

日本のディーゼル乗用車

高 橋 清

1. はじめに

ディーゼルエンジンはトラック、バス等の大型車両に主に利用されていたが、小型化され乗用車にも利用されるようになった。ところが高度経済成長期になると、その利点である燃費の良さを売り物にしてもディーゼル乗用車はガソリン乗用車と競争できず衰退して行く。しかしオイルショックを機に燃費の良さが見直され復活し現在に至ったが、ここではその様に一度は衰退したにもかかわらず、よみがえったディーゼル乗用車について、まとめることにする。

本編の構成はその歴史とガソリン乗用車との対比が主体だが、ディーゼル乗用車の排出ガス規制が厳しくなる折から、公害関係に相応の紙面をさくことにした。

2. ディーゼル乗用車の歴史

(1) ディーゼルエンジンの開発と自動車への利用について概要を年順に並べると次のようになる。

(1824年 フランスのカルノーが空気を圧縮し、その中に燃料を注入して自己着火させる原理を発表。)

1892年 ドイツのルドルフ・ディーゼル (Rudolph Diesel) が「合理的熱機関の理論と構造」という論文を発表し、翌年圧縮着火式エンジンのドイツ特許を得て研究に着手。

1893年 ドイツのMAN社でディーゼルエンジンを試作したが装置が爆発して失敗。このディーゼルエンジンは当時ドイツに多産する粉炭を燃料に利用しようとしたもので、圧縮空気でシリンダ内に注入する方式だった。

1894年 MAN社の実験用エンジンが80回転する。翌年14馬力のディーゼルエンジンを完成させる。

1897年 MAN社で燃料の重油を高圧空気で噴射させる4サイクル、単シリンダ、サイドバルブ方式で出力18PS/180rpm、熱効率38%の実用価値のあるディーゼルエンジンの試作に成功、これによりディーゼルエンジンの実用性が認められた。

1900年 この頃より空気噴射式による自動車用ディーゼルエンジンの研究に着手。

1909年 空気噴射式による自動車用ディーゼルエンジンの試作は完了したが、この方式だと燃料装置が大型備え付けになるなど問題があり、自動車用としては実用化されなかった。

1910年 イギリスのピッカース社で空気噴射式に替わる無気噴射式エンジンの製作に成功。

- 1921年 この頃ジーゼルエンジンの自動車への応用ほぼ完成。
- 1922年 ドイツのロバートボッシュ社が燃料噴射装置の開発に着手。
- 1923年 ドイツのダイムラーベンツ社が自動車用ジーゼルエンジン製造開始。同時期ドイツのMAN社、フランスのタイトレイブジョー社などでも自動車用ジーゼルエンジンを完成。
- 1926年 ドイツのロバートボッシュ社で噴射ポンプを完成。製品化を行い翌年販売を開始。これによりジーゼルエンジン製造会社は噴射ポンプ等の自家製造から開放され、軽油を燃料とする高速ジーゼルエンジンが発展し自動車用エンジンとして利用される。
- 1932年 ドイツのダイムラーベンツ社で乗用車用ジーゼルエンジン（OM138型）が製造開始、タクシーに利用され好評だったという。
- 1936年 ダイムラーベンツ社が世界初のジーゼル乗用車（ベンツ260D）作製。

(2) 日本の自動車用ジーゼルエンジン

- 1930年（昭和5）この頃から自動車用ジーゼルエンジンの研究と製作が始まる。
- 1931年（昭和6）三菱航空機部東京製作所で自動車（トラック）用ジーゼルエンジンが試作される。
- 1935年（昭和10）三菱重工業、池貝鉄工所でジーゼルエンジン製作開始日本ディーゼル（のち日産ディーゼル工業）ではドイツのクルップ社エンジンの製作権を得て国産エンジン生産



ワンダフル・ベレル！
静かなディーゼルですね

青い目もビックリ
優れたディーゼル乗用車
をみられた外国人も、
ベレルディーゼルに注目。
ニューヨークからもロンドン、
パリ、ローマからも
そしてオランダのアム
ステルダムからも、買い
目のお客さまが来日。
ベレルディーゼルの優
性をまのあたりみて、
青い目をいっそう大き
くしました。

■経済的なベレルディーゼル
耐久力で定評のあるディーゼルエ
ンジンは高い燃費率をもち、燃料消
費は少なくて済む。しかも、
タタシな11.35,800円と値
減されています。気圧器や複雑な
電気系統がないので、故障がなく、
取扱いも簡単です。

■自家用車もベレルディーゼル
タクシー、会社の社用車の方は、日
本からディーゼル車を選択するに
注目しており、その経済性と耐久
力からディーゼルのディーゼルエ
ンジンもよく売れています。

■静かなベレルディーゼル
ディーゼルエンジンから「騒音と
振動」を完全に低減。騒音と
合理的なエンジンマウントング
による防音構造などから、騒音
を低減しない。静かなベレルディ
ーゼルを誕生しました。

「ベレル」
ベレル
ディーゼル
N 8 4 8, 0 0 0
全国一億機
スズキ工業株式会社 (大塚工場)

図 1

を開始。

1936年（昭和11）神戸製鋼所，日立製作所，新潟鉄工所などでも自動車用ジーゼルエンジンの製作開始総排気量8ℓ，6シリンダの空冷式ジーゼルエンジンが完成，実用化される。

1938年（昭和13）三菱重工業で乗用車にジーゼルエンジンをテスト搭載する。

1939年（昭和14）総排気量5.1ℓ，6シリンダ水冷式自動車用ジーゼルエンジンが完成，実用化される。

1957年（昭和32）トヨタクラウンにジーゼルエンジンを試験搭載する。

1961年（昭和36）いすゞ自動車，東京モーターショーで日本初の市販ジーゼル乗用車（いすゞベレディーゼル）発表（図1）翌37年より発売される。

参考文献 1), 2), 3), 4), 5)

(3) ジーゼル乗用車の登録台数の変化

表1 ジーゼル乗用車の登録台数及び構成比

年月	ジーゼル乗用車の登録台数			ガソリン, LPG 乗用車との構成比(%)			備考
	営業用	自家用	計	ジーゼル	ガソリン	L P G	
S33.8	—	87	87				
34.8	3	76	79				
35.10	97	154	251		99.99		
36.10	107	242	349		99.99		
37.10	699	433	1,132		99.99		
38.9	5,008	1,639	6,647	1	99		
39.9	7,943	4,507	12,450	1	99		
40.9	7,083	6,580	13,663	0.8	95.4	3.8	
41.6	6,236	7,937	14,173				
42.6	5,278	9,158	14,436	0.5	95.8	3.7	
43.8	4,655	9,068	13,723				
44.8	4,473	8,419	12,892	0.3	96.6	3.1	
45.7	3,947	7,124	11,071				
46.7	3,692	5,828	9,520	0.1	97.2	2.7	
47.6	2,473	3,525	5,998				
48.6	688	2,205	2,893	—	97.8	2.1	1次オイル ショック
49.7			2,936				
50.7			3,711	—	98.2	1.8	
51.8			8,008	0.1	98.2	1.7	
52.8			27,779	0.2	98.2	1.6	
53.8			69,495	0.4	98.1	1.5	
54.7			137,772	0.7	97.9	1.4	2次オイル ショック
55.7			249,559	1.2	97.4	1.4	
56.7			381,543	1.7	97.0	1.3	
57.7			528,836	2.3	96.4	1.3	
58.7			664,426	2.8	95.9	1.3	
59.			873,217	3.6	95.2	1.2	
60.7			1,087,467	4.3	94.5	1.2	
61.3			1,311,044	5.1	93.8	1.1	

ジーゼル乗用車の登録台数の変化を知る為各年の登録台数を交通年鑑より拾ってみた。(表1)それによると昭和33年8月末の時点ではジーゼル乗用車は自家用としてわずか87台の登録だった。ところが昭和36年から37年にかけて急激な伸びを見せる。特に営業用としてのジーゼル乗用車の伸びが目立つ。これは昭和37年の春にいすゞベレルディーゼルが発売された為と考えられる。当時は未だ現在の様なマイカー時代ではなく、車は高価で自家用車として買える経済的余裕のある人も少なく、この車も購買者層にタクシー等の営業車需要に的を置いたものであった。これは当時の広告(図1)からもうかがえる。次いで昭和38年の秋には、同じくいすゞ自動車よりいすゞベレットディーゼルが発売されたが、これは乗車定員もベレルが6人に対して5人と小さく、購買者層にファミリーカーとしての自家用車需要も加えて的を置いたもので、登録台数上も自家用が昭和38年から昭和39年にかけて伸びている。

