

交差輸送推計に基づくCommodity Balance法による 産業連関表の推定精度向上

内田瑞生¹・杉本達哉²・高森秀司²

¹一般会員 八千代エンジニアリング株式会社 技術開発研究所（〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8）

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

本研究では、ノンサーベイ法の代表的な手法の1つであるCB（commodity balance）法を対象とする。CB法の課題であった、交差輸送（cross-hauling）の過小評価を改善する手法として、近年、CHARMと呼ばれる手法が提案された。本研究では、対象となる地域間の需給バランスのばらつきと交差輸送の関係を表す回帰式を提案し、CHARMによる交差輸送の推定精度の改善に取り組んだ。さらに、提案手法による産業連関表の推定精度が、従来手法であるCHARMやLQ法よりも高くなることを確認した。

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

1. はじめに

産業連関表は、企業間（BtoB）や企業・消費者間（BtoC）における財・サービスの取引関係を行列形式でまとめた表であり、地域経済循環の分析において重要な役割を果たしている¹⁾。そのため、国や都道府県は、約5年に1度、産業連関表が作成・公表している。一方で、約1,700市町村からなる基礎自治体のなかで、市町村産業連関表を継続的に作成している自治体は限られている²⁾。

産業連関表の作成方法には、大まかに、特別調査を実施するサーベイ法と、既存統計データのみを使用するノンサーベイ法が存在する。ノンサーベイ法は、サーベイ法と比べて作成コストが低いという利点があり、環境省³⁾や法政大学日本統計研究所⁴⁾による全国市町村を対象とする産業連関表の作成にも用いられている⁵⁾。

ノンサーベイ法の代表的な手法として、LQ（location quotient, 特化係数）法やCB（commodity balance）法が知られている⁶⁾。このうち、CB法は、LQ法と比べて国内事例が少ないものの、日本で一般的な競争移輸入型産業連関表への適用に適していると指摘されている⁷⁾。

CB法は従来、地域間取引を過小評価することが知られていたが、Kronenberg⁸⁾により、移出入の同時発生を意味する交差輸送（cross-hauling）を推計するCHARM（cross-hauling adjusted regionalization method）と呼ばれる新たなCB法が提案され、地域間取引の過小評価を抑えることが可能となった。ただしCHARMでは、地域間取引における交差輸送が、基準地域（推計対象地域が都道府県であれば、国が基準地域となる）外との取引における交差輸送から推計される。そのため、CHARMは、国家間の輸出入と都道府県間の移出入のように、基準地域内外での交差輸送の発生状況が大きく異なると想定される場合には、交差輸送を正確に推計できないという課題があると考えられる。

そこで本研究では、基準地域外との取引によらない新たな交差輸送の推計方法を提案し、CHARMによる交差輸送の推定精度の改善を図る。具体的には、基準地域内の各地域の需給バランスのばらつきから交差輸送の上限値に対する割合を推計可能な回帰式を推定した。さらに、提案した回帰式を用いたCB法を対象として、従来手法であるCHARMやLQ法との精度比較を行う。

2. 従来手法について

(1) CB法の概要

CB法では、商品バランス (commodity balance) より地域間交易による移出入を算出する手法である。CB法では、以下のような推計フローにより、表-1の競争移輸入型表を推計する。

- ① 生産額を推計
- ② 中間投入額・粗付加価値額・
域内最終需要額を推計
- ③ 基準地域外との移輸出額・移輸入額を推計
- ④ 行方向のバランス式より
地域間交易による移出額・移入額を推計

CB法では、推計対象地域の産業連関表が、当該地域を含む基準地域の産業連関表から推計される。たとえば、ある市町村の産業連関表を推計する場合、当該市町村を含む都道府県が基準地域となる。

