

第5章 産業連関表を使った経済波及効果分析

5.1 経済波及効果分析の概要

経済波及効果分析とは、消費や投資といった最終需要の増加が市内生産額を直接・間接にどれくらい増加させるかを分析することである。したがって、最終需要が増加しない場合あるいは特定できない場合には波及効果分析の対象とはならず、公共事業の用地・補償費などは分析の対象から除かれることになる。このため、経済波及効果分析をする際には、最初に最終需要がどの部門にどれくらいの金額で発生するかを想定することが必要であり、この推計作業が分析の精度を左右する最も要の部分といえる。

最終需要増加額が推計されると、次は産業連関表を活用して波及効果の推計を行うこととなる。

通常、経済波及効果測定の範囲とされるのは以下の3つである。

①直接効果 = 最終需要の増加がもたらす直接的な効果

②第1次波及効果 = 直接効果により発生した原材料需要により誘発される効果

③第2次波及効果 = 直接効果及び第1次波及効果によって生じた雇用者所得の増加が民間消費支出を増加させることにより誘発される効果

5.2 産業連関分析に使われる各種係数表

産業連関分析では、産業連関表（取引基本表）のほかに、投入係数表及び逆行列係数表が主に使用される。

5.2.1 投入係数表

投入係数とは、ある産業部門が1単位の財・サービスを生産するのに必要とする各産業部門からの原材料等の投入量を示すもので、取引基本表をタテ方向にみて、それぞれの産業部門からの投入額を市内生産額で割って求められる。投入係数表は、こうして求められた投入係数を1つの表にまとめたものであり、これをみれば市内産業の生産技術の構造や費用構成を把握できる。

5.2.2 逆行列係数表

逆行列係数とは、ある産業に対して1単位の最終需要があった場合、各産業の生産が究極的にどれだけ必要となるかを表す係数である。例えば、A産業の最終需要が1単位発生した場合、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が、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るので、A産業に原材料を供給するB産業の生産額を増加させる必要がある。また、同様に、B産業に原材料を供給するC産業の生産も増加させる必要がある。

このように、A産業の需要の発生により生産の波及が続いていくが、この究極的な総和が逆行列係数で、これを一覧表にしたものが逆行列係数表である。

逆行列係数には移輸入の取扱いによりいくつかの型があるが、本県では封鎖経済型（ $[I - A]^{-1}$ 型）と開放経済型（ $[I - (I - M)A]^{-1}$ 型）の2つを作成している。

封鎖経済型は、全ての中間需要、最終需要を市内で自給自足しているとする仮想的なモデルであり、「中間需要＋最終需要＝市内生産額」という関係が成り立つ。また、開放経済型は、需要の一部を県外からの供給に依存しているとする現実の経済活動に即したモデルであるため、「中間需要＋市内最終需要＋移輸出＝移輸入＋市内生産額」という関係が成り立つ。この関係を表4－2－1の取引基本表にあてはめると、

$$\begin{aligned} \text{農業} &: x_{11} + x_{12} + Y_1 + E_1 = M_1 + X_1 \\ & (10 + 60 + 20 + 20 = 10 + 100) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{製造業} &: x_{21} + x_{22} + Y_2 + E_2 = M_2 + X_2 \\ & (20 + 80 + 110 + 10 = 20 + 200) \end{aligned}$$

ここで、表4－2－2より、 $a_{11} = x_{11}/X_1$ 、 $a_{12} = x_{12}/X_2$ であるから、これを上の式に代入すると、

$$\text{農業} : a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + Y_1 + E_1 = M_1 + X_1$$

$$\text{製造業} : a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + Y_2 + E_2 = M_2 + X_2$$

