

特集：MAZDA CX-60

20

CX-60 コックピット HMI 表示系進化

CX-60: Improved Cockpit HMI Display

常清 悠介^{*1} 寺澤 拓馬^{*2} 池田 竜太^{*3}
Yusuke Tsunekiyo Takuma Terasawa Ryuta Ikeda
松尾 純太郎^{*4} 諸川 波動^{*5}
Juntaro Matsuo Hado Morokawa

要 約

危険な状況に陥ってから対処するのではなく、危険自体を回避するマツダの安全思想「MAZDA PROACTIVE SAFETY (マツダ・プロアクティブ・セーフティ)」は、ドライバーの認知・判断・操作を車両がサポートすることで、事故のリスクを最小限に抑える考え方である。マツダのコックピットはこの安全思想に基づき、常に前方を見据えて運転することができるヘッドアップコックピットの考えで Human Machine Interface (以下、HMI) 開発を行っている。このヘッドアップコックピットは、2013年に市場導入された3代目アクセラから導入し、それ以降も常に進化を続けている。

CX-60では、ヘッドアップコックピット構想のベースにある人間中心の考え方で今まで追求してきた人間が共通でもつ「人間特性」に加え、新たに多様性を考慮した個人最適の考えを織り込むことで、個人の能力を発揮しやすい運転環境を作り出す開発を行った。

Abstract

MAZDA's safety philosophy, "Mazda Proactive Safety", aims at minimizing accidents through vehicle's supporting drivers in recognition, judgements, and operations, and by avoiding danger rather than responding to the situation when the driver faces danger. Based on the safety philosophy, MAZDA has been conducting Human Machine Interface (HMI) development, including "Heads-up Cockpit" that allows the driver to keep looking ahead while conducting driving operations. The Heads-up Cockpit was introduced to the 3rd generation Mazda3 (launched in 2013), which has been kept improving since.

For the CX-60, we incorporated the idea of "optimization for individual" reflecting customer diversity into the general "human characteristics" we have pursued so far based on the "human centric" concept, the base concept of the Head-up Cockpit, aiming for the driving environment that enables each driver to exert own driving ability.

Key words : Electronics and control, Human machine interface display, Human machine interface information provision system

1. はじめに

マツダは、人間中心の考えから人間特性を研究することで、ドライバーディストラクションを最小にし、より安心・安全に運転することができるクルマを開発してきた。ドライバーディストラクションとは、運転への集中

が阻害され、注意が散漫になることである。具体的には、「前方の道路から心が離れる」、「前方道路から目が離れる」、「ステアリングから手が離れる」の3つを指す。このドライバーディストラクションを最小にするために、マツダはさまざまな情報を扱いつつ、運転にも集中できるヘッドアップコックピットという考え方でコックピット

*1~3 情報制御モデル開発部
Infotainment and Control Model Development
Dept.

*4 車両実験部
Vehicle Testing & Research Dept.

*5 プロダクションデザインスタジオ
Production Design Studio

ト開発を行ってきた。またマツダは、今まで表示デバイスのコントラスト（表示部と背景部の輝度比）向上や、情報を明確に分けてゾーン配置するなど、人間が生物としても「人間特性」を考慮することで認知性／瞬読性の向上も図ってきた。この人間特性は、人間が共通でもつ領域と個々人で異なる多様性をもつ領域に分けられる。CX-60のHMIは、共通領域は今までの技術をベースに更に進化させ、新たに多様性領域にも積極的に対応することで、より一層クルマに乗ることを楽しみ、また、モードや状況に応じて最適な表示を行う状況の最適化も考慮し開発することで安心感と満足感を高めた。これは、搭載するHMIデバイスがもつ「表現の自由度」を向上させることで実現した。具体的には、スモール商品群よりも更に高画角化（表示エリアを拡大）したActive Driving Display（以下、ADD）と、表示面を全て液晶ディスプレイとする「フル液晶メーター」を採用した。本稿では、CX-60に採用したADDとメーターの進化ポイントを紹介する。

