

# 電気自動車の基礎と愛媛県の取り組み



愛媛県産業技術研究所  
EV開発センター 佐藤員暢

# 目次

---

- 電気自動車の現状
- 電気自動車の構造概要
- EV用モータの特徴
- EVのエネルギー効率
- EV用電池の特徴
- EVの機構部品
- インフラ事業の開始
- 愛媛県EV開発プロジェクト



# リーフ（日産自動車）

- モーター出力80kw/280Nm 航続距離160km



# ジラソーレ（オートイーブイジャパン）

---

- 2人乗り軽自動車 航続距離120km



# Nissan New Mobility

## 車両概要

リチウムイオン電池を搭載した電動車両、最高速度 時速80km

全長 234cm、全幅 119cm、全高 145cm、車両重量 470kg

乗車定員：2名



# トヨタ・コムス



# ダイハツ・ピコ



# ホンダ・マイクロコンセプト



# ゼロスポーツ「EVエレクシードRS」



(トリトンEVテクノロジー)

## 中国BYD社「e6」



2009～2010発売予定 航続距離400km

## 韓国CT&T社「e-ZONE」



価格174.8万円 航続距離50～70km

# ノルウェーThink社「Think City」



航続距離170km～200km

# 米Tesla Motors社「ROADSTER」



英Lotus社の車体をベースに開発

# エリーカ







トヨタ i-REAL



 **YAMAHA**



LUGGED

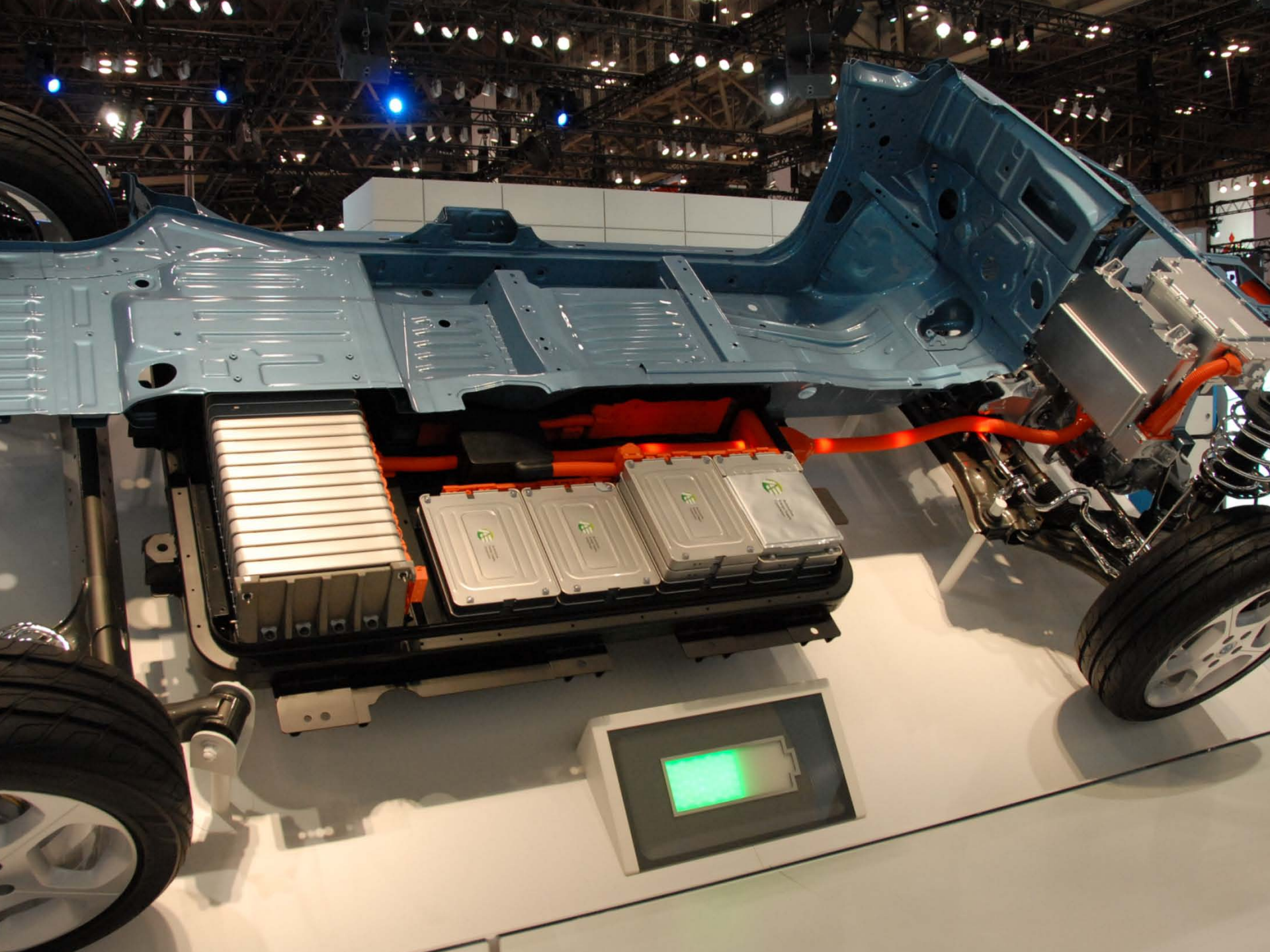
EC-03

YAMAHA

EC-03















エコビュ12

4

Electric Vehicle  
OF TECHNOLOGY

徳島工業短期大学 Prev II  
<http://www.tokudo.ac.jp>

電気自動車

Prev II

20-02



# EVフォーミュラー





# EVファミリーのシステム構成とその特徴

## ■ PEVのシステム概要

電気自動車は、モーター、コントローラ、二次電池、DC-DCコンバータ等により構成されている。電池に蓄えた電気で走行する自動車である。環境に優しい車として普及が期待されていますが、価格が高いのが難点である。

## ■ HEVのシステム概要

ハイブリッドEVは、エンジンとモーターなど2種類の動力機関を搭載し、それらを効率良く使用して走行させる自動車である。大別して、シリーズ、パラレル、シリーズ・パラレルの3つのシステム構成がある。エネルギー効率、排気ガス特性が良いことに加え、航続距離が長いことを特徴とする。

## ■ FCEVのシステム概要

燃料電池で発電しながら走行する電気自動車で、水素と酸素から発電する。直接水素を搭載する方式と改質装置でメタノールなどの燃料から水素を取り出して使用する方式がある。効率は良いが課題は多い。

## ■ FCHEVのシステム概要

燃料電池車であるが、二次電池を搭載しており、ハイブリッド車方式の利点であるエネルギー回収などでエネルギー効率を向上させることができる。システムは複雑になる。

# EVファミリーのシステム構成とその特徴

## ■ 高効率化から見た特徴

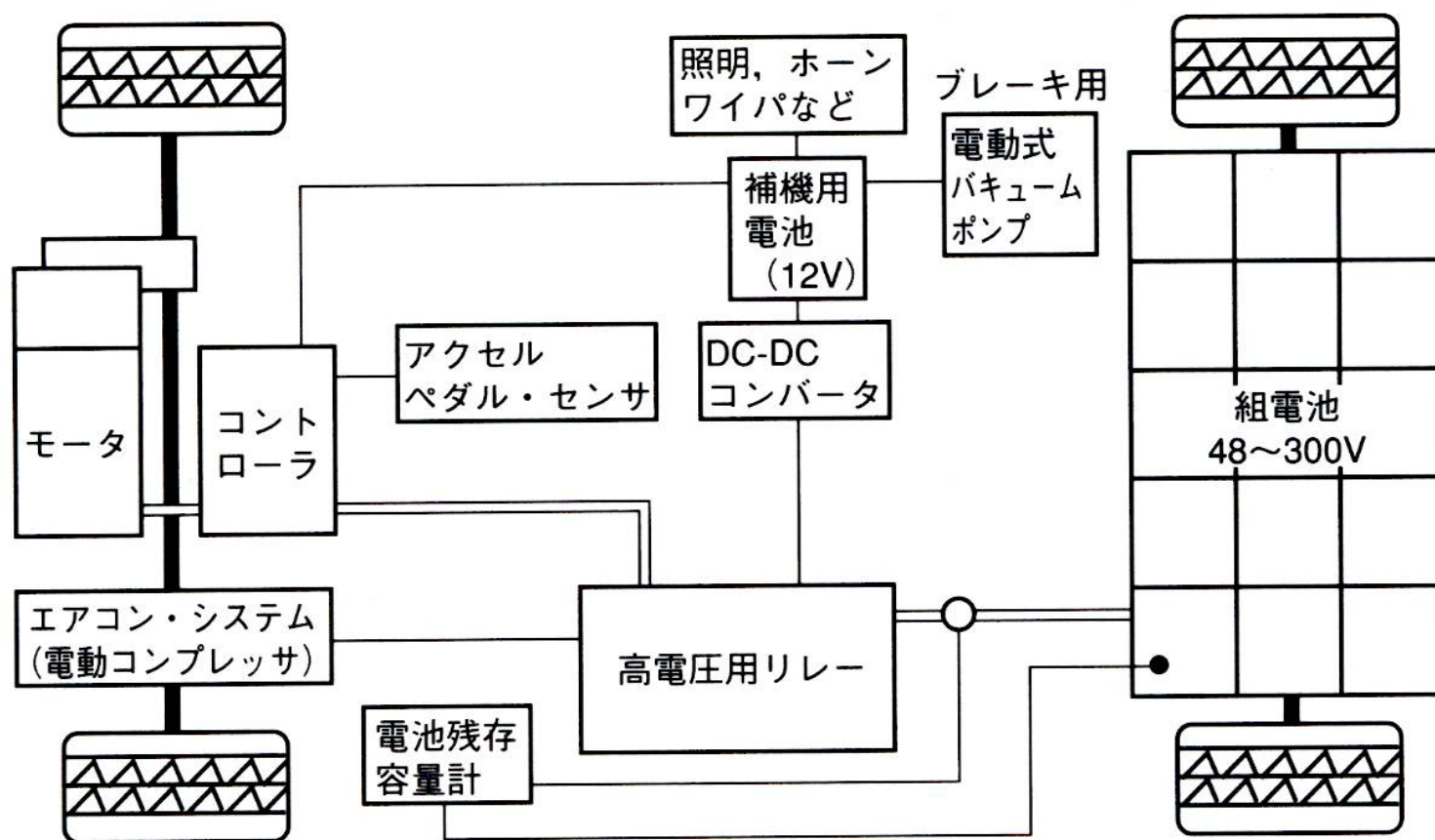
PEVの効率は、電力会社の発電手段により種々の考え方が出来るが、いずれにしても自動車用エンジンによる発電効率よりは良いはずである。つまり、PEVの効率はHEVの効率より上回ると考えられる。

HEVは、車両効率30%～45%程度であり、軽油、ガソリンの精製および輸送効率を88%と考えると、総合効率25%～40%程度である。

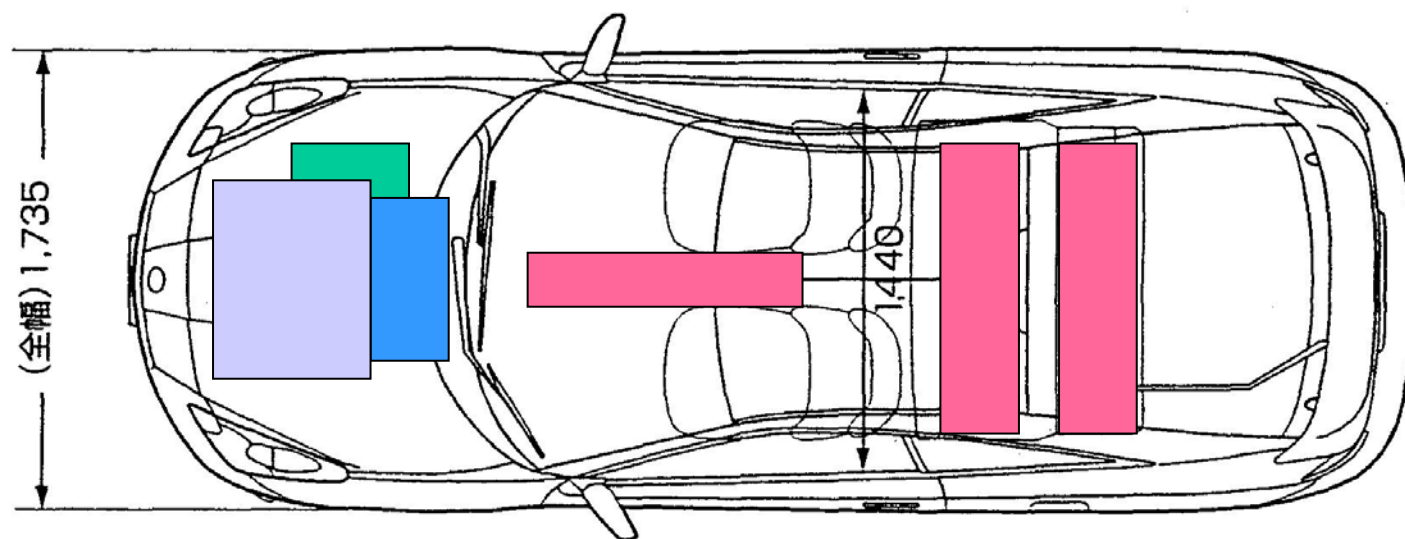
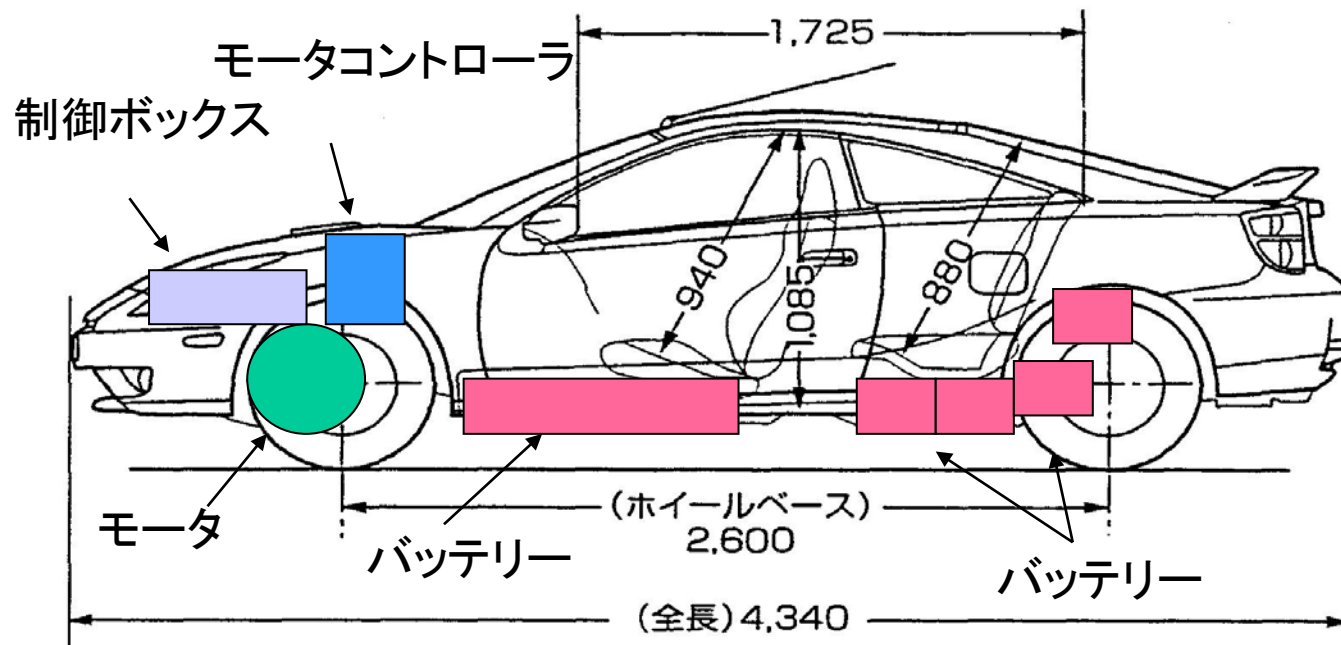
FCVは、車両効率35%程度であり、総合効率は25%程度となる。

