

運転支援のためのフロントガラス周辺からの情報提示方法 - 情報提示位置およびシーンが与える影響の分析 -

高比良 英朗*¹ 平山 高嗣*^{1*2} 村瀬 洋*¹ 池田 優介*³

Information Display Method from Around the Windshield for Driving Support
-Analysis of the Effect of Information Display Position and Traffic Scenes on Awareness-

Hideaki Takahira*¹, Takatsugu Hirayama*^{1*2}, Hiroshi Murase*¹ and Yusuke Ikeda*³

Abstract – We have proposed a driving support method that displays information from LED installed around the windshield and analyzed the effect of the position of LED, the position of driver's gaze, and traffic scenes on the driver's perception of the LED flashing. We report an experiment result in which various driving video scenes are presented in front of the driver in a laboratory. The results shows that the reaction time was faster when the luminance level was high enough, regardless of the positions and scenes. In addition, it is shown that the missing rate of the LED flashing with low luminance levels was higher in the case of daytime driving video scenes.

Keywords : flashing, LED, information display, driving

1. はじめに

我々は、運転支援のためのフロントガラス周辺からの情報提示方法を検討している^[1]。この情報提示方法は、周辺視野への潜在的注意配布に着目し、情報提示用のLEDをフロントガラス周辺領域へ設置するものである。

一般的な情報提示方法として、カーナビゲーションシステム（カーナビ）があり、多くの車両で搭載されている。このカーナビでの情報提示には、道路地図の表示、経路案内、車両搭載カメラの映像の表示などがある。しかし、運転中にカーナビから情報を取得しようと視線を動かし注意を向けてしまうと、前方に対する注意が散漫状態となる。このことから、運転者の注意を前方に維持したまま、情報提示を行なう方法が求められている。その例として、前方の視野範囲に視覚情報を提示する方法と視覚を用いず聴覚情報を提示する方法がある。前方の視野範囲に視覚情報を提示する方法では、ヘッドアップディスプレイ（HUD）に情報提示する研究^[2]やウインドシールドディスプレイに情報提示する研究^{[3],[4]}などが行なわれている。視覚を用いず聴覚情報を提示する方法では、運転者属性に合わせた周波数の音を鳴らす研究^[5]などが行なわれている。

HUDやウインドシールドディスプレイに情報提示する方法では、前方への注意を維持したまま情報取得が可能である。一方で、情報提示がされている箇所はその前方車両や風景の一部などの情報が覆われてしまう可能性がある。聴覚情報を提示する方法では、周囲環境の音であるクラクションや雨音、エンジン音などが重複しないようにする必要がある。

これらの問題点を踏まえ、別の情報提示の1つの可能性として、我々はフロントガラス周辺からの情報提示方法^[1]を提案している。この情報提示方法では、フロントガラス周辺領域にLEDを設置することで、運転者の視界を遮らないものとしている。LEDの光の視覚情報提示であることから周囲の環境音による障害を受けにくいものである。このことから、運転者のクリアな視野を十分に確保しながら、外部環境変化による遮蔽を受けにくい情報提示を可能にしている。

先行研究^[1]では、フロントガラス周辺からの情報提示方法の有効性の基礎検討を行なった。様々なLEDの点滅パラメータを用意し、周辺視での気付きやすさを反応時間と反応率で評価した。その結果、十分な輝度レベル、周波数6 Hz、アンバー色、Aピラーガラス側位置（Aピラー内装側、ダッシュボードガラス側/内装側を比較対象とした場合）において早い反応時間かつ高い反応率を示し、これらの設定が気付きに有効である可能性が示されている。

本研究はその発展として、情報提示位置およびシーンが与える影響の分析を行なうものである。先行研究^[1]において、周辺視野領域における情報提示位置の視野角度はガラス側と内装側の2パターンのみで、

*1: 名古屋大学 大学院情報学研究所

*2: 人間環境大学 環境科学部

*3: AGC 株式会社

*1: Graduate School of Informatics, Nagoya University

*2: Faculty of Environmental Science, University of Human Environments

*3: AGC Inc.

表1 LED点滅パラメータ
Table 1 LED flashing parameters.

