

SCGE モデルにおける日本国内の地域間交易の代替弾力性の推定

鳥取大学大学院 正会員 小池淳司

鳥取大学大学院 学生会員 ○伊藤佳祐

1. はじめに

近年、公共事業や社会資本整備の評価手法として、費用便益分析に代表される経済学的手法が定着化している。しかし、これらは全国一律の評価基準による評価手法であり、地域の実情や課題を反映した評価を行うことができない。このような背景のもと、ミクロ経済学の理論に基づいた空間的応用一般均衡(SCGE)モデルを用いた事業評価の事例が増加してきている。しかし、SCGE モデル等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存在する。その一つは、SCGE モデルにおける各種代替弾力性が計算結果を大きく左右する重要なパラメータであるにもかかわらず、既存研究の値を根拠なく使用しており代替弾力性について十分検討されているとは言い難い点<sup>1)</sup>などが指摘されている。SCGE モデルはもともと国際貿易の分析に適用されてきたこともあり、国際貿易の地域間交易の代替弾力性についてはGTAPの研究者グループ<sup>2)</sup>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交易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。

そこで本研究では、国内外の各種代替弾力性に関する既存研究のレビューを行うとともに、日本国内における地域間交易の弾力性を推定するための推定方法と使用するデータについて検討を行い、それらをもとに統計的手法による推定を行う。そして、推定された弾力性をSCGEモデルに用いて実証分析を行う。

2. 既存研究

地域間交易の代替弾力性に関する既存研究として、前述の通り国際貿易の代替弾力性に関する研究は数多く行われている。しかし、一国内の移出入については数が少なく、地域間交易に関してはさらに既存研究が少ない。表-1は地域間交易の代替弾力性に関する既存研究をまとめた表である。なお、表-1では国際貿易の代替弾力性に関する既存研究に関しては代表的なものを掲載している。

一国内の地域間交易の代替弾力性の既存研究としては、土谷・小池・秋吉(2005)があげられる。しかし、本来弾力性の推定では生産者価格のデータを用いて行われるべきであるが、日本では生産者価格のデータが直接得られないため、価格のデータの代わりに消費者

物価指数を用いている。そのため、暫定的な推定結果であると考えられる。そこで、本研究では既存研究をもとに日本国内の交易のデータを用いて、国内における地域間交易の弾力性を中心に国内の移出入の代替弾力性と、輸入財と国内財の代替弾力性の推定を行う。

表-1 各種代替弾力性に関する既存研究

	国際貿易			国内交易		
	論文名	対象地域	弾力性	論文名	対象地域	弾力性
移出入	Alaouze, C.M. et al.(1977) <sup>3)</sup>	オーストラリア	0.74~4.74	Bilgic, A. et al.(2002) <sup>4)</sup>	アメリカ国内	0.40~2.87
	Reinert and Roland-Holst(1992) <sup>5)</sup>	アメリカ	0.14~3.49			
	Kapuscinski and Warr(1999) <sup>6)</sup>	フィリピン	0.11~4.10			
地域間	GTAP		3.6~10.1	土谷, 小池, 秋吉(2005)	日本国内	4.86~32.07
	Thomas, H. et al.(2003) <sup>7)</sup> (GTAP)	アメリカ自由貿易圏, ニュージーランド	2.30~34.4			

3. 分析手法

地域間交易の代替弾力性の推定式を導出するために、自地域財と移入合成財より自地域で消費する財を生産する関数を以下のCES型関数で仮定する。

$$X_j^s = \left\{ a_j^{ds} \frac{1}{\psi_j} x_j^{ds} \frac{\psi_j - 1}{\psi_j} + a_j^{ms} \frac{1}{\psi_j} x_j^{ms} \frac{\psi_j - 1}{\psi_j} \right\}^{\frac{\psi_j}{\psi_j - 1}} \quad (1)$$

ただし、 $X_j^s$  : 地域s・産業jの総生産額、 $x_j^{ds}$  : 地域sの当該地域財jの消費量、 $x_j^{ms}$  : 地域sの移入財jの消費量、 $a_j^{ds}, a_j^{ms}$  : パラメータ、 $\psi_j$  : 財jの自地域財と移入合成財の代替弾力性

次に、移入合成財の生産関数を以下のようなCES型関数で仮定する。

$$x_j^{ms} = \left\{ \sum_{r \neq s} b_j^{rs} \frac{1}{\sigma_j} \cdot x_j^{rs} \frac{\sigma_j - 1}{\sigma_j} \right\}^{\frac{\sigma_j}{\sigma_j - 1}} \quad (2)$$

