



2010年6月25日

平成22年度JATOP成果報告会

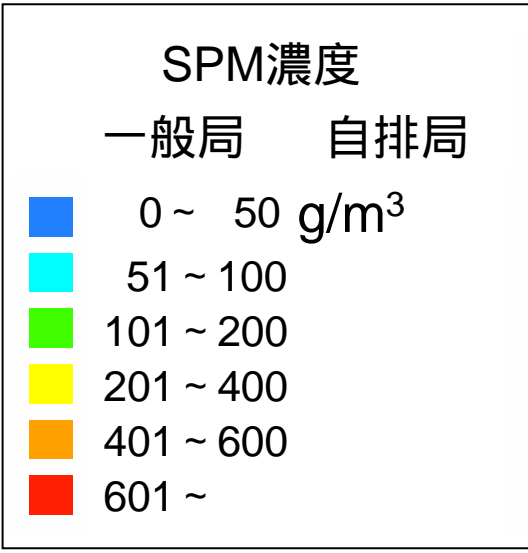
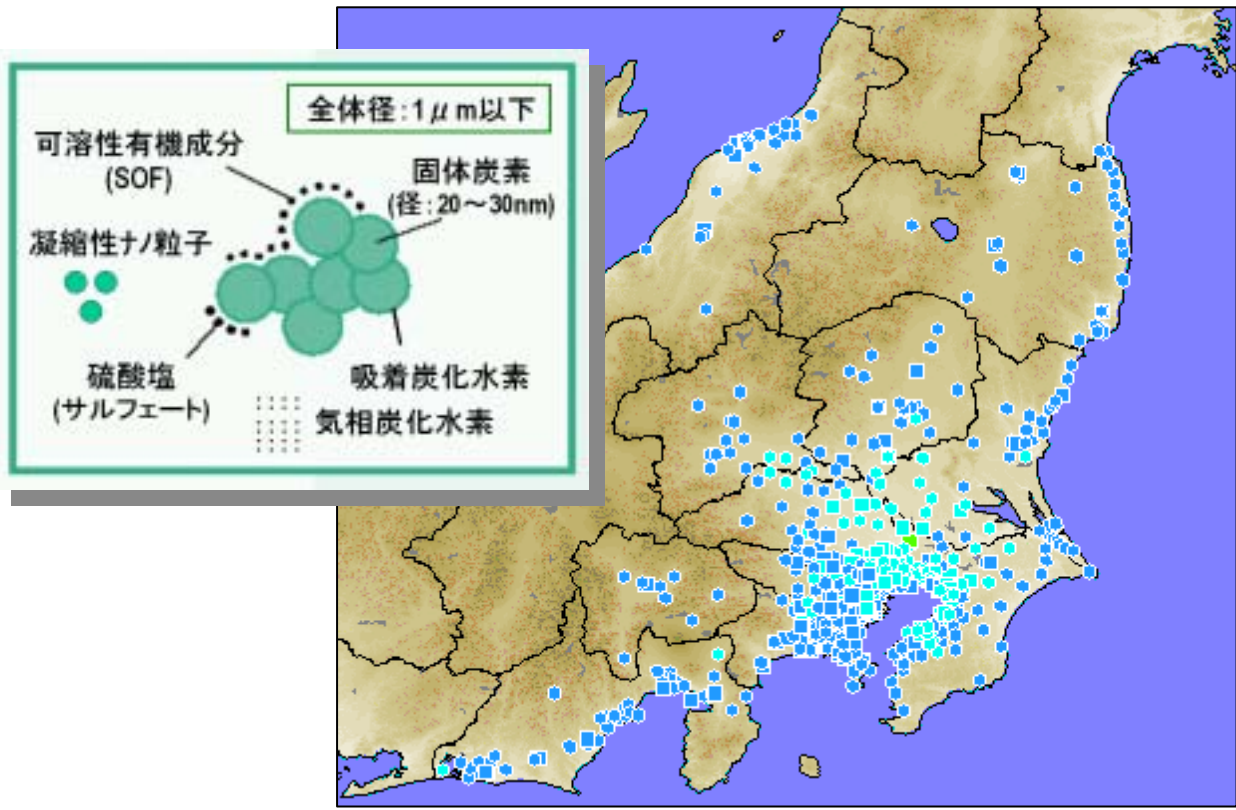
自動車の環境・燃料に関する将来展望

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科

大聖 泰弘

Email: [daisho@waseda.jp](mailto:daisho@waseda.jp)

# 関東地方の浮遊粒子状物質濃度



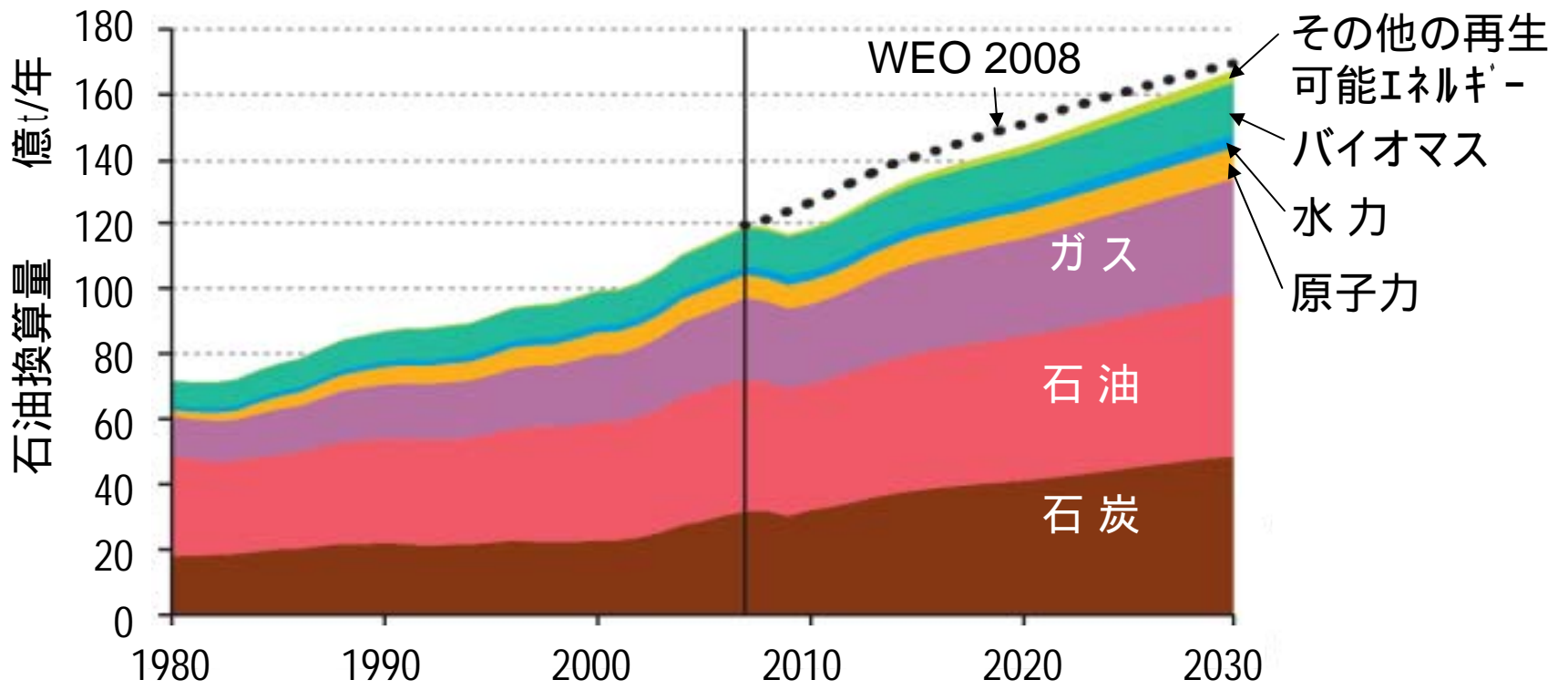
2006年12月5日  
19時現在  
「そらまめ君」による

大気環境行政の最重要目標である2010年での $\text{NO}_2$ 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 $\text{NO}_x$ ・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の環境基準が告示された。

# 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

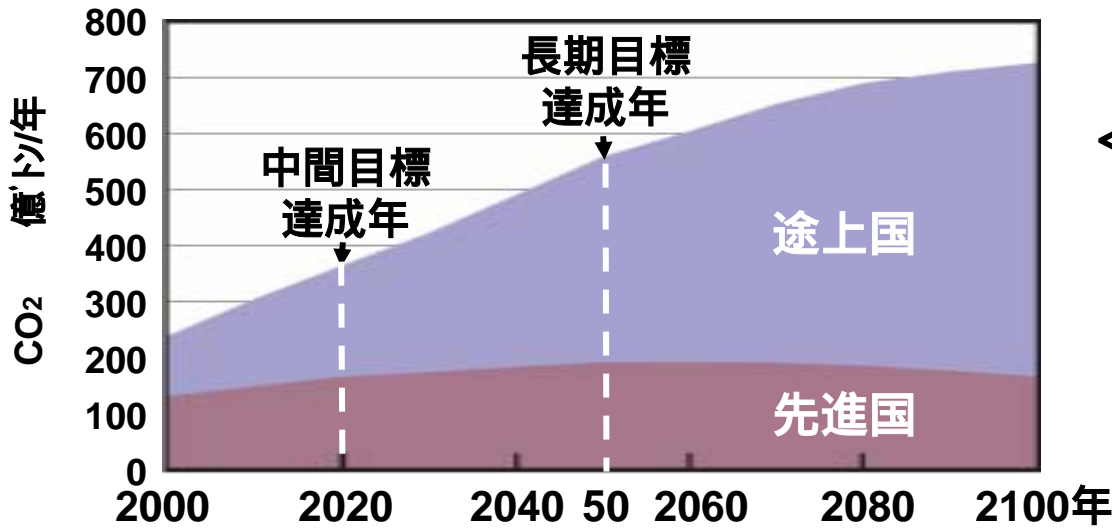
- ・ 諮 問 (1996年)
- ・ 中間答申 (1996年) : 二輪車規制導入, ガソリンの低ベンゼン化
- ・ 第二次答申 (1997年) : ガソリン車の新短期, 新長期規制  
ディーゼル特殊自動車規制導入
- ・ 第三次答申 (1998年10年) : ディーゼル車の新短期, 新長期規制
- ・ 第四次答申 (2000年12年) : ディーゼル車の新長期の前倒し  
ディーゼル特殊自動車の前倒し  
軽油の硫黄分の低減 (500 50ppm)
- ・ 第五次答申 (2002年4月) : ディーゼル・ガソリン車の新長期規制
- ・ 第六次答申 (2003年6月) : 二輪車, 特殊自動車の規制強化
- ・ 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年予定) : ディーゼル重量車NOx挑戦目標, E10燃料

# 世界の年間一次エネルギー需要の推移 ~ 基準ケース ~ (IEA World Energy Outlook 2009)



WEO2008に対して、同2009では、経済不況の影響を考慮。  
 現状が維持される基本ケースでは、石油換算量は2007年現在の120億t  
 から2030年には40%増加し、168億tに達すると予想される。  
 運輸部門では、石油の6割を消費し、全世界のCO<sub>2</sub>の23%を排出している。

# 先進国と途上国のCO<sub>2</sub>排出量予測と課題



< 基準ケース >  
 IPCC4報告  
 環境省  
 (2008年)

2007年のCOP13(バリ島), 2008年G8(洞爺湖サミット)で世界全体で2050年にCO<sub>2</sub>を50%削減を目指すこととした。

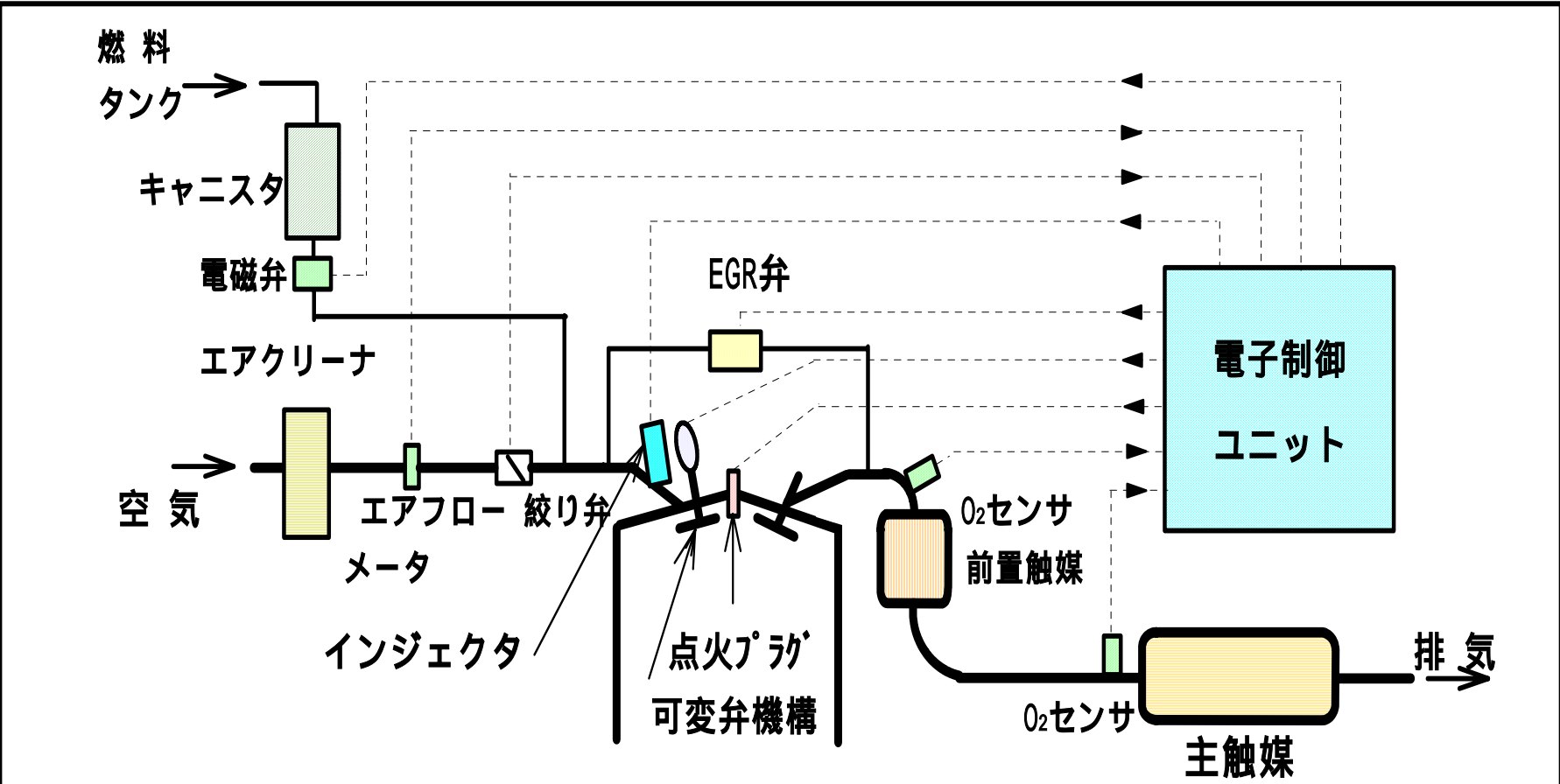
わが国としては, 2050年に現状から60~80%削減することを表明。第一約束期間(2008~12年)以降の「ポスト京都」に向けて, 2020年の中間目標値の設定が必要。本年COP16で議論される。

- ・EU: 1990年比20% (途上国の取り組みによっては30%) 削減
  - ・米国(オバマ政権): 1990年レベルに削減
  - ・わが国: 1990年比25%減
- 運輸部門を含めて途上国への削減に関わる支援が極めて重要。

# 運輸部門における環境対策のための 3つのアプローチ

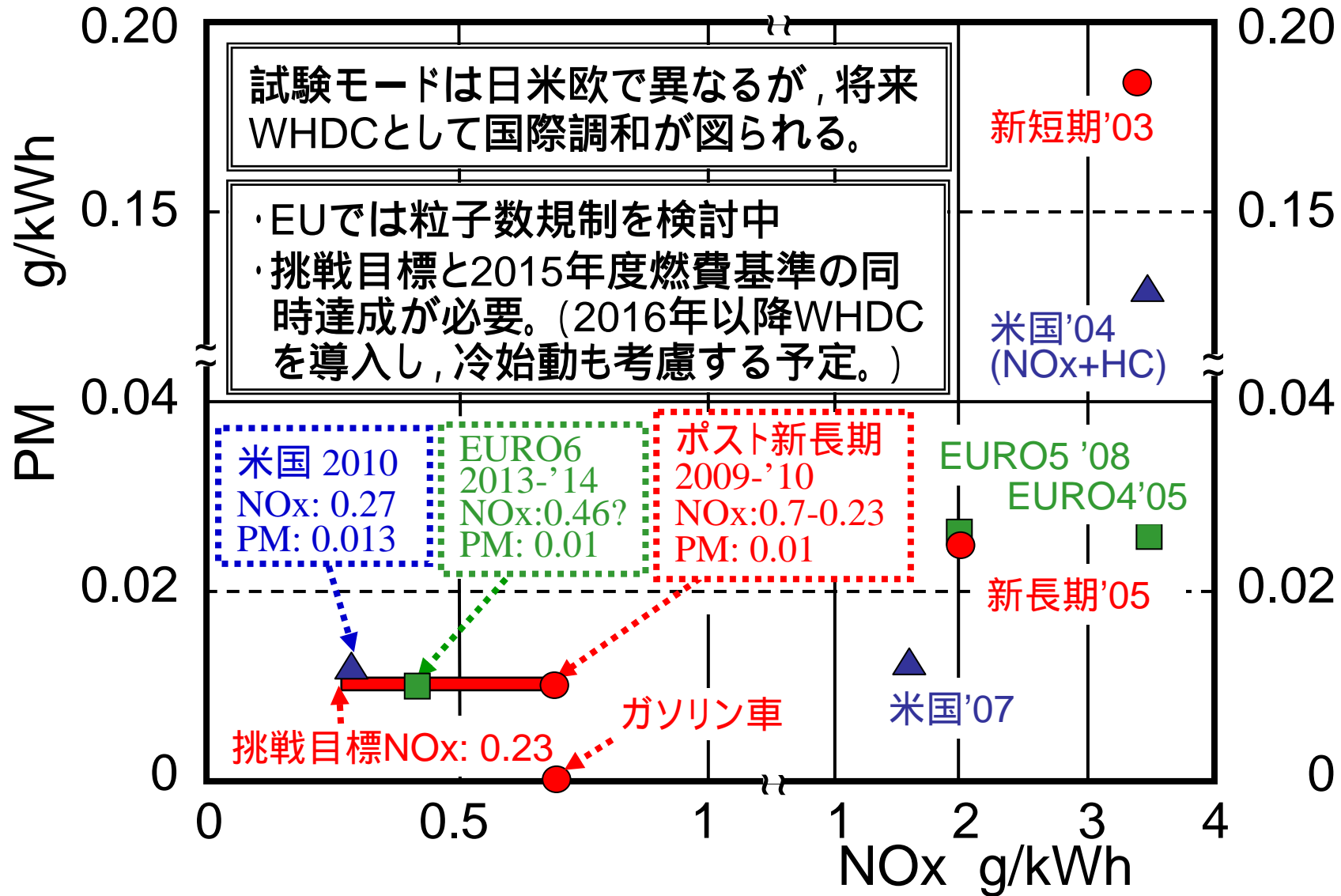
- 【1】 **従来車の技術改善** <排出係数の低減。定量的把握が可能>
  - ・技術的に確実で、排気浄化と燃費改善で当面最も高い効果
  - ・2015年度の燃費基準の強化後もさらに燃費改善が進展
- 【2】 **新動力システム・新燃料の開発** <同上>
  - ・ハイブリッド車      ・電気自動車      (・燃料電池車)
  - ・バイオ燃料(バイオエタノール, バイオディーゼル, BTL等)
    - 現状では供給量はわずかであり, 効果は限定的
- 【3】 **自動車の利用に関わる取組み**
  - <活動量(走行量)の抑制。今後定量的な把握が必要>
  - ・輸送(積載効率の改善, 営自転換, モーダルシフト等)
  - ・業務(ITを活用して移動を削減, マイカー通勤の自粛等)
  - ・私的な利用(カーライフスタイルの変更, エコ・安全運転等)

