

# 国際地域連関分析による 2時点間の環境誘発効果の計測 - 東京 - 北京の事例 -

金子 慎治<sup>1</sup>・市橋 勝<sup>2</sup>・吉延 広枝<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 広島大学大学院助教授 国際協力研究科(〒739-8529 東広島市鏡山1-5-1)

E-mail: kshinji@hiroshima-u.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 広島大学大学院助教授 国際協力研究科(同上)

E-mail: ichi@hiroshima-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東和科学株式会社 環境ソリューション部(〒730-0841 広島市中区舟入町6-5)

E-mail: yoshinobu@mail.towakagaku.co.jp

本稿では、都市間の経済依存と発生環境負荷の時点間変化を、複数の地域産業連関表を組み合わせることで計測し、その比較と要因分解を行なう。対象地域は、東京、北京、日本のその他地域の2都市、1地域であり、比較する時点は92年及び97年、90年及び95年である。分析から得られる主要な結論は、各地域の相互輸出はこの5年間で2倍前後の伸びを示している、相対的に東京から北京への輸出の増大が大きくなっている。だが、輸出1単位当りの誘発環境負荷量の比較や要因分解の結果によれば、北京での環境負荷は増大しており、その日本との格差は依然深刻であることが分かった。環境負荷増大の要因は、北京側での原単位の悪化と日本側での輸出の増大である。

**KeyWords** : *input-output analysis, trade and environment, induced environmental effects, Tokyo, Beijing*

## 1. はじめに

経済のグローバル化によって各国の国際的経済依存関係は密接かつ複雑になり、ある都市での経済活動は貿易や国際金融を通じて海外のさまざまな地域に対して経済的影響を及ぼすようになりつつある。こうした影響は双方向的であり、かつ多数の国際間、地域間の因果関係が複雑に入り組む構造を持つ。この双方向的な相互影響は、相互に経済的利益をもたらす一方で、それにもなって生じる環境悪化などの問題で時に著しい不均衡をもたらす可能性がある。特に、生産技術や対策レベルの違いから一方が大きな代償を払わなくてはならない事態が起こる可能性がある。また、このような不均衡は取引国間で起こる以上に、それらの国の中にある都市と都市との間でより鮮明に、またより先行して起こりうるものである。さらに、このことは異なる発展段階にある都市どうしの間で各瞬間に起こっているが、同時に双方の発展スピードが異なるため、不均衡の状況もまたダイナミックに変化しているであろう。

こうした側面に着目し本稿は、国境を越えた都市間の経済依存と環境負荷発生 の時間変化を捉える試みと

して、複数の地域産業連関表を2時点にわたって整理し、CO<sub>2</sub>排出量を指標とした環境誘発効果の時点間比較分析を行なう。対象地域は、東京、北京、日本のその他地域の2都市、1地域であり、比較する時点は92年及び97年(北京市)、90年及び95年(東京、その他日本)である。

複数の地域別産業連関表によって都市レベルの国際経済依存の状況と引き起こされる環境負荷を数量的に分析することは、東京と北京を事例に既に別稿で試みられた<sup>1)</sup>。だが、そこでの分析は1時点での推計であったために、両者の依存構造と環境負荷がその後どのように変化しているのかという分析は課題として残されていた。本稿では、基本的にこの残された課題に取り組むものである。

誘発環境負荷の問題は、北京と東京に限ったものではないことは言うまでもない。例えば、中国の他の地域との交易、更に他国の巨大都市との間での取引によっても引き起こされているに違いない。他地域との交易による誘発環境負荷は、地域産業連関表などの整備状況や入手可能性との兼ね合いで分析されていく必要があるが、本稿では、その一つの事例研究として再度北京と東京を取り上げ、順次他地域との状況を分析していく予定である。

方法論については、貿易にともなう財への内包エネルギーや排出CO<sub>2</sub>の計測としてImura & Moriguchi<sup>9)</sup>の方法が知られており、また、2国2地域間の国際的相互依存の分析には市橋<sup>9)</sup>があり、本稿ではこれらの方法を踏襲している。更に本稿では、2時点間の構造要因分解も試みる。地域間連関表を用いた依存性や技術効果などの分析研究は既に膨大な蓄積がある。本稿は、都市の産業連関表を使って国境を越えた経済と環境の誘発関係を比較分析していることに特徴がある。

以下では、第2節で使用データとその加工手続きについて述べる。第3節では地域間貿易の推計方法とその結果について述べ、第4節でそれを元にした誘発生産額及び誘発環境負荷の計算と比較を行なう。第5節では2時点間の変化に関して要因分解を行い、考察を加える。最後に、簡単なまとめと今後課題について触れる。

## 2. 使用データと加工手続き

### (1) 使用データについて

本稿は各地域の生産構造の時点間比較を行なう関係で、日中国際連関表90年版<sup>9)</sup>(以下、日中表)、アジア国際連関表95年版<sup>9)</sup>(以下、アジア表)、北京市連関表92年と97年版<sup>9)</sup>(以下、北京表92、97)、東京都連関表<sup>9)</sup>の90年と95年版(以下、東京表90、95)、更に補足的に中国産業連関表92年、97年版<sup>9)</sup>を利用した。アジア表、日中表及び東京表はArmington仮説を前提したIsard型の連関表で、地域間の移出入が別立ての行列表になっている。北京表は競争輸入型の地域表である。

分析する地域は、東京、北京の2都市の他に、日本における東京以外のその他地域(以下、その他日本)を加えた3地域である。用いたLeontief逆行列では、輸入を域内需要に比例する形で内生化して処理した。但し、北京表の場合は、移輸入率を用いている。

本稿で採用した部門数は39部門であり、使用した各連関表を、入手しうる細分類から39部門に独自に統合して計算に使用した。表-1にその採用部門名を掲げておく。価格は、時点間比較を行なう為に実質化した。具体的には、日本の90年時点の価格は、経済産業研究所が公表している長期接続産業連関表における部門別の各種インフレータを用いて、行ごとに中間及び最終需要、輸入品、国内生産を95年固定価格として評価した。また、付加価値に関しては、ダブル・デフレーション法によって算出した。北京の92年時点の価格は、中国統計年鑑の製造業価格指数、サービス業価格指数によって部門別インフレータを作成し、それによって行ごとに97年価格に実質化した。付加価値に関しては、日本側と同様にダブル・デ

表-1 採用部門数と内訳

1 農業・畜産業	21 非鉄金属製造業
2 林業	22 金属製品製造業
3 漁業	23 機械製造業
4 原油・天然ガス	24 電気機械製造業
5 金属鉱業	25 自動車製造業
6 非金属鉱業	26 その他の輸送機械製造業
7 食料品製造業	27 精密機械製造業
8 飲料・資料・タバコ	28 プラスチック製造業
9 繊維工業	29 その他の製造業
10 衣服・その他の繊維工業	30 電気・ガス・熱供給・廃棄物処理
11 なめし革・毛皮・銅製品製造業	31 建設業
12 木材・木製品	32 商業
13 パルプ・紙・紙加工品製造業	33 運輸業
14 新聞・出版	34 通信・放送
15 化学製品	35 金融・保険
16 医薬品製造業	36 教育・研究
17 石油・石炭製品	37 その他のサービス
18 ゴム製品製造業	38 公務
19 窯業・土石製品製造業	39 分類不明
20 鉄鋼業	

表-2 各地の総産出額と倍率

総産出額	単位: 100万円		
	北京	東京	その他日本
90/92年(A)	6,180,558	160,535,261	789,474,497
95/97年(B)	8,803,041	157,908,875	835,469,190
倍率(B)/(A)	1.42	0.98	1.06

注1)北京市は92年と97年。価格は97年実質価格表示。

注2)東京、その他日本は90年と95年。価格は95年実質価格表示。

フレーションによって計算した。最終的な取引額は97年間の平均為替レートをを用いて100万円単位に統一した<sup>10)</sup>。

はじめに各地の総産出額の2時点比較表を掲げておけば表-2となる。同表からは、北京側がこの5年間で高成長を遂げているのに対して、東京側は若干規模が縮小していることが分かる。その他日本はほぼ同じ規模となっている。

