

地域間物流に伴うエネルギー消費量及びCO₂排出量の評価に関する研究

STUDY ON THE ENERGY CONSUMPTION AND CO₂ EMISSION CAUSED BY
INTER-REGIONAL FREIGHT TRANSPORTATION IN JAPAN

伊藤知美・ 井村秀文・

Tomomi ITOH*, Hidefumi IMURA・

(全文審査の上、受理。1994年 7 月 25 日)

ABSTRACT; Economic activity of a region is supported by the trade of goods and services with other regions. Such trade is generally accompanied by the transportation of cargo, and the enhanced economic relation between regions will cause the expansion of energy consumption required for inter-regional freight transportation. Thus, with economic development, the number of passengers and the amount of freight transported in Japan has exhibited a constant increase. The energy consumption required for freight transportation, in particular, occupies nearly 40% of the total energy requirement for transportation in the country. It has caused increased CO₂ emission, while the overall improvement in energy efficiency of trucks, railways, and airplanes has contributed to the reduction of CO₂ emission. In order to analyze the major causes that brought the increase and/or decrease of CO₂ emissions from freight transportation in Japan, this study carries out factor analysis on the relationship between the inter-regional freight transportation and the energy consumption and CO₂ emissions associated with it.

KEYWORDS; carbon dioxide emission, inter-regional freight transportation, regional input-output analysis, transportation and environment

1. はじめに

地球温暖化問題を契機に、経済活動全般にわたるエネルギー消費及びこれに伴う二酸化炭素 (CO₂) 排出の抑制が、国全体としての大きな課題となっている。1992年における我が国の最終エネルギー消費の部門別内訳[1]を見ると、産業部門47.7% (製造業だけでは42.2%)、民生部門 (業務及び家庭) 25.9%、運輸部門 23.9%であるが、1970年代初めから、産業部門のシェアが年々減少しているのに対し、民生、運輸両部門のシェアは増大し続けている。しかし、製造業を中心とする我が国産業のCO₂排出抑制技術は既に世界的にも高い水準にあり、コスト的に見ても、そこでの対策は頭を打ちつつある。この結果、国全体として、省エネルギー及びCO₂排出抑制について相対的に高いポテンシャルを持つと見られる民生、運輸の両部門に対策の力点が移行しつつある。

一般に、ある地域の経済活動はその外部との交易によって成り立っている。地域間の経済的相互依存とは、地域と地域との財・サービスの取引にほかならず、その取引にはモノの動きが付随する。こうして、経済規模の拡大とともに地域間でのモノの動きは活発化し、経済圏の広域化とともに、輸送距離は増大する。さらに、鉄道から自動車輸送への転換は、輸送トンキロ当たりのエネルギー効率を低下させる。こうした要因によって、物流に伴う環境負荷 (CO₂排出量) は増大の一途にある。

1992年において、我が国の運輸部門全体のエネルギー消費量は79.5百万TOE (石油換算トン) [1]である

*九州大学工学部環境システム工学研究センター

Institute of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Kyusyu University

が、その内、物流を担う貨物部門における消費量は30.6百万TOEである。これは、運輸部門全体の38.5%、我が国の全最終エネルギー消費の9.2%と少なからぬ割合を占めており、そこでのエネルギー消費抑制は国としての重要な課題であると言える。ここで、物流は大きく各地域内と地域間に分けて考えることが出来るが、地域内の物流と地球温暖化対策の関係については、最近かなりの数の地方自治体（県・政令市）で、地球温暖化防止地域計画が策定されており、その中で地域の交通体系とCO₂排出量の関係も検討され始めている。しかし、その地域から出ていく、あるいは地域に入ってくる物流が地域外でどれだけのCO₂排出量を排出するかについての検討はほとんどなされていない。

本研究では、こうした視点から運輸部門の中でも特に地域間の物流に着目し、これに伴うCO₂排出量の増減が如何なる要因によって支配されているかを分析する。

2. CO₂排出に占める地域間物流の位置付け

議論の出発に当たり、物流全体に占める地域間流動の位置付けを見ることにする。わが国の最終エネルギー消費に伴う部門別CO₂排出割合の推移を示したのが表1である[1]。物流を地域内と地域間に分けるには、地域の分け方が問題となる。表1の県間貨物輸送を地域間物流とみれば、国の最終エネルギー消費に伴う全CO₂排出量の7.4%（1990年）が地域間物流に起因する分であり、これは運輸部門全体からの排出量の25.9%、貨物輸送からの排出量の64.9%である。このように、地域間物流にともなうCO₂排出量は、国全体の排出量に占める比率では比較的小さいものの、運輸部門の中では重要な位置を占め、その絶対量で見た排出量は増加の一途にある。

