

第3章

産業連関表を用いた波及効果測定（経済波及効果分析）

第3章 産業連関表を用いた波及効果測定（経済波及効果分析）

第2章で触れたように、産業連関表から導かれる諸係数を利用することにより、地域の産業についての構造を分析することが可能です。また、逆行列係数を用いることで、最終需要の変化が各産業部門にどのような影響を与えるのかを測定することができます。

本章で触れる「波及効果測定」は「**均衡産出高モデル**」と呼ばれ、産業連関分析の一類型として経済政策などの効果測定等に利用されています。（均衡産出高モデルの導出は巻末付録参照）

第1節 波及効果測定のしくみ

1 逆行列係数の機能の再確認と、波及効果測定のしくみ

波及効果測定は、産業連関表のバランス式によって表現される県内生産額についての式を前提として行われます。次の式は、行方向にみたときの産業連関表を行列形式で表したときの県内生産額についての式です。（第2章第6節3(1)の式(3)を、移輸入を考慮した開放経済に拡張したものの。民間消費支出等県内最終需要と移輸出は「最終需要」に包含して表章しています。）

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

n ：次数（部門数）、 X ：県内生産額ベクトル（ $n \times 1$ 型）、 I ：単位行列（ $n \times n$ 型）、
 \hat{M} ：移輸入率行列（ $n \times n$ 型）、 A ：投入係数行列（ $n \times n$ 型）、 F ：最終需要部門ベクトル（ $n \times 1$ 型）

投入係数や移輸入率が安定的である、すなわち、財やサービスを生産するときの技術水準や、需要を満たすための移輸入構造に一切変化がないことを仮定すると、計算式は、任意の最終需要を与えることでその最終需要に見合うだけの県内生産額を求められることを意味します。

また、この式の逆行列係数を級数展開すると、次のように表すことができます。（逐次解法）

$$\begin{aligned} X &= [I + (I - \hat{M})A + [(I - \hat{M})A]^2 + \dots + [(I - \hat{M})A]^n + \dots] F \\ &= F + [(I - \hat{M})A]F + [(I - \hat{M})A]^2 F + \dots + [(I - \hat{M})A]^n F + \dots \end{aligned}$$

この式は、県内生産額 X とは、ある最終需要 F があり、この需要を満たすためにどれだけの県内財を原材料として利用したか（ $[(I - \hat{M})A]$ ）、さらにそのこの原材料需要のためどれだけの県内財を原材料として利用したか（ $[(I - \hat{M})A]^2$ ）、さらに…と続けたときに、究極的に生じた需要の合計であることを意味しています。

波及効果測定による逐次解法の式を用いて、波及効果測定のしくみと生産誘発額の推移、最終的な波及効果の大きさや当初の最終需要額との大きさの比較を視覚化します。例1では実数に単純化した産業連関表による波及効果測定のしくみを、例2では行列形式に拡張した産業連関表による波及効果測定のしくみを解説します。

【例1】 次の産業連関表（1部門）が表す経済を想定する。

表 3-1 産業連関表（1部門）

（単位：億円）

	内生部門計	最終需要 部門計	移輸出	(控除) 移輸入	県内生産額
内生部門計	43,581	68,270	24,598	-36,864	99,584
粗付加価値部門計	56,003				
県内生産額	99,584				

上記産業連関表から、

・投入係数 $A = \frac{43,581}{99,584} = 0.4376305 \dots \approx 0.437631$

・移輸入率係数 $M = \frac{(-1) \times -36,864}{43,581 + 68,270} = \frac{36,864}{111,851} = 0.3295813 \dots \approx 0.329581$ である。

このとき、新たに「100億円」の最終需要が県内に対して生じたときの生産誘発を考える。

この経済下では、投入係数・移輸入係数は安定的であると仮定します。

また、新たに生じた需要に対しては、すべて新たな生産によって対応することを仮定します。

(1) 当初の需要を満たすための生産誘発（直接効果）

新たに県内最終需要は100億円増加したことから、最終需要 $F = 100$ とします。

このとき、生産誘発額 X_1 は最終需要分だけ行われます。

$$X_1 = F = 100 \text{ (億円)}$$

(2) (1)の需要を満たすための原材料への生産誘発（第1次間接波及効果）

この経済において、新たに100億だけの生産を行うためには、その生産額に対して移輸入を控除したあとの投入係数をかけただけの原材料 Z_1 が必要です。

$$Z_1 = (1 - M)AX_1 \approx (1 - 0.329581) \times 0.437631 \times 100 \approx 29.340 \text{ (億円)}$$

ここで新たに原材料が必要となったため、新たに原材料 Z_1 だけ生産誘発額 X_2 が行われます。

$$X_2 = Z_1 = AX_1 \approx 29.340 \text{ (億円)}$$

新たな生産誘発額 X_2 から、同じように原材料需要とその生産を満たすための生産が連鎖的に誘発されていきます。

表 3-2 は、これら原材料需要による各段階の生産誘発額を、直接効果による生産誘発を1段階目として16段階目までの各段階の金額とその合計値を表したものです。

表 3-2 最終需要100億円から波及する生産誘発額（16段階目まで）

（単位：億円）

	1段階	2段階	3段階	4段階	5段階	6段階	7段階	8段階	
生産誘発額	100.0000	29.3396	8.6081	2.5256	0.7410	0.2174	0.0638	0.0187	
	9段階	10段階	11段階	12段階	13段階	14段階	15段階	16段階	合計
生産誘発額	0.0055	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	141.5219

図 3-1 は、表 3-2 の各段階を表したグラフです。このように、第 1 段階目で生じた最終需要 100 億円を満たすための生産誘発（直接効果）に起因する原材料への波及は、その大きさを徐々に減少（逡減）させながら波及していることが分かります。

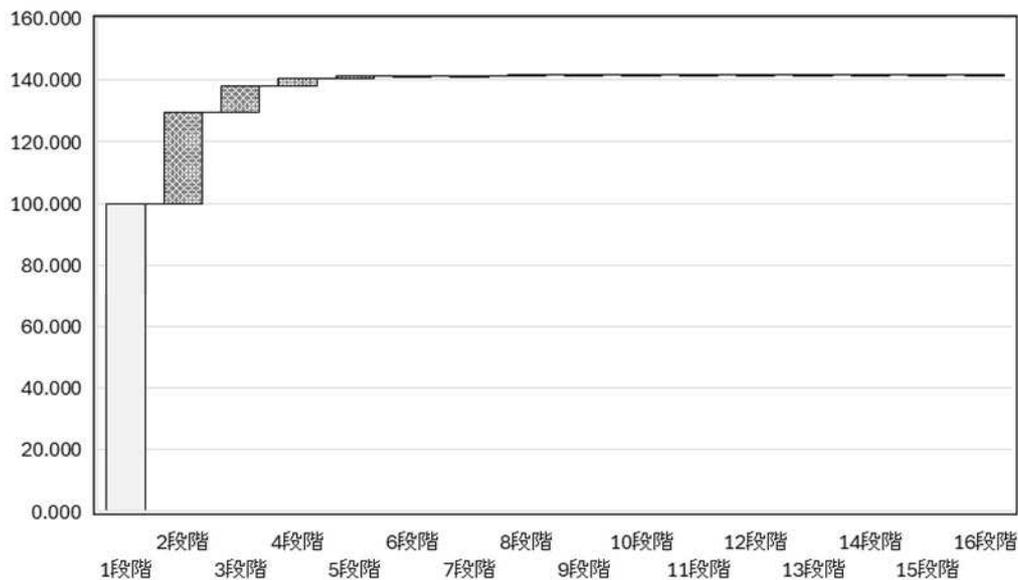


図 3-1 最終需要 100 億円から波及する生産誘発額 (16 段階目まで)

