

トヨタの技術開発 ～燃料電池自動車の開発と初期市場創出～

2013年 12月 11日
トヨタ自動車株式会社
技術統括部
折橋 信行

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

はじめに

1769年



蒸気自動車

1885年



ガソリン車

1899年



電気自動車

1900年



ハイブリッド車

1905年



T型フォード

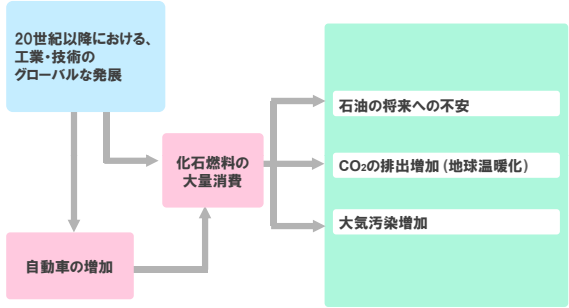


当時の油田

大衆化へ

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

自動車を取り巻く現状



20世紀以降における、工業・技術のグローバルな発展

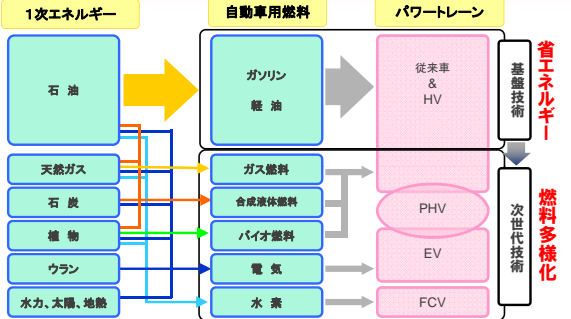
化石燃料の大量消費

自動車の増加

- 石油の将来への不安
- CO₂の排出増加 (地球温暖化)
- 大気汚染増加

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

自動車用燃料・パワートレインの多様化



1次エネルギー

自動車用燃料

パワートレイン

石油 → ガソリン 軽油

天然ガス → ガス燃料

石炭 → 合成液体燃料

植物 → バイオ燃料

ウラン → 電気

水力、太陽、地熱 → 水素

従来車 & HV

PHV

EV

FCV

省エネルギー

燃料多様化

基礎技術


次世代技術

当面省エネルギーに対応しながら、燃料多様化にも取り組み必要


Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

エネルギー多様化 / パワートレインの多様化


100年以上前




蒸気自動車
(1769年)



ガソリン車
(1885年)




EV
(1899年)




HV
(1900年)


現在




ガソリン車




ディーゼル車




HV




FCV




EV



PHV



CNG



FFV

エネルギー多様化時代の幕開け

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

HVの開発

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

初代プリウスの開発

G21(初代プリウス)プロジェクト

◆1993年 G21プロジェクト発足

21世紀に向けてのテーマとなる
「環境・燃費・安全」に対しトヨタの最新技術を結集し
今までの延長線にない新商品を世の中に提案する

- トヨタの技術開発の節目となるような新商品
- マーケットインではなく
中長期Visionに基づく技術Orientedな提案型製品

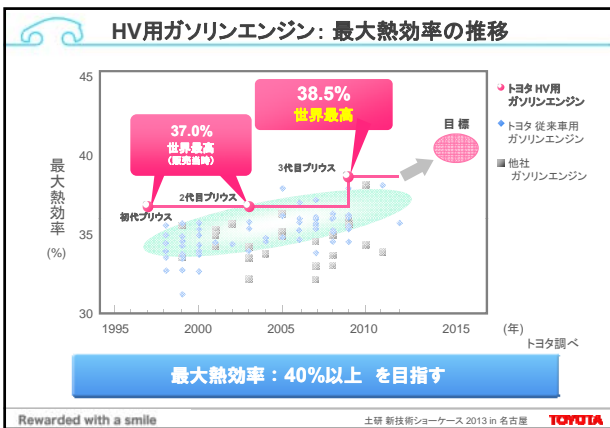
Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

初代プリウスの開発




- '95年11月:0次先行車
完成から49日間動かかなかった試作車
その後初めて動くも 500m
- '96年5月:1次先行車
通常のガソリンエンジンと並行開発
⇒ この後ハイブリッドに一本化
- '96年12月:正式試作車
- '97年12月:発売開始
「21世紀に間に合いました」

