

今後の自動車排出ガス低減対策の  
あり方について（第七次報告）

平成 1 5 年 6 月 3 0 日  
中央環境審議会大気環境部会  
自動車排出ガス専門委員会

# 「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」(第七次報告)

## < 目次 >

	頁
1. はじめに .....	2
1.1 我が国の自動車排出ガス規制の経緯.....	2
1.2 中央環境審議会における審議経緯.....	2
2. ディーゼル自動車の排出ガス低減対策.....	4
2.1 対策強化の必要性.....	4
2.2 新長期規制とそれ以降の排出ガス低減対策.....	5
2.2.1 検討の背景 .....	5
2.2.2 燃料品質対策 .....	6
2.2.3 排出ガス低減対策 .....	7
3. 燃料品質に係る許容限度の見直しについて .....	8
3.1 検討の背景.....	8
3.2 ガソリン.....	8
3.3 軽油.....	12
4. 今後の自動車排出ガス低減対策 .....	14
4.1 今後の検討課題.....	14
4.2 関連の諸施策.....	15
別表1 ガソリンの燃料品質項目への追加とその許容限度設定目標値 ..	18
別表2 軽油の燃料品質項目への追加とその許容限度設定目標値 .....	19
中央環境審議会大気環境部会自動車排出ガス専門委員会及び同作業委員会名簿.....	20
用語集 .....	21

## 1. はじめに

### 1.1 我が国の自動車排出ガス規制の経緯

我が国の自動車排出ガス規制は、昭和 41 年(1966 年)のガソリンを燃料とする普通自動車及び小型自動車の一酸化炭素(CO)濃度規制により開始された。その後、軽自動車、液化石油ガス(LPG)を燃料とする自動車及び軽油を燃料とする自動車(以下「ディーゼル自動車」という。)が規制対象に追加され、また、規制対象物質も逐次追加された結果、現在では、ガソリン又はLPGを燃料とする自動車(二輪自動車を除く)(以下「ガソリン・LPG自動車」という。)についてはCO、炭化水素(HC)及び窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)が、ディーゼル自動車についてはこれら 3 物質に加えて粒子状物質(PM)及びPMのうちディーゼル黒煙が規制対象となっている。

さらに、平成 9 年(1997 年)の総理府令等の改正により、ガソリンを燃料とする二輪車(二輪自動車及び原動機付自転車をいう。以下同じ)が規制対象に追加された。これを受けて、平成 10 年(1998 年)には第一種原動機付自転車及び軽二輪自動車について、平成 11 年(1999 年)には第二種原動機付自転車及び小型二輪自動車について規制が開始された。次いで、平成 15 年(2003 年)には、軽油を燃料とする大型特殊自動車及び小型特殊自動車(以下「ディーゼル特殊自動車」という。)であって、定格出力 19kW 以上 560kW 未満のエンジンを搭載するものについても規制が開始されることとなっている。

また、平成 7 年(1995 年)には大気汚染防止法が一部改正され、自動車燃料品質に係る許容限度がガソリン及び軽油について設定された。これに基づき平成 8 年(1996 年)から自動車燃料品質規制が開始されている。

### 1.2 中央環境審議会における審議経緯

近年の自動車排出ガス低減対策は、平成元年(1989 年)12 月の中央公害対策審議会答申「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」(平成元年 12 月 22 日中公審第 266 号。以下「元年答申」という。)で示された目標に沿って推進されてきた。これにより、

- ・ ディーゼル自動車等から排出されるNO<sub>x</sub>及びPM等を短期及び長期の 2 段階の目標に沿って大幅に低減する
- ・ 自動車燃料品質について、軽油中の硫黄分を短期及び長期の 2 段階に分けて約 10 分の 1 レベル(0.5 質量% 0.2 質量% 0.05 質量%)にまで低減する

等の諸施策が平成 11 年(1999 年)までにすべて実施された。

元年答申で示された目標について完全実施のめどが立ったことから、平成 8 年(1996 年)5 月、環境庁長官より中央環境審議会に対して「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」(平成 8 年 5 月 21 日諮問第 31 号)が諮問され、中央環境審議会大気部会及び同部会に新たに設置された本自動車排出ガス専門委員会(以下「本委員会」という。)において審議が開始された。

この諮問を受けて、これまでに中間答申(平成 8 年 10 月)、第二次答申(平成 9 年 11 月)、第三次答申(平成 10 年 12 月)、第四次答申(平成 12 年 11 月)、第五次答申(平成 14 年 4 月)及び第六次答申(平成 15 年 6 月)がとりまとめ

られた。

これらの答申により、ガソリン・LPG自動車及びディーゼル自動車について、新短期目標及び新長期目標という二段階の目標値がそれぞれ設定された。

ガソリン新短期目標は車種により平成12年(2000年)から14年(2002年)にかけてNOx及びHCを長期目標と比べて約7割(軽貨物車は約5割)削減するものであり、ディーゼル新短期目標は車種により平成14年(2002年)から16年(2004年)にかけてPM及びNOxを長期目標と比べて約3割削減するものである。

ガソリン新長期目標は、二酸化炭素低減対策に配慮しつつNOx等の規制を強化することを目的として、平成17年(2005年)(軽貨物車については平成19年(2007年))までに、ガソリン新短期目標と比べNOxで50%~70%削減するものである。ディーゼル新長期目標は、NOx等を低減しつつPMに重点をおき、平成17年(2005年)までに、ディーゼル新短期目標と比べPMで75%~85%、NOxで41%~50%削減するという世界で最も厳しいものである。また、新長期目標を達成する等のため、ガソリン及び軽油中の硫黄分許容限度設定目標値を平成16年(2004年)末までに50ppm以下に低減することとされた。さらに、自動車の排出ガス性能を的確に評価するために、平成17年(2005年)から23年(2011年)にかけて試験モードを変更することとされた。これらについては、大気汚染防止法に基づく告示「自動車排出ガスの量の許容限度」(以下「許容限度」という。)の改正等、所要の措置が講じられているところであり、その一部については既に実施された。

二輪車については、中間答申に基づいて、車種により平成10年(1998年)から11年(1999年)にかけて排出ガス規制が行われ、さらに第六次答申において、平成18年(2006年)から19年(2007年)にかけて現行の規制値と比較してHCで75~85%、NOxで50%、COで85%削減する規制を実施することが提言されている。

