レオンチェフ体系の構造分析
―拡張産業連関モデルの乗数分解[*]―

仁　平　耕　一

1. はじめに

産業連関分析はレオンチェフがアメリカ産業連関表（I-O表）を初めて発表し、産業連関分析の基礎を明らかにしたことに端を発している（Leontief (1936)）。その後1941年に *The Structure of American Economy 1919-1929* を出版し、それを拡大、発展させた改訂版（Leontief (1951)）により、ほぼ今日の産業連関分析（I-O分析）の基礎ができたといってよいであろう。レオンチェフの目的は元来、ワルラスの一般均衡理論を実証面から検証することであったが、今日では乗数分析はもちろん、エネルギーや環境分析などさまざまなテーマに適用されるなど、理論、実証の両面から多くの貢献がなされてきた[1]。実際I-O分析の対象範囲は、一般均衡分析はもちろん、スラッファ経済学やマルクス経済学などの理論的基礎、多部門成長論などの経済成長論にまで及んでいる[2]。

I-Oモデルは基礎データとしてI-O表の作成が不可欠であるが、当初作成された産業連関表は一国レベルの全国表であったため、I-O分析も国レベルの研究からはじめられた。しかしながら、国際産業連関表、地域産業連関表なども作成されるにおよび、I-Oモデルは一国内の産業間の連関構造を分析するという枠組みを超え、国際間あるいは地域間の連関構造を明らかにするための分析ツールとして利用範囲が広がっていった。またI-O分析は当初想定していた生産関係による波及構造から、分配、支出関係をI-O体系に取り込んだ拡張I-Oモデルへと発展していく[3]。この発展過程

で、I-O表と国民所得統計を融合した社会会計として提案されたのが社会会計表（Social Accounting Matrix; 以下SAMと表記する）である。SAMの作成、活用はStoneなどによって提唱され、多くの国々、特に発展途上国の経済分析に活用されている。そして今日ではSAMは応用一般均衡モデルのデータベースとして不可欠なものとなっている[4]。

産業連関分析は産業セクター間の投入産出構造を明示的にあらわすことにより、マクロ経済分析では捨象されてきた産業あるいはアクティビティレベルの経済分析を可能にした。したがって構造分析の視点はI-Oモデルに本来固有のものである。またI-O表では内生部門と外生部門に峻別され、外生変化が内生部門に及ぼす効果をセクター別、あるいは地域別に明らかにしようとする基本的な分析視点がある。これがいわゆる波及構造の分析であるが、たとえば、あるセクターで生じた最終需要の変化はあらゆる内生部門の産出量に直接、間接の波及効果を与えるとき、それがどのような経路で波及していくかを分析するのがレオンチェフ体系における構造分析の重要課題である。レオンチェフ体系が拡張され、生産部門だけでなく、消費や生産要素部門が内生化されると、そのような波及構造分析の重要性はさらに増してきた。その中でも地域産業連関分析は地域連関構造を明らかにするという意味で構造分析の対象をさらに拡げることになった。実際、地域産業連関モデルにおいてはセクター間の波及構造ばかりでなく、地域間の波及構造も同時に捉えられることができるため、セクターおよび地域のクロス効果を捉えることも可能となるのである。

本稿は主要な先行研究をサーベイしながら、I-Oモデルの構造分析の理論的発展を考察するものである。これまで進められてきたI-Oモデルの連関・波及構造分析は投入係数行列を読み取ることから始まり、リンケッジ分析、レオンチェフ乗数行列の分解、地域間フィードバック効果の計算、SAM乗数の分解および構造経路分析など多岐にわたるが、第1章では産業連関表ならびに産業連関モデルの基本構造を概説する。基本I-Oモデル

は拡張I-Oモデルあるいは地域I-Oモデルなどあらゆる I-O 分析の基礎となるものである。また構造分析においても当然I-O分析の基本的枠組みについて確認しておくことは必要であろう。

産業連関モデルの構造分析はI-O表のブロック分割、あるいは投入係数行列の分割によりその端緒が開かれたといってよいが、産業連関乗数（レオンチェフ乗数）の分解はその中心的課題であり、これまで様々なI-Oモデルに適用されている。２章で取り上げる拡張されたレオンチェフシステムはその典型である。宮沢モデルは消費需要および付加価値部門を内生化することにより、レオンチェフ体系を拡張したものであるが、拡張I-Oモデルのもう一つの系譜として Shinnar (1976, 1977) や Batey and Madden (1983) による人口動態－経済モデル（Demographic-Economic Model）がある。この方向へのI-Oモデルの拡張はステイタスの異なる労働者家計の消費行動、さらには労働市場の需給を組み込ん拡張I-Oモデルにより、産出量ばかりでなく、労働供給量や失業者を内生化したモデルである。

第３章ではSAMモデルについて検討する。I-O表が生産部門内の相互連関（すなわち産業連関構造）しか明示的に取り扱わないのに対し、SAMは生産部門に加えて生産要素部門、制度部門などの相互取引を社会会計として表示したものであり、生産、分配、支出の国民所得勘定の取引も行列表示されている[5]。したがってSAMを基礎データとしたモデルは拡張I-Oモデルとアナロガスな構造を持っている。そしてSAM乗数のブロック分解については Stone (1977), Pyatt et al. (1977) などによってSAM固有の乗数分解が導出されているが、第３章においてはSAM乗数分解について詳細に検討することにより、生産、生産要素、制度部門の内生部門間の波及構造を明らかにしよう。

第1章 I-O モデル基本構造と発展

1-1　基本 I-O モデルと産業連関表

I-O モデルは産業連関表（Input-Output Table）[6] と呼ばれる経済データに基づいて構築されるが、現在日本においては、国、県、市などさまざまな行政レベルで産業連関表が作成されている。一方研究機関が独自の調査に基づき、国際間の取引を明示した国際間産業連関表[7] や一国をいくつかの地域に分けて地域間取引を表した地域産業連関表なども作成されているが、I-O モデルはデータベースとなる産業連関表に応じて分析対象が限定されてしまうことは言うまでもない。また産業連関表の種類によっては記載される取引データの内容も異なることは当然である[8]。このようにI-O モデルの分析は基礎となる産業連関表の性質や概念の違いによって異なることを留意して分析を進める必要があるが、産業連関表の持つ基本構造が変わってしまうわけではない。そこでまず産業連関表について概観することから始めよう（表1-1 参照）。

産業連関表は横軸に支出勘定として産業部門と最終需要部門、縦軸には受取勘定として、産業部門と付加価値部門から構成されている。産業連関表はこれらの部門間の取引を行列表示した会計データであるが、表1-1 か

表1-1　産業連関表模式図（全国表）

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="3">産業部門</td><td colspan="2">最終需要部門</td><td rowspan="2">総産出</td></tr>
<tr><td>第1次産業</td><td>第2次産業</td><td>第3次産業</td><td>個人消費</td><td>政府支出</td></tr>
<tr><td rowspan="3">産業部門</td><td>第1次産業</td><td colspan="3" rowspan="3">内生部門（産業部門）
間取引　（中間需要）</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>第2次産業</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>第3次産業</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">付加価値部門</td><td>賃　　金</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>営業余剰</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">総　投　入</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

らも見て取れるように通常の産業連関表では、付加価値部門と最終需要部門との間の取引は記載されない[9]。

産業部門の各行を横にたどるとその産業の生産物がどこへ販売されるかが示されているのに対し、産業部門を縦に見ていくと各産業が生産物を生産するとき必要とする投入物の構成が分かる。産業部門間の取引は中間需要もしくは中間投入を表し、最終部門への販売は個人消費や政府支出のほかに固定資本形成、在庫品変動分、あるいは輸出などである。付加価値部門の受取は、労働、資本などの投入に対して支払う賃金や営業余剰に加えて間接税支払いなどがある。

表1-1では産業部門は3つに分けられているが、実際の産業連関表の産業部門分割は数十から数百に上るのが一般的である。理論的には産業連関表における各産業は唯一の生産物を生産していると仮定されているため、すべての生産物を異なる産業部門によって表そうとすれば、膨大な数の部門数が必要となる。そのため実際にはI-O表における産業部門は何らかの意味で集計されているといってよいであろう。

いま産業部門がn個のセクターに分けられるとすれば、セクターiの総産出量（総生産額）X_i [10]、は中間需要向け販売と最終需要向け販売に分けられるから次のような恒等式が成立する。すなわち

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} X_{ij} + F_i \qquad (i = 1,2,\ldots,n) \qquad (1-1)$$

ここで

X_{ij} セクターiからセクターjへの生産物の販売量（セクターjからみればi生産物の投入量）

F_i セクターiの生産物に対する最終需要量

である。各セクターは唯一の生産物を生産し、その生産1単位当り必要とされる各財の投入量は一定と仮定すれば（直接）投入係数は次のように表すことができる。すなわち

$$a_{ij} = X_{ij} / X_j \qquad (1-2)$$

である。上で定義された投入係数はI-O体系における生産技術を表すものであるから、「技術係数」とも呼ばれる。

(1-1) 式に (1-2) 式を代入し、すべてのセクターに関する数量均衡式を行列表示すると、

$$X = AX + F \qquad (1-3)$$

となる。ここで

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \qquad A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \qquad F = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{bmatrix}$$

である。(1-3) 式を産出量について解けば

$$X = (I - A)^{-1} F \qquad (1-4)$$

が得られる。ここで I は単位行列を表す[11]。(1-4) 式は最終需要が外生変数として与えられたときの内生部門、すなわち産業部門の均衡産出量を与えるI-Oモデルの基本方程式である[12]。

