

IEE-SR-274

進展するモータリゼーションと エネルギーの効率的利用

—欧米の現状とわが国の課題と対応策—

MASTER

DISTRIBUTION OF THIS DOCUMENT IS UNLIMITED

RB

財 団 法 人

日本エネルギー経済研究所

1996年6月

DISCLAIMER

Portions of this document may be illegible in electronic image products. Images are produced from the best available original document.

はじめに

わが国は、二度にわたるオイルショックを契機に官民あげて省エネルギーの推進にとりくんできた。その結果、国民総生産あたりのエネルギー消費原単位は1973年度から1991年度までの間に約37%削減され、主要先進国に比べて著しい省エネルギーの成果をあげてきたといえる。

しかし近年、わが国の国民総生産あたりのエネルギー消費原単位は再び増加傾向に転じている。その原単位増加のひとつの大きな要因として、近年の「豊かさ」の追求を背景とするライフスタイルの変化などによる、モータリゼーション（ここでは、自動車化・日常生活での自動車の一般化・自動車使用の普及という意味で使用している）の進展、それにとまなう運輸部門のエネルギー需要の増加があげられる。

現在、顕在化しつつある地球温暖化問題をはじめとする地球環境問題、中長期的なエネルギーセキュリティ問題などを考慮すると、石油依存度が98%（1994年度実績）と高い運輸部門では環境負荷の小さいクリーンな石油代替燃料の導入を促進すると同時に、省エネルギーの推進によってより一層のエネルギーの効率的利用を図る必要がある。ただし、石油代替燃料の普及拡大にはまだしばらく時間を要すると考えられることから、運輸部門では省エネルギーの重要性がとくに高まっているといえよう。

本報告では、現在わが国が抱える運輸部門の省エネルギーに関する課題を明らかにするとともに、エネルギーを効率的に利用するために導入すべき今後の対応策について検討してみたい。

なお、今回の研究では、多くの方々から有益なデータならびにコメントなどを頂いた。この場をお借りして心から感謝の意を表したい。

1996年6月

財団法人 日本エネルギー経済研究所
総合研究部 第2研究室
研究員 端 雄介

目 次

はじめに

1. わが国の運輸部門エネルギー需要の分析.....	1
1-1 わが国の運輸部門エネルギー需要の推移	1
1-2 わが国の運輸部門エネルギー需要の分析	3
1-2-1 旅客部門のエネルギー需要の分析	5
1-2-2 貨物部門のエネルギー需要の分析	13
1-2-3 エネルギー需要の分析結果のまとめ	20
2. 運輸部門エネルギー需要の国際比較.....	25
2-1 欧米の運輸部門エネルギー需要	25
2-1-1 アメリカの運輸部門エネルギー需要	25
2-1-2 ヨーロッパの運輸部門エネルギー需要	29
2-2 エネルギー消費原単位の国際比較	37
2-2-1 旅客部門のエネルギー消費原単位	39
2-2-2 貨物部門のエネルギー消費原単位	45
3. 欧米の運輸部門エネルギー政策.....	51
3-1 欧米の交通問題	51
3-1-1 アメリカの交通問題	51
3-1-2 ヨーロッパの交通問題	52
3-2 欧米の運輸部門エネルギー政策	53
3-2-1 アメリカの運輸部門エネルギー政策	53
3-2-2 ヨーロッパの運輸部門エネルギー政策	60
3-2-3 欧米の運輸部門省エネルギー政策	65

4. エネルギーの効率的利用のための課題と対応策.....	67
4-1 エネルギー消費原単位の改善	67
4-1-1 自動車の実走行燃費の改善	67
4-1-2 輸送効率の向上	78
4-2 わが国の石油代替燃料の普及拡大策	81
4-2-1 石油代替燃料の導入政策	81
4-2-2 石油代替燃料の普及状況と課題	82
4-3 TDM的手法などの省エネルギー効果	85
4-3-1 TDM的手法などによる省エネルギー効果	85
4-3-2 モーダルシフトの省エネルギー効果	88
4-4 エネルギーの効率的利用に向けての課題	91

参考文献

1. わが国の運輸部門エネルギー需要の分析

1-1 わが国の運輸部門エネルギー需要の推移

—急増する運輸部門のエネルギー需要—

1994年度わが国の運輸部門のエネルギー需要は、約1億kl（原油換算kl）、人口一人あたりで見ると約0.76klであり、これはアメリカの運輸部門の人口一人あたりのエネルギー消費量（約2.1kl）に比べると約 $\frac{1}{3}$ と極めて少ない数値である。一方、わが国の運輸部門のエネルギー需要における輸送モード別構成比をみると、1994年度実績で乗用車が46%、トラックが42%、バスが2%、鉄道が2%、航空が4%、海運が4%となっている。つまり、わが国の運輸部門のエネルギー需要の約90%とその大部分を乗用車とトラックが占めている。また、エネルギー源別構成比をみると、1994年度実績でガソリンが50%、軽油が37%であり、ジェット燃料や重油を合わせると石油系燃料への依存度は、98%¹⁾（1994年度実績）と極めて高い。これらの運輸部門のエネルギー需要の特徴については、わが国も欧米主要国もほぼ共通したものとなっている。すなわち、主要先進国の運輸部門のエネルギー需要の80%以上は自動車占めており、また石油系燃料への依存度は各国ともほぼ100%に近い。

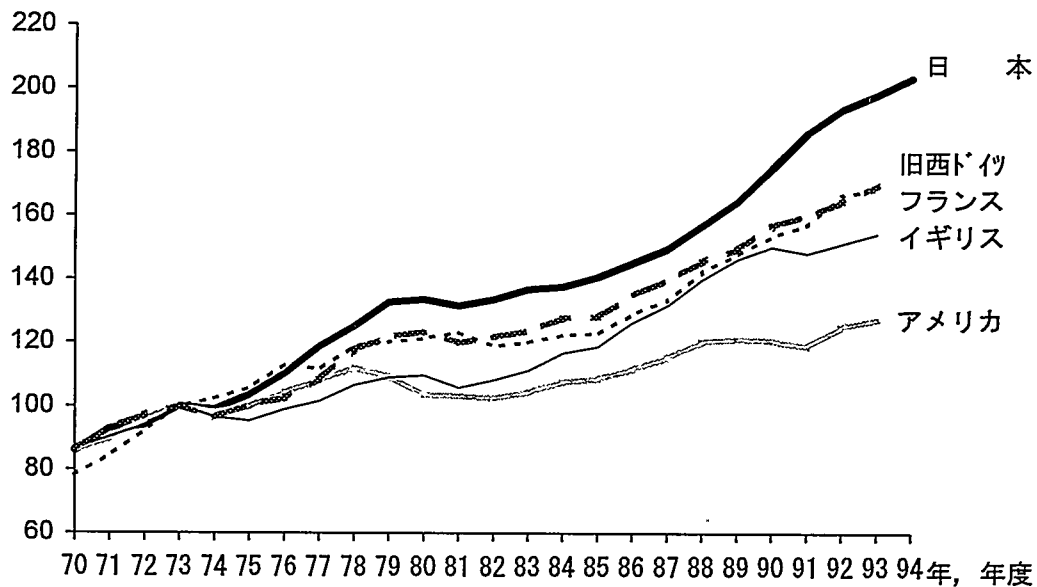
わが国の運輸部門のエネルギー需要は、1970年度から1994年度までの間、年平均伸び率3%という極めて著しい増加傾向を示してきた。輸送モード別にみると、乗用車の伸び率が最も高く、過去5年間（1990年度から1994年度の間）に年平均5.5%、次いで航空が4.7%、トラックが2.3%、鉄道が0.8%、海運が0.1%、バスは-1.4%と唯一の減少となっている。また、わが国の運輸部門のエネルギー需要の伸び率は、欧米主要国に比べてもかなり急激なものとなっている。

図1-1-1は、1970年から1994年までの日本、アメリカ、旧西ドイツ、フランス、イギリスの運輸部門のエネルギー需要を1973年度を100として指数化し、その推移を比較したものである。これを見ると、わが国のみならず欧米主要国においても、運輸部門のエネルギー需要は堅調に増加していることがわかる。しかしながら、アメリカ（過去10年間

¹⁾ わが国の石油依存度は産業部門で約50%、民生部門では約40%となっている。

の年平均伸び率は2%)，旧西ドイツ(同3.2%)，フランス(同3.4%)，イギリス(同3.3%)に比べると，わが国の運輸部門のエネルギー需要の伸び(同4%)は，かなり高くなっていることが特徴的である。

図1-1-1 主要国の運輸部門エネルギー需要の推移の比較



(注) 数値は，1973年=100(日本は年度)として指数化したものである。

(出所) IEA「Energy Balances of OECD Countries」などより作成

1-2 わが国の運輸部門エネルギー需要の分析

—モータリゼーションの進展とともに増加した運輸部門のエネルギー需要—

運輸部門における輸送活動は、その目的からふたつのカテゴリーに大きく分類することができる。すなわち、人を運ぶための旅客輸送と物を運ぶための貨物輸送である。ここでは、エネルギー需要においてもこれらを区別して分析を行うこととする。

本節は、旅客部門および貨物部門それぞれにおいて高い伸び率を示してきたわが国の運輸部門のエネルギー需要の増加要因を需要分析を通じて明らかにし、そこからエネルギーを効率的に利用するための課題を導き出すことを目的としている。

なお、分析の手法は、わが国の運輸部門のエネルギー需要が増加した要因として、旅客部門では、①輸送人員、②一人あたり平均輸送距離、③輸送量あたりのエネルギー消費原単位を選び、要因分析の手法を用いて行っている。また、貨物部門では、①輸送トン数、②1トンあたり平均輸送距離、③輸送量あたりのエネルギー消費原単位を要因として選び、要因分析の手法を用いてエネルギー需要の分析を行っている。なお、輸送量には、旅客では輸送人員に一人あたり輸送距離輸送を掛けた単位である「人キロ」、貨物では輸送トン数に1トンあたり輸送距離を掛けた単位である「トンキロ」を使用した。人キロおよびトンキロは、距離の概念を含んだ輸送活動の大きさを表す単位として一般的に用いられている。

旅客部門のエネルギー需要分析は、1970年度を基準に以下の式により行う。

ここで、

$E_{t,m}$ = t 年度、輸送モード m のエネルギー消費量

$P_{t,m}$ = t 年度、輸送モード m の輸送人員

$L_{t,m}$ = t 年度、輸送モード m の一人あたり平均輸送距離

$I_{t,m}$ = t 年度、輸送モード m の輸送量あたりエネルギー消費原単位

$$\sum Et[\text{輸送人員要因}] = \frac{\left(\sum_{m=1}^q E_{1970,m} \right)}{\left(\sum_{m=1}^q P_{1970,m} \right)} \cdot \left(\sum_{m=1}^q P_{t,m} \right)$$

$$\sum Et[\text{輸送距離要因}] = \frac{\left(\sum_{m=1}^q E_{1970,m} \right)}{\left(\sum_{m=1}^q L_{1970,m} \right)} \cdot \left(\sum_{m=1}^q L_{t,m} \right)$$

$$\sum Et[\text{原単位要因}] = \sum_{m=1}^q P_{1970,m} \cdot \sum_{m=1}^q L_{1970,m} \cdot \sum_{m=1}^q I_{t,m}$$

同様に、貨物部門のエネルギー需要分析は、以下の式により行う。

$E_{t,m} = t$ 年度、輸送モード m のエネルギー消費量

$T_{t,m} = t$ 年度、輸送モード m の輸送トン数

$L_{t,m} = t$ 年度、輸送モード m の 1 トンあたり平均輸送距離

$I_{t,m} = t$ 年度、輸送モード m の輸送量あたりエネルギー消費原単位

$$\sum Et[\text{輸送トン数要因}] = \frac{\left(\sum_{m=1}^q E_{1970,m} \right)}{\left(\sum_{m=1}^q T_{1970,m} \right)} \cdot \left(\sum_{m=1}^q T_{t,m} \right)$$

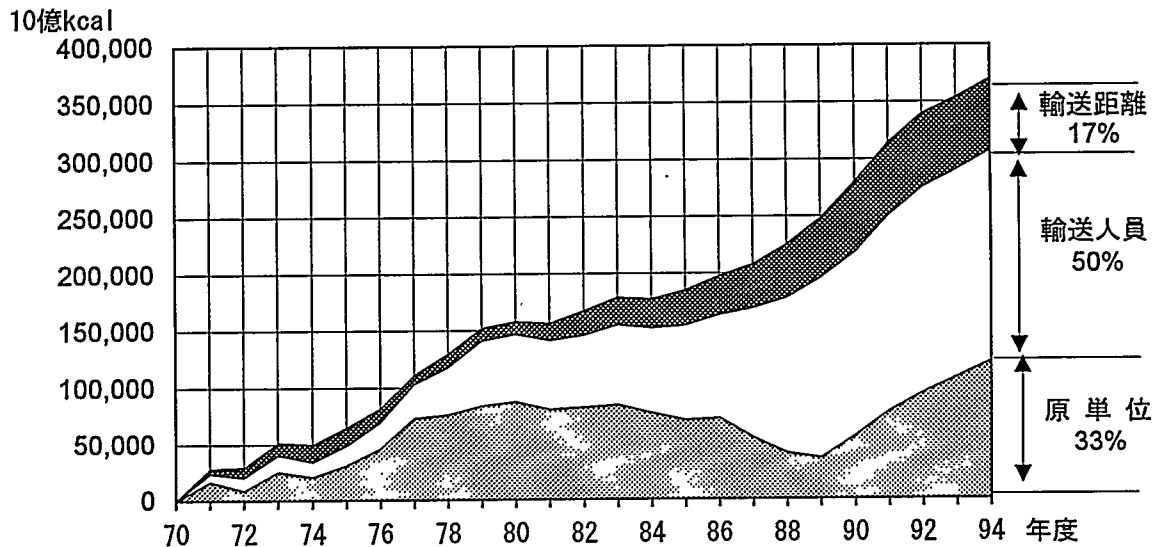
$$\sum Et[\text{輸送距離要因}] = \frac{\left(\sum_{m=1}^q E_{1970,m} \right)}{\left(\sum_{m=1}^q L_{1970,m} \right)} \cdot \left(\sum_{m=1}^q L_{t,m} \right)$$

$$\sum Et[\text{原単位要因}] = \sum_{m=1}^q T_{1970,m} \cdot \sum_{m=1}^q L_{1970,m} \cdot \sum_{m=1}^q I_{t,m}$$

1-2-1 旅客部門のエネルギー需要の分析

旅客部門のエネルギー需要は、1970年度から1994年度の間約2.7倍に増大している。旅客部門では前述のとおりエネルギー需要増加要因を①年間の輸送人員、②一人あたり平均輸送距離、③輸送人キロあたりのエネルギー消費原単位の3つの要因に区分してどの要因がエネルギー需要の増加にどの程度寄与したかについての分析を行った。その分析結果を示したものが図1-2-1-aである。1970年度から1994年度の間旅客部門のエネルギー需要は、4,000万kl（原油換算kl）増加している。増加した旅客部門のエネルギー需要のうち、輸送人員による需要の増加が全体の50%、輸送人キロあたりのエネルギー消費原単位による需要の増加が全体の33%、一人あたり平均輸送距離の伸びによる需要の増加が全体の17%と分析された。以下では、それぞれ3つの要因がどのように変化してきたかについて言及したい。

図1-2-1-a わが国の旅客部門エネルギー需要の増加要因の分析
(1970~1994年度累計)



(注) 比率は、1970~1994年度のエネルギー需要の増加分に占める各要因の割合である。

(出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」, 「鉄道輸送統計年報」, 「内航輸送統計年報」, 「航空輸送統計年報」, エネルギー計量分析センター「エネルギー・経済統計要覧」などより推計

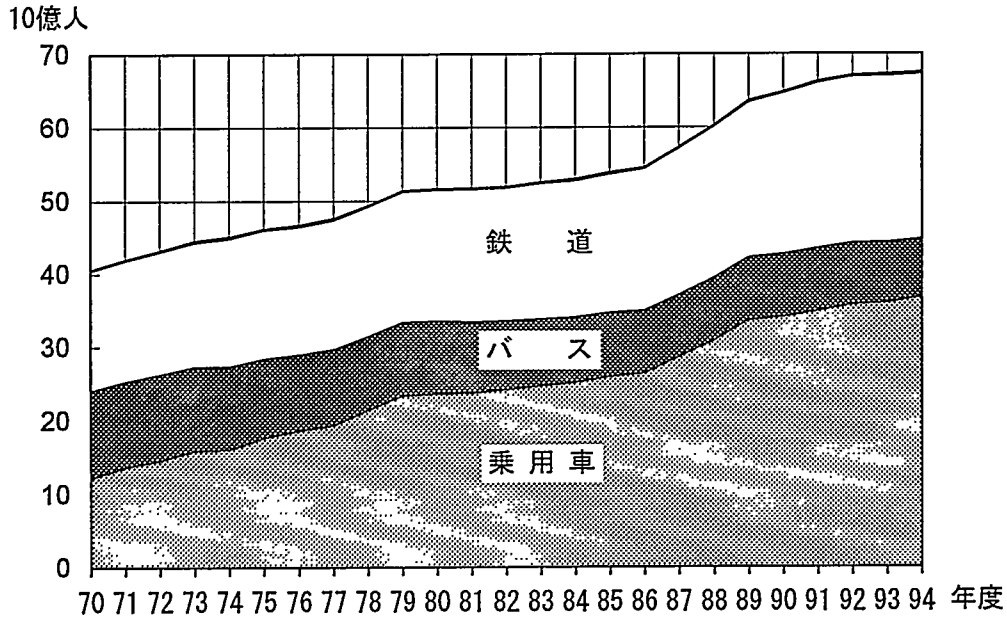
(1)輸送人員の要因

輸送人員の増大は、旅客部門のエネルギー需要を増加させた要因の $\frac{1}{2}$ 程度とその大半を占めている。輸送人員が増加した要因として、経済成長、ライフスタイルの変化、人口の増加などさまざまな要因が考えられるが、端的に言えば、急速なモータリゼーションの進展、即ち乗用車の保有台数の増加ということができる。すなわち、わが国の輸送人員は、乗用車を中心に増加しており、乗用車による輸送人員は、自動車保有台数の伸びに比べてやや緩やかではあるが、それに比例して増加し続けている。

1970年度から1994年度までの間に、わが国の年間の輸送人員は406億600万人から674億8,500万人へと1.7倍程度に増加している。特徴的なことは、この間輸送人員は減少することなく一貫して増加し続けてきたということである。同期間の輸送人員の推移を輸送モード別に見ると、バスは118億1,200万人から78億3,600万人へと減少しているが、鉄道は163億8,400万人から225億9,800万人へと1.4倍に増加、乗用車は122億2,100万人から368億2,600万人へと約3倍に増加している(図1-2-1-b)。また、この間に乗用車の保有台数は1970年度末の655.9万台から1994年度末には3,749.7万台へと5.7倍に増加している。

また、この間に普及率も人口10人あたり0.6台から3.0台へと3倍以上に上昇している。しかし、アメリカ(乗用車の普及率は人口10人あたり5.7台)、ドイツ(同4.9台)など欧米と比較するとわが国の普及率(同3.0台)は未だ低い水準である。ちなみに、わが国の現在の普及率は、ドイツの約20年前の水準にすぎない(図1-2-1-c)。さらに、免許保有率でも、わが国の水準は欧米に比べて低く、とくに女性の免許保有率が低い。アメリカの女性の免許保有率が約80%、ドイツでも60%であるのに対し、日本は約50%である。これは、女性の高齢者の免許保有率が低いことが要因であり、今後は女性の免許保有率も欧米の水準並まで上昇することが見込まれる。従って、わが国の乗用車の普及率は、今後も引き続き上昇することが予想されるため、乗用車の普及率の上昇すなわち保有台数の増加にともない、今後も輸送人員は乗用車を中心に堅調に増加すると考えられる。

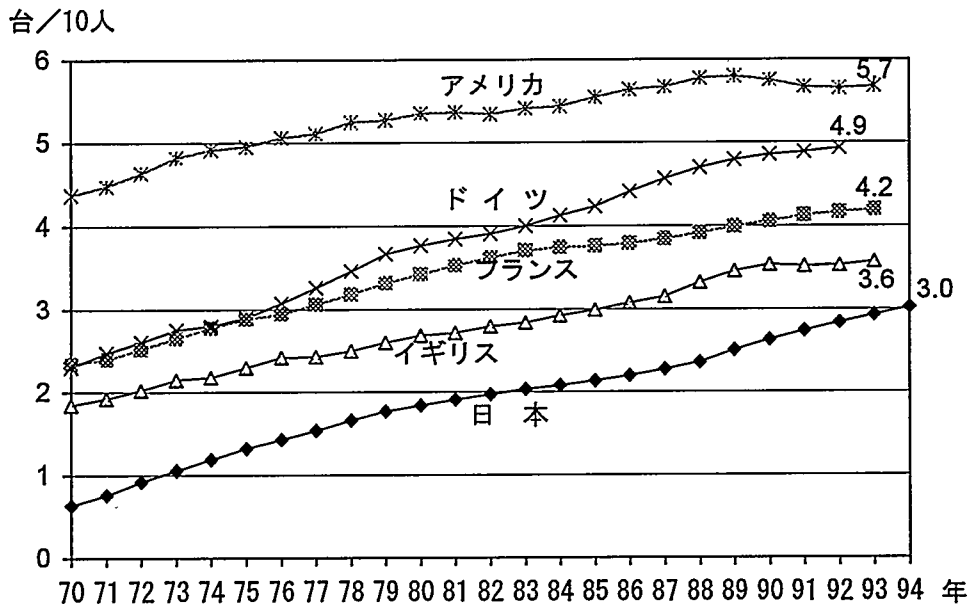
図1-2-1-b わが国の輸送人員の推移



(注) 乗用車は、軽自動車およびトラックを除く。

(出所) 運輸省「運輸経済統計要覧」より作成

図1-2-1-c 主要国の人口10人あたり乗用車の保有台数の推移



(注) 日本の保有台数は、軽自動車を除く数値である。

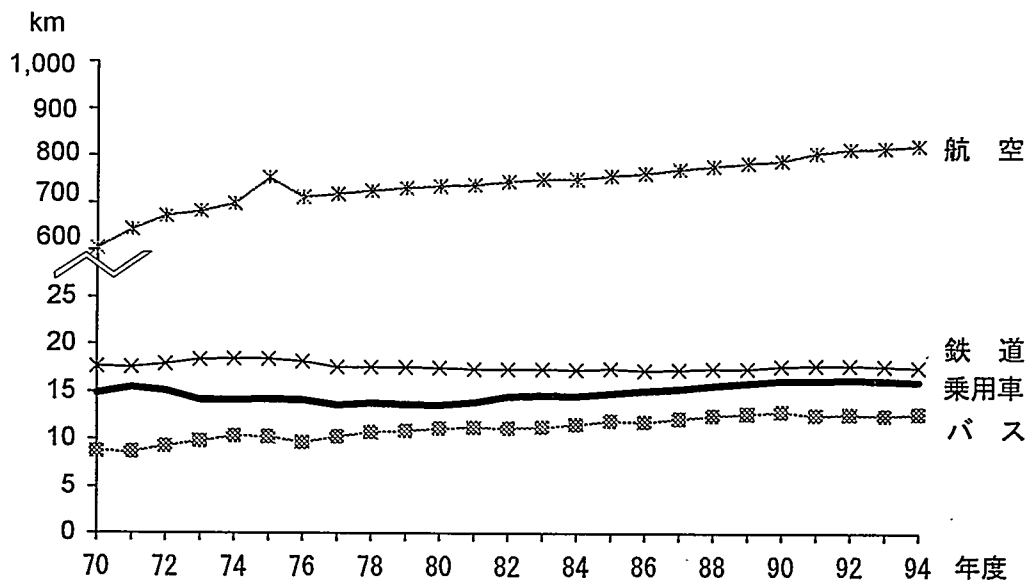
(出所) AAMA「World Motor Vehicle Data」など各国資料より作成

(2) 輸送距離の要因

また、一人あたり平均輸送距離は、エネルギー需要を増加させた要因としては、他の要因と比べるとあまり大きくはない。しかし、1970年度から1994年度までの間に一人あたり平均輸送距離は14.5kmから17.1kmへと約1.2倍に増加し、全体的に移動距離は長距離化の傾向を示している。輸送距離が長距離化してきた要因として、道路延長の拡張などインフラの整備も含めたモータリゼーションの進展にともなう人々の行動範囲の拡大、ライフスタイルの変化、住宅など生活の郊外化、あるいは航空輸送の発達などが考えられる。

ただし、1990年代に入って旅客部門の一人あたり平均輸送距離の伸びは停滞している。輸送モード別にみると、航空の輸送距離は着実に増加しているが、その他の乗用車、鉄道の輸送距離は横這いで推移している（図1-2-1-d）。また、乗用車の一人あたり平均輸送距離は、欧米主要国と比較しても大きな差はなく、人々が自動車で通勤などの目的のために移動する範囲に関しては、各国ともそれほど大きな差はないということを示すものといえる。このような傾向を考慮すると、今後はレジャー志向の高まりといったライフスタイルの変化や航空輸送の増加などの輸送距離の長距離化へ寄与する要因はあるものの、基本的にはエネルギー需要の伸びに大きなインパクトを与えるほどの大幅な平均輸送距離の増加の可能性は少ないと考えられる。

図1-2-1-d わが国の旅客部門の一人あたり平均輸送距離の推移



(出所) 運輸省「運輸経済統計要覧」より作成

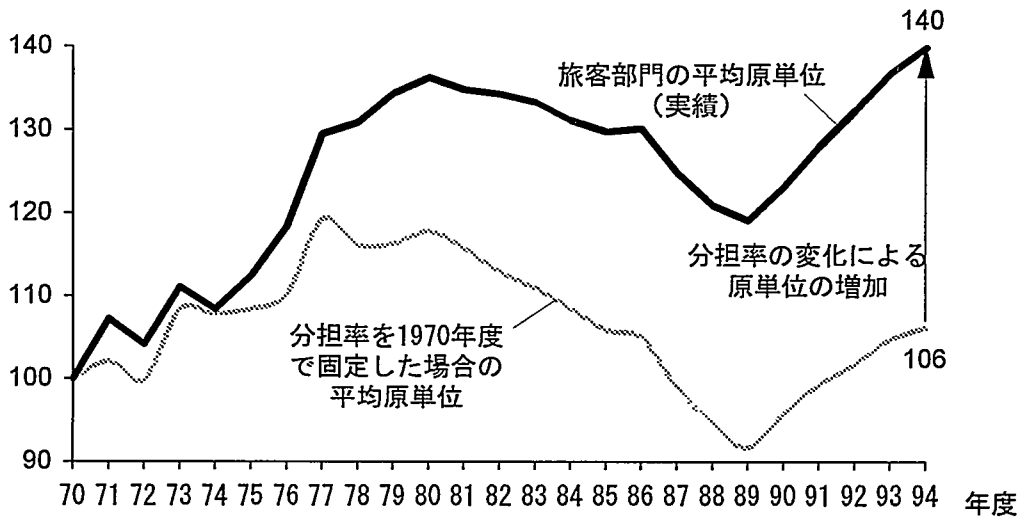
(3)原単位要因

輸送量あたりエネルギー消費原単位は、旅客部門のエネルギー需要の増加要因の $\frac{1}{3}$ 程度を占めている。旅客部門全体のエネルギー消費原単位の変化は、大別すると①輸送量（輸送人キロ）における各輸送モード（ここでは、乗用車、バス、鉄道、航空、船舶）の構成比（これを「分担率」と呼ぶ）の変化、②各輸送モードごとのエネルギー消費原単位の変化の二つの要因から構成される。

旅客部門全体のエネルギー消費原単位は、1970年度から1994年度の間には40%増加しているが、仮に分担率を1970年度で固定し、各輸送モードごとのエネルギー消費原単位のみを変化させた場合、1994年度の旅客部門全体のエネルギー消費原単位は対1970年度比6%の増加に止まる（図1-2-1-e）。言い換えれば、分担率の変化が1970年度から1994年度の間には旅客部門の原単位を34%増加させたこととなる。この間の分担率の変化の特徴を端的に述べると乗用車に比べて一般的に原単位の小さい、即ちエネルギー寡消費の輸送モードである鉄道やバスの分担率が減少し、逆に鉄道やバスに比べて一般的に原単位の大きいエネルギー多消費の輸送モードである乗用車の分担率が増加している（図1-2-1-f）。1970年度から1994年度の間には鉄道の分担率は41%から29%へと減少しており、また同期間にバスの分担率は15%から7%へと減少している。一方、乗用車の分担率は、同期間に43%から59%へと増加している。

一方、個々の輸送モード別に旅客部門のエネルギー消費原単位の推移を見ると、航空は1970年度から1994年度の間は一貫して減少しており、確実に省エネルギーが進められてきたことがわかる。しかし、その他の輸送モードにおいては、バス、鉄道、乗用車のいずれもがエネルギー消費原単位は増加傾向にある（図1-2-1-g）。バスは、実走行燃費の悪化よりむしろ、輸送効率が年々低下していることがエネルギー消費原単位の悪化に結びついていると考えられる。また、鉄道は、常に高い輸送効率を維持しているものの、車両の実走行燃費の改善が停滞しているため、エネルギー消費原単位が改善されていないものと考えられる。また、乗用車は、1980年代に入って実施された新車への燃費基準の導入の効果から実走行燃費が大幅に改善され、エネルギー消費原単位も減少してきたが、1990年代以降、乗用車の原単位は再び増加に転じている。乗用車の原単位が近年悪化した主要な要因としては、排気量の大型化やオートマチック車の増加、エアコンディショナーの設置など装備の充実ともなう自動車単体での燃費の悪化、あるいは道路混雑の激化などの走

