

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

小池 淳司¹・伊原 一輝²

¹正会員 神戸大学大学院教授 工学研究科 (〒658-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1)

E-mail:koike@lion.kobe-u.ac.jp

²非会員 神戸大学大学院 工学研究科 (〒658-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1)

詳細地域で空間的応用一般均衡モデルを適用する場合、その基準均衡データである地域間産業連関表は限られた公表データから推定する必要がある。具体的には、経済データとして詳細地域で産業ごとの付加価値、ある程度集計されたレベルでの投入係数行列および最終消費シェア、そして、地域間交易係数である。通常、これらのデータから地域間産業連関表を推定することで基準均衡データとするが、地域が詳細であるがゆえ、地域を超えた通勤や資本移動が考えられるため、付加価値額と最終需要の差として計算される地域間所得移転額のデータが必要となる。しかし、このデータは公表されておらず推定も困難である。そこで、本研究では、この地域間所得移転額を公表データから定義し、その推定手法を提案する。また、その推定精度の検証を実施した。

Key Words: detailed inter-regional IO data, income transfer between regions

1. はじめに

空間的応用一般均衡モデルでは、交通政策等が実施された際の実施前後の均衡状態を比較することで地域別の帰着便益を表現することが可能であり、これまで多くの政策分析¹⁾が行われてきた。空間的応用一般均衡モデルを適用する場合、その基準均衡データである地域間産業連関表が必要となるが、我が国における全国を対象とした地域間産業連関表は、通常5年に一度9地域間産業連関表²⁾が公開されるに留まる。すなわち9地域よりも詳細地域区分で適応する際には、限られた公表データから地域間産業連関表を推定する必要がある。具体的には、経済データとして詳細地域で産業ごとの付加価値額、ある程度集計されたレベルでの投入係数行列および最終消費シェア、そして、地域間交易係数である。通常、これらのデータから地域間産業連関表を推定することで基準均衡データとするが、地域が詳細であるがゆえ、地域を超えた通勤や資本移動が考えられるため、付加価値額と最終需要の差として計算される地域間所得移転額のデータが必要となる。しかし、このデータは公表されておらず推定も困難である。そこで、本研究では、この地域間所得移転額を公表データから定義し、その推定手法を提案する。また、その推定精度の検証を実施した。

2. 本研究における地域間産業連関表の構造

(1) 産業連関表の構造

本研究で推計する地域間産業連関表の構造を簡易的に示すために2地域2産業として表現したものを表-2.1に示す。

内生部門は中間需要(中間投入)によって構成され、財貨・サービスの地域間、産業間の取引関係を表す。粗付加価値部門は財貨・サービスの生産を行う上で必要となった労働、及び資本によって構成されている。最終需要部門は最終的に需要する消費、投資、輸出などによって構成されており、本研究では最終需要部門として集計する。

表-2.1 2地域2産業における地域間産業連関表の構造

		中間需要 X				最終需要 F		産出額 Y	
		地域1		地域2		地域1	地域2		
		産業1	産業2	産業1	産業2				
中間投入 X	地域1	産業1	X_{11}^{11}	X_{12}^{11}	X_{21}^{11}	X_{22}^{11}	F_1^{11}	F_1^{12}	Y_1^1
		産業2	X_{11}^{21}	X_{12}^{21}	X_{21}^{21}	X_{22}^{21}	F_2^{11}	F_2^{12}	Y_2^1
	地域2	産業1	X_{11}^{22}	X_{12}^{22}	X_{21}^{22}	X_{22}^{22}	F_1^{21}	F_1^{22}	Y_1^2
		産業2	X_{11}^{12}	X_{12}^{12}	X_{21}^{12}	X_{22}^{12}	F_2^{21}	F_2^{22}	Y_2^2
粗付加価値 VA			VA_1^1	VA_2^1	VA_1^2	VA_2^2			
投入額 Y			Y_1^1	Y_2^1	Y_1^2	Y_2^2			

