

高速道路トンネル部での追突事故リスクを高める高齢者の運転挙動 Analysis of Elderly Drivers' Behavior Raising Collision Risk around Tunnels on Expressway

飯田 克弘¹, 坪井 貞洋², 多田 昌裕³, 山田 憲浩⁴

Katsuhiko IIDA¹, Sadahiro TSUBOI², Masahiro TADA³, Norihiro YAMADA⁴

現在、高齢者による交通事故発生件数の増加が懸念されているが、広告・啓発活動を主とする現行の事故対策は、高齢者に対して十分な効果を発揮しているとは言い難い。そこで、本研究は高速道路上の事故多発地点であるトンネル部を対象とし、運転者の注視、意識等を、高齢者と非高齢者とで比較することで、高齢者が知覚、認知、判断、行動からなる運転過程のどの部分で、事故リスクを高めているのかを検討した。その結果、高齢者は前方車両を知覚・認知している場合でも、行動過程において追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にあることが分かった。さらにその理由として、判断過程において、前方車両への注視に、前方車両への意識、トンネルへの注意が伴っておらず、追突事故自体に対する意識・警戒が非高齢者と比べて低いことが明らかになった。

Although traffic accidents caused by elderly drivers are increasing, fundamental measures against these accidents have not been conducted. This study remarks tunnels on expressway where accident happens frequently, and compares driving behaviors of elderly drivers and non-elderly drivers. Moreover, this study examines which driving behaviors of elderly drivers raise collision risk. As a result, no significant difference between elderly drivers and non-elderly drivers has been confirmed. But the driving action of elderly drivers tends to raise collision risk in comparison with that of non-elderlies. The results above-mentioned give us a hypothesis that elderly drivers are not conscious of vehicle forward, and their consciousness of collision is less than that of non-elderlies. So, we interviewed 40 subjects (20 elderlies and 20 non-elderlies) by showing videos of accident-prone and evaluated each subject's risk perception ability. The result shows that less consciousness of vehicle forward and collision cause elderly drivers' risky behavior around tunnels on expressway.

Keywords: トンネル, 高齢者, 交通事故, 高速道路
Tunnel, Elderly, Traffic Accident, Expressway

1. はじめに

現在、日本では、高齢化の進展に伴い、運転免許保有者に占める高齢者の割合が増加している¹⁾。さらに非高齢者が第一当事者となる交通事故発生件数が減少傾向にあること、および高齢者が第一当事者となる交通事故発生件数が増加していること²⁾を考慮すると、今後、高齢者による交通事故発生件数のさらなる増加が予想される。

多くの自治体は、交通安全運動等のキャンペーン活動において「高齢者の交通事故防止」を最重点項目に定め、広報・啓発活動を主とした交通事故対策を行っている。

しかし、上述した状況を踏まえると、現状の対策は十分な効果を発揮しているとは言い難く、より効果的かつ根本的な交通事故対策が必要と考えられる。

運転者は運転中に、知覚、認知、判断、行動という4段階の過程を辿り⁴⁾、その最中に様々な振る舞い(以下、運転挙動)を見せる。知覚は視覚等の感覚器官により物事存在を知ること、認知は知覚した物事に注意を払うこと、判断は認知した物事に対してどう操作すべきかを決定すること、行動は判断に基づいたハンドル操作等のことを指す。ここで、交通事故は、何らかの要因により、

1 正会員, 博士(工学), 大阪大学大学院工学研究科

Member, Dr.Eng, Graduate School of Engineering Osaka University

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 e-mail: iida@civil.eng.osaka-u.ac.jp Phone: 06-6879-7611

2 学生会員, 学士(工学), 大阪大学大学院工学研究科

Student Member, BE, Graduate School of Engineering Osaka University

3 正会員, 博士(工学), 近畿大学理工学部情報学科

Member, Dr.Eng, Faculty of Science and Engineering Kinki University

4 正会員, 学士(理工学), TOP, 西日本高速道路(株) 関西支社

Member, BE, TOP, West Nippon Expressway Company Limited, Kansai Branch

4 段階の過程のいずれかで、運転者が事故リスクを高める運転挙動をとることにより発生すると考えられる。

一方、交通事故の要因は、運転挙動と年齢等の個人属性からなる人的要因および、道路構造等の静的環境要因と交通状況等の動的環境要因からなる環境的要因の2つに大別される⁵⁾。これらは互いが複雑に影響し合っているため、いずれかの要因にのみ注目して、交通事故の要因と断定することはできない。よって、効果的かつ根本的な交通事故対策を構築するためには、2つの要因を同時に捉えた上で、高齢者が上述したいずれの過程で事故リスクを高める運転挙動をとるのかを把握する必要がある。しかし、このような観点から、運転者の知覚、認知、判断、行動を検討した先行研究は、高速道路上での高齢者の交通事故最多発地点である、本線料金所(以下、TB)を対象とした阪本ら⁶⁾の研究を除くと存在しない。

