

⑦ ヘッドアップディスプレイの表示の見えやすさに関する実験的検討

自動車安全研究領域
交通システム研究領域

※関根道昭、森田和元、岡田竹雄
塚田由紀

1. はじめに

最近の事故統計によると、死傷事故のうち追突事故の割合が最も高く、その主な原因はわき見運転であるといわれている⁽¹⁾。そのため、わき見運転が少なくなれば、追突事故も減少すると思われる。自動車用のヘッドアップディスプレイ（HUD）は、情報や警報などを前面ガラスを利用して表示する技術であり、図1に示すように、映像を背景と重ねて表示することによりドライバの視線の動きを小さくできる。

HUDの背後にある道路や景色はHUDの見え方に影響するため、見えやすい色、明るさ、表示位置を考慮する必要がある。さらに、運転に集中するとHUDを見落としやすくなると思われる。本研究では、自動車用HUD評価装置を試作し、テストコースにおいて見え方を評価する実験を行い、HUDの適切な表示方法について考察した。

2. HUD装置の試作

ゴルフカートにHUD評価装置を装着した（図1）。運転席の前方に虚像投影用の反射率20%のハーフミラーを設置した。液晶プロジェクタの映像をまず小型のリアスクリーンに投影し、この映像を反射用ミラーを介してハーフミラーに写すことにより虚像までの

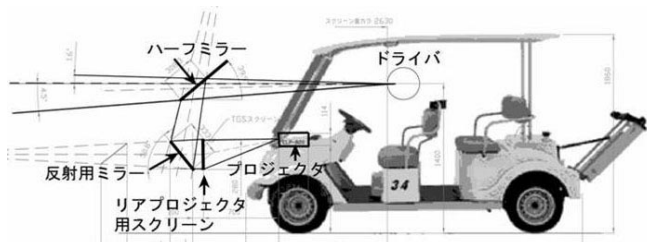


図1 HUD評価車両の概要

距離を長く確保することとした。ドライバのアイポイントを地表から1360mmの高さに設定し、虚像はアイポイントから2630mmの前方に提示された。この装置は、任意の位置に自由な表示時間で文字や画像を表示できるが、蛍光表示管などを使った製品よりも表示可能な輝度は低くなっている。

3. HUDの評価実験

HUDの表示像はPCから出力した。今回の実験では、表示色を緑、赤、青の3種類を単独で使用した。プロジェクタの特性上、それぞれの色において表示可能な最大輝度が異なるため、各色をその他の色の最大輝度に近い輝度でも表示を行い、色と明るさの効果を検討した（HUDの色、明るさは暗室内で測定）。情報の表示位置として、アイポイントの下方3度、下方6度および左3度、中央、右3度を組み合わせ、合計6カ所を検討した（図2）。

実験に参加した12名のドライバ（平均年齢33.0歳、標準偏差5.4歳）は運転中あるいは停止中に任意のタイミングで短時間（300ms）表示される数字（高さ0.8度）が偶数か奇数か答える課題を行った。この課題の成績が高い色、明るさ、位置は、情報を短時間で容易に読み取ることができると推測した。

ドライバの注意を前方に維持するために実験車両の約14m前方（車間時間約2秒）に普通乗用車を走行

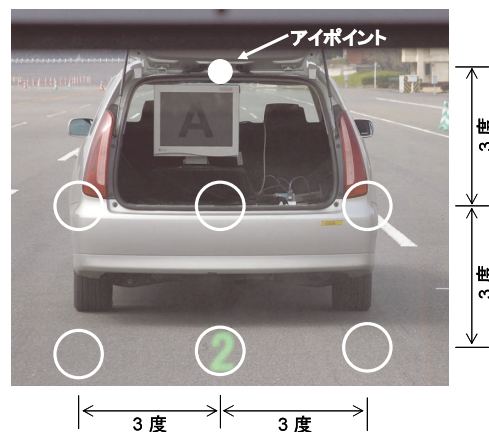


図2 HUDの表示位置

させ、その荷台にディスプレイを設置し、アルファベット1文字を1秒間隔でランダムに表示した。ドライバーはこれをすべて口に出して読み上げながらHUDの数字課題を行った。この数字課題を実験車両と普通乗用車がどちらも停車した状態（停止条件）と、どちらも走行している条件（走行条件、時速約24km/h）で行った。また、従来型の表示画面（ナビ画面）と比較を行うために、ドライバーのアイポイントから水平左25度、垂直下30度の位置に設置した液晶画面にも数字（緑色107 cd/m²、一カ所のみ）を表示して同じ数字課題を行った。

