

Title	産業構造の変化と技術構造
Sub Title	Economic change and technical structure
Author	尾崎, 巖
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	1968
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.61, No.3 (1968. 3) ,p.263(1)- 283(21)
JaLC DOI	10.14991/001.19680301-0001
Abstract	
Notes	論説
Genre	Journal Article
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19680301-0001">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19680301-0001</a>

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.

## 産業構造の変化と技術構造

尾 崎 巖

### 一 研究の目的<sup>(注1)</sup>

一般に経済成長の速い国では、経験的に急速な経済構造の変化を必ず伴う故に、成長に関する実証的研究は、経済構造の変化の研究を必然化する。ここに経済構造の変化とは、産業構造の変化、就業構造の変化、賃金物価構造の変化を総称するものであるが、本研究はこれら諸構造の変化の基底に、技術構造の変化が基本的であるとの認識に立ち、産業毎の投入―産出の技術構造の差異を量的に摘出しようと試みるものである。<sup>(注2)</sup>

以上のような視点は、幾つかの方法論的特徴を内包している。第一に、実証的分析に関する限り、投入―産出の技術的關係を記述するものとして、伝統的なマクロ的生産函数による分析の有効性が薄れてきたことである。このことは、R・ソローの論文「Technical progress and the aggregate production function」(一九五七)によって、端的に示された。すなわち、1909～1949にわたる長期経済成長分析に於て、伝統的な生産函数に基づく、アメリカ経済成長の説明要因として、経済変数として最も重要な資本蓄積の果たす役割は僅かに20%に充たなかった。逆に非経済的変数として、導入される残余項としての技術変化項の寄与率が80%以上を占めるといふ結果が得られたのである。このことは伝統的なアプローチの非有効性

を示すものに他ならない。この研究からの反省は、当然技術変化の経済学に対する分析手段の貧困という認識を生むと同時に、その後の研究として技術変化を伴う成長に対し、次の二つの方向に発展しつつある。一つは、技術変化の要因分析として、J・B・クラーク流のマクロ的資本概念に代り、新しい資本理論を再構築しようとする立場 (neo-neo-classical school と呼ばれ、あるいはその主流として heterogeneous capital の考えをとる立場) であり、他は macro-analysis の限界に対する反省であって、技術変化を、さらに disaggregate された多部門分析によって、より具体的に把握しようとする方向である。われわれの研究は後者の立場を基本とするものであり、その資本理論としての、あるいは生産函数論としての理論的学説史的意味づけはすでに論文〔1〕<sup>(注3)</sup>において詳細に論ぜられた。すなわち、技術変化を基底にする経済構造変化の本質を、産業別技術の差異と、その不比例的変動とによって説明しようとして試みたものである。

(注1) この研究は産業構造変化の実証的分析に対し産業連関分析の適用が最も有効な接近であるとの立場に立って、その投入係数行列の変化とその大きさを経験的に確認しようとする一連の計測結果の一部を構成している。これまでのわれわれの計測が厳密に商品ベクトルデータの利用によるコントロールされた実験であったのに対し、この論文では、それら諸実験から得られた結果が製造工業全産業(三桁分類)に対しどこまで有効に適用され得るかが検討されている。本研究の展開は慶応大学商学部黒田昌裕氏、産業研究所香掛曉氏との共同研究の結果得られたものである。もちろんあらゆる誤謬は筆者の責任である。

本研究の一部は、昭和四十二年十月日本計量経済学会(中央大学)において報告された。その際一ツ橋大学宮沢健一氏より多くの有益な助言と批判を頂いた。また、産業研究所常木英子氏、加納美枝氏には計測結果の整理に関して多大の労をわずらわした。これらの方々に深い謝意を表す。

(注2) レオンティエフ「アメリカ経済の構造」の初版以来、約三〇余年を経た今日、日本、アメリカ、カナダ、イギリス、オーストラリア、ニュージーランド、EEC諸国等自由圏工業国はもとより、ソ連、東欧諸国の一部や、南米諸国、インド、パキスタン、台湾、韓国、アフリカ諸国の一部の国等、社会体制の異なる諸国や、工業化段階の異なる国において——それぞれ作成の方法や精度は異なるにせよ、——各国毎に、産業連関表が作成されるようになった。又、日本やオランダ等では、その作成年次が10数年にわたり長期比較が可能で一連の連関表を有している。今後、数年のうちには、多くの国においても、時点比較の可能な表が次第に多く作られて行く状況に

ある。上述のように経済構造変化の経験的研究の歴史はきわめて浅く、漸く近年において工業化された国と、未だ工業化されない国の構造比較や、ある国の長期にわたる構造変化の研究が可能となり、各国大学・研究所や、国連を中心に精力的に進められようとしている。

(注3) 論文〔1〕「規模の経済性とレオンティエフ投入係数の変化」三田学会雑誌五九巻九号。

第二に、以上の立場は、マクロ的分析による接近よりは、多部門的分析による分析の経験的有効性を主張する立場であるが、これは、経済理論的にはワルラス流の一般均衡体系の動学化の問題に帰着する。しかるに、一般均衡体系の経験的適用としての、レオンティエフ・モデルにおいてはその第一次近似として、技術係数(あるいは投入係数)一定の仮定をとらざるを得なかった。技術係数を一定とする限り、経済の不比例的成長は、最終需要の構成変化にのみ帰因するような体系とならざるを得ない。当然、需要サイドの変化と共に供給構造の変化を伴って始めて一般均衡体系は完結する訳である。後者は、レオンティエフの技術係数一定の条件を取り除くことによって達成される。いわゆる投入構造の変化 (changes in input patterns) あるいは技術構造の変化 (technical change) はレオンティエフ投入係数の変化の態様を経験的に確定するということによって達成されるであろう。

第三に、レオンティエフ投入係数行列を解釈して、その時点に、その社会が採択した技術の集合とその形態を表現しているものとすれば、一定の技術構造を表現するためには、単に中間投入係数  $a_{ij}$  のみならず、労働投入係数  $a_{0j}$  とその技術を採択するために必要とされる資本投入係数行列  $b_{ij}$  とが併わせて記述されなければならない。同時に、経済発展の過程で技術構造が変化するにつれて、資本投入パターンの変化、またそれに対応する労働投入の変化と共に、中間投入パターンの変化が合わせて考察されなければならない。これは、生産函数論的アプローチによって達成される。

第四に、経済発展の過程において技術が変化するとすれば、その変化をもたらすための資本投入が必要となる。技術変化を主に資本がそこに体化されている物的資本財の工学的性質によって説明し得るとすれば (capital-embodied technical progress)

資本の運動——投資の配分——が最大利潤を追求する限り、高生産性あるいは単位当り費用の節減をもたらす財の生産工程に、より多くの資本が投入されるであろう。いわゆる資本の生産性とは一単位の追加資本投入がどれだけの *cost savings* をもたらすかによって定義されるのが妥当である。それは、各商品の投入—産出関係における技術的関係の工学的性質に大きく依存する。レオンティエフ経済体系の本質はそのような意味で、技術的相互関連（各商品の投入—産出の技術的相互連関性）を目指したものであって、その意味ではカメロンが指摘したように、経済変動の現象面から生産主体の行動面を除いた、技術構造の把握を目的としたものと云えるだろう。

さて上述のような視点に立つて、この研究は中間投入構造の変化を、労働投入、資本投入のパターンの変化と共に同時に考察しようと試みたものである。

第二節で、通常のレオンティエフ投入係数行列の生産函数論的意味が考察され、第三節ではその変化の要因分析、第四節では、工場ベースの生産函数の展開が試みられる。第五節ではこれらの定式化を製造工業全産業に適用した計測結果とそれに対する若干の吟味を与える。

## 二 レオンティエフ投入係数

- 1) 全経済を  $n$  個の部門に分割する。部門分割の基準は商品ベースである。各投入係数は次式で定義される。

$$(1) \quad a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}, \quad a_{0j} = \frac{L_{ij}}{X_j}, \quad b_j = \frac{K_{ij}}{X_j}$$

ここに  $X_j$  第  $j$  部門の商品の産出量

$X_{ij}$  第  $j$  部門の商品産出に必要とされた第  $i$  部門品の投入量

$L_{ij}$  第  $j$  部門に雇用された労働量

$K_{ij}$  第  $j$  部門の生産に必要なとされた第  $i$  部門からの資本財投入の蓄積量

何れの変数も物量タームではかられるものとする。

この研究ではレオンティエフの *closed model* で使用された固定消費係数に対する考察を分析の対象から除外する。

通常レオンティエフ投入—産出モデルでは、各産業で産出された商品の投入—産出の産業間循環構造と何等かの外生的変数の変化が与える産業間波及の効果の測定が中心であるから、レオンティエフ投入係数行列は中間投入物の係数に関して定義されるのが普通である。

中間投入係数行列を  $A$  という記号で表わせば、

$$(2) \quad A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

(2) の行列は全経済の中間投入構造を記述しており、その中の任意の列ベクトル、たとえば第  $j$  部門の列ベクトルについて、 $[a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{nj}]$  は第  $j$  商品一単位を生産するに必要な各部門からの必要投入量を表わしている。