ここで、TBに次ぐ、高速道路上での高齢者の交通事故多発地点として、トンネル部が挙げられる⁷⁾。一般道も含めたトンネル部での交通事故発生件数が全交通事故発生件数に占める割合の増加³⁾、および冒頭で述べた高齢者の交通事故発生件数の推移を考慮すると、今後、高速道路トンネル部において、高齢者による交通事故発生件数のさらなる増加が予想される。

しかし、高速道路トンネル部において、交通事故発生を運転挙動と結びつけて検討した例はほとんどなく、ましてや、高齢者を明示的に対象とした研究は存在しない。

そこで、本研究では、高速道路トンネル部(静的環境要因)において、高齢者と非高齢者(人的要因)の運転挙動を比較し、知覚、認知、判断、行動のいずれの過程において、高齢者が事故リスクを高めるのかを検討した。

また、NEXCO 西日本の事故調査データ解析報告⁷⁾によると、高齢者、非高齢者を問わず、高速道路トンネル部において発生する交通事故形態のほとんどを、追突事故が占めている。よって、本研究では、「追突事故が起こりうる状況下」を、高速道路トンネル部での、交通事故発生に関する動的環境要因として着目した。

2. 前方車両への注視の分析

既往研究^{8)~10)}により、高速道路トンネル部における追突事故の一因として、他のものへの注意・脇見によって前方車両への注視が疎かになることが指摘されている。そこでまず、前方車両の注視状況を、高齢者と非高齢者で比較し、高齢者が知覚・認知の過程において、追突事故リスクを高める傾向にないか検討する。なお、分析には先行研究⁹⁾の実走実験の結果を利用する。

2.1 実走実験概要⁶⁾

被験者は、65~75歳の高齢者の男性26名、および32~49歳の非高齢者の男性14名である。



図1 実験走行区間(出典: Google Map)

Fig. 1 Section for experimental driving

実験走行区間は、図1に示す通り、西名阪自動車道・藤井寺インターチェンジ(以下、IC)と香芝IC間の往復約20kmである。なお、安全確保のために、実験車両には教習車を用い、助手席には指導員を同乗させた。被験者には普段通りの運転を心掛けてもらうため「助手席に道案内役のスタッフが同乗する」とだけ伝え、指導員が同乗していることは伏せた。この条件で被験者に走行車線を走行させ、視線座標、車速、柏原TBに着目したヒアリング等のデータの収集を行った。

また、実験走行区間には、田尻トンネル、柏原トンネル区間が含まれている。これらの区間の事故形態は追突事故が約9割を占めており、本研究の方針と合致する。そこで、田尻トンネル、柏原トンネル区間で収集された、被験者の視線座標と実験車両の車速を分析に利用した。



図2 分析区間(出典: Google Earth)

Fig. 2 Section for analysis

視線座標はアイカメラ(NAC イメージテクノロジー社製、EMR-9)によってサンプリングされたものを利用した。運転者の視線が対象上に165msec以上留まることを注視とする既往研究¹¹⁾の知見に準じ、専用ソフト(同社製、EMR-dFactory)を用いることで、各被験者の前方車両注視状況を把握した。

車速はController Area Network(以下、CAN)のデータに含まれるものを用い、外部観測される追突事故リスクの算出(3章)に利用した。

また、具体的な分析区間は、田尻トンネル入口前500mの地点から、柏原トンネル後500mの地点までの約1.5kmとし、この区間を進行方向順に、田尻トンネル前、田尻トンネル内、2トンネル間、柏原トンネル内、柏原トンネル後に分割した(図2)。

表1 高齢者と非高齢者の前方車両注視割合

Table 1 Ratio of gazing time on vehicle forward of elderly drivers and non-elderly drivers

	田尻 TN 前	田尻 TN 内	2 トンネル間	柏原 TN 内	柏原 TN 後	全体
高齢者の平均値(%)	25.69	21.42	22.09	28.88	22.36	26.10
非高齢者の平均値(%)	24.98	19.67	16.31	27.80	14.18	19.83
有意差	なし	なし	なし	なし	なし	なし

2.2 分析対象の抽出

1 章で述べた通り、本研究では、高速道路トンネル部での動的環境要因として「追突事故が起こりうる状況下」に着目する。そこで、被験者 40 名の内、前方車両との追突事故が起こりえないケースを分析対象から除外する。

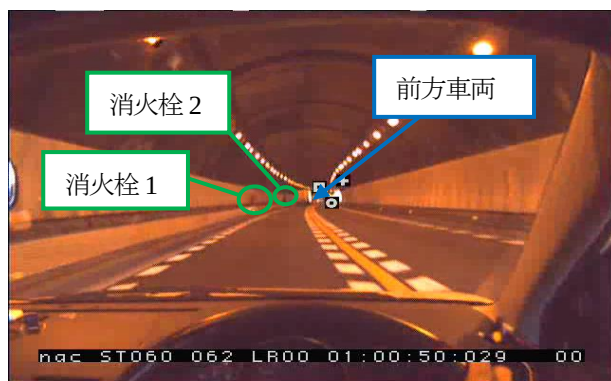


図3 前方映像（田尻トンネル内）の例

Fig. 3 Example of video forward (inside of Tashiri TN)