ディーゼル特殊自動車については、第二次答申及び第四次答申に基づいて、平成15年(2003年)から規制を導入するため、許容限度の改正等所要の措置が講じられた。さらに、第六次答申においては、平成18年(2006年)から20年(2008年)にかけてディーゼル特殊自動車について前述の規制値と比較してNOx、PMを2割から5割削減する等の規制を実施するとともに、ガソリン又はLPGを燃料とする特殊自動車(以下「ガソリン・LPG特殊自動車」という。)の規制を導入することが提言されている。

#### (本報告の検討経緯及び概要)

本委員会は、第五次答申及び第六次答申で示された検討方針に沿って、業界団体ヒアリング及び本委員会内に設置した作業委員会による審議を含め7回にわたる審議を行ってきた結果、自動車排出ガス低減対策について結論を得たので報告する。

以下、2.でディーゼル自動車の排出ガス低減対策、3.で燃料品質に係る許容限度の見直しについて、4.1.では今後の検討課題について、4.2.では関連の諸施策について本委員会の見解を示す。

## 2. ディーゼル自動車の排出ガス低減対策

### 2.1 対策強化の必要性

我が国においては、自動車排出ガス規制の強化等、種々の大気汚染防止対策が講じられてきたが、大都市地域を中心に、浮遊粒子状物質（SPM）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）等による大気汚染は依然として厳しい状況にある。特に、沿道における大気環境中のSPM、NO<sub>2</sub>についてはディーゼル自動車から排出されるPM、NO<sub>x</sub>の寄与が高く、ディーゼル自動車からのPM、NO<sub>x</sub>の排出抑制が重要な課題となっている。

前章で述べたとおり、ディーゼル自動車、ガソリン・LPG自動車、二輪車及び特殊自動車について、これまでの答申により将来の排出ガス低減目標が示された。また、使用過程車対策としては、「自動車から排出される窒素酸化物の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法の一部を改正する法律」（以下「自動車NO<sub>x</sub>・PM法」という。）に基づき、平成14年(2002年)10月から新たな車種規制が施行された。これらの諸施策により、平成22年度(2010年度)までに環境基準をおおむね達成することが目標とされている。

なお、本委員会は、自動車排出ガス低減対策の推進に当たり、第六次報告で示したように、次のような基本的認識を持っている。

自動車排出ガス低減に当たっては、大気汚染物質と自動車排出ガスとの関係（下記参照）を考慮した場合、まずはPM及びNO<sub>x</sub>の低減対策を一層強力に推進するとともに、HCについても低減を図る必要がある。

（大気汚染物質と自動車排出ガスとの関係）

- ・ 自動車からのPMの排出低減は、大気中のSPMの濃度低減、有害大気汚染物質の排出低減に効果があり、排出ガス対策の必要性は極めて大きい。
- ・ 自動車からのNO<sub>x</sub>の排出低減は、大気中のNO<sub>2</sub>、SPM及び光化学オキシダントの濃度低減に効果があり、酸性雨対策にも資する。これらの効果、特にNO<sub>2</sub>対策の観点から、排出ガス対策の必要性は極めて大きい。
- ・ 自動車からのHCの排出低減は、大気中のNO<sub>2</sub>、SPM及び光化学オキシダントの濃度低減、有害大気汚染物質の排出低減に効果があり、酸性雨対策にも資することから、排出ガス対策の必要性は大きい。

平成17年(2005年)からのディーゼル自動車の新長期規制については、NO<sub>x</sub>よりもPMの規制強化を優先したことから、平成22年(2010年)には平成12年(2000年)に比べディーゼル自動車からのPM排出量が約3分の2削減されるものの、NO<sub>x</sub>排出量は約3割の削減に止まると推定されるため、ディーゼル自動車からのNO<sub>x</sub>の排出寄与率は依然として高いと推定される。前述の平成22年度(2010年度)における環境基準をおおむね達成することを確実なものとするためには、こうした状況を踏まえ、新長期規制の導入、自動車NO<sub>x</sub>・

PM法の車種規制の実施及び交通流対策による大気環境改善効果等を評価・検証しつつ、新長期規制以降の自動車排出ガス対策について検討を進めていくことが適切である。

以上のことから、本委員会では、ディーゼル自動車の排出ガス低減対策の一層の強化推進を図っていく必要があるとの認識に立って、必要な排出ガス低減対策について検討を行った。

## 2.2 新長期規制とそれ以降の排出ガス低減対策

### 2.2.1 検討の背景

ディーゼル自動車の新長期規制対応のための主な排出ガス低減技術としては、PM対策として燃料噴射の一層の高圧化、燃焼室形状の最適化及びディーゼル微粒子除去装置(DPF)が、NO<sub>x</sub>対策として電子制御による燃料噴射率制御の一層の精緻化、排気ガス再循環装置(Exhaust Gas Recirculation System: EGR装置)におけるEGRガスの冷却及び増量等が挙げられる。

ディーゼル自動車から排出されるNO<sub>x</sub>の大幅な低減のためには、エンジンにおける燃焼制御の改善のみでは限界があり、NO<sub>x</sub>を還元処理する後処理装置の導入が必要不可欠である。そのような後処理装置としては、吸蔵型NO<sub>x</sub>還元触媒や尿素添加型NO<sub>x</sub>選択還元触媒(以下「SCR (Selective catalytic reduction)」という。)が有望と見込まれており、現在、自動車製作者等において開発が進められている。ただし、これらの技術は軽油中の硫黄分が50ppm程度では、触媒の被毒等によって十分に機能が発揮されないことが確認されているため、軽油中の硫黄分を更に低減する必要がある。

吸蔵型NO<sub>x</sub>還元触媒は、ガソリン自動車用に実用化されている技術を利用したもので、硫黄に被毒されやすい性質を持ち、浄化性能の維持・耐久性の向上や、硫黄被毒回復のために燃料を後噴射することに伴う燃費悪化の抑制等が課題となっている。そのため、軽油中の硫黄分は可能な限り低減することが望ましい。軽油中の硫黄分を低減することにより、浄化性能がより長期に亘り維持され、また、硫黄被毒回復のための後噴射の回数を低減し、燃費悪化を抑制することが可能となる。

