

第3章 産業連関分析のための各種係数の内容と計算方法

第1節 投入係数

1 投入係数の計算方法

「投入係数」とは、各産業がそれぞれの生産物を生産するために使用した原材料、燃料等の投入額を、その産業の国内生産額で除したものであり、生産原単位に相当するものである。投入係数を産業別に計算して一覧表にしたものが「投入係数表」である。

(注) 産業連関表は、既に述べたとおり、基本的には「商品×商品」の表であり、表頭及び表側の内生部門を構成する各「部門」は、産業、政府サービス生産者及び対家計民間非営利サービス生産者が生産する財貨・サービスの種類を表すものとなっているが、ここでは説明の便宜上、「産業」又は「産業部門」と呼ぶことにする。

いま国民経済を単純化し、産業1及び産業2だけからなるものと仮定した場合、取引基本表は、第3-1図のように表現することができる。

第3-1図 取引基本表(ひな型1)

	産業1	産業2	最終需要	国内生産額
産業1	x_{11}	x_{12}	F_1	X_1
産業2	x_{21}	x_{22}	F_2	X_2
粗付加価値	V_1	V_2		
国内生産額	X_1	X_2		

いま、産業1が産業1から投入した額 x_{11} を産業1の国内生産額 X_1 で除した値を a_{11} とすれば、 a_{11} は産業1の生産物を1単位生産するために必要な産業1からの投入単位を表す。

$$a_{11} = \frac{x_{11}}{X_1} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

同様に $a_{21} = \frac{x_{21}}{X_1}$ は、産業1がその生産物を1単位生産するために産業2から投入した原材料等の単位を表している。

中間投入と同様に、各産業の発生付加価値額 V_i をその国内生産額で除して、 $v_i = \frac{V_i}{X_i}$ を定義できる。この場合、付加価値額 V_i が、産業1の労働や資本など本源的生産要素の投入を意味するから、 v_i はそれら生産要素の投入原単位を示していると考えられる。

以上の手続を産業2(表の第2列)についても同様に行

うと、次のような投入係数表を求めることができる(第3-2図)。

第3-2図 投入係数表(ひな型)

	産業1	産業2
産業1	a_{11}	a_{12}
産業2	a_{21}	a_{22}
粗付加価値	v_1	v_2
国内生産額	1.0	1.0

(注)
 $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i}$ (i は行を,
 j は列を表す。)
 $v_j = \frac{V_j}{X_j}$ (j は列を表す。)

投入係数表は、各産業においてそれぞれ1単位の生産を行うために必要な原材料等の大きさを示したものであり、いわば生産の原単位表とも言うべきものである。各産業で付加価値部分までを含む投入係数の和は、定義的に1.0となる。これを平成2年表の13部門の取引基本表について計算したのが、第3-1表である。

例えば、表頭の農林水産業をタテ方向にみると、農林水産業が1単位の生産を行うに当たって、農林水産業自身からは0.129352単位、製造業からは0.164057単位などの原材料等が中間投入されており、全体としては0.421201単位の中間投入が必要であったこと、また、その生産の結果として0.578799単位の粗付加価値が新たに生み出されたことを読み取ることができる。

(注) ここでいう「単位」は、本来、重量、個数等の物量単位であることが望ましいが、産業連関表は単位の異なる様々な商品を統一的に記述するため、金額によって表示しており、そこから計算される投入係数は、当然のことながら、対象年次の価格で評価された金額ベースの投入係数である。

ところで、いま、A商品100円を生産するためにB商品を50円投入したとする。もし、すべての商品の価格が数量×単価で表せるものとする、これは、「1円で買える量のA商品」100個を生産するために、「1円で買える量のB商品」50個を投入した、と考えることができる。すべての産業の生産数量を1円(又は1ドル、100万円等の同一金額)価値相当の数量を単位として、その物量を評価し、各産業の生産単位を比較可能にしたものを「円価値単位」の産業連関表という。そのとき、基準年の「円価値単位」による評価は名目金額そのものとなり、比較年に基準年の「円価値単位」を適用すれば、基準時表の円価値相当で評価した「実質評価」となる。

〈第3-1表 平成2年産業連関表〉

投入係数表 (生産者価格, 13部門)

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
	農林水産業	鉱業	製造業	建設	電力・ガス・水道	商業	金融・保険	不動産	運輸	通信・放送
01農林水産業	.129352	.000704	.036482	.001820	.000000	.000102	.000000	.000001	.000044	.000000
02鉱業	.000000	.002205	.022823	.011998	.087888	.000000	.000000	.000000	.000001	.000000
03製造業	.164057	.057336	.418361	.307839	.068858	.043470	.035678	.003132	.119461	.028766
04建設	.002816	.006222	.003920	.003907	.031273	.006068	.003248	.042271	.009720	.002513
05電力・ガス・水道	.003586	.028285	.018690	.006795	.025068	.011942	.004130	.003941	.017247	.012147
06商業	.030531	.011803	.046071	.052820	.012055	.011211	.003383	.001181	.033047	.004125
07金融・保険	.033598	.043805	.013367	.013083	.025647	.041676	.086226	.068066	.066825	.011452
08不動産	.000260	.009779	.003771	.003556	.008209	.048108	.024782	.009316	.017910	.008639
09運輸	.041099	.251470	.025366	.041062	.022759	.032078	.015179	.002491	.108697	.021721
10通信・放送	.000690	.003444	.002244	.004011	.004171	.019439	.017031	.000494	.005724	.039654
11公営	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000
12サビ	.011730	.038745	.061178	.074517	.104866	.063954	.103090	.018299	.129091	.136795
13分類不明	.003483	.015014	.005992	.017478	.008089	.004493	.004479	.013148	.005390	.004021
33内生産部門計	.421201	.468811	.658264	.538886	.398881	.302541	.297224	.161079	.513159	.269832
34家計外消費支出	.008638	.046356	.018922	.018834	.020415	.026883	.032064	.005395	.020398	.025756
35雇用者所得	.090921	.207116	.155574	.265090	.192691	.486248	.420028	.054868	.320737	.398295
36営業余	.347483	.145911	.086682	.127693	.142070	.116821	.178258	.466259	.066293	.085332
37資本減耗引当	.110228	.107666	.046352	.038045	.208314	.044480	.058095	.247603	.082084	.191436
38間接税(除関税・消費税)	.031566	.034230	.035638	.013132	.058117	.029877	.064636	.068327	.019834	.029656
40(保険)補助金	-.010038	-.010090	-.001433	-.001680	-.008188	-.006849	-.050305	-.003532	-.022505	-.000307
41粗付加価値部門計	.578799	.531189	.341736	.461114	.601119	.697459	.702776	.838921	.486841	.730168
54国内生産額	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

〈第3-2表 平成2年産業連関表〉

逆行列係数表 $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
	農林水産業	鉱業	製造業	建設	電力・ガス・水道	商業	金融・保険	不動産	運輸	通信・放送
01農林水産業	1.136269	.008057	.061040	.021579	.007259	.004911	.004655	.001982	.011080	.004690
02鉱業	.001727	1.002075	.008573	.005326	.019201	.000908	.000704	.000448	.001871	.000836
03製造業	.318607	.187494	1.709596	.536118	.177109	.117416	.106358	.046312	.276447	.101676
04建設	.006741	.013130	.010990	1.009736	.035601	.011135	.006950	.044052	.016348	.005795
05電力・ガス・水道	.013959	.041618	.039274	.023912	1.034944	.019265	.011129	.007149	.031638	.019971
06商業	.054730	.035924	.089592	.087524	.029905	1.023802	.015134	.008192	.059385	.016764
07金融・保険	.054826	.076998	.041138	.037131	.041536	.059266	1.102340	.075944	.095846	.023117
08不動産	.007918	.021831	.015970	.015054	.015429	.054965	.031856	1.013112	.030621	.014545
09運輸	.063722	.276817	.060561	.069538	.041974	.064444	.025645	.008983	1.132873	.032483
10通信・放送	.005315	.010400	.010098	.011464	.009757	.024597	.023140	.003296	.014577	1.045910
11公営	.000255	.000678	.000452	.000797	.000417	.000268	.000257	.000516	.000374	.000236
12サビ	.056886	.111381	.138839	.141049	.145135	.100588	.138214	.038855	.195877	.169784
13分類不明	.005244	.013911	.009286	.016369	.008550	.005496	.005284	.010590	.007679	.004836
列和	1.726200	1.800315	2.195430	1.975596	1.566817	1.486761	1.471667	1.259430	1.874616	1.440643
影響力係数	1.017813	1.061513	1.294483	1.164863	.923836	.876633	.867733	.742593	1.105323	.849441

11 公 務	12 サ ー ビ ス	13 分 類 不 明	33 平 均
.000074	.006667	.002282	.018213
.000034	.000033	.000891	.012255
.102438	.157996	.266859	.243683
.016267	.005799	.001475	.007842
.028445	.021926	.030298	.016086
.012718	.032717	.045373	.033718
.002626	.021134	.029103	.026350
.002039	.016213	.017495	.012148
.034833	.019008	.029225	.031734
.012164	.019838	.008135	.008638
.000000	.000000	.048715	.000325
.077258	.078155	.119309	.070002
.001354	.007515	.000000	.007482
.290252	.387001	.599161	.488477
.020137	.022521	.021714	.020119
.665281	.387842	.037252	.266315
.000000	.102071	.204893	.126220
.021825	.077432	.130972	.072024
.002505	.025285	.006077	.032155
.000000	-.002152	-.000069	-.005309
.709748	.612999	.400839	.511523
1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