表 3-2 から、16 段階目までに生じた生産誘発額は合計で 141.5219 (億円) でした。つまり、当初の最終需要額 100 億円と比べると、1.415219 倍の生産誘発が行われたこととなります。また、図 3-1 から、このうち 100 億円は当初の最終需要 100 億円によって生じたものであるため、1.415219 倍の生産誘発のうち、1 倍分は最終需要によって生じた生産誘発 (直接効果)、0.415219 倍分は原材料需要によって生じた生産誘発 (第 1 次間接効果) によるものということになります。

ところで、このモデル経済における産業連関表を用いて逆行列係数を計算すると、

$$\begin{aligned}
 \text{〔開放型逆行列係数〕} &= \left[\frac{1}{1 - (1 - M)A} \right] \\
 &\approx \left[\frac{1}{1 - (1 - 0.329581) \times 0.437631} \right] \\
 &= \left[\frac{1}{0.706604 \dots} \right] = 1.415220 \dots \approx 1.415219
 \end{aligned}$$

というように、16 段階目までに生じた生産誘発額の、当初の最終需要に対する大きさとほぼ一致します。(差分 0.000001 ポイントは、16 段階目以降収束するまでの生産誘発額の方と考えます。)つまり、投入係数を用いた逐次解法によって原材料の必要量を逐次計算することなく、逆行列係数を用いることで、最終需要に見合う生産額を計算することができるということです。

このような仕組みから、投入係数又は逆行列係数を用いて、最終需要によってどの程度生産誘発が行われるかを測定することが可能となっています。

【例2】次の産業連関表（3部門）が表す経済を想定する。

表 3-3 産業連関表（3部門）

（単位：億円）

	第1次産業	第2次産業	第3次産業	内生部門計	最終需要 部門計	移輸出	(控除) 移輸入	県内 生産額
第1次産業	836	4,012	102	4,950	665	2,537	-2,022	6,130
第2次産業	1,698	7,313	6,244	15,255	20,145	14,036	-21,378	28,058
第3次産業	1,073	5,533	16,771	23,376	47,461	8,024	-13,465	65,396
内生部門計	3,606	16,857	23,117	43,581	68,270	24,598	-36,864	99,584
粗付加価値	2,524	11,201	42,278	56,003				
県内生産額	6,130	28,058	65,396	99,584				

このとき、第2次産業にのみ新たに「100億円」の県内最終需要が生じたときの生産誘発を考える。

この経済下では、投入係数・移輸入率は安定的であると仮定します。

また、新たに生じた需要に対しては、すべて新たな生産によって対応することを仮定します。

まず、この経済下では、投入係数（行列）・移輸入率（行列）は表3-4のようになります。

表 3-4 投入係数行列 A （左表）と移輸入率行列 \hat{M} （右側）

投入係数行列 A

	第1次産業	第2次産業	第3次産業
第1次産業	0.136	0.143	0.002
第2次産業	0.277	0.261	0.095
第3次産業	0.175	0.197	0.256

移輸入率行列 \hat{M}

	第1次産業	第2次産業	第3次産業
第1次産業	0.360	0.000	0.000
第2次産業	0.000	0.604	0.000
第3次産業	0.000	0.000	0.190

表3-4から、移輸入を考慮した投入係数 $(I - \hat{M})A$ は、表3-5のようになります。

表 3-5 移輸入を考慮した投入係数 $(I - \hat{M})A$ （右側）

	第1次産業	第2次産業	第3次産業
第1次産業	0.087	0.091	0.001
第2次産業	0.110	0.103	0.038
第3次産業	0.142	0.160	0.208

(1) 当初の需要を満たすための生産誘発（直接効果）

新たに、第2次産業の県内最終需要のみ 100 億円増加したことから、表 3-6 のような最終需要ベクトルを与えます。また、最終需要ベクトルと同じだけの生産誘発額が生じます。

表 3-6 最終需要ベクトル F （左側）と、これを満たす生産誘発額計 X_1 （右側）

(単位：億円)		(単位：億円)	
	最終需要 F		生産誘発額 X_1
第1次産業	0	第1次産業	0
第2次産業	100	第2次産業	100
第3次産業	0	第3次産業	0

(2) (1)の需要を満たすための原材料への生産誘発（第1次間接波及効果）

表 3-5 の移輸入を考慮した投入係数 $(I - \hat{M})A$ を用いて、表 3-6 の生産誘発額 X_1 を満たすための原材料 Z_1 がどれほどであるかを計算します。

第2次産業を 100（億円）だけ生産するために必要な原材料は、投入係数の表頭が「第2次産業」となっている列の各要素に 100 を乗じることで求められます。第2次産業を表す列は2列目ですので、原材料 Z_1 は各部門で次の金額だけ必要になります。

$$\begin{aligned} \left[\text{第1次産業分の} Z_1 \right] &= 0.091 \dots \times 100 \approx 9.1 \\ \left[\text{第2次産業分の} Z_1 \right] &= 0.103 \dots \times 100 \approx 10.3 \\ \left[\text{第3次産業分の} Z_1 \right] &= 0.160 \dots \times 100 \approx 16.0 \end{aligned}$$

ここで、新たに必要となった原材料 Z_1 だけ、新たに生産誘発額 X_2 が生じます。（表 3-7）

表 3-7 最終需要に必要な原材料 Z_1 （左側）と、これを満たす生産誘発額計 X_2 （右側）

(単位：億円)		(単位：億円)	
	原材料 Z_1		生産誘発額 X_2
第1次産業	9.1	第1次産業	9.1
第2次産業	10.3	第2次産業	10.3
第3次産業	16.0	第3次産業	16.0

新たな生産誘発額 X_2 からも、同じように原材料需要とその生産を満たすための生産が連鎖的に誘発されていきます。

先ほどは生産誘発額が第2次産業のみであったので、表頭が第2次産業の列にのみ生産誘発額を乗じればよかったです。今回は全ての部門に生産誘発額がありますので、生産誘発額の各値を対応する各列の列要素に乗じて、その合計を生産誘発額としなければなりません。

$$\begin{aligned} \left[\text{第1次産業分の} Z_2 \right] &= (0.087 \times 9.1) + (0.091 \times 10.3) + (0.001 \times 16.0) \approx 1.8 \\ \left[\text{第2次産業分の} Z_2 \right] &= (0.110 \times 9.1) + (0.103 \times 10.3) + (0.038 \times 16.0) \approx 2.7 \\ \left[\text{第3次産業分の} Z_2 \right] &= (0.142 \times 9.1) + (0.160 \times 10.3) + (0.208 \times 16.0) \approx 6.3 \end{aligned}$$

なお、これは次の行列による計算と同義です。

$$Z_2 = (I - \hat{M})A \times Z_1$$

図 3-2 は、(2)の原材料への生産誘発の波及過程を表現した有向グラフです。あるノード（今回は第 2 次産業）に生じた需要は、その需要を満たす生産のための原材料需要として、その需要額に対して、第 1 次産業へ 9.1%、自部門へ 10.3%、第 3 次産業へ 16.0%の生産を誘発させます。また、その原材料のために生じた生産誘発によって、各ノードから伸びる矢印の方向に、その割合に従って新たな原材料需要を生じさせ、同額の生産を誘発させます。

