

SCGE モデルの基準均衡データ作成における未知数推定手法の特性

小松 奏太¹・横山 楓²・石倉 智樹³

¹非会員 東京都立大学大学院 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: komatsu-kanata@ed.tmu.ac.jp

²正会員 復建調査設計株式会社 (〒 101-0032 東京都千代田区岩本町三丁目 8-15)

E-mail: fuga.yokoyama@fukken.co.jp

³正会員 東京都立大学准教授 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

SCGE モデルに代表される多地域経済モデルの構築には、地域間産業連関表形式の基準均衡データが必要である。しかし、公表されているわが国地域間産業連関表の地域分割単位は、過去のものでも最大で 9 地域であり、現在は作成が中止されている。したがって、詳細な地域区分の分析のためには限られた公表データから独自に基準均衡データを推定する必要がある。このような基準均衡データ作成の手法は、これまでも数多く提案されているが、正確な実データの入手が困難な地域別最終需要の推定は確立していない。そこで本研究は、日本全国を 199 地域に分割した地域分割の設定の下で、複数の地域別最終需要推定手法を適用して基準均衡データを作成するとともに、それらを用いた仮想的交通整備政策シナリオ分析を行い、推定結果の特性差を比較した。分析結果は、得られる基準均衡データに差はもたらすものの、それらの差に対して政策効果分析結果は頑健な特性を示し、政策評価に及ぼす影響は微小であることが示唆された。

Key Words: *multi-regional Input-Output table, benchmark equilibrium, spatial computable general equilibrium model, regional final demand*

1. はじめに

SCGE (空間的応用一般均衡) モデルに代表される多地域経済モデルの構築には、図-1 のような地域間産業連関表形式の基準均衡データが必要である。しかし、公表されているわが国地域間産業連関表の地域分割単位は最大で 9 地域であり、かつ現在は作成が中止されている。したがって、詳細な地域区分の分析のためには限られた公表データから独自に基準均衡データを推定する必要がある。このような実際の地域間交易データが存在しない地域分割数に対応した基準均衡データ作成の手法は、ad-hoc に数多く利用されているが、広く合意された代表的手法は確立しておらず、データ推定方法の違いによる基準均衡データの特性についてはこれまで検討されていない。特に、地域家計の可処分所得や最終需要額は、効用関数の水準に直結する値であり、帰着便益評価の観点からは、政策効果分析の結果を左右しうるものである。したがって、この推定値の特性は慎重に検討すべき課題である。

このことは、多地域経済分析に特有の問題であるので、その本質をここで説明したい。図-1 の形式において、各地域の家計 (政府部門は捨象する) が生産活動の要素所得として受け取る額の地域集計値は、付加価値額 VA の行のうち、当該地域の全産業部門の合計額で

ある。一方、同地域の家計が最終需要のために支出する額、すなわち可処分所得の集計値は、最終需要 F の列の行方向集計値である。他地域との経済取引が存在しない閉鎖経済であればこれらの値は一致するが、多地域経済システムを明示的に扱う場合、一般的にこれらは一致しない。産業連関表を含む公的な経済統計指標は、国民経済計算 (SNA) 体系に準拠して構築されているが、その最も基本的なルールとして三面等価の原則がある。

三面等価とは、国内総生産 (GDP) は、生産 (付加価値)、所得分配、支出それぞれの視点から定義することができ、いずれの定義に基づいて評価しても全て同じ値となることを意味する。これは、県民経済計算においても成立し、市町村などのより小さな規模の自治体に対しても、同じ定義が適用できる。本研究の主題を踏まえ、この定義を簡潔に示すと、

$$\text{付加価値} = \text{域内最終需要} + \text{移輸出} - \text{移輸入} \quad (1)$$

という関係が成立する。つまり、国内地域間交易や国外貿易が存在する場合、移輸出額と移輸入額が完全に一致するという特殊な状況でなければ、必ず付加価値 (要素所得+純間接税) と域内最終需要額に差が生じる。基準均衡データにおいて、全ての地域についてこの関係が成立していなければ、いずれかの地域の所得支出

		中間投入額									最終需要 F					生産額 Y'
		地域 1			地域 2			地域 3			地域 1	地域 2	地域 3	輸出	輸入 (控除)	
		産業 1	産業 2	...	産業 1	産業 2	...	産業 1	産業 2	...						
地域 1	産業 1															
	産業 2															
	⋮															
地域 2	産業 1															
	産業 2															
	⋮															
地域 3	産業 1															
	産業 2															
	⋮															
付加価値額 VA																
生産額 Y																

図-1 地域間産業連関表のひな形 (3 地域の例)

収支に矛盾が生じ、ワルラス法則を満たす厳密な一般均衡モデルと整合しなくなる。多地域経済システムの一般均衡モデルと整合するよう図-1の形式の基準均衡データを構築するには、上記の三面等価原則を満たしつつ、利用可能な経済統計データを接合させる工夫が必要となる。

