

(27) 地球温暖化防止施策検討のための都道府県単位の二酸化炭素排出構造の試算

ESTIMATING CARBON DIOXIDE EMISSION PATTERN IN PREFECTURAL ZONES FOR POLICY-MAKING IN GLOBAL WARMING ISSUES

盛岡 通* 城戸 由能* ○内海 秀樹** 大西 悟**
Tohru MORIOKA Yoshinobu KIDO Hideki UTSUMI Satoru ONISHI

ABSTRACT ; In this study, CO₂ emission sources are categorized into industrial sector, business and household, transportation, waste treatment, and energy supply sector, and their emission of CO₂ are estimated respectively. Based on the calculation, carbon dioxide emission pattern in Japan is viewed.

This study indicates that regions with large amount of CO₂ emission are located in the Tokyo-Osaka-Fukuoka corridor. Especially carbon dioxide emission is large in prefectures which are in suburban of metropolitan areas and the Seto Inland Sea Region. This fact is due to intensified activities of heavy industries such as the iron and steel industry, chemical industry, and machinery industry which are located in these areas. Industrial structure have an influence on CO₂ emission pattern in prefectural zones. It is clear that the classification with primary, secondary, and tertiary industries is incomplete for estimation and that each secondary industries have different emission per yield.

KEYWORDS : carbon dioxide, global warming, CO₂ emission pattern, prefectural zones

1. はじめに

地球温暖化の対策として、先進国を中心とする世界各国は排出レベルの凍結あるいはさらに削減する方向をとっている。日本もその例外ではなく、政府は、「地球温暖化防止行動計画」を策定し、二酸化炭素の排出量を2000年以降概ね1990年レベルで安定化することを目標にしている。国家間で決められた枠組みに従い排出量の削減を具体化してゆくためには、地域ごとの責任、能力そして実行可能性の違いに配慮しつつ、国内の地域ごとの二酸化炭素の排出構造をとらえておく必要がある。

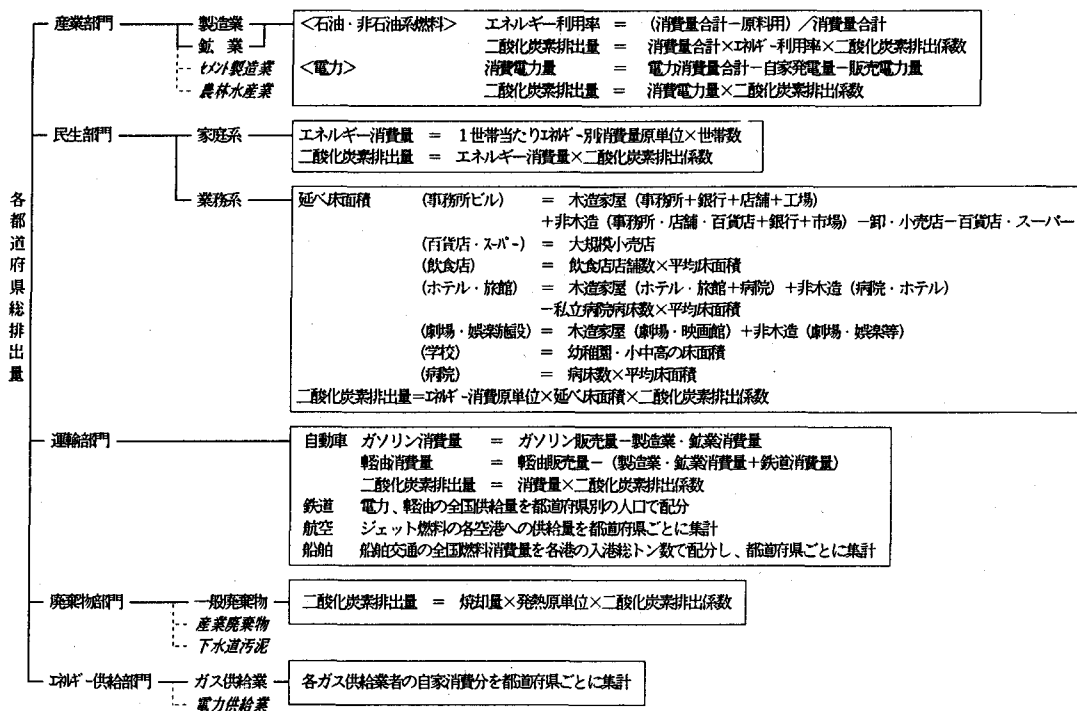
そこで、本研究では、地域を都道府県単位として二酸化炭素の排出量を試算し、その国内の地域の排出構造を明らかにしようと試みた。

