

特集：新型マツダアクセラ

7

アクティブドライビングディスプレイの開発

Development of Active Driving Display

中島 英信*1 山本 圭一郎*2 中森 泰樹*3
 Hidenobu Nakashima Keiichirou Yamamoto Yasuki Nakamori

大池 太郎*4
 Taro Oike

要約

アクティブドライビングディスプレイは、車両の情報表示機器として新たに開発した製品である。ドライバ正面に虚像で表示するタイプで、より遠方上方に車両情報を表示するため、走行安全の確保に有効な情報伝達手段となる。マツダでは、できるだけ多くのお客様にこの価値を提供したいと考え、新型アクセラから比較的安価でコンパクトなコンバイナタイプを採用した。表示の大きさや色などについては、人間工学的な観点から見やすい設計を行い、安心して運転できるコックピットを実現した。

Summary

Active Driving Display is a product newly developed as a vehicle information display device. With the vehicle information displayed as virtual image further upward in front of the driver, Active Driving Display serves as an effective means of providing a sense of security in driving. With the hope of providing this value to as many customers as possible, this will be mounted on New Mazda3 in the form of a compact, low-cost combiner-type device. Specifications of the device, including the display size and color, are designed from the viewpoint of human ergonomics engineering to realize a reliable cockpit.

1. はじめに

ドライバは通常約 20m 先前方を注視しながら運転している。その際にメータやナビゲーション情報に目を向けることはいずれも「わき見」という行為となる。このわき見による交通事故発生件数は警視庁統計によると、全体の約 17%を占めていて、約 30%の安全不確認に次いで 2 番目に多い（平成 24 年度調べ）⁽¹⁾。クルマの中でさまざまな情報を享受できる機能が増えてくる中で、マツダとしてはこのわき見のリスクを最小限にする HMI（Human Machine Interface）を再点検し、強化すべきとの考えに基づき、ヘッドアップコックピットというコンセプトを構築している。その中ではドライバ正面には走行系の情報に限って表示し、特に走行環境に応じて「刻一刻と変化する、走るための情報」は前方注視時の有効視野内にあるのが理想であるとした。視線移動時間を最小限にするだけでなく、前方道路から表示へ目を移す際の焦点調節負荷も軽減できるものとして、遠方に虚

像を表示するヘッドアップディスプレイという技術がある。他社ではプレミアムと呼ばれる車種で、しかもオプション装備としてそれが設定されているが、普及していない。マツダではできるだけ多くのお客様に提供できる形で、この有効視野虚像表示デバイスを開発すべきと考え、今回のアクティブドライビングディスプレイの開発に着手した（Fig. 1）。



Fig. 1 Active Driving Display

2. 開発注力ポイント

虚像を表示する光学的な基本メカニズムを簡単に示すと Fig. 2 のようになる。

*1~4 電子開発部
 Electrical & Electronics Development Dept.

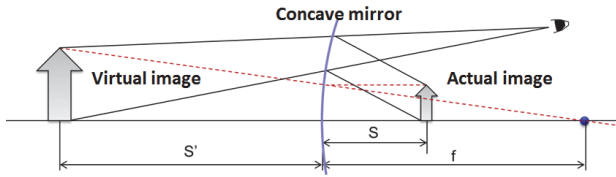


Fig. 2 Optical Basics

実像が焦点距離 f を持った凹面鏡から距離 S の位置にある場合、その像は以下の式で表される関係で、虚像は S' の位置に見える。このとき虚像は S'/S の割合で実像が拡大される。

$$1/f = 1/S - 1/S'$$

実際に車載ユニットでこの虚像表示デバイスを構成する場合は、実像が光源ディスプレイユニットとなる。そして、虚像は凹面鏡によってサイズが拡大されるとともに、遠方に表示される。ドライバの目の焦点調節負荷を最小限にするするために、できるだけ遠方にこの虚像を表示することが望ましい。凹面鏡の曲率設計で拡大率を決めて、ねらいの位置に表示することになるが、この拡大率が大きいと像の「ひずみ」が大きくなる。したがって、ひずみを抑えて同じ位置に表示するには、実像から凹面鏡までの光学距離 S を長くすると同時に、できるだけ光源の実像を大きくする必要がある。

