玉村千治・桑森啓編『国際産業連関分析論（中間報告)』
調査研究報告書　アジア経済研究所　2012 年

第 1 章

国際産業連関表の理論的基礎

桑森　啓

要約：
本章の目的は、国際産業連関表の理論的基礎を検討することである。この目的のため、まず､国際産業連関表の原型となっている地域間産業連関表の理論モデルについて紹介し、その特徴を検討した。次いで、アジア経済研究所で作成している国際産業連関表の構造について理論的に検討するとともに、地域間産業連関モデルとの関係を明らかにすることを試みた。
検討の結果、国際産業連関モデルは、需要者側が需要構造を決定するチェネリー＝モーゼス型の地域産業連関モデルをベースとしつつも､輸入表の利用や特別調査の実施により、一部アイサード型としての特徴も併せ持つものであることを示した。一方で、地域間産業連関モデルの交易係数を、国内に比べて変動が大きく、また国ごとの異質性も大きい国際間取引に適用することには問題があることも指摘した。

キーワード：
国際産業連関モデル、地域間産業連関モデル、地域間交易係数

はじめに

本章の目的は、国際産業連関表の理論的な基礎づけを検討することである。国際産業連関表は、Wonacott［1961］がカナダと米国を連結し、1949 年を対象として作成した表を端緒として、1960 年代以降、米国や日本で作成が行われるようになった。特に日本では、アジア経済研究所を中心に､アジアの国々を対象とした国際産業連関表が 40 年以上に亘って作成されてきた。この間、各国の表形式やデータの整備状況などを踏まえ、さまざまな試行錯誤を経て国際産業連関表の作成に関する方法論が確立されてきた。しかし、本格的な

作成が開始される前に国際産業連関表の理論的枠組みを検討した山下［1969］や山下・坂井・加賀美［1970］などの先駆的業績は存在するものの、その後に確立されてきた方法論が関連分野との関係において十分に議論・整理されてきたとは言い難い。そこで、本章では、現在の国際産業連関表が依拠している理論的基盤について検討を行う。なお、国際産業連関表の作成方法（モデル）には幾つかのバリエーションが存在するが、ここでは、アジア経済研究所が作成している国際産業連関モデルを対象として、その理論的意味づけを検討することとする。その理由は、上でも述べたとおり、アジア経済研究所は継続的に国際産業連関表を作成しているほぼ唯一の機関であり、そのモデルはこの分野において一つの雛型となってきたからである。

以下では、まず第 1 節及び第 2 節において、国際産業連関表の理論的背景を提供している地域間産業連関表について、代表的なモデルとその特徴を説明する。その後、第 3 節において国際産業連関モデルの概要を説明するとともに、地域間産業連関モデルとの比較を行い、国際産業連関モデルの位置づけを明らかにすることを試みる。最後に、地域間産業連関モデルを国際産業連関モデルに適用することに伴う課題について触れる。

1. 地域間産業連関モデル（アイサード・モデル）

地域間産業連関表の基本的な考え方は、アイサード（Isard［1951］）によって提示された。アイサードによって提示されたモデル（以下では「アイサード・モデル」と表記）は「地域間産業連関モデル（IRIO: Interregional Input-Output Model）」と呼ばれる。以下では、アイサード・モデルの考え方を説明する。

1.1 前　提

アイサード・モデルの特徴は、地域の異質性に注目している点にある。すなわち、アイサード・モデルでは、各地域で生産される財やサービス、及び市場の異質性に注目し、たとえ同じ産業の生産物であっても、異なった地域で生産された財は異なる財とみなされ、それらの間には代替性はないことが仮定されている。たとえば、ペンシルヴァニアで生産されたレンガはニューヨークやカリフォルニアで生産されたレンガとは異なる財であり、異なる市場を持つとみなされる（Isard ［1951: 320］参照)。

1.2 モデル

アイサード・モデルの考え方は、以下のように表現することができる。

いま、地域の数がm、各地域における産業の数がnから成り立っている経済を考える。この経済において、x_{ij}^{rs}をs地域のj産業がr地域のi産業から購入する金額、x_i^rをr地域のi産業

の生産額、f_i^rをr地域におけるi産業の生産物に対する最終需要額とする（ただし、$r, s = 1,2,\cdots,m$及び$i, j = 1,2,\cdots,n$）。このとき、この経済の需給バランスは次のように表される。

（1.1）　$\sum_{s=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{s=1}^{m} f_i^{rs} = x_i^r$

また、s地域のj産業が 1 単位の生産を行うために必要となるr地域のi産業からの投入額を表す「地域間投入係数」（interregional input coefficient）は、以下のように定義される。

（1.2）　$a_{ij}^{rs} = \frac{x_{ij}^{rs}}{x_j^s}$

（1.2）より、（1.1）は以下の通り書き換えることができる。

（1.3）　$\sum_{s=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{rs} X_j^s + \sum_{s=1}^{m} f_i^{rs} = x_i^r$

（1.3）を、行列を用いて表現すれば、

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{11} & \cdots & \mathbf{A}^{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{A}^{m1} & \cdots & \mathbf{A}^{mm} \end{bmatrix}, \mathbf{F} = \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{1} \\ \vdots \\ \mathbf{F}^{m} \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^{1} \\ \vdots \\ \mathbf{X}^{m} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}^{rs} = \begin{bmatrix} a_{11}^{rs} & \cdots & a_{1n}^{rs} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^{rs} & \cdots & a_{nn}^{rs} \end{bmatrix}, \mathbf{F}^{r} = \begin{bmatrix} f_1^{r1} & \cdots & f_1^{rm} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_n^{r1} & \cdots & f_n^{rm} \end{bmatrix}, \mathbf{X}^{r} = \begin{bmatrix} x_1^{r} \\ \vdots \\ x_n^{r} \end{bmatrix}$$

として、

（1.4）　$\mathbf{AX} + \mathbf{F} = \mathbf{X}$

となる。（1.4）より、以下が成立する。

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

ただし、$\mathbf{I}$は$mn \times mn$の単位行列である。（1.5）から明らかな通り、アイサード・モデルでは、通常の産業連関モデルと同様に、最終需要額$\mathbf{F}$が与えられれば、各地域の生産額$\mathbf{X}$を求めることができる。

