

## CO<sub>2</sub>排出による沖縄の環境分析

An Environmental Analysis on Carbon Dioxide Emission in Okinawa

富 川 盛 武  
伊 波 克 典  
伊 禮 喜 輝  
根 本 早 苗

### 目 次

はじめに

I. 分析対象および使用データ

II. 分析手法

III. 二酸化炭素排出量時系列分析(1975-2000年)

IV. 二酸化炭素排出要因分析

V. 環境効率及び環境収容能力

結び

### Abstract

The aim of the research project was to estimate CO<sub>2</sub> emissions produced by 32 industrial sectors in Okinawa from 1975 to 2000, and to explain which factors contributed to the increase or decrease in CO<sub>2</sub> emissions. For this research, we utilized applied the environmental extended Input-Output tables. We also determined environmental efficiency by examining the relation between gross regional product (GRP) and the amount of CO<sub>2</sub> emissions and evaluated the level of sustainability by comparing the amount of CO<sub>2</sub> emissions and the carrying capacity of Okinawa's ecosystems. The results clearly illustrated that time series variation of CO<sub>2</sub> emissions had two trends: in the periods 1975-1985, the amount of CO<sub>2</sub> emission decreased while gross regional product (GRP) increased dramatically; in the periods 1985-2000, the final demand was the main factor of increase in CO<sub>2</sub> emission. We also found that for the entire period, the amount of CO<sub>2</sub> emission exceeded by 9 to 15 times the carrying capacity of Okinawa's ecosystem. Thus, it can be said that in terms of CO<sub>2</sub> emission, Okinawa is far from being a sustainable society.

**Key words:** Carbon Dioxide Emissions Environmental extended input-output tables, structural decomposition analysis, environmental efficiency, carrying capacity, Okinawa, sub-national geographical region.

## はじめに

地球温暖化問題に国境は存在しないばかりか、国家という単位は地球温暖化の影響を食い止めるいかなる防衛手段をもちあわせていない。地球温暖化の原因が地球資源・エネルギーの大量消費を前提とした現代経済システムにあり科学技術の発展のみでは根本的な解決には至らない問題である以上、われわれができる最善の策は現代の産業構造や人の価値観を劇的に変えるパラダイムシフトが必要だといえる。それによって初めて環境負荷を最小限におさえながら資源効率を高め、自然循環内で経済活動が機能する持続可能な経済社会システムを構築していくことが可能になる。

わが国でも2002年の京都議定書が国会で締結され、それを契機にさまざまな温暖化対策が施されてきた。地球温暖化ガス削減のための行動指針として地球温暖化対策推進大綱<sup>(1)</sup>が打ち出され、環境と経済のバランス、削減重点部門の対策強化等、新たな経済社会の羅針盤としての働きが期待されている。

沖縄県においても、2003年8月に沖縄県地球温暖化対策推進計画<sup>(2)</sup>を制定し、県民・事業者及び行政が積極的に地球温暖化防止取り組みを進めるための行動指針として提示した。温暖化の影響は本県においても甚大かつ多岐にわたり、沖縄県における地球温暖化影響等調査業務によると、サンゴ礁の白化現象・マングローブの消滅・希少な植物群の危機等の自然界への影響から、サトウキビの低糖度問題・海岸線の水没ともなう観光産業へのダメージなどの産業面への影響だけでなく、熱中症の増加・マラリア等感染症の危険増加といった健康に対する影響へと広がる可能性を示唆している。

地球温暖化問題が現代の経済・社会構造

に起因している以上、沖縄県独自の温暖化対策をより効果的に行うためには、沖縄においてどのような経済・社会構造が温室効果ガス（ここでは二酸化炭素）排出に寄与しているか、その実態を把握する必要がある。そのためには、財貨・サービスのフローを包括的に把握できる産業連関分析が有効だと思われる。

本研究の目的は沖縄の最終需要がもたらす二酸化炭素排出量を産業連関分析を用いて計測し、沖縄の環境の実態を二酸化炭素排出の面から捉えることである。具体的には、1975年間から2000年までの25年間・6時点の沖縄県産業連関表の連結表を作成し、最終需要による二酸化炭素排出量を時系列で捉え、さらに生産額（粗付加価値額）と二酸化炭素排出量の関係を環境効率により明らかにし、最後に沖縄の自然がもつ環境許容範囲（carrying capacity）の概念を用いて、二酸化炭素排出量が持続可能な範囲内なのか検討する。

以下分析手段の概要である。

### 1) 時系列分析

最終需要によって直接・間接に誘発された二酸化炭素排出量を1975年～2000年（25年間）の時系列でまとめ、排出量の長期的トレンドを把握する。

### 2) 要因分析

産業連関の要因分析手法を利用し、時系列分析で求めた長期トレンドがどの要因によって誘発されたのか、変動の影響要因を 1) 二酸化炭素排出係数 2) 最終需要 3) 投入係数 4) 移輸入率の4つに分解し検証する。

3) 環境効率及びエコロジカル・フットプリント(Ecological Footprint)分析  
時系列分析や要因分析で求めた二酸化炭素排出量の推移および要因が、沖縄

の環境にどのような影響を与えているのか、また沖縄の環境収容能力との関係性を、環境効率性（GDP/環境負荷）分析およびエコロジカル・フットプリント分析にて求める。

注

(1) 地球温暖化対策推進本部(2002)、『地球温暖化対策推進大綱』

(2) 沖縄県文化環境部環境政策化(2003)『沖縄県地球温暖化対策地域推進計画』

## I. 分析の対象および使用データ

### 1 分析対象地域

本研究では分析対象地域を「離島を含む沖縄県」とした。ただし、本件に存在する米軍基地内でのデータが入手困難なため、沖縄米軍基地は分析対象から除外する。

二酸化炭素排出量分析（環境負荷分析）では、Geographical Principle（地理主義）と Responsibility Principle（責任主義）の2つの視点に立って分析することができる。<sup>(1)</sup>どの立場をとるかによって分析結果は著しく異なる。前者は、どれだけの二酸化炭素が沖縄の地域から排出されているかが問題であり、後者はどれだけの二酸化炭素が沖縄の消費活動（有効需要）によって排出されたのかを問うため、実際に排出される場所は考慮しない。本分析では、前者の Geographical Principle（地理主義）をとる。沖縄の産業構造と環境負荷の関係を知り、生産活動によって実際に排出された二酸化炭素排出量が沖縄の自然の許容範囲なのかどうかを考察していくためである。

### 2 使用データ

#### (1) 沖縄県産業連関

本研究で使用する産業連関表は、沖縄県

が作成した1975～2000年の25年間分<sup>(2)</sup>（6時点）を32部門へ統合したものである。産業連関表の取引額は各時点の名目値で明記されているため、時系列での比較を可能にするため貨幣価値の統一が必要となる。具体的には、沖縄県が作成した県民所得統計（昭和61年・平成3年）・県民経済計算（平成15年）<sup>(3)</sup>を利用し、6時点の最終需要の名目値を2000年基準でデフレートした。

#### (2) 二酸化炭素排出係数

国立環境研究所では、長期時系列の環境負荷を測定するため国際的にも質が高いと評価される我が国の産業連関を活用した二酸化炭素環境負荷原単位を経年的に作成している。本研究では、「産業連関表による二酸化炭素排出原単位」<sup>(4)</sup>「産業連関表による環境負荷原単位データブック（3 E I D）」<sup>(5)</sup>の生産者価格に基づく二酸化炭素排出量に関するデータを使用する。ただし、2000年表は燃料消費量の推計方法が1995年・1990年表とは異なる燃料種があるため、時系列での比較において留意する必要がある。

本研究では二酸化炭素排出係数の値が日本各地域で同一だと仮定し、沖縄の二酸化炭素排出量及び要因分析で使用することにする。

注

(1) European Common Indicators Project (ECIP), EURO CITIES/ Ambiente Italia (2001)

"The use of Ecological Footprint and Biocapacity Analyses as Sustainability Indicators for Sub-national Geographical Areas: A Recommended Way Forward(Final Report)"

