

# 生産活動が四日市公害に与える影響分析

三重大学人文学部法律経済学科 朝日幸代\*

## Abstract

高度経済成長期に起きた四日市地域の石油化学コンビナートの生産活動は硫黄酸化物を排出し、そして、人的被害を与える外部不経済を引き起こすことによって局所的なエリア内に深刻な影響を与えた。本研究では、石油化学製品の生産増加による硫黄酸化物の排出する環境負荷について商品部門別と、三重県、三重県以外の他地域の観点から分析したものである。

分析の結果は以下の通りである。1975年の四日市の化学製品と石油製品の生産額9,922億円は三重県内では1兆2,885億円の波及効果があり、三重県外の他地域への波及効果は4,070億円であることから、三重県内の波及効果が大きい。この三重県の生産額とその他地域の生産額に対する構成比は75%、その他地域が25%である。日本全体への生産誘発係数は1.7であり、そのうち1.2を三重県が占めている。

石油化学製品の生産による硫黄酸化物の排出量では、四日市では63,632t、県外は17,301tになっている。また、三重県の各産業、他地域の各産業の需要が増加した際、三重県のお産業が化学製品や石油製品の硫黄酸化物排出量に影響する数値は三重県外より単位あたりでは高い。しかし、三重県外の他地域における生産額の方が三重県よりもはるかに多いことを考えると、三重県外の他地域の需要増が三重県の四日市公害、硫黄酸化物排出に与えた影響が比較的高い水準であったと考えられる。

JEL Classification: H23, Q56.

Keywords: 環境; 環境政策; 四日市エリア; 地域間産業連関分析

## 1. はじめに

環境問題は人々の経済活動や社会活動によって引き起こされている。その問題を引き起こした原因まで遡ると、大規模な生産活動をもとにしている場合もあれば、極めて小規模の生活から引き起こされるものまで、広範囲に及んでいる。さらに、原因物質も多種多様にあり、未だに原因物質が発見される例も少ない。さらに、二酸化炭素排出による気候変動は、国際間の取組みまで必要なほど国境を越えて影響を与えている。現在の環境問題に関する様々な取組みは、今までの生産活動と環境対策への取組みとその多

---

\*〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577 Email: asahi@human.mie-u.ac.jp

くの反省の中で培われた社会システムなども、改善しながら存在している。

日本の環境問題の中で特に、社会問題となったものの1つとして、高度経済成長期に起きた局所的な環境問題の公害問題がある。硫黄酸化物の排出によって大きな被害を地域にもたらした四日市公害も代表的な公害である。積極的に環境政策へ取り組んだことによって、現在ではこの公害問題は解決し、日本国内のその他の地域と比較しても厳しい環境基準をクリアできる水準にまで環境改善されている。しかし、このような公害は、発展途上国においては現在も大きな被害をもたらしている。特に、大気汚染問題は環境影響、健康被害を含め、発生地域だけでなく、その他地域にも拡散する深刻な問題をもつ。2013年年初より社会問題となっている中国の微小粒子状物質（PM2.5）は中国だけでなく、日本を含めた近隣諸国にとっても健康問題まで懸念されている越境汚染の一例といえよう。

本研究では、日本の高度経済成長期に局所的な地域で起きた四日市公害において、四日市地域の生産活動とそれによる硫黄酸化物の排出量、さらには、硫黄酸化物を排出し生産した財が四日市以外のエリアの生産財と用いられた経済状況に着目して分析したものである。つまり、他地域では、四日市で生産された財を購入することによって公害被害を受けずに、最終財を得ることができている。このことから、本研究では他地域の生産活動が四日市公害へ硫黄酸化物の排出量にどの程度の影響を与えたかを分析したものである。四日市地域における石油化学産業の経済活動は、移出を通して域外の他地域に化学石油製品を供給し、それらを用いて域外の他地域では財を生産し、経済効果をもたらす。それとともに、四日市地域では、生産活動によって硫黄酸化物を排出するが、他地域は環境影響なしに、四日市で生産された化学石油製品を利用することができる。そのため、域外の他地域において、四日市で生産した財を用いて生産することによってどの程度四日市に環境負荷を与えたかを検討することにした。

これは、すでに様々な研究が存在する国際的な枠組みでの汚染貿易に関する分析を、国内の地域の移出入で置き換え、着想したものである。

本論文の構成は以下の通りである。はじめに生産した国で汚染をもたらしながら生産された財が他国に輸出された場合、その輸出によって汚染影響に関する論文がいくつか存在するため、それらについて紹介する。次に本論文で取り扱う四日市公害に関する文献や研究を解説する。次に分析方法と扱うデータを説明し、環境負荷の産業連関分析の試算結果を示している。最後にそこから得られた結果と今後の課題を論じることにする。

## 2. 先行研究

### 2.1 近年の環境と貿易に関する研究

近年の環境と貿易に関する研究は数多く存在する。国際貿易の協定に環境を組み込むようことを論じているものとして Josh Ederington (2010) がある。これは、国際上の交渉で貿易と環境について別々に、または同時に扱う必要性を示している。環境に関する協定は、ガットや WTO のような現在の貿易協定に直接関連づけるべきであり、輸出する産業に環境費用を課すことで、競争力をなくす可能性もあることを示している。Carolyn Fischer (2010) では国際貿易と枯渇する自然資源の間の関係を調べ、異時点間の資源問題の特徴を検討している。政策決定のために、特定の資源問題をモデル化する必要がある。国際協定は

