに Christensen=Jorgenson=Lau (1973) によるトランス・ログ型生産関数は、いずれも同様のデータ生成機構を想定している。したがって、生産関数はすべて間接的な推定、つまり、企業の最適化の必要条件を利用した推定が支配的となっている。

言うまでもなく、この間接推定は、産出・労働投入・資本設備投入がすべて(確率的な誤差項は別として)企業の意図した値であることを想定している。そこで、もし企業の意図した値と現実値が無視できないほどの乖離を示すようであれば、この間接推定は、無視できない大きさの推定値バイアスを生み出すことになる。

その可能性を示す重要な観察事実として、はじめに示したような長期に亘る投資の予想収益率の産業間格差および企業行動における異常に長いラグ分布を挙げることができる。さらに、後に見るように、直接推定された労働および資本の限界生産力は、対応する実質用役価格よりも、多くの産業において、無視できないほど大きい。

以上は、生産関数を間接的に推定することにもなる問題点である。したがって、これだけでは、生産関数を直接的に推定するための積極的な理由とはならない。しかし、消極的な理由としては、以上で十分であろう。

生産関数を直接的に推定することの積極的理由は、企業の最適化の必要条件の成立を攪乱する要因として、Nelson (1981) も指摘しているような企業の経営・管理能力や労働の学習効果のように観察可能ではない要因があり、かつ、市場で取引されされないような財の効果が考慮されなければならない点にある。このような直接推定の必要性の他に、直接推定が可能な条件として、生産関数がたとえモンダレルとしてしか測れない場合でも、決定係数がある程度満足できる値 (Ex. 0.95以上) であれば、推定値のバイアスはそれほど深刻ではないであろうから、決定係数の高いことが条件となる。さらに、上記の観察可能ではない要因の値が、労働投入および資本設備投入の量とある程度正相関を示すことも望ましい。そう仮定することによって、これらの要因の効果は間接的に摘出で

産業別生産関数の直接推定

きるであろう。それは、労働投入および資本設備用役投入が、上記の観察不可能な投入量の代理変数としての機能をも果たすという想定にもとづくものである。この想定の可否をテストすることはできない。しかし、この想定はそれほど非現実であるとも考えられない。

III データの説明

この節では分析に使用するデータについて説明を行なう。まず最初に各データの出所、加工などについて説明し、次に生産関数の推定との関係で若干の問題点を指摘する。なお各データとも観察期間は1960年から1979年、金額は10億円単位、人数は万人単位で、実質額は1975年価格である。

(1) 各データの出所と加工プロセス

1) 産出額 (X)

1970年から1979年は「国民経済計算年報」(経済企画庁)の生産者価格表示の産出額を使用した。生産者価格表示とは生産物を生産者の事業所における価格で評価するもので、生産物が需要者に至るまでの運賃やマージンはすべて運輸業・商業の生産物となり、加算されない。このねらいは、流通経路の相違による価格の相違を除去して生産構造そのものを把えようとするところにある。よって生産構造の分析には運賃やマージンが含まれた購入者価格表示よりも望ましい。1960年から1969年は慶應義塾産業研究所(以下KEOとする)のデータを使って国民経済計算(以下新SNAとする)のデータを延長した。延長の方法は新SNAの1970年の値を X_{70} 、KEOの1970年の値を X'_{70} 、1969年の値を X'_{69} としたときに、

$$X_{69} = (X_{70} / X'_{70}) \times X'_{69}$$

として求めた。

2) 就業者数(L)、雇用者数(E)

1970年から1979年については新SNAの経済活動別就業者数、雇用者数を使用した。1969年以前については産出額と同様にKEOのデータを使って延長した。

3) 実質資本ストック(K)、除却額(R)

実質資本ストックと実質除却額は「民間企業粗資本ストック」(経済企画庁)の取付ベースの値を使用した。その推定方法は、1955年の国富調査をベンチマークとして、年々のフローを積上げて得られた結果と1970年の国富調査の結果を調整して一致させている。

4) 付加価値額(P^*X)、雇用者所得(WE)

1970年から1979年は新SNAの生産者価格表示の国内総生産、雇用者所得をそれぞれ使用した。1969年以前については、KEOのデータを使って延長した。

5) 潜在生産力(S)

観察期間内で石油ショックの影響などで、 K の稼働率が低下し、それが X に反映していると考えられる。ここでは K を稼働率で調整する代わりに、産出額(X)に代わるものとして潜在生産力 S の作成を行なった。⁽¹⁾短期的には資本係数の逆数 X/K はそれ程大きく減少することはないと考えられるので、 X/K のグラフのピークとピークを結び、間の値を補間法で求めた。この値に K をかけたものを潜在生産力とした。

6) 付加価値価格(P^*)、賃金率(W)

付加価値価格と賃金率はそれぞれ

$$P^* = P^*X/X, W = WE/W$$

として求めた。

7) 除却率(δ)

除却率は次の式を使って求めた。

$$\delta = R/K_{-1}$$

8) 資本財価格(q)

資本財価格として使用できるデータとしては、「日銀統計月報」(日本銀行)に資本財と建設材料の加重平均デフレーターがある。しかし各産業で使われる資本財の内容は産業ごとにかなり異なっていると考えられるので、全産業で同じデフレーターを使うと、この産業間の相違を無視することになってしまう。そこで資本財価格は新たに作成することにした。

いま i 番目の産業で使われる j 番目の資本ストックを K_{ij} 、 i 産業全体の資本ストックを K_i として

$$k_{ij} = K_{ij}/K_i$$

という値を作り、これをウェイトとして各資本財の価格指数を加重平均する。つまり i 産業の資本財価格を q_i 、各資本財の価格指数を q_j とすると

$$q_i = \sum_{j=1}^n k_{ij} q_j / \sum_{j=1}^n k_{ij}$$

となる。産業連関表(行政管理庁)の中の固定資本マトリックスをみると、産業別の固定資本の内容を知ることができる。ここでの資本財分類は産業連関表基本分類の行部門のうち当該部門に含まれた財の全部または一部が資本として形成した85部門で行なわれている。これらの資本財を、一般機械、電気機械、輸送機械、建設材料の四種類にまとめて、1970年と1975年の固定資本マトリックスを使って $k_{ij}(i=1, \dots, 18, j=1, \dots, 4)$ を作成した。資本財の価格指数としては、日銀統計月報の卸売物価指数を使い、1960年から1974年は1970年のウェイト、1975年から1979年は1975年のウェイトで加重平均を行なった。なお値は1975年を1.0とした。

注(1) 潜在生産力の作成は慶應義塾大学大学院修士課程の前多康男君が行なった。

9) 長期金利(i)

「日銀統計月報」の長期信用銀行約定貸出平均金利を使用した。

(2) 生産関数の推定におけるデータの問題

まず、生産関数の推定には産出額(X)または潜在生産力(S)を使い、付加価値額(P^*X)は使わない。多くの推定では付加価値額が使われているが、各産業の技術構造を表わすものとして生産関数を見ると、付加価値額を使うことには問題がある。いま原材料投入が X または S に比例すると考えると、 X または S は L と K の関数となるが、これは生産者が L と K を使ってどれだけの X または S を生産するかを表わすものである。これが本来の生産関数であり、この関係の中に付加価値額を導入することは意味がない。生産者が生産するのは付加価値額ではなく、産出額だからである。また付加価値額は K や L が変化しなくても、生産物価格および原材料価格が市場要因によって変化すれば変化してしまう。よって市場要因が反映されてしまう付加価値額は生産関数の推定には使用できない。

なお限界生産力と要素価格の比較の際には、 P の代わりに P^* を使うことで、産出額(X)と企業の最適化条件および分配問題を整合的に取扱うことができる。また生産関数の推定には潜在生産力 S と産出額 X の両方を使用するが、限界生産力の計算には産出額 X を使用する。これはある時点での現実の要素価格と比較を行なうのに意味のあるのは、その時点での現実の限界生産力だからである。

就業者 L と雇用者 E については、生産関数の推定は L で行ない、賃金率の計算には E を使っている。つまり推定する限界生産力は L の限界生産力であり、それと比較する賃金率は E の賃金率である。このような比較が可能のためには、 $L-E$ の部分、つまり非雇用者の賃金率が雇用者のそれとほぼ等しくなければならない。現実の状態がどのようになっているかの確認は行なっていないが、農林水など一部の産業を除けば、非雇用者の就業者全体に占める割合は小さいので、結果に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。

最後に資本ストックのデータについて大きな問題がある。資本ストックのデータは経済企画庁の「民間企業粗資本ストック」からのものであるが、その産業分類は「法人企業統計」(大蔵省)の産業分類に基づくものである。「法人企業統計」においては、企業が複数の事業を兼業している場合、売上高の最も多い事業をその企業の業種として産業分類を行なっている。一方、新SNAの産業分類は事業所をベースにしているので、ここで産業分類に食い違いが生じることになる。このことの影響がどのくらいになるかわからないが、入手可能なデータが他にないので、ここではこのデータを使用する。

IV 生産関数の推定結果

本節では、生産関数の推定結果の概観を行ない、限界生産力計算のために採択する特定化を決定する。推定はコブ-ダグラス型と CES 型について行なったが、それぞれから各産業ごとに採択する。

(1) コブ-ダグラス生産関数の推定結果

コブ-ダグラス型については次の4本の推定を行なった。⁽²⁾

$$X = a_0 L^{a_1} K^{a_2} \quad (1)$$

$$X = a_0 L^{a_1} K^{a_2} e^{a_3 t} \quad (2)$$

$$\frac{X}{L} = b_0 \left(\frac{K}{L}\right)^{b_1} \quad (3)$$

$$\frac{X}{L} = b_0 \left(\frac{K}{L}\right)^{b_1} e^{b_2 t} \quad (4)$$

推定結果は付表1と付表2に示されているが、付表2では産出額 X の代わりに潜在生産力 S を使っている。表から次のような特徴がみられる。

1) 決定係数は農林水以外の産業では高く、直接推定によるバイアスは小さい。⁽³⁾

2) すべてのパラメーターの推定値が有意なものは、付表1では72本中27本、付表2では34本で S を使ったが良い結果が得られている。

3) 限界生産力が負になってしまうものが付表1で22本、付表2で25本あり、特に中立的技術進歩を考慮した(2)式と(4)式で33本ある。また技術進歩に関しては符号が負になるものが多い。これは t と他の説明変数の間の相関が高いことによる多重共線性の影響と考えられる。例えば(4)式では $b_1 > 1$ 、 $b_2 < 0$ となる場合が多いが、これは b_1 が過大評価され b_2 が過小評価されていると考えられる。

4) 1次同次の制約のない(1)式と(2)式の場合、多くの産業で規模の経済性が認められる。特に第

注(2) この他に石油ショックダミーを入れた推定も行なったが、結果に大きな差はない。

(3) Mundlak=Hock (1965)によると、1要素の場合、直接推定によるバイアスは次のように表わされる。

$$\text{plim } \hat{a} = a + \frac{\sigma_{00}(1-x)}{\sigma_{00} + \sigma_{11}}$$

ここで a は1要素のコブ-ダグラス型生産関数のパラメーター、 \hat{a} は a の直接推定による推定値、 σ_{00} 生産関数の誤差項の分散、 σ_{11} は最適化条件式の誤差項の分散である。また $\sigma_{01} = 0$ と仮定している。 σ_{00} が σ_{11} よりかなり小さければ、バイアスは小さくなるが、これらの値を知ることはできないので、残差の比較をすることになる。今回の分析では、最適化条件式の推定は行っていないが、要素分配率をデータでみると必ずしも一定でないという事実を考慮すると、最適化条件式の当てはまりはそれ程良くないと考えられる。よって直接推定による決定係数が非常に高いことから、バイアスは小さいと判断できる。

