

自動車を取り巻く環境問題の高まり

経済調査部 副主任研究員 石尾 勝

〈要 旨〉

1. 自動車を取り巻く社会的な問題が強まっている。中でも自動車への環境規制強化の動きは大きな問題である。環境保全問題への取組みは、国民生活や経済活動全般にわたるテーマであるが、とりわけ自動車産業にとっては緊急かつ深刻な課題である。
2. 現在の自動車に対する環境問題は、従来からの課題である大気汚染や騒音、振動に加え、排気ガス中のCO₂の抑制、特定フロンガスの使用禁止、廃車のリサイクル化、などが注目されている。こうした動きの背景には、昨今の地球レベルでの環境保全意識の高まりが指摘できる。
3. 地球温暖化防止の観点から、CO₂を抑制するため自動車の燃費改善や代替エネルギー車の開発などが求められている。燃費改善は省エネ・省資源の観点に加えて、CO₂の抑制の点で地球温暖化防止に有効な対策であり、米国を中心に再び燃費改善へ向けた規制強化の動きが強まっている。日本車の燃費効率は現在、世界で最も高い水準にあり、更なる改善には多大な努力を要しよう。
燃費改善のための技術的対策としては、①アルミ・FRPなどの素材使用による車体の軽量化、②エンジンの改良による燃焼効率向上、③走行抵抗の低減化などがあげられる。
さらに車体の「ダウンサイジング」こそが燃費改善には最も効果的であると言えるが、ユーザーニーズの方向などを考えるとそれへの移行は容易ではない。
4. NO_xなどの排気ガスに関しては、70年代後半以降内外で規制が強化され、自動車一台ごとのクリーン度は改善されてきたにもかかわらず、大都市部中心に大気汚染が悪化する傾向を示している。
わが国におけるこの理由としては、①自動車総数自体の増大、②景気の拡大、物流の活発化などによる自動車交通量の増大、③ディーゼル車使用の増加、などがあげられる。
このため、排ガスに対する規制に関しても、①排ガスの総量規制、②自動車の車種構成のより低公害車種へのシフト、③交通手段の自動車から他の手段への転換、など新しい方向性が加わってきている。
米国カリフォルニア州では1998年以降一定台数の電気自動車販売を事実上義務付ける規制が昨年成立したが、こうした規制の新しい方向性は自動車社会の構造自体に大きなインパクトをもたらす要素を含んでおり、十分注意していく必要がある。

5. 代替エネルギー車の利用は、①CO₂や有害排気ガスの抑制、②石油資源の節約、③エネルギー利用効率の改善などにも有効な手段である。中でも電気自動車は、走行による有害排気ガスの直接排出は一切なくクリーンな車である。しかし、一般的な普及はほとんど進んでいない。

電気自動車普及のためには、①走行性能の向上、②製造コストの低減、③電気補給スタンド設置などのインフラ整備、の3点があげられるが、これらに対しては政策的な支援が望まれる。わが国で先頃発表された「電気自動車普及基本計画」は、電気自動車普及に関する問題点を総合的に分析し、長期的な普及目標台数を設定している。米国でもビッグスリーとエネルギー省との電気自動車に関する共同研究開発計画が打ち出されている。

我々ユーザーとしても代替エネルギー車を社会システムの一部、日常生活を構成する要素の一つとして今後積極的に受入れていく姿勢が必要であろう。

6. 自動車保有台数が急増するとともに、廃車数も大幅に増加しており、廃車の効率的な回収処理の必要性と、使用素材のリサイクル化への要請が高まっている。わが国の廃車処理の現状をみると、処理能力の不足と処理コストの上昇、ダストの最終廃棄場所の不足、廃車路上放棄の増加などが問題となってきた。

廃車リサイクル化への生産サイドの技術的課題としては、①車体へのリサイクル素材の積極的使用、②解体とリサイクルが容易な生産システムの導入、などがあげられる。

そもそも、リサイクル化の基本的な方向は、リサイクル可能な素材の積極的使用とともに社会的なリサイクルシステムの構築にある。自動車業界だけでなく一般ユーザーや行政も含めた社会全体の問題として、リサイクルシステムの構築に取り組む必要があり、我々一人一人がリサイクルの重要性とコスト負担への理解を高めることが大切である。

7. 自動車の環境問題に関しては、さらに次の2つの視点に留意する必要がある。第1には、環境問題の解決策は互に背反する方向を含んでいたり、環境問題以外の他の課題の解決策と矛盾する場合があることである。例えば、車体の軽量化は素材選択に注意しないと廃棄物公害を生み出すことになるし、安全性確保の問題とも矛盾する懸念がある。

第2に、環境問題の克服は個別的解決策では限界があり、社会システムを脱んだ総合的な対策の導入が必要となっていることである。例えば、排ガスによる大気汚染の悪化や実走行時の燃費の低下は渋滞の悪化が影響している。そこでは道路整備、物流システムの合理化といった社会的な総合的取組が不可欠である。

8. 環境保全に関する「社会的費用」を市場内部に取り込み、価格メカニズムを働かせることは環境問題の解決にとって有益であり、この点で自動車の「社会的費用」に対しても適切な対応が期待される。こうした状況の中、自動車産業は経営構造を「効率の追求」から「環境との調和」へと転換していかざるを得ない。直面しつつある困難は大きく、内外の企業間の優劣格差や淘汰の動きが強まることも予想されるが、またそれは新たな技術進歩や市場拡大の源ともなりうるものである。

つまるところ、環境に優しい自動車社会の構築は我々全員の課題であり、次世代に対する義務でもあるということを十分に認識する必要がある。

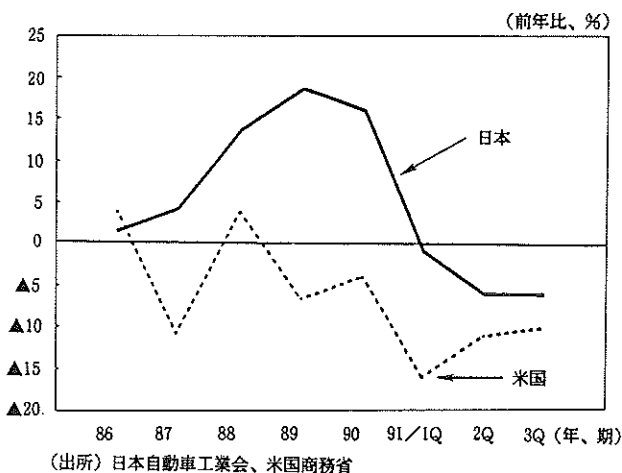
1. 世界的な市場低迷下で高まる環境面での制約

(1) 世界的な自動車市場の低迷

わが国の新車販売台数（軽自動車を含む）は90年度後半から勢いを弱め、今年度に入ってから低迷が続いている。新車投入効果により、今後、緩やかに需要が上向いてくるとの見方があるものの、依然先行きの不透明感は払拭できない状況にある。

一方、米国の自動車不況も予想以上に長引いており、ピックアップの91年の累積赤字額は3社合計で50億ドルを越えるものと見られ、80年代初め以来の経営危機という見方も強まっている。また、欧州でも英仏市場の低迷が続いている上、旧東独での需要顕在化により堅調に推移してきた独市場も頭打ち傾向が見えてきている（図-1）。

図-1 日米乗用車販売台数の推移



(2) 自動車直面する構造的課題

このような世界的な自動車市場の低迷には各国それぞれに特有な要因が見られるものの、基本的には好調を持続してきた景気の息切れと自動車需要の後退といった循環的要因によるものと考えられる。

しかしながら、現在の自動車市場とその関連産業が直面しつつある問題は、こうした短期的な循

環要因による市場縮小と販売競争の激化という問題ばかりではない。そこには、自動車を取り巻く社会的な問題の高まりとそれによる市場構造自体の変化という中長期的、構造的な困難が横たわっている。

その中で最も大きなものは地球規模での環境保全意識の高まりに伴う自動車への規制強化の動きである。環境保全問題への取組みは、国民生活や経済活動全般にわたるテーマであるが、とりわけ自動車産業にとっては緊急かつ深刻な課題となつつある。

自動車は、今日、社会に深くビルトインされた存在となっており、国民生活の向上と経済発展に多大な貢献をするとともに、人々のライフスタイルを大きく変化させてきた。その反面、排気ガスによる大気汚染や騒音、振動などの環境問題を引き起こしてきたことも否めない事実である。

本稿では、こうした自動車に係わる環境問題に焦点を当て、自動車と環境の関わり合い、自動車への環境規制の動きとメーカーを中心とした課題克服への取組みなどについて概括的な整理をしてみたい。

2. 自動車と環境問題と関わり合い

(1) 自動車への環境規制の歴史的な動き

自動車が環境に与える影響についてはこれまでも様々なところで指摘されてきた。

中でも排気ガスに含まれるNOx、CO、HCなどによる大気汚染や騒音、振動の発生は、モータリゼーションの進展とともに古典的な「自動車公害」問題として広く認識されるようになり、これに対する行政的な規制も時代とともに強化されてきた。

60年代後半から70年代にかけて、自動車に対する環境問題への関心は大きな盛り上がりを見せた。すなわち、世界最大の自動車王国である米国において、65年に世界最初の自動車排ガス規制

がカリフォルニア州で制定され、68年には規制が連邦レベルに拡大、そして70年には大気浄化法、いわゆるマスキー法が成立した。これは排気ガスによる大気汚染問題への対応が眼目のひとつであり、米国内ではNO_xなどを低減するための触媒装置の装着が義務付けられるとともに、環境問題改善に向けたメーカーの自覚と努力が促された。

一方、わが国でも66年に初めて自動車排ガス規制が導入され、67年に公害対策基本法、68年には大気汚染防止法、騒音規制法が施行されて「自動車公害」への監視の目は高まった。そして、75年からはガソリン車に対して、NO_xは最大55%削減、CO、HCは1/10への低減を内容とする世界で最も厳しい排ガス規制が実施され、相前後してディーゼル車にも規制が設けられた。

また石油危機発生を受けた省エネ機運の盛り上がりにより、自動車の燃費にも関心が向けられ、米国や日本などで燃費改善目標が定められた。

日本の自動車メーカーは排ガス低減装置の開発、エンジンの改良などの対応策によって、こうした困難な規制をクリアするとともに、内外のユーザーの小型車志向もあって、国際的な競争力を向上させて、世界の一大自動車生産国としての地位を固めてきた(表-1参照)。

(2) 自動車に対する環境問題の変化

ひるがえって、現在関心が高まっている自動車に対する環境問題の中身を整理してみると、従来からの課題である大気汚染や騒音、振動といった分野に加え、排気ガス中のCO₂の抑制、製造過程やカーエアコンなどに利用されている特定フロンガスの使用禁止、金属・プラスチックなどの素材の廃棄抑制とリサイクル、などが重要な問題として注目されている。

環境問題に関して、このような新たな動きが生まれてきた背景には、昨今の地球レベルでの環境保全意識の高まりが指摘できる。

すなわち、60年代後半から70年代にかけての環境問題の高まりは、どちらかと言えば各国あるいは各地域レベルでの環境汚染への対応であり、それに加えて石油危機を契機とした省資源、省エネの観点が強く作用していた。