情報の収集・交換と同様に資源の管理のための許容量の開発を促進する必要性を示している。

実証分析としては以下の研究がある。Walter Ingo (1973) では、1971、1972、1973年の汚染削減費用を推計している。18の製造業とその他のサービスを対象としている。データはBEA (U. S Bureau of Economic Analysis) のIO表を用い、それぞれの部門の米国の輸出の値や輸入の値を計算している。次に、Robison H David (1988) では、PACEの時系列データを用いて汚染をもたらして生産した財の輸出と輸入の数値について分析している。汚染をもたらして生産された財の輸入が米国では増加していることを示している。この結果はEderomgton and Mineier (2003) と同じ結果である。Leonard, H. Jeffrey (1998) では、米国のプラントによる汚染排除の資本の支出は汚染集中産業として明確化し、これらの部門は直接投資を増加させている。次にLow Partrick (1992) は米国とメキシコの貿易の状況を調べている。汚染排除費用によって、メキシコからの汚染をもたらして生産された財の輸入が増加していることを示している。また、Grossman and Krueger (1993) では、米国とメキシコとの貿易のパターンをクロスセクションで回帰分析し、その結果として輸入と汚染削減費用には正の相関があり、統計的にも有意であることを示している。Levinson and Taylor (2009) では、環境規制と貿易フローの効果について分析している。規制のためのコストと貿易の関係性について、パネルデータを用いて計測している。米国の貿易として1977年から1986年までの130の製造業において米国、カナダ、メキシコの間で汚染削減費用の減少した産業が増えたこと、またその産業名を示している。特に純輸入が増加した20の産業は規制により大きな打撃をうけ、貿易量の半数以上にたいして規制による費用が増加していることを示している。Arik Levinson (2010) は汚染排出した財の輸入について、Sox, Nox, Co2について直接、間接的な生産波及について分析している。これは、レオンチェフ環境モデルを参考にしたものである。また、Arik Levinson (2009) は、米国の製造業から汚染を排出して生産された財の貿易について分析し、IPPSのデータを用いて、Sox, Nox, CO2, VOCs(volatile organic compounds)について排出量について、マーケットシェアを考慮に入れて分析している。

## 2.2 四日市公害に関する研究

四日市公害においては、三重大学医学部公衆衛生学教室に所属していた吉田克己教授をはじめとする医学や環境の専門家が、原因不明の喘息などの疾患の原因について学術調査を行い、四日市公害の因果関係を研究結果として公表した。四日市公害の背景を含め、環境改善についてとりまとめたものとして吉田克己 (2002)、財団法人国際環境技術移転研究センター (1992) がある。

また、三重県、四日市市、ICETTからの委託研究として、1994年～1997年にかけて「開発と環境の経済評価に関する調査」を四日市大学教員が中心となった研究グループが経済開発と環境政策に関する調査研究に取り組んでいる。ここでは、四日市公害の実態に関する資料収集とアンケート調査、拡散シミュレーションや四日市地域環境・経済モデルの開発、シミュレーション分析を行っている。その結果は、鬼頭、岡、朝日他 (1998) にまとめられている。次に、この研究グループでは、四日市公害克服の様々な要因や分析手法を、中国の天津市に適用し、中国の硫黄酸化物排出抑制方法の研究として、「脱硫副産物の有効利用に関する調査研究」を1997年～2000年で行った。そこでは、天津市における大気汚染の実態や企業の環境保全の取り組みを調査したのち、排煙脱硫装置設置の研究と排煙脱硫装置設置を誘導する排煙脱硫副

産物の研究の2つによって環境分析が行われている。なお、上記の四日市公害の研究において、域外への影響および域外生産から環境分析は行われていない。

### 3. 分析方法とデータ

#### 3.1 分析の概要

1975年の三重県産業連関表と全国の産業連関表を用いて2地域間産業連関表を作成し、自地域と他地域の交易の経済活動における環境影響の分析に用いる。

四日市市の石油化学コンビナート企業における調査データ等はすでに「開発と環境の経済評価に関する調査」研究によりあることからそれらを用いる。その他産業については、昭和51年に通商産業大臣官房調査統計部で作成した昭和48年産業公害分析用産業連関表のSOxの排出量や硫酸化物の排出係数を用いている。そのため、2地域間産業連関表は30部門表に集計して用いている。

#### 3.2 三重県とその他全国の2地域間産業連関表の作成方法

分析には、三重県とその他全国の2地域間産業連関表を用いる。ここでは山田光男(1996)と土居・浅利・中野(1996)の作成方法を参考にしている。1975年の三重県の産業連関表は移出と輸出、移入と輸入が合算されていることから、輸入については全国の需要に対する輸入の比率、輸出についても輸出比率を算出して用いている。なお、添字のjは全国、1は三重県、2は三重県以外の地域(県外)を示している。

表-1は三重県、表-2は全国、表-3は県外の産業連関表を示している。

表-1 三重県 産業連関表

	中間需要	最終需要	移出	輸出	移入	輸入	生産額
中間投入	$AX_1$	$F_1$	$N_2$	$E_1$	$N_1$	$M_1$	$X_1$
付加価値	$V_1$						
生産額	$X_1$						

表-2 全国 産業連関表

	中間需要	最終需要	輸出	輸入	生産額
中間投入	$AX_j$	$F_j$	$E_j$	$M_j$	$X_j$
付加価値	$V_j$				
生産額	$X_j$				

表-3 県外 産業連関表

	中間需要	最終需要	移出	移入	輸出	輸入	生産額
中間投入	$AX_2$	$F_2$	$N_1$	$N_2$	$E_2$	$M_2$	$X_2$
付加価値	$V_2$						
生産額	$X_2$						

全国の産業連関表から得られる情報は以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 \text{中間投入行列} & \quad AX_j = (ADX_1 + AXN_1 + ANX_2 + ADX_2) \\
 \text{最終需要行列} & \quad F_j = (FD_1 + FN_1 + FN_2 + FD_2) \\
 \text{輸出ベクトル} & \quad E_j = (E_1 + E_2) \\
 \text{輸入ベクトル} & \quad M_j = (M_1 + M_2) \\
 \text{付加価値行列} & \quad V_j = (V_1 + V_2)
 \end{aligned}$$

