

需要先別自給率の定量把握に資する 非競争移輸入型産業連関表への変換手法の提案

内田 瑞生¹・高森 秀司²

¹ 非会員 八千代エンジニアリング株式会社（〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CS タワー）
E-mail: mz-uchida@yachiyo-eng.co.jp (Corresponding Author)

² 正会員 八千代エンジニアリング株式会社（〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CS タワー）
E-mail: takamori@yachiyo-eng.co.jp

地域内産業連関表による経済波及効果分析では、所得の域外流出の決定要因として自給率が重要な役割を担う。一方で、日本で普及する競争移輸入型産業連関表では、特定産業や家計等の需要先別に自給率を把握できない。そこで、本研究では、国等の移輸入表を用いて、地域内産業連関表を需要先別自給率の把握に適した非競争移輸入型に変換する手法を提案する。提案手法は、統計モデルによる移輸入表の初期値の設定とバランス調整の2段階で構成される。47都道府県を対象とした検証の結果、提案手法は、全需要先に一律の移輸入係数を仮定する従来手法と比べて、国の輸入表に対して高い整合性を示した。提案手法には精度検証上の課題はあるものの、需要先による自給率の差異を捉えうる可能性が示唆された。

Key Words: self-sufficiency rate, non-competitive import type input-output tables, import tables

1. はじめに

地方創生の実現に向けて、地域の産業振興策が推進されているが、その政策評価においては経済波及効果への着眼が重要となる。特に、EBPM（Evidence-Based Policy Making、証拠に基づく政策立案）の観点から、経済波及効果の定量評価の基盤となる地域内産業連関表（以下、地域内表）の有効活用が求められる。

経済波及効果分析の主な目的は、経済活動によって生み出される利益がどの程度、地域の住民や企業の所得に行き着くかを評価することである。そのため、地域の産業振興による政策効果の向上を図るうえで、地産地消の促進等を通じた所得の域外流出抑制が重視される。地域内表では、こうした所得流出の決定要因として自給率（域内調達率）が重要な役割を担っている。

一方で、日本の地域内表のほとんどが域内品と移輸入品を区別しない競争移輸入型と呼ばれる形式を採用している実態がある。本形式では、特定産業や家計等の需要先別に現状の自給率を把握できないため、地産地消の促進効果等を詳細に分析するうえでの障壁となっている。

そこで、本研究では、地域の需要先別自給率を定量的に把握可能な環境を構築すべく、国等の産業連関表および移輸入表を用いて、競争移輸入型の地域内表を非競争移輸入型に変換する手法を提案する。

2. 既存手法の概要と課題

(1) 産業連関表の形式

産業連関表は、取引される財・サービスが域内産であるか否かを区別する非競争移輸入型産業連関表とそれらを区別しない競争移輸入型産業連関表に大別される¹⁾。

非競争移輸入型産業連関表（以下、非競争移輸入型表）は、表-1に示す形式をもつ産業連関表である。本形式では、中間需要部門および域内最終需要部門において域内品と移輸入品の取引額が区別される。なお、産業別移輸入額を単一の行部門に合算した産業連関表も本形式に分類されるが、こうした産業連関表では、各産業の生産技術（財・サービスの生産に必要な原材料）を把握できないという課題がある。

表-1 非競争移輸入型表（移輸入額を行部門別に計上）

供給	需要	中間需要			域内最終需要			移出	輸出	生産額
		1	...	J	1	...	K			
中間投入	1	x_{11}^{ss}	...	x_{1J}^{ss}	f_{11}^{ss}	...	f_{1K}^{ss}	u_1^s	e_1^s	x_1^s
	⋮	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	⋮
	J	x_{J1}^{ss}	...	x_{JJ}^{ss}	f_{J1}^{ss}	...	f_{JK}^{ss}	u_J^s	e_J^s	x_J^s
移入	1	x_{11}^{ns}	...	x_{1J}^{ns}	f_{11}^{ns}	...	f_{1K}^{ns}			
	⋮	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮			
	J	x_{J1}^{ns}	...	x_{JJ}^{ns}	f_{J1}^{ns}	...	f_{JK}^{ns}			
輸入	1	x_{11}^{ms}	...	x_{1J}^{ms}	f_{11}^{ms}	...	f_{1K}^{ms}			
	⋮	⋮	...	⋮	⋮	...	⋮			
	J	x_{J1}^{ms}	...	x_{JJ}^{ms}	f_{J1}^{ms}	...	f_{JK}^{ms}			
粗付加価値		v_1^s	...	v_J^s						
生産額		x_1^s	...	x_J^s						

一方で、競争移輸入型産業連関表（以下、競争移輸入型表）は、表-2に示す形式をもつ産業連関表であり、日本の地域内表のほとんどが本形式を採用している。本形式の特徴は、中間需要および域内最終需要の各部門において域内品と移輸入品の取引額を区別せずに合算する点にある。そのため、移輸入額を控除項目として列部門に一括計上することで、行和が域内生産額と一致するように調整される。

(2) 経済波及効果の計算方法

こうした移輸入の扱いの違いは、経済波及効果の最も基本的な指標である生産誘発額の計算方法にも影響を及ぼす。

非競争移輸入型表では、域内最終需要の変化に伴う生産誘発額が下式で算出される¹⁾。

$$\Delta X = (I - A^{ss})^{-1} \Delta F^{ss} \quad (1)$$

ここで、 I は単位行列を表す。また、 A^{ss} および ΔF^{ss} は、それぞれ地域 s の地域内投入係数行列および域内最終需要額変化量ベクトルを表し、下式で定義される。

$$A^{ss} := \begin{bmatrix} a_{11}^{ss} & \cdots & a_{1J}^{ss} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{J1}^{ss} & \cdots & a_{JJ}^{ss} \end{bmatrix}, \quad a_{ij}^{ss} := \frac{x_{ij}^{ss}}{x_j^{ss}} \quad (2a)$$

$$\Delta F^{ss} := \begin{bmatrix} \Delta f_1^{ss} \\ \vdots \\ \Delta f_J^{ss} \end{bmatrix}, \quad \Delta f_j^{ss} = \sum_{k=1}^K \Delta f_{jk}^{ss} \quad (2b)$$

式(1)の $(I - A^{ss})^{-1} = I + A^{ss} + (A^{ss})^2 + \cdots$ は、最終需要が波及的に生産を誘発する効果を無限等比級数で表したものであり、レオンチェフ逆行列とも呼ばれる。

一方で、競争移輸入型表では、通常、生産誘発額が下式で算出される²⁾。

$$\Delta X = [I - (I - \hat{M}^s - \hat{N}^s)A^s]^{-1} (I - \hat{M}^s - \hat{N}^s) \Delta F^s \quad (3)$$

