

金額ベースと重量ベースのSNA型地域間産業連関表の比較分析*

Comparative Analysis between Value-Based and Weight-Based

Rectangular Multiregional Input-Output Tables

早坂 哲也** 稲村 肇*** 須田 熙****

By Tetsuya HAYASAKA Hajime INAMURA and Hiroshi SUDA

This paper discusses the difference between a value-based and weight-based rectangular multiregional input-output tables (RMIO). In order to determine a value-based RMIO, U and V tables are estimated first from a multiregional input-output table and the National V table, and then an iterative convergent procedure is carried out. In order to determine a weight-based RMIO, the National Freight Census (NFS) is compiled to the table by region, sector, and commodity. The weight-based tables are converted into a value-based based on the weight-value conversion table published by Ministry of Transport. The comparison of a value-based RMIO with a weight-based RMIO is made by statistics, such as correlation coefficient. The mean values of each pair of region one tested by t-statistic. The result showed that intraregional transaction tables can be better estimated than those of interregional transaction.

1. はじめに

地域間の貨物流動を予測する主たる方法は次の2つである。第一は地域の予測年次での貨物量を推計し、それを過去の物流パターンで配分する方法である。第二は地域間産業連関表を予測年次のものに更新し、物量単位に換算する方法である。しかし、産業連関表は商品別の金額ベースで与えられているのに対して、貨物量は産業別の重量ベースで与えられている。この不整合性により貨物発生原単位あるいは重量換算率を作成することが困難である。

ところで、1953年に国連で発表されたSNA（国民経済計算）は1968年には新SNAに改訂され全世

界に急速に普及している。このSNAのうち産業の活動・家計・政府の活動を1年間のフローとして表したものがSNA型産業連関表と呼ばれている。この特長は、商品分類が産業部門とは独立に扱えることにあり、産業活動から商品生産額を推計し、その商品生産額から商品別重量へ変換することにより、推計誤差を小さくできると期待される。

本研究は金額ベースと重量ベースのSNA型地域間産業連関表を作成し、両表を比較し分析することにより、貨物流動量の予測精度を検討することを目的とする。

2. SNA型地域間産業連関表の構造

本研究で用いるSNA型地域間産業連関表の構造を表-1に図示する。この表はオースターハーベン²⁾によって提案された完全情報下における構造モデルの形式を利用したものである。この表の定式化は以下の通りである。

*キートン: SNA, 地域間産業連関表, 純流動調査

**学生員 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻
(〒980 仙台市青葉区荒巻字青葉)

***正会員 工博 東北大学教授 工学部土木工学科

****正会員 工博 東北大学教授 工学部土木工学科

表-1 SNA型地域間産業連関表とチェネリー・モーゼス型産業連関表の関係

	地域R				地域S				輸出	総需要
	商品1	商品2	産業1	産業2	商品1	商品2	産業1	産業2		
地域R商品1										
地域R商品2	X ^{rr}	[A ^{rr}]	U ^{rr}	[B ^{rr}]	X ^{rs}	[A ^{rs}]	U ^{rs}	[B ^{rs}]	F ^{rr}	F ^{rs}
地域R産業1	V ^{rr}	[C ^{rr}]			V ^{rs}	[C ^{rs}]				
地域R産業2										
地域S商品1	X ^{sr}	[A ^{sr}]	U ^{sr}	[B ^{sr}]	X ^{ss}	[A ^{ss}]	U ^{ss}	[B ^{ss}]	F ^{sr}	F ^{ss}
地域S商品2										
地域S産業1	V ^{sr}	[C ^{sr}]			V ^{ss}	[C ^{ss}]				
地域S産業2										
付加価値				Y ^r				Y ^s		
総供給	q ^r			g ^r	q ^s			g ^s		

$$\left. \begin{aligned} U^{rs} &= B^{rs} \hat{g}^s \\ b_{ij}^{rs} &= u_{ij}^{rs} / g_j^s \\ (V^{rs})^T &= C^{rs} \hat{g}^r \\ c_{ij}^{rs} &= v_{ji}^{rs} / g_i^r \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\dots\dots\dots(1) \\ &\dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

