

# 産業連関表の都市圏への適用のためのノン・サーベイ改訂について

## ON NONSURVEY MODIFICATION OF COEFFICIENTS FOR APPLYING INPUT-OUTPUT MODELS TO A METROPOLITAN AREA

安藤朝夫\*・堺 美智雄\*\*

By Asao ANDO and Michio SAKAI

In many cases, an input-output framework constitutes an essential segment in a metropolitan simulation model. As the study area of such a model tends to be relatively small, it is usually difficult to obtain the input-output table of its own. This study is aimed at proposing a nonsurvey technique to modify the input coefficients and unit converters for final demand items to meet the demand-supply structures of the area from a table compiled for a larger area. The method combines the RAS and Fratar techniques to modify both coefficients jointly. Despite its simplicity that it disregards the differences in the value added inputs, it could significantly improve the product projection when applied to the Tokyo metropolitan area. In addition, a simple calculation procedure to obtain commodity-based inflaters which are required to evaluate products in real terms is also presented.

*Keywords*: input-output analysis, nonsurvey technique, economic modelling

### 1. はじめに

広域的な土地利用シミュレーション・モデルなどにおいて、都市圏における経済活動のフロー面を分析するために産業連関分析が多く用いられる。この場合、バランス I-O の仮定<sup>1)</sup>を採用して、都市圏内部に対しては一律の投入構造を仮定することが現実的であろうが<sup>2)</sup>、対象とする都市圏そのものに関する連関表が一般には公表されていないため、対象地域における投入構造をいかに定めるかが問題となる。たとえば関東地域7都県を対象地域とする場合、基本的には関東地域の地域内表を用いることになるが、この表は東京通産局管内の11都県(通常の関東地域に新潟、長野、山梨、静岡の4県を加えた地域)を対象として作成されているため、必ずしも対象とする都市圏の投入構造を表現するものではない。逆に各県において作成されている県内表を用いることも考えられようが、これは各県の作成年次や概念の相違から接続には困難が伴う。

全国表など大地域について作成された連関表から、その大地域に含まれる小地域に関する連関表(またはそれ

に伴う係数)を、補助的なデータを用いて間接的に作成しようとする方法をノン・サーベイ法と呼んでいる。本稿の目的は関東7都県を対象地域として、対象とする都市圏を含む地域(11都県)に関する連関表を、それに含まれる小地域(7都県)に関する表に改訂するための1つのノン・サーベイ法を提案することにある。

本研究では1975年と80年について、表-1に示す35部門に関する連関表を作成し、これを用いて分析を行う。ここに部門名のR, P, Cはそれぞれ圏域、都県、市郡レベルを表わし、その活動の影響範囲に応じて分類され

表-1 部門分類と財別インフレーター

01	農林水産業	0.836610	19	水道	0.708295
02	鉱業	0.605333	20	住宅建築	0.927274
03	飲食品	0.720891	21	都市旅客輸送	0.727128
04	繊維・織物	0.664615	22	都市貨物輸送	0.787684
05	木・紙製品	0.626454	23	通信	0.759503
06	印刷・出版	0.890169	24	金融・不動産	0.714555
07	化学	0.848820	25	事業所サービス	0.770336
08	金属	0.872391	26	娯楽	0.699515
09	機械	0.712662	27	P公共事業	0.803826
10	その他製造業	0.822593	28	P公共サービス	0.677785
11	電気・ガス	0.727719	29	P公務	0.780155
12	非住宅建築	0.831073			
13	広域輸送	0.870179	30	小売業	0.674128
14	卸売業	0.818757	31	個人サービス	0.651358
15	R公共事業	0.708848	32	C公共事業	0.708572
16	R公共サービス	0.771234	33	C公共サービス	0.637623
17	R公務	0.764339	34	C公務	0.780156
18	管理・事務	0.773250	35	下水・廃棄物	0.750102

\* 正会員 Ph.D. 熊本大学助教授 工学部土木環境工学科 (〒860 熊本市黒髪 2-39-1)

\*\* 正会員 工修(株)間組 土木本部設計部

ている<sup>3)</sup>。ここでは投入構造を表現するために、通常の内生部門に関する投入係数、 $a_{ij} = X_{ij}/X_j$ に加えて、各最終需要項目の財別構成比である単位コンバータ、 $c_{ij} = Y_{ij}/W_j$ なる概念を用い、これらの係数を改訂することを考える。ここに  $X_j$  は  $j$  財の生産額、 $X_{ij}$  は  $i$  財の  $j$  部門への投入額であり、また  $W_j$  は表-2 に示される項目別最終需要、 $Y_{ij}$  は  $j$  項目から生じる  $i$  財最終需要である。さらに、実際のモデルへの適用にあたっては、価格年次の統一が必要とされるため、4. ではそのための財別インフレータの簡略な計算法についても触れる。

2. 地域連関表に関するノン・サーベイ法

ノン・サーベイ法の系譜については Round<sup>4)</sup>、Richardson<sup>5)</sup> らのサーベイ論文に詳しいが、典型的には立地係数 (location quotient) などを用いて小地域における地域内取引係数 (当該地域における  $j$  部門の生産 1 単位に要する、地域内で供給される  $i$  財の量) を求めることに終始し、システム全体の整合性などに対する考慮は十分なものではなかった。佐々木・柴田は立地係数を用いて地域の移出-産出量比率を説明し、これを用いて地域の産業連関システムを構成することを提唱した<sup>6)</sup>。ここでは立地係数は地域  $r$  の  $i$  財生産への特化の指標として与えられ、

$$l_i^r = (X_i^r / X^r) / (X_i / X) \dots \dots \dots (1)$$

である。ここに  $X_i^r$  は地域  $r$  の  $i$  財生産額であり、上添字のないものは大地域での値を、下添字のないものは全産業での計を表わす。この場合、小地域での取引の和は大地域でのそれと必然的に整合的であるが、交差交易は依然として排除されている。

