

# SCGEモデルにおける輸送部門の取り扱い方に関する2、3の考察\*

Some Aspects of Interregional Trade Models  
in A Spatial Computable General Equilibrium Model\*

宮城俊彦<sup>\*2</sup>・浅野雄史<sup>\*3</sup>  
Toshihiko MIYAGI<sup>\*2</sup>, Yuji ASANO<sup>\*3</sup>

## 1. はじめに

多地域一般均衡 (SCGE) モデルとCGEモデルの大きな差異は、輸送部門をどのようにモデル化するかであり、SCGEモデルを用いた幹線道路計画の評価において決定的に重要となる事項である。SCGEモデルにおける運輸部門のモデル化については、宮城・本部<sup>1)</sup>および宮城・本部・井上<sup>2)</sup>によって1つの方向性が提案された。このモデルは、従来のicebergモデルの考え方を踏襲しているが、icebergモデルのように輸送に係わる資源の消費を一定常数として上乘せるのではなく、輸送業者の行動を基礎に交易係数と輸送費用の関係を定義している点で明確である。このことによって地域間輸送時間など、計測が容易な施設整備のサービス水準を直接的に交易係数に結び付けることに成功している。しかし、一方では、運輸業者の生産構造は不問に付され、輸送マージンは外生的にしか決定できないという問題点を有する。

本研究では、(多地域) CGEモデルにおける輸送部門の取り扱い方の2つの視点を示し、それぞれのモデルの改良方向を検討している。

## 2. 輸送部門を扱う2つのモデル

SCGEあるいはCGEモデルで扱う3つのタイプの変数を定義しておこう。まずは、内生変数であり、これは均衡体系を通して自動的に決定される。生産量や価格がそうである。次に、パラメータであるが、これには2つのタイプがある。1つは基準均衡データに適合するようにキャリブレーションで決められる内生的パラメータであり、接頭パラメータやシェアパラメータなどがそうである。しかし、これらのパラメータは仮設均衡を求める場合には定数として扱われる。最後に、外生的に与えられるパラメータであり、均衡体系とは無関係に与えられる。CES関数などにおける弾力性パラメータなどがそうである。

SCGEあるいはCGEモデルは、長期均衡状態にあるような状況を設定している。したがって、政策評

価は、均衡状況にあるシステムに何らかのショック (衝撃) を与え、その結果、どのような均衡状態に移行するかによって判断することになる。つまり、変化させるものが何かを明確にしておく必要がある。このような、政策変数は1つとは限らない。

輸送サービスの变化に伴うシステムの変化を見る場合にはどのような部門の何を変化させればよいのか、という問題を考えてみよう。道路網の変化に伴うサービス水準の変化の計測は、一般に地域間所要時間が用いられる。したがって、地域間所要時間の変化をSCGEモデル体系のどのような変数にどのような変化を与えるかということになる。このような変化を与えるパラメータをショックパラメータと呼ぶことにしよう。ショックパラメータはその性質上、外生パラメータになる。

ショックパラメータを経済均衡モデルに組み込むために、まず、それを含まない基本モデル、そしてそれを含む宮城・本部モデルからはじめて、これらの拡張を検討する。

### (1) 基本モデル

CGEモデルにおける企業あるいは生産部門の構造は生産ツリーを用いて効果的に表現することができる。以下では、レオンチェフとCES関数の2層からなるネストイド生産関数を前提に、各生産部門と輸送部門との関係を表現する。また、1企業 (部門) ・ 1 コモディティを仮定しており、商品数と部門数は一致する。

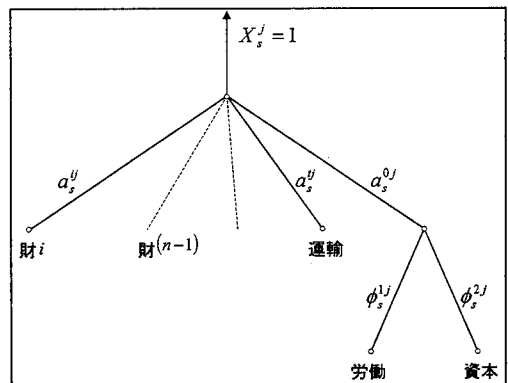


図-1 レオンチェフ・CES型生産ツリー

\* キーワード: SCGEモデル、交易係数、地域間物流

\*2 正会員 工博 岐阜大学教授 地域科学部

岐阜市柳戸1-1, TEL058-293-2446, FAX058-230-1528

\*3 学生員 工修 岐阜大学院工学研究科 土木工学専攻

まず、基本形から考えてみよう。図1は基本形の生産ツリーを表し、式(1)はその構造に対応した単位生産あたりの価格を表している。前述したように、中間投入と要素投入の合成財に対してレオンチェフ型、個別の要素投入に対しては弾力的な代替性を仮定したCES関数を用いている。

