

# 経済構造変化と環境の要因分析

——産業連関分析を適用して——

長谷部 勇 一\*

## 1 はじめに

伝統的な産業公害をはじめとして、地球温暖化などのグローバルな環境問題はいずれも究極的には人間の経済活動が生み出したものである。産業革命期までは、経済活動の規模が小さく、経済活動による環境からの資源の投入と環境への廃棄物の産出は、地球生態系の自然な循環システムの中で処理されることが可能であった。しかし、産業革命以後、工業生産が圧倒的に増加し、特に第2次世界大戦以後の1950年代から化石燃料の大量使用が始まると、地球生態系の循環システム内での処理能力を越え、反作用的に人間の生命維持活動に悪影響を与えはじめ、地域的、また地球的な環境問題が発生してくるようになった。

いかなる経済活動も環境に何らかの負荷（ストレス）を与えているのであって、それがある限度を超えた時、環境問題が引き起こされる。したがって環境問題の原因・背景を考えるためには、企業や消費者などの経済活動と環境との関連を分析することが必要になる。産業連関表は、消費、投資などの最終需要と産業間の商品の取引活動、および付加価値の分配との間の網の目のような相互関連を分析対象にして、経済の再生産構造（経済循環）を明らかにするものであるが、商品の投入・産出に加えて、環境からの資源などの投入と、環境への廃棄物などの産出を考慮することにより、容易に環境と経済活動との関連を把握するための分析ツールにすることができる。その概略を表1により説明し

よう。

このフレームワークによれば、産業と産業との商品の循環を取り扱うのが、第(1)象限であり、通常の産業連関表で表現される部分である。第(2)象限は、産業から自然界への諸物質やエネルギーの排出に関わる部分であり、具体的には、各種の廃棄物の排出、処理の領域である。第(3)象限は、自然内部の様々な物質循環を示す部分であり、大気・水などの循環による浄化、バクテリアなどによる有機物の分解などが行われる領域である。第(4)象限は、自然界から産業への投入に関わる部分であり、農業・林業・漁業・鉱業の活動に関わる領域である。このうち焦点となるのが領域(2)と領域(4)であって、領域(1)での経済活動が直接的あるいは間接的に環境にどのような負荷を与えているのかを数量的に分析することが課題となる。たとえば、現在の環境負荷はどのような経済活動によって引き起こされているのかという問題、あるいは環境保全型発展を目的にした場合、どのような経済構造で、いかなる経済活動水準が望ましいのかといった問題、さらには環境税などの経済的手段を利用した場合、環境はどれくらい改善されるのか、その際各産業はどの程度影響を受けるのかという問題など、現在求められている多くの問題に応用することができる。

本論文では、産業連関論において産業構造を比較する際に用いられる要因分析の手法を環境経済分析に応用して、経済活動と大気に対する環境負荷（大気汚染）との関係を分析する方法を明らかにし、日本経済を中心にした産業連関表を用いた実証分析を行う。日本経済は、高度成長時代の公害多発型から省資源・省エネルギー型にうまく移行し公害を克服したと言われて

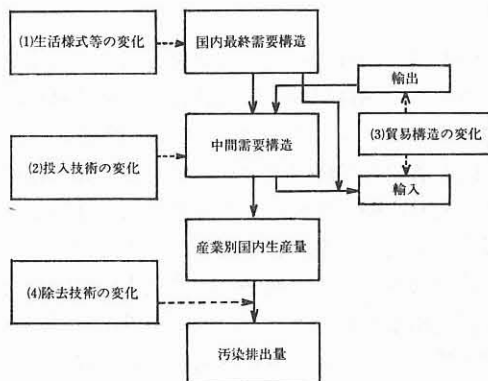
\* 本研究には、文部省科学研究補助金（一般研究B「環境重視型社会の政治経済システム」、研究代表者浅子和美教授）の交付を受けた。

表1 ECONOMIC-ECOLOGICAL MODEL

	Industries	Ecological Processes
Industries	Flows between (1) economic sectors	Flows from (2) industry to the Ecosystem
Ecologic Processes	Flows from (3) the Ecosystem to industries	Flows within (4) the Ecosystem

出所: Miller and Blair [26] 252ページ.

図1 環境分析産業連関表による要因分析



いるが<sup>1)</sup>、いったいどの程度「克服」したのか、また個々の公害防止技術、省エネ技術だけでなく産業構造全体の変化、貿易構造の変化、あるいは生活態度（ライフスタイル）の変化は、どのように環境負荷を変化させているのかなどを数量的に分析する。本論文の対象とした期間には、1986年のプラザ合意後の急激な円高とその後発生したバブル経済期が含まれており、日本経済が非常に大きな構造変化を経験した時期でもあり、それ自体興味あるテーマである<sup>2)</sup>。そこで本稿では環境負荷と関連する限りでの構造

1) その代表的な主張として、UNCED 事務局長ストロング氏は、「日本こそはかつての深刻な公害を克服した経験と公害防止・省エネ面でもっとも進んだ技術を有し、これを世界に役立てることができる。」と述べている。赤尾[1] 275ページ。

2) バブル経済期の日本経済の構造変化については、さしあたり平成5年度の経済白書[7]第3章参照。

変化の一般的特徴も明らかにしたい。

## 2 要因分析の方法

### 2.1 要因分析とは何か

一般に産業連関分析は、最終需要（国内最終需要+輸出）が直接・間接に生産を誘発する関係に基づいて展開されるが、要因分析とは、ある期間における国内生産量の増加分（または、国際間における生産量の差額分）を、消費、投資、輸出などの最終需要の変化や投入構造の変化、輸入比率の変化などに帰着させ、各要因毎に生産量の変化（差額）に対する寄与分を明らかにするものである。国内生産量は、各部門毎の汚染排出原単位係数を通じて汚染発生量と関連を持つので、生産量の変化を媒介にして、汚染発生量の変化を最終需要、投入構造、輸入構造などの変化と関連させた要因分析が可能となる。

これらの関連を図示したのが図1である。これによれば汚染排出量の変化は、GDPのサイズだけでなく、大きく分けて、(1)貯蓄率（蓄積率）や生活様式、投資構成などの変化により最終需要構造が変化する要因と、(2)各産業部門内での原材料代替、技術革新等により投入係数が変化する要因と、(3)輸出や輸入の額や構成が変化する事による要因と、(4)排煙脱硫装置などの汚染除去技術の変化による要因に帰着させることができる。

以上の関係を基本的なレオンチェフタイプのオープンモデルで示せば、

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

ここで、 $X$ は国内生産ベクトル、 $A$ は投入係数

行列,  $F$  は最終需要ベクトルである. ここで, ある汚染物質の排出量を  $Pol$  とし, 第  $i$  産業部門における生産 1 単位あたりの汚染排出量 (排出原単位係数) を  $p_i$  とし, それから構成される行ベクトルを  $P$  とすれば,

$$Pol = PX = P(I - A)^{-1}F \quad (2)$$

と表せる. 貿易活動を考慮し, 競争輸入モデルで示せば,

$$Pol = P[I - (I - \hat{M})A]^{-1}[(I - \hat{M})F^D + E] \quad (3)$$

となる (ここで,  $\hat{M}$  は, 各部門の国内総需要に対する輸入係数の対角行列で,  $F^D$  は国内最終需要を示す).

このようにして, 図 1 で示した要因を (1)  $F^D$ , (2)  $A$ , (3)  $E$ ,  $\hat{M}$ , (4)  $P$  というように対応させて考えることができるのである.

## 2.2 汚染誘発係数による要因分析

一般に, 生産構造の要因分析を行う場合, 異時点間または国際間の比較のために生産誘発係数が用いられるが, 汚染排出構造の場合も, 汚染誘発係数が用いられる. それは, 最終需要 1 単位当たりの汚染誘発額と定義されるが, それを  $Ip$  とおけば,

$$Ip = P(I - A)^{-1}F / \sum_i F_i \quad (4)$$

となる. この汚染誘発係数を比較し, 異時点間 (国際間) の係数の相違を, 投入構造 ( $A$ : 何をどのように組み合わせて生産するかという生産技術構造) の差と, 最終需要構造 ( $F$ : 消費, 投資, 輸出などの最終需要項目の構成比) の差とに要因分解して比較分析することができる. 我国で初めて本格的に作成された汚染排出原単位係数を用いて<sup>3)</sup>, 汚染排出構造の要因分析を行った高橋, 安原氏の論文 (高橋・安原 [8]) によりながら, 計算方法を具体的に説明し, 1970 年前後の日本と先進国の経済活動と環境負荷の状

3) 環境庁 [5] で, はじめて産業毎の生産単位あたりの汚染因子発生量が推計された. 産業連関表として最初に作成されたのは, 関東臨海地域における硫酸化物の排出と除去を含めたものであった (通産省調査統計部 [12]). その後, 硫酸化物以外に, BOD (生物学的酸素要求量), 産業廃棄物などの汚染因子を組み込んだ産業連関表を公表した (通産省調査統計部 [13]).

況を確認しておく.

国際比較の方法を例にして説明するために, 日本国を  $J$ , 他国を  $U$  で区別する. それぞれの国の化石燃料誘発係数は,

$$Ip^J = P^J(I - A^J)^{-1}F^J / \sum_i F_i^J \quad (5)$$

$$Ip^U = P^U(I - A^U)^{-1}F^U / \sum_i F_i^U \quad (6)$$

と表せる.  $Ip^J$  と  $Ip^U$  の相違を比較すると,  $(I - A)^{-1}$  が投入構造の差,  $F / \sum_i F_i$  が最終需要構造の差,  $P$  が汚染除去技術の差というように要因分解できる.  $P$  に関しては, 他国では推計データが利用できないので, 日本のものを使用し,

(a) 同一の日本の最終需要を各国の投入係数で生産した場合を仮定して誘発係数を計算し, 投入構造の差による部分として比較する.

(b) 各国の最終需要を日本の同一の投入係数で生産した場合を仮定して誘発係数を計算し, 最終需要構造の差による部分として比較する.

このようにして, 両国の汚染発生量の要因分析が可能になるわけである. モデルで示せば, まず次式で計算される仮想誘発係数を計算し,

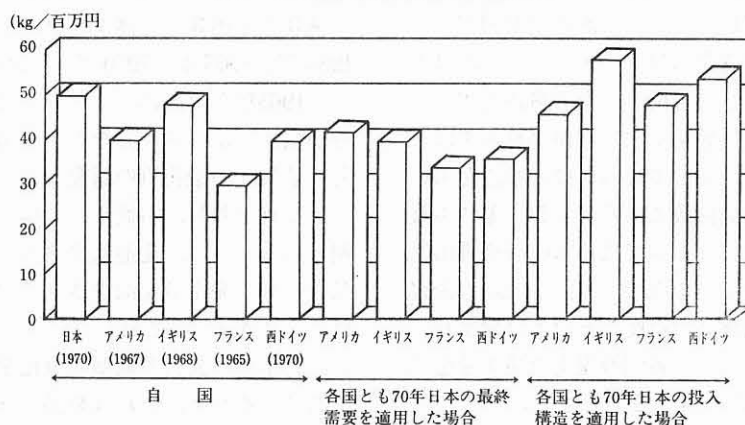
$$Ip^U_+ = P(I - A^U)^{-1}F^J / \sum_i F_i^J \quad (7)$$

$$Ip^U_* = P(I - A^J)^{-1}F^U / \sum_i F_i^U \quad (8)$$

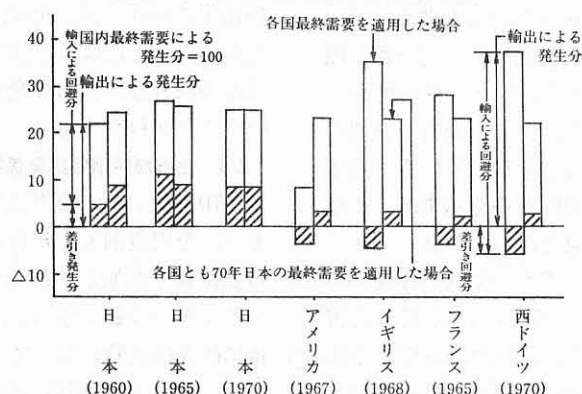
$Ip^J$  と  $Ip^U_+$  を比較することにより投入構造の差が,  $Ip^J$  と  $Ip^U_*$  を比較することにより最終需要の差が明らかになる. 時系列的に比較する場合は,  $U$  と  $J$  の代わりに年次を想定し, たとえば,  $Ip^t$  と  $Ip^{t+1}$  との比較を同様におこなえばよい.

次に貿易による汚染排出構造の比較分析をみてみよう. 輸出需要は, 国内の生産を誘発するので汚染物質も誘発するが, 輸入財は, 海外で生産されたものなので, 生産に起因する汚染物質は海外で排出されることになり, 国内の汚染発生量を削減する効果を有する. それらを総合的にみるためには, レオンチェフにより開発されたスカイライン分析 (自給自足度分析) を応用し<sup>4)</sup>, 輸出による生産誘発と輸入による生産

4) スカイライン分析については, 久保庭, 長谷部 [6] 参照.

図2  $SO_2$ 排出誘発係数の国際比較

出所：高橋，安原 [6] 105ページ

図3 貿易による $SO_2$ 発生の国際比較

出所：高橋，安原 [6] 112ページ

削減を汚染発生量と関連させることが必要である。すなわち，

$$\begin{aligned} X &= (I - A)^{-1}(F^D + E - M) \\ &= (I - A)^{-1}F^D + (I - A)^{-1}E \\ &\quad + (I - A)^{-1}M \\ &= X^F + X^E - X^M \end{aligned} \quad (9)$$

というように $X$ は分解されるので，それぞれの生産量に対応する汚染誘発額を計算する。これにより，全体の汚染誘発額が，国内最終需要と輸出需要によりどれだけ増大したのか，また輸入によりどれだけ減少したのかを分析することが可能になる。なお，上式において，投入係数行列として競争輸入タイプ  $(I - \hat{M})A$  ではなく  $A$

を用いている理由は， $F$  や中間需要からの輸入による波及の漏れを考慮することなく，「すべて国内生産で対応したら」という仮想的状況で生産誘発額を合計し，これから，輸入をすべて国内で生産した場合の生産量を引くことで，国内生産額を導くからである。

### 2.3 1970年頃の汚染排出構造の国際比較

本項では，以上の方法に基づいた実際の分析例として，1970年当時の日本と欧米先進国の汚染誘発構造の比較分析を紹介する。後に検討する現在の日本の環境負荷の状況を歴史的に評価するためにも分析結果を確認しておこう。

図2は，各国の $SO_2$ （硫黄酸化物）の汚染誘

発係数の比較と、その相違を投入要因と最終需要要因とに分解したグラフである。左側ブロックが各国の汚染誘発係数、中央ブロックが日本の最終需要のもとで各国での投入構造を用いた場合の汚染誘発係数を示す。右側ブロックは、各国の最終需要のもとで日本の投入構造を用いた場合の汚染誘発係数である。なお、先にふれたように、計算にあたっては日本の汚染排出原単位係数を用いているので、各国の実際の公害規制、公害除去施設の程度などの差は含まれていない。したがって、各国の現実の発生量を示していない点に留意する必要がある。

図の左ブロックより明らかに、日本は、主要先進国のなかで最も高い汚染誘発係数となっている。要因分析によって、その主要因を検討すれば、グラフの中央ブロックが投入構造の差を示すが、日本の誘発係数と比較して（一番左側の棒グラフ）、いずれの国もかなり低い値となっており、日本が他国と比べて、公害多発型の投入構造になっていたことを示している。右側ブロックは、最終需要要因の差を示すが、イギリス、西ドイツが高い値となっており、アメリカ、フランスと比べてもやや低い程度であって、最終需要構造については、日本が特に公害多発型というわけではない。したがって、全体として誘発係数が高いというのは、投入要因がかなり大きな原因であったことを示している。