推計フロー④で用いられる、地域 $r \in R$ におけるある産業の商品バランス b_r は、式(1)で表される(以下では、簡単のため、産業に関する添字は省略する)。式(1)の変数のうち、 x_r, e_r, d_r, m_r は、推計フロー③までに算出されているため、未知数は、地域間交易による移出額 u_r および移入額 n_r である。ただし、商品バランス b_r は、式(2)を満たす。

$$b_r = u_r - n_r = (x_r - e_r) - (d_r - m_r),$$

u_r : 地域間交易による移出額
 n_r : 地域間交易による移入額
 x_r : 生産額
 e_r : 基準地域外への移輸出額
 d_r : 域内需要額
 m_r : 基準地域外からの移輸入額

$$\sum_{r \in R} b_r = 0 \quad (2)$$

(2) CHARMの概要

従来のCB法では、移出入の同時発生を意味する交差輸送 (cross-hauling) が考慮されないため、地域間交易の過小評価および経済波及効果の過大評価が生じることが知られていた⁶⁾。そのため、Kronenberg⁶⁾は、交差輸送の推計を行うことで、CB法を改善したCHARM (cross-hauling adjusted regionalization method) と呼ばれる手法を提案した。しかし、Kronenberg⁶⁾の提案したCHARMは、地域

の詳細化による地域間交易を適切にモデル化することができていなかったため、Többenら⁸⁾によって修正された。そこで、本研究では、Többenら⁸⁾によって修正されたCHARMを、CHARMと呼ぶ。

ある地域 r の交差輸送 q_r は、式(3)で表される。そのため、地域間交易による移出額 u_r および移入額 n_r は、それぞれ式(4)および式(5)より、交差輸送 q_r および商品バランス b_r より算出することができる。商品バランス b_r は既知であるため、交差輸送 q_r が推計できれば、地域間交易による移出および移入が算出できる。

$$q_r = 2 \min(u_r, n_r) = u_r + n_r - |b_r| \quad (3)$$

$$u_r = \frac{q_r + |b_r| + b_r}{2} \quad (4)$$

$$n_r = \frac{q_r + |b_r| - b_r}{2} \quad (5)$$

次に、移出入額それぞれの上限值を定める。まず、ある地域 r の移出額 u_r は、当該地域の生産額および基準地域内の他地域における合計域内需要額を超えてはならないため、上限移出額 \bar{u}_r が式(6)で与えられる。同様に、ある地域 r の移入額 n_r は、当該地域の域内需要額および基準地域内の他地域における合計生産額を超えてはならないため、上限移入額 \bar{n}_r が式(7)で与えられる。ただし、 t は地域内交易の総交易额であり、式(2)の商品バランスの関係式より、式(8)のように表される。そのため、上限交差輸送 \bar{q}_r が、式(9)で与えられる。

$$\bar{u}_r = \min[x_r - e_r, t - (d_r - m_r)] \quad (6)$$

$$\bar{n}_r = \min[d_r - m_r, t - (x_r - e_r)] \quad (7)$$

$$t = \sum_{r \in R} (x_r - e_r) = \sum_{r \in R} (d_r - m_r) \quad (8)$$

$$\bar{q}_r = 2 \min(\bar{u}_r, \bar{n}_r) \quad (9)$$

表-1 競争移輸入型産業連関表

需要 供給	中間需要			域内最終 需要			輸出	移出	輸入	移入	生産額	
	1	...	s	1	...	t						
中間 投入	1	x_{11}	...	x_{1s}	f_{11}	...	f_{1t}	e_1	u_1	$-m_1$	$-n_1$	X_1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
s	s	x_{s1}	...	x_{ss}	f_{s1}	...	f_{st}	e_s	u_s	$-m_s$	$-n_s$	X_s
粗付加 価値	$v_1 \dots v_s$			②			③	④	③	④	①	
生産額	$x_1 \dots x_s$			$f_1 \dots f_t$			①					

地域間交易と上限移出入額および移出入額の関係分割表で表したものを、それぞれ表-2 および表-3 に示す。ここで、 $t_{rr'}$ は、地域 r から地域 r' への交易額を表す。ただし、内々交易額 t_{rr} には、一部の地域に生産額および域内需要額が集中することにより必然的に生じる内々の交易額は含まれない。