# ガソリンエンジンの排出ガス対策例



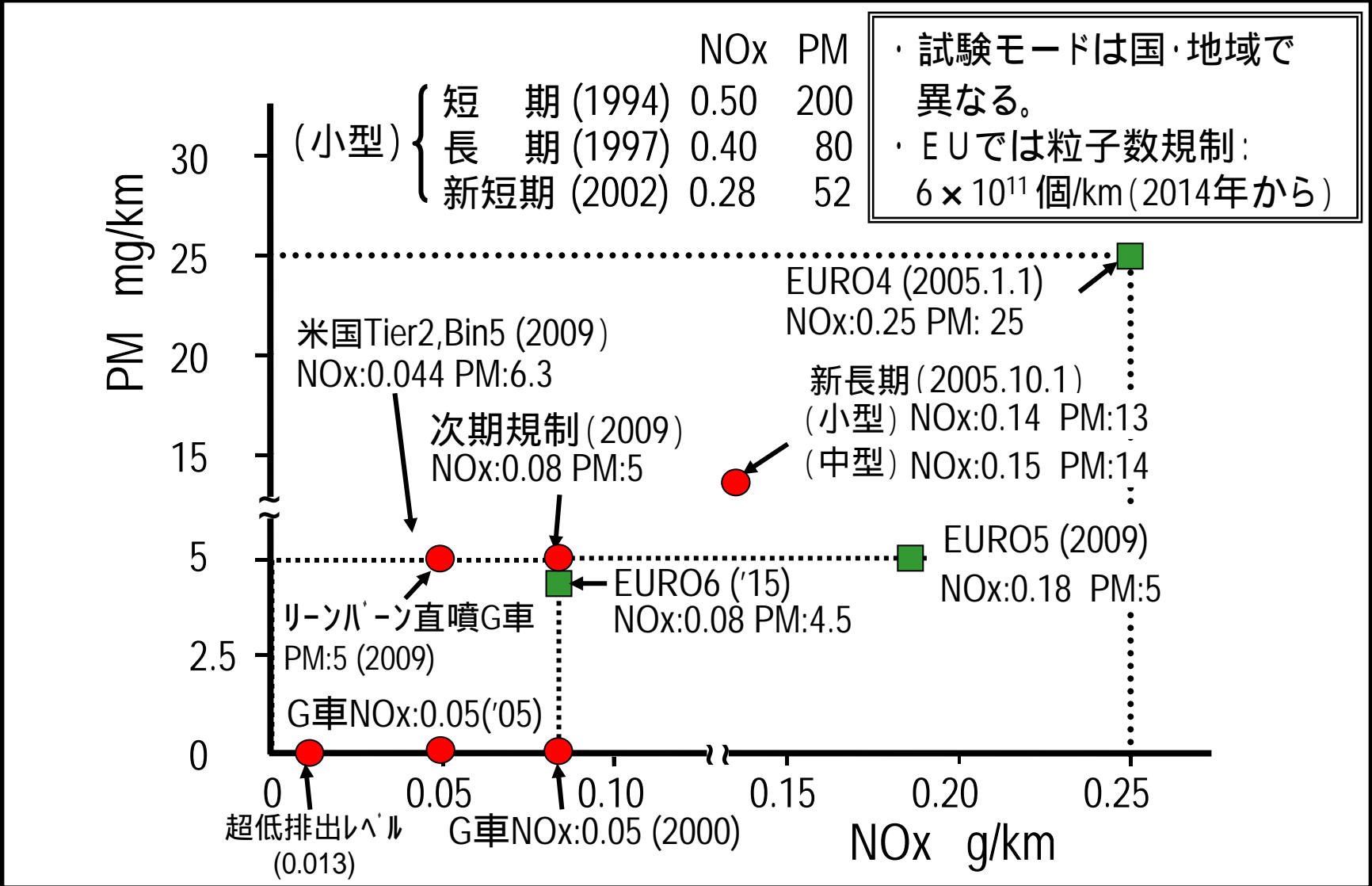
ガソリン車は、2008年と2011年の冷始動・暖機時のモード変更による実質的な規制強化に対応して、「超低公害車」になりつつある。長期的には燃費規制の強化に適合してさらに進化を続ける必要がある。

# 日米欧におけるディーゼル重量車のNOxとPMの規制

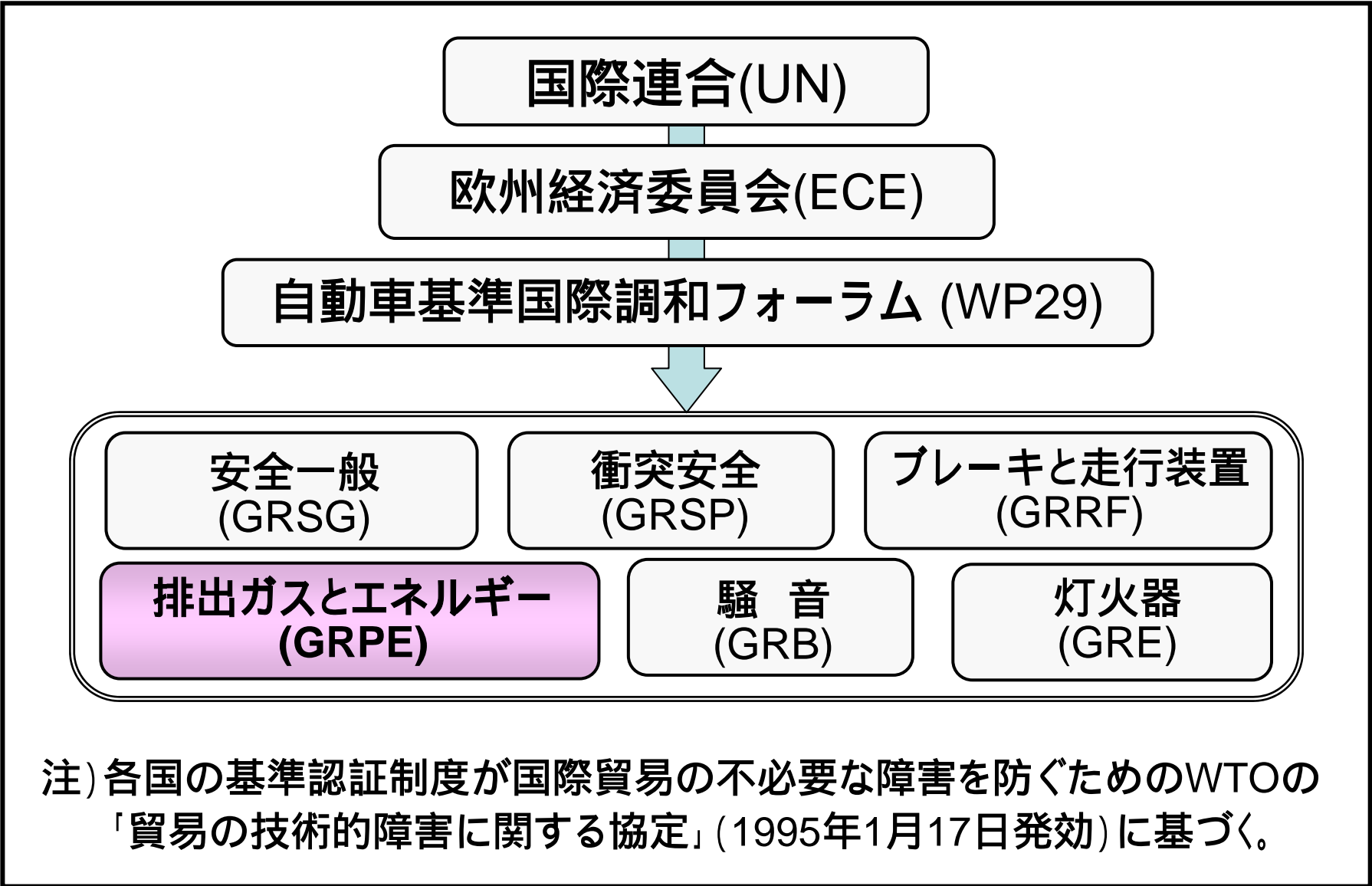




# 日米欧のディーゼル乗用車のNOxとPM規制値比較



# 自動車に関する国際基準調和活動の枠組み



# 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  
(検討中)

- ・乗用車排出ガス試験法 (WLTP) (検討中)

## ECE規則改正

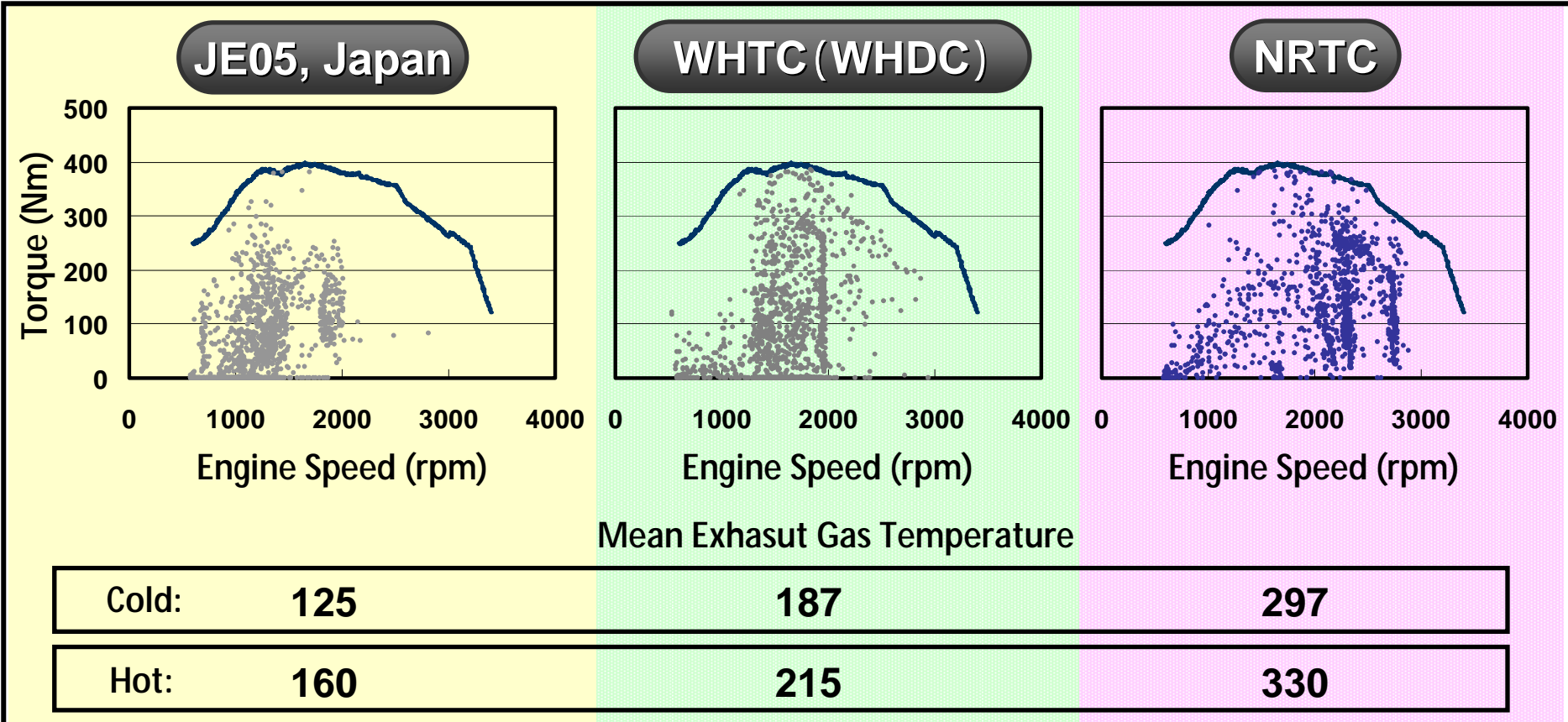
- ・粒子測定法 (PMP) (決定)

## その他

- ・環境に優しい自動車 (EFV)

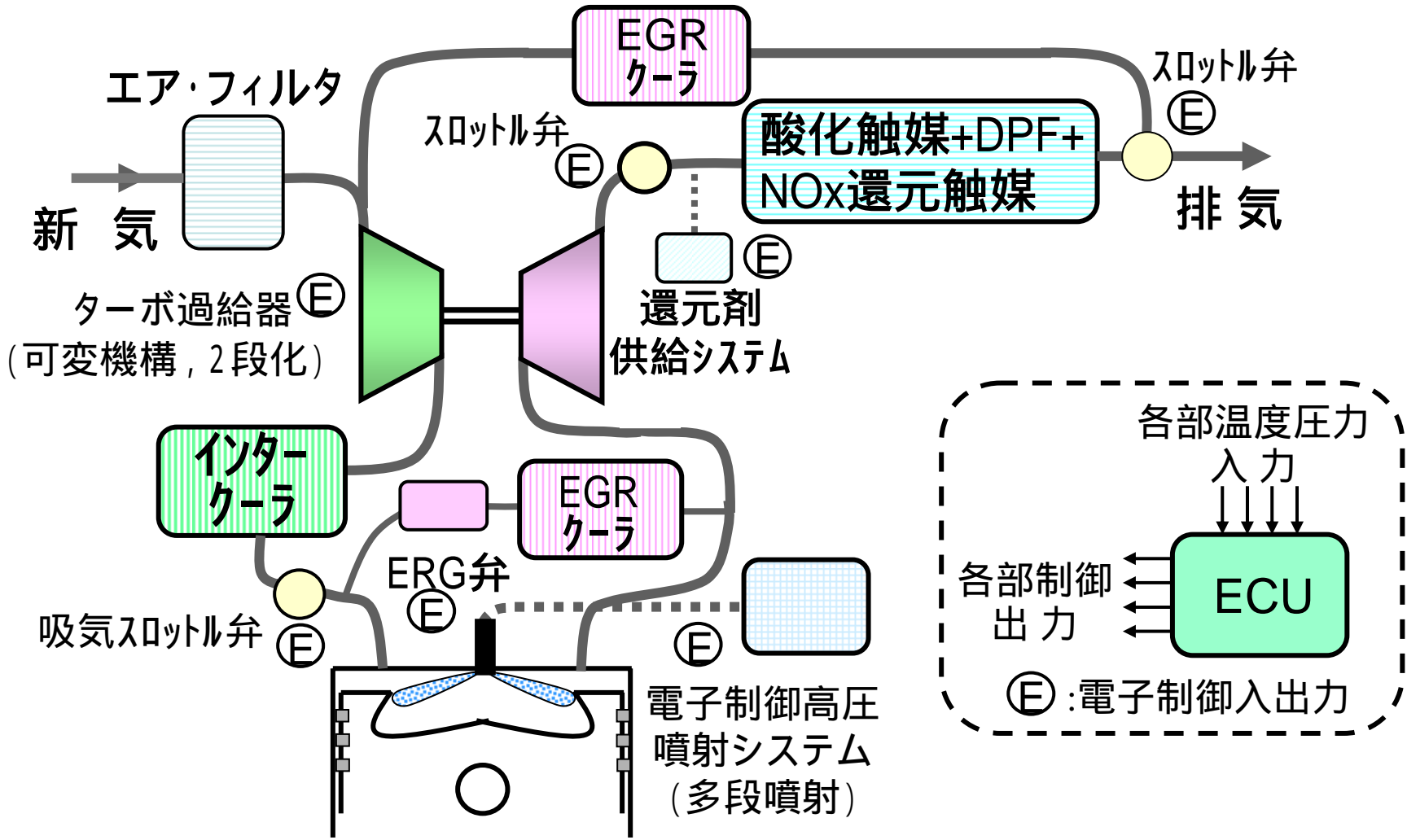
- ・燃料性状 (FQ) (検討中)

# 重量車用エンジンの各種テストサイクルと平均排気温度 (4L直噴ディーゼルエンジン)



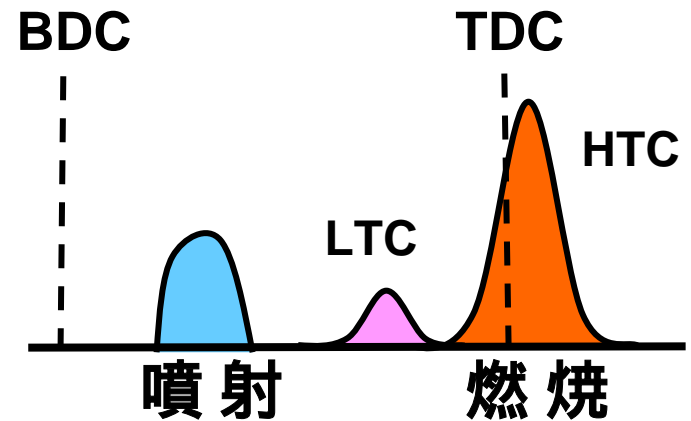
今後、乗用車(軽量車)についてもテストサイクルの国際標準化が進められる見通しである。(WHLTP)