ここで、 A^s は地域 s の投入係数行列、 $\hat{M}^s$ および $\hat{N}^s$ はそれぞれ地域 s の輸入係数および移入係数の対角行列、 ΔF^s は競争移輸入型表の域内最終需要変化量ベクトルであり、下式で定義される。

$$A^s := \begin{bmatrix} a_{11}^s & \cdots & a_{1J}^s \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{J1}^s & \cdots & a_{JJ}^s \end{bmatrix}, \quad a_{ij}^s := \frac{x_{ij}^s}{x_j^s} \quad (4a)$$

$$\hat{M}^s := \begin{bmatrix} \hat{m}_1^s & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \hat{m}_J^s \end{bmatrix}, \quad \hat{m}_i^s := \frac{m_i^s}{d_i^s} \quad (4b)$$

$$\hat{N}^s := \begin{bmatrix} \hat{n}_1^s & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \hat{n}_J^s \end{bmatrix}, \quad \hat{n}_i^s := \frac{n_i^s}{d_i^s} \quad (4c)$$

$$\Delta F^s := \begin{bmatrix} \Delta f_1^s \\ \vdots \\ \Delta f_J^s \end{bmatrix}, \quad \Delta f_j^s = \sum_{k=1}^K \Delta f_{jk}^s \quad (4d)$$

ここで、 d_i^s は地域 s ・行部門 i の域内需要額を表し、下式で定義される。

$$d_i^s := \sum_{j=1}^J x_{ij}^s + \sum_{k=1}^K f_{ik}^s \quad (5)$$

式(3)の競争移輸入型表の生産誘発額は、式(1)の非競争移輸入型表の生産誘発額の A^{ss} および ΔF^{ss} をそれぞれ $(I - \hat{M}^s - \hat{N}^s)A^s$ および $(I - \hat{M}^s - \hat{N}^s)\Delta F^s$ で置き換えたものと等価である。これは、競争移輸入型表において、列部門別に自給率を把握できないため、各行部門で自給率（移輸入係数）が一定であるという便宜的な仮定に基づいて経済波及効果が計算されることを意味する。

(3) 競争移輸入型表の課題

経済波及効果分析（産業連関分析）の主な目的は、経済活動によって生み出された利益の帰着先を評価することであり、こうした利益の域外流出を抑制するための方策として、域内最終需要部門における地産地消の促進や中間需要部門における域内調達率の向上が挙げられる。

これらの政策分析では自給率が重要な役割を担うが、前節のとおり、日本の地域内表のほとんどが採用する競争移輸入型表では、需要先（列部門）による自給率の違いを把握できない。そのため、家計消費における地産地消等の特定の需要先を対象とした現状把握や政策分析には適していない。

こうした問題は、競争移輸入型表（表-2）を移輸入額を行部門別に計上した非競争移輸入型表（表-1）に変換することで解消されるものの、こうした変換には、移入表および輸入表（表-1から移輸入部門のみを抽出した表。以下、移輸入表）が必要となる²⁾。しかし、日本では、国の産業連関表（以下、国表）等の一部の産業連関表を除いて、移輸入表は作成されていない。なお、競争移輸入型表とそれを変換した非競争移輸入型表では、任意の行部門 i ・列部門 j, k に対して下式の制約条件が成立する。

$$\sum_{j=1}^J x_{ij}^{ns} + \sum_{k=1}^K f_{ik}^{ns} = n_i^s \wedge \sum_{j=1}^J x_{ij}^{ms} + \sum_{k=1}^K f_{ik}^{ms} = m_i^s \quad (6a)$$

$$x_{ij}^{ss} + x_{ij}^{ns} + x_{ij}^{ms} = x_{ij}^s \wedge f_{ik}^{ss} + f_{ik}^{ns} + f_{ik}^{ms} = f_{ik}^s \quad (6b)$$

表-2 競争移輸入型表

	需要	中間需要			域内最終需要			移出	輸出	移入	輸入	生産額
		1	...	J	1	...	K					
供給	1	x_{11}^s	...	x_{1J}^s	f_{11}^s	...	f_{1K}^s	u_1^s	e_1^s	$-n_1^s$	$-m_1^s$	x_1^s
	...	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	J	x_{J1}^s	...	x_{JJ}^s	f_{J1}^s	...	f_{JK}^s	u_J^s	e_J^s	$-n_J^s$	$-m_J^s$	x_J^s
粗付加価値		v_1^s	...	v_J^s								
生産額		x_1^s	...	x_J^s								

(4) 移輸入表の作成

移輸入表の作成およびそれと等価な需要先別の自給率や移輸入係数の推定を可能とする従来手法として、地域間産業連関表（以下、地域間表）およびLQ（Location Quotient, 特化係数）法を用いる方法の2種類の方法が考えられる。以下では、これらの概要と課題を示す。

a) 地域間表を用いる方法

移入表については、国内全域を対象とする地域間表が存在する場合、地域間表を集計することで作成できる。しかし、地域間表の作成方法によっては、競争移輸入型表と同様の問題が生じることを以下に示す。

地域間表の代表的な作成アプローチには、アイザード型とチェネリー・モーゼス型の2種類が存在する³⁾。

アイザード型の地域間表では、作表にあたり供給地・需要地別に産業間等での詳細な取引額が用いられる。そのため、アイザード型の地域間表から抽出された移入表は需要先別の移入依存度の違いを反映したものとなる。しかし、通常、こうした詳細な地域間交易データを収集するのは現実的ではない³⁾。

そのため、限られたデータのみで地域間産業連関分析を可能とするため、チェネリー・モーゼス型のアプローチが提案された。本アプローチでは、競争移入型の地域内表を地域間交易係数で展開することで地域間表が推計される。地域間交易係数とは、ある地域で投入された財・サービスがどの地域から供給されたかを表す係数であり、下式で定義される。

$$t_i^{rs} := \frac{d_i^{rs}}{d_i^s} \quad (7)$$

ここで、 d_i^{rs} は地域 r から地域 s に移出される行部門 i の地域間交易額であり、下式で定義される。

$$d_i^{rs} := \sum_{j=1}^J x_{ij}^{rs} + \sum_{k=1}^K f_{ik}^{rs} \quad (8)$$

本アプローチでは、地域間交易係数 t_i^{rs} を列部門 j にかかわらず一律に乗じることで、需要先別（域内 $r = s$ および域外 $r \neq s$ ）の取引額が推計される³⁾。したがって、チェネリー・モーゼス型の地域間表は、競争移輸入型表と同様、需要先別の移入依存度の把握に適していない。

多くの地域では、地域間表が整備されていないことに加えて、地域間表が整備されている場合でも、データ制約のためチェネリー・モーゼス型のアプローチが採用されることがほとんどである。さらに、多くの地域間表は、競争輸入型または輸入部門を単一の行部門に合算した非競争輸入型のいずれかの形式をもつが、これらの地域間表からは輸入表を抽出できない。