11 公 務	12 サ ー ビ ス	13 分 類 不 明	行 和	感 応 度 係 数
.008255	.017716	.020706	1.308218	.771359
.001689	.001989	.003324	1.048671	.618324
.210358	.296960	.490105	4.574557	2.697278
.020154	.010776	.009494	1.200903	.708084
.037666	.033371	.049159	1.363054	.803692
.030090	.054296	.079606	1.584945	.934525
.015804	.038756	.054991	1.717692	1.012796
.008096	.024535	.029766	1.283700	.756903
.049309	.037318	.058377	1.921743	1.133110
.016921	.026107	.017373	1.218955	.718728
1.000164	.000402	.048936	1.053753	.621320
.114875	1.125134	.191638	2.668256	1.573273
.003375	.008259	1.004543	1.103424	.650607
1.516757	1.675618	2.058019		
.894320	.987988	1.213462		

2 投入係数の意味

(1) 投入係数による生産波及の測定

次に、投入係数がどのような意味を持っているかについて、前記の第3-1図及び第3-2図を用いて考えてみることにする。

今、産業1に対する需要が1単位だけ増加したものとすると、産業1はその1単位の生産を行うために、当然、原材料等が必要となり、産業1は、その投入係数にしたがって、産業1及び産業2に対して、それぞれ a_{11} 単位及び a_{21} 単位の原材料等の中間需要を発生させる。これが第1次の生産波及である。そして、需要を受けた産業1及び産業2は、それぞれ a_{11} 単位及び a_{21} 単位の生産を行うに当たって、さらにそれぞれの投入係数に従って第2次の生産波及を引き起こす。このような生産波及の過程は、無限に続けられ、その結果としての究極的な各産業部門の国内生産額の水準は、各次の生産波及の総和として計算することができる。

このように投入係数は、ある産業部門に需要が発生した場合、究極的に、各産業部門の生産をどれだけ誘発するかを測定する鍵となる。

しかし、実際の計算において、生産波及の各過程をその都度追跡し、計算することは事実上不可能であり、また、実際的なことでもない。そこで、このような生産波及計算を簡略化するために、後述する逆行列係数が用意されるが、その前提として、まず、生産波及の計算について述べることにする。

(2) 生産波及の数学的計算

前記の第3-1図について、数式を用いてヨコの需給バランス式を求めると、次のとおりとなる。

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + F_1 &= X_1 \\ x_{21} + x_{22} + F_2 &= X_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

②式に①式と同様に a_{21} , a_{12} , a_{22} を代入して変形すると、

$$\left. \begin{aligned} a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + F_1 &= X_1 \\ a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + F_2 &= X_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

となる。

③式にみられるとおり、最終需要と国内生産額との間には、一定の関係が存在しており、その関係を規定しているのが「投入係数」ということになる。

また③式を行列表示すると

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix}$$

となる。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

を投入係数行列という。

③式の連立方程式の最終需要 F_1 及び F_2 に具体的な数値を与えれば、これを解くことによって、(1)で述べたような生産波及効果の結果としての産業1及び産業2の国内生産額の水準を計算することができる。

ある産業部門に対する需要の増加は、その産業部門が生産を行うに当たって原材料、燃料等を各産業から投入する必要があるため、その産業部門だけではなく他産業の生産にも影響を及ぼし、それがまた自部門に対する需要となって跳ね返ってくるという生産波及効果をもたらす。③式は、このような生産波及効果の累積結果を計算し得る仕組みを示したものであり、これが投入係数を基礎とする産業連関分析の基本となっている考え方である。

しかし、この考え方には、次に述べるような投入係数の安定性という前提が置かれていることを忘れてはならない。投入係数が常に変動しているとすれば、最終需要と国内生産額との間に一義的な関係を求めることができないからである。

3 投入係数の安定性

(1) 生産技術水準の不変性

産業連関分析においては、投入係数によって表される各財貨・サービスの生産に必要な原材料、燃料等の投入比率は、分析の対象となる期間においては大きな変化がないという前提が置かれている。

投入係数は、端的に言えば、ある特定の年次において採用されていた生産技術を反映したものであり、生産技術が変化すれば、当然に投入係数も変化することも考えられる。

通常、短期間に大幅な生産技術の変化は考えられないが、我が国のように技術革新のテンポの速い国においては、分析の対象となる年次が作表の対象となった年次から離れるにしたがって何らかの方法で投入係数の変化についての情報を得て、修正して利用することも必要となる。

(2) 生産規模に関する一定性

各産業部門は、それぞれ生産規模の異なる企業、事業所群で構成されているが、同一商品を生産していたとしても、生産規模が異なれば、当然に生産技術水準の相違、規模の経済性などにより、投入係数も異なったものとなることも考えられる。

しかし、産業連関表は、作表の対象となった年次の経

済構造を反映して作成されたものであり、産業連関分析においては、各産業部門に格付けされた企業、事業所の生産規模は、分析の対象となる期間においては大きな変化がないという前提が置かれている。

(3) 投入係数の変動要因

産業連関分析では、対象期間内においては投入係数に变化がないという仮定が置かれているが、実際には前述した(1)及び(2)以外にも次のような要因により、時間の経過とともに変化する。

① 相対価格の変化

取引基本表における各取引の大きさは、作表年次の価格で評価されているため、それぞれの財貨・サービスの相対価格が変化すると、技術構造が一定であったとしても、投入係数が変化する。

時系列比較を行う場合には、このような相対価格の変化による影響を除去した固定価格評価による接続産業連関表が必要となる。

② プロダクト・ミックスの変化

同一部門に投入構造や単価の異なったいくつかの商品が格付けられている（これをプロダクト・ミックスという。）場合には、それぞれの投入構造や単価に変化がなくても、部門内の商品の生産額構成が変化すれば、その部門全体としての投入係数が変化することとなる。

第2節 逆行列係数

1 逆行列係数の意味と計算方法

ある産業部門に一定の需要が発生した場合に、それが各産業部門に対して直接・間接にどのような影響を及ぼすかを分析するのが、産業連関分析の最も重要な分析の1つであり、その際に決定的な役割を果たすのが各産業部門の投入係数であることは、前述したとおりである。

今、仮に産業1及び産業2だけの国民経済を考えた場合、第1節で述べたように、最終需要が与えられれば、次のような連立方程式を解くことによって、産業1及び産業2の国内生産額の水準を計算することができる。

$$\left. \begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + F_1 &= X_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + F_2 &= X_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

しかし、このように2部門だけであれば計算も容易であるが、実際には部門の数は、統合中分類の場合であっても91あり、その都度③式のような連立方程式を解くことは実際的ではなく、分析を行うことが事実上不可能になる。

そこで、もし、ある部門に対する最終需要が1単位生じた場合、各部門に対してどのような生産波及が生じ、部門別の国内生産額が最終的にはどれだけになるかを、あらかじめ計算しておくことができれば、分析を行う上で非常に便利である。このような要請に応じて作成されるのが「逆行列係数表」である。

そこで、前記③式の行列表示

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \dots\dots\dots \textcircled{3}'$$

において

$$\text{投入係数の行列} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} = A$$

$$\text{最終需要の列ベクトル} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = F$$

$$\text{国内生産額の列ベクトル} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = X$$

とおくと、

$$AX + F = X \dots\dots\dots \textcircled{3}''$$

となる。これをXについて解くと、

$$X - AX = F$$

$$(I - A)X = F$$

$$\therefore X = (I - A)^{-1}F$$

となる。ここでIは単位行列、 $(I - A)^{-1}$ は $(I - A)$ の逆行列であり、

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} \end{bmatrix}^{-1}$$

この行列 $(I - A)^{-1}$ の成分を「逆行列係数」と呼ぶ。これを一表にまとめたものが、「逆行列係数表」であり、各産業に対する一単位の需要があった場合、究極的にみて、どの産業の生産が何単位誘発されるかを示す。逆行列係数を一度計算しておけば、③式の連立方程式をその都度解くまでもなく、ある産業部門に需要額が与えられれば、直ちにその需要に対応する産業部門の国内生産額を計算することが可能となる。

(注) ③' 式が非負の解を持つためには、行列式 $|I - A|$ のすべての主座行列式が正であること（ホーキンス・サイモンの条件）が必要十分であり、また、 $|I - A|$ のすべての主座行列式が正であるためには、

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} < 1 \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