ここで、

$g^s = (g_j^s)$: s地域j産業の生産額

$U^{rs} = (u_{ij}^{rs})$: r地域からs地域の産業への商品別投入額

$V^{rs} = (v_{ij}^{rs})$: r地域からs地域の商品への産業別産出額

$B^{rs} = (b_{ij}^{rs})$: r地域からs地域への商品別投入係数

$C^{rs} = (c_{ij}^{rs})$: r地域からs地域への産業別産出係数

(1)と(2)より、商品技術仮定に基づいた国内生産バランス式は以下の通りである。

$$q = U i + F i + e \dots\dots\dots(3)$$

$$= B g + F i + e \dots\dots\dots(4)$$

$$g = C^{-1} q \dots\dots\dots(5)$$

(4)と(5)より、

$$q = B C^{-1} q + F i + e \dots\dots\dots(6)$$

$$= (I - B C^{-1}) (F i + e) \dots\dots\dots(7)$$

一方、チェネリー・モーゼス型地域間産業連関表の生産バランス式は次の通りである。

$$x = T A x + T F i + e \dots\dots\dots(8)$$

ここで、

q, x : 投入額

T : 交易係数

A : 投入係数

F : 最終需要

e : 輸出

いま、qとxは商品別投入額で全く同一のものである。よって、

$$T^{rs} A^{rs} = B^{rs} (C^{rs})^{-1} \dots\dots\dots(9)$$

という関係が成立すれば、チェネリー・モーゼス型地域間産業連関表とSNA型地域間産業連関表が結合されたことになる。

3. 金額ベースのSNA型地域間産業連関表の作成

ここで利用するデータは、9地域別チェネリー・モーゼス型産業連関表および全国産業連関表のV表である。従って(9)において地域ベース(商品×商品)のT, A, F, eを既知として、U, Vを求めればよい。その手順を図-1に示す。(著者らは参考文献1)で同様の手順を示しているが、産業連関表が(産業×産業)であること及び産業技術仮定(係数行列D)を使用している点が異なる。参考文献8)参照)

① 全国産業連関表のV表から係数行列Cを求める。

$$C_{ij} = V_{ji} / g_i \dots\dots\dots(10)$$

ここで、

$$g_i = \sum_j V_{ij}$$

② 地域間産業連関表のq^rと式(10)より求めた係数行列Cより、初期V表におけるg^rを求める。

$$g^r = C^{-1} q^r \dots\dots\dots(11)$$

③ 係数行列Cと式(11)から求めたg^rより初期V表を作成する。

$${}^1(V^{rr})^T = C \hat{g}^r \dots\dots\dots(12)$$

④ 地域間産業連関表のX表から投入係数行列Aを求める。

$$A^{rs} = X^{rs} (\hat{q}^s)^{-1} \dots\dots\dots(13)$$

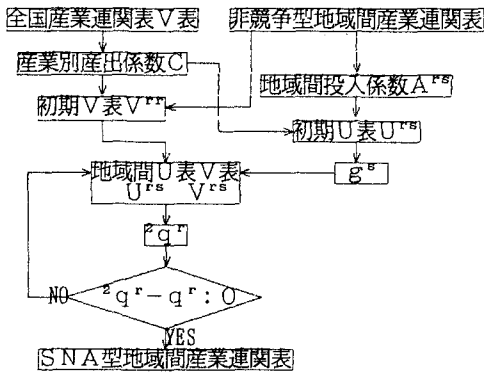


図-1 金額ベースのSNA型地域間表の作成手順

- ⑤ 係数行列Cと式(13)から求めた投入係数行列Aより係数行列Bを算出する。
 $B^{rs} = A^{rs}C \dots\dots\dots(14)$
- ⑥ 地域間産業連関表の商品別付加価値 y^s をオースターハーベンの構造に合わせるために、産業別に変換する。
 $y^{s*} = C^{-1}y^s \dots\dots\dots(15)$
- ⑦ 式(11)から求めた g^r と式(14)から求めた B^{rs} より初期U表を作成する。
 ${}^1U^{rs} = B^{rs}g^r \dots\dots\dots(16)$
- ⑧ 式(16)で求めた初期U表と式(15)より求めた産業別付加価値を用いて g^s を求める。
 $g^s = \sum_r \sum_j {}^1U^{rs} + y^{s*} \dots\dots\dots(17)$
- ⑨ 式(11)で求めた g^r と式(17)で求めた g^s が等しくない場合は、 g^r と g^s との平均値を求め、それを真の g^{r*} 、 g^{s*} としてU表、V表をそれぞれ式(18)、(19)で更新する。
 ${}^2U^{rs} = (g^{s*} / g^s) {}^1U^{rs} \dots\dots\dots(18)$
 ${}^2V^{rs} = {}^1V^{rs} (g^{r*} / g^r) \dots\dots\dots(19)$
- ⑩ 式(18)、(19)によって更新されたU表、V表についてそれぞれ q を求める。