まず、アイカメラによって撮影された前方映像（図3）を参考に、目視により前方車両が存在しないと判断したケースを除外した。

次に、「時速 100km で走行する際は 100m」という高速道路走行中の一般的な車間距離の目安より、追突事故が起こりうる最長の車間距離を 100m と設定し、分析区間中のトンネル内において、最短の車間距離が 100m を超えるものを除外した。

なお、実走実験において車間距離は測定されていないため、分析区間中のトンネル内において、車間距離が最も縮まっていると思われるタイミングで前方映像を一時停止し、トンネル左壁面に 50m ごとに設置されている消火栓の数を目安に、目視によって車間距離を概算した。

以上より、高齢者 18 名、非高齢者 12 名が分析対象として抽出された。

2.3 前方車両注視割合の平均値の比較

追突事故が起こりうる状況下における、前方車両の注視状況を、高齢者と非高齢者で比較することで、知覚・認知の過程において、高齢者が追突事故リスクを高めていないか検討する。

視線座標を元に、図2に示す5区間および分析区間全

体において、前方車両注視回数、前方車両注視時間、前方車両注視割合を算出した。本研究では、前方車両注視回数を各区間で前方車両を注視した回数、前方車両注視時間を各区間で前方車両を注視した時間の合計^{*1}、前方車両注視割合を各区間で注視に費やした全時間の内、前方車両注視時間が占める割合と定義した。

ここで、前方車両注視回数が同じでも、前方車両注視時間が異なるならば、前方車両を注視した程度が等しいとは言い難い。また、前方車両注視時間が同じでも、区間中の走行速度が異なるなら、一概に前方車両を注視した程度が等しいとは言い難い。そこで、前方車両注視割合を前方車両の注視状況を示す指標とし、各区間で高齢者と非高齢者の平均値を求め、t検定により比較した。

その結果、表1に示す通り、いずれの区間においても、高齢者と非高齢者の前方車両注視割合の平均値に有意差は確認されなかった。

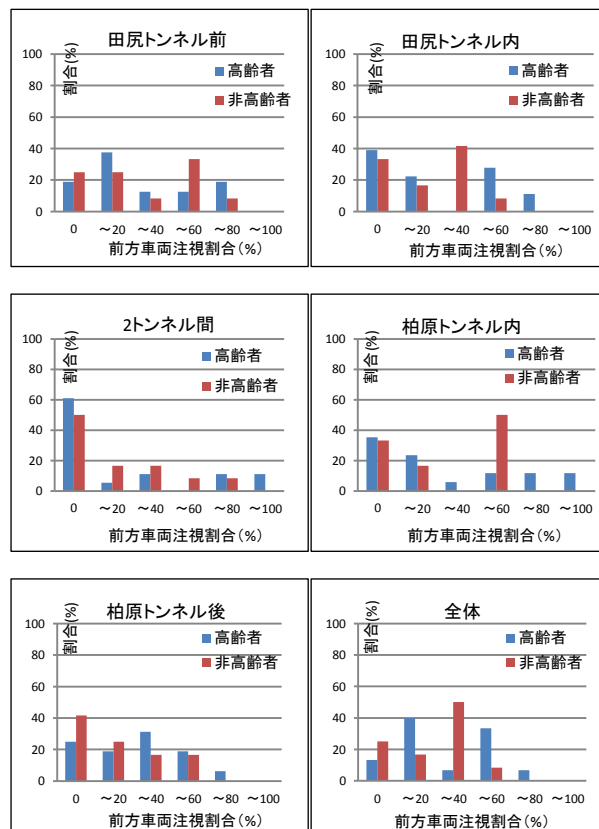


図4 前方車両注視割合の分布

Fig. 4 Distribution of ratio of gazing time on vehicle forward

2.4 前方車両注視割合の分布の比較

前方車両の注視状況に関して、高齢者と非高齢者の個人差を比較する。

前方車両注視割合を 0%、0～20% (0%より大きく、20%以下のもの)、20～40%、40～60%、60～80%、80～100% で区分し、区分ごとに該当する被験者数が全被験者数に占める割合を計算し、5 区間および分析区間全体それぞれにおいて、グラフにまとめた (図 4)。

その結果、前方車両注視割合において、高齢者の方が非高齢者よりも分布の範囲が広いことが確認された。現時点では、頻度 0 の区分が見られるため、定量的な分析は行っていないが、サンプルを充実させ、高齢者および非高齢者の群内のばらつきについても検討を行う必要があると考えられる。