2. HMIの進化

2.1 高画角ADD

(1) ADDの進化について

マツダのADDは、2代目MAZDA CX-5よりフロントウィンドウ投影型を採用している。ADDの表示エリアの大きさは、見た目上の画面の大きさを表す指標である画角が用いられる。画角についての説明図をFig. 1に示す。スモール商品群（MAZDA3等）のADDは画角が $2 \times 5^\circ$ （Fig. 2）、CX-60のADDは画角が $3 \times 10^\circ$ （Fig. 3）となっている。CX-60の表示エリアは、スモール商品群比で3倍広い。この拡大した表示面積を最大限に活用した、ADDのHMIについて紹介する。ADDは、走行中にリアルタイムで情報の更新が必要な「走行情報」を表示するデバイスと位置付けているため、運転中に適宜確認する情報を多く表示している。CX-60では、より認知性／瞬読性を向上させるために、表示レイアウトを再構築した。具体的には、「最適配置」「表示のグルーピング強化」と「表示サイズの適正化」を行った。

以下、詳細について述べる。



Fig. 1 Image of Angle of View

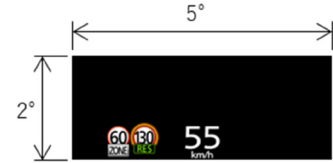


Fig. 2 MAZDA3 ADD Display

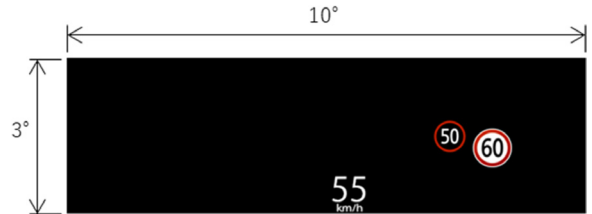


Fig. 3 CX-60 ADD Display

(2) 各シーンに応じた最適配置

CX-60のADDでは、通常運転時とマツダ・レーダー・クルーズ・コントロール（以下、MRCC）やクルージング&トラフィック・サポート（以下、CTS）などの運転支援システムを作動させている状態では、表示する情報の配置に変化を持たせている。通常運転時であれば、ドライバーは自らアクセルペダルとブレーキペダルを操作する。そのため、安全な車速を維持するために現在車速の視認頻度が最も高いと考える。一方で、MRCCやCTS作動時には、ドライバーが自ら設定した車速や先行車との車間距離に応じて、車速は自動制御される。そのため、ドライバーにとって現在車速の重要度は低下し、システムが制御するために必要な周辺環境のセンシング情報がより重要となる。よって、通常運転中は現在車速を最小な視線移動で視認可能な中央に表示し、MRCCやCTSを使用している際には、センサーが検知している周辺情報や設定車速情報を中央に表示することにした。この表示の具体的な例をFig. 4, 5に示す。これによって、ドライバーは車両の制御状態をより直感的に認識でき、シーンごとに情報視認時間の最短化を実現した。

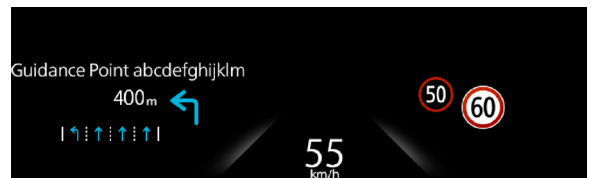


Fig. 4 ADD Display in Normal Mode

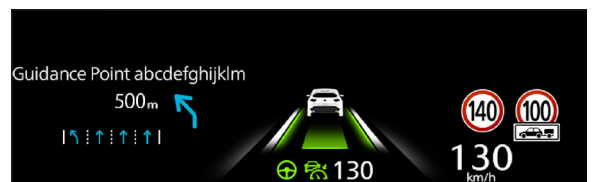


Fig. 5 ADD Display in ADAS Information Mode

(3) ADD 表示のグルーピング

表示のグルーピングとは、同種の情報は近接して配置し、情報を一つの塊として見える状態にすることである。CX-60 の ADD では、表示エリアのグルーピングを 3 分割して考えた。具体的なグルーピングは、車線情報やターン・バイ・ターンなどの「ナビ情報」、MRCCやCTSなどの「運転支援システム情報」、車速標識情報や実車速表示などの「車速関連情報」の 3 つのグループとした。グルーピングの具体的な表示を Fig. 6 に示す。このグルーピングしたグループ内での表示は近付けて表示し、各グループ間の表示距離は離して表示することで、ユーザーはより明確にグループを認知できる状態にした。このようなグルーピングによって、ユーザーは情報の配置の学習が容易となり、画面内から欲しい情報を探索する時間を削減できる。