(2) 沖縄県企画部、『沖縄県産業連関表

県経済の構造』, 1975年, 1980年, 1985年, 1990年, 1995年, 2000年度

(3) 沖縄県企画開発部統計課「県民所得統計(昭和61年・平成3年)」

沖縄県企画部統計課「県民経済計算(平成15年)」

(4) 国立環境研究所・地球環境研究センター(1997), 『産業連関表による二酸化炭素排出源単位』

(5) 南齋規介・森口祐一・東野達(2002), 『産業連関表による環境負荷原単位データブック

(3EID) -LCAのインベントリデータとして-』国立環境研究所・地球環境研究センター

## II. 分析手法

本研究では、沖縄県の産業活動により排出されるCO<sub>2</sub>排出量を、32部門に統合した75-80-85-90-95-2000年表の6時点を用いて計測する。

排出量分析モデルは以下の通りである。

### 1. 二酸化炭素排出量時系列分析

国立環境研究所作成の二酸化炭素排出係数 $d_j$ を競争移輸入型の地域産業連関モデルに乗ずることで、単位生産額あたりの直接排出量をあらわす式(1)を求めることができる。

$$Y = \hat{d}(I - \hat{M})A^{-1}((I - \hat{M})F + E) \quad (1)$$

自給率  $(I - \hat{M}) = ((\text{県内生産額} - \text{移輸出}) / \text{県内需要額})$

$$= (1 - \text{移輸入額} / (\text{最終需要額} - \text{移輸出}))$$

以下では、式を簡略化するため自給率  $(I - \hat{M})$  を  $\Gamma$ 、 $(I - (I - \hat{M})A)^{-1}$  を  $B$  と

おき(2)式と提示する。

$$Y = \hat{d}B(\Gamma F + E) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$\hat{d}$ は単位生産額あたりの直接二酸化炭素排出量を要素とする列ベクトルに対応しており、直接二酸化炭素排出係数 $d_j$ を表す列ベクトルとなっている。逆行列 $B$ に最終需要行列 $\Gamma F + E$ 掛け合わせることで求められる生産誘発額 $B(\Gamma F + E)$ を直接二酸化炭素排出係数 $\hat{d}$ に乘じることによって、二酸化炭素排出量<sup>(1)</sup>を求める。

<記号>

$Y$ : 二酸化炭素排出誘発量ベクトル

$X$ : 生産誘発額ベクトル

$\hat{d}$ : 二酸化炭素排出原単位列ベクトル

$I$ : 単位行列

$A$ : 投入係数行列

$F$ : 最終需要列ベクトル

$M$ : 移輸入額列ベクトル

$E$ : 移輸出額列ベクトル

$\Gamma$ : 自給率

$B$ : 逆行列  $(I - (I - \hat{M})A)^{-1}$

### 2. 二酸化炭素排出要因分析

1975-85年、1985-2000年の2時点の産業連関表と排出係数を用いて要因分析を行うことで二酸化炭素排出量の変動要因を1) 排出係数 2) 最終需要 3) 投入係数 4) 移輸入率の変動要因に分解できる。<sup>(2)</sup>

まず、時点 $t \sim t+1$ における二酸化炭素排出誘発量の変動 $\Delta Y$ は、式(3)に示す二酸化炭素排出原単位の変動と最終需要変動の2つの要因に分解される。

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y^{t+1} - Y^t \\ &= \hat{d}^{t+1}B^{t+1}F^{t+1} - \hat{d}^tB^tF^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}F^t \\ &\quad - \hat{d}^{t+1}B^{t+1}F^t \\ &= (\hat{d}^{t+1}B^{t+1} - \hat{d}^tB^t)F^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta F) \\ &\quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ただし、 $\hat{d}$ 、 $B$ はそれぞれ式(2)の二酸化炭素排出係数行列、レオンチェフ逆行列  $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ 、 $F$ は式(2)の最終需要列ベクトル  $[(I - \hat{M})F + E]$ を表す。

さらに、式(3)の第1項  $(\hat{d}^{t+1}B^{t+1}F^{t+1} - \hat{d}^tB^tF^t)$ は、式(4)に示すように、二酸化炭素排出行列の変動  $\Delta\hat{d}(\hat{d}^{t+1} - \hat{d}^t)$ による効果とレオンチェフ逆行列の変動  $\Delta B = (B^{t+1} - B^t)$ による効果に分解することができる。

$$\begin{aligned} & (\hat{d}^{t+1}B^{t+1} - \hat{d}^tB^t)F^t \\ &= [\hat{d}^{t+1}(B^{t+1} - B^t) + (\hat{d}^{t+1} - \hat{d}^t)B^t]F^t \\ &= [\hat{d}^{t+1}(\Delta B) + (\Delta\hat{d})B^t]F^t \\ & \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

式(4)の結果を式(3)に代入すると、 $\Delta Y$ は式(5)のように表される。

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y^{t+1} - Y^t \\ &= (\hat{d}^{t+1}B^{t+1} - \hat{d}^tB^t)F^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(F^{t+1} - F^t) \\ &= [(\hat{d}^{t+1}(\Delta B) + (\Delta\hat{d})B^t)F^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta F)] \\ & \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

また、本研究で用いるレオンチェフ逆行列  $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ は移輸入率で補正しているため、 $\Delta B = (B^{t+1} - B^t)$ は、投入係数の変化  $\Delta A = (A^{t+1} - A^t)$ による効果と地域内自給率の変化による  $\Delta P = (\hat{P}^{t+1} - \hat{P}^t)$ に分離して、式(6)のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \Delta B &= B^{t+1} - B^t \\ &= B^{t+1}(B^t)^{-1}B^t - B^{t+1}(B^{t+1})^{-1}B^t \\ &= B^{t+1}[(B^t)^{-1} - (B^{t+1})^{-1}]B^t \\ &= B^{t+1}[(I - \hat{P}^tA^t) - (I - \hat{P}^{t+1}A^{t+1})]B^t \\ &= B^{t+1}(\hat{P}^{t+1}A^{t+1} - \hat{P}^tA^t)B^t \\ &= B^{t+1}[\hat{P}^{t+1}(A^{t+1} - A^t) + (\hat{P}^{t+1} - \hat{P}^t)A^t]B^t \\ &= B^{t+1}[\hat{P}^{t+1}(\Delta A) + (\Delta\hat{P})A^t]B^t \\ & \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

ただし、 $P$ は地域内自給率行列であり、 $\hat{P} = I - \hat{M}$ で表される。

式(6)を式(5)に代入し、 $X = BF$ の関係を用いて式を整理すれば、二酸化炭素排出誘発量の変化  $\Delta Y$ は、最終的に式(7)のように分解される。

$$\begin{aligned} \Delta Y &= Y^{t+1} - Y^t \\ &= [\hat{d}^{t+1}(\Delta B) + (\Delta\hat{d})B^t]F^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta F) \\ &= \hat{d}^{t+1}(\Delta B)F^t + (\Delta\hat{d})B^tF^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta F) \\ &= \hat{d}^{t+1}B^{t+1}[\hat{P}^{t+1}(\Delta A) + (\Delta\hat{P})A^t] \\ & \quad B^tF^t + (\Delta\hat{d})B^tF^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta F) \\ &= \hat{d}^{t+1}B^{t+1}[\hat{P}^{t+1}(\Delta A) + (\Delta\hat{P})A^t] \\ & \quad X^t + (\Delta\hat{d})B^tF^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta F) \\ &= (\Delta\hat{d})B^tF^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta F) + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}\hat{P}^{t+1} \\ & \quad (\Delta A)X^t + \hat{d}^{t+1}B^{t+1}(\Delta\hat{P})A^tX^t \\ & \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

以上の数式展開で示したように、二酸化炭素排出誘発量の変化  $\Delta Y$ は、次式で定義される4つの効果の合計となるので、各効果の値を分析期間別に求めることにより、 $\Delta Y$ に対する各効果の寄与度とその経年的変動、並びに沖縄における特徴を明らかにすることができる。