三重県と県外（三重県以外の県）の産業連関表から得られる情報は以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 \text{中間投入行列} & \quad AX_1 = (ADX_1 + AXN_1) \\
 \text{最終需要行列} & \quad F_1 = (FD_1 + FN_1) \\
 \text{輸出ベクトル} & \quad E_1 \\
 \text{輸入ベクトル} & \quad M_1 \\
 \text{生産ベクトル} & \quad X_1 \\
 \text{付加価値ベクトル} & \quad V_1 \\
 \text{移輸出ベクトル} & \quad NM_2 = N_2 + E_1 \\
 \text{移輸入ベクトル} & \quad NM_1 = N_1 + M_1
 \end{aligned}$$

県外地域データは以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 \text{中間需要行列} & \quad AX_2 = AX_j - AX_1 \quad AX_2 = ADX_2 + ANX_2 \\
 \text{最終需要行列} & \quad F_2 = F_j - F_1 = (FN_2 + FD_2) \\
 \text{付加価値ベクトル} & \quad V_2 = V_j - V_1 \\
 \text{生産ベクトル} & \quad X_2 = F_j - X_1
 \end{aligned}$$

各地域の移入係数 ( $NN_1, NN_2$ ) を以下のように定義する。なお、 $i_x$  は  $AX_1, AX_2$  の行を集計するベクトルであり、 $i_f$  は  $F_1, F_2$  の行を集計するベクトルである。

各地域の移入係数は、

$$\begin{aligned}
 NN_1 &= \text{delta}(N_1) \times \text{delta}(ADX_1 \times i_x + F_1 \times i_f)^{-1} \\
 NN_2 &= \text{delta}(N_2) \times \text{delta}(ADX_2 \times i_x + F_2 \times i_f)^{-1}
 \end{aligned}$$

である。また輸入係数を用いて、地域別の中間需要と最終需要をそれぞれの域内需要と移入需要に分割する。

$$\begin{aligned}
 AXN_1 &= NN_1 + AX_1 & FN_1 &= NN_1 + F_1 \\
 AXN_2 &= NN_2 + AX_2 & FN_2 &= NN_2 + F_2 \\
 ADX_1 &= (I - NN_1) \times AX_1 & FD_1 &= (I - NN_1) \times F_1 \\
 ADX_2 &= (I - NN_2) \times AX_2 & FD_2 &= (I - NN_2) \times F_2
 \end{aligned}$$

表-4 三重県とその他地域の2地域間産業連関表

(単位：100万円)

	三重県	その他	中間需要計	三重県		その他		輸出	輸入	生産額
				消費	投資	消費	投資			
三重県	2075078	149462352	3569701	1092687	598632	374928	121650	365319	612806	5510110
その他	1085992	172708760	173794753	383277	167769	90388870	62307481	19711420	20032844	326720725
中間投入計	3161070	174203384	177364454	1475964	766400	90763797	62429131	20076739	20645650	332230835
付加価値	2349040	152517341	154866381							
生産額	3510110	326720725	332230835							

以上の式により2地域間産業連関表を推計している。1975年の全国表61部門と1975年の三重県産業連関表の30部門を用いて、30部門の2地域間産業連関表を作成した。表-4は推計した2地域間産業連関表を2地域1部門にまとめたものである。

### 3.3 環境データ

本研究では、四日市地域における石油化学産業の使用燃料、硫黄酸化物排出量、除去費用などは鬼頭、岡、朝日他(1998)で調査され、得られている。しかし、石油化学産業以外の産業とその他地域に対する全産業については、1971年に出された通商産業大臣官房調査統計部の「昭和48年産業公害分析用産業連関表—硫黄酸化物、水質汚濁、および産業廃棄物に関する分析—作成および分析結果報告書」のデータを用いている。この報告書には硫黄酸化物、水質汚濁、産業廃棄物について、公害除去活動、生産活動としての純生産、さらには公害除去活動を除いた純生産が25部門で表示されている。それらの1部をとりまとめたものが表5である。表5の部門数も三重県とその他全国の2地域間産業連関表の30部門に合わせている。本研究では、この硫黄酸化物の排出係数(生産額100万円あたりの硫黄酸化物排出量)を用いて分析を行っている。

図-1は1964年から1992年までの四日市の石油化学生産額あたりのSox排出量の推移を示したものである。四日市のSox排出係数はこの数値を用いている。これを見ると、1964年から1975年にかけて急激に減少している。これは、燃料に含まれる硫黄の濃度について低濃度燃料の使用や、総量規制にともなう排煙脱硫装置の設置などの効果によるものである。図-2は、産業連関ベースの化学と石油の四日市生産額の推移である。化学と石油では生産額に大きな変化があり、1980年には化学が石油を上回る生産額となっている。

表-5 硫黄酸化物の排出係数

(単位：t, 金額は100万円)

