

国際間地域間産業連関表の 作成方法

桑森 啓・玉村 千治

はじめに

本章では、国際間地域間産業連関表（国際間地域間表）の作成方法について、先行研究のレビューを通じて検討する。本研究で予定している日本アジア国際間地域間産業連関表（日アジア国際間地域間表）の作成は、アジア国際産業連関表（アジア表）の日本部分をいくつかの国内地域に分割し、国内地域同士および国内地域と他の内生国を地域間取引マトリクスおよび貿易マトリクスを通じて連結することによって行われる。したがって、本研究における国際間地域間表の作成の核心は、日本の産業連関表（日本表）を分割して地域間産業連関表（地域間表）を作成することにあると言ってよい¹⁾。

そこで以下では、まず国際間地域間表の概要について説明した後、その理論的基礎となっている地域間産業連関モデルについて議論し、本研究で適用する作成方法を明らかにする。なお、応用例は、本研究における地域分割の対象国である日本における推計方法に関する先行研究をおもに取り上げる。

1) 実際には、日本部分を地域間表に分割するだけではなく、日本の各地域と他の内生（対象）国との貿易取引の推計（貿易マトリクスの作成）という作業も存在するが、地域間表の作成に際しての日本国内の地域間取引の推計方法を援用するため、本章では地域間表の作成方法に絞って検討を行う。

まず、国際間地域間表がどのようなものかについて確認しておきたい。

図1-1は、最も単純な2カ国 (α 国, β 国), 国内2地域 (α_1 と α_2 , β_1 と β_2), 2産業部門 (部門1, 部門2) からなる国際間地域間表のレイアウトである。通常
の国際産業連関表 (国際表) や地域間表であれば, α 国と β 国の間の貿易取引
(z_{ij}^{rs} , f_i^{rs} ($r \neq s$; $r, s = \alpha, \beta$; $i, j = 1, 2$)) あるいは国内地域 α_1 (β_1) と α_2 (β_2) の
間の地域間交易 ($z_{ij}^{r_k r_l}$, $f_i^{r_k r_l}$ など $z_{ij}^{r_k r_l}$ ($k \neq l$; $k, l, i, j = 1, 2$)) のみを把握する
ことができるが, 図1-1に示される通り, 国際間地域間表の場合, より詳細に,
 α 国の国内地域 (α_1 , α_2) と β 国の国内地域 (β_1 , β_2) との取引関係
($z_{ij}^{r_k s_l}$, $f_i^{r_k s_l}$ ($r \neq s$; $r, s = \alpha, \beta$; $k, l, i, j = 1, 2$)) まで把握することが可能となる。

しかし, 国際表に含まれるすべての国について, 地域間取引に関する情報が得られるとは限らない。むしろ, EUなどのように, 各国間で作成する統計が統一されている場合を除き, すべての対象国の国内地域間取引に関する情報が得られることは稀である。このように, 対象国すべてではなく, 特定国の国内地域間取引に関する情報のみが得られる場合の国際間地域間表のイメージを示したものが図1-2である。図1-2からは, α 国については国内地域間取引が把握可能であるが, β 国については国レベルの産業間取引しか把握できないことがわかる。図1-2のケースでは, β 国においては地域レベルの分析は行うことはできないが, たとえば β 国において発生したショックが α 国の各地域に及ぼす影響を細かく分析することができる。したがって, たとえ特定国の国内地域間取引のみが把握可能な非対称な国際間地域間表であっても, 有益な情報を得ることができ, 利用価値は高いと考えられる。

図1-1 国際間地域間産業連関表のレイアウト(2国2地域2部門のケース)

		中間需要(z)						最終需要(f)				総産出(x)			
		α国			β国			α国		β国					
		地域α ₁		地域α ₂	地域β ₁		地域β ₂	地域α ₁	地域α ₂	地域β ₁	地域β ₂				
α国	部門1	$z_{11}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{12}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{11}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{12}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{11}^{\alpha\beta_1}$	$z_{12}^{\alpha\beta_1}$	$z_{11}^{\alpha\beta_2}$	$z_{12}^{\alpha\beta_2}$	$f_1^{\alpha\alpha_1}$	$f_2^{\alpha\alpha_1}$	$f_1^{\alpha\beta_1}$	$f_2^{\alpha\beta_1}$	$x_1^{\alpha_1}$	$x_2^{\alpha_1}$
	部門2	$z_{21}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{22}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{21}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{22}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{21}^{\alpha\beta_1}$	$z_{22}^{\alpha\beta_1}$	$z_{21}^{\alpha\beta_2}$	$z_{22}^{\alpha\beta_2}$	$f_1^{\alpha\alpha_2}$	$f_2^{\alpha\alpha_2}$	$f_1^{\alpha\beta_1}$	$f_2^{\alpha\beta_1}$	$x_1^{\alpha_2}$	$x_2^{\alpha_2}$
β国	部門1	$z_{11}^{\beta\alpha_1}$	$z_{12}^{\beta\alpha_1}$	$z_{11}^{\beta\alpha_2}$	$z_{12}^{\beta\alpha_2}$	$z_{11}^{\beta\beta_1}$	$z_{12}^{\beta\beta_1}$	$z_{11}^{\beta\beta_2}$	$z_{12}^{\beta\beta_2}$	$f_1^{\beta\alpha_1}$	$f_2^{\beta\alpha_1}$	$f_1^{\beta\beta_1}$	$f_2^{\beta\beta_1}$	$x_1^{\beta_1}$	$x_2^{\beta_1}$
	部門2	$z_{21}^{\beta\alpha_1}$	$z_{22}^{\beta\alpha_1}$	$z_{21}^{\beta\alpha_2}$	$z_{22}^{\beta\alpha_2}$	$z_{21}^{\beta\beta_1}$	$z_{22}^{\beta\beta_1}$	$z_{21}^{\beta\beta_2}$	$z_{22}^{\beta\beta_2}$	$f_1^{\beta\alpha_2}$	$f_2^{\beta\alpha_2}$	$f_1^{\beta\beta_1}$	$f_2^{\beta\beta_1}$	$x_1^{\beta_2}$	$x_2^{\beta_2}$
付加価値(v)		$v_1^{\alpha_1}$	$v_2^{\alpha_1}$	$v_1^{\alpha_2}$	$v_2^{\alpha_2}$	$v_1^{\beta_1}$	$v_2^{\beta_1}$	$v_1^{\beta_2}$	$v_2^{\beta_2}$	$f_1^{\beta\alpha_1}$	$f_2^{\beta\alpha_1}$	$f_1^{\beta\beta_1}$	$f_2^{\beta\beta_1}$	$x_1^{\beta_1}$	$x_2^{\beta_1}$
総投入(x)		$x_1^{\alpha_1}$	$x_2^{\alpha_1}$	$x_1^{\alpha_2}$	$x_2^{\alpha_2}$	$x_1^{\beta_1}$	$x_2^{\beta_1}$	$x_1^{\beta_2}$	$x_2^{\beta_2}$	$f_1^{\beta\alpha_1}$	$f_2^{\beta\alpha_1}$	$f_1^{\beta\beta_1}$	$f_2^{\beta\beta_1}$	$x_1^{\beta_1}$	$x_2^{\beta_1}$