これまで、わが国の多地域経済システムを対象に、地域間産業連関表よりも細分化された地域集計単位で構築された SCGE モデルが数多く構築されてきた。そうした研究報告の中で、モデリングの定式化は詳細に説明されているものの、基準均衡データがどのように作成されたかが詳細に示されておらずブラックボックス化¹⁾している例¹⁾²⁾³⁾が多い。小池ら⁴⁾は、労働所得と資本所得の地域間移転マトリクスを作成することにより、地域収支を満たす基準均衡データを推計する方法を提案しているが、定式化がなく文章のみの説明であること、輸出入や国際収支の処理方法が不明であるため、厳密な追認が難しい。

一方、小池・伊原⁵⁾は、詳細地域間産業連関表の推定自体を目的としており、地域間所得移転の推定に焦点をおいた方法論を提案している。小池・伊原⁵⁾は、地域別産業別付加価値額のデータを基本として、基準均衡データを表現する多地域一般均衡 (SCGE) を利用し内生的に中間投入および総産出を算出することで、財の総需要と総産出の差を最小化するよう地域別最終需要額を推定している。この方法は、元の産業連関表の持つ投入産出構造に関する情報を保持しながら詳細地域でのデータを推計できるというメリットを持つが、回帰分析であるため必然的に残差が生じるため、ワルラ

ス法則を厳密に満たすことはできず、“近似的”な基準均衡状態が推計される。

小池・伊原⁵⁾の手法は、地域産業連関表から得られる情報を真値として尊重し、それ以外のデータを用いることによる歪みを排した発想と言える。Ishikura and Yokoyama⁶⁾では、実データが得られる県産業連関表の最終需要額を市町村人口で按分することにより市町村別可処分所得を推定し、対象経済システム域外 (ROW: rest of the world) との収支をバッファとすることで、ワルラス法則を満たす基準均衡データを作成している。Ishikura and Yokoyama⁶⁾の方法は、対 ROW 収支に制約を設けないため、小池・伊原⁵⁾と対照的に地域産業連関表の最終需要項目を上書きするような処理が生じる可能性もあるが、SCGE モデルの基準均衡データとしての特性を鑑みてワルラス法則の遵守を最も重視したものである。わが国において、市町村単位のような詳細に分割された地域集計単位では、産業活動に関するデータは比較的充実しているが、家計の消費など最終需要の地域別集計値を得ることが困難である。したがって、地域の付加価値を与件として、最終需要額 (可処分所得) を推計する方法が基本的な方向性と考えられ、上記の 2 手法もこれに沿った方法論である。

しかし、詳細地域間産業連関表には真値のデータが存在しないため、再現精度を指標として推定手法の優劣を比較することができない。そこで本研究は、異なる基準均衡データ推定概念によって作成された詳細地域別最終需要推定値の特性を比較し、それぞれの推定手法の性格を考察する。具体的には、全国幹線旅客純流動調査の 207 生活圏を基礎とする地域分類の多地域経済システムにおける SCGE モデル基準均衡データ作成を念頭におき、正確な推定手法が公開されている小池・

¹⁾ データ作成方法は是非や妥当性の問題ではなく、読者がデータ構築過程を追認するための十分な情報がないという意味である。

伊原⁵⁾ および Ishikura and Yokoyama⁶⁾ それぞれの手法で推計した基準均衡の最終需要額を比較する。さらに、これらの基準均衡データに対して、同一モデルにおいて同一の政策シナリオを適用した際の政策効果を比較することで、評価結果への影響についても考察する。

2. 小池・伊原⁵⁾の手法の概要

小池・伊原⁵⁾は、詳細地域で入手可能なデータとして、産業別の付加価値、上位レベルで集計された地域（例えば、“市”に対する“県”）の産業連関表における投入係数および最終需要の財別シェア、地域間交易係数を想定し、詳細地域間の所得移転を推定している。つまり、適用予定の多地域経済モデルの理論体系を利用し、既知の値から詳細地域間産業連関表の未知変数を埋めるように推計がなされる。具体的には、県民経済計算等から得られる地域 s 産業 i の付加価値 V_s^i 、地域 s が含まれる都道府県の産業連関表より得られる産業 j の財 i に関する投入係数 a_s^{ij} 、付加価値係数 a_s^{0j} および最終需要の財別シェア β^i 、物流センサ等から推計された地域間交易係数 τ_{rs}^i を所与として、

$$\min_{t_s} \varepsilon = \sum_r \sum_i (\bar{Y}_r^i - Y_r^i)^2 \quad (2)$$

s.t.