4. 実験結果

数字課題の正答率を色別、位置別に求め、平均正答率について分散分析を実施した（図3）。その結果、緑色の最高輝度（2340 cd/m²）の正答率は約9割と最も高かったが（p<.05）、それ以外の条件では非常に低かった。赤の最大輝度（133 cd/m²）と緑の近い輝度（144 cd/m²）の正答率は、停止条件ではほぼ同じであったが、走行条件では有意差が認められた（p<.05）。また、位置別の正答率を検討したところ（図4）、アイポイントから真下の位置が約30%であり、左右はいずれも約20%であった。真下3度と右下6度の位置では走行中と停止中の正答率に有意差が認められた（p<.05）。ナビ画面の正答率はHUD画面の正答率とほぼ同様であった。

実験当時（2008年3月下旬）の天候は晴天あるいは曇天であったため、天空照度は時々刻々と変化する状況であった。路面輝度の影響を調べるために、路面輝度と正答率の対応関係をプロットした（図5）。この図における一点は各参加者において3回ずつ実施した走行条件、停止条件のブロックごとの平均値を示している。色と明るさの条件は無視して、下3度の3カ所、下6度の3カ所の平均正答率を示している。正答率は下3度では路面輝度の影響をほとんど受けないが、下6度では路面輝度と負の相関が認められた。下3度の提示位置は前方車両の荷台の位置に相当するが、下6度は路面の位置に相当するため（図2を参照）、輝度が変化する路面と重なる位置に提示されたHUDは見え方が変化すると推測された。

5. まとめ

ゴルフカートを改造したHUDの評価装置を試作し、屋外でのHUDの見え方に関する評価実験を実施した。HUDの表示色については緑色の高輝度が見落

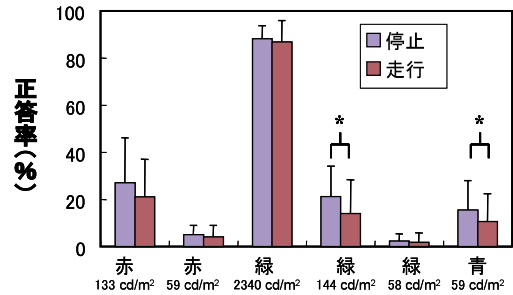


図3 色別、輝度別の正答率

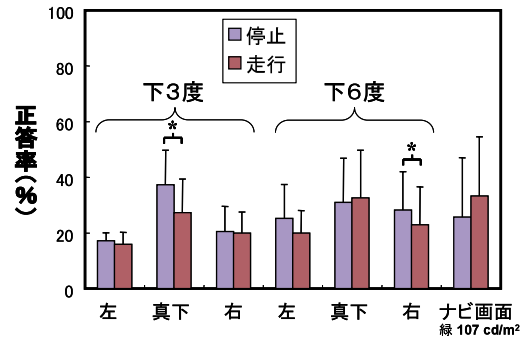


図4 位置別の正答率

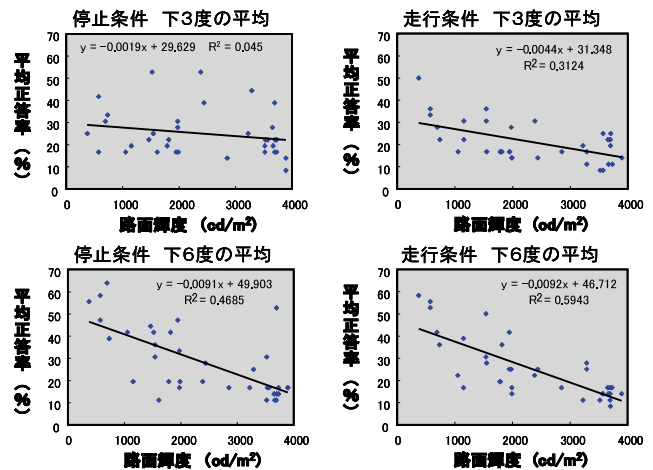


図5 路面輝度と正答率の関係

とされにくく、運転負荷による影響も受けにくいことが分かった。また、位置については、アイポイントから真下の視認性が左右よりもやや高いが、路面に重なる位置は、背景の明るさの影響を受けやすいことが示唆された。HUDは必ずしも従来型のナビ画面よりも視認性が高くないこともわかった。HUDを安全に利用するには、表示色や明るさ位置を限定したやり方で提示する必要があると考えられる。

参考文献

- (1) 交通事故総合分析センター：イタルダ・インフォメーション, No. 69, pp. 3-4 (2007)