

特集：新型車（デミオ EV）

22

## デミオ EV の紹介 Introduction of Demio EV

藤中 充<sup>\*1</sup>  
Mitsuru Fujinaka

梅垣 康治<sup>\*2</sup>  
Koji Umegaki

吉田 浩之<sup>\*3</sup>  
Hiroyuki Yoshida

### 要約

デミオ EV は、独自開発の EV 技術により、EV においても“Zoom-Zoom”な走り感を実現するとともに、一充電当たり 200km の航続距離も実現した。また、電気駆動ユニットをコンパクト化したことで、ベース車と同等のスペースユーティリティを確保した。更に、100V 給電システム、予約充電などのユーザサポート機能を持つ IT サポートシステムを装備する等、機能の充実を図った。

本稿では、開発目的及び、上記特長を実現する主要コンポーネント、また車両としての、安全性・耐久性などの諸性能について述べる。

### Summary

Adopting the unique developed EV component technology, the Demio EV realized Zoom-Zoom drive feel and 200km driving range for one charge. Also, the EV drive units were miniaturized, securing almost the same space-utility as that of the base vehicle. The 100V electric supply system and IT support system which supports users in charge reservation and so on are also adopted to improve vehicle utility functions.

The development purposes, vehicle outline including the safety and durability, and main components are introduced in this paper.

## 1. はじめに

近年の環境意識の高まりに加え、EV 市販化等により、国内では EV への関心が強まっている。それに伴い、自治体や一部の民間企業が主導する、充電ポイントの整備も進んでいる。

一方、北米ではカリフォルニア州を筆頭に、ZEV 規制を強化し EV 販売が必要となる自動車メーカーの拡大と台数要件を強化する動きが出てきており、自動車メーカーとして EV の市販化は必須で対応すべき要件になりつつある。

マツダは 1966 年に EV 開発に着手、現在までに約 70 台の EV を市場に投入してきたが、このような社会環境の変化に伴い、本車両で将来の本格量産に向けて備えを作る。

デミオ EV の開発目的は、マツダのクルマ作りの方向性を EV においても具現化するために必要な要素技術開発を行うとともに、限定リース販売を通じて、製造から販売、サービス、廃却に至る自動車メーカーとしての一連の活動における知見を蓄積することにある。

## 2. デミオ EV で実現した性能

### 2.1 EV で実現した“Zoom-Zoom”な走り

#### (1) 気持ちの良い加速

モータは、ゼロ回転から最大トルクを発生するだけでなく、発生させる出力の緻密な制御が可能である。この特長を生かし、自然な発進フィール、リニアなレスポンス、滑らかな加速の3つの注力点で、アクセル操作に対する出力制御の開発を行い、EVでも“気持ちの良い加速”を実現した。

\*1~3 商品本部  
Product Div.

### 自然な発進フィール

アクセル操作から加速開始までの応答時間を最適化した。リニアリティ重視のトルク特性と合わせ、自然なフィーリングを実現した。特に、発進時にはEVならではの上質な加速を体感できる。Fig.1にアクセルオン直後の加速度の時間変化を示す。

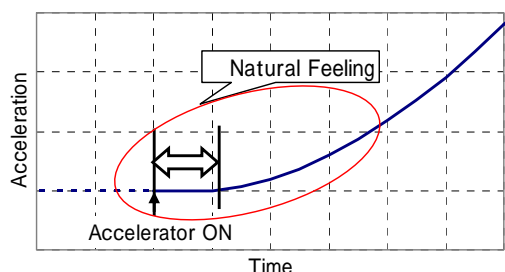


Fig.1 Acceleration Just After Accelerator ON

### リニアなレスポンス

Fig.2にベース車（デミオ1.3L 4AT）とデミオEVの加速度の時間変化を示す。ベース車では、発進後に2次関数的に加速度が変化するのに対して、デミオEVでは直線的に変化、加速中のアクセル操作に対して、応答の遅れがなくリニアに加速度が立ち上がる特性を実現した。

### 滑らかな加速

同じく Fig.2 に示すように、ベース車では、エンジンの出力特性と変速の影響で加速度がピーク到達後に急激に落ち込み、運転者が減速感を感じる。一方、デミオEVでは、ピーク到達後の加速度が緩やかに変化、運転者に減速感を感じさせない滑らかな加速感を実現した。