一方、今日の環境問題は、①国境を越えた地球全体レベルでの対応が強く要請されていること、②これまでは環境に害をもたらすと認識されていなかったものが問題化していること、の2点で新たな性格を有したものに变化してきている。

例えば、人体に基本的に無害であり問題視されてこなかったCO₂やフロンガスが、我々の生存の前提となっている地球環境を破壊しかねない要因である点が次第に認識されるようになってきたことや、NO_xやSO_xによる酸性雨の世界的な拡大は一国レベルでは防止しきれない問題であることなどがあげられる。また、資源・エネルギー保全への認識も改めて強まっており、天然資源の保護や製品のリサイクル化も各方面で重要な課題となってきた。

また、これらの問題が国際社会での「南北」間の新たな対立要素となってきたことも、もはや環境問題が一国を超えて地球レベルでの課題であることを示唆するものと言えるだろう。

(3) 地球環境問題と自動車の課題

自動車の環境汚染に対する今日的課題を整理すると、先ほども述べたように、①地球温暖化問題との関連で排ガス中のCO₂の排出抑制、②大気汚染や酸性雨との関連で同じく排ガス中のNO_x、CO、HCなどの排出抑制、③地球温暖化並びにオゾン層破壊問題との関連で特定フロンガスの使用禁止、④廃棄物増大による環境汚染の関連から金属、プラスチックなどのリサイクル化、⑤石油資源節約の観点からの動力源の代替化などがあげられる(図-2)。

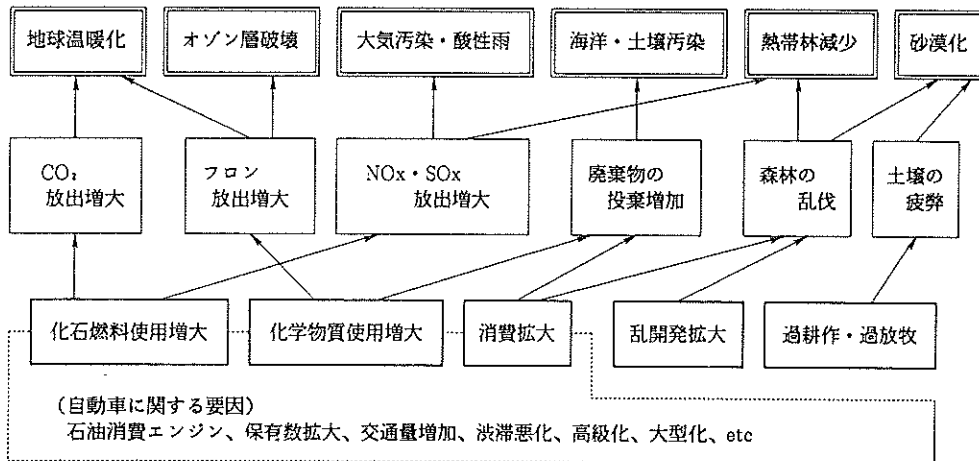
以下ではこうした課題の中から、CO₂の排出抑制に絡む燃費改善問題、NO_xなどの有害排ガ

表-1 自動車を取り巻く環境と技術的対策の推移

年代	時代	個人の欲求	法令・道路他	自動車産業動向 社会現象等	自動車技術	キーテクノロジー
1955 (S30)	自動車夢物語 時代語	同一欲求の時代 (人並み指向)	<ul style="list-style-type: none"> 通産国民車構想 (57) 高速自動車国道法 (57) 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽族 (55) 神風タクシー横行 	国産化・量産化技術 高出力化・高速化技術 安全・公害対策技術	品質管理
1960 (S35)			<ul style="list-style-type: none"> 道路交通法 (60) 首都高開通 (63) 名神開通 (64) 	<ul style="list-style-type: none"> 所得倍増計画 (60) 月賦販売開始 (60) 乗用車保有100万台越 (63) 東海道新幹線開通 (64) 東京オリンピック (64) 初のスモッグ警報 (65) 		
1965 (S40)	マイカー時代	↓	<ul style="list-style-type: none"> 公害対策基本法 (67) 自動車取得税、米 国自動車安全基準(68) 東名全通 (69) E S V 提唱 (米、69) マスクー法 (米、70) 	<ul style="list-style-type: none"> 新3種の神器 カラーテレビ・カー・ク ーラー 欠陥車ショック (69) 	小型・軽量省燃費技術	生産技術・燃焼制御・軽量化
1970 (S45)	社会的 試練の時代	↓	<ul style="list-style-type: none"> 排ガス規制告示 (74) 排ガス規制 (75) C A F E (米、75) 	<ul style="list-style-type: none"> ノーカー運動 (71) ローマクラブ成長の限界 (72) 第一次オイルショック(73) 		
1975 (S50)	成熟・多様化時代 安定成長		↓	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ法 (79) 中央自動車道全通 (82) 中国自動車道全通 (83) 関越自動車全通 (85) 新大気浄化法 (米、90) 	<ul style="list-style-type: none"> 中古車登録台数が新車を抜く (77) 第二次オイルショック(79) 世界一の自動車生産国に (80) 対米自主規制 (81) 多品種少量生産 海外生産活発化 CO₂ 問題提起 (88) 地球環境問題の高まり 	高度自動車技術
1980 (S55)		高度情報化・ 高度自動車社会 (調和・協同・貢献)		高度欲求の時代 (快適環境指向)		
1985 (S60)	高度情報化・ 高度自動車社会 (調和・協同・貢献)	高度欲求の時代 (快適環境指向)				
1990 (H2)						

(出所) 通産省自動車問題懇談会報告書「21世紀高度自動車社会をめざして」に一部加筆

図-2 地球環境問題と自動車の関係



ス抑制問題、これらとの関連で重要視されている低公害車の開発問題、そして廃車リサイクル問題の4分野について、全体的な内容を把握してみたい。

3. 燃費改善問題

(1) CO₂による地球温暖化と自動車の燃費改善

地球温暖化をもたらす温室効果のうち、おおむね5割がCO₂によるもので、うち8割が石油・石炭などの化石燃料の使用で発生すると見られている。

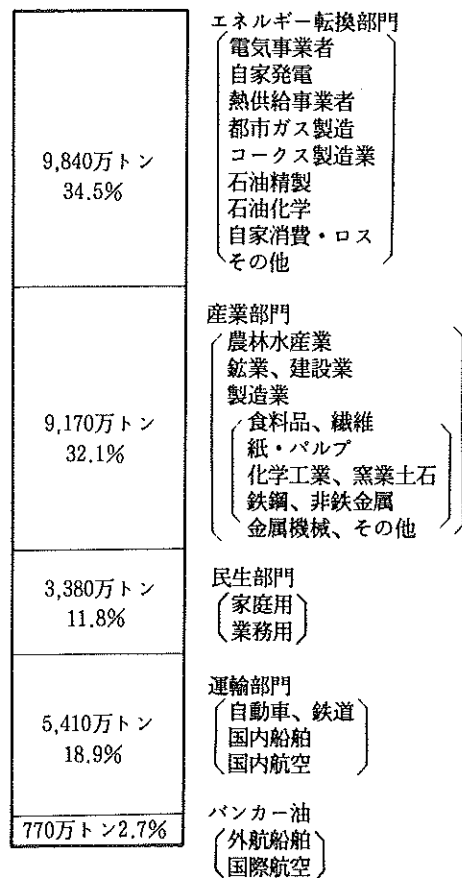
社会のCO₂総排出量に占める自動車の割合を定量的に把握することは難しいが、わが国の部門別CO₂排出量に関する環境庁の推計では、運輸部門からの排出が国内全体の18.9%に達し、うち自動車がその8割以上を占めている。さらに、一般の家庭などの民生部門における自動車使用分も考慮すると、全体の総排出量の約2割が自動車に因るものと思われる(図-3)。

今後はCO₂の排出量を現状レベル程度にとどめていくことが国際的な合意となっている。わが国でも90年10月に政府による「地球温暖化防止行動計画」が策定され、「2000年以降のCO₂排出量を1990年のレベルで固定する」ことが目標として掲げられ、対策の方向性が提示されるとともに具体的な施策についての検討がなされつつあ

図-3 我が国のCO₂排出量(炭素換算)(1989年度)

エネルギー利用 2億8,600万トン

(直接排出源別)



(備考) 1. 総合エネルギー統計等より試算。
2. %はエネルギー利用全体に対する割合。
(出所) 環境庁「環境白書 平成3年版」

る。その中で、自動車はCO₂抑制のための重要な対象として位置づけられており、燃費改善やCO₂排出が少ない代替エネルギー車の開発などが求められている。

(2) 燃費改善に向けたこれまでの内外の取組

燃費改善は本来的には省資源・省エネの観点から石油燃料の節約効果を狙ったものであるが、同時に燃料消費に連動して生成されるCO₂の抑制に直結しており、地球温暖化防止にも有効な対策である。

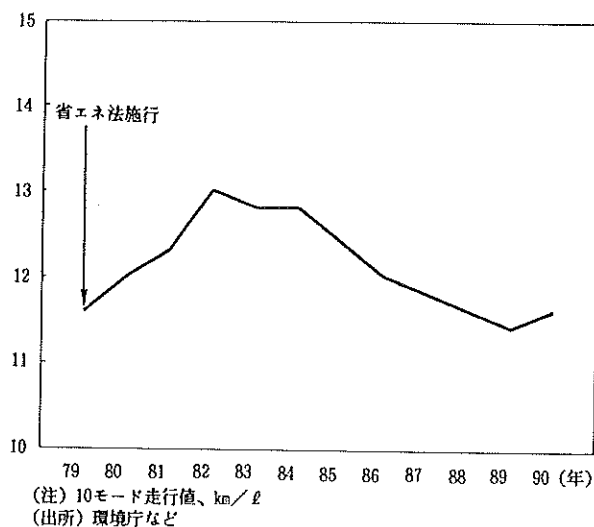
燃費改善に向けた内外の取組を簡単に振り返って見ると、75年に米国で「Energy Policy and Conservation Act」が施行され、乗用車に対する企業別平均燃費規制（CAFE規制）が設けられた（注1）。

日本でも79年に省エネ法が制定されて乗用車に対する厳しい燃費改善目標値が定められたが、わが国の自動車メーカーは、エンジンの多弁化、燃料噴射制御技術の向上などの努力を重ね、この基準をクリアーすることに成功した。

その後、80年代に入り石油・エネルギー情勢の安定とともに自動車の燃費改善についての世界的な関心も低下した。一方で、大型車・高級車へのユーザーニーズの高まり、安全性・快適性向上のための車体重量の増加は、燃費の改善に関してマイナスに作用することとなった。

ちなみに、最近の我が国の国内向けに生産した乗用車の平均燃費を見てみると、その値は82～84年を改善のピークとして、それ以降は年々悪化傾向をたどってきている（注2）。加えて大都市圏での交通渋滞の悪化は実際の走行燃費をさらに低下させているものと見られる（図-4）。

図-4 国内向け乗用車の平均燃費の推移



(3) 最近の燃費規制強化への動き

こうした経緯を経て、地球環境問題の高まりという新たな要因によって、米国を中心に再び燃費改善へ向けた規制強化の動きが強まっている。

米国においては既に幾つかの燃費規制強化法案が昨年から今年にかけて議会に提出されている。

そのうち昨年上院に提出され最も注目されているブライアン法案は、88年度の企業別燃費実績を基準に、96年型新モデル以降は一律20%、2001年型新モデル以降は同40%もの改善を求めている。また、未達成企業に対してはその未達成度合いに応じたペナルティーを課すこととしており、自動車メーカーへの影響は大きい。

