

## 車載用液晶ディスプレイの特徴と今後の動向

薬師川英樹

電子デバイス営業本部 営業企画推進センター

近年、車載用のTFT液晶ディスプレイはカーナビゲーション用として普及してきましたが、これからはナビゲーション用にはとどまらず、統合化されたインパネ表示まで液晶ディスプレイで表示するという検討が進んでいます。しかし、その使用環境、使用条件ゆえに車載用には他のアプリケーションにはない特有の要求事項や信頼性、品質基準があり、それらを解決すべく開発を行い商品化してきました。しかし、まだまだ市場の要求を全て満たしているとは言えず、これからも改良を続けて参ります。この章では、このような車載用液晶ディスプレイの特徴と今後の動向について解説します。

### 1 はじめに

TFT液晶ディスプレイを搭載したカーナビゲーションは1990年に登場しました。このカーナビは近年では大変身近なものになり、国内ではマイカー購入時に約70%はカーナビが装着されています。特に最近ではハードディスクナビ、デジタルオーディオ対応、地上デジタル受信対応などエンターテイメントとしての購買意欲をそそる装備が搭載されているのもカーナビの装着率アップにつながっているのでしょう。特に欧米とは異なり、日本の国民性としては車の中でもテレビを見たい、という要望が高いというも装着率の高い理由の一つだと思われます。

一方、欧州においてはカーナビの装着率は10%以下と低いのですが、日本の様なエンターテイメントを多く含む商品化されたカーナビというより、車と一体化されたHuman-Machine Interface (HMI) またはMan-Machine Interface (MMI) と呼ばれる、ドライバーに対する運転支援のインタフェースとして、高級車を中心にディスプレイが標準装備されている車種が多くなっています。

また、米国では少し事情が異なり、ここでもカーナビの需要は少ないのですが(米国では地図の出るカーナビがなくとも、Street名、Avenue名、それと番

地が分かればだいたい目的地にたどり着いてしまう)、家族での長距離ドライブのために、後部座席などで映画のDVDやゲームを楽しむためのリアエンターテイメントシステム用の液晶ディスプレイが発達しています。

この様なカーナビや運転支援やエンターテイメントの発達の一役を担った車載用の液晶ディスプレイは、車の過酷な環境条件の中でも高い信頼性によりカーナビの普及に伴って発展してきました。

更にカーナビにとどまらず、最近ではインパネの中のメータやドライバーへの警告、運転補助のための表示として活躍の場を広げつつあります。

このように大変身近になった車載用の液晶ディスプレイですが、自動車メーカーにおける信頼性評価や品質管理基準は家電やパーソナルデジタル機器の様な民生向けとは比較にならない程厳しく、単なる高信頼性液晶の開発にとどまらず、日々の生産活動、品質管理体制等、事業トータルとしても自動車向け専用の体制にて開発・生産活動を行う必要があります。

今回は当シャープ技報の中で、この様な車載用液晶ディスプレイの技術開発の紹介、そして今後の方向性などについて説明致します。

### 2 車載用液晶に求められる特性

#### (1) 耐環境性

まず、最も基本的な特性としては耐環境性です。そのためにクリアしなければならない信頼性試験としては表1の様な条件があります。

自動車メーカーによっては更に厳しい条件での試験も要求され、それに対応できなければなりません。例えば、高温は+95℃、低温は-40℃、高温高湿は65℃・湿度95%、試験時間は2000時間などです。この例の場合、保証とまではしてなくても、ピックアップしたサンプルにて試験を行い、実用上耐えられるものであることを確認しています。

以上のことは信頼性に関する事項ですが、もちろんこれらの温度範囲の中で使用される訳ですから、各種電気的特性、機械的特性、光学特性など、いずれもこれらの温度の環境条件で実使用

表1 車載用液晶の信頼性試験の一例

主な項目	試験条件例
高温動作試験	+85℃ (パネル面にて) 1000時間以上 (自己発熱を考慮すると周囲温度では65℃)
低温動作試験	-30℃ 1000時間以上
高温保存試験	+85℃ 1000時間以上
低温保存試験	-30℃ 1000時間以上
高温高湿動作試験	+60℃・湿度90% 1000時間以上
例熱衝撃試験	-30℃ ⇄ +85℃ 1000サイクル

