

基調論文 デンソーにおける環境対応製品開発*

Environmentally-Friendly Products by DENSO

鎌居 健一郎

Kenichiro KAMAI

DENSO technologies responding to worldwide automotive environmental regulations especially in the scope of emission gas, fuel economy and air conditioner refrigerant are described. Summary of major trends in corresponding regulations are introduced as the background. From the viewpoint of environmental impact, improvement on individual system efficiency often leads to composite benefits. Conventional effects and future expectations are discussed on various system improvements, such as continuous advance of fuel injection in gasoline and diesel engines, up to date hybrid vehicle configuration, replacement of air conditioner refrigerant, and traditional but still important approach with reducing mass and loss of individual components. Directions in our developing technologies are additionally outlined.

Key words : Environment, Ecology, Fuel economy, Emission

1. はじめに

今でこそ、エンジンを始動した直後にテールパイプから排出されるガソリンのにおいを大いに不快に感じるが、その昔、筆者と同年代（40代後半）より年輩の人の多くは、ご幼少のみぎりはその匂いを好ましく感じた経験をお持ちではないだろうか。当時、道を行く数少ない自動車を見つけると、その車が残した匂いに、変な話ではあるが心ときめいた記憶が筆者にはある。簡単な計算をすればたちどころに分かる話だが、排出されるエミッションは現在の自動車の数百倍に及ぶ量であった。しかも鉛まで含まれていたそんな排出ガスを良い匂いと感じるのは今の若い世代には信じ難いことかも知れないが、高度成長時代の象徴であったのかも知れない。

この時代から現在に至るまで、当社は意識の中で、あるいは無意識のうちに自動車が環境に与えるインパクトを最小限に抑えるための技術開発とそれを利用した製品開発を続けてきた。排出ガスの低減については、規制値が厳しくなるたびに当社はより高い技術を開発してそれを乗り越えてきたし、また次期型製品を開発するとき、より軽く・より高効率に改良して自動車の燃費向上に絶えず貢献してきた。環境浄化に貢献することは、いわば当社の技術者の本能である。

本論文では、自動車にかかわる環境規制の中でも排出ガス・燃費・エアコン用冷媒にかかわる規制と、それに対応する技術動向を中心に整理し、当社としてどのように

取り組んできたか、あるいは取り組んでいるかをまとめる。

2. 環境規制と技術動向

2.1 排出ガス

世界各地の大気汚染は、各国における排出ガス規制にもかかわらず相変わらず大きな問題である。Fig.1にテールパイプからの排出ガスについて、代表として米国カリフォルニア州の規制値をプロットした。例えば、1993年モデルイヤーとしてはNMOG（Non Methane Organic Gas）0.25g/mile、NOx 0.4g/mile、CO 3.4g/mileというエミッション規制値をクリアする自動車を、ある割合販売する必要があることを意味する。図に示す現在最も厳しい規制値の一つは、図中黒丸で示す規制のない時代に走っていた自動車の排出ガス値に比較すると数百分の1という値である。カリフ

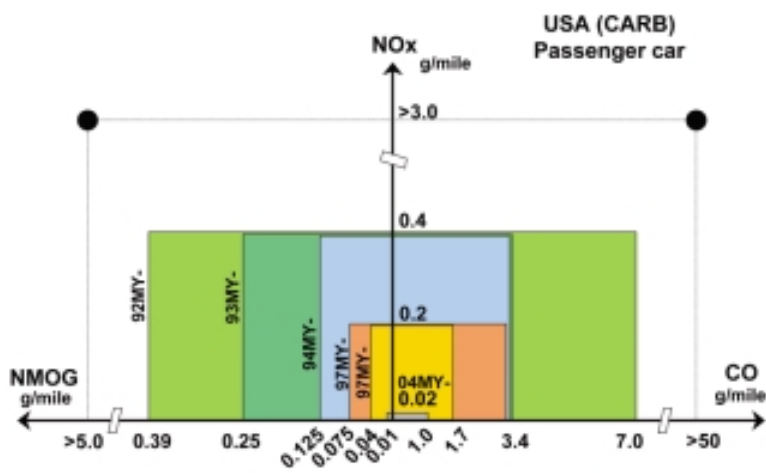


Fig.1 Tailpipe emission regulation

* 2002年4月5日 原稿受理

カリフォルニア州では、1960年に世界で初めて規制を制定して以来ずっと世界の規制をリードしてきたが、大気汚染に改善が見られないため1994年からより厳しいLEVプログラムを実施した。さらには2004年からより厳しいLEVプログラムを実施する予定になっており、世界中でこれに向けた技術開発が進められている。最も厳しいカリフォルニア州の規制に対応可能な技術を開発すれば、日本を含む他地域の規制に適合することは比較的容易だからである。

排出ガスにかかわる規制としては、テールパイプからの排出ガスの他、エンジンのブローパイガス規制、燃料系から発生する燃料蒸気を規制するエバポエミッション規制、給油時に給油口から排出される燃料蒸気を規制するリフューエリング規制、排出ガス低減に寄与するシステムや部品の劣化・故障を検出し表示することを規定したOBD規制などがある。

