

第133回定例研究会 資料(1)

2010年11月5日

水素エネルギー協会・第133回定例研究会

次世代自動車技術の現状と将来展望

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

運輸部門における環境対策のための3つのアプローチ

- 従来車の技術改善** (対象:ガソリン車, ディーゼル車)
 - ・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
- 新動力システム・新燃料の開発** (対象:環境対応車)
 - ・ハイブリッド車(プラグインを含む)・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)
 - ー 現状ではバイオ燃料の供給量はわずかであり, 効果は限定的
- 自動車の利用に関わる取組み**
 - <交通流の円滑化, 活動量(走行量)の抑制, ITSの高度化と活用>
 - ・輸送(積載効率の改善, 営自転換, モーダルシフト等)
 - ・業務(ITを使って移動の削減, 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)

従来車の排出ガス対策の進展

- **ガソリン車:** 電子制御燃料噴射装置と三元触媒の高度化で超低排出ガス特性を実現。今後は, 燃費基準の強化に対応した一層の燃費改善が課題。
- **ディーゼル車:** 2010年前後に行われる日米欧の規制強化で大幅な排気浄化が進展。耐久性確保とコスト低減, 長期的には一層の高効率化が課題。
- 先進国では, 対策に不可欠な低硫黄化等の燃料性状の改善が進展。

スーパークリーンディーゼル車の排出ガス対策

各部温度圧力
各部制御出力
ECU
電子制御入出力

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)

WEO 2008

- WEO2008に対して, 同2009では, 世界的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CO₂の23%を排出している。

わが国の運輸部門におけるCO₂排出量

■ 2007年度運輸部門(自動車, 船舶等): 2億4,921万t (19.1%)

車種	排出量 (万t)	割合 (%)
自動車全体	24,921	19.1%
貨物自動車	824	3.3%
乗用車	18,097	7.3%
バス	456	1.8%
タクシー	433	1.7%
内航海運	1,244	5.0%
航空	1,087	4.4%
鉄道	824	3.3%
自家用乗用車	12,037	48.3%
自家用貨物車	4,359	17.5%
営業用貨物車	4,481	18.0%

- 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%)

※ 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

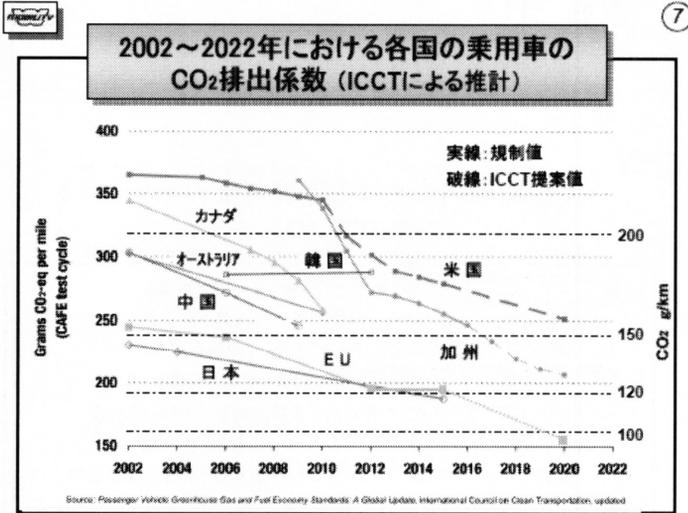
☆ トップランナー方式により, 車両区分別に燃費基準が設定されている。

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。
- 2020年度燃費基準が検討開始。2011年に基準値が決定される予定。



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) ◎ハイブリッド化 ◎ミラーサイクル ○リーンバーン, HCCI(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)
	機構	□4弁化 ○可変ターボ過給 ○可変弁機構 (VVT等による可変圧縮比) ◎可変気筒機構 ◎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) ○自動化MT (DCT) □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	

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
- ・インタークーラ付可変ノズルターボ過給システム
- ・ダブルスワールホート
- ・ホ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
酸化触媒
DPF
NOxトラップ触媒

新開発の排気量1.2Lのエンジン「HR12DDR」を欧州市場で小型車「マイクラ」(日本名マーチ)に2011年前半より搭載 (日産自動車, 2010年7月16日発表)

- HR12DDRは、新型マーチの1.2Lの3気筒ガソリンエンジン「HR12DE」をベースに世界最高レベルの燃費を達成。
- 出力は排気量1.5Lのエンジン相当でCO₂排出量は欧州モードで95g/kmを達成。新型「プリウス」の89g/kmに迫る。
- 吸気バルブの遅閉じで圧縮比より膨張比を大きくするミラーサイクル方式を採用。
- ガソリン直噴システムと高効率スーパーチャージャーを導入。スーパーチャージャーにはON/OFFクラッチを備え、市街地などの低速運転領域では過給を停止して燃費を改善。
- アイドルリング・ストップ・システムの採用。
- 13という高圧縮化で高温となる混合気は、直接噴射された燃料の気化潜熱により冷却する。さらに、ピストン・クーリング・チャンネルやナトリウム封入バルブの採用で燃焼室温度を下げて、ノックを抑制。
- その他、ピストンリングへの水素フリー-DLC (Diamond Like Coating)、可変容量式オイルポンプなどの採用で、同等性能の4気筒エンジンに比べて摩擦抵抗を約30%低減している。

水素エンジン“H2BVplus”がターボ過給ディーゼルエンジン並み熱効率42%を達成 (BMW, 2009年3月)