さて技術係数行列あるいは投入係数行列に対して求められた逆行列 $(I-A)^{-1}$ はレオンチェフ逆行列と呼ばれるが、レオンチェフ逆行列が存在するためには $(I-A)$ が正則でなければならない。さらに経済的に意味のある均衡解を持つためにはレオンチェフ逆行列が負の要素を持たないことが必要である。Hawkins and Simon (1949) は投入係数行列の列和がすべて1以下、そして少なくともひとつの列和が1より小さければレオンチェフ逆行列が負の要素を持たないことを証明した。これがHawkins−Simonの条件といわれるものである。一般に産業連関表はHawkins−Simonの条件を満たすことが知られているので、基本I-Oモデルについてはレオンチェフ

逆行列の存在について問題となることはない。

基本I-Oモデルによる分析を進める上で最大の難点は固定係数の問題であろう。産業連関表は経済の営みの一時点を写し取った記録に過ぎない。したがって、与件が変化したとき代替的な生産プロセス間で代替が起こらないという保証はどこにもない。また長期的技術変化を想定した場合にはそれによって投入係数が変化することは議論の余地のないところであろう[13]。

生産プロセス間の代替の問題についてひとつの理論的成果としてはSamuelson (1951) による非代替定理が挙げられる。非代替定理は次のように要約される。いま各産業がひとつの財だけを生産し、本源的生産要素(たとえば労働)として唯一の生産要素を投入すると仮定する。ここで規模に関して収穫一定とすれば代替的生産プロセスを選択できる余地がほかにあるとしても、各産業が利用可能な生産プロセスのひとつだけを利用していてもそれは全般的な効率性に矛盾しない、というのが非代替定理の骨子である。さらにこの同じ生産プロセスはアグリゲートされたすべての産業の純産出量の商品構成にかかわらず、また利用可能な労働供給量にかかわらず、利用されるというものである。もちろんこの非代替定理が生産プロセス間の代替のあらゆる可能性を排除しているというわけではない。したがって技術係数の変化をI-O体系内に取り込もうとする試みがみられないわけではない。しかしこのような取り組みにおける問題は次の点にある。それは理論的な整合性の問題ではなく、予見が変化するとき代替可能な技術に関する情報を入手することが非常に困難であるということである。もし異なる生産プロセスに帰属する投入係数の値が詳しく分かるのであれば、LP問題を解くなどの方法によっても実際に選択することは可能である。事実Carter (1970) は以上の方法で石油精製産業において生産プロセスの選択を扱うことに成功している。また投入係数が相対価格変化に感応的に変化するようなモデルも開発されている[14]。しかしこうしたモデルの適用

可能性は非常に限られたものであり、生産フロンティア上の点を識別するためには膨大な数のパラメータが必要である。もし限られたデータでそれを行えば、非常に制約性の強い仮定をおかなければならないであろう。以上のことを考慮すれば、規模の大きいI-Oモデルに投入係数代替メカニズムを組み込むことは実際上大きな困難に直面せざるを得ない。

以上のような状況を考慮して、本稿では投入係数一定の仮定の下でI-O分析を進めるが、I-Oモデルが中長期にわたって使われる場合には少なくともI-O表の更新、もしくは投入係数のupdateが必要になることは銘記しておくべきであろう。

1-2 I-O表のブロック分割[15)]と連関・波及構造の分析

上の節で基本的I-Oモデルの構造について簡単に述べたが、地域I-Oモデルや地域SAMモデルなどの拡張I-Oモデルにおいては、地域間の連関構造や部門間の連関・波及効果を明示的に分析する、いわゆる構造分析がより重要となる。この構造分析には内生部門のブロック分割が不可欠である。いまI-Oモデルの内生部門を2つのブロックに分割すると、

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} \qquad (1-5)$$ [16)]

と表すことができるが、このブロック分割はI-Oモデルの種類によって地域分割モデルに対応させることもできるし、また部門分割モデルに対応させることも可能である。たとえば次章で述べる拡張的I-Oモデルであれば、これは部門分割モデルとして考えるべきであろう。いずれにしろレオンチェフ体系をブロック分割することにより、ブロック間の関係を明示的に捉える構造分析の出発点に立つことになるのである。

直接的な波及、投入構造はブロック分割された投入係数行列を読み解くことによってもある程度捉えることができるであろうが、I-Oモデルにお

ける直接、関節の波及構造をトータルに捉えるためにレオンチェフ逆行列（レオンチェフ乗数）を求める必要がある。いま、分割されたI-Oモデルのレオンチェフ逆行列は次のようにブロック分割されるとしよう。すなわち

$$B=(I-A)^{-1}=\begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} \qquad (1\text{-}6)$$

とすれば、これはブロック間の直接、間接の総波及効果を表すものといってよいであろう。レオンチェフ逆行列はI-O体系における乗数行列を示しているからである。さらにレオンチェフ逆行列の各構成要素はブロック間の波及効果を明示的に表すものである。たとえばB_{12}を例にとれば、これは第２ブロックに対して外生的支出１単位が注入されたとき、第１ブロックの所得に及ぼす影響を直接、間接の波及効果を示したものである。その他の部分行列も各ブロックの波及効果を表すものであるから、(1-6) 式によってすべてのブロック間のトータルな波及効果が示されたことになる。

しかし (1-6) 式に示された波及効果は、ブロック間の波及経路を細かく分けて捉えるものではない。たとえばブロック１からブロック１への波及効果B_{11}について考えると、その中にはブロック１の中で完結してしまう生産誘発経路（すなわち、ブロック１→ブロック１）も存在するであろうが、ブロック１→ブロック２→ブロック１というブロック２を経由して、最終的にブロック１へもたらされる生産誘発効果の波及経路も考えることができるであろう。以上のような様々な波及経路は当然レオンチェフ乗数の各要素に体現されているから、それを一つ一つの要素にさらに分解する作業が必要となる。このレオンチェフ逆行列（乗数行列）の分解こそが本稿の中心テーマにほかならない。

(1-6) 式で表された直接、間接の波及効果をさらにいくつかの要素に分解し、より明示的に示すことによって地域間、セクター間の波及構造をより具体的に捉えることができるが、後述するようにレオンチェフ乗数の分

解は必ずしも一意に決定されるわけではない。乗数分解が異なればその経済含意もまた異なる。またI-Oモデルの種類が異なれば、ブロック間の関係も異なる意味づけが与えられることになる。以上のような観点から、レオンチェフ乗数の分解は多様なI-Oモデルに適用されており、レオンチェフ体系の構造分析の分野において多大な貢献がなされている。次章以降では、構造分析のパースペクティブを広げていくという視点からこれまでの研究成果を体系的に位置づけることにしよう。

第2章　拡張的I-Oモデル

2-1　拡張的I-Oモデルの系譜と乗数分解

レオンチェフによって提唱されたI-O分析も1960年代に入ると、基本的I-Oモデルの枠組みを広げるような試みが多くみられるようになる。それはたとえば家計部門と労働との関係を明示的に捉えようとする試みであり、また制度部門をより詳細に規定した拡張的I-Oモデルを構築する試みなどである。たとえば、Miernyk et al. (1967) や Tiebout (1969) は家計部門を居住者と移民に分類し、居住者の消費は限界消費性向が適用されるのに対し、移民の消費は平均消費性向によって規定されるという消費行動をI-Oモデルに組み込むことを提案した。また Miyazawa (1968, 1976) は消費を内生化したI-Oモデルを提唱した。宮沢モデルはその後のこの分野における研究の草分けとなったが、生産構造と所得分配をリンクさせ、I-Oモデルに所得乗数を持ち込むことになる。基本的I-Oモデルはすでに述べたように、産業部門の連関構造を前提にして生産乗数（レオンチェフ乗数）を計測することのできる経済システムであるが、宮沢モデルはレオンチェフ乗数にケインズタイプの所得乗数を取り込むことを意図したものである。たとえば、投資プロジェクトなどによる最終需要の変化は産出構造を変化させるだけでなく、所得分配さらには所得の変化から生ずる支出の変化を

生むであろうが、基本的I-Oモデルではこうした効果を分析することはできない。それは産出構造への効果分析に特化した経済モデルに過ぎないからである。これに対し、宮沢の提唱した拡張的I-Oモデルは所得への波及効果を内生化し、生産乗数および所得乗数を同時に考慮しようというものであった。

宮沢モデルの系譜に連なる研究のひとつに、人口動態をI-Oモデルに取り込んだ、いわゆる人口動態－経済モデル（Demographic-Economic Model）がある。この方向へのI-Oモデルの拡張はShinnar（1976, 1977）やBatey and Madden（1983）による研究があげられる。彼らの研究はステイタスの異なる労働者家計の消費行動、さらには労働市場の需給を組み込ん拡張I-Oモデルにより、産出量ばかりでなく、労働供給量や失業者を内生化したモデルである。

I-Oモデルの拡張のもうひとつの方向は社会会計表（Social Accounting Matrix: SAM）に基づいたモデルの発展である。社会会計表SAMの概念は初めStone（1961）によって提唱された。その後この体系はPyatt and Roe（1977）によって拡張されるが、SAMモデルはさらにPyatt and Round（1983）などによって地域レベルに適用範囲を広げていく。SAMは内生部門を生産要素、制度部門、そして生産部門の3つに分け、それらの部門間の取引の連関構造を明示的に表す社会会計である。SAMモデルの詳細な考察は第3章に譲るが、生産部門内の取引だけを体系内の連関構造として表すI-Oモデルとは異なり、所得分配、支出構造、さらには所得移転までも含んだモデル分析が可能となったのである。

