

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

市橋 勝¹・金子慎治²・吉延広枝³

¹非会員 修士（経済） 広島大学総合科学部（〒739-8521 東広島市鏡山1-7-1）
E-mail: ichi@hiroshima-u.ac.jp

²正会員 博士（工学） 広島大学大学院国際協力研究科（〒739-8529 東広島市鏡山1-5-1）
E-mail: kshinji@hiroshima-u.ac.jp

³学生会員 広島大学大学院国際協力研究科 開発科学専攻（同上）

本稿は、複数の産業連関表を利用して、国際地域間の相互の経済取引とそれによって引き起こされる環境負荷を、東京、北京、日本のその他地域を例にして、計測・分析を行った。分析から得られた主要な結論は、東京は北京にとって需要者としての性格が強いに対し、他地域日本は北京にとって供給者としての性格が強い。従って、北京は東京向け輸出によってより大きな誘発効果をもたらしているということが分かった。また、誘発された生産額に伴って発生したエネルギー消費とCO₂排出量は、日本側よりも北京のほうがより深刻で規模が大きいことが分かった。特に、東京との比較では、北京は1,000倍にも及ぶ環境負荷を誘発することが示された。

Key Words : Input-Output Analysis, Induced Effect, International trade among regions, CO₂ Emission, Energy Consumption

1. 論文の目的と課題

本稿の目的は、複数の産業連関表を利用して、都市レベルにおける国際経済取引とそれによって引き起こされる環境負荷を数量的に把握することにある。

従来、国際間の経済波及や環境負荷の発生などの分析は、国レベルでの相互依存性が主たる課題であり、分析としては国際連関表（地域間表）を用いて行われるのが通例であった。財への内包エネルギーや排出CO₂を計測しているImura & Moriguchi¹⁾、藤川・居城²⁾や、貿易を通じた資源消費と環境負荷の国際的相互依存を分析した中村・森杉・井村³⁾などは、全てアジア表10カ国24部門による分析であった。

また、環境負荷問題に限らず、国内地域分析をする際には、通産省が発表している地域間表を用いるか、あるいは都道府県別の地域表を用いて行なわれてきた。金川・二渡・井村⁴⁾は、内包エネルギー分析を都市に適用した国内最初の研究だと思われるが、使用されたデータは地域連関表による個別比較であった。長谷川⁵⁾は、国内地域間のCO₂の格差を分析し、都市地域ほど環境負荷を誘発していることを東京都IOと通産省の9地域表を用いて指摘している。

だが、都市レベルで発生する需要が他国の他地域及

び他都市とどのような相互依存関係にあるのか、また環境負荷をどの程度与えているのかに関する研究はこれまで存在していない。2国2地域間の国際的相互依存の分析には市橋⁶⁾が存在しているが、そこでは環境負荷の分析が行なわれていない。

そこで本稿では、地域間表及び地域内表をリンクさせて、各国内における個別都市どうしの経済依存度及び環境負荷の発生状況を分析しようと考えている。この試みは、従来の地域間表による分析にとどまらず、都市レベルでの国際依存関係を分析できる点に大きな特徴がある。

具体的には、都市レベルのデータが入手可能な東京都と北京市とを取り上げ、それぞれの地域はそれぞれに対してどれほどの輸出（相手から見れば輸入）を発生させ、その輸出によって当該地域にどの程度の生産が誘発されるのか、ということ进行分析する。この生産誘発額は、当然のことながら、CO₂、SO_xの排出、大気汚染、水質汚濁など、生産地域での一定の環境破壊をも誘発することになる。従って、ある地域における特定地域からの輸入の発生は、相手地域でどの程度の環境負荷を与えることになるかということも推定できることになる。

以下では、次節で使用データと計算に用いた基本モ

デルを述べる。第3節では東京と北京間の直接輸出入額を推定し、第4節で各地域の逆行列表の特徴を概観する。第5節で誘発生産額の計算結果とその特徴を見る。第6節では、各地域での生産に伴うエネルギー消費量と二酸化炭素排出量の手法と測定結果を見る。最後に分析からの政策的含意と今後の課題を述べる。

2. 使用データと基本モデル

本稿で使用したデータは、日中国際連関表90年版⁷⁾（以下、日中表）、北京市連関表92年版⁸⁾（以下、北京表）、東京都連関表⁹⁾（以下、東京表）である。このうち、日中表と東京表は地域間連関表となっている。三つの連関表の概要を図示したものが図-1～3である。

日中表90

	INT DEMAND			FINAL DEMAND			Total Demand China	Total Demand Japan	Export to ROW	Statistical Discrepancy	Gross Input
	China	Japan	Total Intermediate product	China	Japan	Total Final Demand					
Chinese products	A ^{CC}	A ^{CJ}		F ^{CC}	F ^{CJ}				L ^C		X ^C
Japanese products	A ^{JC}	A ^{JJ}		F ^{JC}	F ^{JJ}				L ^J		X ^J
freight & insurance											
ROW products	A ^{WC}	A ^{WJ}		F ^{WC}	F ^{WJ}						
taxes											
total											
value added	V ^C	V ^J									
total input	X ^C	X ^J									

図-1 1990日中国際産業連関表のフォーマット

東京表90の構造

中間投入	東京都	中間需要		最終需要		列計	A行	
		東京都	その他地域	東京都	その他地域			
		K列	L列	M列	N列			P列
		AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR
		BK		BM				BR
	その他地域	CK	CL	CM	CN	CP	CQ	CR
		DK		DM				DR
最終生産額	行計	EK	EL	EM	EN	FP	FQ	ER
		FK	FL	FM	FN			FR

図-2 1990東京都産業連関表のフォーマット

	INT DEMAND				FINAL DEMAND							
	Beijing				001	002	003	004	005	006	009	010
Intermediate products	001~089				Private	Other	Fixed	Net	Exp	Imp	輸出	移入
value added												