- ディーゼルエンジンをベースに水素用シリンダヘッドを開発し、グラーツ工科大と共同で流体シミュレーションを使って燃焼室を設計。HOERBIGER ValveTec社が設計した噴射圧30MPaの水素用直噴インジェクタを利用。
- 表面着火とそれに続いて拡散燃焼する燃焼システムを組み合わせることで、熱効率を最適化が可能。
- その結果、試験段階で既存の乗用車エンジンの特徴を備え、試験段階で42%の熱効率と出力増加を達成。排気温度が高いため、廃熱を利用することでさらに熱効率を上げることも可能という。

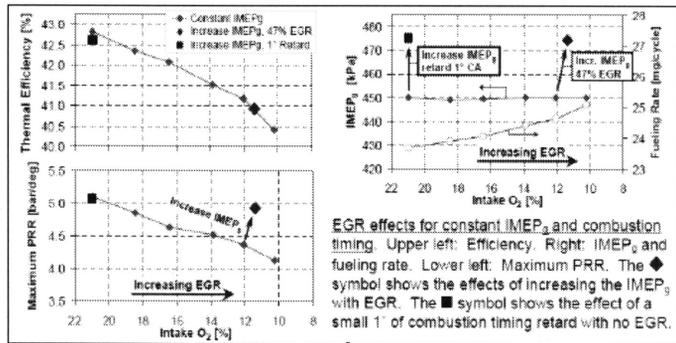
H2BVplusの噴射・燃焼システム

多噴口噴射ノズル
噴射圧: 30MPa

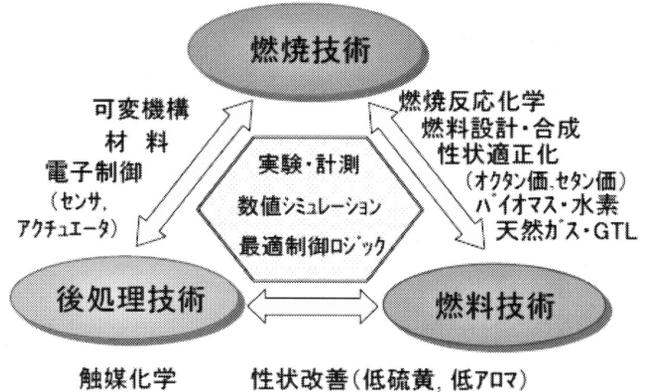
高圧水素インジェクタの噴射シミュレーション

レーザー誘起蛍光を使った水素噴射画像

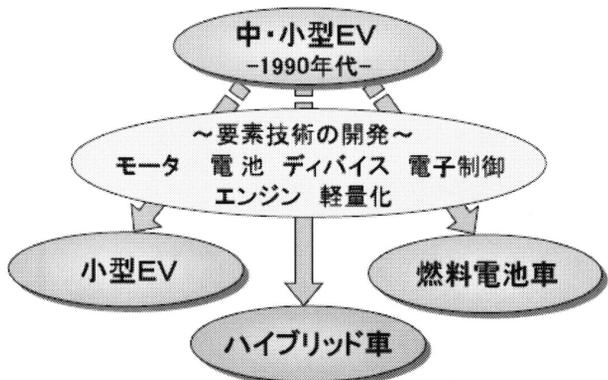
13 直接噴射成層水素エンジンで熱効率45%を達成
—フォード社、アルゴンヌ・サンディア両国立研究所—
([Rousseau et al., SAE 2008-01-2378] FreedomCAR, U.S.A.)



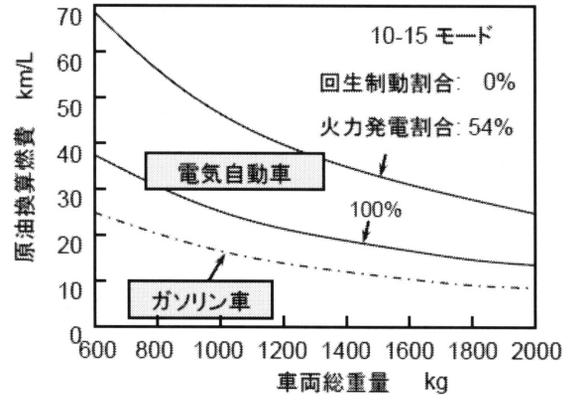
14 エンジンに関わる3つの技術



15 今後の電気自動車の発展



16 電気自動車とガソリン車の原油換算燃費の比較



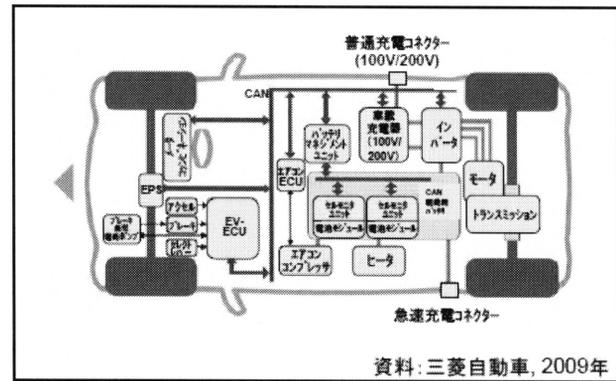
17 三菱自動車の“iMiEV”
(2009年7月発売開始)

	車長 × 幅 × 高	3,395 × 1,475 × 1,600mm(軽)
	車両重量	1,080kg
	乗車定員	4名
	最高速度	130km/h
	駆動方式	後輪駆動
	一充電走行距離	160km(10・15モード)
	モーター	種類: 永久磁石同期型 最高出力: 47kW 最大トルク: 180N・m
電池	種類: リチウムイオン(GS17A) 総電圧: 330V 総電力量: 16kWh	

充電形態	電源	充電時間
家庭充電(フル充電)	200V(15A)	約7時間
急速充電(80%充電)	100V(15A)	約14時間
	3相200V-50kW	約30分

