

前方に注意を促進させる情報呈示方法に関する研究

— 視覚情報の大きさ, 表示色, 表示位置による基礎検討 —

日大生産工(院) ○千葉 裕貴

日大生産工 栗谷川 幸代 日大生産工 景山 一郎

1 緒言

近年, 自動運転に関する研究は盛んに行われており, SAEによると自動運転の定義は段階的に区別されている. 自動運転システムは, 自動運転を継続できない場合, ドライバに手動運転への切り替えを要請する場合がある. レベル2においては機能限界に達する, 一定時間ステアリングから手を離すことで切り替え要請を行う. ここで, 切り替え要請時のドライバの状態は様々であると考えられる. しかし, システムは適切に切り替えを要請しなければならないため, 呈示情報の検討をする必要がある.

そこで本研究では, ドライバがどのような状態でも, 円滑な切り替えを可能とする方法の検討を目的とした. 具体的には, 呈示する情報により前方への注意が向くことと運転への準備が促されることにより円滑な手動運転への切り替えが実現できると考えられる. そのため, 情報はヘッドアップディスプレイ (以下, HUD) の利用を想定し, 呈示情報の大きさ, 色, 形状を検討した.

2 HUDについて

HUDは, もともと航空機用に開発された, 前景に情報を重畳して表示する情報表示機器である²⁾. 現在, 自動車用のHUDは緑色で情報を呈示する場合が多い. これは, 航空機のHUDが緑色で使用されていること, 緑色は前景輝度の影響が少ないこと³⁾によるが, 現在のHUDはレーザー等の高輝度光源を用いて情報を呈示するため, 様々な色を用いた情報の呈示方法が考えられている. また, 表示範囲も研究が進んでおり, 近い将来は, 18インチ程度の表示範囲で情報を呈示することが可能である⁴⁾. これらの特性を利用し, HUDにおける情報呈示方法を検討する. 具体的には, 情報呈示によりドライバが前方へ注意を向けると, 手動運転切

り替え直前に前景へ注意が向けられること, 呈示する情報が運転をする準備を促せられる情報であると, 円滑に運転する準備に移行できると考えたためである.

3 色・形状の検討

切り替え要請情報の検討にあたり, まず色及び形状の検討を行った. 実験は, 運転席とモニターを用意し, 運転の状況を簡易的に模擬した. モニターには, 高速道路を模した映像と, 切り替え要請としての情報をランダムタイミングで呈示した. また, 同乗者との会話を模擬した質問課題, 考え事を模擬したn-back課題を与えた. 加えて, 情報呈示後に手動運転への切り替えを想定し, 情報の消灯2[s]後に白丸を表示させ, その白丸が表示された2[s]後に白丸を左右に動かした. 実験参加者には, 情報が呈示されたらステアリングを握ること, 手元のスイッチを押すこと, さらに白丸の動きに合わせてステアリングを操作させることを教示した.

情報の形状は, 情報として意味を持たない丸, 注意を促せる情報として感嘆詞, 運転の準備を促せる情報としてステアリングの3条件とした. 色は, 現在のHUDの表示色として一般的な緑 (sRGB:124,170,74), 基本的な色である赤 (sRGB:191,69,45), 橙 (sRGB:201,159,0), 黄 (sRGB:237,240,0), 青 (sRGB:74,110,147) を加えた5色とした. 評価方法は, 実験終了後に質問紙法にて主観評価を行った. 質問紙は VisualAnalogScale (以下, VAS) を用いた. VAS は, +100をととてもそう思う, -100を全くそう思わないとした数直線上に自由な位置に線を引いて点数を算出する質問紙法である. 質問は, 「前方に注意が向いたか」, 「運転の準備が促されたか」, 「ステアリングの操作は適切に行えたか」, 「ステアリングの操作は適切に行えたか」の質問を回答させた. 実験参加者は, 普通自動車免許を有する20代男性3名で実験を

Study on Method of Providing Stimulus for Promoting Driver Attention
-A Basic Study of Visual Stimulation Size, Color, and Display Position-

Yuki CHIBA, Yukiyo KURIYAGAWA, Ichiro KAGEYAMA

行い、視力、色覚等に異常がないことを確認して実験を行った。

4 実験結果

図1に実験参加者による形状の主観評価結果を示す。ここで、n-back課題と質問課題に顕著な差が見られなかったことから、自動運転時に想定される運転状況として事例が多い同乗者との会話を模擬した質問課題結果を示す。グラフの横軸はA:前方に注意が向いた、B:運転の準備を促された、C:ステアリングの操作はスムーズに行えた、D:視覚情報は目障りでなかったという質問項目であり、縦軸が主観評価の点数である。図より、棒グラフの長さから総合的な得点を見ると、実験参加者I、IIではステアリングの評価が最も高いことが見て取れる。しかし、実験参加者IIIは丸がB、Dともに最も高い値を示す結果となり、運転の準備を促されつつ、目障りではない情報であることがわかり他の実験参加者2名とは結果が異なった。また、各実験参加者における最高評価だった形状に対する色の違いによる主観評価結果を図2に示す。図より、緑色、青色は目障りではないという特性が突出しているのに対して、赤色は全ての項目に対して評価が高い。これは、本検討で対象とした切り替え要請情報という前提が、赤色が持つ危険、緊急性が高い、重大性が高い、等のイメージに合致していた結果と思われる。この結果を受け、大きさの検討に使用する条件を決定した。

