

日本の地域内産業連関表推計に適した LQ法による推計フローの確立

内田 瑞生¹・杉本 達哉²・高森 秀司³

¹非会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術創発研究所 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8)

E-mail: mz-uchida@yachiyo-eng.co.jp

²正会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術創発研究所 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8)

E-mail: tt-sugimoto@yachiyo-eng.co.jp

³正会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術創発研究所 (〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8)

E-mail: takamori@yachiyo-eng.co.jp

本研究は、日本の地域内産業連関表の推計に適したLQ法による推計フローを確立することを目的とする。産業連関表は、地域経済循環を把握するうえで重要なデータであるが、市町村表を作成している自治体は限定的である。地域内表推計の代表的手法としてLQ法が知られているが、LQ法の推計フローには様々な種類が存在し、各手法の精度検証は十分になされていない。また、LQ法で重要なパラメータである特化係数には様々な算出方法が提案されているが、それらの精度比較は十分ではない。本研究は、都道府県産業連関表をテストデータとして、非競争移輸入型表への変換および行方向のバランス調整の有効性を示した。さらに、SLQ法・DSLQ法・CILQ法・RLQ法・FLQ法のなかで、FLQ法が最も推計精度が高い手法であることを確認した。

Key Words : *input-output tables, non-survey methods, LQ methods*

1. はじめに

2020年度からの5か年を対象として策定された第2期まち・ひと・しごと創生総合戦略では、地域経済の活性化(基本目標1)や持続可能な開発目標(SDGs)の理念に基づく地方創生SDGs(横断的な目標2)の実現が重要課題として掲げられている。また、近年、データ分析に基づくEBPM(Evidence Based Policy Making, 証拠に基づく政策立案)の実現が求められており、地域経済評価においても統計データの活用が進められている。

地域経済循環やその持続可能性を把握するうえで重要な役割を果たすデータとして、産業連関表が知られており¹⁾、国や都道府県は、現在、約5年に1度、産業連関表を作成している。一方で、市町村表を作成・公開している自治体は限定的であり²⁾、市町村表を作成するための公的マニュアルも作成されていない³⁾。

産業連関表の作成手法は、大まかに、サーベイ法およびノンサーベイ法に大別される。このうち、サーベイ法は、商品流通調査などの特別調査を用いる手法であり、都道府県表の作成手法などがこれにあたる。一方で、ノ

ンサーベイ法は、既存データのみを扱う手法であり、サーベイ法と比べて低コストであるという利点がある³⁾。実際、環境省⁴⁾や法政大学日本統計研究所⁵⁾による全国市町村を対象とした地域内産業連関表の作成事例では、いずれもノンサーベイ法が用いられている⁶⁾。

ノンサーベイ法の一種であるLQ(location quotient, 特化係数)法は、ノンサーベイ法のなかで最もよく用いられる手法であり、土井ら⁷⁾、朝日⁸⁾、長谷川ら⁹⁾および藤本¹⁰⁾などの国内事例がある。一方で、これらの適用事例には、推計フロー間での相違点が随所に見受けられ、それに伴う推計精度への影響については十分に検証されていない。また、LQ法において重要なパラメータとなる特化係数には、様々な算出方法が提案されているが、国内では、特化係数間の精度比較が十分行われていない。

そこで、本研究では、LQ法による日本の地域内産業連関表推計における課題を整理する。さらに、2015年の47都道府県の産業連関表(一部の都道府県で2011年表を使用)をテストデータとして精度検証を行い、国内の産業連関表に適したLQ法の推計フローを確立する。

2. LQ法による産業連関表推計・検証内容

(1) ノンサーベイ法の目的

産業連関表には、市場で流通する商品（財・サービス）の供給源が対象地域内外のどちらであるかを区別しない競争移輸入型産業連関表（表-1）と、それらを区別する非競争移輸入型産業連関表（表-2）が存在する。

日本では、競争移輸入型表が作成されることが一般的であるため、経済波及効果の測定では、通常、式(1)に示す移輸入を内生化した開放型のレオンチェフ逆行列Lが用いられる。式(1)より、経済波及効果の推計精度は、投入係数（行列）Aおよび移輸入係数（の対角行列）M̂の精度に依存することがわかる。

$$L = [I - (I - \hat{M})A]^{-1},$$

I: 単位行列
A: 投入係数行列
M̂: 移輸入係数の対角行列

ノンサーベイ法では、推計対象地域の投入係数として、当該地域を含む基準地域の投入係数が流用されることが多い^{たえは78)}。一方で、基準地域内での地域間交易は、基準表の移出入に含まれないため、地域間交易を含めた移輸入係数の推計がノンサーベイ法において最も重要な手続きとなる。