産業別生産関数の直接推定

3次産業では労働の係数が大きいために (a_1+a_2) が2を越える産業も少なくない。しかし、第3次産業では(3)式(4)式の場合に労働の係数 $(1-b_1)$ が負になる場合が多く、推定結果はかなり不安定である。この原因のひとつとして、第3次産業では他の産業より L と K の相関が高いことが挙げられる。例えば L と K の相関係数は化学では0.63、一般機械では0.86であるのに対して、サービスでは0.99、卸小売では0.91と高い。このことによる多重共線性の影響が第3次産業では強く表われていると考えられる。

以上の結果から、つぎのような基準で最適な特定化を決定する。まず付表1と付表2ではそれ程結果に差がないが、技術構造としての生産関数を測定するのにより望ましい S を使った付表2の方を選択する。さらに(3)の結果を考慮して中立的技術進歩項のはいらぬものが、またなるべく一般性を失わないために1次同次の制約のないものが望ましい。これらを基準として、各産業ごとに次のように最適な特定化を決定した。

農林水：(3)、鉱業：(3)、食料品：(1)、繊維：(1)、紙パルプ：(1)、化学：(1)、一次金属：(1)、金属製品：(1)、一般機械：(1)、電気機械：(2)、輸送機械：(1)、その他製造業：(1)、建設：(2)、電気ガス水道：(1)、卸小売：(1)、金融保険：(1)、運輸通信：(2)、サービス：(3)

以上の結果を使って続編では限界生産力の推定を行なう。

(2) CES 生産関数の推定結果(1)一線型近似による方法

Kmenta (1961) によるとCES生産関数はテーラー展開を使って線型近似することにより、OLSで推定することができる。この型は1産出物、2生産要素のトランスログ生産関数に1次同次性と生産物と生産要素グループ間の加法性を課したものと同一型になる。推定式は

$$\ln\left(\frac{X}{L}\right) = a_0 + a_1 \ln\left(\frac{K}{L}\right) - \frac{1}{2} a_2 \left\{ \ln\left(\frac{K}{L}\right) \right\}^2 \quad (5)$$

となり、労働と資本の限界生産力はそれぞれ

$$\frac{\partial X}{\partial L} = \frac{X}{L} \left\{ (1-a_1) - a_2 \ln\left(\frac{K}{L}\right) \right\} \quad (6)$$

$$\frac{\partial X}{\partial K} = \frac{X}{K} \left(a_1 - a_2 \ln\left(\frac{K}{L}\right) \right) \quad (7)$$

となる。また代替の弾力性 σ は

$$\sigma = \frac{\frac{\partial \ln X}{\partial \ln L} \cdot \frac{\partial \ln X}{\partial \ln K}}{\frac{\partial \ln X}{\partial \ln L} \cdot \frac{\partial \ln X}{\partial \ln K} + a_2} \quad (8)$$

となり一定ではない。 $a_2=0$ のときはコブ-ダグラス型生産関数に一致する。

(5)式の推定結果は付表3に示されている。まずどの産業も決定係数が高く、推定値も殆んど有意

である。よってコブ-ダグラス型と同様に直接推定によるバイアスは小さい。 a_1 はすべての産業で正、一方 a_2 は18産業中16産業で負となっている。(6)式(7)式をみればわかるように、限界生産力の符号は a_1, a_2 の符号だけでは決まらない。それぞれの値と K/L の大きさで符号は正にも負にもなる。特に a_1 の値が大きいときは a_2 が負でも K/L の値によっては労働の限界生産力は負になる。そこで実際に限界生産力を計算してみると、18産業中11産業で労働の限界生産力が負になる時期があらわれてしまう。よって、この関数型は一般的であり、代替の弾力性も変化するなどコブ-ダグラス型、CES型にない特徴をもつが、今回は以下の分析には使用しない。

(3) CES生産関数の推定結果(2)-非線型推定

CES 生産関数の推定は Arrow=Chenery=Minhas=Solow (1961) 以来、企業の最適化条件を利用する間接推定が主流となっている。その主なものとしては、Brown = De Cani (1963), Ferguson (1965), Sheshinski (1967), Tsujimura=Kuroda (1974) などが挙げられる。この理由としては先に述べた企業の最適化行動による限界生産力=実質要素価格を自明とする発想の他に、推定上の問題として関数型がパラメーターに関して非線形があることが挙げられる。CES 生産関数の非線形直接推定は Bodkin=Klein (1967), Kumer=Gapinski (1974) などが主なものであるが、間接推定に比べるとその数は非常に少ない。ここではガウス=ニュートン法による非線形直接推定を行なう。

まず収束計算のために初期値を与えなければならないが、これは間接推定による結果を用いた。⁽⁵⁾労働の限界生産力と実質賃金率の均等式は我々の記号では

$$\ln\left(\frac{X}{L}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\left(\frac{W}{P^*}\right) \quad (9)$$

となり、 $\alpha_1 = \sigma = \frac{1}{1+\rho}$ が求まる。次に求められた ρ を用いて $X^{-\rho}, K^{-\rho}, L^{-\rho}$ というデータを作り

$$X^{-\rho} = \gamma \delta L^{-\rho} + \gamma(1-\delta)K^{-\rho} \quad (10)$$

注(4) Maddala (1977) にしたがうと、ガウス=ニュートン法の概略は次の通りである。まず推定する式を次のように表わす。

$$y_i = f_i(\theta) + u_i, \quad \theta = (\theta_1, \dots, \theta_m) \quad i=1, \dots, n$$

f_i はパラメーター θ に関して非線型である。ここで

$$S(\theta) = \sum_{i=1}^n [y_i - f_i(\theta)]^2$$

を最大にするパラメーター θ をみつければよい。 $f(\theta)$ を初期値 θ_0 の回りでテーラー展開して線型化し、通常最小二乗法で θ を推定する。いまその推定値を $\hat{\theta}$ として $d = \hat{\theta} - \theta_0$ とおく。もし $|\alpha|$ または $\left| \frac{\alpha}{\theta_0} \right|$ がある一定の値(実際の計算では0.01)より小さければ、計算は終わる。そうでない場合は、 $\hat{\theta}$ を新しい θ_0 として同じ手順を繰り返す。もし誤差項 u_i が独立に $N(0, \sigma^2)$ にしたがうならば、最終的な θ の推定値 $\hat{\theta}$ は最尤推定値となり、漸近的に平均 θ 、分散 $\sigma^2 [F(\hat{\theta})' F(\hat{\theta})]^{-1}$ の正規分布にしたがう。 $\sigma^2 = \frac{1}{n} SSE(\hat{\theta})$, F は $\frac{\partial f_i}{\partial \theta_j}$ を要素とする行列

(5) この間接推定は昭和56年度浜田セミナー三年生が三田祭での報告のために推定したものである。

産業別生産関数の直接推定

という式から、 δ , γ の推定値を求める。これらの推定値を初期値として非線形推定を行なう。また1次同次の制約を課さない場合、規模パラメーター ν の初期値が必要となるが、これはコブ-ダグラス型の結果を考慮して1.5とした。

(a) ν 次同次の場合の推定結果

付表4は次の2本の式の推定結果である。

$$X = \gamma [\delta L^{-\rho} + (1-\delta)K^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}} \quad (11)$$

$$X = \gamma [\delta (e^{\nu} L^{\nu})^{-\rho} + (1-\delta)(e^{\nu} K^{\nu})^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}} \quad (12)$$

(12)式においては要素増加的な技術進歩を考慮している。推定結果をまとめると次のようになる。

1) 収束計算の途中で数値エラーによって計算打ち切りになる場合が非常に多い。⁽⁶⁾特に(12)式について推定値が得られたのは、繊維と食料品だけである。またイタレーションの最大回数50回以内に収束しない場合が殆んどである。

2) 回帰の標準誤差はかなり大きく、ダービン=ワトソン比は低い。

3) 4つのパラメーターの推定値がいずれも有意な産業は一つもなく、殆んどの推定値は有意でない。

このような結果となった原因はいくつか挙げることができる。まず γ , δ , ρ の初期値が先に述べたような手続きで得られ、各産業の特徴を反映しているのに対し、 ν を各産業一律に1.5と与えたことである。しかし ν を動かしても結果にあまり変化はない。また L と K との間の多重共線性の問題もある。さらに(12)式は式が複雑過ぎることも原因の一つであろう。したがってある程度良好な結果を得るためには一般性を犠牲にすることが必要である。

(b) 1次同次の場合の推定結果

付表5は次の2本の推定結果である。

$$\frac{X}{L} = \gamma \left\{ \delta + (1-\delta) \left(\frac{K}{L} \right)^{-\rho} \right\}^{-\frac{1}{\rho}} \quad (13)$$

$$\frac{X}{L} = \gamma \left\{ \delta e^{-\rho \nu} L^{\nu} + (1-\delta) \left(\frac{K e^{\nu} K^{\nu}}{L} \right)^{-\rho} \right\}^{-\frac{1}{\rho}} \quad (14)$$

付表4と比較すると数値エラーによる計算の打ち切りは減っているが、殆んどの推定値は有意でなく、すべてのパラメーターが有意であるような産業は殆んどない。また大部分の産業が50回以内に収束しないのも付表4と同じである。推定値について付表4と異なる点は各産業とも ρ の値がかなり小さくなっていることである。次に付表6は X の代わりに S を使って次の2本の推定を行なった結果である。

$$\frac{S}{L} = \gamma \left\{ \delta + (1-\delta) \left(\frac{K}{L} \right)^{-\rho} \right\}^{-\frac{1}{\rho}} \quad (15)$$

注(6) 数値エラーは対数の真数が負になることによって生じる。注(2)で述べたように、ガウス=ニュートン法ではテラー展開を行なうが、そのとき両辺の対数をとる。

$$\frac{S}{L} = r \left\{ \delta (e^{\lambda t})^{-\rho} + (1-\delta) \left(\frac{K}{L} \right)^{-\rho} \right\}^{-\frac{1}{\rho}} \quad (16)$$

推定結果は全体的には付表5とあまり変わらないが、Sを使ったことによっていくつか改善された点がある。まず数値エラーによる計算打ち切りが9から5に減っている。また(16)式と(15)式を比較すると有意な推定値は13から20に増えている。しかし依然として大部分の推定値は有意でないし、50回以内で収束が達成されたものも少ない。すべてのパラメーターが有意な結果が得られた産業は農林水と食料品だけである。⁽⁷⁾

以上付表5と付表6の結果をみると、信頼できる推定値が得られたのは二つの産業だけで、他の産業の結果は限界生産力の推定には使えない。またコブ-ダグラス型の場合と同様に技術進歩項の導入は推定結果をむしろ悪化させる。1次同次の制約を課すことで多重共線性や v の初期値の問題は回避されているので、推定結果が良くない理由として、CES型という特定化がデータに適さないことと、非線形推定の推定法自体に関する問題の二つが考えられる。しかしガウス=ニュートン法以外の推定法でも同じような結果が得られることから、CES型の関数型とデータの間の問題がより強く働いていると考えられる。そこでデータの方を修正することを試みてみた。比較的良好な結果を得た農林水と食料品は資本の増加が著しいのに対して、労働は農林水では減少、食料品では横ばいである。このことに注目して、各産業の資本のデータに $e^{\lambda_K t}$ をかけて新しい資本のデータとした。この $e^{\lambda_K t}$ の部分はソロー中立的(資本増加的)技術進歩で、本来は技術進歩が資本に体化しているヴィンテージモデルにふさわしいものであるが、ここでは λ_K の値をあらかじめ指定して次のような形で推定を行なった。⁽⁸⁾

$$\frac{S}{L} = r \left[\delta + (1-\delta) \left(\frac{e^{\lambda_K t} K}{L} \right)^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}} \quad (17)$$