表1 CO₂排出部門内訳 (%)

	最終消費 合計(10 ⁶ tC)	産業部門	民生部門	運輸部門		
				旅客	貨物	
					県内輸送	県間輸送
1970年	149.9	67.2	14.6	8.4	3.2	6.5
1975年	176.2	63.3	16.1	10.6	3.4	6.6
1980年	184.2	60.4	16.1	12.7	3.6	7.2
1985年	180.1	56.5	17.9	14.8	3.8	7.1
1990年	204.2	54.1	17.3	17.2	4.0	7.4

(注) エネルギー・経済統計要覧[1]より推計

次に、地域による特徴を考察するため、全国を8地域に分けた場合の地域間物流量とそれによるCO₂排出の寄与の比重を見たのが表2である[4-6]。ここには、重量ベース（輸送トン）で見た場合の地域間流動（各地域発の全流動量から同一地域内の流動量を差し引いた流動量）が全流動量に対して占める比率（地域間流動比率）と、それに伴うCO₂排出量が物流による全CO₂排出量に対して占める比率を示す（1985年）。域間流動比率は、総流動では4~30%、純流動では10~45%前後にすぎないが、物流によるCO₂排出量（tC）の全体に占める地域間物流の比率は50~75%とかなり大きな値を示している。

表2 地域間流動比率と物流によるCO₂排出量に占める寄与度（1985年）

	地域間流動比率		物流によるCO ₂ 排出量に占める地域間物流の寄与度	
	総流動	純流動	総流動	純流動
北海道	0.04	0.12	0.68	0.71
東北	0.11	0.31	0.68	0.75
関東	0.28	0.46	0.69	0.70
中部	0.21	0.31	0.73	0.74
近畿	0.25	0.46	0.51	0.52
中国	0.28	0.42	0.54	0.59
四国	0.25	0.41	0.50	0.54
九州	0.20	0.28	0.58	0.59

3. 地域間物流に伴うCO₂排出構造：物流センサスに基づく排出量増減要因分析

3.1 要因別寄与度に関する分析方法

以下では、物流センサスの経年データを用いて、地域間物流の要因別寄与度について分析する。

物流量に関しては、重量ベースでの県別発着貨物の純流動及び総流動のデータが利用できる。地域間の経済的依存関係が物流を通じて環境にどれだけの負荷を及ぼしているかという観点から、県別貨物流動量調査（物流センサス）等[4-6]による重量データを用いて、各地域を発着する物流にともなってどれだけのCO₂排出が生じているか、特に、時系列データを用いて、輸送機関ごとのエネルギー効率の向上（例えば、自動車の燃費改善）、平

均輸送距離の変化、輸送機関分担率の変化、輸送総量の変化といった要因がどのようにCO₂排出量の増減を左右してきたかの要因分析を行う。

物流には、総流動と純流動のデータがあるが、ここでは、代表輸送機関（鉄道、トラック、海運、航空）による地域間の輸送に着目し、純流動データを用いて解析する。代表機関による主要駅間の輸送に着目した純流動の方が、地域間流動の比率が大きく、輸送における地域間のつながりをより明確に示していると考えられるからである。ただし、純流動については、3日間サンプリング調査のデータしかないため、年間データの推測が必要である。そこで、総流動の年間流動量[4]に、総流動と純流動の比（総流/純流）である総流純流比を乗じ、その値を純流動の年間流動量とする。次に、3日間サンプリング調査のデータに121.67（=365/3）を乗じる。その総和が年間の流動量に満たない場合には、不足分を総流動量の県別輸送量比率に応じて分配する。超過する場合には、超過分を同様の方法で減じる。しかし、純流動分だけに着目した場合、運輸部門全体からのCO₂排出量をかなり過小評価することになる。そのため総流純流比（総流/純流）の大きいトラック輸送については、その総流純流比（全期間を通して1.60）を乗じることによって整合を計る。

