産業連関表の仕組み

1　産業連関表の構造

市民経済を形成する各産業部門は、他産業から原材料、燃料等を購入し、これに労働、資本を加えて生産活動を行い、他産業及び最終需要部門に対して財・サービスの供給を行っている。

このような生産活動を一覧表にしたのが産業連関表である。図１は産業連関表の構造を簡単に図示したものである。

産業連関表は、一定地域において一定期間（通常１年間）に行われた財・サービスの産業間の取引を一つの行列として表記した統計である。図１に示すように産業および最終需要者と産業および労働や資本の間の取引を行列表記したものとなっており、表側に供給部門（財・サービスの売り手）を配置し、表頭に需要部門（買い手）を配置する。財・サービスの流れは表側から表頭に向けて流れ、逆にその対価は表頭から表側へ流れると考えている。

図１　産業連関表の構造

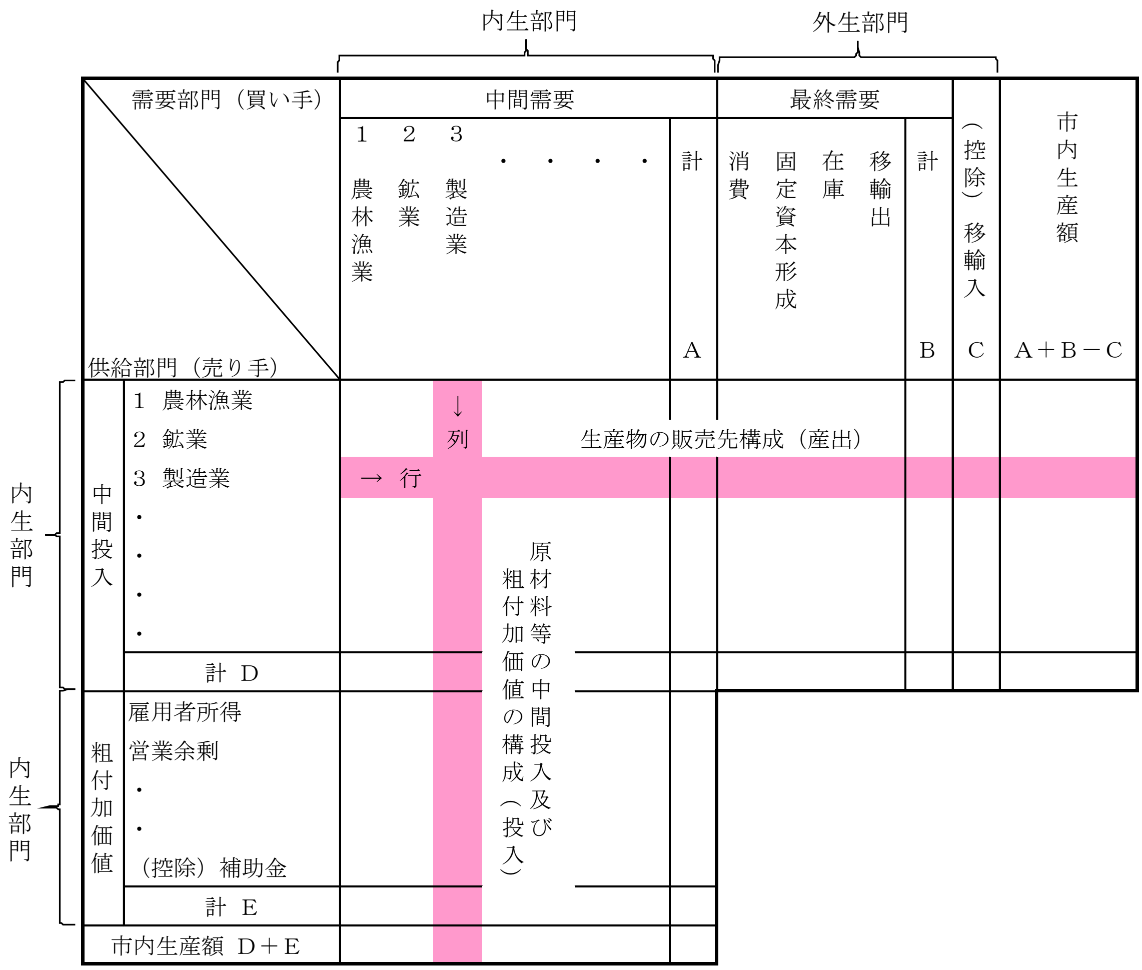


図１のように産業連関表は、表頭の財・サービスの買い手である需要部門、また、表側の財・サービスの売り手である供給部門にそれぞれの産業部門が配置されている。

表のタテ列は各産業部門が財・サービスを生産するために必要となる費用構成を見ることができる。まず、それぞれの産業部門が生産活動を行うためには、他産業から部品や原材料、燃料やサービスを購入しなければならない。これは、図１では内生部門からの中間投入として表章されている。また、中間生産物以外の購入費用として粗付加価値部門が設けられ、雇用者所得、営業余剰等の費用が外生部門の粗付加価値額として表章されている。

中間投入の計Ｄと粗付加価値の計Ｅの和は、各産業部門が生産活動を営むために必要となる総費用額であり、産業連関表では総投入額とよんでいる。図１では市内生産額（Ｄ＋Ｅ）がこれにあたる。

次に、図をヨコ行に沿ってみてみると、表側に設定された産業部門が生産した財・サービスの販売先（需要先)、すなわち販路構成が示されている。これらの需要は大きく中間需要と最終需要に分かれる。中間需要は産業部門へ原材料・部品等として販売された中間生産物の額を示しており、最終需要は家計消費、投資や市外に向けられる移輸出や市外生産物に対する福岡市の需要である移輸入（控除分としてマイナス計上）からなっている。