以上より、地域間表を介して、需要先別の移輸入依存度の違いを反映した移輸入表を抽出することには多くの課題がある。

b) LQ法を用いる方法

地域間交易データを用いずに地域内表を推計する手法としてノンサーベイ法があり、LQ法はその代表的手法として知られている⁷⁾。本手法は、産業集積度（特化係数）が高いほど移入依存度が低くなるという法則に基づいて、基準となる地域（以下、基準地域）の投入係数から地域内投入係数を推定する手法の総称である。

LQ法で推定された地域内投入係数と競争移輸入型表の投入係数の差は中間投入における移輸入分に相当するため、競争移輸入型表に本手法を適用できれば、移輸入表の推計が可能となることが期待される。

これまで、特化係数の算出方法の異なる様々なLQ法が提案されており、特に、SLQ（Simple LQ）法、CILQ（Cross-Industry LQ）法⁴⁾およびFLQ（Flegg's LQ）法⁵⁾⁶⁾の3つの手法が広く用いられてきた。

このうち、SLQ法では、域内産業の生産額シェアを基準地域の平均値と比べた比率により、行部門 i 別に特化係数 SLQ_i^s が設定される。また、CILQ法では、列部門 j の特化係数 SLQ_j^s を用いることで、列部門別の移入依存度の違いが考慮される。さらに、FLQ法では、CILQ法を土台に基準地域に対する地域の相対的な経済規模を用いることで、経済規模の小さい地域において移入依存度が高くなる傾向が考慮される。

しかしながら、LQ法を用いた移輸入表の作成では、以下に示す3つの問題が生じる。

1つ目の問題は、LQ法の適用に先立って中間投入額から輸入相当分を分離する必要があることである。本手法は、非競争輸入型の国表への適用を前提とした手法であり⁷⁾、国（基準地域）の投入係数には輸入相当分（基準地域外からの移輸入相当分）が含まれないことが望ましい。そのため、競争輸入型表に本手法を適用する場合、事前に競争移輸入型の地域内表を競争移入・非競争輸入型に変換する必要があるが、対象地域の輸入表が存在しなければ、そうした変換を行うことはできない。

2つ目の問題は、LQ法では域内最終需要部門の移入依存度の推定が困難であることである。代表的な3つの手法のうち、SLQ法およびFLQ法は、それぞれ行部門別の特化係数および地域の経済規模を移入依存度の代理変数として導入した。しかし、これらの変数は列部門に関する情報をもたないため、需要先別の移入依存度を把握するのに適していない。また、CILQ法では、需要先別の移入依存度の違いが考慮されるものの、域内最終需要部門に対しては特化係数が定義されない。

3つ目の問題は、LQ法では移輸入額に対する総和制約（式(6a)および式(6b)）が考慮されないことである。移輸入表の推計では、これらの制約条件を満たすようにバランス調整を行う必要がある。

(5) 本研究の位置づけ

以上より、地域間表や LQ 法を用いる方法では、需要先別の移輸入依存度の違いを捉えつつ、産業連関表に課される総和制約を満たした移輸入表を作成することには様々な課題がある。

そのため、本研究では、地域の需要先別自給率の定量的な把握に寄与するため、国等の基準地域の競争移輸入型表（以下、基準表）および移輸入表を用いて、都道府県や市区町村等の移輸入表を推計する手法を提案する。これにより、競争移輸入型の地域内表（表-2）を非競争移輸入型表（表-1）に変換することを可能とする。

3. 提案手法

提案手法は、需要先別の移輸入依存度を考慮した統計モデルによる初期値の設定と得られた初期値を総和制約に合致させるバランス調整の2段階で構成される。以下では、これらの枠組みについて詳説する。なお、以下では、便宜的に基準地域を国として議論を進めることとし、基準地域外からの移輸入を単に輸入と呼ぶ。

(1) 初期値の設定

本研究では、基準地域の輸入構造が対象地域の移輸入構造に関する情報を含み、基準地域と対象地域における各セル（行部門・列部門別）の移輸入依存度が相関をもつという仮定のもとで、両者の統計的関係を推定する。

競争移輸入型表では、移輸入表の推計に必要な需要先別の移輸入額を直接的に把握できないが、こうした相関関係が存在する場合、基準地域の輸入額は、地域内表の各セルの取引関係を媒介して間接的に地域内表の移輸入額に影響を及ぼしうる。

そこで、こうした間接的な相関関係を捉える回帰モデルを構築することで、バランス調整の初期値となる各セルの移輸入額を推計する手法を構築する。なお、移入表と輸入表を個別に作成する際には、移入額と輸入額の和が下式の制約条件を満たす必要がある。

$$n_i^s + m_i^s \leq d_i^s \quad (9)$$

しかし、移入額および輸入額を個別に推計した場合、移輸入額が式(9)の制約条件を満たす保証はない。そのため、本研究では、セル別移輸入係数 θ_{ij}^s の推定および各セルの移輸入額に占める移入額シェア θ_{ij}^{ns} の推定の2段階の推定を行う。具体的には、各段階における推定対象となる θ_{ij}^s および θ_{ij}^{ns} は、下式で定義される。

$$\theta_{ij}^s := E \left[\frac{x_{ij}^{ns} + x_{ij}^{ms}}{x_{ij}^s} \right] \in (0,1) \quad (10a)$$

$$\theta_{ij}^{ns} := E \left[\frac{x_{ij}^{ns}}{x_{ij}^{ns} + x_{ij}^{ms}} \right] \in (0,1) \quad (10b)$$

まず、第1段階において、各セルの移入額と輸入額の和の初期値および域内品の取引額の初期値が下式で推計される。

$$\hat{x}_{ij}^{ns(0)} + \hat{x}_{ij}^{ms(0)} = \hat{\theta}_{ij}^s x_{ij}^s \quad (11a)$$

$$\hat{x}_{ij}^{ss(0)} = (1 - \hat{\theta}_{ij}^s) x_{ij}^s \quad (11b)$$

ここで、 $\hat{\theta}_{ij}^s$ は θ_{ij}^s の推定値を指す。

次に、第2段階において、第1段階の推定値に基づき、各セルの移入額の初期値および輸入額の初期値が下式で推計される。

$$\begin{aligned} \hat{x}_{ij}^{ns(0)} &= \hat{\theta}_{ij}^{ns} (\hat{x}_{ij}^{ns(0)} + \hat{x}_{ij}^{ms(0)}) \\ &= \hat{\theta}_{ij}^{ns} \hat{\theta}_{ij}^s x_{ij}^s \end{aligned} \quad (12a)$$

$$\begin{aligned} \hat{x}_{ij}^{ms(0)} &= (1 - \hat{\theta}_{ij}^{ns}) (\hat{x}_{ij}^{ns(0)} + \hat{x}_{ij}^{ms(0)}) \\ &= (1 - \hat{\theta}_{ij}^{ns}) \hat{\theta}_{ij}^s x_{ij}^s \end{aligned} \quad (12b)$$

