

JAERI-Review  
2005-030



JP0550483



我が国のエネルギー消費構造動向調査  
— 運輸部門編 —

2005年 8月

鈴木 孝昌

日本原子力研究所  
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。  
入手の問い合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

**This report is issued irregularly.**

**Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195, Japan.**

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2005

編集兼発行 日本原子力研究所

我が国のエネルギー消費構造動向調査  
－運輸部門編－

日本原子力研究所東海研究所エネルギーシステム研究部  
鈴木 孝昌\*

(2005年7月12日受理)

産業部門のエネルギー消費が石油危機以降横ばいで推移してきたのに対して、運輸部門（旅客部門及び貨物部門）のエネルギー消費は、大幅に増加した。旅客部門のエネルギー消費の増大は、自家用乗用車による輸送の増加に起因するものであり、貨物部門のエネルギー消費の増大は、輸送モードのトラックへのシフトを反映したものである。現在では、運輸部門における主たる輸送機関は、エネルギー消費量からみても輸送量からみても自動車（乗用車、トラック）となっている。このため、運輸部門のエネルギー消費を抑制するためには、自動車に重点をおいた省エネルギー対策を進めることが重要である。本調査報告は、運輸部門、特に自動車の省エネルギー方策について調査し、取りまとめたものである。本調査を通じて、特に、トップランナー基準適合車の拡大・普及、ハイブリッド自動車の開発利用、アイドリングストップ装置搭載車の導入等の技術・施策が、運輸部門の省エネルギーに有効であることが分かった。

**An Investigation on Energy Consumption Trend in Japan  
- Transportation Sector -**

**Takayoshi SUZUKI\***

**Department of Nuclear Energy System  
Tokai Research Establishment  
Japan Atomic Energy Research Institute  
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken**

**(Received July 12, 2005)**

Although energy consumption in the industry sector has almost been stable, energy consumption in the transportation (passenger and freight) sector has increased much after the oil crisis. The increase of energy consumption in the passenger sector can be attributed to the increase in transportation by private passenger vehicles; while the increase in the freight sector was due to the modal shift to trucks. Among transportation methods, automobiles, i.e. passenger vehicles and trucks, are now dominant in terms of energy consumption and also in terms of amount of transportation. Therefore implementing energy conservation measures relating to automobiles is very important in order to suppress the energy consumption in the transportation sector. This report summarizes the results of investigation on energy conservation measures, especially relevant to automobiles. It was found from the investigation that most promising and effective technologies or measures are promoting market penetration of vehicles satisfying “top runner standard”, development and employment of hybrid vehicles, and introduction of vehicles with “idling-stop” systems.

**Keywords: Energy Consumption, Transportation Sector, Passenger, Freight,  
Top Runner Standard, Hybrid Vehicles, Idling-stop**

---

※ Cooperative Staff

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 運輸部門のエネルギー消費 .....	3
3. 旅客部門のエネルギー消費と省エネルギー対策 .....	5
3. 1 旅客部門のエネルギー消費の最近の動向 .....	5
3. 2 乗用車に係わる省エネルギー対策について .....	5
3. 2. 1 乗用車のエネルギー消費分析 .....	5
3. 2. 2 乗用車の省エネルギー対策 .....	6
3. 3 鉄道車両に係わる省エネルギー対策について .....	8
3. 4 航空機に係わる省エネルギー対策について .....	8
4. 貨物部門のエネルギー消費と省エネルギー対策 .....	17
4. 1 貨物部門のエネルギー消費の最近の動向 .....	17
4. 2 トラックに係わる省エネルギー対策について .....	17
4. 2. 1 トラックのエネルギー消費分析 .....	17
4. 2. 2 トラックの省エネルギー対策 .....	17
4. 3 船舶に係わる省エネルギー対策について .....	19
5. おわりに .....	25
参考文献 .....	26
付録：京都議定書目標達成計画	
別表 1 エネルギー起源二酸化炭素に関する対策・施策の一覧（抜粋）....	29

Contents

1. Introduction .....	1
2. Energy Consumption in Transportation Sector .....	3
3. Energy Consumption and Conservation by Passenger Transportation .....	5
3.1 Overview of Energy Consumption .....	5
3.2 Energy Conservation Measures for Passenger Vehicles .....	5
3.2.1 Analysis of Energy Consumption.....	5
3.2.1 Energy Conservation Measures.....	6
3.3 Energy Conservation Measures for Railways.....	8
3.4 Energy Conservation Measures for Airplanes.....	8
4. Energy Consumption and Conservation by Freight Transportation .....	17
4.1 Overview of Energy Consumption .....	17
4.2 Energy Conservation Measures for Trucks .....	17
4.2.1 Analysis of Energy Consumption.....	17
4.2.2 Energy Conservation Measures.....	17
4.3 Energy Conservation Measures for Ships .....	19
5. Concluding Remarks .....	25
References.....	26
 Appendix: Program to Approach Kyoto-protocol Goal	
Table 1 List of Measures to Cope with Energy Origin Carbon Dioxide (Extracted).....	29

表 一 覧

- 表 2.1 運輸部門のエネルギー源別消費量 (2002 年度)
- 表 3.1 乗用車のエネルギー消費効率目標基準値
- 表 3.2 クリーンエネルギー自動車普及台数の推移
- 表 3.3 ハイブリッド自動車出荷台数の推移[旅客]
- 表 3.4 メーカー車種別ハイブリッド自動車出荷台数の推移[旅客]
- 表 3.5 ハイブリッド自動車の性能、価格等[旅客]
- 表 4.1 貨物自動車のエネルギー消費効率目標基準値
- 表 4.2 天然ガス自動車出荷台数の推移[貨物]
- 表 4.3 ハイブリッド自動車出荷台数の推移[貨物]
- 表 4.4 メーカー車種別ハイブリッド自動車出荷台数の推移[貨物]
- 表 4.5 ハイブリッド自動車の性能、価格等[貨物]

図 一 覧

- 図 1.1 部門別最終エネルギー消費の推移 (1)
- 図 1.2 部門別最終エネルギー消費の推移 (2)
- 図 2.1 運輸部門の最終エネルギー消費の推移 (1)
- 図 2.2 運輸部門の最終エネルギー消費の推移 (2)
- 図 3.1 輸送機関別エネルギー消費量の推移[旅客]
- 図 3.2 輸送機関別輸送量の推移[旅客]
- 図 3.3 輸送機関別エネルギー消費原単位の推移[旅客]
- 図 3.4 自動車保有台数の推移[旅客]
- 図 3.5 自動車走行キロ[旅客]
- 図 3.6 ガソリン乗用車平均燃費 (10・15 モード)
- 図 3.7 乗用車のエネルギー消費量の推移
- 図 3.8 電車に必要なエネルギーの量 (103 系を 100%とした場合)
- 図 3.9 在来型機と新型機の燃料消費率の比較
- 図 4.1 輸送機関別エネルギー消費量の推移[貨物]
- 図 4.2 輸送機関別輸送量の推移[貨物]
- 図 4.3 輸送機関別エネルギー消費原単位の推移[貨物]
- 図 4.4 自動車保有台数の推移[貨物]
- 図 4.5 自動車走行キロ[貨物]

This is a blank page.



## 1. はじめに

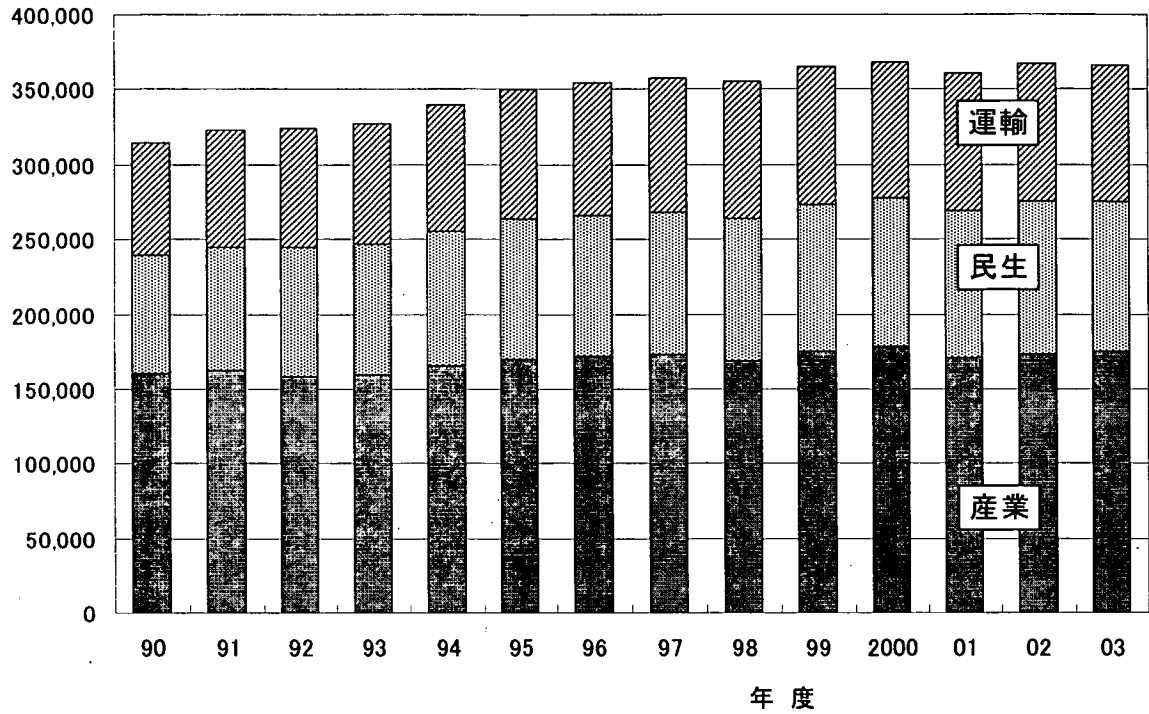
1990 年度以降の最終エネルギー消費の伸長を部門別に概観すると、図 1.1 及び図 1.2 に示すように、産業部門のエネルギー消費は微増ないし横ばいで推移する一方、民生部門及び運輸部門のエネルギー消費は増加する傾向を示している。民生部門と運輸部門についてみると、98 年度頃まではエネルギー消費は同じような伸びとなっていたが、それ以降、運輸部門においてはエネルギー消費はほとんど増加せず、概して横ばいに留まっている。

運輸部門のエネルギー消費は、輸送需要の増加に対応して伸長してきたが、需要の主たる増加要因は増大する自動車輸送に起因するものである。このため、運輸部門におけるエネルギー消費を抑制するためには、自動車のエネルギー消費効率(燃費)の改善を中心に自動車の燃料消費量を削減することが、地球温暖化対策等の地球環境問題に対処する上で非常に重要な課題である。

推進されている温暖化対策の内、一つの大きな柱であるトップランナー基準適合車の拡大・普及は、自動車や家電機器等の省エネ基準目標値を、現在商品化されている製品のうち最も優れた機器のエネルギー消費効率以上に設定し、新たに製品化される機器の省エネ性能を高めようとする考え方であり、関係の自動車のエネルギー消費効率改善に着実に寄与している。このほか、クリーンエネルギー自動車を含む低公害車の開発普及、アイドリングストップ装置搭載車両の普及拡大、サルフューフリー燃料の導入及び対応車の開発、高度道路交通システム(ITS)の推進なども取り組まれているところである。このほか、鉄道、航空機、船舶の各運輸機関における省エネ技術の進展も著しいものがある。

省エネを推進するためには、製造者側がより優れた省エネ技術を開発するだけでなく、使用者側もエネルギー消費効率の高い製品を選択すると共により効率的な使用に努め、エネルギーを節減することが求められている。本調査報告は、運輸部門におけるエネルギー消費の動向と、輸送機関のうち特に自動車に関係する最新の技術・システムの動向について調査し、取りまとめを行ったものである。併せ、エネルギー市場最適配分モデル MARKAL のエネルギー技術特性データベースに資することとした。

(10<sup>10</sup> kcal)



出所：参考文献1)

図 1.1 部門別最終エネルギー消費の推移 (1)

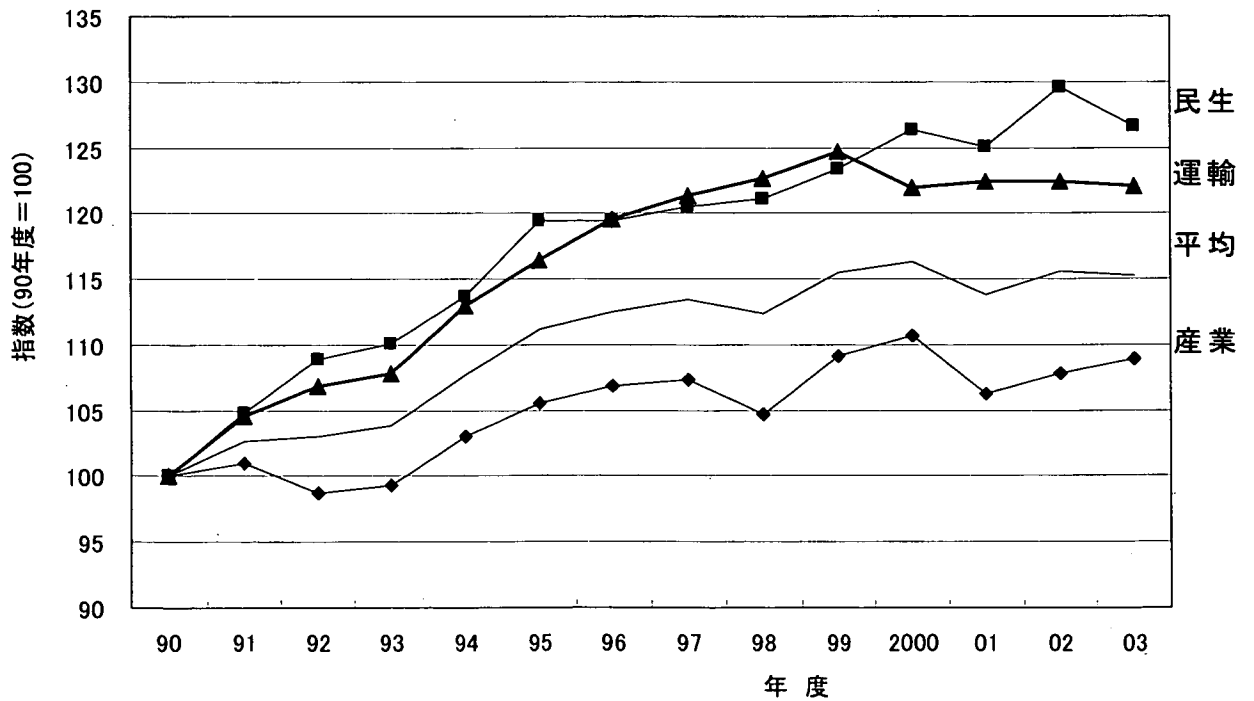


図 1.2 部門別最終エネルギー消費の推移 (2)

## 2. 運輸部門のエネルギー消費

運輸部門は、乗用車、バス、鉄道などの旅客部門と、トラック、船舶、鉄道貨物などの貨物部門から構成される。1990年度以降の運輸部門最終エネルギー消費の推移を図2.1に示し、90年度に規格化した最終エネルギー消費の推移を図2.2に示す。エネルギー消費は、90年代は概して増加傾向にあり、その後は横ばい気味に推移している。その増加割合は旅客部門の方が貨物部門よりも大きい。運輸部門全体に占める両部門のエネルギー消費の割合は、大よそ旅客部門が全体の6割強、貨物部門が4割弱となっている。