よって、ヨコ行の合計である市内生産額（Ａ＋Ｂ－Ｃ）は、各需要先への販売額の合計となる。産業連関表では、すべての財・サービスの需給は均衡する状態にあるため、ヨコ行の和である（Ａ＋Ｂ－Ｃ）とタテ列の和である（Ｄ＋Ｅ）は等しくなっていなければならず、経済計算体系上からバランスするよう設計されている。

以上、産業連関表のタテ・ヨコの各部門の関係をまとめると、

① 総需要額 ＝ 中間需要額 ＋ 最終需要額
　　＝ 市内生産額 ＋ 移輸入額
　　＝ 総供給額

② 市内生産額 ＝ 中間投入額 ＋ 粗付加価値額
　　＝ 中間需要額 ＋ 最終需要額 － 移輸入額

③ 粗付加価値額 ＝ 最終需要額 － 移輸入額

のようになる。

産業連関表の理解を容易にするため、具体的なケース表１をもとに説明する。

表１は産業１と産業２からなる経済社会を想定し、上式が成立するように取引額、粗付加価値額、最終需要額を設定したものである。簡略化のために移輸入額は０としている。

表１ 取引基本表（数値例）

		中間需要		最終需要	市内生産額
		産業１	産業２		
中間投入	産業１	40	90	70	200
	産業２	100	30	170	300
粗付加価値		60	180		
市内生産額		200	300		

まず、産業１について、タテ方向にみると、産業１から 40、産業２から 100 の原材料を中間投入として購入し、60 の粗付加価値を生み出し、200 の生産が行われている。次に、ヨコ方向にみると、中間需要先である産業１に 40、産業２に 90 を販売（産出）し、最終需要として 70 販売（産出）され、合わせて 200 生産されていることがわかる。ここでは等式①が成立している。

産業２についても、中間投入としてそれぞれ 90、30 を購入し、180 の粗付加価値を生み出し、300 の生産が行われ、その 300 の生産のうち、100 を産業１に、30 を産業２に、170 を最終需要に販売（産出）している。