図-3 1992北京市産業連関表のフォーマット

部門数は89部門で、これは日中表の分類を基本的に踏襲している。これに併せて、北京表と東京表を組替えた。

なお、東京表は、東京都と日本のその他地域（以下、他地域表と呼ぶ）との2地域間表が特徴であるだけでなく、東京都とその他地域に存在している「本社部門」が別立ての表として存在していることが大きな特徴となっている。図-2におけるL列とN列、そしてB行とD行が本社部門を表す領域となっている。但し、この本社部門は68部門しか公表されていない。そこで、我々の分析目的に合わせて部門分割作業を行ない、89部門に統一し、それを東京表及び他地域表に合算した。89部門への分割方法は、東京表と他地域表の各々における対応する部門の生産額シェアによって各68部門を分割するという方法を採用した。

さて、ある地域が別の国の特定地域から輸入する場合、相手国にとっては輸出という最終需要項目になるので、相手国にある経済波及効果を及ぼすことになる。すなわち、輸出EXは独立した外生変数の最終需要ベクトルとして、レオンチェフ逆行列に与えれば、次のように表現できる。

$$X_{EX} = [I - (I - \hat{M})A]^{-1} EX \quad (1)$$

ここで X_{EX} は輸出によってもたらされた直接・間接

の誘発生産額、 $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ は輸入率控除済みのレオンチェフ逆行列、 \hat{M} は当該地域の輸入が域内需要に比例することを前提とした輸入率ベクトルによって作成した対角行列、EXは輸出ベクトルである。我々の基本モデルは、東京都、他地域日本、北京市、他地域中国、そして、その他世界から構成される5地域間の連関モデルであるが、データの入手可能性から、このうちの東京都、他地域日本、北京市の相互関係を分析することとしている。

分析で用いた東京都、他地域日本及び北京市における需給一致の基本式は、競争輸入型の地域連関表を前提としているので、次のようになっている。

$$X_i = x_i + D_i + EX_i + OF_i - IM_i - IF_i, \quad (2)$$

$$i = T, O, B$$

$$D_i = C_i + I_i + G_i, \quad i = T, O, B$$

記号の意味は、Xは総産出、xは中間需要、DからIFまでは最終需要を表し、Dは域内需要（但し移輸入控除前）、EXは輸出、OFは移出、IMは輸入、IFは移入、Cは消費、Iは投資、Gは政府支出となっている。また、添え字のiにおけるTは東京を、Oは他

地域日本を、 B は北京をそれぞれ示している。これらの基本式を前提にして、次のような輸出入の相互関係を考える。

$$EX_T = EX_{TB} + EX_{TW} \quad (3)$$

$$IM_T = IM_{BT} + IM_{WT}$$

$$EX_O = EX_{OB} + EX_{OW} \quad (4)$$

$$IM_O = IM_{BO} + IM_{WO}$$

$$EX_B = EX_{BT} + EX_{BO} + EX_{BW} \quad (5)$$

$$IM_B = IM_{TB} + IM_{OB} + IM_{WB}$$

$$EX_{TB} = IM_{TB} \quad (6)$$

$$EX_{OB} = IM_{OB} \quad (7)$$

$$EX_{BT} = IM_{BT} \quad (8)$$

$$EX_{BO} = IM_{BO} \quad (9)$$

但し、ここでは EX_{TB} は東京から北京への輸出を表し、

EX_{TW} は東京から北京以外のその他世界への輸出を表す。

また、 IM_{BT} は東京の北京からの輸入を表し、 IM_{WT} は

東京のその他世界からの輸入を表す。以下同様に、

EX_{OB} は他地域日本から北京への輸出、 EX_{OW} は他地域

日本からその他世界への輸出、 EX_{BT} は北京から東京

への輸出、 EX_{BO} は北京から他地域日本への輸出、

IM_{TB} は北京の東京からの輸入、 IM_{OB} は北京の他地域

日本からの輸入を示す。

定義上、東京、他地域日本、北京の間の輸出入は相互に裏表の関係となっているので、(6)式から(9)式はそれぞれの同値関係を示している。

そして、我々がまず最初に推定すべきなのは、これら

(6)式から(9)式までの各輸出入額(=輸出入額)である。

これらの輸出入の対応関係を示したものが、図4である。本稿では、この図の丸印で囲った部分の誘発額を計算することで、北京が東京都と他地域日本における生産額とそれに伴う環境負荷をどの程度発生させるのか、また逆に、東京都や他地域日本が、北京における生産と環境負荷をどの程度発生させるのかを推計する。

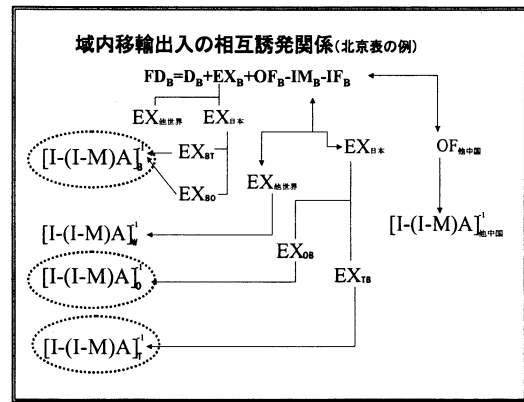


図4 地域連関表における輸出入の誘発関係(北京の例)

3. 国際連関表の接続による輸出入額の推定

本節では、市橋⁶⁾、Ichihashi⁷⁾の方法に依拠して、北京と東京の間の経済取引(輸出入)を推定することとしたい。推定作業は、次のような計算式を元に行なった。

$$EX_{BT} = MS_{TJ} \hat{X}_{JC} EX_B \quad (10)$$

$$EX_{TB} = \hat{X}_{TJ} MS_{JC} IB_B \quad (11)$$

但し、(10)式の \hat{X}_{JC} は、中国輸出に占める日本シ

ェアによる対角行列であり、これは日中表から求めることができる。 MS_{TJ} は、日本輸入に占める東京シェアによる対角行列で、東京表から得られる値である。また、