ここで、 $\hat{\theta}_{ij}^{ns}$ は θ_{ij}^{ns} の推定値を指す。

以下では、各段階で用いるモデルについて詳説する。

a) セル別移輸入係数の推定

本研究では、基準地域における各セルの輸入依存度を測る指標として下式のセル別移輸入係数 $\hat{M}_{ij}$ を用いる。

$$\hat{M}_{ij} := \frac{X_{ij}^m}{X_{ij}} \quad (13)$$

なお、 X_{ij}^m は基準地域の輸入表より得られる各セルの輸入額であり、 X_{ij} は基準表より得られる各セルの取引額である。

ここで、 $\text{logit } \theta_{ij}^s$ と $\text{logit } \hat{M}_{ij}$ が下式の関係をもつと仮定する。

$$\text{logit } \theta_{ij}^s = \begin{cases} \beta_{0i} + \beta_{1i} \text{logit } \hat{M}_{ij}, & \text{if } 0 < \hat{M}_{ij} < 1 \\ \beta_{0i} + \beta_{2i}, & \text{if } \hat{M}_{ij} \leq 0 \\ \beta_{0i} + \beta_{3i}, & \text{if } \hat{M}_{ij} \geq 1 \end{cases} \quad (14)$$

ここで、 β_{0i} 、 β_{1i} 、 β_{2i} および β_{3i} はいずれもパラメータであり、それぞれ切片、基準地域と対象地域における各セルの輸入依存度の相関の強さを表す偏回帰係数、 $\text{logit } \hat{M}_{ij}$ が発散する $\hat{M}_{ij} \leq 0$ および $\hat{M}_{ij} \geq 1$ における追加的な切片を表す。なお、本モデルは、移輸入係数を全需要先に対して一律に与える従来手法を包含している（ $\beta_{1i} = \beta_{2i} = \beta_{3i} = 0$ の場合に相当）。

セル別移輸入係数の観測値が入手できる場合、回帰分析により式(14)のパラメータを推定することができるが、競争移輸入型表ではこうした値は入手できない。そこで、回帰分析の適用を可能とするため、式(14)より（行別）移輸入係数に関する関係式を導出する。

ここで、移輸入係数の期待値 θ_i^s を下式で定義する。

$$\theta_i^s := E[\hat{n}_i^s + \hat{m}_i^s] = E \left[\frac{n_i^s + m_i^s}{d_i^s} \right] \quad (15)$$

また、域内需要における各列部門の取引額シェア w_{ij}^s を下式で定義する。

$$w_{ij}^s := \frac{x_{ij}^s}{\sum_{j=1}^L x_{ij}^s} = \frac{x_{ij}^s}{d_i^s}, \quad L := J + K \quad (16)$$

なお、表記を簡潔にするため、域内最終需要部門の取引額 f_{ik}^s を下式のように置いた。

$$x_{i,J+K}^s := f_{ik}^s \quad (17)$$

さらに、 $\text{logit } \theta_{ij}^s$ を $\theta_{ij}^s = \theta_i^s$ のまわりでの1次のテイラー展開による近似を用いることで、式(10a)、式(15)および式(16)より、 x_{ij}^s が所与のもとで、以下の近似式が得られる。

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^L w_{ij}^s \text{logit } \theta_{ij}^s &\approx \sum_{j=1}^L w_{ij}^s \text{logit } \theta_i^s \\ &+ \sum_{j=1}^L w_{ij}^s [\text{logit}' \theta_i^s \cdot (\theta_{ij}^s - \theta_i^s)] \\ &= \text{logit } \theta_i^s \end{aligned} \quad (18)$$

したがって、式(14)および式(18)より、移輸入係数の期待値 θ_i^s に関する以下の近似式が導出される。

$$\begin{aligned} \text{logit } \theta_i^s &\approx \beta_{0i} \\ &+ \beta_{1i} \sum_{j=1}^L w_{ij}^s \mathbb{I}[0 < \hat{M}_{ij} < 1] \text{logit } \hat{M}_{ij} \\ &+ \beta_{2i} \sum_{j=1}^L w_{ij}^s \mathbb{I}[\hat{M}_{ij} \leq 0] \\ &+ \beta_{3i} \sum_{j=1}^L w_{ij}^s \mathbb{I}[\hat{M}_{ij} \geq 1] \end{aligned} \quad (19)$$

ここで、 $\mathbb{I}[P]$ はアイバーソンの記法であり、論理式 P が真ならば1、偽ならば0をとる。式(19)は、セル別移輸入係数の期待値 θ_{ij}^s を含まないため、回帰分析により、パラメータ β_{0i} 、 β_{1i} 、 β_{2i} および β_{3i} を推定できる。

b) 各セルの移輸入額に占める移入額シェアの推定

$\text{logit } \theta_{ij}^{ns}$ についても、前項と同様に、 $\text{logit } \hat{M}_{ij}$ との間に以下のような関係式が成り立つと仮定する。

$$\text{logit } \theta_{ij}^{ns} = \begin{cases} \gamma_{0i} + \gamma_{1i} \text{logit } \hat{M}_{ij}, & \text{if } 0 < \hat{M}_{ij} < 1 \\ \gamma_{0i} + \gamma_{2i}, & \text{if } \hat{M}_{ij} \leq 0 \\ \gamma_{0i} + \gamma_{3i}, & \text{if } \hat{M}_{ij} \geq 1 \end{cases} \quad (20)$$

ここで、 γ_{0i} 、 γ_{1i} 、 γ_{2i} および γ_{3i} はパラメータである。

また、移輸入額に占める移入額シェアの期待値 θ_i^{ns} および移輸入額に対する各列部門の取引額シェア w_{ij}^{ns} を下式で定義する。

$$\theta_i^{ns} := E \left[\frac{n_i^s}{n_i^s + m_i^s} \right] \quad (21a)$$

$$w_{ij}^{ns} := \frac{x_{ij}^{ns} + x_{ij}^{ms}}{\sum_{j=1}^L (x_{ij}^{ns} + x_{ij}^{ms})} \quad (21b)$$

さらに、前項と同様に、 x_{ij}^{ns} および x_{ij}^{ms} が所与のもとで、以下の近似式が導出される。

$$\begin{aligned} \text{logit } \theta_i^{ns} &\approx \gamma_{0i} \\ &+ \gamma_{1i} \sum_{j=1}^L w_{ij}^{ns} \mathbb{I}[0 < \hat{M}_{ij} < 1] \text{logit } \hat{M}_{ij} \\ &+ \gamma_{2i} \sum_{j=1}^L w_{ij}^{ns} \mathbb{I}[\hat{M}_{ij} \leq 0] \\ &+ \gamma_{3i} \sum_{j=1}^L w_{ij}^{ns} \mathbb{I}[\hat{M}_{ij} \geq 1] \end{aligned} \quad (22)$$

c) 回帰分析によるパラメータ推定

式(19)および式(22)の回帰式は、リンク関数としてロジット関数を用いた一般化線形モデル (GLM) として定式化できる。一方で、目的変数が0および1 (境界値) を含むためベータ回帰を適用できない。

