

# 産業連関を考慮した多地域計量経済モデルとNEG型応用一般均衡モデル\*

## MULTI REGIONAL ECONOMETRIC MODEL CONSIDERING INTER-INDUSTRY RELATIONSHIP AND NEG TYPE COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM MODEL\*

佐藤 徹治\*\*・樋野 誠一\*\*\*・稲垣 雅一\*\*\*\*

By Tetsuji SATO\*\*, Seichi HINO\*\*\* and Masakazu INAGAKI\*\*\*\*

### 1. はじめに

国家レベル、地域ブロックレベルの交通プロジェクトが地域間人口移動や地域経済に及ぼす影響の計測手法としては、これまで、様々なタイプの地域計量経済モデルや空間的応用一般均衡（SCGE）モデルが提案され、実際のプロジェクト評価に用いられてきた。しかし、既存の一般的なSCGEモデルは、労働市場の均衡、完全競争、中間投入（産業連関）の考慮という点で、一般的な地域計量経済モデルと仮定が大きく異なる。このため、実証分析における両者の長短、結果の妥当性を判断することが困難となっており、政策評価の実務の現場において混乱を来している。

近年、空間経済学や新経済地理学（NEG: New Economic Geography）の発展を受け、集積の経済、独占的競争を考慮したSCGEモデルの開発が進んでいる。例えば、EUでは、交通網整備がもたらす地域間格差の是正の効果を新経済地理学の考えを取り込んだSCGEモデル（CGEurope）で計測している<sup>1)</sup>。

本稿では、産業連関を考慮した多地域計量経済モデルを構築するとともに、新経済地理学の概念を取り入れたNEG型の空間的応用一般均衡モデルを構築し、同一のデータセットを用いた実証分析の比較を行うことにより、それぞれのモデルの特徴と課題を明らかにする。

### 2. 産業連関を考慮した多地域計量経済モデル

#### (1) モデルの考え方

天野・藤田モデル（1968）<sup>2)</sup>における輸送費と交易係数の関係、T. Sato and M. Yonekawa（2003）<sup>3)</sup>の2地域計量経済モデル（産業連関は考慮されていない）等を参考にして、産業連関を考慮した多地域計量経済モデルを構築する。

本モデルでは、各地域の交通近接性（一般化時間の交通量による重み付け平均の逆数）が各地域の潜在生産力、民間消費支出、移出入に影響を与えると仮定する。移出入への影響については、交通近接性が産業連関表の交易係数に影響を及ぼし、その結果として、移出、移入へと影響すると想定する。

図-1に産業連関を考慮した多地域計量経済モデル（2地域の場合）の全体フローを示す。

#### (2) サブモデルの概要

ここでは、特徴的なサブモデルの関数形を示す。

##### ①生産

潜在生産力は、就業者数、民間資本ストック、貨物車の交通近接性によって決定されると考える。

$$V_{t,r}^i = f\left(L_{t,r}^i \cdot LHR_{t,r}, KP_{t,r}^i, ACCT_{t,r}\right) \quad (1)$$

ここで、 $t$ は期、 $r$ は地域、 $i$ は産業を表す。また、 $V$ は潜在生産力、 $L$ は就業者数、 $LHR$ は1人あたり労働時間、 $KP$ は民間資本ストック、 $ACCT$ は貨物車の交通近接性である。

##### ②民間消費支出

$$\frac{C_{t,r}}{POP_{t,r}} = f\left(\frac{YH_{t,r}}{POP_{t,r}}, \frac{C_{t-1,r}}{POP_{t-1,r}}, ACCC_{t,r}\right) \quad (2)$$

\*キーワード：整備効果計測法、産業立地

\*\*正会員、博(工)、千葉工業大学工学部  
(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1、  
TEL:047-478-0278、E-mail:tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp)

\*\*\*非会員、修(情)、(財)計量計画研究所  
(〒162-0845 東京都新宿区市ヶ谷本村町2-9、  
TEL:03-3268-9740、E-mail:shino@ibs.or.jp)

\*\*\*\*非会員、博(経)、東北大学大学院環境科学研究科  
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-20、  
TEL:022-795-7377、  
E-mail:inagaki@mail.kankyotohoku.ac.jp)

