

7.11 自動車対策

7.11.1 はじめに

自動車排出ガス対策のうちガソリン車対策は技術的にはほぼ完成されており、今後はディーゼル車のNO_x、黒煙・粒子状物質低減対策が重要な課題として残されている。

7.11.2 ガソリン車排出ガス低減対策

ガソリン車排出ガス低減の基本的理念は、①燃焼システム改良による汚染物質発生の抑制、②排気途中における後処理、③大気開放部の密閉化と蒸発ガスの吸気系への戻しの3点に集約できる。しかし、一般的にCO、HC対策とNO_x対策は相反関係にあり、ガソリン車排出ガス低減対策も複雑になり、複数の低減方法を組み合わせた機構が多くなっている。図7.11.1に現在のガソリン車に適用されている排出ガス低減対策系統図を示す。

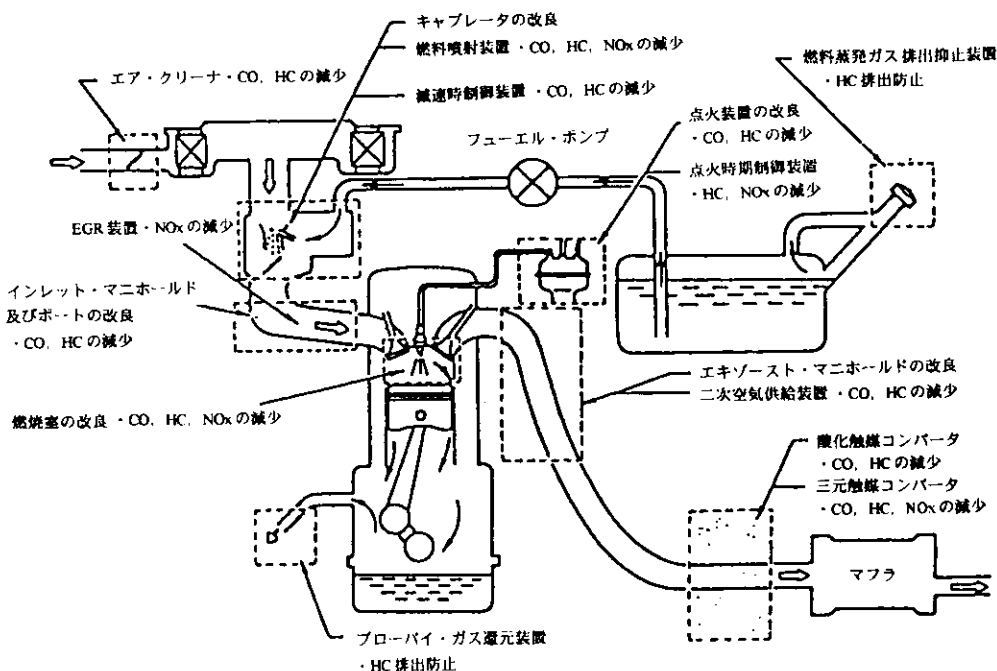


図 7.11.1 排出ガス規制適合ガソリンエンジンの例

(1) 燃焼システム改良による汚染物質発生の抑制対策

①点火時期制御：一般的に点火時期を遅らせるとNO_x、HCが減少する。しかし、あまり遅らせると、出力や燃費に悪影響があるので運転性能と排出ガス浄化を両立させるようコンピューター制御を行っている。

②減速時制御装置：減速時はスロットルバルブが閉じ燃焼室に入る空気が少なくなり不完全燃焼が起こる。これを防止するために減速時に燃料カットしたり、減速時負圧を検知し、強制的にスロットルバルブを開き、吸入空気量を増加したりするシステムである。

③EGR：排出ガスの一部を吸気にもどして、燃焼最高温度を下げてNOx生成を抑制する。10%の排出ガス還流でNOx排出量を1/2にすることができる。

④リーンバーン：一般にCO、HCは空燃比が過濃側で排出が多く、NOxは理論空燃比付近で濃度が最高となり、それより薄い空燃比では排出濃度が低下する。そこで空燃比を22~24付近になるようにコントロールして、CO、HC並びにNOxを抑制しそれに伴って発生するエンジンの不安定性に対しては別途対策を施し、NOx低減と燃費改善を両立させる。（図7.11.2）