### (1) 旅客部門

旅客部門のエネルギー消費は、旅客輸送量の増大と輸送の乗用車へのシフト、一部輸送機関における原単位の悪化等を背景として、増加してきた。ただし、99年度以降は横ばい気味に推移している(図2.1及び図2.2)。

### (2) 貨物部門

貨物部門のエネルギー消費は、旅客部門よりも穏やかに増加してきた(図2.1及び図2.2)。これは、トラック輸送は増加しているものの、産業構造の変化に伴う輸送量の伸びの鈍化、輸送機関の原単位の改善等によるものである。また、96年度以降は、貨物部門エネルギー消費は、概ね横ばいかむしろ低下気味に推移している。貨物輸送は、景気変動等の経済活動の影響を受けているものと考えられる。

### (3) 運輸部門のエネルギー源構成

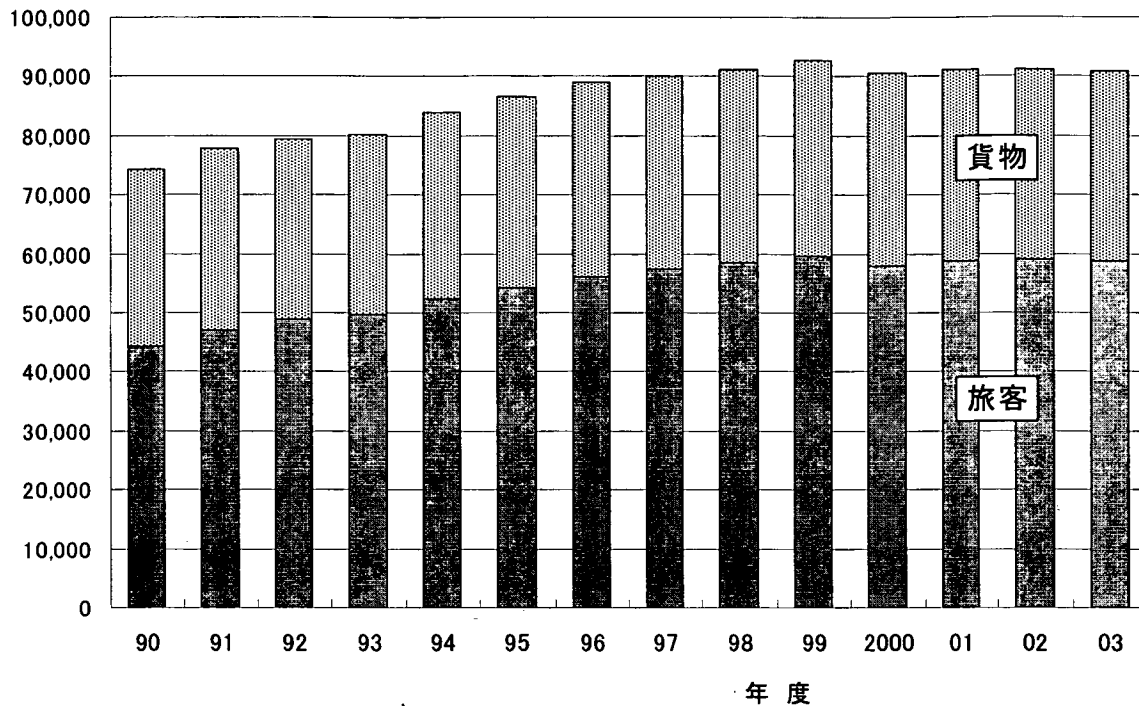
運輸部門のエネルギー消費のエネルギー源別構成を、2002年度を例に表2.1に示す。運輸部門のエネルギー消費は、ガソリン、軽油が全体の87%を占めるなど石油製品が大部分であり、このほか電力が2%弱のわずかなシェアを占めている。運輸部門ではガソリン、軽油の消費抑制が課題となる。

表 2.1 運輸部門のエネルギー源別消費量 (2002年度)

	エネルギー消費量 (TJ)	
	消費量	割合 (%)
ガソリン	2,070,152	53.9%
ジェット燃料油	162,440	4.2%
軽油	1,268,603	33.1%
重油	188,272	4.9%
燃料油計	3,689,467	
潤滑油	8,510	0.2%
LPG	74,112	1.9%
石油製品計	3,772,089	
電力	66,620	1.7%
合計	3,838,709	

出所：参考文献2)

( $10^{10}$  kcal)



出所：参考文献 1)

図 2.1 運輸部門の最終エネルギー消費の推移 (1)

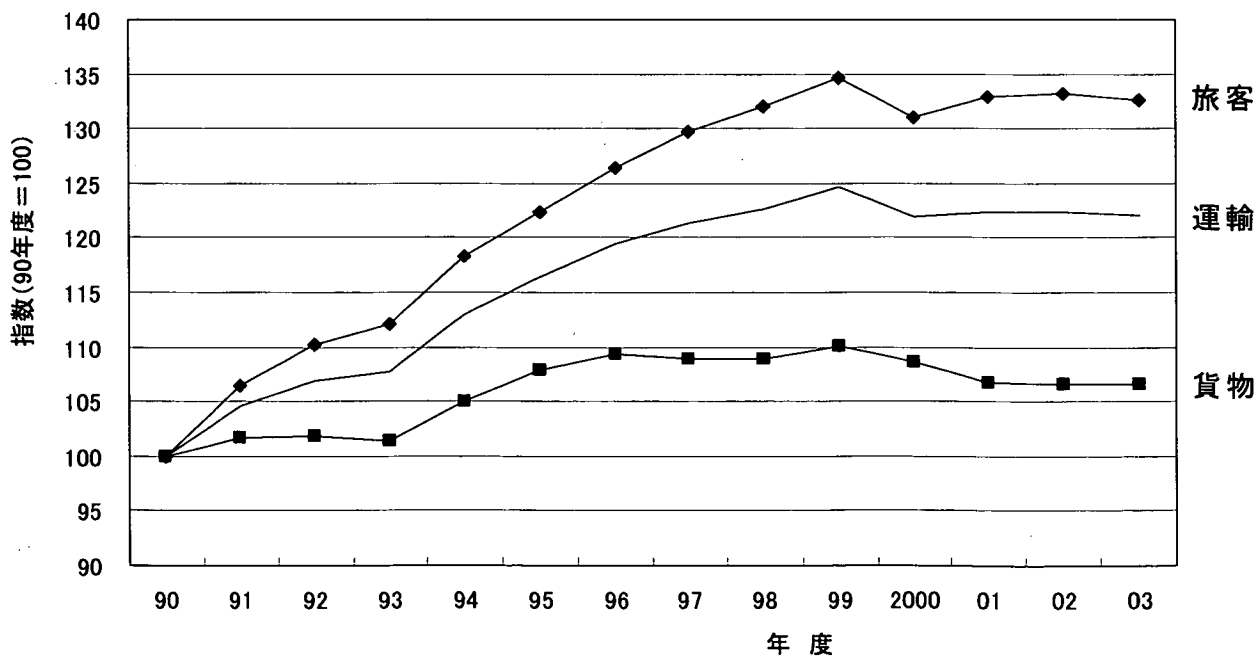


図 2.2 運輸部門の最終エネルギー消費の推移 (2)

### 3. 旅客部門のエネルギー消費と省エネルギー対策

#### 3. 1 旅客部門のエネルギー消費の最近の動向

旅客部門におけるエネルギー消費は、一貫して増加傾向を続けてきたが、1999年度頃からは横ばいに転じている。1990年度以降の輸送機関別エネルギー消費の推移を図3.1に示し、輸送機関別輸送量（人・km）の推移を図3.2に示す。両図において自動車の占める割合が相当に大きくなっており、運輸機関のエネルギー消費の大部分は自動車によるものであることが分かる。例えば2003年度では輸送機関全体のエネルギー消費量の実に88%を乗用車が占め、航空機その他を大きく引き離している。また、輸送量でも2003年度、乗用車は全輸送量の61%のシェアを占め、第1位となっている。輸送量でも、乗用車の次は鉄道で27%のシェアを持ち、次いでバス、航空機の順となっている。これらより、旅客部門においては、エネルギー消費からみても輸送量からみても、乗用車がメジャーな輸送機関であることが分かる。乗用車に使用するガソリンと軽油の消費抑制、石油代替エネルギーへの転換が大きな課題であるといえる。

乗用車、バス、鉄道、航空機について、エネルギー消費原単位の推移を図3.3に示す。図から分かるように、鉄道の原単位が最も小さく、最も省エネの機関となっている。乗用車の原単位は、輸送機関の中で最大で、600kcal/人・km程度となっており、また、今のところ原単位が改善する傾向は見られない。

#### 3. 2 乗用車に係わる省エネルギー対策について

##### 3. 2. 1 乗用車のエネルギー消費分析

###### (1) 保有台数

1990年度以降の旅客用自動車（バス、普通・小型乗用車、軽自動車）の保有台数の推移を図3.4に示す。旅客用自動車保有台数は一貫して右肩上がりに増加しており、03年度には5500万台を超過した。

###### (2) 走行キロ

1990年度以降の旅客用自動車（バス、普通・小型乗用車、軽自動車）の走行キロの推移を図3.5に示す。走行キロも右肩上がりに推移してきたが、02年度、03年度と横ばい気味である。

###### (3) 燃費

新車及びストックベースのガソリン乗用車平均燃費の推移を図3.6に示す。新車の燃費は、90年代に入って大型化等により悪化した後、96年度頃から改善してきているが、98年度には省エネ法のトップランナー基準規制導入もあって、その後の改善は著しいものがある。ストックベースの燃費の変化は、新車のそれよりも遅れるが、98年度頃から上昇に転じ、改善傾向がみられる。

###### (4) 乗用車のエネルギー消費量の推移

これらの結果としての乗用車のエネルギー消費量の推移を図3.7に示す。乗用車のエネルギー消費は、走行キロの伸長をベースに、実走行燃費の悪化及びその後の改善を反映して、90年代は著しく伸長しており、その後は99年度に最大となった後概ね

横ばいに推移している。

### 3. 2. 2 乗用車の省エネルギー対策

乗用車に係わる省エネルギー対策としては、

- ・燃費の改善（トッランナー基準適合車の拡大・普及）
- ・クリーンエネルギー自動車（ハイブリッド自動車、天然ガス自動車等）の普及
- ・アイドリングストップ装置の導入、エコドライブの普及啓発
- ・サルファーフリー（硫黄分 10ppm 以下）燃料の導入／対応車種の開発導入
- ・高度道路交通システム（ITS）の推進

等があり<sup>8)</sup>、現在鋭意進められているところである。これらの対策の内、自動車単体の対策であって実際に技術データが得られるものを中心に、最新の技術データ等を以下に取りまとめた。

#### (1) トッランナー基準適合車の拡大・普及

乗用車のエネルギー消費効率（燃費）改善において、「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」に基づいて 1998 年度からトッランナー基準規制による高効率化が推進されている。これは、自動車の省エネ基準目標値を、現在商品化されている最も優れた自動車の値以上に設定し、今後新たに商品化される自動車の省エネ性能を高めようとする考え方である。乗用車では現在、ガソリン、軽油又は LP ガスを燃料とする型式指定を受けた乗車定員 10 人以下の自動車に対して目標基準値を設定・適用しており（表 3.1）、自動車メーカー等に対してエネルギー消費効率等の表示を義務付けている。トッランナー基準適合車の拡大・普及には国からの支援もあり、トッランナー基準をクリアし、低排出ガス車の認定を受けている車種については、自動車取得税や自動車税の軽減が受けられる。

トッランナー基準規制により期待される省エネ効果は、ガソリン車が 2010 年度において 1995 年度比約 23% の燃費向上、ディーゼル車が 2005 年度において 1995 年度比約 15% の燃費向上、LP ガス車が 2010 年度において 2001 年度比約 11.4% の燃費向上である。ただし、前倒しでかつ一層の燃費向上を達成している車も少なくない。このことは乗用車の燃費の値に具体的に表れており、図 3.6 に示すように新車のガソリン乗用車の燃費はトッランナー基準の制定された 1998 年頃から明らかに改善してきており、2003 年度には 15.0km/ℓ 近くまで上昇している。

なお、現在対象外である乗車定員 11 人以上の乗用自動車についても、基準の対象とすべく検討中である。

#### (2) クリーンエネルギー自動車の普及

クリーンエネルギー自動車とは、ここでは「京都議定書目標達成計画」での注釈に従い、電気自動車、ハイブリッド自動車、燃料電池自動車、天然ガス自動車、メタノール自動車及びディーゼル代替 LP ガス自動車を総称するものとする。自動車メーカーでは、クリーンエネルギー自動車の開発、車種の拡大を進めている。1995 年度から 2002 年度におけるクリーンエネルギー自動車の普及状況を表 3.2 に示す。表から、LP ガス自動車はある一定の台数が導入されているものの最近はあまり伸びておらず、ハイブリッド自動車と天然ガス自動車が大きく伸びていることが分かる。

2000 年度から 2003 年度までのハイブリッド自動車出荷台数の推移を表 3.3 に示す。

最近ハイブリッド自動車の出荷が急速に伸びており、2003年度において普通・小型乗用車の全出荷台数に占める割合は、1.3%となった。今後とも伸長していくものと見込まれる。ハイブリッドバスについても、まだ台数は多くないが出荷されている。また、代表的なハイブリッド自動車メーカ2社の車種別の出荷台数の推移を表3.4に示しておく。

代表的なハイブリッド自動車の性能、価格等を表3.5に示す。ハイブリッド乗用車の燃費は、従来車の2倍をはるかに超えている。例えば、T社のPでは、目標年度2010年度のガソリン車当該重量区分の基準エネルギー消費効率16.0km/lの実に2.2倍を実現している。また、ハイブリッドバスの燃費は、従来車と比べて1~2割程度の改善である。なお、ハイブリッド車等を取得する場合、ある一定の条件を満たせば国からの補助金を申請できる。

### (3) アイドリングストップ装置搭載車両の導入

アイドリングストップ装置を搭載した車には「半自動式」と「全自動式」の2種類がある。「半自動式」とは、ドライバーがシフトレバーやボタンスイッチを操作してアイドリングストップを行うものであり、「全自動式」とは、通常のアクセル/ブレーキ操作によって、自動的にアイドリングストップが行われるものである。アイドリングストップ車の燃費性能改善は、全自動のものについては約10%の効果が、半自動のものについては約5%の効果がある<sup>8)</sup>（「アイドリングストップ日本縦断キャラバン走行」の結果はこの値を上回っている<sup>18)</sup>）。また、後付けアイドリングストップ装置の場合も、5%の燃費性能向上としている<sup>8)</sup>。

アイドリングストップ車は、現在車種が急速に拡大しており、また購入補助金制度もあることから、導入量は順調に伸びている。「京都議定書目標達成計画」では、2010年度にガソリン乗用車が168万台（5700万台中）、タクシーが15万台（26万台中）普及するものと見込み、さらに後付けアイドリングストップ装置保有のガソリン乗用車が58万台（5700万台中）普及すると見込んでいる。

アイドリングストップ装置を搭載したバスも増加している。都市部を走行し発進・停止の多い路線バスは、MTを中心にほぼ全車種にオプション装備され、既に2000年度において新車販売台数の60%がアイドリングストップ車となっている<sup>19)</sup>。

### (4) サルファーフリー燃料の導入

我が国では、軽油は2007年から、ガソリンは2008年から硫黄分を10ppm以下に規制する予定となっている。しかしながら、石油精製・元売り各社は前倒しで2005年1月よりサルファーフリーガソリン及びサルファーフリー軽油（10ppm以下）の出荷を開始した<sup>20)</sup>。