ただし、 $x_j^{rs}$  : 地域sが投入する地域rで生産された財jの消費量、 $b_j^{rs}$  : シェアパラメータ、 $\sigma_j$  : 移入財jの移入地域間の代替弾力性

(1),(2)式に基づきの費用最小化問題より得られた式に両対数をとった(3),(4)式より地域間交易の代替弾力性を推定する。尚、本研究では(3),(4)式をOLSと呼ぶ。

$$\ln \left( \frac{x_j^{ds}}{x_j^{ms}} \right) = \alpha_j + \psi_j \ln \left( \frac{p_j^{ms}}{p_j^{ds}} \right) \quad (3)$$

$$\ln \left( \frac{x_j^{r,s}}{x_j^{rs}} \right) = \alpha'_j + \sigma_j \ln \left( \frac{p_j^{rs}}{p_j^{r,s}} \right) \quad (4)$$

ただし、 $p_j^{ds}$  : 地域sの当該地域財jの価格、 $p_j^{ms}$  : 地域sの移入財jの価格、 $p_j^{rs}$  : 地域sが投入する地域rで生産された財jの消費地価格

ここで、輸入財と国内財の代替弾力性を推定する場合、日本国内の産業別の消費量のデータが入手できないことから、(3)式による弾力性の推定が難しい。そこで、データの乏しい国内財の消費量のデータを用いずに弾力性を推定する方法として、Claro(2003)の推定方法を援用した(5)式より輸入財と国内財の代替弾力性を推定する。(5)式は(1)式の利潤最大化における輸入財の消費量について一階条件を解いたものを変形することで得られる。

$$\ln\left(\frac{X_j^s}{x_j^{ms}}\right) = \delta_j + \psi_j \ln P_j^{ms} \quad (5)$$

(5)式について、輸入財価格  $P_j^{ms}$  のデータが直接分かるデータが存在しないため、貿易統計の各財の輸入額を輸入量で割ったものを輸入財価格のデータとして推定を行っている。次に、日本国内の地域間交易の代替弾力性を推定するために Bilgic et al.(2001)による(6)式の OLS-BKLS モデルを用いる。なお、以下では、(3)式についての変形を行うが(4)式においても同様の変形を行うことができる。

$$\ln\left(\frac{x_i^{ds}}{x_i^{ms}}\right) = \alpha_i^0 + \alpha_i^1 \ln Q_1^s + \alpha_i^2 \ln Q_2^s + \psi_j \ln\left(\frac{P_i^{ms}}{P_i^{ds}}\right) \quad (6)$$

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

しかしながら、(3),(4),(6)式では、移入財と域内財の消費量と価格の動学的な関係を捉えることが難しい。具体的には、一期間のデータのみで移入財と域内財の価格比の変化による消費量の比率の変化の過程を完全に捉えることができない。また、トレンドなどによる当該地域財の消費量の変化による移入量の変化は価格比とは独立である。そこで、弾力性の推定におけるこれらのバイアスを排除するために、本研究では Kapuscinski and Warr(1999)による(7)式の PAM モデルと、(8)式の ECM モデルを用いて代替弾力性の推定を行う。(7)式は一期前の消費量のデータをシェアに入れることで価格の変化による需要量の調整の過程を表現したモデルである。(8)式は(7)式で生じる変数間の相関関係を取り除くために対数の差をとった推定モデルである。

$$\ln\left(\frac{x_i^{ms}(t)}{x_i^{ds}(t)}\right) = \beta_i^0 + \beta_i^1 \ln\left(\frac{x_i^{ms}(t-1)}{x_i^{ds}(t-1)}\right) + \beta_i^2 \ln\left(\frac{P_i^{ds}}{P_i^{ms}}\right) \quad (7)$$

ただし、 $t$  : 年次、 $\beta_i^2$  : 代替弾力性

$$\Delta \ln\left(\frac{x_i^{ms}(t)}{x_i^{ds}(t)}\right) = \gamma_i^0 + \gamma_i^1 \Delta \ln\left(\frac{P_i^{ds}}{P_i^{ms}}\right) + \gamma_i^2 \left[ \ln\left(\frac{x_i^{ms}(t-1)}{x_i^{ds}(t-1)}\right) - \ln\left(\frac{P_i^{ds}(t-1)}{P_i^{ms}(t-1)}\right) \right] + \gamma_i^3 D_i(t) \quad (8)$$

ただし、 $D_i$  : ダミー変数、 $\gamma_i^1$  : 代替弾力性

本研究では、これらの式に表-2 のデータを用いて

最小二乗法により日本における地域間交易の各種代替弾力性の推定を行う。ここで、土谷・小池・秋吉(2005)で示されているように、日本の生産者(あるいは消費者)価格のデータが得られないため、本研究では地域間産業連関表から得られる各地域の産業別消費額のデータを物流センサスから得られる各地域の産業別消費量のデータで割ったものを消費者価格として使用している。なお、この価格には交通費用が含まれていると考える。