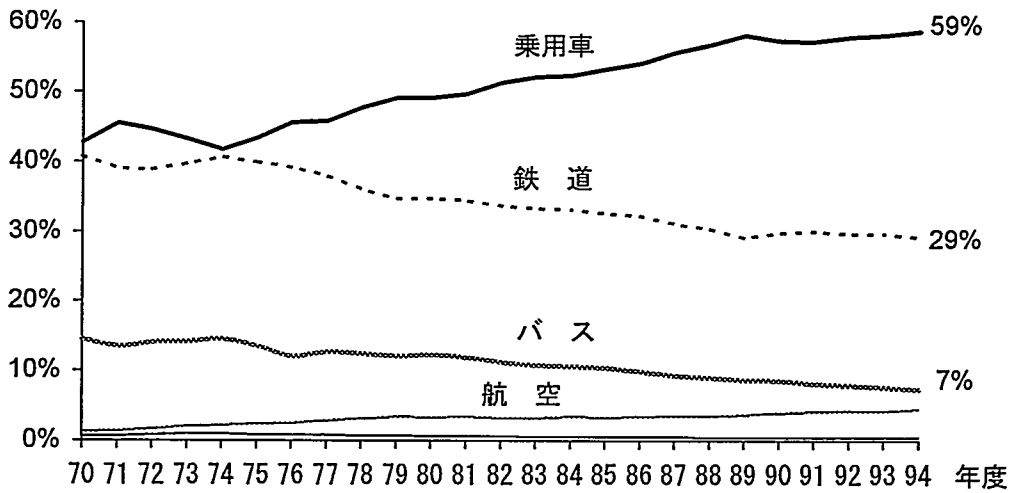
図1-2-1-e わが国の旅客部門におけるエネルギー消費原単位の推移



(注) 数値は、1970年度=100として指数化したものである。

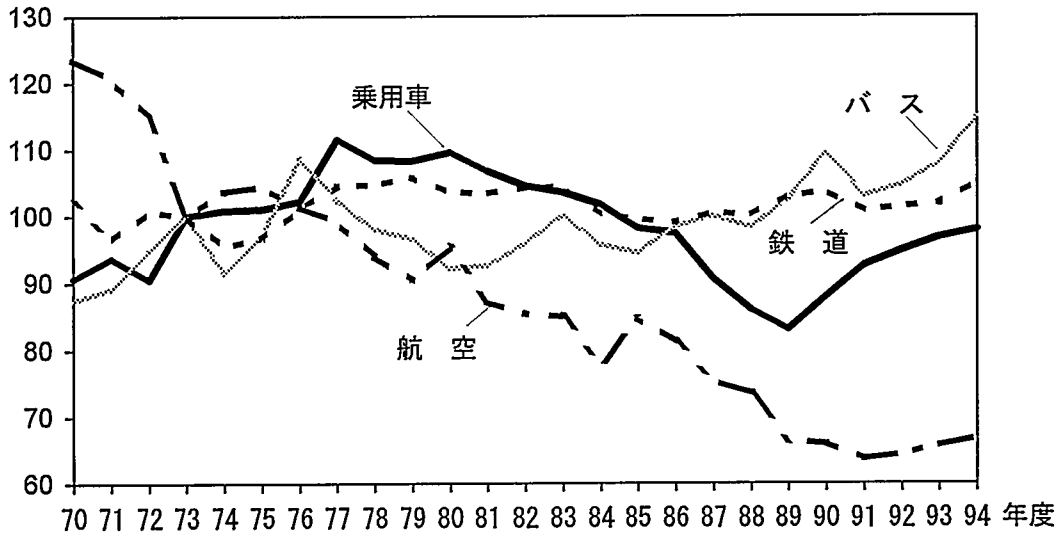
(出所) 図1-2-1-aに同じ

図1-2-1-f わが国の旅客部門における分担率の推移



(出所) 図1-2-1-aに同じ

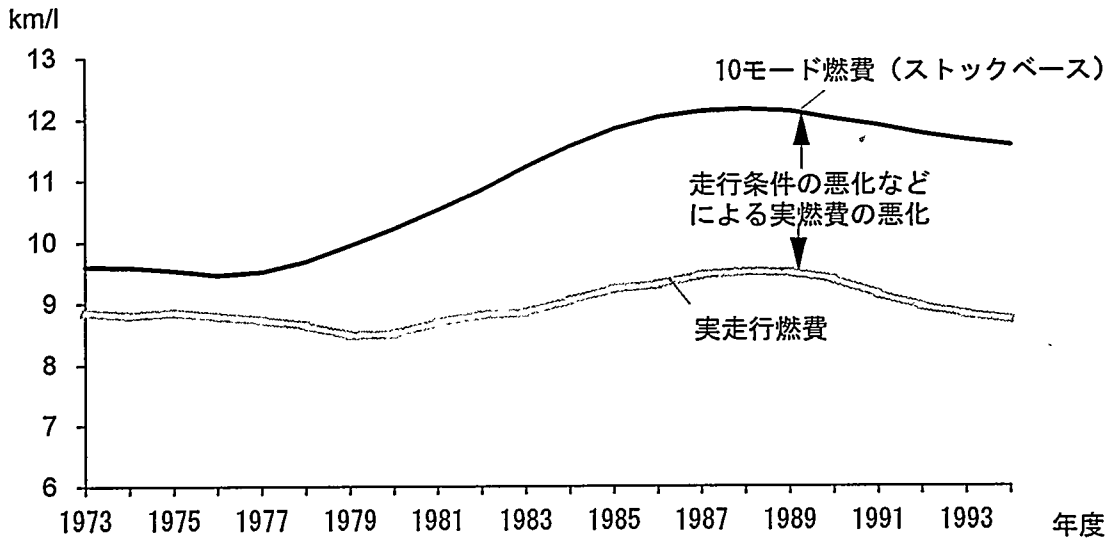
図1-2-1-g わが国の旅客部門の輸送モード別原単位の推移



(注) 数値は、1973年度=100として指数化したものである。

(出所) 図1-2-1-aに同じ

図1-2-1-h わが国の乗用車の実走行燃費と10モード燃費の推移



(出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」，「運輸関係エネルギー要覧」，自動車検査登録協会「自動車保有車両数」などより推計。

(注) 10モード燃費とは、一定の運転パターンで走行した場合の燃費の測定値である。運転パターンに10種類の異なる運転条件(モード)が設定されていることから、10モード燃費と呼ばれる。1991年より高速走行の運転モードを加えた10・15モード燃費が採用されている。

行条件の悪化による実走行燃費の悪化、さらにガソリン価格の低位安定による省エネ意識の低下などの複数の要因が考えられる。とくに走行条件の悪化については、1973年度から1994年度の間保有車ベースの10モード燃費の推移と実走行ベースの燃費の推移とを比較することによってどの程度悪化したかを確認することができる(図1-2-1-h)。10モード燃費とは、10種(発進、走行、停車など)の定められた運転パターンで走行した場合の燃費の測定値であり、一方の実走行ベースの燃費とは、実際の道路をさまざまな運転パターンで走行したものである。両者の差は、概ね平均速度や使われ方の差などの運転パターンの違いによる差であると考えて良い。したがって、この差が年々拡大しているということは、主に走行条件の悪化によって実走行燃費が悪化していることを示すものと考えられる。また、原単位の計算において分母に位置する乗車率²⁾が低下したことも原単位の悪化の一因となっており、その背景には、乗用車の普及率の上昇などにもなう乗用車利用のパーソナル化の進展などがある。

以上の傾向から判断すると、旅客部門のエネルギー消費原単位は、乗用車の分担率が今後も引き続き増加すること、乗用車のエネルギー消費原単位が道路混雑の激化によって増加することなどから、傾向としては増加することが予想される。

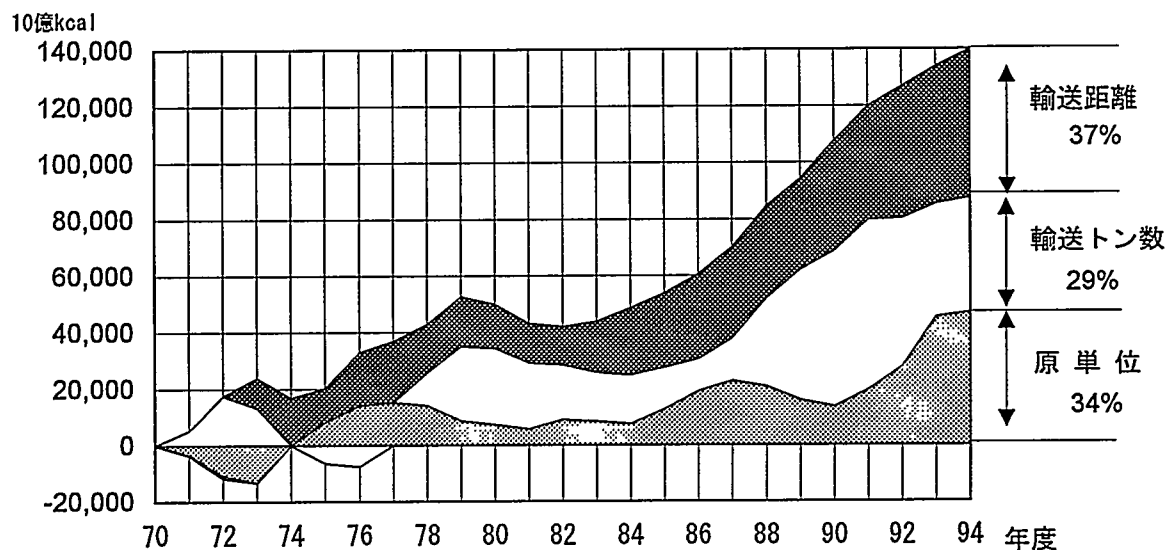
今まで3つの要因の変化をみてきたが、総合的に判断すると、モータリゼーションの進展とともに今後も旅客部門のエネルギー需要は引き続き堅調な増加傾向を示すものと考えられる。

²⁾ 乗車率=平均搭乗者数÷乗車定員。

1-2-2 貨物部門のエネルギー需要の分析

一方、貨物部門について見てみると、1970年度から1994年度の間エネルギー需要は、約1.9倍に増加している。貨物部門でも同様にエネルギー需要増加要因を①年間の輸送トン数、②1トンあたり平均輸送距離、③輸送トンキロあたりのエネルギー原単位の3つの要因に区分してどの要因がエネルギー需要の増加にどの程度寄与したかという分析をおこなった。以上の分析結果をグラフ化したものが図1-2-2-aである。1970年度から1994年度の間貨物部門のエネルギー需要は、1,500万kl（原油換算kl）増加している。この分析結果を見ると、1970年度から1994年度の間貨物部門のエネルギー需要が増加した要因の内訳は、1トンあたり平均輸送距離の伸びが37%、輸送量あたりのエネルギー原単位（kcal/トンキロ）の増加が34%、輸送トン数の増加が29%となっている。以下では、それぞれの要因がどのように変化したかについて簡単にふれておきたい。

図1-2-2-a わが国の貨物部門エネルギー需要の増加要因の分析
(1970～1994年度累計)



(注) 比率は、1970～1994年度のエネルギー需要の増加分に占める各要因の割合である。

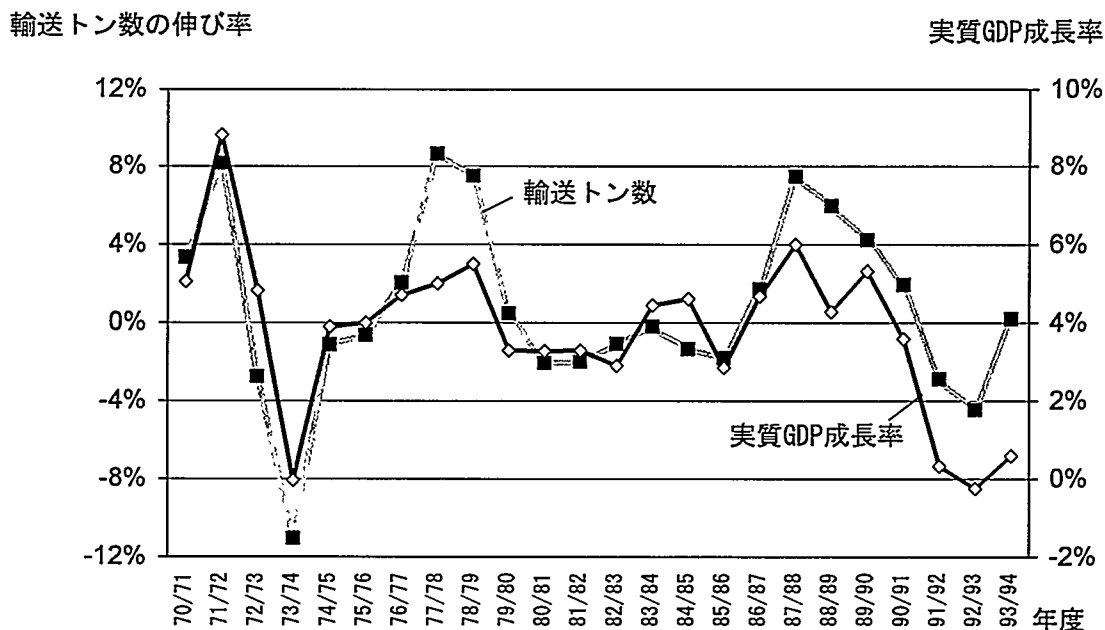
(出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」、
「鉄道輸送統計年報」、
「内航輸送統計年報」、
「航空輸送統計年報」、
エネルギー計量分析センター「エネルギー・経済統計要覧」
などより推計

(1)輸送トン数の要因

輸送トン数の増加は、エネルギー需要を増加させた要因の $\frac{1}{3}$ 程度を占めている。わが国の国内の貨物輸送トン数は、1970年度の52億5,900万トンから1994年度の62億9,300万トンへと15年間で1.2倍程度になっており、基本的には増加してきたといえる。ただし、この間輸送トン数は、一貫して増加し続けてきたわけではなく、周期的に増減を繰り返している。輸送トン数の変化が、経済成長と密接な関係にあることは一般的によく知られている。例えば、1970年度から1994年度の間輸送トン数の伸び率と実質GDP成長率を比較してみると、両者が極めて近似した動きを示していることがわかる（図1-2-2-b）。

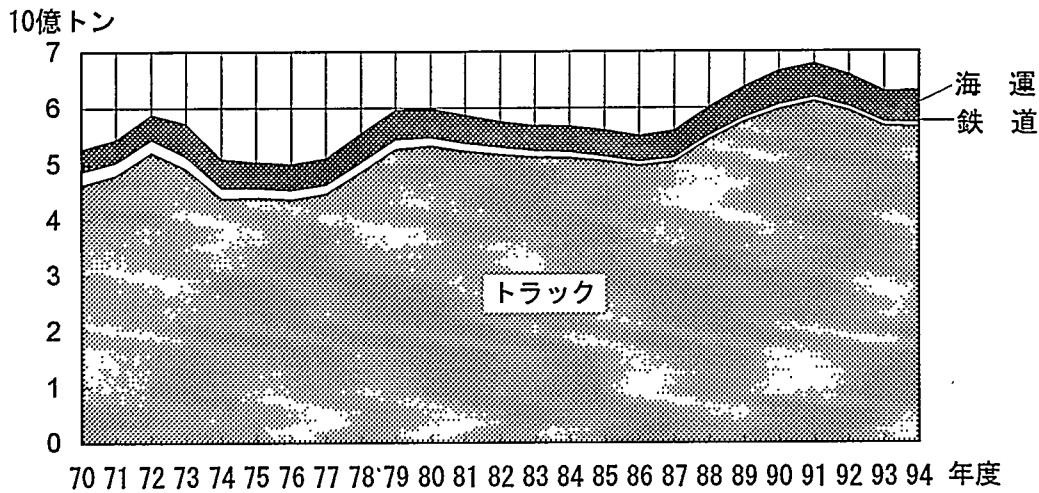
また、同期間の輸送トン数の推移を輸送モード別に見ると、トラックの輸送トン数が1970年度の46億2,600万トンから1994年度の56億5,700万トンへと1.2倍、海運が1970年度の3億7,700万トンから1994年度の5億5,600万トンへと1.5倍に増加しているのに対し、鉄道は減少している（図1-2-2-c）。鉄道の輸送トン数は、この間減少の一途を辿っており、1994年度で7,900万トンと1970年度の2億5,600万トンに比べて $\frac{1}{3}$ 以下となっている。また、輸送トン数の輸送モード別シェアをみると、そのほとんどがトラックであり（1970年度で87%、1994年度で90%）、わが国の貨物輸送におけるトラックの役割が極めて重要であるということを表している。

図1-2-2-b わが国の輸送トン数の伸び率と経済成長率の推移



（出所）運輸省「運輸経済統計要覧」、経済企画庁「国民経済計算年報」より作成

図1-2-2-c わが国の輸送トン数の推移



(注) トラックは、軽自動車による輸送トン数を含まない。

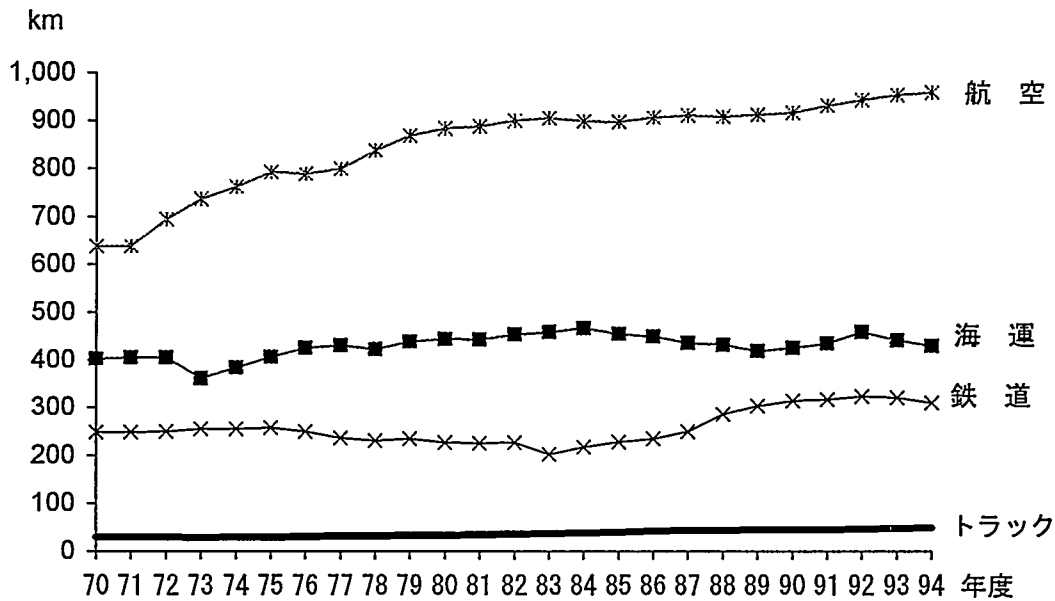
(出所) 運輸省「運輸経済統計要覧」等より作成

(2)輸送距離の要因

また、1970年度から1994年度までの間に1トンあたり平均輸送距離は、66.7kmから86.2kmへと約1.3倍に拡大している。このような貨物部門での輸送距離の長距離化傾向は、貨物部門のエネルギー需要を増加させた要因の $\frac{1}{3}$ 程度を占める。輸送距離が長距離化してきた主要な要因として、高速道路を中心とする道路整備の進展、工場立地の遠隔地化、物流に対するニーズの多様化などによってトラックの走行距離が長距離化したことがあげられる。トラックの1トンあたり平均輸送距離は、1970年度の29.4kmから1994年度には49.2kmと約1.6倍になっている(図1-2-2-d)。

以上のとおり貨物部門では、現在までトラックを中心に輸送距離が長距離化してきたが、現在も緩やかではあるが、依然として輸送距離の長距離化傾向が続いており、今後もある程度この傾向は続くものと考えられる。

図1-2-2-d わが国の貨物部門における1トンあたり平均輸送距離の推移



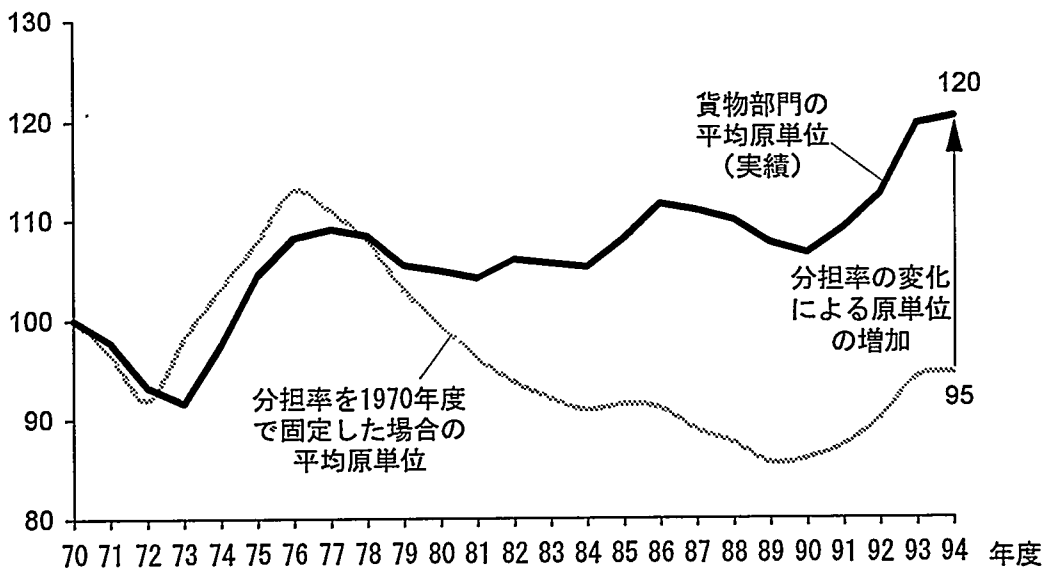
(出所) 運輸省「運輸経済統計要覧」

(3)原単位要因

貨物部門における輸送量あたりエネルギー消費原単位は、エネルギー需要の増加要因の $\frac{1}{3}$ 程度を占めている。貨物部門全体のエネルギー消費原単位の変化も、大別して①分担率の変化、②各輸送モード（ここでは、トラック、鉄道、海運、航空）ごとのエネルギー消費原単位の変化の二つの要因が考えられる。

貨物部門全体のエネルギー消費原単位は、1970年度から1994年度の間、20%増加しているが、その理由の大半は、旅客部門と同様に分担率の変化によるものである。仮に分担率を1970年度で固定し、各輸送モードごとのエネルギー消費原単位のみを変化させた場合、1994年度の貨物部門全体のエネルギー消費原単位は、対1970年度比で逆に5%の減少となる（図1-2-2-e）。即ち、分担率の変化は、この間に貨物部門全体の原単位を25%増加させたことになる。同期間の分担率の変化の特徴は、鉄道や海運に比べて平均的にエネルギー消費原単位が大きい輸送モードであるトラックの分担率が1970年度から1994年度の間、39%から52%へと増加していることである（図1-2-2-f）。また逆に、この間の鉄道の分担率は、18%から4%へと大幅に減少している。その結果として、貨物部門全

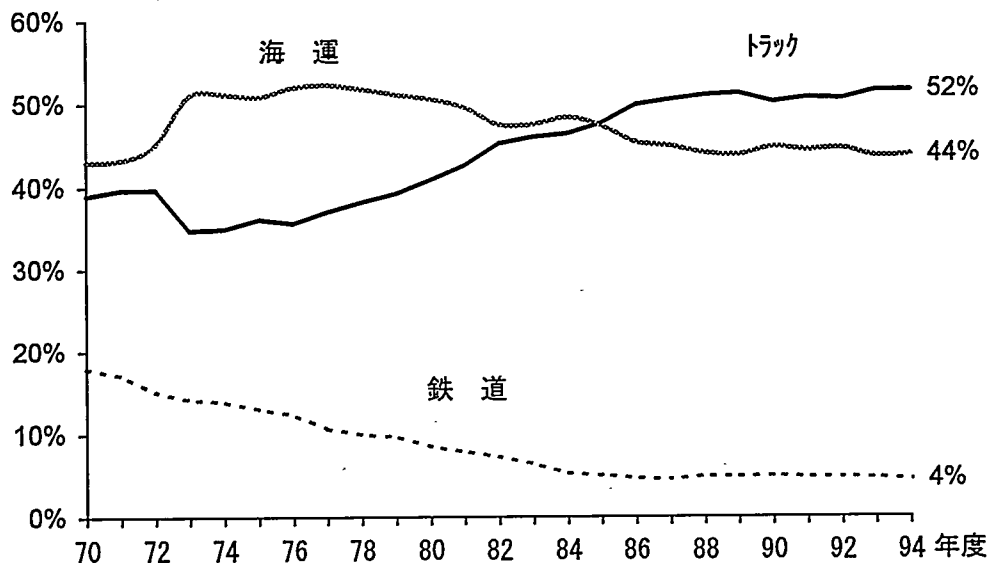
図1-2-2-e わが国の貨物部門におけるエネルギー消費原単位の推移



(注) 数値は、1970年度=100として指数化したものである。

(出所) 図1-2-2-a)と同じ

図1-2-2-f わが国の貨物部門における分担率の推移

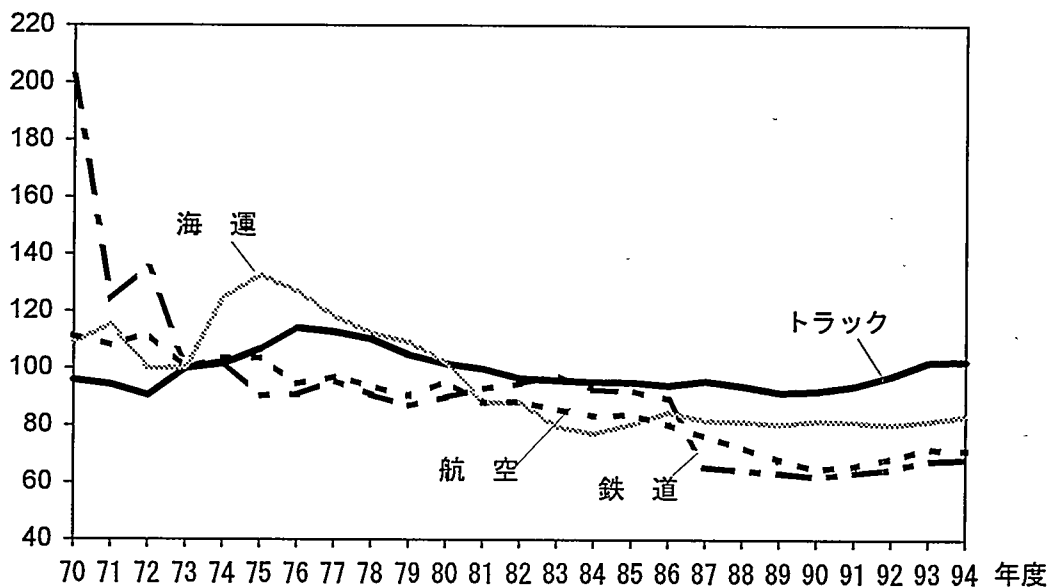


(出所) 運輸省「運輸経済統計要覧」

体のエネルギー消費原単位が増加しているわけである。このように鉄道からトラックへのシフトが進んだ背景には、産業の高付加価値化にともなう貨物の小口化・高速化・多頻度化といった貨物需要および物流形態の変化とドア・ツー・ドアというトラックの利便性との一致があげられる。これに加えて、近距離小量輸送でのトラックの運賃競争力の強さがトラック輸送の成長を加速させ、逆に近距離小量輸送での鉄道の運賃競争力の弱さが鉄道輸送の減少を招いたと考えられる。

一方、個々の輸送モード別に貨物部門のエネルギー消費原単位の推移を見ると、トラック、鉄道、内航海運、航空のいずれの輸送モードにおいても概ね原単位は減少傾向にあり、省エネルギーが進められてきたといえよう。たとえば、鉄道では合理化の推進により車両あたり輸送トン数が1982年度の10トンから1987年度には18トンまで増加している。これによって貨物鉄道のエネルギー消費原単位も同期間に30%程度改善されている。しかし、トラックのエネルギー消費原単位は1989年度以降、緩やかではあるが悪化傾向にある(図1-2-2-g)。トラックの原単位が悪化している主要な要因は、積載率³⁾の低下をはじめとする輸送効率⁴⁾の低下、排気量の大型化にともなう自動車単体の燃費の悪化、走行

図1-2-2-g わが国の貨物部門の輸送モード別原単位の推移



(注) 数値は、1973年度=100として指数化したものである。

(出所) 図1-2-2-aに同じ

³⁾ 積載率=平均積載トン数÷積載可能トン数。

⁴⁾ 輸送効率=(平均積載トン数×実積載走行距離)÷(積載可能トン数×全走行距離)。

条件の悪化にともなう実走行燃費の悪化などが考えられる。トラックの車種別実走行燃費の推移をみると、車種別には燃費の変化は余り大きくないが、小型車の枠を越える普通車の台数が増加してきたことによって、つまり排気量の大型化によって平均の燃費が悪化している。また、輸送効率は、積載率の低下と実車率の低下とに分けることができる。積載率および実車率の過去の推移を見ると、実車率に大きな変動はないが、積載率は1983年度の90%から1994年度の81%へと約10年間でほぼ10%低下している。とくに積載率が低下している背景には、物流の多頻度小口化の影響などがある。

今後もわが国の貨物輸送におけるトラックの役割は依然として重要であり、分担率も増加していくと考えられる。また、物流形態の多様化や道路混雑の激化などの要因からトラックのエネルギー消費原単位も引き続き増加傾向が続くものと考えられる。従って、貨物部門全体のエネルギー消費原単位は、今後も増加することが予想される。

以上の結果から、経済成長や産業構造の変化など不確定な要素もあるが、貨物部門においてもモータリゼーションの進展とともに引き続きエネルギー需要は増加傾向にあるといっていだらう。

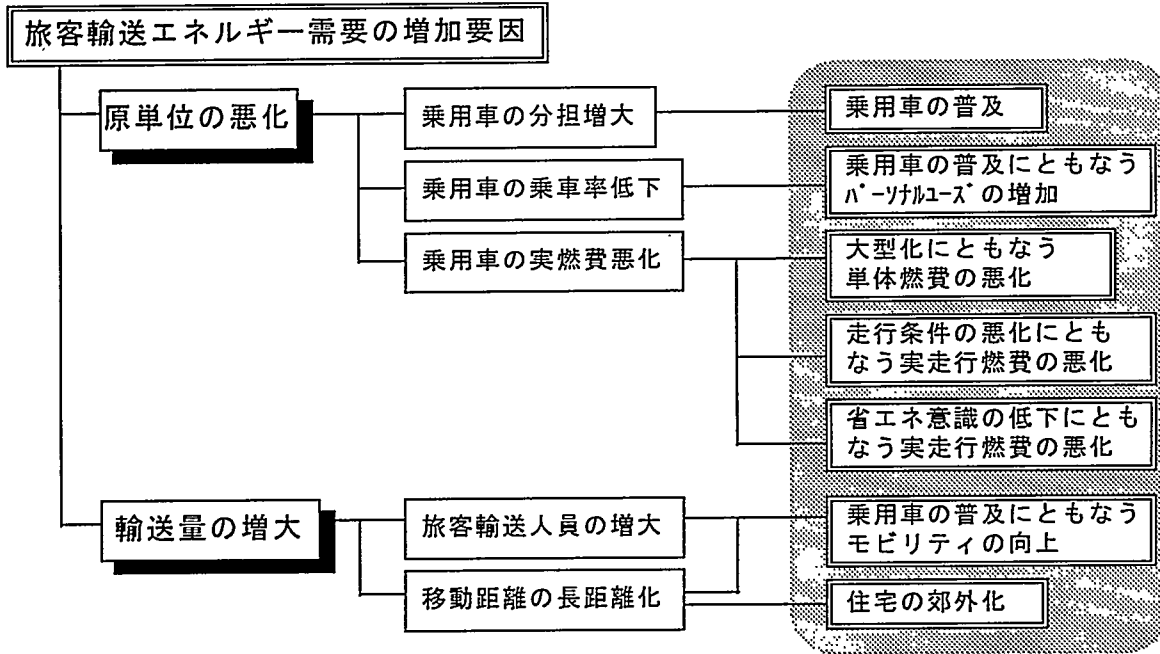
1-2-3 エネルギー需要の分析結果のまとめ

以上、旅客部門および貨物部門についてエネルギー需要の増加要因の分析をおこなってきたが、ここで再度分析結果を簡単にまとめておきたい。

まず、旅客部門の場合は、モータリゼーションの進展によってエネルギー需要は増加したといえる。まず、モータリゼーションの進展は、人々のライフスタイルに変化をもたらした。すなわち、自動車の普及によって、今まで潜在的であった輸送需要が顕在化してきたわけであり、こうした変化は生活水準の向上を意味している。しかし、急速なテンポで増大した自動車の保有台数は、道路のキャパシティー不足を生じさせ、結果として道路混雑の激化などの走行条件の悪化を招いた。走行条件の改善による燃費の向上は、エネルギーの効率的利用という観点からは、非常に重要な課題であるといえる（図1-2-3-a）。

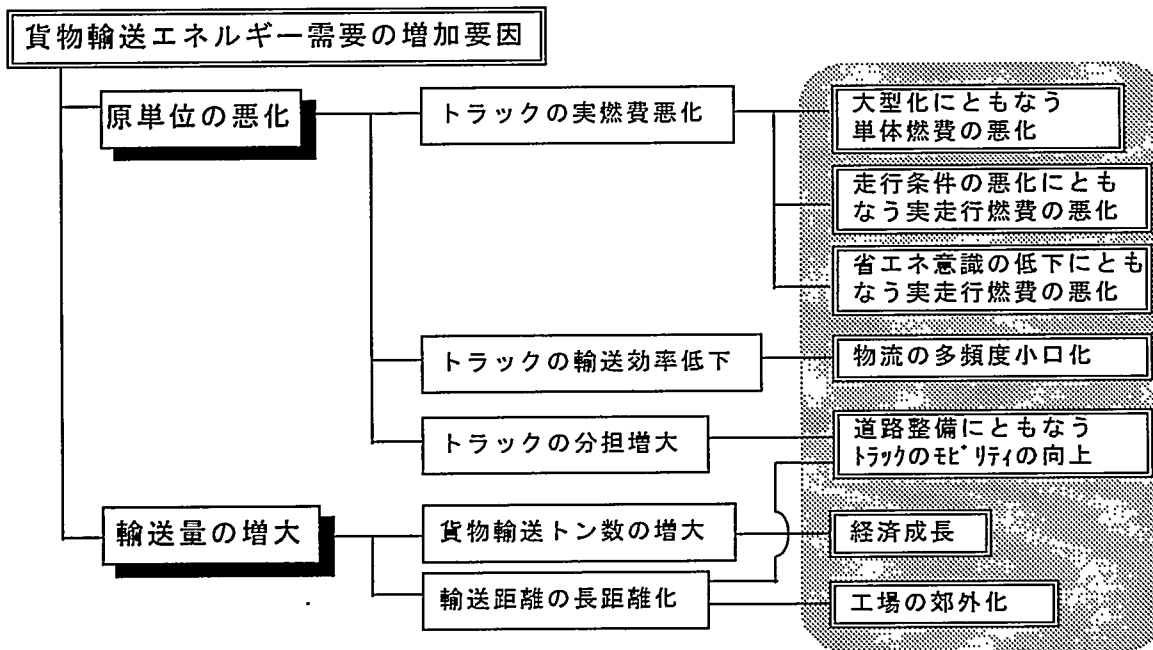
一方、貨物部門の場合においても、エネルギー需要の増加要因はモータリゼーションの進展であるといえる。貨物部門の輸送トン数は、過去からトラックがその多くを占めていたが、高速道路などの道路整備の進展によってドア・ツー・ドアというトラックの利便性はさらに高まったわけであり、それによってジャスト・イン・タイム輸送などの物流形態の多様化や多頻度小口輸送の増加などの変化にも対応が可能になったといえる。そして、貨物部門におけるトラック依存が益々高まっていったのである。しかし、こうした急速なテンポで成長したトラック輸送は、道路のキャパシティー不足を生じさせ、結果として道路混雑の激化などの走行条件の悪化を招いた。したがって、貨物部門においても「道路のキャパシティー不足による走行条件の悪化をいかにして解決するか」がエネルギーの効率的利用という観点からみて、極めて重要な課題であるといえる（図1-2-3-b）。