(2) 社会経済に対する仮定

社会経済に対して以下の仮定を置く。

- ① 対象とする社会経済は S 個の地域に分割されている。
- ② 各地域には J 種類の産業が存在し、それぞれに代表的企業が存在する。また、各地域には一つの代表的な家計が存在する。
- ③ 企業は家計の生産要素、及び他の企業の間投入から新たな財を生産する。
- ④ 家計は企業に対して労働、及び資本で構成される生産要素を提供することによって所得を得、その所得を用いて最終消費を行う。
- ⑤ 労働市場、資本市場、及び財市場は全地域に開放されている。

なお、モデル式におけるサフィックスは以下に示すとおりである。

地域を表すサフィックス： $S \in \{1, \dots, r, s, \dots, S\}$

産業を表すサフィックス： $J \in \{1, \dots, i, j, \dots, J\}$

3. 地域間所得移転の同定モデル

入手可能なデータとして、詳細な地域における産業ごとの付加価値額、ある程度集計されたレベルでの投入係数行列及び最終消費シェア、そして、地域間交易係数がある。これらを用いて地域間産業連関表を推定するうえで必要となる地域間所得移転額を同定するが、投入額と産出額の誤差は中間投入と内生部門ではなく、地域間所得移転額が未知であることに起因するという仮定を置く。

(1) 投入額および内生部門の推計

まず、ある程度集計された既知の地域区分での投入係数 a_{ij}^h が、対応する詳細地域の投入係数と一致する仮定を置くと以下のように定義することが出来る。

$$a_{ij}^h \equiv a_{ij}^{s \in Q^h} \quad (1)$$

ただし、 $S \in Q^h$, $Q^h \in \{1, \dots, Q^h, \dots, Q^H\}$

a_{ij}^h : ある程度集計された地域区分 h における投入係数

同様に、詳細地域における付加価値比率 a_{0j}^s は、対応するある程度集計された地域区分の付加価値比率 a_{0j}^h と一致することを仮定すると、 a_{0j}^s が式(2)で定義でき、さらに既知の地域別産業別の付加価値額 VA_j^s 投入を用いて投入額 Y_j^s は以下の式(3)で定義することができる。

$$a_{0j}^s \equiv a_{0j}^h = 1 - \sum_i a_{ij}^h \quad (2)$$

a_{0j}^s : 地域 s 産業 j における投入額に占める付

加価値額の割合

a_{0j}^h : ある程度集計された地域区分 h における付加価値額の割合

$$Y_j^s = \frac{VA_j^s}{a_{0j}^s} \quad (3)$$

Y_j^s : 地域 s 産業 j における投入額

VA_j^s : 地域 s 産業 j における粗付加価値額

また、式(3)から算出された投入額と式(1)の集計された投入係数から中間財投入額 X_{ij}^s は以下のように算出することが出来る。

$$X_{ij}^s = a_{ij}^h \times Y_j^s \quad (4)$$

X_{ij}^s : 地域 s における中間投入額

中間投入 X_{ij}^{rs} は、中間財地域間交易係数 T_j^{rs} に従って地域 r から地域 s に投入されることから、以下のように定義することが出来る。

$$X_{ij}^{rs} = T_j^{rs} \times X_{ij}^s \quad (5)$$

X_{ij}^{rs} : 地域 s 産業 j における地域 r 産業 i から移入した中間投入

T_j^{rs} : 地域 s 産業 j における地域 r からの中間財地域間交易係数

(2) 最終需要部門の推計

石川ら(2017)³⁾ は、2 地域間の経済循環構造をとらえるうえで、地域の雇用所得が 2 地域のうちどちらに帰着するか、また、どちらの地域で消費需要が発生するかを域外への通勤率及び、消費性向から産業連関モデルを構築した。しかし、多くの地域においては域外への通勤率、及び資本の移動率などは不明であることから別の手法で地域間所得移転額の同定方法を考える。そこで地域 s において最終需要額から粗付加価値額を引いたものを地域間所得移転額 I^s とする。地域 s で最終需要財の消費に充てられる金額は通勤や資本の移動を $VA^s + I^s$ と考えられ、最終需要財交易係数 T_i^{rs} と財の最終消費シェア β_i に従って消費に充てられると仮定すると、最終需要額 F_i^{rs} は以下の式で定義することが出来る。