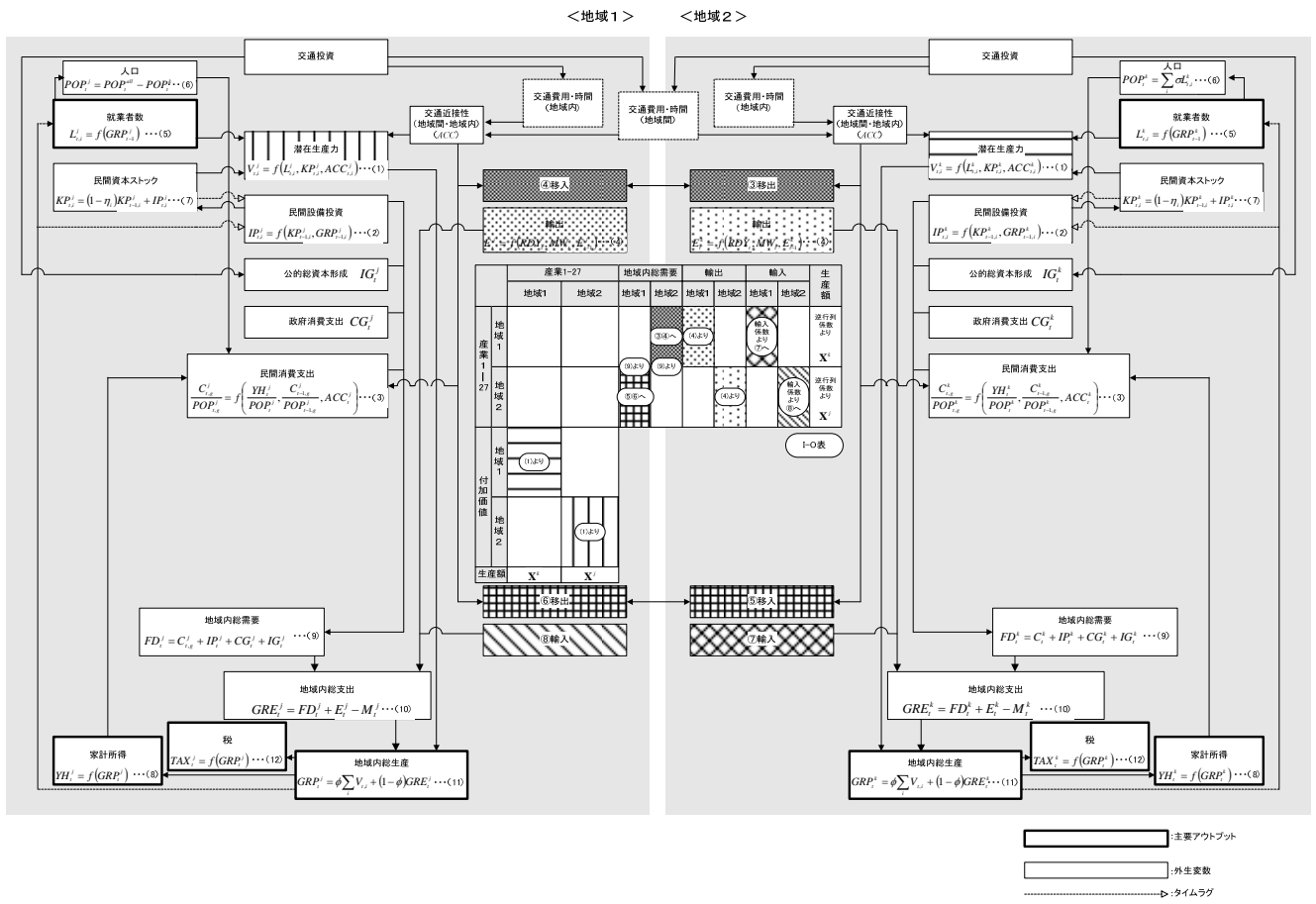


図-1 産業連関を考慮した多地域計量経済モデル（2地域の場合）の全体フロー

ここで、 $C$  は民間消費支出、 $POP$  は人口、 $YH$  は家計所得、 $ACCC$  は乗用車の交通近接性である。

③ 輸入

輸入は、産業連関モデルより、輸入係数を用いて以下のように表される。

$$M_{t,r} = \bar{M}_{t,r} (T_{t,rr} A_{t,r} X_{t,r} + T_{t,rr} F_{t,r}) \quad (3)$$

ここで、 $M$  は輸入、 $\bar{M}$  は輸入係数、 $T$  は交易係数、 $A$  は投入係数、 $F$  は地域内最終需要である。

④ 実現地域内総生産

地域内総生産は、全産業の実質潜在生産力と地域内総支出の加重平均であると仮定する。

$$GRP_{t,r} = \phi \sum_i V_{t,r}^i + (1-\phi) \sum_i GRE_{t,r}^i \quad (4)$$

3. NEG型応用一般均衡モデル

(1) モデルの考え方

基本的にはCGEEurope<sup>1)</sup>に基づくNEG型の応用一般均衡モデルを構築する。交通施設整備による輸送費の低下が地域経済に与える影響として、主に以下の2つの経路を仮定する。