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA



ハイブリッド車: ラインアップ

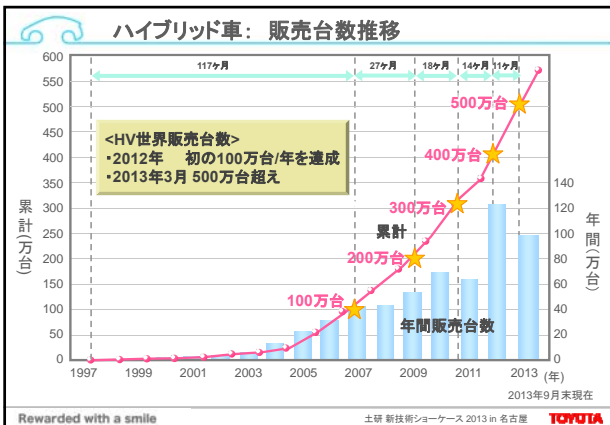


コンパクト
ミディアム
ラージ
SUV
ミニバン
商用車

2012年12月末現在

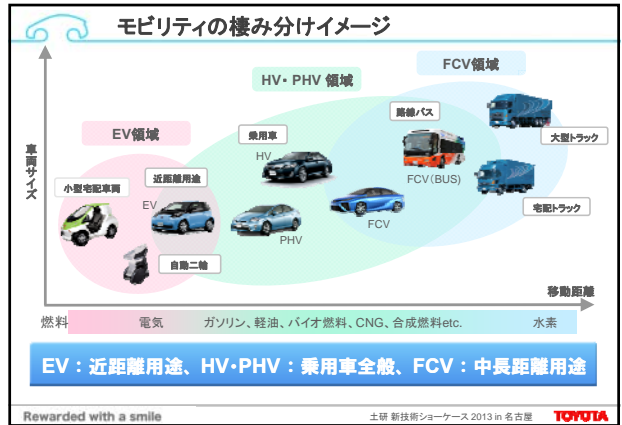
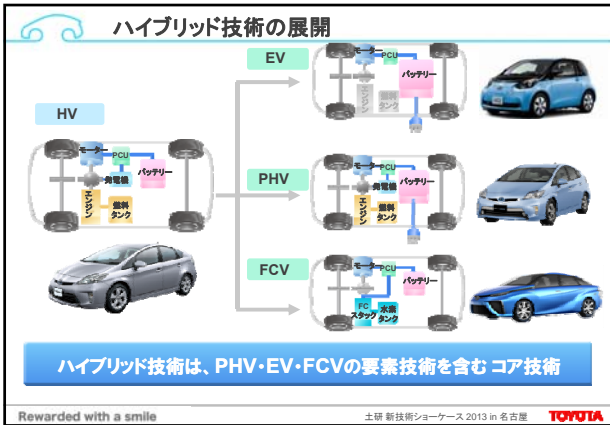
アクア・ヤリス投入により、全カテゴリーにHVをラインアップ

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA



次世代自動車開発

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA



EV

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

EVの特徴

EVの利点	EVの課題
<ul style="list-style-type: none"> ■ 走行中の排出ガスゼロ ■ 走行中、静か ■ 家庭で充電可能 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 航続距離が短い ■ 電池のコストが高い ■ 充電時間が長い ■ 急速充電インフラ整備が必要

EVは、近距離用途 や フリートユース などに適したクルマ

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

「eQ」

全長・全幅・全高(mm)	3,115 × 1,680 × 1,535
電池種類	リチウムイオン電池
電池容量(kWh)	12
電費(Wh/km) (JC08モード)	104
航続距離(km) (JC08モード)	100
最高速度(km/h)	125
充電時間	DC急速: 約15分(80%) AC200V: 約3時間 AC100V: 約8時間

● 車名: 日本「eQ」、米国「iQ EV」 (日本仕様)

- ・ 世界最高レベルの電費
- ・ 2012年12月以降、限定導入開始

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

PHV

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

PHVの位置付け

いつでも安心して制約なく使用可能

EV 電気 HV ガソリン

"HVにつぐ次世代環境車の柱"

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

PHVの特徴

- 近距離はEV、遠距離はHV
- 電池切れの心配なし
- 家庭で気軽に充電可能

家で充電 近距離 遠距離 Holiday ハイブリッドモード レジャー・遠出・休日

EV走行 通勤・通学使用

PHVは、HVとEVを融合・進化させたクルマ

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

石油消費量削減効果の検討

乗用車1日あたりの走行距離分布

車両台数の比率 (%) 累積比率 (%)