(11)式の MS_{JC} は中国輸入に占める日本のシェアによる対角行列で、日中表から得ることができる。そして、

\hat{X}_{TJ} は、日本輸出に占める東京のシェアによる対角行

列で、東京表から求めることができる。この計算方法を図示したものが、図5である。

計算においては、中国と日本の輸出入に占める双方の比率、東京や北京の各国輸出入への比率が安定的であることが前提とされている。

なお、北京表における価格単位は1000元であるため、日本円への換算為替レートは、日本銀行がHP⁸⁾上で公開している時系列月次データ、1990年1月~12月分と、1992年1月~12月分より、平均為替レートを求めて使用した。

同様に、以下の計算によって北京から他地域日本への輸出 EX_{BO} と他地域日本から北京への輸出 EX_{OB} も推定

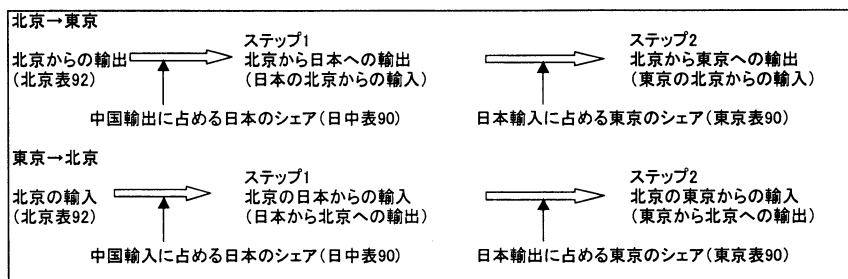


図-5 国際地域間取引額の推定方法

される。

$$EX_{OB} = MS_{OJ} \hat{X}_{JC} EX_B \quad (12)$$

$$EX_{OB} = X \hat{S}_{OJ} MS_{JC} IB_B \quad (13)$$

但し、 MS_{OJ} は、日本輸入に占める他地域のシェアによる対角行列、また、 $X \hat{S}_{OJ}$ は、日本輸出に占める他地域のシェアによる対角行列で、共に東京表から得られる値である。

上式によって計算された北京－東京、北京－その他日本の推定輸出は、表1の通りである。

この表によれば、北京から東京への輸出（東京の北京からの輸入）は総額で約167億29万円、逆に、東京から北京への輸出（北京の東京からの輸入）は総額約18億9,122万円という結果となっている。北京から東京へ向けた輸出のほうが約8.83倍の大きさである。これは、東京が北京の大きな消費者となっていることを示唆している。

北京から他地域日本への輸出（他地域日本の北京からの輸入）は総額で約277億535万円で、これは東京への輸出の約1.66倍となっている。だが、この結果は、他地域の日本輸入全体に占めるシェアが約88.6%であることを考えると、それほど大きな額ではない。逆に、他地域日本から北京への輸出（北京の他地域日本からの輸入）は総額約390億6,745万円という結果となっている。他地域日本から北京へ向けた輸出は、逆方向の輸入の1.4倍の大きさとなっている。また、この輸出額は、東京から北京へ向けた輸出額の20.7倍となっている。

つまり、日本の他地域は、東京とは逆に、消費者としてよりも北京への生産者としての側面が強い結果となっていると見ることが出来る。

表1における結果を各々上位20部門について見ると、次のようなことが指摘できる。

第一に、東京から北京への推定輸出額では、道路輸送機械、その他の電気機器、特殊産業用機械、精密機械及

びその他の計算機具、日用機械、その他の電気機器等、機械関連の部門が上位を占めている。

なお、産業部門の詳細は表2に示した通りとなっている。

第二に、北京から東京への輸出品は、商業、衣料、家具・木製品関係が上位となる。

商業の輸出が多いというのは北京表の特徴となっているが、それがそのまま東京向け輸出額の大きさにも反映している。商業以外に上位部門となっているのは、衣類、皮革、木製品の他、鉄鋼、非鉄金属、石炭等である。

総じて、東京からは機械関連財、北京からは衣類、金属関連財を各々輸出していると見ることが出来るだろう。

第三に、東京と北京との関係同様、他地域日本と北京においても同様な傾向が指摘できる。すなわち、他地域日本から北京への輸出では機械関連部門が上位を占め、逆に北京から他地域日本への輸出では、商業、衣料等が上位の部門となっている。

第四に、だが、東京との違いを見るならば、輸出部門としては、化学繊維、繊維、非鉄金属、金属加工機械などが上位部門となっているのに対し、東京のほうは日用機械、セメント、放送が上位輸出部門となっている。

第五に、輸入部門では、他地域日本の場合、有機化学製品や金属製品が上位になるのに対し、東京では鉄道輸送や水上輸送が上位部門になっている。

また、それ以外に、鉄鋼、木製品、農業等は他地域日本において特に上位に位置づいている部門である。

4. 各地域への輸出の誘発効果

前節で推定された輸出額が、各々の地域においてどのような生産が誘発されるのかを計算するために、各地域の逆行列表を作成する。東京表、北京表はともに非競争輸入型であるが、先に述べたように東京表は他地域日本との2地域間表になっているので、東京表を用いることで、他地域日本の逆行列表も同時に得ることが出来る。よって、結果的に東京都、他地域日本、北京市という3

