

ドライバモニタリング技術を用いた高齢者の 無信号交差点における日常運転行動解析

平尾 健介¹・塚本 哲也²・朴 啓彰³・岡田 昌也⁴
蓮花 一己⁵・多田 昌裕⁶

¹ 学生非会員 近畿大学大学院総合理工学研究科 (〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1)

² 非会員 オムロンソーシアルソリューションズ株式会社

³ 非会員 博士 (医学) 高知工科大学地域連帯機構

⁴ 非会員 博士 (情報学) 九州大学共創学部

⁵ 非会員 博士 (人間科学) 帝塚山大学心理学部

⁶ 正会員 近畿大学 / 近畿大学情報学研究所 (〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1)

E-mail: tada@info.kindai.ac.jp

本研究では周辺監視を含めた人の運転行動をドライバモニタリングセンサで計測、収集した実世界交通行動データを交通安全対策に活用する仕組みの構築を目指し、高齢者が日々利用している道路環境下で計測した日常運転行動データから、どのような状況下において高齢者が事故のリスクを高めるような運転行動をする傾向にあるのか把握を試みた。無信号交差点における高齢者の運転行動を解析した結果、一時停止規制の有無によって安全確認行動が有意に変化し、一時停止規制がない交差点を進行する際、直進時には左右両側への安全確認回数が有意に少なくなる一方、右左折時には進行方向のみを注視し進行方向逆側の安全確認回数が有意に少なくなるなど、一時停止規制のない無信号交差点において高齢者の出会い頭事故リスクが高くなることを示す結果が得られた。

Key Words: Driver Monitoring, Older Drivers, Uncontrolled Intersections, Daily-life Driving

1. 序論

(1) 研究背景

超高齢社会を迎えたわが国では、先進国の中でも類を見ない速度で高齢化が進行している。2020年10月現在で、わが国の65歳以上の高齢者人口は総人口の28.8%を占めており、2036年には33.3%に達すると予測されている¹⁾。一方で、全運転免許保有者に占める高齢者割合の増加に伴い全交通事故に占める高齢者の割合も増加傾向にあり、2020年に65歳以上の高齢者が第1当事者となった事故の割合は全事故の23.7%を占める²⁾など、超高齢社会を迎えたわが国において高齢者事故対策は重要な課題である。

65歳以上の高齢者による事故の特徴として、全年齢層でみると追突事故が最多である一方で、高齢者による事故では出会い頭事故が28.7%と最も多い³⁾。高齢者の出会い頭事故発生場所をみると、無信号交差点が出会い頭事故全体の65%、なかでも最多は生活道路の交差点となっている³⁾。また、高齢者による出会い頭事故の人的

要因に着目すると、安全不確認による出会い頭事故が75%を占める⁴⁾。以上より、高齢者は生活道路の無信号交差点において、周辺安全確認を十分にしないなど出会い頭事故のリスクを高めるような運転行動をする傾向にあることが示唆される。

これまで、衝突被害軽減ブレーキなどを搭載した安全運転サポート車⁵⁾限定免許の創設が予定されるなど、車両両面からは様々な交通事故対策がなされてきた。衝突被害軽減ブレーキは全年齢層による事故類型で最多を占める追突事故防止に効果を発揮することが期待される一方で、見通しの悪い交差点において、交差道路から接近してくる他車両を車載センサで検知することは困難なため、高齢者事故で最多を占める出会い頭事故を防止する効果は限定的なものに留まる可能性がある。

高齢者の交通事故防止を図る上では、衝突被害軽減ブレーキなど先進運転支援システム(ADAS: Advanced Driver-Assistance Systems)の開発・普及に加え、道路環境、人といった交通安全に関連する様々な要因を複合的に考慮した対策を実施することが効果的であると考えられる。

そのためには、実験的な環境でなく、高齢者が日々利用している道路環境下において日常生活での運転行動実態を把握し、どのような交通場面において高齢者が出会い頭事故のリスクを高めるような運転行動をする傾向にあるのか、知見の蓄積を図る必要がある。

(2) 関連研究

日常生活での交通環境下において、どのような交通場面、箇所です事故リスクが高まるのか把握するための方策としては、ETC2.0 プローブ情報が広く用いられている⁹⁾。これは、ETC2.0 車載器で計測された車両の前後加速度情報から急減速が多く発生している箇所を潜在的危険箇所として抽出し、予防的な事故対策につなげるというものである⁹⁾。この取り組みは効果的な事故対策検討のために有用に作用すると期待される。一方で、高齢者による出会い頭事故の大半は運転者の周辺監視に係るエラーが原因となって発生している。例えば、見通しの悪い交差点に安全確認をせずに進入する行為は出会い頭事故のリスクを高めることにつながるが、運よく周囲に対向車や歩行者などがいなければ、結果的に急減速は生じない。このような、運よく危険が顕在化しなかった潜在的な危険状況⁷⁾を検出、収集することができれば、事故を未然に防ぐうえで有用な知見となりえる。そのためには、加減速など車両操作情報だけでなく周辺監視を含めた人の運転行動を直接的に計測し、実世界交通行動データとして収集、解析する仕組みが重要になると考えられる。