SCRは、大型の燃焼装置や定置式のディーゼルエンジン用に実用化されている技術を利用したものであり、還元剤として尿素を添加する必要がある。一般的には、NO<sub>x</sub>還元触媒の反応性を高めたり、触媒で反応せずに排出されるアンモニアを除去する目的で前後に酸化触媒を配置することから、酸化触媒での反応性をより一層高めるとともに、サルフェート(硫酸塩)の発生を抑制するため、軽油中の硫黄分は低い方が望ましい。SCRの実用化に当たっては、尿素添加量の制御方法や耐久性の確保等の技術的課題に加え、尿素を補給するインフラの整備や尿素が供給されていることを担保する機能の付加等が必要となるが、燃費への影響が少ないという利点がある。

本委員会では、

- ・ 軽油中の硫黄分を可能な限り早期に一層低減すること
- ・ 排出ガス低減技術の開発を促進するとともに、新長期規制の導入、自動車NO<sub>x</sub>・PM法の車種規制の実施及び交通流対策による大気環境改善効果等を評価・検証しつつ、新長期規制以降の新たな目標値及び達成時期について可能な限り早期に結論を得るべく技術的な評価を踏まえ検討を進めることが適当であるとの結論を得た。

以下、2.2.2で燃料品質対策について、2.2.3でディーゼル新長期目標以降の排出ガス低減対策について述べる。

### 2.2.2 燃料品質対策

ディーゼル自動車からの排出ガスの大幅な低減のためには、後処理装置の導入が不可欠である。その代表例としては、既に実用化されている酸化触媒やほぼ実用化に近づいている連続再生式のDPFに加え、将来的に実用化が期待される吸蔵型NO<sub>x</sub>還元触媒やSCRが挙げられる。前節で述べたように、これらの技術に使用されている触媒は硫黄化合物により被毒されやすいため、軽油中の硫黄分が高い場合は十分に機能しないことがわかっている。このため、軽油中の硫黄分を可能な限り低減する必要がある。平成12年11月の第四次答申においては、その時点における燃料の低硫黄化に係る技術的な限界から、軽油中の硫黄分の許容限度設定目標値を50ppmとし、これを前提に新長期目標値を設定した。

ディーゼル自動車から排出されるNO<sub>x</sub>を新長期目標値よりも更に大幅に低減するためには、吸蔵型NO<sub>x</sub>還元触媒やSCRが必要であり、その前提条件として軽油中の硫黄分が更に低減されることが必要となる。また、硫黄分を更に低減した軽油が早期に導入されることで、NO<sub>x</sub>還元触媒の開発の進展や普及の促進が期待できる。

また、軽油中の硫黄分の一層の低減により、酸化触媒の被毒が抑えられ耐久性が向上するほか、サルフェートの生成が減少し、PM排出量が低減される。そのため、酸化触媒を装着した新短期規制適合車、酸化触媒を付加した連続再生式DPFを装着した新長期規制適合車及びこれらの後処理装置を装着した使用過程車からの排出ガスが更に低減されるという効果が得られる。さらに、これらの後処理装置を装着していない新短期規制より前の使用過程車についても、サルフェートの生成が減少するため、PM低減効果がある。

したがって、将来的にNO<sub>x</sub>を大幅に低減する後処理装置の開発の進展及び早期導入を図ることに加え、使用過程車の排出ガス低減の観点からも硫黄分を更に低減した軽油を可能な限り早期に導入することが望ましい。

また、燃料の生産面からも、第四次答申以降に軽油の超深度脱硫技術の進展があり、その結果、硫黄分の多い中東原油に依存している我が国においても、

軽油中の硫黄分を 10ppm 以下に低減できる見通しが立ったところである。

なお、欧米においても、ディーゼル自動車の排出ガスを更に低減すべく、一層の低硫黄化が予定されており、欧州では平成 21 年(2009 年)までに 10ppm 以下に、米国では平成 18 年(2006 年)から 15ppm 以下に低減することとなっている。

以上のことから、燃料精製設備における設備設計及び改造工事等を効率的に行うことにより、平成 19 年(2007 年)から軽油中の硫黄分の許容限度設定目標値を 10ppm とすることが適当である。更に早期に供給することが可能な製油所も一部あることから、燃料生産者は平成 17 年(2005 年)の早い時期に自主的な部分供給を開始することが望まれる。

なお、軽油中の硫黄分以外の燃料品質については、次章において述べる。

### 2.2.3 排出ガス低減対策

前節で述べたように、軽油中の硫黄分が 10ppm 以下になることで、連続再生式 D P F の更なる性能向上に加え、NO<sub>x</sub> 後処理装置を採用することが可能と見込まれる。そのため、これらの技術の採用を前提とした新長期規制以降の排出ガス目標値及びその達成時期について検討する必要がある。ただし、NO<sub>x</sub> 還元触媒等の後処理装置については未だ開発途上であることから、現時点で具体的な見通しを得ることはできない。

したがって、軽油中の硫黄分を 10ppm 以下に低減することにより自動車製作者の技術開発を促進するとともに、新長期規制の導入、自動車 NO<sub>x</sub>・PM 法の車種規制の実施及び交通流対策による大気環境改善効果等を評価・検証しつつ、新長期規制以降の新たな目標値及びその達成時期について可能な限り早期に結論を得るべく技術的な評価を踏まえ検討を進めることが適当である。また、硫黄分が 10ppm 以下の軽油が平成 17 年(2005 年)から自主的に部分供給される際には、自動車製作者は、技術開発を着実に進め、NO<sub>x</sub> 還元触媒等の後処理装置を搭載した低排出ガス車を試験的な導入も含め先行して順次販売を開始することが望まれる。

なお、硫黄分が 15ppm 以下の軽油の導入を前提に、米国では平成 19 年(2007 年)から 22 年(2010 年)にかけて、ディーゼル重量車の規制値を現行の米国規制より NO<sub>x</sub> で 95%、PM で 90%削減する規制強化が予定されており、その達成可能性について技術レビューが進められているところである。そのため、上記の技術的な検討を進める際には、これらの動向にも留意する必要がある。



