

特集：新型ロードスター

1

新型ロードスターの紹介 Introduction of All-New Roadster

貴島 孝雄*1 山口 宗則*2 秋山 耕一*3
Takao Kijima Munenori Yamaguchi Koichi Akiyama

要 約

「人馬一体」と「Lots of Fun」。これは初代ロードスターから一貫して追求し続けている商品のコンセプトである。このコンセプトを継承し更に進化させて、3代目となる新型ロードスターを開発した。「人馬一体」とはドライバとクルマとの心の通いあった密接な関係を象徴する言葉である。また、「Lots of Fun」とは、スタイリングを眺める楽しさ、意のままにクルマを操る楽しさ、手軽にオープン走行する楽しさである。

その商品コンセプトを主に次の内容で実現した。

1. スタイリングを眺める楽しさ
 - ・初代及び2代目ロードスターデザインを継承し、ファンでモダンなエクステリア
 - ・心地良いタイト感と開放感を両立したインテリア
2. 意のままにクルマを操る楽しさ
 - ・ボデー剛性の確保と軽量化の両立、及び重量配分の最適化
 - ・「人馬一体」感を追求した、いきいきと躍動感のあるパフォーマンス
 - ・「人馬一体」感を追求した、キビキビと軽快なハンドリング
3. 手軽にオープン走行する楽しさ
 - ・ソフトトップの操作性向上とオープン走行時の快適性の向上

Summary

“Jinba-ittai (Oneness between horse and rider)” and “Lots of Fun”; this is the consistent concept we have been pursuing since the first generation Roadster. We have taken over this concept and evolved further to develop the new model Roadster for the third generation. “Jinba-ittai” stands for such a close relationship between driver and vehicle that the driver can obtain sympathetic response from the vehicle. Also, “Lots of Fun” stands for a fun of looking at outstanding styling, a fun of controlling the vehicle at will, and a fun of easy driving with roof open.

We have achieved the product concept as follows :

1. Fun of looking at outstanding styling
 - ・Fun and modern exterior that has taken over the first and second Roadster designs.
 - ・Compatible interior that gives comfortable tight feeling and open-air feeling.
2. Fun of controlling vehicle at will
 - ・Compatibility between ensured body rigidity and weight reduction, and Optimization of weight distribution.
 - ・Agile and vibrant performance pursuing “Jinba-ittai” feeling.
 - ・Nimble and crisp handling pursuing “Jinba-ittai” feeling.
3. Fun of easy driving with roof open
 - ・Enhancement of soft-top operability, and comfort driving with soft-top opened.

*1~3 第2プログラム開発推進室
Program Management Office No.2

1. はじめに

乗り手と馬とが心を通いあわせて走る一体感を意味する「人馬一体」、これこそがマツダロードスターの真髄である。3代目となる新型ロードスターの開発にあたり最も重要だったのは、この初代から継続するスピリットを忠実に受け継ぐことだった。そのために、新しい時代に向かう3代目モデルとして、「人馬一体」の構成要素をフィッシュボーンチャートとして再構築し、開発要素と実現手段を明確化した。本稿では、その新型ロードスターの商品コンセプト及びそれを実現した商品全体の概要を紹介する。

2. 商品コンセプト

新型ロードスターの商品コンセプトは、初代ロードスターから一貫して追及し続けている「人馬一体」と「Lots of Fun」を継承した。「人馬一体」とは前述の通り、ドライバとクルマとの密接な関係を象徴する言葉である。また、「Lots of Fun」とは、スタイリングを眺める楽しさ、意のままにクルマを操る楽しさ、手軽にオープン走行する楽しさなど、いずれも人の感性を基準としたものである。

3. スタイリングを眺める楽しさ

3.1 エクステリア

(1) デザインテーマ

エクステリアデザインでは、「シンプル」「コンテンポラリー」「ファン」「フレンドリー」という、4つのキーワードを掲げ、初代及び2代目ロードスターのデザインを継承しながら、ファンでモダンなデザインとした。機能的なライトウエイトスポーツカーを表現するため、車両の前後を絞り込んだオーバルシェイプとすることで、最新の安全性を確保しながらもコンパクト感を表現した。ポデーの四隅にはフェンダアーチを強調させるデザインモチーフを取り入れ、ワイドトレッド感とマツダのスポーツカーデザインのDNAを表現した。サイドビューは低く流れるようなシヨルダラインをキープしながらも、ウエッジを効かせたアクセントラインを通すことにより、前進感とスピード感を表現した (Fig.1)。