また、各ノードから各ノードへの波及の割合の和はどれも 1 より小さいので、生産誘発の大きさは波及の過程で徐々に逓減していくであろうことが分かります。

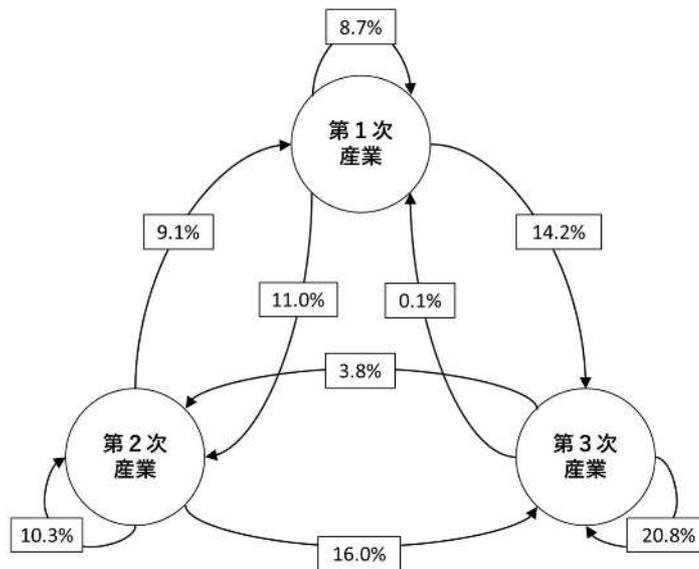


図 3-2 原材料の生産誘発過程のイメージ（有向グラフ）

（粗付加価値や域外生産物からの投入分を省略しているため、各ノードへの遷移確率の和は 100%とならない。）

表 3-8 は、これら原材料需要による各段階の生産誘発額を、直接効果による生産誘発を 1 段階目として 10 段階目までの各段階の金額とその合計値を表したものです。このように、原材料への生産波及によって、当初需要された部門以外の部門の生産も誘発していることが分かります。また、第 1 段階目で第 2 次産業に生じた最終需要 100 億円を満たすための生産誘発（直接効果）に起因する原材料への波及は、その大きさを徐々に減少（逓減）させながら波及していることが分かります。

表 3-8 第 2 次産業の最終需要 100 億円から波及する生産誘発額（10 段階目まで）

（単位：億円）

	1段階	2段階	3段階	4段階	5段階	6段階	7段階	8段階	9段階	10段階	合計
第1次産業	0.0	9.1	1.8	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5
第2次産業	100.0	10.3	2.7	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	114.0
第3次産業	0.0	16.0	6.3	2.0	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0
計	100.0	35.4	10.7	3.1	0.9	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	150.4

表 3-8 から、10 段階目までに生じた生産誘発額は合計で 150.4（億円）でした。つまり、当初の最終需要額 100 億円と比べると、1.504 倍の生産誘発が行われたこととなります。また、このうち 100 億円は第 2 次産業への当初の最終需要 100 億円によって生じたものであるため、1.504 倍の生産誘発のうち、1 倍分は最終需要によって生じた生産誘発（直接効果）、0.504 倍分は原材料需要によって生じた生産誘発（第 1 次間接効果）によるものということになります。

ところで、このモデル経済における産業連関表を用いて逆行列係数を計算すると、表 3-9 のようになります。

表 3-9 開放型逆行列係数 $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$

	第 1 次産業	第 2 次産業	第 3 次産業
第 1 次産業	1.110	0.115	0.007
第 2 次産業	0.145	1.140	0.055
第 3 次産業	0.228	0.250	1.274
列和	1.484	1.504	1.336

表 3-9 のうち、表頭が「第 2 次産業」であるものの列和を見てみますと、その値は 1.504 であり、これは 10 段階目までに生じた生産誘発額の合計の、当初の最終需要に対する大きさと一致します。またその列要素も、それぞれ 10 段階目までに生じた生産誘発額の部門別合計額の、当初の最終需要に対する大きさと一致します。（表象単位未満では差があり、この差は 10 段階目以降収束するまでの生産誘発額の方と考えます。）

つまり、行列形式に拡張した場合もやはり、投入係数を用いた逐次解法によって原材料の必要量を逐次計算することなく、逆行列係数を用いることで、最終需要に見合う生産額を計算することができるということです。

このような仕組みから、投入係数又は逆行列係数を用いて、最終需要によってどの部門にどの程度生産誘発が行われるかを測定することが可能となっています。

2 波及効果測定の採用シーン

波及効果測定は、産業連関分析の代表的な手法の一つとして、行政施策や県内イベントの実施による経済効果の事前シミュレーションや事後検証等のため、行政機関や大学、シンクタンク等研究機関など様々な主体によって行われています。（表 3-10）

表 3-10 鹿児島県における産業連関分析実施状況の例（令和 4 年度）

分析テーマ名	公表年月	実施機関名
全国和牛能力共進会（鹿児島県開催）の鹿児島県への経済波及効果について	令和 4 年 9 月	株式会社 九州経済研究所
第 12 回全国和牛能力共進会鹿児島大会開催に伴う経済波及効果について	令和 5 年 2 月	鹿児島県全国和牛能力共進会推進室
ぐりぶクーポンの配信に伴う経済波及効果について	令和 5 年 3 月	株式会社 九州経済研究所