付表7には λ_K の値を0.0から0.20まで動かして(17)式を推定した結果を示してある。推定結果には次のような特徴がみられる。

- 1) 決定係数は高く、直接推定によるバイアスは小さいと考えられる。⁽⁹⁾
- 2) λ_K を増加させると一般に収束が速くなる。
- 3) r の推定値は λ_K の値に左右されない。
- 4) δ は λ_K の増加とともに大きくなっていき、 t 値も同時に大きくなっていく。

注(7) この他の特定化として、ヒックス中立的技術進歩を入れた、 $\frac{S}{L} = r \cdot e^{\lambda t} \left[\delta + (1-\delta) \left(\frac{K}{L} \right)^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}}$ の推定も行なったが、結果は良くなかった。

(8) 浜田ゼミナールでは昭和56年度三田祭での報告のために、パターン法によるCES生産関数の直接推定を行なった。パターン法はその性質上確実に推定値が得られるが、その結果は本論の結果と大きな差はない。

またBodkin=Klein(1967)はマクロの生産関数について、コブ-ダグラス型とCES型の間接・直接推定を行なっているが、CES型の直接推定においては、 δ の値が小さいという点や、推定値が有意でないという点で本論と似た結果が得られている。

(9) 非線形推定のプログラムでは決定係数が計算されないで、付表7の場合だけ別に計算した。

産業別生産関数の直接推定

5) ρ は δ とは逆に小さくなっていく。

λ_K が大きくなっていくと $\left(\frac{e^{\lambda_K K}}{L}\right)$ が大きくなるので $(1-\delta)$ が小さくなるのは当然であるが、このとき各推定値が有意になり収束も速くなるというのは注目に値する。CES 生産関数の推定が先に述べたような農林水や食料品のような型のデータの場合にうまくいくのは、この結果から明らかである。

次に産業別に推定結果をみると、一般に第3次産業で数値エラーが多く出ており、また t 値も全体に低い。第3次産業では L の増加が著しいので、 λ_K をもっと大きくすることで良い結果が得られるかもしれないが、 λ_K をあまり大きくしても意味がないので0.20までに留める。

似式での推定がうまくいったので、 λ_K も一緒に推定する方法も行なったが、良い結果は得られなかった。また似式を ρ 次同次に一般化した推定も行なったが、これも良い結果は得られない。そこで付表7の結果を用いて限界生産力を推定することにする。付表7には一つの産業につき最高11本の推定結果があるが、決定係数の値にあまり差がないので、すべての係数が有意なものの中で三つの t 値の合計が最大のものを選んだ。選択の結果は次のとおりである。

農林水：0.20, 鉱業：0.08, 食料品：0.04, 繊維：0.12, 紙パルプ：0.06, 化学：0.12, 一次金属：0.08, 金属製品：0.20, 一般機械：0.20, 電気機械：0.20, 輸送機械：0.02, その他製造業：0.10, 建設：0.20, 電気ガス水道：0.12, 卸小売：0.16, 金融保険：0.10, 運輸通信：0.14, サービス：0.14

これらの結果を用いて続編では限界生産力の推定を行なう。

最後に選択した結果について推定値をみると、食料品以外の産業で ρ が正である。しかも産業によってはかなり大きく、代替の弾力性 $\sigma = \frac{1}{1+\rho}$ は1よりかなり小さくなる。このことは $\sigma=1$ とするコブ-ダグラス型生産関数が適当な生産関数であるかどうかという問題にもつながる。いま σ が0.5以下になる6産業をみると、そのうち3産業で1次同次のコブ-ダグラス形の推定で労働の限界生産力が負になっている。従ってコブ-ダグラス型の推定がうまくいかない場合、本来1とは異なる σ の値を1と置いてしまったことが原因であるとも考えられる。また λ_K の増加は ρ の値を減少させるので、 e^{λ_K} を考慮しない推定の場合は σ の値はもっと1から離れることになる。

なお、 λ_K を導入することによって推定結果が改善されるのはコブ-ダグラス型の場合も同様である。付表8は次式の推定結果を示したものである。

$$\ln\left(\frac{S}{L}\right) = b_0 + b_1 \ln\left(\frac{e^{\lambda_K K}}{L}\right)$$

付表2の結果と比較すると、付表2で $b_1 > 0$ となっていた5産業でも $0 < b_1 < 1$ となり、すべての産業で、労働、資本ともに限界生産力は正となっている。また推定値はいずれも有意であるが、決定係数は各産業ともわずかずつ低下している。

〔参考文献〕

- 〔1〕 Arrow, K. J., H. B. Chenery, B. S. Minhas, and R. M. Solow (1961), "Capital-Labour Substitution and Economic Efficiency," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 43, No. 3, August, pp. 225-250.
- 〔2〕 Bodkin, R., and L. R. Klein (1967), "Nonlinear Estimation of Aggregate Production Functions," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 49, No. 1, February, pp. 28-44.
- 〔3〕 Brown, M., and J. S. De Cani (1963), "Technological Change and the Distribution of Income," *International Economic Review*, Vol. 4, No. 3, September, pp. 289-309.
- 〔4〕 Christensen, L. R., D. W. Jorgenson, and L. J. Law, (1973), "Transcendental Logarithmic Production Frontiers," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 55, No. 1, February, pp. 28-45.
- 〔5〕 Douglas, P. H. (1934), *Theory of Wages*, Newyork, Kelley & Millman, Inc.,
- 〔6〕 Ferguson, C. E. (1965), "Time-Series Production Functions and Thechnological Progress in American Manufacturing Industry," *Journal of Political Economy*, Vol. 73, No. 2, April, pp. 135-147.
- 〔7〕 Fraumeni, B. M., and D. W. Jorgenson (1980), "Rates of Return by Industrial Sector in the United States, 1948-76," *American Economic Review*, Vol. 70, No. 2, May, pp. 326-330.
- 〔8〕 Hamada, F. (1980-a), "Inter-Industry Allocation of Investment: An Econometric Approach," *Keio Economic Society Discussion Paper*, No. 2.
- 〔9〕 Hamada, F. (1980-b), "Differentials of the Rate of Return on Investment by Industry: The Postwar Japanese Case," *Keio Economic Studies*, Vol. 17, No. 1, pp. 41-69.
- 〔10〕 Hock, I. (1958), "Simultaneous Equation Bias in the Context of the Cobb-Douglas Production Function," *Econometrica*, Vol. 61, No. 4, October, pp. 34-53.
- 〔11〕 Kmenta, J. (1967), "On Estimation of the CES Production Function," *International Economic Review*, Vol. 8, No. 2, June, pp. 73-83.
- 〔12〕 Kumar, T. K., and J. H. Gapinski (1974), "Nonlinear Estimation of the CES Production Parameters: A Monte Carlo Study," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 56, No. 4, November, pp. 563-567.
- 〔13〕 Maddala, G. S. (1977), *Econometrics*, McGraw-Hill, Inc.
- 〔14〕 Marschak, J., and W. H. Andrews (1944), "Random Simultaneous Equations and the Theory of Production," *Econometrica*, Vol. 12, No. 2, July-October, pp. 143-205.
- 〔15〕 Mundlak, Y., and I. Hock (1965), "Consequences of Alternative Specification in Estimation of Cobb-Douglus Production Function," *Econometrica*, Vol. 33, No. 4, October, pp. 814-828.
- 〔16〕 Nelson, R. R. (1981), "Research on Productivity Growth and Productivity Differences-Dead Ends and New Departures," *Journal of Economic Literature*, Vol. 19, No. 3, pp. 1029-1064.
- 〔17〕 Sheshinski, E. (1967), "Test of the Learning by Doing Hypothesis," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 49, No. 4, November, pp. 568-578.

産業別生産関数の直接推定

- [18] Tsujimura, K., and M. Kuroda (1974), "Semi-factor Substitution Production Function versus CES Production Function," Keio Business Review, No. 13, pp. 1-16.
- [19] Walters, A. A. (1963), "Production and Cost Function: An Econometric Survey," Econometrica, Vol. 31, No. 1-2, January-April, pp. 1-66.
- [20] Zellner, A., J. Kmenta, J. Drèze (1966), "Specification and Estimation of Cobb-Douglas Production Function Models," Econometrica, Vol. 34, No. 4. October, pp. 784-795.

浜田 文雅 (経済学部教授)

千田 亮吉 (大学院経済学研究科博士課程)

付表1 コブ-ダグラス型(産出額使用)

産業名	const.	ln L	ln K	ln($\frac{K}{L}$)	T	\bar{R}^2	SE	DW
農林水	7.5268 (3.394)	0.0829 (0.404)	0.1362 (1.688)			0.8683	0.0313	1.0031
	7.8209 (3.347)	0.1229 (0.569)	0.0643 (0.399)		0.0082 (0.520)	0.8619	0.0320	1.0033
	1.4516 (43.585)			0.3557 (31.540)		0.9906	0.0365	0.8786
	-0.8980 (0.025)			0.3461 (2.383)	0.0012 (0.066)	0.9900	0.0376	0.8685
	1.9345 (0.559)	0.0338 (0.160)	0.7495 (1.889)			0.9032	0.0819	1.0022
鉱業	1.9805 (0.539)	0.0183 (0.050)	0.7524 (1.824)			0.8968	0.0844	1.0235
	0.6952 (7.405)			0.8913 (35.412)	-0.0014 (0.052)	0.9925	0.0799	1.0646
	-3.0224 (0.065)			0.8759 (4.476)		0.9921	0.0822	1.0613
	5.6781 (4.549)	-0.2552 (0.899)	0.6099 (24.601)		0.0019 (0.080)	0.9924	0.0451	1.0980
	7.3932 (7.898)	0.0719 (0.346)	0.1437 (1.368)			0.9964	0.0309	1.7854
食料品	2.6553 (39.420)			0.5687 (27.950)	0.0464 (4.498)	0.9980	0.0509	0.7530
	-72.9974 (2.621)			0.1686 (1.137)		0.9912	0.0437	1.6048
	0.5354 (0.822)	0.4376 (28.894)	0.7187 (4.090)		0.0391 (2.717)	0.9896	0.0350	1.3063
	2.1274 (2.699)	0.5407 (5.555)	0.4390 (4.324)			0.9926	0.0295	1.9546
	1.3869 (20.889)			0.7003 (33.362)	0.0175 (2.816)	0.9916	0.0357	1.0745
繊維	-31.1220 (3.168)			0.4498 (5.799)		0.9946	0.0286	1.9704
	-3.3907 (3.435)	1.5871 (5.497)	0.7675 (27.164)		0.0169 (3.310)	0.9896	0.0681	0.9641
	-1.8537 (1.023)	1.9923 (4.003)	0.3301 (0.761)		0.0416 (1.011)	0.9896	0.0681	0.9916
	1.3017 (7.310)			0.7890 (18.989)		0.9746	0.1015	0.4120
	-119.9392 (1.025)			0.1252 (0.195)	0.0630 (1.037)	0.9747	0.1013	0.3445
紙 パルプ	-1.0909 (0.659)	0.2993 (0.646)	0.9981 (22.660)			0.9894	0.0910	0.6154
	-1.4917 (1.020)	-1.1165 (1.586)	1.7823 (5.554)		-0.0734 (2.462)	0.9918	0.0799	1.0089
	0.0311 (0.182)			1.0151 (28.429)		0.9884	0.0897	0.5573
	117.9823 (2.513)			1.6406 (6.539)	-0.0614 (2.513)	0.9911	0.0788	0.9190
	-1.0108 (0.950)	0.9402 (2.918)	0.7427 (17.541)			0.9895	0.0834	1.0508
一次金属	0.6423 (0.527)	2.1708 (3.445)	-0.0880 (0.232)		0.0830 (2.202)	0.9915	0.0753	1.6103
	-1.4527 (8.314)			0.8103 (23.425)		0.9831	0.0932	0.7757
	-18.9251 (0.250)			0.7092 (1.879)	0.0106 (0.269)	0.9822	0.0957	0.7623
	-1.6515 (2.399)	1.8058 (8.339)	0.2174 (4.662)			0.9917	0.0760	1.0733
	-1.7321 (2.263)	1.9458 (3.522)	0.1277 (0.390)		0.0105 (0.277)	0.9912	0.0782	1.0747
金属製品	2.3716 (21.119)			0.4589 (12.343)		0.9426	0.1286	0.5304
	203.3596 (2.780)			1.2232 (4.368)	-0.1032 (2.747)	0.9582	0.1101	0.8649
	2.9096 (1.487)	-0.0485 (0.094)	0.7743 (9.079)			0.9755	0.1401	0.7186
	-1.4004 (0.711)	2.6432 (3.023)	-0.4965 (1.332)		0.1244 (3.463)	0.9852	0.1092	0.7766
	1.6945 (11.518)			0.7296 (16.070)		0.9650	0.1377	0.6605
一般機械	-125.2315 (2.541)			0.1838 (0.853)	0.0653 (2.576)	0.9735	0.1202	0.6732

