

運輸部門を細分化した地域産業連関表に基づく二酸化炭素排出動向の分析*

An Application of Regional Input-Output Model to the Analysis of Carbon Dioxide Emission from Transport Sectors in Japanese Regions *

新家誠憲***・阿部宏史**・永禮拓也***

By Tomonori SHINKE***・Hirofumi ABE**・Takuya NAGARE***

1. はじめに

運輸部門は、これまで我が国の地域や都市を支える基幹的インフラとして重要な役割を担ってきた。しかし、環境面から見ると、運輸部門はわが国の二酸化炭素排出量の約 20%を占めており、地球温暖化対策では、運輸部門からの温室効果ガス削減が急務となっている。地球温暖化問題は、資源・エネルギーを大量消費する現代社会の構造的な問題であり、効果的な政策の立案に当たっては、経済循環構造と環境負荷との関係を定量的に把握する事が重要である。そして、この目的のためには、国全体、あるいは地域全体で財貨及びサービスの流れを総合的に把握できる産業連関表の利用が有効と考えられる。

そこで、本研究では、経済産業省が全国 9 地域別に作成している地域産業連関表から、運輸部門を細分化した地域産業連関表を作成するとともに、国立環境研究所の二酸化炭素排出量データを利用し、1980～95 年の全国 9 地域を対象として、運輸部門を中心とした二酸化炭素排出の地域構造を分析する。

2. 分析の構成

(1) 地域産業連関表データ

本研究の基礎データは、経済産業省が 5 年毎に公表している全国 9 地域別の産業連関表であり、1980～95 年の 15 年間、5 年毎・4 時点のデータを用いる。なお、地域産業連関表は、各年次の名目値で表記されているため、分析を

*キーワード：地球環境問題，環境計画，地域産業連関分析
**正員，工博，岡山大学環境理工学部環境デザイン工学科（岡山市津島中3-1-1，TEL.086-251-8849，FAX.086-251-8866，E-mail:abe1@cc.okayama-u.ac.jp）
***学生員，岡山大学大学院自然科学研究科

行う際には、時点間での貨幣価値の統一が必要となる。本研究では、1975 - 80 - 85 年及び 1985 - 90 - 95 年の接続産業連関表(全国表)を利用し、1995 年の実質値に統一した。

産業部門の設定に当たっては、地域産業連関表の基本表における部門分類(1990 年表では 412×528 部門)を統合することにより、図 1 と図 2 に示す運輸部門を 11 部門に細分化した 41 部門を設定した。

図 1 は、運輸関連部門を一括した産業 31 部門の全国総生産額の推移とシェアの変動を示したグラフである。総生産額は産業全体で増加傾向にあり、部門別では、サービス業、商業などの総生産額とシェアの伸びが著しい。運輸部門の総生産額は増加傾向

