

24 日
講演 3

新燃料自動車の将来に向けた提案

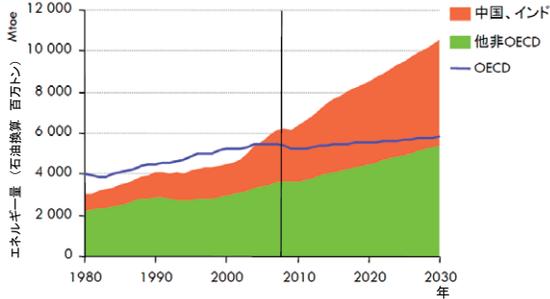
環境研究領域 副研究領域長

佐藤 由雄

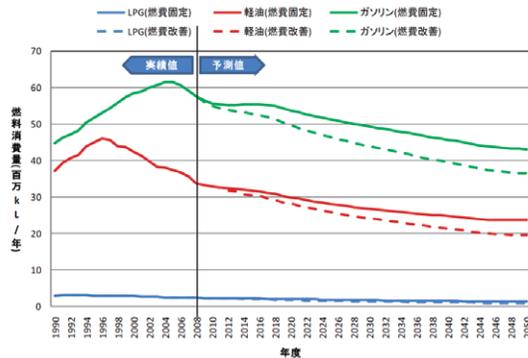
石油に依存した社会経済システムからの脱却と地球温暖化に対応した自動車のあり方が問われている。自動車の燃費向上とモーダルシフトを加速するとともに、エネルギー安全保障の面からは石油代替燃料の利用促進も必要である。そこで各種新燃料自動車のメリットデメリットを明らかにした上で適切な導入分野を探る観点から、実験データに基づいて環境・燃費・動力性能を従来型車両と比較した。さらにCO₂対策の観点から、新燃料自動車のLCA評価の必要性も示し、将来性の検討につなげることとした。これらを踏まえて、環境・エネルギー問題を踏まえた燃料多様化の考え方と新燃料自動車の方向性について提案する。

エネルギー需要, 新興国では増加, 日本は燃料消費量が減少

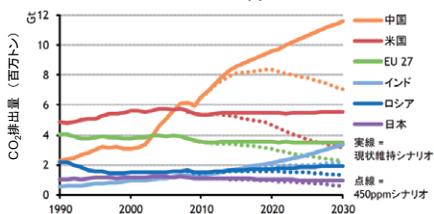
2030年までの世界の一次エネルギー需要の見通し
(現状維持シナリオ)



2050年までの国内の自動車用燃料消費量の予測
(前提条件: 自動車市場縮小)



国別にみたエネルギー起源CO₂排出量の見通し
(現状維持シナリオ及び450ppmシナリオ)

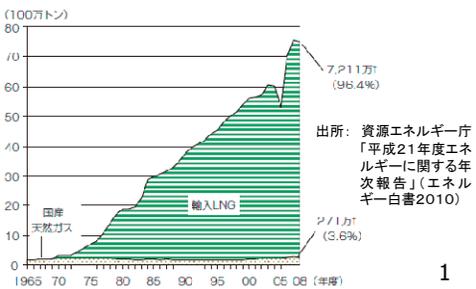


出所: 2010 Key World Energy STATISTICS, International Energy Agency (IEA)

「現状維持シナリオ」: 各国政府が既存の政策や対策を全く変えなかった場合
「450ppmシナリオ」: 大気中の温室効果ガス濃度をCO₂換算で約450ppmの水準で安定化