昭和39年春になると日産がセドリックにジーゼルエンジンを搭載してジーゼル乗用車に参入したが、この頃より営業用としてのジーゼル乗用車は衰退を始める。これは営業用(タクシー)向けに燃料にLPGを使用するものが開発された為、燃費でジーゼルの優位性がくずれ、さらにジーゼルエンジンの弱点でドライバーや乗客の快適度がLPG使用のガソリンエンジン車と比較して良くない事によるものである。

自家用についても昭和42年頃を境に減少するが、これも一般の所得水準が上がり、

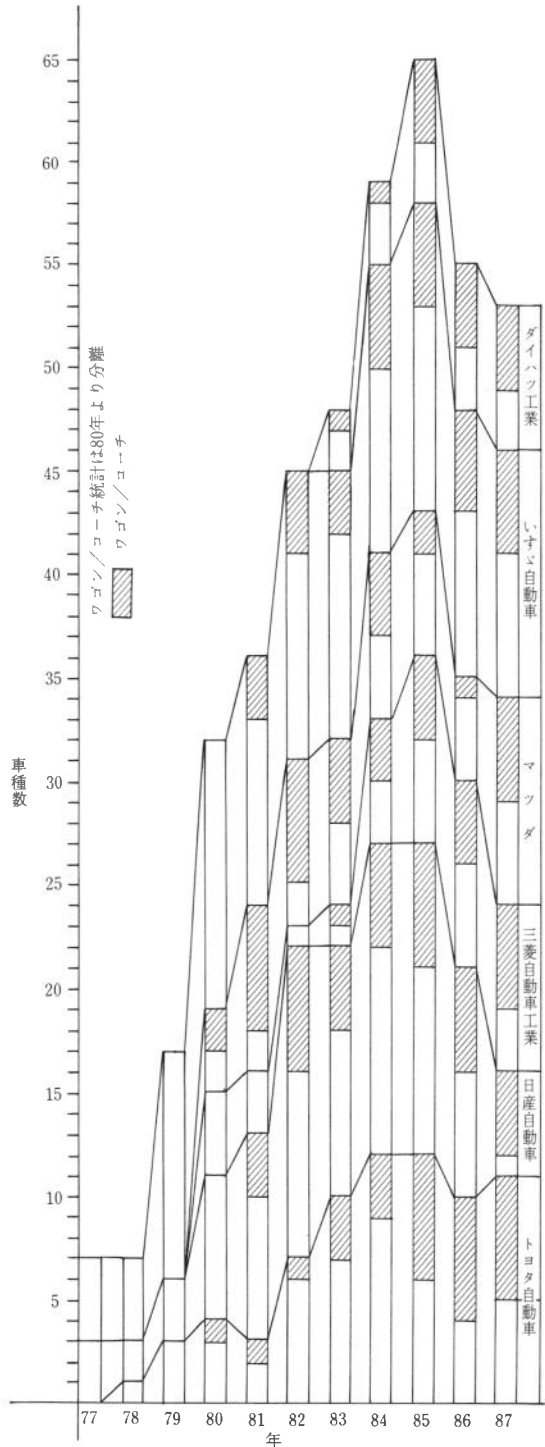


図2 ジーゼル乗用車 車種数の変化

マイカー時代の到来で燃費上のメリットを考慮しても、ガソリン乗用車に比べた時のジーゼル乗用車の欠点が嫌われたもので、総数でも見てジーゼル乗用車は減少の一途をたどる事になり、車種も日産自動車の一車種だけが、LPG 供給のない地方小都市の営業車向けとして細々と生産されていたにすぎない。

ところが昭和48年の第1次オイルショックにより再びジーゼル乗用車の燃費の良さに着目される事になる。ジーゼル乗用車を中止していたいすゞ自動車を始め、各メーカーが再びジーゼル乗用車の研究に取り組み、オイルショックによってジーゼル乗用車へ関心の高まった市場へ参入。昭和52年頃から乗用車にジーゼルエンジンを搭載して相次いで登場させる。この為、車種の増加、ジーゼル乗用車の性能の向上、ガソリン車が排ガス対策で生じた不利などにより、競争力の増したジーゼル乗用車は着実にその台数を伸ばし、昭和54年の第2次オイルショックに相まってジーゼル乗用車はその地位を確保し、現在に至っている。また近年では車種に変化が見られ、流れとしてワゴン、コーチを主流においているのが最近の傾向と言える。(図2)

3. ジーゼル乗用車とガソリン乗用車

ガソリン乗用車が順調に台数を増したのに比べ、ジーゼル乗用車は前述のごとく登録台数上で変化してきた。これはジーゼル乗用車の持つ特徴がその時の社会に受け入れられたか否かによる。ジーゼル乗用車とガソリン乗用車を比較してみると、その特徴の違いとはどのような物か、その違いを挙げる事にする。

(1) ジーゼルエンジンとガソリンエンジンの違い

ジーゼルエンジンとガソリンエンジンの違いについて、概要で比較する。

① 原理上の違い

ガソリンエンジンは燃料と空気を混合させた物をシリンダ内で圧縮し、それに電気火花で点火して燃焼させるが、ジーゼルエンジンは空気のみをシリンダ内で高圧縮し、高温になったところへ燃料を噴射し、自己着火によって燃焼させる。故に燃焼サイクルは、ガソリンエンジンはピストンが上死点にある間に燃焼が起きるとするオットーサイクル(定容サイクル)(図3)に近く、ジーゼルエンジンでは、副室式ジーゼルエンジンの場合はピストンが下降しながら等圧で燃焼す

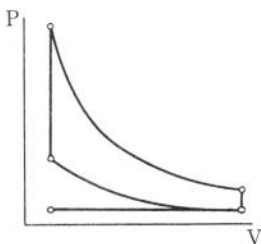


図3 オットー・サイクルの P-V線図

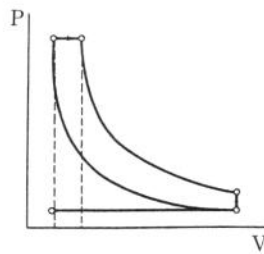


図4 ジーゼル・サイクルの P-V線図

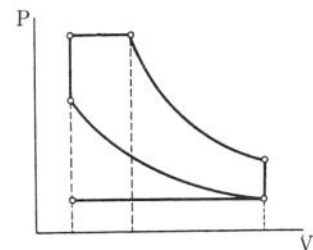


図5 サバテ・サイクルの P-V線図

るジーゼルサイクル(定圧サイクル)(図4)に近い物があったり、直接噴射式ジーゼルエンジンの場合ではそれよりもややオットーサイクルに近いなどという違いはあるが、一般的にはオットーサイクルとジーゼルサイクルを複合したサバテサイクル(複合サイクル)(図5)になる。したがってジーゼルエンジンとガソリンエンジンの違いは、この原理の違いによるものである。

② 吸入気体の違い

ジーゼルエンジンは空気のみをシリンダ内に吸入(通常はシリンダ容積の8割から9割程)するのに対し、ガソリンエンジンは空気と燃料の混合気をシリンダ内に吸入する。この時の割合は理論空燃比を中心に決められ、理論空燃比は約15すなわち重量比で燃料1に対して空気約15であり、従来はこれよりも燃料を濃くして性能本位にセットされていたが、そうすると燃料の一部は必ず不完全燃焼で排出されるので、排気ガス無害化の社会要求の高まりと共に排気再燃焼又は空気過剰の状態により完全に燃焼させる等の対策が取られる様になった。しかしこの混合比はあまり変えられない。

③ 圧縮の違い

ジーゼルエンジンは自己着火し易くさせたり、理論熱効率の上などからも圧縮比は大きい方が良いが、実際には摩擦損失の増加や、爆発圧力の増大、各部すき間への圧縮空気の分散量の増大がこれを制限しているため、自動車用ジーゼルエンジンの圧縮比は15~22程度であるが、ガソリンエンジンでは逆に自己着火を起こすと困るので圧縮比は8~10程度にしている。

④ 燃料供給方法

ジーゼルエンジンは燃料噴射ポンプにより燃料を圧送し、150~250kg/cm²の圧力でノズルからシリンダ内へ霧状に噴射する。ガソリンエンジンはキャブレター又はガソリン噴射により②で述べたごとく重量比で燃料1に対し空気約15の混合気にして供給する。

⑤ 燃料

ジーゼルエンジンは自己着火し易い(着火し易さを示す尺度としてセタン価が使用される。すなわちセタン価の高い)燃料を使用し、主として軽油が好ましいが、燃料に対しては鈍感で、重油や灯油、植物油、中にはガソリンでも運転できる物が有るなど融通性がある。しかし我が国では税金の関係で自動車用は軽油に限られている。ガソリンエンジンは自己着火しにくい(すなわちオクタン価の高い)燃料で主としてガソリンを使用している。