今の時代、エレクトロニクス技術は当たり前のように我々の生活に入り込んでいるが、1970年代に自動車のテールパイプエミッションを低減する技術として電子制御式燃料噴射装置（以降EFIと略す）を導入するにあたっては侃侃諤諤の議論があったようである。EFIはエンジンが吸入する空気量やエンジン回転数、その他冷却水温などエンジンの運転状態をセンサが検出、その情報をコンピュータに送り、コンピュータがそれら情報に基づいてエンジンに供給する燃料量を計算、インジェクタを駆動して燃料を噴射させるシステムである。当時の電子部品は現在に比べ信頼性に乏しい上、自動車の環境が厳しいことなどからその実現性を疑問視する声もあった。極端なところでは、EFI故障時のバックアップとして従来の機械式気化器をエンジンに搭載するような意見もあったに聞く。その後、エレクトロニクスの急激かつ大きな進歩と相まって、EFIは燃料噴射を制御するにとどまらず、点火時期やアイドル回転数などを一括制御するエンジン制御システムへと進化し、より厳しいエミッション規制に対応しつつ、始動性の改善やドライバビリティの著しい改善に寄与している。

2.2 燃費

そもそも燃費規制については1970年代のオイルショックに歴史をさかのぼる。当時の米国における平均燃費は1ガロンの燃料あたり14マイル程度（およそ6km/L）と悪く、石油枯渇の危機感から燃費にかかわる規制が導入された。14mpgであった燃費を自動車メーカーごとの平均値（CAFEと称する）の段階的な改善

を求めたものである（現在の燃費規制値は、乗用車 27.5mpg、小型トラック 20.7mpg）。小型車を得意とする日本のカーメーカーが好燃費・高品質をもって米国市場で大きくシェアを伸ばし始めたのはこの頃である。

1990年代にはいと、地球温暖化の視点で燃費向上に対する要求が高まってきた。1997年12月に京都で開催された地球温暖化防止会議（COP3）で地球温暖化に影響するガスの排出を1990年比で2010年頃までに、米国8%、欧州7%、日本6%削減することを定めた議定書を採用した。自動車に関しては、テールパイプから排出されるCO₂を削減することが必要であり、すなわちCO₂排出量とほぼ一義的な関係にある燃費を改善することが必要となった。

前述のエミッションと併せて米国、欧州、日本を比較すると、Fig.2に示すように米国はエミッションに厳しく、欧州が最も燃費に厳しい。欧州における車1台あたりの平均CO₂排出量は、現在およそ180g/km（燃費表現ではおよそ13.5km/L）であり、2008年に到達目標としている140g/km（およそ17.0km/L）に向けて開発競争が繰り広げられている。米国においても、2007年～2013年頃を目処に、燃費規制の段階的強化の動きがある。

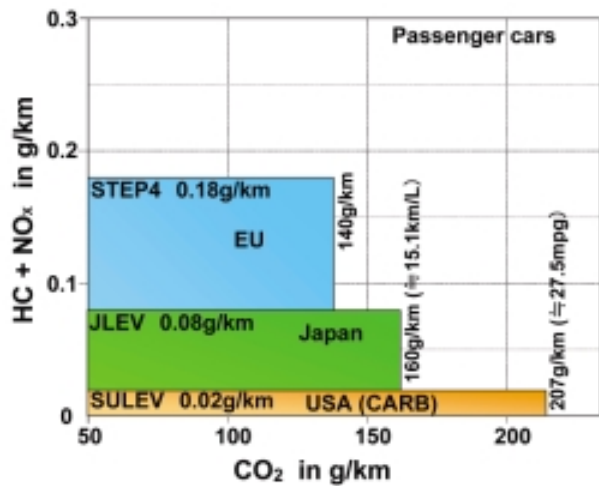


Fig.2 Regulations for fuel economy and tailpipe emissions

投入した燃料がどれほど有効に使われているかを示したのがFig.3¹⁾である。ガソリン車が10-15モードを走行したときに何にどの程度費やしているかを示すが、およそ80%は排気、冷却の損失、エンジンの動弁系駆動、オルタネータなどの補機を駆動するのに費やされる。さらに、トランスミッションやタイヤの転がり抵抗などに費やされ、結局投入エネルギーの10-15%のみが自動車の走行に使われるということになる。ここに示すさまざまな損失を低減するためにエンジン本体、エンジン制御システム、補機類、自動車のボディ形状、タイヤなどさまざまな面から取り組みがなされている。