図1-2-3-a 旅客部門のエネルギー需要増加要因



(出所) 日本エネルギー経済研究所

図1-2-3-b 貨物部門のエネルギー需要増加要因



(出所) 日本エネルギー経済研究所

表1-2-3-a わが国の運輸部門エネルギー需要の推移(1970~1994年度)

(100億kcal)

	自家用乗用車	営業用乗用車	乗用車計	自家用トラック	営業用トラック	トラック計	バス	旅客鉄道	貨物鉄道	鉄道計	旅客航空	貨物航空	航空計	旅客海運	貨物海運	海運計	合計
1970	9,386	1,953	11,339	11,252	3,648	14,901	1,191	1,373	1,217	2,590	959	66	1,025	106	2,438	2,544	33,590
1971	11,475	2,061	13,536	11,598	3,891	15,489	1,190	1,302	733	2,035	1,041	70	1,111	100	2,676	2,776	36,137
1972	11,689	1,995	13,685	11,876	4,117	15,993	1,369	1,409	768	2,177	1,215	104	1,319	92	2,596	2,688	37,220
1973	13,757	1,993	15,750	11,825	4,365	16,190	1,479	1,456	554	2,010	1,336	120	1,456	108	3,071	3,179	40,064
1974	13,733	1,794	15,527	11,342	4,302	15,644	1,402	1,440	511	1,951	1,524	116	1,640	122	3,550	3,672	39,836
1975	15,032	1,875	16,907	11,878	4,496	16,374	1,415	1,456	406	1,862	1,665	126	1,791	140	3,602	3,742	42,090
1976	16,070	1,934	18,003	13,130	4,904	18,034	1,422	1,504	398	1,902	1,699	121	1,820	129	3,651	3,780	44,962
1977	18,034	1,939	19,973	14,324	5,362	19,685	1,418	1,520	375	1,895	1,954	142	2,096	150	3,536	3,686	48,753
1978	19,588	2,040	21,628	14,500	6,190	20,690	1,388	1,515	354	1,889	2,109	168	2,277	147	3,524	3,671	51,523
1979	21,357	2,109	23,466	14,867	6,774	21,640	1,384	1,539	355	1,894	2,278	197	2,475	135	3,645	3,780	54,640
1980	21,961	2,089	24,050	14,955	6,791	21,745	1,347	1,516	321	1,837	2,360	221	2,581	131	3,351	3,482	55,043
1981	22,025	2,081	24,106	14,848	6,835	21,683	1,334	1,523	300	1,823	2,253	230	2,483	89	2,753	2,842	54,271
1982	22,572	2,024	24,595	14,534	7,045	21,579	1,330	1,535	277	1,812	2,141	254	2,395	141	2,579	2,720	54,431
1983	22,846	2,042	24,888	14,520	7,365	21,885	1,371	1,562	255	1,817	2,170	274	2,444	165	2,360	2,525	54,930
1984	22,839	2,007	24,846	14,298	7,998	22,296	1,306	1,513	203	1,716	2,170	297	2,467	104	2,391	2,495	55,127
1985	23,313	2,037	25,350	14,183	8,430	22,613	1,312	1,529	193	1,722	2,336	323	2,659	100	2,446	2,546	56,201
1986	24,043	2,040	26,083	14,206	8,940	23,146	1,324	1,541	174	1,715	2,393	350	2,743	108	2,478	2,586	57,597
1987	24,464	2,108	26,572	14,697	9,548	24,245	1,363	1,612	128	1,740	2,418	385	2,803	133	2,430	2,563	59,286
1988	25,553	2,072	27,625	15,155	10,468	25,623	1,393	1,686	144	1,830	2,518	399	2,917	125	2,556	2,681	62,070
1989	26,365	2,023	28,388	20,949	10,635	31,584	1,481	1,769	152	1,921	2,609	409	3,018	121	2,669	2,790	68,843
1990	27,354	2,023	29,377	15,245	11,190	26,435	1,481	1,769	161	2,029	2,840	414	3,254	127	2,948	3,075	69,053
1991	28,187	2,029	30,211	21,220	11,377	32,597	1,602	1,868	164	2,041	2,935	426	3,361	203	2,978	3,181	73,074
1992	29,643	2,084	31,727	15,587	11,834	27,421	1,602	1,877	164	2,041	2,935	426	3,361	203	2,978	3,181	73,074
1993	30,642	2,084	32,726	16,064	13,016	29,080	1,476	1,877	164	2,041	2,935	426	3,361	203	2,978	3,181	73,074
1994	31,851	2,084	33,935	16,064	13,016	29,080	1,476	1,877	164	2,041	2,935	426	3,361	203	2,978	3,181	73,074
1995	33,238	2,059	35,297	22,111	13,246	35,356	1,478	1,898	165	2,063	3,041	440	3,481	188	2,937	3,125	80,738
1996	33,901	2,059	35,960	16,157	13,597	29,753	1,478	1,898	165	2,063	3,041	440	3,481	188	2,937	3,125	80,738
1997	35,662	2,033	37,695	22,421	13,846	36,266	1,471	1,909	164	2,073	3,129	468	3,597	180	2,810	2,990	76,762
1998	34,743	2,033	36,776	15,892	13,963	29,855	1,471	1,909	164	2,073	3,129	468	3,597	180	2,810	2,990	76,762
1999	37,046	2,029	39,075	22,172	14,225	36,397	1,518	1,937	159	2,096	3,416	496	3,912	158	2,933	3,091	85,608
2000	35,954	2,029	37,983	15,696	14,549	30,245	1,518	1,937	159	2,096	3,416	496	3,912	158	2,933	3,091	85,608
2001	38,370	2,029	40,399	21,882	14,814	36,697	1,518	1,937	159	2,096	3,416	496	3,912	158	2,933	3,091	87,713

(注) 1987年度以降については、上段の数値は軽自動車を除き、下段の数値は軽自動車を含む。

(出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」、「鉄道輸送統計年報」、「内航輸送統計年報」、「航空輸送統計年報」

表1-2-3-b わが国の旅客輸送需要の推移(1970～1994年度)

年	輸送量 (百万人キ口)					輸送人数 (百万人)					平均輸送距離 (km)							
	乗用車	バス	鉄道	航空	合計	乗用車	バス	鉄道	航空	合計	乗用車	鉄道	バス	航空	合計			
1970	181,335	102,893	288,816	9,314	587,172	12,221	11,812	16,384	15	174	40,606	14.8	8.7	17.6	603.7	27.7	14.5	
1971	211,635	100,843	290,040	10,299	617,843	13,687	11,634	16,495	16	178	42,010	15.5	8.7	17.6	643.7	28.2	14.7	
1972	220,346	108,211	300,298	12,663	648,188	14,572	11,711	16,785	19	188	43,275	15.1	9.2	17.9	672.5	35.5	15.0	
1973	225,732	111,713	312,928	16,033	674,130	15,922	11,390	17,056	24	193	44,585	14.2	9.8	18.3	681.8	40.0	15.1	
1974	228,400	115,776	324,024	17,636	7,756	693,592	16,105	11,206	17,589	25	178	45,104	14.2	10.3	18.4	698.3	43.6	15.4
1975	250,804	110,063	323,800	19,137	6,895	710,699	17,681	10,731	17,588	25	170	46,195	14.2	10.3	18.4	752.1	40.6	15.4
1976	264,499	98,714	319,566	20,115	6,651	709,545	18,679	10,231	17,582	28	164	46,684	14.2	10.3	18.2	712.1	40.6	15.2
1977	263,961	104,639	312,297	23,631	6,500	711,028	19,416	10,189	17,767	33	162	47,568	13.6	10.3	17.5	725.6	39.4	15.1
1978	296,043	107,009	311,129	26,919	6,384	747,484	21,446	9,964	17,760	37	162	49,369	13.8	10.7	17.5	731.3	38.8	15.1
1979	319,869	108,317	312,460	30,245	6,443	777,334	23,405	9,967	17,837	41	166	51,417	13.7	10.9	17.5	734.4	38.3	15.1
1980	321,273	110,396	314,542	29,686	6,132	782,029	23,612	9,903	18,005	40	160	51,721	13.6	11.1	17.4	737.1	37.8	15.3
1981	328,251	108,827	316,204	31,031	6,044	790,357	23,673	9,672	18,218	42	160	51,766	14.5	11.2	17.3	743.6	37.6	15.5
1982	350,218	104,836	316,344	30,104	5,859	807,361	24,132	9,378	18,269	40	156	51,976	14.6	11.3	17.3	750.0	37.4	15.6
1983	360,747	103,418	321,452	30,626	5,722	821,965	24,655	9,154	18,538	41	153	52,540	14.6	11.6	17.3	749.1	37.3	15.7
1984	365,631	103,064	324,334	33,498	5,780	832,307	25,128	8,902	18,753	45	155	52,983	14.8	11.9	17.4	756.5	37.4	15.9
1985	384,363	104,898	330,083	33,118	5,753	858,215	25,899	8,780	18,990	44	154	53,866	15.1	11.9	17.2	761.8	36.9	16.0
1986	398,216	101,628	334,448	35,323	5,684	875,299	26,372	8,571	19,414	46	154	54,557	15.3	12.1	17.3	770.0	35.5	16.2
1987	437,837	102,895	344,729	38,534	5,850	929,845	40,695	8,470	19,978	50	165	57,277	15.1	12.5	17.4	776.3	36.1	16.5
1988	481,957	107,032	361,796	41,101	5,672	997,558	30,809	8,538	20,748	53	157	60,305	15.4	12.7	17.4	784.1	37.2	16.8
1989	674,812	109,130	368,817	47,141	5,948	1,190,413	43,679	8,572	21,211	60	160	63,603	15.6	12.9	17.7	789.7	38.5	16.4
1990	552,413	110,372	387,478	50,909	6,275	1,107,447	47,257	8,588	21,939	64	163	64,794	16.2	12.6	17.7	805.8	39.9	17.1
1991	742,689	108,212	400,084	55,348	6,465	1,297,723	47,209	8,582	22,560	69	162	66,253	15.7	12.6	17.7	813.4	38.6	16.6
1992	564,860	106,637	402,258	56,680	6,097	1,151,971	34,881	8,445	22,694	70	158	67,094	16.2	12.5	17.7	816.0	38.6	17.2
1993	761,126	102,909	402,727	57,119	6,061	1,353,314	48,974	8,225	22,759	70	157	67,260	15.5	12.7	17.5	822.2	39.4	16.6
1994	580,299	99,781	396,332	61,290	5,946	1,154,397	35,728	7,836	22,598	75	151	67,485	16.0	12.7	17.5	822.2	39.4	17.1
	796,969				1,360,319	52,099						82,758	15.3				16.4	

(注) 1987年度以降については、上段の値は軽自動車および自家用トラックを除き、下段の値は軽自動車および自家用トラックを含む。
 (出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」、「鉄道輸送統計年報」、「航空輸送統計年報」

表1-2-3-c わが国の貨物輸送需要の推移(1970~1994年度)

年	輸送量 (百万トンキロ)				輸送トン (百万トン)				平均輸送距離 (km)						
	トラック	鉄道	海運	航空	合計	トラック	鉄道	海運	航空	合計	トラック	鉄道	海運	航空	合計
1970	135,916	63,423	151,243	74	350,656	4,626	256	377	0	5,259	29.4	248.0	401.6	637.9	66.7
1971	142,668	62,247	157,026	81	362,022	4,796	251	387	0	5,434	29.7	247.7	405.3	637.8	66.6
1972	153,610	59,524	175,873	116	389,123	5,203	239	434	0	5,877	29.5	248.7	404.9	694.6	66.2
1973	140,979	58,337	207,648	150	407,114	4,912	229	575	0	5,716	28.7	254.9	361.2	735.3	71.2
1974	130,770	52,452	192,406	140	375,768	4,377	206	501	0	5,085	29.9	254.8	383.8	760.9	73.9
1975	129,701	47,347	183,579	152	360,779	4,393	184	452	0	5,030	29.5	256.7	406.1	791.7	71.7
1976	132,619	46,305	194,321	160	373,405	4,366	186	458	0	5,000	30.4	248.9	424.7	788.2	74.7
1977	143,095	41,333	202,295	183	386,906	4,456	175	470	0	5,102	32.1	236.0	430.7	799.1	75.8
1978	156,065	41,204	211,971	224	409,464	4,860	179	503	0	5,542	32.1	230.5	421.7	835.8	73.9
1979	172,888	43,088	225,786	273	442,035	5,258	184	515	0	5,957	32.9	234.4	438.6	866.7	74.2
1980	178,901	37,701	222,173	290	439,065	5,318	167	500	0	5,985	33.6	226.4	444.1	881.5	73.4
1981	181,309	34,088	211,736	327	427,460	5,231	152	479	0	5,862	34.7	224.7	441.9	886.2	72.9
1982	187,719	30,881	198,052	360	417,012	5,172	136	438	0	5,746	36.3	226.7	452.6	897.8	72.6
1983	193,527	24,646	200,748	400	419,321	5,123	122	438	0	5,684	37.8	202.8	458.0	902.9	73.8
1984	200,813	23,234	210,107	446	434,600	5,115	107	450	0	5,673	39.3	216.7	466.6	897.4	76.6
1985	205,941	21,919	205,818	482	434,160	5,048	96	453	1	5,598	40.8	227.6	454.7	895.9	77.6
1986	216,115	20,446	197,953	545	435,059	4,969	87	441	1	5,498	43.5	234.3	449.2	905.3	79.1
1987	224,054	20,474	201,386	634	446,548	5,046	82	463	1	5,592	44.4	249.1	435.4	908.3	79.9
	226,425			448,919		5,204				5,750	43.5				78.1
1988	243,874	23,478	212,628	690	480,670	5,434	82	493	1	6,010	44.9	285.1	431.3	906.7	80.0
	246,088			482,884		5,578				6,155	44.1				78.5
1989	260,720	25,136	224,693	753	511,302	5,747	83	538	1	6,369	45.4	303.5	417.6	910.5	80.3
	262,857			513,439		5,888				6,510	44.6				78.9
1990	272,157	27,196	244,546	799	544,698	5,974	87	575	1	6,636	45.6	314.0	425.2	914.2	82.1
	274,244			546,785		6,114				6,776	44.9				80.7
1991	281,586	27,157	248,324	812	557,879	6,107	86	572	1	6,765	46.1	316.9	434.2	929.1	82.5
	283,776			560,069		6,261				6,919	45.3				80.9
1992	279,436	26,668	248,002	804	554,910	5,948	82	540	1	6,572	47.0	323.6	458.9	941.5	84.4
	281,599			557,073		6,102				6,725	46.2				82.8
1993	273,816	25,433	233,526	818	533,593	5,671	79	529	1	6,280	48.3	320.9	441.6	952.3	85.0
	275,885			535,662		5,822				6,430	47.4				83.3
1994	278,509	24,493	238,540	871	542,414	5,657	79	556	1	6,293	49.2	310.2	429.2	956.8	86.2
	280,587			544,492		5,810				6,446	48.3				84.5

(注) 1987年度以降については、上段の数値は軽自動車を除き、「鉄道輸送統計年報」、下段の数値は軽自動車を含む。「航空輸送統計年報」(出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」、鉄道輸送統計年報、航空輸送統計年報

2. 運輸部門エネルギー需要の国際比較

2-1 欧米の運輸部門エネルギー需要

—成熟した自動車社会のエネルギー需要構造—

さて、第1章では、わが国の運輸部門のエネルギー需要がどのような要因によって増加してきたのかを分析した。そして、この分析からは、モータリゼーションの進展や道路混雑の悪化などによるエネルギー消費原単位の増加がエネルギー需要増加要因の問題点として抽出された。

本章では、とくにエネルギー消費原単位に着目し、わが国より早くからモータリゼーションが進展している欧米主要国との比較を通じて、日本の現状をどう捉えるべきか、考えてみたい。まず、国際比較を行う前に、欧米の運輸部門のエネルギー需要の特徴について簡単にふれておきたい。

2-1-1 アメリカの運輸部門エネルギー需要

1993年のアメリカの運輸部門のエネルギー需要は、514MTOE（石油換算百万トン）であり、人口一人あたりで見ると、2.0TOE（石油換算トン）である。これは、ヨーロッパの0.8TOE、日本の0.7TOEに比べると約3倍程度であり、非常に大きい⁵⁾。一方、アメリカの運輸部門のエネルギー需要の輸送モード別構成比をみると、1992年実績で乗用車が45%、トラックが37%、バスが1%、鉄道が2%、航空が8%、船舶が3%、パイプラインが4%などとなっている（表2-1-1-a）。また、エネルギー源別に見ると、石油製品が96%（1992年実績）を占めている。したがって、アメリカにおいても、運輸部門の石油系燃料への依存度は、産業部門の28%、民生部門の8%に比べると極めて高い数値となっている（アメリカの産業および民生部門では、日本に比べると石炭の比率が高いため、石油依存度が低くなっている）。

1970年から1992年の間、アメリカの運輸部門のエネルギー需要は、年平均伸び率1.8%と比較的堅調に増加してきた。同期間の他部門のエネルギー需要の伸び率と比較すると、産業部門のエネルギー需要の年平均伸び率が0.3%、民生部門の伸び率が1.4%であり、運

⁵⁾ 数値は、Energy Balances of OECD Countries / IEAによる。

輸部門の伸び率が最も高くなっている。これを輸送モード別にみると、乗用車が1970年から1992年の間に年平均0.4%の伸び率と僅かな増加に止まっているのに対し、トラックは4.2%、バスは2.1%、航空は1.8%（国際輸送を含む）などとなっており、とくにトラックが高い伸び率を示している（表2-1-1-b）。ただし、トラックには最近アメリカで台数が増加しているミニ・バンなどの乗用トラックも統計上含まれる。1991年実績でトラックのエネルギー需要の37%は乗用トラックであり、本来、旅客部門のエネルギー需要に含まれる。近年とくに旅客部門におけるトラックのエネルギー需要の伸びは著しく、1970年から1991年の間の貨物部門でのトラックのエネルギー需要の伸び率が年平均3.5%であるのに対し、同期間の旅客部門でのトラックのエネルギー需要の伸び率は年平均6.4%である。

いずれにせよ、乗用車の伸び率が小さいというアメリカの特徴は、日本と比較した場合に最も大きく異なる点である。すなわち、アメリカの運輸部門のエネルギー需要の特徴は、乗用車が45%程度と最も大きなシェアを占めており、その伸び率は日本の伸び率（同期間に年平均5.5%）に比べてかなり低いという点である。このことは、アメリカの自動車社会がすでに成熟した状態にあることを示している。

表2-1-1-a アメリカの運輸部門エネルギー源別エネルギー需要（1992年）

（単位：10¹⁵Btu）

	ガソリン	軽油	LPG	ジェット	重油	天然ガス	電力	合計
乗用車	9.1	0.1						9.2
トラック	4.6	2.9	0.0					7.5
バス	0.1	0.1						0.2
道路計	13.8	3.2						17.0
航空	0.0			1.7				1.7
船舶	0.3	0.2			0.1			0.6
パイプ						0.6	0.2	0.8
鉄道		0.5					0.1	0.6
合計	14.1	3.9	0.0	1.7	0.1	0.6	0.3	20.7

（出所） Oak Ridge National Laboratory

表2-1-1-b アメリカの運輸部門エネルギー需要の推移(1970~1992年)

	乗用車	トラック	バス	鉄道	航空	船舶	パイプ	合計
1970	213,633	76,659	2,747	14,490	32,936	8,185	24,822	340,536
1971	224,756	81,999	2,722	14,011	32,861	7,560	25,376	356,424
1972	240,099	90,188	2,671	15,473	33,113	7,941	26,183	382,555
1973	247,804	99,514	2,747	16,430	34,700	8,492	25,099	400,087
1974	236,511	96,911	2,848	16,556	31,601	7,139	23,486	383,452
1975	240,808	101,533	2,999	15,019	32,105	7,837	21,042	389,238
1976	251,033	112,868	3,251	15,548	33,592	6,988	20,236	409,924
1977	253,251	123,299	3,326	15,800	35,557	6,912	19,681	422,270
1978	257,232	136,785	3,402	15,826	36,968	7,978	19,681	440,904
1979	243,504	141,218	3,452	16,531	35,929	9,543	21,571	471,749
1980	226,431	135,774	3,503	16,254	35,228	8,311	22,403	447,904
1981	223,505	136,714	3,604	15,800	33,772	8,429	22,655	444,479
1982	220,695	136,378	3,679	14,641	36,994	6,927	21,496	403,816
1983	220,204	146,030	3,654	14,465	33,039	7,401	18,598	443,391
1984	216,459	159,664	3,881	13,104	37,940	7,744	19,656	458,447
1985	218,194	161,810	4,057	12,625	42,286	10,045	19,102	425,833
1986	224,330	171,159	3,881	12,272	41,619	10,181	18,598	482,040
1987	222,305	180,663	3,956	12,499	42,921	9,342	19,530	491,216
1988	226,639	186,890	4,007	12,902	44,286	8,097	22,126	504,947
1989	229,159	190,323	4,108	13,003	43,881	8,281	22,554	511,309
1990	226,765	189,819	4,108	12,776	45,236	8,145	23,386	510,235
1991	222,790	187,372	4,385	12,096	41,881	14,553	21,773	504,850
1992	232,861	191,349	4,385	12,751	42,656	14,966	21,395	520,363
1992 Share	45%	37%	1%	2%	8%	3%	4%	100%
1970-92	100.4%	104.2%	102.1%	99.4%	101.2%	-	99.3%	101.9%
1986-92	100.6%	101.9%	102.1%	100.6%	100.4%	-	102.4%	101.3%

(注) 航空の下線部は、国際輸送を含む数値である。船舶の1990年以前の数値は、旅客部門を含まない。
(出所) U.S. DOT 「National Transportation Statistics」

表2-1-1-c アメリカ旅客輸送量の推移(1970~1992年)
(100万人キロ)

	乗用車	トラック	バス	鉄道	航空	合計
1970	2,949,941	409,556	40,708	17,331	189,125	3,606,660
1971	3,078,585	450,361	41,030	10,285	191,477	3,771,737
1972	3,221,017	506,648	41,190	11,693	212,098	3,992,647
1973	3,264,988	568,622	42,478	12,956	227,545	4,116,588
1974	3,111,680	580,612	44,569	14,145	232,449	3,983,456
1975	3,160,889	628,166	40,869	13,300	236,682	4,079,906
1976	3,261,514	694,438	40,386	14,059	262,233	4,272,630
1977	3,319,676	769,786	41,834	14,146	283,215	4,428,657
1978	3,394,306	853,491	139,674	16,681	324,876	4,729,028
1979	3,261,161	889,294	144,155	18,277	367,175	4,680,063
1980	3,219,403	881,415	145,116	17,730	352,479	4,616,142
1981	3,238,711	894,884	143,703	17,696	347,605	4,642,599
1982	3,302,651	910,842	141,088	16,410	364,810	4,735,802
1983	3,354,057	972,846	142,794	16,642	393,988	4,880,327
1984	3,389,939	1,063,430	200,312	17,311	424,272	5,095,265
1985	3,448,024	1,098,073	184,972	18,212	466,829	5,216,111
1986	3,517,338	1,142,102	215,920	18,880	515,339	5,409,579
1987	3,620,005	1,207,500	188,044	19,596	549,176	5,584,321
1988	3,772,317	1,274,074	204,428	20,354	558,148	5,829,320
1989	3,828,146	1,313,259	201,717	20,999	560,437	5,924,558
1990	3,944,235	1,343,459	190,153	21,115	577,427	6,076,389
1991	3,997,628	1,361,023	205,872	21,911	564,252	6,150,686
1992	4,080,171	1,321,135	216,090	21,681	598,677	6,237,755
1992 Sare	65%	21%	3%	0%	10%	
1970-92	101.5%	105.5%	107.9%	101.0%	105.4%	102.5%

(注) バスの1977年以前は、Intercity Busのみの数値。
(出所) U.S. DOT 「National Transportation Statistics」

表2-1-1-d アメリカ貨物輸送量の推移(1970~1992年)
(100万トンキロ)

	トラック	鉄道	船舶	航空	パイプ	合計
1970	949,337	1,230,578	957,355	4,843	693,479	3,835,592
1971	1,038,399	1,190,246	950,919	5,070	714,396	3,899,030
1972	1,127,730	1,249,784	970,227	5,474	765,562	4,118,778
1973	1,145,024	1,370,561	939,656	5,892	815,763	4,276,896
1974	1,138,718	1,369,196	941,265	5,844	814,154	4,269,177
1975	1,094,011	1,213,591	909,085	5,583	815,763	4,038,033
1976	1,198,761	1,277,641	950,919	5,895	828,635	4,261,852
1977	1,219,527	1,329,504	960,573	6,351	878,514	4,394,469
1978	1,316,730	1,380,395	1,327,425	7,033	942,552	4,974,135
1979	1,343,713	1,456,074	1,330,643	7,091	978,755	5,116,276
1980	1,289,462	1,478,603	1,480,280	7,286	946,414	5,202,045
1981	1,269,179	1,464,462	1,493,152	7,493	906,993	5,141,280
1982	1,276,939	1,283,594	1,425,574	7,202	910,211	4,903,521
1983	1,398,940	1,332,694	1,478,671	8,133	894,765	5,113,204
1984	1,527,832	1,482,761	1,427,183	8,838	914,073	5,360,688
1985	1,507,099	1,411,067	1,435,228	8,296	907,959	5,269,649
1986	1,528,753	1,396,165	1,403,048	10,227	929,841	5,268,033
1987	1,616,747	1,518,489	1,438,446	12,211	944,161	5,530,054
1988	1,721,179	1,602,857	1,430,401	13,144	967,170	5,734,751
1989	1,770,881	1,631,270	1,308,117	14,407	939,978	5,664,653
1990	1,801,576	1,663,656	1,301,681	14,584	939,334	5,720,832
1991	1,850,290	1,671,550	1,269,501	14,253	929,680	5,735,274
1992	1,989,428	1,716,451	1,291,773	14,481	936,438	5,948,571
1992 Sare	33%	29%	22%	0%	16%	
1970-92	103.4%	101.5%	101.4%	105.1%	101.4%	102.0%

(出所) 表2-1-1-cに同じ

2-1-2 ヨーロッパの運輸部門エネルギー需要

1993年のヨーロッパ諸国の運輸部門のエネルギー需要を見てみると、イギリスは47.7MTOE（石油換算百万トン）、ドイツは63.8MTOE、フランスは45.5MTOEであり、人口一人あたりで見ると、0.8TOE（石油換算トン）である。これは、日本の0.7TOEに極めて近い水準となっている。一方、ヨーロッパ諸国の運輸部門のエネルギー需要の輸送モード別構成比をみると、乗用車とトラックを中心とする道路輸送が全体の80%以上と大半を占めていることが共通の特徴である。例えばイギリスの場合、1993年実績で乗用車が54%、トラックが23%、バスが2%（道路輸送計で79%）、鉄道が2%、船舶が3%、航空が16%である（表2-1-2-a）。また、エネルギー源別に見ると、同じくイギリスの場合、1993年実績で石油依存度が99%と極めて高く、この点も、ヨーロッパ諸国に共通した特徴となっている。したがって、ヨーロッパにおいても、運輸部門の石油依存度は、産業部門および民生部門に比べて極めて高い数値となっている。例えばイギリスの1993年の各部門の石油依存度は、産業部門の27%、民生部門の10%である。

表 2-1-2-a ヨーロッパ諸国の運輸部門エネルギー需要（1993年）

（単位：10¹²kcal）

	イギリス	フランス	西ドイツ
乗用車	268.2	220.7	335.8
トラック	115.1	145.6	120.8
バス	11.9	5.9	11.2
鉄道	9.7	19.0	14.6
船舶	13.6	24.7	6.9
航空	79.3	45.0	51.1
合計	497.8	460.9	540.4

（注）数値は、国際輸送を含む。

（出所）Ministere de l'industrie et du Commerce Extérieur, Department of Trade and Industry (U.K.), BMWi (Germany)

また、1970年から1992年の間、ヨーロッパ諸国の運輸部門のエネルギー需要は、年平均伸び率2~3%という比較的堅調な増加を示してきた。同期間の他部門のエネルギー需要の伸び率と比較すると、産業部門のエネルギー需要の年平均伸び率が-2~0.5%、民生部門の伸び率が1~1.5%程度であり、運輸部門の伸び率が最も高くなっている。これを輸送

モード別にみると、乗用車を中心とする道路輸送が1970年から1992年間に年平均3%程度の伸び率で比較的堅調な増加を示している。その他の輸送モードは、航空が乗用車と同様に大幅に増加したが、鉄道、船舶は、おおむね横這いで推移している。ヨーロッパの場合は、自動車のエネルギー需要の伸び方がアメリカと日本の中間的な傾向を辿っており、日本に比べると成熟した自動車社会の形成がより早く進んでいることを示しているといえよう。

表2-1-2-a イギリスの運輸部門エネルギー需要の推移(1970～1993年)

(10億kcal)

	乗用車	トラック	バス	道路計	鉄道	海運	航空	合計
1970	128,520	N.A.	N.A.	214,326	16,128	12,726	38,707	281,887
1971	136,332	N.A.	N.A.	224,204	15,044	11,441	42,487	293,176
1972	154,224	N.A.	N.A.	235,444	14,087	9,853	45,158	304,542
1973	164,304	N.A.	N.A.	251,345	14,062	10,987	48,082	324,476
1974	160,020	N.A.	N.A.	244,742	13,306	12,499	42,210	312,757
1975	156,492	N.A.	N.A.	239,576	12,902	13,079	43,420	308,977
1976	163,296	N.A.	N.A.	250,034	12,373	13,255	44,780	320,442
1977	167,832	N.A.	N.A.	256,435	12,449	13,205	46,796	328,885
1978	177,912	N.A.	N.A.	269,564	12,701	13,054	50,526	345,845
1979	181,440	N.A.	N.A.	275,310	12,474	13,684	52,265	353,733
1980	184,716	N.A.	N.A.	278,258	12,222	12,625	52,441	355,546
1981	181,188	N.A.	N.A.	270,194	11,743	11,012	50,224	343,173
1982	186,480	N.A.	N.A.	278,082	10,584	11,894	49,946	350,506
1983	188,610	86,836	8,952	286,574	10,357	12,071	50,954	359,956
1984	199,507	87,899	10,526	300,182	10,660	13,280	53,852	377,974
1985	201,355	91,283	11,071	305,978	10,786	12,550	55,843	385,157
1986	212,913	99,514	11,374	326,189	10,685	11,516	61,286	409,676
1987	226,055	100,933	11,300	340,754	10,282	11,038	64,814	426,888
1988	238,267	110,173	11,453	362,477	10,483	11,592	69,073	453,625
1989	245,508	116,519	12,367	378,176	9,778	13,558	73,105	474,617
1990	253,660	120,117	11,829	388,307	9,803	13,633	73,357	485,100
1991	250,788	120,181	11,873	385,510	9,954	14,238	68,746	478,448
1992	263,645	116,248	12,462	393,800	10,282	13,759	74,390	492,231
1993	268,171	115,061	11,893	397,782	9,677	13,558	79,279	500,296

(注) 道路計には二輪車なども含む。

(出所) Lawrence Berkeley Laboratory, The Department of Transport

表2-1-2-b イギリスの旅客輸送量の推移(1970~1993年)

	(10億人キロ)				
	乗用車	バス	鉄道	航空	合計
1970	297	60	36	2	395
1971	313	60	36	2	411
1972	327	60	35	2	424
1973	345	61	35	2	443
1974	333	61	36	2	432
1975	331	60	35	2	428
1976	348	58	33	2	441
1977	354	58	34	2	448
1978	368	56	35	3	462
1979	365	56	35	3	459
1980	388	52	35	3	478
1981	394	49	34	3	480
1982	406	48	31	3	488
1983	411	48	34	3	496
1984	432	48	35	3	518
1985	441	49	37	4	531
1986	465	47	37	4	553
1987	500	47	40	4	591
1988	536	46	41	5	628
1989	581	47	40	5	673
1990	588	46	40	5	679
1991	584	44	38	5	671
1992	581	43	38	5	667
1993	577	42	37	5	661