拡張I-Oモデルは生産部門以外の部門を内生部門に取り込むさまざまな試みと考えることができるが、産業連関構造以外に所得生成構造、さらには所得分配構造などが内生化されるためそれらの関係を明確に分離しながら、セクター間の連関・波及構造を研究するという分析視点が求められてくることになった。これは当然I-Oモデルのブロック分割、乗数分解へと

進むのであるが、本章では消費内生化モデル（宮沢モデル）および人口動態ー経済モデル（Batey and Madden モデル）を中心に考察する。

2-2　消費内生モデル（宮沢モデル）

基本I-Oモデルにおいては外生部門とみなされていた消費需要を内生化することにより、所得生成過程と所得分配プロセスをI-Oモデルに取り込んだのが、いわゆる宮沢体系である。宮沢体系では生産過程によって生み出される付加価値、すなわち所得に応じて消費需要が決定されるという消費関数を想定する。このように宮沢体系においては付加価値部門、および消費需要部門が内生部門として扱われることになるが、まず最終需要を消費需要 f_c とその他の最終需要 f に分離して表すと、基本I-O方程式は

$$X = AX + F = AX + f_c + f \qquad (2\text{-}1)$$

とかける。次に各財の消費関数（行列表示）は次のように表すことができる。すなわち、

$$f_c = CVX \qquad (2\text{-}2)$$

ここで

C ＝（賃金および給与所得からの）消費係数行列

V ＝（賃金および給与所得に対する）付加価値係数行列

である。いま (2-2) 式を (2-1) に代入すると

$$X = AX + CVX + f \qquad (2\text{-}3)$$

これを解けば

$$\begin{aligned} X &= [I - A - CV]^{-1} f && \text{(i)} \\ &= B[I - CVB]^{-1} f && \text{(ii)} \qquad (2\text{-}4) \\ &= B[I + CKVB] f && \text{(iii)} \end{aligned}$$

が得られる。ここで

$$B=(I-A)^{-1}$$
$$K=(I-L)^{-1}$$
$$L=VBC$$

である。

さて(2-4)式の(ｉ)は(2-3)式から直接求められるが、これをMiyazawa (1967)では拡大された逆行列乗数(enlarged inverse matrix multiplier)と呼んでいる。また(ⅱ)は(ｉ)から次のように求められる。すなわち、

$$\begin{aligned}[I-A-CB]^{-1}&=\left[\left\{I-CV(I-A)^{-1}\right\}(I-A)\right]^{-1}\\&=(I-A)^{-1}\left(I-CV(I-A)^{-1}\right)\\&=B(I-CVB)^{-1}\end{aligned}\qquad(2\text{-}5)$$

である。同様に(iii)は次のように導出される。

$$\begin{aligned}&K(I-VBC)=I\\&CVB=CK(I-VBC)VB=CKVB(I-CVB)\\&I-CVB=I-CKVB(I-CBV)\\&I=CKVB(I-CBV)+(I-CVB)=(I+CKVB)(I-CBV)\\&\therefore(I-CBV)^{-1}=I+CKVB\end{aligned}\qquad(2\text{-}6)$$

ここで、$(I-CBV)^{-1}$ は部分結合逆行列(subjoined inverse)、KVB は多部門所得乗数行列(multi-sector income multiplier as a matrix)と呼ばれている。

(2-4)式は内生化された消費需要のもとで、外生最終需要を与えたときに得られる均衡産出量を示しているが、宮沢体系にはこれと同時に所得生成効果が明示的に組み込まれている。いま $L=VBC$ は追加的所得一単位が与えられた時、追加的消費支出によって誘発される産出を通して生ずる所得効果を表わしている。この所得効果はさらに消費需要を誘発し、所得を生成する。このときの所得生成効果の極値は

$$K=(I-L)^{-1}=I+L+L^2+\cdots=\sum_{n=1}^{\infty}L^n\qquad(2\text{-}7)$$

と表すことができるが、これは相互連関所得乗数行列（interrelational income multiplier as a matrix）とよばれる。以上から外生的最終需要が与えられたときの所得生成過程は

$$\begin{aligned} Y &= (I-L)^{-1}VBf \\ &= KVBf \end{aligned} \qquad (2\text{-}8)$$

として個々の要因に分解できることが分かる。いま（2-4）、（2-8）式をひとつの式にまとめると均衡産出量および均衡所得は次のように同時に決定される。すなわち、

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B(I+CKVB) \\ KVB \end{bmatrix} f \qquad (2\text{-}9)$$

である。さらに外生所得gを加えると、より一般的な産出‐所得同時決定方程式は

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & C \\ V & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f \\ g \end{bmatrix} \qquad (2\text{-}10)$$

とかけるから、これを解くと

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} I-A & -C \\ -V & I \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f \\ g \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} B(I+CKVB) & BCK \\ KVB & K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f \\ g \end{bmatrix} \end{aligned} \qquad (2\text{-}11)$$

が得られる。これが一般化された宮沢体系にほかならない。

産業連関モデルは本来生産部門における連関構造を内生化して、外生需要の波及効果をレオンチェフ逆行列によって求めるものである。この波及構造はレオンチェフの産業連関乗数と呼ばれるのに対し、宮沢は相互連関所得乗数と呼ばれる新しい概念をレオンチェフ体系に導入した。つまり基本I-Oモデルに欠けていた所得生成プロセスを明示的に導入することにより、乗数過程を産出量決定の側面だけでなく、所得決定の側面に拡張する

ことを可能にしたのである。

宮沢の提示した所得乗数の概念はもちろんケインズ乗数とアナロジーを有する概念であるが、ケインズ乗数は消費支出と所得とのマクロ変数関係を示すものであるため、消費の財構成が異なっても所得乗数の値には影響しない。これに対し、I-Oモデルは消費の財構成の変化による産出量への影響を明示できるという特徴があり、宮沢による拡張的I-Oモデルの所得乗数はケインズ乗数とその点が異なるのである。

宮沢体系は消費需要および付加価値を内生化し、それらのセクターを明示的に分析するモデル構造になっている。この二つのセクターグループが別立てされ、係数行列が (2-10) 式のようにブロックに分割されたため、レオンチェフ逆行列もブロック分解が可能となったのである [(2-11) 式]。また (2-10) 式では外生変数として外生所得が加えられているため、相互連関所得乗数効果を通して生産量および所得の生成に対して効果を持つことが示されている。このように宮沢モデルの一般体系は最終需要と外生所得を外生変数として与えたとき産出量および所得を同時に決定する「拡張されたI-O体系」とみなすことができるのである[17]。

宮沢体系は外生変数が最終需要と外生所得に分割された構造を持つため、それに対応して乗数行列もブロック分解される。このブロック分解された「拡大されたレオンチェフ行列」は産出、所得生成に及ぼす直接、間接の波及効果を示している。つまり産業部門と消費需要部門および付加価値部門との部門間連関によって最終的波及効果が明らかにされることを示している。このように宮沢タイプの拡張I-Oモデルは消費需要と付加価値部門とを内生化し、部門間構造の明示的な分析を可能としたという意味で、レオンチェフ体系における構造分析の先駆けとも言うべき貢献であり、その乗数分解により消費内生化モデルの波及構造をより克明に描くことが可能となったのである。次節では宮沢体系とやや異なるタイプの拡張I-Oモデルとして人口動態－経済モデルについて考察しよう。

2-3　人口動態 - 経済モデル（Batey and Madden モデル）

もうひとつの拡張的I-Oモデルの例としてBatey and Madden (1983) によるアクティビティ - コモディティ分析の枠組みがある[18]。これは人口動態変化および経済変化を同時にI-O分析の枠組みの中で定式化したものであり、やはり拡張I-Oモデルといってよい形式を備えたものである。Batey and Maddenは宮沢とは異なり、家計消費ではなく個人消費を内生化することによってステイタスの異なる労働者家計の消費行動、さらには労働市場の需給をI-Oモデルに組み込んだ。すなわちそれは産出量ばかりでなく、労働供給量や失業数を内生化したモデルである。一方、外生部門には個人消費を除く最終需要に加えて労働力が外生変数として与えられている。

Batey and Madden モデルではアクティビティを生産部門、雇用労働部門、失業者部門の３つに分ける。生産部門は商品部門から中間財を購入し、雇用労働部門から労働を投入して生産物を産出する。雇用労働者は商品部門から最終財を投入（個人消費）する一方で、労働力部門へ労働力を供給（マイナスの投入）する主体である。最後に失業者部門は雇用労働者とは異なる構成の消費支出のみを行う消費主体として計上される。外生部門には個人消費以外の最終需要と総労働力の投入が計上されている。

さてアクティビティ - コモディティ分析の枠組みは以下の表2-1によって示されるが、

表2-1

		アクティビティレベル				
		生産部門（産業）	雇用労働者	失業者	外生部門	総計
商品	商品部門	T 中間財需要	c_e 雇用者の消費	c_u 失業者の消費	y_1（最終需要）	x 総産出量
	雇用労働	l^d 労働需要	0	0	0	h_e 雇用労働者数
	労働力	0	$-h_e$ 雇用労働者数（マイナス）	0	p 総労働力	h_u 失業者数

各行について次のような恒等式が成立する。すなわち

$$T + c_e + c_u + y_1 = x \qquad (2\text{-}12)$$

$$l^d = h_e \qquad (2\text{-}13)$$

$$-h_e + p = h_u \qquad (2\text{-}14)$$

である。

上の式はそれぞれ生産物、雇用労働者、そして労働力の需給均衡式である。以上の式をアクティビティレベル当りの中間投入係数行列A、労働需要係数ベクトルl、労働カテゴリー別の消費係数ベクトルβ, αを用いて行列表示すると、

$$\begin{bmatrix} x \\ h_e \\ h_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & \beta & \alpha \\ l & 0 & 0 \\ 0 & -I & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ h_e \\ h_u \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ 0 \\ p \end{bmatrix} \qquad (2\text{-}15)$$

