

中国の自動車分野における省エネルギーの可能性

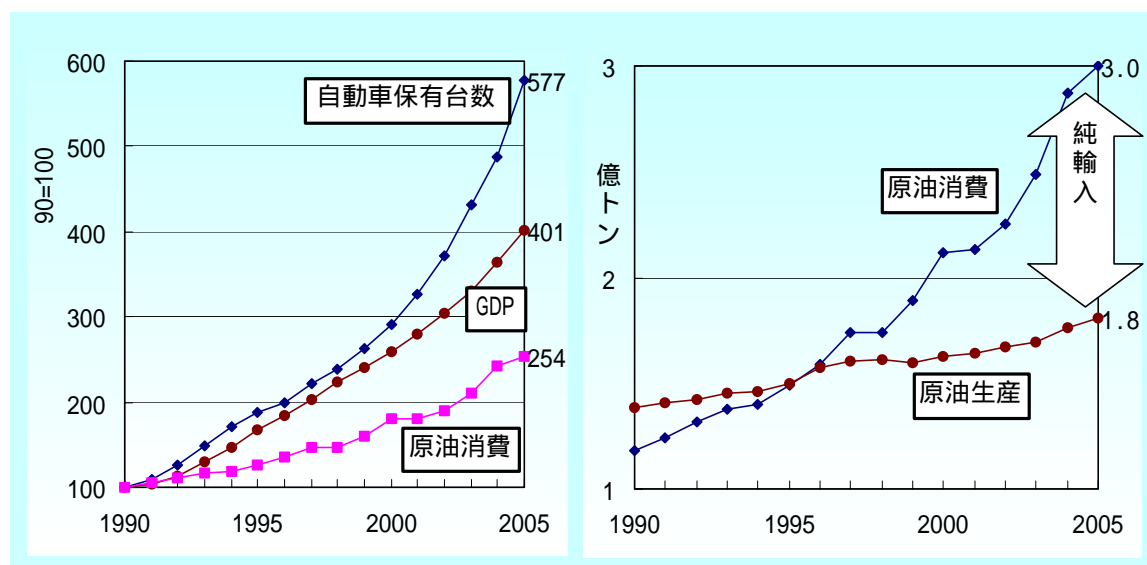
計量分析ユニット需給分析・予測グループ 主任研究員

沈 中元 Shen Zhongyuan

1. モータリゼーションと石油消費

中国では、高い経済成長を背景に、モータリゼーションが急速に進展している。90年から05年にかけての15年間で、中国の自動車保有台数は約6倍増で3200万台に達した。05年に中国の自動車生産台数は571万台に達し、ドイツに次ぐ世界第4位の生産大国となった。販売台数は592万台であり、アメリカに次ぐ世界第2位の自動車市場となった。

図1 モータリゼーションと石油消費の推移（90-05年）



出所)「中国統計年鑑」(05年)、「中国国民経済と社会発展統計公報」(05年)、「中国能源統計年鑑」(05年)

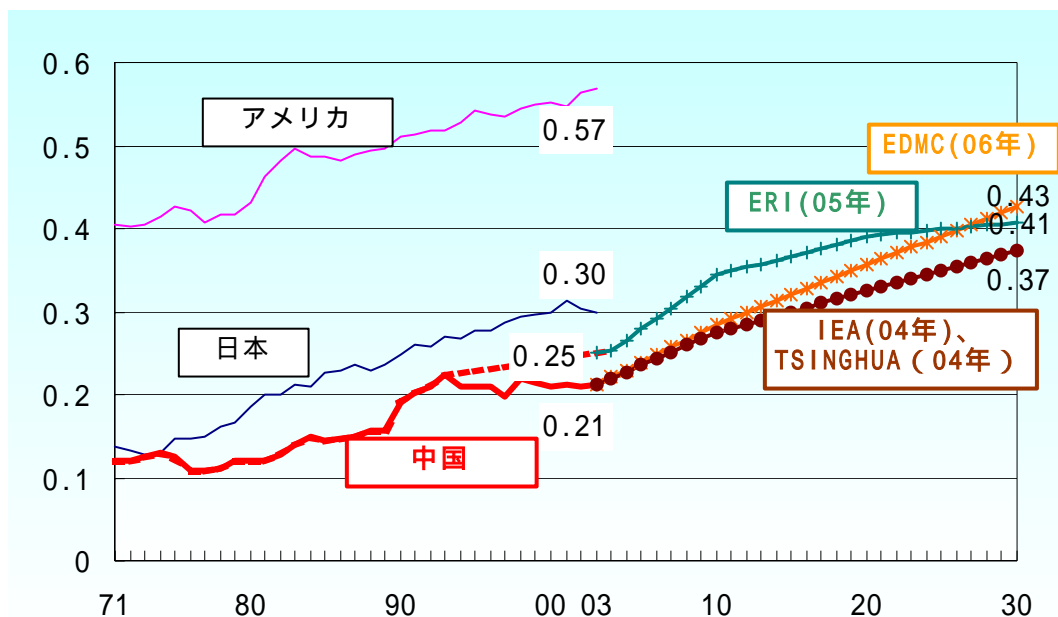
モータリゼーションの進展が追い風となって、石油消費は顕著に増加した。原油消費量は90年に1.18億トンであったが、05年に3.0億トンに増加した。中国は96年から原油純輸出国から原油純輸入国に転じ、わずか10年間で輸入依存度が40%に上昇した(図1)。

石油消費に占める自動車用エネルギー消費のシェアは80年に12%、90年に19%、2000年には21%に上昇した(IEA、05年)。中国の統計によると、04年に同シェアは25%¹であった。日本の同シェアは30%、アメリカは57%であった(いずれも03年実績)。国土

¹ 「石油精製産業の中長期発展特別計画」(06年)によると、04年に自動車と二輪車のガソリン消費量は4474万トン、ガソリンの95%を占めている。輸送用軽油は軽油の58%を占めている。一方、「中国能源統計年鑑」(05年)によれば輸送用軽油のうち、自動車用は61%程度を占めている。従って、軽油消費の35%程度(3346万トン)が自動車用に消費されていることが計算される。すなわち、04年に石油消費計の3.18億トン(原油換算)に占める道路用の消費シェアは25%(8021万トン、原油換算)と計算される。

面積や社会インフラなどの違いで、このシェアも国によってさまざまであるが、モータリゼーションとともに上昇していることは共通している（図2）。また、05年に中国の自動車普及率はわずか24台/1000人であるが、30年に自動車保有台数は22,789万台で、普及率は152台/1000人（沈中元、06年）になると予測されているため、石油消費に占める自動車用のシェアは今後さらに上昇するものと考えられる。30年に自動車用のシェアに関する予測値をみると、IEA（04年）は37%、TSINGHUA（04年）は37%、ERI（05年）は41%、EDMC（06年）は43%とそれぞれ予測している（各機関の名称は文献を参照されたい。以下同様）。すなわち、自動車用の石油消費シェアは30年に40%程度に上昇すると予測されている。

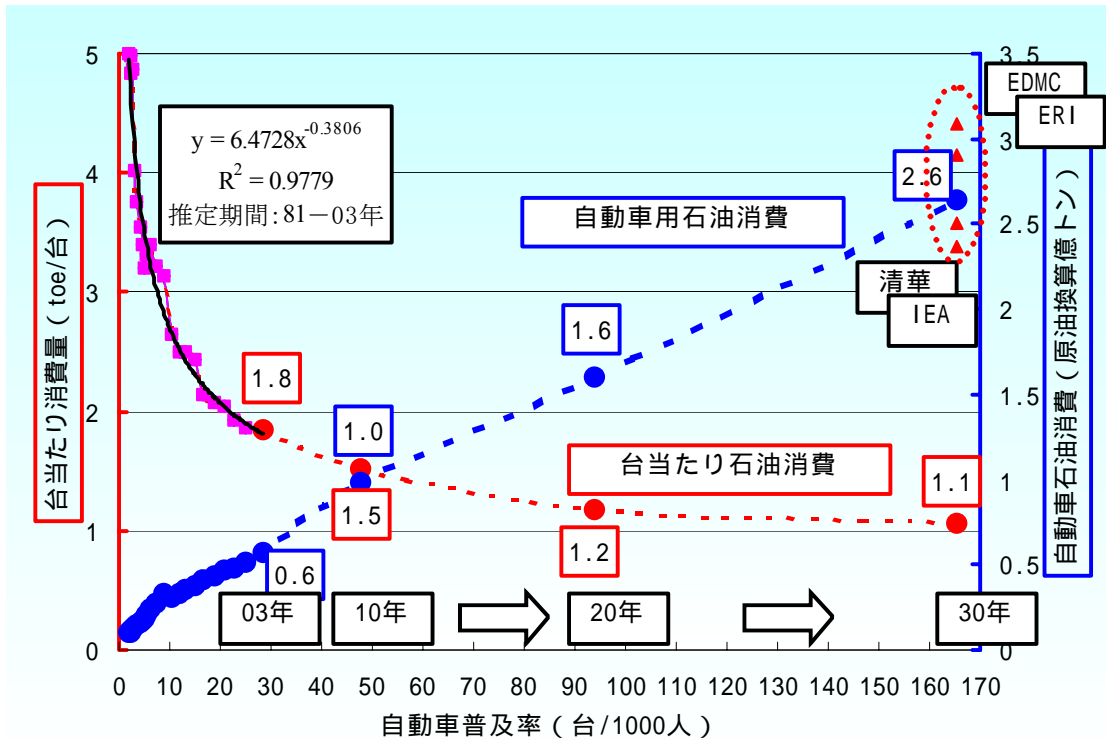
図2 石油消費に占める自動車消費のシェア



出所) 実線は「IEA」(05年)による。点線は「中国能源統計年鑑」(05年)、「石油精製産業の中長期発展特別計画」(06年)による試算。予測値はIEA(04年)、ERI(05年)、EDMC(06年)、TSINGHUA(04年)による。