1993 Share 87% 6% 6% 1%
 1970-93 102.9% 98.5% 100.1% 104.2% 102.3%

(出所) Lawrence Berkeley Laboratory, The Department of Transport

表2-1-2-c イギリスの貨物輸送量の推移(1970~1994年度)

	(10億トンキロ)				
	トラック	鉄道	船舶	パイプ	合計
1970	85	25	23	3	136
1971	86	22	22	4	134
1972	88	21	29	4	142
1973	90	23	31	5	149
1974	90	22	31	5	148
1975	92	21	28	6	147
1976	96	21	30	6	153
1977	98	20	41	9	168
1978	100	20	48	10	178
1979	103	20	56	10	189
1980	93	18	54	10	175
1981	94	18	53	9	174
1982	95	16	59	10	180
1983	96	17	60	10	183
1984	100	13	60	10	183
1985	103	15	58	11	187
1986	105	17	55	10	187
1987	113	17	54	11	195
1988	130	18	59	11	218
1989	138	17	58	10	223
1990	136	16	56	11	219
1991	130	15	58	11	214
1992	127	15	55	11	208
1993	135	14	52	12	213

1993 Share 63% 7% 24% 5%
 1970-93 102.0% 97.5% 103.6% 106.1% 102.0%

(出所) 表2-1-2-bに同じ

表2-1-2-d 旧西ドイツの運輸部門エネルギー需要の推移(1970～1993年)

(10億kcal)

	乗用車	トラック	バス	鉄道	船舶	航空	合計
1970	159,996	57,551	5,970	28,178	8,836	16,000	276,530
1971	177,428	59,461	6,448	25,790	9,552	18,865	297,545
1972	188,174	61,610	6,925	24,358	9,552	20,537	311,156
1973	192,950	65,192	7,164	23,402	10,985	20,537	320,231
1974	187,936	59,461	7,403	21,253	9,074	21,492	306,619
1975	206,323	61,610	7,642	18,626	9,074	20,298	323,574
1976	216,114	67,103	7,880	17,432	9,074	21,731	339,335
1977	227,338	74,267	8,358	16,477	9,313	22,686	358,439
1978	241,904	77,610	8,597	16,716	9,313	24,835	378,976
1979	248,113	81,908	8,836	17,910	10,268	25,552	392,587
1980	254,561	81,908	9,074	17,671	8,597	26,029	397,841
1981	241,188	81,908	9,313	17,194	8,597	26,268	384,468
1982	250,262	79,759	9,313	13,850	8,119	25,074	386,378
1983	257,188	80,476	9,552	13,850	7,880	25,313	394,259
1984	266,262	81,908	9,552	13,850	7,880	26,984	406,438
1985	264,352	83,580	9,552	14,328	7,164	29,611	408,587
1986	280,829	87,401	9,552	14,328	6,925	31,999	431,034
1987	294,440	88,595	9,791	14,089	6,209	33,193	446,317
1988	308,768	90,028	9,791	13,612	5,731	37,492	465,421
1989	309,724	94,565	9,791	13,850	5,970	40,835	474,734
1990	321,664	101,968	10,268	14,089	6,448	44,656	499,092
1991	324,052	112,475	9,791	15,044	6,448	44,894	512,704
1992	324,768	116,773	10,507	15,761	6,925	48,715	523,450
1993	335,753	120,833	11,224	14,567	6,925	51,103	540,404

(出所) BMV 「Verkehr in Zahlen」

表2-1-2-e 旧西ドイツの旅客輸送量の推移(1970~1993年)

	(10億人キロ)				
	乗用車	バス	鉄道	航空	合計
1970	352	58	39	3	453
1971	374	61	40	4	478
1972	379	62	41	4	486
1973	391	64	41	3	500
1974	384	66	42	3	496
1975	407	68	39	3	517
1976	419	68	38	3	528
1977	434	69	38	4	545
1978	451	70	38	4	563
1979	467	72	40	4	584
1980	473	74	41	4	592
1981	448	76	42	4	570
1982	462	75	41	4	581
1983	476	73	39	4	592
1984	486	70	40	4	600
1985	484	62	44	5	594
1986	512	62	42	5	621
1987	534	61	40	5	640
1988	558	62	42	5	666
1989	566	63	42	6	676
1990	596	65	45	6	712
1991	601	67	47	6	721
1992	608	67	48	6	729
1993	631	68	48	6	753
1993 Share	84%	9%	6%	1%	
1970-93	102.6%	100.7%	100.9%	102.9%	102.2%

(出所) BMW 〔Verkehr in Zahlen〕

表2-1-2-f 旧西ドイツの貨物輸送量の推移(1970~1994年度)

	(10億トンキロ)					
	トラック	鉄道	船舶	パイプ	航空	合計
1970	72	72	49	17	0	210
1971	75	65	45	18	0	204
1972	79	65	44	19	0	207
1973	86	67	49	19	0	221
1974	84	69	51	17	0	221
1975	82	55	48	15	0	200
1976	91	59	46	16	0	212
1977	94	56	49	15	0	215
1978	97	58	52	15	0	221
1979	103	66	51	17	0	238
1980	103	65	51	14	0	234
1981	100	62	50	13	0	225
1982	98	57	49	11	0	215
1983	101	56	49	11	0	217
1984	104	60	52	10	0	226
1985	105	64	48	11	0	228
1986	110	61	52	10	0	233
1987	112	59	50	10	0	232
1988	119	60	53	9	0	241
1989	124	62	54	11	0	252
1990	131	62	55	13	0	261
1991	146	63	55	14	0	278
1992	150	57	56	13	0	277
1992 Share	54%	21%	20%	5%	0%	
1970-92	103.4%	99.0%	100.6%	99.0%	105.4%	101.3%

(出所) 表2-1-2-eに同じ

表2-1-2-g フランスの運輸部門エネルギー需要の推移(1970~1993年)

(10億kcal)

	乗用車	トラック	鉄道	船舶	航空	合計
1970	93,373	68,128	N.A.	N.A.	N.A.	161,501
1971	104,576	71,722	N.A.	N.A.	N.A.	176,298
1972	116,732	77,303	N.A.	N.A.	N.A.	194,035
1973	134,981	85,714	17,155	54,627	19,564	312,041
1974	129,751	86,548	17,918	50,441	N.A.	284,658
1975	136,657	88,174	17,165	46,938	20,126	309,060
1976	145,049	94,909	17,948	51,856	21,582	331,344
1977	150,038	97,158	17,878	52,037	22,806	339,917
1978	158,540	101,233	18,169	46,606	24,282	348,830
1979	160,939	105,369	18,078	48,383	26,300	359,069
1980	163,619	106,493	18,510	40,001	25,858	354,481
1981	170,275	107,065	17,978	38,275	24,493	358,086
1982	174,450	105,058	17,737	29,743	24,653	351,641
1983	178,305	104,576	18,038	26,300	24,633	351,852
1984	181,557	107,176	18,139	24,011	25,095	355,978
1985	180,925	106,222	18,119	24,533	27,524	357,323
1986	190,622	111,643	17,567	24,603	29,482	373,917
1987	195,631	116,782	17,908	23,027	31,549	384,897
1988	202,025	129,109	18,109	23,037	35,535	407,815
1989	207,566	135,814	18,540	23,639	37,873	423,432
1990	210,868	144,055	19,303	25,828	39,630	439,684
1991	213,006	142,138	19,474	26,300	39,048	439,966
1992	218,327	145,350	19,674	25,296	43,866	452,513
1993	220,736	145,551	18,972	24,693	44,970	454,922

(出所) Ministère de l'industrie et du Commerce Extérieur

表2-1-2-h フランスの旅客輸送量の推移(1983~1993年)
(10億人キロ)

	乗用車	鉄道	バス	航空	計
1983	476	67	39	7	589
1984	484	69	40	7	600
1985	490	71	37	7	605
1986	516	69	39	8	632
1987	533	69	42	9	653
1988	556	72	42	10	680
1989	571	74	40	11	696
1990	586	74	41	11	712
1991	599	72	43	11	726
1992	617	73	42	12	743
1993	631	68	42	12	753

1993 Share	84%	9%	6%	2%	
1983-93	102.9%	100.2%	100.7%	105.4%	102.5%

(出所) Ministere de l'industrie et du Commerce Exterior

表2-1-2-i フランスの貨物輸送量の推移(1983~1993年度)
(10億トンキロ)

	トラック	鉄道	船舶	パイプ	計
1983	74	34	5	26	140
1984	74	33	5	26	138
1985	75	32	5	24	136
1986	79	30	4	27	140
1987	84	30	4	26	144
1988	94	30	4	29	157
1989	98	30	4	23	155
1990	98	29	4	21	152
1991	100	29	4	23	156
1992	102	27	4	23	157
1993	98	25	4	24	150

1993 Share	65%	16%	2%	16%	
1970-93	102.8%	96.9%	95.8%	99.2%	100.7%

(出所) 表2-1-2-hに同じ

2-2 エネルギー消費原単位の国際比較

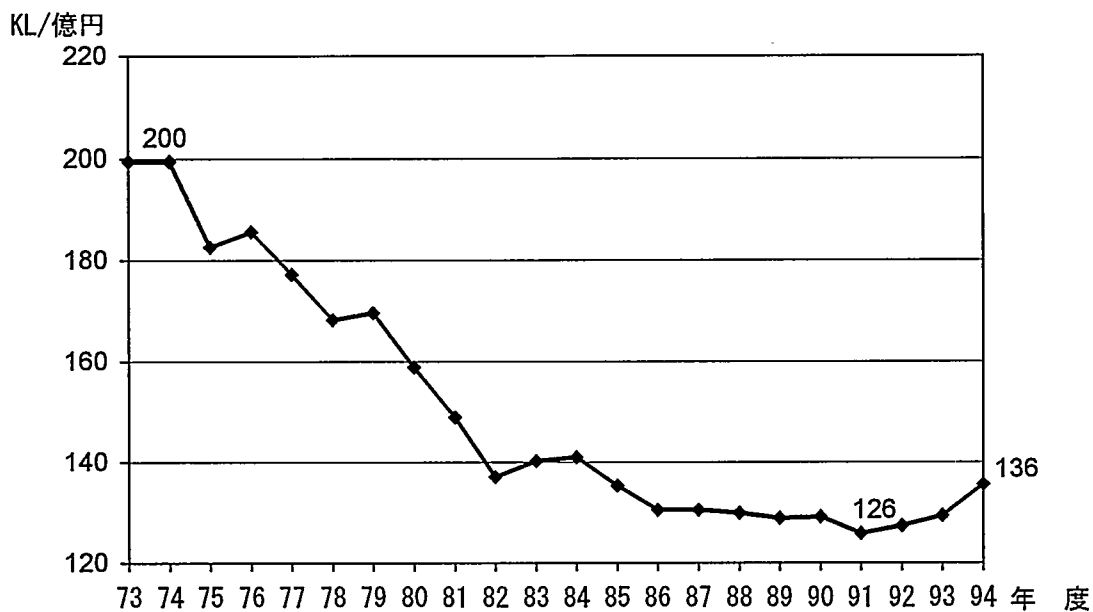
－わが国は、本当に省エネルギー先進国か？－

本章の目的は、前述のとおりエネルギー消費原単位の欧米主要国との比較を通じて、日本の運輸部門の省エネルギーの現状を明らかにし、現在の日本が抱える問題点をより一層鮮明にすることである。

ところで、わが国の省エネルギー水準は、欧米に比べてかなり進んでいるといわれていることは冒頭でも述べたとおりである。それは、わが国が、二度にわたるオイルショックを契機に官民あげて省エネルギーの推進にとりくんできた成果であると考えられる。そしてそのような成果は、例えば、わが国の GNP あたりのエネルギー消費原単位が 1973 年度から 1991 年度までの間に約 37%削減されたこと、あるいは 1993 年の GDP あたりのエネルギー消費原単位を比較してみると、日本を 100 とした場合、アメリカは 238、ドイツは 133、フランスは 131、イギリスは 151、OECD 平均では 171 と日本の原単位が主要先進国中最も小さいことなどに現れている（図 2-2-1-a、図 2-2-1-b）。

以上のように、確かに日本の省エネルギーは、欧米と比較してもかなり進んでいることは事実である。しかし、今までわが国では産業部門とくに製造業を中心とした省エネルギー対策が進められてきた。さらに欧米に比べるとエネルギー需要に占める産業部門の割合は極めて大きい。したがって、GNP あるいは GDP あたりのエネルギー消費原単位だけでわが国が省エネルギー先進国であると果たして言い切れるのだろうか。本章では、日本の運輸部門の省エネルギーが進んでいるかどうか、についてエネルギー消費原単位の比較を通じて明らかにしたい。

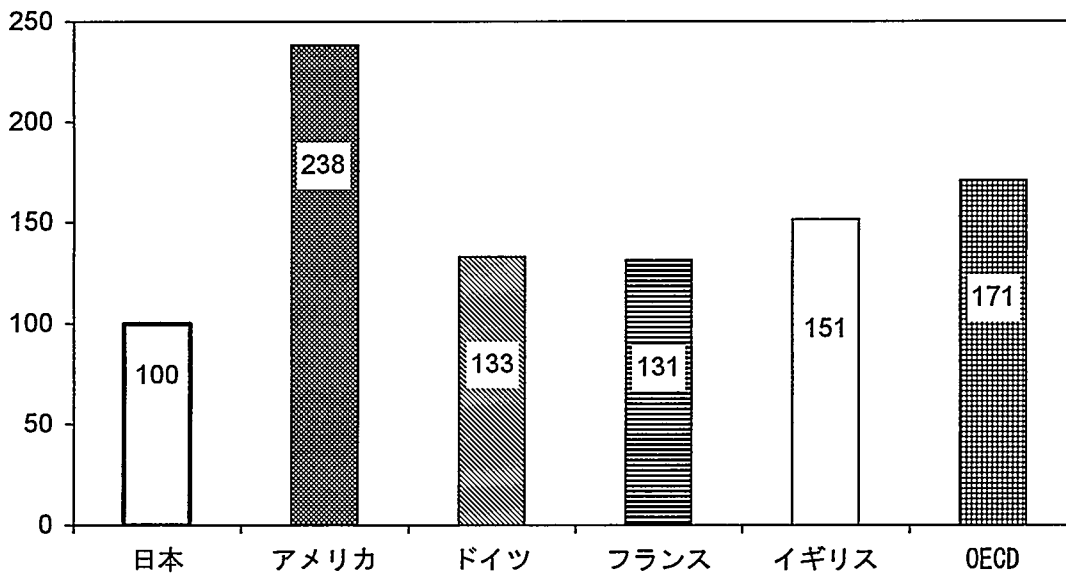
図2-2-1-a わが国のエネルギー消費の対G N P原単位の推移



(注) エネルギー消費量は、一次エネルギー総供給ベースである。

(出所) エネルギー計量分析センター，経済企画庁「国民経済計算年報」

図2-2-1-b エネルギー消費の対G D P原単位の国際比較（1993年）



(注) G D Pは、1990年US\$基準。原単位は、日本を100として指数化したものである。

(出所) IEA「Energy Balances of OECD Countries」

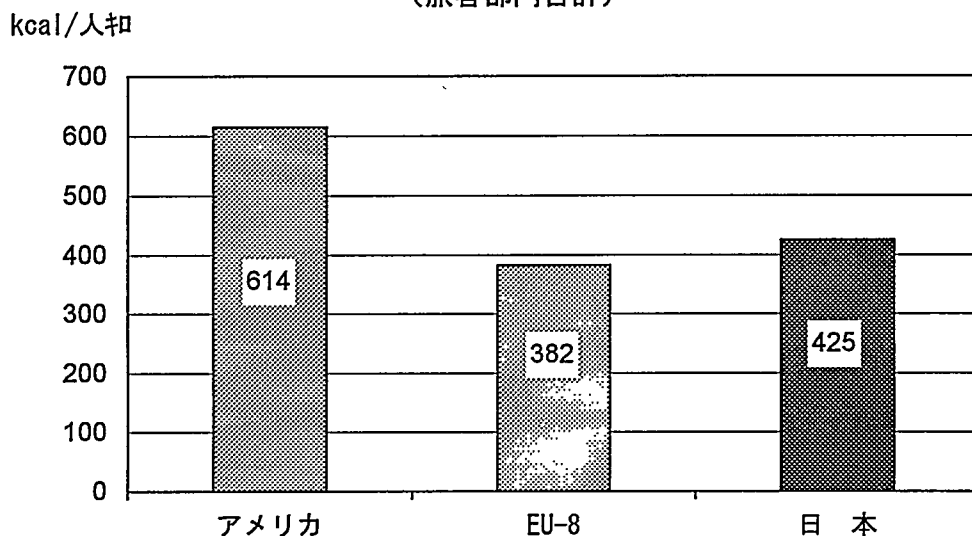
2-2-1 旅客部門のエネルギー消費原単位

運輸部門の省エネルギー水準の比較には、輸送量あたりのエネルギー消費原単位を用いるのが一般的である。すなわち、旅客部門では、輸送人キロあたりのエネルギー消費原単位の比較である。

まず、エネルギー消費原単位を比較する前にエネルギー需要を比較してみる。アメリカのエネルギー需要が日本やヨーロッパに比べてかなり大きいことは前述のとおりである。旅客部門に限ってもアメリカの人口一人あたりのエネルギー需要は日本およびヨーロッパの約3倍と非常に大きい。このようにアメリカのエネルギー需要が日本やヨーロッパに比べて大きい理由のひとつに人口一人あたりの輸送量（人キロ）が大きいことがあげられる。アメリカの人口一人あたりの輸送量は、日本の約3倍、ヨーロッパの2倍程度である。

さらに、アメリカのエネルギー需要が日本やヨーロッパに比べて大きいもうひとつの理由として、エネルギー消費原単位の差があげられる。輸送量（人キロ）あたりのエネルギー消費原単位を比較すると、アメリカは日本およびヨーロッパの約1.5倍となっている（図2-2-1-c）。エネルギー消費原単位の単純な比較から判断すると、旅客部門では日本の省エネルギーは欧米に比べて進んでいるといえる。

図2-2-1-c 主要国の旅客部門エネルギー消費原単位
（旅客部門合計）



(出所) Lawrence Berkeley Laboratory, 運輸省資料などより
日本エネルギー経済研究所推計

日本の旅客部門のエネルギー消費原単位が欧米に比べて小さい理由を見てみると、旅客輸送の構造的要因が大きいと考えられる。旅客部門の輸送量の分担率を比較してみると、日本が省エネルギー型の構造を有していることが確認できる。すなわち、日本の分担率の特徴は、欧米に比べて鉄道のシェアが大きく（日本が 30%、アメリカは 1%）、自動車のシェアが小さいこと（日本が 60%、アメリカは 85%）である。その結果、わが国の旅客部門の分担率は、欧米に比べると 25%程度省エネルギー型となっている。

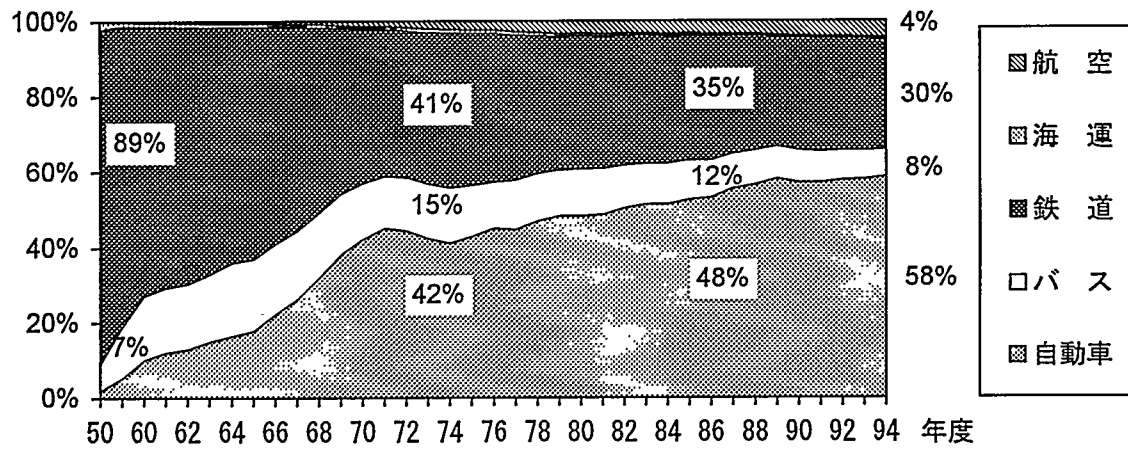
このように各国の分担率が異なる理由として、地理的要因、政策的要因、歴史的要因などさまざまな要因が複雑に絡み合っていると考えられる。図 2-2-1-d は、日本、アメリカ、イギリスの分担率の推移を比較したものである。各国の特徴をまとめると、日本は乗用車のシェア増加と鉄道のシェア減少、アメリカはトラックおよび航空のシェア増加と乗用車および鉄道のシェア減少、イギリスは乗用車のシェア増加とバスおよび鉄道のシェア減少となる。各国に共通している特徴は、鉄道のシェアが減少したことである。分担率の推移をみると、日本の旅客部門は、歴史的に自動車社会が欧米に比べて遅れていたこと、政策的に鉄道の整備が進められてきたこと、さらに地理的には人口高密度であり鉄道という大量輸送機関の発展に適していたことなどの要因によって省エネルギー型の構造を構築してきたといえる。

逆にアメリカは、政策的に道路の整備が進められてきたこと、さらに地理的には国土が広大であり人口密度が低いことなどの要因により鉄道のシェアが減少していったと考えられる。ここで、アメリカの鉄道の歴史を振り返っておきたい。

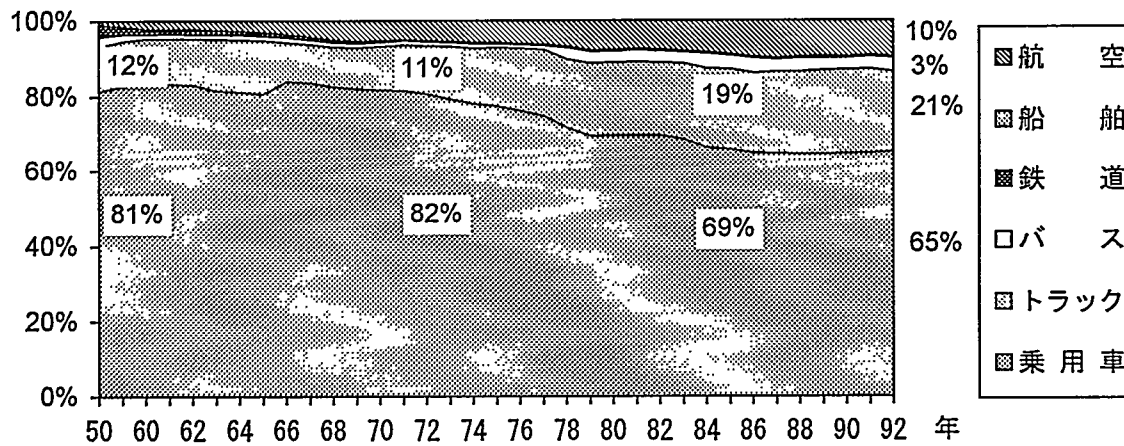
政府の助成を受けて大いに発展してきたアメリカの鉄道は、大陸横断鉄道の完成後、1910～1920 年代にかけてピークを迎えた。1916 年には、鉄道の営業路線距離が総延長 25.4 万マイルと最長に達し、1925 年には、貨物輸送量の 72%を鉄道が占めていた。しかし、その後のモータリゼーションの進展とともに、アメリカでは旅客および貨物の両部門において鉄道のシェアは急速に後退した。とくに 1950 年代以降、旅客部門において鉄道事業は急速に衰退し、1970 年にはほとんど消滅している。1929 年に全米で約 2 万台の旅客列車が運行していたが、1970 年にはその数は 450 台にまで縮小した。また、貨物輸送でも鉄道会社の経営悪化が進み、1970 年には、当時全米で最大規模の鉄道会社であったペン・セントラルが破産し、その後 1974 年までに鉄道会社計 8 社が破産している。

さて、こうした鉄道事業が消滅の危機にさらされていた 1970 年に「鉄道旅客営業法」が制定された。同法制定後、1971 年に、政府の財政援助と監督のもとに新たに全国鉄道旅

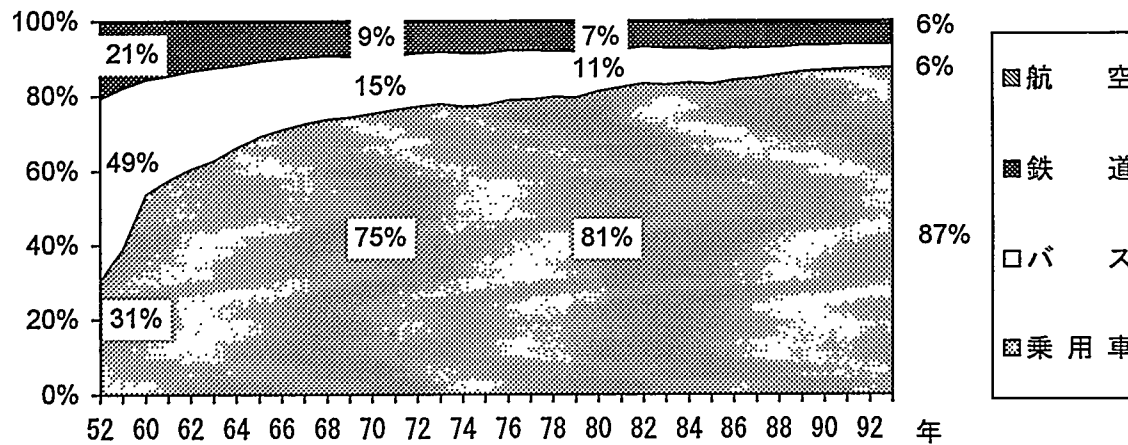
図2-2-1-d 主要国の旅客輸送人キロにおける分担率の推移
(日本, 1950~1994年度)



(アメリカ, 1950~1992年)



(イギリス, 1952~1993年)



(出所) 表1-2-3-b, 表2-1-1-c, 表2-1-2-aに同じ

客会社（通称「アムトラック-Amtrak-」）が設立された。アムトラックは営業開始当初、民間鉄道会社から旧式の機関車・客車を賃借し、民間鉄道会社の線路を利用していた。また、そこで働く従業員も民間鉄道会社の従業員であった。つまり、アムトラックの営業は、殆ど全面的に民間鉄道会社によって行われた。その後、政府の財政援助を受けて新型車両の導入などの設備投資が進められ、1971年以降、利用者数も徐々に増加しているが、収支は改善されていない。

以上のとおりアメリカの鉄道事業は、1970年代以降、サービスの向上によってその利用拡大を図ってきた。しかし、鉄道は、短距離輸送では利便性の面で自動車との競争に負けてしまい、長距離輸送では移動時間の差で航空輸送との競争に負けてしまう。したがって、アメリカにおいてサービスの向上などによって鉄道の利用拡大を進めることは、極めて困難であるといわざるをえない。

また、ヨーロッパ各国でも、旅客鉄道における輸送量が年々減少し続けている。例えば、ドイツでもし仮に ICE（1991年より営業開始した高速鉄道。最高速は 250km/h に達する。）の導入がなければ、一層の利用者数の減少は免れ得なかったであろう。

ただし、エネルギー消費原単位を輸送モード別に比較してみると、日本が必ずしも省エネルギーが進んでいるとはいえないことがわかる。表 2-2-1-a を見ると、確かに日本のバス、鉄道、航空のエネルギー消費原単位は欧米に比べて小さいが、自動車（トラックを含む）のエネルギー消費原単位は、欧米に比べて大きく、ヨーロッパの約 1.5 倍である。

表 2-2-1-a 旅客部門エネルギー消費原単位の国際比較

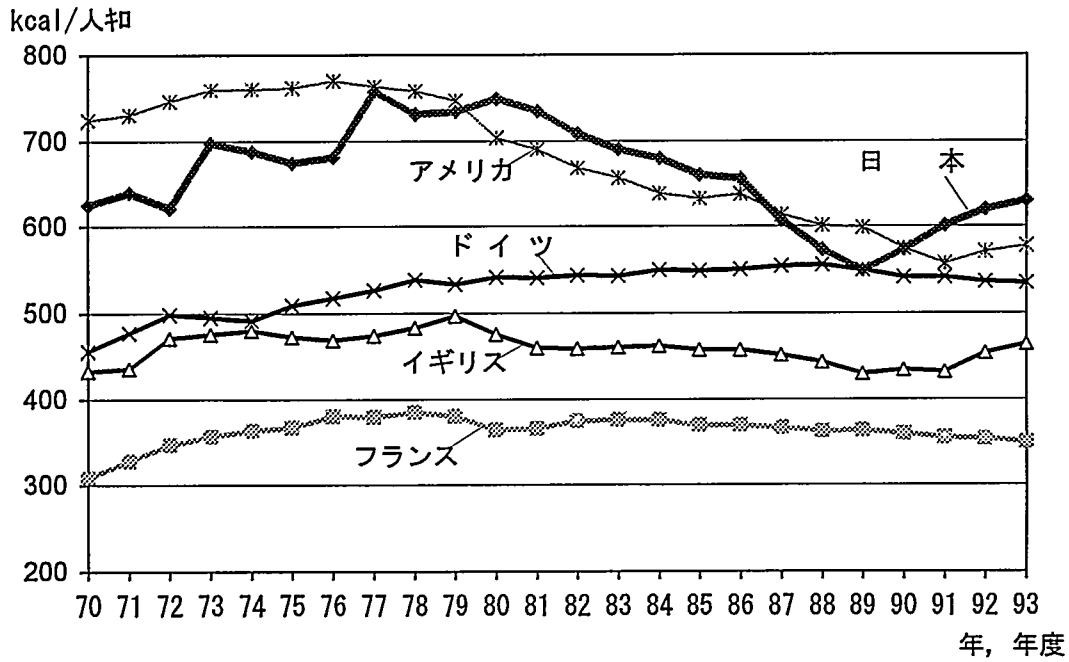
	(kcal/人キロ)		
	日 本	アメリカ	ヨーロッパ
自 動 車	646	634	421
バ ス	143	210	181
鉄 道	47	502	127
航 空	548	610	749
平 均	425	614	382

(注) 自動車は、トラックを含む推計値。

(出所) Lawrence Berkeley Laboratory, 運輸省資料などより日本エネルギー経済研究所推計

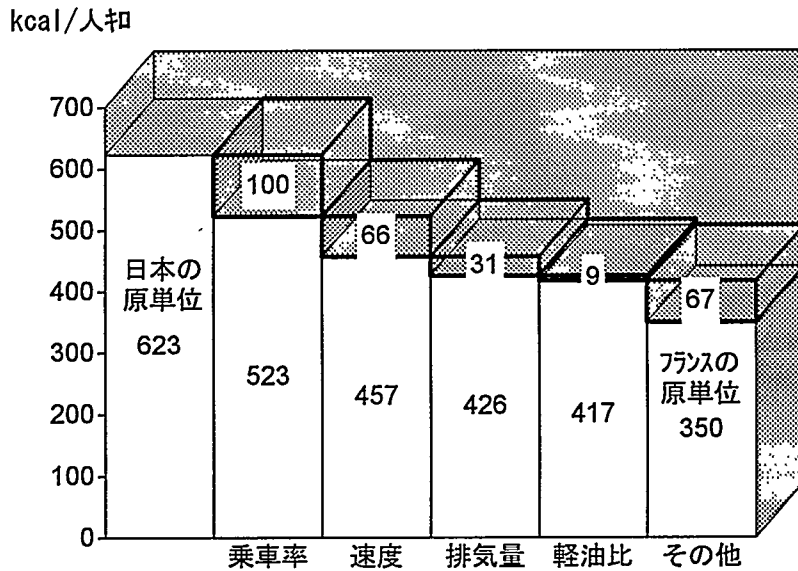
図 2-2-1-e は、乗用車の輸送人キロあたりのエネルギー消費原単位の推移を主要国間で比較したものである。これを見ると、運輸部門のエネルギー需要の大半を占める乗用車の

図2-2-1-e 主要国の乗用車の輸送人キロあたりエネルギー消費原単位の推移 (1970~1993年)



(注1) 各国ともタクシーを含む。
 (注2) ただし、日本は軽自動車およびトラックを除く。
 (出所) 各国資料より作成

図2-2-1-f 日本とフランスの自家用乗用車の輸送人キロあたりエネルギー消費原単位の差の要因



(出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」, OEST「Les Transports en 1993」より推計

