

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：33918

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23510056

研究課題名(和文) 中国の経済発展と環境負荷を考慮した産業構造政策

研究課題名(英文) Industrial structural policy for environmental and economic development for China

研究代表者

西村 一彦 (NISHIMURA, Kazuhiko)

日本福祉大学・経済学部・教授

研究者番号：00351081

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,400,000円

研究成果の概要(和文)：エネルギー・環境分析を地域産業連関分析を用いて行う場合、問題となるのは、公刊されている地域産業連関表の地域区分と、エネルギー環境分析に適した地域区分とが異なることである。この場合、地域区分の変更を行うが、それに伴い地域間交易構造を推定し直す必要性が生じる。地域間交易構造の推定は容易ではなく、とくに交差輸送を排除しない推定は困難であると考えられてきた。そこで本研究では、数値が得られている地域間交易IR10の情報を利用して、貿易論で標準的なグラビティモデルに基づき、希望する地域区分の地域間交易を、交差輸送を排除しないで推定する手法の開発を行い、中国の統計を用いて良好な結果を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：In this study we propose an alternative nonsurvey method for estimating interregional (Isard type) transactions. Domestic outflows are assigned by delivering biregional transactions on the basis of the gravity ratio between the origin and the destination, with parameters estimated from an earlier survey on interregional transactions. The estimated gravity parameters are further perturbed in order to meet the aggregate transactions that are given for other regions to be investigated. The methodology is applied to the interregional table for China 2007, first estimating the gravity ratio, and then to re-calculate the interregional transactions with the perturbation and shifting of the gravity parameters with respect to their stochastic parameters.

研究分野：社会システム工学

キーワード：産業連関分析

1. 研究開始当初の背景

中国では急激な経済成長と人口増加に伴いエネルギー需要が逼迫し、二酸化炭素の排出量も全世界の20.7%を排出している。このような状況の中、中国は大幅なエネルギー消費量の削減を行うことをコペンハーゲン会議において約束した。この約束実現への具体的政策策定が課題となっている。

エネルギー効率について、中国全体を地域別に見ると、エネルギー効率の高い地域と低い地域、あるいはエネルギー消費量が多い地域を少ない地域とが混在し、非常に性質の異なる多数の地域から成り立っていることがわかる。このような地域特性および地域間交易を陽に含む産業構造とその変化を内生的に扱うモデルの開発が必要とされている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、中国の人口増加や経済成長に伴って逼迫しているエネルギー需要と、それに伴って生じている環境悪化に対して、産業構造の適切な誘導の可能性を検討することである。ここでいう産業構造とは、生産活動の空間的な意味を陽に含んでいる。空間的とは何がどこでどのような技術で生産されているかといった、地域特性を反映した産業構造、ならびに異なる地域間にわたる移輸入・輸出入構造を示す。ある時点でのそれらは(チェネリー型と呼ばれる)地域間産業連関表 MRIO または(アイサード型と呼ばれる)地域産業連関表 IRIO に代表される。本研究では、中国の各地域における交差輸送を含む地域間交易を精度よく明らかにすることで、エネルギー需要と環境悪化の問題の分析に資することを目的としている。

このような地域産業連関分析を行う場合、問題となるのは、公開されている地域産業連関表の地域区分と、エネルギー環境分析に適した地域区分とが異なることである。このような場合、地域区分の変更をすることになるが、そのことに伴い地域間交易構造を推定し直す必要性が生じる。地域間交易構造の推定は容易ではなく、とくに交差輸送を排除しない推定は困難であると考えられてきた。

本研究では、公開された数値が得られている地域間交易(IRIO)の情報を利用して、貿易論で標準的なグラビティモデルに基づき、希望する(任意の)地域区分の地域間交易を、交差輸送を排除しないで推定する手法の開発を行うことを主たる目的とする。

3. 研究の方法

本研究の目的は結局、アイサード型の地域産業連関表の地域間交易のノンサーベイ推定法に帰着される。本研究の状況設定では、望まない地域区分ではあるものの、地域間交易表が得られている。本研究では、この既存の地域間交易表と地域間距離を組み合わせることで、グラビティモデルのパラメータを推定し、それをを用いて任意の(希望する)地

域の各産出をグラビティモデルにしたがって地域に再配分することで、希望する地域区分の地域間交易を得ようとするものである。

その際生じる問題は区分地域の移輸入の集計量に齟齬が生じることである。グラビティモデルによる配分は全体の収支を同時に保証するものではないことは当然である。本研究では、統計的に(回帰係数として)推計されたグラビティパラメータを相応の確率分布に従い揺動させることで、全体の収支を同時に満足するグラビティパラメータを見つけ出す、モンテカルロ RAS の手法を開発し適用した。