※ 試験条件、合否判定は、ディスプレイ位置や用途、メーカーによって異なります。

に耐え得ることが必要です。とはいえ、全ての特性がこの温度範囲の中でフラットな特性になっているかと言うと、やはり大変難しく、民生用とは一線を画した設計をしているものの、後で述べるように低温での光学特性、高温での自己発熱と信頼性に対するマージンなど、まだまだ車メーカーが満足する性能までには至らず、今後も引き続き改善を図る必要があります。

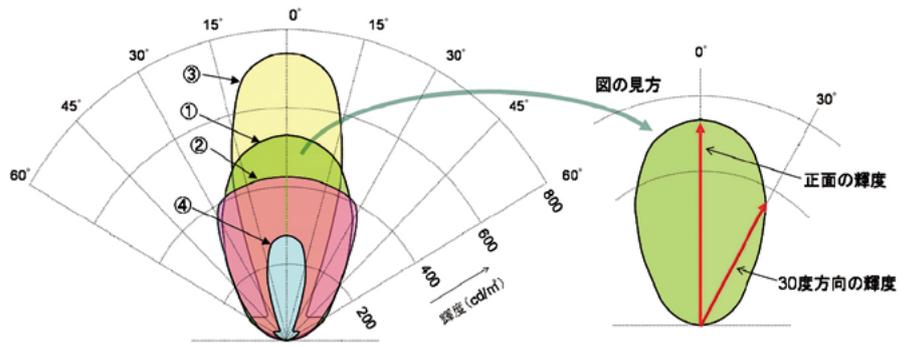
## (2) 画面輝度

他の用途向けの液晶と大きく異なる要求特性としては画面輝度があげられます。これは車載用の液晶ディスプレイは太陽光の元でも視認性が要求されるからです。携帯電話などでも屋外で使用され、太陽光のもとでも使われます。しかし、携帯電話などでは向きを変えたり、手や体で太陽光をさえぎったりもできますが、車に取り付けられたディスプレイは自由に方向を変えたりできません。そのため、太陽光に打ち勝つ輝度が必要とされるのです。

加えて、カーナビではタッチパネルが画面の前に取り付けられています。このタッチパネルによる透過率ダウン、タッチパネル表面での外光の反射などがあり、視認性を落としているため、更に液晶ディスプレイに求められる輝度が高くなってきています。また、インパネ内では透過率が50%以下の前面アクリルが付加されることもあり(高級車ではデザイン上イグニッションオフ時にインパネ部全体を真っ暗にするため)この場合も液晶自体は高輝度を要求されます。

そのため通常は450~500cd/m<sup>2</sup>の輝度を標準としていますが、場合によっては600cd/m<sup>2</sup>以上の仕様であったり、1000cd/m<sup>2</sup>を超える要望を頂いたりすることもあります。パネルの透過率には限界があるので、結局はバックライトの輝度をかなり向上しなければなりません。

また、携帯電話用やPC用などとは大きく異なる点として、輝度の角度特



配光特性の説明		正面輝度	左右30度輝度
①	通常の車載用の画面輝度特性例	530	350
②	①からアイポイント(左右30度)輝度を重視し、この範囲をフラット化した例	420	380
③	①の通常車載用を③のフィルム構成で角度を絞り、正面輝度をアップした場合	725	135
④	携帯電話用(正面輝度が低い角度も絞られている)の例	270	50

(①~③は同一光源を使用し、光学フィルムで特性を買えたものです。)

(単位: cd/m<sup>2</sup>)

図1 配光特性(バックライトの輝度の角度特性)の比較

性(配光特性という)も重要です。携帯電話やPC、その他パーソナル機器では画面の向きを正面にして使用します。そのため、正面の輝度が確保できれば商品としては大きな問題になりません。しかし、車載用の場合、車のダッシュボードに取り付けられていて、運転席、助手席の座席からはそれぞれ30度程度の角度から視認することになります。従って、車載用、携帯電話用など、用途により配光特性を使い分けることとなりますが、これらの特性はバックライトの構成部材である光学フィルムの組合せによって得ることができます。

