

地方生活圏レベルの地域間産業連関表の推計*

～地域間距離の設定方法の検討～

Estimation of Interregional Input-Output table in urban level

奥田隆明**・橋本浩良***

By Takaaki OKUDA and Hiroyoshi HASHIMOTO

1. はじめに

経済のグローバル化によって都市間競争は一層激しさを増し、補完関係にある都市の結びつきは一層密接なものとなっている。都市と都市の経済的な取引関係を把握する統計データとしては地域間産業連関表がある。わが国ではすべての都道府県で産業連関表の推計が行われているものの、都道府県内をさらに幾つかの生活圏に分割した地域間産業連関表が推計されているのは、大阪府、愛媛県、三重県等、ごくわずかな都道府県に限られているのが現状である^{1), 2), 3)}。

本来、地域間産業連関表の推計を行うためには、経済産業省が行っているような大規模調査を実施することが望ましい。しかし、こうした大規模調査を実施するには巨額の費用がかかるため、既存の統計データから地域間産業連関表を推計する方法 (Non-Survey 法) が研究されてきた⁴⁾。奥田・橋本(2003)もエントロピー法を用いて競争移入型の地域間産業連関表を推計する方法を提案し、北海道の地域間産業連関表を用いてその推計精度の検証を行ってきた⁵⁾。

ところが、これらの検証を通して地域間距離の与え方が地域間産業連関表の推計精度に大きな影響を及ぼし、この設定方法を検討することが一つの課題となっている。これまで地域間距離については、地理学や土木計画学の分野で幾つかの研究が行われてきた⁶⁾。中でも、Plane(1984)は人口移動研究に利用されてきた物理的距離の粗雑さを指摘し、アメリカの人口移動に適合する地域間距離を推計する方法を提案している⁷⁾。また、石川(1994)は Plane(1984)の方法を用いて、わ

*キーワード：地域間産業連関表、エントロピー

**正員，博士(工学)，名古屋大学大学院都市環境学専攻

(〒464-8603 名古屋市千種区不老町

TEL:052-789-4654 TAX:052-789-1462

E-mail:okuda@genv.nagoya-u.ac.jp)

***正員，修士(工学)，国土交通省北海道開発局

が国の人口移動データから地域間距離を推計し、日米の比較分析を行っている⁸⁾。

そこで、本研究では、Plane(1984)の方法を用いて地域間相互作用データから地域間距離を推計し、これを用いて都道府県内を幾つかの地方生活圏に分割した地域間産業連関表を推計する方法を提案するものである。

2. では、これまで筆者らが提案してきたエントロピー法を用いた地域間産業連関表の推計方法を簡単に振り返る。また、3. では、地域間距離の設定方法について述べる。さらに、4. では、三重県の地域間産業連関表を用いて推計精度の検証を行った結果について述べる。

表1 地域産業連関表

地域 S	産業 j	最終需要	地域内需要
	⋮	⋮	⋮
産業 i	⋯⋯ x_{ij}^s ⋯⋯	F_i^s	Y_i^s
	⋮	⋮	⋮
付加価値	⋯⋯ V_j^s ⋯⋯		
生産額	⋯⋯ X_j^s ⋯⋯		

表2 地域間交易マトリクス

地域 i	地域 S	輸出	生産額
	⋮	⋮	⋮
地域 r	⋯⋯ y_i^{rs} ⋯⋯	E_i^r	X_i^r
	⋮	⋮	⋮
輸入	⋯⋯ M_i^s ⋯⋯		
地域内需要	⋯⋯ Y_i^s ⋯⋯		

2. 地域間産業連関表の推計方法

(1) 推計方法

筆者らはエントロピー法を用いて競争移入型の地域間産業連関表を推計する方法を提案してきた。競争移入型の地域間産業連関表を推計するためには、表1に示すような地域産業連関表と、表2に示す地域間交易マトリクスを推計を行えばよい。このとき、各地域（以下では小地域と呼ぶ）の生産額 X_j^s 、付加価値 V_j^s 、最終需要 F_i^s 、輸出 E_i^r 、輸入 M_i^s は既存の統計データから与えられるものとする。

このとき、対象地域全体（以下では大地域と呼ぶ）の産業連関表から投入係数 a_{ij} を求め、これに小地域の生産額 X_j^s を乗じることによって中間投入の一次推計値 $\bar{x}_{ij}^s = a_{ij} X_j^s$ を求める。他方、地域間交易マトリクスの一次推計値は、重力モデルによって $(d^{rs})^{-\gamma_i}$ によって与える。ただし、 d^{rs} は地域 $r-s$ 間の時間距離を、 γ_i は品目 i の距離減衰係数を表す。ところが、こうして求めた一次推計値は地域間産業連関表としてのバランスが保たれていない。そこで、これらのバランスを保ちながら、出来る限り一次推計値に近い分布形状を持つ地域間産業連関表を推計する。このとき、近接性の尺度としてエントロピーを用いると、次の最適化問題が定義できる。