⑥ 着火(点火)の違い

ジーゼルエンジンは③で述べたごとく圧縮比を15~22程度にする事により、圧縮した空気温度を500°~550℃以上(例えば仮に20℃、1kg/cm²の空気を吸入し、瞬間的に1/15に圧縮すると圧力は約43kg/cm²、温度は約600℃になる)にして、そこへ燃料を噴射すると燃料粒が自己着火して燃焼する。ガソリンエンジンは混合気を圧縮して高圧電気の火花によって点火し燃焼させる。

⑦ 燃焼

ジーゼルエンジンは噴射された燃料粒が自己着火して燃焼するから、できるだけ早く自己着火

してくれるほうが燃焼のコントロールが容易になる。逆に着火遅れが大きいと噴射した燃料が、まとまって燃焼を起こし、ジーゼルノック等機関騒音の大きい原因となる。ガソリンエンジンでは火炎はスパークプラグから周囲へ伝わって行くが、それと共にシリンダ内の圧力、温度も上昇する。この時燃焼室のあちこちで混合気がジーゼルエンジンの様に自己着火を起こすとノッキング現象となる。

⑧ 燃焼圧力

ジーゼルエンジンの燃焼最高圧力は燃焼方式にもよるが無過給で60~80kg/cm²、過給すると、その程度に応じて上昇し100kg/cm²を起す事も多いが、ガソリンエンジンでは50kg/cm²前後までである。この為ジーゼルエンジンの方が騒音、振動の大きくなる要因のひとつになる。

⑨ 熱効率及び燃料消費

ジーゼルエンジンの方が③で述べたように圧縮比が大きいので熱効率は高くなり燃料消費率が小さくなる。一般的にはジーゼルエンジンの熱効率は30~35%、燃料消費率では170~220g/ps.hガソリンエンジンの方は熱効率25~28%、燃料消費率は220~300g/ps.hぐらいである。

⑩ 燃焼室形状

ジーゼルエンジンでは燃料の霧化が燃焼に大きく影響するので、燃焼室は霧化を考えて複雑になっている。ガソリンエンジンはノッキング防止に火炎伝ば距離が短くなるよう、燃焼室の形を工夫しているが簡単である。

⑪ シリンダのサイズ

ジーゼルエンジンではシリンダは小さい方は径75mmぐらいまでで、それより小さくすると噴射した燃料がすぐシリンダ壁に当たり燃焼困難になるが、大きい方はノッキングの問題がないのでシリンダ径の制限を受けないと言われ、径1000mmぐらいの物までである。ガソリンエンジンは逆に小さいのは問題がないが、大きくすると火炎が到達する前に自己着火を起こすなどノッキングし易くなるので、大きくできず径100mmぐらい迄である。

⑫ 出力調整方法

ジーゼルエンジンの出力は燃料噴射量を変えて調整し、ガソリンエンジンの場合は混合気の供給量をスロットルバルブで変えて調整する。

⑬ その他

以上述べた違いから来るもの及びその他の違いとしてジーゼルエンジンでは

- (a) 圧縮比が大きい為スタータ、バッテリー等は大容量が必要
- (b) 外観上ガソリンエンジンの点火装置のかわりに燃料噴射装置があり、スパークプラグのかわりに噴射ノズルがシリンダヘッドに付いている
- (c) 精密な燃料噴射装置を必要とし、その整備上の技術が必要でコストも高い
- (d) 圧縮着火なのでガソリンエンジンのような故障の起き易い電気点火装置がなく、故障率が低い

- (e) 燃料の軽油はガソリンより事故等による火災の危険が少ない
- (f) 可燃範囲が広く（空気過剰率 $\lambda=1.2\sim 10$ ガソリンエンジンでは普通 $\lambda=0.8\sim 0.9$ ）一度始動したらミスファイヤが起きにくい
- (g) 燃焼圧力が高いので、その圧力が作用するエンジンの各部が強固に作られ、耐久性もあるが機関重量が重く作動中の騒音、振動も大きい。その為アンバランスも許容幅が小さい
- (h) ガソリンエンジンよりもコストが高くなる
- (i) 平均有効圧力が低く回転速度が制限されるので、ガソリンエンジンと同じ排気量では出力が低くなる。故に同一出力ではガソリンエンジンより大型になる
- (j) しかし性能向上が過給する事により容易にできる
- (k) 燃料消費率が小さい上に燃料が安価なので運転経費が安くあがる
- (l) 回転の広範囲にわたりトルク変化が少ない

参考文献 1), 2), 4), 5), 6)

・直接噴射式ディーゼルエンジンと副室式ディーゼルエンジン

乗用車用のディーゼルエンジンに採用されている燃焼方式は直接噴射式よりも副室式が多い。その理由として直接噴射式のやり方はピストン頭部に形成された熱燃室の中に直接燃料を噴射するもので、熱損失が少なく燃費が良い反面、燃料と空気の混合が難しい為に空気利用率が悪くスモークが発生し易い。また排気ガス中の NO_x やHCの濃度が高く騒音が大きい等の欠点を持っているが、副室式は、直接噴射式が全て噴霧の運動量又は吸気渦流（スワール）に頼って空気と燃料の混合を計っているのに対し、主燃焼室の他に副燃焼室を設け、両燃焼室間の絞りを通過するガスの移動を利用してかく拌混合を計り、強い渦流（スワール）によって高速燃焼が可能な為高速、高出力が得やすい。また空気利用率が高くスモークや、総合的に見た場合 NO_x が少ない。そしてスロットル型ノズルを使用するので後だれが少なくHCを抑える事ができ、噴射初期の燃料の量を抑制するので着火遅れを小さくできて、さらに燃焼期間が長くなるので圧力上昇率が小さいので静粛な運転ができる。しかし主、副室間の絞り損失が大きく、激しい空気流動と広い燃焼室表面積ゆえに熱損失も多いので直接噴射式に比べて燃費が悪いなどの欠点がある。

また副室式のなかでも渦流室式が最も多く利用されているが、これは予燃焼室と似た構造を持っているが全燃焼室容積に対する副室容積割合が予燃焼室式では40~45%に対し、渦流室式では50~60%とやや大きく、より多くの燃焼を副室内で行なわせているので、副室噴孔面積はやや大きく絞り損失もその分少なくなる。以上述べてきたこれらの特徴から現在乗用車に採用されているディーゼルエンジンには副室式が多いが、燃費の良い直接噴射式も乗用車用に研究され、一部市販されている。

参考文献 6), 7), 8)

(2) ディーゼル乗用車の公害

自動車の原因の公害には排出ガス公害や騒音、振動などがあり排出ガスや騒音については法律

により規制を受けているが、そのうちジーゼル乗用車に関係する規制を主に見ていく。

① ジーゼル車の排出ガス規制（表2）（62年規制まで）

(a) 新車規制

(イ) 黒煙……………昭和47年7月より黒煙3モード*¹汚染度50%以下*²に規制される

(ロ) CO(一酸化炭素) ……49年度規制によりジーゼル6モード*³980ppm以下

61年規制によりジーゼル乗用車*⁴で手動変速装置車は10モード*⁵
2.70g/km以下

62年規制によりジーゼル乗用車で自動変速装置車は10モード2.70
g/km以下に規制される

(参考 ガソリン乗用車 10モード 2.70g/km以下)

(ハ) HC(炭化水素) ……49年度規制によりジーゼル6モード670ppm以下

61年規制によりジーゼル乗用車で手動変速装置車は10モード0.62
g/km以下

62年規制によりジーゼル乗用車で自動変速装置車は10モード0.62
g/km以下に規制される

(参考 ガソリン乗用車 10モード 0.39g/km以下)

(ニ) NO_x(窒素酸化物) ……49年度規制により直接噴射式についてはジーゼル6モード1000ppm
以下

副室式についてはジーゼル6モード590ppm以下

52年度規制により直接噴射式についてはジーゼル6モード850ppm
以下

副室式についてはジーゼル6モード500ppm以下

54年規制により 直接噴射式についてはジーゼル6モード700ppm
以下

副室式についてはジーゼル6モード450ppm以下

57年規制により 副室式についてはジーゼル6モード390ppm以下

58年規制により 直接噴射式についてはジーゼル6モード610ppm
以下

61年規制により ジーゼル乗用車で手動変速装置車で車両重量が
1,265kg以下の車は10モード0.98g/km以下、車両
重量が1,265kgを超える車は10モード1.26g/km以
下

62年規制により ジーゼル乗用車で自動変速装置車で車両重量が
1,265kg以下の車は10モード0.98g/km以下、車両

表2 ジーゼル車の排出ガス規制

(a) 新車規制 昭和47年7月

黒煙	黒煙3モード	汚染度50%以下
	49年度規制	
排出ガスCO	ジーゼル6モード	980ppm
	61年規制	62年規制 (10モード) (2.70g/km)
		自動変速装置車 手動変速装置車
		乗用車

