

特別寄稿 自動車の環境・エネルギー技術に関わる将来展望* ～従来車の技術を中心として～

Future Prospects Involved in Environmental and Energy Technology of the Automobile

大聖 泰弘
Yasuhiro DAISHO

1. はじめに

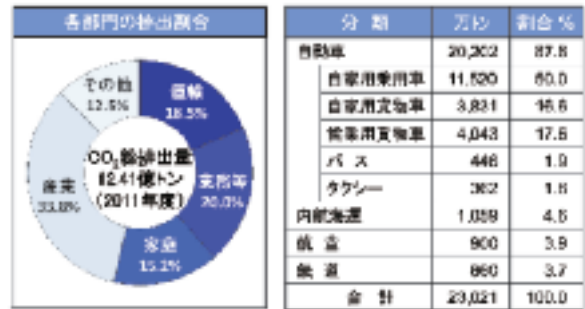
自動車は、移動や物資輸送のための不可欠な手段であり、その関連産業は新技術を開発・実用化しながら基幹産業として成長を続けている。その一方で、自動車は石油を大量に消費し、都市の大気汚染物や地球温室効果ガスであるCO₂の主要な排出源とされている。このような状況にあって、先進国では、2010年代に乗用車から重量車にわたる最終的な排出ガス規制の強化が予定され、これに適合することで自動車による大気汚染問題は概ね克服されるものと予想される¹⁾。

しかしながら、モータリゼーションの進展が著しい中国やインド、東南アジアを中心とする新興国では石油の需要が拡大しており、大都市の深刻な大気汚染や燃料の大量消費への対応が必要とされている。

このような状況にあって、わが国では、京都議定書における1990年度比で温暖化効果ガス6%の削減を目指す2012年度までの5年間の取組みが終わり、2011年からの原子力発電所の全面停止を克服して目標を達成した。現在、わが国では、石油製品の約4割に相当する約9,000千万kLが自動車用燃料として使われ²⁾、Table 1に示すように、輸送部門で排出されるCO₂の全体の2割近く占めている。そのうちの9割近くが自動車からの排出であり³⁾、2013年以降、さらには2020年以降の輸送部門としての削減対策が必要とされている。

このため、従来車であるガソリン車やディーゼル車を中心に燃費改善技術の開発が重要課題とされ、自動車メーカーは、国内外の市場を睨んで戦略的な技術開発に取り組んでいる。それに加えて、中長期的には、ハイブリッド車や電気自動車、さらには燃料電池自動車等のいわゆる次世代自動車の導入による一層の燃費改善とCO₂低減の対策が求められている。そこで本稿では、これらの視点から、今後の従来車を中心に、次世代自動車にも触れ、環境・エネルギーの課題とその解決方策について展望する。

Table 1 わが国における2011年度の運輸部門のCO₂排出量（国交省 2013年）



わが国の自動車から排出されるCO₂は全体の排出量の16.3%を占めている。

分類	万トン	割合%
自動車	20,202	87.8
自動車用乗用車	11,520	60.0
自動車用貨物車	3,831	19.6
航空機	4,043	17.6
バス	448	1.9
タクシー	382	1.8
内航汽船	1,059	4.6
航空	900	3.9
鉄道	890	3.7
合計	23,021	100.0

2. ガソリン車の対策技術

2.1 排出ガス対策技術

ガソリン乗用車では、Fig. 1に示すように、一段と精緻化された電子制御燃料噴射システムと三元触媒システムのフィードバック系の組合せによって、規制対象の窒素酸化物（NO_x）、炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）の3成分の低減が大きく進展している。わが国では、2009年から開始されたポスト新長期規制から、JC08モードを適用し、冷機と暖機で1：3とする評価でNO_xとHCを0.05g/km、希薄直噴エンジンでは微粒子（PM）を0.005g/kmとする規制値が設定されている¹⁾。これに対して、エコカー減税制度も奏功してNO_xとHCを1/4レベルとする超低排出ガス特性を達成したガソリン車が大半を占めつつある。特に冷始動から暖機時にわたる低温での触媒の一時吸着や活性促進等の対策が強化され、大気環境への影響は大幅に抑制されている。

