

特集：新型プレマシー

4

新型プレマシー／Mazda5のパワートレイン紹介 Introduction of New Premacy/Mazda5 Power Train

秋山 耕一^{*1} 岡本 隆秀^{*2} 野崎 修^{*3}
Koichi Akiyama Takahide Okamoto Osamu Nozaki
山下 修^{*4} 沼 聖司^{*5} 星野 彦一^{*6}
Osamu Yamashita Seiji Numa Hikoichi Hoshino

要約

新型プレマシー／Mazda5は、前モデルで好評を得ていた走りの楽しさや、優れたパッケージングを継承しながら、Sustainable Zoom-Zoomの具現化を目指し、大幅な環境性能の進化を実現すると同時に、ドライバは意のままに容易に車両を操ることができ、同乗者も安心して快適なドライブを楽しめるパフォーマンスフィールへ進化させることを目標とした。

本稿では、商品コンセプトの「Contemporary Smart Choice」を支えるパワートレインを紹介する。

Summary

New Premacy/Mazda 5 is aimed at achieving significant improvement in environmental performance by embodying Sustainable Zoom-Zoom while inheriting fun-to-drive and excellent packaging of the previous model. It is also targeted at achieving performance feel which enables drivers to control the vehicle at their will, and passengers to enjoy a comfortable drive.

The following article introduces the powertrain that firmly supports the product concept 'Contemporary Smart Choice'.

1. はじめに

プレマシーは初代モデル以降、日本・欧州・北米にコンパクトな3列シートモデルを導入し、優れたパッケージング・デザイン・運転する楽しさ等、独自性のある商品ポジションを確立してきたモデルである。

新型プレマシー／Mazda5のパワートレインでは、初代から継続する優れたパッケージング等の長所を受け継ぎながら、環境意識が急激に高まった市場環境に対応すると同時に、「すべての乗員が、快適なドライブを楽しめる」という基本性能を高めることを目指した。

本稿では、2.0L Direct injection spark ignition (以後DISI) エンジンを搭載した国内／欧州のパワートレインについて紹介する。

2. 新型プレマシーのパワートレイン

2.1 パワートレインの目指したもの

Sustainable Zoom-Zoomの具現化として、排気ガスや燃費に代表される環境性能については、アクセラやアテンザで新開発したパワートレインを更にリファインすることで、クラストップレベルの環境性能を効率よく実現し、アフターダブルな価格でワールドワイドに提供することで、全体の環境負荷を低減することを目指した。

パフォーマンスフィールの領域では、前モデルで高く評価されたドライバの運転する楽しさを維持しながら、新型モデルでは、同乗者全員がより快適にドライブを楽しめる、また乗りたくなるような、上質なフィーリングへの進化を目指した。

*1, 6 パワートレイン開発本部
Powertrain Development Div.

*3 エンジン設計部
Engine Design Engineering Dept.

*2, 4 走行・環境性能開発部
Driveability & Environmental Performance Development Dept.

*5 パワートレインシステム開発部
Powertrain System Development Dept.

2.2 パワートレインの重点開発項目

(1) 環境性能の進化

DISIエンジンを搭載した国内／欧州のパワートレインでは「i-stopの採用」「エンジン本体改良」「ギヤ比の最適化」「実用燃費改善制御」を実施することで、環境性能を大幅に進化させることに主眼をおいた。

(2) パフォーマンスフィールの進化

パフォーマンスフィールとは、乗員が感じる特性を指標化したもので、「リニア」「スムーズ」「ライブリー」「パワフル」「トルクフル」の5軸で捉えている。

新型モデルは、前モデルで評価の高かったライブリーの領域を維持しながら、リニア／スムーズを高め、ドライバの走る（操る）楽しさのみではなく、同乗者の快適性をより高い次元で両立し、乗れば明らかに進化が体感できることに重点を置いた。

3. 環境性能の進化

3.1 環境性能進化の目標と考え方

新型プレマシー／Mazda5の2.0L DISIエンジンでは、「実用燃費の改善」と「モード燃費／CO₂の改善」に注力して開発を行った。

実用燃費については、お客様の満足度を向上させることを最優先課題として改善の方向性を検討している。

お客様の実用燃費とその満足度を分析した結果、「実用燃費に大きな不満を持っているお客様は主に渋滞走行での燃費の悪さが原因であること。」「多くのお客様の満足度を高めるためには、温度／湿度／車速に左右されない実用燃費全体のポテンシャルアップが必要である。」と考えた。