産業別生産関数の直接推定

産業名	const	lnL	lnK	ln($\frac{K}{L}$)	T	\bar{R}^2	SE	DW
電気機械	-1.9676 (2.220)	0.9128 (2.050)	0.8025 (4.521)			0.9805	0.1551	0.4629
	2.5207 (2.844)	1.5351 (5.674)	-0.2609 (1.303)		0.0964 (6.129)	0.9938	0.0874	1.1858
	0.1844 (0.590)			1.2007 (12.499)		0.9439	0.1772	0.5574
	-205.2085 (7.138)			-0.2478 (1.187)	0.1066 (7.145)	0.9855	0.0911	1.1552
輸送機械	-1.7617 (1.554)	1.1584 (2.406)	0.6361 (4.482)			0.9971	0.0574	0.7491
	-2.0453 (1.794)	1.7706 (2.579)	0.2921 (0.936)		0.0220 (1.233)	0.9972	0.0567	0.9373
	0.8712 (9.003)			0.9620 (35.911)		0.9927	0.0641	0.5379
	8.0977 (0.241)			1.0019 (5.344)	-0.0037 (0.215)	0.9923	0.0659	0.5498
その他製造業	-1.6193 (0.933)	1.1092 (2.835)	0.5440 (7.376)			0.9872	0.0857	0.5012
	-3.9175 (2.496)	0.5939 (1.680)	1.2092 (5.596)		-0.0701 (3.202)	0.9917	0.0690	0.5378
	1.8714 (15.971)			0.6767 (18.825)		0.9742	0.0927	0.2248
	114.9824 (2.261)			1.2558 (4.786)	-0.0584 (2.224)	0.9786	0.0840	0.3919
建設	7.7316 (2.772)	-0.5516 (0.807)	0.6918 (4.093)			0.9909	0.0652	0.7895
	1.9984 (0.570)	0.3106 (0.435)	0.8166 (5.106)		-0.0496 (2.323)	0.9928	0.0581	0.7877
	3.0801 (59.578)			0.4126 (17.166)		0.9691	0.0683	0.4639
	94.1405 (3.187)			0.8314 (6.017)	-0.0461 (3.063)	0.9791	0.0565	0.8152
電気ガス水道	-1.6184 (1.246)	-0.4735 (0.458)	1.2244 (4.945)			0.9837	0.1028	0.2110
	-14.1764 (2.022)	-1.1212 (1.086)	2.9638 (3.012)		-0.1361 (1.819)	0.9857	0.0965	0.4681
	-2.0115 (5.722)			1.1488 (19.393)		0.9756	0.1002	0.1802
	175.7539 (1.618)			2.5877 (2.937)	-0.0946 (1.636)	0.9777	0.0958	0.5432
卸小売	-9.6038 (7.346)	2.5098 (7.690)	0.2826 (2.532)			0.9848	0.0965	0.5579
	-11.0001 (0.806)	2.6357 (2.076)	0.3517 (0.516)		-0.0091 (0.103)	0.9838	0.0994	0.5759
	0.5389 (1.490)			0.9941 (7.371)		0.8587	0.2012	0.1475
	-157.1929 (7.481)			-0.3294 (7.507)	0.0819 (1.732)	0.9672	0.0997	0.4243
金融保険	-2.4517 (1.167)	0.5498 (0.360)	1.0585 (1.562)			0.9761	0.1527	0.3661
	1.1084 (0.845)	3.5387 (3.592)	-1.3332 (2.455)		0.0987 (6.168)	0.9926	0.0857	1.3021
	-0.9843 (2.683)			1.5322 (13.141)		0.9489	0.1506	0.3817
	-174.5695 (5.119)			-0.2427 (0.680)	0.0910 (5.090)	0.9789	0.0975	0.6176
運輸通信	-3.9400 (1.287)	1.0431 (1.498)	0.7890 (7.132)			0.9858	0.0898	0.1728
	-18.2488 (4.899)	2.5426 (4.445)	1.5325 (8.618)		-0.0922 (4.608)	0.9936	0.0607	0.6750
	0.3501 (2.368)			0.9318 (20.939)		0.9790	0.0922	0.1805
	32.8817 (0.876)			1.1381 (1.697)	-0.0169 (0.867)	0.9787	0.0928	0.2131
サービス	-9.337 (2.137)	3.3314 (2.980)	-0.2819 (0.834)			0.9821	0.1045	0.4382
	-17.9377 (2.279)	4.0802 (3.298)	0.2716 (0.504)		-0.0989 (1.303)	0.9828	0.1024	0.6217
	2.1139 (18.379)			0.5961 (11.337)		0.9329	0.1203	0.1810
	-117.4742 (1.121)			-0.0942 (0.155)	0.0615 (1.141)	0.9341	0.1193	0.2061

注()内はt値

付表2 コブ-ダグラス型(潜在生産力使用)

産業名	const.	lnL	lnK	ln($\frac{K}{L}$)	T	\bar{R}^2	SE	DW
農林水	10.9850 (3.5612)	-0.2249 (0.7861)	0.0062 (0.0561)			0.6659	0.0349	0.4155
	10.7040 (2.7698)	-0.2222 (0.7520)	0.0357 (0.1387)		-0.0026 (0.1278)	0.6454	0.0360	0.4120
	1.5080 (39.2496)			0.3466 (26.7278)		0.9741	0.0423	0.3115
	1.1579 (4.7855)			0.5743 (3.6809)	-0.0289 (1.4643)	0.9756	0.0411	0.3025
鉱業	-1.7122 (0.8094)	0.1985 (1.5406)	1.2013 (4.9567)			0.9472	0.0500	0.7130
	-0.7231 (0.3621)	-0.1346 (0.6724)	1.2629 (5.6355)		-0.0297 (2.0602)	0.9556	0.0459	0.8494
	0.5745 (9.7267)			0.9398 (59.3403)		0.9946	0.0503	0.6164
	-0.0243 (0.0957)			1.1938 (11.2290)	-0.0316 (2.4107)	0.9958	0.0447	0.8789
食料品	3.6214 (5.6500)	0.2431 (1.6689)	0.5674 (44.5610)			0.9958	0.0232	0.5883
	4.5350 (9.9225)	0.4173 (4.1199)	0.3190 (6.2211)		0.0247 (4.9076)	0.9982	0.0151	1.7547
	2.7335 (86.8918)			0.5552 (58.4277)		0.9945	0.0238	0.6318
	3.2433 (23.3781)			0.3274 (5.3231)	0.0225 (3.7310)	0.9968	0.0181	1.6240
繊維	-0.7829 (1.9259)	0.5577 (8.3558)	0.8097 (52.1856)			0.9935	0.0218	0.7533
	-1.8786 (4.0445)	0.4867 (8.4863)	1.0022 (16.7544)		-0.0120 (3.2890)	0.9959	0.0174	0.9194
	1.2195 (19.7753)			0.7666 (39.3174)		0.9879	0.0331	0.2121
	1.2763 (5.6026)			0.7432 (8.0614)	0.0016 (0.2596)	0.9872	0.0340	0.2246
紙	-2.9987 (6.7435)	1.3636 (10.4852)	0.8259 (64.8893)			0.9962	0.0307	1.3222
	-4.3702 (5.9353)	1.0021 (4.9941)	1.2162 (6.9032)		-0.0371 (2.2203)	0.9969	0.0277	1.1218
	1.1218 (8.6596)			0.8447 (27.9467)		0.9762	0.0738	0.1341
	0.5268 (0.3373)			1.0275 (2.1439)	-0.0173 (0.3822)	0.9750	0.0756	0.1310
化学	-2.8780 (4.3217)	0.7287 (3.9146)	1.0107 (57.0661)			0.9968	0.0366	0.4467
	-3.0724 (5.7422)	0.0418 (0.1625)	1.3911 (11.8533)		-0.0356 (3.2655)	0.9980	0.0292	0.4243
	-0.0883 (0.9108)			1.0530 (51.9982)		0.9930	0.0509	0.1336
	-2.0294 (5.0566)			1.5746 (14.6759)	-0.0512 (4.8998)	0.9969	0.0337	0.5720
一次金属	-0.1465 (0.6851)	0.7280 (11.2441)	0.7540 (88.6175)			0.9991	0.0168	1.5243
	-0.7943 (8.3445)	0.2457 (4.9958)	1.0795 (36.4717)		-0.0325 (11.0539)	0.9999	0.0059	1.4043
	1.5922 (23.3794)			0.8017 (59.4678)		0.9947	0.0363	0.2154
	-0.4321 (1.4373)			1.3189 (17.2194)	-0.0543 (6.7826)	0.9985	0.0194	0.5306
金属製品	-1.1728 (1.9256)	1.5764 (8.2293)	0.3074 (7.4523)			0.9886	0.0673	0.6209
	-0.2476 (0.8209)	-0.0304 (0.1396)	1.3373 (10.3599)		-0.1206 (8.0651)	0.9976	0.0308	0.7497
	2.3022 (23.5456)			0.5160 (15.9420)		0.9302	0.1119	0.2028
	0.5973 (4.0770)			1.6506 (17.2576)	-0.1532 (11.9398)	0.9921	0.0376	0.7941
一般機械	1.8566 (3.1400)	0.3586 (2.3091)	0.6805 (26.4090)			0.9950	0.0423	0.5939
	3.1932 (5.4803)	-0.4761 (1.8394)	1.0746 (9.7345)		-0.0386 (3.6282)	0.9971	0.0323	1.0115
	2.0299 (46.0704)			0.6868 (50.5067)		0.9926	0.0413	0.5915
	1.7441 (13.2844)			0.8363 (12.5561)	-0.0179 (2.2833)	0.9940	0.0371	0.5356