表-1 北京と東京、他地域日本の推定輸出入（上位20部門）

単位:100万円		北京→東京		単位:100万円		東京→北京		単位:100万円		北京→その他日本		単位:100万円		その他日本→北京	
1	076	商業	14299.568	057	道路輸送機械	553.128	076	商業	10134.890	057	道路輸送機械				13730.406
2	022	衣服	1404.936	065	その他の電気機器	308.693	022	衣服	9663.201	043	ガラス製品				3469.380
3	084	放送	248.642	043	ガラス製品	243.177	021	繊維	1572.912	052	特殊産業用機械				3030.614
4	021	繊維	120.245	052	特殊産業用機械	165.292	047	鉄鋼	841.384	065	その他の電気機器				3013.453
5	028	事務用品	57.979	066	精密機械及びその他の計算機	116.640	024	木製品	486.376	047	鉄鋼				2126.632
6	025	家具	56.321	054	日用機械	93.138	016	その他食料	468.079	064	電気音響機器				1958.007
7	016	その他食料	48.261	041	セメント製品	58.571	084	放送	428.183	037	化学繊維				1879.942
8	023	皮革	46.209	063	電子計算機	38.880	025	家具	360.407	061	民生用電気機械				1199.382
9	073	航空輸送	38.588	062	他の電気機械	34.803	009	その他の鉱物	329.342	021	繊維				1147.462
10	024	木製品	35.685	053	農業機械	26.782	030	石炭製品・石油精製	314.410	033	有機化学製品				1038.814
11	047	鉄鋼	34.689	064	電気音響機器	26.192	001	農業	284.500	058	造船				812.665
12	063	電子計算機	33.043	058	造船	25.998	028	事務用品	283.157	062	他の電気機械				793.659
13	009	その他の鉱物	28.713	055	その他の機械	23.019	023	皮革	242.815	055	その他の機械				509.813
14	030	石炭製品・石油精製	25.796	047	鉄鋼	21.636	073	航空輸送	192.590	053	農業機械				416.312
15	012	と畜・食肉加工	22.033	028	事務用品	18.820	048	非鉄金属	167.682	048	非鉄金属				366.366
16	070	鉄道輸送	19.587	061	民生用電気機械	15.757	012	と畜・食肉加工	164.245	066	精密機械及びその他の計算機				360.591
17	062	他の電気機械	16.563	033	有機化学製品	15.289	062	他の電気機械	157.642	034	日用化学品				327.926
18	072	水上輸送	15.315	034	日用化学品	14.164	033	有機化学製品	122.205	063	電子計算機				300.333
19	048	非鉄金属	10.298	084	放送	12.331	063	電子計算機	118.374	028	事務用品				248.689
20	001	農業	10.168	036	医薬品	11.297	049	金属製品	90.548	051	金属加工機械				246.855
900		合計	16700.286	900	合計	1891.219	900	合計	27705.353	900	合計				39067.451

表-2 部門の詳細内訳の例示

部門名	内訳
道路輸送機械	乗用車、トラック、バスなど輸送機械
その他の電気機器	通信用機器、電子応用装置、半導体素子・集積回路
特殊産業用機械	産業用ロボット、コピー機、食品加工機械、化学機械等
精密機械及びその他の計算機具	電気計測器、その他の精密機械
日用機械	裁縫機械、自転車、光学機械、時計等
その他の電気機器	電線・ケーブル、バッテリー等
商業	卸売業、小売業

地域の逆行列を作成することが可能となる。

作成される逆行列表は、輸入率控除済みの

$[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ というものである。 \hat{M} は、当該地域の輸入が域内需要に比例することを前提とした輸入率ベクトルによって作成した対角行列である。

但し、北京表は移入も混入されている表なので、この \hat{M} は移輸入率の対角行列となっている。こうして、以下の三つの逆行列表を得ることができる。

$$[I - (I - \hat{M})A]^{-1}_T$$

$$[I - (I - \hat{M})A]^{-1}_O$$

$$[I - (I - \hat{M})A]^{-1}_B$$

ここで、添え字の T, O, B は、それぞれ東京都、他地日本、北京市を表す。

各逆行列表から得た影響力係数と感応度係数を見ると、

それぞれの表の興味深い特徴を概観できるが、ここでは紙数の関係で割愛する。

さて、得られた逆行列表からいよいよ各地域での誘発生産額を求める。その結果が表3であり、その誘発額合計の比較表が表4である。

表3からは、北京に対する東京での誘発生産額は約25億4,907万円で、他地域日本における誘発生産額は約889億7,541万円であったことが分かる。

先の、東京から北京への推定輸出総額は約18億9,122万円であったので、その乗数効果は約1.35倍となる。他方、他地域日本から北京への推定輸出総額は390億6,745万円であったので、乗数効果は約2.28倍であった。北京への輸出においては他地域日本の乗数効果のほうが大きくなったのは、多くの産業部門が東京以外の地域に存在するために、波及効果自体も大きくなるものと解釈できる。より正確に言えば、先に見た影響力係数と感応度係数において、反応度合いの高い部門数が他地域日本により多かったことに関係して、最終的な波及効果が大きく

表-3 推定輸出による各地域の誘発生産額（上位30部門）

東京→北京		(単位:100万円)		他地域日本→北京	
1	057 道路輸送機械	592.765	057 道路輸送機械		24224.210
2	065 その他の電気機器	326.057	047 鉄鋼		6986.359
3	043 ガラス製品	245.683	065 その他の電気機器		4831.181
4	052 特殊産業用機械	170.171	043 ガラス製品		3981.690
5	086 その他の一般サービス	124.089	052 特殊産業用機械		3706.184
6	066 精密機械及びその他の計算機	120.907	033 有機化学製品		3300.094
7	085 研究	106.346	062 他の電気機械		2640.629
8	054 日用機械	102.752	076 商業		2472.351
9	087 金融	80.576	064 電気音響機器		2138.047
10	041 セメント製品	61.785	049 金属製品		2046.501
11	063 電子計算機	48.296	037 化学繊維		2019.498
12	062 他の電気機械	41.412	085 研究		1981.656
13	076 商業	33.639	039 プラスチック製品		1952.894
14	078 不動産	32.619	021 繊維		1763.900
15	084 放送	30.704	048 非鉄金属		1633.061
16	053 農業機械	27.448	086 その他の一般サービス		1625.110
17	064 電気音響機器	26.523	061 民生用電気機械		1604.765
18	028 事務用品	26.306	029 電力・熱		1511.301
19	058 造船	26.155	035 その他の化学製品		1316.535
20	055 その他の機械	25.137	030 石炭製品・石油精製		1289.912
21	047 鉄鋼	23.891	071 道路輸送		1170.735
22	027 印刷	21.642	026 紙・パルプ		984.395
23	033 有機化学製品	16.624	087 金融		955.925
24	061 民生用電気機械	16.619	058 造船		918.441
25	049 金属製品	16.539	055 その他の機械		913.232
26	034 日用化学品	14.777	067 機械修理		907.349
27	079 公共サービス	13.868	038 ゴム製品		675.952
28	075 通信	13.126	031 化学基礎製品		594.092
29	069 建設業	12.199	069 建設業		531.755
30	039 プラスチック製品	11.817	053 農業機械		515.543
	合計	2549.075	合計		88975.412