となる。したがって

$$\begin{bmatrix} I-A & -\beta & -\alpha \\ -l & I & 0 \\ 0 & I & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ h_e \\ h_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ 0 \\ p \end{bmatrix} \qquad (2\text{-}16)$$

が得られる。

以上のアクティビティーコモディティ体系を使って外生変数（最終需要および労働力）の値が与えられたとき、産出量および労働供給に及ぼす効果についてトレースすることが可能となる。以下それを示そう。

いま労働アクティビティを1つの統合部門として表わすと、(2-15) 式は

$$\begin{bmatrix} x \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & Q \\ L & Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ h \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \qquad (2-17)$$

と表記できる。ただし、

$$h = \begin{bmatrix} h_e \\ h_u \end{bmatrix}、\ L = \begin{bmatrix} -l \\ 0 \end{bmatrix}、\quad y_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ p \end{bmatrix}、\quad Z = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -I & 0 \end{bmatrix}、\quad Q = [\beta, \alpha]$$

である。

ここで

$$\begin{bmatrix} I-A & -Q \\ -L & I-Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}^* & A_{12}^* \\ A_{21}^* & A_{22}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \qquad (2-18)$$

$$\begin{bmatrix} x \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}^* & A_{12}^* \\ A_{21}^* & A_{22}^* \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta & \Lambda \\ \Pi & \Gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \qquad (2-19)$$

とする。(2−18) 式から、$\boldsymbol{x}$、$\boldsymbol{h}$ について解くと

$$x = \left[A_{11}^* - A_{12}^*(A_{22}^*)^{-1}A_{21}^*\right]^{-1}\left[y_1 - A_{12}^*(A_{22}^*)^{-1}y_2\right] \qquad (2-20)$$

$$h = \left[A_{22}^* - A_{21}^*(A_{11}^*)^{-1}A_{12}^*\right]^{-1}\left[y_2 - A_{21}^*(A_{11}^*)^{-1}y_1\right] \qquad (2-21)$$

を得る。したがって

$$\begin{aligned} \Delta &= \left[A_{11}^* - A_{12}^*(A_{22}^*)^{-1}A_{21}^*\right]^{-1} \\ &= \left[I - A - Q(I-Z)^{-1}L\right]^{-1} \end{aligned} \qquad (2-22)$$

$$\begin{aligned} \Lambda &= \left[A_{22}^* - A_{21}^*(A_{11}^*)^{-1}A_{12}^*\right]^{-1}\left[-A_{12}^*(A_{22}^*)^{-1}\right] \\ &= \left[I - A - Q(I-Z)^{-1}L\right]^{-1}\left[Q(I-Z)^{-1}\right] \end{aligned} \qquad (2-23)$$

$$\begin{aligned}\Pi &= \left[A_{22}^{*} - A_{21}^{*}(A_{11}^{*})^{-1}A_{12}^{*}\right]^{-1}\left[-A_{21}^{*}(A_{11}^{*})^{-1}\right] \\ &= \left[I - Z - L(I-A)^{-1}Q\right]^{-1}\left[L(I-A)^{-1}\right]\end{aligned} \tag{2-24}$$

$$\begin{aligned}\Gamma &= \left[A_{22}^{*} - A_{21}^{*}(A_{11}^{*})^{-1}A_{12}^{*}\right]^{-1} \\ &= \left[I - Z - L(I-A)^{-1}Q\right]^{-1}\end{aligned} \tag{2-25}$$

である。

さてΠおよびΓをそれぞれ２つの行ベクトルに分けて、雇用労働者数 $\boldsymbol{h_e}$ を明示しよう。いま

$$\Pi = \begin{bmatrix}\Pi_1 \\ \Pi_2\end{bmatrix}、\ \Gamma = \begin{bmatrix}\Gamma_1 \\ \Gamma_2\end{bmatrix}$$

とすれば、

$$\boldsymbol{h} = \Pi y_1 + \Gamma y_2 \qquad (2\text{-}26)$$

であるから、雇用労働者数は次のように表すことができる。すなわち

$$h_e = \Pi_1 y_1 + \Gamma_1 y_2 \qquad (2\text{-}27)$$

である。ここで

$$\begin{aligned}\Pi &= \Gamma(-L)(I-A)^{-1} \\ &= \begin{bmatrix}\Gamma_1 \\ \Gamma_2\end{bmatrix}(-L)(I-A)^{-1}\end{aligned} \tag{2-28}$$

であるから

$$\begin{aligned}h_e &= \Gamma_1(-L)(I-A)^{-1}y_1 + \Gamma_1 y_2 \\ &= \Gamma_{11} l(I-A)^{-1}y_1 + \Gamma_{12} p\end{aligned} \tag{2-29}$$

とかける。ただし

$$\Gamma_1 = \left[\Gamma_{11}, \Gamma_{12}\right]$$

である。

つぎに

$$L(I-A)^{-1}Q=\Psi \qquad (2\text{-}30)$$

とすれば、逆行列の各要素は次のように表すことができる。すなわち

$$\Delta=(I-A)^{-1}+(I-A)^{-1}Q(I-Z-\Psi)^{-1}L(I-A)^{-1} \qquad (2\text{-}31)$$
$$\Lambda=(I-A)^{-1}Q(I-Z-\Psi)^{-1} \qquad (2\text{-}32)$$
$$\Pi=(I-Z-\Psi)^{-1}L(I-A)^{-1} \qquad (2\text{-}33)$$
$$\Gamma=(I-Z-\Psi)^{-1} \qquad (2\text{-}34)$$

と表すことができる。ここで (2-31) 式の右辺第1項は通常のレオンチェフ逆行列であるのに対し、第2項は最終需要の誘発効果であり、人口動態および経済変数の相互作用の結果もたらされる生産誘発効果を表すものとみなすことができる。次に (2-32) 式は純粋に人口動態要因の単位変化により誘発される総産出量と解釈される。(2-33)、(2-34) 式は人口動態変数のアクティビティレベルに及ぼす効果にかかわるもので、前者は最終需要の効果、後者は人口動態要因の注入の効果を表している。

以上がBatey and Maddenモデルの骨子であるが、これは通常のI-O表を基礎とする伝統的I-Oモデルと異なるハイブリッドモデルである[19]。この点に関しては伝統的I-Oモデルを基礎におく宮沢モデルとはモデルの性質を異にするものである。たとえば、表2-1から容易に分かるように、生産部門の労働投入は物的単位（労働者数）で測られているので、それを中間財投入と足し合わせることはできない。したがってその列和は基本的に経済的意味を持たない。Batey and Maddenモデルはすべての取引が貨幣単位で計上される基本I-Oモデルとその性格が大きく異なるだけでなく、通常のI-O表を基礎におく宮沢モデルとも一線を画しているのである。もちろんBatey and Maddenモデルの最大の特徴は個人消費を扱うだけでなく、それを雇用労働者と失業者に分け、それぞれの消費支出パターンの違いを体系内に明確に規定することによって、雇用構造の変化が体系に与える効果を分析することのできる枠組みを提供したことである。それによっ

て、たとえば失業者に対する社会保険給付の波及効果を分析することも可能であろう。

Batey and Maddenモデルは宮沢モデルとはかなり異なったモデル構造を持っているが、その体系内に所得生成プロセスが内包されていることもまた明らかである。たしかにBatey and Maddenモデルでは付加価値が明示されているわけではない。したがって、労働者所得も陽表的に取り扱われることはないが、雇用の増加が個人消費を増加させ、それがさらに生産部門の産出量の増加へとつながる連関・波及構造が体系内に組み込まれている。事実、Batey and Maddenモデルにおける追加的最終需要の誘発する労働需要乗数は(2-33)、(2-34)式から

$$\Pi = \Gamma L(I - A)^{-1} \qquad (2\text{-}35)$$

と表されるが、(2-35)式は宮沢モデルにおける所得生成プロセス乗数 *KVB* に対応するものと考えてよいであろう。

さてBatey and Maddenモデルのさきがけとなった人口動態－経済モデルにSchinnar (1976, 1977) のI-Oモデルがある(表2-2参照)。Schinnarモデルは以下のように定式がされる。すなわち、

$$(I - A)x = d \qquad (2\text{-}36)$$
$$Lx = h_e \qquad (2\text{-}37)$$
$$\beta h_e + f = d \qquad (2\text{-}38)$$

である。そして(2-36)と(2-38)式から

$$(I - A)x - \beta h_e = f \qquad (2\text{-}39)$$

が得られる。

以上から容易に分かるとおり、SchinnarモデルはBatey/Madenモデルにおいて失業者の消費係数をゼロとおいた特殊系であり、Batey/MaddenモデルはSchinnarモデルを拡張したと考えられる。したがって失業者の消費係数をゼロとおいたときのBatey/Maden体系は、まず総生

産量 x と雇用量 h_e について解き（これはSchinnarモデルの解にほかならない）、次に失業者数を求めるという逐次解法によって求めることができるため、係数行列はブロック三角化行列となることがわかる。

Batey/Maden体系は拡張I-Oモデルのひとつであり、上述したように、失業保険給付の効果分析などに適している。しかしながらこれは社会保険給付の効果分析に限られるのではなく、年金給付や所得階層別雇用者などへの社会政策の効果分析にも適用可能なモデルあることを示している[20)]。

表2-2　Schinnar モデルの体系

		アクティビティ			
		生産部門（産業）	雇用労働者	外生部門	総計
商品	商品部門	T 中間財需要	c_e 雇用者の消費	y_1 （最終需要）	x 総産出量
	雇用労働	l^d 労働需要	0	0	l_e 雇用労働者数