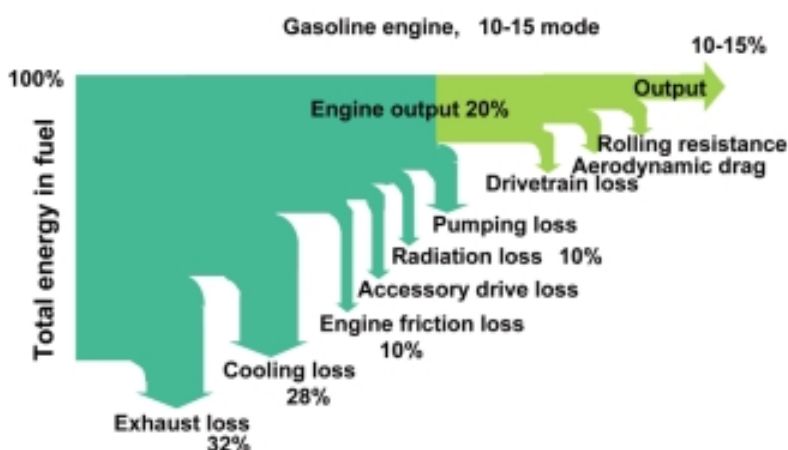


Fig.3 Breakdown of energy losses

例えばエンジンについてはガソリンエンジンの直噴化がその例である。冷却損失やポンピング損失を低減することが目的である。ディーゼルエンジンはガソリンエンジンに比べ、冷却損失やポンピング損失が少なく、特に燃費に関心の高い欧州では、ディーゼルエンジンの比率が高くなってきており、将来乗用車の50%がディーゼル車になるという予測もある。

2.3 カーエアコン用冷媒

カーエアコンに使われている冷媒はフロンと呼ばれるものであり、1930年にデュボン社で発明された。フロンの用途は広く、冷媒の他、薬剤用スプレーガス、消火剤、プリント基板の洗浄剤など幅広く使われた。なかでもCFC-12と呼ぶフロンは不燃性、製造のしやすさ、ゴムなどのシール材を劣化させないなどの理由からカーエアコン用冷媒として広く使われた。

しかし、1974年にCFC-12をはじめとする特定のフロンが地球を取り巻くオゾン層を破壊する

ことが指摘され、さらには1987年にオゾン層保護を目的とした「モントリオール議定書」が採択され、CFC-12を含む特定フロンの生産は規制を受けることとなった。そこで代替冷媒としてHFC-134aが使われ始めた。当社ではいち早くこれに対応し、1995年末までにカーエアコンの冷媒をHFC-134aに切り替えた。切り替えにあたっては、従来CFC-12用に使われていた潤滑剤、シール材をHFC-134aの特性に合わせて新たなものを選定、開発し、さらに冷凍サイクルの高圧側圧力が多少高くなるため、コンデンサの放熱量を増加するなどの改良を施した。

オゾン層破壊へのインパクトは小さいHFC-134aではあるが、前述のCOP3で温室効果ガスの規制が議論され、温暖化に及ぼす影響すなわち温暖化係数が大きいHFC-134aは規制の対象に指定された²⁾。

3. 当社での取り組み

3.1 排出ガスエミッション低減

前述したように、排出ガスに関してはテールパイプエミッション、フローパイガス、エバポエミッション、リフューエリングエミッション、OBDなどさまざまな規制が存在するが、ここでは環境には最も影響の大きいテールパイプエミッション（以降エミッションと称する）に言及する。

3.1.1 ガソリンエンジン

Fig.4に米国のエミッションテスト用の走行モードにおいて、エミッションがエンジンのどのような状態で排出されているか一例を示す。

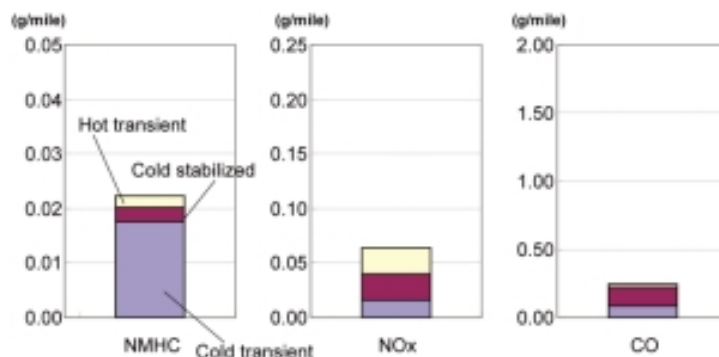


Fig.4 Breakdown of exhaust emissions

米国で最も厳しく規制されるHCについては、全体の70%がエンジン始動後30秒間に排出される。HCとはすなわち燃焼室の中で燃えずにそのまま排出されたガソリンそのものである。始動直後においてはエンジンの吸気ポートや燃焼室壁の温度が低いため、そこに付着したガソリンの大半が気化せず、燃焼に関与することなく排出される。これを対策する方法として過去から継続して取り組んできたのが、電磁式燃料噴射弁（インジェクタと称する）からエンジンに供給される燃料の微粒化である。

Fig.5に当社製インジェクタから噴射する燃料粒子径の変遷を示す。最新のものでは平均粒径60 μm まで達しており、他の技術と併せ始動直後のHC排出量を低減している。微粒化の鍵はインジェクタ先端に設けた小さな燃料噴射孔である。直径約150 μm の噴射孔が12個配置してあり、この孔の配置や孔の上流における燃料の流れはシミュレーション技術により微粒化に最適となるように求められており、実験により検証された。また12個の微細な孔はプレス加工により量産されているが、これほど小さな孔を精度良くプレス加工している例は他にはなく、当社における生産技術の高さを示している。