■ : 平日 ■ : 休日

1日の走行距離(km) (N数: 約116万)

出典: H17道路交通センサス オーナーインタビューOD調査(国土交通省)

日本の場合、過半数が日当り走行20km以下

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

豊田市でのPHV実証実験結果の一例

Aさん(専業主婦)の場合

走行距離/日 (km) EV走行 HV走行

走行距離: 2,486km
EV走行比率: 94%
充電頻度: 3.4回/日
燃費: 249km/L

【平日】
・自宅を基点に買い物、送り迎えなど近距離走行で使用
・近距離の往復を繰り返し、自宅に戻るたびに充電(1日4~7回)

【休日】
・平日同様、近距離走行が多く、長距離走行は少ない

毎日こまめに充電することで、約250km/Lという圧倒的な低燃費を実現

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

プリウスPHV: お客様走行実績

お客様数(人)

平均燃費 **38.5 km/L**
(参考:プリウス 21.4 km/L)

燃費(km/L) 203人

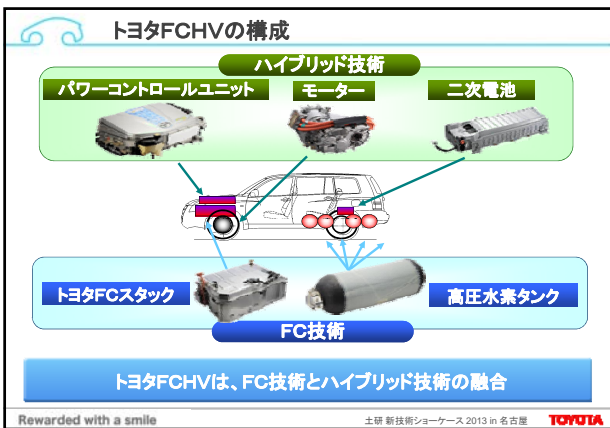
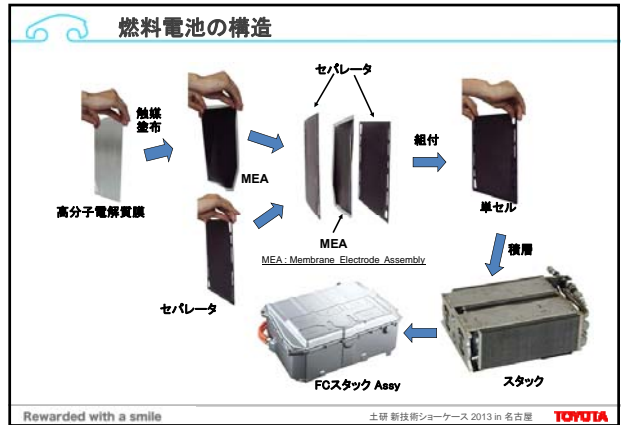
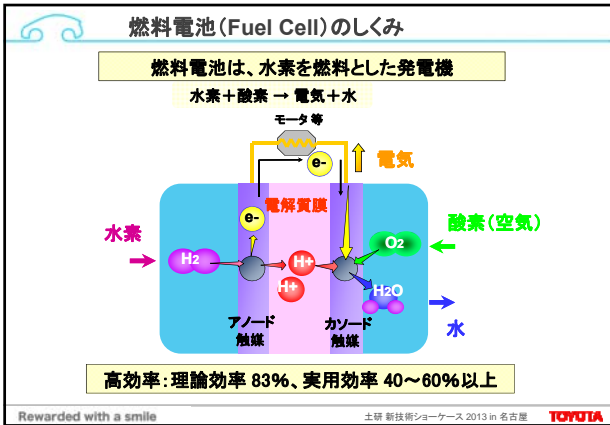
2012年7月 お客様数: 1346人