49年度規制

HC	ジーゼル6モード	670ppm
	61年規制	62年規制 (10モード) (0.62g/km)
		自動変速装置車 手動変速装置車
		乗用車
NOx	ジーゼル6モード	590ppm
	52年度規制	54年度規制
	ジーゼル6モード 500ppm	ジーゼル6モード 450ppm
	58年規制	61年規制
	ジーゼル6モード 390ppm	(10モード)0.98g/km (10モード)1.26g/km
		車両重量1,265kg以下 車両重量1,265kg超える
		副式式
		乗用車
		自動変速 手動変速
		直接噴射式

区分	49年度規制	52年度規制	54年度規制	57年規制	58年規制	(61年規制)	(62年規制)
新車種の適用時期	49.9.1	52.8.1	54.4.1	57.10.1(57.1.1)	58.8.1	61.10.1	62.10.1
継続生産車の%	50.4.1	53.4.1	55.3.1	58.9.1(57.12.1)	59.7.1	62.9.1	63.9.1

()は乗用車(もっぱら乗用の用に供する乗車定員10人以下の自動車)に適用する

(b) 使用過程車規制

昭和50年1月1日

黒煙	無負荷急加速	汚染度50%以下
----	--------	----------

- *1 黒煙3モードとは
 - i) 最高出力時の回転数の40%の回転数で全負荷運転している状態、ただしその回転数が1,000rpm未満の時は1,000rpmで全負荷運転している状態
 - ii) 最高出力時の回転数の60%の回転数で全負荷運転している状態
 - iii) 最高出力時の回転数で全負荷運転している状態
 - iv) 汚染度はポシツキによる
 - *2 ジーゼル6モードとは
 - i) アイドリング
 - ii) 最高出力時の回転数の40%の回転数でエンジン全負荷
 - *3 最高出力時の回転数の40%の回転数でエンジン全負荷
 - iv) 最高出力時の回転数の40%の回転数でエンジン全負荷
 - v) アイドリング (16秒間)
 - vi) 0→40km/hまで加速 (16秒間)
 - vii) 40km/h定速 (15秒間)
 - viii) 40→20km/hまで減速 (10秒間)
 - ix) 20km/h定速 (2秒間) のち20→40km/hまで加速 (12秒間)
 - x) 40→20km/hまで減速 (10秒間) のち20→0 km/hまで減速 (7秒間)
 - *4 それぞれ3分間ずつで円滑に切替えて行なう
 - *5 乗車定員10人以下の普通自動車及び小型自動車、すなわちガソリン車の10モードと同様、すなわち
 - i) アイドリング (20秒間)
 - ii) 0→20km/hまで加速 (7秒間)
 - iii) 20km/h定速 (15秒間)

重量が1,265kgを超える車は10モード1.26g/km以下に規制される

(参考 ガソリン乗用車 10モード 0.48g/km以下)

(b) 使用過程車規制

黒煙……昭和50年1月より無負荷急加速時汚染度50%以下に規制される

(参考 ガソリン乗用車アイドリング時CO 4.5% (47年10月以降の生産車), HC1,200ppm (4サイクル車)以下)

② 自動車騒音規制 (昭和62年まで)

乗用車に関する規制をみる

(a) 新車規制

昭和26～45年	定常走行及び排気騒音	85ホン以下
46年	定常走行及び排気騒音	70ホン以下
	加速走行騒音	84ホン以下
52年	加速走行騒音	82ホン以下
54年	加速走行騒音	81ホン以下
57年	加速走行騒音	78ホン以下

表3

規 制 年	46年	52年	54年	57年
新型車の適用時期	46.4.1	52.1.1	54.4.1 (ジーゼル車)	57.10.1
継続生産車の "	47.1.1	52.9.1	55.3.1 (ジーゼル車)	58.9.1

(b) 使用過程車規制

二輪自動車以外の自動車については定常走行騒音85ホン以下, 排気騒音85ホン以下

③ 振動 その他

現在, 法律による規制の対称になっていないが自動車による振動や排ガス以外の有害物質, スパイクタイヤ等による粉じん, ブレーキやクラッチに含まれる有害物質等も多い。振動については道路管理者に道路の改善措置の要請又は道路交通法内での措置の方向で対処し, 自動車自体に対して法的措置はない。

参考文献 9), 10), 11), 12)

(3) 公害対策

① 排出ガス対策

車が大気汚染源になる排出ガス, ブローバイガス, 燃料蒸発ガスのうちジーゼル車の場合は燃料が軽油なので蒸発ガスによる大気汚染の問題は少なく, 主に排出ガスによる事になり, その有害物質はCO, HC, NO_x, 排気煙 (黒煙), 微粒子 (パティキュレート) などがある。

CO は酸素不足で燃焼すると発生するので, 十分な空気のもとで燃焼するジーゼルエンジンで

は排出量はガソリンエンジンに比べて非常に少ない。しかし部分的に酸素不足の場ができて CO が発生するので対処するには、吸気系や噴射系、燃焼室などを空気と燃料が均一に混合する様にする。また全負荷領域ではスモーク濃度と CO 発生に相関性があり、スモーク濃度を抑えると CO も低下する。

HC は発生源としては、燃料噴射後の着火遅れ期間に生ずる未燃焼によるもの、ノズルの後だれによる未燃焼によるもの、燃焼室壁面でのクエンチング、エンジンオイルのシリンダ内混入により排ガス中に入るものなどがあり、対処するにはシリンダ内の温度を上げて燃焼を助け、燃焼終了後に燃料やオイルがシリンダ内に入らないようにする。

NO_x は燃焼温度が高くなると空気中の酸素と窒素が化合して発生し、エンジンから排出される NO_x の約99%が NO で残りが NO₂ である。そして空燃比が増加するとそれにつれて増加するが、ある空燃比以上になると酸素濃度が減少するので NO_x 濃度も低下する。対処するには燃焼温度を下げる、酸素濃度を下げる、反応時間を短くするなどがある。

排気煙、微粒子は排気中に含まれる粒子で、黒煙（すす）および重質の炭化水素化合物類（可溶有機物質（SOF））がある。傾向として低負荷側では SOF、高負荷側では乾燥すすが微粒子の大半を占める。排出されるすすの生成については生成と酸化の2つの過程があり、複雑で諸説があるが、つまりは生成されたすすのうち酸化されなかったものが排出される。対処するには吸気系を吸入空気量が増加する様にするのと、全負荷時の燃料流量を適正にするなどがある。噴射時期について、「渦流室式燃焼の場合は進ませると渦流室内でのすす生成量は定性的に良くなるはずであるが、燃料の主燃焼室への流出が遅れる事によってすす濃度は悪化するものと考えられており、遅らせた方がスモーク濃度は良化する」と言われる。SOF は HC の生成排出と同じと考えられており、対処も HC 同様である。

対策について、排出ガスの一成分に対する対策が他の成分に対して逆効果になる事があり、ここに対策の難しさがある。また一つの方法が複数の成分に対して影響するので特効的方法がなく、対処方法を細かく組み合わせる事によって効果を期待しているが、エンジン性能に影響が有るので、そのバランスについての兼ね合いが難しいところである。

排出ガスに関する具体的項目として

(a) 燃焼室系について

直接噴射式では

- (i) NO_x を低減させる為、燃料噴射時期を遅らせた時の性能の悪化と黒煙の増加を燃焼室形状の変更により防止。
- (ii) 空気流動で旋回流（スワール比）が弱くなると NO_x が減少するが、低速の燃費と黒煙が悪化する関係があるが、それについてエンジン回転速度に応じてスワール比を変える。

渦流室式では

- (i) 一般に副室容積比の減少で NO_x は低減するが HC 及び燃費は悪化する。

- (ニ) 噴孔面積比を増すとスワールが弱くなって NO_x は減るが、黒煙や騒音が悪化。
- (ホ) 渦流室形状を特殊化し、NO_x、HC の相反関係の打開策とする。
- (フ) グロープラグ位置、突出長さ、ノズル位置など。