### (2) エネルギーデータの加工について

環境負荷分析のためのエネルギーとCO<sub>2</sub>については、以下のデータを用いて推計した。日本については「総合エネルギー統計」<sup>11)</sup>、東京都については「都におけるエネルギー需給構造調査報告書」<sup>12)</sup>、中国および北京市については「中国能源統計年鑑」<sup>13)</sup>からのエネルギーデータを基本的に利用し、日本、東京都については環境省<sup>14)</sup>、中国、北京市についてはIPCC<sup>15)</sup>から公表されているCO<sub>2</sub>排出原単位を元に推計した。スペースの関係で、ここではCO<sub>2</sub>排出原単位の推計結果のみを表-3に掲げておく。

表-3によれば、殆どの産業で北京の原単位が日本側よりも大きいことが見て取れる。特に、電力、鉄鋼、化学、公務の原単位の大きさが著しいのが特徴である。また、繊維、原油、鋳業の原単位も相対的に大きい。他方、日本側は教育・研究の他にいくつかの部門で北京よりも大きいに過ぎない。日本国内では、特に電力において東京とその他日本の間に原単位の大きな格差が存在している。

これらの原単位の違いが、相互の輸出入に伴う直接の

表-3 総生産額に対するCO<sub>2</sub>排出原単位

業種	90/92年			95/97年		
	東京 kg-C/円	その他日本 kg-C/円	北京 kg-C/円	東京 kg-C/円	その他日本 kg-C/円	北京 kg-C/円
1	111.8	1,965.7	6,309.6	63.7	1,133.4	9,252.3
2	48.9	2,037.7	7,378.0	45.3	2,928.5	10,603.8
3	756.9	5,339.4	10,960.4	1,835.0	7,184.8	9,182.2
4	0.0	0.0	4,183.2	0.0	0.0	17,977.5
5	299.5	260.4	13,134.0	523.1	1,169.3	17,133.9
6	266.9	1,049.5	10,861.6	682.4	2,347.5	3,036.2
7	394.9	339.8	2,587.3	477.6	363.4	3,387.6
8	238.7	226.8	2,309.1	290.8	256.0	6,290.8
9	977.4	762.2	6,402.8	812.3	1,327.7	28,827.5
10	47.9	439.0	779.3	61.1	396.3	1,495.4
11	126.9	480.3	2,176.0	110.0	795.1	1,988.8
12	99.9	480.1	547.2	123.6	713.8	2,787.5
13	1,594.7	1,539.0	9,255.5	2,074.9	1,563.1	11,913.2
14	70.2	381.1	3,135.8	76.9	579.9	2,693.0
15	221.0	4,963.7	19,019.8	256.1	5,763.5	35,874.8
16	123.8	717.4	536.9	101.8	740.7	14,464.9
17	71.9	4,340.6	9,823.5	43.0	3,808.3	18,101.0
18	461.2	1,301.7	5,772.1	553.8	1,625.5	19,154.6
19	1,474.8	3,315.2	12,840.9	1,459.9	3,755.1	19,739.1
20	1,157.1	5,290.5	35,593.5	1,074.8	5,829.7	40,643.7
21	239.1	1,670.0	1,877.8	135.6	1,491.5	4,941.6
22	226.8	203.2	1,299.7	266.3	222.8	2,062.9
23	79.1	115.1	2,048.8	85.8	128.6	2,799.8
24	56.5	187.1	1,322.7	49.0	166.5	1,172.2
25	219.3	113.8	622.7	227.5	125.4	2,134.4
26	6.7	121.0	1,831.2	9.5	155.0	5,184.6
27	49.8	159.5	1,139.3	72.6	187.1	1,816.5
28	468.9	553.2	1,918.1	245.1	714.7	1,780.0
29	36.0	5,918.5	23,439.4	44.6	7,132.8	8,321.3
30	1,955.8	15,597.8	31,127.8	1,902.3	15,438.9	83,767.5
31	3.0	182.2	1,097.0	2.4	197.2	992.7
32	72.2	396.0	170.3	66.5	346.2	126.9
33	2,257.9	1,595.4	13,172.4	2,423.6	1,604.0	7,790.7
34	63.7	148.1	161.5	66.3	136.0	75.6
35	34.6	54.0	126.2	38.4	83.7	159.6
36	234.7	183.2	42.6	209.7	262.5	75.1
37	115.3	207.0	694.3	145.0	224.1	210.8
38	273.3	222.0	22,261.2	334.1	27.3	31,928.7
39	348.5	1,366.1	5,795.2	646.6	1,973.2	7,614.6

CO<sub>2</sub>排出だけでなく、誘発生産におけるCO<sub>2</sub>排出にも大きな影響を与えることは言うまでもない。

### 3. 都市間貿易の推計

各地域間の移輸出入取引のうちから、対象都市間の輸出入を抽出する作業が第一の課題である。この輸出入は、相手先での生産誘発を計測するための基本的な外生ベクトルとなる。

北京・東京間の直接の部門別貿易額を示す統計データは入手できないため、両者間の輸出入を以下の手続きで推定する。

今、北京から東京への部門別輸出額を  $EX_{BT}$ 、東京から北京への部門別輸出額を  $EX_{TB}$  とすると、両者は、

$$EX_{BT} = \hat{M}S_{TJ} \hat{X}S_{JC} EX_B \quad (1)$$

$$EX_{TB} = \hat{X}S_{TJ} \hat{M}S_{JC} IM_B \quad (2)$$

として求めることできる。

ここで  $EX_B$  は北京の部門別輸出額ベクトル、 $\hat{X}S_{JC}$  は中国の部門別輸出額に占める日本への部門別輸出比率を対

角成分に持つ対角行列、 $\hat{M}S_{TJ}$  は日本の部門別輸入額に占める東京都の部門別輸入比率を対角成分に持つ対角行列を示す。また  $IM_B$  は北京の部門別輸入額ベクトル、 $\hat{M}S_{JC}$  は中国の部門別輸入額に占める日本からの部門別輸入比率を対角成分に持つ対角行列、 $\hat{X}S_{TJ}$  は日本の部門別輸出額に占める東京都の部門別輸出比率を対角成分に持つ対角行列を示す。

$\hat{X}S_{JC}$  の第1の対角成分を今  $s_{i,C}$  とすると、次のように定義される。

$$s_{i,C} = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij,C \rightarrow J} + e_{i,C \rightarrow J}}{\sum_{j=1}^n x_{ij,C \rightarrow J} + e_{i,C \rightarrow J} + E_{i,C \rightarrow W}} \quad (3)$$

ここで  $x_{ij,C \rightarrow J}$  は中国から日本への原材料輸出分、 $e_{i,C \rightarrow J}$  は中国から日本への最終財輸出分、 $E_{i,C \rightarrow W}$  は中国からその他世界への輸出分である。

また、 $\hat{M}S_{TJ}$  は、その第1対角成分を今  $m_{i,T}$  とすると次のように定義できる。

$$m_{i,T} = \frac{M_{i,T}}{M_{i,T} + M_{i,O}} \quad (4)$$

ここで  $M_{i,T}$  は東京における輸入額、 $M_{i,O}$  はその他日本における輸入額である。両者の合計は第1財の日本の全輸入額になる。

$\hat{M}S_{JC}$  や  $\hat{X}S_{TJ}$  も同様にして、第1対角成分はそれぞれ次のように定義される。

$$m_{i,J} = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij,J \rightarrow C} + e_{i,J \rightarrow C}}{\sum_{j=1}^n x_{ij,J \rightarrow C} + e_{i,J \rightarrow C} + \sum_{j=1}^n x_{ij,W \rightarrow C} + e_{i,W \rightarrow C}} \quad (5)$$

$$s_{i,T} = \frac{E_{i,T}}{E_{i,T} + E_{i,O}} \quad (6)$$

ここで  $x_{ij,J \rightarrow C}$  は日本から中国への原材料輸出分、 $e_{i,J \rightarrow C}$  は日本から中国への最終財輸出分、 $x_{ij,W \rightarrow C}$  はその他世界から中国への原材料輸出分、 $e_{i,W \rightarrow C}$  はその他世界から中国への最終財輸出分である。 $E_{i,T}$  は東京の輸出額、 $E_{i,O}$  はその他日本の輸出額である。