すなわち、投入係数の和がすべて1未満であること（ソローの条件）が十分条件である。

第3-2表は、平成2年表の13部門取引基本表について、 $[I - (I - M)A]^{-1}$ 型（後述参照）の逆行列係数を計算したものである。

逆行列係数の表頭の部門は、需要が1単位発生した部門を表しており、表側の部門は、それによって生産の誘発を受ける部門を表している。例えば、表頭の農林水産業について、これをタテに見ると、農林水産業に1単位の需要があると、農林水産業自身には、最終的には1.136269単位の生産誘発があり、また、鉱業には0.001727単位、製造業には0.318607単位、建設には0.006741単位等々の生産誘発が生じ、全体としては、列和に相当する、1.726200単位の生産誘発が引き起こされることを読み取ることができる。

第1節で述べた投入係数は、ある1つの財貨・サービスを1単位だけ生産する場合、直接必要となる原材料等の量を示しているが、逆行列係数は、ある部門に対して1単位の最終需要があった場合の、各産業部門に対する直接・間接の究極的な生産波及の大きさを示している。

（注）このように逆行列係数を生産誘発との関係でみると、ある部門、例えば農林水産業に1単位の最終需要が発生すると、それを満たすためには、まず農林水産業自身の生産を1単位増加させねばならない（直接効果）。また、この農林水産業自身の生産増のために他産業の生産も増加し、この影響で農林水産業の生産も更に追加的に増加する（間接効果）。その結果、農林水産業の生産増は、1単位以上になるのが普通である。このため自部門の生産増加の程度を示す逆行列係数の対角要素は、1を超えるのが普通である。

また、逆行列を $B = (b_{ij})$ で表し、 j 番目の要素が1で他の要素が0である列ベクトルを u_j で表せば、

$$B \cdot u_j = \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{1j} & \dots & b_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_{21} & \dots & b_{2j} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & \dots & b_{nj} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{1j} \\ \vdots \\ b_{2j} \\ \vdots \\ b_{nj} \end{bmatrix}$$

となることから、逆行列 B の第 j 列のベクトルが、 j 部門に1単位の最終需要が発生した場合の各部門の生産増加単位を表すことが分かる。（上に述べた理由により $b_{ij} \geq 1$ ）

逆行列 B の第 j 列を合計した列和 $\sum_{i=1}^n b_{ij}$ は第 j 部門の生産誘発係数に相当する（第3節参照）。

2 逆行列係数の類型（輸入の扱い）

産業連関表を用いて生産波及の分析を行う場合には、輸入をどのように取り扱うかが大きな問題となる。前記1で述べた $(I - A)^{-1}$ 型は、輸入を考えない単純なモデルに基づくものであったが、実際の経済では、各種のものが輸入され、産業や家計等において国産品と併せて消費されているのが実態である。

輸入を明示した取引基本表のひな型は第3-3図に示されている。表をヨコにみると中間需要 $\{x_{ij}\}$ 、最終需要 $\{F_i\}$ とも輸入分を含んだ供給となっているので、輸入分をマイナスで表示することにより、タテとヨコ（生産）のバランスをとっている。

第3-3図 取引基本表（ひな型2）

	産業1	産業2	最終需要	輸入	国内生産額
産業1	x_{11}	x_{12}	F_1	$-M_1$	X_1
産業2	x_{21}	x_{22}	F_2	$-M_2$	X_2
粗付加価値	V_1	V_2			
国内生産額	V_1	X_2			

投入係数に輸入分が含まれるということは、最終需要によってもたらされる波及効果のすべてが、国内生産の誘発という形で現われるものではなく、その一部は輸入を誘発するという意味を意味する。

つまり、逆に言えば国内生産の誘発を正確に求めるためには、輸入の誘発分を控除しておかなくてはならない。

そこで、輸入品の投入を織り込んだ逆行列係数の計算方法が考慮されなくてはならない。

我が国では、 $[I - (I - M)A]^{-1}$ 型の逆行列係数が一般的に利用されているが、これを含めて、次のような幾つかの逆行列係数の計算方法が考えられている。

(1) $(I - A)^{-1}$ 型

輸入額が外生的に与えられるとするモデルであり、基本モデル（2行2列）の需給バランス式は次のように表される。

$$\left. \begin{aligned} a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + F_1 - M_1 &= X_1 \\ a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + F_2 - M_2 &= X_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ④$$

これを行列表示すると、

$$AX + F - M = X \dots\dots\dots ④'$$

これは、「競争輸入型」のモデルであって、中間需要 AX 及び最終需要 F の中には一定の輸入が含まれている。これを X について解くと、

$$X - AX = F - M$$

$$(I - A)X = F - M$$

$$\therefore X = (I - A)^{-1}(F - M)$$

となる。

このモデルでは、最終需要とともに輸入額についても、外生的に決定されるものとなっているが、輸入は、特別な場合を除き、国内の生産活動によって誘発される性格のものである。すなわち、内生的に決定されるものと考えるのが自然であり、一般的にあまり利用されていない。

(2) $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ 型

最終需要 F を国内最終需要 Y と輸出 E とに分離したものである。すなわち、

$$F = Y + E$$

とし、これを前記④' 式に代入し、需給バランス式を次のように表す。

$$AX + Y + E - M = X \quad \text{⑤}$$

輸出については、単なる通過取引は計上しないこととして表が作られている。したがって、輸出には輸入品は含まれないはずであるから、行別輸入係数 m_i を次のように定義する。

$$m_i = \frac{M_i}{\sum_j a_{ij}X_j + Y_i}$$

すなわち、 m_i は i 商品の国内総需要に占める輸入品の割合、輸入依存度を表わし、 $1 - m_i$ が自給率を表わすことになる。

⑤を i 行について記せば

$$\sum_j a_{ij}X_j + Y_i + E_i - M_i = X_i \quad \text{⑥}$$

輸入係数の定義から

$$M_i = m_i \left(\sum_j a_{ij}X_j + Y_i \right) \quad \text{⑦}$$

⑦を⑥へ代入して整理すると、

$$X_i - (1 - m_i) \sum_j a_{ij}X_j = (1 - m_i) Y_i + E_i \quad \text{⑧}$$

輸入係数 $\{m_i\}$ を対角要素とし、非対角要素を 0 とする対角行列を \hat{M} とすれば、

$$\hat{M} = \begin{bmatrix} m_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & m_n \end{bmatrix}$$

⑧より次が得られる。

$$[I - (I - \hat{M})A]X = (I - \hat{M})Y + E \quad \text{⑨}$$

⑨から

$$X = [I - (I - \hat{M})A]^{-1}[(I - \hat{M})Y + E] \quad \text{⑩}$$

となり、国内最終需要 Y と輸出 E を与えることにより、国内生産額 X を求めることができる。

ここで $(I - \hat{M})A$ は、輸入品の投入比率が中間需要、最終需要を問わずすべての部門について同一であると仮定した場合の国産品の投入係数を示し、また、 $(I - \hat{M})Y$ は、同様の仮定の下で国産品に対する国内最終需要を表している。言い換えれば、品目毎（行別）の輸入比率（輸入係数）がすべての産出部門に同一と仮定した時の「競争輸入型」モデルである。

我が国では、一般的にはこのモデルによる逆行列係数表が利用されている。前記の第 3 - 2 表は、この方式により、平成 2 年表の 13 部門取引基本表について作成したものである。

(3) $(I - A^d)^{-1}$ 型

このモデルによる逆行列係数は、「非競争輸入型」のモデルによるものであり、輸入品の投入比率が部門によって異なる場合の分析を行うことができる。

非競争輸入型の取引基本表を単純化して第 3 - 4 図のように表す。

第 3 - 4 図 取引基本表（ひな型 3）

		産業 1	産業 2	最終需要	輸 入	国内生産額
国 産	産業 1	x_{11}^d	x_{12}^d	F_1^d	-	X_1
	産業 2	x_{21}^d	x_{22}^d	F_2^d	-	X_2
輸 入	産業 1	x_{11}^m	x_{12}^m	F_1^m	$-M_1$	-
	産業 2	x_{21}^m	x_{22}^m	F_2^m	$-M_2$	-
粗付加価値		V_1	V_2			
国内生産額		X_1	X_2			

当然

$$x_{ij} = x_{ij}^d + x_{ij}^m$$

$$F_i = F_i^d + F_i^m$$

である。

国産品の需給バランス式は、次のとおりとなる。

$$x_{11}^d + x_{12}^d + F_1^d = X_1 \quad \text{⑪}$$

$$x_{21}^d + x_{22}^d + F_2^d = X_2$$

ここで、国内中間財の投入係数を、

$$a_{ij}^d = \frac{x_{ij}^d}{X_j}$$

すれば、⑩式は次のように変形される。

$$\left. \begin{aligned} a_{11}^d X_1 + a_{12}^d X_2 + F_1^d &= X_1 \\ a_{21}^d X_1 + a_{22}^d X_2 + F_2^d &= X_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{⑩}'$$