1) 二酸化炭素排出係数の変動による効果:

$$(\Delta \hat{d}) B^t F^t$$

2) 最終需要の変動による効果:

$$\hat{d}^{t+1} B^{t+1} (\Delta F)$$

3) 投入係数の変動による効果:

$$\hat{d}^{t+1} B^{t+1} \hat{P}^{t+1} (\Delta A) X^t$$

4) 移輸入率の変動による効果:

$$\hat{d}^{t+1} B^{t+1} (\Delta \hat{P}) A^t X^t$$

注

(1) 二酸化炭素排出量は t-C (炭素換算値) で表記する。1 t-C = 3.67 Mg-CO<sub>2</sub>

(2) 阿部宏史・谷口守・永禮拓也・新家誠憲 (2003), 「地域産業連関表に基づく二酸化炭素排出変動の要因分析」日本地域学会第40回, 地域学研究34(1), P. 1-22

### Ⅲ. 二酸化炭素排出量時系列分析 (1975-2000年)

1 沖縄県の最終需要による生産誘発額の推移

沖縄県の最終需要による総生産額 (2000年価格) は図1のように推移している。誘発生産額は1975年 (2.9兆円) から2000年 (5.9兆円) と約2倍拡大した。最終需要

図1 最終需要別生産誘発額の推移

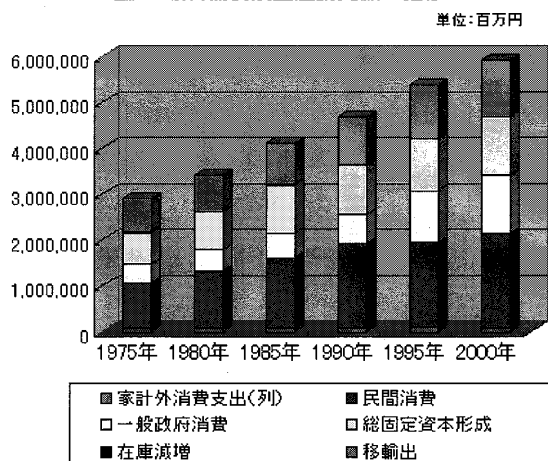


表1 部門別生産誘発額

	単位: 百万円					
	1975年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年
1 農林水産業	136818	148816	154293	145948	120922	108154
2 鉱業	12280	18379	22759	21673	16469	19080
3 食料品	186452	213187	279192	246065	250413	268113
4 繊維製品	12167	12580	8660	7902	8611	5430
5 パルプ・紙・木製品	25183	33789	24661	22645	17112	13251
6 印刷・出版	14795	20567	31242	42432	44313	47460
7 皮革・同製品	0	4	73	69	163	417
8 ゴム・プラスチック製品	173	28	5496	6267	7016	5461
9 化学製品	6330	6233	7864	7114	4938	6424
10 石油・石炭製品	340729	350902	214363	198381	235956	241814
11 薬業・土石製品	41817	58905	64703	58425	63237	61795
12 鉄鋼	13536	23444	22333	23954	17202	13994
13 非鉄金属	2261	3508	2376	2540	1949	2475
14 金属製品	27521	28813	37575	42064	41783	36613
15 一般機械	11494	17186	23489	4177	4295	10483
16 電気機械	4079	7046	8479	8238	2235	2623
17 輸送機械	36734	35852	36139	4396	4447	19863
18 精密機械	961	505	759	165	205	365
19 その他製造工業製品	8451	8324	3569	4317	4382	8136
20 建築	307898	305747	427719	425347	386669	392431
21 土木	148017	248987	286663	319923	391085	447549
22 電力	50924	85721	110109	99355	135222	141277
23 ガス・熱供給	1577	1898	3895	3673	4144	4751
24 水道・廃棄物処理	28936	31195	46410	55963	68178	83317
25 商業	197336	246491	360114	375551	449766	455647
26 金融・保険・不動産	229887	268281	379918	484904	550483	812144
31 運輸	308562	235669	268179	393266	414737	414287
27 通信	20748	34298	51941	89161	114438	93023
28 公務	215099	198709	249100	289127	369046	417188
29 その他の公共サービス	246590	347995	346183	574224	752770	867463
30 その他のサービス	219354	356325	575840	686004	839795	894386
32 その他	51600	63305	55395	41642	47143	38187
33 合計	2908310	3412687	4109493	4684914	5369123	5933601

別生産誘発額で見ると、民間消費支出による生産誘発額増加が最も大きく、続いて一般政府消費支出、総固定資本形成、移輸出によって生産が支えられている。中でも一般政府消費支出による生産誘発の拡大が著しく75年（4218億円）から2000年（1.3兆円）と3倍もの伸びを示している。

表1の部門別誘発生産額をみると、最も大きいのがその他のサービスで、続いてその他の公共サービス 金融・保険の順となり、第三次産業の生産誘発額が大きいことが分かる。生産額の成長率（1975-2000）で見ても、通信部門（4.48倍）・その他のサービス部門（4.07倍）と大きく、全体的に第3次産業部門の生産誘発額の伸び率が高いことが分かる。

## 2 二酸化炭素直接排出量の推移

図2は、沖縄県における二酸化炭素排出量の推移（総量・最終需要別）を表している。1975年から2000年の動向を見ると、2つのトレンドがあることが分かる。まず総生産額の推移とは異なり二酸化炭素排出量は1975年～1985年は減少傾向、逆に1985年～2000年は増加傾向にあることがわかる。つまり、1985年を境とした二酸化炭素排出

量の減少トレンド（1975～1985）と上昇トレンド（1985～2000）の二期に分けられる。

最終需要別排出量の視点から見ていくと、二酸化炭素排出量は全般的に、移輸出・民間消費支出によって牽引されていることがわかる。上昇トレンドの中でも85年～95年は排出量が1.58倍も増加しているが、それは特に民間最終消費支出（1.7倍）と移輸出（1.6倍）によって牽引されたことためだと解釈できる。

沖縄県と全国の二酸化炭素排出量の推移（図3）を比較してみると。全国も同様に推移し、減少期と上昇期の二つのトレンドが存在する。

部門別二酸化炭素排出量の推移（表2）を見ると、化石燃料を直接燃焼し生産活動を行う割合が高い電力・運輸・石油石炭製品部門の値が突出しており、中でも電力の排出量が際だって大きい。

構成比率（図4）で見ていくと、電力が最も大きく、石油石炭製品、運輸の3つの業種で排出量のほとんどを占めていることが分かる。時系列で見ると電力が大きいのは変わらないが、石油石炭製品が減少し、運輸が取って代わって大きくなっている。2000年においては、電力部門だけで総排出

図2 二酸化炭素直接排出量の推移(最終需要別)

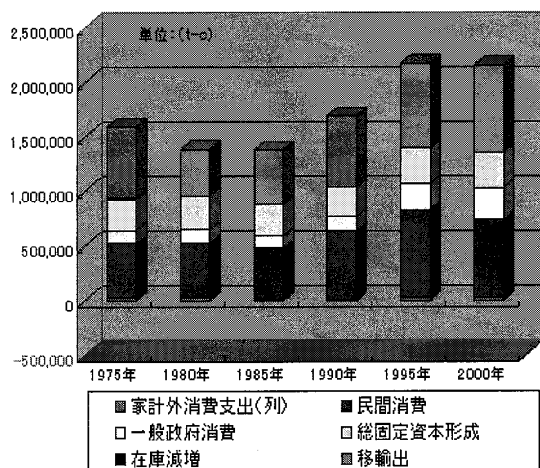


図3 二酸化炭素直接排出量の推移(全国)

