

# 生活圏間産業連関表を活用した 空間的応用一般均衡モデルの構築とその応用

土谷 和之<sup>1</sup>・石川 良文<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 (株) 三菱総合研究所社会システム研究本部 (〒100-8141 東京都千代田区永田町2-10-3)  
E-mail: kazuyuki@mri.co.jp

<sup>2</sup>正会員 南山大学総合政策学科 (〒4890-0863 愛知県瀬戸市せいれい町27)  
E-mail: yishi@nanzan-u.ac.jp

今後の社会資本インフラ整備の効果分析においては、より小さいゾーン単位、たとえば生活圏単位での効果をより精確に把握する必要性が高まるものと考えられ、こうしたニーズに対応したモデル構築とその適用事例の蓄積が課題となっている。そこで本研究では、関東地域を例に取り、筆者らが整備した生活圏間産業連関表を基準均衡データとした空間的応用一般均衡モデルを構築し、仮想的なケーススタディを実施することにより、その応用可能性を示すことを目的とする。

**Key Words :** *spatial computable general equilibrium model, interregional input-output table*

## 1. はじめに

これまで、わが国における地域間産業連関表としては経済産業省が整備する9ブロック間の地域間産業連関表が代表的なものであった。しかしながら、道路整備に代表される社会基盤整備の効果をより正確に把握・分析していくためには、より小さいゾーン単位での地域間産業連関表を整備することが望まれており、そうしたニーズに対応する研究として既に47都道府県間の産業連関表を整備した事例も存在する<sup>1)</sup>。また、この都道府県間産業連関表を用いた空間的応用一般均衡モデルによる分析事例も蓄積されつつある。しかし、今後の社会資本インフラ整備の効果分析においては、より小さいゾーン単位、たとえば生活圏単位での効果をより精確に把握する必要性が高まるものと考えられ、こうしたニーズに対応したモデル構築とその適用事例の蓄積も大きな課題となっている。

筆者らはすでに関東地域を対象に生活圏間の地域間産業連関表を1990年と2000年の2時点について整備し、時点間比較などの簡単な分析を行っている<sup>2)</sup>。そこで本研究では、この関東地域を例に取り、2000年時点の生活圏間産業連関表を基準均衡データとした空間的応用一般均衡モデル(以下SCGEモデル)を構築し、仮想的なケーススタディを実施することにより、その応用可能性を示すことを目的とする。

## 2. SCGEモデルの構築

### (1) モデルの前提条件

本研究では、関東地域の生活圏間の取引を考慮可能なSCGEモデルを構築する。モデルの主な前提を以下に示す。またその概念図を図-1に示す。

- ① 関東地域の46生活圏と国内その他地域に分かれた空間を考える。
- ② 各地域には、産業別の集計的企業と代表的家計が存在する。
- ③ 生産財市場は地域に開放されているのに対して、生産要素市場は地域内で閉じている。
- ④ 各財はArmington仮定(同じ種類の財でも、生産された地域が異なれば異なる財とみなすという仮定)を前提とし、地域別に生産された財は分類できるものとする。
- ⑤ 社会経済は長期均衡状態にある。

### (2) 企業の行動モデル

企業は、自地域と他地域で生産された中間投入財、(民間)資本、労働、社会資本により生産される付加価値をネスティドCES型の生産構造で定式化する。第1段階において、企業の生産関数は以下のようなレオンチェフ型の生産関数で定式化できる。

