

自動車環境問題への 当事業部の取り組み

Our Division's Challenge for the Automotive
Environment Issues

大塚公輝*

Koki Otsuka

① 緒 言

自動車の普及は、世界各国でいろいろな環境問題を引き起こしている。特に、普及率の高い先進諸国では、厳しい法規制でそれらの問題に対処しようとしている。自動車に係わる代表的な環境問題は、

- ・地球環境問題
- ・都市環境問題
- ・交通環境問題
- ・リサイクル問題

などが挙げられる。本展望では、地球環境問題および都市環境問題に対し自動車に求められる課題を概観する。その上で、自動車産業と密接な関係がある当自動車機器事業部（自）の環境改善に寄与する取り組みについて述べる。

② 地球および都市環境問題

2.1 地球環境問題

この問題は、地球温暖化とオゾン層の破壊であり、排気ガス中の二酸化炭素とカーエアコンの冷媒である特定フロン（CFC）が深く係っているとされている。

2.1.1 二酸化炭素（CO₂）問題

温暖化対策では、1997年12月に開催された気候変動枠組条約第3回締約国京都会議（COP3）で、温室効果ガス排出削減目標を定めた京都議定書が採択された。我が国では、1990年比で、2008年から2012年の間に効果ガスの6%を低減するとの目標が打ち出された。欧州EC諸国でも同様の低減目標が設定されている。温室効果ガスの大半はCO₂ガスであり、わが国の運輸部門からの排出量は約20%で、内90%が自動車から排出されている。先の議定書の決定を受けて、我が国では、1999年4月に省エネ法改正がなされ、自動車について次のようなCO₂排出低減目標が設定された。

- ・ガソリン車；1995年度実績 12.6km/リットルに対し、2010年度目標値15.3km/リットル（向上率21.4%）
- ・ディーゼル車；1995年度実績12.1km/リットルに対し、2005年度目標値13.6km/リットル（向上率13.1%）

また、欧州では、EUと自動車業界との間で、乗用車のCO₂排出量を2008年平均140g/km（1995年186g/kmの25%削減）とすることで合意が得られている。米国は、京都議定書を批准しておらず、当面CAFE（Corporate Average Fuel Economy）規制の現状維持で進むとみなされている。しかしながら、最近の高級SUV車（小型トラ

ック）の需要拡大で、CAFE値が基準を下回る傾向にあるため問題化しつつある。唯一の話題は、クリントン大統領の提案で、超低燃費車（80mpg）と低公害車（Tier 適合車）技術の官民共同研究（PNGVプロジェクト）を1993年よりスタートさせて取り組んでいることである。

2.1.2 特定フロン問題

一方、オゾン層の保護対策としては、95年の新車から代替フロン（HFC）切り替えが進められ、97年4月に定められた通産省の回収促進プログラムにより、現在では、大半の特定フロンが回収されている。しかし、代替フロンも温室効果が強いので、京都議定書では削減対象物質とされ、使用量低減と回収が必要と記載されている。

2.2 都市環境問題

この問題は、排気ガスによる大気汚染、交通の過密化による騒音問題などが挙げられる。中でも、大都市圏内の排気ガス中のエミッション（有害物質）であるHC、NO_x、CO、および粒子状物質PMといった排出有害物質による大気汚染は一層深刻な問題となってきた。すなわち、これら排気ガスのエミッション規制は随時強化されてきているものの、交通量増加やそれに伴う交通渋滞が原因で、エミッション総量が一方向に削減できないためである。これらの問題解決のためには、自動車排気ガスエミッションの一層の低減に加え、都市圏の道路ネットワーク整備による交通の円滑化が急務である。日本においては大都市圏内を通過する車両の増加が交通渋滞の主因とされており、交通網整備に当たっては、特に通過車両対策が配慮されなければならない。