総務省「産業連関表-調査結果の活用」から統計課作成（令和 7 年 12 月 1 日取得）

第2節 波及効果測定のがれ

1 分析作業のフローチャート

波及効果測定の手順は、大きく次の3つのステップからなります。

ステップ1

需要増加額の推計

最終需要の増加によって、県内生産品への消費・投資等の最終需要がどれくらい増加するかを推計する。

ステップ2

直接・第1次間接効果の測定

逆行列係数を使い、ステップ1で推計した最終需要がどれほどの生産を誘発するのかを測定する。

ステップ3

第2次間接効果の推計

ステップ2で測定した生産誘発によって、どれだけ雇用者所得が増え、どれだけどのような消費需要が誘発するのかを推計し、これから生じる生産誘発を測定する。

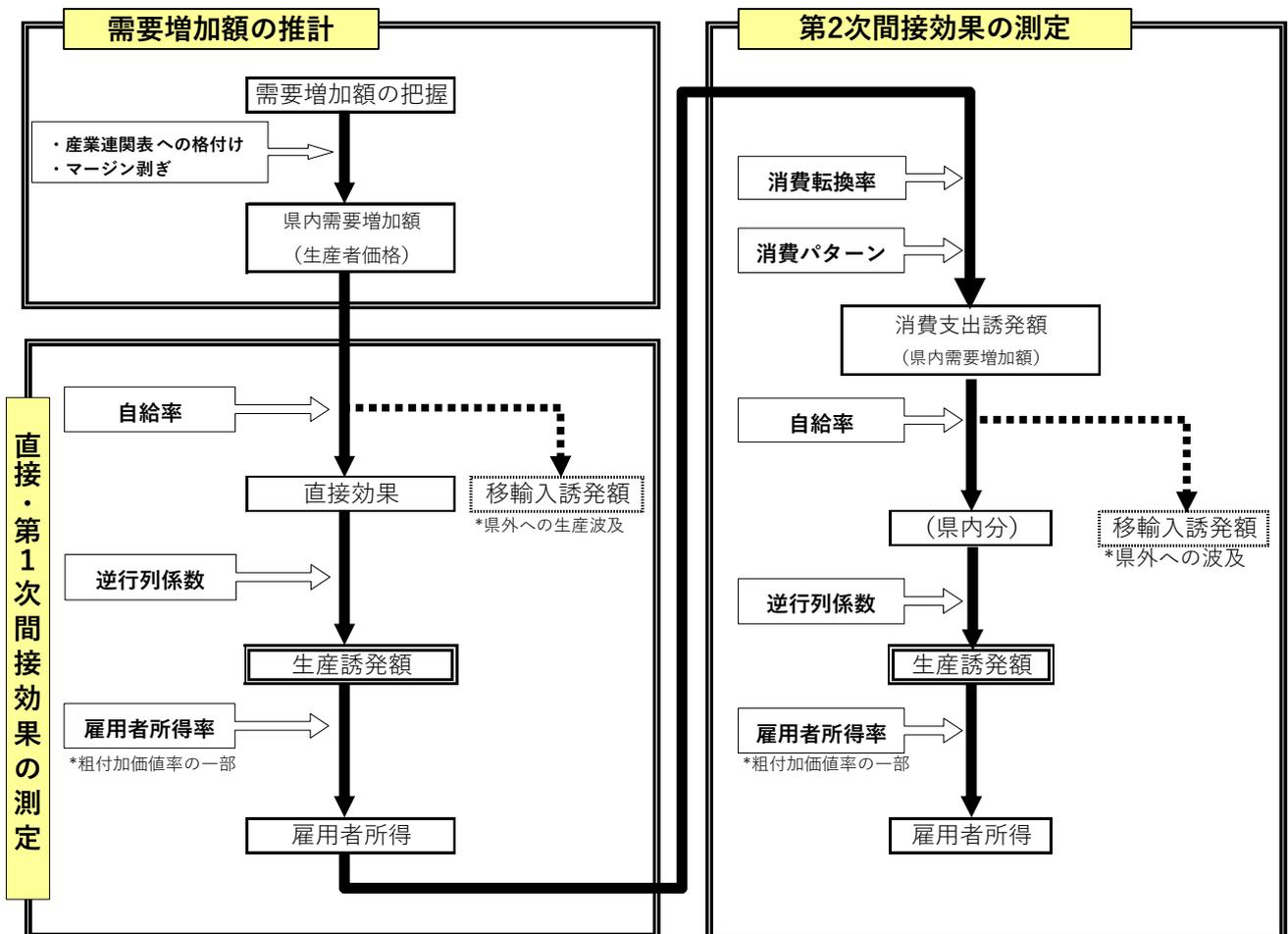


図 3-3 波及効果測定の手順のイメージ

2 各ステップにおける作業の手法・留意点

(1) ステップ1：需要増加額の推計

政策やイベントなどの実施等によって、消費や投資といった「県内最終需要」や、県外からの需要である「移輸出」がどれほど増加するかを推計します。

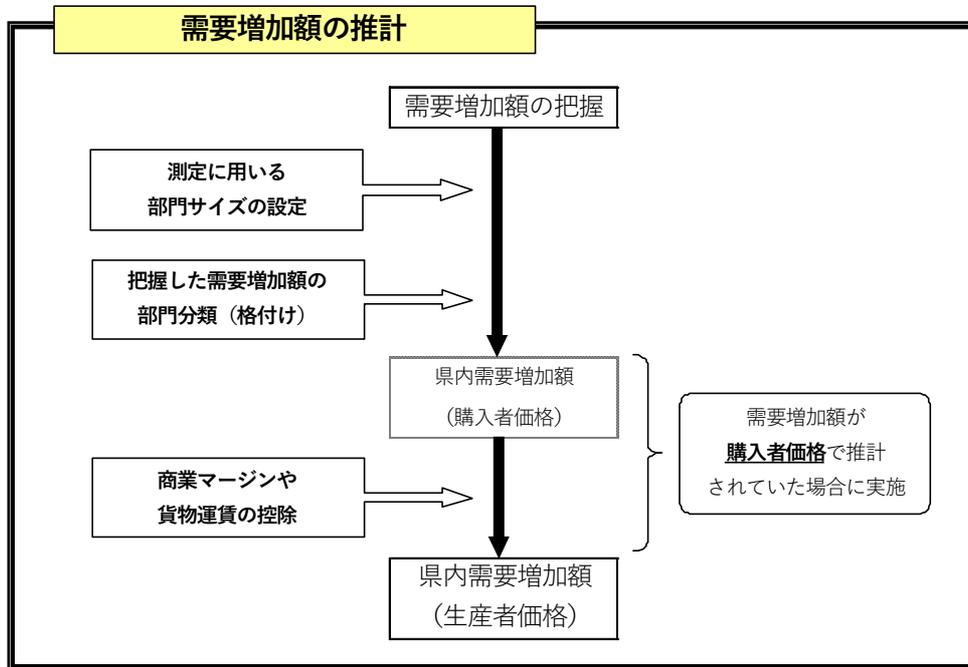


図 3-4 ステップ1（需要増加額の推計）のフローチャート

ア 需要増加額の把握

政策やイベントなどの実施等によって、消費や投資・移輸出といった最終需要がどのように増加するのかを把握します。

需要増加額の把握の手段としては、「関係者に対するヒアリング」、「アンケートの実施」、「資料収集」等が挙げられます。当該需要が実際に生じる前に波及効果測定を行う場合は、「公的統計等を用いた需要増加額の推計」によって需要増加額を推計します。

ここで把握した需要増加額は、後に生産活動単位に部門分類を行うため、どのような財・サービスに対して需要が生じたのかを可能な限り詳細に把握する必要があります。

イ 測定に用いる部門サイズの設定

測定に用いる部門サイズは、波及効果測定を行う分析主体において、測定の目的・内容・精度・時間的制約を総合的に勘案して決定します。

本県の産業連関表においては「統合中分類（104 部門）」、「統合大分類（39 部門）」、「15 部門分類」の3種類の産業連関表が公表されており、波及効果測定に当たってはこれらいずれかの産業連関表を選択することとなります。また、分析主体の目的に応じて、「部門統合」を行い、分析に即した産業連関表へ加工することもできます。

部門サイズを大きく設定することで、波及効果のより詳細な測定を行うことができる一方、資料収集等作業コストがかかります。また、部門サイズを小さく設定することで、作業コストは削減できますが、波及効果の測定結果が実態と乖離する可能性があります。

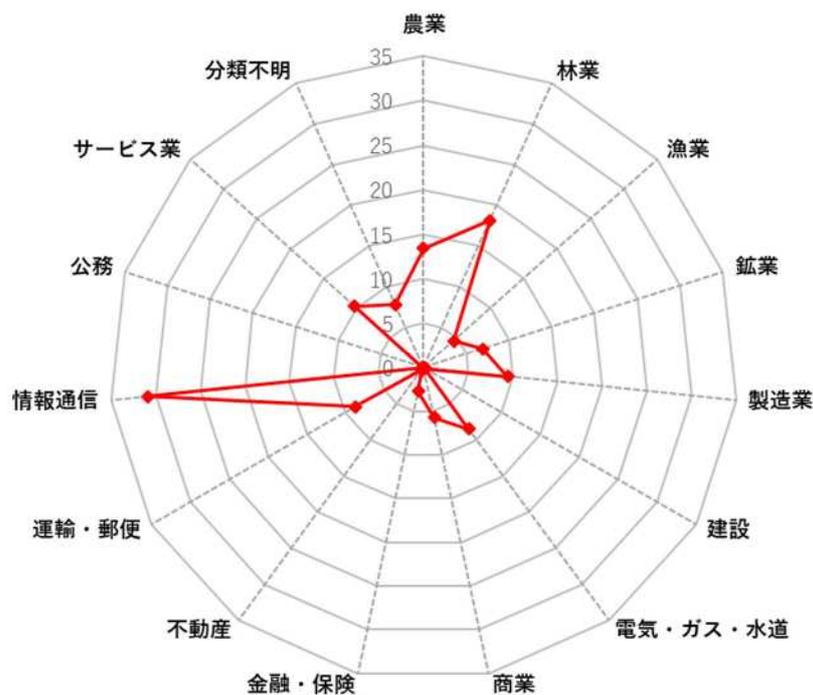


図 3-5 部門統合に伴う生産誘発額における乖離度 (単位: %)