さて、異なる二時点を比較したときに、この列ベクトル  $[a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{nj}]$  が、別の列ベクトル  $[a'_{1j}, a'_{2j}, \dots, a'_{ij}, \dots, a'_{nj}]$  に変化したとせよ。このことは、第  $j$  部門の商品一単位を生産するに必要な各部門からの投入量ベクトルが二つの時点間において相異なるという事実、すなわち、第  $j$  部門の投入構造の変化を意味する。それでは、何故このような必要投入量の構造に変

産業構造の変化と技術構造

化が生じたのであるか。いうまでもなく、その部門の投入—産出プロセスに何等かの生産方法の変化が生じた事を意味するが、われわれはその変化を、第  $j$  部門に生じた技術変化と総称することができる。かかる意味での生産方法の変更はその部門で使用されている資本財——機械設備装置等——の技術的効率の変化がその最も主要な要因であると考えることができよう。すなわち、各部門で使用されている物的資本財の技術のタイプが、新投資によって別の技術的タイプの物的資本財に置き換えられたことによつて、必要投入量の変動が生ずるのである。通常、レオンティエフ体系には資本の理論が欠如しているとしばしば云われるが、もし投入係数行列  $A$  に何等かの変化が生ずる限り、——その経済社会に蓄積された資本財ストックの技術構造が変化した結果であると考えられるという意味において——投入係数行列  $A$  の変動自体は資本に体化された技術構造の変化を記述しているのである。

2) 以上のような技術構造の変動という視点から、レオンティエフ投入係数行列の性格を分析する立場を、この研究では構造変化に対する生産函数論的接近、あるいはより厳密には投入—産出技術の分析と呼ぶことにする。生産函数論的視点からレオンティエフ投入係数行列  $A$  の性格を分析するとき次のような問題が生ずる。

- (i) ある国における異時点間において、果たして、 $A$  行列の変化が観察されるであろうか。あるいは異った二国間において  $A$  行列に類似性が見られるかどうか。あるいは工業化の異った段階に於いて、 $A$  行列に変化が観察されるであろうか。
- (ii) もし、現実に  $A$  行列に変化が生じ、それが資本財——機械設備装置等——の技術的タイプの変動の結果であると解釈されるならば、 $A$  行列は単に中間投入物だけに限らず、労働投入係数も含めて、生産技術構造を表わすものに拡大されねばならない。何故なら、一般に物的資本財の技術的变化は、単に必要な中間投入物の変動のみならず、必要労働投入量をも大きく変化せしめるからである。このような意味において技術変化を表わす投入構造の変動パターン (changes in input patterns) は、労働投入の変化と同時に考察されるべきであり、合わせて異った技術を持つ資本財の導入とそのため必要な資本量が分

析されねばならない。かくて、任意の第  $j$  部門における投入構造——それは使用されている物的資本財の技術を示す——を表わす技術係数ベクトルは、先の中間投入ベクトルに労働投入係数  $a_{0j}$  を加えた  $[a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{nj}, a_{0j}]$  で表わされ、経済全体の技術係数行列は、

$$(2)' \quad A' = \begin{matrix} \underbrace{\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{matrix}}_n \\ a_{01} & a_{02} & a_{03} & \dots & a_{0j} & \dots & a_{0n} \end{matrix} \quad n+1$$

なる  $(n+1) \times (n+1)$  行列で記述される。(注一) 各列ベクトルは、ある時点における、各部門で使用された資本財の技術を表示していることになる。以下  $A'$  行列を中間投入係数行列  $A$  と區別して、技術係数行列と呼ぶ。

(注一) 勿論  $a_{0j}, j=1, 2, \dots, n$  は、生産労働者、事務系労働者、あるいは直接部門労働者、間接部門労働者や男女別、年齢別、その他に分けることが可能である。レオンティエフの closed Model においては、家計部門の導入によつて、 $(n+1) \times (n+1)$  部門の正方向列によるモデルが展開されたが、同時に固定的消費係数の導入が必要であった。

3) 事実 これまでの諸研究において、各発展段階の異なる国の比較においては、技術係数行列  $A'$  の一部又は全体にわたつて変化が生じていることが観察され、又、わが国の産業連関表の時系列比較においても、石油製品と石炭製品の代替や、耐久的電気器具製品や自動車産業を中心とする関連部門において、又最近においては化学部門において、投入係数の変化の様相が顕著に観察された。(注二) これらの研究においては、工業化された国の間における技術係数行列の類似性(たとえば EEC 諸国とアメリカ、カナダ等)と、工業化された国と後進諸国との比較における非類似性等が観察され、又、各国の長期的構造変

化の様相が技術係数行列の変動パターンの中に示されている。

(注2) われわれの研究に関しては現在 KEIO ECONOMIC RESEARCH PROJECT の一環として作業が進められている国際比較や、わが国の時系列比較では上記の事実が観察される。これらについては当プロジェクト研究資料 No. 11, No. 12 を参照された。アメリカについてはたとえば Anne Carter "Changes in American Economy," R.E.S. 1967 とは「1947, 1958, 1962」の技術変化の様相が詳細に分析されている。

以上のように、経済発展の段階において、(相当長期的視点に立てば)技術係数行列の変化が経験的事実として観察されるならば、レオンティエフ技術係数の変化は生産函数論的のどのように説明され、かつ検証されるべきであろうか。本研究及びこれまでの研究「I」「II」の分析内容は、かかる構造変化を経験的に検証するための一連の計測結果から成っている。以下の節において、われわれのとり上げて来た生産函数論的分析の内容が理論的に考察される。

### 三 部門別レオンティエフ投入係数の変化

#### 1) 部門別技術係数の安定性について

周知の如く、ある時点における投入-産出表は、商品ベース(いわゆるアクティヴィティベース)を基準にした $n$ 個の部門(sectors)分割の下に、商品の流れ(commodity-flow)が計算される。次いで、各部門の産出量 $X_j$ とその部門に流入した他の部門からの投入量 $X_{ij}$ の比として、

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}$$

が計算され、いわゆる投入係数行列表が作成される。

このように作成されたレオンティエフ投入係数の安定性を生産函数論的に考察するとき、通常次の三点に分解して考察す

るのが適当である。投入-産出関係が基本的には商品ベースではかられることを前提にして、

(i) 一定の産出量規模に対し、各生産要素間に代替性が見られるか否か。

(factor-substitutability)

(ii) 産出量規模の変化に対し、収益不変の条件が充されるか否か。

(constant returns to scale)

(iii) 他の条件を一定にして、なお時間に対し各投入係数がシフトするか否か。

(technical change)

(i)の代替性の有無は要素相対価格の変動に対する投入係数の変化の可能性に関係し、(ii)は規模の経済性による投入係数の変化の可能性に関する。(iii)は(i)(ii)以外の要因によって起る生産係数のシフトである。レオンティエフは商品ベースの投入-産出関係に固定係数を採用することによって(i)の生産要素の非代替性と(ii)の収益不変の両方を同時に仮定した。しかし、それらは単にある時点の各部門投入量 $(X_{ij}^0)$ をその産出量水準 $(X_j^0)$ で割った値に過ぎず、各値の安定性が統計的あるいは経験的に確認された訳ではない。これらはあらためて統計的に再検討されねばならぬ性質のものである。

さらに、(iii)に関して云えば、部門内における各生産主体の技術的同質性が暗黙裡に仮定されていることになる。この間の事情をより具体的に示すために次のような実験模型を考えてみよう。最初に(ii)の規模の経済性の検証に着目して、次のような最も簡単な形の生産函数を設定してみる。

$$(3) \begin{cases} M_j^0 = F(X_j^0) \text{ or } M_j^0 = a_{ij} (X_j^0)^{\beta_{ij}} \\ L_j^0 = G(X_j^0) \text{ or } L_j^0 = \alpha_{0j} (X_j^0)^{\alpha_{0j}} \\ K_j^0 = H(X_j^0) \text{ or } K_j^0 = b_{kj} (X_j^0)^{\beta_{kj}} \end{cases}$$

産業構造の変化と技術構造

ここに 第j部門の総産出量

$$\begin{aligned} X_j^0 & \text{ 第j部門の総産出量} \\ M_{ij}^0 & X_j^0 \text{ 産出のために必要な第i部門への第i番目の原材料投入量} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \\ L_j^0 & X_j^0 \text{ 産出のために必要な第j部門への労働投入量} \\ K_j^0 & X_j^0 \text{ 産出のために必要な第j部門への資本投入量} \end{aligned}$$