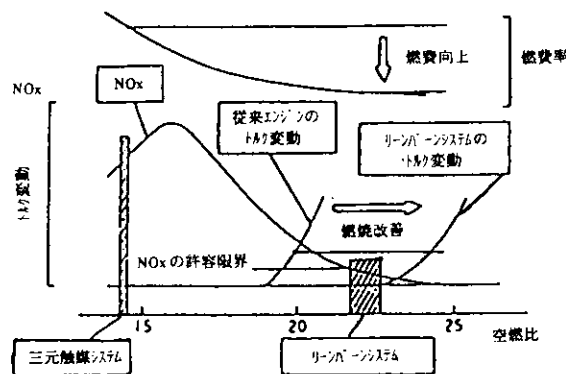


図 7.11.2 リーンバーンシステム

(2) 排気経路における後処理技術

①酸化触媒：排気管途中に触媒（白金、パラジウム等）を装着し、排出ガスを通過させることによりCO、HCを酸化しCO₂、H₂Oに無害化する。この場合触媒前に二次空気を供給する装置が必要で、二次空気供給装置にはエアポンプで強制的に空気を送り込む二次空気噴射装置と、エンジン排気管内の排気圧の脈動が負圧状態の時二次空気孔を大気開放、負圧に見合った二次空気を排気管内に導入する装置とがある。

②三元触媒：触媒に白金とロジウムを使用し、排出ガス中のCO、HCを酸化反応でNOxは還元反応により3成分同時に無害化する装置である。酸化触媒と違って空燃比は理論空燃比にコントロールする必要がある。そのためには排気ガス中のO₂濃度を絶えず検知しコンピュータに送信する空燃比フィードバックシステムが不可欠である。また、燃料供給装置もあらゆる空燃比制御に対応できる電子燃料噴射装置が用いられている。（図7.11.3）

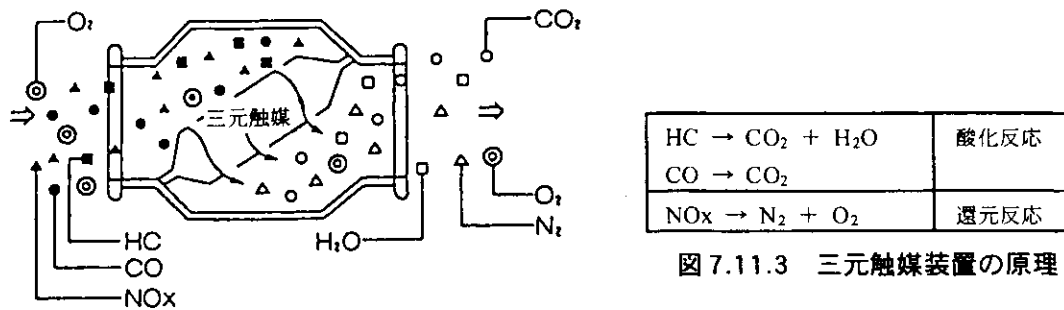
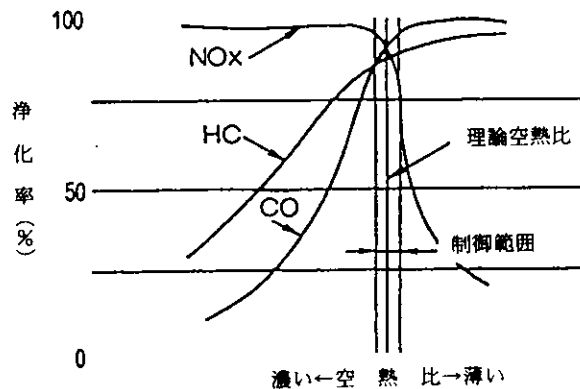


図 7.11.3 三元触媒装置の原理



(3) 未燃燃料対策

- ①ブローバイガス還元装置：ピストンとシリンダーの間を吹き抜けるブローバイガスをもう一度吸気系にもどし燃焼させるシステムである。
- ②燃料蒸発排出抑制装置：燃料タンクやキャブレターからの蒸発燃料を一旦活性炭（キャニスター）に吸着し、エンジン負圧を利用してもう一度吸気系に還流するシステムである。