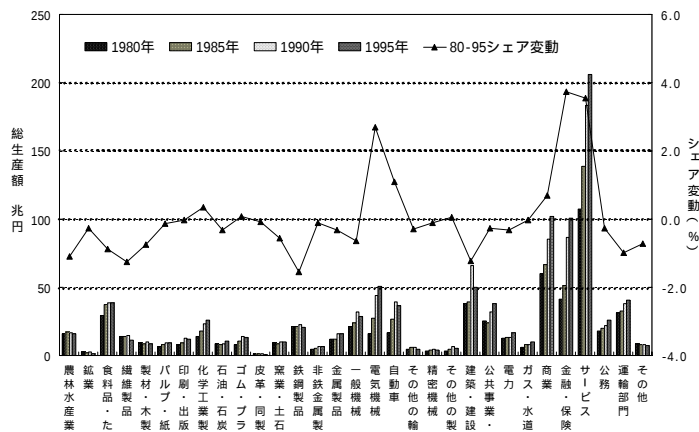


図 1 産業31部門の総生産額の推移とシェア変動（1980～95年）

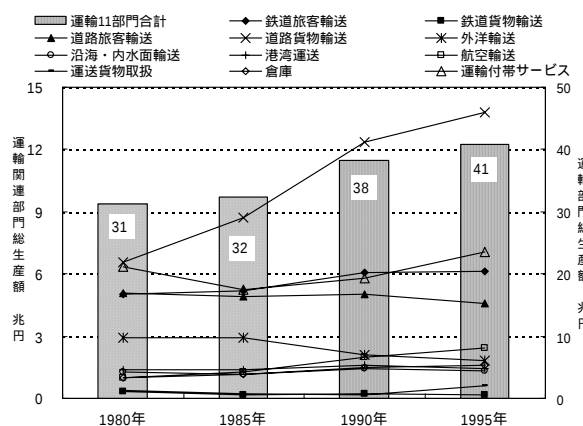


図 2 運輸関連11部門の総生産額の推移（1980～95年）

にあるが、全産業に占めるシェアは低下している。

図2は、運輸関連11部門の総生産額の推移である。運輸部門の中では、道路貨物輸送の生産額増加が著しく、他の運輸関連部門の総生産額は横ばい状態にあることから、運輸部門の総生産額増加は、道路貨物輸送の成長に起因していると言える。

(2) 二酸化炭素排出量データ

二酸化炭素排出量は、国立環境研究所・京都大学大学院エネルギー科学研究科による推定値⁴⁾を利用する。このデータは、1975～95年の全国産業連関表に基づいて、各部門のエネルギー消費や大気汚染物質の排出量を、生産者価格と購入者価格のそれぞれについて推定したものである。ただし、産業連関表における部門分類の変更により、1985年以前の時点では、鉄道輸送について、旅客と貨物の二酸化炭素排出量を分離していない。そこで、以下の地域産業連関モデルによる分析では、1990年と95年の2時点を対象とすることとした。

図3に、1980～95年について、運輸部門を一括した産業31部門の二酸化炭素排出量の推移とシェア変動を示す。部門中では、化石燃料の消費が多い電力の排出量が最も大きい。次いで、鉄鋼製品が大きな値を示しているが、1980年以降は減少傾向にある。運輸部門は二酸化炭素排出量が急増しており、1995年には電力に次ぐ排出部門となっている。また、シェアの伸びも最も大きく、運輸部門における二酸化炭素排出削減の重要性が見て取れる。

図4は運輸関連11部門の二酸化炭素排出量の推移を示したものである。運輸部門全体の排出量は、1980～85年に大きく増加し、その後も増加傾向にある。特に、道路旅客輸送と道路貨物輸送の増加が著しく、モータリゼーションの進展が大きな環境負荷を引き起こしている様子がうかがえる。他の運輸関連部門では、外洋輸送と航空輸送の排出量が増加しているが、沿海内水面輸送は減少傾向にある。

(3) 地域産業連関分析モデル

本研究では、式(1)で定義される競争移輸入型の地域産業連関モデルを使用する。

$$X = [(I - (I - \hat{M} - \hat{N})A)]^{-1} [(I - \hat{M} - \hat{N})F_d + E + Ec] \quad (1)$$