本研究では、式(10)で与えられる \hat{q}_r を、交差輸送率と呼ぶこととする。そのため、交差輸送 q_r は、式(11)より交差輸送率 \hat{q}_r から推計される。

$$\hat{q}_r = \frac{q_r}{\bar{q}_r} \quad (10)$$

$$q_r = \hat{q}_r \bar{q}_r \quad (11)$$

CHARM では、産業別の交差輸送率 \hat{q}_r が、地域によらず一定であると仮定し、基準地域外との交易より、交差輸送率 \hat{q} が推計される(地域 r の添え字を省略した)。ここで、基準地域の交差輸送 Q は、式(12)となる。さらに、基準地域の交差輸送の上限値 \bar{Q} は、基準地域外での生産額および域内需要額が十分に大きいと仮定すれば、式(13)となる。よって、産業別の交差輸送率 \hat{q} が、式(14)から推計される。

$$Q = 2 \min(E, M), \quad (12)$$

E : 基準地域の移輸出額
 M : 基準地域の移輸入額

$$\bar{Q} = 2 \min(X, D), \quad (13)$$

X : 基準地域の生産額
 D : 基準地域の域内需要額

$$\hat{q} = \frac{Q}{\bar{Q}} \quad (14)$$

CHARM の課題として、地域間交易における交差輸送率が、基準地域外との交差輸送率に等しいという仮定に、統計的な裏付けが存在しないことが挙げられる。たとえば、推計対象地域が都道府県の場合、国が基準地域となるため、国家間の輸出入から都道府県間の移出入を推計することとなる。このように、基準地域内外での交差輸送の発生状況が大きく異なると想定される場合には、CHARM では、交差輸送を正確に推計できないという課題があると考えられる。

本研究では、CHARM の課題を実証的に明らかにし、交差輸送率の推計手法の改善を行う。

3. 提案手法について

(1) 交差輸送率の推計式の提案

本研究では、基準地域内外の交差輸送率の傾向の違いを考慮できないというCHARMの課題を解決するため、基準地域外の交差輸送率によらない交差輸送率の推計式の構築を試みる。

表-2 より、内々交易額 t_{rr} は、上限交差輸送 \bar{q}_r と交差輸送 q_r の差の2分の1に相当する。そのため、上限交差輸送 \bar{q}_r に対して内々交易額 t_{rr} の割合が低い産業ほど交差輸送率 \hat{q}_r が高くなる。また、内々交易額 t_{rr} が低い産業では、交易額の合計値に占める内々交易額の割合が低くなるため、交差輸送率 \hat{q}_r が低い場合と比べて、上限移出入額 \bar{u}_r に対する上限移入額 \bar{n}_r のばらつきが大きくなることが予想される。

そこで本研究では、まず、需給バランスのばらつきに着目した式(15)による回帰式を提案する(提案手法I)。ここでは、CHARMと同様に、交差輸送率が地域によらず一定であると仮定し、加重平均交差輸送率 \hat{q} を用いる。加重平均交差輸送率とは、上限交差輸送を重みとする平均交差輸送率であり、式(16)で算出されるものとする。

$$\text{logit } \hat{q} = \beta_0 + \beta_1 \ln S^2, \quad (15)$$

$S^2: \ln \frac{\bar{n}_r}{\bar{u}_r}$ の不偏分散

β_0, β_1 : 偏回帰係数

$$\hat{q} = \frac{\sum_{r \in R} q_r}{\sum_{r \in R} \bar{q}_r} = \sum_{r \in R} \frac{\bar{q}_r}{\sum_{s \in R} \bar{q}_s} \frac{q_r}{\bar{q}_r} \quad (16)$$

表-2 地域間交易と上限移出入額の関係

着地 発地	1	2	...	r	合計
1	t_{11}	t_{12}	...	t_{1r}	\bar{u}_1
2	t_{21}	t_{22}	...	t_{2r}	\bar{u}_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
r	t_{r1}	t_{r2}	...	t_{rr}	\bar{u}_r
合計	\bar{n}_1	\bar{n}_2	...	\bar{n}_r	

