

# 高齢運転者のための 安全・安心な環境 整備について



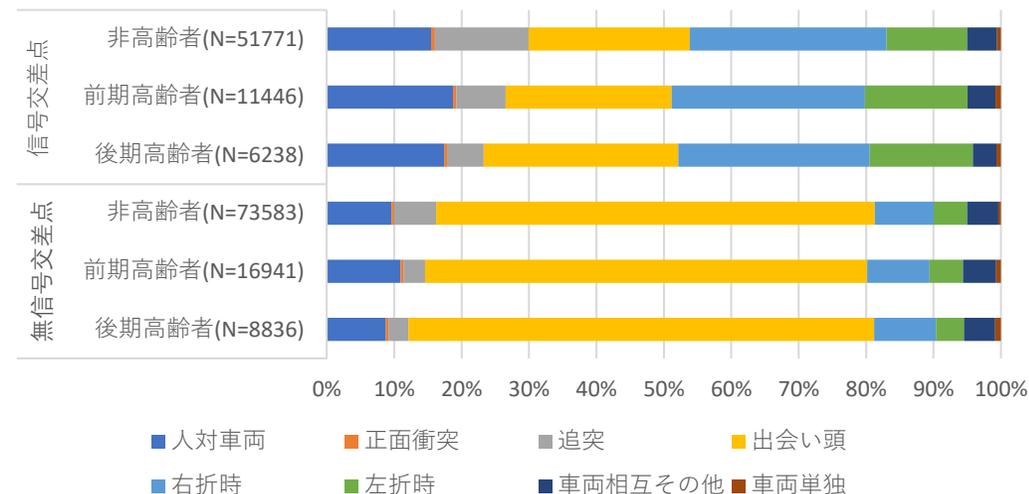
三村泰広（公益財団法人豊田都市交通研究所）

※本報告は大同大学工学部樋口恵一講師との共同研究成果に基づくものです。  
※本報告はタカタ財団より助成を受けて実施した研究に基づくものです。

背景

# 高齢運転者が加害者 （第一当事者）となる特徴的な事故は、 無信号交差点における出会い頭事故である。

高齢運転者は、**無信号交差点において第一当事者となる出会い頭事故の多さが特徴**として知られています<sup>1)</sup>。この原因として加齢による身体機能、特に視力等に起因する空間認知にかかる能力の低下が大いに関与しているものと考えられます。近年、カメラやレーダを用いた衝突被害軽減ブレーキ等が搭載された**ASV（先進安全自動車）の普及**が進み、空間認知のエラー時における判断、操作にかかる有益な支援がなされていますが、特に**死角の多い交差点での出会い頭事故への効果は限定的**であるといった指摘もあります<sup>2)</sup>。よって、無信号出会い頭事故の削減に向けては、高齢運転者が当該空間をどのように認知しているか**空間認知の特性を踏まえた道路空間のあり方や教育の方法等について議論を重ねることも重要**です。



我が国の交差点種別・年齢別事故類型の傾向（平成29年,交通事故総合分析センター「交通事故集計ツール」より作成）

1) 高齢運転者の出会い頭事故を防ぐには、イタルデザインフォーメーション, 119, 2016  
 2) 水野幸治, ドライブレコーダによる実事故映像を用いた自転車・歩行者事故発生要因の解明, 平成29年度（中間報告）タカタ財団助成研究論文, 2018

## 目的

高齢運転者が出会い頭事故の加害者となりやすい、無信号交差点における空間認知特性を明らかにする。

本研究は2か年に渡って実施しており、2018年度に高齢運転者が加害者となる出会い頭事故が発生する無信号交差点の空間特性を定量的に明らかにするとともに、交差点空間特性からみた**高齢運転者が加害者となる出会い頭事故の予測モデルを構築**しています。2019年度は、当該予測モデルより導出された高齢運転者が出会い頭事故の加害者となりやすい空間特性を有する**無信号交差点における高齢運転者の空間認知特性**についてヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いた**実験室実験**を通じて明らかにします。



