

独占的競争型SCGEモデルにおける 地域収支バランス

横山 楓¹・石倉 智樹²

¹非会員 首都大学東京 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)
E-mail: yokoyama-huuga@ed.tmu.ac.jp

²正会員 首都大学東京准教授 都市環境学部 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)
E-mail: iskr@tmu.ac.jp

近年、交通整備の評価手法の空間的応用一般均衡 (Spatial Computable General Equilibrium : SCGE) モデルの開発が進んでいる。交通整備事業では、市区町村を横断する整備計画が行われるため、市区町村単位での評価検討の需要が高まる一方、それに見合った産業連関表が存在しないため、産業連関表の利用可能性に依存しないより詳細な地域分割単位に適用可能なSCGEモデルの開発が進んでいる。しかし、多くの研究は、閉鎖経済を仮定しており、この状況下では、集計的な地域収支バランス上では、生産地での移出超過および居住地での移入超過が計上され、政策効果の地域分布に歪みをもたらされる危険性がある。そこで、本研究は、各地域の収支バランスの非対称性を明示的に扱う独占的競争型SCGEモデルの構築を行い、その適用可能性に関して検討する。

Key Words : spatial CGE, closure rule, open economy, net export, balance of payment

1. はじめに

これまで、SCGEモデルに関する研究は財政・貿易・環境政策などの分野において、多くの研究が蓄積されている¹⁾²⁾。交通整備評価を目的とするように構築されたSCGEモデルの蓄積も進展しているが、その初期においては基準均衡データとして用いられる地域間産業連関表の地域分割単位が、適用対象となる交通システムを限定していた。しかし近年、産業連関表の利用可能性に依存しない、より詳細な地域分割単位に適用可能なSCGEモデルの開発が進み、都市圏内における交通整備政策評価に対する期待が高まっている³⁾⁴⁾。

このような、産業連関表の地域単位以上に詳細に地域分割を行ったSCGEモデルは、分析対象となる地域全体を閉鎖経済として仮定するか、あるいはその定義自体が不明瞭である場合もある。世界貿易モデルのように、経済システムが明らかに閉じている場合を除き、域外経済と完全に途絶した閉鎖経済を想定することは、明らかに現実世界と乖離している。特に、域外に対する財の移出入の割合が大きい、例えば食料や鉱産資源を輸入に依存している経済システムにおいては、閉鎖経済を想定すると、キャリブレーションにおいて負の価格や負の需要が生じるなど、深刻な問題をもたらす。

また、モデル分析の対象地域圏が閉鎖経済であるか開放経済であるかは独立に、対象域内の地域間における取引も非対称であることが一般的であり、そのことは各々の地域における地域収支が非対称であることを意味する。東京都市圏のように、多くの労働者が居住地と離れた就業地へ通勤する都市圏では、所得の発生地域すなわち生産活動がなされる地域と、所得の使用地域すなわち最終需要が支出される地域が異なることが多い。これは、生産活動地域から家計の居住地への所得移転を生じさせており、集計的な地域収支バランス上では、生産地での移出超過および居住地での移入超過が計上される。この状況を無視した分析では、政策効果の地域分布に歪みをもたらされる危険性がある。

そこで本研究は、都市圏における静的なSCGEモデル分析にあたり、各地域の収支バランスの非対称性を明示的に扱う実用的な方法について検討する。

2. モデル

(1) モデルの概要と前提条件

本研究では、産業連関構造を考慮したDixit-Stiglitz型⁶⁾独占的競争に基づくモデルを構築する。独占的競争の主

な特徴は、多くの企業が類似しているが同一ではない製品（差別化された製品）を販売し、同じ顧客の集団をめぐって争う多くの企業が存在する状態である。そして、それらの企業は参入と退出が自由である性質をもっている。

本モデルが対象とする多地域経済システムについて、財の生産地域の集合を R （需要地の場合は S と表記、 R と同一集合）、その要素を r （需要地の場合は s ）により表す。同様に、財の部門のラベルを $i \in I$ 、（産業部門として表す場合は $j \in J$ 、 J と I は同一集合）とする。

