

■ 研究論文 ■

結合生産を表現するための三次元産業連関分析とその枠組み

Three-Dimensional Input-Output Analysis for Dealing with Joint Production System

吉田好邦*・石谷久**・松橋隆治***

Yoshikuni Yoshida Hisashi Ishitani Ryuji Matsuhashi

(原稿受付日1997年9月26日, 受理日1998年4月17日)

Abstract

Input-output (I-O) analysis is frequently applied to the energy-environmental area, because not only the direct but also the indirect environmental repercussions of different patterns of final demand can be explored. However, it has a structural deficiency in evaluating such joint production system because one activity is supposed to produce one commodity.

In this paper three-dimensional input-output analysis (3 DIO) is suggested in order to deal with joint production. 3 DIO is the extension of conventional I-O tables. It shows the interrelations between all of the activities and consists of I-O tables which are made for each product. The structure is described in the simple equations corresponding to the conventional I-O equations. Substitution of commodities which are produced from multiple activities can be exogenously dealt with in 3 DIO. 3 DIO is the tool to evaluate I-O system more practically and accurately than conventional methods. Moreover the amount of outputted product is correctly counted in 3DIO although the amount of by-products is not counted in Stone's method and doubly counted in transfer method.

1. はじめに

温暖化等の地球環境問題を背景として、産業連関分析^{1)~3)}が従来のマクロ経済学の枠を超えて広く利用されている。エネルギー・環境評価の分野も例外ではなく、産業間の相互の取引関係を記述し、直接および間接の経済的な波及効果を分析するツールとして、産業連関分析は有効な手法と位置づけられている。一方で近年、生産システムの複雑化に伴い、ひとつの部門が複数の生産物を産出するプロセス(結合生産)や屑等のリサイクルが数多くみられる。このような生産プロセスを産業連関分析で扱う際に、産業連関分析が結合生産の不在を基本前提としていることが問題となる。結合生産は生産物同士の生産に技術的な結合関係がない場合には、部門を分割して全く別の部門と見做すことによって扱うことが可能だが、生産工程で発生する屑などのように、技術的結合関係をもって主生産物に付随して発生する副産物を扱うことは産業連関分析の

ひとつのネックになっている。勿論この問題に対しては、現在我が国で採用されているマイナス投入方式など幾つかの手法が開発されているが、いずれの方式も連関表の構造上の前提である結合生産の不在に抵触する以上、根本的にこの問題を解決するには至っていない。このような事柄を背景として、本文では産業連関分析の枠内で結合生産を明示的に取り扱うための手法—三次元産業連関分析(3 DIO: 3-Dimensional Input-Output Analysis)—を開発し、従来手法との相違点を明らかにした。

2. 三次元産業連関表の基本構造

2.1 基本構造

三次元産業連関表(以下では3 DIOと略記)は、産業連関分析のもつ結合生産不在の原則を崩すために、製品ごとに連関構造を記述し、各製品ごとの連関表がそれぞれ連関する構造をもつものである。製品ごとの連関表が作成されるため、ある部門からある部門にどの製品がどれだけ投入されたかを記述することが可能となる。

従来の連関表の基本式

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{F} = \mathbf{X} \quad (2.1)$$

* 東京大学工学系研究科地球システム工学専攻助手

** " " 教授

*** " " 助教授

に対応する関係式を以下で求めるために、3個の指標をもつ演算を次のように定義する。3個の指標を持つ量 $A=(a_{ijk})$ とベクトル $x=(x_j)$ の積 $Ax=(d_{ik})$ は、

$$d_{ik} = \sum_j a_{ijk} x_j \tag{2.2}$$

と定める。つまり、Aの第2成分jについてとの縮約積をとるものとする。ただし、 $i, j=1, \dots, n; k=1, \dots, m$ とし、これは以下で示されるように産出部門、投入部門の数は等しくn部門、製品数はm種類であることに対応する。

さて、 x_{ijk} ($i, j, k=1, \dots, n$) を、部門iから部門jに製品kが投入される量(金額)とすると、これは基本取引表の成分に相当する量である。図-1に3DIOの概念図を示す。産出部門i、投入部門j、製品kのセルにの値を記して連関構造を製品ごとに表現する。