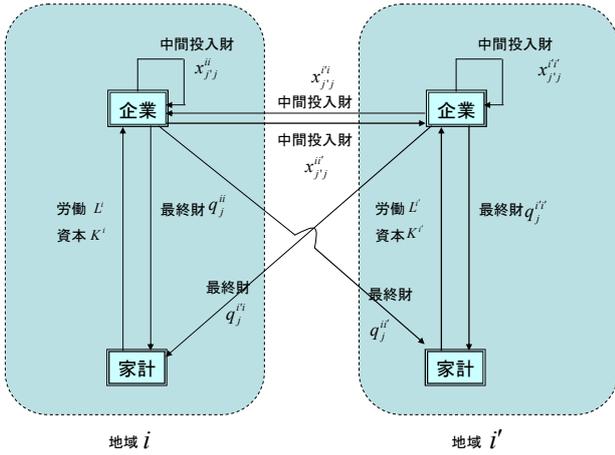


図1 本研究で構築する SCGE モデルにおける財・労働・資本の取引の流れ

$$Q_j = \min \left( \frac{VA_j^i(l_j^i, k_j^i)}{a_{0j}^i}, \frac{x_{jj}^i}{a_{1j}^i}, \dots, \frac{x_{jj}^i}{a_{j_j}^i}, \dots, \frac{x_{jj}^i}{a_{jj}^i} \right) \quad (1)$$

ただし、 $q_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の生産量、 $VA_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の付加価値、 $x_{jj}^i$  : 地域*i* の産業*j* から産業*j* への中間投入合成財、 $a_{j_j}^i$  : 地域*i* の産業*j* から産業*j* への投入係数、 $a_{0j}^i$  : 地域*i* 産業*j* の付加価値比率

この関数の下では、企業は中間投入財と付加価値を常に一定の比率で投入することとなる。

第 2 段階では、労働・資本（生産要素）から付加価値を生産する関数を定式化する。ここでは労働と資本について規模に関して収穫一定であるコブ・ダグラス型生産関数を仮定する。

$$\min w^i l_j^i + r^i k_j^i \quad (2)$$

$$s.t. VA_j^i = \eta_j^i l_j^{\alpha_1^i} k_j^{\alpha_2^i} = 1$$

ただし、 $w^i$  : 地域*i* の労働賃金率、 $r^i$  : 地域*i* の資本レント、 $l_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の労働投入量、 $k_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の資本投入量、 $\eta_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の効率パラメータ、 $\alpha_1^i$  : 地域*i* 産業*j* の労働の分配パラメータ、 $\alpha_2^i$  : 地域*i* 産業*j* の資本の分配パラメータ ( $\alpha_1^i + \alpha_2^i = 1$ )、 $\mu_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の生産技術の効率パラメータ、 $\alpha_3^i$  : 地域*i* 産業*j* の生産技術パラメータ

これは、生産技術の制約条件式(2)の元で、付加価値の生産費用  $w^i l_j^i + r^i k_j^i$  を最小化することを意味する最適化問題である。

第 2 段階における中間投入合成財の生産関数については、CES 型で定式化し、費用最小化行動として以下のように定式化する。これにより各地域の中間投入需要が導出される。

$$\min \sum_{i \in I} P_j^i (1 + \tau^{ii}) K_{jj}^{ii} \quad (3)$$

$$s.t. x_{jj}^i = \phi_{jj}^i \left( \sum_{i' \in I} \delta_{jj}^{i'} x_{jj}^{i'} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} = 1$$

ただし、 $P_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の消費地価格、 $\tau^{ii}$  : 地域*i* から地域*i* へ財・サービスを輸送する際の輸送マージン率（地域間所要時間に比例すると仮定）、 $x_{jj}^i$  : 地域*i* から地域*i*、産業*j* から産業*j* への中間投入財、 $\phi_{jj}^i$  : 地域*i* の産業*j* から産業*j* への効率パラメータ、 $\delta_{jj}^{i'}$  : 地域*i* から地域*i'*、産業*j* から産業*j* への分配パラメータ、 $\sigma$  : 地域選択の代替弾力性

これも、生産技術の制約条件式(3)の元で、中間投入合成財の生産費用を最小化することを意味する最適化問題である。

企業の生産関数については規模に関して収穫一定を仮定しているため企業の超過利潤はゼロとなり、かつ生産財価格（生産地価格）は単位生産量あたりの生産費用（平均費用）に等しくなり、以下のように求めることが出来る。

$$P_{j\text{pro}}^i = a_{0j}^i (w^i c l_j^i + r^i c k_j^i) + \sum_{j' \in J} a_{j'j}^i (\phi_{j'j}^i)^{-1} \left( \sum_{i' \in I} \delta_{j'j}^{i'} \sigma (P_{j'}^{i'} (1 + \tau^{i'i}))^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (4)$$