$$\bar{Y}_r^i = \frac{V_r^i}{a_r^{0i}} \quad (3)$$

$$X_r^{ij} = a_r^{ij} \cdot \bar{Y}_r^j \quad (4)$$

$$X_{rs}^{ij} = \tau_{rs}^i \cdot X_s^{ij} \quad (5)$$

$$F_{rs}^i = \tau_{rs}^i \cdot \beta_s^i (V_s + T_s) \quad (6)$$

$$V_s = \sum_i V_s^i \quad (7)$$

$$Y_r^i = \sum_s \sum_j X_{rs}^{ij} + \sum_s F_{rs}^i \quad (8)$$

を解くことにより、地域 s の代表的家計が受け取る移転所得 T_s が推計される。ここで、 \bar{Y}_r^i は生産額、 X_s^{ij} は地域 s の中間投入額、 X_{rs}^{ij} は中間投入の取引額、 F_{rs}^i は最終需要の取引額を表す。すなわち、各地域各産業の生産額（総投入）と総需要の差が最小となるよう、家計の地域間所得移転受取額が推計される。なお、実際の推計においては、所得移転額が非現実的な値にならないよう、地域付加価値の一定割合の範囲内に収まるよう、上限と下限の制約（下限の割合 θ_l と上限の割合 θ_u ）を設けて推計がなされる。

$$V_s \cdot \theta_l \leq T_s \leq V_s \cdot \theta_u \quad (9)$$

3. Ishikura and Yokoyama⁶⁾の手法の概要

Ishikura and Yokoyama⁶⁾は、小池・伊原⁵⁾と同様に、詳細地域における産業別の付加価値と詳細地域の上位レベルで集計された地域産業連関表および、詳細地域間の交易係数を与件として、地域別代表的家計の最終需要を推計している。これらに加え、容易に入手することが可能な詳細地域別人口のデータも利用可能であることを前提としている。

Ishikura and Yokoyama⁶⁾の手法も、地域 s 産業 i の付加価値 V_s^i から生産額 \bar{Y}_r^i と中間投入の取引額 x_{rs}^{ij} を算出するまでの手順は同様である。

$$\bar{Y}_r^i = \frac{V_s^i}{a_s^{0j}} \quad (10)$$

$$X_s^{ij} = a_s^{ij} \cdot \bar{Y}_r^i \quad (11)$$

$$X_{rs}^{ij} = \tau_{rs}^i \cdot X_s^{ij} \quad (12)$$

詳細地域 s が含まれる都道府県 K の競争輸入型地域産業連関表における最終需要額 \bar{F}_K を、詳細地域 s の都道府県内人口シェアで按分することにより、詳細地域別の最終需要 F_s を推計する。すなわち、詳細地域 s の人口を P_s 、詳細地域 s が属する都道府県内の詳細地域の集合を R_K と表すと、

$$F_s = \frac{P_s}{\sum_{r \in R_K} P_r} \bar{F}_K \quad (13)$$

と想定する。したがって、対象とする多地域経済システム内における財別最終需要の地域間取引は、

$$F_{rs}^i = \tau_{rs}^i \cdot \beta_s^i F_s \quad (14)$$

となる。

このようにして算出された各詳細地域の産業別生産と、全ての地域における中間投入需要と最終需要の和は、一般には一致することはない。この差 N_r^i は、経済計算の概念としては、域外経済に対する純輸出（輸出－輸入）に相当する。実際には、 N_r^i を財別や都道府県別に集計しても、国民経済計算や県民経済計算における輸出入額と一致することは稀であり、交易係数や最終需要の地域按分における誤差も含まれる。したがって、 N_r^i を地域 r 部門 i で生産される財の対象経済外に対する純輸出および統計上の不突合の和として見なし、

$$N_r^i = \bar{Y}_r^i - \left(\sum_s \sum_j X_{rs}^{ij} + \sum_s F_{rs}^i \right) \quad (15)$$

と定義する。これを詳細地域の全産業について集計すると、当該地域から対象経済システム域外への純輸出の総額 N_r となり、家計の可処分所得（最終需要）と付加価値（要素所得）の差に N_r を加えた値が、詳細地域

の移転所得受取 T_r になる。

$$N_r = \sum_i N_r^i \quad (16)$$

$$T_r = F_r + N_r - \sum_i V_r^i \quad (17)$$

4. 基準均衡状態の推計

(1) 推計に利用するデータ

わが国における地域間交通整備政策への適用を念頭に置き、基礎的な地域間交通データである全国幹線旅客純流動調査の 207 生活圏ゾーンを詳細地域分類の単位として、SCGE モデルの基準均衡データ推計を行う。前提条件として、公表されている下記のデータが利用可能とする。

- 各都道府県の産業連関表
- 各都道府県の県民経済計算
- 国勢調査
- 物流センサス（全国貨物純流動調査）
- 全国幹線旅客純流動調査

いずれの推計手法においても、207 生活圏ゾーンを地域単位とする産業別付加価値が与件となる。この値については、各都道府県の県民経済計算より、市町村単位での産業別付加価値が入手可能であるので、これを 207 生活圏の地域分類と対応させて集計することで作成することができる。

