

自動車用ヘッドアップディスプレイの煩わしさ感

森田和元

交通安全環境研究所 自動車安全部

〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7-42-27

1. まえがき

自動車のドライバーに対する表示方法の一つとして、前面窓ガラスを利用して虚像を表示するヘッドアップディスプレイ (Head-Up Display, HUD) がある。車速を表示する HUD が実際の車両に1988年から搭載されるようになったもの^{1,2)}、その利便性が必ずしも高くないことから広く普及する技術とはならなかった。しかし、最近、ナビゲーションシステムにおける経路誘導を HUD により表示する技術であるとか、夜間における歩行者を赤外線カメラにより検知し、その画像を HUD によりドライバーに表示するという夜間暗視技術が開発されてきており、HUD の活用範囲が広がってきている。

ここで、HUD の性能評価に関しては、ドライバーの視線移動量低減や焦点調節の時間短縮などの利点が考えられ、短時間の表示情報の正確な読み取りに有効であることが実験的に確認されている³⁻⁵⁾。しかし、HUD は前方視野内に表示されるために前方風景と重畳されることとなり、ドライバーにとって煩わしく感じられるものと考えられる。したがって、情報の読み取りを考えると正面前方の近くに HUD を表示することが望ましいものの、ドライバーに対する煩わしさを考えると正面前方から離れた位置に表示した方がよいといえる。

著者はこの点に関して各種の実験を行い、煩わしさ感に影響を与える要因(表示位置、ドライバーのアイポイント位置、表示輝度、被験者の年齢、静止時と運転時との差異、両眼視の影響)について検討を行ってきた⁶⁻⁹⁾。本稿では、これら

のうち、主に両眼視の影響⁹⁾について報告する。

2. 表示位置による煩わしさ感の一般的特徴

屋外において静止した状態での評価実験を行い、被験者に対して表1による5段階の評価基準

表1 煩わしさ感の評価基準

評価値	評価基準
0	煩わしくない
-1	やや煩わしい
-2	かなり煩わしい
-3	非常に煩わしい
-4	極めて煩わしい

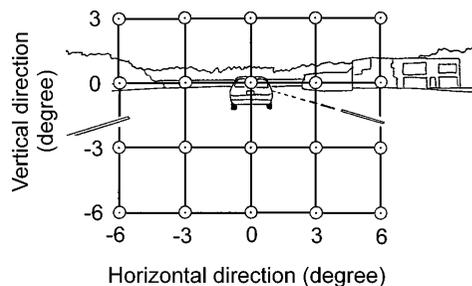


図1 屋外実験における HUD の表示位置。

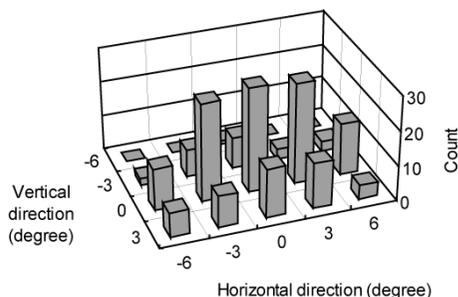


図2 煩わしさ感の基本的な分布(「かなり煩わしい」, 「非常に煩わしい」, 「極めて煩わしい」の回答数の計)。

でHUDの主観的な煩わしさ感を評価させた。表示位置は、垂直方向4種類、水平方向5種類の20点(図1)であり、正面前方に乗用車を静置して被験者にその方向を見るように指示をした。また、被験者からHUDの表示像(緑色の「88」の形状)までの距離は1.2m、表示像の垂直方向の視角は0.7度、水平方向の視角は1.2度であった。

図2はその評価結果であり、「かなり煩わしい」、「非常に煩わしい」、「極めて煩わしい」の3基準の回答数の合計で結果を整理している。なお、評価結果に関しては、各評価基準の尺度の間隔が等しいという前提のもとに、各評価基準の回答数に評価値を乗じて重み付けを行い、それらの値の合計をとる方法も考えられるが、定性的にみて、上記3基準の回答数を合計した結果とほぼ同じであった。