### (3) 家計の行動モデル

各地域には代表的家計が存在し、自地域と他地域の財を消費するネステッド CES 型の効用関数構造を持つと仮定する。第 1 段階は、所得制約条件下での効用最大化行動として以下のように定式化する。これにより、合成消費財の需要関数が導出される。

$$V^i = \max \left[ \left( \sum_{j \in J} \gamma_j^i (q_j^i)^{\frac{\rho_1-1}{\rho_1}} \right)^{\frac{\rho_1}{\rho_1-1}} \right]$$

$$s.t. \sum_{j \in J} p_j^i q_j^i = w^i L^i + r^i K^i - NX^i - \sum_{j \in J} NE_j^i \quad (5)$$

ただし、 $V^i$  : 地域*i* の間接効用関数、 $q_j^i$  : 地域*i* 産業*j* の合成財消費量、 $L^i$  : 地域*i* の労働、供給量、 $K^i$  : 地域*i* の資本供給量、 $\gamma_j^i$  : 地域*i* での産業*j* からの分配パラメータ、 $\rho_1$  : 財選択の代替弾力性、 $p_j^i$  : 地域*i* での産業*j* の合成消費財価格、 $NX^i$  : 地域*i* の経常収支（固定値）、 $NE_j^i$  : 地域*i* の財*j* の純輸出量（価格は 1 で固定されているとする）

第 2 段階では、自地域生産財と他地域生産財の代替関係を CES 型効用関数で定式化する。その最適化行動は以下のようになり、これにより各地域の生産財需要関数が導出される。

$$r^{ij} = \max \left( \sum_{i \in I} \left( \gamma_j^{ii} \right)^{\frac{1}{\rho_2}} \left( q_j^{ii} \right)^{\frac{\rho_2 - 1}{\rho_2}} \right)^{\frac{\rho_2}{\rho_2 - 1}} \quad (6)$$

$$s.t. p_j^i q_j^i = \sum_{i \in I} p_j^i (1 + \tau^{ii}) q_j^{ii}$$

ただし、 $r^{ij}$ ：地域*i*産業*j*の間接効用関数、 $\tau^{ii}$ ：地域*i*から地域*i*へ財・サービスを輸送する際の輸送マージン率（地域間所要時間に比例すると仮定）、 $q_j^{ii}$ ：合成財消費量、 $\gamma_j^{ii}$ ：地域*i*から地域*i*への産業*j*の分配パラメータ、 $\rho_2$ ：地域選択の代替弾力性

#### (4) 市場均衡条件

本モデルでは、企業の生産に対して規模に関して収穫一定と仮定しているため、企業は常に需要に応じた生産を行う。そのため、生産財市場における市場均衡条件は以下のように常に成立し、財価格は単位生産量あたりの費用として決定される。

$$Q_j^i = \sum_{i' \in I} \sum_{j' \in J} (1 + \tau^{i'i}) q_{j'j}^{i'i} + \sum_{i' \in I} c q_{j'j}^{i'i} (1 + \tau^{i'i}) q_{j'j}^{i'i} + NE_j^i \quad (7)$$

また、全ての生産要素市場は地域内で閉じているため、各地域での生産要素市場での均衡式は以下ようになる。左辺が各地域での生産要素需要、右辺が各地域での生産要素初期保有量を表す。