図 3-5 は、波及効果測定結果である最終需要部門別生産誘発額を「188 部門表で行った測定結果を 15 部門に統合したもの」と、「はじめから 15 部門表で行った測定結果」がどれくらい乖離しているかを表したグラフです。(ここで、乖離度とは差分比率の絶対値を前者の測定結果による生産誘発額のウェイトで加重平均した値をいいます。)グラフから、「情報通信」や「林業」、「農業」等の部門で統合による乖離が生じていることがわかります。これは、部門統合によって例えば「食料品」や「窯業・土石製品」、「電子部品製造業」など生産における技術的構造が全く異なる複数の部門が「製造業」に統合されることによって、波及過程が計算上変化してしまうことが原因となっています。

このように、分析に当たってどのような部門サイズを採用するかによって、たとえ同じアンケート結果に基づく分析事例であっても全く異なる分析結果となります。

なお、総務省の報告書においては、次のように推奨されています。

『したがって、パソコン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上で、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部門ごとに比較考察する場合にはなおさらである。』

(『令和 2 年 (2020 年) 産業関連表総合解説書』.総務省.2025.p.107)

ウ 把握した需要増加額の部門分類 (格付け)

アで把握した需要増加額を、イで採用した部門サイズに基づき、需要の内容を勘案して産業関連表の部門へ分類 (格付け) していきます。

産業関連表における部門分類は、生産活動単位 (アクティビティ・ベース) で分類されています。そのため、例えば「観光消費」についての波及効果測定を行う場合には、これ

を生産活動単位に分割して、「飲食料品」にいくら、「宿泊費（宿泊サービスに要した費用）」にいくらなど、把握した観光消費がどのような財・サービスに対しての需要の総体であるのかを詳細に分類する必要があります。

なお、本県産業連関表の部門分類は、国の「令和2年（2020年）産業連関表」の部門分類に準拠しています。推計した需要増加額から、各財・サービスをどの部門に分類するかは、『令和2年（2020年）産業連関表総合解説書』第9章「部門別概念・定義・範囲」（総務省.2025.p159-257）を参考としてください。

エ 商業マージンや貨物運賃額の控除

アで把握された需要増加額が「購入者価格」（第2章第2節3(2)イ参照）である場合、この需要増加額には、生産物が生産された後工程において生産物に付け加えられた、卸売・小売の売上分（商業マージン）や流通のための貨物運賃額が含まれています。

本県産業連関表は生産者価格で表章されていますから、波及効果測定に当たっては単位を合わせるため、これらの商業マージン・貨物運賃額を取り除く作業（マージン剥ぎ）が必要となります。なお、各部門の購入者価格から取り除かれたマージン額は、それぞれ対応するマージン部門の生産者価格として転嫁するので、需要増加額の合計は変わりません。

推計した需要増加額が購入者価格であるか生産者価格であるかについては、例えば、

(ア) 「観光消費額」を「観光客に対する観光旅行中に行った消費についてのアンケート調査」によって需要増加額を把握した場合は、ここで回答される結果は主に小売店等で購入されたものの金額で回答されることから「購入者価格」と考えられます。

(イ) 公的統計を用いて推計を行う場合で、例えば「家計調査」など世帯に対して行った世帯の消費額についての調査結果を用いて需要増加額を把握した場合は、(ア)と同様に「購入者価格」と考えられます。

(ウ) 生産物の生産工場に対して、県外向けの出荷額がどれくらい伸びたかをヒアリングすることによって需要増加額を把握した場合は、工場からの蔵出し価格である「生産者価格」と考えられます。

など、効果測定のために行った需要増加額の把握の仕方に応じて、分析主体において検討します。

これら購入者価格表示された需要増加額に商業マージン等がどの程度含まれているかを把握する手段としては、アの方法と同様に「関係者に対するヒアリング」，「アンケートの実施」，「資料収集」，「公的統計からの推計」等が考えられます。特に「公的統計からの推計」の場合は、県内の産出におけるマージン構造が国におけるマージン構造と同等であるという前提のもと，国の「令和2年（2020年）産業連関表」の取引基本表（産出表又は購入者価格評価表）から取得した各部門に含まれるマージン額を国内需要で除した比率（マージン率）を用いて推計する方法が考えられます。

(2) ステップ2：直接・第1次間接効果の測定

ステップ1で推計した需要増加額（生産者価格の県内需要増加額）により、県内で生産する財・サービスに直接的に生じた生産誘発（**直接効果**）と、直接効果のために必要とされる原材料需要から他産業へ連鎖的に波及する生産誘発（**第1次間接効果**）を、逆行列係数を用いて測定します。

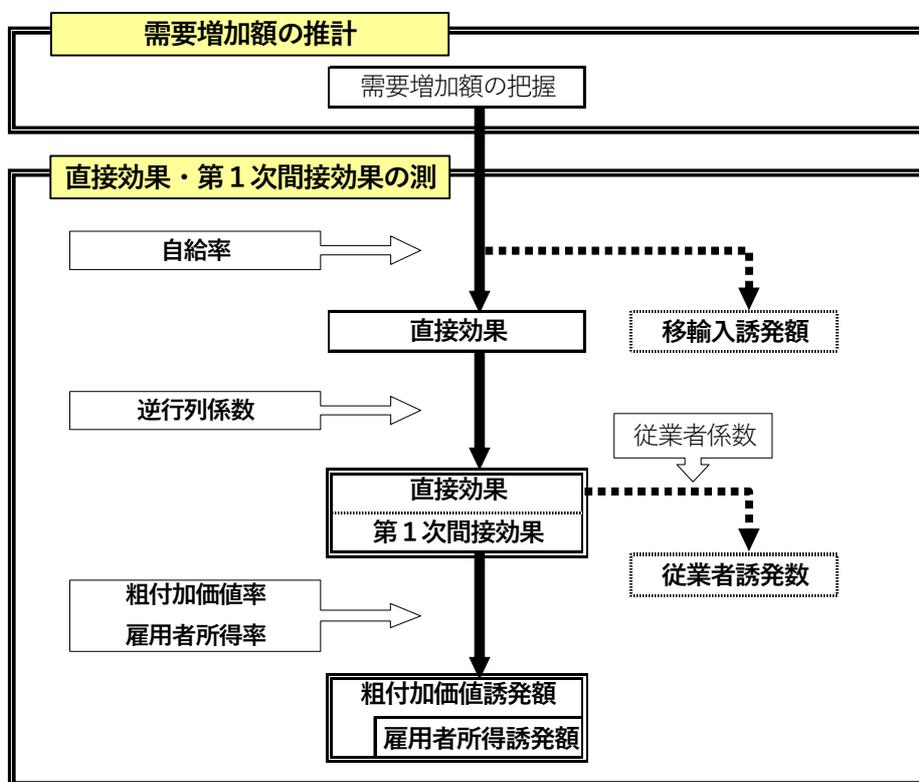


図 3-6 ステップ2（直接効果・第1次間接効果の測定）のフローチャート

ア 「直接効果」の測定

需要増加額によって県内に直接的に生じた生産額（**直接効果**）を測定します。

ステップ1で推計した需要増加額を充足しようとするときは、ふつう、その需要のうち一部は県外で生産された財・サービスを移輸入することによって需要を満たそうとします。そのため、需要増加額のうち県内で生産される財・サービスに対して向けられる需要はどれくらいであるのかを、**自給率**を用いて推計します。また、ここで控除された分は「移輸入誘発額」と整理することができます。