これを行列式で表すと、

$$AX + Y + E = M + X \quad \cdots \textcircled{1}$$

となる。Aは投入係数を行列表示したもの、Xは市内生産額を、Yは市内最終需要を、Eは移輸出を、Mは移輸入をそれぞれ列ベクトルで表したものである。

ところで、産業連関表では、移輸入された財・サービスは中間需要と市内最終需要（＝市内需要）の中に一定割合だけ含まれると仮定され、この割合を「移輸入率」と呼んでいるが、移輸入率をmとすると、次のような式で表すことができる。

$$\begin{aligned} m &= \text{移輸入額} / (\text{中間需要} + \text{市内最終需要}) \\ &= M / (AX + Y) \end{aligned}$$

これを、Mについて整理すると、

$$M = m (AX + Y) \quad \cdots \textcircled{2}$$

②式は、移輸入額Mが市内需要によって決定される関係を示している。各財、サービスごとに求められるの移輸入率を対角成分とする行列を μ とすると、

5

$$M = \mu (AX + Y) \quad \cdots \textcircled{3}$$

これを①に代入すると、

$$A X + Y + E = M (A X + Y) + X \quad \cdots \cdots ④$$

これをXについて整理すると、

$$X = [I - (I - M) A]^{-1} [(I - M) Y + E] \quad \cdots \cdots ⑤$$

⑤式は、最終需要（⑤式の $[(I - M) Y + E]$ の部分）が各産業の究極的な市内生産額の水準を決定することを表しており、 $[I - (I - M) A]^{-1}$ の部分が開放経済型逆行列係数表を表している。

なお、⑤式の $I - M$ の部分は、市内自給率を表している。この市内自給率が低い部門では、需要が発生しても、その需要額の大半が市外に流出することになる。

5.3 産業連関分析の手順

以下、市内で100億円の建設投資が行われた場合を例に、市経済への経済波及効果分析の手順を示す。前提条件は以下の通りである。

- ・平成23年熊本市産業連関表（13部門表）を使用する。
- ・逆行列係数表は開放経済型とする。
- ・粗付加価値からの再波及分については、雇用者所得のみが消費に転換すると仮定する。

5.3.1 最終需要の想定と推計

最初に、建設投資が熊本市13部門表のうちどの部門に該当するかについて検討する必要がある。13部門表には「建設」部門があるため、今回の最終需要は「建設」部門に100億円発生したと推計する。

5.3.2 直接効果の推計

① 市内最終需要増加額の推計

市内に波及効果が生じるのは、あくまでも市内で生産活動を行った場合であるため、最終需要100億円のうち市内の需要増加額がいくらになるかを推計する必要がある。市内需要増加額は、最終需要増加額に自給率を乗じて算出する。

自給率は $\{1 - \text{移輸入率}\}$ で計算されるが、建設部門の輸移入率は0のため自給率は100%となり、その結果、市内最終需要増加額は100億円と推計される。

② 原材料誘発額、粗付加価値誘発額、雇用者所得誘発額の推計

直接効果による原材料誘発額、粗付加価値誘発額、雇用者所得誘発額を投入係数表を使って求める。今回は建設部門に最終需要が発生しているため、使用する係数は投入係数表の建設部門の係数となる。

この結果、直接効果による原材料誘発額は 54.3 億円、粗付加価値誘発額は 45.7 億円、雇用者所得誘発額は 35.1 億円であると推計される。

直接効果による誘発額

	建設 投入係数		市内最終需要 増加額		誘発額
農林水産業	0.00101	×	100	=	0.10
鉱業	0.00470				0.47
製造業	0.28263				28.26
建設	0.00191				0.19
電力・ガス・水道	0.00542				0.54
商業	0.07415				7.42
金融・保険	0.01330				1.33
不動産	0.00506				0.51
運輸・郵便	0.02646				2.65
情報通信	0.00883				0.88
公務	0.00000				0.00
サービス	0.10402				10.40
分類不明	0.01554				1.55
内生部門計	0.54303				54.30
雇用者所得	0.35108				35.11
粗付加価値部門計	0.45697				45.70
市内生産額	1.00000				100.00