ここでは、自動車の石油消費量を簡単に予測したい。これまでの自動車普及率と自動車台当たり石油消費の関係を見ると、自動車の普及率が増加するにつれて自動車台当たりの石油消費は低下してきていることがわかる（図3）。これは自動車の平均排気量と稼働率が低下していることなどが原因として考えられる。実績データ（81-03年）に基づいて両者の関係を指数関数に当てはめてみると、フィッティングのよい推定曲線が得られる。この推定曲線に基づくと、台あたりの石油消費は03年現在では1.8トンであったが、10年に1.5トン、20年に1.2トンと計算される。自動車が普及し始めている中国では自動車台当たりの石油消費は今後も低下していくが、低下の速度は緩やかになるという計算結果である。30年に自動車台当たりの石油消費が現在の日本なみの水準1.1トンまでに低下すると仮定すると、自動車用の石油消費は2.6億トンになると予測される。

図3 自動車普及率と石油消費の関係



出所) 実績データは「IEA」(05年)、「中国統計年鑑」(05年)、「中国国民経済と社会公報」(05年)。自動車(換算)普及率の予測値は沈中元(06年)

注) 実績データは81~03年のもの。自動車換算は二輪車(10台を1台に)、農用車(3台を1台に)を自動車に換算した。

一方、諸研究機関が予測した30年における中国の自動車用石油消費を見ると、IEA(04年)(交通部門の石油消費に占める自動車用のシェアが80%と仮定)は2.4億トン(原油換算、以下同様)、TSINGHUA(04年)は2.5億トン、ERI(05年)は2.9億トン、EDMC(06年)は3.1億トンとそれぞれ予測している。すなわち、異なる予測手法や前提条件で得られた各種の予測値は相違しながらも、30年に中国の自動車用石油消費は概ね2.5~3.0億トンになると考えられている。

モータリゼーションの進展に伴って石油消費は大きく増大することが確実となる一方、コインの表裏の関係にあるように、自動車分野における省エネルギーもますます重要性を増すものと考えられる。

2. 自動車分野における省エネルギー可能性

自動車用のエネルギー消費は人口×自動車普及率×輸送距離×燃費と表せる。いうまでもなく、燃費の向上と輸送距離の減少は省エネルギーにとって重要な側面である。表1に示すように、燃費の改善方法は技術進歩による改善と構造変化による改善に大別できる。輸送距離の減少も高効率輸送機関(例えば鉄道輸送)の強化や高効率輸送システム(合理的な集荷・配送など)の構築などを通じて省エネルギーの効果が大きい。

表1 中国の自動車分野における省エネルギー可能な分野

分野	分類	主な内容
燃費	技術進歩による改善	燃費改善技術の導入
		燃費基準の強化
		環境規制の強化
		石油品質の向上
	構造変化による改善	排気量/重量構成の小型化
		燃料構成の最適化
道路交通機関分担の改善		
輸送距離	高効率輸送機関の強化	自動車から鉄道へのシフト
	高効率輸送システム	合理的な集荷・配送システム
	都市部交通システムの最適化	合理的な道路システム
	交通情報の伝達	IT技術の活用

2.1 燃費改善による省エネルギー可能性

1) 中国の燃費状況と日本の比較

乗用車燃費の比較

04年6月に中国初の「乗用車燃料消費量限值」(以下「燃費基準」という)が公表された。この「燃費基準」は強制執行型の国家基準であり、自動車メーカーに対して拘束力がある。「燃費基準」の主な内容は、乗用車の燃費を2段階で向上させ、第1段階の目標として車体重量に応じて一定の燃費基準を設け、新規認可車に05年7月から、認可済み車に06年7月からそれぞれ実施し、第2段階ではそれぞれ08年1月と09年1月から第1段階の目標より平均10%向上させる内容である(表2)。また、「燃費基準」はオートマチック車もしくは座席が3列以上の乗用車に対しては約6%の基準緩和を設けている。

中国の「燃費基準」はアメリカのCAFE(Corporate Average Fuel Economy)及び日本のトップランナー方式とは異なる。アメリカのCAFE方式は名称の通り、企業平均燃費方式であり、すなわち企業の販売台数で加重平均した平均燃費が規制対象である。日本のトップランナー方式は重量区分ごとの平均燃費が規制対象である。従って、日本の燃費基準は「重量別CAFE」とも理解できる。一方、中国の燃費基準方式は日本と同様に重量別の目標水準を設定しているが、すべての自動車がこの目標を達成する必要がある。すなわち、中国の「燃費基準」は最低ラインを定める最低基準方式である。中国がCAFEあるいは「重量別CAFE」の方式を採用しなかった理由は中国の自動車メーカーの数が100社以上があり、なかでは数車種しか生産していない会社も多く、平均燃費の方式を採用する物理的な条件が整っていないと言われているからである。

CAFE方式の大きなメリットとして、政府は自動車用の石油消費をコントロールできることが挙げられるが、中国の最低基準方式にはこうしたコントロール機能はない。

表2 乗用車の「燃費基準」

単位：L/100km、NEDC モード相当

重量 kg	マニュアル車		オートマ或いは3列座席車	
	第一段階	第二段階	第一段階	第二段階
	05年7月	08年1月	05年7月	08年1月
750	7.2	6.2	7.6	6.6
865	7.2	6.5	7.6	6.9
980	7.7	7.0	8.2	7.4
1090	8.3	7.5	8.8	8.0
1205	8.9	8.1	9.4	8.6
1320	9.5	8.6	10.1	9.1
1430	10.1	9.2	10.7	9.8
1540	10.7	9.7	11.3	10.3
1660	11.3	10.2	12.0	10.8
1770	11.9	10.7	12.6	11.3
1880	12.4	11.1	13.1	11.8
2000	12.8	11.5	13.6	12.2
2110	13.2	11.9	14.0	12.6
2280	13.7	12.3	14.5	13.0
2510	14.6	13.1	15.5	13.9
> 2510	15.5	13.9	16.4	14.7

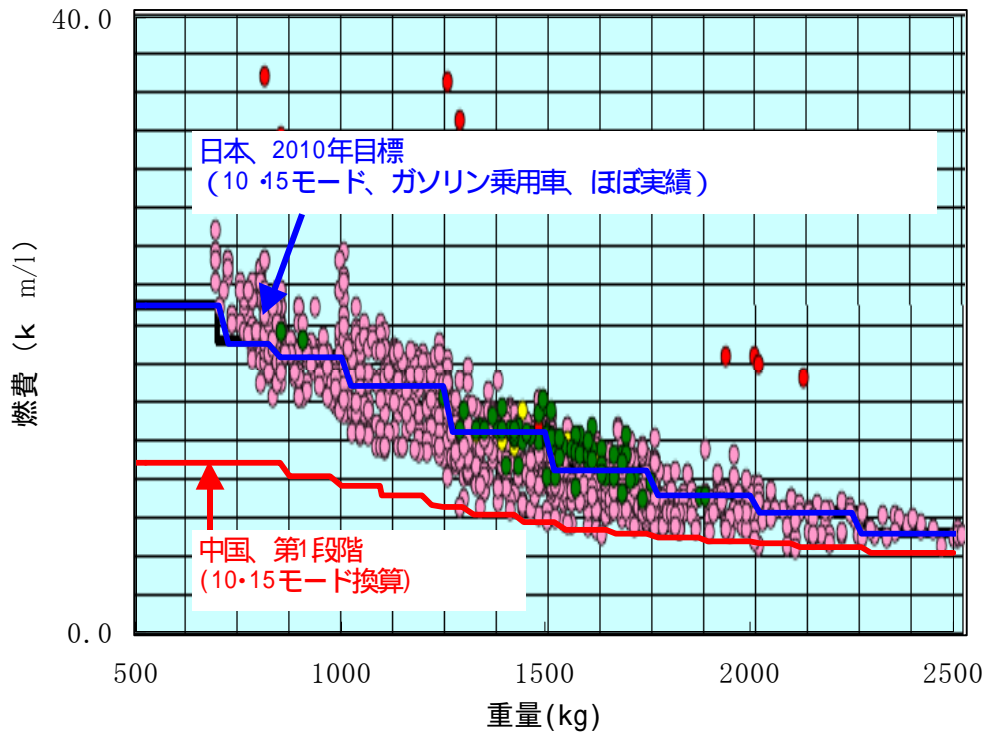
注) 上記の目標達成期間は04年以降に生産認可を受けた自動車を対象である。04年まですでに認可済み車はそれぞれ1年延長される。