図3は、貿易による $SO_2$ 発生に関する日本の時系列比較および国際比較である。輸出による発生分とは、輸出によって派生した生産に伴う汚染発生量に対する、国内最終需要によって派生した生産に伴う汚染発生量を100%とした場合の割合であり、それを $Pol^E$ とおけば、

$$Pol^E = (P(I-A)^{-1}E) / (P(I-A)^{-1}F^D) \times 100 \quad \dots\dots(10)$$

で定義される。また、輸入による回避分とは、輸入によって削減された生産が、国内で行われたとしたときに派生する生産に伴う汚染発生量の割合であり、 $Pol^M$ とおくと、

$$Pol^M = (P(I-A)^{-1}M) / (P(I-A)^{-1}F^D) \times 100 \quad \dots\dots(11)$$

である。これらの差が、差引発生分である。

図3の左側3つの棒グラフがそれぞれ日本の1960年、1965年、1970年の状況を示しているが、1965年を最高に、いずれも輸出による発生分が輸入による回避分を大きく超えており、貿易の結果、汚染物質の誘発発生量が増加している。これに対し、右側4つの棒グラフをみれば明らかなように、先進欧米諸国は、いずれも貿易の結果、発生量を減少させており、国際分業によって公害を抑制しているといえる。これは、日本が、公害多発型の重化学製品の輸出が中心であるため、いわば製品を輸出しているかわりに公害を「輸入」していたといってもよいであろう。

以上みてきたように、日本経済は1960年から1970年にかけて輸出を起因とする重化学工業化を進めたことにより、欧米先進国と比較すると資源多消費型、公害多発型の経済発展をしたということがわかる。

#### 2.4 化石燃料消費誘発係数の要因分析

1970年代前半、公害に対する社会的関心が高まり、公害規制も行われるようになって、公害防止投資が増加し、石油ショックも重なって省エネルギー投資も増加し、環境負荷という点で、特に硫黄酸化物に関してはかなりの改善がみられた。しかし、環境分析用の産業連関表は以後、最近にいたるまで作成されず、経済活動と環境負荷に関する数量的分析は進まなかった。

環境分析のためには、各産業部門別の汚染排出原単位が必要であるが、それが得られない場合に、ある程度代替するものが、エネルギー消費に焦点をあてた産業連関分析である。筆者の参加した研究グループは、原単位が得られない中で、それを代替して、経済構造の変化と環境負荷の関係を分析するべく、この化石燃料の誘発係数に着目した分析を行った<sup>5)</sup>。いうまでもなく、大気汚染にかかわる硫黄酸化物、窒素酸化物、二酸化炭素等の汚染物質は、いずれも石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料が燃焼することによって大気中に放出される。汚染除去設

5) 詳しくは、植田・長谷部・鷺田〔2〕を参照。

図4 化石燃料誘発係数の推移—投入要因と最終需要要因—

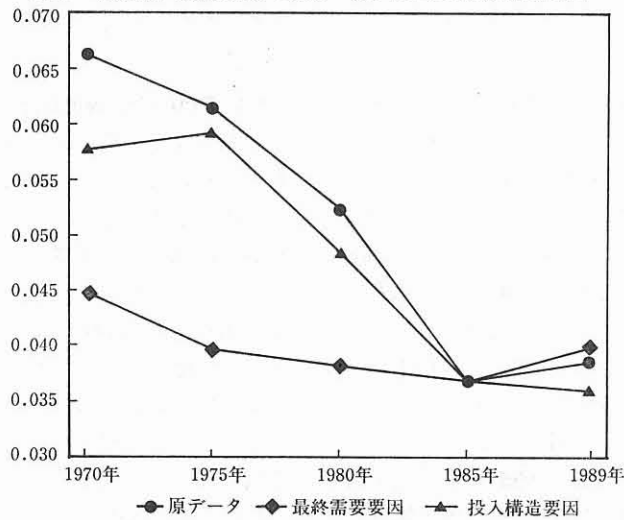
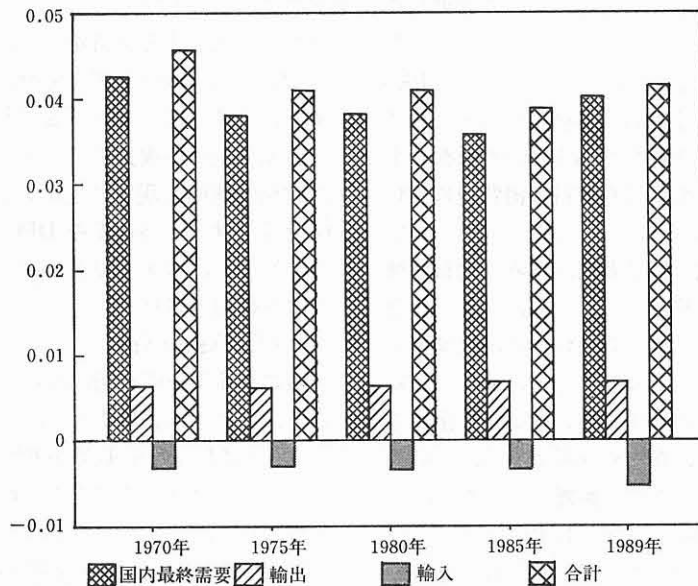


図5 化石燃料誘発係数の推移—貿易要因—



備の技術革新などの要因はあるもの化石燃料消費額を大気汚染排出と関連させて捉えることが可能である<sup>6)</sup>。

我々は、以上のような問題関心のもとで、日本経済の1970年以降、1989年にいたるまでの化

6) 特に、二酸化炭素に関しては、現在のところ有効な除去設備は稼働していないので、その排出量は化石燃料消費額とほぼパラレルに考えてもよい。

石燃料消費誘発係数の時系列的推移に関する要因分析を行った。基本的には、前項の要因分析の手法を採用したが、 $P$ を汚染排出原単位ベクトルとしてではなく、化石燃料部門の生産額を合計するための集計ベクトルとして定義し直せばよい。すなわち、産業部門のなかで、石油・石炭産業、石油・石炭製品産業などは1で、他は、0であるような集計行ベクトルを考えるの

である。すると、(3)式で計算された  $I_p$  は、化石燃料誘発係数の計算式として考えることができるわけである。

図4が、日本の1970年から1989年までの化石燃料誘発係数を比較したものである。明らかに1975年以降、化石燃料消費誘発係数は一貫して減少し、1985年以降停滞していることが分かる。要因別にみると、まず、投入要因の方は、1985年の最終需要を固定して、各年の投入構造のもとで化石燃料消費誘発係数を計算することによりみることができるが、1975年以後10年間は急速に減少しており、投入構造が省エネルギー型に移行していったことがわかる。それに対して、最終需要要因の方は、1985年の投入係数を固定して、各年の最終需要のもとで計算された化石燃料消費誘発係数でみると、投入要因に比べると、低下はしているものの寄与度は小さく、また1985年以降、若干ではあるが上昇していることが注目される。周知のように、1986年以降の円高は、原油の世界価格の低下と相まって日本にとって大幅な原油安という状況が生み出され、最終需要が化石燃料多消費型に移行していったとみられる。

図5は、同時期の貿易要因からみた化石燃料消費誘発係数の推移である。これによると、全体的に輸出の誘発効果の方が輸入の削減効果を上回っているが、輸入要因が徐々に高まり、特に85年以降、大幅に増加していることが注目される。これは、後に詳しく分析するが、製品輸入が拡大したことが大きく影響している<sup>7)</sup>。

このように、1975年以降、日本経済は、化石燃料エネルギーに関しては資源節約的な方向で推移し、公害防止投資の増加と考えあわせると確かに投入構造を中心に低公害型の経済構造に移行したとみてよい。しかし、1985年以降は、急速な円高、内需拡大政策等の影響があり、また新たな経済構造に移行しつつあることがうかがわれる。それがどのようなものであり、環境負荷はどう変化したかが本論文の中心課題であ

7) 権田、長谷部、鷲田[2]では他に、欧米先進国とアセアン諸国の国際比較なども行った。

り、4節以降で詳しく検討するが、その前に本稿で使用した要因分析の方法について述べておく。

## 2.5 DPG分析と環境負荷

長期的な産業構造変化を含む成長パターンの数量分析においては、従来より、いくつかの要因分析の手法が用いられてきたが、産業の汚染物質排出構造と関連させた分析を考える場合、チェネリーが最初に示したDPG分析(Deviation from Proportional Growth; 比例的成長からの乖離)が有用である<sup>8)</sup>。DPGとは、生産シェアの変化の指標として用いられ、シェアの変化が生じた現実の状態とその変化が生じず比例的に成長したという仮想的な状態との差を数値化したものである。基準期を1で、比較時を2で示し、この期間に産業全体で $\alpha$ 倍の成長であったとしよう。このとき、1期の状態が比例的に成長する経済を考え、1期と同じ投入係数、輸入係数で、国内需要、輸出とも $\alpha$ 倍増加したとすれば、生産シェアはまったく同じで、産業全体の成長率が $\alpha$ となる。この仮想的な比例的状態と現実の生産シェアとの差をDPGと定義する。各産業のDPGを示すベクトルを $\delta X$ とし、モデルで示せば、さしあたり、次のように定義される。

$$\delta X = X_2 - \alpha X_1 \quad (12)$$

一般に、産業連関分析において需給バランス式は、次のように表現できる。

$$X_t = (I - \hat{M}_t)(A_t X_t + F^D_t) + E_t \quad (13)$$

また、これより、次のような均衡生産量決定式が得られる。

$$X_t = [I - (I - \hat{M}_t)A_t]^{-1} [(I - \hat{M}_t)F^D_t + E_t] \quad \dots\dots(14)$$

(14)式を(12)に代入すれば、次式を導くことができ、これがDPGを説明するモデル式となる。

$$\begin{aligned} \delta X = & B_2(I - \hat{M}_2)\delta F^D + B_2\delta E \\ & + B_2(I - \hat{M}_2)(A_2 - A_1)\alpha X_1 \\ & + B_2(\hat{M}_1 - \hat{M}_2)\alpha(A_1 X_1 + F_1^D) \end{aligned} \quad (15)$$

ただし、 $B_2 = [(I - \hat{M}_2)A_2]^{-1}$ ,  $\delta F^D = F_2^D - \alpha F_1^D$ ,

8) Chenery[24]。以下の説明は、陳・藤川[11]によるものである。

$\delta E = E_2 - \alpha E_1$  である。(15) 式の右辺第1項と第2項が、国内最終需要、輸出の成長速度が必ずしも産業の平均成長率に等しくないことから生じる DPG, 第3項と第4項は投入係数の変化、輸入係数(輸入依存度)の変化から生じる DPG を示す<sup>9)</sup>。こうした要因で各期間に発生した DPG を数量的に説明するのが DPG 分析である。

この DPG 分析の第1の意義は、ある期間内における生産増加分を最終需要、投入係数などの要因に 100% 分解して説明することである。前項でみた誘発係数の要因分解では、次に示すように、完全に要因分解されていない。単純なモデルで示せば、 $B' = (I - A)^{-1}$  として、

$$X_1 = B_1' F_1, X_2 = B_2' F_2$$

であるから、

$$\begin{aligned} X_2 - X_1 &= B_2' F_2 - B_1' F_1 \\ &= (B_2' - B_1') F_2 + B_2' (F_2 - F_1) \\ &\quad - (B_2' - B_1') (F_2 - F_1) \\ &= (B_2' - B_1') F_1 + B_1' (F_2 - F_1) \\ &\quad + (B_2' - B_1') (F_2 - F_1) \end{aligned}$$

と分解されるが、いずれのケースも、第3項が  $B'$  と  $F$  の増分の交絡項となっており、その額は相対的に小さいものの要因分解を前2項だけに帰せなくしている<sup>10)</sup>。第2の意義は、仮想的な比例的成長経路を基準とするので、最終需要項目内部の構成比の相違だけでなく、それぞれの成長率の相違がもたらす影響も含めることができる点である。誘発係数では、最終需要1単位あたりの誘発額であるから、内部構成比の相違がもたらす分析になるが、絶対額の相違、たと

9) (15)式の定式化は、 $B_2$ を用いていることから分るように比例的成長からの乖離を第2期の投入構造で説明しているが、第1期のものを用いて、次のように定式化することもできる。

$$\begin{aligned} \delta X &= B_1(I - \hat{M}_1)\delta F^D + B_1\delta E \\ &\quad + B_1(I - \hat{M}_1)(A_2 - A_1)X_2 \\ &\quad + B_1(\hat{M}_1 - \hat{M}_2)(A_2X_2 + F_2^D) \end{aligned}$$

いずれが正しい要因分解であるかは、物価指数におけるラスパイレス方式とパーシェ方式と同様、確定しえない問題である。両者の平均をとって要因分解とする場合が多いが、理論的には何の根拠もない。

10) ただし、前項で計算したように誘発係数の計算においては、無視できる誤差の範囲である。

えば、最終需要のうち、投資と消費の割合の変化なども DPG には反映されることになる。

この DPG 分析を環境分析と結び付けるために、各産業部門別の DPG に汚染排出原単位をかけて、汚染排出 DPG ともいうべき量を計算することによって、汚染物質の排出量の増分を要因分解することができる。ある汚染物質の DPG を  $\delta Pol$  とすれば、

$$\begin{aligned} \delta Pol &= P_2 B_2 (I - \hat{M}_2) \delta F^D + P_2 B_2 \delta E \\ &\quad + P_2 B_2 (I - \hat{M}_2) (A_2 - A_1) \alpha X_1 \\ &\quad + P_2 B_2 (\hat{M}_1 - \hat{M}_2) \alpha (A_1 X_1 + F_2^D) \\ &\quad + (P_2 - P_1) \alpha X_1 \end{aligned} \quad (16)$$

と分解できる。(16) 式の右辺第1項と第2項が、国内最終需要、輸出の成長速度が必ずしも産業の平均成長率に等しくないことから発生した汚染排出量である。第3項と第4項は投入係数の変化、輸入係数(輸入依存度)の変化から発生した汚染排出量である。第5項が、汚染排出原単位の変化による汚染排出の増減である。いずれも、第1期と同じ構造で比例的成長としたら排出したであろう汚染量と現実との差を示す。生産 DPG の場合、定義から明らかに全産業の DPG を合計すればゼロになるが、汚染排出 DPG の場合、各産業部門の汚染排出原単位が異なっているので、一般的にはゼロにはならず、プラスの場合は環境汚染型の構造変化であったということを示すことになる。

この手法を用いて、日本経済の1985年から1990年にかけての経済構造の変化と環境負荷の関係を検討するのが次の課題であるが、その前に本論文で使用する環境分析用産業連関表データについて説明しておこう。

### 3 環境分析のための産業連関表データ

#### 3.1 慶応大学産業研究所の推計

慶応大学産業研究所の吉岡氏を中心とする研究グループは、大気汚染の3大要素である  $CO_2$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$  に関して、産業連関表の部門分類に対応したそれらの排出量の推定を行った<sup>11)</sup>。