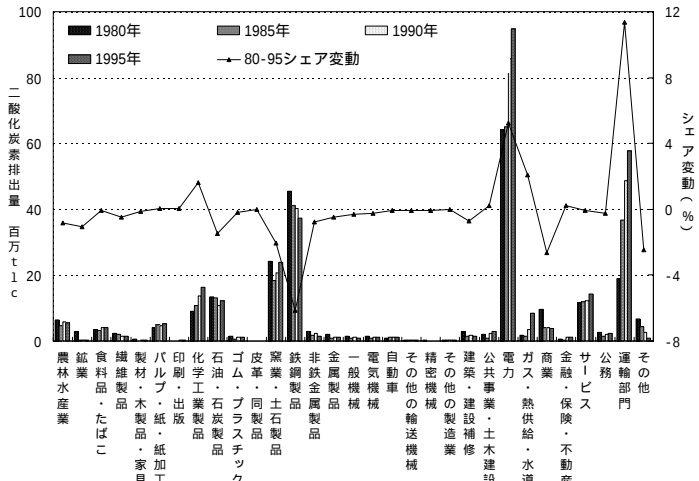


図3 産業31部門の二酸化炭素排出量の推移とシェア変動（1980～95）

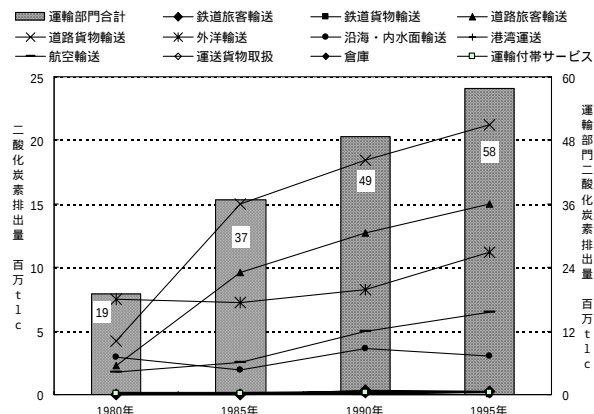


図4 運輸関連11部門の二酸化炭素排出量の推移（1975～95年）
注：1980～85年 鉄道旅客、貨物輸送の二酸化炭素排出量は不明

ただし、 X は地域内生産額列ベクトル、 $\hat{M}$ は輸入係数 m_j を要素とする対角行列、 $\hat{N}$ は移入係数 n_j を要素とする対角行列、 F_d は域内最終需要、 E は輸出、 Ec は移出の列ベクトルである。

ここで、上記のモデルを二酸化炭素排出構造分析に適用するために、国立環境研究所・京都大学大学院エネルギー科学研究科による二酸化炭素排出量データを41部門別に再集計し、各部門における「二酸化炭素直接排出量」 D_j を求める。そして、式(2)に示すように、 D_j を部門 j の国内生産額 X_j で除し、単位生産額当たりの二酸化炭素直接排出量を表す「二酸化炭素排出係数」 d_j を求める。

$$d_j = D_j / X_j \quad (2)$$

なお、上記の二酸化炭素排出量データは、全国産業連関表に基づいて推定されているので、地域別の排出量を直接得ることはできない。そこで、本研究では、二酸化炭素排出係数 d_j が国内各地域で同一と仮定した上で、地域内の最終需要から直接・間接に誘発される二酸化炭素排出誘発量ベクトル Y

を，式(3)の地域産業連関モデルを用いて推定する。

Y = d [(I - (I - M - N)A)]^{-1} [(I - M - N)F_d + E + E_c] \tag{3}

ただし， $\hat{d}$ は d_j を対角要素とする行列であり，「二酸化炭素排出係数行列」と呼ぶ。

式(3)のうち，排出係数行列 $\hat{d}$ とレオンチェフ逆行列 $[I - (I - M - N)A]^{-1}$ の積は，最終需要 1 単位 (本研究では 1995 年実質価格で百万円) の追加に対して直接・間接に排出される二酸化炭素排出量であり，「二酸化炭素排出原単位」(記号 e_j) と呼ぶ。

また，本研究では，2 時点の産業連関表を用いて，式(4)に示す要因分析の手法²⁾を適用する。この式は，時点 $t \sim t+1$ における二酸化炭素排出誘発量の変動 ΔY が，右辺第 1 項の排出原単位の変動と第 2 項の最終需要の変動に分解できることを表す。

\Delta Y = Y^{t+1} - Y^t = [d^{t+1}B^{t+1} - d^tB^t]F^t + d^{t+1}B^{t+1}[F^{t+1} - F^t] \tag{4}

3 . 分析結果と考察

(1) 全国表による分析結果

まず，全国産業連関表に基づく分析結果を示す。

図 5 は，運輸関連 11 部門別の二酸化炭素排出係数 d_j の推移である。運輸部門中では，外洋輸送の係数値が最も大きく，1985 年から係数値が急増している。次いで，道路旅客輸送の係数値が大きく，航空輸送の伸びも大きい。これら以外では，沿海・内水面輸送と道路貨物輸送の係数値が大きいが，1990 年以降の変化は横這い状態となっている。