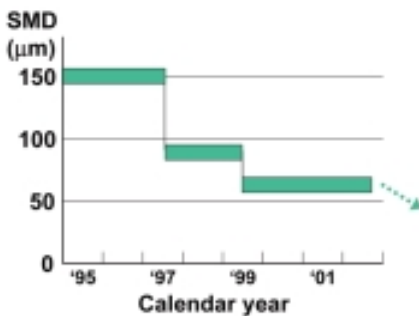


Fig.5 Fuel particle diameter

もう一つエミッションを低減する上で大きな役割を担っているのが、三元触媒とその性能を最大限に引き出すための空燃比制御である。Fig.6にエンジン制御システムの例を示す。三元触媒の上流に配置したリニア空燃比センサ（UHEGOと称する）の情報を用いて、三元触媒のエミッション浄化性能が最適になるよう空燃比を制御している。このシステムの特徴であるUHEGOを使って最適空燃比からのずれを極めて短い時間に補正し、結果として触媒を常時最適状態で使用することで高いエミッション浄化性能を実現している。

3.1.2 ディーゼルエンジン

主要先進国のエミッション規制をクリアする手だてとして、コモンレール式がディーゼルエンジン用燃料噴射装置として主流になりつつある。Fig.7にコモン

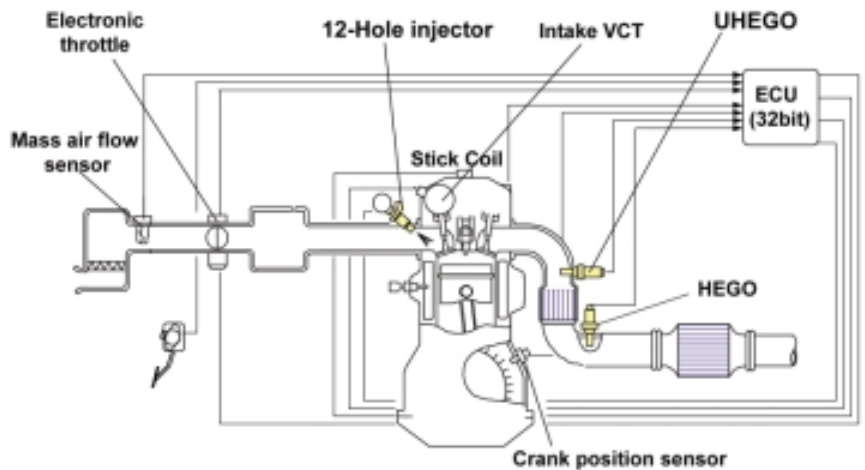


Fig.6 Gasoline ULEV system

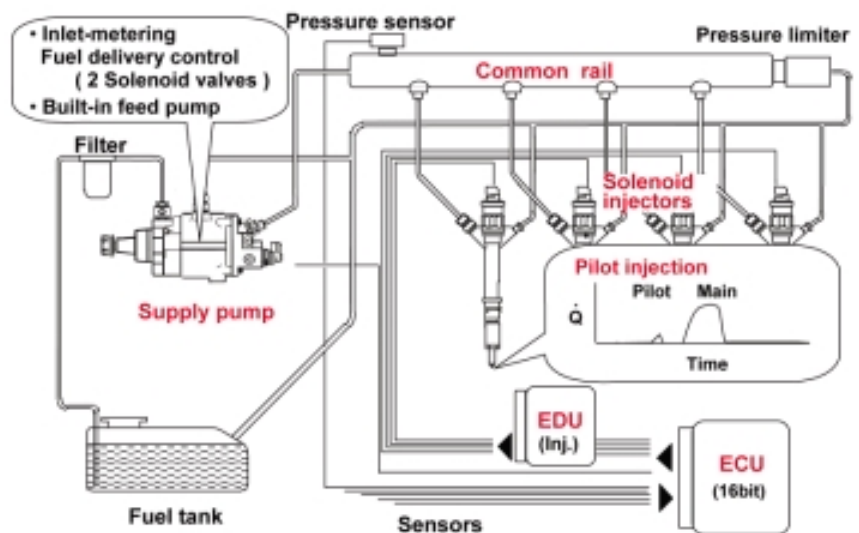


Fig.7 Diesel common rail system

レールシステム（CRと称す）の構成を示す。ガソリン用噴射システムのコンセプトと全く同じである。しかしガソリン用システムの燃料圧力が0.3MPa程度であるのに対して、CRでは100MPaを越えるため、その高圧を発生するポンプ、高圧下で精度良く作動するインジェクタとインジェクタ駆動のための電子回路など、構成がガソリン用とは大きく異なっている。CRが従来のディーゼル用噴射装置に対して進んでいる点は、完全電子制御化することにより噴射量や噴射タイミングを自由度高く、高精度に制御できるだけでなく、エンジンの1サイクルにおける圧縮行程、排気行程の間にパイロット噴射、メイン噴射、ポスト噴射といった多段噴射が可能でありエミッション低減のポテンシャルが高いこと、またエンジン騒音低減に寄与する点である。