2.5 前方車両への注視に関するまとめ

2.3、2.4 より、高速道路トンネル部を走行する際の、前方車両の注視状況に関して、高齢者は非高齢者と比べ、平均すると有意差は認められなかった。

ここで、両トンネル内で前方車両注視割合が 0%のもの (注視していないもの) は、高齢者、非高齢者共に約 30%存在しており、既往研究⁸⁾¹⁰⁾から、知覚・認知の過程において追突事故リスクを高めていると考えられる。

次節では、引き続き実走実験の結果を利用して、前方車両を注視しているにもかかわらず、行動過程において、高齢者が追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にないか検討する。

3. 外部観測される追突事故リスクの分析

次式に示す PICUD¹²⁾[m]を指標として、外部観測される追突事故リスクを評価する。

$$PICUD[m] = \frac{V_1^2}{-2a} + S_0 - \left(V_2 \Delta t + \frac{V_2^2}{-2a} \right)$$

V_1 : 前方車両減速開始時の速度[m/sec]
 V_2 : 前方車両減速開始時の後続車両の速度[m/sec]
 S_0 : 前方車両減速開始時の車間距離[m]
 Δt : 前方車両ブレーキ開始から、後続車両ブレーキ開始までの時間[sec]
 a : 減速時の加速度[m/sec²]

PICUD[m]は、同一車線上において、前方車両の減速に伴って後続車両が反応遅れを伴い減速した場合、両者が停車したときの相対的な位置を表している。よって、値が負であるならば、追突事故リスクがあると言える。

また、PICUD[m]の算出には、式中の 5 つの数値を必要とする。そこで、本研究では参考文献¹²⁾を元に、 Δt [sec]を 1[sec]で、 a [m/sec²]を-3.3[m/sec²]で仮定し、 V_2 は記録された実験車両の車速を用いた。また、 V_1 [m/sec]と S_0 [m]は実走実験で測定されていないため、実験車両と前方車

両の間に存在する導流レーンマーク (図 5) の数を目安に、目視によって前方映像上から概算した。

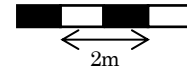


図 5 導流レーンマーク

Fig. 5 Lane marker for guid

具体的には、まずトンネル進入直後からトンネル出口直前まで、前方映像を約 1 秒ごとに一時停止し、その都度車間距離を概算した。これにより、分析区間中のトンネルにおける、約 1 秒ごとの車間距離 (S_0 [m]) を求めた。

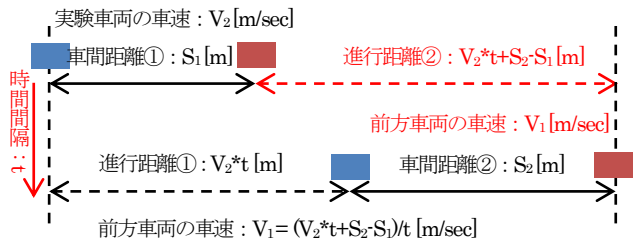


図 6 前方車両の車速の概算

Fig.6 Approximate calculation of velocity of vehicle forward

次に、求めた車間距離と V_2 [m/sec]から、図 6 に示す通り、 V_1 [m/sec]を算出した。具体的には、ある時刻の車間距離①、その時刻に対応する実験車両の車速、時間間隔 t [sec]後の車間距離②、時間間隔 t [sec]の間に実験車両が進んだ距離 (進行距離①) から、時間間隔 t [sec]の間に前方車両が進んだ距離 (進行距離②) を導出し、時間間隔 t [sec]で割ることで、前方車両の車速 V_1 [m/sec]を算出した。

以上のように求めた値を用いて、トンネル内における約 1 秒ごとの PICUD[m]を算出した。なお PICUD[m]は定義上、前方車両が減速した場合でしか用いることができないが、前述した通り、本研究では前方車両の車速を約 1 秒間隔で求めているため、ある瞬間における前方車両の加速度の正負は、厳密には判別できない。そこで、どの時刻においても減速時の加速度 a [m/sec²]は-3.3[m/sec²]で仮定した。

3.1 分析対象の抽出

2 章の分析対象 30 名から、2.5 で述べた通り、両トンネル内で前方車両注視割合が 0%のものを除外した。

さらに、2.2 で概算した車間距離を元に、分析対象を、前方車両との最短車間距離が 100m 以内のものから、50m 以内のものに絞り込み、高齢者 6 名、非高齢者 4 名を抽出した。これは、前方車両との車間距離が長すぎると、導流レーンマークを正確に数えることが困難になるためである。

3.2 追突危険性割合の比較

トンネル通過に要する時間の内、PICUD[m]の値が負である時間が占める割合を、高齢者と非高齢者で比較することで、高齢者が、行動過程においてどの程度追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にあるのか検討する。