そこで、本研究では、Kubinec⁸⁾の提案した順序ベータ回帰 (ordered beta regression) を適用する。本手法は、順序ロジットモデルで用いられるしきい値 (cutpoint) の概念とベータ回帰を統合した手法であり、境界値を含む割合データに適用できる。本手法の利点として、代替手法である zero/one inflated beta regression (ZOIB)⁹⁾で問題となる過学習を回避可能である点⁸⁾や疑似二項回帰と異なりAIC等によるモデル選択が可能となる点が挙げられる。

順序ベータ回帰の適用にあたり、行部門別にモデルを推定する方法や行部門別の固定効果を用いてパラメータ β_{hi} および γ_{hi} を推定する方法 ($h \in \{0,1,2,3\}$) が考えられる。しかし、これらの方法では、実質的に多くのダミー変数や交差項が生じるため、詳細な部門分類を用いた場合や取引額の小さい産業が含まれる場合に推定が不安定となる可能性がある。

そのため、本研究では、GLMを拡張した一般化線形混合モデル (GLMM) を用いる。本手法は、サンプルサイズの小さいデータ等に対しても安定的なパラメータ推定が可能とされる。具体的には、パラメータ β_{hi} および γ_{hi} に対して、下式が成り立つと仮定する。

$$\beta_{hi} = \beta_h + u_{hi}, \quad h \in \{0,1,2,3\} \quad (23a)$$

$$\gamma_{hi} = \gamma_h + v_{hi}, \quad h \in \{0,1,2,3\} \quad (23b)$$

ここで、 β_h および γ_h は全ての行部門に共通の固定効果である。また、 u_{hi} および v_{hi} は変量効果であり、下式のような期待値0の正規分布に従うと仮定する。

$$u_{hi} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{\beta_h}^2), \quad h \in \{0,1,2,3\} \quad (24a)$$

$$v_{hi} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{\gamma_h}^2), \quad h \in \{0,1,2,3\} \quad (24b)$$

ここで、 σ_{β_h} および σ_{γ_h} は変量効果の標準偏差を表す。

なお、異なる h における変量効果 u_{hi} および v_{hi} は、互いに独立であると仮定する。

なお、回帰分析では、割合の期待値の分母にあたる域内需要額および移輸入額を重みとして用いる。また、分散パラメータに変量効果を導入し、移輸入依存度の地域差が行部門によって異なる可能性を考慮する。

本研究では、順序ベータ回帰によるパラメータ推定結果を式(14)および式(20)に代入して $\hat{\theta}_{ij}^s$ および $\hat{\theta}_{ij}^{ns}$ を算出し、バランス調整の初期値を設定する。なお、競争移輸入型表では、セル別移輸入額 $x_{ij}^{ns} + x_{ij}^{ms}$ を入手できないため、第1段階のモデルで推定される移輸入額の初期値（式(11a)）をセル別移輸入額として用いる。

(2) バランス調整

前節のモデルより得られた域内品の取引額および移輸入額の初期値は、地域内表が満たすべき総和制約（式(6a)および式(6b)）を必ずしも満たさない。

そこで、本研究では、これらの制約条件を満たすように初期値に対するバランス調整を行う。具体的には、下式の最小化問題を解くことで、初期値との乖離の少ない補正值 $\hat{x}_{ij}^{ss}$ 、 $\hat{x}_{ij}^{ns}$ および $\hat{x}_{ij}^{ms}$ を得る。

$$\begin{aligned} &\underset{\hat{x}_{ij}^{rs}}{\text{minimize}} && \sum_{i=1}^J \sum_{j=1}^L \sum_{r \in \{s,n,m\}} |\hat{x}_{ij}^{rs}| \left(\ln \frac{\hat{x}_{ij}^{rs}}{\hat{x}_{ij}^{rs(0)}} - 1 \right) && (25) \\ &\text{subject to} && \text{Eq. (6a),} && \forall i,j,s \\ &&& \text{Eq. (6b),} && \forall i,j,s \end{aligned}$$

式(25)の最小化問題の目的関数は、負の値を許容するようにカルバック・ライブラー（KL）情報量を拡張したものであり、本問題の解法としてRAS法（Iterative Proportional Fitting（IPF）法とも呼ばれる）を一般化したGRAS（Generalized RAS）法が提案された^{10),11)}。

GRAS法は、マイナス投入方式や在庫純増等の影響により負の値を含むうる産業連関表のバランス調整に活用されている。RAS法（IPF法）では、行和・列和制約を満たすように非負の乗数（multiplier）が各行および各列に掛けられるのに対し、GRAS法では、非負の値に対してはRAS法と同様の処理がなされる一方で、負の値に対しては乗数で除する処理がなされる。

なお、基準地域内の全地域の移輸入表が推計対象となる場合、下式の制約条件を満たすことが期待される。

$$\sum_{s=1}^S x_{ij}^{ms} = X_{ij}^m, \quad \forall i,j \quad (26a)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{ij}^s = X_{ij}, \quad \forall i,j \quad (26b)$$

ここで、 S は基準地域内の地域数である。GRAS法は、行列だけでなく多次元配列に対して適用可能である（nD-GRAS法¹²⁾）ため、式(25)の最小化問題を3次元配列に対するバランス調整として定式化することも考えられる。

しかしながら、本研究では、式(26a)および式(26b)の制約条件を用いなかった。これは、入手可能な地域内表の集計値と基準表が必ずしも整合しないためである。

4. 検証方法

本研究では、提案手法による移輸入表の初期値の設定およびバランス調整の妥当性を実証的に明らかにするため、実績値による検証を行う。以下では、検証方法について詳説する。

(1) 使用データ

本研究では、47都道府県を対象に移入表および輸入表を作成する。

a) 地域内表

独立行政法人経済産業研究所が作成・公開する2011年都道府県間産業連関表（本社部門を含む31部門）¹³⁾を集計し、47都道府県の地域内表（以下、都道府県内表）を作成した。なお、この地域間表は、チェネリー・モーゼス型のアプローチで作成されているため、需要先別の移輸入依存度の把握には適していない。

b) 基準表

基準表として、2011年の国の産業連関表（生産者価格評価表）および輸入表を用いた。ただし、いずれも統合中分類（108部門）の表を都道府県内表の部門分類に対応、集計して使用した。

また、都道府県内表と異なり国表には本社部門が含まれないため、行部門または列部門が本社部門の場合に、該当するセルの取引額および移輸入額が欠損値となる。そのため、本研究では、便宜的に当該セルのセル別移輸入係数を0とした。

