



2015年3月9日
JATOP II 成果発表会

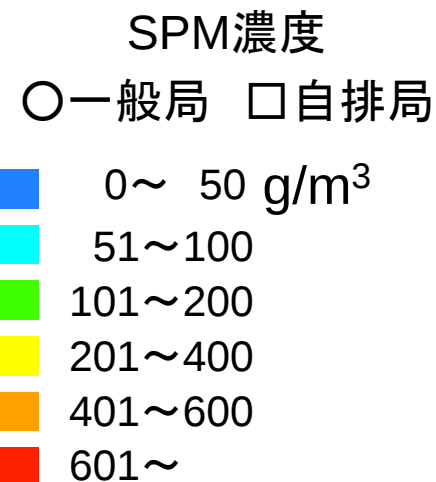
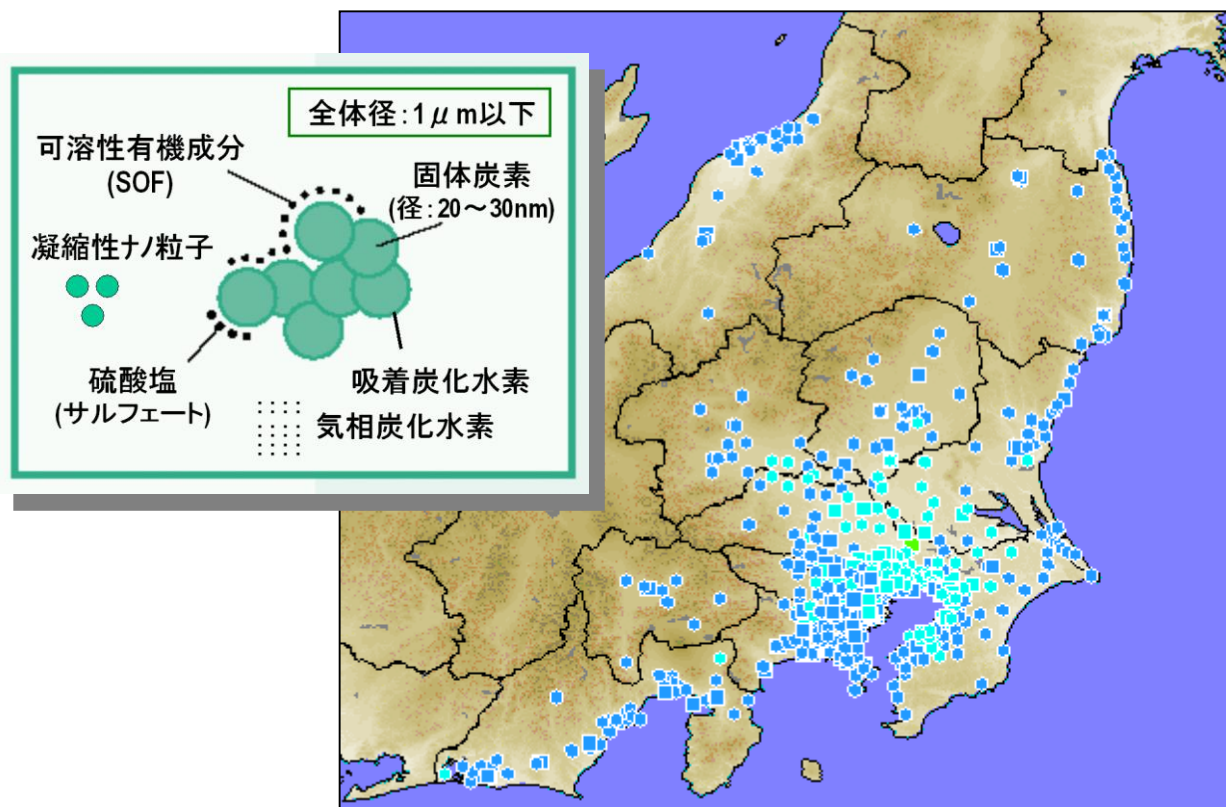
活動報告セッション(1)

JATOPにおける自動車・燃料研究の
意義と今後の課題

早稲田大学大学院
環境・エネルギー研究科

大聖 泰弘

関東地方の浮遊粒子状物質濃度



2006年12月5日
19時現在
「そらまめ君」による

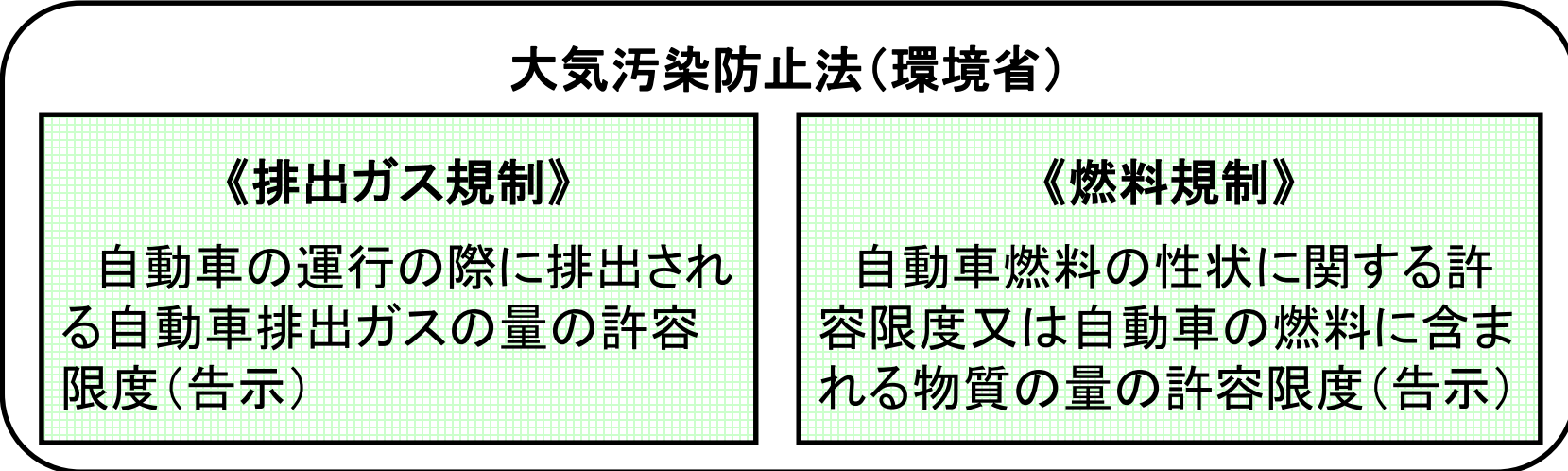
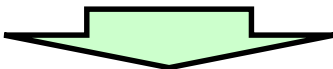
- 大気環境行政の最重要目標である2010年での NO_2 とSPMの大気環境基準の達成は、ディーゼル車排出ガス規制の強化と地域的な取組み(自動車 NO_x ・PM法等や首都圏ディーゼル車対策等)により概ね可能と予想される。
- 2009年9月、PM10に加えてPM2.5の環境基準が設定されている。

自動車排出ガス規制に関わる中央環境審議会の 答申の経緯(1996年諮問)

- ・ 中間答申 (1996年) : 二輪車規制導入, ガソリンの低ベンゼン化
- ・ 第二次答申 (1997年) : ガソリン車の新短期, 新長期規制
ディーゼル特殊自動車規制導入
- ・ 第三次答申 (1998年10年) : ディーゼル車の新短期, 新長期規制
- ・ 第四次答申 (2000年12年) : ディーゼル車の新長期の前倒し
ディーゼル特殊自動車の前倒し
軽油の硫黄分の低減 (500→50ppm)
- ・ 第五次答申 (2002年4月) : ディーゼル・ガソリン車の新長期規制
- ・ 第六次答申 (2003年6月) : 二輪車, 特殊自動車の規制強化
- ・ 第七次答申 (2003年7月) : 軽油の超低硫黄化 (50→10ppm)
ガソリン, 軽油の燃料品質規制の強化
- ・ 第八次答申 (2005年4月) : ディーゼル・ガソリン車の次期規制
(ポスト新長期規制, 2009~2010年)
- ・ 第九次答申 (2008年1月) : ディーゼル特殊自動車の規制強化
- ・ 第十次答申 (2010年7月) : ディーゼル重量車NOx挑戦目標, E10燃料
- ・ 第十一次答申 (2012年8月) : 二輪車, ディーゼル重量車, ディーゼル特殊車の
排出ガス低減対策
- ・ 第十二次答申 (2015年2月) : 乗用車等の排出ガス試験方法の国際調和等

自動車排出ガス・燃料規制の仕組み

中央環境審議会 答申



道路運送車両法
(国土交通省)
道路運送車両の保安基準(省令)

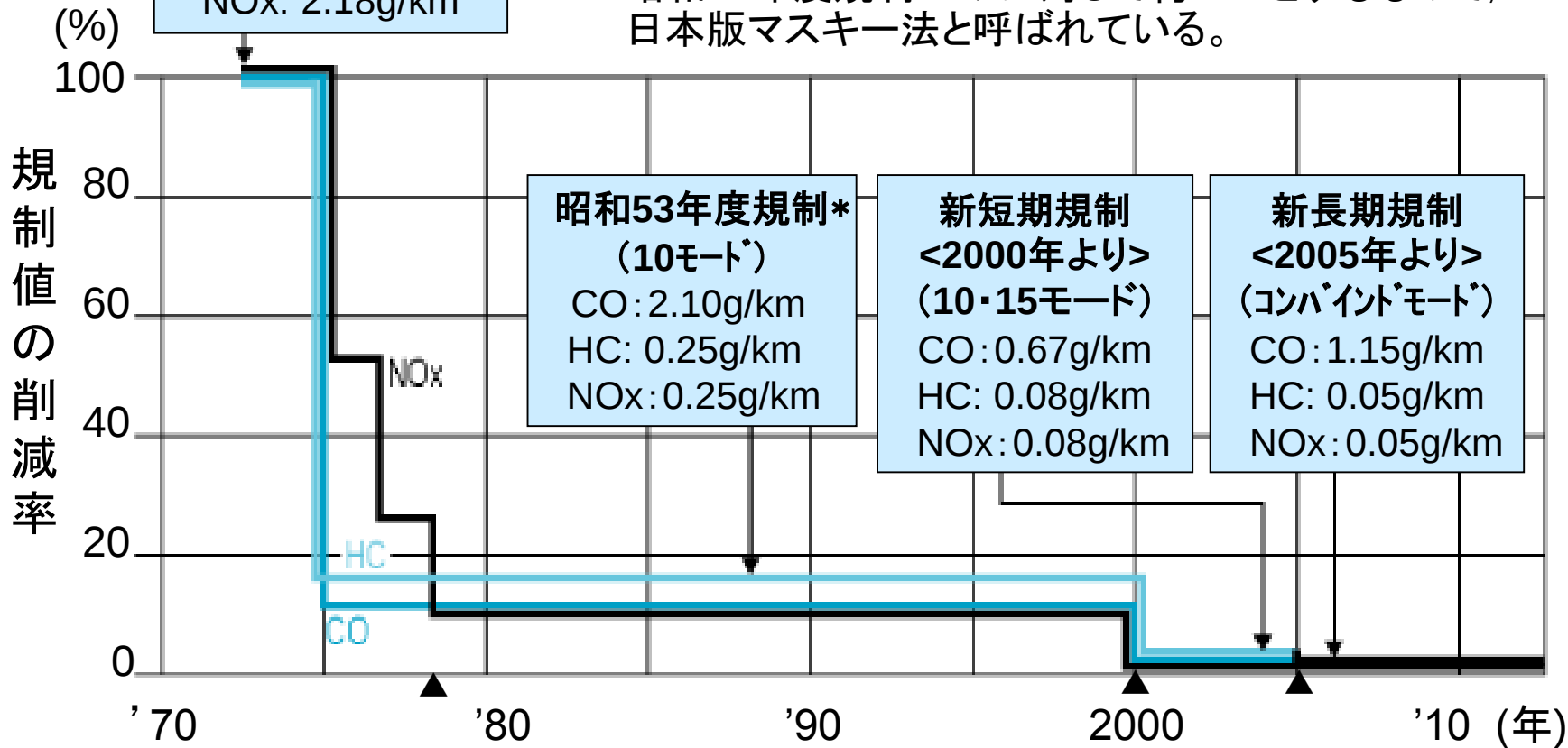
揮発油等の品質の確保等に関する法律(経済産業省)
揮発油規格及び軽油規格(省令)

わが国におけるガソリン乗用車の 排出ガス規制値の推移

(自工会資料他)

**昭和48年度規制
(10モード)**
CO:18.4g/km
HC:2.94g/km
NOx: 2.18g/km

■昭和41年から4モードによるCOの濃度規制を開始。
■昭和50年から11モードによる冷始動時の規制も実施。
*:昭和48年度規制レベルに対して約1/10とするもので、
日本版マスキー法と呼ばれている。