Fig.1 Exterior Design

(2) 外観諸元

外観諸元は、車両のヨー慣性モーメントの更なる低減を狙い、エンジンとガソリンタンクをほぼホイールベース内にレイアウトしたため、また同時に居住性の改善のため、ホイールベースを65mm拡大したが、全長の拡大は40mmにとどめた。また全幅はサイドエアバッグの採用などのため40mm拡大した。コンパクトであることはライトウエイトスポーツカーの基本要件であり、これらの改善を織り込みながらサイズの拡大は最小限に抑えた (Table 1)。

Table 1 Exterior Dimension

	All-New MX-5	2nd-generation MX-5	Difference
Overall length (mm)	3995	3955	40
Overall width (mm)	1720	1680	40
Overall height (mm)	1245	1235	10
Tread Front/Rear (mm)	1490/1495	1415/1440	75/55
Wheelbase (mm)	2330	2265	65

3.2 インテリア

(1) デザインテーマ

インテリアデザインでは、「心地よいタイト感と開放感の両立」をテーマとし、ロードスターのアイデンティティを継承しながらも、エモーショナルでモダンなデザインとした。マツダのDNAを表現したT字型インストルメントパネル、センターバックボーンの骨格を強調するセンターコンソール、水平と垂直で構成した明確なラインで剛性感とスポーツカーらしさを表現した。メータパネルは5眼とし、メータの配列も初代及び2代目ロードスターと同様として継承した。ステアリングホイールは小型丸型センターパッドと3本スポークの組み合わせとし、ドーナツ型エアバッグの採用により、ホーンスイッチを独立してセンターに配置することを実現した (Fig.2, 3)。



Fig.2 Interior Design



Fig.3 Meter Panel & Steering Wheel

(2) 室内寸法

新型ロードスターでは、タイト感を実現しながらも、これまでのモデルで不評のあった長身のドライバーが乗れないという問題を、スペースの改善とチルトステアリングの設定で解消した (Table 2)。

Table 2 Interior Space

	All-New MX-5	2nd-generation MX-5	Difference
Interior length (mm)	875	865	10
Interior width (mm)	1415	1355	60
Interior height (mm)	1045	1025	20
Head Room (mm)	950	933	17
Leg Room (mm)	1096	1086	10
Tilt Steering (mm)	Equipped 32	N/A -	- -
Slide Range (mm)	230	180	50

4. 意のままにクルマを操る楽しさ

4.1 軽量化

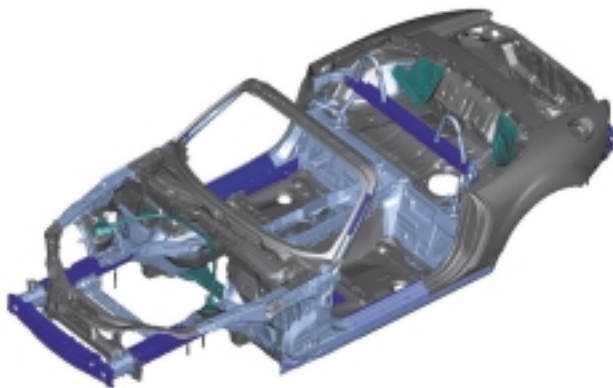
「人馬一体」のドライビングダイナミクスを実現する最も基本的な要素は軽量化である。新型ロードスターでは安全性を高め、お客様のニーズに応える商品対策を行っているにもかかわらず、車両重量の増加を2代目ロードスター比で約10kgに抑えた (Table 3)。

Table 3 Weight Comparison

All-New MX-5 (with ABS)	2nd-generation MX-5 (with ABS)	difference
1100 kg	1090 kg	10 kg