2. 二酸化炭素排出量の試算の枠組み

図1に試算の枠組みについて示す。環境庁の地球温暖化対策地域推進検討委員会で検討中の枠組み(文献1))を参考に、比較的情報入手が容易なものを中心にとりあげ、産業部門、民生部門、運輸部門、廃棄物部門、エネルギー供給部門の5部門を試算の対象とした。ここに挙げられていないものには、a. 農林水産業、b. 産業廃棄物、c. 下水道汚泥、d. セメント製造業、e. 電気供給業などがあるが、セメント製造業は、製品そのものから二酸化炭素が発生するものであり、燃料消費とは排出の構造が異なるため除き、電気供給業は、消費側で計上するために、部門別の電力消費量から排出量を算定する事にした。その他は、二酸化炭素総排出量に占める割合はあまり大きくないので、今回は試算の対象外とした。産業部門については、エネルギー関係の統計も充実しているため細かい分類にもとづいて実行できた。その他の部門についても可能な限り精緻化を試みた。

* 大阪大学工学部環境工学科 Dept. of Environmental Engineering, Osaka Univ.

** 同大学院前期課程 Graduate Student, Dept. of Env. Engineering, Osaka Univ.



注) 斜字は今回試算していないもの

図1 二酸化炭素排出量試算の枠組み

3. 計算方法の詳細

各部門の計算方法の詳細は枠組みと同様に図1に、計算過程で用いた原単位等は表1～表4に示す。各部門の試算フレームを以下に述べる。

3.1 産業部門

資料1.を用いて製造業・鉱業で購入されたエネルギーを都道府県ごとに集計した。石油系・非石油系・電力の消費量とそれぞれの二酸化炭素排出原単位を使用して排出量を計算した。原料として使用されている分、自家発電分、売電分はダブルカウントを防ぐために算出範囲から除外した。

3.2 民生部門

家庭系では、1世帯あたりの消費エネルギーを基本に、家庭で消費するエネルギー消費量に二酸化炭素排出原単位をかけ求めた。核家族化がすすんでいる都市部と、冷暖房負荷が高い地域では原単位そのものに差があることが考えられる。また、ライフスタイルによるエネルギー消費構造もこの算出では十分追跡できていない。

業務系においては、各施設の延べ床面積からの算出を試みた。複数の資料のデータを参照したため、統計上の分類が、統合されているものもあり、図1に示すように統計上の操作をする事によってダブルカウントをできるだけ避けるように工夫した。事務所・店舗・ホテル・劇場については、ほぼ全排出量を把握できた。学校については私立の施設をカウントできていないが、エネルギー消費量が業務系全体と比べると相対的に小さいとし無視した。

床面積を基本単位としているので施設規模にもとづいた算出となっている。したがって、家庭系と同じように地域の気候などによる特性は考慮していない。

3.3 運輸部門

運輸部門全体に共通して仮定しているのは、エネルギー供給地での消費量の全量がその地で二酸化炭素を発生させているとしている点であるが、実際には隣接都道府県に及ぶこともありうる。