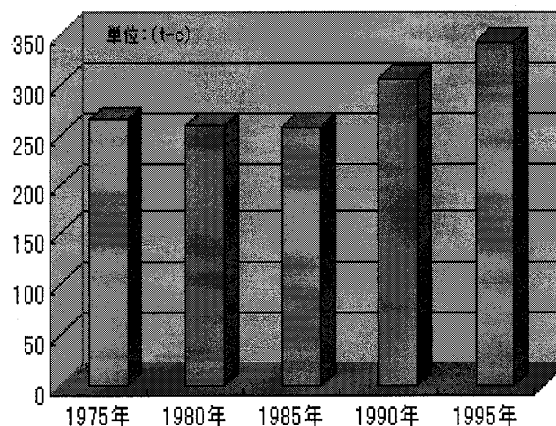
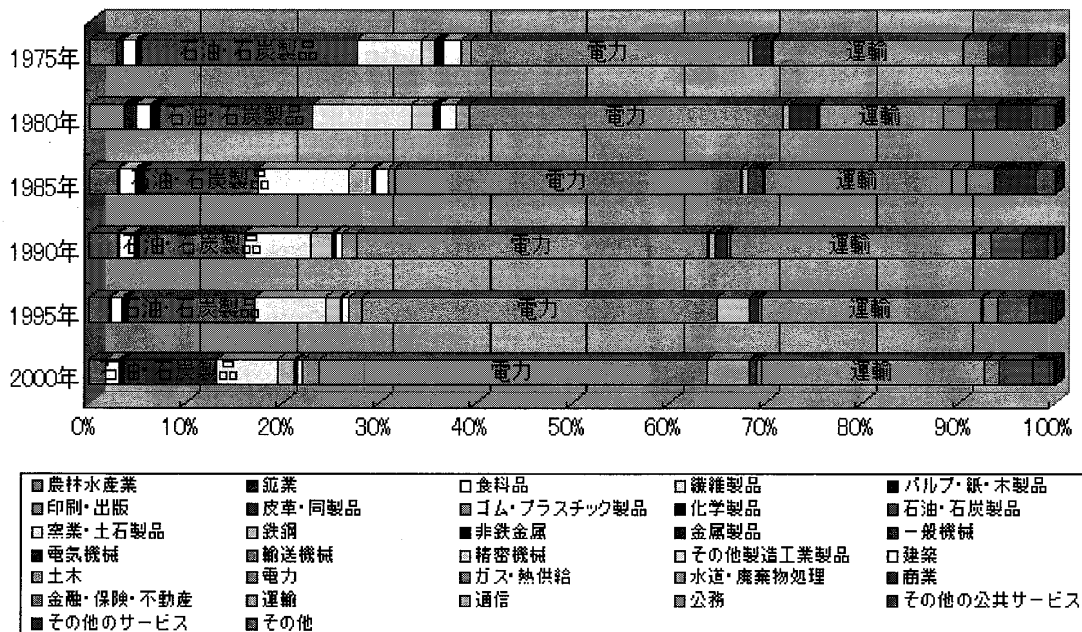


表2 部門別二酸化炭素直接排出量

	単位:t-c					
	1975年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年
1 農林水産業	42347	49201	38277	48094	44528	34657
2 鉱業	12813	16443	3610	2624	2216	2793
3 食料品	20134	21368	22575	25529	27652	27894
4 繊維製品	751	2101	1316	829	1151	741
5 パルプ・紙・木製品	3379	8126	7660	5767	5601	4675
6 印刷・出版	301	371	391	665	1271	1904
7 皮革・同製品	0	0	4	4	9	23
8 ゴム・プラスチック製品	31	4	308	473	612	558
9 化学製品	4157	2360	3476	3419	3242	3392
10 石油・石炭製品	356065	219388	162892	185231	284043	206864
11 窯業・土石製品	108863	143092	129530	115115	161466	137255
12 鉄鋼	21748	30423	31505	37718	33346	36559
13 非鉄金属	572	1234	618	716	457	604
14 金属製品	6492	4851	2723	2632	2920	3784
15 一般機械	882	1068	703	143	135	386
16 電気機械	337	422	196	170	51	79
17 輸送機械	1637	1446	1386	151	148	874
18 精密機械	60	28	17	4	6	13
19 その他製造工業製品	1226	494	135	157	168	381
20 建築	31798	22376	17018	12443	12325	12610
21 土木	16097	20906	10110	25734	32059	33974
22 電力	457654	449554	493185	615981	796983	867437
23 ガス・熱供給	923	619	756	801	929	893
24 水道・廃棄物処理	8217	9788	9189	13111	74376	93656
25 商業	29686	38554	21830	18667	17954	16587
26 金融・保険・不動産	2176	2404	1779	6476	6812	9214
31 運輸	312834	178561	267062	426949	497713	498263
27 通信	836	1651	946	1615	1804	1568
28 公務	42589	31169	21244	29606	33951	33823
29 その他の公共サービス	34262	43380	39804	55182	68803	71533
30 その他のサービス	28650	50700	57838	42416	54911	48985
32 その他	47085	34416	27901	14461	5483	2972
33 合計	1594603	1386499	1375982	1692880	2173124	2154954

図4 部門別二酸化炭素排出量(構成比率)





量の40%を占めており、次に排出量の大きな運輸部門の値を考慮に入れると、総二酸化炭素排出量の63%が電力・運輸部門から排出されていたことになる。

#### IV. 二酸化炭素排出要因分析

##### 1 排出量要因分析 (1975-2000年)

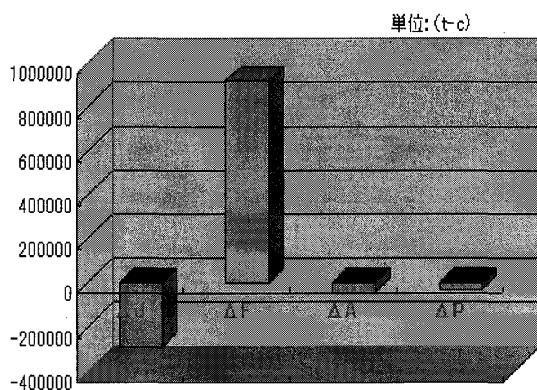
ここでは、1975年と2000年の2期間の二酸化炭素排出量変動を、要因分析手法を用いて、1)排出係数:  $\Delta d$  2)最終需要:  $\Delta F$ 、3)投入係数:  $\Delta A$ 、4)移輸入率  $\Delta P$  の変動による4つの変動効果に分け考察する。

図5は1975-2000年の変動要因別排出量の結果であるが、総排出量の増加は最終需要の変動により牽引されていたことがわかる。部門別で見ると、電力、運輸、窯

部門の排出量は50.6万 t と最終需要変動による排出増加の55%を占めていることがわかった。

最終需要以外の変動要因ではすべて排出量が減少している。排出係数の変動による排出量は28万 t 減少しており、部門別で見ると電力 (-14.5万 t)、石油・石炭製品 (-6.5万 t) の減少が大きい。投入係数の変動による排出量は、全体として4.6万 t 減少しているが、石油石炭製品 (-3.8万 t)、窯業・土石製品部門 (-2.4万 t) が減少が目立つ。移輸入率の変動による排出量は2.8万 t 減少しているが、変動要因の寄与率としては小さい。部門別にみると運輸部門が4.9万 t 減少していることが特徴的である。

図5 1975年-2000年 変動要因別排出量



##### 2 排出量トレンドの要因分析

(1975-1985・1985-2000)

時系列における二酸化炭素排出量分析結果で、逆S字型のトレンド (1975-1985・1985-2000) があることが確認できた。一つは75年から85年にかけての減少トレンド、もう一つは85年から2000年にかけての上昇トレンドである。ここでは、この排出量トレンドの要因を解明するために、75-85年

図6 最終需要の変動による効果:  $dt+1+Bt+1(\Delta F)$

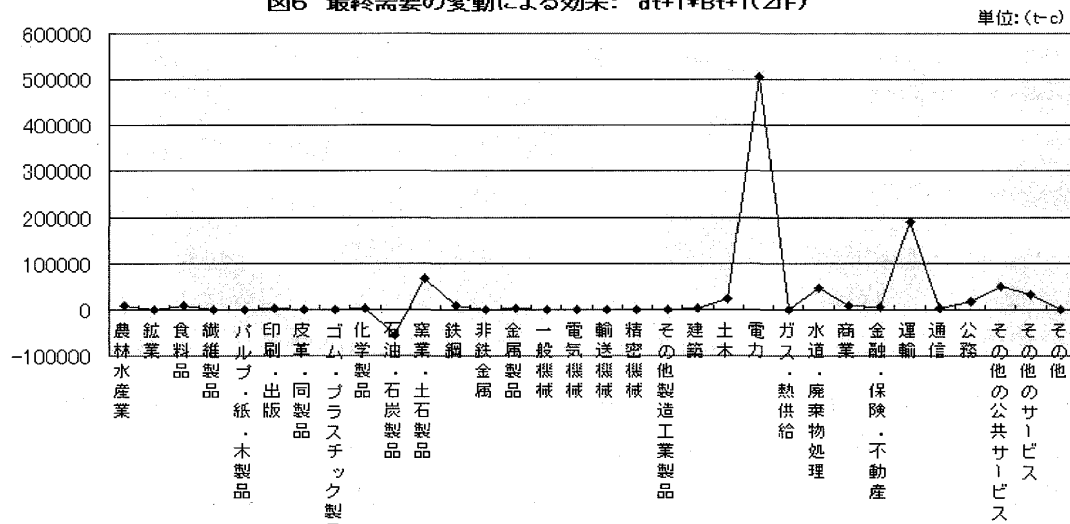
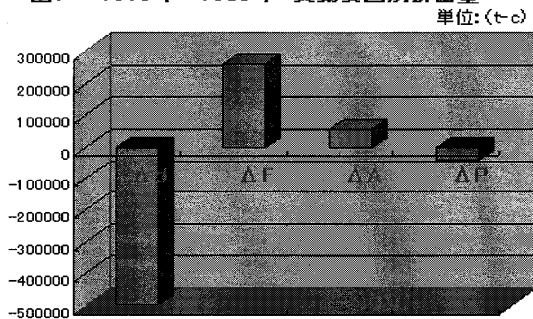