第3章　社会会計表とSAMモデル

3-1　社会会計表と産業連関表

I-Oモデルを分配、支出、雇用などの観点からさらに拡張していくためにはI-O表そのものを拡張したデータベースを構築する必要がある。そうしたデータベースを提供するための社会会計のフレームワークが社会会計表（SAM）である。SAMは社会経済体系のさまざまな変数間の相互作用を記述する社会会計体系であり、初め国民所得会計に関する研究の一環としてStoneなどによって提唱された社会会計概念である。Stone（1977）によればSAMはI-O表と同様、データベースとしての役割と分析ツール

としての役割の2つの側面を持つ。また、SAMという統計体系は財・サービス市場におけるケインズモデルを反映する国民所得勘定を行列表示した社会会計という側面と、生産の相互依存関係を捉えるI-Oモデルを反映する社会会計という2つの側面を有すると考えることもできる。I-O表が生産部門（産業部門）の産業連関構造に焦点を当てたのに対し、SAMは所得分配や雇用などをそれに加えた連関構造を表記した社会会計であるため、拡張されたI-Oモデルのデータベースとして利用されるに到るのは当然の帰結であったが、I-OモデルとSAMモデルの重要な違いは、SAMがI-O表にはない社会経済的アカウントを取り入れたところにある。たとえばPyatt and Roe et al.（1977）は生産要素部門、制度部門、そして家計部門をロケーション別、所得階層別に分けたSAMをスリランカにおいて作成したが、それが経済分析に適用された包括的SAM分析の端緒となった。

SAMはどのような社会経済部門に焦点を当てるかによってアカウントの内容もディスアグリゲートの程度も異なるのであるが、最も単純なSAMは表3-1のように示すことができるであろう。SAMをみるときの基本的ルールは、行列表示された社会会計表すべてに適用される次のようなものである。すなわち、

1）SAMを行に沿って横にみるとそれは受取勘定を示しているのに対し、列は支払勘定が示されている。

2）すべての行部門は対応する部門を列に持ち、その行和と列和は常に等しい。すなわち、すべての計上された部門勘定の受け取り総所得は支払い総額に等しくなるように作成されているのである。

の2点である。

表3-1　SAMの簡略表

		支出					
		内生部門			外生部門		
		生産要素	制　度	生　産	資　本	海　外	計
受取	生産要素			生産要素所得の分配			生産要素所得
	制度	制度部門への所得分配	所得移転、税、補助金			海外からの受取	制度所得
	生産		最終需要	中間需要	資本形成	輸出	総需要(=総産出)
	資本		国内貯蓄			経常収支	総貯蓄
	海外		最終財の輸入	中間財輸入			外貨流出
	計		総支出	総産出	総投資	外貨流入	

表3-1のSAMにおいて、内生部門は生産要素、制度、生産アカウントの3つから構成されている。他方、外生部門は資本勘定、海外部門勘定である。内生部門を構成する3つの主要な勘定間の相互連関取引(表3-1の太枠で囲まれた部分)は、明らかに国民所得体系における生産、分配、支出の経済循環を表すものである。内生部門のうち制度部門は家計、企業、政府部門から構成されるが、Pyatt et al.(1977)が定義したように、制度部門とは法的所有権を持つ主体であり、したがって資本蓄積や貯蓄、あるいはサービスの提供を行うことのできる主体として規定されている。この制度部門勘定は経常勘定と資本勘定からなり、経常勘定だけを内生部門に組み入れて、資本勘定は外生部門とすることもできる。表3-1は資本勘定を外生部門においたケースを示したものである。

内生部門間の関係を見ると、まず生産要素勘定の受取(第1行)は、生産勘定から付加価値として生まれた生産要素所得の分配を受けているのが唯一の所得源泉である[21]。生産要素勘定は受け取った所得を制度部門勘定に

賃金あるいは利潤などの形で分配する。制度部門勘定の受取は生産要素勘定からの支払いに加えて、制度部門内の所得移転などがもうひとつの所得の源泉である。最後に生産勘定は制度部門勘定から最終需要支出と生産勘定からの中間需要支出の支払いを受ける。これが生産勘定の2つの所得源泉である。

さて実際のSAMにおいて各勘定はさらに分割されるのが通常である。たとえば生産要素勘定は生産要素の種類によって労働と資本などに大きく分けられる。これをさらに、職業分類によって自営業や雇用労働に分けたり、地域別に分けたりすることもできる。資本についても民間資本と公的資本に分けるなどさまざまな分割が可能である。こうしたサブ勘定への分割はSAM作成者の分析対象に応じて決定される場合もあるが、単にデータの利用可能性によって制約されていることもある。

制度部門勘定のサブ勘定への分割もさまざまである。たとえば企業を地域別、規模別、あるいは経営形態別に分割することがある。家計部門についても同様であるが、家計を所得階層別に分割する試みは多くのSAMにおいてみられるものである。それは多くの国において家計調査がかなり大規模に行われているため、所得階層別支出行動や収入構造に関するデータがとりやすくなっていることもその一因であろう。

最後に生産勘定はI-O表における産業部門の対応しており、SAMの作成においてもI-O表の産業分類に従うことが多い。しかしながら産業部門分類を細かくすると、SAMにおいては生産要素勘定および制度部門勘定との取引の数が膨大な数となるため、その分析目的に応じて産業部門数を極力抑えることが一般的である。他方外生部門としては、一般に海外部門以外に間接税、資本勘定、政府部門などが分析目的に応じておかれるケースが多い。

以上のように、SAMはI-O表における生産部門間の投入－産出構造はもちろん、分配あるいは支出面などのバランスシートを表すだけでなく、

社会経済的側面について詳細に組み込むことが可能な枠組みとなっている。したがって、I-O分析よりもさらに広範囲な経済分析、たとえば、応用一般均衡モデルに適用できる基礎データとして使用されることが多いのである[22]。

以下においては、全国レベルのSAMモデルによる乗数分析についてみていくことにするが、SAMモデルは上述の拡張I-Oモデルと同様に、乗数分解により部門間の波及構造をより明示的に捉えることが可能である。そればかりでなく、前章で紹介した拡張I-Oモデルでは考慮されていない制度部門内の移転取引が記述されているため、波及構造をさらに分解して示すことができる。このSAM乗数のブロック分解は実証分析にも広く適用可能性を持つものである。次節ではSAM乗数のブロック分解について理論的に検討するが、SAMの乗数分解を求める方法はひとつではない。たとえば、Pyatt（1989）は部門還元手法によるSAMの簡略化がSAM乗数のブロック分解と同一の結論を導くことを明らかにしているので、その点についてもやや立ち入って議論することにしたい。

3-2 SAM乗数のブロック分割

SAM体系が生産要素（第1ブロック）、制度部門（第2ブロック）、生産部門（第3ブロック）の3つの内生部門と1つの外生部門（第4ブロック）から構成されるとすれば、各ブロック間の取引は次の行列によって表すことができる。すなわち

$$N=\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}1)$$

となる。ここで最初の3行3列は内生部門間の関係を表すのに対し、4番目の行列は外生部門勘定である。

外生部門勘定から受け取る内生部門勘定の所得ベクトルをY、内生部門勘定の総所得ベクトルをX、SAM係数行列をAとすれば、SAMモデルは

$$AX + Y = X \qquad (3\text{-}2)$$

と定式化される。いま表3-1に示した単純なSAMを仮定すれば、(3-2)式のSAMモデルは次のような構造を持つことがわかる。すなわち、

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ 0 & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}3)$$

である。上のSAM体系において係数行列を

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ 0 & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_{22} & 0 \\ 0 & 0 & A_{33} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & A_{13} \\ A_{21} & 0 & 0 \\ 0 & A_{32} & 0 \end{bmatrix} = B + C \qquad (3\text{-}4)$$

と2つに分解すると、SAM乗数は以下のように分解できる。すなわち、

$$X = \left[I + (I-B)^{-1}C + (I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C\right] \cdot \left\{I - \left[(I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C\right]\right\}^{-1}$$
$$\cdot (I-B)^{-1}Y = M_1 M_2 M_3 = MY \qquad (3\text{-}5)$$

あるいは

$$X = \left\{I - \left[(I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C\right]\right\}^{-1} \cdot \left[I + (I-B)^{-1}C + (I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C\right]$$
$$\cdot (I-B)^{-1}Y = MY \qquad (3\text{-}5')$$

である。これがSAM乗数の積分解である[23]。ここで、

$$M_1 = (I-B)^{-1} = \begin{bmatrix} I & 0 & 0 \\ 0 & (I-A_{22})^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & (I-A_{33})^{-1} \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}6)$$

$$M_2 = \left\{I - \left[(I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C(I-B)^{-1}C\right]\right\}^{-1}$$

$$=\begin{bmatrix} D & 0 & 0 \\ 0 & E & 0 \\ 0 & 0 & F \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}7)$$

ただし

$$\begin{aligned} D &= [I - A_{13}(I - A_{33})^{-1} A_{32}(I - A_{22})^{-1} A_{21}]^{-1} \\ E &= [I - (I - A_{22})^{-1} A_{21} A_{13}(I - A_{33})^{-1} A_{32}]^{-1} \\ F &= [I - (I - A_{33})^{-1} A_{32}(I - A_{22})^{-1} A_{21} A_{13}]^{-1} \end{aligned} \qquad (3\text{-}8)$$

$$M_3 = \lfloor I + (I - B)^{-1} C + (I - B)^{-1} C (I - B)^{-1} C \rfloor$$
$$= \begin{bmatrix} I & A_{13}(I - A_{33})^{-1} A_{32} & A_{13} \\ (I - A_{22})^{-1} A_{21} & I & (I - A_{22})^{-1} A_{21} A_{13} \\ (I - A_{33})^{-1} A_{32}(I - A_{22})^{-1} A_{21} & (I - A_{33})^{-1} A_{32} & I \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}9)$$