原材料誘発額	54.30
粗付加価値誘発額	45.70
雇用者所得誘発額	35.11
生産誘発額	100.00

5.3.3 第 1 次波及効果の推計

③ 市内需要増加額の推計

関連産業へ 54.3 億円の原材料需要が生じたが、これは全て市内で調達されるわけではなく、一部は市外から調達（移輸入）される。このため、各産業部門別の原材料誘発額にそれぞれの自給率を乗じて、市内産業の需要増加額を求める。

④ 生産誘発額の推計

③で求めた 20.22 億円の市内需要の増加は、そのための新たな原材料需要を発生させ、それを充足させるためにさらに生産が行われるというように、次々と生産が波及していく。これらの生産誘発額は市内需要増加額に逆行列係数を乗じて求められるが、ここでの計算は行列計算となる。

※ 第 1 行「農業」の計算例を示すと、次のようになる（網掛け部分）。

生産誘発額（0.47 億円）＝1.078671×0.17 億円＋0.003136×0.01 億円＋・・・＋0.001577
×1.29 億円

原材料誘発額のうちの市内需要増加額

	原材料 誘発額		自給率		市内需要 増加額
農林水産業	0.1		0.3100		0.03
鉱業	0.5		0.1480		0.07
製造業	28.3		0.0917		2.59
建設	0.2		1.0000		0.19
電力・ガス・水道	0.5		0.2268		0.12
商業	7.4	×	0.7795	=	5.78
金融・保険	1.3		0.4631		0.62
不動産	0.5		0.8911		0.45
運輸・郵便	2.6		0.5736		1.52
情報通信	0.9		0.4437		0.39
公務	0.0		1.0000		0.00
サービス	10.4		0.7040		7.32
分類不明	1.6		0.7326		1.14
合計	54.3		0.5904		20.22

第1次波及効果の生産誘発額

逆行列係数表（抜粋）

	農林 水産業	鉱業	…	サービス	分類不明		市内需要 増加額		生産誘発額
農林水産業	1.03138	0.00051		0.00231	0.00052		0.03		0.12
鉱業	0.00005	1.00006		0.00005	0.00006		0.07		0.07
製造業	0.02181	0.01616		0.01364	0.01281		2.59		2.86
建設	0.01891	0.01449		0.01063	0.00927		0.19		0.46
電力・ガス・水道	0.00353	0.00667		0.00608	0.00471		0.12		0.25
商業	0.05525	0.02761		0.03907	0.02074	×	5.78	=	6.43
金融・保険	0.00388	0.01785		0.00500	0.00985		0.62		0.79
不動産	0.00455	0.00902		0.01445	0.03811		0.45		0.86
運輸・郵便	0.03427	0.20215		0.01335	0.05476		1.52		2.03
情報通信	0.00391	0.00485		0.01773	0.02623		0.39		0.79
公務	0.00306	0.00166		0.00134	0.24896		0.00		0.31
サービス	0.02723	0.05172		1.08107	0.09975		7.32		9.01
分類不明	0.01230	0.00667		0.00538	1.00155		1.14		1.25
							20.22		25.22

第1行「農林水産業」の計算例を示すと、次のようになる（網掛け部分）。

生産誘発額（0.12 億円）

=1.03138×0.03 億円+0.00051×0.07 億円+・・・+0.00231×7.32 億円+0.00052×1.14 億円

⑤ 粗付加価値誘発額及び雇用者所得誘発額の推計

第1次波及効果の中には、原材料となる中間投入の他に、雇用者所得や営業余剰等の粗付加価値が含まれている。粗付加価値誘発額は、各部門の生産誘発額に当該部門の粗付加価値率を乗じて求められ、14.85 億円と推計される。同様に、各部門の生産誘発額に当該部門の雇用者所得率を乗じた雇用者所得誘発額は、8.74 億円となる。