方法

# 高齢者が第一当事者となる出会い頭事故が発生しやすい無信号交差点を選定する。

対象交差点の選定に際して、高齢運転者による事故が多いことは重要である一方、高齢運転者が苦手とする特徴を捉えようとするのであれば、一般（64歳以下）運転者による事故も同様に多い箇所を選定してしまうと、傾向が不鮮明になる可能性があります。よって、**高齢運転者による事故が多く、一般によるものが比較的少ない箇所**を以下の方法を用いて選定しました。

- ・特に身体機能の低下等により交通事故の危険性が指摘される後期高齢者に着眼し、後期高齢者が加害者となる無信号交差点出会い頭事故予測モデル（**後期高齢モデル**）において推定された**事故件数が上位20位以内**である交差点
- ・**64歳以下**が加害者となる無信号交差点出会い頭事故予測モデル（一般モデル）において推定された**事故件数が平均以下**である交差点

本モデルは男女別に件数を推定するものとなっていますが、それぞれ6箇所ずつの計12箇所が選定されました。このうち、既往対策の実施状況、映像作成の容易性（周辺交通状況から安全に必要な映像が構築しやすい）を踏まえ、**対象を2箇所に絞り込み**ました。

### 出会い頭事故の多い無信号交差点の空間構造からみた特徴

	男性	女性
64歳以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多枝交差点</li> <li>・周辺に施設の少ない交差点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多枝交差点</li> <li>・大交差点</li> </ul>
65～74歳	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多枝交差点</li> <li>・鋭角/鈍角交差点</li> </ul>
75歳以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多枝交差点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多枝交差点</li> </ul>

※大交差点=交差する道路幅員がそれぞれ13m以上ある交差点  
 ※2012～2017年に愛知県下で発生した交通事故データ、空間構造と周辺土地利用から出会い頭事故発生件数を推定するモデルの構築結果から作成

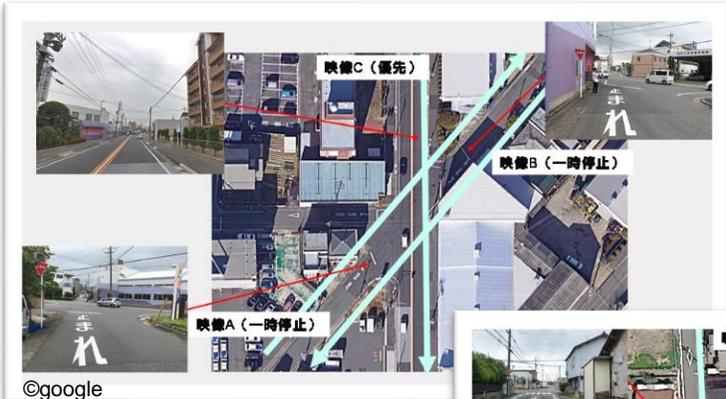


抽出交差点（12箇所）と選定交差点（2箇所）

方法

# 360度カメラにより、 5方向（従方向3映像、 主方向2映像）からの 走行映像を撮影する。

映像は**360度カメラにより現地状況を撮影**することで作成しました。撮影は、空間のみの影響を捉えるべく、他者（歩行者・車両等）の影響のない早朝に実施しました。作成する映像について、本来であれば、すべての枝からの進入映像を作成するなどし、包括的傾向に捉えることが望ましいと考えます。しかし、映像作成、実験実施にかかる諸費用の制約から、いずれの箇所においても少なくとも主方向・従方向の映像を1つ以上含み、主従関係の違いによる傾向を捉えることができるとして、**名古屋市中区小塚町の交差点で3方向（A~C）**，**津島市百島町献上で2方向（D,E）**からの映像を作成することとしました。いずれの映像も車両が交差点を直進するものとしました。