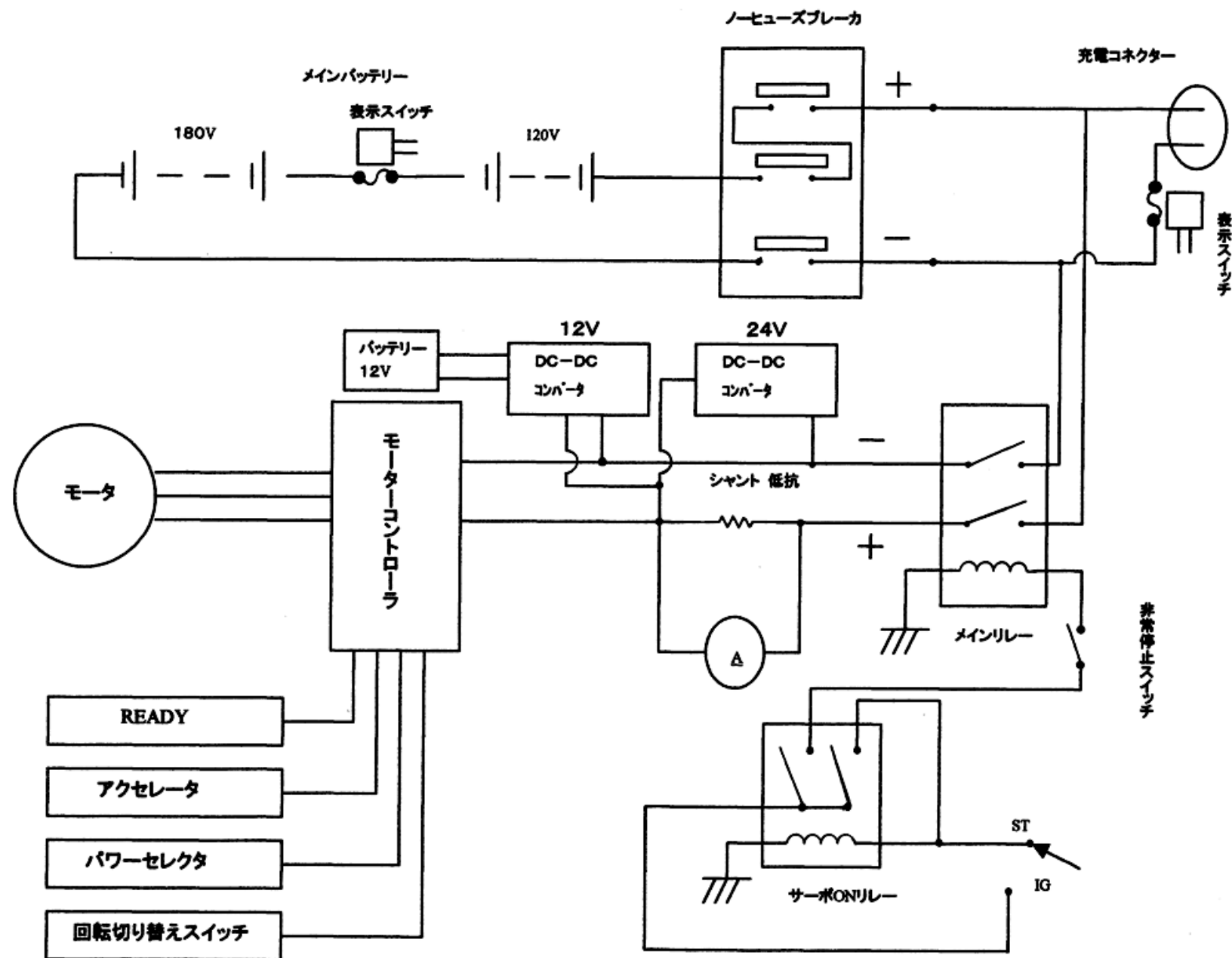
FCHVは、車両効率45%程度であり、総合効率は40%程度となる。

# PEVのシステム



# ● 搭載ユニットのレイアウト







コーナーウェイトゲージ



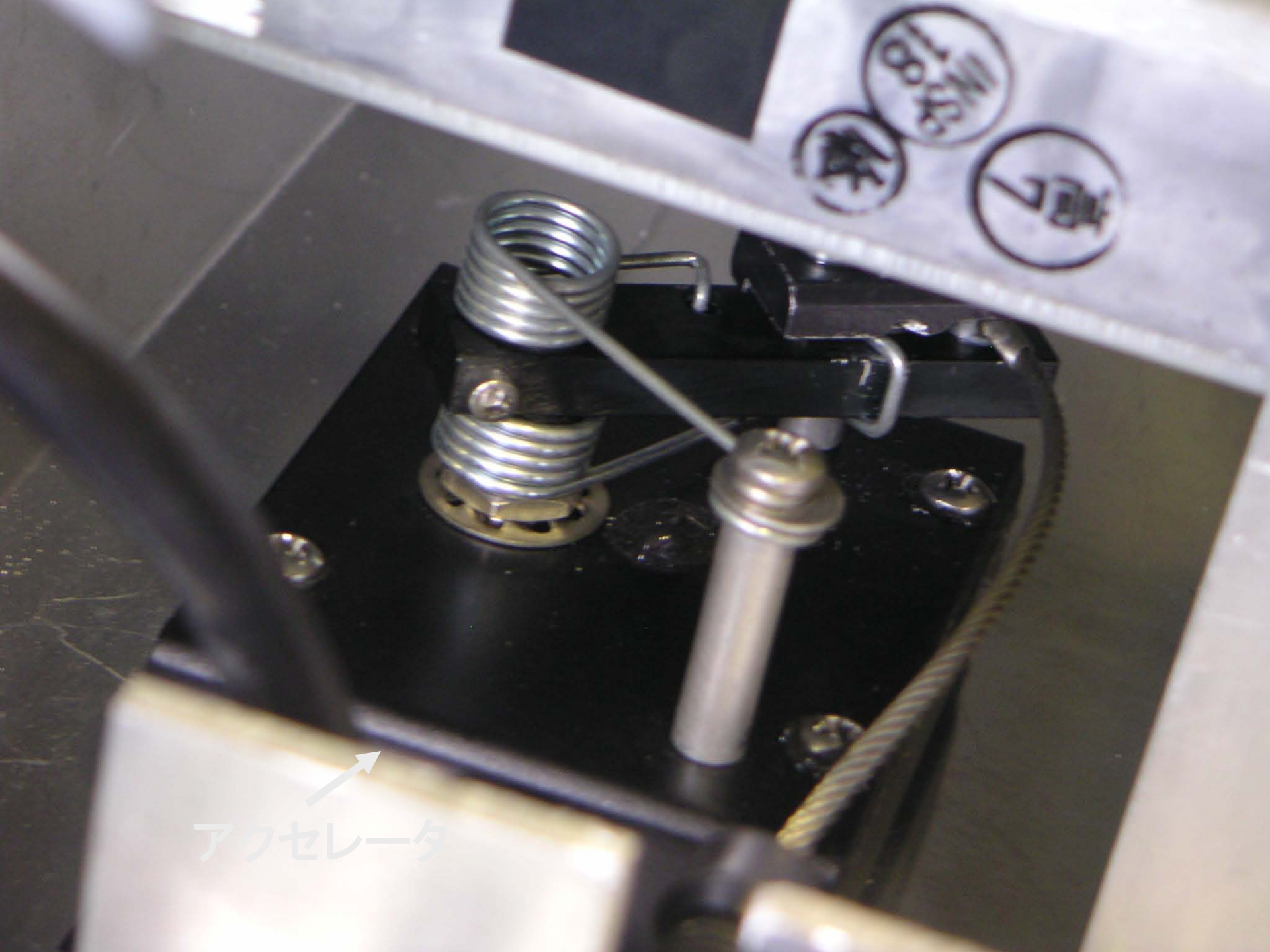
バッテリーユニット





メインリレー(水素ガス封入タイプ)