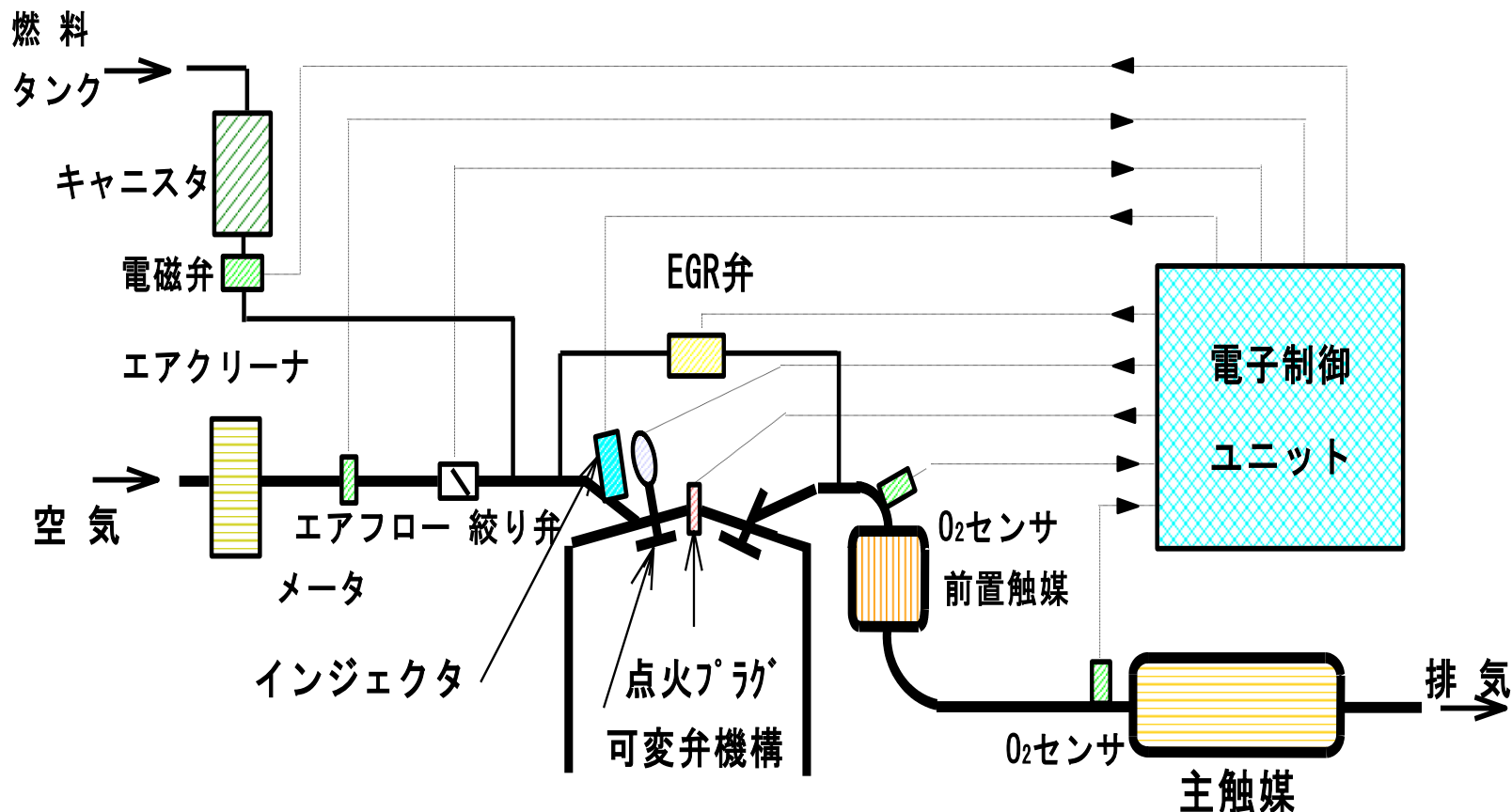
わが国におけるガソリン車の2009年 (ポスト新長期) 排出ガス規制値

車 種			PM	NOx	NMHC	CO	
乗用車			g/km	0.005	0.05	0.05	1.15
トラック バス	G ≤ 1.7t	g/km	0.005	0.05	0.05	1.15	
	1.7 < G ≤ 3.5t	g/km	0.007	0.07	0.05	2.55	
	G > 3.5t	g/kWh	0.01	0.7	0.23	16.0	

- ・ G: 車両総重量 ・ NOx, NMHC, CO: 新長期規制値と同レベル
- ・ PM: 新規に設定され, リンバーン直噴車にのみ適用 ・ 蒸発燃料: 2g/test

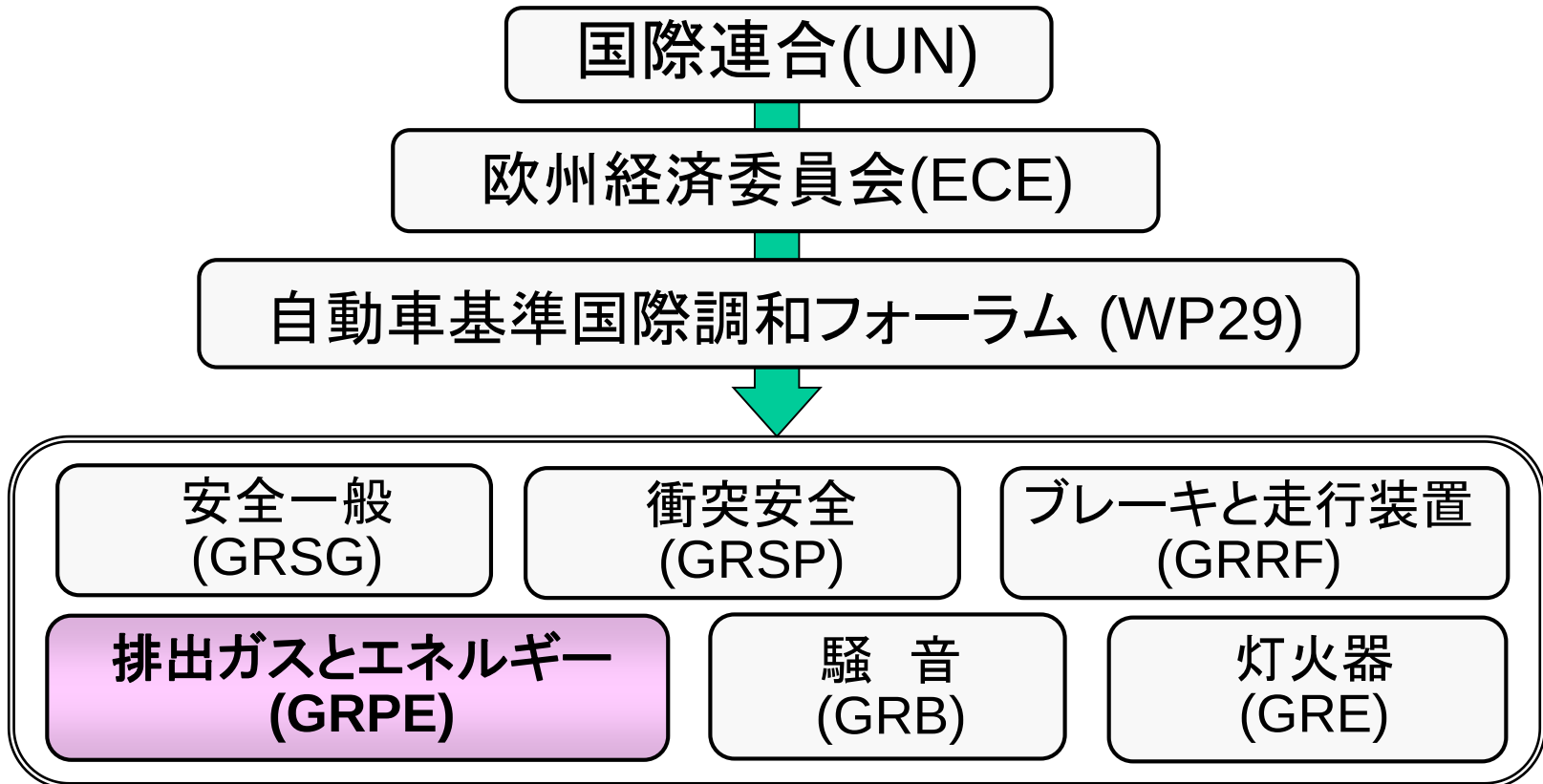
- ・ EU: 2009年 Euro 5a, NOx 0.06, THC 0.01, NMTC 0.06, PM 0.005
2011年 Euro 5b, 同上, PM 0.0045(直噴車のみ)g/km, 2014年 Euro 6
- ・ 米国: 2009年以降, フリート平均 Tier2, NOx 0.044, NMOG 0.056, PM 0.01
- ・ 加州: 2007年以降, LEVII 同上, (以上g/km), LEVIIIの提案(2014~2025)

ガソリンエンジンの排出ガス対策例



- ガソリン車は、2008年と2011年の冷始動・暖機時のモード変更による実質的な規制強化に対応して、「超低公害車☆☆☆☆」になりつつある。
- 長期的には燃費規制の強化に適合してさらに進化を続ける必要がある。

自動車に関する国際基準調和活動の枠組み



- わが国としては、開発の合理化が図られる国際基準調和に積極的に参画し、推進すべき。そのような戦略の構築と国際舞台で活躍し得る人材の育成が重要な課題。
- 注)各国の基準認証制度が国際貿易の不必要な障害を防ぐためのWTOの「貿易の技術的障害に関する協定」(1995年1月17日発効)に基づく。

国際基準調和のための排出ガス・エネルギーに関する専門家会議 (GRPE)

■全世界規制 (gtr)

- ・二輪車排出ガス試験法 (WMTC) (決定)
- ・ノンロードエンジン試験法 (NRMM) (決定)

- ・重量車排出ガス試験法 (WHDC)
- ・排出ガス故障診断 (WWH-OBD)
- ・オフサイクル試験法 (WWH-OCE)

重量車排出ガス関係
(決定へ)

- ・乗用車排出ガス試験法 (WLTP) (決定へ)

■ECE規則改正

- ・粒子測定法 (PMP) (決定)

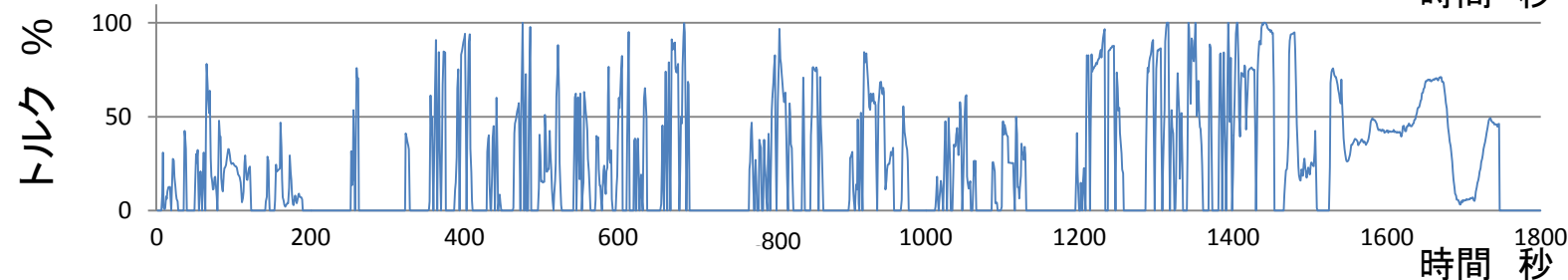
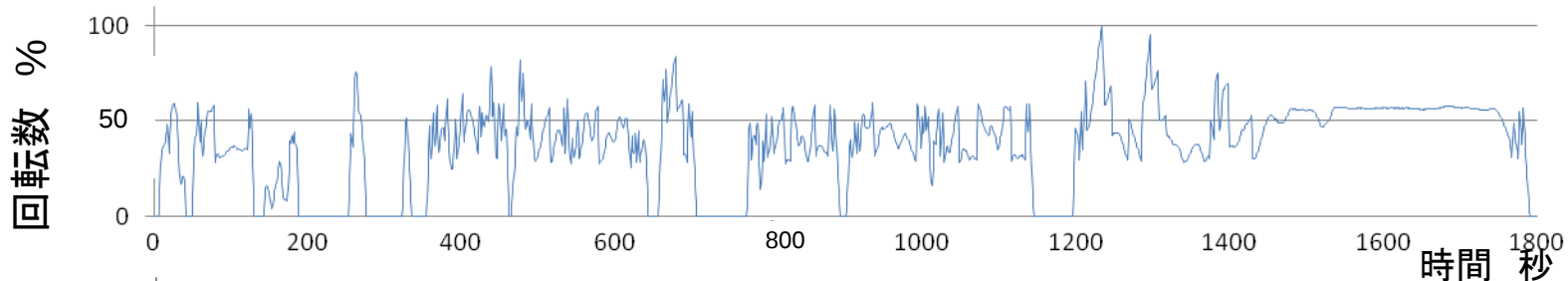
■その他

- ・環境に優しい自動車 (EFV)

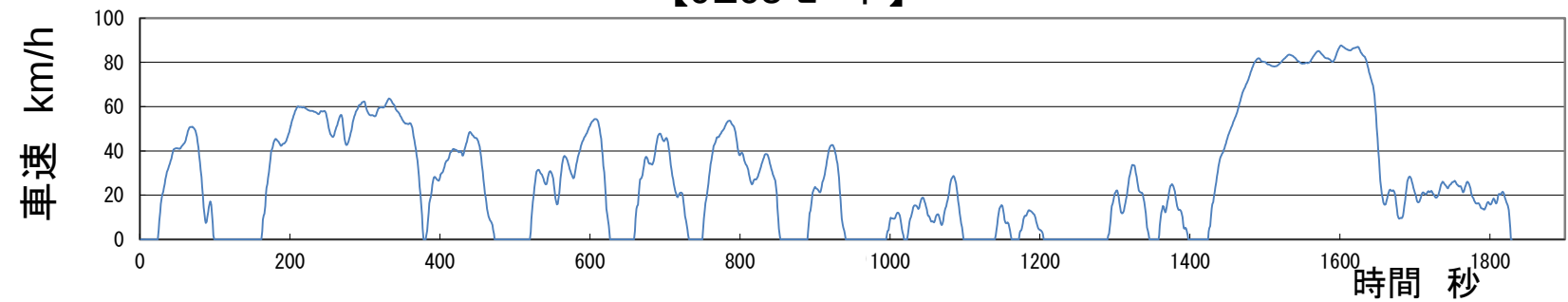
- ・燃料性状 (FQ) (検討中)

次期重量車排出ガス規制における世界統一試験サイクル

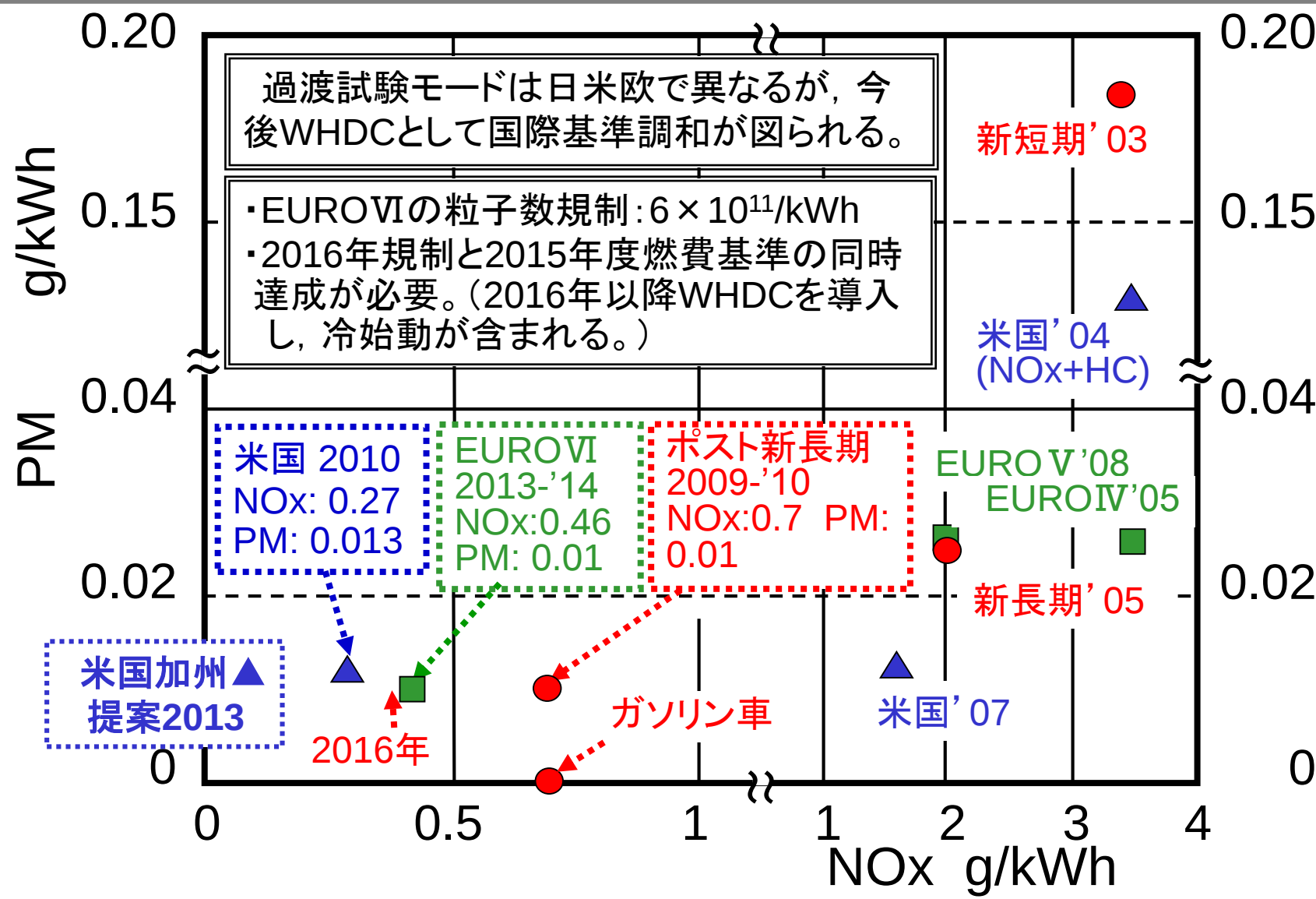
国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム（UN-ECE/WP29）において、我が国も参画し、平成18年に重量車世界統一試験サイクル（WHDC）が策定された。【WHTC（過度モード）】（EURO6, 2016年規制から採用）