(1) ボデーの軽量化

最新のCAE技術の駆使による軽量化構造の追求と、超高張力鋼板と高張力鋼板の効果的な使い分けにより、ボデー剛性の確保と軽量化の両立を図った (Fig.4)。



Blue: Ultra-high-strength Steel
Light blue: High-strength Steel

Fig.4 Ultra-high-strength Steel Sheet and High-strength Steel Sheet Locations

この結果、2代目モデルに対して、曲げ剛性で22%、ねじり剛性で47%の向上を実現しながらも、ホワイトボデーの総重量は1.6kgの軽量化を実現した。

(2) パーツの軽量化

新型ロードスターでは、ボンネット、P.P.F. (パワーブラントフレーム) のアルミ化を継承し、更にトランクリッド、エンジンブロック、フロントサスペンションコントロールアーム、リヤハブサポート、リヤブレーキキャリアなどの大物部品をアルミ化した。またエンジンヘッドカバー、インテークマニフォールドのプラスチック化、フロントスタビライザの中空化、シートフレームの高張力鋼板化など様々な軽量化策を織り込んだ。また、アルミトランクリッドと鋼板製スタッドプレートの接合には「摩擦点溶接」を採用した。これは世界初の新技術である (Fig.5)。

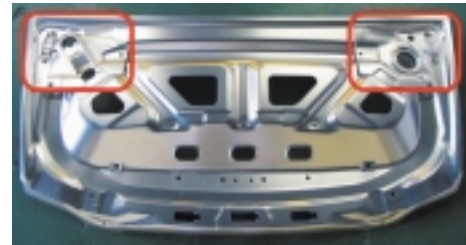


Fig.5 Decklid Employs Spot Friction Welding of Aluminum and Steel

(3) グラム作戦

前述した大物の軽量化策ではなく、更なる軽量化のアプローチとして、「グラム作戦」を推進した。車両の全ての部品に対して1グラムでも削減できる余地がないかを3Dモデルや実際の試作車、試作部品で徹底的に抽出し検証した。重量削減案の合計は43,589gに及び、この中から鋳造部品のフランジの切削や金属ファスナーの短縮など極めて細かいものも含め、多くの軽量化案を採用した。

4.2 重量配分の最適化

「人馬一体」で、ドライバーが意のままにクルマを操れるコントロール性の実現のため、2名の乗員と手荷物を含めた車両の総重量の前後重量配分を、初代モデルから一貫して継承し続けている50:50とした。更に車両の重心はできるだけ低く、ヨー慣性モーメントは可能な限り小さくする車両レイアウトを行った。そのために、空調ユニットを小型化することなどで、エンジンの中心位置を135mm後方に移動した。バッテリーをトランク内からエンジン前方に移設し、車両重心～バッテリー間の距離を265mm短縮した。燃料タンクは床下配置とし中心位置を110mm前方かつ120mm下方にレイアウトした。またラジエータの傾斜レイアウトによる重心位置の低下、アルミボンネットとアルミトランクリッドの採用、前後バンパの軽量化などにより、新型ロードスターでは2代目モデルに比べ、車両全体の重心高の18mm低下、ヨー慣性モーメントの2%低減を実現した (Fig.6)。

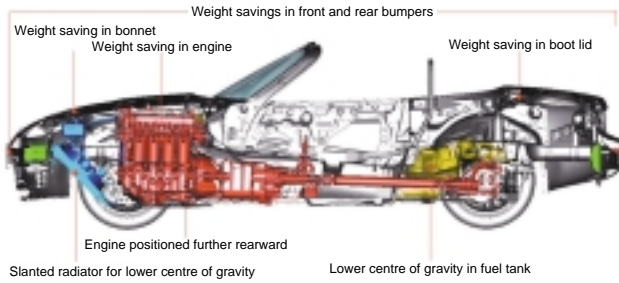


Fig.6 Optimal Front / Rear Weight Distribution

4.3 パワートレイン

(1) エンジン

「人馬一体」感を実現するエンジンとして、新型ロードスターではLF-VE型を採用した。高くフラットなトルク特性の実現のために、高圧縮ピストン、吸気側S-VT（シーケンシャル・バルブタイミング）、VIS（可変吸気システム）などを採用した。これにより2,500回転以上で最大トルクの90%以上を達成、トップエンドでは95%のトルクを達成し、低回転から高回転まで伸びやかなトルクフィールを実現した（Fig.7, 8）