↑  
アクセレータ

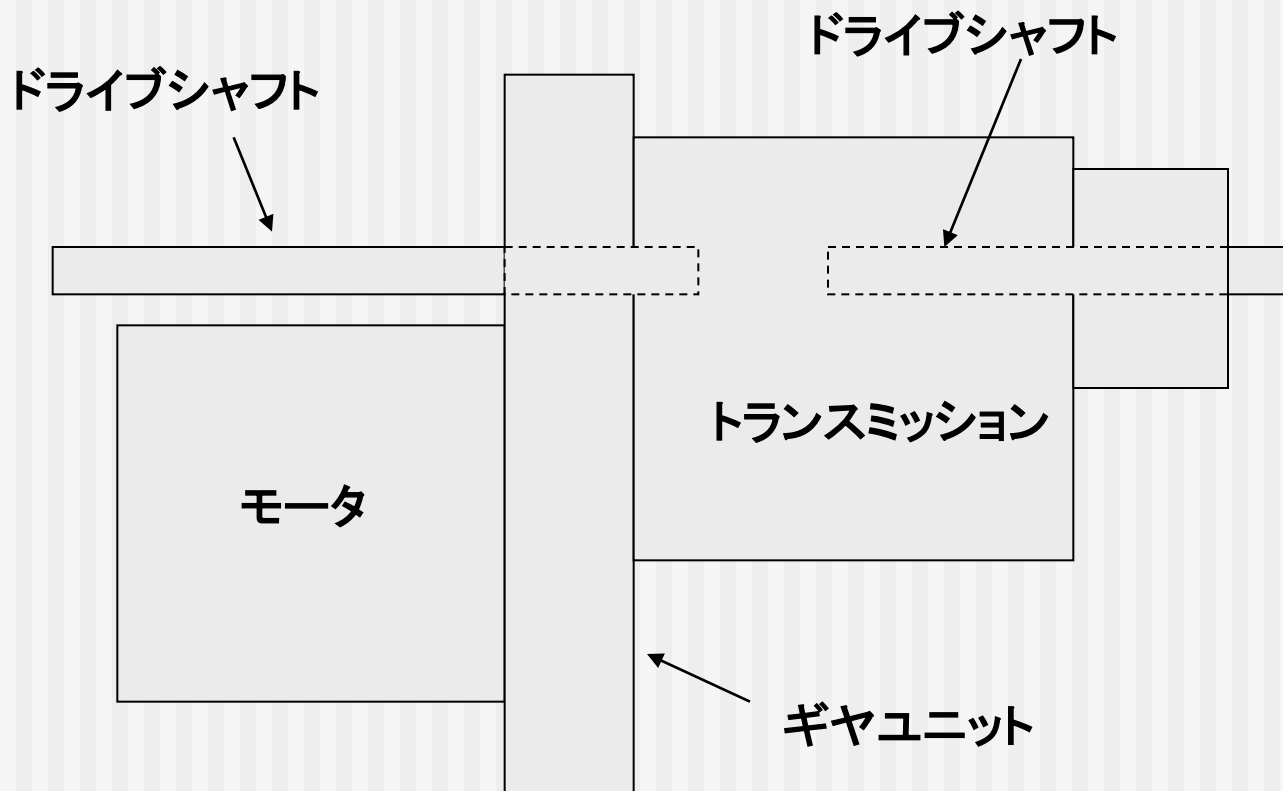


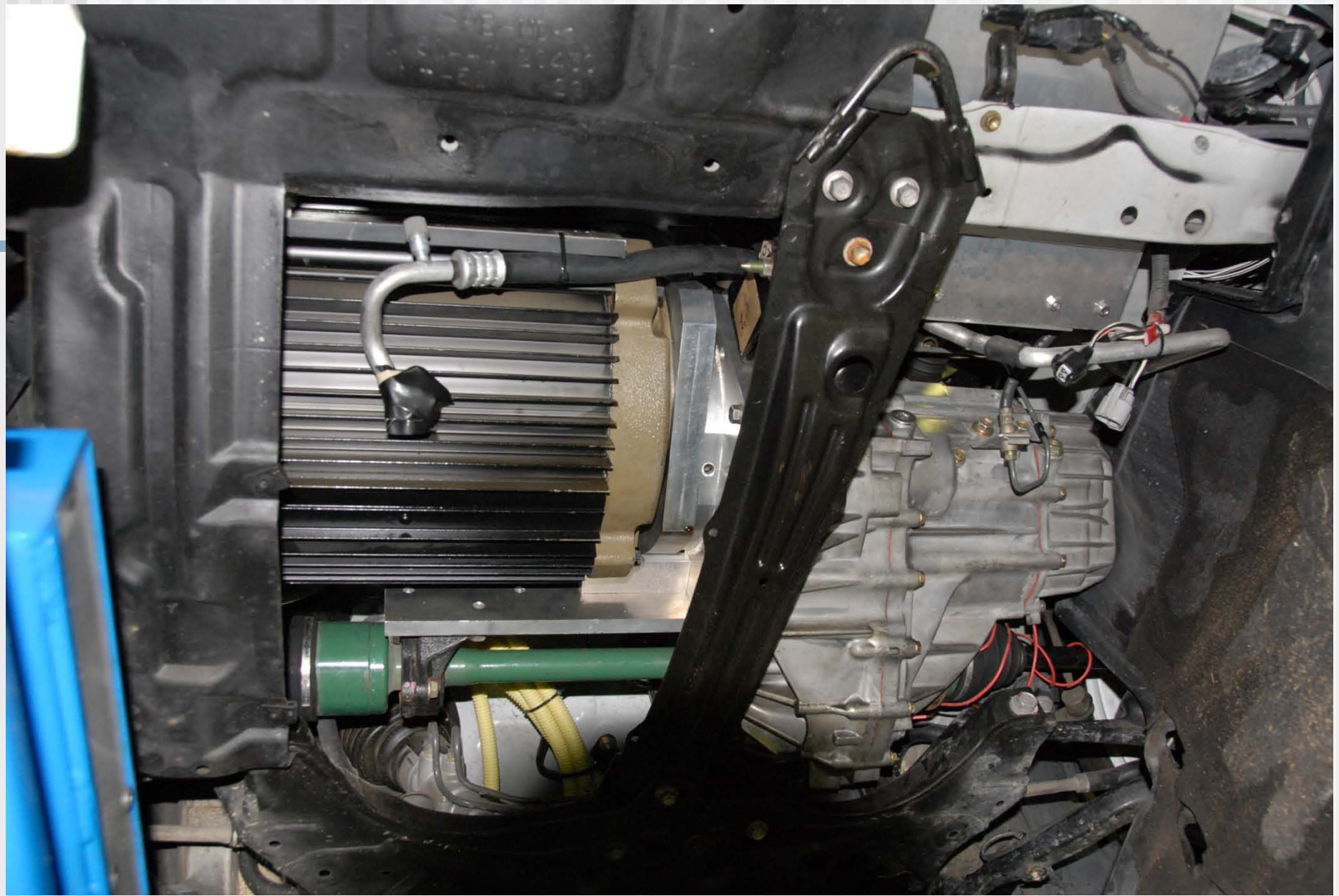


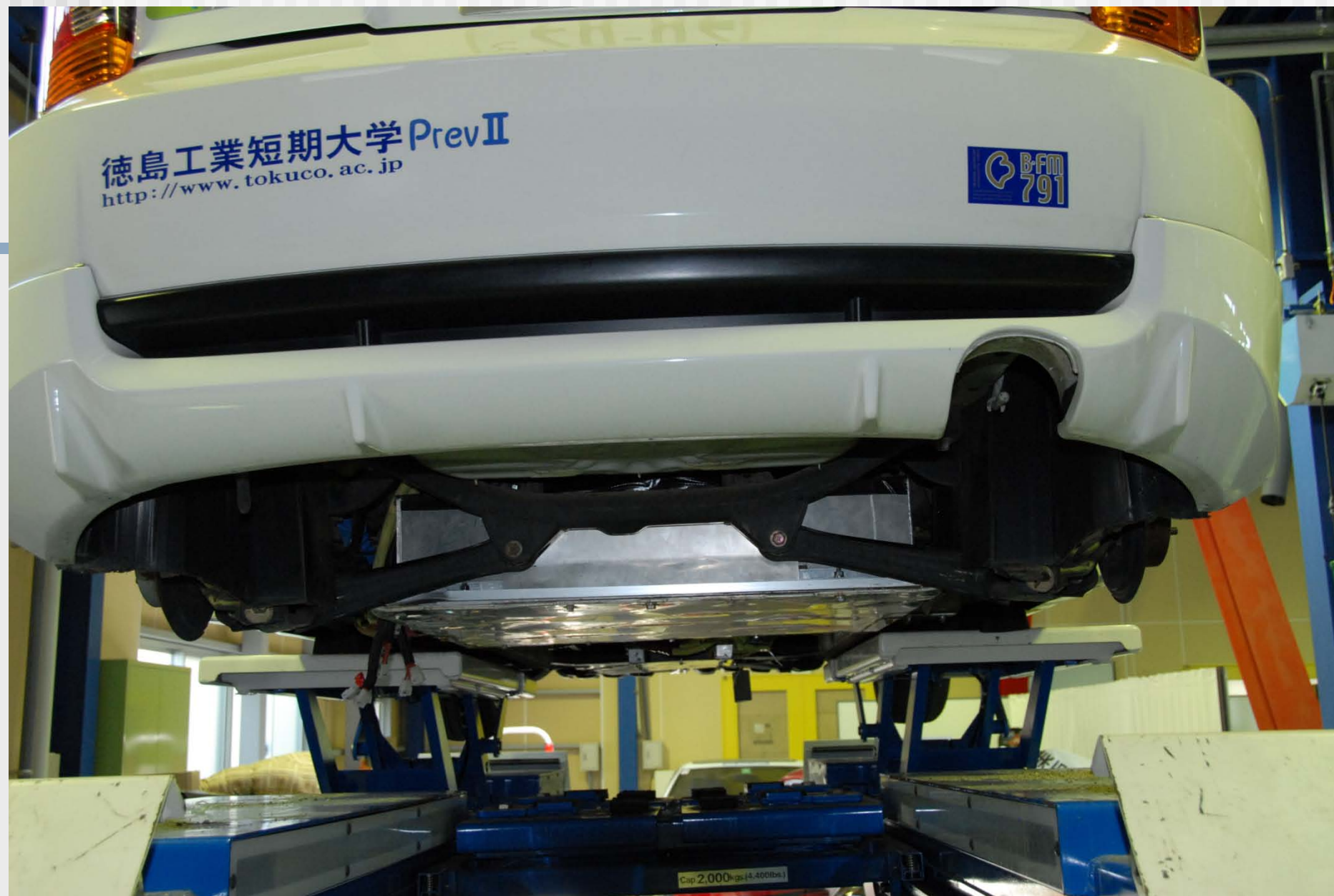




# 駆動装置







徳島工業短期大学 Prev II  
<http://www.tokuco.ac.jp>

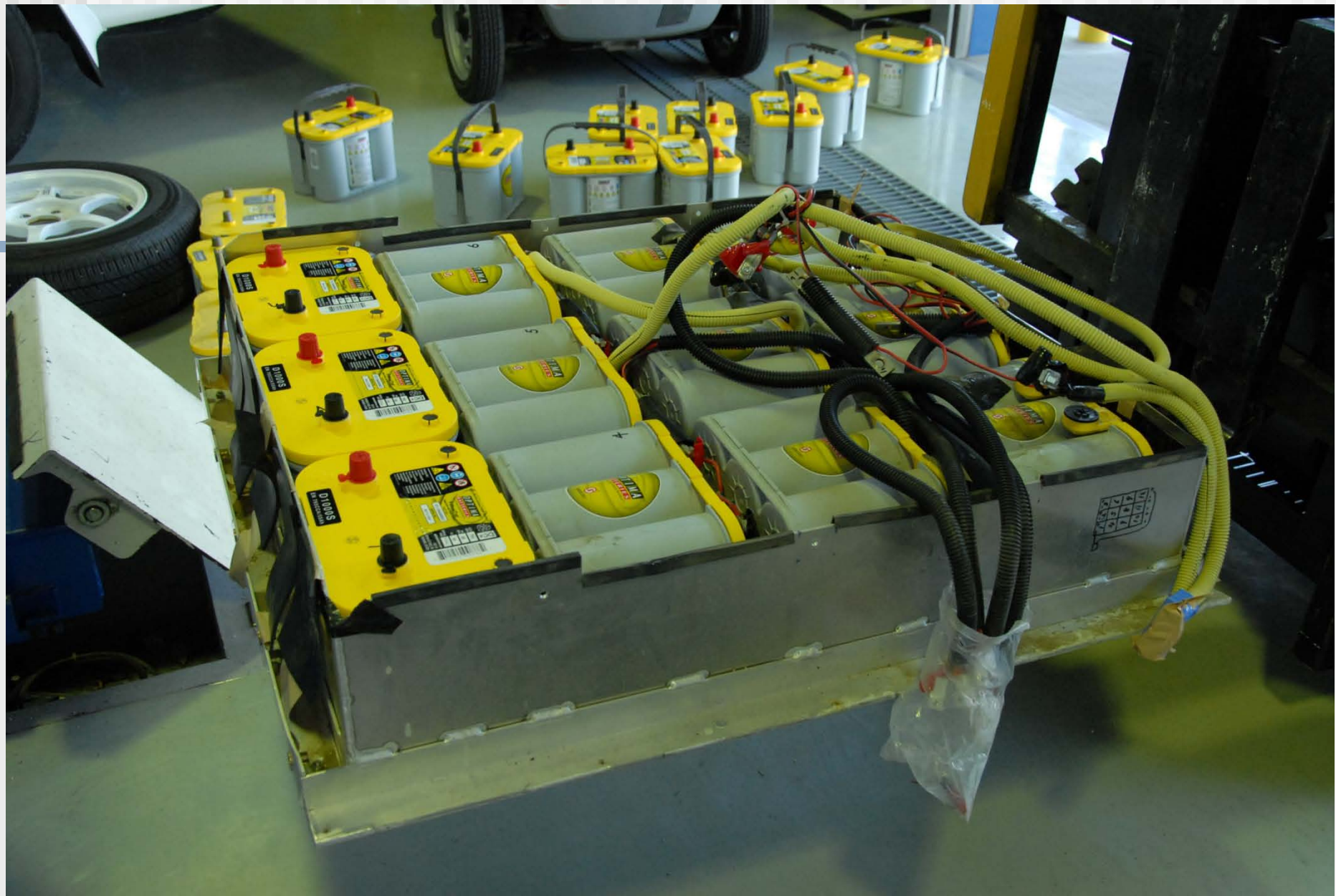
B-FM  
791

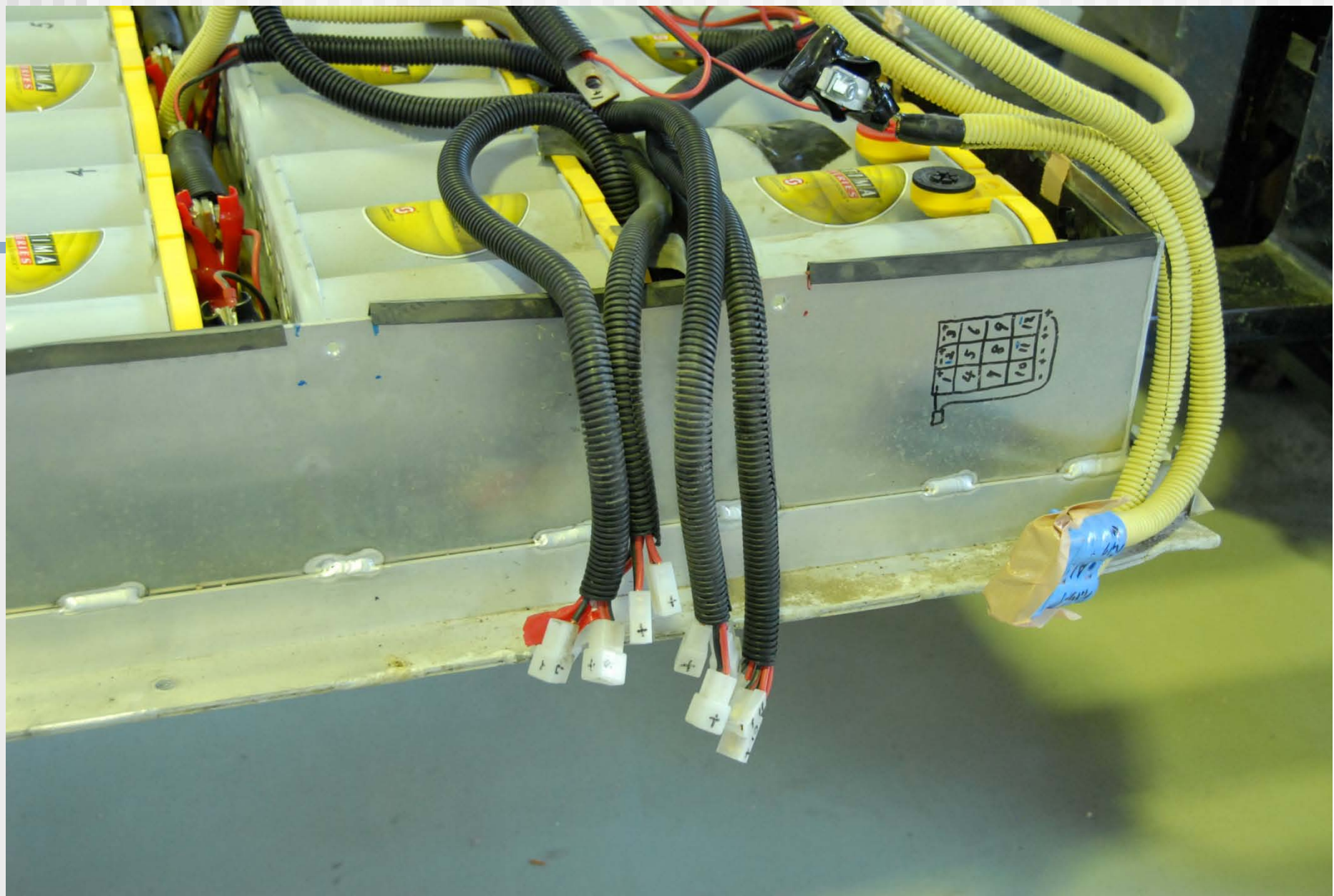
Cap. 2,000kg (4,400lbs)





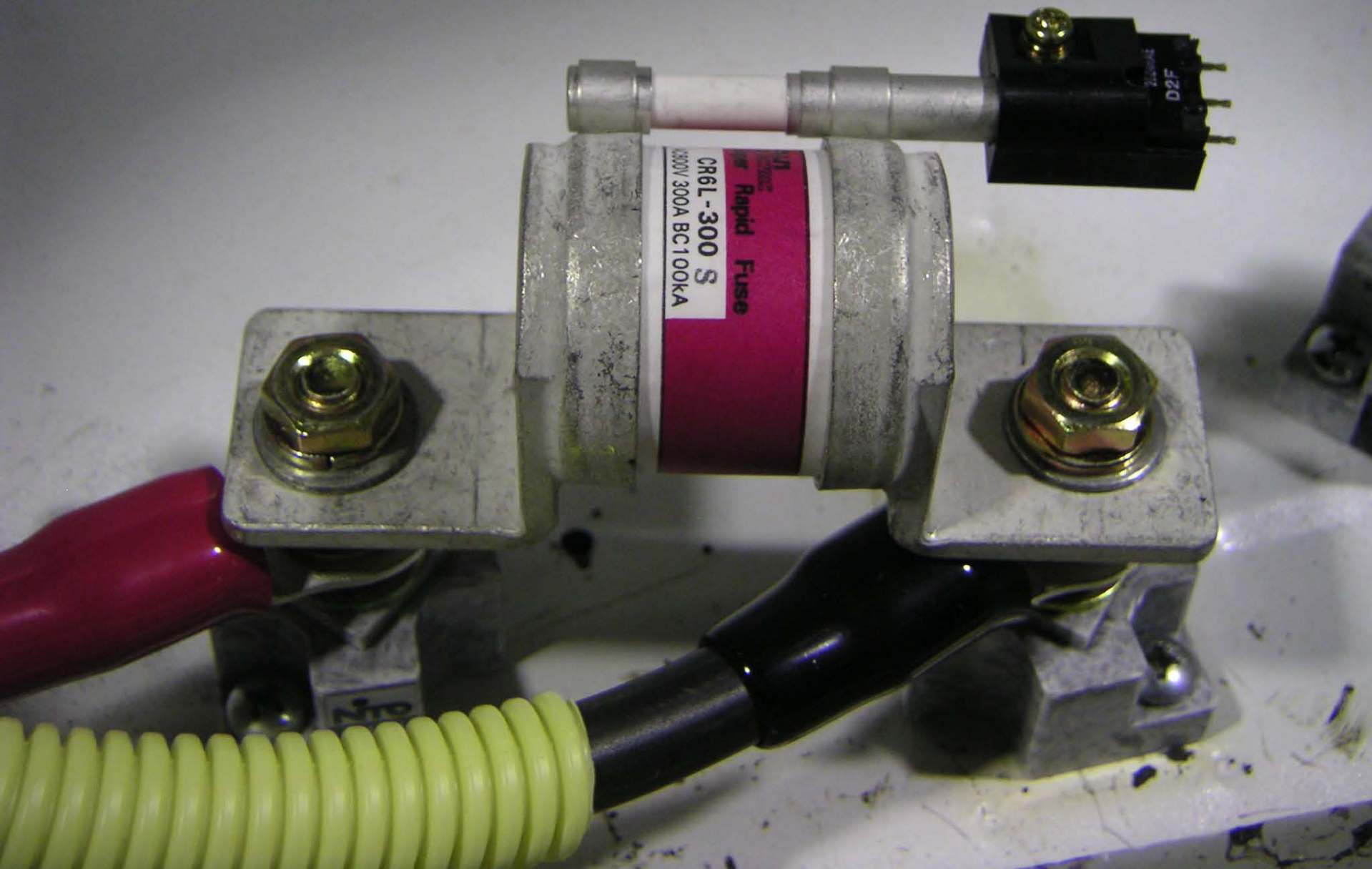








# マイクロスイッチ付即断型ヒューズ





ヒーターコアユニット

# 電気自動車(EV)

- 排出ガスが出ない
- 低騒音
- 低燃費
- 充電が必要
- インフラ整備を要する(充電スタンド)
- エンジン車に比べ充電走行距離が短い

# モータの種類と特徴

---

- DCモータ
- ACモータ: 誘導モータ  
DCブラシレスモータ(同期モータ)