11) 吉岡, 外岡, 早見, 池田, 菅[18]で、結果とともに推定作業の詳細が報告されている。また、こ

表2 部門別汚染物質排出量

部 門	$NO_x$ 排出量 (t)	$SO_x$ 排出量 (t)	$CO_2$ 排出量 (1000 t)
1 農 林 水 産 業	281,914	52,899	16,575
2 鉱 業	2,435	979	1,519
3 食 料 品	13,477	62,851	12,334
4 織 維 製 品	10,825	35,877	8,280
5 パルプ・紙・木製品	30,389	82,807	29,187
6 化 学 製 品	58,980	82,497	38,343
7 石 油・石炭製品	30,825	32,551	33,693
8 窯 業・土石製品	156,827	44,766	97,795
9 鉄 鋼	109,931	111,979	114,609
10 非 鉄 金 属	18,437	17,322	6,843
11 金 属 製 品	3,205	2,250	3,416
12 一 般 機 械	3,124	4,059	3,110
13 電 気 機 械	3,553	4,197	3,584
14 輸 送 機 械	7,705	10,143	5,908
15 精 密 機 械	331	531	347
16 その他製造工業	5,135	13,828	3,789
17 建 設	6,756	4,834	8,481
18 電力・ガス・熱供給	208,364	222,278	279,150
19 水 道・廃棄物処理	36,185	31,633	31,396
20 商 業	10,288	26,600	13,862
21 金 融・保 険	260	139	366
22 不 動 産	738	61	746
23 運 輸	1,749,797	529,366	140,824
24 通 信・放 送	455	966	834
25 公 務	10,616	7,598	5,686
26 教育・医療・保健	29,518	69,641	20,375
27 サ ー ビ ス 業	23,179	50,783	23,333
28 事 務 用 品	0	0	0
29 分 類 不 明	62,418	29,248	14,920
30 家計外消費支出	1,500	84	2,018
31 家計消費支出	193,309	5,163	91,141
32 内 生 部 門 計	2,875,668	1,532,683	919,305
33 最 終 需 要 計	194,809	5,247	93,159
34 総 計	3,070,477	1,537,929	1,012,463

出所：吉岡他〔18〕。

1985年産業連関表（基本表）をベースにし、406部門という産業分類に対応して、付帯された物量表の各種エネルギー消費に関するデータを用いて、 $CO_2$ の排出係数に関しては、各種エネルギーの炭素含有量から計算し、 $SO_x$ の排出係数に関しては、各種エネルギーの硫黄含有量と脱硫処理を加味して計算している。 $NO_x$ の排出係数に関しては、多くの努力が払われ、いわゆる

れを利用した実証分析もいくつか行なわれた（吉岡他〔19〕、〔20〕、〔21〕、〔22〕参照）。なお、環境庁国立環境研究所でも独自に産業連関分析のため  $CO_2$  排出量の推計を行なっている（森口他〔17〕）。

サーマル  $NO_x$ <sup>12)</sup> と脱硝処理も加味して計算している。調査は、基本分類に匹敵する 406 部門別に行われたが、本稿で利用したデータは、29 部門分類であり、第 2 表で示されている。なお  $NO_x$ 、 $SO_x$  の排出量は、それぞれ  $NO_2$ 、 $SO_2$  の換算値である。

12)  $NO_x$  の排出は、燃料に含まれる窒素（フューエル  $NO_x$ ）以外に燃焼過程で大気中から入ってくる窒素（サーマル  $NO_x$ ）も考慮しなければならない。サーマル  $NO_x$  の発生量は、燃焼が起こる環境（火炎温度、空気の混入率）に依存して変化するので、固定発生源、移動発生源別に詳細な調査が必要となる。

これによれば、 $NO_x$ 排出総量は307万トン、 $SO_x$ 総排出量は154万トン、 $CO_2$ 総排出量は10億1千万トンで、生産活動による割合は、 $NO_x$  93.6%、 $SO_x$  99.7%、 $CO_2$  90.8%で、いずれも9割以上が生産活動によって排出されている。

部門別では、 $NO_x$ については、23運輸175万トン(57.0%)、1農林水産業28万トン(9.2%)、18電力・ガス・熱供給21万トン(6.8%)などが主な排出源である。農林水産業は、漁船からの排出によって大きな値となっている。31家計からは自家用自動車の影響により19万トン(6.3%)が排出されている。 $SO_x$ については、23運輸53万トン(34.4%)、18電力・ガス・熱供給22万トン(14.5%)、9鉄鋼11万トン(7.3%)、6化学製品8.2万トン(5.4%)が大きな比率となっている。運輸部門は船舶、電力は火力発電の影響が大きい。 $CO_2$ は、18電力・ガス・熱供給2億8千万トン(27.6%)、23運輸1億4千万トン(13.9%)、9鉄鋼1億1千万トン(11.3%)、8窯業・土石製品9千8百万トン(9.7%)、6化学製品3千8百万トン(3.8%)が上位を占めている。家計は、9千1百万トンで全体の9%が排出されている。 $CO_2$ は、 $NO_x$ 、 $SO_x$ と異なり、石灰石からも発生するため窯業・土石製品の構成比が大きくなっている。

この部門別排出量データをもとにして、経済構造と環境負荷の関係を分析していくのだが、本論文では、産業部門の活動を中心にみていくため、家計外消費、家計消費が直接排出する部分は取り扱わないこととする。また、構造変化を検討するために使用する1990年表は、慶応大学産業研究所の研究グループがベースにした1985年表と比較すると表の作成形式が若干異なるので、項を改めて説明しよう。

### 3.2 1990年産業連関表

前項で見た1985年表は、基本表といわれるが、それは、日本政府の11省庁が合同で5年おきに大規模な調査を積み重ねて作成される。商品の取引表のほか、生産者価格表示と購入者価格表示を結び付ける運賃・マージン表、動学的分析に欠かせない固定資本マトリックス表など

豊富な情報を提供している。5年ごとの基本表の間に、通産省は、毎年、基本表とほぼ同じ概念、部門分類で産業連関表を推計しているが、これを延長表と呼んでいる。1990年は、基本表が作成される年なのではあるが、1993年12月時点では、まだ公表されていないので、本論文では、1990年延長表を使用することになる。

1985年基本表と1986年以後の延長表は、ほぼ同じ概念で作成されているのだが、この間、国鉄が民営化されたことにより、従来産業部門を構成していた「国電旅客」が「JR(旧国鉄)」に統合されたほか、いわゆる自家輸送部門が削除されるという相違が見られる。その結果、基本分類は、基本表では408列×529行であるのに対し、延長表では405列×526行となっている。そのため、各産業部門の生産額は、自家輸送の分だけ影響を受け、特に、鉱業など自家輸送部門の割合の高い部門は、少なからず影響を受けている。したがって、1990年延長表と1985年基本表を使用する場合、どちらかに合わせる必要がある。1990年延長表は、自家輸送マトリックスが得られないので、本稿では1985年基本表を自家輸送部門を設定しない形式で再構成し<sup>13)</sup>、それをもとに産業部門別排出原単位を修正することとした。

この点は、延長表だけでなく、やはり5年ごとに作成される接続表<sup>14)</sup>も、また、最近作成された国際産業連関表でも自家輸送部門を設定しない形式で作成されていることもあるので、次に、その処理の方法について説明しておこう。

### 3.3 自家輸送部門の取扱い

産業連関表では、実際には存在しないが、作表上の理由から架空部門が設定されることがあり、自家活動、事務用品、分類不明などがそれにあたる。輸送・教育・研究・発電などの活動は、輸送部門など各専業部門の他に各産業部門

13) 実際は、後に述べる1985年接続表(29統合分類)を利用した。

14) 5年毎に作成される基本表の部門を同一の概念・定義・範囲によって統一した上で、必要により過去の係数の再推計を行い、価格を基準年に統一した実質額で作成された表を接続表という。これにより、時系列比較が可能になる。

表3 自家輸送部門の取り扱い例

表3-1 自家輸送部門を設定しない産業連関表

	石 油	工 業	運 輸	最終需要	合 計
石 油	20	70	20	40	150
工 業	80	100	50	70	300
運 輸	20	30	10	40	100
付加価値	30	100	20		
合 計	150	300	100		550

表3-2 自家輸送マトリックス

	石 油	工 業	運 輸	合 計
石 油	10	15	5	30
工 業	15	20	10	45
合 計	25	35	15	75

表3-3 自家輸送部門を設定した産業連関表

	石 油	工 業	運 輸	自家輸送	最終需要	合 計
石 油	10	55	15	30	40	150
工 業	65	80	40	45	70	300
運 輸	20	30	10	0	40	100
自家輸送	25	35	15	0	0	75
付加価値	30	100	20	0		
合 計	150	300	100	75		625

表3-4 自家輸送部門を運輸部門に統合した産業連関表

	石 油	工 業	運 輸	最終需要	合 計
石 油	10	55	45	40	150
工 業	65	80	85	70	300
運 輸	45	65	25	40	175
付加価値	30	100	20		
合 計	150	300	175		625

内でもかなり行われている。これらの活動をアクティビティ全体として把握できるようにするために、1975年基本表以後、各産業部門の活動から輸送・教育などの活動を切り離し、「自家用旅客自動車輸送」<sup>15)</sup>、「自家用貨物自動車輸送」、「自家教育」、「自家研究」、「自家発電」、「自家倉庫」（ただし、1980年表から廃止）、「自家梱包」（ただし1985年表から廃止）という自

15) 1975年・1980年基本表では、家計部門の自家輸送、すなわち、マイ・カーを自家部門に含めていたが、1985年基本表から自家用旅客自動車輸送の範囲は産業部門に限定し、マイ・カーに要するガソリン、保険等の費用は直接家計消費支出に計上することとなった。

家活動部門を設け、専業部門と並べて表示している。

産業連関表で、自家輸送部門をどのように処理しているか、簡単な数値例で説明しよう。表3-1は、自家輸送部門を設定しない状態での産業連関表で、各産業部門内での自家輸送に関わる燃料費などは、列部門の費用として計上されている。その内訳を取りだしたのが、表3-2で、通常自家輸送マトリックスと呼ばれ、各産業部門の自家輸送に要した費用<sup>16)</sup>が計上されている。

16) この場合、計上されるのは、通常の運輸活動を自部門で行うものに限られ、いわゆるコスト的運賃は含まれない。コスト的運賃とは、大規模工場内

表4 自家輸送マトリックス

	農林水産業	鉱業	食料品	繊維製品	パルプ・紙・木製品	化学製品	石油・石炭製品	窯業・土石製品	鉄鋼
4 繊維製品	-123	-212	-67	-18	-34	-15	-15	-42	-43
7 石油・石炭製品	-81911	-147087	-49650	-10709	-21911	-15658	-11096	-34305	-33960
9 鉄鋼	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 非鉄金属	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 輸送機械	-54994	-169463	-35965	-7109	-17517	-10531	-6308	-22264	-25889
16 その他製造工業	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
17 建設	-102	-221	-65	-11	-39	-15	-16	-42	-47
18 電力・ガス・熱供給	-437	-1031	-256	-57	-122	-75	-58	-197	-182
19 水道・廃棄物処理	-158	-356	-103	-25	-54	-30	-17	-64	-77
20 商業	-36309	-73614	-23830	-5178	-10664	-7661	-5005	-15771	-16496
21 金融・保険	-11475	-24989	-7314	-1615	-3454	-2415	-1376	-4432	-5286
22 不動産	-912	-2191	-505	-94	-215	-134	-112	-363	-329
23 運輸	193881	436595	122145	25713	56024	37844	24964	80549	85359
26 教育・医療	-5	-2	-4	-3	-1	0	6079	-1	-5
27 保健サービス業	-7453	-17429	-4385	-894	-2015	-1309	-961	-3068	-3045
29 分類不明	0	0	-1	0	0	-1	-6081	0	0
合計	0	0	0	0	-2	0	-2	0	0
生産額	17745701	1925142	37226806	13443930	15332399	22867913	16084666	8556356	27314328
自家輸送比	1.09%	22.68%	0.33%	0.19%	0.37%	0.17%	0.16%	0.94%	0.31%

	金融・保険	不動産	運輸	通信・放送	公務	教育・医療・保健	サービス業	事務用品	分類不明
4 繊維製品	-11	-39	3799	-16	-108	-180	-306	0	-34
7 石油・石炭製品	-11356	-36621	2783354	-20870	-88160	-136371	-253986	0	-5742
9 鉄鋼	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 非鉄金属	0	0	0	0	0	0	0	0	20
14 輸送機械	-7885	-25988	1987054	-21169	-52893	-93402	-170109	0	-7125
16 その他製造工業	0	0	64	0	-2	-1	-1	0	-3
17 建設	-15	-54	3632	-15	-108	-190	-351	0	15796
18 電力・ガス・熱供給	-53	-177	14269	-55	-413	-653	-1197	0	-42
19 水道・廃棄物処理	-29	-93	6155	-24	-183	-324	-597	0	-18
20 商業	-5806	-18801	1337845	-5059	-42756	-69908	-125730	0	-3833
21 金融・保険	-1851	-6103	416319	-1557	-11474	-20939	-39140	0	-1146
22 不動産	-77	-225	26073	-95	-746	-1109	-1917	0	-74
23 運輸	28059	91226	837168	49615	204005	334457	614626	0	18684
29 教育・医療・保健	-3	-17	-8640	-2	-15	-24	-68	0	3041
27 サービス業	-973	-3108	242362	-755	-7147	-11361	-21212	0	-701
29 分類不明	0	0	9125	0	0	5	-12	0	0
合計	0	0	7658579	0	0	0	0	0	18823
生産額	24049166	35807385	35114398	8265432	17057405	44757375	57086466	1561588	6467371
自家輸送比	0.12%	0.25%	21.81%	0.60%	1.20%	0.75%	1.08%	0.00%	0.29%

註：自家輸送比とは、各部門の自家輸送額が各部門の生産額に占める割合である。但し、運輸部門のみは、産業全体の自家輸送額の運輸部門生産総額に占める割合である。

における原材料・半製品等の移動に要する費用、建設用機械・足場など生産設備の移動等に要する費用など生産工程の一環として行なわれる輸送活動に伴う経費である。廃棄物・廃土砂など無価値な物の輸送費用もこれに含まれる。

る。たとえば、石油産業は、石油を20、工業品を80、運輸を20投入して150の生産を行っているが、そのうち、石油10、工業品15は、自家輸送の費用であることを示している。工業、運輸

(1985年 基本表—接続表)

非鉄金属	金属製品	一般機械	電気機械	輸送機械	精密機械	その他 製造工業	建設	電力・ガ ス・熱供 給	水道・廃 棄物処理	商 業
-4	-50	-41	-28	-20	-2	-57	-790	-43	-58	-1443
-4509	-34430	-28106	-20024	-19601	-3578	-38016	-562560	-32125	-46455	-1034557
0	0	0	0	0	0	0	-15801	15801	0	0
0	0	0	0	0	0	-20	0	0	0	0
-3458	-24559	-18819	-12960	-13960	-2321	-24664	-433622	-19363	-30557	-674162
0	0	0	0	0	0	-1	-19	-1	-1	-33
-4	-48	-46	-26	-27	-2	-51	-739	-15842	-55	-1297
-24	-175	-146	-102	-95	-17	-186	-3044	-152	-242	-5081
-7	-81	-63	-42	-45	-7	-85	-1260	-69	-99	-2245
-2180	-16629	-13534	-9594	-9523	-1725	-18263	-271312	-15237	-21558	-491869
-701	-4553	-4253	-2976	-2976	-536	-5733	-85689	-4651	-6646	-153039
-48	-315	-251	-174	-178	-32	-319	-5792	-268	-452	-9146
11339	83830	67621	47573	48137	8518	90509	1416267	74528	110147	2459196
0	-8	-2	-1	-2	0	-5	-91	-6	-5	-210
-404	-2982	-2357	-1646	-1710	-298	-3129	-51349	-2548	-4009	-86114
0	0	-3	0	0	0	20	15801	-24	-10	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6295100	11587752	26405337	38887441	38727039	4044518	24282976	56018302	15426477	5057768	61147514
0.18%	0.72%	0.26%	0.12%	0.12%	0.21%	0.37%	2.53%	0.48%	2.18%	4.02%