種類	パラメータ
輝度レベル	1, 3, 5, 20
周波数	6 Hz
色	アンバー

表2 映像パラメータ
Table 2 Movie parameters.

種類	パラメータ
シーン	市街地
時間帯	昼, 夜
注視円位置	左, 中, 右, 上

表3 視野角度パラメータ
Table 3 Viewing angle parameters.

位置	注視円位置	視野角度
A ピラー ガラス側	左	29°
	中	19°
	右	9°
A ピラー 内装側	左	35°
	中	25°
	右	15°
ダッシュボード ガラス側	中	8.5°
	上	13.5°
	中	12°
ダッシュボード 内装側	上	17°

視野角度差が及ぼす影響を十分に分析できていなかった。また、交通シーンは昼間の高速走行のみで、周囲環境の違いが及ぼす影響を十分に分析できていなかった。周辺視野領域への情報提示の有効性の研究^[7]や運転時のシーンの違いが視覚的注意に影響を及ぼす研究^[6]から、周辺視野領域における情報提示位置の視野角度の違いや走行シーンの影響を検証することは有用であると考えている。

具体的には、運転者の視線と設置したLEDとの視野角度の違いが気付きに影響するかどうかと、市街地走行シーンの昼と夜の違いが気付きに影響するかどうかを検証することを目的とする。LEDの視野角度が中心視野に近づくほど、反応時間が早くなる、周囲環境が暗くなり、LEDとの輝度差が大きくなる夜のシーンで反応時間が早くなるという仮説を立て実験を行なった結果について、報告する。

2. 実験方法

運転時を模擬した状況を実験室に構築した。運転席のcockpitを再現するため、ダッシュボード、フロントガラス、Aピラーを机上に並べた。情報提示LEDは、Aピラーのガラス側と内装側及びダッシュボードのガラス側と内装側の4箇所に配置した。その配置例を図1に示す。

LEDの点滅パラメータを表1に示す。周波数と色は以前の研究結果^[1]を参考に設定し、輝度をLEDの制御プログラムで設定可能なレベル値の4段階用意した。

映像のパラメータを表2に示す。実験参加者に視聴させる車載カメラ映像は、市街地を走行中のものから、車輻の追い越しや追い抜きがないシーンを抽出した。その映像例を図2に示す。映像視聴時の注視の目安として、画面中央の前方車輻が位置する付近に緑色の中抜き円を配置し、実験中は運転するような意識で、緑円の中に視線を向けるように指示した。この緑の注視円の位置は左右と上方向にそれぞれ視野角度で8.5°ずらし、4箇所用意した。その視野角度のパラメータを表3に示す。情報提示LEDと注視円位置の組み合わせである。

点滅するLEDの位置は事前に、Aピラーガラス側か内装側のどちらか、もしくはダッシュボードガラス側か内装側のどちらかが光ると実験参加者に教示した。LEDの点滅パラメータである輝度レベルと映像パラ

メータである注視円位置はランダム、LEDの点滅時間は2秒間として、図3に示すように8秒間のいずれかのタイミングで光るようにプログラミング制御した。この8秒間を1つの注視円位置において24回(4輝度×2LED位置×3回)繰り返し、10秒の小休憩、次の注視円位置で24回、10秒の小休憩、次の注視円位置で24回までを1セットとして、Aピラーの昼と夜、ダッシュボードの昼と夜、計4セットの実験を行なった。実験時の室内の照度は20 Lux(昼)、0.5 Lux(夜)であった。

実験参加者は、運転に支障のない視力を有する20代から60代の男性12名、女性12名であった。

3. 実験結果

3.1 反応時間

実験参加者がLEDの点滅に反応してボタンを押すまでにかかった時間を反応時間と定義する。LEDの点滅に気付かずにボタンを押さなかった場合は、点滅時間である上限値2.0秒で反応したとして、平均反応時間を算出する。その結果を図4~11に示す。

AピラーのLEDについて、水平方向の視野角度別に昼・内装側(図4)、昼・ガラス側(図5)、夜・内装側(図6)、夜・ガラス側(図7)での結果を示す。昼の映像シーンにおいて、輝度レベル1の内装側とガラス側を比較すると内装側での反応時間が早く、視野角度が近くなるほど早い傾向を示している。また、輝度レベルが上がるに従って反応時間が早い傾向も示しており、輝度レベル20においては内装側とガラス側での差、視野角度による差が見られなかった。次に、夜の映像シーンでは、輝度レベル1で昼よりも早い反応時間を示し、輝度レベル3~20ではほとんど差が見



図1 実験設備
Fig.1 Experimental apparatus.