(2) LQ法の概要

ノンサーベイ法のなかでも最もよく用いられるLQ法は、産業集積度を表す特化係数を用いて、地域間交易を推計する手法である¹⁾。LQ法では、通常、式(2)より推計対象地域r・行部門産業i・列部門産業jの地域投入係数a_{ij}^rを算出する。ここで、地域投入係数とは、推計対象地域の生産額に占める域内からの中間投入額の割合を示す係数である。式(2)より、特化係数LQ_{ij}が1未満の場合には、推計対象地域は移輸入依存であるとされ、地域投入係数a_{ij}^rが基準地域の投入係数A_{ij}より小さくなる。

$$a_{ij}^r = \min(1, LQ_{ij}) A_{ij},$$

A_{ij}: 基準地域の投入係数
LQ_{ij}: 特化係数

もともと、LQ法は、非競争移輸入型表を対象とした推計手法であるが、日本では、競争移輸入型表のままLQ法が適用されることが少なくない^{たえは78)}。そのため、非競争移輸入型表と競争移輸入型表で投入係数の定義が異なることに注意する必要がある。非競争移輸入型表および競争移輸入型における投入係数A_{ij}は、それぞれ、式(3)および式(4)と定義される。

$$A_{ij} = \frac{X_{ij}^r}{X_j} \tag{3}$$

$$A_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \tag{4}$$

式(3)の非競争移輸入型表の投入係数は、移輸入相当分が含まれないため、式(2)は、特化係数LQ_{ij}を用いて、基準地域の投入係数から地域間交易による移入相当分を差し引く処理を行っているとして解釈することができる。一方で、日本で一般的な式(4)の競争移輸入型表の投入係数には、基準地域外からの移輸入相当分が含まれているため、同様の解釈を与えることは困難である。

式(2)より、域外産業iから域内産業jへの地域間交易による移入額は、式(5)により算出される。

$$[1 - \min(1, LQ_{ij})] A_{ij} x_j,$$

x_j: 推計対象地域の生産額

また、非競争移輸入型表および競争移輸入型の最終需要購入係数C_{ij}は、投入係数と同様に、それぞれ、式(6)および式(7)と定義される。

$$C_{ij} = \frac{F_{ij}^r}{F_j} \tag{6}$$

$$C_{ij} = \frac{F_{ij}}{F_j} \tag{7}$$

地域最終需要購入係数は、地域投入係数と同様に、式(8)より算出され、域外産業iから域内最終需要部門jへの地域間交易による移入額は、式(9)より算出される。ただし、特化係数は、通常、産業に対してのみ算出されるため、式(8)および式(9)の特化係数LQ_iは、行部門産業i別に設定される。

$$c_{ij}^r = \min(1, LQ_i) C_{ij}$$

$$[1 - \min(1, LQ_i)] C_{ij} f_j,$$

f_j: 推計対象地域の最終需要額の列和

表-1 競争移輸入型産業連関表

供給	需要	中間需要			域内最終需要			移輸出	移輸入	生産額
		1	...	s	1	...	t			
中間投入	1	X ₁₁	...	X _{1s}	F ₁₁	...	F _{1t}	E ₁	-M ₁	X ₁
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	s	X _{s1}	...	X _{ss}	F _{s1}	...	F _{st}	E _s	-M _s	X _s
粗付加価値		V ₁	...	V _s						
生産額		X ₁	...	X _s	F ₁	...	F _t			

表-2 非競争移輸入型産業連関表

供給	需要	中間需要			域内最終需要			移輸出	生産額
		1	...	s	1	...	t		
中間投入	1	X _{11}^r}	...	X _{1s}^r}	F _{11}^r}	...	F _{1t}^r}	E ₁	X ₁
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	s	X _{s1}^r}	...	X _{ss}^r}	F _{s1}^r}	...	F _{st}^r}	E _s	X _s
移輸入	1	X _{11}^m}	...	X _{1s}^m}	F _{11}^m}	...	F _{1t}^m}		
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
	s	X _{s1}^m}	...	X _{ss}^m}	F _{s1}^m}	...	F _{st}^m}		
粗付加価値		V ₁	...	V _s					
生産額		X ₁	...	X _s	F ₁	...	F _t		

(3) 特化係数の算出方法

LQ 法には、特化係数 LQ_{ij} の算出方法が異なる様々な手法が提案されている。なかでも最も基礎的かつ適用事例が多いのは、SLQ (Simple LQ) 法である。SLQ 法における特化係数は、行部門産業 i 別に式(10)より算出される。

$$SLQ_i = \frac{x_i / \sum_i x_i}{X_i / \sum_i X_i} \quad (10)$$

これまで、SLQ 法について様々な問題点が指摘されている。以下では、SLQ 法の主な問題点を 2 つ挙げ、それらを解決するために提案された代替手法を紹介する。

a) 問題点①：地域間取引の収支の不整合

SLQ 法の第 1 の問題点は、基準地域を構成する全小地域の純移輸出の合計値が基準地域の純移輸出と一致しない¹²⁾、すなわち地域間取引の収支がゼロとまらない点である。藤本¹³⁾は、こうした問題を解決する LQ 法として、DSLQ (Demand and Supply based LQ) 法を提案した。DSLQ 法における特化係数は、投入部門 i 別に式(11)より算出される。DSLQ 法は日本で一般的な競争移輸入型表を前提とした手法であり、CB (Commodity Balance) 法の一つであるといえる(付録を参照)。

$$DSLQ_i = \frac{x_i/d_i}{X_i/D_i}, \quad (11)$$

d_i : 推計対象地域の域内需要

D_i : 基準地域の域内需要

b) 問題点②：移輸入の過小評価

SLQ 法の第 2 の問題点は、交差輸送 (Cross-hauling) を考慮しないため、移輸入が過小評価される点である¹⁴⁾。式(1)より明らかのように、移輸入の過小評価は、経済波及効果の過大評価を引き起こす。そのため、この問題への対処は特に重要であるといえる。