また、日本の燃費基準は貨物車と乗用車、ディーゼル車とガソリン車を対象にそれぞれの目標値を設定しているのに対して、中国の「燃費基準」は乗用車のみを対象としている。

一方、日本の燃費基準は10・15モードであるのに対して、中国は欧州のNEDCモードを採用している。このため、両者の燃費水準を直接に比較することができない。ただし、PCGCC(04年)によれば、両者の間ではおよそNEDCモード=1.23日本モード(単位はkm/L)という関係が成立しているため、両者を同10・15モードで比較することは可能である。図4に示すように、両者を同10・15モードで比較すると、中国の燃費基準は日本より緩やかであり、また、車体重量が軽くなるほど燃費基準が「甘く」なることが分かる。ただし、この比較は異なる方式の燃費基準を比較している。

一方、両国の実績の燃費水準を比較すると、中国では平均排気量1650CCであり、NEDCモードで平均燃費が9.1L/100km(CATARC、03年)であるのに対して、日本では平均排気量が1616CCであり、10・15モードで平均燃費が13.5km/L(「エネルギー・経済統計要覧」06年)となっている。日本の平均燃費は排気量1650CCのNEDCモードに変換した場合6.1L/100kmとなる(=100/13.5/1.23+(1650-1616)*0.3/100、ただし、変換係数0.3は100CC当たりの燃費の差異を表している。詳細は後述)。すなわち、乗用車100km当たりの走行に中国は日本より3Lのガソリンが多く消費される。中国にとって省エネ率が33%と計算される。以上は乗用車燃費の比較結果である。

図4 乗用車燃費目標値の日中比較

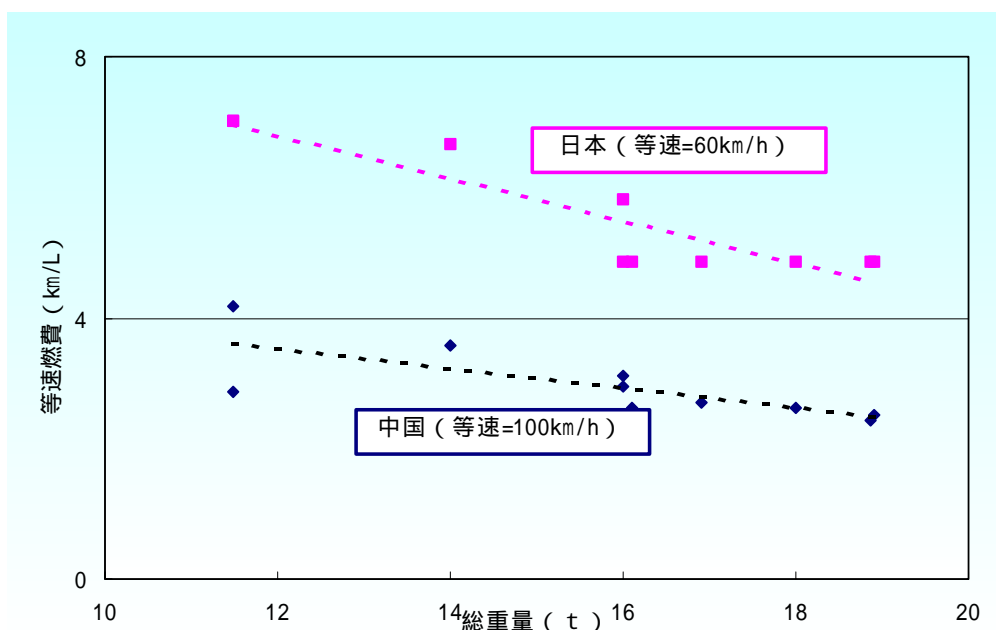


出所) 国土交通省(18年度)、中国「燃費基準」(04年)等による加工。

貨物車燃費の比較

貨物車の燃費については、データが少ないのが実情である。本研究はいくつかの仮定を置きながら、両国が貨物車においても燃費の差が大きいことを図5に示している。標本の数で単純平均すると、中国の平均等速燃費(100km/h)は34.2L/100kmであるのに対して、日本の平均等速燃費(60km/h)は18.7L/100km、すなわち両者の差は平均で1.83倍の開きがあることが分かる。平均速度が異なるため、この倍率を幾分ディスカウントして見る必要があると考えられるが、中国の資料では輸送需要トンキロ当たりのエネルギー消費量は中国が日本の倍以上を消費しているとされている(「中長期省エネルギー特別計画」, 04年)。データの制約を受けているため、これ以上精度の高い比較が困難であるが、ここでは、中国の貨物車の実績燃費も乗用車と同様に日本との差が33%あると保守的にみる。

図5 日中貨物車燃費の比較



出所) 中国のデータは「中国自動車工業年鑑」(04年)、日本のデータは06年3月に経済産業省と国土交通省が公表したトラック・バスの燃費基準による加工。

注) 中国の等速燃費は100km/h時の燃費である。日本の実績燃費(JE05)は2015年目標が実績より12.2%改善されることから逆算した。また、等速60km/hの燃費に変換する際、等速燃費(60km/h) = 実績燃費(JE05) * 0.75とした。変換係数0.75は「自動車ガイドブック2001-2002」に掲載されている積載2t、自動車総重量が3.5~7.5tのトラックの60km/hの燃費と実績燃費(JE05)の平均比率である。この変換係数がすべての重量区分に適用されていることに注意されたい。

2) 燃費改善技術の導入状況

日中両国の燃費の差は自動車燃費改善技術の導入の差を反映している。中国の乗用車はその多くが外国から輸入した80年代のモデルである。最近販売されている自動車でも燃費改善技術の導入が遅れている。表3は04年に販売ベースで上位15車種の燃費技術の導入状況を示している。燃費改善技術の導入は一部の中・高級自動車に限っている。導入されている燃費改善技術を見ると、その多くが電子制御式燃料噴射技術の一種であるMPI(マルチ・ポイント・インジェクション)という技術である。この技術は三元触媒技術とともに誕生したものであり、日本では一般的に使われている。一方、可変バルブタイミング機構など新しい燃費改善技術を採用しているのは「広州本田」のアコードとフィット、「上海通用」のパサートだけである。

表3 中国の燃費改善技術の導入状況

番号	車名	メーカー	モデル例	燃費改善技術 改善率		
				高	中	低
1	サンタナ	上海大衆	3000			
2	ジェッタ	一汽大衆	GIF			
3	シャレード	天津一汽	A+1.4L			
4	アコード	広州本田	NAVI	V		MPI
5	イラントラ	北京現代	1.6MT			
6	エクセレ	上海通用	1.6LX-AT			
7	フィット	広州本田	1.5L	V		MPI
8	リーガル	上海通用	Regal 2.5			MPI
9	パサート	上海通用	2.0 MFI	V		VI
10	ポーラ	一汽大衆	1.8AT			
11	セイル	上海通用	SRV SCX			MPI
12	キアセフィア	東風悦達起亜	1.6GL			
13	吉利豪情	吉利汽車	1.5L			MPI
14	アルト	長安鈴木	節約型			MPI
15	アウディ	一汽大衆	quattro			MPI/VI
5年11 月以 降	プリウス	一汽豊越	1.5AT	H	C	MPI
	ティアナ	東風日産	350JM-VIP		C	MPI
	Mazda6	一汽大衆	2.0L			MPI

出所) CLEANAUTO (06年6月) とヒアリング調査に基づく。

注1) 1-15位は04年1-11月の総販売台数の58%を占める15種類の車種。

注2) VI = 可変吸気システム、MPI = マルチ・ポイント・インジェクション、V = 可変バルブタイミング機構、C = 自動無段変速機

注3) 未表記の車種については参考した資料に記載がなかった。

一方、日本では、表4に示すように、自動車燃費技術を改善するために、エンジン、補機駆動、駆動系、走行など自動車燃費にかかわる各方面でさまざまな技術を開発・導入している。両国の差は歴然である。

図6に示すように、日本の自動車産業を取り巻く外部環境は71年から少なくとも4回にわたって大きな変化があった。この4回の変化はそれぞれ排ガス規制に関するアメリカのマスキー法の成立、原油価格が高騰した2回の石油危機の勃発、省エネルギー法に基づいた自動車燃費基準の制定、地球温暖化防止のための京都議定書の採択であった。これらの外部環境の変化に対して、日本の自動車メーカーと政府は一体となって積極的に対応した。自動車メーカーは早くも70年代から三元触媒の開発と電子制御技術の進展に取り組んでいた。その後、自動車の小型化やターボ技術の進展を図っていた。政府は70年代に社会ニーズに応じて排ガス規制を強化するとともに、省エネルギー法に基づいて燃費基準を導入した。さらに、政府は90年代にクリーン税制とトップランナー方式の燃費基準を導入した。05年には、世界初のディーゼル貨物車の燃費基準を導入した。