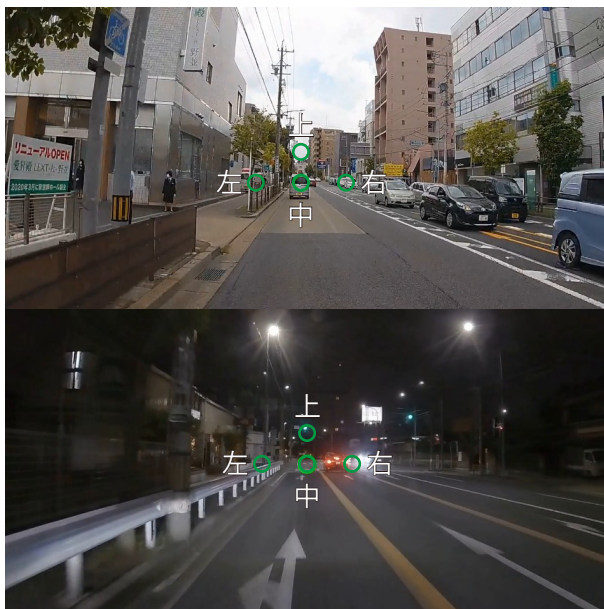


図2 実験映像
Fig.2 Experimental movie.

られなかった。

続いて、ダッシュボードのLEDについて、垂直方向の視野角度別に昼・内装側(図8)、昼・ガラス側(図9)、夜・内装側(図10)、夜・ガラス側(図11)での結果を示す。昼の映像シーンにおいて、Aピラーでの結果と同様に輝度レベル1の内装側で反応時間が早く、視野角度が近くなるほど早い傾向を示している。また、輝度レベルが上がるに従って反応時間が早くなる傾向も同様であった。次に、夜の映像シーンでは、昼で違いが見られた輝度レベル1においても違いが見られず、どの輝度レベルでもほとんど差が見られなかった。

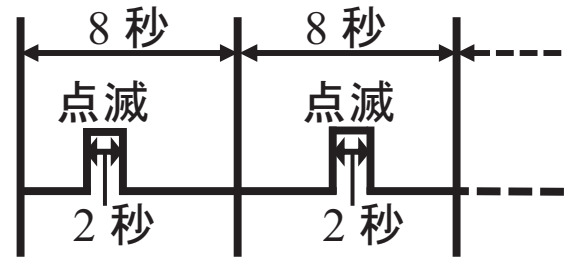


図3 点滅タイミング
Fig.3 Flashing timing.

以上のことから、輝度レベル5や20のように、十分な輝度レベルを確保すれば視野角度やシーン(昼や夜などの背景の明るさの違い)に関わらず反応時間が早くなることが示され、その反応時間は約0.4~0.5秒であることが示された。そのシーン別の反応時間を図12に示す。また、LEDの視野角度が中心視野に近づくほど、反応時間が早くなる、周囲環境が暗くなり、LEDとの輝度差が大きくなる夜のシーンで反応時間が早くなるという仮説は、輝度レベルが低い場合には支持され、有効な視野角度、シーンがあることが示された。一方で、輝度レベルが低い場合における内装側とガラス側の比較では、視野角度が大きい内装側が反応時間が早いという仮説とは反する結果となった。この要因としてLED付近の背景の違いが考えられる。ガラス側ではLEDが前景の複雑なテクスチャと接する位置関係にあり、走行シーンの状況が影響を与えていた可能性が考えられる。内装側ではテクスチャがない内装にLEDが接する位置関係にあり、その影響を受けな