自給率はふつう、分析に用いる産業連関表で定義される自給率を用いますが、分析事例によっては「ある部門で増加した需要は、全て県内生産品に対して向けられる」とか「県内では生産していないので、需要は全て県外生産品に対して向けられる」といった仮定を設けた上で、**自給率を100%や0%に調整することなども考えられます。**

なお、移輸出需要の増加に伴う波及効果測定を行う場合は、定義上移輸出は県内で生産された財・サービスに対して生じる需要であることから、自給率による調整を行うことは適切ではないので注意してください。

産業連関分析における仮定・前提条件から、新たに生じた需要に対しては全て新たな生産で対応することから、自給率による調整後の県内需要増加額が、すなわち県内で生産す

る財・サービスに直接的に生じた生産誘発（直接効果）となります。

イ 「生産誘発額（直接効果+第1次間接効果）」の測定

アで測定した自給率調整後の県内需要増加額（直接効果）に、測定に用いる産業連関表から得た逆行列係数を用いて、県内需要増加額がもたらす生産誘発額が究極的にどれほどであるのかを測定します。

ここで、逆行列係数と県内需要増加額によって測定される生産誘発額は、「直接効果」による生産誘発分と、直接効果のための原材料需要から間接的に生じた「第1次間接効果」による生産誘発分が合計されたものですので、必要に応じて、生産誘発額から直接効果分を控除して第1次間接効果分の生産誘発額を取り出します。

ウ 生産誘発に伴う「従業者誘発数」の測定

イで測定した生産誘発額を満たすためには、原材料のみならず、これら誘発された財・サービスを生産するための労働力が必要です。

これら生産誘発が滞りなく行われるために、労働力もまた、新たな労働力需要に対しては、絶えず新たな労働力の投入によって対応するという仮定のもと、生産誘発額に見合った労働力としての従業者が誘発されます。これを「従業者誘発数」と言います。

従業者誘発数は、本県産業連関表の附帯表である「雇用表」で表章される各部門の従業者数と産業連関表の各部門の生産額を用いて、次のように定義します。（部門*i*の生産誘発額の係数は「従業者係数」です。）

$$\begin{aligned} \left[\text{部門}i\text{の従業者誘発数} \right] &= \frac{\left[\text{部門}i\text{の従業者数} \right]}{\left[\text{部門}i\text{の県内生産額} \right]} \times \left[\text{部門}i\text{の生産誘発額} \right] \\ &= \left[\text{部門}i\text{の従業者係数} \right] \times \left[\text{部門}i\text{の生産誘発額} \right] \end{aligned}$$

（例）第1次産業に100億円の生産が生じたときの就業者誘発数

（ただし、従業者数は67,211人、県内生産額は6,130億円とする。）

$$\begin{aligned} \left[\text{第1次産業の従業者誘発数} \right] &= \frac{\left[\text{第1次産業の従業者数} \right]}{\left[\text{第1次産業の県内生産額（億円）} \right]} \times 100 \\ &= \frac{67,211}{6,130} \times 100 = 1,096.427 \dots \approx 1096 \text{ 人} \end{aligned}$$

または、行列の計算によって、

$$\begin{aligned} \left[\text{従業者係数（行列）} \right] &= \left[\text{diag} \left(\text{県内生産額（列ベクトル）} \right) \right]^{-1} \times \left[\text{diag} \left(\text{従業者数（列ベクトル）} \right) \right] \\ \left[\text{従業者誘発数（列ベクトル）} \right] &= \left[\text{従業者係数（行列）} \right] \times \left[\text{生産誘発額（列ベクトル）} \right] \end{aligned}$$

によって一度に求められます。

また、ここでいう「従業者」とは、個人業主、家族従業者、有給役員・雇用者の合計のことを言いますが、必要に応じてこれら従業上の地位別従業者係数を、上記の考え方によって雇用表及び産業連関表から得ることができます。

エ 生産誘発に伴う「粗付加価値誘発額」，「雇用者所得誘発額」の測定

イで測定した生産誘発額を満たすための生産過程では，原材料分の投入のみならず，営業余剰や雇用者所得など新たに生みただいた粗付加価値を投入しています。

生産誘発に伴って生じた粗付加価値の誘発分（粗付加価値誘発額）は，産業連関表を列方向にみたときに表頭がその部門であるときの粗付加価値率を用いて，次のように定義されます。

$$\left[\text{部門}i \text{の粗付加価値誘発額} \right] = \left[\text{部門}j [= i] \text{の粗付加価値率} \right] \times \left[\text{部門}i \text{の生産誘発額} \right]$$

（例）第1次産業に100億円の生産が生じたときの粗付加価値誘発額

（ただし，粗付加価値額は2,524億円，県内生産額は6,130億円とする。）

$$\begin{aligned} & \left[\text{第1次産業の粗付加価値誘発額} \right] \\ &= \left[\text{第1次産業の粗付加価値率} \right] \times \left[\text{第1次産業の生産誘発額} \right] \\ &= \frac{\left[\text{第1次産業の粗付加価値額} \right]}{\left[\text{第1次産業の県内生産額} \right]} \times \left[\text{第1次産業の生産誘発額} \right] \\ &= \frac{2,524}{6,130} \times 100 = 41.174 \dots \approx 41.2 \text{ 億円} \end{aligned}$$

または，行列の計算によって，

$$\begin{aligned} & \left[\text{粗付加価値誘発額（列ベクトル）} \right] \\ &= \left[\text{diag} \left(\text{粗付加価値率（行ベクトル）} \right) \right] \times \left[\text{生産誘発額（列ベクトル）} \right] \end{aligned}$$

によって一度に求められます。

また，ステップ3に向けて，粗付加価値誘発額の中でも特に「雇用者所得」がどれほど誘発するか（雇用者所得誘発額）を推計する必要があります。そこで，粗付加価値率に代わって，産業連関表を用いて雇用者所得率（県内生産額に対する雇用者所得の割合）を得た上で，上記の考え方によって雇用者所得誘発額を次のように測定します。（計算例及び行列の計算は省略します。）

$$\begin{aligned} \left[\text{部門}i \text{の粗付加価値誘発額} \right] &= \left[\text{部門}j [= i] \text{の雇用者所得率} \right] \times \left[\text{部門}i \text{の生産誘発額} \right] \\ &= \frac{\left[\text{部門}j [= i] \text{の雇用者所得} \right]}{\left[\text{部門}j [= i] \text{の県内生産額} \right]} \times \left[\text{部門}i \text{の生産誘発額} \right] \end{aligned}$$