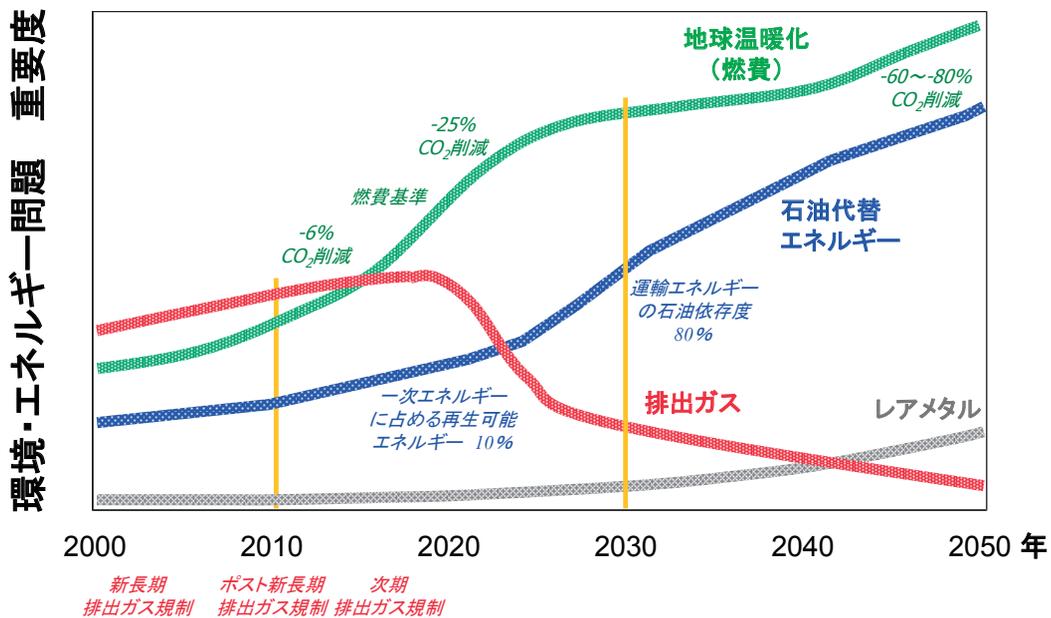
出所: 環境省環境対応車普及方策検討会「環境対応車普及戦略」平成22年3月

日本の天然ガスの国産、輸入別の供給量



出所: 資源エネルギー庁「平成21年度エネルギーに関する年次報告」(エネルギー白書2010)