このCAFE規制強化の考え方に対しては、①要求している改善率の大きさがやや非現実的である、②一律的なパーセンテージによる改善要求であるため、各メーカーごとに達成しなければならぬ改善水準が異なってくる、③既に燃費の良い車を生産している日本メーカーなど技術リーダー企業にむしろ不利な規制となる、などの問題点が指摘されている。しかし、いずれ何らかの形でC

(注1) 企業別平均燃費（CAFE）とは、各自動車メーカーのモデルごとに測定された燃費の販売台数加重平均値である。表-2参照。

(注2) 90年は若干改善しているが、これは軽自動車規格改定効果から大幅に売れたことによるものであり、基本的な変化とは言い切れない。

AFE規制強化法が成立するとの見方も強く、今後の米国議会の動きが注目される（表-2参照）。

また、わが国でも90年、総合エネルギー調査会が2000年を目処に乗用車の燃費を88年実績より10%、2010年には15%改善することを要請した答申を行い、これをうけて通産省などでは新たな燃費目標値を打ち出す動きを見せている。

表-2 アメリカのCAFE規制による
各社別乗用車燃費水準

(モデル年、mpg)

	1985年	1986	1987	1988	1989	1990
GM	25.5	26.2	26.9	27.6	27.3	27.1
FORD	26.6	26.8	26.8	26.4	26.6	26.4
CHRYSSER	27.8	27.8	27.5	28.4	28.0	27.1
NISSAN	29.4	30.2	29.7	30.4	30.4	28.4
TOYOTA	32.9	32.7	33.4	32.6	32.1	30.6
HONDA	33.9	33.7	32.6	32.0	31.6	30.8
MAZDA	30.3	29.7	29.0	28.7	29.8	30.2
FUJI (SUBARU)	33.0	31.9	31.0	31.9	32.5	27.8
VW-AUDI	30.2	29.8	30.1	30.5	30.4	29.0
VOLVO	26.5	26.8	26.4	26.0	25.0	25.2
MERCEDES-BENZ	23.0	21.3	22.3	21.3	21.4	21.4
RLNAULT	28.6	33.5	33.0	—	—	—
BMW	25.8	25.7	24.9	21.7	22.2	22.2
全平均	27.3	28.0	28.4	28.7	28.4	28.1
連邦規制値 (mpg)	27.5	26.0	26.0	26.0	26.0	27.5
(km/ℓ)	11.6	11.0	11.0	11.0	11.2	11.6

(注) 1. いずれも、販売台数による加重平均値。また、米国産車、輸入車の平均には、その他メーカーを含む。

2. 1990年の燃費値は、年度途中の最新の販売予想台数に基づく企業平均燃費値である。

(出所) 自動車産業ハンドブック (1991年版)

このように内外で燃費規制強化の動きが高まっているが、わが国メーカーの燃費効率も現在、世界で最も高い水準にあり、現状からの大幅な燃費改善が課せられた場合、その達成のためには多大な技術的努力が必要とされよう。

(4) 燃費改善のための技術的対策

燃費改善のための生産サイドにおける対策としては、①アルミ・FRPなどの素材使用による車体の軽量化、②エンジンの改良による燃焼効率向

上、③走行抵抗の低減化、④駆動系の動力伝達効率の向上、などの面での技術開発があげられる。ここでは車体の軽量化とエンジンの改良による燃焼効率の向上について取り上げてみたい。

(車体の軽量化)

車両重量が1%軽くなれば、他の条件を一定として燃費は0.5%~1%改善すると言われている。車体の軽量化については、構造面での軽量化と素材面での軽量化の2つの方向が考えられる。

構造面での軽量化とは、使用部品数の削減や骨格構造、デザインの変更などによって、車体の性能を維持しながら材料の量を減らす方向であり、素材面での軽量化とは、より軽量の素材に置き換えていく方向である。この2つの方向を組み合わせ、ボディー、エンジン、トランスミッションなど各部において軽量化の試みが進められている。

このうち、素材の軽量化については、ボディーの鋼板からアルミ合金への代替、エンジンのアルミ合金化やセラミック化などが追求されている。既に車体にアルミを多用したスポーツタイプの乗用車が一部で市場に投入されている。

また、FRPなどのプラスチック類も軽量で高機能性に富むという特性を生かして、車体各部への使用が拡大している。表-3のようにわが国の乗用車の材料構成比(重量比)は鉄鋼に代わってアルミ、プラスチックなどが増えており、今後この比率はさらに高まっていくことが予想される。

表-3 登録乗用車における原材料構成比推移

(単位: %)

	1973年	1977年	1980年	1983年	1986年	1989年
鉄	81.1	80.9	78.0	73.0	74.4	73.7
アルミ	2.8	2.6	3.3	3.5	3.9	4.9
合成樹脂	2.9	3.5	4.7	5.7	7.3	7.5
その他計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(出所) 日本自動車工業会など

しかし、こうしたアルミ合金やプラスチック類の導入については新たな課題も少なくない。

まず第一に、新しい素材の使用は単に旧素材と置換すれば済むのではなく、そのための車体設計技術の改良や生産工程の刷新が必要となる。

第二に、軽量化の追求は一方で環境保全面での新たな問題を生じさせかねない。例えば、FRPなどの利用拡大は廃棄物処理やリサイクル化の面では問題を増やす可能性がある。

第三に、軽量化は安全性の確保との間でも背反的な要素を抱えている。

車体の安全性を重視すれば、装備面・素材面の強化が要請され車体重量は増え、燃費改善に対しては相反する方向へ作用する。例えば、サイドドアビームの強化やエアバッグ装置の装着などは車体重量を増やしてしまう。つまり、燃費改善と安全性は一種のトレードオフ関係にあり、こうした相反する要求をいかに技術的に解決していくか注目される。

(エンジンの改良による燃焼効率の向上)

エンジンの改良に関しては、80年代から最近までエンジンの高性能化、高出力化の方向が図られてきたが、今後はその力点を燃費改善に移していかざるを得ないであろう。

燃費改善のためにはエンジンの効率を向上させる必要がある。これに関する技術的対策としては、短期的には希薄燃焼方式（リーンバーンシステム）の採用や2サイクルエンジンの実用化、長期的には既存のレシプロガソリンエンジンに代わる新型エンジンの開発などがある。

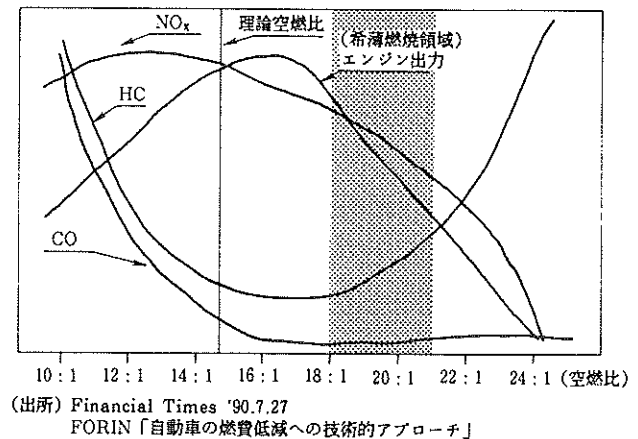
ここで留意すべきことは、既存のエンジンのうち、ディーゼルエンジンはガソリンエンジンに比べ燃費は良いものの、有害排ガスの多さの点で逆に問題が残るという点である。燃費問題はガソリン車を中心としたテーマであると言えるが、逆に排ガス問題では後で見るとディーゼル車への対策がより深刻な課題となっている。

希薄燃焼方式に関しては、70年代以降省エネ対策として技術開発が進められきたが、ここにき

て開発テンポに拍車がかかりつつある。

超希薄燃焼方式とは、エンジンの燃焼室内における空気のガソリンに対する割合をガソリンの噴射を希薄化することによって増やす方式である。通常、空気とガソリンの混合比率は14.7対1が最適（理論空燃比）とされるが、超希薄燃焼はその比率を20対1以上に高めることによってガソリン消費量を減少させ、CO₂の発生量を削減することができる。しかし、希薄燃焼させると、燃焼が不安定となって出力が低下する上、三元触媒によるNO_xの削減が困難になる、などの問題点が指摘されている（図-5）。

図-5 空燃比と排出物の関係



(4) 「ダウンサイジング」の有効性と困難性

以上のように、燃費改善に向けて幾つかの技術的対応策が試みられている。しかし、最も有効な燃費改善策は車体の「ダウンサイジング」にあると考えられる。

2度の石油危機の時、省エネへの対応から米国で小型かつ高性能の日本車へユーザーニーズがシフトした例を見てもわかるように、燃費改善には車が小型になることが最も効果的であることは明瞭である。しかし、現在の状況を見るに車体の「ダウンサイジング」への移行は容易ではなさそうである。

環境問題を背景に燃費へのユーザーの関心が今

後高まっていくことは確実であるが、ユーザーを取り巻く外部環境は石油危機当時と現在ではかなり異なっており、石油危機当時の生活防衛のような切迫したものにはならないであろう。

また、ユーザーがこれまで求めてきた高性能で安全な自動車へのニーズにはわかに後退することはないと思われる。ユーザーが求めているのは高性能、安全と燃費の良さの両立である。さらに、自動車メーカーから見れば、販売車両が高級化、大型化の方が収益面でメリットが大きいため「ダウンサイジング」へのインセンティブは働きにくい。事実、わが国では大型化、高級化が進んできている（表-4）。

ここに燃費改善問題の難しさの根本が示されていると言えるのではないだろうか。

4. 有害排気ガス規制問題

(1) 大気汚染と自動車との関係

排気ガスに関して、燃費問題と重複する形で高まっている課題として、大気汚染の原因であるNOx、HC、COなど規制強化がある。

自動車のNOxなどの排気ガスに関しては、先にも述べたように公害問題がクローズアップされた60年代後半から70年代にかけて米国のマスキー法を始めとして内外で相次いで規制が強化されてきた。中でもわが国の規制は世界トップレベルの厳しい内容となっている。こうした規制に対し、エンジンの改良や三元触媒方式の開発などの自動

車メーカーの技術的努力により、現在、一台当たりの排気ガス中のNOxなどの大気汚染物質は平均して未規制時代の1/10程度にまで減少していると見られる。

しかし、このような自動車一台ごとのクリーン度改善にもかかわらず、大都市部中心に大気汚染が世界的に悪化する傾向を示している。

わが国の自動車によるNOx排出の大きさをしてみると、東京都区部、横浜市、大阪市などのいわゆるNOx総量規制地域において、85年度の総排出量の約5割が自動車に因るものであり、東京都区部だけではこの値は約67%にも達している（図-6）。

また、環境庁が行っている大気中のNO₂濃度の測定結果をしてみると、総量規制地域における自動車排出ガス測定局の年平均値は86年度以降悪化に転じており、90年度には総数の89%の局が環境基準（日平均値0.06PPM）を達成できなかった。

