

夜間視認支援システムの評価に関する研究

日大生産工（院） ○鴨川 亮平 日大生産工 栗谷川 幸代
日大生産工 景山 一郎

1 まえがき

近年、高齢者人口の増加に伴い高齢運転者の交通事故が高い値で推移していることから、高齢運転者の事故低減に向けての対策が急務とされている。栗谷川らが、高齢運転者の運転の実態調査を行った結果、高齢運転者は視覚機能の低下を補う運転支援を求めていることが分かった。また、高齢運転者は夕方から夜間の運転に苦手意識があるためか、既存の運転支援システムの中で最も多く的高齢運転者が必要と回答したシステムは「夜間視認支援システム」であった⁽¹⁾。そこで、本研究では、高齢運転者の夜間視認支援システム使用による効果評価を行い、高齢運転者に適した夜間視認支援システムの検討を行う。

2 夜間視認支援システム

既存の夜間視認支援システムには、遠赤外画像を使用する製品と近赤外画像を使用する製品があるが、対向車の前照灯に入り込んだ歩行者も検知できる利点から、本研究では遠赤外画像を使用した製品を用いることにした。予備検討として、高齢運転者8名に既存のシステムを体験させてコメントを収集した結果、既存の小さいHUD（Head Up Display）では「画面が見づらい」、「走行中に画面を見るのが怖い」など、運転のための前方視認とHUD視認を同時に行うことは非常に困難であることがわかった。これより、既存のシステムでは、画面を改修しない限り、高齢運転

者には受け入れ難いと推察された⁽²⁾。

2.1 独自に製作した夜間視認支援システム

画面の見やすさを改善するため、遠赤外カメラ、GPS、速度計、液晶モニタ、PC等を組み合わせて独自に夜間視認支援システムを構築した（図1）。実験時の歩行者の配置位置は事前に決定しておき、走行中の車両位置や状態をGPSや速度計で取得して、これらの情報を車両前方に取り付けた遠赤外画像で取得した歩行者位置に画像処理して割り付け、運転席手前で横に2つ並べた8インチ液晶モニタ上に歩行者に強調枠をつけて投影するものである。なお、表示画面の大きさは、運転者の前方視野を確保するとの観点から決定した。

また、予備実験では、情報提示のタイミングが遅すぎるとの指摘もあった。そこで、本検討では、既存システムのTTC=4.0を基準として、より早いタイミングのTTC=5.0，TTC=6.0を設定した。



Fig.1 Original night vision system

Study on Evaluation of Night Vision System
Ryohei KAMOGAWA, Yukiyo KURIYAGAWA, Ichiro KAGEYAMA

3 評価実験

3.1 実験概要

実験車はシステムなし(以下, NNV)とシステムあり(NV)の2台の国産普通乗用車を使用した。実験コースは国土技術政策総合研究所の周回路の直線部分を使用し、コース上に歩行者に見立てた実験者をスタート地点から100m, 200m, 400m, 500mの地点に左右ランダムに車線上(車線幅3.75m)に配置した。被験者には、歩行者に十分注意して運転しやすい速度で走行するように教示した。

3.2 実験手順

予備実験において、適切な評価実験を実施するためには、被験者にシステムを十分に理解させることが必要と思われた。そこで、運転者が歩行者を十分に目視できる昼間からシステムの説明を行い、実際にそのシステムを体験させた後、評価実験を行った。被験者は休憩を挟みながら、走行を行い、走行後には運転およびシステムに関するアンケートを実施した。

3.3 計測項目

被験者の運転状況を捉えるため、走行速度、車両位置(緯度経度)等を計測し、1名に対しては生理反応として心拍、呼吸等を計測した。また、運転状況の被験者の主観評価として「安心して運転できた」や「システムは役に立った」等を各走行終了後にVisual Analog Scale(以下VAS)を用いて評価させた。

3.4 評価方法

走行後の主観評価は、平均値および標準偏差を算出する。評価値は質問に対して、「そう思う」を100,「全くそう思わない」を0とした。

走行中の運転行動は、走行経路の不連続点を歩行者認識による回避行動と推察し、行動を開始した地点の速度から歩行者到達時間(以下, TTC)を算出し、またその時の最大の回避幅を算出した。

3.5 被験者

運転歴が長く、普段比較的頻度高く運転をする高齢男性被験者16名に協力を依頼した。被験者全員から、インフォームドコンセントを得た。

4 実験結果および考察

4.1 夜間視認支援システムの効果

4.1.1 運転に対する安全感・安心感

図2に、夜間視認支援システム使用の有無における運転に対する安全感と安心感の結果を示す。安全感は「安全に運転できた」、安心感は「安心して運転できた」に回答させた。図より、夜間視認支援システムの使用により、有意差はないものの、運転に対する安全感と安心感が向上していることがわかる。これより、本システムの使用により、夜間運転の負担軽減には効果があることが示された。図3と図4に、それぞれ安全感および安心感と「歩行者の位置がわかりやすい」の回答結果の関係を示す。図より、夜間視認支援システム使用の有無に関わらず、歩行者の位置がわかりやすくなるに従い、運転者の安全感・安心感が向上することがわかる。これらの相関係数は0.791, 0.657である。これより、夜間運転では、歩行者の位置を効率的かつ的確に運転者へ伝えることが、運転者の安全感・安心感向上の観点から重要であると言える。