直接噴射式、渦流室式共通のものとして

- (ト) 圧縮比は圧縮空気温度に関係し着火性や燃焼状態に影響する。圧縮比を上げると特に寒冷地における直接噴射式では着火性が良くなり、未燃焼燃料の排出が低減する。しかし圧縮比上昇により着火時期が早くなり予混合燃焼割合が減少して黒煙が増す。
- (チ) ピストンとシリンダヘッドのすき間を小さくすると黒煙が良くなり燃費も良くなるが、NO_x が増加する場合がある。
- (b) 燃料噴射系について
 - (イ) 噴射期間を短くして燃焼期間を短縮すると HC や黒煙を減少できるが、NO_x は増加する。
 - (ロ) 噴射圧力を高くすると燃料微粒化が促進され、特にスワールの弱い低速時に黒煙が改善され HC も減少するが NO_x は増加する。また圧が高すぎると燃料が壁面に付着し、HC 増加の原因になる。
 - (ハ) ノズル噴孔径と噴射方向変更により、燃焼室壁面でのクエンチング及び後だれによる HC が減少できる。直噴式の場合はその他に噴孔数とサック容積が関係するがサック容積を減らすと HC は減少する。
 - (ニ) 低負荷では NO_x の生成が少なく HC が多い事から噴射時期を進め、高負荷では NO_x が多い事から遅らせる事によって NO_x と HC の両方を減少させる為、列型噴射ポンプのプランジャ頭部形状を変更して、エンジンの負荷に応じて燃料噴射時期を変える。
 - (ホ) デリベリバルブの吸戻し量を増すと噴射圧力の立ち上がりが遅れるので、噴射時期遅延と同じ効果があるが、低速での遅れは少なく黒煙対策上有利になる。またデリベリバルブのピストン部を一部切り取る事によって低速ほど吸戻し効果を小さく（ピストン切取部からの漏れ量が多い）して噴射時期遅延を小さくする。
 - (フ) アイドリング時等にいくつかの気筒への燃料供給を停止し、低負荷で多い HC の排出を少なくする。
 - (ト) 燃焼が悪く、HC 増加につながる二次噴射（噴射管内の圧力波でノズルが再開する）を防止するため、ダンピングバルブの採用や噴射管径変更、デリベリバルブ吸戻し量の変更をする。しかし低負荷域での HC が増加する事がある。

(c) 燃料噴射時期について

燃料噴射時期を遅らせると着火遅れ時間が短くなり、初期の熱発生が抑えられて燃焼温度が下がるので NO_x が低減するが HC は増加し、燃費は悪化する。また CO 及び黒煙の生成にも影響する。この遅延により排ガス温度が上昇するので、排気系では排気マニホールドの亀裂やタービンケーシングの亀裂、エンジン内部ではピストン、ピストンリング、排気バルブなどの耐久性悪

化、エンジンオイルの劣化などが生じる。遅延の方法としては全体に遅らせてしまうのと、タイマの進角特性を変更する方法、さらに電子制御で自由にコントロールする方法などがある。

(d) 吸・排気系について

吸・排気系では直接排出ガスを低減させる事よりも、他の排出ガス対策で悪化した燃費や黒煙の回復を目的にしたものが多い。

(i) 吸気管の曲がりやパイプ類の滑らかな接続、排気ポート形状の変更、排気管接続部改善や体積効率の改善とスワールを弱める為吸気ポート形状の変更を行なう。

(ii) バルブタイミングは体積効率やスワール比、実圧縮比の変化及び内部 EGR 効果などから排出ガス特性に影響するので、例えば低速型カムでは、低速時に HC、黒煙等が改善される。過給機付エンジンでは逆にバルブオーバーラップを大きくして内部 EGR 効果で NO_x 低減を図り熱負荷も低減させている。

(e) EGR (Exhaust Gas Recirculation) について

吸気側に排気ガスの一部を導入すると不活性ガスの割合が増し、酸素濃度が低下して最高燃焼温度が下がるので NO_x は低減する。有効な NO_x 低減法で、直噴式、渦流室式ともに排気ガスの2割を再循環すると、NO_x は約半分になるが黒煙は増加し、カーボンによるオイルの劣化も促進される。また、燃焼中の硫黄分の燃焼による SO_x のために EGR バルブやエンジン各部の腐蝕と摩耗が増加し、動弁系、ピストンリング、シリンダ等の摩耗量は、大部分は2~7倍になるが、時には100倍にもなる場合もある。実用化には耐久性と黒煙の問題から困難であるが、NO_x 以外への悪影響を小さくする為にエンジン運転条件に応じて EGR 量をコントロールする電子制御方式など考えられ、比較的低負荷で使用される事の多い小型渦流室式エンジンから採用されると思われる。

(f) 後処理について

ジーゼルエンジンは排気中の HC や CO 濃度が低く、その触媒による浄化効果は期待できない。特例として閉所で使用されている車の一部に HC や臭気対策として使用されているにすぎない。粒子状物質(パティキュレート)低減のための後処理としては、フィルタに捕集して再燃焼させる方法が多いが、燃焼をうまくコントロールする必要があり複雑な装置となる。また場合により硫酸化物(サルフェート)の増加につながり耐久性の面でも問題が多く、後処理装置の実用化は困難である。

(g) 過給について

過給による吸入空気量の増加は HC, CO 及び黒煙の低減につながるが、給気温度の上昇は燃焼温度の上昇になるので NO_x は増加する。しかし出力が増すので出力当たりで見ると低減する。給気温度を下げて NO_x 低減をしている。

以上述べてきた方法およびその結果は測定条件および装置等の弱干の違いによって結果がずれる事もあり、その事に留意し対処する必要があると思われる。

参考文献 6), 13)

② 騒音対策

次に騒音は公害として規制される車外騒音と、快適性の面からの車内外の騒音があるが、その音源はエンジン騒音の対策を順次強化した結果、各音源の寄与率がかなり平均化してきたので、今後の対策は各音源に対してまんべんなく施す必要がある。

音源としては、車によって異なるが一般的に大きい順から、エンジン騒音、排気系騒音、吸気系騒音、冷却系騒音、駆動系騒音、惰行騒音などがある。

(a) エンジン騒音

主に燃焼音と機械音があり、渦流室式の場合低速域では燃焼音の割合が大きく、高速域になるに従い機械音の割合が大きくなっていく。燃焼音の対策は排出ガス、燃費、出力等の兼ね合いがあるが、噴射時期の噴射ノズルの噴霧形状の変更、パイロット噴射の採用、渦流室の連絡孔面積の変更やホットプラグの材料をセラミックに変更などにより、着火遅れによる圧力上昇をできるだけ小さくする。機械音は基本的にはピストン、クランクシャフトなどのクリアランスを小さくして衝突エネルギーを少なくする、オフセットの採用によりサイドノック音の低減などがある。

放射音の対策としてはシリンダブロックやシリンダヘッドの剛性向上による振動振幅の低減、オイルパン、シリンダヘッドカバーの二重化、シリンダブロック側壁の近接遮へい、吸気、排気マニホールドの防振対策などがあるが、ジーゼル乗用車の場合、重量、コストと効果との兼ね合いがある。またエンジン回転速度を低速化すると騒音が低減するが、出力との兼ね合いがある。

(b) 排気・吸気系騒音

吸入、排出時の脈動音、マニホールド、マフラー等に起きる気柱共鳴音、パイプ、エアクリナー、マフラー等の振動による放射音などがあり、これらにはマフラーの容量と内部構造の改良で対応していくが、しかしマフラーの消音効果は圧力損失に関係しているので難しい。パイプ、マフラー等の放射音は外壁の二重構造化やフレキシブルパイプによる振動の遮断、エアクリナーには取付けにラバーマウントの採用や放射面の剛性向上によって対応していく、などがある。

(c) 冷却系騒音

主体となる冷却ファンの音はファンの径を大きくして回転速度を下げるが、他の方法としてはファン形状の変更やファン自体の改良、冷却系レイアウトの変更などの組み合わせによって対処する。

(d) 駆動系騒音

トランスミッションギヤ音やエンジンの振動によってミッションケースが加振されて出る放射音があり、車体側からの遮へい対策やミッションケースの剛性向上、エンジンマウントによる対処がある。

(e) 惰行騒音

タイヤからの放射音やタイヤが振動源となる振動音などがあり、高速走行時の騒音の大半はタ

イヤ騒音と言われる。タイヤ騒音に最も影響の大きいのはトレッドパターンとタイヤ構造で、騒音は一般にはラグパターンよりリップパターンが、バイアス構造よりラジアル構造の方が低いが、タイヤには駆動性、制動性、耐摩耗性、燃費など要求される条件が多く、条件を満足させながら騒音低減を図るので難しい。

参考文献 6), 13)

(4) ジーゼル乗用車とガソリン乗用車の税制

表4 自動車関係諸税とその性格 (昭和62年現在)