第1次波及効果に伴う粗付加価値誘発額と雇用者所得額

	生産誘発額		粗付加価値率	雇用者所得率		粗付加価値額	雇用者所得額
農林水産業	0.12		0.51316	0.10221		0.06	0.01
鉱業	0.07		0.40962	0.33035		0.03	0.02
製造業	2.86		0.40179	0.23016		1.15	0.66
建設	0.46		0.45697	0.35108		0.21	0.16
電力・ガス・水道	0.25		0.40857	0.11654		0.10	0.03
商業	6.43	×	0.67458	0.41440	=	4.34	2.66
金融・保険	0.79		0.66014	0.33220		0.52	0.26
不動産	0.86		0.78821	0.06550		0.68	0.06
運輸・郵便	2.03		0.51380	0.32214		1.04	0.65
情報通信	0.79		0.47834	0.17095		0.38	0.13
公務	0.31		0.66777	0.36928		0.21	0.11
サービス	9.01		0.62767	0.43665		5.65	3.93
分類不明	1.25		0.38533	0.03446		0.48	0.04
内生部門計	25.2					14.85	8.74

5.3.4 第2次波及効果の推計

⑥ 雇用者所得による民間消費支出増加額の推計

直接効果及び第1次波及効果により 43.85 億円（35.11 億円+8.74 億円）の雇用者所得が誘発されているが、これは貯蓄される部分を除くと新たな消費支出を喚起することになる。この消費に向けられる比率を消費転換率というが、これは総務省の「家計調査」の結果から推計される。ここでは、平成28年「家計調査」による熊本市勤労者世帯の「消費支出÷実収入」を用いて 0.661632 と推計する。この 0.661632 を雇用者所得誘発額 43.85 億円に乘じると、新たに民間消費支出が 29.01 億円増加することがわかる。

$$\begin{aligned}\text{民間消費支出増加額} &= \text{雇用者所得} \times \text{消費転換率} \\ &= 43.85 \text{ 億円} \times 0.661632 = 29.01 \text{ 億円}\end{aligned}$$

⑦ 産業部門ごとの民間消費支出増加額の推計

民間消費支出の増加分は、再び生産を誘発するが、それがどのような財・サービスにいくら支出されるのか（これを「消費パターン」という）は、取引基本表の民間消費支出の構成比と同じと仮定して推計する。

産業部門別民間消費支出増加額

	消費パターン		民間消費支出 増加額		部門別消費支出 増加額
農林水産業	0.01634				0.47
鉱業	0.00000				0.00
製造業	0.20355				5.91
建設	0.00000				0.00
電力・ガス・水道	0.02886				0.84
商業	0.16073	×	29.01	=	4.66
金融・保険	0.05916				1.72
不動産	0.20662				5.99
運輸・郵便	0.04098				1.19
情報通信	0.03196				0.93
公務	0.00367				0.11
サービス	0.24813				7.20
分類不明	0.00000				0.00
内生部門計	1.00000				29.01

⑧ 市内需要増加額の推計

上記の増加額も、すべてが市内に波及するわけではないため、ここでもこれまで同様に自給率を乗じて市内需要増加額を求める。

⑨ 生産誘発額の推計

民間消費支出が増加した場合に、それが市内生産額をどのくらい誘発するかは、第1次間接効果と同様、市内需要増加額に逆行列係数を乗じて求められる。こうして求めた生産誘発額は、22.90億円となる。

民間消費支出増加額のうちの市内需要増加額

	部門別消費支出 増加額		自給率		市内需要 増加額
農林水産業	0.47		0.3100		0.15
鉱業	0.00		0.1480		0.00
製造業	5.91		0.0917		0.54
建設	0.00		1.0000		0.00
電力・ガス・水道	0.84		0.2268		0.19
商業	4.66	×	0.7795	=	3.64
金融・保険	1.72		0.4631		0.79
不動産	5.99		0.8911		5.34
運輸・郵便	1.19		0.5736		0.68
情報通信	0.93		0.4437		0.41
公務	0.11		1.0000		0.11
サービス	7.20		0.7040		5.07
分類不明	0.00		0.7326		0.00
内生部門計	29.01		0.5904		16.92