(2) 検証内容

a) 統計モデルの適合度評価

偏回帰係数（基準表のセル別輸入係数の影響）および分散（移輸入係数等のばらつき）に対して、行部門間の異質性を考慮することの有効性を検証する。

そこで、平均および分散に対する変量効果の設定方法が異なる3つのモデル（表-3）を構築し、AICおよびBICの2つの情報量規準により適合度を比較する。なお、 $\hat{M}_{ij} \geq 1$ となるセルが一部に限定されたため、パラメータ β_3 および σ_{β_3} を推定対象外とした。

さらに、セル別移輸入係数モデルおよび各セルの移輸入額に占める移入額シェア（以下、セル別移入額シェア）モデルのそれぞれに対して、情報量規準に基づく最良モデルを選択し、これらのパラメータ推定結果を用いてバランス調整の初期値を設定する。

表-3 検証対象となる統計モデル

モデル	平均の変量効果	分散の変量効果
モデル1	切片のみ	なし（共通）
モデル2	切片・偏回帰係数	なし（共通）
モデル3	切片・偏回帰係数	あり（切片のみ）

b) 基準表の輸入係数との整合性の確認

さらに、GRAS法によるバランス調整を行い、セル別移入額および輸入額の補正值を得る。なお、GRAS法の収束判定基準として、各反復における乗数の変化量の最大絶対値が 10^{-10} 未満となるという条件を用いる。

以上により得られるセル別移入額の初期値（バランス調整前）および補正值（バランス調整後）の妥当性を検証するため、実績値との整合性を確認する。ただし、セル別移入額の実績値は入手が困難であるため、本研究では、国の輸入表より得られるセル別輸入係数との整合性を確認する。

整合性の確認には、一致相関係数（Concordance Correlation Coefficient, CCC）を用いる¹⁹⁾。CCCは相関係数と同様に-1から1の範囲をとり、完全一致で1となる指標である。また、提案手法の有効性を確認するため、全需要先に対して一律の移輸入係数を仮定する従来手法との精度比較を行う。

なお、地域内表（都道府県内表）のセル別輸入係数として、下式のような集計値を用いる。

$$\frac{\sum_{s=1}^S \hat{x}_{ij}^{ms}}{\sum_{s=1}^S x_{ij}^s} \tag{27}$$

ただし、 $\hat{x}_{ij}^{ms}$ は各手法でのセル別移入額 x_{ij}^{ms} の推計値であり、従来手法、提案手法（バランス調整前）および提案手法（バランス調整後）に対して、それぞれ以下の3式で定義する。

$$\hat{x}_{ij}^{ms} := \hat{m}_i^s x_{ij}^s \tag{28a}$$

$$\hat{x}_{ij}^{ms} := \hat{x}_{ij}^{ms(0)} \tag{28b}$$

$$\hat{x}_{ij}^{ms} := \hat{x}_{ij}^{ms} \tag{28c}$$

c) 需要先別自給率の比較

提案手法（バランス調整後）の需要先別自給率の有用性を確認するため、中間需要部門および域内最終需要部門における需要先別自給率を従来手法と比較する。本研究では、製造業の特化係数の高い愛知県および農林水産業の特化係数の高い高知県の2県を対象地域とする。

従来手法では、需要先別自給率が下式のように列部門によらず一定となる。

$$\frac{\sum_{j=1}^L x_{ij}^{ss}}{\sum_{j=1}^L x_{ij}^s} = 1 - \hat{m}_i^s - \hat{n}_i^s$$

提案手法（バランス調整後）では、中間需要部門および域内最終需要部門の需要先別自給率がそれぞれ以下の2式で定義される。

$$\frac{\sum_{j=1}^J \hat{x}_{ij}^{ss}}{\sum_{j=1}^J x_{ij}^s} \tag{29a}$$

$$\frac{\sum_{k=1}^K \hat{x}_{i,j+k}^{ss}}{\sum_{k=1}^K x_{i,j+k}^s} \tag{29b}$$

5. 検証結果

(1) 統計モデルの適合度評価の結果

セル別移輸入係数モデルおよびセル別移入額モデルのパラメータ推定結果および情報量規準をそれぞれ表-4および表-5に示す。

両モデルの推定結果において、平均に対する変量効果として切片と偏回帰係数、分散に対する変量効果を含むモデル3がAICおよびBICともに最も低い値を示し、最良モデルとなった（表-4、表-5）。そのため、基準表より得られる輸入依存度の影響度合い（偏回帰係数）に対して行部門間の異質性を考慮することの有効性が確認された。また、移輸入依存度のばらつきを表す分散パラメータについても、行部門間の異質性の考慮が有効であるという結果が得られた。

表-4 セル別移輸入係数モデルのパラメータ推定結果

パラメータ	モデル1	モデル2	モデル3
固定効果			
β_0	-1.209 (0.798)	-1.550 (0.802)	-0.788 (0.687)
β_1	-0.304* (0.152)	-0.676* (0.290)	-0.378 (0.241)
β_2	0.554 (1.520)	-2.033 (2.040)	-3.011 (2.123)
β_3	-	-	-
変量効果			
σ_{β_0}	2.889	2.850	2.223
σ_{β_1}	-	1.081	0.801
σ_{β_2}	-	4.920	5.334
σ_{β_3}	-	-	-
情報量規準			
AIC	-1290.0	-1363.3	-1499.6
BIC	-1253.2	-1316.0	-1447.1

注：* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, 括弧内は標準偏差。

表-5 セル別移入額シェアのパラメータ推定結果

パラメータ	モデル1	モデル2	モデル3
固定効果			
γ_0	0.139 (0.213)	0.003 (0.113)	0.212 (0.150)
γ_1	-0.538*** (0.046)	-0.615*** (0.054)	-0.541*** (0.063)
γ_2	3.214*** (0.399)	4.012*** (0.679)	3.282*** (0.292)
γ_3	-	-	-
変量効果			
σ_{γ_0}	0.844	0.220	0.403
σ_{γ_1}	-	0.159	0.208
σ_{γ_2}	-	1.324	0.000
σ_{γ_3}	-	-	-
情報量規準			
AIC	-2965.2	-2983.5	-3313.8
BIC	-2928.5	-2936.3	-3261.3

注：* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, 括弧内は標準偏差。

セル別移輸入係数モデルの推定結果（表-4）より、モデル3では、基準表のセル別輸入係数の影響度合い β_1 に行部門間のばらつきがみられた（ $\sigma_{\beta_1} = 0.801$ ）が、0との有意な差は認められなかった。また、他のモデルでは、 β_1 が0を有意に下回る結果（ $p < 0.05$ ）となった。

一方で、各セルの移輸入額に占める移入額シェア（セル別移入額シェア）モデルの推定結果（表-5）では、モデル3における基準表のセル別輸入係数の影響度合い γ_1 が0を有意に下回る結果（ $p < 0.001$ ）となった。