同様の方法で北京とその他日本との部門別輸出  $EX_{BO}$  及び  $EX_{OB}$  と求めることができる。

$$EX_{BO} = \hat{M}S_{OJ} \hat{X}S_{JC} EX_B \quad (7)$$

$$EX_{OB} = \hat{X}S_{OJ} \hat{M}S_{JC} IM_B \quad (8)$$

$\hat{M}S_{OJ}$  は日本の部門別輸入額に占めるその他日本の部

部門別輸入比率を対角成分に持つ対角行列、 $X\hat{S}_{OJ}$ は日本の部門別輸出額に占めるその他日本の部門別輸出比率を対角成分に持つ対角行列である。

以上より推定した輸出額(総額)が表-4である。表によれば、92年から97年の5年間で、東京、その他日本の対北京貿易は総額自体を増大させていて、その倍率は日本側の輸入額が2倍弱、北京への輸出額が約2.5~4倍程度となっていることが分かる。このうち、例えば東京から北京向け輸出の増加 $\Delta EX_{TB}$ を要因分解するには、(2)式から得られる次のような要因分解式を用いることができる。

$$\begin{aligned} \Delta EX_{TB} = & \Delta X\hat{S}_{TJ}M\hat{S}_{JC}\Delta IM_B \\ & + X\hat{S}_{TJ}\Delta M\hat{S}_{JC}\Delta IM_B \\ & + X\hat{S}_{TJ}M\hat{S}_{JC}\Delta IM_B \\ & + R \end{aligned} \quad (9)$$

ここで、 $R$ は残余項で次のようになる。

$$\begin{aligned} R = & \Delta X\hat{S}_{TJ}\Delta M\hat{S}_{JC}\Delta IM_B \\ & + \Delta X\hat{S}_{TJ}M\hat{S}_{JC}\Delta IM_B \\ & + X\hat{S}_{TJ}\Delta M\hat{S}_{JC}\Delta IM_B \\ & + \Delta X\hat{S}_{TJ}M\hat{S}_{JC}\Delta IM_B \end{aligned} \quad (10)$$

紙数の関係で詳細は割愛するが、この分解式での計算結果によれば過去5年間で電気機械と商業の輸入増額 $\Delta IM_B$ の寄与が大きくなり、それぞれ29%と32%で突出していた。すなわち、東京から北京への輸出では5年間でこれら2産業の成長が大きかったことになる。商業における輸出とは、主に商社をはじめとする貿易仲介需要の増大、観光等による特殊貿易の増大などが考えられる。

また、表-4の総額で見れば、その他日本から北京向けの輸出が2時点とも最大規模となっている。この輸出の上位を占めている産業は、97年時点で電機、商業、機械、繊維などであった。要因分解すると、これら産業における輸出増分と中国側輸入における日本シェアの増分が増加要因であった。

表-4 推定輸出額合計の比較

単位:100万円			
(北京発)	北京から東京へ	北京からその他日本へ	東京の国内シェア
92年(A)	6,151	31,220	16.5%
97年(B)	11,370	53,108	17.6%
(B)/(A)	1.85	1.70	
(北京着)	東京から北京へ	その他日本から北京へ	東京の国内シェア
92年(C)	1,655	36,116	4.4%
97年(D)	6,532	93,847	6.5%
(D)/(C)	3.95	2.60	
(北京発)/(北京着)	対東京貿易	対その他日本貿易	
92年((A)/(C))	3.72	0.86	
97年((B)/(D))	1.74	0.57	

#### 4. 誘発生産額と環境負荷

##### (1) 推定輸出による誘発生産額

先の推定輸出額が、各地域においてどの程度の生産を誘発するのか、また、それに伴ってどのぐらいの環境負荷(エネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出)をもたらすのかを次に見てみよう。

各都市及び地域の輸出額として求めた前節の(1)、(2)式及び(7)、(8)式を各地域のLeontief逆行列に与えることで誘発効果を次のように求めることができる。

$$X_{TB,t} = [I - (I - \hat{M}_{T,t})A_{T,t}]^{-1} X\hat{S}_{TJ,t}M\hat{S}_{JC,t}IM_{B,t} \quad (11)$$

$$X_{OB,t} = [I - (I - \hat{M}_{O,t})A_{O,t}]^{-1} X\hat{S}_{OJ,t}M\hat{S}_{JC,t}IM_{B,t} \quad (12)$$

$$X_{BT,t} = [I - (I - \hat{M}_{B,t})A_{B,t}]^{-1} M\hat{S}_{TJ,t}X\hat{S}_{JC,t}EX_{B,t} \quad (13)$$

$$X_{BO,t} = [I - (I - \hat{M}_{B,t})A_{B,t}]^{-1} M\hat{S}_{OJ,t}X\hat{S}_{JC,t}EX_{B,t} \quad (14)$$

ここで $X_{TB,t}$ は北京への輸出による東京の誘発生産額、 $X_{OB}$ は北京の輸出によるその他日本の誘発生産額、 $X_{BT}$ 東京への輸出による北京の誘発生産額、 $X_{BO}$ はその他日本への輸出による北京の誘発生産額である。また、 $t$ は時点を表わす。

これらの式による誘発総額とその時点間推移に関してまとめたものが表-5である。また、推定輸出額の誘発係数の一覧は表-6のとおりである。なお、北京表と東京表の年次が一致しないため、ここでは便宜的に97年の北京表から推計した東京から北京への輸出額を95年の値として計算を進める。

表-5によれば、第一に、95年のその他日本における誘発額が1780億8800万円で最大であり、逆に90年の東京における誘発額が22億7700万円で最小であった。

第二に、各地の誘発額はこの5年間において全て増大しているが、その倍率は直接推定輸出のそれと同様、日本向け輸出額が2倍弱、北京への輸出額が約2.5~4倍となっている。東京における誘発額だけは約4倍の伸びで相対的に大きい。これは、先の直接輸出額の時点間比率が約4倍であったことと一致した結果になっている。

第三に、北京と日本側との誘発額比率を見れば、東京との比率は約5.3倍(92年/90年)、2.3倍(97/95年)であるのに対し、その他日本との比率は約0.75倍(92年/90年)、0.58倍(97/95年)である。その他日本の生産規模からすると、この比率が1を下回るのは当然の結果である。先の表-4の直接輸出額では、北京と東京の比率は約3.7倍、1.7倍となっているので、東京向け輸出による北京での誘発効果が相対的に大きいことになる。なお、各地における直接輸出額100万円当りに換算した誘発額の比較は1倍前後と

表-5 各時点の誘発総額と倍率

単位：100万円			
(北京発)	東京向け輸出	その他日本向け輸出	東京の国内シェア
北京での誘発92年(A)	12,042	62,140	16.2%
北京での誘発97年(B)	20,686	103,630	16.6%
	(B)/(A)	1.72	1.67
(北京着)	東京での誘発	その他日本での誘発	東京の国内シェア
北京向け輸出90年(C)	2,277	82,379	2.7%
北京向け輸出95年(D)	8,988	178,088	4.8%
	(D)/(C)	3.95	2.16
絶対規模の比較			
誘発額比較	北京誘発/東京誘発	北京誘発/その他日本誘発	
90/92年((A)/(C))	5.29	0.75	
95/97年((B)/(D))	2.30	0.58	
直接輸出額100万円当たりの比較			
誘発額比較	北京誘発/東京誘発	北京誘発/その他日本誘発	
90/92年((A)/(C))	1.42	0.87	
95/97年((B)/(D))	1.32	1.03	

註) 直接輸出額100万円当たりの比較は、各地の推定輸出額で誘発額を除いて規準化した後の比較

表-6 地域別輸出による生産誘発係数

北京	北京から東京向け輸出	北京からその他日本向け輸出
92年	1.96	1.99
97年	1.82	1.95
東京・他	東京から北京向け輸出	その他日本から北京向け輸出
90年	1.38	2.28
95年	1.38	1.90