# DCモータの特徴

---

- 制御装置が簡単で、比較的安価なシステム構築が可能である。
- ブラシとコミュテータを有することから信頼性に欠ける。
- 効率が劣る。
- 低速トルクが大きい。
- 高速回転に不向きである。

## 誘導モータの特徴

---

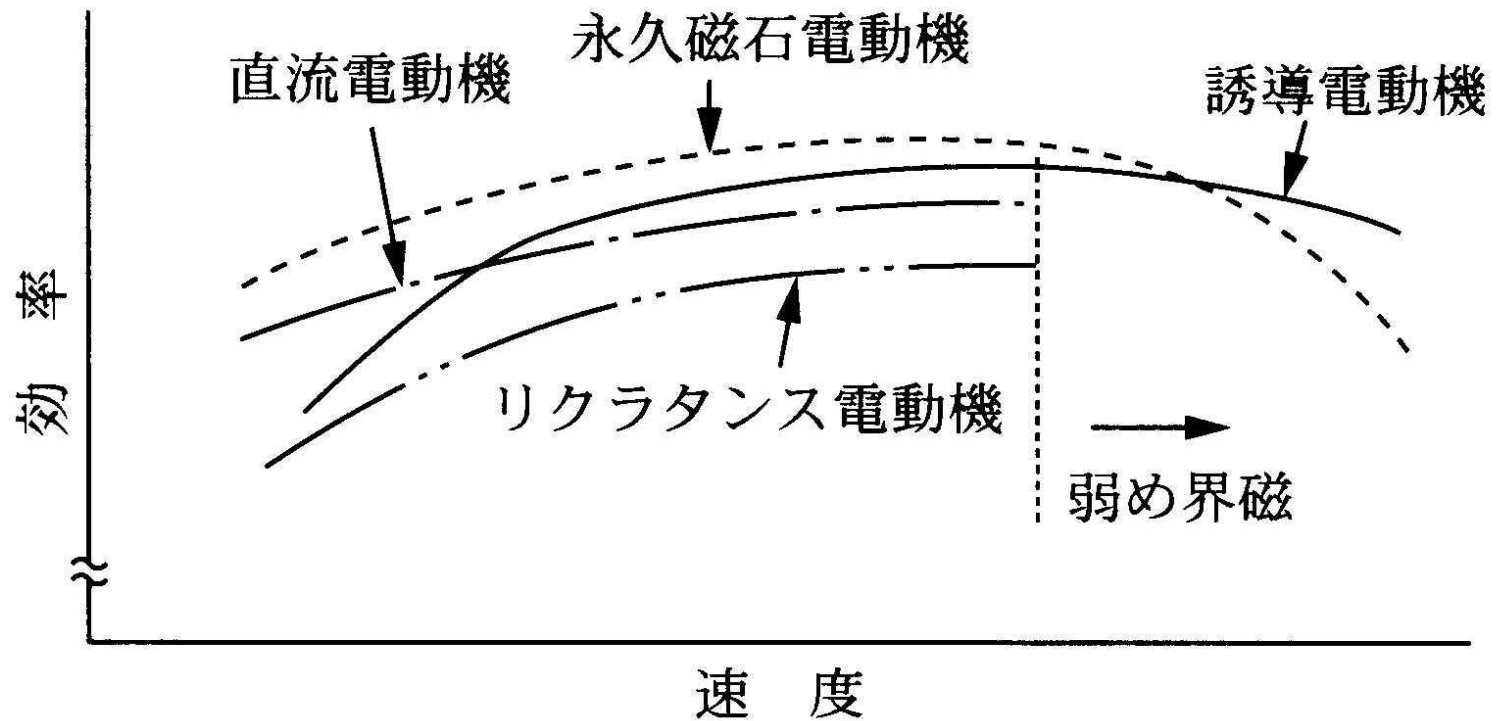
- 高速化による小型軽量化に適している。
- 幅広い出力範囲で高効率を維持する。
- 信頼性が高く電気自動車の過酷な使用に適している。

## 同期モータの特徴

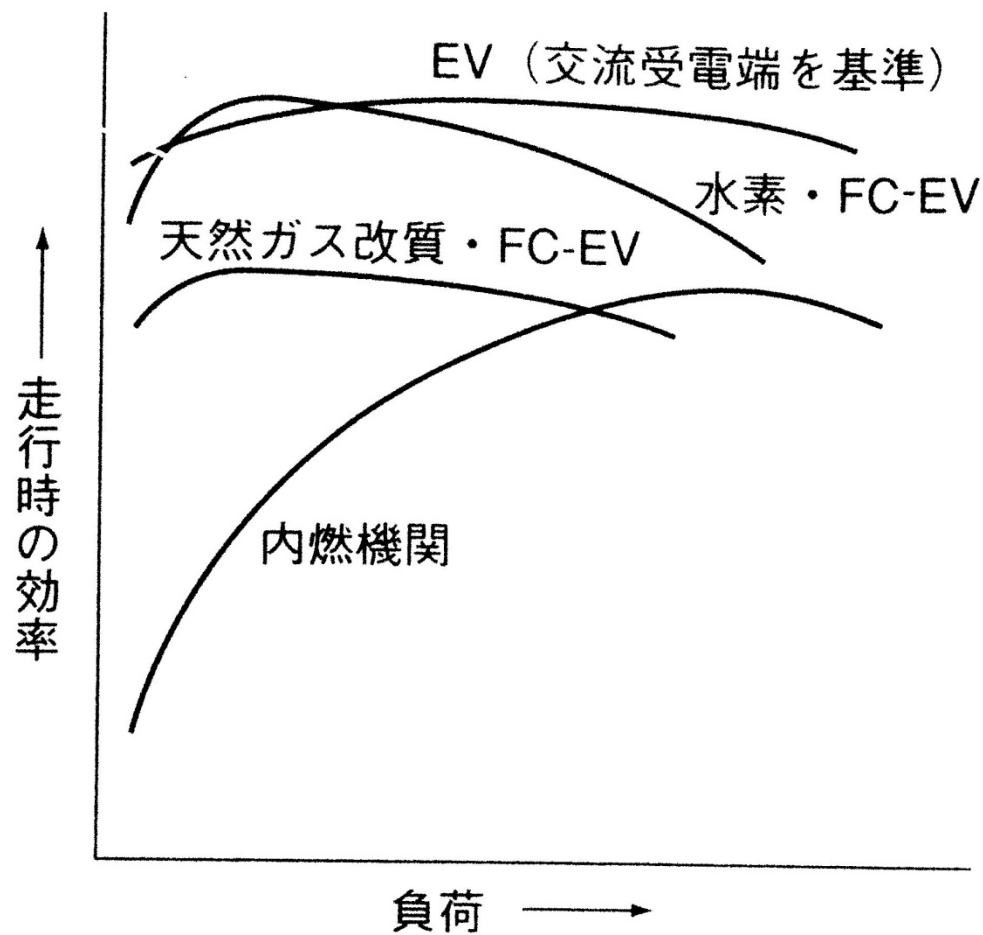
---

- 永久磁石を用いることで励磁電流を必要としない最も高効率なモータである。
- 小型軽量化に適しているが、コストが高い。
- 高速軽負荷時には永久磁石の界磁を弱める励磁電流と、永久磁石の磁束による無負荷鉄損が発生し効率低下する。

## 種々のモータ効率特性



# 負荷と走行時の効率



# 自動車の走行抵抗

## ■ 転がり抵抗

$$R_r = \mu_r \cdot mg$$

$R_r$ : 転がり抵抗[N]     $\mu_r$ : 転がり抵抗係数  
 $m$ : 車両質量[Kg]     $g$ : 重力加速度[9.8m/s<sup>2</sup>]

## ■ 空気抵抗

$$R_a = 1/2 \cdot C_d \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S$$

$R_a$ : 空気抵抗[N]     $C_d$ : 空気抵抗係数  
 $\rho$ : 空気密度[Kg/m<sup>3</sup>]     $V^2$ : 車速[m/s]     $S$ : 前面投影面積[m<sup>2</sup>]

## ■ 勾配抵抗

$$R_e = mg \cdot \sin\theta$$

$R_e$ : 勾配抵抗[N]     $m$ : 車両質量[Kg]     $g$ : 重力加速度[9.8m/s<sup>2</sup>]  
 $\theta$ : 傾斜角[°]

## ■ 加速抵抗

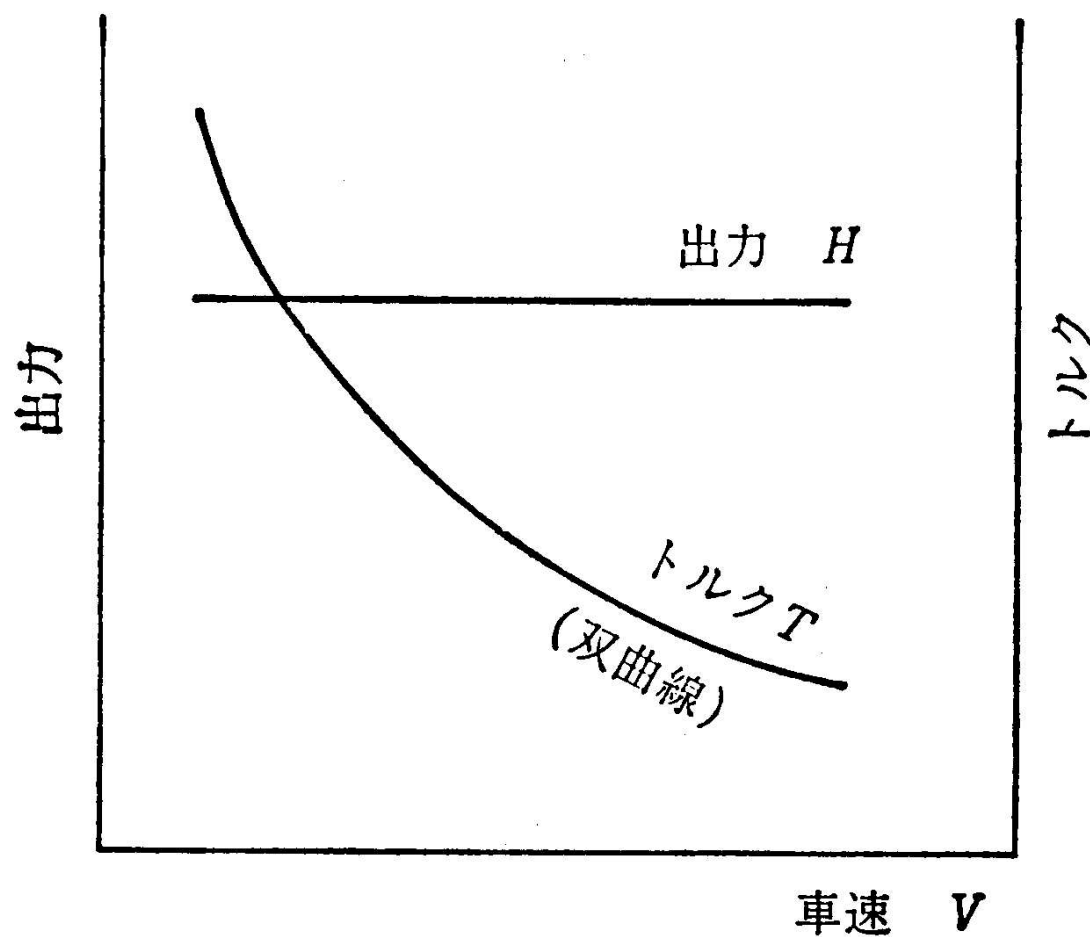
$$R_h = (m + \triangle m) \cdot a$$

$R_h$ : 加速抵抗     $m$ : 車両質量[Kg]  
 $\triangle m$ : 回転部分慣性相当質量[Kg]

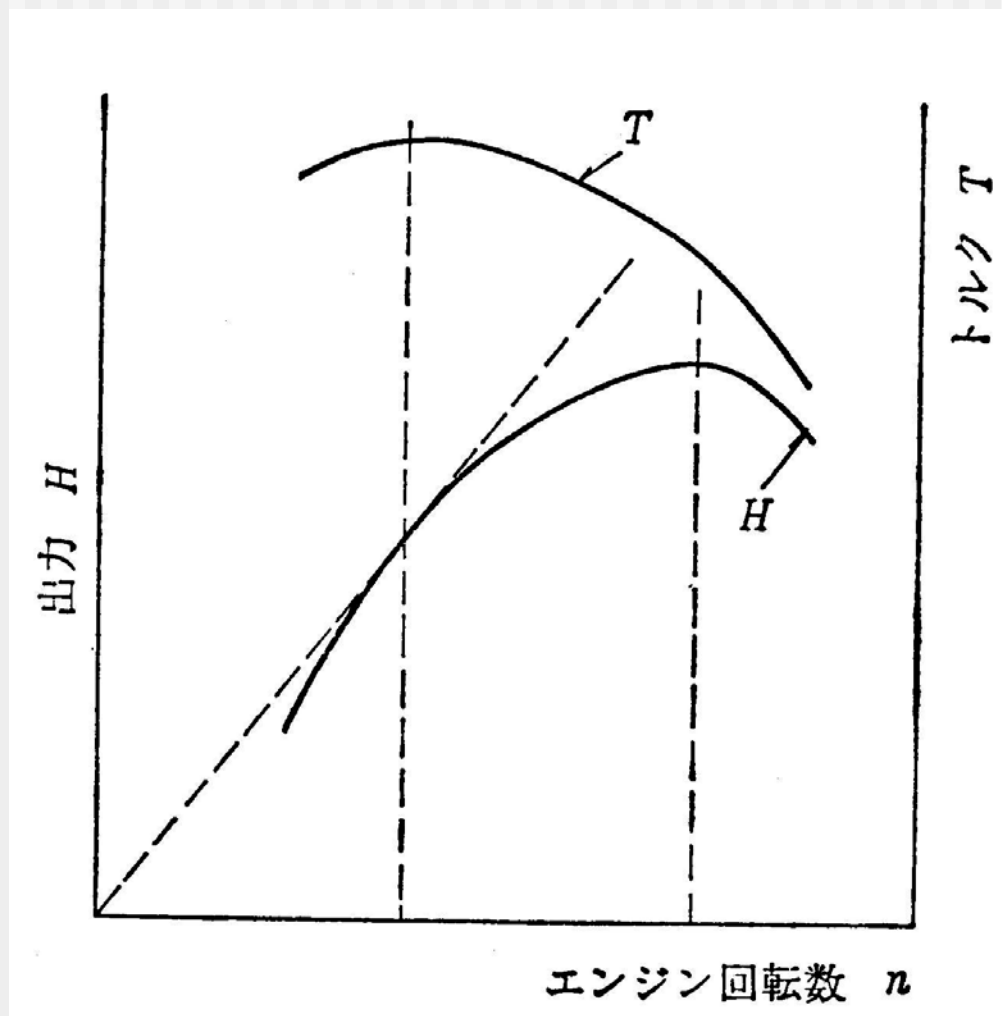
# モータとエンジンの比較

|        | モータ       | エンジン    |
|--------|-----------|---------|
| 騒音     | 小         | 大       |
| 振動     | 小         | 大       |
| トルク脈動  | 小         | 大       |
| 応答     | 速い        | 遅い      |
| 使用回転領域 | 0～        | アイドル回転～ |
| 正・逆転   | 可         | 不可      |
| 回生制動   | 可         | 不可      |
| 主材料    | 電磁鋼板・銅・磁石 | アルミ・鉄   |