### 3. 燃料品質に係る許容限度の見直しについて

#### 3.1 検討の背景

前章でディーゼル自動車の排出ガスを新長期規制レベルから更に低減するためには、軽油中の硫黄分の一層の低減が重要であることを述べた。このように、自動車排出ガス規制の強化に伴い、自動車の排出ガス対策に占める燃料品質の役割がますます重要になってきている。他方、近年、アルコール燃料等多様な燃料が市販されるとともに、A重油や灯油等を混和した不正な軽油を使用する事例が見られ、このような燃料の使用による排出ガスの悪化が懸念されている。

このため、自動車排出ガスの悪化を防止する観点から、燃料品質規制について充実を図り、これまで許容限度として規定していない項目のうち、大気環境改善に係る項目を新たに許容限度に追加する必要がある。その際、使用過程車や現在開発中の自動車は、現時点で市販されているガソリン及び軽油の性状を前提に排出ガス規制に適合するよう開発・製造されていることから、許容限度に追加する項目及びその許容限度については、現状の燃料品質を勘案の上、設定することが適切である。

なお、追加すべき項目の一つである含酸素化合物としては、近年、地球温暖化防止の観点から、ガソリン及び軽油の代替又はこれら燃料への添加物としての利用が期待されている生物由来のバイオマス燃料が存在する。バイオマス燃料のうち、ガソリンへの添加を目的としたバイオマスから精製したエタノール（以下「バイオエタノール」という。）及び軽油への添加を目的としたバイオマスから精製した脂肪酸メチルエステル（以下「FAME」という。）が特に注目を集めているため、これらの添加が使用過程車の排出ガスに及ぼす影響を確認した上で、含酸素化合物に係る許容限度を設定することが適当である。

なお、今回の検討の対象としたバイオマス燃料以外に、ガストゥリキッド（GTL）、ジメチルエーテル（DME）、エチルターシャルブチルエーテル（ETBE）等の燃料についても、ガソリンや軽油の代替燃料や添加用燃料として関心が集まっているところであり、市場での動向や燃料の多様化、排出ガス低減対策と二酸化炭素低減対策との両立に配慮しつつ、今後これら燃料の使用を前提とした燃料品質規制について検討していくこととする。

#### 3.2 ガソリン

近年、ガソリンを燃料とする自動車（以下「ガソリン自動車」という。）特に乗用車において、触媒の浄化性能及び耐久性の向上、コンピュータ制御技術の進展に伴う各種制御の高精度化等を中心に、排出ガス低減技術が国内外で大幅に向上している。このような技術を有効に機能させるためには、適正な燃料品質を確保することが重要である。

本委員会では、以上のような観点からガソリンの燃料品質項目について検討した結果、新たにオクタン価、蒸留性状、蒸気圧及び含酸素化合物を追加し、

別表 1 に示す許容限度設定目標値とすることが適当であるとの結論を得た。個々の項目の必要性について以下に示す。

#### (オクタン価)

ノッキング等の異常燃焼が発生するとNO<sub>x</sub>の増大が起こり、大気環境悪化の原因となるおそれがあるため、アンチノック性の尺度として用いられているオクタン価について許容限度設定目標値を定める必要がある。

#### (蒸留性状及び蒸気圧)

適正に燃焼させるためには、ガソリンが燃焼室内で円滑に気化することが望ましいが、気化しやすくなると、気温やエンジン等車両の温度の上昇により、燃料貯蔵・供給系統の蒸発量が増加し、これが車体や給油所から大気へ排出され、SPM、光化学オキシダント等の大気汚染の原因の一つとなる。

このため、排出ガス抑制の観点から、ガソリンの気化に重要な役割を果たす蒸留性状と蒸気圧について許容限度設定目標値を設定する必要がある。

蒸留性状は揮発性を示す指標であり、一般に10%、50%、90%留出温度、終点、残油量で表されるが、蒸留性状が適切な範囲にないと空燃比が変動し、三元触媒における排出ガスの浄化性能に影響を与える。

また蒸気圧は、蒸発性の指標として用いられるものであり、一般にリード蒸気圧(Reid Vapor Pressure: RVP)がその単位として用いられており、RVPが高いほど蒸発しやすいことを表している。冬期は気温が低く燃料蒸発ガスが発生しにくいことから、気化しやすくしてエンジンの始動性を確保するため、冬期に出荷されるガソリンは夏期よりもRVPが高くなっている。

なお、一部のガソリンスタンドではタンク内のガソリン在庫の回転率が悪く、夏期用の燃料と冬期用の燃料の置き換えに長期間を要するため、夏期用と冬期用で異なる蒸気圧を規定する場合には、こうした事例に十分配慮することが必要である。

#### (含酸素燃料)

含酸素燃料のうち、米国、ブラジル等で使用されているバイオエタノールについて、地球温暖化防止の観点から我が国でも導入が検討され始めている。ガソリンへのエタノール添加により、従来のエタノールを添加していないガソリンを前提に製造された使用過程車については、製造段階では想定していなかった燃料を供給することとなるため、排出ガスの悪化が懸念される。したがって、大気環境対策の観点からみた場合、排出ガス低減技術の特徴を踏まえつつ、ガソリンへのエタノール添加量が使用過程車の排出ガス特性に及ぼす影響を把握した上で、バイオエタノールに係る許容限度を設定する必要がある。なお、高濃度のエタノールを添加した場合については、使用過程車の安全性への懸念がある。

このような状況を踏まえて、比較的少量のエタノール添加について行われた排出ガス試験の結果によると、三元触媒と酸素センサからのフィードバックに基づいた空燃比制御（以下「酸素センサによる制御」という。）が行われているガソリン自動車では排出ガスへの影響はほとんど現れなかった。一方、酸素センサによる制御が行われていないガソリン自動車や二輪車ではCOは減少するものの、NO<sub>x</sub>が増加するという傾向にあった。これらの試験結果の要因は以下のように考察される。

エタノールは含酸素化合物であるため、エタノールを添加すると燃料中の酸素分が増える等の影響により、通常空燃比よりも酸素が過剰な状態にずれることとなる。酸素センサによる制御が行われているガソリン自動車では、この空燃比のずれを感知し、三元触媒が最も浄化性能を発揮できる空燃比に再調整することができる。そのため、排出ガスへの影響がほとんど現れなかったと考えられる。一方、酸素センサによる制御が行われていないガソリン自動車や二輪車では、空燃比の再調整機能がないため、酸素が過剰な状態のままとなり、その結果、COは減少し、NO<sub>x</sub>は増加したと考えられる。