(A)自動車

その都道府県内で販売されているガソリンと軽油について、販売量全体から産業部門と鉄道による消費を差し引いた分を自動車での消費量と仮定している。実際は、自動車以外の用途に使われた可能性もあるが、都道府県内で販売されたガソリン・軽油はすべて県内で消費されたものとして二酸化炭素排出量を計算している。

(B)鉄道

本来ならば各都道府県の鉄道へのエネルギー供給量は、それぞれの輸送人数および貨物輸送量および輸送距離をもとに鉄道への全供給量を配分すべきだが、ここでは、簡便法を用いそれぞれの人口で配分することによって、各地域の二酸化炭素排出量を算出した。鉄道のない沖縄も同一に扱うので誤差も予想されるが、鉄道起源の二酸化炭素全排出量は自動車のその5%にも満たず全体への影響は小さい。

(C)航空・船舶

航空については、全国の各空港へのエネルギー供給量をもとに、その空港の所属する都道府県の排出量として算出されている。飛行場は全国に少ない割に消費エネルギー量が大きく、都道府県での二酸化炭素排出構造に大きな影響を与えている。

船舶においては、全国の港湾施設での総エネルギー消費を、入港総トン数というエネルギー消費に強く関係するデータにもとづいて都道府県に割り付け、二酸化炭素発生原単位との積で排出量を算定した。

3.4 廃棄物部門

廃棄物焼却時の発熱量は廃棄物の組成によって異なるが、ここでは、いくつかの報告値から平均的な発熱原単位を1580kcal/kgとし、廃棄物の焼却量から二酸化炭素排出量を求めた。

3.5 エネルギー供給部門

ガス供給業における自家消費分をこの部門での二酸化炭素排出量としている。業者の供給所の供給先が複数の都道府県にまたがっている場合もあるが、供給所単位で供給量の多い都道府県に一括して計上した。電力供給業でのいわゆる発電ロスは二酸化炭素排出原単位に含まれており、発電所内での自家消費はわずかであるので無視した。

表1 二酸化炭素排出係数

燃料別	発熱量 ¹⁾	二酸化炭素排出係数 ²⁾
石油系燃料	原油	9,250 kcal/ℓ 0.8023 TC/10 ³ kcal
	揮発油(ガソリン)	8,400 kcal/ℓ 0.7658 "
	ナフサ	8,000 kcal/ℓ 0.7605 "
	改質生成油	8,000 kcal/ℓ 0.7605 "
	灯油	8,900 kcal/ℓ 0.7748 "
	軽油	9,200 kcal/ℓ 0.7839 "
	A重油	9,300 kcal/ℓ 0.7911 "
	B重油	9,600 kcal/ℓ 0.8047 "
	C重油	9,800 kcal/ℓ 0.8180 "
	炭化水素油	9,800 kcal/ℓ 0.8180 "
	液化石油ガス(LPG)	12,000 kcal/kg 0.6833 "
	石油系炭化水素ガス	9,400 kcal/m ³ 0.6833 "
	石油コークス	8,400 kcal/kg 1.0612 "
非石油系燃料	ジェット燃料油	[8,700 kcal/ℓ] 0.7665 "
	石炭(一般炭輸入)	8,074 kcal/ℓ 1.0344 TC/10 ³ kcal
	石炭コークス	7,200 kcal/ℓ 1.2300 "
	コークス炉ガス	4,800 kcal/ℓ 0.4600 "
	高炉ガス	800 kcal/ℓ 2.9900 "
	転炉ガス	2,000 kcal/ℓ 2.0921 "
	電気炉ガス	2,000 kcal/ℓ 2.0921 "
	天然ガス	9,800 kcal/ℓ 0.5639 "
	液化天然ガス(LNG)	13,000 kcal/ℓ 0.5639 "
	都市ガス	10,000 kcal/ℓ 0.5639 "
	回収黒液	3,000 kcal/ℓ
	" バルブ排液	— 1.0751 "
	" 一般廃棄物	— 0.9633 "
	" 産業廃棄物	— 0.8790 "
	原料起源廃棄物	—
	" セメント焼成炉	— 0.122 TC/生産t
	"	— 0.219 TC/焼却t
電力	860 kcal/kWh	0.122 kg-C/kWh

