

1. 研究の背景

近年我が国においても公共事業・政策評価のために空間的応用一般均衡モデル（SCGE モデル）を適用する事例が増加してきている。具体的には道路整備、空港拡張計画、港湾整備、都市交通政策などの整備事業の事業評価に適用されてきている。

ここで SCGE モデルとは、分割された地域に存在する代表的な家計、複数の産業を想定することで、空間的な経済取引を表現すると同時に、空間的に特徴づけられた世帯・産業に及ぼす影響を個別に分析することが可能なモデルである。図-1 は SCGE モデルの概略を示したものである。

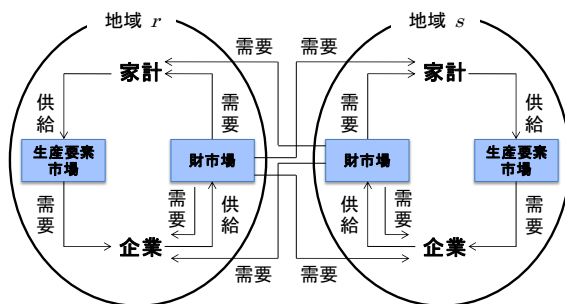


図-1 モデルの概略

今後、地方分権化がより進展していくと考えられる中、公共事業・公共政策の効果を地域別に把握することができる SCGE モデルの適用範囲はより一層広がりを見せていくと考えられている。

しかしながら、SCGE モデルなどの均衡モデルに対する理論的な仮定や分析手法には根強い批判があることも事実である。その要因の一つとしてキャリブレーションと呼ばれる確定論的なパラメータ推定手法が挙げられる。SCGE モデルのキャリブレーションにおいては、効用関数、生産関数における代替弾力性などのパラメータを既存研究より外生的に与えたうえで、ある一時点における地域間産業連関表などによりつくられる社会会計表に基づきシェアパラメータなどのその他のパラメータが決定される。この手法については、決定されるパラメータの統計的検証が不可能である点、また代替弾力性パラメータを推定している計量経済モ

デルと SCGE モデルとが構造的に不整合である点などが批判の対象となってきた。

また、SCGE モデルを日本国内の分析に適応するにあたって課題が存在する。その中でも、モデル内の各種代替弾力性の値をどのように与えるかという問題がある。SCGE モデルにおける効用関数、生産関数における代替弾力性や、地域間取引における代替弾力性は分析結果を大きく左右する非常に重要なパラメータである。しかし、これらの各種代替弾力性に対する検討は十分に行われているとは言い難い。特に、SCGE モデルは多くの場合 Armington の仮定に基づきモデルが構築されるため、地域間取引の代替弾力性パラメータがモデルの挙動を決定する重要なパラメータとなる。もともと SCGE モデルは国際貿易の分析に適用されてきたことから、国際貿易の地域間代替弾力性パラメータは GTAP の研究者グループ等が精力的に研究を行ってきたが、特定の国の中の地域間取引を対象とした分析はほとんど行われておらず、日本においても同様の状況である¹⁾。

そこで本研究では、国内外の各種代替弾力性に関する既往研究のレビューを行うとともに、日本国内における SCGE モデルの各種代替弾力性の推定方法の検討を行い、それらをもとに各種代替弾力性の推定を行う。

2. SCGE モデルにおける各種代替弾力性の構造

SCGE モデルにおいて効用関数、生産関数ともに CES 型関数で定式化されている。ここで、生産関数について推定モデルを説明する。企業は分割された各地域に立地し、財を生産する企業は、自地域で生産された中間投入財と他地域合成中間投入財、他地域で生産された中間投入財、および生産要素を用いて、図-2 に示すような Nested - CES 型の生産構造の生産技術を用いて財を生産すると仮定する。Armington の仮定に基づき、中間投入に用いられる財は、同じ種別の財でも各地域ごとに区別して、別種の財であるとしてモデル化する。

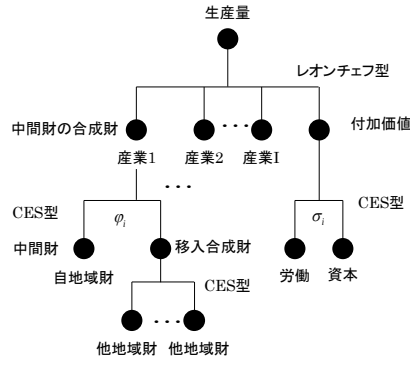


図-2 産業の生産構造

まず、付加価値関数を以下のCES型で仮定する。

$$VA_i^s = A_i^s (a_i^s L_i^{s\rho_i} + b_i^s K_i^{s\rho_i})^{1/\tau_i^s} \quad (1)$$