表4 自動車燃費改善の日中比較

技術	日本の採用例	
エンジン	点火方式改良 可変バルブタイミング機構 (V) インタークーラー (IC) リーンバーン (L) 高圧噴射 (P) 可変圧縮比 ローラーカムフォロワー 低摩擦エンジンオイル アイドリングストップ装置 (I)	過給機追加 (TC) 電子制御式燃料噴射 (FI)(MPI) 筒内直噴 (D) HCCI (均質圧縮点火) ミラーサイクル (MC) 大量 EGR システム ピストンとリングの摩擦低減 気筒休止 (可変気筒)(CY)
補機駆動	充電制御 (B)	電動パワーステアリング (EP)
駆動系	ロックアップ式の拡大 AT ニュートラル制御 可変段数の増加 電気ハイブリッド (H)	摩擦損失の低減 電動 4WD 自動無段変速機 (C) 自動 MT
走行	空気抵抗の低減 (ボデー形状の改良) ころがり抵抗の低減 (低ころがり抵抗タイヤ、軽量化) 車輻の軽量化 (部品軽量化、軽量材料採用拡大、ボデー構造の改良)	

出所) 玉野昭夫 (06 年 5 月) 「自動車の燃費性能に関する公表 (平成 18 年 6 月 1 日現在)」(国土交通省、平成 18 年) に基づいて筆者整理。

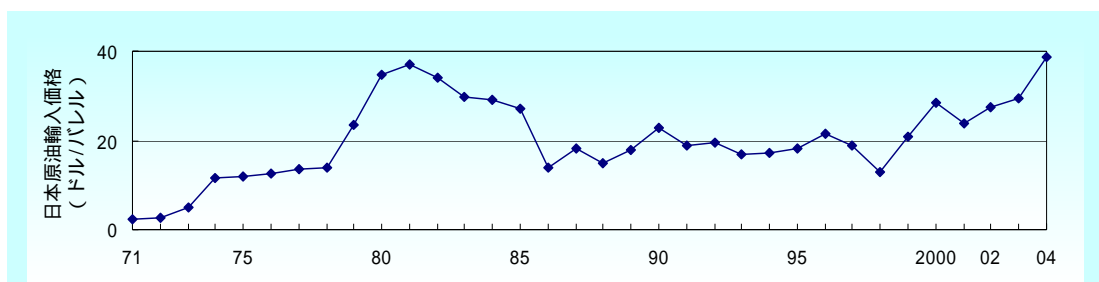
注) 括弧内記号は「国土交通省」が主要な燃費向上技術と表記したものである。

一方、中国の自動車産業発展の歴史を振り返ってみると、85 年前までは貨物車の生産を中心にしていた。85 年以降は乗用車の生産拡大を中心にしていた。貨物車の生産は主に「解放」と「躍進」トラックのコピー車が全国的に生産されていたのが特徴であった。乗用車の生産拡大は 85 年にドイツとの合弁企業「上海大衆」が設立されたことをきっかけに、上海、東北、京津 (北京と天津) 3 地域を中心に世界の自動車メーカーとの合弁企業が相次いで設立されたことから始まった。特に、53 年に「第一汽車」の設立から 85 年までの 39 年間で自動車生産台数がわずか 44 万台増加したに過ぎないのに対して、85 年から 05 年までの 20 年間で自動車生産台数が 530 万台も増加した。

すなわち、中国では生産拡大が主要な目標であったため、燃費の改善は自動車産業の重要事項としてスケジュールに入らなかった。94 年に中国初の「自動車工業産業政策」では、「省エネルギー」または「環境」というキーワードにわずか 2 箇所ですくすく触れただけであった。中国初の「燃費基準」は最近導入されたばかりであり、日本より 25 年遅れている。

自動車メーカーが燃費改善技術を積極的に導入しなかったのは、中国汽車工程学会副事務総長葛氏が、これまで燃費規制がなかったことを重要な原因の 1 つとして指摘した。

図6 自動車分野におけるエネルギー・環境政策の日中比較



世界の情勢	71年 マスクー法	73年1回石油ショック 78年2回石油ショック	90年代 ZEV法導入	97年 COP3開催	
日本の対応					
メーカー	三元触媒の開発 電子制御技術の進展	FF化進展 ディーゼル乗用車投入	小型化進展 ターボ技術の進展	EV, HVの開発開始 EVの市販化	HVの量産市販化 FCVの開発開始 燃焼改善技術の発展
政府	71-76年：電気自動車開発プロジェクト 73年排ガス規制強化	79年燃費基準	92-01年EV用電池開発 01年クリーン税制導入	97年CEV補助金導入 99年トップランナー燃費基準	02年燃料電池技術開発支援 05年ディーゼル貨物車燃費基準
中国の対応	中・大型貨物車を中心に「解放」「躍進」全国生産	85年中独の「上海大衆」 87年、乗用車生産3基地	94年「産業政策」 基幹産業して生産拡大	04年燃費基準 04年「産業政策」	

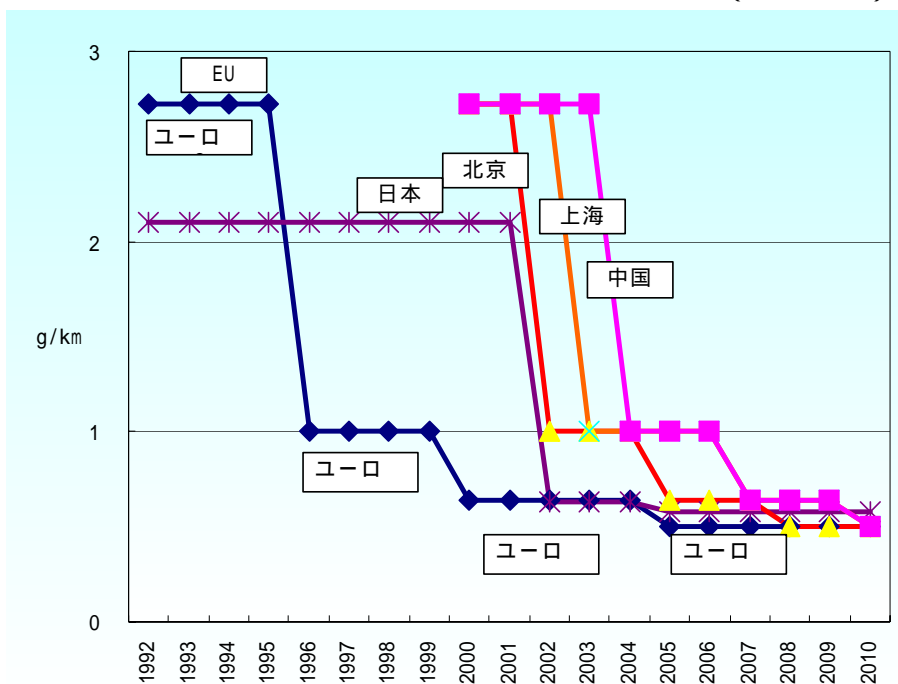
出所)「エネルギー・経済統計要覧」(06年)、日下部聡(06年05月)、「中国自動車工業年鑑」(04年)による筆者整理

3) 環境規制の状況

排ガス規制導入の遅れも中国の自動車燃費の改善にマイナスの影響を与えた。

中国が自動車排気ガス規制を始めたのは89年に国家基準「轻型汽車排気汚染排放標準」(「GB11641-89」)を制定し、90年から実行してからのことである。93年に同基準は再審議され、国家基準「轻型汽車排気汚染排放標準」(「GB14761.1-93」)に改定された。99年に同基準は欧州の環境基準をモデルに、国家基準「轻型汽車汚染物排放標準」(「GWPB1-1999」)に改定された(付表1)。同基準改定を契機に、中国環境保護総局は、排ガス規制が10年までに4段階に分けて欧州水準に達する計画を立てた。現在の排ガス基準はユーロに相当し、04年に実施されたものである。ユーロはEUでは96年から実施されたものであるため、中国は少なくとも8年遅れていると考えられる。また、図7に示すように、北京では全国に先駆けてユーロが実施されているが、中国「全国清潔汽車行動網」によると、04年3月までは、ユーロ基準をクリアしている国生車はアコード(2.0L、2.4L、3.0L)、アウディA6(1.8L、2.4L、2.8L)、アウディA4(1.8L、3.0L)、MAZDA6だけであった。

図7 中国における自動車排ガス規制の推移と国際比較（COを例に）



4) 石油製品の品質状況

多くの燃費改善技術の導入には、石油製品の高い品質が求められている。たとえば、代表的な燃費改善技術は直噴技術、リーンバーン技術、タービン増圧技術、コモンレール噴射技術、排気ガス再循環技術などが考えられるが、いずれも燃料の低硫黄含有量と低多環芳香族炭化水素含有量が求められる。しかし、中国の石油製品の品質が遅れており、例えば硫黄含有量が高く（表5）、多くの燃費改善技術の導入が困難となっている。

表5 中国における石油製品の硫黄分の規制

単位：PPM

	ガソリン				ディーゼル	
	全国	北京	上海	広州	中国	日本
1998 以前	1500				2000	500
1999	1000					
2000		800	800	800	2000	
2003	800				500	
2004		500			50	50
2005	500	150	500	500	(10)	(10)
2007	150				350	10
2008					10	
2010	50				50	

出所) 国家標準「GB17930-1999」、「車用ガソリン北京地方標準」、国家標準「GB252-2000」、国家標準「GB/T19147-2003」、中国環境保護総局の資料などにより整理。