表-3 地域間交易と移出入額の関係

着地 発地	1	2	...	r	合計
1	0	t_{12}	...	t_{1r}	u_1
2	t_{21}	0	...	t_{2r}	u_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
r	t_{r1}	t_{r2}	...	0	u_r
合計	n_1	n_2	...	n_r	

式(15)では、地域の経済規模が交差輸送率に与える影響を考慮することができない。そこで、式(15)に地域 r の相対的経済規模 R_r を加えた式(17)の回帰式を提案する(提案手法Ⅱ)。ここで、相対的経済規模 R_r とは、基準地域の合計上限交差輸送に占める、当該地域の上限交差輸送の割合を指し、式(18)で表される。ただし本研究では、上限交差輸送 \bar{q}_r を重みとする重み付き最小二乗法を用いて式(17)を推定した。

$$\text{logit } \hat{q}_r = \beta_0 + \beta_1 \ln S^2 + \beta_2 \ln R_r, \quad (17)$$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$: 偏回帰係数

$$R_r = \frac{\bar{q}_r}{\sum_{s \in R} \bar{q}_s} \quad (18)$$

(2) 交差輸送率に関する回帰分析

本研究では、表-4に示す、対象地域・年度・部門数の異なる地域間産業連関表を用いて、交差輸送率に関する回帰分析を行った。表-4のうち、国際産業連関表は、日本・米国・EU (EC)・アジアの4地域を対象とした地域間表である。また、地域間産業連関表は、日本の9地方を対象に作成された地域間表である。

まず、表-4に示した地域間表の対象地域における地域間取引を対象として、各産業を対象に、対象地域 $r \in R$ の上限移出額 \bar{u}_r 、上限移入額 \bar{v}_r 、交差輸送率 \hat{q}_r および加重平均交差輸送率 \hat{q} を算出した。さらに、式(15)の提案手法Ⅰおよび式(17)の提案手法Ⅱによる回帰分析を実施した。

提案手法Ⅰおよび提案手法Ⅱの回帰式の推定結果を、それぞれ、式(19)および式(20)に示す。式(19)および式(20)の回帰式の偏回帰係数の p 値は、いずれも0.05を下回った。また、提案手法Ⅰおよび提案手法Ⅱの自由度調整済み寄与率 R^2 は、それぞれ、 $R^2 = 0.68$ および $R^2 = 0.61$ であった。

$$\text{logit } \hat{q} = -0.477 + 0.566 \ln S^2 \quad (19)$$

$$\text{logit } \hat{q}_r = -1.13 + 0.559 \ln S^2 - 0.356 \ln R_r \quad (20)$$

図-1に、需給バランスのばらつきを表す $\ln \sigma^2$ と加重平均交差輸送率のロジット $\text{logit } \hat{q}$ の関係を示す。図-1より、需給バランスのばらつきが大きいほど交差輸送率が大きくなる傾向がみられることがわかる。実際、式(19)および式(20)では、 $\ln \sigma^2$ の偏回帰係数 β_1 が、いずれも正となった。ま

た、式(20)より、地域の相対的経済規模が大きいほど交差輸送率が低くなるという関係がみられることがわかった。

次に、表-4に示した産業連関表と異なる地域区分や部門数をもつ産業連関表への提案手法の適用可能性を把握するため、新たに、表-5に示す地域間表を加え、各表に対して、推定された提案手法Ⅰおよび提案手法Ⅱを適用し、推計精度を検証した。表-5のうち、北海道内地域間産業連関表は、道央・道南・道北・オホーツク・十勝・「釧路・根室」の6地域を対象とした地域間表である。

表-4 回帰分析に使用する地域間産業連関表

種別	地域数	年	部門数
国際産業連関表	4	1985	24
〃	〃	〃	38
〃	〃	1990	24
〃	〃	〃	40
地域間産業連関表	9	1970	43
〃	〃	1975	43
〃	〃	1980	43
〃	〃	1985	45
〃	〃	1990	46
〃	〃	1995	46
〃	〃	2005	12
〃	〃	〃	29
〃	〃	〃	53