産業別生産関数の直接推定

産業名	const.	lnL	lnK	ln($\frac{K}{L}$)	T	\bar{R}^2	SE	DW
電気機械	0.1260 (0.7859)	0.0019 (0.0238)	1.1043 (34.3888)			0.9986	0.0281	0.3450
	0.7457 (3.3044)	0.0878 (1.2750)	0.9575 (18.7799)		0.0133 (3.3235)	0.9991	0.0222	0.4038
	0.4452 (8.3517)			1.1634 (70.1853)		0.9962	0.0306	0.3690
	0.9374 (7.4469)			0.9596 (18.8130)	0.0150 (4.1111)	0.9980	0.0223	0.4038
輸送機械	-0.3888 (0.9705)	0.6348 (3.7301)	0.7796 (15.5414)			0.9993	0.0203	0.6066
	-0.1159 (0.4603)	0.0458 (0.3020)	1.1105 (16.1104)		-0.0211 (5.3700)	0.9997	0.0125	0.4850
	0.9843 (25.3922)			0.9496 (88.4789)		0.9976	0.0257	0.1853
	0.2979 (3.0217)			1.2149 (32.2035)	-0.0249 (7.1106)	0.9994	0.0133	0.5882
その他製造業	-0.9270 (0.6630)	0.8907 (2.8249)	0.6150 (10.3466)			0.9846	0.0691	0.4770
	-3.4472 (4.0400)	0.3257 (1.6947)	1.3445 (11.4462)		-0.0769 (6.4591)	0.9955	0.0375	0.3904
	1.7756 (18.9419)			0.7177 (24.9593)		0.9704	0.0742	0.1338
	0.3442 (0.9088)			1.3834 (7.9317)	-0.0671 (3.8464)	0.9832	0.0558	0.2646
建設	11.3768 (4.4077)	-1.4925 (2.3600)	0.9551 (6.1082)			0.9862	0.0603	0.5964
	1.6681 (1.1293)	-0.0323 (0.1074)	1.1665 (17.2984)		-0.0840 (9.3296)	0.9977	0.0245	0.4810
	3.0614 (54.3858)			0.4559 (17.4263)		0.9409	0.0744	0.2667
	2.4184 (44.3813)			1.1821 (20.1559)	-0.0809 (12.5117)	0.9939	0.0240	0.5146
電気ガス水道	-2.3905 (1.9733)	0.4381 (0.4550)	0.9810 (4.2496)			0.9704	0.0959	0.1258
	-21.3046 (3.9911)	-0.5374 (0.6835)	3.6008 (4.8057)		-0.2050 (3.5982)	0.9826	0.0735	0.4661
	-1.7291 (5.2407)			1.1082 (19.9355)		0.9543	0.0940	0.1327
	-9.9529 (2.3658)			2.6799 (3.3352)	-0.1033 (1.9601)	0.9605	0.0874	0.5511
卸小売	-9.3833 (7.3810)	2.3950 (7.5464)	0.3455 (3.1843)			0.9724	0.0938	0.4002
	-17.2210 (1.3111)	3.1001 (2.5396)	0.7326 (1.1184)		-0.0508 (0.5996)	0.9713	0.0956	0.5217
	0.4655 (1.3248)			1.0365 (7.9115)		0.7642	0.1954	0.1218
	3.0300 (7.6420)			-0.2384 (1.2672)	0.0789 (7.2466)	0.9390	0.0994	0.2742
金融保険	-3.0019 (5.8439)	1.7131 (4.5820)	0.4429 (2.6722)			0.9966	0.0373	1.0388
	-3.0107 (5.1065)	1.7057 (3.8535)	0.4488 (1.8392)		-0.0002 (0.0340)	0.9963	0.0385	1.0320
	-0.2131 (1.4430)			1.3432 (28.6217)		0.9773	0.0606	0.2145
	-0.6025 (1.0205)			1.4932 (6.6337)	-0.0077 (0.6819)	0.9766	0.0615	0.2393
運輸通信	-2.6828 (0.8323)	0.7321 (0.9987)	0.8488 (7.2857)			0.9696	0.0945	0.1403
	-19.5699 (6.1298)	2.5018 (5.1115)	1.7263 (11.3446)		-0.1086 (6.3555)	0.9908	0.0519	0.9022
	0.3124 (2.0676)			0.9485 (20.8554)		0.9581	0.0942	0.1381
	-0.5723 (0.9804)			1.3123 (5.5470)	-0.0297 (1.5648)	0.9612	0.0906	0.1823
サービス	-8.2938 (1.9555)	3.0104 (2.7748)	-0.1546 (0.4713)			0.9690	0.1014	0.3648
	-18.2082 (2.4374)	3.8737 (3.2984)	0.4834 (0.9451)		-0.1141 (1.5820)	0.9715	0.0972	0.5441
	2.0748 (18.9427)			0.6404 (12.7883)		0.8953	0.1145	0.1337
	2.6985 (3.8297)			0.1170 (0.1997)	0.0466 (0.8962)	0.8942	0.1152	0.1655

付表4 CES型 (v状同次、産出額使用)

産業名	γ	δ	ρ	v	λ_L	λ_K	SE/DW	IN
農林水産	4.0211 (0.1641)	0.4220 (1.6144)	0.2905 (0.8177)	0.9615 (1.2467)			881.899 0.2578	50
鉱業	2.2136 (0.0624)	-0.0001 (0.0109)	1.7066 (0.0984)	0.8611 (0.3577)			540.614 0.0539	50
食料品	11.5787 (0.5666)	0.9828 (53.9751)	-1.1610 (3.6941)	1.2842 (3.4749)			520.173 1.4769	43
繊維	21.6750 (3.3505)	0.9873 (0.7795)	-1.2826 (0.1116)	1.1588 (0.9698)	0.0078 (0.00847)	0.0016 (0.0315)	546.436 235.636	50
紙・パルプ	3.3505 (0.1738)	0.0795 (0.0314)	0.4907 (0.1668)	1.8275 (0.8272)	0.0078 (0.2115)	0.0218 (0.4684)	1.4729 236.45	32
化学	19.0737 (0.0300)	0.0020 (0.1238)	1.2861 (0.1668)	0.6912 (0.8272)	-0.0020 (0.2115)		1.1818 323.34	50
一次金属	0.0001 (0.02476)	1.0000 (0.74 × 10 ⁻⁸)	-5.9182 (0.1036)	3.4692 (0.4737)				50
金属製品								
一般機械								
電気機械								
輸送機械								
その他製造業	0.2067 (0.4018)	0.0004 (0.2372)	2.4578 (2.5277)	1.3197 (3.8844)			1158.78 0.6509	50
建設	68.8915 (1.5193)	0.0001 (0.1184)	4.6727 (1.6452)	0.7219 (8.0742)			1277.39 0.9597	50
電気ガス水道								
卸・小売	-0.2184 (0.29 × 10 ⁻⁵)	0.0211 (0.49 × 10 ⁻⁶)	4.7663 (0.57 × 10 ⁻⁵)	1.2141 (0.27 × 10 ⁻¹)			30215.3 0.0051	4
金融・保険								
運輸・通信	0.0068 (0.13 × 10 ⁻⁶)	0.0547 (0.40 × 10 ⁻⁷)	6.9144 (0.0)	2.1801 (0.2881)			7838.88 0.0086	4
サービス								

注) IN:イタレーションの回数、最大回数は50、空欄は推定値が得られなかったものである。

付表3 クメンタ型 (CES型の線型近似)

産業名	const	$\ln \left(\frac{K}{L} \right)$	$\left\{ \ln \left(\frac{K}{L} \right) \right\}^2$	R ²	SE	DW
農林水産	0.8919 (8.3147)	0.8068 (10.2533)	-0.0804 (5.8769)	0.9904	0.0250	0.8701
鉱業	-0.3085 (1.1507)	1.4541 (9.4269)	-0.0719 (3.3457)	0.9966	0.0402	0.8045
食料品	3.3598 (18.5343)	0.1545 (1.3414)	0.0622 (3.4876)	0.9966	0.0187	1.0187
繊維	-1.5599 (2.8194)	2.5438 (7.2048)	-0.2800 (5.0669)	0.9948	0.0216	0.6076
紙・パルプ	-3.9347 (2.8194)	3.2641 (29.8693)	-0.2846 (22.1696)	0.9992	0.0139	1.1019
化学	-3.6565 (7.7560)	2.5990 (12.7741)	-0.1650 (7.6075)	0.9983	0.0249	0.3863
一次金属	-0.7237 (2.4562)	1.7489 (14.5806)	-0.0954 (7.9081)	0.9988	0.0172	0.6419
金属製品	1.1028 (5.3375)	1.4385 (9.3445)	-0.1637 (6.0375)	0.9765	0.0650	0.3487
一般機械	1.6748 (9.6528)	0.9359 (7.8653)	-0.0413 (2.1046)	0.9938	0.0378	0.5730
電気機械	0.9517 (3.1240)	0.8501 (4.1870)	0.0579 (1.6863)	0.9965	0.0291	0.3679
輸送機械	0.8962 (1.2542)	1.0597 (2.5363)	-0.0225 (0.3713)	0.9922	0.0668	2.6508
その他製造業	-0.8221 (4.1837)	2.4172 (18.9575)	-0.2687 (13.3598)	0.9973	0.0225	0.5685
建設	2.7241 (15.8295)	0.8367 (4.4790)	-0.0962 (2.0554)	0.9499	0.0685	0.2821
電気ガス水道	-23.4082 (10.2164)	8.4789 (10.8988)	-0.6239 (9.4783)	0.9923	0.0386	0.3897
卸・小売	-12.4460 (3.1328)	10.4460 (3.6172)	-1.7146 (3.2605)	0.8464	0.1577	0.1797
金融・保険	-3.3142 (2.9054)	3.3916 (4.5225)	-0.3350 (2.7354)	0.9633	0.0520	0.3790
運輸・通信	-6.0916 (16.8317)	4.9916 (21.9246)	-0.6244 (17.7778)	0.9977	0.0219	0.7510
サービス	-0.2225 (1.8445)	2.9081 (24.7894)	-0.5279 (19.4119)	0.9952	0.0245	0.4297

産業別生産関数の直接推定

付表5 CES型 (1次同次、産出額使用)

