

特集：新型CX-5

5

## 新型CX-5 BOSE プレミアムサウンドの開発 Development of BOSE Premium Sound for All-New CX-5

古瀬 雄平* <sup>1</sup> Yuuhei Furuse	西嶋 孝祥* <sup>2</sup> Takayoshi Nishijima	手島 由裕* <sup>3</sup> Yoshihiro Teshima
佐藤 大治* <sup>4</sup> Daiji Sato	若松 功二* <sup>5</sup> Koji Wakamatsu	檜谷 篤史* <sup>6</sup> Atsushi Hinokidani

### 要約

新型CX-5のBoseサウンドシステム開発においては、車両開発の初期段階からBose社と協働しながら最適な機能配分に基づいてシステム構成やスピーカーレイアウトを一から見直した。初代CX-5から更なる進化を遂げた10スピーカーシステムを採用することで、新世代商品群の集大成にふさわしいマツダサウンドを実現した。Aピラーには車室内の静粛性の劇的な向上を背景に、新設計のネオジウムツイーターを搭載し、乗員の耳元へ繊細な高音を届ける。内容積8リットルを備える新型CX-5専用の新設計130mmウーファー内蔵ベースボックスは車室内の隅々まで力強い重低音を響かせる。デジタル・イコライザ（以下EQ）内蔵アンプはシート材質の違いに応じてそれぞれ専用のEQパラメータを備え、AUDIOPILOT2（走行ノイズ補償システム）だけでなく、Centerpoint Surround Technologyによるバーチャルサラウンド再生にも対応する。

開発においてはBose社とのサウンドチューニングを通して、全ての席においてまるでライブコンサートのように明瞭なサウンドが広がるマツダサウンドを実現することができた。

本稿は新型CX-5に搭載したBoseサウンドシステムの概要及びその技術概略について紹介する。

### Summary

The Bose sound system for all-new CX-5 features ten speakers while the previous system uses nine speakers. Collaborating with Bose from the early development phase, we overcame the issues of first generation CX-5 and realized advanced “Mazda Sound”. It is achieved by optimized system configuration and speaker layout. Newly designed SilkDome tweeter on A-pillar delivers delicacy of high tone in the much quieter car cabin. The bass box, also newly designed, with 130mm woofer in 8 liter volume reproduces deep, powerful bass sound throughout the cabin. The digital equalization (EQ) amplifier provides separate EQ parameters for leather and cloth seat surfaces. It also features two very convenient features: AUDIOPILOT Noise Compensation Technology and Centerpoint Surround Technology. You can enjoy virtual surround sound with Centerpoint with most music sources.

With all these features, the system reproduces very clear sound close to live concert experience at all seats. This Mazda sound is realized by acoustic tuning with Bose engineers at development phase.

This paper introduces the main features of all-new CX-5 Bose sound system and its technology outlines.

### 1. はじめに

新型CX-5のBoseサウンドシステム開発においては、初代CX-5の9スピーカーシステムに対して、更に進化したマツダサウンドの実現を目標に開発をスタートした。特にステージ感の更なる改善を主眼に置いて、システムとしての機能配分を見直し、各スピーカーに求められる性

能を明確にした上で最適なスピーカーを選定した。また各スピーカーが十分に性能を発揮するための最適な位置へレイアウトし、その上で音響チューニングを通して新型CX-5専用のEQを設計することで、新世代商品群の集大成にふさわしい10スピーカーシステムを実現した。

\*1～5 統合制御システム開発本部 電子開発部  
Integrated Control System Development Div.  
Electrical & Electronics Development Dept.

\*6 ボーズ・オートモーティブ合同会社  
Bose Automotive G.K.

## 2. システム概要

新型CX-5向けBoseサウンドシステムの搭載レイアウトをFig. 1に、構成部品の写真をFig. 2に示す。

システムは1つの80mm中高域スピーカー、2つの25mmネオジウムツイーター、2つの165mmスピーカー、2つの130mmスピーカー、2つの60mm中高域スピーカーに130mmウーファー内蔵ベースボックスを加えた合計10個のスピーカーと、7EQチャンネルデジタルアンプ、AUDIO PILOT用マイクロフォンから構成され、Mazda Connectへ接続される。

各スピーカーは車室内の音響特性を考慮し、以下に述べる機能配分に応じた最適な場所にレイアウトした。



### TEN HIGH-PERFORMANCE SPEAKERS

- ① One 3.25-inch (80mm) Twiddler mid/high-range speaker in the center of the instrument panel.
- ② Two 1-inch (25mm) neodymium tweeters, one in each A-Pillar.
- ③ Two 6.5-inch (165mm) wide-range speakers, one in each front door.
- ④ Two 5.25-inch (130mm) wide-range speakers, one in each rear door.
- ⑤ Two 2.5-inch (60mm) Twiddler mid/high-range speakers, one in each D-pillar.
- ⑥ One 5.25-inch (130mm) Richbass woofer in a 8-liter (internal volume) custom-engineered enclosure, mounted in the spare tire wheel well.