もし、統計的に  $\beta_{ij} = \beta_{0j} = \beta_{ij} = 1$  が確認されるならば、そのとき、レオンティエフ投入係数行列の一定性は保証されたことになる。 $(M_{ij}^0 = \alpha_{ij} X_j^0, L_j^0 = \alpha_{0j} X_j^0, K_j^0 = b_j X_j^0)$  しかし、もし、 $\beta_{ij}, \beta_{0j}$  or  $\beta_{kj}$  の何れかあるいはそのすべてが1以外の値をとれば、収益不変の仮定は棄却され、改めて、規模の経済性あるいは、非経済性のもつ意味とその効果が検討されねばならない。そのときは明らかに、 $\frac{M_{ij}^0}{X_j^0} = \alpha_{ij}, \frac{L_j^0}{X_j^0} = \alpha_{0j}, \frac{K_j^0}{X_j^0} = b_j$  で定義されるレオンティエフ投入係数は  $X_j^0$  の変化に応じて変化するであろう。さらに(4)の要素代替については  $X_j^0$  の規模変化を通じてのみ、 $M_{ij}^0, L_j^0, K_j^0$  間の代替という現象が生じるであろう。従って(3)のような形の生産函数は一般に factor-limitational production function の名で呼ばれているが、別に Semi-factor-substitutable production function と呼ぶこともできる。

しかし、(3)式の方程式体系をもとにして統計的に constant returns to scale の仮定が棄却された場合、一体規模とは具体的に何の規模を指すかという問題が残る。伝統的な生産函数論では殆んどの場合一次同次の生産函数(収益不変)を仮定してきたから、この問題は自動的に回避された。即ち規模が machine の規模であろうと、工場規模、企業規模、あるいは、産業規模であっても収益不変の仮定は常に aggregation の問題を回避し得たのである。事実 constant returns to scale の仮定は各産業内における産出量の各企業への配分の決定、すなわち企業規模又は工場規模の決定という厄介な問題を回避することができるのである。

2) 工場規模 (plant-scale) の概念の導入

さて、投入係数に関する収益不変の仮定が統計的に棄却された場合、規模の経済性又は非経済性が、実際に、投入-産出のプロセスに働くことになる。その場合、規模の変化に基づく技術の変化が、具体的にはどのような概念に対して測定されることが、分析にとって有効であるかが問題となる。

この研究では規模の経済性の有無の検定という問題に対し、一つには後述の heterogeneous capital という資本理論の視点から、二つには、実際の計測上、個別事業所ベースのデータを使用せざるを得なかったという事情から規模の概念に plant-scale (工場規模) を対応せしめた。即ち、物的な資本財の具体化されたものとして各産業内の個別工場(事業所)を sample point とする。そこで(3)式はより厳密には次のように書き改められねばならない。

$$(4) \quad \begin{cases} M_{ij}^{(k)} = F_j(X_j^{(k)}) & \text{or} & M_{ij}^{(k)} = \alpha_{ij}(X_j^{(k)})^{\beta_{ij}} \\ L_j^{(k)} = G_j(X_j^{(k)}) & \text{or} & L_j^{(k)} = \alpha_{0j}(X_j^{(k)})^{\beta_{0j}} \\ K_j^{(k)} = H_j(X_j^{(k)}) & \text{or} & K_j^{(k)} = \alpha_{kj}(X_j^{(k)})^{\beta_{kj}} \end{cases} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad k = 1, 2, \dots, m(j) : k \text{ は } j \text{ 部門に属する工場ナンバー, } m(j) \text{ は } j \text{ 部門の工場数}$$

- ここに
- $X_j^{(k)}$  第j部門第k番目工場の生産 capacity
- $M_{ij}^{(k)}$   $X_j^{(k)}$  を産出するために必要な第i番目原材料投入量
- $L_j^{(k)}$  第j部門第k番目工場を正常に operate するために必要な労働量
- $K_j^{(k)}$  第j部門第k番目工場の資本価値

従って、各部門毎の通常のレオンティエフに関する aggregate variable と各工場ベースの変数の間には次の式が成立つ。



第j部門に関して、工場の規模別分布を  $h_j(X_j^{(k)})$  であらわすと

$$(5) \begin{cases} X_j^0 = \sum_{k=1}^{m(j)} X_j^{(k)} h_j(X_j^{(k)}) \\ M_j^0 = \sum_{k=1}^{m(j)} F_j(X_j^{(k)}) h_j(X_j^{(k)}) \\ L_j^0 = \sum_{k=1}^{m(j)} G_j(X_j^{(k)}) h_j(X_j^{(k)}) \\ K_j^0 = \sum_{k=1}^{m(j)} H_j(X_j^{(k)}) h_j(X_j^{(k)}) \end{cases}$$

故に通常の部門別レオンティエフ投入係数  $a_{0j}, a_{0j}, b_j$  等は次式で定義される。

$$(6) \begin{cases} a_{0j} = \frac{M_j^0}{X_j^0} = \frac{\sum_{k=1}^{m(j)} F_j(X_j^{(k)}) h_j(X_j^{(k)})}{\sum_{k=1}^{m(j)} X_j^{(k)} h_j(X_j^{(k)})} = \frac{M_j^0}{X_j^0} \\ a_{0j} = \frac{L_j^0}{X_j^0} = \frac{\sum_{k=1}^{m(j)} G_j(X_j^{(k)}) h_j(X_j^{(k)})}{\sum_{k=1}^{m(j)} X_j^{(k)} h_j(X_j^{(k)})} = \frac{L_j^0}{X_j^0} \\ b_j = \frac{K_j^0}{X_j^0} = \frac{\sum_{k=1}^{m(j)} H_j(X_j^{(k)}) h_j(X_j^{(k)})}{\sum_{k=1}^{m(j)} X_j^{(k)} h_j(X_j^{(k)})} = \frac{K_j^0}{X_j^0} \end{cases}$$

ここに  $M_j, L_j, K_j, X_j$  は各部門の平均投入量および平均産出量である。もし(4)式の体系における工場ベースの計測において  $\beta_{0j} = \beta_{0j} = \beta_{0j} = 1$  が成立つならば、(6)式で

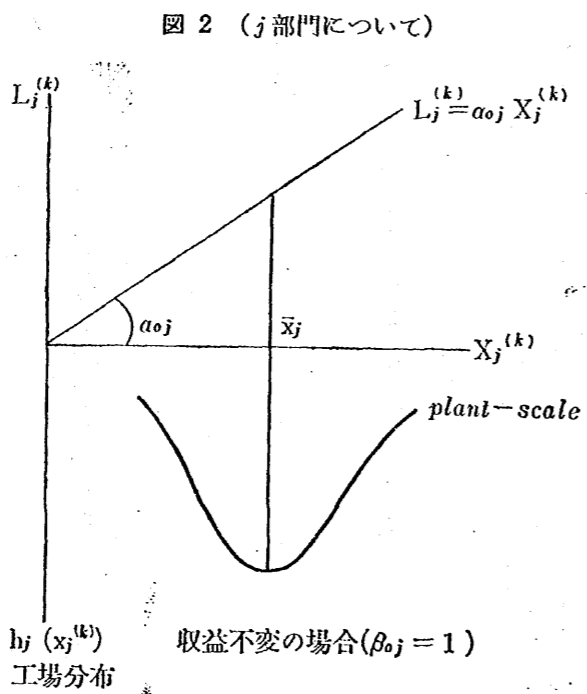
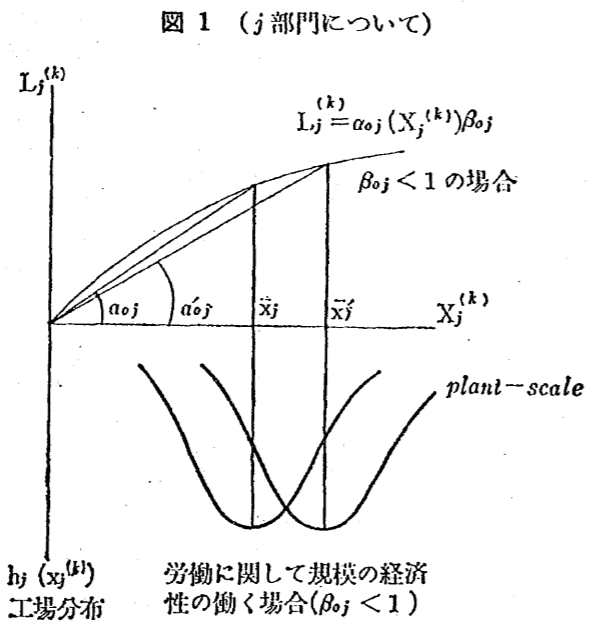
$$M_j^{(k)} = a_{0j} X_j^{(k)}, L_j^{(k)} = a_{0j} X_j^{(k)}, K_j^{(k)} = a_{0j} X_j^{(k)}$$

を代入することによって、通常の部門別レオンティエフ投入係数の規模に関する安定性は統計的に保障される。(7)式

$$(7) \quad a_{0j} = a_{0j}, a_{0j} = a_{0j}, b_j = a_{0j}, i, j = 1, 2, \dots, m$$

しかし、もし工場ベースにおいて  $\beta_{0j} \neq \beta_{0j} \neq \beta_{0j} \neq 1$  ならば、(6)式によって工場規模（各産業毎の平均工場規模  $\bar{X}_j$ ）の拡大あるいは工場規模分布の移動と共に通常のレオンティエフ投入係数は変化するであろう。

これらの関係は、次の図1、図2によって示される。労働投入函数を例にとれば、通常のレオンティエフ投入係数の変化要因の説明に対して、上述のような分析視点は、次のような点において特徴的である。