2. 多地域間産業連関モデル

アイサード・モデルでは、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であれば異なる財であり、それぞれ異なる市場を持つとみなされるため、すべての財の需要構造は異なることになる。したがって、アイサード・モデルに基づく地域間産業連関表を作成するためには、取引額に関する情報がすべて必要となる。しかし、現実にはすべての取引に関する情報を収集することは極めて困難である。そのため、限られた情報から地域間産業連関表を作成するためのさまざまな方法が提案されてきた。このように、限られた情報から地域間産業連関表を推計するモデルを「多地域間産業連関モデル（MRIO: Multi-regional Input-Output Model）」と呼ぶ。本節では、代表的な多地域間産業連関モデルについて説明する。

2.1 チェネリー＝モーゼス・モデル

多地域間産業連関モデルのうち、最も代表的なものは、Chenery［1956］及び Moses［1955］がほぼ同じ時期に独立に提示したモデルであり、両者の名前をとって「チェネリー＝モーゼス・モデル」と呼ばれる。

2.1.1 前　提

チェネリー＝モーゼス・モデルは、以下の前提のもとで構築される。

① 他地域からの移入表が分離されていない競争型の地域産業連関表が、各地域について利用可能である。

② 同じ産業の生産物は、地域間で完全代替的である（同じ産業の生産物は、同一の市場で取引される）。

③ 各産業の生産物の需要比率は、需要者側によって決定される。

④ 各地域の産業はそれぞれの財について、同一の需要構造を持つ（地域間交易係数は一定）。

すなわち、チェネリー＝モーゼス・モデルでは、同じ産業の生産物は、地域に関わらず同質であることを仮定している点でアイサード・モデルとは異なるとともに、生産物の需要構造は需要者側によって決定される点に特徴がある。このことから、チェネリー＝モーゼス・モデルは「列係数モデル（Column Coefficient Model）」とも呼ばれる。

2.1.2 モデル

チェネリー＝モーゼス・モデルは以下のように表現される。s地域のすべての産業に供給されるr地域のi産業の生産物の総額（s地域のr地域第i産業からの移入額）r_i^{rs}は以下のように表わされる。

（2.1）　$r_i^{rs} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + f_i^{rs}$

また、i産業の生産物に対するs地域の需要総額R_i^sは、以下のように表わされる。

（2.2）　$R_i^s = \sum_{r=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs}$

（2.1）及び（2.2）を用いて、r地域i産業のs地域への移出パターンを特徴づける「交易係数（Trade Coefficient）」を次のように定義する。

（2.3）　$t_i^{rs} = \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + f_i^{rs}}{\sum_{r=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs}}$

ただし、$\sum_{r=1}^{m} t_i^{rs} = 1$である。（2.3）より、交易係数とは、$s$地域の$i$産業に対する需要に占める$r$地域のシェアを示していることがわかる。さらに、各地域の投入係数は以下のように定義される。

（2.4）　$a_{ij}^s = \frac{x_{ij}^s}{x_j^s} = \frac{\sum_{r=1}^{m} x_{ij}^{rs}}{\sum_{r=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} x_{ij}^{rs} + v_j^s}$

v_j^sはs地域におけるj産業の付加価値額である。これらを用いて、チェネリー＝モーゼス・モデルを導出する。（1.1）の需給バランス式より

$$
\begin{aligned}
x_i^r &= \sum_{s=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{s=1}^{m} f_i^{rs} \\
&= \sum_{s=1}^{m} \left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + f_i^{rs} \right) \\
&= \sum_{s=1}^{m} r_i^{rs} \qquad \text{（(2.1) より）} \\
&= \sum_{s=1}^{m} R_i^s \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} \\
&= \sum_{s=1}^{m} \left(\sum_{r=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs} \right) \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} \qquad \text{（(2.2) より）} \\
&= \sum_{s=1}^{m} \sum_{r=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} \cdot \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} + \sum_{r=1}^{m} \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} \cdot f_i^{rs} \\
&= \sum_{s=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \frac{\sum_{r=1}^{m} x_{ij}^{rs}}{\sum_{r=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} x_{ij}^{rs} + v_j^s} \cdot \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} \cdot \left(\sum_{r=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} x_{ij}^{rs} + v_j^s \right) + \sum_{r=1}^{m} \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} \cdot f_i^{rs}
\end{aligned}
$$

$$= \sum_{s=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \frac{\sum_{r=1}^{m} x_{ij}^{rs}}{\sum_{r=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} x_{ij}^{rs} + v_j^s} \cdot \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} \cdot \left(\sum_{r=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} x_{ij}^{rs} + v_j^s\right) + \sum_{r=1}^{m} \frac{r_i^{rs}}{R_i^s} \cdot f_i^{rs}$$

$$= \sum_{s=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^s t_i^{rs} x_j^s + \sum_{r=1}^{m} t_i^{rs} f_i^{rs}$$ （(2.3) 及び (2.4) より）

これを行列表示すると、

（2.5） $\mathbf{T\hat{A}X + TF = X}$

ただし、

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \mathbf{T}^{\mathbf{11}} & \cdots & \mathbf{T}^{\mathbf{1}m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{T}^{m\mathbf{1}} & \cdots & \mathbf{T}^{mm} \end{bmatrix}, \hat{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{A}}^{\mathbf{1}} & \cdots & \boldsymbol{O} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \boldsymbol{O} & \cdots & \hat{\mathbf{A}}^{m} \end{bmatrix}, \mathbf{F} = \begin{bmatrix} \mathbf{F}^{\mathbf{1}} \\ \vdots \\ \mathbf{F}^{m} \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^{\mathbf{1}} \\ \vdots \\ \mathbf{X}^{m} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{T}^{rs} = \begin{bmatrix} t_1^{rs} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & t_n^{rs} \end{bmatrix}, \hat{\mathbf{A}}^{r} = \begin{bmatrix} a_{11}^r & \cdots & a_{1n}^r \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^r & \cdots & a_{nn}^r \end{bmatrix}, \mathbf{F}^{r} = \begin{bmatrix} f_1^{r1} & \cdots & f_1^{rm} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_n^{r1} & \cdots & f_n^{rm} \end{bmatrix}, \mathbf{X}^{r} = \begin{bmatrix} x_1^r \\ \vdots \\ x_n^r \end{bmatrix}$$

である。

（2.5）を$\mathbf{X}$について解くと、（1.5）に示されるアイサード・モデルに対応するモデル式が導出される。

（2.6） $\mathbf{X} = \left(\mathbf{I} - \mathbf{T\hat{A}}\right)^{-\mathbf{1}}\mathbf{TF}$

