

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：33909

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K06176

研究課題名(和文) 高齢ドライバーの無信号交差点通過行動の危険度評価手法の確立

研究課題名(英文) The establishment of risk assessment of elderly persons' driving behavior when passing through non signalized intersections

研究代表者

佐藤 桂 (Sato, Kei)

至学館大学・健康科学部・准教授

研究者番号：30543508

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)： ドライビングシミュレータを用いて、自動車教習所の教官のような熟練ドライバーと高齢ドライバーの無信号交差点における運転行動、特に安全確認行動の比較を行った。前者は交差点に近づくにつれ減速し一時停止線で停止するため、安全確認を行う時間を十分に確保しているが、後者は高い速度で交差点に近づき、また一時停止線で停止せず減速するのみの場合があり、安全確認を行う時間が短い。

また、熟練ドライバーのように視野を用いるのではなく、対象物を直視する傾向にあるため、歩行者などを見落とす可能性があり、自転車が飛び出してくるシミュレーションプログラムを用いても、衝突のリスクが高まる傾向にあった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超高齢化社会である我が国において、高齢者の生活のQOL(Quality of life)を維持または向上させることは重要な課題である。特に地方在住の高齢者にとって、自動車は生活をする上で欠かせない。高齢者が安全運転を続けるためには、ドライバー自身の安全運転に対する意識の向上や安全運転行動の維持も必要である。

高齢者が犯しやすい運転ミスを明らかにすることにより、高齢者を対象にした安全運転講習等で、安全な運転行動がどのようなものか伝達しやすくなることが期待される。

研究成果の概要(英文)： The data of expert drivers and elderly drivers when passing through non signalized intersections was gathered using a driving simulator. The eye movement of drivers were recorded by using an eye tracker and both drivers' behaviors were compared. Expert drivers allocated the attention and time for objects to predict the risk of collisions, furthermore, they confirm the safety efficiently because they use the straight gaze and peripheral vision. Therefore, the total time in the intersections are short, though they confirmed the safety of both side several times.

The confirmation the safety behavior of some elderly drivers resembles that of expert drivers, however, some drivers showed risky behavior. The obtained velocity data and the confirmation the safety behavior in this study were similar to that of our previous studies, however, this research enabled to refer to the observing time and importance of both eye gaze and peripheral vision as we expected.

研究分野：人間工学

キーワード：高齢ドライバー シミュレーション 出会い頭事故 熟練ドライバー 視線計測

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国が高齢化社会になり久しいが、今後も続くと思定される高齢化社会において、高齢者の生活のQOL(Quality of life)を維持または向上させることは日本社会にとって重要な課題の一つである。特に地方在住の高齢者にとって、自動車は生活をする上で必須となっている。高齢ドライバーが交通事故をおこさず、また安全運転を続けるためには、自動車の性能の向上のみならず、ドライバー自身の安全運転に対する意識の向上や安全運転行動の維持が求められる。

近年特に注目されている出会い頭事故の特徴は、追突事故について2番目に多発しており、事故件数全体の約25%を占めていること、死亡・重傷事故の約30%を占めていること(最も高い)、約33%は65歳以上のドライバーによって発生していること、約70%は無信号交差点で発生していること、自転車が関与する事故の約53%を占めていることである。これらの特徴に加え、高齢者がよく使用する生活道路に無信号交差点が多く存在していることから、出会い頭事故の防止対策の構築が急務とされている。

高齢ドライバーに関する研究は多く行われており、加齢による認知判断能力等の身体能力の低下に注目した研究や運転支援システムの評価等が行われている。しかし、その多くは、自車両と自動車との衝突を対象としており、自転車との衝突を対象としたものはほとんど行われていない。さらに、交差点進入時および通過時の左右の安全確認行動を実際に計測して危険性を論じた基礎的な研究は、申請者らの知る限り存在せず、無信号交差点通過時に生じる危険性を定量的に評価した例もない。

2. 研究の目的

申請者らは、これまでに模擬市街路上に見通しの悪い無信号交差点を構築して熟練ドライバーと高齢ドライバーを対象に実車実験を行い、無信号交差点への進入時および通過時のドライバーの運転行動を解析してきた。その際運転行動の中でも特に安全確認行動の解析に関して視線計測を試みたが、車内とはいえ屋外で安定したデータを持続的に取得することが実験の性質上困難であったため、ドライバーの頭部に設置した3Dジャイロモーションセンサを用いてドライバーの視線の動きではなく、顔の向きのみを用いて解析してきた。