図1に車載用液晶及び携帯電話用液晶の配光特性を図示します。ここでは①及び②が車載用の実例です。④は携帯電話用の例で、光源自体も輝度は低いのですが、光学フィルムによって光を正面方向に集め、同じ光源でもできるだけ正面は明るくなるような構成にしています。車載用の光源で携帯電話用と同じフィルム構成にしたものが③です。

この例で分かるように、携帯電話用と同じフィルム構成にした場合、光源は通常車載用と同じものを使っても、正面輝度は約1.4倍になりますが、逆に

30度のところでは40%以下にダウンしています。

これらを総合すると、車載用では、携帯電話用と比べ、同じ画面面積あたりでも光源に必要な輝度は、(正面輝度の比約2倍×配光特性による比約1.4倍)2.8倍となります。更に車載用の7型と携帯電話用の2.75型を例とすると画面表示領域の面積比8.6倍をここにかけ、単純計算で24倍の光源が必要になることになります。これは、車載用のバックライトは、小型携帯用機器と比べると、電力、発熱、サイズ、コストともに大きく増大してしまうことを示しています。

## (3) CCFTバックライトの輝度の立ち上り特性とLEDバックライト

前項の配光特性についてはあくまで常温(またはそれ以上の温度)で、安定状態での話でした。しかしこれまで車載用液晶ディスプレイのバックライトの光源として主に使用されてきたCCFT(冷陰極蛍光管)では、低温時の特に点灯直後数分~数十分間の輝度の立ち上りにおいては輝度が低い(例えば-20℃での点灯開始時は常温安定状態の10~20%の輝度)のが大きな課題

- ◆CCFTでは低温で水銀の蒸気圧が下がり、電子の衝突確率が低下し、輝度が低下する。
- ◆自己発熱により輝度は上昇するが、混合している不活性ガスのガス圧設定を高めておくと、自己発熱の速度が高まり、低温での特性は向上する。
- ◆また、ランプ電流を増加させても、自己発熱は早まる。

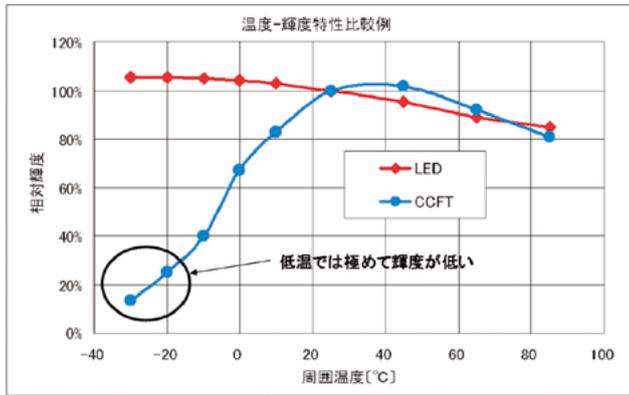


図2 バックライトの温度-輝度特性 (CCFTとLEDの比較)

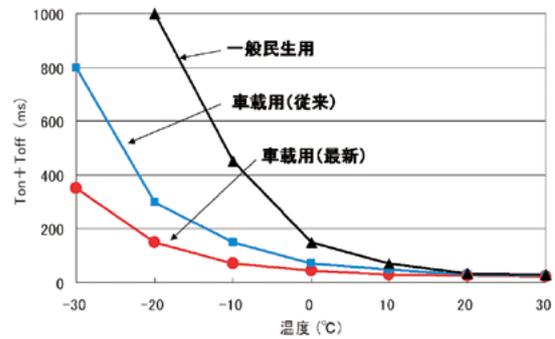


図3 応答速度の温度特性の比較

でした(図2)。

これまでもバックライトランプに対しては色々な対策が施されてきましたが(ガス圧の工夫や電流ブーストなど)、やはり解決策はバックライト光源のLED化でしょう。携帯電話用などでは当初からLEDが光源として使用されてきました。しかしながら車載用でなかなかLEDが使用できなかったのは、次のような理由があります。