なっていて、ここではそれほど大きな格差はない。

第四に、各地への輸出による生産誘発係数  $\lambda_i$  を次式によって計算した結果が表-6である。

$$\lambda_{BT,i} = \frac{e[I - (I - \hat{M}_{B,i})A_{B,i}]^{-1} M \hat{S}_{T,i} X \hat{S}_{J,i} EX_{B,i}}{eM \hat{S}_{O,i} X \hat{S}_{J,i} EX_{B,i}} \quad (15)$$

$$\lambda_{BO,i} = \frac{e[I - (I - \hat{M}_{O,i})A_{O,i}]^{-1} M \hat{S}_{O,i} X \hat{S}_{J,i} EX_{B,i}}{eM \hat{S}_{O,i} X \hat{S}_{J,i} EX_{B,i}} \quad (16)$$

$$\lambda_{TB,i} = \frac{e[I - (I - \hat{M}_{T,i})A_{T,i}]^{-1} X \hat{S}_{T,i} M \hat{S}_{J,i} IM_{B,i}}{eX \hat{S}_{T,i} M \hat{S}_{J,i} IM_{B,i}} \quad (17)$$

$$\lambda_{OB,i} = \frac{e[I - (I - \hat{M}_{O,i})A_{O,i}]^{-1} X \hat{S}_{O,i} M \hat{S}_{J,i} IM_{B,i}}{eX \hat{S}_{O,i} M \hat{S}_{J,i} IM_{B,i}} \quad (18)$$

ここで、 $eI$ は1だけの成分からなる行ベクトルである。それ以外の記号は(11)式から(14)式のそれらと同じである。

表-6によれば乗数効果は約1.3倍から2.3倍の範囲内にある。但し、東京での乗数が他と比べて低い。一般に、乗数効果はサービス関連部門での生産が発展するほどに低くなる傾向にあるが、東京での低さはその反映である可能性がある。

表-7 輸出による直接エネルギー量

単位：TJ(=10 <sup>12</sup> J)			
(北京発)	北京から東京へ	北京からその他日本へ	東京の国内シェア
92年(A)	478.6	2,562.2	15.7%
97年(B)	447.5	5,103.9	8.1%
	(B)/(A)	0.93	1.99
(北京着)	東京から北京へ	その他日本から北京へ	東京の国内シェア
90年(C)	8.3	674.0	1.2%
95年(D)	11.6	853.6	1.3%
	(D)/(C)	1.40	1.27
絶対規模の比較			
(北京発)/(北京着)	対東京貿易	対その他日本貿易	
90/92年((A)/(C))	57.65	3.80	
95/97年((B)/(D))	38.61	5.98	
直接輸出額100万円当たりの比較			
誘発額比較	北京誘発/東京誘発	北京誘発/その他日本誘発	
90/92年((A)/(C))	15.52	4.40	
95/97年((B)/(D))	22.18	10.57	

## (2) 輸出にともなう発生産環境負荷

上記の輸出及び誘発生産に伴って、どの程度の環境負荷が導かれているかを見ることにしたい。先に求めた内包エネルギー及びCO<sub>2</sub>量の原単位によって、各地域の輸出に伴って使用された内包エネルギー量は表-7、排出CO<sub>2</sub>量は表-8の通りの結果となった。

両表からは先の表-2と比較して幾つの特徴を確認することが出来る。

第一に、過去5年間に於いて輸出に伴う内包エネルギー量や排出CO<sub>2</sub>量は、基本的に取引額倍率ほどには増加していないことが分かる。先の表-2では、輸出自体は過去5年間で約2倍弱から4倍の成長だったが、環境負荷では約1~2倍である。これは対象3地域間の全てにおいてエネルギー効率が改善している可能性があると思える。但し、北京からその他日本向けだけは、わずかに輸出額倍率以上に値を増加させている。これは、北京におけるエネルギー多消費産業(例えば、繊維など)からの輸出が増大したためであると考えられる。

第二に、だが他方で、北京と日本側との環境負荷比率は誘発生産額比率以上の格差があることが分かる。北京の環境負荷は、97年の絶対規模で東京のエネルギー消費の約39倍、排出CO<sub>2</sub>量の55倍、その他日本との比較では約6倍と9倍である。

これは、北京におけるエネルギー消費やCO<sub>2</sub>排出の原単位が絶対的に高い水準にあるだけでなく、東京における環境負荷が低い水準にあることによってもたらされた結果である。このような環境負荷格差の特徴は、日中表90年の89部門IO表を元に分析した我々の先行研究<sup>1)</sup>と同様の傾向である。

第三に、この5年間で北京・東京間の絶対規模の比較倍率が低下しているが、これは東京から北京向け輸出が約4倍に成長したことによって取引額格差が縮まったことの反映であって、北京側のエネルギー使用量やCO<sub>2</sub>排

表-8 輸出による直接CO<sub>2</sub>排出量

単位: Gt-C (=10 <sup>9</sup> t-C)				
(北京発)	北京から東京へ	北京からその他日本へ	東京の国内シェア	
92年(A)	37.8	211.8	15.1%	
97年(B)	39.3	466.0	7.8%	
(B)/(A)	1.04	2.20		
(北京着)	東京から北京へ	その他日本から北京へ	東京の国内シェア	
90年(C)	0.55	45.6	1.2%	
95年(D)	0.72	53.7	1.3%	
(D)/(C)	1.31	1.18		
絶対規模の比較				
(北京発)/(北京着)	対東京貿易		対その他日本貿易	
90/92年((A)/(C))	69.29	4.65		
95/97年((B)/(D))	54.84	8.68		
直接輸出額100万円当たりの比較				
誘発額比較 北京誘発/東京誘発 北京誘発/その他日本誘発				
90/92年((A)/(C))	18.65	5.38		
95/97年((B)/(D))	31.50	15.33		

表-9 輸出による誘発エネルギー量

単位: Tj(=10 <sup>12</sup> J)				
(北京発)	北京から東京へ	北京からその他日本へ	東京の国内シェア	
92年(A)	832.9	4,694.2	15.1%	
97年(B)	1,438.4	11,649.1	11.0%	
(B)/(A)	1.73	2.48		
(北京着)	東京から北京へ	その他日本から北京へ	東京の国内シェア	
90年(C)	11.1	2,146.3	0.5%	
95年(D)	23.8	3,336.5	0.7%	
(D)/(C)	2.14	1.55		
絶対規模の比較				
(北京発)/(北京着)	対東京貿易		対その他日本貿易	
90/92年((A)/(C))	74.77	2.19		
95/97年((B)/(D))	60.43	3.49		
直接輸出額100万円当たりの比較				
誘発額比較 北京誘発/東京誘発 北京誘発/その他日本誘発				
90/92年((A)/(C))	20.12	2.53		
95/97年((B)/(D))	34.71	6.17		

出力が減少したことを意味しない。それは、直接輸出額100万円当たりの比較倍率が5年間で上昇している点に表れている。すなわち、日本側と比較して、北京ではこの5年でのエネルギー効率の改善が進みつつあるものの、環境負荷の水準は依然高く、全体として負荷が増大していると言えるのである。

さて、続いて各地域間の輸出による誘発生産額に伴う環境負荷を、同様の指標で見たものが表-9、10である。

これらの表によれば、第一に、2時点間における誘発環境負荷量が約2倍前後となっていて、わずかにエネルギー効率が改善している可能性があるが、表-7、8と同様に指摘できる。但し、ここでも北京からその他日本及び東京に向けた輸出に伴う誘発CO<sub>2</sub>排出の成長倍率は、誘発額のそれに比べて大きい。

第二に、他方で、北京と日本側の負荷比率においては、北京の負荷が依然大きい。97年の絶対規模比較では、東京の約60倍のエネルギー消費、86倍のCO<sub>2</sub>排出量であり、直接輸出に伴うエネルギー量やCO<sub>2</sub>排出での格差以上に倍率が増大している。このことは、輸出そのものによる環境負荷以上に、その後の生産波及に伴う環境負荷の格