エネルギー消費原単位が欧米に比べて大きく、日本の省エネルギーが必ずしも進んでいるとはいえないことが確認できる。

乗用車における日本とヨーロッパとの原単位の差の要因を分析した結果を図 2-2-1-f に示す。これは、フランスとの比較であるが、原単位の差の内、約 $\frac{1}{3}$ が乗車率の差であり、残りの約 $\frac{2}{3}$ が実走行燃費の差となっている。実走行燃費の差を生じさせている要因は、平均速度の差、平均排気量の差、軽油比率の差、その他にもオートマチック車の比率の差やエアコンなどの装備の差などが考えられる。なかでも、平均速度の差が原単位の差のひとつの大きな要因となっていることに注目すべきであろう。

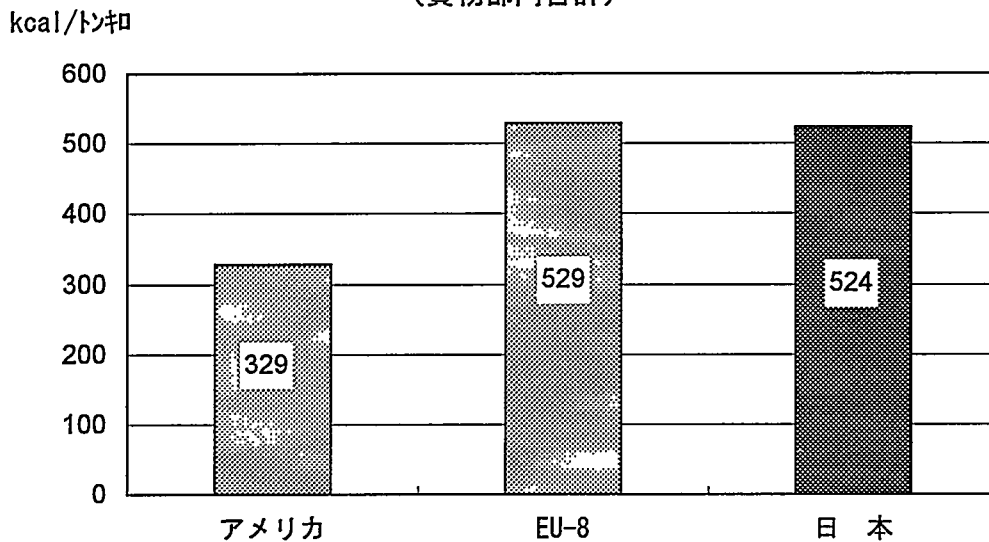
わが国では急速なモータリゼーションの進展により、近年慢性的な道路のキャパシティー不足という問題が発生している。そして、道路のキャパシティー不足による走行条件の悪化は、エネルギーの効率的利用の観点から解決すべき最も重要な課題となっているといえよう。

2-2-2 貨物部門のエネルギー消費原単位

貨物部門においてもアメリカの人口一人あたりのエネルギー需要は日本およびヨーロッパの2倍以上と大きい。このようにアメリカのエネルギー需要が日本やヨーロッパに比べて大きい理由のひとつに人口一人あたりの貨物輸送量（トンキロ）が大きいことがあげられる。アメリカの人口一人あたりの輸送量は、日本やヨーロッパの4倍以上とはるかに大きい。

ただし、エネルギー消費原単位を比較してみると、アメリカは、日本やヨーロッパに比べて小さく、その意味でアメリカは省エネルギー型といえる。アメリカの輸送量（トンキロ）あたりのエネルギー消費原単位は、日本およびヨーロッパの $\frac{3}{5}$ となっている（図2-2-2-a）。したがって、エネルギー消費原単位の単純な比較からは、貨物部門では日本の省エネルギーは必ずしも進んでいるとはいえない。

図2-2-2-a 主要国の貨物部門エネルギー消費原単位
(貨物部門合計)



(出所) Lawrence Berkeley Laboratory, 運輸省資料などより
日本エネルギー経済研究所推計

アメリカの貨物部門のエネルギー消費原単位が日本やヨーロッパに比べて小さい理由を見ても、貨物輸送の構造的要因が大きいと考えられる。貨物部門の輸送量の分担率を比較してみると、日本がアメリカに比べると、50%程度エネルギー多消費型となっている。これは、わが国の分担率がアメリカに比べて、トラックの比率が20%程度大きく、鉄道の比率が25%程度小さいためである。すなわち、日本の分担率の特徴は、欧米に比べてトラックのシェアが大きく（日本が50%、アメリカは40%）、鉄道のシェアが小さいこと（日本が5%、アメリカは35%）である。こうした構造的要因によって日本の貨物部門のエネルギー需要は、アメリカに比べると、50%程度エネルギー多消費型となっている。

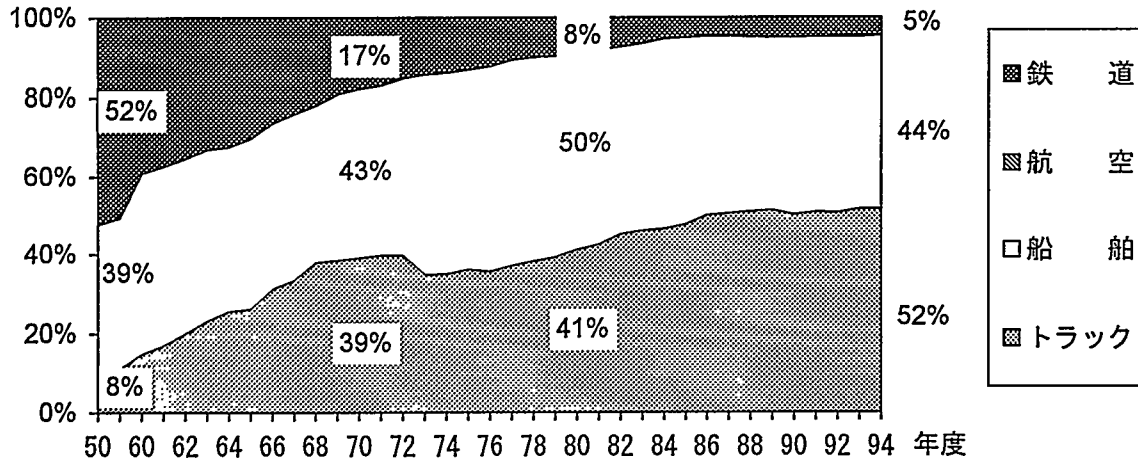
図2-2-2-bは、日本、アメリカ、イギリスの貨物部門の分担率の推移を比較したものである。各国の特徴をまとめると、トラックのシェア増加と鉄道のシェア減少という点で共通していることがわかる。分担率の推移から、日本の貨物部門は、歴史的には自動車社会が欧米に比べて進んでいなかったものの、道路整備にともなう急速なモータリゼーションの進展に対して貨物鉄道の合理化が遅れたこと、さらに地理的には産業および人口が都市圏に集中しているため短・中距離の貨物輸送需要が増大したことなどの要因によってエネルギー多消費型の構造に変化してきたといえる。

逆にアメリカは、政策的に道路の整備が進められてきたものの、地理的には国土が広大であり長距離大量輸送において依然として貨物鉄道が極めて重要な役割を担っていると考えられる。

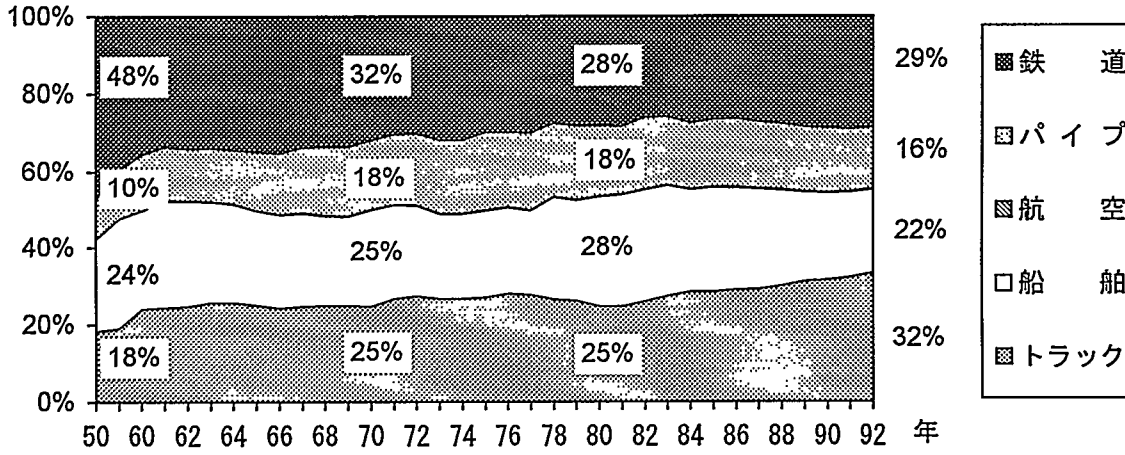
また、イギリスの分担率の特徴は、道路輸送が60%以上と大きく、鉄道が小さいことであり、日本と同じエネルギー多消費型である。イギリスの主な輸送品目は、食料品などであり、一般的に道路混雑は少なく、トラックに有利な環境である。しかし、最近ではロンドンへの経済集中の影響から、周辺での道路混雑が顕在化してきている。

イギリスは日本と同じ島国であり、他のヨーロッパ諸国に比べると、海運が発達しているが、人口や産業が南部に集中していることから、その規模はそれほど大きくはない。イギリスの海運は、鉄道開業以前には活用されてきたが、鉄道網の建設によって衰退した。従って、港湾等施設の整備状況は良好とはいえ、大型の船舶の航行に対応できないのが現状である。また、河川では可航水路延長が2,400kmであるが、ドイツのライン川に匹敵するほどの河川がなく、発達してはいない。ヨーロッパ諸国では、地形的な特性を生かして古くから内陸水運が発達してきた。内陸水運は、内陸の河川または運河を航行する船舶であり、ドイツをはじめとするヨーロッパ諸国では貨物の輸送手段として歴史的に大きな

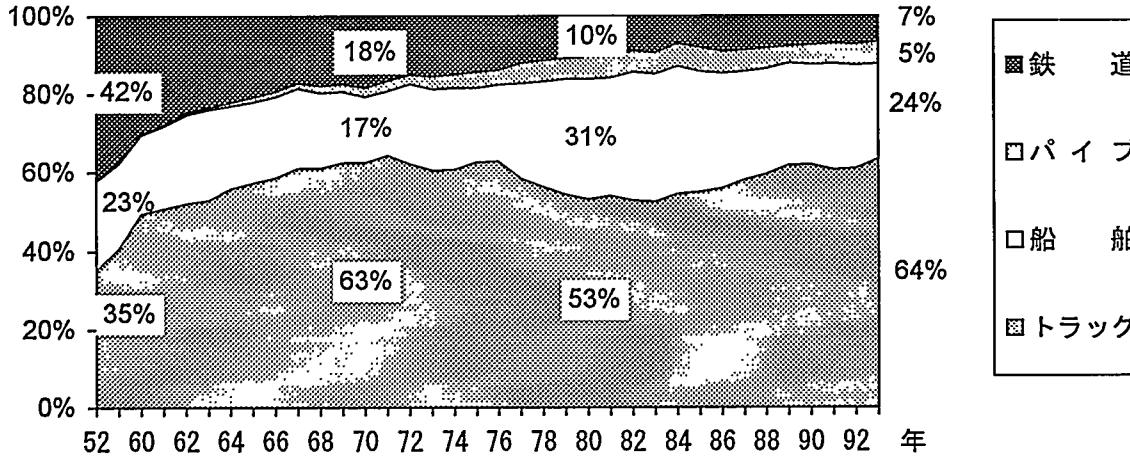
図2-2-2-b 主要国の貨物輸送トンキロにおける分担率の推移
(日本, 1950~1994年度)



(アメリカ, 1950~1992年)



(イギリス, 1952~1993年)



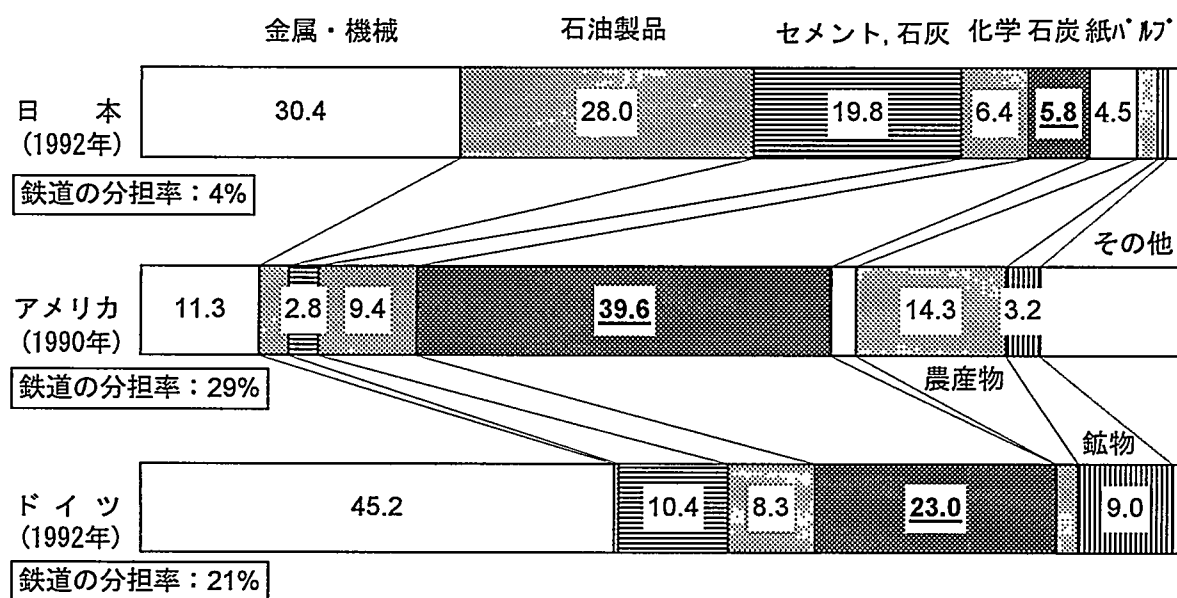
(出所) 表1-2-3-c, 表2-1-1-d, 表2-1-2-bに同じ

役割を担ってきた。例えば、ドイツ国内の河川の可航水路延長は4,500kmと長く、特にライン川での輸送量は大きい。

また、ヨーロッパでも、貨物鉄道の輸送量は、わが国と同様に産業構造の変化あるいはモータリゼーションの進展の影響を受け、停滞あるいは減少傾向にある。ただし、ドイツでは、そのシェアは依然大きく、ドイツの貨物輸送の大きな特徴となっている。これは、アメリカにも共通していえることだが、輸送する品目に占める石炭、鉱物などの一次産品の割合が大きく、鉄道での輸送に適した品目が多いことも貨物鉄道のシェアが大きいひとつの要因となっている（図2-2-2-c）。

さらに、エネルギー消費原単位を輸送モード別に比較しても、日本の省エネルギーが決して進んでいるとはいえないことがわかる。原単位に使用したトンキロには、重さと距離という概念しか含まれておらず、現在のように高付加価値化が進むなかで、比較する際に必ずしも問題がないとはいえないが、表2-2-2-aを見ると、日本の鉄道、海運のエネルギー消費原単位は欧米に比べて小さいか同等レベルであるが、トラックのエネルギー消費原単位は、欧米に比べて大きく、欧米の約1.2倍であることがわかる。これは、道路混雑などの走行条件の差、輸送効率の差などを反映しているものと考えられる。

図2-2-2-c 貨物鉄道による輸送トン数の品目別シェアの比較



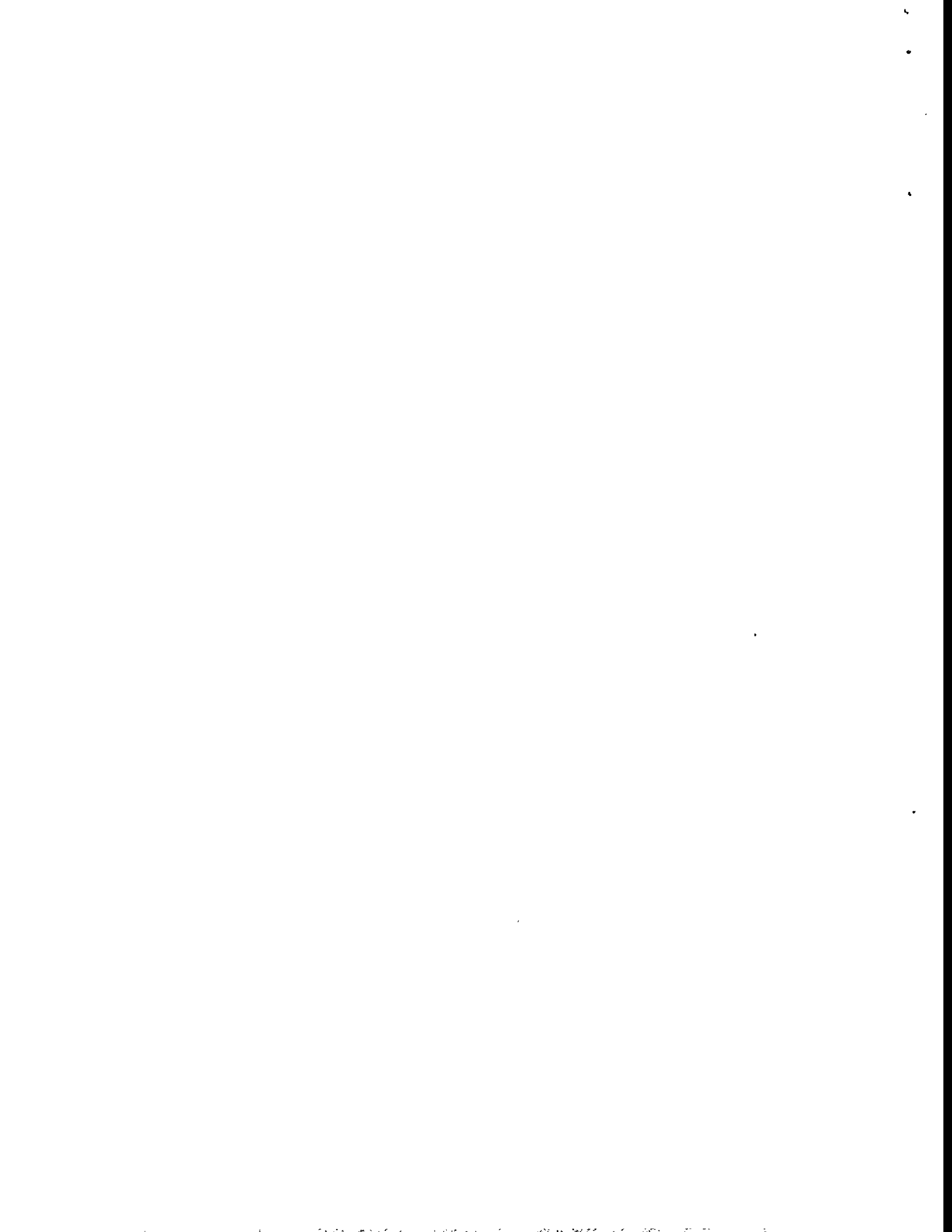
(出所) 各国資料より作成

表 2-2-2-a 貨物部門エネルギー消費原単位の国際比較

(kcal/トンキロ)

	日 本	アメリカ	ヨーロッパ
トラック	892	759	758
鉄 道	64	69	79
船 舶	120	74	179
航 空	5,721	860	
平 均	524	329	529

(出所) Lawrence Berkeley Laboratory, 運輸省資料等より日本エネルギー経済研究所推計



3. 欧米の運輸部門エネルギー政策

3-1 欧米の交通問題

－自動車を取り巻く深刻な環境問題－

わが国の運輸部門のエネルギー需要はモータリゼーションの進展とともに増加してきた。現在のわが国が抱える運輸部門のエネルギーに関する重要な課題のひとつが「道路のキャパシティー不足による走行条件の悪化をいかにして解決するか」ということであることを考慮すると、それぞれの国によって状況は異なるものの、わが国に比べて早くからモータリゼーションが進展している欧米のエネルギー政策の動向は、わが国の今後の対応策を考えるうえで大いに参考となるものであろう。

そこで、本章では、欧米の運輸部門のエネルギー政策の動向について述べ、わが国が政策面で参考にすべき点を抽出したい。まず、欧米のエネルギー政策について言及する前に、現在の欧米の交通問題について整理しておきたい。

3-1-1 アメリカの交通問題

前章でも述べたとおりアメリカは、成熟化した自動車社会である。現在、アメリカでは通勤時に90%以上の人々が自動車を利用していると言われている。このような自動車依存型社会であるアメリカが抱える最大の交通問題は、自動車による排気ガスなどの環境問題である。たとえば、全米最悪の大気汚染地域であるロサンゼルスに代表されるように、都市部における自動車からの排気ガスによる人々への健康面での被害は極めて深刻なものとなっている。ある報告では、ロサンゼルスに住む若者100人に対して肺の調査を行ったところ、その90%が肺に何らかの障害を持っていたという結果が示されている。さらに、アメリカでは1980年代以降の第二次郊外移転ブームによってサバーバン・グリッドロックと呼ばれる郊外型の渋滞が顕在化してきたことから、近年、都市周辺部にまで大気汚染問題が拡大しているという。加えて、これら地域の大気汚染問題という枠組みを越えたグローバルな環境問題、即ち地球温暖化問題が顕在化するなかで、アメリカでも環境問題は最も重要な政策課題となっている。環境問題は、エネルギー問題と表裏一体の関係にあり、環境負荷の低減という観点から省エネルギー政策と直接結びつくものである。そのため、現在アメリカでも、省エネルギーなどのエネルギー政策の重要性が再び見直されている。

3-1-2 ヨーロッパの交通問題

ヨーロッパも、アメリカと同様に既に自動車社会が成熟化した地域である。したがって、ヨーロッパにおいても交通問題の中心は、自動車による大気汚染などの環境問題となっている。ただし、アメリカがカリフォルニア州の排出ガス規制に代表されるようにオゾン発生の原因となる HC（炭化水素）に対して非常に厳しい態度をとっているのに対し、ヨーロッパでは酸性雨が最大の大気汚染問題となっている（表 3-1-2-a）。さらに、ヨーロッパにはオランダの様に従来から環境問題、なかでも地球温暖化問題に非常に高い関心を寄せている国もある。その様ななかで、近年、ヨーロッパでは環境保全に対する意識が強まっており、とくに自動車の果たすべき役割は大きいとの認識から、既に飽和状態にある都市と自動車とがいかにして共存していくか、が共通の課題となっている。具体的には、都市の渋滞問題の深刻化とも相まって鉄道を中心に公共輸送の拡大を図る交通政策がとられている。さらにヨーロッパの統合を機に道路輸送を中心に交通量は急速に増大しており、今後もこの傾向は続くことが予想される。例えば、ドイツの例をみてみよう。ドイツは内陸国であり、ヨーロッパ統一市場の誕生以来、近隣諸国からの貨物の流入が増加しており、これによるトラックの増加が特に深刻な問題となっている。一方、ヨーロッパの道路貨物輸送政策の方向性は、あくまで域内国際輸送・カボタージュ（ここでは、外国事業者が国内輸送に参入することを認めることを指す）などの自由化であり、今後もトラックの交通量が増加することは確実である。したがって、ドイツのみならず、ヨーロッパでは、運輸部門とくに近隣諸国からの自動車の流入増加にともなうエネルギー需要の伸びを如何にして抑制するかが極めて重要な課題として認識されている。

表 3-1-2-a 世界各地の大気汚染問題

	オゾン	酸性雨	NO _x	CO	パーティキュレート	スモッグ
アメリカ	◎	○		○		
カナダ	◎			○	○	○
日本	○	○	◎		○	
西欧		◎		○		
東欧		○			◎	
東南アジア		○		○	◎	

（出所）井上恵太「日本エネルギー学会誌」1992年12月

3-2 欧米の運輸部門エネルギー政策

—自動車を中心とするエネルギー政策—

3-2-1 アメリカの運輸部門エネルギー政策

アメリカの交通問題の中心は、自動車であり、エネルギー政策においても、自動車単体での燃費の向上、自動車の効率的利用による走行条件の改善、さらに低公害車の導入などの自動車に関する対策が中心に位置づけられている。

アメリカの運輸部門のエネルギー政策は、「エネルギー政策法 (Energy Policy Act of 1992 : EPACT)」、 「改正大気浄化法 (Clean Air Act Amendment : CAAA) 」ならびに「総合陸上交通法 (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act : ISTEA) 」にもとづくものである。EPACT および CAAA は、燃費の改善および代替燃料の開発促進、ISTEA は、交通需要マネジメント (Transportation Demand Management : TDM) による乗用車の効率的利用や、公共輸送システムの活用が柱となっている。以下、アメリカの運輸部門エネルギー政策の特徴を簡単に整理してみたい。

(1)自動車の燃費規制 (C A F E)

アメリカの運輸部門のエネルギー政策の特徴のひとつに、政府による企業に対する燃費の法的規制がある。1973年の第一次石油危機の後、アメリカではエネルギー需給の不均衡を防ぐことがエネルギー政策上極めて重要であるとの認識が高まった。これを受けて「エネルギー政策・節約法 (Energy Policy and Conservation Act) 」が1975年に発効し、翌1976年には自動車の燃費改善に関する規制として、企業平均燃費 (Corporate, Average Fuel Economy : CAFE) が定められた。

CAFE は、乗用車および小型トラックを対象に、各企業・各車種ごとに計測された燃費を販売台数で加重平均して平均値を求め、これがアメリカ運輸省 (U.S.DOT) の基準値を越えないよう法的に規制するものである。CAFE の基準値は、1978年の18mpg (=7.7km/l) から1985年に27.5mpg (=11.7km/l) へと引き上げられ、現在に至っている。この基準値を越えた場合、ペナルティ⁹⁾ が課せられる。CAFE 設定後、輸入車を中心にアメリカの燃費平均値はかなり改善されている。まず、新車の平均燃費を見ると、1978

⁹⁾ ペナルティは基準値未達1台につき0.1mpgごとに5U. S. \$, さらに15mpgを越える場合には1台につき1,000~7,700U. S. \$のペナルティが課せられる。

年の 19.9mpg (=8.5km/l) から 1988 年には 28.8mpg (=12.2km/l) まで改善している (表 3-2-1-a)。但しその後、ガソリン価格の安定化に伴い、消費者の志向が燃費よりパフォーマンスを重視する方向に変化したことから、燃費の改善は停滞している。

表 3-2-1-a アメリカの燃費基準値 (CAFE) と新車平均燃費および
新車販売台数と輸入車の販売比率の推移 (1978-1993 年)

年	CAFE	新車平均燃費			新車販売台数			輸入車
	基準値	国産車	輸入車	合計	国産車	輸入車	合計	比率
	miles/gal	miles/gal			千台			%
1978	18.00	18.70	27.30	19.90	9,312	2,002	11,314	17.7
1979	19.00	19.30	26.10	20.30	8,341	2,332	10,673	21.8
1980	20.00	22.60	29.60	24.30	6,581	2,398	8,979	26.7
1981	22.00	24.20	31.50	25.90	6,209	2,327	8,536	27.3
1982	24.00	25.00	31.10	26.60	5,759	2,223	7,982	27.9
1983	26.00	24.40	32.40	26.40	6,795	2,387	9,182	26.0
1984	27.00	25.50	32.00	26.90	7,952	2,439	10,391	23.5
1985	27.50	26.30	31.50	27.60	8,205	2,838	11,043	25.7
1986	26.00	26.90	31.60	28.20	8,215	3,238	11,453	28.3
1987	26.00	27.00	31.20	28.50	7,081	3,197	10,278	31.1
1988	26.00	27.40	31.50	28.80	7,526	3,099	10,625	29.2
1989	26.50	27.20	30.80	28.40	7,073	2,825	9,898	28.5
1990	27.50	26.90	29.90	28.00	6,897	2,404	9,301	25.8
1991	27.50	27.30	30.00	28.30	6,137	2,038	8,175	24.9
1992	27.50	27.10	29.10	27.80	6,277	1,938	8,215	23.6
1993	27.50	27.80	29.60	28.40	6,735	1,783	8,518	20.9
1994	27.50	27.30	29.60	28.20				

(出所) U. S. DOT 「Automotive Fuel Economy Program」

しかし、1980年代後半に入ると、アメリカの新車燃費の改善が停滞してきたことから、さらに規制を強化しようという動きがでてきた。1989年6月には「ブライアン法案」が、燃費規制強化案のひとつとして提出されている。この法案は、1988年の各社別燃費実績 28.8mpg (=12.2km/l) に対して 1996年に 34.6mpg (=14.7km/l) と 20%の燃費向上、2001年に 40.3mpg (=17.1km/l) と 40%の燃費向上を求めるものであった。しかし、この法案は目標値が技術的可能性を大きく越えるものである⁷⁾ こと、ならびにこれまでに燃費改善

⁷⁾ 1991年にアメリカ科学アカデミー(NAS)が行った CAFE の今後の強化基準値に関するレポートによると、技術的には 2001年までに 31~33mpg (13~14km/l)、2006年までに 34~37mpg (14~16km/l) の水準まで燃費改善が可能であると報告がなされている。

努力を行ってきた企業ほど不利になることから自動車産業からの反対が多く、結局 1992 年末で期限切れのため廃案となった。

さらに、1993 年にはクリントン大統領の温暖化ガス低減指針 (Climate Change Action Plan) を受け、CAFE のあり方を検討する政策検討会 (U.S. Car Talk) が発足され、政策面での燃費規制の検討が進められている。加えて同年、燃費改善に関する技術面での対策として、PNGV (the Partnership for a New Generation of Vehicles) 構想が発足している。1993 年 2 月、大統領府より提示されたこの構想は、官民一体となって行う大規模な技術開発構想であり、今後 10 年以内に現行燃費 (28mpg \approx 12km/l) の 3 倍 (80mpg \approx 34km/l) の燃費改善を達成するための次世代自動車技術の確立が目標として掲げられている。なお、計画では 2000 年までに技術的検討を行い、コンセプトをまとめ、2005 年までにプロトタイプの製造を行う予定となっている。

以上の様にアメリカでは、将来の燃費規制について技術面は PNGV、政策面は Car Talk でそれぞれ検討が進められることになる。即ち、現時点で体制面は、整えられたといえるが、本格的な活動はこれからであり、今後 CAFE の再検討も含めて自動車単体燃費の向上に関する対応策は具体化することが予想されるため、今後の動向に注目したい。

(2)交通流の改善による燃費の向上

燃費規制以外の自動車の燃費改善策として、アメリカでは以下にあげる 4 つの対策が挙げられている。アメリカは、わが国に比べて国土面積が広く、道路事情の前提となる条件がかなり異なることに注意を要する。ただし、アメリカにおいても、朝夕の交通量がピークとなる時間帯になると、都市のみならず、郊外でも交通渋滞が発生しており、わが国と共通の問題を抱えている。したがって、基本的には交通流の改善による間接的な燃費改善効果を狙ったものが主体となっている。

まず第一にインフラの整備、即ち道路容量の確保が挙げられる。一定の道路容量が確保できなければ、安全かつ効率的な輸送を行うことはできない。従って、インフラの整備によって、交通流が改善されれば、その効果として安全性の向上のみならず、間接的に燃費も改善されると考えられる。

また、第二に速度制限の導入を挙げている。自動車は、走行時に空気抵抗などの抵抗を受ける。例えば、自動車が走行中に受ける空気抵抗は、速度を増すごとに速度の 2 乗に比例して増大すると言われている。乗用車にとって最も経済的な速度は、60km/h \sim 80km/h

であるが、アメリカでは実際の高速道路での平均速度は 95km/h～100km/h 程度であり、エネルギーが浪費されているという。速度制限の導入は、省エネルギー政策としては非常に合理的な方法のひとつである。ただし、この対策の導入は、現時点では現実的ではない。1995 年末には、これとは逆にカリフォルニアなどいくつかの州で制限速度の引き上げがなされている。これによって、交通事故による死者数の増加のみならず、ガソリン需要の増加が危惧されている。

第三に、公共輸送システムの活用を挙げている。適切な状況下での公共輸送、特に鉄道の活用は、石油の消費を抑制し得るものであり、また同時に交通流の円滑化による燃費改善効果に資するものと考えられている。ISTEA では、公共輸送への投資を拡大する財政支援策がとられている。

第四に、相乗りの促進を挙げている。相乗りの導入によって通勤時の乗用車の走行台数が減少し、直接的には道路輸送のエネルギー消費が抑制され、さらに間接的には交通流の改善による燃費の向上を図ることができるというものである。特にアメリカの通勤時の自動車利用率は 90% を越えており⁸⁾、朝夕のピーク時の道路混雑が深刻化していることから、通勤時の自動車利用の抑制がひとつの重要な政策課題となっている。