直噴リーンバーン技術を導入したサルファーフリー対応車の燃費は、ガソリン車で10%程度向上し、ディーゼル車で4%程度向上するとしている<sup>8)</sup>。

現在、直噴リーンバーン車（サルファーフリー未対応）の出荷台数比率は、ガソリン車で8%、ディーゼル車ではほぼ100%となっており<sup>8)</sup>、「京都議定書目標達成計画」の2010年度における評価でもこの比率を踏襲して評価している。

### (5) 高度道路交通システム(ITS)の推進

高度道路交通システム（ITS: Intelligent Transport System）の推進、すなわち、

- ・ ETC の利用に伴う料金所のノンストップ通過、料金所の渋滞解消
- ・ 道路交通情報通信システム (VICS: Vehicle Information and Communication System) の普及に伴う自動車平均速度の向上
- ・ 信号機の集中制御化

等に関して、各種の国の施策を通じるなどして現在鋭意取り組んでいるところである。「京都議定書目標達成計画」では、ETC 利用率は 2006 年春までに約 70% まで上昇としている。

### 3. 3 鉄道車両に係わる省エネルギー対策について

鉄道は、輸送量で 3 割弱のシェアを持ち、乗用車に次いでシェアの大きい輸送機関である(図 3.2)。鉄道のエネルギー消費原単位は約 50kcal/人・km で、乗用車の 10 分の 1 以下、航空機の数分の 1 であり(図 3.3)、最もエネルギー消費効率のよい輸送機関である。このため、国全体としては、鉄道等の公共交通機関のサービス・利便性向上等の施策により、自家用車から利用転換を誘導しているところである。一方、鉄道各社は、鉄道そのもののエネルギー消費効率向上に対しても、積極的に取り組んできている。「京都議定書目標達成計画」では、2010 年度に省エネ車両の導入率約 75% としており、エネルギー消費原単位の 1995 年度からの改善は 7% と見積もっている。

#### (1) 省エネ車両の開発

例えば首都圏には省エネ型車両 E231 系が投入されている。この車両は、

- ・ 車体の軽量化 (モーター付き車両数の減を含む)
- ・ 回生ブレーキ (制動時にモーターで発電して架線に返す)
- ・ VVVF インバータ制御 (電気抵抗を使わずにモーターの回転数を効率よく制御)

等の改良を重ねて電力使用量を少なくしており、JR 発足時の従来型の主力車両 103 系と比較して 50% 以上もの大幅な省エネとなっている<sup>21)</sup>(図 3.8)。なお、E231 系はリサイクル性にも優れており、重量でいって約 9 割がリサイクル可能である。また、部品の寿命も長くなっている。

JR 各社の省エネ車両導入割合は、平成 16 年 9 月現在で 60% 前後であり、また民鉄では約 75% となっている(地球温暖化防止ボランティアプラン第 4 回フォローアップ結果<sup>22)</sup>による)。

#### (2) 次世代の省エネ車両の開発動向

「AC トレイン」と呼ばれる実用化段階の車両がある。これは、従来使われてきた駆動装置を DDM (直接駆動電動機) と呼ばれるシステムに変換したもので、E231 系と比べて更に 10% 以上の省エネとなっている<sup>23)24)</sup>。

また、非電化路線向けの「NE トレイン」と呼ばれるハイブリッド車両が走行試験を開始している。これは、回生ブレーキにより回収した電力も使いながら車両を動かすもので(自動車のハイブリッド車に相当)、従来のディーゼル気動車と比べて約 20% の省エネ効果が見込まれている<sup>23)24)</sup>。

### 3. 4 航空機に係わる省エネルギー対策について

航空機は、輸送量では乗用車、鉄道に次いでシェアが大きく、バスとほぼ同じシェアを持つ輸送機関である(図 3.2)。エネルギー消費量でみると、乗用車の次に大きい



(図 3.1)。また、航空機のエネルギー消費原単位は 400-500kcal/人・km 程度で、乗用車よりも小さいが、鉄道、バスよりも数倍大きくなっている(図 3.3)。

航空各社は、燃料消費効率の良い新規機材の導入を進めるなど、地球温暖化対策に取り組んできており、既に 2002 年度時点で政府の「地球温暖化対策推進大綱」の目標を達成している。その後の「京都議定書目標達成計画」においては、引き続き燃料消費効率の良い機材の導入を促進するとし、2010 年度におけるエネルギー消費原単位の改善は、2002 年度からの改善率で 1.1%と見込んでいる。

#### (1) 燃料消費効率の優れた新型機

航空機の燃料消費効率が改善している。航空機の有効座席キロ当たりの燃料消費量を、1990 年当時の在来型機と最近の新型機と比較して図 3.9 に示す。例えば B777-300 は、この 15 年間で燃料消費量をほぼ半減させている。

航空の燃料消費効率の改善策は、

- ・燃料消費効率の優れた機材への更新

に加え、

- ・最適飛行高度、最適飛行速度、最適飛行経路等を飛行計画に反映
- ・燃料搭載量の最適化、機体搭載物の軽量化、シミュレータ活用による実飛行訓練及び審査時間の低減等による燃料節減

などがあり、これらの対策を各種組み合わせ合わせて総合的に実行中である<sup>22)</sup>。

#### (2) 最新機材の動向

ボーイング社製の最新鋭機 B777-300ER は、エンジンと翼の一層の改良、軽量化により、燃料消費効率を更に改善させており、比較的新しい B747-400 と比較しても更に 20%の燃料消費改善となっている<sup>26)</sup>。N 航空会社は、B777-300ER の導入を開始し、主要国際路線に順次投入するとしている<sup>25)</sup>。

表 3.1 乗用車のエネルギー消費効率目標基準値

エネルギー消費効率：10・15 モード法により運行する場合の単位燃料当たりの走行距離 (km/l)  
 目標年度 ガソリン乗用自動車：2010 年度  
           ディーゼル乗用自動車：2005 年度  
           L P ガス乗用自動車：2010 年度  
 省エネ効果 ガソリン乗用自動車：1095 年度比約 23%の改善  
           ディーゼル乗用自動車：1095 年度比約 15%の改善  
           L P ガス乗用自動車：2001 年度比約 11.4%の改善

区 分	基準エネルギー消費効率		
	ガソリン	ディーゼル	L P ガス
車両重量が 703kg 未満の乗用自動車	21.2	18.9	15.9
車両重量が 703kg 以上 828kg 未満の乗用自動車	18.8		14.1
車両重量が 828kg 以上 1,016kg 未満の乗用自動車	17.9		13.5
車両重量が 1,016kg 以上 1,266kg 未満の乗用自動車	16.0	16.2	12.0
車両重量が 1,266kg 以上 1,516kg 未満の乗用自動車	13.0	13.2	9.8
車両重量が 1,516kg 以上 1,766kg 未満の乗用自動車	10.5	11.9	7.9
車両重量が 1,766kg 以上 2,016kg 未満の乗用自動車	8.9	10.8	6.7
車両重量が 2,016kg 以上 2,266kg 未満の乗用自動車	7.8	9.8	5.9
車両重量が 2,266kg 以上の乗用自動車	6.4	8.7	4.8

出所：参考文献 9)

表 3.2 クリーンエネルギー自動車普及台数の推移

単位：台

	FY1995	FY1996	FY1997	FY1998	FY1999	FY2000	FY2001	FY2002
マニュアル自動車	311	314	300	279	222	157	135	114
ディーゼル代替 LPG 自動車	7,272	7,883	8,888	9,950	10,955	12,602	14,962	17,054
天然ガス自動車	759	1,211	2,093	3,640	5,252	7,811	12,012	16,561
ハイブリッド自動車	200	200	3,700	22,500	37,400	50,400	74,600	91,000
電気自動車	2,500	2,600	2,500	2,400	2,600	3,800	4,700	5,600
合 計	11,042	12,208	17,481	38,769	56,429	74,770	106,409	130,329

出所：参考文献 10)

表 3.3 ハイブリッド自動車出荷台数の推移[旅客]

単位：台

	FY2000	FY2001	FY2002	FY2003
ハイブリッド普通・小型乗用車	12,915	25,073	15,490	42,150
出荷に占めるハイブリッド車の比率	0.4%	0.8%	0.5%	1.3%
ハイブリッドバス	35	14	21	20
出荷に占めるハイブリッド車の比率	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%

出所：参考文献 11)12)

表 3.4 メーカー車種別ハイブリッド自動車出荷台数の推移[旅客]

単位：台

	FY2000	FY2001	FY2002	FY2003	FY2004
T社 普通・小型乗用車	12,254	23,364	14,054	41,490	
H社 路線バスB	10	4	1	0	11
観光バスS	9	1	14	19	20

出所：参考文献 13)14)

表 3.5 ハイブリッド自動車の性能、価格等[旅客]

		H社 乗用車 I	T社 乗用車 P	H社路線バス B	H社観光バス S
仕様	総排気量	0.995ℓ	1.496ℓ	7.684ℓ	10.520ℓ
	燃料	ガソリン	ガソリン	低硫黄軽油	低硫黄軽油
	乗車定員	2人	5人	75人	54人
	燃費	36.0km/ℓ	35.5km/ℓ	110-120% (バス車両比)	6.6km/ℓ (60km/h)
本体価格 (千円)	2,100	2,150	31,500	32,300	
バス車価格差(千円)	493	444	11,560		
[対バス車価格比率]	[131%]	[126%]	[158%]		
H16 補助金 (千円)	230	210	5,570		
本体価格 (千円)	2,100	2,150			
H17 補助金 (千円)	210	190			

(注) 17年度補助金は、普通・小型乗用は16年度の0.9に減額となった

出所：参考文献 15)16)17)

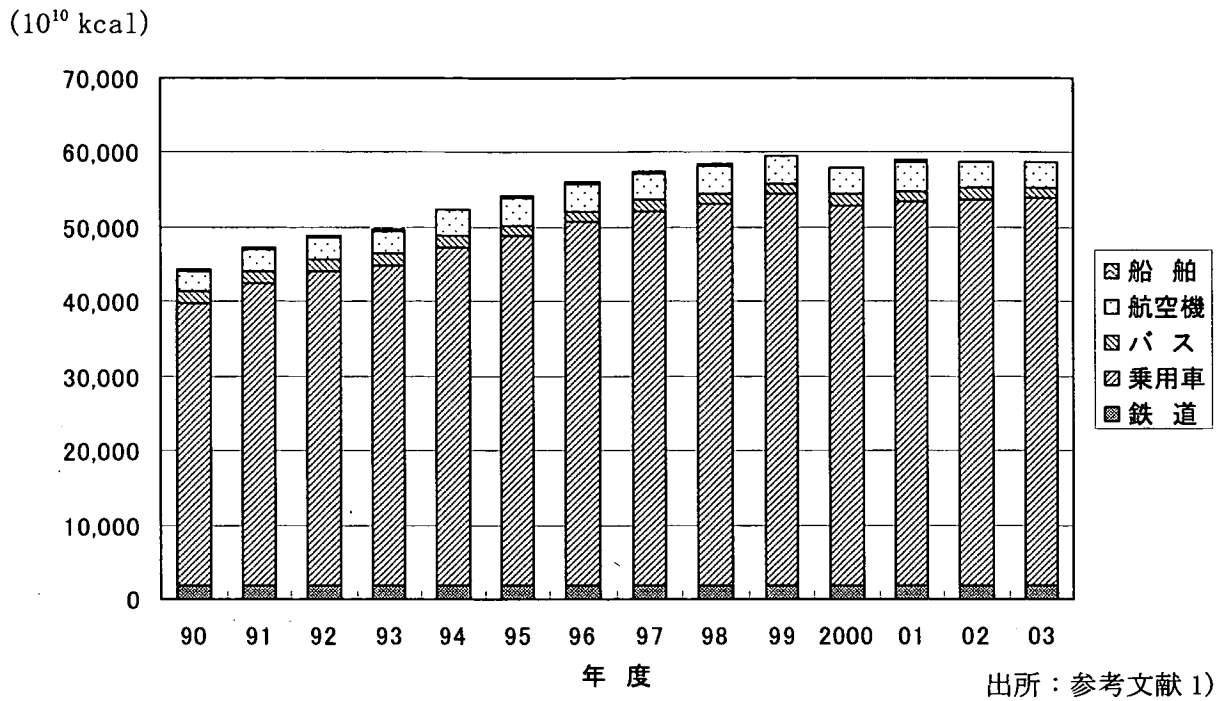


図 3.1 輸送機関別エネルギー消費量の推移[旅客]

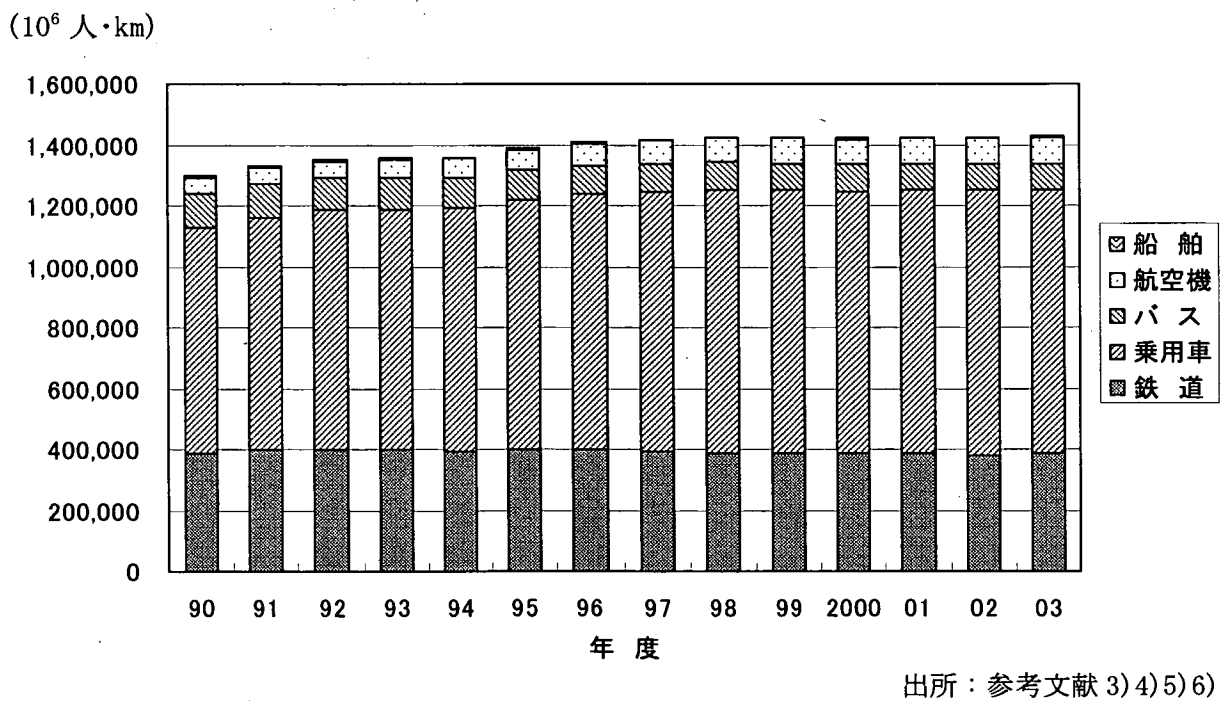


図 3.2 輸送機関別輸送量の推移[旅客]