For  $s=1,2,\dots,R$

$$p_s^j = \sum_{i=1}^{n-1} p_s^i a_s^{ij} + p_s^t a_s^{jt} + a_s^{0j} W_s^j, \quad j=1,\dots,n-1 \quad (1a)$$

$$p_s^t = \sum_{i=1}^{n-1} p_s^i a_s^{it} + p_s^t a_s^{tt} + a_s^{0t} W_s^t \quad (1b)$$

$$W_s^j = \left[ \sum_{k=1}^2 \varphi_s^{kj} (w_s^{kj})^{-\sigma_j} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_j}}, \quad j=1,\dots,n \quad (1c)$$

なお、 $n$ はコモディティの数であり、通常部門を  $i=1,\dots,n-1$ 、 $n$ を輸送部門とし、輸送部門を特に他部門と区別したいときには、上式のように  $i=t$  とおく。式(1)は、行列形式で次のように表現され、価格は要素価格ベクトルと投入産出行列によって意的に決定される。

$$P^T = W^T [I - A]^{-1} \quad (2)$$

ここに  $T$ は置換を表す。したがって、このモデルで輸送サービス水準の変化を反映させるには、要素は2つしかない。すなわち、要素価格ベクトル、投入産出係数である。式(1)で与えられる価格体系は異なる地域間の価格関係が地域間輸送サービスとは独立に定義されているので基本的にはCGEモデルであり、SCGEモデルではない。要素価格を変化させるには、図1の資本、労働と並列して交通基盤を加えたり、労働の下位構造に交通基盤を想定する方法が考えられる。すなわち、企業は商品の生産に当たって、労働や資本以外に交通基盤を必ず投入するという考え方である。

## (2) 宮城・本部モデル

宮城他によって提案されたSCGEモデルにおける輸送部門の取り扱いとは、式(1)の基本形とは以下の点で根本的に異なる。

(a) 地域間輸送価格を外生的に扱い (icebergモデルと同様)、地域間輸送量を内生的に扱っている。

(b) 基準均衡データには輸送部門データを用いない。

これにより、1つの産業関連データから地域間産業関連データを作成することを可能にしている。対応する生産ツリーと価格体系を以下に示す。

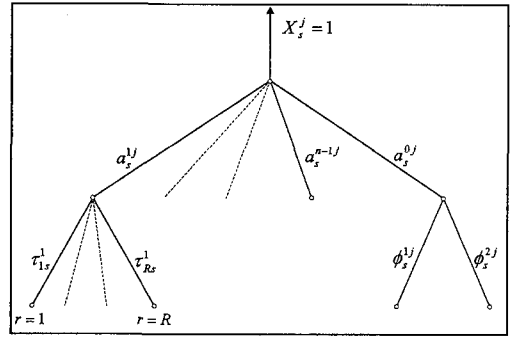


図-2 SCGEモデルにおける生産ツリー

価格体系

For  $s=1,2,\dots,R$

$$p_s^j = \sum_{i=1}^{n-1} q_s^i a_s^{ij} + a_s^{0j} W_s^j, \quad j=1,\dots,n-1 \quad (3)$$

購入地価格

$$q_s^i = \begin{cases} \sum_{r=1}^R p_r^i \tau_{rs}^i & (4a) \\ or \\ \left[ \sum_{r=1}^R \theta_r^i (v_{rs}^i)^{1-\sigma_i} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i}} & (4b) \end{cases}$$

地域間交易係数

$$\tau_{rs}^i = \frac{\theta_r^i (v_{rs}^i)^{1-\sigma_i}}{\sum_r \theta_r^i (v_{rs}^i)^{1-\sigma_i}} \cdot \frac{q_s^i}{p_r} \quad (5)$$

$$v_{rs}^i = p_r^i \exp(\eta_{rs}^i) \equiv p_r^i (1 + \eta_{rs}^i) \quad (6)$$

地域間需要

$$m_{rs}^i = \begin{cases} \frac{\theta_r^i (v_{rs}^i)^{-\sigma_i}}{\sum_r \theta_r^i (v_{rs}^i)^{-\sigma_i}} \cdot q_s^i & (7a) \\ or \\ \theta_r^i \left( \frac{q_s^i}{p_r^i} \right)^{\sigma_i} \exp(-\sigma_i \eta_{rs}^i) & (7b) \end{cases}$$