Fig. 6 Grouping in Case of ADAS Information Mode

(4) 表示サイズ

拡大した表示面積を活用し、ADD の表示認知性／瞬読性を向上させるために、各情報の表示サイズも検証した。

車速やナビゲーションの文字情報は、個々人の多様性対応の 1 つとして幅広い年齢のお客様に運転を楽しんでいただけるよう、平均的な 80 歳の視力でも読み取りが可能なサイズを“JIS S 0032”⁽¹⁾ を参考にして策定した。これはスモール商品群と比較して、文字サイズ比で 15% から 50% 程度拡大している。また、ADAS の検知及び制御状態を示すグラフィックも従来から大幅にサイズを拡大することで、ADD を注視しなくとも制御の変化に気が付きやすくした。この文字サイズに関する実際の比較図を Fig. 7 に示す。

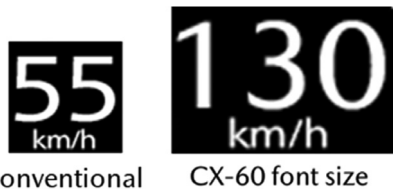


Fig. 7 Compare Conventional Models and CX-60 on Font Size

2.2 フル液晶メーター

(1) メーターの進化について

スモール商品群までのメーターは、7inch 液晶を中央に搭載し、それ以外の領域は、アナログ針でタコメ

ターや残燃料表示などを行っていた。CX-60 のメーターでは、表現の自由度を向上させるために 12.3inch の大型液晶（以下、フル液晶メーター）を採用し、メーター表示面の大部分を液晶表示とした。本項目では、このフル液晶メーター化により進化した HMI について紹介する。

(2) フル液晶メーターの表示モード

フル液晶メーターの表示は、大きく分類して通常モードと ADAS 情報画面の 2 種類を搭載している。通常モードとは、7inch 液晶メーターと同等の表示を液晶上で模擬しており、左にタコメーター、中央にスピードメーター、右に水温・残燃料表示をもつ 3 眼表示である (Fig. 8)。

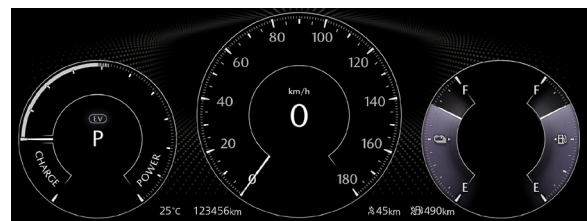


Fig. 8 Normal Mode of Full Display Meter Cluster



Fig. 9 ADAS Information Mode of Full Display Meter Cluster

もう 1 つの ADAS 情報画面は、タコメーターや残燃料表示を縮小しつつ、中心に自車を取り囲む環境を 3 次元的に大きく表現し、クルマが検知している物標や車両の制御状態をリアルタイムに表示する (Fig. 9)。これにより、ドライバーは車速制御やステアリング制御などの介入状態を直感的に認知できるだけでなく、クルマが自車周辺の何を検知しているのかを、直感的かつ客観的に認識することができ、その後の車両挙動をドライバーが予測できるようになる。これには、システムへの安心感を向上させるねらいがある。更に ADAS 情報画面では、制御状態の変化を直感的に理解できる表現にも注力した。具体的には、運転支援システムの ON/OFF に応じて、メーターに表示されるオブジェクトに色の変化を与えている。例えば、センサーが先行車や車線を検知している場合は、3D 空間に「白色」で車線を描画する。また、車両が車速やステアリングを制御している場合は車線の内側を「緑色」で表現する。また、各描画オブジェクトの表示面積を大きくとることで、前方注視中のドライバーでも検知状態や制御状態の変化を検知しやすい表現とした。これで、ドライバーが予期しない制御介入や制御停止の

発生リスクを低減し、車両の制御状態を正しく把握しながら適切に周囲の危険に注意を配分することができる。また、ドライバーが運転支援システムを ON にした際には自動で ADAS 情報画面に切り替わるため、ドライバーが自ら最適な表示モードを選択する手間を省く環境最適を実現することで、より運転に集中できる状態にした。

(3) 文字サイズのカスタマイズ

フル液晶メーターで表示するデフォルトの文字サイズは、新世代スモール商品群のサイズを踏襲している。これは、情報と余白のバランスがよいことで、平均的な視力保有者にとって最も認知性の良いサイズと考えている。この表示の具体例を Fig. 10 に示す。今までのメーターでは、この 1 サイズのみであったが、CX-60 では更に高齢者などメーターを視認する際に焦点調整が困難なドライバーでも、ストレスを感じにくいよう文字サイズを拡大したモードの選択を可能とした。このモードでは、一部単位などの走行中に読み取る必要のない情報を除き、メーター上の文字サイズを 30~40%程度拡大することで、一般的な 80 歳の視覚特性でも容易に視認できる文字サイズとした。この表示の具体例を Fig. 11 に示す。