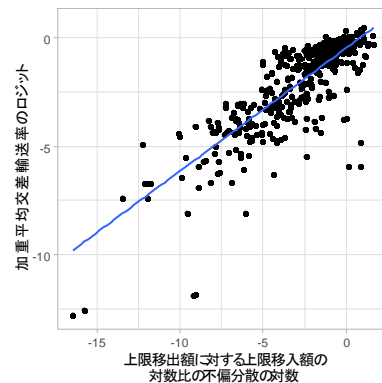


図-1 上限移出入額分散と交差輸送率の関係

表-5 回帰分析に使用する地域間産業連関表

種別	地域数	年	部門数
北海道内地域間産業連関表	6	1998	13
〃	〃	〃	33
〃	〃	2003	13
〃	〃	〃	33
〃	〃	2005	13
〃	〃	〃	33
〃	〃	2011	13
〃	〃	〃	33
三重県地域間産業連関表	5	1995	13
〃	〃	〃	32
〃	〃	2000	15
〃	〃	〃	34

また、三重県地域間産業連関表は、北勢地域・中勢地域・南勢地域・伊賀地域・東紀州地域の5地域を対象とした地域間表である。

図-2は、表-4および表-5の地域間表別に提案手法Iの回帰式を適用した結果である。図-2より、一部の地域間産業連関表を除いて、需給バ

ランスのばらつきを表す $\ln \sigma^2$ と加重平均交差輸送率 \hat{q} の間に、同様の正の相関（偏回帰係数 β_1 が $0.4 < \beta_1 < 0.6$ 程度）がみられた。