図 6 は，運輸部門を細分化した 41 部門別の二酸化炭素排出原単位と誘発係数の推移を示したものである。排出原単位は，当該部門に対する最終需要 1 単位(1995 年価格で百万円)が誘発する二酸化炭素排出量，また誘発係数は，全部門に対する最終需要が当該部門に誘発する二酸化炭素排出量を最終需要額で除した値である。図の結果より，電力と鉄鋼製品はいずれの係数値も大きいのにに対して，化学工業，機械製品，サービス等の部門は誘発係数のみが大きい。運輸部門では，道路貨物輸送の誘発係数が最も大きく，原単位は外洋輸送が大きな値を示している。道路旅客輸送，沿海・内水面輸送，航空輸送の各部門は，いずれの係数値も大きく，環境負荷の大きい

部門と言える。

表 1 は，運輸関連 11 部門の二酸化炭素排出誘発量を，最終需要項目別にまとめた結果である。部門別の特徴を見ると，道路旅客輸送では消費による誘発割合が大きいのにに対し，鉄道旅客輸送では，消費と移出の割合が大きい。消費は地域内輸送，また移

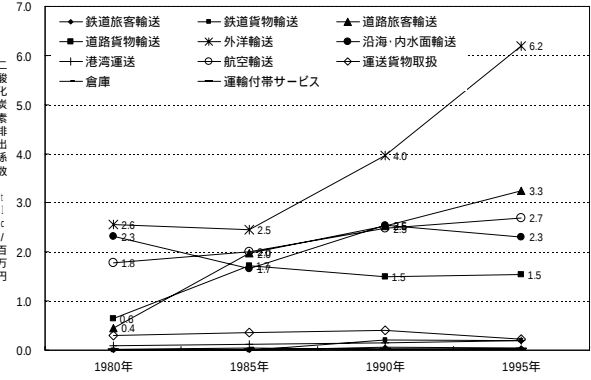


図 5 運輸細分化部門の二酸化炭素排出係数の推移 (1975 ~ 95 年)

注：1975 ~ 85 年 鉄道旅客、貨物輸送の二酸化炭素排出量は不明のため除

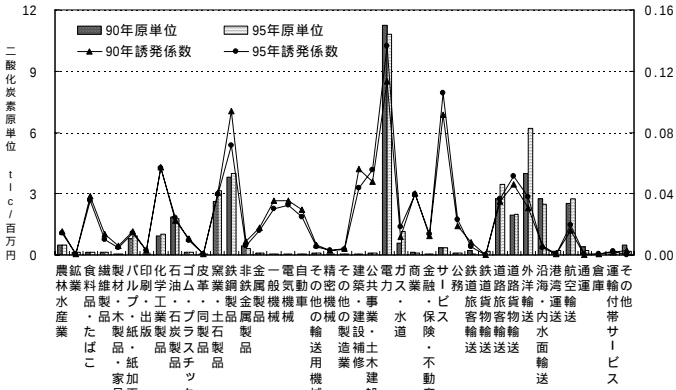


図 6 産業部門別の二酸化炭素排出原単位と誘発係数の推移 (1990 ~ 95 年)