も同様に自家輸送が行われ、産業全体で75の自家輸送が行われている。自家輸送部門を設定する形式では、これらの自家輸送に関わる費用をすべていったん仮設部門「自家輸送」に産出させ、各列部門は、行の「自家輸送」部門から一括して投入する形で計上することになる。すなわち、各産業で自家輸送に要した財・サービスを各産業から切り離し、「自家輸送」部門にすべて振り分け（表3-3でいえば、「自家輸送」の列として、各産業の自家輸送マトリックスを合計したものが計上される）、そこで「生産された」75を各産業部門が、「自家輸送」行から「購入」する形で計上されるのである。このように、自家輸送部門が生産活動を行ったとみなすことにより、自家輸送の分だけ生産総額が増加することになる。表3-4は、自家輸送部門が運輸部門に統合されて計上された場合の例で、表3-1と比較して、運輸部門が大きく影響を受けていることがわかる。表4は、29統合分類で自家輸送部門を含む基本表と含まない接続表の差を取ったものであり、実質的に自家輸送マトリックス表である。23行が当該列部門の自家輸送

額を示し、それ以外のマイナスの数字は、自家輸送に要した財・サービスの購入を示す。これによれば、自家用自動車輸送部門の生産額は約7兆6600万円、国内生産総額の約1.1%にあたる。部門別では、2鉱業が4366万円（生産額の22.6%）と非常に大きな割合を占めており、20商業2兆4592万円（生産額の4.02%）、17建設1兆4163万円（生産額の2.53%）も比較的高い部門である。運輸部門は、自家輸送部門全体の占める割合を示してあるが、21.8%とかなり大きい値になっており、延長表（接続表）と基本表を比較分析する場合、注意が必要である。

### 3.4 1990年の汚染排出構造

先に述べたとおり、吉岡氏の研究グループの汚染物質排出に関する推計は、基本表をベースにしたものである。我々のように1990年延長表を用いて比較分析しようとする場合、特に輸送活動と大気汚染とは関係が深いこともあり、自家輸送部門を調整することが必要である。そこで、自家輸送部門を設定していない1985年接続表をベースに排出表を再構成した。その方法は、表4でみたように、各部門とも自

表5 産業部門別汚染物質（接続表基準；1985年）

	排 出 量			排出構成比			原単位係数		
	NOx(t)	SOx(t)	CO <sub>2</sub> (1000t)	NOx	SOx	CO <sub>2</sub>	NOx(kg)	SOx(kg)	CO <sub>2</sub> (t)
1 農 林 水 産 業	291,575	55,822	17,353	9.50%	3.63%	1.71%	16.431	3.146	0.978
2 鉱 業	24,191	7,561	3,270	0.79%	0.49%	0.32%	12.566	3.927	1.699
3 食 料 品	19,564	64,692	12,824	0.64%	4.21%	1.27%	0.526	1.738	0.344
4 織 維 製 品	12,106	36,265	8,383	0.39%	2.36%	0.83%	0.901	2.697	0.624
5 パルプ・紙・木製品	33,181	83,652	29,412	1.08%	5.44%	2.90%	2.164	5.456	1.918
6 化 学 製 品	60,866	83,068	38,495	1.98%	5.40%	3.80%	2.662	3.632	1.683
7 石 油・石炭製品	32,069	32,927	33,795	1.04%	2.14%	3.34%	1.994	2.047	2.101
8 窯 業・土石製品	160,841	45,980	98,118	5.24%	2.99%	9.69%	18.798	5.374	11.467
9 鉄 鋼	114,185	113,266	114,951	3.72%	7.36%	11.35%	4.180	4.147	4.208
10 非 鉄 金 属	19,002	17,493	6,888	0.62%	1.14%	0.68%	3.019	2.779	1.094
11 金 属 製 品	7,382	3,514	3,752	0.24%	0.23%	0.37%	0.637	0.303	0.324
12 一 般 機 械	6,494	5,078	3,381	0.21%	0.33%	0.33%	0.246	0.192	0.128
13 電 気 機 械	5,924	4,914	3,775	0.19%	0.32%	0.37%	0.152	0.126	0.097
14 輸 送 機 械	10,104	10,869	6,101	0.33%	0.71%	0.60%	0.261	0.281	0.158
15 精 密 機 械	755	659	381	0.02%	0.04%	0.04%	0.187	0.163	0.094
16 その他製造工業	9,645	15,192	4,152	0.31%	0.99%	0.41%	0.397	0.626	0.171
17 建 設	77,330	26,185	14,161	2.52%	1.70%	1.40%	1.380	0.467	0.253
18 電力・ガス・熱供給	212,078	223,402	279,449	6.91%	14.53%	27.60%	13.748	14.482	18.115
19 水 道・廃棄物処理	41,674	33,294	31,835	1.36%	2.16%	3.14%	8.240	6.583	6.295
20 商 業	132,833	63,674	23,724	4.33%	4.14%	2.34%	2.172	1.041	0.388
21 金 融・保 険	1,658	562	475	0.05%	0.04%	0.05%	0.069	0.023	0.020
22 不 動 産	5,284	1,436	1,112	0.17%	0.09%	0.11%	0.148	0.040	0.031
23 運 輸	1,409,877	426,530	113,467	45.92%	27.73%	11.21%	51.351	15.535	4.133
24 通 信・放 送	2,927	1,714	1,035	0.10%	0.11%	0.10%	0.354	0.207	0.125
25 公 務	20,782	10,673	6,504	0.68%	0.69%	0.64%	1.218	0.626	0.381
26 教 育・医 療・保 健	46,184	74,683	21,716	1.50%	4.86%	2.14%	1.032	1.669	0.485
27 サ ー ビ ス 業	53,807	60,049	25,798	1.75%	3.90%	2.55%	0.943	1.052	0.452
28 事 務 用 品	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.000	0.000	0.000
29 分 類 不 明	63,349	29,530	14,995	2.06%	1.92%	1.48%	9.824	4.579	2.325
31 家 計 消 費 支 出	2,875,668	1,532,683	919,305	93.66%	99.66%	90.80%	4.286	2.285	1.370
30 内 生 部 門 計	1,500	84	2,018	0.05%	0.01%	0.20%	0.108	0.006	0.145
32 家 計 外 消 費 支 出	193,309	5,163	91,141	6.30%	0.34%	9.00%	1.027	0.027	0.484
合 計	3,070,476	1,537,929	1,012,463	100.00%	100.00%	100.00%	4.577	2.292	1.509

注：排出原単位係数＝生産額100万円当たりの汚染排出量

家輸送に関わる投入構造は、ほぼ同じであると  
考えられるので<sup>17)</sup>、次のようにした。

まず、自家輸送部門の汚染物質排出は、運輸  
部門のそれと同じであるとみなし、 $NO_x$ 、 $SO_x$ 、  
 $CO_2$ いずれも運輸部門の21.8%に相当する量で  
あるとし、それを全体の自家輸送に対する各部  
門の割合をかけて、各部門の自家輸送にかかわ  
る排出量を計算し、それを専業の生産活動から

17) ただし、16その他製造業、17建設、18電力・  
ガス・熱供給に関しては、列部門をみれば分かるよ  
うにプラスの値がいっていたり、分類不明との間  
である額の移動が行われており、完全に自家輸送マ  
トリックスとはなっていない。

の排出量に加えた。

その結果が、表5である。先の表2と比較し  
てみると、 $NO_x$ 、 $SO_x$ 、 $CO_2$ いずれも自家輸送の  
分だけ23運輸部門が減少し、2鉱業、17建設、  
20商業が大きく増加していることが分かる。汚  
染排出原単位係数をこの接続表ベースで計算し  
てみると、 $NO_x$ に関しては、23運輸部門が51.  
351と群を抜いて大きい。基本表ベースでは、  
49.831であったが、自家輸送部門を分離したた  
めに、分子の汚染排出量も減ったがそれ以上に  
分母の生産額が減ったことにより、全体として  
増加した。次に、8窯業・土石の18.798、1農

表6 産業部門別汚染物質推計（接続表基準；1990年）

	排 出 量			排 出 構 成 比		
	NOx(t)	SOx(t)	CO <sub>2</sub> (1000t)	NOx	SOx	CO <sub>2</sub>
1 農 林 水 産 業	278,167	53,254	16,554	7.37%	2.83%	1.34%
2 鉱 業	25,612	8,005	3,462	0.68%	0.43%	0.28%
3 食 料 品	20,984	69,389	13,755	0.56%	3.69%	1.11%
4 織 維 製 品	12,328	36,930	8,537	0.33%	1.96%	0.69%
5 パルプ・紙・木製品	40,190	101,322	35,625	1.07%	5.38%	2.88%
6 化 学 製 品	80,073	109,281	50,643	2.12%	5.81%	4.10%
7 石 油・石炭製品	36,846	37,832	38,827	0.98%	2.01%	3.14%
8 窯 業・土石製品	201,483	57,599	122,911	5.34%	3.06%	9.95%
9 鉄 鋼	120,509	119,539	121,318	3.19%	6.35%	9.82%
10 非 鉄 金 属	24,159	22,240	8,758	0.64%	1.18%	0.71%
11 金 属 製 品	10,058	4,787	5,112	0.27%	0.25%	0.41%
12 一 般 機 械	9,384	7,339	4,886	0.25%	0.39%	0.40%
13 電 気 機 械	9,831	8,156	6,265	0.26%	0.43%	0.51%
14 輸 送 機 械	13,220	14,221	7,983	0.35%	0.76%	0.65%
15 精 密 機 械	899	784	453	0.02%	0.04%	0.04%
16 その他製造工業	12,788	20,143	5,505	0.34%	1.07%	0.45%
17 建 設	110,483	37,411	20,232	2.93%	1.99%	1.64%
18 電力・ガス・熱供給	265,778	279,969	350,208	7.04%	14.88%	28.35%
19 水 道・廃棄物処理	44,629	35,655	34,096	1.18%	1.89%	2.76%
20 商 業	168,702	80,867	30,131	4.47%	4.30%	2.44%
21 金 融・保 険	2,631	892	759	0.07%	0.05%	0.06%
22 不 動 産	6,579	1,788	1,384	0.17%	0.10%	0.11%
23 運 輸	1,797,900	543,918	144,695	47.66%	28.91%	11.71%
24 通 信・放 送	3,689	2,160	1,302	0.10%	0.11%	0.11%
25 公 務	22,861	11,741	7,155	0.61%	0.62%	0.58%
26 教育・医療・保健	55,860	90,329	26,266	1.48%	4.80%	2.13%
27 サ ー ビ ス 業	70,358	78,520	33,733	1.86%	4.17%	2.73%
28 事 務 用 品	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%
29 分 類 部 門 明	88,412	41,213	20,927	2.34%	2.19%	1.69%
30 内 生 部 門 計	3,534,414	1,875,285	1,121,483	93.68%	99.66%	90.78%
31 家 計 外 消 費 支 出	1,743	98	2,344	0.05%	0.01%	0.19%
32 家 計 消 費 支 出	236,555	6,318	111,531	6.27%	0.34%	9.03%
合 計	3,772,712	1,881,701	1,235,357	100.00%	100.00%	100.00%

注：排出原単位係数＝生産額100万円当たりの汚染排出量

林水産業16.431、18 電力・ガス・熱供給13.748と続き、2 鉱業が12.566と大きい値となる。2 鉱業は、基本表ベースでは、1.265と接続表ベースの約10分の1という値であり、自家輸送部門の取扱いの変更で大きな影響のでる部門である。このような部門は、他にも17 建設が、0.121から1.380へ、20 商業が0.16から2.172へと値そのものは小さいが、やはり10倍以上の変化をしている。SO<sub>x</sub>に関しては、23 運輸部門が15.535、18 電力・ガス・熱供給が14.482であり、この2つの部門の係数が大きい。基本表との相違は、NO<sub>x</sub>の場合と同じで、2 鉱業、17 建設、20 商

業がいずれも6～8倍の大きさになっている。CO<sub>2</sub>に関しては、18 電力・ガス・熱供給が18.115、8 窯業・土石が11.467である。

表5の接続表ベースで調整した排出原単位係数（生産額100万円あたりの汚染排出量）を用いて、1990年の大気汚染物質の排出量を計算したのが、表6である。これは、各産業の汚染排出や汚染除去の状況が1990年と1985年で同じであるという仮定のもとでの推計であり<sup>18)</sup>、1985

18) したがって、電力部門でこの期間いくつかの原子力発電所が稼働し始めているおり、電力生産に占める化石燃料消費量は変化しているはずが、それらは考慮されていないことになる。