一方、時間方向へ投入係数を機械的に改訂する方法として開発された RAS 法を、異なる地域について適用することも広く行われている。いうまでもなく RAS 法では投入係数を求めようとする地域について中間需要および中間投入が知られている必要がある。本稿の問題は 11 都県の係数行列の 7 都県への改訂であるが、7 都県での中間需要および中間投入自体を独立に得ることは困難であるため、7 都県での生産額  $X_j^r$  と 11 都県での投入

表-2 最終需要項目とインフレータ (1980 年度対 75 年度価格)

1	C1	家計外消費支出	—
2	C2	家計消費支出	0.716710
3	C3	中央政府消費支出	0.750070
4	C4	地方政府消費支出	0.749893
5	1R	民間住宅資本形成	0.718059
6	1F	民間一般資本形成	0.857090
7	1GR	政府住宅資本形成	0.722021
8	1G	政府一般資本形成	0.772615
9	J	在庫純増	0.683714
10	F	移出	0.770638
	M	移入	0.746189

係数  $a_{ij}$  から、 $U_i = \sum_j a_{ij} X_j^r$ 、 $Z_j = \sum_i a_{ij} X_i^r$  により計算することになる。しかし、行和・列和の双方が同じ投入係数に基づく場合には、 $a_{ij}$  以外の結果は生じ得ないため、意味のある改訂結果を得るためには、中間需要または中間投入の少なくとも一方は独立に変化させる必要がある。

そこで本稿での改良は次の 2 点に集約される。第一に交差交易を明示的に考慮して、小地域における輸移出入ベクトルを決定することである。これについては、グラビティ型の交易モデルを組み込むことが考えられるが、小地域間での域内取引のデータが得にくいこと、また地域集計に関する整合性の点で問題があるため、ここでは簡単に単純グラビティ・モデル (距離に関する指数が 0 である極端な場合) で処理することを考える。第二に、一般に RAS 法の適用は内生部門に限定されているが、各最終需要項目の財別構成 (単位コンバータ) が小地域において異ならないと仮定することには問題がある。そこで本稿では中間投入は固定して、中間需要と最終需要の間での移動を考えることにより、内生部門と最終需要部門の同時改訂を可能とする方法を提案する。

外生部門を含むクローズドなシステム全体について RAS 法を適用した例はあるが<sup>7)</sup>、産出体系の計算には付加価値部門の組み込みは必ずしも必要ではない。また外生部門の一部に負の項目が含まれることから RAS 法の一括適用も困難であるため、ここでは内生部門を RAS 法で、最終需要部門をフレータ法で改訂する収束プロセスを提案する。

3. 投入係数と最終需要単位コンバータ行列の改訂

(1) 在庫純増と輸移出入

最終需要項目のうち C1 家計外消費支出から IG 政府一般資本形成に至る 8 項目は、その財別の構成は地域に関して比較的安定的であると考えられるが、在庫純増と輸移出入 (ここでは輸移出と輸移入をデータ上の制約もあって、地域における需給のインバランスとして一括して扱う) は地域の生産や流通の状況に応じて大きく異なる。したがって、はじめにこの 2 種類の項目の単位コンバータの改訂を切り離して考える必要がある。

在庫純増は生産者側に生じ、その状況に地域的な差異はないものと仮定すると、第一近似としては生産額に比例するものと考えてよい<sup>2)</sup>。すなわち  $X_i^r$  および  $J_i^r$  を対象地域における  $i$  財生産額および在庫純増とし、上添字のないものを対象地域を含む大地域での値とすると、

$$J_i^r = (X_i^r / X_i) J_i \dots \dots \dots (2)$$

式 (2) で定義的に求めた小地域における財別在庫純増から、小地域における在庫純増コンバータ  $c_{ij}^r$  を再計算

すればよい。

$$c_{i0}^r = J_i^r / \sum_{j=1}^{35} J_j^r \dots \dots \dots (3)$$

輸移出入についてはバランストI-Oの仮定を拡張して、以下の仮定を設ける。ここでは便宜上大地域外との取引を(国内外を問わず)輸出・輸入と呼び、記号F, Mで表わす。

- [仮定] i) 輸出は各小地域の生産額に比例的であり、輸入は各小地域の域内純需要に比例的である。
- ii) 大地域で供給される財は、各小地域の域内純需要に応じて配分される。

ここに域内純需要  $D_i^r$  はその地域の中間需要と純最終需要(最終需要から在庫純増と輸移出入を除いたもの)であって、項目別最終需要  $W_j^r$  を用いて、

$$D_i^r = \sum_{j=1}^{35} a_{ij} X_j^r + \sum_{j=1}^8 c_{ij} W_j^r \dots \dots \dots (4)$$

により表わされる。いま域内取引を  $T^{rs}$  で表わすと、上の仮定は以下のように書ける。

$$i) F_i^r = (X_i^r / X_i) F_i, M_i^r = (D_i^r / D_i) M_i \dots \dots \dots (5)$$

$$ii) T_i^{rs} = (D_i^r / D_i) (X_i^r - F_i^r) \text{ など} \dots \dots \dots (6)$$