表 1 運輸細分化11部門の二酸化炭素誘発量の構成比とシェア変動

運輸部門	年次	消費	投資	輸出	移出
鉄道旅客輸送	1990年	56.0%	0.0%	0.7%	43.4%
	1995年	55.7%	0.0%	0.4%	43.9%
	90-95変動	-0.26	0.00	-0.22	0.49
鉄道貨物輸送	1990年	20.2%	2.0%	0.0%	77.8%
	1995年	18.1%	1.1%	5.2%	75.5%
	90-95変動	-2.05	-0.88	5.22	-2.29
道路旅客輸送	1990年	77.6%	0.0%	0.7%	21.7%
	1995年	78.9%	0.0%	0.6%	20.5%
	90-95変動	1.25	0.00	-0.04	-1.20
道路貨物輸送	1990年	21.8%	5.2%	6.6%	66.4%
	1995年	27.9%	4.3%	4.5%	63.3%
	90-95変動	6.12	-0.94	-2.14	-3.04
外洋輸送	1990年	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
	1995年	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
	90-95変動	0.00	0.00	0.00	0.00
沿海内水面輸送	1990年	29.7%	4.6%	0.2%	65.5%
	1995年	29.6%	2.6%	0.1%	67.6%
	90-95変動	-0.04	-2.02	-0.07	2.13
港湾運送	1990年	4.3%	2.1%	43.2%	50.4%
	1995年	5.7%	3.1%	48.6%	42.6%
	90-95変動	1.40	1.02	5.41	-7.84
航空輸送	1990年	30.2%	0.3%	18.7%	50.9%
	1995年	26.2%	0.0%	20.2%	53.6%
	90-95変動	-3.99	-0.22	1.50	2.71
運送貨物取扱	1990年	26.5%	3.3%	0.0%	70.2%
	1995年	21.0%	5.0%	6.0%	68.0%
	90-95変動	-5.51	1.73	5.94	-2.16
倉庫	1990年	30.3%	6.9%	0.0%	62.8%
	1995年	23.4%	15.9%	3.9%	56.7%
	90-95変動	-6.89	9.08	3.86	-6.04
運輸付帯サービス	1990年	34.3%	0.0%	23.2%	42.5%
	1995年	37.1%	0.0%	22.4%	40.6%
	90-95変動	2.78	0.00	-0.86	-1.92

出は地域間輸送を表すと考えられるので、構成比の差異は、交通手段による輸送特性の違いに起因すると思われる。一方、鉄道貨物、道路貨物、及び海運は、移出の占める割合が大きく、これらの交通手段が地域間物流を担っている様子を見て取れる。

(2) 地域表による分析結果

以上より、運輸部門の二酸化炭素排出誘発量では移出の影響が大きかったことから、次に排出誘発量が大きい道路貨物輸送と道路旅客輸送に着目し、地域間の二酸化炭素排出誘発を分析する。

図7は、道路旅客輸送について、1990年と95年の2時点間で、地域内最終需要と移出に伴う二酸化炭素誘発量の変動量を求めた結果である。図中では、関東が大きな値を示しており、道路旅客輸送では、関東における需要増加が二酸化炭素誘発量の増加に大きな影響を及ぼしている。図8の道路貨物輸送でも関東が大きな値を示しているが、関東は自地域内だけでなく、移出を通じて東北、中国、四国、九州等に大きな二酸化炭素誘発を引き起こしている。

図9と図10は、1990～95年における二酸化炭素排出要因を最終需要要因と原単位要因に分解した結果である。道路旅客輸送は、原単位要因が全地域で正の値、道路貨物輸送は両要因とも正になっている。外洋輸送は、投入構造要因の増加が著しく、排出係数値の上昇が影響していると考えられる。

4. まとめ

本研究の分析結果より、二酸化炭素排出量が増加傾向にある道路旅客輸送と道路貨物輸送の2部門は、原単位(投入構造)と最終需要構造の両面から、改善が必要と考えられる。また、道路貨物輸送では移出の影響が大きく、地域間の取引パターンをふまえた二酸化炭素排出削減策が必要と思われる。今後、地域間輸送におけるモダルシフト策の影響について、産業連関モデルによる分析を行っていきたい。

最後に、二酸化炭素排出量に関するデータを提供していただいた国立環境研究所に謝意を表します。

参考文献

- 1) 南齋規介・森口祐一・東野達(2002), 産業連関表によるCO2排出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