高齢者の運転行動を取り扱った先行研究は多数存在し、ドライビングシミュレータ⁸⁾や教習所内コース⁹⁾を用いたもの、試験地内に設定された模擬市街地コースを用いたもの¹⁰⁾¹¹⁾、公道上に設定した所定のコースを用いて実交通環境下での運転行動を計測したもの⁷⁾¹²⁾¹³⁾、などこれまで様々な取り組みがなされてきた。一方で、高齢者の日常生活での運転行動を計測しようとした先行研究は、稲垣ら¹⁴⁾や蓮花ら¹⁵⁾など少数存在するものの、未だ稀少である。あわせて、稲垣ら¹⁴⁾や蓮花ら¹⁵⁾の取り組みは、映像記録式のドライブレコーダを用いて計測した運転映像を目視で確認し、一般道路の一時停止交差点や無信号交差点における高齢者の安全確認行動を記録しているため解析コストが高く、計測した実世界運転行動データを即座に交通安全対策に活用する用途には適さない。

(3) 研究の目的とアプローチ

筆者らは、カメラで撮影した運転者映像から運転者の視線や顔向き方向を検知可能なドライバモニタリング技術¹⁶⁾¹⁸⁾を利用することで、高齢者が日々利用している道路環境下における運転行動を継続的に計測、収集し、超高齢社会における「人」に着目した交通安全対策に供するための運転行動計測・収集・解析プラットフォームの

研究開発をすすめている。先行研究¹⁹⁾では、オムロンソーシアルソリューションズ社製のドライバモニタリングセンサ (DriveKarte[®]²⁰⁾) を高齢者の自家用車に設置、実験的な環境ではなく高齢者が日々利用している道路環境下で延べ 737 日間、総走行距離 14,233km の日常運転行動ビッグデータを計測し、一時停止規制あり交差点における高齢者の運転行動を解析した結果、交差点直進時に左右両側に対する安全確認が不十分となるなど、出会い頭事故のリスクを高める行動をする傾向にあることを明らかにした。一方で、自転車と自動車間での出会い頭事故の死亡重症事故発生箇所をみると、46%が双方に一時停止規制がない交差点で発生している²¹⁾。そのため、一時停止規制なし無信号交差点において出会い頭事故リスクが高まるプロセスを運転行動面から明らかにするとともに、一時停止規制の有無など地理情報データによって把握可能な交差点の地形的特徴が運転行動にどのような影響を与えるのか把握することは、実世界交通行動データを交通安全対策に活用する仕組みを検討する上でも重要であると考えられる。

そこで本研究では、地理情報データを活用し、先行研究¹⁹⁾で計測・収集した日常運転行動データから生活道路一時停止規制なし無信号交差点における高齢者の運転行動データを抽出する。抽出した運転行動データを解析することにより、どのような交通場面において高齢者が出会い頭事故リスクを高める運転行動をする傾向にあるのか、そして一時停止規制の有無によって高齢者の運転行動にどのような違いが生じるのか検討する。これにより、車両操作情報だけでなく周辺監視を含めた人の交通行動を直接的に計測、収集、地理情報データとあわせて解析し、その結果を安全安心な交通社会実現のための「人」に着目した交通安全対策立案に資する知見として供することができる仕組みづくりの構築を目指す。

2. 高齢者日常運転行動データの計測

本研究では、先行研究¹⁹⁾で計測・収集した高齢者日常運転行動データを用いて解析を行う。高齢者日常運転行動データは 73~90 歳の高齢者 29 名 (平均年齢 80.6 歳, $S.D.=3.70$) の協力のもと、2020 年 10 月 21 日から 2021 年 2 月 10 日にかけて高齢者の自家用車にドライバモニタリングセンサ (図-1) を設置し、日常生活での運転行動を計測したものである。実験に用いたドライバモニタリングセンサは、顔向き角度を 15Hz で計測可能なほか、センサ内蔵の加速度センサと角速度センサで車両挙動 (15Hz)、GPS 受信機により車両位置 (1Hz)、フロントガラス上部に設置した前方カメラおよび車内撮影カメラにより運転中の映像を、それぞれ常時記録することができる。



図-1 ドライバモニタリングセンサ

今回解析対象としたのは、特殊なマスクを着用していたため顔検出ができなかった1名と、夫婦で同一車両を共有していたためどちらが運転しているか自動判別できなかった2名を除く、26人分、延べ737日間（一人あたり平均28.3日間、 $S.D.=11.9$ ）、総走行距離14,233km（一人あたり平均547.4km、 $S.D.=488.4$ ）の高齢者日常運転行動データである。なお、本研究は、帝塚山大学研究倫理委員会の承認を受けて実施された。

3. 高齢者の日常運転行動解析手法

(1) 無信号交差点における運転行動データ抽出

高齢者の出会い頭事故は生活道路の無信号交差点で多く発生している。そのため本研究では、道路ネットワークデータ（インクリメント P 株式会社、MapFan® DB）を用いて、収集した運転行動データから無信号交差点進行時のデータを抽出し、解析対象とする。