ただし、 VA_i^s ：地域s産業iの付加価値、 $A_i^s, a_i^s, b_i^s, \rho_i, \tau_i^s$ ：技術パラメータ、 L_i^s ：地域sの産業iの労働需要量、 K_i^s ：地域sの産業iの資本需要量

(1)式の費用最小化問題を解くと、以下のような関係式が導かれる。

$$w_i^s = \frac{A_i^s}{\tau_i^s} (a_i^s L_i^{s\rho_i} + b_i^s K_i^{s\rho_i})^{(1-\tau_i^s)/\tau_i^s} a_i^s L_i^{s\rho_i-1} \quad (2)$$

$$r_i^s = \frac{A_i^s}{\tau_i^s} (a_i^s L_i^{s\rho_i} + b_i^s K_i^{s\rho_i})^{(1-\tau_i^s)/\tau_i^s} b_i^s K_i^{s\rho_i-1} \quad (3)$$

ただし、 w_i^s ：地域sの産業iの賃金率、 r_i^s ：地域sの産業iの資本レント

さらに賃金率は雇用者所得を雇用量で割ったものとし、資本レントは付加価値から雇用者所得を引き、資本ストックで割ったものとして推計する。

(2)式、(3)式より以下の関係式が得られる。

$$\ln\left(\frac{w_i^s}{r_i^s}\right) = \ln\left(\frac{a_i^s}{b_i^s}\right) + (\rho_i - 1) \ln\left(\frac{L_i^s}{K_i^s}\right) \quad (4)$$

ここで労働と資本の代替弾力性は $\sigma_i = 1/(1-\rho_i)$ として表わされる。また、Behrman(1982)²⁾らによる資本ストックのデータを用いない推定方法として、(2)式の両対数をとることで以下のような関係式が得られる。

$$\ln\left(\frac{VA_i^s}{L_i^s}\right) = \alpha_i^s + \sigma_i \ln w_i^s \quad (5)$$

ここで、 $\alpha_i^s = -\sigma_i (\ln a_i^s + \ln A_i^s)$ である。

次に、自地域財と移入合成財より、当該地域で消費する合成財を生産する関数を以下のように定義する(以

下では生産関数について記述するが、効用関数でも全く同様の展開が成り立つ)。

$$x_i^s = \left\{ \alpha_i^{ds1/\varphi_i} x_i^{ds(\varphi_i-1)/\varphi_i} + \alpha_i^{ms1/\varphi_i} x_i^{ms(\varphi_i-1)/\varphi_i} \right\}^{\varphi_i/(\varphi_i-1)} \quad (6)$$

ただし、 x_i^s ：地域sにおいて投入される合成財iの量、 x_i^{ds} ：地域sの自地域財iの投入量、 x_i^{ms} ：地域sの移入合成財の移入量、 $\alpha_i^{ds}, \alpha_i^{ms}$ ：シェアパラメータ、 φ_i ：財iの自地域財と移入合成財の代替弾力性

(6)式の費用最小化問題を解くと、以下のような関係式が導かれる。

$$\frac{x_i^{ds}}{x_i^{ms}} = \frac{\alpha_i^{ds}}{\alpha_i^{ms}} \left(\frac{p_i^{ds}}{p_i^{ms}} \right)^{-\varphi_i} \quad (7)$$

ただし、 p_i^{ds} ：地域sの自地域財iの価格、 p_i^{ms} ：地域sの移入合成財iの価格

ここで、自地域財の価格は自地域で生産された財の消費額を消費量で割ったもの、また移入合成財の価格は各地域の移入合成財の消費額を移入財の消費量で割ったものとして推計して求める。

また、(7)式の両辺に自然対数をとると、以下のような式が導出できる。

$$\ln \frac{x_i^{ds}}{x_i^{ms}} = \ln \frac{\alpha_i^{ds}}{\alpha_i^{ms}} - \varphi_i \ln \left(\frac{p_i^{ds}}{p_i^{ms}} \right) \quad (8)$$

以上の(4)、(5)、(8)式の線型対数式より代替弾力性のパラメータ σ_i および φ_i を推定していく。

3. 既往研究のレビュー

先述の通り、SCGEモデル内の各種代替弾力の推定値について十分に検討されてきたとは言い難い。そこで各種代替弾力性に関する既往研究のレビューを行う。まず付加価値関数の労働と資本の代替弾力性の推定に関する論文として、Claro³⁾が挙げられる。この研究では簡潔な労働と資本の代替弾力性の推定方法として(5)式を提案しており、従来の(4)式による推定方法と、Behrmanらによる資本ストックのデータを使用しないで代替弾力性を推定する(5)式の方法を用いて、UNIDOの統計データから1990年における34カ国、28の製造業の労働と資本の代替弾力性について推定を行い、それぞれの結果を比較している。推定結果は(4)式では0.58~2.12となっており、資本ストックを用いない(5)式では0.66~1.24となっている。推定値はどちらともほとんどの製造業で1に近い値が得られたが、1にはならず1より少し低い値であった。このことから、「付加価値関数を労働と資本の代替弾力性が1のコ

