経済波及効果推計の考え方

産業連関表は、産業構造だけでなく、産業間の相互依存関係やその規模なども表している。産業連関表のこの性質を用いて、経済波及効果（投資の効果）を推計し、将来投資の内容や規模を考える参考にされる。
（例：公共施設が建設された場合、企業誘致が行われた場合、イベントが開催された場合などの経済波及効果など）

以下、この経済波及効果推計の考え方を次の順で説明する。

（１）波及効果のイメージ、（２）最終需要の発生と生産波及の仕組みの事例、
（３）産業連関表と波及効果の関係、（４）数式とモデルの関係、（５）高次の波及効果について

なお、本県では、簡易に経済波及効果を計算する「経済波及効果分析ツール」を「しまね統計情報データベース」（http://pref.shimane-toukei.jp/）にて公開している。

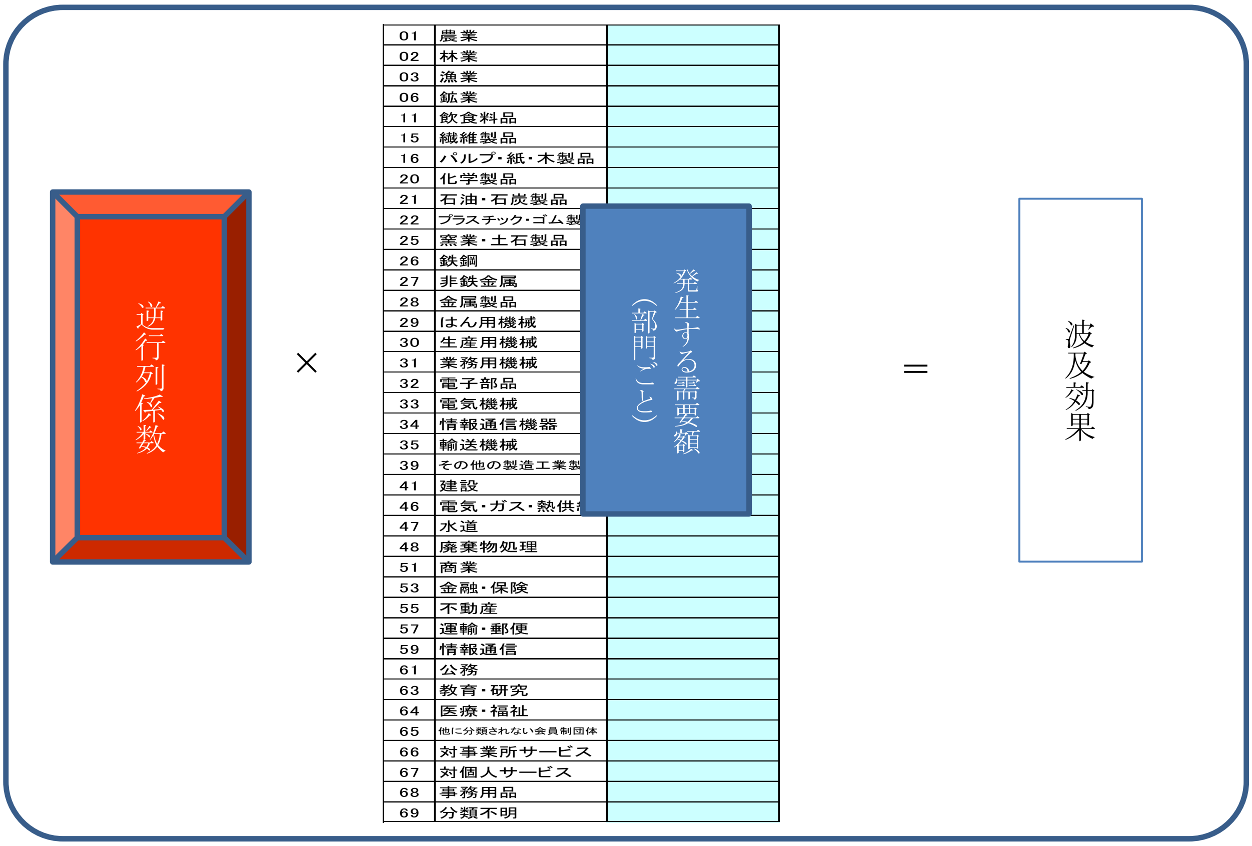
１　経済波及効果の考え方

産業連関モデルにおける波及効果の考え方では、ある産業に需要が生じると、その産業で需要に見合う生産が行われるだけでなく、その生産活動に必要な原材料や燃料を調達するために他の産業の生産を誘発し、また、それらの生産活動で生じた付加価値から新たな生産が誘発される…と考える。

