

平成15年10月29日

平成15年度交通政策審議会交通体系分科会

～ 第 2回環境部会 ～

自動車単体におけるCO₂対策の
現状と将来

早稲田大学 理工学部 機械工学科

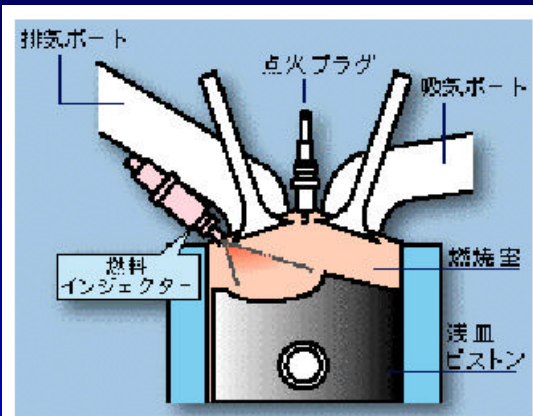
大聖 泰弘

Email: daisho@waseda.jp

自動車の低燃費技術

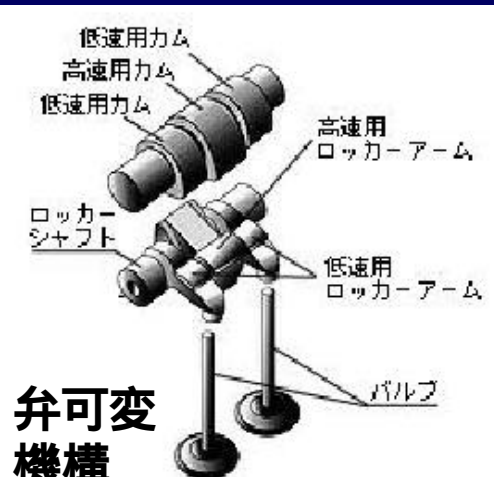
燃費改善率 : 10%以上 ○ 5~10% □ :5%以下

対 象		技 術 (G:ガソリン車技術)
エンジン	新方式	直噴ガソリン(G) ハイブリッド化 ミラーサイクル ○ リンバーン(G)
	制 御	○ アイドルストップ □ 減速時燃料カット □ 空燃比,点火時期制御の高精度化(G) □ 吸気系・弁系可変 (SCV, VVT等)
	ポンプ損失 低 減	○ 可変気筒機構 □ 4弁化
	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) ○ 自動化MT □ ATの電子制御化 □ ATの多段化
車 体		軽量化(樹脂,軽金属,超高張力鋼) 空気抵抗低減(高速時) □ 低転がり抵抗タイヤ



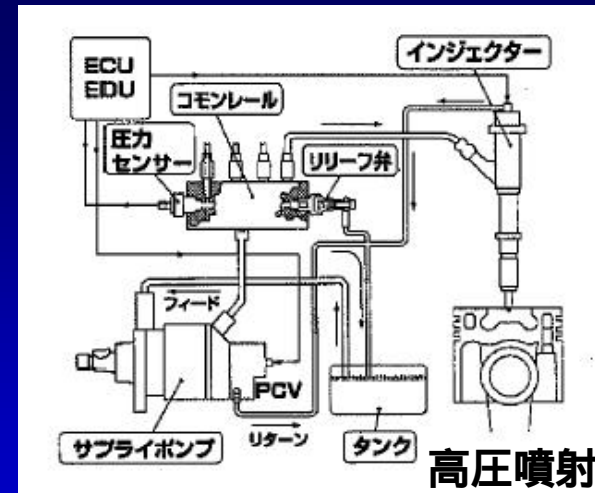
●筒内直接噴射方式構造図

G (10 ~ 30%)

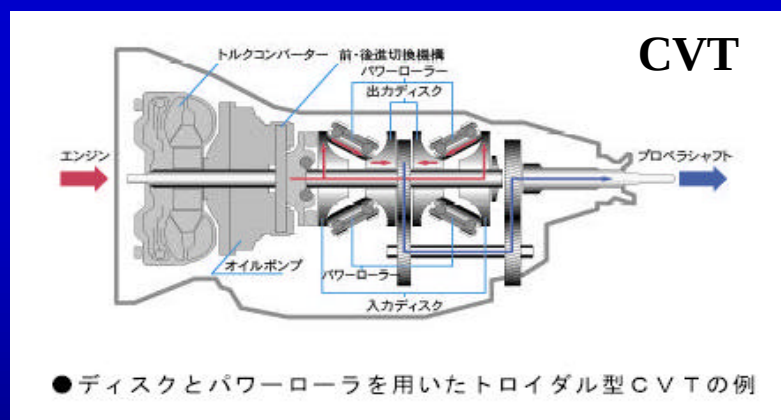


可変機構

G (~ 5%)

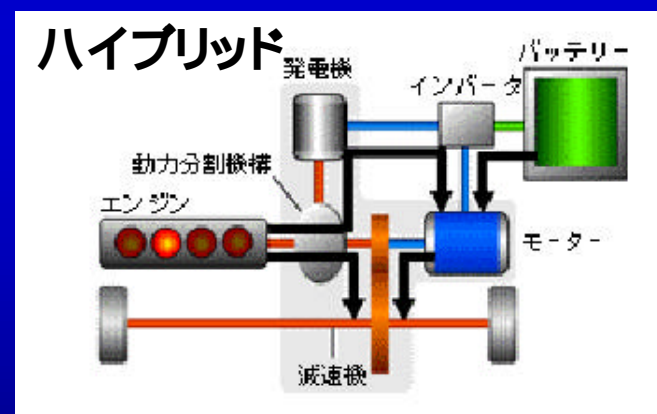


D (~ 5%)



●ディスクとパワーローラを用いたトロイダル型CVTの例

G (5 ~ 10%)



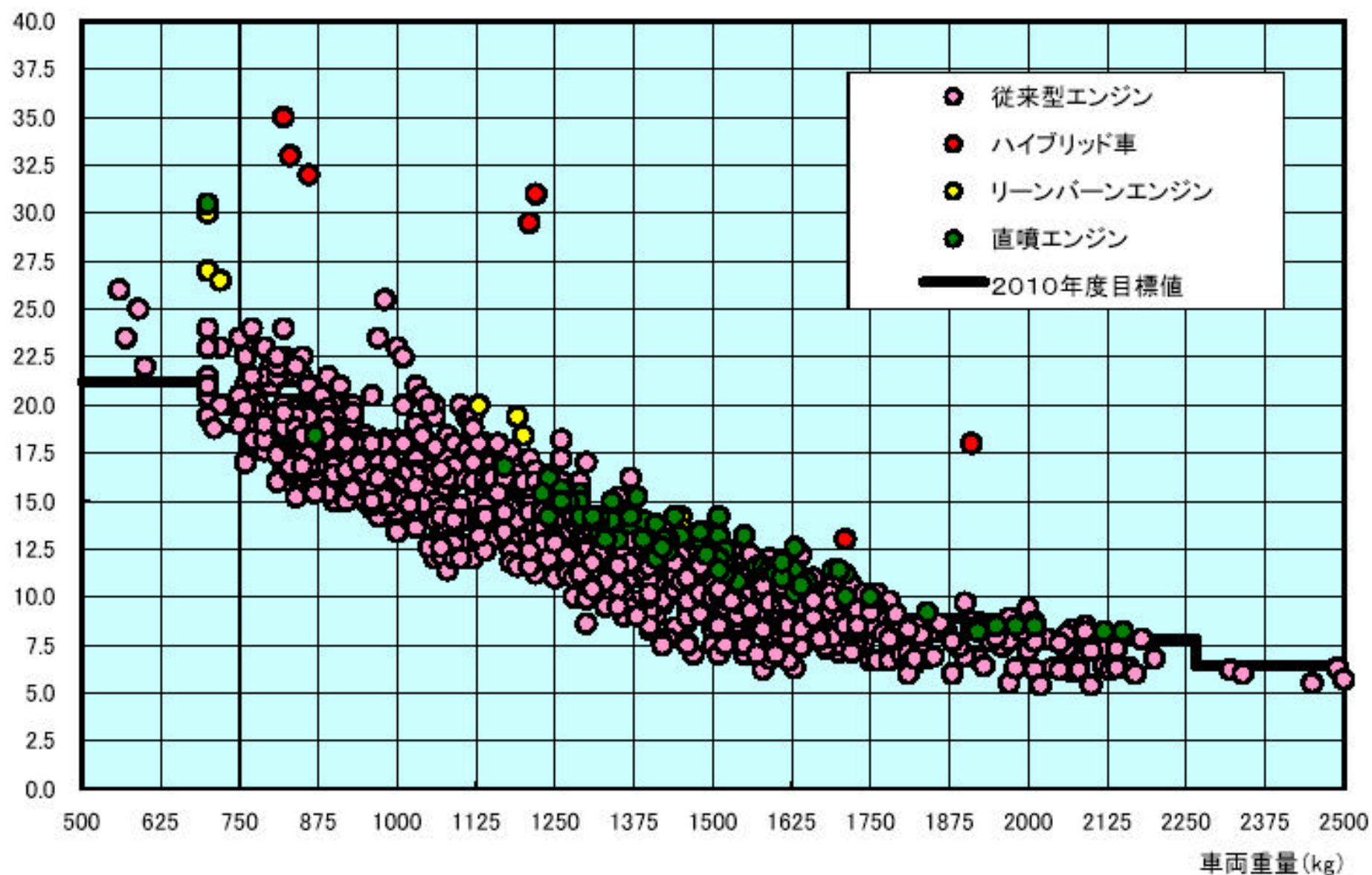
G, D (30 ~ 100%)

燃費改善技術とその効果 (G:ガソリン車 ,D:ディーゼル車)

燃費(km/L)