(1) 通常の部門別投入係数の動きを二つの部分に分解し、一方で工場規模を媒介にした純粹に工学的な各種投入函数を設定し、他方では工場規模の分布の変動を観察する。前者の工学的投入-産出関係が時系列で不変であっても、後者の分布の移動によって、部門別投入係数の変化が説明される。前者が工学的な関係であるのに対し、後者は、その工学的関係と要素

産業構造の変化と技術構造



相対価格や市場構造に依存する生産者の行動によって決定される部分である。

(2) 工場規模が異なるにつれて、もし投入構造 (input structure) が異なるならば、工場規模の変化を通じて技術構造の変化が測定されることになる。これは capital-embodied technical progress もしくは heterogeneous capital の概念に基づく異質的資本理論の再構成につながる。

(3) 貨幣タームにおける資本投入は、かかる投入構造の変化、したがって工場の技術的特性 (費用節減の程度や生産性等) との関連において考察される。(次節で資本投入関数が導入される)  
 そこで実験的には問題は次のように整理される。

(4) 工場ベースのデータを用いて ( $k$  は工場ナンバーで sample point)

$$1) M_{ij}^{(k)} = \alpha_{ij}^{(k)}(X_j^{(k)})^{\beta_{ij}}, L_j^{(k)} = \alpha_{0j}^{(k)}(X_j^{(k)})^{\beta_{0j}}, K_j^{(k)} = \alpha_{1j}^{(k)}(X_j^{(k)})^{\beta_{1j}}$$

の各パラメタ  $\alpha_{ij}, \beta_{ij}, \alpha_{0j}, \beta_{0j}, \alpha_{1j}, \beta_{1j}$  の値を推定し、 $\beta_{0j} = \beta_{1j} = \beta_{2j} = 1$  の null hypothesis の検定を行うこと。(安定性の検定)

(4) もし、帰無仮説が reject されるならばそれらの部門について、各パラメタの値を推定すること。(技術パラメタの推定)  
 (4) (4)により、技術的な投入関数のパラメタの推定値が定まり、さらにもし、 $\beta_{0j} \neq \beta_{1j} \neq \beta_{2j} \neq 1$  ならば次に規模の変化に応ずる通常のレオンティエフ投入係数の変化の方向と大きさが考察されねばならない。

この際、通常のレオンティエフ投入係数の変化は、この技術的投入関数の形と工場規模の分布の変化の二つに分離される。この工場規模の分布の変化、すなわち、部門  $j$  の平均工場規模  $\bar{X}_j$  の決定機構を統計的に決定しなければならない。これによってレオンティエフ投入係数が変化する方向と大きさが予測される。

(5) 同時に、上記(4)式で表わされるような生産関数の理論的性格を明らかにし、要素相対価格の変化に対して、どのような

な生産方法 (技術の型) が採択されるかを考察すること。

#### 四 工場ベース生産関数の性格

1) 最初に、一商品——一工場 (Plant) の関係が前提とされる。一つの事業所が多数商品を生産している時 (product-mix) には、その事業所はそれら商品の数と同数の工場から成立っていると仮定する。

さて純粹に工学的な見地からは、たとえ同一の商品を生産する場合にも、種々異った型の技術をもった工場の設計が可能であろう。ある商品の生産に関し、これら異った型の技術をもつ諸種のプラントは、次の経済学的変数を要素とするベクトルによって表現できるものとする。

$$(8) (X^k, L^k, M_1^k, M_2^k, \dots, M_m^k)$$

ここに  $X^k$  第  $k$  番目のプラントの生産能力

$L^k$  第  $k$  番目のプラントを正常に運転するのに必要な労働量 (man)

$M_i^k$  第  $i$  番目のプラントで  $X^k$  を生産するのに必要とされる第  $i$  番目の中間生産物の投入量 (物量)

$$i=1, 2, \dots, m$$

(8) のベクトルは  $k$  番目のプラントの技術的特性を記述していると共に、もし  $k$  番目のプラントが同一商品の生産に対し、異ったベクトル

$$(8') (X^k, L^k, M_1^k, M_2^k, \dots, M_m^k)$$

をもつならば、 $k$  番目のプラントは、 $k$  番目のプラントとは異った技術特性を持つことになる。たとえば、前者(8)のベクトルが、手働式旋盤をもった切削工場の技術特性を表わしているのに対し、後者(8')のベクトルは、自働式高速度旋盤を備えた

産業構造の変化と技術構造

切削工場の技術特性を示しているような場合である。そのような場合には恐らく、前者は労働集約的小規模工場であるのに対し、後者はより労働節約的大規模工場の技術を表わしているであろう。

次に、(9)式によって資本の投入函数を定義する。Kをプラントの市場価値とすると、

$$(9) K=f(X, L, M_1, M_2, \dots, M_n)$$

与えられた時点において、プラントの建設コストは、当該プラントの技術特性にのみ依存すると考えてよい。この場合プラントなる概念は貨幣的な資本投入が物的資本財として具現化したものと考えられている。(9)式は、貨幣的な資本と物的な資本財の技術特性との関係を示す式であり、新設プラントの場合には、Kは資本財産業におけるプラントの建設費用を表わす。

2) さて、冒頭に述べた如く、われわれは、設備の不可分割性 (indivisibility) の仮定を導入する。加えて、与えられた plant-capacity に対し、工学的な立場から見て各種投入の必要量が一義的に定まるとすれば、次の各投入函数(10)(11)が得られる。

$$(10) L=L(X)$$

$$(11) M_i=M_i(X) \quad i=1, 2, \dots, m$$

この仮定は与えられたXに対し、投入間の非代替性を導く。投入間の代替は plant-capacity Xの変化を通じてのみ生ずる。

技術特性を表わすベクトル(8)式は

$$(X, L(X), M_1(X), M_2(X), \dots, M_m(X))$$

と表わされ、各種プラントの技術はすべて、Xによって定まることになる。

従って資本投入函数もまた

$$(12) K=K(X)$$

と表わされるだろう。

(10)、(11)、(12)の関係式が、通常 factor-limitational production function と呼ばれているものの内容である。

これらの仮定の有効性は、勿論経験的実証の結果によってのみ判断されるべきであろう。われわれは、論文「規模の経済性とレオンティエフ投入係数の変化」(産業研究所 No. 195)において、これら factor limitational type production function の生産構造分析に対する経験的妥当性を、一連の実験結果から与えておいた。

次節では、製造工業全産業に対して得た結果が示され、このタイプの接近がどの程度有効であるかが観察される。

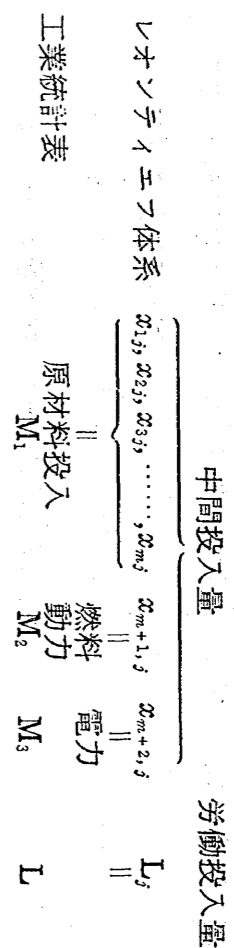
### 五 三桁分類全産業に対する計測結果

1) データは、一九六五年工業統計表であり、個別事業所の個表が sample point を構成する。工業統計表の調査項目の性格から、各変数は次のようにとられた。

- M<sub>1</sub> 原材料使用額
- M<sub>2</sub> 燃料動力使用額
- M<sub>3</sub> 電力使用量
- L 生産労働者数 (月末平均常用労働者)
- K<sub>1</sub> 建物
- K<sub>2</sub> 機械設備装置

これらの変数と各レオンティエフ投入係数は次のように対応する。第j部門の投入量に関し、

産業構造の変化と技術構造



右図のような対応関係にある。

資本係数行列  $[b_{ij}]$  に関しては、それに対応する項目は工業統計表には皆無である。僅かに、固定資本設備項目として、土地、建物、機械装置、その他、があげられるのみである。われわれは、資本投入函数として、建物  $K_1$  と機械装置  $K_2$  の二項目のみをとり上げ、資本投入函数を計測した。

2) 計測の目的は次の通りである。

前論文[1]でその有効性が確認された商品ベース生産函数の形(13式)

$$\begin{aligned}
 M_1 &= \alpha_1 X \beta_M && \text{原材料投入函数} \\
 M_2 &= \alpha_2 X \beta_M && \text{燃料動力投入函数} \\
 M_3 &= \alpha_3 X \beta_M && \text{電力投入函数} \\
 L &= \alpha_L X \beta_L && \text{労働投入函数}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

$$\left. \begin{aligned}
 K_1 &= \alpha^1_K X \beta^1_K \\
 K_2 &= \alpha^2_K X \beta^2_K
 \end{aligned} \right\} \text{資本投入函数}$$