貨物輸送に伴って発生するCO₂の総量X（単位：tC）は、次式のように表わされる：

$$X = \sum \frac{x_i}{y_i} \cdot \frac{y_i}{z_i} \cdot \frac{z_i}{z} \cdot z \quad (1)$$

ここで、添字 i は総輸送重量 z（単位：t）の構成内訳であり、代表輸送機関ごとの分担率の変化に着目することとして、鉄道、トラック、海運、航空の4輸送機関（i=1,2,3,4）とする。x_i、y_i、z_i は各々輸送機関 i からのCO₂排出量（単位：tC）、輸送量トンキロ（単位：t・km）、輸送量トン（単位：t）である。

以下、z としては、自地域内輸送を除いた地域間輸送のみを考える。地域区分として、8地域分類と47都道府県の2つの場合を考え、各地域（8地域、または47都道府県）ごとの発着両面から解析を行う。より詳しく言えば、z_iは、ある発（着）地域に着目して、輸送相手先ごとの輸送量の和をとったもの、x_iは、輸送相手先ごとに輸送量と輸送距離を乗じて和をとったものである。従って、y_i/z_iは輸送機関ごとの平均輸送距離である。x_i/y_iは、輸送機関別のトンキロ当たりCO₂排出原単位であるが、これについては文献[7]の値を利用する（この値は輸送機関ごとに一定としており、地域による差は考慮されていない）。なお、都道府県間の距離は、鉄道、トラック及び航空については県庁所在地間の鉄道距離で代表し、海運については、各都道府県の代表的な港湾間の海上輸送距離とした。8地域について解析する場合は、その地域に含まれる県の結果の和をとる。

式(1)から、ある期間におけるXの変化分ΔXは次のように要因分解できる（ただし、二次以上の交絡項は省略）：

$$\Delta X = \sum \left(\Delta \frac{x_i}{y_i} \right) \cdot \frac{y_i}{z_i} \cdot \frac{z_i}{z} \cdot z + \sum \frac{x_i}{y_i} \cdot \left(\Delta \frac{y_i}{z_i} \right) \cdot \frac{z_i}{z} \cdot z + \sum \frac{x_i}{y_i} \cdot \frac{y_i}{z_i} \cdot \left(\Delta \frac{z_i}{z} \right) \cdot z + \sum \frac{x_i}{y_i} \cdot \frac{y_i}{z_i} \cdot \frac{z_i}{z} \cdot \Delta z \quad (2)$$

=CO₂原単位要因（単位輸送トンキロ当たりCO₂排出原単位の変化による変化分）
 +平均輸送距離要因（平均輸送距離の変化による変化分）
 +輸送構成要因（輸送機関分担構成の変化による変化分）
 +輸送量要因（輸送総量の変化による変化分）

以下、この式によって、CO₂排出量の経年的増減に対する各要因の寄与度を分析する。

さらに、式(1)及び(2)を応用すれば、ある輸送機関によるCO₂排出量について、iを地域（正確には、発（着）地域とその相手地域の組み合わせ）として和をとり、輸送地域の構成割合による寄与度を分析することも出来る。

3.2 地域別に見たCO₂排出量増減要因の特性

(1) 8地域別に見た特性

式(2)を用い、北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の8地域について、1970-90年の20年

間を5年ごとに区切って経年的に見たCO₂年間排出量増減に関する要因分析を行なった。

表3、4がこれら8地域の発着両貨物に伴って発生するCO₂排出量の増減を示した要因分析の結果である。各地域とも発着両貨物において、CO₂原単位要因（第1要因：個々の輸送機関ごとのエネルギー効率の向上とこれによるCO₂排出原単位の減少）の減少によってCO₂排出量が減少している反面、平均輸送距離の伸び（第2要因：より遠距離の地域との物流量が増えたこと）により全体としてのCO₂排出量は増加している。また、CO₂原単位要因の減少の効果の大きい地域の場合は、平均輸送距離要因の増加の割合も大きい傾向にある。これら2つの要因に起因する変化が特に大きいのは東北、関東、中部の3地域である。これは、これら3地域では、表5に示すように、CO₂排出負荷の大きいトラックの輸送分担率が他地域と比較して大きく、平均輸送距離が増加すればCO₂原単位減少の効果が大きく効くためと考えられる。九州の場合も、CO₂原単位要因と平均輸送距離要因による変化の割合は比較的大きいが、他の地域に比べてCO₂排出量自体は小さく、これに対する変化量も小さい。