これを行列表示すると、

$$A^d X + F^d = X \dots\dots\dots \text{⑩}''$$

これが「非競争輸入型」のモデルであり、中間需要 $A^d X$ 及び最終需要 F^d はいずれも国産品に対するものであり、輸入品は含まれていない。

⑩'' を X について解くと、

$$X - A^d X = F^d$$

$$(I - A^d) X = F^d$$

$$\therefore X = (I - A^d)^{-1} F^d$$

となり、国産品に対する最終需要 F^d を与えれば、国内生産額 X の水準を求めることが可能である。

なお、競争輸入型モデルとの関係は、次のようなものとなっている。輸入品に対する投入係数の行列 A^m 、輸入品に対する最終需要の列ベクトルを F^m とすれば、

$$A = A^d + A^m$$

$$F = F^d + F^m$$

となる。これを用いて需給バランスを求めると

$$(A^d + A^m) X + (F^d + F^m) = X + M$$

となる。これが競争輸入型モデルの基本式である。

実態経済においては国産品と輸入品の投入割合は、部門によって異なるのが普通であり、このモデルによる逆行列係数は、こうした状況をそのまま反映したモデルである。この型の逆行列係数を、(2) $[I - (I - M)A]^{-1}$ 型と比較してみると、部門によってはかなり数値が異なる場合もある。

どちらかの型を使うかは基本的には分析目的によるが、実際問題としては、5年ごとに作成される政府11省庁共同作業による産業連関表では投入・産出が国産品と輸入品に分けられており、2つのタイプの逆行列表を使用できるが、通商産業省で作成している地域内表では、国産・輸入品別の取引が計上されていないので、何らかの方法で取引基本表を非競争輸入型に作りかえない限り、 $(I - A^d)^{-1}$ 型の逆行列を使用することは不可能である。

3 影響力係数と感応度係数

(1) 影響力係数

逆行列係数表の各列の数値は、その列部門に対する最終需要（すなわち、国産品に対する需要）が1単位だけ発生した場合において、各行部門において直接間接に必要なとなる生産量を示し、その合計（列和）は、その列部門に対する最終需要1単位によって引き起こされる産業全体に対する生産波及の大きさを表す。

この部門別の列和を列和全体の平均値で除した比率を求めると、それはどの列部門に対する最終需要があったときに、産業全体に与える生産波及の影響が強いかという相対的な影響力を表す指標となる。これが「影響力係数」と言われるものであり、次の式によって計算される。

$$\begin{aligned} \text{部門別影響力係数} &= \frac{\text{逆行列係数表の列和}}{\text{逆行列係数表の列和全体の平均値}} \\ &= \frac{b_{\cdot j}}{\bar{B}} \end{aligned}$$

ただし、

$$B = [b_{ij}] : \text{逆行列}$$

$$b_{\cdot j} = \sum_i b_{ij}$$

$$\bar{B} = \frac{1}{n} \sum_j b_{\cdot j} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j b_{ij}$$

第3-3表は、平成2年表の32部門表によって、逆行列として $[I - (I - M)A]^{-1}$ を使用し、影響力係数を計算したものである。これによると、鉄鋼、輸送機械等の影響力係数の値が高くなっており、これらはいずれも産業全体に与える生産波及の影響が大きいことを示している。

また逆に、影響力係数の低いものとしては、不動産、石油・石炭製品、教育・研究等があげられるが、一般的にはサービス業関係は、産業全体に与える生産波及の影響力が小さいと言える。

ただし、逆行列係数の列和は、国産品の中間投入率が高ければ高い程、大きくなる傾向があり、かつ、中間投入には同一産業間取引である「自部門投入」が含まれ、それが中間投入率を大きく左右することから「影響力係数」の計算にあたって「自部門投入」を除くべきであるとする意見もある。

(2) 感応度係数

逆行列係数表の各行は、表頭の列部門に対してそれぞれ1単位の最終需要があったときに、その行部門におい

第3-5図 逆行列係数表 (ひな型)

	1	2	3	...	n	行和	感応度係数
1	b_{11}	b_{12}	b_{13}	...	b_{1n}	b_{1*}	b_{1*}/\bar{B}
2	b_{21}	b_{22}	b_{23}	...	b_{2n}	b_{2*}	b_{2*}/\bar{B}
3	b_{31}	b_{32}	b_{33}	...	b_{3n}	b_{3*}	b_{3*}/\bar{B}
...
...
n	b_{n1}	b_{n2}	b_{n3}	...	b_{nn}	b_{n*}	b_{n*}/\bar{B}
列和	b_{*1}	b_{*2}	b_{*3}	.....	b_{*n}	$\sum_i b_{i*}$ $= \sum_j b_{*j}$	1.0
影響力係数	$\frac{b_{*1}}{\bar{B}}$	$\frac{b_{*2}}{\bar{B}}$	$\frac{b_{*3}}{\bar{B}}$	.....	$\frac{b_{*n}}{\bar{B}}$	1.0	

第3-3表 平成2年影響力係数及び感応度係数

部 門	影響力係数	感応度係数
01 農 林 水 産 業	0.899618	0.958285
02 鉱 業	0.945518	0.688505
03 食 料 品	1.105038	0.806836
04 織 維 製 品	1.137410	0.862145
05 パルプ・紙・木製品	1.145423	1.471867
06 化 学 製 品	1.148780	1.503542
07 石 油 ・ 石 炭 製 品	0.732723	0.938565
08 窯 業 ・ 土 石 製 品	0.979050	0.759050
09 鉄 鋼	1.396855	1.782203
10 非 鉄 金 属	1.056232	0.965447
11 金 属 製 品	1.120411	0.847026
12 一 般 機 械	1.148905	0.831748
13 電 気 機 械	1.175820	1.017529
14 輸 送 機 械	1.444685	1.055769
15 精 密 機 械	1.048218	0.621364
16 その他の製造工業製品	1.098286	1.536649
17 建 設	1.043398	0.764623
18 電力・ガス・熱供給	0.810807	1.014017
19 水道・廃棄物処理	0.813169	0.639685
20 商 業	0.789677	1.645287
21 金 融 ・ 保 険	0.785807	1.355168
22 不 動 産	0.668379	0.862721
23 運 輸	0.963555	1.609014
24 通 信 ・ 放 送	0.762496	0.809084
25 公 務	0.811032	0.563628
26 教 育 ・ 研 究	0.758608	0.890617
27 医療・保健・社会保障	0.937696	0.531489
28 その他の公共サービス	0.854470	0.568111
29 対事業所サービス	0.937882	2.196775
30 対個人サービス	0.882092	0.620771
31 事 務 用 品	1.525795	0.596142
32 分 類 不 明	1.072165	0.686339

(注) 32部門表による。

て直接間接に必要となる供給量を表しており、その合計 (行和) を行和全体の平均値で除した比率は、各列部門にそれぞれ1単位の最終需要があったときに、どの行部門が相対的に強い影響力を受けることとなるかを表す指標となる。これが「感応度係数」と言われるものであり、次の式によって計算される。

$$\begin{aligned} \text{部門別感応度係数} &= \frac{\text{逆行列係数表の行和}}{\text{逆行列係数表の行和全体の平均値}} \\ &= \frac{b_{i*}}{\bar{B}} \end{aligned}$$

ただし、

$$b_{i*} = \sum_j b_{ij}$$

$$\bar{B} = \frac{1}{n} \sum_i b_{i*} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j b_{ij}$$

第3-3表は、平成2年表の32部門表によって、逆行列 $[I - (I - M)A]^{-1}$ により感応度係数を計算したものである。対事業所サービス、鉄鋼、商業、運輸等の感応度係数が高くなっているが、これらはいずれも広く各産業に対して、原材料・サービス等を提供している産業であり、その意味で産業全体の好不況の影響を受け易いものとなっている。

なお、「影響力係数」と同様に「感応度係数」についても「自部門投入」を除くべきであるとする意見もある。

また、逆行列係数を基本としていることから、統合の仕方や逆行列のタイプの違いで結果が異なるので注意を要する。

(3) 影響力係数と感応度係数による機能分析

影響力係数と感応度係数とを組み合わせることにより、各産業部門がどのような機能を持っているかを模式的に把握することができる。

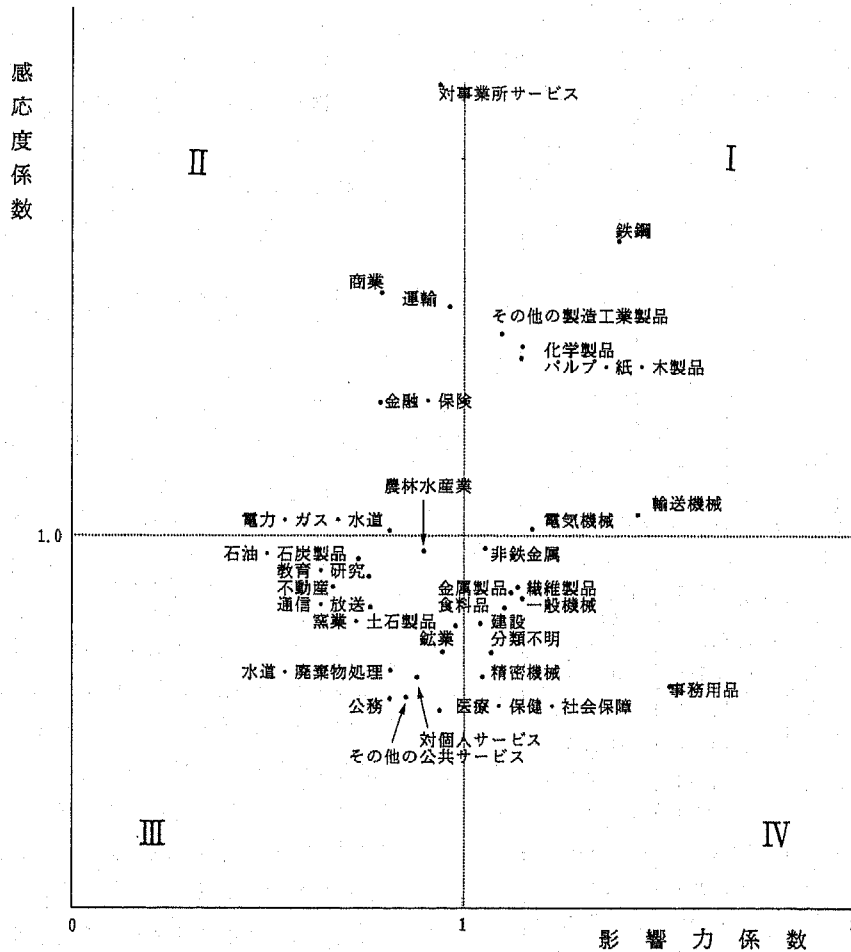
第3-5図のように影響力係数を横軸に、感応度係数を縦軸にして各産業部門の値をプロットする。その位置によってそれぞれの産業部門が持っている特性が判断される。