である。

SAM乗数はまた次のように行列の和に分解することもできる。すなわち、

$$M = I + (M_1 - I) + (M_2 - I)M_1 + (M_3 - I)M_2 M_1 = M_3 M_2 M_1 \qquad (3\text{-}10)$$

とかけるが、上式において、第1項は単位行列 I から構成されており、外生変数1単位の注入を示している。また第2項は M_1 から生ずる効果、第3項は M_2 から生ずる効果、最後に第4項は M_3 から生ずる効果がそれぞれ加えられて、すべての乗数効果が形成されることを意味している。

以上のSAMモデルでは、行列乗数がいくつかのコンポーネントの積、あるいは和に分解できる。Stoneは（3-10）式の右辺第2、3、4項を各々、グループ内効果、グループ間効果、エキストラグループ効果と呼んで、伝統的な産業連関分析における直接効果、間接効果と混同されることを避けているが、本稿もStoneの表記に従うこととする[24]。

さてSAMの内生部門間の連関構造は特殊な循環構造を持っているが、その乗数のブロック分解もSAMに固有の形式を持っていることに注意し

なければならないであろう。たとえばSAMにおいては、生産要素勘定（第１部門）内の取引は表記されていないため、第１部門の内部乗数行列は単位行列となるのに対し、第２、第３部門の内部乗数行列はレオンチェフ逆行列として表される。また内生部門間の連関構造は非常に限定されたものであるので、分解された乗数行列も特殊な形になっている。しかしながらSAMの描く経済体系は生産、分配、支出構造を明示するものであるため、SAM乗数のブロック分解を実証分析に適用することは経済分析ツールとして非常に大きな可能性を秘めているのである。

3-3　部門還元手法と乗数分解

Stoneなどによって明らかにされたSAMモデルの乗数分解について部門還元（Apportionment）の手法を用いても、やはり求めることができることを示したのがPyatt（1989）である。この部門還元法はSAMのアカウントを減少させる手法であるが、Leontief（1967）によって提案されたダブル・インバージョンの一般化手法でもあるので、まずダブル・インバージョンの手法について若干触れておく必要があろう。

レオンチェフは異なる経済など、部門に関する定義の異なる技術係数を比較するとき生ずる問題を回避するために、ダブル・インバージョンの手法を提案した。今通常のI-Oモデルを

$$X = AX + F \qquad (3-11)$$

とし、これを２分割モデルで記述すれば

$$\begin{aligned} X_1 &= A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + F_1 \\ X_2 &= A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + F_2 \end{aligned} \qquad (3-12)$$

と表すことができる。いま $(I - A_{22})$ の逆行列が存在すれば、X_1 はつぎのように求められる。すなわち、

$$X_1 = A_{11}^{*}X_1 + F_1^{*} \qquad (3-13)$$

ここで

$$
\begin{aligned}
F_1^* &= F_1 + (I - A_{22})^{-1} F_2 \\
A_{11}^* &= A_{11} + A_{12}(I - A_{22})^{-1} A_{21}
\end{aligned}
\qquad (3\text{-}14)
$$

である。以上の2分割I-Oモデルを用いてダブル・インバージョンの手法は次のように説明できる。

いま2枚のI-O表があり、第1ブロックの部門分類の定義が同一とする。このとき第1ブロックの投入係数を直接比較することは第2ブロックの部門分類の定義が異なっている場合、必ずしも適切とは言えないであろう。第1ブロックがまったく同一であっても、第2ブロックからの影響を受けるため、第1ブロックの投入係数を比較するときの前提条件が崩れてしまうからである。

これに対し、(3-13) 式によって定義された投入係数行列 A_{11}^* は X_1 を求める誘導方程式において定義される投入係数行列であり、第2ブロックにおける定義の違いやアクティビティの範囲の違いがあっても、すべてそこに還元されると解釈できるであろう。このように、あるブロック（グループ1）の投入構造を比較しようとするとき、ブロック1に還元された投入係数行列（reduced input coefficients matrix to the sector group 1）を比較することによりセクターグループの定義の違いやアクティビティの範囲の違いがあってもそれを克服できるとしたのがレオンチェフによるダブル・インバージョンの概念である。

ダブル・インバージョンの手法は、本来のI-O表の投入構造をある部門集合（上の場合はグループ1）に還元する方法と考えることができるが、このダブル・インバージョンの手法をさらに一般化したのがPyatt (1989) である。Pyattは社会会計表 (SAM) を集約する方法として以下のような部門還元（Apportionment）の手法を提案している。

部分還元法はSAMから消去されるアカウントの取引を残りのアカウントに組み入れるとき、残されたアカウントの総計の値を不変に保つ手法で

あり、次の定理によって示すことができる。

[Apportionment 定理][25]

いまSAM体系が2つのアカウントから構成されるとすれば、取引行列は

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} \qquad (3-15)$$

と表される。ここで行和、列和はそれぞれ$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$、$[y_1' \quad y_2']$とする。このとき、$(\hat{y}_2 - T_{22})^{-1}$が存在するならば、アカウント2を消去して得られる行列T_{11}^*は

$$T_{11}^* = T_{11} + T_{12}(\hat{y}_2 - T_{22})^{-1} T_{21} \qquad (3-16)$$

と表わすことができる。ここでT_{11}^*の行和は所得ベクトルy_1に等しい。また$\hat{y}_2$は所得ベクトルy_2の要素からなる対角行列である。

さてこのとき、T_{11}^*はつぎの性質を持つ。すなわち、

i）$B_{12} = T_{12}(\hat{y}_2 - T_{22})^{-1}$ とすれば

$$i'B_{12} = i' \qquad (3-17)$$

ii）$B_{21} = (\hat{y}_2 - T_{22})^{-1} T_{21}$ とすれば

$$B_{21} i = i \qquad (3-18)$$

iii）$T_{11}^* i = (T_{11}^*)' i = y_1 \qquad (3-19)$

が成立する。ただし

$$i' = (1,1,\cdots,1)$$

である。

上の定理（iii）は部門還元手法によって求められた新たな取引行列T_{11}^*の列和、行和がともに以前の値を保持していることを示すものであるが、定理（i）、（ii）が成立すれば（iii）が成り立つことは自明であるので、以下（i）、

(ii) について証明を与えることにする。

[証明（i）]

いま

$$\hat{y}_i A'_{ij} = T_{ij} \quad (i, j = 1,2) \quad (3-20)$$

とすれば

$$B_{12} = T_{12}(\hat{y}_2 - T_{22})^{-1} = T_{12}(I - A'_{22})^{-1}\hat{y}_2^{-1} \qquad (3-21)$$

とかける。

SAMの性質上

$$y'_2 = y'_2 A'_{22} + i'T_{12} \quad (3-22)$$

が常に成り立つから

$$y'_2 = i'T_{12}(I - A'_{22})^{-1} \quad (3-23)$$

とかける。以上から

$$i'B_{12} = i'T_{12}(I - A'_{22})^{-1}\hat{y}_2^{-1} = y'_2\hat{y}_2^{-1} = i' \qquad (3-24)$$

が成立する。(証明終了)

[証明（ii）]

$$A_{ij}\hat{y}_j = T_{ij} \quad (i, j = 1,2) \qquad (3-25)$$

とすれば、

$$B_{21} = \hat{y}_2^{-1}(I - A_{22})^{-1}T_{21} \qquad (3-26)$$

が成り立つ。またSAMの性質上

$$A_{22}y_2 + T_{21}i = y_2 \qquad (3-27)$$

が常に成り立つから、

$$y_2 = (I - A_{22})^{-1} T_{21} i \qquad (3-28)$$

とかける。以上から

$$B_{21} i = \hat{y}_2^{-1} (I - A_{22})^{-1} T_{21} i = \hat{y}_2^{-1} y_2 = i \qquad (3-29)$$

が成立する。(証明終了)

さてSAM係数を分割し、2つのアカウント均衡式をそれぞれ明示的に表すと、

$$\begin{aligned} y_1 &= A_{11} y_1 + A_{12} y_2 \\ y_2 &= A_{21} y_1 + A_{22} y_2 \end{aligned} \qquad (3-30)$$

であるが、一方 (3-16) 式から、

$$\begin{aligned} y_1 &= T_{11}^* i = (T_{11} + B_{12} T_{21}) i \\ &= (A_{11} + B_{12} A_{21}) y_1 \qquad (3-31) \\ &= A_{11}^* y_1 \end{aligned}$$

が成立する。ここで

$$A_{11}^* = A_{11} + B_{12} A_{21} = A_{11} + A_{12} (I - A_{22})^{-1} A_{21} \qquad (3-32)$$

である[26)]。

さて、以上が部門還元法の概要であるが、部門還元を施すことによってもSAM乗数分解を導くことができることがPyattによって示されている。いま上のSAMモデルの基礎となる取引表の模式図は表3-2で表されるとしよう。

表3-2　内生部門 SAM の取引表(模式図)

	生産要素(1)	制度部門(2)	商品部門(3)	その他(4)	総所得
生産要素(1)	0	0	T_{13}	x_1	Y_1
制度部門(2)	T_{21}	T_{22}	0	x_1	Y_2
商品部門(3)	0	T_{32}	T_{33}	x_3	Y_3
そ の 他(4)	v'_1	v'_2	v'_3		
総 支 出	Y_1	Y_2	Y_3		