燃費100km/L以上: 約15%、燃費200km/L以上: 約8%

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

水素エネルギーとFCV

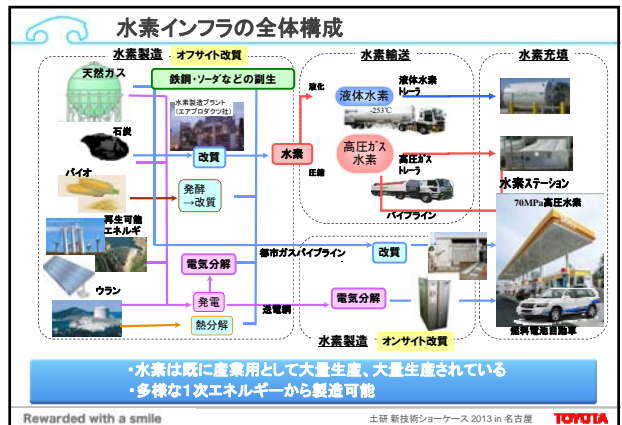
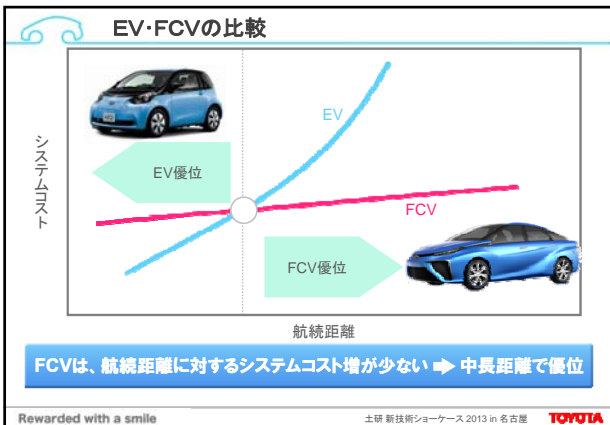
Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

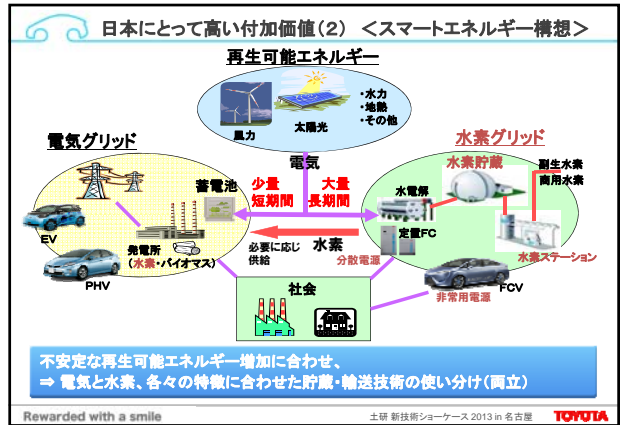
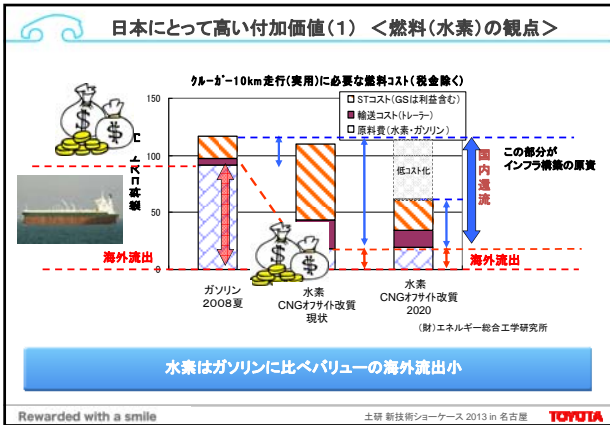


EVとFCVの特徴

	EV	FCV
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・維持費の安さ(深夜電力料金活用時) ・近距離ユース 使用性良 ・自宅で燃料充填(充電)可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・走行時CO₂排出“ゼロ” ・走行時静粛性 ・ガソリン車同等の航続距離 ・短い燃料充填時間が(約3分間) ・水素ステーションで充填可能 (自宅に設備不要) ・低温走行性良
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・航続距離の制約 ・充電時間の長さ ・急速充電インフラ制約 ・電池の経年劣化、低温での性能低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・高い車両価格 ・水素ステーション制約

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA





FCVのうれしさ

エネルギーの多様化

- 水素は多様な一次エネルギーから製造可能

ゼロエミッション

- 走行中のCO₂排出ゼロ

走りの楽しさ

- モーター駆動ならではの滑らかな走りと静粛性
- 発進～低・中速域の加速の良さ

使い勝手の良さ

- 航続距離(実用500km以上)
- 水素充填時間(3分)
- 氷点下始動性(-30℃)

非常時電源供給能力大

- 供給能力は、EVの4~5倍以上(一般家庭では1週間以上)

FCV Concept

東京モーターショーコンセプトモデル

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

トヨタ FCV開発の歴史(1)

