

# 最近の自動車用ガソリンエンジン

脇 俊 隆

## 1 ま え が き

自動車の公害問題に対する社会的関心は、1965年頃に於ける自動車交通の著しい増加に伴う自動車排出ガスの大気汚染への寄与率の増加<sup>1)</sup>、1970年7月、当時の運輸技術審議会による自動車ガス長期低減計画の答申、同年12月アメリカのいわゆる「マスキー法」の立法化と、年を追うに従い一層高まり今日に至っている。

一方、石油ショック以後、世界各国は景気の後退、インフレの高進、貿易収支の悪化という、経済混迷の状態となり「排気規制より資源浪費の抑制を」という考えが浸透し始めている。

例えば、フランスのように自動車税を従来の馬力数対応からガソリン消費対応方式に切り換えこの考えを間接的に推進実施している。

こうした環境保全に対する社会的要求と省エネルギーの観点から最近の自動車用ガソリンエンジンの動向を調べまとめた。

## 2 交 通 公 害

「公害」のうち「交通公害」については、道路交通法の中で総理府厚生省令で定めるものとあり、その定義は、

①道路を通行する自動車又は原動機付自転車から排出される一酸化炭素、炭化水素、鉛化合物窒素酸化物又は粒子状物質に起因する大気汚染。

②自動車又は原動機付自転車の通行に伴って発生する騒音および振動。

とあり、又増田哲三氏は自動車公害を(表1)<sup>2)</sup>のように分類されている。

これらのうち、排気ガスに関しては、対策技術の性急確立が要望されていたが、各メーカー共「1978年度規制対応可能」という回答が現在でている。

一方騒音問題は評価指標が定まらず未解決の問題が多い。

### 2・1. 自動車排出ガス規制

自動車の排出ガス規制は、この排出ガス対策技術の困難さに問題があるといわれていたが、日米両国において実用的技術開発が進みその結果として厳しい規制が実現可能となった。又「大気」に関する環境基準を決めている国は現在我国を含め7ヵ国ある。これらのうち四ヵ国では自動車

排気汚染物質および光化学反応物質について基準を作っている。<sup>3)</sup>

表1 自動車公害の分類

公害の種類	区分	対象	影響範囲
排出ガス	排気	CO, HC, NO <sub>x</sub> , 微粒子, 黒煙, 臭気	局地的 広域的
	クランクケース ブローバイ	HC	
	燃料蒸発	HC	
騒音		エンジン騒音, 消音器騒音, タイヤノイズ	局地的
電波障害		テレビ, ラジオ電波雑音	局地的

特に我国は1975年, 1976年の規制を踏み台にして排気対策の技術水準は文字どおり世界一になりつつある。

日本における規制の流れ(表2)<sup>4)</sup>は1966年のモード運転による規制が始まりで, 車の種類, 大きさ, 新車か使用過程車であるかにより基準値が設定されている。

規制の方式は1966年より濃度規制, 排出ガス量の規制は1972年10月に「自動車排出ガスの量の許容限度の設定方針」が定められ, 更に同年12月に本格的排出ガス重量規制, 通称「1973年度規制」が告示された。

その後年次を追うに従い規制は厳しくなり現在1976年度規制まで進み最終課題「1978年度規制」と動いている。

## 2・2 排出ガス清浄化システムの現状

1970年, アメリカに於いていわゆる「マスキー法」の成立により, ときの自動車工業界はその低減技術の確立は不可能に近いであろうと考えていたが, 社会的な要請と諸種の技術開発の結果, 最終目標に至らないが, かなりこれに接近し, 1976年規制適合車も販売されるに至っている。しかし, これらのシステムは完成されたものとはいえ, ドライブビリティ, 燃料経済性や信頼性についてなお研究の余地があるので, 今後の改善・改良が待たれる。

更に我国においては1978年度規制という大変厳しい規制があり, その対応技術は, 1975年度及び1976年度規制対策に採用された低減技術の改良が主であるが, 一部には三元触媒方式のような新しい方式が検討されている。