(注) 図中の表記の意味は、以下の通りである。

$z_{ij}^{\alpha\beta}$: r国k地域のi産業とs国l地域のj産業との中間取引($r, s = \alpha, \beta; k, l, i, j = 1, 2$)

$f_i^{\alpha\beta}$: r国k地域のi産業に対するs国l地域の最終需要($r, s = \alpha, \beta; k, l, i = 1, 2$)

v_i^{α} : r国k地域におけるi産業の付加価値額($r = \alpha, \beta; k, i = 1, 2$)

x_i^{α} : r国k地域におけるi産業の国内生産額($r = \alpha, \beta; k, i = 1, 2$)

(出所) 筆者作成。

図1-2 国際間地域間産業連関表のレイアウト(1国のみが2地域に分割可能なケース)

中間投入 (z)		中間需要 (z)				最終需要 (f)		総産出 (x)	
		α 国		β 国		α 国			β 国
		地域 α_1		地域 α_2		地域 α_1	地域 α_2		
		部門1	部門2	部門1	部門2	部門1	部門2		
α 国	地域 α_1	部門1	$z_{11}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{11}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{11}^{\beta\alpha_1}$	$z_{11}^{\beta\alpha_2}$	$f_1^{\alpha\alpha_1}$	$f_1^{\alpha\alpha_2}$	$x_1^{\alpha_1}$
		部門2	$z_{21}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{21}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{21}^{\beta\alpha_1}$	$z_{21}^{\beta\alpha_2}$	$f_2^{\alpha\alpha_1}$	$f_2^{\alpha\alpha_2}$	$x_2^{\alpha_1}$
	地域 α_2	部門1	$z_{11}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{11}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{11}^{\beta\alpha_1}$	$z_{11}^{\beta\alpha_2}$	$f_1^{\alpha\alpha_1}$	$f_1^{\alpha\alpha_2}$	$x_1^{\alpha_2}$
		部門2	$z_{21}^{\alpha\alpha_1}$	$z_{21}^{\alpha\alpha_2}$	$z_{21}^{\beta\alpha_1}$	$z_{21}^{\beta\alpha_2}$	$f_2^{\alpha\alpha_1}$	$f_2^{\alpha\alpha_2}$	$x_2^{\alpha_2}$
β 国	部門1	$z_{11}^{\beta\alpha_1}$	$z_{11}^{\beta\alpha_2}$	$z_{11}^{\beta\beta_1}$	$z_{11}^{\beta\beta_2}$	$f_1^{\beta\alpha_1}$	$f_1^{\beta\alpha_2}$	$f_1^{\beta\beta_1}$	x_1^{β}
	部門2	$z_{21}^{\beta\alpha_1}$	$z_{21}^{\beta\alpha_2}$	$z_{21}^{\beta\beta_1}$	$z_{21}^{\beta\beta_2}$	$f_2^{\beta\alpha_1}$	$f_2^{\beta\alpha_2}$	$f_2^{\beta\beta_1}$	x_2^{β}
付加価値 (v)		$v_1^{\alpha_1}$	$v_2^{\alpha_1}$	$v_1^{\alpha_2}$	$v_2^{\alpha_2}$	v_1^{β}	v_2^{β}		
総投入 (x)		$x_1^{\alpha_1}$	$x_2^{\alpha_1}$	$x_1^{\alpha_2}$	$x_2^{\alpha_2}$	x_1^{β}	x_2^{β}		

(注) 図中の表記の意味は、以下の通りである。

$z_{ij}^{\alpha\alpha_1}$: α 国 k 地域の i 産業と α 国 l 地域の j 産業との国内中間取引 ($k, l, i, j = 1, 2$)

$z_{ij}^{\alpha\alpha_2}$: α 国 k 地域の i 産業と β 国の j 産業との中間取引 ($k, i, j = 1, 2$)

$z_{ij}^{\beta\alpha_1}$: β 国の i 産業と j 産業との国内中間取引 ($i, j = 1, 2$)

$z_{ij}^{\beta\alpha_2}$: α 国 k 地域の i 産業に対する β 国の最終需要 ($k, i = 1, 2$)