産業名	γ	δ	ρ	λ_L	λ_K	SE	DW	IN	産業名	γ	δ	ρ	λ_L	λ_K	SE	DW	IN
農林水	2.8809 (5.4738)	0.3509 (2.9017)	0.4237 (2.3523)			0.4328	1.1103	3	電気機械	1.4223 (1.0242)	-0.0617 (0.2095)	0.4234 (0.3235)			8.4495	0.9629	50
	2.0057 (0.6122)	0.0875 (0.0954)	1.2453 (0.2281)	0.0169 (0.3707)	-0.0319 (0.2780)	0.4590	1.0742	49									
鉱業	4.8851 (0.4555)	0.6607 (0.5640)	-0.7347 (0.5149)			6.1482	1.3201	33	輸送機械	2.1880 (4.3604)	0.0015 (0.0510)	0.8967 (0.1851)			5.2234	0.4397	50
食料品	32.7260 (2.8463)	0.9049 (7.4206)	-0.7898 (1.8981)			4.3504	1.0551	50	その他製造業	3.0093 (6.5890)	0.0013 (0.2315)	1.7634 (1.5253)			5.8985	0.2093	50
	13.5312 (0.1947)	0.1851 (0.0513)	0.9948 (0.6070)	-0.0715 (0.1014)	-0.0601 (0.3714)	5.3975	0.7688	50		3.6514 (0.3482)	0.0349 (0.0315)	0.7999 (0.0698)	0.0123 (0.0346)	-0.0056 (0.0275)	6.7841	0.2197	50
繊維	2.8175 (1.5861)	0.1015 (0.3609)	0.4159 (0.4268)			1.4265	1.2201	50	建設	11.9090 (8.6366)	0.0474 (1.0528)	1.6725 (3.3529)			2.9216	0.7838	19
	11.4672 (0.0758)	0.2110 (0.0231)	0.5420 (0.0236)	0.0467 (0.1555)	-0.0297 (0.0937)	5.5922	0.7339	50	電気ガス水道	12.8419 (2.8413)	0.0330 (0.1039)	1.7289 (0.2705)	0.0011 (0.0190)	-0.0355 (0.5050)	3.3703	0.6818	50
紙・パルプ	2.0938 (1.5622)	0.0139 (0.1455)	0.6707 (0.4503)			12.9530	0.4941	50		0.1526 (0.1787)	-0.0733 (0.0564)	0.1322 (0.0480)			18.9333	0.1524	50
	2.5912 (0.6877)	0.0715 (0.1150)	0.5329 (0.1732)	-0.0062 (0.0610)	-0.0046 (0.0734)	1.5194	1.2309	50									
化学	0.8985 (0.0987)	-0.0634 (0.0116)	-0.3505 (0.0211)			16.1952	0.5495	50	卸・小売	1.0644 (0.1760)	-0.0670 (0.0196)	0.1570 (0.0090)			7.4229	0.0569	50
一次金属	2.5903 (1.1685)	0.0282 (0.1769)	0.4053 (0.3815)			24.9126	0.8743	50	金融・保険	0.4837 (0.2551)	-0.3908 (0.1822)	0.0591 (0.0477)			6.9886	0.4606	50
	2.9234 (0.2118)	0.0296 (0.0442)	0.6978 (0.1583)	0.0228 (0.1567)	0.0698 (0.1901)	22.8659	1.1307	50									
金属製品	3.5234 (6.7672)	0.0010 (0.2842)	2.4163 (2.3157)			5.1005	0.9417	50	運輸・通信	1.1948 (3.4042)	0.0014 (0.0384)	1.0859 (0.1518)			2.9143	0.1463	50
										1.0218 (19.0556)	0.0004 (0.1896)	1.9642 (1.3601)	0.0008 (0.0469)	0.0490 (2.0747)	0.8775	0.6497	50
一般機械	11.1841 (0.9708)	0.7813 (1.5169)	-0.7853 (0.8309)	-0.0178 (0.0378)	0.3495 (0.1513)	7.0518	0.9645	IV	サ-ビス	4.4218 (9.6800)	0.0007 (0.2057)	2.9898 (1.6083)			3.6700	0.1509	50
	10.6597 (0.4832)	0.6676 (0.5009)	0.0910 (0.3671)			7.6178	0.7360	50									

付表6 CES型 (1次同次、潜在生産力使用)

産業名	γ	δ	ρ	λL	SE	DW	IN	産業名	γ	δ	ρ	λL	SE	DW	IN
農林水産	2.2313 (7.4686)	0.1831 (2.4771)	0.7992 (4.8039)		0.3738	0.9167	42	電気機械	0.3119 (0.2033)	-2.3027 (0.2067)	-0.4832 (1.0872)		2.1374	0.3837	42
鉱業	2.3632 (10.3222)	0.2378 (4.2725)	0.3888 (1.9387)	-0.0327 (1.2333)	0.3574	0.9729	5	輸送機械	2.3165 (236.300)	0.1126×10 ⁻⁶ (0.6767)	3.5827 (9.8882)		0.5482	0.8978	36
食料品	33.8688 (0.4620)	0.8871 (15.3877)	-0.7075 (4.0638)		1.9506	1.0485	37	その他製造業	2.9960 (10.5456)	0.0012 (0.3412)	1.7524 (2.2603)		3.8486	0.1448	50
繊維	38.9038 (5.1306)	0.3943 (12.9750)	-0.7465 (2.1140)	0.0267 (3.3049)	1.8807	1.5287	50	建設	2.9008 (69.8533)	0.0005 (1.0233)	1.6470 (4.7572)	-0.0436 (3.0370)	0.7018	1.4305	46
紙・パルプ	1.9849 (7.9966)	0.0029 (0.2924)	1.4616 (1.4248)		1.2935	0.3158	50	電気・ガス・水道	12.0633 (6.5023)	0.0456 (0.7698)	1.5765 (2.3676)		4.3051	0.2817	17
化学	1.8239 (70.8233)	0.0012 (1.0965)	1.0359 (3.1591)	-0.0936 (3.0220)	0.4587	0.6352	28	卸・小売	14.1128 (5.5995)	0.0859 (0.4200)	-0.0007 (0.3073)	-0.4744 (0.0102)	4.3313	0.0993	50
一次金属	1.9181 (4.7017)	0.0023 (0.1853)	1.0254 (0.9114)		-8.5235	0.1509	50	金融・保険	0.1610 (0.1876)	-0.0625 (0.0542)	0.1598 (0.0553)		20.5697	0.1201	50
金属製品	1.9400 (3.0378)	0.0043 (0.0926)	0.8514 (0.2635)	-0.0040 (0.0192)	9.2734	0.1458	50	運輸・通信	0.1800 (0.1957)	-0.0353 (0.0415)	0.2807 (0.0641)	-0.0149 (0.0465)	20.3400	0.1295	50
一般機械	0.7843 (0.1437)	-0.0896 (0.0284)	-0.0999 (0.0139)		24.7978	0.0179	50	サービス	0.4298 (0.1329)	-0.4979 (0.1053)	-0.0086 (0.0043)		10.6201	0.0446	50
	2.2389 (6.0577)	0.0016 (0.2502)	0.0047 (1.3562)	0.0125 (0.0235)	17.3620	0.0390	50		0.4736 (0.0715)	-0.4670 (0.0462)	-0.0183 (0.0032)	0.0061 (0.0237)	14.4199	0.0220	50
	2.1837 (75.7347)	0.0048 (1.9358)	0.0791 (1.0964)	-1.0541 (1.0702)	3.7810	0.3861	50		1.1867 (4.7395)	-0.0004 (0.0325)	1.3886 (0.1093)		3.0160	0.0982	50
	3.5753 (11.4675)	0.0096 (0.4611)	2.4889 (3.3512)		5.6546	0.1542	50		1.1896 (2.5576)	0.0006 (0.0145)	1.3289 (0.0592)	0.0070 (0.0201)	3.2223	0.0966	50
	4.9204 (2.0152)	0.0706 (0.1941)	0.0881 (0.0966)	-0.4964 (0.1277)	1.8804	0.6561	5		4.4359 (13.5322)	0.0001 (0.1799)	3.5546 (1.7433)		3.4966	0.0864	50
	8.2311 (4.9280)	0.3509 (2.7583)	-0.0374 (0.2199)		2.1526	0.2766	50		4.4582 (8.9510)	0.0002 (0.0728)	3.2958 (0.4410)	-0.0010 (0.0114)	4.0129	0.0779	50
	5.3811 (2.1123)	0.1188 (0.3798)	-0.2108 (0.4402)												

産業別生産関数の直接推定

付表7-3 食料品

αk	γ	δ	ρ	SE	DW	R ²	IN
0.00	33.8688 (6.4620)	0.8871 (15.3877)	-0.7075 (4.0638)	1.9506	1.0485	0.9965	37
0.02	29.8761 (8.5703)	0.7955 (14.5117)	-0.3491 (3.6971)	1.6503	1.6992	0.9975	6
0.04	28.8282 (10.0629)	0.7539 (15.6230)	-0.1888 (2.7761)	1.6253	2.0198	0.9975	5
0.06	28.9999 (11.0108)	0.7421 (17.1174)	-0.1069 (1.9194)	1.6908	2.0887	0.9973	5
0.08	29.5914 (11.6944)	0.7442 (18.8133)	-0.0608 (1.2605)	1.7784	2.0598	0.9971	5
0.10	30.4014 (12.2698)	0.7524 (20.6693)	-0.0331 (0.7695)	1.8657	2.0645	0.9968	5
0.12	31.2707 (12.7698)	0.7632 (22.6526)	-0.0156 (0.3995)	1.9461	1.9471	0.9965	5
0.14	32.1393 (13.2446)	0.7747 (24.7358)	-0.0041 (0.1146)	2.0178	1.8950	0.9962	5
0.16	32.9791 (13.6919)	0.7861 (26.8952)	0.0361 (0.1095)	2.0182	1.8495	0.9960	5
0.18	33.7776 (14.1164)	0.7970 (29.1151)	0.0089 (0.2891)	2.1377	1.8103	0.9957	5
0.20	34.5323 (14.5334)	0.8072 (31.5137)	0.0126 (0.4390)	2.1877	1.7765	0.9955	6

付表7-4 繊維

αk	γ	δ	ρ	SE	DW	R ²	IN
0.00	1.9849 (7.9966)	0.0029 (0.2924)	1.4616 (1.4248)	1.2935	0.3158	0.9889	50
0.02	1.8681 (10.7073)	0.0033 (0.6449)	1.5614 (3.0410)	1.4534	0.5297	0.9860	9
0.04	2.2847 (4.2488)	0.0355 (0.7971)	0.9356 (2.6054)	1.7691	0.4872	0.9793	6
0.06	2.9008 (2.9730)	0.1038 (1.0311)	0.6669 (2.3766)	2.0051	0.4615	0.9734	5
0.08	3.6588 (2.5313)	0.1908 (1.2994)	0.5151 (2.2215)	2.1805	0.4470	0.9685	6
0.10	4.4749 (2.3991)	0.2788 (1.6203)	0.4185 (2.1119)	2.3152	0.4378	0.9645	7
0.12	5.2988 (2.4176)	0.3585 (1.9932)	0.3523 (2.0366)	2.4215	0.4314	0.9612	7
0.14	6.0985 (2.4724)	0.4277 (2.3989)	0.3039 (1.9796)	2.5075	0.4267	0.9584	8
0.16	6.8536 (2.5706)	0.4864 (2.8433)	0.2673 (1.9365)	2.5784	0.4232	0.9571	8
0.18	7.5571 (2.6888)	0.5361 (3.3212)	0.2385 (1.9019)	2.6379	0.4203	0.9540	8
0.20	8.2108 (2.8211)	0.5784 (3.8210)	0.2151 (1.8690)	2.6884	0.4180	0.9522	8