図6 部門別排出量構成比の推移

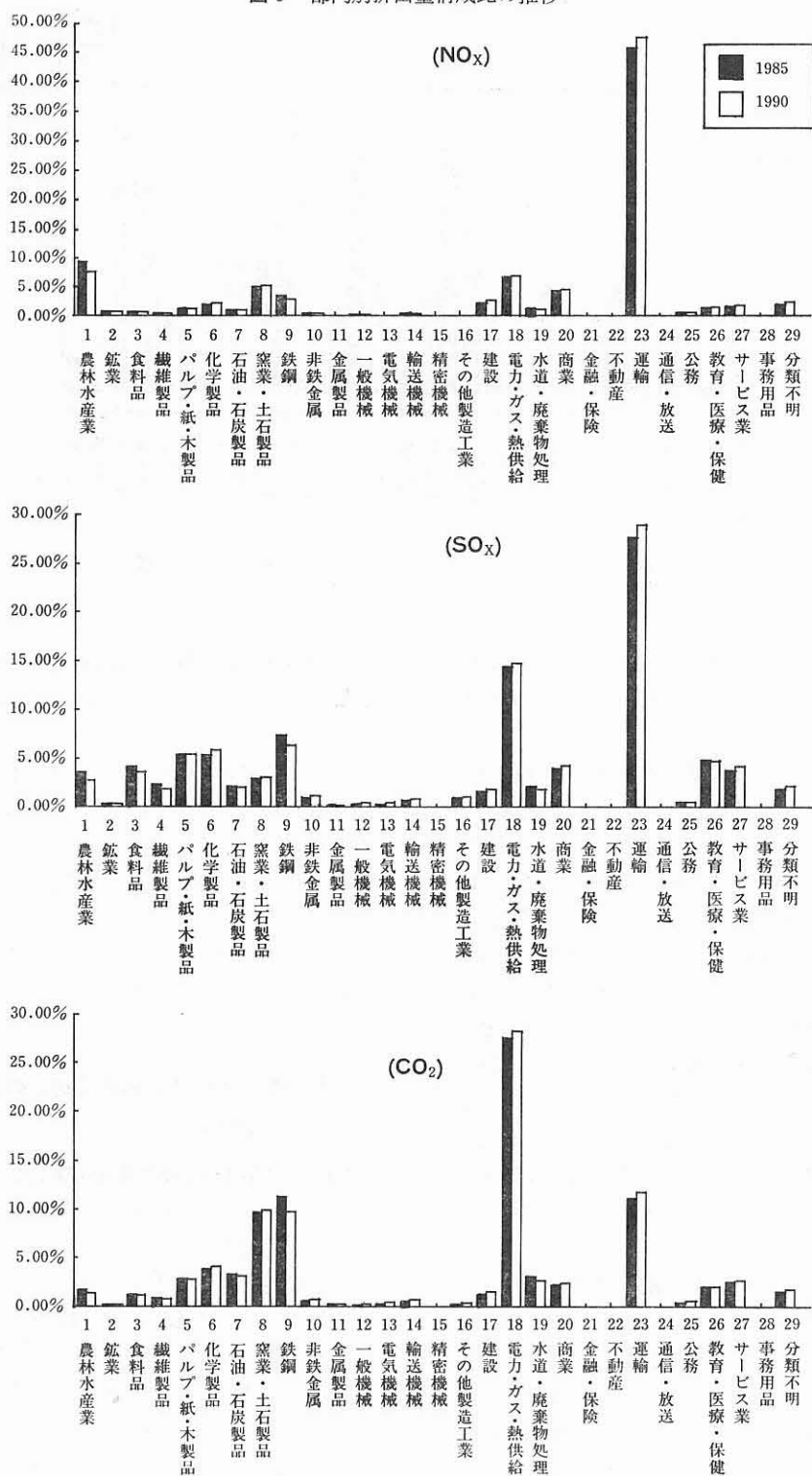
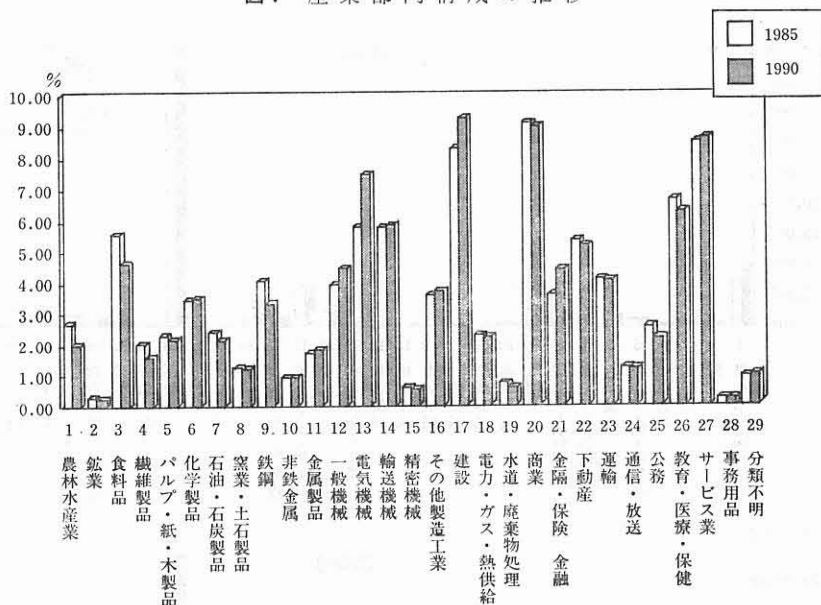


図7 産業部門構成の推移



年価格で実質表示された1990年延長表を29部門に統合し、その生産量に85年の排出原単位係数をかけたものである。

これを表2の1985年の排出構造と比較するために、排出量全体に占める各部門の構成比の推移をみたのが図6である。これによれば、 $NO_x$ に関しては、23運輸部門が構成比を高め、17建設、18電力・ガス・熱供給がやや上昇している。反対に、1農林水産業が減少させたほか、9鉄鋼もやや減少している。 $SO_x$ については、やはり23運輸部門が上昇しているほか、6化学製品、17建設、18電力・ガス・熱供給、20商業もやや上昇している。減少しているのは、9鉄鋼、1農林水産業、3食料品である。 $CO_2$ に関しては、18電力・ガス・熱供給、23運輸部門が上昇し、9鉄鋼、1農林水産業が減少している。

汚染発生原単位係数を85年のものを使用したため、いずれの汚染物質のケースも、85年から90年にかけての部門生産額の伸長に対応して構成比が変化している。部門別の原単位は同じでも、産業全体のマクロでみた汚染発生原単位係数は、85年から90年にかけて産業構造が変わっ

たため変化し、 $NO_x$ が4.577から4.373、 $SO_x$ が2.292から2.181、 $CO_2$ が1.509から1.432というようにいずれも大きな減少を示している。

このように、1980年代後半の日本経済は、汚染除去設備の設置の増加やあるいは除去技術の進展ということを考慮しなくても、産業構造の変化により（大気に対する）環境負荷を減らす形で経済発展をしてきたということになる。このような状況は、どのような要因によりもたらされたのか、それをどう評価するのか、節を改めて検討しよう。

#### 4 1980年代後半の経済構造の変化と環境負荷

##### 4.1 1980年代後半の経済構造の変化

汚染排出構造の要因分析に移る前に、一般的な経済構造変化、すなわち部門構成、輸出入構成、生産誘発等の分析から始めることにする。

周知のように1985年から1990年という期間には、86年のプラザ合意を受けての急速な円高とバブル経済化のなかでの土地、株式などの資産インフレという2つの要因によって特徴づけられている。これにより、海外直接投資の増大、

図8 生産誘発係数の変化

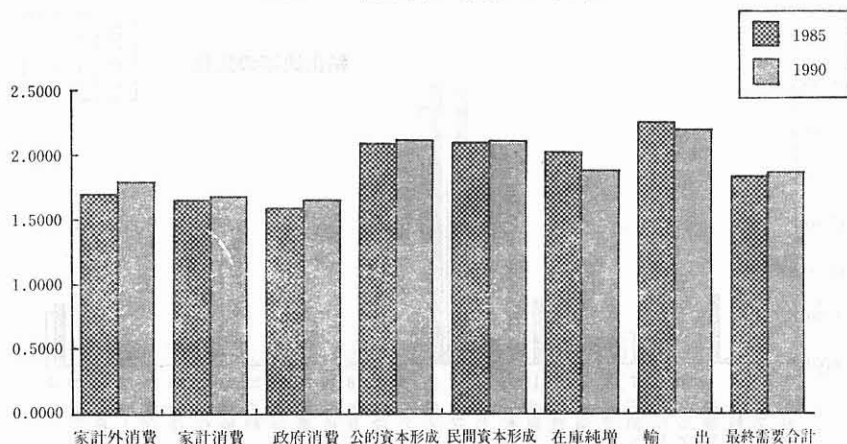
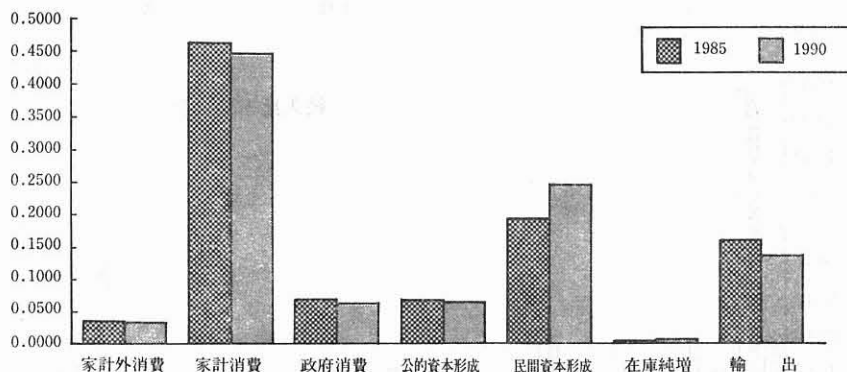


図9 生産誘発依存度の変化



耐久消費財を中心とする消費需要の拡大、住宅投資と民間設備投資の増大がもたらされ、また対米黒字の増大に対する外圧から内需拡大という要請もあり、政府の公共投資も増大していった。また、急速な円高による輸入物価の下落もあり<sup>19)</sup>、輸入が大幅に拡大し、86年には941億ドルであった経常収支は、90年には337億ドルまで縮小した。次に、このような動きを産業連関表で分析してみる。

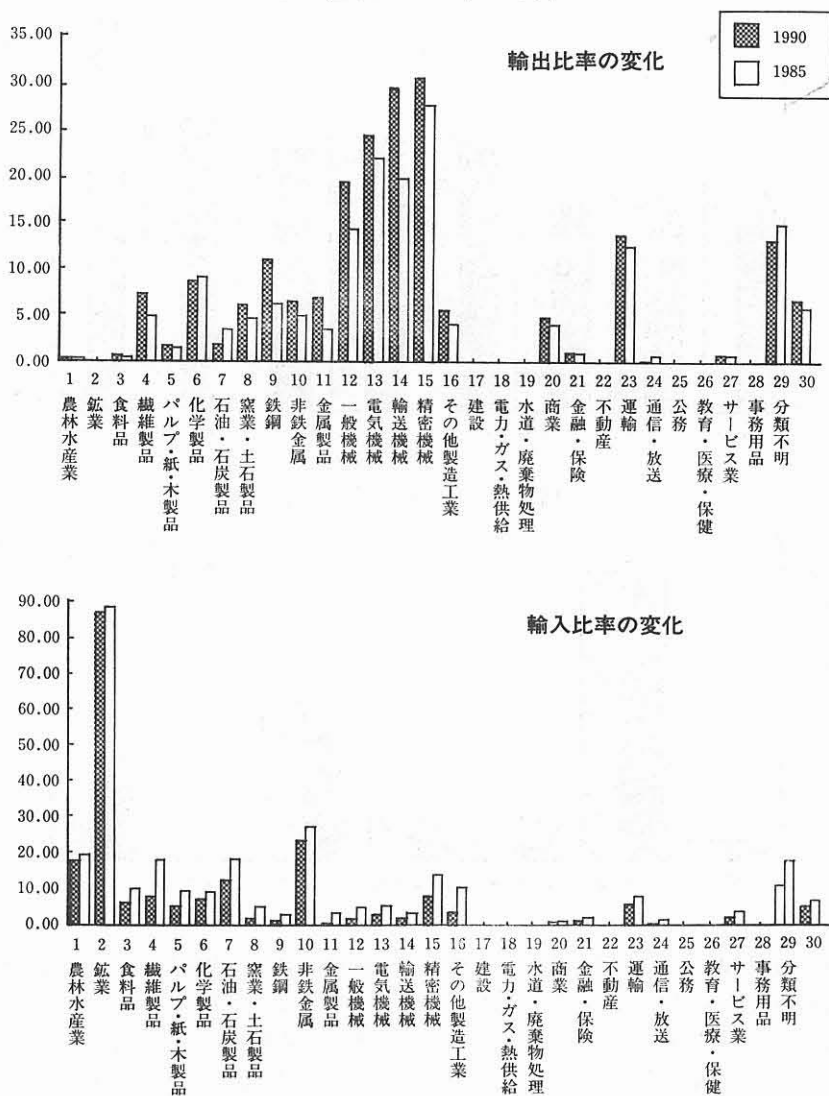
まず、図7は産業の部門構成の変化をみたものである。これによれば、明らかに、バブル経済の影響を受け、17建設、21金融・保険、13電

気機械が大きく成長したことが分かる。逆に、構成比を大きく下げたのは、3食料品、1農林水産業、9鉄鋼である。

次に生産誘発構造の変化をみたのが、図8と図9である。図8は、生産誘発係数の推移をグラフ化したものであるが、家計外消費が1.695から1.786へと大幅に上昇し、それ以外の家計消費、政府消費も小幅であるが上昇しているのに対し、輸出が2.245から2.181へと大幅に減少し、最終需要全体としては、微増となっている(1.824から1.851へ)。図9の生産誘発依存度をみると、家計外消費、政府消費、公的資本形成、在庫はほとんど変化ないのに対し、家計消費と輸出が減少し、その分民間資本形成が大きく依存度を高めた。このことは、家計消費は

19) 1985年1第四半期の水準を100とすれば、86年第3四半期には52に低下、その後徐々に上昇したがそれでも90年第4四半期で64であった。経済企画庁〔7〕173ページ。

図10 輸出入比率の変化



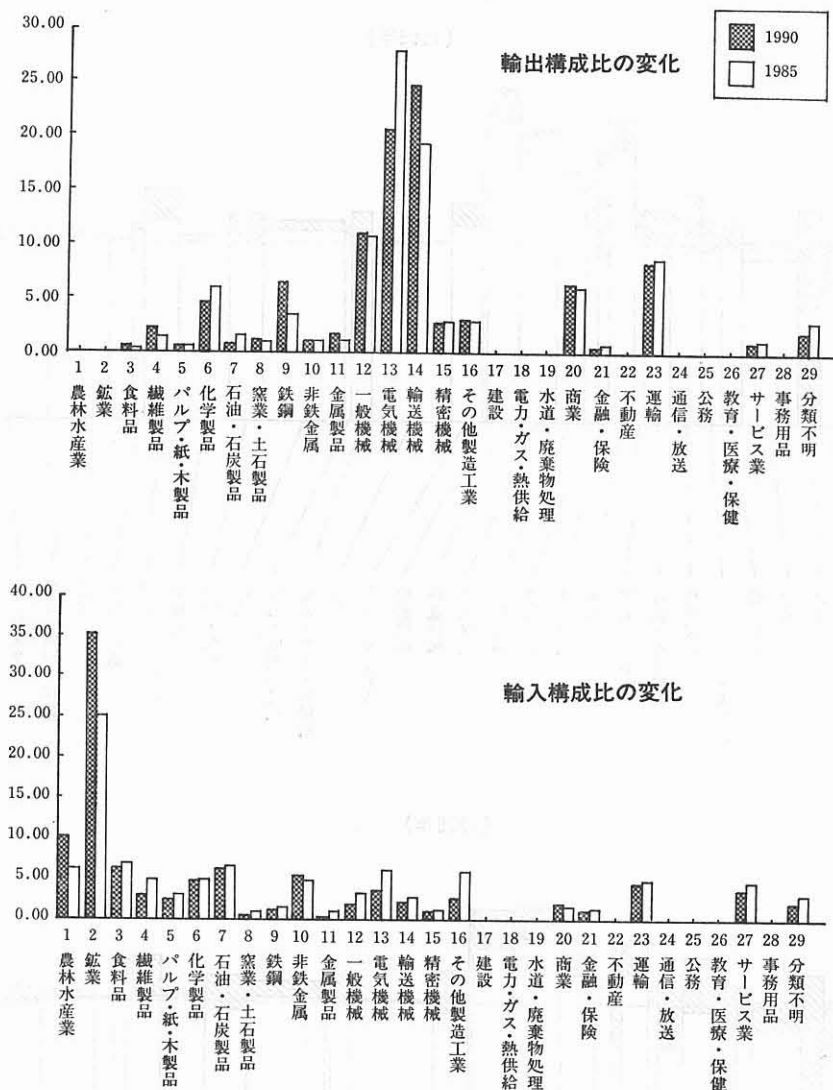
誘発係数を上昇させたものの家計費支出額自体がさほど増大していないことを示しており、民間設備投資を中心とする固定資本形成が、輸出に変わりバブル期の日本経済を牽引していったことを示している。

では、貿易構造の変化はどうであったのか。全体として、85年から90年にかけて国内生産額は、年平均5.16%の伸びであったのに対し、輸出は年平均2.54%と大巾に減少し、輸入は年平均

均11.28%（5年で約70%の増加）と大幅に伸びている。この内容をさらに詳しくみるため図10は輸出比率と輸入比率<sup>20)</sup>の変化をグラフ化したものである。一見して明らかなように、輸出・輸入とも非常に大きく変化しており、どの部門も輸出は減少する傾向、輸入は増大する傾向を示している。特に注目すべきは、輸出では、14