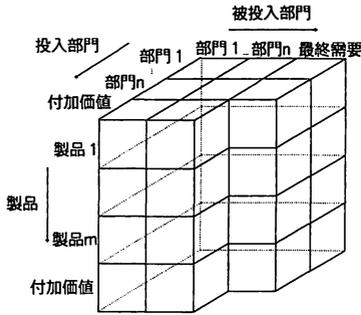


図-1 3DIOの概念図：挿入

販路構成を示す需給バランスの関係は次式のように表される。既述のようにiを産出部門、jを投入部門、kを製品として、

$$\sum_j x_{ijk} + F_{ik} = X_{ik} \tag{2.3}$$

ただし、

$F=(F_{ik})$: 最終需要行列 ($n \times m$)

$X=(X_{ik})$: 総生産行列 ($n \times m$)

とする。最終需要行列は部門iから最終需要に計上される製品kの合計を、総生産行列は部門iの産出する製品kの総生産額を意味する。

ここで、3つの指標をもつ投入係数行列 $A=(a_{ijk})$ を、

$$a_{ijk} = \frac{x_{ijk}}{\sum_l X_{il}} \tag{2.4}$$

で定め、m個の成分をもつ単位ベクトルを

$$e^T = (1 \dots 1) \tag{2.5}$$

とおくと、式(2.3)は、

$$A(Xe) + F = X \tag{2.6}$$

とかける。 $A=(a_{ijk})$ は部門jが単位金額生産するために必要な、部門iが生産する製品kの投入金額を表す。また $A(Xe)$ の部分は、式(2.2)の定義にしたがって3次元行列AとベクトルXeの積を計算する。

式(2.6)はXは生産の波及効果を考えることにより、次のようにについて解くことができる。

$$X = (I + L + L^2 + \dots)(F) \tag{2.7}$$

ただしLは、

$$L(Y) \equiv A(Ye) \tag{2.8}$$

で与えられる、2次元行列Yを引数として2次元行列を返す変換であり、Iは恒等変換である。また式(2.8)の右辺は、式(2.2)の定義にしたがって3次元行列AとベクトルYeの積を計算する。式(2.6)はについて明らかに一意に解けて、また式(2.7)、(2.8)が式(2.6)を満たすことは簡単に確認できる¹⁾ので、式(2.6)と式(2.7)が同値であることが分かる。

以下に簡単な3DIOの例を用いて上記の議論をたどる。ここでは内生部門数2、製品数3の例で説明するが、従来の連関表とは外生で与えていた付加価値の扱いが異なる。3DIOでは製品ごとに連関表が作成されるので、特定の製品と付加価値を同一のシートに記述するのは形式上問題があるため、ここでは図-1のように、付加価値を外生的な部門として扱うのと同時に、形式的にひとつの製品とみなしている。もちろん付加価値は付加価値部門からの産出に限られるため、実質的には従来の連関表と同様に外生的な扱いとなっている。したがって、最終需要行列、総生産行列の中の付加価値の列の成分はゼロであることは自明であり、冗長さをなくすためにこれを省略することも可能であるが、ここでは定義通りに上記の議論をたどることにする。

表1、2、3に示される3DIO ($2 \times 2 \times 3$) に基づいて説明する。表1、2はそれぞれ製品A、製品Bの連関を、表3は付加価値の投入を表している。部門①は主生産物Aを部門②に10だけ投入するとともに、