トヨタにおけるFCVの開発は1992年にスタート

1992年: 開発をスタート

材料・部品・システム・制御・生産技術など、総合的な開発に着手

1996年: 大阪・御堂筋をパレード

燃料電池と水素吸蔵合金タンクを搭載したFCVにて、大阪・御堂筋をパレード

'96年10月 第13回電気自動車シンポジウム(EVS13)にて、大阪・御堂筋をパレード

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

トヨタのFCV開発の歴史(2)

02年モデル(02年12月~)

世界に先駆け日米で限定販売開始

- 大臣認定取得
- 日米で合計18台をリース

05年モデル(05年7月~)

国内で始めて型式認証取得

- 大臣認定 → 型式認証(保安基準適合)
- 日米で合計20台をリース

08年モデル(08年6月~)

航続距離・氷点下始動性を大幅向上

- 日米欧で100台以上をリース中

最高速度	155 km/h
航続距離	830 km (10-15モード)
乗車人員	5人
最高貯蔵タンク圧力	70 MPa
水素搭載量	6.1 kg @15℃

日米欧で100台以降のFCVの走行実績が200万キロを突破

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

航続距離/無充填走行(大阪~東京)

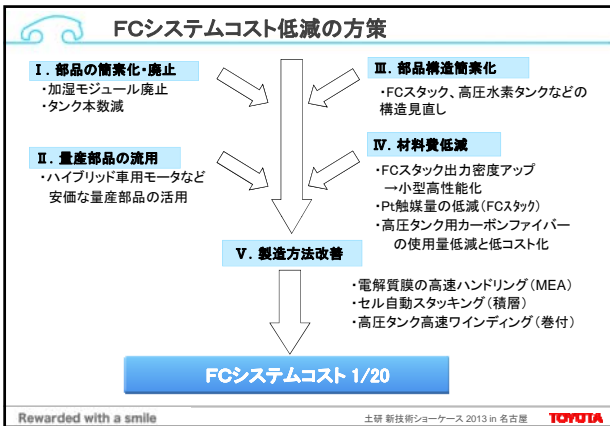
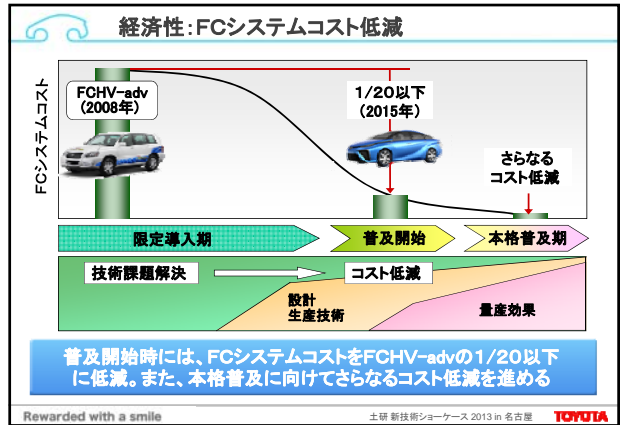
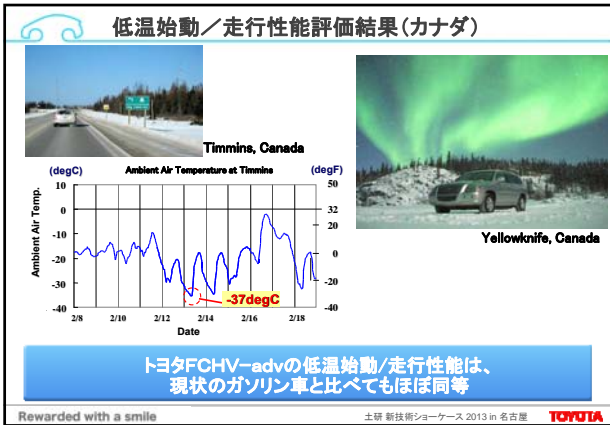
水素タンク圧力の高圧化(35MPa→70MPa)や各種効率向上により航続距離を大幅にアップ(実用走行モードで約300km→500km以上)