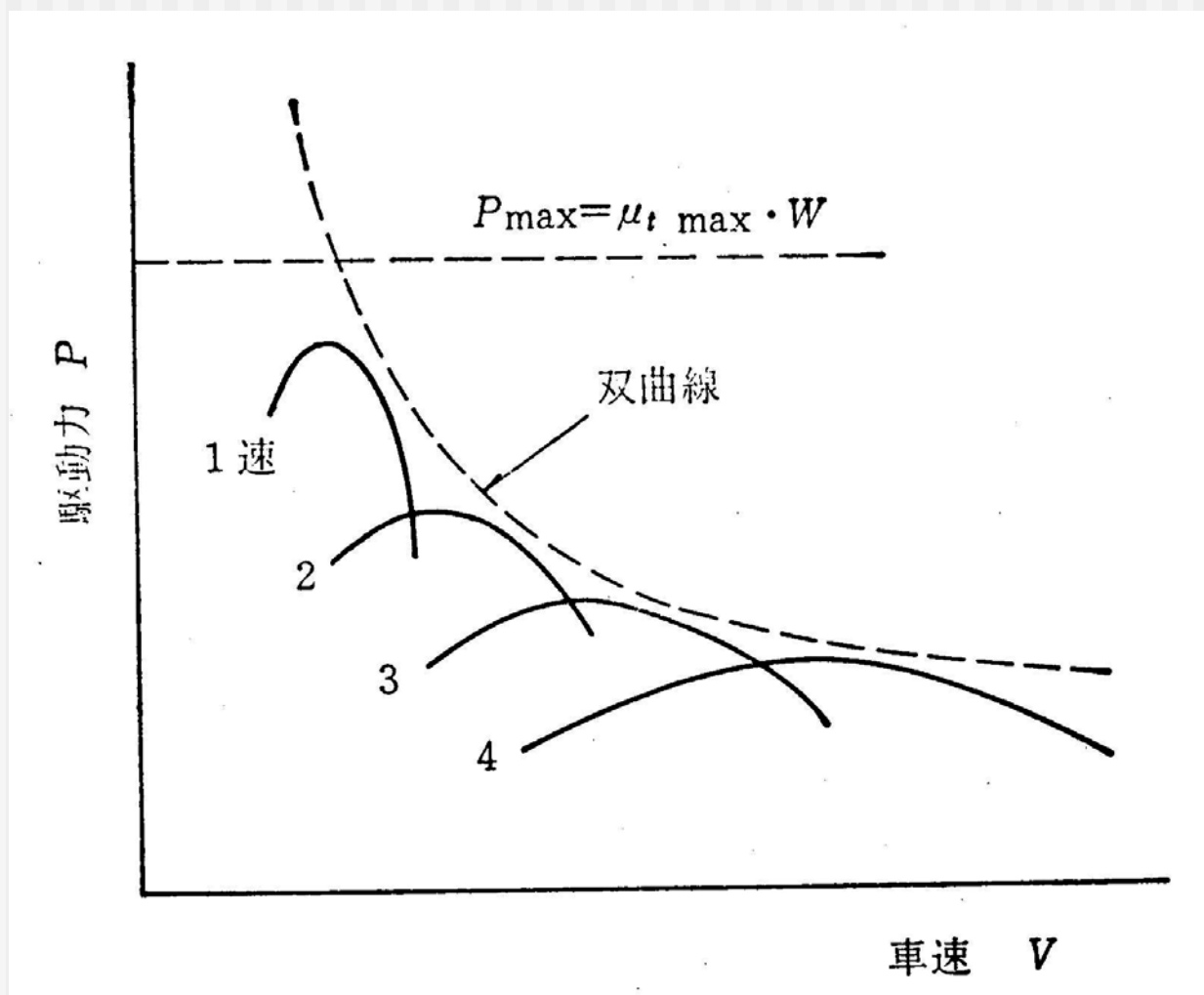
## 理想的出力・トルク特性



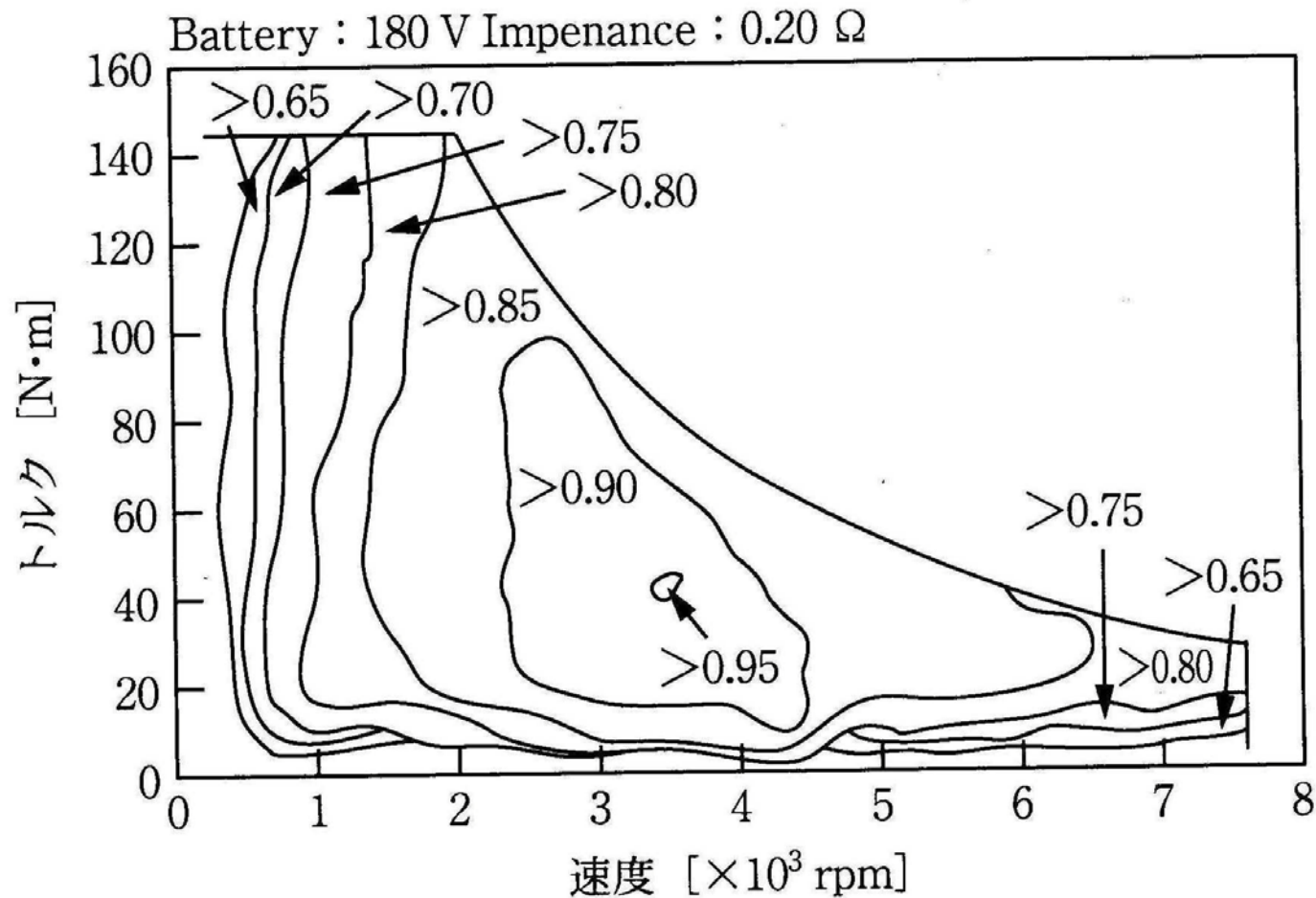
# 内燃機関の出力・トルク特性



# 駆動力と変速機



# DCブラシレスモータの効率特性



# PEVの効率／普及を左右する要因

---

## ■ PEVの効率

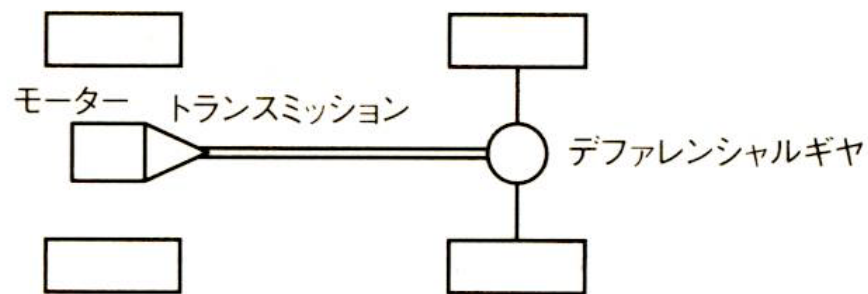
原油エネルギーを100%とした場合のエネルギー  
効率は、ガソリンエンジン車14%

