

奨励金No.1444

自動運転社会を見据えた歩行者から見る安心な自動車挙動に関する研究

海野 遥香

東京理科大学 創域工学部 社会基盤工学科 嘱託助教

Research on safe vehicle behavior from the perspective of pedestrians on the autonomous driving society

Haruka Uno,

Tokyo University of Science, Assistant Professor



昨今、運転者をサポートするシステムを有した先進安全自動車の普及が進んでいる。自動車側の安全は確保されつつあるが、歩行者側の安全・安心は確保されているとは言えず、幅員の狭い生活道路では、より歩行者に安心を感じさせる自動車の挙動が求められている。そこで本研究では、自動運転社会を見据えて、生活道路において歩行者と自動車がすれ違う際、自動車のどのような挙動が歩行者に不安感・安心感を与えるかを明らかにした。結果として、歩行者の不安感には歩車間距離が最も強く影響を与えることが明らかになった。また、15 km/hまで減速すると、歩行者の不安感が生じにくくなることも明らかになった。

With the advancement of advanced safety features in vehicles, equipped with systems to support drivers, the safety of car occupants has been ensured. However, the same level of safety and reassurance has not yet been achieved for pedestrians. Particularly on narrow residential streets, it is essential to consider how vehicle behavior can instill a sense of security in pedestrians. Therefore, this study aims to investigate the behavior of vehicles when pedestrians and cars pass each other on residential streets, in anticipation of the future era of autonomous driving. The results revealed that the distance between pedestrians and vehicles significantly influences the sense of unease among pedestrians. Additionally, it was found that reducing vehicle speed to 15 km/h or below can mitigate pedestrians' sense of unease.

1. 研究内容

1.1 研究の背景

昨今、運転者をサポートするシステムを有した先進安全自動車の普及が進んでおり、更にはカメラやレーダー、GPS等で周囲の環境を認識し、行き先を指定するだけで自走することができる「完全自動運転車」の開発・実証実験も進んでいる。

完全自動運転車の潜在的利点としては、ヒューマンエラーによる交通事故の減少が挙げられ、自動車側の安全は担保されつつある。しかし、事故時の責任の所在に関する制度上の問題やイレギュ

ラーな事象に対応する技術の限界等の多くのハードルが残されており、周囲の歩行者が完全自動運転車を安心して受け入れられる状況ではない。特に歩行者と自動車が密接に関わる生活道路（地域住民の利用が多い、車道幅員5.5 m未満の道路）では、より歩行者に安心を感じさせる自動車の挙動である必要があると考える。

そこで本研究では自動運転社会を見据えて、生活道路において歩行者と自動車がすれ違う際、自動車のどのような挙動が歩行者に不安感・安心感を与えるかを明らかにした。

1.2 調査方法

本研究では、どのような自動車の挙動が人の不安感に影響を与えるのかを明らかにするためにVRシミュレーションを用いた実験を歩行者視点とドライバー視点の両視点で実施した。歩行者視点の画像を図1に示す。まず、戸建て住宅地内の車道幅員5mの生活道路を参考に、CG作成ソフト(UC-win/Road Ver. 14Adv)の3Dモデルを作成し、ゲーム開発環境のUnityを用いて環境を構築した。被験者にはHMD(製品名：VIVE Pro Eye)を装着してもらった。その後、歩行者視点の実験とドライバー視点の実験を両方体験してもらった(図2)。



図1 歩行者視点のVRシミュレーション動画キャプチャ画像



図2 使用したHMDと実験中の様子

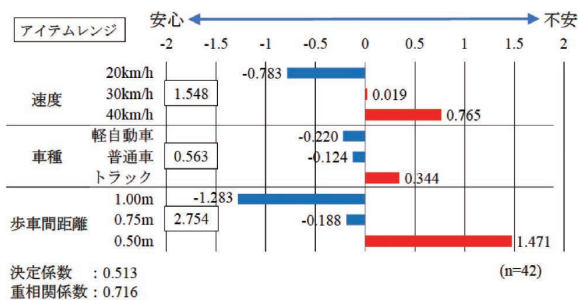


図3 不安感得点に対する速度、車種、歩車間距離の部分効用値及びアイテム

1.3 歩行者の不安感に関する分析

1.3.1 影響を与える自動車の走行挙動について

歩車すれ違い時の自動車の速度、歩車間距離、車種の3因子が歩行者の不安感にどの程度影響を与えているのかを分析した(図3)。結果として、歩車間距離が0.50mとなるときに最も不安感得点に影響を与えることが示された。また、速度が速くなる・車間距離が小さくなる際に不安感が増大することが明らかになった。車種については、軽自動車や普通車と比較して、トラックは不安感を感じやすいことが示された。アイテムレンジの大きさを見ると、歩車間距離の値が最も大きくなっており「歩車間距離>速度>車種」の順番で歩行者の不安感に影響を与えることが明らかになった。

1.3.2 歩車すれ違い時の自動車の減速挙動が歩行者の不安感に与える影響の分析

歩行者とすれ違うときに行われることが多いと考えられる自動車の減速挙動が歩行者の不安感に与える影響を分析する。本研究では、減速挙動を減速度と最終速度に分けて分析を行った。結果を図4に示す。

