

燃料・燃焼制御によるディーゼル燃焼の低エミッション化の研究動向

ディーゼルを虐待死させて 京都議定書を守れるのか？



北海道大学大学院工学研究科
小川 英之

ディーゼルエンジンを取り巻く環境

— 企業戦士の悲哀 —

ディーゼルエンジンは豚の胃袋を持つ

これは、粗食に耐えてよく働くという
最高級の賛辞であるが……，

汚い，臭いとののしられる

どこかの国の企業戦士が家庭に帰っ
たときの状況によく似ていませんか？

ディーゼルエンジンは地上の星！
小さなものから大きなものまで動かす力！
熱効率：50%に迫る！

ガソリン, ディーゼル, そして燃料電池

ガソリンエンジンは, 草を決して食べない
肉食動物というなら...

ディーゼルエンジンは, 好き嫌いをしない
草食動物である.

.....でも決して雑食ではない.

そして, 燃料電池は, 松坂牛のステーキ
しか食べない肉食動物である.

燃料として求められる性状

ガソリンエンジンが燃料として求めるもの

高いオクタン価（火が着きづらい）

高い蒸発性

……これらは絶対必須

ディーゼルエンジンが燃料として求めるもの

ある程度の着火性

液体燃料

……これらが好み

燃料電池は、問答無用！

高純度の水素だけ

虐待を受ける子供とディーゼルエンジン

ディーゼルエンジンは虐待を受けている子供のよう

親はしつめたと言って子供に虐待を加える

= ろくに整備をしないまま, 過積載をしてしまう

子供は虐待に耐えかねて粗相をしてしまう

= 黒い煙を吐いてしまう

子供は叱りつけられる

= ディーゼルNO作戦が始まる

親は虐待に気がついていない

= 過積載の罪悪に気がついていない

= 実害を考えない厳しい規制は虐待では?

ディーゼルエンジンは丈夫で長持ち

トラックの平均寿命：150万km

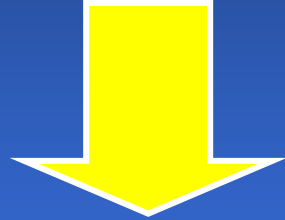
しかし、これが仇になる！

維持整備に対する意識の低さ

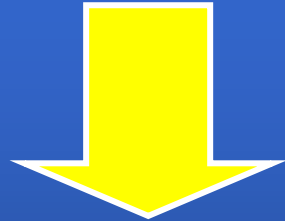
規制浸透の遅れ ➡ 既販車対策の重要性

もう一つ長所が仇になること

熱効率が低い



排気温度が低い



排気後処理における触媒が働きづらい

1990年代に何が起きたか？

- ・ 直接噴射型ガソリンエンジンの実用化
 - ➡ 乗用車用IDIディーゼルエンジンの優位性低下
- ・ ディーゼルに対する本格的排気規制 (短期・長期規制) の開始
- ・ 高性能小型高速DIディーゼルエンジンの出現
 - ➡ ディーゼル乗用車の飛躍的増加 (欧州)
 - ➡ ディーゼルNO作戦開始 (日本)
- ・ ガソリンハイブリッド車の出現
 - ➡ ディーゼル乗用車を売らない販売戦略？
- ・ 原油価格の低値安定 ➡ 燃費意識の欠落
- ・ 軽油とガソリンの小売価格差の減少 (税制の改正)