道路ネットワークデータは、交差点を表すノードデータと、道路を表現するリンクデータから構成されており、交差点の信号の有無、一時停止規制の有無、道路幅員、道路種別（一般国道、主要地方道、生活道路など）といった情報が含まれている。ここで、交差点には丁字路や十字路（四差路）、多岐交差点など多様な形状が存在し、交差点形状によって安全確認すべき方向や対象物も変化する。そこで本研究では、解析対象とする交差点を十字路（四差路）に限定する。具体的には、運転行動データに含まれる車両位置情報をもとに、自車両進入側に一時停止規制がある無信号交差点を進行した際の運転行動データを、一時停止規制あり交差点における運転行動データとして抽出した。あわせて、一時停止規制なし交差点における運転行動データとして、十字路（四差路）交差点のうち、交差する道路相互が生活道路、かつ双方に一時停止規制および車道中央線がない交差点における運転行動を抽出した。なお、運転行動の解析対象とした一時停止規制あり交差点および一時停止規制なし交差点は、全て交差点形状および周辺の構造物の現況を目視で確認し、交差点周辺に構造物がないなど視距が良い交差点は

解析対象から除外した。また、GPSで測位した車両位置情報を地図上にプロットし、道路上に車両位置がプロットされないなど測位誤差が大きなデータに関しては解析対象から除外した。

表-1 交差点進行方法別の解析対象人数および運転行動数

交差点進行方向	人数	解析対象運転行動数	
		一時停止規制	
		あり	なし
直進時	17	180	287
左折時	10	46	75
右折時	12	113	112

ここで、交差点をどのように進行したのか（直進、左折、右折）によって、出会い頭事故リスクを下げるためになすべき運転行動は変化すると考えられる。そこで本研究では、解析対象として抽出した運転行動データに含まれる車両角速度情報を用い、交差点をどのように進行したのか（直進、左折、右折）分類した上で、一時停止規制の有無によって高齢者の運転行動にどのような変化が生じるのかという観点から解析を行う。なお、実験参加者ごとに無信号交差点進行回数や進行方向（直進、左折、右折）に差があったため、本研究では一時停止有無による高齢者の運転行動の変化を比較検討すべく26人分の高齢者日常生活運転行動データのうち、交差点進行方向別に、一時停止規制あり/なし交差点をいずれも最低1回以上進行した実験参加者の運転行動データのみを用いて解析を行う。解析対象とした実験参加者数、運転行動数は表-1に示す通りである。

(2) 抽出された運転行動データの解析手法

1章で論じたように高齢者に特徴的な事故形態として無信号交差点における出会い頭事故が挙げられている。またその原因として75%が安全不確認によるものであることも明らかとなっている。そこで本研究では、高齢者が無信号交差点において出会い頭事故のリスクを下げるための安全確認行動、ならびに速度コントロール行動ができていたかという観点から解析を行う。

視距の悪い交差点を進行する際には、視距の悪さを補うため頭部を積極的に動かして自車両周辺や交差道路に対して安全確認をすることが事故リスクを下げるためには重要となる。筆者らは先行研究において、運転者の安全確認に伴う頭部挙動をモーションセンサで計測、安全確認行動生起時の頭部回転角度を安全確認角度とみなして運転行動を評価するシステムを提案し、システムによる運転評価が自動車教習所指導員の運転評価と8割以上の精度で一致することを確かめている⁷⁾。本研究では、

先行研究の知見に基づき、一定以上の安全確認角度が一時停止交差点の視距の悪さを補うのに必要であるという観点から、無信号交差点における安全確認行動を、生じた回数に加え生じた安全確認行動の確認角度平均という尺度に基づき解析を行う。加えて、出会い頭事故のリスクを下げるためには、単に安全確認行動を行うだけでは不十分であり、交差点進入前に接近してくる他車両、自転車や歩行者がいないか確認することが重要となる。

そこで本研究では、交差点中心直上に到達する手前 10m から交差点中心直上までの 10m の区間に着目し、当該区間において生じた安全確認のみを出会い頭事故のリスクを下げるために有用な安全確認行動とみなす方針を採り、左右方向別に、安全確認回数および安全確認角度平均を算出、一時停止規制の有無で比較検討を行う。

4. 解析結果

(1) 交差点直進時の解析結果

本項では、一時停止規制あり/なしの無信号交差点を少なくとも各々1回は直進した高齢者 17 名の運転行動データを解析対象とし、一時停止規制あり交差点直進時の運転行動 180 件、ならびに一時停止規制無しの運転行動 287 件を速度コントロール面および安全確認行動面という観点から解析する。

まず、速度コントロールという尺度から、交差点直進時の最低速度平均を図-2 に示す（図中のエラーバーは標準偏差を表す、以降の図でも同様）。図-2 をみると、交差点直進時には、一時停止規制なし交差点における通過速度（平均 17.4km/h, $S.D.=8.32$ ）の方が一時停止規制あり交差点（平均 3.0km/h, $S.D.=2.52$ ）より有意に高くなった ($t(16)=6.35, p<.01$)。この結果は、一時停止規制有無という要因を考慮すると自然なものといえる。