		Sox公害因子			純生産額 (除去投資 を除く)	純生産額 (除去投資 含む)	生産100万 円あたりの SOx排出量
		Sox発生量	Sox除去量	Sox排出量			
1	耕種農業	77083	0	77083	9263977	9264302	0.0083
2	畜産	-	-	-	-	-	-
3	林業	-	-	-	-	-	-
4	漁業	-	-	-	-	-	-
5	鉱産品	8350		8350	105957	107205	0.0779
6	食料品	152455	8864	143591	13387769	13428596	0.0107
7	繊維製品	205653	14464	191189	9958118	9982274	0.0192
8	化学製品	594810	53481	541329	7760396	7826120	0.0692
9	石油製品	222418	15424	206994	4779167	4792769	0.0432
10	窯業土石製品	487135	1344	485791	4045751	4059111	0.1197
11	鉄鋼金属製品	512326	26800	485526	15379266	15458106	0.0314
12	一般機械	49672	0	49672	10877029	10883630	0.0046
13	電気機械	31757	0	31757	10379855	10393423	0.0031
14	輸送機械	13712	2672	11040	13536013	13558746	0.0008
15	その他の製造業	398663	90991	307672	10701731	10701731	0.0287
16	建築	28989	0	28989	32776647	32776840	0.0009
17	土木	0	0	0	0	0	0.0000
18	電力	145101	101600	134941	3769531	3819820	0.0353
19	都市ガス	0	0	0	0	0	0.0000
20	水道	0	0	0	0	0	0.0000
21	商業	152248	0	152248	23119397	23119796	0.0066
22	金融・保険	259622	0	259622	49388427	49394490	0.0053
23	不動産	0	0	0	0	0	0.0000
24	運輸	158162	0	158162	8530360	843050	0.1876
25	通信	-	-	-	-	-	-
26	公務	-	-	-	-	-	-
27	教育	-	-	-	-	-	-
28	保健・社会保障	-	-	-	-	-	-
29	その他のサービス	-	-	-	-	-	-
30	その他	72593	0	72593	6040586	6040586	0.0120
31	中間投入計	5122850	325672	4797178	251211720	226450595	0.0212

注：表中の0は通商産業大臣官房調査統計部（1971）に表示されている部門であり、-は三重県とその他全国の2地域間産業連関表の30部門に合わせて増やした部門である。そのため、環境データを得ることの出来なかった部門である。

図-1 四日市の石油化学生産額あたりの Sox 排出量の推移

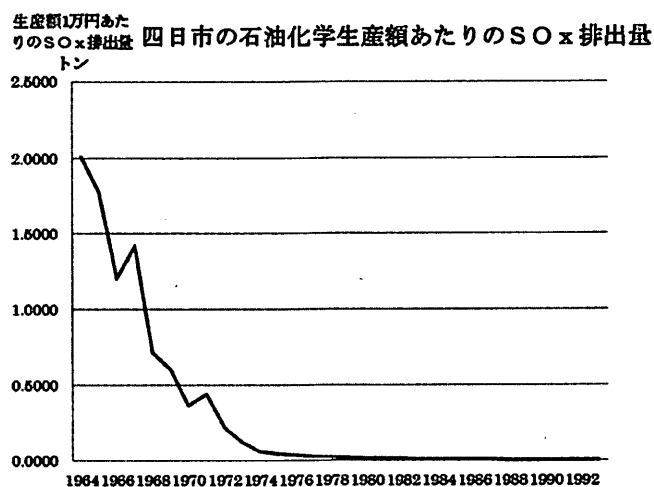
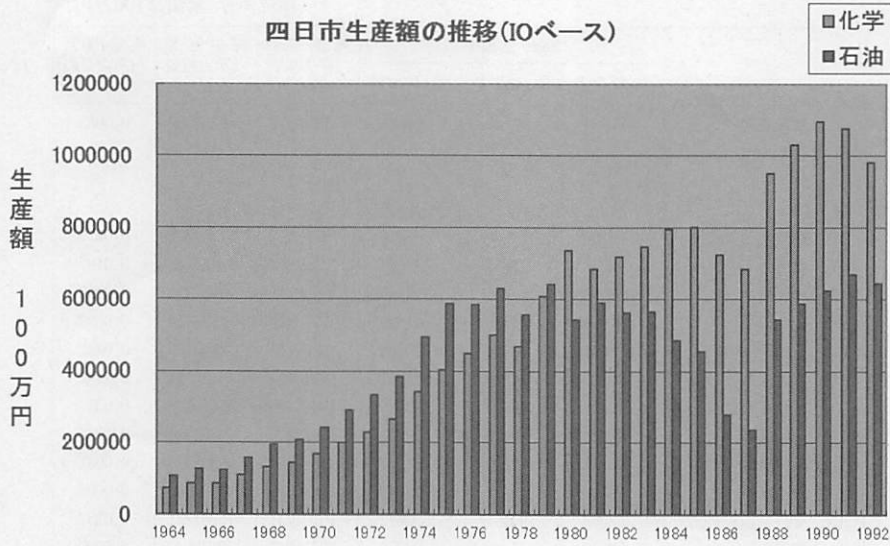


図-2 産業連関ベースの化学、石油の四日市生産額の推移



#### 4. 環境の排出係数を用いた分析方法

##### 4.1 Sox 排出係数を用いた分析

ここでは、本研究の用いた環境の排出係数、つまり環境負荷原単位を産業連関分析モデルに以下のように推計する。部門  $i=1, \dots, k, \dots, n$  の総生産額  $x_i$  は、中間需要である部門  $j=1, \dots, k, \dots, n$  の部門  $i$  に対する需要  $x_{ij}$  と最終需要  $f_i$  との和である。

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + f_i \quad (1)$$

部門の  $j$  単位あたりに必要とする部門  $i$  の投入額を示す投入係数  $a_{ij}$  とし、この(2)式を(1)式に代入すると(3)式となる。

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j \quad (2)$$

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + f_i \quad (3)$$

各部門の生産額を要素とする生産額ベクトルなどで表すと(3)式は以下の(4)式になる。

$$X = AX + F \quad (4)$$

これを  $X$  で解くと、以下の式になる。なお、 $I$  は単位行列である。

$$X = (I - (I - M)A)^{-1}F \quad (5)$$

上記の(1)式より得られる部門  $i$  の生産額  $x_i$  に部門  $i$  の単位生産額あたりに部門  $i$  で直接発生する環境負荷量  $d_i$  (このケースでは SOX の t-SOX/百万円) を乗じることで、最終需要額  $F$  が起点となり部門  $i$  で発生する環境負荷量を  $d_i x_i$  (t-SOX) として計算できる。したがって、最終需要額  $f$  により全ての部門  $i=1, \dots, k, \dots, n$  で発生した環境負荷量の合計  $E$  は、(6)式となる。なお、本研究では、南斉規介 (2012) と同様に  $d_i$  を単位あたりの直接環境負荷量と呼び、(7)式のように部門  $i$  から直接発生する年間の環境負荷量