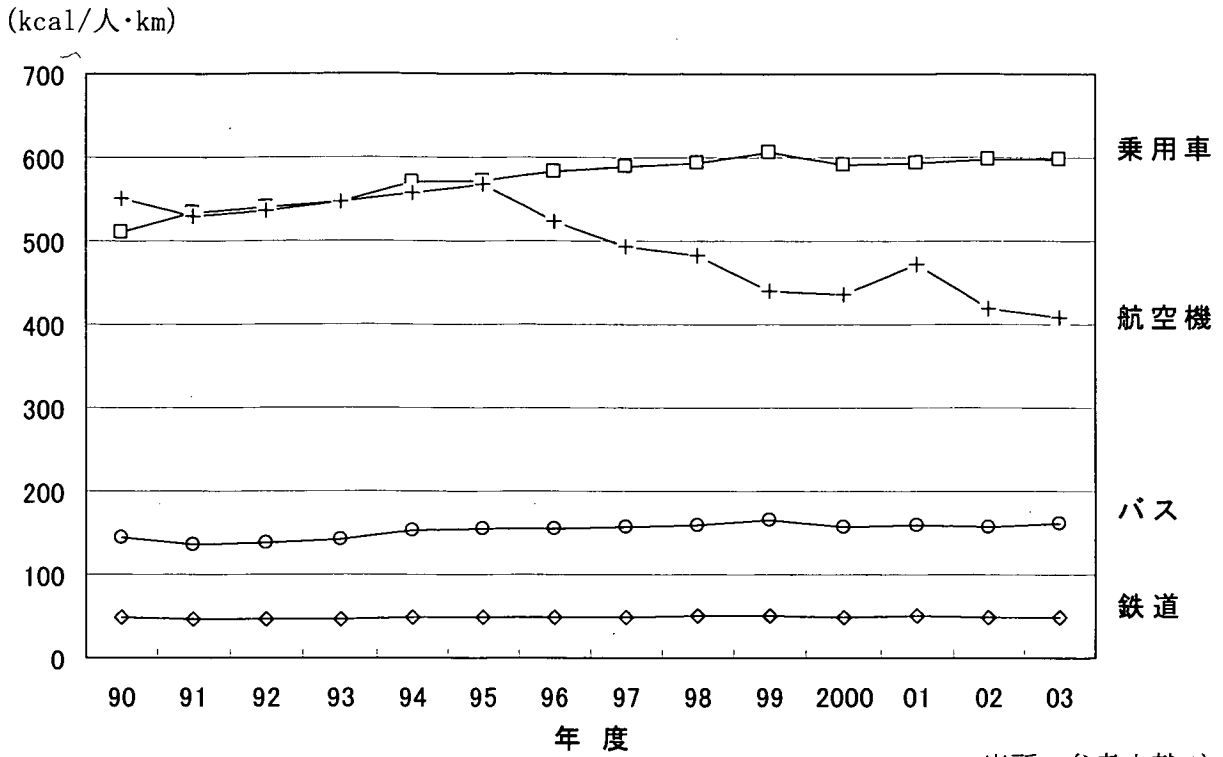


図 3.3 輸送機関別エネルギー消費原単位の推移[旅客]

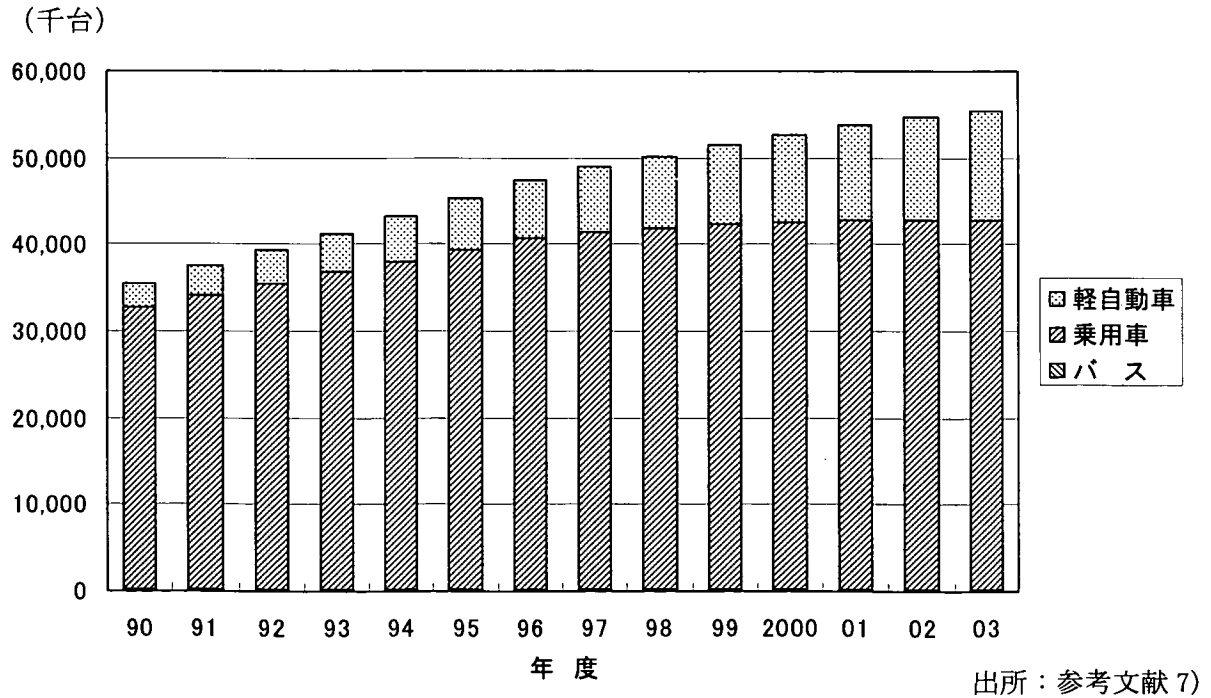


図 3.4 自動車保有台数の推移[旅客]

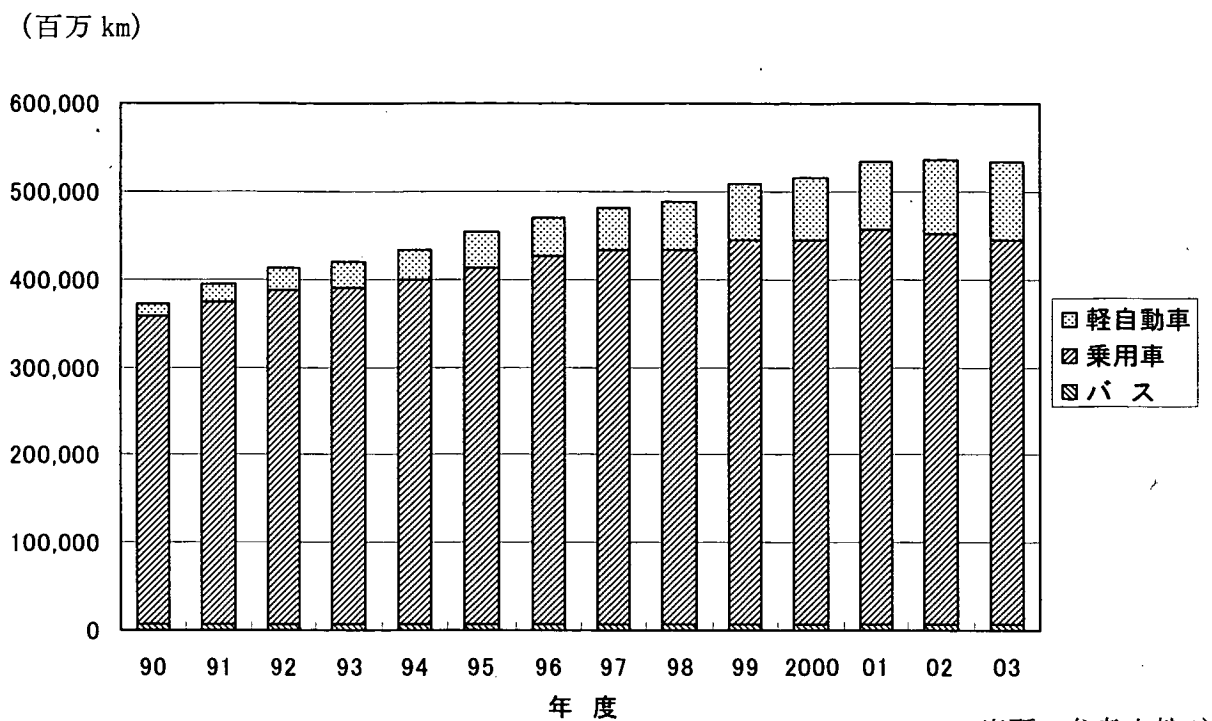


図 3.5 自動車走行キロ [旅客]

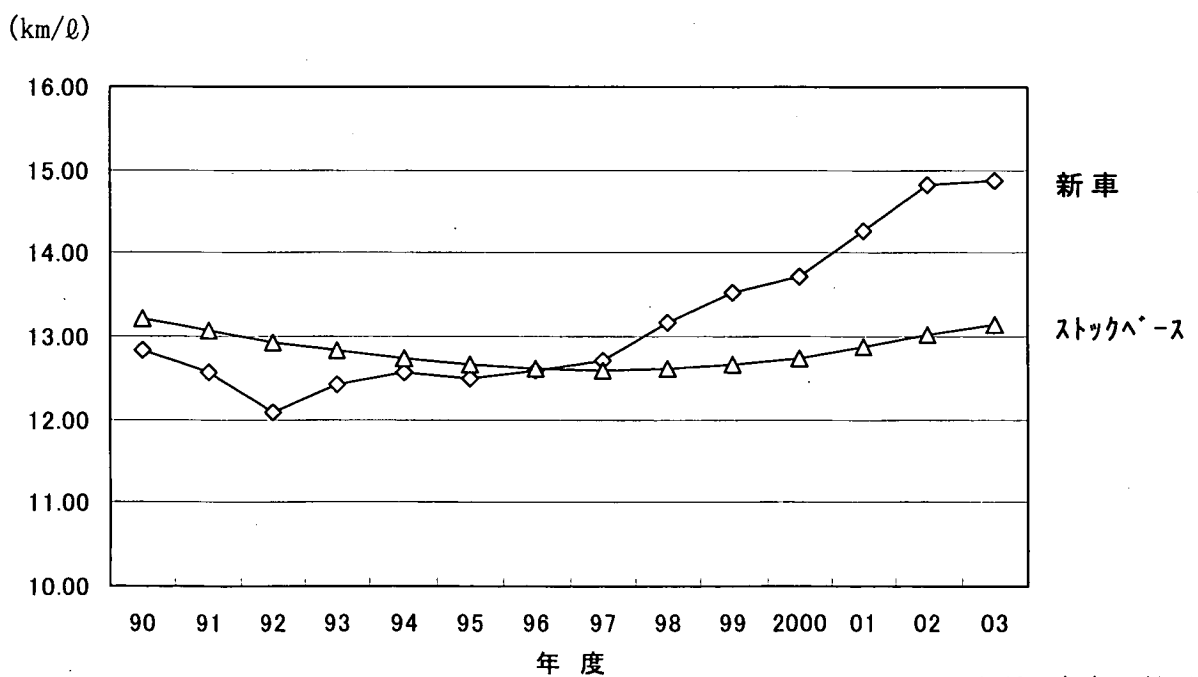
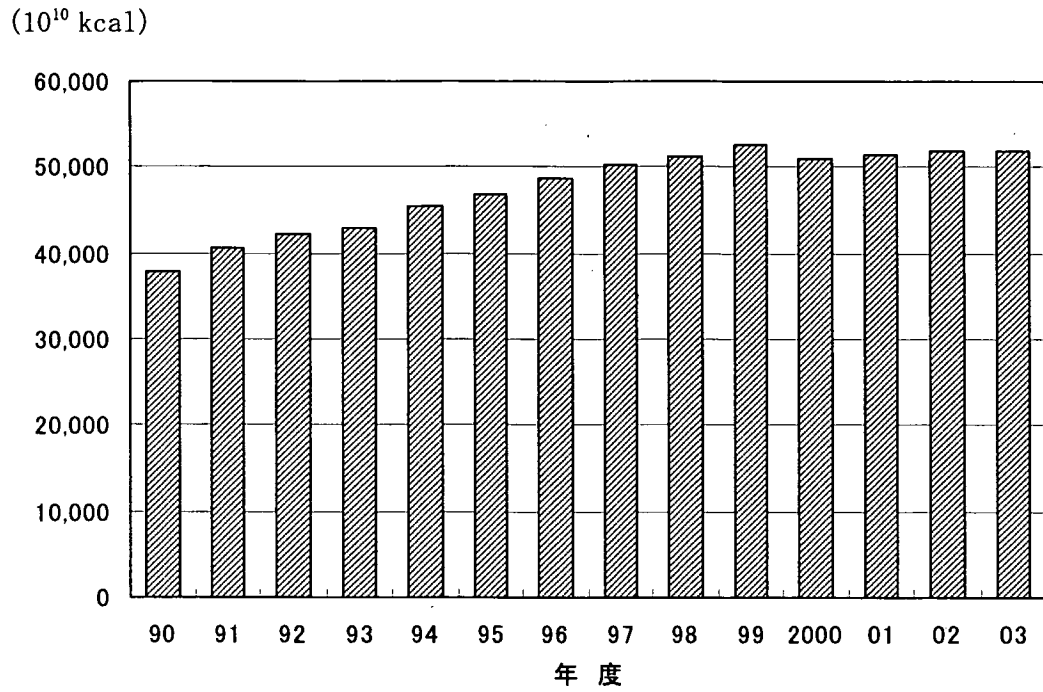
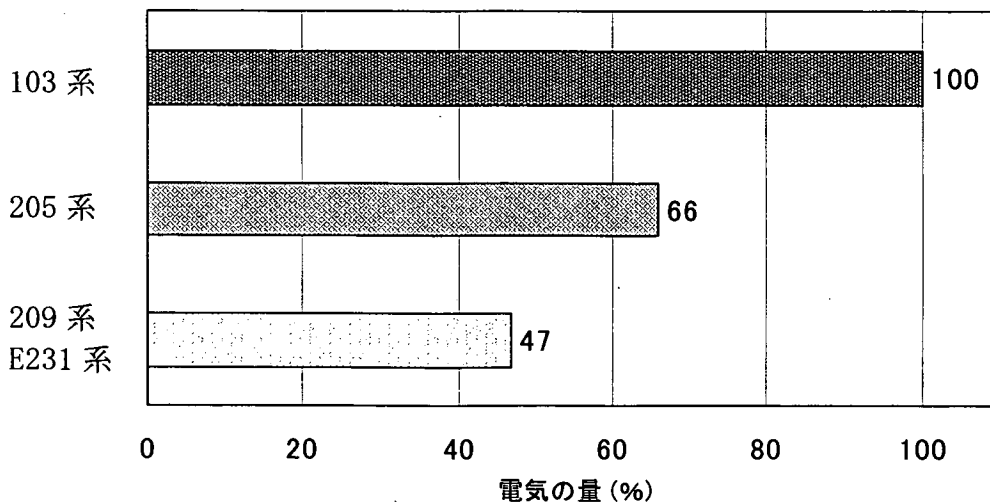


図 3.6 ガソリン乗用車平均燃費 (10・15 モード)