【JE05モード】



日米欧におけるディーゼル重量車のNOxとPMの規制



次期重量車排出ガス規制値（2016年以降）

- ・CO2低減対策の重要性を考慮し、今後の燃費の改善代を確保すること。
- ・NOx還元剤の噴射制御が不適切な場合等に温室効果ガスであるN2Oや有害物質であるアンモニアの排出量が増加するおそれがあること。
- ・後処理装置等の耐久性を確保すること。

規制物質	NOx	PM	CO	NMHC
規制値 *	0. 4g/kWh	0. 01g/kWh	2. 22g/kWh	0. 17g/kWh
ポスト新長期	0. 7g/kWh	0. 01g/kWh	2. 22g/kWh	0. 17g/kWh
低減率	43%	0%	0%	0%

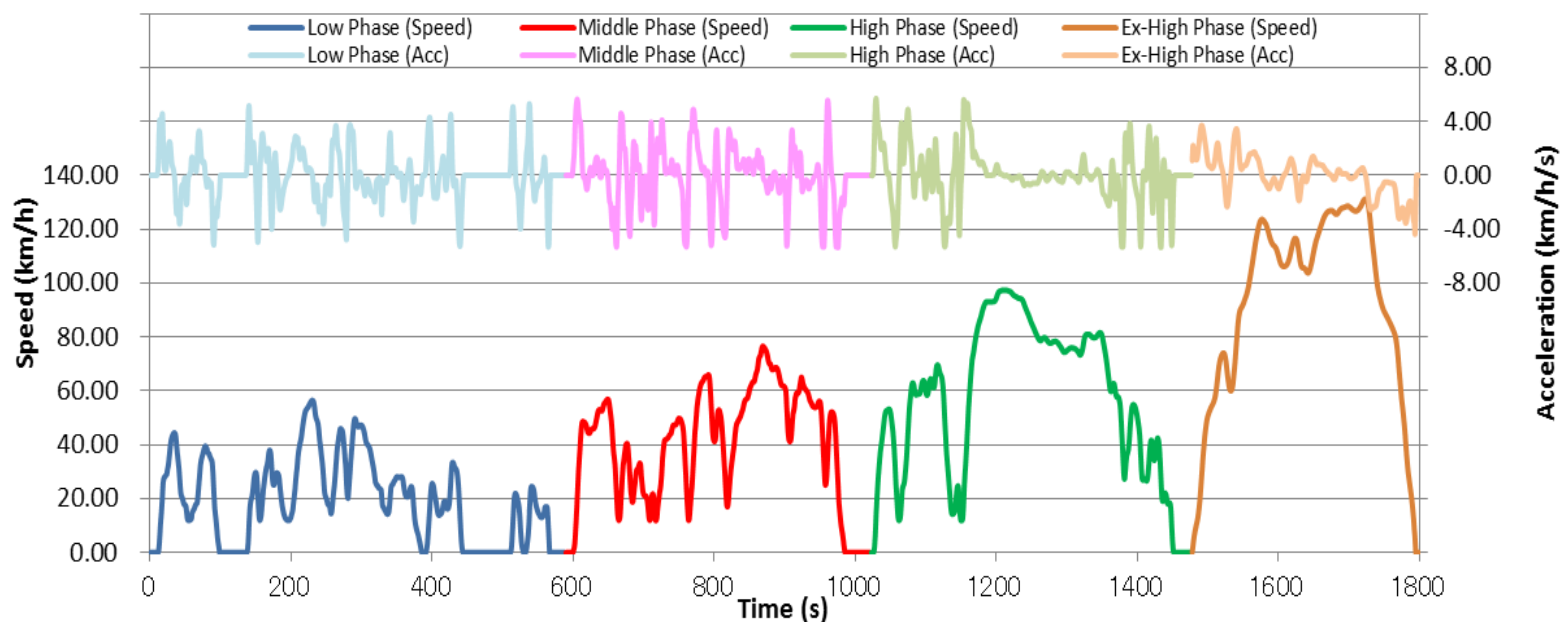
* エンジンが冷機状態、暖機状態において、それぞれ排出ガス試験を実施する。
 排出ガス量＝冷機時排出ガス量 × 0.14 ＋ 暖機時排出ガス量 × 0.86

【平成28年までに見込んだエンジン技術の進展】

- ・二段過給，二段過給導入によるエンジンダウンサイジング
- ・EGR率の増大，EGR制御の高度化，一部車種へのLP-EGRの採用
- ・燃料噴射圧力の向上，PCI燃焼範囲拡大等の燃料噴射制御の高度化
- ・一部車種へのターボコンパウンドシステムの採用

乗用車の世界統一排出ガス試験法“WLTP”の検討 (中環審第12次答申より, 2015年2月)

■重量車を除くガソリン・LPG自動車及びディーゼル自動車を対象に, UN-ECE/WP29で, 我が国も参画して世界統一試験サイクルWLTCを含む世界統一試験法WLTPを採用することとした。WLTCの導入対してJC08モードでの排出ガス特性との相関を取り, 新たな排出ガス許容限度目標値の設定された。



WLTC: Worldwide harmonized Light duty driving Test Cycle

★わが国では、4番目のEx-high Phaseは除外される。

ディーゼル重量車のディフィートストラテジーの適用禁止（中環審第11次答申より、2012年8月）

- 法定試験モードに外の運転条件において、排出ガスを悪化させるディフィートストラテジーとみなされるエンジン関連の制御の適用を禁止する。ただし、そのような制御の中に、エンジン保護（排出ガス低減装置の故障防止）や車両の安全確保のために必要と考えられる制御については、それと見なさないこととする。
- 【保護制御の運転条件】
 - ・低回転連続運転時 ・高負荷・高回転時 ・エンジンオーバーヒート危険時
 - ・高地での運転時 ・低大気温時 ・エンジン等異常検出時
- エンジン始動時や暖機過程時の低温のための触媒低活性等、意図的な制御以外の要因により排出ガス低減装置が有効に作動しない場合に配慮する。
- エンジンを保護する条件から外れた場合は速やかに保護制御を解除すべきである。また、保護制御が許容される条件は通常発現しない運転条件の範囲のみ認め、かつその中でも作動は最小限とすべきである。
- 今後の技術開発により、保護すべき条件は変化する可能性があり、保護機能の出現頻度や新たな排出ガス低減技術等の情報収集に努め、必要に応じて条件を見直すこととする。

ディーゼル重量車のオフサイクルでの排出ガス低減対策に関する課題（中環審第11次答申より，2012年8月）

■エンジンベンチ認証試験条件の見直し

- ・ 尿素SCRシステムは，触媒温度により活性状態が敏感に変化し，また，一定温度以下ではNO_x浄化性能が低いこと及び尿素水結晶化による触媒損傷防止のため，尿素水の噴射を停止する制御が行われている。
- ・ シャンダイナモでの排出ガス試験結果から，同一エンジンでも後処理装置のレイアウト位置により温度条件が変わり，排出ガス量が大きく異なることが確認されている。
- ・ このため，エンジンベンチ認証試験条件については，使用実態を考慮して後処理装置にとってより厳しい条件に変更することが望ましい。

■車載型排出ガス測定システムの導入

- ・ 実走行で新車認証時の排出ガスレベルが維持されていることを確認する手法としてPEMS (Portable Emission Measurement System)が提案されており，欧州でも次期排出ガス規制EURO VIより導入される予定である。
- ・ PEMSによる試験法や許容限度目標値の設定，システムの測定誤差や校正等の課題はあるものの，PEMS導入について検討することが望ましい。

中環審第12次答申で示された今後の検討課題 ① (2015年2月)

■ 二輪車の排出ガス低減対策

- ・ 第十一次答申で示したとおり、二輪車の次期排出ガス規制（平成28年規制）における排出ガス低減対策に加え、一層の低減対策の推進を図る。
- ・ 排出ガス許容限度目標値の見直しをはじめ、一層の排出ガス低減対策の検討にあたっては、実態調査等で得られた知見を活用し、UN-ECE/WP29 における国際基準の策定や見直しに貢献した上で、そこで策定される国際基準への調和について検討する。

■ 微小粒子状物質等に関する対策

- ・ 自動車から排出されるPMのうち、ディーゼル車及びディーゼル特殊自動車から排出されるものは、そのほとんどが微小粒子状物質（PM2.5）であるためこれまでの対策の着実な実施がその削減に有効であると判断される。
- ・ その一方、国内で生産されているガソリン車では、三元触媒が利用できる理論空燃比で燃焼する方式の筒内直接噴射ガソリンエンジン搭載車（ストイキ直噴車）が増加する傾向にある。今後は、我が国の環境基準達成状況とPMの排出実態を把握して、これらの車種のPM 規制の導入を検討する。

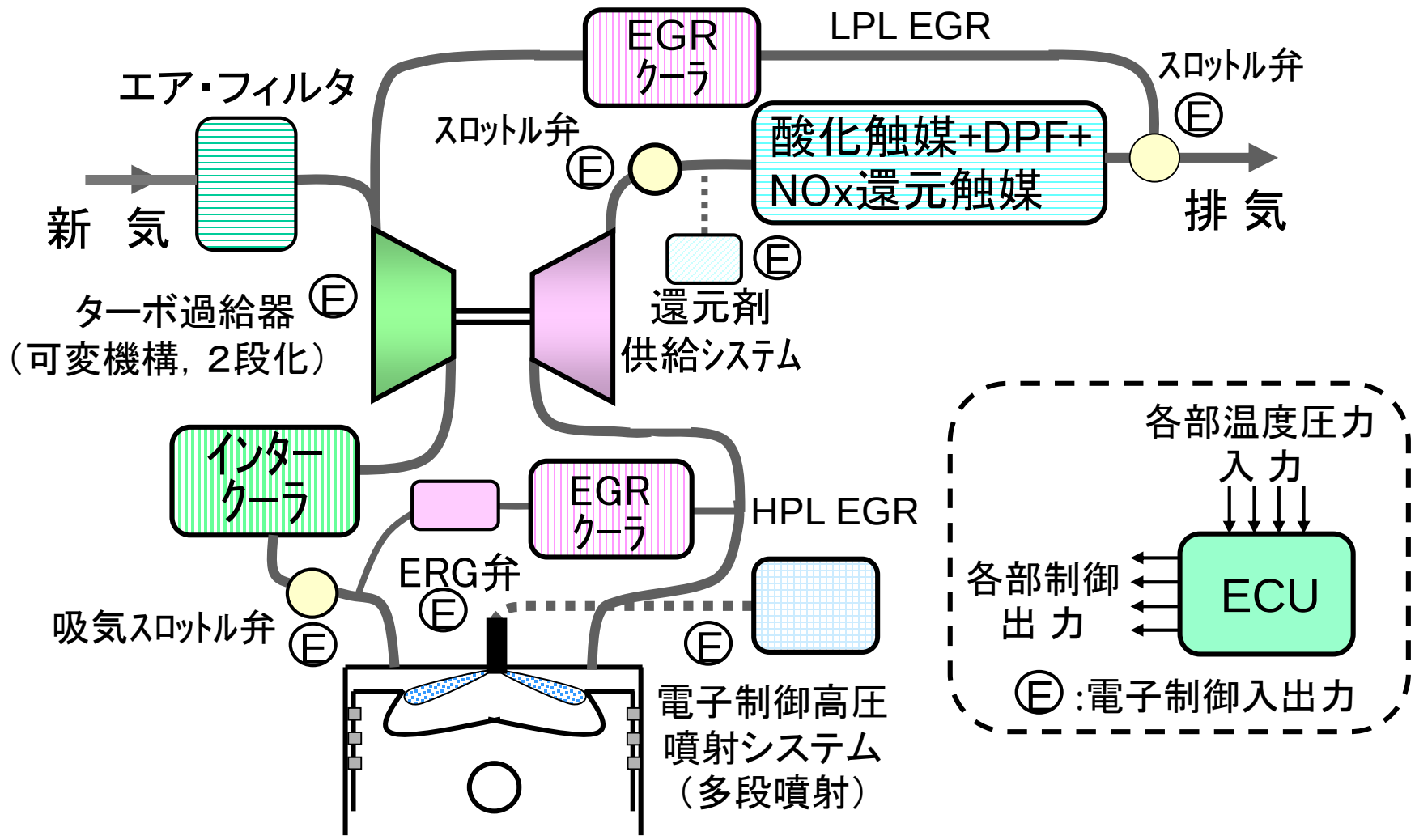
中環審第12次答申で示された今後の検討課題 ② (2015年2月)

- ・ 中環審 大気・騒音振動部会微小粒子状物質等専門委員会において、PM2.5 に関する総合的な対策が検討されていることから、その一環として自動車に必要な対策についても検討する。