4. 研究成果

(1) グラビティ比の推定

まず、公開されている中国の地域間産業連関表を用いて、以下の二つのグラビティ比の推定を行った。(財のインデックスは省略)

Model 1:

$$\ln(t_{ki}/t_{kj}) = \gamma_1 \ln(y_i/y_j) + \delta_1 \ln(d_{ki}/d_{kj} + \kappa_1 \ln(q_i/q_j) + u_{kij}$$

Model 2:

$$\ln(t_{ki}/t_{kj}) = \gamma_2 \ln(y_i/y_j) + \delta_2 \ln(d_{ki}/d_{kj} + u_{kij}$$

ここに、 t_{ij} は地域 i から地域 j への移出量、 y_i は地域 i での需要合計、 q_i は地域 i での一人当たりそう付加価値額を表す。 d_{ij} は地域 i と地域 j の間の距離を表し、後述の人口加重平均距離を適用した。

地域 i と地域 j の間の人口加重平均距離はそれぞれの地域内の都市 a および b 間の物理距離 d_{ab} より次の式の d_{ij} で定義される。

$$d_{ij} = \frac{\sum_b \sum_a ((p_a p_b) / \sum_a (p_a p_b)) d_{ab}}$$

中国の地域間産業連関表の地域区分に準じた人口加重平均距離を次の表に示す。

Region	NE	NM	NC	CC	SC	CR	NW	SW
NE	0.192							
NM	0.441	0.076						
NC	0.603	0.203	0.220					
CC	0.894	0.512	0.403	0.116				
SC	1.315	0.905	0.808	0.536	0.367			
CR	0.884	0.474	0.419	0.399	0.517	0.262		
NW	0.917	0.506	0.507	0.668	0.916	0.479	0.406	
SW	1.280	0.877	0.823	0.838	0.841	0.549	0.556	0.281

Calculated by the author based on the 2003 China Statistical Yearbook using Google Map route search.

(2) 3地域モデル

本研究で行ったモンテカルロ RAS 法による地域間交易の推定法について、無用な複雑化を避けるために地域数を3つに限定して述べることにする。以下に、推定すべき地域間交易の表を示す。(財のインデックスは省略)

t_{11}^c	t_{12}^c	t_{13}^c	t_{11}^f	t_{12}^f	t_{13}^f	$z_1^c + z_1^f - s_1$
t_{21}^c	t_{22}^c	t_{23}^c	t_{21}^f	t_{22}^f	t_{23}^f	$z_2^c + z_2^f - s_2$
t_{31}^c	t_{32}^c	t_{33}^c	t_{31}^f	t_{32}^f	t_{33}^f	$z_3^c + z_3^f - s_3$
z_1^c	z_2^c	z_3^c	z_1^f	z_2^f	z_3^f	

ここに z_i^c は地域 i における中間産業への合計投入量, z_i^f は地域 i における最終需要への合計投入量を表す。また, s_i は地域 i への純移入量を表す。以上の数値は観測可能であり既知とする。この表において, 最終列と最終行の値は既知であり, 地域間取引の推定は, それら以外の t_{ij}^c および t_{ij}^f の推定に帰着される。ここで, t_{ij} の行和は表の最終列と一致し, 列和は最終行と一致することが, 物量収支から要請される。

このような表は Bi-proportional Matrix 二次元調和行列と呼ばれる。R ストーンによる RAS は t_{ij} に初期値がある場合に, 二次元調和となる t_{ij} を求めるアルゴリズムである。本研究ではちょうどよい初期値の存在を前提としていないことから, RAS とは別の方法を検討した。

行方向の整合性はさておき, 列方向の整合性に注目すれば, 未知数が 18 個あるところに方程式数は 6 本であることから, t_{ij} に関して 12 本のグラビティ比の式を適用すれば t_{ij} が解ける。しかし, その解が行方向にも整合的である保障はない。本研究で開発したモンテカルロ RAS は, 行方向に整合するように, グラビティ比の係数である γ を試行錯誤法で求める方法である。

(3) モンテカルロ RAS

以下, モンテカルロ RAS を説明するが無用な複雑化を避けるために, 中間産業と最終需要への移入構造が同一であると仮定する。(この過程は問題の本質的な変更をもたらさない) この場合に, 推定したい t_{ij} を表の形で示したものを以下に示す。