2.2.1 排気ガス問題

排気ガス規制中のエミッション規制は、各国・地域で年々強化されている。

日本では、まず、ガソリン乗用車を対象として、昭和53年規制に代わり平成12年規制が10月より施行され、HC、NO_x、COの排出許容値が約3分の1に強化された。また2005年の平成17年には、平成12年規制値の2分の1以下にする厳しい規制の施行が計画されている。一方、ディーゼル車に対しては、ガソリン車の3成分に加え粒子状物質PMを含めた4成分が規制対象となっている。1998年の第3次答申において、ディーゼル車の排気ガス規制強化が打ち出され、NO_xの排出量を、車種別毎に2002年から2004年にかけて現行規制値の25%～35%に、且つPMについても同様に25%～35%に削減し、加えて排気ガス浄化装置の使用過程での劣化を防止する目的

* 日立金属株式会社 自動車機器事業部 技術部

* Engineering Department, Automotive Components Division, Hitachi Metals, Ltd.

で、ガソリン車も含めた耐久走行距離を、乗用車で現行3万kmから8万kmに、トラックなどの商用車も大幅に延長すると共に、排気ガス低減装置の劣化を監視する車載診断システムの装備化を義務付ける(新短期排ガス規制)としている。また同答申にて、2007年頃を目標に、NOxとPMの排出量を新短期排ガス規制値の2分の1まで削減する案(新長期排気ガス規制)も併せて提案された。このような状況の中で2000年2月、東京都は、都内を走行するディーゼル車を対象にPM除去装置(DPF)の装着義務付けを行う方針を発表した。内容は、装置の取付けを2003年4月から順次開始し2006年4月からは全車両を対象とする厳しいものである。また2000年1月には、PMと健康被害の因果関係を争点とした尼崎公害訴訟において、神戸地裁は因果関係を認定する判決を下した。これらのことより、PM対策がディーゼル自動車メーカーにとって緊急課題となってきた。これらの実情を受けて、自動車工業会は、新長期排気ガス規制を2年ほど前倒して2005年から達成する方針を表明している。上述の規制を達成するには、燃料中の硫黄分の大幅低減が不可欠であり、行政側の支援を受けた石油連盟は、自工会に協力することを表明している。

欧州では、2000年にEuro Ⅲ、2005年にEuro Ⅳとなる排気ガス規制強化が実施される。ガソリン規制では日本および米国連邦規制と歩調をとる内容となっているが、Euro Ⅳのディーゼル規制においては、PM排出量をEuro Ⅲの10分の1にする厳しい内容となっている。その意味でも、国内自動車メーカーのPM低減技術の早期確立は緊急課題といえる。

米国では2004年より、連邦においてはEPA Tier Ⅱ規制からTier Ⅲ規制へ、加州ではLEV (Low Emission Vehicle) 規制からLEV Ⅱ規制へと強化される予定となっている。LEV Ⅱでは、中型トラックに分類されることもあるフルサイズSUVの増加に対し、小型トラックのLVW (Loaded Vehicle Weight) 範囲を拡大すること(上限値: 5750ポンド→7300ポンド)で、乗用に使用されるフルサイズSUVやピックアップトラックすべてを規制値が厳しい小型トラックのセグメントに組み入れる予定となっている。加えて、ULEV (Ultra LEV) とZEV (Zero EV) の間に新しいカテゴリーであるSULEV (Super ULEV) が設定されること。耐久ベースを10年10万マイルから10年12万マイルにすること。また、延期されていた加州ZEV (Zero Emission Vehicle) 規制は、2003年から実施される予定で、LVW3750ポンド以下の乗用車と小型トラックを販売する自動車メーカーは、販売台数の10%をZEVにすることが義務付けられることになる。

2.2.2 騒音問題

交通網の改善のスピードを上回る自動車交通量の増加により、大都市地域や主要幹線道路の周辺では、法律で定められた交通騒音基準を未だ満足されない状態である。このような状況の中で、中央環境審議会の答申に基づき、1998年9月に環境庁より新しい環境基準が告示され、翌年4月より施行されている。これらを受けて自動車では、2000年10月より騒音規制が強化される。特に大型商用車の加速走行騒音目標値81~82dB (A) は、世