■ 燃料蒸発ガス低減対策

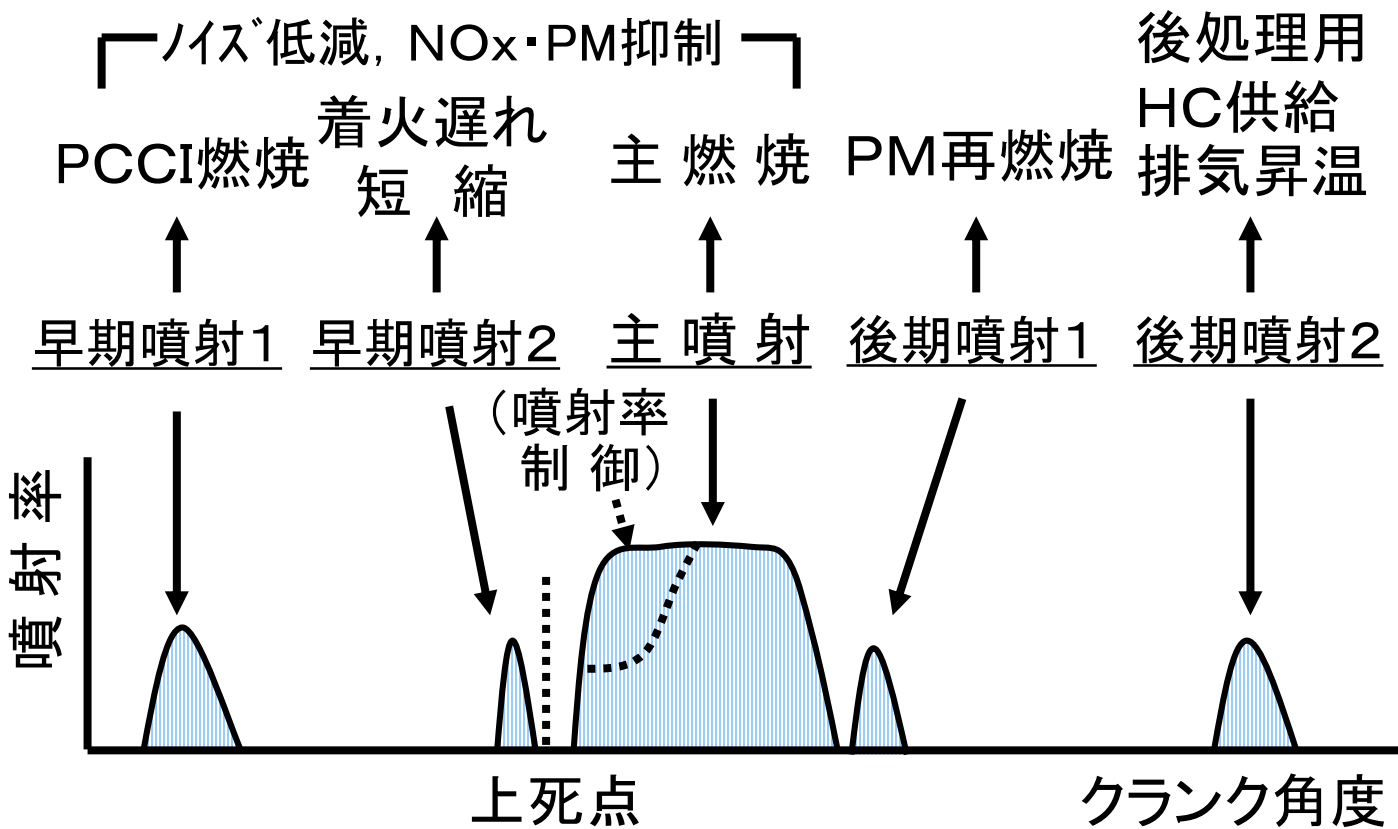
- ・ 我が国の光化学オキシダントの平均濃度は漸増傾向にあり、環境基準達成状況は1%にも満たない状況にある。
- ・ 燃料蒸発ガスを含む揮発性有機化合物(VOC)は、光化学オキシダントやPM2.5 の原因の一つと考えられている。
- ・ このため、自動車の駐車時に排出される燃料蒸発ガス対策の強化や給油時等に排出される燃料蒸発ガス対策の導入については、今後、実行の可能性、技術的課題、対策による効果等について確認する
- ・ また、VOC 排出量全体に占める寄与度や他の発生源に対するVOC 対策の実施状況及び欧米での状況も踏まえ、早急に検討する。

今後のディーゼルエンジンの排出ガス対策例



低硫黄軽油を利用して、燃料噴射系と排気後処理の最適な制御のシステム化、信頼耐久性の確保、コスト低減が重要。長期的に一層の高効率化を目指す必要がある。

多段噴射によるディーゼル燃焼の制御

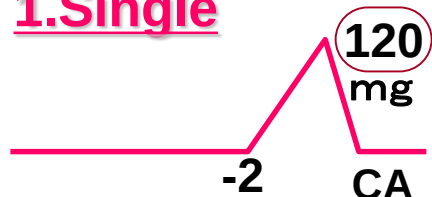


- ・ 電子制御式コモンレール高圧噴射システムの活用。
- ・ 噴射圧力: 180MPa~240MPa, 将来は300MPaへ?
- ・ 燃焼室形状との整合でさらに燃焼改善。

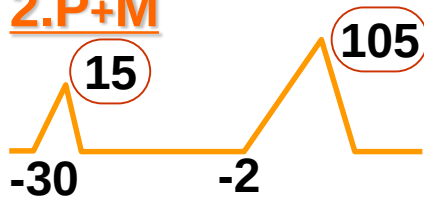
高過給, 高EGR, 多段噴射による直噴ディーゼル機関の 排気浄化 (早大, 自技会2008年)

Single cylinder: 2L, ϵ :17, Ne:1,200 rpm, Load: 60%, P_{inj} : 180 MPa

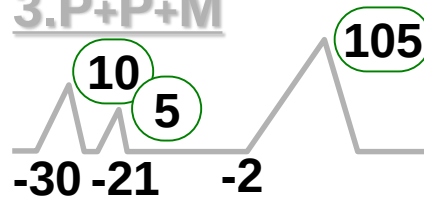
1.Single



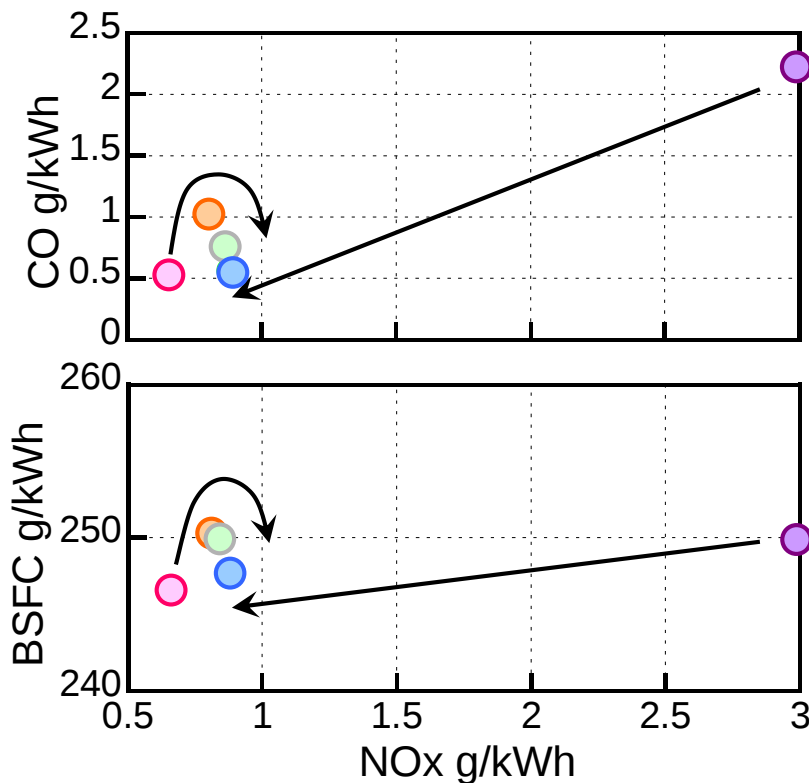
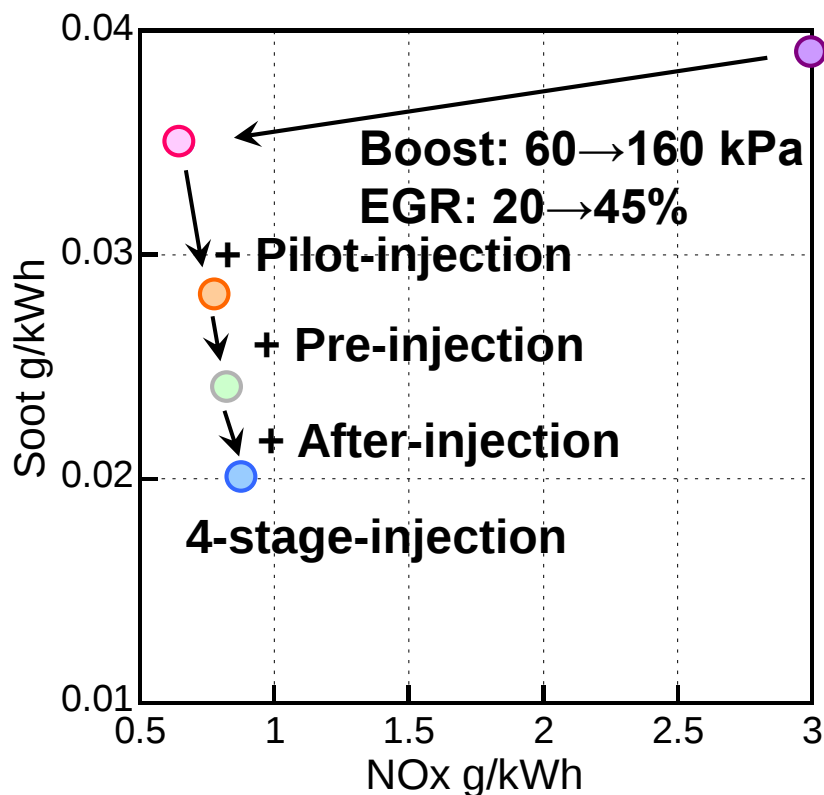
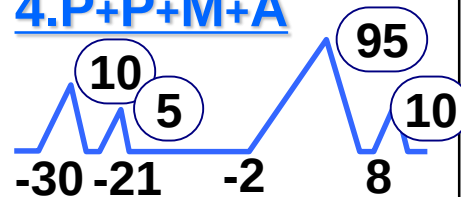
2.P+M



3.P+P+M

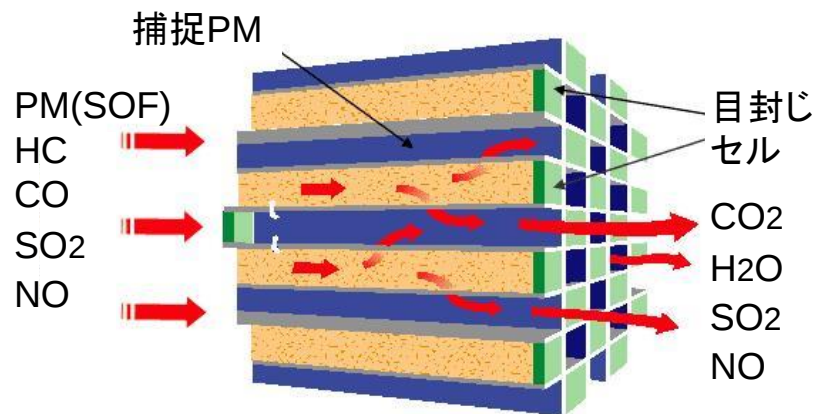


4.P+P+M+A

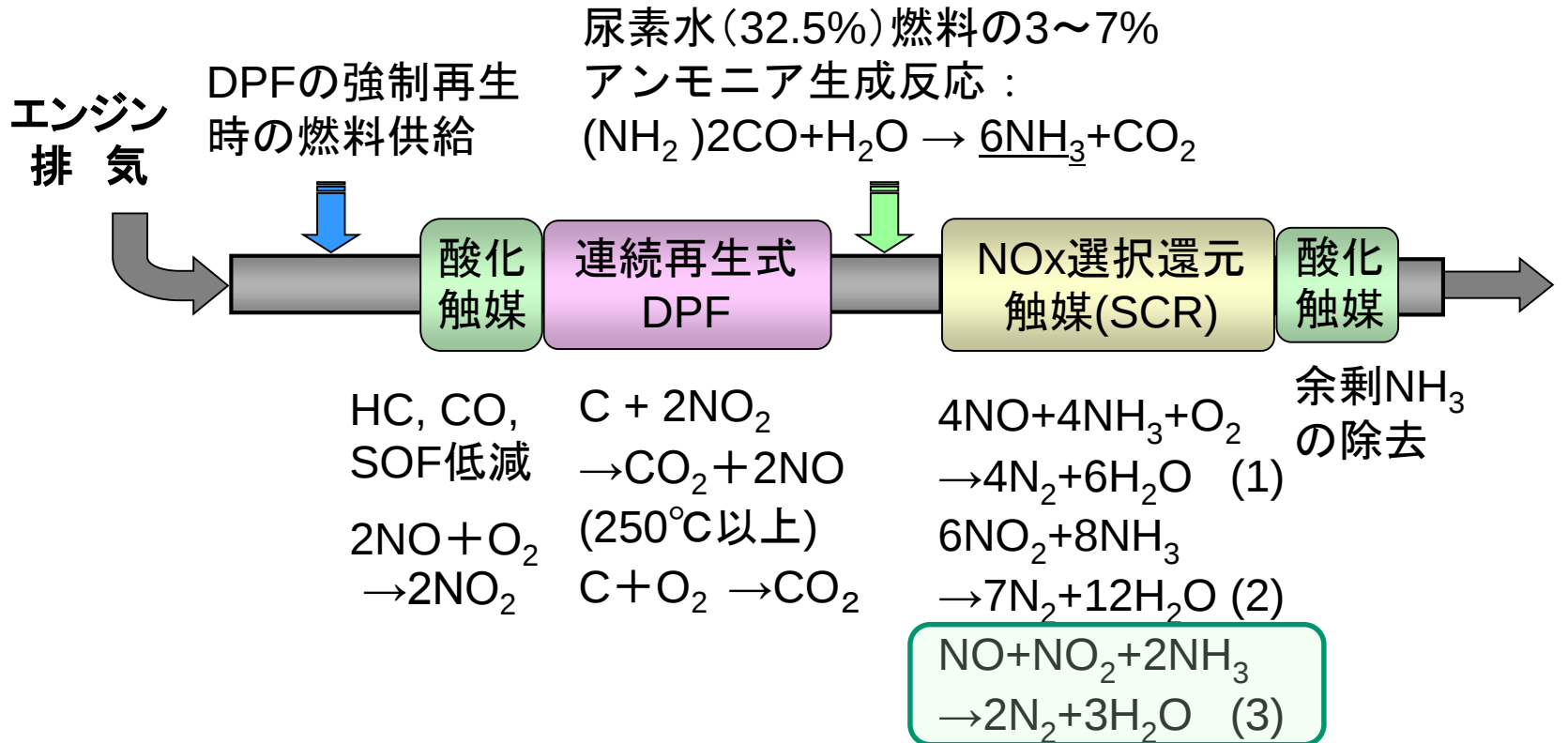


壁流型ディーゼル微粒子フィルターの機能と課題

- 多孔質のセラミックフィルターでPMを捕捉し、それを再生(酸化)処理する方式。
 - ・ 耐久信頼性, ナノ粒子を含めた捕捉率の確保と圧力損失の抑制の両立が課題。
フィルター材料, 気孔径, 気孔径分布, 気孔率の適切な設計が必要。
 - ・ 連続再生: 250℃以上の高温で連続的に酸化除去する。
前段酸化触媒の利用: 前置DOCによりNOから酸化したNO₂によるCの酸化。
さらに高温でフィルター内の触媒(CSF)によりCを酸化。
酸化触媒が, HCやS分で被毒する場合があります, 高温で除去する必要がある。
 - ・ 強制再生: 長い低負荷運転が蓄積したPMを排温を高めて酸化除去する。走行時と停車して行う場合がある。(いずれも排気温度を上げるため, 燃費が悪化する。停車時の再生は運行に不都合を招く場合がある。)
 - ・ 捕捉したPMを定量的に把握して再生を最適化することが課題。
 - ・ NO_x還元触媒との一体化の可能性
- CaSO₄等による目詰まり防止のため, 10ppm以下の超低硫黄燃料, 低アッシュの潤滑油が必要。(定期的に堆積物の除去を行うことが必要な場合もある。)