次に安全確認行動面から解析を行う。図-3 は、安全確認方向別（左方向、右方向）の安全確認回数を示したものである。一時停止規制有無×安全確認方向（左方向・右方向）での 2 要因分散分析を行った結果、一時停止規制有無の主効果は $F(1,16)=21.22 (p<.01)$ 、安全確認方向の主効果は $F(1,16)=0.58 (n.s.)$ 、交互作用は $F(1,16)=0.43 (n.s.)$ であった。次に多重比較（Bonferroni 法）を行い、一時停止規制有無の有無によって安全確認回数に差があるか検討した結果、一時停止規制なし交差点における左方向の安全確認回数（平均 0.6 回, $S.D.=0.47$ ）は一時停止規制あり交差点（平均 1.5 回, $S.D.=0.90$ ）よりも有意に少ないという結果となった ($p<.01$)。同様に右方向への安全確認回数に関しても、一時停止規制なし交差点における安全確認回数（平均 0.5 回, $S.D.=0.48$ ）は一時停止規制あり交差点（平均 1.3 回, $S.D.=0.71$ ）よりも有意に少なかった ($p<.01$)。

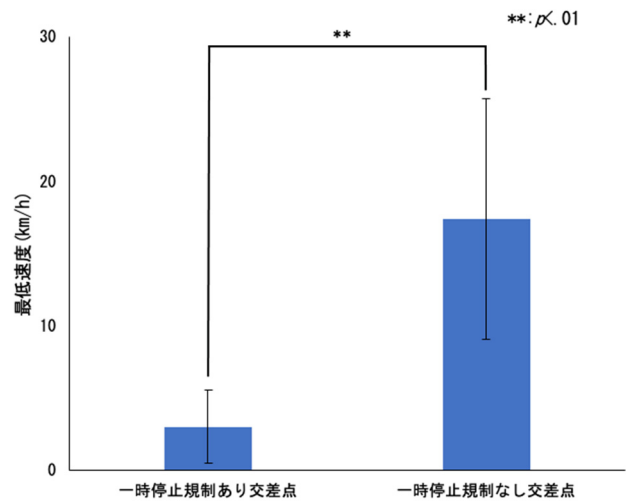


図-2 直進時の交差点通過時における最低速度の比較

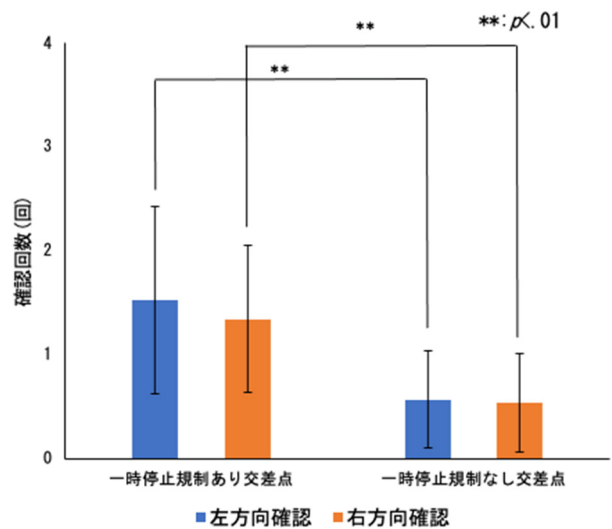


図-3 直進時における安全確認回数の比較

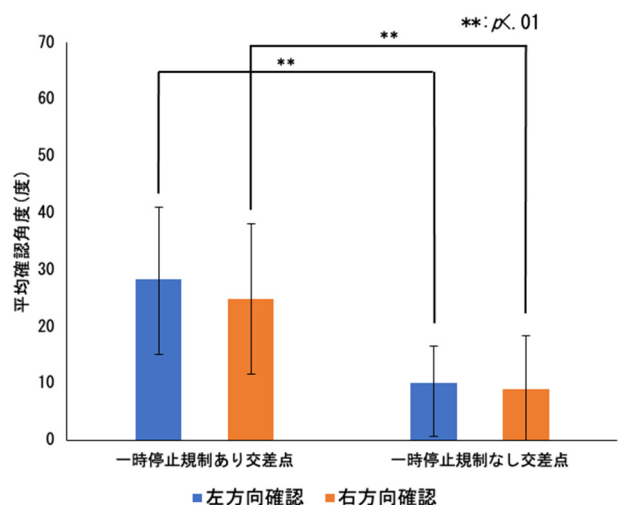


図-4 直進時における安全確認角度の比較

無信号交差点における事故リスクを下げるためには、単に安全確認を行うだけでなく、前述の通り視距の悪さを補うため頭部を積極的に動かした安全確認行動が望まれる。この考えに基づき、安全確認平均角度に着目し、直進時における左右方向の安全確認平均角度を算出した結果を図-4 に示す。一時停止規制有無×安全確認方向（左方向・右方向）での 2 要因分散分析を行った結果、一時停止規制有無の主効果は $F(1,16) = 33.29$ ($p < .01$)、安全確認方向の主効果は $F(1,16) = 0.64$ (*n.s.*)、交互作用は $F(1,16) = 0.64$ (*n.s.*) であった。次に多重比較 (Bonferroni 法) の結果、一時停止規制なし交差点における左方向および右方向の安全確認角度平均 (左方向: 平均 10.0 度, $S.D.=6.63$, 右方向: 平均 9.0 度, $S.D.=9.33$) は、いずれも一時停止規制あり交差点 (左方向: 平均 28.3 度, $S.D.=12.66$, 右方向: 平均 24.9 度, $S.D.=13.18$) よりも有意に低い結果となった ($p < .01$)。