表-2 使用データ

地域間交易の代替弾力性	出典	年次	産業数	
		産業連関表	昭和60年~平成17年	102
輸入財と国内財の代替弾力性	国民経済計算年報	昭和63年~平成19年	26	
	輸入額(円)・輸入量(t)	貿易統計	昭和63年~平成19年	436
日本国内の地域間交易の代替弾力性	消費額(円)	9地域間産業連関表	昭和55年~平成17年	53
	消費量(t)	47都道府県間産業連関表	平成7, 12年	45
		全国貨物純流動調査	昭和55年~平成17年	85

#### 4. 地域間交易の代替弾力性の推定結果

本研究における各種地域間交易の代替弾力性の推定値と、GTAP による既存研究の弾力性値とを比較したものを表-3 に示す。

表-3 各種地域間交易の代替弾力性

産業	国内の地域間交易の代替弾力性		輸入財と国内財の代替弾力性		輸入財間の代替弾力性
	①移出入(ECM)	②地域間(ECM)	③国民経済計算のデータ	Rule of two (GTAP)	GTAP
食料品・たばこ	0.59	0.85	0.51	2.2	4.4
繊維	1.10	0.61	0.48	2.2	4.4
製材・木製品・家具	1.02	0.66	0.70	2.8	5.6
パルプ・紙・板紙・加工紙	0.99	0.85	0.08	2.8	5.6
印刷・製版・製本	0.61	0.96	-	1.8	3.6
化学工業	1.08	0.78	-0.60	1.9	3.8
石油・石炭製品	0.66	0.88	0.08	1.9	3.8
プラスチック	0.47	0.78	3.47	-	-
窯業・土石製品	0.70	0.90	0.79	-	-
鉄鋼製品	0.71	0.81	0.29	2.8	5.6
非鉄金属	0.86	0.74	0.25	2.8	5.6
金属製品	0.96	0.84	2.35	2.8	5.6
一般機械器具	0.69	0.86	1.23	2.8	5.6
電気機械・通信・電子部品	0.75	0.89	-0.90	2.8	5.6
輸送用機械器具	0.96	0.96	0.96	5.2	10.4
精密機械	0.67	0.93	0.44	-	-
その他	0.58	0.87	1.47	2.8	5.6

※Rule of two : GTAP の弾力性値を 2 で割ったもの

表-3 の①、②の列の値は国内交易の代替弾力性の推定結果を示しており、①の列は移出入の代替弾力性の推定結果である。②の列は地域間交易の代替弾力性の推定結果を示している。①、②共に 4 つの推定式の内、最も相関が高い推定結果が得られた ECM モデルによる推定結果である。代替弾力性の推定値は共に有意水準 5% で有意であった。

推定結果より、国内交易の代替弾力性は多くの産業で 1 より低く、地域間で財が代替しにくいと考えられる。次に、日本における輸入財と国内財の代替弾力性の推定結果を示したものが表-3 の③の列である。日本

の国内財と輸入財の代替弾力性は、国際貿易で用いられる GTAP の弾力性の値より低い結果となり、日本の国際貿易で取引される財はアメリカなどと比べ財が代替しにくいと考えられる。

次に、輸入財と国内財の代替弾力性に関して相関が高い産業について弾力性の高い順に並べたものが図-1である。

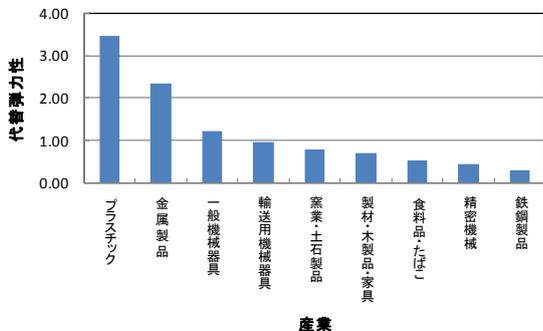


図-1 輸入財と国内財の代替弾力性

図-1 よりプラスチック産業や金属製品などの高度な技術を必要としない産業では地域による製品の差別化が起りにくく、輸入財と国内財の代替が起りやすいと考えられる。一方で、精密機械などの産業では高度な技術が必要となるため地域による製品差別化が起りやすいと考えられる。そのため、輸入財と国内財の代替が生じにくくなると考えられる。次に、表-3の②の日本国内の地域間交易の代替弾力性について、弾力性が高い順に並べたものが図-2である。