清浄化システムの技術的手法としては, 排出防止, 生成減少, 生成抑制ならびに排出あと処理に分けられる(表3)<sup>6)</sup>。

表2 規制の経過と規制値

	モード	新車				使用過程車			
		乗用車	軽量トラック	重量トラック	ディーゼル車	ガソリン車 LPG車	ガソリン車 LPG車	ディーゼル車	
1972年 末	モード	4				—	一走行	アイドル	—
	CO	ガソリン車 LPG車		2.5% 1.5%	—	—	4.5%(軽は除く)	—	
	HC	—		—	—	ブローバイ <sup>(4)</sup> 0g 蒸発 2g/走行	—	—	
	NO <sub>x</sub>	—		—	—	—	—	—	
	ディーゼル 黒煙	—		—	—	—	—	—	
1973年  新造は 412月	モード	10		6	—	一走行	アイドル	—	
	CO	ガソリン LPG 軽自	26g/km 18g/km 26g/km	ガソリン 1.6% LPG 1.1%	—	アイドル 4.5%	4.5%	—	
	HC	ガソリン LPG 軽自	3.8g/km 3.2g/km 22.5g/km	ガソリン 520ppm LPG 440ppm	—	ブローバイ 0g 蒸発 2g/一走行	—	—	
	NO <sub>x</sub>	ガソリン LPG 軽自	3.0g/km 3.0g/km 0.5g/km	ガソリン 2200ppm LPG 2200ppm	—	—	—	—	
	ディーゼル 黒煙	—		—	—	—	—	—	
1975年  新造は 411月	モード	10	11	10	11	ディーゼル 6***	アイドル	無負荷 急速	
	CO	2.7 g/km	85 g/test	17 g/km	130 g/test	980ppm	4.5%	—	
	HC	0.39	9.5	2.7 g/km (1.5)*	17 g/test (70)*	670ppm	4サイクル 1200ppm <sup>(3)</sup> 2サイクル 7800ppm 特殊(乗用車のみ) 3300ppm	—	
	NO <sub>x</sub>	1.6 (0.5)*	11 g/test (4.0)*	2.3 g/km (0.5)*	20 g/test (4.0)*	590ppm (1000)**	—	—	
	ディーゼル 黒煙	—		—	—	全負荷 60%	—	50%	
1976年  新造輸入 4*** 月	CO	同上		同上		同上	4.5%	同上	
	HC	同上		同上		同上	4サイクル 1200ppm <sup>(2)</sup> 2サイクル 7800ppm 特殊 3300ppm		
	NO <sub>x</sub>	0.84 1.2 <sup>(1)</sup> 0.5*	8.0 9.0 <sup>(1)</sup> 4.0*	同上		同上	—		
1977年	CO	同上		ガソリン 1.6% LPG 1.1%	980ppm	同上	同上		
	HC	同上		ガソリン 520ppm LPG 440ppm	670ppm				
	NO <sub>x</sub>	同上		1850ppm	500ppm (850)**				
	ディーゼル 黒煙	—		—	—				
1978年	CO	2.7	85	同上		同上	同上		
	HC	0.39	9.5	同上					
	NO <sub>x</sub>	0.48	6.0	同上					
	ディーゼル 黒煙	—		—					

\*\*\*  
\* 二サイクル乗用車  
\* 直噴式ディーゼル車  
\* 一九七四年より実施

(4)(3)(2)(1)  
等価性重量をこえるもの  
一九七七年三月  
新造は一九七三年四月実施

★ ★  
一九七七年三月

排出防止については既にクランクケースブローバイならびに燃料蒸発防止装置などが市販車に装着されている。

「生成減少としてはエンジンの改良及び燃料の改善が考えられるが、通常は、燃焼室・吸排気マニホールド・気化器の各部・点火時期・弁開閉時期などの設計変更や空燃比の調整などが改造の主要点で、更に減速時制御装置や始動時のチョーク制御装置など各種の付加装置が加えられ、場合によっては、NO<sub>x</sub>を低減させるための排気再循環装置（EGR）が組込まれる。」<sup>7)</sup>

生成抑制ならびに排出あとと処理については、サーマルリアクタ方式や触媒反応方式に見られるように、NO<sub>x</sub>をエンジンにおける燃焼制御（EGR含む）で抑制し、CO、HCを排気マニホールド部分に設けた熱反応器（サーマルリアクタ）又は、酸化触媒により酸化しようとする方式である。

これらはエンジンモディフィケーションやEGRと組み合わせられるのが普通である。

その他に、元来NO<sub>x</sub>の排出量が少なくHCが多いという特長を持っているロータリエンジン方式もある。尚（表4）に各社1976年適合エンジン型式を示す。

表3 排出ガス清浄化技術

表4 1976年度排気対策方式

処理内容		技術内容	処理対象			
			CO	HC	NO <sub>x</sub>	微粒子
排出防止	密閉して放出しないようにする	ブローバイガス還元 燃料蒸発防止		○ ○		
生成減少	エンジン内で生成を減らす	エンジンの改良 燃料の改善	○	○	○ ○	○
生成抑制	エンジン内での生成を何らかの方法で抑制する	排気還流 噴射			○ ○	
排出あとと処理	排出後のあとと処理をする	2次空気供給 サーマルリアクター アフターバーナー HC、CO触媒 NO <sub>x</sub> 触媒 トラップ	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○		○