$d_i$  を総生産額  $x_i$  で除して定める。各部門の直接環境負荷量  $d_i$  を要素とするベクトル  $d=(d_i)$  を定義すると、(6) 式は (5) 式を用いて (8) 式と書ける。ただし、上付き添え字 ' はベクトルの転置を意味する。

$$E = \sum_{i=1}^n d_i x_i \quad (6)$$

$$d_i = D_i / x_i \quad (7)$$

$$E = dX = d'(I - (I - M)A)^{-1}F \quad (8)$$

産業連関分析による部門  $k$  の環境負荷原単位  $e_k$  は、部門  $k$  に対して一単位の最終需要を与えた場合に各部門で発生する環境負荷量の合計である。最終需要ベクトル  $F$  の部門  $k$  に関する要素  $F_k$  のみを 1 とし、それ以外の要素を 0 とする最終需要ベクトル  $F_k$  を定義し、(8) 式の  $F$  に代入することで、(9) 式より  $e_k$  が計算できる。環境負荷原単位ベクトルを  $e=e_i$  とすると (10) 式になる。

$$e_k = d'(I - A)^{-1} \begin{pmatrix} f_1 = 0 \\ \vdots \\ f_k = 1 \\ \vdots \\ f_n = 0 \end{pmatrix} = d'(I - A)^{-1} F_k \quad (9)$$

$$e' = d'(I - A)^{-1} \quad (10)$$

全ての部門  $i=1, \dots, k, \dots, n$  の環境負荷原単位を一度に計算するには、部門  $i$  への最終需要のみを 1 とするベクトルを要素とする行列 (単位行列  $I$  とする) を定義する。(8) 式の  $F$  と置き換えて式 (11) 式から計算される環境負荷原単位  $e_i$  は、(6) 式の部門  $j$  の中間需要額  $x_{ij}$  (百万円) を投入係数  $a_{ij}$  から輸入品を除くことで、国内のサプライチェーンのみから発生する環境負荷量だけを対象とした環境負荷原単位  $e_i$  を算出することができる。

各部門における部門  $i$  からの投入額のうち、輸入の占める割合が  $M$  である。

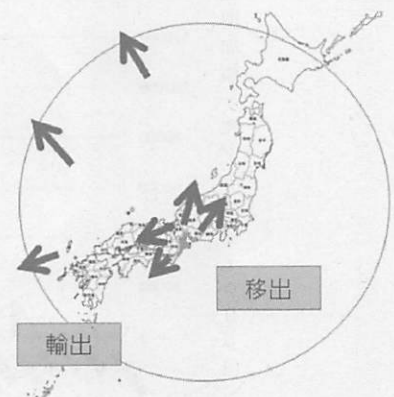
$$e' = d(I - A)^{-1} = d'(I - (I - M)A)^{-1} \quad (11)$$

#### 4.2 硫酸化物の環境負荷原単位の利用と 2 地域産業連関表を用いた分析

2 地域間産業連関表の各部門に対応する硫酸化物の排出係数、つまり硫酸化物の環境負荷原単位は三重県については、石油化学産業の 90% が四日市であることから、四日市のコンビナート企業向けの調査結果により得られたものを用いる。また、その他は通商産業大臣官房調査統計部の「昭和 48 年産業公開分析用産業連関表—硫酸化物、水質汚濁、および産業廃棄物のデータを用いている。

図-3 は三重県から移出によって日本国内に財が供給され、それらは生産財として用いられた際のイメージ図である。もちろん、一部は輸出によって海外の生産財になっている。但し、本研究では海外に輸出した財については分析対象としていない。

図-3 研究のイメージ図



## 5. 試算結果

### 5.1 四日市地域の石油化学産業の生産効果

1975年時点では、四日市地域の化学製品は4,049億28百万円、石油製品は5,873億13百万円の生産がある。三重県の化学製品は4,185億73百万円、石油製品6,071億04百万円であり、四日市が三重県生産額に占める割合は9割を超えている。そのため、本研究では、四日市地域を含む三重県の産業連関表を用いて、2地域間産業連関表を作成して分析に用いている。