投入係数 a_s^{ij} と最終需要の財別シェア β_s^i は、それぞれの詳細地域が属する都道府県産業連関表から得られる。地域間交易係数の推定は、物流センサスの貨物流動 OD データを地域間交易データの代理指標として利用することで、推定が可能である。旅客交通を対象とする分析の際には、全国幹線旅客純流動調査を援用することとなる。

本研究の推計において、平成 23 年の各都道府県産業連関表を用いる。それぞれの地域産業連関表の産業部門分類数は概ね 108 部門であるが、全ての都道府県で統一された部門分類定義はなされておらず、不統一な部分がある。このため、全国産業連関表の大分類に従って産業部門を 13 部門へと統一して集計する。後述する仮想的な地域間道路交通整備政策シナリオへの適用を念頭に置き、207 生活圏ゾーンから離島地域を除いた 199 地域を対象とする。

(2) 地域産業連関表の調整と移輸出入の推計

Ishikura and Yokoyama⁶⁾ の手法では、最終的に基準均衡状態として推計されるデータは、対象とする多地域経済システム（ここでは日本の一国経済）とその他地域（ROW: rest of the world）を区別し、ROW との関係は競争輸入型で表される地域間産業連関表の形式

となる。したがって、その作成に利用する地域産業連関表においても、国内経済との交易である移出入と、海外経済との交易である輸出入が分離されていることが望ましい。しかし公表されている都道府県のうち、29 都道府県は移出と輸出、移入と輸入が分離されて作成されているが、残りの 18 県の産業連関表についてはこれらが分離されていない。そこで、宮城⁷⁾と同様に、公表されている平成 17 年の 9 地域間産業連関表²⁾を用いて分離した。

すなわち、移輸出、移輸入が分離されていない県については、各県の輸出率（輸出/生産額）、輸入率（輸入/域内需要）は当該県が属するブロック（9 地域）の輸出率、輸入率と等しいと仮定する。輸出率、輸入率をそれぞれ各県の生産額、域内需要に乗じることで、移輸出と移輸入が分離されていない県の輸出額、輸入額を算出し、移出額と移入額はそれぞれ移輸出額、移輸入額から輸出額、輸入額を差し引くことによって推計した。

次に、各都道府県産業連関表の県内最終需要計、移出額、輸出額、移入額、輸入額を 199 地域ベースの人口で按分することで 199 地域区分での地域内最終需要計、移出額、移入額、輸入額を推計する。199 地域別の人口は、総務省統計局より公表されている国勢調査の市区町村別人口を、199 地域を構成する市町村について集計することで算出できる。

地域内産業連関表の移入は、地域間産業連関表における他地域からの中間投入と他地域で生産された財の最終需要に該当する。そのため、地域間産業連関表形式の最終需要を推計するためには 199 地域区分での地域内最終需要計に移入額を加える必要がある。しかし、競争輸（移）入形式の産業連関表では、最終需要における控除項目として移入が負値で一括記入されているものの、その内数として中間投入も含まれている。このため、本研究では域内需要に占める最終需要の比率（地域内最終需要計/域内需要）を移入額に乗じることで中間投入を除いた、最終需要のみの移入額を推計した。

移出に関して、ある地域 A から別の地域 B への移出は、地域 B から見た場合、地域 A からの移入に相当する。そのため一国全体では、概念としては移入額の合計と移出額の合計は一致するべき値である。そこで本研究では、移出額の推計値を直接的には用いず、199 地域区分での地域内最終需要計に中間投入を除いた移入額を加えることで 199 地域・産業別最終需要を推計する。

²⁾ 公表されている地域間産業連関表として、最新かつ最終の年次である。

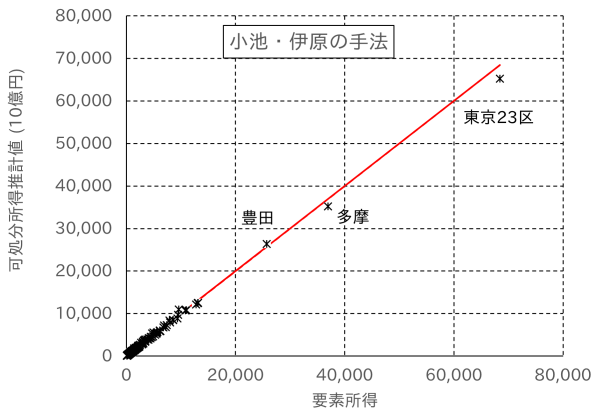


図-2 推定された可処分所得 (小池・伊原)