* 1 (2.8) より

$$L^{k+1}(F) = A(L^k(F)e)$$

であり、これを $k=0, \dots, n$ について辺々加えると、

$$\sum_{k=0}^{n-1} L^k(F) - F = A(\sum_{k=0}^{n-1} L^k(F)e)$$

となる。ただし、 $L^0=I$ とする。この式で $n \rightarrow \infty$ として(2.7)を用いると、(2.6)が得られる。

副産物Bを部門②に5だけ投入している。部門②は副産物を生産していない。付加価値は部門①、部門②からそれぞれ20、5だけ投入されている。

まず各部門における産出・投入の均等は、

$$(①部門の産出) = 25 + 5 + 0 = 30$$

$$(①部門への投入) = 0 + 10 + 20 = 30$$

$$(②部門の産出) = 0 + 20 + 0 = 20$$

$$(②部門への投入) = 10 + 5 + 5 = 20$$

で成立していることが確認できる。最終需要行列、総生産行列Xはそれぞれ、

$$F = \begin{pmatrix} 15 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 25 & 5 & 0 \\ 0 & 20 & 0 \end{pmatrix} \quad (2.9)$$

とかけて、投入係数行列Aは式(2.4)より、製品A、B、付加価値についてそれぞれ、

$$\begin{aligned} (a_{ij}) &= \begin{pmatrix} 0/30 & 10/20 \\ 0/30 & 0/20 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1/2 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \\ (a_{i2}) &= \begin{pmatrix} 0/30 & 5/20 \\ 10/30 & 0/20 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1/4 \\ 1/3 & 0 \end{pmatrix} \\ (a_{i\beta}) &= \begin{pmatrix} 0/30 & 0/20 \\ 0/30 & 0/20 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (2.10)$$

となり、

$$Xe = \begin{pmatrix} 25 & 5 & 0 \\ 0 & 20 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 30 \\ 20 \end{pmatrix} \quad (2.11)$$

は、部門毎の総生産額を求めることに対応し、これよ

り、式(2.6)が成り立っていることは容易に確かめられる。

次に波及効果を表す式(2.7)、(2.8)は、次のようになる。最終需要Fによる一次波及は式(2.8)より、

$$L(F) = A(Fe) = A \begin{pmatrix} 15 \\ 10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 & 5/2 & 0 \\ 0 & 5 & 0 \end{pmatrix}$$

となり、以下同様に式(2.8)によって、誘発される生産額を順次計算していくと、式(2.7)の成立することが確かめられる。

2.2 鉄製品とスクラップの連関分析例

具体的な例として鉄製品の需給バランスを3DIOで表現して波及効果を分析した例を示す。鉄部門の一部だけを取り出した仮想的な例ではあるが、数値は鉄鋼統計要覧(1991)⁴⁾等のデータを用いて可能な限り現実に近いものを用い、物量(重量)単位で示している。製鉄は「高炉鉄」と「電炉鉄」に分け、スクラップは主に高炉一貫製鉄から産出される性状のはっきりした「上級屑」と、主に消費者からのリサイクルによる「下級屑」に分類した。また、鉄の用途は比較的上質の鉄を使用する部門の代表として「自動車」を、品質に比較的拘らない部門の代表として「建設」を選んだ。「ストック」は外部との入出力を表し、ストックへの投入には廃棄やロスなどが含まれ、そこからの産出には資源、エネルギーの採取が含まれる。また「最終需要」部門は消費者からの鉄屑のリサイクルを扱う。このような8部門の連関構造を製品ごとに重量単位で3DIOで表現し、自動車、建設鋼材の需要がそれぞれを1Mt発生したときの生産誘発量を計算する。例えば自動車の需要1Mtに対する誘発生産は式(2.7)において、自動車部門の対角成分だけが1である最終需要行列Fを乗じることにより、誘発生産量Xが得られる。図-2、3に結果を示したが、上質の鋼材を使用する自

表1 3DIO (製品Aの連関)

	①	②	最終需要	産出計
①	0	10	15	25
②	0	0	0	0
付加価値	0	0		
投入計	0	10		

表2 3DIO (製品Bの連関)

	①	②	最終需要	産出計
①	0	5	0	5
②	10	0	10	20
付加価値	0	0		
投入計	10	5		

表3 3DIO (付加価値の投入)