# 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、コスト低減が急務。長期的に一層の高効率化を目指す必要がある。

## HCCI (予混合圧縮着火) 燃焼方式の実現可能性



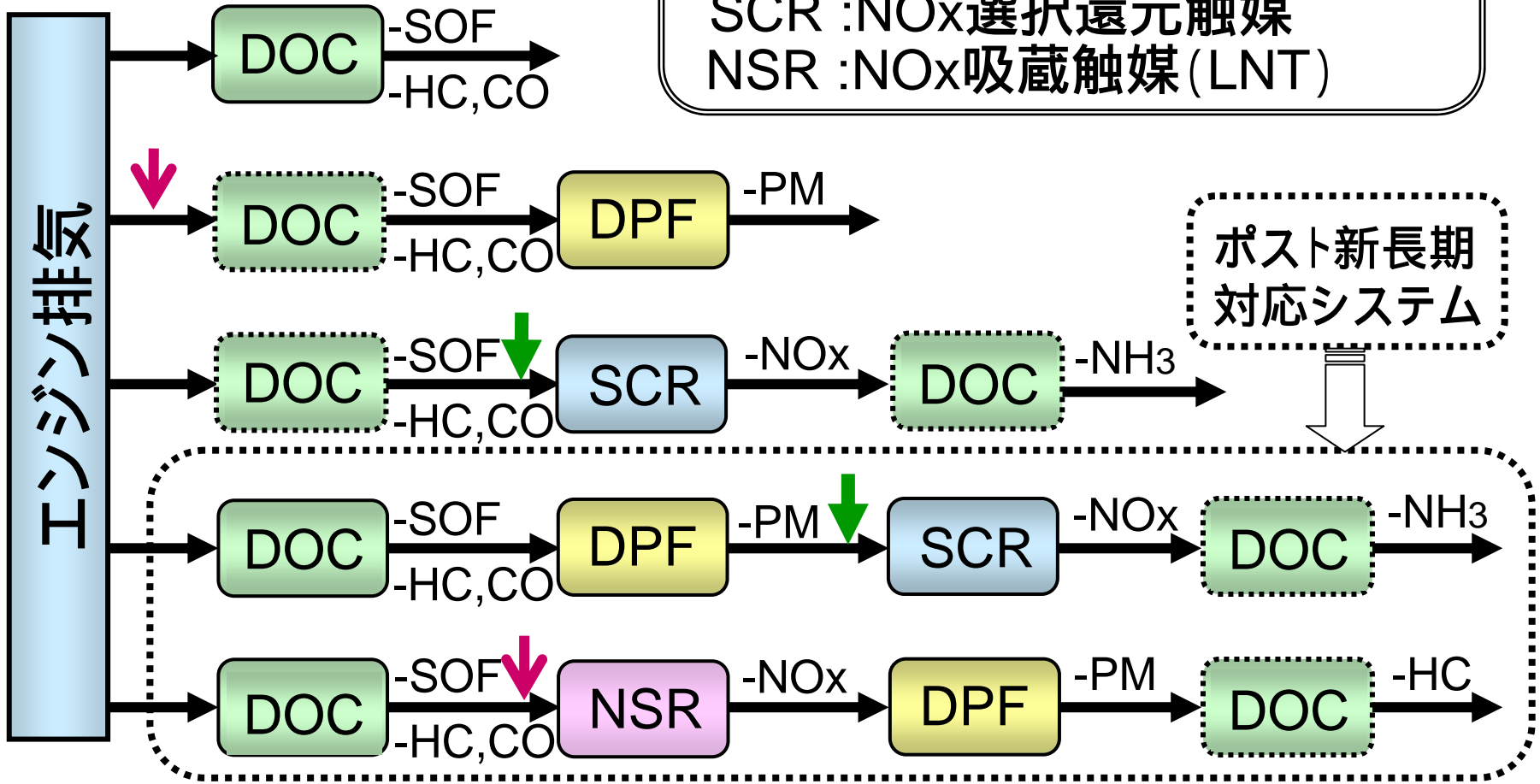
低負荷における希薄燃焼によって超低NO<sub>x</sub>, PMとディーゼル並みの高効率化を実現して, 後処理の負担を大幅に低減することがねらい。高負荷では爆発的な燃焼となるため適用が極めて困難。未燃HCとCOの排出増加(燃料の壁面衝突とクエンチング)。セタン価, 温度と混合気の不均一性に支配されるので, むしろPCCI (Partially Premixed Charge Compression Ignition)と呼ぶべき。冷始性確保, 気筒間バラツキ抑制, 通常燃焼との接続性等, 制御が難しい。制御には, 噴射制御, EGR, 可変バルブ機構, 圧力/火炎センサー類が必要。

ガソリン車における低負荷での燃費・排出ガス改善の可能性。低温・高温における化学反応を含めた詳細な燃焼シミュレーションモデルと計測による現象解明, さらには予測手法の開発が必要。

# ディーゼル車の後処理システムの組み合わせ

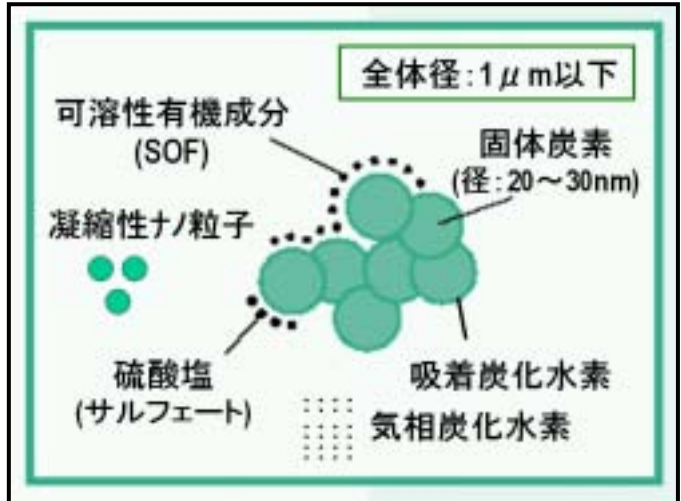
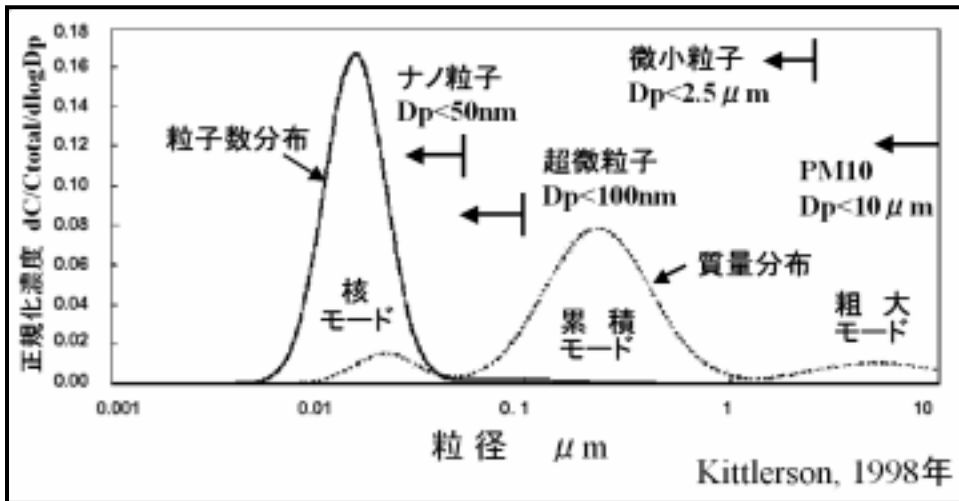
↓: 尿素水    ↓: 燃料

DOC:酸化触媒  
 DPF:ディーゼルパーティキュレートフィルター  
 SCR:NOx選択還元触媒  
 NSR:NOx吸蔵触媒(LNT)



# ディーゼルナノ粒子の生成と対策

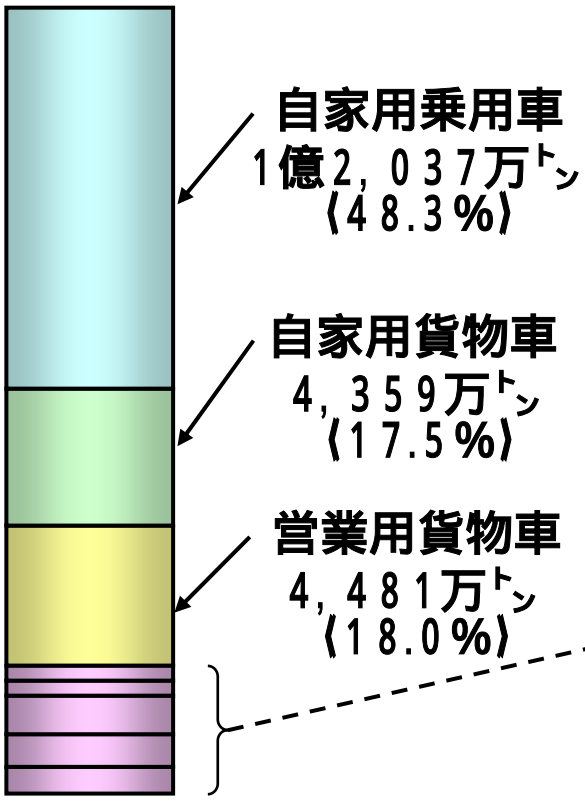
- 影響因子 ・排気温度 ・大気との希釈率 ・保持時間 ・湿度
- 成分 ・軽油の硫黄分 ・潤滑油とその添加剤 ・燃料とその燃焼起源 (T90, 芳香族)
- 生成要因 ・低温でDPF内に捕捉された成分の温度上昇時の蒸発と希釈による凝縮 ・DPF再生時, NSRでのリッチスパイク時
- 規制動向 ・EUでは, 乗用車:  $6 \times 10^{11}$  個/kmの規制 ( $D_p > 23\text{nm}$ )  
 ・わが国でも“PM2.5”の環境基準が設定された。(2009年9月)
- 対策 ・大部分はDPFで捕捉可能。酸化触媒でも除去 ・軽油低硫黄化  
 ・潤滑油消費量の低減, 添加剤の改善
- 課題 ・健康影響の解明 ・測定法の確立 ・規制の可否





# わが国の運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出量

2007年度運輸部門(自動車、船舶等): 2億4,921万トﾝ 《19.1%》



自動車全体で  
運輸部門の87.3%  
(日本全体の16.7%)  
貨物自動車は  
運輸部門の35.5%  
(日本全体の6.8%)

内訳

- ・バス: 456万トﾝ (1.8%)
- ・タクシー: 433万トﾝ (1.7%)
- ・内航海運: 1,244万トﾝ (5.0%)
- ・航空: 1,087万トﾝ (4.4%)
- ・鉄道: 824万トﾝ (3.3%)

電気事業者の発電の伴う排出量、熱供給事業者の熱発生に伴う排出量はそれぞれの消費量に応じて最終需要部門に配分  
温室効果ガスインベントリオフィス「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」及び環境省「温室効果ガス排出量」より国土交通省作成

# 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。

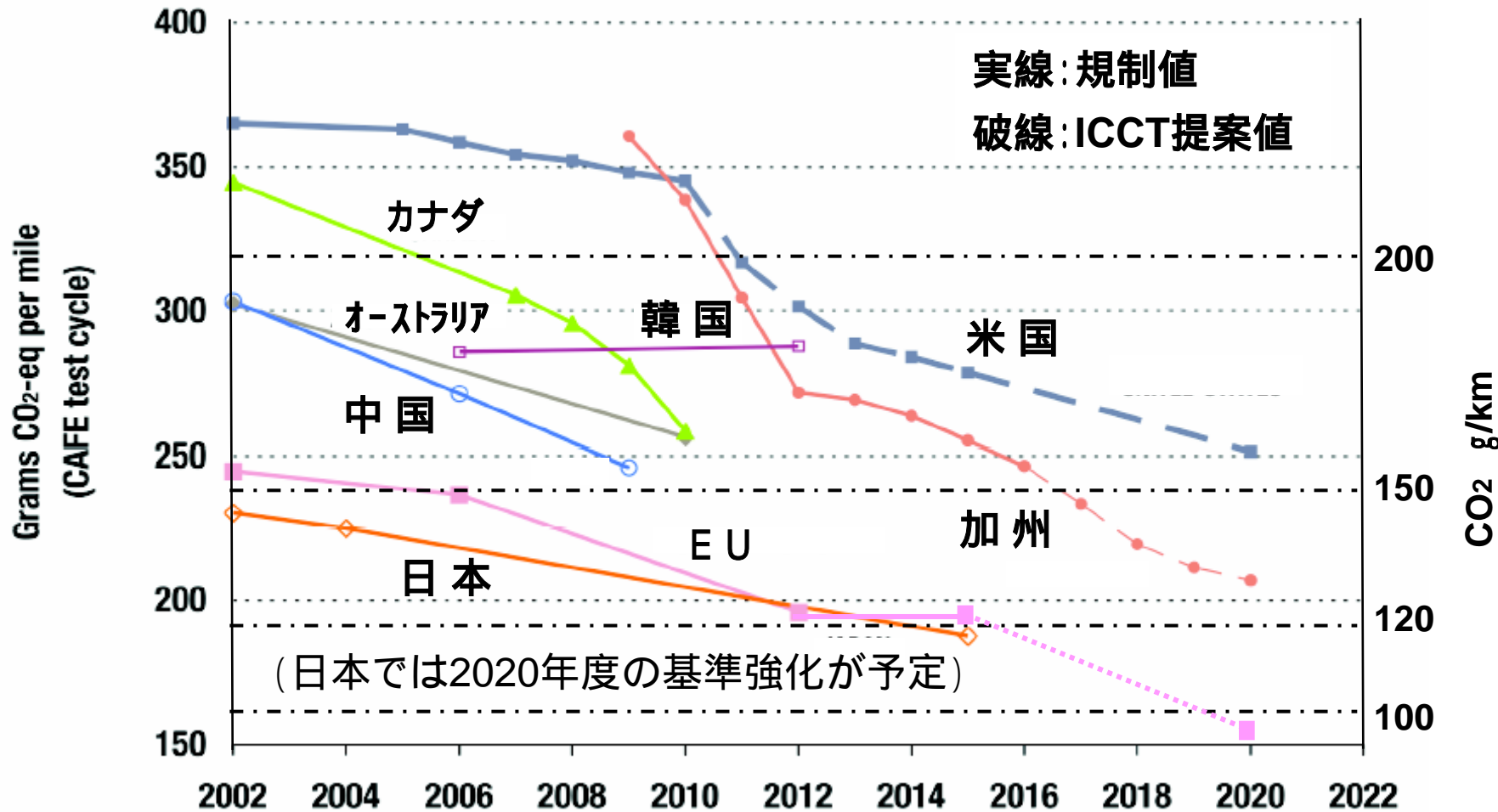
## 乗用車等

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)

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。

# 各国の乗用車のCO<sub>2</sub>排出係数の推移



(International Council on Clean Transportationによる推計)

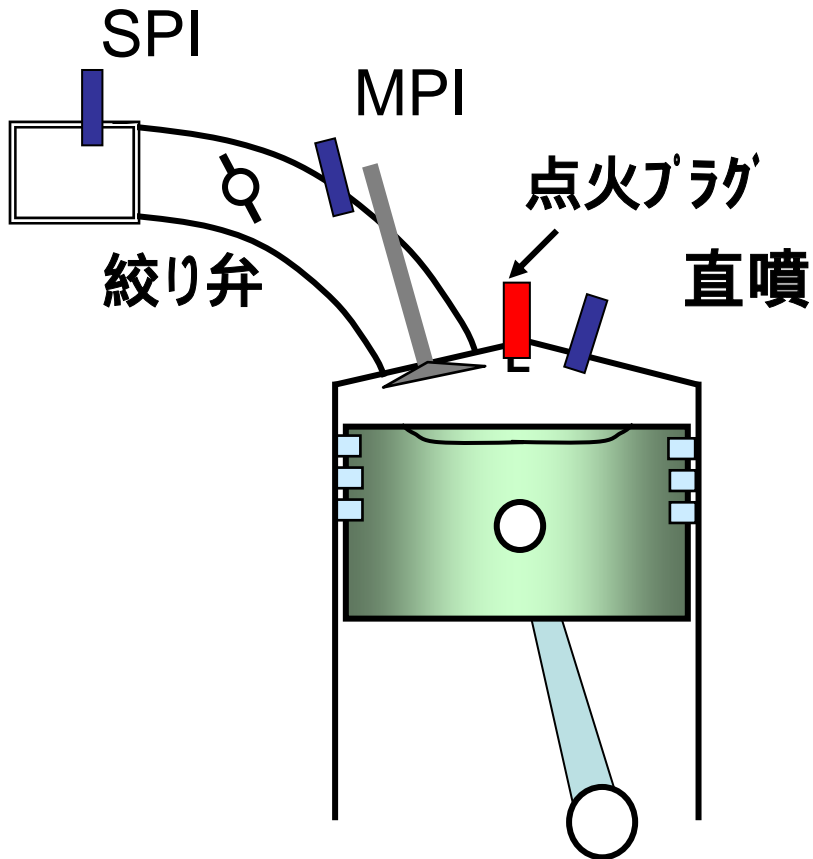
# 自動車の燃費改善技術

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	減速時燃料カット の高精度化(G)
	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	廃熱の利用

# ガソリンエンジンにおける燃料供給方式とその特徴

: 燃料の輸送遅れ,  
分配性, 始動性の改善



SPI (シングルポイントインJECTION)

簡易的なシステム

厳密な空燃比制御が困難

MPI (マルチポイントインJECTION)

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<sub>x</sub>大幅低減

筒内直接噴射

希薄な成層燃焼が可能。

耐ノック性の向上(高圧縮比化

による燃費改善)

EGRによるHCCIの可能性

コスト高

NO<sub>x</sub>低減には還元触媒必要

# クリーンディーゼル車“エクストレイル” (日産, 2008年9月発売)



- ・エンジン: 2.0L直噴ディーゼル(M9R)
- ・噴射システム: 160MPa, コモンレール, ピエゾインジェクタ
- ・インタークーラ付き可変ノズルターボ過給システム
- ・ダブルスワールポート
- ・ポスト新長期規制に適合
- ・最高出力: 127kW(173PS)/3750rpm
- ・最大トルク: 360Nm (36.7kgm)/2000rpm
- ・燃費: 15.2km/L (10-15モード)

エンジン排気



## 2015年度重量車の燃費基準 (車両総重量>3.5トン)

### <トラック>

車種	基準2002年度	2015年度	改善率
トラクター以外	6.56	7.36	12.2%
トラクター	2.67	2.93	9.7%
全体	6.32	7.09	12.2%

### <バス>

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%

# ディーゼル商用車の高効率化

物流と公共交通を担うディーゼル車の一層の高効率化は極めて重要な共通課題。 スーパークリーン化が前提

エンジンシステムの高効率化

高過給システム

ターボコンパウンド

ハイブリッド化

軽量化(超高張力鋼等の利用)