なお、次に述べる低燃費技術のうち、希薄燃焼は有力な技術であるが、直接噴射エンジン車も含めて三元触媒並みのNO_x浄化が可能な触媒システムの開発が必要とされる。

*2014年10月6日 原稿受領

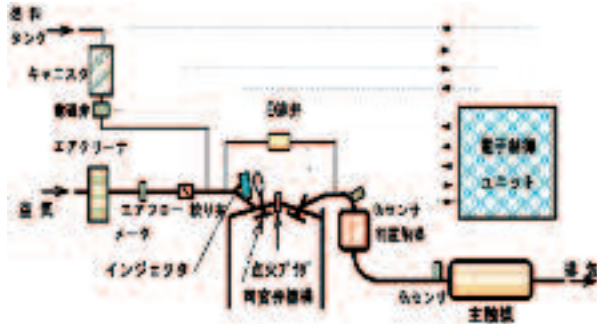


Fig. 1 ガソリンエンジンの排出ガス対策例

このような状況は、先進国共通の動向であり、今後、日欧や新興国を中心にFig. 2に示す軽量車を対象とする国際標準化されたサイクルWLTCに基づく試験法WLTPが採用される予定である¹⁾。

その一方、米国カリフォルニア州では、一層の大气環境改善のため、軽量車を対象とするLEV IIIにおいて、2025年までにフリート平均で非メタン有機ガス成分(NMOG)とNOxの和を0.030g/mile (0.019g/km)、微粒子(PM)を1mg/mile (0.07mg/km)として、現状からそれぞれ75%と90%の低減を求めており、極限的な規制値といえる⁴⁾。

またEUでは、直噴ガソリンエンジンに対して2017年から粒子量に加えて粒子数の規制(6×10¹¹個/km)を加える動向もあり、コスト増加を伴うフィルター(GPF)の装着が一部が進められている。

2.2 燃費改善技術

今後ガソリン車にとっては、このような低排出ガス特性を維持した上で、燃費改善技術の開発と普及がより重要な課題となっている。わが国では、2010年度と2015年度の燃費基準が前倒し達成され、さらには2020年度からは始まる企業平均による燃費基準(20.3km/L)が設定されている⁵⁾。

Table 2 自動車の燃費改善技術

対象	燃費改善率	
	◎: 10%以上	○: 5~10% □: 5%以下
エンジン	◎直噴AVD(G) ◎5-1st(2st)	◎VAVT(可変)化 ◎1st-2nd, HDC(G)
制御	◎アイドルストップ □空燃比、点火時期制御の高精度化(G)	◎減速時燃料カット ◎1st-2nd, HDC(G)
機構	□VAVT化 ◎可変弁機構(VVT, VVLによる可変圧縮比) ◎可変気筒機構	◎可変ギア送給 ◎減速時燃料カット ◎減速時燃料カット
摩擦低減	□潤滑特性の改善	◎運動部の軽量化
駆動・伝達系	◎ATの改善 ◎ATの電子制御化	◎自動LMT(DCT) ◎ATの多段化
車体	◎軽量化(樹脂、軽金属、超合金力積の利用) ◎空気を抵抗減(高剛性) □低抵抗タイヤ	
その他	□補機類の効率化(電動化) □廃熱利用	

一方EUでは、CO₂排出量ベースで燃費基準が制定され、2012年からの130g/kmの基準値に次いで2021年には95g/kmが提示されており、米国でも日欧を追うように基準の強化が進められている。これらの動向を新EUモード(NEDC)で換算して比較したものをFig. 3に示す⁶⁾。新興国でも燃費改善の必要性が一段と高まりつつあり、次世代自動車に比べてコスト負担が少なく、市場の多くを占めているガソリン車の燃費改善も重要である。

燃費改善技術としては、Table 2に示すように、エンジンにおける各種可変機構の利用や燃料供給系制御の精緻化、各部の摩擦や補機類損失の低減が追究されている。また、無段変速機(CVT)やデュアルクラッチ変速機(DCT)等による自動変速システムの高効率化、さらには車体の軽量化や低抵抗タイヤの利用等も進んでいる。