このモデルを用いると、中間取引部門の地域間取引額x_{ij}^{rs}は、次式によって求めることができる。

（2.7） $x_{ij}^{rs} = t_i^{rs} a_{ij}^s x_j^s$

2.1.3 問題点

（2.7）に示されるとおり、チェネリー＝モーゼス･モデルは、各地域の投入係数（a_{ij}^s）に交易額の地域別シェアを表す地域間交易係数（t_i^{rs}）を乗じることにより、各地域の産業間交易額を求めている。この方法により、チェネリー＝モーゼス･モデルではアイサード・モデルよりも格段に少ない情報から、地域間産業連関表を作成することが可能となる。

しかし、アイサード・モデルでは、（1.2）で表現される投入係数が、地域内のみならず地域間（$r \neq s$）においてもレオンティエフ型の生産関数に基づいた生産技術構造を反映しているという点で、一定の理論的根拠と安定性を有していると考えられるのに対し、チェネリー＝モーゼス・モデルにおける地域間交易係数は、変動の大きい地域間交易の構造をベースにしているという点で、理論的にも現実的にもその根拠が曖昧で不安定である可能

性が高い。この点について、Moses［1955］は、費用や価格に影響を及ぼさない程度に生産能力やインフラに余裕があることを、地域間投入係数の安定性が確保される条件として挙げている。具体的には、①すべての地域間における輸送ネットワーク、②各地域における生産能力、③各地域における労働供給の 3 点について、処理能力に余裕があれば、短期的には財や生産要素の相対価格が変化しないため、モデルを短期の予測に使用することは可能であるとしている（Moses［1955: 812-826］）。

2.2 行係数モデル

行係数モデル（Row Coefficient Model）は、需要者側によって地域間交易パターンが決定されることを想定していたチェネリー＝モーゼス･モデルとは対照的に、供給者側からみた地域間交易パターンに着目したモデルである[1]。

2.2.1 前　提

行係数モデルの前提は以下の通りである。

① 他地域からの移入表が分離されていない競争型の地域産業連関表が、各地域について利用可能である。

② 同じ産業の生産物は、地域間で完全代替的である（同じ産業の生産物は、同一の市場で取引される）。

③ 各産業の生産物の供給比率は、供給者側によって決定される。

④ 各地域の産業はそれぞれの財について、同一の需要構造を持つ（地域間交易係数は一定）。

行係数モデルに基づく地域間産業連関表は、チェネリー＝モーゼス･モデルと同様、競争移入型の地域産業連関表が利用できれば作成可能である点で、比較的現実的なモデルと言える。このモデルの特徴は、チェネリー＝モーゼス・モデルとは対照的に、各産業の生産物の需要比率は、供給者側によって決定される点にある。

2.2.2 モデル

チェネリー＝モーゼス･モデルでは､交易係数が需要者側の各地域からの購入シェアとして定義されていたのに対し、行係数モデルにおいては、交易係数は供給側の販売シェアとして定義される。

(2.8)　$$u_i^{rs} = \frac{r_i^{rs}}{x_i^r} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + f_i^{rs}}{\sum_{s=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{s=1}^{m} f_i^{rs}}$$

[1] 行係数モデルについては、Polenske［1966, 1970, 1972］、Bon［1984］及び Toyomane［1988］などに詳しい。

ただし、$\sum_{s=1}^{m} u_i^{rs} = 1$である。(2.8) より、行係数モデルの交易係数は、r地域におけるi産業の生産物の、s地域のj産業に対する供給シェアを示している。（2.8）より　$u_i^{rs} x_i^r = r_i^{rs}$であるから、以下の関係が成立する。

（2.9）　$\sum_{r=1}^{m} u_i^{rs} x_i^r = \sum_{r=1}^{m} r_i^{rs}$

ここで、（2.9）の右辺は次のように書き換えることができる。

$$
\begin{aligned}
\sum_{r=1}^{m} r_{ij}^{rs} &= \sum_{r=1}^{m}\left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + f_i^{rs}\right) \qquad \text{（(2.1) より）} \\
&= \sum_{r=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs} \\
&= \sum_{r=1}^{m} x_{ij}^{s} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs} \\
&= \sum_{r=1}^{m} a_{ij}^{s} x_j^{s} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs} \qquad \text{（(2.4) より）}
\end{aligned}
$$

よって、行係数モデルのシステムは以下のようになる。

（2.10）$\sum_{r=1}^{m} u_i^{rs} x_i^r = \sum_{r=1}^{m} a_{ij}^{s} x_j^{s} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs}$

これを行列表示すると、

（2.11）$\mathbf{U}'\mathbf{X} = \hat{\mathbf{A}}\mathbf{X} + \mathbf{F}$

ただし、

$$
\mathbf{U} = \begin{bmatrix} \mathbf{U}^{11} & \cdots & \mathbf{U}^{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{U}^{m1} & \cdots & \mathbf{U}^{mm} \end{bmatrix}, \mathbf{U}^{rs} = \begin{bmatrix} u_1^{rs} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & u_n^{rs} \end{bmatrix}
$$

であり、$\mathbf{U}'$は$\mathbf{U}$の転置行列である（(2.10) では、行方向（s地域）ではなく列方向（r地域）について足し上げているため)。他の行列記号は、チェネリー＝モーゼス・モデルの場合と同じである。（2.11）を$\mathbf{X}$について解くと、（1.5）及び（2.6）に対応する以下のモデル式が得られる。

（2.12）$\mathbf{X} = \left(\mathbf{U}' - \hat{\mathbf{A}}\right)^{-1}\mathbf{F}$

あるいは、（2.11）の両辺に$(\mathbf{U}')^{-1}$を乗じて

（2.13）$\mathbf{X} = (\mathbf{U}')^{-1}\hat{\mathbf{A}}\mathbf{X} + \mathbf{U}^{-1}\mathbf{F}$

が得られるので、これを$\mathbf{X}$について解いて

（2.14） $\mathbf{X} = \left[\mathbf{I} - (\mathbf{U}')^{-1}\hat{\mathbf{A}}\right]^{-1}(\mathbf{U}')^{-1}\mathbf{F}$

と表現することができる。(2.13）より、行係数モデルにおける中間取引部門における地域間取引額x_{ij}^{rs}は、以下のようになる。

（2.15） $x_{ij}^{rs} = \tilde{u}_{ij}^{rs} a_{ij}^{s} x_{j}^{s}$ （$\tilde{u}_{ij}^{rs}$は$(\mathbf{U}')^{-1}$の要素）