Iに位置する部門は、産業全体に対する影響力が強く、かつ、影響も受け易い部門である。一般に基礎資材などの原材料製造業部門がこれに該当し、鉄鋼、パルプ・紙・木製品、化学製品等がこの分野に属している。

IIは、産業全体に対する影響力は低いが、感応度係数は高い分野である。対事業所サービス、商業、運輸、金融・保険など各産業に対するサービスの提供部門が多くなっている。

IIIは、影響力も感応度も低い分野である。農林水産業、

第3-6図 影響力係数と感応度係数



鉱業，窯業・土石製品などの一次産業型のもののほか，不動産，水道・廃棄物処理などの独立型の産業部門がこの分野に属している。

IVは，産業全体に対する与える影響力は強いが，受ける影響力はそれ程ない分野である。最終財の製造業部門が多く，一般機械，繊維製品，金属製品，精密機械，建設等がこの分野に属している。

が存在している。

$$X = [I - (I - M)A]^{-1} [(I - M)Y + E]$$

国内生産額 逆行列 最終需要額

ここで最終需要は，大別すれば，①家計外消費支出，②民間消費支出，③一般政府消費支出，④国内総固定資本形成，⑤在庫純増，⑥輸出の6項目からなっているが，各産業部門の国内生産額が，どの最終需要項目によってどれだけ誘発されたものであるのか，その内訳をみたのが「最終需要項目別生産誘発額」である。

これは，国内生産額の変動が，最終需要のどの項目によってもたらされたものであるのかを分析するための一つの指標となるものであり，次のようにして計算される。

前述のように最終需要ベクトル F は国内最終需要ベクトル Y と輸出ベクトル E に分解される。さらに，国内最終需要ベクトル Y を各最終需要項目（民間消費支出，国内総固定資本形成等）ベクトルに分解する。

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_N$$

各最終需要項目によって誘発される生産額ベクトルを

第3節 最終需要と国内生産額との関係

1 最終需要項目別生産誘発額

内生部門の各産業は，各生産部門及び最終需要部門に財貨・サービスの供給を行っているが，全体として見れば，内生部門の生産活動は最終需要を過不足なく満たすために行われているのであり，その生産水準は，各最終需要の大きさによって決定される。すなわち，産業連関表では，競争輸入型モデルで，輸入が国内需要に比例している場合は，第2節⑩式のとおり，逆行列係数を介して次のような関係

3 最終需要項目別生産誘発依存度

各産業部門毎の生産誘発額の項目別構成比を「最終需要項目別生産誘発依存度」と言う。各産業部門の国内生産額が、どの最終需要の項目によってどれだけ誘発されたのか、そのウエイトを示したものである。

		最終需要項目					合計
		1	2	3	.....	N, N+1
産 業 部 門	1	最終需要項目別生産誘発依存度					1.0
	2						
	3	$\left[\frac{X_{ik}}{X_i} \right] \left[\frac{X_{i, N+1}}{X_i} \right]$					
	⋮						
	⋮						
	⋮						
	n						

(注) X_{ik} , $X_{i, N+1}$: 項目別生産誘発額
 X_i : 生産誘発額の合計(国内生産額)

本節の具体的な係数については、第4部第8章16「最終需要と生産誘発額」の項を参照されたい。

第4節 最終需要と粗付加価値との関係

各産業部門の国内生産額は、中間投入額と粗付加価値額とで構成されているが、国内生産額は最終需要によって誘発されるものである。その一部である粗付加価値額も同様に最終需要によって誘発されるものと考えることができる。

すなわち、第3節で述べた国内生産と最終需要との関係式

を粗付加価値と最終需要についても全く同様に適用することができる。

各産業部門の粗付加価値額をその部門の国内生産額で除した比率を粗付加価値率という。生産物1単位当たりの粗付加価値であり、これを要素とする対角行列を θ とする。

$$\theta = \begin{bmatrix} v_1 & & & & 0 \\ & v_2 & & & \\ & & v_3 & & \\ & & & \ddots & \\ 0 & & & & v_n \end{bmatrix} \quad v_i = \frac{V_i}{X_i} (i = 1, 2, \dots, n)$$

すなわち、 V を粗付加価値額からなるベクトルとすれば、

$$V = \theta \cdot X$$

である。したがって第3節で述べた需給バランス式を粗付加価値について示すと、

$$V = \theta \cdot [I - (I - \hat{M})A]^{-1} [(I - \hat{M})Y + E]$$

である。この式を用いて、生産誘発と同様に、

- ① 粗付加価値誘発額
- ② 粗付加価値誘発係数
- ③ 粗付加価値誘発依存度

が定義される。具体的な計数については、第4部第8章17「最終需要と粗付加誘発額」を参照されたい。

生産誘発係数と粗付加価値誘発係数とを比較して特徴的なことは、生産誘発係数の場合、最終需要項目の中で大きな値を示していた「輸出」及び「国内総固定資本形成」が、粗付加価値誘発係数の場合はともに「消費」と比べて小さいということである。このことは、特に景気拡大のカンフル剤としては公共投資の追加や輸出が効果的であるが、付加価値レベル(GDPレベル)ではむしろ消費の拡大の方が効果的であることを示している。

第3-8図 最終需要項目別粗付加価値誘発額の計算方法

		最終需要項目					
		1	2	3	.....	N, N+1
産 業 部 門	1	最終需要項目別粗付加価値誘発額					=
	2						
	3						
	⋮						
	⋮						
	⋮						
	n						
		産業部門					
		1	2	3	.....	n
産 業 部 門	1	粗付加価値率					×
	2						
	3						
	⋮						
	⋮						
	⋮						
	n						
		最終需要項目					
		1	2	3	.....	N, N+1
産 業 部 門	1	最終需要項目別生産誘発額					
	2						
	3						
	⋮						
	⋮						
	⋮						
	n						

第5節 最終需要と輸入との関係

1 最終需要項目別輸入誘発額、同誘発係数及び同誘発依存度

ある最終需要が生じたとき、通常そのすべてが国内生産によって賄われるものではなく、一部は輸入によって賄われる。

産業連関分析の基本的な分野の1つは、ある最終需要が発生した時、それを起因として誘発される各産業部門の生産額の大きさを計測することにあるが、同時にそれによって誘発される輸入額の大きさを求めることも重要な課題である。その際に必要となるのが各産業部門の輸入係数であり、最終需要1単位によって誘発される輸入の大きさは、輸入係数を介して計算される。

我が国において一般的に利用されている $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ 型の逆行列係数においては、第2節で述べたとおり、産業連関表が、輸入品の再輸出を対象としない（すなわち輸出の中には輸入は含まれない。）ため、輸入係数は国内需要に対する比率として次のように定義される。

$$m_i = \frac{M_i}{\sum_j a_{ij} X_j + Y_i} \quad \hat{M} = \begin{bmatrix} m_1 & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & m_n \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots ①$$

$$\therefore M = \hat{M}(AX + Y)$$

国内生産額 X は、

$$X = [I - (I - \hat{M})A]^{-1} [(I - \hat{M})Y + E] \quad \dots\dots\dots ②$$

であり、逆行列係数 $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ を B で表し、①式に代入して展開すると、

$$M = \hat{M}AB(I - \hat{M})Y + \hat{M}ABE + \hat{M}Y$$

$$M = [\hat{M}AB(I - \hat{M}) + \hat{M}]Y + \hat{M}ABE \quad \dots\dots\dots ③$$

となる。すなわち、輸入 M は、輸出を除く国内最終需要によって誘発されるもの（③式の右辺第1項）と、輸出 E によって誘発されるもの（③式の右辺第2項）とに分離される。