自動車の環境・エネルギー・資源問題

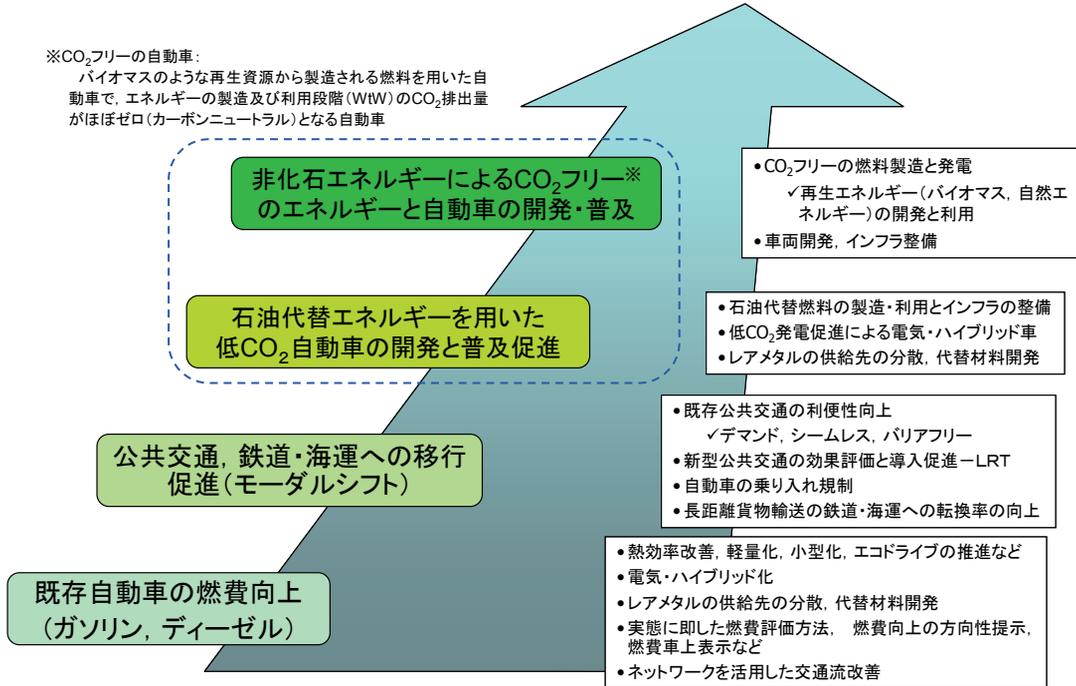


新長期 排出ガス規制
ポスト新長期 排出ガス規制
次期 排出ガス規制

環境・エネルギー・資源問題への対応

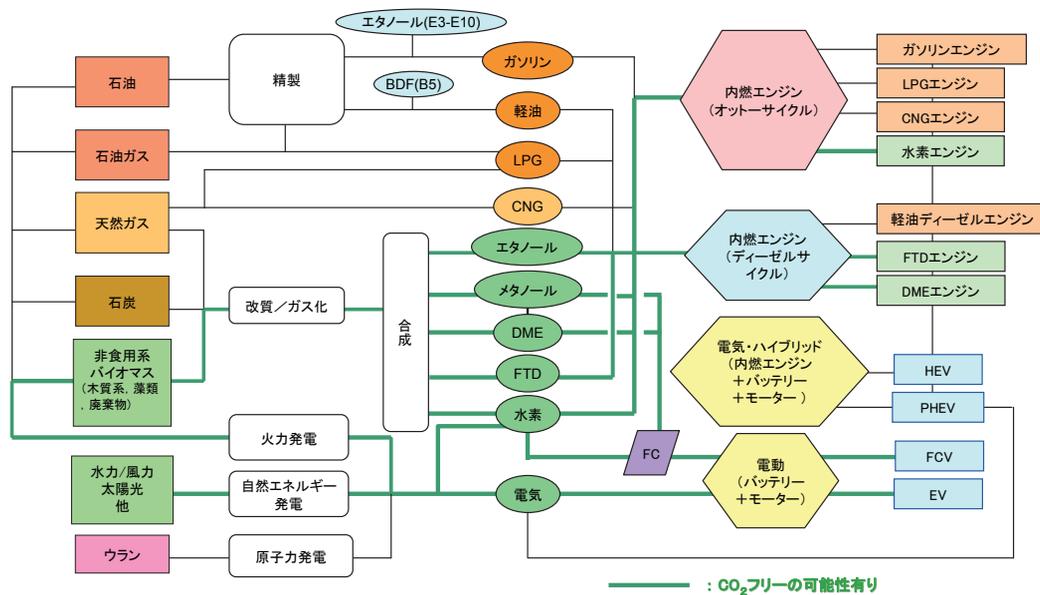
※CO₂フリーの自動車:

バイオマスのような再生資源から製造される燃料を用いた自動車で、エネルギーの製造及び利用段階(WtW)のCO₂排出量がほぼゼロ(カーボンニュートラル)となる自動車



3

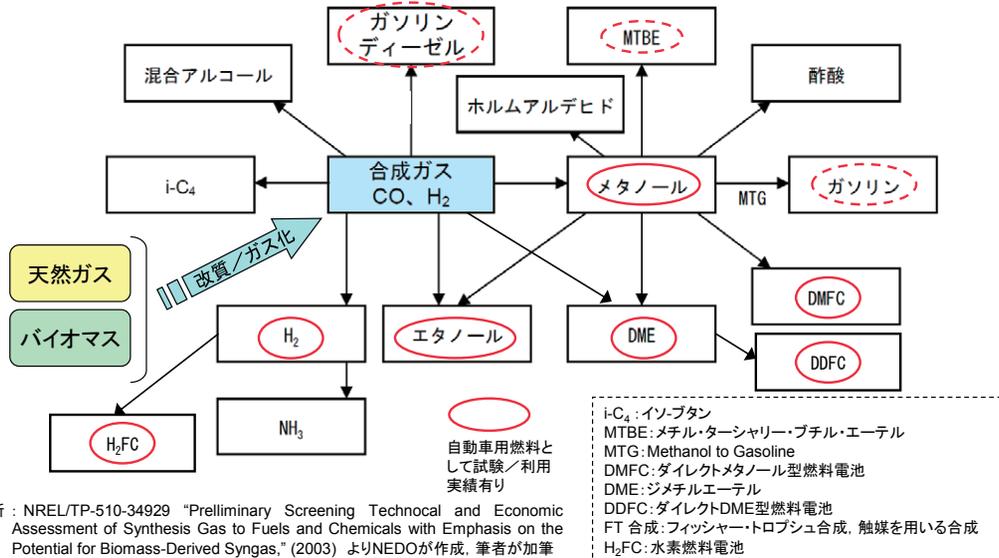
エネルギー資源と自動車用燃料



4

天然ガス, バイオマスから製造される燃料

合成ガスを基点とした燃料・ケミカルズの製造



出所：NREL/TP-510-34929 "Preliminary Screening Technol and Economic Assessment of Synthesis Gas to Fuels and Chemicals with Emphasis on the Potential for Biomass-Derived Syngas," (2003) よりNEDOが作成、筆者が加筆

- ◆「技術戦略マップ2010 エネルギー分野」(2010年6月, 経済産業省) エネルギー技術俯瞰図/②運輸部門の燃料多様化/天然ガス利用技術
 - ・天然ガス液体燃料化技術(GTL)等
 - ・天然ガスからの次世代水素製造技術
 - ・ジメチルエーテル(DME)

- ◆「再生エネルギー技術白書」(2010年7月, NEDO) 熱化学的変換/③液体燃料製造/i) BTL(ガス化・液体燃料製造)
 - ・BTLにより得られる代替燃料は、
 - ✓短期的には、メタノール、DME、FT軽油
 - ✓将来的には、混合アルコール、炭化水素(C2~C5)、エタノール
 - ✓また、水素製造も可能