$$F_i^{rs} \equiv T_i^{rs} \times \beta_i \times (VA^s + I^s) \quad (6)$$

F_i^{rs} : 地域 s における地域 r 産業 i の最終需要額

T_i^{rs} : 地域 s における地域 r 産業 i からの最終需要財交易係数

β_i : 財 i の消費シェア ($\sum_i \beta_i = 1$)

VA^s : 地域 s の粗付加価値額 ($VA^s = \sum_j VA_j^s$)

I^s : 地域 s における地域間所得移転額(未知数)

よって、式(5)からわかる内生部門、及び式(6)からわかる最終需要部門を用いて地域間所得移転を考慮した産

出額 Y_i^{rs} は以下のように定義できる.

$$Y_i^{rs}(I^s) = \sum_j \sum_s X_{ij}^{rs} + \sum_s F_i^{rs}(I^s) \quad (7)$$

Y_i^{rs} : 地域 r 産業 i の推計された産出額

(3) 地域間所得移転額の同定手法

通常, 産業連関表では, 投入額と産出額は一致する. しかし, 推計された産出額 Y_i^{rs} は投入額ではそれらが一致する保証はない. 特に, 付加価値の地域間移動がある場合, それらの値が違うことは明らかである. そこで, これらの差を誤差 ε_i^r として定義する. すなわち, ε_i^r は式(7)及び投入額 \bar{Y}_i^{rs} を用いて以下のように定式化される.

$$\varepsilon_i^r(I^s) = \bar{Y}_i^{rs} - \sum_j \sum_s X_{ij}^{rs} - \sum_s F_i^{rs}(I^s) \quad (8)$$

ε_i^r : 誤差項

\bar{Y}_i^{rs} : 地域 r 産業 i の投入額

なお, 産業連関表の各部門と推計する式の対応関係を表-2.1 の簡易的な産業連関表に各式番号を添えて示したものを表-3.1 に示しておく.

ここで, 制約式の本数と未知数の数が一致すれば, 方程式として各地域の地域間所得移転額を同定することができる. 一方, 制約式は(8)の $r \times i$ 本からなるのに対して, 未知数としての各地域の地域間所得移転の数は $r-1$ 個であることから, 式の本数に対して未知数の数が少なく, 方程式として解くことはできない. そこで誤差 ε_i^r を最小にするという条件に近似的な地域間所得移転額を, 以下の条件付き最小化問題として推定する.

$$\begin{aligned} \min & \sum_r \sum_i \varepsilon_i^{r^2} \\ \text{s.t.} & \sum_{s \in S} I^s = 0 \\ & VA_L^s \leq I^s \leq VA_U^s \end{aligned}$$

VA_U^s : 地域 s における地域間所得移転額の上界値

VA_L^s : 地域 s における地域間所得移転額の下界値

上界値及び下界値に関しては, それぞれ連続的に変化させたものの中で, 制約を満たすうちで誤差が最小になったものを選択するものとする.

表-3.1 式と産業連関表の対応関係

		中間需要 X				最終需要 F		産出額 Y
		地域1		地域2		地域1	地域2	
		産業1	産業2	産業1	産業2			
中間投入 X	地域1	産業1	式(1),(4),(5)	式(6)	式(7),(8)			
		産業2						
	地域2	産業1						
		産業2						
粗付加価値 VA								
投入額 Y		式(3)						

4. 実証分析

本モデルの正当性を確認するために, まず, 未知数である地域間所得移転額および地域間交易係数など, すべてのデータが公表されている 9 地域間産業連関表でモデルの適用を行い, 同定手法の信頼性を確認する. 次に 47 都道府県において地域ごとに県間の地域間所得移転額を同定するという実証分析を行う.