また、図-3は、表-4および表-5の地域間表別に、提案手法Iによる残差を示した箱ひげ図である。

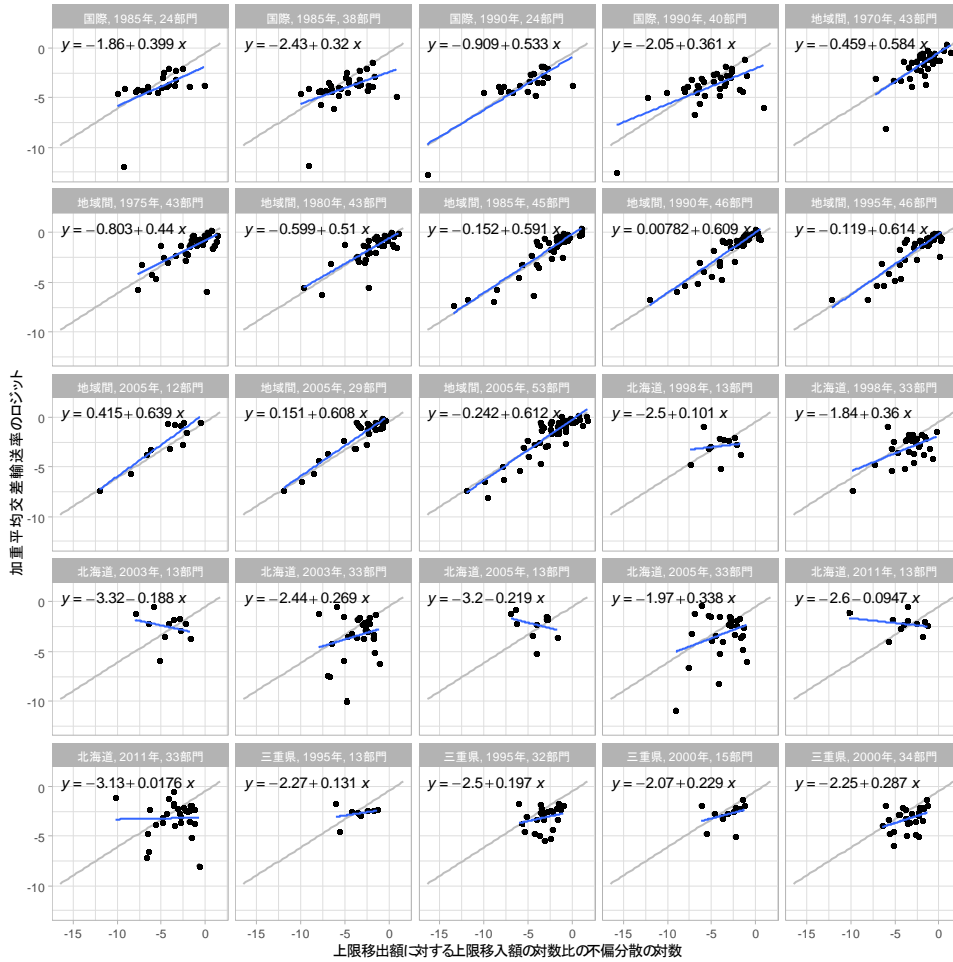


図-2 地域間産業連関表別の上限移出入額分散と交差輸送率の関係
(青線：表別の回帰直線，灰色線：提案手法Iの回帰直線)

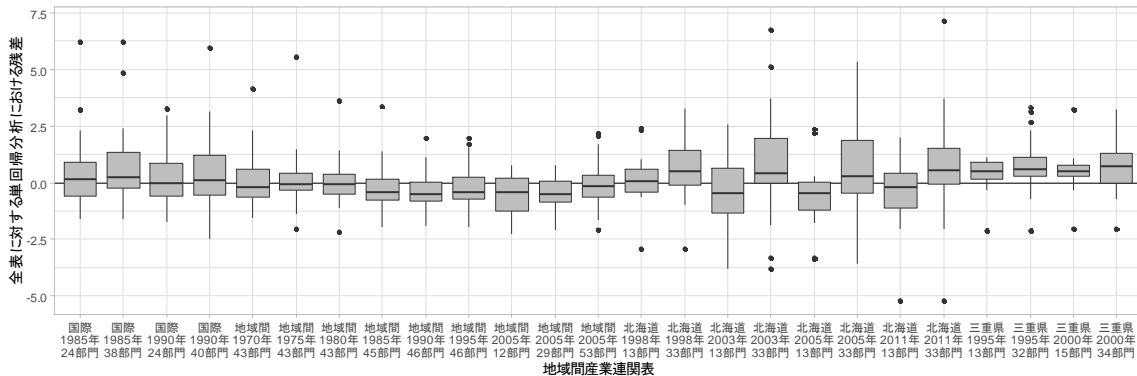


図-3 地域間産業連関表別の全表に対する単回帰分析における残差

図-3より、地域区分・年度・部門数によらず、提案手法Ⅰの残差の中央値は0付近であり、提案手法Ⅱにでも同様の傾向がみられた。そのため、提案手法は、いずれの地域区分・年度・部門数の産業連関表に適用した場合でも、交差輸送率が過大もしくは過小評価される傾向は小さいと考えられる。

(3) 交差輸送率の精度比較

従来手法であるCHARMと提案手法による推計交差輸送率の精度比較を行った結果を、図-4に示す。図-4は、地域区分別に、CHARMおよび提案手法の年度・部門数別の交差輸送率のロジットのMAEを箱ひげ図で表したものである。図-4より、国際産業連関表、地域間産業連関表および三重県地域間産業連関表に対する交差輸送率の推計精度では、提案手法がCHARMを上回ることがわかる。一方で、地域の相対的経済規模を考慮しない提案手法Ⅰと地域の相対的経済規模を考慮する提案手法Ⅱは、ほぼ同等の精度を有することがわかった。

推計精度が高いことがわかった。また、都道府県表の交差輸送率の推計精度では、提案手法Ⅱが提案手法Ⅰの精度を上回ることがわかった。

最後に、提案手法による産業連関表の推定精度を検証するため、CHARM、提案手法Ⅰ・Ⅱおよび著者ら⁹⁾により代表的なLQ法のなかで最も精度が高いことが確かめられたFLQ法（ハイパーパラメータ $\delta = 0.25$ ）の推定精度を比較する。図-6に、精度比較の結果を示す。