5

主な石油代替燃料の特徴と課題

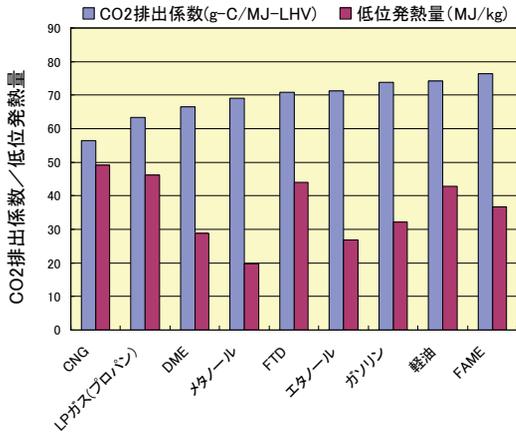
適用	種類	主な資源	製造方法	連産品	エンジン適用	主な燃料製造企業	課題等
予混合・火花点火エンジン	天然ガス	-	液化・ガス化・圧縮	-	高压容器, 三元触媒が必要	国内外に多数	・更なる熱効率向上 ・空燃比制御, 触媒の管理
	LPガス	・天然ガス, 石油の ・ 伴生ガス ・ 石油精製副生ガス	-	-	三元触媒が必要	国内外に多数	・更なる熱効率向上 ・空燃比制御, 触媒の管理
	エタノール	・サトウキビ ・とうもろこし	糖化・発酵・蒸留	-	・低温度(E3~E10)利用 ・FFV化	国内外に多数	・糖化, 発酵の高効率化 ・リグニンを利用できない ・混合濃度に応じて安全・環境 基準の改訂が必要
	セルロースエタノール	・草, 木	糖化・発酵・蒸留	-	-	国内外に多数	-
筒内直接噴射・圧縮着火エンジン	FAME	・植物油 ・ 獣脂 ・ 廃食用油	メタノール+エステル 交換反応	グリセリン	・低温度(B5)利用 ・軽油ディーゼルエンジン と同じ排気後処理(DPF, NOx触媒)が必要	国内外に多数	・食料との競合(バージン油) ・酸化安定性 ・低温流動性 ・混合濃度に応じて安全・環境 基準の改訂が必要
	BHD	・植物油 ・ 獣脂	水素+水素化処理 +異性化+蒸留	H ₂ O, CO ₂ , CH ₄ 等	軽油とほぼ同じ燃料性状, 高濃度利用可	(海外のみ) NESTE OIL社	・食料との競合(バージン油) ・材料適合性
	FTD	・天然ガス, 石炭 ・草, 木, 藻類, 廃薬 物	ガス化・合成+水 素化処理+蒸留	・ワックス ・ガソリン ・灯油 等	軽油ディーゼルエンジン と同じ排気後処理(DPF, NOx触媒)が必要	(海外のみ) ・CHOREN社 ・SHELL社	・材料適合性
	DME	・天然ガス, 石炭 ・草, 木, 藻類, 廃薬 物	ガス化・合成+蒸 留	-	・軽油用エンジンの燃料供 給系を一部改造 ・純物質なので化石由来 DMEとの混合は可 ・排気後処理(DPF, NOx 触媒)は不要	・燃料DME製造 ・岩谷産業 ・産総研 ・CHEMREC社	・インフラ整備(LPガス用イン フラの転用も可)
燃料電池, 予混合/筒内直 接噴射 火花点 火エンジン	水素	・天然ガス ・副生ガス ・草, 木	改質, ガス化	CO	・高压容器が必要 ・排気後処理(DPF, NOx 触媒)は不要	国内に多数	・輸送・貯蔵技術の確立 ・運搬や水素ステーション等の インフラ整備

※「トヨタ自動車株式会社 BRエネルギー調査企画室 阪田一郎 「トヨタのバイオ燃料への展望」 2009年7月24日 基調講演 - BioFuels World 2009 Conference & Expo」などの資料を参考に作成