	①	②	最終需要	産出計
①	0	0	0	0
②	0	0	0	0
付加価値	20	5		
投入計	20	5		

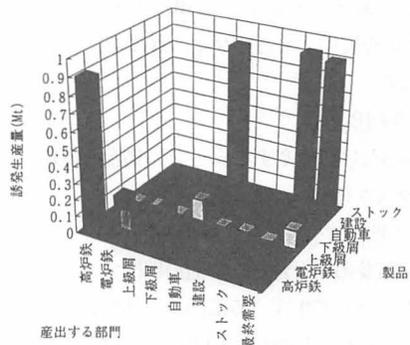


図-2 自動車1Mtの需要に対する誘発生産量

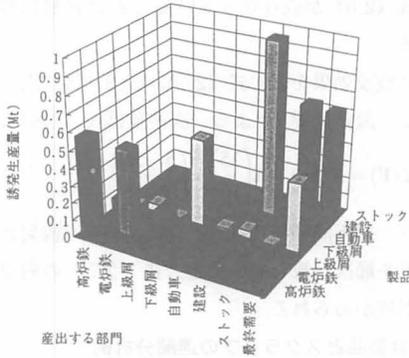


図-3 建設鋼材1Mtの需要に対する誘発生産量

自動車の需要に対する誘発量は高炉鉄が電炉鉄を上回り、自動車用の鉄ほどの品質を必要としない建設鋼材に対しては、電炉鉄、下級屑などの誘発量が大きくなっており、3 DIOによって製品別の誘発が明示的に得られることが分かる。

3. 従来手法との比較

従来の連関表ではOne Activity, One Commodityの前提のため、結合生産は例外的な手法で扱われている。日本では主に副産物の産出額を発生部門への負の投入としてカウントするマイナス投入方式（ストーン方式）と呼ばれる方式が用いられており、また国民経済計算の体系であるSNA（System of National Accounts）においては産業と商品を区別した構造で結合生産を扱っている。本節では従来の様々な結合生産の処理方法を紹介して3 DIOとの比較をおこなう。

3.1 比較のための前提条件

ここでは3部門の連関を例にとって各方式の比較を示す。3部門は以下のように仮定した。

(1) 部門A

製品Aを主として生産する一方で副製品Bを産出している。製品Aは部門Cに40単位投入され、副製品Bも部門Bを経由することなく、直接部門Cに5単位投入される。

(2) 部門B

製品Bだけを生産する部門で、製品Bは部門Cに15単位投入される。

(3) 部門C

最終需要部門を含むその他の部門である。その他の製品を一括して生産する部門で、部門A、B、Cにそれぞれ45単位、15単位、10単位ずつ投入される。

具体的な例を挙げれば、部門Aが鉄鋼業、部門Bが

セメント原料業、部門Cがセメント業および最終需要とし、鉄鋼業が副産物として高炉スラグを産出して、ヴァージンのセメント原料と区別なく、セメント業に投入されるケースが考えられる。この例の特徴は、部門Aが製品Bを結合生産するだけでなく、その製品を部門Bを経由せず他の部門に投入されていることである。またこの仮定によって、製品Bの投入を受ける部門Cでは、A、Bどちらの部門から製品Bの投入を受けるかの代替性が存在する。代替性は産業連関表の枠組みでは本来扱えないものであるが、結合生産を仮定すれば必然的に生じることになる。この例において、製品Bの需要が増加するとしたときに、部門Aの副産物Bと部門Bの主産物Bの割合はどの程度か、といった代替関係は各方式について異なっており、これらを比較検討する。

3.2 マイナス投入方式（ストーン方式）

英国のR. Stone⁵⁾によって考案され、現在我が国の産業連関表^{6), 7)}で採用されている処理方式である。この手法では副産物（前記例では製品Bに対応）の発生量を発生部門（部門A）の列と、競合部門（部門B）の行の交点にマイナスで計上し、かつその産出内訳を需要部門ごとにプラスで計上する方式である。すなわち、副産物は産出した部門の生産額に入らず、副産物の投入を受けた部門が負の産出をしたものとされる。前節で仮定した例を連関表として表現したものが表4である。

