3. 車載ディスプレイにおける画像技術

3-1 車載ディスプレイへの要求事項

伊 藤 肇[†]

1. ま え が き

自動車にはいくつかのディスプレイが装備されている。スピードメータ、フューエルゲージなどのコンビネーションメータ、時計、オーディオやエアコン制御パネルなどの従来から装備されているディスプレイと、ナビゲーション、交通情報、テレビ放送などを表示する新しいディスプレイである。

車載ディスプレイの原点であるスピードメータが自動車に搭載されるようになったのは1900年ごろからで、当初は位置もファイアーボード*と近く、極く小型の見にくいものであった。その後、自動車の性能向上すなわち車速の増加とともに、ファイアーボードから、より見やすいインスツルメントパネルのドライバの前に配置されるようになり、構造も機械式アナログメータから電子表示搭載のデジタルメータ、電子駆動のアナログメータ、HUD (Head-Up Display)、さらに、表示内容が可変であるマルチディスプレイも搭載されるようになってきた。表示項目もスピード、フューエル残量、走行距離、ウォーニングランプ類など基本的なものから、地図、ルートガイダンス、交通情報、テレビ放送、さらに、車両情報として燃費や車両メンテナンス情報、エアコンやオーディオなどの操作パネル表示、車両後退時の死角画像など、表示項目が増加してきている。この新しい項目表示を可能とならしめた TFT (Thin-Film Transistor)-LCD や STN (Super Twist-Nematic)-LCD を使ったマルチディスプレイは急速に普及、OEM と市販品・用品を含めると去年は国内で約 70 万台近く売れており、本年は約 120 万台が期待されている。

* fire board : エンジンルームと車室との隔壁

[†] トヨタ自動車株式会社 第2開発センター
“Automobile Display Technologies; Requirement for Automobile Display” by Hajime Ito (Vehicle Development Center II, Toyota Motor Corporation, Toyota)

本稿では自動車のディスプレイの設計者が日ごろ考えている快適性、視認性、判読性、操作性、安全性、商品性などの観点から車載ディスプレイを解説し、ディスプレイ開発・製造に携わっておられる方々の一助としたい。

2. 自動車用部品としての要件

2.1 安全性と快適性

自動車の走る、止まる、曲がる、の基本操作は世界中のどの車を見てもほぼ同じで、他社の車に乗り換えても比較的容易に操作が可能である。車載ディスプレイも100年余りの自動車の歴史のなかで、もまれ洗練され現在の形になってきた。

これらのディスプレイは自動車を安全に走行させるために、また、快適な走行環境を与えるために多くの情報を提供する役割を担っている。車載ディスプレイには他に、エンタテインメントや仕事の継続という意味での使い方があるし、今後、ITS(Intelligent Transport Systems)の発展に伴います表示情報が増加すると予測される。このため安全性を損なわず、タイミング良く、必要な量の情報を、確実にドライバに伝えることが求められる。すなわち、ディスプレイの人間特性を考慮したハードウェア、ソフトウェアが大変大事になってくる。

2.2 商品性

自動車では、外形スタイルやエンジン性能、また衝突安全性、乗り心地や静粛性などは商品性上大変重要である。ディスプレイはドライバが走行中、全運転時間の数%は見るものである。それだけに、ユーザに気に入って頂けるディスプレイを開発することは、車の商品力の向上のため大事である。メータのように運転に必要な情報を出すものはドライバの視認性、判読性が大事であり、マルチディスプレイのようにユーザの好みで購入されるものでは特に商品力が重要になってくる。

ディスプレイの商品力とは、搭載されている場所にマッチしたデザインであるか、表示画面の見栄え、表示情報の質、が重要である。

3. 車載ディスプレイの要件

3.1 人間工学的要件

人間工学的要件で大事なもののひとつが視認性、判読性である。ハード面では外界の様々な明るさ環境下でよく見えること、よくわかることが大事である。表示がよく見えるためには、①ディスプレイの輝度調整範囲が広い必要がある。砂漠、晴れた雪道の外界照度10万lxから闇夜ヘッドランプの路面反射のみの路面輝度 0.5 cd/m^2 までよく見え、まぶしすぎないことが必要である。②ディスプレイへの直射光入射で表示が邪魔されないことも必要である。また③ディスプレイ表面への映り込みを極力低減する必要がある。例えば昼間乗員のシャツやズボン、ウィンドウからの外界景色が映っては大変見にくくなる。④夜間フロントやサイドウィンドウへの反射は障害物を見逃す可能性を増加させることで安全上問題大である。②から④は無反射条件として、車室内デザイン、設計上のキーポイントとして、フードを付ける、位置や角度を変える、ルーバフィルムを付けるなどで対処しているが、ディスプレイ側で無反射コーティングや指向性のある表示が可能になると、従来にない室内デザインができる可能性がある。