表3 1975年-2000年 部門別変動要因効果

		単位:(t-c)			
		△dによる効果	△Fによる効果	△Aによる効果	△Pによる効果
1	農林水産業	1,495	7,802	▲ 11,090	▲ 5,897
2	鉱業	▲ 11,015	▲ 386	▲ 1,067	2,449
3	食料品	▲ 736	8,990	▲ 193	▲ 301
4	繊維製品	909	▲ 858	▲ 63	2
5	ノリ・紙・木製品	5,506	▲ 836	▲ 90	▲ 3,285
6	印刷・出版	293	1,112	117	82
7	皮革・同製品	0	22	0	1
8	ゴム・プラスチック製品	▲ 14	322	168	50
9	化学製品	▲ 814	1,364	8	▲ 1,323
10	石油・石炭製品	▲ 64,583	▲ 56,947	▲ 37,795	10,123
11	窯業・土石製品	▲ 15,981	65,977	▲ 24,055	2,451
12	鉄鋼	13,616	8,056	▲ 28,659	21,798
13	非鉄金属	▲ 21	69	▲ 26	9
14	金属製品	▲ 3,647	1,115	▲ 387	212
15	一般機械	▲ 459	138	▲ 44	▲ 131
16	電気機械	▲ 214	▲ 24	▲ 0	▲ 20
17	輸送機械	▲ 20	97	▲ 46	▲ 794
18	精密機械	▲ 24	▲ 18	▲ 0	▲ 4
19	その他製造工業製品	▲ 830	26	2	▲ 43
20	建築	▲ 21,905	2,711	9	▲ 3
21	土木	▲ 4,861	22,738	0	0
22	電力	▲ 144,984	505,846	51,436	▲ 2,515
23	ガス・熱供給	▲ 627	503	110	▲ 17
24	水道・廃棄物処理	24,310	47,004	14,563	▲ 439
25	商業	▲ 22,502	9,695	130	▲ 422
26	金融・保険・不動産	432	6,527	▲ 1	79
27	運輸	58,274	190,272	▲ 13,423	▲ 49,694
28	通信	▲ 486	1,121	111	▲ 14
29	公務	▲ 25,150	15,951	381	52
30	その他の公共サービス	▲ 13,927	50,749	525	▲ 75
31	その他のサービス	▲ 16,636	32,454	4,980	▲ 463
32	その他	▲ 43,069	▲ 258	▲ 1,172	386
	合計	▲ 287,671	921,336	▲ 45,569	▲ 27,746
	総量(△d+△F+△A+△P)		560,351		

図7 1975年-1985年 変動要因別排出量



/85-2000年の2期間について二酸化炭素排出要因分析を行った。

1) 1975-1985年

75-85年期のマイナス変動要因について、1)排出係数:△d、2)最終需要:△F、3)投入係数:△A、4)移輸入率△Pの4つ変動要因について分析を行った。1975-1985年の排出量の変動効果を合計した部門別総排出量変化はマイナスのトレンドとなって

いる。変動要因別にみると、排出係数の変動によるマイナス効果(-49.7万t)が最終需要の変動によるプラス効果(26万t)を大きく上回り、排出量の減少トレンドを形成したことが分析結果から読み取れる。

(1) 排出係数の変動による効果

排出係数の変動による排出量は、全体として減少(-50万t)している。最も減少している部門は、一番に電力(-23万t)であり、排出係数の変動に関していえば電力部門が排出量削減をもたらした主要因と位置づけられる。

(2) 最終需要の変動による効果

最終需要の変動による排出量は、全体として増加(26万t)している。最も増加しているのは主に電力(19万t)、減少しているのは石油・石炭製品(9.4万t)である。

### (3) 投入係数の変動による効果

投入係数の変動による排出量は、全体として増加(5.7万 t)している。部門別に見ていくと、最も増加しているのは電力(8万 t)、次に窯業・土石(1万 t)であり、電力が突出している。減少しているのは、運輸(-2.8万 t)で次に農林水産(-0.7万 t)もやや減少している。

### (4) 移輸入率の変動による効果

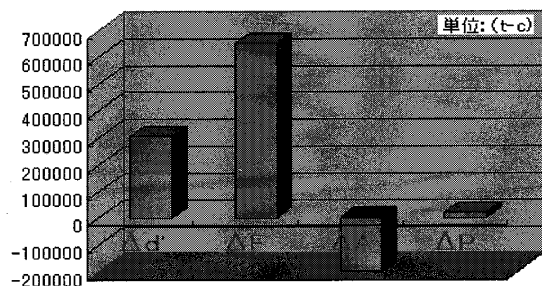
移輸入率の変動による排出量は、全体として減少(-3.9万 t)している。

部門別に見ていくと、増加しているのは鉄鋼(0.8万 t)で、次に鉱業(0.5万 t)である。減少しているのは、運輸(-0.3万 t)で、次に窯業・土石(-0.8万 t)であり運輸が突出している

## 2) 1985-2000年

図8から、1985-2000年に最終需要による二酸化炭素排出量の増加が大きく、全体の二酸化炭素排出量の増加トレンドを牽引したことがわかる。また1975-1985年期のマイナス要因であった排出係数の変化は、一転して排出量増加要因へと変っていることが分かる。最終需要と排出係数の変化による二酸化炭素排出量の増加は投入係数の変動による排出の減少を大きく上回り、全体を引き上げていることが分かる。4つの変動要因別に排出量の変化は以下の通りで

図8 1985年-2000年 変動要因別排出量



ある。

### (1) 排出係数の変動による効果

排出係数による変動は全体としてプラスの要因(30万 t)となっている。最も増加しているのは電力(18.3万 t)となっており、次いで運輸(5.5万 t)、水道・廃棄物(4.3万 t)となっている。

### (2) 最終需要の変動による効果

最終需要による変動は全体としてプラスの要因(65万 t)となっている。最も増加しているのは電力(27.7万 t)、次いで運輸(16.4万 t)、石油・石炭製品(5.6万 t)という順になっている。

### (3) 投入係数の変動による効果

投入係数による変動は、全体としてマイナス要因(19.5万 t)が大きくなっている。最も減少しているのは電力(-7.5万 t)、次いで窯業・土石製品(-5.7万 t)、石油・石炭(-5.2万 t)の順と続く。また、運輸(1.7万 t)、水道・廃棄物処理(1.5万 t)がわずかながら増加している。

### (4) 移輸入率の変動による効果

移輸入率の変動による要因(1.7万 t)は、いくつかの部門で若干の増減がみられるものの、特に言及すべき変動が生じた産業部門は見当たらない。増加を示している部門の中で最も大きいのは、窯業土石製品(2万 t)、次いで石油・石炭製品(1.9万 t)、鉄鋼(1.2万 t)、という順になっている。減少している部門としては電力(-1万 t)、農林水産業(-0.8万 t)、運輸(-0.5万 t)となっているがトレンドを決めるほどの影響はない。

二酸化炭素排出量トレンドは、排出係数と最終需要の変動要因の影響が全体の推移を決めていることがわかる。75-85年にかけては二酸化炭素排出係数が減少したため、それが総排出量を減少させる牽引役として