### SYSTEM ELECTRONICS

- ⑦ Digital amplifier mounted under the front right seat with Bose Digital Signal Processing:
  - 7 channels of customized equalization
  - AudioPilot 2 Noise Compensation Technology
  - Centerpoint 2 Surround Technology
  - SurroundStage Signal Processing
- ⑧ AudioPilot microphone mounted in the steering column.

\* Twiddler, Richbass, AudioPilot, Centerpoint and SurroundStage are all registered trademarks or trademarks of Bose.

Fig. 1 Bose Sound System for New CX-5

### ① 80mm中高域スピーカー

ダッシュボード中央に搭載し、ボーカルイメージを中央に定位させる。

### ② 25mmネオジウムツイーター

Aピラーに搭載されるツイーターには、ソフトドームがシルクで構成された新設計のネオジウムツイーターを採用した。従来のツイーターに比べて高音域特性を大幅に改善し、繊細な高音域再生に寄与する。

### ③ 165mmスピーカー

両フロントドアに搭載され、低域から高域までのフルレンジ再生を担う。上述の25mmネオジウムツイーターと平行接続されることによりシステムのメインスピーカーとして使用される。

### ④ 130mmスピーカー

前席まで力強い重低音を届けるために、両リアドアに搭載され、低域から高域までの再生を担う。後席の音場を補助するだけでなく、フロントのメインスピーカーと組み合わせることで前後方向の立体感と、車両中心方向の広がり感の構築に貢献する。

### ⑤ 60mm中高域スピーカー

車両後方左右のDピラーに搭載され、後列席の中高音域を補完するとともにサラウンド感の演出に寄与する。

### ⑥ 130mmウーファー内蔵ベースボックス

車両最後方のトランクボード下に搭載され、60Hz以下の重低音再生を担う。ベースボックスは新型CX-5専用で新設計を行った。前席まで力強い重低音を届けるために、8リットルの大容積を確保しながらも、CAE音響解析技術を駆使して従来品から7mm薄型化することで、トランクの荷室容積も確保した。

### ⑦ 7EQチャンネルデジタルアンプ

運転席シート下に搭載されるアンプは内部にDSP (Digital Signal Processor) を搭載し、7EQチャンネルによりきめ細かい音響設計に貢献する。また車両の走行情報とマイクロフォンから取得される走行ノイズを基に音量、音色を補正するAUDIOPILOT2機能や、通常のステレオ再生に加えCenterpoint Surround Technologyによるバーチャルサラウンド再生にも対応することで、より幅広い音楽の楽しみ方を実現する。



Fig. 2 Bose Sound System Components

## 3. サウンドシステムの進化ポイント

### 3.1 初代CX-5のサウンドシステム

初代CX-5では車両から求められる軽量化とマツダサウンドを両立させるため、両フロントドアの大口径の薄型軽量化ウーファー、ダッシュボード上の3つの中高音域ス

ピーカーをメインスピーカーとして搭載し、ねらいの音響空間を実現した。具体的には全ての再生周波数を前方に集中させることで、自然で連続性のある音場を実現した。

その一方で、低音域については、フロントドアの大口径ウーファーの大出力は副次的に発生するドア振動とトレードオフとなるため、更なる高出力化が困難である。また高音域についても車両の静粛性の向上を背景に、より高性能な高音域専用スピーカーが必要になってきた。

### 3.2 進化に向けた取り組み

まず低音域の進化に向けては各スピーカーが担う機能の見直しを図り、ドア振動に特に影響の大きい60Hz以下の低音域再生機能を、フロントドアのウーファーから、重低音再生に特化した新設計の130mmウーファー内蔵ベースボックスに分離することで、重低音をパワフルに進化させただけでなくドア振動の更なる改善も実現した。Fig. 3は初代CX-5と新型CX-5でのフロントドア振動を比較した結果である。

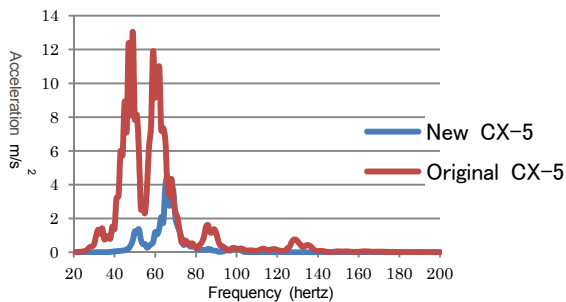


Fig. 3 Front Door Vibration

また、高音域の進化に向けては高音域再生に特化した新設計のネオジウムツイーターを採用することで、4kHz以上においても上質で緻密な高音域再生を可能にした。Fig. 4はネオジウムツイーターを基準としたときの既存ツイーターとの周波数特性比較である。更にはパッケージにおいてもツイーターをAピラーにレイアウトすることで高音域の進化に貢献している。