税目		区分	課税時	国・地方税別	使 途	税 の 性 格
① 物 品 税			工場出荷時	国 税	一 般 財 源	奢侈品に対する課税
② 自 動 車 取 得 税			購 入 時	都道府県税	地方の道路特定財源	道路を利用する権利の税
③ 自 動 車 重 量 税			保 有 時	国 税	$\frac{3}{4}$ 国の道路財源等 $\frac{1}{4}$ 地方の道路特定財源	損傷者負担の考え方をとり入れた道路利用の権利の税
④ 自 動 車 税				都道府県税	一 般 財 源	道路を利用する権利の税(自動車登録税)
⑤ 軽 自 動 車 税				市町村税		
燃 料 税	ガソリン税 ⑥揮発油税 ⑦地方道路税		使 用 時	国 税	国の道路特定財源	道路利用税(従量税)
				都道府県税	地方の道路特定財源	
	国 税			国($\frac{1}{2}$)、地方($\frac{1}{2}$)の道路特定財源		
	石油ガス税 ⑨					

ディーゼル乗用車とガソリン乗用車には税制上の取扱いの違いがあるが、税は流動的なので昭和62年を基に比較する。自動車関係諸税は大別すると自動車自体にかけられる物と燃料にかけられる物があり、前者には①物品税 ②自動車取得税 ③自動車重量税 ④自動車税 ⑤軽自動車税があり、後者は燃料税としてガソリン税で⑥揮発油税 ⑦地方道路税 それに⑧軽油引取税 ⑨石油ガス税の9種類がある。(表4)

① 物品税

表5 税額または税率

(工場出荷価格の)

物 品 税 (物品税法 昭37. 3. 31 法律48号)	1. 普通乗用自動車 (2,000cc超) ……………23%
	2. 小型普通乗用四輪自動車 (550cc超~2,000cc以下) ……………18.5%
	3. 軽乗用自動車 (550cc以下) ……………15.5%
	4. ライトバン { 普通・小型 (550cc超) ……………10.5%
	{ 軽 (550cc以下) ……………5.5%
	5. 乗用三輪・二輪 { 大型 (三輪550cc超, 二輪250cc超) ……………10%
	{ 小型 (三輪550cc以下, 二輪250cc以下) ……………5%
	(但し, 50cc以下は非課税) (注) 電気自動車の課税標準は $\frac{1}{2}$ (58. 4. 1~62. 3. 31)

ディーゼル乗用車は区分上排気量制限除外なので2,000ccを超えても小型自動車の範囲内であれば小型乗用車の扱い(工場出荷価格の18.5%)をされる。

② 自動車取得税

表 6

(一律)

自動車取得税 (地方税法 昭25. 7. 31 法律226号第699条)	自動車取得価額の……………自家用5% 営業用及び軽自動車3% (但し、取得価額が30万円以下の自動車の取得に対しては課税しない。) (注) 電気自動車については、2%軽減
---	--

新車の場合車両本体価格の90%に税率をかける。中古の場合経過年数による残価率を基本に算出。

③ 自動車重量税

表 7 税額または税率

自動車重量税 (自動車重量税法 昭46. 5. 31 法律89号)	(1) 検査自動車のうち自動車検査証の有効期間が3年と定められているもの ① 乗用自動車(軽自動車を除く) イ 車両重量が0.5トン以下のもの……………18,900円 ロ 車両重量が0.5トンをこえるもの(車両重量0.5トン又はその端数ごとに)……………18,900円 ② 軽自動車……………13,200円 (2) 検査自動車のうち自動車検査証の有効期間が2年と定められているもの ① 乗用自動車(軽自動車及び二輪の小型自動車を除く。) イ 車両重量が0.5トン以下のもの……………12,600円 ロ 車両重量が0.5トンをこえるもの…(車両重量0.5トン又はその端数ごとに)……………12,600円 ② 乗用自動車・軽自動車及び二輪の小型自動車以外の自動車 イ 車両総重量が1トン以下のもの……………12,600円(5,600円) ロ 車両総重量が1トンをこえるもの…(車両総重量1トン又はその端数ごとに)……………12,600円(5,600円) ③ 軽自動車……………8,800円(5,600円) ④ 二輪の小型自動車……………5,000円 (3) 検査自動車のうち(1)及び(2)に掲げる自動車以外のもの ① 乗用自動車(軽自動車及び二輪の小型自動車を除く) イ 車両重量が0.5トン以下のもの……………6,300円(2,800円) ロ 車両重量が0.5トンをこえるもの…(車両重量0.5トン又はその端数ごとに)……………6,300円(2,800円) ② 乗用自動車・車両総重量2.5トン以下の貨物自動車・軽自動車及び二輪の小型自動車以外の自動車 イ 車両総重量が1トン以下のもの……………6,300円(2,800円) ロ 車両総重量が1トンをこえるもの…(車両総重量1トン又はその端数ごとに)……………6,300円(2,800円) ③ 車両総重量2.5トン以下の貨物自動車(軽自動車及び二輪の小型自動車を除く) イ 車両総重量が1トン以下のもの……………4,400円(2,800円) ロ 車両総重量が1トンをこえるもの…(車両総重量1トン又はその端数ごとに)……………4,400円(2,800円) ④ 軽自動車……………4,400円(2,800円) ⑤ 二輪の小型自動車……………2,500円(1,700円) (4) 届出自動車 イ 二輪の軽自動車以外の軽自動車……………13,200円(8,400円) ロ 二輪の軽自動車……………6,300円(4,500円) (注) ()内は営業車
--	--

除外 大型特殊自動車
 初登録49年5月1日以前の軽自動車

乗用車(自家用) 車両重量0.5tまたはその端数ごとに年額 6,300円

〃 (営業用) 〃 年額 2,800円

④ 自動車税

表 8

自 動 車 税 (地方税法 昭25. 7. 31 法律226号第147条)	1. 乗用車		
	イ. 普通自動車に属するもの		
	営業用	総排気量が3リットル以下のもの……………年額	25,000円
		総排気量が3リットルをこえ6リットル以下のもの……………年額	25,000円
		総排気量が6リットルをこえるもの……………年額	54,500円
	自家用	総排気量が3リットル以下のもの……………年額	81,500円
		総排気量が3リットルをこえ6リットル以下のもの……………年額	88,500円
		総排気量が6リットルをこえるもの……………年額	148,500円
	ロ. 4輪以上の小型自動車に属するもの		
	営業用	総排気量が1リットル以下のもの……………年額	7,500円
		総排気量が1リットルをこえ1.5リットル以下のもの……………年額	8,500円
		総排気量が1.5リットルをこえるもの……………年額	9,500円
	自家用	総排気量が1リットル以下のもの……………年額	29,500円
		総排気量が1リットルをこえ1.5リットル以下のもの……………年額	34,500円
		総排気量が1.5リットルをこえるもの……………年額	39,500円
2. トラック	営業用(最大積載量4トン超5トン以下)……………年額	18,500円	
	自家用(“ ”)……………年額	25,500円	
3. バス	営業用	イ. 一般乗合用(定員30人超40人以下)……………年額	14,500円
		ロ. “ ” 以外のもの(定員40人超50人以下)……………年額	38,000円
	自家用……………年額	49,000円	
4. 3輪の小型自動車	営業用……………年額	4,500円	
	自家用……………年額	6,000円	

(注)電気自動車については、59年度税制改正前の税率を適用。(昭和61年度まで)

除外 軽自動車……………軽自動車税適用
大型特殊自動車……………固定資産税 “ のため

都道府県税の為、税額の違う県もあるが標準税額で見ると乗用車の場合

普通自動車	総排気量6,000cc超	年額	148,500円 (自家用)	54,500円 (営業用)
	“ 3,001~6,000cc	“	88,500円 (“)	27,500円 (“)
	“ 2,001~3,000cc	“	81,500円 (“)	25,000円 (“)
小型自動車	総排気量1,501~2,000cc	年額	39,500円 (自家用)	9,500円 (営業用)
	“ 1,001~1,500cc	“	34,500円 (“)	8,500円 (“)
	“ 1,000cc以下	“	29,500円 (“)	7,500円 (“)

(岐阜県1,501cc以上ジーゼル車39,500円(自家用) 9,500円(営業用) 営業用5ナンバー定員11人以上は12,000円)

⑤ 軽自動車税

軽自動車, 二輪の小型自動車, 原付などを対称とする地方税, ジーゼル乗用車は該当しない。

⑥⑦ ガソリン税

表 9

揮 発 油 税 (揮発油税法 昭32. 46法律55号)	揮発油1キロリットルにつき……………45,600円
地 方 道 路 税 (地方道路税法 昭40. 7. 30法律104号)	揮発油1キロリットルにつき……………8,200円

⑧ 軽油引取税

表10

軽油引取税 (地方税法昭25, 7, 31 法律226号第700条)	軽油1キロリットルにつき.....24,300円
--	--------------------------

⑨ 石油ガス税

表11

石油ガス税 (石油ガス税法 昭40, 12, 29法律156号)	石油ガス1キログラムにつき.....17円50銭
--	--------------------------