表-10 輸出による誘発CO<sub>2</sub>排出量

単位: Gt-C (=10 <sup>9</sup> t-C)				
(北京発)	北京から東京へ	北京からその他日本へ	東京の国内シェア	
92年(A)	68.1	395.3	14.7%	
97年(B)	129.1	1,061.9	10.8%	
(B)/(A)	1.89	2.69		
(北京着)	東京から北京へ	その他日本から北京へ	東京の国内シェア	
90年(C)	0.73	141.8	0.5%	
95年(D)	1.50	214	0.7%	
(D)/(C)	2.06	1.51		
絶対規模の比較				
(北京発)/(北京着)	対東京貿易		対その他日本貿易	
90/92年((A)/(C))	93.70	2.79		
95/97年((B)/(D))	86.03	4.95		
直接輸出額100万円当たりの比較				
誘発額比較 北京誘発/東京誘発 北京誘発/その他日本誘発				
90/92年((A)/(C))	25.22	3.22		
95/97年((B)/(D))	49.42	8.75		

表-11 エネルギー量とCO<sub>2</sub>排出量の誘発係数

エネルギー量			
北京	北京から東京向け輸出	北京からその他日本向け輸出	
92年	1.74	1.83	
97年	3.23	2.29	
東京・他	東京から北京向け輸出	その他日本から北京向け輸出	
90年	1.34	3.18	
95年	2.05	3.91	
排出CO <sub>2</sub> 量			
北京	北京から東京向け輸出	北京からその他日本向け輸出	
92年	1.80	1.87	
97年	3.29	2.28	
東京・他	東京から北京向け輸出	その他日本から北京向け輸出	
90年	1.33	3.11	
95年	2.10	3.99	

差が拡大していることを意味している。

第三に、北京とその他日本との倍率は相対的に小さいが、2時点間で増加している。北京からその他日本に向けた輸出によって、北京側の環境負荷は確実に増大していることが分かる。これは繊維、化学、電力など、北京におけるエネルギー多消費産業での寄与が原因しているが、この点は後の要因分解で触れる。

次に、表-11は環境負荷に関する誘発係数である。

全体として約2倍弱から4倍の係数の増大が確認できるので、先の表-6と比較して、90年や92年ではほぼ同様の誘発倍率となっている。だが、95年や97年時点で比較すると、3地域とも係数が増大傾向にあることが分かる。このことは、直接効果よりも間接効果のほうがより深刻な環境負荷をもたらしていることを意味する。その点は表-12、13で確認できる。これらの表は表-9、10から表-7、8を差し引いて、同様の比較を行なったものであり、間接効果によってもたらされる環境負荷の大きさを示したものである。絶対規模の比較では、97年時点で北京は東京の81倍のエネルギー消費、114.5倍のCO<sub>2</sub>排出量であり、直接的な取引以上に、その後の経済波及効果によつ

表-12 間接効果による誘発エネルギー量

単位: Tj (=10 <sup>12</sup> J)			
(北京発)	北京から東京へ	北京からその他日本へ	東京の国内シェア
92年(A)	353.8	2,129.7	14.2%
97年(B)	990.9	6,545.5	13.1%
(B)/(A)	2.80	3.07	
(北京着)	東京から北京へ	その他日本から北京へ	東京の国内シェア
90年(C)	2.84	1,472.3	0.2%
95年(D)	12.21	2,483	0.5%
(D)/(C)	4.31	1.69	
絶対規模の比較			
(北京発)/(北京着)	対東京貿易	対その他日本貿易	
90/92年((A)/(C))	124.73	1.45	
95/97年((B)/(D))	81.12	2.64	
直接輸出額100万円当たりの比較			
誘発額比較	北京誘発/東京誘発	北京誘発/その他日本誘発	
90/92年((A)/(C))	33.57	1.67	
95/97年((B)/(D))	46.60	4.66	

表-13 間接効果による誘発排出CO<sub>2</sub>量

単位: Gt-C (=10 <sup>9</sup> t-C)			
(北京発)	北京から東京へ	北京からその他日本へ	東京の国内シェア
92年(A)	30.3	183.4	14.2%
97年(B)	89.8	595.9	13.1%
(B)/(A)	2.96	3.25	
(北京着)	東京から北京へ	その他日本から北京へ	東京の国内シェア
90年(C)	0.18	96.2	0.2%
95年(D)	0.78	161	0.5%
(D)/(C)	4.32	1.67	
絶対規模の比較			
(北京発)/(北京着)	対東京貿易	対その他日本貿易	
90/92年((A)/(C))	167.13	1.91	
95/97年((B)/(D))	114.50	3.71	
直接輸出額100万円当たりの比較			
誘発額比較	北京誘発/東京誘発	北京誘発/その他日本誘発	
90/92年((A)/(C))	44.98	2.21	
95/97年((B)/(D))	65.78	6.55	

でもたらされる環境負荷のほうがより深刻であることが示される結果となっている。北京とその他日本との間では、倍率自体は他の表と比べてそれほど大きくはない。だが、直接輸出100万円当たりの比較では2時点間で増大しており、確実に北京での環境負荷は対その他日本との関係でも大きくなっていることが確認できる。

## 5. 2時点間構造変化の要因分解

### (1) 誘発生産変化の要因分解

さて、以上の発生環境負荷の状況を踏まえて誘発生産変化の要因分解を行なう。先の(11)式~(14)式より得られる次の分解式を用いる。

$$\Delta X_{TB} = \Delta [B_T EX_{TB}] = \Delta B_T EX_{TB} + B_T \Delta EX_{TB} + \Delta B_T \Delta EX_{TB} \quad (19)$$

$$\Delta X_{OB} = \Delta [B_O EX_{OB}] = \Delta B_O EX_{OB} + B_O \Delta EX_{OB} + \Delta B_O \Delta EX_{OB} \quad (20)$$

$$\Delta X_{BT} = \Delta [B_B EX_{BT}] = \Delta B_B EX_{BT} + B_B \Delta EX_{BT} + \Delta B_B \Delta EX_{BT} \quad (21)$$

$$\Delta X_{BO} = \Delta [B_B EX_{BO}] = \Delta B_B EX_{BO} + B_B \Delta EX_{BO} + \Delta B_B \Delta EX_{BO} \quad (22)$$

ここで  $\Delta X_{ij}$  は i 地域から j 地域に向けた輸出による i 地

域での誘発生産額のことである。また、 $B_T$ ,  $B_O$ ,  $B_B$  は東京, その他日本, 北京の逆行列であり,

$B_T = [I - (I - \hat{M}_T)A_T]^{-1}$ ,  $B_O = [I - (I - \hat{M}_O)A_O]^{-1}$ ,  $B_B = [I - (I - \hat{M}_B)A_B]^{-1}$  である。また、 $EX_{TB}$ ,  $EX_{OB}$ ,  $EX_{BT}$ ,  $EX_{BO}$  は (1), (2), (7), (8) 式で求められた各地の推定輸出である。

(19)~(22)式は、輸出で与えられた誘発生産の変化を、技術的変化による寄与( $\Delta B_i$ )部分と輸出自体の変化の部分( $\Delta EX_{ij}$ )と、両者の交絡効果とによる部分に分解して変化の要因を見る式となっている。

要因分解した結果の概要は、図-1から図-4に示されている。図では、横軸に39部門の部門番号が、縦軸は誘発額変化の額(100万円単位)が示されている。

図-1によれば、北京から東京向け輸出による誘発額変化の非常に大きな部分が商業(32番)の輸出変化によってもたらされていることが分かる。同産業の技術的変化と交絡項はマイナスの寄与であったが、東京での輸入増加が北京商業への需要を大幅に引き上げている結果となっている。これには北京の商業の感応度が高いことも影響している。すなわち、輸出の増加に伴う直接的な商業需要増加だけではなく、輸出によって誘発された生産に伴う商業需要への喚起も大きな影響を与えていると考えられる。主要には商社への需要増が考えられるが、他にも観光の増加による北京から東京への輸出増などが考えられる。