Fig. 10 Default Font Size

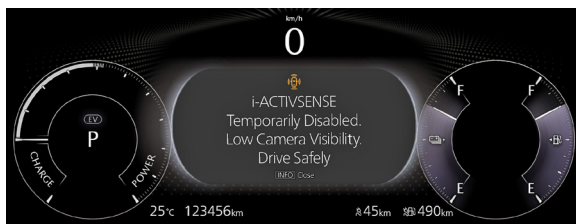


Fig. 11 Large Font Size

(4) Mazda Intelligent Drive Select の進化

CX-50 より導入した Mazda Intelligent Drive Select (以下、Mi-Drive)⁽²⁾ は、運転環境に応じて最適な車両制御を提供するシステムである。CX-60 では、従来のノーマルモード、スポーツモード、オフロードモード、トーイングモードに加え、EV モードを搭載し最大 5 つのモードをもつ (ただし、パワートレインによって搭載していないモードあり)。フル液晶メーターの Mi-Drive では、向上した表現の自由度を最大限に活かし各モードともモードの切り替わりを一目でわかる表示にすることで認知性/瞬読性を向上させた。更に、スポーティな運転が求められるスポーツモードではタコメーターを表示する等、各モードそれぞれに求められる表示へ自動で切り替える

事で環境最適を図った。また本機能は、「心のスイッチを切り替える」をコンセプトに開発を行い、ドライバビリティを想起させるアピアランスを付与することで、機能性のみならずクルマの所有感や運転体験の満足感の向上を図った。

以下、各モードについて述べる。

(4-1) スポーツモード

スポーツモードでは、クルマのドライバビリティをダイレクトに表現するためにキーカラーを赤色とし、また指針先端付近にもアニメーションを加えている。スポーツモードを選択した場合は、e-SKYACTIV PHEV であってもエンジンサウンドとエンジンの回転数を視覚的に感じられるように、左側の表示を電気駆動用のパワーメーターからエンジン駆動用のタコメーターへ自動で切り替え、更にスポーツモード選択中はエンジンを常に稼働させる。そして、体性感覚で認知する「車両の加速度」、聴覚で認知する「エンジンサウンド」に加えて、視覚で認知する「タコメーターの指針の動き」など、全ての感覚が一致して感じられることで、車両との一体感を演出した。このようにスポーツモードはスポーティなドライバビリティを直感的に感じられる HMI として開発した。

Fig. 12 にスポーツモードの表示を示す。

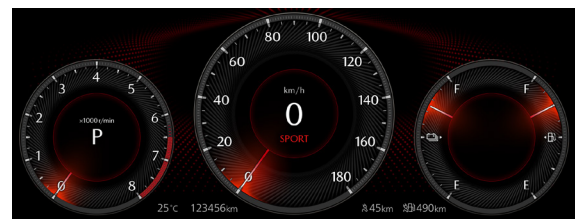


Fig. 12 Mi-Drive (SPORT MODE)

(4-2) オフロードモード

オフロードモードでは、未舗装の悪路をたくましく走り抜ける力強さを感じられるように、褐色とグレーをキーカラーとしている。また、凹凸のある表現をすることで、より一層オフロードを直感で感じられるデザインとした。このオフロードモードでは、目標物のない荒野を走行すると想定し、自車が走行している方向を示すコンパスを画面中央に表示している。このようにオフロードモードは、車両がアクティブに走破するイメージを感じとれる HMI として開発した。Fig. 13 にオフロードモードの表示を示す。

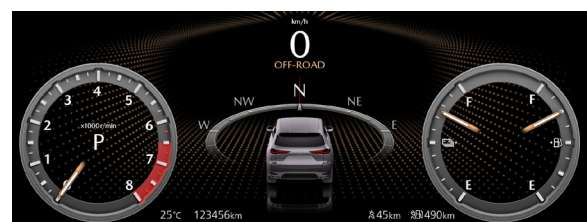


Fig. 13 Mi-Drive (OFF-ROAD MODE)