前述したプレミアム車種が多く採用するヘッドアップディスプレイは、フロントウインドシールド（以下 W/S）越しに虚像が映し出されるタイプである。その概念図を Fig. 3 に示す。このタイプは目に対する W/S の位置/傾きが決まっているため、インパネ上面から光を出す位置がほぼ決定される。つまり凹面鏡は、ほぼ自由度がなく配置せざるを得ず、上述のように光源までの距離を長く取るため、平面鏡で一度光路を折り返す形が一般的であり、それゆえにユニット全体はメータ裏の大部分を占めるぐらいの大きさになる。そのため、空調ダクトやインパネメンバ形状、ボデー形状にまで影響が及ぶ可能性もある。また、W/S には像の2重映りを防止するために中間膜を楔（くさび）形状に変更、そして W/S 形状寸法の精度アップなどの作業も必要になる。

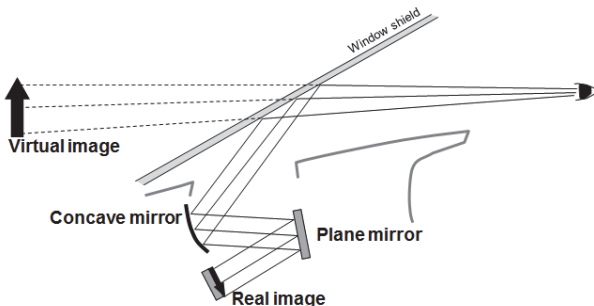


Fig. 3 Light Path of W/S Type

できるだけ多くのお客様に提供するためには、ユニット開発にかかる「投資、部品コストを最小限」にし、一度開発したユニットは「複数の車種に展開」できるような設計をしなければならない。そのコンセプトを実現するために、ウインドウデザインに左右されずにユニット開発できるコンバイナタイプを選択した。コンバイナタイプの構造イメージを Fig. 4 に示す。

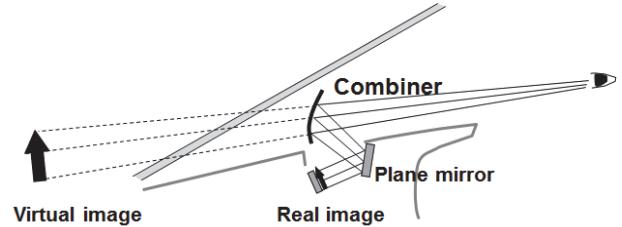


Fig. 4 Light Path of Combiner Type

このタイプはメータフードの上部にパネルが立ち上がるため、「煩わしさ」を生む可能性がある。また、表示スペースが限られるため、多くの情報は一度には出せない。さらにドライバの体格違いによる目の位置ばらつき許容範囲も狭くなる。こういったところを克服するための開発注力ポイントは、あくまでも人間中心に考えて見やすく、分かりやすい表示を作る制約因子を見極めてその仕様を決定するということである。次に、その各構成部品の具体的な仕様について説明する。

3. 設計仕様

3.1 光路設計、および光源タイプの選択

従来からメータ裏は空調のダクトやワイヤハーネスの幹線がパッケージされている。今回の新型アクセラではこのユニットが置かれる部分だけ、ダクトの断面積を小さくし、ワイヤハーネスも経路を迂回するなどの工夫をして、Fig. 5 のようなスペースを確保した。そして、光源から出た光を平面鏡で折り返してコンバイナにあてる光路設計としている。この距離で像のひずみ度合いを検証し、コンバイナによる拡大率は 4.8 倍とし、虚像表示までの視距離は 1.5m とした。