空力特性の改善

低転がり抵抗タイヤの利用

信頼耐久性, 保守の容易性の確保, 低コスト化が重要

小型車・中量車(域内輸送用), 路線バス

ハイブリッド化

長距離高速輸送用の重量車

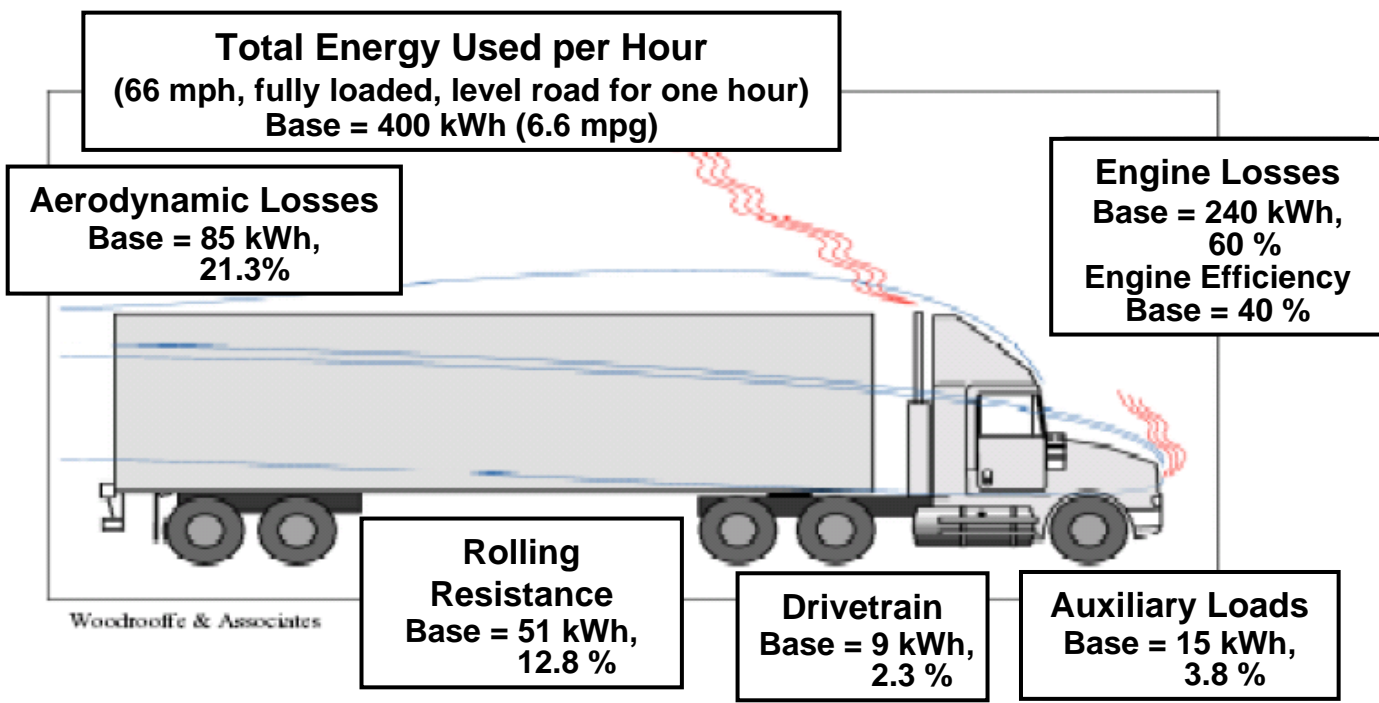
, (シリーズハイブリッド?), ,



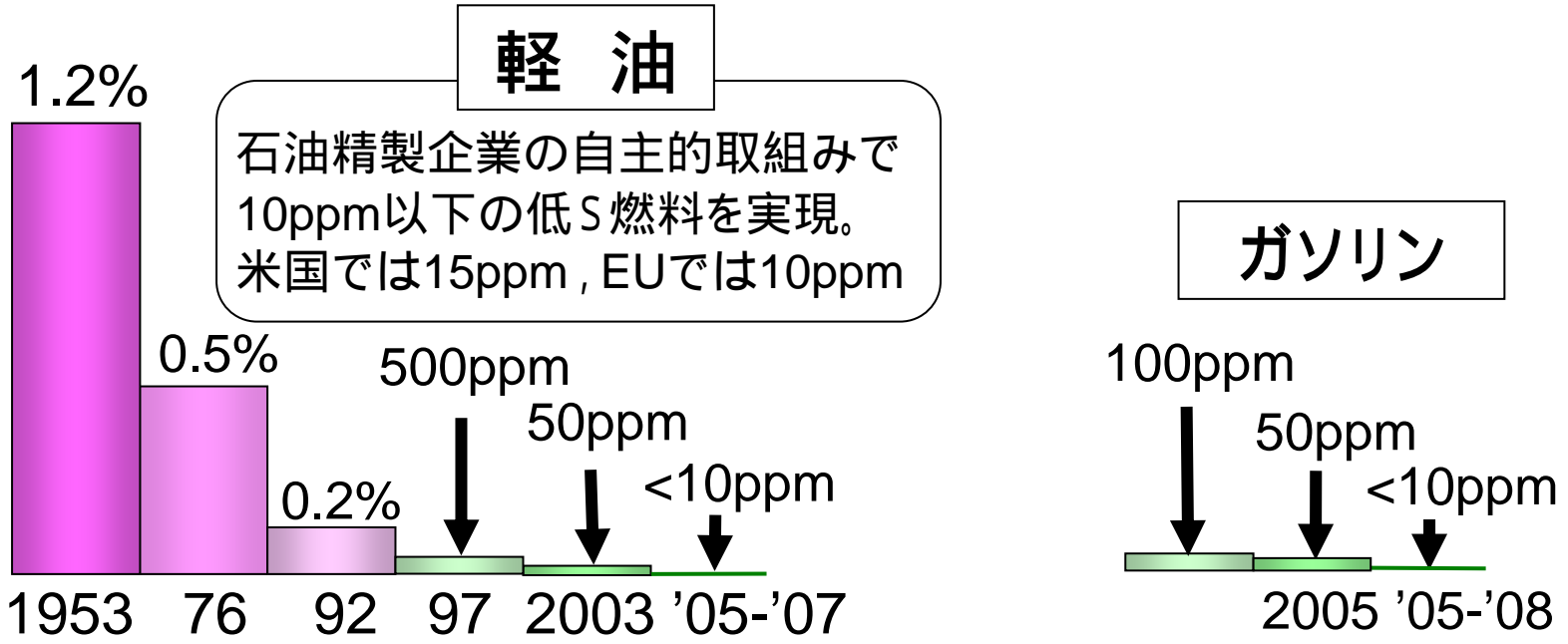
# Heavy Vehicles U.S. Climate Change Technology Program – Technology Options for the Near and Long Term, The 21<sup>st</sup> Century Truck Partnership (U.S. DOE) –

## < Engine Efficiency Target >

Year	Base	Present	2010	2013
Engine efficiency	40%	42%	50%	55%



# 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

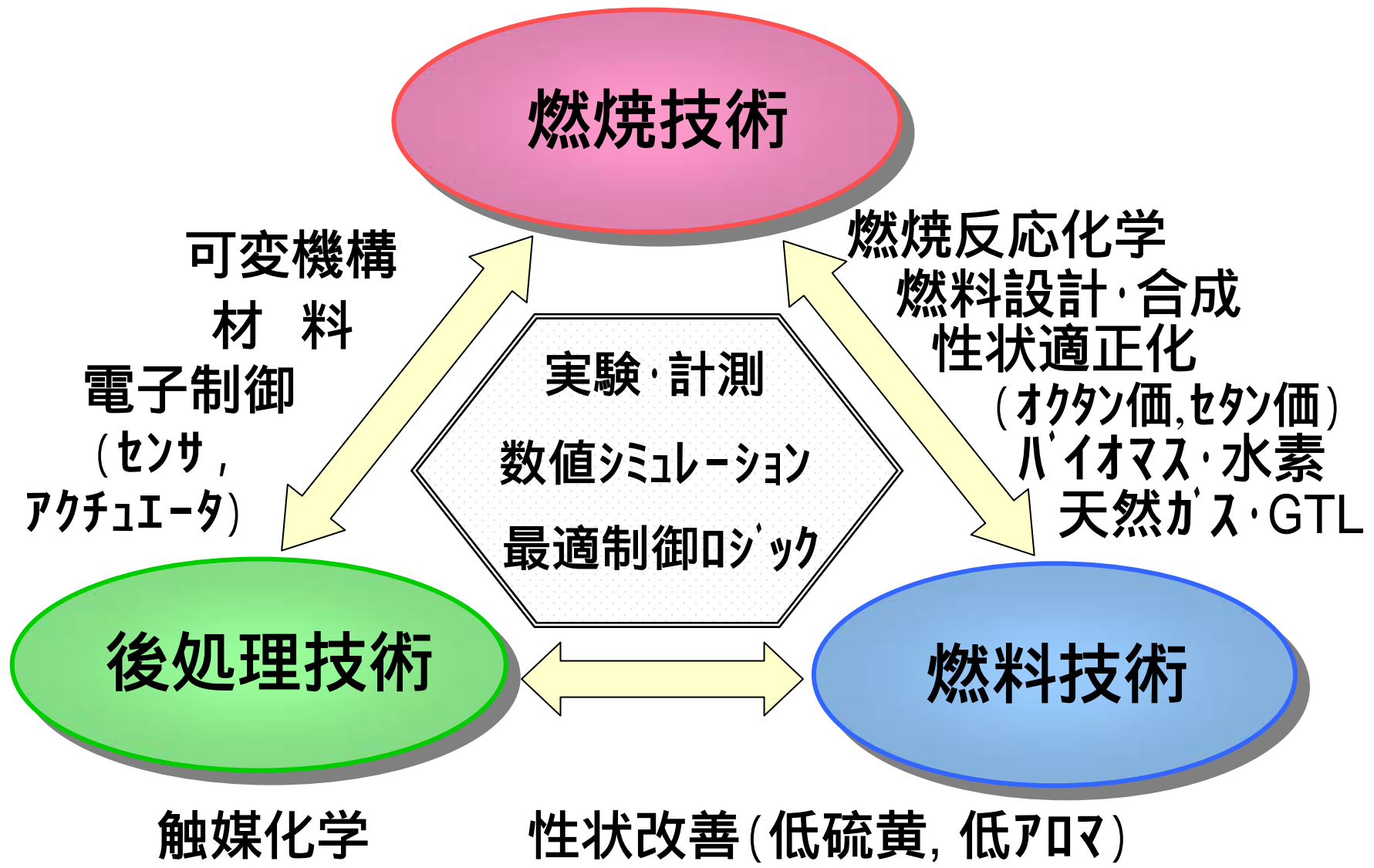
- ・ 硫黄による被毒劣化の抑制 (耐久性の向上)
- ・ 被毒回復制御に必要な燃料消費量の抑制

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?

# エンジンに関わる3つの技術





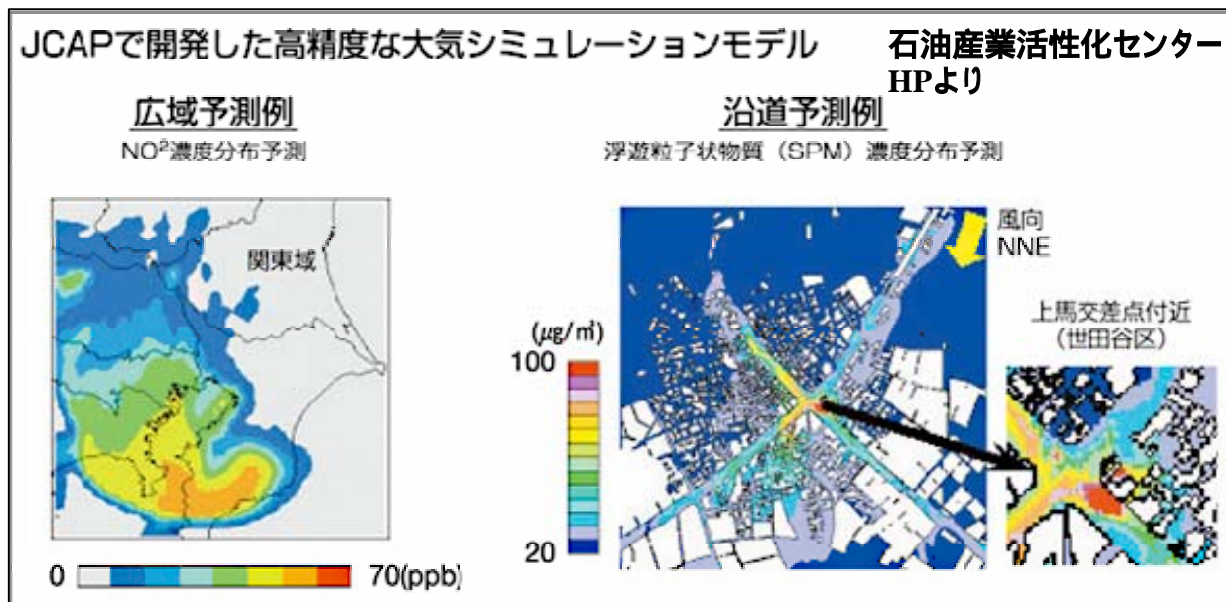
# JATOP(Japan Auto-Oil Program)の活動 (2007年度からの5年計画)

JCAP , に続き , 「大気環境保全・改善」を前提に , 地球温暖化 , エネルギーセキュリティ対応のため , 「CO<sub>2</sub>削減」「燃料多様化」「排出ガス低減」を同時解決する自動車・燃料利用技術の確立を目指す。

バイオマス燃料の利用拡大

排出ガス、燃費に優れたディーゼル車の普及対応

大気環境改善の検討・評価(大気モデルの活用・提供)



# 「次世代自動車燃料イニシアティブ」 (経済産業省 2007年5月)

2030年を目標とした自動車用エネルギー効率化の政策「次世代自動車燃料イニシアティブ」の5分野の具体策を発表。

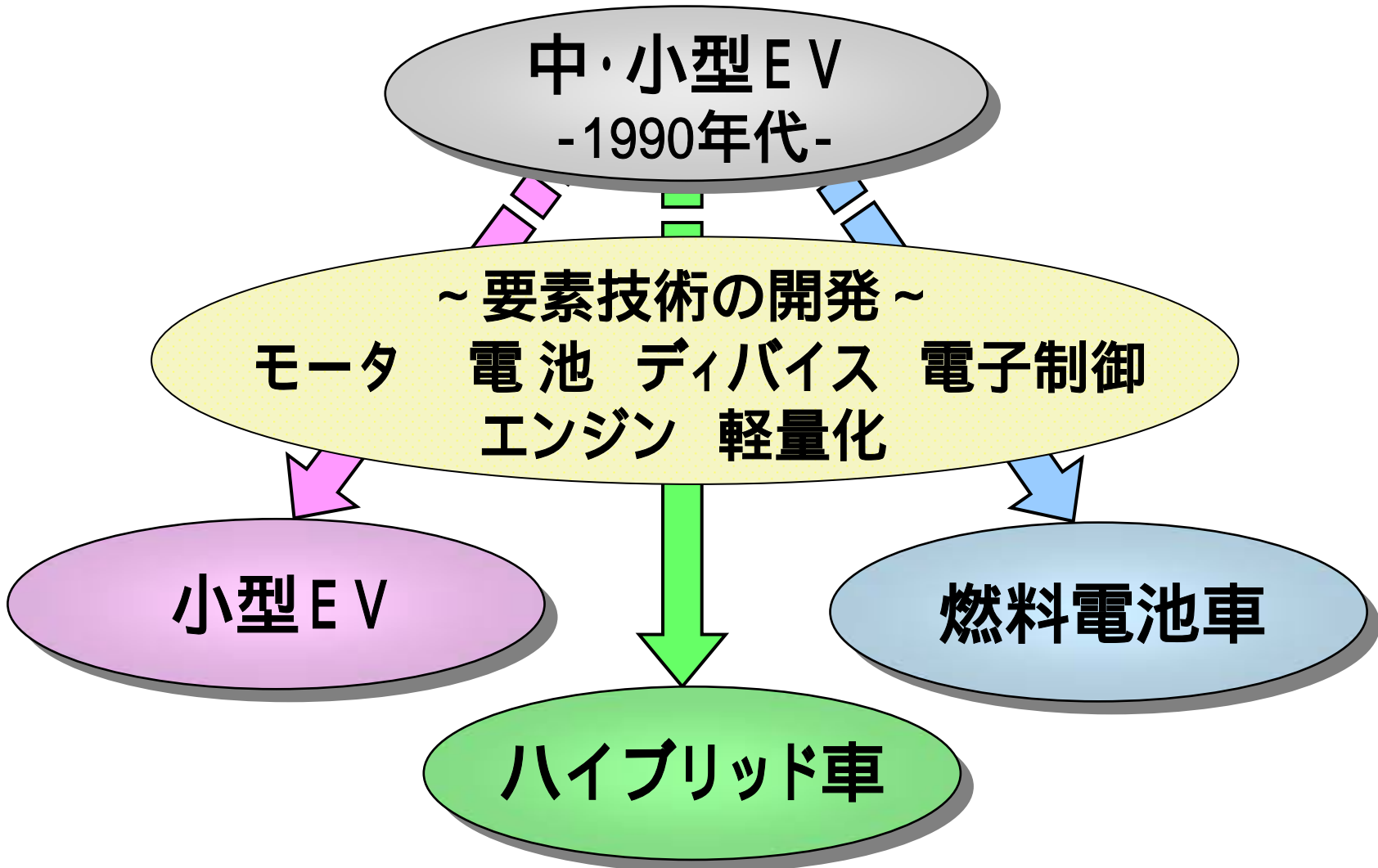
電力化とバッテリー      水素・燃料電池      クリーンディーゼル  
バイオ燃料      「世界一やさしいクルマ社会構想」

2007年度で438億円以上, 2011年までの5年間では2000億円以上の予算を充当し,

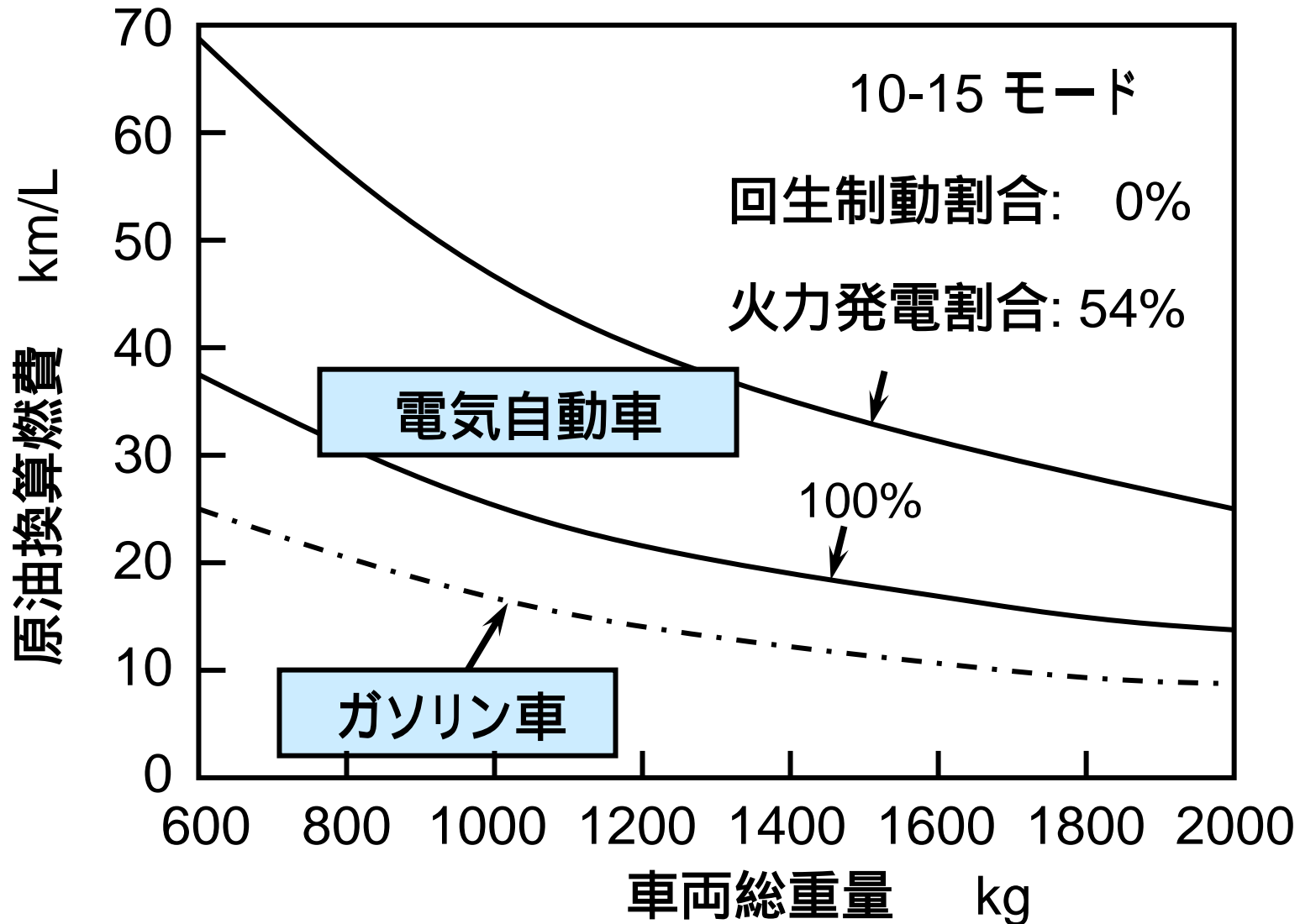
2030年までに      自動車の石油依存度を100%から80%に下げる。  
エネルギー効率の30%向上を目指す。