6

主な新燃料のCO₂の排出係数と排出量測定

CO₂排出係数(理論値)の比較

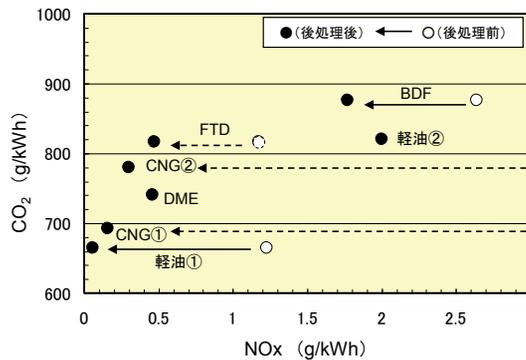
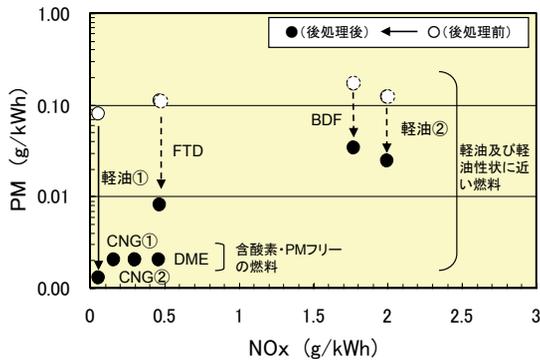
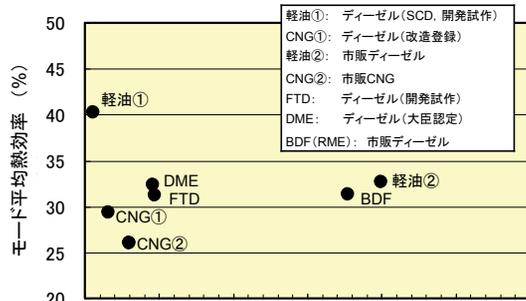


CO₂排出量測定に使用した代替燃料エンジンの諸元

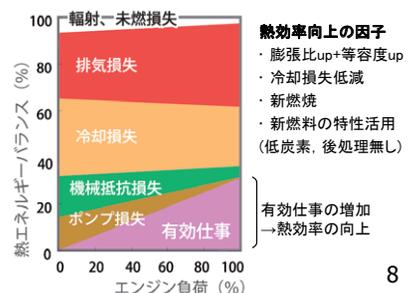
燃料(数字はエンジン違い)	ベースエンジン	排気量(L)	出力(kW/rpm)	排気後処理	架装車両GVW(トン)	備考
軽油①	ディーゼル(SCD, 開発試作)	10.5	298/2000	DPF+LNT+OC	24.9(仮想)	DPF再生時のCO ₂ は含まず
CNG①	ディーゼル(改造登録)	13.1	253/1900	TWC	24.9	予混合火花点火エンジン+三元触媒システムに改造
軽油②	市販ディーゼル	5.2	107/2600	DPF+OC	8.0	DPF再生時のCO ₂ は含まず
CNG②	市販CNG	7.8	162/2400	TWC	8.0	予混合火花点火エンジン+三元触媒システムに改造
FTD	ディーゼル(開発試作)	7.7	199/2700	OC+DPF+LNT	8.0	・シャシー台上試験結果 ・DPF再生時のCO ₂ は含まず
DME	ディーゼル(大臣認定)	5.2	107/2600	OC	8.0	ディーゼル噴射系をDME用に一部改造
BDF(RME)	市販ディーゼル	4.0	110/3000	DPF+LNT+OC	6.0	DPF再生時のCO ₂ は含まず

新燃料エンジンの環境性能の比較

CO₂, 熱効率, PM及びNOxの比較(JE05モード)

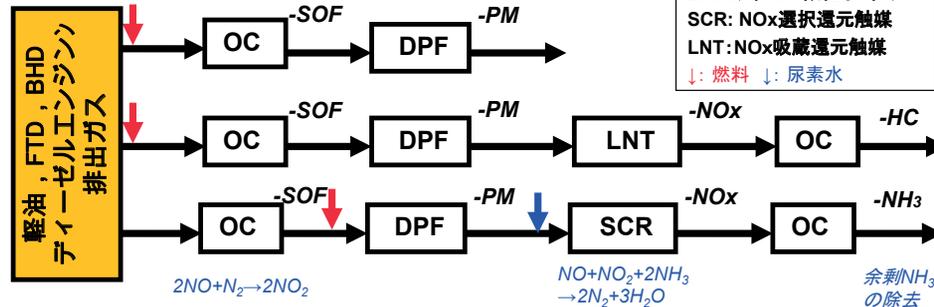


内燃エンジンの熱効率の影響因子



軽油(FTD, BHD) - 排気後処理が複雑で課題も多い

(重量車2009/2010年排出ガス規制対応車両の例)



OC : 酸化触媒
 DPF : ディーゼル微粒子フィルター
 SCR : NOx選択還元触媒
 LNT : NOx吸蔵還元触媒
 ↓ : 燃料 ↓ : 尿素水

<排気後処理の課題>

軽油(FTD, BHD)ディーゼル: PMはDPFにより80%-90%程度、NOxは触媒で70-80%程度 低減されている → 後処理に大幅に依存

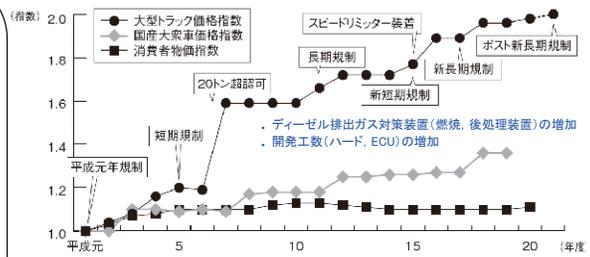
■ DPFの実用時の課題:

- ✓ 都市内走行での連続再生が困難、手動再生にも様々な問題、しかも再生処理が適正に行われないと損傷、溶損に至る
- ✓ 再生不十分な状態では排気圧力が増加、また、再生時には酸化剤(燃料)が必要、燃費や加速性能への悪影響が懸念

■ NOx触媒の実用時の課題:

- ✓ エンジンの冷間時の排出ガス後処理装置の浄化率が低い → 冷始動試験を導入(2010.7.28「環境省・十次答申」)
- ✓ 触媒の劣化及び尿素水等の還元剤の噴射制御が不適切 → N₂OやNH₃等の排出 → 実態調査、対策が必要(「十次答申」)
- ✓ Pt, Pdなどのレアメタルを継続して大量に確保していく必要

<軽油ディーゼルトラックの価格上昇は事業者負担を強いる>



出所: 平成21年度版 トラック輸送産業の現状と課題, 全日本トラック協会, 平成22年3月

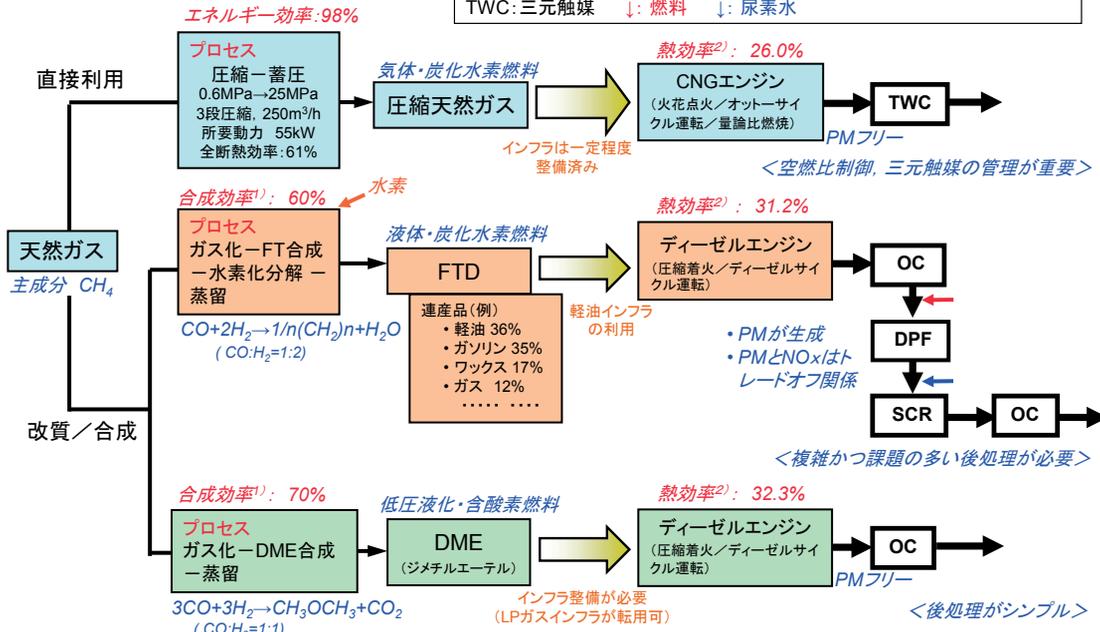
※ポスト新長期制適合車の大型トラックの価格の例 (東京地区希望小売価格・税込み)