$${}^2q^r = \sum_s \sum_j {}^2U^{rs} + \sum_s F^{rs} + e^r \dots\dots\dots(20)$$

$${}^2q^s = \sum_r \sum_j {}^2V^{rs} \dots\dots\dots(21)$$

⑪ 式(20)、(21)で求めた 2q がもとの q に等しくない場合はU表、V表をそれぞれ式(22)、(23)で更新する。

$${}^3U^{rs} = (q^r / {}^2q^r) {}^2U^{rs} \dots\dots\dots(22)$$

$${}^3V^{rs} = {}^2V^{rs} (q^s / {}^2q^s) \dots\dots\dots(23)$$

⑫ ⑩で求める q がもとの q に十分近似されるまで

⑧～⑪の計算を繰り返す。

⑬ ⑩で求める q がもとの q に十分近似されたときのU表、V表が求めるU表、V表であり、これによって金額ベースのSNA型地域間産業連関表が作成される。

4. 重量ベースのSNA型地域間産業連関表の作成

ここで、利用するデータは全国貨物純流動調査データ(年間調査・3日調査)、全国産業連関表のX表・V表である。構造を表-2に、作成手順を図-2に示す。この純流動調査データは運輸省によって5年ごとに実施されている統計調査であり、以下の点が産業連関表とは異なっている。

- 1) 付加価値部門が存在しない。
- 2) サービス部門のデータが欠落している。
- 3) 輸入貨物の直接的な流動は含まれない。
- 4) 倉庫業・卸売業・小売業において、産業連関表では商品に対する倉庫量・マージンとして与えられているが、純流動調査では実際の商品の流動量が与えられている。

これらの事を考慮して、作成の手順を以下に述べる。

- ① 純流動の3日調査データを発地域別発業種別に集計し、発業種別商品発生量すなわち純流動V表を作成する。

表-2 重量ベースのSNA型地域間産業連関表の構造

		地域R				地域S				地域R	地域S	輸出	総
		品目1	品目2	業種1	業種2	品目1	品目2	業種1	業種2	最終需要	最終需要		需要
地域R	品目1	1											
		2			N^{rr}				N^{rs}	F^{rr}	F^{rs}	E^r	q^r
		1	M^{rr}				M^{rs}						
		2											
地域S	品目2	1											
		2			N^{sr}				N^{ss}	F^{sr}	F^{ss}	E^s	q^s
		1											
		2	M^{sr}				M^{ss}						

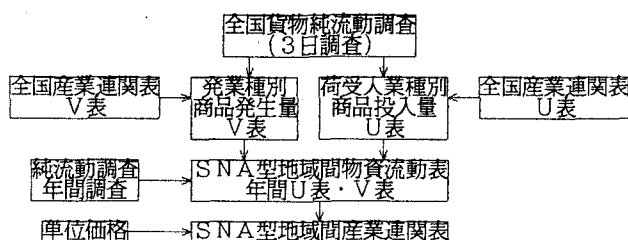


図-2 重量ベースのSNA型地域間物資流動表の作成手順

② ①で作成した純流動V表のうち発業種が倉庫業・卸売業の場合には、商品の2次発生をなくすために、全国産業連関表のV表の縦列の比で各産業部門別の発生量として配分する。

③ 純流動の3日調査データを着地域別荷受人業種別に集計し、商品投入量すなわち純流動U表を作成する。

④ ③で作成した純流動U表のうち、荷受人業種が小売業・外国の場合にはそれぞれ最終消費・輸出とする。また荷受人業種が卸売業・倉庫業の場合には②と同様に商品の2次取引をなくすために、同製品を中間投入と最終需要との比で配分する。中間投入分に関しては全国産業連関表のU表の横行の比で各産業部門への配分量とする。産業連関表のU表はX表とV表より作成する。

⑤ ①～④で作成された3日調査の純流動U表・V表を年間調査データで補完して、年間調査の純流動U表・V表を作成する。ところで、年間調査データは発業種と発地域しか得られない。そのため、発地域別発業種別にデータを集計して、式(24)に従って3日調査のV表の横行の比で配分し、年間純流動V表を作成する。

$$m_{ij}^{rs} = ({}^3m_{ij}^{rs} / \sum_j {}^3m_{ij}^{rs}) \cdot g_i^r \quad \dots\dots\dots (24)$$

ここで、 ${}^3m_{ij}^{rs}$ は3日純流動V表の要素、 g_i^r は年間調査地域別発業種別データ、 m_{ij}^{rs} は年間純流動V表の要素である。