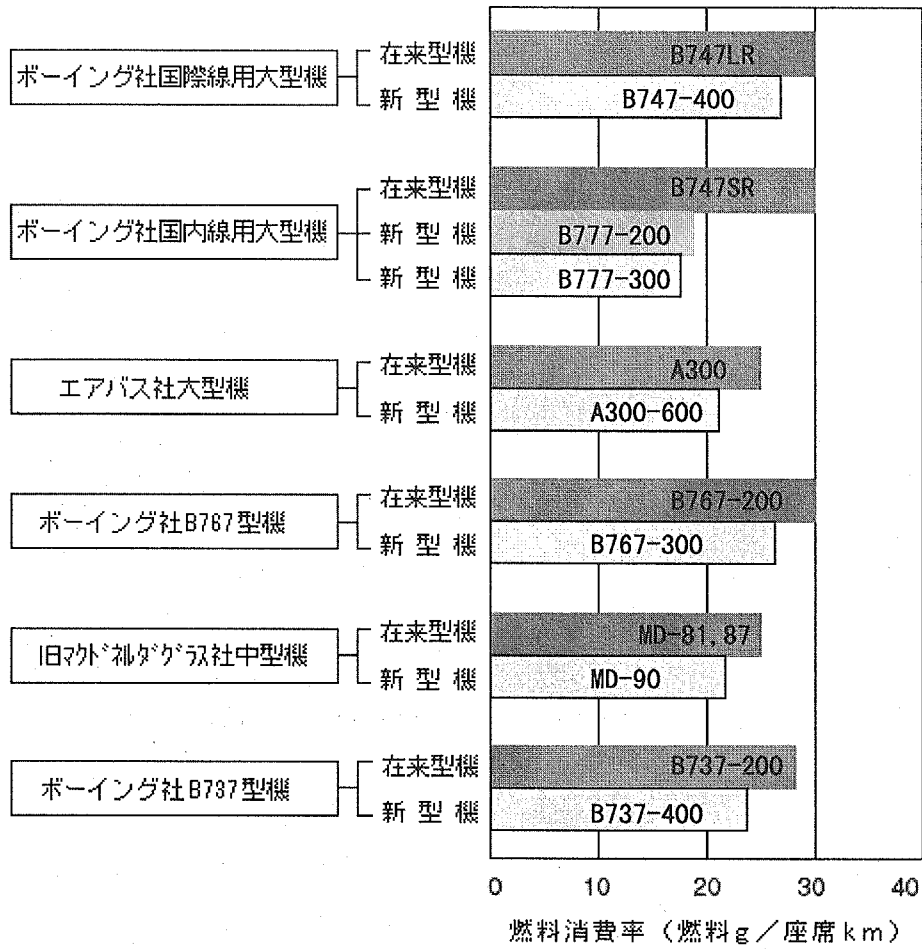
出所：参考文献 1)

図 3.7 乗用車のエネルギー消費量の推移



出所：参考文献 21)

図 3.8 電車に必要なエネルギーの量 (103 系を 100%とした場合)



出所：参考文献 25)

図 3.9 在来型機と新型機の燃料消費率の比較



## 4. 貨物部門のエネルギー消費と省エネルギー対策

### 4. 1 貨物部門のエネルギー消費の最近の動向

貨物部門のエネルギー消費は、1990年度以降穏やかに増加してきたが、景気の減速に伴い96年度以降は停滞が続いている。1990年度以降の輸送機関別エネルギー消費の推移を図4.1に示し、輸送機関別輸送量（トン・km）の推移を図4.2に示す。トラックのシェアが大であり、2003年度においてトラックは、エネルギー消費量で80%のシェアを、輸送量で57%のシェアを占めている。トラックに次いで、船舶が大きなシェアを持っている。一方、鉄道のシェアは輸送量で4%程度に留まり、航空機のシェアは更に小さい。近年、トラック輸送が拡大してきたわけであるが、その結果貨物部門においても、トラックによるガソリンと軽油の消費の抑制が喫緊の課題となっている。

トラック、船舶、鉄道の3機関について、エネルギー消費原単位の推移を図4.3に示す。図から分かるように、鉄道の原単位が最も小さく、省エネとなっている。トラックの原単位は、表示した3機関の中で最も大きい。最近の10年間程度は改善の傾向にある。ただし、これまで原単位の改善に有効であった高速道路による長距離輸送において幹線道を中心に混雑が増加しており、また小口、多品種の輸送も増加しつつあることから、今後は原単位の大きな改善は期待できない状況にある<sup>27)</sup>。

### 4. 2 トラックに係わる省エネルギー対策について

#### 4. 2. 1 トラックのエネルギー消費分析

##### (1) 保有台数

1990年度以降のトラック、軽トラックの保有台数の推移を図4.4に示す。トラック、軽トラックの保有台数は90年度頃から減少の傾向にある。これは、経済活動の鈍化に伴い輸送量が停滞していること、トラック輸送の効率化（大型化、高速道路による長距離輸送等）等が背景になっているものと考えられる。

##### (2) 走行キロ

1990年度以降のトラック、軽トラックの走行キロの推移を図4.5に示す。走行キロは、概ね横ばいで推移している。図4.2に示したトラック輸送量の推移も横ばいであり、やはり、経済活動の停滞を反映しているものと考えられる。

#### 4. 2. 2 トラックの省エネルギー対策

トラックに係わる省エネルギー対策は、多くは乗用車同様であるが、

- ・燃費の改善（トップランナー基準適合車の拡大・普及）
- ・クリーンエネルギー自動車（ハイブリッド自動車、天然ガス自動車等）の普及
- ・アイドリングストップ装置の導入、エコドライブの普及啓発
- ・大型トラックの走行速度の抑制
- ・サルファーフリー（硫黄分10ppm以下）燃料の導入／対応車種の開発導入
- ・高度道路交通システム（ITS）の推進

等があり<sup>8)</sup>、現在鋭意進められているところである。これらの対策の内、トラック単体の対策であって実際に技術データが得られるものを中心に、最新の技術データ等を以下に取りまとめた。

## (1) トップランナー基準適合車の拡大・普及

1998年度からトラックについても一部、トップランナー基準規制を通じて高効率化が推進されている。トラックでは現在、型式指定を受けた2.5t以下の貨物自動車(ガソリン、ディーゼル)についてトップランナー基準規制が適用されており(表4.1)、自動車メーカー等に対してエネルギー消費効率等の表示を義務付けている。現行のトップランナー基準規制達成時に期待される省エネ効果は、ガソリン貨物車が2010年度において1995年度比約13%の燃費向上、ディーゼル貨物車が2005年度において1995年度比約7%の燃費向上となっている。

なお、2.5t超の重量貨物自動車についても、トップランナー基準の対象とすべく検討が進められている。

## (2) クリーンエネルギー自動車の普及

クリーンエネルギー自動車としては、天然ガストラックに加え、最近ではハイブリッドトラックが伸長しかかっている。2000年度から2003年度までの天然ガストラックの出荷台数の推移を表4.2に示し、ハイブリッドトラックの出荷台数の推移を表4.3に示す。また、代表的なハイブリッド自動車メーカーの車種別の出荷台数の推移を表4.4に示す。2003年度、2004年度とハイブリッドトラックの出荷が立ち上がっている。

代表的なハイブリッドトラックの性能、価格等を表4.5に示す。やはりハイブリッドトラックの燃費は向上しており、積載荷重2tクラスで従来車の約3割増し、4tクラスで約2割増しとなっている。また、価格は従来車の4~5割増しであるが、現在補助金制度がある。

大型のハイブリッドトラックについては、大型ディーゼル車代替のため次世代低公害車開発プロジェクトが平成14~16年度にかけて進められており、この中でハイブリッド車の大型化についても取り組まれている。8tクラスのハイブリッドディーゼルトラック及び78人乗りハイブリッドディーゼルバスの開発試作を行っており、燃費は従来車の2倍以上を目標としている<sup>30)</sup>。

## (3) アイドリングストップ装置搭載車両の導入

アイドリングストップ装置を搭載したトラックは、まだ車種が限定されており、顕著な普及には至っていない<sup>31)</sup>。「京都議定書目標達成計画」では、2010年度に7万台(1700万台中)が普及するものと見込み、さらに後付けアイドリングストップ装置保有の台数が29万台(1700万台中)と見込んでいる。燃費の改善効果は、トラックの場合いずれも5%としている<sup>8)</sup>。

## (4) 大型トラックの走行速度の抑制

車両総重量8トン以上又は最大積載量5トン以上の大型トラックに対して速度抑制装置(法定制限速度80km/hに余裕速度として10km/hを加えた90km/hが制限速度)の装備を義務付けており、大型トラックの高速道路での最高速度を制限することで、燃費の向上を図っている。「京都議定書目標達成計画」ではこれにより、2010年度に大型トラックの燃料消費量が13%削減されると見積もっている。

## (5) サルファーフリー燃料の導入

直噴リーンバーン技術を導入したサルファーフリー対応のガソリン車は、燃費が

10%程度向上し、ディーゼル車は、4%程度向上する<sup>8)</sup>。また、現在、直噴リーンバーン車(サルファフリー未対応)の出荷台数比率は、ガソリン車で8%、ディーゼル車でほぼ100%となっており、「京都議定書目標達成計画」でもこの比率を踏襲している。

#### 4. 3 船舶に係わる省エネルギー対策について

船舶は、輸送量で約4割のシェアを持ち、トラックに次いでシェアの大きな輸送機関である(図4.2)。船舶のエネルギー消費原単位は、トラックの4分の1程度であり(図4.3)、鉄道に次ぐエネルギー消費効率のよい輸送機関である。このため、国としては、海運グリーン化総合対策等を通じて、トラックから海運へのシフトを促しているところである。「京都議定書目標達成計画」では、海運については、“モーダルシフトに資するローロー船・コンテナ船等の建造を図ってきたところであり、これに加え、今後、電気推進船や電子制御エンジン搭載船舶等の新技術を導入した船舶の普及促進も図る”としている。海上技術安全研究所、造船会社等は、これらの新技術、新型船の開発を進めているところである。

##### (1) 電子制御エンジン搭載船舶

造船各社は、燃費、排気ガスなど環境性能に優れた電子制御型の船用ディーゼルエンジンを開発し、新造船に導入する動きとなっている。

電子制御は、従来はカム軸により機械的に燃料噴射タイミングを調整するシステムであったが、これを電子制御に移し、燃料の噴射量、噴射タイミングをすべてコンピュータにより適正に制御するものである。電子制御の特長として、

- ・燃料噴射と排気のタイミングが運転中に変更できるため、負荷条件に合わせた最適な制御が可能(①NOx低減、スモークレス運転、②燃費の低減、③急進・急停止性能向上のそれぞれに対応できる)
- ・低負荷でも高い噴射圧が得られ、低負荷性能が改善される

などがある<sup>32)</sup>。

##### (2) スーパーエコシップ

国土交通省等の支援により、次世代内航船「スーパーエコシップ」の技術開発が進められている。スーパーエコシップは

- ・高効率船用ガスタービンによる電気推進システム
- ・ポッド式<sup>(注)</sup>二重反転プロペラ
- ・抵抗の少ない新しい船型
- ・省人化システムの採用

を特徴とする次世代内航船である。スーパーエコシップは、在来船に対して25%の所要馬力の減少が可能であり、これにより燃料消費量が低減され、環境負荷低減が図れる<sup>33)</sup>。開発は、フェーズ2の研究開発が平成13年度から進められており、要素技術の開発、耐久試験などを経て、平成18年度には実海域実証実験を実施する運びとなっている<sup>34)</sup>。

---

(注)ポッドと呼ばれる繭型の容器の中に収納したモーターでプロペラを回転させる<sup>33)</sup>。ポッド自体を回転させることにより推力の方向を制御する。離着岸性能と操縦性能が向上する。

表 4.1 貨物自動車のエネルギー消費効率目標基準値

エネルギー消費効率：10・15 モード法により運行する場合の単位燃料当たりの走行距離 (km/l)  
 (ガソリン貨物自動車) 目標年度：2010 年度 省エネ効果：1995 年度比約 13%の改善

自動車の種別	区 分			基準 エネルギー 消費効率
	変速装置 の方式	車両重量	自動車の構造	
道路運送車両法施行規則(昭和26年運輸省令第74号)第2条の軽自動車であって貨物の運送の用に供するもの	手動式	703kg 未満	構造 A	20.2
			構造 B	17.0
		703kg 以上 828kg 未満	構造 A	18.0
	構造 B		16.7	
	828kg 以上			15.5
	手動式以外のもの	703kg 未満	構造 A	18.9
			構造 B	16.2
		703kg 以上 828kg 未満	構造 A	16.5
	構造 B		15.5	
828kg 以上			14.9	
道路運送車両法施行規則第2条の普通自動車又は小型自動車(車両総重量が1.7トン以下のものに限る)であって貨物の運送の用に供するもの	手動式	1,016kg 未満	17.8	
		1,016kg 以上	15.7	
	手動式以外のもの	1,016kg 未満	14.9	
		1,016kg 以上	13.8	
道路運送車両法施行規則第2条の普通自動車又は小型自動車(車両総重量が1.7トン超 2.5トン以下のものに限る)であって貨物の運送の用に供するもの	手動式	1,266kg 未満	構造 A	14.5
			構造 B	12.3
		1,266kg 以上 1,516kg 未満		10.7
	1,516kg 以上		9.3	
	手動式以外のもの	1,266kg 未満	構造 A	12.5
			構造 B	11.2
1,266kg 以上		10.3		

(ディーゼル貨物自動車) 目標年度：2005 年度 省エネ効果：1995 年度比約 7%の改善

自動車の種別	区 分			基準 エネルギー 消費効率
	変速装置 の方式	車両重量	自動車の構造	
道路運送車両法施行規則第2条の普通自動車又は小型自動車(車両総重量が1.7トン以下のものに限る)であって貨物の運送の用に供するもの	手動式			17.7
	手動式以外のもの			15.1
道路運送車両法施行規則第2条の普通自動車又は小型自動車(車両総重量が1.7トン超 2.5トン以下のものに限る)であって貨物の運送の用に供するもの	手動式	1,266kg 未満	構造 A	17.4
			構造 B	14.6
		1,266kg 以上 1,516kg 未満		14.1
	1,516kg 以上		12.5	
	手動式以外のもの	1,266kg 未満	構造 A	14.5
			構造 B	12.6
		1,266kg 以上 1,516kg 未満		12.3
		1,516kg 以上 1,766kg 未満		10.8
1,766kg 以上		9.9		

(注) 構造 A：次に掲げる要件のいずれにも該当する構造をいう

- イ 最大積載量を車両総重量で除した値が 0.3 以下となるものであること。
- ロ 乗車装置及び物品積載装置が同一の車室内に設けられており、かつ、当該車室と車体外とを固定された屋根、窓ガラス等の隔壁により仕切られるものであること。
- ハ 運転者室の前方に原動機を有し、かつ、前軸のみに動力を伝達できるもの又は前軸及び後軸のそれぞれ一軸以上に動力を伝達できるもの(後軸に動力を伝達する場合において前軸からトランスファ及びプロペラ・シャフトを用いて後軸に動力を伝達するものに限る)であること。

構造 B：構造 A 以外の構造をいう

出所：参考文献 28)

表 4.2 天然ガス自動車出荷台数の推移[貨物]

	単位：台			
	FY2000	FY2001	FY2002	FY2003
天然ガス 普通・小型トラック	1,665	2,836	2,713	2,713

出所：参考文献 12)

表 4.3 ハイブリッド自動車出荷台数の推移[貨物]

	単位：台			
	FY2000	FY2001	FY2002	FY2003
ハイブリッド 普通・小型トラック	0	2	3	240

出所：参考文献 12)

表 4.4 メーカー車種別ハイブリッド自動車出荷台数の推移[貨物]

	単位：台				
	FY2000	FY2001	FY2002	FY2003	FY2004
H社 小型トラックD	0	0	1	190	983
中型トラックR	0	2	0	0	96

出所：参考文献 14)

表 4.5 ハイブリッド自動車の性能、価格等[貨物]