浄化方式浄化方	社名	呼称	エンジン型式
触媒方式	トヨタ	TTC-C	3K-U, T-U, 2T-U, 2T-GEU, 18R-GU, 18R-U, M-U, M-EU, 4M-U, 4V-U
	日産	NAPS	A12, A14, L16, L14, L16E, L18, L18E, L20, L20E, L28, Y44
	三菱	MCA(ニカ5)	2G22
	いすゞ	ICAS	G161Z, G180Z, G180W
	ダイハツ	DECS-C	3K-U, T-U
	スズキ	STC	T4A
層状給気方式	トヨタ	TTC-V	19R
	ホンダ	CVCC	EE, ED, EF
希薄燃焼方式	トヨタ	TTC-L	12T
	マツダ	CEAPS-C	TC
	ダイハツ	DECS-L	AB10
サーマルリアクター方式	マツダ	REAPS	12A, 13B
		CEAPS	NA, VC
燃料制御方式	三菱	MCA	4G36, 4G33, 4G32, 4G51, 4G52, 4G35, 4G54
	富士重工	SEEC-T	EK-22, EA63, EA71

### 3 最近のガソリンエンジン

排気ガス対策の為にエンジンの性能・構造は種々の制約を受けているが、基本的には出力性能を維持し熱効率を上げる事が目標である。自動車排出ガスに対する社会的関心の低い時代においては、性能主義、出力性能の向上が中心であった。アメリカでは1969年のビュイック350V-8エンジンに見られる（Cool Air Induction System）の導入による12馬力の向上、フォード、クライスラーも同様、そして日本は、サニー、カローラ等の大衆車の登場の時期でもある。

一方、ヨーロッパでも高性能を追求した新エンジンが続々と発表され、1971年VWは伝統の空冷エンジンをやめ、FF水冷エンジン（K70）を採用するに至った。しかし排気ガス規制の

段階的強化の為、米国車では低圧縮比、ガソリンの低鉛若しくは無鉛化の傾向、欧州車では燃料噴射の漸増が目立つ。特に米国車は排気量、最高出力の低下が顕著に現われている（図1）<sup>8)</sup>。