付表7-1 農林水

αk	γ	δ	ρ	SE	DW	R ²	IN
0.00	2.2313 (7.4888)	0.1631 (2.4771)	0.7992 (4.8039)	0.3738	0.9167	0.9875	10
0.02	2.5361 (7.0072)	0.2498 (3.1558)	0.6421 (4.7157)	0.3937	0.8647	0.9859	3
0.04	2.8287 (6.9109)	0.3302 (4.6336)	0.5364 (4.6336)	0.4104	0.8257	0.9850	3
0.06	3.0994 (6.9579)	0.4007 (4.6986)	0.4607 (4.5586)	0.4243	0.7961	0.9839	3
0.08	3.3487 (7.0847)	0.4618 (5.0510)	0.4030 (4.4522)	0.4360	0.7730	0.9830	4
0.10	3.5714 (7.3004)	0.5133 (6.4327)	0.3586 (4.3958)	0.4460	0.7547	0.9823	4
0.12	3.7709 (7.5427)	0.5572 (7.3771)	0.3229 (4.3493)	0.4545	0.7399	0.9816	4
0.14	3.9501 (7.7974)	0.5946 (8.3602)	0.2937 (4.3113)	0.4618	0.7277	0.9810	4
0.16	4.1111 (8.0560)	0.6268 (9.3786)	0.2694 (4.2805)	0.4683	0.7174	0.9804	4
0.18	4.2562 (8.3134)	0.6547 (10.4283)	0.2488 (4.2552)	0.4739	0.7088	0.9800	4
0.20	4.3874 (8.5860)	0.6789 (11.5052)	0.2311 (4.2337)	0.4789	0.7013	0.9795	4

付表7-2 鉱業

αk	γ	δ	ρ	SE	DW	R ²	IN
0.00	1.5439 (22.2859)	0.0014 (0.4362)	1.0682 (1.9860)	1.4157	0.5552	0.9989	50
0.02	1.5108 (15.1958)	0.0076 (1.1565)	0.8763 (4.3573)	1.7167	1.0848	0.9983	11
0.04	1.5766 (9.5147)	0.0258 (1.5760)	0.6651 (4.6591)	2.1226	1.1950	0.9974	5
0.06	1.6768 (7.2053)	0.0516 (1.9245)	0.5488 (4.7974)	2.4448	1.2464	0.9966	9
0.08	1.7976 (6.0110)	0.0820 (2.2384)	0.4716 (4.8912)	2.7033	1.2735	0.9959	5
0.10	1.9366 (5.2985)	0.1157 (2.5670)	0.4143 (4.9433)	2.9142	1.2889	0.9952	10
0.12	2.0872 (4.8166)	0.1509 (2.8756)	0.3700 (4.9740)	3.0895	1.2985	0.9946	13
0.14	2.2435 (4.5227)	0.1860 (3.1985)	0.3348 (4.9962)	3.2373	1.3047	0.9941	12
0.16	2.4339 (0.1037)	0.9915 (0.8042)	-0.4585 (0.0192)	76.3112	0.0127	0.0	3*
0.18							
0.20							

注) *は推定値がこれ以上改善されないことを示す。

付表7-7 一次金属

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	2.2389 (6.0577)	0.0016 (0.2502)	0.9514 (1.3562)	15.3816	0.1602	0.9887	50
0.02	2.2356 (16.0746)	0.0021 (1.2484)	1.0347 (7.0990)	6.7722	1.2740	0.9978	28
0.04	2.5618 (8.9776)	0.0123 (1.5996)	0.7439 (6.6929)	8.0442	1.2201	0.9970	11
0.06	3.0461 (6.3638)	0.0334 (1.9286)	0.5887 (6.4804)	8.9666	1.1970	0.9962	23
0.08	3.6676 (5.1794)	0.0637 (2.2471)	0.4910 (6.4138)	9.6718	1.1838	0.9955	8
0.10	4.4498 (4.4607)	0.1018 (2.5895)	0.4208 (6.2322)	10.2283	1.1759	0.9950	15
0.12	5.3475 (4.0702)	0.1434 (2.9452)	0.3695 (6.1623)	10.6808	1.1701	0.9946	15
0.14							
0.16							
0.18							
0.20							

付表7-8 金属製品

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	3.5753 (11.4675)	0.0006 (0.4611)	2.4889 (3.3512)	3.7310	0.3861	0.9605	50
0.02	3.5885 (8.0678)	0.0050 (0.7145)	1.7679 (3.7077)	3.9163	0.3720	0.9565	31
0.04	3.7165 (5.8801)	0.0172 (0.8429)	1.3657 (3.8645)	4.0344	0.3668	0.9538	26
0.06	3.8628 (4.9439)	0.0360 (1.0404)	1.1282 (3.9520)	4.1215	0.3633	0.9518	11
0.08	4.0056 (4.3903)	0.0585 (1.2052)	0.9733 (4.1216)	4.1877	0.3613	0.9503	10
0.10	4.1841 (3.9896)	0.0857 (1.3693)	0.8539 (4.2115)	4.2398	0.3601	0.9490	5
0.12	4.3990 (3.6893)	0.1170 (1.5356)	0.7575 (4.2081)	4.2819	0.3594	0.9480	6
0.14	4.5969 (3.5033)	0.1481 (1.7063)	0.6842 (4.2585)	4.3169	0.3590	0.9472	5
0.16	4.7798 (3.3949)	0.1784 (1.8864)	0.6259 (4.3354)	4.3464	0.3588	0.9464	5
0.18	4.9767 (3.2809)	0.2094 (2.0545)	0.5759 (4.3756)	4.3716	0.3587	0.9458	5
0.20	5.1705 (3.2059)	0.2396 (2.2329)	0.5334 (4.4092)	4.3934	0.3586	0.9453	5

付表7-5 紙・パルプ

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	1.9181 (4.7017)	0.0023 (0.1853)	1.0254 (0.9114)	8.5235	0.1509	0.9788	50
0.02	1.7963 (2.5969)	0.0014 (0.1110)	1.1801 (0.7402)	23.8824	0.0338	0.8178	50
0.04	1.5841 (33.2732)	0.0006 (1.8355)	1.4776 (14.2838)	2.1820	1.6809	0.9985	22
0.06	1.6684 (18.3186)	0.0045 (2.2366)	1.0799 (12.2728)	2.6999	1.3173	0.9977	14
0.08	1.8272 (12.3892)	0.0149 (2.5536)	0.8512 (11.3840)	3.0916	1.1505	0.9969	13
0.10	2.0621 (9.2095)	0.0336 (2.8290)	0.6996 (10.5646)	3.3912	1.0615	0.9963	11
0.12	2.3603 (7.5067)	0.0601 (3.1493)	0.5935 (10.0122)	3.6277	1.0068	0.9958	13
0.14	2.7179 (6.4027)	0.0929 (3.4377)	0.5148 (9.5799)	3.8189	0.9705	0.9953	15
0.16	3.1195 (5.8252)	0.1294 (3.8164)	0.4551 (9.3008)	3.9770	0.9446	0.9949	14
0.18	3.5643 (5.3656)	0.1682 (4.1625)	0.4076 (9.0771)	4.1099	0.9253	0.9946	14
0.20	4.0431 (5.1300)	0.2076 (4.5819)	0.3691 (8.8880)	4.2233	0.9105	0.9943	15

付表7-6 化学

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	0.7343 (0.1437)	-0.0896 (0.0264)	-0.0999 (0.0139)	24.7978	0.0179	0.9196	50
0.02	0.9814 (2.4857)	0.0003 (0.0187)	0.8842 (0.1053)	23.0717	0.0777	0.9304	50
0.04	0.9915 (32.2418)	0.00087 (1.0115)	1.6058 (9.3641)	3.6642	1.0766	0.9982	19
0.06	0.9788 (19.2059)	0.0010 (1.3720)	1.1650 (9.6571)	4.1591	1.0585	0.9977	35
0.08							
0.10	1.0680 (9.5507)	0.0111 (1.9847)	0.7585 (9.3039)	5.0551	0.9726	0.9967	20
0.12	1.1562 (7.6139)	0.0224 (2.2373)	0.6477 (9.2175)	5.4012	0.9430	0.9962	21
0.14							
0.16							
0.18							
0.20							

付表7-11 輸送機械

λ_k	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	2.3165 (23.6300)	0.1126×10^{-6} (0.6767)	3.5827 (9.8882)	0.5482	0.8978	0.9998	36
0.02	2.2303 (73.4124)	0.0010 (2.7172)	1.4697 (16.3099)	0.6812	1.4319	0.9997	17
0.04	2.3214 (30.4531)	0.0090 (3.2149)	1.0069 (13.6587)	1.0705	1.0050	0.9993	8
0.06	2.5044 (18.9895)	0.0268 (3.6441)	0.7859 (12.7620)	1.3469	0.8804	0.9989	9
0.08							
0.10	3.0423 (11.9959)	0.0857 (4.8189)	0.5569 (12.0084)	1.7050	0.7965	0.9982	15
0.12	3.3672 (10.6736)	0.1221 (5.3897)	0.4882 (11.8185)	1.8276	0.7787	0.9980	21
0.14							
0.16							
0.18							
0.20							

付表7-9 一般機械

λ_k	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	8.2311 (4.9380)	0.3508 (2.7583)	-0.0374 (0.2199)	1.8804	0.6561	0.9967	5
0.02	8.0567 (5.8428)	0.3116 (3.3470)	0.1486 (1.2167)	2.0728	0.7926	0.9960	5
0.04	8.3348 (6.1795)	0.3249 (3.9787)	0.2074 (2.1110)	2.2590	0.8601	0.9953	4
0.06	8.7603 (6.3108)	0.3532 (4.6270)	0.2238 (2.7034)	2.4138	0.8969	0.9946	4
0.08	9.2407 (6.3332)	0.3858 (5.2667)	0.2242 (3.1007)	2.5410	0.9189	0.9940	5
0.10	9.7404 (6.4128)	0.4191 (5.9556)	0.2179 (3.3964)	2.6485	0.9330	0.9935	5
0.12	10.2372 (6.4642)	0.4511 (6.6141)	0.2091 (3.6141)	2.7352	0.9426	0.9931	5
0.14	10.7192 (6.5256)	0.4812 (7.3321)	0.1996 (3.7744)	2.8108	0.9492	0.9927	5
0.16	11.1901 (6.6344)	0.5094 (8.1471)	0.1898 (3.9434)	2.8760	0.9541	0.9923	6
0.18	11.6379 (6.7257)	0.5354 (8.9124)	0.1806 (4.0591)	2.9328	0.9577	0.9920	6
0.20	12.0643 (6.8171)	0.5593 (9.6888)	0.1720 (4.1537)	2.9828	0.9604	0.9918	6

付表7-12 その他製造業

λ_k	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	2.9960 (10.5456)	0.0012 (0.3412)	1.7524 (2.2603)	3.8436	0.1448	0.9776	50
0.02	2.6422 (40.4926)	0.0002 (1.3095)	2.3690 (10.1239)	1.5364	0.8930	0.9964	42
0.04	2.6206 (21.5960)	0.0022 (1.5312)	1.6769 (9.3092)	1.8876	0.7273	0.9946	12
0.06	2.6885 (14.0793)	0.0088 (1.8045)	1.2931 (8.6741)	2.1671	0.6466	0.9929	8
0.08	2.8205 (10.2485)	0.0220 (1.9803)	1.0541 (8.3470)	2.3814	0.6069	0.9914	9
0.10	2.9981 (8.2227)	0.0415 (2.2039)	0.8909 (8.1073)	2.5520	0.5833	0.9901	6
0.12	3.2124 (7.0105)	0.0666 (2.4443)	0.7716 (7.9164)	2.6907	0.5686	0.9890	8
0.14	3.4539 (6.1988)	0.0957 (2.6765)	0.6808 (7.7758)	2.8055	0.5588	0.9880	7
0.16	3.7164 (5.6564)	0.1277 (2.9249)	0.6091 (7.6597)	2.9022	0.5519	0.9872	7
0.18	3.9921 (5.2949)	0.1611 (3.1928)	0.5511 (7.5559)	2.9849	0.5470	0.9865	7
0.20	4.2773 (5.0377)	0.1950 (3.4705)	0.5033 (7.4736)	3.0863	0.5433	0.9858	7