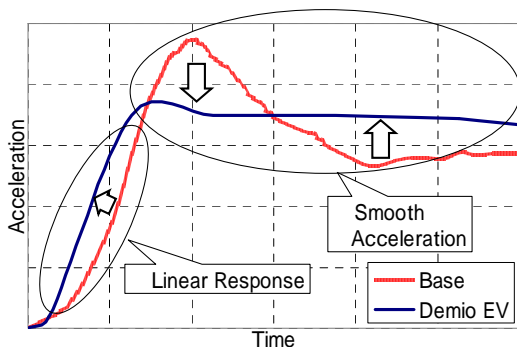


Fig.2 Comparison of Acceleration

### (2) 乗り心地とハンドリングの両立

EV化に伴い、車室内の静粛性を大幅に向上させたとともに（Fig.3）、バネ上バネ下重量比を改善し、上質な乗り心地を実現した。更に、前後の重量配分もベース車の65：35から60：40に変更、50：50に近づいたことで、ハンドリングも軽快になった。

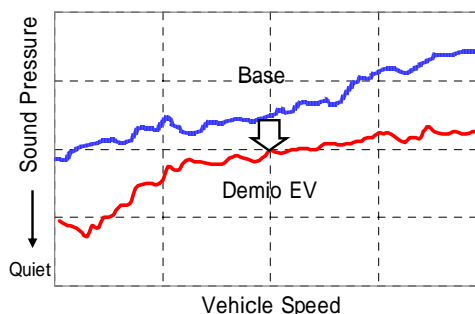


Fig.3 Comparison of Sound Pressure

### 2.2 一充電当たり 200km の航続距離

#### (1) バッテリー

デミオEVは、小型、高密度化とともに、ケースのアルミ化等により軽量化した、電池容量20kWhのリチウムイオンバッテリーを搭載している。ベース車の高い燃費ポテンシャルと相まって、JC08モードで一充電当たり200kmの航続距離を実現した。

#### (2) 減速エネルギー回生システム

既存のブレーキシステムを併用するシンプルかつ高効率な減速回生システムを新規に開発した。このシステムは、アクセルオフ時にエンジンブレーキ相当の回生を行うだけでなく、ブレーキオン時も回生を行う。その際、ブレーキ踏み込み量に応じて回生量を増大させると同時に摩擦ブレーキを併用させることで、減速エネルギーの回生と自然なブレーキフィールを両立している。Fig.4に回生制御の概念図を示す。

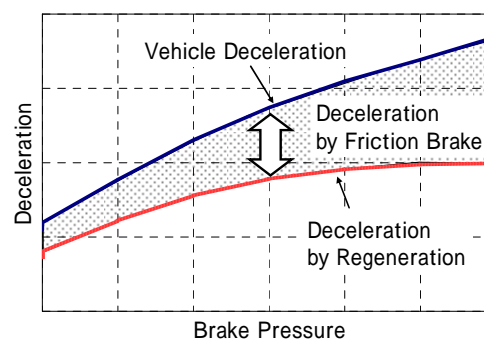


Fig.4 Concept of Regeneration Control in Braking

### 2.3 パッケージング

モータ、トランスアクスルなどの駆動システム、及びインバータ、DC-DCコンバータ/車載充電器をモータールーム内に配置した。また、駆動用バッテリーパックをフロア下に搭載することで、ベース車のスペースユーティリティを犠牲にしないパッケージングを実現した。また、リヤのスペアタイヤパン内には100V給電システム（メーカーオプション）の搭載が可能である。Fig.5に各コンポーネントの搭載図を示す。

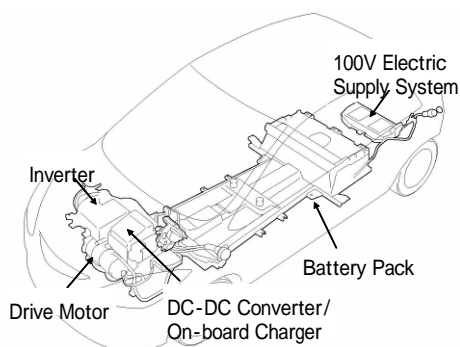


Fig.5 Installation of Each Components



Fig.7 Meter Set



Fig.8 Power Meter



Fig.9 Multi Information Display

2.4 その他の特長

(1) 走行モード

デミオ EV では、通常走行用の D レンジのほかに、エコな運転をサポートできるように、アクセル操作に対する出力の発生を緩やかにし、かつ、減速時の回生エネルギーを増加させた E レンジを設定している。更に、D/E 両レンジで使用可能なチャージスイッチ (Ch スイッチ) を備えており (Fig.6)、D D+Ch E E+Ch の 4 つの走行モードを選択することができる (Table 1)。

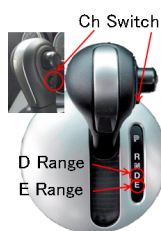


Fig.6 Shift Panel & Ch Switch

Table 1 4 Driving Mode

Shift Pos.	Ch switch	
	Off	ON
D	Acc.	Acc.
	Regen.	Regen.
E	Acc.	Acc.
	Regen.	Regen.