日本でなぜディーゼル乗用車が売られなくなったか？

自動車メーカーの回答：売れないからである ← 詭弁！

→ 売らないから、買えない

なぜ売らないのか？

→ 儲からないから、売らない

なぜ儲からないのか？

→ 排気規制への適合に対するコスト増

ヨーロッパに売っているではないか？

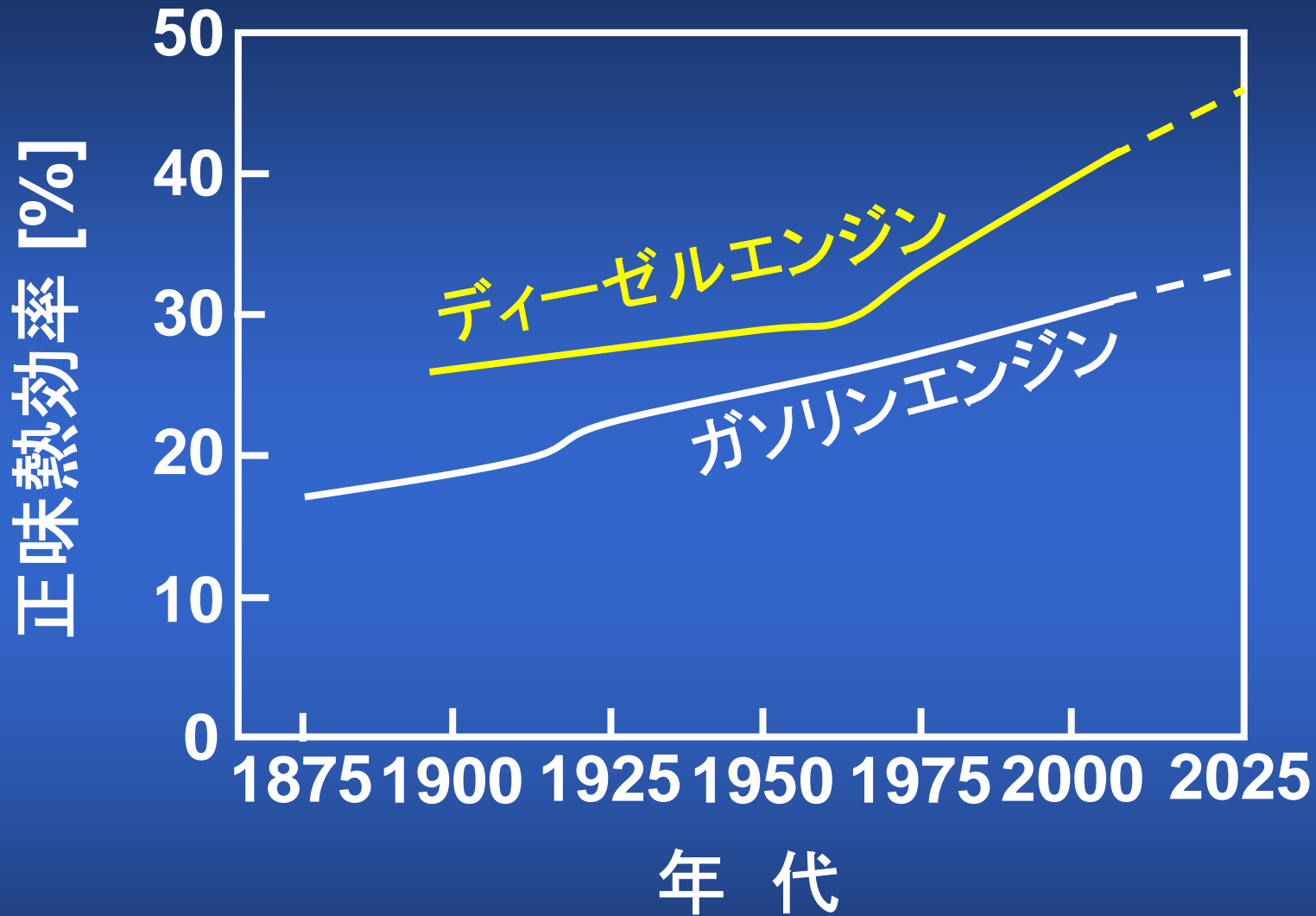
→ 異なる規制モード、規制値がネック

本当に地球に優しいものを作る技術者倫理

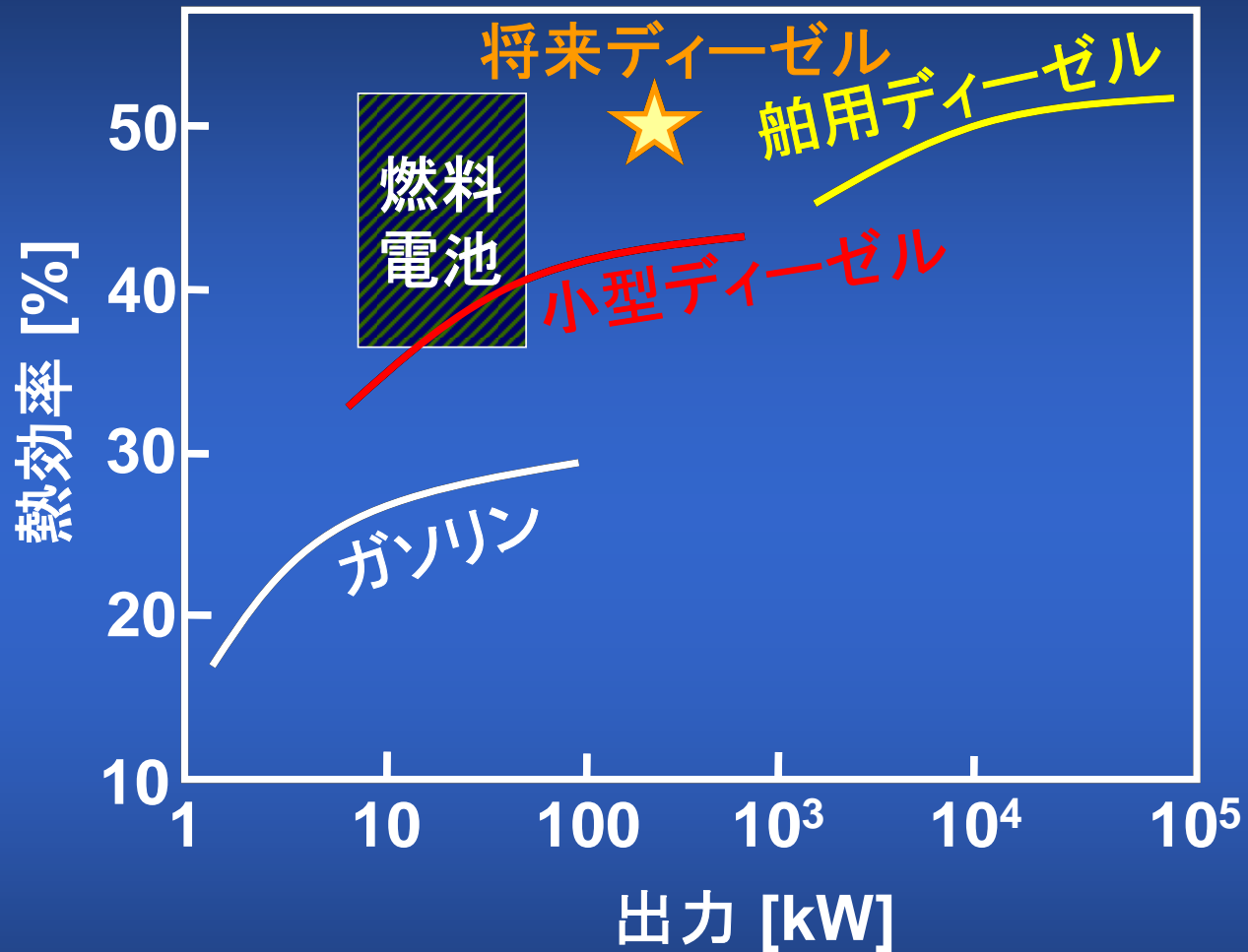
→ 儲けよりも、正義感！

ディーゼルエンジンの明るい現状
— もはや出力でもガソリンを凌ぐ —

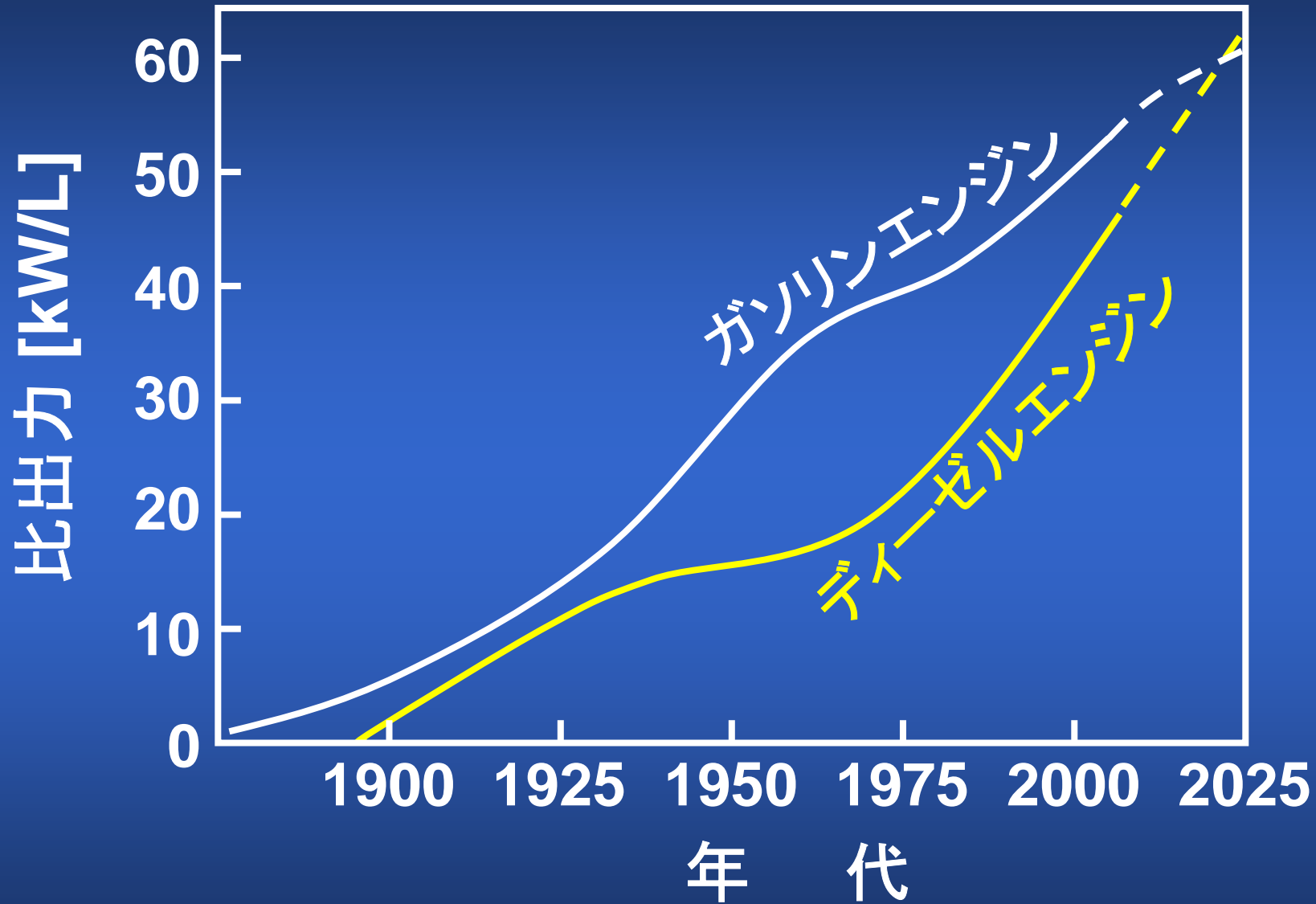
ディーゼル機関とガソリン機関の熱効率の変遷



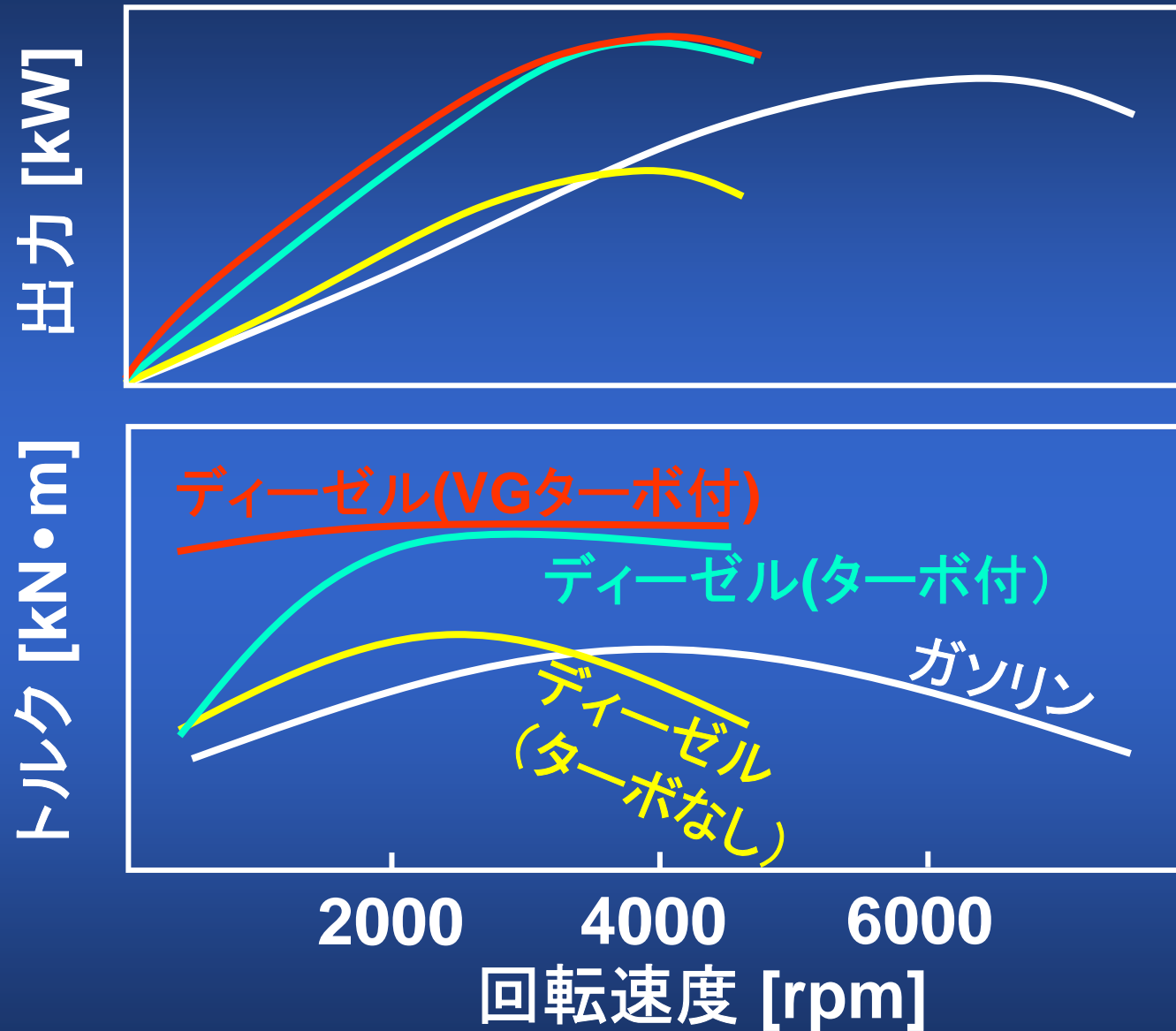
各種動力源の熱効率



ディーゼル機関とガソリン機関の比出力の変遷

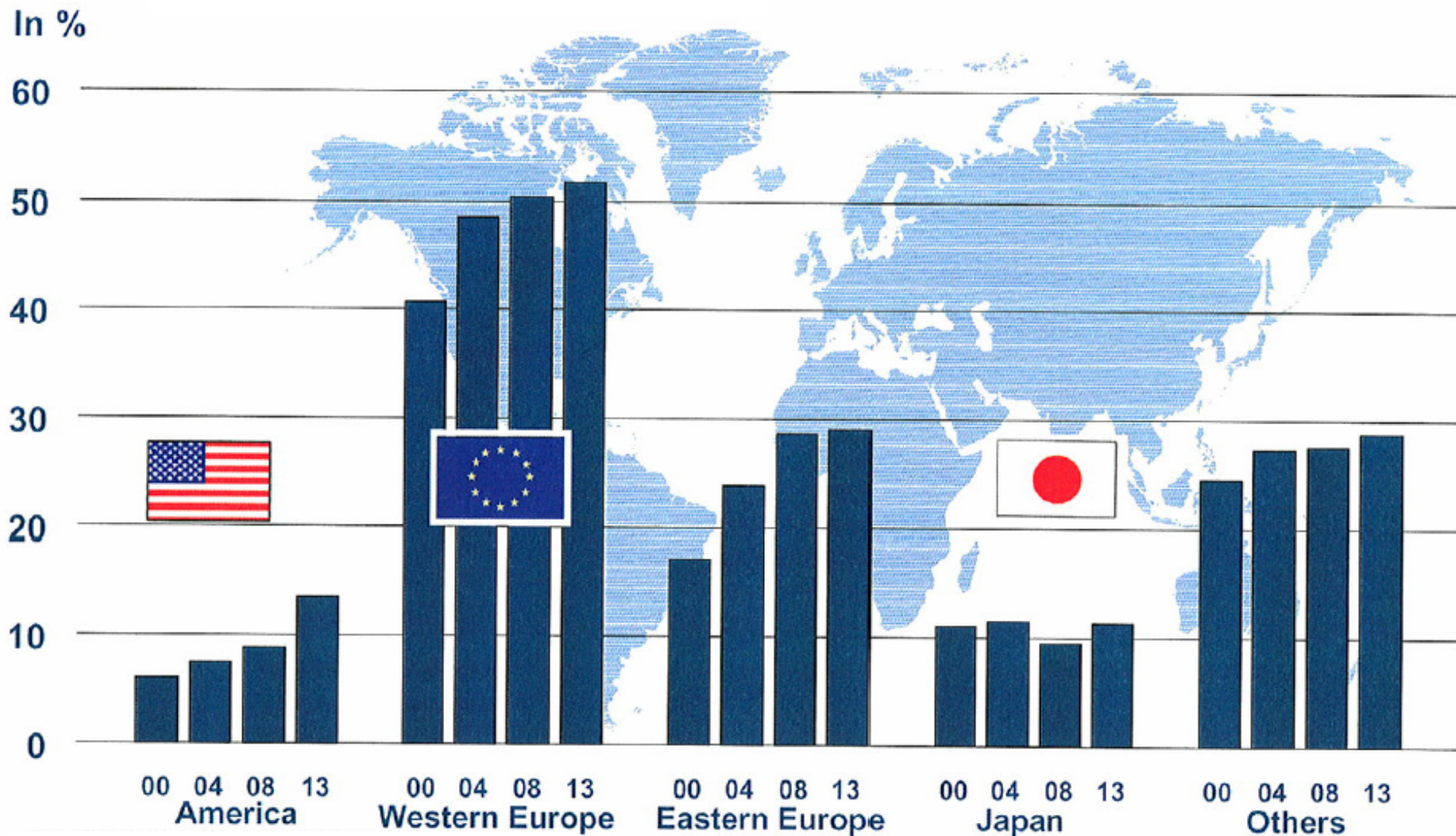


ディーゼルとガソリンの性能比較 — ターボの効果 —

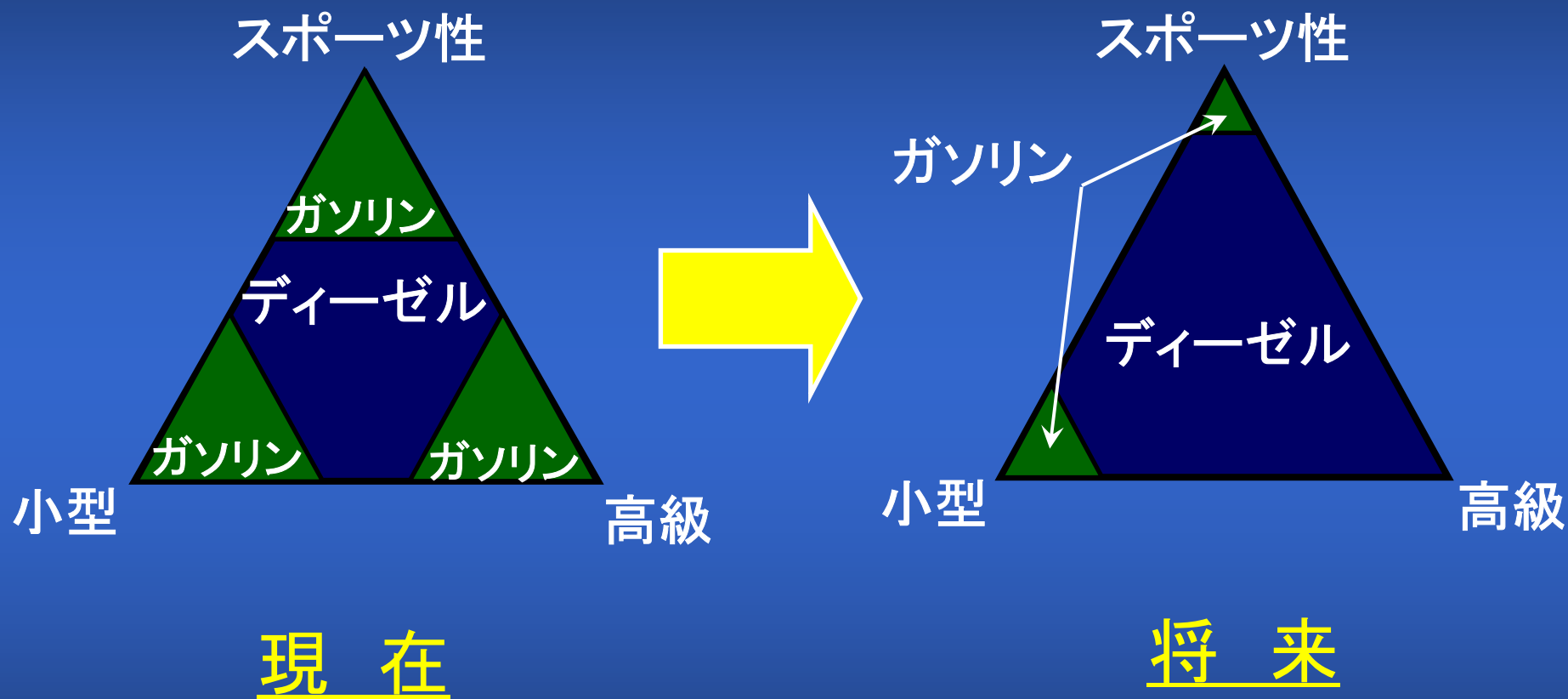


日米欧のディーゼル乗用車事情 — 廃絶するのは日本だけ —

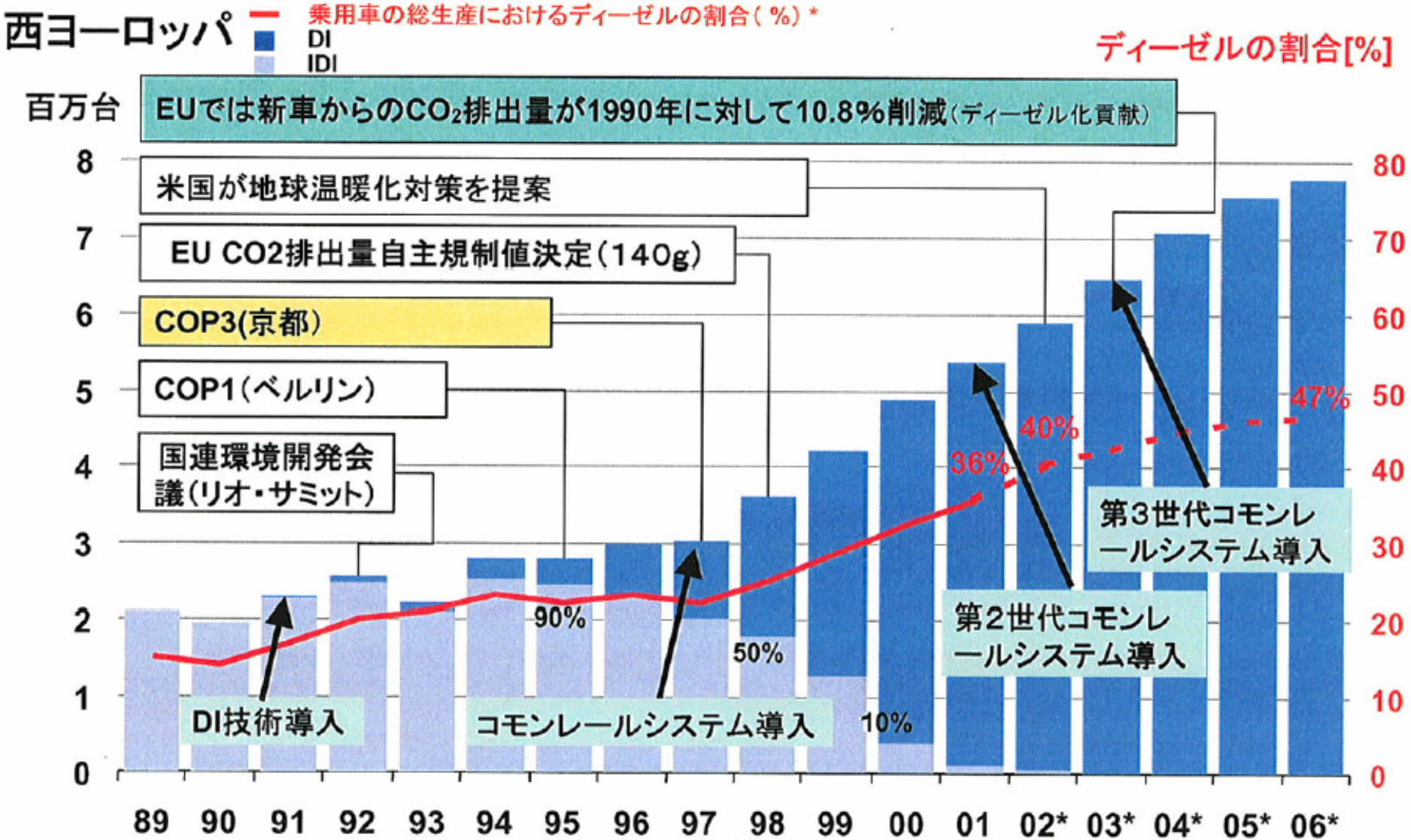