その結果、四日市地域の化学製品と石油製品の生産額と三重県の化学製品と石油製品の生産額の効果について算出した。

図-4 四日市の石油化学産業の生産効果

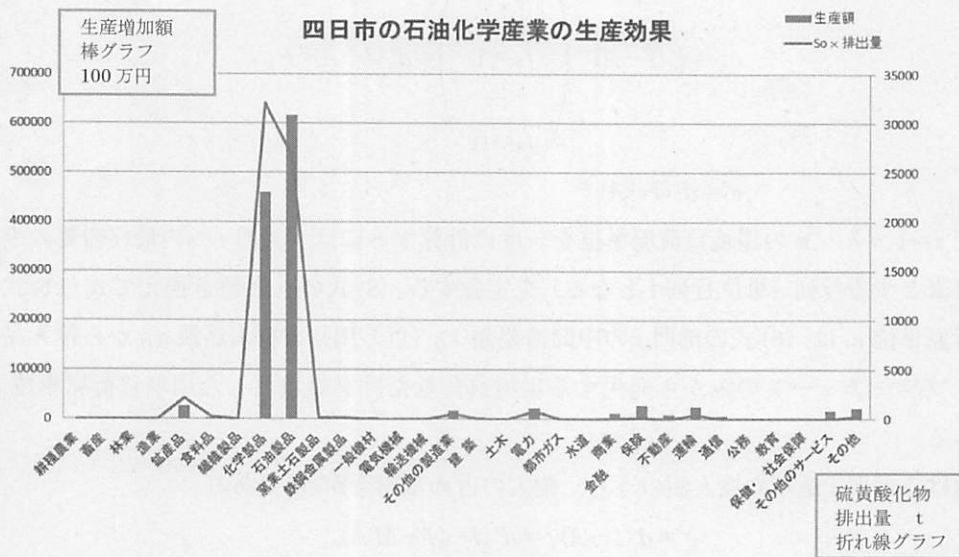
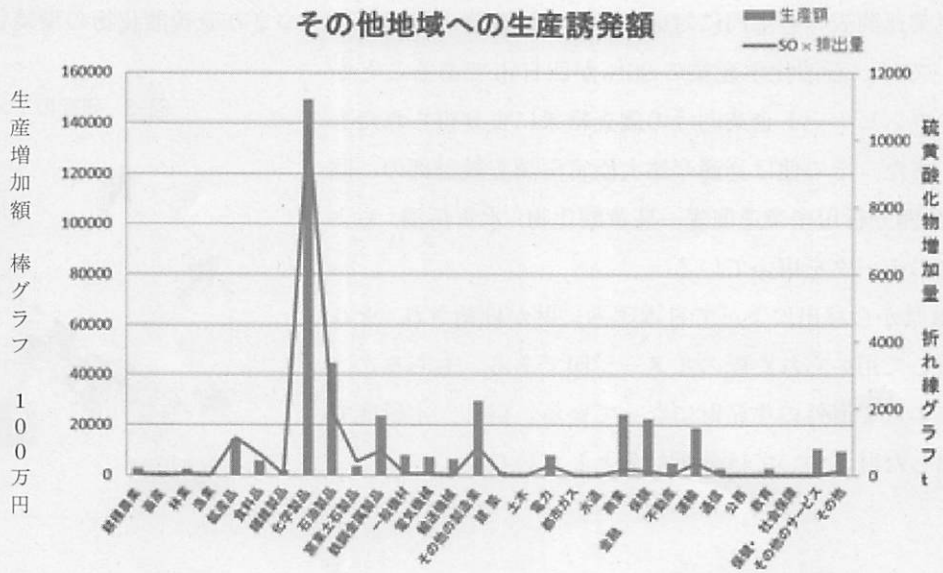


図-5 三重県以外の地域への生産効果



四日市の化学製品と石油製品の生産額 9,922 億円は三重県内では 1 兆 2,885 億円の波及効果がある。三重県外の他地域は 4,070 億円であり、三重県内の波及効果の方が大きい。この三重県との他地域の生産額の構成比は三重県が 75%、その他地域は 25%である。全体の生産誘発係数は 1.7 であり、1.2 は三重県である。

硫酸化物の排出量では、三重県内では 63,632t、県外が 17,301t である。この違いは、部門別で硫酸化物原単位が異なることが原因である。四日市では、硫酸化物原単位が大きい化学製品と石油製品の財を生産し、その影響として他地域はむしろ化学製品や石油製品の生産をせずに、利用できることから他地域の硫酸化物排出量も少なくなっている。その比率は三重県内では 78%に対して、その他地域は 21%となっている。

次に、三重県の化学製品と石油製品全体では、三重県内が 1 兆 3,319 億円、その他地域が 4,207 億円の波及効果がある。三重県内の排出量は全体の 76%、その他地域が 24%である。

部門別にみると、生産効果は化学製品や石油製品が多くなっている。表-6 は各部門のデータを示している。

表-6 四日市地域の効果と硫酸化物の排出量

(単位：生産額は百万円、排出量はt)

	生産額			Sox排出量		
	三重県の化学製品と石油製品の生産効果	四日市の化学製品と石油製品の生産効果	三重県以外の地域	三重県の化学製品と石油製品の生産効果	四日市の化学製品と石油製品の生産効果	三重県以外の地域
耕種農業	890	861	2,504	7	7	21
畜産	90	87	1,124	1	1	9
林業	1,679	1,624	2,222	14	14	18
漁業	413	400	824	3	3	7
鉱産品	27,457	26,562	14,256	2,164	2,093	1,123
食料品	2,392	2,314	5,789	257	248	621
繊維製品	1,120	1,083	1,928	22	21	37
化学製品	474,893	459,412	149,450	33,126	32,046	10,425
石油製品	636,077	615,342	44,694	27,550	26,652	1,936
窯業土石製品	1,054	1,020	3,456	127	122	415
鉄鋼金属製品	4,472	4,326	23,484	141	137	741
一般機材	3,916	3,789	7,885	18	17	36
電気機械	2,506	2,424	7,210	8	7	22
輸送機械	2,790	2,699	6,420	2	2	5
その他の製造業	18,160	17,568	29,616	522	505	851
建築	3,622	3,504	1,387	3	3	1
土木	0	0	0	0	0	0
電力	23,429	22,665	8,061	839	811	289
都市ガス	308	298	282	0	0	0
水道	3,168	3,065	978	0	0	0
商業	12,100	11,706	24,340	80	77	160
金融 保険	28,941	27,997	22,373	152	147	118
不動産	9,618	9,305	4,702	0	0	0
運輸	25,273	24,449	19,019	469	453	353
通信	6,408	6,199	2,532	0	0	0
公務	0	0	0	0	0	0
教育	231	223	2,630	0	0	0
保健・社会保障	94	91	67	0	0	0
その他のサービス	18,063	17,474	10,389	0	0	0
その他	22,761	22,019	9,393	274	265	113
合計	1,331,926	1,288,506	407,012	65,777	63,633	17,302