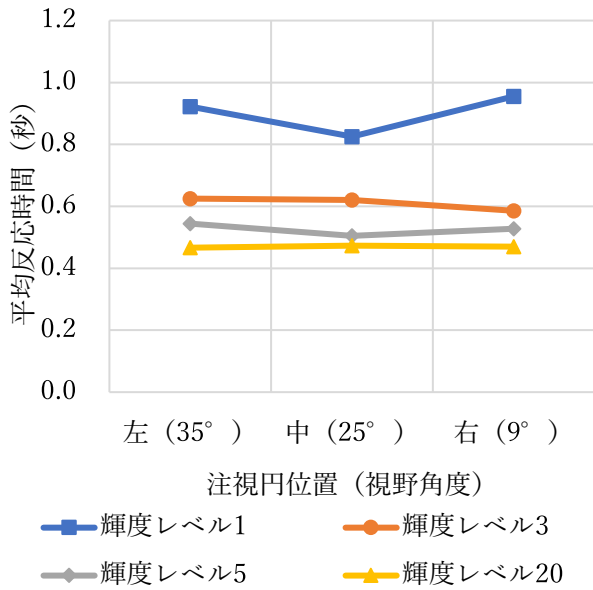


図4 映像シーン：昼/A ピラー内装側における反応時間
Fig. 4 Scene: Daytime/ A-pillar interior side reaction time.

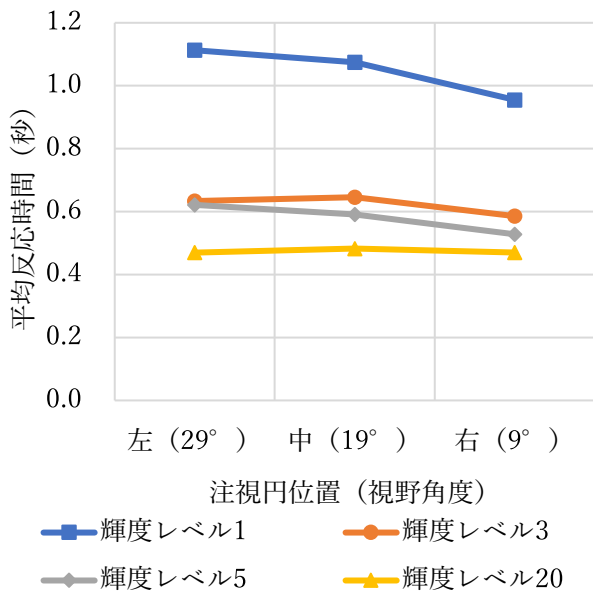


図5 映像シーン：昼/A ピラーガラス側における反応時間
Fig. 5 Scene: Daytime/ A-pillar glass side reaction time.

かったことが考えられる。

昼の映像シーンでは、周囲環境が明るいいため、輝度レベルが低くなると見落としが発生していることが考えられる。一方で、夜の映像シーンでは、周囲環境の暗さから輝度レベル1でも昼と比較して明るく見えることから見落としが少なく、反応時間が早くなったと考えられる。

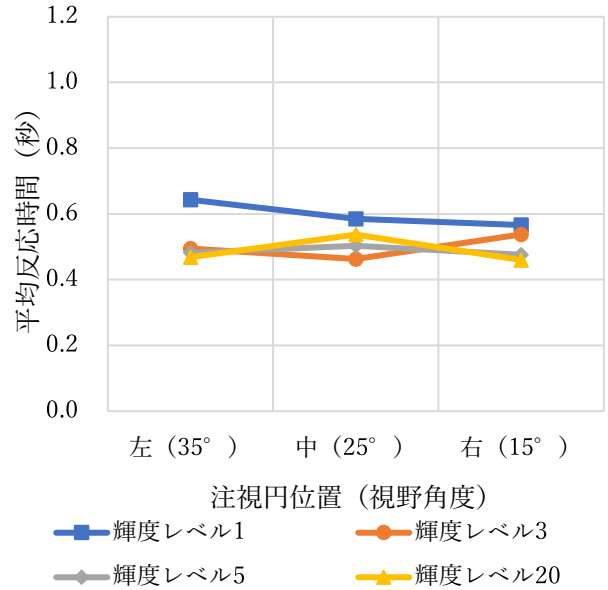


図6 映像シーン：夜/A ピラー内装側における反応時間
Fig. 6 Scene: Night/ A-pillar interior side reaction time.