式(6)は単純グラビティ・モデルであり、地域集計に関して整合的である。

11都県の範囲内での取引を図-1に模式的に示す。ここで7都県の範囲を地域r, 残りの4県を地域sとすると、7都県でのi財の輸移出入(輸移出を正, 輸移入を負とする)  $FM_i^r$  は、

$$FM_i^r = (F_i^r + T_i^{rs}) - (M_i^r + T_i^{sr}) \dots \dots \dots (7)$$

と表わされる。輸移出入に関する単位コンバータ  $c_{i0}^r$  も式(3)と同様に計算される。

$$c_{i0}^r = FM_i^r / \sum_i FM_i^r \dots \dots \dots (8)$$

ただし在庫純増および輸移出入は正負いずれの値も取り得るため、式(3), (8)の右辺の分母が零となり、コンバータが不定となる可能性があることに注意する必要がある。その場合には、正の部門と負の部門を分離して、個別にコンバータを定義するか、後者の場合には当初より輸移出と輸移入を分割計上することが考えられる。また次の8活動については輸移出入は定義的に0と

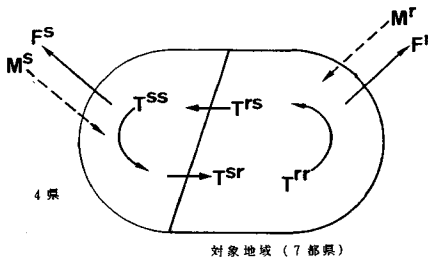


図-1 11都県に関する取引

なる。15, 27, 32 公共事業, 17, 29, 34 公務, 18 管理・事務, 20 住宅建築。

(2) 投入係数と純最終需要単位コンバータ行列

在庫純増や輸移出入の単位コンバータは地域によって大きく異なるが、後にみるようにこの修正だけでは地域の投入・需要構造を表現するのに必ずしも十分ではない。そこで投入係数と純最終需要単位コンバータ行列についても何らかの修正を加える必要が生じる。この場合、改訂の対象である小地域については財別の生産額、項目別最終需要が知られていること、11都県における生産額に占める7都県の割合が卓越であることから、前者の投入構造は後者のそれに大きく支配されていると考えられる。したがって改訂は微修正にとどまることが予想されるから、実用上はRAS法のような機械的な手法で十分であろうと考えられる。そこで本稿では以下のような方法を提案する<sup>8)</sup>。

i) ステップ番号  $k=0$  とおく。項目  $j$  による財  $i$  に対する最終需要の初期値  $Y_{ij}^0$  を大地域における単位コンバータ  $c_{ij}$  を用いて計算する。

$$Y_{ij} = c_{ij} W_j, j=1, \dots, 8. \dots \dots \dots (9)$$

1980年の連関表には運輸部門で  $Y_{ij} < 0$  となるセルが存在するが、これは例外的であると考えられ、またフレータ法の適用に支障があるため除去する必要がある。

$$Y_{ij}^0 = \max(Y_{ij}, 0)$$

したがって財別純最終需要の初期値は、 $Y_i^0 = \sum_j Y_{ij}^0$  で与えられる。同様に項目別の純最終需要  $W_j^0$  および生産額  $X_i^0$  についても負のセルに相当する額を控除する。

$$W_j^0 = W_j - \sum_i \min(0, Y_{ij})$$

$$X_i^0 = X_i - \sum_j \min(0, Y_{ij})$$

内生部門についても、大地域における投入係数  $a_{ij}$  を対象地域のその初期値  $a_{ij}^0$  として用い、これから中間投入計  $Z_j^0$  を計算する。

$$Z_j^0 = \sum_i a_{ij}^0 X_i^0$$

ii) 在庫純増および輸移出入については、式(2), (7)で対象地域における在庫純増  $J_i^r$ , 輸移出入  $FM_i^r$  を計算し、その単位コンバータ  $c_{i0}^r, c_{i0}^s$  を求める。なお在庫純増についてはこの値で確定となる。

iii) ステップ番号を1加えて  $k$  とし、前ステップの投入係数からステップ  $(k-1)$  に対する中間需要計  $U_i^{(k-1)}$  を計算する。

$$U_i^{(k-1)} = \sum_j a_{ij}^{(k-1)} X_j^0$$

図-2に示す連関表の枠組みから、中間需要計および財別純最終需要は直接  $a_{ij}, c_{ij}$  と生産額ないし項目別純最終需要の積和としてだけでなく、以下のように求めることができる。

$$Y_i^{(k-1)} = X_i^0 - J_i^r - FM_i^{(k-1)} - U_i^{(k-1)} \dots \dots \dots (10)$$

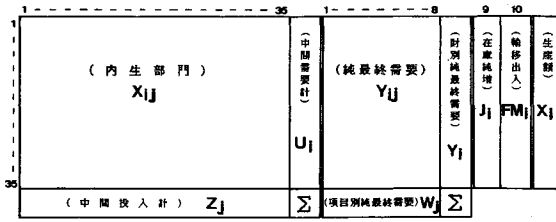


図-2 連関表の枠組み

$$U_i^{(k-1)} = X_i - J_i - FM_i^{(k-1)} - Y_i^{(k-1)} \dots (11)$$

これらは本来一致すべき値であるため、フレータ法の場合と同様、2種類の計算値の平均値を  $Y_i^{(k-1)}$ ,  $U_i^{(k-1)}$  とする。すなわち、 $Y_i^{(k-1)} = (Y_i^{(k-1)} + Y_i^{(k-1)})/2$ ,  $U_i^{(k-1)} = (U_i^{(k-1)} + U_i^{(k-1)})/2$  とし、それぞれ  $W_j$ ,  $Z_j$  の和と一致するように調整したものを次のステップの近似値とする。