(1) 9 地域区分における地域間所得移転の同定

9 地域間産業連関表推計に関しては, 経済産業省に公表されている最新の H17 年の 12 部門 9 地域間産業連関表を農林水産業, 飲食料品, 製造業, 建設業, 公益事業, 商業, サービス業の 7 部門に統合し, 分析を行う.

中間財地域間交易係数, 最終消費シェア, 最終需要財地域間交易係数を H17 年度の 9 地域間産業連関表より以下のように算出する.

$$T_j^{rs} = \frac{X_j^{rs}}{\sum_r X_j^{rs}} \quad (9)$$

T_j^{rs} : 地域 s 産業 j における地域 r からの中間財地域間交易係数

X_j^{rs} : 地域 s 産業 j における地域 r からの中間財投入額

$$\beta_i = \frac{\sum_s d_j^s}{\sum_j \sum_s d_j^s} \quad (10)$$

β_i : 財 i の消費シェア ($\sum_i \beta_i = 1$)

d_j^s : 地域 s 産業 j の最終需要額

$$T_i^{rs} = \frac{d_i^{rs}}{\sum_r d_i^{rs}} \quad (11)$$

T_i^{rs} : 地域 s における地域 r 産業 i からの最終需要財地域間交易係数

d_j^{rs} : 地域 s 産業 j における地域 r の最終需要額

これらのデータを活用し, 地域間所得移転額の推定した結果と公開されているデータからわかる地域間所得移転額を比較したものを図-4.1 に示す.

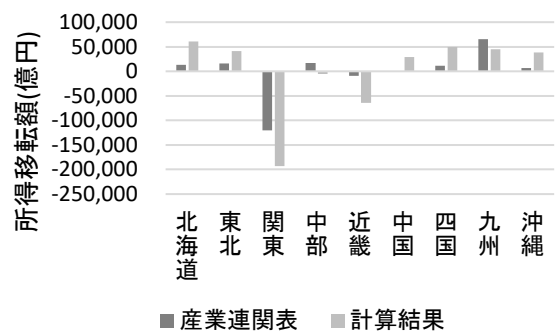


図-4.1 地域間所得移転額の推定結果と実測値との比較 (ただし, 制約条件として $I^s < 0.3VA^s$ として算出)

図-4.1 から推定された地域間所得移転額は実測値の地域間所得移転額と比較してもある程度一致しており、地域間所得移転額の推計手法として本研究で示した手法が

妥当であることと考えられる。なお、沖縄県に関しては、地域間所得移転額が制約の上界値と一致したが、これは沖縄県の経済の規模が、他の地域と比較して、非常に小さいことから発生していると考えられる。この分析結果から、本手法により地域間所得移転額がある程度の精度で負同定可能であることが確認できた。次に、47 都道府県間においても同様の手法で地域間所得移転額同定を試みる。

(2) 47 都道府県間における地域間所得移転の同定

産業区分は、農林水産業、鉱業、飲食料品、繊維製品、パルプ・紙・木製品、化学製品、石油・石炭製品、窯業・土器製品、鉄鋼・非鉄金属・金属製品、一般機械、電気機械・情報・通信機器、輸送機械、建設、電力・ガス・水道、サービスの 16 産業とする。9 地域よりも詳細な地域においては金額ベースの地域間交易係数は不明である。そこで佐藤ら(2016)⁴⁾ の特性分析の結果を参考にし、物流センサス⁵⁾ からわかる重量ベースを用いて地域間交易係数を推計した。ここで注意すべき点としては、推計する 16 区分のうち建設、電力・ガス・水道、サービスの 3 産業は物流センサスから地域間交易はわからない。そこで本研究においては、建設、電力・ガス・水道、及びサービスに関しては、地域間交易がないと仮定する。

また、物流センサスからわかる域内同士の交易割合と各都道府県の産業連関表において各都道府県の需要額に占める域内最終需要の割合(以下自給率とする)とを比較すると、物流センサスは産業連関表と比較して域内が占める取引比率が少ないことがわかる。そこで本研究の 47 都道府県間産業連関表推計では、産業分類のうち、建設、電力・ガス・水道、サービス以外の 13 産業は各都道府県の域内産業連関表の自給率の値を用いて以下のように定義する。

