

# 旅客流動を考慮した多地域応用一般均衡モデルに関する一考察\*

A SPATIAL COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM MODEL WITH HUMAN FLOW\*

松島格也\*\*・金広文\*\*\*・Bui Trinh\*\*\*\*・小林潔司\*\*\*\*\*

by Kakuya MATSUSHIMA\*\*, Kwangmoon KIM\*\*\*, Trinh BUI\*\*\*\* and Kiyoshi KOBAYASHI\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

これまで応用一般均衡モデルに関する研究が多く蓄積されてきた<sup>1)–10)</sup>。応用一般均衡モデルを用いて交通施設の便益評価を行うためには、旅客流動を明示的に考慮する必要がある。土木計画学の分野において旅客流動を考慮した多地域一般均衡モデルに関しては、小池等<sup>11)</sup>に始まる一連の研究がある。しかし、これらの一連の研究においては、トリップ費用を一般化費用の概念を用いて定義しているため、SNA体系との整合性がない。本研究では、家計の労働投入とトリップ消費を共に本源的資源である時間の単位で計測することにより、SNA体系と整合的な旅客流動を考慮した多地域一般均衡モデルを提案する。

## 2. モデルの基本的構造

### (1) 前提条件

$S$  地域  $I$  部門の多地域一般均衡モデルを定式化する。ここに、 $s \in S$  は各地域を、 $i \in I$  は財の種類を、 $k \in K$  は投入要素の種類を表す。各地域毎に、全産業毎に1社ずつの企業、および代表的世帯が立地している。各企業は、中間投入財と労働、資本、旅客トリップを生産要素として、規模に関する収穫一定の技術により生産を行う。簡単化のため、企業の生産に用いられる旅客トリップのみを考慮し、レクリエーションなどの自由トリップは考えない。各地域に立地する世帯は保有する生産要素（労働、資本）を提供し、対価として賃金及び資本レントを受け取る。要素所得から得られた収入により各財を消費す

る、効用最大化行動をとる。また、労働市場は地域内で閉じており、資本市場は全地域で閉じていると仮定する。

### (2) 企業行動モデル

$s$  地域に立地する  $i$  財生産企業は、中間投入と付加価値より最終財を生産する。付加価値の生産には資本と労働、及び旅客トリップという3つの生産要素が用いられる。すなわち、当該企業の生産関数は、

$$Q_i^s = \min \left[ \frac{VA_i^s}{a_i^s}, \frac{X_{1i}^s}{a_{1i}^s}, \dots, \frac{X_{Ii}^s}{a_{Ii}^s} \right] \quad (1a)$$

$$VA_i^s = \phi_i \left[ \sum_{k \in K} \delta_{ki} f_{ki}^s \frac{\sigma_{1i} - 1}{\sigma_{1i}} \right]^{\frac{\sigma_{1i}}{1 - \sigma_{1i}}} \quad (1b)$$

と表される。ここに、 $VA_i^s$  は付加価値関数、 $a_{ij}^s$  ( $i, j = 1, \dots, I$ ) は投入係数、 $a_i^s$  は付加価値係数、 $\phi_i$  は効率パラメータ、 $\delta_{ki}$  は投入要素  $k$  の  $i$  財に関する分配パラメータ、 $\sigma_{1i}$  は  $i$  財の生産に関する代替弾力値である。生産要素として、資本 ( $k = 1$ )、労働 ( $k = 2$ )、旅客流動 ( $k = 3$ ) の3つ ( $K = 3$ ) を考えよう。このとき、各生産投入要素需要は、以下の費用最小化問題を解くことによって求めることができる。

$$\min \quad r f_{1i}^s + w^s f_{2i}^s + (w^s t + p) f_{3i}^s \quad (2)$$

$$\text{subject to } VA_i^s = \phi_i \left[ \sum_{k \in 3} \delta_{ki} f_{ki}^s \frac{\sigma_{1i} - 1}{\sigma_{1i}} \right]^{\frac{\sigma_{1i}}{1 - \sigma_{1i}}} \quad (3)$$

ここに、 $r$  は資本レント、 $w^s$  は労働賃金、 $t$  は合成されたトリップ時間、 $p$  は合成された交通費用を表す。規模に関して収穫一定の技術を仮定しているため、生産財の価格  $P_i^s$  は単位生産量あたりの生産費用に等しい水準で決定される。

旅客流動に関する生産投入要素  $f_{3i}^s$  は各地域への旅客流動をCES型関数により合成したもので表され

\*キーワード：計画基礎論，地域計画

\*\*正員 博(工) 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻  
(〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL:075-383-3223, E-mail:kakuya@psa.mbox.media.kyoto-u.ac.jp)

\*\*\*正員 博(工) 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

\*\*\*\*非会員 Vietnam's General Statistical Office

\*\*\*\*\*フェロー 工博 京都大学経営管理大学院

る．すなわち，

$$\min \sum_{s' \in S} (p^{ss'} + t^{ss'} w^s) x_i^{ss'} \quad (4)$$

$$\text{subject to } f_{3i}^s = \phi_i \left( \sum_{s' \in S} A_i^{ss'} x_i^{ss'} \frac{\sigma_{2i}-1}{\sigma_{2i}} \right)^{\frac{\sigma_{2i}}{\sigma_{2i}-1}} \quad (5)$$