ソフト面では、コントラストやカラーコントラストを上げるため様々な工夫がされてきた(図1参照)。特に地図画面では様々な色が使われるため、識別性を上げるため色の選択は重要課題である。私見では、車載ディスプレイのコントラスト比は50以上が望ましいが、最近ISO*ではこの分野の基準を作成中で、欧州の原案ではコントラスト比が10程度を要求しており、日米の要求値より大幅に低い。国民性、民族性の違いの一例である。

人間工学的要件で大事な2番目が情報量と配置である。走行中にドライバが視線を前方道路から外してディスプレイを見ることのできる時間はせいぜい2秒程度である¹⁾(図2参照)。また、1秒当たり理解できる情報量は約50ビットと限られているため²⁾、運転中表示する情報量を充分少なくし、かつ視線移動時間と焦点合わせ時間を少なくする配置が必要である。この時間を超えると安全性が損なわれる、複数回見直すことが必要³⁾、などの問題が起こる。海外のルートガイダンスシステムでは、走行中の情報量低減のため地図

図1 コントラスト、色差による読み取りやすさ

図2 注視可能時間

表示よりターンバイターン表示⁴⁾、地図の中には地名など文字を入れない⁵⁾、を推奨している例がある。航空機ではグラスコックピットと称し、マルチディスプレイに多くの情報を集約して同時に表示する方向に向かっているが、自動車では簡素化、わかりやすさの方向に向かっているといえよう。これは自動車は、非常事態に対応した訓練を常々行っている専門家の運転ではない、短時間のレスポンスが要求されることがある、運転時の負荷を減らす(航空機のような自動操縦ができない)、などのためである。

視線移動時間を短くするため、ディスプレイは運転時視野中心に近いドライバの前のインスツルメントパネルの上部などに置きたい。焦点合わせ時間を少なくするため、できる限り運転時の目の焦点にディスプレイを近づけることがよい。このため反射を使って表示位置を遠くした遠視点メータ⁵⁾⁶⁾、やHUD⁷⁾が製品化されているが、見え過ぎて煩わしい、運転障害物を誘目により見逃す、ことも避ける必要がある。

安全運転に直結する表示(スピード、故障情報など)は、運転者の前の見やすい位置に配置されている。緊急度、重要度が高い場合は、赤色警告(ISO 2575)や

* ISO/TC 204/WG13, ISO/TC22/SC13/WG8

音との併用が行われる。また、時計のような不急の表示は離れた所に配置される。

3.2 年齢要件

核家族化し久しく、また高齢者が21世紀には人口の1/4になるといわれており、高齢者ドライバの増加が必至である。したがって、ディスプレイは高齢者からも視認性、判読性が良く、商品力の落ちないものが必要である。高齢者で問題になる点はいくつかある。第1は空間分解能の低下で、ディスプレイや操作スイッチの書体、シンボルの大きさが重要になる。また字体でも判読性が変わることが知られている。第2が分光特性の変化で、表示の色や照度調整が重要である。第3が焦点調整能力の低下対策である。前述の遠視点メータやHUDがひとつの対策方法である。特に視野が限られる眼鏡(近眼、老眼、多焦点など)のため、人により見えやすい位置が異なることが問題になる。また、ファミコン世代が免許を取りドライバの仲間になりつつある。ゲーム機のような表示を素直に見て理解できる人たちがドライバになってきたのである。

3.3 ディスプレイの形状

インストルメントパネルは自動車でも最も込み合っている場所で、ディスプレイ以外にもスイッチ類、エアコン制御パネル、エアコン吹き出し口、オーディオ、灰皿、内部には各種ECU、センサ、アクチュエータ、エアバッグ、ワイヤハーネス、エアコンダクト、ボディー補強材などが納まっている。このため部品は異形になる。また曲面でデザインされたインストルメントパネルに平板四角であるディスプレイは似つかわしくないし、正面から見るわけでもない。また、反射対策で面直で見るケースも少ない。例えばメータの大きさは100×250 mm程度で、縦横比も一般液晶の比とはほど遠い。アナログメータが円基調で、ナビゲーションが四角でなければならない理由はない。そういう意味で現在のディスプレイの形状は柔軟性に欠ける。