ガソリン乗用車車両重量別燃費状況

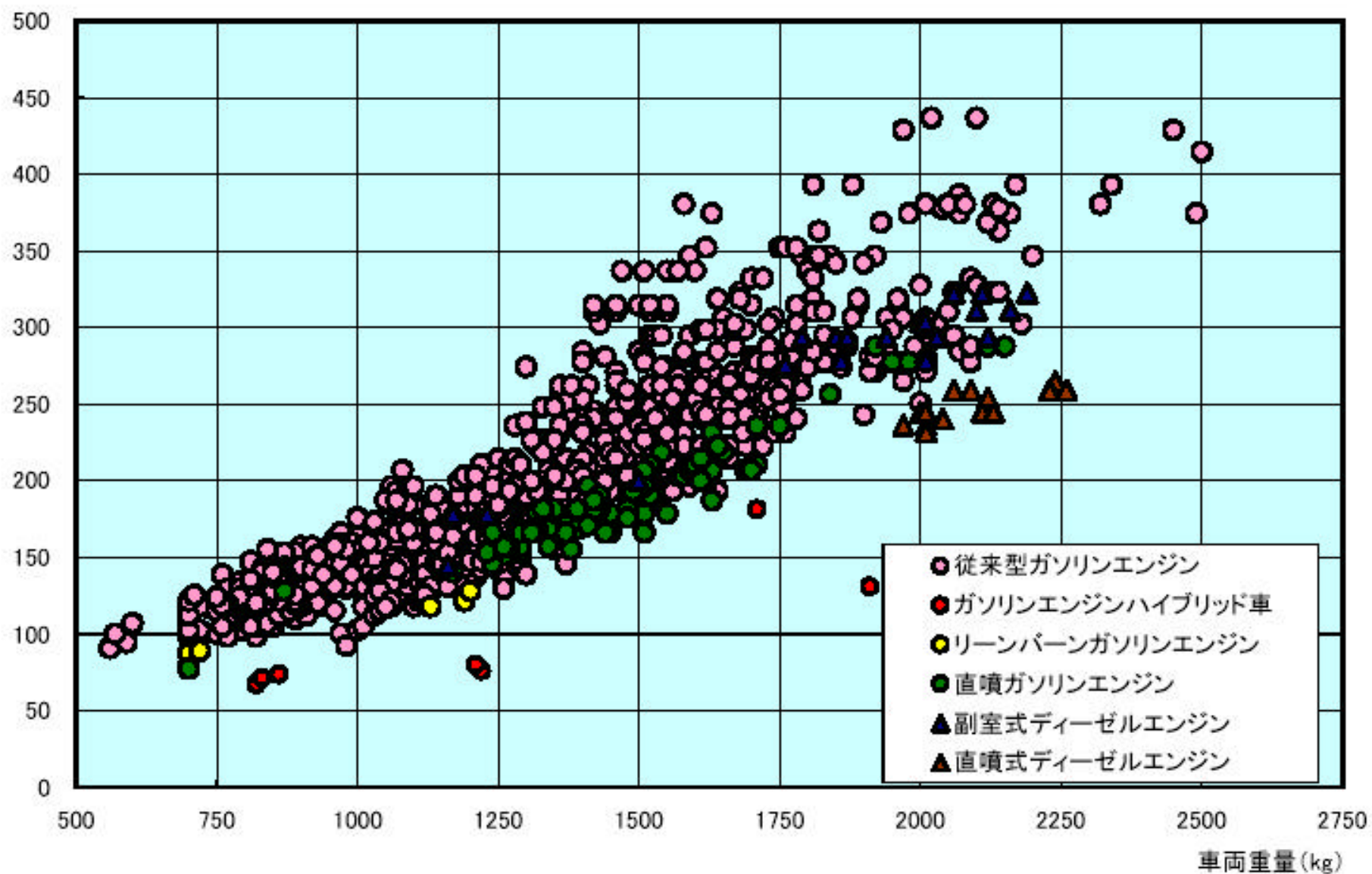
国交省HP



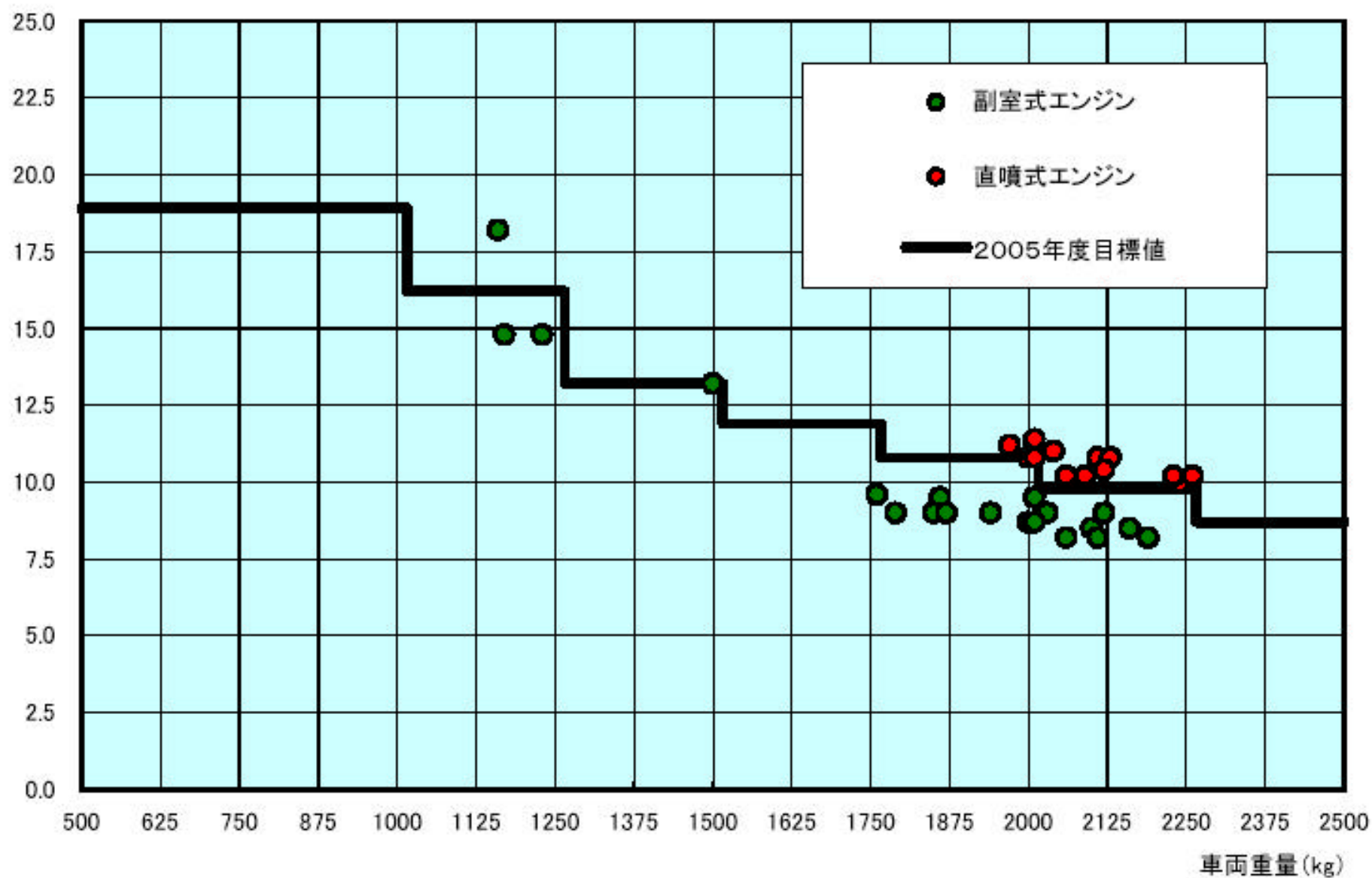
排出量 (g-CO₂/km)