実際の計算では、発生する需要額に、産業連関表から求められる「逆行列係数」を掛けて、波及の大きさを求める。以下、その考え方のイメージや計算方法について説明していく。

なお、詳しい分析には細かな産業部門の産業連関表を用いるが、どの部門に需要額が生じるかで結果が大きく異なるので、**前提条件の決定には十分な検討が必要となる。**

図１　波及効果の計算の考え方



（１）波及効果のイメージ

最終需要Ｆが発生したとき、その需要を満たすための原材料費が必要となる。この原材料費は、最終需要額に中間投入比率（Ａ）をかければ計算することができる（Ａ･Ｆ：間接効果（第１次））。

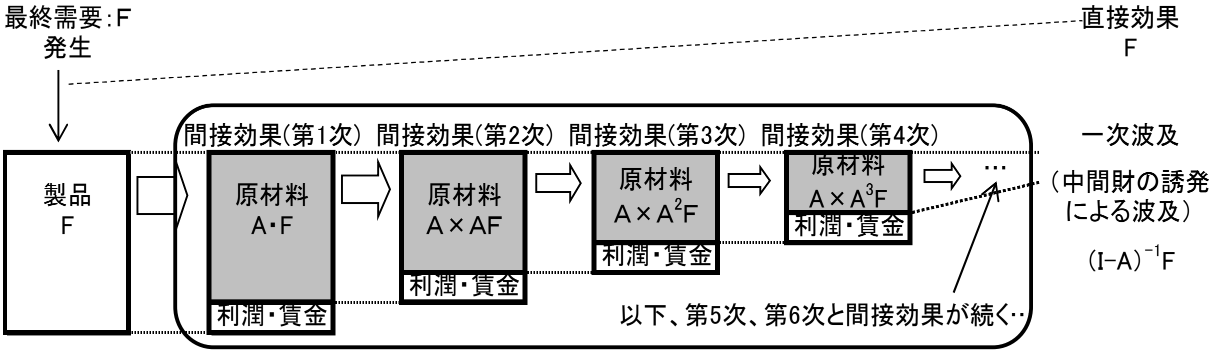
この間接効果（第１次）によって生じる需要を満たすための原材料費が必要となるが、この原材料費は、再び中間投入比率（Ａ）をかければ計算することができる（Ａ･ＡＦ：間接効果（第２次））。

以下、第３次、第４次、… と間接効果が続いていく。

このように、新たな最終需要の発生によって発生する直接効果Ｆ、及び、この直接効果のために必要となるすべての原材料費、すなわち間接効果（第１次）Ａ･Ｆ、間接効果（第２次）Ａ × Ａ･Ｆ、間接効果（第３次）Ａ ×（A^2･Ｆ）、… のすべてを足しあわせた Ｆ ＋ Ａ･Ｆ ＋ A^2･Ｆ ＋ A^3･Ｆ … が経済波及効果 Ｘ となる。