酸化触媒, DPF, 尿素SCRシステム

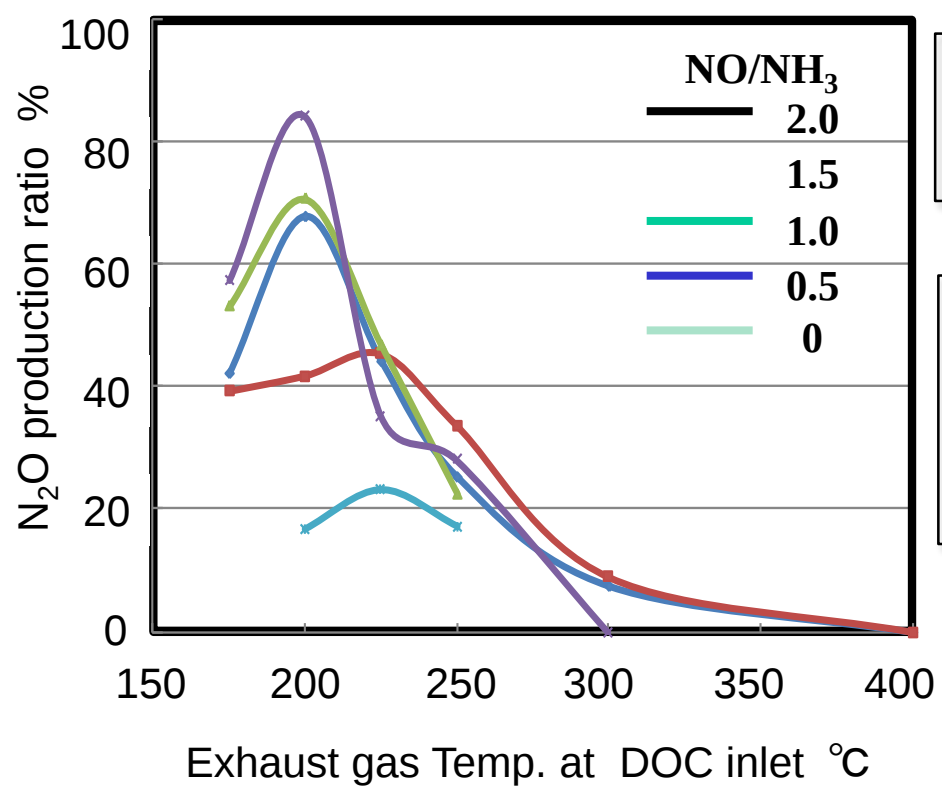


- <課題>
- 燃焼によるNOxとPM低減, 燃費改善と後処理をどう分担するか?
 - DPFの強制再生での燃料消費抑制
 - 低温でのSCR浄化率の向上
 - 尿素水供給量制御の最適化
 - HCやS被毒の抑制と触媒種の選択
 - アンモニアとN₂Oの排出抑制
 - コンパクト化
 - 信頼耐久性の確保

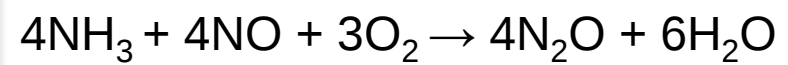
尿素SCRにおけるN₂O生成メカニズム(定常試験結果)

N₂O生成割合

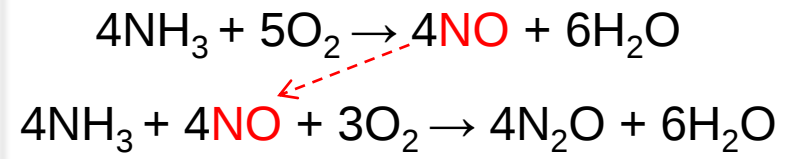
$$\text{N}_2\text{O production ratio} = \frac{\text{N}_2\text{O outlet} - \text{N}_2\text{O inlet}}{\text{NH}_3 \text{ inlet} - \text{NH}_3 \text{ outlet}} \times 100$$



NO/NH₃ = 1.0



NO/NH₃ = 0



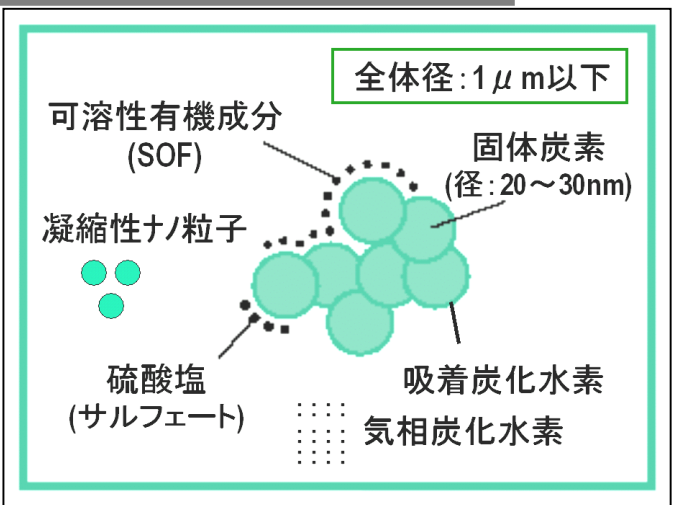
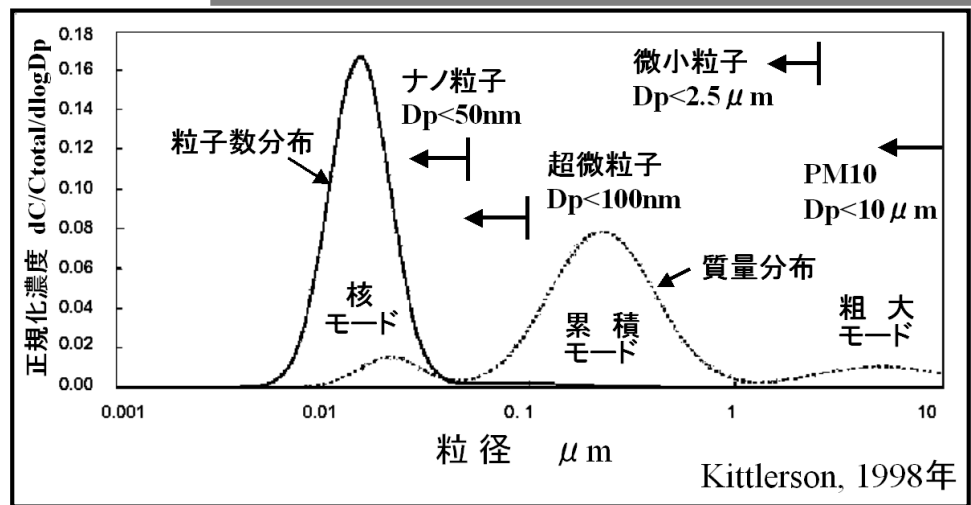
低温域におけるNO/NH₃比の減少

⇒ N₂O生成割合の低下

後置酸化触媒において低温でN₂Oが生成

自技会 2011年, 早大・交通研

ディーゼルナノ粒子の生成と対策

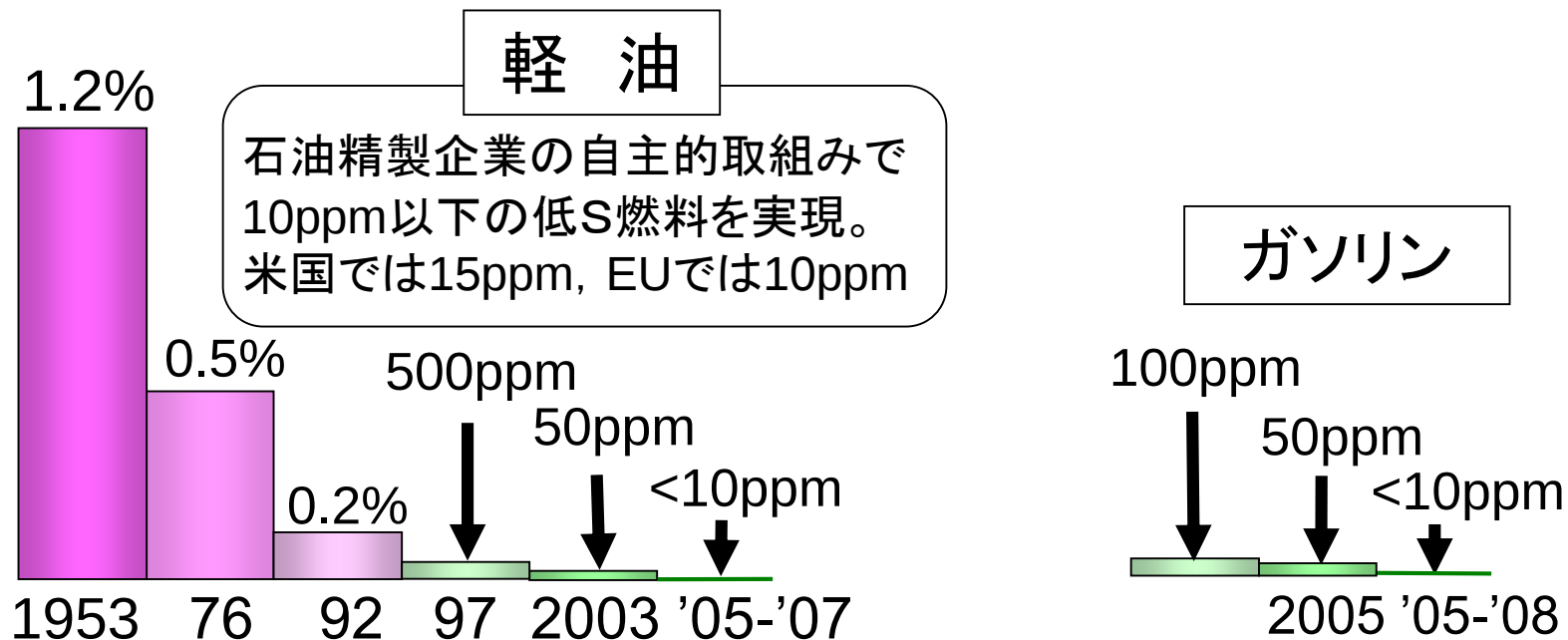


影響因子	・排気温度 ・大気との希釈率 ・保持時間 ・湿度
成分	・軽油の硫黄分 ・潤滑油と添加剤 ・燃料と燃焼起源(T90, 芳香族)
生成要因	・低温でDPF内に捕捉された成分の温度上昇時の蒸発と希釈による凝縮 ・DPF再生時, NOx吸蔵触媒でのリッチスパイク時
規制動向	・EUでのPN規制: 乗用車 6×10^{11} 個/km, 重量車 6×10^{11} 個/kWh ★直噴ガソリン車にも適用(冷始動, 壁面衝突等で排出, GPFが必要か?) ・わが国でも“PM2.5”の環境基準が設定された。(2009年9月)
対策	・大部分はDPFで捕捉可能。酸化触媒でも除去 ・軽油低硫黄化 ・潤滑油消費量の低減, 添加剤の改善 ・DPF再生時とリッチスパイク時対策
課題	・PM2.5への影響の解明 ・測定法の確立 ・粒子数規制の可否の検討

欧米における排出ガス規制の動向

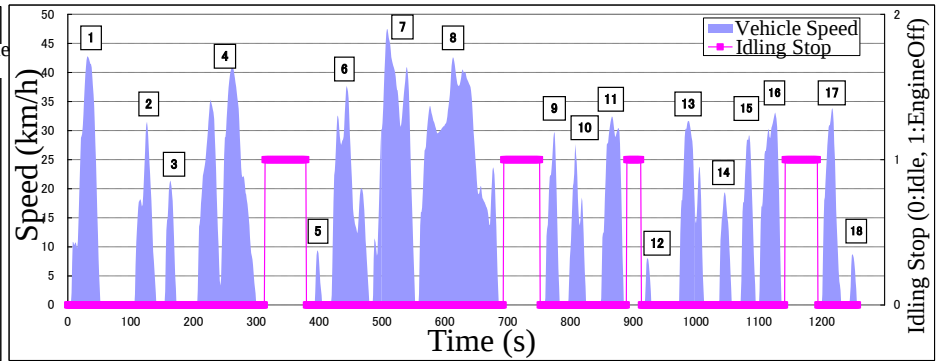
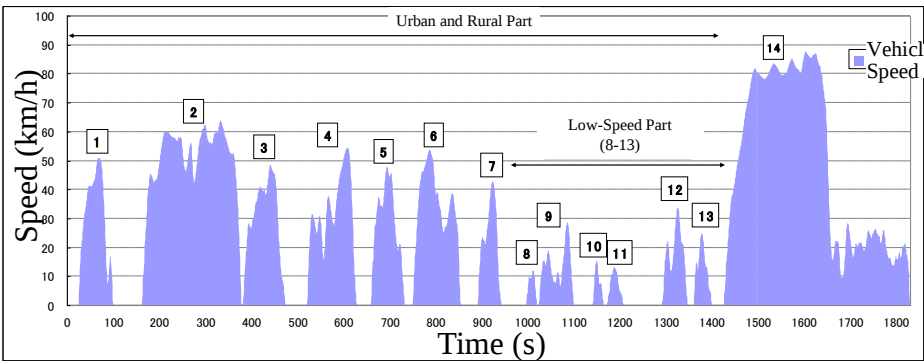
- 米国カリフォルニア州では、LEVIII 軽量車規制値を最終決定し、2025年までにフリート平均でNMOG+NO_xを75%, PMを1mg/mile (0.07mg/km)として90%低減することを求めている。
- 同州では、重量車に対して、NO_xを現行値から75% (0.05g/bhph, 0.07g/kWh)減らすことを検討。
- 米国EPAでは、軽量車のGHG 規制を2016-2025年で実施し、現状に対して 50%の削減を目指す。
- EUでは、Real world driving emissions (RDE)規制を想定して、ランダムダイナモメータ試験および、または PEMS (Portable emissions monitoring system)試験の実施を検討中。ディーゼル乗用車のNO_xによる大気汚染への影響が問題視されている。
- インドと中国では、自動車による大気汚染の悪化が社会問題化しており、排出ガス規制と燃料性状改善を目指す。