北京→東京		北京→他地域日本		
1	076 商業	17327.298	076 商業	15211.358
2	087 金融	5330.074	022 衣服	9844.927
3	022 衣服	1589.116	087 金融	5209.277
4	079 公共サービス	1167.042	021 繊維	3238.053
5	086 その他の一般サービス	958.430	003 畜産	1613.009
6	027 印刷	954.524	047 鉄鋼	1229.135
7	084 放送	684.587	030 石炭製品・石油精製	1200.025
8	029 電力・熱	544.055	079 公共サービス	1164.218
9	078 不動産	535.185	086 その他の一般サービス	1097.259
10	049 金属製品	508.756	027 印刷	995.614
11	030 石炭製品・石油精製	498.251	001 農業	960.686
12	077 一般飲食店	455.307	033 有機化学製品	909.604
13	021 繊維	409.197	084 放送	864.170
14	085 研究	393.628	029 電力・熱	773.194
15	033 有機化学製品	350.613	032 化学肥料	692.687
16	028 事務用品	332.984	049 金属製品	659.063
17	003 畜産	330.161	020 飼料	619.920
18	075 通信	316.419	028 事務用品	584.745
19	070 鉄道輸送	291.931	016 その他食料	563.061
20	047 鉄鋼	291.254	024 木製品	544.327
21	026 紙・パルプ	228.003	025 家具	527.927
22	025 家具	224.764	078 不動産	511.819
23	069 建設業	212.762	077 一般飲食店	473.252
24	071 道路輸送	200.474	085 研究	458.389
25	032 化学肥料	197.885	071 道路輸送	413.705
26	001 農業	175.314	009 その他の鉱物	410.864
27	062 他の電気機械	173.959	048 非鉄金属	390.010
28	055 その他の機械	161.954	070 鉄道輸送	361.401
29	068 その他の製造品	149.064	062 他の電気機械	347.075
30	012 と畜・食肉加工	141.462	023 皮革	307.326
	合計	37207.610	合計	57230.302

表-4 誘発生産額の比較

	単位:100万円		単位:100万円
東京→北京の誘発生産額合計(A)	2549.075	他地域日本→北京の誘発生産額合計(E)	88975.412
東京→北京の推定輸出合計(B)	1891.219	他地域日本→北京の推定輸出合計(F)	39067.451
乗数効果(A)/(B)	1.348	乗数効果(E)/(F)	2.277
北京→東京の誘発生産額合計(C)	37207.610	北京→他地域日本の誘発生産額合計(G)	57230.302
北京→東京の推定輸出合計(D)	16700.286	北京→他地域日本の推定輸出合計(H)	27705.353
乗数効果(C)/(D)	2.228	乗数効果(G)/(H)	2.066
北京・東京誘発倍率(C)/(A)	14.597	北京・他地域誘発倍率(G)/(E)	0.643

なっていると言えるのである。

これに対して、北京からの輸出の誘発生産額は、東京に対するものが約372億761万円、他地域日本に対してのものが約572億3,030万円となっている。

先の、北京から東京への推定輸出額は約167億29万円であったので、その乗数効果は約2.23倍となる。また、北京から他地域日本への推定輸出は約277億535万円であったので、乗数効果は約2.07倍となる。日本側からとは逆に、北京の輸出では、東京への乗数効果のほうが他地域日本に対するそれよりも、若干ではあるが大きいという結果になった。これは、東京が北京の消費者としての性格がより強い傾向を持っていること、また、東京への輸出が北京における影響力のある産業から多く出されているということを示唆する。

また、北京での誘発額と東京でのそれとの単純倍率は約14.6倍であるのに対し、北京と他地域日本での誘発額との比較では0.64倍でしかない。すなわち、北京にとっては東京はより誘発効果の出やすい輸出先となっているのに対し、日本側では、東京よりも他地域のほうが北京によって大きな誘発効果を受けているということになるのである。

更に、産業別には次のような特徴を指摘できる。

1. 日本（東京、他地域）から北京の輸出においては、総じて機械設備関係の財が多い。
2. 先に推定された直接輸出額に比例する形で、最終的な生産額も誘発されていることが分かる。その結果、道路輸送機械、その他の電気機器、ガラス製品、鉄鋼、特殊産業用機械等が上位の誘発額となっている。
3. 東京では金融や不動産などのサービス関連部門も、北京への輸出によって大きな波及効果を受けている。
4. 商業は、特に他地域日本において大きな波及効果を受けている。
5. 他方、北京では商業、金融、公務などサービス関連部門が大きな誘発額を生み出している。
6. 製造関連では、衣服、繊維、印刷等の部門が上位となっている。
7. 総じて、北京においてはサービス関連における波及効果の大きさが目立つ結果となっている。

以上が、推定輸出額によってもたらされた誘発生産額の結果となっている。では、このような経済的な波及効果は、どの程度の環境負荷をもたらすものであるのかを次に見てみよう。