が、より aggregate されたレベルでの産業分類にどの程度適応し得るかの統計的検定をなすことである。

レオンティエフ体系は、「商品の生産に関する産業間波及が中心問題であり、その為に商品投入構造における投入係数の

一定性」によってその有用性が保障される。

前論文においては(13)式の体系において

$$(14) \quad \beta_{M \neq 1} = 1, \beta_{L \neq 1} = 1, \beta_{K \neq 1} = 1$$

が、実験データに関する限り観察された。この実験結果がより広範囲の産業でどの位成立するであろうか。

原材料投入  $M_1$  は、商品投入に関する変数であるが、燃料動力  $M_2$ 、電力投入  $M_3$  は中間投入に属するとは云え、むしろ、資本財の技術に深く関連する utility の項目であるから、むしろ収益不変の仮定を保障し難い。そこで実験結果の良否の判定基準は、

$$\beta_{M \neq 1} \text{ および } \beta_{M \neq 1}$$

にかかっていると考えられる。

工業統計表三桁分類の全産業に対し、(13)式体系を推定した結果が、巻末別表(2-18), (2-19), (2-20)の三つのグループにまとめられている。ここにグループ(a)は、統計的にきわめて高い有意度で「 $\beta_{M \neq 1}$ 」が計測された産業であり、グループ(c)は、原材料投入に関し、統計的にきわめて低い相関を示したが、あるいは随意に「 $\beta_{M \neq 1}$ 」であるような産業であった。グループ(b)はその中間にある産業群である。グループ(b)の産業群は、三桁分類を四桁分類に disaggregate することによって、「 $\beta_{M \neq 1}$ 」に接近することが期待されるが、グループ(c)の産業群は、むしろ産業細分化によって結果を改良することは望めないように思える。このグループでは商品ベースによる接近のみが安定した結果をもたらすであろう。

各グループに属する産業番号が、次の表(1)にまとめられている。

その大半がグループ(c)に属した産業は、二桁分類では、化学、石炭石油、鉄鋼、非鉄の四産業であった。表(1)の(一)の中に示されている通り、これらの産業は、一事業所当り生産量がきわめて大きい、近代装置工業的産業である。残余の大部

分の産業においては、近似的に  $\beta_{ik} \neq 1$  が成立するものと思われる。  
 別表(2-a)(2-b)(2-c)によれば、多くの産業において(上記四産業を除くと)  
 $\beta_{ik} \neq 1, \beta_{ik} \leq 1, \beta_{ik} \neq 1$   
 $\beta_{ik} < 1, \beta_{ik} \geq 1, \beta_{ik} \neq 1$   
 の傾向が観察された。特に大部分の産業において、規模拡大による労働節約の傾向が強く見られる。  
 化学、鉄、非鉄、石油等、大規模化の傾向の強い産業においては、原料投入—製品産出の関係は、各産業内において多様化を示し、その関係は単線的構造ではない。これらの産業についてのより詳細な分析は今後の研究に譲られる。

Table 1

番号は 3-digit の産業を示す。 産業名は巻末別表参照  
 ( ) の中は、昭和 37 年、1 事業所当り生産額(百万円)

	(a) 良 1±0.1	(b) やや良 1±0.3	(c) 不良		(a) 良 1±0.1	(b) やや良 1±0.3	(c) 不良
食料△ 品	182 (39) 183 (54) 187 (40)	181 (157) 184 (53) 188 (63) 189 (25)	185 (219) 186 (1261)	窯 ○ 業	301 (123) 303 (6) 304 (24) 305 (158) 307 (102) 308 (43) 309 (43)	306 (195)	302 (3218)
織 △ 維	204 (38) 206 (63) 207 (23) 209 (39)	201 (111) 203 (28) 205 (53)	202 (162)	鉄 × 鋼	316 (104) 317 (56) 319 (116)		311 (850) 312 (703) 313 (3461) 314 (425) 315 (523)
衣その△ 服他	211 (23) 213 (23) 215 (28)	212 (30) 219 (28)	214 (38)	非 × 鉄	324 (50) 329 (72)	322 (123)	321 (3379) 323 (444) 325 (641)
木材・木製品 ○	221 (27) 222 (134) 223 (21) 224 (9) 229 (17)			金 ○ 属	331 (134) 332 (33) 333 (66) 334 (65) 335 (26) 336 (53) 337 (31) 339 (44)		
家 ○ 具	231 (29) 232 (10) 233 (11) 239 (24)			機 ○ 械	341 (165) 344 (76) 345 (59) 346 (55) 347 (127) 348 (106) 349 (76)	342 (93) 343 (123)	
パ ル プ △ 紙	243 (98) 244 (56) 245 (57) 249 (42)		241 (744) 242 (345)	電 気 機 械 ○ 器具	353 (40) 357 (147) 359 (115)	351 (73) 352 (312) 354 (237) 356 (127)	355 (1414)
出 印 版 刷 ×	253 (31)	259 (19)	251 (250) 252 (281)	輸 送 用 機 械 △	363 (58)	361 (282) 362 (247) 364 (318) 365 (1488) 369 (353)	
化 × 学		262 (286) 267 (26) 268 (240) 269 (227)	261 (1710) 263 (671) 264 (6310) 265 (346) 266 (226)	計 量 定 機 △	371 (57) 374 (41) 375 (72)	373 (27) 376 (14) 377 (195)	372 (54)
石 油 炭 ×	274 (105)	272 (98) 276 (129)	271 (6185)	そ の ○ 他	391 (72) 393 (25) 394 (60) 395 (34) 396 (69) 398-399 (18)	392 (106) 397 (11)	
ゴ ム	282 (113) 283 (81) 285 (30) 286 (131)	289 (150)	281 (2002)				
皮 ○ 革	291 (73) 292 (32) 293 (45) 294 (56) 295 (36) 296 (29) 297 (33)	299 (32)					

Table 2-a, 1

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M=1$ が計測された		原材料投入函数 $M=\alpha'_M X \beta'_M$			労働投入函数 $L=\alpha_L X \beta_L$		機械装置投入 函数 $K_2=\alpha_K X \beta_K$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(5) $\frac{(\bar{N}X)}{(\bar{N}X)}$	(6) $\frac{\bar{X}_{39}}{\bar{X}_{30}}$
		(1) $\alpha'_M$	(2) $\beta'_M$	(3) $\gamma'_M$	(4) $\alpha^2_L$	(5) $\beta^2_L$	(6) $\alpha^2_K$	(7) $\beta^2_K$									
18 食 料 品	182 水産食料品製造業	0.78	*** 0.9797	0.9430	2.19	*** 0.5904	0.06	*** 0.9487	*** 0.6267	*** 0.7681	*** 0.9511	1032	39	165	39	353.9	
	183 野菜かん詰, 果実かん詰, 農 産保存食料品製造業	0.60	*** 1.0080	0.9392	2.37	*** 0.6092	0.07	*** 0.9299	*** 0.6432	*** 0.8268	*** 0.8562	460	54	135	36	394.3	
	187 パン, 菓子製造業	1.25	*** 0.9125	0.9422	1.00	*** 0.6985	0.04	*** 1.0434	*** 0.6547	*** 0.8174	*** 1.0529	1679	40	160	58	457.0	
	189 その他の食料品製造業	0.89	*** 0.9441	0.8169	3.22	*** 0.5418	0.23	*** 0.8643	*** 0.7694	*** 0.5837	*** 0.7814	840	25	170	47	334.7	
20 繊維工業 (衣服, その他 の繊維製品を 除く)	204 メリヤス製造業	0.40	*** 1.0244	0.9127	2.72	*** 0.5752	0.13	*** 0.9100	*** 0.6588	*** 0.8144	*** 0.9381	1014	38	144	40	305.0	
	206 綱網製造業	0.66	*** 0.9799	0.9426	1.12	*** 0.6893	0.08	*** 0.9855	*** 0.7158	*** 0.7662	*** 1.0090	157	63	108	55	316.4	
	207 繊維雑品製造業	0.48	*** 1.0021	0.9348	1.72	*** 0.6501	0.16	*** 0.9539	*** 0.7485	*** 0.6397	*** 1.0129	195	23	95	38	260.7	
	209 その他の繊維工業	0.48	*** 1.0169	0.9157	4.19	*** 0.5311	0.13	*** 0.9032	*** 0.6896	*** 0.7373	*** 0.8966	435	39	147	42	212.8	
21 衣服, その他 の繊維製品製 造業	211 外衣製造業 (和式を除く)	0.28	*** 1.0712	0.9045	4.49	*** 0.5346	0.77	*** 0.6261	*** 0.4880	*** 0.5437	*** 0.8951	636	23	92	32	416.2	
	213 帽子製造業	0.32	*** 1.0490	0.9474	2.89	*** 0.6051	0.08	* 0.8807	0.4129	** 0.8461	** 1.3069	12	23	110	43	239.4	
	215 その他の衣服, 繊維製身のま わり品製造業 (和式を含む)	0.52	*** 0.9793	0.7911	7.21	*** 0.4769	0.36	*** 0.6788	*** 0.6405	*** 0.5704	*** 0.7964	71	28	106	36	272.3	
22 木材, 木製品 製造業 (家具 を除く)	221 製材, 木製品製造業	0.34	*** 1.0713	0.9437	10.6	*** 0.4058	0.97	*** 0.6623	*** 0.4160	*** 0.5392	*** 0.8093	3174	27	144	38	224.1	
	222 造作材, 合板, 建築用組立材 料製造業	1.25	*** 0.9281	0.9251	0.50	*** 0.7585	0.02	*** 1.1402	*** 0.9352	*** 1.0269	*** 1.1444	366	134	194	56	434.8	
	223 木製容器製造業	0.22	*** 1.1046	0.9611	5.23	*** 0.5082	0.26	*** 0.7669	*** 0.5749	*** 0.5177	*** 0.9252	259	21	115	36	226.8	
	224 木製履物製造業	0.26	*** 1.0661	0.9546	11.13	*** 0.4441	0.16	*** 0.8321	*** 0.7015	*** 0.6608	*** 0.7845	22	9	72	23	304.1	
																223.5	235.0
																331.8	174.5