なお、 $\hat{M}AB$ は、逆行列係数 B に、輸入品の投入係数 $\hat{M}A$ を乗じたものとして理解される。

輸入が最終需要の各項目によってどれだけ誘発されたのか、その内訳を示したのが「最終需要項目別輸入誘発額」

であり、前記1の③式にみられるとおり、輸入 M が、

$$M = [\hat{M}AB(I - \hat{M}) + \hat{M}]Y + \hat{M}ABE$$

と、分解されることから明らかなようにそれぞれ対応する項目の最終需要額を乗じて計算される。すなわち、国内最終需要である「家計外消費支出」から「在庫純増」までの、各最終需要項目ベクトルに、行列 $[\hat{M}AB(I - \hat{M}) + \hat{M}]$ を、「輸出」については輸出ベクトルに行列 $\hat{M}AB$ を、それぞれ乗じて求められる。

最終需要項目別輸入誘発係数及び同輸入誘発依存度については、前節の生産誘発係数及び生産誘発依存度と同様の方法で算出されるものであるため、ここでは説明を省略する。

2 総合輸入係数

行列 $[\hat{M}AB(I - \hat{M}) + \hat{M}]$ 、 $\hat{M}AB$ のそれぞれの列和は、各産業に「輸出を除く最終需要」及び「輸出」がそれぞれ1単位（品目別構成は同じ）発生した場合の輸入誘発の大きさを表わす係数であり、両者併せて「総合輸入係数」と呼ばれている。数値は、計数編(2)の187部門、91部門によるものが示されている。

第6節 労働力の産業連関分析係数

1 労働誘発係数

産業連関表においては、既に述べたとおり、逆行列係数を介して国内生産額と最終需要との間には、次のような関係がある。

$$X = [I - (I - \hat{M})A]^{-1} [(I - \hat{M})Y + E] \quad \dots\dots\dots ①$$

X : 国内生産額

$[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$: 逆行列

$[(I - \hat{M})Y + E]$: 最終需要額

ここで、各部門の労働力投入量 (man・year) の行列 L の各列をそれぞれ国内生産額で除して得られた労働力投入係数の行列を L' とする。

(労働力投入量L)

	部門 1	部門 2	部門 3	.....	部門 n
従業者総数	l_{11}	l_{12}	l_{13}	.....	l_{1n}
個人業主	l_{21}	l_{22}	l_{23}	.....	l_{2n}
家族従業者	l_{31}	l_{32}	l_{33}	.....	l_{3n}
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
国内生産額	X_1	X_2	X_3	.....	X_n

雇
用
表

(労働力投入係数L')

	部門 1	部門 2	部門 3	.....	部門 n
従業者総数	l'_{11}	l'_{12}	l'_{13}	.....	l'_{1n}
個人業主	l'_{21}	l'_{22}	l'_{23}	.....	l'_{2n}
家族従業者	l'_{31}	l'_{32}	l'_{33}	.....	l'_{3n}
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮

(注) $l'_{ij} = \frac{l_{ij}}{X_j}$

ここで、従業員総数及び各従業上の地位のうちの第*i*番目について分析するものとする。Lの第*i*行をタテに並べたベクトルを L_i 、L'の第*i*行の成分を対角に並べた行列を L'_i とすれば、

$$L'_i = \begin{bmatrix} l'_{i1} & & 0 \\ & l'_{i2} & \\ & & \ddots \\ 0 & & & l'_{in} \end{bmatrix}, \quad L_i = \begin{bmatrix} l_{i1} \\ \vdots \\ \vdots \\ l_{in} \end{bmatrix}$$

$$L_i = L'_i X$$

$$\begin{aligned} &= L'_i [I - (I - M)A]^{-1} [(I - M)Y + E] \\ &= L'_i B [(I - M)Y + E] \end{aligned} \quad \text{.....} \textcircled{2}$$

$$\text{ただし、} B = [I - (I - M)A]^{-1}$$

となる。

行列 $L_i B$ の各列は、それぞれの部門に対する最終需要が1単位だけ生じた場合に、各部門において直接間接に必要な労働力需要の大きさを示すものとなっており、この行列 $L'_i B$ の成分を通常「労働誘発係数」と呼んでいる。

一方、 $L'_i B$ を考えると、各列は、それぞれの部門に対する最終需要が1単位だけ生じた場合に、直接間接に必要な従業上の地位別の労働力需要の大きさを示すものであり、これも一種の「労働誘発係数」と言える。なお、後述する「職業誘発係数」は後者の考え方に対応するものである。

また、国内最終需要Yは、家計消費支出、一般政府消費支出、国内総固定資本形成、輸出等からなり、これを

$$Y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_m \quad \text{.....} \textcircled{3}$$

のように表せば、②、③式から

$$\begin{aligned} L_i &= L'_i B [(I - M)(Y_1 + \dots + Y_m) + E] \\ &= L'_i B (I - M) Y_1 + \dots + L'_i B (I - M) Y_m + L'_i B E \end{aligned} \quad \text{.....} \textcircled{4}$$

が得られる。右辺の各項は、誘発される労働量の最終需要項目別内訳となっている。

産業連関分析を行う上では、投入係数は、安定的であり、表作成時と分析時の間に大きな変化がないという仮定が置かれているが、労働力の産業連関分析を行う上でも同様であり、労働投入係数は安定的であるという仮定が置かれている。

しかし、労働力投入係数の場合は投入係数と異なり、必ずしも安定的であるとは言えない事情がある。例えば、ある部門の生産額が2倍になったとしても、産業ロボットの導入や操業度の引き上げ等があった場合、必ずしも労働投入量も2倍になるとは限らないからである。したがって、労働力の産業連関分析を行う場合には、操業度や労働生産性の変化について十分考慮することが必要である。

2 労働誘発に関する影響力係数と感応度係数

逆行列係数から影響力係数と感応度係数が計算されたように、労働誘発係数の行列 $L'_i B$ からも労働誘発に関する影響力係数と感応度係数が計算される。

(1) 影響力係数

ある部門の最終需要が1単位だけ増加した場合、各部門の労働需要に対してどれだけの影響を与えることに

なるのか、その程度を部門間で比較する場合に用いられる指標である。

「第1種影響力係数」は、

部門別第1種影響力係数

$$= \frac{\text{労働誘発係数行列の各列和}}{\text{労働誘発係数行列の列和全体の平均値}}$$

$$= \frac{C_j}{\bar{C}}$$

ただし、 $C = \hat{L}'_i B = [c_{ij}]$

$$C_j = \sum_i c_{ij}, \quad \bar{C} = \frac{1}{n} \sum_j C_j$$

のように計算される。この影響力係数が大きいほど、その部門の最終需要1単位によって誘発される各部門の労働需要量が相対的に大きいことを表す。

この第1種影響力係数は、その自部門を含む直接間接の労働誘発効果を示すものであるが、自部門を除き他部門に対する労働誘発効果だけをみたものが「第3種影響力係数」である。労働力誘発係数行列の対角線上の要素を0に置き換えた上で、第1種影響力係数と同様の方法で計算される。第3種影響力係数が大きいほど、他部門に対する労働誘発効果が大きいということになる。

(2) 感応度係数

影響力係数は、労働誘発係数の各列和から計算されたものであるが、各行和からも同様の方法で指標を計算することができる。感応度係数と呼ばれるものであり、そのうちの「第1種感応度係数」は、すべての部門の最終需要がそれぞれ1単位である場合に各部門がどれだけの労働誘発効果を受けるのか、その程度を部門間で比較する場合に用いられ、次式により計算される。

部門別第1種感応度係数

$$= \frac{\text{労働誘発係数行列の各行和}}{\text{労働誘発係数行列の行和全体の平均値}}$$

$$= \frac{C_i}{\bar{C}}$$

ただし、 $C_i = \sum_j c_{ij}, \quad \bar{C} = \frac{1}{n} \sum_i C_i$

この第1種感応度係数の高い部門ほど、労働誘発効果を受ける割合が強いということになる。

「第3種感応度係数」は、自部門を除く各部門にそれぞれ1単位の最終需要があった場合に、その部門が受ける労働誘発効果の相対的な大きさを表す。

3 職業誘発係数

雇用マトリックス（部門別職業別雇用者数表）を用いることにより職業別の雇用誘発係数を計算することができる。

雇用マトリックスSの各要素をその部門の国内生産額で除して得られる職業投入係数の行列をS'とする。

(雇用マトリックスS)

	部門 1	部門 2	部門 3	.....	部門 n
職業 1	s_{11}	s_{12}	s_{13}	.....	s_{1n}
職業 2	s_{21}	s_{22}	s_{23}	.....	s_{2n}
職業 3	s_{31}	s_{32}	s_{33}	.....	s_{3n}
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
国内生産額	X_1	X_2	X_3	.....	X_n

雇用マトリックス

(注) 雇用者には有給役員が含まれる。

(職業投入係数S')

	部門 1	部門 2	部門 3	.....	部門 n
職業 1	s'_{11}	s'_{12}	s'_{13}	.....	s'_{1n}
職業 2	s'_{21}	s'_{22}	s'_{23}	.....	s'_{2n}
職業 3	s'_{31}	s'_{32}	s'_{33}	.....	s'_{3n}
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮

(注) $s'_{ij} = \frac{s_{ij}}{X_j}$

Sの行和から成るベクトルをS*とすると、

$$S^* = S'B \left[(I - \hat{M}) Y + E \right] \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

ただし、 $B = [I - (I - \hat{M}) A]^{-1}$

行列S'Bが「職業誘発係数」の行列であり、各部門の最終需要1単位によって直接間接に必要な職業別の雇用者数を表している。

4 最終需要項目別労働誘発数及び同職業誘発数

既に述べたとおり、国内最終需要Yを項目別に分解し、次のように表せば、

$$Y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_m \quad \text{③}$$

$$L_i = \hat{L}'_i B(I - \hat{M}) Y_1 + \dots + \hat{L}'_i B(I - \hat{M}) Y_m + \hat{L}'_i BE \quad \text{④}$$

が得られる。これにより最終需要項目別の労働誘発数が得られ、また、各部門の雇用者又は就業者がどの最終需要項目にどの程度依存しているかが、いずれも従業上の地位別に明らかにされる。

また、④式において、最終需要を項目別に分解すれば、

$$S' = S' B(I - \hat{M}) Y_1 + \dots + S' B(I - \hat{M}) Y_m + S' BE$$

となり、特定の最終需要項目によって必要となる職業別雇用者数を明らかにすることができる。

第7節 部門統合の問題

1 はじめに

我が国の平成2年(1990年)産業連関表では、行527×列411部門の基本分類による取引基本表を始めとしてそれを統合した187部門表、91部門表、32部門表及び13部門表が作成されている。また、これ以外にも、利用者がその目的に即したサイズの統合分類表を作成することは、統合部門に属する各部門の計数を単純に加算するだけで、非常に単純なことである。

産業連関表をそのまま読み取るだけであれば、どのように部門を統合するかは、表章の精粗の問題に過ぎない。しかし、産業連関表の最も重要な利用方法は、これから導かれる投入係数や逆行列係数、最終需要項目別生産誘発係数などを用いて、経済の予測や特定の経済政策の効果測定、あるいは価格分析等を行うことであり、産業連関表をこのような目的で利用しようとする場合には、産業連関表の部門をどのように設定するかが、極めて重要な問題となってくる。

すなわち、産業連関表を用いて生産誘発効果等を計算(逆行列係数を算出)する場合に、部門の設定の仕方によって、通常、結果が異なるからである。

このような事実に関しては、産業連関表の創始者である

W. レオンチェフが、その著書の中で、次のように言及しているところである。

『投入・産出分析のための産業の分類は、技術的同質性を考慮することによって導かれ……。統合の問題は、投入・産出行列の列とそれに対応する行の幾つかを統合することによって、行列の大きさを小さくするときに発生する。統合された行列の性質と統合されない行列の性質との関係は、統合されている部門の投入列が、統合されない行列内のどんな位置にあるかに依存している。ある理想的な条件のもとでは、もとの行列の逆行列を統合したものは、統合した行列の逆行列と一致する。これらの条件が完全にではなく、近似的に満たされるときは、いま述べた一貫性は、もちろんただ近似的に実現されるに過ぎない。』
(「産業連関分析」新飯田宏訳119ページ)

それでは、どのように部門を設定すれば生産波及に影響が生じないのか、また、部門統合で注意すべき点は何かなどについて、以下にその概略を述べることにする。

2 部門統合の理論的側面

(1) 2部門を統合する場合

投入係数の行列Aを次のようなものとして、部門1及び部門2の2つの部門を統合する場合について考察を行うこととする。

$$A = \begin{array}{c|ccc|c} & \text{部門} \ell & \text{部門} 1 & \text{部門} 2 & \text{部門} r \\ \hline P & & u_1 & u_2 & R \\ \hline \ell'_1 & & a_{11} & a_{12} & r'_1 \\ \hline \ell'_2 & & a_{21} & a_{22} & r'_2 \\ \hline Q & & d_1 & d_2 & S \\ \hline & & & & \text{部門} r \end{array}$$

ここで 部門1及び部門2の国内生産額をそれぞれ X_1 及び X_2 とし、

$$\alpha = \frac{X_1}{X_1 + X_2} \quad \beta = \frac{X_2}{X_1 + X_2}$$

と定義すれば、部門1及び部門2を統合した場合の投入係数行列は、次のような行列 \hat{A} に表すことができる。

$$\hat{A} = \begin{array}{c|cc|c} & P & & R \\ \hline & \alpha u_1 + \beta u_2 & & \\ \hline \ell'_1 + \ell'_2 & \alpha(a_{11} + a_{12}) & & r'_1 + r'_2 \\ & + \beta(a_{21} + a_{22}) & & \\ \hline Q & \alpha d_1 + \beta d_2 & & S \\ \hline & & & \end{array}$$

ここで、最終需要を次のように表すこととする。

$$F = \begin{bmatrix} F_\ell \\ F_1 \\ F_2 \\ F_r \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} F_\ell : \text{部門}\ell\text{に対する最終需要} \\ F_1 : \text{部門1} \quad \quad \quad \text{"} \\ F_2 : \text{部門2} \quad \quad \quad \text{"} \\ F_r : \text{部門}r \quad \quad \quad \text{"} \end{array}$$

(I - A)⁻¹型逆行列のモデルで、任意の最終需要Fに対してAと \hat{A} とで生産誘発額が一致する場合の条件を考えてみよう。

まず、部門統合を行う前の投入係数行列Aを用いて、最終需要Fに対する1次波及を計算する。1次波及によって誘発される各部門の国内生産額をベクトルX¹で表せば、

$$X^1 = \begin{bmatrix} X_\ell^1 \\ X_1^1 \\ X_2^1 \\ X_r^1 \end{bmatrix} = AF = \begin{bmatrix} PF_\ell + u_1F_1 + u_2F_2 + RF_r \\ \ell'_1F_\ell + a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + r'_1F_r \\ \ell'_2F_\ell + a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + r'_2F_r \\ QF_\ell + d_1F_1 + d_2F_2 + SF_r \end{bmatrix} \quad \text{..... ①}$$

となる。

次に、部門統合を行った後の投入係数行列 \hat{A} を用いて、最終需要 \hat{F} に対する1次波及を計算する。ここで、

$$\hat{F} = \begin{bmatrix} F_\ell \\ F_1 + F_2 \\ F_r \end{bmatrix}$$

とする。

1次波及で誘発される各部門の国内生産額をベクトル \hat{X}^1 で表せば、

$$\hat{X}^1 = \begin{bmatrix} \hat{X}_\ell^1 \\ \hat{X}_{1+2}^1 \\ \hat{X}_r^1 \end{bmatrix} = \hat{A} \hat{F} = \begin{bmatrix} PF_\ell & + \\ (\ell'_1 + \ell'_2)F_\ell & + \\ QF_\ell & + \\ (au_1 + \beta u_2)(F_1 + F_2) & + RF_r \\ \{\alpha(a_{11} + a_{21}) + \beta(a_{12} + a_{22})\}(F_1 + F_2) + (r'_1 + r'_2)F_r \\ (ad_1 + \beta d_2)(F_1 + F_2) & + SF_r \end{bmatrix} \quad \text{..... ②}$$

となる。

ここで、統合の有無にかかわらず、1次波及による生産誘発額が一致する条件は、任意のFについて

$$\left. \begin{array}{l} X_2^1 = \hat{X}_2^1 \\ X_1^1 + X_2^1 = \hat{X}_{1+2}^1 \\ X_r^1 = \hat{X}_r^1 \end{array} \right\} \quad \text{..... ③}$$

が成立することである。①及び②を③に代入し書き換え

ると、 $\alpha + \beta = 1$ より、

$$\left. \begin{array}{l} u_1 = u_2 \\ a_{11} + a_{21} = a_{12} + a_{22} \\ d_1 = d_2 \end{array} \right\} \quad \text{..... ③'}$$

となる。

これまでみてきたように、③'は1次波及の大きさが部門統合による変化を生じさせないための条件であるが、①のF及び②の \hat{F} をそれぞれX¹及び \hat{X}^1 に置き換えることで求められる2次波及による国内生産誘発額X²及び \hat{X}^2 が一致するための条件ともなり、結局、究極的な波及の大きさ(いわゆる「生産誘発額」)が一致するための条件となる。すなわち、各部門における生産誘発額が、統合によって変化しないための条件は③'のとおりで、統合対象となった各部門の投入係数が、統合後の対応する部門の投入係数と一致していることである。換言すれば、生産技術構造を示す投入係数が同じである場合のみ、統合前と統合後とでは生産誘発効果に変化は生じないということになる。

我が国における産業連関表の部門は、財貨・サービスの種類に応じたアクティビティ・ベースの分類となっているが、上に述べた条件はこのアクティビティ・ベースの等質性が部門設定の条件であることを示したものであり、その意味では当初の部門設定の基準や原理を示すものでもある。