モード	走行距離
LA#4	790km
10-15	830km

社内データ

大阪~東京(560km)をエアコンなど実際の使用条件下で余裕の無充填走行

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA



FCV: 今後の展開

2015年頃からセダンタイプのFCVの販売を開始

- 日米欧の水素供給インフラが整備される見込みの地域へ導入
日本では4大都市圏から導入(首都圏、中京圏、関西圏、福岡圏)
- お客様に納得頂ける価格レベル

2013年 東京モーターショー出展 FCVコンセプト車

2020年代からと考えられる本格的な普及期には、年間数万台規模での市場導入を目指す

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

FCV: 開発状況

新型FCスタック

- 出力密度2倍以上向上 (FCHV-adv比)
⇒ 出力密度 3kW/L達成 **世界最高**
- FCシステム小型化
⇒ シート下配置を実現

高圧水素タンク

- 車両搭載本数 4本→2本
- 材料、製造工程の見直し

⇒ 低コスト化を実現

性能向上と低コスト化が大きく進展。
普及型FCVを目指し、さらなる進化を目指す

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

トヨタグループでの幅広い取り組み

<p>トヨタ自動車 FCV</p>	<p>日野自動車 FCバス</p>	
<p>豊田自動織機 FCフォークリフト</p> <p>実証実験期間 2012年12月 ～2014年3月 場所 豊田合成 北九州工場</p>	<p>アイシン精機 車載用燃料電池 (SOFC)</p> <p>発電効率46.5% (世界最高水準) 2012年4月発売 大阪ガス、京セラ、 長府製作所</p>	<p>豊田通商 軽小型水素充填装置</p> <p>販売店での 水素充填を想定して 検討中</p>

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

FCバス: 導入状況

中部国際空港ランバス
2006年3月～

豊田市おいでんバス
2010年10月～

新宿-羽田空港リムジンバス
2010年12月～

関西地区(2012年内)

2016年の市場導入を目指し、新型FCバスの開発を加速

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

外部給電

FCVセダン

■ 一般家庭1週間以上

FCバス

■ 遊離所(体育館)照明 5日間*

* FCバスの水素を満充電にして、照明使用電力を約100kWh(1日12時間点灯)とした場合の試算

FCV・FCバスは、給電能力の高さを活かし、開発を推進

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

世界の水素インフラ動向

2020年100ヶ所を目標し
短期間開始

2014年37ヶ所
(2015年50ヶ所計画)
(2012年 CaFCP ロードマップ)

2015年50ヶ所
(2012年 最寄・長岡で基本合意)

2012年度3ヶ所(豊田市など)
(2012年「プレスリリース」)
2015年度約100ヶ所
(2012年「日本再生戦略」に明記)

2015年には、世界で数百基の水素ステーション設置が期待される

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

水素インフラ整備への取り組み

● 燃料電池自動車の国内市場導入と水素供給インフラ整備に関する共同声明 (2011年1月13日)

- 自動車メーカー:
 - FCV量産車を2015年に4大都市圏を中心とした国内市場への導入と一般ユーザーへの販売開始
- 水素供給事業者:
 - 100箇所程度の水素供給インフラの先行整備
- 自動車メーカーと水素供給事業者は、
 - 全国的なFCVの導入拡大と水素供給インフラ網の整備に共同で取組む。
 - 普及戦略については官民共同で構築することを政府に対して要望。

政府、エネルギー会社(石油、電気)、自動車会社、産業ガス会社が協力して水素インフラを構築する共同声明を発表 (2009年9月)

その後水素インフラの構築のビジネスモデルや金融策を検討
まずは50箇所を2015年までに政府補助(約半分)で建設を発表 (2012年6月20日)

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

水素ステーションの整備

- 水素ステーションの展開
 - 2015年: "社会実証" 4大都市圏を中心 高速道路 100ヶ所
 - 2025年: "普及初期" 47県庁所在地網羅 100ヶ所～数百ヶ所
 - 2030年～: "本格商用期" 全国水素ネットワークの構築 5,000ヶ所
- ステーションの技術開発
 - 2015年 普及開始
 - コンテナ型低コストステーション例(独・リンデ社)
- 規制見直し
 - '10年12月「規制の再点検に係る工程表」が公表された
 - 材質基準、耐圧基準、蓄圧タンク構造
 - ステーション併設、定期検査方法、セルフ化 など

COOL「燃料電池自動車・水素供給インフラ整備普及プロジェクト」提案をベースにトヨタ修正

水素ステーション整備のためには、3つの課題対応を進める事が必要

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

まとめ

- エネルギー多様化の中で水素・FCVは重要な位置づけ
- 次世代電動車の中でFCVはEV、PHV等と棲み分け可能
- FCユニットの開発は確実に進捗
- 2015年頃からFCVの市場導入開始
- コスト低減、水素インフラの整備等が今後の課題

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

あなたに、
あなたの、
エコカーを

HV
EV
PHV
FCV

Rewarded with a smile 土研 新技術ショーケース 2013 in 名古屋 TOYOTA