世界地域ごとのディーゼル車シェア



欧州の乗用車におけるガソリンとディーゼルの棲み分け



欧州におけるディーゼル乗用車生産台数と地球温暖化対策



ダイムラークライスラーが米国にディーゼル乗用車を投入

DaimlerChrysler社のMercedes-Benz部門は、米国市場にディーゼルエンジンを搭載したセダン「E320 CDI」を投入すると発表した。2004年春に2005年モデルとして発売した。[2004/03/30]



現在45の州で排ガス規制をクリアしている。

2006年に米国で低硫黄ディーゼル燃料を利用できるようになれば、ニューヨーク、カリフォルニア、メイン、バーモント、マサチューセッツの5州での排ガス規制もクリアするという。



条件		ディーゼル	ガソリン
燃費	市街地モード	11.5km/L	8.1km/L
	高速モード	15.7km/L	11.5km/L
加速	0-100km/h	6.8s	7.1s

カルロス・ゴーンの決断

ディーゼル車

北米に投入表明

日産・ゴーン社長

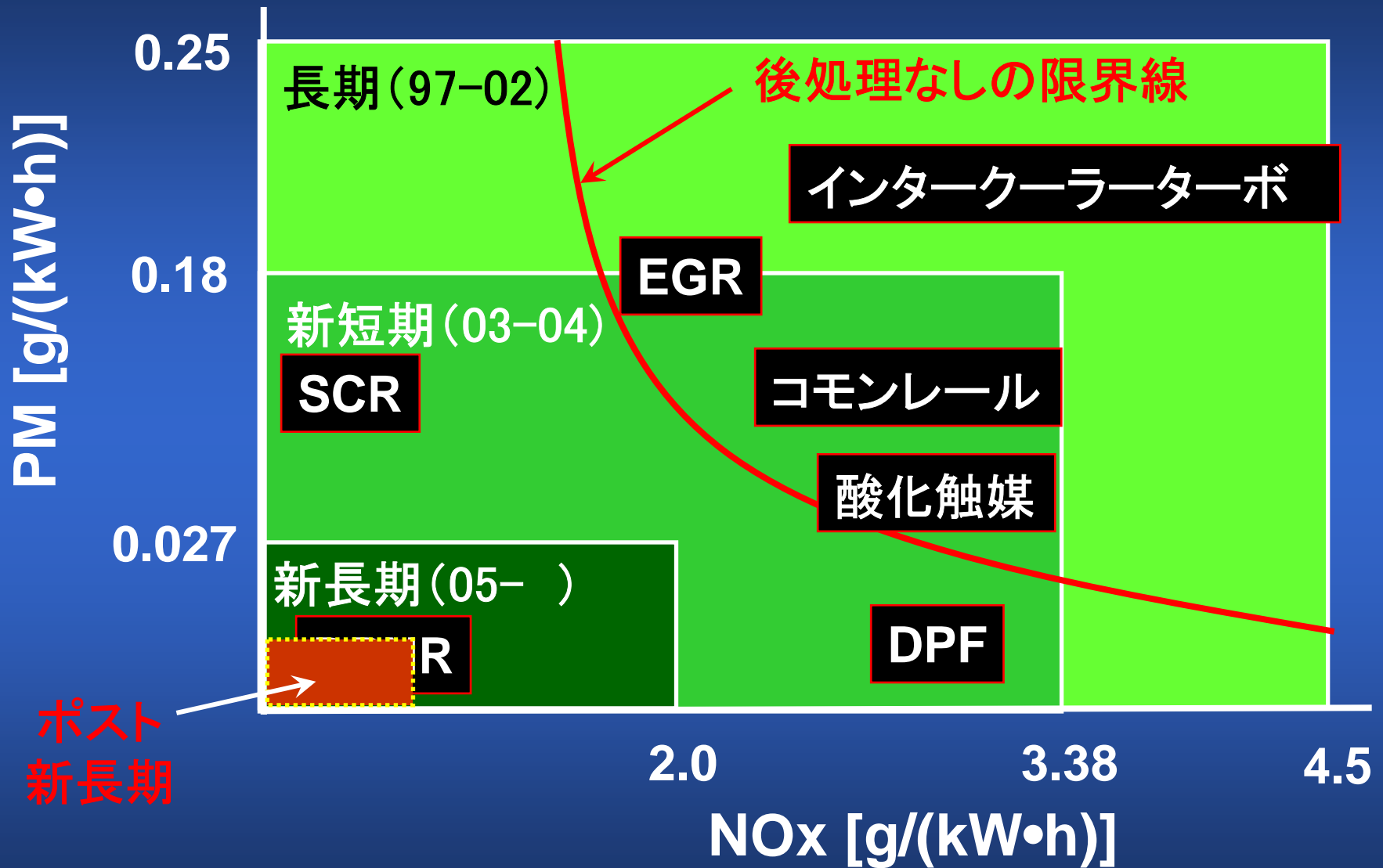
日産自動車のカルロス・ゴーン社長は25日、東京都内で講演し、北米市場にディーゼル乗用車を投入する意向を表明した。発売は2、3年後とみられる。北米では排出ガス規制の強化で環境に優しい車の需要が拡大するとみられ、こうした流れに対応するねらい。