$$Y_i^{(k)} = (Y_i^{(k-1)} / \sum_j Y_i^{(k-1)}) \sum_j W_j \dots (12)$$

$$U_i^{(k)} = (U_i^{(k-1)} / \sum_j U_i^{(k-1)}) \sum_j Z_j \dots (13)$$

ただし、最終需要が定義的に0である部門(18管理・事務)および中間需要が定義的に0である部門(1975年においては20住宅建築と17, 29, 34公務, 80年においては20住宅建築のみ)については、それぞれ式(10)または式(11)によって計算される  $Y_i^{(k-1)}$ ,  $U_i^{(k-1)}$  は究極的には0となるべきであるという意味で一種の誤差と考えられるため、その半量を  $U_i^{(k-1)}$  または  $Y_i^{(k-1)}$  に吸収させる。

(最終需要が0である部門)  $U_i^{(k-1)} = U_i^{(k-1)} + Y_i^{(k-1)}/2$

(中間需要が0である部門)  $Y_i^{(k-1)} = Y_i^{(k-1)} + U_i^{(k-1)}/2$

iv) 内生部門について行和を  $U_i^{(k)}$ , 列和を  $Z_j^{(k)}$  とし、 $a_{ij}^{(k-1)}$  に対しRAS法を適用し、得られた改訂値をステップ  $k$  の係数  $a_{ij}^{(k)}$  とする。

v) 改訂された投入係数  $a_{ij}$  および財別純最終需要  $Y_i$  に対して、地域内純需要を  $D_i^{(k)} = \sum_j a_{ij}^{(k)} X_j + Y_i^{(k)}$  により計算する。これを用いて式(8)により輸移出入の単位コンバータ  $c_{ij}^{(k)}$  を再計算し、求まる財別輸移出入を  $FM_i^{(k)}$  とする。

vi) 一財当たりの輸移出入単位コンバータの変化,  
 $\sum_j |c_{ij}^{(k)} - c_{ij}^{(k-1)}| / 35 \dots (14)$

が微小値  $\epsilon$  以下となれば収束したものとみなし, vii) の終了処理を行う。そうでなければiii)へ戻る。

vii) 純最終需要部門について行和を  $Y_i^{(k)}$ , 列和を  $W_j$  とし,  $\max(Y_{ij}, 0)$  を現在パターンとしてフレータ法を適用し, 新しい行和に対応する財別・項目別純最終需要  $Y_{ij}^{(k)}$  を計算する。これにi)で控除していた負のセルを加え, 項目別の単位コンバータを計算する。

$$c_{ij} = (Y_{ij}^{(k)} + \min(0, Y_{ij}^{(k)})) / W_j, j=1, \dots, 8. \dots (15)$$

なお純最終需要が負の値を含まない場合は, i)にお

ける負のセルを除去する処理は不要であり, 項目別純最終需要, 生産額としては  $W_j$ ,  $X_j$  をそのまま用いることができる。以上の方法をフローチャートとして図-3にまとめる。

本方法では列和である中間投入計  $Z_j$  と項目別純最終需要  $W_j$  を固定して, その列方向の構成比である投入係数  $a_{ij}$  および単位コンバータ  $c_{ij}$  を変化させる形で改訂を行った。したがって各財の域内純需要の, 中間投入計  $U_i$  と財別純最終需要  $Y_i$  の間での配分を通じて改訂がなされる。同時に列方向に, 中間需要計  $Z_j$  と活動別付加価値額  $V_j$  との間での配分を変更し, 連関表全体に及ぶ改訂を行うことも可能であるが, 付加価値部門については県民経済計算の経済活動別県内総生産(要素所得)のデータを用いれば, 機械的な手法によらずとも改訂することができる(このデータでは実質値が与えられていないため, 調整は名目ベースでのみで可能である)。ただし, ここでは産出体系の計算のみを必要としており, また後にみるように行方向の調整でも十分な効果があることから, 行方向の調整にとどめている。

対象地域における活動別生産額および項目別純最終需要が知られていれば, 本方法による改訂が可能であるが, 後者については県民経済計算の県民総支出に(家計外消

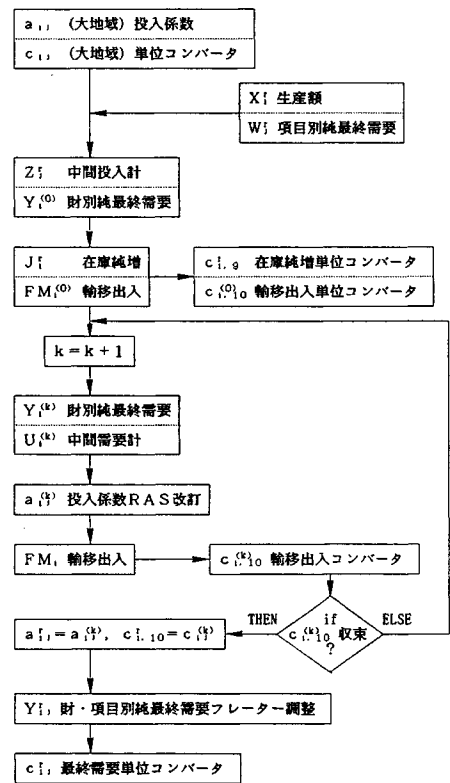


図-3 投入係数と最終需要単位コンバータの同時改訂プロセス

費支出を除いて)公表されており、前者についても(活動分類の細かさにもよるが)同じく経済活動別県内総生産に従業者数のデータ(非製造業)および工業統計の製造品出荷額(製造業)などを組み合わせることで推定が可能である。