以上の結果より、一時停止規制がない交差点を直進する際、単に交差点通過速度が上昇するだけではなく、左右両側への安全確認回数が有意に少なくなり、かつ安全確認平均角度に関しても有意に小さくなるなど、一時停止規制の有無によって安全確認行動が有意に変化することが明らかとなった。

(2) 交差点左折時の解析結果

本項では無信号交差点を左折する運転行動に着目し、高齢者 10 名の一時停止規制あり交差点の左折運転行動 46 件と一時停止規制なし交差点の左折運転行動 75 件を解析対象とした解析を行う。

図-5 は、交差点通過時の最低速度平均を示したものである。左折時には、直進時同様に、一時停止規制なし交差点通過速度 (平均 9.0km/h, $S.D.=6.53$) の方が一時停止規制あり交差点通過速度 (平均 0.9km/h, $S.D.=1.26$) より有意に高くなった ($t(9)=3.96$, $p < .01$)。

図-6 は安全確認方向別 (左方向, 右方向) の安全確認回数を示したものである。一時停止規制有無×安全確認方向 (左方向・右方向) での 2 要因分散分析を行った結果、一時停止規制有無の主効果は $F(1,9)=9.77$ ($p < .05$)、安全確認方向の主効果は $F(1,9)=5.30$ ($p < .05$)、交互作用は $F(1,9) = 4.56$ (*n.s.*) であった。多重比較 (Bonferroni 法) を行い、一時停止規制の有無によって安全確認回数に差があるか検討した結果、左方向の安全確認回数に関しては、一時停止規制なし交差点左折時 (平均 1.9 回, $S.D.=1.17$) は、一時停止規制あり交差点左折時 (平均 2.3 回, $S.D.=1.21$) と有意な差は認められなかった。一方で、右方向の安全確認回数に関しては一時停止規制なし交差点左折時 (平均 0.6 回, $S.D.=0.39$) の方が、一時停止規制あり交差点左折 (平均 2.4 回, $S.D.=0.74$) よりも有意に少なかった ($p < .01$)。