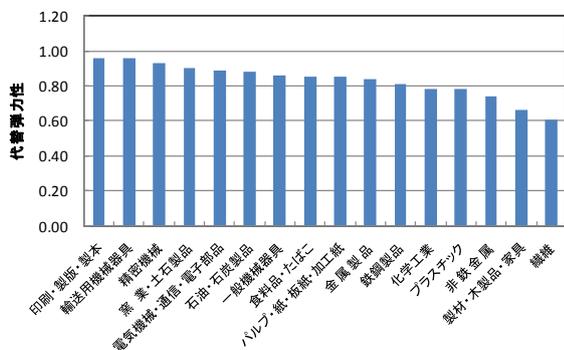


図-2 国内における地域間交易の代替弾力性

図-2 より、日本国内の地域間交易の代替弾力性は多くの産業で1を下回っていることが分かる。この中でも、代替弾力性の高い印刷・製版・製本産業では、高度な技術を必要としないため地域による製品の差別化が生じにくく、どの地域からでも財を購入することができるため代替がしやすくなり弾力性が高くなったと考えられる。反対に、代替弾力性の低い国内の繊維工業では高い技術が必要とされ、地域による製品差別化が生じやすいため地域間で財の代替が起りにくいと

考えられる。また、国内の取引においては取り引き先が固定され、それにより代替弾力性が低くなったとも考えられる。

また、図-1、図-2 より同じ産業であっても輸入財と国内財の代替弾力性と国内における地域間交易の代替弾力性の値が大きく異なる産業が存在した。これは、国際貿易と国内交易とで取引される財の特徴が異なるからであると考えられる。具体的には、プラスチック産業の場合、日本の国内財と輸入財の代替弾力性は高く、国内の地域間交易の代替弾力性は低い結果となった。これは、日本の国際貿易で取引されるプラスチックの場合、安ければ安いほど良いため、国内財と輸入財で代替が起りやすいと考えられる。一方、国内で取引されるプラスチック産業の財は、特殊な財が取引されていると考えられる。そのため、生産できる地域が限定され、地域による製品差別化が生じ地域間交易の代替弾力性が低くなったと考えられる。

## 5. 実証分析

本研究で求めた地域間交易の代替弾力性が SCGE モデルの計算結果に与える影響を分析するために、代替弾力性の推定結果を上田孝行編著「Excel で学ぶ地域都市経済学」、第4章<sup>8)</sup>の SCGE モデルに適用して計算を行った。9地域13産業を対象とし、政策として地域間の輸送マージン率が全地域で10%減少した場合について計算を行った。SCGE モデルにおける既存研究でしばしば用いられる国内の地域間交易の代替弾力性を全て1で与えた場合をシナリオ0とし、本研究のECM モデルによる推定値を用いた場合をシナリオ1として、これらの計算結果を比較する。

まず、総便益についてみると、シナリオ1の結果はシナリオ0と比較すると、ほとんど差は見られなかった。これより、上記の政策においては、本研究の推定値は既存研究と比較して総便益にほとんど影響を与えないと考えられる。次に、地域別の便益の変化を見る。図-3は地域別の便益についてシナリオ0を基準にシナリオ1と比較したものである。

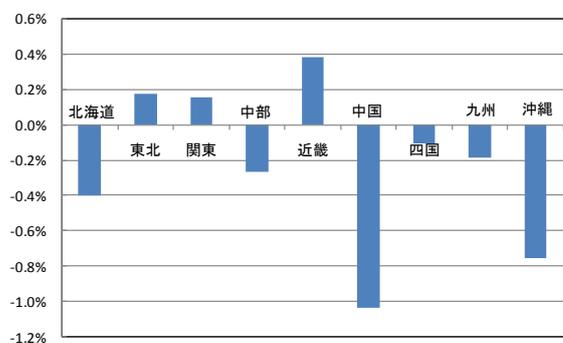


図-3 地域別の便益の差の割合

図-3 より本研究の推定値を用いることで、近畿地方では便益が増加し、中国地方では便益が減少していることが分かる。次に、地域別の当該地域財の消費量と移入量についてシナリオ 0 を基準にシナリオ 1 と比較したものを図-4,5 に示す。