$f_i^{\beta\beta}$: β 国の i 産業に対する国内査収需要 ($i, j = 1, 2$)

v_i^{α} : β 国における i 産業の付加価値額 ($i = 1, 2$)

x_i^{β} : β 国における i 産業の国内生産額 ($i = 1, 2$)

(出所) 筆者作成。

$z_{ij}^{\beta\beta}$: β 国の i 産業と α 国 l 地域の j 産業との中間取引 ($l, i, j = 1, 2$)

$f_i^{\alpha\alpha_1}$: α 国 k 地域の i 産業に対する α 国 l 地域の国内最終需要 ($k, l, i = 1, 2$)

$f_i^{\beta\alpha_1}$: β 国の i 産業に対する α 国 l 地域の最終需要 ($l, i = 1, 2$)

v_i^{α} : α 国 k 地域における i 産業の付加価値額 ($k, i = 1, 2$)

x_i^{α} : α 国 k 地域における i 産業の国内生産額 ($k, i = 1, 2$)

2 国際間地域間産業連関表の作成方法

2-1. アイサード・モデル

図1-1および図1-2で示される国際間地域間表は、アイサード (Isard 1951) が提示した「地域間産業連関モデル」(Interregional Input-Output Model: IRIO) が基礎になっている。図1-3は、3つの国内地域と2つの産業部門からなるアイサードが示した地域間表のイメージである。図1-1および図1-2の国際間地域間表は、IRIOにおける部門別国内相手地域別の国内地域間取引を、国際間の貿易取引にも拡張したものである。

アイサードによるモデルの最大の特徴は、地域の異質性に注目している点である。すなわち、地域間産業連関モデルでは、各地域で生産される財・サービスは、たとえ同じ産業の生産物であっても、異なる地域で生産されたものは異なる財・サービスであって、それらの間には代替性はないとみなされる (Isard 1951, 320)。したがって、このモデルに基づいて作成される地域間産業連関表は、図1-3に示されるすべての取引に関する情報を収集することが必要となる²⁾。

2-2. 多地域間産業連関モデル

上述の通り、地域間産業連関モデルに基づく地域間表を作成する場合は、一国内のすべての地域間・産業間の取引についての情報を収集することが必要となる。しかしながら、すべての取引を調査して表を作成することは膨大なコストを要することになり現実的ではないため、一定の仮定に基づいて、より少ない情報から地域間表を推計する方法が提案されてきた。代表的な推計方法として、①チェネリー＝モーゼス・モデル (Chenery 1953; Moses 1955)、②行係数モデル、③グラビティ・モデル (Leontief and Strout 1963) の3つがあり、これらは「多地域間産業連関モデル」(Multiregional Input-Output Model: MRIO) と呼ばれる³⁾。それぞれのモデルの特徴などを比較したものが表1-1である。

2) Isard(1951), p.324参照。

3) これらの方法は、「ノンサーベイ法」(Non-survey Technique) と呼ばれることもある。

図1-3 地域間産業連関表のレイアウト(国内3地域のケース)

	中間需要(z)						最終需要(f)			輸出(L)	輸入(m) (控除)	総産出(x)
	地域1		地域2		地域3		地域1	地域2	地域3			
	部門1	部門2	部門1	部門2	部門1	部門2						
地域1	部門1	z_{11}^{11}	z_{12}^{12}	z_{11}^{13}	z_{12}^{13}	z_{11}^{13}	f_1^{12}	f_1^{13}	l_1^1	m_1^1	x_1^1	
	部門2	z_{21}^{11}	z_{22}^{12}	z_{21}^{13}	z_{22}^{13}	z_{21}^{13}	f_2^{12}	f_2^{13}	l_2^2	m_2^2	x_2^1	
地域2	部門1	z_{11}^{21}	z_{12}^{22}	z_{11}^{23}	z_{12}^{23}	z_{11}^{23}	f_1^{22}	f_1^{23}	l_1^2	m_1^2	x_1^2	
	部門2	z_{21}^{21}	z_{22}^{22}	z_{21}^{23}	z_{22}^{23}	z_{21}^{23}	f_2^{22}	f_2^{23}	l_2^2	m_2^2	x_2^2	
地域3	部門1	z_{11}^{31}	z_{12}^{32}	z_{11}^{33}	z_{12}^{33}	z_{11}^{33}	f_1^{32}	f_1^{33}	l_1^3	m_1^3	x_1^3	
	部門2	z_{21}^{31}	z_{22}^{32}	z_{21}^{33}	z_{22}^{33}	z_{21}^{33}	f_2^{32}	f_2^{33}	l_2^3	m_2^3	x_2^3	
付加価値(v)		v_1^1	v_2^1	v_1^2	v_2^2	v_1^3	v_2^3					
総投入(x)		x_1^1	x_2^1	x_1^2	x_2^2	x_1^3	x_2^3					

(注) 図中の表記の意味は、以下の通りである。

z_{ij}^{rs} : r 地域の i 産業と s 地域の j 産業との域内中間取引($r, s=1,2,3; i, j=1,2$)

f_i^{rs} : r 地域の i 産業に対する s 地域の域内最終需要($r, s=1,2,3; i=1,2$)

l_i^r : r 地域の i 産業の海外への輸出($r=1,2,3; i=1,2$)

m_i^r : r 地域の i 産業の海外からの輸入($r=1,2,3; i=1,2$)

v_i^r : r 地域における i 産業の付加価値額($r, s=1,2,3; i=1,2$)

x_i^r : β 国における i 産業の国内生産額($r=1,2,3; i=1,2$)