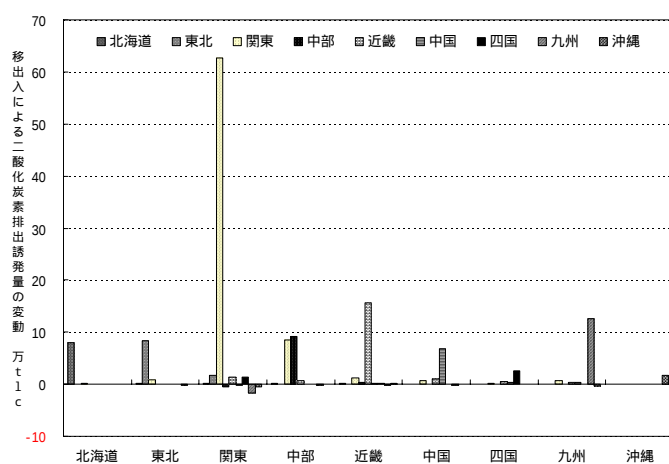


図7 道路旅客輸送の地域間取引に伴う二酸化炭素排出誘発量の変動(1990 - 95年)

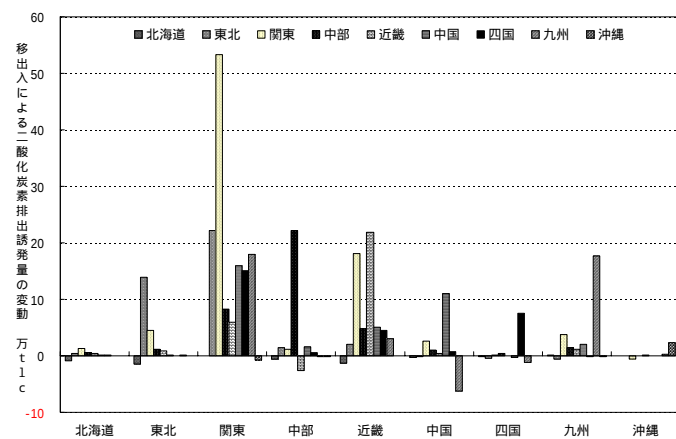


図8 道路貨物輸送の地域間取引に伴う二酸化炭素排出誘発量の変動(1990 - 95年)

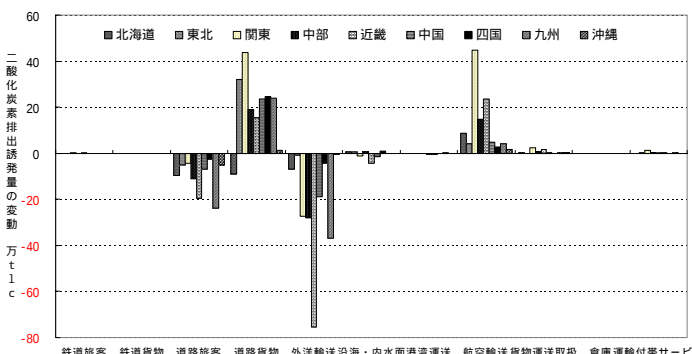


図9 運輸細分化部門の地域別の二酸化炭素誘発量の変動要因(最終需要要因)

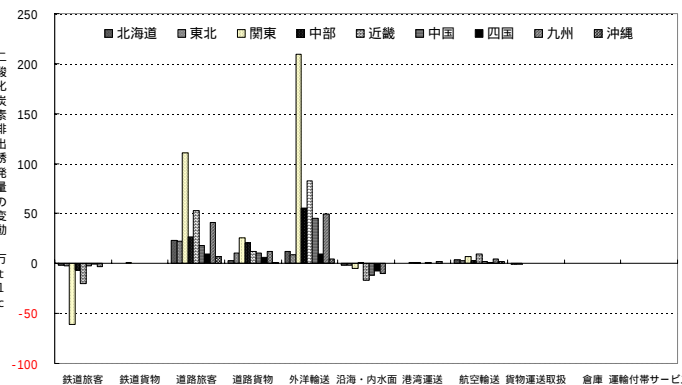


図10 運輸細分化部門の地域別の二酸化炭素誘発量の変動要因(原単位要因)

研究所・地球環境研究センター。

- 2) 得津一郎, 藤川清史, "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』, Vol.10, No.1, 2001年, p.61-75.