図-1で寄与が大きいのは、他に電機、金融、その他サービス等となっている。電機は直接東京へ輸出されている上位部門、金融やその他サービスは、商業と同様に感応度の高い関係で、他産業から多く需要されることで寄与が大きくなっていると考えられる。

同様に、図-2は北京からその他日本に向けた輸出による誘発変化の要因分解である。図では、電機をはじめ、食料品、繊維、化学、鉄鋼、その他サービスなどの増大が特徴的だが、その多くが輸出増加の寄与によるということが分かる。逆に、衣服や石油・石炭などの誘発

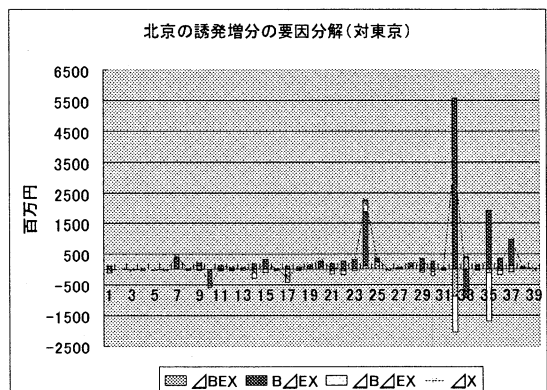


図-1 北京から東京向け輸出の誘発額要因分解

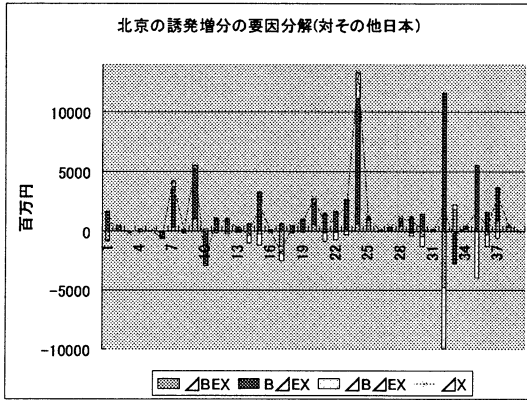


図-2 北京からその他日本向け輸出の誘発額要因分解

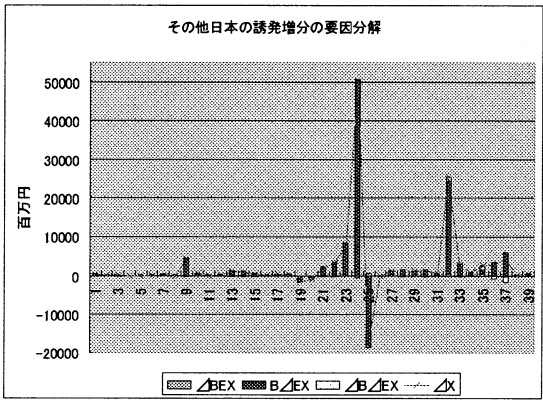


図-4 その他日本から北京向けの誘発額要因分解

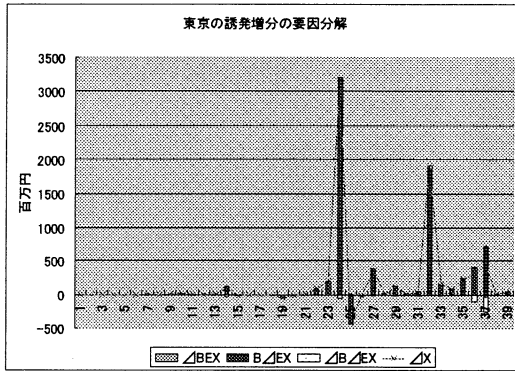


図-3 東京から北京向け輸出の誘発額要因分解

額は減少しているが、その要因としては、衣服では輸出自体がマイナスの寄与となっているのに対し、石油・石炭は技術係数の低下が負の寄与をもたらしている。なお、商業は大幅な輸出変化が正の貢献をしているが、この5年間で技術係数が大きく低下しており、結果としてそのことが商業での誘発額をあまり増加させない要因となっている。この技術係数の低下は、一般に投入比率の低下等による誘発効果の悪化を意味している。

また、図-3と4は東京とその他日本における誘発変化の要因分解である。東京での誘発変化は、北京と同様、電機と商業の輸出増加が突出して高い寄与となっていることが分かる。逆に、自動車はこの5年間で輸出を減らしている。同様の傾向は、その他日本における要因分解においても分かる。特に、自動車の輸出減が東京以上に明瞭となっている。

総じて、5年間の誘発変化においては、輸出の変化が大きな寄与となっていることが確認されたが、各地域とも電機、商業など比較的限られた産業に高い寄与要因が集中している。但し、北京のほうが、その他日本との関係においてより幅広い産業に誘発効果が及んでいる。

## (2) 誘発環境負荷の要因分解1

ここでは、誘発環境負荷における2時点間変化の要因分解を、2つの異なる分解モデルで行なう。

一つは2時点間の輸出入額の差を分解するもの、もう一つは比例的变化からの乖離度を分解するモデルである。

一つ目の分解方法は、先の(19)~(21)式を誘発環境負荷の式に変換し、更に書き直した次式から行なえる。

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_T \otimes X_{TB} &= \Delta[\varepsilon_T \otimes B_T EX_{TB}] \\ &= \varepsilon_T \otimes \Delta B_T EX_{TB} + \varepsilon_T \otimes B_T \Delta EX_{TB} + \Delta \varepsilon_T \otimes B_T EX_{TB} + R_{TB} \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_O \otimes X_{OB} &= \Delta[\varepsilon_O \otimes B_O EX_{OB}] \\ &= \varepsilon_O \otimes \Delta B_O EX_{OB} + \varepsilon_O \otimes B_O \Delta EX_{OB} + \Delta \varepsilon_O \otimes B_O EX_{OB} + R_{OB} \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_B \otimes X_{BT} &= \Delta[\varepsilon_B \otimes B_B EX_{BT}] \\ &= \varepsilon_B \otimes \Delta B_B EX_{BT} + \varepsilon_B \otimes B_B \Delta EX_{BT} + \Delta \varepsilon_B \otimes B_B EX_{BT} + R_{BT} \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_B \otimes X_{BO} &= \Delta[\varepsilon_B \otimes B_B EX_{BO}] \\ &= \varepsilon_B \otimes \Delta B_B EX_{BO} + \varepsilon_B \otimes B_B \Delta EX_{BO} + \Delta \varepsilon_B \otimes B_B EX_{BO} + R_{BO} \end{aligned} \quad (26)$$

ここで  $R_{ij}$  は残余項である。

$$\begin{aligned} R_{ij} &= \varepsilon_i \otimes \Delta B_i \Delta EX_{ij} + \Delta \varepsilon_i \otimes B_i \Delta EX_{ij} \\ &\quad + \Delta \varepsilon_i \otimes \Delta B_i EX_{ij} + \Delta \varepsilon_i \otimes \Delta B_i \Delta EX_{ij} \\ i, j &= T, O, B, \\ i &\neq j \end{aligned}$$

また、 $\varepsilon_i$  は  $i$  地域の環境負荷要素の列ベクトルである。 $\otimes$  は  $\varepsilon$  の各成分を行列の各列成分に直接掛けていることを示す。

(23)~(26)式によれば、誘発された環境負荷の変化は、技術的变化(第一項)の寄与、輸出増分(第二項)の寄与、環境負荷原単位の変化(第三項)の寄与、それらの合成結果(第四項)の寄与に分解できることが分かる。

ここでは、誘発CO<sub>2</sub>排出量を例に、要因分解の結果を示すことにする。それが図-5から図-8である。これらの図では、先の生産額の要因分解とは異なる特徴が指摘で



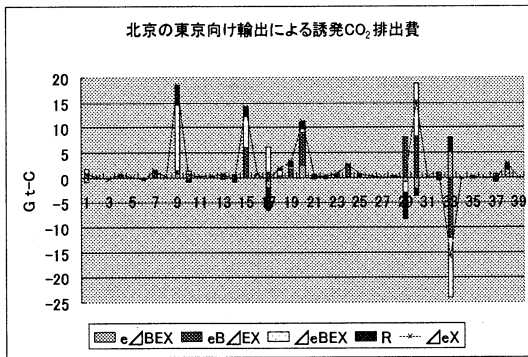


図-5 誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解(北京対東京向け)