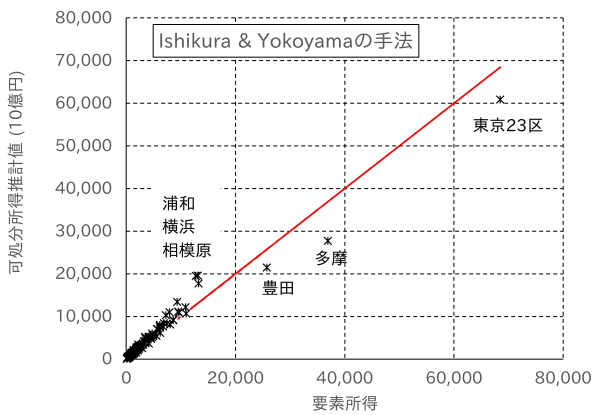


図-3 推定された可処分所得 (Ishikura & Yokoyama)

(3) 地域間交易係数の設定

一般的な SCGE モデルでは、政策実施により均衡価格体系が変化すると財の需要値価格変動を通じて地域間交易のパターンも内生的に変化するので、地域間交易が固定的な“係数”によって規定されるような表現は適切でないかもしれない。しかし、モデル構築にあたり各種パラメタを設定するキャリブレーションの段階では、ある均衡価格体系の下で基準均衡状態という固定された地域間交易パターンを再現するので、ここでは、推定されたパラメタを用いて表現される地域間交易シェアを係数と呼ぶ。本研究では、次章で適用するモデル⁸⁾に合わせて、logit 型の

$$\tau_{rs}^i = \frac{\bar{Y}_r^i \exp[-\lambda_i p_r^i (1 + \psi_i t_{rs})]}{\sum_{u \in R} \bar{Y}_u^i \exp[-\lambda_i p_u^i (1 + \psi_i t_{us})]} \quad (18)$$

により交易係数を与える。推計においては、全ての財の生産地価格 p_i^r を 1 として財の実質量を定義し、生産量 \bar{Y}_r^i を計測する。

(4) 詳細地域別可処分所得の推計

以上の前処理により、詳細地域別可処分所得の推計に必要なデータが全て整備される。ただし、小池・伊原⁵⁾の手法を適用するには、最適化問題の制約条件(9)における、所得移転の上下限にかかるパラメタ θ を定める必要があるが、上記の与件データから合理的に得ることはできず、ad-hoc に決定せざるを得ない。 θ が大きくなると制約が緩和されるため目的関数の最適値である残差二乗和も小さくなるが、要素所得と可処分所得が乖離し過ぎることも不自然であるので、大き過ぎる θ の値は望ましくない。この考え方にに基づき、本分析では θ を変化させながら最適値の残差二乗和の変化も確認し、 θ が 0.3 を下回ると急激に最適値が大きくなることから $\theta = 0.3$ と設定した。

小池・伊原⁵⁾による可処分所得推計の結果と要素所得(付加価値)の関係を図-2に、Ishikura and Yokoyama⁶⁾による同様の関係を図-3にそれぞれ示す。これらを比較すると、小池・伊原の方法では要素所得と可処分所得の差が小さい、すなわち当期地域間所得移転が少ない傾向があり、Ishikura and Yokoyama 手法ではこれらの差がやや大きく表れる特性が見られる。要素所得は、当該地域での生産者活動によって発生した所得(=労働や資本の投入への対価への支払い)であること、可処分所得は当該地域における最終需要への支出(例えば家計の消費支出)であることを踏まえ、この特性を解釈する。199ゾーンの中で、要素所得の上位2地域である、東京区部、多摩(東京都の区部以外)は、東京都を構成する2地域であるが、Ishikura and Yokoyama 手法の推計図-3においていずれも45度線の下方面であることからわかるように、東京都産業連関表からも都内で発生する要素所得よりも、都内で支出される可処分所得が小さい。つまり東京都内の生産活動で生じた所得は、制度部門間や地域間の当期所得移転を通じて、都外の他道府県の最終需要として支出されている割合が大きい。Ishikura and Yokoyama の手法では、同様のロジックにより豊田でも可処分所得が要素所得より小さく、逆に東京都の近傍である浦和、横浜、相模原では可処分所得が要素所得を上回っており、地域産業連関表のデータが持つ特性がより強く反映されていると言える。

推計された可処分所得が10兆円未満となる相対的に小規模な地域における両手法の結果の比較を図-4に示す。これらの地域では、全体的に小池・伊原の手法に比べてIshikura and Yokoyama の手法の方が大きな値となっている。ただし、ここで推計した値は、入手可能な資料から真値を把握することが不可能であるので、どちらが過大か過小かを判断することができないことに留意する必要がある。