(出所) 筆者作成。

表1-1 多地域間産業連関モデルの比較

	チェネリー＝モーゼス・モデル	行係数モデル	グラビティ・モデル
地域間取引額の推計式	$z_{ij}^{rs} = t_i^{rs} a_{ij}^{ss} z_j^s$	$z_{ij}^{rs} = u_i^{rs} a_{ij}^{ss} z_j^s$	$z_{ij}^{rs} = \frac{z_j^r z_i^s}{z_i^{rr}} \cdot q_j^{rs}$
地域間取引に関する仮定	需要者側が生産物の需要比率および地域間の比率を決定	供給者側が生産物の供給比率および地域間の比率を決定	供給者・需要者ともに供給元および需要先は問題にせず
地域間表作成に必要な情報	・競争輸入型の地域表 ・地域別部門別交易额	・競争輸入型の地域表 ・地域別部門別交易额	・競争輸入型の地域表 ・地域別部門別交易额 ・ q_j^{rs} に関する情報
主な問題点	・交易係数の不安定性	・交易係数の不安定性 ・モデル式における逆行列の非負性の不成立	・交易係数の不安定性 ・モデル式における逆行列の非負性の不成立

(注)推計式における各記号の意味は以下の通りである。

$$t_i^{rs} = \frac{z_i^{rs}}{z_i^s} = \frac{z_i^{rs}}{\sum_r z_i^{rs}} : s \text{ 地域の } i \text{ 産業に対する需要に占める } r \text{ 地域からの移入シェアを表す交易係数 } (r \neq s; r, s=1,2,3; i=1,2)$$

$$\tilde{u}_i^{rs} = \frac{z_i^{rs}}{z_i^r} = \frac{z_i^{rs}}{\sum_s z_i^{rs}} : r \text{ 地域の } i \text{ 産業の供給に占める } s \text{ 地域のシェアに関する情報を表す係数 } (r \neq s; r, s=1,2,3; i=1,2)$$

$$q_j^{rs} : i \text{ 産業の生産物の } 2 \text{ 地域間 } (r, s) \text{ の取引に関する特徴を表す定数 } (r \neq s; r, s=1,2,3; j=1,2)$$

(出所)桑森(2014)表1.4に基づいて作成。

いずれのモデルについても、①競争型の地域産業連関表(地域表)(図1-4参照)と②地域別部門別交易额(移出入額)が最低限必要な情報となる⁴⁾。グラビティ・モデルの場合、これら2つの情報に加えて、③2地域 r と s の間の取引に関する特徴を表す定数に関する情報が必要となるため、グラビティ・モデルは他の2つの

4) 各図の注において言葉で説明しているが⁸⁾、図1-4に示される競争型地域表と図1-3に示されるアイサード・モデルに基づく地域間表の関係を、図中の表記を用いて式で表せば、以下のようになる。

$$\tilde{z}_{ij}^{ss} = \sum_r z_{ij}^{sr}$$

$$\tilde{f}_{ij}^{ss} = \sum_r f_{ij}^{sr}$$

つまり、図1-4(競争型地域表)における中間取引額(左辺: \tilde{z}_{ij}^{ss})および最終需要額(左辺: \tilde{f}_{ij}^{ss})は、地域 s における地域内中間取引額(右辺: z_{ij}^{ss})および地域内最終需要額(右辺: f_{ij}^{ss})に、図1-3(地域間表)における他地域 r からの中間移入額(右辺: $z_{ij}^{sr(s \neq r)}$)および最終需要移入額(右辺: $f_{ij}^{sr(s \neq r)}$)をすべて加えたもの($\sum_r z_{ij}^{sr}$ および $\sum_r f_{ij}^{sr}$)になっている。したがって、図1-4においては、地域間取引は、地域内取引に含まれるため、地域間取引を示す非対角部分は空欄(またはゼロ)となる。

モデルよりも厳しいデータ制約に基づいていることになる。

また、3つのモデルを理論的妥当性から比較すると、行係数モデルとグラビティ・モデルはモデル式における逆行列係数の非負条件が保証されないという問題がある⁵⁾。このため、データ制約およびモデルの理論的妥当性の点からは、チェネリー＝モーゼス・モデルが最も現実的な地域間表の推計方法として広く用いられている。以下では、ほとんど用いられないことのない行係数モデルを除いた2つのモデルの実際の地域間表の作成への適用について、本研究での対象である日本における適用事例を中心に説明する。

(1) チェネリー＝モーゼス・モデル

チェネリー＝モーゼス・モデルに基づいて推計された最も初期の地域間表は、1963年の米国を対象とした表である。この表は、ハーバード大学のプロジェクトにおいて、Polenskeを中心としたグループにより作成されたものであり (Polenske 1970)、さまざまな公共政策の分析に利用されている (Kim, Park and Kwak 1975; Hill 1975, Golladay and Haveman 1977; DiPasquale and Polenske 1980など)。

一方、日本では比較的早い時期から都道府県や市などの自治体レベルの地域表が整備されてきたことから、地域間表の作成も盛んに行われるようになった。特に、1990年代以降は、ほとんどの都道府県について産業連関表が定期的に作成・公表されるようになり、多地域間産業連関モデルを適用した地域間表の作成が行われるようになった。全国を対象とした地域間表では、チェネリー＝モーゼス・モデルの考えに基づいて、国土交通省が作成・公表している「全国貨物純流動調査」(物流センサス)を利用して各財の相手地域別のシェア (t_i^{rs}) を計算している。

5) 桑森 (2014, 14-26) 参照。

図1-4 競争型(移入・輸入)地域産業連関表のレイアウト(国内3地域のケース)