特に最近注目されているのが、過給と直噴のシステムを組み合わせたエンジンのダウンサイジングである。機械損失や熱損失が相対的に減る効果があり、ドイツメーカーが普及の面で先行していたが、最近わが国のメーカーでも相次いで実用化している。直噴エンジン

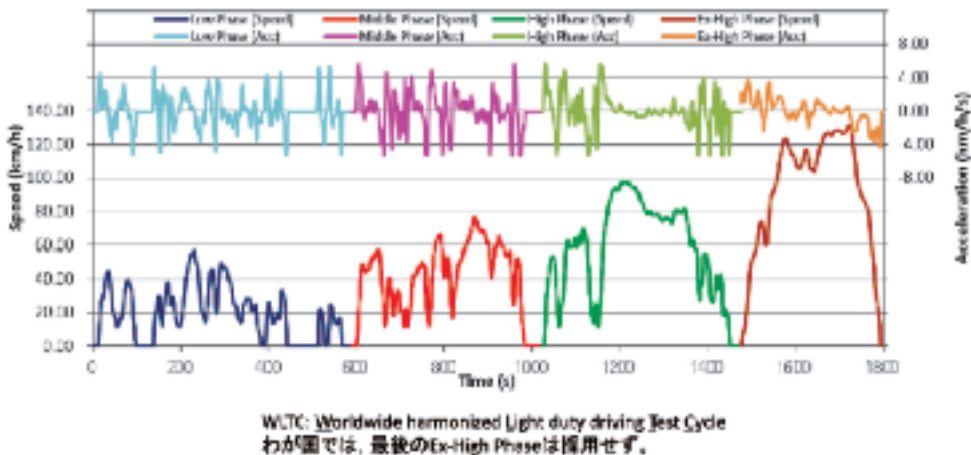


Fig. 2 軽量車の世界統一排出ガス試験サイクル“WLTC”

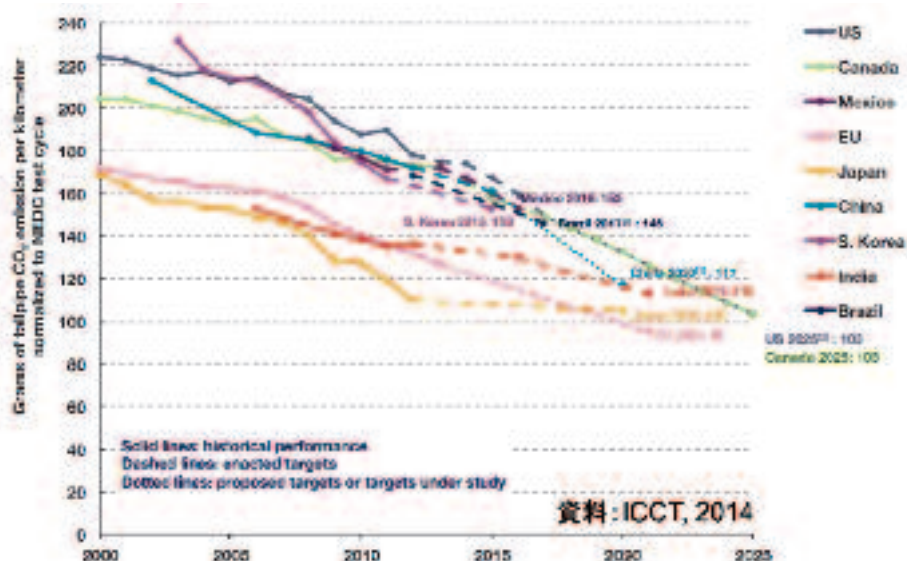


Fig. 3 各国の乗用車燃費基準によるCO₂排出量の比較

をさらに高出力・高効率化するには、一層の高過給化と高圧縮比化が必要であるが、ノックの発生によって制約を受ける。また過早着火が誘因となって、エンジンの致命的なダメージにつながるノック（スーパーノック）が発生する恐れがある。シリンダ壁面に付着したガソリンと潤滑油の混合成分の飛沫や、筒内のデポジットが着火源となるケースがあるが、不明な点も多く現象の解明と対策が待たれる重要な課題である。