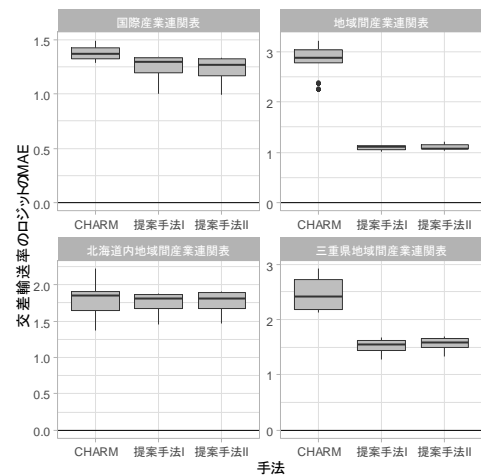


図-4 交差輸送率の精度比較（地域間表）

4. 交差輸送率推計に基づくCB法

次に、提案手法により推計した交差輸送率を用いたCB法により、産業連関表の推計精度が向上するかを確認する。ここでは、著者ら⁹⁾と同様に、2015年付近の都道府県別の産業連関表（2015年統合中分類に従う）をテストデータとする精度検証を行う。

まず、著者ら⁹⁾が推計した都道府県別の生産額、中間投入額および最終需要額から、都道府県・部門別に上限移出額 \bar{u}_r 、上限移入額 \bar{n}_r 、上限交差輸送 \bar{q}_r および商品バランス b_r を算出した。さらに、CHARMおよび提案手法を用いて、交差輸送率 \hat{q}_r および移輸入係数を算出した。ただし、移輸入額は、著者ら⁹⁾が推計した輸入額と式(5)で算出された地域間交易による移入額 n_r の足し合わせた値となる。

図-5は、CHARMおよび提案手法の都道府県別の交差輸送率のロジットのMAEを箱ひげ図で表したものである。図-5より、都道府県表においても、提案手法は、CHARMより交差輸送率の

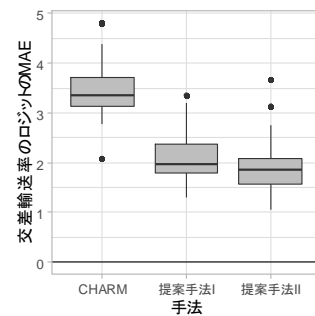


図-5 交差輸送率の精度比較（都道府県表）

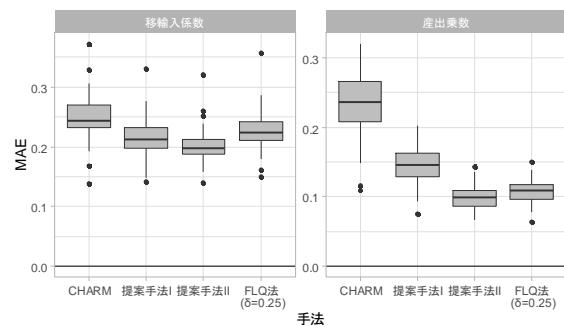


図-6 従来手法と提案手法の精度比較

図-6 は、CHARM、提案手法 I・II および FLQ 法 ($\delta = 0.25$) の都道府県別の移輸入係数および産出乗数の MAE を箱ひげ図で表したものである。産出乗数とは、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指標であり、開放型レオンチェフ逆行列の列和で算出した。

図-6 より、提案手法 I・II は、移輸入係数および産出乗数のいずれにおいても、CHARM の精度を上回ることがわかった。特に、地域の相対的経済規模を考慮する提案手法 II は、著者ら⁹⁾により代表的な LQ 法のなかで最も精度が高いことが確認された FLQ 法 ($\delta = 0.25$) の推定精度を上回ることがわかった。

5. おわりに

本研究では、各地域の財・サービスの需給バランスのばらつきから地域間取引に伴う交差輸送の大きさの程度（交差輸送率）を推計する推計式を提案した。提案した推計式は、地域の相対的経済規模を考慮しない回帰式（提案手法 I）と地域の相対的経済規模を考慮する回帰式（提案手法 II）の 2 種類である。