すなわち、中間財交易係数に関して $r=s$ のとき

$$T_j^s = \frac{ID_j^s}{D_j^s} \quad (12)$$

T_j^s : 地域 s 産業 j の中間財交易係数
 D_j^s : 地域 s 産業 j の需要額
 ID_j^s : 地域 s 産業 j の地域内最終需要額

$r \neq s$ のとき、

$$T_j^{rs} = (1 - T_j^s) \times \frac{m_j^{rs}}{\sum_{r \neq s} m_j^{rs}} \quad (13)$$

T_j^{rs} : 地域 s 産業 j における地域 r からの中間財交易係数
 m_j^{rs} : 地域 s 産業 j の貨主企業から地域 r への出荷量

とすることで、域内の交易比率に関しては各都道府県の産業連関表からわかる自給率を活用し、域外からの投入量に関しては、物流センサスで重み付けを行った中間財地域間交易係数を活用する。

最終需要財交易係数に関しては、物流センサス及び域内産業連関表の全産業の自給率を用いて以下のように算出する。

$r=s$ のとき

$$T_i^{rs} = \frac{ID_i^s}{D_i^s} \quad (15)$$

T_i^{rs} : 地域 s 産業 j の最終需要財交易係数
 D_i^s : 地域 s 産業 j の需要額
 ID_j^s : 地域 s 産業 j の地域内最終需要額

$r \neq s$ のとき

$$T_i^{rs} = (1 - T_i^s) \times \frac{m_i^{rs}}{\sum_{r \neq s} m_i^{rs}} \quad (16)$$

m_i^{rs} : 地域 s の貨主企業への地域 r 産業 i の出荷量

とすることで、域内の交易比率に関しては各地域の産業連関表からわかる自給率を活用し、域外からの投入比率に関しては、物流センサスで重み付けを行った最終需要財地域間交易係数を活用する。

最終消費シェアに関しては、以下の式に従うものとする。

$$\beta_i = \frac{\sum_s d_i^s}{\sum_i \sum_s d_i^s} \quad (17)$$

d_i^s : 地域 s における産業 j の最終需要額

47 都道府県に関しては、9 地域区分における地域間所得移転額がわかることから、地域間所得移転額の和が 9 地域区分でコントロールトータルとなるように地域間所得移転額を同定した結果を以下の図-4.2~図-4.8 に示す。

ここでの結果からは、詳細地域の地域間産業連関表を構築する上で必要となる、地域間所得移転額の同定は可能であることがわかるが、それらが正当な値であるか検証は不可能である。さらに、わが国の GDP の多くを占めるサービス業に関して、その交易実態を把握することが不可能であるため、この結果が実態から乖離している可能性は排除できない。ただし、詳細地域の分析、特に、SCGE 分析などにおいて、地域間所得移転を考慮するためのベンチマークデータとしては非常に有用な情報であることには違いない。

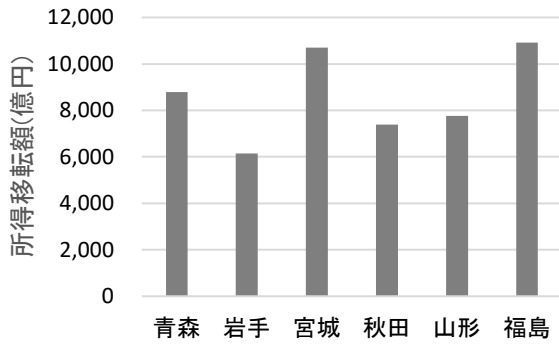


図-4.2 東北の地域間所得移転額

(ただし、制約条件として $VA^s < I^s < 0.2VA^s$ として算出し、青森、秋田、新潟に関しては上界値と一致した。)