		中間需要(z)						最終需要(f)			輸出(L)	輸入(m) (控除)	総産出(x)
		地域1		地域2		地域3		地域1	地域2	地域3			
		部門1	部門2	部門1	部門2	部門1	部門2						
地域1	部門1	z_{11}^{11}	z_{12}^{11}				\tilde{f}_1^{11}				l_1^1	m_1^1	x_1^1
	部門2	z_{21}^{11}	z_{22}^{11}				\tilde{f}_2^{11}				l_2^2	m_2^2	x_2^1
地域2	部門1		z_{11}^{22}	z_{12}^{22}				\tilde{f}_1^{22}			l_1^2	m_1^2	x_1^2
	部門2		z_{21}^{22}	z_{22}^{22}				\tilde{f}_2^{22}			l_2^2	m_2^2	x_2^2
地域3	部門1					z_{11}^{33} z_{12}^{33}					l_1^3	m_1^3	x_1^3
	部門2					z_{21}^{33} z_{22}^{33}				\tilde{f}_1^{33}	l_2^3	m_2^3	x_2^3
付加価値(v)		v_1^1	v_2^1	v_1^2	v_2^2	v_1^3	v_2^3						
総投入(x)		x_1^1	x_2^1	x_1^2	x_2^2	x_1^3	x_2^3						

(注) 図中の表記の意味は、以下の通りである。

z_{ij}^{rs} : r 地域の i 産業と s 地域の j 産業との移入および輸入も含む中間取引($r, s=1, 2, 3; i, j=1, 2$)

\tilde{f}_i^{rs} : r 地域の i 産業に対する s 地域の移入および輸入も含む最終需要($r, s=1, 2, 3; i=1, 2$)

l_i^r : r 地域の i 産業の海外への輸出($r=1, 2, 3; i=1, 2$)

m_i^r : r 地域の i 産業の海外からの輸入($r=1, 2, 3; i=1, 2$)

v_i^r : r 地域における i 産業の付加価値額($r, s=1, 2, 3; i=1, 2$)

x_i^r : β 国における i 産業の国内生産額($r=1, 2, 3; i=1, 2$)

(出所) 筆者作成。

宮城ほか（2003）は、1995年の47都道府県の産業連関表を45部門に統合し、それらのうち30部門について物流センサスを用いて地域間交易係数を推計し、47都道府県間産業連関表を作成している⁶⁾。人見・Bundistakulchai(2008)は、2000年の都道府県表を48部門に統合した表を用いて、24部門について、宮城ほか（2003）と同様に、物流センサスの情報を用いて地域間交易係数を推計し、47都道府県間産業連関表を作成した。なお、人見・Bundistakulchai(2008)では、物流センサスの情報が利用できない部門については、グラビティ・モデルを適用して地域間交易を推計している。萩原（2011）は、宮城ほか（2003）の方法にない、59部門からなる4時点（1990, 1995, 2000, 2005）の47都道府県間接続産業連関表を作成している。

（2）グラビティ・モデル

チェネリー＝モーゼス・モデル以外にも、グラビティ・モデルを用いて地域間交易を推計し、地域間表を作成する試みが、おもに日本を対象に行われている。

金子（1967）は、「修正グラビティ・モデル」を用いて、チェネリー＝モーゼス・モデルとの関係を明らかにするとともに、1960年の日本の地域間表を利用して地域間交易係数を推計し直し、その妥当性を検討した。推計値を実際の地域間表と比較した結果、「現実の地域間交易構造をかなりうまく説明するのに成功している」(金子 1967, 200) としている。

中野・西村（2007）は、グラビティ・モデルより計算されるある地域から異なる他の2地域への移出額の比を「グラビティ比」と定義し、その値を求めることにより地域間交易を推定する方法を提示した。中野・西村（2007）では、この方法により①名古屋市、②名古屋以外の愛知県、③愛知県以外の地域の3地域間表を作成し、名古屋市が他の地域に与える生産誘発効果を試算している。ただし、彼らの方法では、地域間交易がマイナスの値を取る可能性を排除できず、実際に推計した地域間交易額にマイナス値が生じていることが報告されている（中野・西村 2007, 52）。

6) 宮城ほか（2003）では、物流センサスの対象外である産業については、一定の仮定を置いたり、他の統計情報（国勢調査など）を用いて、地域間交易を推計している。

山田(2013)およびYamada(2015)では、グラビティ・モデルを推定して各部門の地域間交易係数を推定し、その上でRAS法による調整を行って地域間交易額を推計するという「グラビティ-RAS法」により、2005年の愛知県や東海地方を小地域に分割した地域間表を推計している⁷⁾。また、Gabela(2020)は2005年の日本の地域間表から複数のグラビティ-RAS法を用いて推計し直し、各推計方法の評価を試みている。

これら日本を対象として、グラビティ・モデルを用いて地域間表を作成する際には、いずれもパラメータの推定に際して、通商産業省(現 経済産業省)が作成・公表した9地域からなる地域間産業連関表を利用している。上述の通り、通商産業省(経済産業省)は、非常に早い時期から全国を対象とした地域間表の作成・公表を行ってきたことから、グラビティ・モデルによる地域間交易の推計に際しての不可欠のデータとして用いられてきた。しかしながら、通商産業省(経済産業省)による地域間表の作成は不定期に行われており、かつ2005年以降は作成が行われていない。その後経済産業研究所が2011年表を作成しているが、より直近の地域間表を作成するために利用することは難しい。一方で、前項で議論したチェネリー=モーゼス・モデルに基づく地域間表の作成に際しては、国土交通省が毎年作成・公表している物流センサスを利用して地域間交易を推計することができる。したがって、この点において日本を対象とした地域間表の作成においては、データ制約が緩やかであることから、チェネリー=モーゼス・モデルがグラビティ・モデルと比較してより現実的な方法であると考えられる。