米国の新車販売台数に占めるディーゼル乗用車の比率は、04年の3%から12年までに7・5%に上昇するとの予測（米調査会社JDパワー）もある。ビッグスリーもディーゼル乗用車を売り始めており、日産も投入を決めたとみられる。ゴーン社長は、大型ピックアップトラック「タイタン」と大型スポーツ用多目的車のディーゼル版を投入する考えを示した。

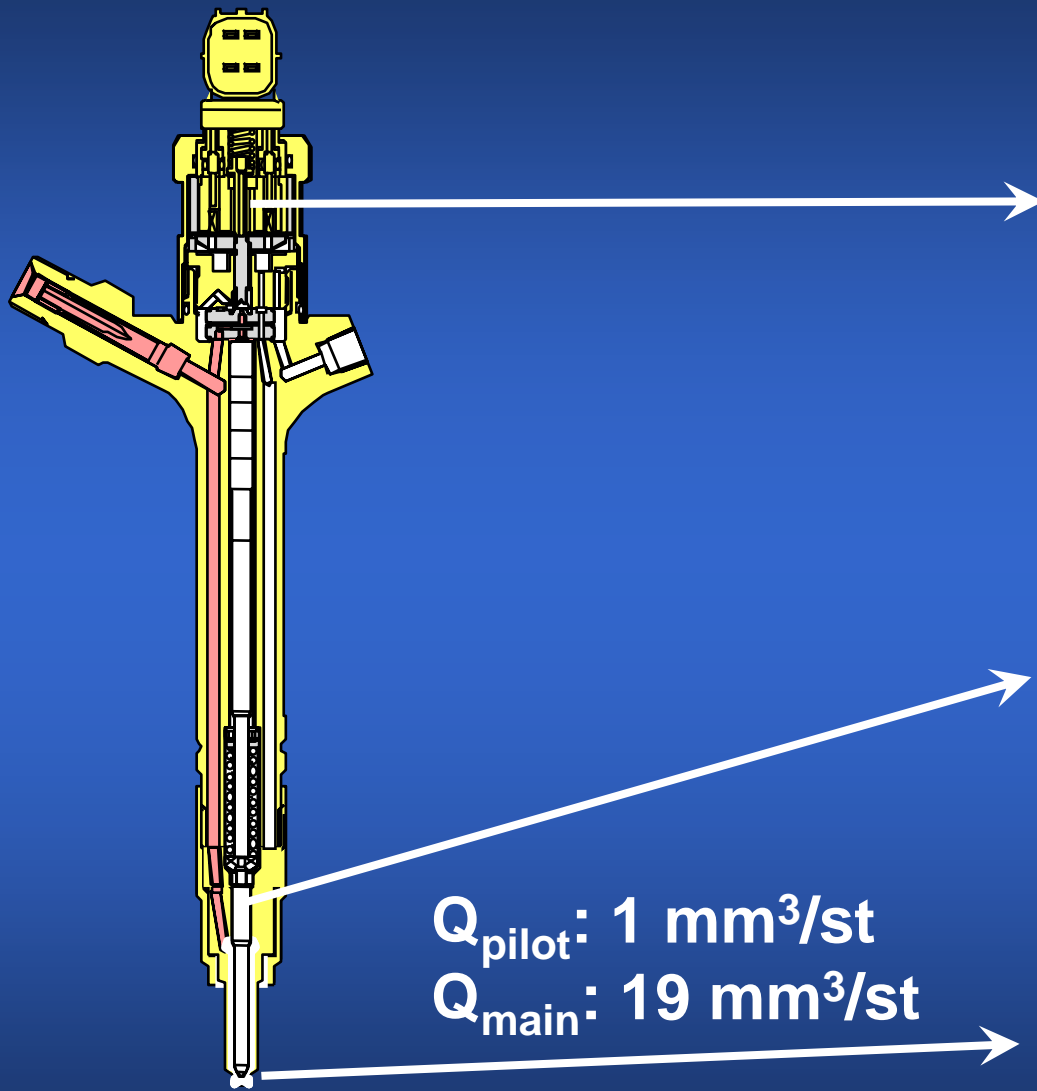
平成17年
11月26日
朝日新聞
より

最新ディーゼルエンジン
— さりげなく驚愕の新技術 —

排ガス規制達成のための新技術

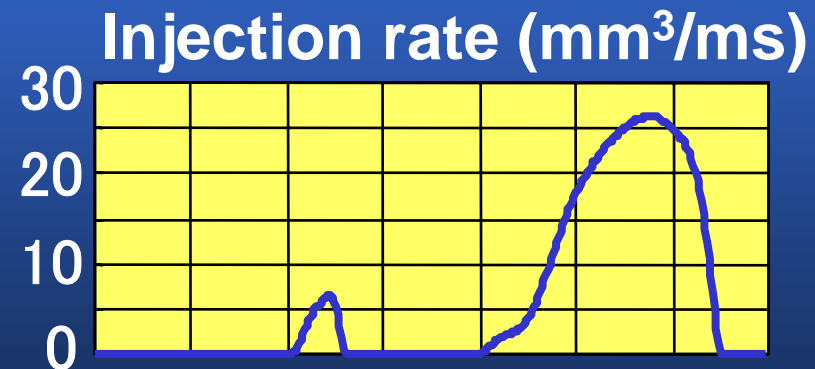
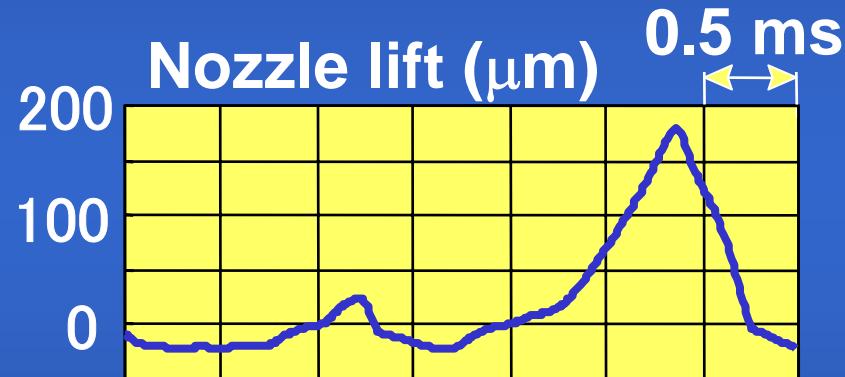
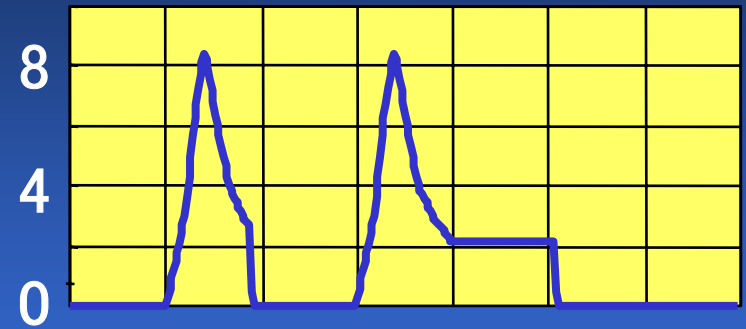


驚愕のコモンレール

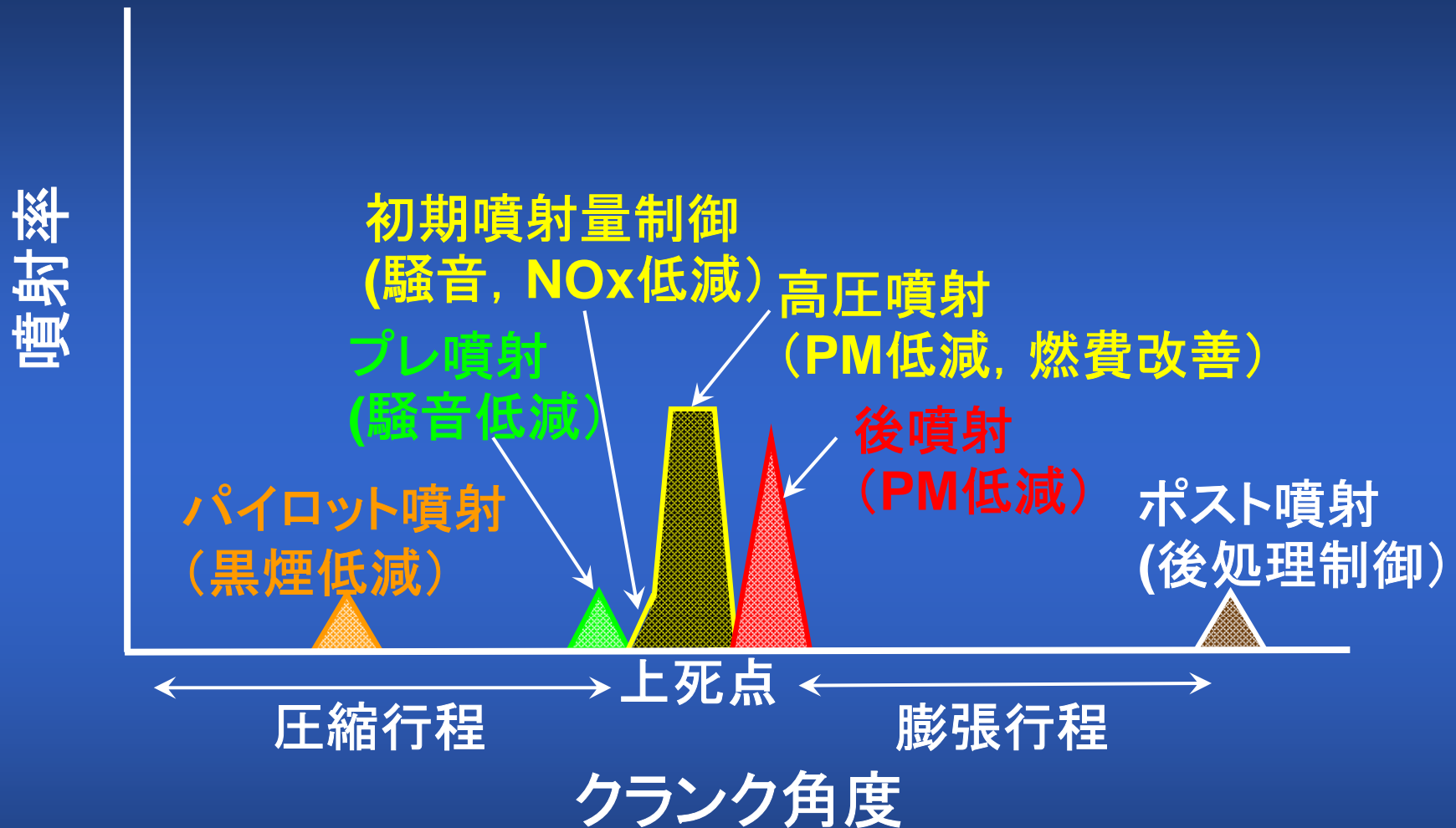


$Q_{\text{pilot}}: 1 \text{ mm}^3/\text{st}$
 $Q_{\text{main}}: 19 \text{ mm}^3/\text{st}$