		H社中型トラックR	H社小型トラックD	I社小型トラックE
仕様	総排気量	4.728ℓ	4.009ℓ	4.777ℓ
	燃料	低硫黄軽油	低硫黄軽油	低硫黄軽油
	積載荷重	4t	2t	2t
	燃費	120% (対ベース車両燃費)	130% (対ベース車両燃費)	135% (対4HL1車, M15モード, アイドリングストップ込み)
本体価格 (千円)		8,014	4,195	4,793
ベース車価格差(千円)		2,900	1,160	
[対ベース車価格比率]		[157%]	[138%]	
H16 補助金 (千円)		1,400	530	
本体価格 (千円)		8,014	4,195	
H17 補助金 (千円)		1,400	530	

出所：参考文献 16)17)29)

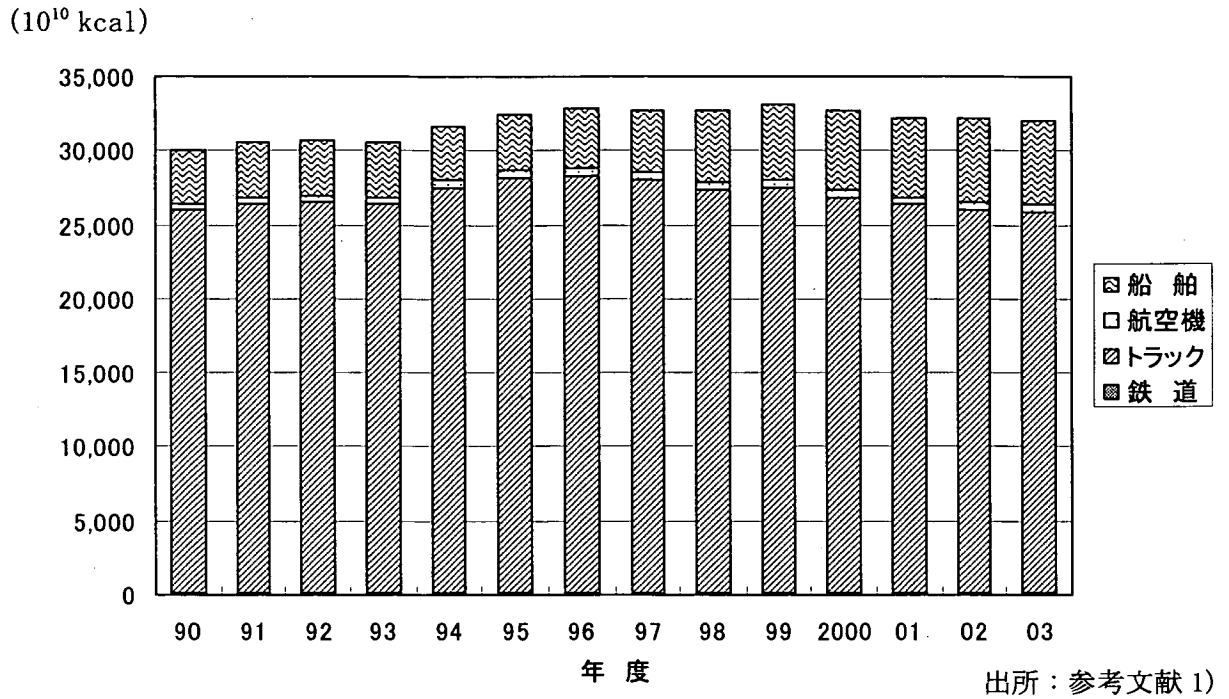


図 4.1 輸送機関別エネルギー消費量の推移[貨物]

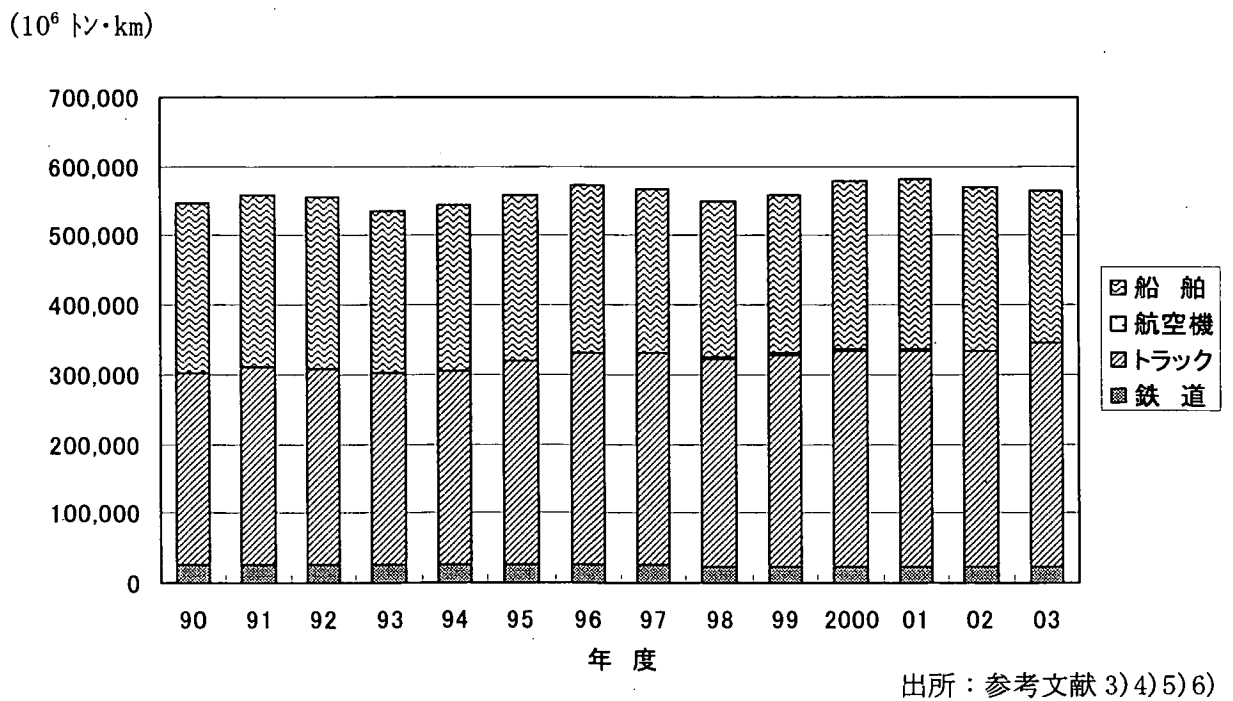


図 4.2 輸送機関別輸送量の推移[貨物]

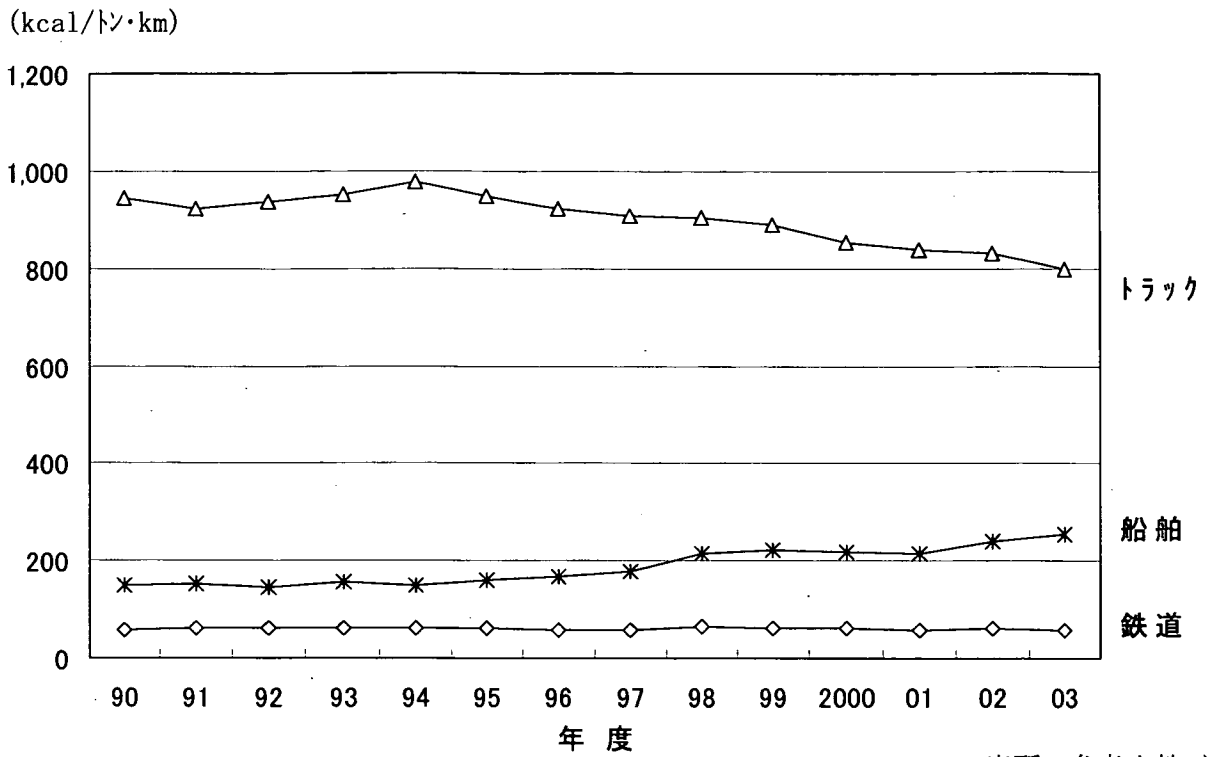


図 4.3 輸送機関別エネルギー消費原単位の推移[貨物]

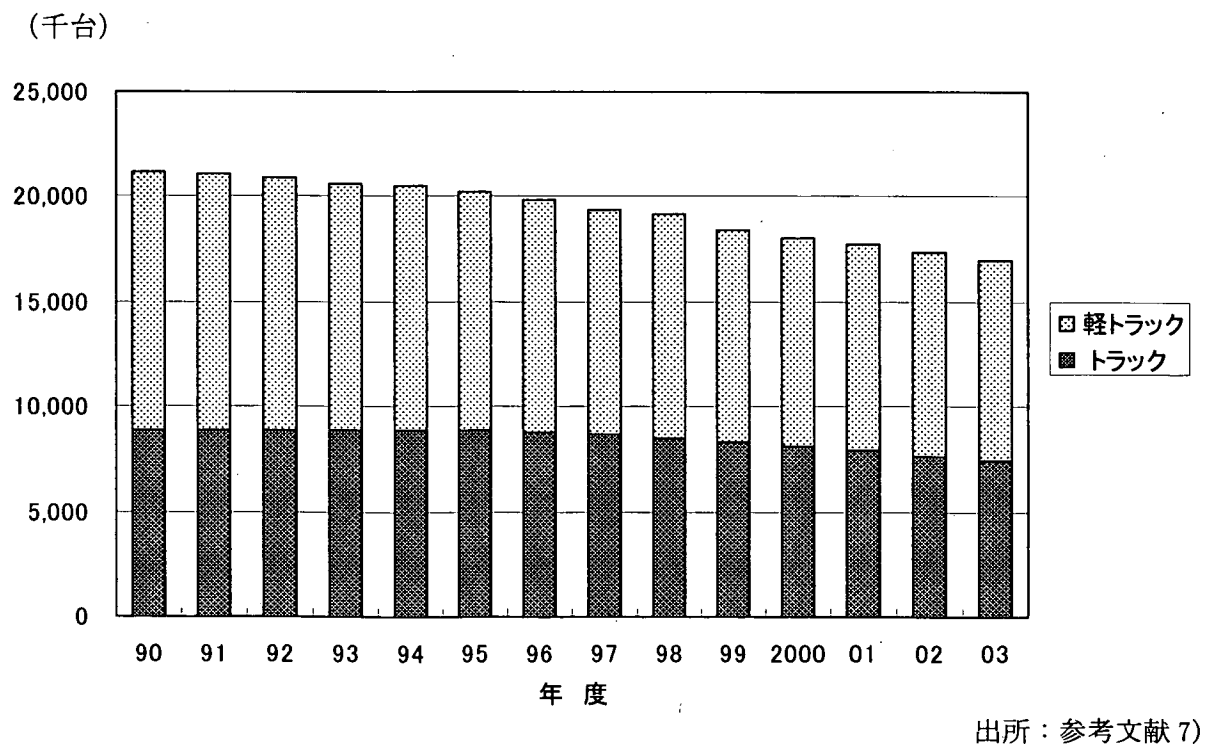


図 4.4 自動車保有台数の推移[貨物]

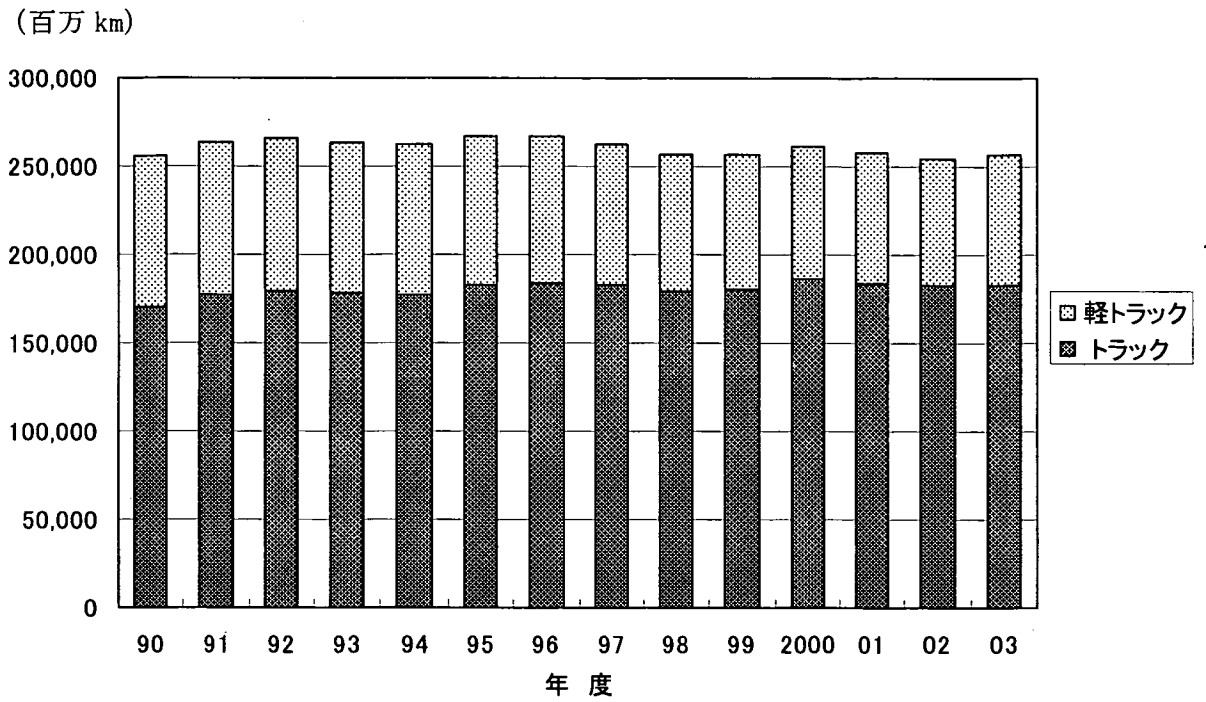


図 4.5 自動車走行キロ[貨物]



## 5. おわりに

自動車の保有台数が増加している（2003 年度において旅客、貨物の合計で 7,400 万台）。運輸部門のエネルギー消費はその多くが乗用車、バス、トラックによるもので、運輸部門のエネルギー源別エネルギー消費量の実に 9 割近くをガソリン、軽油が占めている。すなわち、運輸部門の地球温暖化対策においては、ガソリン、軽油の消費抑制が重要な課題となっている。