ブ・ダグラス型で特定することは棄却され、付加価値関数の代替弾力性は 1 未満である」という可能性を示唆している。

次に地域間交易の代替弾力性であるが、SCGE モデルは前述の通り国際貿易の分析に数多く適用されてきたことから、国際貿易の地域間代替弾力性に関しては数多くの研究事例が存在する。しかし、特定の国の代替弾力性についての既存研究は非常に少ない。そのため、一国内を対象とした SCGE モデルでは、多くの場合国際貿易の代替弾力性を援用している状況である。一国内の代替弾力性を推定した事例としては Bilgic et al.⁴⁾が挙げられる。この研究では「一国内における交易の代替弾力性推定事例が少ない」という問題意識にもとづき、米国の地域間貨物流動データにより移入財と自地域財の代替弾力性推定している。なお、この研究においてシェアパラメータについて以下のような仮定を置いて推定を行っている。

$$\frac{\alpha_i^{ds}}{\alpha_i^{ms}} = \exp(\delta_0 + \delta_1 Q_1^s + \delta_2 Q_2^s) \quad (9)$$

ただし、 Q_1^s ：地域 s の市場規模、 Q_2^s ：地域 s の人口密度、 $\delta_0 \sim \delta_2$ ：パラメータ

その結果、産業別に代替弾力性を 0.40～2.87 までの推定値を得ている。これらの結果から、「国内における代替弾力性は国際貿易の代替弾力性よりも高い」という経験的な知見が成り立たない可能性があることを示唆している。

また、日本国内の地域間代替弾力性の推定事例としては土谷ら⁴⁾が挙げられる。この研究では SCGE モデルの地域間交易の代替弾力性を 1985,1990,1995 年の 3 時点の地域間産業連関表を用いて 28 産業について推定を試みている。地域別の価格のデータは生産地価格の代理指標として「消費者物価指数」(総務省)の地域別の指数を用いている。代替弾力性の推定結果は地域間の輸送マージンのパラメータも同時に推定する場合と、地域間の輸送マージンを外生的に与える場合で結果は異なるが、推定値は 5.2～32.1 となっており国際貿易の代替弾力性よりも高い値になるという可能性を示唆している。しかし、この推定結果は産業数・地域数を限定した暫定値にすぎないため、SCGE モデルを実際に応用する場合はその都度推定しなければならない。なお、この論文では既往研究のレビューから以下の 3 点を留意点として挙げている。1)時系列データとクロスセクションデータの推定値では傾向が大きく異なること

から可能な限りパネルデータを用いた推定を行うことが望ましいこと、さらに供給側の要因を考慮した推定がより望ましいこと。2)SCGE モデルが長期均衡を考慮したモデルであることから、可能な限り長期のデータを用いた推定を行うことが望ましいこと。3)シェアパラメータの定式化によって代替弾力性の推定結果も変わってくる可能性があることから、複数のパターンで推定することが望ましいことである。

4. 日本国内の地域間交易の代替弾力性のためのデータ

本研究では(4)、(5)式から付加価値関数の労働と資本の代替弾力性を、また(8)式から地域間交易の代替弾力性を推定することを目的とし、データの整備を進める。

まず、付加価値の代替弾力性を推定するためのデータとして付加価値、雇用者所得、雇用量、資本ストックが必要となる。付加価値、雇用者所得は「県民経済年報」(内閣府)の平成 18 年のデータを使用する。雇用量は「平成 21 年度日本統計年鑑」(総務省)の平成 17 年度の都道府県別・産業別就業者数を用いる。資本ストックは「民間企業資本ストック」(内閣府)の産業別データを県民経済年報の生産額を用いて都道府県別・産業別に按分した。

次に、地域間交易の代替弾力性を推定するためのデータについて示す。データとしては地域間交易のデータと地域別の価格のデータが必要となる。地域間交易のデータは平成 17 年の全国貨物純流動調査と地域間産業連関表を用いた。地域別の価格のデータは全国貨物純流動調査と地域間産業連関表から推計したものを価格として推定を行った。

5. 推定結果および考察

日本国内のデータを用いた(4)、(5)式の付加価値関数の労働と資本の代替弾力性の推定結果について示す。ここで、(4)式で推定した場合の公務については資本ストックのデータが得られなかったことから推定値をえることができなかった。推定結果は、(4)式は(5)式と比べて決定係数が低く、符号条件の合わない結果が多い。しかし、どちらも労働と資本の代替弾力性の値は似た値となり 1 より小さい値であった。このことから(5)式による労働と資本の代替弾力性を推定することが望ましいとが考えられる。表-1 は平成 18 年のデータを用いて(4)式と(5)式の代替弾力性の推定結果を示したものである。