この方法では、1つの大地域を複数の小地域に分割するような場合、連関表の行和に関する整合性は維持される。しかし以下にみるように、内生部門と純最終需要の各セルに関する整合性は一般的には維持されないことに注意する必要がある。すなわち、 $X_i = \sum_j X_j^r$  であるから、式(2)、(5)~(7)より  $J_i = \sum_r J_i^r$ 、 $FM_i = \sum_r FM_i^r$  を得る。いま小地域に関するバランス式、

$$X_i^r = \sum_j a_{ij}^r X_j^r + \sum_j c_{ij}^r W_j^r + J_i^r + FM_i^r$$

の地域  $r$  に関する和は、

$$X_i = \sum_r \sum_j a_{ij}^r X_j^r + \sum_r \sum_j c_{ij}^r W_j^r + J_i + FM_i \dots \dots \dots (16)$$

である。一方、大地域に関するバランス式は、

$$X_i = \sum_j a_{ij} X_j + \sum_j c_{ij} W_j + J_i + FM_i \dots \dots \dots (17)$$

であるから、式(16)の右辺第1項と2項の和は式(17)のそれと等しいことは保証されている。しかしこれはセル同士の整合性：

$$a_{ij} X_j = \sum_r a_{ij}^r X_j^r, \quad c_{ij} W_j = \sum_r c_{ij}^r W_j^r$$

のための必要条件に過ぎない。

#### 4. 財別インフレータの計算

本稿では1975年と80年の2年次について前章の方法の適用例を示すが、実際のモデルでは価格年次の統一が不可欠であるため、本章ではそのために必要とされる財別インフレータの簡略な計算法について述べる。

財別のインフレータは、接続産業連関表(総務庁(旧行政管理庁)を中心に作成)<sup>9)</sup>において、基本分類について作成されているが、非常に繁雑であり、また全国表についてのみ作成されているため、特定の地域の分析には必ずしも適合しない可能性がある。さらにこのインフレータは、10部門ないし43部門といった集約分類について計算されているが、土地利用の分析といった目的には既存の集約分類は一般に不適切であり、基本表からの組み替えが必要とされる(本研究の場合35部門)ため、任意の部門分類についてインフレータが計算できることが望ましい。ここでは、県民経済計算のインプリシット・デフレータを利用して、財別のインフレータを間接的に計算する方法を提案する。

いま県民経済計算より、対象年次における項目別最終需要が名目( $W_i$ )と実質( $W_i^0$ )の双方で与えられているとする(以下、上付添字0をもって実質値を示す)。このとき以下の方法により、財別のインフレータ  $d_i =$

$X_i^0/X_i$  を求めることができる。

いま  $d_i$  が知られているものとし、これを対角要素とする行列を  $D$  とする。このとき実質の投入係数は、

$$a_{ij}^0 = X_{ij}^0/X_j^0 = d_i X_{ij}/d_j X_j = (d_i/d_j) a_{ij}$$

により与えられる。投入係数行列を  $A$  で表わし行列表示をすると、 $A^0 = DAD^{-1}$  となる。一方、名目の項目別最終需要単位コンバータ  $c_{ij}$  からなる行列を  $C$  で表わすと、名目の財別最終需要ベクトルは  $CW$  と表現される。これに対して実質の単位コンバータは、

$$c_{ij}^0 = d_i Y_{ij}/\sum_j d_j Y_{ij} = d_i c_{ij}/\sum_j d_j c_{ij}$$

と表わされるから、 $\sum_j d_j c_{ij}$  を対角要素とする行列を  $E$  とおけば、 $C^0 = DCE^{-1}$  と書ける。

このとき名目と実質の生産額は、次の方程式でそれぞれ表現される。

$$(\text{名目}) \quad X = (I - A)^{-1} CW \dots \dots \dots (18)$$

$$(\text{実質}) \quad X^0 = (I - DAD^{-1})^{-1} DCE^{-1} W^0 \dots \dots \dots (19)$$

ところでインフレータの定義より、 $d_i = X_i^0/X_i$  あるいは  $D = (\text{diag } X^0)(\text{diag } X)^{-1}$  でなければならないから、これを利用して式(19)を満足する  $d_i$  を収束計算により決定することができる。すなわち、インフレータ  $d_i$  の初期値を適当に定め、式(19)により計算される実質生産額の推定値  $X^0$  を式(18)の名目値と比較し、 $d_i$  を改訂する。以下同様の手続きを  $d_i$  が収束するまで繰り返せばよい。

この方法では、対象とする地域に対する連関表が与えられ、かつ名目と実質の項目別最終需要が与えられれば、その地域において連関表と整合的な財別インフレータを計算することが可能である。

本研究では1975年価格への統一を行うが、このため11都県の表について、80年時点での財別インフレータを計算している。ここでバランス表I-Oの仮定の拡張である、

[仮定] 投入係数  $a_{ij}$ 、最終需要単位コンバータ  $c_{ij}$  は対象地域内の任意の小地域において同一である。

を用いれば、7都県の範囲での計算も可能であるが、実際には次章でみるように、7都県での投入構造は同一とみなし難く改訂を必要とするため、ここでは真の観測値である11都県の投入構造を用いた結果を採用する。

11都県の範囲での項目別最終需要に関するインフレータ(インプリシット・デフレータの逆数)は表-2のようである。ただし県民経済計算ではC1家計外消費支出が与えられないため、ここではC2家計消費支出からM移入に至る10項目に関してインフレータを計算している。また東京都、神奈川県では移出・移入が統計上の不突合と合算表示されているため、これについても計算から除外している。計算された財別イン