$$\sum_{j \in J} \alpha_{1j}^i \frac{a_{0j}^i Q_j^i}{w^i} = L^i \quad (8)$$

$$\sum_{j \in J} \alpha_{2j}^i \frac{a_{0j}^i Q_j^i}{r^i} = K^i \quad (9)$$

### 3. SCGEモデルの各種設定

#### (1) パラメータ推定のためのデータ

パラメータ推定は、前述のように、関東地域の生活圏間の取引を表現している「関東地域生活圏間産業連関表（2000年）」を基準均衡データとして用いる。

#### (2) SCGEモデルの産業分類

産業分類は、第1次・2次・3次産業の3分類とする。より詳細な分類も可能であるが、本研究ではモデルの挙動をより簡易に検討するために、この3分類とした。

#### (3) SCGEモデルの地域分類

関東地域生活圏間産業連関表（2000年）の以下の地域分類（生活圏単位）とする。

表-1 SCGEモデルのゾーニング

都県名	生活圏名（46圏域）
茨城	1.水戸・日立 2.土浦 3.下館・古河 4.鹿嶋
栃木	5.宇都宮 6.足利・佐野 7.栃木・小山 8.日光 9.那須
群馬	10.前橋・高崎 11.桐生・太田 12.渋川・吾妻 13.沼田・利根
埼玉	14.浦和 15.川越 16.児玉・大里 17.秩父
千葉	18.千葉 19.船橋 20.安房・君津 21.成田
東京	22.23区 23.多摩 24.大島
神奈川	25.横浜 26.川崎 27.相模原 28.小田原
新潟	29.新潟 30.長岡 31.上越 32.三条・燕 33.魚沼 34.村上 35.佐渡
山梨	36.国中 37.郡内 38.峡北
長野	39.長野 40.松本 41.上田 42.飯田 43.諏訪・伊那
静岡	44.東部 45.中部 46.西部

注) これらの生活圏は、第4回全国幹線旅客純流動調査（2006年3月末）において、市町村合併を考慮して設定された207生活圏をもとに設定されている。



図-2 SCGEモデルのゾーン図

#### (4) 地域間取引の代替弾力性の設定

国内の地域間取引の代替弾力性については、既存研究<sup>3)</sup>による農林水産業、鉱業、製造業の推定結果に基づき設定する。

表-2 既存研究における地域間交易の  
代替弾力性の推定値

産業分類	地域間交易の代替弾力性
1. 農業	5.24
2. 林業	18.22
3. 漁業	13.56
4. 鉱業	4.86
5. 食料品・たばこ	16.25
6. 繊維製品	17.03
7. 木材・木製品	14.80
8. 家具・装備品	10.14
9. パルプ・紙・加工品	15.50
10. 新聞・印刷・製本	18.00
11. 化学工業製品	14.42
12. 石油・石炭製品	19.05
13. プラスチック製品	30.29
14. ゴム製品	13.60
15. 皮革・同製品	-0.09
16. 窯業・土石製品	19.39
17. 鉄鋼製品	12.07
18. 非鉄金属製品	3.55
19. 金属製品	16.72
20. 一般機械	5.27
21. 事務用・サービス用機械	-10.68
22. 民生用電気機械	-3.15
23. 電子機械	1.81
24. その他の電気機械	-1.94
25. 自動車	19.64
26. その他の輸送機械	32.07
27. 精密機械	-9.93
28. その他の製造業	15.08

なお、この既存研究における産業分類（表2の産業分類）と、本 SCGE の産業分類は異なるため、産業分類別の生産額に基づき代替弾力性の値を加重平均することにより、3 産業分類にあわせた代替弾力性の値を算出する。

#### 4. SCGEモデルによる仮想的なケーススタディ

これまで構築した関東地域の生活圏間産業連関表をベースとした SCGE モデルを用いて、地域間の所要時間変化等をインプットした仮想的なケーススタディを実施する。その結果は講演時に発表する。

#### 参考文献

- 1) 宮城俊彦, 石川良文, 由利昌平, 土谷和之: 地域内産業連関表を用いた都道府県間産業連関表の作成, 土木計画学研究・論文集, vol.20, No.1, 2003.
- 2) 土谷和之, 石川良文, 上田啓行, 柳澤亘, 細田理, 榎本明: 関東地域における生活圏間産業連関表の作成とその応用, 土木計画学研究・講演集, vol.42, 2010 (CD-ROM) .
- 3) 土谷和之・秋吉盛司・小池淳司: SCGEモデルにおける地域間交易の代替弾力性に関する検討, 応用地域学会年次講演会, 明海大学, 2005