表4 マイナス投入方式（ストーン方式）

	A	B	C	計
A	0	0	40	40
B	-5	0	20	15
C	45	15	0	60
計	40	15	60	

この方式では副産物Bの生産がマイナスで投入されて、プラスで各部門に配分されるため、副産物Bの産出量は相殺されて0とカウントされること、また副産物を付随的に産出する部門Aの需要が非常に大きいときには、副産物を主として生産する競合部門Bの生産がマイナスになる可能性があることが主な欠点である。波及効果の観点からみると、部門Bから部門Aに負の投入がなされるため、製品Aに対する需要はB部門の生産活動を抑制する。一方で、製品Bに対する需要は部門Aに波及しない。これはある意味で現実を反映し

ているが、部門Aの副産物Bが優先的に消費されて、部門Bの生産は完全に従属的になっている点で実態を反映しない場合もあり得る。

製品Bの需要に対しての代替性は、部門Bの列をみることにより、部門Aから部門Bへの投入がないため、部門Aの副産物Bへの代替は生じないといえる。

3.3 トランスファー方式

この方式では、副産物（製品B）をいったんそれを主に生産する競合部門（部門B）に産出し、同部門ではその生産物と併せて各需要部門に配分する。表5に示されるこの方式では、副産物Bの産出5単位が部門Aの生産額にも、部門Bの生産額にも計上されるため、副産物が二重計算されていることが問題である。波及効果の点からは、製品Aに対する需要は部門Bの生産には影響を与えず、製品Bに対する需要は部門Aの生産を誘発するため、多くの場合実態に即していない。それゆえ現在の連関表でこの方式は、新聞広告の扱いに例外的に採用されているに留まっている。

また、部門Aから部門Bへの投入（5単位）の内訳、すなわち部門Bに投入される主製品Aと副産物Bの構成を表の上からでは知ることはできない。このため、製品Bの代替性を部門Bの列への投入割合でみる場合、部門Aからの投入に副産物Bだけでなく製品Aも含まれる可能性があるため、正しく代替性を判断することができない。

表5 トランスファー方式

	A	B	C	計
A	0	5	40	45
B	0	0	20	20
C	45	15	0	60
計	40	20	60	

3.4 SNA方式

以上で述べた方式は、従来の連関表の枠組みの中での処理であったが、SNA（System of National Account）による産業連関表は、連関表自体の構造を変える処理方式をとる。SNAは国民経済計算の標準方式で、産業連関表もその一角を占めているが、その中では各産業が産出する商品の構成（表6）、各商品が投入される産業の構成（表7）を各々まとめた2つの表を用いることによって、結合生産を扱っている。そしてこの2つの表（産業×商品、商品×産業）を結合することによって、産業×産業または商品×商品の

表6 SNAの連関表（産業×商品）

	製品A	製品B	製品C	計
部門A	40	5	0	45
部門B	0	15	0	15
部門C	0	0	60	60
計	40	20	60	

表7 SNAの連関表（商品×産業）

	製品A	製品B	製品C	計
部門A	0	0	40	40
部門B	0	0	20	20
部門C	45	15	0	60
計	45	15	60	

連関を分析するという仕組みになっている⁹⁾。ただし、LCAのようなエネルギー・環境のシステム分析では敢えて産業×産業あるいは商品×商品の形式にせず、産業×商品、商品×産業の2つの表を使ってモデル化をおこなう場合もある^{9)、10)}。

SNA方式は結合生産を明示的に表現するものであるが、ある製品がどの部門からどの部門にどれだけ投入されたかを完全に記述するものではないため、3DI Oよりも情報量が少なくなっている。例えば、ある製品が複数の部門で生産されて、その製品が複数の部門に投入される場合、この製品が具体的にどの部門からどの部門にどれだけ投入されたかは、部門間の当該製品の生産シェア（産業技術仮定*²⁾の場合）による比例配分によって決定されるため、現実を反映しない場合もあり得る。

3.5 部門分割方式

本節では結合生産を独立の複数のプロセスに分割が可能と解釈して、行と列に新たな部門を追加する、ある意味で最も原始的な手法を取り上げる。連関表は表8のようになって、部門Aは「製品Aを産出する部門A」と「製品Bを産出する部門B」に分割される。