全体的に見て、東日本（北海道、東北、関東、中部）の方が、西日本（関西、中部、四国、九州）に比べて、物流全体に占める地域間物流は大きく（表2）、着貨物が発貨物よりも大きいという特性を持っている。この結果、発貨物と着貨物を比較すると、どの要因についても、東日本では着貨物に伴う変化量の方が大きく、逆に、西日本では発貨物に伴う変化量の方が大きい。

（2）県別に見た特性

8つの地域別に行なったと同様の方法で47都道府県別に発着両面から分析を行なった。各都道府県ごとに、それぞれ固有の特色が見られるが、ここでは、日本の主要大都市を持つ都府県として東京、愛知、大阪、兵庫、福岡の5都府県と、それらとは特性を異にする群馬、岡山の2県を例として示すことにする。前の5都府県は、消費地としての大都市を内部に有することを反映して、着貨物の方が発貨物より多いという共通の特性を持つ。これに対し、後の2県では、発貨物の方が着貨物より多い。

表6、7に、これら各都府県の発着両貨物にともなって排出されるCO₂についての要因分析結果を示す。

全都道府県に共通的な特徴として、第2要因（平均輸送距離要因）による排出量増加と第1要因（CO₂原単位変化要因）による排出量減少とがそれぞれプラス、マイナスの主要要因として現れている。ここでも上述の地域別の結果と同様に、トラック輸送分担率の大きい東京都、群馬県、愛知県では特にCO₂原単位要因と第2要因（平均輸送距離変化要因）の増減による変化の割合が大きい。特に東京都における増減量が大きいのは、財の需要地としての特性と考えられる。表8に7地域のトラック輸送分担率を示す[4]。

経年的な変化の様子をみると、1970-75年は高度成長期にあたり、CO₂排出量増加はめざましい。また、オイルショック後の、1975-80年には、ここに示した都道府県のうち、主要大都市を持つ前記5都道府県でCO₂発生量は減少している。これは、これら都府県でのモノの消費の伸びが停滞したことの影響と考えられる。しかし、群馬、岡山の例では、CO₂発生量は引き続き増大している。その後、1980-85年、1985-90年の期間を見ると、全国的に再びCO₂排出量は増加し続けている。とりわけ1985-90年には著しい増加が見られる。

3.3 輸送機関別に見たCO₂排出要因の特性

輸送機関ごとに、それぞれからのCO₂排出量の増減の要因別寄与度を分析した。この場合、式(2)のXはある輸送機関からのCO₂排出量として、発着地域（OD）の組み合わせ*i*について和をとるので、第3項は、その輸送機関による全貨物量の中に占める地域別構成割合の変化によるCO₂排出量の変化となる。

トラック、鉄道、海運、航空発貨物から排出されるCO₂量の増減の要因分析結果を表9に示す。いずれの輸送機関についても、1970-90年の全期間を通して第1要因（CO₂原単位変化要因）が減少の要因として働いている。トラック輸送については、全期間に渡り第4要因（輸送量変化要因）が増加要因として寄与している。また、1975-85年については、第2要因（平均輸送距離変化要因）による増加が大きいが、1985-90年ではこれが減少に転じている。鉄道輸送については、1970-90年の全期間を通して第4要因（輸送量変化要因）が、

表3 地域別発貨物によるCO₂排出量増減要因分析結果 (10³ tC)

	1970年	70～75年					1975年	75～80年				
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量
北海道	1,042.5	-21.4	70.2	0.6	-2.9	46.6	1,089.1	-17.6	32.7	-0.5	1.8	16.5
東北	2,032.9	-86.0	74.5	6.4	-8.1	-13.1	2,019.7	-79.9	137.1	-12.6	5.5	50.1
関東	3,062.9	-157.0	276.6	0.0	30.5	150.2	3,213.1	-163.6	206.2	0.0	3.5	46.1
中部	2,130.5	-76.0	145.9	-5.3	19.3	83.9	2,214.5	-77.5	100.8	10.4	1.9	35.6
近畿	1,666.6	-29.7	15.9	0.0	5.6	-8.1	1,658.5	-22.5	62.7	0.0	0.4	40.6
中国	1,140.3	-26.1	-17.5	0.7	7.5	-35.4	1,104.9	-17.5	-43.9	-1.4	95.8	33.0
四国	533.4	-4.6	53.1	-0.4	-2.3	45.8	579.2	-3.1	-8.5	0.9	15.3	4.6
九州	1,724.2	-50.0	26.1	0.0	10.5	-13.4	1,710.8	-39.8	96.3	0.0	-19.7	36.7
全国	13,333.2	-450.7	645.0	2.1	60.2	256.6	13,589.8	-421.4	583.4	-3.3	104.5	263.2