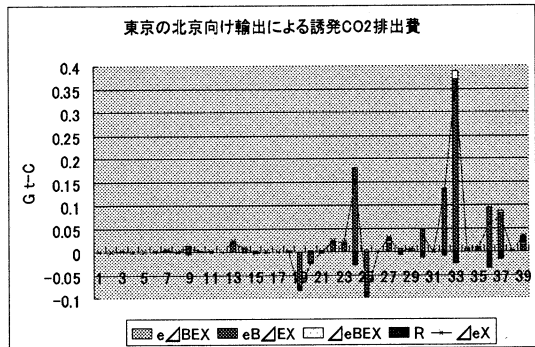


図-7 誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解(東京→北京)

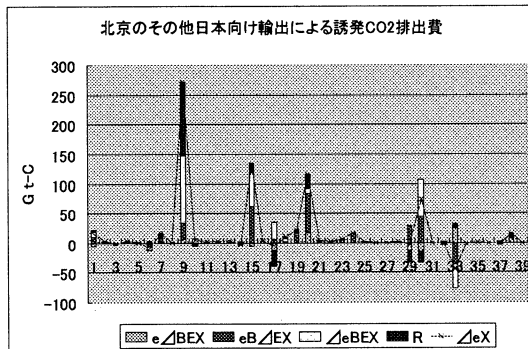


図-6 誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解(北京対他日本向け)

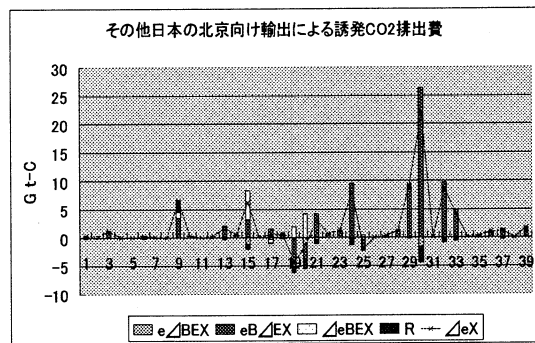


図-8 誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解(その他日本→北京)

きる。

まず図-5は北京から東京向け輸出による誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解であるが、北京では繊維、化学、電力の原単位の悪化が寄与してCO<sub>2</sub>排出量が增大していることが分かる。また、鉄鋼では輸出増加分がCO<sub>2</sub>排出量を誘発している。石油・石炭では原単位の悪化があるものの、技術係数の低下が影響し、結果的にCO<sub>2</sub>排出量はわずかに低下している。これに対して、運輸では原単位の改善と輸出自体の低下が寄与してCO<sub>2</sub>排出量の低下をもたらしていることが分かる。原単位の低下は、運輸手段においてエネルギー効率改善技術の導入が進んでいる結果である可能性がある。

図-6は北京からその他日本への輸出による誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解である。図-5と同様に、繊維、化学、鉄鋼、電力でのCO<sub>2</sub>排出量増大が目立つ。鉄鋼以外の3産業ではCO<sub>2</sub>原単位の増加、鉄鋼では輸出増が寄与していることが見て取れる。また、運輸での原単位と輸出の低下、石油・石炭での技術係数低下も同様に指摘できる。

これに対し、図-7は東京から北京向けの輸出による誘発CO<sub>2</sub>排出の要因分解である。東京側では運輸、電機、商業などの輸出増加が誘発CO<sub>2</sub>排出量に大きく影響していることが分かる。逆に、自動車、窯業などは輸出を減らしていることがCO<sub>2</sub>排出の減少となっている。また、

図からは、東京では、この5年間でCO<sub>2</sub>原単位の改善の寄与は殆ど目立たないことが分かる。

図-8のその日本における誘発CO<sub>2</sub>排出量では、電力をはじめ、電機、その他製造、商業、繊維などの輸出増加が高い誘発CO<sub>2</sub>排出量を生み出している。また、化学ではCO<sub>2</sub>原単位の悪化と輸出増加がCO<sub>2</sub>排出量増大に寄与している。鉄鋼もCO<sub>2</sub>原単位は悪化しているが、輸出減少が影響して総合的にCO<sub>2</sub>排出量はマイナスである。なお、窯業は相対的に最も輸出を減らしておりCO<sub>2</sub>排出を減少させている。

以上、誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解によれば、北京の繊維、化学、電力などのCO<sub>2</sub>原単位の悪化がCO<sub>2</sub>排出量増大に寄与し、他方、日本側では東京の運輸、電機、商業や、その他日本の電力、繊維などの輸出増加がCO<sub>2</sub>排出量増大に寄与していることが分かる。すなわち、北京側では幾つかの産業での原単位悪化という要因が、日本側では輸出増加という要因が、CO<sub>2</sub>排出量の誘発に多くの影響を与えているということになる。

### (3) 誘発環境負荷の要因分解2

要因分解の別アプローチは、次のようなモデルによって行なうことができる。

今、 $t$ 年における北京の東京への輸出によって誘発さ

れるCO<sub>2</sub>排出量を $e_b^s X_b^s$ として例にあげれば、95年と90年、2時点間の誘発CO<sub>2</sub>排出量の比を $r$ とし、(移)輸入率ベクトルの違いを考慮しながら、以下のバランス式を解く。

$$\begin{aligned} e_b^s X_b^s - r e_b^{90} X_b^{90} &= e_b^s [I - (I - \hat{M}_b^{90}) A_b^{90}]^{-1} EX_{90}^{90} - e_b^{90} [I - (I - \hat{M}_b^{90}) A_b^{90}]^{-1} EX_{90}^{90} \\ &+ e_b^s [I - (I - \hat{M}_b^{95}) A_b^{95}]^{-1} EX_{95}^{95} - e_b^{90} [I - (I - \hat{M}_b^{95}) A_b^{95}]^{-1} EX_{95}^{95} \\ &+ e_b^s [I - (I - \hat{M}_b^{90}) A_b^{90}]^{-1} EX_{95}^{90} - e_b^{90} [I - (I - \hat{M}_b^{90}) A_b^{90}]^{-1} r EX_{95}^{90} \\ &+ e_b^s [I - (I - \hat{M}_b^{95}) A_b^{95}]^{-1} EX_{95}^{95} - e_b^{90} [I - (I - \hat{M}_b^{95}) A_b^{95}]^{-1} r EX_{95}^{95} \\ &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

(6)式によれば、第1要因は技術変化による影響、第2要因は部門別の(移)輸入率変化が生産誘発効果に及ぼす影響、第3要因は部門別の(移)輸出額の変化による影響、第4要因はCO<sub>2</sub>排出原単位の変化による影響の4要因に、誘発CO<sub>2</sub>排出量の変化を分解することが可能となる。

この要因分解の方法は、総量を同一スケールに( $r$ 倍することで)調整された基準時点の誘発CO<sub>2</sub>と比較時点との差を取ることで、現実にはどのような構造の偏り(変化)が生じているのかを見ることが可能となる。したがってここではスケール効果は見ないこととなる。

ここでは、北京と東京の総量の計算結果についてのみ見ておこう。それが図-9である。図では、東京と北京とで単位が異なっていることに注意しなければならない。北京側はGt-Cで東京はmillion t-Cであるので、実際の比較では、北京はこの1000倍のスケールとなる。

この図では両者の共通点と違いを確認できる。すなわち、北京も東京も、実際の成長ではこの5年間で技術係数の変化がCO<sub>2</sub>排出削減をもたらしている一方で、CO<sub>2</sub>排出原単位は上昇している。これは誘発効果の低下をもたらしている一方で、エネルギー効率の悪化したためであると解釈することができる。つまり北京のみならず東京でも原単位の改善が進んでいない。