これは「より軽く、より出力がでて」という世界的な省資源、省エネルギーに関する行政上の動きに対応し仕様変更したと思われる。

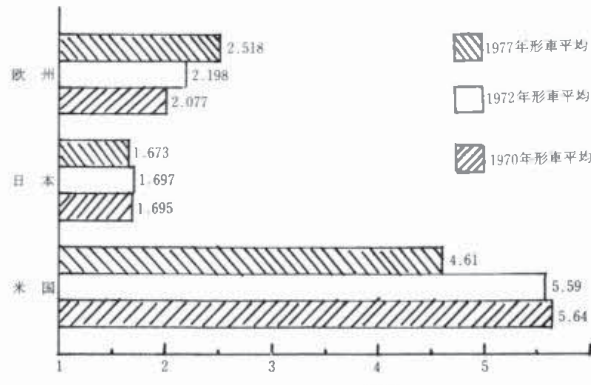


図1-1 排気量比較

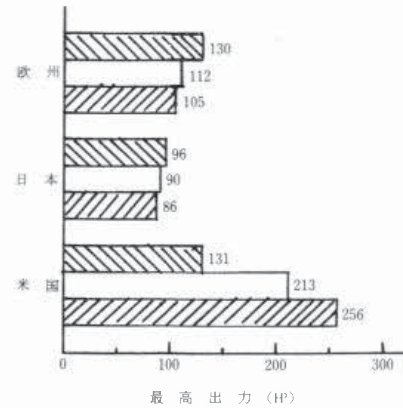


図1-2 最高出力比較

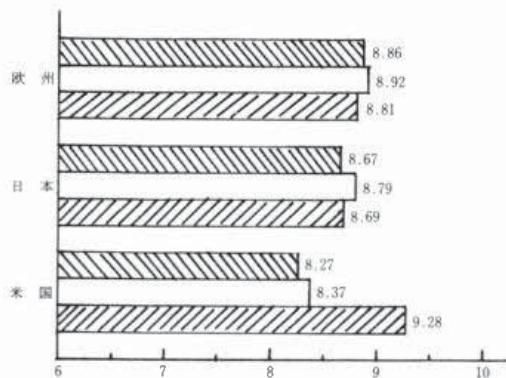


図1-3 圧縮比比較

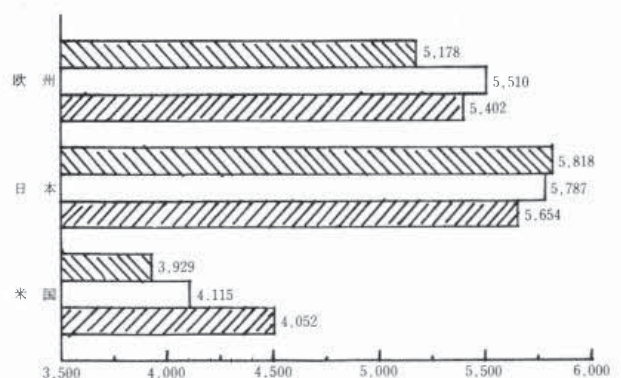


図1-4 最高出力回転数比較

図1. 排気量・最高出力・圧縮比・最高出力回転数比較.

自動車の燃料経済性を支配するものは車両重量と熱効率があげられる。1971年の調査によれば米国車の平均車重は、1685 kg、日本車は791 kgであった。通常、車両重量10%の軽減により、燃料経済性は3～6%改善されているといわれている。又「1976年に、GMからシベツト1.4 lと1.6 lが発表され、その燃料経済性はEPAの公式テスト結果によると、米国車のうちで最高値を示した。こうしたことにより米国車の車重の大巾な軽量化と排気量減少は今後ますます強くなる傾向と考えられる」<sup>9)</sup>。

一方欧州に目を向けると、'77年の自動車界の新しい動きとして、ディーゼル・パワード・エラの到来がある。前述の様な世界的動向がきっかけで、ディーゼルの小型化が技術的進歩により、実現されるようになってきた。例えば「VWゴルフディーゼルである。ガソリンの1.6 lではなく

1.5 l を使うことによってガスケット間隔を充分にとり 50 hp を得ている。4 速マニュアルギヤボックスのみであるが、3 速は 115 km/h まで引っぱれる。ディーゼルとしては最高許容回転数 5,450 rpm と高くなった。加速は 0～100 km/h を 19.2 秒、0～1 km を 39.5 秒台で走り切る。しかもトップスピードは 150 km/h である。<sup>10)</sup> 又ディーゼル車の生産は全自動車の生産の 4% すなわち 100 万台が予想され、セダンに限っても、多種多様要求に応じて伸びるであろう。

我国に於いても、例外ではなく、その動向の特長は、気化器方式については燃料噴射装置が、キャブレター仕様より約 10～15 ps 程度高く、燃費・トルクも向上し、排出ガス内の有害成分についても排出量が減少するということが好んで用いられる傾向があり、動弁機構は OHV から OHC へと主流が移っている。唯、排気対策による制約から全般的には 10% 程度の出力低下と燃費に若干の問題が残る。

## 補 遺

排気対策方式(表 4) は大きく分けて 5 方式であるが、経年使用による浄化能力についていうならば、酸化触媒方式は 2 車検(4 年間) その他は劣下が考えられない。燃費の問題ではリッチのガスで出力を稼ぎ、CO, HC を後処理で解決するタイプに一番の難があるようである。

図 1 の 77 年形車平均はモーターファン 4 月臨時増刊諸現表より計算、国産車は 56 型式対象で処理、欧州は 6 ヶ国(イギリス・フランス・西ドイツ・イタリア・スイス・スウェーデン) 126 型式、アメリカは 28 型式で処理しているので 70, 72 年形車平均と単純に比較はできないが、概ねの傾向はこれで理解できる。

## 参 考 文 献

- 1) 金安・金泉： 交通公害，技術書院，1976 P. 13
- 2) 増田： 最近の自動車用ガソリンエンジン(1)，機械の研究，Vol. 25, No. 1, 1973 P. 83
- 3) 早川： 大気汚染，日本放送出版協会，1976 P. 142～150
- 4) 金安・金泉： 交通公害，技術書院，1976 P. 16
- 5) 自動車セミナー； 1977-1 P. 40
- 6) 増田： 最近の自動車用ガソリンエンジン(1)，機械の研究，Vol. 25, No. 1, 1973 P. 84
- 7) 通商産業省機械情報産業局自動車課編； 転換期の自動車産業，日刊工業新聞社，1976 P. 136～138
- 8) 増田： 最近の自動車用ガソリンエンジン(1)，機械の研究，Vol. 25, No. 1, 1973 P. 85
- 9) 山崎・畑中・右川； 自動車用ガソリンエンジンの変遷と動向，自動車技術，Vol. 31, No. 11, 1977 P. 957
- 10) モーターファン； 1977-4 P. 340～341