2.2.3 問題点

行係数モデルの問題点として、逆行列の非負性が満たされないことが挙げられる。したがって、(2.12）あるいは（2.13）を用いて生産額を求めた場合、しばしばマイナス値が発生するという問題がある。行係数モデルにおいてマイナス値が発生する理由は以下の通りである[2]。まず、(2.12)及び(2.14)で表現されるモデルが必ず正値解を持つためには、$(\mathbf{U}')^{-1}\hat{\mathbf{A}}$について、以下の 2 つが満たされる必要がある。

（2.16） $0 \leq \widetilde{w}_{ij}^{rs} \leq 1$ （$\forall i, j, r, s$）

（2.17） $\sum_{r=1}^{m}\sum_{i=1}^{n}\widetilde{w}_{ij}^{rs} \leq 1$ （$\forall s, j$）

ただし、$\widetilde{w}_{ij}^{rs}$は、行列$(\mathbf{U}')^{-1}\hat{\mathbf{A}}$の要素である。$\hat{\mathbf{A}}$は、チェネリー＝モーゼス・モデルにおける投入係数行列であるから、その要素及び列和はすべて 0 と 1 の間の値をとる。したがって、(2.16）及び（2.17）が成立するための条件は、$(\mathbf{U}')^{-1}$の要素及びその行和が 0 と 1 の値を取ることに帰着する。しかし、(2.8) より$\mathbf{U}'$の要素u_i^{rs}は$0 \leq u_i^{rs} \leq 1$かつ$\sum_{s=1}^{m} u_i^{rs} = 1$である。$(\mathbf{U}')^{-1}$は$\mathbf{U}'$の逆行列であるから、$\mathbf{U}'(\mathbf{U}')^{-1} = \mathbf{I}$が成立するが、そのためには、$(\mathbf{U}')^{-1}$の要素にはマイナス値が存在しなくてはならないため、$(\mathbf{U}')^{-1}\hat{\mathbf{A}}$について、上記の 2 条件が満たされない可能性がある。したがって、行係数モデルにおいては、逆行列の非負性が保証されないことになる。これは、行係数モデルが、生産を規定する投入係数（$\hat{\mathbf{A}}$）については需要側によって決定されるのに対し、交易（$\mathbf{U}$）については供給側によって決定されるという相互に矛盾する仮定に基づいて構成されているためである（Richardson［1972: 66-67］)。

[2] この部分の説明は、Bon［1984］を参考にしている。

2.3 レオンティエフ=ストラウト・モデル

上で検討したチェネリー＝モーゼス･モデルや行係数モデルが、地域間交易のパターンに関して、一定の意味づけを与えることを通じて、限られた情報から地域間産業連関モデルを構築しようとしたのに対し、レオンティエフとストラウト（Leontief and Strout［1963］）は、理論的に厳密ではないが、利用可能なデータから分析に有用なツールを提供することを意図したモデルを提案した（Leontief and Strout ［1963: 119］）。

2.3.1 前　提

レオンティエフ＝ストラウト・モデルの前提は以下のとおりである。

① 他地域からの移入表が分離されていない競争型の地域産業連関表が、各地域について利用可能であるとともに、2 地域間の取引に関する特徴を表す指標（定数）が利用可能であること。

② 同じ産業の生産物は、地域間で完全代替的である（同じ産業の生産物は、同一の市場で取引される）。

③ 各地域の供給者は、生産物を全地域共同の「供給プール」に供給し、各地域の需要者は、生産物を全地域共同の「需要プール」から購入する。

すなわち、レオンティエフ＝ストラウト・モデルでは、他のモデルのように、各地域の供給者は、自らの生産物がどの地域で需要されるかについては問題とせず、各地域の需要者も生産物がどの地域から供給されるかについて区別することはない。

2.3.2 モデル

レオンティエフ＝ストラウト･モデルでは､2 地域間におけるi産業の生産物の取引量は、次式によって決定される。

$$\text{(2.18)}\quad x_i^{rs} = \frac{x_i^{r\cdot} x_i^{\cdot s}}{x_i^{\cdot\cdot}} \cdot q_i^{rs} \qquad (r \neq s)$$

ただし、

$x_i^{r\cdot} = \sum_{s=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{s=1}^{m} f_i^{rs}$（$r$地域における$i$産業の生産物の総供給量）

$x_i^{\cdot s} = \sum_{r=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs}$（$s$地域における$i$産業の生産物の総需要量）

$x_i^{\cdot\cdot} = \sum_{r=1}^{m} x_i^{r\cdot} = \sum_{s=1}^{m} x_i^{s\cdot}$（経済全体で生産・消費される財の総量）

q_i^{rs}（i産業の生産物の 2 地域間の取引に関する特徴を表す定数）

である。すなわち、i産業の生産物の地域間取引量は、r地域の供給量の合計とs地域の需要量の合計に比例し、経済全体の総量に反比例する。もしも、r地域の供給プールにおける総供給量$x_i^{r\cdot}$とs地域の需要プールにおける総需要量$x_i^{\cdot s}$のいずれかがゼロになれば、両地域

間の取引はゼロになり、反対に総供給量と総需要量のいずれかが 2 倍になれば、両地域間の取引量も 2 倍になる（金子［1971: 160］)。

ここで、$x_i^{r\cdot} = \sum_{s=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{s=1}^{m} f_i^{rs}$ 及び$x_i^{\cdot s} = \sum_{r=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs}$を（2.18）に代入し、地域内取引を加えて変形すると、r地域とs地域の地域間取引に関する次式を得る。

(2.19) $x_i^{r\cdot} = \frac{x_i^{r\cdot}}{x_i^{\cdot\cdot}} \sum_{s\neq r}^{m} x_i^{\cdot s} q_i^{rs} + \sum_{s\neq r}^{m} f_i^{rs} + \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rr} + f_i^{rr}$

(2.20) $x_i^{\cdot s} = \frac{x_i^{\cdot s}}{x_i^{\cdot\cdot}} \sum_{r\neq s}^{m} x_i^{r\cdot} q_i^{rs} + \sum_{r\neq s}^{m} f_i^{rs} + \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{ss} + f_i^{ss}$

一方、各地域の需給バランス式は以下のようになる。

(2.21) $x_i^{\cdot s} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{s} x_j^{s\cdot} + \sum_{r=1}^{m} f_i^{rs}$