これらの結果より、全産業的な傾向として移入と輸入が補完関係にあることに加えて、国と都道府県で輸入依存度が類似する（基準地域で輸入依存度が高い取引ほど対象地域の移輸入額に占める輸入額シェアが大きくなる）可能性が示唆された。

以上を踏まえて、両モデルともモデル3のパラメータ推定結果を用いて、バランス調整の初期値を設定した。

(2) 基準表の輸入係数との整合性の確認結果

従来手法および提案手法（バランス調整前後）のセル別輸入係数と基準表の輸入係数との整合性の確認結果を図-1に示す（両係数が0%～100%となる範囲を描画）。

図-1より、全需要先に対して一律の移輸入係数を仮定する従来手法では、CCCが0.454にとどまった一方で、提案手法（バランス調整前後）では、いずれもCCCが0.7超となり精度向上が確認された。

この結果は、基準表の輸入依存度が対象地域の取引関係を媒介して、間接的に地域内表の移輸入額に影響を及ぼす可能性および本研究で提案した（行別）移輸入係数を対象とする回帰分析の有効性を示唆している。

また、移輸入表の作成に必要となるバランス調整によってCCCが若干低下（0.740から0.705に減少）したものの、バランス調整前後での大きな乖離は確認されず、基準表の輸入係数に対する整合性は概ね維持された。

(3) 需要先別自給率の比較結果

愛知県および高知県の2県を対象に、各行部門の需要先（中間需要部門および域内最終需要部門）別自給率を比較した結果を図-2に示す。

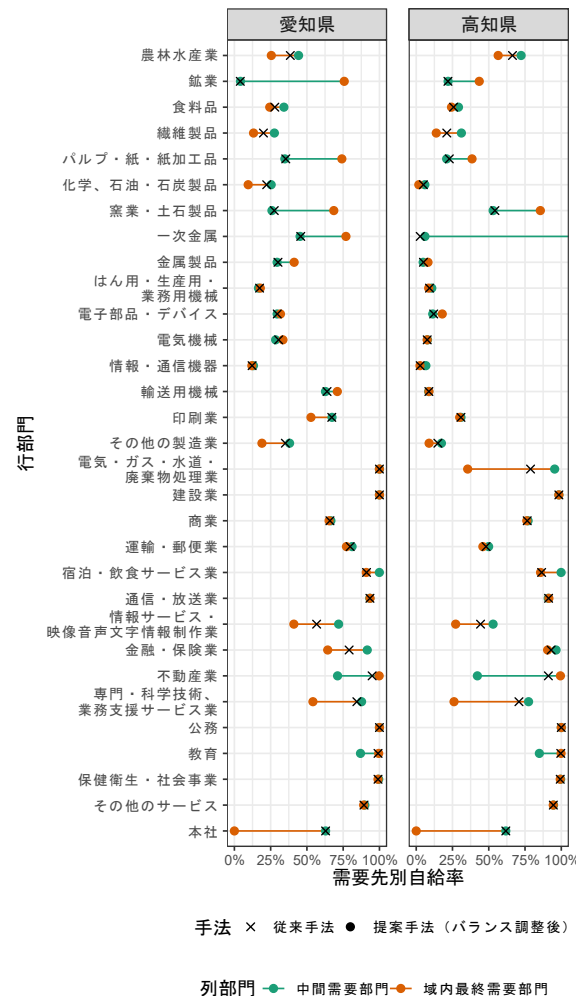


図-2 各行部門の需要先別自給率（愛知県・高知県）

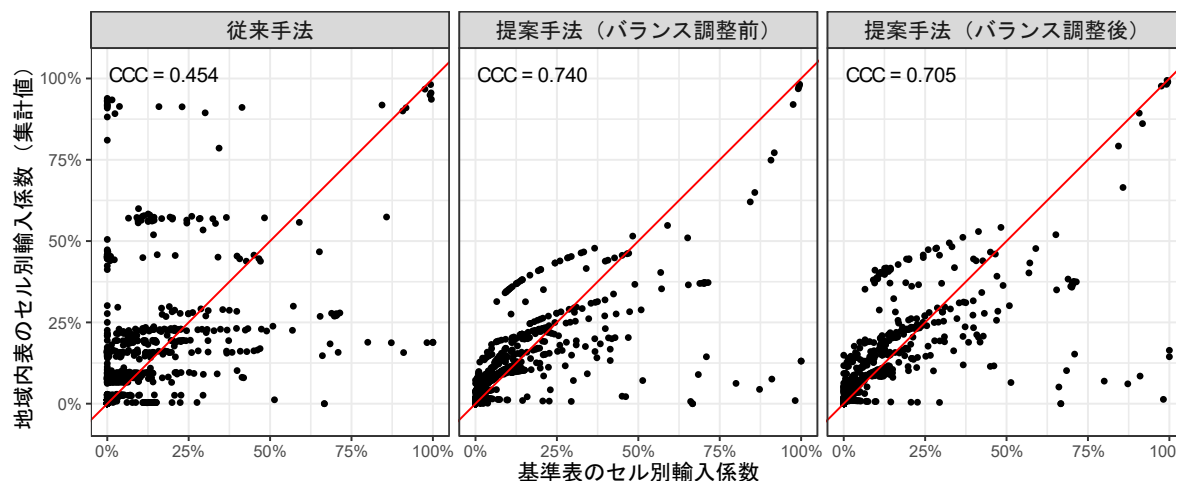


図-1 基準表のセル別輸入係数と地域内表のセル別輸入係数（集計値）の関係

図-2より、従来手法では、需要先によらず自給率が行部門ごとに一定となる一方で、提案手法（バランス調整後）では、需要先が中間需要部門か域内最終需要部門かによって自給率に差が生じていることが確認できる。

一方で、本研究では、需要先別移入係数に対する精度検証を行っていない。また、提案手法では、各行部門における需要先別自給率の大小関係（中間需要部門と域内最終需要部門でどちらが自給率が高いか）が、地域によらずほとんど一定となった。こうした結果は、提案手法で用いたモデルが地域間の異質性を考慮していないことに起因すると考えられる。そのため、今後、全国的な需要先別移入依存度の検証に加えて、地域間の異質性を考慮した検証を行う必要がある。

6. おわりに

本研究では、地域の需要先別自給率の定量把握を目指して、競争移輸入型産業連関表から非競争移輸入型表への変換を可能とする、対象地域の移輸入表（行部門・列部門（セル）別移輸入額）の作成手法を提案した。

本手法は、統計モデルによる移輸入表の初期値の設定とバランス調整の2段階で構成される。第1段階である初期値の設定では、境界値を含む割合データに適用可能な順序ベータ回帰および産業間等の異質性を考慮可能な一般化線形混合モデル（GLMM）を用いた。また、第2段階であるバランス調整では、負の値を含むうる産業連関表に適用されるGRAS法を用いて移輸入表に対するバランス調整を行った。