分析対象ごとに、トンネル内約1秒ごとのPICUD[m]を値の正負で分類し、値が負になるものの個数が全個数に占める割合（以下、追突危険性割合）を求め、高齢者と非高齢者の平均値を求めた。その結果、表2に示すように、柏原トンネル内において、高齢者は非高齢者と比べて追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にあることが分かった。

表2 高齢者と非高齢者の追突危険性割合
Table 2 Ratio of total time when elderlies and non-elderlies raise collision risk in tunnels

	田尻 TN 内(%)	柏原 TN 内(%)
高齢者の平均値(%)	44.08	56.59
非高齢者の平均値(%)	46.21	25.00

3.3 車間距離が縮まったときの車速変化の比較

PICUD[m]による検討を補完するため、分析区間中のトンネル内において、前方車両との車間距離が縮まった状況下で実験車両の車速を上げという、追突事故リスクを高める運転挙動をとるものがないか検討する。

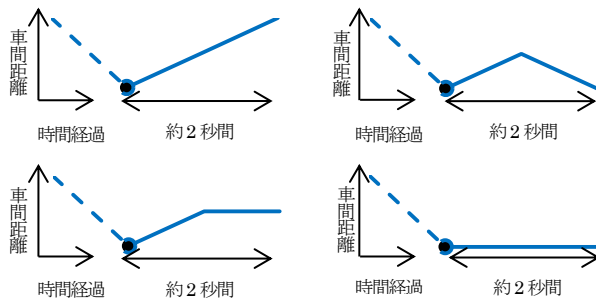


図7 車間距離が縮まった時刻の例

Fig. 7 Example when the distance from vehicle forward is contracted

そのため、被験者ごとに、前方車両との車間距離が縮まった時刻（図7参照）に着目し、その時刻以降約2秒間における実験車両の車速変化をグラフ化（図8、図9）した。

なお、前方車両との車間距離が縮まった時刻が複数抽出された場合は、その時刻以降約2秒間に記録されている実験車両の車速のデータ数^{*2}が最多であるものを利用した。^{*3}

図8より、田尻トンネルにおいて、車間距離が縮まったとき、高齢者は車速を上げ、非高齢者は車速を下げる

傾向が読み取れる。よって、高齢者は田尻トンネルにおいて、速度調節という点で、追突事故リスクを高める傾向にあることが分かった。

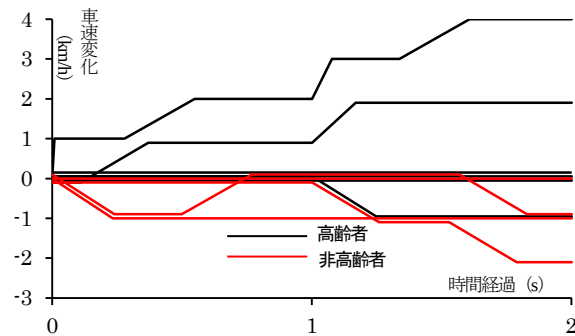


図8 車間距離が縮まったときの実験車両の車速変化
(田尻 TN)

Fig. 8 Change of velocity of vehicle forward when the distance from vehicle forward is contracted (Tashiri TN)

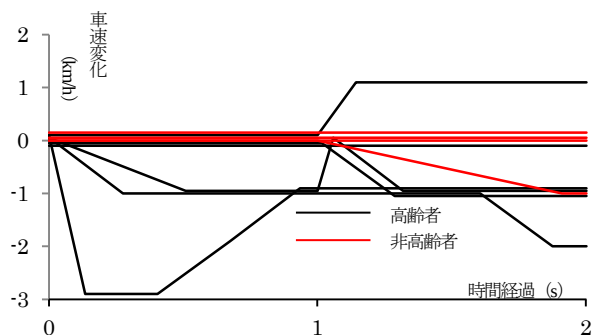


図9 車間距離が縮まったときの実験車両の車速変化
(柏原 TN)

Fig. 9 Change of velocity of vehicle forward when the distance from vehicle forward is contracted (Kashiwara TN)

また、図9より、柏原トンネルにおいて、車速変化の観点からは、高齢者と非高齢者との間に大きな差異は読み取れない。3.2の結果と併せると、高齢者は柏原トンネルにおいて、速度調節ではなく車間距離調節という点で、追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にあるものと予見される。3.4 外部観測される追突事故リスクに関するまとめ

高速道路トンネル部において、高齢者は、前方車両を注視している（知覚・認知している）場合でも、行動過程において、非高齢者と比べて追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にあることが分かった。

次章では、高齢者と非高齢者の判断過程を比較することで、上述した行動過程でのリスクが生じる原因を検討する。

4. 発話データを利用した高齢者の判断過程の把握

高齢者と非高齢者の発話から、前方車両への注視に伴う意識の有無を検討し、走行中の判断を比較する。ただし、実走実験ではTBに関する発話の記録しか収集していないため、本研究と並行して実施されたハザード知覚実験の結果を利用する。