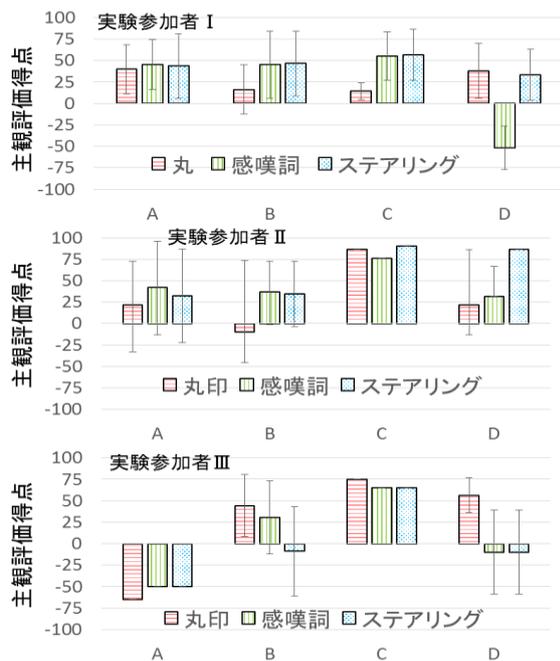


図1 実験参加者による形状の評価

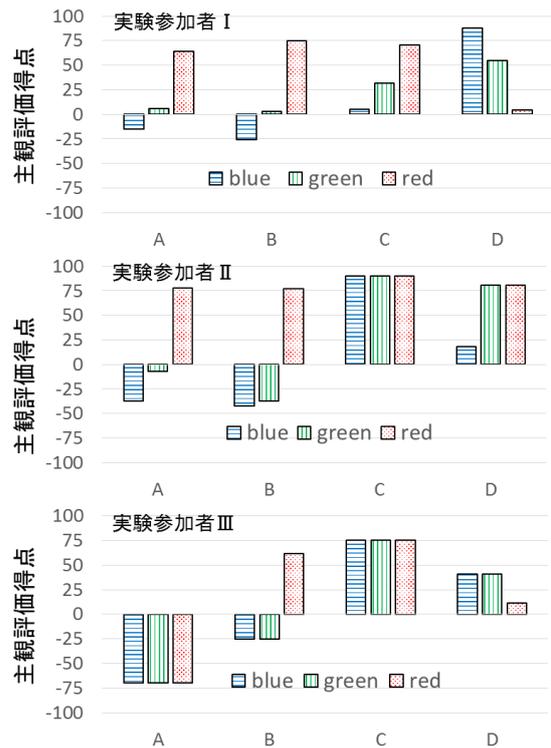


図2 最高形状における色の評価

5 大きさの検討

大きさの確認を行うにあたり、より現実的な運転の状況を模擬できるドライビングシミュレータ (DS) を使用し、自動運転走行の模擬とHUD情報を投影した。走行コースは、交通環境による影響を避けるため、交通量の少ない高速道路とし、1走行につき約90[s]のコースを作成した。また、運転に集中していない状況を模擬するために課題なし条件とn-back課題条件を走行中に課した。ここで、質問課題としなかった理由として、実験時間が前実験より非常に長くなってしまい質問に対する慣れを懸念したためである。また、実験参加者間でカウンタバランスがとれるように施行順番を変更しながら実験を行った。HUD情報は丸とステアリング形状の2条件とし、色は赤色 (sRGB: 191,69,45) とした。また、HUD情報の大きさは、将来的にHUDが18インチのサイズとなることを想定し、直径が10degとなる条件を基準として、比較条件に5deg, 2degを設けた。また、情報の呈示位置は実験参加者からの俯角約8degとした。ここで、HUD情報を呈示するタイミングは、実験参加者に慣れを生じさせないようにランダムなタイミングで呈示し、条件間に何も表示させないダミー走行を数回試行した。実験は、実験参加者の疲労による影響を避