燃料電池車22%

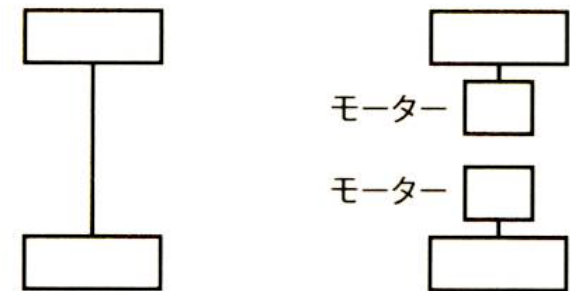
PEV26%

## ■ PEVの普及を左右する要因はランニングコストと インフラ整備

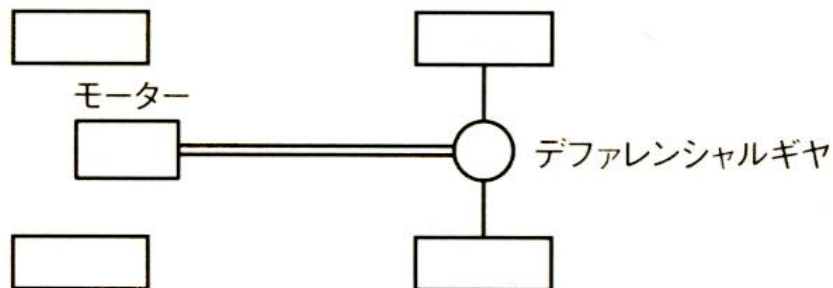
# PEVの代表的な駆動システム



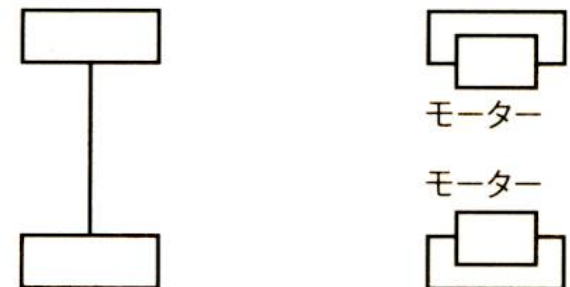
(a) コンベンショナル方式



(c) デフレス方式

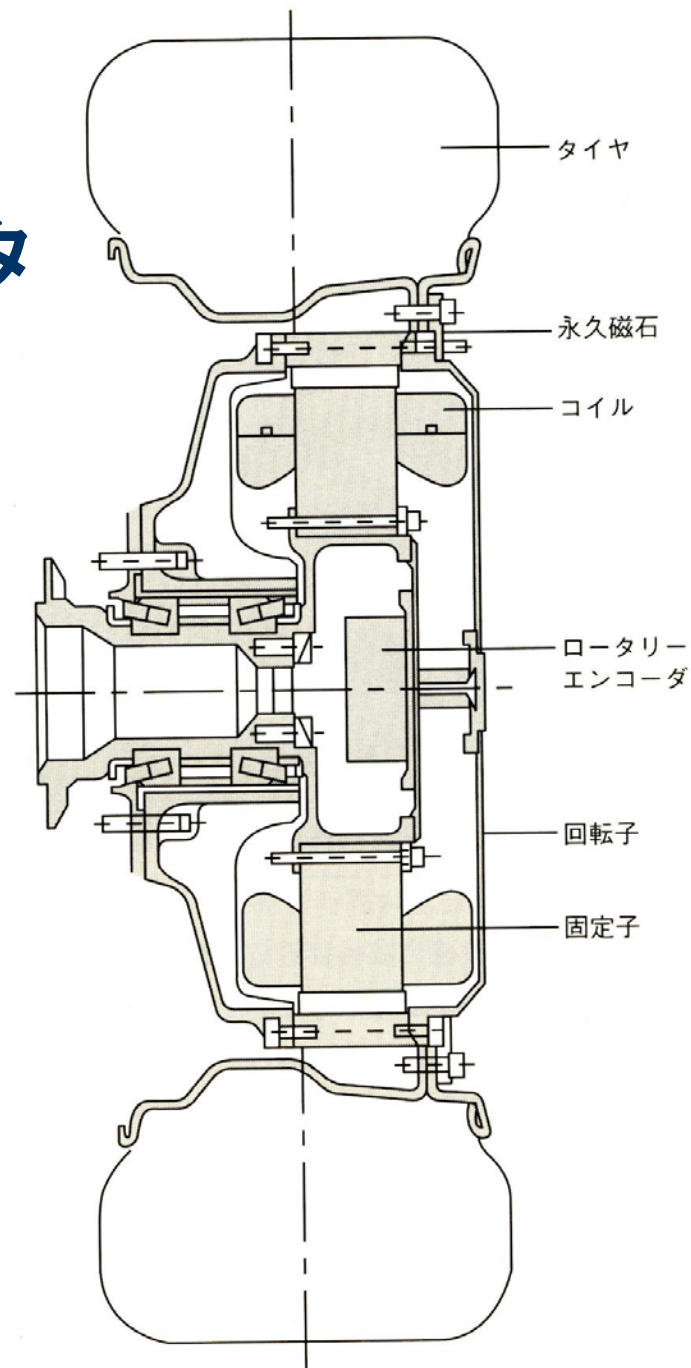


(b) ノートランスミッション方式

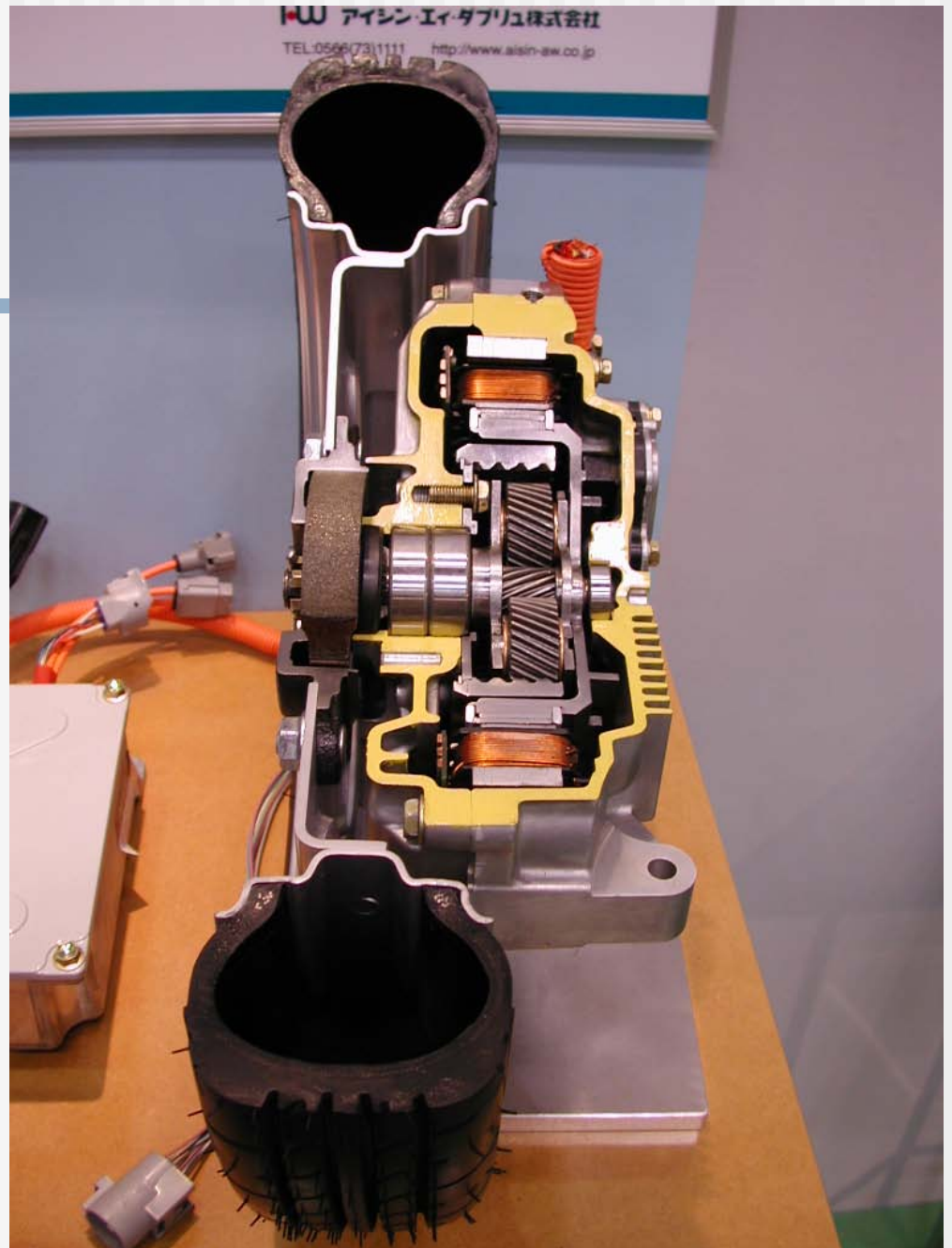


(d) インホイール方式

# ホイールインモータ



# ホイールインモータ

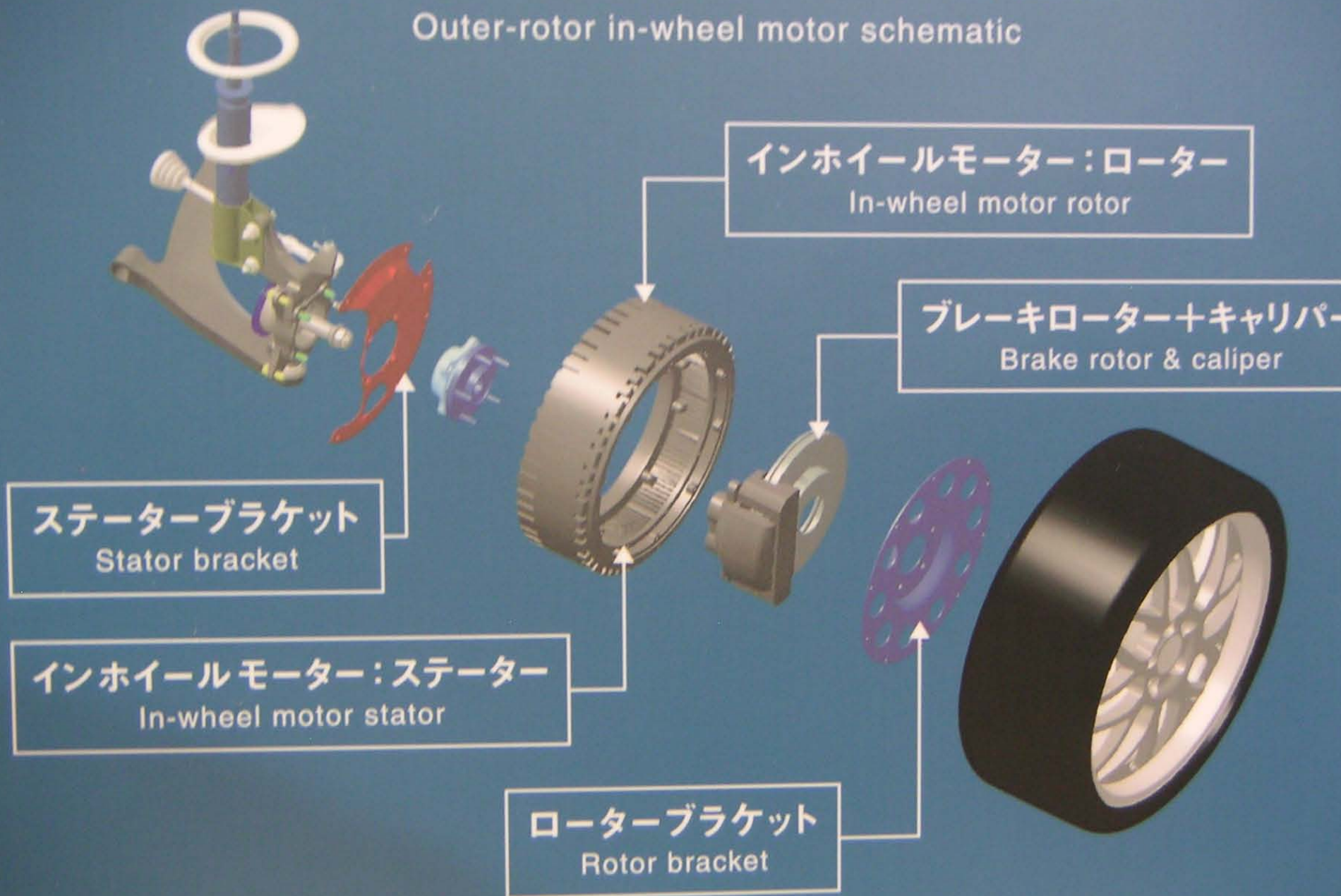


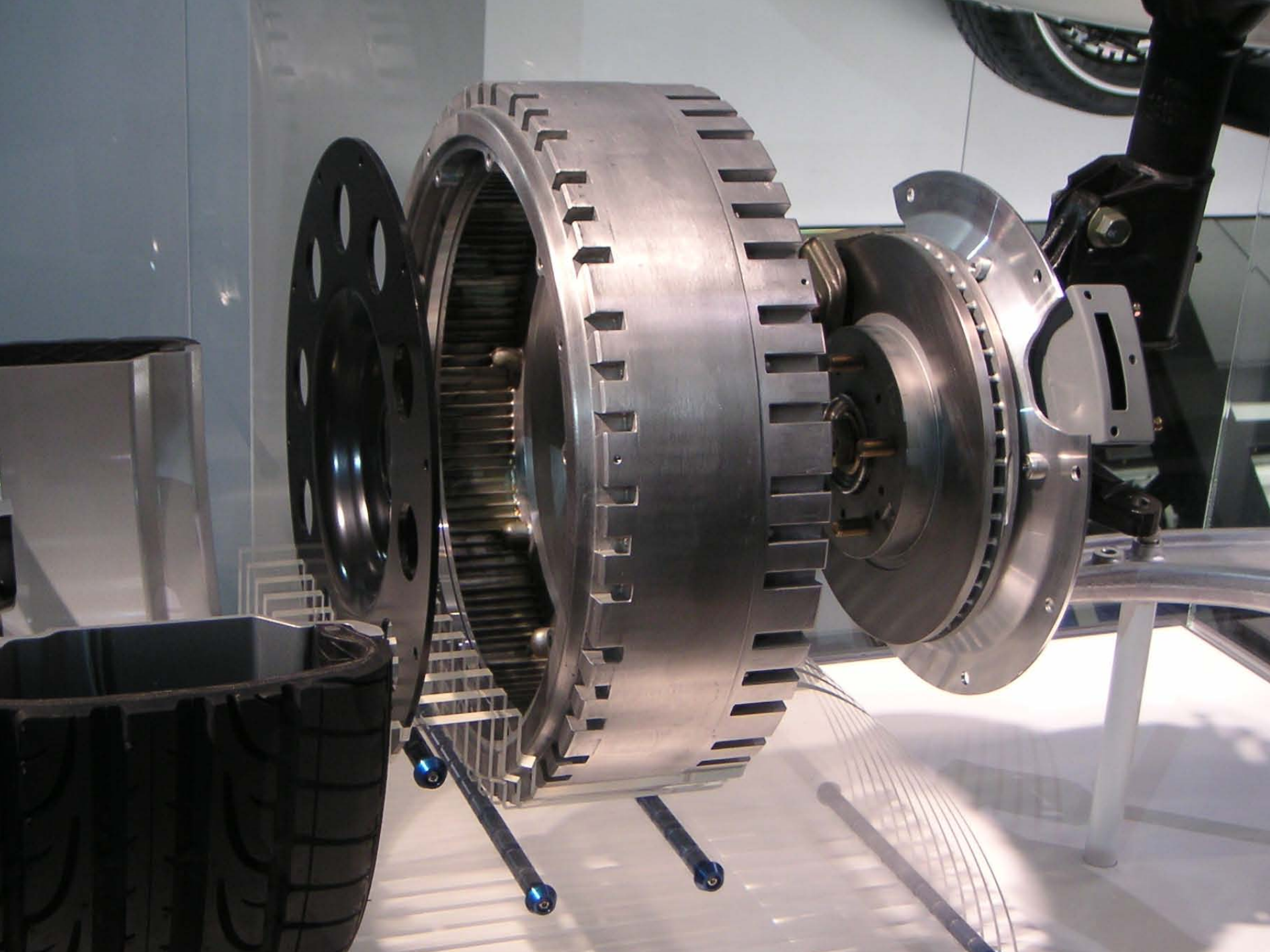


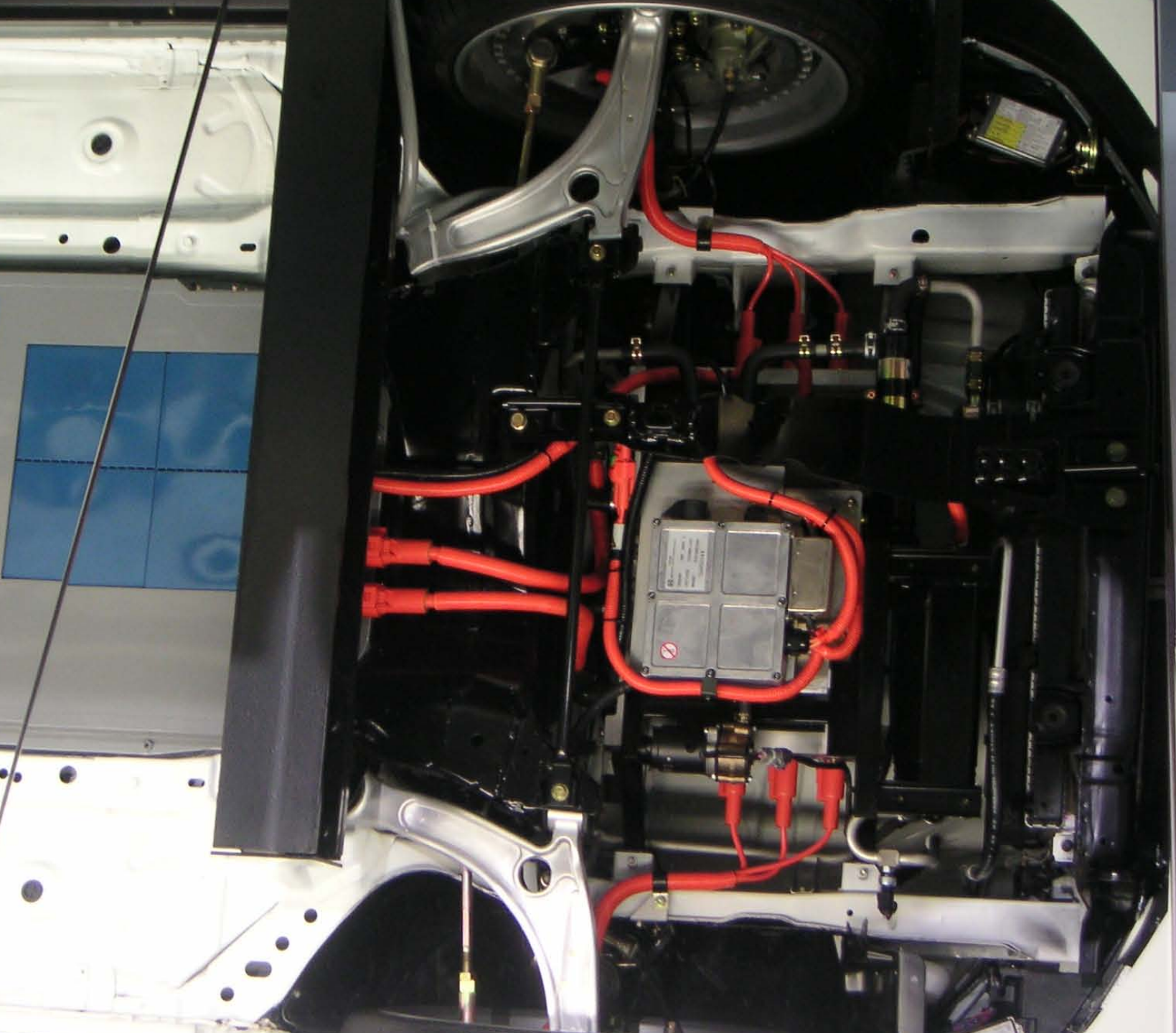


# インホイールモーター (アウターローター型) 構造図

Outer-rotor in-wheel motor schematic



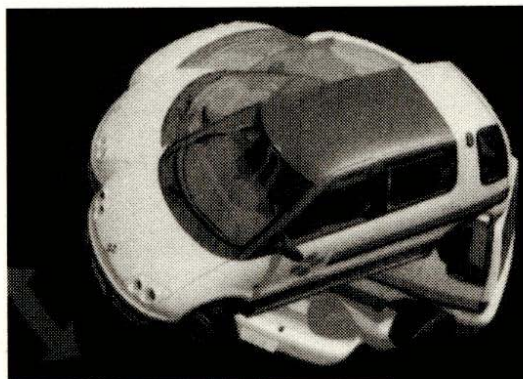




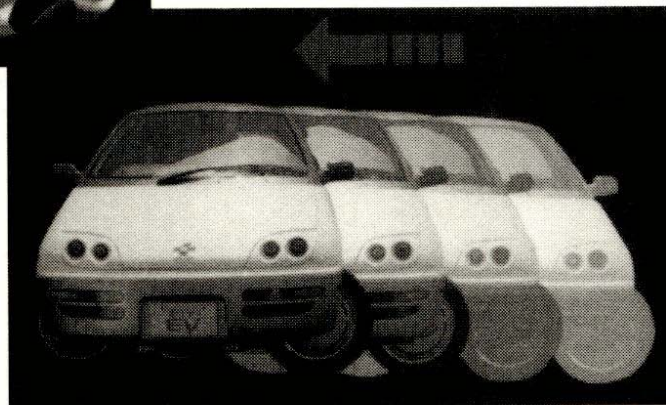
# ピボット



[自在走行]