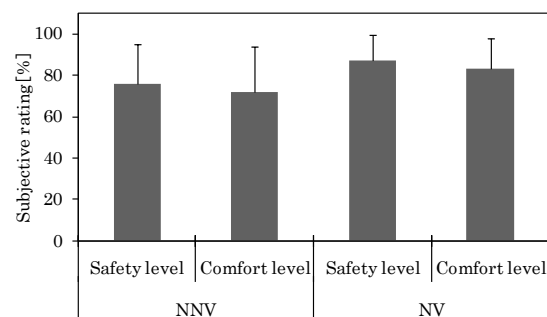


Fig.2 Safety and Comfort level by driving

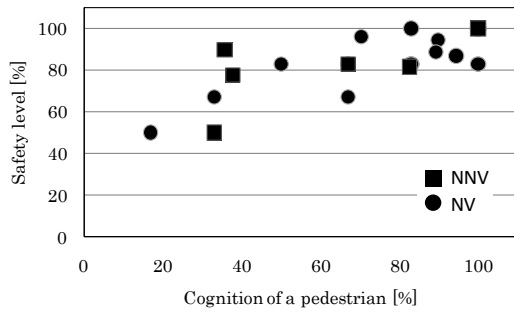


Fig.3 Relationship between cognition of pedestrian and safety level

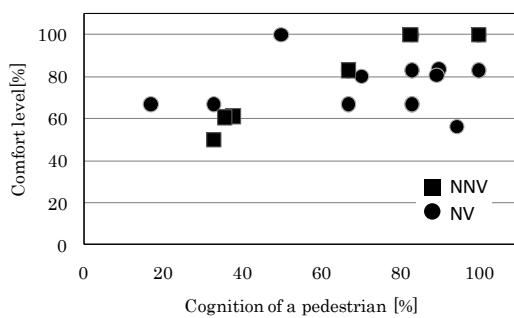


Fig.4 Relationship between cognition of pedestrian and comfort level

4. 1. 2 歩行者認識における運転行動

図5に、夜間視認支援システムの有無による歩行者到達時間を、図6に回避幅を示す。図より、NNV5.0で歩行者到達時間が若干早く、また回避幅が若干小さいが、システム有無間およびシステム間で有意差はなかった。これより、システムの有無やシステムの違いにより運転者の運転行動は大きく変化しなかったことがわかる。そこで、次に、運転行動と安全感および安心感の関係を図7と図8に示す。この図からも、それぞれに相関関係は見受けられず（それぞれ $R=0.02$ 、 $R=0.226$ ）、今回の実験では、運転者の安全感・安心感の変化が運転行動には影響しなかったと言える。