しかし、図-2に示す例のような場合では、結合生産プロセスへの投入量の配分が一意に決定できないという欠点が生じる。この例では部門①が結合生産プロセスをもち、部門②および部門③に産出し、同時にそれらの部門から投入を受けている。例えば部門①、②、③をそれぞれ消費財部門、労働（家計）部門、機械部門などと考えることもできよう。ここで、結合生産の

* 2 詳細は文献8)を参照

表8 部門分割方式

	AA	AB	B	C	計
AA	0	0	0	40	40
AB	0	0	0	5	5
B	0	0	0	15	15
C	40	5	15	0	60
計	40	5	15	60	

(注) AAは部門Aのうち製品Aを、ABは部門Aのうち製品Bを産出する小部門とする。

産出の配分、すなわち部門①から部門②、③への配分が与えられたとき、部門②、③から分割した部門①への投入の配分をどのように決定するかが問題となる。図の例からもわかるように、「製品Aを産出する部門①」、「製品Bを産出する部門①」への投入の合計はそれぞれ15、10になる必要があるが、分割された部門Aへの投入量、すなわち図の?で示した部分の各数値を一意に求めることはできない。つまり、結合生産部門への投入計は明らかだが、分割された結合生産の部門に投入を一意に配分するのは一般に不可能である。

販路構成の分析をする際には3DIOと部門分割方式は、同様の結果を与える。しかしながら、図-4のように本来単一である部門①が、結合生産を扱うために分割されていることは、部門①からの投入を受ける立場からは自然であるが、部門①に産出する立場では部門①を分割する積極的な理由がないため、投入構造を検討する費用構成の分析では、手続きが煩雑になるため実用的でない手法といえる。

3.6 3DIO

上記各方式に対応する3DIOを表9~11に示した。表10の斜字に示されるとおり、その特徴は部門Aで生産された副産物Bが直接部門Cに投入されるケースを扱うことが可能なことである。副産物が直接部門Cに投入されるケースを波及効果分析の観点から見ると、マイナス投入方式、トランスファー方式とは異なり、部門Aと部門Bの間では互いに生産を誘発しない。表9~11の例では部門Aと部門Bの間での取引がないので、製品A、Bの需要はそれぞれ他の部門の生産を誘発しない。これはマイナス投入方式のように製品Aの需要が部門Bの生産を抑制するような方式が現実的な場合には、実態を正しく反映しないことになるが、3DIOでは技術的な結合関係を外生的に与えることでこの問題に対応できる。例えば、部門Aの需要1に対してBが0.1だけ技術的結合をもって生産されるとき、部門Aの需要に対する波及効果を計算するためには、マイナス投入方式では、技術的な結合関係に関する情報は投入係数行列に記述されているため、通常通り最終需要ベクトルFを部門Aのみ1として投入逆行列を掛けることによって得られる。つまり、最終需要ベクトルには主産物の需要のみを与えればよい。一方の3DIOでは、最終需要行列で部門Aの需要1と部門Bの需要-0.1を与えれば、マイナス投入方式と同様な結果が得られるし、現実にはAの需要1に対して部門Bの生産が必ずしも0.1減少しない場合には、異なる値を与えることにより実態を表した波及効果を計算でき

表9 3DIO (製品Aの連関)

	A	B	C	計
A	0	0	40	40
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
計	0	0	40	

表10 3DIO (製品Bの連関)

	A	B	C	計
A	0		5	5
B	0	0	15	15
C	0	0	0	0
計	0	0	20	

表11 3DIO (製品Cの連関)

	A	B	C	計
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	45	15	0	60
計	45	15	0	