地域間交易係数と地域間需要は次式によって関係づけられる。

$$\tau_{rs}^i = m_{rs}^i \exp(\eta_{rs}^i) \equiv m_{rs}^i (1 + \eta_{rs}^i) \quad (8)$$

地域間輸送コストを  $c_{rs}^i = p_r^i \eta_{rs}^i$  とおき、式(4a)と(8)を用いると次式が得られる。

$$q_s^i = \sum_{r=1}^R p_r^i m_{rs}^i (1 + \eta_{rs}^i) \equiv \bar{p}_s^i + \bar{c}_s^i \quad (9)$$

したがって、式(3)は次のように導出される。

$$p_s^j = \sum_{i=1}^{n-1} \bar{p}_s^i a_s^{ij} + \sum_{i=1}^{n-1} \bar{c}_s^i a_s^{ij} + a_s^{0j} W_s^j \quad (10)$$

右辺第2項は、財iを投入する際の運輸コストに対応しており、式(9)は形式的に式(1)と同じである。

### 3. 基本モデルの改良

基本モデルにおいて輸送サービスの変化を織り込む方法は、要素価格を変化させるか、投入係数を変化させかのどちらかである。これら2つの方法について考えてみる。

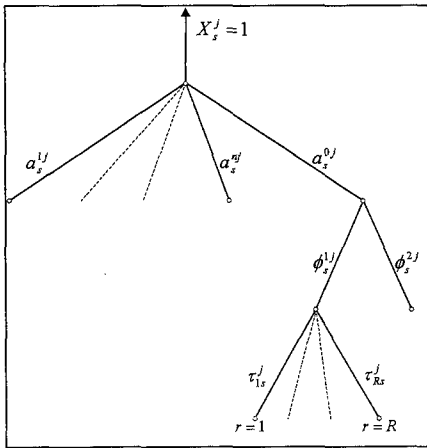


図-3 地域間労働投入のモデル化

#### (a) 要素価格を変化させる方法

交通施設の整備が行われた場合、運送業者の労働時間短縮が計られ、それが運送コストの低減につながると予想することは自然である。しかし、個別の路線の走行時間短縮が各地域の運輸部門の労働サービス投入の改善にどのように関連してくるのかをモデル化し、データ的に裏付けることは容易ではない。したがって、このようなサービス改善が物流コストの低減にどのように波及し、その結果、価格体系が

どのように変化するかを要素価格を通して分析することは必ずしも適切な方法とはいえない。むしろ、要素価格の変化を扱うモデルは、労働投入における通勤時間短縮効果の分析に適しているであろう。この場合、生産ツリーは図3ようになる。

本研究は、輸送サービス改善が物流コストに与える影響分析を主眼にしているので、生産要素モデルについては通勤輸送に適切なモデルであるという程度に止め、これ以上の言及は行わない。

#### (b) 投入係数を変化させる方法

企業は、中間投入に当たって一般財と輸送サービスを投入すると考えるモデルで生産ツリーは図2のようになる。また、対応する価格構造式を式(3)に示す。一般財と輸送サービスは代替的であり、CES関数で与えられるものと仮定している。

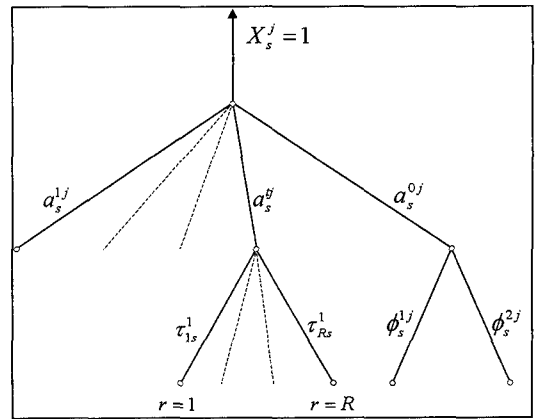


図-4 投入係数を変化させる方法

For  $s = 1, 2, \dots, R$

$$p_s^j = \sum_{i=1}^{n-1} p_s^i a_s^{ij} + q_s^i a_s^{ij} + a_s^{0j} W_s^j, \quad j = 1, \dots, n \quad (11)$$