2-3. その他の作成方法

多地域間産業連関モデル以外の地域間表の作成方法としては、Wilson(1970)によるエントロピー法やSchaffer and Chu(1969)によるLocation Quotient(LQ)などに基づく方法があるが、ここでは、比較的多く利用されているLQによる地域間表の推計について、日本における応用例を中心に議論する。

7) 山田(2013)は、愛知県内を名古屋市とそれ以外の3地域に分割した愛知県内の地域間表を作成し、Yamada(2015)は、愛知県、岐阜県、三重県の3県の4地域からなる東海地方の地域間表を作成している。

(1) Location Quotientの基本的概念

Location Quotient(LQ) は、ある国内地域の産業が、国全体と比較した場合の相対的な重要度を表す指標であり、元来ある地域の輸出(移出)を推計するために考案された概念であるが(Schaffer and Chu 1969, 85)、一国の産業連関表(一国表)から地域表を調査によらず作成する方法として、広く用いられてきた。

国内地域 r における産業 j の産業 i からの域内投入係数(a_{ij}^{rr})は、一国表の投入係数(a_{ij})から、次式によって推計されるとする。

$$(1.1) \quad a_{ij}^{rr} = c_{ij}^{rr} a_{ij}$$

ただし、

a_{ij}^{rr} : 地域 r における産業 j の産業 i からの域内投入係数

c_{ij}^{rr} : 地域 r における産業 j の同地域における産業 i からの投入シェア
(交易係数)

a_{ij} : 国全体における産業 j の産業 i からの投入係数

すなわち、地域 r における域内投入係数(a_{ij}^{rr})は、全国における同産業間の投入構造(a_{ij})に、同地域 r の産業からの投入シェア(c_{ij}^{rr})を乗じることによって求められる。この域内産業からの投入シェア c_{ij}^{rr} を求めるために広く用いられてきたのがLQによる方法である。その手順は以下の通りである。

ある地域における産業の相対的な重要度は、その産業が国全体と比較して、その地域にどの程度集中しているか(localized)によって計測される。図1-4の表記(notation)を用いれば、地域 r の第 i 産業のLQは、次式ようになる。

$$(1.2) \quad LQ_i^r = \frac{x_i^r/x^r}{x_i/x}$$

ただし、

x_i^r : 地域 r における第 i 産業の生産額

$x^r = \sum_i x_i^r$: 地域 r における全産業の生産額

$x_i = \sum_r x_i^r$: 国全体における第 i 産業の生産額

$x = \sum_i \sum_r x_i^r$: 国全体における全産業の生産額(国内生産額)

である⁸⁾。

(1.2) 式の分子は、地域 r における第 i 産業の生産額が、同地域における全産業の生産額に占めるシェアを表している。一方、(1.2) 式の分母は、国全体における第 i 産業の生産額が、同国における全産業の生産額（国内生産額）に占めるシェアを表している。LQの値により、地域 r は、以下の表1-2のように特徴づけることができる。

表1-2 LQの値による地域の特徴づけ

LQの値	地域 r の特徴
$LQ_i^r \geq 1$	地域 r は、国全体よりも第 i 産業の集中度あるいは第 i 産業への特化度が高い。
$LQ_i^r < 1$	地域 r は、国全体よりも第 i 産業の集中度あるいは第 i 産業への特化度が低い。

(出所)筆者作成。

この指標を用いて、地域 r における地域内取引を表す地域内投入係数 (a_{ij}^r) は、以下のように計算される。

$$(1.3) \quad a_{ij}^r = c_{ij}^r a_{ij} = \begin{cases} LQ_i^r \cdot a_{ij} & \text{if } LQ_i^r < 1 \\ a_{ij} & \text{if } LQ_i^r \geq 1 \end{cases}$$

ただし、

$a_{ij} = \tilde{z}_{ij}/x_j$ ： 国全体の第 j 産業の第 i 産業からの投入構造を表す投入係数である。

すなわち、地域 r における第 i 産業の集中度が国全体よりも低い場合は、国全体と比較した場合の地域 r における第 i 産業の集中度の指標である LQ_i^r を国全体の第 i 産業の投入係数 a_{ij} に乘じることにより調整したものを地域 r における地域内投入係数とし、反対に地域 r における第 i 産業の集中度が国全体よりも高い場合は、国全体の第 i 産業の投入係数を地域 r における地域内投入係数として用いている。集中度が国と同程度か、あるいは国よりも高い場合に、国全体の投入係数をその地域の投入構造として用いることは、国全体の水準を上回る生産は、その地域に

8) 生産額ではなく、雇用者数を用いて、特化の度合いを計算する場合もある (Hewings, Okuyama and Sonis 2002など)。

おける「余剰」生産 (regional “surplus”) と考え、余剰分は地域内では需要されず、他の地域に移出されると仮定していることになる (Miller and Blair 2009, 350)。

LQを用いた地域内取引構造の推計は、一國表の情報のみを用いることができるというデータ利用上の利点や計算の容易さから、広く利用されるとともに、さまざまなバリエーションが提案されてきた。たとえば、Consad Research Corporation(1967) は、LQにおけるシェアの推計に際し、 i 産業から投入している産業のみを集計対象とするPurchase-Only Location Quotient(PLQ)を提案している。

また、地域の移入を決定する上では、購入する産業の相対的な規模が重要であるにもかかわらず、LQは供給側の産業 (i 産業) のみを考慮しているという問題に対応するため、購入産業のシェアで供給産業のシェアを除したCross-Industry Quotient(CIQ)などの指標も提案されている (Morrison and Smith 1974)。

この他にも、Round(1978)によるSemilogarithmic Quotient(SLQ)、Flegg, Webber and Elliott(1995)によるFlegg’s Location Quotient(FLQ)、Flegg and Webber(2000)によるAugmented Flegg’s Location Quotient(AFLQ)などの指標が提案されている。