付表7-10 電気機械

λ_k	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	0.3119 (0.2033)	-0.2303 (0.2067)	-0.4833 (1.0872)	2.1374	0.3837	0.9956	42
0.02	1.3845 (0.0465)	-0.4186 (0.0101)	1.0425 (0.0501)	6.6294	0.0500	0.9579	50
0.04	2.5998 (9.5126)	0.0314 (1.3504)	0.6347 (3.1574)	1.7155	0.4937	0.9972	10
0.06							
0.08	4.4573 (5.2193)	0.2264 (3.0016)	0.2587 (2.6323)	2.2016	0.5872	0.9954	9
0.10	5.4686 (4.9529)	0.3143 (3.8319)	0.2026 (2.4621)	2.3967	0.6050	0.9945	7
0.12	6.4594 (4.9125)	0.3883 (4.6985)	0.1668 (2.3351)	2.5604	0.6153	0.9937	6
0.14	7.4075 (4.9766)	0.4500 (5.6022)	0.1419 (2.2353)	2.6981	0.6217	0.9930	11
0.16							
0.18							
0.20	9.9146 (5.3568)	0.5822 (8.5097)	0.0980 (2.0372)	3.0015	0.6328	0.9914	8

付表7-15 卸・小売

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00							
0.02							
0.04	1.3588 (13.1662)	0.0000001 (0.0637)	4.4476 (1.3388)	4.2633	0.0618	0.8342	50
0.06	1.2068 (70.8128)	0.0000001 (0.4343)	4.8446 (8.4590)	0.6749	0.6214	0.9958	30
0.08	1.1036 (58.1720)	0.00002 (1.2275)	3.0689 (12.8872)	0.5837	0.7031	0.9969	46
0.10	1.0555 (30.5093)	0.0004 (1.4122)	2.1464 (11.5383)	0.7599	0.4815	0.9947	44
0.12	1.0526 (17.7791)	0.0028 (1.5959)	1.6135 (10.0008)	0.9948	0.3826	0.9919	19
0.14	1.0847 (0.0906)	0.0096 (0.0054)	1.2801 (0.1404)	1.0951	0.3395	0.9891	31
0.16	1.1518 (8.6037)	0.0234 (1.8840)	1.0489 (8.3255)	1.2136	0.3184	0.9866	14
0.18							
0.20							

付表7-16 金融・保険

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	0.4298 (0.1329)	-0.4979 (0.1053)	-0.0086 (0.0043)	10.6201	0.0446	0.7538	50
0.02	0.3083 (0.0521)	-0.9731 (0.4443)	-0.2994 (0.8935)	12.5702	0.0487	0.6550	50
0.04	1.7516 (80.3553)	0.00000003 (0.5414)	4.4609 (8.9044)	21.2510	2.0657	0.9973	48
0.06	1.7060 (34.2336)	0.0001 (1.1733)	2.2108 (9.9298)	1.3411	1.5941	0.9961	37
0.08	1.7743 (20.2374)	0.0027 (1.7419)	1.4819 (10.5461)	1.4241	1.5183	0.9956	11
0.10	1.9153 (14.6129)	0.0118 (2.3155)	1.1276 (10.9883)	1.4577	1.5178	0.9954	27
0.12	2.1113 (11.7408)	0.0294 (2.8557)	0.9157 (11.3435)	1.4741	1.5340	0.9953	16
0.14	2.3492 (10.1713)	0.0547 (3.4070)	0.7740 (11.6659)	1.4837	1.5524	0.9952	14
0.16							
0.18							
0.20	3.2424 (8.2312)	0.1593 (5.1523)	0.5326 (12.1820)	1.4995	1.5976	0.9951	14

付表7-13 建設

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	12.0633 (6.5023)	0.0456 (0.7698)	1.5765 (2.3676)	4.3051	0.2817	0.9379	17
0.02	12.6348 (5.2402)	0.0973 (1.0024)	1.2128 (2.5128)	4.5568	0.2825	0.9304	11
0.04	13.2218 (4.6970)	0.1541 (1.2537)	0.9954 (2.6227)	4.7364	0.2836	0.9248	8
0.06	13.7764 (4.4776)	0.2100 (1.5364)	0.8490 (2.7201)	4.8713	0.2848	0.9205	4
0.08	14.4561 (4.2755)	0.2702 (1.8079)	0.7292 (2.6939)	4.9760	0.2861	0.9170	5
0.10	14.9862 (4.1767)	0.3205 (2.0765)	0.6468 (2.7401)	5.0601	0.2872	0.9142	5
0.12	15.4673 (4.1212)	0.3659 (2.3533)	0.5820 (2.7818)	5.1291	0.2882	0.9119	5
0.14	15.9647 (4.1329)	0.4094 (2.6608)	0.5259 (2.7819)	5.1866	0.2891	0.9099	6
0.16	16.3903 (4.1407)	0.4472 (2.7995)	0.4814 (2.7995)	5.2354	0.2899	0.9082	6
0.18	16.7748 (4.0372)	0.4808 (0.1472)	0.4442 (0.1577)	5.2772	0.2906	0.9067	6
0.20	17.0902 (4.1752)	0.5096 (3.5698)	0.4139 (2.8501)	5.3135	0.2911	0.9054	5

付表7-14 電気・ガス・水道

λk	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	0.1610 (0.1876)	-0.0625 (0.0542)	0.1598 (0.0553)	20.5697	0.1201	0.8635	50
0.02							
0.04							
0.06							
0.08	0.2430 (20.9820)	0.00001 (0.8782)	1.7085 (9.7901)	4.3512	0.6406	0.9989	24
0.10	0.2513 (13.7638)	0.0001 (1.0639)	1.3005 (9.6350)	4.7709	0.6044	0.9927	31
0.12	0.2694 (9.8028)	0.0009 (1.2827)	1.0461 (9.2799)	5.0643	0.5864	0.9917	21
0.14							
0.16							
0.18							
0.20							

付表7-17 運輸・通信

λ_k	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	1.1867 (4.7395)	0.0004 (0.0325)	1.3886 (0.1693)	3.0161	0.0982	0.9533	50
0.02	1.1262 (8.7554)	0.00001 (0.0580)	3.3090 (0.9210)	5.6967	0.0251	0.8333	50
0.04							
0.06	0.9375 (41.6718)	0.00009 (1.3875)	2.3495 (12.8330)	0.7382	0.9394	0.9972	44
0.08							
0.10	0.8969 (18.9560)	0.0026 (1.8730)	1.4702 (11.6235)	1.0119	0.6020	0.9947	19
0.12	0.9091 (13.7345)	0.0070 (2.0096)	1.2273 (10.7833)	1.1257	0.5307	0.9935	40
0.14	0.9244 (11.2942)	0.0138 (2.2047)	1.0644 (10.9519)	1.2232	0.4853	0.9923	17
0.16							
0.18							
0.20	1.0659 (6.7418)	0.0554 (2.6388)	0.7416 (9.5509)	1.4347	0.4194	0.9894	12

付表7-18 サービス

λ_k	γ	δ	ρ	SE	DW	R^2	IN
0.00	4.4359 (13.5322)	0.0001 (0.1799)	3.5546 (1.7433)	3.4966	0.0864	0.9006	50
0.02	4.1569 (8.0953)	0.0009 (0.2138)	2.7058 (1.8692)	4.5544	0.0458	0.8287	50
0.04	3.6991 (26.1923)	0.0007 (0.9184)	2.9029 (6.8304)	1.2768	0.3785	0.9865	35
0.06	3.6635 (16.0576)	0.0059 (1.2407)	2.0384 (6.7253)	1.4818	0.3458	0.9819	14
0.08	3.7386 (11.2917)	0.0120 (1.4984)	1.5593 (6.5869)	1.6228	0.3328	0.9783	10
0.10	3.8835 (8.7925)	0.0439 (1.7326)	1.2594 (6.4500)	1.7250	0.3261	0.9754	10
0.12	4.0698 (7.4291)	0.0757 (1.9914)	1.0553 (6.3202)	1.8023	0.3219	0.9732	6
0.14	4.2859 (6.4990)	0.1133 (2.2143)	0.9068 (6.2028)	1.8628	0.3192	0.9713	7
0.16	4.5104 (5.9660)	0.1534 (2.4801)	0.7953 (6.1137)	1.9116	0.3173	0.9698	7
0.18	4.7393 (5.6124)	0.1944 (2.7555)	0.7080 (6.0405)	1.9517	0.3159	0.9685	7
0.20	4.9668 (5.3735)	0.2347 (3.0412)	0.6380 (5.9806)	1.9854	0.3148	0.9675	7

付表8 λ_k を導入したコブ-ダグラス型 (1次同次)

産業名	λ_k	const.	$\ln\left(\frac{K}{L}\right)$	\bar{R}^2	SE	DW
農林水産	0.20	1.8371 (60.1402)	0.1340 (23.3118)	0.9662	0.0421	0.3140
鉱業	0.08	1.4542 (21.5774)	0.5690 (39.2639)	0.9878	0.1033	0.5353
食料品	0.04	3.0938 (158.967)	0.3941 (76.2691)	0.9967	0.0060	1.3259
繊維	0.12	2.4357 (48.5489)	0.2707 (24.4250)	0.9691	0.0502	0.3739
紙パルプ	0.06	2.1890 (23.1727)	0.5170 (27.1549)	0.9748	0.1037	0.1662
化学	0.12	2.0933 (21.6150)	0.4695 (29.7711)	0.9790	0.1401	0.1587
一次金属	0.08	2.9608 (42.8850)	0.4530 (39.0449)	0.9877	0.0547	0.3425
金属製品	0.20	2.7878 (32.0661)	0.2034 (12.5784)	0.8922	0.3484	0.2169
一般機械	0.20	2.8760 (49.5389)	0.2525 (24.2440)	0.9686	0.1299	0.4450
電気機械	0.10	2.0923 (39.4730)	0.4867 (39.9525)	0.9882	0.0515	0.4292
輸送機械	0.02	1.4211 (28.0065)	0.7813 (59.0928)	0.9946	0.0266	0.1920
その他製造業	0.10	2.5612 (31.5721)	0.3563 (19.3727)	0.9517	0.1613	0.2053
建設	0.20	3.3410 (58.1343)	0.1582 (12.4523)	0.8902	0.1852	0.2819
電気・ガス・水道	0.12	12.9717 (19.8518)	0.3900 (14.2438)	0.9449	0.1919	0.1368
卸・小売	0.16	1.9076 (19.8518)	0.3032 (14.2438)	0.9140	0.2508	0.1817
金融・保険	0.10	2.1368 (21.3169)	0.4444 (18.9386)	0.9496	0.1470	0.2215
運輸・通信	0.14	1.8061 (16.6854)	0.3418 (15.5501)	0.9269	0.2784	0.1242
サービス	0.14	2.5404 (34.8631)	2.5404 (13.0977)	0.8998	0.2262	0.1556