- 輸送費の低下が、家計に財の多様性の効果をもたらす。他地域から異なる種類の財の提供が可能になり、その地域住民の経済厚生が増加する。
- 規模の経済が存在するため、輸送費の低下により企業は1地域で生産することを望む。このため、交通条件の良い地域へ企業集積が起こる。

(2) サブモデルの概要

① 家計の行動

Cobb-Douglass型の効用関数を仮定すると、所得

制約下の効用最大化行動の結果、最終消費が以下のように導かれる。

$$F_s^i = \frac{\mu^i Y_s}{G_s^i} \quad (5)$$

$$G_s^i = f(X_r^i, p_r^i, \tau_{rs}^i) \quad (6)$$

ここで、 $r, s$  は地域、 $i$  は財を表す。 $F$  は最終消費、 $Y$  は所得、 $G$  は合成財価格、 $\mu^i$  は財  $i$  への支出シェアである。また、 $X$  は財の供給量、 $p$  は財の fob 価格、 $\tau$  は財の輸送費である。

このとき、間接効用関数は次式となり、輸送費の低下が効用増加をもたらすことが分かる。

$$V_s = Y_s \prod_i \left( \frac{\mu^i}{G_s^i} \right)^{\mu^i} \quad (7)$$

また、地域間交易量が以下のように求められる。

$$x_{rs}^i = f(X_r^i, G_s^i, p_r^i, \tau_{rs}^i, D_s^i) \quad (8)$$

ここで、 $x_{rs}$  は地域  $s$  の地域  $r$  からの財の需要量、 $D_s$  は中間投入を考慮した地域  $s$  の財の需要量である。

## ② 独占的企業の行動

独占的企業の利潤関数は、地域に無差別な固定費を考慮すると、下式で表わされる。

$$\pi_r^i = p_r^i q_r^i - c_r^i Q_r^i \quad (9)$$

$$Q_r^i = F^i + q_r^i \quad (10)$$

ここで、 $q$  は 1 単位の財生産時の需要量、 $c$  は単位費用、 $Q$  は中間投入・生産要素を合成した投入量、 $F$  は 1 単位の財生産時の固定費である。

このとき、独占的企業の価格付けは以下ようになる。ここで、 $\rho / \rho - 1$  ( $\rho > 1$ ) はマークアップ分であり、限界費用からの乖離を意味している。

$$p_r^i = \frac{c_r^i \rho^i}{\rho^i - 1} \quad (11)$$

次に、独占的企業が生産制約下で費用最小化行動

を取ると仮定する。

$$\min c_r^i Q_r^i X_r^i = \sum_j G_r^j z_r^{ji} + h K_r^i + w_r L_r^i \quad (12)$$

$$\text{s.t. } Q_r^i X_r^i = \prod_j (z_r^{ji})^{\alpha^{ji}} (K_r^i)^{\alpha^{Ki}} (L_r^i)^{\alpha^{Li}} \quad (13)$$

ここで、 $z^{ji}$  は、財  $i$  の生産に必要な財  $j$  の中間投入量である。 $h, w$  は資本、労働の要素価格、 $K, L$  は資本、労働の要素投入量である。 $\alpha^{ji}$  は投入係数を表している。このとき、単位費用関数が求められる。

$$c_r^i = \prod_j \left( \frac{G_r^j}{\alpha^{ji}} \right)^{\alpha^{ji}} \left( \frac{h}{\alpha^{Ki}} \right)^{\alpha^{Ki}} \left( \frac{w_r}{\alpha^{Li}} \right)^{\alpha^{Li}} \quad (14)$$

## ③ 需給均衡

資本は全国で、労働は地域別に均衡すると考える。このとき、需給均衡式は以下ようになる。

$$\bar{K} = \sum_{r,i} b_r^{Ki} Q_r^i X_r^i \quad (15)$$

$$\bar{L} = \sum_i b_r^{Li} Q_r^i X_r^i \quad (16)$$

ここで、 $\bar{K}, \bar{L}$  は資本供給量、労働供給量である。 $b$  は財 1 単位の生産に必要な要素投入量である。

## 3. 実証分析

### (1) 概要

上記の多地域計量経済モデル、NEG型応用一般均衡モデルについて、同一のデータセット（11の産業分類）を用いて、九州とその他全国から成る 2 地域の実証モデルを構築する。多地域計量経済モデルのパラメータ推定は、県民経済計算等の社会経済データ（1990～2003年）を用いて行った。NEG型応用一般均衡モデルのパラメータは、既存研究を参考にし、1995年地域間産業連関表等を用いて設定した。