また、粗付加価値の合計（60＋180＝240）と最終需要の合計（70＋170＝240）は等しくなっており、等式③も成立している。

２　各種係数の説明

(1) 投入係数

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生産額で除したもので、生産原単位に相当する。これは生産活動において直接必要になる投入を示していることから直接経費とも解釈される。

表２ 取引基本表（ひな型）

		中間需要		最終需要	市内生産額
		産業１	産業２		
中間投入	産業１	χ_{11}	χ_{12}	F_1	X_1
	産業２	χ_{21}	χ_{22}	F_2	X_2
粗付加価値		V_1	V_2		
市内生産額		X_1	X_2		

投入係数を一般式で示すと、$a_{ij} = \chi_{ij} / X_j$ 、$v_j = V_j / X_j$

ここで、a_{ij}：第ｊ産業の第ｉ財投入係数
（第ｊ産業の生産に当たって必要となる第ｉ産業からの投入原単位）
χ_{ij}：第ｊ産業の第ｉ財投入量（額）
X_j ：第ｊ産業の生産額
v_j ：第ｊ産業の粗付加価値係数
V_j ：第ｊ産業の粗付加価値額
ｉ ：行
ｊ ：列

この投入係数を産業別に計算してマトリックスに表記したものが投入係数表である。

例えば、産業１の最終需要が１単位発生した場合、直接的には産業１の生産を１単位増加させなければならないが、そのためには産業１の原材料投入も増加させる必要があり、産業１が a_{11} 単位、産業２が a_{21} 単位生産増となる（第１次生産波及）。次に、産業１ a_{11} 単位および産業２ a_{21} 単位の生産増のために、投入される原材料生産の増加が要求（第２次生産波及）され、さらに、このような投入係数を介しての波及が無限に続くことになる。

表１の取引基本表をもとに説明すると、産業１および産業２の生産額でそれぞれの中間投入、粗付加価値を除したものが投入係数で、表４のようになる。

(2) 逆行列係数

ある産業に一定の最終需要が発生した場合、それが各産業に対して直接的・間接的にどのような影響を及ぼすかを測定することが産業連関分析の重要な分析のひとつで、その際に重要な役割を果たすものが投入係数である。逆行列係数は、この投入係数をもとに計算したもので、ある部門に対して 1 単位の需要があった場合の各産業に対する直接・間接の究極的な生産波及の大きさを示すものである。