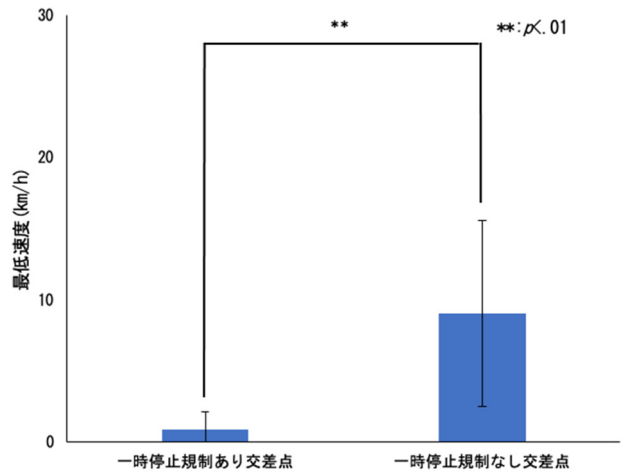


図-5 左折時の交差点通過時における最低速度の比較

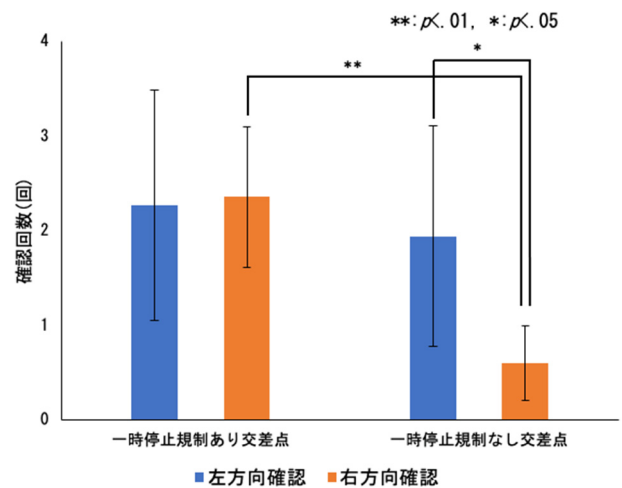


図-6 左折時における安全確認回数の比較

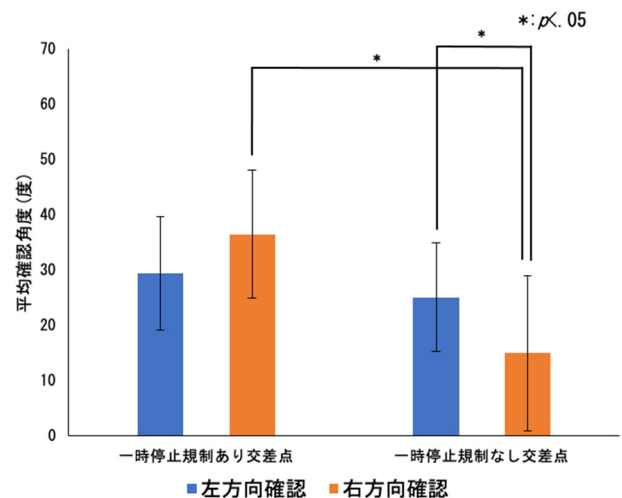


図-7 左折時における安全確認角度の比較

次に安全確認の平均角度に着目した解析を行う。図-7は左折時における左右方向の安全確認平均角度を示したものである。一時停止規制有無×安全確認方向（左方向・右方向）での2要因分散分析を行った結果、一時停止規制有無の主効果は $F(1,9)=11.63$ ($p<.01$)、安全確認方向の主効果は $F(1,9)=0.38$ (*n.s.*)、交互作用は $F(1,9)=4.79$ (*n.s.*) であった。次に多重比較 (Bonferroni 法) の結果、左方向の安全確認平均角度に関しては、一時停止規制なし交差点左折時時 (平均 25.0 度, $S.D.=9.82$) は、一時停止規制あり交差点左折時 (平均 29.4 度, $S.D.=10.20$) と有意な差は認められなかった。一方で、右方向の安全確認平均角度に関しては一時停止規制なし交差点左折時 (平均 14.9 度, $S.D.=14.05$) の方が、一時停止規制あり交差点左折 (平均 36.5 度, $S.D.=11.63$) よりも有意に少なかった ($p<.05$)。

この結果より、無信号交差点左折時においては、一時停止規制がある場合は左右ともに確認する傾向がある一方で、一時停止規制がない場合には進行方向のみを注視し、進行方向逆側への注意が十分に払えていない傾向にあることが明らかとなった。

(3) 交差点右折時の解析結果

ここでは、無信号交差点を右折する運転行動に着目し、高齢者 12 名の一時停止規制あり交差点の運転行動 113 件と一時停止規制無しの運転行動 112 件を対象とした解析を行う。

図-8 は、交差点通過時の最低速度平均を示したものである。交差点右折時には、直進時、左折時同様に、一時停止規制なし交差点 (平均 6.9km/h, $S.D.=4.81$) の方が一時停止規制あり交差点 (平均 1.5km/h, $S.D.=1.94$) より有意に高くなった ($t(11)=3.28$, $p<.01$)。

次に、図-9 に安全確認方向別 (左方向, 右方向) の安全確認回数に示す。一時停止規制有無×安全確認方向 (左方向・右方向) での2要因分散分析を行った結果、一時停止規制有無の主効果は $F(1,11)=3.17$ (*n.s.*)、安全確認方向の主効果は $F(1,11)=3.72$ (*n.s.*)、交互作用は $F(1,11)=0.95$ (*n.s.*) であった。次に多重比較 (Bonferroni 法) を行い、一時停止規制の有無によって安全確認回数に差があるか検討した。その結果、右方向の安全確認回数に関しては、一時停止規制なし交差点右折時時 (平均 1.8 回, $S.D.=1.36$) は、一時停止規制あり交差点右折時 (平均 2.2 回, $S.D.=0.82$) と有意な差は認められなかった。一方で、左方向の安全確認回数に関しては一時停止規制なし交差点右折時 (平均 1.0 回, $S.D.=1.00$) の方が、一時停止規制あり交差点右折時 (平均 1.9 回, $S.D.=0.95$) よりも有意に少なかった ($p<.05$)。