それぞれの地域では、交易可能な一般的な財・サービス（交易財）が生産される。財の生産は、独占的競争市場かつ規模の経済性を持つ、いわゆるDixit-Stiglitz型の市場構造の下で行われる。したがって、交易財生産企業は、水平的に差別化されたバラエティを同一生産技術の下で生産する。

各地域には均質な選好を持つ家計が存在すると想定し、その行動は集計された代表的家計の行動として描写される。家計は一定量の生産要素を保有しており、これを非弾力的に供給し、その対価である要素価格を所得として得る。本モデルは対象域外経済との収支バランスを明示的に考慮しており、家計が最終需要へ支出可能な可処分所得は、要素所得に加えて自地域外との当期所得移転に伴う純所得増減を含む額となる。当期所得移転は、貯蓄投資バランスの結果として生じ、資本収支にも影響しうる、本来は動学的性質を持つものであるが、静的な体系である本研究においては、貯蓄と投資に関する動的な意思決定は考慮しない。分析対象地域内での各地域収支は、基準均衡時における（対象域内）移出入バランスと整合するように固定されているものとして考える。分析対象外であるRest of the World (ROW)との関係については、域内各地域各産業部門の純移輸出の実質量が基準均衡時の状態に固定されていることと考へ、均衡価格体系において地域収支バランスが整合するよう、所得移転額が決定される。集計的家計は、このようにして決定された可処分所得を、消費および投資に対して支出する。

(2) 産業の行動モデル

財バラエティの生産において、上位階層には要素投入と財部門別の中間投入に関するCobb-Douglas型技術を、財の部門ごとの中間投入技術には財バラエティ数を考慮したCES型技術を仮定する、いわゆるDixit-Stiglitz型の生産技術を想定しており、費用最小化行動は以下のように定式化される。

$$\phi_s^j = \eta_s^j (w_s)^{1-\sum_i \alpha_s^{ij}} \prod_i \{(\rho_s^i)^{\alpha_s^{ij}}\} \quad (1)$$

$$\rho_s^i = \left\{ \sum_r \int_0^{n_r^i} (p_r^i(k) \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i} dk \right\}^{\frac{1}{1-\sigma^i}} \quad (2)$$

ここで、 w_s^i :地域 s における生産要素価格、 p_r^i :地域 r の財 i の生産地価格、 n_r^i :生産地 r における財部門 i の財バラエティ数（企業数）、 α_s^{ij} :金額ベースの投入係数パラメータ、 σ^i :部門財の多様性パラメータ（弾力性パラメータ）である。 τ_{rs}^i は地域 s における地域 r 産財 i の一単位需要を満たすために必要な発送量であり、 τ_{rs}^i-1 が輸送マージン率、つまり交易財一単位の輸送活動のために消費される同財の価値に相当する。なお、同一地域で生産される同一部門の財についてバラエティに依存せず生産技術が均質であるとDixit-Stiglitz型の市場構造より仮定されているので、需要地 s における財 i の価格指数は以下のように変形することができる。

$$\rho_s^i = \left\{ \sum_r n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma^i}} \quad (3)$$

各々の産業部門 j の財バラエティ生産における費用関数 C_s^j は x_s^j 単位の生産について、規模の経済性を考慮し、

$$C_s^j(x_s^j) = (F_s^j + \beta^j x_s^j) \phi_s^j \quad (4)$$

と表される。 F_s^j は固定投入量、 β^j は限界投入量を表している。財バラエティの生産において、独占的競争およびそれに伴う自由参入・退出が仮定されるので、財価格は限界費用にマークアップ率を乗じた値と等しく、

$$p_s^j = \frac{\sigma^j}{\sigma^j-1} \beta^j \phi_s^j \quad (5)$$

となる。参入退出が自由であるので、利潤ゼロ条件が満たされることとなり、平均費用と財の生産地価格が一致する。以上の関係を利用して整理すると、各々の交易財バラエティの生産量は、以下のように、財価格とは独立に定まる。

$$x_s^j = \frac{F_s^j}{\beta^j} (\sigma^j - 1) \quad (6)$$

したがって、費用関数は、以下のように書き換えることが出来る。

$$\begin{aligned} C_s^j &= F_s^j \sigma^j \phi_s^j \\ &= F_s^j \frac{\sigma^j-1}{\beta^j} p_s^j \end{aligned} \quad (7)$$