ここで紹介した波及効果のイメージは図２のとおりとなる。ここで、Ｘは生産額の、Ｆは最終需要の、Ａは投入係数の行列である。

図2 経済波及効果のイメージ



これを数式で表すと

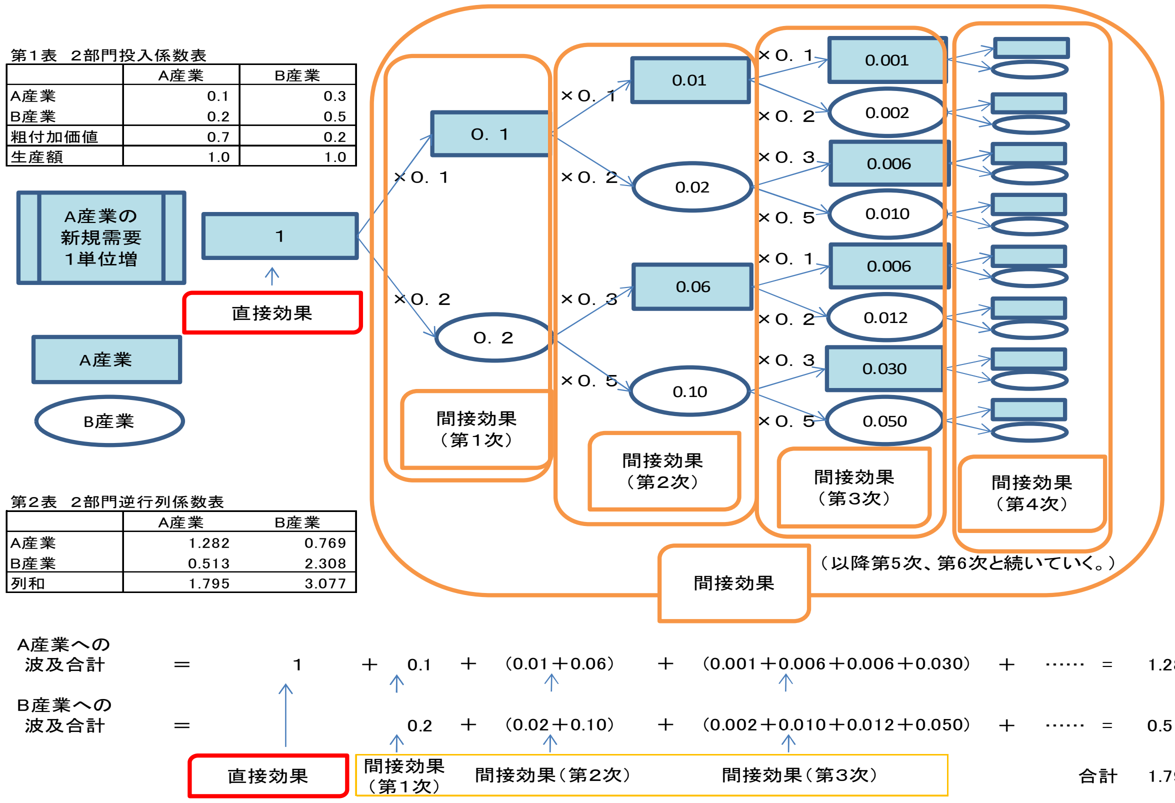
$$
\begin{aligned}
\text{経済波及効果額}\quad X &= F + A\cdot F + A^2\cdot F + A^3\cdot F \cdots \\
&= (I - A)^{-1}\cdot F
\end{aligned}
$$

となる。

（２）最終需要の発生と生産波及の仕組みの事例

（１）の波及効果のイメージについて、最終需要の発生と生産波及の仕組みを２部門の事例を挙げて説明する（図３）。

図３　生産波及の仕組み(例示)