(3) ステップ3：第2次間接効果の測定

ステップ2で推計した直接・第1次間接効果（需要増加に伴う原材料等生産誘発）によって生じた雇用者所得誘発額に起因する消費需要の増加と、消費需要の増加によって直接・間接的にもたらされる生産誘発（第2次間接効果）を測定します。

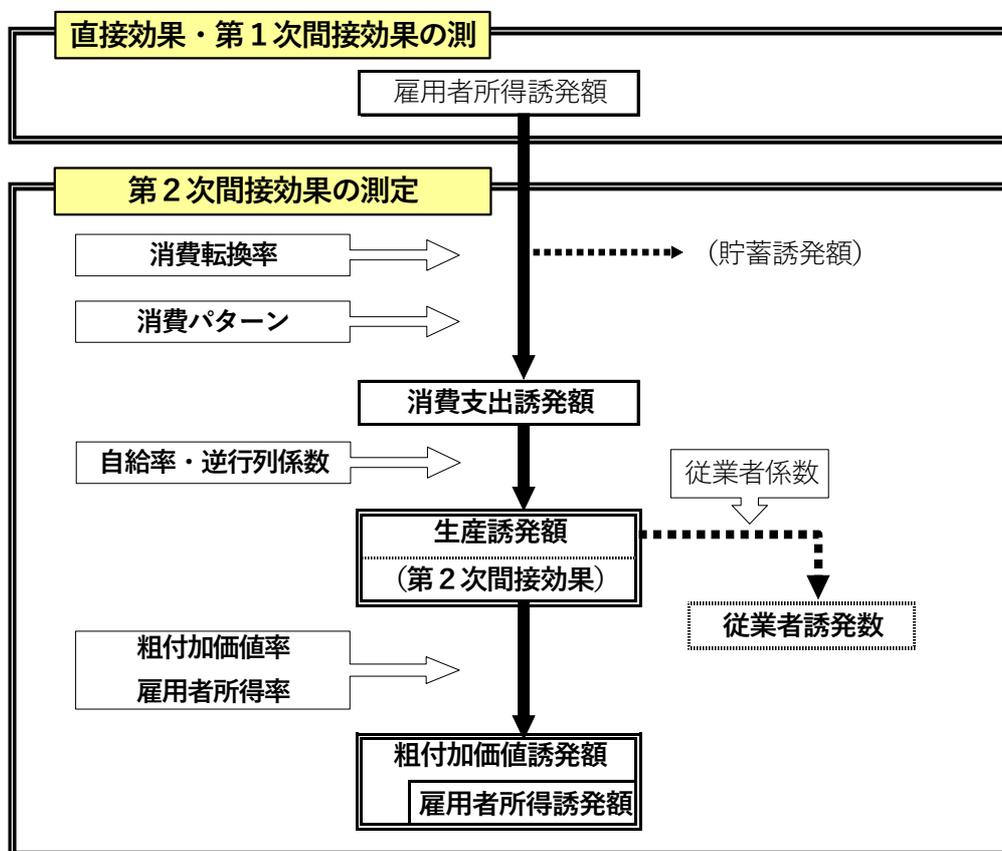


図 3-7 ステップ3（第2次間接効果の測定）のフローチャート

ア 「消費支出誘発額」の測定

ステップ2で測定した雇用者所得誘発額のうち、新たな消費に回された金額はどれほどであるか、また、これら消費需要がどのような部門にどれほど生じたのか（消費支出誘発額）を測定します。

(ア) 「消費転換率」による消費支出誘発額（総額）の推計

雇用者所得誘発額のうち、どれほどが消費に回されたのかを消費転換率（平均消費性向）を使って推計します。

$$\left[\text{消費支出誘発額（総額）} \right] = \left[\text{消費転換率} \right] \times \left[\text{雇用者所得誘発額（総額）} \right]$$

消費転換率は、各種公的統計や独自集計したアンケートなどを用いて、分析主体によって検討されたいものですが、例えば、次のような資料から計算した消費転換率を採用することが考えられます。

- a. 産業連関表（雇用者所得総額に対する民間消費支出の比）
- b. 県民経済計算（県民可処分所得に対する民間最終消費支出の比）
- c. 家計調査（当該地域の県庁所在地の可処分所得に対する消費支出の比）

なお、「鹿児島県産業連関表／経済波及効果簡易分析ツール」では、「c.家計調査」結果（鹿児島市）の直近5年間の平均値を消費転換率として採用しています。

（イ）「消費パターン」による消費支出誘発額の各部門への格付け

（ア）で推計した消費支出誘発額の総額が、どのような部門にどれほど配分されたかを**消費パターン**を使って推計します。

消費パターンは、例えば、産業連関表のうち**最終需要部門「民間消費支出」**（又は「家計消費支出」）を列方向にみたときに**比率**（第2章第5節1(1)参照）を用いることが考えられます。このほか、消費転換率と同様に、各種公的統計や独自集計したアンケートなどを用いて分析主体によって検討することも考えられます。

$$\begin{aligned} & \left[\text{消費支出誘発額（列ベクトル）} \right] \\ & = \left[\text{雇用者所得誘発額（総額）} \right] \times \left[\text{消費パターン（列ベクトル）} \right] \end{aligned}$$

イ 「生産誘発額（第2次間接効果）」の測定

アで測定した消費支出誘発額に、測定に用いる産業連関表から得た自給率や逆行列係数を用いて、消費需要の増加がもたらす生産誘発額（**第2次間接効果**）が究極的にどれほどであるのかを測定します。

（ア）「自給率」による消費支出誘発額（総額）の推計

ステップ2のアに対応するもので、自給率を用いて、アで測定した消費支出誘発額のうち県内で生産される財・サービスに対して向けられる需要はどれくらいであるのかを推計します。

消費支出誘発額はすべて県内で生じた需要であり、移輸出は含まれませんから、**ステップ2と異なり全ての部門に対して自給率による控除を行います。**（ただし、消費支出誘発額の全てが県内で（又は県外で）生産した財・サービスに向けられるなど、自給率の変化を仮定している場合は、この限りではありません。）

（イ）逆行列係数による生産誘発額の測定

ステップ2のイに対応するもので、逆行列係数を用いて、**イ（ア）**で測定した自給率調整後の消費支出誘発額がもたらす生産誘発額が究極的にどれほどであるのかを測定します。

ここで、逆行列係数と消費支出誘発額によって測定される生産誘発額が、「**第2次間接効果**」です。

ウ 生産誘発に伴う「従業者誘発数」「粗付加価値誘発額」「雇用者所得誘発額」の測定

ステップ2のウ、エに対応するもので、従業者係数や粗付加価値率、雇用者所得率を用いて、第2次間接効果による従業者誘発数、粗付加価値誘発額、雇用者所得誘発額を測定します。（ステップ2ウ、エ参照）

なお、第2次間接効果は「雇用者所得の増加に伴う消費支出誘発」に起因する生産誘発を測定範囲としていますから、第2次間接効果には「企業のもうけ（個人事業主所得を含む）の増加に伴う需要増加」に起因する生産誘発は含まれていません。

また、第2次間接効果以降も「第2次間接効果による雇用者所得の増加」に伴う消費支出誘発に起因する生産誘発（つまり、第3次間接効果、第4次間接効果など）が理論上生じるものですが、波及段階が進むほど生産誘発の効果が小さくなります。（例3）

【例3】次の係数で表される経済（1部門）を想定する。

- ・ 自給率 Γ : 0.670418…
- ・ 開放型逆行列係数 L : 1.415219…
- ・ 雇用者所得率 y : 0.270249…
- ・ 消費転換率 c : 0.80