	1980年	80～85年					1985年	85～90年					1990年
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量
北海道	1,105.5	-20.3	38.5	0.2	4.4	22.8	1,128.3	-15.2	39.2	0.5	1.8	26.3	1,154.7
東北	2,069.8	-75.9	225.9	8.0	12.0	169.9	2,239.7	-68.8	146.2	-11.3	5.1	71.2	2,311.0
関東	3,259.2	-140.8	178.8	-14.9	26.7	49.7	3,309.0	-114.7	171.7	18.4	-0.4	75.0	3,384.0
中部	2,250.1	-63.1	118.4	-6.9	12.6	61.0	2,311.0	-49.7	88.4	8.8	8.4	55.9	2,366.9
近畿	1,699.0	-23.3	138.7	6.2	14.7	136.3	1,835.4	-21.6	84.5	-8.7	3.6	57.9	1,893.3
中国	1,137.9	-20.6	136.7	0.9	9.2	126.2	1,264.1	-16.8	29.8	-1.4	37.6	49.3	1,313.4
四国	583.8	-4.2	19.8	-0.6	3.3	18.3	602.0	-3.6	0.0	0.7	13.2	10.3	612.3
九州	1,747.6	-40.9	128.9	7.3	13.1	108.4	1,856.0	-34.4	70.8	-9.9	32.9	59.4	1,915.4
全国	13,853.0	-389.2	985.8	0.0	95.9	692.6	14,545.6	-324.7	630.8	-3.0	102.3	405.4	14,951.0

(注) 第1要因=CO₂原単位変化要因、第2要因=平均輸送距離変化要因、第3要因=輸送機関分担率変化要因、
第4要因=輸送量変化要因

表4 地域別着貨物によるCO₂排出量増減要因分析結果 (10³ tC)

	1970年	70～75年					1975年	75～80年				
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量
北海道	1,049.9	-23.5	60.6	0.7	3.2	41.0	1,090.9	-24.1	45.0	-0.7	2.4	22.6
東北	2,124.7	-88.6	110.9	6.2	-8.4	20.2	2,145.0	92.3	147.0	-12.8	6.0	47.9
関東	3,198.0	-214.6	295.8	0.5	56.9	138.7	3,336.7	-177.2	223.5	0.0	3.7	49.9
中部	2,041.6	-126.8	158.3	-4.8	21.3	48.0	2,089.6	-83.6	108.8	10.5	2.0	37.7
近畿	1,727.9	-31.3	18.0	0.2	10.7	-2.4	1,725.5	-23.5	65.2	0.0	0.4	42.2
中国	986.7	-23.5	15.8	0.8	6.8	-0.2	986.6	-15.7	-39.4	-1.4	85.1	28.7
四国	514.3	-30.3	52.2	-0.4	-2.3	19.1	533.4	-3.1	-8.6	0.9	15.4	4.6
九州	1,687.6	-42.9	24.9	-0.2	10.4	-7.8	1,679.8	-34.4	83.2	0.0	-16.9	31.9
全国	13,330.8	-581.5	736.5	2.9	98.7	256.6	13,587.4	-453.9	624.7	-3.5	98.3	265.6

	1980年	80～85年					1985年	85～90年					1990年
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量
北海道	1,113.5	-25.8	42.3	2.3	4.4	23.3	1,136.8	-16.4	42.4	0.5	1.9	28.4	1,165.2
東北	2,192.9	-137.2	239.1	12.2	12.4	126.5	2,319.4	-68.8	146.2	-11.6	5.2	71.1	2,390.5
関東	3,386.6	-213.8	396.4	-15.5	27.4	194.4	3,581.1	-114.7	171.7	18.7	-0.4	75.4	3,656.4
中部	2,127.3	-67.2	144.0	-7.3	13.2	82.7	2,210.0	-49.7	88.4	9.0	8.6	56.3	2,266.4
近畿	1,767.7	-117.9	196.9	6.3	15.1	100.4	1,868.1	-21.6	81.1	-8.7	3.7	54.4	1,922.6
中国	1,015.3	-84.8	145.2	8.7	10.5	79.6	1,094.9	-16.8	31.1	-1.4	39.1	52.0	1,146.8
四国	537.9	-3.1	19.0	-0.6	3.1	18.4	556.3	-3.6	0.0	0.7	12.2	9.2	565.5
九州	1,711.7	-69.3	117.2	7.0	12.7	67.5	1,779.3	-34.4	70.8	-9.4	31.2	58.3	1,837.5
全国	13,853.0	-719.1	1,300.0	13.1	98.9	692.8	14,545.8	-325.9	631.8	-2.3	101.6	405.2	14,951.0