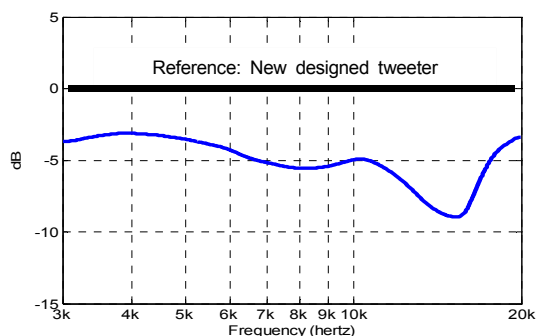


Fig. 4 Frequency Response Comparison between New Tweeter and Previous Tweeter

### 3.3 パッケージにおける進化点

車室内においてスピーカーから放射された音波は乗員の耳に届くまでにガラス面、樹脂部品、シートなどによる短距離での反射、吸収を繰り返すことで、非常に複雑な音響特性を示す。このため各スピーカーの再生周波数帯域に応じて適切な場所にスピーカーをレイアウトする必要がある。特にツイーターは指向性の高い高音域を担うため、スピーカーの正面軸周辺の構造により音響特性が低下してしまう。これは遮蔽による直接音の減少や、反射音との干渉による周波数特性の変化が発生するためである。

そこで新型CX-5では、Aピラーへ搭載することで周辺構造物による影響を抑え、ツイーターの性能を発揮できるレイアウトを実現した。しかしレイアウトを成立させるにあたっては、ツイーターのレイアウトスペースを確保することが課題であった。Aピラーのボディとトリムとの間には空調用ダクトやカーテンエアバック、各種ハーネスがひしめき合う構造となっており、まずは周辺部品の形状を、性能を確保しながら変更、少しずつ空間を広げていった。しかし形状変更だけで生み出せる空間には限界があったため、最終的にはツイーターおよびスピーカーグリルを回転させながら後組みするという工夫で、周辺部品を掻い潜りながら組み付けるレイアウトを成立させた。

また内装デザイン性の向上を狙ってスピーカーグリルの外周には全周シルバーの加飾を施した。装備開発部との協創活動により、リングの輝きを確保しつつ太陽光等の反射が乗員の目に入ることがないようにリングの曲面を設計、機能と質感の両立を実現した。リングに刻まれたBose社のロゴは、乗車位置から眺めて自然に見えるように工夫したマツダ専用デザインである。Fig. 5にAピラーツイーターの外観を示す。



Fig. 5 Appearance of A-Pillar Tweeter

## 4. サウンドチューニング

ここまで述べてきた進化点をサウンドシステムとしてまとめ、整合をとるためにチューニングを施し新型CX-5専用のEQを設計する。サウンドチューニングを実施するにあたり、まず車室内のあらゆる場所の音響データを取得し、乗員の体格の違いによる耳位置や、シート素材の差異までも考慮した分析を行うことにより、車室内の音響空間を正確に把握する。

### 4.1 シート材質によるEQ最適化

布シートは革シートより表面の吸音率が高いため、中高域の音圧レベルが下がる傾向にある。その一例としてFig. 6に、革シートを基準としたときのリアドアスピーカーの運転席における周波数特性比較グラフを示す。このシート素材の違いは、車室内の音の周波数特性や目の前に広がるサウンドステージの印象までも変えてしまう。今回のシステムでも布、革それぞれ専用のチューニングを施し、アンプが車両からシートの装備情報を受け取り、適切に切り替えを行う。

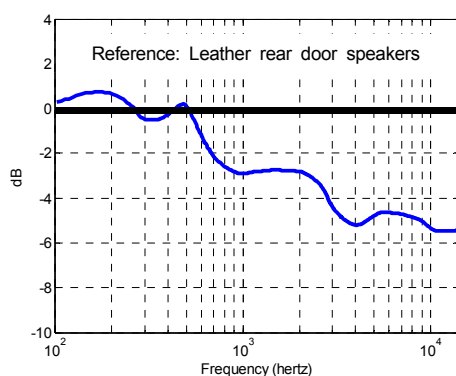


Fig. 6 Frequency Response Comparison between Cloth and Leather Seats

### 4.2 チューニングの結果

測定を通して得られた各スピーカーからの時間軸、周波数軸のデータやシート素材の違いによる車室内の音の周波数特性などの分析結果をもとに、チャンネルごとにEQを設計した。最終的にはマツダ及びBose社の両社による聴感評価を反映させることで、各スピーカーが性能を余すところなく発揮できる新型CX-5専用のEQを設計できた。これにより、全ての席においてまるでライブコンサートのように明瞭なサウンドが広がるマツダサウンドを実現した。

## 5. おわりに

このたびマツダは新型CX-5専用のBoseサウンドシステムを開発、商品化した。初代CX-5からの進化を目標に開

発をスタートし、ここまで述べてきた一連の開発を通して、ねらいどおりの高い音響性能を伴うマツダサウンドを実現できたと自負している。このマツダサウンドをマツダブランドとして認知いただくため、今後もマツダはBose社と綿密に協働し、全てのマツダ車でお客様の期待を超えるマツダサウンドを実現し、届け続ける。

注：Bose, AUDIOPILLOT, CenterpointはBoseの登録商標です。