移輸入の過小評価を緩和する LQ 法として、CILQ (Cross-Industry LQ) 法、RLQ (Round's semi-logarithmic LQ) 法および FLQ (Flegg's LQ) が提案された¹⁴⁾。CILQ 法、RLQ 法および FLQ 法の特化係数は、それぞれ式(12)、式(9)および式(14)より算出される^{13,14)}。FLQ 法では、パラメータ δ により、地域の規模が小さいほど移輸入係数が増加するという傾向の強さが表されている。

$$CILQ_{ij} = \begin{cases} SLQ_i, & \text{if } i = j \\ \frac{SLQ_i}{SLQ_j}, & \text{if } i \neq j \end{cases} \quad (12)$$

$$RLQ_{ij} = \frac{SLQ_i}{\log_2(1 + SLQ_j)} \quad (13)$$

$$FLQ_{ij} = \left[\log_2 \left(1 + \frac{\sum_i x_i}{\sum_i X_i} \right) \right]^\delta CILQ_{ij}, \quad (14)$$

$0 \leq \delta < 1$: パラメータ

Flegg¹⁵⁾は、フィンランドの 20 地域を対象に、FLQ 法を適用し、 $\delta = 0.25 \pm 0.05$ で推計精度が高くなることや地域によって最適な δ が異なることを示した。一方で、岡本¹⁶⁾は、中国の複数の地域を対象に、FLQ 法を適用し、 $0.05 \leq \delta \leq 0.075$ 程度という Flegg¹⁵⁾と比べて低い δ で推計精度が高くなることを示した。

(4) LQ法による日本表推計の課題・検証内容

日本の産業連関表に対する LQ 法の適用事例として、土井ら⁷⁾、朝日⁸⁾、長谷川ら⁹⁾および藤本¹⁰⁾などが存在する。以下では、国内事例における 3 つの課題を挙げ、それぞれに対して本研究での検証内容を示す。

a) 検証①：表形式の扱い

すでに述べたように、LQ 法は、本来、非競争移輸入型表への適用が想定されており、日本で一般的な競争移輸入型表と表形式が異なる。LQ 法の国内事例では、こうした表形式の違いに起因して、少なくとも 3 種類の移輸入額の推計フローが採られている。

1 つ目は、土井ら⁷⁾で用いられている方法 (以下、方法 1) である。方法 1 では、競争移輸入型表のまま LQ 法が適用され、投入係数は、式(4)、地域間取引は、式(5)および式(9)より算出される。方法 1 は、基準地域外からの移輸入額を考慮しないため、SLQ 法の場合の移輸入係数 \hat{m}_i は、式(15)で与えられる。

$$\hat{m}_i = 1 - \min(1, SLQ_i) \quad (15)$$

2 つ目は、朝日⁸⁾で用いられている方法 (以下、方法 2) であり、方法 1 で推計された移輸入係数に基準表の移輸入係数 \hat{M}_i を付加する。そのため、方法 2 に基づく SLQ 法の移輸入係数 \hat{m}_i は、式(16)となる。方法 2 では、方法 1 で考慮されていなかった基準地域外からの移輸入額を考慮できる一方で、移輸入係数が 1 より大きく算出される可能性がある。

$$\hat{m}_i = 1 - \min(1, SLQ_i) + \hat{M}_i \quad (16)$$

3 つ目は、藤本¹⁰⁾で用いられている方法 (以下、方法 3) であり、予め、競争移輸入型表から非競争移輸入型表に変換する。方法 3 では、中間投入額および最終需要額に占める移輸入額の割合が移輸入係数と等しくなると仮定することで、 X_{ij}^r 、 X_{ij}^m 、 F_{ij}^r および F_{ij}^m が、それぞれ、式(17)、式(18)、式(19)および式(20)より算出される。

$$X_{ij}^r = (1 - \hat{M}_i)X_{ij} \quad (17)$$

$$X_{ij}^m = \hat{M}_iX_{ij} \quad (18)$$

$$F_{ij}^r = (1 - \hat{M}_i)F_{ij} \quad (19)$$

$$F_{ij}^m = \hat{M}_iF_{ij} \quad (20)$$

方法 3 に基づく SLQ 法の移輸入係数 \hat{m}_i は、式(21)となる。方法 3 では、方法 2 と同様に基準地域外からの移輸入額を考慮できることに加えて、移輸入係数が 1 以下になることが保証されるという利点がある。

$$\hat{m}_i = 1 - \min(1, SLQ_i) (1 - \hat{M}_i) \quad (21)$$

3 種類の移輸入額の推計フローの特徴を、表-3 にまとめる。表-3 より、非競争移輸入型表への変換を行う方法 3 が、最も望ましい性質を有することがわかる。

これまで、方法 1、方法 2 および方法 3 の精度比較は十分行われていない。そこで、本研究では、SLQ 法を対象に、方法 1、方法 2 および方法 3 の精度比較を行う。

b) 検証②：バランス調整の有無

LQ 法では、地域間取引による移出額を除く推計生産額が、もともとの生産額を上回る場合、しばしば行方向のバランス調整が行われる¹⁰⁾。しかし、LQ 法の国内事例では、こうしたバランス調整が行われていない事例があり、こうした事例では、移輸出額が負になる場合がある^{たとえ通り}。