第１表　２部門投入係数表

	A産業	B産業
A産業	0.1	0.3
B産業	0.2	0.5
粗付加価値	0.7	0.2
生産額	1.0	1.0

第２表　２部門逆行列係数表

	A産業	B産業
A産業	1.282	0.769
B産業	0.513	2.308
列和	1.795	3.077

Ａ産業に対する最終需要が１単位増加した場合、直接的にはＡ産業の生産を１単位増加させなければならない。そのためにはＡ産業の原材料投入も増加させる必要があり、Ａ産業が 0.1、Ｂ産業が 0.2 生産増となる（間接効果（第１次））。次に、Ａ産業 0.1 及びＢ産業 0.2 の生産増のために、投入される原材料生産の増加が要求（間接効果（第２次））され、さらに、このような投入係数を介しての波及が図３のように続いていく。この究極的な総和が逆行列係数に相当し、これを図３中第２表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。

また、逆行列係数は、特定部門の生産１単位をあげるのに、直接・間接に必要とされる諸産業部門の生産水準が、最終的にどのくらいになるか算出した係数表ということもでき、この表の列和は、当該部門の需要が１単位発生したときの産業全体への波及合計に相当する。例えば、この事例においては、Ａ産業に最終需要が１単位発生した場合、全体で 1.795 の生産波及効果を生じさせることになる。

（３）産業連関表と波及効果の関係

実際に、本県の数字を使って中間需要と県内最終需要の関係を表すと、図 4-1 のとおりとなる。

図4-1　中間需要額と県内最終需要の関係（１）
令和２年　３部門　取引基本表（生産者価格評価表）

需要部門（買い手）／供給部門（売り手）		中間需要 第１次産業	第２次産業	第３次産業	内生部門計	最終需要（県内） 消費	固定資本形成	在庫純増	移輸出	最終需要計	（控除）移輸入	県内生産額
中間投入	第１次産業	14, 558	26, 398	4, 364	45, 320	18, 580	1, 146	3, 016	57, 043	79, 785	-23, 086	102, 018
	第２次産業	19, 056	630, 593	264, 915	914, 565	287, 785	514, 085	-3, 750	956, 847	1, 754, 968	-1, 111, 589	1, 557, 943
	第３次産業	16, 625	284, 750	720, 921	1, 022, 295	2, 006, 663	122, 736	1, 058	295, 636	2, 426, 093	-608, 404	2, 839, 984
	内生部門計	50, 239	941, 742	990, 199	1, 982, 180	2, 313, 028	637, 967	324	1, 309, 526	4, 260, 845	-1, 743, 080	4, 499, 945
粗付加価値	家計外消費支出（行）	966	18, 512	25, 325	44, 804							
	雇用者所得	17, 551	328, 473	976, 451	1, 322, 475							
	営業余剰	19, 744	90, 469	289, 710	399, 923							
	資本減耗引当	14, 003	157, 217	469, 182	640, 402							
	間接税（除関税）	3, 200	22, 843	98, 480	124, 523							
	（控除）経常補助金	-3, 685	-1, 314	-9, 363	-14, 361							
	粗付加価値部門計	51, 779	616, 201	1, 849, 785	2, 517, 765							
県内生産額		102, 018	1, 557, 943	2, 839, 984	4, 499, 945							

中間需要額　＋　［Ｆ：最終需要部門計　最終需要計　－　移輸入］　＝　Ｘ：県内生産額

ここで、列ごとの割合を示す「投入係数」を用いて、中間需要額と県内最終需要の関係を書き直すと、図 4-2 のとおりとなる。

図4-2　中間需要額と県内最終需要の関係（２）
令和２年　３部門　取引基本表（生産者価格評価表）

需要部門（買い手）／供給部門（売り手）		中間需要 第１次産業	第２次産業	第３次産業	内生部門計
中間投入	第１次産業	0. 142699	0. 258762	0. 042772	0. 444233
	第２次産業	0. 012232	0. 404760	0. 170042	0. 587034
	第３次産業	0. 005854	0. 100265	0. 253847	0. 359965
	内生部門計	0. 011164	0. 209278	0. 220047	0. 440490
粗付加価値	家計外消費支出（行）	0. 009472	0. 011883	0. 008917	0. 009957
	雇用者所得	0. 172041	0. 210838	0. 343823	0. 293887
	営業余剰	0. 193531	0. 058070	0. 102011	0. 088873
	資本減耗引当	0. 137258	0. 100913	0. 165206	0. 142313
	間接税（除関税）	0. 031370	0. 014662	0. 034676	0. 027672
	（控除）経常補助金	-0. 036121	-0. 000843	-0. 003297	-0. 003191
	粗付加価値部門計	0. 507551	0. 395522	0. 651336	0. 559510
県内生産額		1	1	1	1