新型モデルでは、より多くのお客様の満足度を向上させるため、下記2点を改善の方向性として定めた (Fig.1)。

- ① 渋滞走行の燃費を大幅改善し、強い不満を排除する。
- ② あらゆる走行／環境条件での燃費ポテンシャルを底上げする。

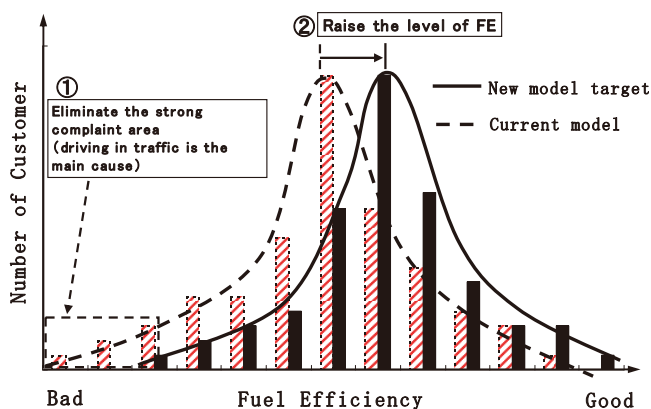


Fig.1 Direction of Fuel Efficiency Improvement

モード燃費の改善については、国内では10・15モード燃費で、16.0 or 15.0km/L (i-stop有無や装備により異なる)を達成し、平成22年度燃費基準に対し15%～25%過達を実現することで、2.0L DISIエンジン全車を優遇税制へ適合させることを必達目標として開発した。

欧州では、多くの国のCO₂税制において、160 (g/km)以下を達成することで、税制上のメリットを享受できることから、競合環境の中でトップクラスの燃費／CO₂を実現するだけではなく、159 (g/km) の実現を必達目標として開発した。

Table 1 Fuel Economy & Emission (JPN/EU)

| | ENGINE | T/M | 10・15Mode F/E km/L | Emission |
|-----|------------------|-----|--------------------|----------|
| JPN | 2.0L DISI i-stop | 5AT | 16.0 (15.0) | SU-LEV |
| | 2.0L DISI | 5AT | 15.0 | SU-LEV |

(): With Power-operated sliding doors

| | ENGINE | T/M | Mode F/E L/100km | Mode CO ₂ g/km | Emission |
|----|------------------|-----|------------------|---------------------------|----------|
| EU | 2.0L DISI i-stop | 6MT | 6.9 | 159.0 | Stage5 |

3.2 対応技術

(1) エンジン

国内向けの2.0L DISIエンジンでは、i-stopを採用することで渋滞走行での実用燃費を大幅に改良している。

同時にエンジン本体でも、インテークバルブのクローズタイミングを遅閉じ化することで、ポンピングロスを低減し、燃費ポテンシャルを底上げしている。出力性能については、圧縮比を高めて、シーケンシャルバルブタイミング (以後S-VT) の最大作動角を広げて、全開出力性能を維持しており、回転数や負荷に応じてS-VTを最適にコントロールすることで、軽快な走りを維持しながら、低燃費化を実現した (Table 2, Fig.2-1)。

欧州では前モデルのポート噴射タイプ (以後PFI) の2.0Lエンジンから、国内で改良した2.0L DISIエンジンに91Ron仕様から95Ronのガソリン仕様に変更して搭載している。これにより、全域の高トルク化を実現するとともに、実用走行域での燃費を大幅に改善している (Fig.2-2)。

Table 2 Engine Main Specifications

| | Current ENGINE | New ENGINE |
|--------------------------------|----------------|------------|
| Displacement(cm ³) | 1998 | 1998 |
| Bore x Stroke(mm) | 87.5×83.1 | 87.5×83.1 |
| Intake valve close | 37°～67° | 40°～80° |
| S-VT Maximum valve angle | 30° | 40° |
| Compression ratio | 11.2 | 11.5 |