フレータを表一1に併せて示している。収束精度  $\epsilon = \sum |d_t - d_{t-1}| < 10^{-6}$  (添字 (-1) は前のステップでの値を示す) で 841 ステップで収束している。

インプリシット・デフレータは本来パーシェ型であることが望ましく、ここでの計算方法はパーシェ型に適合するものであるが、実際のデフレータの算出はラスパイルズ型による場合が多い(たとえば家計消費支出の場合、消費者物価指数を1975年財別支出比率で加重平均している)。その意味でデータ面での若干の問題があることを指摘しておく。

5. 関東7都県への適用例

3. で提案した方法を、関東11都県の1975年と80年の地域内連関表に適用し、7都県における連関表への改訂を行った。比較のために3.(1)に示した在庫純増と輸移出入の単位コンパータのみに関する修正にとどめる場合も併せて計算している。前章で計算した財別インフレータを用いれば、あらかじめ実質化した連関表を用いて計算することも可能であるが、改訂計算に価格年次の調整に伴う誤差が関与することを避けるため、ここでは80年についても名目値に基づいて改訂を行う。この場合、式(14)の許容誤差を  $\epsilon = 10^{-9}$  として、1975年は21ステップ、80年は16ステップで収束しているが、80年については得られた結果を表一1の財別インフレータにより事後的に実質化する<sup>注)</sup>。

- 本稿では3つのケースを想定している。すなわち、
- (a) 11都県での原表における投入係数、在庫純増・輸移出入を含む単位コンパータ行列をそのまま用いる場合、
  - (b) (1)により在庫純増と輸移出入を修正する場合、
  - (c) (2)により投入係数と単位コンパータ行列を改訂する場合

である。表一3に輸移出入の単位コンパータを示す。FM欄にケース(b)、改訂欄にケース(c)の結果を示すので、11都県の原表におけるコンパータと比較されたい。一般に原表と(b)の結果とはほぼ同じオーダーの値を示すのに対して、(c)の結果は絶対値としてはかなり小さめの値となる。ここでは輸移出入は需給インバランスの形でとらえられているため、このことが直接輸移出入ないし輸移入の絶対値の過小推定を意味するわけではない。しかし需給のインバランスが過小推定されていることは事実で、このことはインバランスの相当部分が域内純需要に吸収されていることを意味する。(2)の方法は投入係数および単位コンパータを、対象地域の生産額および最終需要の現況に最も適合するように改訂するのに対して、(1)の単純グラビティの仮定が現実と乖離しているため、後者のウェイトを下げる方向に調整が働いた結果であると考えられる。

次に内生部門に関するRAS改訂の結果得られる、代替変化修正係数  $r_i$  および加工度変化修正係数  $s_j$  を表一3の右半分にまとめる。なおこの表で  $r_i = 1$  となっている部門はその活動の産品の中間需要が定義的に0となる部門であり、 $s_j = 1$  となる部門ではその活動の中間投入