乗用車車両重量別CO₂排出状況

国交省HP

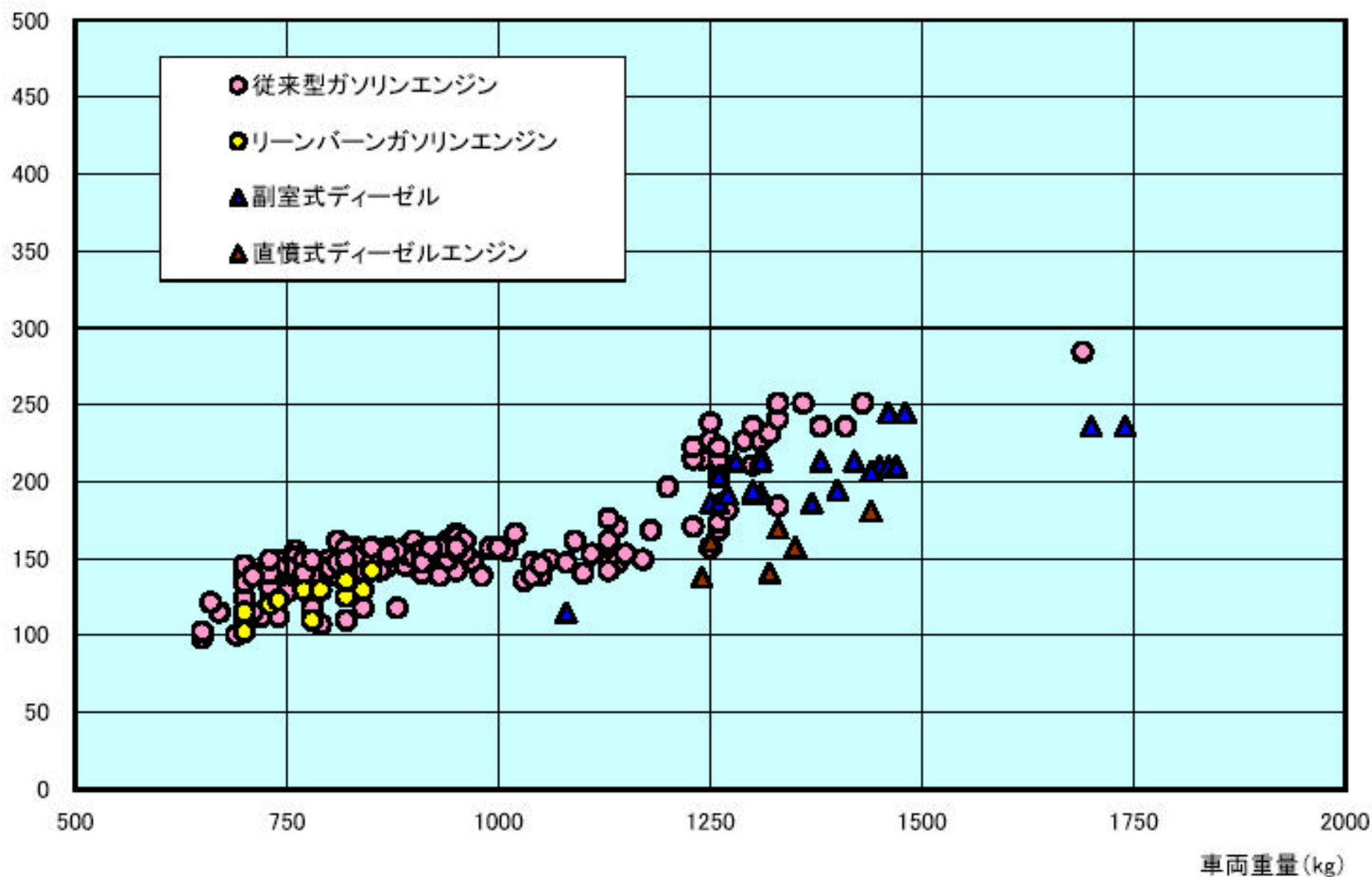


ディーゼル乗用車車両重量別燃費状況

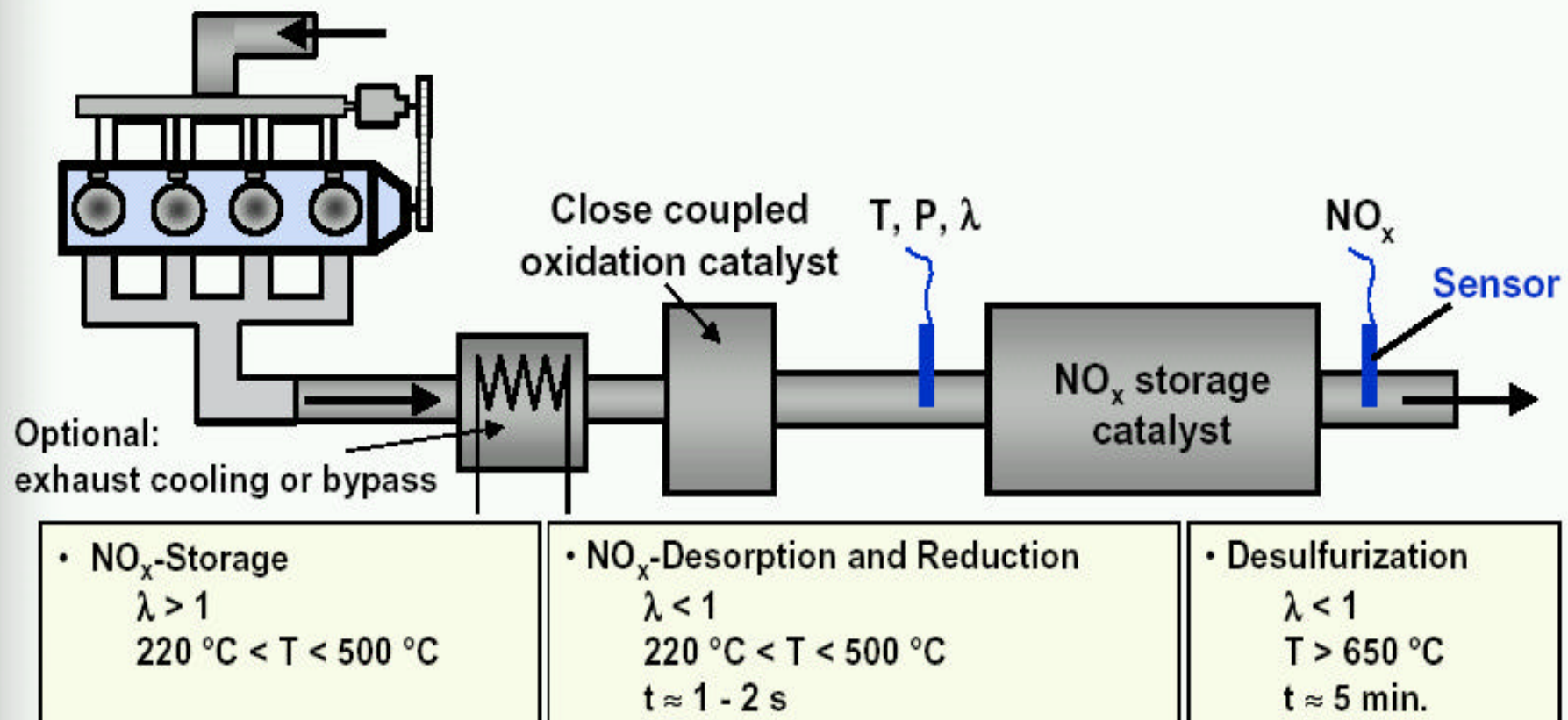


排出量 (g-CO₂/km)