- ・車載用の液晶ディスプレイとして必要な光エネルギー(輝度, 配光特性, 画面サイズを総合して)がかなり大きく、従来のLEDでは発光効率が低かった為、CCFTに比べ電力が増大。
- ・車載用の温度条件下では、信頼性確保の為、LED1個あたりの最大許容電流は、温度と共に低下(つまり高温では流せる最大の電流値が常温の60~70%に低下)する為、電流を絞らなければならない。当然、輝度が低下する分、LEDの個数を増やすことで輝度確保しなければならない。
- ・その結果、コストが大幅に増加。しかしながら最近では、LEDの発光効率が大幅に向上してきたため、2005年頃よりやっと現実的にLEDが車載用液晶ディスプレイの光源として使用できるようになってきました。これは電力的にCCFTと同等になったか

らです。

バックライトがLED化されることにより、まず低温での輝度特性の課題が解消します。加えて環境負荷物質としての水銀が排除されます。各自動車メーカーでは環境配慮への取組みも大きなテーマです。

まだまだLEDのコストの観点から市販向けカーナビや廉価版の機種まではすぐには普及に至りませんが、LEDの発光効率の向上と高信頼性化は益々進んで行くので、それに伴って今後はLEDに全て置き換わって行くのは間違いないことと思われます。

#### (4) 応答速度

最近大型の液晶TVでは液晶パネルの応答速度がよく話題になります。大型のTV用の画面ではスポーツなどの早い動きに対して発生する残像が画質を損なうからです。しかしこれはあくまで室温での話ですが、車載用で議論されるのは-20°Cや-30°Cでの応答速度です。液晶は低温では粘度が増加し、急激に応答速度が遅くなってきます(図3)。車載用では液晶TV用に比べて画面サイズが十分小さいのと大型液晶TVまでの高画質化は要求されないため、常温では特に議論の対象にはなりません。低温にて応答速度が150ms

を超えると、例えばリアカメラの映像の中で車を横切ろうとする自転車の残像がひどくて見えないとか、スピードメータの表示としては針がぼけて見えない等の危険につながる状況になってきます。

この対策のためにはまずは使用する液晶材料の温度特性範囲が広いことが必要です。車載用の液晶材料は-40°C以下の凝固温度のものを使用しています。しかし液晶はその凝固温度に近づくると急激に粘度が増加するため、まずは液晶材料そのものの低粘度化を図ってきました。加えてパネルのセルギャップ(液晶材料が充填される2枚のガラスの隙間)を通常の半分近くまで狭めています。狭セルギャップ化は応答速度に対する効果は大きいものの、狭いセルギャップで生産をコントロールすることは歩留まりにも影響してきます。

また、この応答速度は液晶の表示モードによっても大きく異なっています。従来から車載用に主流として使用されているTN液晶は比較的低温応答速度が優れており、設計上も低コストで実現しやすいものです。これに対して後で述べる高画質追求のASV液晶では白黒間の応答速度はTN液晶並みにしてゆくことが可能ですが、黒とグ