	North	Central	West	Total	Target
North	t_{11}	t_{12}	t_{13}	$\sum_{j=1}^3 t_{1j}$	$z_1 - s_1$
Central	t_{21}	t_{22}	t_{23}	$\sum_{j=1}^3 t_{2j}$	$z_2 - s_2$
West	t_{31}	t_{32}	t_{33}	$\sum_{j=1}^3 t_{3j}$	$z_3 - s_3$
Total	z_1	z_2	z_3		

$$\ln \frac{t_{12}}{t_{11}} = \gamma_{12} \ln \frac{y_2}{y_1} + \delta_{12} \ln \frac{d_{12}}{d_{11}}, \quad \ln \frac{t_{13}}{t_{11}} = \gamma_{13} \ln \frac{y_3}{y_1} + \delta_{13} \ln \frac{d_{13}}{d_{11}}$$

$$\ln \frac{t_{21}}{t_{22}} = \gamma_{21} \ln \frac{y_1}{y_2} + \delta_{21} \ln \frac{d_{21}}{d_{22}}, \quad \ln \frac{t_{23}}{t_{22}} = \gamma_{23} \ln \frac{y_3}{y_2} + \delta_{23} \ln \frac{d_{23}}{d_{22}}$$

$$\ln \frac{t_{31}}{t_{33}} = \gamma_{31} \ln \frac{y_1}{y_3} + \delta_{31} \ln \frac{d_{31}}{d_{33}}, \quad \ln \frac{t_{32}}{t_{33}} = \gamma_{32} \ln \frac{y_2}{y_3} + \delta_{32} \ln \frac{d_{32}}{d_{33}}$$

地域は事例として中国北部, 中部, 西部からなる 3 地域に集計している。ここでは t_{ij} が未知数であり, その列和 z_j は既知である。列和の整合性を保ちながら 2 地域間の t_{ij} に対してグラビティ比を適用して得られた t_{ij}

の行和が Total である。これが既知の行和 Target と整合するかどうかで, グラビティ比のパラメータを評価するものとする。以下に, リファレンスとする整合表および推定グラビティ比を単純に用いて推定したトランザクション t_{ij} を表している。

	North	Central	West	Total	Target
North	1,236,312	118,072	28,846	1,383,230	1,383,230
Central	38,160	1,941,463	11,435	1,991,058	1,991,058
West	80,491	134,794	893,578	1,108,863	1,108,863
Total	1,354,963	2,194,329	933,859		

	North	Central	West	Total	Target
North	1,060,037	3,725	16,304	1,080,066	1,383,230
Central	268,473	2,062,080	126,982	2,457,535	1,991,058
West	26,453	128,524	790,574	945,551	1,108,863
Total	1,354,963	2,194,329	933,859		

予想されるとおり, 推定グラビティ比で推定したトランザクションの整合性は高くはないことがわかる。そこで本研究では, 次に示すような要領でグラビティ比のパラメータである γ と δ を摂動することを考える。 γ と δ がグラビティ比の回帰式において正規分布するとすれば, 式の形状から, トランザクション比が示す分布は, 推定パラメータに基づいた対数正規分布となる。推定パラメータから対数正規分布の平均 m や分散も規定される。したがって, γ と δ の両方について乱数を発生させる必要はなく, この対数正規分布にしたがってトランザクション比 t_{ij}/t_{kl} の乱数を発生させることが可能である。

本研究では, さらに上記の m (トランザクション比の平均) を次に示すトランザクション表の整合性評価関数 SSR に対して回帰することにより, 発生させる乱数のパラメータ (この場合 m) 自体を, $\ln SSR$ を減少させる方向に変化させていった。

$$SSR = (\text{Total} - \text{Target})^2$$

以上のモンテカルロ RAS により推定されたトランザクションを次に示す。(整合性が非常に高いことがわかる)

	North	Central	West	Total	Target
North	1,319,320	1,577	62,333	1,383,230	1,383,230
Central	21,248	1,901,038	68,773	1,991,058	1,991,058
West	14,395	291,715	802,754	1,108,863	1,108,863
Total	1,354,963	2,194,329	933,859		

この手法を他財他地域に拡張することは容易である。任意の地域区分に地域間取引を編集することが可能となり, エネルギー環境分析の精度を高めることが可能となった。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Nakano, S and Nishimura, K (2013) "A Nonsurvey Multiregional Input-Output Estimation Allowing Cross-Hauling" *Annals of Regional Science*, 査読有, 50, pp935-951. DOI: 10.1007/s00168-012-0521-5

〔学会発表〕(計 1 件)

Nakano, S and Nishimura, K "Gravity Induced Distribution of Interregional Transactions with Monte Carlo Proportioning" IIOA 2014 Lisbon, 2014 年 7 月 15 日 ~ 2014 年 7 月 21 日, University of Lisboa.

6. 研究組織

(1)研究代表者

西村 一彦 (NISHIMURA, Kazuhiko)

日本福祉大学・経済学部・教授

研究者番号：00351081