働いた。しかし、85-2000年以降、排出係数の悪化は逆に排出量を増加させ、結果として総排出量も増加させる要因となった。これに最終需要による排出量増加が伴い、総排出量は大幅に増加したと考えられる。

## V. 環境効率性及び環境収容能力

### 1 環境効率性

(Environmental-Efficiency)

環境効率性は、「持続可能な開発のための経済人会議 (WBCSD; World Business Council for Sustainable Development)」(1992) において始めて提唱された。WB CSD はその定義を『一企業・一産業部門もしくは経済全体で生産された生産物およびサービスの価値を「産出」、その企業・部門もしくは経済によって生成される環境に対する圧迫の合計を「投入」としたとき、産出を投入で除した割合のこと』<sup>(1)</sup>と定め

ている。つまり、同じ機能・役割を果たす財やサービスの生産の際発生する環境負荷が小さければ、それだけ環境効率性が高いことになる。

ここでは、環境効率性を沖縄県の粗付加価値額/二酸化炭素排出量 (環境負荷量) で求めた。これは二酸化炭素1単位あたりの付加価値額を示している。

1975年から1985年までは環境効率性は急激に上昇した。しかし、1985年から1995年において低下傾向を示し、環境効率が悪化している。その後1995年から2000年にかけては再び上昇している。

環境効率は、粗付加価値額を環境負荷 (二酸化炭素排出量) で除することで求められるが、上記の式 (8) をさらに分解すると、環境効率性とは、つまり粗付加価値率 ( $\alpha$ ) と排出係数 ( $d$ ) の関係で決まることがわかる。要因分析の項で推計したよ

表4 1975-1985年 部門別変動要因効果

		単位: (t-c)			
		△dによる効果	△Fによる効果	△Aによる効果	△Pによる効果
1	農林水産業	▲ 8,405	9,618	▲ 6,657	1,374
2	鉱業	▲ 10,865	▲ 1,520	▲ 1,720	4,902
3	食料品	▲ 5,058	6,809	385	305
4	繊維製品	1,097	▲ 473	▲ 51	▲ 9
5	パルプ・紙・木製品	4,444	1,234	59	▲ 1,455
6	印刷・出版	▲ 116	150	54	2
7	皮革・同製品	0	3	0	0
8	ゴム・プラスチック製品	▲ 22	119	141	38
9	化学製品	▲ 1,359	795	▲ 132	15
10	石油・石炭製品	▲ 97,149	▲ 93,967	1,813	▲ 3,869
11	窯業・土石製品	▲ 25,148	44,045	10,299	▲ 8,580
12	鉄鋼	▲ 2,653	6,607	▲ 2,393	8,196
13	非鉄金属	16	▲ 8	▲ 23	61
14	金属製品	▲ 4,498	165	▲ 317	880
15	一般機械	▲ 538	336	20	3
16	電気機械	▲ 243	92	4	6
17	輸送機械	▲ 228	260	▲ 530	247
18	精密機械	▲ 38	▲ 4	▲ 0	▲ 0
19	その他製造工業製品	▲ 906	▲ 112	▲ 48	▲ 24
20	建築	▲ 19,548	4,510	247	10
21	土木	▲ 10,877	4,890	0	0
22	電力	▲ 229,565	187,040	31,413	▲ 3,358
23	ガス・熱供給	▲ 617	379	75	▲ 3
24	水道・廃棄物処理	▲ 2,488	2,425	1,014	21
25	商業	▲ 17,723	10,169	▲ 841	540
26	金融・保険・不動産	▲ 1,099	704	▲ 31	30
27	運輸	▲ 5,556	22,582	▲ 27,947	▲ 34,851
28	通信	▲ 458	485	33	50
29	公務	▲ 24,245	2,742	194	▲ 36
30	その他の公共サービス	▲ 5,908	12,353	▲ 900	▲ 2
31	その他のサービス	▲ 6,618	31,006	4,468	332
32	その他	▲ 21,096	7,936	▲ 1,407	▲ 4,617
合計		▲ 497,467	261,369	57,220	▲ 39,743
総量(△d+△F+△A+△P)		▲ 218,621			

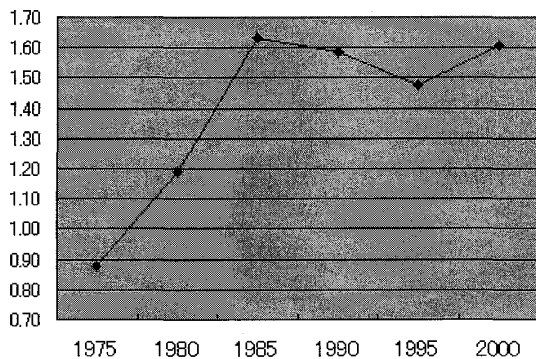
	△dIによる効果	△Fによる効果	△Aによる効果	△PIによる効果
1 農林水産業	11,164	14	▲ 6,781	▲ 8,018
2 鉱業	▲ 278	782	▲ 375	▲ 946
3 食料品	6,471	1,082	▲ 1,046	▲ 1,188
4 繊維製品	▲ 133	▲ 421	▲ 29	9
5 パルプ・紙・木製品	1,040	▲ 1,337	▲ 360	▲ 2,328
6 印刷・出版	863	716	▲ 252	187
7 皮革・同製品	1	18	▲ 1	2
8 ゴム・プラスチック製品	254	139	▲ 104	▲ 39
9 化学製品	676	864	94	▲ 1,718
10 石油・石炭製品	20,489	56,337	▲ 51,978	19,126
11 窯業・土石製品	14,183	30,147	▲ 57,125	20,519
12 鉄鋼	26,842	5,454	▲ 39,431	12,190
13 非鉄金属	▲ 39	125	▲ 36	▲ 64
14 金属製品	1,161	1,242	▲ 86	▲ 1,255
15 一般機械	162	▲ 156	▲ 83	▲ 240
16 電気機械	60	▲ 129	▲ 1	▲ 46
17 輸送機械	205	▲ 84	38	▲ 670
18 精密機械	11	▲ 9	0	▲ 5
19 その他製造工業製品	32	157	62	▲ 4
20 建築	▲ 3,274	▲ 804	▲ 311	▲ 18
21 土木	11,651	12,213	0	0
22 電力	182,884	277,024	▲ 75,045	▲ 10,611
23 ガス・熱供給	▲ 24	132	63	▲ 34
24 水道・廃棄物処理	42,980	27,780	14,578	▲ 871
25 商業	▲ 8,720	3,486	853	▲ 862
26 金融・保険・不動産	2,532	4,680	213	11
27 運輸	55,476	164,026	16,703	▲ 5,005
28 通信	▲ 71	636	167	▲ 110
29 公務	▲ 1,048	13,226	213	189
30 その他の公共サービス	▲ 11,257	41,413	1,682	▲ 109
31 その他のサービス	▲ 26,300	14,956	4,183	▲ 1,693
32 その他	▲ 23,589	▲ 1,587	▲ 1,159	1,407
合計	304,404	652,121	▲ 195,355	17,802
総量(△d+△F+△A+△P)		778,972		

環境効率性 = GDP / 環境負荷 (二酸化炭素排出量)

$$= \alpha BF / dBF \dots\dots (8) \text{ ただし、} \alpha : \text{粗付加価値率}$$

	1975	1980	1985	1990	1995	2000
粗付加価値額(百万円)	1,401,282	1,649,042	2,243,472	2,684,937	3,211,994	3,458,658
排出量(t-c)	1,594,603	1,386,499	1,375,982	1,692,880	2,173,124	2,154,954
環境効率性	0.88	1.19	1.63	1.59	1.48	1.60