4.1 ハザード知覚実験

ハザード知覚実験では、被験者にアイカメラ（2章で言及したものと同一）を装着させて、「自分が運転している感覚で見て下さい」の教示と共に、運転中に得る視覚情報を再現した映像（以下、映像）を提示することで、様々なデータの収集を行った。この映像は、図10に示す通り、車両に取り付けた4台のカメラで撮影した前方、後方（ルームミラー）、左右ドアミラーのビデオ映像を、時刻同期し、合成したものとなっている。

また、被験者は、65～72歳の高齢者20名、31～48歳の非高齢者20名であり、実走実験の被験者とは異なる。



図10 映像の一例（田尻トンネル内）
Fig. 10 Example of video (inside of Tashiri TN)



図11 実験の様子
Fig. 11 Appearance of experiment



図12 ヒアリングの様子
Fig. 12 Appearance of hearing

具体的な手順としては、まず、高速道路^{*4}を道なりに走行している映像を被験者に見せ、実験環境、特に自分が運転している感覚で映像を見ることの習熟を行った。次に、実験内容（後述）を説明した上で、練習用の映像を用いて実験過程への理解を求めた。

実験本番では、高速道路上で事故リスクが高まる典型的な場面を再現した6種類の映像（内1つは、田尻、柏原トンネル区間の一部を含む）を、順不動で被験者に提示した。各映像は、交通状況が大きく変化する場面（以下、停止場面）で一時停止するよう作られており、被験者には、停止場面ごとに、その場面の交通状況をどの程度危険に感じるかを5段階評価^{*5}（以下、リスク評価点）させ、さらに、映像中の気になった対象（以下、指摘物）

を指摘させた。そして、実験終了後は別室に移り、記録された視野映像と視線軌跡を被験者に提示しながら、各映像の各停止場面において、何を考えながら物を見ていたか（注視動機）、何故そのリスク評価点となったか、何故その指摘物を指摘したか等について、ヒアリング（図12）を行い、発話を収集した。なお、実験中にも、被験者と会話のやりとりをする上で、同様の発話の収集を行った。

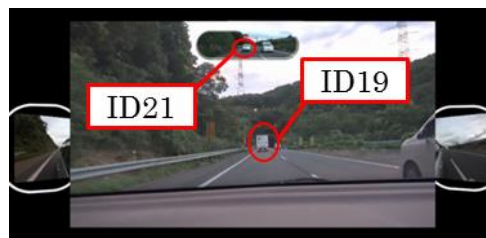


図13 停止場面1
Fig. 13 Stop scene No.1

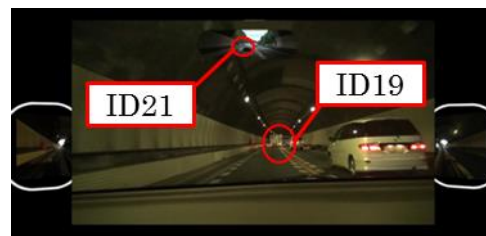


図14 停止場面2
Fig. 14 Stop scene No.2



図15 停止場面3
Fig. 15 Stop scene No.3

田尻 TN 進入部～柏原 TN 進入部間の映像では、図13～図15に示す通り、3つの停止場面が設定されている。各停止場面では、事故リスクを高めると認められる対象（以下、ハザード）が、交通の専門家3名の合議によって事前に選定されている。本研究では、停止場面1、2のハザードであり、追突事故に関係する、前方車両（ID19）と後続車両（ID21）に着目した。

4.2 前方車両・後続車両への注視の比較

2.3の分析結果検証、及び後続車両への注視状況把握を目的として、アイカメラによって記録された映像視聴中の被験者の視線座標から、ID19、ID21への注視時間、注

視割合を算出し、高齢者と非高齢者で平均値を比較する。
ここで、ハザード知覚実験では、映像中の実験車両の車速は被験者間で同一であるため、注視時間も、ID19、ID21 に対する注視状況を示す指標と捉えた。

その結果、表 2、表 3 に示す通り、高齢者と非高齢者の ID19 への注視割合、注視時間は、どの停止場面においても、有意差が認められなかった。これは、2 章で示した結果と一致する。

一方、ID21 への注視割合、注視時間は、停止場面 2 において、共に高齢者の方が非高齢者より小さく、有意水準 5% で有意差があることが分かった。これはつまり、高齢者は非高齢者と比べて、後続車両を注視していないことを意味している。

表 2 高齢者と非高齢者の注視時間

Table 2 Gazing time of elderlies and non-elderlies

	指摘物	高齢者平均 (s)	非高齢者平均 (s)	片側検定結果
停止場面 1	ID19	4.300	4.001	有意差なし
	ID21	0.828	0.988	有意差なし
停止場面 2	ID19	2.561	3.267	有意差なし
	ID21	0.287	0.646	有意水準 5%