19) 各産業部門の輸出または輸入額をその部門の総供給額で割った比率として定義される。

図11 輸出入構成比の変化



輸送機械(自動車), 9 鉄鋼, 12 一般機械が大きく減少しており, 従来輸出産業といわれた部門の厳しい状況を示している。また, 円高という状況の中でも6 化学, 7 石油・石炭製品は若干ではあるが輸出を伸ばしている。輸入では, 特に4 繊維製品, 3 食料品, 11 金属製品, 15 精密機械, 16 その他製造工業の伸びが顕著である。図11は, 輸出入の構成比の推移をみたものであるが, これによると輸出全体に占める割合は大

きく変化し, 14 輸送機械に代わり13 電気機械がトップになり, 9 鉄鋼が大幅に減少し, 6 化学に抜かれたことがわかる。輸入に関しては, 従来の穀物, エネルギーなどいわゆる一次産品の割合が大きく減少したのに対し, 13 電気機械, 16 その他製造工業, 4 繊維製品など製品輸入が大きく割合を増やしていることが注目される。

貿易活動による直接の影響だけでなく, 間接

図12 SKYLINE (self-sufficiency chart)

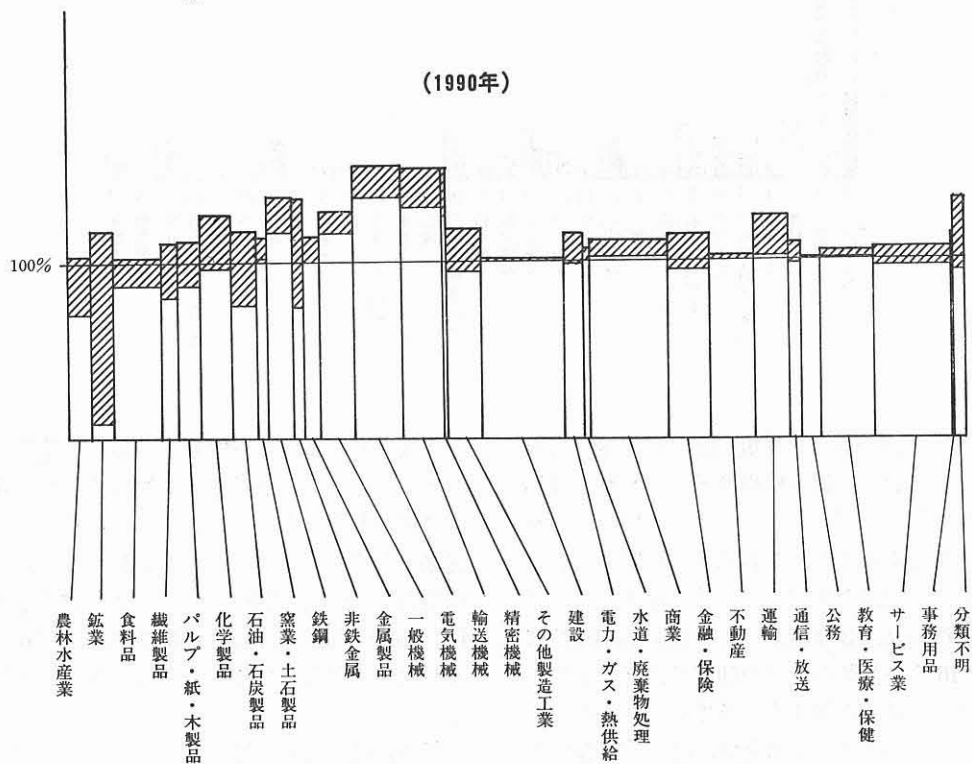
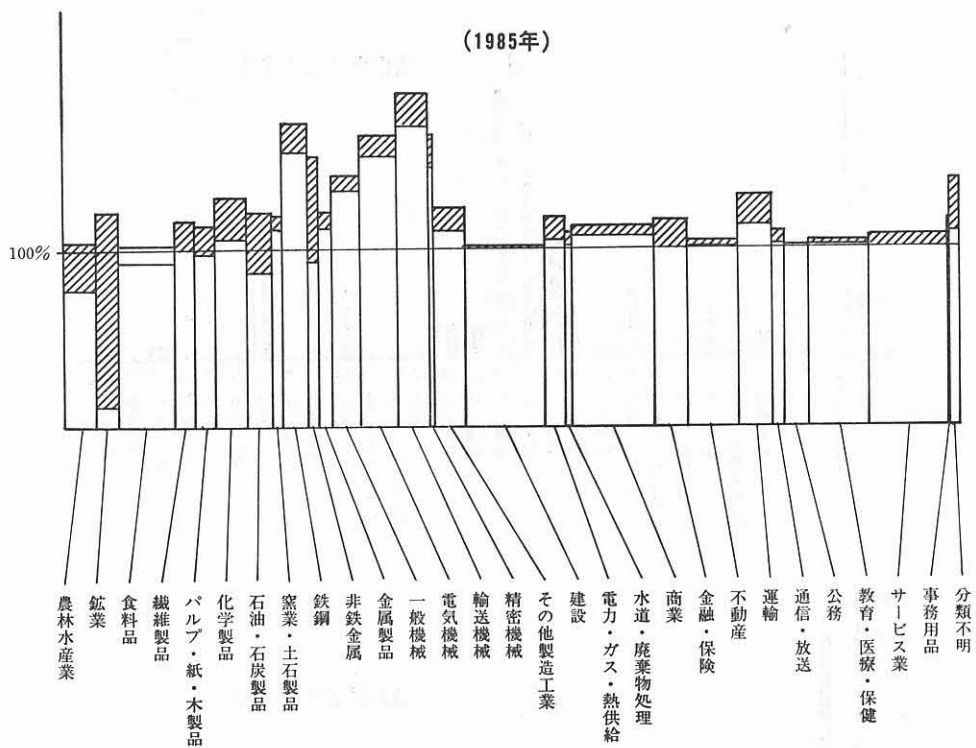


表7 生産 DPG 分析

	相 対 D P G	家計外 消費 支出	家計 消費 支出	一般政 府消費 支出	公的固 定資本 形成	民間固 定資本 形成	在 庫 増	輸 出	輸 入 係 数	投 入 構 造
1 農 林 水 産 業	-14.95	-0.19	-5.81	-0.10	-0.05	0.25	-0.55	-0.40	-3.41	-4.70
2 鉱 業	-1.11	-0.01	-0.16	-0.04	-0.03	0.26	0.09	-0.11	-1.14	0.02
3 食 料 品	-20.16	-0.31	-13.46	-0.17	-0.04	0.37	-0.53	-0.58	-6.94	1.50
4 織 維 製 品	-9.13	-0.05	-0.59	-0.08	-0.05	0.43	-0.12	-2.14	-6.68	0.15
5 パルプ・紙・木製品	-2.91	-0.15	-1.06	-0.27	-0.40	3.10	0.13	-0.63	-4.54	0.92
6 化 学 製 品	1.72	-0.07	-1.78	-0.95	-0.12	2.06	0.57	-0.03	-5.51	7.55
7 石 油・石炭製品	-5.59	-0.11	-1.63	-0.36	-0.23	1.68	1.06	-0.03	-5.36	-0.63
8 窯 業・土石製品	-0.72	0.02	0.00	-0.06	-0.47	2.62	0.00	-0.74	-1.31	-0.78
9 鉄 鋼	-15.99	-0.03	0.23	-0.14	-0.66	6.88	0.20	-12.88	-4.25	-5.34
10 非 鉄 金 属	-0.23	-0.01	0.33	-0.05	-0.06	1.99	0.20	-0.95	-1.96	0.29
11 金 属 製 品	2.25	0.00	-0.54	-0.09	-0.59	3.96	0.45	-1.54	-1.79	2.39
12 一 般 機 械	10.68	-0.05	0.03	-0.16	-0.13	12.39	0.41	-3.62	-3.38	5.19
13 電 気 機 械	36.91	-0.08	1.49	-0.29	1.99	22.51	-0.32	6.85	-4.87	9.63
14 輸 送 機 械	2.22	-0.06	5.60	-0.50	-0.74	8.16	0.87	-20.19	-2.58	11.66
15 精 密 機 械	-0.99	0.00	0.16	-0.03	0.01	0.66	-0.18	-0.58	-0.91	-0.12
16 その他製造工業	2.47	-0.33	1.96	-0.74	-0.23	3.10	0.34	-2.30	-8.22	8.90
17 建 設	20.32	-0.06	-0.52	-0.21	-5.83	25.90	0.00	-0.22	-0.38	1.64
18 電力・ガス・営供給	-1.28	-0.13	-2.75	-0.47	-0.15	1.93	0.07	-1.13	-1.68	3.04
19 水道・廃棄物処理	-2.76	-0.04	-0.99	-0.68	-0.02	0.24	0.00	-0.11	-0.22	-0.95
20 商 業	-2.46	-0.41	-1.44	-0.57	-0.53	-1.31	-0.41	-3.41	-3.35	8.98
21 金 融・保 険	18.38	-0.30	-2.02	-0.42	-0.32	3.11	0.03	-1.34	-3.26	22.90
22 不 動 産	-3.71	-0.17	-3.26	-0.21	-0.09	0.63	0.00	-0.35	-0.73	0.50
23 運 輸	-0.74	-0.19	-1.78	-0.36	-0.37	3.14	-0.03	-2.19	-4.18	5.22
24 通 信・放 送	-0.54	-0.16	-1.73	-0.23	-0.06	0.50	0.00	-0.06	-0.83	2.04
25 公 務	-8.05	0.00	-0.15	-7.68	0.00	0.05	0.00	0.02	-0.09	-0.20
26 教育・医療・保健	-8.68	-0.07	-6.17	-5.29	-0.04	1.55	0.04	-0.53	-0.90	2.73
27 サービス業	3.15	-4.76	-10.38	-1.27	-0.43	3.37	0.02	-0.99	-5.12	22.71
28 事 務 用 品	0.10	-0.02	-0.13	-0.09	-0.02	0.15	0.00	-0.08	-0.16	0.45
29 分 類 不 明	1.80	-0.04	-0.34	-0.15	-0.10	1.28	0.02	0.58	-2.40	2.95
30 内 生 部 門 計	0.00	-7.80	-46.89	-21.66	-9.78	110.96	2.36	-49.68	-86.16	108.64

的な影響をみるためにスカイライン分析を行った結果が図12である。100%のラインが国内最終需要による生産波及分であり、そのラインの上の部分が輸出による生産拡大分を示し、斜線の部分が輸入による生産節約分を示す。したがって、グラフの斜線の下部分が自給率を示すことになる。グラフの棒の幅は部門構成比を表している。これによれば、85年では中央部を中心に輸出拡大が大きかったが、90年には、それらは軒並み低下し、かつ斜線の部分が拡大し、輸入による生産節約が日本経済全体に進行したことがわかる。

以上のように、1980年代後半の日本経済は円高とバブルによる産業構造、貿易構造の大きな変化を伴っていたことが確認された。では次

に、このような変化は環境に対しどのような影響を与えたのか、産業部門毎に要因分析の手法で明らかにしよう。

#### 4.2 1980年代後半の汚染排出構造の要因分析

本項では、先に示した DPG を応用した環境分析を行い、80年代後半の経済構造変化と環境負荷の関連を明らかにしよう。(15)式に1985年と1990年のデータを代入すれば、各産業別のDPGが得られる。この値の持つ意味をもう一度確認しておこう。1985年から90年にかけて国内総生産は28.578%成長したが、仮に日本経済が85年と同じ投入構造と輸入係数のもとで、家計消費、輸出などの最終需要各項目が、その構成比を変えずに28.578%ずつ増大したとすれば、85年の産業部門構成(生産シェア)を保ったま

表8 NO<sub>x</sub> DPG 分析

	相 対 DPG	家計外 消費支出	家計 消費支出	一般政 府消費支出	公的固 定資本 形成	民間固 定資本 形成	在 庫 増	輸 出	輸 入 係 数	投 入 構 造
1 農 林 水 産 業	-56.05	-0.71	-21.77	-0.37	-0.18	0.94	-2.05	-1.51	-12.77	-17.62
2 鉱 業	-3.18	-0.03	-0.45	-0.10	-0.10	0.74	0.25	-0.30	-3.25	0.06
3 食 料 品	-7.81	-0.12	-5.21	-0.07	-0.02	0.14	-0.20	-0.22	-2.69	0.58
4 織 維 製 品	-1.88	-0.01	-0.12	-0.02	-0.01	0.09	-0.02	-0.44	-1.37	0.03
5 パルプ・紙・木製品	-1.43	-0.08	-0.52	-0.13	-0.20	1.53	0.06	-0.31	-2.24	0.45
6 化 学 製 品	-1.50	-0.05	-1.08	-0.57	-0.08	1.25	0.35	-0.02	-3.35	4.58
7 石 油・石炭製品	-2.54	-0.05	-0.74	-0.16	-0.10	0.77	0.48	-0.01	-2.44	-0.28
8 窯 業・土石製品	-3.09	0.09	0.00	-0.25	-2.01	11.24	0.01	-3.18	-5.63	-3.36
9 鉄 鋼	-15.24	-0.02	0.22	-0.14	-0.63	6.56	0.19	-12.28	-4.05	-5.09
10 非 鉄 金 属	-0.16	-0.01	0.23	-0.03	-0.04	1.37	0.13	-0.66	-1.35	0.20
11 金 属 製 品	0.33	0.00	-0.08	-0.01	-0.09	0.58	0.07	-0.22	-0.26	0.35
12 一 般 機 械	0.60	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.70	0.02	-0.20	-0.19	0.29
13 電 気 機 械	1.28	0.00	0.05	-0.01	0.07	0.78	-0.01	0.24	-0.17	0.33
14 輪 送 機 械	0.13	0.00	0.33	-0.03	-0.04	0.49	0.05	-1.20	-0.15	0.69
15 精 密 機 械	-0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	-0.01	-0.02	-0.04	0.00
16 その他製造工業	0.22	-0.03	0.18	-0.07	-0.02	0.28	0.03	-0.21	-0.74	0.81
17 建 設	6.40	-0.02	-0.16	-0.07	-1.84	8.16	0.00	-0.07	-0.12	0.52
18 電力・ガス・熱供給	-4.01	-0.41	-8.63	-1.46	-0.48	6.06	0.21	-3.55	-5.28	9.53
19 水道・廃棄物処理	-5.19	-0.07	-1.86	-1.27	-0.05	0.46	0.01	-0.21	-0.41	-1.78
20 商 業	-1.22	-0.20	-0.72	-0.28	-0.26	-0.65	-0.20	-1.69	-1.66	4.45
21 金 融・保 険	0.29	0.00	-0.03	-0.01	0.00	0.05	0.00	-0.02	-0.05	0.36
22 不 動 産	-0.12	-0.01	-0.11	-0.01	0.00	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.02
23 運 輸	-8.70	-2.23	-20.88	-4.22	-4.30	36.80	-0.34	-25.69	-48.98	31.19
24 通 信・放 送	-0.04	-0.01	-0.14	-0.02	-0.01	0.04	0.00	0.00	-0.07	0.16
25 公 務	-2.24	0.00	-0.04	-2.13	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.03	-0.05
26 教育・医療・保健	-2.04	-0.02	-1.45	-1.25	-0.01	0.36	0.01	-0.13	-0.21	0.64
27 サ ー ビ ス 業	0.68	-1.02	-2.23	-0.27	-0.09	0.72	0.00	-0.21	-1.10	4.88
28 事 務 用 品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29 分 類 不 明	4.03	-0.09	-0.76	-0.35	-0.22	2.87	0.04	1.31	-5.39	6.61
30 内 生 部 門 計	-100	-5	-66	-13	-11	82	-1	-51	-104	68