これらの税金のうちジーゼル乗用車に関する税は物品税、自動車取得税、自動車重量税、自動車税、軽油引取税で、ガソリン乗用車に関する税はそのうち軽油引取税の代わりに揮発油税、地方道路税がある。その中でジーゼル乗用車とガソリン乗用車では違いを生じる税金として、物品税、自動車税、燃料税（揮発油税、地方道路税、軽油引取税）があり、重量税などはジーゼル車がエンジン重量大の為、税差が生じるであろうと思われたが、税率が0.5t段階なので税差は表われない。

以上の事よりジーゼル乗用車とガソリン乗用車の税負担をみると、物品税および自動車税においては排気量2,000ccを超える車でジーゼル車の方が税負担が少ない。また燃料税においてはガソリン車が1ℓにつき53円80銭、ジーゼル車が1ℓにつき24円30銭負担している事になる。

参考文献 14), 15), 16)

(5) ジーゼル乗用車とガソリン乗用車の経済性

① 車両価格

ジーゼル乗用車の車種数が最多だった1985年を例にとり、ジーゼル車とガソリン車の価格を比較する。装備により価格が変化するので、比較の1つのものさしとして同サイズのホイールベースという条件で比較してみた(図6)

それによるとホイールベースの長い上級乗用車ではガソリン車の方が高価格で、ジーゼル車は安い傾向があり、ホイールベースの短い大衆車クラスではガソリン車とジーゼル車の価格差は見られない。

② 燃料費の比較

ジーゼルエンジンとガソリンエンジンで同排気量の車での1ℓ当り走行距離を比較すると、定地走行燃費の比較(図7)ではジーゼルエンジンの方が25~45%平均して35%程度良い事がわかる。また1ℓ当りの燃料価格を比較すると昭和63年7月現在、ガソリン1ℓ110円、軽油1ℓ90円なので仮に同排気量のガソリン車、ジーゼル車で比較し、ガソリン車で1ℓ当り20km走行したとすると、ジーゼル車はそれより35%程度の伸びがあると仮定し27km走行でき、1,000km走行した燃料費はガソリンだと5,500円、ジーゼル車は3,350円になるので、ジーゼル車のほうが1,000km当り2,150円安くつく。割合で言うならばガソリン車を100とすると、ジーゼル車は60.9の燃料費で済

む事になるが、同排気量のエンジンだと出力の問題などが含まれるので、満足度では問題があるが、いずれにしても燃料費は安くつく。

参考文献 17)

(6) ジーゼル乗用車とガソリン乗用車の取扱上の諸点

① 始動方式

ディーゼル乗用車の渦流室式エンジンではグロープラグを始動前期に赤熱させ、これにかかる燃料噴霧に着火させて始動させるが、そのグロープラグの赤熱時間が必要である。最近は最初に大電流を流す急速予熱方式の採用により予熱時間が数秒以内となり、中には事実上予熱時間なしの車もできているが、予熱開始後数秒してクランキングした方が始動性が良い。

② 暖機

ディーゼルエンジンの冷間走行性はガソリンエンジンよりも良く、ガソリンエンジンが冷間時に燃料の気化が不充分的に発生するカーノックなどはない。しかし冷間時にはガソリンエンジンの冷間時にも共通している機械的悪影響の他、軽油燃料に含まれている硫黄分から生じる希硫酸によるシリンダー、ピストンリング、噴射ノズル等の腐食、摩耗があるので冷間走行はさけた方が良い。

③ エンジンの停止法

ガソリンエンジンは点火回路を切れば停止するが、ディーゼルエンジンは回転中に電気を必要としていないので停止させるには、燃料カット、吸入カット、圧縮解除などする。ディーゼル乗用車ではイグニッションスイッチに運動するフューエルカットソレノイドバルブで燃料カットしたり、インレットパイプの絞り弁をスイッチングバルブで閉じて吸入空気カットしている。圧縮解除は排気バルブを少し開く方法で、普通デコンプと呼ばれる物である。

④ エンジンの暴走について

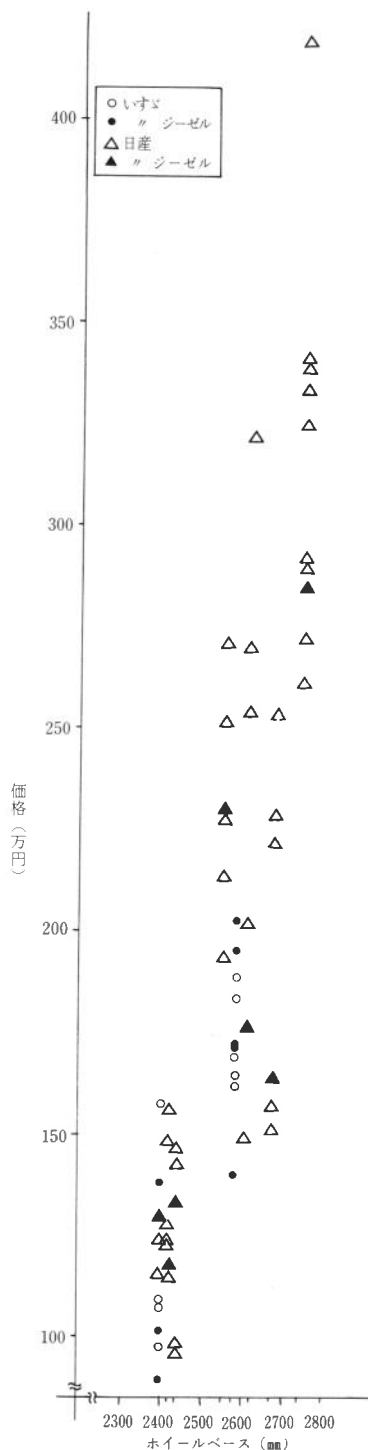


図6 同サイズホイールベースのガソリン車とディーゼル車の価格比較 (85年)
(自動車ガイドブック Vol.32による)

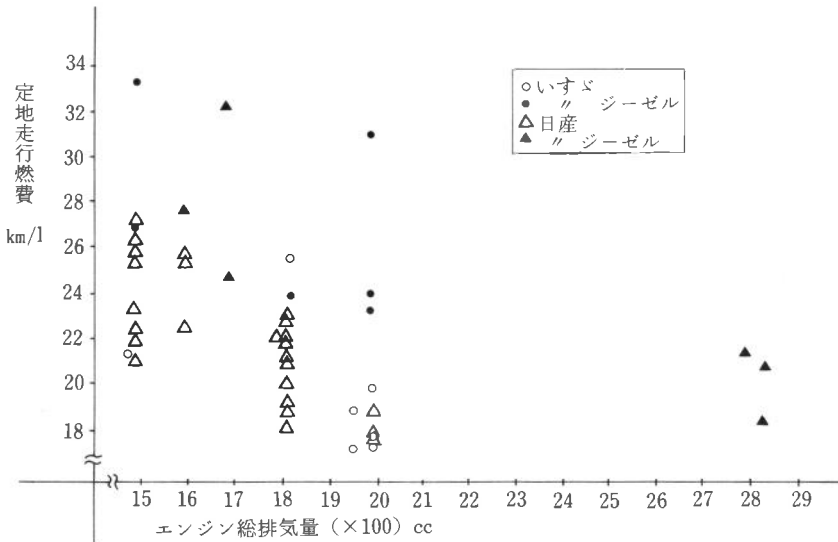


図7 同排気量エンジンのガソリン車とジーゼル車の燃費比較
(85年・ジーゼル車種数最多年)(自動車ガイドブック Vol.32による)

ジーゼル乗用車ではエンジン停止中は燃料カットされているが、中にはそうでないタイプの古い車もあり、このタイプだと駐車時、ギヤをかませしておく、何かの原因で車が動き出した時エンジンがかかり、暴走する事もあるので注意が必要である。

⑤ 寒冷地の燃料

軽油はガソリンよりも凝固温度の高い成分を含んでいる為、低温時に凝固する性質を持っている。冬、関東以南で販売される JIS 2 号だと -10℃ 辺りから燃料が凝固し、先ず燃料フィルターを目詰まりさせ、燃料パイプの流動抵抗が増し、エンジンが始動しなくなる。この為、寒冷地では現地で販売されている寒冷地用軽油を使用する必要がある。

⑥ 燃料中の水分除去

ジーゼル乗用車に多い分配型噴射ポンプは燃料潤滑なので、燃料中の水分により、とくに潤滑不良となり故障を起こし易い。この為水分除去するのに燃料ライン中にセジメンター(水分離器)を設置しているので、必要に応じて水を除去しなければいけない。