けるため、任意で休憩がとれるように行い、全体の実験時間は、約1時間で試行した。

6 計測項目

呈示された情報から、素早く手動運転へ切り替えができたという指標として、情報呈示から実験参加者がアクセルの踏み込みを開始するまでの時間を判断時間として計測した。また、主観評価から「呈示情報から素早く手動運転へ移行できた」、「情報は目障りでなかった」、「呈示された情報により前方に注意が向いた」、「呈示された情報により運転の準備が促された」という質問をVASにより計測した。実験参加者は普通自動車免許を有する20代男性5名とし、視力、色覚等に異常がないことを確認して実験を行った。

7 実験結果

図3、図4に課題無し条件とn-back課題時の判断時間結果を示す。グラフの横軸は各条件、縦軸は判断時間であり、青い棒グラフは丸、緑の棒グラフはステアリングの結果である。図より、課題無し条件において呈示情報が大きいほど判断時間が速くなる傾向が見て取れる。反対にn-back課題時は大きさごとの判断時間の差は少なくなり、全体的な判断時間は早くなる傾向が見て取れた。これは、n-back課題を与えると覚醒度が上昇したため、HUD情報に対して集中力が上昇したことが考えられる。このことから、覚醒度が高い時は呈示情報の条件に依存されず判断できるが、覚醒度が低い状態では大きな情報を呈示した方が素早く判断できるということが示唆された。次に、図5に主観評価による丸とステアリングの判断時間差、図6に丸とステアリングの判断時間差の実時間を示した結果を示す。図5の横軸は、同じ大きさのステアリングから丸の主観評価を引いた条件、縦軸は差分の算出値である。また、図6の横軸は丸からステアリングの判断時間を引いた値、縦軸は判断時間の算出値である。ここで、各棒グラフの上方向に向くほどステアリングの評価値が高く、下方向に向くほど丸の評価が高い図となっている。図5では、主観評価ではステアリングの方が素早く移行できたと評価したにもかかわらず、図6では、実際の判断時間を見ると、丸の方がより早く判断できるという結果が確認された。これは、ステアリングの形状が運転の準備を促すものであったと考えられ、情報が呈示されてから手動運転へ切り替えるための判断時間として約0.2[s]要したためと推察できる。このことから、ステアリング等

の行動を促せる情報を呈示する際には、判断時間を含めた呈示タイミングの検討が必要であると考えられる。また、図7として、各条件の主観評価結果を示す。図の横軸は各条件、縦軸は主観評価の点数を示しており、という質問の点数である。図より、大きい情報が小さい情報より評価が高いことが見て取れ、丸よりもステアリングの評価が高い結果となった。最後に、図8として、各形状と大きさの目障りさの結果を示す。図より、丸、ステアリングともに5degが最も目障りでないという結果となったが、今回は、呈示位置を固定して行ったため、呈示位置を変更した場合、各条件に対してどのような影響を与えるか検討が必要である。

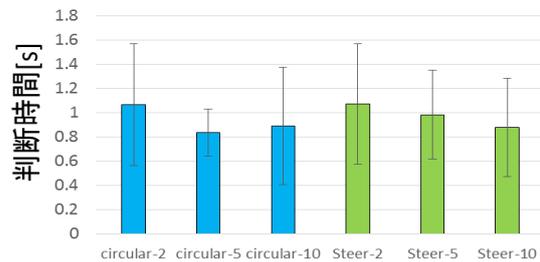


図3 課題無し条件の判断時間

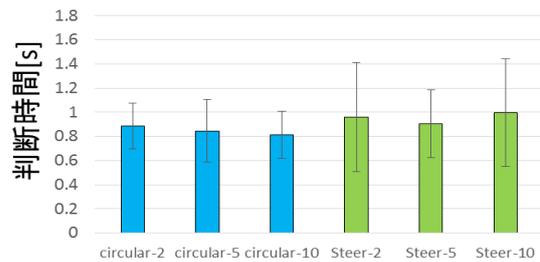


図4 n-back課題の判断時間

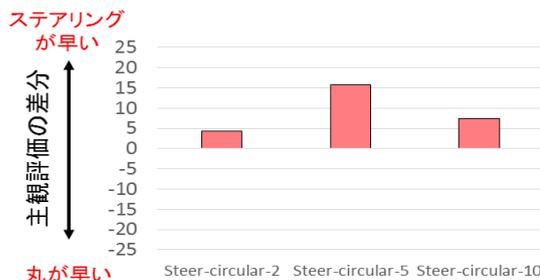


図5 丸とステアリング判断時間差(主観評価)

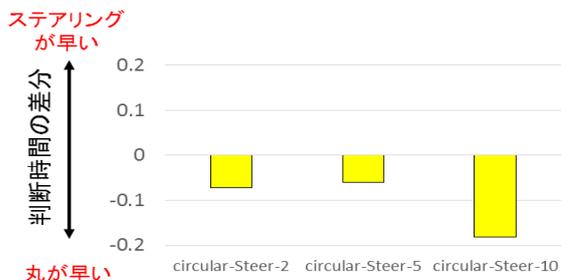


図6 丸とステアリング判断時間差(実時間)