5) 自動車の小型化（平均排気量の減少）

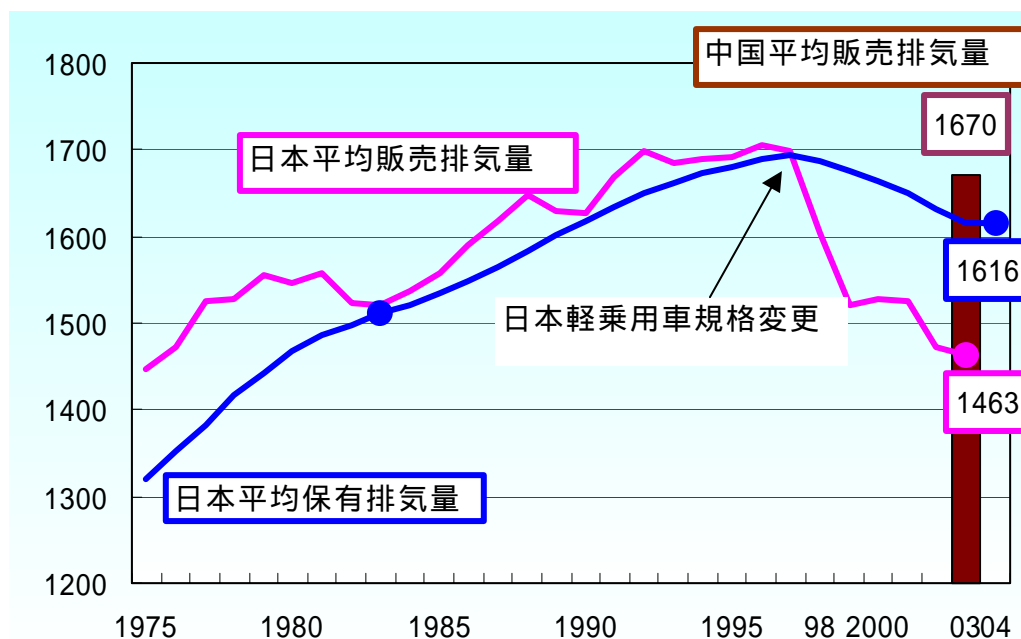
自動車の排気量は自動車の燃料消費に影響する重要な要素である。現在、中国でよく売られている自動車の排気量は1.6Lである。ゴルフ、ポータ、ジェッタ（以上第一汽車）、サンタナ、ゴール（以上上海汽車）、セイル、エクセレ（以上上海通用）などの主流の車種はほとんど排気量1.6Lの自動車である。03年に中国の平均販売排気量は1.67Lであり、日本の平均排気量（04年度保有ベースでは1.62L、03年度販売ベースでは1.46L）より大きい。すなわち、中国では大きい自動車が比較的嗜好されている。

日本の平均排気量の推移をみると、販売ベースと保有ベースともに97年まで増加していた。これは主に所得の増加に加えて、80年代のRVブームが影響していた。しかし、98年10月後、日本の軽自動車の規格が変更され、販売ベースの平均排気量が急速に低下し、保有ベースの平均排気量も顕著に減少した。

エネルギーの節約という観点で見れば、中国は自動車の小型化を図る必要がある。04年から、石油価格の高騰と石油輸入の増加で中国政府は「小排量車」（＝小排気量車）の促進を呼びかけ始めた。ただし、政府は平均排気量の減少ではなく、エンジンの出力性能の向上を目標（ガソリンエンジンは50kW/L、ディーゼルエンジンは40kW/L）にした（05年）。本研究では、計測しやすい平均排気量の減少を想定して省エネルギー効果を試算したい。

まず、排気量と燃費の関係を調査した結果として、図9（日本の時系列データ）、図10（日本の06年データ）、図11（中国の06年のデータ）に示されているように、平均排気量が100CC低下すると、燃費は概ね0.3L/100km改善されることがわかる。

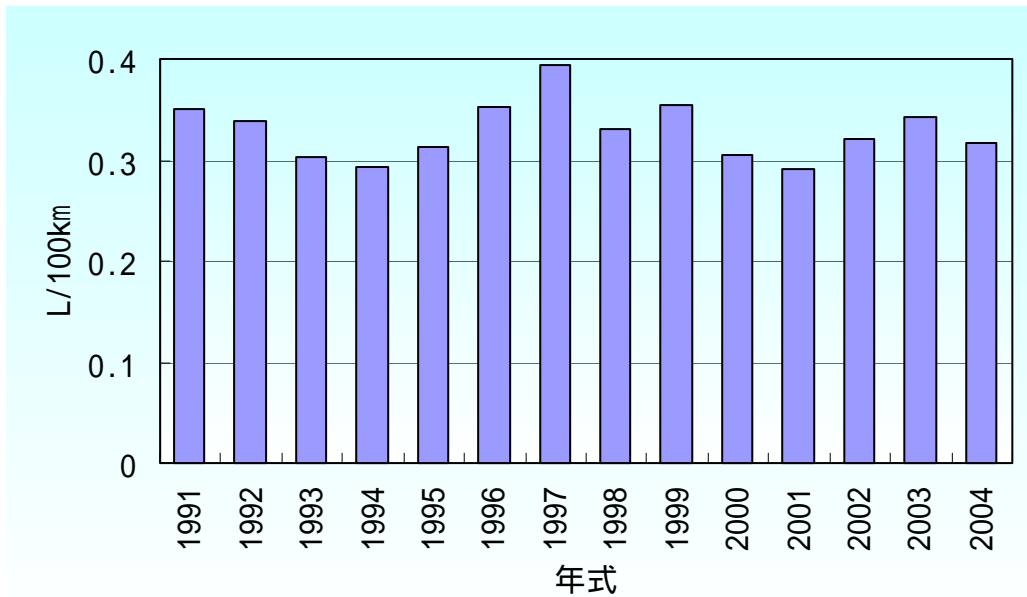
図8 乗用車の平均排気量



出所)「中国自動車工業年鑑」(04年)、日本全国軽自動車協会連合会、自動車検査登録協力会の資料による推計。

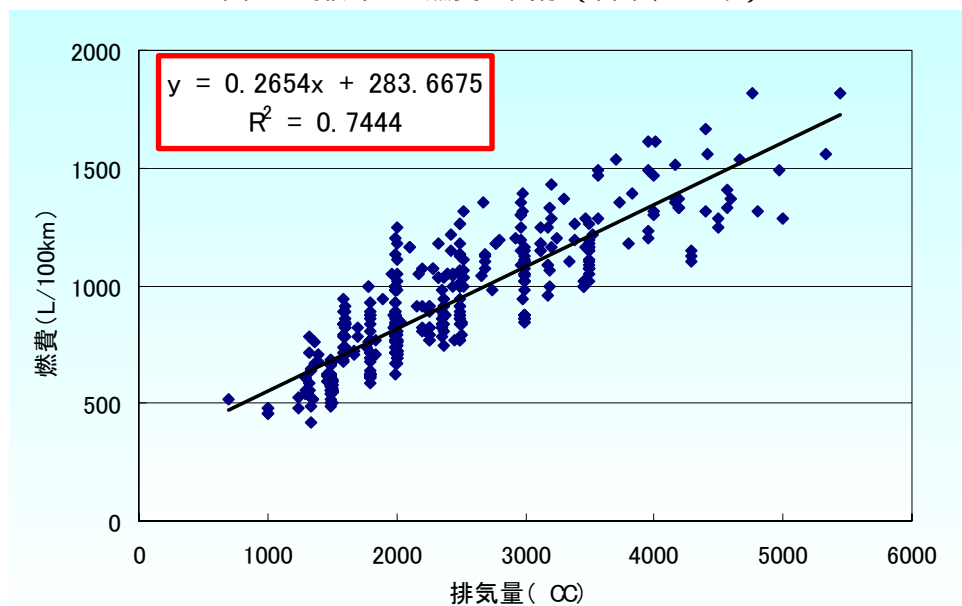
注)中国は暦年ベース、対象車は03年の乗用車(計213万台)。日本は年度ベース、対象車は新規登録車。

図9 排気量 100CC 低下による平均自動車燃費の改善の推移（日本）



出所) 日本自動車販売協会連合会、「自動車燃費一覧」(各年版、国土交通省)
 注) 各年の 1000 ~ 1400CC と 1701 ~ 2200CC の代表車の平均排気量と燃費から試算。

図10 排気量と燃費の関係（日本、06年）



出所) 「くるまーと新車データベース」(06年6月)