■ 軽ガソリン車比で
 ・CO₂を72%低減
 ・走行費用: 夜間電力で1/9
 昼間電力で1/3

18 三菱自動車“iMiEV”の電動システム





iMiEVのリチウムイオンバッテリーパック

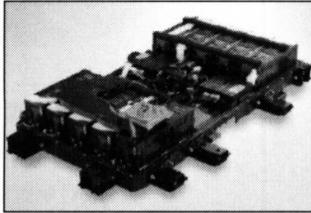
19



バッテリーセル(3.7V/50Ah, リチウムイオン・ジヤパン製)



バッテリーモジュール (セル4個または8個を直列接続)



バッテリーパック (モジュールを直列接続し、88セルを収納 総容量16kWh)



iMiEVのモータと関連システム

20



車載充電器とDC/DCコンバータ (水冷式、ニチコン製)



インバータ(水冷式、明電舎製)
主要電源電圧: DC330V
制御電源電圧: DC12V
交流出力: 最大330Arms



Y4F1型モータ (水冷式永久磁石同期式、明電舎製)
最大出力: 47kW/3000~6000rpm
最大トルク: 180Nm/0~2000rpm
最高回転数: 8,500rpm



トランスミッション(単段)



日産の新EV“リーフ(LEAF)”(2010年12月発表開始)

21

■2010年12月に日米で、11年初頭に欧州で発売開始。10年度中に日本で6千台、米国で2万台を予約販売。12年後半に米国、13年初頭に英国でも生産を開始し、日米欧で年間25万台の生産体制とする。

■小型5人乗り、5ドアハッチバック、FF
■全長×全幅×全高×ホイールベース:
4445×1770×1550×2700mm

■最高速度: 140km/h以上
■モータ: 永久磁石交流同期型(水冷)、
出力80kW、トルク280Nm

■バッテリー: ラミネート型LiMnイオン、容量24kWh、
出力90kW以上、床下設置(AESC製)

■一充電走行距離: 160km以上(米国燃費基準
US LA4モードによる)

■充電時間: 急速充電30分で80%SOC
家庭の200V電源で8時間(フル充電)

■バッテリー充電口: フロント中央に2口、左は家庭用
右は急速充電器用

■ITシステム: カーナビのモニターには到達可能エリアや
充電ステーションの場所などの情報を表示。携帯電話により、
充電確認・予約や予めエアコンONが可能。



EVスポーツカー“Tesla Roadster” (米国 Tesla Motors)

22

- ベース車: “Lotus Elise”
- 一般向け生産開始: 2008年3月
- 価格: 98,000ドル(現在千数百台を販売)
- CFRP製ボディにより軽量化
- 付属充電器(120V, 15A): 充電時間37h
オプション充電器(240V, 70A): 充電時間
3.5h(価格は3000ドル)



★ダイムラーとトヨタが資本参加
バッテリーはパナソニック製(18650)を使用

モーター	3相4極モーター Max.13,000rpm
電池	リチウムイオン 53kWh
最高出力	185kW
最大トルク	200Nm
駆動	FR
変速機	2速MT
一充電走行	354km
加速性能	3.9s/0-96km
最高速度	201km/h
全長	3946mm
全幅	1873mm
全高	1127mm
車両重量	1220kg
定員(人)	2



車両用リチウムイオンバッテリーの開発・製造の提携関係

23

企業名	提携先・購入先
トヨタ	パナソニック(PEVE, 1996年~)、サンヨー(2009年)
ホンダ	GSユアサ(ブルーエナジー, 2009年4月)、東芝(電動バイク, 2009年)
三菱自・(PSA, 仏)	GSユアサ(リチウムイオン・ジヤパン, 2007年12月)、東芝(2010年)
GM(米)	日立ビーグルエナジー(HV用)、LG化学(PHV用)(韓)、 A123システム(米)、コンチネンタル(独)
VW(独)	サンヨー、東芝、BYD(中国, 2009年5月)
ダイムラー(独)	Evonik Industries(独)、Tesla Motors(米)、コンチネンタル(独) ジョンソンコントロールズ(米)・サト(仏)・アドバンスト・パワーソリューションズ
BMW(独)	パナソ(独)・サムスンSDI(韓)連合、ジョンソンコントロールズ(米)・サト(仏)
ルノー(仏)・日産	NEC(AESC, 2007年4月)、LG化学(韓)
PSA(仏)	三菱自動車、GSユアサ等の共同出資会社(2009年)
現代自動車(韓)	LG化学(韓)



リチウムイオンバッテリー用の各種材料

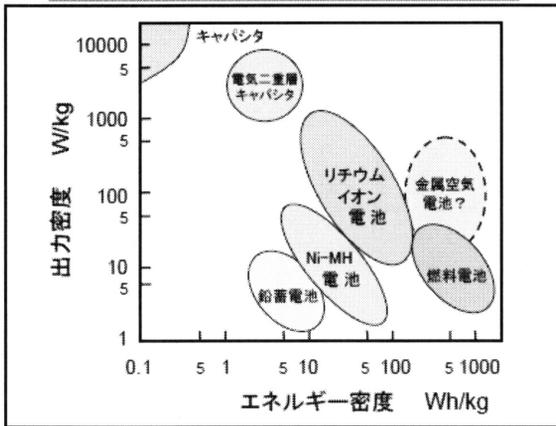
24

機能部位	材料
正極材	LiCoO ₂ , LiNiO ₂ , LiNi _{0.8} CoO ₂ , LiMn ₂ O ₄ , LiNi _{1/3} Mn _{1/3} Co _{1/3} O ₂ , LiFePO ₄ , Li ₂ FePO ₄ F, S
負極材	グラファイト(LiC ₆), ハードカーボン(LiC ₈), LTO(Li ₄ Ti ₅ O ₁₂), Silicium(Li ₂ Si ₆) / Si(Li _{4.4} Si), Ge(Li _{4.4} Ge)
電解質	有機溶媒(エチレンカーボネート, LiPF ₆ , LiBF ₄ or LiClO ₄ 等のリチウム塩を含む)、ポリマー、ゲル、無機固体