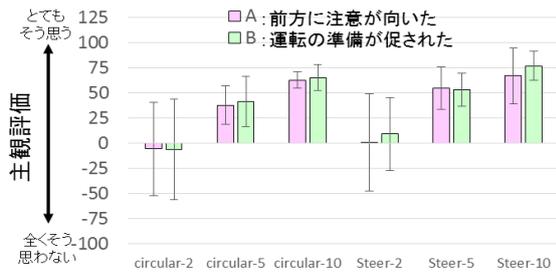


図7 各条件の主観評価

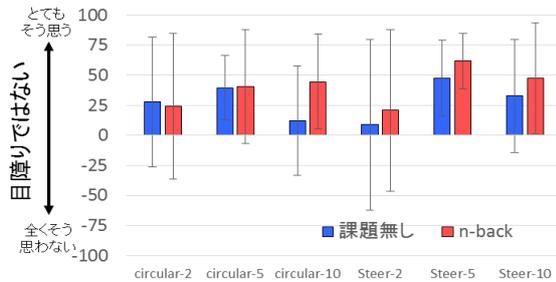


図8 各条件の目障りさ

8 考察

呈示する情報の形状、色は、運転を促せられることと前方へ注意を向けられることに効果があることが確認され、特に色の影響が強いことが示唆された。具体的には、ステアリング等の単体で意味を持つものは、形状の持つイメージと色の持つイメージが呈示された情報の意味と合致することで評価が相互に助長されて高くなることが示唆された。実験参加者 2 名では形状の違いによる評価に比べて色の違いによる評価の差が顕著に見られたためである。また、実験参加者 1 名は呈示される情報の色がわかりやすいことを理由に形状を選んで評価が高くなっていることからこれらが推察される。ここで、緑色、青色が赤色と比較して評価が低かった理由は背景色との対比の影響が考えられる。背景色は、道路を模擬した灰 (sRGB:111,127,114) であることから、表示色の緑 (sRGB:124,170,74) 青 (sRGB:74,110,147) は赤 (sRGB:191,69,45) と比較して色度が近かった。これにより、情報が読み取りづらく、判断が遅れ、情報が目障りだった、と印象を与えてしまった可能性が推測される。また、HUD 情報の大きさについては、大きな情報がより運転する準備を促し、前方へ注意が向くという結果が確認された。実験終了後に各実験参加者にコメントを確認したところ、「大きくて前景と情報が重なっていても手動運転への切り替えを伝える情報としては目障りだと感じなかった」、とのことだった。これは、自動運転中は、前方へ注意を向けておらず、運転行動もしてい

ないため、前景と重なっていたとしても目障りだと感じさせなかったと推測される。また、丸とステアリングの判断時間差の主観評価と実時間の齟齬についてであるが、丸の場合、情報が表示されたため、ステアリングを握ったという行動であるが、ステアリングの場合、情報が表示され、実験参加者が、運転の準備をしなければならないという判断を加えてステアリングを握ったため、判断に要した時間として約 0.2[s]遅れたと推察できる。ここで、実験参加者の主観評価は、ステアリングの方が素早く手動運転に移行できたという結果となっているため、判断を促した方が円滑に手動運転へ切り替えられたということが示唆された。しかし、課題を遂行させないと 0.2[s]程度ステアリングを握る行動が遅くなるため、今後は呈示タイミングの検討が必要である。

9 結言

自動運転のレベル2において、システムからドライバーへ手動運転への切り替え要請を行うとき、どのような状態であっても円滑に手動運転へ切り替えられる情報呈示方法の検討を HUD の使用を想定して行った。結果として、何も遂行していない状態であると、大きい情報の方が運転する準備を促され、前方への注意が向くことが確認された。また、丸、感嘆詞、ステアリングの形状を比較すると、丸、ステアリングが感嘆詞より評価が高く、丸よりステアリングの方が円滑に手動運転へ切り替えられるということが示唆された。また、色は寒色より暖色の方が円滑に手動運転へ切り替えができるという結果が得られた。今回は切り替え要請という情報が赤色のイメージと合致したため評価が高いという結果となったが、HUD 情報は、様々な情報を呈示するため、情報に合った色の検討が必要であると考えられる。

「参考文献」

- 1) 須田ら、自動運転技術の開発動向と技術課題、情報管理、Vol57, No.11, pp.809-817, 2015
- 2) 岡林 繁、ヘッドアップディスプレイの人間工学評価と表示情報の最適化、情報技術協会、2015
- 3) 森田ら、ドライバーに対する適切な情報伝達方法に関する研究、交通安全環境研究所報告、No.14, pp61-82, 2009
- 4) アルプス電気 HP, http://www.alps.com/j/news_release/2014/1001_01.html, 2016.10