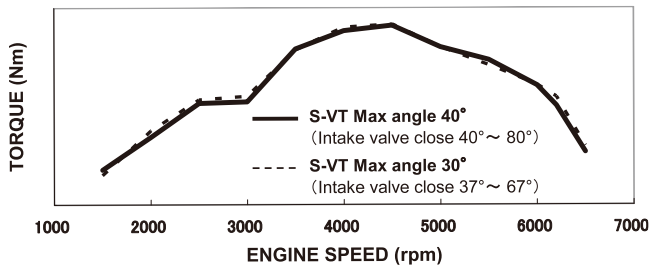


Fig.2-1 Study of Enlarged S-VT Max Angle Effect

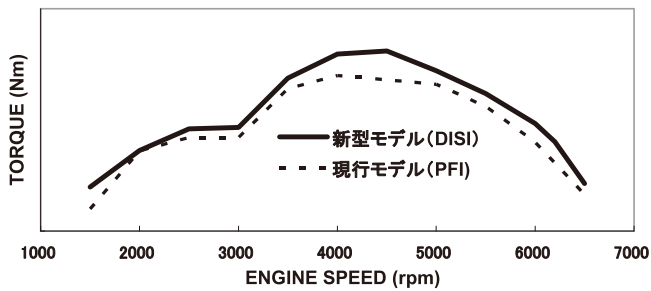


Fig.2-2 Engine Performance (EU 2.0L)

(2) マニュアルトランスミッション

欧州のマニュアルトランスミッションでは、モードCO₂で159 (g/km) を達成することを最優先に、DISIエンジン化によるトルクアップにあわせてギヤ比を最適化した。新型モデルでは、前モデル比で7速に相当するハイスピードギヤ比を設定することで、常用域のエンジン使用回転を下げ、燃費や静粛性を向上させている (Fig.3)。

しかしながら、このハイスピードギヤ設定は、前モデルと同じギヤ段で走行すると、十分な加速が得られないケースが発生することもあるため、燃費が良いというハイスピードギヤの長所を活かしながら、スムーズに走行できるよう、ギヤシフトインジケータをメータ中央に設定した

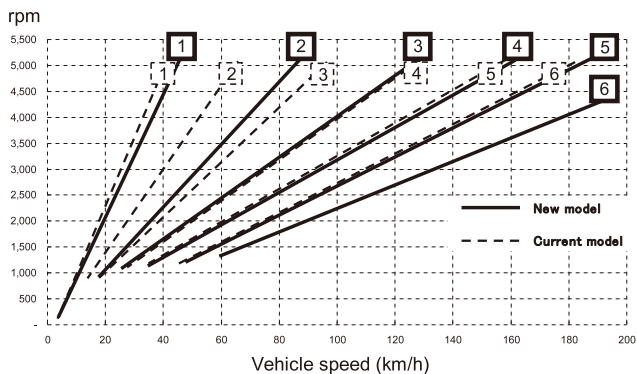


Fig.3 Transmission Gear Ratio

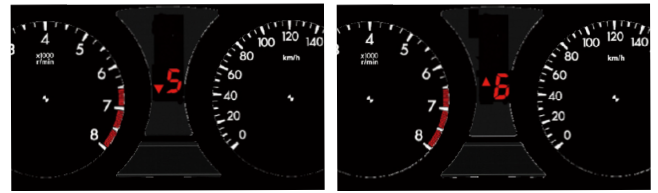


Fig.4 Gear Shift Indicator

(Fig.4)。ギヤシフトインジケータとは、走行環境に応じた最適なギヤ段を表示し、スムーズな走行をサポートするとともに、より良い燃費を実現するシステムであり、ドライバのアクセルペダル操作と車両の状態から、駆動力に余裕のない状況ではシフトダウンを促し、駆動力に余裕があるときはシフトアップを促すように設定している。

(3) 制御システム

あらゆる走行状態/環境条件で、燃費ポテンシャルを改善するために多くの制御改善を行った。

進化させる領域については、冷間/温間/湿度などの環境要素、加速/定常/減速などの走行条件ごとに、下記2点に着目して決定した。

- ① 競合車比較で劣っている領域を改善する。
- ② 伸び代が見込める領域を最大限進化させる。

その結果、12項目の新しい制御ロジックを採用し (Table 3)、温度/湿度/負荷/ドライバの違い等、実用燃費を左右する条件に対し、より安定した燃費性能を発揮できるように進化させている。

Table 3 Fuel Efficiency Improvement Menu

| | |
|-----|---|
| 1. | Knocking limit learning control |
| 2. | Expand lock up range |
| 3. | A/F ratio feedback control for all range |
| 4. | $\lambda=1$ driving range expanded |
| 5. | Fuel cut area expanded |
| 6. | ignition timing during idling optimized |
| 7. | ignition timing at acceleration is optimized |
| 8. | ignition timing when high-speed driving optimized |
| 9. | ignition timing at start optimized(MT) |
| 10. | Fuel spray amount at start reduced (cold start) |
| 11. | Idle speed reduced when low temperature |
| 12. | Elec. Fan operate frequency reduced |