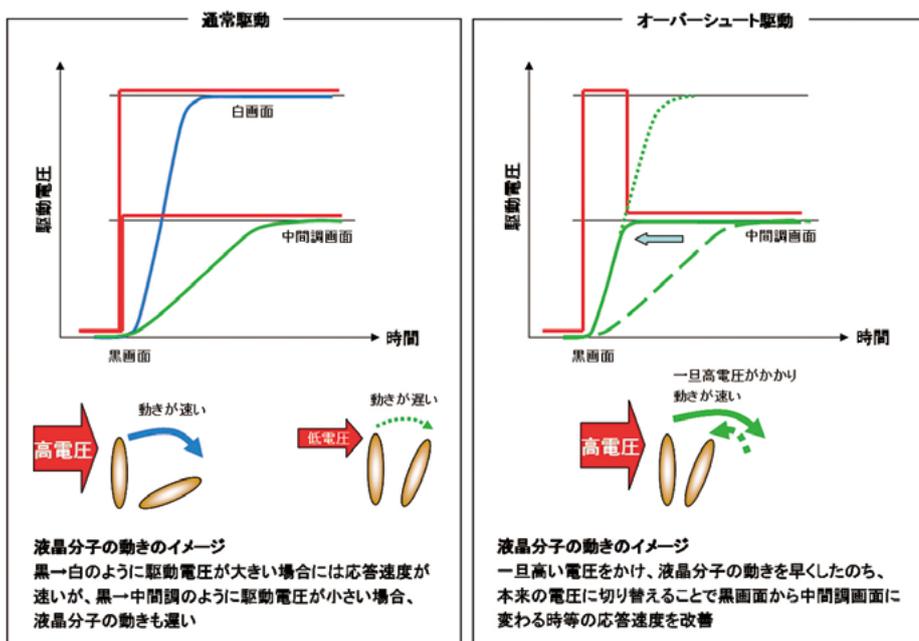


図4 オーバーシュート駆動の動作イメージ



図5 高コントラスト液晶によるインパネのデザイン案  
(夜間でも液晶の「黒」がキャビネットの「黒」に同化)

より「黒色」が更に黒くなり、夜間においてもディスプレイの「黒色」が光漏れせず周囲のインテリアと完全に溶け込むことができるということからです(図5)。

コントラストという特性値は「白輝度」/「黒輝度」の割り算で計算されます。つまり黒表示の黒を限りなく黒に近づけることは、コントラストの数字を限りなく大きくして行くことにほかならないのです。

コントラストに関しては、今年9月に車載用としては世界初の2500:1のものを開発しました。高コントラストを実現するためにASV液晶が採用されていますが、加えてカラーフィルタや偏光板においても光漏れの原因となる光の散乱などを抑え、このコントラスト値を実現しています。

液晶TV用で開発されているように、車載用でも今後更にコントラストが向上されて行くでしょう。

コントラスト以外の高画質化のファクタとしては視角範囲の広さも重要です。車載用のディスプレイはいわゆるセンターコンソール、運転席と助手席の中間に設置されることが多く、それぞれの座席からは左右約30度程度の角度で画面を見ることになります。更に座席の前後の位置、体を少し動かした時等も考慮すると、左右45度くらいまでこの画質(コントラスト)をキープしたいところです。従って、高コントラストと共に視角範囲の拡大も高画質化と呼ばれるファクタのひとつとなっています。

また、色再現範囲の拡大も重要なファクタです。家庭用の液晶TVも画面のきれいさを追及するため、色再現範囲、いわゆるNTSC比を大きく拡大しています。車載用も同様の傾向にあり、高級車種用では従来のNTSC比50%程度から65%、75%等、今後拡大して行くことになるでしょう。

これらの高画質化技術は一般的に、パネルの透過率とトレードオフの関係にあります。つまり、高画質パネルにす

レーの様な中間調問での応答速度がかなり遅くなる傾向にあります。この対応策としてはオーバーシュート駆動回路(図4)を追加することにより、階調問での差を克服することができます。

他社が高画質パネル用として得意とするIPS液晶ではASV液晶のような中間調で遅くなるというような特性はなく、どの階調問も大きな差はありませんが、全体としては低温での高速応答と呼べるところまでは難しく、ASV液晶+オーバーシュート駆動に歩があるようです。

### 3 今後の車載用液晶の動向

#### (1) 高画質化の動き

カーナビが普及し、いわゆるコモディティの商品となり、そのため普及機では従来の特性を維持しつつコスト優先になってきていますが、一方では今後高級機種では高画質化の流れになりつつあります。その理由の一つ目には家庭の液晶TVが年々高画質となつて、これらを楽しむ高級車オーナーが車のディスプレイにも高画質を求めていること、二つ目には高画質の重要なファクタの一つであるコントラストにおいて、高コントラスト化することに