図-6 総量規制地域における発生源別窒素酸化物排出負荷の割合（昭和60年度）

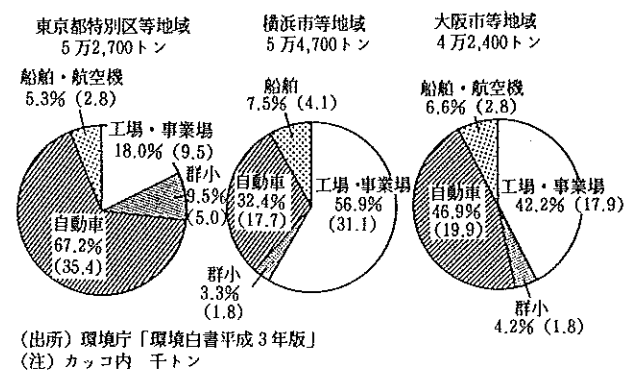


表-4 我が国の車種別の保有台数の推移

	普通乗用車	小型乗用車	軽乗用車	トラック・バス	計
85年末 (シェア)	712 (1.5)	25,116 (54.4)	2,016 (4.4)	17,371 (37.6)	46,157
90年末 (シェア)	1,785 (3.1)	30,555 (53.0)	2,585 (4.4)	21,567 (37.4)	57,698
5年間の伸び	+150.7	+21.7	+28.2	+24.2	+25.0

(千台、%)

(出所) 日本自動車工業会

(注) 普通乗用車は排気量2,000cc超、小型乗用車は同2,000cc以下660cc超、軽乗用車は同660cc以下。

こうした状況の中で、中央公害対策審議会の89年12月答申を受けて、91年3月に環境庁はディーゼル車の排ガス許容限度を93年度から強化することを打ち出した。そこでは最大35%のNOx低減が要求されており、また、これまで規制の無かったパーティキュレーション（注3）についても新たに規制することになっている。しかしながら、この規制内容が達成されたとしても、大都市部では環境基準を守ることはできないとする悲観的な見方が強い（表-5）。

表-5 環境庁のディーゼル車の排ガス規制改正内容（91年3月）

車種	NOx削減率	粒子状物質	黒煙削減率	適用時間
軽自動車（1.7t以下）	33%	0.34g/km （新規制）	20%	新車 ='93年10月 輸入車 ='95年4月
中量車 （1.7t～2.5t）	直噴式 35%	0.43g/km （新規制）		
	副室式 0%			
乗用車	—	0.34g/km （新規制）	20%	新車 ='94年10月 輸入車 ='96年4月
重量車 （2.5t超）	直噴式 17%	0.96g/KWh （新規制）		
	副室式 2%			

（出所）環境庁

(2) 自動車による大気汚染悪化の要因

このように、わが国において、自動車単体レベルでは規制強化により排ガスが浄化されてきているにもかかわらず、大気汚染が改善されない理由としては、次の3点が指摘できよう。

まず第一に、自動車の総数自体が増大してきていることである。わが国の自動車保有台数は最近急増し6000万台に達しており、今後も増加傾向が続くと見込まれている。こうした総数の増加によって全体として排ガスによる大気汚染が進んでいく状況にある。第二に、景気の拡大、物流の活発化などにより自動車の交通量が増大していることである。運輸省の統計によれば、89年度の自動車による貨物総輸送量（トンキロベース）は前年度に比べ約7%増加した。長期的傾向を見る

と、自動車輸送の国内輸送に占めるウェイトは旅客、貨物分野ともに拡大してきている。また、交通量の増大は大都市部での道路混雑や渋滞の発生を招き、これがさらに排ガスを増やして状況を悪化させていると考えられる。

第三に、わが国においてはディーゼル車の使用がガソリン車以上に増えてきていることである。

ディーゼルエンジンは燃費や出力面ではガソリンエンジンに勝っている上、燃料である軽油の価格が産業政策的背景もあって相対的にガソリンより割安なため、エネルギー効率面、経済コスト面の比較から需要拡大のインセンティブが存在している。

また、最近の産業景気の力強い拡大による物流需要の大幅な増加がディーゼル車であるトラック需要を押し上げたことも見逃せない。

しかしながら、ディーゼル車は排ガス中の有害物質の排出量が大きく、環境保全面では問題の残る車種と言える。ちなみに、東京における自動車のエンジン別の走行量とNOx排出量の割合を見ても、ディーゼル車は走行量に比べNOxを大量に排出していることがわかる（図-7）。

(3) 規制強化の新しい方向

以上のような状況から、自動車の排ガスに対する最近の規制強化の動きにもこれまでにない注目すべき方向性が加わってきている。

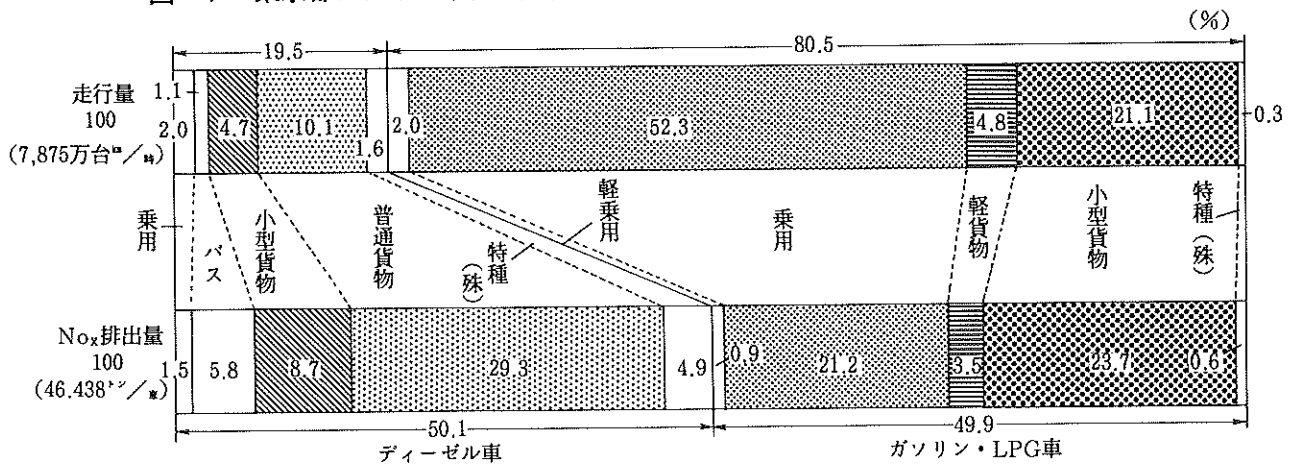
すなわち、単体レベルでの規制強化は今後も追求されていく方向にあるが、環境対策としては限界が見られる上、後で述べるように生産サイドの技術的な対応面でも困難さが増していくことが予想され、排ガス規制に対する新たな考え方が必要となってきた。

昨今の規制に関する新たな方向は大きく言って3つほどあげられる。

1つは自動車の排ガスを総量レベルで規制する仕組みの導入である。これは自動車の総数増加

（注3）排ガスに含まれる粒子状物質。主にSOF=Soluble Organic Fraction、すす、硫黄化合物の3つからなっている。

図-7 東京都における車種別走行量と窒素酸化物排出量（昭和60年度、都全域）



(注) 小型貨物には貨客を含む。

(出所)「東京都自動車公害防止計画」、男澤智治「大都市自動車交通の緊急課題NOx対策」

や交通量の増大に対して、全体として排ガス抑制の枠を設けようとする考え方であり、わが国の環境庁が積極的に検討している。

2つめは、走行する自動車の車種構成をより低公害の車種へとシフトさせる方向である。これは、既存の普及済みの車種の中で、排ガスの多い車からできるだけ少ない車への転換を促す動きと、既存の車に代え、低公害の代替エネルギー車の使用を拡大させていく動きとが見られる。

この方向としては、わが国の環境庁が車検制度などを活用したディーゼル車の低公害車種への移行を提言しており、また、米国カリフォルニア州は数年後の電気自動車の販売義務化スケジュールを既に制定している。

3つめは、交通手段自体を自動車からの他の手段へ転換していく方向である。わが国における、最近のいわゆるモーダルシフト推進の動きはこれに当たる(注4)。

こうした規制の新しい方向性は、単に自動車関連業界が影響を受けるだけにとどまらず、自動車社会の構造自体に大きなインパクトをもたらす要素を含んでおり、十分注意していく必要がある。

(4) 最近の内外における排ガス規制の動き (米国の規制強化)

米国では、90年に連邦レベルとカリフォルニア州において、それぞれ自動車の排ガスに対する規制強化が成立した。

連邦レベルでは大気浄化法が改正され、大気汚染の主要発生源のひとつである自動車の排気ガスについて、一台当たりのHCやNOxなどの排出量を21世紀に向けて大幅に削減していくスケジュールが規定された。既存の単体規制の延長であるが、内容的にはかなり厳しいものがある。

一方、規制の新しい方向性との関連でより注目されるのはカリフォルニア州の規制である。ここでは、連邦レベルより厳しい排ガス削減内容に加え、新しい規制策として一定台数の低公害車の販売を要求しているのが特徴的である(表-6)。

特にその中で最もインパクトの大きいのは、実質的な電気自動車の販売義務付けである。現在の技術水準の下では規制が要求するZEVに対応可能なのは電気自動車しかない。カリフォルニア州大気資源局の予測によると、2003年のカリフォルニア州の乗用車販売台数は200万台であり、年20万台の電気自動車を販売する必要がある。

(注4) 自動車輸送から鉄道、海運などへ輸送形態を転換していくこと。

表-6 カリフォルニア州の規制内容

- ① 94年モデル以降、非メタン有機ガス（HCに代わる概念）は段階的に0.125g/mile～0.04g/mileへ規制強化し、NOxは0.2g/mileへCOも1.7g/mileへそれぞれ半減させることとし、そのための低公害車の販売を要求する
- ② 非メタン有機ガス、CO、NOxなどの排出が零である車＝Zero Emission Vehicle（ZEV）を98年以降2%、2003年以降10%の比率で販売することを強制的に義務付ける。（ZEVは事実上、電気自動車に他ならない）
- ③ 非メタン有機ガスの削減に関して、企業平均規制値を設定し、各メーカーは自らの平均値が規制に適合するよう、低公害車車種を混ぜて販売することとする。
但しZEVの販売については強制的である。
- ④ 燃料供給業者に低公害の改質ガソリンや代替燃料の供給を義務付ける。

この規制が大きなインパクトを持つのは、①カリフォルニア州は米国最大の自動車市場であり、米国メーカーのみならず、日本、欧州メーカーにとっても多大な影響が及ぶ上、②環境規制に関しては、カリフォルニア州が全米の、さらには世界の先行指標的役割を果たしており、遠からず世界的な潮流になることが予想されるからである。

（わが国の規制に関する動き）

一方、わが国における動きでは、先頃出された環境庁の排ガス抑制対策検討会の最終報告が規制の新しい方向性を幾つか盛り込んでいる。その概要は、

- ① 抑制指定地域として、東京、大阪、横浜とその周辺地域を指定する。
- ② 指定地域の知事に排出総量抑制のための計画の策定を求める。

③ トラック使用業者などに、ディーゼル車の使用制限や低公害車への車種変更を義務付ける。
この実施にあたっては車検制度も活用する。

④ 指定地域での大規模事業者には排出抑制計画の作成を義務付ける。
などとなっており、指定地域でのNOxなどの総量削減目標は30～40%程度になると見られている。

この提言で注目される点は、自動車の生産・販売サイドだけでなく、物流業界などにも車種変更を義務付けたり抑制計画を求めたりしており、自動車のユーザーサイドにも環境保全の応分の責任を分担させる発想が入っていることである。この点はリサイクル問題への対応にも同様のことが言え、これからの環境に配慮した自動車社会を構築していく上で重要なポイントとなっていくと思われる。