車体総重量(GVW) 25tクラス: 1,800~2,100万円程度(2010年8月時点) 9

天然ガスの利用形態による主な効率の比較

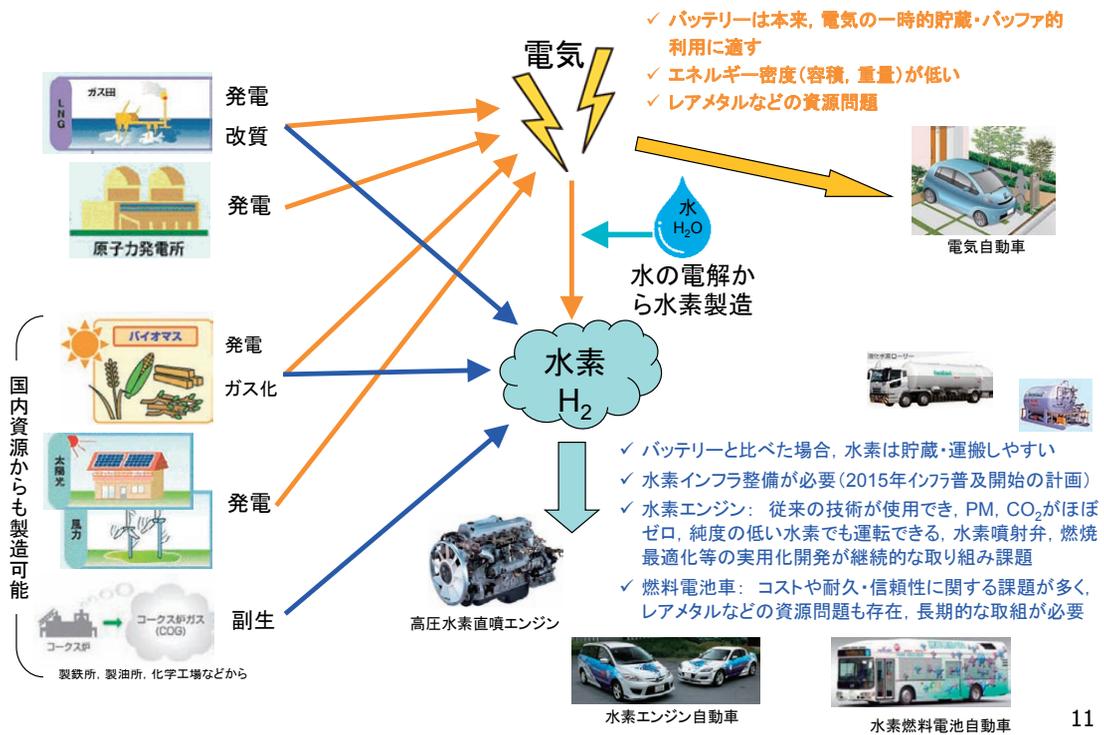
(GVW8トンクラスの例)

OC : 酸化触媒 DPF : ディーゼル微粒子フィルター SCR : NOx選択還元触媒
 TWC : 三元触媒 ↓ : 燃料 ↓ : 尿素水

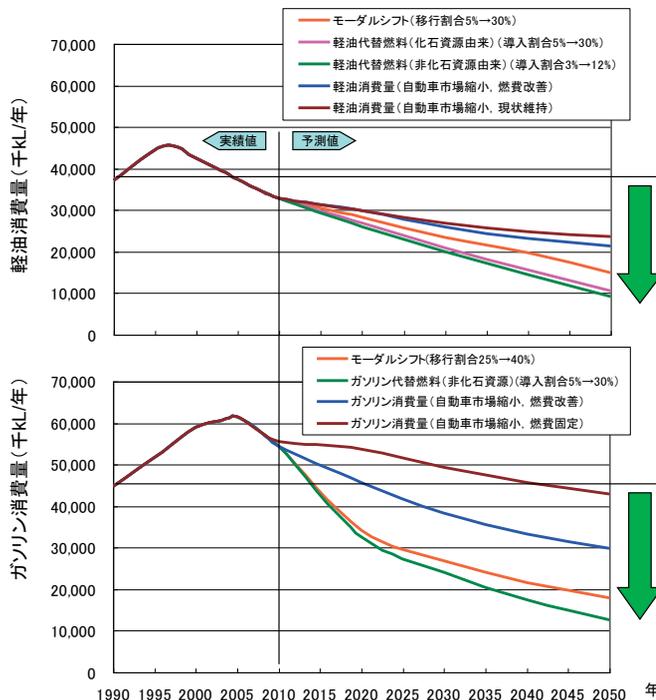


※ 合成効率¹⁾: 反応とプロセスを総合した熱効率, (出所)JOGMEC 「石油/天然ガスレビュー」2003年9月
 ※ 熱効率²⁾: GVW8トンクラスのJE05モード平均熱効率

水素エネルギーへの期待



自動車用新燃料導入の考え方



CO₂削減目標(1990年比)