わが国における燃料中の硫黄低減

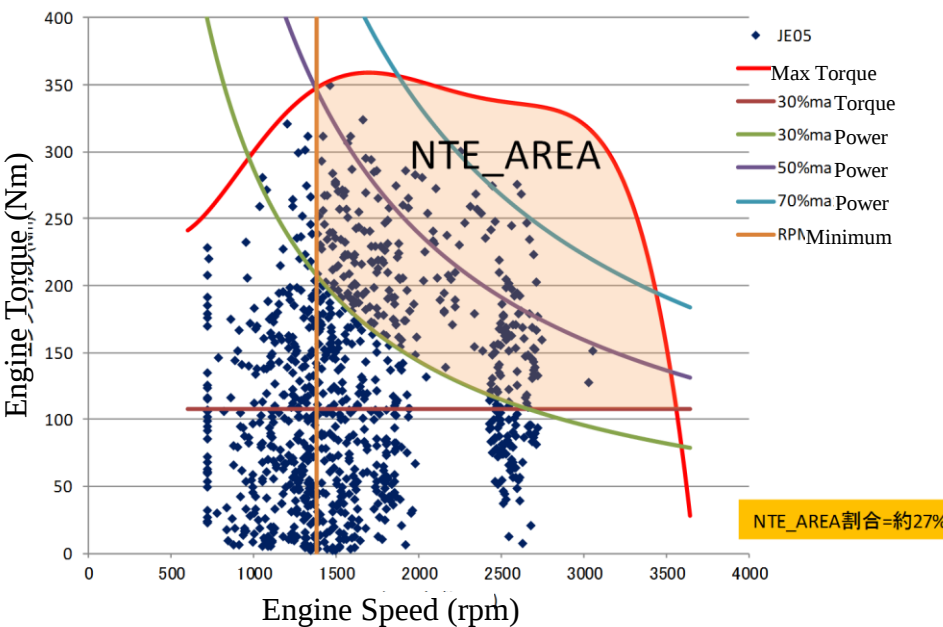


- 新長期規制, ポスト新長期規制に対応してNOx吸蔵還元触媒を用いる
リーンバーン直噴ガソリン車とディーゼル車における利点
 - ・ 硫黄による被毒劣化の抑制(耐久性の向上)
 - ・ 被毒回復制御に必要な燃料消費量の抑制
- 精製過程での超深度脱硫によるCO2増加
 - ・ NOx吸蔵還元触媒装着車の普及促進で克服
- 課 題: 2009年以降, NOx吸蔵触媒では, ゼロS燃料が必要?

市街地における低速車両の排出ガス特性 (環境省, 2013年)

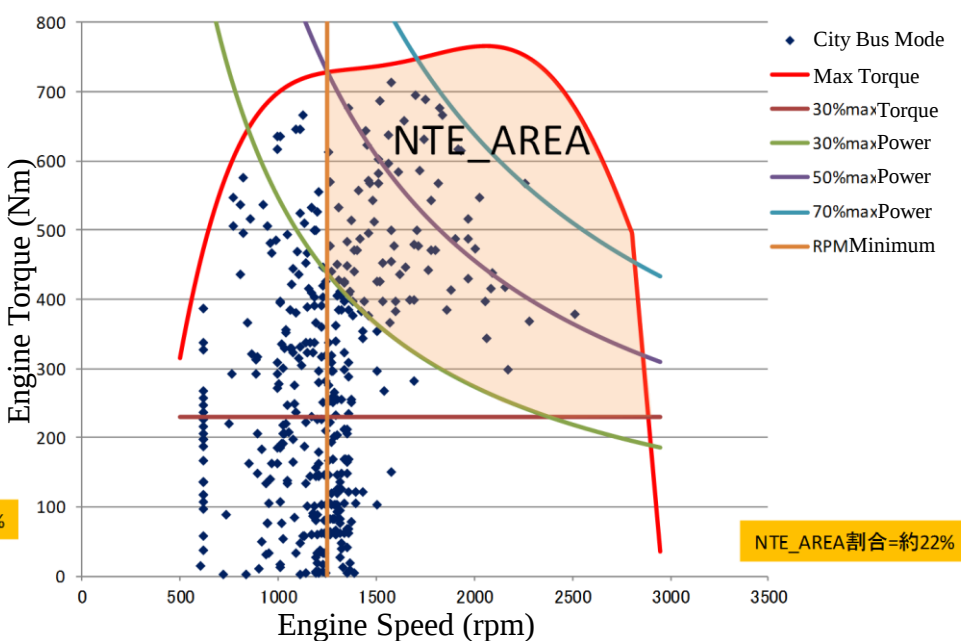


JE05モード



エンジンの回転速度とトルクの分布
(JE05モードにおけるごみ収集車)

路線バス走行モード

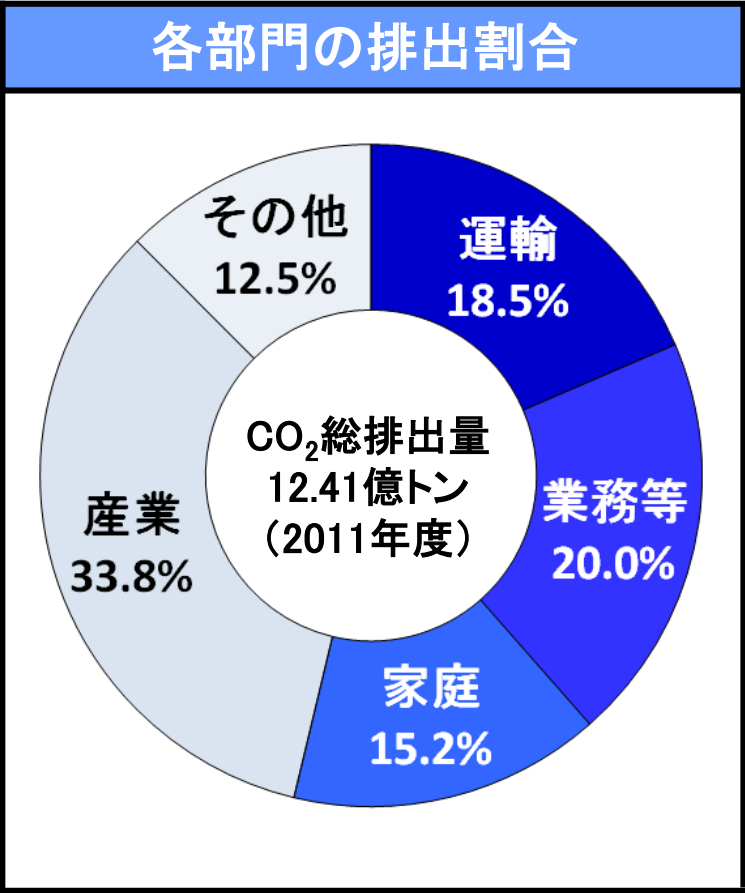


エンジンの回転速度とトルクの分布
(路線バス走行モード)

重量車の排出ガス対策技術の 開発に関わる今後の課題

- 排気浄化と燃費改善の両立が今後の重要な課題
(2015年度燃費基準と2016年規制の達成)
- 排出ガスと燃費の試験法の整合性
- 後処理システムの一層の高性能化, 信頼耐久性の確保, そのための各種センサー(PM, NO_x, アンモニア)の制御や車載診断システム(OBD)への利用
- 実走行時の排出ガス特性の把握とその対策
(Real world driving emissions, Off-cycle emissionsの対策)
- ナノ粒子の排出特性とPM2.5への影響の明確化
- 後処理システムへの負担を大幅に軽減する革新的な燃焼技術の開発が不可欠
- 技術と政策情報の提供を通じた新興国への支援の必要性

わが国における2011年度の運輸部門のCO2排出量（国交省 2013年）



分 類	万トン	割合 %
自動車	20,202	87.8
自家用乗用車	11,520	50.0
自家用貨物車	3,831	16.6
営業用貨物車	4,043	17.6
バ ス	446	1.9
タクシー	362	1.6
内航海運	1,059	4.6
航 空	900	3.9
鉄 道	860	3.7
合 計	23,021	100.0

★ わが国の自動車から排出される CO₂ は全体の排出量の16.2%を占めている。

わが国における燃費基準の沿革

- 1979年 6月: エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)制定
- 1979年12月: ガソリン乗用自動車の燃費基準の策定(1985年度目標)
- 1993年 1月: ガソリン乗用自動車の燃費基準の改正(2000年度目標)
- 1996年 3月: ガソリン貨物自動車の燃費基準の策定(2003年度目標)
- 1998年 6月: 省エネ法改正・・・「トップランナー基準」の考え方の導入
- 1999年 3月: 乗用車, 小型貨物車のトップランナー基準の策定
(ガソリン車は2010年度目標, ディーゼル車は2005年度目標)
- 2003年 7月: LPガス乗用車のトップランナー基準の策定(2010年度目標)
- 2006年 3月: 重量車(トラック, バス等)のトップランナー基準の策定
(2015年度目標)
- 2007年 7月: 乗用車, 小型バス, 小型貨物車の新燃費基準の策定
(2015年度目標)
- 2011年10月: 経産省・国交省は乗用車の2020年度の新燃費基準を取りまとめ、発表した。2012年春に関連法令を改正した。
- 2015年 : 小型貨物車の新燃費基準の提示

ディーゼル重量車と乗用車等の2015年度燃費基準

☆トップランナー方式により、車両区分別に燃費基準が設定されている。

ディーゼル重量車（車両重量3.5t超）

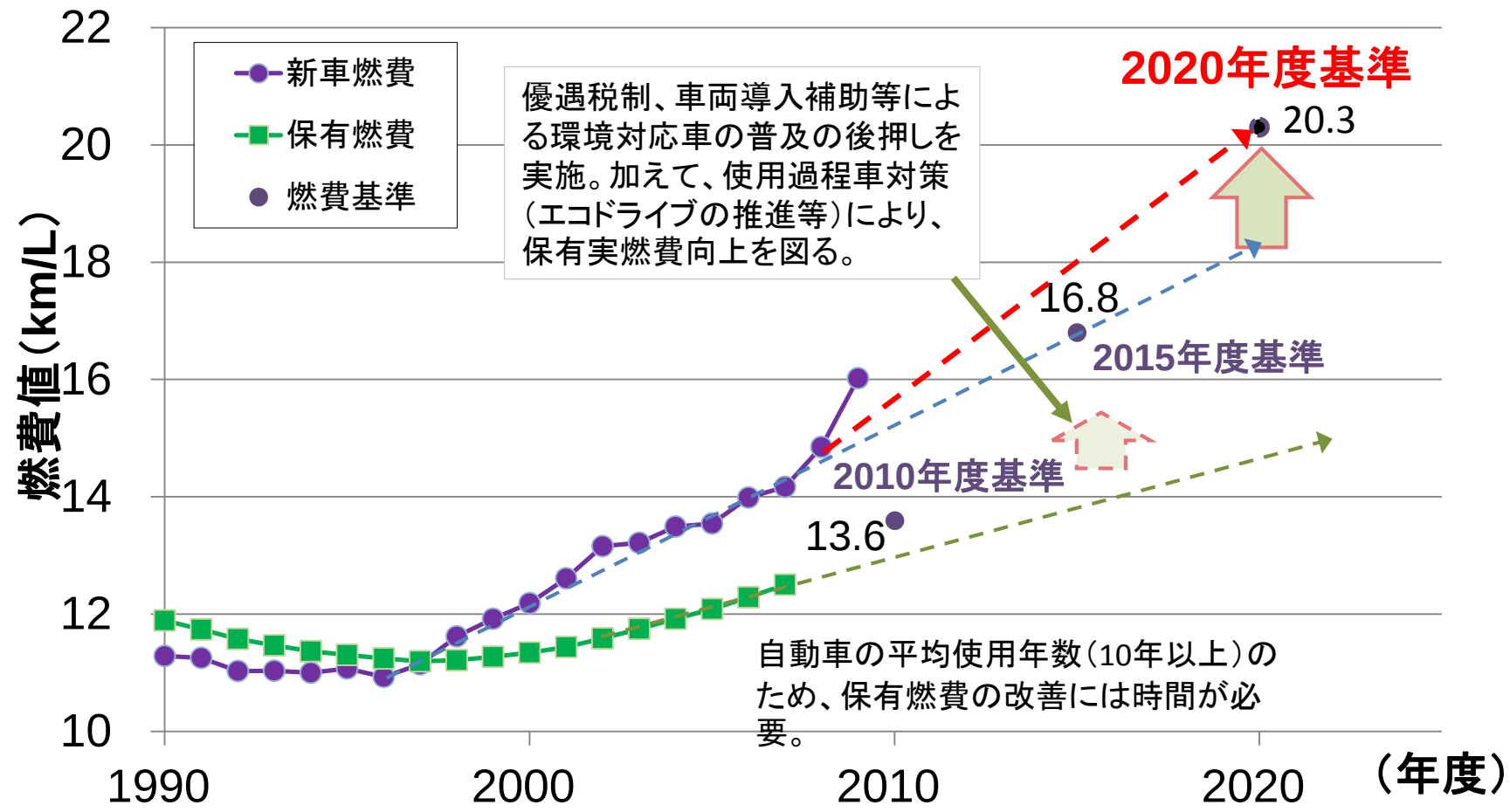
- 世界初の燃費基準。2002年度比で2015年度までに平均で12.2%の改善。
- 2009年からのポスト新長期排出ガス規制による燃費悪化の克服が必要。
- 車体の種類や形状が多いことを考慮し、定常運転でのエンジン燃費特性をもとに数値シミュレーションによる評価を行う。

乗用車等

- 現 状：1995年度比で22.8%改善する2010年度の乗用車燃費基準はすでに達成されている。（2004年度に約22%改善） 2020年度基準が検討中。
- 車両の重量区分を一層細分化。
- エンジンと動力伝達技術の改善効果を積み上げることで2010年度基準値に対して平均で29.2数%の改善が可能な見通し。2004年度比で23.5%改善，2015年度基準が達成されれば，1995年度に対して約40～50%の改善
- ガソリン車とディーゼル車の区別廃止でディーゼルには有利。

乗用車等の燃費基準の推移(国交省, 2011年)

- ・2020年度平均燃費値は**20.3 km/L**となり、2009年度比24.1%の向上。
- ・燃費値はJC08モード。10・15モードによる測定実績値を一定の仮定で換算



乗用車の2020年度燃費基準案と 燃費改善率(2011年8月)