Table 2-a, 2

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M=1$ が計測された		原材料投入函数 $M=\alpha'_M X \beta'_M$			労働投入函数 $L=\alpha_L X \beta_L$		機械装置投入 函数 $K_2=\alpha_K X \beta_K$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(15) $\frac{(N\bar{X})_{39}}{(N\bar{X})_{30}}$	(16) $\frac{\bar{X}_{39}}{\bar{X}_{30}}$		
		(1) $\alpha'_M$	(2) $\beta'_M$	(3) $\gamma'_M$	(4) $\alpha^2_L$	(5) $\beta^2_L$	(6) $\alpha^2_K$	(7) $\beta^2_K$	(8) $\beta^2_M$	(9) $\beta^3_M$	(10) $\beta^2_K$	(11) d. f.	(12) $\bar{X}$	(13) X/L	(14) V/L				
22	木材, 木製品 製造業	229	その他の木製品製造業	0.16	*** 1.1291	0.9190	17.07	*** 0.3820	1.15	*** 0.6550	*** 0.6837	*** 0.4568	*** 0.6917	395	17	97	36	428.5 357.8	
23	家具, 装備品 製造業	231	家具製造業	0.55	*** 0.9893	0.9198	2.15	*** 0.6184	0.29	*** 0.8014	*** 0.6227	*** 0.7103	*** 0.8940	1089	29	118	44	598.7 526.9	
		232	宗教用具製造業	0.50	*** 0.9916	0.9352	7.53	*** 0.5059	0.48	*** 0.7016	0.1915	*	0.4970	0.1564	13	10	72	34	295.8 287.1
		233	建具製造業	0.56	*** 0.9909	0.9026	6.65	*** 0.4813	0.71	*** 0.6848	*** 0.6176	*** 0.5603	*** 0.7580	202	11	91	36	502.9 313.3	
		239	その他の家具, 装備品製造業	0.42	*** 1.0091	0.8968	9.28	*** 0.4438	0.32	*** 0.7375	*** 0.7919	*** 0.6801	*** 0.8609	102	24	120	47	509.7 342.3	
24	パルプ, 紙, 紙加工品製造 業	243	加工紙製造業	0.58	*** 0.9999	0.9138	3.38	*** 0.5294	0.07	*** 0.9782	*** 0.6986	*** 0.7984	*** 1.0369	200	98	238	71	610.0 520.9	
		244	紙製品製造業	0.27	*** 1.0588	0.8691	3.48	*** 0.5472	0.08	*** 0.9595	*** 0.4969	*** 0.7139	*** 0.9291	202	56	167	57	386.4 298.3	
		245	紙製容器製造業	0.38	*** 1.0414	0.9150	4.46	*** 0.5167	0.06	*** 0.9966	*** 0.6456	*** 0.7930	*** 1.0604	928	57	171	49	704.6 374.0	
		249	その他のパルプ, 紙, 紙加工 品製造業	0.50	*** 0.9927	0.9248	2.56	*** 0.6024	0.02	*** 1.1444	*** 0.9537	*** 1.0374	*** 0.9763	204	42	142	50	769.9 381.3	
25	出版, 印刷, 同関連産業	253	印刷業 (謄写印刷業を除く)	0.42	*** 0.9631	0.8910	3.26	*** 0.5770	0.39	*** 0.8538	*** 0.6073	*** 0.7932	*** 1.0529	868	31	109	52	509.3 300.6	
26	化学工業	262	無機工業製品製造業	0.58	*** 0.9362	0.7848	0.95	*** 0.6806	0.01	*** 1.2261	*** 0.9235	*** 1.1144	*** 1.0485	374	282	263	91	351.9 586.6	
27	石油製品, 石 炭製品製造業	274	舗装材料製造業	0.23	*** 1.0732	0.9129	27.71	0.2816	0.20	*	0.8272	0.2279	** 0.6426	0.4724	12	105	390	143	250.0 182.6
		276	石炭製品製造業	0.95	*** 0.9376	0.8483	8.43	*** 0.4454	0.34	*** 0.8204	*** 0.9529	*** 0.8760	*** 0.7277	137	129	308	65	171.0 209.1	
28	ゴム製品製造 業	282	ゴム製履物, 同付属品製造業	1.12	*** 0.9123	0.9376	0.10	*** 0.9795	0.02	*** 1.1057	*** 0.9005	*** 1.0281	*** 1.0983	155	113	96	36	279.3 119.5	
		283	再生ゴム製造業	0.11	*** 1.1425	0.9766	1.16	*** 0.6739	0.13	*** 1.0020	*** 0.7144	*** 0.9998	*** 0.7696	9	81	179	65	556.4 323.0	

Table 2-a, 3

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M=1$ が計測された		原材料投入函数 $M=\alpha'_M X \beta'_M$			労働投入函数 $L=\alpha_L X \beta_L$		機械装置投入 函数 $K_2=\alpha_K^2 X \beta_K^2$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(15) $\frac{(NX)_{39}}{(NX)_{30}}$ (16) $\frac{\bar{X}_{39}}{\bar{X}_{30}}$
		(1) $\alpha'_M$	(2) $\beta'_M$	(3) $\gamma'_M$	(4) $\alpha^2_L$	(5) $\beta^2_L$	(6) $\alpha^2_K$	(7) $\beta^2_K$								
28 ゴム製品製造業	285 タイヤ再生業	0.38	*** 1.0196	0.9471	2.91	* 0.5689	0.78	0.7546	0.7139	*** 1.5340	-0.6883	9	30	108	49	572.2 134.2
	286 工業用ゴムベルト, ゴムホース, 工業用ゴム製品製造業	0.82	*** 0.9172	0.9314	0.52	*** 0.7888	0.11	0.9936	*** 0.7326	*** 0.8285	1.0985	222	131	150	63	719.3 211.5
29 皮革, 同製品製造業	291 製革業	0.26	*** 0.9668	0.9417	0.36	*** 0.7527	0.07	0.9883	*** 0.8391	*** 0.8645	1.0610	84	73	265	67	314.8 223.9
	292 工業用革製品製造業 (手袋を除く)	0.49	*** 0.9892	0.9646	0.49	*** 0.7814	0.0001	1.7225	* 1.4217	*** 1.0108	1.8901	7	32	137	54	284.2 148.0
	294 革製履物製造業	0.83	*** 0.9551	0.9432	0.38	*** 0.8078	0.02	1.0796	*** 0.6452	*** 0.9027	1.1714	129	56	138	47	533.9 481.7
	295 革製手袋製造業	1.16	*** 0.9152	0.9097	12.64	*** 0.4010	0.17	0.7738	* 0.4377	* 0.3388	*** 0.9891	26	36	148	48	674.6 375.4
	296 かばん製造業	1.21	*** 0.9142	0.8573	13.35	*** 0.3837	0.34	0.6808	* 0.3850	*** 0.3583	* 0.5548	59	29	167	45	461.1 292.6
	297 袋物製造業	0.50	*** 1.0038	0.9559	12.14	*** 0.4020	5.55	0.3289	*** 0.6192	*** 0.4708	*** 0.6074	54	33	190	54	739.6 322.3
30 窯業, 土石製品製造業	301 ガラス製造業	0.50	*** 0.9190	0.8590	1.64	*** 0.6780	0.004	1.2788	*** 0.8063	*** 1.1124	1.1637	430	123	182	91	474.9 486.6
	304 陶磁器, 同関連製品製造業	0.08	*** 1.1382	0.9070	1.30	*** 0.7227	0.03	1.1048	*** 0.6719	*** 0.9197	1.0214	742	24	72	37	344.4 315.9
	305 耐火物製造業	0.32	*** 0.9991	0.9348	1.54	*** 0.6880	0.10	1.0329	*** 0.7813	*** 0.9055	1.0133	136	158	123	43	402.9 379.4
	307 研磨材製造業	0.24	*** 1.0586	0.9276	1.70	*** 0.6524	0.01	1.2228	*** 0.6388	*** 1.2153	1.1818	96	102	164	74	572.7 442.6
	308 コンクリート, 石こう, 石灰製造業	0.37	*** 0.9992	0.9236	4.30	*** 0.5547	0.07	1.0179	*** 0.7798	*** 0.8969	1.0399	1284	43	146	59	921.8 611.9
	309 その他の窯業, 土石製品製造業	0.12	*** 1.0997	0.8360	4.66	*** 0.5361	0.07	1.0535	*** 0.9129	*** 0.9809	1.1178	454	43	121	54	600.6 431.3
31 鉄鋼業	316 鍛鋼, 鋳鋼製造業	0.36	*** 1.0104	0.9360	0.35	*** 0.7946	0.06	1.0874	*** 0.6785	*** 1.1838	1.0692	181	104	174	60	418.6 223.7