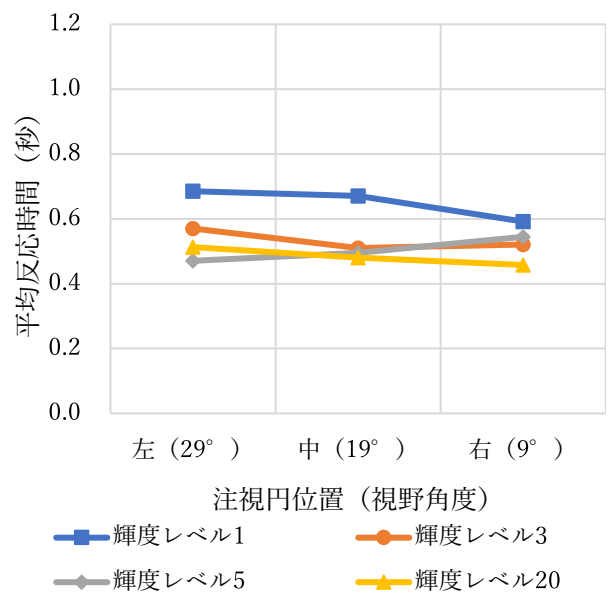


図7 映像シーン：夜/A ピラーガラス側における反応時間
Fig. 7 Scene: Night/ A-pillar glass side reaction time.

3.2 反応率

反応時間では、気づきが生じなかった場合を2.0秒と仮定したため、どれだけの見落としが発生しているのかが不明だった。このことから、全試行回数のうち、ある秒数以内に反応できたかどうかを検証する指標として反応率を定義する。反応時間で特に違いが顕著だった昼と夜のシーンの違い、輝度レベルの違いについて、0.2~2.0秒以内における反応率をまとめたものを図8, 9に示す。最大値である2.0秒における反応率

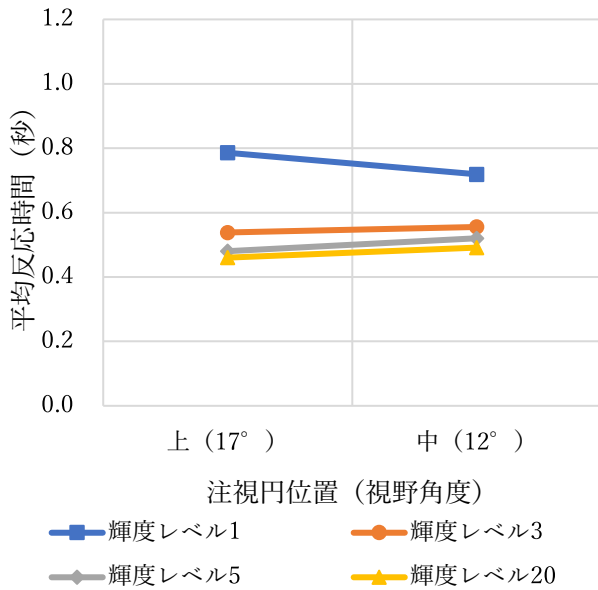


図8 映像シーン：昼/ダッシュボード内装側における反応時間
Fig. 8 Scene: Daytime/ A-pillar interior side reaction time.

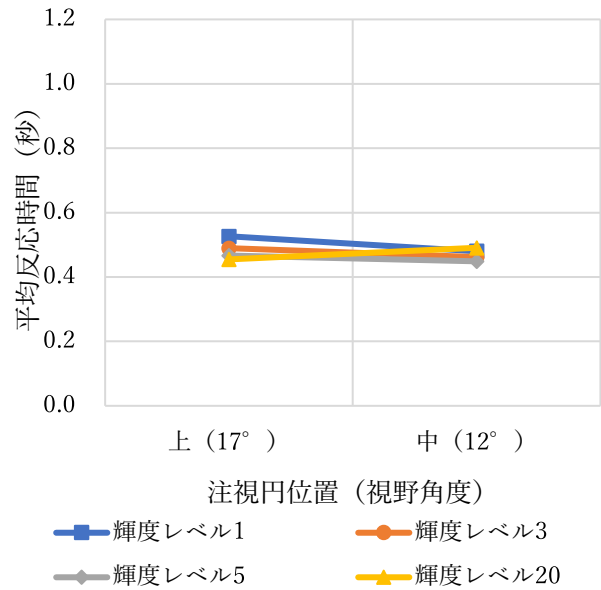


図10 映像シーン：夜/ダッシュボード内装側における反応時間
Fig. 10 Scene: Night/ A-pillar interior side reaction time.