また、北京と東京との相違点は、輸出入の変化がもたらすCO<sub>2</sub>排出量への影響である。各部門の輸入率変化が全体としてもたらすCO<sub>2</sub>排出量は、北京でプラス、東京でマイナスの影響があることが分かる。つまり北京ではよりCO<sub>2</sub>排出効果が高い業種の輸入量が減り、そうした財を自治域内で生産し、そのためにCO<sub>2</sub>排出量が増える結果となったと考えることができる。他方、東京ではその逆でよりCO<sub>2</sub>排出効果の高い財の輸入量が増えるため時地域内で生産し、それによって排出されるCO<sub>2</sub>量が減る傾向にあると解釈できる。

同様の考察を各部門の輸出金額の変化について行うことができる。つまり北京では自治域内でより多くのCO<sub>2</sub>排出を誘発する部門(財)の輸出が相対的に減少し、逆に東京では自治域内により多くのCO<sub>2</sub>を誘発する部門(財)の輸出が相対的に増加していることが分かる。

総じて、構造変化に着目すればこの5年間では北京で

のCO<sub>2</sub>原単位の悪化、東京での輸出増大とCO<sub>2</sub>原単位の悪化が誘発CO<sub>2</sub>排出量増大の主要要因であったとすることができる。ただし、最終的な効果の絶対規模についてはこうした構造的な要因についてスケール効果を加味して評価されるため、要因分解1で示した結果を参照する必要がある。

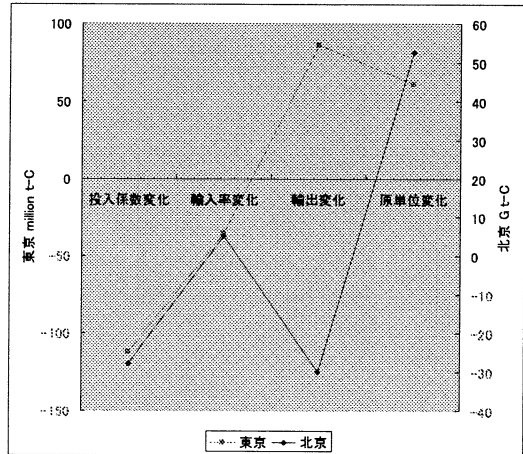


図-9 誘発CO<sub>2</sub>排出量の要因分解2(東京と北京)

## 6. 結論的覚書

本稿では、東京、北京、アジアの複数の産業連関表を2時点にわたって利用し、東京、北京、その他日本の間の経済依存度とその誘発環境負荷の変化の規模と状況について分析してきた。

得られた幾つかの結論は次のとおりである。

- (1) 各地域間の直接輸出は過去5年間で約2~4倍の成長を遂げていた。但し、東京から北京への輸出が相対的に大きな成長だった。また、輸出総額では、その他日本から北京向けの輸出が2時点とも最大規模であった。この傾向は誘発生産額でも同様であった。
- (2) 過去5年間、輸出に伴う内包エネルギー量や排出CO<sub>2</sub>量は微増傾向にあったが、輸出額・誘発生産額での比率に比べると若干低めであった。すなわち、対象3地域間の全てにおいて全体のエネルギー効率がわずかに改善している可能性が示唆された。だが、北京と東京での環境負荷比率では輸出比率以上の格差が残っており、両地域間での環境負荷の不均衡は維持されていた。
- (3) 5年間の誘発生産額の変化を要因分解すると、3地域とも主に輸出自体の増加が大きな寄与となっていることが確認され、電機、商業など比較的限られた産業に高い誘発要因が集中している

ことが分かった。

- (4) 他方、誘発CO<sub>2</sub>排出量変化の要因分解では、北京の繊維、化学、電力などでのCO<sub>2</sub>原単位の悪化が、日本側では東京での運輸、電機、商業や、その他日本での電力、繊維などの輸出増加が、CO<sub>2</sub>排出量増大に強く寄与していた。

総じて、集計量で発生環境負荷の時点間変化を捉えると、エネルギー効率は若干改善していると言えるが、個別産業では原単位の悪化と輸出の増加によって3地域における環境負荷を増大させているという構造が指摘できる。これが北京、東京、その他日本の依存状況である。

本稿で残された課題として、分析対象地域を他の国際都市に広げて比較分析をさらに展開すること、部門別の要因分解を更に進め、輸出増大産業とエネルギー多消費型産業との関係を地域別に分析していくことなどである。

謝辞：本稿は、平成16～18年度 環境省地球環境研究総合推進費「物質フローモデルに基づく持続可能な生産・消費の達成度評価手法に関する研究」(研究代表者 独立行政法人国立環境研究所、森口祐一)の成果の一部である。また、本稿作成に当り、本誌レフェリーから有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝申し上げたい。なお、本稿に残る誤謬は、全て筆者に帰するものである。

#### 参考文献

- 1) 市橋 勝・金子慎治・吉延広枝: 国際地域間取引の経済誘発効果と環境負荷 東京-北京の事例, 環境システム研究, Vol.33, pp.305-315, 2005.
- 2) 吉延広枝・金子慎治・市橋 勝: 産業連関分析による都市の二酸化炭素排出構造の分析と地方温暖化対策への含意: サービス都市と工業都市の比較, 環境システム研究, Vol.33, pp.389-397, 2005.

- 3) H. Imura and Y. Moriguchi: Economic interdependence and eco-balance: accounting for the flow of environmental loads associated with trade, *Toward Global Planning of the Sustainable Use of the Earth Development of Global Eco-Engineering*, S. Murai (ed.), pp. 189-208, Elsevier Science B. V., 1995.
- 4) 市橋 勝: 地域間多部門経済依存構造の再計測 ～日中産業連関表を用いて～(中国語), 第三回日中社会経済統計学国際研究会論文集, 首都経済貿易大学出版社, pp.195-203, 2000.
- 5) IDE: Asian International Input-Output Table 1995, Institute of Developing Economies, Mar, 2001.
- 6) IDE: International Input-Output Table China-Japan 1990, Institute of Developing Economies, Feb, 1997.
- 7) 北京市統計局: 北京市投入産出表, 北京市統計局, 1992, 1997.
- 8) 東京都総務局統計部: 東京都産業連関表 1990, 1995, 東京都総務局統計部統計調査課, 1995, 2000.
- 9) 中国国家统计局: 中国投入産出表, 中国統計出版社, 1992, 1997.
- 10) 日本銀行: 日本銀行時系列データ 外国為替市場, [http://www.boj.or.jp/stat/dlong\\_f.html](http://www.boj.or.jp/stat/dlong_f.html), 2004.
- 11) 資源エネルギー庁長官官房総合政策課編: 総合エネルギー統計(平成13年度版), 通商産業研究社, 2001.
- 12) 東京都: 都におけるエネルギー需給構造調査報告書, 東京都環境局, 2001.
- 13) 中国国家统计局工業交通統計司編: 中国能源統計年鑑(1991-1996), 中国統計出版社, 1998.
- 14) 環境省: 地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン, 環境省地球局, 2003.
- 15) IPCC: Guidelines for national greenhouse gas inventories: Bracknell, IUNEP, OECD, IEA, 1996.

## MEASURING CHANGES IN MUTUAL INDUCED ENVIRONMENTAL EFFECTS BETWEEN TWO CITIES: A CASE FOR TOKYO AND BEIJING WITH MULTISCALE INTERNATIONAL I-O TABLES

Shinji KANEKO, Masaru ICHIHASHI and Hiroe YOSHINOBU

This paper aims to measure changes in economic dependency and the induced environmental effects between two cities with multiscale Input-Output tables during the period between 90/92 and 95/97. The empirical analysis is conducted for the case of Tokyo and Beijing. First, we found that the trade between Tokyo and Beijing has increased more than two times in five years and the expansion of export from Tokyo to Beijing are relatively larger. As a result, the gap of induced environmental impacts between Tokyo and Beijing is slightly scaling down. However, the induced environmental impacts in Beijing per unit export Tokyo become worse which leads to a conclusion that relative gap of environmental impacts between Tokyo and Beijing is still seriously large. This is one of main drivers to enlarge environmental impacts together with rapid increase in export from Tokyo to Beijing.