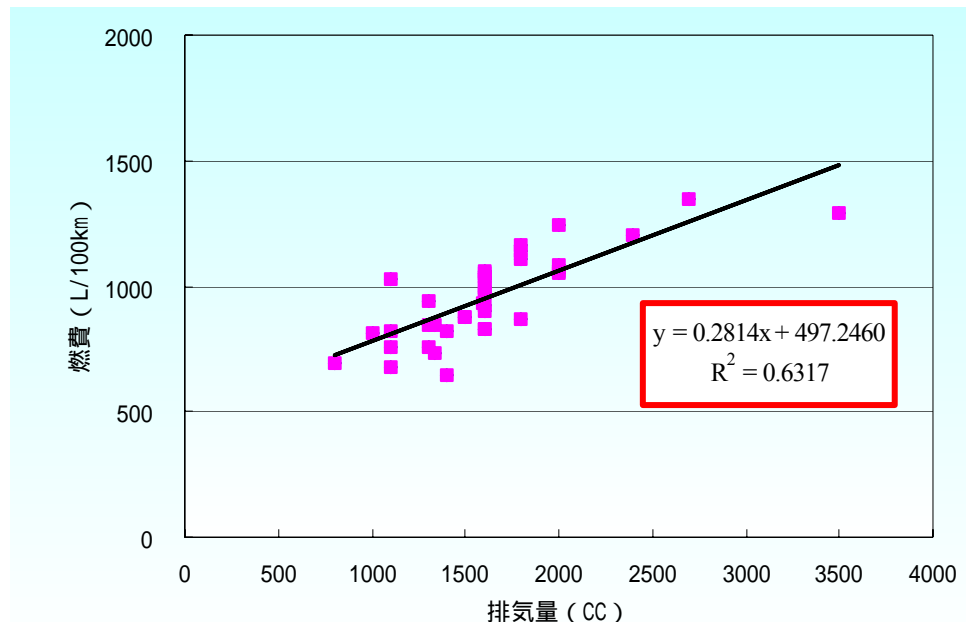
注1) 各車最良モデルの 10・15 モード燃費データに基づく。ただし、燃費は km/L から L/100km に換算。また、軽自動車、ディーゼル車、ハイブリッド車を除く。

注2) 図中の回帰式により、排気量が 1.67L の平均燃費は 7.35L/100km、よって燃料が 0.45L 低下すると、燃費改善率は 6% となる。

ここでは、中国の自動車小型化の目標として、平均排気量を日本 80 年代の平均排気量

1.5L程度まで低下させるとする。1.5Lは自動車の快適性を犠牲にしない目標でもあるため、人々に受け入れやすい目標と考えられる。もしこの目標が実現できれば、中国の平均排気量が約150CC低下するため、燃費は約0.45L/100km改善ができる。省エネルギー率に換算すると、約6%の改善率である（詳細は図10の注2を参照）。これは乗用車を対象にした試算である。

図11 排気量と燃費の関係（中国、06年）



出所) 新華網 (06年7月)

注) 燃費は実際の走行燃費

しかし、小型車を普及させるためには、これまで小型車の普及に妨げとなった障害を取り除くとともに、促進政策を同時に策定する必要がある。まず、税制面で小型車を優遇する必要がある。日本では車輜取得税、自動車重量税、自動車税など税制上優遇政策があって軽自動車の普及が促進されたと考えられる。しかし、中国では同様な税制制度はなかった。表6に示すように、日本では、軽自動車と普通車に対して税制上明らかに傾斜がある。たとえば、軽自動車対普通車では、車輜取得税が60%、自動車重量税が23%、自動車税が82%となっている。しかし、中国では、傾斜となっているのは「奢侈税」(中国の正式名称は「消費税」)だけであり、またこの差それほど大きくはない。06年4月に中国の自動車消費税が改定されたが、排気量の大きいSUV車には影響するが、主流の自動車にはほとんど影響がない。

表6 日中両国の自動車関係の税制比較

		日本		中国	
		比率	軽自動車 (注6) 普通自動車(注7)	比率	軽自動車 普通自動車
消費税 (注1)	軽自動車 普通車	1	3% 3%	1	17% 17%
奢侈税 (注2)	軽自動車 普通車			0.6	3% 5%
車輛取得税 (注3)	軽自動車 普通車	0.6	3% 5%	1	10% 10%
自動車重量税 (注4)	軽自動車 普通車	0.23	4400 円/年 6300 円/0.5t	1	110 円 110 円
自動車税 (注5)	軽自動車 普通車	0.82	11270 円 13815 円	1	1320 円 1320 円

注1) 消費税は中国で「増値税」に相当する。

注2) 奢侈税は中国での正式名称は「消費税」である。中国は06年4月1日から「消費税」を改定したが、上記数字への影響はない。

注3) 車輛取得税は中国での正式名称は「車輛購置税」である。

注4) 自動車重量税は中国にはない。現在新規創設すべきという意見もある。表中の数字は「車船使用税」(北京の場合)である。

注5) 自動車税は中国では「養路费」に相当する。

注6) 軽自動車は中国と日本はそれぞれ800cc(たとえばアルト)と660cc(たとえばミラ)で代表する。また、中国では「小型車」や「小排気量車」と呼んでいる。

注7) 普通車は中国と日本はそれぞれ1.6L(たとえばサンタナ)と1.8L(たとえばカローラ)で代表する。

地方政府の小型車に対する規制も取り除く必要がある。04年までは、何らかの規制を行った都市は全国で合計80以上とされている。大都市を例にすると、北京では1.0L以下の小排気量車が幹線道路の長安街での走行が禁じられていた。上海では1.0L以下の小型車が東西幹線トンネルの延安トンネルの通過が禁じられていた。広州でも、北京や上海と似た政策を取っていたほか、1.0L以下の小型車の新規登録が禁じられていた。小型車を規制した理由は地域によってそれぞれであるが、大きく3つにまとめることができる。1)都市イメージの低下の防止、2)交通渋滞の防止、3)環境性能と安全性能の確保といった理由である。3つの理由はいずれも小型車の品質に問題があることを示唆している。この意味では、中国は小型車を本格的に普及させるには、消費サイドに対する税制上優遇政策を策定する必要があるだけでなく、生産サイドにおいても、小型車の品質を抜本的に向上させる必要があると考えられる。

6) 自動車用燃料の構成

中国は日本と同様に軽油乗用車の普及は進展していない。それは軽油車の排ガスに問題があると考えられる。また、中国ではガソリンより軽油の需要はるかに高いことも原因となっている。しかし、軽油車はガソリン車よりおよそ20%(付表2を参照)効率が高いため、自動車の省エネルギーの可能性を考える際に、軽油車のシェアを高めるシナリオも考えるべきである。

2.2 輸送距離の減少による省エネルギー可能性

輸送距離の減少は省エネルギーにとって重要な手段である。これは少なくとも4つの内容を含む。1) 鉄道など高効率の輸送機関を強化し、自動車の輸送需要を低減させる。2) 合理的な集荷・配送システムを構築し、高効率輸送を実現する。3) 都市システムの最適化を図り、効率的な走行システムを構築する。3) IT技術を駆使し、ITS (Intelligent Transport System) 交通システムを構築することを通じて交通渋滞や無駄な走行を防ぐ。

例えば、旅客輸送では、輸送機関別に輸送需要(人キロ)当たりのエネルギー消費量(日本04年度の実績)をみると、鉄道を1とした場合、道路が11、水運が8、航空が9であり、すなわち鉄道輸送のエネルギー消費効率が著しく高いことに対して、道路輸送の効率は最も低いことが分かる。しかし、中国の3大都市をみると、自家用車は通勤用として使用されている。また、バスが比較的発達しているが、地下鉄はまだ十分に発達していない。その意味では、中国の道路輸送の比率が日本より高いと考えられる。従って、中国では如何に乗用車からバスへ、道路輸送から鉄道輸送へと輸送需要をシフトさせるのが重要な課題である。ただし、中国の既存の輸送統計によると、中国の道路輸送需要に占める道路輸送のシェアは54%であり、日本の67%より低くなっている。これは、中国の統計は都市間の輸送需要のみを対象にしているため、実態の輸送需要を反映していないからである。

また、交通システムの最適化やITS交通システムの構築で、無駄な走行や渋滞を抑制することも重要な省エネルギー手段である。例えば、筆者が北京のタクシーを対象に調査した結果、交通渋滞による燃料ロスは29%にも上っている(沈中元、04年)。

3. 自動車分野における省エネルギー可能性のまとめ

上記の分析に基づき、中国の自動車分野における省エネルギーの可能性をまとめたい。

3.1 既存燃費改善技術の導入

まず、日中両国の現在の燃費を比較して分かるように、中国は各種既存燃費改善技術を導入することで、燃費を33%向上させることができる。現在、障害となっている「石油製品品質の基準」は概ね10年ごろに日本の現在水準に達すると考えられるため、日本で採用されている燃費改善技術は徐々に導入されるであろう。特に20年または30年先のことを展望すると、既存燃費改善技術の導入は時間的に十分な余裕があると考えられる。また、今後徐々に強化される排ガス規制も燃費の改善にプラスに影響すると考えられる。エンジン技術が変わらなければ、排ガス規制の強化は燃費を悪化させるが、実際には自動車メーカーによりよいエンジン技術の開発・導入を促す。日本の自動車メーカーは78年に強化された排ガス規制に対応するために、電子制御式燃料噴射技術を開発したが、結果として燃費も向上した。