Table 2-a, 4

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M=1$ が計測された		原材料投入関数 $M=\alpha'_M X \beta'_M$			労働投入関数 $L=\alpha_L X \beta_L$		機械装置投入 関数 $K_2=\alpha_{K^2} X \beta_{K^2}$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(15) $\frac{(\bar{N}\bar{X})_{39}}{(\bar{N}\bar{X})_{30}}$ (16) $\frac{\bar{X}_{39}}{\bar{X}_{30}}$
		(1) $\alpha'_M$	(2) $\beta'_M$	(3) $\gamma'_M$	(4) $\alpha^2_L$	(5) $\beta^2_L$	(6) $\alpha^2_{K^2}$	(7) $\beta^2_{K^2}$								
31 鉄鋼業	317 鉄鉄鋳物製造業	0.92	*** 0.8998	0.9058	0.94	*** 0.7154	0.03	*** 1.0968	*** 0.7181	*** 1.0296	*** 1.0264	890	56	132	55	388.6
	319 その他の鉄鋼業	0.64	*** 0.9764	0.7037	20.97	*** 0.3197	0.98	*** 0.6425	*** 0.3864	*** 0.3870	*** 0.7927	109	116	374	82	324.2 1343.4 160.5
32 非鉄金属製造業	324 非鉄金属鋳物製造業	0.87	*** 0.9334	0.9286	0.79	*** 0.7032	0.03	*** 1.1011	*** 0.7403	*** 1.0132	*** 1.1171	252	50	174	57	567.3
	329 その他の非鉄金属製造業	0.66	*** 0.9709	0.9574	3.20	*** 0.5548	0.04	*** 0.6241	*** 0.8114	*** 0.6643	*** 0.7092	15	72	177	58	336.7 521.5 202.3
33 金属製品製造業	332 洋食器, 刃物, 手工具, 一般金物製造業	0.20	*** 1.0607	0.8859	2.46	*** 0.5974	0.27	*** 0.8495	*** 0.6174	*** 0.6681	*** 0.9925	536	33	130	55	461.5
	333 暖房装置, 配管工事用付属品製造業	0.82	*** 0.9358	0.9053	1.66	*** 0.6282	0.43	*** 0.7761	*** 0.5998	*** 0.6385	*** 1.0251	314	66	159	58	424.4 822.8
	334 構築用金属製品製造業	0.48	*** 0.9847	0.8956	1.61	*** 0.6367	0.22	*** 0.8624	*** 0.5823	*** 0.6787	*** 0.9897	831	65	173	69	537.2 769.9
	335 金属打抜, 被覆, 彫刻業 (ほうろく鉄器を除く)	0.19	*** 1.0766	0.8991	1.37	*** 0.6618	0.15	*** 0.9422	*** 0.6749	*** 0.7934	*** 1.0227	440	26	105	48	266.7 724.2
	336 線材製品製造業 (ねじ類を除く)	0.58	*** 0.9864	0.9384	4.26	*** 0.5243	0.04	*** 1.0368	*** 0.7496	*** 0.8858	*** 1.0221	131	53	198	67	293.3 488.5
	337 ボルト, ナット, リベット, 小ねじ, 木ねじ等製造業	0.24	*** 1.0587	0.8964	1.76	*** 0.6308	0.34	*** 0.8895	*** 0.6332	*** 0.7728	*** 1.0612	448	31	121	48	369.8 ?
	339 その他の金属製品製造業	0.14	*** 1.0993	0.8958	1.78	*** 0.6392	0.04	*** 1.0507	*** 0.7490	*** 0.8921	*** 1.0754	315	44	134	56	198.7 338.7
34 機械製造業 (電気機械器具を除く)	341 ボイラー, 原動機製造業	0.01	*** 0.9271	0.8955	0.92	*** 0.7168	0.28	*** 0.9102	*** 0.7439	*** 0.7758	*** 1.0642	183	165	203	74	551.8
	344 金属加工機械製造業	0.40	*** 0.9618	0.8616	0.64	*** 0.7612	0.31	*** 0.9336	*** 0.6754	*** 0.7941	*** 1.1374	683	76	157	73	426.2 1313.7
	345 繊維機械製造業	0.33	*** 0.9932	0.8976	1.00	*** 0.7253	0.22	*** 0.9082	*** 0.6866	*** 0.7594	*** 1.0032	341	59	134	57	501.5 343.1
	346 特殊産業用機械製造業 (金属加工機械を除く)	0.59	*** 0.9407	0.8650	1.42	*** 0.6599	0.44	*** 0.8307	*** 0.6812	*** 0.6796	*** 1.0394	582	55	156	69	329.7 667.1 423.0

Table 2-a, 5

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M \equiv 1$ が計測された		原材料投入函数 $M = \alpha'_M X \beta'_M$			労働投入函数 $L = \alpha_L X \beta_L$		機械装置投入 函数 $K_2 = \alpha_K X \beta_K$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(15) $\frac{(N\bar{X})_{39}}{(N\bar{X})_{30}}$	(16) $\frac{\bar{X}_{39}}{\bar{X}_{30}}$
		(1) $\alpha'_M$	(2) $\beta'_M$	(3) $\gamma'_M$	(4) $\alpha^2_L$	(5) $\beta^2_L$	(6) $\alpha^2_K$	(7) $\beta^2_K$									
34 機械製造業 (電気機械器具 を除く)	347 一般産業用機械装置製造業	0.57	*** 0.9462	0.8897	1.05	*** 0.6957	0.19	*** 0.9203	*** 0.6326	*** 0.7363	*** 1.0298	858	127	207	88	849.5	
	348 事務用, サービス用, 家庭用 機械器具製造業	0.79	*** 0.9100	0.8827	1.05	*** 0.7083	0.28	*** 0.8443	*** 0.5606	*** 0.7443	*** 1.0865	434	106	168	61	410.6	
	349 その他の機械, 機械部分品製 造業	0.53	*** 0.9609	0.8848	1.21	*** 0.6797	0.15	*** 0.9519	*** 0.6601	*** 0.8172	*** 1.0469	387	76	155	73	665.2	
35 電気機械器具 製造業	353 電 球 製 造 業	0.94	*** 0.9095	0.9045	1.79	*** 0.6523	0.08	*** 0.9279	*** 0.8225	*** 0.8810	*** 0.8270	84	40	109	42	407.5	
	357 電 気 計 測 器 製 造 業	0.66	*** 0.9371	0.8947	0.95	*** 0.7328	0.08	*** 0.8951	*** 0.6296	*** 0.7867	*** 1.2595	119	147	147	73	711.5	
	359 その他の電気機械器具製造業	0.95	*** 0.9132	0.9155	1.34	*** 0.6850	0.04	*** 1.0470	*** 0.8300	*** 0.9453	*** 1.1394	135	115	160	67	337.0	
36 輸送用機械器 具製造業	363 自転車, リヤカー, 同部分品 製造業	0.83	*** 0.9309	0.8824	0.79	*** 0.7128	0.29	*** 0.8278	*** 0.4903	*** 0.7814	*** 1.0714	149	58	152	55	278.4	
37 計量器, 測定 器, 測量機械, 医療機械, 理 化学機械, 光 学機械, 時計 製造業	371 計量器, 測定器, 試験機械製 造業	0.23	*** 1.0409	0.8980	1.31	*** 0.6872	0.15	*** 0.8874	*** 0.6176	*** 0.6858	*** 1.0830	280	57	120	57	172.7	
	374 理化学機械器具製造業	0.43	*** 0.9647	0.8312	1.04	*** 0.6785	0.60	* 0.6959	*** 0.2578	* 0.5279	* 0.8360	17	41	144	76	129.9	
	375 光学機械器具, レンズ製造業	0.56	*** 0.9334	0.8424	0.95	*** 0.7220	0.78	*** 0.7228	*** 0.5427	*** 0.6607	*** 1.0300	300	72	130	49	1428.5	
39 その他の製造 業	391 貴金属製品製造業 (宝石加工 を含む)	0.23	*** 1.0814	0.9632	9.93	*** 0.4370	0.16	*** 0.7767	*** 0.4795	*** 0.6177	*** 0.9648	44	72	204	67	611.4	
	393 がん具, スポーツ用具, 体育 用具製造業	0.21	*** 1.0708	0.9048	3.64	*** 0.5683	0.21	*** 0.8169	*** 0.5153	*** 0.6448	*** 0.8379	501	25	99	37	645.8	
	394 ペン, ペンシル, その他の事 務用品, 絵画用品製造業	0.46	*** 0.9812	0.9074	1.44	*** 0.6678	0.14	*** 0.8816	*** 0.7138	*** 0.6853	*** 0.8907	102	60	139	67	322.3	
	395 装身具, 装飾品, ボタン, 関 連品製造業 (貴金属を除く)	0.50	*** 0.9709	0.8530	2.25	*** 0.6055	0.08	*** 0.9533	*** 0.6034	*** 0.7314	*** 0.8821	193	34	125	46	301.0	
																415.8	286.3