Visual distance $L1+S' = 1500\text{mm}$
Magnifying power $m = S'/S = 4.8$

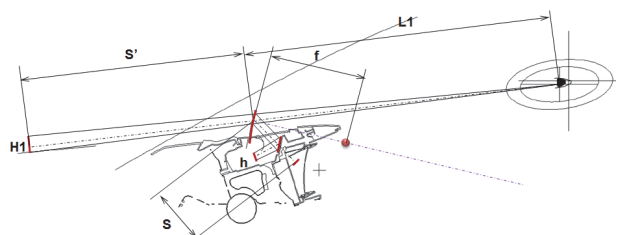


Fig. 5 Actual Light Path of Active Driving Display

3.2 表示設計

ドライバの有効視野内での表示は、視線移動は楽になる反面で「煩わしさ」の懸念がある。そのため表示は必要なコンテンツを必要なタイミングで、わかりやすくすることに注力した。

(1) 表示コンテンツとサイズ

表示するコンテンツは、コックピットでの表示機能を明確に配分した結果、走行環境に応じて刻一刻と変化する安全に走るための情報に限定した。具体的には、車速、経路誘導（ターンバイターン）、アクティブセーフティ警告である。常に車速は表示し、それ以外は必要な時に適切なサイズで表示をするようにした。文字サイズは基本3パターンを用意し、情報種類とシーンに応じて Fig. 6 のように使い分ける。人間が見やすいとされる文字サイズは ISO²⁾にも記載されていて、推奨値が 20~22 分となっている。アクティブドライビングディスプレイの表示では、常に数字が動いている車速はそれよりも大きいサイズで最小 24 分とし、車速のみで表示する場合は 42 分まで大きくしわかりやすくした。オートクルーズの設定車速値や経路誘導時の距離については 20 分、また単位は記号として認識していて読み取るものではないので 12 分までとしている。

この考え方で表示領域は必要最小限で画角は 1.34° × 2.68° あれば良いということになり、前述の光路設計における拡大率から実像であるディスプレイは 7.7mm × 15.3mm のサイズが必要ということになる。

光源ディスプレイは、上記のようなマルチ表示をさせるためドットマトリクスタイプで解像度 128×64 の VFD タイプを採用した。このタイプは TFT のようにバックライトが必要のない自発光式のため、搭載スペースを大きく取らないためユニット全体のコンパクト化に貢献する。

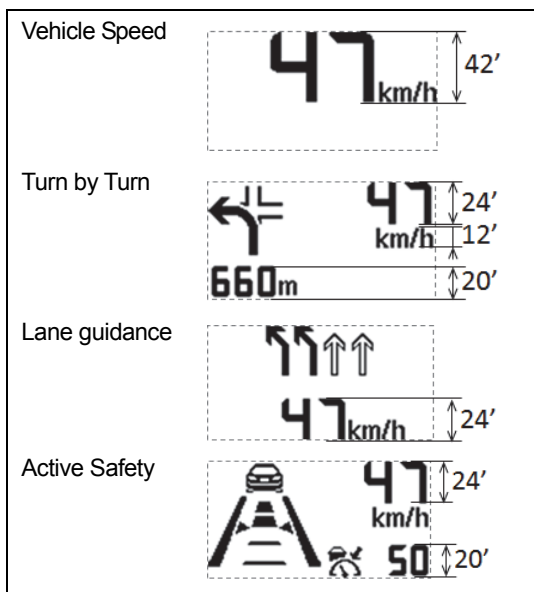


Fig. 6 Character

(2) 表示色と輝度

昼夜の外景色を背景とした表示となるので、あらゆるシーンにおいて影響を受けにくい表示色の選定が必要となる。想定される背景色に対して、埋没しにくい表示色としてブルーホワイトを選定した。