本研究では、光の条件を一定に保てるドライビングシミュレータ(以下DS)を用いて、DSのシナリオ上に、模擬市街路上に構築した無信号交差点と同様の交差点を構築し、視線計測装置を用いて交差点への侵入時および通過時にドライバーが何を見て安全を確認しているのか、より詳細なデータを得ることを試みた。

なお、本研究でも以前と同様、熟練ドライバーと高齢ドライバーを対象に実験を行い、前者の運転行動を規範として、高齢ドライバーの運転行動と比較することにより高齢ドライバーの運転の危険因子を解析した。また、これらのデータを基に構築した自転車の飛出しのシミュレーションプログラムを用い、自車両と自転車の衝突件数や自車速度から運転行動のリスク評価を行うことを目的とした。

本研究の目標が達成されると、高齢ドライバーを対象にした安全運転講習等で、より高齢者にわかりやすく安全運転行動がどのようなものか、また高齢ドライバー各自の危険運転行動の因子がどのようなものか定量的に説明でき、伝達しやすくなることが期待される。

3. 研究の方法

(1) 運転行動データの取得

DSのシナリオ上の直線道路路上に見通しの悪い無信号交差点を4カ所構築した。図1に構築した交差点の一例を示す。交差点の中には、歩行者や横断しようとする自転車、対向車等が存在している。

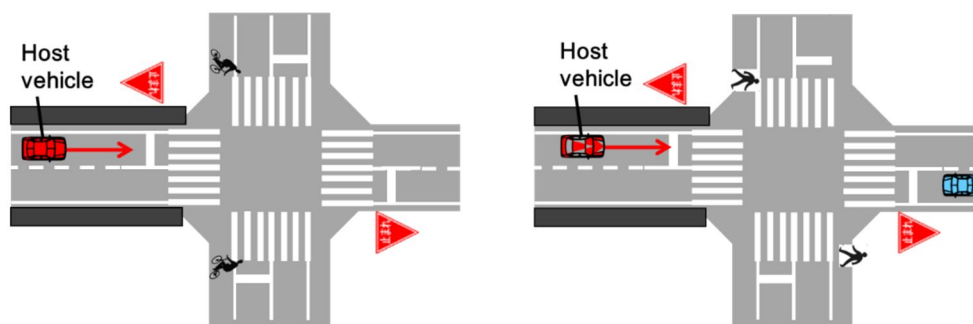


図1 無信号交差点の形状の例

熟練ドライバーとしては自動車教習所教官3名(男性2名、女性1名)を対象とした。また、高齢ドライバーとしては、61~81歳の15名(男性9名、女性6名)を対象とした。被験者らは、1回の実験につき3種類のシナリオを走行した。1種類のシナリオに4カ所の交差点を構築しているため計12カ所の交差点における運転行動を取得している。取得データは、自車両の加減速データを始めとする運転行動と左右の安全確認時の視線および顔向きデータである。

なお、本実験は東京農工大学の倫理委員会の承認の下、全被験者から文書によるインフォームドコンセントを得て実施された。

(2) シミュレーションプログラム

無信号交差点内において、自転車が自車両の左右から飛び出してくるシミュレーションプログラムを構築し、これに上記(1)で取得した運転行動データを組み込んだ。一度のシミュレーションにつき、自転車が自車両の片側から一回飛び出すものとし、一時停止線から10.4mの位置にある交差車線上を一定速度で通過する。自転車の初期位置は自車両の両側面から10.0m~40.0mの間に1mおきに31条件設定した。速度は5km/hから30km/hまで1km/hずつ変化させ、合計26条件設定した。一つの走行データに対して左右合計1612パターンのシミュレーションを行える。なお、ドライバが自転車を発見すると自車両は減速度 6.8m/s^2 で減速し、自転車の通過後再発進するものとした。自転車を発見してからブレーキを踏むまでの時間は、ドライバの足の位置と、以前DSを用いて測定した熟練ドライバと高齢ドライバのペダルの踏みかえ時間をそれぞれのドライバに対して用いた。

4. 研究成果

熟練ドライバの運転行動の被験者間でのばらつきはほとんどなく、また行動の再現性も高かった。熟練ドライバの加減速行動の特徴は、交差点に近づくにしたがって徐々に速度を落とし、一時停止線で完全に停止した後、低速で交差車線上まで進み、ゆるやかに加速して交差点を通過する行動である。