いま生産要素部門（アカウント１)、および制度部門（アカウント２）をそれぞれ部門還元により消去すると、次の関係（表3-3 および表3-4）が各々得られる。すなわち、

表3-3　生産要素部門の消去

	制度部門(2)	商品部門(3)	その他(4)	総所得
制度部門(2)	T_{22}	$T_{23}(=T_{21}\hat{Y}_1^{-1}T_{13})$	$x_2+T_{21}\hat{Y}_1^{-1}x_1$	Y_2
商品部門(3)	T_{32}	T_{33}	x_3	Y_3
そ の 他(4)	v'_2	$v'_3+v'_1\hat{Y}_1^{-1}T_{13}$		
総 支 出	Y_2	Y_3		

表3-4　制度部門の消去

	生産要素(1)	商品部門(3)	その他(4)	総所得
生産要素(1)	0	T_{13}	x_1	Y_1
商品部門(3)	$T_{31}(=T_{32}(\hat{Y}_2-T_{22})^{-1}T_{21})$	T_{33}	$x_3+T_{32}(\hat{Y}_2-T_{22})^{-1}x_2)$	Y_3
そ の 他(4)	$v'_1+v'_2(\hat{Y}_2-T_{22})^{-1}T_{21})$	v'_3		
総 支 出	Y_1	Y_3		

である。表3-3 から制度部門 (2) と商品部門 (3) の所得均衡式は

$$A_{22}Y_2 + A_{23}Y_3 + x_2 + A_{21}x_1 = Y_2 \qquad (3\text{-}33\text{-}a)$$
$$A_{32}Y_2 + A_{33}Y_3 + x_3 = Y_3 \qquad (3\text{-}33\text{-}b)$$

また表3-4 から生産要素部門と商品部門の所得均衡式は

$$A_{13}Y_3 + x_1 = Y_1 \qquad (3\text{-}34\text{-}a)$$

$$A_{31}Y_1 + A_{33}Y_3 + x_2 + A_{32}(I - A_{22})^{-1}x_2 = Y_3 \qquad (3\text{-}34\text{-}b)$$

である。

いま (3-33-a), (3-33-b) を Y_2 および Y_3 について解くと、

$$\begin{bmatrix} Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I - A^*_{23}A^*_{32})^{-1}(I - A_{22})^{-1} & (I - A^*_{23}A^*_{32})^{-1}A^*_{23}(I - A_{33})^{-1} \\ (I - A^*_{32}A^*_{23})^{-1}A^*_{32}(I - A_{22})^{-1} & (I - A^*_{32}A^*_{23})^{-1}(I - A_{33})^{-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A_{21}x_1 + x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

を得る。ここで A^*_{ij} は一般的に (3-35)

$$A^*_{ij} = (I - A_{ii})^{-1}A_{ij} \quad (i, j = 1,2,3) \qquad (3\text{-}36)$$

と定義されるが、表3-3 から

$$A^*_{23} = (I - A_{22})^{-1}A_{23} = (I - A_{22})^{-1}A_{21}A_{13} = A^*_{21}A_{13} \qquad (3\text{-}37)$$

が成り立つ[27]。

さて (3-35) から

$$Y_2 = A^*_{21}A_{13}A^*_{32}Y_2 + A^*_{21}x_1 + (I - A_{22})^{-1}x_2 + A^*_{21}A_{13}(I - A_{33})^{-1}x_3 \qquad (3\text{-}38)$$
$$Y_3 = A^*_{32}A^*_{21}A_{13}Y_3 + A^*_{32}A^*_{21}x_1 + A^*_{32}(I - A_{22})^{-1}x_2 + (I - A_{33})^{-1}x_3 \qquad (3\text{-}39)$$

また同様に (3-34-a), (3-34-b) から

$$Y_1 = A_{13}A^*_{32}A^*_{21}Y_1 + x_1 + A_{13}A^*_{32}(I - A_{22})^{-1}x_2 + A_{13}(I - A_{33})^{-1}x_3 \qquad (3\text{-}40)$$

を得る。上の 3 式を行列表示すると、

$$\begin{aligned} Y &= \widetilde{A}^3Y + (I + \widetilde{A} + \widetilde{A}^2)(I - B)^{-1}x \\ &= \widetilde{A}^3Y + M_3M_1x \qquad (3\text{-}41) \\ &= M_2M_3M_1x \end{aligned}$$

ここで

$$\tilde{A} = (I - B)^{-1}C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & A_{13} \\ A^*_{21} & 0 & 0 \\ 0 & A^*_{32} & 0 \end{bmatrix} \qquad (3\text{-}42)$$

上で得られた（3-41）式はSAM乗数のブロック分解にほかならない。このように、Pyattの部門還元の手法によっても、Stoneと同一の乗数分解をもたらすことが明らかにされているのである。

以上のようにして求められたSAM乗数のブロック分解は内生部門間の波及連関構造を解き明かすものである。また以上の分析を地域SAMモデルに適用すれば、部門連関構造ばかりでなく、地域連関構造についても示すことができるであろう。

（*）本稿は平成18年度敬愛大学研究プロジェクト研究課題「発展途上国における産業連関分析の適用」における研究成果の一部であることを記し、研究補助に対し謝意を表したい。

注

はじめに

1）レオンチェフが始めてアメリカ経済に適用したI-Oモデルはケネーの経済表において強調された経済循環の概念や産業間の生産関係に起源を遡ることができる。またワルラスの一般均衡モデルの実証研究のためにドラスティックな単純化を施したという見方もできるであろう。

2）I-O分析のサーベイあるいはテキストはこれまでいくつも著されてきたが、Carter and Petri（1989），Rose, A. and Miernyk, W.（1989），Miller、Blair（1985）などが参考になるであろう。

3）Miyazawa（1966）による消費内生化モデル、あるいはBatey and Madden（1983）のコモディティ - アクティビティモデルが拡張I-Oモデルの代表で

あり、産業間の中間取引だけを内生化したI-Oモデルに対し、最終需要や労働需要などの取引をそこに組み入れたモデルを拡張I-Oモデルとしている。拡張I-Oモデルについては第2章で詳細に検討する。

4) 本稿で扱うSAMモデル（SAM-Based Model）とCGEモデル（応用一般均衡モデル）との違いは、Sherman and Roland-Holst (1988) を参照されたい。

5) SAMを提唱したのはStone (1961) であるが、今日SAMは様々な発展がなされており、たとえば地域SAMや資金フローSAMなども作成されている。これらのトピックスを含んだSAMの理論、実証分析を概説したものとしてはPyatt, and Round.eds. (1985) が最も参考になるであろう。

第1章

6) 産業連関分析、特に乗数分析を行うためには、産業連関表も行列の数が一致する正方行列であることが必要であるが、そのためには一産業（＝アクティビティ）が一生産物を生産するという仮定に基づいた集計作業がなされる必要がある。しかし現在各国で作成されている産業連関表の多くはSNAによる勧告にしたがってU表（Use Matrix）を中心とした、産業部門と商品部門が一致しない、したがって行列が一致しない投入ー産出表であることが多い。日本やインドネシアなどはその例外で、独自に産業連関表を作成しているためU表とは別に産業部門と商品部門が一致する産業連関表が作成されている。本研究における産業連関表は一産業＝一アクティビティを仮定しているため、中間取引はすべて正方行列によって表されている。

7) 国際間産業連関表の代表例としては、アジア経済研究所が長い期間にわたって整備してきたアジア国際産業連関表があげられる。

8) たとえば、輸入の取り扱いは競争輸入型産業連関表と非競争輸入型産業連関表に分けることができるが、非競争輸入タイプの産業連関表では、国内生産物と輸入品は同じ生産物であっても競合しない生産物として、まったく別立てされて記載されるのに対し、競争輸入タイプの産業連関表では同一の生産物として産業連関表において一括記載されている。

9) 第2章以降述べる拡張I-OモデルやSAMにおいてはこれらの部門間の取引も明示的に記載されることがある。

10) 産業連関表は本来、生産アクティビティを表すことを意図した統計表であるため、物量表示で記載されることが望ましい。しかし産業部門が統合されるとき物量表示はほとんど不可能である。そこで金額所表示により表記されるのであるが、このときドル価値単位（1ドルで購入できる生産量を1単位とみなす）を物量単位にとれば、物的産出量は生産額によって表される。

11) I は本稿で単位行列をあらわすものとして使われるが、常に次数が同じというわけではない。本来次数の異なるものは区別することが望ましいのであるが、本稿では他の行列に対応した次数をもつことが明白である場合には、次数を改めて表記することはしていない。

12) レオンチェフはLeontief (1951) において閉じたI-O体系をI-Oモデルとして考えていたが、1946年の二つの論文からオープンモデルへの転換が明確になる。ただし次章で扱う拡張I-Oモデルや産業連関動学モデルなどでは外生変数の一部が内生化される試みも行われている。

13) 長期的技術変化についてはかなり以前からI-Oモデルの体系内に取り込む試みが、たとえば投入係数を外挿により推定するなどの方法によってなされているが、それについて立ち入った議論をすることは本稿のテーマを著しく逸脱するため割愛することとしたい。

14) Hudson and Jorgenson (1974) を参照。

15) ブロック（部分行列）分割により、地域分割を表す場合と、部門分割をあらわす場合がある。本稿では、両者を厳密に区別する必要のない場合にはブロック分割という表記を用いる。

16) ブロック分割をする場合、添え字によって著すことになるが、ここで大まかな原則を述べておく。

① 部門分割の場合、添え字は下付きで表す

② 地域分割の場合、アルファベットで表記するとき、添え字は上付き、
数字で表記するとき、添え字は下付き

③ 地域と部門を同時に表記する必要がある場合は、
地域の添え字は上付き、部門の添え字は下付きとする

第2章

17) 今日宮沢の消費内生化モデルは投資プロジェクトの評価モデルとして非常に多く適用されている。現在日本の多くのシンクタンクや金融機関などで行われている所得誘発効果分析の多くはこの宮沢モデルを応用したものである。