このような中、本年 2 月、気候変動枠組条約京都議定書が発効し、4 月には「京都議定書目標達成計画」が閣議決定された。本計画には広範な CO<sub>2</sub> 排出削減策が示されており、運輸部門においては、トップランナー基準による燃費改善、クリーンエネルギー自動車の普及、高度道路交通システム (ITS) の推進等々が挙げられている（運輸部門に関係する対策・施策を抜粋して付録に示した）。国や運輸業界では、これらの対策に鋭意取り組み、推進しているところである。自動車に係わる有望なエネルギー消費効率改善策、効果を下記に再掲する。

- ・トップランナー基準規制が 1998 年に導入された。トップランナー基準規制は、関係の自動車のエネルギー消費効率改善に着実に寄与している。
- ・ハイブリッド車の出荷が急速に立ち上がっている。ハイブリッド乗用車の燃費は従来車と比べて飛躍的に向上しており、現行トップランナー基準規制値の 2.2 倍に達するものもある。
- ・アイドリングストップ車も徐々に普及している。アイドリングストップ車の燃費向上効果は、全自動のもので約 10%、半自動のもので約 5% である。
- ・サルファーフリー対応車（直噴リーンバーン技術導入）も、燃費の向上が見込まれる。

これらの状況を鑑みて、近未来における自動車交通体系は、高度道路交通システム (ITS) の広範な整備のもと、トップランナー基準をクリアするアイドリングストップ車、又はハイブリッド車が走行する省エネ型の自動車交通体系に移行していくものと思われる。

最後に、「京都議定書目標達成計画」では情報提供・普及啓発の施策において、“多様な手法による適切な情報提供を通じて国民の意識に働きかけ、国民一人ひとりの自主的な行動に結びつけていく”としている。運輸機関の省エネに係わる基礎的なデータの継続的な収集や国民への情報発信は重要な課題であって、本レポートも国民一人ひとりの省エネ意識を高め、運輸機関のエネルギー消費効率改善の推進を図る上で一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 省エネルギーセンター：エネルギー・経済統計要覧 2005
- 2) 資源エネルギー庁 ホームページ (エネルギーバランス表 2002 年度)  
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/index4.htm>
- 3) 国土交通省：自動車輸送統計 年報
- 4) 国土交通省：鉄道輸送統計 年報
- 5) 国土交通省：運輸経済統計要覧
- 6) 国土交通省：航空輸送統計 年報
- 7) 国土交通省：陸運統計要覧 年報  
<http://toukei.mlit.go.jp/16/rikuun.html>
- 8) 地球温暖化対策推進本部：京都議定書目標達成計画 (平成 17 年 4 月 28 日)
- 9) 省エネルギーセンター ホームページ (トップランナー基準(乗用自動車))  
[http://www.eccj.or.jp/law/machine/car\\_p.html](http://www.eccj.or.jp/law/machine/car_p.html)
- 10) 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー部会 (第 3 回) 配布資料：自動車業界の  
取り組みと考え方 (平成 16 年 2 月)
- 11) 日本自動車工業会 ホームページ (統計月報)  
[http://www.jama.or.jp/stats/m\\_report/index.html](http://www.jama.or.jp/stats/m_report/index.html)
- 12) 日本自動車工業会 ホームページ (低公害車等出荷台数)  
[http://www.jama.or.jp/eco/eco\\_car/shipment/index.html](http://www.jama.or.jp/eco/eco_car/shipment/index.html)
- 13) トヨタ自動車 ホームページ (グリーン購入法適合車両等出荷台数)  
[http://www.toyota.co.jp/jp/environment/environmental\\_info/jisseki.html](http://www.toyota.co.jp/jp/environment/environmental_info/jisseki.html)
- 14) 日野自動車 ホームページ (グリーン購入法適合車種リスト)  
[http://www.hino.co.jp/j/service/green/hnenvi\\_green07.html](http://www.hino.co.jp/j/service/green/hnenvi_green07.html)
- 15) 国土交通省自動車交通局 ホームページ (自動車燃費一覧)  
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/nenpi/nenpilist/07.html>
- 16) 日本自動車研究所 ホームページ (電気自動車等導入費補助のご案内)  
[http://www.jari.or.jp/ja/h17\\_hojo/hojokin-toha/hojokin-toha-3.html](http://www.jari.or.jp/ja/h17_hojo/hojokin-toha/hojokin-toha-3.html)

- 17) 日野自動車 ホームページ (バス)  
<http://www.hino.co.jp/j/product/bus/index.html>
- 18) 経済産業省 ホームページ (「アイドリングストップ日本縦断キャラバン走行」の結果発表)  
<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0003232/>
- 19) 省エネセンター ホームページ (プレスリリース: AT車のアイドリングストップ導入可能性検討委員会の結果まとまる)  
<http://www.eccj.or.jp/pressrelease/020626.html>
- 20) 石油連盟 ホームページ (サルファーフリーについて)  
<http://www.paj.gr.jp/html/data/eco/lowsulphur.html>
- 21) JR東日本: 社会環境報告書 (2003年度版)
- 22) 国土交通省 ホームページ (地球温暖化防止ボランティアプランの第4回フォローアップ結果について)  
[http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/01/010119\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/01/010119_.html)
- 23) 横河電機 ホームページ (世界初ハイブリッド鉄道車両の開発)  
<http://www.yokogawa.co.jp/tm/TI/hitech/hjr/>
- 24) サイバー日本館 ホームページ (省エネ最前線①意外と知られていない「省エネ車両」)  
[http://www.nippon-kan.jp/co2/nikkeibp/0409\\_02.html](http://www.nippon-kan.jp/co2/nikkeibp/0409_02.html)
- 25) 日本航空: 2004年版 環境報告書
- 26) All About ホームページ (飛行機 記事一覧)  
<http://allabout.co.jp/travel/airplane/library/mlibrary6.htm>
- 27) 原子力百科事典 ATOMICA: 日本の部門別エネルギー消費 (民生部門および運輸部門) (01-02-03-07)
- 28) 平成11年3月31日 通商産業省・運輸省告示第3号 最終改正 平成16年1月22日 経済産業省・国土交通省告示第1号: 貨物自動車の性能の向上に関する製造事業者等の判断の基準等
- 29) いすゞ自動車 ホームページ (ELF HYBRID)  
[http://www.isuzu.co.jp/product/elf\\_pm/hybrid/index.html](http://www.isuzu.co.jp/product/elf_pm/hybrid/index.html)

- 30) 交通安全環境研究所 ホームページ (次世代低公害車開発プロジェクト)  
<http://www.nts-el.go.jp/teikougai/teikougai01.html>
- 31) 環境省 中央環境審議会 地球環境部会 (第 13 回) : 現大綱における運輸部門の対策の進捗状況について (暫定評価)
- 32) 日立造船 ホームページ (ニュースリリース 平成 15 年 12 月 18 日)  
<http://www.hitachizosen.co.jp/news-release/index-j.html>
- 33) 海上技術安全研究所 : 次世代内航船の研究開発 パンフレット
- 34) 国土交通省 ホームページ (スーパーエコシップ技術研究組合の設立について)  
[http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/10/101110\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/10/101110_.html)

付録：京都議定書目標達成計画

別表1 エネルギー起源二酸化炭素に関する対策・施策の一覧（抜粋）

1. 省 CO<sub>2</sub>型の地域・都市構造や社会経済システムの形成
  - b. 省 CO<sub>2</sub>型の交通システムのデザイン
  - c. 省 CO<sub>2</sub>型物流体系の形成
2. 施設・主体単位の対策・施策
  - b. 運輸事業者による取組
3. 機器単位の対策・施策等
  - b. 運輸部門

This is a blank page.

具体的な対策	対策評価指標 <2010年度見込み>	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策効果	
					排出削減量(万t-CO <sub>2</sub> )	排出削減量の積算時に見込んだ前提※
<p>1. 省CO<sub>2</sub>型の地域・都市構造や社会経済システムの形成                      b. 省CO<sub>2</sub>型の交通システムのデザイン</p>						
公共交通機関の利用促進 (表1-1b①)	公共交通機関の輸送人員<約25億人の改善効果>	交通事業者:公共交通機関の整備、サービス・利便性向上 事業者:従業員や顧客等への公共交通機関の利用促進 国民:公共交通機関の利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄道新線整備の推進</li> <li>・都市部における新交通システム等中量軌道システム、LRT整備の推進</li> <li>・ICカードの導入等情報化の推進、乗り継ぎ改善、シームレスな公共交通の実現等によるサービス・利便性向上を通じた公共交通機関の利用促進</li> <li>・都市圏交通円滑化総合対策事業の実施</li> <li>・駅前広場等交通結節点の整備の推進</li> <li>・公共交通機関利用促進に資する社会実験の実施・支援</li> <li>・省エネルギー法に基づく公共交通機関の利用促進</li> <li>・普及啓発</li> <li>・バス優先信号制御による公共車両優先システム(PiPS)等の整備の推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公共交通機関の整備</li> <li>・サービス・利便性向上を通じた公共交通機関の利用促進</li> <li>・普及啓発</li> </ul>	約380	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄道新線整備等により改善効果が見込まれる公共交通機関の輸送人員のうち、一定割合が自家用乗用車から利用転換するものと想定して、各地域ごとに算定した数値を積算</li> <li>・100人以上の従業員を有する事業所におけるマイカー通勤者のうち、約1割が公共交通機関へ利用転換するものと想定</li> </ul>
環境に配慮した自動車使用の促進(エコドライブの普及)による自動車運送事業等のグリーン化 (表1-1b②)	エコドライブ関連機器の普及台数<20万台> 高度GPS-AVMシステム車両普及率<16%>	製造事業者:エコドライブ関連機器の開発・販売 運送事業者:エコドライブ関連機器の導入、エコドライブの実施、タグセンサーによる整備、高度GPS-AVMシステムによる効率的配車の実施、省エネルギー法に基づく中長期計画の作成及び実施 消費者:エコドライブ関連機器の導入、エコドライブの実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>・EMSモデル事業に対する支援等によりエコドライブの取組を普及促進</li> <li>・タグセンサーの整備によるアイドリングストップの実証実験</li> <li>・高度GPS-AVMシステムの整備の支援</li> <li>・アイドリングストップ等エコドライブの普及啓発</li> <li>・省エネルギー法の自動車運送事業者への適用</li> <li>・「グリーン物流パートナーシップ会議」を通じた取組の促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・普及啓発</li> <li>・アイドリングストップ遵守対策の推進</li> </ul>	約130	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エコドライブ関連機器導入による1台当たりのCO<sub>2</sub>排出削減効果&lt;約15%&gt;</li> <li>・高度GPS-AVMシステムによる配車距離の削減量&lt;約1km&gt;</li> </ul>

具体的な対策	対策評価指標 <2010年度見込み>	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策効果	
					排出削減見込 量(千t-CO2)	排出削減量の積算時に 見込んだ前提※
環境に配慮した自動車使用の促進 (アイドリングストップ 車導入支援) (表1-1b③)	アイドリングストップ車 普及台数<約280万台 >	製造事業者:アイドリングストップ機能を 有する自動車の機種拡大 販売事業者:アイドリングストップ機能を 有する自動車の積極的な販売	・アイドリングストップ機能を有する自動車購入に対する支援措置 ・自動車用空調システム改善に係る技術開発 ・グリーン物流パートナーシップ会議を通じた取組の促進 ・率先導入	・普及啓発 ・率先導入	約60	・アイドリングストップ車の 燃費改善効果<5~10% 程度>
自動車交通需要 の調整 (表1-1b④)	自転車道の整備 <1995年度から2010年 度まで約3万kmの自転 車道を整備>	交通事業者:交通需要マネジメント (TDM)施策の推進、都市圏交通円滑化 総合対策事業の実施 国民:自転車の利用、時差通勤等	・交通需要マネジメント(TDM)施策の推進 ・都市圏交通円滑化総合対策事業の実施 ・自転車利用環境の整備・支援 ・自転車利用の促進に資する社会実験の実施・支援	・交通需要マネジメント(TDM)施策の推進 ・都市圏交通円滑化総合対策事業の実施 ・自転車利用環境の整備 ・自転車利用の促進に資する社会実験の実施	約30	・自転車道の整備延長 ・トリップ長5km未満の乗 用車の走行台キロ ・自転車利用への転換率 ・CO2排出係数
高度道路交通シス テム(ITS)の推進 (表1-1b⑤)	ETC(ノンストップ自動 料金支払いシステム) 利用率 <2006年春までに約 70%まで向上> VICS(道路交通情報通 信システム)普及率 信号機の集中制御化 <1995年度から2010年 度まで約4万基の信号 機を集中制御化>	国民、事業者:ETCの利用、VICSの利 用、車両運行管理システム(MOCS)等 対応車両の導入	・ETCの利用促進施策(各種割引等)の実施、二輪車 のETCへの対応の実施 ・VICSの普及促進 ・道路交通情報収集・提供の促進 ・ドライバーへの情報提供・危険警告等により安全で 快適な走行を支援するシステムの開発 ・グリーン購入法に基づく率先導入の推進 ・信号機の集中制御化の推進 ・中央処理装置の高度化、新信号制御方式 (MODERATO)の導入等交通管制センターの高度化 ・リアルタイム信号制御モデルの推進 ・交通公害低減システム(EPMS)等の推進 ・事業用車両に対する車両運行管理システム (MOCS)等の整備 ・道路交通情報提供事業者の正確かつ適切な道路 交通情報の提供を促進 ・交通情報検証システムの的確な運用 ・交通規制情報のデータベース化の推進	・道路交通情報収集・提供 の促進 ・グリーン購入法に基づく 率先導入の推進	約360	・ETC利用率 ・料金所別渋滞量 ・料金所別通行台数 ・ノンストップ効果による 速度向上 ・速度別CO2排出係数 ・VICS普及率 ・VICSの普及による速度 向上 ・速度別CO2排出係数 ・集中制御化した信号機 1基当たりのCO2改善量 (2002年基準) ・信号機の整備基数



具体的な対策	対策評価指標 <2010年度見込み>	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策効果	
					排出削減見込 量(万t-CO <sub>2</sub> )	排出削減量の積算時に 見込んだ前提※
路上工事の縮減 (表1-1b⑥)	1km当たりの年間路上 上工事時間<2007年 までに約2割削減 (2002年比)>	占用企業者・集中工事・共同施工の実 施	・共同溝の整備、集中工事・共同施工の実施 ・道路工事調整協議会等 を主催し、集中工事や共同 施工等の調整の実施 ・道路使用許可の適切な 運用	・共同溝の整備、集中工 事・共同施工の実施 ・道路工事調整協議会等 を主催し、集中工事や共 同施工等の調整の実施 ・道路使用許可の適切な 運用	約50	・1km当たりの年間路上 工事時間 ・非渋滞時-渋滞時速度 差 ・工事渋滞長 ・速度別CO <sub>2</sub> 排出係数
交通安全施設の 整備 (表1-1b⑦)	信号機の高度化< 1995年度から2010年度 までに約2万基の信号 機を高度化>	—	・信号機の系統化、感応化等の推進 ・交通管制の高度化 ・違法駐車抑止システムの整備 ・駐車誘導システムの整備 ・交通情報板を活用した交通誘導、踏切信号機の整 備によるボトルネック対策の推進	・信号機の設置	約50	・高度化した信号機1基 当たりのCO <sub>2</sub> 改善量 (2002年基準) ・信号機の整備基數
テレワーク等情報 通信を活用した交 通代替の推進 (表1-1b⑧)	テレワーク人口<就業 者数の25%、約1,630 万人相当>	企業、経済界、労働界・テレワーク推進 に向けた普及啓発・調査研究活動等の 実施	・テレワーク・SOHOの促進に向けた情報提供・調査 研究・普及促進活動を実施 ・公務員のテレワークの試行・実施	—	約340	・テレワーク人口 <就業者数の25%、約 1,630万人相当>
環境的に持続可 能な交通(EST) の実現 (表1-1b⑨)	EST取組地域数、EST モデル事業地域のCO <sub>2</sub> 削減率	交通事業者:公共交通機関の整備、環 境負荷低減 事業者:従業員や顧客等への公共交通 機関の利用促進 地方公共団体:公共交通機関の利用促 進事業、交通基盤整備、違法駐車対 策、バス専用レーンの設定等 利用者:自動車利用の自粛、公共交通 機関・自転車の利用、徒歩の推進	・モデル事業の実施(実施地域の選定、集中的支援 の実施) ・取組に係る目標設定、評価手法等に関する情報提 供 ・広報活動	・地域における公共交通 機関の利用促進事業等 ・環境負荷低減に資する 交通基盤整備 ・環境顕成 ・普及啓発		・「グリーンエネルギー自動車」の普及及 促進、「自動車交通需要の調整」、「公共 交通機関の利用促進」等の内数