安全性、耐久・信頼性、資源性、コストの観点から、材料についてはまだ確定していないのが現状である。



各種の蓄・発電システムの比較



25



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	2020年?	革新 2030年
適用	電力会社用小型EV	限定通動用EV, HV	通動用EV, FCV, Plug-in HV	高性能 Plug-in HV	本格普及EV
性能	1	1	1.5	3	7
EV エネルギー密度 出力密度	100Wh/kg 400W/kg	100 1,000	150 1,200	- -	700 1,000
HV エネルギー密度 出力密度	70Wh/kg 1,900W/kg	70 2,000	100 2,000	200 2,500	- -
コスト (万円/kWh)	1 (20)	1/2 (10)	1/7 (3)	1/10 (2)	1/40 (0.5)
開発体制	民主導	民主導	産官学連携		大学 研究機関

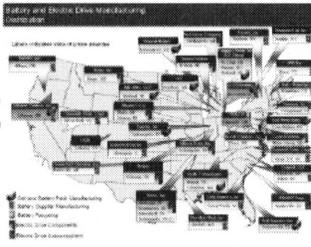
26



オバマ政権, EVと次世代電池開発に24億ドル投資 (2009年8月5日発表)

■米政府は、電気自動車(EV)や次世代電池などの開発・製造する関連業界(48事業)に総額24億ドル(約2300億円)を助成すると発表。これには、米自動車大手のGM, フォード, クライスラーも対象となっている。

■オバマ大統領は「我々は、先行している日本などのように技術革新に投資をしておこなった」と指摘。政府が自動車関連の技術開発を支援することで、世界市場での主導権確保を目指すとしている。



27



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, GSユアサ, 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

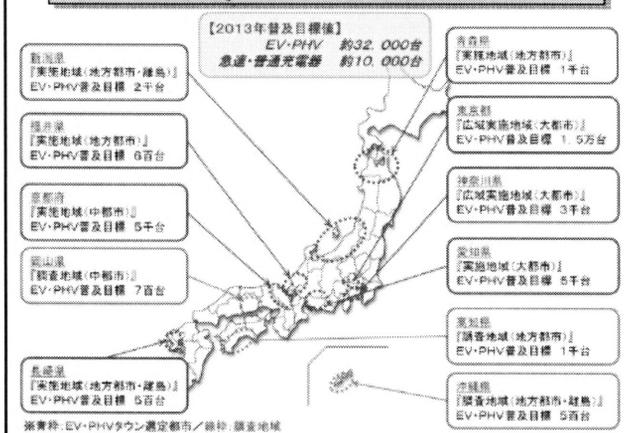
■目標:

- ・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。

28



2009年度EV・pHVタウン指定都市(経済産業省)



29



新日石, NEC, 日本ユニシスが経産省「平成21年度電気自動車普及環境整備実証事業」を共同受託

■EV・pHVタウンは、経済産業省が選定したEVとpHV(プラグインハイブリッド車)の普及および充電インフラの整備、促進を目指すモデル事業。選定自治体: 東京・神奈川・青森・新潟・福井・愛知・京都・長崎の8都府県。

■2009年10月から2010年3月末まで、ENEOSブランドのサービスステーション(SS)でEVに対応した急速充電サービスの実証事業を行う。

■新日石は、「EV・pHVタウン」の選定自治体(東京・神奈川)を中心に全国22カ所のSSに急速充電器を設置し、三菱自動車の「i-MiEV」を20台導入して、「急速充電サービス」と「急速充電中の付加サービス」を提供し、ユーザーのニーズを調査・検証するほか、急速充電における最適な認証・課金形態について検討する。

■一部のSSでは、そこを拠点としたEVによるカーシェアリングサービスも提供し、そのビジネスの可能性について検証する。

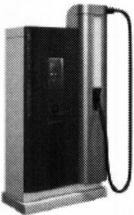
■福岡県のSSには太陽電池と蓄電池も設置して、太陽光発電による急速充電器へ電力を供給し、技術的課題を抽出して経済性を検証する。

30

31

■NECは、「急速充電サービスの提供」を主に担当。ハードウェア(急速充電器)とソフトウェア(認証・課金システム、制御システム)を提供して、それらの操作性、信頼性を検証する。NECグループの高砂製作所が造る急速充電器「TQVC500M2」(右図)の性能は、

- ・出力電圧:20~500V
- ・出力電流:0~125A
- ・出力電力:50kW
- ・電力効率:90%
- ・電源制御モード:定電流制御方式
- ・保護機能:過電流、過電圧、過温度等
- ・動作電源:AC200±20V, 三相, 50/60Hz
- ・使用環境条件:-10~40℃, 湿度30~90%
- ・15分でSOC80%充電



■日本ユニシスは、同じく実証テーマの一つである「カーナビ等を活用した充電器設置情報・空き情報の提供」を主に担当。ENEOSのSSを含め青森市内にある充電器設置場所の位置情報・空き情報をカーナビで把握できるシステムを開発し、「EV・pHVタウン」の一つである青森県の取り組みとも連携して試験的に運用する。