表2 民生・家庭系エネルギー消費原単位

燃料種別	原単位(10 ⁶ cal/世帯・年)
電力	2,963
都市ガス	2,536
灯油	2,711
LPG	1,477
石炭	10

表3 民生・業務系エネルギー消費原単位
(単位: 10⁶ cal/m²・年, 1985年)

	電力	ガス	石油
事業所ビル	110	16	74
百貨店・スーパー	195	45	60
飲食店	136	349	157
ホテル・旅館	100	35	365
劇場・娯楽施設	106	14	110
学校	32	15	70
病院	90	45	315
その他(店舗)	97	42	67

表4 平均床面積

	単位	平均床面積
飲食店	店	38.0 m ²
公立病院	病床	128.8 m ²
私立病院	病床	32.5 m ²

注) * 阪神地域の都市ガス(天然ガス)は 11,000 kcal/m³

1) 発熱量……石油等消費構造統計表、[]は環境庁資料(高位発熱量)

2) 二酸化炭素排出係数(環境庁資料)

3) 石油系炭化水素ガスはLPG、炭化水素油はC重油と同じとした。

出典: 表1 兵庫県 地球温暖化対策地域推進モデル計画策定調査報告書 平成4年3月

表2, 4 (財)日本エネルギー経済研究所研究調査報告

表3 住環境計画研究所 家庭用エネルギー統計年報 平成元年版

4. 試算結果の関する考察

4.1 都道府県別の二酸化炭素総排出量

都道府県別の二酸化炭素排出量分布(図2)を見ると、排出量が多い都道府県は、太平洋ベルト地帯に沿っていることがわかる。詳細に見てみると東京都を中心とする首都圏エリア、大阪府、愛知県などのような大都市圏および、京浜、中京、阪神、北九州のかつての四大工業地帯、鹿島、京葉、瀬戸内工業地域のような臨海部に重化学工業が立地している地域に集中しているといえる。また、面積の大きい北海道も排出量が多い。逆に、東北地方や、北陸地方、中部地方、山陰地方、一部を除く九州地方および京都府、奈良県などの内陸部は少ない傾向にある。

次に、部門別排出量という側面から見てみると(図3)、かなりの偏りがあることがわかる。全国の平均排出量が6024トン/年であるので、十数の都道府県だけで全国平均を押し上げていることが読み取れる。これらのことからエネルギー需要大きい地域が特定の地域に集中していることが明らかになった。

首都圏エリアを見てみると、東京都は民生部門が約40%占めるのに対し近郊地域は産業部門がおおむね60%を超えていること、総排出量は東京都の方が神奈川県、千葉県よりも少ないことがわかる。都心部から重化学工業が近郊工業地帯へと移動した結果であると推察される。

4.2 民生部門の家庭系と業務系の排出量

民生部門を家庭系と業務系にわけると、全国的に業務系よりも家庭系の方が比率が高いことがわかる(図4)。

計算方法から家庭系は世帯数に依存しており、業務系は床面積に依存している。家庭系の比率が高いところは、大都市近郊の埼玉県、神奈川県、奈良県などのベッドタウン化している地域である。大都市では業務系の割合が大きくなり大阪などでは家庭系が67%と他県と比べ低くなっており、世帯数が少ない北陸地方も低い値になっている。

4.3 運輸部門の排出量

全国規模では運輸部門のなかで自動車による二酸化炭素排出が70%以上を占め、大都市圏での排出量の多さは自動車交通に依存しているためと思われる。山梨県では、物流のターミナルがあると推定され、自動車からの排出量がかなり多い。千葉県は、空港が立地しているため航空機による排出が運輸部門において約50%も占めている。神奈川県、兵庫県は大規模港湾施設の立地のため船舶による排出が多い。また、瀬戸内海沿岸も臨海コンビナートの港湾施設立地のために全体的に船舶による排出が多い(図5)。