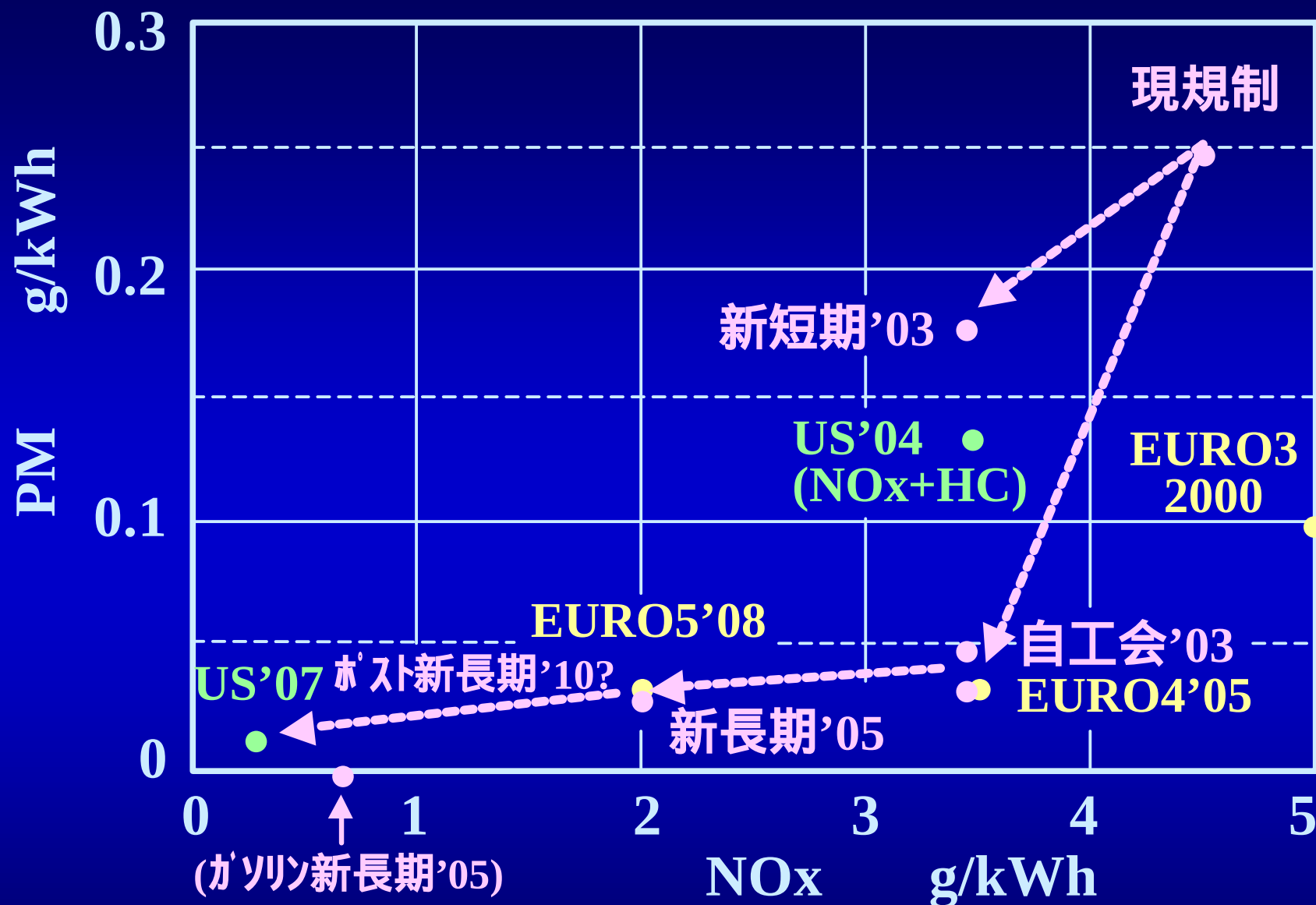
貨物車車両重量別CO₂排出状況



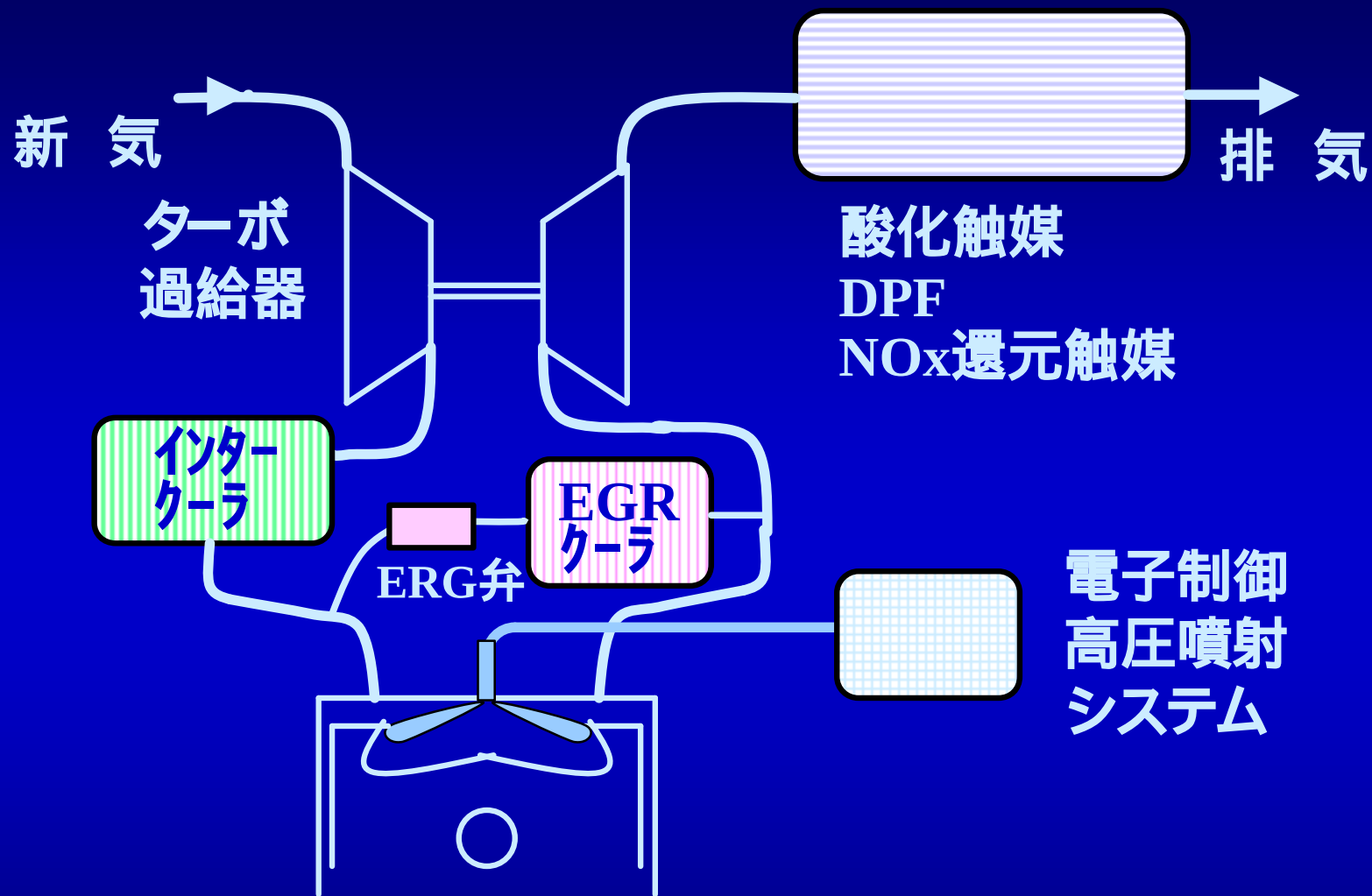
NO_x- Storage Catalyst for Lean-Burn Gasoline Engines (e.g. Direct Injected Stratified)



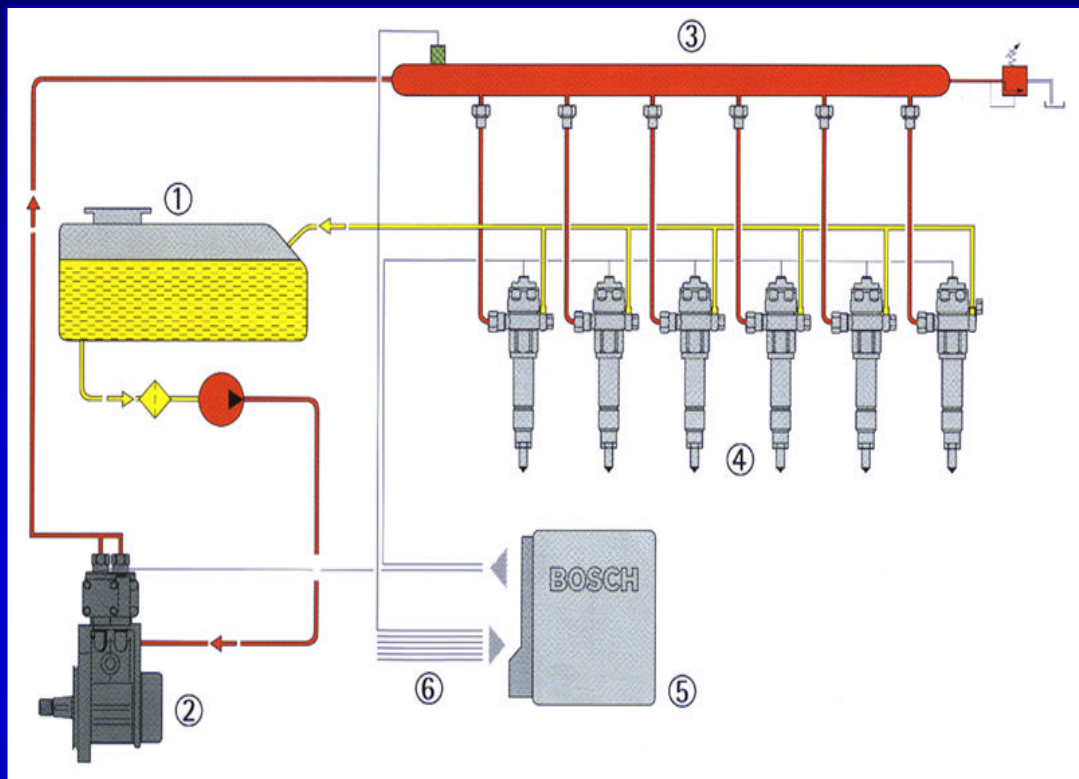
NO_x-Conversion considerably lower than with 3-way catalyst
Prerequisite: sulfur free fuel