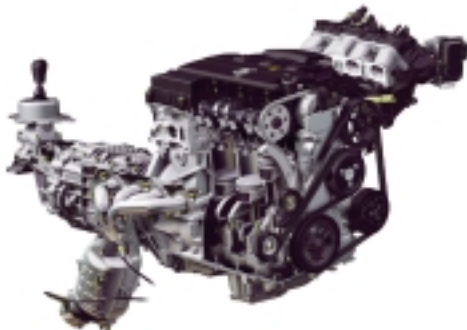


Fig.7 LF-VE Type Engine and Six-speed Manual Transmission

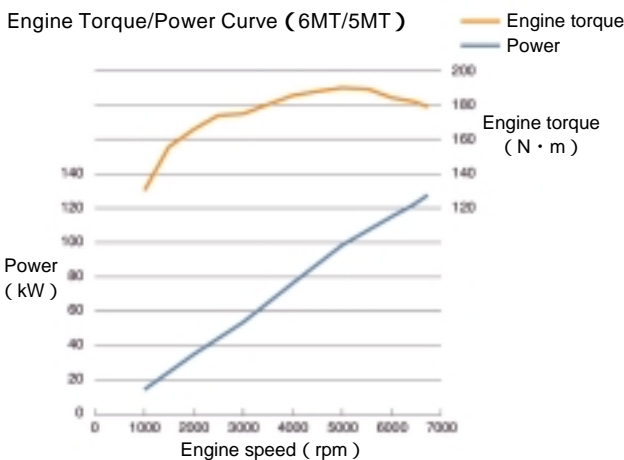


Fig.8 Engine Performance Curve

(2) トランスミッション

トランスミッションは6速マニュアル、5速マニュアル、6速ATアクティブマチックの3本を設定した。新開発の6速マニュアルは、スポーツ走行に最適なクロスレシオに設定した上で、クイックなショートストロークを実現するため、1~4速の全てにトリプルコーンシンクロを採用した。更に、シフトリンクでの低摩擦ブッシュやガイドプレートの採用により、滑らかで確実なシフトフィールを実現した。6速ATアクティブマチックは、従来の4速ATに対し、1速の低速化とトップギアの高速化を行い、力強い発進加速と燃費性能、高速走行時の静粛性の両立を実現した。更にステアリングを握ったままでシフトアップ/ダウンができるステアリングシフトスイッチを装備した。

(3) パフォーマンスフィール

「人馬一体」で、いきいきと躍動感ある走りを実現するため、新型ロードスターではアクセルを踏んでエンジンがレスポンスし、加速度が上昇して収束するまでの一連の挙動が、ドライバの意思と一体となるようにセッティングした。これはドライビング要件のシミュレーション、実研、解析にCAEシステムを活用し、回転系の慣性モーメントの低減とドライブトレインの高剛性化によって実現した。具体的には、P.P.F.を継承するとともに、フライホイールの軽量化、エレキスロットルのチューニング、ドライブシャフトの剛性アップ、エンジンマウントの最適化などを行った。

(4) スポーツサウンド

「人馬一体」感を更に増幅するために、エンジン、吸気、排気の3つの音源を柱として、心地よいスポーツサウンドのつくり込みを行った。特に「リニア感」「伸びやかさ」の実現のため、シリンダブロックの剛性及びクランクシャフトの支持剛性の確保、VIS（可変吸気システム）の吸気マニフォールド長さやサージタンクが共鳴する剛性の追求、フレッシュエアダクト長さや排気システムの細やかなセッティングを行った。