32

EV/pHVタウン構想における様々なビジネスモデル



電力ネットワーク

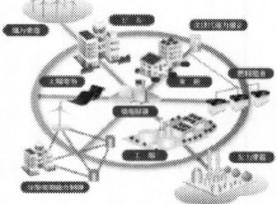
33

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

34

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。

35

自動車メーカー4社と東京電力によるチャデモ協議会の設立(2010年3月)

■トヨタ、日産、三菱、富士重、東京電力の5社はEVとプラグインハイブリッドの普及のため充電方式の標準化、急速充電器の設置拡大を図る。

■協議会には、自動車メーカーや電力事業者のほかに、充電機器メーカー、充電サービス企業、およびこれらの活動を支援する企業や行政など、国内外含めて158の企業・団体が参加。

■今後、急速充電器整備に関する知見を広く海外にも提供することなどにより、世界の運輸部門のCO2排出量削減に寄与するEVとプラグインハイブリッド車の普及に務める。

■家庭等での充電: AC100/200V, 急速充電: DC500A

注) 欧州・独ではAC400Vを主張



36

チャデモ協議会に属する急速充電装置の例

- ・入力: 3相AC200V
- ・出力電圧: 50~500V
- ・最大電流: 125A
- ・定格出力: 50kW

				
ハセツク	高岳製作所	高砂製作所	テンバル工業	キューキ

チャデモ協議会HP



37

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～

～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CO₂、発電側のメリット—
 - ・燃料電池車を上回る高効率、低CO₂の可能性。
 - ・わが国が技術的に先行している。(韓国、中国メーカーも急迫している。)
- 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)



38

(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、2次利用モデルが課題。(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。
 - ・屋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CO₂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CO₂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小型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数万台に1台?



39

非接触急速充電システムを利用した
コミュニティ電動マイクロバス (2004年～)
(NEDOプロジェクト、早大・交通研・昭和飛行機工業)



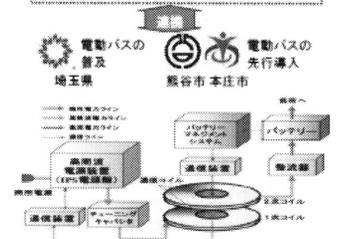
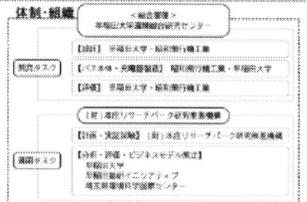
- 非接触誘導型急速充電システムを利用して高コストでスペースを取る電池容量を極小化。
- 高効率化と大幅なCO₂低減
- 容易な乗降
- 小回りがきき、静粛でスムーズな加速
- 地域の巡回ルートで活用
- 携帯電話によるデマンドシステムの利用

平成21年度環境省 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 大聖奉弘 教授
経費 21年度補正予算、委託費
概要 短航続距離・高換電充電コンセプト及び市販マイクロバスターゲルバス車体の活用により、車両重量・イン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
日野自動車製ポンテオ(コミュニティバス)を改造	
全長	6,290mm
全幅	2,080mm
全高	3,100mm
定員	20～30名

項目	目標仕様
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)



41

非接触急速充電システムを用いた
2人乗り電気自動車(早大)



車両諸元	
車両重量 kg	860
寸法: L×W×H mm	273×147×145
乗車定員 人	2
モータ形式	三相誘導電動機
モータの最高出力 kW	4.3
モータの最高回転数 rpm	3350
バッテリー定格電圧 V	51.2
バッテリー定格容量 Ah	31
バッテリー重量 kg (module)	60
IPS出力 kW	7
IPS機材重量 kg	74.4



42

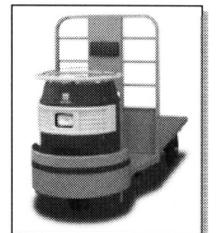
その他の各種電動車(早大、紙屋・大聖)



燃料電池シニアカー (2009年～)



燃料電池バイク (環境省、～2007年)



燃料電池ターレット (NEDO, 2007年～)



プラグインハイブリッド車 (2008年～)

43

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%】

〈シリーズ(フル)〉
【50-100%】

〈シリーズ/パラレル(フル)〉
【50-100%】

M: モーター G: ジェネレータ
C/I: コントローラ/インバータ
B: バッテリー
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

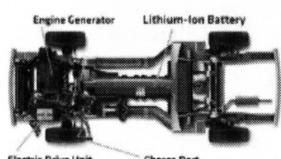
→: 動力/発電 ←: 回生

44

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

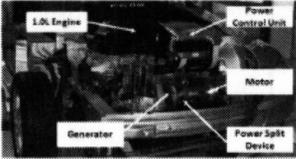



45

BYD社のプラグインハイブリッド車“F6DM”

(2008年発売)

- ・EVモード: 75 kW, 400 Nm モーター(低速時, 100km走行)
- ・シリーズハイブリッドモード: 50 kW, 1.0Lガソリンエンジン(発電のみ)(中速, 330km)
- ・パラレルハイブリッドモード: モーター+エンジン(高速) 合計で430km走行可能
- ・バッテリー: 20kWh リチウムイオン, 寿命: 2,000 サイクル
- 100%充電: 9時間(220VAC), 急速充電時: 10分でSOC50%
- ・車両重量: 1,800kg, 最高速度: 160km/h, 排出ガス: Euro4適合, CO₂: 70g/km
- ・販売価格: F6より\$6,000高, 220万円(3年から5年後に米国市場に投入する計画)
- ・BYD社の沿革: 1995年, Wang Chuanfu氏によって創立, TI部品とバッテリーを製造し, 従業員は10万人, 2003年にTsinchuan Automobile Companyを吸収合併, 現在, 西安と深センに車体組立工場, 上海にR&Dとテストセンター, 北京に鋳造工場がある, 車両製造能力: 300,000台/年