図6 液晶統合インパネの提案

るほどパネルの透過率が低下し、同じ画面輝度をキープしようとする、その分バックライトの輝度をアップさせる必要があります。

このことは発熱の増大、厚みや額縁の増加、コストアップにつながります。CCFTバックライトの場合、同一形状で達成する輝度には限界がありましたが、LEDバックライトではまだまだ発光効率のアップが見込まれることから、前項で述べたように今後期待が持てそうです。

## (2)大型化の動き

前項まではカーナビ中心の話でしたが、現在機械式のメータが中心である車のインパネそのものを液晶に変えてゆこうという提案を車メーカーにしています。過去からもスピードメータや各種表示を液晶や蛍光表示などでデジタル的に表示している車はあります。これらは表示としてはパターンも色も固定で表示内容も単機能のものでした。しかし現在の提案はこれをフルカラーの液晶に置き換え、しかもその時々必要に応じて自由に表示内容(カメラ等の動画も含め)を切り替えて、運転手にその時々に必要な情報

を表示しようというものです。実はこういった用途として8型のTFT液晶をインパネに搭載頂き、機械式のスピードメータと同じ画像を液晶で表現。更に夜間は赤外線カメラ映像に切り替わり、人や動物を暗い場所でも認識できるナイトビジョンに切り替わるという多機能なインパネ用液晶として、既にある車メーカー様に2005年より採用頂いています。今後、この様な液晶インパネにおいて期待される表示としては、図6のようにスピードメータやナビゲーションはもちろんのこと、各種警告表示、車両の状態表示、フロント側の左右カメラ画像、リア側のカメラ画像、バックミラーをカメラで置き換えた電子ミラー画像、更にエンターテインメントとしてのTVや映画のDVD(もちろん停車中ですが)、インターネットからの情報など、可能性は益々広がります。今後我々はこういった用途に向け、更に画面を拡大した12型以上の画面サイズを提案しています。

一方、自動車メーカーにおいては表示したい情報はこの様に多くあるものの、表示の仕方によっては逆に運転手に混乱を与える場合もあります。また運転中は瞬時に的確に運転手に情報を

判断してもらう必要があります。この様に表示の仕方には十分な考慮が必要であったり、法的な、または自主的な規制も多く、自動車メーカーには大変慎重に検討頂いている状況にあります。しかし、将来的にはこのような方向に向かってゆくことは間違いのないでしょう。

## 4 オンリーワン技術の液晶

車載用液晶においては、今までいくつかのオンリーワン技術を開発してきました。それらのいくつかを次に紹介します。

### ①半透過型液晶

車載用の液晶は外光の明るさに打ち勝つ輝度が必要であることは前に説明しました。この外光を積極的に利用しているのが半透過型液晶です。

半透過型液晶パネルの各画素には透過の電極と反射の電極が共存しています。また、反射電極部のセルギャップは透過電極部のセルギャップに対して約半分となっているマルチギャップ構造をとっており(図7)、これによって透過と反射の光学特性を合わせています。

この半透過型液晶では反射電極部の分、透過率が落ち、バックライトによる画面輝度は低くなりますが、外光が明るくなるとその外光によって反射電極部の輝度がアップするので、どんな外光の環境下でも視認性を一定に保つことができます。一例として外光の照度に対して画面輝度とコントラストの変化を通常の透過型液晶と比較したデータを図8に示します。

照度が強くなってきたとき、透過型でも若干画面輝度がアップしているのは単なる偏光板表面等の不要な反射光であり、映像には寄与しません。一方で半透過型は、外光がない時は画面輝度は透過型の半分ですが、6万ルクス(lx)の外光下では画面輝度は2500cd/m<sup>2</sup>を越えています。コントラストも同様に透過型では6万ルクス(lx)の外光では2:1程度までダウンしますが、半透過型では10:1を確保しています。