推計対象地域の移輸入額 m_i は、式(22)の域内需要 d_i を用いて、式(23)より算出される。さらに、推計対象地域の移輸出額 e_i が、式(24)より算出される。

$$d_i = \sum_{j=1}^s x_{ij} + \sum_{j=1}^t f_{ij} \quad (22)$$

$$m_i = \hat{m}_i d_i \quad (23)$$

$$e_i = x_i - d_i + m_i \quad (24)$$

推計移輸出額 e_i は、基準地域外への移輸出額および地域間取引による移出額を含む。ただし、基準地域外への移輸出額は、基準表の移輸出係数 \hat{E}_i より算出されるものとする。したがって、地域間取引による移出額が 0 以上となる条件は、式(25)となる。よって、バランス調整された移輸入額 m'_i および移輸入係数 \hat{m}'_i は、式(26)および式(27)より算出される。

$$m_i \leq d_i - (1 - \hat{E}_i)x_i \quad (25)$$

$$m'_i = \max[d_i - (1 - \hat{E}_i)x_i, m_i] \quad (26)$$

$$\hat{m}'_i = \frac{m'_i}{d_i} \quad (27)$$

本研究では、バランス調整の有無別での精度比較、およびバランス調整を行わない場合における負の移輸出額の発生状況の確認を行い、バランス調整の有効性を検証する。

c) 検証③：特化係数間の精度比較

LQ 法の国内事例では、SLQ 法^{たとえ通り}や CILQ 法^{たとえ通り}¹⁰⁾が用いられることが多い。一方で、FLQ 法などの適用事例は限られており、特化係数間の精度比較は十分に行われていない。また、FLQ 法のパラメータ δ の最適値を、日本全国を対象に検討した事例はほとんどない。

本研究では、SLQ 法、DSLQ 法、CILQ 法、RLQ 法および FLQ 法の 5 手法の精度比較を行う。また、FLQ 法のパラメータ δ の最適値を明らかにする。ただし、域内最終需要額を算出する式(8)および式(9)の特化係数 LQ_i は、行部門産業 i 別に設定される。そのため、行部門産業 i ・列部門産業 j 別に特化係数の定まる CILQ 法、RLQ 法お

び FLQ 法については、域内最終需要額の算出に、SLQ 法の投入係数 SLQ_i を使用した。

3. LQ法推計フローの精度検証

(1) テストデータ

2015 年の都道府県産業連関表をテストデータとする。ただし、データ収集時に 2015 年表が公開されていなかった石川県、奈良県および鳥取県については、2011 年表を使用した。また、産業分類として、国の 2015 年統合中分類 (107 部門) を用いた。ただし、都道府県によって産業分類が異なるため、各都道府県の公開している表に対して、適宜、集計および按分処理を実施し、国の 2015 年統合中分類と一致させた。

(2) 生産額・中間投入・粗付加価値・最終需要の推計

地域内産業連関表のノンサーベイ推計では、予め生産額および最終需要を推計する必要がある。本研究では、基本的に、土井ら⁷⁾の方法に従って推計を行った。また、今後、市区町村レベルの地域内産業連関表を作成されることを見据えて、使用データは市区町村別データが公開されているデータに限定した。

まず、生産額は、2014 年経済センサス基礎調査の都道府県・日本標準産業分類 (小分類) 別の従業者数データを用いて、基準表 (国) の産業別生産額を按分した。ただし、日本標準産業分類 (小分類) は、統合中分類 (107 部門) と異なるため、総務省による 2015 年産業連関表の報告書¹¹⁾に基づき対応付けを行った。また、日本標準産業分類 (小分類) と対応関係のない産業分類に関しては、土井ら⁷⁾と同様に、表-4 に示す按分指標を用いて基準表 (国) の産業別生産額を按分した。

表-3 移輸入部門の推計フローの特徴

項目	方法 1	方法 2	方法 3
非競争移輸入型表へ変換	×	×	○
基準表の移輸入係数考慮	×	○	○
移輸入係数 $\hat{m}_i \leq 1$ の保証	○	×	○
国内事例	土井ら ⁷⁾	朝日 ⁸⁾	藤本 ¹⁰⁾

表-4 生産額の按分指標

番号	産業分類	按分指標
411	建築	2015 年建築着工統計の都道府県別工事費予定額
412	建設補修	2014 年経済センサス基礎調査の都道府県別建設業就業者数
413	公共事業	2015 年都道府県決算 (目的別) の土木費・災害復旧費の合計額
419	その他の土木建設	2014 年経済センサス基礎調査の都道府県別建設業就業者数
553	住宅賃貸料 (帰属家賃)	2015 年国勢調査の都道府県別持ち家世帯数
573	自家輸送	その他の産業の合計生産額
681	事務用品	〃
691	分類不明	〃

本研究では、推計対象地域である都道府県の投入係数および付加価値率が、基準地域である国の投入係数および付加価値率に等しいと仮定して、中間投入額および粗付加価値額を算出した。また、最終需要額を表-5に示す方法で算出した。