46

トヨタのプリウスプラグインハイブリッド, 2009年末から2010年前半までリース販売(2009年12月14日発表)

- トヨタ車初の動力用リチウムイオン電池(サンヨー製)を搭載し, 家庭電源などから外部充電とする現プリウスベース(Sグレード)のPHVモデル。
- 全長4,460×全幅1,745×全高1,490×ホイールベース2,700mm, 5人乗り。
- 燃費性能: 57km/L* (CO₂排出量41g/km), EV走行での最高速度: 100km/h
- * PHVに対して定められた試験条件(外部充電による電力で走行した燃料消費率とそれを消費した後ハイブリッド走行した燃料消費率とを複合して算定された平均的な燃料消費率, JC08モード走行による。)
- 満充電でのEV走行距離23.4km。
- 充電時間: 100Vで約180分, 200Vで約100分。
- 経産省のモデル事業「EV・PHVタウン」に選定された自治体と連携して導入する。官公庁, 自治体, 企業などの特定利用者を中心に約230台のPHV車をリース販売する。
- 日米欧の特定顧客を中心に, 約600台程度を順次投入。米国に約150台, EUにフランスの100台を含め, 10カ国に約200台を導入。カナダ, オーストラリア, ニュージーランドにも予定。2年後に販売を開始(年間数万台の販売)

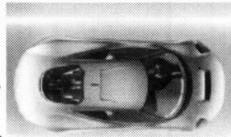



47

Jaguar社のPHEVスーパーカー「C-X75」

(パリモーターショー, 2010年9月発表)

- 4つの各車輪に駆動用モーターを配置し, 最高速度330km/h, 0-100km/h加速は3.4秒。
- モーター単体: 50kg, 最高出力は145kW(計580kW), 最大トルクは合計1600N・m。
- 発電用エンジン: 2基搭載し, 出力は70kW(計140kW)で質量は35kg(計70kg)
- Liイオン電池容量: 19.6kWh, 質量: 230kg
- 満充電時のEVモード走行距離: 110km
- 発電用エンジンを駆動によりさらに900kmの走行が可能。燃料タンク60L
- 全長4647×全幅2020×全高1204mm
- ホイールベースは2725mm




48

『プレマシー 水素ロータリーエンジンハイブリッド』

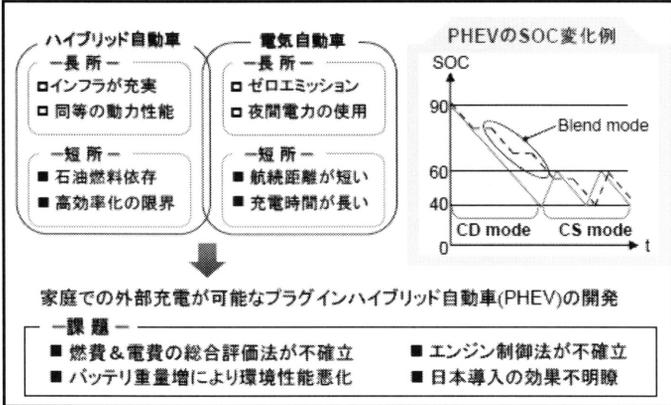
リース販売を開始(マツダ, 2009年3月)

- 水素ロータリーエンジンとモーターを組み合わせたシリーズ式ハイブリッドシステム1を搭載し, 『マツダ RX-8 ハイドロジェンRE』と比べて水素での航続距離を2倍の200kmに, 最高出力を約40%増の110kwに改善。
- 水素燃料がなくなった場合にガソリン走行に切り替える「デュアルフューエルシステム」や植物由来の内装素材である「マツダバイオテックマテリアル」などの環境技術を採用。
- 主要諸元(ベース車両: マツダ プレマシー, 乗車定員5名)
 - ・全長4565mm・全幅1745mm・全高1620mm
 - ・ベースエンジン: 水素ロータリーエンジン(デュアルフューエルシステム)
 - ・モーター: 交流同期式, 最高出力110kW
 - ・ジェネレーター: 交流同期電動機
 - ・バッテリー: リチウムイオン(Li-ion)
 - ・使用燃料: 水素およびガソリン
 - ・水素タンク: 35MPa



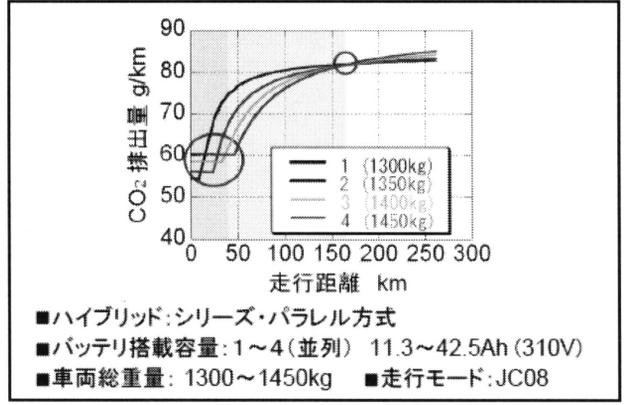
プラグインハイブリッド自動車の性能評価
(嶋田, 紙屋, 大聖他, 自動車技術会2008年10月)