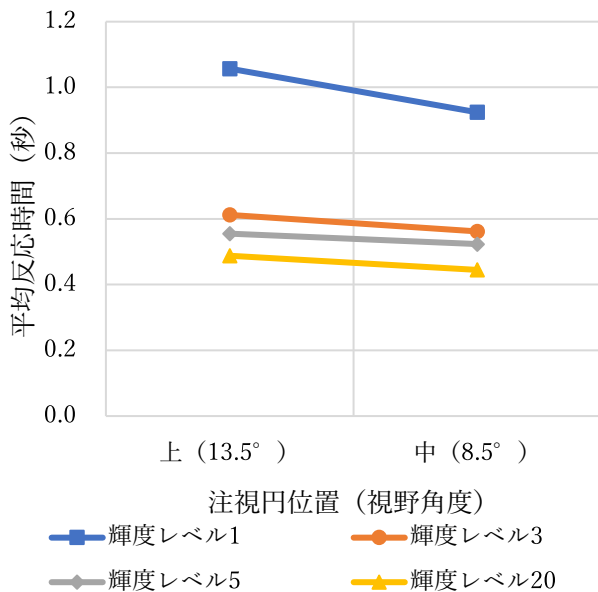


図9 映像シーン：昼/ダッシュボードガラス側における反応時間
Fig. 9 Scene: Daytime/ A-pillar glass side reaction time.

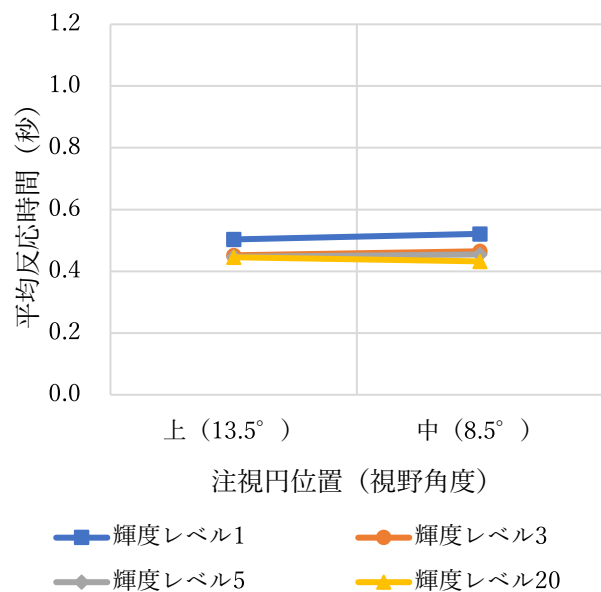


図11 映像シーン：夜/ダッシュボードガラス側における反応時間
Fig. 11 Scene: Night/ A-pillar glass side reaction time.

は点滅に気付くことができたかどうかを示している。映像シーンについて、夜において反応時間が早かったように早い秒数でも反応率が十分に良い傾向が示された。点滅に気付くことができたかどうかの観点で見ると、夜は約99%、昼は約95%と約4%の違いが見られた。

続いて、輝度レベルについて、輝度レベルが高いほど早い秒数で反応率が良くなる傾向が示された。点滅に気付くことができたかどうかの観点で見ると、輝度

レベル3、5、20は約99%、輝度レベル1は約91%と約8%の違いが見られた。

以上の結果から、昼の映像シーンかつ輝度レベルが低い場合には反応できずに見逃す割合が高くなることが示され、反応時間の節で述べたように見落としが発生していることが確認できた。本論文では、見落としの反応時間を2.0秒としたが、実際に見落としが発生した場合には、2.0秒以上の時間がかかることから、見落としが発生しないような条件を検証していく必要が