ここで、a_{ij}^{s}は (2.4) で表される投入係数である。前提により、投入係数a_{ij}^{s}、最終需要f_i^{rs}及び地域間取引の特徴を表す定数q_i^{rs}が所与であるから、(2.19）～（2.21）の 3 つの連立方程式体系を解くことにより、各地域の生産額及び地域間取引額を求めることができる。具体的な解法は以下の通りである[3]。まず、(2.20）のsをrに置き換えると、

(2.22) $x_i^{\cdot r} = \frac{x_i^{\cdot r}}{x_i^{\cdot\cdot}} \sum_{s\neq r}^{m} x_i^{r\cdot} q_i^{sr} + \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rr}$

となる。(2.19）及び（2.22）を変形すると、

(2.23) $\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rr} x_i^{\cdot\cdot} = x_i^{r\cdot} x_i^{\cdot\cdot} - x_i^{r\cdot} \sum_{s\neq r}^{m} x_i^{\cdot s} q_i^{rs}$

(2.24) $\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rr} x_i^{\cdot\cdot} = x_i^{\cdot r} x_i^{\cdot\cdot} - x_i^{r\cdot} \sum_{s\neq r}^{m} x_i^{r\cdot} q_i^{sr}$

となる。さらに、(2.23）及び（2.24）を一本にまとめると、

(2.25) $x_i^{r\cdot} x_i^{\cdot\cdot} - x_i^{r\cdot} \sum_{s\neq r}^{m} x_i^{\cdot s} q_i^{rs} = x_i^{\cdot r} x_i^{\cdot\cdot} - x_i^{r\cdot} \sum_{s\neq r}^{m} x_i^{r\cdot} q_i^{sr}$

[3] 以下では、簡略化のため、最終需要に関する表記（f）は省略する。なお、最終需要を省略しても、得られる結論に変化はない。

が成立する。ここで、$x_i^{\cdot\cdot}=\sum_{r=1}^{m}x_i^{r\cdot}=\sum_{s=1}^{m}x_i^{s\cdot}$を（2.25）に代入して整理すると、（2.25）は以下のように書き換えられ、地域間交易に関するバランス式が得られる。

（2.26） $x_i^{r\cdot}\sum_{s\neq r}^{m}x_i^{\cdot s}(1-q_i^{rs})=x_i^{r\cdot}\sum_{s\neq r}^{m}x_i^{r\cdot}(1-q_i^{sr})$ （地域間交易バランス）

（2.26）は非線型であるため、以下のように、基準時からの乖離を用いた一次近似により線型体系に変換する。

（2.27） $x_i^{r\cdot}=\bar{x}_i^{r\cdot}+\Delta x_i^{r\cdot}$

（2.28） $x_i^{\cdot r}=\bar{x}_i^{\cdot r}+\Delta x_i^{\cdot r}$

ただし、

$\bar{x}_i^{r\cdot},\bar{x}_i^{\cdot r}$：　基準年次の移出入額

$\Delta x_i^{r\cdot},\Delta x_i^{\cdot r}$：　基準年次からの乖離額

である。（2.27）及び（2.28）を（2.26）に代入して整理すると、次の線型方程式を得る。

（2.29） $\sum_{s=1}^{m}\Delta x_i^{\cdot s}M_i^{rs}=\sum_{s=1}^{m}\Delta x_i^{r\cdot}N_i^{sr}$

ただし、

$$M_i^{rs}=\begin{cases}\bar{x}_i^{r\cdot}(1-q_i^{rs}) & (if\ r\neq s)\\ \bar{x}_i^{r\cdot}-\sum_{p=1}^{m}\bar{x}_i^{p\cdot}\left(1-q_i^{pr}\right) & (if\ r=s)\end{cases}$$

$$N_i^{sr}=\begin{cases}\bar{x}_i^{\cdot r}(1-q_i^{sr}) & (if\ r\neq s)\\ \bar{x}_i^{\cdot r}-\sum_{p=1}^{m}\bar{x}_i^{\cdot p}\left(1-q_i^{rp}\right) & (if\ r=s)\end{cases}$$

である。また、（2.27）及び（2.28）を用いて、各地域の需給バランス式を、基準時からの乖離を用いて書き直すと、以下のようになる。

（2.30） $\Delta x_i^{\cdot s}=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}^{s}\Delta x_j^{s\cdot}+\sum_{r=1}^{m}\Delta f_i^{rs}$

（2.29）及び（2.30）より、レオンティエフ＝ストラウト・モデルは、以下のように行列表示することができる。

（2.31） $\mathbf{R}'\Delta\mathbf{X}=\mathbf{S}\hat{\mathbf{A}}\Delta\mathbf{X}+\mathbf{S}\Delta\mathbf{F}$

ただし、$\hat{\mathbf{A}}$は（2.5）で定義された投入係数行列であり、**R**及び**S**は、以下の通り定義される

ブロック行列である。

$$\mathbf{R}=\begin{bmatrix}\mathbf{R^{11}} & \cdots & \mathbf{R^{1m}}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \mathbf{R^{m1}} & \cdots & \mathbf{R^{mm}}\end{bmatrix},\mathbf{S}=\begin{bmatrix}\mathbf{S^{11}} & \cdots & \mathbf{S^{1m}}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \mathbf{S^{m1}} & \cdots & \mathbf{S^{mm}}\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R^{rs}}=\begin{bmatrix}r_1^{rs} & \cdots & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & \cdots & r_n^{rs}\end{bmatrix},\mathbf{S^{rs}}=\begin{bmatrix}s_1^{rs} & \cdots & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & \cdots & s_n^{rs}\end{bmatrix}$$

$$r_i^{rs}=\begin{cases}\bar{x}_i^{r\cdot}(1-q_i^{rs}) & (if\ r\neq k)\\ 1 & (if\ r=k)\end{cases}$$

$$s_i^{rs}=\begin{cases}\bar{x}_i^{\cdot s}(1-q_i^{rs}) & (if\ s\neq k)\\ 1 & (if\ s=k)\end{cases}$$

（2.31）を$\Delta\mathbf{X}$について解くと、

（2.32） $\Delta\mathbf{X}=\left[\mathbf{I}-(\mathbf{R'})^{-1}\mathbf{S}\hat{\mathbf{A}}\right]^{-1}\mathbf{S}\Delta\mathbf{F}$