安全確認の平均角度 (図-10) に関して一時停止規制有無×安全確認方向 (左方向・右方向) での2要因分散

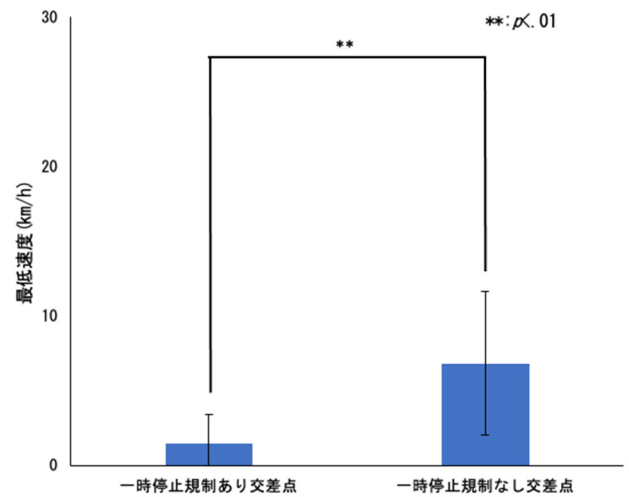


図-8 右折時の交差点通過時における最低速度の比較

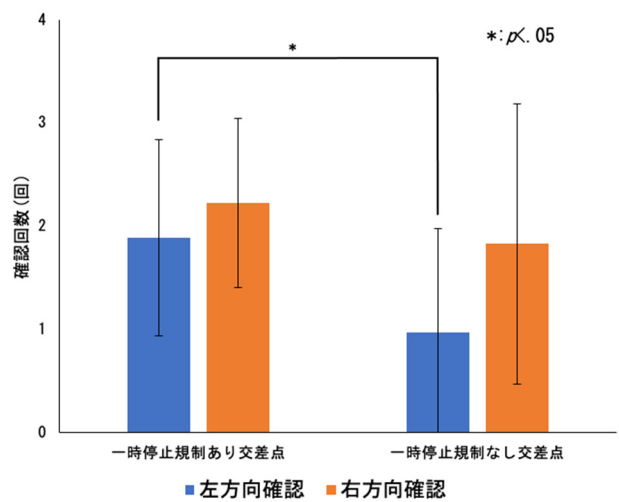


図-9 右折時における安全確認回数の比較

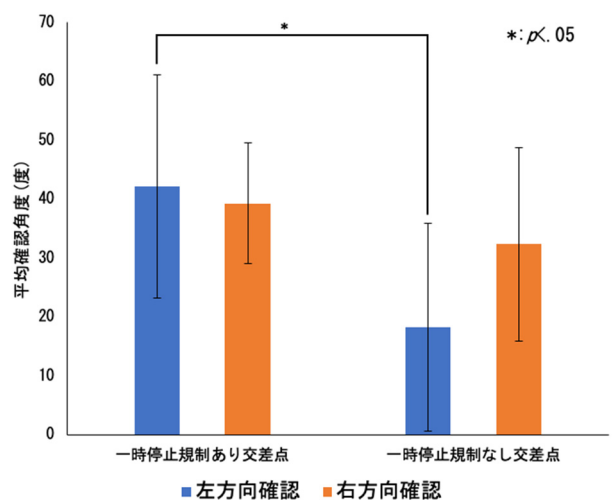


図-10 右折時における安全確認角度の比較

分析を行った結果、一時停止規制有無の主効果は $F(1,11) = 6.57$ ($p < 0.05$)、安全確認方向の主効果は $F(1,11) = 1.13$ (*n.s.*)、交互作用は $F(1,11) = 8.03$ ($p < 0.05$) であった。多重比較 (Bonferroni 法) の結果、安全確認回数と同様、右方向の安全確認平均角度は、一時停止規制なし交差点右折時 (平均 32.3 度, $S.D. = 16.43$) は、一時停止規制あり交差点右折時 (平均 39.3 度, $S.D. = 10.26$) と有意な差は認められなかった。一方で、左方向の安全確認平均角度は一時停止規制なし交差点右折時 (平均 18.3 度, $S.D. = 17.59$) の方が、一時停止規制あり交差点右折時 (平均 42.2 度, $S.D. = 18.94$) よりも有意に少なかった ($p < 0.05$)。

この結果より、無信号交差点左折時と同様、無信号交差点右折時においても、一時停止規制がある場合は左右ともに確認する傾向がある一方で、一時停止規制がない場合には進行方向のみを注視し、進行方向逆側への注意が十分に払えていない傾向にあることが明らかとなった。

5. まとめ

本研究では周辺監視を含めた人の運転行動を計測、収集した実世界交通行動データを、事故原因の大半を占めるヒューマンエラーを起こす主体である「人」に着目した交通安全対策に活用する仕組みの構築を目指し、高齢者が日々利用している道路環境下で計測した日常運転行動データを用いて、どのような状況下において高齢者が事故のリスクを高めるような運転行動をする傾向にあるのか把握を試みた。具体的には、高齢者事故形態で特徴的な無信号交差点における出会い頭事故に着目し、無信号交差点進行時に高齢者が出会い頭事故リスクを下げるための車両周辺への安全確認行動や速度コントロールをしているか、そして一時停止規制の有無で運転行動に変化が生じているのかという観点から解析を行った。

解析の結果、一時停止規制の有無によって安全確認行動が有意に変化し、一時停止規制なし交差点を直進する際には、一時停止規制あり交差点直進時と比較し左右両側への安全確認回数が有意に少なく、安全確認平均角度も有意に小さくなった。また、無信号交差点右左折時には、一時停止規制の有無によって安全確認行動の回数、平均角度ともに有意な差は認められなかった一方、進行方向逆側への安全確認行動は回数、平均角度ともに一時停止規制なし交差点右左折時に有意に低下した。以上より、高齢者は特に一時停止規制のない無信号交差点を直進する際に周辺への安全確認行動を怠るなど出会い頭事故リスクを高める行動をする傾向にあるとともに、一時停止規制のない無信号交差点を右左折する際には進行方向のみを注視し、交差道路から接近してくる他車両や自転車への注意が十分に払えていない傾向にあることが分

かった。

公道上に設定したコースを用いて運転中の高齢者の視線を計測・解析した先行研究では、一時停止規制がなく、また交差点クロスマークやカラー舗装など交差点を示すような標示がない生活道路上の無信号交差点において、高齢者は非高齢者よりもリスクの高い運転行動をする傾向にあることが指摘されている¹²⁾。高齢者の日常生活での運転行動においても、同様に一時停止規制のない無信号交差点において事故リスクを高める行動をする傾向にあることを示した本研究の結果から、区域を定めて 30km/h の速度規制を実施するゾーン 30 や交差点のカラー舗装など道路面の対策に加え、ADAS と連携した安全支援情報の提供や安全運転教育の普及・啓発など、車両、道路環境に加えて人にも着目した対策検討が今後ますます重要になると考えられる。

本研究で得られた結果は、車両操作情報だけでなく周辺監視を含めた人の運転行動を直接的に計測・収集した実世界交通行動データに基づき、高齢者が日々利用している道路環境において、どのような状況で出会い頭事故リスクが高まりやすくなっているのか、安全確認回数や角度、通過速度という客観的な指標に基づき把握を試みた点に価値があると考えられる。今回は無信号交差点のみに着目して解析を行ったが、今後は地形情報データの活用を進めて大規模交差点にも解析の範囲を広げるなど、引き続き高齢者の日常生活での運転特性の把握に務め、安全安心な交通社会実現のための知見の蓄積を進めていきたいと考えている。これにより、運転者の行動を直接的に計測、収集、地理情報データとあわせて解析し、その結果を「人」に着目した交通安全対策立案に資する知見として供することができる仕組みづくりの構築へとつなげていきたい。