2020年:25%削減 → 2050年:60~80%削減

- ① 既存車の燃費改善に加え
- ② モーダルシフトを実施
- ③ 化石資源由来の石油代替燃料の導入
- ④ バイオマスなどの非化石資源由来の燃料を導入

※③と④の燃料は混合しても問題の無い燃料を選択

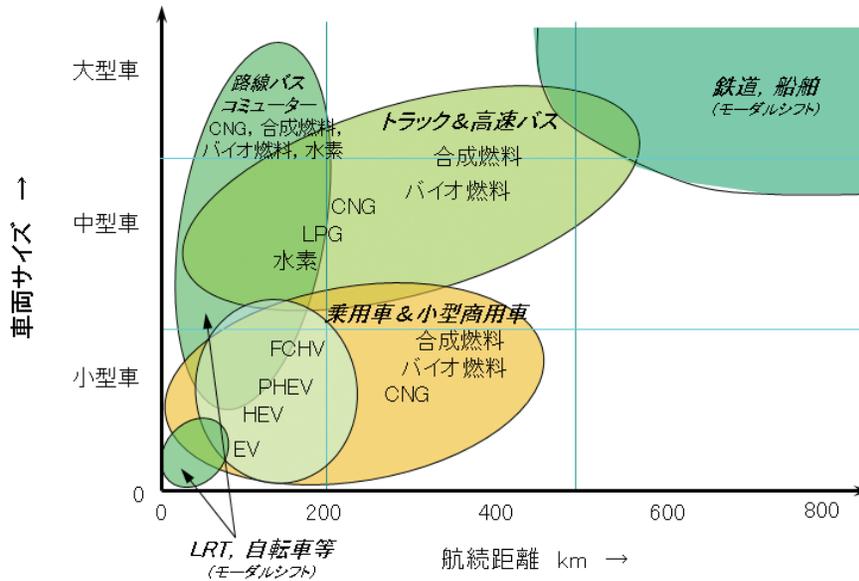
「エネルギー基本計画」におけるバイオ燃料目標

第3章・第2節. 自立的かつ環境調和的なエネルギー供給構造の実現

1. 再生可能エネルギーの導入拡大
 - (1) 目指すべき姿
 - (中略)
 - 2020年までに一次エネルギー供給に占める再生エネルギーの割合について10%に達することを目指す。バイオ燃料については、
 - ・LCAでの温室効果ガス削減効果等の持続可能性基準を導入し、
 - ・同基準を踏まえ、十分な温室効果ガス削減効果や安定供給、経済性の確保を前提に、2020年に全国のカソリンの3%相当以上の導入を目指す。
 - ・さらに、セルロース、藻類等の次世代バイオ燃料の技術を確立することにより、2030年に最大限の導入拡大を目指す。(後略)

出所:「エネルギー基本計画」(平成22年6月18日、閣議決定)

新燃料自動車の適用範囲



- ✓ 都市内や都市間の公共輸送にはLRT、バス、鉄道、船舶等へのモーダルシフトを加速する必要がある
- ✓ 電気(EV)は、現時点では出力、航続距離、積載量等の点で適用範囲が限られる
- ✓ ガス燃料(CNG、FCHV、水素エンジン)は、従来車並みの航続距離を確保するには搭載する高压燃料容器を増加する必要がある。
- ✓ 合成燃料とバイオマス燃料は、ほぼ全ての範囲に適用できる

13

新燃料自動車の方向性と将来に向けた提案

新興国の経済の急拡大がこのまま続くと地球温暖化が進み、石油資源の価格が高騰、枯渇化が早まる。一方、国内ではガソリン、軽油の消費量が減少し、石油依存の自動車社会に変化が生まれつつある。これを石油に代わる新たな自動車用燃料へと向かう流れとしてとらえ、当所は、自動車ユーザーや運輸事業者の側に立ち、関係機関と連携し、以下の課題に取り組んでいく。

1. 自動車エネルギーの向かう方向性として、
 - 石油から、天然ガス(LPガス)、電気、合成燃料、水素へと多様化していく
 - 国内のエネルギー資源を活用したバイオマス燃料の実用化と普及、これによるエネルギーの自給率の向上とバイオマス産業の活性化による雇用の創出
2. エネルギーセキュリティの観点から、当面は、
 - 従来のガソリン(E3~E10)車、ディーゼル(B5)車については更なる効率的利用(エンジンの燃費改善、電気・ハイブリッド化など)を促し、その実用的効果に関する評価を継続
 - 燃料のインフラ整備がある程度進んでいるCNG(LPガス)自動車の効率向上と利用拡大等
 - 軽油とほぼ同じ性状でインフラ問題も少ないFTD(BHD)の国内製造・実用化とLCAの実施
3. 将来の温暖化・エネルギー・資源問題への対応には、
 - 上記のエネルギー確保を前提とし、バイオマス燃料を念頭に、長期的観点にたった取組み
 - ①低炭素、②良質、③高効率化、④クリーン(エンジン排出ガスそのものがクリーンで、複雑で課題も多く高価な排気後処理が不要)、⑤国内のバイオマス資源から製造、の総合的な観点からCO₂低減の可能性の高い燃料(エタノール、DME、水素など)について、製造、流通及び利用技術に関する調査研究(LCA、熱効率向上、実用化課題検討など)を継続

14