なお、ここ十数年来、予混合圧縮着火（HCCIまたはPCCI）燃焼が注目され、実用化が期待されてきた。ガソリンエンジンでは、大量の排気再循環（EGR）や混合気の希薄化の条件において高圧縮比で圧縮着火するのでNO_x低減と高効率化が可能となるが、燃焼が急激になるため、低負荷・低速運転の条件に限定される。過渡条件も含めた制御も難しく、実用化のハードルは極めて高いのが現状である。

ちなみに、1973年に起きた石油ショックを契機に制定された燃費基準の経緯を振り返ってみると、1978年から現在に至るまで、10年ごとに10数%から20数%の燃費改善が達成されている。さらには、2020年度の基準強化を経て20~30%の改善に向けて漸近し、エンジン技術自体による燃費は飽和域に達するものと予想される。エンジン車の燃費改善の最終的な切り札は後述するハイブリッド技術であるが、その場合でもエンジンの高効率化が前提となることは言うまでもない。

3. ディーゼル車の対策技術

3.1 排出ガス対策技術

ディーゼルエンジンは燃費がよく、高出力、耐久性が要求されるトラック・バスにとって今後とも主流であり続ける原動機であり、ガソリンエンジンに比べて熱効率が2割程度よくCO₂の排出抑制に有効である。その反面、不均一なシリンダ内の噴霧燃焼に起因して同時に排出されるNO_xと黒煙・粒子状物質（PM）に対しては、ガソリン車並のクリーン化が求められている。

日米欧におけるディーゼル重量車の排出ガス規制の動向をFig. 4に示すが、これらは当面の最終目標といえるものであり、特にわが国では、2016年以降、NO_xとPMについては、国際調和に基づく試験法（WHDC）によって、冷始動を含めてそれぞれ0.40、0.01g/kWhの規制値が提示されている¹⁾。さらに、米国カリフォルニア州では、重量車に対して、NO_xを2010年の現行値から75%減らして0.05 g/bhph（0.07g/kWh）とする極めて厳しい規制が検討されている。

Fig. 5に示すように、NO_x低減対策として排気再循環（EGR）や噴射時期制御、燃費とPMの改善策として、可変機構付きや多段化したターボ過給システムとともに、電子制御によって高圧で柔軟な多段燃料噴射が可能でコモンレール式システムが活用されている。その際、エンジンのダウンサイジングを可能にする高過給化が一段と進むものと予想される。噴射圧についても、燃焼改善のため、現状の200MPa前後から、将来は300MPaを超える圧力が要求されるものと予想されるが、噴射系の材料や機械損失、ノズル内や噴霧特

性について検討すべき課題が多い。

また、排気後処理技術のうち、ヒトの呼吸器系への悪影響に対する懸念からディーゼルパーティキュレートフィルター (DPF) が不可欠とされている。さらに2009年から始まったポスト新長期規制以降は、Fig. 6に示すような尿素SCR (選択還元触媒)、あるいは吸蔵型NOx還元触媒の併用も必要であり、燃焼技術との役割分担、温暖化物質であるN₂Oの生成抑制、信頼耐久性の確保、システムの一体化やコンパクト化、全体のコスト抑制等の課題を克服することが必要とされている。最近トヨタ自動車では、中小型車を対象に燃料を還元剤として用いるNOx還元触媒としてDi-Airを開発している⁷⁾。従来の低い排気温度で有効なNOx吸蔵触媒の特性に加えて高温でNOxを大幅に還元する触媒システムとして注目される。