二輪車についてはNO<sub>x</sub>の増加に加えて、運転性能への悪影響も懸念される。二輪車では小排気量での運転性能を確保するため燃料を過剰に供給した燃焼（リッチ燃焼）を行っている車両が多く、そのような車両では少量のエタノール添加でもリッチ燃焼が確保されず、エンジン応答性や出力特性の悪化等、運転性能に悪影響を及ぼすおそれがある。

以上のことから、エタノール添加による排出ガスへの影響はエタノール中の含酸素分が主な要因となっていると判断される。したがって、エタノールを含めた含酸素化合物に関する許容限度として含酸素率の許容限度を設定することが適切である。現行のガソリンの燃料品質項目には、含酸素化合物であるMTBE（メチルターシャルブチルエーテル）の許容限度が7体積%と定められているため、含酸素化合物全体で、MTBEの許容限度に相当する含酸素率約1.3質量%を許容限度設定目標値とすることが適当である。なお、含酸素率1.3質量%は、エタノールに換算すると約3.5体積%に相当する。したがって、含酸素率1.3質量%を上限として設定することは、エタノール添加で3.5体積%を上限として設定することに相当する。

また、エタノールを添加すると、共沸現象が発生し蒸気圧が高くなるため、燃料蒸発ガスが増加する。したがって、エタノール添加後も蒸気圧が上昇しないよう、今回設定したガソリンの蒸気圧の許容限度設定目標値を満たすことが必要である。

なお、米国等ではガソリンに10体積%程度までバイオエタノールを添加した燃料（いわゆるE10）の使用を前提にした自動車が販売・使用されているが、これらの車両は燃料系統部品等の耐久性を確保するための対策が施されているものの、追加的な排出ガス対策は行われていない。また、制度上も排出ガス試験は従来のガソリンのみで行われており、バイオエタノール添加燃料の排出

ガスへの影響は評価されていない。

一方、我が国において、E10等今回の許容限度設定目標値より多くのエタノールをガソリンに添加することの可能性については、これに対応した自動車（以下「エタノール対応車」という。）の技術開発状況や供給体制を考慮し、改めて検討を行う必要があるが、これまでの自動車排出ガス低減対策の推進状況を踏まえると、エタノールを添加した場合でも従来のガソリンを前提とした排出ガス規制値を達成する必要があると考えられる。この場合には、諸外国におけるエタノール対応車（我が国から輸出されているものを含む）より技術的に高度な対策が要求される可能性があるため、上記検討に際しては、この点に留意する必要がある。

なお、ガソリン中の硫黄分は、二酸化炭素排出削減技術の一つである筒内直接噴射ガソリンエンジン等のリーンバーンエンジン（希薄燃焼方式エンジン）搭載車に装着されているNOx還元触媒を被毒する。したがって、リーンバーンエンジン搭載車では、排出ガス性能を確保するために運転条件によっては希薄燃焼を一時止め、従来のエンジンと同様の理論空燃比燃焼運転をすることとなるが、その分二酸化炭素の排出削減効果が減じられてしまう。ガソリン中の硫黄分を低減することで、NOx還元触媒の硫黄被毒が抑えられ、希薄燃焼の運転範囲の拡大が可能になり、リーンバーンエンジン搭載車の燃費向上が期待できる。

平成14年4月の第五次答申においては、その時点における燃料の低硫黄化に係る技術的な限界から、ガソリン中の硫黄分の許容限度設定目標値を50ppmとした。しかしながら、その後、ガソリンの脱硫技術に進展があり、ガソリン中の硫黄分を10ppm以下に低減できる見通しが立ったところである。そのため、現在、総合資源エネルギー調査会において、ガソリン中の硫黄分を10ppm以下とすることが検討されている。

なお、硫黄分10ppm化により製油所からの二酸化炭素排出量が増加するため、製油所からの排出量と自動車からの排出量を合算した排出総量で見ると、短期的には二酸化炭素排出量が増加することも懸念されるが、その場合でもリーンバーンエンジン搭載車の普及が進むことにより、その排出削減効果が上回り、将来的には排出総量は低減すると考えられる。

また、一般のガソリン自動車に採用されている三元触媒に対しても、ガソリン中の硫黄分10ppm化により硫黄被毒が軽減されるため、触媒の耐久性が向上して、使用過程での排出ガス低減に資するという効果もある。

以上より、排出ガス低減技術の性能を維持しつつ、二酸化炭素を低減することが可能となるため、可能な限り早期にガソリン中の硫黄分を10ppm以下に低減することは望ましい。

### 3.3 軽油

2.2.1で述べたように、近年、自動車排出ガス低減技術の高度化に伴い、D P F等の新しい技術が採用されており、これら排出ガス低減装置の性能を維持し、排出ガス低減技術を有効に機能させるためには、適正な燃料品質を確保することが極めて重要である。

本委員会では、以上のような観点から軽油の燃料品質項目について検討した結果、新たに密度及び残留炭素分を追加し、別表2に示す許容限度設定目標値とすることが適当であるとの結論を得た。個々の項目の必要性について以下に示す。

#### (密度)

軽油中の重質分の割合が多くなると、燃料中の芳香族化合物等分子量の大きい化合物の割合が増加し、これにより分子内の炭素の占める割合が高くなる。このため、燃焼の際にP Mが増加するおそれがある。

以上のことから、P Mの増加を抑えるために、軽油の密度について許容限度設定目標値を定める必要がある。

#### (残留炭素分)

燃料中の残留炭素分が増加すると、燃焼室や噴射装置に炭素分が堆積し、適正な噴射や燃焼が確保されないおそれがある。

また、残留炭素分は、軽油に比較して重油に多く含まれていることから、残留炭素分について規制することは、A重油等不正燃料の混和を防止することとなる。

このため、適正な燃焼を確保するとともに、後処理装置をはじめとした排出ガス低減装置の機能を確保し、N O<sub>x</sub>やP Mの増加を抑えるために、残留炭素分について許容限度設定目標値を定める必要がある。