49



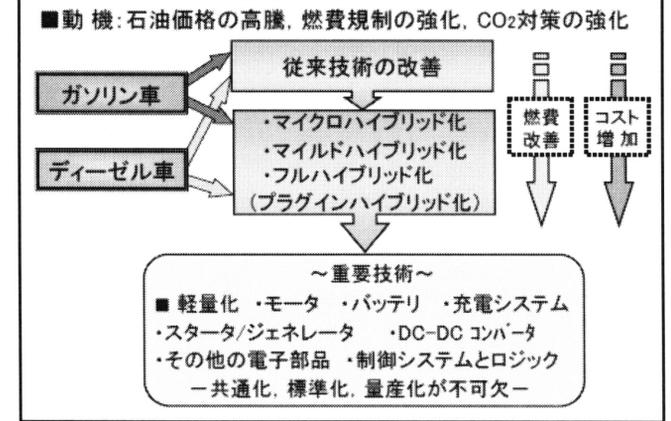
プラグインハイブリッド車におけるリチウムイオンバッテリーの搭載量とCO2排出量の関係

50



燃費改善技術の選択肢

51



ハイブリッド車の開発動向と今後の課題

52

■ 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。

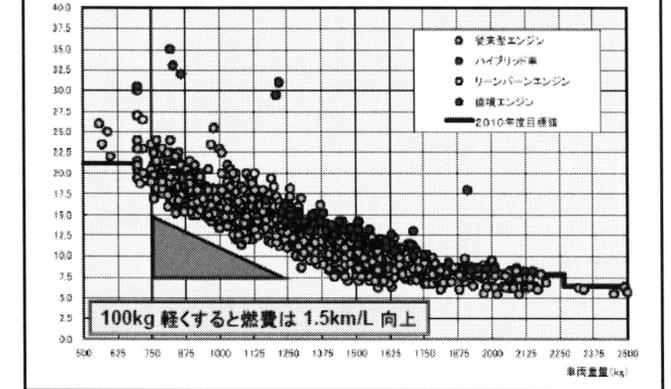
■ ヨーロッパでは、厳しいCO₂排出量規制のため、特に上級車での対策として、ディーゼル車のみでは不十分との認識から、ガソリン車とディーゼル車のハイブリッド化が推進されるものと予想される。

■ 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CO₂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。

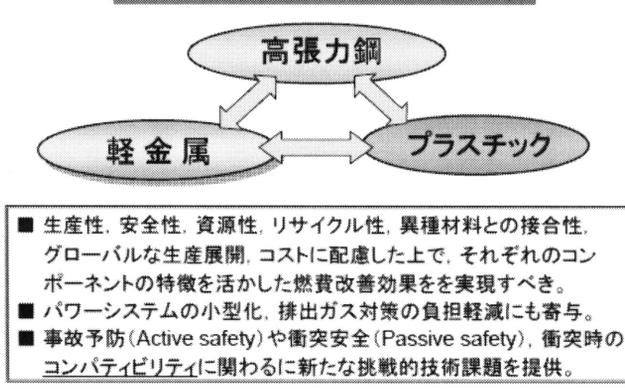
ガソリン乗用車・車両重量別燃費状況
(国土交通省HP)

53



3つの軽量化材料の活用

54





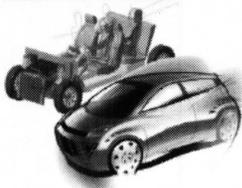
WorldAutoSteel の取り組み (2008年～)

55

■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(CO₂削減)と安全性向上をアピールしている。

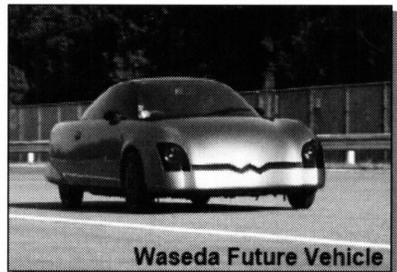
■フェーズ1では、大学やWASの材料専門家のチームが、2015~20年での次世代車として4人乗のBEVとPHEV、5人乗のPHEV、FCVの4つのケースについて技術的な仕様検討を実施した。

■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。



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(早大)

56

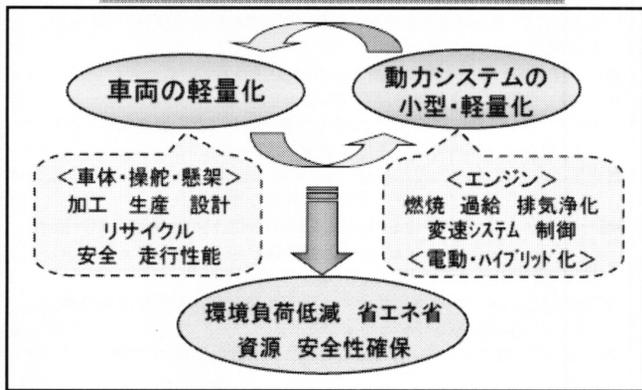


- ・フルハイブリッド(アイシンAW)
- ・リチウムイオン電池(ソニー)
- ・660CC ガソリンエンジン(三菱自)
- ・低転がり抵抗タイヤ(ミシュラン)
- ・CFRPボディ
- ・車両重量: 750kg
- ・二人乗り
- ・燃費: 35km/L



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

57



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～

58

首都圏、中部・関西地区の計11基の水素製造施設で、脱硫がソリン、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。