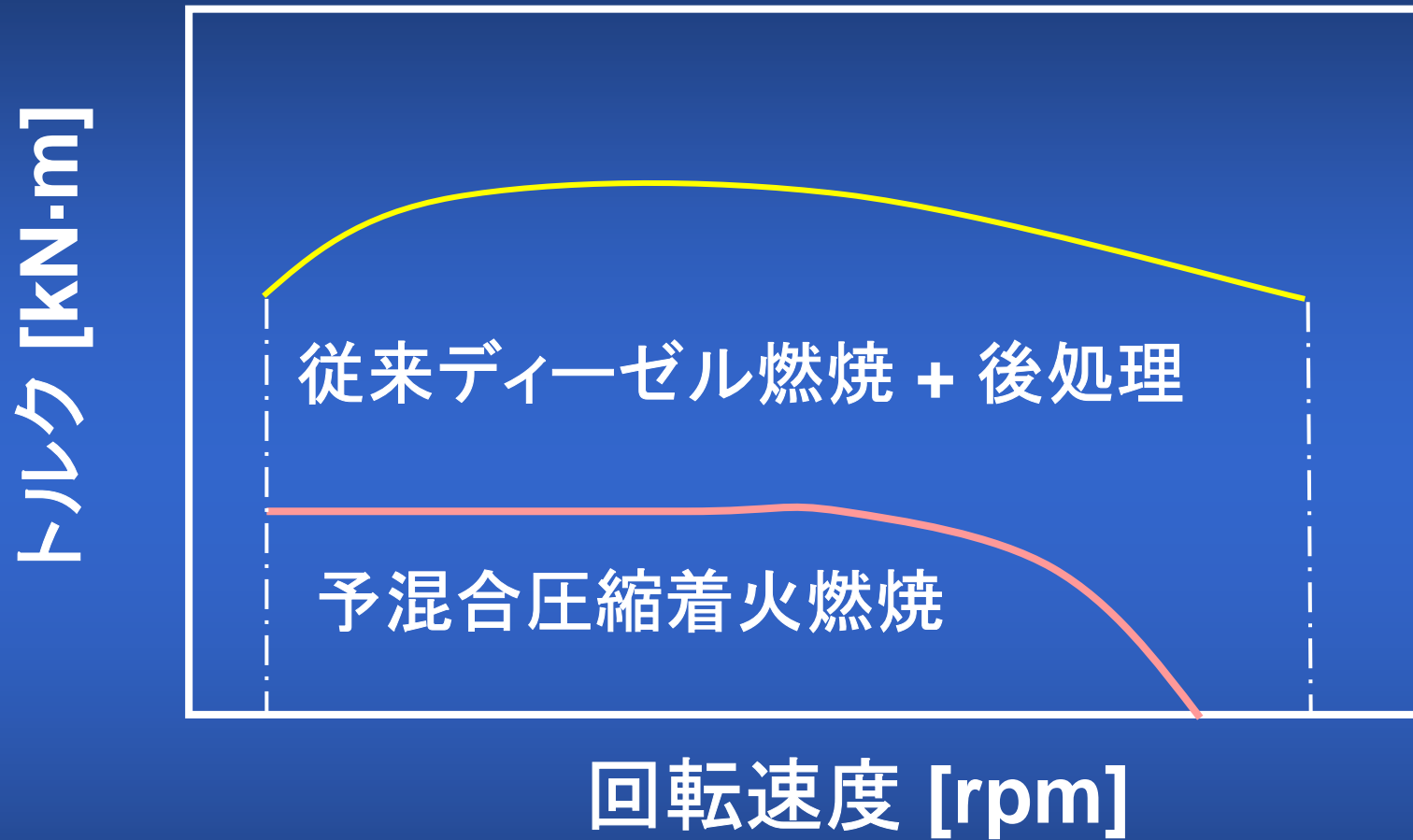
Solenoid current (A)