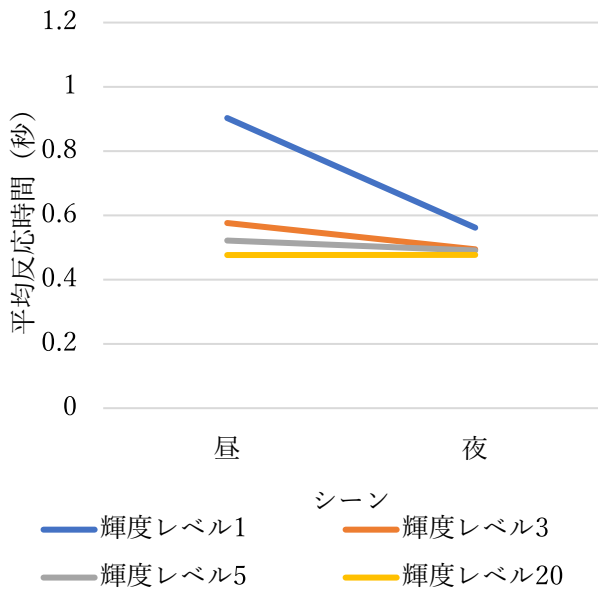


図 12 映像シーン別の反応時間
Fig.12 Reaction time in each driving video scene.

あり、今後の課題である。

4. まとめ

我々が提案した運転支援のためのフロントガラス周辺からの情報提示方法^[1]のさらなる検証を行なった。運転者の視線と設置した LED との視野角度の違いが気付きに影響するかどうかと、市街地走行映像シーンの昼と夜の違いが気付きに影響するかどうかを検証する実験を行なった。その結果、反応時間に関して、十分な輝度レベルを確保すれば視野角度やシーンに関わらず反応時間が早くなることが示された。また、昼の映像シーンかつ輝度レベルが低い場合には反応できずに見逃す割合が高くなることが示された。

今後の展望として、今回の実験で明らかになった視野角度及びシーンの影響を考慮した LED 提示方法について、実際の運転状況下での分析を検討していく。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 17H00745, 19K12080 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 高比良, 平山, 村瀬, 下: 運転支援のためのフロントガラス周辺からの情報提示方法, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2021, pp.234-239 (2021).
- [2] 中村, 仲谷: ヘッドアップ型情報提示装置を用いた、初心運転者のための合流支援システム, 情報処理学会第 74 回全国大会, pp.191-192 (2012).
- [3] 中村, 安藤, 川原: ウインドシールドディスプレイ」による安全で快適な画像情報呈示, デンソーテクニカルレビュー, Vol.10, No.2, pp.117-123 (2005).

- [4] 森田, 亀田, 北原, 大田: ウインドシールドディスプレイを用いた交差点における進入車両提示法, 第 18 回日本バーチャルリアリティ学会大会, pp.295-298 (2013).
- [5] 山崎, 福元, 萩, 山本, 山本, 中野: 自動車運転中の高齢者に配慮した聴覚情報提示方法, 映像情報メディア学会誌, Vol.59, No.12, pp.1855-1858 (2005).
- [6] 三浦: 運転時の視覚的注意と安全性, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.12, pp.1689-1692 (2007).
- [7] 望月, 鈴木: ドライバの周辺視野を活用した複数の運転支援情報提示の有効性, 自動車技術会論文集, Vol.45, No.6, pp.1123-1128 (2014).