政策全体としては, エンジン、燃料, インフラの3つを統合的に組み合わせ, 2030年まで5~10年毎のベンチマークを共有する。また基礎的な研究や制度整備は産官学協調で進め, 競争による技術発展も加速。

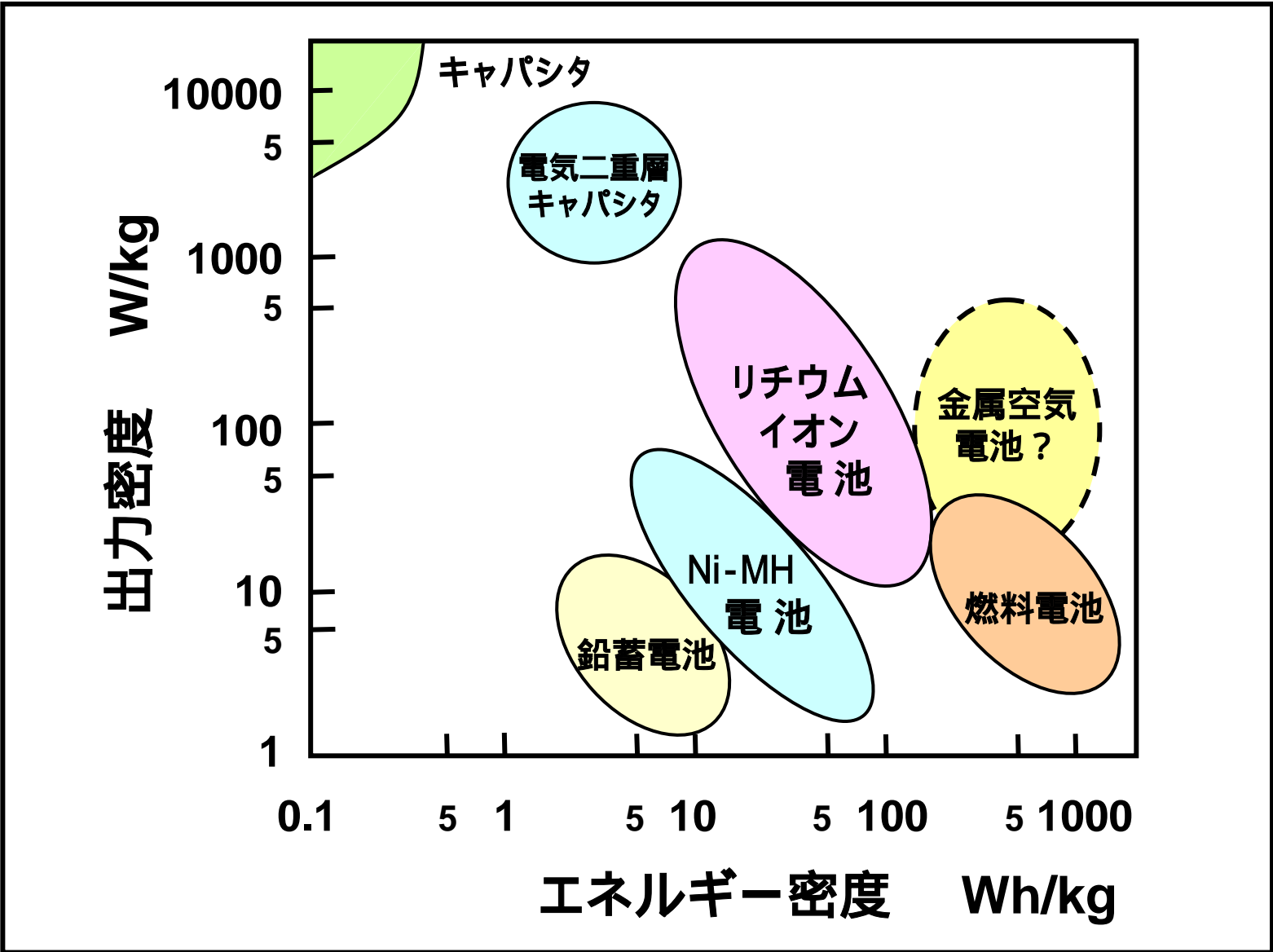
# 今後の電気自動車の発展



# 電気自動車とガソリン車の原油換算燃費の比較



# 各種の蓄・発電システムの比較





# 自動車用リチウムイオンバッテリーの 開発目標 (経産省, 2006年)

フェーズ	現在	改善 2010年	先進 2015年	革新 2030年
適用	電力会社用 小型EV	限定通勤用 EV, ハイブリッド	通勤用EV, FCV, プラグイン- ハイブリッド	普及EV
性能 (エネルギー密度)	1 (70 Wh/kg)	1	1.5	7
コスト	1 (20万円 /kWh)	1/2	1/7	1/40
開発主体	企業	企業	企業, 中立研究所, 大学	中立研究所 大学

# NEDOの新規プロジェクト 「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」

研究機関:2009～2015年度の7年間 予算総額:210億円

研究体制参加:

6大学:京大,東北大,東工大,早大,九大,立命館大

3研究機関:産総研,ファインセラミックスセンター,(再委託:静岡大),  
高エネルギー加速器研究機構

12企業:三洋電機,GSIAサ,新神戸電機,トヨタ,豊田中研,日産,  
パナソニック,日立,日立マクセル,本田技研,三菱自工,三菱重工

目標:

- ・世界最先端の分析・解析技術を開発し,電池の寿命劣化等,基礎的な反応メカニズムを解明する。
- ・リチウムイオン電池の一層の信頼性向上や現行水準の5倍以上のエネルギー密度を持つバッテリーの実現を目指す。
- ・これにより,わが国のバッテリー開発技術の国際競争力を強化する。

# わが国の各種EVとpHV(2009~2010年)



三菱 iMiev



スバル プラグインステラ



日産 リーフ



トヨタ プラグインハイブリッド

# 小型・超小型電気自動車の普及の可能性

## ～70年代と90年代のブームの失速から3度目のブームへ～

～ここ10年が本格普及へのプロローグであり、正念場でもある！～

### 特長

- ・低振動，低騒音，低速トルクが大きい運転しやすい。
- ・冷始動が容易，暖機不要でゼロエミッション，回生制動が可能。
- ・家庭での夜間電力の有効利用（インフラ制約，電欠不安からの解放）
  - 低コスト，低CO<sub>2</sub>，発電側のメリット -
- ・燃料電池車を上回る高効率，低CO<sub>2</sub>の可能性。
- ・わが国が技術的に先行している。（韓国，中国メーカーも急追している。）

### 利用分野

- ・当面，少人数の近距離走行に特化した軽や小型の移動手段として利用。（長距離を狙ったバッテリーの積み過ぎはコストアップと重量増で悪循環のもと。）
- ・使い方によっては，プラグインハイブリッドがライバルになる。
- ・新たなカーライフスタイルやモビリティ手段を創出し，新たな街作りにも貢献。

### 研究開発と生産体制

- ・自動車メーカー：垂直統合型（摺り合わせ），バッテリーメーカーとの個別提携
- ・新規・異分野企業：水平分業型（主要コンポーネントのモジュール化）

## ( 続 )

**普及と課題**

- ・リチウムイオンバッテリーの安全性, 信頼耐久性の確保と大幅なコストダウン, 軽量化が課題。(先行導入計画, 税制支援が必要)
- ・当面ニッチな市場で収益性は低く, 初期需要創出には国の税制支援が必要。
- ・東京電力:3,000台 ・郵便事業:21,000台の需要 ・カーシェアリング等
- ・リチウムやネオジム, ディスプロシウム等の資源確保, リサイクルシステムの構築, 代替物の探索。
- ・昼間の急速充電システムの適正配置と情報化が必要。(国, 電力業界の協力)
- ・将来, 多様な電源のグリーン化によって低CO<sub>2</sub>効果をさらに促進。
  - スマートグリッドの構築と活用(?) -
- ・主要コンポーネントの性能・安全性に関わる規格化, 標準化(?)

**諸外国の状況**

- ・EU各社もCO<sub>2</sub>規制に対応して小型EVの導入計画を進めている。
  - 2020年までにフランス200万台, ドイツで100万台の保有目標。
  - 米国カリフォルニア州のZEV規制。
- ・先進国では少量生産ながら, ベンチャー企業や異業種の参入も進んでいる。
- ・新興国では簡易で低価格のEVも登場。
- ・富裕層から低所得者層を対象にしたEVの多様化が進むと予想される。
- ・2020年に全世界で年間生産6百万台, または10数台に1台?

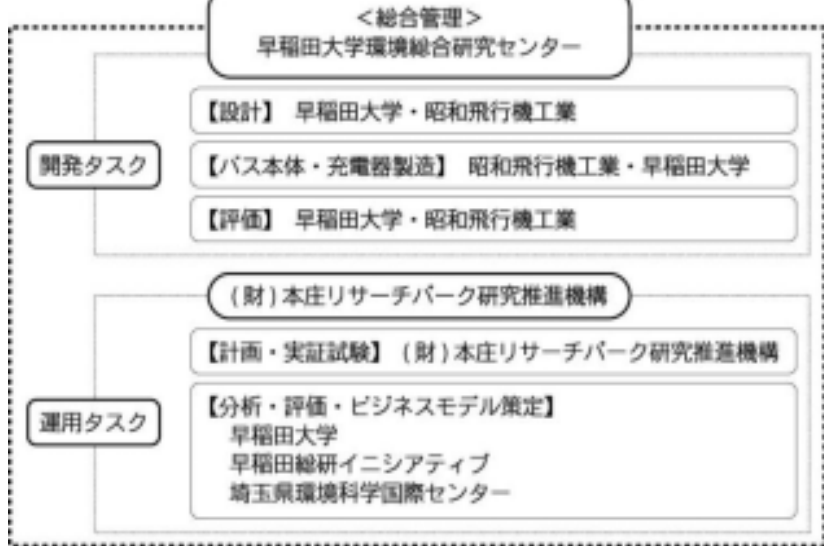
# 平成21年度 環境省産学官連携環境先端技術普及モデル策定事業 地域普及型の電動マイクロバスシステムの開発と普及モデルの構築

**代表者** 早稲田大学環境総合研究センター 大聖泰弘 教授  
**経費** 21年度補正予算、委託費  
**概要** 短航続距離・高頻度充電コンセプト及び市販マイクロディーゼルバス車体の活用により、車両重量・イニシャルコストを大幅に削減した非接触急速充電装置搭載電動バスを試作し、埼玉県熊谷市及び本庄市で実証試験を行い、自家用車からの乗り換えに向けて、普及のためのインセンティブ等を含めた政策等を検討するもの。

項目	仕様
日野自動車製ポンチョ(コミュニティ・バス)を改造	
全長	
全幅	
全高	
定員	

項目	目標性能
一充電走行距離	45km (実走ベース)
充電方法	非接触急速充電方式等
充電時間	5~8分間(フル充電のためには約60分間必要)

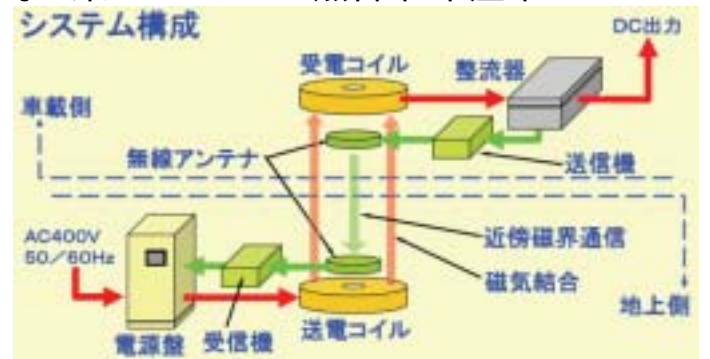
## 体制・組織



電動バスの普及  
埼玉県



電動バスの先行導入  
熊谷市 本庄市

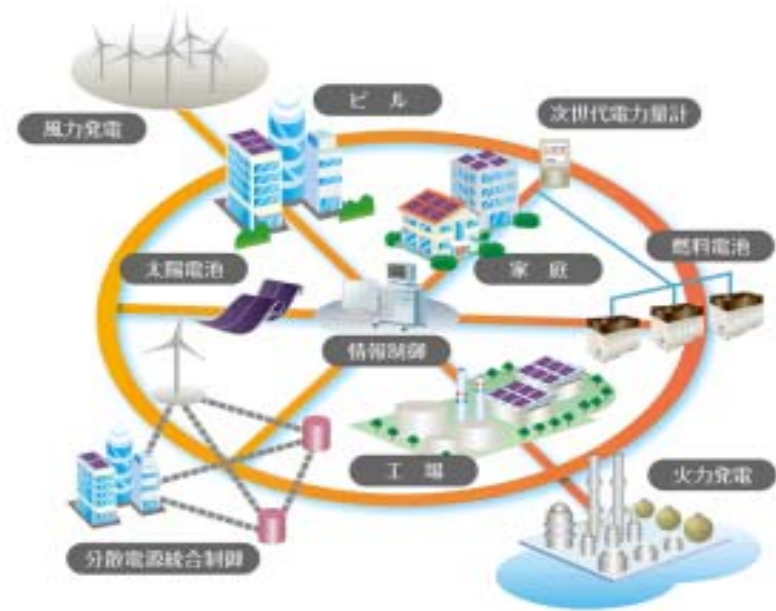


# スマートグリッドの構築とEV等への利用

米国オバマ政権の「米国再生・再投資法」の一環として、2009年2月「スマートグリッド」関連分野に110億米ドル(日本円で1兆1000億円相当)を拠出することが決定され、注目されるようになった。

大規模発電所の電力，地域の分散型電力，家庭等の太陽光で発電した電力を対象に，情報技術を使って高効率，低コストで相互に融通するネットワークシステム。  
規模と形態は多種多様。

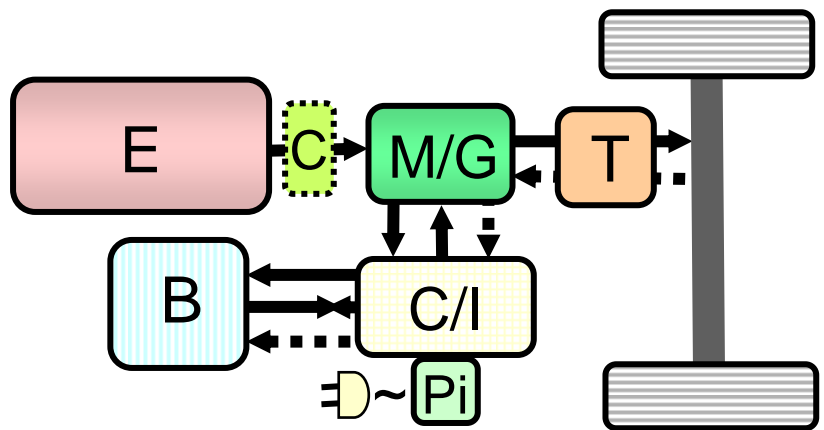
余剰電力を蓄電したり，電力会社との電力の売買する等の状況をコンピュータで把握して送電網の最適化を図るもので，今後の研究開発によっては，EVやプラグインHVへの充電電力の利用も含まれる可能性がある。



富士電気システムズ 2009年3月

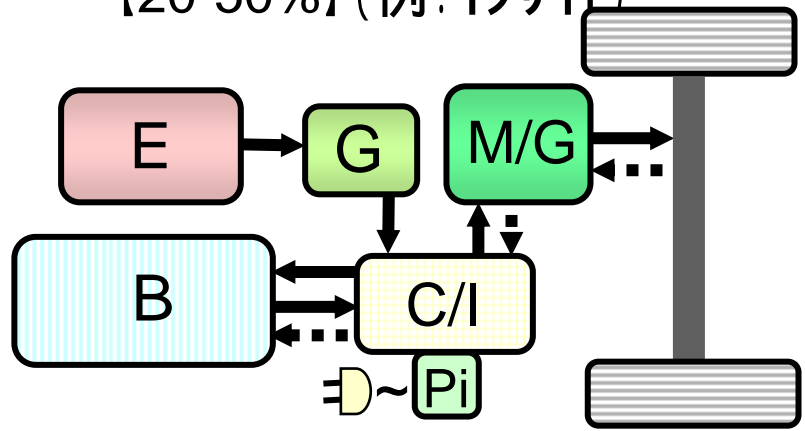
# 各種のハイブリッド方式

<方式>  
【燃費改善率】

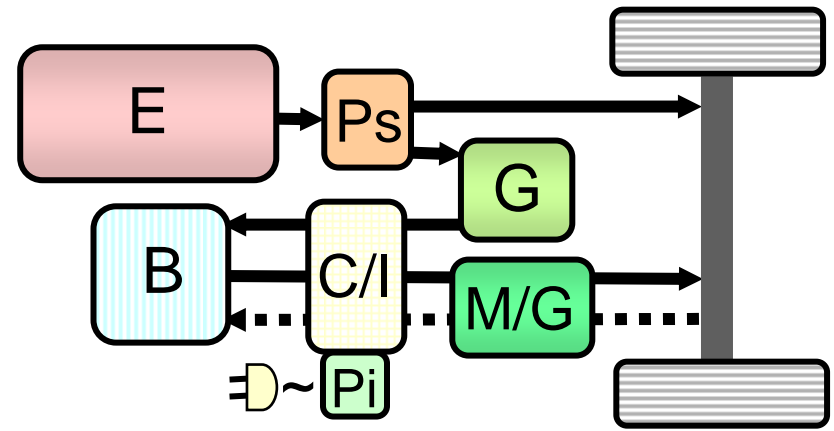


<パラレル(マイルド)>  
【20-50%】 (例:インサイト)

M: モータ G: ジェネレータ  
 C/I: コントローラ / インバータ  
 B: バッテリ  
 T: 変速システム C: クラッチ  
 Ps: 動力分割システム  
 Pi: プラグイン  
 →: 動力 / 発電 ←.....: 回生



<シリーズ(フル)>  
【50-100%】



<シリーズ/パラレル(フル)>  
【50-100%】 (例:プリウス)



# マツダのコンセプトカー“清(きよら)” (2009年10月発表)

目標: 世界販売車の平均燃費を2015年までに2008年比で30%改善。  
 コンセプトカー「清(きよら)」: 排気量1.3Lのガソリン車で, 燃費32Km/L  
 (10・15モードで40%改善)を実現する。

燃費費向上の3つの要素技術 (従来技術の徹底改善)

- ・2011年から次世代パワートレイン技術「SKYTECH」を導入。
- ・アイドルストップシステム(i-stop)と回生技術等の電気技術の開発。
- ・アルミや樹脂を多用した車両の100kg軽量化。  
 (2011年から順次, 軽量化モデルを導入)



デミオ(基準)	23km/L
エンジン	15%
トランスミッション	5%
アイドルストップ	10%
減速エネルギー-回生	5%
軽量化	5%
清(きよら)	32km/L

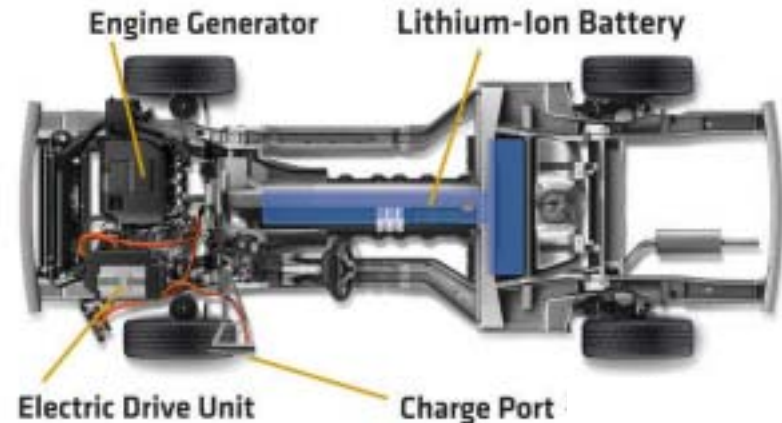
# GMのプラグインハイブリッド車シボレー “Volt” (市販モデル発表:2008年9月,生産開始:2010年後半)