ガソリン車, ディーゼル車, ハイブリッド車を対象としたプランナー方式による車両重量別の燃費目標値に応じて販売台数で重み付けして調和平均値としての**企業平均燃費(CAFE)**の基準達成が求められる。新燃費基準を達成した場合, 目標年度(2020年度)における燃費改善率は下表のとおりである。

＜2009年度実績値に対する燃費改善率＞

2009年度 実績値	2020年度 推定値	2009年度実績 からの燃費改善率
16.3(km/L)	20.3(km/L)	24.1% (年率2%)

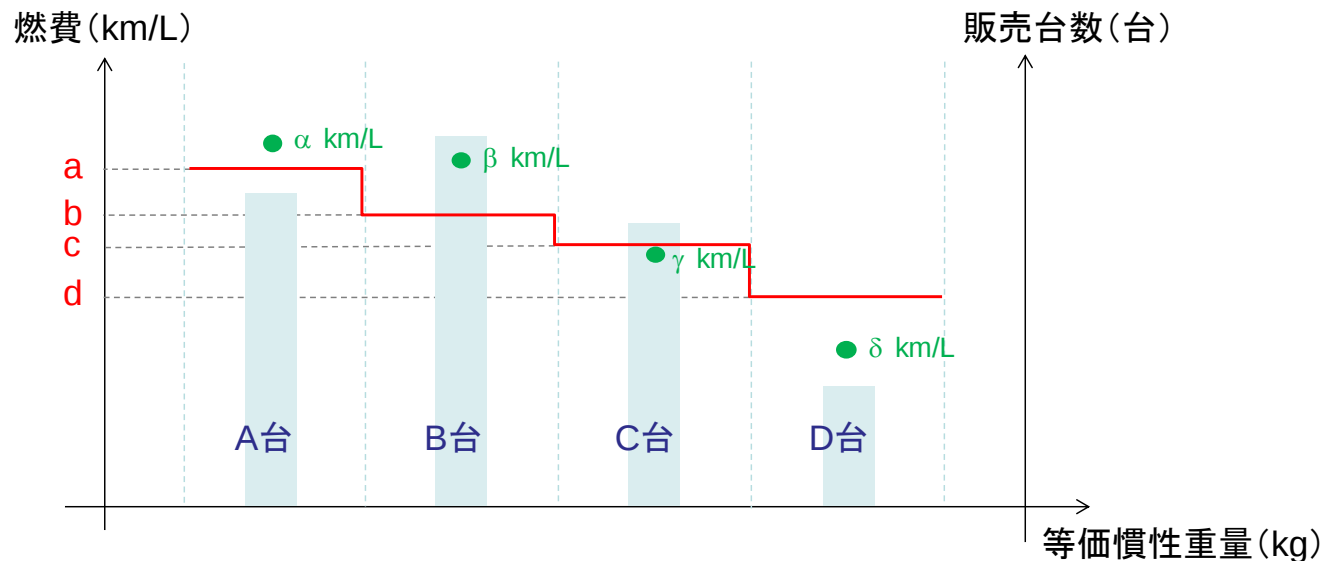
＜現行燃費基準の水準に対する燃費改善率＞

2015年度 基準相当平均値	2020年度 推定値	2015年度基準 からの燃費改善率
17.0(km/L)	20.3(km/L)	19.6% (年率4%)

※ 上の表の燃費値は、JC08モードによる燃費値。各燃費改善率は、2020年度における各区分毎の出荷台数比率が2009年度と同じと仮定して試算。

※ EVとPHVは、本格的な普及には至っていないので、目標値の決定に当たっては考慮されていないが、企業平均燃費に算入できるので有利である。

2020年度企業平均燃費(CAFE)の導入(案)



$$\text{A社のCAFE値} = \frac{A + B + C + D}{\frac{A}{\alpha} + \frac{B}{\beta} + \frac{C}{\gamma} + \frac{D}{\delta}}$$

 $\geq$

$$\text{A社のCAFE基準値} = \frac{A + B + C + D}{\frac{A}{a} + \frac{B}{b} + \frac{C}{c} + \frac{D}{d}}$$

- 燃料についてはガソリンをベースとし、低発熱量換算のため、ディーゼル車とLPG車の燃費は、それぞれ1.10, 0.78で除した値とする。
- EVとPHEVは省エネ法の燃費基準の対象とせず、基準値を設定しない。
- 電費は消費電力量を発熱量に基づいてガソリン使用量に換算低位発熱量(32.9 MJ/L)を使用した値をガソリン乗用自動車等の燃費とともにそれぞれの出荷台数で加重調和平均した値により基準達成を判断する。

2015年度重量車の燃費基準 (車両総重量>3.5トン)

<トラック> (L/km)

車 種	基準2002年度	2015年度	改善率
トラクター以外	6.56	7.38	12.2%
トラクター	2.67	2.93	9.7%
全 体	6.32	7.09	12.2%

<バス> (L/km)

車 種	基準2002年度	2015年度	改善率
路線バス	4.51	5.01	11.1%
一般バス	6.19	6.98	12.8%
全 体	5.62	6.30	12.1%

小型貨物自動車の新燃費基準（2014年11月案）

＜2012 年度実績値に対する燃費改善率＞

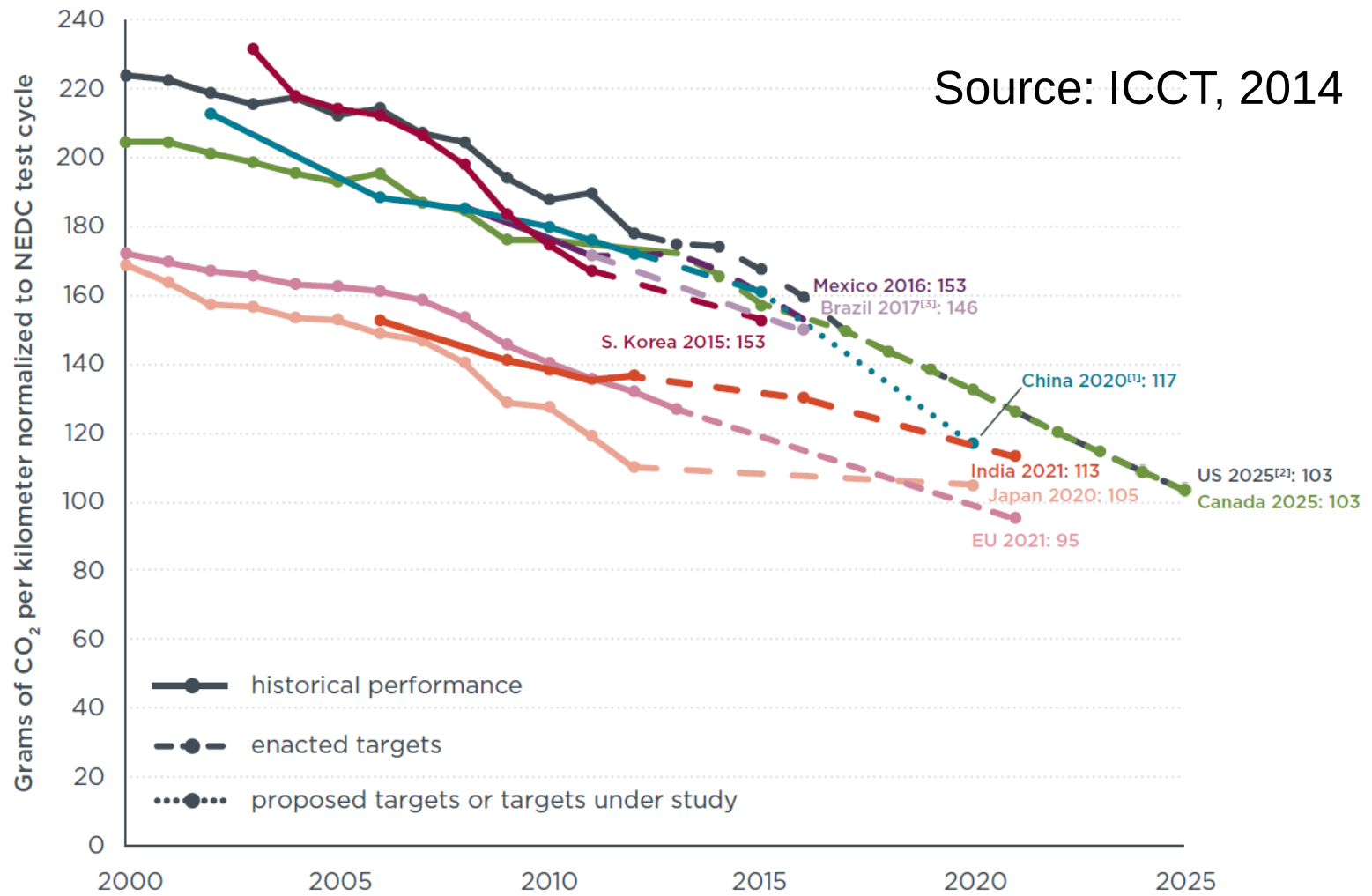
2012年度 実績値	2022年度 推定値	2012年度からの 燃費改善値
14.2 km/L	17.9 km/L	26.1%

＜現行燃費基準の水準に対する燃費改善率＞

2015年度 基準相当平均値	2022年度 推定値	2012年度からの 燃費改善値
14.5 km/L	17.9 km/L	23.1%

- 対象範囲は、揮発油または軽油を燃料とする車両総重量3.5t 以下の貨物自動車
- 上の表の燃費値は、JC08 モードによる燃費値である。
- それぞれの燃費改善率は、目標年度（2022 年度）における各区分毎の出荷台数比率が、2012 年度と同じと仮定して試算している。
- 今後乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法（WLTP: Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure）が国内導入される際には、判断基準におけるエネルギー消費効率の測定方法としても活用することについて、改めて検討する。

各国の乗用車燃費基準によるCO₂排出量の比較



自動車の燃費改善技術

燃費改善率 ◎: 10%以上 ○: 5～10% □: 5%以下

対 象		技 術 (G:ガソリン車, D:ディーゼル車)	
エンジン	新方式	◎直噴ガソリン(G) ◎ミラーサイクル	◎ハイブリッド化 ○リーンバーン, HCCI(G)
	制 御	○アイドルストップ □空燃比, 点火時期制御の高精度化(G)	□減速時燃料カット
	機 構	□4弁化 ○可変弁機構(VVT等による可変圧縮比) ◎可変気筒機構	○可変ターボ過給 ◎エンジンダウンサイジング
	摩擦低減	□潤滑特性の改善	□運動部の軽量化
駆 動・伝達系	ATの改善	○無段変速機(CVT) □ATの電子制御化	○自動化MT(DCT) □ATの多段化
車 体		◎軽量化(樹脂, 軽金属, 超高張力鋼の利用) ◎空気抵抗低減(高速時) □低転がり抵抗タイヤ	
その他		□補機類の高効率化(電動化) □廃熱利用	

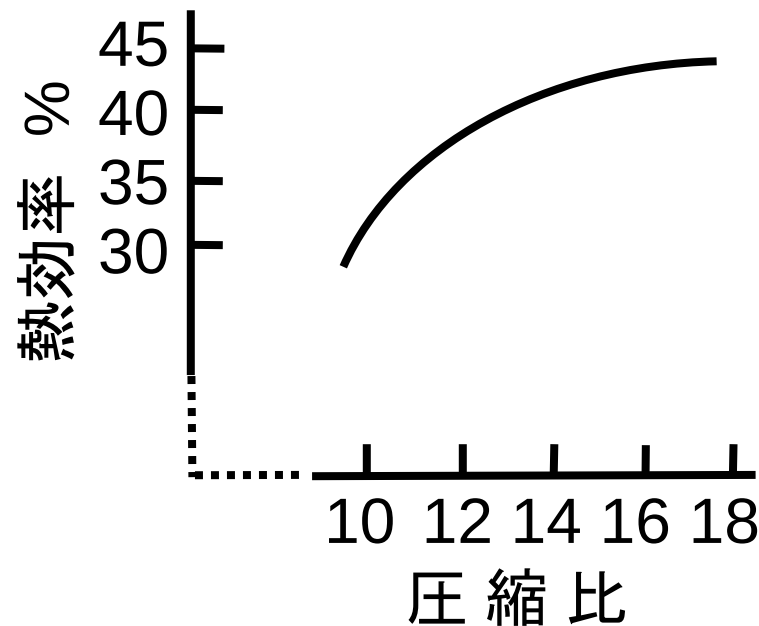
ディーゼルエンジンは、何故燃費がよいか？

- 圧縮比が高い。 ■ 部分負荷では燃焼の等容度が高い。
- 吸気を絞らないため、ポンプ損失がない。
- ターボ過給で排気エネルギーの一部を回収。
- 全体的に空気過剰な燃焼を行うので、比熱比が大きく、熱損失が少ない。

★ガソリン乗用車はディーゼル車の燃費に近づけるか？

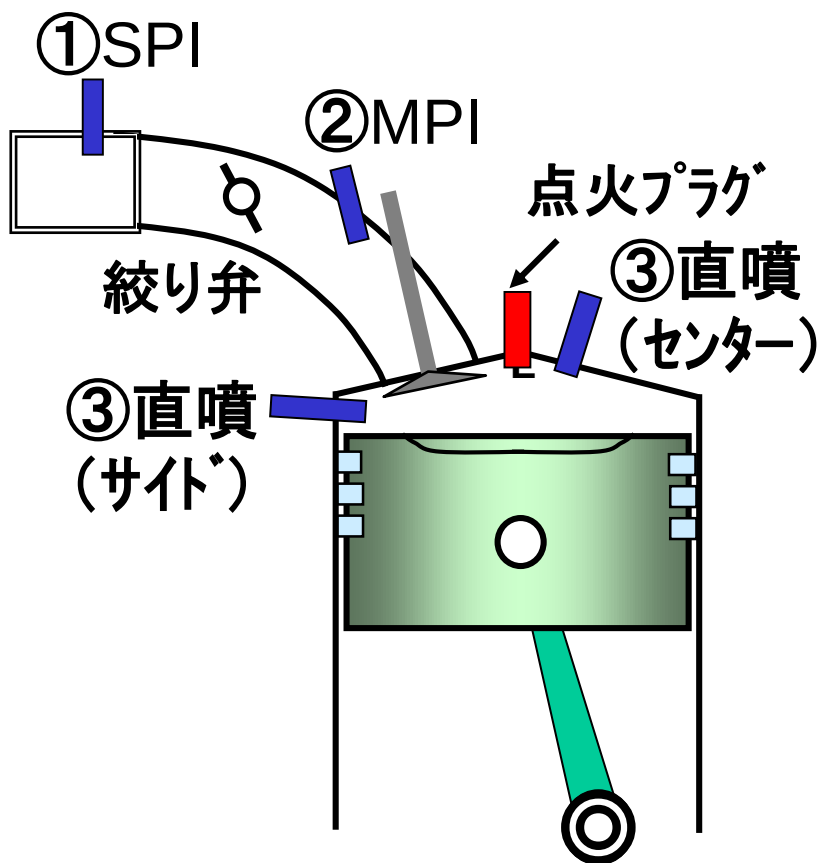
そのための手段は...