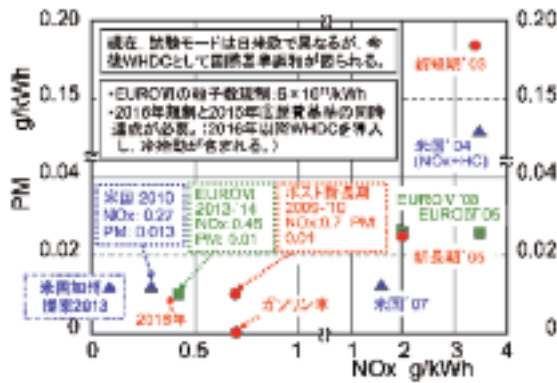


Fig. 4 日米欧におけるディーゼル重量車のNOxとPMの規制

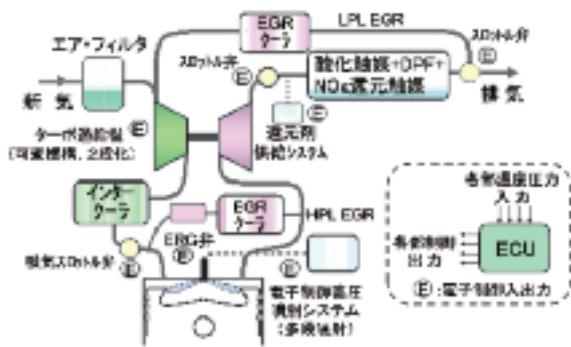


Fig. 5 ディーゼルエンジンの排出ガス対策例

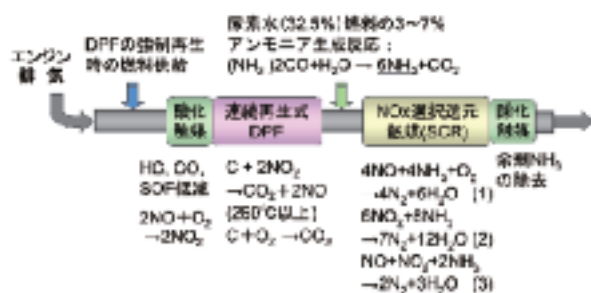


Fig. 6 ディーゼル車における酸化触媒、DPF、尿素SCRシステム

Table 3 乗用車用のガソリンエンジンとディーゼルエンジンの比較

項目	ガソリンエンジン	ディーゼルエンジン
出力(高回転性能)	++ (高回転可能)	○ (高回転制約)
トルク(低速性能)	○ (トルク制約)	++ (高出力)
燃費	+ (直噴化、高圧圧縮化)	++ (高圧位圧縮)
排気浄化	++ (三元触媒) + (LNT)	○ (DPF, LNT, SCR)
NVH	○	- (騒音化)
重量	○	- (高強度化、軽量化)
ハイブリッド化	++ (燃費改善効果)	+ (コスト増)
コスト	○	-- (燃料系・後処理)
共通技術	・ダウンサイジング、インタークーラー付直噴 ・燃射角の高直化、可変バルブ機構、EGRの利用 ・変速機の駆動効率化(低速・高トルク)の選択	

これらの排気浄化システムについては、エンジンのサイズによって最適な複合システムへの選択と収束が進むものと予想される。

なお、EUの市場では、高性能化したディーゼル車が乗用車全体の約5割を占める状況にある一方、わが国ではスモークや騒音等の問題で敬遠され、排出ガス対策の高コスト化もあって市場から姿を消しているのが実情であった。最近、三菱自動車やマツダがポスト新長期規制に適合したクリーンディーゼル乗用車を市場に投入し、EUROVIや米国のTier2 Bin 5 規制への適合も検討されている。わが国の場合、石油精製における製品バランスとCO₂抑制の観点からも、一定割合のシェアが期待される場所である。今後の本格的な普及のためには、高い浄化性能のNOx還元触媒の開発とシステム全体のコストダウンが鍵になる。ここで、Table 3に乗用車におけるガソリン、ディーゼルの両エンジンの比較を示しておく。

3.2 重量車のオフサイクルに関連する課題

わが国では、ポスト新長期適合車の一部で、法定試験モード以外の運転条件で排出ガス対策システムを無効化する不適切な制御(デフィートストラテジー)が行われている事例が発見された。これを受けて国による調査検討が実施され、そのような操作の禁止措置が講じられるに至っている¹⁾。

また、エンジンベンチ認証試験条件の見直しも必要とされている。例えば後処理装置のレイアウト位置によって温度条件が変わり、尿素SCRシステムの浄化特性が異なることが確認されているためである。そこで、認証試験では使用実態を考慮した厳しい条件への変更について検討が進められている。