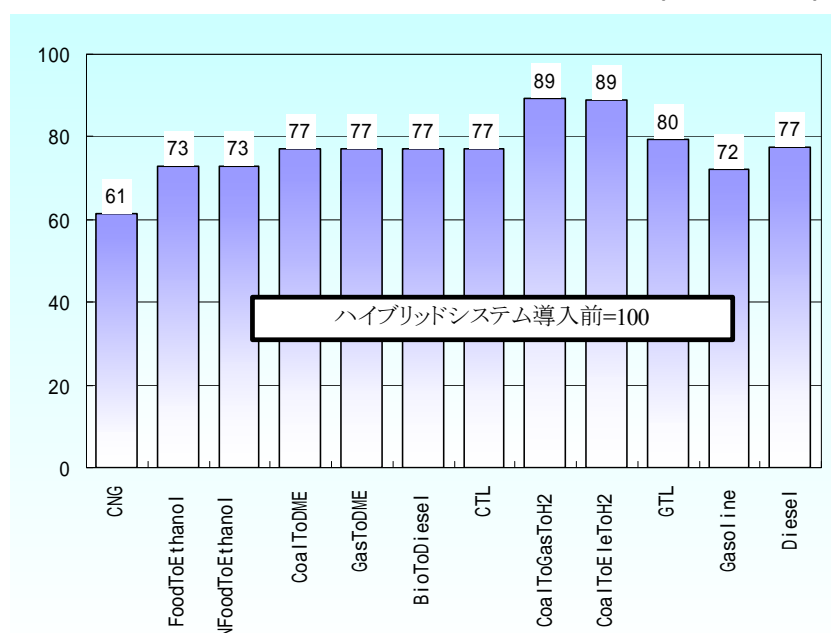
3.2 ハイブリッド技術の導入

既存の燃費改善技術以外では、97年からトヨタ自動車実用化したハイブリッド技術は、革新的な燃費向上技術として今後中国でも普及される可能性が高いと考えられる。中国は96年から「863プロジェクト」をベースにハイブリッド自動車の開発を積極的に進めている。最近では、政府の各種エネルギー・自動車産業関連の政策はいずれもハイブリッド自動車の促進を鮮明に打ち出している。例えば、新しい「中国自動車産業政策」(04年版)では、「積極的に電気自動車、自動車動力用電池などの新しい動力の研究と産業化を展開する。ハイブリッド自動車の技術...を重点的に発展させる。国家は科学技術の研究、

技術の改造、新技術の産業化、政策などの面でハイブリッド自動車の生産と使用を促進する措置を取る」としている。また、新しい「科学技術発展計画」(06年版)では、「ハイブリッド自動車...の全体の設計・集積・製造の技術」を優先研究課題としている。

自動車メーカーも積極的にハイブリッド車の開発に取り組んでいる。05年に、「一汽トヨタ」は中国で現地生産を始めたほか、「第一汽車」は05年12月からハイブリッドバスの生産を開始した。「東風汽車」も06年4月に国家の「自動車生産目録」にハイブリッドバスを国内初めて登録することを実現した。ほかには、「長安汽車」は08年に量産計画を発表しており、「上海大衆」は08年に500台、10年に量産という計画を発表している。「北京現代」も08年までに現地生産を開始する計画を発表している。さらに「広州本田」はアコードをベースに、「東風本田」はシビックをベースにそれぞれハイブリッド車を早期導入すると現地法人がアナウンスしている。

図 12 ハイブリッドシステムの省エネルギー効果 (WTW ベース)



出所) European Commission (06年5月)

このように、中国では政府と自動車メーカーはともにハイブリッド車の研究開発に積極的に取り組んでいることが分かる。長期的には、ハイブリッド技術が自動車の標準装備になる可能性もある。弊所定例研(伊藤・森田、06年4月)にて発表された「わが国の長期エネルギー需給展望」によれば、30年にハイブリッド乗用車は60%に達するシナリオを提示している。本研究では、30年に中国では最大で50%のハイブリッド車が普及することを想定している。ハイブリッド技術はモーターとエンジンを併用することで、ガソリン車の燃費を28%、ディーゼル車の燃費を23%向上できる技術であり(図12を参照)ため、30年に50%が導入されると、14%の省エネルギー効果がある(計算の詳細は表7を参照)。

3.3 自動車の小型化

乗用車が排気量を1500CC小型化すると6%の燃費改善ができることはすでに述べた通りである。30年における乗用車の比率で自動車全体の省エネルギー効果を計算すると省工

ネ率は5%となる。

最近では原油価格が上昇していることに相まって、政府は積極的に小型車の普及を促進しているため、小型車の販売は好調である。例えば、04年にシャレードの販売台数は9.8万台で第3位であったが、05年では65%増の16.2万台で、1位に上昇した(いずれも1~11月までの数字)。また、06年4月に「消費税」の改定と小型車規制の撤廃が実施されたことを受けて、シャレードの販売がさらに好調になり、株価はストップ高になった。

3.4 ディーゼル車比率の向上

現状では農業用を含めた軽油需要の比率は高く、ディーゼル車普及の障害となっているが、今後ガソリン乗用車がする増加と、軽油需要の逼迫が緩和されると考えられる。低軽油品質も規制の強化で解決されると考えられる。新しい「自動車産業政策」はすでに「軽油乗用車の比率を徐々に高めていく」と明確にしている。中国「国務院研究中心」産業経済研究部の最近(06年4月)の研究によると、現在では軽油乗用車の比率が0.2%であるが、20年に30%を引き上げるべきであると主張している。ここでは、この目標が30年に実現されると想定する。この場合、平均燃費が5%向上できる。ただし、乗用車の比率は沈中元(06年)による。また、ディーゼル車はガソリン車より20%の省エネと仮定した。

上記の分析を要約すると、30年までに、まず既存の燃費改善技術が導入されることで33%の燃費改善が実現される。その上に、革新的なハイブリッド技術を50%普及させることで14%の燃費改善を実現する。両者を合計すると、技術による省エネルギー効果が42%あると推定される。

表7 30年まで自動車分野における省エネルギーのまとめ

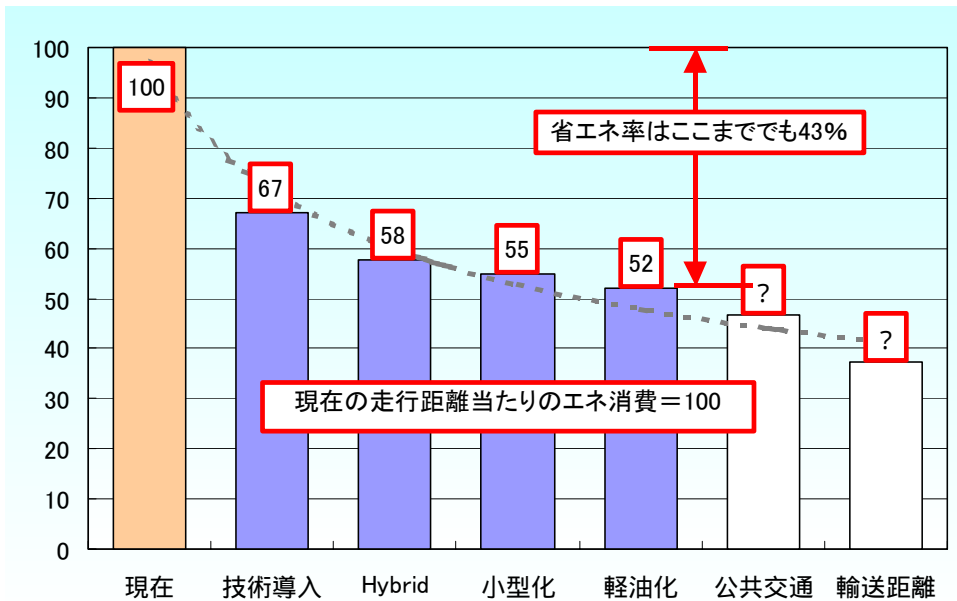
分野	分類	主な内容(30年)
燃費改善率 = 48%	技術による改善(42%) = 既存技術の導入(33%) +ハイブリッドの50%導入(14%)(注1)	既存燃費技術:導入済み
		燃費基準:フォローアップ
		環境規制の強化:10年ごろ
		石油品質の向上:10年ごろ
	構造の改善(10%) = 乗用車150CC低下の小型化で(5%) +30%の乗用車ディーゼル化で(5%)	排気量の小型化:政策強化と経済性の向上で日本80年代前半並みへ
		燃料構成の最適化:乗用車30%
	公共交通機関の整備:?(注2)	
輸送距離	高効率輸送機関の強化	鉄道へシフト:?
	高効率輸送システム	合理的な集荷・配送システム:?
	都市部交通システムの最適化	合理的な道路システム:?
	交通情報の伝達	IT技術の活用:?