目的関数：

$$\sum_s \sum_i \sum_j x_{ij}^s \left(\ln \frac{x_{ij}^s}{\bar{x}_{ij}^s} - 1 \right) + \sum_i \sum_r \sum_s y_i^{rs} \left(\ln \frac{y_i^{rs}}{\bar{y}_i^{rs}} - 1 \right) \rightarrow \min \quad (1)$$

制約条件：

$$\sum_i x_{ij}^s + V_j^s = X_j^s \quad (2)$$

$$\sum_j x_{ij}^s + F_i^s = Y_i^s \quad (3)$$

$$\sum_r y_i^{rs} + M_i^s = Y_i^s \quad (4)$$

$$\sum_s y_i^{rs} + E_i^r = X_i^r \quad (5)$$

$$x_{ij}^s, Y_i^s, y_i^{rs} \geq 0 \quad (6)$$

ここで、制約条件(2)、(3)は地域間産業連関表の列方向、行方向のバランスを保つための条件式である。制約条件(4)、(5)は地域間交易マトリクスの行方向、列方向のバランスを保つための条件式を表している。式(6)は、非負条件である。

(2) 最適化条件とその解法

この最適化問題の一階の条件を導くと以下のようになる。

$$x_{ij}^s = R_i^s \bar{x}_{ij}^s S_j^s \quad (7)$$

$$\sum_i x_{ij}^s = X_j^s - V_j^s \quad (8)$$

$$\sum_j x_{ij}^s = Y_i^s - F_i^s \quad (9)$$

$$y_i^{rs} = A_i^s B_i^r (d^{rs})^{-\gamma_i} \quad (10)$$

$$\sum_r y_i^{rs} = Y_i^s - M_i^s \quad (11)$$

$$\sum_s y_i^{rs} = X_i^r - E_i^r \quad (12)$$

$$R_i^s = \frac{1}{A_i^s} \quad (13)$$

ここで、 R_i^s 、 S_j^s は地域産業連関表を求めるためのバラ

ンシング・ファクター、 A_i^r 、 B_i^s は地域間交易マトリク

スを求めるためのバランシング・ファクターである。

式(7)~(9)は RAS 法により地域産業連関表の推計を行うべきことを、式(10)~(12)は両側制約付きエントロピー・モデルを用いて地域間交易マトリクスの推計を行うべきことを意味している。また、式(13)は両者を結ぶ条件式である。

さらに、式(7)~(13)から変数の数を減らすと、次の

連立方程式が得られる。

$$\sum_j (X_j^s - V_j^s) \frac{R_j^s \bar{x}_{ij}^s}{\sum_i R_j^s \bar{x}_{ij}^s} + F_j^s = \sum_r (X_i^r - E_i^r) \frac{R_i^s}{\sum_s (d^{rs})^{-\gamma_i} R_i^s} + M_i^s \quad (14)$$

この連立方程式を解くことによって変数 R_i^s を求める

ことができる。そして、変数 R_i^s から変数 S_i^r 、変数 x_{ij}^s 、

変数 A_i^s 、変数 B_i^r 、変数 y_i^{rs} を順に求めることができる。

3. 地域間距離の設定方法

式(10)～(12)は両側制約付きエントロピー・モデルであるため、Plane(1984)の方法により地域間距離を求めることができる。対象地域の物流データなど、地域間相互作用を表すデータ y_{ij} が与えられた場合、これを用いて地域間距離 d_{ij} を補正する方法について考える。まず、式(10)より地域間距離は次式により与えられる。

$$d^{rs} = \exp\left(\frac{1}{\gamma} \ln A^r + \frac{1}{\gamma} \ln B^s - \frac{1}{\gamma} \ln y^{rs}\right) \quad (15)$$

ただし、地域間相互作用を表すデータ y_{ij} は品目別でないため、品目 i を表す添字は付かない。

ここで、ダミー変数 U_k 、 V_l を導入すると、式(15)は次のようになる。

$$\ln d_{ij} = a_0 + \sum_{k=1}^{n-1} a_k U_k + \sum_{l=1}^{n-1} b_l V_l + c \ln y^{rs} \quad (16)$$

ただし、

$$U_k = \begin{cases} 1 & (k=r) \\ 0 & (k \neq r) \end{cases} \quad (17)$$

$$V_l = \begin{cases} 1 & (l=s) \\ 0 & (l \neq s) \end{cases} \quad (18)$$

式(16)を用いて回帰分析を行い、係数 a_0, a_k, b_l, c を求める。そして、これらの係数から A^r 、 B^s 、 γ を求め、式(15)に y^{rs} を代入して、地域間距離 d^{rs} を求める。