Table 2-a, 6

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M \neq 1$ が計測された		原材料投入函数 $M = \alpha'_M X \beta'_M$			労働投入函数 $L = \alpha_L X \beta_L$		機械装置投入函数 $K_2 = \alpha_K X \beta_K$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(15)	(16)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)								(8)	(9)
		$\alpha'_M$	$\beta'_M$	$\gamma'_M$	$\alpha^2_L$	$\beta^2_L$	$\alpha^2_K$	$\beta^2_K$	$\beta^2_M$	$\beta^3_M$	$\beta'_K$	d. f.	$\bar{X}$	X/L	V/L	$\bar{X}$ 39	$\bar{X}$ 30
39 その他の製造 業	396 他に分類されない可塑物製品 製造業	0.68	*** 0.9564	0.8719	2.12	*** 0.6073	0.07	*** 1.0274	*** 0.6971	*** 0.8979	*** 1.0521	1157	69 18	166 102	51 40	1450.0	318.5
	398} 他に分類されない製造業	0.31	*** 1.0395	0.9311	0.21	*** 0.5338	0.18	*** 0.8378	*** 0.7012	*** 0.7428	*** 0.7711	312				335.6	
	399}	0.16	*** 1.0980	0.8251	14.34	*** 0.3916	—	*** 0.8942	*** 0.3082	*** 0.6131	*** 0.8076	189				341.4	



Table 2-b, 2

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M \neq 1$ が計測された		原材料投入函数 $M = \alpha'_M X \beta'_M$			労働投入函数 $L = \alpha_L X \beta_L$		機械装置投入函数 $K_2 = \alpha_K X \beta_K$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(5) $\frac{(N\bar{X})_{39}}{(N\bar{X})_{30}}$ (6) $\frac{\bar{X}_{39}}{\bar{X}_{30}}$			
		(1) $\alpha'_M$	(2) $\beta'_M$	(3) $\gamma'_M$	(4) $\alpha^2_L$	(5) $\beta^2_L$	(6) $\alpha^2_K$	(7) $\beta^2_K$									(8) $\beta^2_M$	(9) $\beta^3_M$	(10) $\beta'_K$
28	ゴム製品製造業	289	その他のゴム製品製造業	1.54	*** 0.8660	0.8486	1.84	*** 0.6286	0.076	*** 0.9894	*** 0.5944	*** 0.8041	*** 0.9868	92	150	208	73	502.2 323.2	
29	皮革, 同製品製造業	293	履物用革製材料, 同付属製品製造業	0.085	*** 1.2097	0.8829	5.30	0.4855	56.43	0.2612	0.5773	0.6026	2.1202	5	45	347	67	237.4 145.6	
		299	その他の皮革製品製造業	11.60	*** 0.6921	0.8412	0.0048	** 1.2000	6.50	0.3801	0.9594	1.3499	* 0.9379		8	32	159	52	286.6 205.8
30	窯業, 土石製品製造業	303	建設用粘土製品製造業 (陶磁器製を除く)	0.0069	*** 1.3892	0.8454	4.02	*** 0.5770	0.13	*** 0.9791	*** 0.7256	*** 0.8521	*** 1.3122	213	6	48	27	191.7 294.0	
		306	炭素, 黒鉛製品製造業	1.73	*** 0.8193	0.8385	0.72	*** 0.7387	0.0041	*** 1.3568	*** 1.0609	*** 1.5018	*** 1.2698		49	195	168	67	540.8 339.6
32	非鉄金属製造業	322	非鉄金属, 同合金第二次製錬精錬業	6.14	*** 0.7618	0.6363	3.48	*** 0.2635	1.326	*** 0.6140	*** 0.6180	* 0.2423	*** 0.6077	55	123	457	72	555.0 257.0	
33	金属製品製造業	331	ブリキかん, その他のめっき板製品製造業	2.12	*** 0.8466	0.8856	2.10	*** 0.6033	0.035	*** 1.0631	*** 0.9018	*** 0.8224	*** 1.1407	193	134	267	68	299.1 304.0	
34	機械製造業 (電気機械器具を除く)	342	農業用機械製造業 (農器具を除く)	1.63	*** 0.8579	0.8798	1.00	*** 0.7043	0.288	*** 0.8502	*** 0.5735	*** 0.7447	*** 0.9637	275	93	191	74	534.1 519.1	
		343	建設機械, 鉱山機械製造業 (建設用, 農業用, 運搬用トラクターを含む)	1.15	*** 0.8579	0.8789	1.54	*** 0.6558	0.240	*** 0.9031	*** 0.5947	*** 0.7269	*** 0.9844		205	123	227	69	1430.7 588.8
35	電気機械器具製造業	351	発電用, 送電用, 配電用, 産業用電気機械器具製造業	1.65	*** 0.8555	0.8789	0.69	*** 0.7476	0.053	*** 0.9854	*** 0.6507	*** 0.8143	*** 1.1193		972	73	185	72	782.1 283.0
		352	民生用電気機械器具製造業	3.46	*** 0.7633	0.8340	1.17	*** 0.6955	0.120	*** 0.9376	*** 0.6438	*** 0.8209	*** 1.0370		313	312	260	110	1652.4 457.9
		354	通信機械器具, 同関連機械器具製造業	1.64	*** 0.8360	0.8443	1.58	*** 0.6844	0.206	*** 0.8287	*** 0.5662	*** 0.6984	*** 1.0129		1004	237	194	80	1230.5 401.1
		356	電子応用装置製造業	9.88	*** 0.6491	0.7950	0.43	*** 0.7938	0.036	*** 1.0014	*** 0.4218	*** 0.8532	*** 1.0176		42	127	161	71	1027.6 412.7
36	輸送用機械器具製造業	361	自動車, 同付属品製造業	2.70	*** 0.7900	0.8209	0.91	*** 0.7153	0.244	*** 0.9016	*** 0.7120	*** 0.8242	*** 1.0302	1252	282	334	104	958.4 423.5	



Table 2-c, 1

この group に属する産業ではすべて $\beta'_M=1$ が計測された		原材料投入函数 $M=\alpha'_M X\beta'_M$			労働投入函数 $L=\alpha_L X\beta_L$		機械装置投入函数 $K_2=\alpha^2_K X\beta_K^2$		原料 動力費	電力	建物	自由度	一事業 所当り 産出量 (百万円)	労働 生産性 (千円)	付加価値 生産性 (千円)	(15) $\frac{(N\bar{X})_{39}}{(N\bar{X})_{30}}$	(16) $\frac{\bar{X}_{39}}{\bar{X}_{30}}$
		(1) $\alpha'_M$	(2) $\beta'_M$	(3) $\gamma'_M$	(4) $\alpha^2_L$	(5) $\beta^2_L$	(6) $\alpha^2_K$	(7) $\beta^2_K$									
18 食料品	185 精穀, 製粉業	33.66	***	0.6541	6.81	***	0.387	***	0.0471	***	***	333	219	788	122	230.2	388.7
	186 砂糖製造業	1939.14	***	0.4050	2.87	***	0.743	***	***	***	***	58	1261	986	214	161.0	213.4
20 繊維工業	202 紡績業, ねん糸製造業	12.28	***	0.7570	0.26	***	0.085	***	***	***	***	738	162	188	44	226.8	168.9
24 パルプ, 紙, 紙加工品製造業	241 パルプ製造業	223.90	***	0.4970	0.44	***	0.0061	***	***	***	***	30	744	382	103	152.7	295.8
	242 紙製造業	5.94	***	0.8696	0.99	***	0.016	***	***	***	***	539	345	324	88	316.6	561.7
26 化学工業	261 化学肥料製造業	153.96	***	0.5534	0.17	***	0.00008	***	***	***	***	78	1710	342	98	158.2	127.6
	263 有機工業製品製造業	43.88	***	0.7231	0.64	***	0.0075	***	***	***	***	354	671	392	138	628.3	389.4
	264 化学繊維製造業	4836.8	0.1528	0.2243	0.65	***	0.083	***	***	***	***	39	6310	282	111	337.6	202.5
	266 油脂加工製品, 塗料製造業 (界面活性剤を含む)	19.01	***	0.7847	0.73	***	0.0096	***	***	***	***	328	226	383	110	343.0	313.5
27 石油, 石炭製 品製造業	271 石油精製業	1311.7	*	0.3773	5.22	***	0.015	***	***	***	***	39	6185	1664	264	646.8	407.2
28 ゴム製品製造業	281 タイヤ, チューブ製造業	110.55	***	0.6512	0.91	***	0.041	***	***	***	***	28	2002	335	120	327.1	382.6
30 窯業・土石製 品製造業	302 セメント製造業	617.45	*	0.3734	13.54	***	1.351	***	***	***	***	41	3218	584	233	201.9	153.4