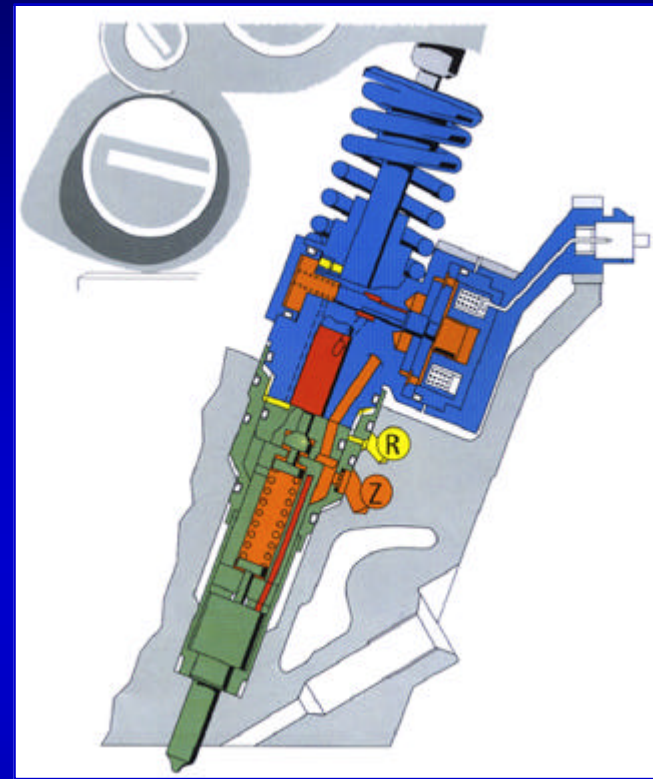
日米欧のディーゼル重量車排出ガス規制



ディーゼルエンジンの排出ガス対策例



コモンレールシステム

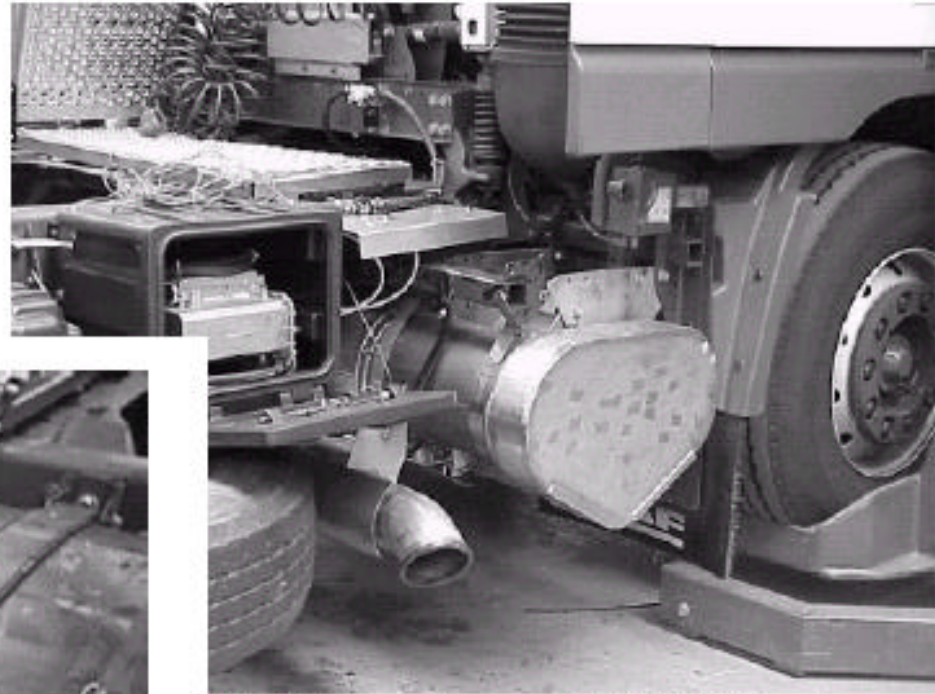
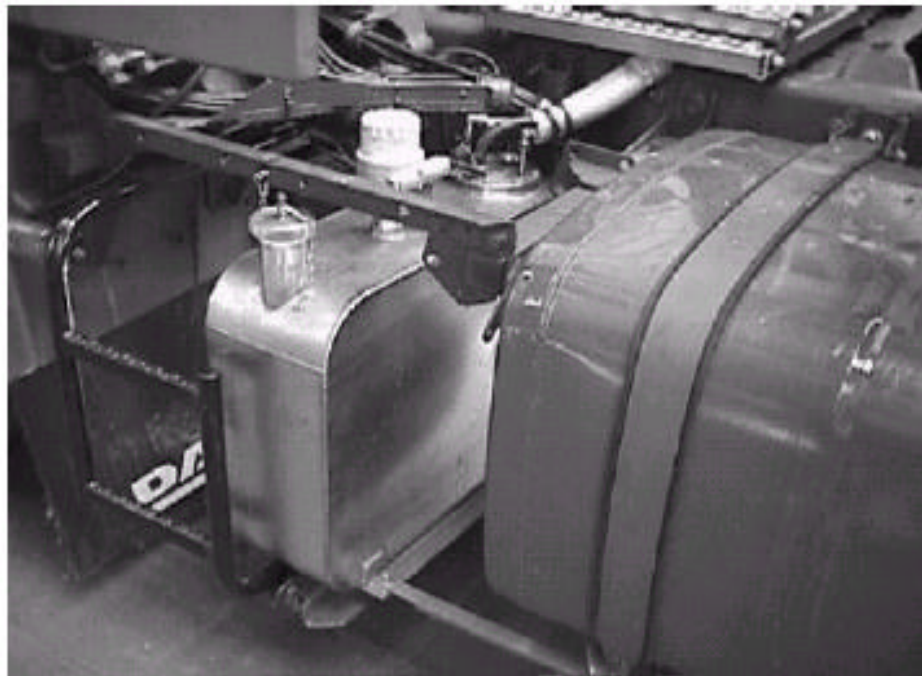


ユニットインジェクタ

高圧燃料噴射装置

(Bosch社資料)

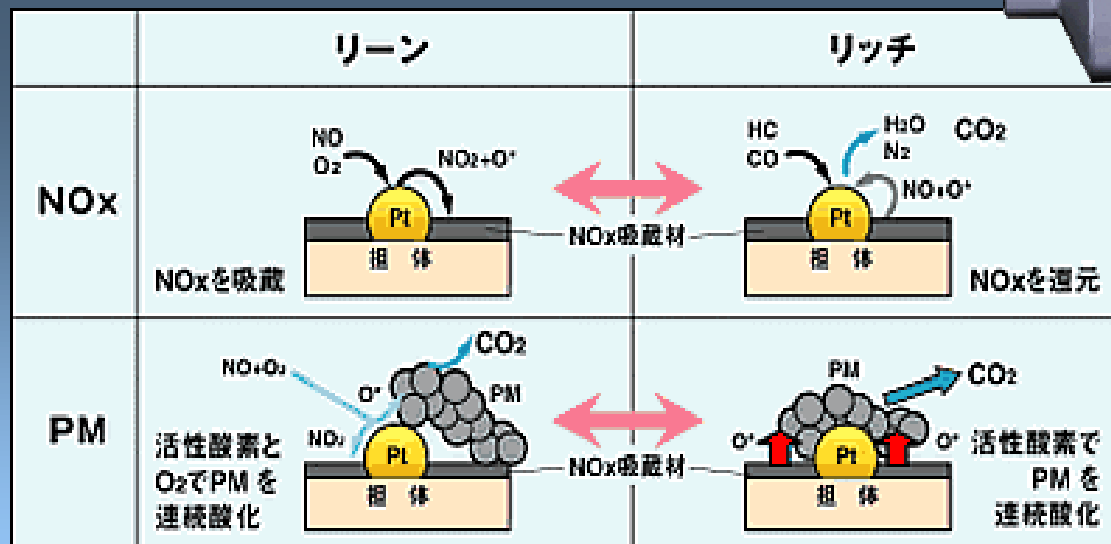
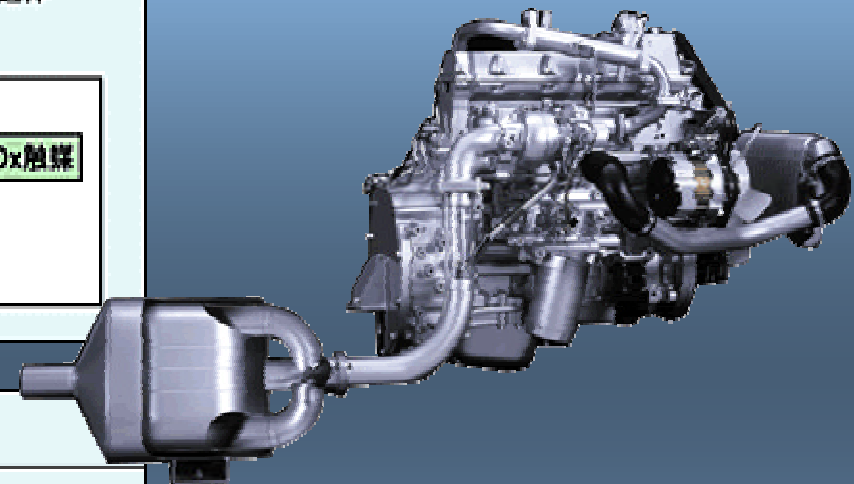
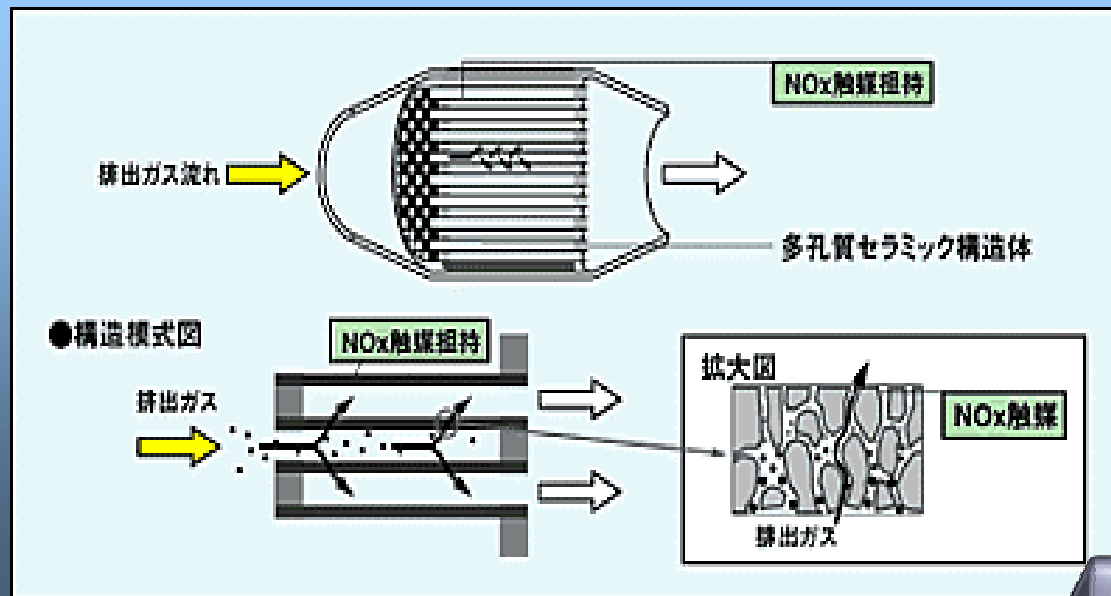
↓ 尿素タンク