この実験の結果、煩わしさ感の分布は、正面前方の表示位置において最も高く、上下または左右に表示位置が離れるに従い低減することがわかった。この分布は水平方向に広がりをもつ2次元正規分布で近似することが可能であることを明らかにした^{6,8)}。

3. 両眼視の影響

HUDは一般的に、運転者から見てボンネット先端あたりに見えるように設計されていることが多い。このようにHUDの表示位置までの距離が無限遠ではないことから、前方風景を見ている運転者にとっては、両眼視によるHUDの2重像が見えることとなる(図3)。

この2重像と煩わしさ感との関係について室内評価実験を行った。被験者から前方5.6mの位置にあるスクリーンに前方風景を投影し、HUD

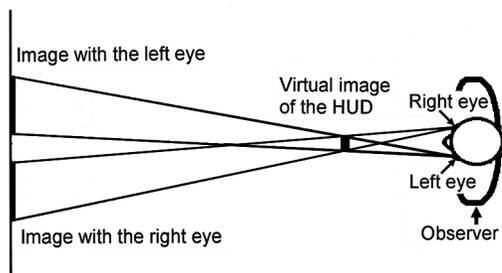


図3 前方遠方を見ているときのHUDの2重像。

の表示像(緑色の矩形)を被験者から1.5mの位置に呈示した。表示像の大きさは、垂直方向については0.5度の1種類、水平方向については0.5度、1.0度、1.5度の3種類とした。

表示位置は、水平方向に関して左側(-6度)から右側(6度)までの2度間隔で7種類である。単眼で見た表示像について、3種類の大きさごとに示すと図4(正面前方の位置の場合)となるが、実際には左右の眼により、たとえば図5(左側2度の表示位置の場合)のように見えることとなる。なお、被験者に対しては正面前方の乗用車を見るように指示をしている。ここで、両図に示す表示像(白抜き矩形)については、説明のためにパソコンにより作成して前方風景画像に挿入したものであり、実際の見え方とは色度、輝度の点で異なる。実験にあたっては、両眼、右眼およ

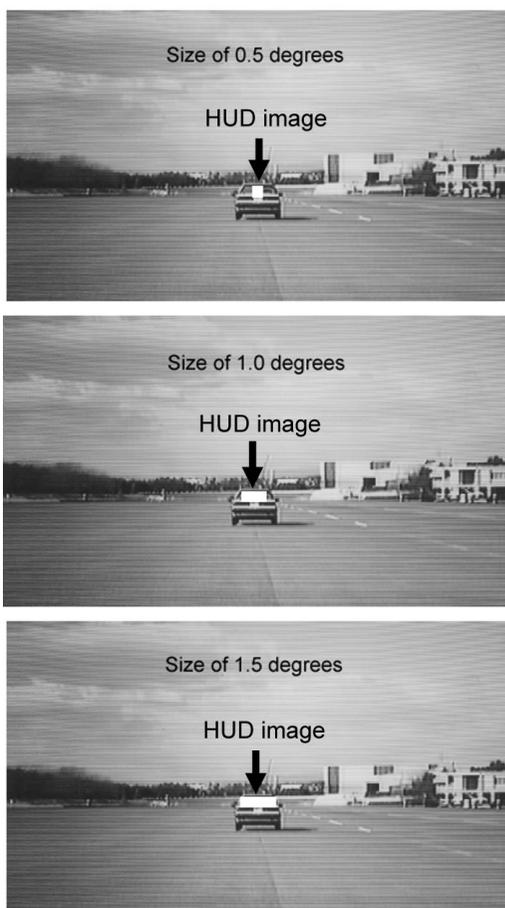


図4 単眼によって見えるHUDの表示像(正面前方の表示位置の場合)。

び左眼による観測の3種類を行った。被験者は21名(平均年齢24.7歳)であり、各実験条件を2回ずつ繰り返した。

前述のように「かなり煩わしい」、「非常に煩わしい」、「極めて煩わしい」の3基準の回答数の合計で結果を整理すると図6となる。ここで、横軸はHUDの表示位置、縦軸は回答数の合計(最大値は21名の被験者が2回繰り返したことから42件)を示す。