なお、含酸素燃料のうち、現在地球温暖化防止の観点から注目を集めているF A M Eの軽油への添加に関しては、従来のF A M Eを添加していない軽油を前提に、製造された使用過程車や現在開発されている新長期規制適合車の排出ガスへの影響を確認する必要があり、その際には、原料や製造プロセスの違いによりF A M Eの化学的・物理的特性が多岐に亘ることを考慮しなければならない。

現時点では、限られたデータしか得られていないものの、排出ガス試験の結果、F A M Eの添加によりN O<sub>x</sub>がわずかながら増加する傾向がみられたほか、条件によってはP M中のS O F（燃料や潤滑油の未燃焼分からなる有機化合物）が増加する場合もあった。このため、これら排出ガスに与える影響のメカニズム等について、今後より詳細な検証を行うべきである。

また、排出ガス低減装置の異なる様々な使用過程車や新長期規制適合車等の

評価、さらにはF A M Eの性状が排出ガスに与える影響等についても併せて検証を行っていく必要がある。

したがって、現段階でF A M Eに係る許容限度を設定することは困難であり、今後、ディーゼル自動車の排出ガスに与える影響等について、より詳細に検討し、早急に結論を得ることが適当である。

なお、欧州等では軽油にF A M Eを5体積%まで添加した燃料等が広く利用されており、欧州連合ではF A M Eの規格化も検討されていることから、諸外国における燃料品質の規格化の動向やF A M E添加による排出ガス影響調査等についても注意を払う必要がある。

## 4. 今後の自動車排出ガス低減対策

### 4.1 今後の検討課題

本委員会においては、2.及び3.で示した検討課題を含め、以下の事項について引き続き検討することとしている。

ディーゼル自動車については、排出ガス低減技術の開発を促進するとともに、新長期規制の導入、自動車NOx・PM法の車種規制の実施及び交通流対策による大気環境改善効果等を評価・検証しつつ、新長期規制以降の新たな目標値及びその達成時期について可能な限り早期に結論を得るべく技術的な評価を踏まえ検討を進める。ディーゼル自動車の潤滑油品質については、現在品質規制はないものの、潤滑油中の灰分や硫黄分等がDPF等の排気後処理装置の性能や耐久性に影響を与える懸念があることから、自動車製作者、燃料生産者等が協力し、早急に潤滑油に関する規格の見直しを行う等の対応が望まれる。

ガソリン・LPG自動車については、ガソリン新長期目標に基づく規制の対応状況、技術開発の進展の可能性及び各種対策の効果を見極め、必要に応じて新たな低減目標について検討する。その際、燃料・潤滑油品質については、国、自動車製作者、燃料生産者等がそれぞれ協力して自動車技術の改善と燃料品質の改善の種々の組合せによる排出ガス低減効果についての研究を推進し、その結果を踏まえて、燃料・潤滑油品質対策のあり方を検討する。

ディーゼル特殊自動車のうち定格出力が19kW以上560kW未満のものについては、一般のディーゼル自動車の新長期規制に適用される後処理装置の適用可能性を見極め、2010年頃の達成を目標とした新たな低減目標について検討する。その際には、新たな排出ガス試験法の導入についても検討する。

ガソリン・LPG特殊自動車のうち定格出力が19kW以上560kW未満のものについては、第六次答申に基づく規制の対応状況、技術開発の進展の可能性及び各種対策の効果を見極め、必要に応じて新たな低減目標について検討する。

特殊自動車のうち、現在排出ガス低減目標が設定されていない定格出力が19kW未満のもの及び560kW以上のもの並びに特殊自動車以外の汎用エンジンについては、大気汚染状況、排出寄与率、排出ガス低減技術の開発状況等を見極めつつ、必要に応じて排出ガス規制の導入について検討する。

二輪車については、第六次答申に示した低減目標に基づく規制の対応状況、技術開発の進展の可能性及び各種対策の効果を見極め、必要に応じて新たな低減目標について検討する。その際、燃料蒸発ガス規制の導入についても併せて検討する。

ディーゼル自動車からのPMに係る排出ガス規制は重量ベースで実施しているが、昨今、重量とともに粒子の質（超微小粒子の数、粒子の組成等）が健康影響に関連が深いのではないかとの懸念が国内外において高まっている。しかしながら、ディーゼル自動車から排出される粒子の質については、その測定方法が確立していないことから、排出実態は明らかにされていない。また、燃費向上の観点から普及が進みつつある直噴式ガソリンエンジン搭載車から極めて微小な粒子が排出されているという指摘もあるが、その実態は明らかにされていない。このため、これらPMの排出実態の把握や測定方法の確立に関する研究を推進し、今後、その結果を踏まえ、規制の導入の必要性について検討する。

なお、以上の課題についての検討及び対策の実施に当たっては、自動車が国際的に流通する商品であって排出ガス低減対策にも内外で共通の要素が多いことに鑑み、我が国の環境保全上支障がない範囲において、可能な限り基準等の国際調和を図ることが肝要である。したがって、現在進められている大型車の排出ガス試験方法、車載診断システム（OBD）、オフサイクル対策、二輪車の排出ガス試験方法及び特殊自動車を含む汎用エンジンの排出ガス試験方法等の国際基準調和活動に積極的に貢献し、可能な範囲で国際調和を図ることが望ましい。

国際基準調和により、

- ・ 自動車製作者においては、研究・開発の効率化による技術開発の促進、部品の共用化による開発・生産コストの削減
  - ・ 自動車使用者においては購入価格の低減
- などのメリットが得られることとなる。

#### 4.2 関連の諸施策

本報告で示した対策と相補う施策として、自動車排出ガス総合対策の推進等、以下の関連諸施策が今後行われることが望まれる。

##### （自動車排出ガス総合対策の推進）

自動車排出ガス総合対策については、平成13年6月27日に公布された自動車NOx・PM法に基づく車種規制を着実に実施するとともに、事業者に係る自動車排出ガス抑制対策の充実、低公害車等の普及促進等の総合的な施策を実施し、これらの効果を今後検証していく必要がある。また、自動車NOx・PM法に基づく諸施策を補完する観点から、交通量の抑制のための効果的な施策について検討する必要がある。



(低公害車等の普及促進)