表-1 付加価値関数の代替弾力性の推定結果

産業	(4)式		(5)式	
	σ	R ²	σ	R ²
農林水産業	0.51	0.095	0.41	0.280
鉱業	0.30	0.078	0.70	0.348
製造業	0.25	0.027	0.72	0.398
建設業	-0.34	0.007	0.35	0.168
電気・ガス・水道	0.30	0.066	0.57	0.285
商業	0.54	0.108	0.66	0.522
金融・保険	0.86	0.448	0.74	0.672
不動産	-0.10	0.007	-0.04	0.003
運輸・通信	-0.47	0.046	0.08	0.008
公務			0.50	0.498
サービス	0.68	0.106	0.61	0.609

さらに、(5)式に関して、固定効果モデルを用いて県民経済年報のデータが電子媒体として整備されている平成2年から平成18年までのデータで労働と資本の代替弾力性の推定を行った。表-2 は固定効果モデルによる労働と資本の代替弾力性の推定結果である。

表-2 固定効果モデルによる弾力性の推定結果

産業	(5)式	
	σ	R ²
農林水産	0.29	0.237
鉱業	0.70	0.252
製造業	0.91	0.858
建設	0.74	0.675
電気・ガス・水道	0.22	0.066
商業	0.57	0.478
金融・保険	0.64	0.509
不動産	0.07	0.008
運輸・通信	0.24	0.158
公務	0.52	0.445
サービス	0.82	0.829

固定効果モデルによる(5)式の労働と資本の代替弾力性の推定結果は、平成18年だけのデータを用いて推定した結果とほぼ同様の値が推定された。このことから、近年の日本国内における労働と資本の代替弾力性は1より小さい値であり、付加価値関数を代替弾力性が1のコブ・ダグラス型で仮定することは棄却されることが考えられる。また、固定効果モデルによる推定結果は土谷らによって挙げられた留意点の一つである、パネルデータを用いた長期のデータによる推定を行うことが望ましいということを満たしている。

次に(8)式による地域間交易の代替弾力性の推定結果を示す。表-3 は製造業の自地域財と他地域財との地域間交易の代替弾力性を示したものである。

表-3 地域間交易の代替弾力性の推定結果

産業	σ	R ²
飲食品	0.07	0.003
繊維	0.63	0.814
衣服・その他の繊維既製品	0.27	0.171
製材・木製品・家具	0.15	0.021
パルプ・紙・板紙・加工紙	0.40	0.133
印刷・製版・製本	0.04	0.001
化学	0.55	0.449
石油製品	0.34	0.213
プラスチック	0.52	0.205
窯業・土石製品	-0.12	0.017
鉄鋼	0.99	0.709
非鉄金属	0.66	0.761
金属製品	0.60	0.470
一般機械器具	0.79	0.549
電気機械器具	0.75	0.581
通信機械・同関連機器	0.52	0.378
電子部品・デバイス	0.81	0.633
輸送用機械器具	0.82	0.485
精密機械	0.62	0.581
その他	0.35	0.185

推定結果は全ての産業において1より小さい値であった。これは既往研究において示唆された「国内における代替弾力性は国際貿易の弾力性よりも高いという経験的な知見が成り立たない可能性」について同様の結果が得られたと考えられる。

6. おわりに

本研究では日本国内の代替弾力性の推定事例が少ないという問題意識のもと、国内外の代替弾力性に関する論文を参考に、日本国内における各種代替弾力性の推定を行った。各種代替弾力性の推定結果は既往研究から示唆された内容とほぼ同様の結果を得ることができた。しかし、推定結果は全体的に相関が低い。このことから使用するデータやシェアパラメータ等についてより推定結果の相関が高くなるよう検討を行う必要性があると考えられる。

参考文献

- 1) 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、第19回 ARSC 研究発表大会講演概要、2005。
- 2) Behrman, J. R. : Country and Sectorial Variations in Manufacturing Elasticities of Substitution between Capital and Labor, Trade and Employment in Developing Countries. Chapter2, Factor Supply and Substitution, Ed. by Anne O. Krueger, The University of Chicago Press, 1982.
- 3) Claro.S. : A Cross-Country Estimation of the Elasticity of Substitution between Labor and Capital in Manufacturing Industries, Cuadernos de Economia, Vol.40, No.120,2003
- 4) Bilgic, A., King, S., Lusby, A. and Schreiner, D. F. : Estimates of U.S. Regional Commodity Trade Elasticities of Substitution, The Journal of Regional Analysis & Policy, Vol.32, No.2, 2002.