⑦ ガス欠後の処置

ガス欠後、燃料を補給してもエンジンが始動しない場合がある。これは燃料噴射系統に空気が入った為、燃料に圧力がかからず噴射できないからで、このような場合には燃料噴射系統の一部を緩めるなどして空気を抜く必要がある。

⑧ ターボジーゼルの取扱い

出力向上のため、ターボチャージャー採用のジーゼル乗用車が増えているが、ターボチャージャーの扱いはガソリン車と同様である。注意点としては、ターボチャージャーは高速回転するので始動直後に急に吹き上げて潤滑不良を起こしたり、高速走行や登坂走行直後にエンジンを止

める事によってターボを高温にしたり、不適正なオイルを使用しないなどがある。

参考文献 6), 8)

4. あ と が き

不十分な点もあるが前章でジーゼル乗用車について色々な角度から見してきた。その中でガソリン乗用車と比較すると、市場での競争力上いくつかの問題が見える。その点をエンジンで比較するとジーゼルエンジンの方が有利なのは、熱効率または燃料消費率が低い、故障率が低い、燃料による火災の恐れが少ないなどで、出力性能、振動騒音、重量、コスト、始動性など他の面は不利である。次に乗用車としてみた場合、ジーゼル乗用車は燃料代、税金などで有利であるが、振動、騒音、運転フィーリングなどで不利であり、さらに今後の排出ガス規制対策がエンジン性能に与える影響が不明で、燃費や運転フィーリングへの影響、コスト面などの動向がつかめない。

現時点においてはジーゼル車が不利とされていた車両価格、加速性劣、高速動力性能不足、振動騒音大などの諸問題はかなり改善され、ジーゼル乗用車においてもガソリン乗用車と比較して遜色のないところまで来ている物も有るが、動力性能や振動騒音では未だガソリン乗用車と対抗すると不利なので、今後のジーゼル乗用車はこの点の改善が必要であると共に、優位にある経済性、耐久信頼性をさらに増すための努力が必要である。

ジーゼル乗用車に要求される重要点の今後の具体的対処として、動力性能、静粛性、運転フィーリングなどについては、ターボ等のスーパーチャージャー化、4バルブ等の多弁化、噴射系のエレクトロニクスコントロール化、新材料(セラミック、非結晶物質(アモルファス)、形状記憶合金、プラスチック等)の利用などにより向上させガソリン車に近づける。排出ガス規制等の法的規制はエンジン性能低下、コスト高などガソリン車との競争力を低下する事なく対応。優位にある燃費をさらに低減させる為、小型直噴ジーゼルエンジン、断熱化エンジンの開発促進。そして予想される軽油の低質化への対応などが考えられるが、すでに燃費に敏感なヨーロッパでは騒音、振動、発煙などの欠点を改善した乗用車用小型直噴ジーゼルエンジンを製品化し、例えばフィアットのクロマに搭載などがある。

ジーゼル乗用車の購入の最大の動機は低燃費だと言われるが、ジーゼル乗用車の将来を考えると、燃費は安いに乗心地が悪いの「安かろう、悪かろう」では生き残る事が難しい。燃費を武器にしながらも前述のごとくガソリン車以上の乗心地を目標に一層の技術開発が必要である。最後に参考の為、現在日本で新車販売されているジーゼル乗用車の一覧を付表する。

紙面の制限もあり、全てを書く事ができず、多く割愛せざるを得なかったので、注意したつもりだが中には表現不足の箇所がでてきたかも知れないので、おわびしたい。また本編をまとめるに当り、御協力いただいた本学の諸先生に感謝いたします。

参考文献 6), 18)

高橋 清：日本のジーゼル乗用車

表12 ジーゼル乗用車例一覧（商業車以外）

昭和62年10月現在

○トヨタ自動車

クラウンセダン 2400ターボディーゼル スーパーデラックス	クレスタ スーパーカスタム2400 ターボディーゼル	コルサ5ドア1500 ディーゼルトーボEX
カローラII 5ドア 1500ディーゼルトーボ ZX	スターレット ソレイユ	

ワゴン／コーチの部

ハイエースワゴン スーパーカスタム リミテッド	タウンエースワゴン 4WDスーパーエクストラ 2000ターボディーゼル	マスターエースサーフ 4WDグランドサルーン 2000ターボディーゼル
マスターエースサーフ スーパーツーリング 2000ターボディーゼル	ランドクルーザーワゴン SX5	ブリザードターボワゴン SX5

○日産自動車

ローレルスピリット グランドリミテッド-D

ワゴン／コーチの部

キャババンシルクロード ブラネタルーフ2000 ディーゼルトーボ	ホームーアビロード リムジン2000 ディーゼルトーボ	パネットコーチ ハイルーフディーゼル2000 SGLパノラマルーフ
パネットラルゴコーチ4WD ディーゼルトーボ2000スーパー サルーンパノラマルーフ		

○三菱自動車工業

シャリオ1800 ディーゼルトーボ MF	ランサーフィオーレ 1800ディーゼル XL	ミラージュワゴン 1800ディーゼル CG
----------------------------	------------------------------	-----------------------------

ワゴン／コーチの部

パジェロミッドルーフワゴン 2500ディーゼルトーボ EXCEED A/T	パジェロエステートワゴン 2500ディーゼルトーボ XL	パジェロメタルトップワゴン 2500ディーゼルトーボ XL
デリカスターワゴン 2500ディーゼルトーボ 4WD EXCEED	デリカスターワゴン 2500ディーゼロング ハイルーフ5ドアDX	

○マツダ

カベラセダン2000 ディーゼルSG-X	ファミリアセダン 1700ディーゼルXJ	ファミリア 5ドアハッチバック 1700ディーゼルXJ
フォードレーザー 4ドアセダン 1700ディーゼル-LX	フォードテルスター 4ドアセダン 2000ディーゼルGL-X	

ワゴン／コーチの部

ボンゴ ワゴン4WD GS-X ミドルルーフ ディーゼル2200	ボンゴ ワゴン2WD GSX ミドルルーフ ディーゼル2000	ボンゴブローニイワゴン GL ディーゼル2000
ボンゴブローニイワゴン DX ディーゼル2000	フォード スペクトロン 4WD 2200 ディーゼル XL-T	

○いすゞ自動車

アスカ2000 ターボディーゼルLG NAVI-5	アスカ2000 ディーゼル LFリミテッド	ジェミニC/C 4ドアセダン ターボディーゼルA/T
ジェミニC/C 4ドアセダン ターボディーゼル NAVI-5	ジェミニC/C 3ドアハッチバック ターボディーゼル NAVI-5	ジェミニT/T 4ドアセダン ディーゼルA/T
ジェミニD/D 3ドアハッチバック ディーゼル		

ワゴン／コーチの部

ビッグホーンワゴン ターボディーゼル LSロング	ビッグホーンワゴン ターボディーゼル エキスポート ロング	ファーゴワゴンLS サンルーフ ターボディーゼル8人乗り
ファーゴワゴン4WD LSターボディーゼル 8人乗り	ファーワゴン4WD LTターボディーゼル 10人乗り	

○ダイハツ工業

シャレード 3ドアディーゼル TX-TURBO	シャレード 5ドアディーゼル CX-TURBO	シャレード 5ドアディーゼル CD
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------

ワゴン／コーチの部

ラガーターボワゴン レジントップEL	ラガーターボワゴン レジントップGL	ラガーターボワゴン ハードトップGL
デルタワイドワゴン SEディーゼルターボ		

自動車ガイドブック Vol.14 (自動車工業振興会編)

参 考 文 献

- 1) 三沢端彦 ディーゼルエンジン I 山海堂
- 2) 林裕 杉本和俊 自動車用ディーゼル機関 山海堂
- 3) 日野自動車工業編 日野自動車工業40年史
- 4) 大久保義雄 燃料噴射装置入門 山海堂
- 5) 南林之祐 ディーゼル自動車整備解説 柴田書店
- 6) 木原良治 ディーゼル乗用車最新テクノロジー グランプリ出版
- 7) 自動車技術会編 自動車工学便覧第4編
- 8) 杉本和俊 ディーゼル自動車の本 山海堂
- 9) 日本自動車整備振興会連合会編 自動車整備関係法令と解説62年版

- 10) 日本自動車整備振興会連合会編 自動車排出ガス対策62年度版
- 11) 自動車認証制度研究会編 新型自動車審査関係基準集 交文社
- 12) 交通協力会出版部編 交通年鑑昭和62年版
- 13) 自動車技術会編 自動車工学便覧第3編公害
- 14) 日本自動車会議所 日刊自動車新聞社 自動車年鑑昭和62年版
- 15) 第一法規編 自動車六法
- 16) JAF編 JAFハンドブック
- 17) 自動車工業振興会編 自動車ガイドブック
- 18) カーグラフィック 1988年8月号