Acc.: Acceleration Force  
Regen.: Regeneration Energy

(2) メータ表示

ベース車のメータセットの基本的な構成を踏襲しながら、EV として必要な機能を付加した。Fig.7 にメータセットの外観を示す。中央にスピードメータを配置し、その左側に車両の充放電状態を表示するパワーメータを配置した (Fig.8)。パワーゾーンは放電状態 (出力)、チャージゾーンは充電状態 (回生) を表す。また、右側には、マルチインフォメーションディスプレイ (MID) を配置した。MID には、オドメータ、トリップメータ、シフト位置、外気温、駆動用バッテリー残量を表示、更に、走行可能距離、平均車速、瞬間電費、平均電費といった情報を任意に切り変えて表示することができる。また、各種警報も表示される。Fig.9 に表示例を示す。

(3) 充電システム

AC200V 電源から充電を行う普通充電と、CHAdeMO (チャデモ) 規格に準拠した充電器による急速充電の 2 つの充電方式に対応している。車両左側面の後方に普通充電用 (Fig.10)、前方に急速充電用 (Fig.11) の充電口を配置している。



Fig.10 Normal Charge Lid



Fig.11 High Speed Charge Lid

普通充電では、バッテリー残量計の表示がゼロの状態から満充電まで約 8 時間、急速充電では、同じくバッテリー残量計の表示がゼロの状態から SOC (State of Charge) 80% まで約 40 分で充電が可能である。

(4) IT サポートシステム

デミオ EV は車載通信機 (DCM: Data Communication Module) を搭載しており、スマートフォンや PC を介して、ユーザがリモート充電、エアコンのリモート操作、及び、

駆動用バッテリーの状態チェックが可能である。また、車両走行データ、主要な電気駆動ユニットの作動状況等の車両情報を専用サーバに収集することができる。

#### (5) 100V 給電システム

100V 給電システムをリヤトランクルーム内に搭載した。これにより、駆動用バッテリーに蓄えた電力を、車両から直接 AC100V の電気機器に最大 1,500W まで供給することが可能である (Fig.12)。



Fig.12 100V Electric Supply System

#### (6) 車両接近通報装置

EV は走行騒音が非常に小さい。そこで、駐車場や街中などで歩行者に車両の接近を通報するため 25km/h までの速度で作動する車両接近通報装置を装着した。この装置は、インパネに配置されるスイッチにより、任意に OFF することが可能である。

#### (7) 空調システム

EV 専用の空調システムとして、PTC (Positive Temperature Coefficient) ヒータで直接温風を暖める即温式の暖房システムと電動コンプレッサを使用した冷房システムを採用した。

### 3. 車両概要

#### 3.1 車両諸元

Table 2 に車両諸元を示す。

Table 2 Vehicle Specifications

Size (Length x Width x Height)		3900 x 1695 x 1490mm
Weight		1180kg
Seat Capacity		5人
Max Speed		130km/h
Driving range (JC08mode)		200km (Internal measurement)
Motor	Type	Permanent Magnet AC Synchronous Motor
	Max Power	75kW
	Max Torque	150N・m
Drive system		FF
HV Battery	Type	Lithium ion
	Nominal Voltage	346V
	Capacity	20kWh

#### 3.2 デザイン

標準で装着される左右 Fr.ドアとリヤバッジ下のデカール (Fig.13) の他に、大型のデカール (Fig.14) も選択が可能である (受注対応)。



Fig.13 Decals in Side & Rear



Fig.14 Large Decals

#### 3.3 安全性・耐久性

##### (1) 乗員保護

デミオ EV では、ベース車のボデー構造を流用した。社内衝突試験により、ベース車と同等の乗員保護性能が確保されていることを確認した。

##### (2) 高電圧安全

###### 高電圧部品の配置

高電圧部品を、強度の高い車体骨格の内側に配置することで、衝突などの外部からの衝撃から高電圧部品を保護する構造とした。

###### 感電防止

高電圧部品への接触による感電を防止するために、高電圧部品は、通電部に人体が直接触れない場所に配置した。

また、高電圧部品のケースと車体を等電位化することで、高電圧部品の絶縁抵抗が低下した場合でも、人体に電流が流れない構造とするとともに、衝突・故障を検知した場合には、高電圧回路を自動的に遮断、回路内の残留電荷を放電するシステムを搭載している。

更に、修理作業などの際に、誤って触れることを防止するため、警告ラベルの貼りつけやオレンジ色の高電圧配線の採用により認知性を向上させた。

##### (3) 耐久・信頼性評価

高温 / 低温テスト、冠水路走行テスト、高圧洗車テスト、路面干渉テスト、強度テストなどの各種耐久 / 信頼性評価を実施、ベース車並みの信頼性があることを確認した。