第2次波及効果の生産誘発額

逆行列係数表（抜粋）

	農林 水産業	鉱業	…	サービス	分類不明		市内需要 増加額		生産誘発額
農林水産業	1.03138	0.00051		0.00231	0.00052		0.15		0.18
鉱業	0.00005	1.00006		0.00005	0.00006		0.00		0.00
製造業	0.02181	0.01616		0.01364	0.01281		0.54		0.69
建設	0.01891	0.01449		0.01063	0.00927		0.00		0.46
電力・ガス・水道	0.00353	0.00667		0.00608	0.00471		0.19		0.28
商業	0.05525	0.02761		0.03907	0.02074	×	3.64	=	4.02
金融・保険	0.00388	0.01785		0.00500	0.00985		0.79		1.09
不動産	0.00455	0.00902		0.01445	0.03811		5.34		5.71
運輸・郵便	0.03427	0.20215		0.01335	0.05476		0.68		0.97
情報通信	0.00391	0.00485		0.01773	0.02623		0.41		0.70
公務	0.00306	0.00166		0.00134	0.24896		0.11		0.13
サービス	0.02723	0.05172		1.08107	0.09975		5.07		6.26
分類不明	0.01230	0.00667		0.00538	1.00155		0.00		0.10
							16.92		20.57

⑩ 粗付加価値誘発額及び雇用者所得誘発額の推計

第1次波及効果と同様、各部門の生産誘発額に当該部門の粗付加価値率及び雇用者所得率を乗じて、粗付加価値誘発額及び雇用者所得誘発額を求める。

第2次波及効果は、民間消費支出増加→生産誘発→雇用者所得誘発→民間消費支出増加というメカニズムをとおして、理論上は波及が0になるまで続くと考えられるが、2回目以降は急速に効果が低下することもあり、第2次波及効果の測定は1回のみとする。

第2次波及効果に伴う雇用者所得誘発額

	生産誘発額		粗付加価値率	雇用者所得率		粗付加価値額	雇用者所得額
農林水産業	0.18		0.51316	0.10221		0.09	0.02
鉱業	0.00		0.40962	0.33035		0.00	0.00
製造業	0.69		0.40179	0.23016		0.28	0.16
建設	0.46		0.45697	0.35108		0.21	0.16
電力・ガス・水道	0.28		0.40857	0.11654		0.11	0.03
商業	4.02	×	0.67458	0.41440	=	2.71	1.67
金融・保険	1.09		0.66014	0.33220		0.72	0.36
不動産	5.71		0.78821	0.06550		4.50	0.37
運輸・郵便	0.97		0.51380	0.32214		0.50	0.31
情報通信	0.70		0.47834	0.17095		0.33	0.12
公務	0.13		0.66777	0.36928		0.09	0.05
サービス	6.26		0.62767	0.43665		3.93	2.73
分類不明	0.10		0.38533	0.03446		0.04	0.00
内生部門計	20.6					13.50	5.99

5.3.5 まとめ

以上の事例で得られた経済波及効果をまとめると、下表のとおりである。このように、熊本市で100億円の建設投資が行われた場合、究極的な市内生産額（生産誘発額）は当初投入された額の1.46倍にあたる145.79億円増加することになる。

建設投資の経済波及効果

最終需要増加額	100.00
---------	--------

	生産誘発額	粗付加価値誘発額	雇用者所得誘発額
直接効果	100.00	45.70	35.11
第一次波及効果	25.22	14.85	8.74
第二次波及効果	20.57	13.50	5.99
総合効果	145.79	74.05	49.84
波及効果倍率	1.46		