7.11.3 ディーゼル車排出ガス低減対策

ディーゼル車の排出ガス低減対策は、①吸排気系の改良、②燃焼室改善、③燃料噴射系改良、④後処理、⑤燃料対策に大別できる。図 7.11.4 に低減技術概要図を示す。

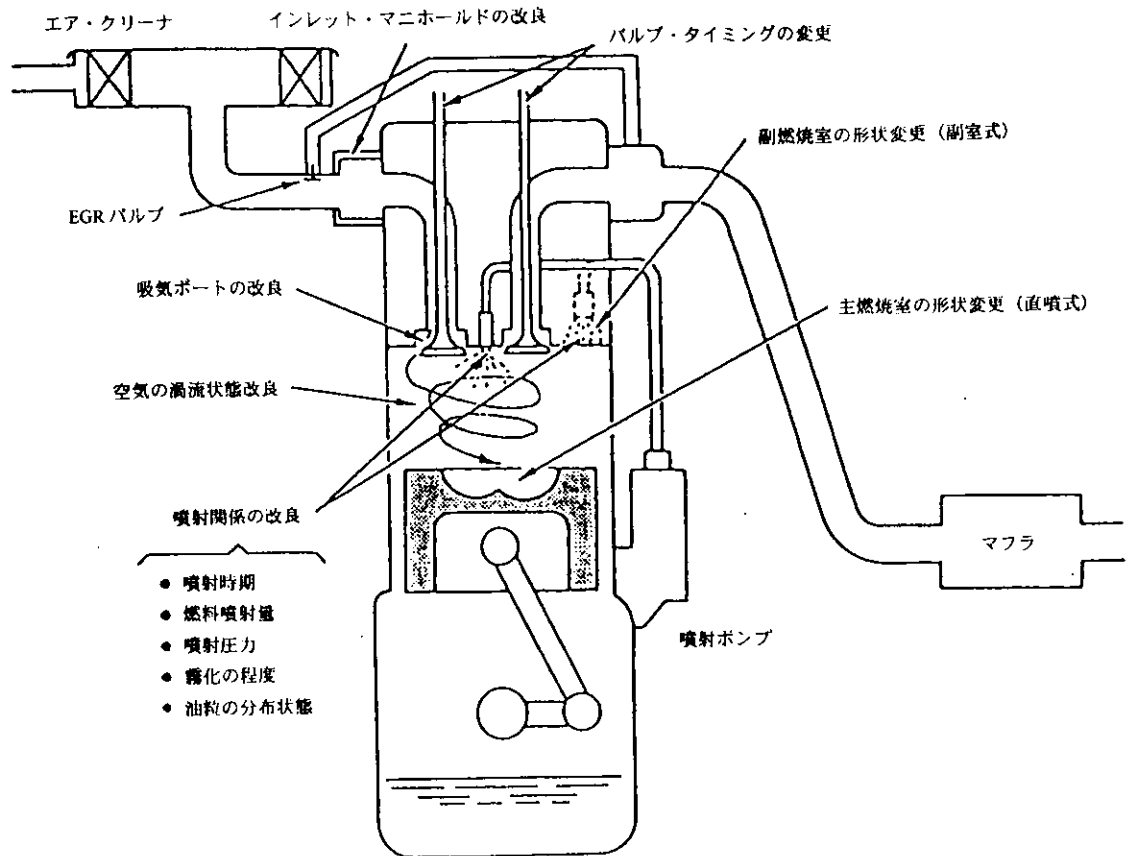
(1) 吸排気系の改良

吸気系では空気流動の最適化、体積効率の向上をめざしてインレットマニホールドの改良バルブタイミングの変更、吸気ポートの改良などを行い、吸気抵抗を減少させて空気の吸入効率上げ、燃焼に必要な空気を十分確保するとともに空気に適度の渦流を与えることにより燃料との混合を良くし燃焼が良好に行われるようにする。

また、多弁化をはかることにより、それだけガスの通路を広くし、吸排気を多量に素早く行うことを可能とし、体積効率を向上する。過給は、エンジンから排出された排気エネルギーでタービンをまわし、コンプレッサーを稼働させることにより、大気圧より高い圧力でエンジンに空気を送り込むことで、これにより空燃比が希薄となり黒煙・PM（粒子）が低減する。過給により温度の上昇した給気