界で最も厳しいものである。新規規制値は車別毎に見て、いずれも従来の規制値に対し3~2dB (A) 厳しいものとなっている。

以上、自動車を取り巻く代表的な問題について解説してきた。自動車メーカーは車を造り続ける限り、燃費性能向上、排気ガスエミッション低減、騒音低減といった負の課題を背負いつつ、車に本来から求められている動力性能、安全性、乗り心地性などの改善を行いながら、自動車の社会的利便性の向上に寄与していかなければならない。

以下、(自)が環境問題に対し取り組むべきテーマについて述べる。

③ 自動車環境対策への取り組み

3.1 当社自動車機器事業部の事業内容

自動車環境問題への取り組みを述べる前に、当事業部が扱う自動車関連製品について簡単に紹介すると、

高級ダクタイル鋳鉄 (HNM) 部品

クランクシャフト、エキゾーストマニホールド、ターボチャージャハウジング、キャタリストケース、フライホイール、ディファレンシャルキャリア、ディファレンシャルケース、ナックルステアリング類、サスペンションアームおよびブラケット類、ハブなどの鋳造から加工まで。

耐熱鋳鋼 (ハークユナイト-S) 部品

エキゾーストマニホールド、ターボチャージャハウジング、キャタリストケースなどの鋳造から加工まで。

アルミニウム合金鋳物

インテークマニホールド、コレクター、フライホイールハウジング、エンジンチェーンケース、アルミホイールなどの鋳造から加工まで。

他に、(自)連結関連会社の製品として鋼鍛造部品、樹脂射出成型品、アルミ鋳物用金型など、が主な製品として挙げられる。

3.2 低公害化

上述したように、年々厳しくなる排気ガス規制をクリアするためには、エンジン本体の改善による排気ガスのクリーン化を行うと同時に排出されたガスを、後処理技術を駆使して徹底的に無害化することが必要である。ここでは、ガソリン車とディーゼル車のそれぞれについて述べる。

3.2.1 ガソリン車の低公害化

低公害化技術の歴史を振り返ると、三元触媒の発明とそれに伴う電子式燃料噴射技術、ピストンを含む燃焼室の最適設計技術、さらにはエンジンマネジメント技術の革新により、各国の排ガス規制を満足することができた。しかしながら、国内平成17年規制、欧州Euro Ⅳ規制、加州LEV Ⅱ規制のクリアするには、更なる革新的技術開発が必要とされている。これらの規制の排ガス測定基準は、いずれもエンジンの冷間始動であり、触媒が活性化するまでの始動直後数分間に、全試験期間中に回収されるエミッション総量の80~90%が排出されてしまうことから、始動後に排出される排ガスをいかに迅速に処理するかがポイントとなる。このためには、触媒担体の低熱容量化、触媒の低温活性化、触媒のエキゾースト

マニホールド（エキマニ）近接配置化，エキマニの低熱容量化が必要である。加えて，触媒が活性化するまでに排出されるNO_xやHCを一時的に収蔵する新型触媒の開発も不可欠で，自動車メーカーと触媒メーカーとが協力して開発に取り組んでいる。これらの新技術を織り込んだものが一部商品化されて加州SULEVの第一号認定を得ている。

これらに鑑み，当社は，長年培ってきた排気系部品の設計・評価・製造技術に加え，最近確立した薄肉鋳造技術と鋳物材同士の摩擦接合技術を加味し，鋳造品の形状自由度を最大限に活かした薄肉軽量でコンパクトなエキマニ一体触媒システムの開発と実用化に取り組んでいる。