相乗りの促進は、渋滞緩和策として 1970 年代から既に行われている手法である。当初 TSM (Transportation System Management) と呼ばれた概念であり、相乗りしている自動車 (High Occupancy Vehicle : HOV) を優先する車線⁹⁾ や駐車場の設置などの優遇措置により交通量を削減するというものであった。

1980 年代に入ると、カリフォルニア州に代表されるように一人乗り通勤を規制し、レーンの設置などの供給側からの施策を実施せずに、需要側からのアプローチのみでピーク時の渋滞を解消する手法も導入されている。

また、将来を考慮した運輸政策として ITS (Intelligent Transportation Systems) が検討されている。これは、自動車と道路のインテリジェント化により、交通流を円滑化するという計画であり、国家プロジェクトとして産官学で一体的に推進されている。ここでは、道路輸送に限らず、21 世紀の交通体系を支援する技術として捉えられている。ITS の具体例として例えば、アメリカでは高速道路の自動料金徴収システムが既に 12 箇所を実施さ

⁸⁾ アメリカでは、公共輸送が発達している地域は、ニューヨークのマンハッタンなどごく一部の人口高密度地域に限られており、通勤時には乗用車を利用せざるを得ないケースが一般的である。

⁹⁾ このように相乗りを優先する車線を HOV レーンと呼び、1970 年の 10mile から 1980 年には 96mile まで達し、1993 年現在で総延長は 415mile と 1980 年代以降急速に拡大している。

れており、1996年には25箇所に拡大導入される予定となっている。但し、現在の自動料金徴収システムは地域ごとで各々のシステムが異なるため、今後は互換性を持たせることが課題となっている。ITSの導入によって公共輸送の利用拡大とともに交通流の円滑化による間接的な効果として燃費の改善も期待されている。

近年道路の建設が難しくなるなかで、このような交通需要を管理することによって交通需要を平準化或いは削減し、既存の道路を効率的に利用しようという考え方を総称してTDM（交通需要マネジメント）と呼んでいる。TDMとは、元々アメリカで渋滞対策の一手法として使われるようになった概念的な言葉である。アメリカのTDMは、基本的には物流を対象としていないことが特徴であり、交通システムの増強を避け、移動者の行動変更を促すことによって渋滞を解消する諸施策の総称である。なお、本論文では、TDMをもう少し広い概念でとらえ、対象は旅客だけでなく、貨物も含め、道路キャパシティの拡張や整備に依存しない交通システムの効率的利用による道路の走行条件の向上を図るための諸施策としたい。TDMの直接の目的は、自動車交通量の削減による渋滞の緩和であるが、それによって交通流の改善による燃費の向上という間接的な効果も含めてエネルギー消費の削減が可能であると期待されている。1980年代以降、アメリカでTDMが積極的に導入された背景には、前述のとおりサバーバングリッドロックと呼ばれる郊外型の渋滞が顕在化してきたことが挙げられる。

(3)石油代替燃料の導入

さらに、アメリカでは、1990年「改正大気浄化法（CAAA）」ならびに1988年「代替自動車燃料法（The Alternative Motor Fuel Act：AMFA）」に基づいて自動車への代替燃料の導入が図られている。CAAAでは、ガソリン自動車のガス排出基準を強化するとともに、クリーンな代替燃料の導入¹⁰⁾を促進している。なかでも、大気汚染の悪化が最も激しいカリフォルニア州では、1990年に低公害車（Low Emission Vehicles：LEV）プログラムが策定され、代替燃料を利用した低公害車等の段階的な導入計画が示されている。ここでは排出ガス基準を四段階に区分し、第一段階を Transition Low-Emission Vehicles：TLEVs、第二段階を Low-Emission Vehicles：LEVs、第三段階を Ultra Low-Emission

¹⁰⁾ ここで対象となる代替燃料には、メタノール、エタノールアルコール、天然ガス、水素、電気、LPG、ハイブリッド以外にも、大気汚染防止の観点から新規格のクリーンなガソリン・軽油も含まれる

Vehicles : ULEVs, 第四段階を Zero-Emission Vehicles : ZEVs と段階ごとに徐々に基準値が厳しくなるよう定めている。この基準を達成するには、TLEV を 1994 年から 1996 年の間に販売車の 10%~20%, 1997 年から 2000 年の間には LEV を 25%, ULEV を 2% 製造・販売することが必要としている。また、ZEV 即ち電気自動車については、1998 年より販売車の 2%, 2001 年で 5%, 2002 年で 10%, 2003 年以降は 15%の製造・販売を義務づけていたが、現状では 1998 年からの販売義務づけは困難との見方から、1996 年 1 月、義務づけが 2003 年まで延期されることとなった。いずれにせよ、こうした保有の義務づけという強制的な動きは現在アメリカでのみ見られる特徴である。

(4)トラック輸送の動向

アメリカのトラック事業は、鉄道に代わって 1930 年代から 1940 年代に急成長を遂げた。その背景には 1920 年代以降のアメリカ経済の急成長があったといわれている。即ち、工業化の進展に伴い、輸送貨物が小ロット化したため、従来の鉄道や水路のみでは輸送手段として不適切なものになってきたのである。これに併せてトラックおよびハイウエーの整備などの基礎的条件が整ったことにより、トラック輸送は大いに発展した。

アメリカのトラック産業はまず「自家用」と「営業用」に大別できる。政府の経済規制を受けるのは営業用のみである。営業用には「ローカル輸送」と「州内輸送」さらに「州際輸送」がある（ローカル輸送は都市内およびその近郊といった短距離の輸送を行うトラック業者であり、カーテージ-Cartage-と呼ばれることもある）。

州内輸送はローカル輸送よりももう少し広範な営業エリアを有しており、文字通り同一州内だけの輸送を行っている。州内輸送に関する規制については州政府は関与するが、連邦政府は関与しない。

アメリカを代表するほとんどのトラック事業のほとんどが州をまたがった輸送活動を行っており、これを州際輸送と呼んでいる。「1980 年自動車運送事業者法 (The Motor Carrier Act of 1980)」によって規制緩和が導入されて以降、連邦委員会の規制の適用が除外されるケースがみれるが、州際輸送は多くの面でまだ参入や運賃などの規制を受けている。

こうした規制を撤廃することによってトラックの利用は、より一層拡大することが予想されているため、鉄道からトラックへのシフトは今後も進むものと考えられる。

(5)運輸部門のエネルギー需要見通し（2010年）

アメリカのエネルギー省（DOE）によれば、2010年のアメリカ国内の運輸部門エネルギー需要は1993年実績に比べて30%程度の増加となる見通しである。増加率が最も大きい輸送モードは航空であり、対1993年実績比で約60%の増加、次いでトラックの伸びが大きく、同年実績に比べて約50%の増加となっている。逆に乗用車は、ほとんど増加せず、輸送モード中最も低い伸びが予測されている。但し、乗用タイプのトラック（ミニ・バンなど）が60%程度増加するため、乗用車と合わせると対1993年実績比でエネルギー需要は約20%の増加となる。

DOEは、CAAAおよびISTEAの推進する公共輸送へのシフト、EPACT等による代替燃料の利用増大、燃費改善技術の向上などの要因によって乗用車のエネルギー需要の伸びの抑制は可能であると見込んでいる。本見通しでは、2010年には乗用車における代替燃料の導入量は1993年実績に比べて32倍となり、代替燃料が乗用車のエネルギー需要に占める割合は1993年の0.2%から2010年には5.7%まで増大すると予測している。さらに新車燃費は2010年までに平均18%の改善がなされるとの見通しをたてている。しかし一方で、この見通しは楽観的過ぎるという見方¹¹⁾もある。

¹¹⁾ OTA 「Saving Energy Use in U.S. Transportation」1994年7月

3-2-2 ヨーロッパの運輸部門エネルギー政策

ヨーロッパの交通問題も自動車の利用に関するものが中心である。したがって、エネルギー政策も、公共輸送システムの活用によって省エネルギー型の輸送システムへの転換を図る政策が第一にあげられる。ただし、自動車のエネルギー需要は、依然として増加し続けており、自動車単体の燃費の向上や走行条件の改善などの自動車の省エネルギー対策は、極めて重要であると認識されている。

(1)自動車の燃費規制

ヨーロッパ諸国における燃費基準は、アメリカのような政府による規制ではなく、各国政府の指導によって企業が合意した自主的な目標値が設定されている。この燃費基準には、法的な拘束力がなく、その意味でアメリカの燃費基準とは異なる。具体的な取り組み例として、1979年にドイツでは1985年までに1978年に比べて12%～15%燃費を改善するという企業の合意による基準値が設定されている。実際、これによって1985年には基準値を越える23%の燃費改善が達成されている。

最近の動向としては、地球温暖化対策の必要性から生じてきたCO₂排出抑制のための燃費基準改善の動き¹²⁾がある。ドイツは特に積極的な姿勢を見せており、2005年までに新規登録自動車の燃費を25%改善することで1995年3月に企業が合意に達している。車体の軽量化、ディーゼル車の普及拡大、エンジンの小型化などが具体的な燃費改善策として挙げられている。とくにディーゼル車は、燃料噴出の電子制御と酸化触媒装置との組み合わせによって排気ガス中のパーティキュレート（粒子状物質）は40%削減、NO_xは30%削減、COは60%程度削減される見込みである。こうした傾向によってディーゼル車の販売台数も、今後ヨーロッパ全域で高まることが予想されており、ヨーロッパ市場でのディーゼル車のシェアは2000年までに約30%に達すると言われている。さらにドイツでは、25km/lという低燃費の乗用車が新車登録台数に占める割合を2005年までに10%へと引き上げられることになっている。また、オランダも燃費改善について積極的な姿勢を示しており、1997年より燃費の良い自動車の購入に対する税制上の優遇措置の導入が予定されている。

¹²⁾ ヨーロッパでは、EC内での統一法規として、1970年に自動車排出ガス規制が制定されて以来、逐次基準が強化されて今日に至っている。最近の動向として、1996年より新しい排出ガス基準が導入される予定であり、現在既に2000年へ向けて新たな基準が検討されている。この基準は、アメリカLEV相当の厳しい規制となる見通しである。

(2) モーダルシフトとヨーロッパ国鉄の動向

自動車から鉄道へのモーダルシフト対策として、ヨーロッパ各国では、民営化、あるいは規制緩和の導入により鉄道の活性化を図り、鉄道をより魅力的な輸送モードにしようという試みがなされている。

ヨーロッパでも、鉄道事業は自動車および航空との激しい競争にさらされ、経営的に苦しい状況が続いてきた。特にわが国と比較した場合、ヨーロッパの鉄道は輸送密度が低いため、経済性が低いことから、政府の莫大な助成を受けてようやく存続してきたというのが実状である。

イギリスの鉄道は、1960年代まで独占的な地位を保持してきたが、その後輸送密度の低下による輸送効率の悪化に加え、官僚的経営、低いサービス水準等の問題から経営状況は悪化の一途を辿っていった。さらに、経営の悪化による設備投資の遅れが設備の老朽化を招き、一層需要が減少するという悪循環に陥っていった。したがって、施設の整備状況は、日本に比べて遅れており、線路延長における電化率は30%とかなり低い。

こうした状況のもと、各国とも鉄道の民営化により、合理化・近代化を押し進めようとしている。

ヨーロッパの鉄道のうち、都市間鉄道はすべて国営であったが、最近になって民営化が進められている。その際、わが国の国鉄の民営化は大いに参考にされた。イギリスは多額の欠損を生じ、公共助成を必要としたため民営からいったん国営を経験し、1994年に再び民営となった。イギリスの民営化では、インフラを新設企業に所有させ、旅客を25、貨物を3の企業に分割させている。

また、ドイツは長年つづいた国営を同じ1994年に民営化した。ドイツの民営化は東西の国鉄を一社に統合し、会計処理のうえで内部をインフラ所有部門・旅客輸送部門・貨物輸送部門に分離するかたちで行われた。

さらに規制緩和策として、例えば、ドイツでは、まずトラックに対する競争力の強化を図ることを目的に、鉄道に対する運賃規制が撤廃された。また、イギリスでは、鉄道事業に対する公共運送人義務が廃止され、法律上は不採算サービスについては、運送引き受けを拒否できることとなった。

一方、貨物輸送では、モーダルシフトの一貫として複合輸送の導入促進が図られている。複合輸送とは、文字通り道路と鉄道、道路と船舶といった輸送モードの複合をいう。複合

輸送は、ドア・ツー・ドアという輸送便益面でのトラックの長所と大量かつ効率的という鉄道、船舶の長所を結合したシステムを生み出すことを意図している。例えば、ドイツではコンテナ輸送およびピギーバック輸送などの形態によるトラックと鉄道の複合輸送が実施されている。ドイツのピギーバックには、日本で言う自動車をもそのまま輸送する様式以外に、トレーラ部分のみや荷台部分のみを輸送する様式いわゆるスワップボディ、バイモーターも含まれる。

ドイツでの複合輸送の輸送トン数の推移を見ると、1980年以降順調に増加してきたが、1990年以降は横這い傾向にある。1992年の実績を見ると、コンテナ輸送が年間1,200万トン、ピギーバック輸送が年間1,300万トン、合計で2,500万トンとなっている。このようにドイツで複合輸送が発展してきた背景には、複合輸送に対する税制面での優遇などの助成措置が行われたこと、トラックの及ぼす大気汚染などの外部不経済が一般的な社会問題として関心を集めるようになってきたことなどが挙げられる。今後の計画として、複合輸送の一層の拡大を図ると同時に、より一層効率的な輸送システムの構築¹³⁾を最終的な目標として掲げている。

(3)交通需要マネジメントなどの取り組み

ヨーロッパにはTDMという言葉自体は、ほとんど浸透していないが、その概念は様々な施策のなかに取り入れられている。

例えば、ドイツでは通行料が無料であったアウトバーンの一部区間の有料化が試験的に実施された。有料化により交通量を抑制することを目的であったが、システムの信頼性およびデータの機密保護（プライバシーの保護）の問題が発生したことから、1995年11月に乗用車への本格導入の見送りが決定した。

オランダでは、2010年をターゲットとした交通政策の方針として1988年に「第二次総合交通計画¹⁴⁾（SVV II）」が策定されている。オランダでも、自動車交通量が増え続けており、2010年に乗用車の走行台キロが1986年の1.7倍に増加すると予測されている。これを抑制するためにSVV IIでは、基本的方策として公共交通あるいは自転車への転換、

¹³⁾ 複合輸送は、環境保全策としては有効だが、効率的な輸送方式ではないという認識もある。

¹⁴⁾ 1995年に入って、SVV IIIの検討がなされているが、具体的な内容は未だ明らかではない。

自動車の相乗り促進、自動車通勤の抑制、テレコミュティング¹⁵⁾による勤務形態の変更、プライシングなどを挙げており、これらの方策の導入により 2010 年時点の交通量の伸びを 12%抑制するという目標を掲げている。さらに、長期的方策としてガソリン税の大幅な値上げ、大規模なプライシング、交通削減の義務づけ等の大胆な対策を挙げており、これによって 2010 年時点の交通量の伸びをさらに 9%抑制するという目標を掲げている。これらの施策は具体的に実施され、一定の効果を挙げていると言うが、局所的な効果に止まっており、交通量の抑制にまでは至っていない。

さて、今まで国内輸送のみを対象に交通政策について論じてきたわけだが、ヨーロッパでは欧州統一市場誕生後、国際輸送が急増することが予想されている。こうした背景から、ヨーロッパでもアメリカ同様に交通のインテリジェント化計画が進められている。

現在、ヨーロッパには PROMOTE という民間プロジェクトと DRIVE という国家プロジェクトの 2 つの交通のインテリジェント化計画があり、産官学の協力体制により技術開発が進められている。これらの 2 つのプロジェクトは、当初道路輸送のみを対象とする計画としてスタートしたが¹⁶⁾、現在はそれぞれ複数の輸送モードを統合した新しい計画となっている。

特にドイツは、ヨーロッパの中心に位置するため、トランジットがここ数年で急増し大きな問題となっている。また、今後はカボタージュの自由化¹⁷⁾から特に貨物自動車の増加が危惧されており、2000 年までに貨物で 75%、旅客で 30%の需要増が見込まれており、早急に対応策を講じなければならない状況にある。しかし、ドイツも国土の狭い国であり、環境問題も考慮すると安易に道路整備を進めることはできない。そこで道路と自動車のインテリジェント化導入計画が進められているわけである。その計画は TELEMATICS (Advanced Road TELEMATICS Systems) と呼ばれている。TELEMATICS とは、現在のナビゲーション・システムを応用してドライバーに交通渋滞や気象条件などの情報提供や理想的なルートの紹介を行うシステムのことである。ここでは、そうした情報の中に

¹⁵⁾ 在宅勤務。通勤目的の交通を減少することが目的。

¹⁶⁾ PROMOTE は 1986 年に PROMETHEUS 計画としてスタートした後 1995 年に現在の計画へと変更された。また、DRIVE は 1989 年にスタートし、一二段階を経て 1994 年に第三段階の DRIVE III (TELEMATICS ともいう) を迎えた。

¹⁷⁾ EC の道路貨物輸送政策は、市場統合の活発化とともに 1980 年代以降めざましい発展を遂げている。域内国際輸送・カボタージュ（ここでは、外国事業者が国内輸送に参入することを認めることを言う。）等の自由化、税制、車両規格等の調和をはじめとする重要な措置が EC 委員会から提案され、採択されている。

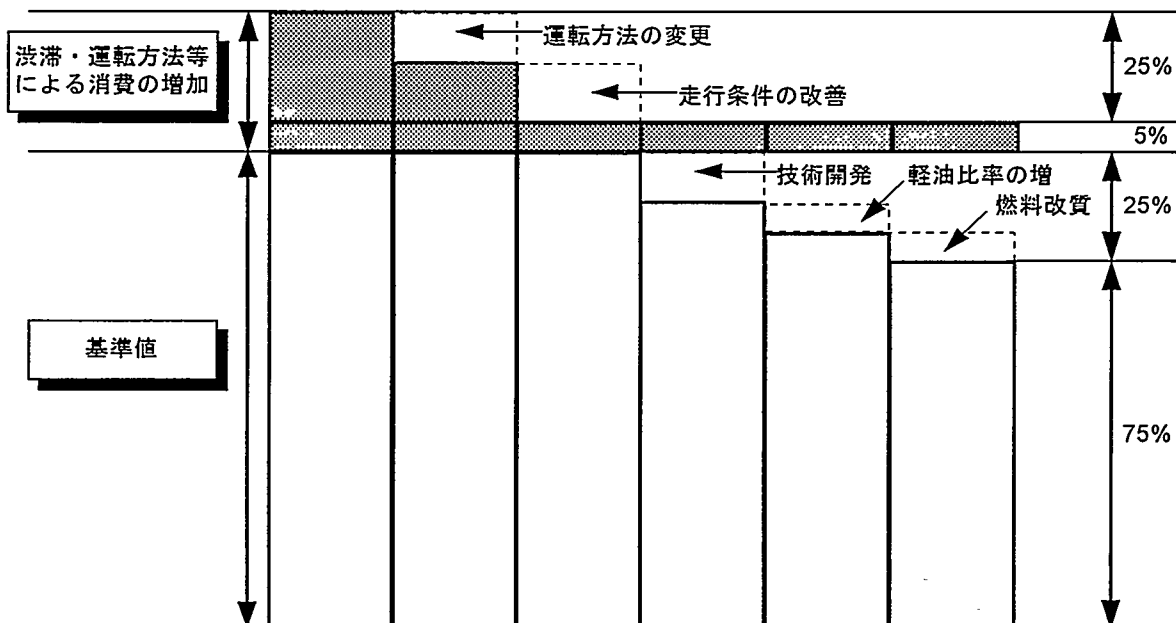
公共輸送機関への転換を促すための情報も組み込まれる。

例えば、ドイツの都市圏では、目的地が明確でない走行車両が全体の50%に達するとも言われている。そこで TELEMATICS を導入すれば、ルートを選択により25%、交通流の円滑化により40%、不必要な交通の抑制により50%までエネルギー消費が抑制できると考えられている。

ここで、道路の走行条件の改善が省エネルギーに繋がるというドイツの報告を紹介しておく。最も経済的な走行パターンにより消費されるエネルギーを基準値として仮に100と置くと、現在のドイツでは道路渋滞および非経済的な運転方法によって30%エネルギーが無駄に消費されているため、130のエネルギーを消費している。これを走行条件の改善などによって105まで、さらに自動車単体の燃費向上などと合わせて80までエネルギーは削減し得ると試算している(図3-2-2-a)。

以上のようにヨーロッパでも TDM 的手法の導入により、交通需要を管理することによって既存の道路を効率的に利用しようという動きが現在活発化しつつある。今後の動向に注目していきたい。

図3-2-2-a ドイツの道路輸送における省エネルギーの可能性評価

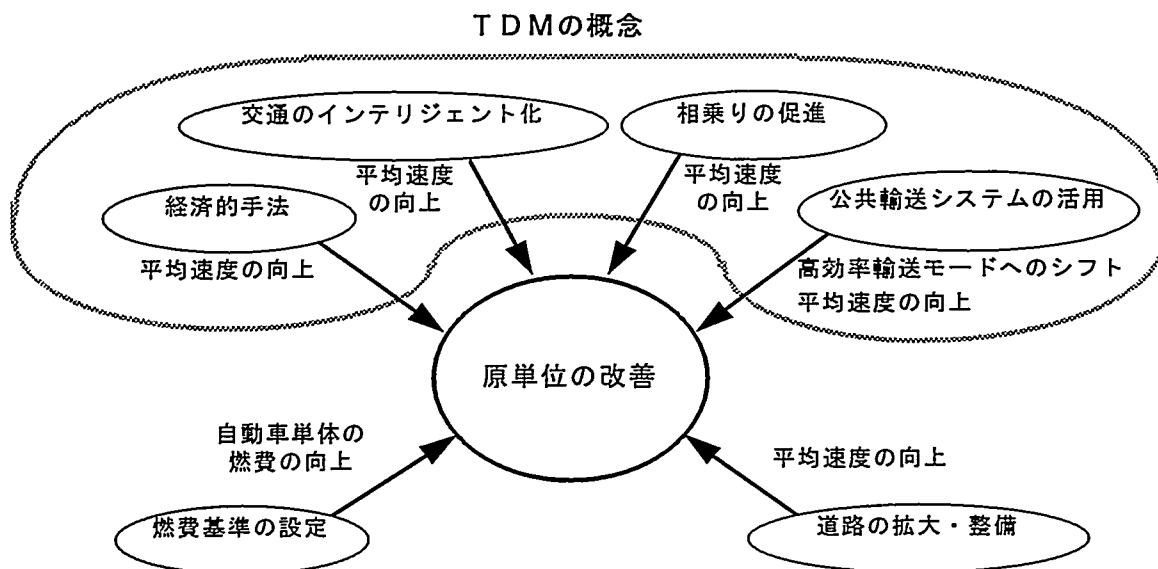


(出所) BMWi (ドイツ経済省)

3-2-3 欧米の運輸部門の省エネルギー政策

本章では、欧米の運輸部門のエネルギー政策を中心に見てきた。ここで欧米の省エネルギー政策をまとめると次のとおりである。それは、エネルギー消費原単位の削減が政策の主要な目標となっている。具体的には、第一に「自動車単体の燃費向上」、第二に「道路の拡張などによる平均速度の向上」、第三に「道路の効率的利用による平均速度の向上」であった（図 3-2-2-b）。道路の効率的利用とは、道路キャパシティはそのままに、効率的に道路を利用することによって平均速度を向上し、燃費の改善を図るというものであり、TDM の概念に基づくものであった。このような TDM の概念を政策に導入することが現在の欧米の交通政策の共通した特徴といえる。つまり、現在欧米の政策は、転換期にさしかかっているといえる。従来の「増加する自動車交通量に対して道路キャパシティの拡大によって走行条件の改善を図る」という政策から、「交通需要を管理することによって道路キャパシティはそのままに走行条件の改善を図る」という政策へと方向性の転換が図られている。こうした考え方は、わが国の交通政策を考えるうえで大いに参考となるものであろう。

図3-2-2-b 欧米の運輸部門省エネルギー対策



(出所) 日本エネルギー経済研究所



4. エネルギーの効率的利用のための課題と対応策

4-1 エネルギー消費原単位の改善

—道路走行条件の改善が課題—

4-1-1 自動車の実走行燃費の改善

(1)自動車単体の燃費規制

エネルギー消費原単位の改善策として、まず第一に自動車単体の燃費の規制があることは、欧米のエネルギー政策の特徴であった。わが国でも、1979年に「エネルギーの使用合理化に関する法律（省エネ法）」が制定され、初めて乗用車の燃費基準値（「乗用自動車のエネルギー使用合理化判断基準」）が設定された（表4-1-1-a）。ここでは、1985年までに平均で12.3%の燃費改善という目標値が設定され、4年間で目標値を上回る約14%という大幅な燃費改善が達成されている。しかし、1985年以降、排気量の大型化などの影響から自動車単体の燃費改善は停滞している（図4-1-1-a）。

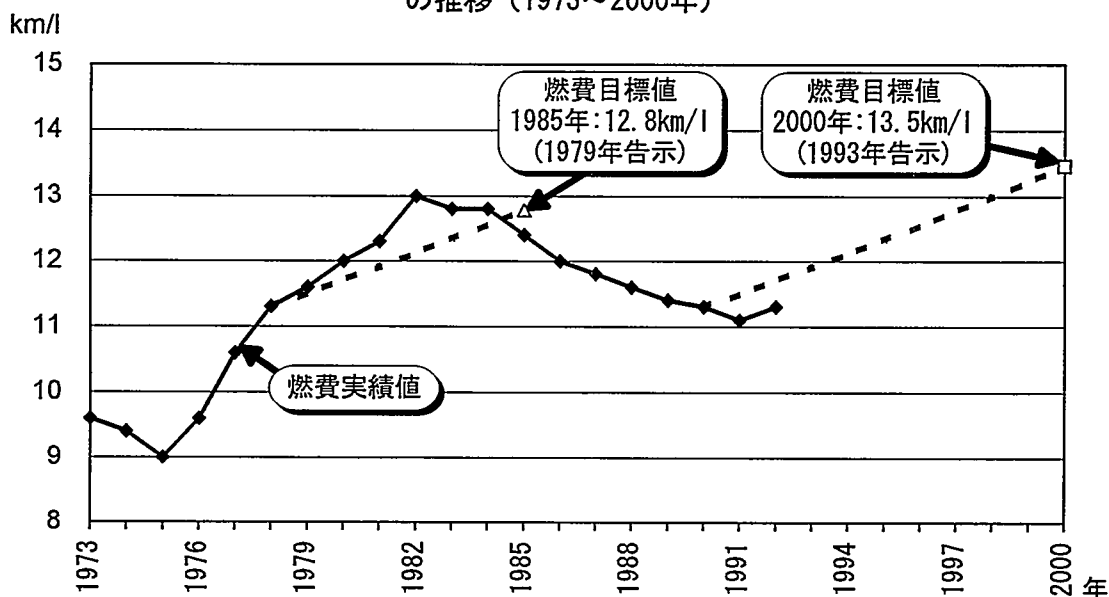
表4-1-1-a 日本の乗用車燃費目標値（1979年12月27日告示）

車両区分	燃費目標値(km/l)		1978年度10モード 燃費実績値(km/l)		燃費向上率	
	1 ~577.5kg	19.8	19.8	18.6	18.6	6.5%
2 577.5kg~827.5kg	16.0	13.0	14.4	11.5	11.1%	13.0%
3 827.5kg~1265.5kg	12.5		11.1		12.6%	
4 1265.5kg~2015.5kg	8.5	8.5	7.6	7.6	11.8%	11.8%
全体		12.8		11.4		12.3%

（出所）財団法人 省エネルギーセンター「省エネルギー便覧」

そこで、1993年に2000年までに8.5%の燃費改善という新たな燃費基準値が告示されている（表4-1-1-b）。さらに、1996年には新たにガソリン貨物自動車の燃費基準値も設定された（表4-1-1-c）。エンジンの燃焼効率の改良、摩擦の低減、動力伝達効率の向上、車体・エンジン等部品の軽量化など様々な技術開発が導入に向けて検討されており、これらの新技術の導入によって2000年をターゲットとする新しい燃費目標値が達成されるものと期待されている（図4-1-1-b）。

図4-1-1-a 日本の新車10モード燃費の目標値と実績値の推移(1973~2000年)



(出所) 運輸省「運輸関係エネルギー要覧」, 省エネルギーセンター「省エネルギー便覧」より作成

表 4-1-1-b 日本の乗用車燃費目標値 (1993年1月27日告示)

車両重量区分	燃費目標値 (km/l)		1990年度10モード燃費実績値 (km/l)		燃費向上率	
	1993年	1990年	1990年	1993年	1990年	1993年
1 ~702.5kg	19.2	19.0	16.8	16.5	6.5%	7.3%
2 702.5kg~827.5kg	18.2		15.7		7.0%	
3 827.5kg~1015.5kg	16.3	13.0	13.9	10.9	7.2%	8.3%
4 1015.5kg~1515.5kg	12.1		10.1		7.9%	
5 1515.5kg~2015.5kg	9.1	9.1	7.4	7.3	9.5%	11.0%
6 2015.5kg~	5.8		4.4		13.6%	
全体		13.5		11.34		8.5%

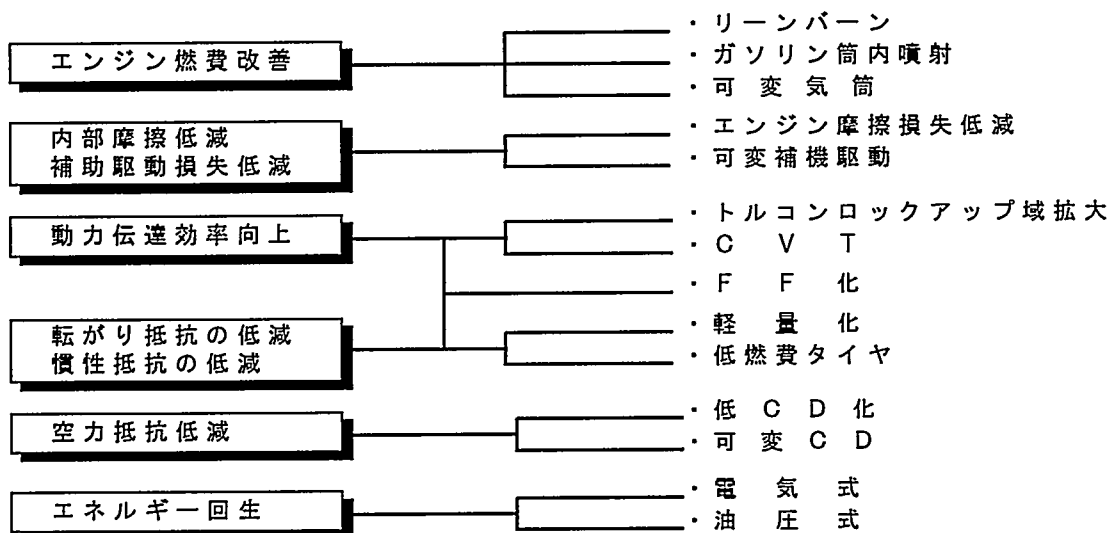
(出所) 財団法人 省エネルギーセンター「省エネルギー便覧」

表 4-1-1-c 日本のガソリン貨物自動車燃費目標値 (1993年1月27日告示)

車両重量区分	等価慣性重量	燃費目標値 (km/l)	
		1993年	1990年
軽貨物自動車 (排気量 660cc 以下)	~750kg	16.5	15.4
	750kg~875kg	14.6	
軽量貨物自動車 (重量 1.7ト以下)	875kg~1000kg	15.2	14.8
	1000kg~1250kg	13.9	
中量貨物自動車 (重量 1.7~2.5ト)	1250kg~1500kg	11.5	11.0
	1500kg~	9.5	

(出所) 財団法人 省エネルギーセンター「省エネルギー便覧」

図4-1-1-b 自動車の燃費向上手段



(出所) トヨタ自動車

たとえば、軽量化は燃費改善策として欧米でも重視されているが、素材面でリサイクルが困難であること、高価格であることなどの問題がある。また、エンジンの燃焼効率の改良技術として、リーンバーン（希薄燃焼）方式や、ガソリン筒内直接噴射方式などが注目されている。リーンバーン方式とは、従来は燃焼が困難であった非常に希薄（リーン）な空燃比の混合気を燃焼技術の改善などにより安定して燃焼させ、運転性能の確保と窒素酸化物（NOx）の低減を両立させつつ、燃費の向上を図るシステムである。現状では、希薄な混合気を燃焼すると、ノッキングが発生し易く、また排気ガス中のNOx排出量が多くなるという問題があるため、燃費改善効果には限界があるといわれている。従って、希薄燃焼時のNOx排出量低減に関する新技術の開発導入¹⁸⁾が今後の燃費改善の鍵となっている。また、ガソリン筒内直接噴射方式とは、ガソリンと空気を混合せずにガソリンを直接シリンダー内に噴射し、燃焼する方式である。これらの燃焼効率の改善技術は既に実用化段階にあり、たとえば筒内噴射方式を採用した場合、燃費は従来方式に比べて25%改善されるという。