名古屋市中区小塚町



津島市百島町献上

©google

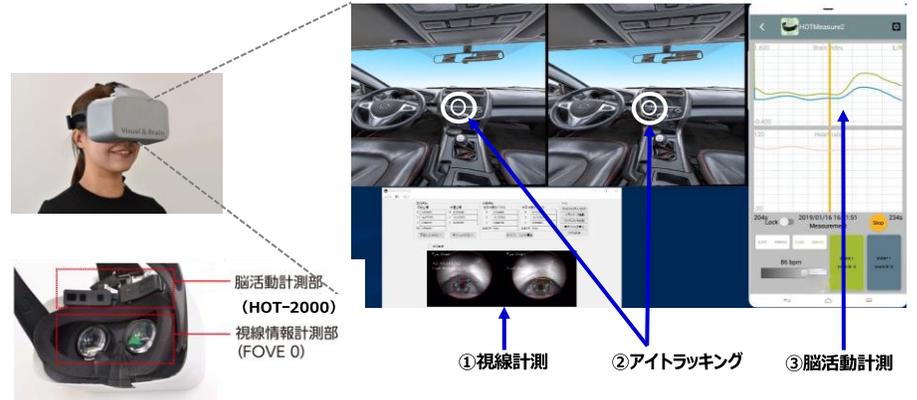
方法

# 走行映像をヘッドマウントディスプレイ (HMD) で視聴してもらい、その時の視線挙動を分析する。

実験では、実験条件の制御、被験者の臨場感・没入感を高めるため、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) 及びドライビング・シミュレータ (DS) を用いました。被験者はDSのシートに着座し、**通常の運転のようにハンドルを握ってもらいながら映像を視聴**してもらいました。映像を視聴する際には、**普段の運転と同じような確認行動をするよう依頼**しました。実験では、順序効果を考慮し、条件の提示順序を3パターン用意し、被験者毎にランダムに変更しました。実験終了後には、実験内容に関するアンケート調査を実施しました。

空間認知の定量化においては、便宜的に**視線挙動の多さ = 空間認知量の多さ**という仮説を置きました。視線挙動は、走行空間と視線挙動の関係性を把握するため、各映像を1秒毎に分割し、**1秒単位で視線の移動距離を垂直、水平方向で視線 (注視点) 移動距離 (1秒間の積算) を算出**しました。この単位時間当たりの総移動距離について、高齢運転者群、非高齢運転者群の傾向を分析し、より顕著な傾向がみられる箇所について、その注視位置の特徴を**注視点のヒートマップを用いて考察**することとしました。

なお、本研究では言及しませんが、本実験では被験者の脳活動も併せて計測をしました。



使用したHMD

方法

# 加齢による機能低下の影響の大きい、視機能、柔軟性、平衡性、敏捷性にかかる身体能力を測定する。

高齢者の空間認知特性を把握するうえで、加齢による能力低下が知られる静止視力や水平視野をはじめとする視機能を把握することは重要です。加えて、特に注意すべき点の多い無信号交差点における空間認知においては、**視機能に加え、短い時間で多くの空間の状況を認知するために俊敏な首振りや体を曲げるなど自身の身体的動作が可能か否か**、すなわち身体機能が重要になるであろうことが想定されます。よって、本研究では、視線挙動とともに、静止視力、視野といった視機能及び柔軟性、平衡性、敏捷性といった身体機能を把握し、それらの関係性を踏まえた分析を行うこととしました。

視機能としては、**静止視力、水平視野、視野狭窄**を測定しました。柔軟性では**長座体前屈**、および肩関節可動域との関連があるとされるMiddle finger-Middle finger-Distance (**MMD**：中指-中指間距離)を測定しました。平衡性では、**開眼片足立ち**を、敏捷性では任意のタイミングで自由落下する棒を掴むまでの速さを計測する**棒反応時間**、下肢敏捷性を安全・簡易に計測できる方法として開発された**座位両足開閉ステップングテスト**の二つを実施しました。



左下位 MMD      右下位 MMD



開始肢位      開く      閉じる (終了肢位)