Morrison and Smith(1974)やRound(1978)、Flegg and Tohmo(2016)などは、これらの指標を用いて実際に一國表から地域表を推計し、各指標に基づいた推計方法のパフォーマンス比較を行っている。Morrison and Smith(1974)は、8種類のnon-survey techniquesを用いて、英国の1963年の一國表からPeterboroughという都市の1968年の地域表の推計を行った結果、RAS法が最も予測精度が高く、次いでLQの予測精度が高かったという結果を得ている。Round(1978)は、1960年の英国の社会会計表 (Social Accounting Matrix, SAM) から、5種類のnon-survey techniquesを用いてウェールズ地域の表の推計を行っている。Round(1978)では、各推計方法の間に明確な優劣は見出されなかったが、各部門の現実値からの乖離を計測した結果、どの推計方法も乖離の傾向が似通っていることが明らかとなっている。Flegg and Tohmo(2016)は、4種類の異なる推計方法を用いて2002年のフィンランドの20の地域の投入構造を推計し、各方法のパフォーマンス比較を行った結果、FLQが他の方法と比較してはるかに高い予測精度を示したことを報告している。

また、Lamonica and Chelli(2018) は、LQやその関連指標を地域表ではなく国際表の推計に応用した結果、①LQが最も頑健な推計方法であること、②LQを含むいくつかの推計方法では、予測精度は投入係数の値が小さい(ゼロに近い)取引の割合が高いほどその精度は低下する傾向にあること、③FLQおよびAFLQについては、一定の状況下においてこうした傾向が当てはまらないことを明らかにしている。

(2) 地域間取引の推計への応用

地域間表を作成するためには、地域内取引だけでなく、地域間の取引についても推計を行う必要がある。Round(1978) は、従来は地域内の投入構造を推計するための指標であるLQを用いて、2地域間の取引の推計に応用する方法を提示した。

いま、1国が r と s の2つの地域により構成されていると仮定する。(1.3)式より、地域 r における産業 i について、LQの値が1以上である場合($LQ_i^r \geq 1$)、(1.1)式におけるLQの定義より、地域 s における産業 i のLQの値は、1よりも小さくなる($LQ_i^s < 1$)。したがって、(1.3)式より地域 s において、 $c_{ij}^{ss} = LQ_i^s$ が成立する。このとき、2地域間 r と s の間の地域間交易係数は、以下のように決定される。

$$(1.4) \quad c_{ij}^{rs} = 1 - c_{ij}^{ss} = 1 - LQ_i^s \quad \text{かつ} \quad c_{ij}^{sr} = 0$$

(1.4)式より、2地域間の取引の方向とその大きさを、大まかではあるが把握することが可能となる。石川(2004)および野村ほか(2011)は、この考え方をベースとして、地域間取引を推計し、それぞれ愛知県と山口県を小地域に分割した地域間表を作成している⁹⁾。

石川(2004)は、LQを用いて愛知県の地域間表を作成し、中部国際空港整備事業の経済効果を計測している。石川(2004)では、愛知県の2地域(「知多地域」および「知多以外の愛知」と「愛知以外の全国」の3地域の地域間交易係数を、

9) このほか、米国ではHewings, Okuyama and Sonis(2002)が、シカゴ都市圏を対象として、LQを用いて4つの地域(Region 1 (Loop & North Side), Region 2 (South Side), Region 3 (West Side), Region 4 (Suburbs))に分割した地域間表を作成している。

LQを用いて推計している。愛知県の2地域については同じ愛知県に包含されるため、通常のLQによる方法で推計が可能であるが、県外との取引については、これら2地域を内包する愛知県全体の移入係数を乗じて交易構造を修正することにより推計を行っている。

野村ほか（2011）では、山口県を対象とした4地域（山口市、萩市、その他山口県、山口県外）の地域間表を、LQを利用して推計し、周遊観光がもたらす経済効果の計測を試みている。野村ほか（2011）では各地域の地域間交易を、①山口県と山口県以外、②山口市と山口市以外の山口県、③萩市と山口市・萩市を除く山口県、の3段階に分けてLQを適用して推計している。

ただし、(1.4)式や上の例からみてもわかるように、Round(1978)の方法は、基本的に2地域間の取引を想定したものであり、それぞれの地域ペアについて交易係数を推計する必要があるため、対象地域が増加すると飛躍的に計算量が多くなる。そのため、上に挙げた石川（2004）および野村ほか（2011）で作成される表も地域数はそれぞれ3地域および4地域に限定されており、地域数が多い場合には適用することは難しいと言える。

おわりに

本章では、本研究で作成する国際間地域間表について説明した後、その作成方法について、おもに地域間表の作成方法に関する研究レビューを通じて検討を行った。検討の結果、日本を対象とした本研究においては、代表的な多地域間産業連関モデルであるチェネリー＝モーゼス・モデルに基づく方法が、最も現実的かつ適切であることが示唆された。