EUでは、実走行での排出ガス特性(RDE: Real world driving emissions)が認証値と乖離することを防ぎ、認証時の排出ガスレベルが維持されていること

を確認する手法として可搬型分析器を車載する方法が提案されている。実走行時の排出ガスを評価するPEMS (Portable Emission Measurement System) を利用するもので、次期排出ガス規制EURO VIから導入される予定である。この方法では試験の方法や条件、許容限度目標値の設定、システムの測定誤差や校正等の課題がある。わが国でも、複数の定常条件において一定値を超えない国際標準化されたオフサイクル試験法 (WNTE) との関連もあり、PEMSの導入についての検討が行われている。

いずれにしても、今後は2016年排出ガス規制と2015年度燃費基準の達成の両立が課題とされている。その際、排出ガスと燃費の試験法の整合性を検討する必要がある。また、排気浄化性能をチェックするより高度な車載診断システム (OBD) が利用される予定であり、そのような目的や制御のためのNO_xセンサが使用され始め、PMセンサの開発も進められている。また、EUにおける粒子数規制を受けて、わが国でもその必要性の議論や、さらにはディーゼル車のPM2.5への影響の調査についても必要とされている¹⁾。

3.3 重量車の燃費改善技術

わが国では、車両総重量が3.5tを超えるディーゼル重量車を対象として、2002年度比で平均12.2%の改善を求める2015年度燃費基準が設定されている⁸⁾。トラックやバスの一層の燃費改善とCO₂の排出削減の必要性から設定に至ったもので、世界初の基準であった。燃費の測定方法は、定常運転でのエンジン燃費特性を元に数値計算するものとし、都市内走行モード (JE05モード) と都市間走行モードの2種のモードに対して車種に応じた係数を用いて加重調平均した値としている。

米国では、このようなわが国の取り組みを参考にし、それに先んじてNHTSAとEPAによる大型ピックアップトラックを含む商用車の燃費基準を制定している⁹⁾。2014~18年の5年間のモデルを対象に、2010年比で6~23%の燃費改善を求めるもので、米国初の商用車の燃費基準の実施となる⁸⁾。さらには、一層の改善を求める2020~25年の次期基準の検討が開始されている。

そこで、米国エネルギー省が主導する研究開発プログラムを紹介しておく。同省では、“21st Century Truck Partnership”の一環として、次期規制を睨らんで最重量車Class8の燃費改善を目標に、“SuperTruck Program”を立ち上げている¹⁰⁾。Cummins, Navistar,

Daimler, Volvoの4社に対して、2010年から2014年の4年間に約100億円規模の助成を行い、輸送効率全体を50%改善し、車両技術で30%、エンジン技術で20%の達成を目標として掲げている。このため、エンジンの正味熱効率を現状の42%から50%へと改善し、さらには55%の達成の見通しを付けている。エンジン技術としては、ターボ過給機の高効率化に加えて、排気タービンを出た排気をさらに膨張させた際の動力を出力軸に戻すターボコンパウンドシステム、また排気熱の利用としては、ランキンサイクルにより動力を得る方法もあり、これらは概ね2%から8%程度の燃費改善が可能であり、さらにハイブリッドシステムも利用される。その際、費用対効果やロバスト性の確保、車両全体の軽量化、低排出ガスとの両立が課題となるが、極めて意欲的な計画として注目される場所である。

4. 数値シミュレーション技術と制御技術

今後一段と厳しくなる排気・燃費規制に対応したエンジンシステムの開発に当たっては、試作と実験を繰り返す試行錯誤的な方法では、時間と労力も含めてコストが過大になり、多機種への対応も困難になる。その解決策として、数値シミュレーションモデルの活用が不可欠である。燃焼の数値モデルの例をFig. 7に示すが、各種のサブモデルを検証した上で、燃焼現象の理解から、新たな燃焼システムの開発設計、製造に至るまで、適用を拡大することが期待される。