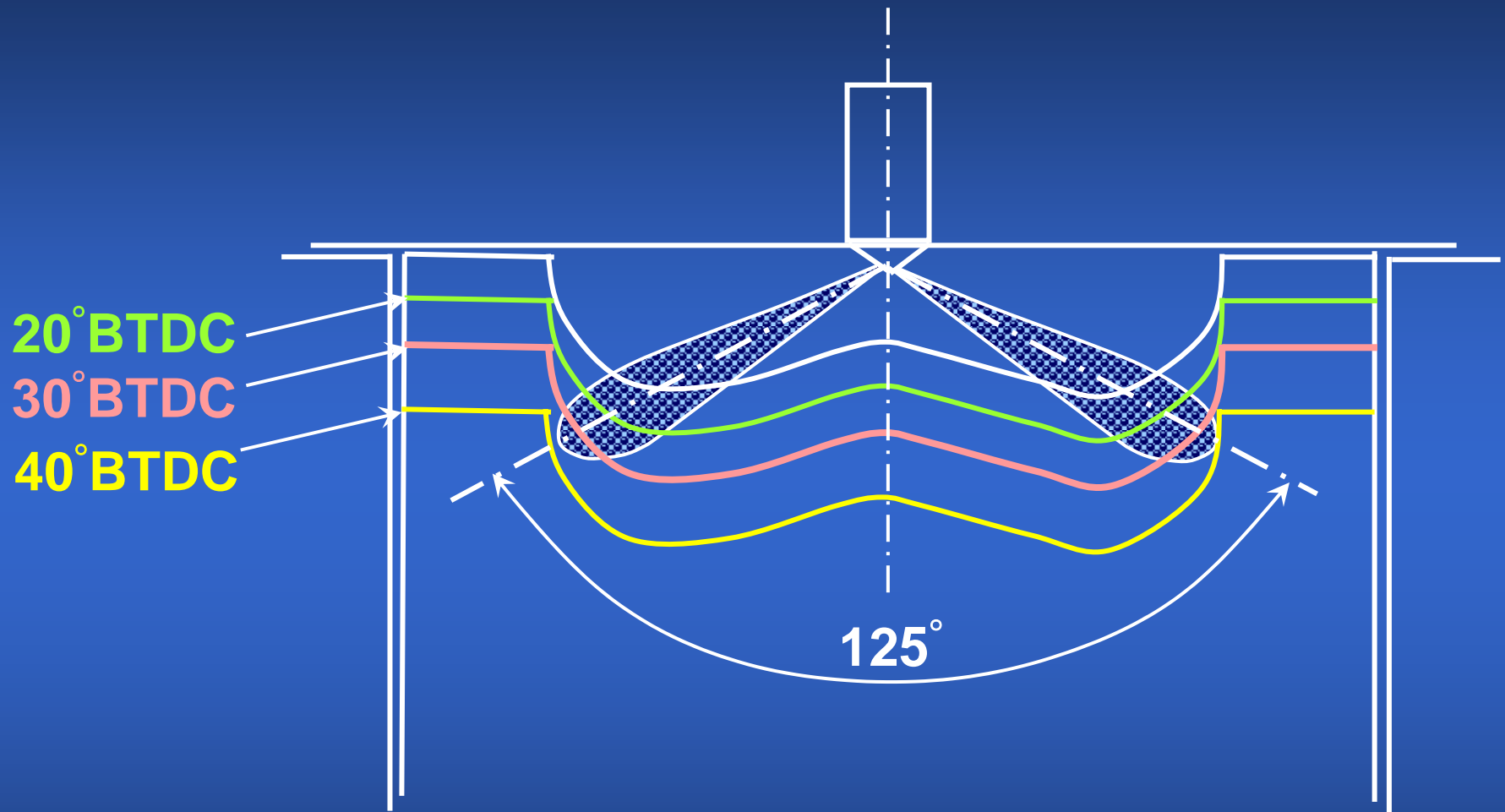
コモンレールによる多段噴射とその効用



通常ディーゼル燃焼と予混合圧縮着火燃焼の併用



HCCIと通常ディーゼル燃焼を併用するための噴霧とピストン位置



低酸素・低温ディーゼル燃焼 — 超高EGRによる無煙化 —

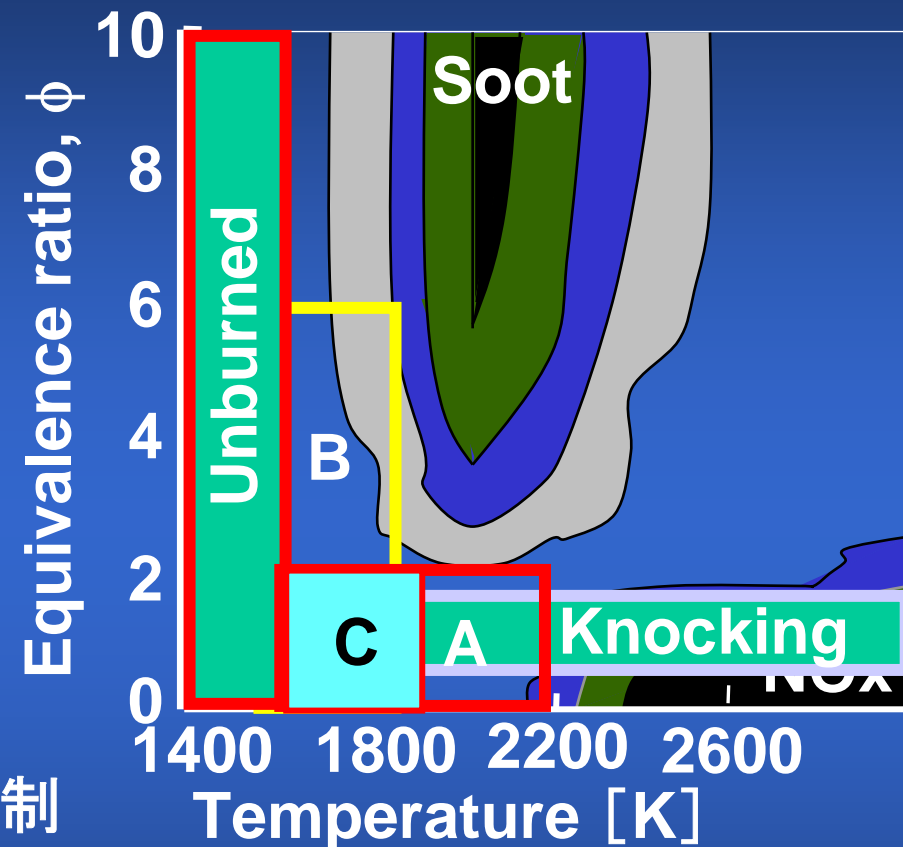
予混合圧縮着火燃焼

- ・ ノッキング
- ・ 通常燃焼との併用
 - ➡ 早期噴射の限界
 - ➡ 上死点近傍噴射
 - ➡ 高EGRによる着火遅れの確保とノッキングの回避

低酸素・低温ディーゼル燃焼

- ・ 低温化によるスート生成の抑制
- ・ 着火遅れ増加による予混合化

スートとNOxの ϕ -Tマップ



要は、いかにスーパークリーン領域を広い運転条件で実現できるか

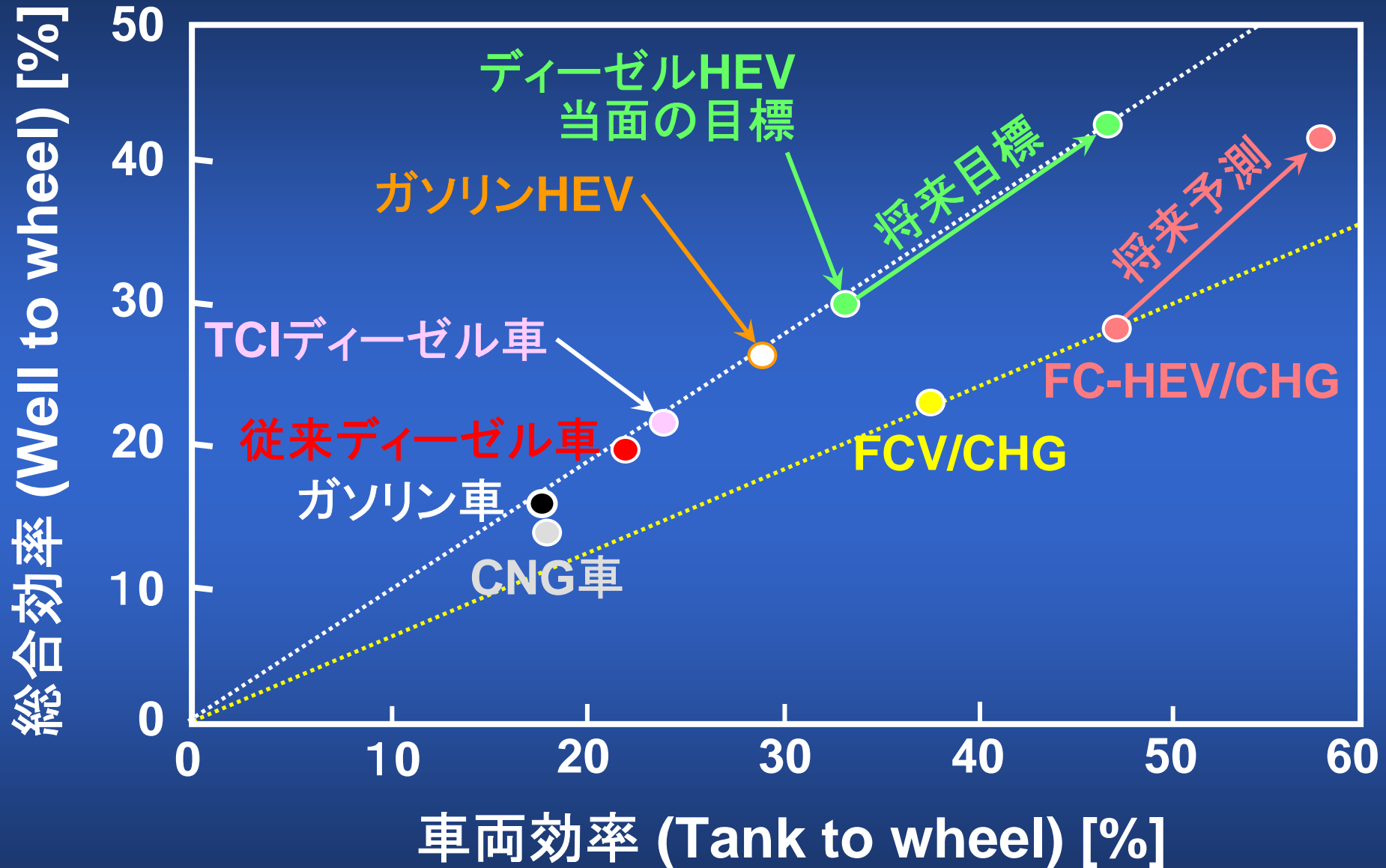
ディーゼルこそハイブリッド

- ディーゼル + ハイブリッド

究極のパワースourceシステム

- ターボチャージャーの泣き所, 加速時の排出ガス改善が可能
- 後処理が困難な低負荷運転を回避可能

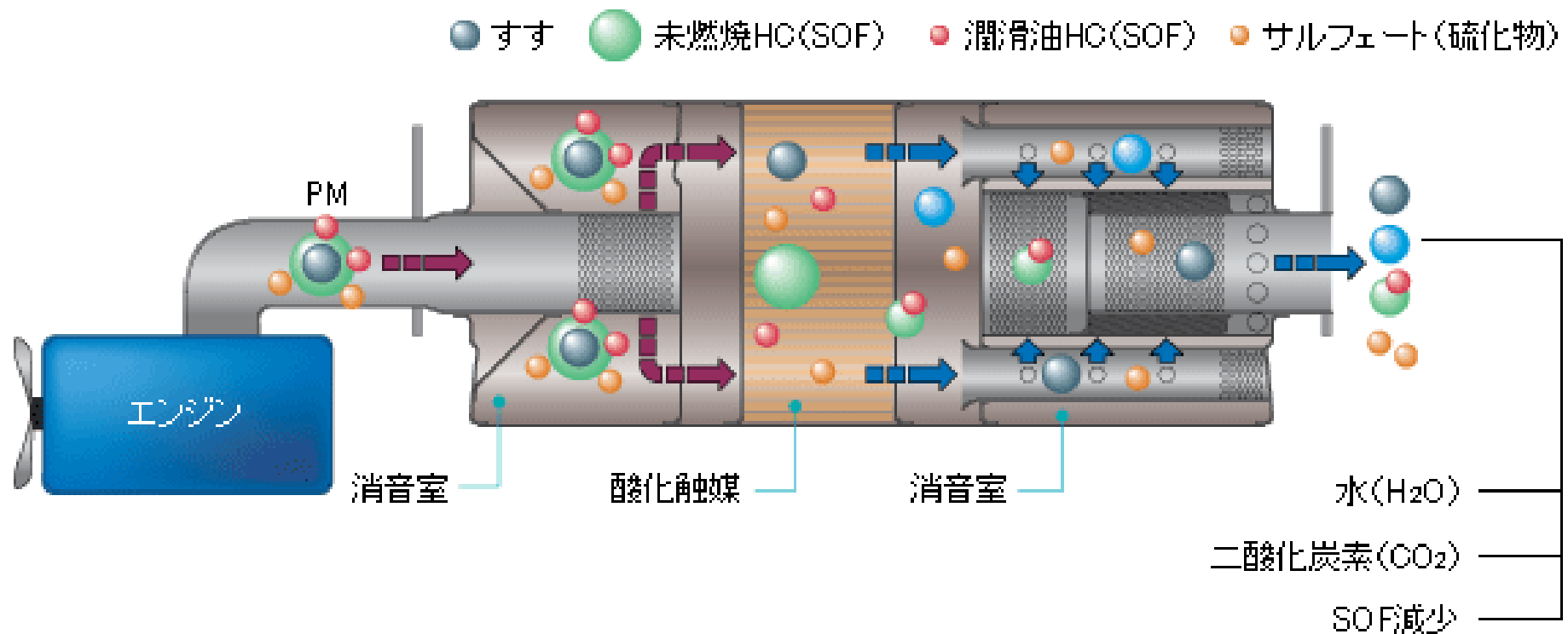
各種自動車の車両効率と総合効率



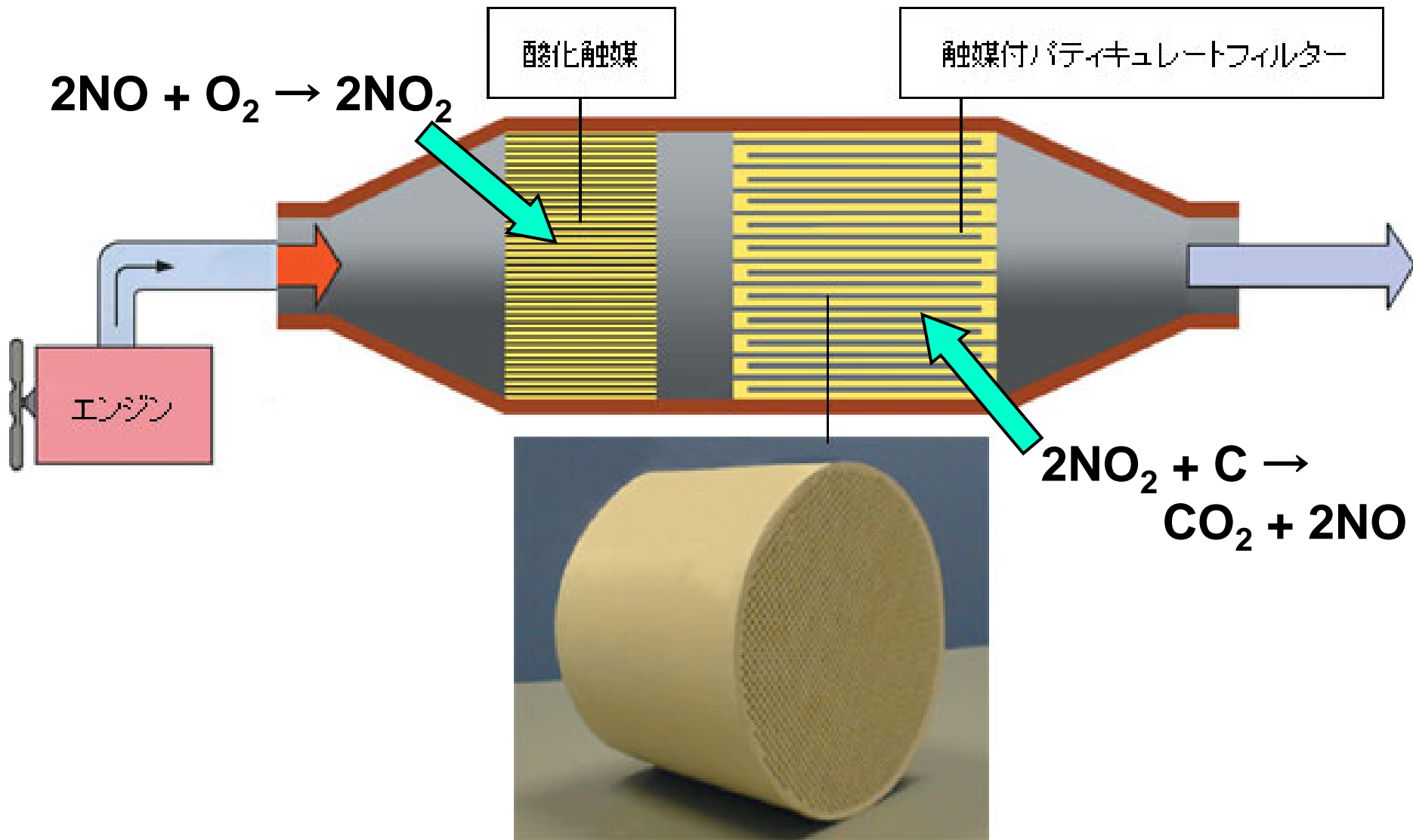
これからの排気浄化の主役

— 排気後処理 —

酸化触媒 (PMキャタコンバーター)