(3) 検証結果

a) 検証①・②：表形式の扱い・バランス調整の有無

ここでは、方法 1、方法 2 および方法 3 の表形式の扱い（検証①）・行方向のバランス調整の有無（検証②）別に、実績移輸入係数に対する推計移輸入係数の平均絶対誤差（以下、MAE）を算出した。

検証①・②の結果を図-1に示す。図-1は、都道府県別の移輸入係数の MAE を箱ひげ図で表したものである。

図-1より、バランス調整の有無にかかわらず、方法 3 は、方法 1 や方法 2 よりも推計精度が高いことがわかる。したがって、非競争移輸入型表への変換を行う方法 3 が、推計精度の向上に寄与することが確認された（検証①）。

また、図-1より、方法 1 では、バランス調整による精度向上が確認され、方法 2 および方法 3 でも、バランス調整の有無による推計精度の低下はみられなかった。さらに、検証①で最良の結果が得られた方法 3 では、バランス調整を行わない場合、約 26.8% の産業で移輸出額が負になることが確認された。したがって、行方向のバランス調整によって、推計精度を低下させることなく、移出が負となる産業の解消できることが確認された（検証②）。

b) 検証③：特化係数間の精度比較

検証①および検証②の結果を踏まえて、検証③では、非競争移輸入型表への変換およびバランス調整を行ったうえで、特化係数間の精度を比較した。

まず、FLQ 法のパラメータ δ の最適値を明らかにするため、パラメータ δ を 0 から 0.95 まで 0.05 刻みで変化させて推計精度を比較した。

検証③の結果を、図-2 および図-3 に示す。ここでは、移輸入係数の MAE に加えて、ある産業の域内最終需要の増加に伴う経済波及効果の大きさを表す産出乗数（レオンチェフ逆行列の列和）の MAE も算出した。

図-2 は、都道府県別に、移輸入係数および産出乗数に関する各パラメータの MAE 順位（昇順）を示したものである。図-2より、移輸入係数および産出乗数のそれぞれの誤差順位は、同様の結果となった。さらに、パラメータ δ の最適値は、都道府県によって異なるものの、いずれの都道府県でも、おおよそ 0 から 0.5 までの間に存在することがわかった。

図-3 は、移輸入係数および産出乗数に関する各パラメータの MAE を示したものである。ただし、赤線は全体の MAE、箱ひげ図は都道府県別の MAE を示している。

表-5 最終需要の算出方法

番号	産業分類	算出方法
711	家計外消費支出 (列)	粗付加価値部門の家計外消費支出 (行) の合計額に基準表 (国) の最終需要購入係数を掛けて算出
721	民間消費支出	基準表 (国) の値を 2015 年国勢調査の都道府県別人口で按分
731	一般政府消費支出	基準表 (国) の値を 2015 年都道府県決算 (性質別) の合計歳出額で按分
732	一般政府消費支出 (社会資本等減耗分)	〃
741	総固定資本形成 (公的)	基準表 (国) の値を 2015 年都道府県決算 (性質別) の投資的経費 (普通建設事業費、災害復旧事業費、失業対策事業費) で按分
751	総固定資本形成 (民間)	基準表 (国) の値を推計した産業別生産額で按分
761	在庫純増	〃
810	輸出計	推計した産業別生産額と基準表 (国) の輸出係数より算出
870	(控除) 輸入計	域内需要 (推計した中間投入および最終需要より算出) と基準表 (国) の輸入係数より算出