(5) 技術的排ガス対策の動向

最後に、単体規制の強化に対応する技術的な排ガス低減策の動向について簡単に触れておこう。

現在、有害排気ガスを低減するための技術開発としては、高圧噴射など燃料噴射システムの改良、新たな排ガス低減触媒装置の開発、排ガス再循環方式の導入、ガソリンや軽油の改質、などが検討されており、これらを組み合わせた形での研究が進められつつある。

特に、わが国ではディーゼル車の有害排ガスの低減が強く求められており、ディーゼル車向けの新触媒装置の開発が期待されているが、技術的な困難も大きい。ガソリン車で画期的な低減対策となった「三元触媒方式」は、理論空燃比でしかうまく働かないため、エンジン原理上、空気が過剰な状態で燃焼させるディーゼル車では有効でなくなるという難点がある。

また、前述したように、ガソリン車も希薄燃焼方式を採用すればやはり三元触媒方式が有効でなくなるため、新たな有害排ガス低減策との複合対

策を迫られることになる。

生産サイドから見た場合の根本的な技術的対応策も、結局のところ、画期的なクリーンエンジンの開発や電気などの低公害の代替エネルギー車の開発に向かわざるを得ないと考えられる。

カリフォルニア州規制の最終的な環境基準は、既存の動力システムの延長線上の改良では無理であり、代替エネルギー車開発などの根本的な技術的変革なくしては達成できないと言われている。しかも、規制のスケジュールなどを考えると低公害車の開発と実用化に要する時間的猶予はあまりない。この点では自動車メーカーなどに対する政策面での積極的な支援も必要と思われる。

5. 低公害・代替エネルギー車開発

(1) 低公害・代替エネルギー車開発の意義

環境問題への意識が高まるにつれて、低公害の代替エネルギーを使用する自動車に大きな期待が寄せられており、実用化と普及に向けて内外での取組が積極化してきている。

代替エネルギー車の利用は、①CO₂や有害排気ガスの抑制、という目的だけではなく、②石油資源の節約、さらに③エネルギー利用効率の改善、などの課題を解決するためにも極めて有効な手段である。

現在、実用化に向け開発が進められているものとして、電気自動車やメタノール車、天然ガス車、水素自動車などがある。ここでは、そのうち、既に一部で実用化されており、今後の普及が最も期待されている電気自動車を中心に、その現状と今後の課題を見てみたい。

(2) 電気自動車

(電気自動車の環境保全面での位置)

内燃機関を使用しない電気自動車は、走行によ

るCO₂や有害排気ガスなどの直接的な排出は一切なく、また、騒音の面でも他に比べて低騒音であり、目下のところ、ガソリン・軽油を使用する既存の自動車に代替し得る最も有力な候補と考えられる(表-7)。

表-7 軽自動車と電気自動車の環境への影響比較

	原 型 車	電 気 自 動 車
排ガス	CO = 13.0 g/km HC = 2.1 g/km NOx = 0.5 g/km	有害排ガス 全て0
騒音	50km加速走行時=72ホン程度	50km加速走行時=65ホン程度

(注) 排ガスはガソリン軽貨物車の規制平均値。
(出所) 環境庁「環境白書平成3年版」

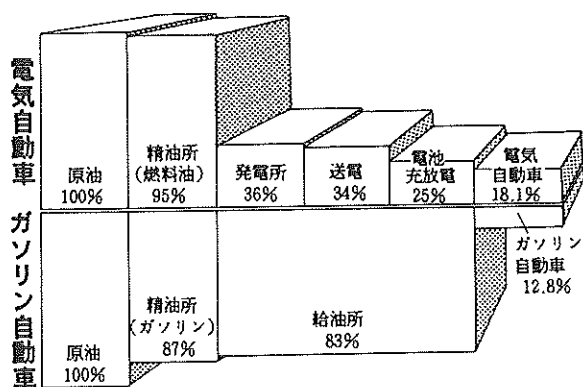
ただ、電気自動車は走行時に直接的な有害排ガスの排出は無いとは言え、その動力源である電気は2次エネルギーとして石油などの他のエネルギーを用いて発電することで得られており、その段階ではCO₂、NOxなどが排出されている。このため、より厳密には視野を一次エネルギー使用にまで拡げて、トータルに環境に与えるダメージを考える必要がある。

しかし、この点を考慮しても、ガソリン車と同じ距離を走行した場合の有害排ガスの排出量はやはり電気自動車の方が少ないとの試算(注5)が得られている。また、エネルギー利用効率もガソリン車の使用より高い。深夜電力を有効活用すれば、省エネにも大きく貢献しよう(図-8)。

加えて、有害物質に関する環境保全対策も工場などの固定排出源に対しての方が行いやすいことを勘案すると、電気自動車の方が環境上好ましい位置にあることは否定できないであろう。

(注5) 電気自動車はその距離を走行するために必要な電力を火力発電した際に排出されるガス量を比較すると、CO₂でガソリン車の9割程度にとどまると見られている。

図-8 電気自動車のエネルギー利用効率比較



(出所) エネ総工研「電気自動車用電池調査」、中部電力資料より

(電気自動車の基本的しくみ)

電気自動車には、大きく言って、動力源を電力のみとし、その電力は搭載された充電式バッテリーで賄う方式(狭義の電気自動車)とハイブリッド方式(ガソリンエンジンなどの別の動力源も搭載し、それによって発電を行うか、あるいは発電だけでなく走行時に電気とその動力源を適宜併用する方式)の2種類がある。

ハイブリッド方式は、電気自動車の走行性能の劣等性を補えると同時に、ガソリン車などの既存車に比べると排気ガスの排出量が少なくて済むことから、過渡的形態としては実現性が高い。しかし、無公害化と言う点からは既存車同様、やはり問題が残ろう(図-9)。

(電気自動車の普及状況)

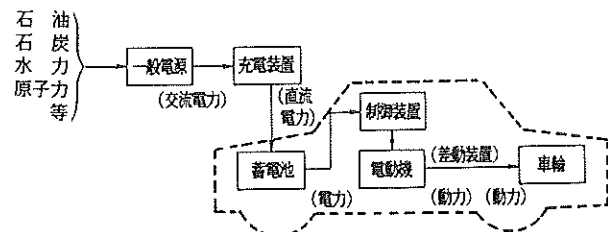
平成2年度末現在の我が国における電気自動車の総保有台数は1万台強であり、そのうち小型特殊車などを除くと、公道を走っているいわゆるオンロード車はわずか1千台余りでしかない。ちなみに我が国の自動車総保有台数は約6000万台であるから、電気自動車の占める割合は極めて小さい。

オンロード車のタイプとしては、既存の軽商用車を改造する形で作られたものが大半を占めており、乗用車タイプは極めて少ない。また、その用途としては、地方自治体のゴミ収集車や電力会社などで試験的に使用されているものがほとんどである。

このように、現段階では電気自動車は普及台数自体が極めて少ない上、ごく限られた用途にしか用いられておらず、一般的な車としての普及はほとんど進んでいないのが現状である(表-8)。

図-9 電気自動車のしくみ

電気自動車(市販車を改造した例)



(出所) 日本電動車両協会資料

内燃機関自動車

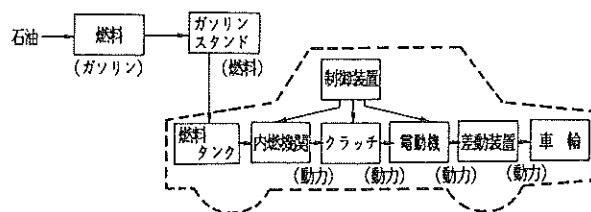


表-8 我が国における電気自動車の普及状況

車種		年度末					平成元
		59	60	61	62	63	
乗用車	普通車	0	0	0	1	1	1
	小型車	4	2	3	5	7	33
	小型3輪	0	0	0	0	0	0
	軽4輪	42	41	42	44	41	17
	軽3輪	0	0	0	0	0	0
貨物自動車	普通車	29	28	35	29	20	18
	小型車						
	軽4輪	450	444	450	400	444	618
	軽3輪	142	142	142	142	223	254
バス		8	8	8	2	2	2
特殊用途車		6	7	7	14	14	16
2輪車		0	0	0	0	0	0
小計		681	672	687	637	752	959
原付自転車		190	152	102	52	105	105
小型特殊自動車		6,487	7,900	8,800	9,800	9,143	9,538
オフロード車	ゴルフカー	520	960	1,000	1,180	1,278	—
	遊覧車(乗用)	180	200	210	200	200	—
	小計	700	1,160	1,120	1,380	1,478	—
合計		8,058	9,884	10,799	11,869	11,478	—

(出所) (脚)日本電動車両協会資料など

(電気自動車の実用化への課題)

電気自動車が本格的な利用には至っていない最大の要因は、航続距離、最高速度などの走行性能が現状では既存のガソリンエンジンなどに大きく劣っていることである。その上、製造コストもまだ高く、生産側、需要側両方にとって現時点ではメリットがあまりない。

電気自動車の走行性能に関して、ガソリン車と直接的な比較を行うことはやや困難な面もあるが、実用に付されている軽タイプのオンロード車同士を比較すると、最高速度ではガソリン車の2/3程度、市街地走行を前提とした最大航続距離で10%~20%の能力にすぎないと見られる。

電気自動車の実用性向上と普及のためには、まず第一にこうした性能面の改善が必要であり、小型で高性能なバッテリーや高出力モーターの開発、といった技術面での革新が求められている。

なかでも充電式バッテリーの性能向上は電気自動車における最大の技術的課題と言える。後で触れるように、米国でのビッグスリーとエネルギー省による電気自動車の共同研究開発計画の主眼も高性能バッテリーの開発にある。

電気自動車用の充電式バッテリーに要請されている性能向上のポイントは、エネルギー密度の高さ、出力の強さ、重量の軽さ、多回数充放電への耐久性、充電時間の短さ、さらにコストの安さと

多岐に及んでいる。これらの要素の間には二律背反的な面もあり、ガソリンエンジンに比肩する性能とコスト競争力を持った電池の実現は短期的にはかなり困難であると言えよう。現在、鉛蓄電池のほか、ニッケルカドニウム電池、硫酸ナトリウム電池など新型電池の開発が行われている。

電気自動車に関する第二の課題は、製造コストの高さという経済的な制約である。現在、実用に付されている電気自動車は同タイプの既存の自動車の約3倍の価格となっている。

製造コストは大量生産することによって低減を図ることができるが、そのための前提となるのは大きな需要の存在である。しかしながら、現在の性能などを踏まえた上で電気自動車の商品としての魅力を考えると、一足飛びに大きな販売市場の成立は困難であり、生産価格下落と市場拡大の好循環は期待できそうにない。従って、この点では生産段階に対する何らかの COST 的補助と市場創出のための政策的な努力が必要となる。