謝辞: 本研究の一部は JSPS 科研費 JP17H01011 および、JP19K12074 の助成を受けた。また計測実験実施にあたって多大なご協力を頂いた帝塚山大学蓮花研究室の西脇正恵氏、西野宣子氏、山本真規子氏、横川電機商会の吉本氏、解析手法について助言を頂いた (株) 電脳の中西誠氏に深謝する。

参考文献

- 1) 内閣府：令和 3 年版高齢社会白書，2021。
- 2) 警察庁：令和 2 年中の交通事故発生状況，2021。
- 3) 財団法人交通事故総合分析センター：高齢運転者の出会い頭事故を防ぐには，ITARDAINFORMATION, No.119, 2016。
- 4) 成川岳宏：高齢者の出会い頭事故における事故特性，第 22 回 交通事故・調査分析研究発表会，2019。
https://www.itarda.or.jp/presentation/22/show_lecture_file.pdf?lecture_id=122&type=file_jp (2021 年 9 月 21 日

- 閲覧)
- 5) 経済産業省：サポカー（安全運転サポート車）web サイト, <https://www.safety-support-car.go.jp/> (2021年9月21日閲覧)
 - 6) 尾崎悠太, 川瀬晴香, 瀬戸下伸介：ETC2.0 プローブ情報の交通安全対策への活用, 土木技術資料, Vol.59, No.4, pp.24-27, 2017.
 - 7) M.Tada, H.Noma, A.Utsumi, M.Segawa, M.Okada, K.Renge : Elderly Driver Retraining Using Automatic Evaluation System of Safe Driving Skill, IET Intelligent Transport Systems, Vol.8, Issue 3, pp.266-272, 2014.
 - 8) 田中貴紘, 米川隆, 青木宏文, 山岸未沙子, 高橋一誠, 稲上誠, 金森等：高齢者を含むドライバの一時停止交差点通過時の運転行動と生体機能の分析, 自動車技術会論文集, Vol.48, No.1, pp.147-153, 2017.
 - 9) K.Renge, K.Park, M.Tada, T.Kimura and Y.Imai : Mild Functional Decline and Driving Performance of Older Drivers Without a Diagnosed Dementia: Study of Leukoaraiosis and Cognitive Function, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.75, pp.160-172, 2020.
 - 10) 細川崇, 橋本博, 平松真知子, 吉田傑：高齢運転者の実運転場面に基づく一時停止規制のある無信号交差点での不安全行動分析, 自動車技術会論文集, Vol.45, No.3, pp.553-558, 2014.
 - 11) 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, pp.767-773, 2016.
 - 12) 日置幸希, 多田昌裕, 飯田克弘, 岡田昌也, 蓮花一己：アイカメラを用いた高齢者の一般道における運転行動解析, 交通工学論文集(特集号 A), Vol.4, No.1, pp.A_1-A_7, 2018.
 - 13) 吉原佑器, 田中貴紘, 大須賀晋, 藤掛和広, Nihan Karatas, 金森等：公道の一時停止交差点における高リスクドライバの安全確認行動分析, 自動車技術会論文集, Vol.52, No.2, pp.363-368, 2021.
 - 14) 稲垣具志, 原田憲武, 柏裕樹, 竹平誠治, 小早川悟：ドライブレコーダデータに基づく高齢ドライバーの運転行動と個人特性に関する基礎分析, 交通工学論文集(特集号 A), Vol.5, No.2, pp.A_208-A_216, 2019.
 - 15) 蓮花一己, 多田昌裕, 朴啓彰, 木村年晶, 高齢ドライバーの一時停止交差点での運転パフォーマンス—教習所コースと一般道路での関連—, IATSS Review, Vol.45, No.2, pp.143-153, 2020.
 - 16) 大見拓寛：画像センサによる眠気状態推定とドライバーステータスマニターの開発, Denso technical review, Vol.21, pp.93-102, 2016.
 - 17) 式井慎一, 砂川未佳, 楠亀弘一, 望月誠, 北島洋樹, 下村義弘：眠気検知・予測技術に基づくドライバーモニタシステム, パナソニック技報, Vol.64, No.2, pp.69-73, 2018.
 - 18) 日向匡史, 木下航一, 西行健太, 長谷川友紀：自動運転時代におけるドライバモニタリング技術, OMRON TECHNICS, Vol.50, No.1, pp.36-41, 2018.
 - 19) 多田昌裕, 平尾健介, 塚本哲也, 朴啓彰, 岡田昌也, 蓮花一己, ドライバモニタリング技術を用いた高齢者の日常運転行動計測と一時停止交差点における運転行動解析, 交通工学研究発表会論文集, Vol.41, No.56, pp.371-378, 2021.
 - 20) オムロンソーシャルソリューションズ：ドライブカルテ, https://socialsolution.omron.com/jp/ja/products_service/transportation/drivekarte/ (2021年9月12日閲覧)
 - 21) 財団法人交通事故総合分析センター：熟年高齢者の自転車乗用中の出会い頭死亡重傷事故, ITARDA INFORMATION, No.110, 2015.