⑥ ⑤で作成した m_{ij}^{rs} を着地域別品目別に集計し、 q_j^s とする。この投入量を式(25)に従って3日調査U表の横行の比で配分し、年間純流動U表を作成する。

$$n_{ij}^{rs} = ({}^3n_{ij}^{rs} / \sum_j {}^3n_{ij}^{rs}) \cdot q_j^r \quad \dots\dots\dots (25)$$

ここで、 ${}^3n_{ij}^{rs}$ は3日純流動U表の要素(最終需要・輸出項を含む)、 n_{ij}^{rs} は年間純流動U表の要素である。こうして、SNA型地域間物資流動表が作成される。

⑦ 物量表から単位価格表(重量換算率の逆数)を作成する。

⑧ 地域間物資流動表に単位価格を乗じて重量ベースのSNA型地域間産業連関表が作成される。

5. 比較分析結果

今回使用したデータは昭和60年の地域間産業連関表⁴⁾・全国産業連関表V表⁷⁾・全国貨物純流動調査⁵⁾である。金額ベースでは東北・関東・その他全国の3地域とし、商品部門・産業部門共に25部門とした。

収束条件を偏差を5%以内とした場合18回の反復で収束した。重量ベースでは金額ベースと同様に3地域とし、商品分類を33部門、産業分類を40部門とした。額量変換は昭和63年に海事産業研究所によって発表された164部門別トン当たり輸入価格表⁶⁾を用いた。また、金額ベースとの比較のために産業分類を25部門とした。商品分類は金額ベース・重量ベース共に比較可能な17品目について行った。分析はU表とV表の相関係数と不等係数を求めることによって行った。なお、U表・V表は各要素の値に大きな広がりがあり、小さな値における差異も重要であると考えられるためにそれぞれの値を対数に変換して行った。相関係数・不等係数は表-3に、東北-東北のU表についての金額ベースと重量ベースのばらつきを図-3に示す。また両推計結果について全体

の平均値に対しても検定を行った。その結果を表-4に示す。U表・V表共に自地域内における取引が他地域との取引と比べて相関が高くなっていることが分かる。また、各地域の自域内取引に関しては検定の結果、全て有意水準1%で棄却されたが、地域間に於いては棄却されないものもあることが分かる。更に両データの適合度を見るためにデータを標準化し、カイ2乗検定を行った。その結果を表-5に示す。全地域とも有意水準5%で棄却されず、両データがかなり接近している、すなわち、良い推計結果となっていることが分かる。

6. おわりに

本研究における問題点について述べる。

- ① 金額ベースのSNA表を作成する時に用いる地域間表は地域内表の交易係数を用いて作成している。屑・副産物を含む部門を地域に配分する際に、通産省では全国表の原表の基本表を利用している。本研究ではそのデータが無かったために屑・副産物を含む部門も他の部門同様に各地域に配分した。そのため通産省が作成した地域間表と多少異なっている。
- ② 金額ベースのSNA表の作成において、反復計算を行うと鉱業部門の総需要額 q^* が負の値になった。これは、地域の需要額に対して輸入額の比率がかなり大きいために起こるものと考えられる。このため、U表の鉱業部門からの投入額を1回反復計算を行ったあとは、 q^* に対するUの修正は行わないことにした。
- ③ 額量換算に際し、当初は産業連関表に付帯している物量表⁷⁾を用いたが、単位を換算できる部門数や物量の単位が多様であるため、以下の資料を使用した。本研究で用いたトン当たりの輸入価格表は、重量単位が全てトン単位に統一されていることと、部門数が多く産業連関表の部門分類にかなり一致しており、単位換算表を作成するのが容易であった。しかし国境価格であるため、実際の生産価格とはかなり異なる値もあった。
- ④ 純流動3日調査データでは、農業・漁業等の季節によって出荷量がかかなり変動する業種については調査しておらず、配分パターンとなる3日間純流動V表の該当部門は産業連関表のV表の横行の比率

表-3 相関係数と不等係数

		U 表		V 表	
		相関係数	不等係数	相関係数	不等係数
東北-東北	東北	0.7345	0.1345	0.7698	0.3340
	関東	0.6159	0.1824	0.6865	0.2208
	他全	0.5371	0.2226	0.6157	0.2599
関東-東北	東北	0.6797	0.1633	0.7743	0.1707
	関東	0.7249	0.1073	0.8004	0.1671
	他全	0.6348	0.1434	0.7883	0.1560
他全-東北	東北	0.5553	0.2118	0.6889	0.2019
	関東	0.6040	0.1506	0.8028	0.1414
	他全	0.6595	0.1095	0.8427	0.1367