第三には、より大きな社会的課題として、電気補給スタンド設置や電池交換システムなどのインフラ面での整備の必要性があげられる。こうした基盤が整わない限り、高性能の電気自動車が開発されても実際に街中を走ることはできない。電気自動車を普及させるためのこうしたインフラ整備に対する時間、資金の両面でのコストはかなり大きなものになると思われ、中長期的なスケジュールが要求されよう。

以上のように、電気自動車の普及に関しては克服すべき問題点も多い。これらの問題点を踏まえた上で、電気自動車の長所を生かせるかたちで利用対象・分野を考え、普及のスケジュールをたてていくことが肝要である。例えば、発着回数の多い市街地の乗合バスによる大気汚染問題については、ディーゼルエンジンに発進加速時の補助動力源として電気モーターを組み合わせ、ディーゼルエンジンの負荷を軽減し、CO₂、NO_x などの排出を抑制する、ハイブリッド方式のバスの実用

化もひとつの有益な方法であろう。

(電気自動車普及への取組状況)

先頃、わが国で発表された「電気自動車普及基本計画」は、電気自動車普及に向けた政策の基本的枠組みを提示したものであるとして、注目される。

ここでは、電気自動車に関する技術開発の推進、メーカー側の供給体制やユーザーニーズ、充電システムやメンテナンス、リサイクル体制など、電気自動車普及に関する問題点を総合的に分析した上で、長期的な普及目標台数を設定している(表-9)。

表-9 「電気自動車普及基本計画」の概要

①潜在的な保有需要台数と普及台数目標

2000年時点の潜在的な保有需要台数は推計約400万台であり、2000年における国内保有数はその5%の20万台を目指している。(これは現在のオンロード車保有台数の約200倍に達する数字であり、これによってNO_xの排出量を約5%減らすことができると予想されている)

②ユーザーへの普及スケジュール

潜在的なユーザーは、電気・水道などの公益事業会社、製造業・卸売業、官庁など。主に2トン未満の貨物車を電気自動車に代替していく。

まず、今後3年間で官庁や公的機関での導入を進め、94年度以降、次第に物流業界などの民間会社へ普及を拡大させていく。このための電池交換システムなどの開発・整備を推進する。

③性能目標

一回のフル充電で最高速度120Km、40Km定地走行で最大航続距離250Kmを目指す。

電池寿命は4年とし、そのための高性能電池の開発を積極的に進めていく。

④価格

価格については同等性能の既存車の1.2倍に抑えることを目指す。そのため年間10万台生産

体制を整える。

⑤公的な支援など

(a)メーカーに対する研究開発の支援として高性能電池の開発プロジェクトを92年度から開始する。

(b)ユーザーに対しては、電気自動車の購入を対象とした特別償却制度や自動車取得税の軽減などの税制上の優遇措置、日本開発銀行の低利融資などの導入を図っていく。

こうした公的な動きと並行して、自動車メーカー各社は、社内に電気自動車に関する組織対応として、事業開発のための部室の設置や技術開発体制の強化・拡充を進めている。

また、ユーザー側でも、電力会社やNTTなどの公益的な事業会社や物流業界、地方自治体などが行政の意向を踏まえて、テスト導入に乗り出している。

一方、米国の取組で注目されるのは、ひとつは既に述べたカリフォルニア州における事実上の電気自動車の生産・販売の義務付けであるが、最近、新たな展開があったものとして、ビッグスリーとエネルギー省との電気自動車用バッテリーの共同研究開発計画がある。米国政府は先頃、この計画に対して今後4年間に総額2億6千万ドルの政府資金を投入することを決定した。

これは、①環境問題解決へ向けた米政府の熱意の現れであるとともに、②次世代の車である電気自動車の開発において、日本に対する競争力の優位を確保したいという官民の思惑が一致した戦略が底流にあると見ることができよう。

(2) その他の低公害車

メタノール車は有害排気ガスの面でディーゼル車に比べかなり優れている。軽油によるディーゼル車をメタノール車に置き換えれば、NO_x排出量は半減し、CO₂は約1/8になると言われている。黒煙もほとんど排出しない。

さらに、常温で液体であり、既存車をベースにした改造で基本的に対応できるため、車両自体の製造コストは比較的小さいと言える。

反面、問題点もあり、①新たに有害物質のホルムアルデヒドや未燃メタノールを排出する。②金属腐食性が強く、耐食性のある素材の使用が必要となる。③低温時に始動性が悪くなる。④走行性能面では、加速性、馬力等では既存車とあまり遜色が無いが、搭載可能なタンクの容量の限界から航続距離が短い。⑤メタノール自体の製造コストが割高であり、その低コスト製造法の開発が必要である、などが指摘できる。

メタノール車は我が国では今年6月段階で地方自治体中心に全国で138台が試験的に導入されているのみである。実用化に向けた対応としては、運輸省が運輸業界と地方自治体の協力を得てフリーテスト（市街地走行試験）と普及活動を推進しており、通産省・資源エネルギー庁も同様のフリーテストを行っている。ただ、両者の間には、燃料としてのメタノールの利用方式に違いがあり、将来の本格的な普及のためには一本化が望まれよう（注6）。

天然ガス車はメタンを主成分とする天然ガスを燃料とするもので、圧縮天然ガス（CNG）車と液体天然ガス（LNG）車の2つが考えられる。

圧縮天然ガス（CNG）車はソ連・イタリアなどでは既に利用されており、世界で約64万台が走っていると見られる。ただし、天然ガス車を利用している国は天然ガスの一大産出国であり、供給価格が安価なことがその利用の背景にある。

天然ガス車はCO₂排出がガソリンや軽油よりも少ない。また、低温での始動性も比較的良く、ガソリンエンジンを特別な改造なしで使用できるなどのメリットがある。

資源的にも天然ガスは石油ほど地域的な偏在性が無く、その埋蔵量も豊富であり、製造コストも相対的に安価である。

(注6) 通産省はメタノール85%とガソリン15%を混合使用、運輸省はメタノール100%使用。

しかし、導入に当たっては幾つかの技術的難題も抱えている。例えば、CNG車では、200気圧近い高圧ガスの使用における安全性の確保が必要であり、タンク重量の増大からやはり航続距離に制約が出てくる。LNG車では極低温への対策が必要となる。

他の水素自動車、ソーラーカーなどは実験段階の域を越えておらず、長期的にはともかく短期的にはその実現はかなり困難と思われる(表-10)。

(3) 代替エネルギー車実用化の3つの課題

以上、電気自動車を中心に代替エネルギー車について見てきたが、これらの普及には解決すべき課題も多いことがわかる。

今後の方向を達観して言えば、当分の間は、石油を動力源とする自動車に大きく代わる車の登場

は考えにくい。従って、既存の自動車システムを前提とした環境保全技術の開発、例えばガソリン・軽油の改質やエンジンの改良などの努力を積極的に続けていく必要がある。

そして、同時並行的に低公害な代替エネルギー車の利用分野の拡大を着実に推進していくことが求められよう。その際に重要なポイントは大きく言って、①性能面の向上に関する技術開発、②経済的な制約としての製造コスト高の解消、③インフラ面での社会的なシステム整備、の3つがあげられるが、これらに対してはやはり行政面での政策的支援が必要不可欠である。

また、我々ユーザーが電気自動車を社会システムの一部、並びに日常生活を構成する要素の一つとして、積極的に受入れていく姿勢を持つことが何よりも肝心であると思われる。

表-10 代替エネルギー車の内容比較

	現 状	環境面への影響	問 題 点	そ の 他
メタノール	<ul style="list-style-type: none"> 日本では100台程度のフリーテスト中 米国では大規模フリーテスト計画中 	<ul style="list-style-type: none"> ガソリンとほぼ同様 ディーゼルよりNOx少ない 黒煙少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 航続距離：1/2 アルデヒドの排出 低温始動性悪い 	<ul style="list-style-type: none"> 供給インフラ整備
天然ガス	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス産出国などで数十万台実用化されている。 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂排出量少ない 黒煙無い HCやや多い 	<ul style="list-style-type: none"> 航続距離：1/2~1/4 高圧気体を扱うための安全性の問題(CNG) 	<ul style="list-style-type: none"> 供給インフラ整備 高圧ガス取締法
電 気	<ul style="list-style-type: none"> 英国の牛乳配達車 横浜市のごみ回収車 スイスの観光地 	<ul style="list-style-type: none"> 使用時は0 	<ul style="list-style-type: none"> 航続距離が短い 動力性能不足 車両価格、メンテナンスコストが高い 	<ul style="list-style-type: none"> 電池交換などのインフラ整備 高性能電池開発がポイント
水 素	<ul style="list-style-type: none"> まだ研究段階 	<ul style="list-style-type: none"> クリーン 	<ul style="list-style-type: none"> 航続距離：1/5 高圧気体を使うための安全性の問題 燃料搭載法の改良 	<ul style="list-style-type: none"> 水素の低コスト大量生産技術の開発 今世紀中の実用化は困難

(資料)「自動車技術会・自動車技術'90.8」、FORIN「環境問題深刻化の中でのエンジン開発の課題」に一部加筆

6. 廃車・リサイクル問題

(1) 廃車のリサイクル化の意義

自動車は、輸送手段として社会の中で使用された後、やがて老朽化して「廃棄物」となる。我々の経済活動、社会生活のエコロジカルな循環を考えた時、「廃棄物」としての自動車に関する対策も極めて重要な課題であると言える。

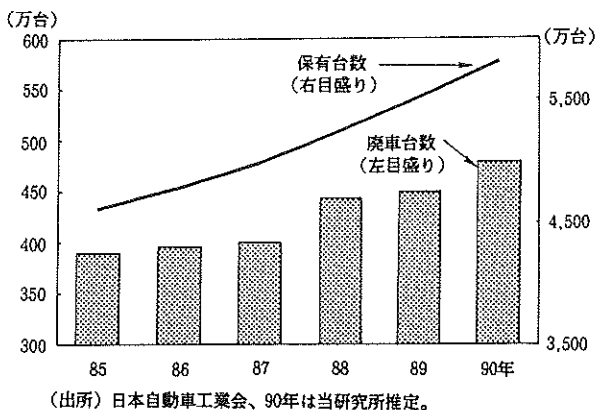
廃棄物のリサイクル問題の意義は、まず第一に環境保全と省資源の観点から見て、環境に有害な廃棄物を何らかの形で社会的に再生利用することで、環境への負荷を軽減し省資源を進めていくことにあり、第二に、増大する一方の廃棄物処理の観点から、経済の各部門の物品使用から出る廃棄物の総量を抑制していくことにある。

(2) 廃車台数の増加とリサイクルの現状

国内の状況を振り返って見ると、90年度半ばまでの3～4年間の自動車販売ブームにより、自動車保有台数が急増するとともに、廃車となる車の数も大幅に増加している。何らかの形で廃棄される自動車の数も10年前の約2倍の年間500万台強に膨らんでいるものと推定される(図-10)。