表４の投入係数を用いて生産波及の仕組みを図示したものが図２である。

表３ 投入係数表（ひな型）

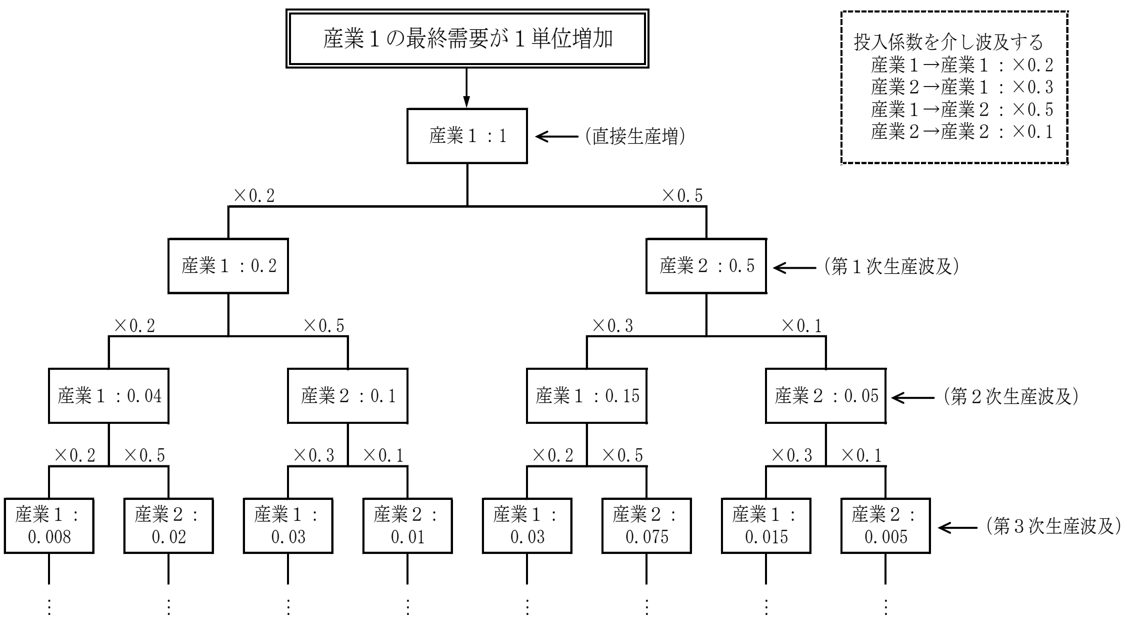
	産業１	産業２
産業１	a_{11}（$=\chi_{11}/X_1$）	a_{12}（$=\chi_{12}/X_2$）
産業２	a_{21}（$=\chi_{21}/X_1$）	a_{22}（$=\chi_{22}/X_2$）
粗付加価値	v_1（$=V_1/X_1$）	v_2（$=V_2/X_2$）
市内生産額	1.0（$=X_1/X_1$）	1.0（$=X_2/X_2$）

表４ 投入係数表（数値例）

	産業１	産業２
産業１	0.2（＝ 40／200）	0.3（＝ 90／300）
産業２	0.5（＝100／200）	0.1（＝ 30／300）
粗付加価値	0.3（＝ 60／200）	0.6（＝180／300）
市内生産額	1.0（＝200／200）	1.0（＝300／300）

産業１の最終需要が１単位増加した場合、増加分の１だけ産業１の生産が増加する。生産を増加させるためには産業１の原材料投入も増加させる必要があり、再び産業１に 0.2 の、産業２に 0.5 の追加需要をもたらす。ここまでが第１次生産波及である。次に、産業１に 0.2、産業２に 0.5 の生産増は、投入係数を介して第２次生産波及をもたらす。このような生産波及の過程が図２のように続き、この究極的な総和が逆行列係数に相当し、これを表５のように産業別に一覧表にしたものが逆行列係数表である。

図２ 最終需要の発生と生産の波及



産業１への波及合計＝1＋0.2＋（0.04＋0.15）＋（0.008＋0.03＋0.03＋0.015）＋ … ＝1.579
産業２への波及合計＝　0.5＋（0.1＋0.05）＋（0.02＋0.01＋0.075＋0.005）＋ … ＝0.877

（第１次生産波及）（第２次生産波及）（第３次生産波及）

表５ 逆行列係数表

	産業１	産業２
産業１	1.579	0.526
産業２	0.877	1.404
列和	2.456	1.930

投入係数をもとに逆行列係数の意味を説明する。表２について、ヨコ（行）のバランス式を求めると、

$$\chi_{11} + \chi_{12} + F_1 = X_1$$
$$\chi_{21} + \chi_{22} + F_2 = X_2$$

投入係数を代入すると、

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + F_1 = X_1$$
$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + F_2 = X_2$$

投入係数と最終需要に値を代入すると、

$$0.2 X_1 + 0.3 X_2 + 70 = X_1$$
$$0.5 X_1 + 0.1 X_2 + 170 = X_2$$

上式を行列表示すると、

$$\begin{pmatrix} 0.2 & 0.3 \\ 0.5 & 0.1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 70 \\ 170 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix}$$