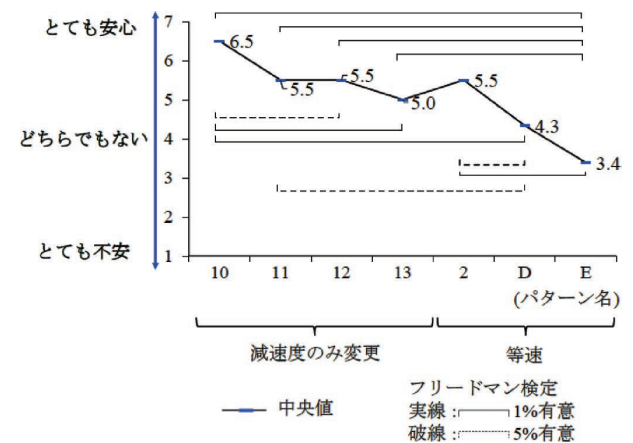


図4 減速度のみを変更したパターンの不安感得点中央値

パターン10とパターン12の間に有意水準5%で統計的な差が、パターン10とパターン13の間に有意水準1%で統計的な差が見られることから、0.15Gで減速する自動車の挙動と比較し、0.25G

や0.30 Gで減速する自動車の挙動の方が歩行者は不安感を感じやすいということが示された。よって、歩行者に衝突しないということが大前提の上ではあるが、歩行者にとって不安を感じない挙動となるためには、減速度はできるだけ小さくするべきであることが言える。

次に、「減速挙動あり」のパターンと「減速挙動なし」のパターンを比較すると、パターンEとパターン10、11、12、13の間に有意水準1%で統計的な差が見られることから、今回の実験で用いた減速度の水準（0.15 G、0.20 G、0.25 G、0.30 G）においては、減速挙動は減速しない挙動に比べて、不安感が生じにくくなることが示された。

1.3.3 最終速度が歩行者の不安感に与える影響の分析

最終速度の水準間（5 km/h、10 km/h、15 km/h、20 km/h）の不安感得点の差の有無を把握するため、該当するパターンの比較を行った。結果を図5に示す。パターン14とパターン16の間、パターン14とパターン17の間に有意水準1%で統計的な差が見られたことから、最終速度5 km/hまで減速する自動車の挙動は15 km/hや20 km/hまでしか減速しない自動車の挙動と比較して、歩行者の不安感が生じにくいことが示された。また、パターン15とパターン17の間にも有意水準1%で統計的な差が見られることから、最終速度10 km/hまで減速する自動車の挙動は、20 km/hまでしか減速しない自動車の挙動と比較して、歩行者の不安感が生じにくいことが示された。

次に、「減速挙動あり」のパターンと「減速挙動なし」のパターンを比較すると、パターンEとパターン14、15、16の間に有意水準1%で統計的な差が見られたが、パターンEとパターン17の間には統計的な差が見られない。このことから、最終速度15 km/hまで減速すると、減速しない挙動に比べて不安感が生じにくくなることが明らかとなった。

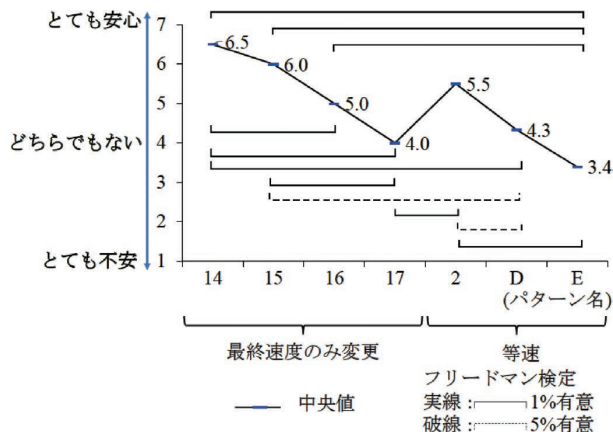


図5 最終速度のみを変更したパターンの不安感得点中央値

1.4 結論

コンジョイント分析を行い、速度、車種、歩車間距離の3因子のうち、どの因子が最も歩行者の不安感に影響を与えているのかを明らかにした。その結果、歩行者の不安感には歩車間距離が最も強く影響を与えることが明らかとなった。

自動車の減速挙動と歩行者の不安感の関係性を把握するために多重比較を行った。その結果、減速度については、本研究で用いた全水準において不安感が生じにくくなることが明らかとなった。また、最終速度については15 km/hまで減速すると、不安感が生じにくくなることが明らかとなった。

2. 発表（研究成果の発表）

- 1) 海野 遥香、藤田 蓮土、橋本 成仁、氏原 岳人、ドライバー視点から見た生活道路における歩車すれ違い時の不安感に関する研究—VRシミュレーションを用いて—、交通工学論文集、第9巻、第3号、pp. 37-46, 2023.
- 2) 海野 遥香、藤田 蓮土、橋本 成仁、氏原 岳人、VRシミュレーションを用いた生活道路における歩車すれ違い時の歩行者の不安感に関する研究、公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集、Vol. 56, No. 3, p. 1343-1350, 2021.