表一3 輸移出入単位コンパータと内生部門のRAS改訂

	原表(75)	FM(75)	改訂(75)	原表(80)	FM(80)	改訂(80)	$r_i(75)$	$s_j(75)$	$r_i(80)$	$s_j(80)$
01 農林水産業	-1.1198	-1.1391	-0.1346	-1.2578	-1.2828	-0.1099	0.1870	2.1532	0.1467	2.6981
02 鉱業	-1.6580	-1.4391	-0.0721	-2.7065	-2.0746	-0.0193	0.0032	17.991	0.0096	29.034
03 飲食料品	-0.3234	-0.7397	-0.0566	-0.5176	-0.9429	-0.0415	1.4984	1.2147	1.1196	1.6107
04 繊維・織物	-0.4175	-0.5266	-0.0481	-0.5439	-0.5960	-0.0285	0.2419	3.8649	0.1159	7.2892
05 木・紙製品	-0.5817	-0.7851	-0.0877	-0.7018	-0.9327	-0.0461	0.1599	3.2715	0.0956	4.8457
06 印刷・出版	0.3174	0.5119	0.1006	0.5357	0.8519	0.0874	0.3083	3.8072	0.3477	3.4871
07 化学	0.6253	0.0273	0.1163	0.6817	-0.2668	0.0594	0.5256	1.6845	0.5765	1.5979
08 金属	-0.0539	-0.8704	-0.0062	-0.5092	-1.4364	-0.0356	0.5099	1.2804	0.5405	1.1296
09 機械	3.1113	3.5866	0.8617	5.1272	5.7590	0.7358	4.0903	0.3427	3.9529	0.3489
10 その他製造業	0.1305	0.5793	0.0414	-0.0062	0.2550	0.0010	0.4730	2.0194	0.4134	1.9617
11 電気・ガス	-0.1213	-0.0945	-0.0278	-0.3871	-0.3056	-0.0422	0.1900	3.8809	0.1960	4.5943
12 非住宅建築	0.0005	0.0825	0.0001	-0.0059	0.0594	-0.0008	2.4895	2.1100	1.6955	2.1769
13 広域輸送	0.2914	0.3226	0.0526	0.1071	0.1986	0.0108	0.4443	1.7567	0.3360	2.1322
14 卸売業	0.6830	0.7430	0.1620	0.9676	1.0758	0.1145	1.0422	0.8923	0.9910	0.7805
15 R公共事業	—	—	—	—	—	—	1.6727	21.125	1.4158	20.667
16 R公共サービス	0.0049	0.0100	0.0013	0.0405	0.0529	0.0055	0.2703	4.7990	0.6138	2.9366
17 R公務	—	—	—	—	—	—	1.	5.3251	13.741	7.0114
18 管理・事務	—	—	—	—	—	—	0.5901	1.	0.5816	1.
19 水道	0.0001	-0.0004	0.0000	-0.0004	0.0002	-0.0001	0.0316	13.402	0.0292	17.669
20 住宅建築	—	—	—	—	—	—	1.	2.1809	1.	2.3507
21 都市旅客輸送	0.0276	0.1205	0.0075	0.0445	0.1196	0.0061	0.7069	2.5394	0.4744	3.8318
22 都市貨物輸送	0.0922	0.1577	0.0252	0.1366	0.1771	0.0192	0.2002	3.8908	0.1321	5.2358
23 通信	0.0130	0.0502	0.0035	0.0300	0.0833	0.0042	0.1745	5.0412	0.1689	4.2568
24 金融・不動産	0.3625	0.3912	0.0950	0.2282	0.2863	0.0310	1.8278	0.1882	2.0849	0.2947
25 事業所サービス	0.0906	0.0478	0.0232	0.2448	0.2216	0.0328	0.3966	1.0113	0.5032	0.9355
26 娯楽	0.0095	0.0120	0.0025	0.0140	0.0097	0.0019	0.9675	2.2648	0.6349	3.2437
27 P公共事業	—	—	—	—	—	—	156.68	3.3283	106.07	4.7546
28 P公共サービス	-0.0872	-0.0622	-0.0212	-0.1598	-0.1336	-0.0188	0.6678	4.1750	0.3274	5.0791
29 P公務	—	—	—	—	—	—	1.	4.4493	2.3854	5.2140
30 小売業	-0.0188	0.0916	-0.0050	-0.0186	0.1098	-0.0024	1.7988	1.3332	1.5800	1.3566
31 個人サービス	-0.1201	-0.0852	-0.0287	-0.3149	-0.2769	-0.0350	17.189	1.2411	14.113	1.5894
32 C公共事業	—	—	—	—	—	—	4.2845	14.868	3.9685	14.686
33 C公共サービス	-0.0180	-0.0033	-0.0046	-0.0274	-0.0062	-0.0036	11.944	1.4478	9.3100	2.0889
34 C公務	—	—	—	—	—	—	1.	6.0077	1.8860	6.5949
35 下水・廃棄物	0.0000	0.0025	0.0000	-0.0006	0.0032	-0.0001	0.0894	17.893	0.0765	15.273

注) 11都県表に基づくインフレータは確定値であるため事前修正も可能であるが、7都県でのインフレータは改訂後の連関表に基づくものであるべきだから事後修正のみが可能である。したがって後者は改訂法により変化するため、ここでは確定値である前者の値を用いて価格を調整する。

が定義的に0である（公務については1975年表と80年表とで概念の変更があった）地域に対してRAS法を適用する場合、代替変化修正係数が大である部門は中間需要面で対象地域に集約的である部門であり、加工度変化修正係数は対象地域での付加価値率の高さを反映すると解釈されるが<sup>10)</sup>、後者については(2)の方法が対象地域での付加価値率を圏域のそれと異なるものと仮定しているため、単に中間投入面での集約度（その部門への中間投入の大地域に比したウェイトの高さ）を表現するものと解釈すべきであろう。

表一3の結果は一般的にみて、中間需要面での低さと中間投入面での高さがバランスする傾向にある。中間需要面で集約度の高い活動としては機械、非住宅建築、金融・不動産、個人サービス、C（市区町村レベル）公共サービスなどがあり、中間投入面では繊維・織物、木・紙製品、都市貨物輸送、通信、電気・水道などのユーティリティ、公務などが挙げられる。また公共事業については双方で高い値を示し、特にP（都県）レベルでのそれに対する中間需要はきわめて集約的であるが、公共事業の行の投入係数はもともと絶対値が小さいことに注意すべきである。また鉱業は中間需要面では減少方向へ、中間投入面では増加方向への修正を必要としている。

図一4に、関東7都県の最終需要に連関分析、

$$\hat{X}^r = (I - A)^{-1}(CW^r + J^r + FM^r) \dots \dots \dots (20)$$

を施して得られる7都県での生産額の計算値  $\hat{X}_i^r$  を、先の3ケースについて活動別に実績値と比較して示している。周知のように、レオンチェフ逆行列は非負であるから、最終需要ベクトルが非負であれば非負の生産額が得られるはずである<sup>11)</sup>。しかし輸移出入を需給インバランスの形で最終需要に含める場合には、輸移入超過で最終需要が負となる場合があるため生産額の非負性は保証されない。実際1975年の02鉱業ではケース(a)で負の

生産額が計算されている。また80年にはケース(a)の生産額は実績値の10倍にも達しており、また01農林水産業や09機械における誤差も大きいなどの点から、7都県への係数の改訂が必要とされる。前者の場合には、ケース(b)、(c)の双方で負の生産額は解消されているが、後者の場合には、ケース(c)が誤差の大きい部門を選択的に改善する点で効果大きい。