当社は1995年に大型エンジン用に世界に先駆けて量産を開始した。さまざまな利点からその採用は小型の乗用車にまで拡大しており、当社からは累計で30万セットのCRを世に送り出している。主要先進国で販売されるディーゼルエンジンのほとんどはCRになると思われる。より厳しいエミッション規制対応などを狙って、燃料圧力を180MPaにまで高める要求があり、高圧化の傾向はまだ止まらない。ポンプ、燃料配管、インジェクタいずれをとってもまだまだ開発の余地は残っている。

3.2 燃費向上

燃費向上についてはFig.8に示すようにさまざまなアイデアがある。これらは大きく二つに分類することができる。一つはエンジンを含む動力源そのものの改良であり、ハイブリッドエンジン（以降HVと称す）やガソリン直噴などがこれにあたる。もう一つは軽量化や補機類の効率の向上であり、本論

文の冒頭部分で述べたように当社創設以来52年にわたって続けてきた本能ともいえる活動である。前者が新しい技術を導入することにより10%以上の燃費向上をもたらすのに対して、後者は個々には燃費向上に大きく寄与するものではないが、自動車全体で見ればその寄与度は小さくない。

ここでは、この二つの面での当社のかかわりを紹介する。

3.2.1 HV

Fig.9に示すように、広義にとらえればHVは5種類に大別できる。図中右端に示すのはトヨタ自動車が

	System / Component
Reduced throttling loss	GDI system
	Diesel common rail system
	Variable cam timing control system
Reduced cooling loss	Coolant storage system
High efficiency accessories	High efficiency alternator
	High efficiency climate control system
Reduced drivetrain loss	Transmission fluid quick warm-up
Others	Idle stop and start system
	Hybrid electric propulsion system

Fig.8 Technologies for fuel economy improvement

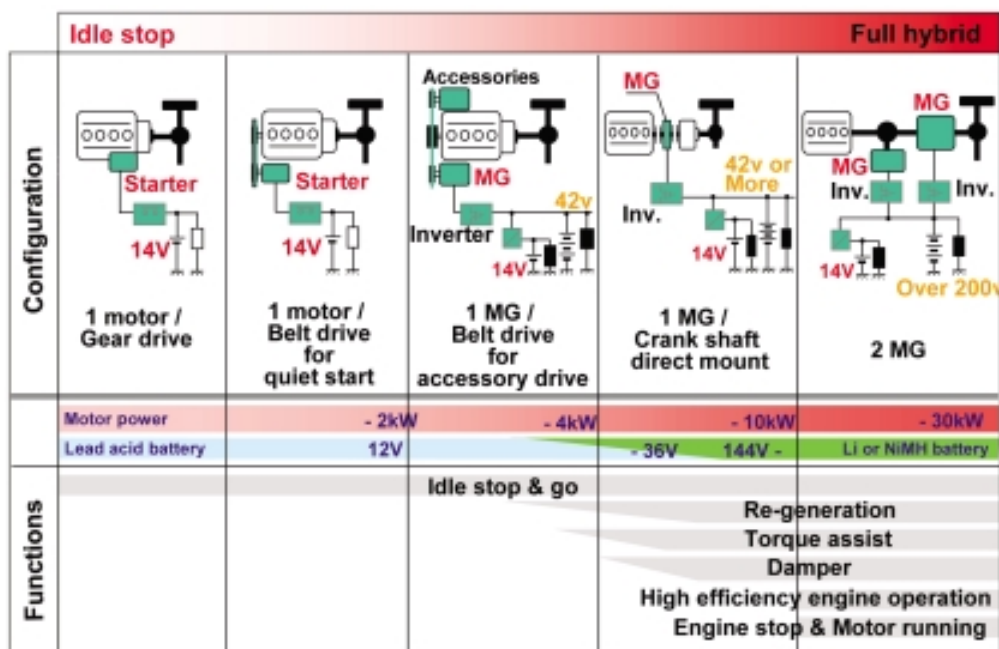


Fig.9 Hybrid systems

1997年に量産を開始したHV車プリウスで採用しているシステムである。燃費向上の手だてとしては、エンジンを低回転域でのみ使用することを前提に徹底した摩擦損失低減を施すとともに、吸排気損失を低減するアトキンソンサイクルを採用、エンジンを低回転で燃費率の良い領域でのみ使用し、不足するパワーはモータで補う、アイドルや低回転低負荷の燃費率の悪い領域はエンジンを停止する、減速中はそのエネルギーを回生しバッテリーに蓄える、などにより同等質量の自動車の2倍という燃費向上を実現している³⁾。プリウスには、エンジン制御関連の製品を始め、バッテリーの充電状態を監視する装置、エアコンのコンデンサとラジエタを一体化したモジュール、好燃費の自動車にふさわしい高効率のカーエアコンなどの当社製品が搭載されている。

トヨタ自動車では2005年には年間30万台のHV車を生産する計画を持っていることを発表した。世界でHV車がより多く受け入れられるようになるためには、より低コストでエネルギー密度の高いバッテリーや、より効率の高いインバータなどが必要である。