となり、チェネリー＝モーゼス・モデルの（2.6）及び行係数モデルの（2.14）に対応するモデル式が得られたことになる。

2.3.3 問題点

レオンティエフ＝ストラウト・モデルは、比較的緩やかな仮定とデータ制約の下で地域間産業連関表を推計することができる反面、以下のような問題点が存在する。

第 1 に、行係数モデルと同様、逆行列の非負性が満たされないため、このモデルから推計される生産額にマイナス値が生じる可能性があることである。具体的には、行係数モデルの場合と同様の議論により、$\mathbf{R'}(\mathbf{R'})^{-1}=\mathbf{I}$が成立するためには、(2.32) における$(\mathbf{R'})^{-1}$に、マイナスの要素が存在しなければならなくなってしまう。

第 2 に、双方搬出（cross-hauling／cross-shipments）と呼ばれる問題がある。双方搬出とは、2 地域間で同一の財が、同時に取引される現象のことを指す（Round［1985: 393］）[4]。双方搬出が問題となるのは、それにより地域間取引が過小評価されてしまうためである（Richardson［1972: 65］ほか）。この問題は、部分統合に伴って不可避的に生じるものであるが、（2.18）で示されるレオンティエフ＝ストラウト・モデルにおいては、各地域の生産物は区別されず、すべて同一の供給プール及び需要プールを通じて取引されるため、他

[4] 双方搬出は、具体的には以下のように定義される（Kronenberg［2009: 47］）。

$z_i=(E_i+M_i)-|(E_i-M_i)|$

ただし、z_iは財iの双方搬出の程度、E_iは財iの移出、M_iは財iの移入である。すなわち、同じ財に関する取引規模が近いほど、第 2 項が小さくなり、双方搬出の程度z_iが大きくなる。

のモデルと比較しても、同一財として分類される財の取引について、移出と移入が同時に行われる状況が発生しやすい。

第 3 に、2 地域間の取引に関する特徴を表す定数q_i^{rs}に関する情報をどのように推計するかという問題がある。レオンティエフ＝ストラウト・モデルでは、q_i^{rs}は所与とされているが、現実の問題として、この定数が意味するところを特定し、かつそのデータを地域別産業別に入手することは容易ではない[5]。競争輸入型の地域産業連関表に加えて、この定数に関する情報が必要になるという点で、レオンティエフ＝ストラウト・モデルは、先の 2 つのモデルよりも、より厳しいデータ制約に立脚していると言える。

2.4 小　括

本節では、国際産業連関モデルの理論的背景となっている地域間産業連関モデルのうち、最も代表的な 3 つのモデルを取り上げ、それらの特徴や問題点について検討した。これまでの検討結果は、およそ表 1 のようにまとめられる。

表 1　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**	**レオンティエフ＝ストラウト・モデル**
地域間取引額の推計式	$x_{ij}^{rs} = t_i^{rs} a_{ij}^s x_j^s$	$x_{ij}^{rs} = \tilde{u}_{ij}^{rs} a_{ij}^s x_j^s$	$x_i^{rs} = \frac{x_i^{r\cdot} x_i^{\cdot s}}{x_i^{\cdot\cdot}} \cdot q_i^{rs}$
モデル体系（行列表示）	$\mathbf{X} = \left(\mathbf{I} - \mathbf{T}\hat{\mathbf{A}}\right)^{-1}\mathbf{TF}$	$\mathbf{X} = \left[\mathbf{I} - (\mathbf{U}')^{-1}\hat{\mathbf{A}}\right]^{-1}(\mathbf{U}')^{-1}\mathbf{F}$	$\Delta\mathbf{X} = \left[\mathbf{I} - (\mathbf{R}')^{-1}\mathbf{S}\hat{\mathbf{A}}\right]^{-1}\mathbf{S}\Delta\mathbf{F}$
地域間交易に関する仮定	需要者側が生産物の需要比率を決定。	供給者側が生産物の供給比率を決定。	供給者・需要者ともに供給元及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	・競争輸入型の地域表	・競争輸入型の地域表 ・q_i^{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 ・逆行列$(\mathbf{U}')^{-1}$の非負性の不成立	・交易係数の不安定性 ・逆行列$(\mathbf{R}')^{-1}$の非負性の不成立

（出所）Polenske［1970］などに基づいて筆者作成。

5 Leontief and Strout［1963］では、輸送費などを用いてq_i^{rs}を推計する方法が提示されているが、追加的な情報が必要である点に変わりはない（Leontief and Strout［1963: 127-131］、金子［1971: 162-163］ほか）。

3. 国際産業連関モデル

前節では、国際産業連関モデルの理論的背景となった地域間産業連関モデルについて、その特徴を検討した。本節では、アジア経済研究所で採用されている国際産業連関モデルについて説明し、前節で紹介した地域間産業連関モデルとの関係を明らかにすることを試みる。

3.1 前　提

アジア経済研究所で作成している国際産業連関表は、対象各国において輸入表が分離された非競争型の産業連関表が利用可能であることを前提として、貿易統計に基づいて輸入表を各国の輸入比率で分割することにより作成されている。このことは、以下を仮定していることになる。

① 国産財と輸入財の間には代替性はないが、輸入財については、生産地に関わらず完全に代替的である（同じ産業の輸入財は、同一の市場で取引される）。

② 輸入財について、各産業の生産物の需要比率は、需要者側が決定する。

③ 各地域の産業はそれぞれの輸入財について、同一の需要構造を持つ（地域間交易係数は一定）。

仮定②より、国際産業連関モデルでは、地域間取引に関してはチェネリー＝モーゼス・モデルと同様の想定を置いていることがわかる。

3.2 モデル

以下では、国際産業連関モデルのうち、最も基本的なモデルについて述べた後、特別調査の結果などを加味した場合のモデルについて説明する。

3.2.1 基本モデル

基本的な国際産業連関モデルは、以下のように表現することができる。s国におけるi産業からの輸入額の合計をM_i^s、s国におけるr国のi産業からの輸入額をm_i^{rs}とすると、M_i^s及びm_i^{rs}は、それぞれ次のように定義される。

（3.1）　$M_i^s = \sum_{r \neq s}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + \sum_{r \neq s}^{m} f_i^{rs}$

（3.2）　$m_i^{rs} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{rs} + f_i^{rs}$　　（$r \neq s$）