座位両足開閉ステップングテスト<sup>4)</sup>

MMD：中指-中指間距離<sup>3)</sup>

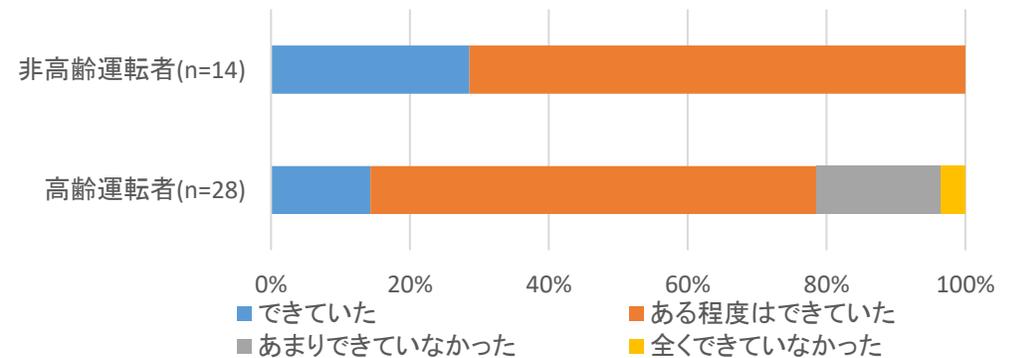
3)古後他, 一側優位性が身体柔軟性に及ぼす影響 中指-中指間距離を身体柔軟性の指標として, Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy Vol. 4, No. 1: 19-24, 2014

4)小林 薫, 終 幸伸, 丸山 仁司: 下肢反復開閉運動と既存の敏捷性指標との基準関連妥当性, 国際医療福祉大学学会誌 18(2), 85-90, 2013

結果1

# HMDを用いた調査及び視線挙動の妥当性に関して、高齢・非高齢運転者を問わず概ね良好と回答。

実験内容の評価に関する意識調査の結果から、実験時の視線挙動の妥当性をみると、概ね**8割の高齢運転者が視線挙動をある程度以上はできていた**と回答しました。また、映像の速度感については、概ね「適切だと感じた」と回答しており、「非常に速く感じた」など強い違和感を感じたのは、高齢運転者の約10%に留まりました。映像のブレーキタイミングの印象も概ね「適切だと感じた」と回答しており、「非常に遅く感じた」など強い違和感を感じたのは、高齢運転者の約5%に留まりました。以上より、視線挙動の妥当性に関しては、概ねできていると回答していること、映像の速度感、ブレーキタイミングにおいても際立った違和感を感じてはいないことから、今回の**HMD映像により良好な視線挙動のデータが取得できた**といえます。