¹⁸⁾ 新技術として、吸気制御、筒内混合気制御、燃料噴射制御システムの改良、さらにNOx吸蔵還元型三元触媒の開発があげられる。

(2) 走行条件の改善

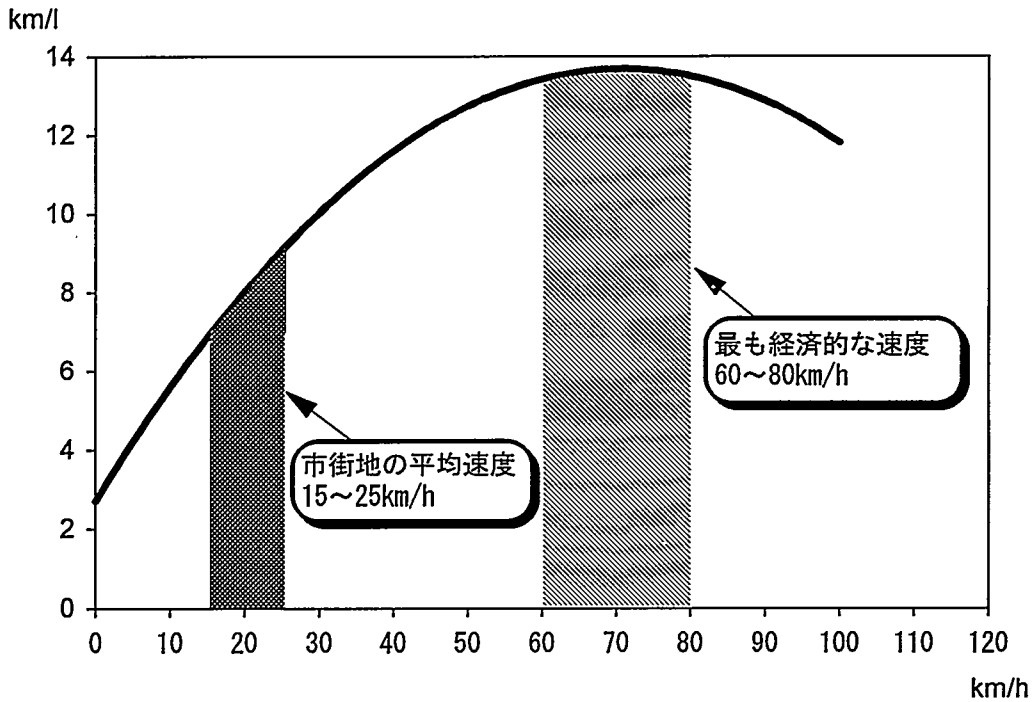
ただし、実走行燃費を改善するためには、走行条件の改善も重要であり、技術的な自動車単体の燃費の改善のみでは十分とはいえない。例えば、乗用車の燃費と平均速度との関係を見ると、最も燃費が良い経済的な速度は時速 60～80km であり、その範囲をピークに速度が遅くなるほど燃費は悪化する。現在のわが国の市街地の平均速度は、時速 15～25km であり、経済的な速度に比べてかなり遅く、実走行燃費を改善するためには平均速度の向上が極めて重要な課題であるといえる（図 4-1-1-c）。

平均速度の向上などの走行条件改善のための手段として、欧米の交通政策でも示したとおり「道路の整備・拡張」、さらに「TDM 的手法」の導入があげられる（図 4-1-1-d）。

まず、道路の整備・拡張についてであるが、例えば、首都高速道路における平成 5 年の新規路線開通前後の平均速度を比較すると、どの路線においても 5km/h 以上の速度向上がなされている。つまり、道路の整備・拡張は、走行条件改善のための極めて有効な対策のひとつであるといえる。一方、わが国の道路整備の水準は、欧米と比較すると、必ずしも高くなく、今後も道路の建設は依然として進めていく必要があるといえる。自動車保有台数あたりの高速道路の道路延長を比較すると、日本はアメリカの $\frac{1}{5}$ 、ヨーロッパの $\frac{1}{3}$ 程度である（図 4-1-1-e）。しかし、わが国の道路建設が年々困難になってきていることもまた事実である。例えば、わが国の自動車保有台数あたりの高速道路の道路延長の伸びは、1980 年代以降停滞している。また、これまでの日本の状況、あるいは欧米の現状を見ても、自動車の増加に追従するかたちでの道路の整備・拡張は結果的に自動車交通量を増加させるだけである。そこで、わが国でも欧米で実施されている TDM 的手法の本格導入により交通を需要面から管理し、既存の道路の効率的利用を図ることによって走行条件を改善することが必要となっている。これと同じ考え方は、電力分野においても DSM（デマンドサイド・マネジメント）という概念でアメリカを中心に既に導入がなされている。DSM とは、望ましい負荷を形成するために供給側から電力需要をマネジメントする手法である。

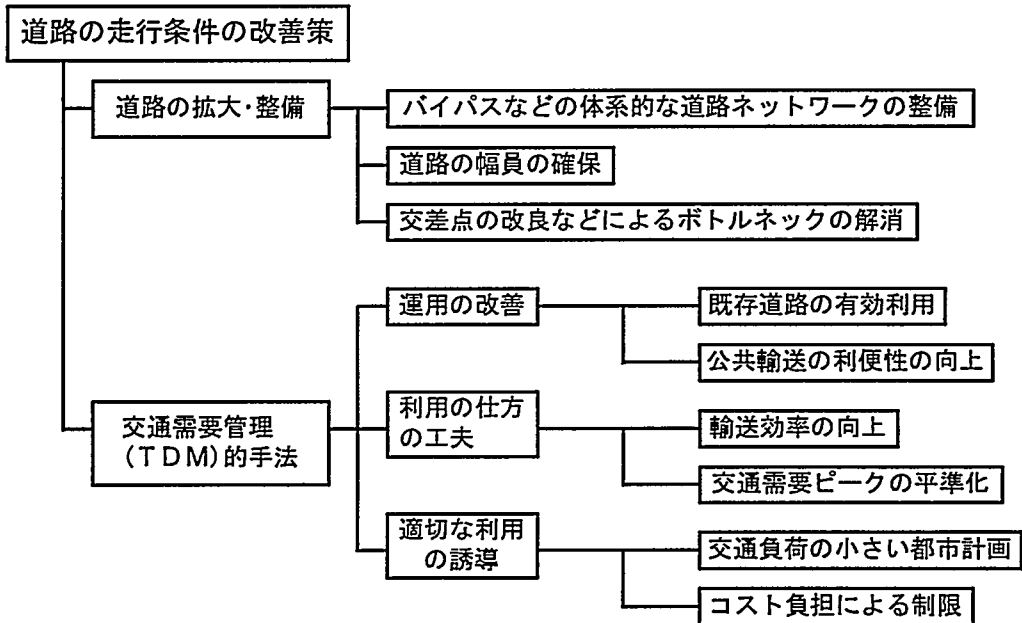
欧米をはじめとする各国で実施済の手法、或いは検討中の手法を含めたさまざまな TDM 的手法がある（表 4-1-1-c）。TDM 的手法には、大きく分けて交通インフラの整備をとともなうハード面からの対応策とソフト面からの対応策がある。ソフト面からの対応策を需要サイドからの TDM、ハード面からの対応策を供給サイドからの TDM と呼んでおり、そのなかには数多くの具体的手法がある。

図4-1-1-c 日本の乗用車の燃費と平均速度の関係
(2000cc, ガソリン車)



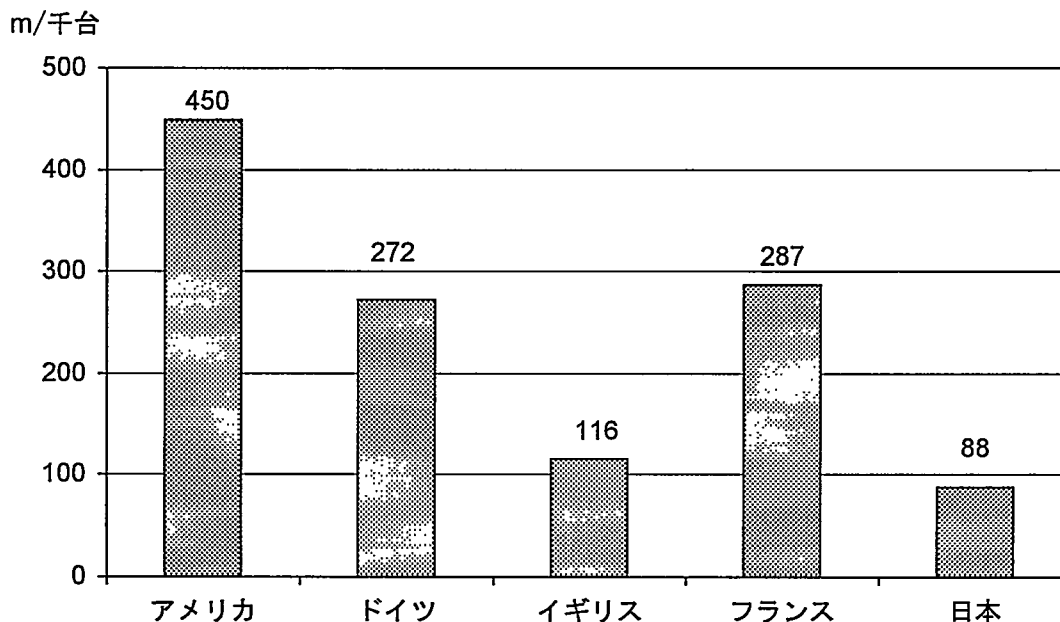
(出所) 片山, 三上, 鮎沢「交通流と燃料消費率に関する調査研究」

図4-1-1-d 道路の走行条件の改善策の体系



(出所) 道路審議会資料をもとに作成

図4-1-1-e 自動車保有台数あたり道路延長の国際比較
(高速道路, 1993年)



(出所) 道路経済研究所「道路交通経済要覧—平成7年度版—」

需要サイドからの TDM には、ゾーニングなどの公共輸送の利用拡大を誘導する都市計画的手法、テレコミュニティなどのコミュニケーションの代替、ロードプライシングなどの経済的手法、交通管理組合や時差出勤などの管理的手法などがある。

ゾーニングとは、基本的には政府が都市計画で地域の利用法を決めることである。ここでは、区域ごとに利用する交通手段を法的に規制することによって交通需要に応じた適正な分担の確保を図る手法を指す。ゾーニングの例としては、従業員密度の高い施設を建設する場合には、公共輸送の発達した地域（これを「A 地区」と呼ぶ）へと立地を誘導し、逆に従業員密度の低い施設を建設する場合には、高速道路の降り口に近しい地域（これを「C 地区」と呼び、A と C の中間を「B 地区」と呼ぶ）へと立地を誘導するという、オランダの「ABC ポリシー」が有名である。ただし、オランダでゾーニングが実施できるのは、過去から新規施設を立地する際に用途や面積などの土地利用に係わる面で厳しい規制をおこなってきた経緯があるからである。したがって、わが国でゾーニングなどの立地を制限するような政策をすぐに導入することは難しいといえる。

表 4-1-1-c TDM (Transportation Demand Management) 的手法

アプローチの分類	システムのカテゴリー	具体的手法
需要サイドからの アプローチ	ランドユーズ&ゾーニング	・土地利用政策 ・ゾーニング
	コミュニケーションの代替	・テレコミュティング ・テレビ会議 ・テレショッピング
	情報提供サービス	・相乗りマッチング・サービス
	経済的手法	・道路・駐車場などへの プライシング制度 ・公共輸送利用者への通勤手当 の補助
	管理的手法	・交通管理組合 ・時差出勤
供給サイドからの アプローチ	交通システムの改善 (交通のインテリジェント化 など)	・旅行情報システム ・自動料金徴収システム ・ランプ(入路)のコントロール ・信号, 交差点の改善
	優先制度	・バス専用レーン ・HOVレーン(多人数乗車車両 専用レーン) ・自転車専用道路
	公共輸送の利用拡大	・バス, LRT(軽快電車) ・パーク・アンド・ライド施設 の設置 ・公共輸送サービスの向上
	物流システムの改善	・共同物流センターの開設 ・地下物流システム

(出所) OECD「Congestion Control and Demand Management」, 交通と環境を考える会「環境
を考えたクルマ社会」等より作成

また、コミュニケーションの代替手段としてテレコミュティング（在宅勤務）やサテライトオフィス（オフィスの郊外への分散化）などがあげられる。これによって、通勤などのトリップが削減されると考えられる。また、わが国では鉄道などで混雑度が極めて高いことが問題となっており、こうした混雑度の緩和策としてもテレコミュティングなどの手段は有効と考えられる。わが国でも徐々にこうした制度が企業に浸透しつつあり、1995年時点で在宅勤務またはサテライトオフィス勤務で勤務する社員数は、全国推計で約40万人と報告されており、2000年にはインターネットの普及などによって90～160万人に増加すると予測されている¹⁹⁾。

経済的手法としては、道路や駐車場のプライシング制度、通勤手当の補助などの制度がある。ロードプライシングとは、交通需要のピーク時に都市へ流入する自動車に通行料を課すことで、ピーク時の需要をオフ・ピーク時に誘導し、渋滞の緩和を図ろうとする手法である。平日の午前中に都市へ流入する自動車を許可制にしたシンガポールの「エリア・ライセンス・スキーム」が有名である。通勤手当の補助は、わが国では一般的であるが、欧米では通勤費用に補助が出ないのが通常である。公共輸送利用者に対する通勤手当の補助によって、公共輸送の利用拡大が進むものと考えられている。

管理的手法としては、アメリカで実施されている交通管理組合（Transportation Management Associations : TMAs）の制度があげられる。交通管理組合とは、企業が中心となって1人乗りマイカー通勤を減らすためにつくられた組織である。アメリカのカリフォルニア州では、約6割の企業が交通管理組合を組織している。その他の管理的手法として、わが国でも多くの企業で導入されている時差出勤などがあげられる。

また、供給サイドからのTDMには、公共輸送機関の利用拡大を図るための手法として、LRT : Light Rail Transit（軽快電車）の導入、パーク・アンド・ライド施設の設置などがある。優先制度としてバス専用レーンやHigh Occupancy Vehicle : HOVレーン（多人数乗車車両専用レーン）の設置などがある。さらに、交通のインテリジェント化などの新しいシステムの開発もあげられる。

LRTとは、従来の路面電車とは異なり、高架や地下化によって専用軌道化を図り、定時制および高速性を確保しようとする中量輸送機関をいう。小型軽量化された車両を使用していることが特徴で、近年、ロサンゼルスブルーライン、ポートランドのMAXなどの

¹⁹⁾ 日本サテライトオフィス協会調べ。（1995年8～9月実施）

数多くの LRT が欧米の都市部で導入されている。

パーク・アンド・ライドとは、鉄道などの公共輸送機関の駅周辺に駐車場を設置し、自宅から最寄り駅までは乗用車を利用し、そこからは公共輸送機関に乗り換えるというものである（バスに乗り換える場合を特に区別してパーク・アンド・バスライドと呼ぶこともある）。わが国では神戸市などで地下鉄駅周辺に大規模なパーク・アンド・ライド施設が設置され、郊外から都市部への自動車の流入が回避されるなどの効果が示されている。

また、新しい交通システムのための技術として、交通のインテリジェント化計画がある。交通のインテリジェント化計画とは、情報通信網などを利用して交通を高度にシステム化することにより、道路の効率的利用を図ろうというものであり、前述のとおり欧米では国家プロジェクトとして積極的に取り組まれている（表 4-1-1-d）。わが国でも、ようやく ITS（インテリジェント・トランスポーターション・システム）と称する計画名で現在システムの研究開発が本格的に開始されている。わが国の ITS は、3 つのシステムから構成される。第 1 に、VICS : Vehicle Information Communication System というカーナビゲーションを利用して交通情報などを提供し、トリップの最適化を図るシステムがある。第 2 に、AHSS : Advanced Highway Safety System という自動運転システムなど安全運転の支援をおこなうシステムがある。第 3 に、ATES : Advanced Transportation Efficiency System という自動料金システムなどの道路の効率的利用を図るシステムがある。なお、VICS については、1996 年春より高速道路などを中心に一部地域でサービスが開始された。ITS については、欧米でもその効果が大きいと期待されているが、実際には ITS によるコストなどの明確な効果は未だ明らかになっていないため、本格導入のためには、こうした効果を明確にする必要がある。わが国における道路のインテリジェント化による省エネルギー効果を試算した結果によれば、走行量の削減によって 30 万 kl、平均速度の向上によって 136 万 kl、局所的な加減速の解消によって 7 万 kl、合計 173 万 kl のガソリン消費量が削減されるという²⁰⁾。これは、年間のガソリン消費量の 4.5% に相当するもので、道路のインテリジェント化による省エネルギー効果は十分大きいといえる。

さらに物流システムの改善策として新しいシステムである地下物流システムなどの都市内新貨物輸送システムの導入が提案されている。このシステムが実現すれば、都市内の小口貨物の輸送をトラックから代替することにより、道路混雑の緩和が図れるものと期待さ

²⁰⁾ 財団法人 自動車走行電子技術協会「燃料消費効率化改善に関する調査報告書」平成 8 年 3 月

表 4-1-1-d 交通のインテリジェント化計画の日欧米比較

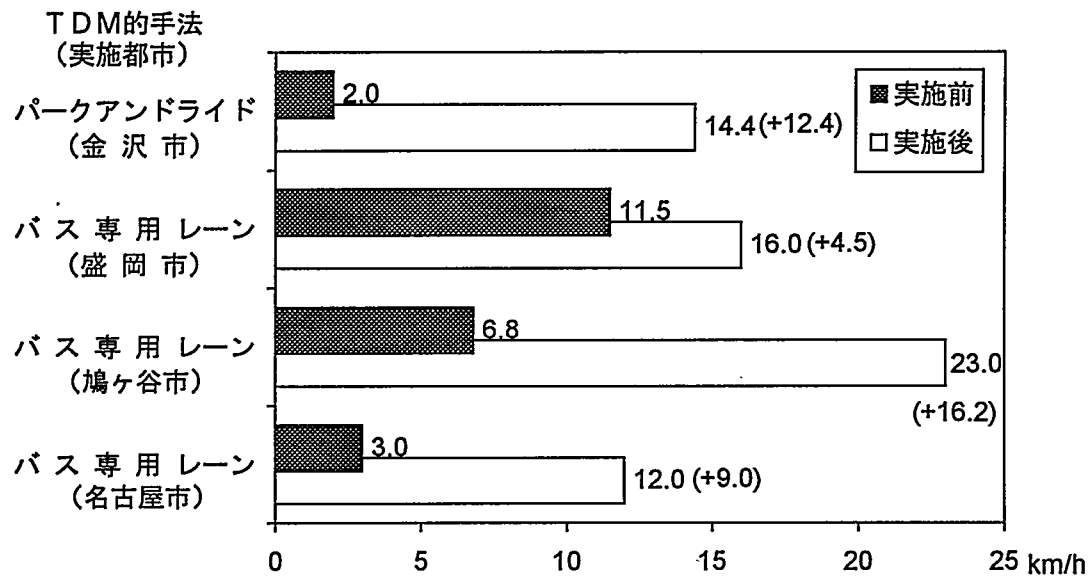
アメリカ	ヨーロッパ	日本
<p>計画の名称 ITS</p> <p>計画の主体 連邦運輸省</p> <p>年間投資額 2億3,800万ドル (約238億円) 95年度予算額</p> <p>期間 1992年～2011年</p> <p>備考 ・開発および実用化を含めた20年間の総投資額は約24兆円にも達する。 ・今後10年以内に75の地域でサービスが開始される予定となっている。 ・産官学が一体となった国家プロジェクトであり、投資額の大きさからも計画の重要性がわかる。</p>	<p>計画の名称 DRIVE</p> <p>計画の主体 EC委員会</p> <p>年間投資額 2億7,600万ECU (約330億円)</p> <p>期間 1989年～1998年</p> <p>備考 ・アメリカと同様に国家プロジェクトとして産官学の協調により欧州全域で推進されている。 ・1994年から第3段階のDRIVE IIIに入っている。 ・ヨーロッパには民間プロジェクトとしてプロメテウス計画があり、1986年から自動車産業を中心に研究開発が進められている。(同計画は、1995年からプロモートと名称が変更され、道路輸送のみではなく、交通全般を対象とする計画となった。)</p>	<p>計画の名称 ITS</p> <p>計画の主体 建設省</p> <p>年間投資額 20億円 95年度補正予算額</p> <p>期間 1996年～2015年頃</p> <p>備考 ・1996年度から本格的な研究に入る。 ・自動車などの産業界が中心となって研究開発を行ってきたが、今後は政府も資金面からの支援を行う予定である。1996年度の予算では71億円が計上されている。</p>

(出所) ITS America [National ITS Program Plan] 等より作成

れている。ただし、建設費が約5兆円と莫大であることから、この新システムが導入されることは容易ではない。

このように欧米を中心にさまざまなTDM的手法が実施されており、これらのTDM的手法は、わが国でも一部で試験的に実施されている。TDM的手法の導入による平均速度の変化を示したものが図4-1-1-fである。これらのTDM的手法の導入によって、平均速度が大幅に向上していることがわかる。

図4-1-1-f 各種のTDM的手法の導入による平均速度の変化
(高速道路, 1993年)



(出所) 道路経済研究所「道路交通とエネルギー・環境問題」

4-1-2 輸送効率の向上

さらにエネルギー消費原単位の改善策として、輸送効率の向上があげられる。輸送効率の向上のための対応策として、旅客部門では主に乗用車の相乗り促進、貨物部門では共同配送の推進などの対策があげられる。これらの対応策も TDM 的手法のひとつであり、輸送効率の向上とともに交通量の減少による平均速度の向上効果もあると考えられる。

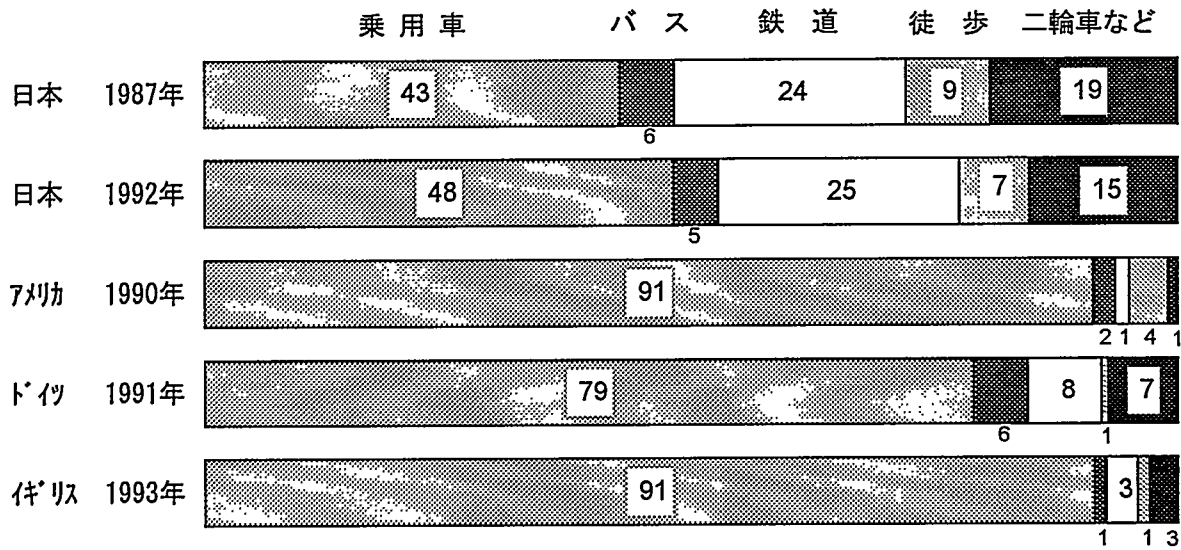
アメリカでは、多くの相乗り促進策の導入事例がある。例えば、アメリカの 3M 社では、1973 年に通勤時の相乗り促進策が実施され、翌 1974 年には、企業単位で見ると相乗り比率は 10%以上向上し、平均搭乗者数も 0.1 人程度増加し、その後、相乗り制度も企業内に定着しているとの報告がなされている。

アメリカでは、その他の企業による数多くの相乗り制度の導入事例があるが、日本での本格的な導入には至っていない。その理由としてわが国では、乗用車を通勤に利用する割合が全国平均で 50%程度とアメリカの 90%に比べて小さいことがあげられよう。この比率から判断すると、日本の相乗り促進策の導入可能性は、アメリカに比べると小さいと言わざるをえない（図 4-1-2-a）。しかし、年々僅かではあるが、通勤に乗用車を利用する割合は増加している。とくに公共輸送の発達していない地方都市では通勤時に乗用車を利用する割合は 60%以上に達しており、その割合が年々増加していることから、地方都市を中心に相乗り制度を導入する余地はあると思われる（図 4-1-2-b）。ただし、相乗り制度の導入は必ずしも容易ではない。わが国で過去おこなわれた「相乗りに対する意識調査」によると、『相乗りをしたいと思うしするつもり』という肯定的な意見は全体の 30%程度に止まっており、残りの 70%の人々は相乗りに対して否定的という結果がえられた。したがって、相乗り制度を進めるためには、企業レベルでの協力が必要であると同時に、何らかの導入促進策もまた必要であろう。アメリカでは、相乗り専用車線として HOV レーンが設けられているが、相乗りをする人々にインセンティブを与えることが重要である。

また、共同配送については、1994 年度より大手物流会社を中心に導入が進められている。今後、高度ロジスティクス²¹⁾・システムの導入によって物流の情報が電子的データ交換 (EDI : Electronic Data Interchange) によってネットワーク化され、調達から生産・販売・リサイクルまでを一元的に管理できるようになれば、荷主側の物流コスト削減策の一貫として共同化などの合理化は一層進むことが予想される。さらに、荷主側の意識として、

²¹⁾ 物流用語であり、調達から始まる全物流を経営戦略の観点から管理する技法を指す。

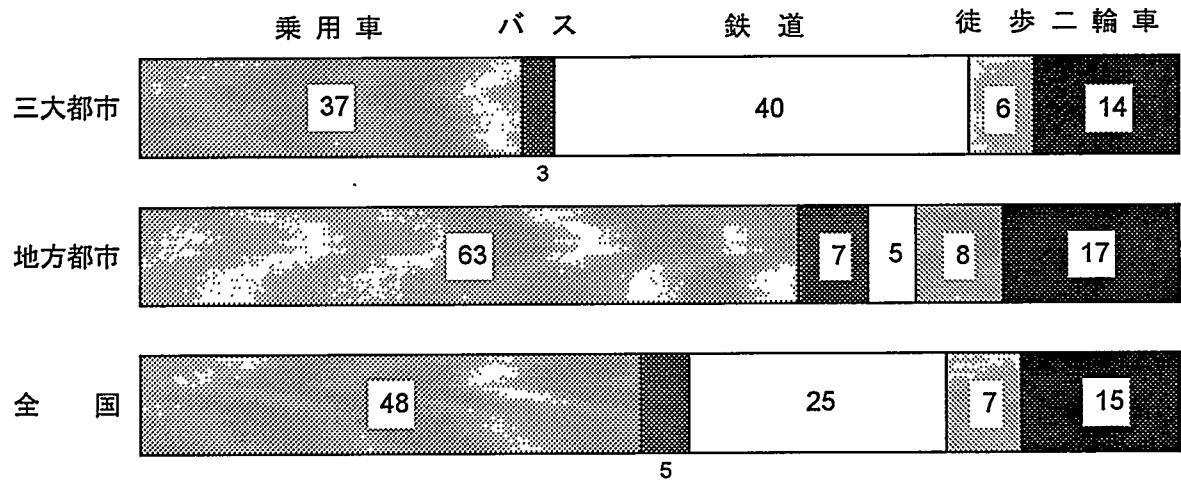
図4-1-2-a 主要国の通勤における利用交通の輸送モード別シェア



(注) 日本のデータは、平日の通勤のみである。単位は、パーセント。

(出所) 建設省「第2回全国都市パーソントリップ調査報告書(平成4年度)」, DOT「U. S. Nationwide Personal Transportation Survey, 1990」, DIW(運輸省)「Verkehr in Zahlen」などより作成

図4-1-2-b わが国の通勤における利用交通の輸送モード別シェア



(注) 1992年度調査。平日の通勤のみのデータである。単位は、パーセント。

(出所) 建設省「第2回全国都市パーソントリップ調査報告書(平成4年度)」より作成

道路混雑への対応策として共同配送によって輸送効率を高めるべきという意見が大半を占めており、共同配送による輸送の効率化に対して非常に肯定的である。実際、1994年度より貨物量の減少する週末に東京～大阪間などの幹線を運行する大手トラック事業者が互いに荷台の空きスペースを融通し合う共同配送が開始されており、参加事業者数は徐々に拡大している。共同配送の実施後、積載率は各区間において70%以上に向上し、実施前に比べると10～20%の効率改善がなされている。しかし、共同配送は柔軟性に欠ける、価格情報が流出する恐れがあるなどの否定的なイメージがあることも事実であり、また共同物流センターなどの共同配送のためのインフラの未整備、あるいは中小物流会社の資本力および人材の不足などの問題もあるため、今後もこのまま順調に共同配送が拡大するとは考えにくい。とくに物流業界では、日本の物流会社の約90%を占める中小物流会社の参加が最大の課題とみている。

4-2 わが国の石油代替燃料の普及拡大策

ーインフラの整備が課題ー

4-2-1 石油代替燃料の導入政策

わが国でも、エネルギーの石油依存度の低減、排出ガスの低減などを目標に、自動車への石油代替燃料の普及拡大は重視されてきた。日本における代替燃料の導入は、1980年の「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」に基づくものである。さらに1994年、エネルギーの安定供給および地球環境問題への対応を図るという観点から、「石油代替エネルギーの供給目標」が策定された（表4-2-1-a）。

この目標を達成するために1994年12月「新エネルギー導入大綱」が総合エネルギー対策推進閣僚会議において決定している。そこでは、重点施策としてクリーンエネルギー自動車の導入を掲げている。その目標値は、2000年度で68万kl（1992年度の230倍）、2010年度で324万klとなっている。目標達成のために運輸部門が果たすべき役割は大きく、目標達成のための具体策として、環境庁が平成8年度から低公害車購入時に一般車との価格差の半分を補填するなどの補助金を設けることとなっている。

表4-2-1-a 「石油代替エネルギーの供給目標」の概要（目標2010年度）

①省エネルギーによるエネルギー需要の抑制

（最終エネルギー消費の伸びを2000年度まで年率1.0%、2000～2010年度まで年率0.9%に抑制する）

②石油依存度の低減

（2010年度には石油依存度を47.7%まで低減する）

③非化石エネルギーへの依存度向上

（2010年度には24.2%まで非化石エネルギーへの依存度向上を図る）

（出所）資源エネルギー庁「新エネルギー便覧」

4-2-2 石油代替燃料の普及状況と課題

全世界で現在、自動車の石油代替燃料としてメタノール、エタノールアルコール、天然ガス、水素、電気、さらにハイブリッドなどの導入が検討されている。石油依存度の低減という目的のみならず、全世界的に地球環境問題が深刻化するなかで、これらのエネルギーは排気ガスの少ないクリーンな燃料として注目を集めている。

まず、現在の日本の代替燃料自動車の普及状況を見ると、電気自動車の普及台数が最も多く 2,200 台(1995 年 3 月)、次いで天然ガス自動車が 531 台(1995 年 3 月)、メタノール自動車が 300 台(1995 年 3 月)となっている(表 4-2-2-a)。

表 4-2-2-a 日本の代替燃料自動車の普及状況

	普及台数(台)
メタノール自動車	約 310 (1995 年 3 月)
天然ガス自動車	約 530 (1995 年 3 月)
電気自動車	約 2,200 (1995 年 3 月)

(出所) 資源エネルギー庁「新エネルギー便覧」

一方、世界的には天然ガス自動車が最も多く普及しており、全世界で約 100 万台が導入されている。また、電気自動車は全世界で約 3 万台が走行しており、イギリスで最も多く普及しており、2 万台以上が牛乳配達用車として導入されている。アメリカでは電気自動車は約 2,000 台が走行しており、現在は乗用車としての開発がビッグ・スリーを中心に進められている。メタノール自動車は、アメリカを中心に開発が試みられており、全世界で約 3,000 台が走行している。水素自動車は、国内の普及台数もわずか数台であり、海外でも導入実績は未だ少ないのが現状である。以下、主要な代替燃料自動車の特徴ならびに問題点を概説する。