表 3 高齢者と非高齢者の注視割合

Table 3 Ratio of gazing time of elderlies and non-elderlies

	指摘物	高齢者平均 (%)	非高齢者平均 (%)	片側検定結果
停止場面 1	ID19	41.16	38.59	有意差なし
	ID21	7.51	10.38	有意差なし
停止場面 2	ID19	35.67	42.52	有意差なし
	ID21	3.81	10.08	有意水準 5%

4.3 前方車両・後続車両への意識の比較

高齢者と非高齢者の判断過程を比較するため、高齢者と非高齢者の内、前方車両への注視に意識が伴っているものがどの程度いるのかを、発話を元に検討する。

具体的には、ある被験者が、ID19、ID21 を指摘物とした場合、その被験者は前方車両/後続車両への注視に意識が伴っているとみなした。収集したデータを元に、被験者を以下の通り分類した。

- ① ID19、ID21 を指摘物としたもの
- ② ①に加え、リスク評価点が 2 以上のもの
- ③ ①に加え、トンネルについて発話しているもの

そして、高齢者と非高齢者それぞれについて、①②③に該当する人数（発話人数）が高齢者/非高齢者全体に占める割合（人数割合）を算出し、Z 検定により比較した。さらにリスク評価点も、①②③の該当者間で、高齢者と非高齢者の平均値^{*6}を求め、t 検定により比較した。

表 4 高齢者と非高齢者の人数割合 (ID19)

Table 4 Ratio of number of elderly drivers and non-elderly drivers (ID19)

	年齢層	発話人数	人数割合 (%)	リスク評価点 (平均値)
①	高齢者	1	5	1.0
	非高齢者	4	20**	2.3
②	高齢者	0	0	2.7
	非高齢者	3	15*	
③	高齢者	1	5	1.0
	非高齢者	4	20**	2.0

注) *は片側検定で有意水準 5%、**は有意水準 10%

ID19 についての人数割合の比較結果を表 4 に示す。ここで、①は前方車両を意識しているもの、②は前方車両を警戒している（交通状況を危険に感じている）もの、③はトンネルが理由で前方車両を意識しているものに相当する。高齢者の人数割合は非高齢者と比べて、①③は有意に小さく、②は有意差がないことが分かった。また、①は②を含んでいるため、①の該当者の内、②に該当しない（リスク評価点を 1 と評価した）高齢者は、非高齢者と比べて少ないと考えられる。

以上より、高速道路トンネル部において、前方車両への注視に、前方車両への警戒が伴う高齢者の人数割合は、非高齢者との間に有意差がみられないが、前方車両への意識やトンネルへの注意が伴う高齢者の人数割合は、非高齢者より有意に小さいことが分かった

また、リスク評価点の平均値は①②③いずれの分類においても有意差がみられなかった。

表 5 高齢者と非高齢者の人数割合 (ID21)

Table 5 Ratio of number of elderly drivers and non-elderly drivers (ID21)

	年齢層	発話人数	人数割合 (%)	リスク評価点 (平均値)
①	高齢者	6	30	1.8
	非高齢者	12	60*	1.7
②	高齢者	4	20	2.1
	非高齢者	5	25	2.6
③	高齢者	4	20	1.9
	非高齢者	8	40**	2.0

注) *は片側検定で有意水準 5%、**は有意水準 10%

一方、ID21 について人数割合の比較を行った結果、表 5 に示す通り、①②③いずれの分類でも、高齢者は非高齢者と比べて、人数割合が有意に小さいことが分かった。

よって、4.2 の分析結果をふまえると、高齢者は非高齢者と比べて、後続車両への注視時間、注視割合の平均値が有意に小さく、その注視に意識・警戒が伴う者の人数割合も有意に小さいことが分かった。ゆえに、高齢者は

非高齢者と比べて、「追突される側」としての認識が低い、ひいては追突事故自体に対する意識・警戒が低いと考えられる。

なお、リスク評価点に関して、①③においては、ID21を指摘物とした高齢者が1人しかいなかったため、等分散検定が行えず、t検定を用いて比較することができなかった。また、②においては、該当する高齢者が1人もいなかったため、比較することができなかった。

4.4 判断過程に関するまとめ

高速道路トンネル部での判断過程に関して、高齢者は非高齢者と比べて、前方車両への知覚・認知に、前方車両への意識やトンネルへの注意が伴っている者の人数割合が有意に小さいことが分かった。また、後続車両の注視状況、それに伴う意識の有無などから、高齢者は非高齢者と比べて、追突事故自体に対する意識・警戒が低いことが示唆された。2, 3章での知見と併せれば、高齢者が、前方車両を知覚・認知しているにもかかわらず、行動過程において追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にある原因は、上述のような、行動に繋がる判断過程にあるものと考えられる。