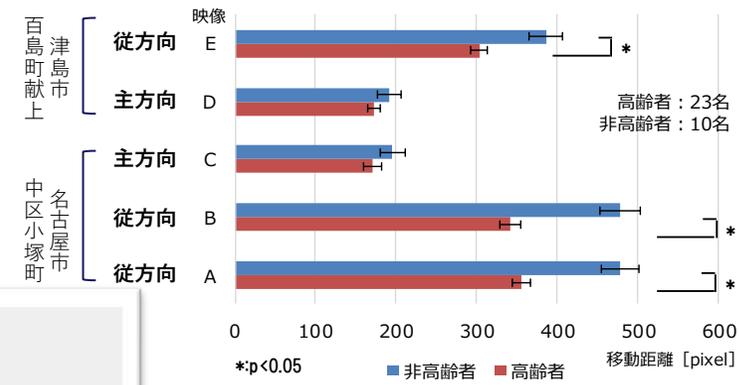
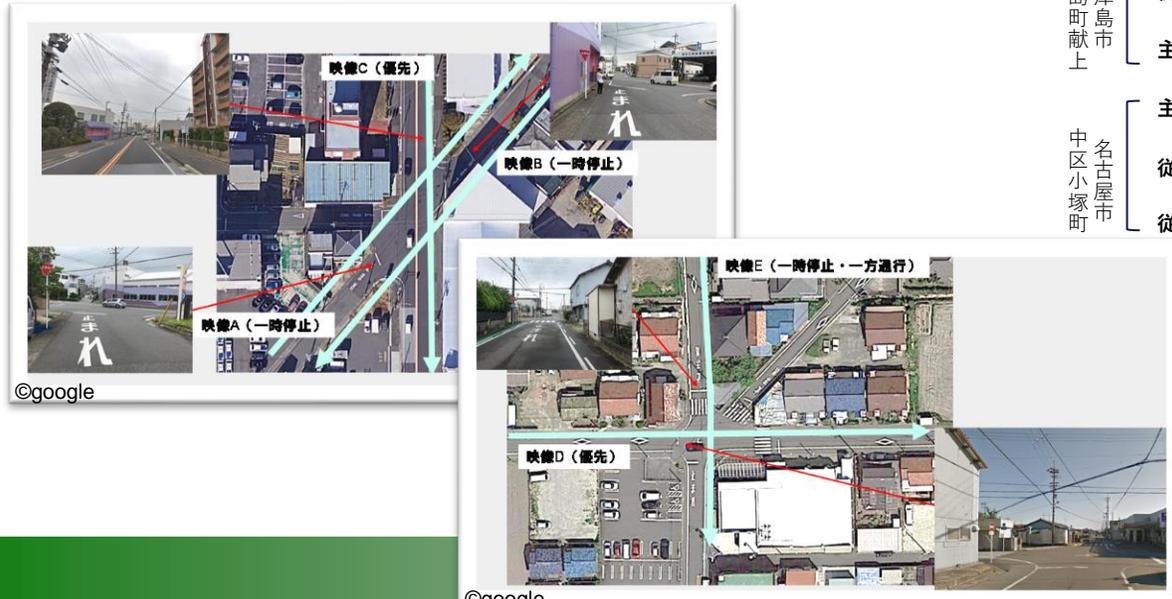


視線挙動の妥当性

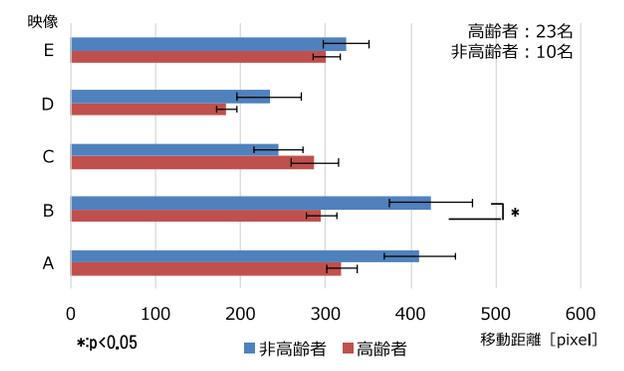
結果2

# 高齢運転者は、特に 従方向（非優先道 路）で、水平方向の 空間探索が少ない。

水平方向、垂直方向の映像別高齢・非高齢運転者別の単位時間（1秒）当たりの平均視線移動距離をみると、垂直方向の映像Cを除き、いずれも**非高齢者の視線移動距離の値が大きい**ことがわかります。群間の統計的な差をみるため、平均値の差の検定（t検定）を実施したところ、特に、水平方向の映像A、B、E、垂直方向の映像Bは有意（ $p < 0.05$ ）に非高齢運転者の値が大きいといえます。映像A、B、Eはいずれも一時停止のある非優先道路である従方向道路の映像であることから、**高齢運転者は、非高齢者に比べ、特に一時停止のある交差点の視線移動による空間探索がより少なくなっている**ことがわかります。