4.4 都道府県内総生産あたり総排出量

東京都が際だって小さいことがわかる。東京都は総生産の額が大きいこともあるが、産業の構造が第三次産業に偏り、エネルギー消費の割に総生産額の小さい基礎素材型産業を含む第二次産業が少ないことも関係

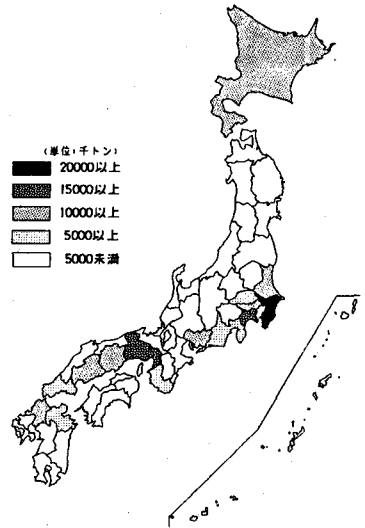


図2 都道府県別二酸化炭素総排出量

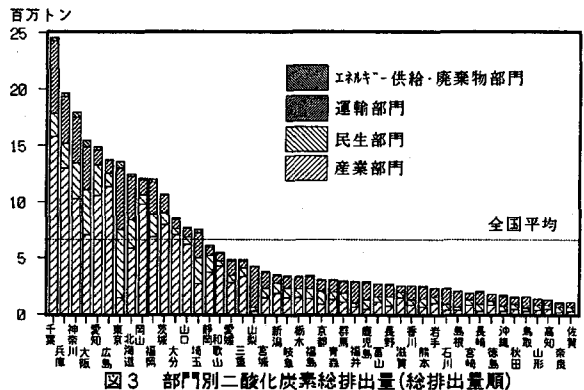


図3 部門別二酸化炭素総排出量(総排出量順)

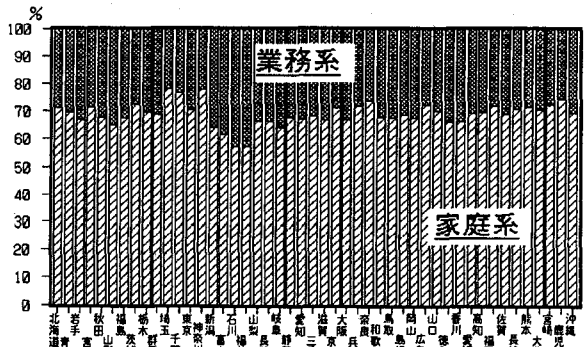


図4 民生部門における家庭系と業務系の割合

していると考えられる。これと対照的なのが、東京都近郊の千葉県、茨城県を中心とする地域および瀬戸内海沿岸地域であり、鉄鋼業や化学工業といった二酸化炭素多排出型産業が立地しているために高い値になっている。

山梨県は物流の中継地点として運輸部門での二酸化炭素排出量が多く、県内の総生産のあまり寄与しないことから、総生産当たりの排出量が大きくなっていると考えられる。

大分県は、福岡を除く九州の他県と県内総生産は余り変わらないが、鉄鋼業などの二酸化炭素多排出産業の影響で総排出量が約4倍になっているため、突出している(図6)。

4.5 工業製品出荷額あたり産業部門排出量

産業部門と工業製品出荷額の関係をさらに詳細にみると、やはり臨海工業地帯で大きな値となっている(図7)。この図からわかることは、同じ基礎素材型産業においてもより付加価値が高いところとそうでないところで二酸化炭素排出構造に差があるということである。大分県では工業製品出荷額のうち約35%が電気機械、鉄鋼だが、千葉県では電気機械・鉄鋼は27%にとどまる。愛知県は工業出荷額ではかなり高いが自動車等の組立工業が中心なので製造に使用するエネルギー量は必ずしも高くない。