4.4 シャシー

(1) サスペンションシステム

「人馬一体」の、キビキビとした軽快なハンドリング性能を実現するために、フロントはドライバの意思に忠実に方向を変えながら、リヤは安定性を最大限に確保するために路面をしっかりとグリップするというバランスを追求した。このためフロントはダブルウィッシュボーン式を採用し、コントロールアームをアルミ製としてバネ下重量を低減した上でより長くし、タイヤのストロークに応じたトー、キャスト、キャンバのリニアなコントロールを可能にした。リヤはマルチリンク式を採用し、アンチダイブ/アンチリフト効果を確実に発揮する設定を行い、加減速やブレーキ操作に左右されない安定した操縦安定性能を実現した。また、リヤハブサポート、ブレーキキャリパはアルミ製とし

バネ下重量の低減を行った。ダンパはガス封入式モノチューブタイプを採用し、前後とも取り付けポイントをタイヤに近づけることで、タイヤの動きに対して応答性が良く最適な減衰特性が得られるようにした。リヤサスペンションのサブフレームは車体にリジッドに結合し、ポデー剛性の向上に寄与させた (Fig.9, 10)。



Fig.9 Double Wishbone Front Suspension



Fig.10 Multilink Rear Suspension

(2) ブレーキシステム

リニアでダイレクト、更にコントローラブルな制動性能を実現するために、ブレーキロータ径のアップとともにペダル比の縮小、ブレーキブースタのサイズアップなどを行った。更にブレーキシステムの剛性を全体で25%高め、レスポンスとリニアリティを大幅に向上させた (Table 4)。

Table 4 Brake Specifications

	All-New MX-5	2nd-generation MX-5
Pedal ratio	2.9	4.1
Booster	Φ9inch	Φ8inch
Front	piston (mm)	Φ54.0
	thickness (mm)	22/ventilated
	diameter (mm)	Φ290
Rear	piston (mm)	Φ38.1
	thickness (mm)	10/solid
	diameter (mm)	Φ280

4.5 統一感

車両のダイナミック特性から感じる「人馬一体」感のテイストを統一するために「統一感タスク」と呼ぶエキスパートチームを編成し、感覚的な領域の要素についても定量化と育成を行った。これらは日常の使用での走りの楽しさを追求するために、交差点を曲がる、ワインディングロードを走行する、高速道路の本線に合流するなど、誰もが日常で普通に運転する前提条件での6つの「光るシーン」を

設定して行った。統一感の基準はハンドリングの代表特性であるゲイン (操舵に対する車両応答の早さ) と操舵力 (ステアリング操作力) のバランスポイントで定量化して設定し、それをベースにパフォーマンスフィール、アクセル、ブレーキ、クラッチの操作力/操作フィール、シートのホールド性能などの目標値を設定し、統一感の実現を行った。

4.6 ダイナミッククラフトマンシップ

クルマとドライバーの一体感を最大限に引き出すため、従来のスタティック領域に加え、ドライビングポジションを中心に、操作系のレイアウトや操作感/タッチフィーリングの統一性、視界/視認性など動的な状況における人の動きを研究し車両開発に織り込む、ダイナミック領域のクラフトマンシップに取り組んだ。ドライビングポジションとステアリング位置/角度、シフト位置は、楽に、素早く、確実に操作できる位置を人間工学に基づき設定した。本革ステアリング/シフトノブは卵型リム断面形状と本革皮材に特殊コーティングを施すことで、滑りにくく、手にしっくり馴染む触感を実現した。ペダルはトゥ&ヒールがしやすいレイアウトとした。Aピラーの基部を2代目モデルより90mm運転席側に近づけ3度起こすことにより、前方~側方視界を水平方向に4度拡大した。

5. 手軽にオープン走行する楽しさ

5.1 ソフトトップ

オープン時の美しさを実現するために、Z型に折れて格納するタイプを採用した。トップロックはセンターの1ヶ所とし、操作性を改善した。また、アシストスプリングを設定することで操作力を低減、室内に座ったまま開閉操作ができる構造とした (Fig.11)。



Fig.11 Z-fold Design Soft Top for Easy Opening and Closing

5.2 快適性の追求

これまで以上に快適なオープン走行を実現するために、三角窓を小型化して継承するとともに、エアロボードを風の巻き込みをコントロールするメッシュタイプとすることで、不快な風の進入を大幅に低減した。空調システムには新しくウエストルーバーを設定することで、夏の暑い日にはベント/ウエストモード、寒い冬の日にはフット/ウエ