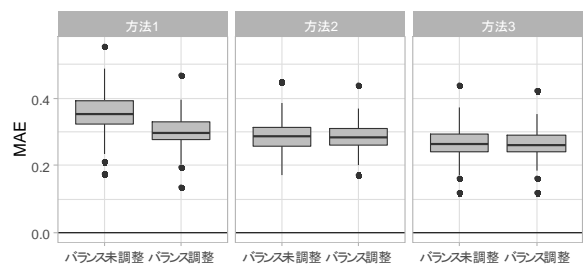


図-1 都道府県別の移輸入係数 MAE

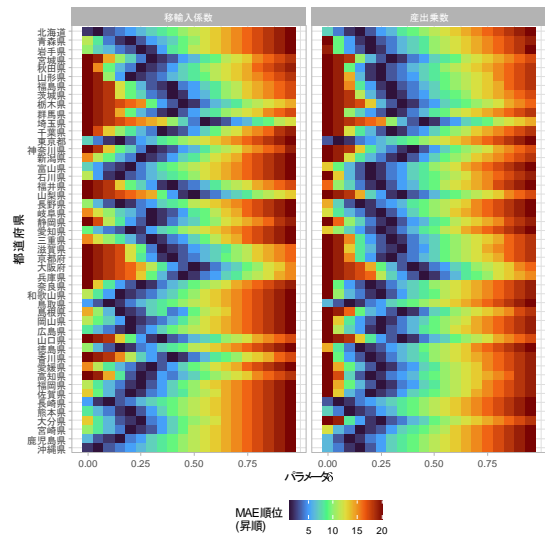


図-2 FLQ 法のパラメータ別 MAE 順位

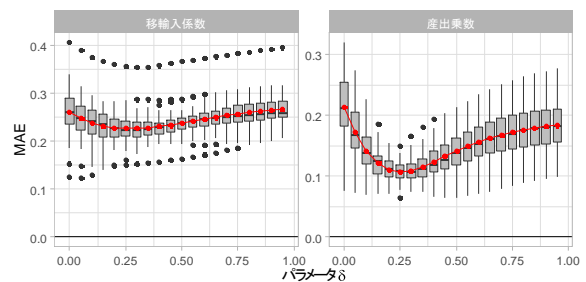


図-3 FLQ 法のパラメータ別 MAE

図-3より、移輸入係数および産出乗数のいずれにおいても、 $\delta = 0.25$ が最適となり、Fleggら¹⁵⁾と整合する結果が得られた。

また、Fleggら¹⁵⁾は、地域によって最適な δ が異なることに着目し、回帰式を用いた δ の推定手法を提案した。Fleggら¹⁵⁾の提案した回帰式を、式(28)に示す。しかし、式(28)の P および I は調査ベースの値が用いられており、こうしたデータの入手が困難である場合には、 $P = 1$ および $I = 1$ とおいた式(29)を用いることができる¹⁵⁾。

$$\ln \delta = -1.8379 + 0.33195 \ln R + 1.5834 \ln P - 2.8812 \ln I,$$

R : 基準地域に占める合計生産額の割合 (百分率)
 P : 基準地域の平均移輸入傾向に対する
 移輸入傾向の比 (調査ベース) (28)

I : 基準地域の中間投入率に対する
 中間投入率の比 (調査ベース)

$$\ln \delta = -1.8379 + 0.33195 \ln R \quad (29)$$

生産額割合 R と最適な δ の関係を、図-4に示す。図-4より、Fleggら¹⁵⁾の提案した回帰式と同様に、生産額割合 R と最適な δ には、正の相関がみられたが、有意な結果は得られなかった ($p > 0.05$)。また、 $\delta = 0.25$ と推定した場合および式(29)の回帰式を用いた場合における、都道府県別の δ の推定誤差を、図-5に示す。図-5より、回帰式を用いた場合には、 $\delta = 0.25$ と推定した場合と比べて、 δ を過小評価する傾向がみられた。

図-6に、SLQ法、DSLQ法、CILQ法、RLQ法、FLQ法における移輸入係数および産出乗数のMAEを示す。ただし、FLQ法では、 $\delta = 0.25$ とする方法（以下、FLQ法 ($\delta = 0.25$)）および式(29)の回帰式を使用する方法（以下、FLQ法 (回帰式)）の、2種類の方法で推計を行った。図-6より、DSLQ法の推計精度が最も低く、SLQ法、CILQ法およびRLQ法の推計精度は、それぞれ同程度であることがわかった。さらに、FLQ法による推計結果は、他の手法と比べて、推計精度が高いことが確認された。FLQ法 ($\delta = 0.25$) およびFLQ法 (回帰式) の移輸入係数の推計精度は、ほぼ同等であった。一方で、産出乗数の推計精度は、FLQ法 ($\delta = 0.25$) がFLQ法 (回帰式) をやや上回る結果となった。したがって、FLQ法 ($\delta = 0.25$) では、他の特化係数を用いる場合と比べて、高い推計精度が得られることが確認された。

4. おわりに

本研究では、LQ法による日本の地域内産業連関表推計における課題を整理し、国内の産業連関表に適したLQ法の推計フローを確立した。

都道府県産業連関表による精度検証により、非競争移輸入型表への変換が推計精度の向上に寄与することが確認された。また、行方向のバランス調整によって、推計

精度を低下させることなく、移出が負となる産業を解消できることが確認された。さらに、特化係数間の精度比較を行い、FLQ法では、 $\delta = 0.25$ において、推計精度が高くなること、SLQ法、DSLQ法、CILQ法、RLQ法およびFLQ法のなかで、FLQ法が最も推計精度が高いことを確認した。

本研究で行った、FLQ法の最適な δ の推定および特化係数間の精度比較は、あくまで都道府県産業連関表による精度検証によるものであり、本研究の結果が、市町村表の作成においても有効であるかについては議論の余地がある。そのため、市町村レベルでのLQ法の精度検証については、今後の課題としたい。

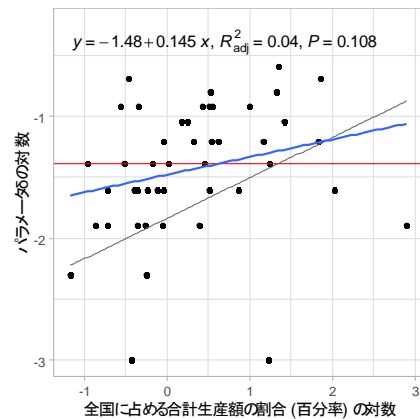


図-4 生産額割合 R と最適な δ の関係
 (青線：データに対する回帰線、赤線： $\delta = 0.25$ 、
 灰色線：Fleggら¹⁵⁾の提案した式(29)の回帰式)