3.2.2 ガソリン直噴

ガソリン直噴は、空燃比30以上と従来のエンジンに比べはるかに希薄な混合気の燃焼を可能とし、燃費を15-20%向上したエンジンである。空燃比が20を超えると着火することが困難になってくる。そのために燃焼室全体で見ると30を超える希薄な空燃比ではあるが、点火プラグ近傍では着火しやすい15以下の空燃比とする、いわゆる成層化のためのさまざまな工夫がなされている。すなわち燃料を燃焼室に直接供給するようインジェクタを配置し（直噴と呼ばれる所以である）、点火タイミング直前の圧縮行程において噴射する。噴射した燃料が点火タイミングに合わせて点火プラグ周辺に集められるように燃焼室や吸気ポートの形状が設定されている。

ガソリン直噴の長所は何十年も前から言われてきたが、20世紀も最後になって実現されたのは、マイクロプロセッサが長足の進歩を遂げることにより制御の自由度が高くなり、さまざまなエンジンの運転条件に合わせて点火プラグの周辺を着火しやすい空燃比に制御できるようになったことによる。もう一つはシミュレーション技術の発達である。燃焼室の形状、吸気ポートの形状、噴射位置や噴射タイミングの選定など、シミュレーション技術なくして直噴は成り立たない。

当社ではガソリン直噴用の燃料噴射装置をこれまで

50万セット生産してきた。中でもインジェクタとポンプは従来品に比べ格段に難しい部品である。従来のポート噴射では燃料の圧力は0.3MPa程度であるが、直噴では直接燃焼室内に微粒化した燃料を供給する必要があるため10MPa程度の高い燃料圧力に設定する必要がある。このためポンプはディーゼルの噴射ポンプに似たプランジャ式としている。このポンプには燃料圧力を制御するための電磁弁も集積してある。インジェクタは10MPaという高い圧力に抗して開弁制御する必要があること、またクランク角度で180°より短い時間に噴射を完了する必要があることから、開弁時大きなエネルギーを供給し、インジェクタを高速駆動する回路を使っている。また、狙ったように成層化するためには燃焼室などエンジンの設計に合わせて燃料噴霧のパターンを設計する必要がある。噴射孔の形状についても従来の円錐形状ではなく扇形状に噴射するなど、従来にはない技術を実現している。

ガソリン直噴は1996年に三菱自動車が採用を始めて以降、トヨタ自動車、日産自動車など日本のカーメーカがその採用を拡大してきたが、今世紀に入って、ガソリンエンジンの燃費改善の有力な手だてとして欧州のカーメーカも続々と採用を開始、あるいは採用計画を発表し始めている。燃焼室形状、吸気ポート形状などはメーカにより千差万別であり、まだまだ決定版といえるものに行き着くには時間がかかりそうではある。当社としてもまだまだ直噴関連製品の改良を進めていく必要がある。

3.2.3 軽量化・高効率化

質量1200kg程度の車両においては、5kgの軽量化と1Aの消費電流低減が等価であり、10-15モード走行時おおよそ0.2%の燃費向上に寄与することが分かっている。当社が扱う製品の大きさ・質量からして1製品で5kgなどという軽量化はかなり難しいが、当社がカーメーカに供給する多くの製品全体を見れば決して小さな数字ではないはずである。

一例に、当社の歴史そのものともいえるスタータとオルタネータについて紹介する。Fig.10, Fig.11にそれぞれがいかに軽量化されてきたかを示す。自動車1台あたりスタータ、オルタネータいずれも1台ずつ搭載されているので、この20年で、合わせて約5kg軽量化しており、上に当てはめれば、0.2%の燃費向上に貢献したといえる。さらにオルタネータは発電の効率が燃費に関連しており、2000年に量産を開始した最新のSCオルタネータは発電効率を従来の60%から70%に高めている。これは中型車が平均的に消費している

20Aの電気を発電することを考えると0.5%の燃費向上になる。

しかし一方で安全にかかわる製品や、エンターテインメント系製品などの搭載が増えてきており、重量増・電力消費増となり、燃費の点からはマイナスの方向に作用する。当社で扱う従来からの製品の軽量化・高効率化はこれからも引き続き進めてゆくが、これから追加される製品についても開発に際しては同様の意識を持つことが重要である。

3.3 エアコン用冷媒

元々自然界に存在し、またHFC-134aに比べ温暖化係数が1300分の1であるCO₂などが代替冷媒候補として挙がっている。当社のCO₂冷媒を使うエアコンは、燃料電池ハイブリッド車で実用試験を重ねており、また2002年3月に開催された米国のSAE展示会においても実用化に向けての開発状況を発表、高い評価を受けている。

しかし、CO₂冷媒への変更は技術的には特定フロンCFC-12から代替フロンHFC-134aへの変更に対応したより遥かにチャレンジングである。冷凍サイクルを比較すると、CO₂は理論的に単位コンプレッサ動力あたりの冷房能力が劣っているため、ガスクーラ（通常のHFC-134aサイクルでいうところのコンデンサ）の放熱能力を向上するなどの改善が必要である。また、CO₂はHFC-134a比で約7倍の高圧側圧力になるため、ガスクーラやコンプレッサの耐圧向上設計や、配管のジョイント部分からの漏れを抑えるための材料開発が必要である⁴⁾。