5. 誘発効果によるエネルギー消費と二酸化炭素

排出量

本節では、前節までに求めた89部門分類ごとの誘発生産額にエネルギー消費原単位と二酸化炭素排出原単位を乗ずることにより、誘発効果による環境影響の違いを考察する。各業種のエネルギー消費量は、日本⁹⁾、東京都¹⁰⁾、中国¹¹⁾、北京市¹¹⁾の各エネルギーバランス表から推計した。(1)石炭採掘業、(2)石油・天然ガス採掘業、(3)石油精製・石炭製品製造業、(4)電力・熱及びガス業のエネルギー消費量については、純消費量を対象とする。その他の製造業については最終消費エネルギーを対象とする。次いで、各部門で得られたエネルギー消費量を元にCO₂排出量を推計した。排出原単位は、日本については環境省で公表している数値、中国はIPCCの推奨値を用いた。ただし、電力については次のとおりである。東京都については東京電力の原単位を、その他日本については、全国平均値を用いた。中国については全国、北京それぞれの発電の燃料構成に立ち戻って推計した。

以上の手続きによって計算した結果をまとめたものが、表5である。この表における「(1)直接」とは先の方法によって推定した相手先への輸出とその生産のための当該地域におけるエネルギー消費量とCO₂排出量であり、「(2)誘発」とはこの推定輸出によってもたらされた当該地域での誘発値のことである。

この表によれば、第一に、東京から北京への輸出に伴うエネルギー消費量やCO₂排出量は、直接で0.0161PJと1,033t-CO₂、誘発で0.0187PJと1,192t-CO₂であるが、北京から東京向けの輸出による量は、直接で0.4040PJと35,957t-CO₂、誘発で2.8352PJと246,391t-CO₂となっていて、共に東京向け輸出のほうが多いことが分かる。

だが第二に、北京と他地域日本を比べると、輸出額の順序は北京発<他地域日本発(直接で27,705<39,067百万円、誘発で57,230<88,975百万円)であるのに対して、エネルギー消費量とCO₂排出量の順位は他地域日本<北京と逆転していることが分かる(直接で2.0129>0.6234PJ、163,359>39,846t-CO₂、誘発で5.8978>2.4393PJ、498,078>156,559t-CO₂)。北京ではエネルギー効率が悪いあるいはエネルギー多消費部門を経由して輸出のための生産が行なわれていることを示すものである。

第三に、誘発の対直接比率(表中の(2)/(1)比)を求めると、北京から東京向けが最も倍率が高く、生産額で約2倍強の比率が、エネルギー消費量とCO₂排出量で約7倍となっていて、他の結果に比べてかなり大きいことが分かる。これに次ぐものは、他地域日本から北京への輸出で、生産額で約2倍強が、エネルギー消費量とCO₂排出量で約4倍である。この北京の倍率の高さは、上記の点と同様、北京のエネルギー効率が低いことを示唆する

表-5 地域間でのエネルギー消費量と発生CO₂量の比較表

消費エネルギー量と発生CO₂量

		日本 東京	日本 その他日本	中国 北京	
総量					
生産額		152,765,661	768,717,063	4,880,264	
エネ消費量		612.6	14,834.2	682.9	
CO ₂ 排出量		38,192,680	946,539,931	57,471,683	
→北京					
(1)直接	生産額	1,891	39,067		
	エネ消費量	0.0161	0.6234		
	CO ₂ 排出量	1,033	39,846	(2)/(1)比	
(2)誘発	生産額	2,549	88,975	2.277	
	エネ消費量	0.0187	2.4393	3.913	
	CO ₂ 排出量	1,192	156,559	3.929	
→東京					
(1)直接	生産額			16,700	
	エネ消費量			0.4040	
	CO ₂ 排出量			35,057	(2)/(1)比
(2)誘発	生産額			37,208	2.228
	エネ消費量			2.8352	7.018
	CO ₂ 排出量			246,391	7.028
→その他日本					
(1)直接	生産額			27,705	
	エネ消費量			2.0129	
	CO ₂ 排出量			163,359	(2)/(1)比
(2)誘発	生産額			57,230	2.066
	エネ消費量			5.8978	2.930
	CO ₂ 排出量			498,078	3.049

(註) 生産額の単位：100万円、エネルギー消費量の単位：PJ、CO₂排出量の単位：(t-CO₂)

表-6 東京と北京における発生環境負荷の比較

東京と北京の環境負荷比較

場所	取引	効果		
生産 (100万円)				
		直接	誘発	間接効果
東京	東京→北京(A)	1891.219	2549.075	657.856
北京	北京→東京(B)	16700.286	37207.610	20507.324
	(B)/(A)	8.830	14.597	31.173
エネ消費 (PJ)				
		直接	誘発	間接効果
東京	東京→北京(A)	0.016	0.019	0.003
北京	北京→東京(B)	0.404	2.835	2.431
	(B)/(A)	25.107	151.380	921.543
CO ₂ (t-CO ₂)				
		直接	誘発	間接効果
東京	東京→北京(A)	1033.490	1191.673	158.183
北京	北京→東京(B)	35057.279	246391.126	211333.848
	(B)/(A)	33.921	206.761	1336.011

ものである。

そこで、次に東京と北京との取引関係が、どの程度非対称的であるのかを見るために、直接効果と間接効果との倍率を比較してみよう。それが表6である。

表における「間接効果」とは、誘発生産額から直接輸出額を引くことで求めたものであり、直接の需要を受けて波及していく間接生産の全ての効果と解釈することができる部分である。表の一番上の生産額比較を見れば、東京は北京に輸出することよりも、北京から多くを輸入している関係であることがハッキリ分かる。その倍率は、直接で8.8倍、誘発で14.6倍となっていて、間接効果だけをとり出せば31.2倍になっている。さらに、注目すべきことに、この倍率はエネルギー消費やCO₂排出量の効果で見ると、著しく大きくなっている。例えば、エネルギー消費では、北京は直接で25.1倍、誘発だと151.4倍、CO₂排出量では、直接33.9倍、誘発では206.8倍もの環境負荷を発生させている。しかも、間接効果で見ると、エネルギー消費では、北京が東京の921.5倍、CO₂排出量では、北京は東京のなんと1,336倍にもなっていることが分かる。すなわち、東京の北京からの輸入が北京に与える環境負荷は、北京が東京から輸入することによる東京への環境負荷に比べると、輸出額同士の比よりもはるかに大きい。しかもそれは、直接的な輸出による効果以上に、その後、各域内で波及する間接効果による負荷のほうがより深刻であるという結果になっており、北京における生産構造が、より環境負荷をもたらしやすい波及構造になっていることを示唆するものになっている。これが、各地域が国際間取引で引き起こすと考えられる誘発環境負荷である。