3.2.2 ディーゼル車の低公害化

ディーゼルエンジンは，ガソリンエンジンのように吸入空気量を調整するスロットルバルブを有しないためポンピングロスが小さく，また高圧縮率下での燃焼が可能で燃料消費率が小さいこと（CO₂の排出量少ないこと）から，乗用車から大型商用車のエンジンとして広く普及している。しかしながら，燃焼温度が高いためNO_xの発生量が多いこと。さらに，高圧縮域下の燃焼室に燃料を微細な液滴の状態で直接噴射するため，どうしても微粒子状の未燃成分（PMもしくはSPMが発生）が生成し易い。また，PM排出量（含黒煙）はNO_x排出量とトレードオフの関係にあり，ひとつの技術で両方を同時に削減することは難しい。NO_xの削減には燃焼温度をできる限り下げることが必要であり，そのためにEGR（排気ガス循環）やインタークーラーターボの装着，燃料噴射の電子制御化および酸化触媒の採用などが進められている。加えて，燃焼効率を高めるためには噴射燃料の一層の微細化が必要であり，高圧縮燃料噴射を可能とするコモンレールを用いた直噴エンジンの採用が拡大している。一方，PMについては，NO_xの削減を重視してきたため対策が遅れていたが，前述したように東京都のDPF装置の義務付け条例案が発表されるなどで削減の気運が高まり，ディーゼル車メーカー各社は，社運を賭けDPF装置の開発と商品化を行っているところである。

以上のことから，ディーゼルエンジンの新長期排ガス規制に対しては，ターボチャージャの装着化，EGRの積極的活用，コモンレールを採用した電子制御燃料直接噴射化，DPF機能と酸化・還元機能を併せ持った新型のディーゼル触媒装置の装着化が必須とされる。

当社としては，排気系部品の開発技術力ならびに長年の生産実績があるエキマニ，ターボチャージャハウジング，キャタリストケース，触媒ユニットをまとめ上げて，排気系モジュール化することで，効率のよい排気ガス処理システムの開発に取り組んでいるところである。

3.3 低燃費・軽量化

3.3.1 エンジン低燃費化

エンジンの効率向上は，車両全体の軽量化と共に自動車の低燃費化にとって重要である。前述したように，日本と欧州は，燃費削減プログラムが官民一体で進行しており，目標を達成するには大きな開発投資が必要である。低燃費化に際しての地域的特長は，まず，日本においては，道路整備状況の立ち遅れから低速走行時の燃費が，欧州や米国では道路状況の良さや生活スタイルの関係が

ら高速・高負荷走行時の燃費が重視される。

ガソリンエンジン

従来の高効率化は，DOHC（Double Over Head Camshaft）化，燃焼室改善，吸気効率改善，電子制御燃料噴射化，主運動部品軽量化や摩擦部位削減などによる摩擦損失の低減といった改良の積み重ねで，ここ20年間で20%～25%の燃費改善が車両ベース実績で得られている。さらに，2008年までに23%の低減を達成する手段としては，低負荷側で徹底した希薄燃焼を，高負荷側で理論空燃比（約14.6）近傍での燃焼を可能とする直噴エンジンと，過渡応答特性に優れた新タイプのターボチャージャとの組み合わせが最も有望視されている。すなわち，直噴化で最適燃焼による省燃費化を図りつつ，ターボの装着で生じた余裕パワーはエンジンのダウンサイジング（低排気量化および軽量化）に費やすことができるからである。自動車メーカーの当面課題は，2004～2005年の次期排ガス規制に対する開発であるが，その後の開発の中心は2008年燃費規制対応となると考えられる。

上述した燃費対策を講じようすると，高負荷側での燃焼温度が確実に高くなる。高負荷・高速走行運転の頻度が高い欧州や北米では，燃焼ガスに接する部品の耐熱性が問題となる。特に，強制冷却機構をもたないエキマニやターボチャージャユニットに熱害ダメージが大きくなる。

当社の対応としては，高負荷時の熱害が問題となる北米市場の向けのピックアップトラックやフルサイズSUVおよび欧州市場向けのターボ過給高性能ガソリンエンジン用のエキマニやターボハウジングに，1050℃まで耐え得る高Cr高Ni耐熱鋳鋼（HercuniteTM-S）を開発し，従来の鋳鉄系部材を含めてHercuniteTM（ハーキュナイト）シリーズとして製品展開を図っている。これらの製品例を図1に示す。