まで国内総生産が28.578%増大した経済構造が出現する。現実には、投入構造、輸入係数、最終需要各項目などの各要因が変化しているために、それとは異なった産業構造になっているわけで、その差が $\delta X$ である。その計算結果が表7である<sup>21)</sup>。

DPGは、各部門ごとの生産額の差であるが、どの部門が相対的に拡大あるいは縮小し、どの要因が相対的に大きかったかに注目するのであるから、値は必ずしも絶対額である必要はない。そこで、表7では、DPGをそのプラスの値の合計が100、マイナスの合計が-100になる

ような相対 DPG に変換し、各要因の寄与度もこの相対尺度で表している (DPG の定義より、相対尺度の場合も、30 産業計はゼロとなる)。まず部門別の相対 DPG をみると(図13参照)、国内生産構成比(図7)で述べた部門の拡大と縮小を寄与度としてはっきり指摘できるように、国内生産の拡大要因としては、13 電気機械が36.91%、17 建設が20.32%、21 金融・保険が18.38%、一般機械が10.68%とこの4つの部門で全体の拡大の約86%を占めている。要因別にみても、一般機械、電気機械、建設は民間固定資本形成に起因しているのに対し、金融・保険は投入要因に起因しており、バブル経済期に各産業部門が金融・保険に対する中間需要を高めていたことがわかる。また、縮

21) 注9で示した第2の方式で相対 DPG を計算すると、内生部門計の各要因の数字は、±10%の範囲で変化する。

表9  $SO_x$  DPG 分析

	相 対 DPG	家計外 消費支	家計 消費支	一般政 府消費支	公的固 定資本 形成	民間固 定資本 形成	在 庫 増	輸 出	輸 入 係 数	投 入 構 造
1 農 林 水 産 業	-19.39	-0.25	-7.53	-0.13	-0.06	0.32	-0.71	-0.52	-4.42	-6.09
2 鉱 業	-1.80	-0.02	-0.25	-0.06	-0.05	0.42	0.14	-0.17	-1.84	0.03
3 食 料 品	-14.44	-0.22	-9.64	-0.12	-0.03	0.26	-0.38	-0.42	-4.97	1.08
4 織 維 製 品	-10.15	-0.06	-0.66	-0.09	-0.05	0.48	-0.13	-2.38	-7.42	0.16
5 パルプ・紙・木製品	-6.53	-0.35	-2.38	-0.61	-0.91	6.97	0.30	-1.41	-10.21	2.06
6 化 学 製 品	-2.58	-0.11	-2.66	-1.42	-0.19	3.09	0.86	-0.05	-8.25	11.31
7 石 油・石炭製品	-4.72	-0.09	-1.37	-0.30	-0.19	1.42	0.89	-0.02	-4.52	-0.53
8 窯 業・土石製品	-1.60	0.05	0.00	-0.13	-1.04	5.81	0.00	-1.64	-2.91	-1.74
9 鉄 鋼	-27.32	-0.04	0.39	-0.24	-1.13	11.75	0.35	-22.01	-7.26	-9.13
10 非 鉄 金 属	-0.27	-0.02	0.38	-0.06	-0.06	2.28	0.22	-1.09	-2.25	0.33
11 金 属 製 品	0.28	0.00	-0.07	-0.01	-0.07	0.50	0.06	-0.19	-0.22	0.30
12 一 般 機 械	0.85	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.98	0.03	-0.29	-0.27	0.41
13 電 気 機 械	1.92	0.00	0.08	-0.02	0.10	1.17	-0.02	0.36	-0.25	0.50
14 輸 送 機 械	0.26	-0.01	0.65	-0.06	-0.09	0.94	0.10	-2.34	-0.30	1.35
15 精 密 機 械	-0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	-0.01	-0.04	-0.06	-0.01
16 その他製造工業	0.64	-0.09	0.50	-0.19	-0.06	0.80	0.09	-0.59	-2.12	2.29
17 建 設	3.91	-0.01	-0.10	-0.04	-1.12	4.99	0.00	-0.04	-0.07	0.32
18 電力・ガス・熱供給	-7.64	-0.78	-16.44	-2.79	-0.91	11.53	0.41	-6.76	-10.05	18.15
19 水道・廃棄物処理	-7.49	-0.11	-2.69	-1.83	-0.07	0.66	0.01	-0.30	-0.60	-2.57
20 商 業	-1.06	-0.17	-0.62	-0.25	-0.23	-0.56	-0.18	-1.46	-1.44	3.85
21 金 融・保 険	0.18	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	-0.01	-0.03	0.22
22 不 動 産	-0.06	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.01
23 運 輸	-4.76	-1.22	-11.41	-2.31	-2.35	20.12	-0.19	-14.04	-26.77	33.42
24 通 信・放 送	-0.05	-0.01	-0.15	-0.02	-0.01	0.04	0.00	-0.01	-0.07	0.17
25 公 務	-2.08	0.00	-0.04	-1.98	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.02	-0.05
26 教育・医療・保健	-5.97	-0.05	-4.25	-3.64	-0.02	1.06	0.03	-0.37	-0.62	1.88
27 サ ー ビ ス 業	1.37	-2.06	-4.50	-0.55	-0.19	1.46	0.01	-0.43	-2.22	9.84
28 事 務 用 品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29 分 類 不 明	3.39	-0.08	-0.64	-0.29	-0.19	2.42	0.04	1.10	-4.54	5.57
30 内 生 部 門 計	-100	-6	-63	-17	-9	79	2	-55	-104	73

小要因としては、3 食料品が、-20.15%，9 鉄鋼が-15.99%，1 農林水産業が-14.95%を占めているが、いずれの部門でも輸入が大きな減少要因になっている他、農林水産、食料品では家計消費、鉄鋼では輸出も減少要因になっていることが分かる。また、経済全体の要因別では、民間固定資本形成(110.96%)と投入構造(108.64%)が大きな成長要因であったことを示している。すなわち、民間企業の設備投資の増大は、17 建設、13 電気機械、12 一般機械の拡大をもたらした。投入係数の変化は、27 サービス業、21 金融・保険、14 輸送機械に対する中間需要がより拡大する方向のパターンをもたらした。マイナス要因としては、輸入係数の変化が最も大きく(-86.16%)、先に指摘したように、

輸入拡大により国内生産は全部門で縮小した。その他、輸出も14 輸送機械、9 鉄鋼が大きく減少したことが影響し、家計部門と並んで国内生産に対してマイナス要因になっていることが分かる。

次に、(16)式によりながら、この DPG に部門別の汚染排出原単位係数をかけることによって、汚染DPGを計算したのが、表8( $NO_x$ )、表9( $SO_x$ )、表10( $CO_2$ )である。 $\delta Pol$ は、その仮想的な産業構造(比例的成長経路)で生じたであろう汚染排出量と現実との差を表すことになる。これにより、1985年と1990年の排出構造の相違を明らかにしてみよう。

まず、 $NO_x$ についてみてみよう。産業全体の $NO_x$ の DPG は、-17263t となり、汚染負荷は

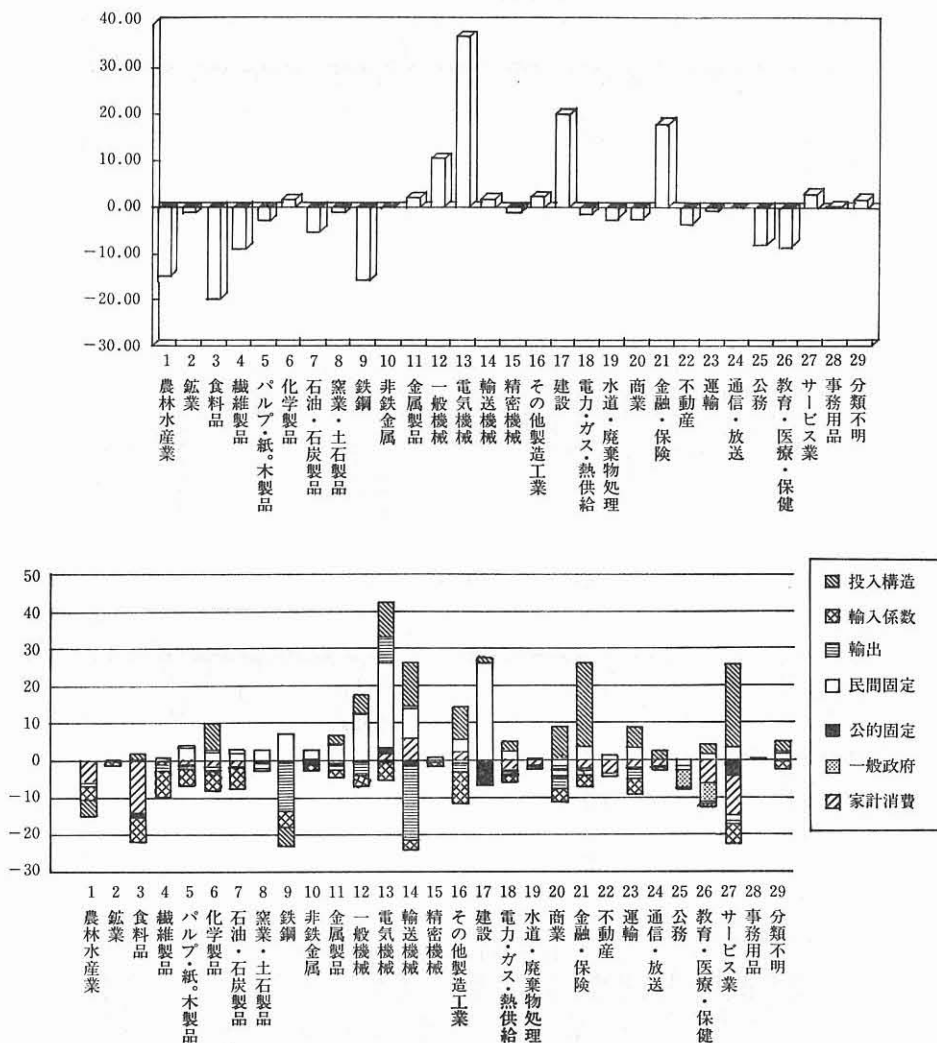
表10 CO<sub>2</sub> DPG 分析

	相 対 D P G	家計外 消費支	家計 消費支	一般政 府消費支	公的固 定資本 形成	民間固 定資本 形成	在 庫 増	輸 出	輸 入 係 数	投 入 構 造
1 農 林 水 産 業	-9.50	-0.12	-3.69	-0.06	-0.03	0.16	-0.35	-0.26	-2.16	-2.99
2 鉱 業	-1.23	-0.01	-0.17	-0.04	-0.04	0.28	0.10	-0.12	-1.25	0.02
3 食 料 品	-4.51	-0.07	-3.01	-0.04	-0.01	0.08	-0.12	-0.13	-1.55	0.34
4 織 維 製 品	-3.70	-0.02	-0.24	-0.03	-0.02	0.17	-0.05	-0.87	-2.70	0.06
5 パルプ・紙・木製品	-3.62	-0.19	-1.32	-0.34	-0.50	3.86	0.16	-0.78	-5.66	1.14
6 化 学 製 品	1.89	-0.08	-1.94	-1.03	-0.14	2.26	0.63	-0.04	-6.03	8.26
7 石 油・石炭製品	-7.63	-0.15	-2.22	-0.49	-0.31	2.30	1.44	-0.04	-7.32	-0.85
8 窯 業・土石製品	-5.37	0.15	0.00	-0.43	-3.50	19.53	0.01	-5.52	-9.77	-5.84
9 鉄 鋼	-43.70	-0.07	0.62	-0.39	-1.81	18.80	0.56	-35.20	-11.61	-14.60
10 非 鉄 金 属	-0.16	-0.01	0.24	-0.04	-0.04	1.41	0.14	-0.68	-1.40	0.20
11 金 属 製 品	0.47	0.00	-0.11	-0.02	-0.12	0.83	0.09	-0.32	-0.38	0.50
12 一 般 機 械	0.89	0.00	0.00	-0.01	-0.01	1.03	0.03	-0.30	-0.28	0.43
13 電 気 機 械	2.33	-0.01	0.09	-0.02	0.13	1.42	-0.02	0.43	-0.31	0.61
14 輸 送 機 械	0.23	-0.01	0.57	-0.05	-0.08	0.84	0.09	-2.07	-0.26	1.19
15 精 密 機 械	-0.06	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	-0.01	-0.04	-0.06	-0.01
16 その他製造工業	0.27	-0.04	0.22	-0.08	-0.03	0.34	0.04	-0.26	-0.91	0.99
17 建 設	3.34	-0.01	-0.09	-0.03	-0.96	4.25	0.00	-0.04	-0.06	0.27
18 電力・ガス・熱供給	-15.05	-1.53	-32.40	-5.50	-1.79	22.72	0.80	-13.32	-19.81	35.77
19 水道・廃棄物処理	-11.29	-0.16	-4.06	-2.76	-0.10	0.99	0.02	-0.46	-0.90	-3.87
20 商 業	-0.62	-0.10	-0.36	-0.14	-0.13	-0.33	-0.10	-0.86	-0.85	2.26
21 金 融・保 険	0.24	0.00	-0.03	-0.01	0.00	0.04	0.00	-0.02	-0.04	0.30
22 不 動 産	-0.07	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.01
23 運 輸	-1.99	-0.51	-4.78	-0.97	-0.99	8.43	-0.08	-5.89	-11.22	14.01
24 通 信・放 送	-0.04	-0.01	-0.14	-0.02	-0.01	0.04	0.00	0.00	-0.07	0.17
25 公 務	-1.99	0.00	-0.04	-1.90	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.02	-0.05
26 教育・医療・保健	-2.74	-0.02	-1.95	-1.67	-0.01	0.49	0.01	-0.17	-0.28	0.86
27 サ ー ビ ス 業	0.92	-1.40	-3.05	-0.37	-0.13	0.99	0.01	-0.29	-1.50	6.67
28 事 務 用 品	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29 分 類 不 明	2.72	-0.06	-0.51	-0.23	-0.15	1.93	0.03	0.88	-3.63	4.46
30 内 生 部 門 計	-100.00	-4	-58	-17	-11	93	3	-66	-90	50

低下していることが分かる。すなわち、DPGの定義より $\delta X$ はゼロであるが、 $X$ の内部構成（シェア）が変化し、汚染排出の少ない部門が増大し、その大きい部門が縮小したことを意味している。その要因をみるために、総量の-17263 tを-100%とした相対尺度で図ったのが、表8である。図14からも明らかなように、 $NO_x$ の削減に関しては、1 農林水産業の寄与が群を抜いて大きくなっており(-56.05%)、9 鉄鋼(-15.24%)が続いている。産業部門としては17 建設が、大きなプラス要因になっている。 $SO_x$ についても、産業全体のDPCは、-95545 tと負荷は低下している。表9と図15により、その要因を検討してみると、部門別では、9 鉄鋼-27.32%、1 農林水産業-19.39%、3 食料品-14.44、

4 繊維製品-10.15などが大きなマイナス要因となっている。逆に、17 建設、13 電気機械、6 化学などはプラス要因であった。 $CO_2$ については、産業全体でDPGは-60623千tであり、これもまた汚染負荷を低下させた（表9、図16参照）。部門別では、9 鉄鋼(-43.70%)が群を抜いてマイナス要因となっており、ついで18 電力・ガス・熱供給(-15.05%)、19 水道・廃棄物処理(-11.29%)などが続く。拡大要因としては、17 建設、13 電気機械、6 化学が続いている。要因別にみると、 $NO_x$ 、 $SO_x$ 、 $CO_2$ いずれも生産DPGの分析と同じで、民間固定資本形成と投入構造要因が汚染拡大的であったが、輸入増加と輸出減などのマイナス要因がそれを上回ったということである。