5ドアFFセダン,全長4404×全幅1790×全高1430mm  
シリーズハイブリッド:発電専用の1.4Lガソリンエンジン  
(FFVでE85に対応)

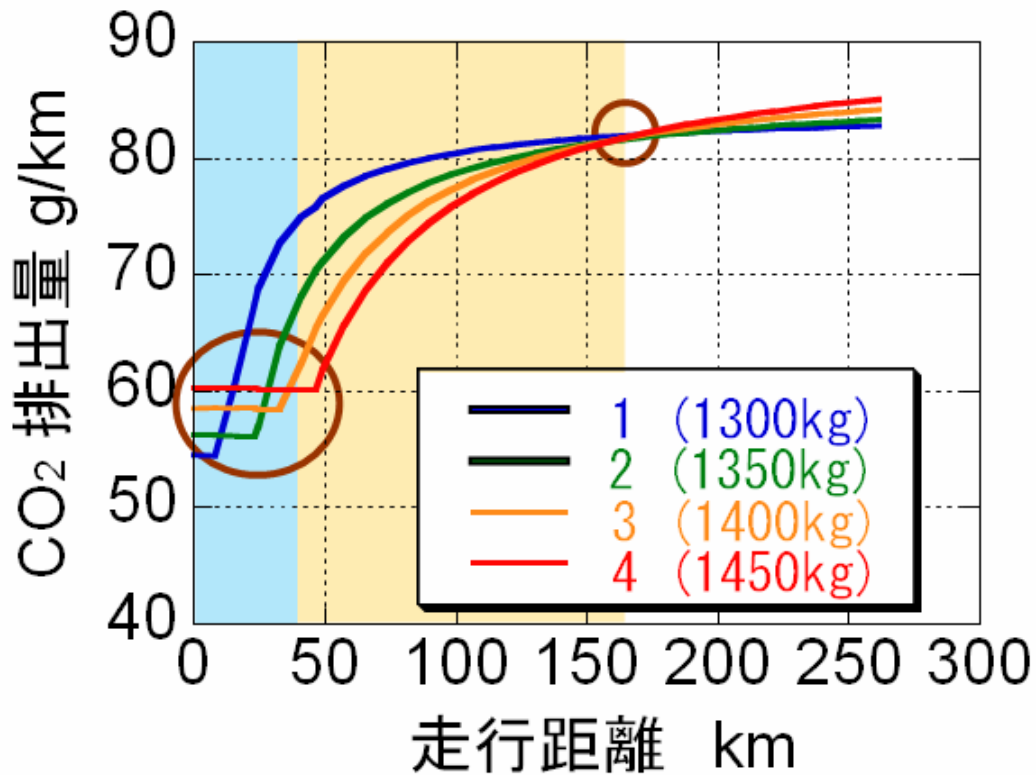
モーター:150PS,トルク37.7kgm・最高速度:161km/h

LG Chem社製15kWhリチウムイオン電池(重量181kg)を利用

- ・充電時間:240Vで約3時間,120Vで約8時間(家庭で充電)
- ・満充電走行距離:64km(40マイル),発電モードでさらに伸長



# プラグインハイブリッド車におけるリチウムイオン バッテリーの搭載量とCO<sub>2</sub>排出量の関係



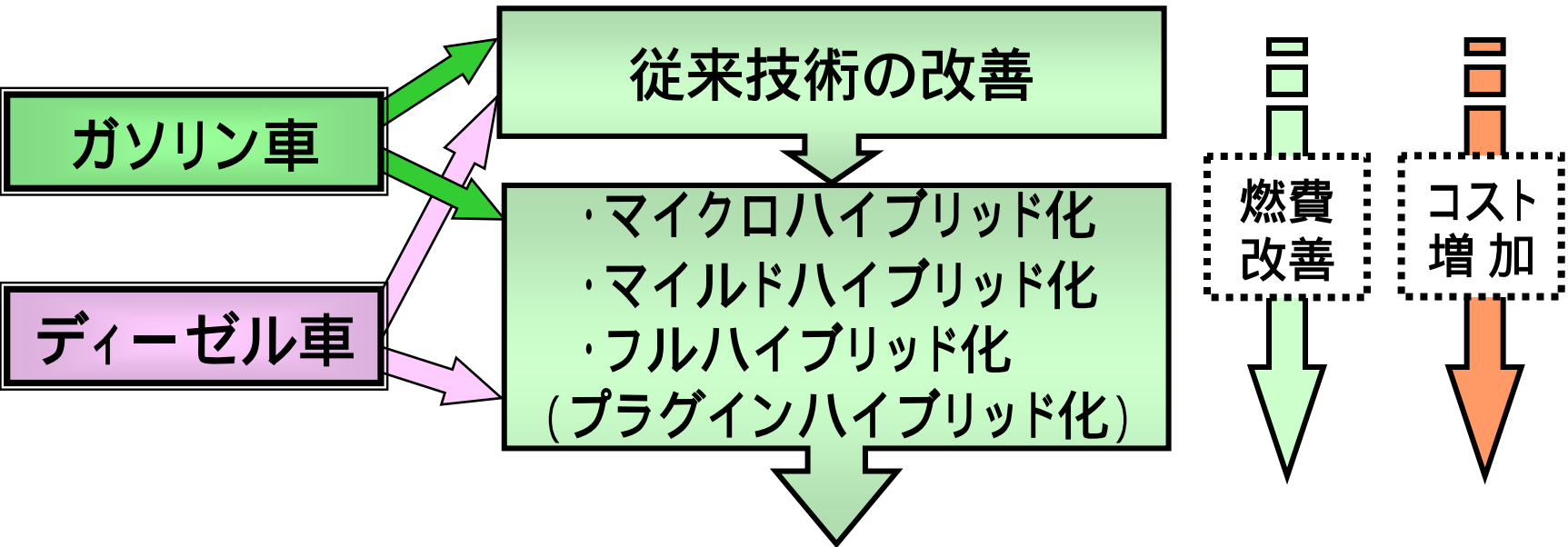
ハイブリッド: シリーズ・パラレル方式

バッテリー搭載容量: 1 ~ 4 (並列) 11.3 ~ 42.5Ah (310V)

車両総重量: 1300 ~ 1450kg 走行モード: JC08

# 燃費改善技術の選択肢

動機：石油価格の高騰，燃費規制の強化，CO<sub>2</sub>対策の強化



～重要技術～

- 軽量化
- モータ
- バッテリー
- 充電システム
- スタータ/ジェネレータ
- DC-DCコンバータ
- その他の電子部品
- 制御システムとロジック

- 共通化，標準化，量産化が不可欠 -

## ハイブリッド車の開発動向と今後の課題

ハイブリッドは、従来のエンジン技術を大幅に上回る燃費改善が可能な技術として、最も有望であるが、普及にはコストアップの抑制や軽量化が不可欠。

わが国のメーカーは関連技術で世界的にリードしている。

バッテリー性能に対する要求は車両によって異なり、自動車メーカーとバッテリーメーカーが密接に提携してノウハウを共有しながら開発に取り組んでいる。複数メーカーへの共通化の展開でコストダウンは可能か？

米国では、SUVやピックアップトラック等の大型車のハイブリッド化を進めているが、GMとクライスラーは今後の計画が危ぶまれる。

ヨーロッパでは、厳しいCO<sub>2</sub>排出量規制のため、特に上級車での対策として、ディーゼル車のみでは不十分との認識から、ガソリン車とディーゼル車のハイブリッド化が推進されるものと予想される。

プラグインハイブリッド車については走行実態に対応した費用対効果(省エネとCO<sub>2</sub>削減)を見極める必要がある。

今後、中国等のメーカーで低価格戦略による世界市場への進出が予想される。

# 2009年度EV・pHVタウン指定都市(経済産業省)

【2013年普及目標値】  
 EV・PHV 約32,000台  
 急速・普通充電器 約10,000台

**新潟県**  
 『実施地域(地方都市・離島)』  
 EV・PHV普及目標 2千台

**福井県**  
 『実施地域(地方都市)』  
 EV・PHV普及目標 6百台

**京都府**  
 『実施地域(中都市)』  
 EV・PHV普及目標 5千台

**岡山県**  
 『調査地域(中都市)』  
 EV・PHV普及目標 7百台

**長崎県**  
 『実施地域(地方都市・離島)』  
 EV・PHV普及目標 5百台

**青森県**  
 『実施地域(地方都市)』  
 EV・PHV普及目標 1千台

**東京都**  
 『広域実施地域(大都市)』  
 EV・PHV普及目標 1.5万台

**神奈川県**  
 『広域実施地域(大都市)』  
 EV・PHV普及目標 3千台

**愛知県**  
 『実施地域(大都市)』  
 EV・PHV普及目標 5千台

**高知県**  
 『調査地域(地方都市)』  
 EV・PHV普及目標 1千台

**沖縄県**  
 『調査地域(地方都市・離島)』  
 EV・PHV普及目標 5百台



※青枠:EV・PHVタウン選定都市/緑枠:調査地域

# EV/pHVタウン構想における様々なビジネスモデル



# 次世代電力網「スマートグリッド」の実証実験 (2010年4月, 経産省資源エネルギー庁発表)

「次世代エネルギー・社会システム協議会」で次世代電力網「スマートグリッド」の実現を目指す実証実験を国内4地域で行うと発表。

予 算: 同省副大臣, 「実証実験の規模は1000億円を超えるスマートグリッドは国家戦略の一丁目一番地」と述べる。

対象地域: 横浜市, 豊田市, 京都府けいはんな学研都市, 北九州市。

規 模: 全体で約5000世帯に2010年夏頃からスマートメーターなどを使った実験を開始。EVやプラグイン・ハイブリッド車(PHEV)を全体で4000~5000台程度を配備する計画。

横浜市で最大規模の計画

- ・参加企業: アクセンチュア, 東京ガス, 東京電力, 東芝, 日産自動車, パナソニック, 明電舎
- ・みなとみらい地区などの4000世帯にスマートメーターや計2万7000kW程度の太陽電池などを配置。EVを中心に2000台を導入。



# 新燃料・エネルギー車の普及条件

基本性能	燃費・効率 / 車両性能 / 信頼耐久性
石油代替としての持続可能性	石油消費の抑制・燃料の多様化・ 長期的な安定供給性・再生可能性 食糧との競合の回避
低環境負荷特性 / 安全性 / 保存性	Well-to-Wheelの低公害性と低CO <sub>2</sub> / 低有害性・低引火・爆発性 / 性状安定性
燃料の供給・取扱いの 利便性 / 搭載性	供給所の適正配置・給油時間の短縮 低メンテナンス性 / 高エネルギー密度
従来のエンジン・燃料との コンパティビリティ	混合燃料としての利用(エンジン技術の 対応の容易さ, 供給インフラの共用)
経済性	ユーザーの負担 助成 / 減税 / 課税 燃料ビジネスの成立性 / 費用対効果

# 各種の自動車用新燃料・エネルギー

**電気** : CO<sub>2</sub>削減に極めて有効。Liイオン電池の性能向上と大幅なコストダウンに期待。

**バイオ燃料** (廃棄物系を含む) : 資源量として制約があるが、任意の割合で混合可能で車両技術の対応が容易。

- バイオエタノール : サトウキビ, トウモロコシ等から製造  
セルロース(廃棄物)からの製造可能性に期待。  
(わが国では現状のE3からE10へ)
- ETBE : バイオエタノールとイソブチレンから製造, 高オクタン価でガソリンにブレンド(石油連盟は7%混合を推奨)
- バイオディーゼル(BDF) : 菜種油, パーム油, 廃食油をメチルエステル化  
(軽油に5%混合したB5が使用可能)
- BTL : 各種原料をガス化して合成(今後の研究開発に期待)

**天然ガス** : ガソリンエンジン技術を活用。シェールオイルの資源性。

- CNG (スタンド約3百箇所, 3万台)地域物流・路線バスで活用。
- GTL, DME, メタノール, 水素

いずれの燃料・エネルギーもLCAによるCO<sub>2</sub>削減効果の評価が必要。

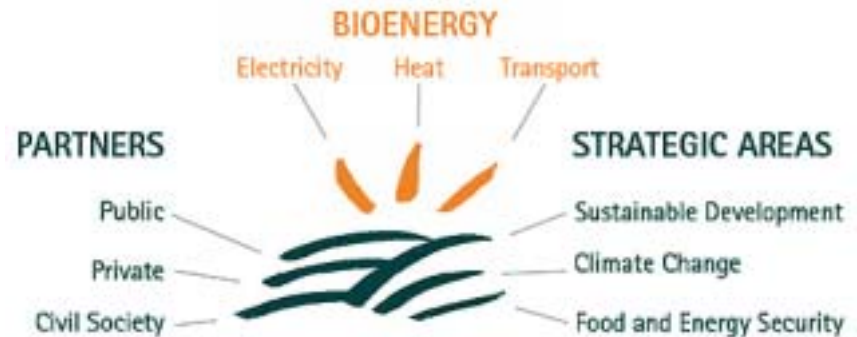
# バイオ燃料の持続可能性に関わる基準

## GBEP(Global Bioenergy Partnership)

2005年のG8サミットにおいてバイオ燃料の持続的発展を図るとの合意のもとに設けられた枠組み。温室効果ガスの排出削減効果を算定方法、基準、指標を策定中。第二約束期間におけるバイオ資源の効果の算定に影響する。



WORKING TOGETHER FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT



## バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討

(経産省, 農水省, 環境省, 2010年3月5日)

バイオ燃料のLCAでCO<sub>2</sub>排出量を計算し, ガソリンの使用時と比較し, 温暖化対策として有効かどうかを検証。

EU50%削減(2017年以降), 英国50%削減(2010年以降)と設定していることを踏まえ, わが国としても50%をCO<sub>2</sub>削減水準として設定する方向で検討。

# 水素・燃料電池実証プロジェクト(JHFC)

((財)日本自動車研究所, (財)エンジニアリング振興協会 2002年度～)

首都圏, 中部・関西地区の計11基の水素製造施設で, 脱硫ガソリン, ナフサ, LPG, メタノール, 都市ガス等の水蒸気改質, 製鉄COGからの精製分離, アルカリ水電解により水素を製造している。

これを用いた燃料電池車の実路走行により, 性能, 環境特性, エネルギー総合効率や安全性等のデータを収集し本格的量産と普及の道筋を整える。

第1期(2002～05年度)の主な成果:

- ・FCVのエネルギー効率の高さを確認。
- ・FCV や水素ステーション実証 データを用い, Well to Wheel 総合効率を明示。

第2期(2006～2010年度)の目的

- ・燃料電池自動車と水素製造設備・供給設備における実用条件での課題の明確化
- ・規格, 法規, 基準作成のためのデータ取得
- ・普及促進のための広報・教育戦略の実施
- ・省エネルギー効果, 環境負荷低減 効果の確認技術, 政策動向の把握



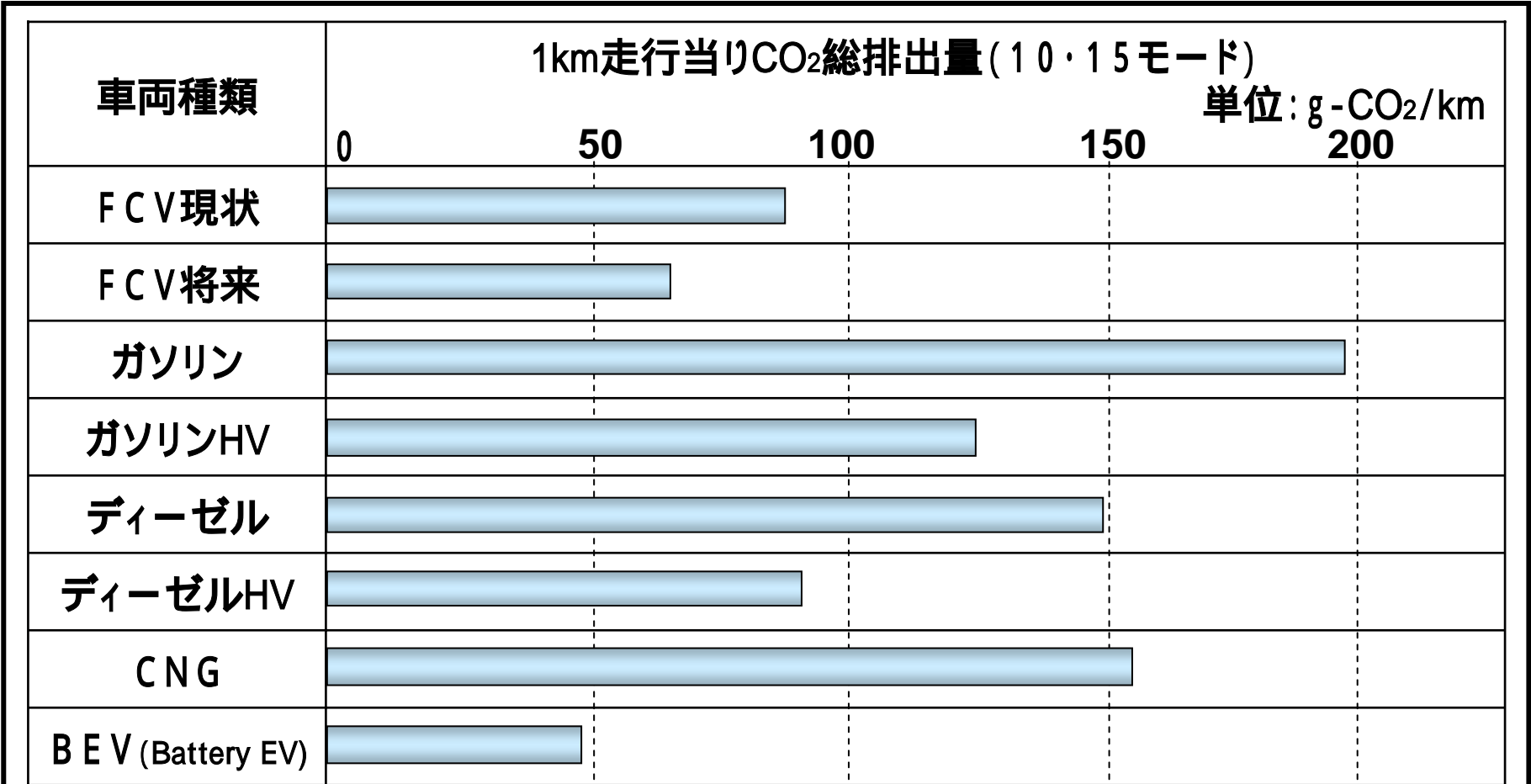
# 超軽量二人乗りハイブリッド車を 燃料電池車にコンバート中(早大)



Waseda Future Vehicle

- ・フルハイブリッド (アイシンAW)
- ・リチウムイオン電池 (ソニー)
- ・660CC ガソリンエンジン (三菱自)
- ・低転がり抵抗タイヤ (ミシュラン)
- ・CFRPボディ
- ・車両重量: 750kg
- ・二人乗り
- ・燃費: 35km/L