一方、安全確認行動に関しては、例えば交差点内において自車両の左右両側に歩行者がいる場合、右側の歩行者の存在を発見してから、直進する間に5回その歩行者の挙動を確認しており、歩行者を見ていた時間は一時停止線で停止するまで合計5秒間であった。左側の歩行者に対しては、この歩行者の挙動を合計9秒間確認していた。一時停止線から交差車線まで直進する間に、左側を5回、右側を4回確認していた。これは、自車両の左側の方が見にくく、また左側にいる歩行者と自車両の距離が短いため、左側を用心深く見ていたためであると考えられる。また、右側の歩行者の挙動に関しては、注視せず視野内で捉えていることが視線計測からわかった。これらが、右側の歩行者に対する安全確認回数および確認時間が左側の歩行者に対するそれらより少なくなっている理由であると考えられる。

一時停止線で完全に停止したり、交差点近辺および交差点内で低速で走行したりしているため、十分に安全確認をする時間を確保できており、また注意すべき対象を的確にとらえ、効率よく視線を移動させ、さらにその対象を注視する場合と視野を有効に使用する場合と使い分けられていることが明らかになった。

高齢ドライバの場合、実車実験と同様に各被験者によってばらつきが多く見られた。すべての被験者の運転行動が危険であるわけではなく、熟練ドライバの運転行動に近い運転をする高齢ドライバも見られたが、一時停止線付近で停止しない運転行動が多く見られた。アイトラッキングのデータから、ドライバ達は「一時停止」の標識の存在を認識していたが、一時停止線で完全に停止せず、交差車線で停止する、もしくは停止せず減速のみを行う場合が多かった。従って交差点に進入し通過する時間が熟練ドライバと比較すると短かった。

安全確認行動に関しては、左右の歩行者や自転車の存在に気づいても、それらを確認する回数が熟練ドライバに比べて少なく、またそれらの挙動を注視している時間も短かった。交差点に進入する速度が高く、また完全に停止しないことにより前方を見ている時間が長く、左右を見る時間を確保できていなかった。また、いくつかの対象物のうち、気になる対象物のみを注視し、他の対象物の挙動は再度確認しない場合も見られた。

次に、これらの運転行動の危険性を自転車飛び出してくるシミュレーションプログラムを用いて解析した。これまでは、ドライバの視野に自転車が入った時点をドライバが自転車を発見したタイミングとしていたが、本実験でのアイトラッキングにより、自転車を発見した時点の取得が可能となった。

熟練ドライバの場合、視野を有効に活用しており、対象物に対する視線の滞留時間が短いことがわかったため、自転車を発見した後の安全確認に関しては、これまでと同様に視線データではなく視野のデータを使うことが適切であり改良する必要がないことがわかった。

一方、高齢ドライバの場合、自転車や歩行者を視野でとらえるのではなく直視しがちであることがわかってきた。従って、従来のドライバの視野に自転車が入った時点を自転車の存在の発見と定義すると、実際は発見できていない可能性があり、自転車との衝突件数が増え衝突のリスクが高まる傾向にあった。視線の移動や視線の滞留時間を組み込むことで、プログラムが複雑化しているが、本研究の実験結果を用いることによりプログラムの精度が向上した。

すなわち、熟練ドライバの運転行動に関してはリスクも低く、従来のプログラムによる評価とほぼ変わらないが、高齢ドライバに関しては、確認をしているように見えても対象物の方角を便宜的に見ていた可能性があり、衝突のリスクが高まる傾向にあった。自車速度とリスクに関係性がみられるが、例えば熟練ドライバの視線移動をパラメータとして組み込むことは非常に難易度が高く、組み込んだとしてもこのシミュレーションプログラムでのリスク評価に大きな影響

を与えないことがわかった．従って本研究で得られた視線移動のデータを活かして新たなプログラムを構築する必要がある．これは今後の課題である．

<引用文献>

高原 美和，國分 三輝，武市 芳才，高齢ドライバにおける一時停止標識見落とし要因の検討，自動車技術会論文集，Vol.42，No.2，2011，625-630
佐藤 桂，竹中 邦夫，永井 正夫，無信号交差点における高齢ドライバの運転行動の解析
自動車技術会論文集，Vol.47，No.3，2016，67-773
杉本 匠，佐藤 桂，高橋 諒，毛利 宏，永井 正夫，熟練および高齢ドライバの無信号交差点通過行動の分析 - 模擬市街路実験データに基づいたシミュレーション - ，自動車技術会 学術講演会前刷，No.97-14，2014，1-4

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Kei Sato, Shigeyoshi Tsutsumi, Yuichi Saito
2. 発表標題 The confirmation the safety behavior of expert drivers and elderly drivers when passing through non signalized intersections
3. 学会等名 FAST-zero'17（国際学会）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----