図9 環境効率性の推移



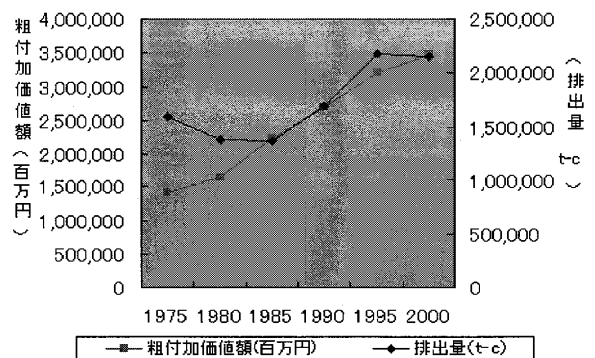
うに、1975-1985年、排出係数は大幅に改善にされたが、1985-2000年にかけて排出量を増加させる要因へと転じた。分子である排出係数の増減にあわせるように環境効率性が推移していたことがわかる。

表7より環境効率性を部門別に考察すると、①金融・保険・不動産 ②印刷出版の値が際だって大きいことがわかる。金融・保険・不動産部門に関していえば、粗付加価値率が80%と高水準であることと、二酸化炭素排出係数が他の産業部門に比べかな

表7 部門別環境効率性

	1975年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年
1 農林水産業	1.79424	1.61786	2.27159	1.73352	1.49623	1.66507
2 鉱業	0.57241	0.56249	2.99794	4.38374	3.92397	3.18366
3 食料品	1.60509	2.05238	3.32515	2.72790	3.05086	3.80314
4 繊維製品	4.87230	2.24506	3.02440	3.81555	3.13479	3.06923
5 パルプ・紙・木製品	2.12977	1.09496	1.12295	1.42976	1.29548	1.19675
6 印刷・出版	24.04779	26.72228	44.12864	34.71126	18.24661	13.71988
7 皮革・同製品	0.00000	16.19177	9.58879	8.61997	7.90292	7.55869
8 ゴム・プラスチック製品	2.75451	3.25368	6.18983	4.98933	4.61871	3.38408
9 化学製品	0.44873	0.81437	0.63822	0.69105	0.59370	0.73644
10 石油・石炭製品	0.08575	0.20594	0.31923	0.40744	0.41653	0.26964
11 窯業・土石製品	0.12410	0.09901	0.15151	0.18667	0.15407	0.15812
12 鉄鋼	0.05725	0.09609	0.07755	0.08609	0.11586	0.05331
13 非鉄金属	1.13487	0.65305	0.97850	0.95979	1.07155	1.06538
14 金属製品	1.80182	2.17792	6.27851	7.41306	6.38737	4.45865
15 一般機械	3.84360	4.10187	13.37236	9.40979	10.50835	9.03471
16 電気機械	3.27105	3.89900	15.44613	21.31722	19.89148	10.99678
17 輸送機械	6.42933	10.01824	12.41641	8.68508	11.37471	5.75813
18 精密機械	6.77099	6.32420	22.70600	23.10172	14.95787	12.61820
19 その他製造工業製品	2.31768	5.90047	14.49821	9.04018	9.62071	6.27225
20 建築	4.13592	5.17425	10.66037	15.21591	14.67107	15.19609
21 土木	4.32327	5.11597	11.37344	5.21543	5.68705	6.04271
22 電力	0.04365	0.03797	0.09088	0.07563	0.09189	0.07621
23 ガス・熱供給	0.92173	1.14431	2.37806	2.77088	2.66514	2.97757
24 水道・廃棄物処理	2.29258	2.04940	3.32394	2.70646	0.59571	0.53602
25 商業	4.67128	4.37222	11.06372	13.87186	17.78177	19.35303
26 金融・保険・不動産	84.89643	90.26051	176.30522	59.57206	66.82277	71.21577
27 運輸	0.40005	0.69158	0.60019	0.52374	0.47780	0.45051
28 通信	20.82941	15.52488	43.34700	43.38912	45.98646	39.58009
29 公務	3.53879	4.89923	9.05312	6.61767	7.24123	7.44467
30 その他の公共サービス	5.31633	5.53879	6.42736	7.16455	7.50207	8.27713
31 その他のサービス	4.50078	3.98525	5.73175	9.48643	8.77623	10.29198
32 その他	0.44990	0.09798	0.11762	0.90665	3.48833	3.65750

図10 粗付加価値額と排出量の推移



り低いことが要因となり、このような高い環境効率性を示している。一方、2次産業および電力等のエネルギー集約型の産業は排出係数が高いことから、環境効率性が低い傾向がある。

環境効率性を、粗付加価値額と排出量の推移に戻したグラフが図10である。粗付加価値額の値は、1975年以降常に増加傾向にあるが、排出量は1975-1985年にかけて減少している。つまり、経済成長と環境負荷の切り離し(デカップリング: Decoupling)<sup>(2)</sup>状態にあったと言える。しかし、1985年以降、排出係数及び最終需要の変動により排出量が増加し、環境負荷型の経済構造へ移行したことがわかる。

## 2 環境収容能力 (Carrying Capacity)

これまで、沖縄における二酸化炭素排出量の推移及び動向の要因分析を行った。さらに、環境効率についても分析した。環境分析をする上で、もっとも大事なキーワードのひとつは環境へのインパクトが環境許容範囲以内であるかを判断する環境収容能力である。「自然界の物質循環への負荷の



少ない社会を目指した資源消費水準のあり方検討調査」<sup>(3)</sup>によると、環境収容力 (Carrying Capacity) とは環境が資源を供給し排出物を受容する能力をさし、「持続可能な発展」とは環境収容能力内に人間の資源消費や排出汚染を抑え発展が進むことをさす。これを産業活動によって排出された二酸化炭素に関していえば、排出された二酸化炭素を沖縄の自然 (森林) が吸収できる範囲内にあるか否かが「持続可能な排出量」のひとつの基準となる。沖縄の森林で吸収されなかった二酸化炭素は沖縄外へと放出され、それが地球温暖化の原因の一部になるが、その環境収容能力を超えた状態をオーバーシュートという。

ここでは沖縄の産業活動によって排出された二酸化炭素が、沖縄の環境収容能力に対しどのレベルの排出量であるのか、エコロジカル・フットプリント (Ecological Footprint: 以下 EF 分析) を用いて分析する。エコロジカル・フットプリント指標とは「ある特定の地域の経済活動、またはある特定の物質水準の生活営む人々の消費活動を永続的に支えるために必要とされる生産可能な土地面積および水域面積の合計、あるいは、ある地方で必要とされる資源を永続的に生み出し、かつそこで排出される物質を継続的に吸収処理するために必要と

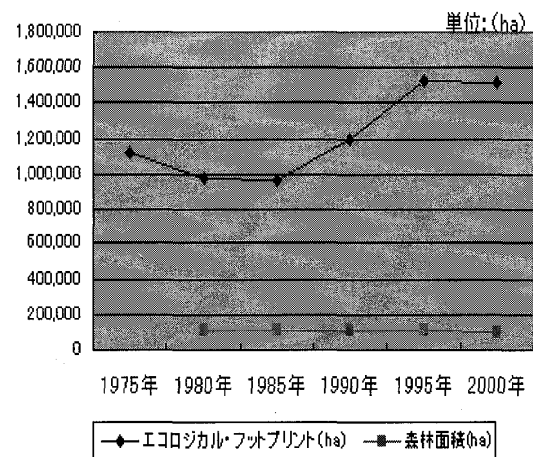
なる生態系・水土の面積の合計」 (William E. Rees)<sup>(4)</sup>と定義されている。

本来の EF 分析は、①農地 ②牧草地 ③森林地 ④エネルギー地 (二酸化炭素吸収地) ⑤生産能力阻害地 ⑥海洋・淡水地の6つのカテゴリーで包括的な環境負荷分析をおこなうのだが、本研究では、④のエネルギー地に絞り分析をすすめる。<sup>(5)</sup>

産業活動により排出される二酸化炭素を吸収するために必要な面積 (EF<sub>CO2</sub>) を求める式は以下のように示される。(1)式より得られた土地面積: EF<sub>CO2</sub>と、沖縄県の森林面積 (環境収容能力) とを比較することで、沖縄における二酸化炭素排出量が沖縄の環境収容能力内かまたはオーバーシュートの状態なのかを検討する。

分析結果 (図11・表8) は、二酸化炭素

図11 エコロジカル・フットプリント(二酸化炭素吸収地)



$$EF (CO_2) = E \div Q$$

ただし、E: 二酸化炭素の排出量

Q: 世界における森林の二酸化炭素吸収率の平均 = 1.42tC/ha/year

表8 エコロジカル・フットプリント (二酸化炭素吸収地)