地域 s での財 j の総生産額を S_s^j とすると、生産額は財バラエティの生産費用とバラエティ数の積に等しくなければならないので、以下の関係が成立する。

$$S_s^j = n_s^j C_s^j = n_s^j F_s^j \sigma^j \phi_s^j \quad (8)$$

式(1)(3)にシェパードの補題を適用すると、地域 s 産業 j において投入される、地域 r 産部門 i の中間投入の実質量 m_{rs}^{ij} が次のように導出される。

$$m_{rs}^{ij} = \left(\frac{p_r^i \tau_{rs}^i}{\rho_s^i} \right)^{-\sigma^i} \alpha_s^{ij} \frac{S_s^j}{\rho_s^i} \quad (9)$$

(3) 最終需要

a) 消費

最終需要の項目として、資本形成を通じて当期以降の経済活動に関わる投資と、当期のみの経済活動に関する支出である消費を差別化して扱う。

消費者の選好についてもDxit-Stiglitz型の形式を想定し、上位階層である財別選考についてはCobb-Douglas型、下位階層である生産地間代替については多様性選好を考慮したCES型であることとする。財の多様性指標が中間投入需要と消費（最終需要）で共通であると仮定すると、消費行動においても、需要地*s*における財*i*の価格指数は式(9)により表される。したがって、間接効用関数は、以下のように定義される。

$$V_s = \prod_i \left\{ (\rho_s^i)^{-\mu^i} \right\} (1 - save_s) I_s \quad (10)$$

ここで、 I_s は*s*地域における集計的消費者の最終需要支出額、 $save_s$ は*s*地域における貯蓄率、 μ_s^i は財別選好シェアパラメタである。貯蓄率は、基準均衡における状態から不変であることとする。この間接効用関数に関するシェパードの補題を適用すると、地域*r*産の財部門*i*に関する実質消費量 c_{rs}^i が以下のように得られる。

$$c_{rs}^i = \left(\frac{p_r^i \tau_{rs}^i}{\rho_s^i} \right)^{-\sigma^i} \mu_s^i \frac{(1 - save_s) I_s}{\rho_s^i} \quad (11)$$

b) 投資

投資需要を消費と差別化することは、モデルを動学化、準動学化する際に有用となる。ただし、本モデルにおいては、投資における生産地別財別需要の決定において、消費選好や中間投入と同様のDxit-Stiglitz型の技術構造を想定する。すなわち資本蓄積に対する各財の寄与度の技術を、上位階層である財別選考についてはCobb-Douglas型、下位階層である生産地間代替については多様性選好を考慮したCES型であることと仮定する。したがって、生産地別財別の投資（固定資本形成）需要の実質量 f_{rs}^i は、財別シェアパラメタが v_s^i となること以外は消費と同様であり、

$$f_{rs}^i = \left(\frac{p_r^i \tau_{rs}^i}{\rho_s^i} \right)^{-\sigma^i} v_s^i \frac{(save_s) I_s}{\rho_s^i} \quad (12)$$

となる。

(4) 市場均衡

地域*j*における交易財に対する総需要額 E_s^i は、最終消費需要と全産業部門への中間投入需要の金銭タームでの和であり、

$$E_s^i = \left\{ \mu_s^i (1 - save_s) + v_s save_s \right\} I_s + \sum_j (\alpha_s^{ij} S_s^j) \quad (13)$$