たとえば、表示像が1.0度の大きさの場合の正面前方(原点)から右側表示領域の2度の結果をみると、両眼視で見たときの回答数と右眼で見たときの回答数とが一致している。右眼で見える像は正面前方の位置に近い方の像であり、両眼視の結果と右眼で見た結果とが一致しているということは、両眼視の場合に右眼の像(すなわ

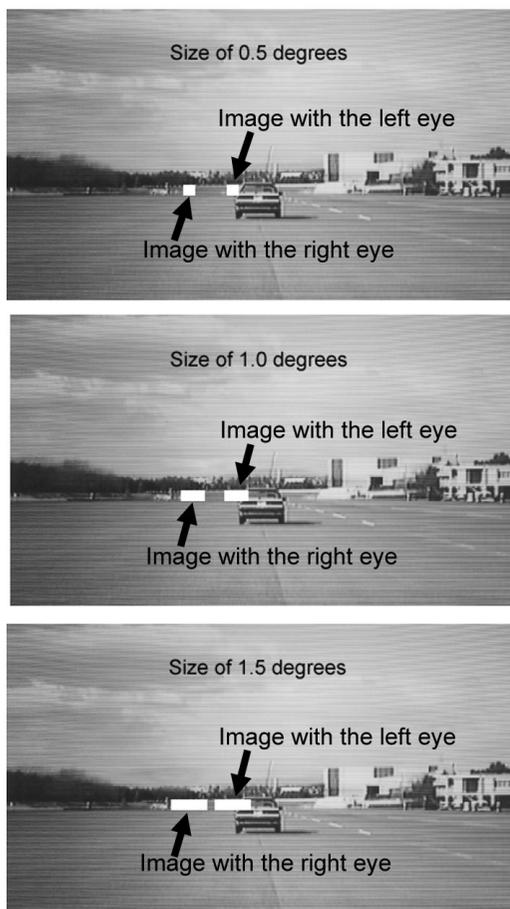


図5 両眼によるHUDの2重像(左側2度の表示位置の場合)。

ち左側に見える像)によって煩わしさ感を感じているということになる。逆に、左側表示領域の-2度の結果をみると、両眼視で見たときの回答数と左眼で見たときの回答数とが一致している。左側に表示した場合には、両眼視で見たときは左眼による像(すなわち右側に見える像)によって煩わしさ感を評価していることがわかる。

つまり、両眼視により2重像を見る場合には、正面前方に近い像によって煩わしさ感を評価しているといえる。

なお、2重像の見える位置は、ドライバのアイポイント位置からHUDの表示像までの距離にも関係する。距離が短ければ、ドライバが遠方を見ているときに左右の像が大きく離れて見えることとなる。したがって、HUDの表示像を正面前

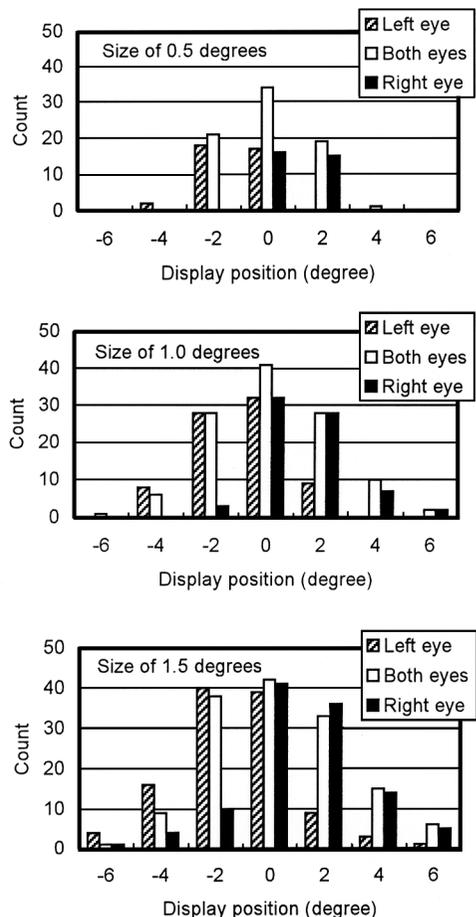


図6 煩わしさ感の評価結果(両眼, 右眼, 左眼による観測)。

方から離して煩わしさを低減するように設計したとしても、表示像までの距離が短い場合には、実際には両眼視により片方の像が正面前方に近づいて見えることとなり、煩わしさが増大することとなる。