また、EV として高電圧 / 大電流を扱うことにより懸念される、発生電磁波の外部への影響や、車載の電子制御機器に対する外来電磁波の影響についても、入念な EMC (Electro-Magnetic Compatibility) 試験を行い、一般車両と同等であることを確認した。Fig.15 に EMC 評価の様子を示す。



Fig.15 EMC Test

#### 4. 主要コンポーネント

##### 4.1 バッテリーパック

セル単体に 18650 型のリチウムイオン電池 (Fig.16) を採用した。このセルを並列・直列に接続してモジュール化し、バッテリーコントロールユニット、電装品等も含め、冷却性能も考慮した最適な配置にすることで、信頼性と高エネルギー密度を両立したコンパクトな駆動用バッテリーパックを実現した。これにより、容量 20kWh のバッテリーをフロア下に配置することが可能になった。



Fig.16 18650 Battery Cell

##### 4.2 電子式巻線切り替えモータ

プレマシーハイドロジェンRE ハイブリッドで採用した電子式巻線切り替えモータを進化させた新開発のモータを採用した<sup>(1)</sup>。

電子式巻線切り替えモータは、Fig.17 に示すように、回転数に応じて、巻線を切り替えることにより、通常のモータでは、低回転時の力強さと高回転時の伸び感のどちらか一方の特性しか持ち得ないのに対して、巻線切り替えモータでは、一つのモータで低回転時の力強さと高回転時の伸び感を両立することが可能になる (Fig.18)。その結果、同サイズであれば、通常のモータに比べて高回転/高トルク化が可能になる。Fig.19 にモータの外観を示す。

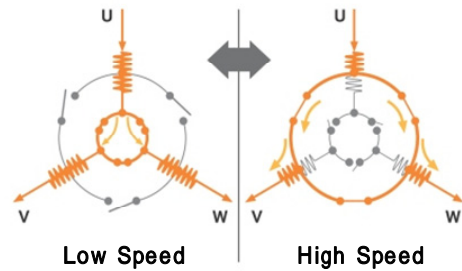


Fig.17 Concept of Winding Change

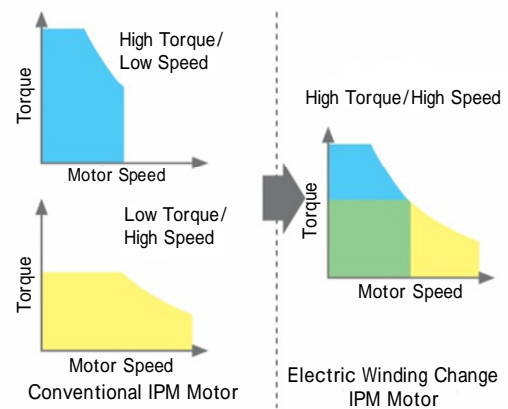


Fig.18 Torque-Speed Characteristic



Fig.19 Motor



Fig.20 Inverter

##### 4.3 インバータ

駆動用バッテリーからの直流電圧を交流に変換、走行に必要な電力をモータに供給する。減速回生時には、モータで発電した交流電流を直流に変換し、駆動用バッテリーに蓄電する (Fig.20)。

##### 4.4 DC-DC コンバータ / 車載充電器

12V バッテリーの充電、オーディオ、灯火等 12V で動作する電装品に電力を供給する。普通充電用の車載充電器と一体構造となっている。

#### 5. おわりに

デミオ EV は、EV 化に伴い、動力性能、ハンドリング、静粛性、乗り心地のすべての領域を新開発し、EV として独特の“Zoom-Zoom”な走り感を実現した。また、バッテリーをメインとする電気駆動ユニットの軽量化、シンプルかつ高効率な減速回生システムの採用等により、JC08 モードで一充電当たりの走行距離 200km (社内測定値) を実現した。更に、バッテリーパックの小型・高密度化により、ベース車と同等のスペースユーティリティを確保、EV として

の走る楽しさと実用性を両立することができた。

これらにより、マツダの現在のクルマ作りの方向性をデミオEVでも具現化できたと考えている。

本車両は2012年8月に改造申請により認可を取得、同年10月から中国地方の地方自治体や法人顧客を中心にリース販売を開始した。EVがユーザに提供できる価値を具体的に検討する材料として、本車両を活用していきたいと考えている。

#### 参考文献

- (1) 若山ほか：ハイドロジェンREハイブリッドシステムの開発、[マツダ技報](#)、No.27、pp.31-35 (2009)

#### 著者



藤中 充



梅垣 康治



吉田 浩之