である。右辺第一項は最終需要額を、第二項は中間需要

額を表す。地域*s*における需要のために発送される地域*r*産部門*i*の財バラエティの量 q_{rs}^i は、生産地での財バラエティ数及び地域*r*から地域*s*に1単位の製品を届けるために $\tau_{rs} (> 1)$ 単位分の製品の発送を必要とすることを意味するアイスバーグ型地域間輸送費として消費される財の量込みで、

$$\begin{aligned} q_{rs}^i &= (c_{rs}^i + f_{rs}^i + \sum_j m_{rs}^{ij}) \tau_{rs}^i \\ &= p_r^{i-\sigma^i} \left(\frac{\tau_{rs}^i}{\rho_s^i} \right)^{1-\sigma^i} E_s^i \end{aligned} \quad (14)$$

となる。したがって、地域*r*産財*i*の地域*s*での需要におけるvalue termでの総交易额 Q_{rs}^i は、生産地における財バラエティ数を考慮すると、

$$\begin{aligned} Q_{rs}^i &= n_r^i p_r^i q_{rs}^i \\ &= n_r^i \left(\frac{p_r^i \tau_{rs}^i}{\rho_s^i} \right)^{1-\sigma^i} E_s^i \end{aligned} \quad (15)$$

となる。ここで、 Q_{rs}^i を生産地*r*について合計すると、*s*地域による（対象経済域内）交易財需要額になることから、

$$\begin{aligned} Q_{rs}^i &= \frac{n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i}}{\sum_{r \in R} n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i}} E_s^i \\ &= \frac{S_r^i (p_r^i)^{-\sigma^i} (\tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i}}{\sum_{r \in R} S_r^i (p_r^i)^{-\sigma^i} (\tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i}} E_s^i \end{aligned} \quad (16)$$

が成立する。また、 Q_{rs}^i を需要地*s*について合計し、純移輸出額 Z_r^i を加えた値が、地域*r*で生産された財*i*の総生産額と等しくなるので、財の需給均衡は、

$$S_r^i = \sum_s Q_{rs}^i + Z_r^i \quad (17)$$

として表される。純移輸出額を生産地価格で計測し、その実質量を z_r^i とすると、財市場の需給均衡は、以下のように書き換えることができる。

$$S_r^i = \sum_s \left[\frac{n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i}}{\sum_{r \in R} n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i}} E_s^i \right] + p_r^i z_r^i \quad (18)$$

本モデルは、対象域内地域間の経済活動に対して影響を及ぼし、ROWの経済活動に対する影響は無視できるような域内交通整備評価を目指したモデルであるので、ROWの明示的な経済行動は描写しない。したがってROWへの純移輸出実質量は、基準均衡時の値から変化しない固定的な値として与える。

地域*s*における要素所得和 Y_s は、各部門の要素投入対価の和として、

$$Y_s = \sum_j (w_s^j l_s^j) \quad (19)$$

となる。地域家計の可処分所得は、要素所得から自地域外への純所得移転支払を差し引いた値であり、

$$I_s = Y_s - \bar{G}_s - \sum_i Z_s^i \quad (20)$$

と表される。ここで、 G_s は分析対象地域内での地域間収支バランスに係る所得移転額であり、基準均衡時にニューメーラール価格で測った値で固定する。右辺第3項は前述のROWとの純移輸出と整合するように決定される。

生産要素の需要は、地域財生産における投入需要と交易財生産における投入需要の合計である。短期的には生産要素の地域間移動ができないと考えられるため、要素市場における需給均衡が成立するための均衡条件は、

$$w_s L_s = w_s \left\{ \sum_j \left(1 - \sum_i \alpha_s^{ij} \right) S_s^j \right\} \quad (21)$$