47都道府県内産業連関表（2011年）を対象とした検証により、以下の3つの知見が得られた。

第一に、移輸入表の初期値を推計する統計モデルの比較の結果、国の輸入依存度が地域の移輸入依存度を与える影響度合い等に対して行部門間の異質性を考慮することで、モデルの適合度が向上することが確認された。

第二に、実績値による精度検証が可能な国の輸入表に対する整合性を確認した結果、提案手法で推計した移輸入係数は、全需要先に対して一律の移輸入係数を仮定する従来手法よりも高い整合性を示した。また、バランス調整後も整合性は概ね維持された。

第三に、需要先別自給率の比較により、需要先によらず自給率が一定となる従来手法と異なり、提案手法では、中間需要向けか域内最終需要向けかによって自給率が異なる傾向が確認された。これは、従来手法では捉えられなかった需要先別の移輸入構造の差を反映している可能性がある。一方で、各行部門における中間需要部門と域内最終需要部門の自給率の大小関係については、大きな地域差がみられなかった。これは、提案手法が地域間の異質性を考慮していないためであると考えられる。

本研究の課題として、以下の3点が挙げられる。

1点目は、バランス調整における制約条件の拡張である。本研究では、バランス調整時に基準地域の産業連関表の（基準地域外からの）移輸入額の和に関する総和制約を考慮していない。そのため、基準地域の産業連関表との整合性を考慮した手法への拡張を検討したい。

2点目は、需要先となる部門間や地域間等の異質性を考慮した統計モデルの精緻化である。提案手法は、基準地域と対象地域の移輸入依存度のもつ相関関係における需要先（中間需要部門および域内最終需要部門）間や地域間の異質性を考慮していない。そのため、これらの異質性を考慮可能なモデルへの拡張を検討したい。

3点目は、需要先別移入依存度に対する精度検証である。現状では、都道府県や市区町村を対象にセル別移入額を把握できるデータはほとんど存在しないため、セル別移入係数に対する網羅的な精度検証は困難であるが、特定産業や家計に対する実態調査等を用いることで部分的な検証は可能であると考えられる。そのため、こうした実態調査に基づく需要先移入率の精度検証および精度改善を検討したい。

REFERENCES

- 1) 宍戸駿太郎監修、環太平洋産業連関分析学会編：産業連関分析ハンドブック、東洋経済新報社、2010。[Shishido, S. (supervising ed.) and Pan Pacific Association of Input-Output Studies (ed.): *Handbook of Input-Output Analysis*, Toyo Keizai Inc., 2010.]
- 2) 経済産業省：産業連関ハンドブック、
<<https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/entyoio/result/handbook/handbook2021ver6.pdf>>,（入手2026.2.28）。[Ministry of Economy, Trade and Industry: *Input-Output Handbook*, <<https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/entyoio/result/handbook/handbook2021ver6.pdf>>, (accessed 2026.2.28).]
- 3) 玉村千治、桑森啓編：国際産業連関分析論—理論と応用—、アジア経済研究所、2014。[Tamamura, C. and Kuwamori, H. (eds.): *International Input-Output Analysis: Theory and Applications*, Institute of Developing Economies, 2014.]
- 4) Schaffer, W. A., and Chu, K.: Nonsurvey Techniques for Constructing Regional Interindustry Models, *Papers in Regional Science: The Journal of the Regional Science Association International*, Vol.23, No.1, pp.83–101, 1969.
- 5) Flegg, A. T., Webber, C. D., and Elliott, M. V.: On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables, *Regional Studies*, Vol.29, No.6, pp.547–561, 1995.
- 6) Flegg, A. T., and Webber, C. D.: On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables: Reply, *Regional Studies*, Vol.31, No.8, pp.795–805, 1997.

- 7) Kronenberg, T.: Regional Input-Output Models and the Treatment of Imports in the European System of Accounts (ESA), *Jahrbuch Für Regionalwissenschaft*, Vol.32, No.2, pp.175–191, 2012.
- 8) Kubinec, R.: Ordered Beta Regression: A Parsimonious, Well-Fitting Model for Continuous Data with Lower and Upper Bounds, *Political Analysis: An Annual Publication of the Methodology Section of the American Political Science Association*, Vol.31, No.4, pp.519–536, 2023.
- 9) Liu, F., and Kong, Y.: Zoib: An R Package for Bayesian Inference for Beta Regression and Zero/One Inflated Beta Regression, *The R Journal*, Vol.7, No.2, pp.34, 2015.
- 10) Junius, T., and Oosterhaven, J.: The Solution of Updating or Regionalizing a Matrix with Both Positive and Negative Entries, *Economic Systems Research: Journal of the International Input-Output Association*, Vol.15, No.1, pp.87–96, 2003.
- 11) Lenzen, M., Wood, R., and Gallego, B.: Some Comments on the GRAS Method, *Economic Systems Research: Journal of the International Input-Output Association*, Vol.19, No.4, pp.461–65, 2007.
- 12) Valderas-Jaramillo, J. M., and Rueda-Cantuche, J. M.: The Multidimensional nD-GRAS Method: Applications for the Projection of Multiregional Input–Output Frameworks and Valuation Matrices, *Papers in Regional Science: The Journal of the Regional Science Association International*, Vol.100, No.6, pp.1599–1625, 2021.
- 13) 新井園枝：2011年都道府県間産業連関表の作成とその概要，RIETI Discussion Paper Series, 22-J-003, 2022. [Arai, S.: Japanese Inter-prefectural Input-Output Table: Construction Method and Main Results for 2011, *RIETI Discussion Paper Series*, 22-J-003, 2022.]
- 14) Lin, L. I.: A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility, *Biometrics*, Vol.45, No.1, pp.255–268, 1989.

PROPOSAL OF A CONVERSION METHOD TO NON-COMPETITIVE IMPORT TYPE INPUT-OUTPUT TABLES FOR QUANTIFYING SELF-SUFFICIENCY RATES BY DEMAND SECTOR

Mizuki UCHIDA and Shuji TAKAMORI

In analyses of economic ripple effects using regional input-output tables, the self-sufficiency rate is essential for calculating regional income outflow. However, the competitive import type input-output tables widely used in Japan cannot capture self-sufficiency rates for specific demand sectors, such as individual industries or households. Therefore, this study proposes a method for converting regional input-output tables into a non-competitive format to calculate self-sufficiency rates by demand sector, utilizing national-level import and inflow tables. The proposed method consists of two stages: setting initial values for the import and inflow tables using a statistical model, followed by a balance adjustment. Validation targeting 47 prefectures revealed that the proposed method is more consistent with the national import table than the conventional method, which assumes a uniform import/inflow coefficient across all sectors. Although challenges remain in verifying its precision, the findings suggest that the proposed method can effectively capture variations in self-sufficiency rates across different demand sectors.