5. おわりに

本研究は、高速道路上の高齢者事故多発地点であるトンネル部を対象とし、交通事故発生の人的要因と環境的要因を同時に捉え、高齢者が知覚、認知、判断、行動の運転過程のどの部分で事故リスクを高めるのかを検討することで、効果的かつ根本的な高齢者の交通事故対策構築のための知見を得ることを目的とした。

まず、先行研究⁹⁾の実走実験結果を利用して分析を行った結果、高速道路トンネル部を走行する際、高齢者と非高齢者の前方車両注視割合は、平均値で見ると有意差がないことがわかった。さらに、前方車両を注視している高齢者であっても、行動過程においては追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にあることが分かった。

そこで、前方車両への注視に伴う高齢者の意識を、ハザード知覚実験の結果を利用して検討したところ、高速道路トンネル部において、高齢者は、前方車両への注視に、前方車両への意識やトンネルへの注意が伴っている者の人数割合が、非高齢者と比べて有意に小さいことがわかった。さらに、後続車両の注視状況、それに伴う意識の有無について検討すると、高齢者は非高齢者と比べて、追突事故自体に対する意識・警戒が低いことが示唆された。

以上のことから、高速道路トンネル部において、高齢者は、前方車両を知覚・認知していても、判断過程が原因となり、行動過程において追突事故リスクを高める運転挙動をとる傾向にあるという知見を得た。

最後に、本研究では、PICUDによる検討と、車間距離が縮まったときの車速変化による検討において、高齢者の運転挙動に問題が見られるトンネルが異なることが分かったが、その差異が生まれた理由については検討しなかった。2つのトンネル区間の特徴としては、田尻トンネル脱出から柏原トンネル進入にかけて、短時間で明暗順応を繰り返すこと等が挙げられる。このような特徴の何が、どのようにして、高齢者の運転挙動に影響を与え、追突事故リスクを高めているのかを検討することが、今後の課題として挙げられる。

補注

- *1 注視が2つの区間をまたぐ場合は、検討している区間の時間のみを考慮する。
- *2 記録されている車速のデータ数が等しい時は、車間距離が最小値となる時刻以降約2秒間の車速変化を検討する。
- *3 同じ約2秒間であるにもかかわらず、車速のデータ数が異なるのは、CANデータが一定時間ごとに記録されていないためである。
- *4 中国自動車道下り線の、大阪府と兵庫県の県境付近。
- *5 1がまったく危険に感じない、2が少し危険に感じる、3が危険に感じる、4がかなり危険に感じる、5が非常に危険に感じるとして評価する。
- *6 停止場面1と2で違う回答をした場合、つまり、ある被験者が回答したリスク評価点が複数存在する場合は、値が大きい方を計算に用いた。

参考文献

- 1) 警察庁交通局, 運転免許統計,
<http://www.npa.go.jp/toukei/menkyo/index.htm>, 2012.
(アクセス: 2013年7月9日)
- 2) 高齢社会白書,
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html>,
2012. (アクセス: 2013年7月9日)
- 3) 警察庁交通局, 平成25年中の交通事故の発生状況,
<http://www.npa.go.jp/toukei/index.htm#koutsuu>, 2014.
(アクセス: 2014年2月27日)
- 4) 蓮花一己, 向井希宏: 交通心理学, pp.30-32, 2012.
- 5) 交通工学研究会: 交通工学ハンドブック CD-ROM 版,
28.4.2.事故要因分析, 2005.
- 6) 阪本浩章, 多田昌裕, 飯田克弘, 山田憲浩: 高速道路の本線料金所における高齢者の運転行動分析, 第33回交通工学研究発表会論文集, pp.193-200, 2013.
- 7) NEXCO 西日本事故調書データ解析報告, 2012.
- 8) イタルダ・インフォメーション: 追突事故はどうして起きるのか ~その時の運転者のエラーは~, 2003.
- 9) 杉山幸三: The synthetic research of the accident measure

at the tunnels such as the expressway The report 1999y The
research about the tunnel accident(Vol.3)The tunnel
research of the Sendai-Nishi road、 The Hanshin Co.
expressway public corporation The foundation disaster
science laboratory, 1999.

- 10) 杉山幸三： The synthetic research of the accident measure
at the tunnels such as the expressway The report 1999y
The research about the tunnel accident(Vol.3)The
Daini-Hanna (2nd) road The eye camera running
experiment on the Hanna tunnel、 The Hanshin Co.
expressway public corporation The foundation disaster
science laboratory, 1999.
- 11) 福田亮子， 佐久間美能留， 中村悦夫， 福田忠彦： 注
視点の定義に関する実験的検討， 人間工学， Vol.32，
No.4， pp.197-204， 1996.
- 12) 井坪慎二， 宇野伸宏， 飯田恭敬， 菅沼真澄： 織り込
み部における車線変更時のコンフリクトに関する分
析， 土木学会第 56 回年次学術講演会， pp.792-793，
2001.