また、1部門であるので、消費パターンは1である。

このとき、新たに「100億円」の最終需要が県内に対して生じたときの生産誘発を考える。

県内最終需要 F に対して、直接・第1次間接効果を X_1 、第 n 次間接効果を X_n としたとき、

$$\begin{cases} X_1 = LF \\ X_n = L\Gamma y c X_{n-1} \end{cases}$$

$0 < L\Gamma y c < 1$ から、間接効果の総額 $X = X_1 + X_2 + X_3 \dots + X_n + \dots$ は次の値に収束します。

$$X = \frac{1}{1 - L\Gamma y c} X_1 = \frac{1}{1 - L\Gamma y c} LF$$

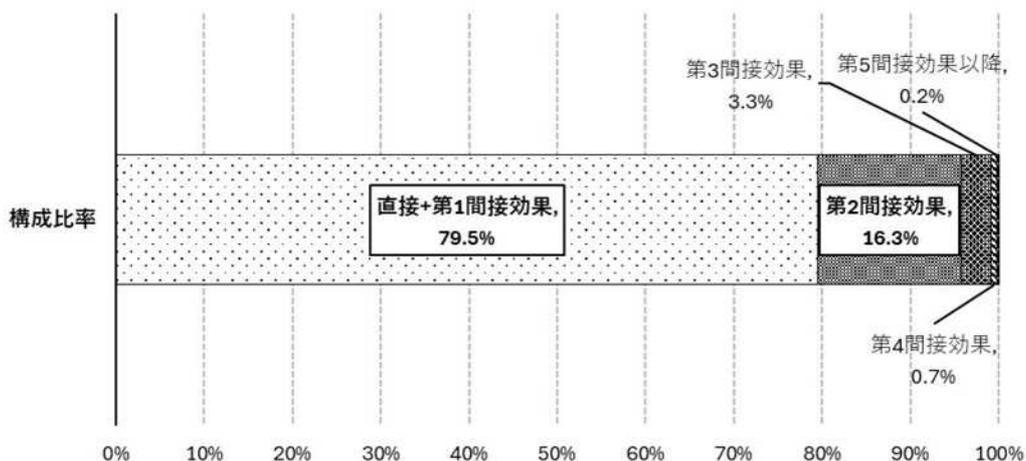


図 3-8 間接効果総額における各段階の構成比率

図 3-8 は、間接効果が収束するまで測定した場合の総額に対する各段階の構成比率を示した

グラフです。グラフから、この経済においては、第2次間接効果までの効果測定で間接効果全体の95%程度の生産誘発を測定できていることが分かります。

このように、第3次間接効果以降では測定結果が直接・第1次・第2次間接効果ほど大きくないことなどから、**第3次間接効果以降についての測定は捨象し、第2次間接効果までを測定範囲とすることが考えられます。**

第3節 産業連関分析の仮定と前提等

産業連関分析は、あくまで経済モデルの一つであって、その分析はある一定の条件の下に行われています。したがって、産業連関表を用いた波及効果分析による測定結果を利用する場合には、以下のことに留意しておく必要があります。

1 分析上の基本的仮定

産業連関表は、次のような基本的な仮定が構造的に設けられています。

(1) 「1つの産業はただ1つの生産物を生産する。」

例えば15部門分類における「製造業」には統合大分類における「食料品製造業」や「窯業・土石製品製造業」、「電子部品製造業」が含まれるなど、産業連関表では同一部門に投入構造や単価の異なった複数の商品が格付けられる場合もある。**(プロダクト・ミックス)**

この仮定のもと、産業連関表では、これらをあたかも一つの「製造業」という生産物であるかのように読解します。

また例えば、「鉄鋼の生産過程で鉄屑が生産された」など、実際の生産の過程では「屑・副産物」が生じ得ます。ある部門の生産活動により複数の生産物が結合生産されるようなことは、産業連関表ではふつう想定されていません。**(非結合生産の仮定)**

さらに、再生産不能な基本的生産要素が労働ただ1種類であるとする¹ことで、後述する収穫一定に関する仮定と併せて、「ある生産物を生産するための手段はたった一つしかない(採用されない)」という仮定**(1産業1アクティビティの仮定)**もまた設けられていることが分かります。(この命題は**非代替定理**とされる。)

(2) 「生産水準とその投入量は規模に関して収穫一定」

例えば、「大量生産によって、少量生産していたときよりも少ない原材料・燃料で生産を行うことができた」など、実際の生産の過程では大量生産することによるコストの削減(又は増加)が発生するといった生産規模の経済性(スケールメリット、スケールデメリット)が生じ得ます。

これに対して、産業連関表では、生産水準が2倍になれば、原材料等の投入量も同様に2倍になること(収穫一定)を想定しており、規模に関して収穫が逡増したり逡減したりすることは想定していません。**(比例性の仮定)**

(3) 「各産業間の相互干渉はない。」

例えば、「工場の生産活動により発生した公害が、農業の生産を抑制する」など、実際の生

産の過程では、ある産業の生産活動が他の産業の生産活動に良くも悪くも何らかの影響（外部経済、外部不経済）を及ぼすということが生じ得ます。

これに対して、産業連関表ではこのような外部性は考慮されず、産業連関表を用いた分析においては、各産業部門が個別に生産活動を行った場合の生産誘発等効果の和と、各産業が同時に生産活動を行った場合の効果の和は等しくなります。（加法性の仮定）

この加法性の仮定から、ある部門と別の部門を部門統合することが可能となっています。

2 産業連関分析の前提

産業連関分析は、ある年の産業連関表の投入係数等を用いて波及効果測定等を行うことから、その測定結果は先述した仮定のほか、次のような前提の上で成立しています。

(1) 「投入係数は短期的に安定している。」

例えば、生産の効率化など財やサービスの生産のための技術水準は日々進歩しているように、一般的に技術的構造とは動的なものですが、**産業連関分析においては、技術的構造を表す投入係数は短期的には安定している（変化がない）ことを前提としています。**このように投入係数を固定的なものとするすることで、生産誘発などの産業連関分析が可能となっています。

一方で、過去の産業連関表を利用する場合や、最新の産業連関表であっても技術革新のテンポが極めて早い業種について分析する場合など、投入係数が記述している技術水準が分析事例の時期から離れすぎている場合などは注意が必要と考えられます。

(2) 「波及の中断はない。」

例えば、「ある商品の注文があったときに、新たに生産を行うことなく既に倉庫にある在庫を提供することで対応する」など、実際の経済活動の中では在庫の放出によって需要に対応することも生じ得ます。また、その地域での生産能力を超えた需要が生じるなど、地域内での生産によって需要に対応することができなくなったときには、地域外からの移輸入によって対応するという生じ得ます。

産業連関分析における波及効果測定においては逆行列を用いた計算によって生産誘発を測定しますが、その結果は投入係数による逐次解法から明らかであるように、**新たに発生した需要に対しては必ず生産が行われ、究極的に収束するまで生産が誘発されることを前提としています。**

3 その他の注意点

(1) 時間的問題

逆行列係数を用いた波及効果分析では、新たに発生した需要に対する生産が究極的に収束するまでの生産誘発等効果の合計を測定します。ですから、「**測定した波及効果がいつの時点で達成されるか**」は明確にはされません。

また「ある需要が生じたときに、1か月後までにどれくらいの波及効果が生じるのか」というように達成時期を明確にした場合でも、**特定の時期までの生産誘発等効果を示すことはできません。**