(4-3) トーイングモード

トーイングモードでは、CX-50 で搭載している Mi-Drive のイメージを踏襲した。しかしながら、3 眼表示の全てにデザインの追加や、連結イメージのグラフィックを 3 次元で表現する等、フル液晶の表現力を最大限に活用し進化させた。このようにトーイングモードは、既に搭載されている Mi-Drive のイメージを崩すことなく、更に進化を表現できる HMI として開発した。Fig. 14 にトーイングモードの表示を示す。



Fig. 14 Mi-Drive (TOWING MODE)

(4-4) EV モード

EV モードでは、MAZDA MX-30 で搭載しているパワーメーターのイメージを踏襲した。EV モードでは、バッテリー駆動のみで走行するため、クルマの走行能力の限界はバッテリー出力の限界に依存する。そのため、バッテリー出力の限界値を目盛りで常時表示している。それにより、上り坂走行や高速走行の際に、出力限界を認知することが出来、最適な Mi-Drive のモード選択が可能になる。この出力限界値の目盛り部分は、ノーマルモードでは、バッテリー駆動とエンジン駆動が切り替わる境目をゼブラゾーン（点線）として表現している。これは、エンジン駆動とバッテリー駆動が状況に応じ臨機応変に自動で切り替わるため、中間ゾーンとしてゼブラ表示としている。このように EV モードは、バッテリー出力のみで走行する際に知りたいユニークな情報も認知しやすい HMI として開発した。Fig. 15 に EV モードの全体表示を、Fig. 16 にノーマルモードとゼブラゾーンの差を示す。

(5) 特別塗装色との連動

フル液晶メーターではオープニング演出を一新し、外板色が特別塗装色の場合は連動する演出とした。ドアを開きクルマに乗り、エンジンを始動する過程で表示される車両グラフィック及びアニメーションの外板色を連動させることで、特別なクルマを所有する満足感の向上を

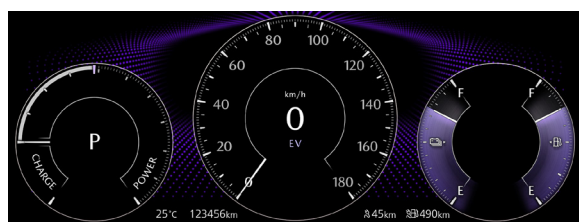
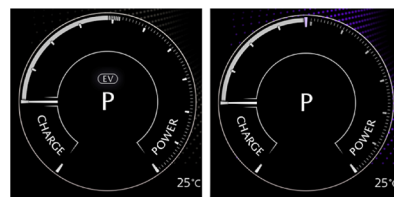


Fig. 15 Mi-Drive (EV MODE)



Normal mode (PHEV) EV mode

Fig. 16 Compare Normal Mode (PHEV) with EV Mode

図った。CX-60 で採用しているオープニングアニメーション内の外板色は、特別塗装色のソウルレッドクリスタルメタリック・マシーングレープレミアムメタリック・ロジウムホワイトプレミアムメタリックと、その他外板色のデフォルトカラーがある。一方で、オープニング画面以外の表示においては、表示情報に対する瞬読性／認知性への外乱となる懸念を考慮し、デフォルトカラーでの表示に統一した。オープニングアニメーションに表示する外板色を Fig. 17 に示す。



Fig. 17 BODY COLOR Variations of Opening Animation

3. おわりに

本稿では、表現の自由度を向上させることで進化させた、CX-60 で開発した最新の HMI を示した。

2.1 節では高画角化し、グルーピングなどの考えにより認知性・瞬読性を向上させた ADD の説明をし、2.2 節では、従来よりも大型の 12.3inch 液晶を採用し、また表示の大部分を液晶表示とすることで文字サイズカスタマイズやモードごとの表示に大きな変化を持たせることで認知性・瞬読性を向上させたフル液晶メーターを紹介した。

このように、CX-60 の HMI はヘッズアップコックピットの考えを踏襲し、共通となる安心・安全を突き詰めた上で、「多様性」や所有欲を満たす演出により、お客様に CX-60 の魅力をより一層感じて頂ける HMI を目指した。

今後も継続した「人間特性」の追求や市場でのフィードバックを活かして HMI の進化を通じて「人生の輝き」を提供していく。

参考文献

- (1) JIS S 0032：高齢者・障害者配慮設計指針—視覚表示物—日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法 (2003)
- (2) 今村ほか：CX-50 Mazda Intelligent Drive Select の開発，[マツダ技報，No.39，pp.183-187 \(2022\)](#)

■著者■



常清 悠介



寺澤 拓馬



池田 竜太



松尾 純太郎



諸川 波動