酸化触媒付きDPF

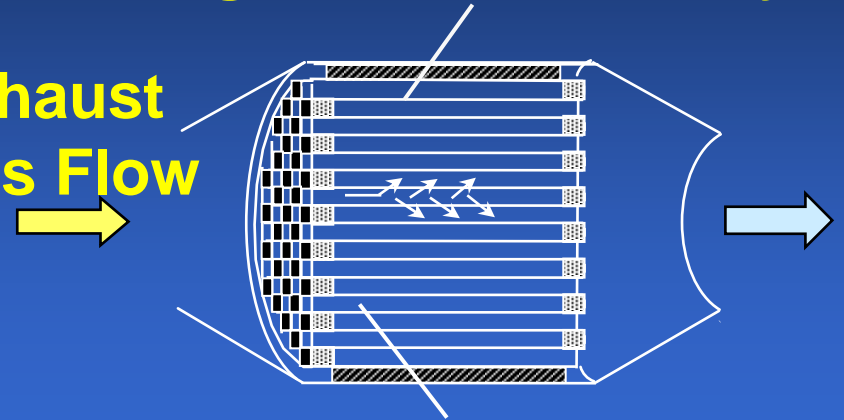


画期的なNOx・PM同時浄化システム — DPNR



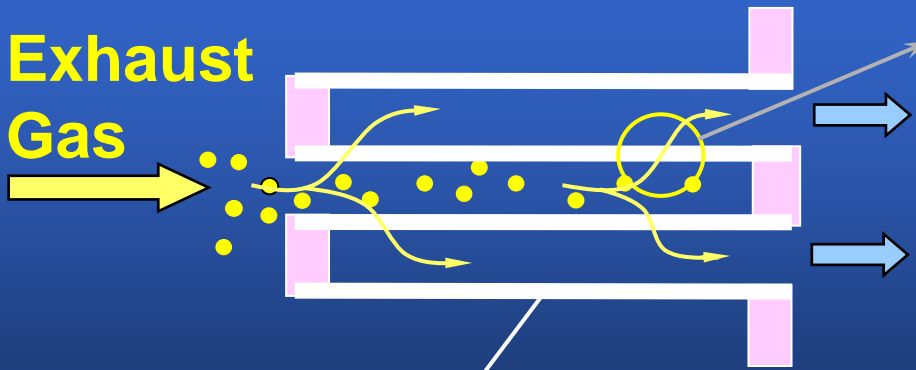
NOx storage reduction catalyst

Exhaust Gas Flow



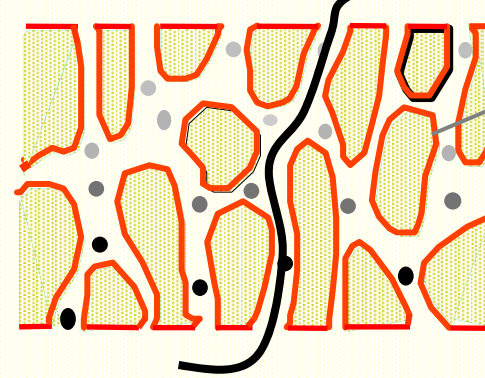
Diesel Particulate Filter

Exhaust Gas



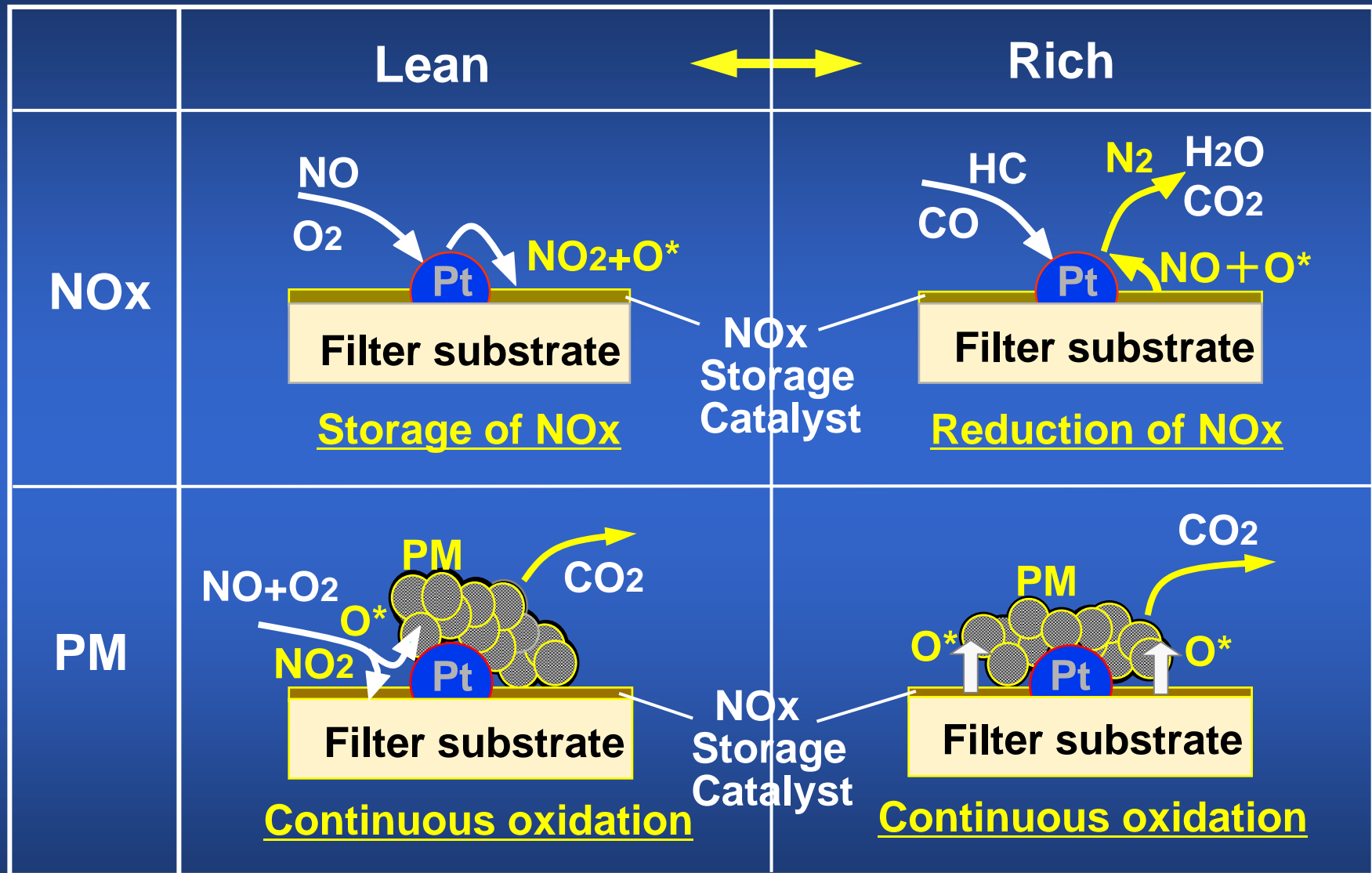
Diesel Particulate Filter

Enlarged View

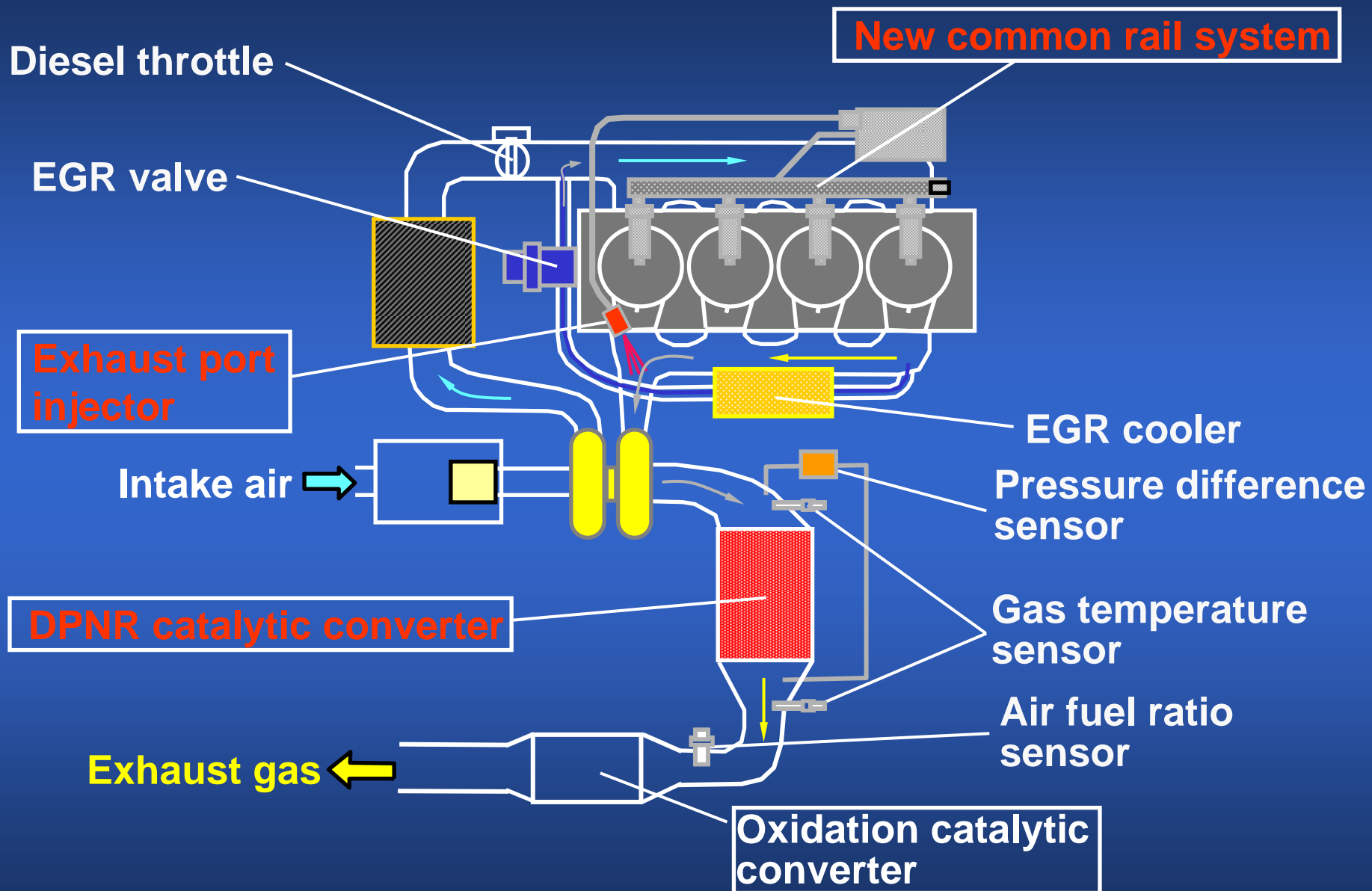


NOx Storage Reduction Catalyst

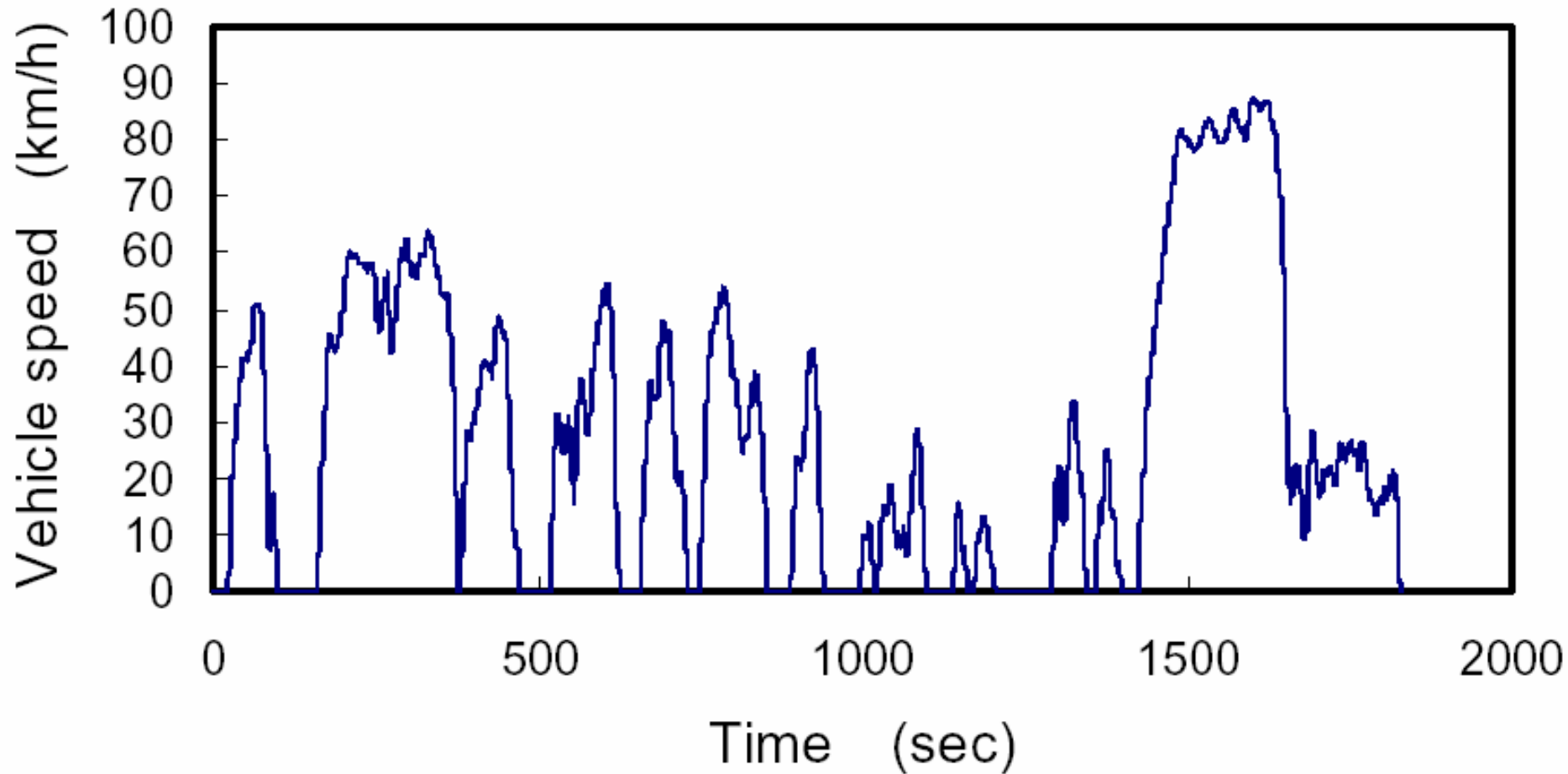
DPNRによるNO_x・PM同時浄化のメカニズム



スーパークリーンディーゼルのシステム構成



これからのJE05モード(重量車: 3.5 t以上)