次章では、本章の検討に基づいて、実際にアジア表における日本部分を分割することにより、国際間地域間表を作成した手順や、作成上の課題について議論する。

〔参考文献〕

〈日本語文献〉

- 石川良文 2004.「Nonsurvey手法を用いた小都市圏レベルの3地域間産業連関モデル」土木学会編『土木学会論文集』(758)(4月): 45-55.
- 金子敬生 1967.「地域連関のグラビティ・モデル」金子敬生著『経済変動と産業連関』新評論(9月), 185-215.
- 桑森啓 2014.「国際産業連関表の理論的基礎」玉村千治・桑森啓編『国際産業連関分析論——理論と応用』研究双書No.609, アジア経済研究所, 11-40.
- 中野諭・西村一彦 2007.「地域産業連関表の分割における多地域間交易の推定」環太平洋産業連関分析学会編『産業連関』15(3)(10月): 44-53.
- 野村淳一・木下真・齋藤英智・朝日幸代 2011.「山口県4地域間産業連関表を用いた周遊観光が及ぼす経済効果」環太平洋産業連関分析学会編『産業連関』19(3)(11月): 72-93.
- 萩原泰治 2011.「47都道府県間接続産業連関表の作成と分析」『神戸大学経済学研究年報』58: 33-46.
- 人見和美・Pongsun Bundisakulchai 2008.「47都道府県多地域間産業連関表の開発——内部・外部乗数による都道府県間生産誘発構造の分析」研究報告 Y7035, 電力中央研究所社会経済研究所.
- 宮城俊彦・石川良文・由利昌平・土屋和之 2003.「地域内産業連関表を用いた都道府県間産業連関表の作成」『土木計画学研究・論文集』20(1)(9月): 87-95.
- 山田光男 2013.「グラビティー-RAS法による地域間交易の推計——愛知県内地域間産業連関表を事例として」中京大学経済研究所ディスカッションペーパー, No. 1301(4月).

〈外国語文献〉

- Chenery, H. B. 1953. "Regional Analysis." in *The Structure and Growth of the Italian Economy*, edited by H. B. Chenery, P. G. Clark and V. Cao-Pinna. Rome: U.S. Mutual Security Agency, 97-116.
- Consad Research Corporation 1967. *Regional Federal Procurement Study*. Washington D.C., Office of Economic Research, U.S. Department of Commerce Contract 7-35211 (October).
- DiPasquale, D. and K. R. Polenske 1980. "Output, Income, and Employment Input-Output Multipliers." in *Economic Impact Analysis: Methodology and Applications*, edited by S. Pleeter, Boston: Martinus Nijhoff Publishing.
- Gabela, J. G. F. 2020. "On the Accuracy of Gravity-RAS Approaches Used for Inter-regional Trade Estimation: Evidence Using the 2005 Inter-regional Input-Output Table of Japan." *Economic Systems Research* 32(4) (May): 521-539.
- Flegg, A. T. and T. Tohmo 2016. "Estimating Regional Input Coefficients and Multipliers: The Use of the FLQ is not a Gamble." *Regional Studies* 50(2): 310-325.
- Flegg, A. T. and C. D. Webber 2000. "Regional Size, Regional Specialization and the FLQ Formula." *Regional Studies* 34(6): 563-569.
- Flegg, A. T., C. D. Webber and M. V. Elliott 1995. "On the Appropriate Use of Location Quotients in

- Generating Regional Input-Output Tables." *Regional Studies* 29(6): 547-561.
- Golladay, F. L. and R. H. Haveman 1977. *The Economic Impacts of Tax-Transfer Policy: Regional and Distributional Effects*, New York: Academic Press.
- Hewings, G. J. D., Y. Okuyama and M. Sonis 2002. "Economic Interdependence within the Chicago Metropolitan Area: A Miyazawa Analysis." *Journal of Regional Science* 41(2) (December): 195-217.
- Hill, E. 1975. "Calculation of Trade Flows and Income Multipliers Using the Multiregional Input-Output Model." MRIO Working Paper No. 3, prepared for the University Research Program, United States Department of Transportation.
- Isard, W. 1951. "Interregional and Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space-Economy." *The Review of Economics and Statistics* 33(4) (November): 318-328.
- Kim, U., C. Park and S. Kwak 1975. "An Application of the Interregional I/O Model for the Study of the Impact of the McClellan-Kerr Arkansas River Multiple Purpose Project." prepared for the Institute for Water Resources, U.S. Army Corps of Engineers.
- Lamonica, G. R. and F. M. Chelli 2018. "The Performance of Non-survey Techniques for Constructing Sub-territorial Input-Output Tables." *Papers in Regional Science* 97(4) (November): 1169-1202.
- Leontief, W. W. and A. Strout 1963. "Multiregional Input-Output Analysis." in *Structural Interdependence and Economic Development: Proceedings of an International Conference on Input-Output Techniques, Geneva, September 1961*, edited by T. Barna, 119-150.
- Miller, R. E. and P. D. Blair 2009. *Input-Output Analysis – Frontiers and Extensions*, Second Edition, Cambridge: Cambridge University Press.
- Morrison, W. I. and P. Smith 1974. "Nonsurvey Input-Output Techniques at the Small Area Level: An Evaluation." *Journal of Regional Science* 14(1) (April): 1-14.
- Moses, L. N. 1955. "The Stability of Interregional Trading Patterns and Input-Output Analysis." *American Economic Review* 45(5) (December): 803-826.
- Polenske, K. R. 1970. "A Multiregional Input-Output Model for the United States." U.S. Department of Commerce, Economic Development Administration, Report No. 21 (October).
- Round, J. I. 1978. "An Interregional Input-Output Approach to the Evaluation of Nonsurvey Methods." *Journal of Regional Science* 18(2) (August): 179-194.
- Schaffer, W. A. and K. Chu 1969. "Nonsurvey Techniques for Constructing Regional Interindustry Models." *Papers in Regional Science, Regional Science Association International* 23(1) (December): 83-101.
- Wilson, A. G. 1970. "Inter-regional Commodity Flows: Entropy Maximizing Approaches." *Geographical Analysis* 2(3) (July): 255-282.
- Yamada, M. 2015. "Construction of a Multi-regional Input-Output Table for Nagoya Metropolitan Area, Japan." *Journal of Economic Structures* 4(11) (July): 1-18.

©Hiroshi Kuwamori and IDE-JETRO 2024

本書は「クリエイティブ・コモンズ・ライセンス表示-改変禁止4.0国際」の下で提供されています。
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.ja>