4. おわりに

煩わしさ感とは別に、HUDについて十分な検討が行われていない点をあげると以下のようになる。

HUDに関しては、自動車のインストルメントパネル内の表示装置よりも遠方に表示できるため、焦点調節の時間が低減できるといわれている。しかし、インパネ内の表示装置を見ようとする場合、あらかじめその表示位置が明らかであるため、それに合わせて迅速に調節を行っている可能性がある。いっぽう、HUDの場合には空中に虚像として表示されるために虚像までの距離が把握しにくくなり、調節の定位がかえって遅れるおそれも考えられる。

また、HUDについては、背景との輝度対比が十分にとれないことから精密な表示よりもシボルのような単純な表示に適している。この場合、実際にHUDの表示像を見る場合に、眼の調節・輻輳が十分に行われているのかという点も明らかではない。要するに、両眼で鮮明な像をとらえるのではなく、2重像のまま片方の眼による不鮮明な像によって必要な情報を獲得している可能性がある。

HUDの性能評価については、室内実験により実験条件を統制して行うことが多く、実際の運転時にどのようにHUDを見ているのかについて十分な検討が行われているわけではない。ドライバの眼の調節・輻輳などの視認状況を運転時に把握できる精密な計測装置が今後開発されていくことが望まれる。

文 献

- 1) S. Okabayashi, M. Sakata, J. Fukano, S. Daidoji, C. Hashimoto and T. Ishikawa: Development of Practical Heads-Up Display for Production Vehicle Application. SAE Technical Paper Series, No.890559, 1989.
- 2) M. Weihrauch, T.C. Goesch and G.G. Meloeny: The First Head Up Display Introduced by General Motors. SAE Technical Paper Series, No.890288, 1989.
- 3) 岡林 繁, 古川政光, 坂田雅男, 畑田豊彦:自動車ヘッドアップディスプレイにおける前景情報と表示情報の認識について. 照明学会誌, 75, 267-274, 1991.
- 4) 岡林 繁, 坂田雅男, 畑田豊彦:自動車用ヘッドアップディスプレイによる前景情報と表示情報の認識についてⅡ:表示像位置の高さの影響. 照明学会誌, 76, 81-90, 1992.
- 5) 岡林 繁, 坂田雅男, 古川政光, 畑田豊彦:自動車用ヘッドアップディスプレイによる前景表示と表示情報の認識についてⅢ:実車走行実験評価. 照明学会誌, 77, 285-295, 1993.
- 6) 森田和元, 益子仁一, 岡田竹雄:自動車用ヘッドアップディスプレイの煩わしさ感に関する考察(第1報):表示位置と運転者の目の位置による影響. 照明学会誌, 81, 89-95, 1997.
- 7) 森田和元, 益子仁一, 岡田竹雄:自動車用ヘッドアップディスプレイの煩わしさ感に関する考察(第2報):表示輝度, 観測者の年齢及び運転時の影響. 照明学会誌, 81, 638-647, 1997.
- 8) K. Morita, J. Mashiko and T. Okada: Considerations on a Feeling of Troublesomeness Regarding Automotive Head-Up Displays During Driving. SAE Technical Paper Series, No.970229, 1997.
- 9) K. Morita, J. Mashiko, T. Okada and H. Suzuki: Influence of Double Image on the Troublesomeness of a Head-Up Display for Use in Motor Vehicles. SAE Technical Paper Series, No.1999-01-0254, 1999.