投入係数表は、列ごとの県内生産額に占める割合（投入係数）をまとめた表。
中間需要額は列ごとに県内生産額に中間投入比率（Ａ）をかけたものになる。

Ａ

中間需要額
＝Ａ（中間投入比率）
×　Ｘ（県内生産額）

［中間需要額　Ａ 中間投入比率　×　Ｘ 県内生産額］　＋　［Ｆ：最終需要部門計　最終需要　＋　移輸入］　＝　Ｘ：県内生産額

この中間需要額（Ａ×Ｘ）と生産額（Ｆ）の関係を数式（行列の形）で示せば、

$$AX + F = X$$

となり、これをＸについて変形すれば、

$$(I - A) \times X = F$$　（Ｉ：単位行列）

$$X = (I - A)^{-1} \times F$$　（$(I - A)^{-1}$ ：（Ｉ－Ａ）の逆行列）

となる。つまり、最終需要額を決めれば県内生産額を求めることができる、ということになる。

（4）数式とモデルの関係

（3）で得られた式 $X = (I - A)^{-1} \times F$ は、展開すると（1）で得られた経済波及効果額 $X = F + A \cdot F + A^2 \cdot F + A^3 \cdot F \cdots$ と同じになる[1]。

$$X = F + AF + A^2F + A^3F + A^4F + \cdots$$

これを変形すると

$$X = \underbrace{F}_{\text{直接効果}} + \underbrace{\underset{\text{第1次}}{AF} + \underset{\text{第2次}}{A(AF)} + \underset{\text{第3次}}{A(A^2F)} + \underset{\text{第4次}}{A(A^3F)} + \cdots}_{\text{間接効果}}$$

と表すことができる。また、この式は、（1）の図２でみた経済波及効果のイメージのとおり、需要の発生による生産波及が、間接効果（第１次）、間接効果（第２次）、… と、産業全体に広がっていくさまを表していることがわかる。

そこで、実際の波及効果の測定では、新たに発生した需要に対して、産業連関表から得られる逆行列係数をかけることで求めている。

ただし、この逆行列 $(I - A)^{-1}$ は域外で発生する波及効果が含まれるので、これを含まないよう考慮した逆行列 $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ を用いることが多い（$\hat{M}$：移輸入係数行列）。

---

[1] 証明のイメージは次のとおり。

$$X = F + AF + A^2F + A^3F + A^4F + \cdots \quad ①$$

両辺にＡをかけると

$$AX = AF + A(AF) + A(A^2F) + A(A^3F) + \cdots \quad ②$$

①式から②式を引いて

$$(I-A)X = F - A^n \quad ①-②$$

となるが、Ａ（投入係数）は１より小さいため、A^nは０に収束する。

そこで、両辺を（Ｉ－Ａ）で割る（逆行列をかける）と

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

となる。

（５）高次の波及効果について

最終需要Ｆの発生によって生じる波及効果を考えるとき、さらに所得を介した需要増による波及が生じると考えることができる（二次波及）。これは、上で得られた結果に、自給率・雇用者所得率・平均消費性向を掛け合わせて推計することができる。

同様に考えれば、理論的に三次、四次、… と、三次波及以降の効果についても同様に計算できる（図５）。しかし、不確実な部分が増えることから、あまり計算されない。

本県の波及効果分析ツールでは、二次波及までの推計を計算している。

図5　経済波及効果のイメージ