ストモードとすることで、オープン走行可能な時期を長く
 することを実現した (Fig.12, 13)。



Fig.12 Air Conditioning System Vent-Waist Mode and Foot-Waist Mode

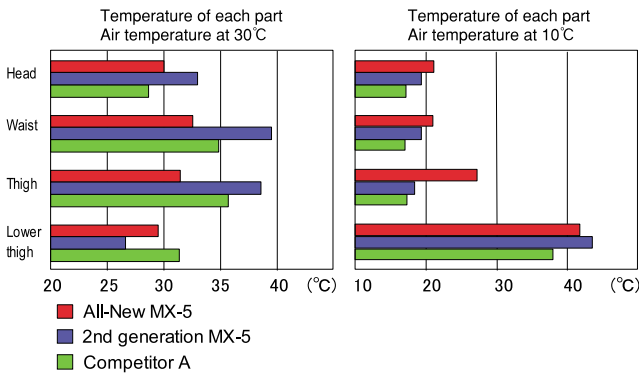


Fig.13 Air Conditioning Performance

5.3 オーディオシステム

これまで培ってきたマツダ/BOSEの共同開発のノウハウをベースに、新型ロードスター専用のオーディオシステムを開発した。4Chデジタルアンプを採用、8インチNdウーファと80mmネオジウムスピーカーで構成される7スピーカーシステムで、明瞭な音像定位と広がりのある豊かな音響空間を実現した。

6. 安全・セキュリティ・環境への配慮

6.1 安全

(1) アクティブセーフティ

4W-ABSと、車側や後輪にかかる重量に応じて後輪の制動力を高めるEBDを全車に設定した。また、DSC (ダイナミック・スタビリティ・コントロール) をオプション設定した。

(2) パッシブセーフティ

高剛性・安全ボデー“MAGMA”を採用するとともに、Aピラーやフロントフレームなど、広範囲にわたって高張力鋼板と超高張力鋼板を採用し、ボデー強度を一層向上させた。運転席(ドーナツ型)/助手席エアバッグに加え、頭部保護機能付きサイドエアバッグを新開発して設定した。これは頭部拘束部と胸部拘束部を別室とし、同時に展開させる構造とすることで展開時間を短縮するとともに適正な内圧分配を実現するもので、これにより展開スペースの小さいオープンカーでのサイドエアバッグ設定を可能にした (Fig.14)。



Fig.14 Air Bag System for Locations

(3) 歩行者保護

ショックコーンボンネットの採用とバンパ内部の衝撃吸収部材の設定で歩行者への障害値軽減を図った。またフロントサスペンションタワーはカウル&奪取接合タイプとすることで、障害値軽減に配慮した。

6.2 セキュリティ

車両盗難を防止するイモビライザを全車に設定した。またカード型のキーを携帯するだけでドアのロック/アンロック、エンジンの始動・停止など一連の操作ができるアドバンスドキーレスシステムをオプション設定した。

6.3 環境への配慮

新型ロードスターのLF-VE型エンジンは、平成17年基準排出ガス50%低減レベル(U-LEV)認定を取得している。リサイクルについては、欧州ではリサイクル可能率85%以上を、ISO22628基準においては回収及びリサイクル化率95%以上を達成している。また、マツダでは環境に影響を与える材質の低減に努め、鉛、6価クロム、水銀、カドミウムの原則撤廃とポリ塩化ビニール(PVC)の1998年車両重量比50%削減を実現している。

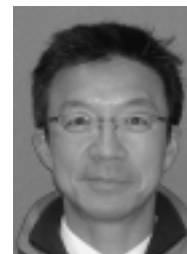
7. おわりに

初代ロードスターから16年に及ぶ伝統と、それを評価して頂いたお客様の声は、我々のクルマづくりの考え方をゆるぎないものにしていく。今後ともお客様の笑顔を心に描きながら、ロードスターの「人馬一体」と「Lots of Fun」を熟成・進化させる商品開発に取り組んでいきたい。

著者



貴島孝雄



山口宗則



秋山耕一