# Well to Wheel CO<sub>2</sub> 量 (JHFC, 2006年3月)

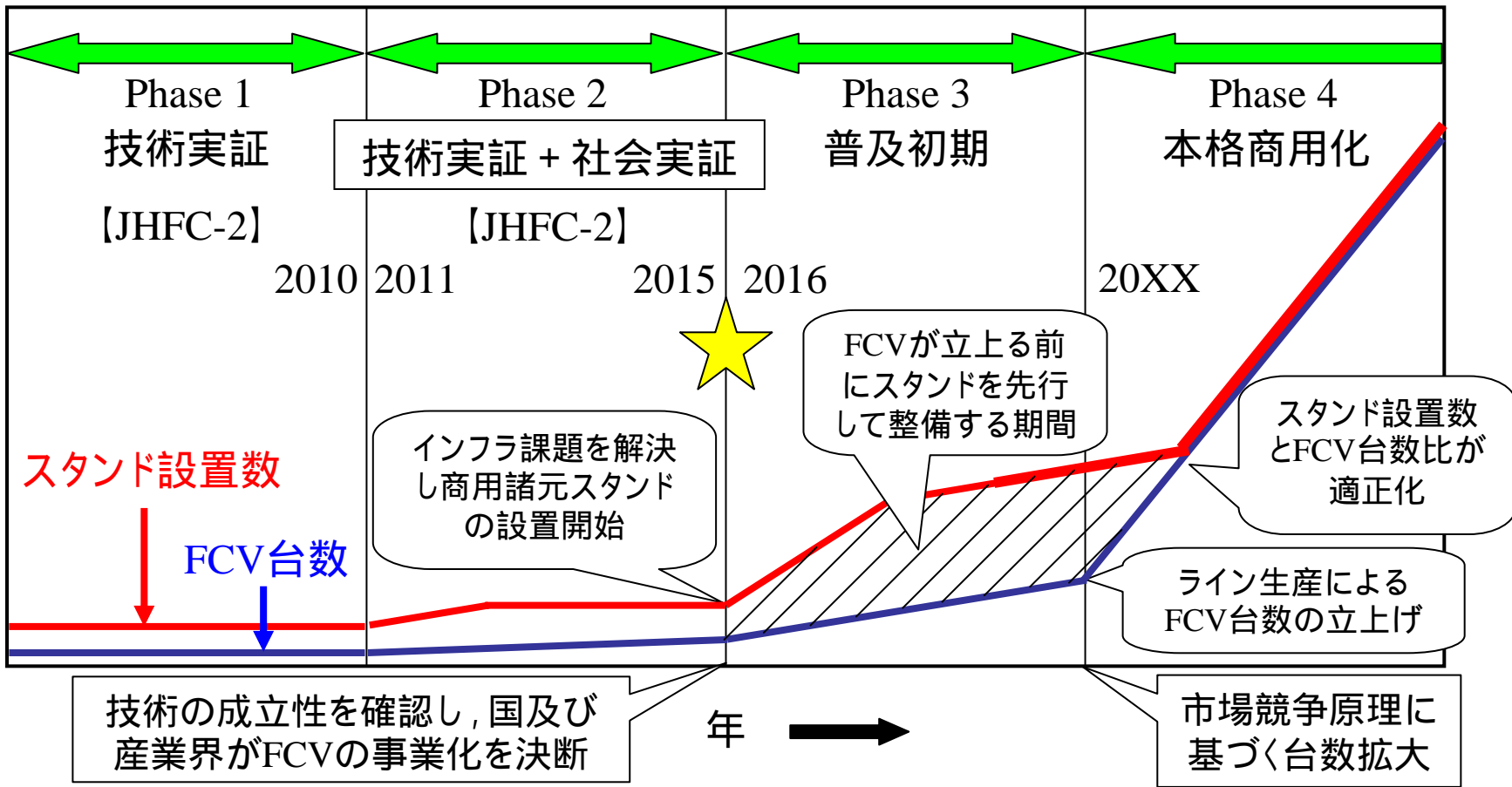


FCV現状: 「水素ステーション」「FCV」データはJHFC実証結果トップ値,  
 その他データは文献トップ値により算出

FCV将来: FCVの将来FCシステム効率60%と文献トップ値により算出

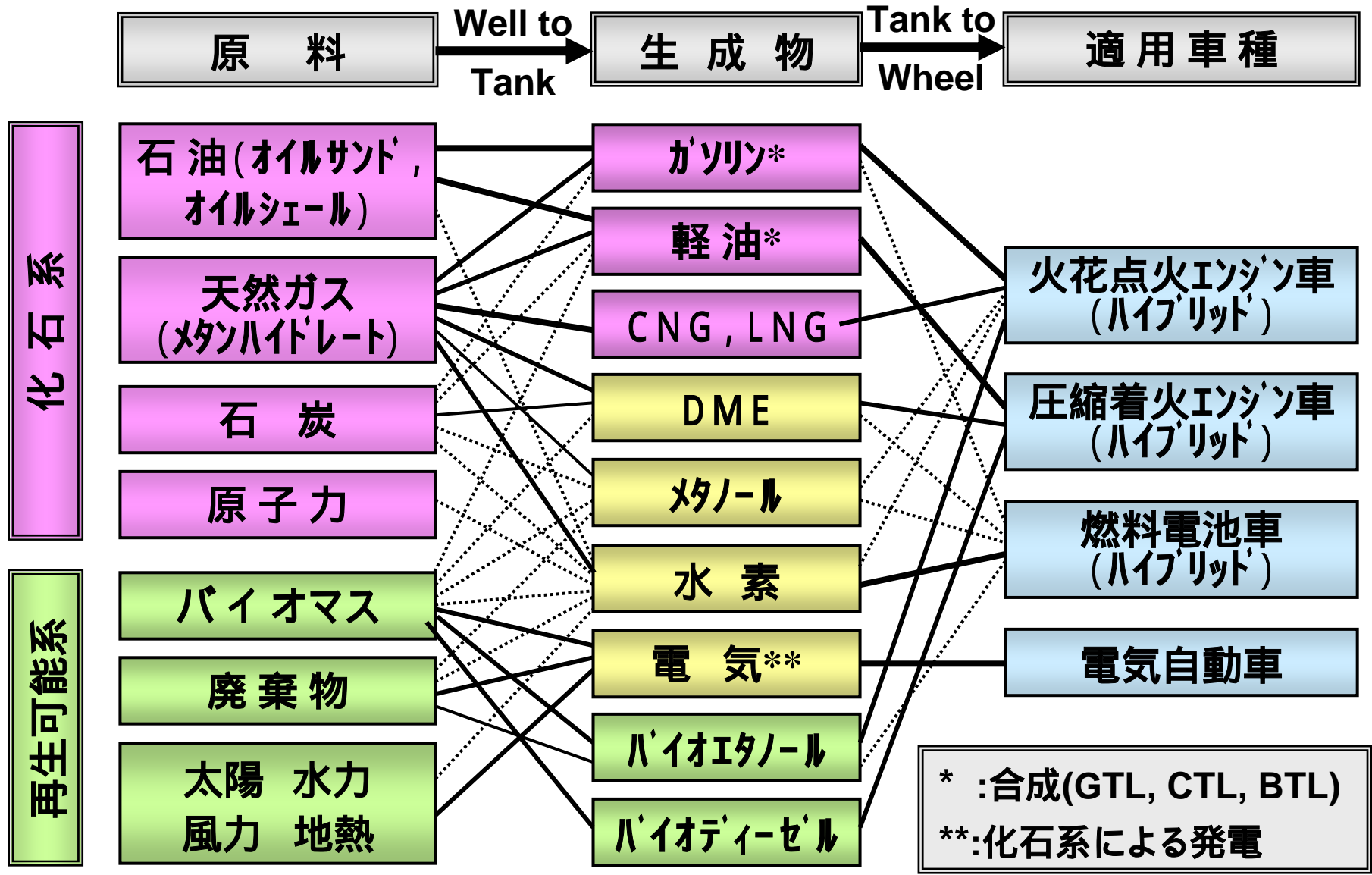
電力構成: 日本の平均電源構成

# FCV普及へのシナリオ案 (FCCJ, 2008年3月)



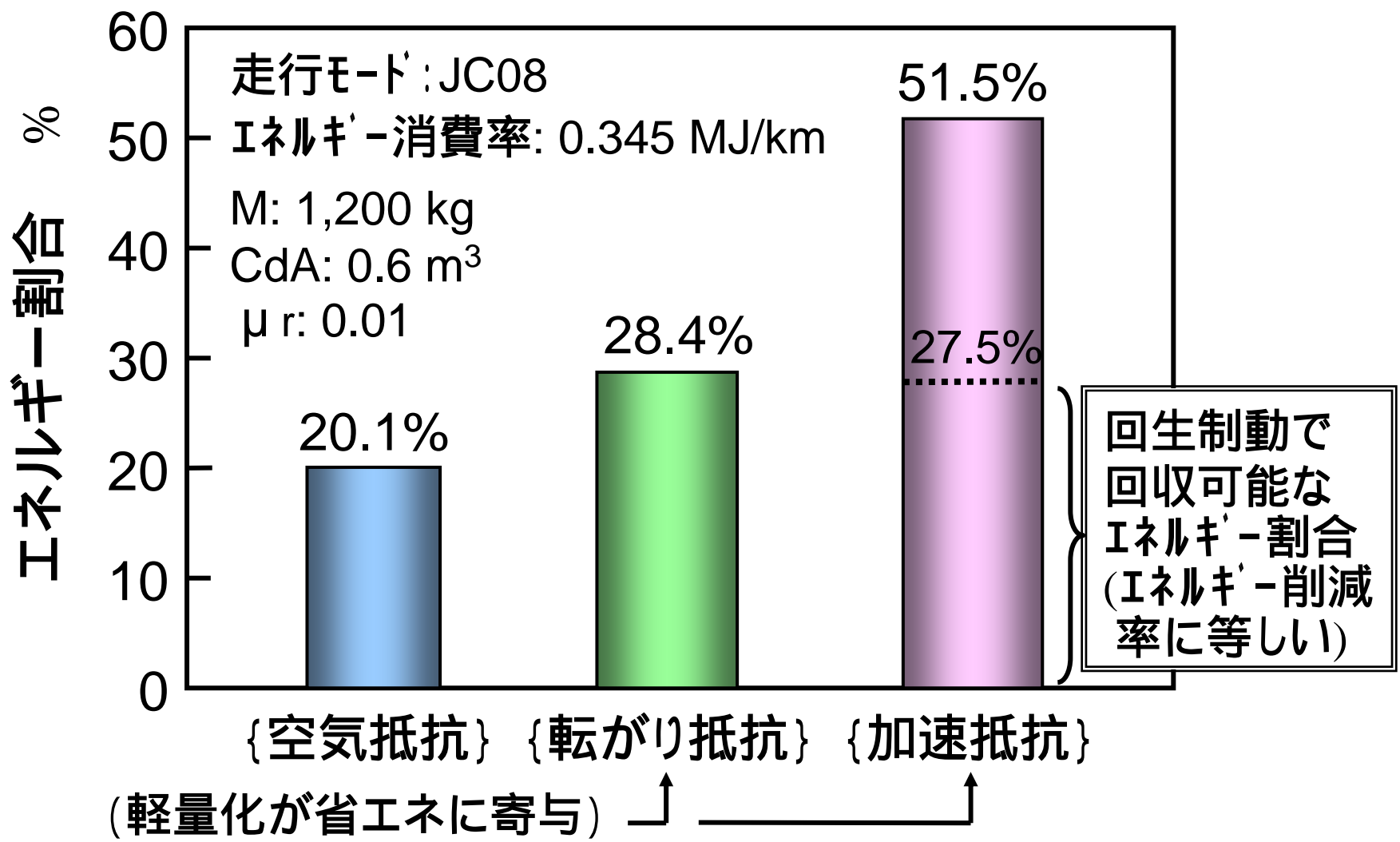
・FCCJ(燃料電池実用化推進協議会)ではFC事業化を決断する時期を2015年とし, 課題解決に向けて取り組んでいる。  
 ・本格商用化段階で, FCVの投入台数が急激に立ち上がるが, その前段の普及初期にインフラの整備が必要である。

# 将来の自動車用燃料・エネルギーの生成ルート

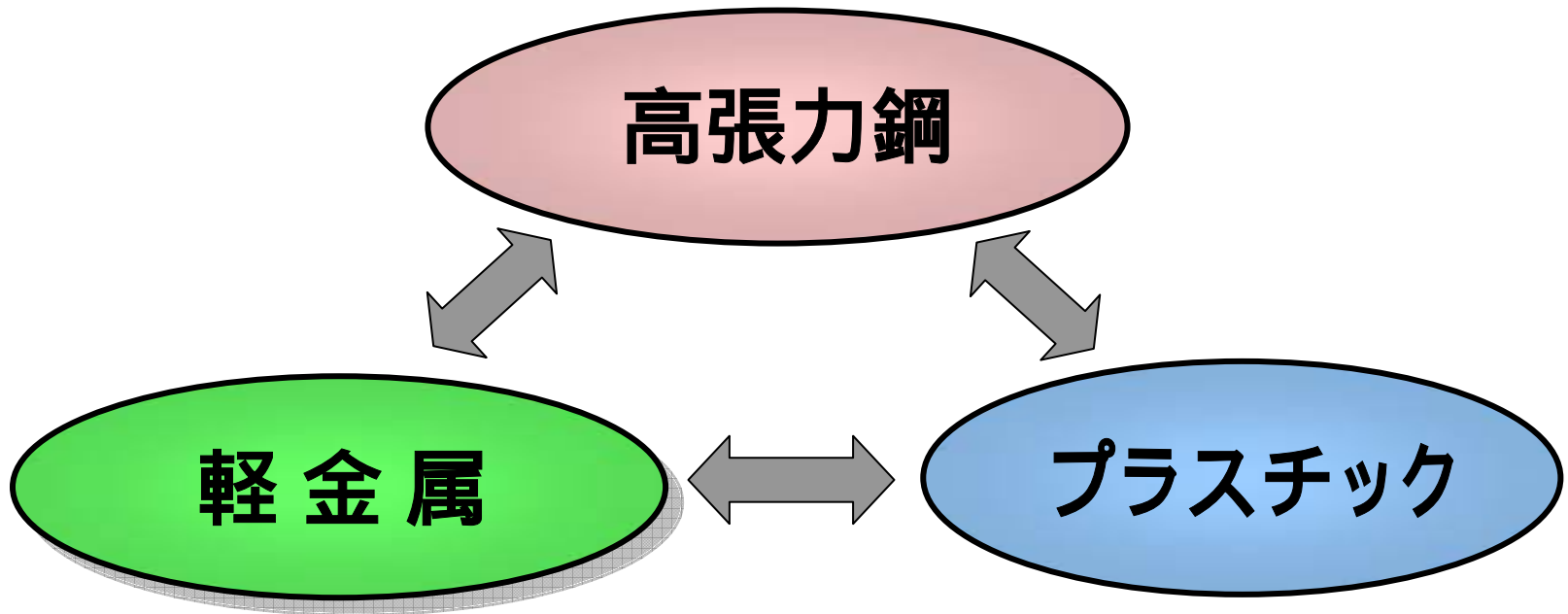




# 走行における消費エネルギー



## 3つの軽量化材料の活用



生産性, 安全性, 資源性, リサイクル性, グローバル展開, コストに配慮した上で, 大幅な燃費改善を実現すべき。  
パワーシステムの小型化, 排出ガス対策の負担軽減にも寄与。  
事故予防 (Active safety) や衝突安全 (Passive safety), 衝突時のコンパティビリティに関わるに新たな挑戦的技術課題を提供。



## WorldAutoSteel の取り組み(2008年～)

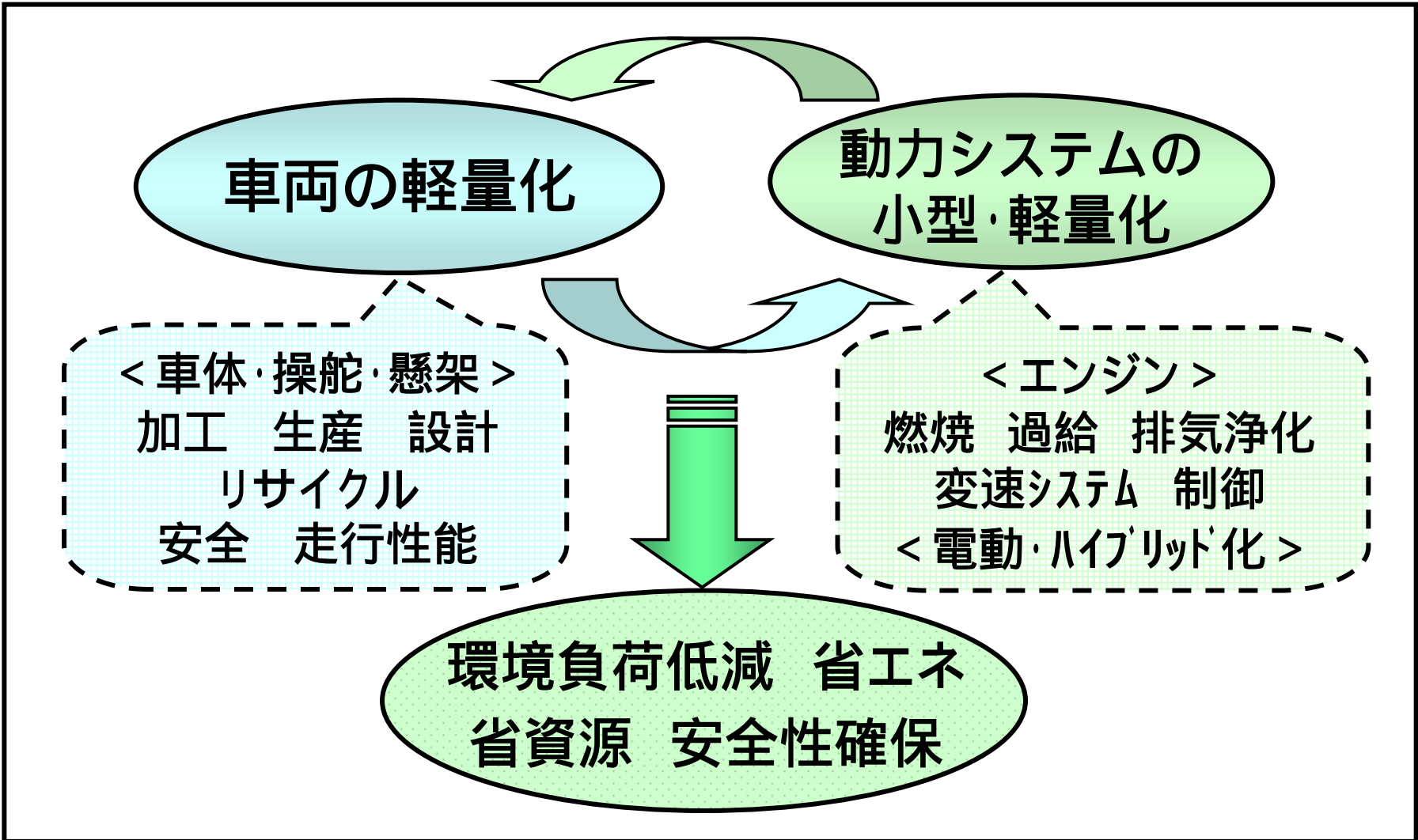
2008年、ワールドオートスチール(世界鉄鋼協会の自動車部門で鉄鋼メーカー16社参加)は、次世代鋼製車体プログラム「FSV」のフェーズ1を終了。その成果とフェーズ2の計画を発表。超軽量車体開発を通じて、環境対応(CO<sub>2</sub>削減)と安全性向上をアピールしている。