↑ SCRシステム

SAE 2002-01-0286

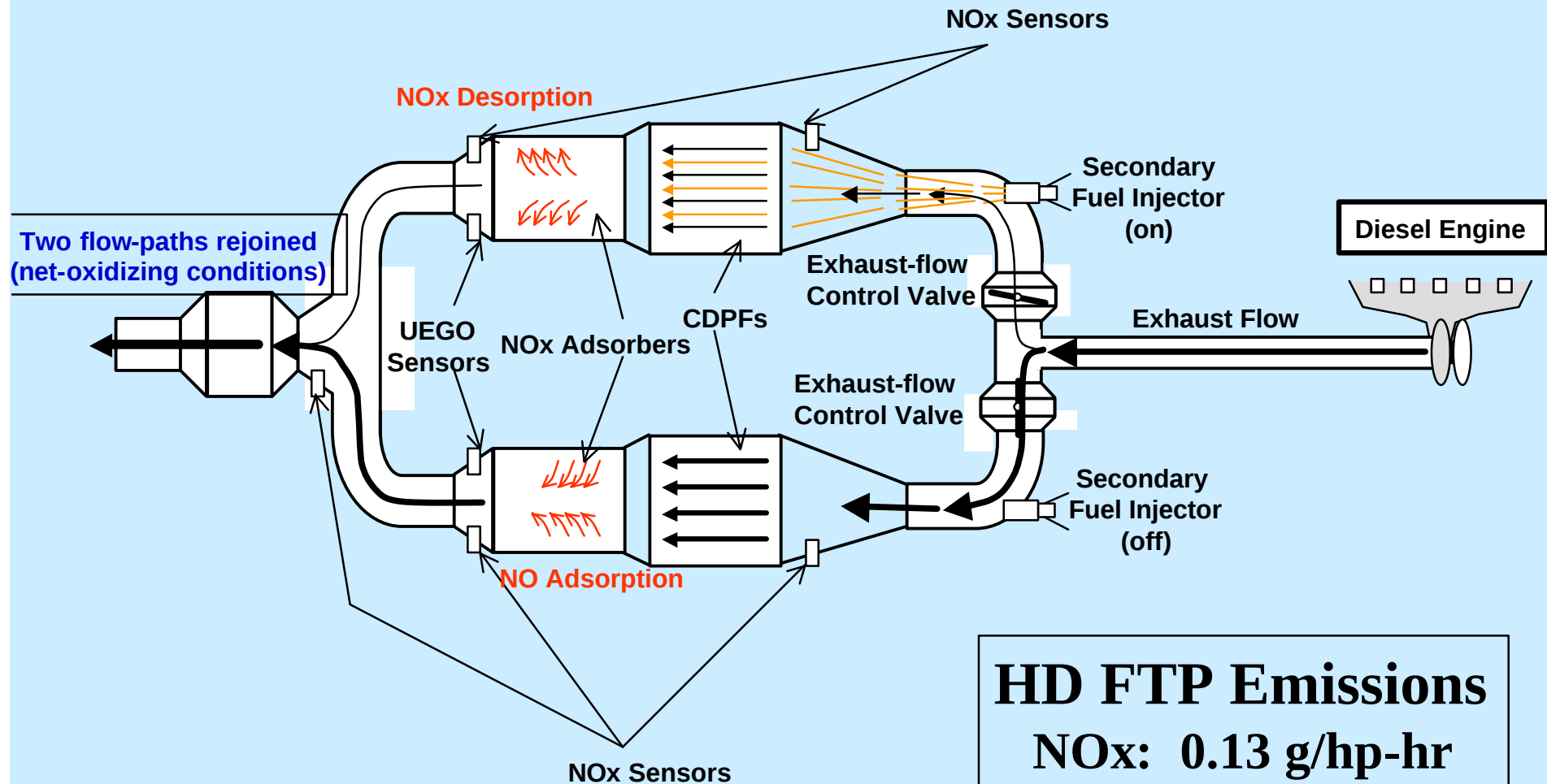
尿素SCRの搭載例 (DAF FT95 トラック)



DPNRの構造

(トヨタ自動車, 2000年7月)

Exhaust Emission Control System Evaluated at U.S. EPA - NVFEL



HD FTP Emissions

NOx: 0.13 g/hp-hr

PM: 0.002 g/hp-hr

各種NO_x還元触媒の比較

システム	NO _x 低減率 (過渡モード)	燃費悪化率 (実効値)	対排気量比	注
尿素 SCR	83%	7% 尿素使用 EU:2.3%, 米 4.7%	5	1
LNT: Euro V 対応 重量車用	80%	3.3%+脱硫 0.5% 計 3.8%	1.9	2
LNT: 米 2007 対応 触媒付き DPF 併用	95%	1.5% + 脱硫 0.5% 計 2.0%	4.8	3
HC-DeNO _x 触媒	27%	2.4%	0.85	4
プラズマ/deNO _x 触媒システム	80%	6%	4	5

- 1)セル密度は 200csi、400csi とし、システムを 1/2 に小型化して 85-90%に改善する見通し。
- 2)単シリンダエンジンの結果。LNT はセル密度と触媒の改善で再生効率と NO_x 低減率の向上の余地がある。硫黄による性能低下が最重要の課題で耐久性は未確認。
- 3)燃費悪化防止のためデュアル触媒床を使用。3ppm の低硫黄軽油で長期劣化への影響なし。
- 4)リーン NO_x 触媒の性能はセル密度と増大と燃料制御の改善でさらに向上する可能性がある。
- 5)ベンチテストにより実用化の開発が行われている。2001 年に大幅な改善を得ている。

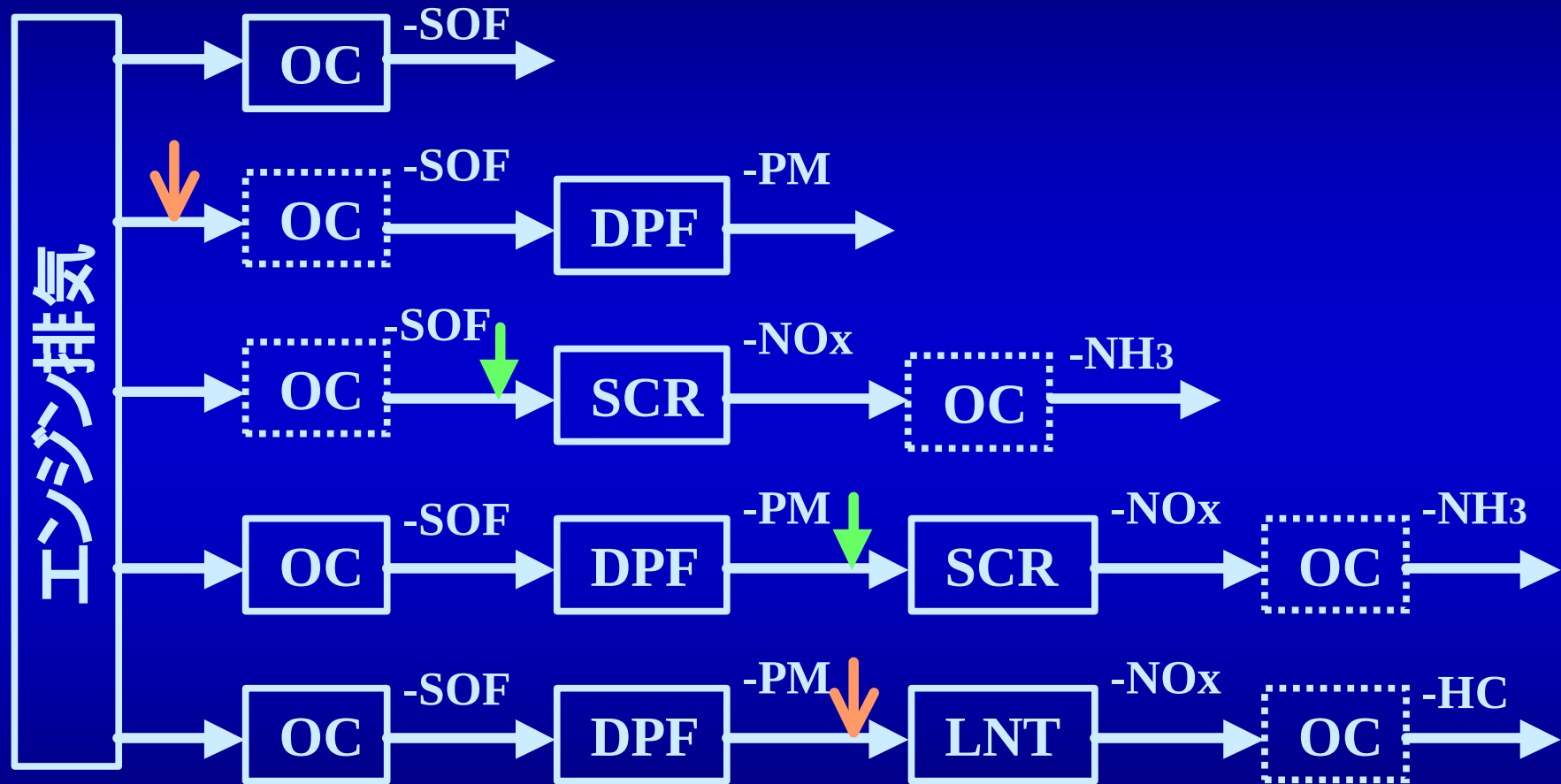
(Timothy V. Johnson, SAE Paper 2002-01-0285, 2002)