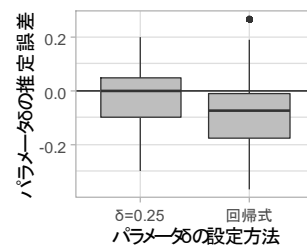


図-5 パラメータ δ の設定方法と推定誤差の関係

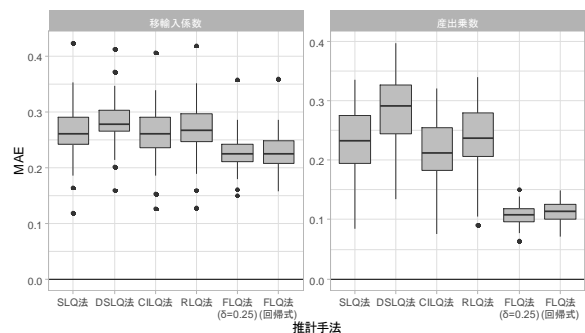


図-6 特化係数間の精度比較結果

また、本研究では、LQ法による地域間交易の推計フローについて詳細に検討した一方で、LQ法に先立って推計が行われる中間投入額および粗付加価値額の推計については、推計対象地域の投入係数が基準地域の投入係数と等しいといった単純な仮定をおいている。しかし、こうした仮定によって算出された粗付加価値は、地域内総生産との整合性をもたない。そのため、名目地域内総生産に基づく補正が提案されている¹⁸⁾。こうした地域内総生産データを用いた推計精度の改善については、今後、検討を進めたい。

さらに、本研究では、ノンサーベイ法としてLQ法のみを扱ったが、ノンサーベイ法には、LQ法のほかに、CB (commodity balance) 法が知られている¹⁹⁾。CB法は、商品バランス (commodity balance) と呼ばれる、産業連関表の行方向のバランス式から地域間交易を推計する手法である。CB法は、もともと、SLQ法と同様に交差輸送を過小評価するという課題が知られていたが、近年、Kronenberg²⁰⁾によって、交差輸送を考慮可能なCHARM (cross-hauling adjusted regionalization method) が提案された。CB法は、日本で一般的な競争移輸入型産業連関表の推計に適していると指摘されているものの²¹⁾、国内の適用事例は多くない。そのため、CHARM法をはじめとするCB法とLQ法の推計精度の比較については、今後の課題としたい。

付録：DSLQ法について

藤本¹³⁾による DSLQ 法が CB 法の一つであることを解説する。

CB 法では、推計対象地域 r の各産業に対して、式(30)のようなバランス式を想定する。ただし、以下の推計フローは、すべて産業別に行われるが、簡単のため、産業の添字を省略する。

$$\begin{aligned} x_r - e_r - u_r &= d_r - m_r - n_r, \\ x_r: & \text{生産額} \\ e_r: & \text{基準地域外への移輸出額} \\ u_r: & \text{基準地域内への移輸出額} \\ d_r: & \text{域内需要} \\ m_r: & \text{基準地域外からの移輸入額} \\ n_r: & \text{基準地域内からの移輸入額} \end{aligned} \quad (30)$$

ここで、基準地域外との交易における移輸出係数および移輸入係数が基準地域と同等であると仮定すると、基準地域外との移輸出入額は、それぞれ式(31)および式(32)と表される。ここで、地域間交易における移出入額の差は、商品バランスCBと呼ばれ、式(30)、式(31)および式(32)より、式(33)で表される。

$$e_r = \hat{E}x_r \quad (31)$$

$$m_r = \hat{M}d_r \quad (32)$$

$$CB = u_r - n_r = (1 - \hat{E})x_r - (1 - \hat{M})d_r \quad (33)$$

ここで、交差輸送が存在しない、すなわち、商品バランスCBが0以上の場合には移出のみが生じ、0未満の場合には移入のみが生じると仮定すれば、式(33)の商品バランスCBより、基準地域内への移出額 u_r および基準地域内からの移入額 n_r は、それぞれ、式(34)および式(35)となる。

$$u_r = \begin{cases} 0, & \text{if } CB \leq 0 \\ (1 - \hat{E})x_r - (1 - \hat{M})d_r, & \text{if } CB > 0 \end{cases} \quad (34)$$

$$n_r = \begin{cases} (1 - \hat{M})d_r - (1 - \hat{E})x_r, & \text{if } CB \leq 0 \\ 0, & \text{if } CB > 0 \end{cases} \quad (35)$$

一方で、藤本¹³⁾が提案した DSLQ 法では、式(11)の DSLQ による、式(36)のバランス式が用いられる。そのため、式(33)の商品バランスCBは、式(37)と表される。

$$(1 - \hat{E})x_r = DSLQ(1 - \hat{M})d_r \quad (36)$$

$$CB = u_r - n_r = (DSLQ - 1)(1 - \hat{M})d_r \quad (37)$$

DSLQ 法における移輸出入額 (基準地域内外の交易をいずれも含む) は、それぞれ、式(38)および式(39)で算出される¹³⁾。

$$e_r + u_r = x_r - \min(1, DSLQ)(1 - \hat{M})d_r \quad (38)$$

$$m_r + n_r = d_r - \min(1, DSLQ)(1 - \hat{M})d_r \quad (39)$$

よって、DSLQ 法における基準地域内への移出額 u_r および基準地域内からの移入額 n_r は、式(36)、式(37)、式(38)および式(39)より、それぞれ、式(40)および式(41)と表される。

$$\begin{aligned} u_r &= (1 - \hat{E})x_r - \min(1, DSLQ)(1 - \hat{M})d_r \\ &= \begin{cases} (1 - \hat{E})x_r - DSLQ(1 - \hat{M})d_r, & \text{if } DSLQ \leq 1 \\ (1 - \hat{E})x_r - (1 - \hat{M})d_r, & \text{if } DSLQ > 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (40)$$

$$\begin{aligned} n_r &= (1 - \hat{M})d_r - \min(1, DSLQ)(1 - \hat{M})d_r \\ &= \begin{cases} (1 - \hat{M})d_r - DSLQ(1 - \hat{M})d_r, & \text{if } DSLQ \leq 1 \\ 0, & \text{if } DSLQ > 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (41)$$