を解くことによって地域  $ss'$  間の旅客流動需要  $x^{ss'} = \sum_i x_i^{ss'}$  が求められる．ここに， $p^{ss'}, t^{ss'}$  はそれぞれ  $ss'$  間の交通費用および交通時間， $A_i^{ss'}$  は目的地選択に関するシェアパラメータ， $\sigma_{2i}$  は目的地選択に関する代替弾力値である．

### (3) 世帯行動モデル

$s$  地域に居住する世帯は，企業に生産要素を提供し，各企業が生産した財を消費する．すなわち，以下のような効用最大化行動を設定する．

$$\max \left[ \sum_{i \in I} (\gamma_{1i}^s)^{\frac{1}{\rho_1}} (d_i^s)^{\frac{\rho_1-1}{\rho_1}} \right]^{\frac{\rho_1}{\rho_1-1}} \quad (6)$$

$$\text{subject to } \sum_{i \in I} P_i^s d_i^s = w^s(L^s + T^s t) + rK^s \quad (7)$$

ここに， $\gamma_{1i}^s$  は家計の最終需要に関するシェアパラメータ， $\rho_1$  は家計効用における代替弾力値， $d_i^s$  は  $i$  財の消費量， $L^s, T^s, K^s$  はそれぞれ， $s$  地域内全家計の総労働時間，総トリップ数，総資本所有量を表す．この効用最大化問題を解くことにより各財の需要関数が求められる．

### (4) 交通企業

全地域をカバーする交通企業 1 社を考える．便宜上，この交通企業は地域 1 に立地していると考えよう．当該の交通企業は，地域 1 内の生産要素を投入して地域間の全ての旅客流動をカバーする交通サービスを提供する．また，簡単化のため，交通企業はゼロ利潤で運営されていると仮定しよう．このとき，次式が成立する．

$$\sum_{s, s' \in S} p^{ss'} x^{ss'} - w^1 f_{2t}^1 - r f_{1t}^1 = 0 \quad (8)$$

ここに  $f_{2t}^1, f_{1t}^1$  はそれぞれ，地域 1 において交通企業が投入する各生産要素の量を表している．

### (5) 均衡条件

生産要素に関するバランス式は，

$$\sum_{i \in I} \{f_{2i}^s(r, w^s, w^s t + p) + f_{3i}^s(r, w^s, w^s t + p)\} = L^s \quad \forall s \neq 1 \quad (9a)$$

$$\sum_{i \in I, t} \{f_{2t}^1(r, w^s) + f_{2i}^s(r, w^s, w^s t + p) + f_{3i}^s(r, w^s, w^s t + p)\} = L^s \quad \text{when } s = 1 \quad (9b)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{i \in I} \{f_{1t}^1(r, w^1) + f_{1i}^s(r, w^s, w^s t + p)\} = \sum_{s \in S} K^s \quad (9c)$$

と表される．一方，本モデルにおける企業は，全て規模に関する収穫一定の技術を仮定しており，企業は需要と一致する量の生産を行うため，生産された財に関するバランス式は自動的に満たされる．

## 3. おわりに

今後，ベトナムにおける産業連関表等のデータを用いて実証分析を行う予定である．

### 参考文献

- 1) Shoven, J. and Whalley, J.: *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press, 1992.
- 2) Hertel, T.W. (ed.): *Global Trade Analysis: Modelling and Applications*, Cambridge University Press, 1996.
- 3) Hertel, T.W., Ianchovichina, E., and McDonald, B.J.: Multi-Region General Equilibrium Modelong, in Francois, J.F. and Reiner, K.A. (eds.): *Applied Methods for Trade Policy Analysis: A Handbook*, Cambridge University Press, 1997, pp.258-200.
- 4) Armington, P.A.: A theory of demand for products distinguished by place of production, *IMF Staff Papers*, Vol.16, pp.159-178, 1969.
- 5) Alston, J.M., Carter, C.A., Green, R., and Pick, D.: Whither Armington trade models?, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol.72, pp.455-467, 1990.
- 6) 宮城俊彦，本部賢一：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，Vol.539/IV-30, pp.31-40, 1996.
- 7) 孟渤，安藤朝夫：価格差を考慮した中国経済の SCGE モデル：地域間産業連関表による検証と実証分析，土木学会論文集 D，Vol.62, No.1, pp.145-156, 2006.
- 8) 宮城俊彦，石川良文，由利昌平，土屋和之：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,

pp.87-95, 2003.

- 9) 小池淳司, 石川良文, 上田孝行, 河野貢: 都市圏レベルの応用一般均衡モデルの開発と応用, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.1, pp.79-85, 2003.
- 10) 土屋哲, 多々納裕一: SCGE モデルを用いた基幹交通網に関する地震リスクのパブリックマネジメント, 社会技術研究論文集, Vol.2, pp.228-237, 2004.
- 11) 小池淳司, 上田孝行, 宮下光宏: 旅客トリップを明示した SCGE モデルの構築とその応用, 土木計画学研究・論文集, Vol.17, pp.237-245, 2000.