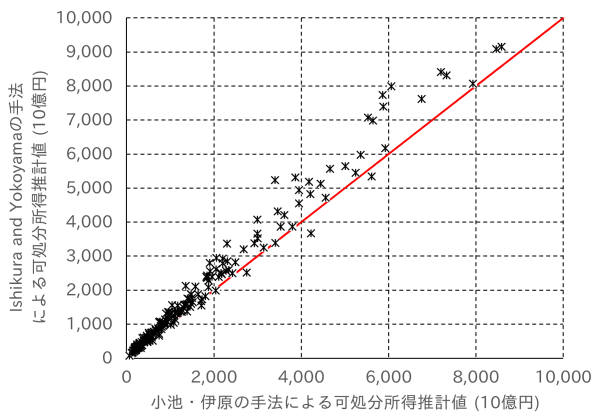


図-4 推定された可処分所得（最終需要支出）の比較

5. モデルを適用した政策効果分析の比較

(1) 前提条件とモデルの概要

前章では、推計手法によって基準均衡データの推計値に違いが生じることと、その差異の傾向について示した。推計された基準均衡データの違いが SCGE モデルによる政策分析結果に対して敏感に影響するのであれば、分析結果の不確実性も大きく、結果の解釈は慎重に行う必要がある。本章は、二種類の手法で推計された前章の基準均衡データを、同一のモデルを用いて同一の政策シナリオに対して適用し、主に帰着便益地域分布に注目して結果を比較する。

ここでは、実務的にも適用事例の多い、小池⁸⁾による RAEM-Light を基礎とするモデルを用いる。政策効果分析の対象となる政策に関しては、仮想的な交通整備シナリオとして、鳥取県東部（鳥取市を含む地域）と対全地域との交通所要時間を 10%削減した「鳥取シナリオ」と、東京都区部と対全地域との交通所要時間を 10%削減した「東京シナリオ」の 2 つを検討した。これらはそれぞれ、人口最小自治体の都市と人口最大自治体の都市であり、地方部の交通整備政策と大都市部の交通整備政策を模したものである。

モデル構造の解釈や詳細は小池⁸⁾で解説されているので、本稿では概要と小池⁸⁾から変更した部分のみを示す。モデルが対象とする多地域経済システムは、離島部を除く日本全国であり、前章の基準均衡データの定義と同様に 199 地域 13 産業部門に分類されている。生産技術は、部門別中間投入と付加価値投入についてコブ・ダグラス型³⁾の技術構造を持ち、付加価値は労働投入と資本投入がコブ・ダグラス型で合成され、各部門

³ 小池⁸⁾はレオンチェフ型を採用しているが、本研究では微分可能であるため均衡演算が容易なコブ・ダグラス型関数を利用している。これらはいずれも CES 型関数の特殊系であり、需要シェアが実質値に対して一定（レオンチェフ）か、価値に対して一定（コブ・ダグラス）かが異なる。

の中間投入は生産地別の財を合成して構成される、階層的な構造を仮定している。

各地域の代表的家計は、生産要素である労働と資本を保有しており、これを生産活動へ供給して要素所得を得る。これに、当期移転所得の純受取を加えた値が、家計の可処分所得となり消費支出が行われる。消費以外の最終需要は捨象される。家計消費の選好は、財部門間ではコブ・ダグラス型であり、それぞれの部門の財は生産地別の同部門財による合成財として構成される。中間投入と家計消費における生産地別財の選択については、同一の logit 型選好（式 (18)）を仮定する。

本研究のモデルは、実際の政策評価ではなく基準均衡データの違いによる結果比較を目的としているので、演算の効率化・簡略化のため、いくつかの点で小池⁸⁾の設定と異なっている。第一に、資本ストックは各地域内でのみ供給され地域間移動ができないと仮定し、資本ストックの価格は地域によって異なる。第二に、常にワルラス法則が厳密に満たされるよう、Ishikura and Yokoyama モデル⁶⁾と同様に対 ROW との収支関係を明示し、基準均衡時だけでなく不均衡状態でも全ての超過需要和がゼロを維持するよう設計されている。これらは、いずれも SCGE モデルの前提条件としては一般的なものであり、計算結果に対して不自然な影響を及ぼす変更ではない。

モデルの均衡を規定する方程式体系のみを以下に要約する。地域 r 家計の可処分所得 D_r は、(17) の概念と同じく、要素所得に地域間当期所得移転純受取 T_r を加え、対 ROW の形状余剰 N_r を差し引いたものであり、

$$D_r = w_r \bar{L}^r + r_r \bar{K}^r + T_r - N_r \quad (19)$$

である。地域 s 家計による部門 i 財消費の地域 r からの交易需要 f_{rs}^i は、

$$f_{rs}^i = \frac{\tau_{rs}^i \beta_s^i D_s}{q_r^i} \quad (20)$$

である⁴⁾。同様に、部門 j の生産活動における財 i の中間投入の交易量 x_{rs}^{ij} は、

$$x_{rs}^{ij} = \frac{\tau_{rs}^i a_s^{ij} Y_s^j}{q_r^i} \quad (21)$$

となる。

したがって、財市場の清算条件は、

$$y_r^i = \sum_{s \in R} \sum_{j \in I} (1 + \psi_i t_{rs}) x_{rs}^{js} + \sum_{s \in R} (1 + \psi_i t_{rs}) f_{rs}^i + \bar{n}_r^i \quad (22)$$