平成13年7月11日に策定された「低公害車開発普及アクションプラン」に沿って、関係省庁は協力して、低公害車の普及を更に促進することが望まれる。

(アイドリング・ストップの普及促進)

燃費対策に加え、自動車排出ガス対策の観点からも、アイドリング・ストップは効果的であり、アイドリング・ストップ機能付き自動車の普及を促進する等、アイドリング・ストップの普及施策の推進が望まれる。

(使用過程車の排出ガス低減対策)

第六次答申等で示されたとおり、ガソリン・LPG自動車及びディーゼル自動車等の使用過程車全般について、今後とも、点検・整備の励行、道路運送車両法に基づく自動車の検査(車検)及び街頭での指導・取り締まり(街頭検査)時における排出ガス低減装置の機能確認等により、使用過程において良好な排出ガス性能を維持させることが重要である。

また、ディーゼル自動車の使用過程車対策として、DPF等の普及促進等の施策を推進する必要がある。

さらに、通常の使用過程において排出ガス低減装置の性能維持を図るため、使用過程車に係る排出ガス水準の設定や抜取り検査(サーベイランス)の導入等の方策について、必要性も含め検討することが望ましい。

(コスト負担等)

今回の報告に基づき排出ガス低減対策を推進していく過程では、車両価格、燃料価格、エンジン耐久性を確保するための費用、燃費及び維持費等への影響が考えられるが、これらの費用については自動車の利用に伴う環境費用を内部化するとの考え方の下に自動車製作者、使用者等によって負担される必要がある。

なお、最新規制適合車への代替や燃料の品質改善を円滑に推進するためには、金融・税制面における配慮も必要である。

(未規制排出源の排出実態調査及び対策)

第六次答申等で示されたとおり、各種未規制の排出源について排出実態の調査及び対策の必要性の検討を引き続き行うとともに、対策実施のための制度のあり方について検討する必要がある。中でも、船舶については、これまで国内において排出ガス対策がほとんど行われていなかったが、昨今の船舶の排出ガス規制に関する国際的な動向に鑑み、早急に制度的検討を行うことが必要である。

( 有害大気汚染物質対策 )

第六次答申等で示されたとおり、自動車から排出される有害大気汚染物質について、測定方法の開発及び測定精度の向上を図り、自動車からの排出量把握のための基盤を整備するとともに、得られた情報を基に必要な施策を講じることが望まれる。

その際、エンジン燃焼技術、触媒等の排気後処理技術及び燃料・潤滑油品質等が自動車からの有害大気汚染物質の排出量に及ぼす影響についても併せて把握するよう努めることが必要である。

( 自動車排出ガス測定精度の向上 )

第六次答申等で示されたとおり、今後、ガソリン・LPG自動車、ディーゼル自動車ともに大幅な規制強化が行われ、排出ガス値が低減されることに伴い、計測の信頼性、生産過程での品質管理の水準を精確に把握することが重要となることから、測定精度の向上を図るための研究を推進する必要がある。

( 効果予測・効果測定の充実 )

第六次答申等で示されたとおり、単体対策や総合的な自動車排出ガス対策の進展に伴い、これらの対策の効果を的確に予測し、また、精度の良いモニタリングによる効果の測定を行うことが、必要な施策を企画・実施していく上で、一層重要になる。その際には、自動車を含めた全ての移動発生源、工場・事業場等の固定発生源、各種自然発生源等から排出されるPM、HC等の排出量目録(インベントリー)の整備やSPM、光化学オキシダント等の二次生成に及ぼす寄与の把握も必要となる。そのため、大気質改善に対する各対策の効果・予測手法の開発、沿道等での対策効果の把握体制の整備等が望まれる。

## ガソリンの燃料品質項目への追加とその許容限度設定目標値

追加項目		許容限度設定目標値
オクタン価		89 以上
蒸留性状	10% 留出温度	70 以下
	50% 留出温度	75 以上 110 以下
	90% 留出温度	180 以下
	終点	220 以下
	残油量	2.0 体積%以下
蒸気圧		夏期用 44kPa 以上 72kPa 以下 (平成 17 年から 65kPa 以下) 冬期用 44kPa 以上 93kPa 以下
含酸素率		1.3 質量%以下

別表 2

軽油の燃料品質項目への追加とその許容限度設定目標値

追加項目	許容限度設定目標値
密度	0.86g/cm <sup>3</sup> 以下
10% 残油残留炭素	0.1 質量% 以下

中央環境審議会大気環境部会自動車排出ガス専門委員会及び同作業委員会名簿

区 別	氏 名	所 属	作業委員会
委員 長 臨時委員	こうの みちかた 河野 通方	東京大学大学院 新領域創成科学研究科長	
臨時委員	さかもと かずひこ 坂本 和彦	埼玉大学工学部長	
〃	だいしょう やすひろ 大聖 泰弘	早稲田大学理工学部教授	
専門委員	いぶすき たかし 指宿 堯嗣	(独)産業技術総合研究所 環境管理研究部門長	
〃	いわもと まさかず 岩本 正和	東京工業大学資源化学研究所教授	
〃	おだか まつお 小高 松男	(独)交通安全環境研究所理事	
〃	さいとう たけし 斎藤 威	警察庁科学警察研究所交通部長	
〃	しおじ まさひろ 塩路 昌宏	京都大学大学院 エネルギー科学研究科教授	
〃	ながえ ひろやす 長江 啓泰	日本大学名誉教授	
〃	ふくま やすひろ 福間 康浩	(財)日本自動車研究所理事	
〃	まつした ひでつる 松下 秀鶴	静岡県立大学名誉教授	
〃	みそのう まこと 御園生 誠	工学院大学環境化学工学科教授	

## 用語集

### DEP【Diesel Exhaust Particles】

：ディーゼル排気粒子（ディーゼル自動車から排出される粒子状物質のこと。質量でみた場合その大部分は粒径0.1～0.3 $\mu\text{m}$ の範囲内にあり、個数でみた場合その大部分は粒径0.005～0.05 $\mu\text{m}$ の範囲内にある。）

### DME【Dimethyl Ether】

：ジメチルエーテル（天然ガスまたは石炭ガス等から生成されるもので、主にスプレーの噴射剤として使われている。最近、ディーゼル代替燃料としての利用の可能性について、検討が開始されている。）