の関係を満たす必要がある。

(5) 均衡解の導出方法

前項までの定式化によって、本モデルの構造が全て描写されるが、モデル内で独立な内生変数となるのは、価格変数である ρ_s^i , p_s^j , w_s および、生産規模を表す n_s^i のみとなる。均衡条件として解くべき方程式は、各需要地における財の部門別価格指数、財の生産地価格、要素市場均衡、財市場均衡の4種類（内生変数と同数の3RI+1本）であり、それぞれ以下の通りであるであり、各需要地における財の部門別価格指数は式(9)である。財の生産地価格は、式(7)の合成価格指数と式(11)のマークアップ価格の関係より、

$$\rho_s^i = \left\{ \sum_r n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma^i}} \quad (22)$$

$$p_s^j = \psi_s^j (w_s)^{1-\sum_i \alpha_s^{ij}} \prod_i \left\{ (\rho_s^i)^{\alpha_s^{ij}} \right\} \quad (23)$$

$$w_s L_s = w_s \left\{ \sum_j \left(1 - \sum_i \alpha_s^{ij} \right) \theta^j n_s^j p_s^j \right\} \quad (24)$$

$$\theta^i n_r^i p_r^i = \sum_{s \in S} \left\{ \frac{n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i} (\beta_r^i)^{\sigma^i}}{\left(\sum_{r \in R} n_r^i (p_r^i \tau_{rs}^i)^{1-\sigma^i} (\beta_r^i)^{\sigma^i} \right)} E_s^i \right\} + p_r^i z_r^i \quad (25)$$

$$E_s^i = \left\{ \mu_s^i (1 - save_s) + v_s^i save_s \right\} \cdot (w_s L_s - \bar{G}_s - \sum_i p_s^i z_s^i) + \sum_j (\alpha_s^{ij} \theta^j n_s^j p_s^j) \quad (26)$$

式(22)は式(3)の再掲である。式(23)は式(1)の合成価格指数と式(5)のマークアップ価格の関係を合わせることで得られる。式(24)は式(21)～式(5)(8)の関係を代入することと導出される。式(25)は式(17)に対して式

(5)(8)(12)(18)(20)を代入することで得られる。ただし、

$$\psi_s^j = \frac{\sigma^j \beta^j \eta_s^j}{\sigma^j - 1} \quad (27)$$

$$\theta^j = \frac{F^j \sigma^j \eta_s^j}{\psi_s^j} = \frac{F^j}{\beta^j} (\sigma^j - 1) \quad (28)$$

であり、それぞれのマークアップ率に限界投入係数を乗じた値の逆数、財バラエティの生産量を表す。これらは、先決されたパラメータのみで表され、モデルの内生変数に依存しない。

3. まとめ

本概要では、最終需要において貯蓄率の概念を導入し、最終需要を消費と投資の部門に分け、各地域の収支バランスの非対称性を明示的に扱う独占的競争型SCGEモデルの構築を行った。本稿で示した定式化を実際のデータに適用するためには、データ作成及びキャリブレーションを行う必要があり、その作業についても技術を要する。その詳細並びに、分析結果に関しては講演時に示すものとする。

参考文献

- 1) 上田孝行, Excel で学ぶ地域・都市経済学, コロナ社, 平成 22 年 1 月
- 2) 小池淳司, 石倉智樹, 堤盛人: 特集『土木計画における経済均衡モデルの最新動向: 応用一般均衡モデルと応用都市経済モデル』土木学会論文集 D3, Vol. 68, No.4, pp285-290, 2012.
- 3) 高山雄貴, 赤松隆, 石倉智樹: 新経済地理学に基づく応用一般均衡モデルの開発, 土木学会論文集 D3, Vol70, No.4, pp245-258, 2014
- 4) 小池淳司, 佐々木剛, 佐々木康郎, 山崎清, 市区町村単位の SCGE モデルを用いた 東日本大震災の経済被害の空間的把握, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.70, No.5 (土木計画学研究・論文集第 31 巻), L151-L159, 2014
- 5) 石倉智樹, 吉川光志: 大都市圏交通整備評価のための空間的応用一般均衡分析, 応用地域学会第 30 回研究発表大会講演概要, 2016.
- 6) DIXIT, A.K. AND STIGLITZ, J.E: MONOPOLISTIC COMPETITION AND OPTIMUM PRODUCT, DIVERSITY, THE AMERICAN ECONOMIC REVIEW, VOL 67, No.3, pp.297-308, 1977

(2017.?? 受付)