4. これからの取り組み

4.1 ITS

これまで述べてきた環境対応は、エンジンとカーエアコンとそれら周辺にかかわる対応であったが、ここに述べるITSは新しいアプロ

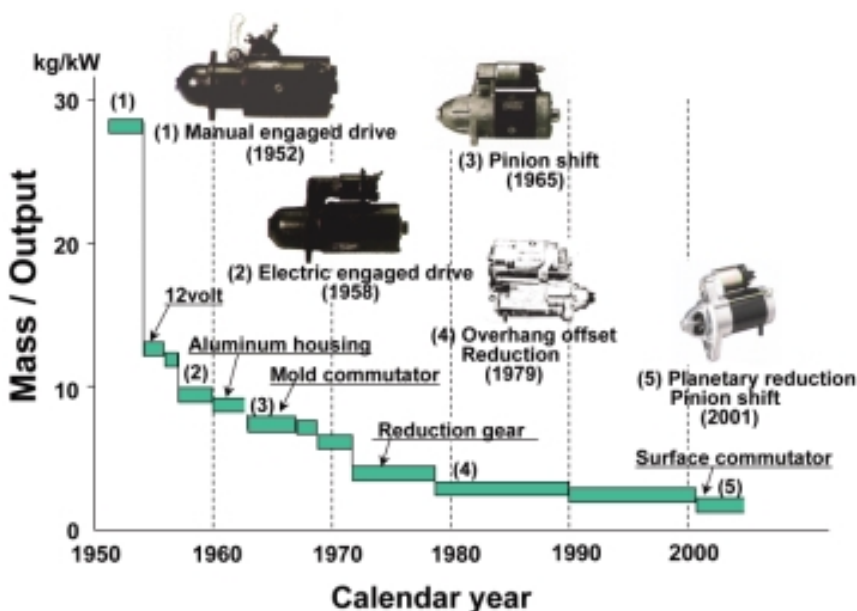


Fig.10 Starter motor mass reduction

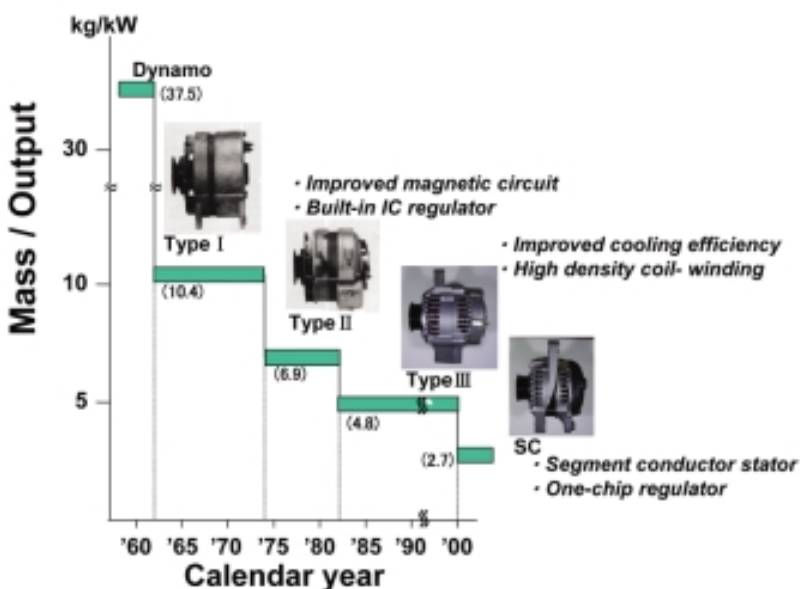


Fig.11 Alternator mass reduction

一チである。

都心部における運行速度（信号などにおける車両停止まで含むトータルでの移動速度）はおおよそ20km/hとされている。Fig.12を見ると、運行速度を上げることが燃費改善につながる事が分かる。言い換えれば、渋滞や信号待ちを減らす、最短コストで目的地に到着できるようにする、交通集中を避ける、などなど我々が普段自動車を運転しながら実現できればうれしうと考えていることを実現しようということである。