（3.1）及び（3.2）より、s国におけるi産業の輸入全体に占めるr国のシェアは以下のようになる。

（3.3）　$\tilde{t}_i^{rs}=\frac{m_i^{rs}}{M_i^s}=\frac{\sum_{j=1}^{n}x_{ij}^{rs}+f_i^{rs}}{\sum_{r\neq s}^{m}\sum_{j=1}^{n}x_{ij}^{rs}+\sum_{r\neq s}^{m}f_i^{rs}}$　　　（$r\neq s$）

ただし、$\sum_{r\neq s}^{m}\tilde{t}_i^{rs}=1$である。一方、$s$国$j$産業の他国の$i$産業からの輸入額を$m_{ij}^s$とすると、$s$国$j$産業の輸入投入係数$\tilde{a}_i^s$は、次のように計算される。

（3.4）　$\tilde{a}_{ij}^s=\frac{m_{ij}^s}{x_j^s}$

（3.4）より、s国j産業の他国のi産業からの輸入額m_{ij}^sは、

（3.5）　$m_{ij}^s=\tilde{a}_{ij}^s x_j^s$

したがって、国際産業連関表における国別産業別輸入額は、（3.5）における産業別輸入額に（3.3）で示される交易係数（国別シェア）を乗じたものとして求めることができる。

（3.6）　$m_{ij}^{rs}=\tilde{t}_i^{rs}m_{ij}^s=\tilde{t}_i^{rs}\,\tilde{a}_{ij}^s x_j^s$　（$r\neq s$）

上記の国際産業連関モデルを行列表示すると以下のようになる。

（3.7）　$\mathbf{X}=\bar{\mathbf{A}}\mathbf{X}+\mathbf{F}$

ただし、$\mathbf{X}$及び$\mathbf{F}$は、地域間産業連関モデルにおける生産額及び最終需要額であり、$\bar{\mathbf{A}}$は、以下の投入係数行列である。

$$\bar{\mathbf{A}}=\begin{bmatrix}\mathbf{A}^{11} & \mathbf{M}^{12} & \cdots & \mathbf{M}^{1m}\\ \mathbf{M}^{21} & \mathbf{A}^{22} & \cdots & \mathbf{M}^{2m}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \mathbf{M}^{m1} & \mathbf{M}^{m2} & \cdots & \mathbf{A}^{mm}\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}^{rr}=\begin{bmatrix}a_{11}^{rr} & \cdots & a_{1n}^{rr}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ a_{n1}^{rr} & \cdots & a_{nn}^{rr}\end{bmatrix}\ (r=s)$$

$$\mathbf{M}^{rs}=\begin{bmatrix}m_{11}^{rs} & \cdots & m_{1n}^{rs}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ m_{n1}^{rs} & \cdots & m_{nn}^{rs}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\tilde{t}_1^{rs}\tilde{a}_{11}^{s} & \cdots & \tilde{t}_1^{rs}\tilde{a}_{1n}^{s}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{t}_n^{rs}\tilde{a}_{n1}^{s} & \cdots & \tilde{t}_n^{rs}\tilde{a}_{nn}^{s}\end{bmatrix}\ (r\neq s)$$

（3.7）を$\mathbf{X}$について解くと、以下のモデル式が得られる。

（3.8）　$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^{-1}\mathbf{F}$

3.2.2 特別調査によるモデルの修正

上述の基本モデルに基づいて作成された国際産業連関表においては、国別輸入表は輸入相手国からの輸入額シェアに応じて分割して作成されるため、各国の輸入構造は、どの輸入相手国についても同一になってしまう。そこで、輸入財需要先調査などの特別調査を実施し、その結果を反映させることにより、輸入構造をより現実に近づけることが必要となる。特別調査の結果に基づいて輸入投入係数を修正するパラメーターをα_{ij}^{rs}（$r \neq s$）とすると、（3.6）は、基本モデルは以下のように修正される。

（3.7）　$m_{ij}^{rs} = \alpha_{ij}^{rs} \tilde{t}_i^{rs} \tilde{a}_{ij}^{s} x_j^{s}$　　（$r \neq s$）

しかし、輸入財の需要先調査はコストが掛かるため、実際には限られた国について、限られたサンプルによる調査しか行うことができず､輸入投入係数の修正パラメーターα_{ij}^{rs}を利用できない取引も多い。もしも、特別調査などの修正情報が得られない場合、修正パラメーターの値は 1 となる（$\alpha_{ij}^{rs} = 1$）。また、修正モデルを行列表示すると以下のようになる。

（3.9）　$\mathbf{X} = \bar{\bar{\mathbf{A}}}\mathbf{X} + \mathbf{F}$

ただし、

$$\bar{\bar{\mathbf{A}}} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{11} & \bar{\mathbf{M}}^{12} & \cdots & \bar{\mathbf{M}}^{1m} \\ \bar{\mathbf{M}}^{21} & \mathbf{A}^{22} & \cdots & \bar{\mathbf{M}}^{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{\mathbf{M}}^{m1} & \bar{\mathbf{M}}^{m2} & \cdots & \mathbf{A}^{mm} \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{M}}^{rs} = \begin{bmatrix} m_{11}^{rs} & \cdots & m_{1n}^{rs} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1}^{rs} & \cdots & m_{nn}^{rs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{rs} \tilde{t}_1^{rs} \tilde{a}_{11}^{s} & \cdots & \alpha_{1n}^{rs} \tilde{t}_1^{rs} \tilde{a}_{1n}^{s} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1}^{rs} \tilde{t}_n^{rs} \tilde{a}_{n1}^{s} & \cdots & \alpha_{nn}^{rs} \tilde{t}_n^{rs} \tilde{a}_{nn}^{s} \end{bmatrix} \quad (r \neq s)$$

である。（3.9）を$\mathbf{X}$について解けば、他のモデルと同様にモデル式を導くことができる。

（3.10）$\mathbf{X} = \left(\mathbf{I} - \bar{\bar{\mathbf{A}}}\right)^{-1}\mathbf{F}$

3.3 国際産業連関モデルの特徴

基本モデルにおける（3.6）は、チェネリー＝モーゼス･モデルにおける（2.7）に対応している。チェネリー＝モーゼス･モデルでは、競争輸入型の産業連関表のみが利用可能であることを想定しているため､投入係数a_i^sと交易係数t_i^{rs}は自地域財と移入財を区別していな