表5 地域別トラック輸送分担率(トンベース) (%)

	1970年		1975年		1980年		1985年		1990年	
	発	着	発	着	発	着	発	着	発	着
北海道	69.9	70.0	76.4	76.5	76.9	77.0	81.4	81.5	83.4	83.5
東北	74.4	76.3	84.5	79.7	85.0	80.8	89.1	88.8	91.3	91.1
関東	76.8	78.5	86.5	71.7	87.7	83.1	92.8	91.4	95.2	93.7
中部	71.5	74.0	70.5	78.0	81.7	78.4	86.5	86.1	88.6	88.3
近畿	66.6	69.3	75.1	72.2	76.2	72.8	79.8	80.0	81.8	82.0
中国	50.8	55.7	57.2	58.0	57.5	58.4	59.7	64.2	61.2	65.8
四国	51.6	64.7	57.9	67.4	58.4	68.0	60.6	74.7	62.1	76.5
九州	63.9	65.4	72.4	71.3	73.0	71.9	77.2	76.1	79.2	78.0

(注) 物流センサス[4]より推計

表6 都道府県別発貨物によるCO₂排出量増減要因分析結果 (10³tC)

	1970年	70～75年					1975年	75～80年				
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量
東京	1,761.7	-70.2	120.8	10.5	43.7	104.8	1,866.5	-166.6	117.9	-5.1	2.7	-51.2
群馬	2,611.4	-87.2	24.7	-2.3	41.4	-23.4	2,588.0	-190.3	189.4	0.2	3.2	2.5
愛知	1,214.3	-37.8	42.1	1.6	10.5	16.4	1,230.8	-84.9	72.9	-1.0	3.0	-9.9
大阪	733.1	22.6	9.5	0.4	16.9	4.2	737.3	-50.2	45.8	-0.3	1.4	-3.3
兵庫	585.4	-14.7	14.2	0.8	7.6	7.9	593.3	-33.0	27.2	-0.6	0.6	-5.8
岡山	1,261.6	27.6	25.1	-0.1	1.6	-1.1	1,250.6	-60.9	57.5	0.0	3.5	0.1
福岡	822.7	-52.8	55.7	1.2	8.2	12.4	835.2	-118.6	108.8	-0.9	1.6	-9.0

	1980年	80～85年					1985年	85～90年					1990年
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量
東京	1,815.3	-334.1	306.1	1.1	38.3	11.4	1,826.7	-209.8	258.3	13.5	73.4	135.5	1,962.2
群馬	2,590.5	-395.5	407.5	6.3	44.4	62.7	2,653.2	-253.8	190.9	-3.8	28.2	-38.5	2,614.7
愛知	1,220.9	-174.4	191.2	1.2	-5.5	12.5	1,233.3	-110.1	58.0	0.3	55.1	3.3	1,236.7
大阪	733.9	-103.6	91.6	0.0	12.3	0.4	734.3	-64.6	56.1	0.8	15.9	8.2	742.5
兵庫	587.5	-67.6	48.8	-0.1	18.2	-0.7	586.8	-42.1	8.9	1.3	45.1	13.3	600.1
岡山	1,260.7	-126.4	79.4	4.5	87.4	45.0	1,295.7	-82.2	56.4	-2.0	8.2	-19.5	1,276.1
福岡	826.1	-242.9	229.1	-0.1	12.8	-1.2	824.9	-151.1	128.0	2.0	40.8	19.7	844.6

(注) 第1要因=CO₂原単位変化要因、第2要因=平均輸送距離変化要因、第3要因=輸送機関分担率変化要因、
第4要因=輸送量変化要因

表7 都道府県別着貨物によるCO₂排出量増減要因分析結果 (10³tC)