4. 推計精度の検証

(1) 基本設定

三重県が推計した地域間産業連関表(1990)を用いて本研究で提案する地域間産業連関表の推計方法に関する精度検証を行った。このとき、各地域の生産額、最終需要、付加価値、輸入、輸出は三重県の推計した地域間産業連関表の値を用いた。また、距離逓減係数については、奥田・橋本(2003)で経済産業省の地域間産業連関表から求めた値を用いた。地域間距離については、以下の2つの方法で求め、それぞれの値を用いて地域間産業連関表を推計し、その精度を比較分析した。

- 1) 距離補正前：三重県内の道路ネットワークから輸送費用を求め、これを地域間距離として用いた。
- 2) 距離補正後：3. で述べた方法により地域間距離を求めた。ただし、地域間相互作用のデータとしては、三重県の地域間産業連関表から得られる地域間交易(全産業の合計値)を用いた。



図1 三重県の地域区分

(2) 中間投入の推計精度

表3は、中間投入の推計値と三重県の地域間産業連関表から得られる値を比較し、その相関係数を求めた

ものである。最も推計精度の高い北勢地域で、0.9987から0.9992に、最も推計精度の低い東紀州地域で、0.9219から0.9472に推計精度が向上していることがわかる。推計された地域間距離を比較すると、三重県南端に位置する東紀州地域でその値が大きく補正されている。その結果、地域間交易マトリクスの推計精度が向上したため、その影響を受けてこの地域の間投入の推計精度が向上したものと考えられる。

表3 中間投入の推計精度（相関係数）

地域	距離補正前	距離補正後
北勢	0.9987	0.9992
中勢	0.9951	0.9953
南勢	0.9944	0.9951
伊賀	0.9917	0.9926
東紀州	0.9219	0.9472

(3) 地域間交易の推計精度

表4は地域間交易の推計値と三重県の地域間産業連関表から得られる値を比較し、その相関係数を示したものである。「農林水産業」、「鉱業」、「金属」、「機械」、「商業・運輸」、「その他の産業」で距離補正によって推計精度が向上していることがわかる。特に、「商業・運輸」では0.9372から0.9676へと相関係数が大きくなっている。他方、「食料品」、「その他製造業」、「公益事業」では若干推計精度が低下している。しかし、全体的な傾向としては距離補正によって推計精度が向上していることがわかる。

表4 地域間交易の推計精度（相関係数）

産業	距離補正前	距離補正後
農林水産業	0.8506	0.8660
鉱業	0.9249	0.9307
食料品	0.8258	0.8104
金属	0.9846	0.9904
機械	0.9505	0.9629
その他製造業	0.9916	0.9910
公益事業	0.9832	0.9817
商業・運輸	0.9372	0.9676
その他	0.9836	0.9961

5. おわりに

本研究では、Plane(1984)の方法を用いて地域間交易データから地域間距離を推計し、これを用いて都道府県内を幾つかの地方生活圏に分割した地域間産業連関表を推計する方法を提案した。そして、三重県の地域間産業連関表を用いて、この方法で推計される地域間産業連関表がどの程度の推計精度を持つのかを検証した。その結果、道路ネットワークから計算される地域間距離を直接用いた場合に比べ、中間投入の推計精度はすべての地域で向上し、地域間交易の推計精度も多くの産業で向上することを確認した。

今後は、この方法を用いて他の都道府県でも地域間産業連関表を推計し、都道府県内の地域経済構造を明らかにしていく研究を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 高畑由洋(1992)：北海道の地域間産業連関表、イノベーション&I-Oテクニク、第3巻、3号、pp.24-29.
- 2) 坪内建広(1991)：愛媛県の地域間産業連関表について、イノベーション&I-Oテクニク、第3巻、1号、pp.35-42.
- 3) 山田光男(1995)：三重県内地域間産業連関表の推計、イノベーション&I-Oテクニク、第5巻、4号、pp.52-67.
- 4) 例えば、Round, J. I. (1983): Non-survey techniques: A critical review of the theory and the evidence, International regional science review, Vol.8, No.3, pp.189-212.
- 5) 奥田隆明・橋本浩良(2003)：クロス・エントロピー法を用いた地域間産業連関表の推計、第27回土木計画学研究発表会.
- 6) 例えば、阿部宏史・小川正義(1997)：地域間交流データを用いた潜在的な地域間距離の推定に関する研究、土木計画学研究・論文集, No. 14, pp. 175-189.
- 7) Plane(1984):Migration space: doubly constrained gravity model mapping of relative interstate separation, Annals of Association of American Geography, Vol.74, pp.244-256.
- 8) 石川義孝(1994)：人口移動の計量地理学、古今書院、pp. 246-260.