ただし、

$$v_{rs}^i = p_r^i \exp(\eta_{rs}^i) \quad (12)$$

$$q_s^i = \sum_{r=1}^R p_r^i \tau_{rs}^i \quad (13)$$

地域間交易係数、地域間需要については式(5)、(7)と同一形式なので省略する。注意すべきは式(12)である。宮城・本部モデルでは生産価格に付加するものとして輸送価格を考えており、式(6)の右辺のようなマークアップで表される従価格も適切な関数であった。しかし、ここでは輸送価格に付加されるものとして  $\eta_{rs}^i$  を考えており、混雑費用がそれに相当する。輸送費用を加えた価格は一般に

$$v_{rs}^j = p_r^i + c_{rs}^j \quad (14)$$

というような形式で表現されるが、この場合には交易係数が生産価格に關し0次同次関数にならない。したがって、式(12)のような積型が適切な関数形となる。式(11)は $\{p_s^j\}$ に関する非線形連立方程式体系であり、需要価格が与えられた場合、それに応じた価格体系を与える。また、輸送価格は運輸部門の生産構造を反映したものとなっており、基本モデル、宮城・本部モデルの改良モデルになっている。

#### 4. 宮城・本部モデルの改良

宮城・本部モデルの問題点は運輸部門のデータを基準均衡データから削除する点にあった。この章ではこの問題を解決したモデルの提案を行う。生産ツリーは図5のようになる。基本的な考え方は3。(b)と同じであるが、図4と比較して分かるように全ての投入要素に地域間交易が付加されている点で異なる。またすべての投入係数に地域間交易係数を表わす枝が加わっている点では図2に等しいが、輸送部門の枝が付け加わっている点で図2とは異なる。

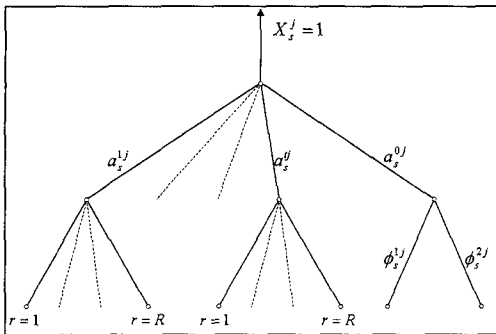


図-5 宮城・本部モデルの改良

価格体系は次式で与えられる。

For  $s = 1, 2, \dots, R$

$$p_s^j = \sum_{r=1}^n q_r^j a_s^{rj} + a_s^{0j} W_s^j, \quad j = 1, \dots, n \quad (15)$$

式(3)と異なり、すべての財について上式を適用する。一方、購入価格は輸送価格に混雑費用を付加し、式(12)と同様の形式で与える。

$$v_{rs}^i = p_r^i \exp(\eta_{rs}^i) \quad (16)$$

混雑費用は時間価値を生産費用に比例して定義すれば、従価格として定義できようが、ここでは一定常数を想定しており、その場合には不適切な仮定となろう。さて、 $\eta_{rs}^i$ を次式で定義する。

$$\eta_{rs}^i = Mc_{rs}^i - Ac_{rs}^i \quad (17)$$

すなわち、混雑に伴う追加的費用を財の投入において付加する。輸送において消費する平均的な所要時間は労働投入において加味されており、それは $w_r^i$ を通じて輸送価格に反映される。したがって、混雑という不効率性によって生じる価格の歪みを式(17)は表現していることになる。交易係数、交易需要については前と同じなので割愛する。式(17)で表現される価格体系は輸送サービスの改善がすべての部門の価格にどのような影響を及ぼすのかを輸送部門の生産構造を加味して分析できる点で基本モデル、宮城・本部モデルの改良モデルといえる。

#### 5. 終わりに

生産ツリーは、SCGEモデルやCGEモデルを作成する際の設計図のような物であり、全体の構成がどのように組み立てられているかを判断するのに有効である。本研究では、輸送部門をCGEモデルに組み込んでいくための企業行動の設計図を示したもので、これがうまく機能するかはSCGE全体の構図を考える必要がある。この点を確認していくのが今後の課題になる。

また、ここで示されたモデルの更なる変形も十分に考えられる。さらに、図3と図4は独立なモデルなので、これを組み合わせたモデルも当然作成可能である。基本要素は世帯の効用関数とも関連してくるので、この場合には効用関数の変更も必要になる。これらの点を含め、設計図を計算アルゴリズムに移植する作業が必要になる。

#### 【参考文献】

- 1) 宮城俊彦、本部賢一(1996)：応用一般均衡分析を基礎にした地域間交易モデルに関する研究，土木学会論文集No.530/IV-30,30-40
- 2) 宮城俊彦、本部賢一、井上恵介(1998)：多地域応用一般均衡モデルに用いる交易係数について，土木計画学研究・論文集No.15、93-100