	1970年	70～75年					1975年	75～80年				
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量
東京	2,256.2	-127.9	216.3	18.8	79.0	186.1	2,442.4	-280.3	198.3	-8.6	4.5	-86.1
神奈川	2,254.3	-74.0	21.0	-2.0	35.0	-20.0	2,234.3	-160.6	160.3	0.2	2.7	2.6
愛知	1,251.3	-46.2	50.6	2.0	12.7	19.1	1,270.4	-92.4	79.4	-1.1	3.3	-10.8
大阪	817.4	-29.1	12.0	0.5	21.5	5.0	822.4	-63.4	57.8	-0.4	1.8	-4.2
兵庫	819.1	-17.2	16.3	0.9	8.8	8.9	828.0	-37.0	30.5	-0.6	0.6	-6.5
岡山	1,010.1	-22.0	19.9	-0.1	1.3	-0.9	1,009.2	-48.1	45.5	0.0	2.8	0.2
福岡	655.5	-50.7	52.6	1.2	7.9	10.9	666.5	-117.1	107.5	-0.9	1.6	-8.9

	1980年	80～85年					1985年	85～90年					1990年
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量
東京	2,356.3	-552.9	506.6	1.8	62.8	18.3	2,374.6	-373.3	459.7	24.0	129.8	240.1	2,614.7
群馬	2,236.9	-333.2	344.0	5.3	37.6	53.8	2,290.6	-215.7	116.6	-3.3	24.0	-78.4	2,212.2
愛知	1,259.6	-187.2	205.2	1.3	-5.9	13.4	1,273.0	-117.5	61.9	0.4	58.4	3.1	1,276.1
大阪	818.1	-130.9	115.8	0.0	15.5	0.4	818.5	-80.6	70.0	1.0	19.7	10.1	828.6
兵庫	821.5	-79.6	57.4	-0.1	21.2	-1.0	820.4	-53.4	11.3	1.7	56.9	16.4	836.9
岡山	1,009.4	-100.1	62.8	3.6	69.4	35.7	1,045.1	-65.4	28.3	-1.6	6.6	-32.2	1,012.9
福岡	657.5	-217.9	205.4	-0.1	11.4	-1.2	656.4	-148.7	126.0	1.9	39.9	19.1	675.4

表8 都道府県別トラック輸送分担率(トンベース) (%)

	1970年		1975年		1980年		1985年		1990年	
	発	着	発	着	発	着	発	着	発	着
東京	81.8	80.5	89.7	88.3	90.0	88.6	95.2	93.7	97.6	96.1
群馬	73.0	74.2	75.4	76.6	75.4	74.2	77.3	76.0	79.2	78.0
愛知	76.1	75.8	83.6	83.3	83.8	83.5	88.7	88.3	90.9	90.6
大阪	70.3	70.4	77.3	77.4	77.3	77.5	81.9	82.0	83.9	84.1
兵庫	63.3	63.4	69.0	69.1	69.7	69.7	73.8	73.8	75.6	75.6
岡山	60.1	60.6	59.8	57.1	59.6	57.4	59.7	60.7	61.2	62.2
福岡	68.0	67.1	74.8	73.7	74.9	73.8	79.2	78.1	81.2	80.0

(注) 物流センサス[4]より推計

わずかではあるが減少の要因となっている。1970-80年には第3要因（地域構成要因）による減少が大きく、全体としてCO₂排出量を大きく減少させる結果となっている。海運では、1975-90年にかけて第3要因（地域構成要因）による減少が目立っている。これは海運が、他の輸送機関と異なり全輸送量に占める地域間輸送の割合が非常に高く、地域間輸送のうちでも特に500km以上の長距離輸送が6割程度の大きさを占めるためであると考えられる。

4. まとめ

現在実現している地域間の物流は、国全体としての産業の配置や地域間の分業、交通システム、物資の流通体

表9 輸送機関別CO₂排出量増減要因分析結果(10³tC)