電気自動車については、走行時の排気ガスがないことから、究極のクリーンな燃料として期待されている。しかし、現状では電気自動車の蓄電能力が極めて小さいため、走行距離がガソリン車に比べてかなり短いことが最大の問題点となっている。現在の鉛電池のエネルギー密度はガソリンの 50 分の 1 程度しかなく²²⁾、本格的な実用化には電池性能の飛

²²⁾ ちなみに、従来の鉛電池仕様の電気自動車が一回の充電で走行可能な距離は、市街地で 40~60km 程度であったが、東京電力が開発された高性能ニカド電池仕様の高性能電気自動車「IZA」は、一回の充電による走行距離を 548km (40km/h 定速走行) まで延ばしている。また、同じく東京電力のニカド電池仕様の業務用電気自動車は、一回の充電による走行距離 100km を達成している。(燃費は、鉛電池使用 1.54km/kWh~3.20km/kWh)

躍的な向上が不可欠である。従って、現状では電気自動車の将来に明確な予想をたてることは困難であり、実用化にはまだまだ相当な時間を要するであろう。また、電気自動車には走行時のCO₂の排出はないが、発電用燃料如何によって、全体としてのCO₂の排出量が変わってくることに注意しなければならない²³⁾。

天然ガス自動車は、燃料容器内の天然ガスの形態により、圧縮天然ガス(Compressed Natural Gas : CNG)、液化天然ガス(Liquefied Natural Gas : LNG)、吸着天然ガス(Absorbed Natural Gas : ANG)に区分されるが、現在普及している車両のほとんどがCNGとガソリンの切り替えが可能なガソリン/CNG バイフューエル車である。乗用車・中小型トラック・バスなどで開発が進み、現在のところ実用化が最も有望視されている代替燃料である。発熱量当たりのCO₂の排出量がガソリンに比べて20~30%少ないことから、クリーンな石油代替燃料として評価されている。しかし、燃料が気体であるため、貯蔵効率がガソリンの3分の1から4分の1程度と悪いことが短所である。現在実用化に向けてガス事業者を中心にフィジビリティ・スタディ(F・S)が行われているが、データの蓄積がまだ少ないことから、今後についてはデータの蓄積を行うと同時に、安全性の確保も含めた技術水準の整備が重要である。

メタノール自動車は、近年次第に実績をあげつつある分野のひとつである。メタノール自動車の長所は、環境負荷が小さく、常温で液体であり可搬性を有していることなどが挙げられる。環境負荷については、NO_x排出量が小さいという長所があるが、CO₂については、走行時の排出量は小さいものの、製造・運搬時の発生量を考慮した場合のCO₂の総排出量はガソリン車並といわれている。また、問題点としては、耐メタノール材の耐久性および信頼性がまだ十分ではないこと、ならびに発熱量が小さいことなどが問題点であり、低い発熱量を補うために現在、排気ガスの再循環による熱効率の改善が検討されている。この技術の導入により、排出ガスの削減効果も同時に期待できる。

水素自動車は、走行時にCO₂の環境負荷が小さく、クリーンな燃料として注目を集めている。従来、水素の貯蔵が技術的に困難であること、が実用化に向けての最大の課題と言われていたが、1996年5月にドイツのメルセデス・ベンツが発表した水素自動車は、従来のものに比べ貯蔵タンクの大幅な小型化がなされており、実用化に向けてかなり前進したといえる。今後の残された課題は、水素の製造に多量のエネルギーを必要とすること、

²³⁾ 例えば、イギリスでは、石炭火力による発電量が多い(約65%)ことから、必ずしも電気自動車の普及が環境改善に寄与していないとの見方もある。

および高コストの問題などである。

以上の様に代替燃料自動車にはそれぞれ固有の問題点があるが、その普及拡大には、燃料充填施設の設置が前提となる。従って、インフラの整備が進めば、今後実用化段階に入る可能性もある。代替燃料の普及促進は、環境負荷ならびに石油依存度の低減という側面からは極めて重要な施策のひとつである。但し、エネルギー消費の抑制という観点から抜本的な解決策となり得るか否かは今後の技術開発面での課題である。

4-3 TDM的手法などの省エネルギー効果

—期待されるTDMの省エネルギー効果—

4-3-1 TDM的手法などによる省エネルギー効果

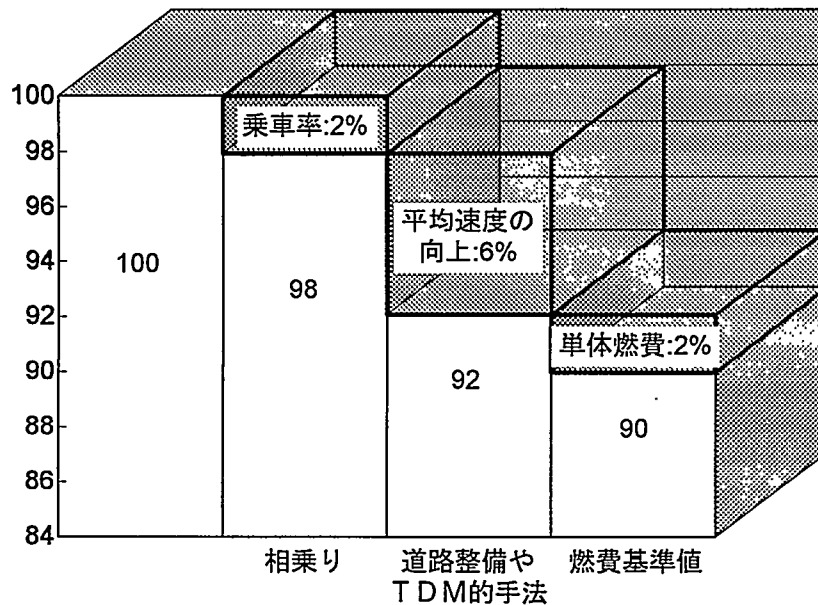
さて、これまでいくつかの省エネルギー対策について見てきたが、本節では、これらのTDM的手法などの導入による省エネルギー効果の推計を試みた。効果を推計する対象は、旅客部門では乗用車、貨物部門ではトラックとし、推計は、以下の条件によりおこなった。

まず、乗用車については、乗用車の省エネルギー対策として、相乗りの促進、道路整備、TDM的手法、自動車単体の燃費の規制などが行われた場合の省エネルギー効果を推計した。相乗りの促進による効果は、アメリカの事例を参考に、通勤利用での乗用車の平均搭乗者数が1.1人から1.2人へと増加した場合の自動車走行台数の減少量から省エネルギー効果を推計している。現在わが国の通勤目的での自動車のエネルギー需要は、旅客部門全体のエネルギー需要の約20%を占めており、決して省エネルギー導入の可能性は小さくない。なお、推計には、実走行燃費の平均値²⁴⁾を使用し、搭乗者数の増加による燃費の悪化を考慮している。また、平均速度の向上による効果は、平均速度が時速3km程度向上された場合の理論上の燃費改善効果を推計している。一般的に道路の整備・拡張による平均速度が向上した事例は数多いが、どれも局所的な効果であり、広域的な効果の把握には至っていない。また、TDM的手法の導入による平均速度の向上効果の把握は困難である。なお、推計に使用したモデル車両は、2,000ccのガソリン乗用車である。自動車単体の燃費の規制によって、2000年までに政府目標値まで新車の燃費改善が達成された場合、2000年時点での保有車ベースでの自動車単体の燃費がどの程度向上するかを推計した。この場合の2000年時点での新車販売における排気量の構成比は現在と同じとし、ガソリン価格の低位安定化傾向から、燃費の高効率車のシェア拡大は考慮していない。

以上の省エネルギー効果を推計した結果、乗用車の場合、相乗り促進による乗車率の10%程度の向上により2%、道路整備やその他のTDM的手法などの導入によって6%、2000年までに自動車単体の燃費目標値が達成されれば2%、これらすべての施策が導入された場合、約10%の省エネルギー効果が期待される(図4-3-1-a)。

²⁴⁾ 運輸省「自動車輸送統計年報—平成6年版—」

図4-3-1-a 乗用車の省エネルギー対策とその効果



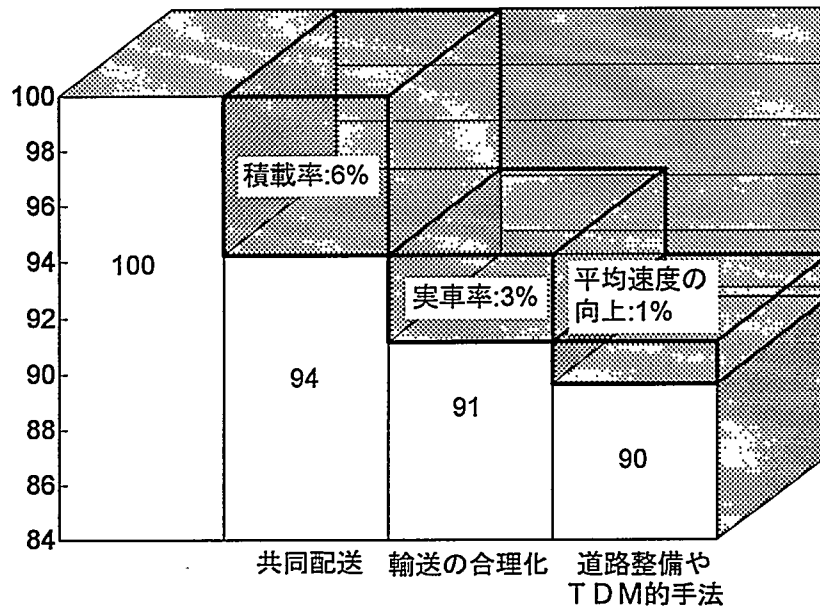
(注) 1994年度の乗用車のエネルギー需要を100とする。
 (出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」などより推計

つづいて、トラックについては、省エネルギー対策として、共同化などの輸送の効率化、道路整備やTDM的手法などが行われた場合の省エネルギー効果を推計した。輸送効率の向上は、積載率の向上と実車率の向上に分けることができる。積載率の向上による効果は、積載率が平均で10%程度向上した場合のトラックの走行台数の減少量から省エネルギー効果を推計している。過去10年間の積載率の推移をみると、約10%の低下を示している。なお、推計には、実走行燃費の平均値を使用し、積載率の向上による燃費の悪化を考慮している。さらに実車率が平均で2%向上した場合のトラックの走行台キロの減少から省エネルギー効果を推計した。なお、過去10年間の最高値である1986年度の68%は1994年度の66%より2%高い。また、平均速度の向上による効果は、平均速度が時速3km程度向上された場合の理論上の燃費改善効果を推計している。なお、推計に使用したモデル車両は、11トントラック(軽油車)である。自動車単体の燃費の規制はトラックでもガソリン車に適用されるが、それによって燃費がどの程度向上するかという推計は今回おこなっていない。

以上の省エネルギー効果を推計した結果、トラックの場合、共同化などの輸送の効率化

によって積載率が10%向上すれば6%, さらに輸送の効率化によって実車率が2%向上すれば3%, 道路整備やその他のTDM的手法などの導入による平均速度の向上と合わせると約10%の省エネルギー効果が期待される(図4-3-1-b)。

図4-3-1-b トラックの省エネルギー対策とその効果



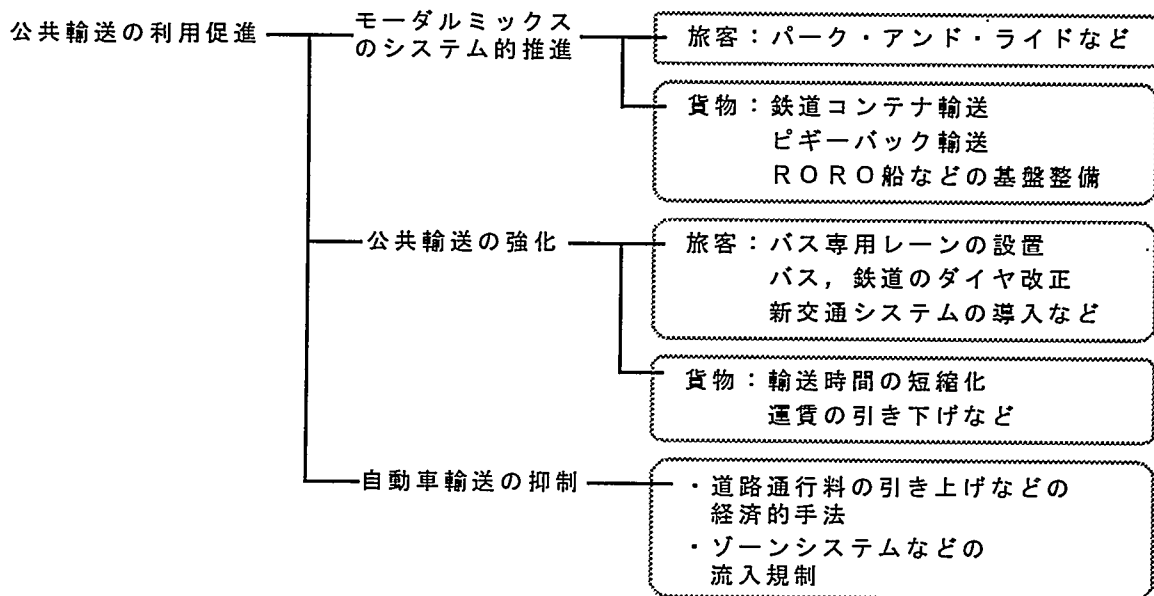
(注) 1994年度のトラックのエネルギー需要を100とする。
 (出所) 運輸省「自動車輸送統計年報」などより推計

4-3-2 モーダルシフトの省エネルギー効果

鉄道などの公共輸送機関の利用拡大は、輸送モードごとの原単位の単純な比較から考えても、エネルギーの効率的利用のための重要な対応策である。とくにわが国では、貨物部門でのトラックから鉄道および海運へのモーダルシフト²⁵⁾策が重視されてきた経緯がある。

モーダルシフトを進めるためには、ピギーバック輸送²⁶⁾や RORO 船²⁷⁾などの体系的なモーダルミックスの推進、TSL²⁸⁾の実用化に代表されるように時間短縮や輸送能力の増強などの輸送機関のサービス強化、自動車利用の抑制による強制的なモーダルシフト策などがある(図4-3-2-a)。

図4-3-2-a 公共輸送機関の利用促進策



(注) ゾーンシステムとは、市街地を地区ごとにゾーンに区分してゾーン間の自動車での直接往来を禁止するシステム。
ドイツ、スウェーデンなどヨーロッパの多くの都市で実施されている。

(出所) 道路経済研究所「道路交通とエネルギー・環境問題」などより作成

²⁵⁾ 輸送モード(方式)を切り換えること。わが国では、とくにトラックから海運・鉄道への転換をモーダルシフトという。

²⁶⁾ トラック自体をそのまま鉄道の台車に載せて輸送する方式。

²⁷⁾ Roll-on/Roll-off 船の略。クレーンを使わずに船首などの開口部を通して水平に積み卸しができる貨物船。

²⁸⁾ テクノスーパーライナーの略。時速93kmで1000トンの貨物を運搬する超高速貨物船。

なかでも、とくにモーダルミックスの推進は、ドア・ツー・ドアという自動車の利便性と鉄道などの大量輸送機関の高効率性とを組み合わせた極めて重要な対策であり、トラック業界と鉄道業界、海運業界とが相互に協力してモーダルミックスの導入を推進していくべきと考えられる。現在モーダルミックスの導入を促進するために 1998 年度末までに RORO 船を船腹調整制度²⁹⁾の対象から外すことが決まっている。

しかしながら、わが国ではモーダルシフトは、なかなか進みにくいのが実態である。例えば、荷主におこなった最近のアンケート調査によれば、70%以上の荷主がモーダルシフトを知っていると回答しており、その認知度は高まってきていると考えられるものの、実施予定については40%以上の荷主が実施予定はないと回答している。モーダルシフトが進みにくい理由として、モーダルミックスのためのインフラ整備が進んでいないこと、さらにサービス面での課題として所要時間の問題、あるいは配送の柔軟性の問題などがあげられている。とくにわが国の貨物鉄道は、旅客鉄道から線路を借りて列車を運行しているため、自由にダイヤを設定することができないのが問題点であり、貨物の需要に合わせた柔軟な配送が困難なものとなっている。

ただし、モーダルシフトは強制的に進められるべきではない。モーダルシフトは一概に省エネルギーに繋がる施策であるとはいえず、個別ケースごとに検討を行い、輸送量に応じた輸送モードの分担を確保することが望ましい。

交通需要と輸送モード別原単位の間関係を見ると、一定の交通需要が確保できなければ、鉄道などの公共輸送機関は自動車に比べてエネルギー利用面で非効率的な輸送モードとなる場合がある。

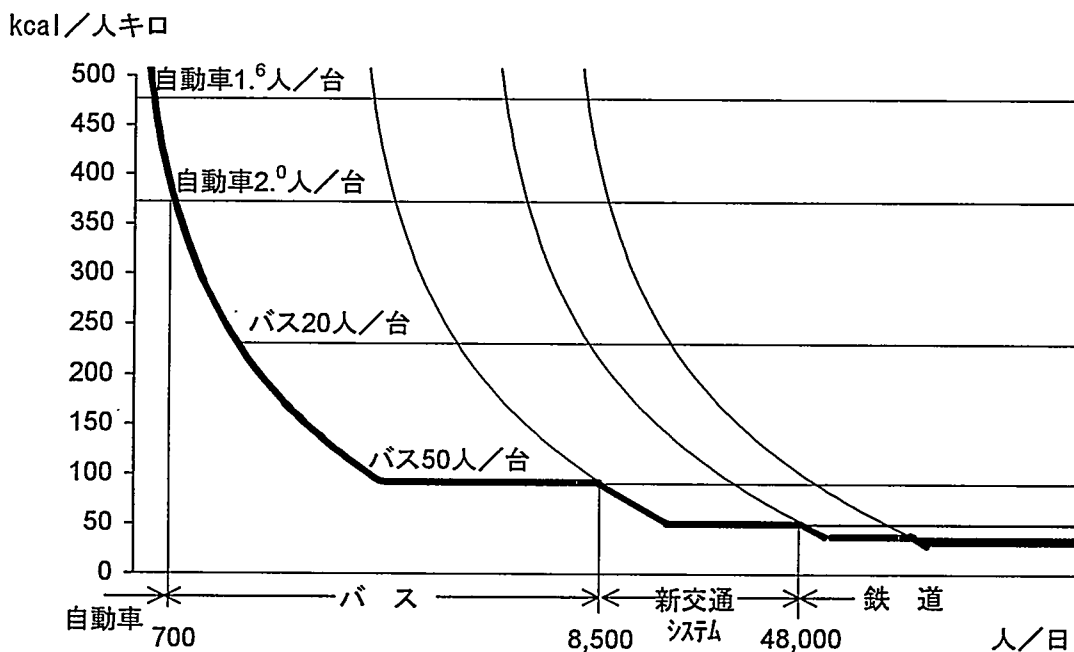
その一例として、旅客部門における1日あたりの輸送人員と輸送モード別エネルギー消費原単位の間関係を分析した結果が報告されている(図 4-3-2-b)。一般的に鉄道、バス、自動車の順でエネルギー消費効率は優れているといわれるが、この分析では、例えば、1日あたりの輸送人員が700人未満であれば、バスの原単位は自動車に比べて悪くなり、必ずしも大量輸送機関へのシフトは省エネルギー効果があるとは限らないといえる。

また、交通需要が確保されても、輸送距離が長距離化すれば、自動車も公共輸送機関に比べてエネルギー効率面で非効率的であるとはいえなくなる場合がある。例えば、トラックのエネルギー消費原単位が鉄道や船舶に比べて悪いといわれるが、それは主に輸送距離の

²⁹⁾ 船舶の建造量を制限するカルテル制度。今後は一般貨物船においても基本的に同制度は解消される方針である。

差が影響していると考えられる。たとえば、モーダルシフトの対象となる中・長距離などの幹線におけるトラックのエネルギー消費原単位は鉄道と比較しても必ずしも悪いとはいえない。東京～大阪間での鉄道とトラックとの輸送トンキロあたりのエネルギー消費原単位を比較すると、運行エネルギーのみでの比較であれば、トラックは鉄道の約 1.5 倍であるが、それに維持・修繕エネルギーや製造・建設エネルギーなどを加えると鉄道が 215kcal/トンキロに対してトラックが 208kcal/トンキロとトラックの方がむしろ効率的である³⁰⁾。貨物の輸送活動は、1 年限りではなく恒常的に行われるものであり、モーダルシフトの導入をエネルギー効率を比較して検討する際には、単純に運行エネルギーのみを対象とするのではなく、このように製造・建設に係るエネルギーまで含めて考慮すべきである。このように考えると、トラックの輸送距離の 90%以上を 100km 未満の短距離輸送が占めていることから、実際にはエネルギー効率面からはモーダルシフトの導入余地は決して大きくないといえる。

図4-3-2-b 交通需要とエネルギー効率の関係



(出所) 建設省「都市整備における省エネルギー推進調査」

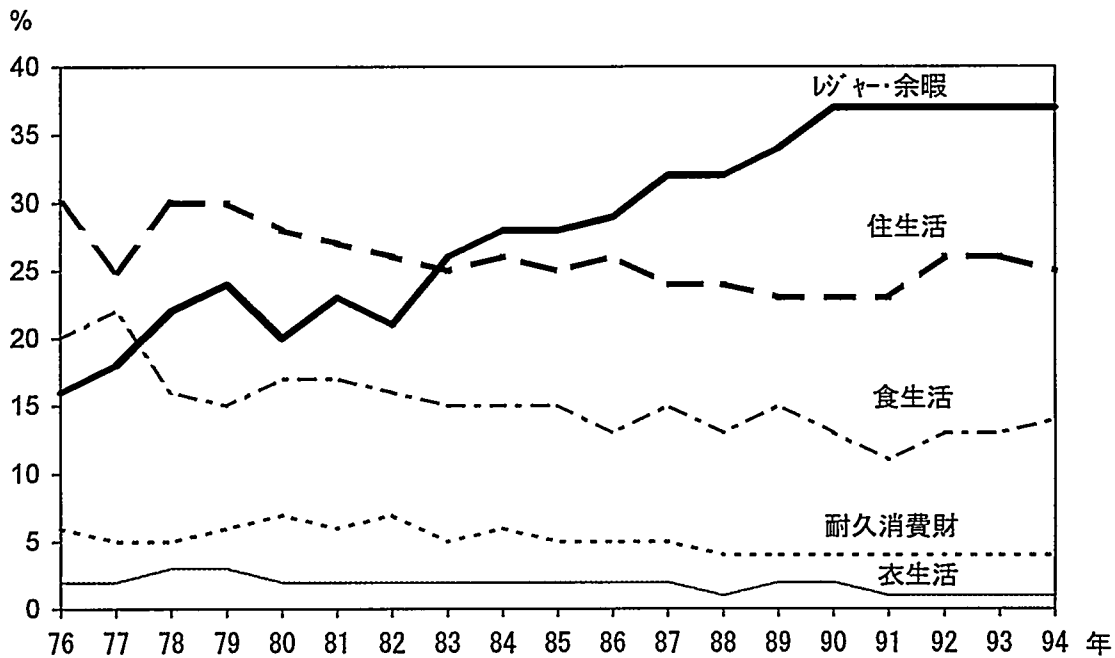
³⁰⁾ 建設省道路局「効率的エネルギー利用を目指す道路交通システムのあり方に関する調査研究」1991年3月

4-4 エネルギーの効率的利用に向けての課題

— 望まれるエネルギーの効率的利用のための積極的な対応 —

以上の結果をまとめると、基本的に貨物部門については、モーダルシフトの推進は依然として難しいものの、荷主側の物流コスト削減対策としてトラックの共同配送などの効率化の取り組みはある程度進むことが予想される。これによって、トラックの原単位も改善に向かうであろう。一方、旅客部門については、今後人々のライフスタイルがどのような変化を示すかが大きく影響を及ぼすものと考えられる。生活水準が向上すれば、人々のライフスタイルは、レジャーや余暇を重視する志向が高まると一般的に言われている。わが国においても、その傾向は顕著に現れており、国民のこれからの生活の力点についてのアンケート調査によれば、レジャー志向は最も力点が置かれている（図 4-4-1）。このように人々のライフスタイルがレジャー志向に向かうことから、乗用車の使用目的でもレジャーが増加する傾向にある。最近の調査では、レジャーを自動車の主な使用目的と回答する比率は通勤・通学目的に次いで大きく、その比率は年々増加している³¹⁾。したがって、乗用車のニーズはレジャー目的での利用の増加とともに今後一層高まっていくことが予想さ

図4-4-1 わが国における生活の力点の推移



(出所) 総理府「国民生活に関する世論調査」

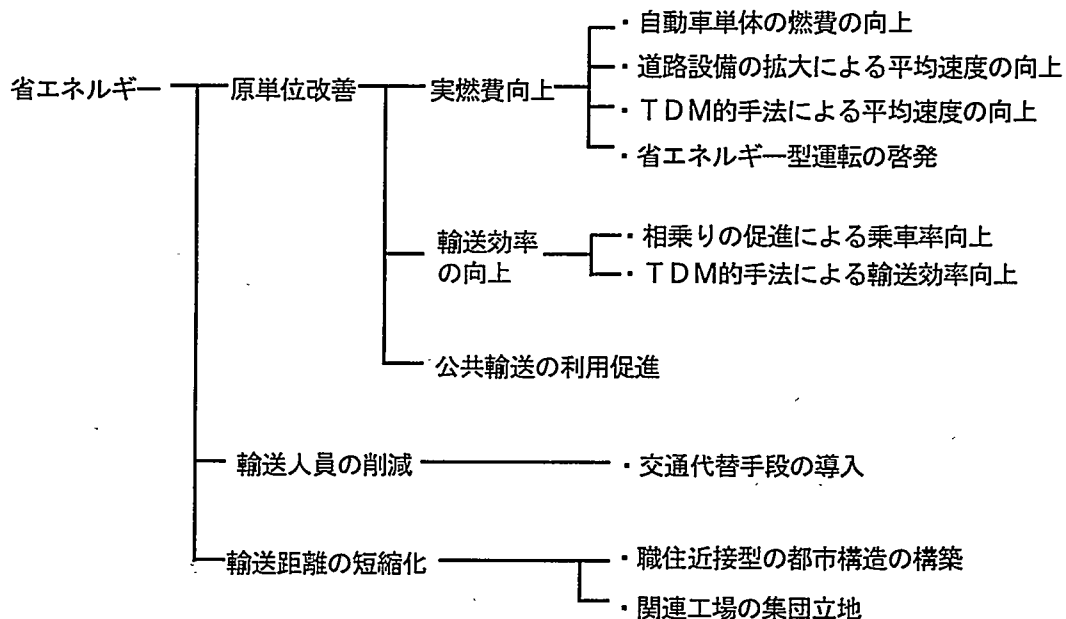
³¹⁾ 社団法人 日本自動車工業会「乗用車市場動向調査」

れる。つまり道路のキャパシティ不足による走行条件の悪化という状況は依然として続き、現在の対応策のみでは、乗用車のエネルギー消費原単位を改善することは難しいといえる。

わが国における運輸部門の省エネルギーに対する対応は、システム的な対策面では欧米に比べて必ずしも進んでいるとはいえない。したがって、今後のさらなるモータリゼーションの進展とエネルギー需要の増加の可能性を考慮すると、交通のインテリジェント化などの新技術も含めて TDM 的手法などを吟味したうえで可能な限り開発・導入を進めていく必要がある。

今後の対策も含めた運輸部門の省エネルギー対策を図 4-4-2 にまとめた。いままで述べてきた原単位の改善策の他に、例えばテレコミュティングなどの交通代替手段の導入による輸送人員の削減、さらに中・長期的な体策として職住近接型の都市構造の構築、関連する工場の集団立地といった輸送距離の短縮化などの省エネルギー対策が考えられる。これらの対策の多くは TDM の概念に基づく手法である。

図4-4-2 道路輸送を中心とする運輸部門の省エネルギー対策



(出所) 日本エネルギー経済研究所

ただし、これらの対策を効果的に行うことは、実際にはかなり難しい。それは、運輸活動がひとびとの行動に左右される側面がかなり大きいからである。したがって、運輸部門には、現在のところ省エネルギー対策としての特効薬がないということを十分認識し、TDM 的手法などの導入による省エネルギー効果を高めるために「道路の走行条件の改善などによるエネルギーの効率的利用の必要性」に対する社会的コンセンサスを同時に形成していくことが今後の課題である。つまり、省エネルギーのための啓蒙活動などは、極めて重要であるといえよう。

とくに運輸部門は、本質的に公共財的側面が強く、市場経済に乗りにくい側面をもっているため、公的助成を含めた政策的誘導によって積極的な対応を図っていく必要があるといえる。



参 考 文 献

1. 運輸省「自動車輸送統計年報」各年版
2. 運輸省「鉄道輸送統計年報」各年版
3. 運輸省「内航輸送統計年報」各年版
4. 運輸省「航空輸送統計年報」各年版
5. 運輸省「運輸関係エネルギー要覧」各年版
6. 運輸省「運輸経済統計要覧」各年版
7. 自動車検査登録協会「自動車保有車両数」各年版
8. エネルギー計量分析センター「エネルギー・経済統計要覧」各年版
9. 経済企画庁「国民経済計算年報」各年版
10. (財)日本エネルギー経済研究所「交通需要と交通部門エネルギー需要の長期展望」1986年6月
11. (財)日本エネルギー経済研究所「第21回エネルギー夏期大学—運輸部門のエネルギー需要を考える—」1992年7月
12. (財)日本エネルギー経済研究所「モーダルシフトとエネルギー効率」1993年8月
13. OECD,IEA「Reconciling Transportation, Energy and Environmental Issues」1995年
14. OECD,IEA「Energy Balances of OECD Countries」各年版
15. OECD「Congestion Control and Demand Management」1994年
16. European Conference of Ministers of Transport「Freight Transport and the Environment」1991年
17. American Automobile Manufacturers Association「World Motor Vehicle Data」各年版
18. U.S. Department of Transportation「National Transportation Statistics」各年版
19. U.S. Department of Transportation「Automotive Fuel Economy Program」1994年版
20. U.S. Department of Transportation「Implementing Effective Travel Demand Management Measures」1993年9月
21. Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy「Transportation Energy Data Book : Edition 14」1994年5月
22. National Research Council「Automotive Fuel Economy -How Far Should We Go ?-」1992年

23. Office of Technology Assessment 「Saving Energy in U.S. Transportation」 1994年4月
24. Nancy Kiang and Lee Schipper, International Energy Studies Program 「Energy Trends in the Japanese Transportation Sector」 1995年10月
25. Lee Schipper and Stephen Meyers, et al. 「Energy Efficiency and Human Activity」
26. DIW 「Verkehr in Zahlen」 各年版
27. Observatoire Economique et Statistique des Transports 「Les Transports en 1993」
28. The Department of Transport G.B. 「Transport Statistics Great Britain」 各年版
29. (財) 道路経済研究所 「道路交通経済要覧」 平成7年度版
30. (財) 道路経済研究所 「道路交通とエネルギー・環境問題」 平成5年9月
31. (財) 道路経済研究所 「道路交通に対応した情報システムに関する研究」 平成7年8月
32. (財) 運輸経済研究センター 「自家用乗用車と公共交通機関との新しい機能分担のあり方に関する調査研究報告書」 平成元年3月
33. (財) 運輸経済研究センター 「欧米諸都市における都市鉄道の混雑状況 (21世紀に向けての交通施設の適正な整備水準に関する調査研究)」 平成6年3月
34. (財) 運輸経済研究センター 「ヨーロッパの鉄道の現状と将来動向に関する調査報告書」 平成6年12月
35. (財) 運輸経済研究センター 「低公害・代替燃料自動車の普及促進調査報告書」
36. 建設省 「都市整備における省エネルギー推進調査」
37. 建設省 「平成4年度 第2回全国都市パーソントリップ調査報告書」
38. 21世紀の国民生活と道路を考える会 「都市物流と道路交通体系」 1992年7月
39. (財) 日本自動車研究所 「自動車研究」 1993年1月
40. (財) 小運送協会 「海外における貨物輸送機関分担調査報告書」 平成5年8月
41. (財) 自動車走行電子技術協会 「燃料消費効率化改善に関する調査報告書」 平成8年3月
42. 「日本エネルギー学会誌—自動車と環境特集—」 1992年12月
43. 日通総合研究所 「季刊輸送展望」 1992年夏
44. エネルギー・資源学会 「エネルギー・資源—特集・クリーン自動車をめざして—」 1994年9月
45. 交通と環境を考える会 「環境を考えたクルマ社会」
46. 今野源八郎, 岡野行秀 「現代自動車交通論」
47. 角本良平 「鉄道と自動車 21世紀への提言」