いが、アジア経済研究所の国際産業連関モデルは、輸入表が利用可能であることを前提としているため、輸入財のみの投入係数$\tilde{a}_{ij}^{s}$が利用可能である点が異なっている。すなわち、国際産業連関モデルは、国産財と輸入財が分離されている点では、チェネリー＝モーゼス・モデルと比較して現実的である一方、輸入財については完全代替を仮定しているため、アイサード・モデルに比べて厳しい仮定を課していると言え、両者の中間に位置するモデルと考えることができる。さらに、（3.7）で示されるとおり、実際には特別調査の実施により、輸入財の需要構造をより現実に近づける処理がなされるため、よりアイサード・モデルに近づくことになる。これらのモデルの関係をまとめると表 2 のようになる。

表 2　国際産業連関モデルの位置づけ

	アイサード・モデル	国際産業連関モデル		チェネリー＝モーゼス･モデル
		（修正モデル）	（基本モデル）	
地域内（国内）取引額	$x_{ij}^{ss} = a_{ij}^{ss} x_j^s$	$x_{ij}^{ss} = a_{ij}^{ss} x_j^s$	$x_{ij}^{ss} = a_{ij}^{ss} x_j^s$	$x_{ij}^{ss} = t_i^{ss} a_{ij}^{s} x_j^s$
地域間（国際）取引額	$x_{ij}^{rs} = a_{ij}^{rs} x_j^s$ $(r \neq s)$	$m_{ij}^{rs} = \alpha_{ij}^{rs} \tilde{t}_i^{rs}\ \tilde{a}_{ij}^{s} x_j^s$ $(r \neq s)$	$m_{ij}^{rs} = \tilde{t}_i^{rs}\ \tilde{a}_{ij}^{s} x_j^s$ $(r \neq s)$	$x_{ij}^{rs} = t_i^{rs} a_{ij}^{s} x_j^s$ $r \neq s$

（出所）筆者作成。

表 2 では、左側に位置するモデルほど、より多くの情報を利用した現実的なモデルである反面、実際の作成は困難であることを示している。また、国際産業連関モデルではチェネリー＝モーゼス･モデルと同様、需要構造はいずれも需要側が決定しているため、逆行列の非負性は満たされている。

おわりに

本稿では、アジア経済研究所における国際産業連関表を例に取り、国際産業連関モデルが主としてチェネリー＝モーゼス型の地域間産業連関モデルをベースとして作成されていることを示した。地理的に異なる経済を、貿易取引を通じて連結するという点では、地域間産業連関モデルを国際産業連関表の作成にも適用することは自然な方法と言える。しかしながら、国内における地域間取引と国境を跨ぐ国同士の取引には大きな違いがあり、地域間産業連関モデルの前提が国際産業連関表においては必ずしも満たされない可能性があることも認識しておく必要がある。具体的には、地域産業連関モデルにおいて仮定され、

そのまま国際産業連関モデルにも適用されている輸入投入係数（$\tilde{a}_{ij}^{s}$）及び交易係数（$\tilde{t}_{i}^{rs}$）が一定という仮定は、以下の理由から国際産業連関モデルでは、地域間産業連関モデルと比較して成立しにくいと考えられる。第1に、国内の地域間取引と比較して、国際間の取引はさまざまな要因（政策変更、政治的不安定など）により変動しやすいと考えられることである。第2に、国内の各地域と比較して、国レベルではさまざまな面で異質性が高いことである（民族や文化、宗教、習慣などの違いによる選好パターンの違い、技術水準の違いなど）。したがって、国際産業連関表においては、地域間産業連関モデルの単純な適用ではなく、特別調査の実施などによる情報の収集が重要になると考えられる。

〔参考文献〕

＜日本語文献＞

金子敬生［1971］『産業連関の理論と適用』日本評論社。

山下彰一［1969］「国際産業連関分析（Ⅰ）」（『アジア経済』第10巻第8号、1969年8月、15-33ページ）

山下彰一・坂井秀吉・加賀美充洋［1970］「国際産業連関分析（Ⅱ）」（『アジア経済』第11巻第5号、1970年5月、49-78ページ）。

＜英語文献＞

Bon, R. [1984], “Comparative Stability Analysis of Multiregional Input-Output Models: Column, Row, and Leontief-Strout Gravity Coefficient Models,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 99, No. 4, November, pp. 791-815.

Chenery, H. B. [1953], “Regional Analysis,” in H. B. Chenery, P. G. Clark and V. Cao-Pinna eds., *The Structure and Growth of the Italian Economy*, Rome: U.S. Mutual Security Agency, pp. 97-116.

Isard, W. [1951], “Interregional Input-Output Analysis: A Model of a Space-economy,” *Review of Economics and Statistics*, Vol.33, No. 4, November, pp. 318-328.

Kronenberg, T. [2009], “Construction of Regional Input-Output Tables Using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling,” *International Regional Science Review*, Vol. 32, No. 1, January, pp. 40-64.

Leontief, W. W. and A. Strout [1963], “Multiregional Input-Output Analysis,” in T. Barna ed., *Structural Interdependence and Economic Development*, New York: St. Martin’s Press, pp. 119-150.

Moses, L. N. [1955], “The Stability of Interregional Trading Patterns and Input-Output Analysis,” *American Economic Review*, Vol. 45, No. 5, December, pp. 803-826.

Polenske, K. R. [1966], *A Case Study of Transportation Models Used in Multiregional Analysis*, Ph.D. Dissertation, Harvard University.

Polenske, K. R. [1970], "An Empirical Test of Interregional Input-Output Models: Estimation of 1963 Japanese Production," *American Economic Review: Papers and Proceedings of the Eighty-second Annual Meeting of the American Economic Association*, Vol. 60, No. 2, May, pp. 76-82.

Polenske, K. R. [1972], "The Implementation of a Multiregional Input-Output Model for the United States," in A. Bródy and A. P. Carter eds., *Input-Output Techniques*, Amsterdam: North Holland Publishing Company, pp. 171-189.

Richardson, H. W. [1972], *Input-Output and Regional Economics*, London: Weidenfeld and Nicolson.

Round, J. I. [1985], "Decomposing Multipliers for Economic Systems Involving Regional and World Trade," *Economic Journal*, Vol. 95, No. 378, June, pp. 383-399.

Toyomane, N. [1988], *Multiregional Input-Output Models in Long-Run Simulation*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Wonnacott, R. J. [1961], *Canadian-American Dependence: An Interindustry Analysis of Production and Prices*, Amsterdam: North Holland Publishing Company.