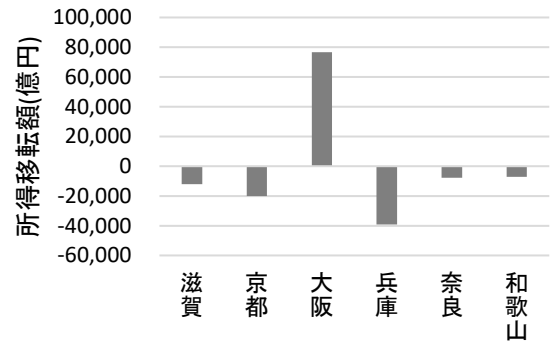


図-4.5 近畿の地域間所得移転額(ただし、制約条件として $-0.2VA^s < I^s$ として算出し、大阪以外に関しては下界値と一致した。)

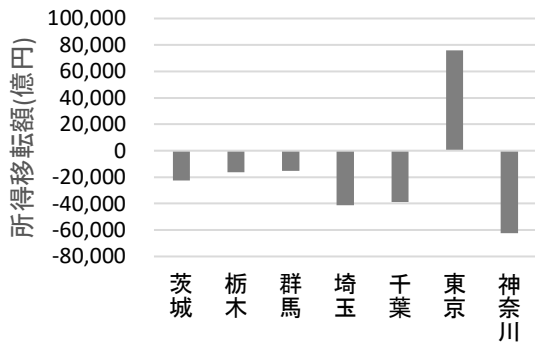


図-4.3 関東の地域間所得移転額

(ただし、制約条件として $-0.2VA^s < I^s$ として算出し、東京以外に関しては下界値と一致した。)

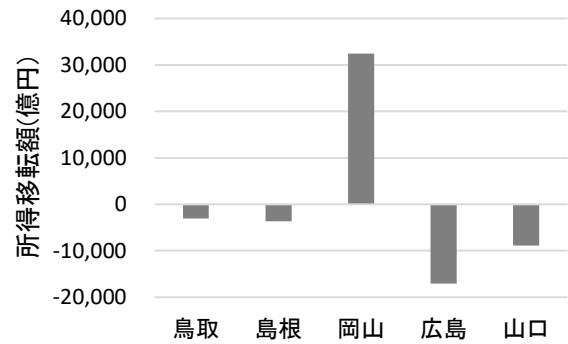


図-4.6 中国の地域間所得移転額

(ただし、制約条件として $-0.15VA^s < I^s$ として算出し、岡山以外に関しては下界値と一致した。)

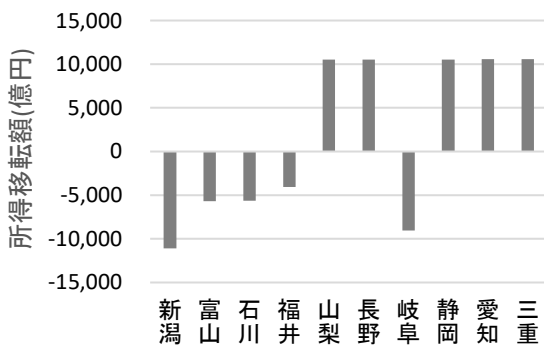


図-4.4 中部の地域間所得移転額

(ただし、制約条件として $-0.12VA^s < I^s$ として算出し、新潟、富山、石川、福井、岐阜に関しては下界値と一致した。)

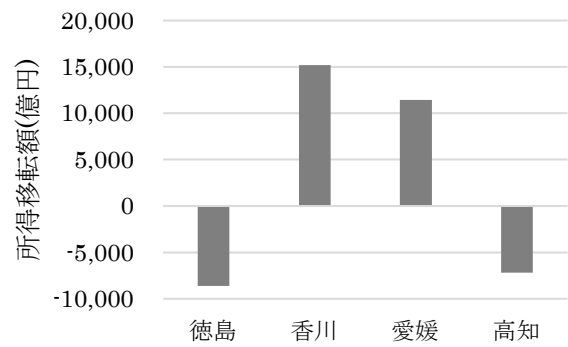


図-4.7 四国の地域間所得移転額

(ただし、制約条件として $-0.15VA^s < I^s$ として算出し、徳島と高知に関しては下界値と一致した。)