SCRとLNTの課題

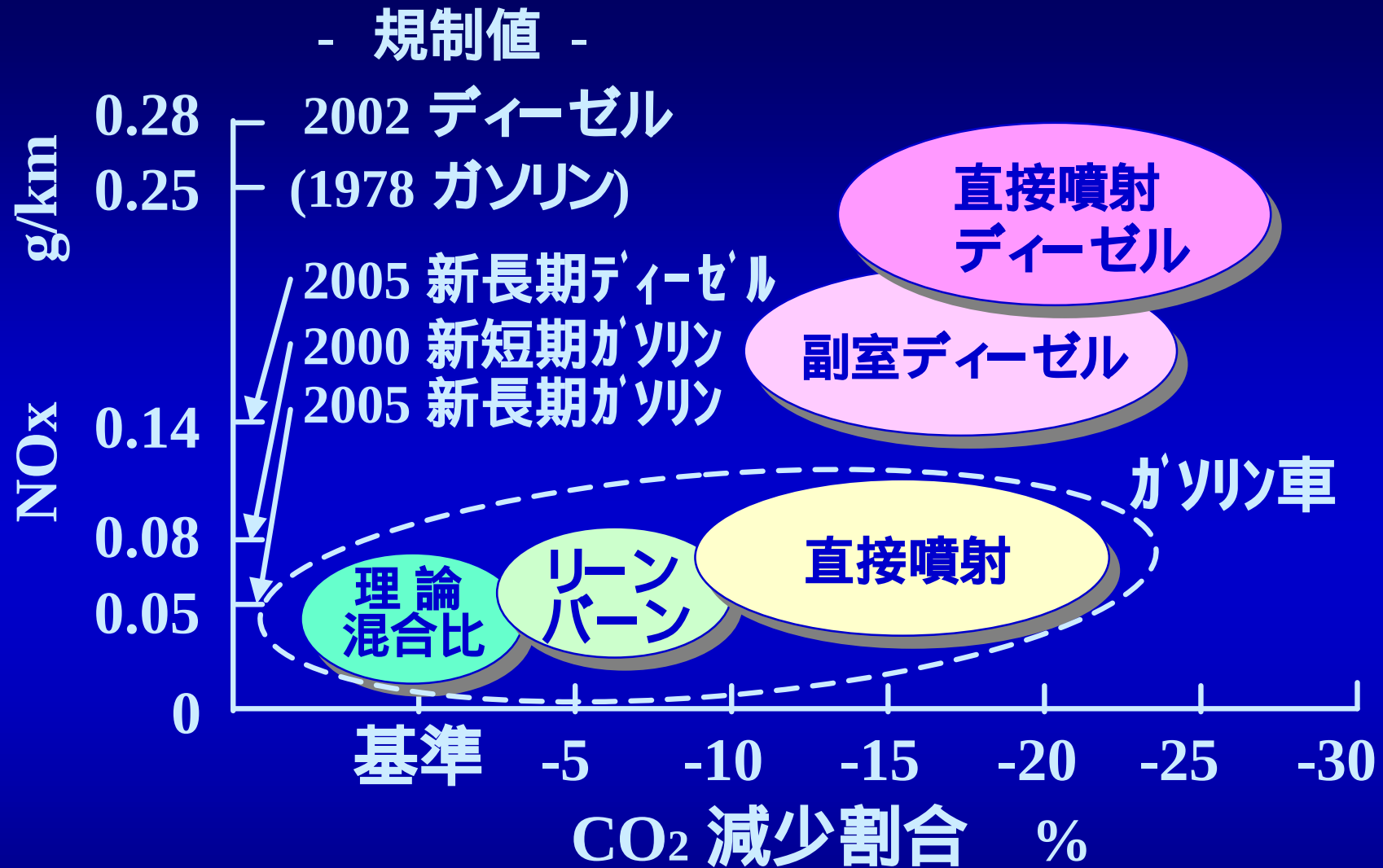
- SCR :高い浄化効率と長い実績
 - 尿素水の供給システムの構築
 - HCNO, N₂O, NH₃ 等の二次生成物の対策
 - コスト低減
- LNT :最近に高性能化し, SRCを急迫
 - 硫黄処理: トラップ, 脱硫黄, 耐久性
 - 燃料消費への影響
 - 耐久性の確保
 - コストと触媒の制御

OC : 酸化触媒
 SCR: 選択還元触媒
 LNT: NO_x吸蔵触媒

----- ↓ : 尿素水
 ----- ↓ : 燃料



ディーゼル車の後処理システムの組み合わせ

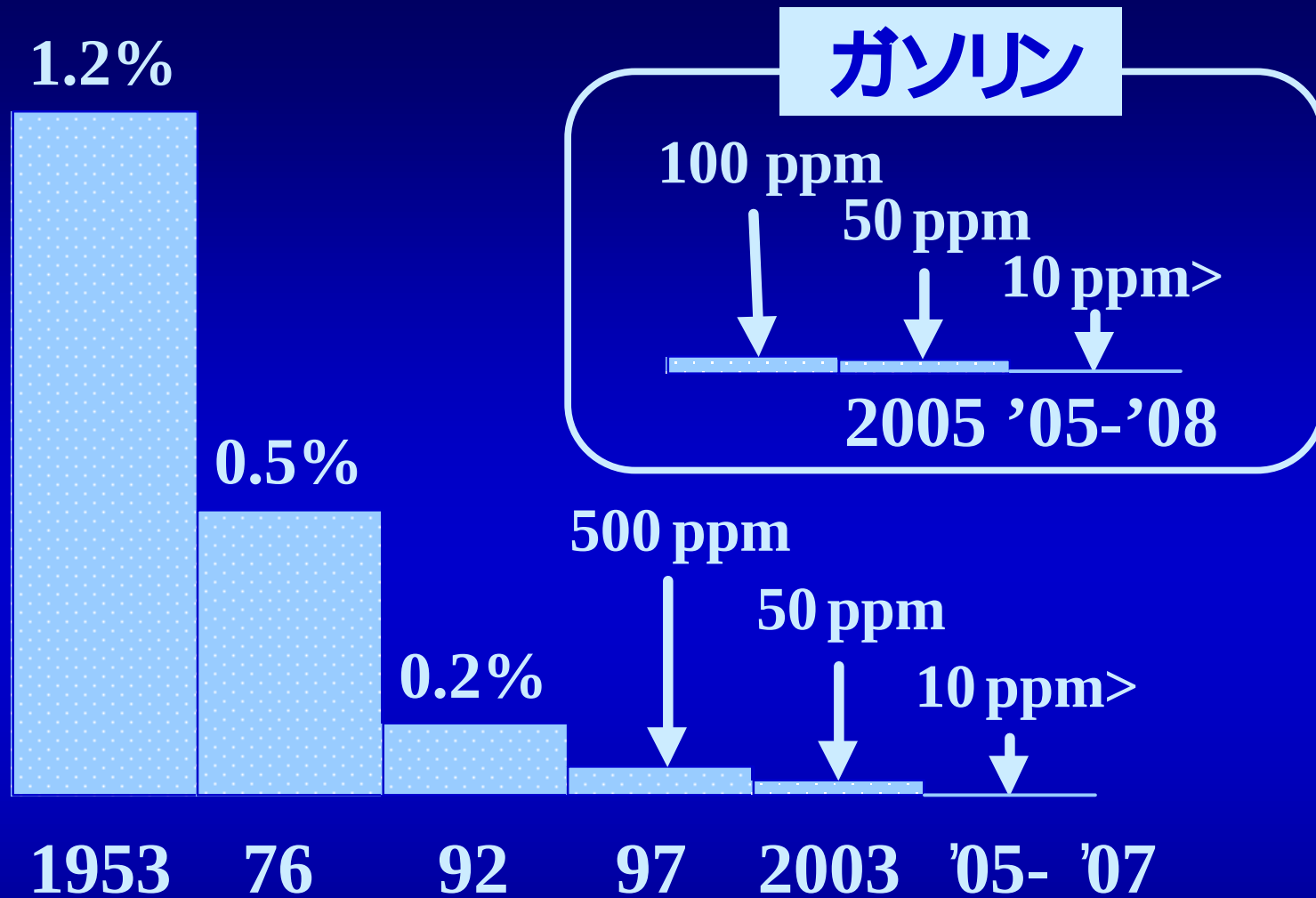


ガソリン乗用車とディーゼル乗用車における
NO_x とCO₂ のトレードオフ

スーパークリーンディーゼル(ポスト新長期規制対応)の 主要技術とその効果

(単位: %)

要素技術	PM	NO _x	燃 料 消費量
■ 噴射率制御高圧噴射	-20~-60	20~40	-5
■ クーラー付き排気再循環	10~ 20	-20~-60	~5
■ インタークーラー可変ターボ過給	-10~-30	10~20	-5
■ 燃料品質の改善	-20~-40	-	-
■ DPF	-70~-95	-	0~5
■ NO _x 還元触媒	-	-60~-90	0~5
■ HCCI 燃焼	-	-60~-90	0~5
■ 精密電子制御	-20~-30	-20~-30	-5