具体的な対策	対策評価指標 <2010年度見込み>	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策効果	
					排出削減見込量(万t-CO <sub>2</sub> )	排出削減量の積算時に見込んだ前年度*
<b>1. 省CO<sub>2</sub>型の地域・都市構造や社会経済システムの形成</b>						
<b>c. 省CO<sub>2</sub>型物流体系の形成</b>						
海運グリーン化総合対策 (表1-1c①)	海上輸送量(自動車に転送が容易な貨物(雑貨)量:トンキロ)の増加<54億トンキロ>	海運事業者:省エネルギー法に基づく中長期計画の作成及び実施 荷主:海運事業者と連携し、内航海運を積極的に利用する	・スパーエコシッピング等新技術の開発・普及促進施策の推進 ・規制の見直しによる海運活性化 ・省エネルギー法の荷主及び海運への適用 ・新規船舶・設備の導入への支援 ・「グリーン物流パートナーシップ会議」を通じた取組の促進 ・「流通業務総合効率化促進法」によるモーダルシフトの促進	—	約140	・船舶の対トラック比原単位<約13%>
鉄道貨物へのモーダルシフト (表1-1c②)	トラックから鉄道コンテナに転換することで増加する鉄道コンテナ輸送トンキロ数<32億トンキロ>	鉄道事業者:ITを活用した輸送力の有効活用 大型コンテナ輸送体制の整備による利用促進 E&S(着発線荷役方式)駅の整備による輸送効率の向上 省エネルギー法に基づく中長期計画の作成及び実施 利用運送事業者:大型コンテナ等の輸送機材の充実による利用促進 荷主:環境にやさしい鉄道貨物輸送を積極的に利用する	・山陽線鉄道貨物輸送力増強事業 ・「グリーン物流パートナーシップ会議」を通じた取組の促進 ・輸送力増強に資する新型高性能列車の導入支援等 ・省エネルギー法の荷主及び鉄道貨物への適用 ・「流通業務総合効率化促進法」によるモーダルシフトの促進 ・環境にやさしい鉄道貨物輸送の認知度向上の推進(エコレールマークの普及、推進等)	・普及啓発	約90	・鉄道貨物輸送の対トラック比原単位<約8%>
トラック輸送の効率化 (表1-1c③)	車両総重量24トン超25トン以下の車両の保有台数<120,800台>、トレッラーの保有台数<68,800台>、営業自率<約1%向上>、積載効率<約1%向上>	運送事業者:車両の大型化、トレッラー化、トラック輸送の効率化の推進、省エネルギー法に基づく中長期計画の作成及び実施	・車両の大型化、トレッラー化を推進 ・車両の大型化に対応した橋梁の補強 ・省エネルギー法の荷主及びトラック事業者等への適用 ・「グリーン物流パートナーシップ会議」を通じた取組の促進 ・「流通業務総合効率化促進法」によるトラック事業者の輸送の効率化の推進	・普及啓発 ・車両の大型化に対応した橋梁の補強	約760	・25トン車導入に伴う燃料削減効果<約9,000L/台> ・トレッラー導入に伴う燃料削減効果<約24,000L/台> ・営業用貨物自動車の対家用貨物自動車比原単位<約17%>
国際貨物の陸上輸送距離削減 (表1-1c④)	国際貨物の陸上輸送量(トンキロ)削減<約92億トンキロ削減>	荷主、物流事業者:生産消費地からの距離が近い最適港湾の利用	・中核・中核国際港湾における国際海上コンテナターミナルの整備 ・多目的国際ターミナルの拠点的整備 ・「グリーン物流パートナーシップ会議」を通じた取組の促進	—	約270	・国際貨物の陸上輸送距離の短縮

具体的な対策	対策評価指標 <2010年度見込み>	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が 実施することが 期待される施策例	対策効果	
					排出削減見込 量(万t-CO <sub>2</sub> )	排出削減量の積算時に 見込んだ前提※
<p>2. 施設・主体単位の対策・施策</p> <p>b. 運輸事業者による取組</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○環境に配慮した自動車使用の促進(エコドライブの普及促進等による自動車運送事業等のグリーン化)(再掲)</li> <li>○環境に配慮した自動車使用の促進(アイドリングストップ革導入支援)(再掲)</li> <li>○海運グリーン化総合対策(再掲)</li> <li>○鉄道貨物へのモーダルシフト(再掲)</li> <li>○トラック輸送の効率化(再掲)</li> <li>○国際貨物の陸上輸送距離の削減(再掲)</li> </ul>						

具体的な対策	対策評価指標 <2010年度見込み>	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策効果	
					排出削減見込量(万t-CO <sub>2</sub> )	排出削減量の積算時に見込んだ前提※
<b>3. 機器単位の対策・施策等</b> <b>b. 運輸部門</b>						
トヨタランナー基準による自動車の燃費改善 (表1-3b①)	目標年度における製造業者及び輸入業者のトヨタランナー基準達成状況(事業者ごと及び省エネルギー法にて指定された区分ごとによる)	製造事業者:燃費の優れた自動車の販売 販売事業者:燃費の優れた自動車の積極的な販売 消費者:燃費の優れた自動車の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>トヨタランナー基準の設定</li> <li>税制上の優遇措置</li> <li>政府一般公用車の低公害車化を契機とする低公害車開発・普及の加速</li> <li>自動車の燃費性能に係る評価・公表制度及び車体表示を通じた消費者への燃費情報の提供等</li> <li>グリーン購入法に基づく率先導入の推進</li> <li>低利融資制度による低燃費車導入促進</li> <li>今後、重量自動車のトヨタランナー基準を新たに導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>普及啓発</li> <li>グリーン購入法に基づき率先導入の推進</li> </ul>	約2,100	<ul style="list-style-type: none"> <li>2010年平均新車理論燃費</li> <li>既に燃費基準を策定している自動車につき対策を講じた場合の平均保有理論燃費</li> <li>対策がなかった場合の平均保有理論燃費</li> <li>総走行キロ、トンキロ</li> <li>注:ガソリン乗用車の燃費改善効果には、国内製造事業者による燃費基準の前倒し達成分を見込んでいる</li> </ul>
クリーンエネルギー自動車、ハイブリッド自動車、天然ガス自動車、メタノール自動車、ディーゼル代替LPガス自動車、燃料電池車の累積導入台数<合計233万台>	製造事業者:輸入事業者:クリーンエネルギー自動車技術開発、生産、輸入販売 販売事業者:クリーンエネルギー自動車の積極的な販売 消費者:クリーンエネルギー自動車の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>クリーンエネルギー自動車の導入補助</li> <li>税制上の優遇措置</li> <li>政府一般公用車の低公害車化を契機とする低公害車開発・普及の加速</li> <li>ハイブリッド自動車用高出力二次電池の開発</li> <li>燃料電池自動車の世界に先駆けた早期実用化に向けた技術開発、実証実験等の推進</li> <li>次世代も視野に入れた低公害車の開発・実用化の促進</li> <li>グリーン購入法に基づく率先導入の推進</li> <li>低利融資制度による低燃費車導入促進</li> <li>省エネルギー法改正による自動車運送事業者の低燃費車導入についての取組の促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入支援</li> <li>グリーン購入法に基づき率先導入の推進</li> <li>普及啓発</li> </ul>	約300	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハイブリッド自動車、ディーゼル代替LPガス自動車、天然ガス自動車、電気自動車の累積導入台数&lt;233万台&gt;</li> <li>グリーンエネルギー自動車の種別ごとの省エネルギー</li> </ul>	

具体的な対策	対策評価指標 <2010年度見込み>	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策効果	
					排出削減見込量(万t-CO <sub>2</sub> )	排出削減量の積算時に見込んだ前提※
高速道路での大型トラックの最高速度の抑制 (表1-3b③)	大型トラックの速度抑制装置装着台数 <約80万台>	事業者:大型貨物自動車への速度抑制装置の装着	・道路運送車両法に基づく大型トラックに対する速度抑制装置の装着の義務付け	—	約80	・高速道路での最高速度抑制による燃料消費量の削減<約13%>
○環境に配慮した自動車使用の促進(アイドリングストップ車導入支援)(再掲)						
サルファアフリー燃料の導入及び対応自動車の導入 (表1-3b④)	直噴リーンバンによる燃費改善率 <ガソリン車:10%程度> 触媒除去のための燃費改善率 <ディーゼル車:4%程度>	石油精製、元売り事業者:サルファアフリー燃料の供給 自動車製造事業者等:サルファアフリー燃料対応車の開発 自動車販売事業者:サルファアフリー燃料対応自動車の積極的な販売 消費者:サルファアフリー燃料対応車の導入、サルファアフリー燃料の購入	・サルファアフリー燃料の生産に伴う製油所設備等の省エネ化に係る補助 ・サルファアフリー燃料の供給に係る補助	・サルファアフリー燃料に対応した自動車の率先導入	約120	・サルファアフリーに対応した直噴リーンバン車、ディーゼル車の出荷台数比率<ガソリン車:8%、ディーゼル車:100%> ・ガソリン車・ディーゼル車エネルギー消費量
鉄道のエネルギー消費効率の向上 (表1-3b⑤)	エネルギー消費原単位 <約7%改善>	鉄道事業者: ・自主行動計画 ・省エネルギー法に基づく中長期計画の作成及び実施	・新規車両の導入に対する支援 ・省エネルギー法の鉄道事業者への適用	—	約40	・省エネ型車両の導入<約75%>
航空のエネルギー消費効率の向上 (表1-3b⑥)	エネルギー消費原単位 <約15%改善>	航空事業者: ・自主行動計画 ・省エネルギー法に基づく中長期計画の作成及び実施	・新規機材の導入に対する支援 ・航空管制・荷役装置の高度化 ・エコエアポートの推進 ・省エネルギー法の航空事業者への適用	—	約190	・2010年度における国内航空輸送量<1,019億人キロ>

This is a blank page.

# 国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s <sup>-1</sup>
力	ニュートン	N	m·kg/s <sup>2</sup>
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m <sup>2</sup>
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N·m
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	A·s
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m <sup>2</sup>
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束	ルーメン	lm	cd·sr
照射度	ルクス	lx	lm/m <sup>2</sup>
放射能	ベクレル	Bq	s <sup>-1</sup>
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV = 1.60218 × 10<sup>-19</sup> J  
 1 u = 1.66054 × 10<sup>-27</sup> kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バール	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

1 Å = 0.1 nm = 10<sup>-10</sup> m  
 1 bar = 100 fm<sup>2</sup> = 10<sup>-28</sup> m<sup>2</sup>  
 1 bar = 0.1 MPa = 10<sup>5</sup> Pa  
 1 Gal = 1 cm/s<sup>2</sup> = 10<sup>-2</sup> m/s<sup>2</sup>  
 1 Ci = 3.7 × 10<sup>10</sup> Bq  
 1 R = 2.58 × 10<sup>-4</sup> C/kg  
 1 rad = 1 cGy = 10<sup>-2</sup> Gy  
 1 rem = 1 cSv = 10<sup>-2</sup> Sv

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 <sup>18</sup>	エクサ	E
10 <sup>15</sup>	ペタ	P
10 <sup>12</sup>	テラ	T
10 <sup>9</sup>	ギガ	G
10 <sup>6</sup>	メガ	M
10 <sup>3</sup>	キロ	k
10 <sup>2</sup>	ヘクト	h
10 <sup>1</sup>	デカ	da
10 <sup>-1</sup>	デシ	d
10 <sup>-2</sup>	センチ	c
10 <sup>-3</sup>	ミリ	m
10 <sup>-6</sup>	マイクロ	μ
10 <sup>-9</sup>	ナノ	n
10 <sup>-12</sup>	ピコ	p
10 <sup>-15</sup>	フェムト	f
10 <sup>-18</sup>	アト	a

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局 1985年刊行による。ただし, 1 eV および 1 uの値は CODATA の1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクトールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- bar は, JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令では bar, barn および「血圧の単位」 mmHg を表2のカテゴリーに入れている。

## 換 算 表

力	N (=10 <sup>5</sup> dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘 度 1 Pa·s(N·s/m<sup>2</sup>) = 10 P(ポアズ)(g/(cm·s))

動粘度 1 m<sup>2</sup>/s = 10<sup>4</sup> St(ストークス)(cm<sup>2</sup>/s)

圧	MPa (=10 bar)	kgf/cm <sup>2</sup>	atm	mmHg(Torr)	lbf/in <sup>2</sup> (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 <sup>3</sup>	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322 × 10 <sup>-4</sup>	1.35951 × 10 <sup>-3</sup>	1.31579 × 10 <sup>-3</sup>	1	1.93368 × 10 <sup>-2</sup>
	6.89476 × 10 <sup>-3</sup>	7.03070 × 10 <sup>-2</sup>	6.80460 × 10 <sup>-2</sup>	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 <sup>7</sup> erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft·lbf	eV
	1	0.101972	2.77778 × 10 <sup>-7</sup>	0.238889	9.47813 × 10 <sup>-4</sup>	0.737562	6.24150 × 10 <sup>18</sup>
	9.80665	1	2.72407 × 10 <sup>-6</sup>	2.34270	9.29487 × 10 <sup>-3</sup>	7.23301	6.12082 × 10 <sup>19</sup>
	3.6 × 10 <sup>6</sup>	3.67098 × 10 <sup>5</sup>	1	8.59999 × 10 <sup>5</sup>	3412.13	2.65522 × 10 <sup>6</sup>	2.24694 × 10 <sup>25</sup>
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 <sup>-6</sup>	1	3.96759 × 10 <sup>-3</sup>	3.08747	2.61272 × 10 <sup>19</sup>
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 <sup>-4</sup>	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 <sup>21</sup>
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 <sup>-7</sup>	0.323890	1.28506 × 10 <sup>-3</sup>	1	8.46233 × 10 <sup>18</sup>
	1.60218 × 10 <sup>-19</sup>	1.63377 × 10 <sup>-20</sup>	4.45050 × 10 <sup>-28</sup>	3.82743 × 10 <sup>-20</sup>	1.51857 × 10 <sup>-22</sup>	1.18171 × 10 <sup>-19</sup>	1

1 cal = 4.18605 J(計量法)  
 = 4.184 J(熱化学)  
 = 4.1855 J(15 °C)  
 = 4.1868 J(国際蒸気表)  
 仕事率 1 PS(仏馬力)  
 = 75 kgf·m/s  
 = 735.499 W

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270 × 10 <sup>-11</sup>
	3.7 × 10 <sup>10</sup>	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58 × 10 <sup>-4</sup>	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

我が国のエネルギー消費構造動向調査  
— 運輸部門編 —

R100

古紙配合率100%  
白化度70%再生紙を使用しています