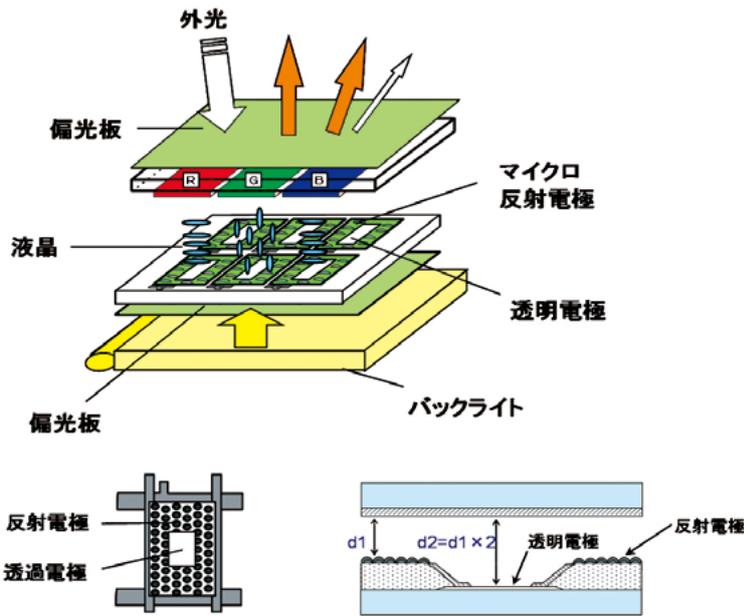


図7 半透過型液晶パネルの構造

この半透過型液晶も現在ではASV液晶との組合せになっており、コントラストや視角範囲、色再現性や視角による色変化等を大きく改善しています。

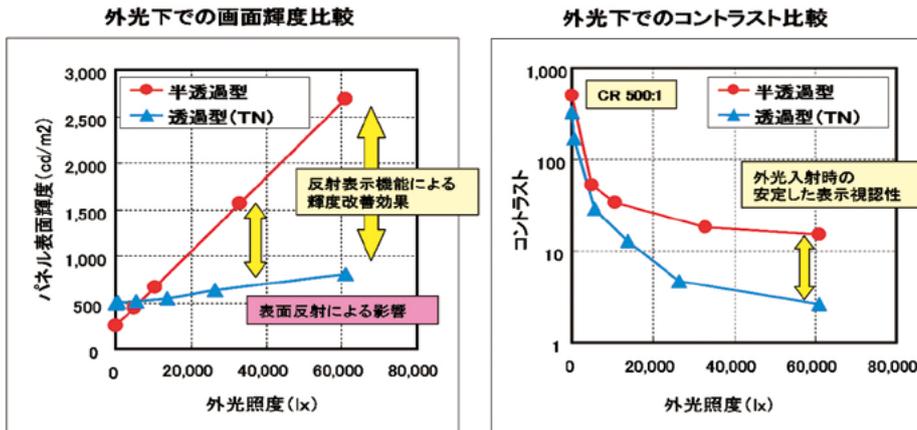
## ②デュアルビュー液晶

運転手は、ナビ画面を必要でも、助手席の人はテレビを見たいという要望があります。これを同時に満たしたのがデュアルビュー液晶です。視差バリアをパネル画素と左からしか見られない画素に振り分けに設けることにより右からしか見られない分けています。これらの画素に対して右用のデータと左用のデータを振り分け、左右全く異なる画面表示を実現しています。

このデュアルビュー液晶については当シャープ技報の中で別の章にて取り上げていますので、詳しくはそちらを参照ください。

## 5 最後に

車の中では様々な電子化が進んでいきます。それに伴って車の中で、必要な情報を必要な時に的確に運転手に伝えるディスプレイ、快適な乗り心地や楽しさを与えるためにディスプレイは確実に必要性が増してきます。全ての車に何らかの液晶ディスプレイが搭載されるようになるのもそれほど遠い将来では、ありません。車になくてはならないディスプレイの技術として、車載用液晶は今後も視認性の追及や品質・信頼性の向上に向け、当社は開発を続けて参ります。



半透過液晶では、外光が存在すると、従来の透過型に比べ、画面輝度、コントラストともに大幅に上昇し、高い視認性が確保できる

図8 半透過型液晶の外光下での視認性比較