	1975年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年
排出量(t)	1,594,603	1,386,499	1,375,982	1,692,880	2,173,124	2,154,954
エコロジカル・フットプリント (ha)	1,122,960	976,408	969,001	1,192,169	1,530,369	1,517,573
森林面積(ha)		113380	108,738	107,316	105,338	103,626

世界の森林の二酸化炭素吸収効率 1.42tC/ha/year ◊ 森林面積(沖縄): 『土地対策の概要』 沖縄県企画開発部

排出量がすでに沖縄の環境収容能力を超えたオーバーシュートの状態にあることを示している。その乖離は分析対象期間の1975年から2000年を通して存在する。沖縄の産業活動によって排出された二酸化炭素を吸収するためには、排出量が最も少ない1985年で969,001ha、最も排出量の大きな1995年で1,530,369haもの森林を必要としているが、沖縄の森林面積はそれぞれ108738ha、105338haでしかない。

産業活動によって排出された二酸化炭素を沖縄の森林ですべて吸収するためには現在の9～15倍もの森林面積を必要とする。要約すれば、沖縄の産業活動によって排出された二酸化炭素は本県の環境収容能力を遥かに超えたオーバーシュートの状態であり、吸収されない二酸化炭素は温室効果ガスとして地球環境にダメージを与えている。換言すると、沖縄は他地域に温室効果ガスを放出している環境負荷輸出超過県だといえる。

#### 注

- (1) World Business Council for Sustainable Development(2000), "Eco-efficiency: Creating more value with less impact."
- (2) Research on the Scientific Basis for Sustainability(2006), 『サステナビリティの科学的基礎に関する調査 2006』によると、デカップリング(decoupling)とは「分離」を意味し、環境分野では、環境負荷の増加率が経済成長の伸び率を下回っている望ましい状態を指す。特に、経済が成長する一方で、環境負荷が減少する状態を絶対的デカップリングという。

- (3) 国土交通省国土計画局(2004), 「自然界の物質循環への負荷の少ない社会を目指した資源消費水準のあり方検討調査」
- (4) Rees, W.E. "Revisiting Carrying Capacity: Area-based Indicators of Sustainability." *Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies*. 1996, p17(3)
- (5) EF分析は原則 Responsibility Principle(責任主義)の立場をとるが、本研究では Geographical Principle(地理主義)の立場をとっているため、本来のEF分析とは若干意味合いが異なることに留意する必要がある。

#### 結び

本研究では、1975～2000年の25年間6時点の沖縄県産業連関表と国立環境研究所が作成した二酸化炭素排出量データを用いて、沖縄県の産業活動による二酸化炭素排出量を算出し、これによって得られたデータを元に排出量の時系列・要因分析を行い、さらに排出量の値を環境効率と環境収容能力との関係から分析を進めた。

本研究によって得られた要点を以下のようにとまとめた。

- ① 沖縄の生産額及び二酸化炭素排出量(1975～2000)の分析結果から、両者の推移に特徴的な違いが確認された。1975～1985年は、生産額の増加に反して二酸化炭素排出量は減少し、1985～2000年に関しては生産額の成長率よりも排出量の増加率が上回る勢いで排出量が拡大している。排出量の推移を最終需要項目別に



見ると、全体を通して移輸出・民間消費支出によって排出が誘発されていることがわかった。部門別排出量は、分析期間を通して電力・運輸・石油石炭製品部門の値がかなり突出している。2000年には、電力・運輸の2部門だけで排出量全体の63%を占めていることがわかった。

② 要因分析を適応して、1975-2000年の変動要因別排出量の増加は、最終需要の変動により牽引されていたことがわかった。2つの排出トレンド(1975-1985, 1985-2000)における二酸化炭素排出量の変動要因を分析した結果、減少トレンド(1975-1985)期においては二酸化炭素排出係数による変動(-49.7万t)による効果が、二酸化炭素排出量を減少させる主要因であり、また、上昇トレンド(1985-2000)期には、最終需要の変動による影響(65.3万t)が排出量を増加させる主要因であることがわかった。二酸化炭素排出係数の変動による効果は、減少トレンド期とは一転して増加させる要因へと動いた。

③ 環境効率の観点から沖縄の産業構造と排出量の関係を考察した結果、1975-1985年にかけて環境効率は大幅に増加、その後1985-1995年にかけて緩やかに下降、1995-2000年にかけて効率性が高まる傾向にあったことがわかった。分子である粗付加価値額が常に増加していることから、環境効率の増減の要因は分母である二酸化炭素排出量の増減に左右され、上記の要因分析の結果を加味すると、排出係数や最終需要による排出量変動が環境効率性を決める鍵となっていることがわかった。一方、排出量と沖縄の環境収容能力

の関係をEF分析によって求めたが、沖縄の産業活動から排出される二酸化炭素の総量は、本県の森林が吸収できる値の9-15倍ほどオーバーシュートの状態であり、二酸化炭素排出に関して言えば、沖縄の現状は持続可能な社会とは程遠いことが確認された。

今後の課題として、部門別排出量が全体の63%と大きなウェイトを占めている電力・運輸部門の排出量をどう削減していくか考察する必要がある。また、今回は資料の制約上、在沖米軍基地を研究地域対象から除外した。しかし、同基地施設が沖縄県面積の24%前後を占めている現実を鑑みると、二酸化炭素排出量および環境収容能力への影響を無視することはできない。さらなる検討を必要とする。

#### <参考文献>

1. 阿部宏史, パク・サンチュル, 永禮拓也(2004・2005), 「経済のサービス化と雇用創出の地域間格差(地域産業連関表に基づく分析)」, 地域学研究35(1), P. 17-35
2. 阿部宏史・谷口守・高岡昇平(2002), 「地域間産業連関モデルによる地域経済構造と二酸化炭素排出の分析」, 地域学研究33(3), P. 1-21
3. 阿部宏史・谷口守・中川拓哉(1999), 「地域間産業連関表データを用いた資源・エネルギー消費構造変化の分析」, 地域学研究30(1), P. 251-265
4. 伊佐良次(2005), 「持続可能な発展と観光消費に伴う環境負荷の推計-沖縄観光の事例-」 The 19<sup>th</sup> Pacific Regional Science Conference (PRSCO)

5. 沖縄県 家計調査
6. 沖縄電力, 『環境行動レポート 2005』
7. 吉岡完治・大平純彦・早見均・鷺津明由・松橋隆治 (2003) 「環境の産業連関分析」日本評論社
8. 宮沢健一 (2002) 「産業連関分析入門」日経文庫
9. 橋本博徳 (2005), 「接続産業連関表の作成－平成2－7－12年接続産業連関表」, 産業連関 Vol.13, No.3 P. 3－15
10. 近藤美則・森口祐一・清水浩 (1994), 「産業連関表による CO<sub>2</sub>排出構造の経時的分析と分析における部門数別誤差の解析」, 産業連関 Vol.15, No.2 P. 77－85
11. 金子 「資源・エネルギー制約と産業連関」産業連関分析・第4章
12. 高瀬浩二・鷺津明由(2004), 「持続可能な消費社会の産業連関分析－廃棄物環境家計簿の作成分析」, 産業連関 Vol.12, No.1 P.25－33
13. 総務庁 (総務省), 『産業連関表 総合解説編』, 1975年, 1980年, 1985年, 1990年, 1995年, 2000年度
14. 総務庁 (総務省) 『接続産業連関表 総合解説編』, 1970－1975－1980, 1975－1980－1985, 1980－1985－1990, 1990－1995－2000
15. 谷口守・阿部宏史・重兼薫: 「エコロジカル・フットプリントに基づく都道府県別超過環境負荷の算出」、日本地域学会
16. 藤川「グローバル経済の産業連関分析」
17. 得津一郎, 藤川清史(2001), 「産業連関分析入門 (5)－スカイライン分析と産業構造変化の分析－」, 産業連関 Vol10, No.1 P.61－75
18. 福田篤史・森杉雅史・井村秀文 (2001) 「日本のエコロジカル・フットプリント－土地資源に着目した環境指標に関する研究」、環境システム研究論文集 Vol.29, pp. 197－206.