このような二酸化炭素排出構造の違いが出荷額あたりの排出量にあらわれており、都道府県の二酸化炭素排出構造を第1次～第3次の産業分類だけで論じるのは不十分である。逆に、東京都、大阪府などの大都市や、重化学工業の立地しにくい内陸部では小さな値になっている。

5. 二酸化炭素排出削減に関する二、三の考察

5.1 都道府県別排出削減に関する課題

二酸化炭素排出抑制のための施策は総量が多い都道府県から行う方が高い削減効果が期待できるが、その排出傾向は全国規模の産業や物流拠点施設の配置を反映した結果であり、国土計画レベルの政策と連動しているので、単純に排出総量に応じた削減努力を強いるのは不合理である。また、この試算自体が生産側の方から積み上げ計算を行っているの、消費側の需要を考慮した解決方法も考えねばならない。

航空や船舶関係の排出量は、エネルギー需要のある施設を都道府県ごとに集計しているので、いくつかの地域に集中している。二酸化炭素排出抑制のための負担が、そのまま施設を持つ特定の地域に集中するのはあまりよい方法とは言えず、その施設が存在によって直接/間接に利益を受ける受益者や、受益地域が負担するような分担方法が妥当である。

県内総生産あたり総排出量が少ない都道府県は、二酸化炭素排出量が少ない第1次産業中心の地域と、総生産が高い第3次産業中心の地域に大別することが可能である。どの産業においても第2次産業製品の便益を受けていることと、産業の地域分担を考えると、二酸化炭素排出抑制のための負担は、第3次産業型の都

単位: 百万トン

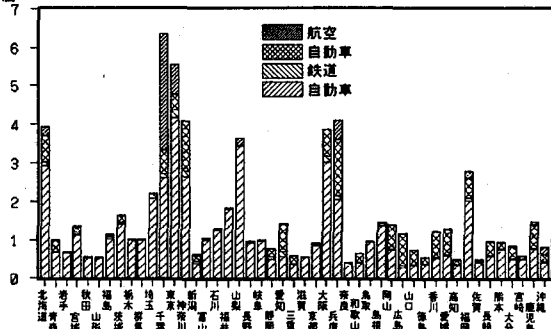


図5 運輸部門の用途別排出量

(トン/億円)

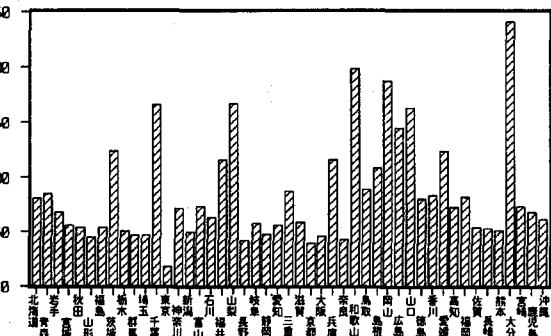


図6 都道府県内総生産当たりの排出量

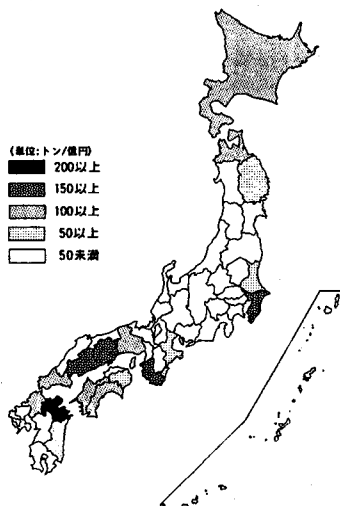


図7 工業製品出荷額あたり産業部門排出量

道府県をも含めた対策にするのが公平性の観点から望ましいといえる。また、第2次産業のなかでも、付加価値の高さによって出荷額あたりの排出量が異なるのでさらにその排出構造をさらに詳細に検討する必要がある。