対象地域・年度・部門数の異なる地域間産業連関表により、提案手法 I・II の回帰式をそれぞれ推定し、交差輸送率の推定誤差について分析した。分析の結果、提案手法 I・II の回帰式は、いずれの地域区分・年度・部門数の産業連関表に適用した場合でも、交差輸送率が過大もしくは過小評価される傾向は小さいことが確認された。

さらに、提案手法 I・II による交差輸送推計に基づく、新たな CB 法を提案した。CB 法の一つである CHARM や、LQ 法のなかでも特に精度が高いことが確認されている FLQ 法⁹⁾を対象に、提案手法 I・II との精度検証を行った。検証の結果、地域の相対的経済規模を考慮する提案手法 II は、CHARM や FLQ 法といった従来手法よりも推定精度が高いことが確認された。

本研究の結果は、日本で一般的な競争移輸入型の産業連関表の推計において、CB 法が LQ 法よりも優れていることを、以下の 2 点から示唆している。

1 点目は、CB 法の推計フローが LQ 法よりも簡便である点である。LQ 法は、本来、非競争移輸入型の産業連関表を想定した推計手法であるため、日本で一般的な競争移輸入型の産業連関表への適用では、事前に非競争移輸入型の産業連関表への表形式の変換が必要となる⁹⁾。一方で、CB 法では、競争移輸入型の産業連関表への適用が想定されているため、こうした表形式の変換は不要である。また、LQ 法では、移出額が負になる産業が生じるのを解消するために、事後的に行方向のバランス調整の処理が必要となる⁹⁾が、CB 法では、こうした処理も不要である。

2 点目は、代表的な LQ 法のなかで特に精度が高いとされる FLQ 法⁹⁾と異なり、CB 法がハイパーパラメータに依存しない点である。FLQ 法は、ハイパーパラメータに依存する手法であるため、精度検証の際、テストデータに基づいてハイパーパラメータがチューニングされることが多い。しかし、チューニングされたハイパーパラメータが、異なる地域区分や部門分類をもつ産業連関表に対して有効であるという保証はない。一方で、本研究で提案した CB 法では、対象地域・部門分類などがテストデータと異なる産業連関表より推定した回帰式が用いられている。それにもかかわらず、提案手法の推計精度が、テストデータでチューニングされた FLQ 法の推計精度を上回るという結果が得られた。これは、提案手法が、様々な地域区分・部門分類をもつ産業連関表の推計に有効であることを示唆している。

以下に、本研究の今後の課題を 2 点示す。

1 点目は、提案手法による産業連関表推計の精度検証が、都道府県産業連関表に対する検証に留まっている点である。今後は、市町村など都道府県よりも詳細な地域への提案手法の有効性や、CHARM や FLQ 法などの従来手法との精度の比較を進める必要がある。

2 点目は、ノンサーベイ法的前提データとなる生産額・中間投入額・粗付加価値額の推計精度が産業連関表の推計精度に与える影響を考慮していない点である。本研究においても、著者ら⁹⁾と同様に、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に基づき、中間

投入額や粗付加価値額が設定されている。こうした前提データが推計精度に与える影響把握や前提データの精度向上に、今後、取り組みたい。

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) 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）。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) Kronenberg, Tobias. 2009. “Construction of Regional Input-Output Tables Using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling.” *International Regional Science Review* 32 (1): 40-64.
- 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.175-91, 2012.
- 8) 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.
- 9) 内田瑞生，杉本達哉，高森秀司：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，土木計画学研究・講演集，2022。

Improvement of the Accuracy of the Estimation of Input-Output Table By Commodity Balance Method Based on Cross-Hauling Estimation

Mizuki UCHIDA, Tatsuya SUGIMONO and Shuji TAKAMORI

This study focuses on the commodity balance (CB) method, which is one of the representative non-survey methods. Recently, a method called CHARM was proposed to improve the underestimation of cross-hauling, which was a problem of the CB method. In this study, we proposed a regression equation that expresses the relationship between cross-hauling and variations in the supply-demand balance among regions, and worked to improve the estimation accuracy of cross-hauling using CHARM. Furthermore, we confirmed that the estimation accuracy of the input-output table by the proposed method is higher than that by the conventional CHARM and LQ methods.