	1970年	70～75年					1975年	75～80年				
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量
トラック	7,754.0	-577.0	158.6	-88.6	216.5	-290.5	7,463.5	-415.9	595.8	85.0	646.1	911.0
鉄道	1,070.1	-59.7	26.2	-89.2	-27.3	-150.0	920.1	-64.5	28.0	-234.2	-30.8	-301.5
海運	4,497.7	-136.9	583.3	134.8	116.3	697.5	5,195.2	-236.5	240.4	-419.5	66.6	-349.1
航空	10.3	0.0	-0.4	0.8	0.1	0.5	10.8	-1.0	1.8	-0.2	0.6	1.3
全国	13,332.1	-773.6	767.7	-42.2	305.6	257.5	13,589.6	-718.0	866.1	-568.9	682.5	261.7

	1980年	80～85年					1985年	85～90年					1990年
	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因	総変化量	CO ₂ 排出量
トラック	8,374.4	-502.1	1,093.7	47.5	428.7	977.8	9,352.2	-342.0	-298.0	181.6	1,012.3	553.9	9,906.1
鉄道	618.6	-6.4	6.3	15.3	-23.2	-8.0	610.6	-19.5	82.2	-37.3	-22.1	3.4	614.0
海運	4,846.1	-203.5	148.3	-143.6	-76.7	-275.5	4,570.5	-124.0	7.7	-102.2	64.6	-153.9	4,416.7
航空	12.2	-2.4	2.3	0.3	0.9	1.1	13.3	0.0	0.3	-0.3	0.9	0.9	14.2
全国	13,851.3	-714.4	1,160.5	-80.5	329.7	695.4	14,546.7	-485.5	-207.8	41.9	1,055.7	404.2	14,951.0

(注) 第1要因=CO₂原単位変化要因、第2要因=平均輸送距離変化要因、第3要因=地域構成変化要因、第4要因=輸送量変化要因

系等が複雑に絡んだ結果であり、これが、物流に伴うエネルギー消費とCO₂排出を支配している。従って、物流にともなうエネルギー消費抑制のためには、自動車の燃費改善のような輸送手段そのものの効率向上とともに、現在の物流を支配している構造を変えることが必要となる。本研究においては、そうした問題を考える基礎を提供する目的で、物流センサスの経年データを用いて、1970-90年の期間にわたる地域間の物流量の増減が如何なる要因によって生じてきたかを分析した。

輸送機関別の分析の結果、全体的に、単位輸送トンキロ当たりの原単位向上がCO₂排出量の低減に寄与しているものの、平均輸送距離の増加によってCO₂排出量が増加するという傾向が見られた。しかし1985-90年を見ると、鉄道輸送の平均輸送距離変化要因が大きく増加している一方で、トラック輸送の平均輸送距離変化要因が大きく減少している。これは、代表輸送機関だけに着目した地域間輸送においては、鉄道へのモーダルシフトの努力が行なわれつつある結果と考えられる。実際、比較的長距離のコンテナ輸送についてはトラックとの連携がしやすいことから、鉄道輸送の需要が増加の傾向にある[7]。

各都道府県別の特性については、それぞれによってかなり差がある。これらの詳細な比較検討については、個々の地域ごとの経済構造・産業構造、輸送システムの特性をより綿密に対比して考察する必要がある。人口、工業出荷額、産業構造などに見られる各県、各地域ごとの特性との関連性の分析を今後の課題としたい。

本分析では、代表輸送機関による主要駅間の輸送に着目して純流動データを用いて解析したが、純流動データには5年ごとの3日間サンプリング調査というデータ整備上の問題がある。また、純流動分だけに着目した場合、運輸部門全体からのCO₂排出量をかなり過小評価することになる。これに対し、総流動データを用いれば、輸送距離の正確な評価が難しい反面、毎年のデータが利用でき、物流全体を把握できるという利点がある。これらの点については、各地域内（都道府県内）の物流特性とエネルギー消費・CO₂排出に関する問題として、今後検討していきたい。

参考文献

- [1]日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター編：エネルギー・経済統計要覧（（財）省エネルギーセンター），pp.32-38, 102-103, 1994.
- [2]環境庁企画調整局地球環境部編：地球温暖化防止対策ハンドブック総合編（中央法規），1992.
- [3]運輸経済研究センター編：数字でみる物流，1993.
- [4]運輸経済研究センター編：第1、2、3、4、5回物流センサス
- [5]通産省調査統計部編：自動車輸送統計年報，1992.
- [6]運輸省運輸政策局情報管理部編：運輸経済統計要覧，1992.
- [7]環境庁企画調整局地球環境部編：地球温暖化防止対策ハンドブック交通編（中央法規），p.11, 1992.