フェーズ1では、大学やWASの材料専門家のチームが、2015～20年での次世代車として4人乗のBEVとPHEV、5人乗のPHEV、FCVの4つのケースについて技術的な仕様検討を実施した。

4つのケースについて、性能、2020年時点での実現可能性、コストに基づいて車体の駆動系を選択し、2つの車体仕様を決めた。「FSV1」(小型車)は、BEVとPHEV20(電池だけで20マイル走行)の4ドアハッチバック、「FSV2」(中型車)は、PHEV40(同40マイル)およびFCVの4ドアセダンとしている。



# 動力システムのダウンサイジングと 車両の小型・軽量化の相乗効果

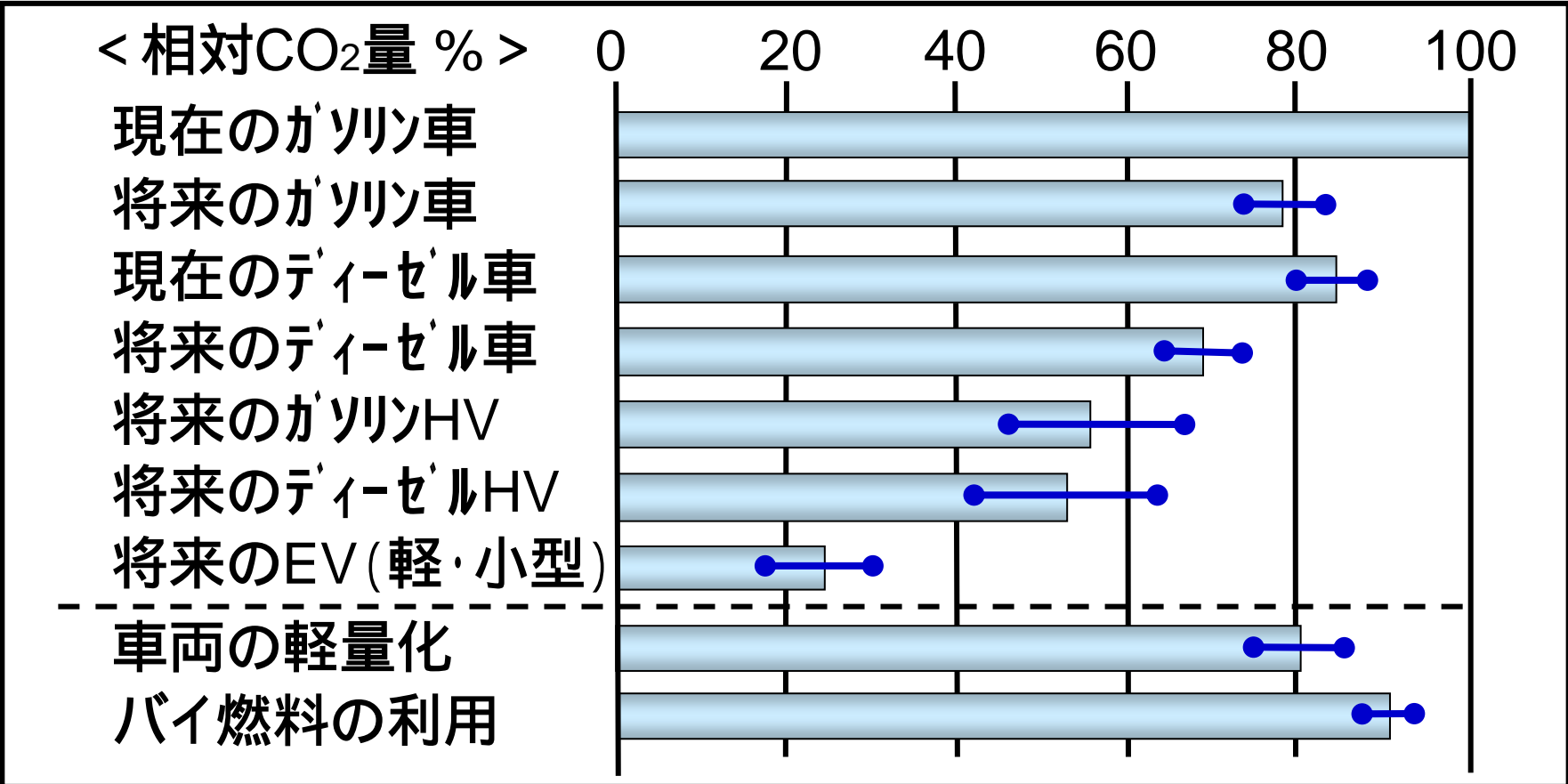


# 将来の各種乗用車のCO<sub>2</sub>排出量比較

(現在のガソリン車基準, 将来: 2020 ~ 2030年, 大聖)

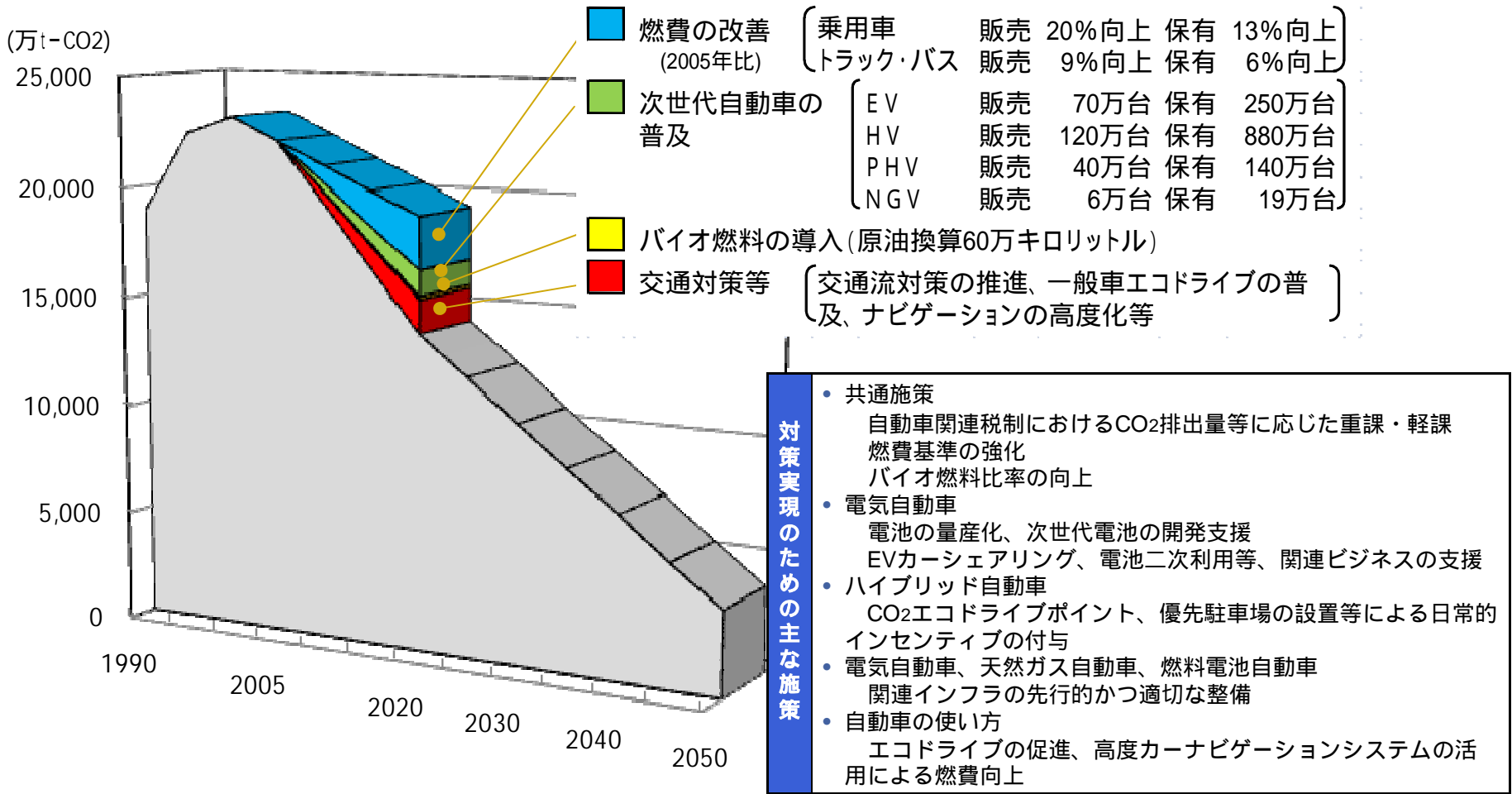
**【仮定】**

- ・総合効率=燃料効率 × 車両効率
- ・EV電源における化石燃料火力の熱量割合: 50%
- ・車両の軽量化: 20 ~ 40%
- ・バイオマスの熱量換算混合割合: 6 ~ 12%



# 環境対応車の普及ロードマップ(環境省, 2010年3月)

2020年次世代自動車の販売台数250万台(クリーンディーゼル車含む),  
新車販売台数490万台の51%。



# 2020～2030年の乗用車車種別普及見通し

(経産省, 次世代自動車戦略研究会, 2010年4月)

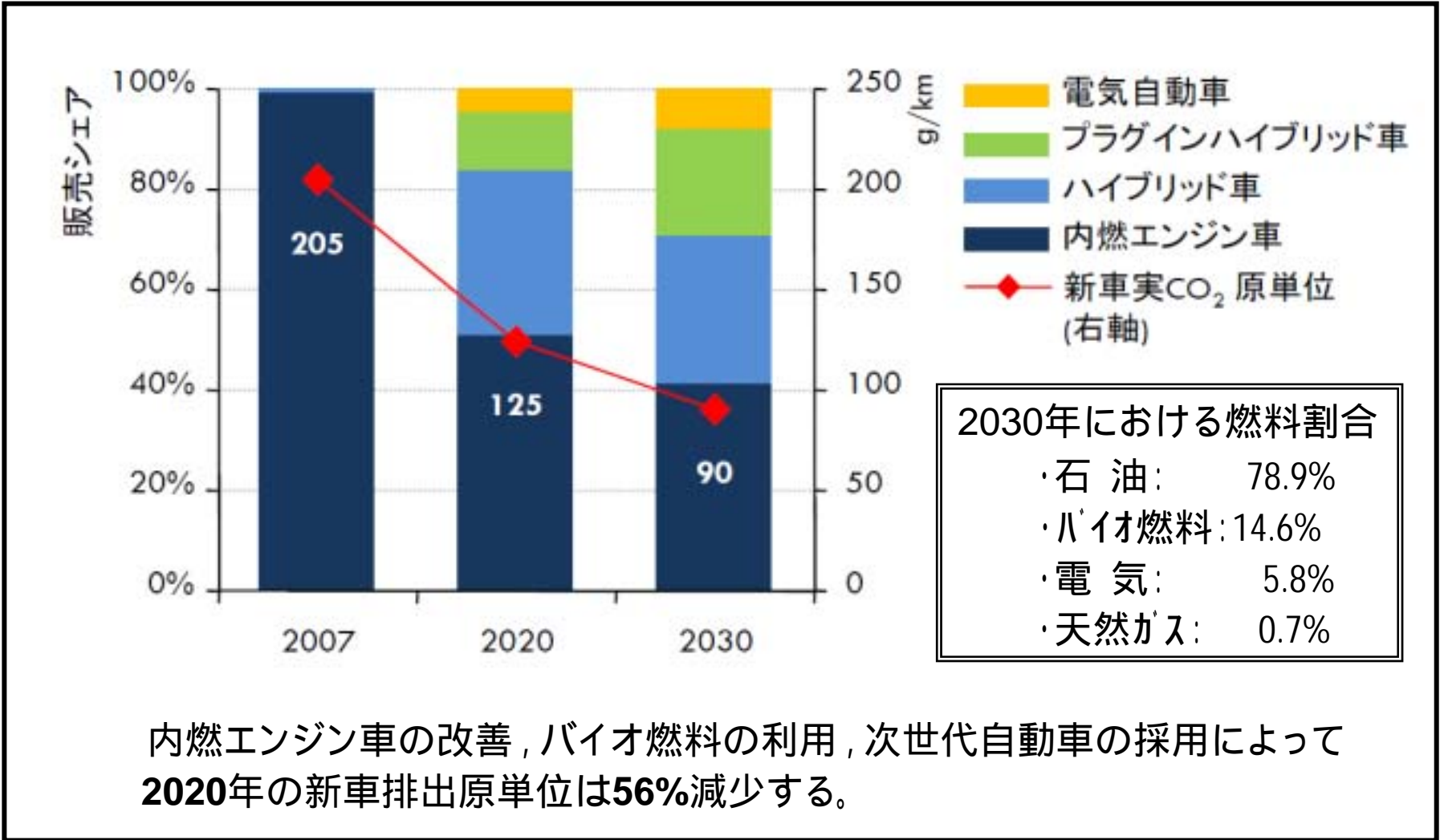
(民間努力ケース)

	2020年	2030年
従来車	80%以上	60～70%
次世代自動車	20%未満	30～40%
ハイブリッド自動車	10～15%	20～30%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	5～10%	10～20%
燃料電池自動車	僅か	1%
クリーンディーゼル自動車	僅か	～5%

(政府目標)

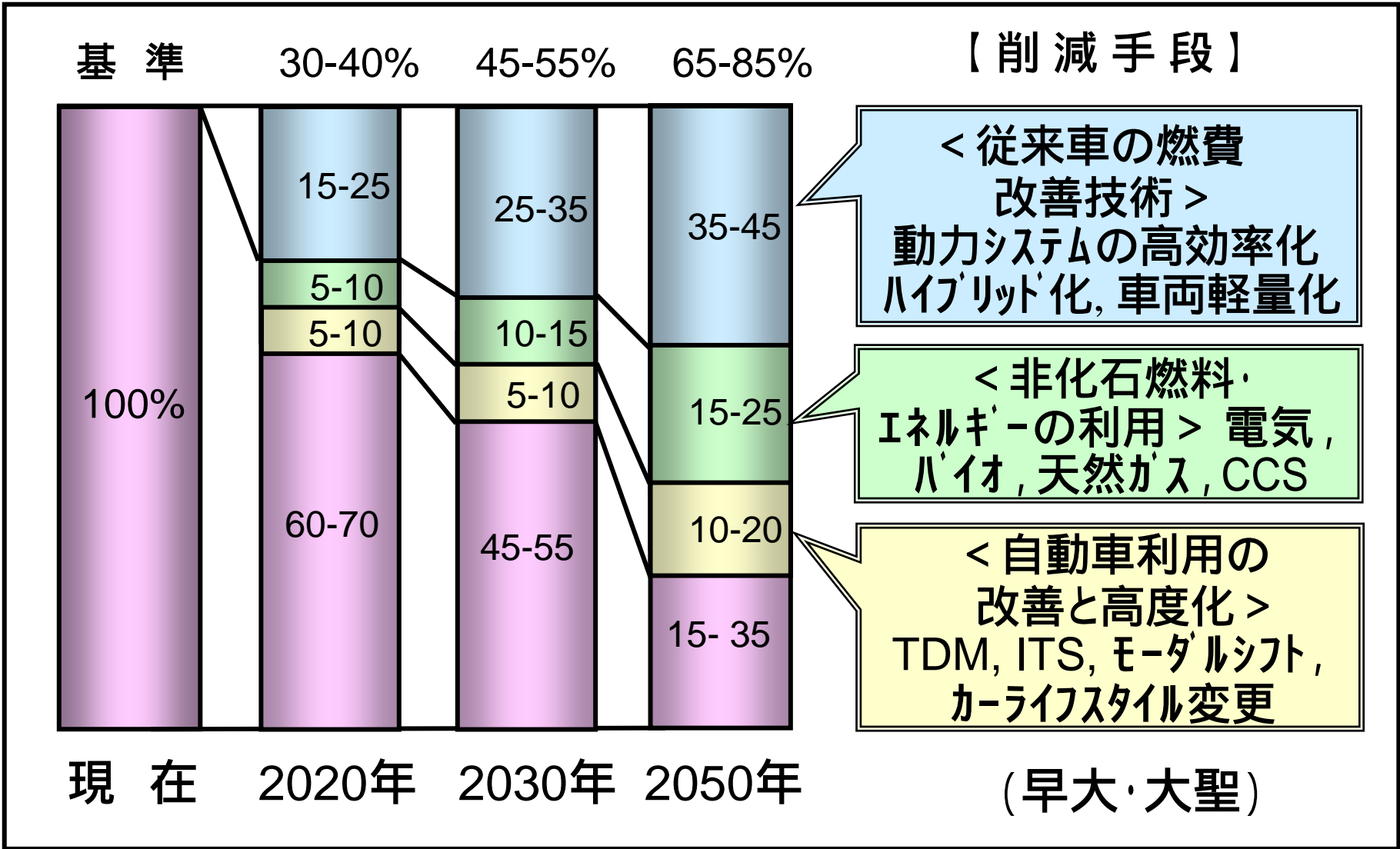
	2020年	2030年
従来車	50～80%	30～50%
次世代自動車	20～50%	50～70%
ハイブリッド自動車	20～30%	30～40%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	15～20%	20～30%
燃料電池自動車	～1%	～3%
クリーンディーゼル自動車	～5%	5～10%

# 世界の乗用車販売と新車平均CO<sub>2</sub>原単位 (IEA World Energy Outlook 2009, 450ppmシナリオ)

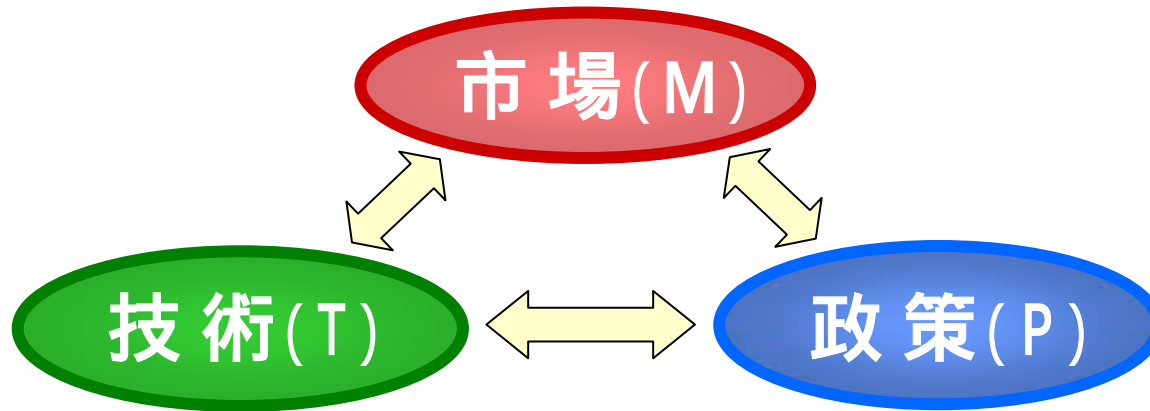




# わが国における中長期的な自動車CO2排出量の削減予測



# 次世代自動車の開発と普及に関わる課題



排出ガス規制と燃費基準の強化。その適合技術の開発とコスト低減。(P, T, M)

再生可能な燃料・エネルギーの利用。(P, T)

国内外の市場や燃料・エネルギー事情に配慮した開発資源と収益の確保。(T)

企業の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。(T)

固有技術を活かしたメーカー間の新たな連携体制の構築。(T)

革新的な技術開発に関わる公的助成。(P, T)

普及促進のためのグリーン税制の継続。(P, M, T)

環境に配慮した新しいカーライフスタイル(持続可能なモビリティ)の創出。(P, M)

新興国への技術と政策に関わる適切な支援。(P, T)