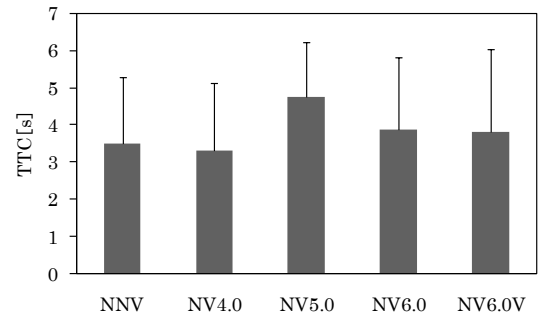


Fig.5 TTC with or without night vision system

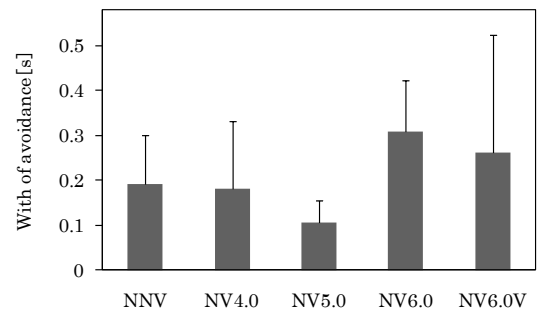


Fig.6 Width of avoidance with or without system

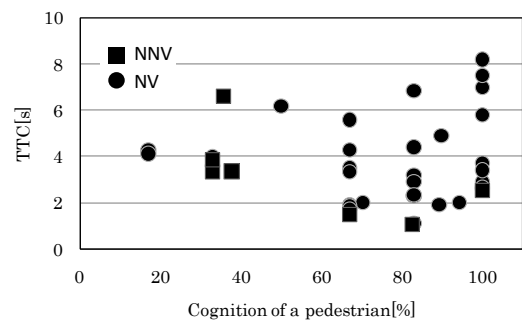


Fig.7 Relationship between cognition of pedestrian and TTC

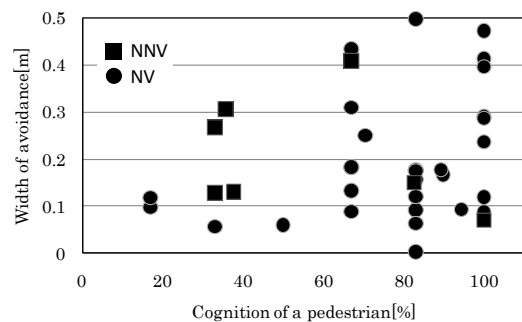


Fig.8 Relationship between cognition of pedestrian and Width of avoidance

4.1.3 生体反応による運転負担

図9に、夜間視認支援システムの有無による運転中の平均心拍数および標準偏差を示す。図より、システム使用により、有意に平均心拍数が減少していることがわかる。なお、システム間では有意差は見られなかった。これより、主観評価による安全感・安心感と同様に、生体反応からもシステム使用により運転者の運転負担軽減効果があることが確認された。

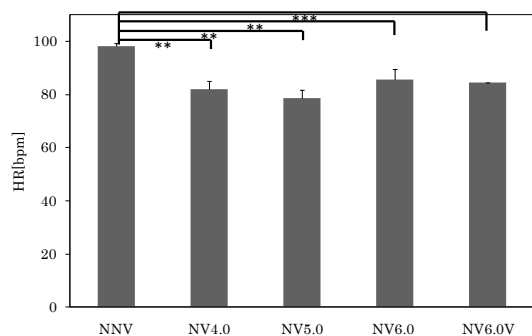


Fig.9 Heart rate of system usefulness

4.2 高齢者の求める夜間視認支援システム

4.2.1 重回帰分析

システムの総合評価を、「システムは役に立った」とした場合、高齢運転者は“システムが役にたつ”要因を何に重きを置いて捉えているかを推察するため、システム自体に対する主観評価を用いて重回帰分析を行った。具体的には、目的変数を「システムは役に立った (y)」とし、説明変数を「システムに慣れた (x1)」、「システムは運転の邪魔にならない (x2)」、「表示が見やすい (x3)」、「情報提示のタイミング (x4)」とした。

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + b \cdots (1)$$

ここで、NV5.0 は計測不備から統計分析を行う上で問題と考え、解析対象外とした。図10に偏回帰係数を示す。図より、「表示が見やすい」ことが「システムが役にたった」と評価する上で重要な要因となることがある程度は推察できるが、計測データが全体的に少なく、各偏回帰係数における P 値が F 値を下

回っていないため、n 数を増やしての再検討が必要である。

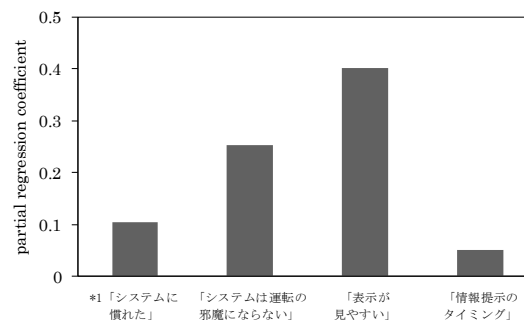


Fig.10 partial regression coefficient

5 まとめ

高齢運転者は画面のある程度大きい夜間視認支援システムを使用することにより、安全感・安心感が向上し、精神的な負担を含めた運転負担の軽減効果があることが確認された。

また、高齢運転者が夜間視認支援システムを役立つシステムとして受容する上で重要な要因は、「表示が見やすい」ことであることが、統計分析からもある程度示唆された。しかし、データ数が不十分な点もあり、さらに多くのデータ収集を行って分析を進め、結果の一般性を確認する必要がある。

「謝辞」

本研究を進めるにあたり、国土技術政策総合研究所の関係者各位、菅沼直樹先生（金沢大学）、大須賀美恵子先生（大阪工業大学）、内山麻衣さん、遠藤哲也君、白萩久輝君（当時日大生産工学部 4 年）の協力を得た。ここに謝意を表す。

*1 横軸は質問紙の意味合いを忠実に再現するため、原文のまま用いた

「参考文献」

- 1) 栗谷川幸代他、高齢ドライバの運転支援に関する調査研究、自動車技術会学術講演会前刷集、No.5-06、2006、pp5-10
- 2) 鴨川亮平他：夜間視認支援システムの評価に関する研究、日本機械学会年次大会講演論文集(5)、2009、pp241~242