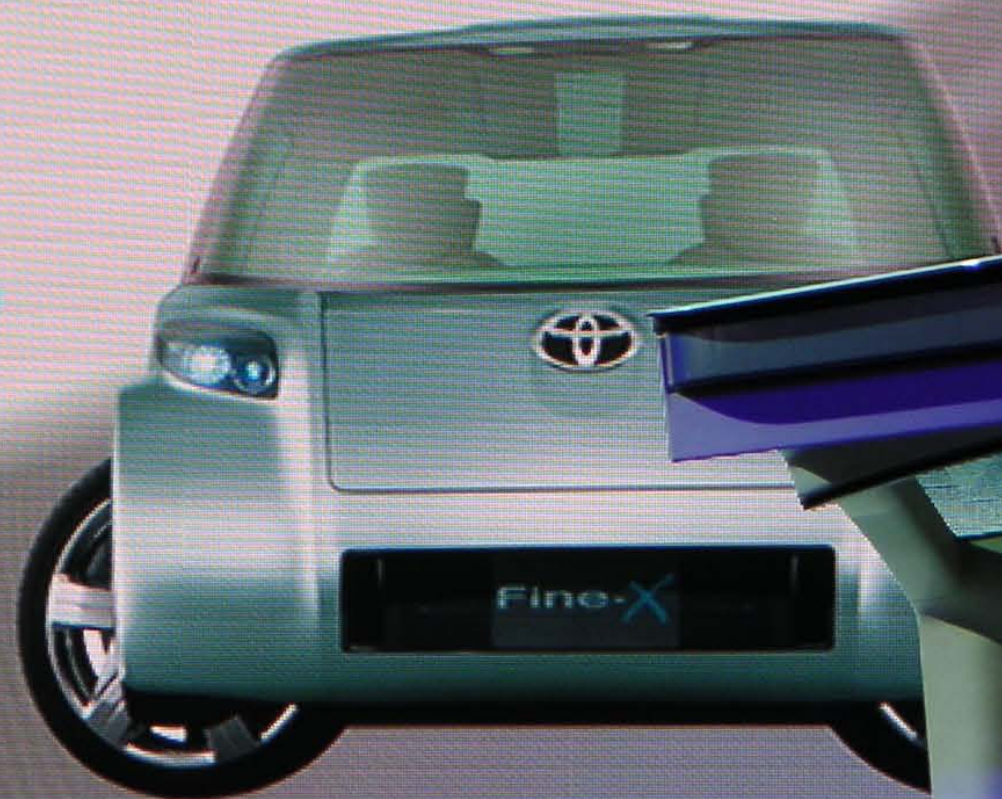


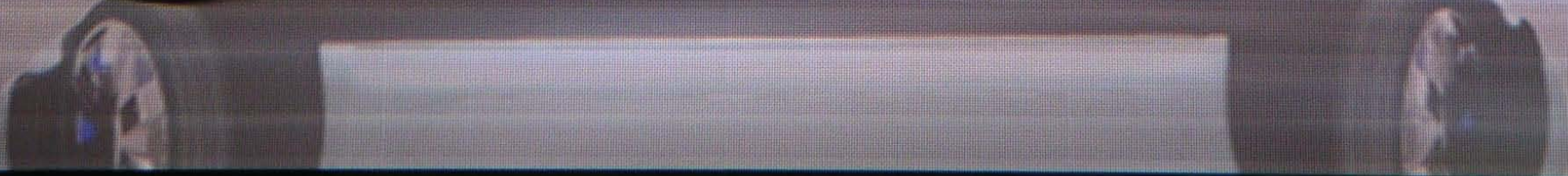
[その場旋回]



[真横走行]

ine-X

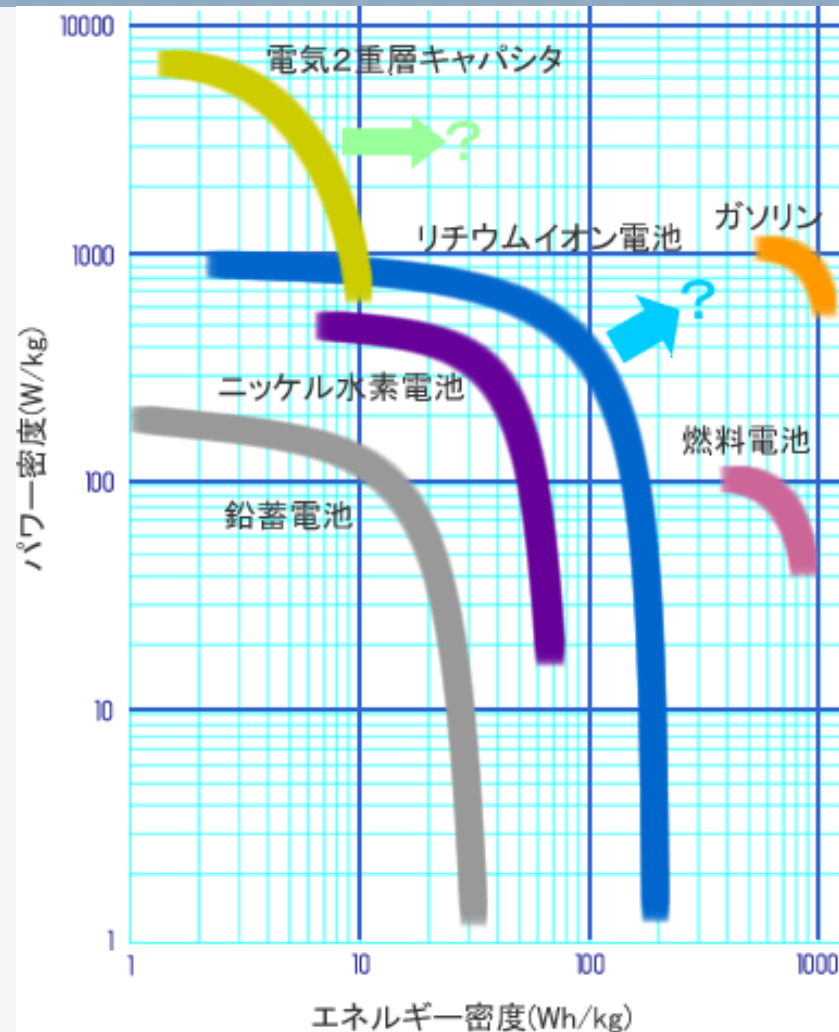




# 電池の種類と性能

| 電池の種類     | エネルギー密度 (Wh/kg) | 出力密度 (W/kg) |
|-----------|-----------------|-------------|
| 鉛電池       | 30～40           | 120～170     |
| ニッケル・水素電池 | 50～70           | 200～300     |
| リチウムイオン電池 | 85～125          | 250～300     |

# 各電池のパワー密度とエネルギー密度



# EV航続距離の一般論

---

★EVが広く普及していくためには充電インフラの整備は必要不可欠

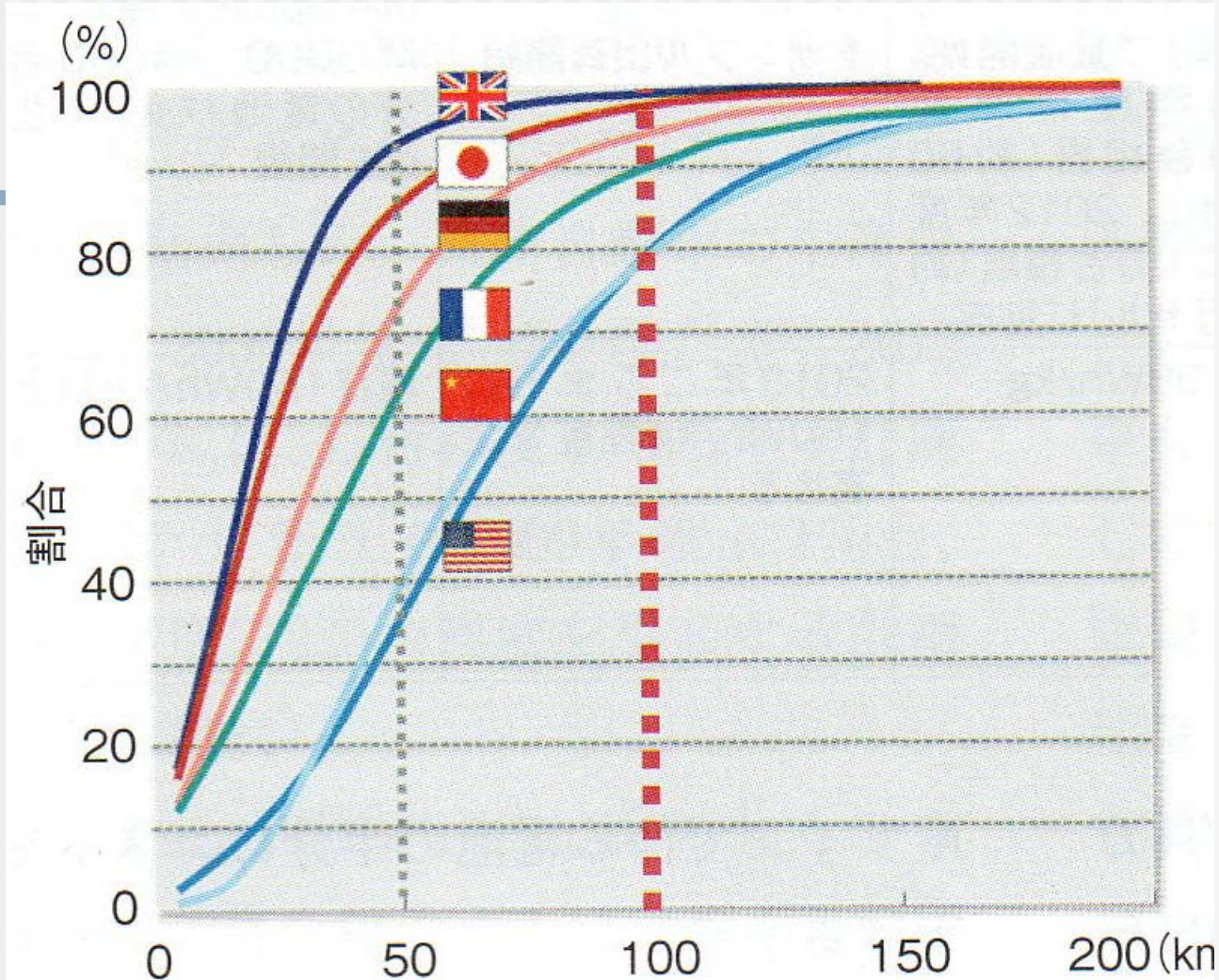
★バッテリーのさらなる高性能化と長寿命化、それにとともなう航続距離の延長、製造コストと販売価格の低下なども大きな課題である。

★上記の課題が解決されていくまでは、EVは小型で短距離移動を目的としたシティ・コンピューターとしての展開が有望視されている。

# 1 日平均航続距離

出展: 日経Automotive Technology

2009.11



日本とイギリスでは航続距離50kmあれば80%以上のユーザーに対応できる

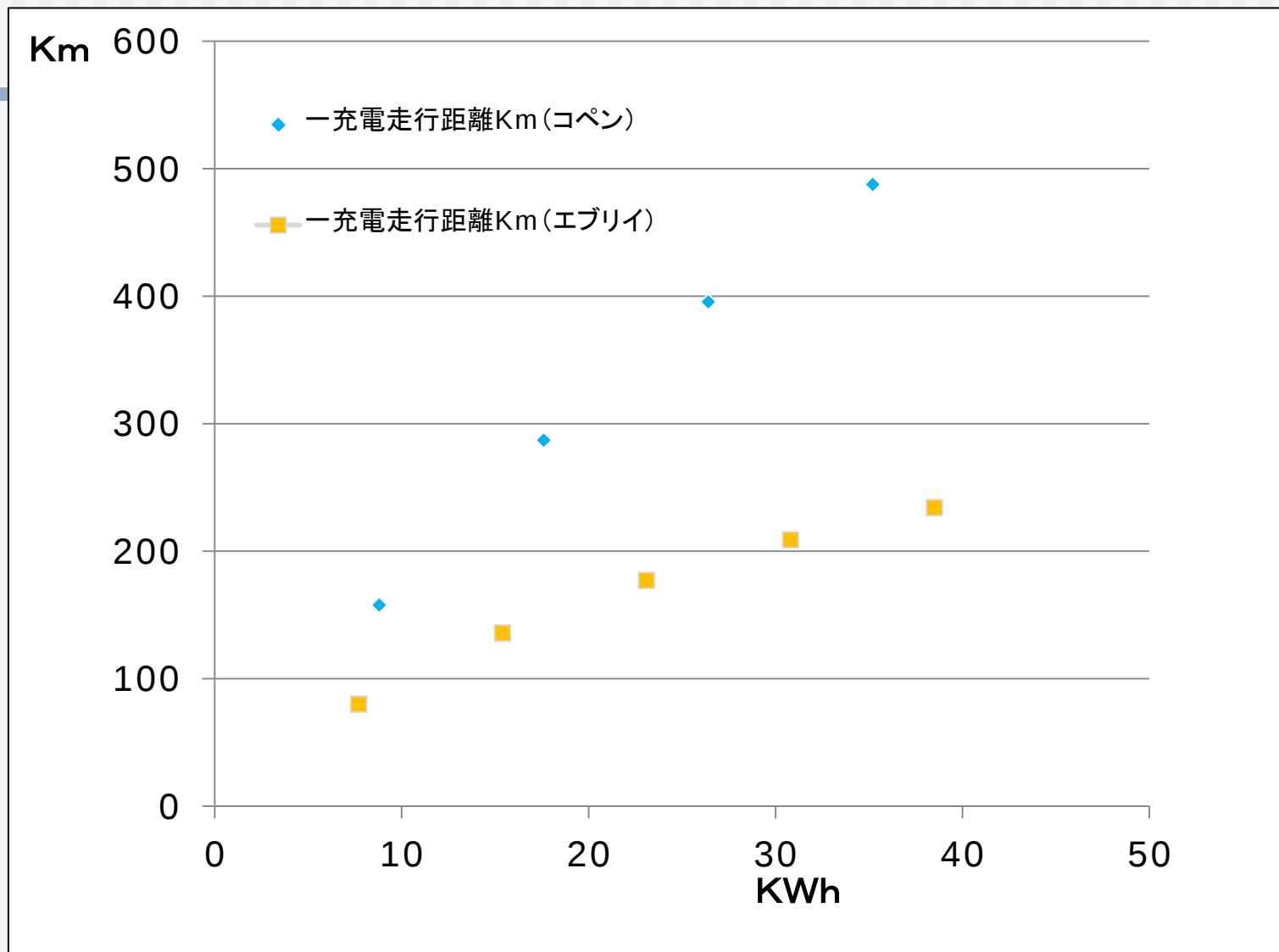
# 小型PEVの可能性

---

PEVで一充電走行距離を長くすることは、電池搭載量を多くしなければならず、その結果エネルギー消費量を増加させ不合理である。(試算例では2倍の量の電池を搭載しても走行距離は、1.66倍にしかない。)

普及するPEVのコンセプトは、軽量で走行エネルギーが少ない小型車両で、少量の搭載電池のわりには走行距離が長く、ランニングコストも少ない車、つまり軽自動車クラスの小型EVであろう。