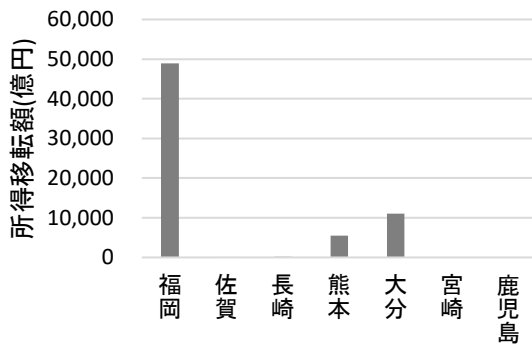


図-4.8 九州の地域間所得移転額

(ただし、制約条件として $0 < I^s$ として算出し、佐賀、宮崎、鹿児島に関しては下界値と一致した。)

6. 結論

9 地域区分においては、算出した地域間所得移転額は実測値と比較してもある程度一致しており、所地域間所得移転額の推計手法として本研究で示した手法が妥当であることと考えられる。ただし、沖縄県に関しては、制約条件の上界値とした。これは、沖縄県の経済の規模が他地域と比較して小さいことに起因すると考えられるが、大きな影響はないと考えられる。また、投入額と推計された産出額の相関を調べるため回帰分析した結果、地域別、産業別にみても十分相関があり、このことから地域間所得移転額の同定手法として本研究が示した手法が妥当であると考えられる。また、47 都道府県間の推計においても同様の手法で、地域間所得移転額の同定に成功した。一方で、制約条件の上界値、及び下界値に一致する都道府県も多々あることは課題が残る。これは、サ

ービス業の取引に関する情報が不足しているためと考えられる。しかし、SCGE分析などのベンチマークとしてある程度有用な情報を提供可能である。

参考文献

- 1) 小池淳司, 右近崇, 宮下光宏, 佐藤尚: 将来社会シナリオ下での SCGE モデルによる道路投資評価, 土木計画学研究・論文集, No23,no1 2006
- 2) 経済産業省: 平成 17 年地域間産業連関表 http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/tiikiio/result/result_02.html
- 3) 石川良文, 中村良平: 所得移転の構造を考慮した地域間産業連関モデルによる地方創生政策の経済効果の分析, RIETI Discussion Paper Series 17-J-061, 2017
- 4) 佐藤 啓輔, 菊川康彬, 小池 淳司: 交易・物資流動に関する既往統計と企業間取引データの特性比較, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol72,No.5, 2016
- 5) 国土交通省: 全国貨物純流動調査(物流センサス) <http://www.mlit.go.jp/sogosesaku/transport/butsuryu06100.html>
- 6) 宮城俊彦, 石川良文, 清水美帆, 由利昌平: 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とその利用, 2002
- 7) 石川良文, 宮城俊彦: 全国都道府県間産業連関表による地域間産業連関構造の分析, Vol. 34, No1, 2004, pp. 139-152
- 8) 石川良文: Nonsurvey 手法を用いた小都市圏レベルの 3 地域間産業連関モデル, 土木学会論文集, No758, 2004

(2018.4.27 受付)

ESTIMATION INCOME TRANSFER METHOD FOR DETAILED INTER-REGIONAL I-O

Atsushi KOIKE, Kazuki IHARA

Intraregional input-output tables at the prefecture level and the nine-region interregional input-output table for Japan have been established every 5 years. However, these time scale and spatial scale are so rough for regional economic analysis in various regions. Many researchers have been attempted to construct various input-output table for traditional input-output analysis, however, most of these tables are not suitable for SCGE (spatial computable general equilibrium).

Therefore, this study attempted to estimate detailed interregional input-output tables, covering all of Japan in the context of income transfer result from commuting to other regions. As a result, this study uses national freight net flow investigation as interregional trade coefficients in accordance with existing research, but it was found that compiled interregional input-output tables by using such alternative index would not be available for economic analysis.