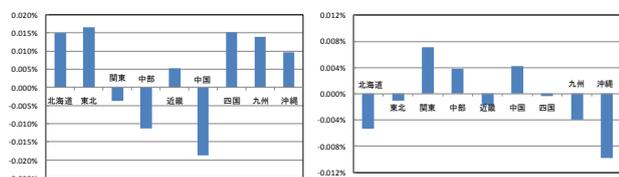


図-4 地域別当該地域財の消費量の差の割合

図-5 地域別の移入量の差の割合

図-4,5 より、自地域財の消費量が減少(増加)する地域では、それを補うために移入量が増加(減少)していることが分かる。特に、中部地方と中国地方では当該地域財の消費が減少し、移入財の消費が増加している。一方で、北海道や沖縄などの地方部では当該地域財の消費が増加し、移入が減少していることがわかる。以上より、本研究で推定した弾力性値を用いて計算を行うと、僅かではあるが地域ごとに弾力性の値によって便益や交易に影響が生じていることが分かる。

## 6. まとめ

本研究では、SCGE モデルに用いられる各種代替弾力性が統計的根拠に基づいていないという問題意識のもと、日本国内における各種代替弾力性の推定を行った。推定結果は、国内の地域間交易の代替弾力性、移出入の代替弾力性ともに高い相関が得られた ECM モデルの場合、多くの産業で弾力性が 1 より低い結果となり、国内においては財の代替が起こりにくいという結果が得られた。これは、土谷ら(2005)の推定結果 4.86 ~ 32.07 を大きく下回る結果となった。この理由としては、推定のモデルが異なること、推定に使用した価格のデータが異なることといった理由が考えられる。特に、土谷らは交通所要時間を推定式に直接入れて推定を行っており、これにより高い弾力性値が推定されたと考えられる。次に、日本における輸入財と国内財の代替弾力性の推定結果について見てみると、既存研究の多くで使用されてきた GTAP による代替弾力の値よりも低い値となった。これは、推定に使用したデータや、GTAP の推定モデルと本研究の推定モデルが異なるためであると考えられる。GTAP のモデルでは、推定において実際の価格を使用せず、関税や距離などのデータのみで推定を行っている。しかし、この推定方法では、輸入財と国内財の価格比の変化が輸入財と国内財の消費量の比率に与える影響を推定値が捉える

ことができないと考えられる。一方で、本研究の推定値はこれらの点を考慮していると考えられる。また、本研究で推定された、国内における地域間交易の代替弾力性と輸入財と国内財の代替弾力性を比較すると、同じ産業分類の財であっても弾力性が大きく異なる産業が存在した。これは、同じ産業分類であっても国内で取引される財と、国際貿易で取引されている財が異なるためであると考えられる。

最後に、SCGE モデルの代替弾力性に本研究の推定値と既存研究で用いられる弾力性値 1(コブ・ダグラス型関数)で与えた場合を比較すると、総便益では差は見られないが、地域別では便益に差が生じることが分かった。また、地域別の交易への影響について見ると、弾力性の値の違いは各地域の移出入に影響を与えることがわかった。特に、中部地方や中国地方では本研究の推定値を用いることで移入量が増加し、北海道や沖縄では当該地域財の消費量が増加した。これより、地方部ほど移入を減らし当該地域の財を購入するようになっていると考えられる。

以上より、本研究で用いた政策シナリオである全地域の交通所要時間の短縮について、推定した地域間交易の代替弾力性を SCGE モデルに用いて計算を行うと、既存研究と比較して計算結果に与える影響はわずかであるが、地域によって交易などに影響を与えることが分かった。

## 【参考文献】

- 1) 土谷和之, 小池淳司, 秋吉盛司 : 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 SRSC 研究発表大会概要, 2005.
- 2) Thomas, H., David, H., Maros, I., Roman, K. : How Confident Can We Be in CGE-Based Assessments of Free Trade Agreements? GTAP Working Paper No.26, 2003.
- 3) Alaouze, C.M., Marsden, J.S., Zeitsch, J. : Estimates of the elasticity of substitution between imported and domestically produced commodities at the four digit ASIOC level, Working Paper No.0-11, Industries Assistance Commission, Melbourne, 1977.
- 4) Reinert, K.A., Roland-Holst, D.W. : Armington Elasticities for United States Manufacturing Sectors. Journal of Policy Modeling, 14, pp631-639.
- 5) Kapuscinski, C. A., Warr, P. G., : Estimation of Armington elasticities : an application to the Philippines, Economic Modeling, 16, pp257-278, 1999.
- 6) Bilgic, A., King, S., Lusby, A. Schreiner, D. F. : Estimation of U.S. Regional Commodity Trade Elasticities of Substitution, The Journal of Regional Analysis & Policy, Vol.32, No.2, pp79-97, 2002
- 7) 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, pp239-257, 2003
- 8) 小池淳司, 石倉智樹, 小林優輔 : Excel で学ぶ地域・都市経分析, 第 4 章, pp79-110, コロナ社, 2009