(2) 部門統合に伴う他部門での生産誘発における影響

次に、部門統合に伴う他部門での生産誘発における影響について考えてみることにする。ここで、他部門を特定の部門 ℓ で代表させて考えることにする。

部門 ℓ への1次波及の大きさが、部門統合を行う前と後とで一致する条件は、前記③のうち、

$$X_\ell^1 = \hat{X}_\ell^1$$

となる。これから得られる条件は、

$$u_1 = u_2$$

である。すなわち、部門統合の対象となる部門1及び部門2における部門 ℓ からの投入係数が、相互に一致している場合には、部門統合の前と後とで、任意の最終需要による部門 ℓ への1次の生産波及効果は一致することとなる。しかし、2次以降の波及効果については、通常、統合の前と後とでは一致しない。

ここで、特に

$$u_1 = u_2 = 0 \quad \text{及び} \quad R = 0$$

が成立する場合、すなわち、考察の対象となっている部門 l 以外の部門が、部門 l から全く投入を行っていない場合には、部門 l 以外の部門をどのように統合しても、部門 l に対する生産波及効果には影響が生じない。

このような関係を全体的に把握するためには、投入係数表の行部門及び列部門について、それぞれの対応関係を保ちつつその順番を入れ替えて、次のように変形する投入係数表のブロック化が有効である。

	I	II	III	IV
I	× × ×			
II		× ×× ××× ××××		
III			×× ××	
IV	××× ××× ×××	×××× ×××× ××××	×× ×× ××	××× ××× ×××

(注)
×以外は、すべて0である。

このとき、ある最終需要による波及効果を、例えばグループ I にのみ注目して分析する場合には、グループ II、III、IV をどのように統合しても、I における誘発効果は一定である。II または III のグループに関しても同様である。

また、部門統合の対象となる各部門の最終需要の相互の比率が、それぞれの国内生産額の比率と等しい場合、すなわち、

$$F_1 : F_2 = X_1 : X_2 = \alpha : \beta \quad (\text{なお、} \alpha + \beta = 1)$$

の場合には、

$$X^1 = \begin{bmatrix} PF_l + \left(u_1 + \frac{\beta}{\alpha} u_2\right) F_1 + RF_r \\ l'_1 F_l + \left(a_{11} + \frac{\beta}{\alpha} a_{12}\right) F_1 + r'_1 F_r \\ l'_2 F_l + \left(a_{21} + \frac{\beta}{\alpha} a_{22}\right) F_1 + r'_2 F_r \\ QF_l + \left(d_1 + \frac{\beta}{\alpha} d_2\right) F_1 + SF_r \end{bmatrix}$$

$$\dot{X}^1 = \begin{bmatrix} PF_l & +(\alpha u_1 + \beta u_2) \\ (l'_1 + l'_2) F_l + \{\alpha(a_{11} + a_{21}) + \beta(a_{12} + a_{22})\} \\ QF_l & +(\alpha d_1 + \beta d_2) \end{bmatrix}$$

$$\times \left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right) F_1 + RF_r$$

$$\times \left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right) F_1 + (r'_1 + r'_2) F_r$$

$$\times \left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right) F_1 + SF_r$$

$$= \begin{bmatrix} PF_l & + \left(u_1 + \frac{\beta}{\alpha} u_2\right) F_1 \\ (l'_1 + l'_2) F_l + \left\{ (a_{11} + a_{21}) + \frac{\beta}{\alpha} (a_{12} + a_{22}) \right\} F_1 \\ QF_l & + \left(d_1 + \frac{\beta}{\alpha} d_2\right) F_1 \\ + RF_r \\ + (r'_1 + r'_2) F_r \\ + SF_r \end{bmatrix}$$

となり、 X^1 を統合したものが \dot{X}^1 に一致することとなる。

(3) 統合により生産波及に影響を生じさせないための条件以上のことより、次のようなことが言える。

- ① 統合の対象となる各部門の投入係数が、統合後の部門の投入係数と一致している場合には、任意の最終需要に関して、その生産波及効果は完全に一致する。
- ② 統合の対象となる部門の、その他の特定部門からの投入係数が、部門統合の前と後とで一致している場合には、その特定部門に対する1次の生産波及効果は、任意の最終需要に関して変化しない。
- ③ ある特定の部門から全く投入を受けていない部門については、どのように統合しても、その特定部門に対する生産波及効果には影響が生じない。
- ④ 統合の対象となる各部門の最終需要の相互の比率が、それぞれの国内生産額の比率と等しい場合には、その最終需要がもたらす1次の生産波及効果はすべての対応する部門において一致する。

なお、輸入を考慮した $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ 型逆行列のモデルで考える場合には、③を除き、統合の対象となる部門の輸入率が等しいという条件が加わる。

このように、投入構造が統合の前後で変化しないという非常に特殊な場合を除き、部門の統合（あるいは部門の設定）の仕方によって生産波及・誘発に異なる結果が導かれるということを、常に念頭におく必要がある。

3 部門統合の実例

平成2年表を用い、実際に部門統合の影響を調べてみることにする。次の2通りの方法で、13部門の生産誘発額（最終需要項目別）を算出し、比較を行う。

なお、逆行列係数は、 $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ 型を用いることとする。

① 187部門で計算し、その結果13部門に統合する。

② 始めから13部門表を用いて計算する。

両者の比較結果は、第3-4表のとおりであり、内枠の

中の各数字は、②の①に対する差分比率を%表示したものである。これをみると、農林水産業や鉱業部門を中心に、両者に大きな差異が生じており、部門の統合による強い影響がうかがわれる。また、各行・各列ごとに、上記比率の絶対値を①による生産誘発額のウエイトで加重平均した値（乖離度と呼ぶ）をみると、最終需要項目別では、一般政府消費支出や輸出で大きな値となっている。

さらに、上記②の代わりに、

②' 32部門で計算し、結果を13部門に統合する。

②'' 91部門で計算し、結果を13部門に統合する。

についても、同様に①との比較を行った結果を、最終需要項目別の乖離度のみについて示すと、第3-5表のとおりである。

4 ま と め

3においては、考察の便宜上13部門への統合を扱ったが、実際の分析では、32部門あるいはそれ以上の部門への統合が一般的であろう。しかし、その場合でも事情は同様であると考えられる。従って、コンピュータ等の計算手段の発達した今日では、できる限り大きな部門数で計算したうえで、結果を統合することが望ましい。少なくとも、必要な部門数よりも一段階大きい部門の表で計算すべきであろう。特に、結果を最終需要項目別や各部門ごとに比較考察する場合は、なおさらである。ただし、2に示したような条件が、近似的にでも成立するような範囲内の部門統合であれば、波及効果への影響もそれほど大きなものではなく、特に特定の部門についてのみ注目して分析を行う場合には、ブロック化を行うことで、有効な部門統合を行い得ることも考えられる。

第3-4表 部門の統合に伴う生産誘発額における差異（差分比率）

（単位：%）

	家計外消費支出	民間消費支出	一般政府消費支出	国内総固定資本形成	在庫純増	輸 出	乖離度 (λ_{i*})
01 農 林 水 産 業	-59.30	-33.55	118.95	197.63	200.48	565.23	62.51
02 鉱 業	336.78	350.61	441.53	-56.40	35.63	224.53	95.11
03 製 造 業	4.64	7.90	45.03	-4.32	-0.90	-10.12	7.69
04 建 設	30.64	-1.94	-2.64	0.02	1.44	7.10	0.22
05 電力・ガス・水道	-15.89	-0.38	4.00	4.61	0.62	-6.13	2.53
06 商 業	-10.29	-1.09	46.58	1.35	6.07	1.29	2.13
07 金融・保険	4.77	1.05	55.83	-10.46	-4.36	0.90	4.11
08 不 動 産	-1.54	0.92	94.62	-13.72	-17.63	-23.41	2.80
09 運 輸	-7.23	3.41	15.40	-8.34	3.19	-0.19	4.59
10 通 信 ・ 放 送	18.67	2.11	47.38	-14.41	-22.47	-24.76	8.83
11 公 務	-13.29	1.02	0.02	-7.93	-10.42	-1.40	0.10
12 サ ー ビ ス	7.87	2.31	2.15	-11.53	-3.39	-11.18	4.54
13 分 類 不 明	-13.29	6.47	60.12	-7.93	-10.49	-1.39	6.95
乖離度 (λ_{i*})	9.81	4.96	10.08	5.29	4.01	11.06	6.30

（注）187部門で生産誘発額を計算・統合したものを Z_{ij} (i :産業部門, j :最終需要項目) 13部門で計算したものを Z'_{ij} とすると、

$$\text{差分比率は、 } \rho_{ij} = \left(\frac{Z'_{ij}}{Z_{ij}} - 1 \right) \times 100$$

$$\text{乖離度は、 } \lambda_{i*} = \sum_j |\rho_{ij}| \times Z_{ij}, \lambda_{j*} = \sum_i |\rho_{ij}| \times Z_{ij}$$

第3-5表 各統合分類での最終項目別の乖離度

（単位：%）

	家計外消費支出	民間消費支出	一般政府消費支出	国内総固定資本形成	在庫純増	輸 出	計
ケース② (13/187)	9.81	4.96	10.08	5.29	4.01	11.06	6.30
ケース②' (32/187)	6.16	1.01	6.04	1.95	3.07	2.58	2.00
ケース②'' (91/187)	0.77	0.43	1.56	0.62	1.43	0.67	0.61