

特集：サステイナブル “ Zoom-Zoom ”

5

プレマシーハイドロジェンREハイブリッドの紹介 Introduction of Premacy Hydrogen RE Hybrid

柏木章宏*¹ 下村剛*²
Akihiro Kashiwagi Takeshi Shimomura

要約

プレマシーハイドロジェンREハイブリッドは、水素、ガソリンいずれの燃料でも走行可能な、デュアルフェューエル機能をもつ水素ロータリエンジンに、独自に開発したハイブリッドシステムを組み合わせた車両である。2006年に市場導入したRX-8ハイドロジェンREに対して、水素での航続距離や走行性能、および実用性を大幅に改善した。本稿では、その開発の狙いと特徴について紹介する。

Summary

Mazda Premacy Hydrogen RE Hybrid is a vehicle equipped with Mazda-unique hybrid system based on the hydrogen RE with a dual-fuel system that enables the car to run on either hydrogen or gasoline. The vehicle's hydrogen fuel range, driving performance and utility are significantly improved over the RX-8 hydrogen RE launched in 2006. In this paper, we introduce aim and features of the development.

1. はじめに

エネルギーを発生する段階で、水しか排出しない究極のクリーン性質を持つ水素自動車は、二酸化炭素（以下CO₂）の排出がない地球環境にやさしい車である。その代表的なものに水素燃料電池車があり、現在多くの自動車会社が開発を行っている。しかし、いまだコストや信頼性の面で解決すべき課題を抱えており、水素インフラの少なさと相まって普及には至っていないのが現状である。

一方、水素エンジン車は、水素燃料電池車に比べてエネルギー効率で劣るものの、コスト、信頼性などの面で大きなアドバンテージを持っている。更に、同じエンジンでガソリン運転をすることも容易であるため、水素インフラの少ない地域でも利用できるという利点がある。マツダは、これらの点に着目し、早くから水素エンジン車の開発に注力してきた。そして、ロータリエンジン（以下RE）をベースエンジンに用いたRX-8ハイドロジェンREを開発し⁽¹⁾、日本国内で2006年からリース販売を行っている⁽²⁾。

そして、このRX-8ハイドロジェンREに続く新たな水素エンジン車として、プレマシーハイドロジェンREハイブ

リッドを開発した。

本稿では、この車両に採用した技術とその特徴を紹介する。

2. 開発の狙い

RX-8ハイドロジェンREに対して、走りの進化と使い勝手の向上を図るため、以下を目標とした。

- (1) 水素航続距離；RX-8ハイドロジェンREの2倍となる200km。
- (2) 走行性能；加速性能の向上のため出力を40%改善。
- (3) 実用性；日常の使用に十分な荷室容量の確保。

3. 水素エンジン

水素はガソリンに比べ最小点火エネルギーが小さいという特徴を持つ。このため水素を内燃機関の燃料に用いると、作動室内の高温部位の影響により、本来の点火時期より早く燃焼する異常燃焼（過早着火）が起きやすくなる。

レシプロエンジンでは吸気、圧縮、燃焼（膨張）、排気をシリンダの同じ場所で行うため、燃焼時の熱の影響で排気バルブなどが高温になり、異常燃焼が起きやすい。

*1, 2 プログラム開発推進本部
Program Management Div.

一方、REではその構造上、吸排気バルブを持たず、かつ、燃焼、排気を行う高温部と、吸気、圧縮を行う低温部が分かれている。このため、比較的温度の低い吸気室へ水素を導入でき、水素燃焼で問題となる異常燃焼の回避が容易である⁽²⁾。

以上の理由で、RX-8ハイドロジェンREと同様に、REを水素エンジンのベースエンジンに採用した。但し、後述するハイブリッドシステムを新たに採用したことにより、エンジンの低回転およびアイドル運転が基本的に不要となるため、その運転条件に合わせてエンジンに小変更を加えた。ガソリンでも走行可能な、デュアルフューエルシステムは踏襲した。

4. ハイブリッドシステム

水素航続距離と走行性能を大幅に改善するために、ハイブリッドシステムを採用した。

4.1 システム方式選定

一般にハイブリッドシステムには、パラレル、シリーズ、パラレル、シリーズの3方式がある。

システム選定にあたっては、近年の電気駆動系の効率改善技術に着目し、それを最大限に利用することを目指した。このため、エンジンの出力をすべて電気エネルギーに変換し、車両の駆動をモータで行う、シリーズハイブリッド方式を採用した⁽³⁾。

4.2 システム構成

ハイブリッドシステムの構成をFig.1, 2に示す。パワーユニットは、水素RE（横置き）、ジェネレータ、モータ、インバータ、および高出力密度のリチウムイオンバッテリーで構成される。