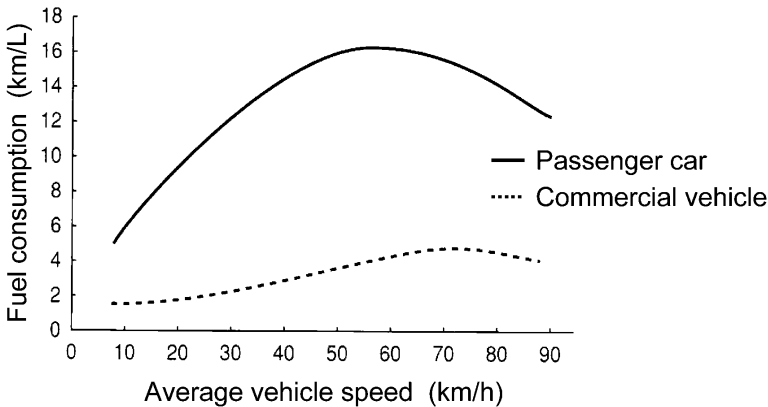


Fig.12 Vehicle average speed vs fuel consumption

当社とのかかわりでは、ナビゲーションシステムによる経路案内があるが、これを外部と接続することによる情報サービスが始まっている。渋滞などの道路情報を運転者に知らせるシステムは1996年よりサービスが開始されており、将来的には時々刻々変化する道路状況に合わせて、最短時間で目的地まで案内するシステムも検討されている。また、有料道路における渋滞原因の30%は料金所で発生すると分析されており、料金所で停止する必要のない自動料金収受システム、いわゆるETCは東名高速道路などでもサービスが開始された⁵⁾当社では料金所における近距離通信の車載機を量産している。これら外部各種メディアとの通信をおこなう無線機器が当社にとっての開発課題の一つである。

将来、自動運転の時代がやってくるという声がある。筆者自身は自動運転になった時点で、運転する楽しみをなくした自動車とは呼ばないと思っているのだが、渋滞をなくし環境を保全する視点から考えれば、自動運転は当然のアイデアと言える。前後左右の車間距離を詰め、道路の自動車許容量を大きくして渋滞を減らすものである。同一車線を走行する先行車を自動的に追尾するアダプティブクルーズコント

ロールシステムが将来の自動運転につながる技術として商品化されており、当社は先行者を捉えるレーザレーダをはじめとして車速を制御する装置などを1997年より量産している。

4.2 取り組み方

HVは、3.2.1項では燃費向上技術として記述したが、エンジンを比較的特定した領域で定常運転に近い条件で使用することから低エミッション化のポテンシャルも高い。ガソリン直噴もエンジンの排気行程に燃料を噴射することができるため、始動直後などに触媒内で燃料を燃やして暖機を早めることによりエミッションを下げるポテンシャルをもっている。軽量化にしても、燃費を向上するだけではなく自動車の走行性能に効果があることは周知のとおりである。すなわち一つの製品・システムを改良することが複数の利点につながる。

逆に、一つのシステムを実現するにあたり、さまざまな分野の技術を融合したり、さまざまな分野の技術者が協力することが必須になってきている。例えば、車両停止時にエンジンを停止する、いわゆるアイドルストップシステムは10-15モードにおいて10%以上の燃費向上を期待できる。

しかし、ただ単に車両が停止したらエンジンを停止し、発進時に再始動すれば良いというものではない。(1)スタータの耐久性 (2)始動音や始動時エンジン振動の低減 (3)再始動性向上 (4)バッテリーからの頻繁なエネルギー出し入れなどにかかわる電源系の設計 (5)エンジン停止時の車室内空調 などエンジンの停止、始動以外にも考慮しなければならないことが多くあり、そのためには異なる技術分野間で協力すべき課題が数多く存在する。アイドルストップに限らず、異なる技術分野間での連携を良くする仕組みや意識付けが、今後ますます複雑化する当社製品群を環境面で進化させる上で必須である。

4. おわりに

「環境」をキーワードに当社における製品開発の一端をまとめた。当社は本論文に記載した以外にも多くの製品を扱っているが、いずれも何らかの形で環境とかがわっている。冒頭、軽量化・高効率化は当社技術者の本能であると申し上げたが、この世紀には開発・

設計・生産いずれのプロセスにおいても、本能としてではなく環境を「意識」してその活動を進める必要がある。いつも意識してこそ斬新なアイデアが出てくるからである。2001年に米国SAEのArch T. Colwell Merit賞を始めとしていくつかの賞を受けられたセラミック技術部の室長が社内表彰の折りに、謙遜しつつ「点火プラグのように古くから存在する部品でも良い発明ができたことは、もっと先進的なことを開発している多くの当社技術者に勇気を与えることができたと思う」と挨拶されたのが、筆者の心に残っている。何十年という長い歴史を持ち、改良の余地が少なそうに見える点火プラグを、より良いものにしようとして日夜意識されていたに違いないからである。いつもよく回りを見て、何事も改良のネタを逃さないようにしたい。

<参考文献>

- 1) 長尾不二夫：内燃機関講義 上巻，養賢堂（1967），p.51
- 2) デンソー環境報告書（2001），p.20
- 3) 阿部眞一：“ハイブリッドシステムを構成する技術”，エンジンテクノロジー誌，第13号（2001.3）pp.21-25
- 4) 平田敏夫 他：“地球温暖化対応カーエアコンの開発”，デンソーテクニカルレビュー，Vol.4，No.2（1999）pp.36-41
- 5) 津川定之：“ITSによる自動車交通の省エネルギー効果”，エンジンテクノロジー誌，第8号（2000.5）pp.54-61



<著者>



鎌居 健一郎

（かまい けんいちろう）

技術企画部

全社技術開発にかかわる施策の
企画に従事