このような中、廃車の効率的な回収処理の必要性と、使用素材の廃棄抑制、リサイクル化への要請が高まってきている。

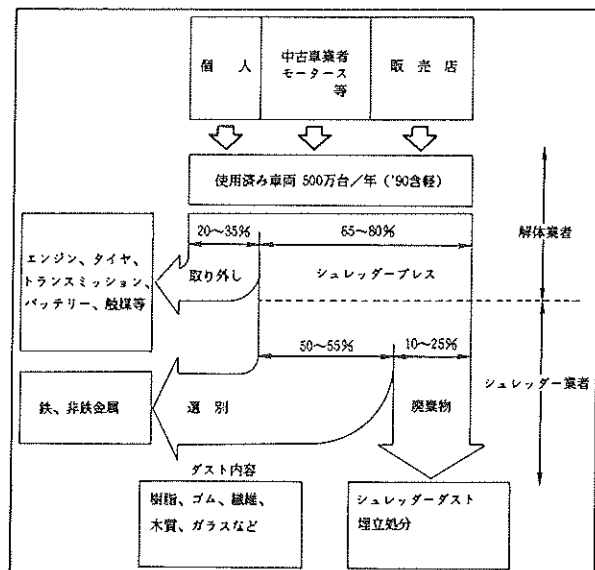
図-10 国内自動車保有台数と廃車台数の推移



わが国の自動車のリサイクルの現状について見ると、自動車に使用されている素材のリサイクル率は他の廃棄物に比べてむしろ高い水準に達している。廃車からはその約75%が何らかの形で回収され再利用されている。

しかし、その内容を見てみると、それらのほとんどは鋼板を中心とする金属であり、ガラスや樹脂などについては、リサイクルがそもそも困難な素材を使用していたり、リサイクルのための環境が未整備なことから、ダストとして廃棄されているものが多い。重量比で見ると車両全体の約10%から多いもので25%がダストになっていると見られている。こうしたダストの発生量は、廃車数の自体の増加に加えて、装備の高級化や車体の軽量化によって増加傾向にある。国内で1年間に自動車から排出されるダストの量は約100万トンに達している(図-11)。

図-11 自動車のリサイクル率とそのプロセス



(出所) トヨタ自動車資料より

(3) 廃車処理プロセスにおける問題点

現在の自動車の廃車処理プロセスを簡単に見てみると、まず自動車解体業者がユーザーから直接、あるいはディーラーを通じて廃車を引き取る。そして、再利用可能な触媒や部品などの有用なもの

は取り外して専門販売業者に売る。残りはプレスしてシュレッダー業者に引き渡す。シュレッダー業者はこれを裁断後、鉄くずなどの金属スクラップは集めて電炉メーカーに売る。残った樹脂・ガラスなどの再利用が困難で価値の無いもの（ダスト）は産業廃棄物処理業者の手によって所定の場所へ運搬され、廃棄処分となっている。

こうした一連の廃車回収処理の流れにおいて幾つかの問題が発生している。まず第一には、処理システムの効率性が低く、増大する廃車に対して処理能力が不足気味となっている上、処理に関するコストが上昇傾向をたどっている。

例えば、廃車台数の増大による供給量増加で鉄くずなどのスクラップ価格は下落気味となっている一方、廃棄物処理業者のダスト処分費用は人手不足による労働コストや輸送コストの高まりから上昇しており、その間に立つシュレッダー業界の採算悪化は深刻な状況にあると言われている。

また、ダストの廃棄処分に関しても、廃棄量の増大や処理コストの上昇に加えて、ダスト廃棄による環境悪化に反対する地域の声もあって、廃棄場所自体の不足が深刻な問題となりつつある。

さらに、廃車に費用がかかるため、路上に廃車を放棄する動きが目立つようになっており、これも社会問題化しつつある。路上放棄された廃車は、現在のところ、地方自治体が責任をとって処理しているが、財政面での負担にもつながっている。

こうした廃車の路上放棄防止に関しては、①ユーザーに対する不法放棄防止のPR、②自動車販売網を利用した回収システムの構築、③廃車処理に関する地方自治体への協力体制の整備、④不法放棄に対する取締りの強化などが求められよう。

(4) 自動車のリサイクル化への技術的取組

自動車業界は、91年4月に「リサイクル技術検討会」を発足させ、リサイクルに関する技術やリサイクル事業を進める上での課題などの検討を開始した。通産省や運輸省も自動車のリサイクル

促進にむけた技術開発などの実態調査に乗り出している。

廃車のリサイクルに関して、主に生産サイドにおける技術的取組みとしては次のような点がある。

まず第一に、リサイクル不能な素材を可能な限り使用しない車体を開発していく必要がある。

このうち樹脂製バンパーについては、高級車を中心に使われてきたリサイクル困難なポリウレタン系をポリプロピレン系に転換していくことが進められつつあるとともに、再生利用の障害となっている塗装被膜の除去技術や代替的な塗装法が研究されており、回収・再生利用事業が開始されている。

また、ボディの素材に関しても、再生利用が可能で軽量化の要請とも両立し得るアルミの使用が一つの流れとなりつつある。その他、古タイヤのリサイクル率の上昇や電池の回収処理、再資源化への積極的な取組も進められている。

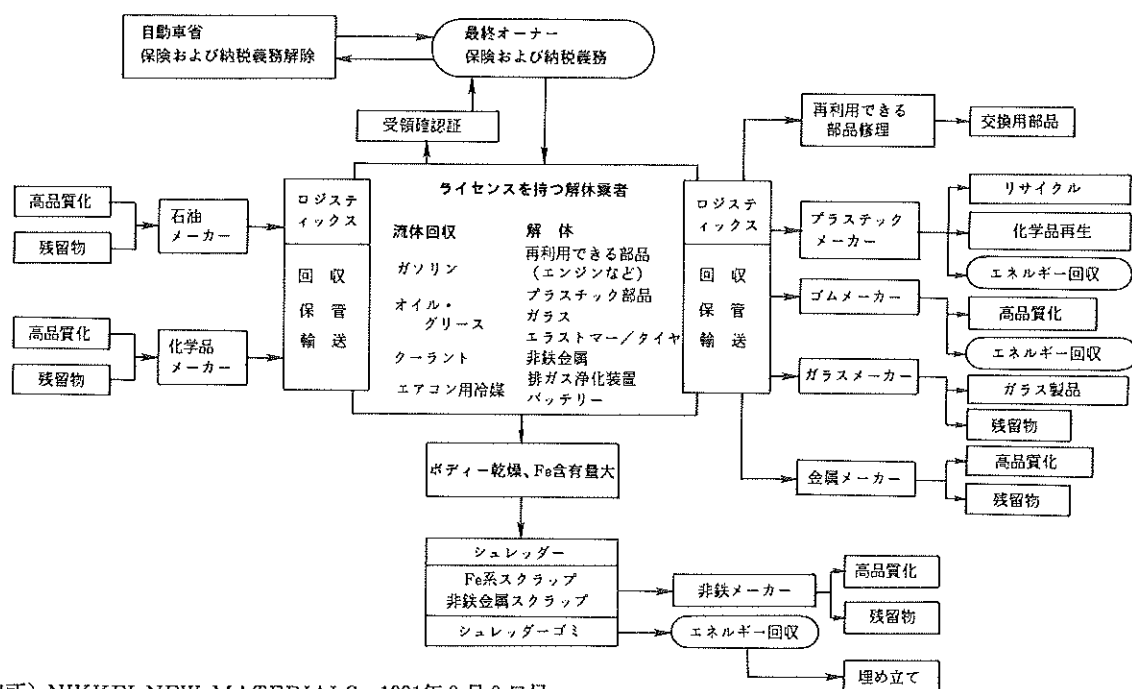
第二に、廃車時に解体とリサイクルが容易な生産システムの導入が必要である。

車の解体とリサイクルを効率化するためには、再利用可能な部品や素材をできるだけ簡単に取り外せるように、車体の組み立てを行うことが望まれる。そのためには、製造過程のみならず、研究開発から設計段階を含めて、それに応じたシステムの構築が要請されよう。

この点に関しては、これまで素材の分別が困難な点がリサイクル面での一つの障害となっていた樹脂系の各部品に関して、解体・回収時に分別し易いよう材料識別のマーキングを行うことが自動車業界全体の取組みとして積極的に進められつつある。

第三に、回収素材の価値、有用性の向上が求められよう。回収した素材の金銭的価値を高めて、商品として経済的なメカニズムに従った販売→再使用のルートを形成することが必要である。そうすれば、廃車の処理費用を回収素材の付加価値で賄うことが可能となる。そのためには、有用な素

図-12 ドイツ自動車工業会の廃車処理コンセプト



(出所) NIKKEI NEW MATERIALS, 1991年9月2日号

材をある程度まとまった分量を使用し回収後、安定的な再流通市場を構築することが望まれよう。

第四に、可燃性の素材やダストを最終的に熱エネルギーとして回収するための技術の開発・実用化があげられる。

廃車から回収した素材を再び同様の素材として再生利用するよりも熱エネルギーとして回収利用の方が有利である場合や、幾たびかの再生利用によってもはや素材の品質が限界に至った場合には、できるだけ公害を出さない形で熱エネルギーとして回収し社会的に利用することが望まれる。

(5) ドイツにおける取組

自動車のリサイクルに関する対策の推進についてはドイツが先行しており、ドイツ連邦政府が90年9月に出した「自動車のリサイクルに関する目標」草案では、廃車のリサイクルを社会的な最優先的課題として、メーカーによる廃車の無料引き取りや使用するプラスチックの種類限定、解体し易い構造設計、などを掲げている。

また、これに呼応して、ドイツ自動車工業会は

廃車処理に関するコンセプトを政府に提出しており、その内容は今後、わが国でも廃車処理の枠組みを考えていく上で参考になるものと思われる(図-12)。

(6) 社会的なリサイクルシステム構築の必要性

わが国では91年10月にリサイクル法(再生資源の利用の促進に関する法律)が施行された。同法では、品目や業種を明記して資源の有効利用や廃棄物の排出抑制を促しているが、その中で自動車は、第一種指定製品として、使用後に再利用できるように設計や材料などで工夫すべきものと位置付けられている。

来年には改正廃棄物処理法も施行される。こうした社会的潮流の中で、廃車のリサイクルに関して自動車業界は一層の経営努力を求められよう。

しかし、廃棄物のリサイクル問題は、これまで述べたことからわかるように、消費⇒回収のプロセスでの関わり合いも重要であり、製品の生産サイドだけでは解決できない問題である。

製品のリサイクル化への取組の基本的な方向は、

リサイクル可能な素材の積極的使用とともに社会的なリサイクルシステムの構築にあると言える。自動車における廃車のリサイクルに関しても、自動車業界だけでなく一般ユーザーや行政も含めた社会全体の問題として、廃車回収→解体処理→再生利用という一連のリサイクルシステムの構築と効率化に取り組んでいく必要がある。

こうした社会的なリサイクルシステム構築の上で重要なポイントになると思われる点は、リサイクルや処分に関するコストの社会的評価と分担の問題である。

製品のリサイクル化にはそれなりのコストがかかる。これをどう客観的に評価し、そして、当該企業、国、地方自治体、それに消費者を含めた一般ユーザーの間で、どのような形で負担を分担していくのか、について方向性を明確にしていく必要がある。そこでは、まず我々一人一人がリサイクルの重要性に対する明確な認識とコスト負担に対する理解を高めることが大切である。