図13 相対DPG (国内生産)



## 5 まとめに代えて

以上考察してきたように、日本経済は、1970年代以降公害防止投資あるいは省エネルギー投資の増大により、エネルギー効率を高めると同時に代表的大気汚染物質 ( $NO_x$ ,  $SO_x$ ,  $CO_2$ ) の排出に関しては、成長率に比して着実に減少させてきたように思われるが<sup>22)</sup>、1986年の円高とバブル経済化は、その構造を大きく変動させ

た。すなわち、中間投入の増大と固定資本投資の拡大によって、ヨリ環境負荷的な構造になっているが、過去に比べて輸出の減少と輸入の拡大が国内生産高を減少させる効果を持っているため、全体的には環境負荷を若干減少させているということである。輸入の拡大による環境負荷の低下は、日本国内に関してのみいえることであって、グローバルな環境負荷を考えると、これは、真の環境改善といえないことは明らか

22) この点の厳密な検討は本稿の分析を過去に延長させ、たとえば接続表をさらに「接続」し、1965

年以後の産業連関表を用いた環境分析が必要である。

図14 相対DPG ( $NO_x$ )

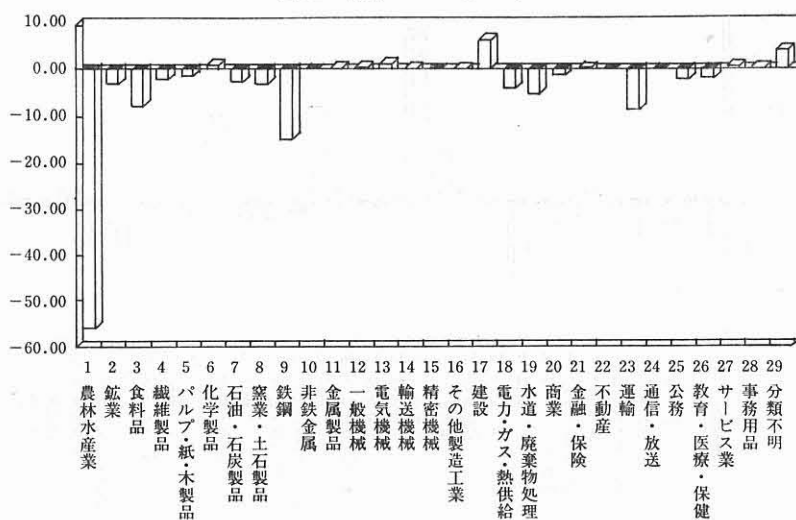
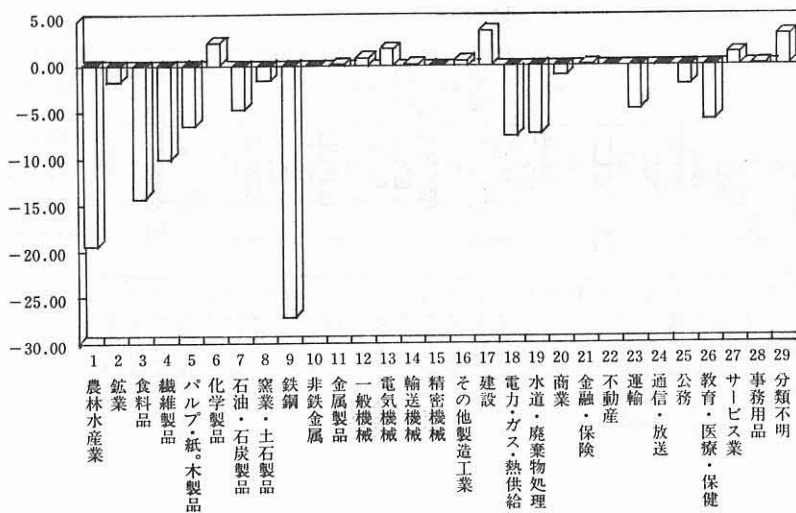


図15 相対DPG ( $SO_x$ )



である。特に、今回の計算では、海外での生産活動が日本の産業と同じ排出原単位係数であることを想定して、汚染排出量の回避分を計算しているが、アジア諸国など公害除去設備がほとんど設置されていない国からの製品輸入は、日本で生産された以上の汚染物質を排出するので、日本の輸入拡大は、環境「悪化」にもなり得るという問題を有している。

また、輸入による環境負荷の低下のもう1つ

の問題を運輸部門についてみると、図17は国内生産に輸入を加えた総需要（総供給）ベースの  $NO_x$  の排出量である<sup>23)</sup>。これによれば、国内生産ベースとは異なり、23運輸部門が大幅に排出量を増加させている。これは、製品輸入の拡大に伴い外洋輸送への需要が高まったが、

23) 海外の活動に伴う汚染排出係数が日本国内と同じであるという想定において、各産業部門の総需要額に排出原単位係数を乗じて算出した。

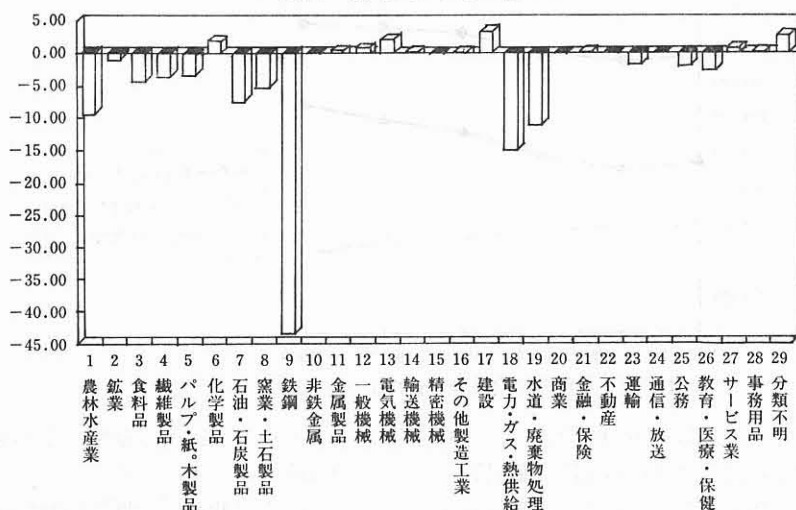
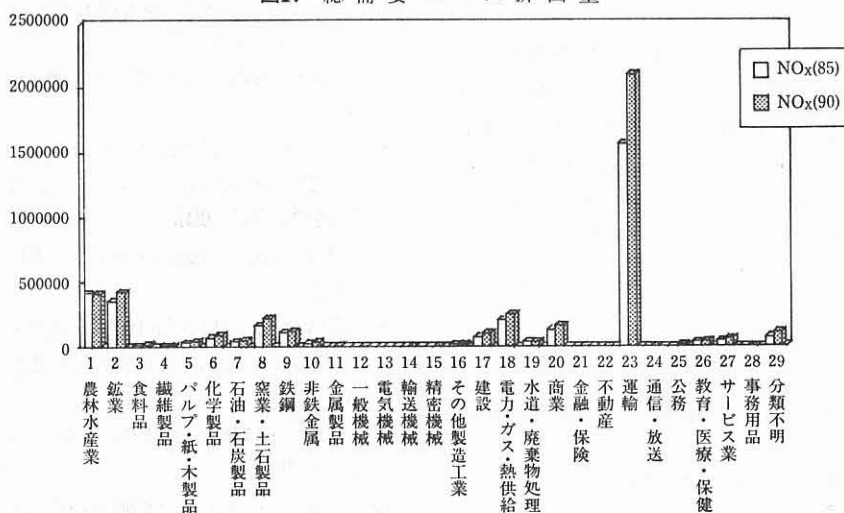
図16 相対DPG (CO<sub>2</sub>)

図17 総需要ベース排出量



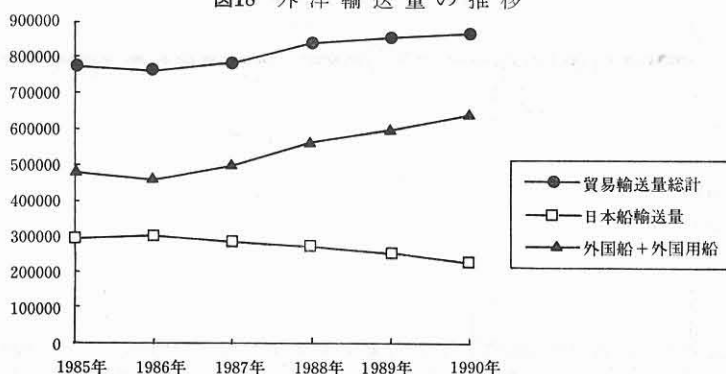
日本船の外国船籍化(フラッグイングアウト)がすすみ<sup>24)</sup>、外国に支払う用船料が増加し、これが外洋輸送の輸入を増大させ、それだけ日本の運輸生産額を減少させたことによる(図18参照)。しかし、周知のようにリベリア、パナマなど便宜置籍国をみれば明らかなように、外国船籍化

したといっても実体としては日本の商船隊の活動と変わらないのである。

また、日本の最終需要がエネルギー使用的にシフトし欧米型に移行しつつあるともいわれているが、最終需要の内容をみてみると、家計消費要因ではなく、民間を中心とする固定資本投資がエネルギー使用的・環境負荷的な生産波及効果を持っていること、特に建設部門の寄与度の大きさが明らかにされた。日本の建設産業は世界に例をみないほど産業構成比が高く、また

24) 1985年には、2000総トン以上の日本船籍の外航船舶は1028隻だったのが、1990年には449隻と激減している。『平成3年度運輸白書』参考資料8ページ。

図18 外洋輸送量の推移



出所：平成3年度運輸白書参考資料より作成

就業人口も多く<sup>25)</sup>、景気対策のたびに支出される公共投資やそれに誘導される民間設備投資に依存した構造的体質が指摘されるが、環境負荷という点からも考え直されるべき問題点であるように思われる<sup>26)</sup>。

本論文は、日本経済の時系列比較を対象にしたが、慶応大学産業研究所グループの環境分析用産業連関表は、1985年基準であるので、通産省・アジア経済研究所などで作成されている欧米、アジア各国との国際産業連関表を対象にした分析にも応用可能であって、貿易構造と環境負荷の関係という問題を考察することは重要な課題である。

#### 参考文献

- [1] 赤尾信夫(1993)『地球は訴える』世界の動き社、1993年。
- [2] 植田和弘、長谷部勇一他(1994)『環境・エネルギー・成長の経済構造分析』経済企画庁経済研究所経済分析シリーズ、近刊。

ギー・成長の経済構造分析』経済企画庁経済研究所経済分析シリーズ、近刊。

- [3] 運輸省編(1990)『平成2年版運輸白書』大蔵省印刷局。
- [4] 金子敬生(1975)「環境汚染の産業連関分析モデル」『地域経済分析』
- [5] 環境庁(1972)『昭和47年版公害白書』大蔵省印刷局。
- [6] 久保庭真彰、長谷部勇一(1989)「ハンガリー経済の再生産構造(2)」『エコノミア』横浜国立大学経済学会、Vol. 40(1)。
- [7] 経済企画庁編(1993)『平成5年版経済白書』大蔵省印刷局。
- [8] 高橋毅夫、安原宣和(1975)「資源・エネルギー制約と産業連関」、金子敬生『産業連関分析』有斐閣。
- [9] 総務庁編(1988)『昭和60年産業連関表(基本表)』大蔵省印刷局。
- [10] 総務庁編(1988)『昭和50-55-60年接続産業連関表』大蔵省印刷局。
- [11] 陳光輝、藤川清史(1992)「日米産業構造変化および成長パターンの分析」『イノベーション & I-O テクニク』Vol. 3-2. 環太平洋産業連関分析学会。
- [12] 通商産業省調査統計部(1971)『公害分析用産業連関表について 一関東臨海地域における硫酸酸化物公害の分析』大蔵省印刷局。
- [13] 通商産業省調査統計部(1976)『公害分析用産業連関表(昭和48年)』大蔵省印刷局。
- [14] 通商産業省調査統計部(1992)『1990年産業連関表(延長表)』大蔵省印刷局。

25) 日本興業銀行産業調査部 [16] (187-188ページ)によれば、1991年の建設業は、会社数約52万社、従業員約604万人(全就業者数の約10%)、GNP約82.2兆円(全GNPの約18%)の規模であり、アメリカの約61兆円(1990年)、EC全体の約96兆円と比較すればその巨大さがわかる。

26) 建設部門は、(1)セメント、生コン、熱間圧延鋼材などエネルギー集約度の高い製品の投入が多い、(2)砂利・資材・廃土などの運搬のための輸送活動を誘発する(慶応大学吉岡氏の推計では、1985年のCO<sub>2</sub>排出量は、850万トンであるが、自家輸送分を含めた我々の計算では1416万トンとなり、67%増大する)、(3)木材・紙製品など木材伐採と関連している等、直接・間接に環境負荷の高い産業であることを再確認する必要がある。吉岡 [21] 参照。

- [15] 中西英夫, 山口務 (1973) 「公害」, 篠原三代平・馬場正雄編『現代産業論 3 産業政策』日本経済新聞社.
- [16] 日本興業銀行産業調査部 (1993) 『日本産業読本』東洋経済新報社.
- [17] 森口・近藤・清水 (1993) 「我国の部門別・起源別  $CO_2$  排出量の推計」『エネルギー・資源』14-1.
- [18] 吉岡完治, 外岡豊, 早見均, 池田明由, 管幹雄 (1992 a) 「環境分析のための産業連関表の作成」*Keio Economic Occasional Paper*. No.26.
- [19] 吉岡完治, 早見均, 池田明由, 管幹雄 (1992 b) 「環境分析用産業連関表の応用 — 生産活動に伴う  $CO_2$  の排出量とその要因 —」『イノベーション & I—O テクニク』Vol. 4-3/4. 環太平洋産業連関分析学会.
- [20] 吉岡完治, 早見均, 池田明由, 管幹雄 (1993 a) 「環境分析用産業連関表の応用(2) — 環境家計簿作成のための  $CO_2$  排出点数表 —」『イノベーション & I—O テクニク』Vol. 3-4. 環太平洋産業連関分析学会.
- [21] 吉岡完治, 早見均, 池田明由, 管幹雄 (1993 b) 「環境分析用産業連関表の応用(3) — 省エネ住宅のすすめ —」『イノベーション & I—O テクニク』Vol. 4-2. 環太平洋産業連関分析学会.
- [22] 吉岡完治, 早見均, 池田明由, 藤原浩一, 管幹雄 (1993 c) 「環境分析用産業連関表の応用(4) 高炉セメント利用のすすめ —」『イノベーション & I—O テクニク』Vol. 4-3/4. 環太平洋産業連関分析学会.
- [23] Daily, Herman (1968) "On Economies as a Life Science." *Journal of Political Science*, Vol. 6.
- [24] Chenery, Hollis B. (1960) "Patterns of Industrial Growth." *American Economic Review* 50
- [25] Leontief, Wassily (1970). "Environmental Repercussions and the Economic Structure: Input-Output Approach.", *Review of Economics and Statistics* 52, no. 3.
- [26] Miller, Ronald and Blair, Peter (1985) *Input-Output Analysis*, Brentice-Hall, Inc, New Jersey.
- [27] Victor, Peter (1972) *Pollution: Economy and Environment* London: George Allen and Unwin, Ltd.