4.3 システムの動き

以下に運転状態ごとの作動を示す。

発進時；バッテリーから供給される電気で発進する。

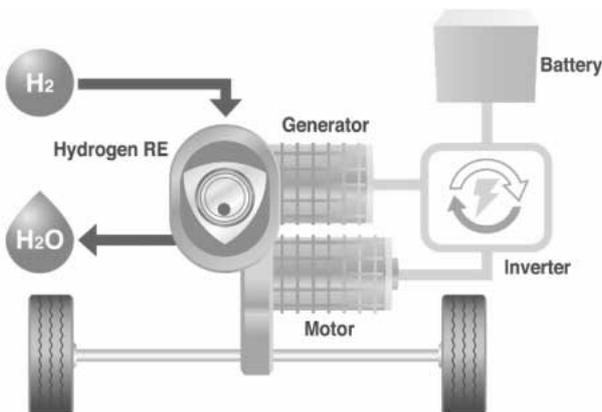


Fig.1 Hybrid System

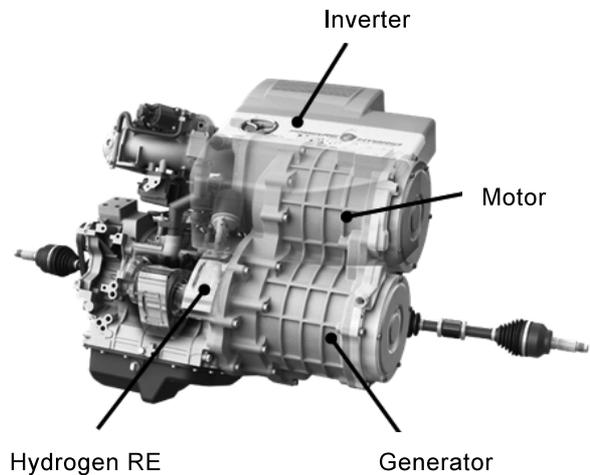


Fig.2 Hybrid Power Unit

走行時；モータへの要求出力が上がるとエンジンが始動し、バッテリーからの電気供給は中止される。エンジン出力は、エンジンと直結したジェネレータによって電気エネルギーに変換され、インバータを介してモータに送られる。モータは減速機を介してタイヤを駆動する。この状態では、エンジン出力が上がると発電量が増え、モータの出力も上がりZoom-Zoomな走行感覚を得ることができる。

加速時；登坂や追い越し時など高い出力が必要なときは、エンジンでの発電に加えバッテリーからも電気を供給する。

減速時；減速時はモータを発電機として使用する。減速エネルギーを使って発電し、その電気でバッテリーを充電する。また条件が整えば、エンジンも停止する。

停止時；エンジンはアイドルストップをする。但し、バッテリー残量に応じてエンジンを始動しバッテリーを充電する場合もある。

5. その他の特徴

5.1 エクステリアデザイン

運転する楽しさ（Zoom-Zoom）とクリーンテクノロジーをひと目で感じることができる、存在感のある外観とした。

斜め基調の大胆なグラフィックと、躍動感ある水しぶきをイメージしたアクセントで、運転する楽しさを表し、ホワイトパールマイカの車体色とブルーグラデーションのコーディネート、および水素REをシンボル化したロゴマークで、クリーンテクノロジーを表現した（Fig.3, 4）。



Fig.3 Front Exterior Styling



Fig.4 Rear Exterior Styling

5.2 パッケージ

3列シートを持つベース車に対して、2列目シートまでを乗員スペースとし、3列目シートを廃止し水素タンクと荷室をレイアウトした (Fig.5)。高電圧バッテリーは2列目のシート下に配置した。

これにより、大人5人の居住空間を確保した上で230Lの荷室スペースを実現した (Fig.6)。

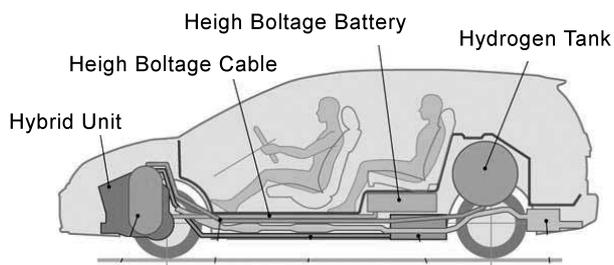


Fig.5 Vehicle Layout



Fig.6 Luggage Space

水素タンク圧力は、現在の国内水素ステーションで標準的な圧力である35MPaとした。

水素充填口は、ベース車のガソリン給燃口と左右対象の位置に設けた。充填口は、他社の水素燃料電池車用のものと共通である。

5.3 ドライブインターフェース

(1) 燃料切り替え

デュアルフューエルシステムは、RX-8ハイドロジェンREと同様、以下の機能を持つ。

- ① 水素走行中に水素がなくなった場合の、ガソリン走行への自動切り替え。
- ② 水素走行中に水素燃料系に異常が発生した場合の、ガソリン走行への自動切り替え。
- ③ 水素もしくはガソリンへの任意による切り替え。