## 5.2 四日市地域へ他産業、他地域の生産が与えた環境負荷

次に、石油化学産業以外の産業や他地域の産業が四日市で生産した財を用いて生産することによってどの程度四日市に環境負荷を与えたかについて検討する。

三重県の各産業、他地域の各産業の需要が1億円増加した際、三重県地域の化学製品、石油製品の硫黄酸化物排出効果どのくらいあるかを示したものが、表-7である。金額が一律であれば、三重県のお他産業が化学製品、石油製品の硫黄酸化物排出量に影響する数値はその他地域より高い。しかし、その他地域における生産の方が三重県よりもはるかに多いことを考えるとその他地域の需要増が三重県のお四日市公害に与えた影響が存在するといえる。特に、三重県の化学製品において環境負荷の影響があるその他地域の部門では、化学製品、保険・社会保障が高い。石油製品において環境負荷の影響が最もあるその他地域の産業は電力であり、次が運輸、窯業土石製品、鉄鋼金属製品と続いている。また、三重県内の化学製品に対し

表-7 三重県の化学製品、石油製品の硫黄酸化物排出量に対する  
他産業1億円需要増の効果

(単位：t)

	三重県		その他地域	
	化学製品	石油製品	化学製品	石油製品
耕種農業	0.19	0.04	0.02	0.01
畜産	0.08	0.04	0.01	0.01
林業	0.02	0.03	0.00	0.00
漁業	0.03	0.23	0.00	0.02
鉱産品	0.00	0.02	0.00	0.00
食料品	0.08	0.06	0.01	0.01
繊維製品	0.26	0.06	0.03	0.01
化学製品	7.84	0.31	0.09	0.03
石油製品	0.02	4.33	0.00	0.02
窯業土石製品	0.07	0.22	0.01	0.03
鉄鋼金属製品	0.07	0.08	0.01	0.03
一般機材	0.03	0.04	0.00	0.01
電気機械	0.07	0.04	0.01	0.01
輸送機械	0.08	0.04	0.01	0.01
その他の製造業	0.38	0.07	0.02	0.01
建築	0.07	0.06	0.01	0.01
土木	0.04	0.06	0.00	0.02
電力	0.02	0.60	0.00	0.06
都市ガス	0.13	0.15	0.01	-0.01
水道	0.05	0.09	0.00	0.01
商業	0.01	0.04	0.00	0.01
金融・保険	0.01	0.02	0.00	0.00
不動産	0.01	0.01	0.00	0.00
運輸	0.02	0.51	0.00	0.05
通信	0.02	0.03	0.00	0.00
公務	0.02	0.05	0.00	0.01
教育	0.02	0.03	0.00	0.00
保健・社会保障	0.59	0.06	0.05	0.01
その他のサービス	0.05	0.05	0.01	0.01
その他	0.14	0.13	0.01	0.02

ては、化学製品が多いものの保険・社会保障、その他製造業、繊維製品は比較的高い数値である。石油製品については電力や運輸が硫酸化物の排出量に影響するものと考えられる。

## 6. 結論と今後の課題

高度経済成長期に起きた四日市地域の石油化学コンビナートの生産活動は硫酸化物を排出し、環境被害を与える外部不経済を引き起こし、局所的なエリア内に深刻な影響を与えた。本研究では、生産増加による硫酸化物の排出する環境負荷を部門別と、三重県、三重県以外の他地域の観点から分析したものである。

分析の結果は以下の通りである。1975年の四日市の化学製品と石油製品の生産額9,922億円は三重県内では1兆2,885億円の波及効果があり、三重県外の他地域は4,070億円であることから、三重県内の波及効果が大きい。この三重県の生産額とその他地域の生産額の構成比は三重県で75%、その他地域では25%である。日本全体の生産誘発係数は1.7であり、1.2は三重県である。

硫酸化物の排出量では、三重県内では63,632t、県外では17,301tが排出される。次に三重県の各産業、他地域の各産業の需要が1億円増加した際、三重県地域の化学製品と石油製品の硫酸化物排出効果への影響を試算した。三重県その他産業が化学製品と石油製品の硫酸化物排出量に影響する数値はその他地域より1億円あたり（単位あたり）では高い。しかし、その他地域における生産の方が三重県よりもはるかに多いことを考えると、その他地域の需要増が三重県の四日市公害、硫酸化物排出に与えた影響が比較的高い水準であったといえる。

本研究では、深刻な公害の状況から環境政策は次第に厳しくなる規制が取られたものの、それによる三重県からの化学製品や石油製品の移出の変化を検討することができなかった。これは、1965年から1975年にかけての移出データの推計に必要な情報がなかったためである。これらの情報について、さらなる調査を続けるとともに、日本全体の石油化学産業について、環境政策と輸出の観点で分析を取り組んでいきたいと考えている。

## 謝辞

本論文は名古屋市立大学大学院経済学研究科付属研究所主催で2013年3月1日に行われた研究報告の内容に加筆訂正したものである。また、2012年度第7回計量分析研究会（2013年3月2日）において、報告論文である、相山女学院大学理事木下宗七教授、中京大学山田光男教授、京都学園大学尾崎タイヨ教授、計量分析研究会参加の諸先生方より多くの有益なコメントを頂いている。最後に、東海地域の経済発展と環境問題のプロジェクトの代表である焼田党教授、共同研究者森徹教授の本プロジェクトに参加することによって四日市公害の実証研究を改めて研究する機会を頂いた。焼田党教授からは、本論文を執筆する上で、着想に関わるアドバイスもいただいている。記して感謝を申し上げたい。