7. 求められる横断的、総合的アプローチ

(1) 環境問題解決の背反性

これまで4つの問題を取り上げてその内容を総合的に見てきた。この他にも製造過程やカーエアコンに使われている特定フロンガスの使用廃止という大きな問題がある。

これらの克服すべき問題の一つ一つが巨額な資金と時間と技術を要するものであるが、ここではそれらに横断的な、あるいはより総合的なポイントについて改めて2つほど指摘しておきたい。

その一つは、各問題の解決策が互に背反する方向を含んでいたり、環境問題以外の他の課題の解決策と矛盾する場合があることである。

例えば、燃費改善のための希薄燃焼方式は排ガス低減面では解決への困難さがむしろ増すこととなる。燃費面だけをとればディーゼル車の方がガソリン車より効率的だが、排ガス低減面では逆に

好ましくない。車体の軽量化は素材選択に注意しないと廃棄物公害を生み出すことになるし、安全性確保の問題とも矛盾する懸念がある、また、電気自動車は有害な使用済バッテリーの安全確実な回収処理が必要となる、などがあげられる。自動車の環境問題への技術的対策は、言わば多元連立方程式を解くような作業である点は留意を要しよう。

(2) 社会的な総合的対策の必要性

また、今一つは、環境問題の克服が個別的解決策では限界があって不十分であり、社会システム全体を睨んだより範囲の広い総合的な対策の導入が不可欠なことである。

例えば、排ガスによる大気汚染の悪化や実走行時の燃費の低下には、かなりの部分道路混雑による渋滞の悪化が影響していることは否めない。その背景には、交通量の増大に対して道路整備、交通システム面の改善が十分に追いついていないことや、物流システムにおけるジャストインタイム方式の拡がりに見られるような頻繁な自動車輸送への依存の高まりなどがある。

そこでは、自動車への技術的な規制強化もさることながら、道路整備、交通システムの改善、物流システムの合理化などといったより社会的に大きな取組が必要である。

いくら技術的努力によって自動車単体の排ガスを低減し燃費を改善しても、それを包む社会システムに問題があれば、環境保全の実効は上がらない。自動車の環境問題を解決する上では、社会システムの改善にまで踏み込んだ総合的な対策の導入が必要であると言えよう。

8. 環境に優しい自動車社会を求めて

(1) 自動車の社会的費用

経済学的に見ると、「環境」はそもそも公共財であると考えられる。すなわち、個々の経済主体

が私的な資源使用に対してのみ費用を負担する市場の下では、環境汚染を伴う経済活動であっても、それに対する支払いには要求されない。つまり、「環境」という公共財の消費には費用がかからないし、誰も排除されない。しかし、一方で環境汚染による社会的な損失、あるいはそれを防止するための費用はどこかで発生している。

その結果、経済活動における「私的な費用」と「社会的な費用」が乖離し、前者が後者より小さくなることから、「環境」に対して過剰に負荷をかける形で経済活動が行われる。

従って、環境保全に関する「社会的費用」を何らかの形で市場取引内部に取り込んで価格メカニズムを働かせていくことが、環境問題の解決にとって有益であると思われる。例えば、OECDなどで地球温暖化防止の観点から、CO₂排出に対して課税する「炭素税」の創設が検討されているが、これは「社会的費用」を市場取引に内部化しているように考えるの一つであると言える。

もちろん、環境という「公共財」を適切に金銭的に評価することが可能か、その価値をどのような形で価格メカニズムの枠組みの中に組み込んでいくのか、既存の経済活動がどの程度影響をうけるのか、など検討の余地は大きい。これらに関する経済学的分析も十分とはいえない。

しかし、経済活動を行う上で環境保全との両立を目指すのであれば、価格メカニズムの活用が必要かつ有効であることは確かであろう。

自動車の環境問題においても、自動車の「社会的費用」への適切な対応が経済的に重要なポイントになると思われる。

冒頭にも述べたように、自動車は今日、国民生活や産業経済活動の基盤として極めて有用な価値を発揮し、我々の社会に深く組み込まれているが、一方で、渋滞現象、大気汚染、交通事故など、大

きな社会的費用をもたらしている。しかし、現実には自動車利用者は道路の建設・維持費用などのごく一部を金銭的に負担しているにすぎず、各国で程度の差はあれ、その社会的費用はほとんど市場に取り込まれていないと言える（注7）。

このため自動車の生産や利用により発生する「社会的費用」を何らかの形でできるだけ市場取引に内部化していくことが望まれる。この点では、米国カリフォルニア州の新規制にある自動車メーカーの環境基準達成度合に対する「クレジット」の売買も、一種の「環境権」の市場取引と言えるものであり、参考になると思われる。いずれにせよ、自動車の社会的費用についての十分な議論と価格メカニズム活用への積極的な取組が求められよう。

(2) 自動車産業に求められる経営構造の転換

自動車を取り巻く環境面での制約が今後ますます厳しくなることが予想される中、自動車産業は経営構造を「効率の追求」から「環境との調和」へと転換していかざるを得なくなりつつある。これからは単に高級化、高付加価値化を追求するのではなく、人と地球に優しい自動車を作っていくことが求められている。そこでは、「私たちの製品は、公害と騒音と廃棄物を生みだしています」（ボルボ・カーズ・ジャパンの広告）に見られるように、企業市民として自らの位置をありのままに認識し、その改善に努力していく姿勢が重要となりつつある。

こうした過程において自動車産業が直面する困難は大きい。克服すべき技術的課題は多く、そのための研究開発など巨額のコストも避けがたい。

しかし、困難への挑戦と克服は一方では新たな技術進歩や市場拡大の源ともなりうるものである。

それは70年代の公害問題の高まりや二度の石

(注7) 日本自動車工業会が68年に試算した一台当たりの社会的費用は6622円、また運輸省が同時期に行った結果は6万2869円であった。両者の間に大きな差があること自体が「社会的費用」の市場的評価の困難性を物語っていると言えるが、これらを基にその後の物価上昇（約3倍強）を考慮すると、現時点での自動車の一台当たりの社会的費用は、日本自動車工業会試算で20万円強、運輸省試算では200万円前後に達することになる。

油危機の時代の困難を乗り越え、むしろ、それを成長のバネとしてきた過去の自動車産業の歴史が如実に物語っていると云える。

また、この外的困難をどのように克服できるかによって、内外の企業間の優劣格差や淘汰の動きが強まることも必至である。この動きの中で、世界的な規模での自動車メーカーの再編の可能性も十分考えられる。

21世紀に向けた世界的な自動車産業の競争は環境問題というハードルも加わって、より厳しいものとなりつつあると言えよう(図-13)。

(3) 環境保全は我々全員の義務

つまるところ、環境問題は単一業界や単一企業だけでは対応できない社会システム全体の問題である。90年の環境白書でも自動車社会と環境との関係を取り上げ、過度の自動車依存の見直しと国民生活の価値観やライフスタイル、社会システム自体の変革の必要性を言及している。本稿でも、代替エネルギー車への社会的認知や廃車リサイクルシステム構築などにおいて、我々の意識と生活の変革が必要なことを指摘した。環境に優しい自動車社会の構築は我々全員の課題であり、また、次世代に対する義務でもある、ということをも十分に認識しておく必要がある(図-14参照)。

図-13 自動車産業に求められる経営構造の転換

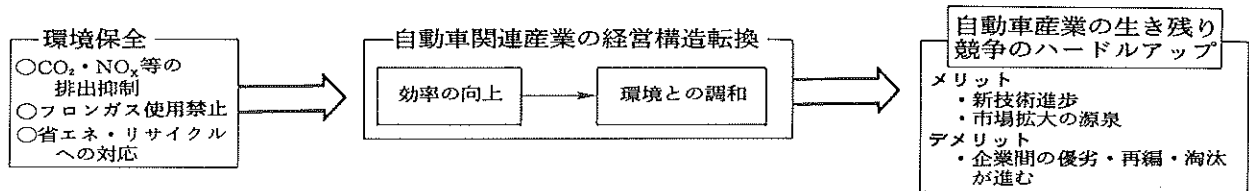
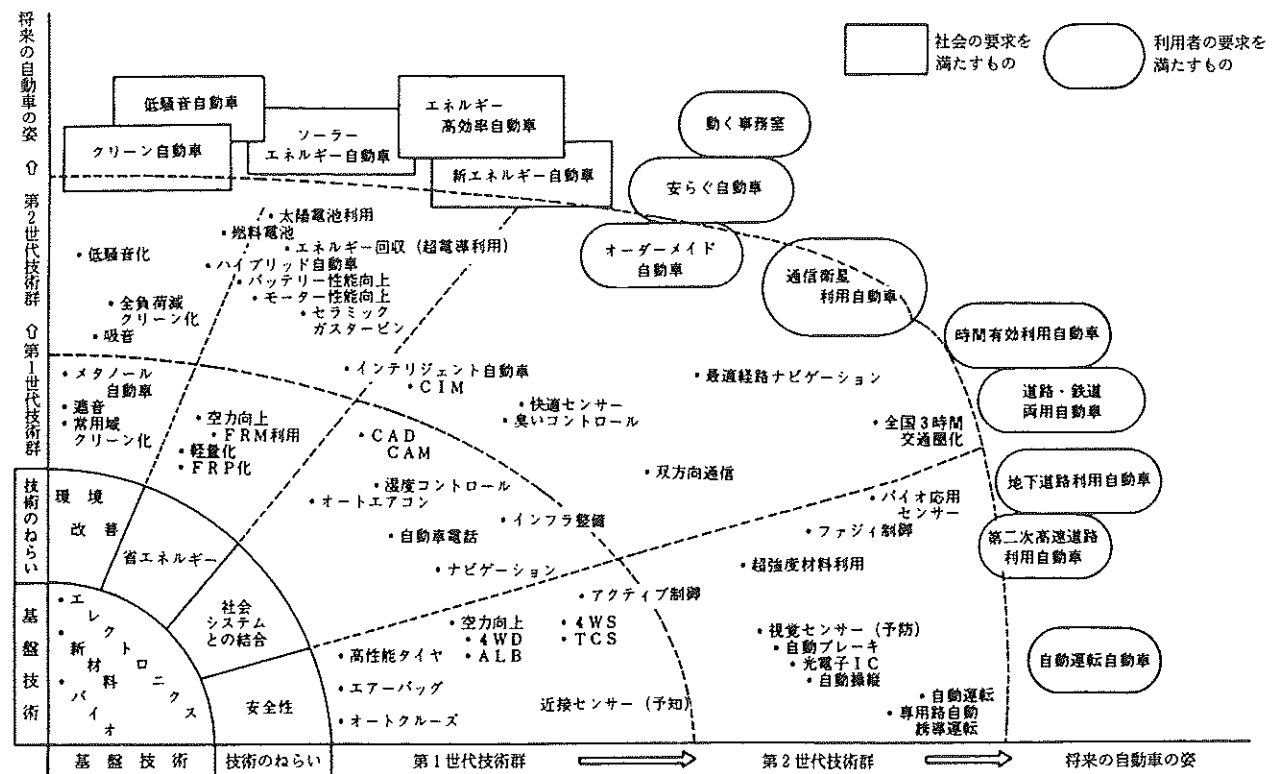


図-14 将来の自動車像の技術的広がり



(出所) 通産省自動車問題懇談会報告書「21世紀高度自動車社会をめざして」