は冷却してからエンジンに供給し、NOx 発生を抑制する。

排出ガスの一部を吸気系にもどして、燃焼温度を下げてNOxを低減する方法は乗用車で既に実用化されているが、トラック、バスについては乗用車に比べはるかに寿命が長くかつ使用条件が厳しいため、燃料中のS分によるエンジン内部の腐食、すすによる摩耗、オイルの劣化等信頼性、耐久性に課題が多いが、燃料中S分比率の低減、燃焼改善等黒煙抑制技術の向上により、今後中、小トラックを中心にEGRの適用が増加しよう。



規制に適合したディーゼル・エンジン

図 7.11.4 排出ガス規制適合ディーゼルエンジンの例

(2) 燃焼室改善

黒煙・PMを低減するには、燃焼室内のスワールを活発にすれば良く、逆にNOxを低減するためにはスワールを小さくしてやれば良い。シリンダ内のガス流動状態は燃焼室の形状によって大きく影響される。

(3) 燃料噴射系の改良

①燃料噴射時期の遅延：ディーゼルエンジンのNOxは、予混合燃焼時に多く発生する。予混合燃焼で

は燃料噴射から着火までの時間が長ければ長い程、爆発的に燃焼が起こりNOx 排出量が多くなる。従ってNOx の発生を少なくするには、燃料の噴射をできるだけ遅らせ、予混合燃焼期間を短くすることが効果的な対策となる。しかし、燃料噴射時期を遅延することにより、燃焼温度低下、黒煙・PM 増加、燃費悪化、出力低下などが生ずる。このデメリットを克服するために燃焼室形状改良、空気流動活性化、噴霧拡散促進等の燃焼改善対策を同時に行う必要がある。また、最近では燃焼初期の予混合燃焼を抑制してNOx の低減をはかりつつ、かつ、燃焼後期の拡散燃焼を促進させて、黒煙・PM の低減と性能改善を両立させる燃料噴射率制御が行われている。

②高圧噴射：高圧で燃料を燃焼室内に噴射、燃料を微細化することにより空気との混合を良くし、燃焼を改善黒煙の低減をはかるもので、噴射圧力を400 kg/cm²から1,000 kg/cm²にすることにより黒煙を1/4 にすることができる。高圧噴射は燃焼を改善するものでNOx が増加する。燃料噴射時期遅延等のNOx 対策の併用も必要となる。

(4) 後処理

ガソリン車に使用されている酸化触媒、三元触媒をディーゼル車に適用することは燃料中S分に起因するサルフェイトの増加、O₂過多のためにNOx 還元処理ができない等のためになかなか難しい。しかし、近年のS分含有比の低減措置によりSOF 低減用酸化触媒の実用化が一部の車種でできるようになった。また、ハニカム状のトラップ（材質：コーゼライトや炭化珪素）に排出ガスを通しトラップにすすを捕集させ黒煙を低減処理するDPF（Diesel Particulate Filter）も実用化が進んでいる。

還元触媒については、ゼオライト（多量に水を含んだ結晶性の珪酸塩鉱物）触媒が高濃度のO₂の存在下においてもNOx を還元するが還元率が悪い（10%程度）、温度が低いと効果が出ない、水分が存在すると効果が下がる等の課題が多く、実用化は難しい。

(5) 燃料対策

燃料中のS分比率は、平成4年に0.4%⇒0.2%に低減し平成9年以降含有率を0.05%にまで低減される。また、含酸素化合物（ポリプロピレングリコールアルキルエーテル、植物油メチルエステル等）を軽油に添加することにより、HC、CO、PMが低減することができる、この場合増加するNOx はセタン価向上剤を添加することにより抑制する。

7.11.4 指摘課題

ガソリン車排出ガス低減技術は著しい進歩を遂げている。今後は重量ガソリン車等に適用する場合のコストアップの問題が大きい。ディーゼル車については燃焼改善による黒煙低減化が進んでいるが、それに伴い増加するNOx 対策が課題。またDPFシステムやハイブリッドシステム等については、コストの低廉化とシステムの信頼性、耐久性が課題。