実害を考えたNO_x規制を！

- 大切なことは**環境基準を満たすこと**ではなく、**実害を出さないこと**である
- 実害 = NO₂直接 (沿道) …… 実害小？
光化学スモッグ (広域)
酸性雨 (地球的規模) …… 寄与度小
- 沿道対策には渋滞緩和, 道路構造の改善などが重要
- 光化学スモッグには, 非メタンHC対策も不可欠
- NO_x対策は常にコストアップとCO₂増加に直結

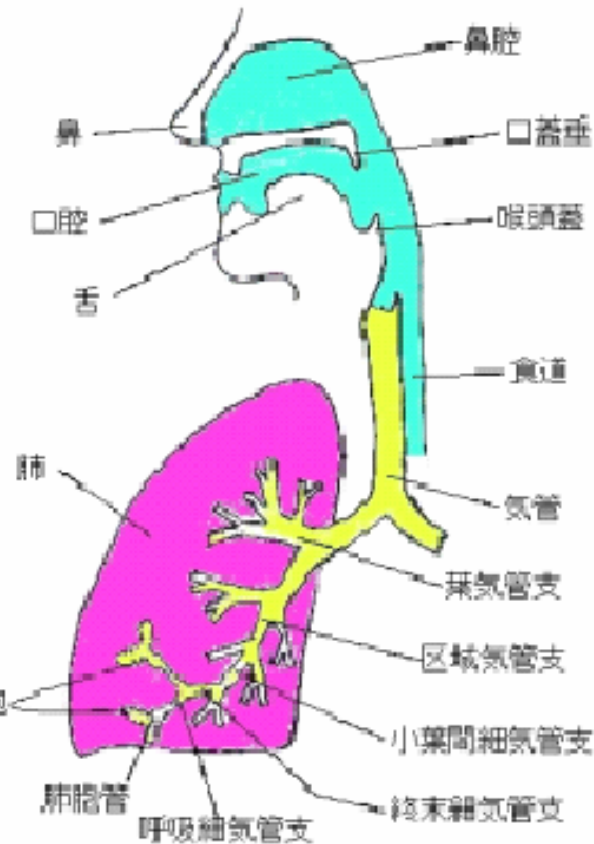
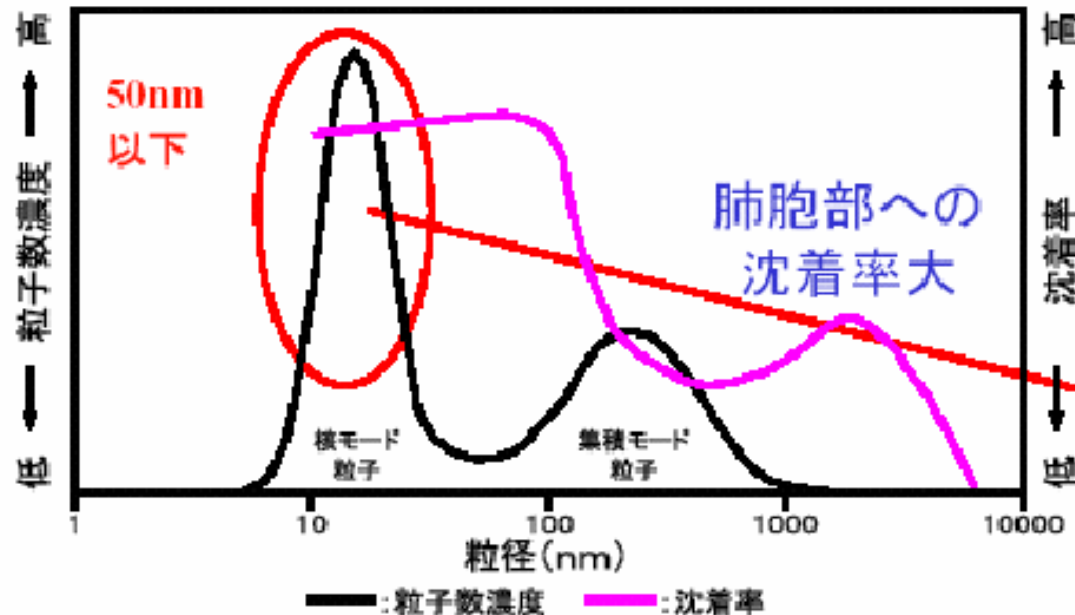
新たな試練
— ナノ微粒子 —

ナノ微粒子の特性と健康影響

・ 健康影響

— ナノ微粒子(50 nm以下): 肺胞部への吸入による沈着率が高い

ディーゼル排気微粒子の粒径分布と沈着率



JCAP II ホームページより

解明されつつあるナノ微粒子の正体

- 大部分が揮発成分である

➡ 寿命が短い？

- 主成分は燃料または潤滑油に近い炭化水素

➡ 発がん性・有害性は低い？

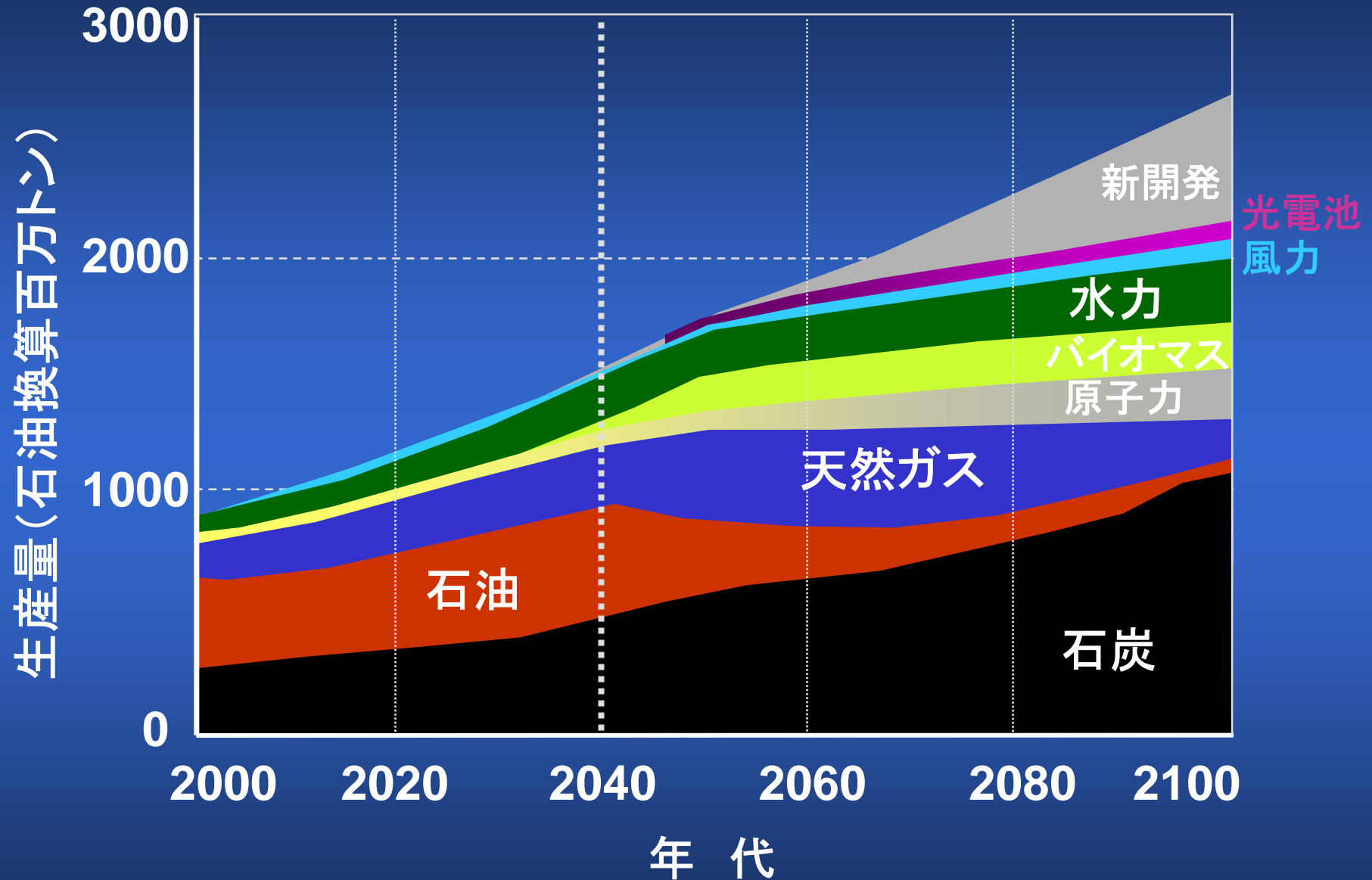
- 酸化触媒により激減する

➡ 新長期規制対応エンジンでは微量？

* 今後の検討結果を待つべき

21世紀初頭は、
まだまだ石油が中心

エネルギー供給見通し



少なくとも2030年までは石油の時代は続く

可採埋蔵量の増加 > 需要の増加

ディーゼルエンジンと燃料 — 適材適所の重要性 —

燃料の製造とCO₂

製油所で燃料1Lを製造する際のCO₂発生量

277 g : 150 g

ガソリン 軽油

- * ガソリンを400万KL減らし、軽油を400万KL (軽油需要量の約10%) 増やすと製油所からのCO₂排出量は最小となる.

➡ 現状より170万トンのCO₂削減可能

現状軽油に求められる性状

微粒子低減

- ・ 芳香族分, いおう分の低減
- ・ 蒸留温度の低減(軽質化)

後処理(酸化触媒, NOx吸蔵還元)

- ・ いおう濃度 < 10 ppm (Sulfur free)

燃料の適材適所利用

- ・ 直留灯油留分をディーゼル用に
- ・ 軽油の重質留分を重油の品質改善に
- ・ 重油から分解灯油（暖房用）の生産
- ・ 天然ガスの暖房への利用

今後の課題とまとめ
— さりげなさの重要性 —

三本の矢

エンジン燃焼技術

制御技術

排気浄化技術

燃料製造技術

- ・自動車会社，石油会社，化学会社の相互協力
- ・適切な行政指導
- ・国民の正しい理解