# 一充電走行距離の試算



# 電池搭載量

---

- 小型・軽量化

小型・軽量化を追求したパーソナルモビリティとして活用することで、消費エネルギーを少なくすることができる。

- 最適な電池搭載量は？

地域の特性がある

## EVでは機構部品大幅に減少

---

- HEVでは変速機用機構部品が減少し、EVになると変速機自体が不要となり、機械部品が大幅に減少する。

これに対し、電池、モータ、インバータ、等の電気・電子部品が増加する。制御関連部品においても機械的制御が減少するためアクチュエータ等の部品が減少する。

# 電動化で機構部品が減少する

|                   | エンジン車                                                                                                                         | HEV                                                                                                             | EV                                                                                                            |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 車両例               | <p>トヨタ自動車<br/>「プレミオ」</p>                     | <p>トヨタ自動車<br/>「プリウス」</p>      | <p>三菱自動車<br/>「i-MiEV」</p>  |
| パワートレイン           | <p>エンジン(4気筒)+CVT</p>                         | <p>エンジン(4気筒)+ハイブリッドシステム</p>  | <p>モータ+減速機構(1段)</p>        |
| エンジン(モータ)用機構部品    | ローラ・ロッカ・アーム(16)、バルブ(16)、バルブばね(16)、ピストンリング(12)、ピストン・コンロッド(4)、インジェクタ(4)、ベルト(2)、クランク軸、吸排気マニホールド、水ポンプ、エアコンコンプレッサ、ラジエータ、エアクリーナ、排気管 | ローラ・ロッカ・アーム(6)、バルブ(16)、バルブばね(16)、ピストンリング(12)、ピストン・コンロッド(4)、インジェクタ(4)、クランク軸、吸排気マニホールド、ラジエータ、エアクリーナ、排気管           | 転がり軸受(2)                                                                                                      |
| 変速機用機構部品          | 転がり軸受(18)、スプールバルブ(8)、電磁ソレノイド(5)、ブレーキ・クラッチ(2)、プーリ(2)、遊星歯車、CVTベルト、油圧ポンプ、トルコン、ロックアップクラッチ、デファレンシャル                                | 転がり軸受(14)、遊星歯車(2)、油圧ポンプ、ダンパ、デファレンシャル                                                                            | 転がり軸受(6)、デファレンシャル                                                                                             |
| 補機駆動用および走行・発電用モータ | オルタネータ、スタータ、EPS                                                                                                               | 走行用、発電用、EPS、エアコンコンプレッサ、エンジン冷却、モータ・インバータ冷却、電動ブレーキ                                                                | 走行用、EPS、エアコンコンプレッサ、モータ・インバータ冷却、ブレーキ負圧                                                                         |
| 電池・インバータ          | 12V電池                                                                                                                         | 12V電池、高圧用電池(Ni-MH)、インバータ、DC-DCコンバータ、電池監視システム、高圧ハーネス                                                             | 12V電池、高圧用電池(Liイオン)、インバータ、DC-DCコンバータ、電池監視システム、高圧ハーネス                                                           |

出展: 日経Automotive Technology

2009.9

# 新規参入が容易

---

- 部品点数がエンジン車の1/3に減少
- 構造が簡単
- 主要部品の入手が容易

# インフラ事業スタート

---

- 充電ステーションを運営

ガソリンスタンドや水素スタンドに比べ接地コストが安い(1台2~3百万円)

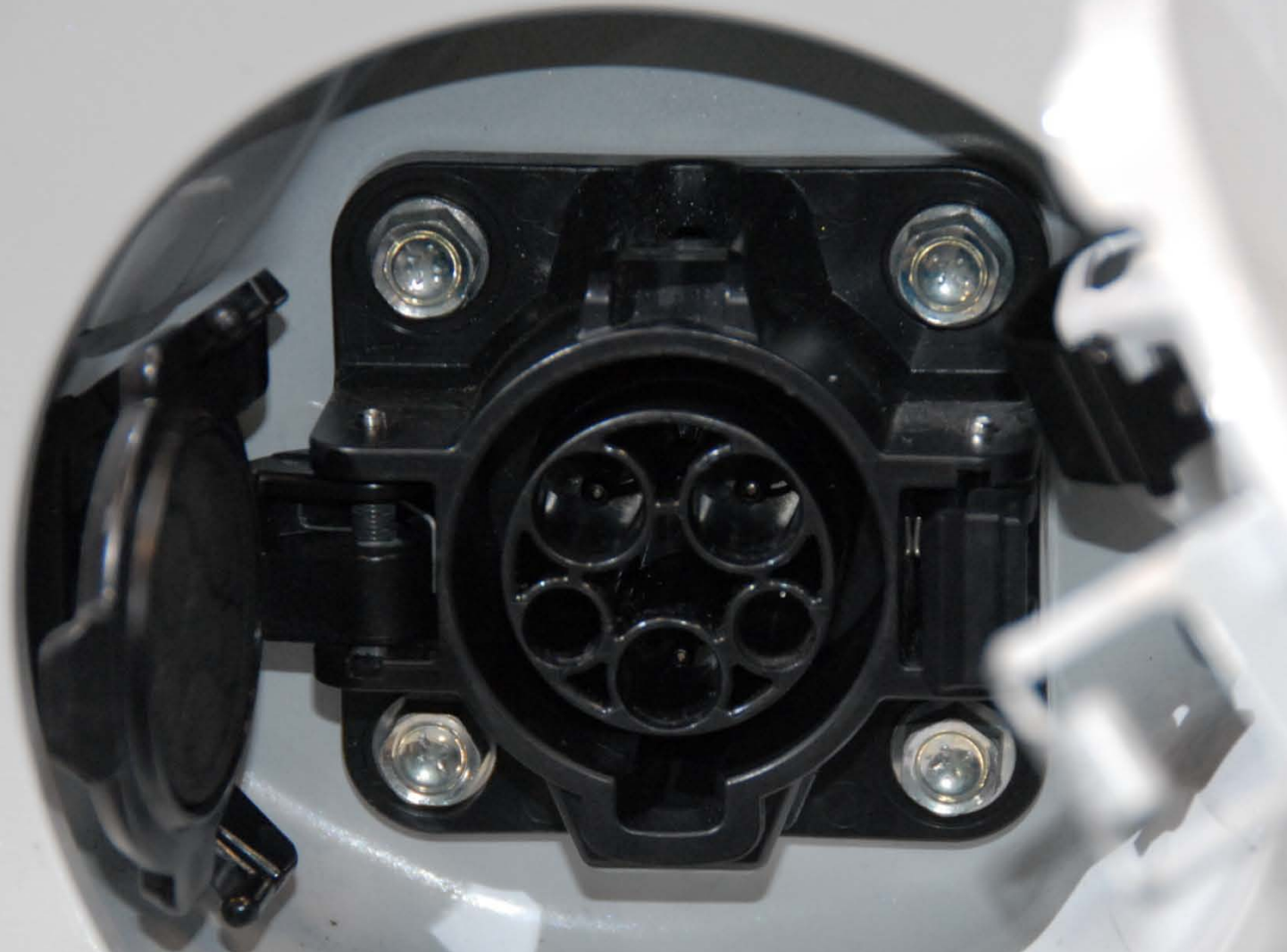
- 電池交換ステーション

タクシーなど長距離走行の車両を対象

日本では2010年試験導入

- 電池リース事業

ユーザーに電池をリースし走行距離に応じて課金する。ユーザーは車両のみ購入するシステム。



  **警告**  
**WARNING**  
**高電圧**  
**HIGH VOLTAGE**  
コネクタに水や異物を入れたり、  
コネクタの分解をしないで下さい。  
DO NOT put water and/or foreign material  
into or take apart connector 9499A454

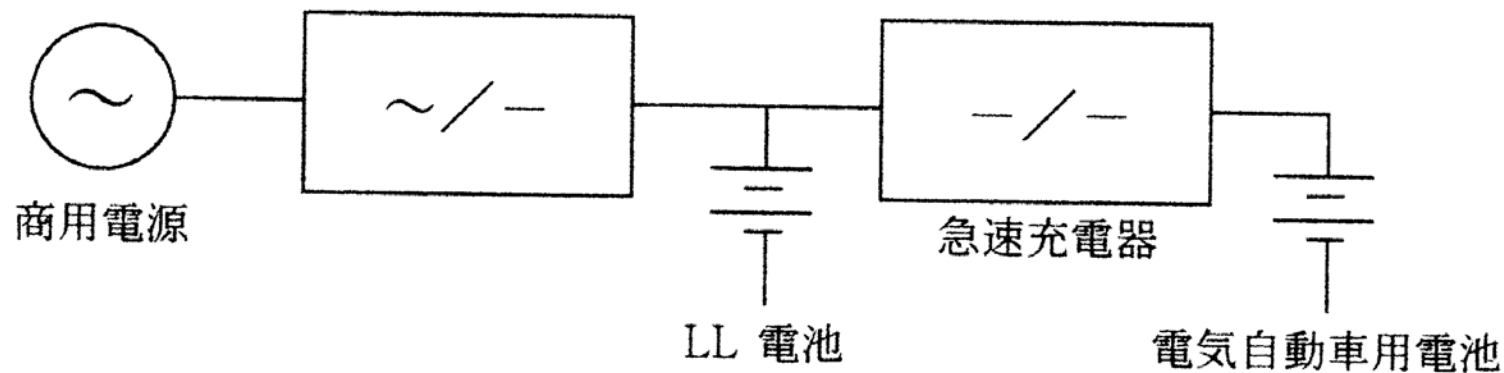
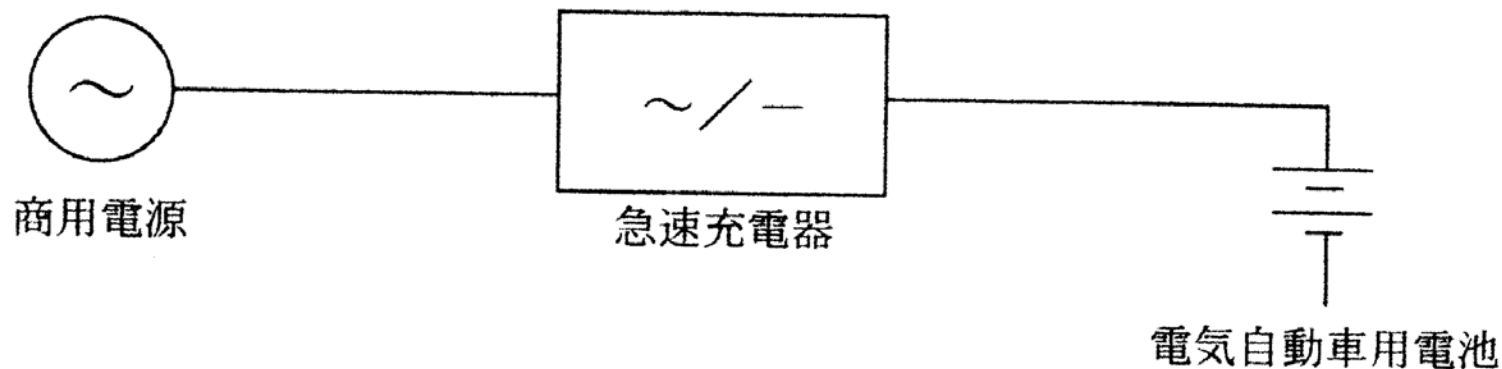


# 充電システムの課題

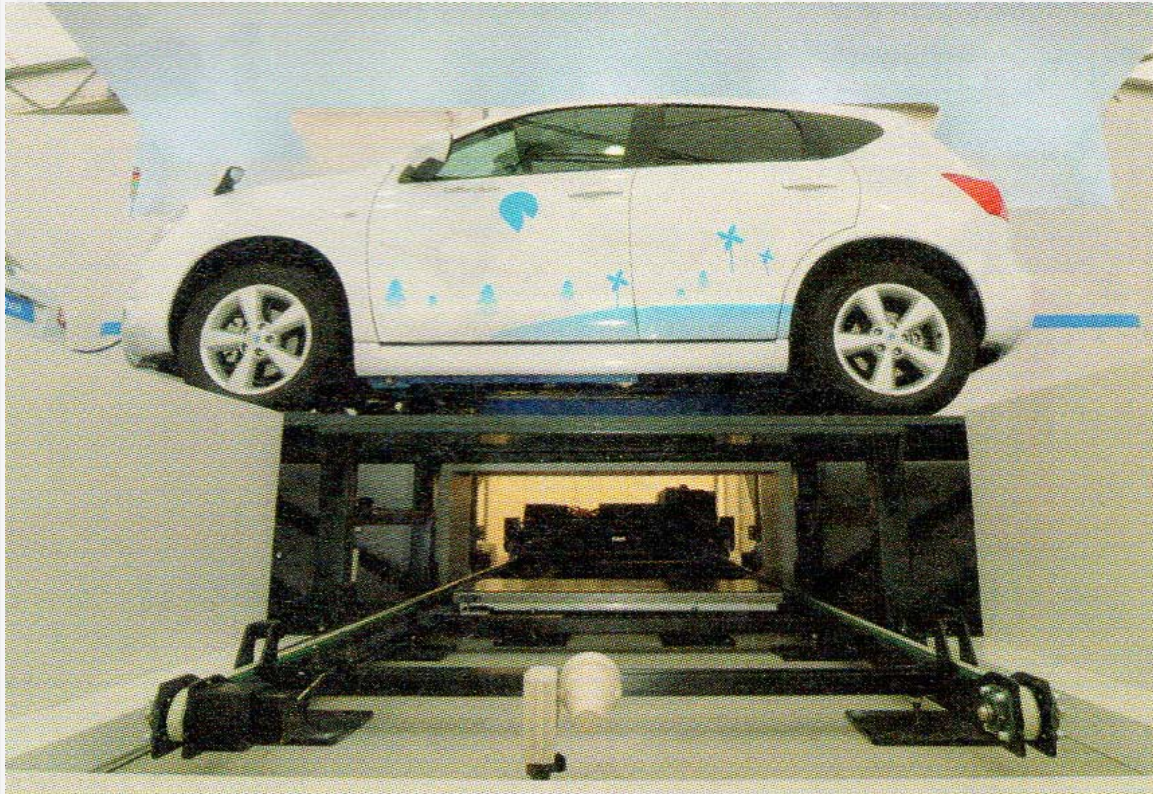
---

- 夜間充電(深夜電力利用)
- 昼間急速充電(エコステーション)
- 据置型と車載型(据置型は急速充電が可能)
- 急速充電システム
  - 非LL方式: 昼間電力利用方式
  - LL方式 : 夜間にロードレベリング電池に蓄電し、昼間にLL電池を介して急速充電する方式  
(急速充電できる電気自動車に台数制限を受ける)

## 急速充電システム



# 電池交換システム



2010年タクシー用として東京で試験採用

# EVの普及に向けて

- 2020年～2030年に向けて  
2007年度の予測(国立環境研究所)では、ハイブリッド車からプラグインハイブリッド車を経て徐々に電動化が進むと想定されたが、最近の予測ではかなり早まっている。
- 電池が車両コストの半分以上を占める  
一充電走行距離を減らし電池搭載量を減らし小型化・軽量化を追求したパーソナルモビリティとしての活用(電動バイク、セグウェイ、i-EAL、ジラソーレ)
- 急速充電設備の整備  
十分な立地密度を確保する
- 補助金に依存しない事業
- 地域に最適なEV  
地域固有の交通イメージ
- オリジナリティーのある電気自動車  
ワンプラットフォーム多車種生産  
パーツの共有化(他企業が参入)
- 少量生産の利点を生かす  
カーボンモノコック等
- 市街地交通システムの検討

# トヨタ・コムス



# 愛媛県EV開発プロジェクト

## ■ 愛媛県EV技術開発

- 1, 愛媛県EV開発センターを核として県内中小企業によるEV開発プロジェクトの組織作り
- 2, コンバートEV部品の開発
- 3, コンバートEVキットの開発
- 4, 中小企業の現有設備を活用したコンバートEVの組み立て
- 5, インフラ整備
- 6, EV関連新規事業の創出

## ■ EV関連分野の人材育成

- 1, コンバートEV製作、サービス業務の為の講習会の開催
- 2, テキスト作成 (EV基礎、駆動系部品、バッテリー、補機部品、コンバートEV製作、メンテナンス)

# EV開発センターの取り組み

---

- 企業研究員を公募しコンソーシアム結成
- コンバートEVの製作（愛媛県試験車両2台）  
H22年6月～8月（乗用車1台） ～11月（貨物車1台）
- コンバートEVの技術開発
- EV技術講習会
- EVテキストの作成
- 共同研究企業への技術支援

---

ご静聴ありがとうございました