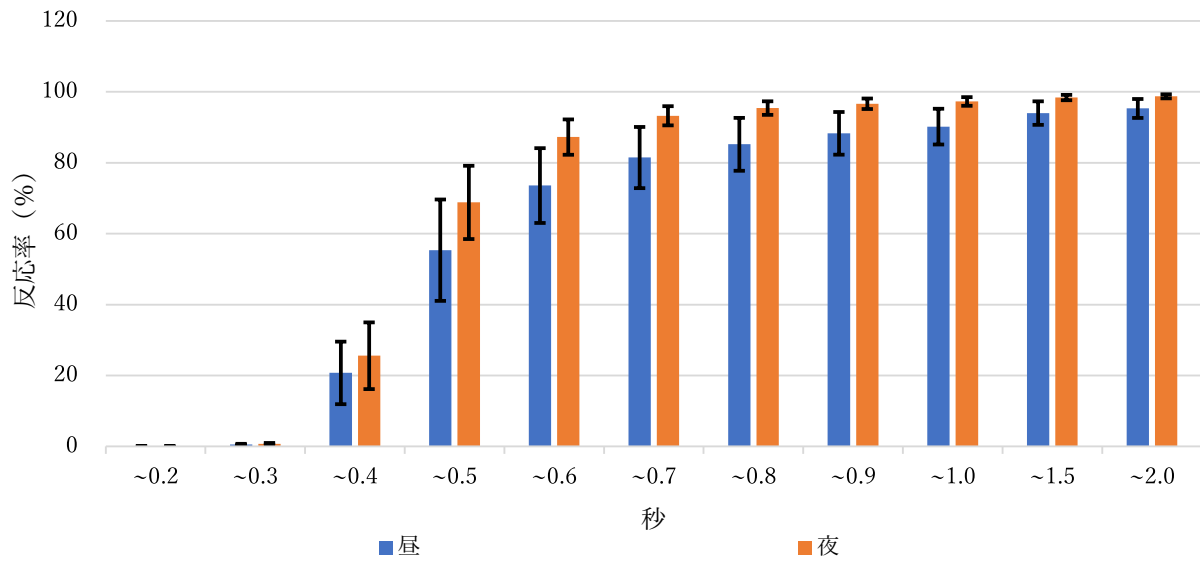


図 13 各シーンにおける反応率
 Fig. 13 Response rate for each scene.

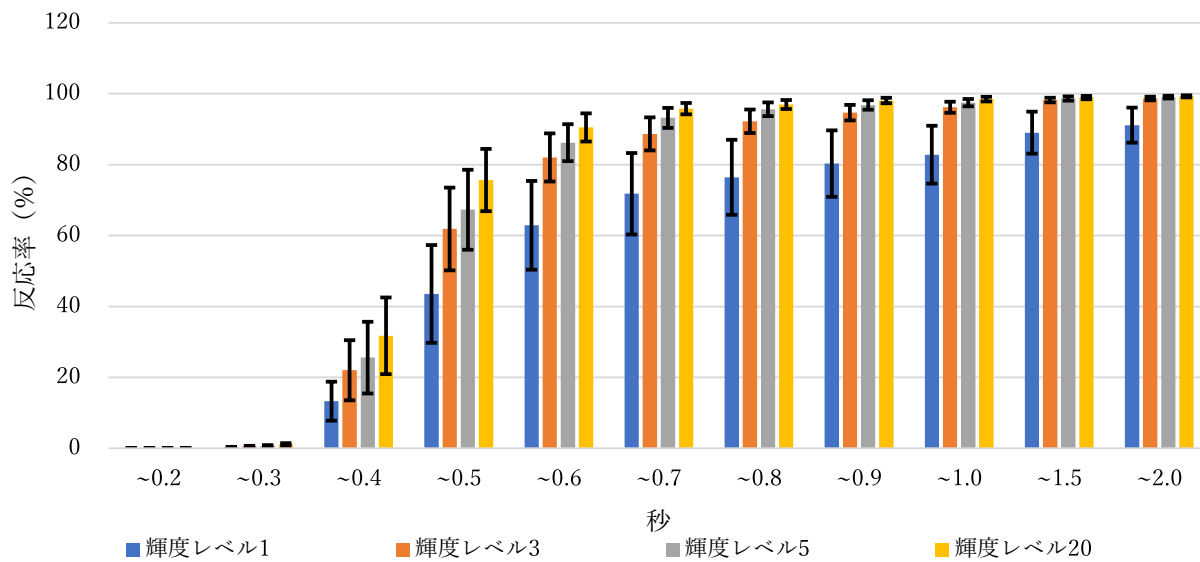


図 14 各輝度レベルにおける反応率
 Fig. 14 Response rate for each brightness level.