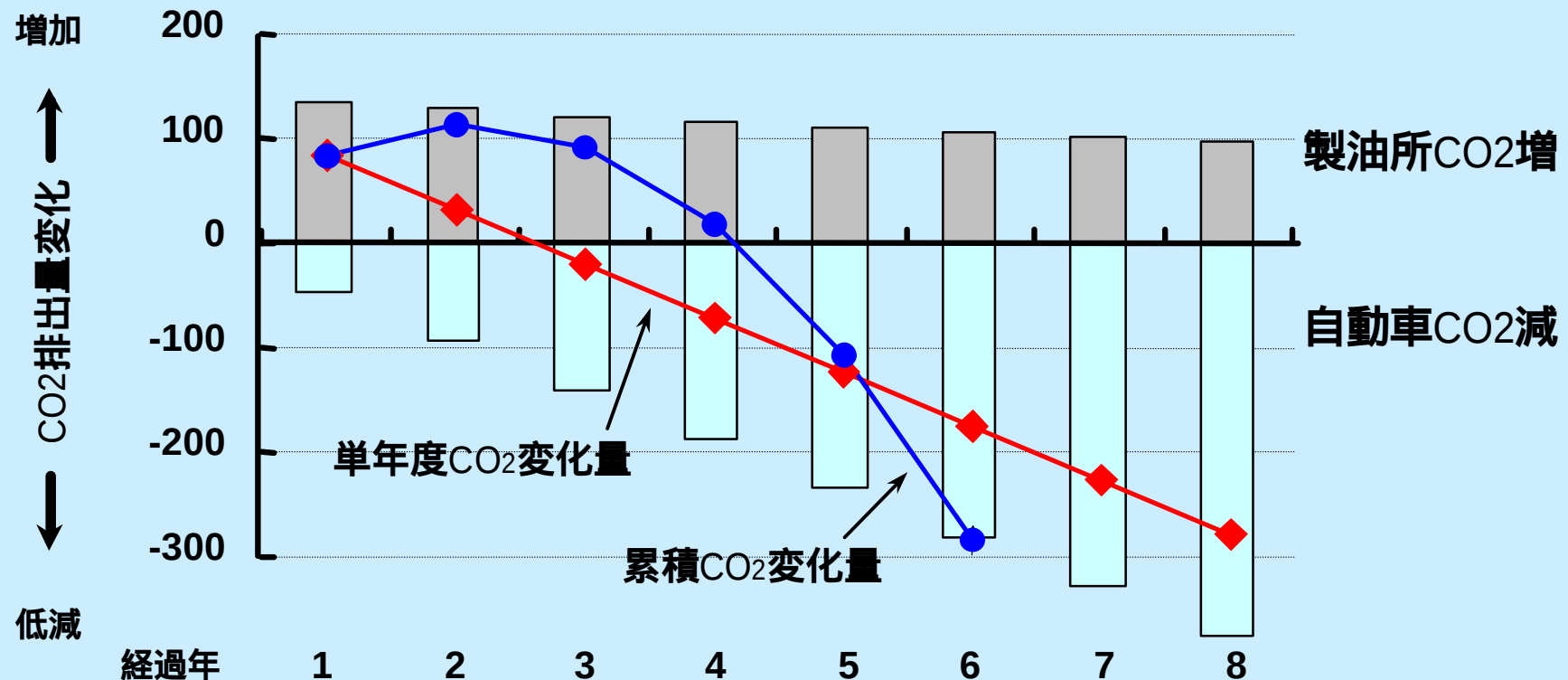
わが国における軽油の低硫黄化の推移

超低硫黄燃料の利用によるCO₂抑制

- 超低硫黄化 (50ppm → 10ppm)
 - ガソリン 2005年 ~ 2008年
 - 軽油 2005年 ~ 2007年
- 新長期規制、ポスト新長期でのNO_x対策
- NO_x吸蔵還元触媒を用いる直噴ガソリンエンジンとディーゼルエンジンにおけるメリット
 - 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量の抑制
- 精製過程での超深度脱硫によるCO₂増加
 - NO_x吸蔵還元触媒装着車の普及促進で克服

10ppmSのCO₂低減ケーススタディ

JCAP データ



ケーススタディの条件

- (1) 直噴化の燃費メリット 10%
- (2) S10ppmによるS被毒回復制御低減による燃費低減効果 5%
- (3) '09年以降、S50ppm (現状) のままの場合の予測をベースとし、10ppmSでは新車の30%が直噴リ-ンバーンになると仮定

低公害車開発普及アクションプラン

2001年7月 経済産業省・国土交通省・環境省発表

実用段階にある低公害車（天然ガス車、電気自動車、ハイブリット車、メタノール車および低燃費・低排出ガス認定車）2010年に計1000万台の普及を目指す。

燃料電池車等の次世代低公害車の開発促進

・燃料電池車 2010年に5万台の普及を目指す。

・DM E車、次世代ハイブリット車、
スーパークリーンディーゼル車の開発

開発と普及のため、諸施策を推進する。

スーパークリーンディーゼル車の開発（～2010年）

- 電子制御式超高压噴射システム
 - ・多段噴射と噴射率制御（HCCIの利用）
 - ・コモンレールシステム
 - ・ピエゾインジェクタ
- 複合排気後処理システム
 - ・DPF : ナノ粒子を含むPMの大幅浄化
 - ・酸化触媒 : SOF , HC (微量有害成分を含む) , COの大幅な浄化
 - ・NO_x還元触媒 : NO_xの大幅な浄化 (0.2g/kWh)
- 超低硫黄軽油 (低T90 , 低アロマ)
- ハイブリッド化による一層の効率化 (燃費倍増)

今後の低公害車技術 ～まとめ～

- ディーゼル車のクリーン化（当面の最優先課題）
 - ・ 燃焼技術 , 軽油性状の改善 , 後処理の組合せでクリーン化 , さらに燃費の犠牲を抑えたスーパークリーン化を目指す。
 - ・ ハイブリット化の可能性を追究する。
 - ・ 国際技術競争力の強化と途上国への技術的寄与の点でも重要。
- ハイブリット車（都市内走行の燃費改善に最も有効）
 - ・ 電池 , モーター等のキーコンポーネントの低コスト化が鍵。
 - ・ 走行状態に合わせた制御の最適化の余地がある。
 - ・ 日本が大きくリードしている。欧米は開発に対して本気ではない？
- 代替燃料車（石油が潤沢な今のうちに開発と利用を進めるべき）
 - ・ ディーゼル代替の低公害性とガソリン代替として補完的に利用。
 - ・ 大気汚染の改善に対する効果は限定的である。
- 燃料電池車
 - ・ 10～20年間の持続的な開発 , コストダウン , 普及の努力が必要。
 - ・ 現在の大気汚染対策には役立たず , 高効率の評価が必要。
 - ・ インフラの整備が必要。再生可能な燃料がどこまで使えるか？

今後の自動車用低公害燃料 ～まとめ (1)～

■ 天然ガス

- ・域内運輸・交通での活用を中心に ,CNGスタンドの整備を進める。
- 一層の効率向上の可能性を追究する。
(ハイブリット化 ,直噴 ,HCCI等の新燃焼方式)
- ・LNGはインフラ整備が難しい。
- 低公害性の点でスーパークリーンディーゼルと競合する。

■ GTL (Gas-To-Liquid)

- ・製造時ロス (30 ~ 40%)が問題。ロスの抑制可能か？
- ・低質・小規模の遠隔ガス田 ,フレアガスの有効利用 ,液体の利便性を活かす。
- ・最初は軽油に混合して使う
- ・排気後処理にどの程度有用かの見極めが必要。

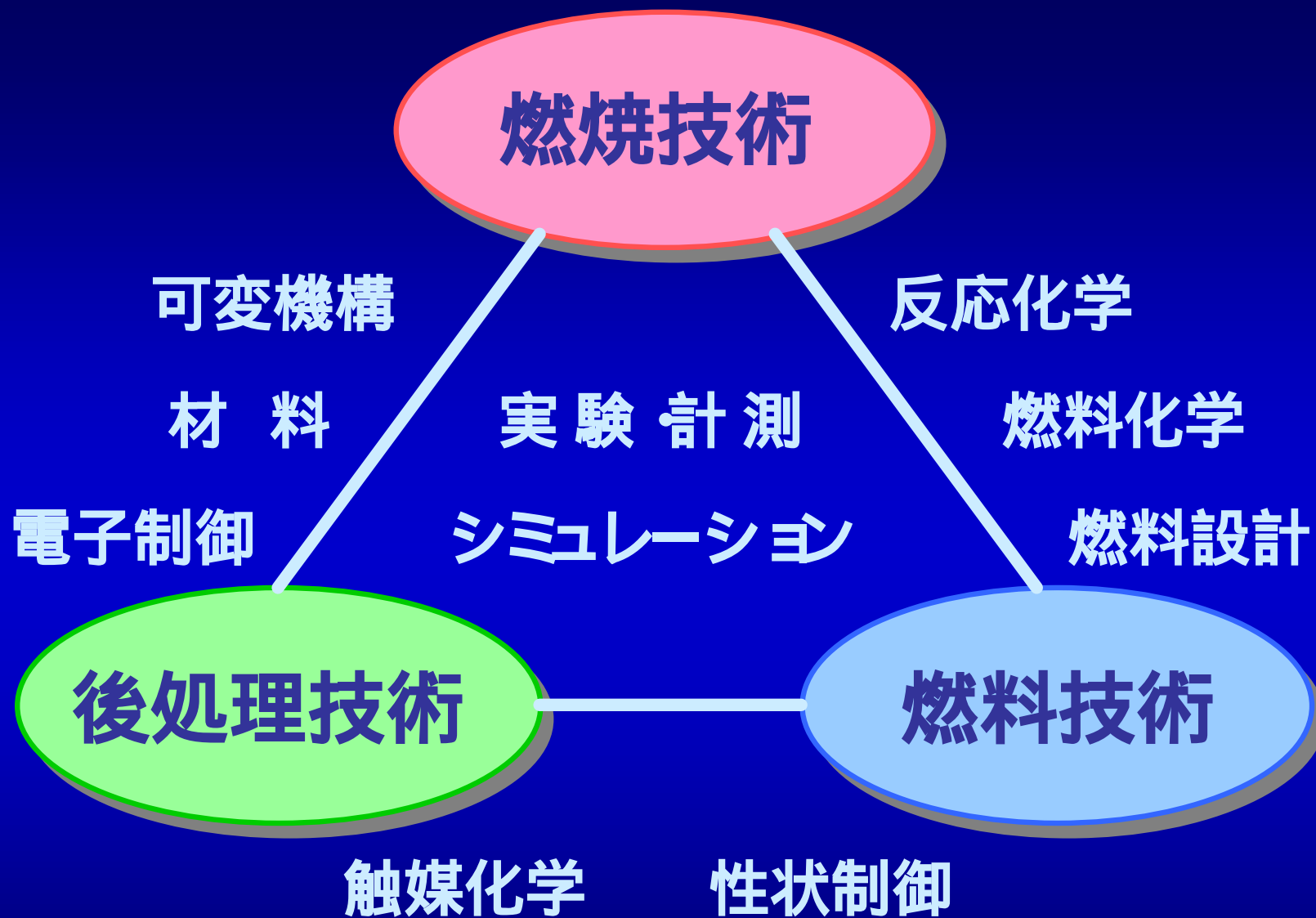
今後の自動車用低公害燃料 ～まとめ (2)～

■ DME (ジメチルエーテル)

無煙のメリットを活かしてディーゼル燃焼並の高効率化を追究する。
燃料噴射系の技術開発の困難を克服する必要がある。
天然ガスからの製造時のエネルギーロス(30%)が問題。
供給インフラの整備が課題。

■ 再生可能燃料

・バイオディーゼル (植物油から作る脂肪酸メチルエステル)
・バイオエタノール (E3 ,E10)
当面 ,ブレンドして使うのがベター。
海外からの安定的な調達は可能か？
廃棄物からの生成の可能性。
CO₂ の削減と脱石油の観点から一定の効果と役割がある。
品質の強制規格化を検討中。



エンジンに関わる3つの技術