燃料切り替えスイッチ位置も、RX-8ハイドロジェンREと同じく運転席右側とし、切り替わり時のチャイム音、インジケータの点滅なども踏襲した (Fig.7)。



Fig.7 Fuel Selection Switch

(2) メータパネル

水素およびハイブリッドシステム関係の警告灯は、運転席正面のメータパネル内に集中させ視認性を高めた。水素およびガソリンの燃料計、使用燃料インジケータなどの燃料系の表示は、右側にまとめて配置した (Fig.8)。

走行中は常に水素、ガソリンいずれかの燃料インジケータが点灯し、使用している燃料を表示する。



Fig.8 Meter

(3) エネルギフローモニタ

本ハイブリッドシステムでは、走行状態によって水素REの運転、停止や、バッテリーの充放電などが自動的に制御される。乗員がシステムの作動状況を認識できるように、エネルギフローモニタをインパネの上部に設定した。

発進、加速などの走行状態ごとに、稼働しているユニットや、エンジン、ジェネレータ、モータ、バッテリー間でエネルギーが伝達される状況、バッテリーの残量などを画像で確認できる (Fig.9)



Fig.9 Energy Flow Monitor

5.4 植物由来材料

走行時だけでなく、車両製造時においても脱石油資源と発生するCO₂を削減することを目指し、植物由来の原料から作られるバイオプラスチックとバイオフィブリックを内装材に採用した。両者を総称して、マツダバイオテックマテリアルと称する。

バイオプラスチックは植物を原料とするカーボンニュートラルな材料であり、石油由来のプラスチックから置き換えることで、化石資源の使用量を削減できる。また、原料の製造過程で、植物に含まれているでんぷんと糖質の発酵を利用し、代表的な石油系プラスチックのポリプロピレンと比べ30%程度使用するエネルギーを減らせる。そのため、製造工程で必要な化石燃料の量を減らすことが可能になり、CO₂の排出を削減できる。現在、自動車部品の生産に多用されている射出成形法で製造できるため、外観品質も高く、量産性にも優れる。採用した部品に求められる耐熱性、耐衝撃性は、石油由来のプラスチックと同等の性能を実現している (Fig.10)

植物由来100%の繊維から成るバイオフィブリックは、自動車内装表皮に求められる耐摩耗性、難燃性などの高い品質を達成し、全席のシート表皮、ドア内張材に採用した (Fig.11)

5.5 車両諸元

車両諸元をTable1に示す。

最高出力は110kWで、RX-8ハイドロジェンREに対し40%高めた。航続距離は水素走行時200km (10-15モード)を達成した。



Fig.10 Bioplastic Parts



Fig.11 Biofabric

Table 1 Vehicle Specifications

Model	Premacy Hydrogen RE Hybrid	
Vehicle	Overall Length	4565mm
	Overall Width	1745mm
	Overall Height	1620mm
	Wheel Base	2750mm
	Weight	1760kg
	Seating Capacity	5 Passengers
Fuel Tank	Hydrogen: 150L/35MPa High Pressure Tank	
Engine	Type	Hydrogen Rotary Engine (with Dual-Fuel System)
	Fuel	Hydrogen and Gasoline
Motor	Type	AC IPM Synchronous
	Max Power	110kW
Generator	Type	AC IPM Synchronous
High Voltage Battery	Li-ion	

6. おわりに

水素エンジンにハイブリッドシステムを組み合わせることで、水素航続距離と走行性能の大幅な改善を実現し、水素エンジン車のポテンシャルを大きく引き上げることに成功した。また、荷室スペースの拡大や乗員の増加も合わせて実現し、車両としての実用性が大幅に向上した。これにより、スポーツカータイプであったRX-8ハイドロジェン

REに比べて、更に幅広い用途で水素エンジン車の利用が可能になると考える。

本車両は2008年6月に国土交通大臣の大臣認定を取得し、公道での評価を開始した。同年7月の洞爺湖サミットにおいても利用され、2009年3月にリース販売を開始した。

参考文献

- (1) 森本ほか：RX-8ハイドロジェンREの紹介，マツダ技報，No22，p.132-138（2004）
- (2) 柏木ほか：RX-8ハイドロジェンREの紹介，マツダ技報，No24，p.135-138（2006）
- (3) 柏木ほか：水素エンジン車の開発，自動車技術，Vol62，No11，p.53-57（2008）

著者



柏木章宏



下村 剛