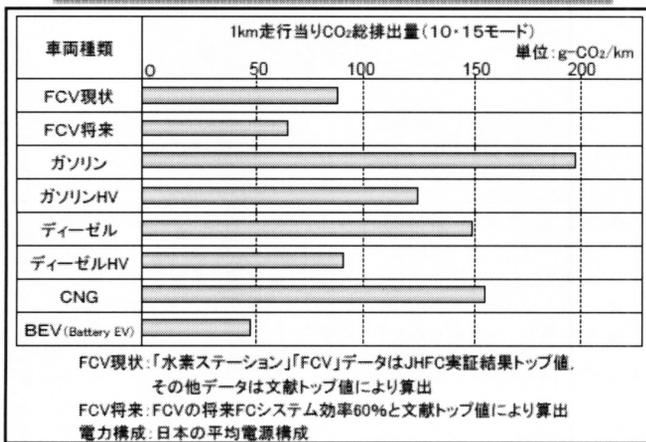
■第2期(2006~2010年度)の目的
 ・燃料電池自動車と水素製造設備・供給設備における実用条件での課題の明確化
 ・規格、法規、基準作成のためのデータ取得
 ・普及促進のための広報・教育戦略の実施
 ・省エネルギー効果、環境負荷低減効果の確認技術、政策動向の把握

TOYOTA	FUEL CELL VEHICLE	
HONDA	X-TRAIL FCV	
HONDA	FCX	
DAIHATSU	FCEB	
	HydroGen2	
TOYOTA	FCEV-BUS	
DAIHATSU	Mitsubishi FCV	



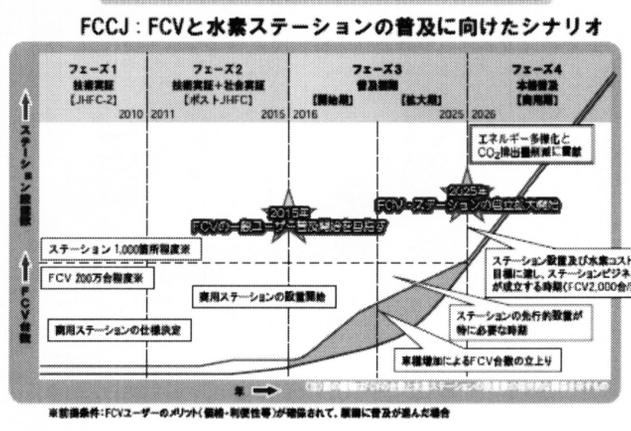
Well to Wheel CO₂量 (JHFC, 2006年3月)

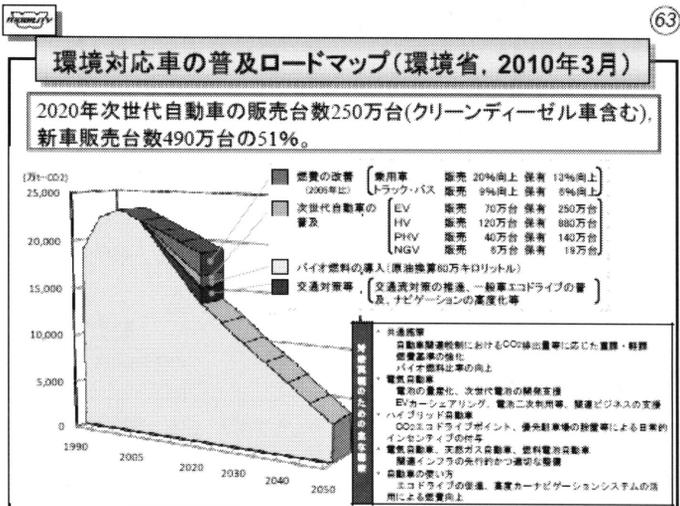
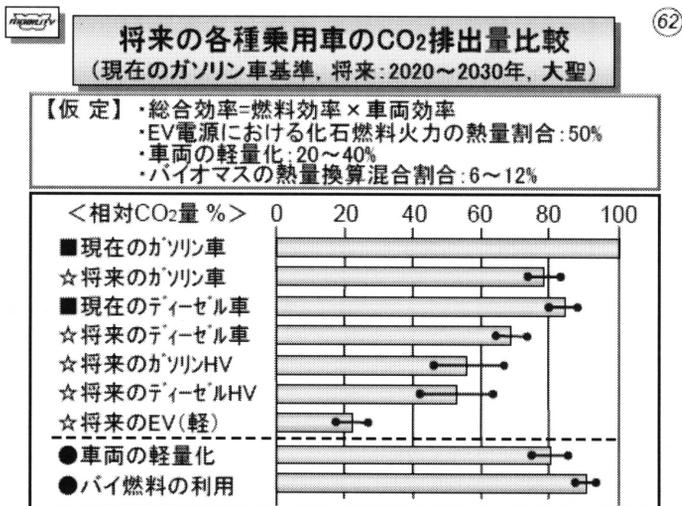
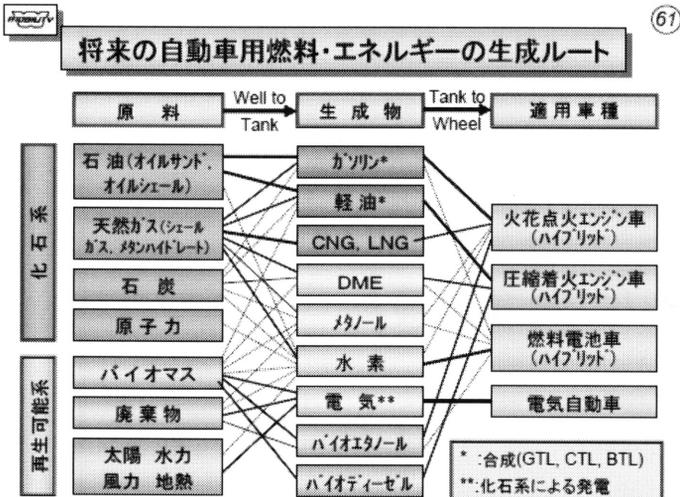
59



燃料電池自動車 2015年普及開始

60





65 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)

		2020年		2030年	
		普及率	保有台数	普及率	保有台数
(民間努力ケース)	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)	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%			