最後にこの3つのケースについて、次式で定義される平均平方誤差(RMSE)および平均絶対誤差率(MAPE)をまとめて表一4に示す。

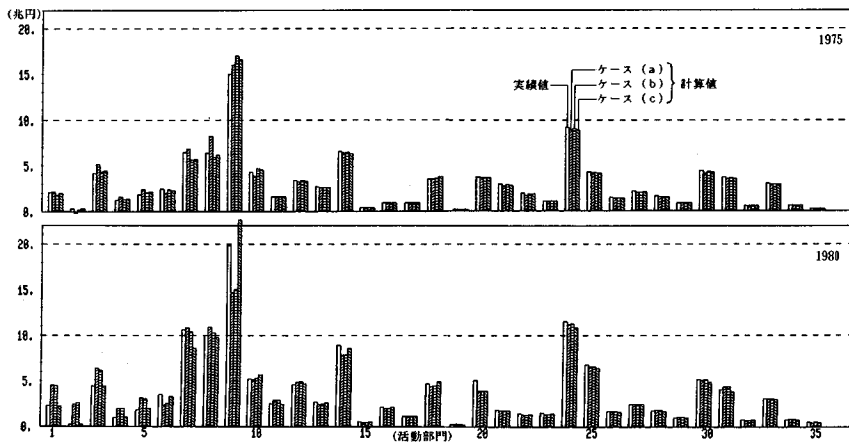
$$RMSE = \sqrt{\sum_i (\hat{X}_i^r - X_i^r)^2 / 35} \quad (\text{百万円})$$

$$MAPE = \frac{1}{35} \sum_i \frac{|\hat{X}_i^r - X_i^r|}{X_i^r} \times 100 \quad (\%)$$

75年と80年いずれの場合も、ケース(c)はケース(a)に対して大幅な改善となっていることがわかる。しかしケース(b)は、前者ではかなりの改善となっているものの、後者ではあまり改善となっておらず、ケース(a)に比べRMSEでは74074百万円の低下、逆にMAPEで0.68%の上昇となっている。これは輸移出入単位コンバータの修正方法が単純に過ぎることもさることながら、80年連関表における輸移出入インバランス(7都県)が430166百万円と、75年の1668964百万円の1/4強にまで減少したため、修正の効果が絶対額としては抑制

図一4 活動別生産額の計算値と実績値

	1975年		1980年	
	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE
ケース(a)	446774	12.01%	1172504	44.56%
ケース(b)	398841	5.20	1098430	45.24
ケース(c)	328975	4.35	644020	5.59



表一4 生産額計算値のRMSEとMAPE

されたためであると考えられる。

## 6. おわりに

本稿では産業連関分析を都市圏に適用する場合に必要なとなる、対象地域における投入係数および最終需要単位コンバータ行列をノン・サーベイ的に改訂するための1つの方法を提案した。この種のデータは、利用可能な情報が多いほど精度を上げることが可能であるが、どの程度の情報を収集すべきかということは、必要とされるデータの精度にも依存するため一概にはいえず、コスト・パフォーマンスの観点から決定される必要がある。したがって、本稿で提案した方法は分析が産出体系に限定される場合の、実行可能な簡易推定法の一例と理解されるべきであり、輸移出入の扱いや付加価値部門の組み込みなど改善すべき点も多い。

投入係数および最終需要単位コンバータ行列の改訂は、著者が都市圏に関する土地利用シミュレーション・モデルを開発する経過で必要性を認識したものである。すなわち、当初はバランストI-Oの仮定を拡大適用し、11都県における係数をそのまま対象地域である関東7都県に適用することを考えていたが、誤差が大きく、負の生産額が得られるなどの問題が生じたため、係数の改訂が不可避となったものである。経済活動のフロー面の分析を含むモデルの場合、活動別生産額と支出額のデータは常に必要とされるであろうから、本稿の方法は対象地域または活動分類のいかんにかかわらず簡便に適用できるはずであり、また実用上かなりの精度向上が期待できる。その意味で4.に示した価格年次調整のための財別インフレーション計算法と併せて、今後のモデル開発の際に参考にして頂ければ幸いである。

最後に本研究の遂行に際しては、関東7都県の(都)県民経済計算担当部課に資料提供などの面でご協力頂い

た。また本誌レフェリーには貴重なご意見を賜った。記して謝意を表したい。

## 参考文献

- 1) Leontief, W. et al. : The economic impact — industrial and regional — of an arm cut, Review of Economics and Statistics, Vol. 47, No. 3, 1965.
- 2) Amano, K., Kimura, T. and Ando, A. : An activity analysis model in a metropolitan area, Proc. of JSCE, No. 274, 1978.
- 3) 堺美智雄・安藤朝夫：3レベル連関分析モデルの都市圏への適用性の検討，土木計画学研究・講演集，No. 8，1986. 1.
- 4) Round, J. I. : Nonsurvey techniques : a critical review of the theory and the evidence, International Regional Science Review, Vol. 8, No. 3, 1983.
- 5) Richardson, H. W. : Input-output and economic base multipliers : looking backward and forward, Journal of Regional Science, Vol. 25, No. 4, 1985.
- 6) 佐々木公明・柴田洋雄：小地域レベルにおける産業連関システム推定のための“Nonsurvey Method”について，地域学研究，第13巻，1983.
- 7) Jensen, R. C. and McGaurr, D. : Reconciliation of purchases and sales estimates in an input-output table, Urban Studies, Vol. 13, No. 1, 1976.
- 8) 堺美智雄：3レベル連関分析手法を用いた都市圏活動分析モデルの構成に関する研究，熊本大学修士論文，1986，第4章。
- 9) たとえば，総務庁統計局編：昭和45-50-55年接続産業連関表-(I) 解説及び取引基本表，全国統計協会連合会，1985. 3.
- 10) 金子敬生：産業連関の理論と適用，日本評論社，1971，第6章。
- 11) 二階堂副包：現代経済学の理論と適用，岩波書店，1960，第3章。

(1987. 9. 2・受付)