## 参考文献

- 朝日, 鬼頭, 西垣, 岡 (1998)「硫黄酸化物排出に対する総量規制の経済評価—四日市コンビナートにおける Sox 総量規制—」  
理論・計量経済学会 1997 年度大会報告論文, 1997 年 9 月 13 日, 早稲田大学
- 朝日, 鬼頭, 西垣, 岡 (1998)「地域開発と環境評価に関する計量分析—四日市コンビナート開発と環境政策のシミュレーション」四日市大学環境情報論集第 1 巻第 1, 2 合併号, pp. 103-121
- 朝日幸代 (2003)「平成 7 年名古屋市産業連関表の作成と名古屋市の経済構造」『地域産業連関表の推計と活用の方法に関する研究』(研究課題番号 12630030) 平成 12 年度～平成 14 年度科学研究費補助金 (基盤研究(c)(2)研究成果報告書研究代表者山田光男
- 朝日幸代 (2003)「平成 7 年名古屋市産業連関表の作成と名古屋市の経済構造」Discussion Paper No. 0210, 中京大学経済研究所
- 鬼頭, 朝日, 西垣, 岡, 武本, 飯島 (1998)「環境に配慮した開発政策の有効性—四日市公害の計量経済モデル分析 (四日市大学教育研究叢書)」合同出版
- 国際環境技術移転研究センター編 (1992)「四日市公害・環境改善の歩み」
- 武本・飯島・西垣・朝日 (1995)「第 3 章四日市公害から学んだ環境保全対策の有効性」, 『自然科学と人文・社会科学とのパートナーシップ科学技術は地球を救えるか』, 橋爪・新田編著, pp. 61-90, 富士通経営研究所
- 地球環境経済研究所 (1991), 「日本の公害経験」, 合同出版株式会社
- 通商産業大臣官房調査統計部 (1971)「昭和 48 年産業公害分析用産業連関表—硫黄酸化物, 水質汚濁, および産業廃棄物に関する分析—作成および分析結果報告書」
- 土居・浅利・中野 「はじめよう地域産業連関分析」1996. 日本評論社
- 南斉規介 (2012)「2005 年産業連関表に基づく部門別エネルギー消費量および温室効果ガス排出量の推計方法」独立行政法人国立環境研究所, 産業連関表を用いた環境負荷原単位データブック (3EID)
- 西垣・岡・鬼頭・片岡・朝日 (1995), 「開発と環境の経済評価に関する計量分析—四日市地域のグリーン GDP の計測—」, 日本経済政策学会中部部会報告論文。
- 三重県保険環境部環境局環境政策課 (1971～1993), 「三重県環境白書」。
- 三重県・三重社会経済研究センター (1979)「三重県長期経済・財政モデル開発調査報告書」昭和 54 年 3 月。
- 三井情報開発株式会社総合研究所 (1994), 「環境政策と市場経済に関する調査・研究報告書—神奈川県地域環境経済モデルの開発」, 神奈川県自治総合研究センター委託調査。
- 四日市市環境部環境保全課編 (1964～1994), 「四日市市の環境保全」(但し, 1964～1987 年は「四日市における公害の概況」)。
- 山田光男 (1994)「「祝祭博」の経済効果—三重県内外・地域間産業連関表による分析—」Discussion Paper No. 9401 三重大学人文学部
- 山田光男 (1996)「三重県内外 2 地域間産業連関表の推計とその利用」, 『法経論業』1996. 第 13 巻第 2 号, pp. 175-189, 三重大学社会科学学会
- 吉田克巳 (1984), 「四日市地域における大気汚染とその経緯」三重大学環境科学研究紀要第 9 号。
- 吉田克己 (2002)「四日市公害—その教訓と 21 世紀への課題」柏書房 2002 年 2 月
- Brunnermeier, Smita, and Arik Levinson. 2004. Examining the evidence on environmental regulations and industry location. *Journal of the Environment and Development* 13(1) : 6-41.
- Ederington, Josh. 2010. Should trade agreements include environmental policy? *Review of Environmental Economics and Policy*, 10. 1093/reenp/rep022.
- Ederington, Josh, Arik Levinson, and Jenny Minier. 2004. Trade liberalization and pollution havens. *Advances in Economic Policy and Analysis* 4(2) : Article 6.
- Ederington, Josh, and Jenny Minier. 2003. Is environmental policy a secondary trade barrier? An empirical analysis. *Canadian Journal of Economics* 36(1) : 137-54.
- Fischer, Carolyn. 2010. Does trade help or hinder the conservation of natural resources? *Review of Environmental*

Economics and Policy, 10.1093/reep/rep023.

- Gamper-Rabindran, S. 2006. NAFTA and the environment: What can the data tell us? *Economic Development and Cultural Change* 54: 605-33.
- Grossman, Gene M. and Alan B. Krueger. 1993. "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement." in *The Mexico-U. S. Free Trade Agreement*, Peter M Garber, ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Koo, Anthony Y. C. 1974. "Environmental Repercussions and Trade Theory." *Review of Economics and Statistics* 56(2): 235-244.
- Levinson, Arik. 2009. "Technology, International Trade, and Pollution from U. S. Manufacturing." *American Economic Review* forthcoming.
- Levinson, Arik and M. Scott Taylor. 2008. "Unmasking the Pollution Haven Effect." *International Economic Review* 49 (1): 223-254.
- Levinson, Arik (2009, 2010) Offshoring pollution: Is the U. S. increasingly importing polluting goods? Symposium: international Trade and the Environment, January 30, 2009
- Low, Patrick. "Trade Measures and Environmental Quality: The Implications for Mexico's Exports" in Patrick Low, ed. *International Trade and the Environment*. Washington, DC: The World Bank, 1992. 35
- Miller, Ronald E., and Peter D. Blair. 1985. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Pashigian, Peter, "Environmental Regulation: Whose Self Interests Are Being Protected?" *Economic Inquiry* October 1985, pp. 551-584.
- Peltzman, Sam, and T. Nicholas Tideman. "Local versus National Pollution Control: Note," *American Economic Review* December 1972.
- Pashigian, Peter. 1985. Environmental regulation: Whose self-interests are being protected? *Economic Inquiry* 23(4): 551-84.
- Robison, H. David. 1988. "Industrial Pollution Abatement: The Impact on the Balance of Trade," *Canadian Journal of Economics*. Vol. 21, No. 1.
- Weber, Christopher L., and H. Scott Matthews. 2008. "Quantifying the global and distributional aspects of American household carbon footprint" *Ecological Economics* 68: 379-391.
- Walter, Ingo. 1973. The pollution content of American trade. *Economic Inquiry* 1: 61-7