3.4 電力

自動車では、限られた能力の発電機とバッテリーで電力を賄っており、燃費を良くするためにも消費電力を小さくしたいし、暗電流(車両非使用時の消費電流)は、エンジン始動性にかかわるため極力小さい必要がある。また、重量軽減、搭載・サービス性のため配線も細くしたい。また、コストと重量低減とノイズ抑制のため電圧を低くしたい(12 V駆動が望ましい)。

3.5 環境条件

自動車の環境条件はかなり厳しい。一般的なディスプレイの要求耐久性を簡単に紹介する。温度は65°C

から-30°C、高温放置85°C 192時間、湿度は結露による濡れ状態、振動は共振状態で3方向4 G 75,000回、静電気±15 kVが10回、EMIは900 MHz以下で200 V/m、他に耐光性、電源逆接続、過電圧、電源瞬断などの試験もある。車両の構造、エンジン、仕向け、取り付け部位、取り付け方等により上記試験は変わる。

4. 将来の展望と要望

ITS関係の表示増加が期待される。昨年東京で始まったVICS道路交通情報表示は全国に広まりつつあるし、有料道路の自動料金課金システム、ACC*、車間距離警告、緊急時警報など新しい機能が普及し始めるため、その表示も今後増加すると考えられる。自動車で表示する多くの情報には、重要度や緊急度の異なる様々なものがある。しかも、ドライバによってはめったに見ることがない情報もあるだろう(例えば、衝突警報)。この情報を的確に伝えドライバに行動をさせる表示のソフトウェア、HMI(Human-Machine Interface)の研究の一層の発展の必要性を感じる。しかも前述のように、ドライバが運転中安全に見られる情報量は限られる。見せる表示のみでなく、音/音声との協業⁸⁾が必要と考えている。

ディスプレイメーカー殿には異形、薄型ディスプレイと無反射を期待したい。異形は縦横比の自由度、四角からの脱却、曲面化などがある。進行方向を上方に表示するルートガイダンスを考えると、横長のナビゲーションディスプレイに違和感を持つのは小生だけであろうか。なお、自動車は1車種で1万台/月を超えることは少なくなってきており、少量で安く作る製造工程まで考慮した安価な異形を期待したい。視角特性も面直ではなく比較的浅い角度(運転席や助手席からインストルメントパネルセンタへの角度)で見るケースが多い。テレビ用途以外はフルカラーは過剰品質である。様々な環境下で識別可能なカラーコントラストが出せる安価な表示装置も期待したい。無反射特性は0.1%以下が必要と考える。

前述のように車室内は大変込み合っており、バック照明を含めた薄型を期待したい。自動車に限ったことではないが、環境負荷物質を使わない方向で行きたい。例えば白色高輝度のバック照明用として冷陰極放電管が使われるケースが多いが、Hgの入っていない代替品を期待したい。

読者諸氏も自動車のユーザの一人である。ユーザと

* Adaptive Cruise Control: 先行車と一定車間距離を保ち走行、先行車がいなくなると一定速度で走行するシステム。

してのご意見を是非お聞かせ願ひ、共に次世代のディスプレイを作って行きたいと考えている。

(1997年4月21日受付)

〔参考文献〕

- 1) Kimura, K. et al.: "CRT Display Visibility in Automobiles", *ERGONOMICS*, **33**, 6, pp. 707-718 (1990)
- 2) 紙谷ほか: "車内画像情報の認知に関する一考察", 自動車技術会学術講演会前刷集, 9535378 (May 1995)
- 3) Zwahlen, H. T., et al.: "Safety Aspects of CRT Touch Panel Controls in Automobiles", *Vision in Vehicles-II*, pp. 335-344 (1988)
- 4) Ross, T., et al.: "Human Factors Design Guidelines for Information Presentation by Route Guidance and Navigation Systems", *DRIVE II Project V 2008, Deliverable No. 19, Workpackage No. L 2* (1995)
- 5) 山田, 伊藤ほか: "デュアルビジョンメータ", 自動車技術, **42**,

2, pp. 212-217 (1988)

- 6) Ito, Y., et al.: "Development of Space-Vision Instrumentation", *SAE Paper 960922* (1996)
- 7) Kato, H., Ito, H., et al.: "Development of Hologram Head-Up Display", *SAE Paper 920600* (1992)
- 8) Daimon, T., et al.: "Driver's Cognitive Process and Route Guidance Function", *IEA '94, Vol. 4*, pp. 199-201 (1994)

いとう はじめ
伊藤 肇 1971年, 名古屋大学大学院工学研究科修士課程修了。同年, (株)豊田中央研究所入社。1973年, トヨタ自動車工業(株)に転籍。その後, 研究・開発, 設計, 実験と経験したが, ディスプレイの設計経験が長い。現在, トヨタ自動車(株)第2ボデー設計部所属。