また、エンジンの制御では、運転条件に対応した操作因子のマップをベースにして各種の制御因子を選ぶマップベース制御方式が利用されている。しかしながら、複雑化する性能への要求と環境規制への対応のためマップ数が増大し、過渡運転条件を含むエンジンの適合の手間が膨大になりつつある。これに対して、今後は、汎用性の高い数値モデルをベースとしたいわゆるモデルベース制御手法を活用することが求められる。それには、Fig. 7に例示した精緻な数値シミュレーションモデルをもとにして簡略化した数値モデルも含まれる。このような手法は、各種のセンサ類への依存を最小限にした上で、幅広いエンジン機種への適合が容易になる点で極めて有用であり、今後システムの開発と実用化が進むものと予想される。



Fig. 7 エンジン燃焼システムの研究開発・設計に関わる数値シミュレーションの役割

5. 次世代自動車の開発と普及

1973年に勃発した石油ショック後の電気自動車 (EV) の開発の失速や、1990年代の米国カリフォルニア州でのゼロエミッション車の導入を義務付ける州法への対応の困難を乗り越えて、わが国では、2009年以来、世界初の量産型のEVが市場に登場している。バッテリーモータ、それらの電子制御システムの高性能化が大幅に進んだことが背景にある。

一方、わが国ではそれ以前にハイブリッド技術が進展している。1997年世界初のカソリンエンジンを搭載したハイブリッド車であるトヨタ自動車の「プリウス」が誕生し、それに続いて他社からも市場への投入が続き今日に至っている。

ここでは紙面の制約もあり、詳しくは述べないが、これまでのEVやハイブリッド車、さらには長期的な次世代車の候補である燃料電池車の開発は、関連する主要コンポーネントの実用化の努力に支えられてきたといえる。また、今後ともこれらの一層の高性能化によって次世代車は発展を続けるものと予想される。

なお欧州では、ここ10数年来、燃費のよいディーゼル乗用車のシェア拡大を中心に、燃費改善が進展してきたが、Fig. 3に示したようにCO₂の排出量の規制強化に対応するためには、それだけでは不十分とされている。そこで数年来、ガソリン車のダウンサイジングに加えて、小中型の48ボルト化やマイクロハイブリッド、EVを導入するとともに、先行するわが国のハイブリッド化を避けて、プラグイン・ハイブリッドに取り組む動向が見られる。

6. 結語

ガソリン車とディーゼル車は、日米欧において2010年代半ばまでに予定されている最終的な排出ガス規制に適合した上で、中長期的には一層の性能と燃費を目指して発展・進化を続け、ハイブリッド化も含めて、今後少なくとも20数年は主要な地位を保ち続けるものと予想される。これらのエンジン開発に当たっては、燃料性状の改善・維持を前提に、燃焼と後処理に関わる要素技術を複合・最適化することが不可欠である。その際、試作評価を支援する数値シミュレーション手法を高度化して活用する必要がある。

また、試験法と排出ガス規制の国際基準調和については、積極的に推進して開発の時間や労力、ひいてはコストを削減し、国際市場のニーズに迅速に 대응していく必要がある。さらに、それらのエンジンシステム技術に加えて、電動化、車両の軽量化、代替燃料等の利用等を同時に進めるべきであり、これらによる将来のCO₂削減効果を予測した結果をFig. 8に示す。

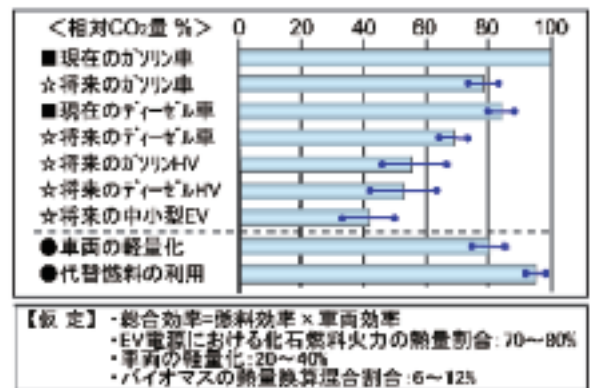


Fig. 8 将来の各種乗用車のCO₂排出量比較 (現在のガソリン車基準, 将来: 2020~2030年, 大型)

本稿では触れなかったが、今後の進展が予想される高度道路交通システム (ITS) やICTを活用して、移動の利便性の向上や交通流の円滑化、貨物輸送の高効率化、公共交通機関の利用促進、適正なモーダルシフト、さらには自動車に依存した商習慣や生活様式の見直しを進めるべきであろう。