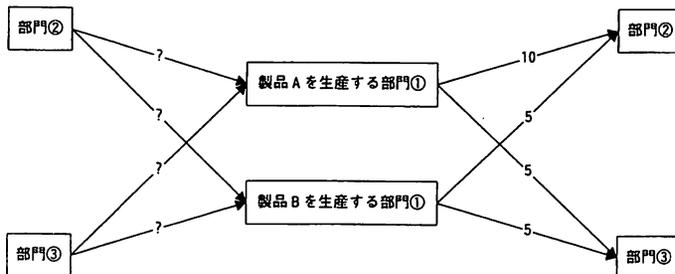


図-4 結合生産の分離と投入量の配分

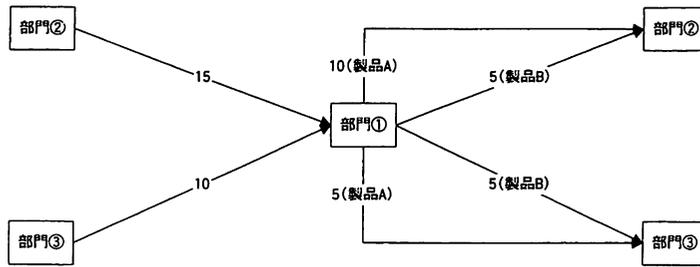


図-5 図-4に対応する3 DIOの処理

る。この点で3 DIOでは部門間の代替性（競合関係）を外生的に処理することが可能であるといえる。またこのことを部門間の代替性の観点からみると、製品Bの需要が増加したとき、部門A、部門Bから表10の網掛け部分の比5：15の比に従って製品Bが生産されるが、このとき部門A内の製品Aの生産は誘発されないため、製品Aの誘発分を外生的に与える必要がある、ということができる。

3 DIOで結合関係を外生的に与える点は、前節で述べた部門分割方式と同様であるが、同方式では図-4に示した例のように、投入量の配分が一意に決定できない問題があった。3 DIOでは結合生産の部門を分割しないため、この問題が生じる余地がない。図-4に対応する3 DIOの処理を図-5に示した。両者を比較すると、3 DIOでは部門分割をせず、結合生産を明示的に表現することため、結合生産プロセスへの投入量の配分を考える必要がないことが分かる。

SNA方式との関係では、3 DIOを産出部門について投入部門あるいは被投入部門について和をとって二次元行列におとすと、SNA連関表の表2に一致し、3 DIOがSNA方式の拡張と捉えることも可能である。

4. おわりに

本文ではエネルギー・環境評価のための有効なツールである産業連関分析の、結合生産の不在を基本前提としている点に着目して、製品毎に連関のシートを作成し、各シートを連関させることによって結合生産を明示的に取り扱う三次元産業連関分析（3 DIO：3-Dimensional Input-Output Analysis）を提案した。三次元産業連関分析では、どの部門からどの部門にどの製品がどれだけ投入されたかを明示することができ、生産のバランス式、投入係数などは、従来の連関表との対応が明確である。従来の手法と比較すると、副産物の産出を過不足なくカウントでき、SNA方式の拡張と解釈可能であり、部門分割方式のように費用

構成の分析が非実用的になることが避けられる、などのメリットが明らかになった。一方、製品ごとの連関表を作成することで情報量が増える分、実用上の取り扱いは多少煩雑になる。したがって、副産物の影響が小さい分析にはストーン方式による通常の産業連関表を使用し、例えばLCAで副産物の影響が無視できない場合などには3 DIOを利用する等の使い分けが有効であろう。

参考文献

- 1) 宮沢健一編「産業連関分析入門」日経文庫。
- 2) 内田忠夫ほか「産業連関分析」有斐閣。
- 3) 岡崎不二男ほか「産業連関の経済学」春秋社。
- 4) ㈱日本鉄鋼連盟「鉄鋼統計要覧」1991。
- 5) R. Stone, "Report on Conceptual Problems arising in the Construction of Input-Output Tables and Input-Output Analysis", 1955.
- 6) 総務庁ほか11省庁共同編集「平成2年（1990年）産業連関表—総合解説編」1994。
- 7) 総務庁ほか11省庁共同編集「平成2年（1990年）産業連関表—計数編（1）（2）」1994。
- 8) 経済企画庁「SNA産業連関表（平成2年基準）」平成8年3月。
- 9) Dale W. Jorgenson and Peter J. Wilcoxon, Environmental Regulation and U. S. Economic Growth, Rand Journal of Economics, Vol. 21, No. 2 (1990), 314-340.
- 10) 松橋隆治ほか「地球規模・地域規模の持続可能性を考慮したライフサイクルアセスメント」, 第13回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集（1997）, 311-316.