### DPF【Diesel Particulate Filter】

：ディーゼル微粒子除去装置（エンジンの排気系に装着したフィルターにより、自動車の排気ガス中のPMを捕集し、電熱線や触媒の作用等によりPMを除去する装置。触媒を用いたものは連続再生式DPFと呼ばれる。）

### E10【Ethanol 10%】

：ガソリンにエタノール（バイオエタノール）を10%混入した自動車燃料。同様に、E5、E15はエタノール混入率がそれぞれ5%、15%の燃料を指す。

### EGR【Exhaust Gas Recirculation】

：排気ガス再循環（窒素酸化物の発生を抑制するために吸気に排気ガスの一部を混合すること。燃焼温度が下がるために抑炎効果が現れる。）

### ETBE【Ethyl Tertiary Butyl Ether】

：エチルターシャールブチルエーテル（エーテル化合物の一種で、エタノールとイソブチレンから製造される。含酸素剤としてオクタン価が高く、フランス等ではオクタン価向上剤としてガソリンに添加されている。バイオエタノールを原料として製造することも可能。）

### FAME【Fatty Acid Methyl Esters】

：脂肪酸メチルエステル（植物油や廃食用油等にメタノールと塩基触媒を加えてエステル化した後、グリセリンを分解除去して粘度を低下させたもの。）

### GRPE【Working Party on Pollution and Energy】

：国連欧州経済委員会車両構造専門部会自動車排出ガス専門家会議（自動車排出ガス、燃費等に関する型式認証の相互承認の際の統一基準を策定している国連の下部組織のこと。）

### GTL【Gas To Liquid】

：ガス・トゥ・リキッド（天然ガスや石炭を原料として石油に類似した炭化水素燃料を合成した燃料。硫黄分や芳香族化合物をほとんど含まず、輸送や取扱いが容易という利点から近年注目されている。）

### LPG【Liquefied Petroleum Gas】

：液化石油ガス（プロパン、ブタンなどの混合物で、常温加圧下で液化したもの。）

### MTBE【Methyl Tertiary Butyl Ether】

：メチルターシャルブチルエーテル（エーテル化合物の一種で、メタノールとのイソブチレンから製造される。含酸素剤としてオクタン価が高く、国内においてもオクタン価向上剤としてガソリンに添加されていた。しかし、米国においてガソリタンクからの漏洩による地下水汚染等が問題となったことから、我が国でも石油会社が自主的にガソリンへの添加をとりやめた。）

#### **OBDシステム【On-Board Diagnostic System】**

：車載診断システム（異常の有無を監視する車載の故障診断装置のこと。）

#### **PM【Particulate Matter】**

：粒子状物質（自動車から排出されるPMは、黒煙、サルフェート（硫酸塩）及びSOF [Soluble Organic Fraction]（可溶有機成分）とに大別される。サルフェートとは、燃料中の硫黄分が酸化されて生成した硫酸化合物の総称。エンジンの高負荷時や酸化力の強い触媒がある場合に多量に生成される。SOFとは、比較的低沸点で溶媒抽出が可能な有機成分のことをいい、具体的には軽油や潤滑油の未燃焼分である。）

#### **RVP【Reid Vapor Pressure】**

：リード蒸気圧（ガソリン蒸発性の指標。密閉された容器の中に0～1に冷やした燃料を封入し、37.8にまで容器内を温め、圧平衡となったときの蒸気の圧力。リード蒸気圧が高いほど揮発性が高い。）

#### **SPM【Suspended Particulate Matter】**

：浮遊粒子状物質（大気中に浮遊する粒子状物質のうち、粒径が10μm以下の粒子の総称で、環境基準が設定されている。SPMは発生源から直接排出された一次粒子と排出されたガス状物質が反応や凝縮などを経て生成した二次粒子とに大別される。）

#### **アイドリング・ストップ**

：停車時エンジン停止（駐停車の間、車のエンジンを止めること。）

#### **アルコール燃料**

：メタノールやエタノール等アルコール系の物質が混合された燃料の総称。

#### **オクタン価**

：火花点火エンジンで、燃料のアンチノック性を示す値。オクタン価にはリサーチ法【RON：Research Octane Number】とモータ法【MON：Motor Octane Number】で測定した数値があり、RONは低速時のアンチノック性をMONは高速時のアンチノック性を表す。

日本の標準規格のオクタン価については、RONで規定されている。

#### **含酸素燃料**

：エタノール、メタノール等のアルコール類やMTBE、ETBE等のエーテル化合物など組成分子内に酸素を有する物質が含まれている燃料の総称。

#### **空燃比**

：エンジンのシリンダに供給される空気と燃料の質量比。触媒の排出ガス性能は、空燃比により変わるため、精密に制御することが求められる。

#### **二次生成物質**

：窒素酸化物や炭化水素等が大気中で反応して生成される光化学オキシダントや浮遊粒子状物質を指す。

### **バイオマス燃料**

：植物等生物起源の物質である「バイオマス (biomass)」を種々のプロセス (化学変換、発酵作用、メチルエステル化反応等) を経て燃料化したものの総称。バイオエタノールやFAME等がこれに含まれる。

### **排出ガス**

：自動車の運行に伴い発生する一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物、粒子状物質 (ディーゼル自動車のみ) 等人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある物質で大気汚染防止法の政令で定めるものをいう。排出ガスには、排気管から排出されるもの (排気管排出ガスという) のほか、燃料蒸発ガスやブローバイガスも含まれる。

### **リーンバーンエンジン**

：ガソリンと空気の混合気をできるだけ薄くし、安定した燃焼を実現する希薄燃焼技術を用いたエンジン。通常のエンジンでは混合気中の空気の比率が高くなると燃焼不安定になるが、リーンバーンエンジンでは混合気に最適なスワール (旋回流) をつくり出す吸気ポートを採用することで、燃焼を安定させている。

### **有害大気汚染物質**

：継続的に摂取される場合に人の健康を損うおそれがある物質で、大気の汚染の原因となるもの。ベンゼン等について、大気汚染防止法に基づく大気環境のモニタリングや事業者の自主管理計画によって排出量の削減等が行われている。

参考資料：社団法人 自動車技術会「自動車用語和英辞典」(1997年)ほか