これらを総合的に推進すれば、自動車交通分野のCO₂の削減ポテンシャルとして、現状から2030年で50%、2050年で80%程度可能になるものと予想される。それには、産学官の連携体制を構築し、資源の確保や省エネルギー、CO₂削減に関わる中長期的な展望を共有して研究開発やそれを促す施策を推進する必要がある。

その手始めとして、本年度から5年にかけて内閣府

の所轄による戦略的イノベーション創造プログラムの10課題の一つとして、「革新的燃焼技術」が取り上げられ、乗用車用エンジンを対象に正味熱効率50%を目指す研究開発計画がスタートしている¹¹⁾。これによって、産学の連携体制が構築され、新技術の創出と人材の育成・交流が進展することが期待される。

さらに、モータリゼーションが急激に進展している新興国では、大気汚染の改善対策や温暖化対策の取組みは遅れている状況にある一方、燃料の需要拡大に対応した脱石油の取組みがより重要な課題となりつつある。わが国を含め先進国が開発した先進技術や政策的な手法については、これらの新興国に対して積極的に提供することが大いに期待される。わが国の自動車が排出するCO₂は世界全体の約1%にも満たず、これをさらに抑制する努力は必要であろうが、このような新興国への支援によってもたらされる地球規模の貢献はそれをはるかに上回るからである。

<参考文献>

- 1) 今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（中央環境審議会 二～十一次答申）1997～2012年
- 2) 石油連盟統計資料，
<http://www.paj.gr.jp/statis/index.html#c4>，2014年
- 3) 国土交通省資料，2012年度運輸部門における二酸化炭素排出量，2014年
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html，2014年
- 4) 米国カリフォルニア州LEV III，
<http://www.arb.ca.gov/msprog/levprog/leviii/leviii.htm>，2014年
- 5) 国土交通省，経済産業省，2020年度乗用車燃費基準取りまとめ報告書，2011年10月
- 6) International Council on Clean Transportation，世界の乗用車燃費基準の比較，2014年
- 7) 福間，“トヨタ自動車のDi-Air”，自技会春季大会フォーラム2012年
- 8) 国土交通省，経済産業省，2015年度重量車燃費基準取りまとめ報告書，2015
- 9) NHTSA（米運輸省高速道路交通安全局），
<http://www.nhtsa.gov/fuel-economy>，2014年
- 10) 米国エネルギー省，
<http://energy.gov/eere/articles/supertruck-making-leaps-fuel-efficiency>，2014年

- 11) 内閣府戦略的イノベーション創造プログラム「革新的燃焼技術」，2014年

 <著者>


大聖 泰弘
 (だいしょう やすひろ)
 早稲田大学理工学術院 教授
 大学院環境・エネルギー研究科および
 創造理工学部 総合機械工学 (兼任)

- 1976年早稲田大学大学院理工学研究科博士課程を終え、専任講師、助教授を経て1985年より同大学理工学部教授。2010年9月から2014年9月まで同学理工学術院大学院環境・エネルギー研究科長、環境総合研究センター所長。現在、本学研究院 次世代自動車研究機構長を務めている。
- 研究分野
 - ・エンジンの燃焼、排気浄化、高効率化、新燃料の利用技術
 - ・電気自動車、ハイブリッド車、燃料電池車の製作と性能評価
 - ・企業54社と学内外の研究者とともに早大モビリティ研究会を組織し、次世代自動車の技術課題やクルマ社会のあり方について研究
- 学会関係
 - ・自動車技術会副会長 (2004年5月～2006年5月)
 - ・日本機械学会 エンジンシステム部門・部門長 (2004年度)
 - ・国際自動車学会連盟 (FISITA) 副会長 (2008年～2012年)
 - ・自動車技術会名誉会員
- 公的委員
 - ・環境省中央環境審議会専門委員
 - ・国土交通省交通政策審議・社会資本政策審議会委員
 - ・経済産業省総合資源エネルギー調査会委員
 - ・その他、自動車の環境・エネルギーに関連する委員会の委員、委員長等