移項して

$$\left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0.2 & 0.3 \\ 0.5 & 0.1 \end{pmatrix} \right\} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 70 \\ 170 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0.8 & -0.3 \\ -0.5 & 0.9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 70 \\ 170 \end{pmatrix}$$

逆行列を左から乗じて

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.8 & -0.3 \\ -0.5 & 0.9 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 70 \\ 170 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 200 \\ 300 \end{pmatrix}$$

となり、表１の生産額と一致する。つまり、逆行列係数と最終需要が与えられれば、一意的に生産額が決定する。別の言い方をすれば、産業１の最終需要 70、産業２の最終需要 170 は逆行列を通じて、それぞれ 200、300 の生産額を誘発しているということである。

一般式で表すと、投入係数の行列をＡ、最終需要の列ベクトルをＦ、生産額の列ベクトルをＸとすると、

$$AX + F = X$$

となり、これをＸについて解くと、

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

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

このときの $(I - A)^{-1}$ が逆行列係数である。つまり、単位行列から投入係数行列を差し引いて導いた行列の逆行列を求めると、いわゆるレオンティエフ逆行列の基本形が算出される。

これは最終需要Ｆが与えられたとき、その需要を満たすために直接・間接に必要となる究極的な生産量Ｘが導出されることを意味している。すなわち、逆行列係数が確定されれば、最終需要によって生産額が決定され、逆行列係数は、「１単位の最終需要によって各産業にどれだけの生産波及効果が創出されるか」といった疑問に答えてくれるのである。

逆行列係数には、移輸入の取り扱いごとに数種の逆行列係数が存在する。以下ではそれを紹介する。

①$(I - A)^{-1}$ 型

市内産品と移輸入品の合計に対する生産波及を計算するモデルであり、需要予測等に利用される。「競争移輸入型モデル」と呼ばれる。

②$[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ 型

移輸入品を除き、市内産品のみに対する生産波及を計算するモデルである。ただし、ここで、$(I - \hat{M})A$ は、各部門について移輸入品の投入比率が中間需要、域内最終需要を問わず、すべての部門について同一であると仮定した場合の市内産品の投入係数を示している。

最終需要を移輸出Ｅとそれ以外の最終需要Ｙとに分け、移輸入をＭとおくと、需給バランス式は、

$$AX + Y + E - M = X$$

と表される。

ここで、移輸入係数を

$$m_i = M_i / (\sum_j a_{ij} X_j + Y_i)$$

と定義し、移輸入係数を対角要素とする行列を $\hat{M}$ とすると、この関係式は、

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

と表され、これを需給バランス式に代入すると、

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

となり、求める生産水準（X）は次のようになる。

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

移輸入品の投入比率が各部門（列）について同一であるという仮定は、現実の姿を正確に反映するものではないが、このモデルは、競争移輸入型の産業連関表であっても移輸入品を控除できるので、一般的にはこのモデルによる逆行列係数がよく利用されている。

③ $(I-A^d)^{-1}$ 型

このモデルによる逆行列係数は、非競争移輸入型のモデルによるものであり、移輸入品の投入比率が部門によって異なることをあらかじめ情報として知りうる場合、それを利用して市内の生産波及を求めようとするものである。

(3) 影響力係数

逆行列係数の各列の数値は、その列部門に対する最終需要が１単位発生した場合、各列部門において、直接・間接に必要となる生産量を示している。その列和の合計は、その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示している。

この列部門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需要が起こったとき、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示す指標になる。これが影響力係数といわれるもので、以下の式によって求められる。影響力係数が１よりも大きい場合、生産誘発効果が高い産業であるということができる。

影響力係数　＝　各部門の逆行列係数の列和　／　逆行列係数の列和の平均

(4) 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、その行部門において直接・間接に必要となる供給量を表しており、その行和の合計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を受けるかを示す指標となる。これが感応度係数といわれるもので、以下の式によって求められる。

感応度係数　＝　各部門の逆行列係数の行和　／　逆行列係数の行和の平均