5.2 各部門ごとの排出削減に関する課題

燃料転換や燃焼技術の革新により燃料消費の際のエネルギー利用効率の向上による二酸化炭素排出量の削減施策は全部門共通の施策であり、部門の枠組みを超えたエネルギーのカスケード利用あるいは廃熱回収などの技術も消費エネルギー量を抑え二酸化炭素排出量を削減することにつながる。ただし、このようなエネルギーの利用形態は、伝達効率を考えれば発生（回収）側と利用側が近接していることが望ましく、土地利用計画などの空間配置計画にフィードバックをかける必要がある。

産業部門では、同じ第2次産業の中でも、二酸化炭素の排出量が業態によってまちまちであり、その削減のためには業種ごとの二酸化炭素の排出の特性をきめ細かく把握する必要がある。製造製品の二酸化炭素集約度や現在の使用エネルギー効率の程度の違いによって、①エネルギーの消費量を下げても活動量は変わらない業種、②エネルギーの消費量を下げるとは活動量を下げることにつながる業種があり、単に総排出量の面から削減施策を議論するだけでは、②の産業を衰退させ、この種の産業が集中する地域の経済的衰退をまねく。国土あるいは圏域レベルでの二酸化炭素排出削減目標の設定と削減可能量の比較評価を通して産業部門や業種に削減目標をわりあてるなどの多段階の削減量配分計画の中で配慮すべきである。

民生部門では、家庭系の占める割合が多く、家庭での二酸化炭素抑制が重要であることを示し、業務系も含め、1世帯当たりあるいは床面積当たりの消費エネルギー原単位を低下させることを目標とし、装置の転換やその使い方の工夫など低エネルギー消費型のライフスタイルに誘導していくことが肝要である。

運輸部門では、現在の利便性や経済性をできるだけ反映させた形で、長距離輸送は鉄道を、ターミナルからはトラックを利用する方法などが有効である。

6. 結論

- ・日本国内の二酸化炭素の排出構造は、大都市圏および臨海重化学工業地域を含む太平洋ベルト地帯に多排出都道府県が存在することが明らかになった。また、そのほかの地域とは最大でひと桁程度の差が見られるほど排出構造が偏っていることがわかった。
- ・大都市圏をさらに詳細にみると、産業構造に関連して、中心部では民生部門による排出が多く、隣接地域は、産業部門による排出が多いことがわかった。
- ・都道府県別排出構造は、産業構造にかなりの影響を受けている。また、第1次～第3次という産業分類では不十分で、同じ第2次産業のなかでも出荷額あたりの排出量が異なることがあきらかになった。

7. 参考文献

- 1) 株式会社 富士総合研究所 「地球温暖化対策地域推進モデル計画 集約等調査報告書 ～地球温暖化対策地域推進計画の策定手法～（中間報告）」 平成4年3月

8. 計算で用いた資料

1. 石油等消費構造統計表（商鉱工業） 通商産業大臣官房調査統計部 平成3年度版
2. 工業統計表（産業編、用地用水編） 通商産業大臣官房調査統計部 平成3年度版
3. 商業統計表 通商産業大臣官房調査統計部 平成元年度
4. 公共施設状況調査 自治省税務局 平成3年度版
5. 廃棄物処理事業実態調査統計資料（社）全国都市清掃会議 平成3年版
6. 航空統計要覧（財）日本航空協会 1990～91年版
7. 石油業界の推移 石油連盟 平成元年度
8. 港湾統計（年報） 運輸省運輸政策局情報管理部 昭和60年度版
9. 運輸関係エネルギー要覧 運輸省運輸政策局情報管理部 平成3年度版
10. 電力調査統計月報 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部計画課調査室 平成3年度版
11. ガス事業統計年報 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部ガス事業課 平成3年度版
12. 固定資産の価格等概要調査 自治省編 昭和62年度版
13. 商業動態統計年報 通商産業大臣官房調査統計部商業統計課 平成2年度版
14. 都市データバック 東洋経済新報社 1991年版
15. 日本アルマナック 教育社 1993年版