と表される。ここで \bar{n}_r^i は、ROW に対する純輸出と統計上の不突合の和の実質値であり、Ishikura and

⁴ 基準均衡データの推計においては、価値変数を大文字で表記したが、本章では対応する実質値を小文字で表記する。

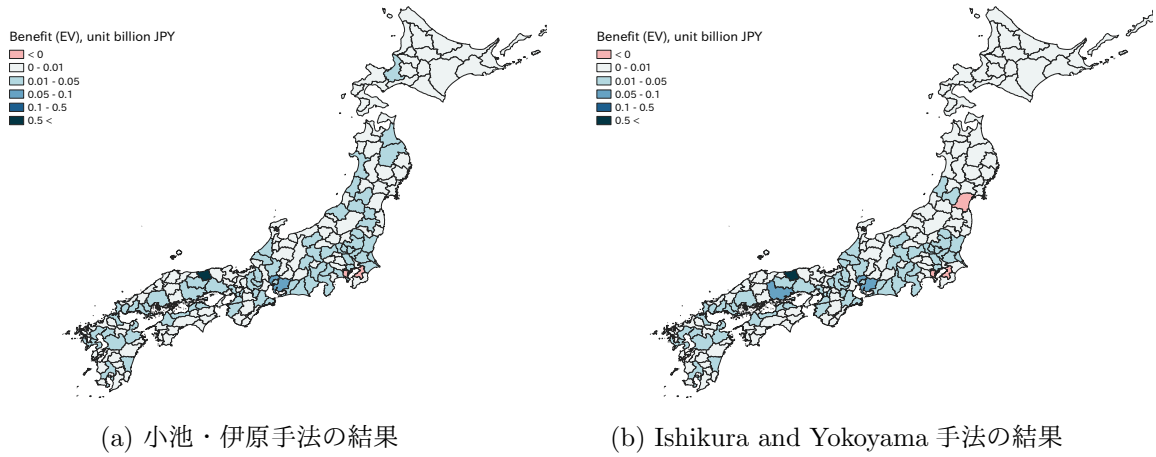


図-5 鳥取シナリオの地域別等価変分の比較

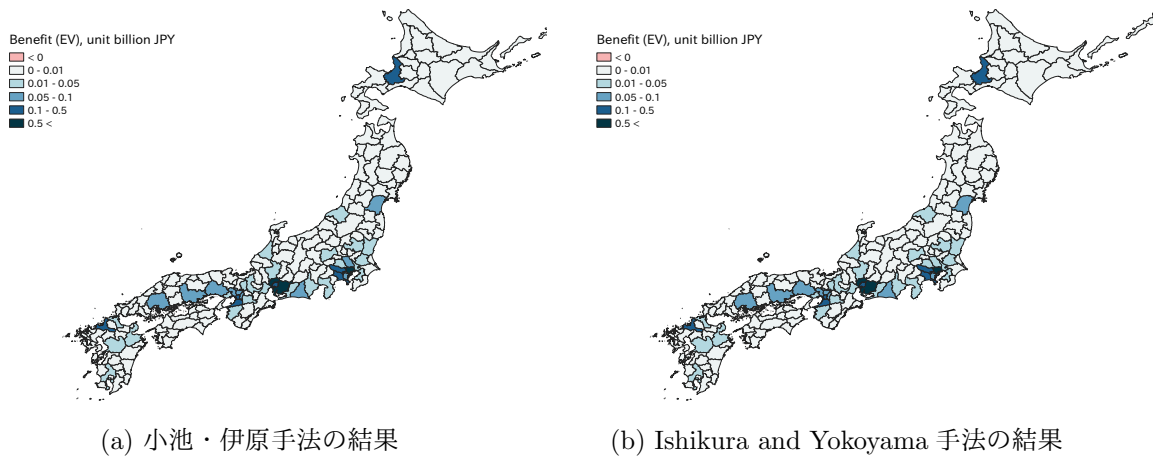


図-6 東京シナリオの地域別等価変分の比較

Yokoyama の手法では式 (15) より算出された値を、小池・伊原の手法では式 (2) における各地域各部門財の残差を、基準均衡の均衡価格で除すことで得られ、モデルでは固定値として扱う。よって式 (19) の N_r について、

$$N_r = \sum_{i \in I} q_r^i \bar{n}_r^i \quad (23)$$

が成立する。

s 地域の j 部門における合成生産要素の価格指数を

$$p_{vj}^s = \frac{1}{A_j^s} \left(\frac{w^s}{\alpha_j^s} \right)^{\alpha_j^s} \left(\frac{r^s}{1 - \alpha_j^s} \right)^{1 - \alpha_j^s} \quad (24)$$