このような結果が、どうしてももたらされるのか、その原因を表7によって概観しておこう。この表は、北京と東京の両者の誘発量を、エネルギー消費、CO₂排出量、輸出(生産)額のそれぞれについて上位20部門ずつを抜き出したものである。

表によれば、北京での誘発効果では、エネルギー消費とCO₂排出量の上位部門は、輸出額上位5部門の中に全て含まれている。北京での大量のエネルギー消費やCO₂排出量は、輸出額自体が多いことによってもたらされていることが分かる。しかも、これらの産業には、電力・熱、商業、銀行・保険、公共サービスなどのサービス関連部門が含まれている。一般にサービス関連産業は、最終財産業であることから、感応度係数の高い産業である。実際、先の誘発生産額における感応度係数上位20部門を見ると、これら4部門と鉄鋼を含めた5部門全てが1を超える高い感応度係数を有している。また、北京の生産構造の特徴として、商業は影響力係数が高い部門にもなっている。このような北京の生産構造の特徴から、輸

出に伴う北京での間接効果は多くの環境負荷をもたらしたものと考えられる。

これに対して、東京での誘発効果では、エネルギー消費とCO₂排出の上位5部門のうち、輸出額上位20部門に入るのは3部門だけであり、エネルギー多消費部門が必ずしも多くの輸出額となっていないことが分かる。また、これら5部門のうち、サービス関連は研究機関と道路輸送だけであり、感応度の影響が大きくないのではないかと予想される。実際、誘発生産額における感応度では、この2部門は感応度係数が1を超える部門となっているものの、あとの3部門は未満となっている。また、影響力係数も、この2部門以外にはガラス製品が1を超える部門になっているだけで、残りの部門の影響力はそれほど大きくはない。

なお、輸出の筆頭項目となっている道路輸送機械は、東京表の逆行列値の結果では、感応度係数で0.852、89部門中32位、影響力係数では0.986の52位であり、大きな値であるとは言えない。

このようなことから、東京における環境負荷の誘発は、北京から購入される部門の特徴から、相対的にそれほど大きな波及をもたらしていることには至っていないと考えられるのである。

6. 結論的覚書

本稿は、北京、東京、日中という三つの連関表を接続することで、両地域間の輸出入が双方にどの程度の波及効果を生み出すのか、それを経済取引規模、消費エネルギー、排出CO₂について見てきた。

本稿の特徴は、各都市レベルの連関表から、自国の輸出入シェアによって他都市との相互依存関係を計測し、更に、その輸出を生み出す際の波及効果と発生環境負荷を計測したことにある。国際間の都市レベルにおける相互発生環境負荷を計測した先行研究は他にない。

分析結果からは、北京から東京向けの輸出規模が、東京から北京向けのそれよりもかなり大きなことが分かった。逆に、他地域日本から北京向けの輸出は、北京からのそれよりも大きなことが分かった。すなわち、東京は北京の消費者としての性格が強く、他地域日本は北京の生産者としての性格が強いということであった。

だが、しかし、より注目すべきなのは、このような輸出額が、とりわけ北京において甚大な環境負荷を発生させているということである。特に、北京での誘発生産額の間接効果に伴う環境負荷は、東京の1,300倍以上に及んでいることが分かった。

このような結果の政策的な含意は、自国における経済

表-7 北京と東京における誘発上位20部門

北京→東京の誘発効果		エネルギー消費	CO2		誘発生産額	
		単位:PJ=10 ⁴ MJ	単位:t-CO2		単位:100万円	
1	029 電力・熱	0.658	029 電力・熱	59540.843	076 商業	17327.298
2	076 商業	0.299	076 商業	27078.856	087 金融	5330.074
3	047 鉄鋼	0.259	047 鉄鋼	20922.904	022 衣服	1589.116
4	087 金融	0.219	087 金融	19859.505	079 公共サービス	1167.042
5	079 公共サービス	0.203	079 公共サービス	18167.555	086 その他の一般サービス	958.430
6	070 鉄道輸送	0.089	026 紙・パルプ	8063.612	027 印刷	954.524
7	032 化学肥料	0.087	070 鉄道輸送	7496.656	084 放送	684.587
8	026 紙・パルプ	0.087	003 畜産	7073.211	029 電力・熱	544.055
9	003 畜産	0.076	032 化学肥料	6400.937	078 不動産	535.185
10	068 その他の製造品	0.073	068 その他の製造品	6089.032	049 金属製品	508.756
11	071 道路輸送	0.073	086 その他の一般サービス	5494.129	030 石炭製品・石油精製	498.251
12	086 その他の一般サービス	0.065	071 道路輸送	5192.170	077 一般飲食店	455.307
13	084 放送	0.052	084 放送	4505.684	021 繊維	409.197
14	021 繊維	0.048	021 繊維	4103.240	085 研究	393.628
15	049 金属製品	0.044	049 金属製品	3916.111	033 有機化学製品	350.613
16	027 印刷	0.040	075 通信	3500.868	028 事務用品	332.984
17	075 通信	0.038	027 印刷	3500.269	003 畜産	330.161
18	009 その他の鉱物	0.037	033 有機化学製品	2873.189	075 通信	316.419
19	033 有機化学製品	0.037	043 ガラス製品	2870.361	070 鉄道輸送	291.931
20	043 ガラス製品	0.033	009 その他の鉱物	2708.841	047 鉄鋼	291.254