注1)30年の自動車普及台数は沈中元(06年)による。ただし、旅客車とガソリン車、貨物車はディーゼル車とそれぞれ仮定した。具体的には次の式による試算。

$$(28\% \times 18744 + 23\% \times 4045) / (18744 + 4045) \times 50\% = 14\%.$$

注2) ?は計算不能を表す。

図 12 自動車分野における省エネルギー可能性のまとめ



一方、構造改善の効果として、小型車の普及とディーゼル車の普及で、それぞれ5%の省エネルギーが実現できる。両者を合計すると、10%の省エネルギー効果がある。

その他の省エネルギー方法も効果が大きいと考えられるが、計測するには困難であるため、上記2つの省エネルギー効果のみを加算する。結果として、48%の省エネルギー効果が期待できる。30年に自動車普及台数は22,789台、エネルギー消費量が2.6億トンになると予測されているだけに、48%という省エネルギーの可能性は大きな意味を持っている。

4. 結びに

本研究は、中国の自動車分野における省エネルギーの可能性を分析した。分析の結果として、1) 既存燃費改善技術導入により33%の省エネルギーの可能性を示している。2) 中国が現在積極的に取り組んでいるハイブリッド技術は普及の可能性が高く、30年に50%の普及率を想定した場合、14%の省エネルギーを実現できる。3) 中国が真剣に取り組み始めている小型車の普及は原油価格の上昇など要素もあって順調な進展を見せており、仮に乗用車の平均排気量は現在の1.67Lから1.5Lに減少した場合、5%の省エネルギー率を実現できる。4) 燃料品質の上昇と高軽油比率問題の解消に伴い、乗用車でも軽油車の導入が考えられており、仮に30年に乗用車の軽油化率が30%に向上した場合、5%の省エネルギーを実現できる。5) 公共交通機関の強化や輸送距離の減少などの要素については、省エネルギー可能性の定量的な計測は難しいが、その効果が大きいと考えられているため、自動車の産業政策またはエネルギー政策を立案するときに総合的に考慮すべきである。6) 以上計測した各分野の省エネルギー可能性を合計すると、中国の交通分野における省エネルギー可能性は48%あることがわかる。

こうした高い省エネルギーの可能性を試算通りに実現できるかは不確実性があるものの、政府の政策に大きく依存しているといえる。すでに分析したように、このような省エネルギーの可能性を現実のものにするためには、自動車産業の技術開発能力の向上、環境規制・燃費規制・燃料品質規制の総合的強化、税制上の支援策などが欠かせない。政府に対しては、自動車分野における省エネルギーの長期目標と支援政策を早期に策定することが望まれる。

付表 1 中国排ガス規制の推移

	実施 時間	エンジ ン種類	対象車	例：CO (g/km)	同時に廃止され た基準
GB11641-89 轻型汽車排気汚染 排放標準	90年	CI/SI			
GB14761.1-93 轻型汽車排気汚染 排放標準	94/05	CI/SI			GB11641-89
GWPB1-1999 轻型汽車汚染物排 放標準	00/01	CI/SI		3.60 4.00	
GB17961-2001 車用圧燃式発動機 排気汚染物排放限 値及び測量方法	01/04	CI	時速 25 キロ以上の M2、M3、N1、N2、N3 車、総積載量 3.5 ト ン以上の M1 車	4.9 4.0	GB17961-1999 GBPB-2000 HJ54-2000
GB18352.1-2001 轻型汽車汚染物排 放限值及び測量方 法()	01/04	CI/SI	時速 50 キロ以上の 轻型自動車(3.5 ト ン以内の M1、M2、N1 車)		GWPB1-1999 の第 一段階
GB14762-2002 車用点燃式発動機 及び点燃式発動機 汽車排気汚染物排 放限值及び測量方 法	03/01	SI			GB14761.2-93
GB18352.2-2001 轻型汽車汚染物排 放限值及び測量方 法()	04/07	CI/SI	時速 50 キロ以上の 轻型自動車(3.5 ト ン以内の M1、M2、N1 車)		GWPB1-1999 の第 二段階
GB17961-2005 車用圧燃式、気体燃 料点燃式発動機及 び汽車排気汚染物 排放限值及び測量 方法(、 段階)	07/01	CI 気体燃 料は SI	時速 25 キロ以上の M2、M3、N1、N2、N3 車、総積載量 3.5 ト ン以上の M1 車	2.1 1.5	GB17961-2001 GB14762-2002 の 一部
GB18352.3-2005 轻型汽車汚染物排 放限值及び測量方 法(、 段階)	07/01	CI/SI	時速 50 キロ以上の 轻型自動車(3.5 ト ン以内の M1、M2、N1 車)	0.64 0.5	GB18352.2-2001

出所) 上記各種基準に基づいて筆者整理。

付表2 各種代替燃料の効率の比較

単位：MJ/100 km

エネルギー		実験記号	通常			ハイブリッド		
			TTW	WTT	WTW	TTW	WTT	WTW
LPG		LRLP1 LPG: imports from remote gas field +PISI 2002	224	26	250			
CNG		GPCG1b CNG: Pipeline 4000 km +PISI dedicated 2002	223	43	270	139	27	166
エタノール	食糧系	WTET1a EtOH:Wheat, conv NG boiler, as AF + PISI 2002 95/05	224	49	273	163	36	199
	非食糧系	SCET1 EtOH: Sugar cane (Brazil) + PISI 2002 95/5	224	50	273	163	36	199
メタノール	石炭系	KOME MeOH: Coal EU-mix, Cen, Rail/Road Reformer + FC	148	138	286			
	ガス系	GPME1b MeOH: NG 4000 km, Syn, Rail/Road, Reformer +FC	148	102	250			
ジメチルエーテル	石炭系	KODE1 DME: Coal EU-mix, Cen, Rail/Road DICI 2002	183	170	353	141	131	272
	天然ガス系	GPDE1b DME: NG 4000 km, syn, Rail/Road DICI 2002	183	114	297	141	88	229
バイオディーゼル	バイオ系	ROFA1 RME: Gly as chemical + DICI 2002	183	210	393	141	161	303
	廃食用油							
CTL		KOSD1 Syn-diesel: CTL, Diesel mix DICI 2002	183	178	361	141	137	278
燃料電池	石炭ガス化圧縮水素	KOCH1 C-H2: Coal EU-mix, cen Ref, Pipe FC	94	131	225	84	117	201
	石炭火力電解圧縮水素	KOEL 1/CH2: Elec coal EU-mix, cen ely, Pipe + FC	94	298	392	84	265	349
GTL		GRSD2 Syn-diesel: Rem GTL, Sea, Rail/Road + DICI 2002	183	125	308	146	99	245
ガソリン		COG1 Conventional gasoline + PISI 2002	224	31	255	162	22	184
ディーゼル		COD1 Conventional Diesel + DICI 2002	183	29	212	141	23	164

出所) European Commission (06年5月)

注1) DICI: An ICE using the direct Injection Compression Ignition technology

注2) PICI: An ICE using the port Injection Spark Ignition technology

注3) DPF: Diesel Particulate Filter

注4) TTW: Tank-To-Wheels、WTT: Well-To-Tank、WTW: Well-To-Wheels

参考文献

- 【1】CATARC (03年)「中国自動車燃料経済性標準法規及び政策研究」、中国自動車技術研究中心(中国語文献)
- 【2】EDMC (06年)「平成17年度石油産業体制等調査研究」、IEEJ計量分析ユニット
- 【3】ERI (05年)「中国2030年までのエネルギー需給見通し」、中国能源研究所(中国語文献)
- 【4】European Commission (06年5月), Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, A joint study by EUCAR / JRC / CONCAWE. <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>
- 【5】IEA (04年)「World Energy Outlook」、International Energy Agency
- 【6】IEA (05年)「OECD Energy Balance Tables」と「Non-OECD Energy Balance Tables」、International Energy Agency
- 【7】PGCC (04年)「COMPARISON OF PASSENGER VEHICLE FUEL ECONOMY AND GREENHOUSE GAS EMISSION STANDARDS AROUND THE WORLD」、The Pew Center on Global Climate Change、<http://www.pewclimate.org>
- 【8】TSINGHUA (04年)中国能源展望、清華大学核能ト新能源技術研究院(中国語文献)
- 【9】「中国統計年鑑」(05年)、中国統計局(中国語文献)
- 【10】「中国国民経済と社会発展統計公報」(05年)、中国統計局(中国語文献)
- 【11】「中国能源統計年鑑」(05年)、中国統計局(中国語文献)
- 【12】「中国自動車工業年鑑」(04)、中国自動車技術研究中心等(中国語文献)
- 【13】「石油精製産業の中長期発展特別計画」(05年)、中国發展改革委員会(中国語文献)
- 【14】国土交通省(18年度)「自動車燃費一覧」、国土交通省HP
- 【15】伊藤・森田(06年)「わが国の長期エネルギー需給展望」、IEEJのHP、<http://eneken.ieej.or.jp>
- 【16】沈中元(04年)「中国の省エネルギー潜在力」、国際石油経済(中国語文献)
- 【17】沈中元(06年)「所得分布曲線を利用した中国のモータリゼーションの予測」、エネルギー経済、06年6月号、またはIEEJのHP、<http://eneken.ieej.or.jp>
- 【18】玉野昭夫(06年5月)「自動車の燃費改善技術と代替燃料」、日本自動車工業会(日中省エネルギー・環境総合フォーラム資料)
- 【19】「エネルギー・経済統計要覧」(06)、IEEJ計量分析ユニット
- 【20】日下部聡(06年05月)「自動車分野の環境・エネルギー政策」(日中省エネルギー・環境保全フォーラム資料)
- 【21】「くるまーと新車データベース」(06年2月)「燃費の良いクルマは?～タイプ別全車ランキング」、<http://kurumart.jp/>
- 【22】新華網(06年7月)「年中系列報道 小排量車解禁」、<http://www.xinhuanet.com/>(中国語文献)
- 【23】「燃費基準」(04年)「乗用車燃料消耗量限值」、中国質量監督検査検疫総局等(中国語文献)
- 【24】CLEANAUTO(06年6月)「わが国国産中・高級乗用車ガソリンエンジン技術一覧表」、中国清潔自動車行動消息網<http://www.cleanauto.com.cn>(中国語文献)

お問い合わせ：report@tky.ieej.or.jp