と表記すると、労働市場清算条件は、

$$\sum_{j \in I} \frac{\alpha_j^s}{w^s} p_{vj}^s = \bar{L}^s \quad (25)$$

であり、資本市場清算条件は、

$$\sum_{j \in I} \frac{1 - \alpha_j^s}{r^s} p_{vj}^s = \bar{K}^s \quad (26)$$

と表される。ここで、 A_j^s は生産効率性パラメタ、 L^s は s 地域の労働保有、 K^s は s 地域の資本保有である。

モデルの均衡状態は、地域間所得移転の価値基準をニューメーラールと見なし、価格変数 w_r 、 r_r 、 q_r^i および生産量 y_r^i を内生変数として均衡条件の連立方程式 (22)、(25)、(26) を解くことによって得られる。

(2) 政策シナリオ分析結果の比較

前節の条件の下で、モデルを鳥取シナリオを東京シナリオに適用し、地域別の便益 (EV 指標) を計測した。鳥取シナリオの分析結果比較を図-5 に、東京シナリオの分析結果比較を図-6 にそれぞれ示す。いずれも、帰着便益の指標である等価変分 (EV) に着目したものである。

鳥取シナリオでは、関東以東の東日本において、小池・伊原の手法で作成した基準均衡データの結果の方が、わずかに正の便益が大きい傾向にある。しかし、その差は微小であり、全国的な帰着便益分布の特性は概

ね一致している。東京シナリオの結果に関しては、さらに相違が微小であり、ほとんど無視できる差と言える。

したがって、本分析の範囲ではあるが、作成された基準均衡データの差に比べて、政策効果分析結果の差が小さく、基準均衡データ作成手法の選択に対してモデル適用の結果が頑健であることが示唆される。

6. まとめ

本研究は、公表されている地域間産業連関表よりも詳細な地域分類における SCGE モデル適用を念頭に置き、分析の基礎となる地域間産業連関表形式の基準均衡データの推計手法に着目し、複数の推計手法による差異について検討した。わが国においても詳細な地域分類への SCGE モデル適用を試みた研究はいくつか事例があるが、その基準均衡データ作成の手順を正確に記述しているものは少なく、本研究では追認が可能な小池・伊原⁵⁾と Ishikura and Yokoyama⁶⁾の手法を用いた。

小池・伊原の手法は、財の生産額と需要額のバランスを重視し、これらの残差を最小化するように地域家計の可処分所得を推計するものである。Ishikura and Yokoyama は詳細地域が含まれる地域（都道府県）産業連関表の経済構造情報を重視し、詳細地域人口比による按分によって地域家計の可処分所得を推計する概念である。基準均衡データの推計結果にはこれらのコンセプトの違いが表れており、特に大都市圏とその周辺部において差が大きくなった。

これらそれぞれの基準均衡データを用いて、同一 SCGE モデルによる同一交通整備政策シナリオへの適用実験を行ったところ、帰着便益の地域分布パターンへの影響は微小であり、政策分析結果は基準均衡データの変動に対して頑健であることが示唆された。これは、地方都市部における交通整備を想定した「鳥取シナリオ」でも、大都市圏における交通整備を想定した「東京シナリオ」でも同様な特性であった。

参考文献

- 1) 小池淳司, 佐藤啓輔, 川本信秀: 帰着便益分析による道路ネットワーク評価～応用一般均衡分析モデル「RAEM-Light」による実務的アプローチ～*, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, pp.161-168, 2009.
- 2) 宮城俊彦: 独立した輸送部門をもつ SCGE モデルによる高速道路の経済効果評価, 土木学会論文集 D3, Vol.68, No.4, pp.291-304, 2012.
- 3) 青木優, 森杉壽芳, 武藤慎一, 上泉俊雄, 河野達仁, 福田敦, 東山洋平: 高速道路ネットワーク 9142km の経済効果-空間的応用一般均衡 (SCGE) アプローチ-, 高速道路と自動車, Vol.58, No.3, pp.16-25, 2015.
- 4) 小池淳司, 佐々木剛, 佐々木康朗, 山崎清: 市町村単位の 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, pp.L151-L159, 2014.

- 5) 小池淳司, 伊原一輝: 詳細地域間産業連関表推定における地域間所得移転の同定, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.75, No.5, pp.L25-L32, 2019.
- 6) Ishikura, T. and Yokoyama, F.: Regional economic effects of the Ring Road project in the Greater Tokyo Area: A spatial CGE approach, *Papers in Regional Science*, Vol.101, No.4, pp.811-837, 2022.
- 7) 宮城俊彦, 石川良文, 由利昌平, 土谷和之: 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, pp.87-95, 2003.
- 8) 小池淳司: 社会資本整備の空間経済分析: 汎用型空間的応用一般均衡モデル (RAEM-Light) による実証方法, コロナ社, 2019.

(Received March 3, 2023)

(Accepted June 6, 2023)