18) この体系は列に沿って見ると、生産部門や雇用者部門のアクティビティが記載されているのに対し、行にそってみれば商品の需給、あるいは労働需給などの均衡式を表す体系となっている。

19) ハイブリッドモデルとして典型的なのはエネルギー分析モデルあるいは環境モデルなどである。これらはエネルギー消費量や汚染排気量をアクティビティとして通常のI-Oモデルに加える形式をもつため、広義の意味で拡張I-Oモデルといえるが、本稿のパースペクティブからは外れるため本章では考察の対象に入れていない。

20) 実際の分析はデータの利用可能性に大きく左右されることは否めない。たとえば社会保険としての年金給付保険の効果を分析するためには次のような実際的な考慮がなされなければならないであろう。通常、年金受給者は労働人口には入っていないので、Batey and Maddenモデルでは外生部門に置かれている非労働力人口の個人消費を内生化する必要が生じるが、実際に非労働人口にかかわる消費係数ベクトルをさらに導入しなければならないのである。実際にこのようなモデルの拡張はBatey, et al. (1987) を参照されたい。

第3章

21) 実際には外生部門から所得の受け取りがあるのが通常のケースである。

22) SAMのデータがCGEモデル（Computable General Equilibrium Model）において利用されるケースは非常に多いが、インドネシアで利用されたケースとしてはWuryanto (1996), Tokunaga/Lin (2000), Tokunaga/Kageyama (2005) などがある。

23) (3-5) 式の乗数分解はStone (1985)、p157を参照。

24) Stone (1979) を参照。

25) この定理はPyatt (1989) において示されたものであるが、以下の証明は著者が本稿において与えたものである。

26) 行列 A_{11}^{*} はレオンチェフの係数行列と類似した形式を持つことは明らかであるが、実際 (3-32) 式はレオンチェフ行列の一般形となっていることがPyatt (1989) によって示されている。

27) 表3-3から $T_{23}(=T_{21}\hat{Y}_1^{-1}T_{13})$

$$T_{23}\hat{Y}_3^{-1}=T_{21}\hat{Y}_1^{-1}T_{13}\hat{Y}_3^{-1}$$

したがって $A_{23}=A_{21}A_{13}$ である。

参考文献

Batey P. W. J. (1985) "Input-output models for regional demographic-economic analysis: some structural comparisons." *Environment and Planning* A, 17, pp. 73-79.

Batey P. W. J. and Madden M. (1981) "Demographic-economic forecasting within an activity-commodity framework." *Environment and Planning* A, 13, pp. 1067-83.

Batey P. W. J. and Madden M. (1983) "The Modeling of Demographic-economic Change within the Context of Regional Decline: Analytical procedures and empirical results." *Socio-Economic Planning Science* 17, pp. 315-328.

Batey P. W. J., M. Madden and Weeks, M. J. (1987) "Household income and extended input-output models." *Journal of Regional science*, 27, pp. 341-56.

Carter, A. (1970) *Structural Change in the American Economy*. Cambridge: Harvard University Press.

Carter, A. and Petri, P. (1989) "Leontief's contribution to economics." *Journal of Policy Modeling*, 11, pp. 7-30.

Chenery, H.B. (1953) "Process and Production Functions from Engineering Data." in W. Leontief et al. *Studies in the Structure of the American Economy* (New York, Oxford).

Dewhurst, J.H.L. (1993) "Decomposition of changes in input-output tables." *Economic Systems Research*, 5, pp. 41-53.

Dietzenbacher, E. and Lahr, M.L. eds., (2004) *Wassily Leontief and input-output economics*, Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press,

Hewings, G.J.D. (1985) *Regional Input-Output Analysis* (Beverly Hills, Saga).

井原健雄 (1996)『地域の経済分析』中央経済社.

Hudson E.A. and D.W. Jorgenson (1974) "US Energy policy and economic growth, 1975-2000." *Bell Journal of Economics*, 5, pp. 461-514.

片田敏孝 (1995)「SAMからみた日本経済の特徴 (1)」『産業連関－イノベーション & I-O テクニーク』vol. 6, No. 2, 環太平洋産業連関分析学会.

Lahr M.L. and E. Dietzenbacher, eds., (2001) *Input-output analysis: frontiers and extensions*, New York : Palgrave.

Leontief, W. (1936) Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States, *Review of Economic Statistics 18: 105-25.*

Leontief, W. (1941) *The Structure cf the American Economy*, 1919-1929. Cambridge: Harvard University Press.

Leontief, W. (1946a) "Exports, Imports, Domestic Output, and Employment." *Quarterly Journal of Economics 60: 171-93.*

Leontief, W. (1953) *Studies in the Structure of the American Economy*, Oxford University Przss.

Leontief, W. (1967) An Alternative Aggregation in input-Output Analysis and National Accounts, *Review of Economics and Statistics 49: 4* 12-19.

Miernyk, W.H. et al., (1967) *Impact of the Space Program on a Local Economy: An Input-Output Analysis.* West Virginia University Library, Morgantown.

Miyazawa, K. (1966) "Internal and external matrix multipliers in the input-output model." *Hitotsubashi Journal of Economics*, v, 7, pp. 38-55.

Miyazawa, K. (1968) "Input-Output Analysis and Interrelational income multiplier as a matrix." *Hitotsubashi Journal of Economics*, v, 8, pp. 39-58.

Miyazawa, K. (1976) *Input-Output Analysis and the Structure of Income Distribution.* Springer-terlag. Berlin.

Moses, L. (1955) "The Stability of Interregional Trading patterns and input-output analysis." *American Economic Review*, 45, pp. 803-832.

Nidaira, K. (1998) "An Inter Regional Input Output Analysis for Regional Development in Indonesia." 地域学研究 第28巻。

仁平耕一 (2000)「インドネシア地域社会会計表による乗数分析」、地域学研究 第30巻

仁平耕一 (2000)「インドネシアの地域構造－社会会計表による分析を中心として」、経済文化研究所紀要 第5号

Pyatt, G. (1985) "Commodity Balances and National Accounts: A SAM Perspective," *Review of Income and Wealth series 31,* no. 1.

Pyatt, G. (1989) "The Method of Apportionment and Accounting Multipliers," *Journal of Policy Modeling, 11:* pp. 111-130.

Pyatt, G. and Roe, A. R. (1977) *Social Accounting for Development Planning.* Cambridge University Press, New York.

Pyatt, G., and Round, J. I. (1979) "Accounting and Fixed-Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework.", *Economic Journal 89 (356: 850-873.*

Pyatt, G., and Round, J. I. (Eds.) (1985) *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning.* Washington D.C.: World Bank.

Pyatt, G., and Thorbecke, E. (1976) *Planning Techniques for a Better Furure.* Geneva: International Labor Office.

Rose, A. and Miernyk, W. (1989) "Input-output analysis: The first fifty years," *Economic Systems Research,* 1, No. 2, pp. 229-271.

Samuelson, P. (1951) "Abstract of a model concerning substitutability in open Leontief models." in T. C. Koopemans, ed., *Activity Analysis of Production and Allocation,* New York, Willey.

Schinnar, A. (1976) "A multidimensional accounting model for demographic and economic planning interactions." *Environment and Planning* A 8: 455-475.

Schinnar, A. (1977) "An eco-demographic accounting type multiplier analysis of Hungary." *Environment and Planning* A 9: 373-384.

Sherman, R. and Roland-Holst, D.W., (1988) "Macroeconomic Structure and Computable General Equilibrium Models," *Journal of Policy Modeling,* 10, pp.353-375.

Stone, R. (1961) *Input-Output and National Accounts* (Paris, OECD)

Stone, R. (1961) "Social Accounts at the Regional Level." in W. Isard and J.H. Cumberland, eds., *Regional Economic Planning* (Paris, OEEC).

Stone, R. (1970) "Demographic input-Output: An Extension of Social Accounting." In *Contributions in Input-Output Analysis* (A.P. Carter and A. Brady, Eds.). Amsterdam: North-Holland Publishing Co., pp. 293-

319.

Stone, R. *(1977)* "Forward." in G. Pyatt, A. Roe et al., eds., *Social Accounting and Development Planning.*

Stone, R. (1985) "The Disaggregation of the Household Sector in the National Accounts." in G. Pyatt, and J. Round, eds., *Social Accounting Matrices.*

Stone, R. (1986) "Where are we now? A short account of the development of input-output studies and their present trends." in *Readings in Input-Output Analysis* (Edited by I. Sohn), pp.13-31. Oxford University Press, New York.

Straussert, G. (1968) "Zur Bestimmung strategisher Sectoren mit Hilfe von Input-Output Modellen," *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik,* 182. pp. 211-215.

Tokunaga, S. and Lin, S., (2000) "An international conmputable general equilibrium model for Indonesia: Simulation of the government regional investment policy," Institute of Economic Research, *Fuculty of Economics,* Nagoya City University, No. 30.

Tokunaga, S. and Kageyama, M., (2005) "Impacts of the FTA in East Asia on Indonesia, Japanese, and Global economies: Using the GTAP model," *Reitaku International Journal of Economic studies,* Vol. 13, No. 2, pp. 97-108.

Wuryanto, L.K. (1996) *Fiscal Decentralization and Economic Performance in Indonesia : An Interregional Computable General Equilibrium Approach,* A dissertation presented to the Faculty of Regional science, Graduate School of Cornell University.