- ・直噴 ・高圧縮化（高オクタン価）
- ・ターボ過給 ・リーンバーン
- ・HCCI ・VVT ・VVL
- ・ハイブリッド化



ガソリンエンジンにおける燃料供給方式とその特徴

①→③: 燃料の輸送遅れ,
分配性, 始動性の改善



- ① SPI (シングルポイントインジェクション)
 - 簡易的なシステム
 - △厳密な空燃比制御が困難
- ② MPI (マルチポイントインジェクション)
 - 厳密な空燃比制御が可能
 - 気筒間の供給バラツキの抑制
 - ◎三元触媒によりNO_x大幅低減
- ③ 筒内直接噴射
 - ◎希薄な成層燃焼/理論混合比
 - ◎耐ノック性の向上(高圧縮比化による燃費改善)
 - ◎過給システムによってエンジンダウンサイジング
 - 大量EGRによるHCCIの可能性?
 - △コスト高△冷始動・暖機時のPM
 - △NO_x低減には還元触媒必要

燃費性能の高い各種エコカー（2014年末現在）

型 式	車 名	メーカー	燃 費 km/L
ハイブリッド車	アクア	トヨタ	37.0
	フィットHV	ホンダ	36.4
	カローラHV	トヨタ	33.0
	プリウス	トヨタ	32.6
	アコードHV	ホンダ	30.0
PHEV	アウトランダーPHEV	三菱	61.0以上
	プリウスPHEV	トヨタ	57.2-61.0
軽自動車	アルト	スズキ	37.0
	ミライース	ダイハツ	35.2
	ワゴンR	スズキ	32.4
小型車	デミオ ディーゼル	マツダ	30.0
	ミラージュ	三菱	27.2
	ノート	日産	25.2

米国NHTSAとEPAによる大型ピックアップトラックを含む商用車の燃費基準(2014~18年)

- 2014~18年モデルの5年間を対象期間とし、2010年比で6~23%の燃費改善を求めるもので、米国初の商用車の燃費基準の実施となる。
- 対象車両は大きく3カテゴリーに分けられ、2010年実績比で、燃費と二酸化炭素(CO₂)排出量の削減が求められる。(N₂OとCH₄:0.1g/bhph以下)
 - (1)トレーラーヘッドなどを含むコンビネーション・トラクター:最大20%
 - (2)ピックアップトラックやバン等の一般商用車
 - ・ガソリン車:10%改善
 - ・ディーゼル車:15%
 - (3)スクールバス、ゴミ収集車等の特殊車両を含む商用重量車:10%

ただし、屋根の高さや重量などによって規制値が異なる場合がある。
- 詳細情報:NHTSAのウェブサイト, <http://www.nhtsa.gov/fuel-economy>
- なお、2010年4月には、乗用車と小型トラックを対象に企業平均の新規制を決定。2012年から16年までにCO₂の排出量を段階的に42%削減し、燃費を現行の27.5MPGから35.5 MPG(約15km/L)に引き上げる。
- 一層の改善を求める次期基準(2020~25年)の検討が開始されている。

米国エネルギー省 “SuperTruck Program” の概要

■ “21st Century Truck Partnership” の一環

■ 予算と期間

- ・DOEの助成(50%補助)約100億円／4社
 - Cummins, Navistar, Daimler (DDC), Volvo
- ・5年間: 2010年～2014年

■ 目 標:

- ・輸送効率全体を50%改善する。
 - トラクター／トレーラーの車両技術で30%達成
 - エンジン技術で20%達成
- 正味熱効率(BTE)50%達成(42%→50%)
さらに, 正味熱効率55% の見通しを付ける。

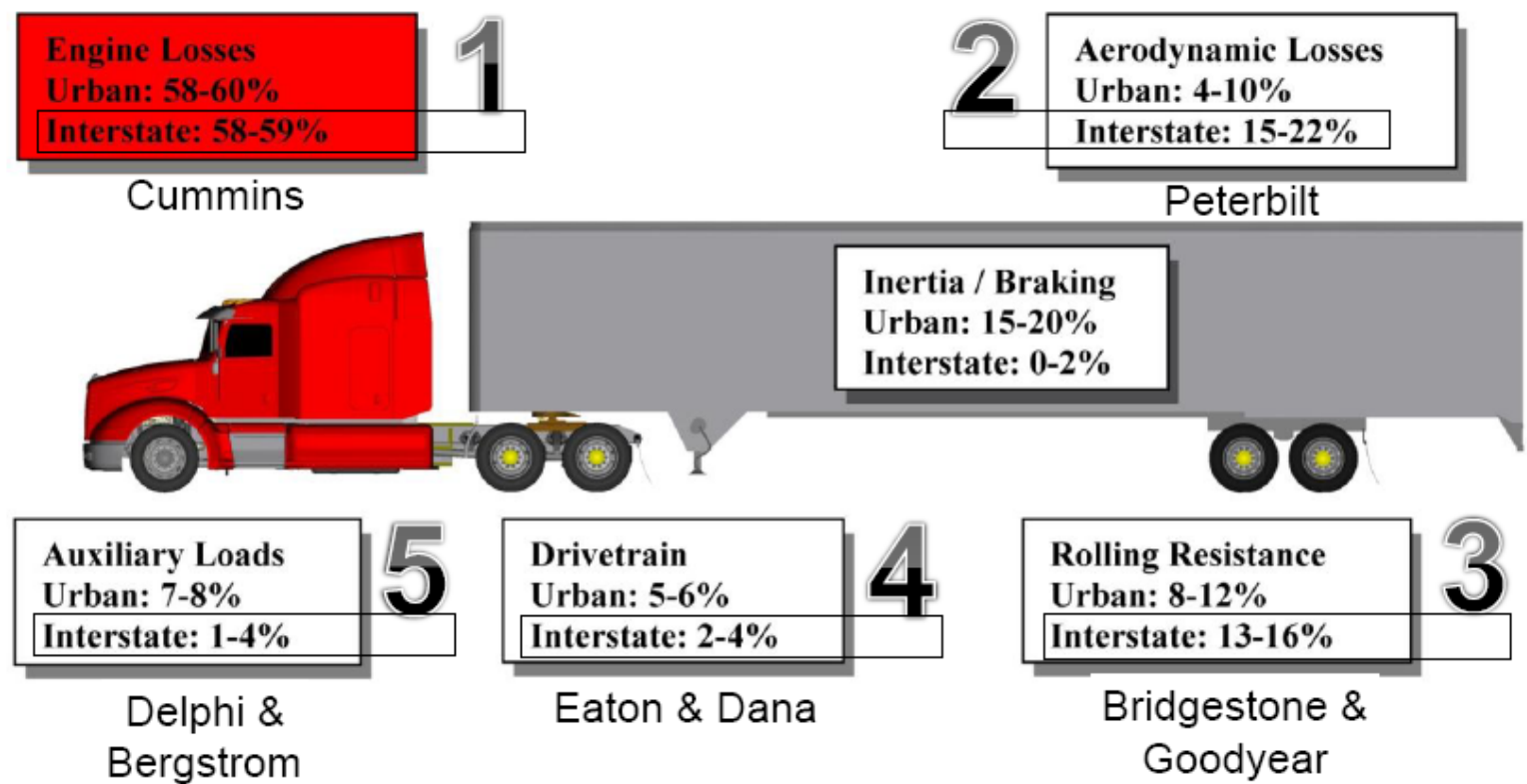
■ 課 題

- ・費用対効果 ・ロバスト性 ・軽量化
- ・低燃費と低排出ガスの両立
(NOx後処理システムの簡素化)
- ・そのための燃料性状の決定(デュアル燃料の利用?)

Cummins社の総合的燃費改善手段

米国DOEのSuperTruck プログラム(2010~2014年)

Analysis of 27 Drive Cycles for Class 8 Vehicles
with a Variety of Seasons (Summer, Winter, etc.)



Analyze: Where is the energy going? Identify priority.

エンジンに関わる3つの技術

燃焼技術

燃焼反応化学
 燃料設計・合成
 性状適正化
 (オクタン価, セタン価)
 バイオマス・水素
 天然ガス・GTL

実験・計測
 数値シミュレーション
 最適制御

可変機構
 材料
 電子制御
 (センサ,
 アクチュエータ)

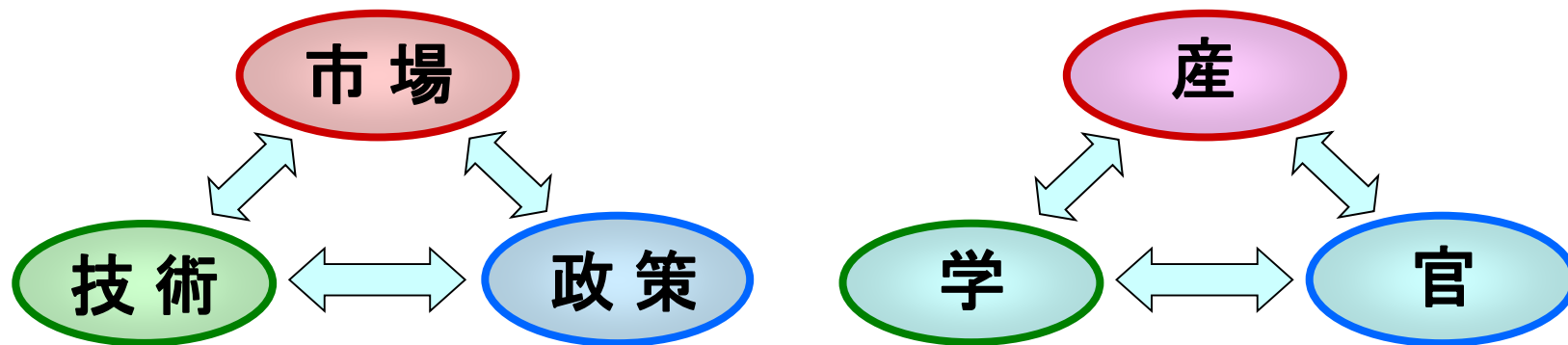
後処理技術

触媒化学

燃料技術

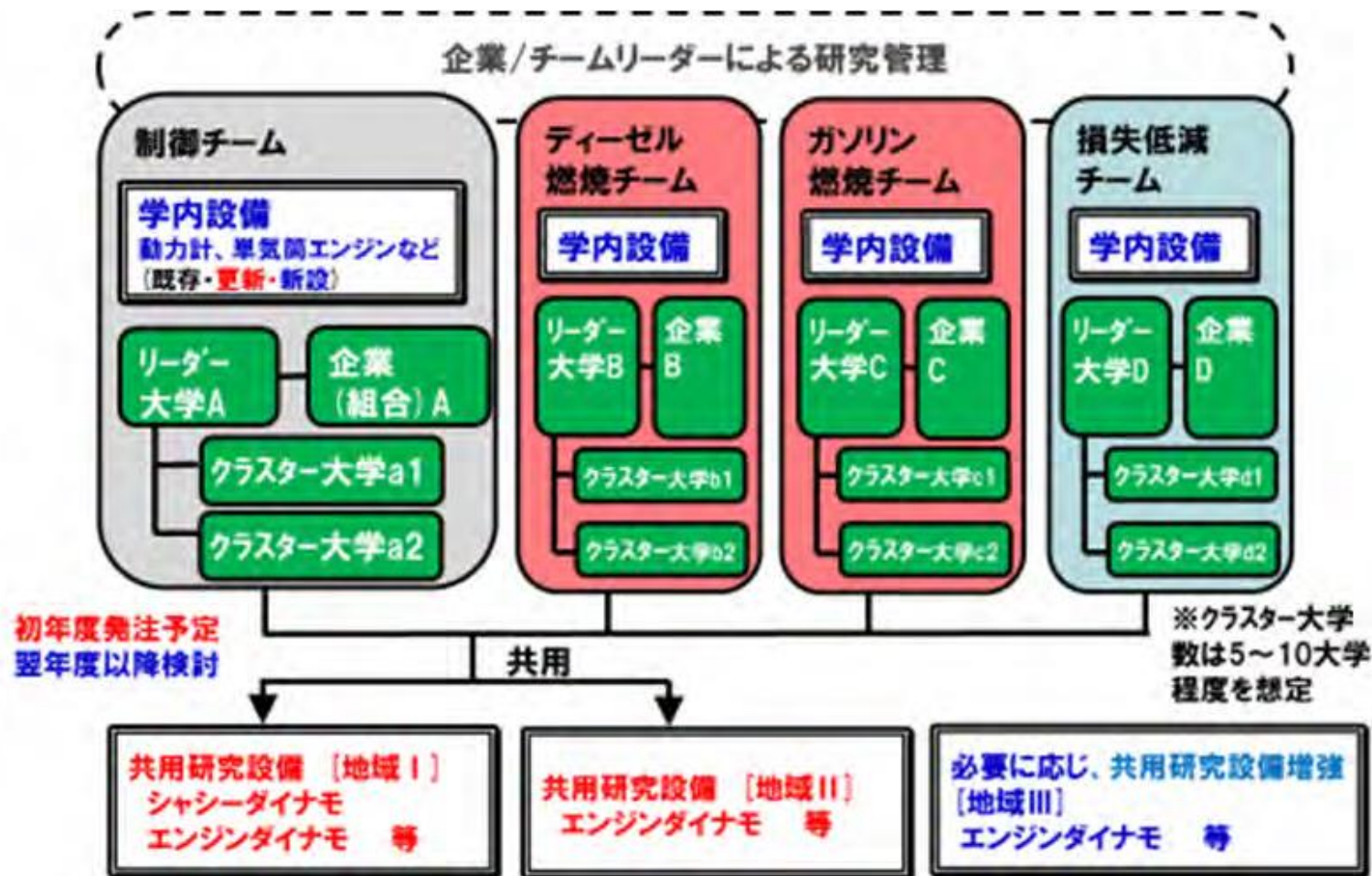
性状改善 (低硫黄, 低アロマ)

持続可能なスマートモビリティと低炭素社会に関わる課題



- 環境・エネルギー，経済性，利便性，快適性，安全性，災害対応に配慮した持続可能な移動と輸送の手段を提供するスマートモビリティ社会の構築を目指す。
- 革新的なモビリティ技術の開発に関わる継続的な国の支援と産学官の連携による取組みの推進。
- スマートモビリティ社会を支える国際的な技術競争力の維持・強化。そのための人材の確保と育成。
- 再生可能な燃料・エネルギー（電力，バイオ，水素）の利用技術の開発と普及。
- 環境に配慮した新しいカーライフスタイルの創出と「スマートな街作り」との連携。
- クルマと燃料・エネルギーインフラを結ぶITS，IT，ICTの開発と普及促進。
- 新興国への技術と政策に関わる適切な支援を通じた国際貢献。

SIP「革新的燃焼技術」 (内閣府・JST 平成26年度～30年度)



SIP「革新的燃焼技術」と 経産省「自動車用内燃機関技術研究組合」との連携