輝度については夜間に明るすぎず、昼間には晴天時や雪道で視認しやすいレベルを実走行で確認しながら 5~3300cd/m² と決定した (Fig. 7)。



Fig. 7 Color Study

3.3 コンバイナ設計

凹面鏡としての役割を持つコンバイナは、ドライバの正面に立ち虚像表示を映し出すのと同時に、煩わしさの低減のため表示の向こう側も見せるハーフミラーとなっている。前述の表示コンテンツと色の選定で見やすくしているものの、前方視界要件からこのコンバイナ上端位置の高さが制限されるため、特に背の高い人にとってはコンバイナの裏側に道路だけでなく車体の一部が重なる場合がある。したがって、今回はコンバイナの透過率を 50% としその煩わしさを最小限とした。ただし透明度合いが少なくなると、コンバイナ本体が煩わしくなるので視界要件よりも高さを極力低くして、さらに端面を 3 次元加工してドライバへの光の反射を抑える工夫をしている (Fig. 8)。



Fig. 8 Combiner Image

ドライバの背の高さによって表示高さを調節すること、及び表示輝度の調節はセンタディスプレイのメニューにある設定画面で行うことができる。表示高さは実際には、コンバイナ回転軸にギヤを介して接続したモータを駆動してコンバイナの傾きを変えることで調節する。輝度は後述する自動調光の ON/OFF, ON 時のレベル調整, OFF 時の固定輝度レベルの調節ができる (Fig. 9)。



Fig. 9 Setting Screen for Active Driving Display

3.4 自動調光設計

自動調光仕様は、アクティブドライビングディスプレイのユニット内部に取り付けたフォトセンサで近辺の明るさを背景輝度として測定し、それに相当する表示輝度を自動で計算し反映するものである。この自動調光において最も重要となるのが、背景輝度に対してどのような表示輝度を設定するか、背景輝度変化に対してどのようなスピードで表示輝度を変化させるかを定義した「調光マップ」である。我々は確実に視認性を確保できる調光マップを作成するために国内外のあらゆる環境で走り込み、単に視認性を確保するだけでなく、運転中にお客様が不快に感じないようなロジックを作成し、違和感のない調光を実現した。

4. おわりに

今回のアクティブドライビングディスプレイは、より安全に、そして安心して走ってもらうコックピットを実現するために開発を行ったが、マツダとしてはさらに理想の表示を実現するために W/S タイプも視野に入れながら、引き続き開発を続けていく。今後の ITS インフラやカメラ認識技術の進化に伴い、さらに安全に走るための情報入手が可能になってくる。W/S タイプが優れている点は、Fig. 10 に示すように表示位置を高い位置に設定できること、表示エリアを大きく取れることなどがある。

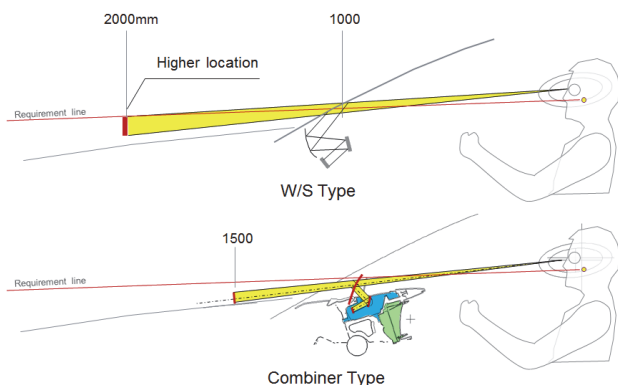


Fig. 10 W/S Type Advantage

パッケージ上や技術面で解決していかなければならない課題があるが、今回のアクティブドライビングディスプレイの開発での経験、新型アクセラでのお客様の評価フィードバックを得て、次のステップに進んでいく所存である。

参考文献

- (1) 警察庁交通局：平成 24 年中の交通事故の発生状況 (2013)
- (2) ISO 9241 : Ergonomics of human-system interaction
Part 303 : Requirements for electronic visual displays (2011)

■ 著 者 ■



中島 英信



山本 圭一郎



中森 泰樹



大池 太郎