式(40)および式(41)で算出されるDSLQ法の地域間交易は、式(34)および式(35)で算出される交差輸送の存在しないCB法の地域間交易と一致する。したがって、DSLQ法は、CB法の一つであることがわかる。

参考文献

- 1) 中村良平：まちづくり構造改革 地域経済構造をデザインする，日本加除出版，2015。
- 2) 兵法彩，菊池康紀：市町村産業連関表の作成・応用実態に基づく作表フローの構築，日本LCA学会誌，Vol.17, No.3, pp.174-192, 2021。
- 3) 小長谷一之，前川知史：経済効果入門—地域活性化・企画立案・政策評価のツール—，日本評論社，2012。

- 4) 環境省：地域経済循環分析，環境省ホームページ，<https://www.env.go.jp/policy/circulation/>（閲覧日：2022年6月3日）。
- 5) 法政大学日本統計研究所：全市区町村産業連関表（平成23年表）の推計，研究所報，No.51，pp.1-30，2019。
- 6) 山崎清，佐原あきほ，山田勝也：地域経済循環分析手法の開発と事例分析—地方創生における新たな地域経済分析手法—，フィナンシャル・レビュー，Vol.131，pp.97-122，2017。
- 7) 土井英二，浅利一郎，中野親徳：はじめよう地域産業連関分析 [改訂版] 基礎編 Excel で初歩から実践まで，日本評論社，2019。
- 8) 朝日幸代：平成7年名古屋市産業連関表の作成の試み，産業連関，Vol.12，No.1，pp.16-24，2004。
- 9) 長谷川良二，安高優司：福知山市接続産業連関表の作成の試み，産業連関，Vol.17，No.3，pp.74-86，2009。
- 10) 藤本高志：山村地域における観光の経済効果の計測，農林業問題研究，Vol.36，No.3，pp.124-33，2000。
- 11) Miller, R. E., and Blair, P. D.: Input-Output Analysis Foundations and Extensions, Cambridge University Press, 2009.
- 12) 佐々木公明，柴田洋雄：小地域レベルにおける産業連関システム推定のための“Nonsurvey Method”について，地域学研究，Vol.13，pp.183-201，1982。
- 13) 藤本高志：離島経済の地域所得決定要因の定量分析，農業経済研究，Vol.86，No.4，pp.257-72，2015。
- 14) Flegg, A. T., Lamonica, G. R., Chelli, F. M., Recchioni, M. C., and Tohmo, T.: A New Approach to Modelling the Input-output Structure of Regional Economies Using Non-Survey Methods, Journal of Economic Structures, Vol.10, No.1, pp.1-31, 2021.
- 15) Flegg, A. T., and Tohmo, T.: Regional Input-Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland, Regional Studies, Vol.47, No.5, pp.703-21, 2013.
- 16) 岡本信広：中国産業連関表を地域化するのに FLQ は有効か？，地域学研究，Vol.44，No.4，pp.423-36，2014。
- 17) 総務省：平成27年（2015年）産業連関表（—総合解説編—），総務省ホームページ，https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/015index.html（閲覧日2022年6月7日）
- 18) 小長谷一之，前川知史：経済効果入門—地域活性化・企画立案・政策評価のツール—，日本評論社，2012。
- 19) Kronenberg, T.: Construction of Regional Input-Output Tables Using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling, International Regional Science Review, Vol.32, No.1, pp.40-64, 2009.
- 20) Többen, J., and Kronenberg, T.: Construction of Multi-Regional Input-Output Tables Using the CHARM Method, Economic Systems Research, Vol.27, No.4, pp.487-507, 2015.
- 21) 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.175-91, 2012.

Estimation flow using the LQ method suitable for estimating regional input-output tables for Japan

Mizuki UCHIDA, Tatsuya SUGIMONO, Shuji TAKAMORI

The purpose of this study is to establish an estimation flow using the location quotient (LQ) method suitable for estimating regional input-output tables for Japan. Input-output tables are important data for understanding regional economic circulations, but few municipalities have created their own input-output tables. The LQ method is known as a representative method for estimating regional input-output tables, but there are various types of estimation flows in the LQ method, and the accuracy of each method has not been sufficiently verified. In addition, although various methods have been proposed for calculating the location quotients, the accuracy of these methods has not been sufficiently compared. Using the input-output table for prefectures in Japan as test data, this study demonstrates the effectiveness of converting to non-competitive import tables and the balancing adjustment. Furthermore, we confirmed that the FLQ method has the highest estimation accuracy among the SLQ, DSLQ, CILQ, RLQ, and FLQ methods.