さらに、2つの実証モデルを用いて、東九州自動車道（北九州～大分～宮崎～鹿児島）の整備が総生産等に及ぼすシミュレーション分析を行い、結果の比較を行う。

### (2) シミュレーション結果

九州とその他全国を対象とした 2 地域計量経済モ

デルとNEG型応用一般均衡モデルによる東九州自動車道の整備が地域内総生産（産業計）に及ぼす影響のシミュレーション結果（整備なしの場合と比較した伸び率）を図-2に示す。多地域計量経済モデルによるシミュレーション結果は時系列で得られるが、ここでは、供用開始初年度および供用開始10年後の結果のみを示している。その他全国の総生産は、多地域計量経済モデルによる結果では微増となっているが、NEG型応用一般均衡モデルによる結果では、若干の減少となっている。しかし、大凡の傾向としては、両モデルによる結果はほぼ同様の傾向を示していると言えよう。

また、NEG型応用一般均衡モデルによる所得・物価・経済厚生シミュレーション結果を図-3に示す。その他全国では、輸送費の低減によって物価が下落しているがそれ以上に所得が減少し、経済厚生が低下している。

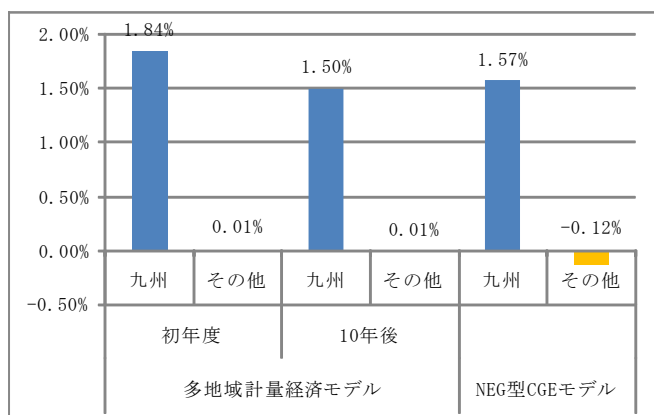


図-2 地域内総生産のシミュレーション結果  
(基準ケースからの伸び率)

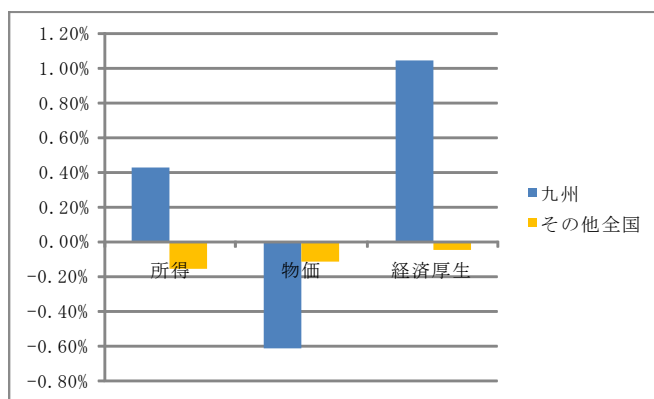


図-3 NEG型応用一般均衡モデルによる所得・物価・経済厚生シミュレーション結果  
(基準ケースからの伸び率)

#### 4. おわりに

本稿の成果を以下にまとめる。

- ①産業連関を考慮した多地域計量経済モデル、財の多様性が家計にもたらす効果、独占的競争等を考慮したNEG型応用一般均衡モデルを構築した。
- ②九州とその他全国を対象とし、同一のデータセットを用いた実証モデルを用いて高速道路整備による影響のシミュレーション比較を行い、両モデルによる結果が同様の傾向を持つことを示した。

以上の結果を踏まえ、交通施設整備の影響分析において、時系列的な影響が必要な際には多地域計量経済モデル、より細分地域の影響が必要な場合にはNEG型応用一般均衡モデルを用いるという使い分けを提唱したい。なお、本稿のNEG型応用一般均衡モデルによるシミュレーション結果は試算値であり、財の代替弾力性、財の輸送費等の各種パラメータの設定等を現在精査中であることを付しておく。

#### 参考文献

本稿のモデル構築にあたり、東京大学田淵隆俊教授、東北大学河野達仁准教授から多くの有益なご助言をいただいた。ここに記して謝意を表したい。

#### 参考文献

- 1) European Commission: IASON (Integrated Appraisal of Spatial economic and Network effects of transport investments and policies), Deliverable 6: Modeling the Socio-economic and Spatial Impacts of EU Transport Policy, RTD Framework 5th, 2004
- 2) 天野光三、藤田昌久：「交通施設整備による地域構造の変動分析モデルに関する研究」、1968
- 3) T. Sato and M. Yonekawa: Evaluation of Transport Investment focusing on Interregional and Intergenerational Equity, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5 (CD-Rom), pp.3054-3069, 2003
- 4) K. Head and T. Mayer: The Empirics of Agglomeration and Trade, Handbook of Urban and Regional Economics, J.V. HENDERSON and J-F THISSE (eds), 2003