4. パフォーマンスフィールの進化

4.1 パフォーマンスフィールの方向性

新型モデルでは、車両全体のダイナミック性能を構成する各性能要素に、より高い統一感を持たせることで、上質なフィーリングを実現することを目指した。

パフォーマンスフィールの領域についても、他の性能要素と方向性一つにして、協調して開発を進めてきた。

具体的には、前モデルで高評価を得たライブリー（軽快）の領域を維持しながら、ドライバの操る楽しさと、同乗者の快適性をより高次元にバランスすることを目指して、「リニア」「スムーズ」の領域を進化させることを目標とした（Fig.5）。

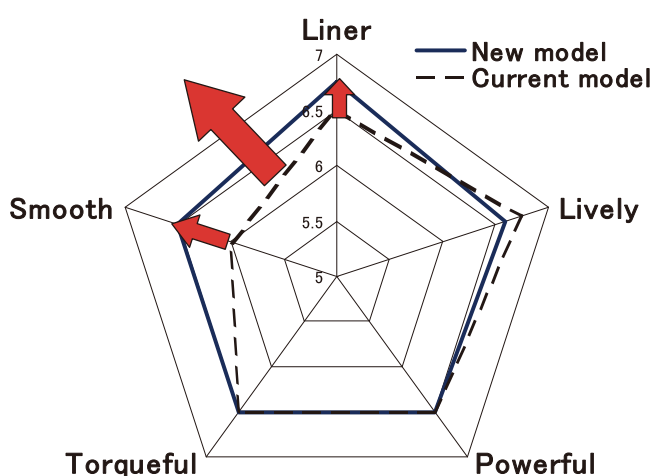


Fig.5 Performance Feel Orientation

4.2 「リニア」「スムーズ」の作り込み

(1) リンク特性*の作りこみ

前モデルのリンク特性は、アクセル軽開度での軽快さを重視して、軽開度の領域でも大きなトルクを発生する特性にしていたが、新型モデルでは、アクセル開度に応じて、リニアなトルクを発生する特性を目指した（Fig.6）。

これにより、ドライバはアクセル操作に応じたリニアな駆動力変化を得ることが容易になり、アクセルペダルを踏み込んで意のままに走りコントロールするという、運転する本来の楽しさを更に進化させている。

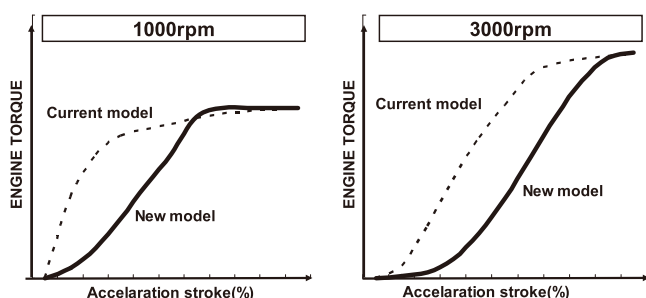


Fig.6 Engine Torque - Acceleration Stroke Relation

また、発進時や加速時などに発生する駆動力がコントロールしやすくなったことで、不必要なアクセルの踏み戻し／踏み増しが減少し、実用燃費の向上にも貢献している。

* リンク特性とは、アクセルペダル開度に対するエンジントルクの割付特性を示す。

(2) スロットル過渡応答の最適化

パフォーマンスフィールの「スムーズ」と「ライブリー」は一般には相反する性能であり、前述したリンク特性の作り込みでスムーズを進化させると、ライブリー（軽快）が低下してしまう。そのため、新型モデルでは、躍度に注目して開発を進めることで「スムーズ」と「ライブリー」の両立を図った。躍度とはG（加速度）の変化率のことであり、Gの絶対値による指標よりも、人間の感じるフィーリングを適切に表すものである。

躍度はスロットル過渡応答を最適に制御することでコントロールしており、スムーズなフィーリングが必要となる領域では躍度を抑え、ライブリー（軽快）なフィーリングが必要な領域では躍度を大きくしている。

このように、躍度をドライバの意図に合わせてコントロールすることで、必要な領域のライブリーを維持しながら、スムーズな特性へと進化させることを実現している。

5. おわりに

本稿では、新型プレマシー／Mazda5のパワートレインの目指したものと、その全体像を簡単に紹介してきた。

開発に当たっては数多くの方の強力なサポートのおかげで、初代モデルから継承してきた長所を守り、時代に合わせて進化を遂げた商品を完成させることができた。

関係者各位に厚くお礼申し上げます。

■ 著 者 ■



秋山 耕一



岡本 隆秀



野崎 修



山下 修



沼 聖司



星野 彦一