排気系部品には，高負荷走行域での耐熱性要求の他に，ターボユニットをマウンティングするために高剛性であること，排気ガス対策として触媒ユニットのエキマニあるいはターボユニットへの直接接続するなどのために，それぞれの構成部品において，製造上の形状自由度が高く，軽量・コンパクトで且つボルトレス組立てが可能である部材への要求が高まってくると考えられる。このような要求に堪えられるのは，高耐熱鋳造部材しかないと判断している。ボルトレスの組立てには，前述した摩擦接合あるいは溶接工法を適用する。また，鋳造工法の自由度を活かし軽量コンパクト化したものとして，図1の写真左上のマニターボTM（エキマニとターボチャージャハウジングを一体鋳造したもの）がある。付け加えれば，このマニターボは，従来ボルト締結する部位を耐久性確保形状に宛がうことで，耐久性も大幅に向上している。触媒を中心とした排気ガス処理装置の耐久寿命延長（Life Time Guaranty）が求められる中，装置システム全体の耐久性設計の重要性が強まっていることも配慮しなければならない。

ディーゼルエンジン

低燃費化の考えた方は，ガソリンエンジンと基本的には変わらない。ただし，ディーゼルの場合は，前述した



図1 Hercunite™製鋳造排気系部品例

Fig. 1 Samples of Hercunite™ exhaust parts

ように排ガス規制をクリアするためにはターボ過給が必要となるが、過給することでパワーに余裕が生じた分、エンジンのダウンサイジングに費やすことができる。ディーゼルは、ガソリンに比較してターボ過給効率が高く、ダウンサイジングへの寄与率は大きい。従来、国内のディーゼルエンジンへのターボチャージャー装着率が30%と低かった理由は加速時出力の過渡応答に難があるためであったが、この問題を解決する可変ノズル付きターボ（VNTあるいはVG）の量産化にターボメーカー各社が目処をつけたこともあり、大型・中型トラックのターボ装置率が急速に進むと思われる。このタイプのターボには、高温で酸化雰囲気曝されるノズル部品や耐磨耗品が必要となるため、（自）ではこれらの部材開発と実用化にも取り組んでいる。上述したエンジンのダウンサイジングについては、大型・中型トラックで現状主流であるV8あるいはV10型エンジンが、直6タイプに変わると考えられる。これによる摩擦馬力の大幅な削減は、低燃費化への寄与率が非常に大きい。（自）では、この直6ターボ用に排ガス気密性が高いベローズ締結エキマエを開発し、適用を拡大しているところである。図2に一例を示す。

3.3.2 シャシー・サスペンション部品の軽量化

当社の主要な製品に、サスペンション用のコントロールアームやナックルステアリング類がある。これらの部品については、操安性・乗心地の向上と併せて、燃費低減のための軽量化が求められている。欧州や北米では高性能乗用車を中心に、これらの部品のアルミ化が進んでいるが、日本はコスト的制約の関係上、アルミ化はあまり進んでいない。（自）では、新しいCAE技術や評価技術を駆使し、新規開発した高延性ダクタイル鋳鉄を用いることで、鋳鉄ベースで、アルミ鋳物並みの20～30%の軽量化を可能とする技術を開発し、実用化に取り組んでいるところである。勿論、アルミ鋳物の適用についても、半溶融ダイカスト製サスペンションコントロールアームの実用化などで実績を挙げつつある。



図2 大型トラック用ベローズ締結エキマニ

Fig. 2 Bellows-connect-typed exhaust manifold for a heavy truck.

④ 結 言

地球環境および都市環境の保全是、人類の最優先課題の一つである。このためには、低公害、低燃費で且つ高効率なエンジンの開発と、ダウンサイジングを含めた車両全体の軽量化が不可欠である。当社はこれらのニーズに真正面から取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 自動車技術Vol.54, 2000年8月
- 2) 2000年日本の自動車工業（平成12年版）：社団法人日本自動車工業会編