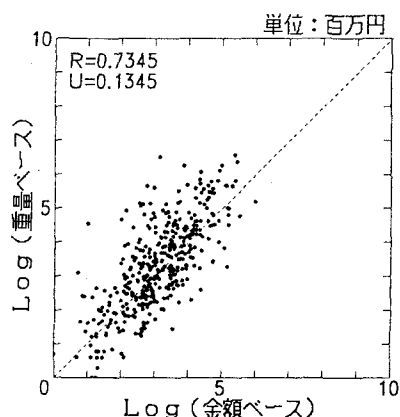


図-3 東北-東北U表のばらつき

表-4 t検定の結果

		U 表	V 表
東北-東北	東北	3.5700**	18.714**
	関東	3.8874**	1.2467
	他全	4.7518**	6.7670**
関東-東北	東北	2.8112*	1.2355
	関東	5.4691**	10.311**
	他全	0.8623	3.6147**
他全-東北	東北	5.0633**	4.2891**
	関東	1.3260	2.8432**
	他全	5.9479**	8.4922**

**有意水準1% *有意水準5%

表-5 カイ2乗検定

		U 表	V 表
東北-東北	東北	35.2492*	48.7495*
	関東	77.7107*	45.7497*
	他全	239.577*	81.6866*
関東-東北	東北	226.991*	54.0596*
	関東	57.2123*	22.5943*
	他全	66.8825*	50.4039*
他全-東北	東北	58.9272*	50.0626*
	関東	58.5001*	52.4275*
	他全	40.3557*	40.7021*

*有意水準5%で棄却されない

をそのまま用いている。

- ⑤ 純流動調査は産業連関表と比較して部門が細分化されていないので産業連関表の分類を純流動調査に合わせて統合する必要がある。よって、今回作成

した重量ベースのSNA型地域間表では、細かい部門の投入・産出を知ることはいできない。逆に地域の分割において、金額ベースのSNA型地域間表では国内を9地域しか分割できないのに対して、重量ベースのSNA型地域間表では、市町村単位まで分割することが可能である。

⑥ 2つのSNA型地域間表において、第3次産業は、物量表のデータが欠けていること、金額ベースの該当するセルには運賃・サービス料・マージンが与えられているのに対し、重量ベースでは実際の商品の流動量が与えられていることからその2つの表の比較は不可能である。

⑦ 純流動調査では最終需要部門が存在しない。そのため荷受人業種が小売業である商品の流動量は、最終消費されるものと仮定して最終需要部門の値とした。

⑧ 金額ベースのSNA型地域間表の作成において、本研究では収束条件として偏差が5%以内とした。この条件を厳しくすることによってより精巧な表ができるものと思われるが、反復回数が増えることによって逆にある部門の誤差が他の部門に拡散したり、値が収束しない恐れもある。

⑨ 比較においてU表・V表の対数値を用いたので、金額ベースと重量ベースの対応するセルのうち片方が0または負値の場合にはそのセルは計算には用いていない。対数値の代わりに別の方法で比較した場合には相関係数や不等係数などが変化する可能性がある。

今後の課題としては、金額ベースのSNA型地域間表に関しては部門数を増加させること、本研究で用いた物量表の代替となるデータを用いて単位価格表を作成すること等が挙げられ、問題点を改善していくことにより、SNA型地域間表が更にデータの精度が向上し、将来の貨物流動の予測に利用可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 稲村 肇, 須田 熙: 地域間SNA型物流予測モデルの開発, 土木学会論文集 No.431, pp.41~46, 1991年.
- 2) Jan Oosterhaven: A Family of Square and Rectangular Interregional Input-Output Tables and Models, Regional Science and Urban Economics 14, 1984.
- 3) Larry V. St. Louis: Empirical Tests of Some Semi-survey Update Procedures Applied to Rectangular Input-Output Tables, Journal of Regional Science, Vol.29, No.3, 1989.
- 4) 通産省: 昭和60年地域間産業連関表(作表結果報告書, 取引基本表), 1990年.
- 5) 運輸省: 全国貨物純流動調査報告書, 1990年.
- 6) 財団法人海事産業研究所: 国際貨物輸送を中心とした新しい産業連関表の作成, 1988年.
- 7) 総務庁: 昭和60年産業連関表計数編(2), 1985年.
- 8) 安藤 朝夫: 稲村肇・須田熙共著” 地域間SNA型物流予測モデルの開発” への討議, 土木学会論文集 No.449, pp.235~238, 1992年.