東京→北京の誘発効果		エネルギー消費	CO2		誘発生産額	
		単位:PJ=10 ⁴ MJ	単位:t-CO2		単位:100万円	
1	043 ガラス製品	0.0126	043 ガラス製品	828.549	057 道路輸送機械	592.765
2	057 道路輸送機械	0.0017	057 道路輸送機械	97.709	065 その他の電気機器	326.057
3	085 研究	0.0007	085 研究	35.806	043 ガラス製品	245.683
4	047 鉄鋼	0.0005	047 鉄鋼	28.567	052 特殊産業用機械	170.171
5	071 道路輸送	0.0003	071 道路輸送	23.225	086 その他の一般サービス	124.089
6	041 セメント製品	0.0003	073 航空輸送	19.692	066 精密機械及びその他の計算	120.907
7	073 航空輸送	0.0003	041 セメント製品	19.602	085 研究	106.346
8	021 繊維	0.0002	026 紙・パルプ	12.360	054 日用機械	102.752
9	026 紙・パルプ	0.0002	021 繊維	11.633	087 金融	80.576
10	052 特殊産業用機械	0.0002	052 特殊産業用機械	9.519	041 セメント製品	61.785
11	066 精密機械及びその他の計算機	0.0001	066 精密機械及びその他の計	6.458	063 電子計算機	48.296
12	086 その他の一般サービス	0.0001	086 その他の一般サービス	6.271	062 他の電気機械	41.412
13	054 日用機械	0.0001	054 日用機械	6.207	076 商業	33.639
14	065 その他の電気機器	0.0001	065 その他の電気機器	5.966	078 不動産	32.619
15	039 プラスチック製品	0.0001	039 プラスチック製品	5.594	084 放送	30.704
16	075 通信	0.0001	075 通信	4.703	053 農業機械	27.448
17	033 有機化学製品	0.0001	033 有機化学製品	3.946	064 電気音響機器	26.523
18	062 他の電気機械	0.0001	058 造船	3.601	028 事務用品	26.306
19	058 造船	0.0001	062 他の電気機械	3.508	058 造船	26.155
20	076 商業	0.0001	076 商業	3.381	055 その他の機械	25.137

政策及び環境政策を、国際的な相互依存を常に考慮しながら、自国内だけではなく国際協調政策の中で行なう必要があるということである。すなわち、他国と自国における輸入依存度、貿易相手国の規模と種類、及び、相手国におけるエネルギー効率等を考慮しながら、一国レベルではなく、2国及び多国間において協調的に経済・環境政策を行なう必要があるだろう。

本稿における、残された課題は、第一に、最新のデータで本稿で確認された構造が維持されているかどうかを追いかけることである。本稿では、三つの連関表の入手可能性から、90年の日中IO表を中心に、92年の北京表と90年の東京表を利用した。現在、アジア経済研究所は2000年のアジア表に日中を含める形でデータを作成中であるので、それが発表され次第、今度は97年や02年の北京表、95年の東京表などと接合させていく必要があるだろう。

第二に、方法論的な接合問題について検討することである。中国側と日本側では、IO表の発表年数が異なるので、延長表を作成するなど、時点のずれを調整する必要があるかも知れない。

第三に、本稿の分析を出発点に、時点間比較による経年変化を分析することである。現在、北京表は97年と2002年が公表されているので、差し当たり、97年北京表と95年の東京表とで、5年後の依存関係の変化を分析したい。また、最新版の東京表と2000年版のアジア連関表などが公表され次第、3時点での比較を行なう。

謝辞：本稿は、平成16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 環境省独立行政法人国立環境研究所、森口祐一教授）の成果

の一部である。

本稿作成に当っては、本誌レフェリーから有益なコメントを頂いた。記して感謝したい。なお、本稿における誤謬は、全て筆者に帰するものである。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 藤川学・居城琢: 日本とアジア諸国間における二酸化炭素の国際収支, 産業連関, 第10巻第3号, pp. 26 - 36, 7月, 2002.
- 3) 中村英佑・森杉雅史・井村秀文: 国際的相互依存と環境公平性に関する研究, 環境システム研究, Vol. 31, pp. 395-403, 2003.
- 4) 金川琢・二渡了・井村秀文: 産業連関モデルによる都市のエネルギー・環境構造分析, 環境システム研究, vol. 19, pp. 70 - 75, 1991.
- 5) 長谷川 良二: 経済効果とCO2排出の地域差についての一考察, 産業連関, 第12巻第2号, pp. 29 - 38, 6月, 2004年.
- 6) 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.
- 7) Ichihashi: Measuring of interregional trade relations over the border - an example of Hiroshima and Heilongjiang -, *Studies on Regional Economics*, Vol.11, pp. 31 - 43, Mar., 2000.
- 8) 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, 2004.
- 9) 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.
- 10) 東京都総務局統計部: 東京都産業連関表 1990, 東京都総務局統計部統計調査課, 1995.
- 11) 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.

平成17年8月10日受理

Economic Induced Effect and the environmental burden of the international trade among regions - An example of Tokyo and Beijing -

Masaru ICHIHASHI, Shinji KANEKO and Hiroe YOSHINOBU

This paper measures and analyzes the degree of economic dependency and the environmental burden caused by economic international trade among regions by using two or more Input-Output tables of Tokyo, Beijing and other regions in Japan as examples.

Our main finding is that Tokyo is a much stronger consumer rather than as supplier to Beijing. However, another region in Japan is a stronger supplier to Beijing. It can be found therefore, that Beijing has larger repercussions through its exports to Tokyo.

Moreover, energy consumption and the CO2 emissions by economic trade over the border are more serious in Beijing than in Japan. Our results especially show that the indirect environmental burden in Beijing is thousand times higher than in Tokyo.