視線移動距離（水平方向）

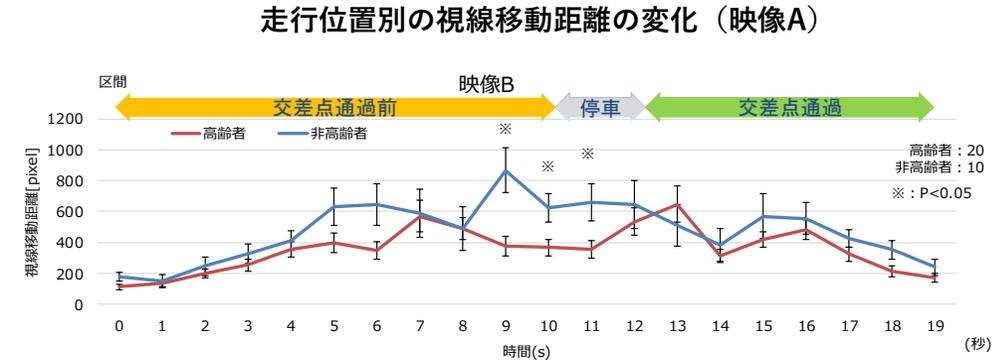
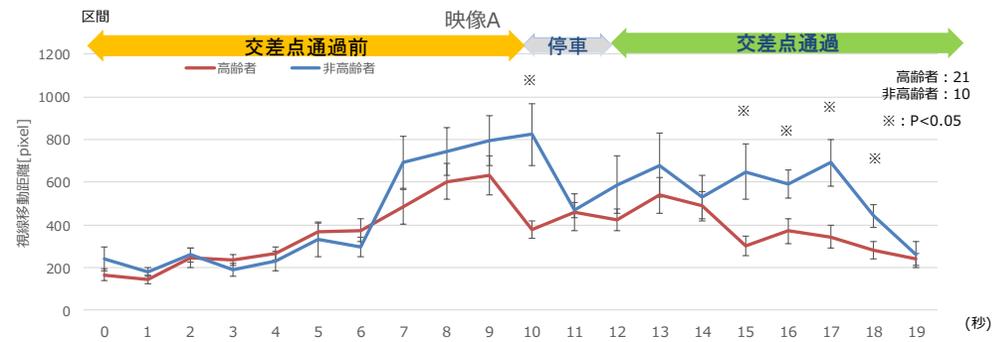
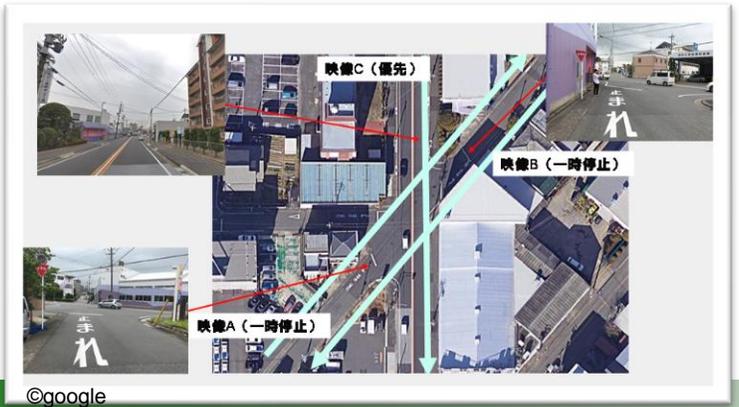


視線移動距離（垂直方向）

結果3

高齢運転者は、一時停止での停車前、停車中、停車後に交差点を通過する際の空間探索が少ない。

映像別走行位置別の水平方向の視線移動距離の変化についてみると、高齢運転者、非高齢運転者で視線移動距離に有意差 ( $p < 0.05$ ) があるのは、主に従方向道路における一時停止での停車前（映像A及びB）もしくは停車中（映像E）、および停車後の交差点通過時（映像A及びE）であることがわかります。従方向道路における一時停止での停車前及び停車中は、枝方向からの交通状況を把握する上で重要なタイミングですし、交差点通過時は停止線から実際に交差点に進入する、より慎重な判断が求められるタイミングです。このような交差点通過に際して重要なタイミングで高齢運転者の空間探索に課題がありそうであることがわかりました。

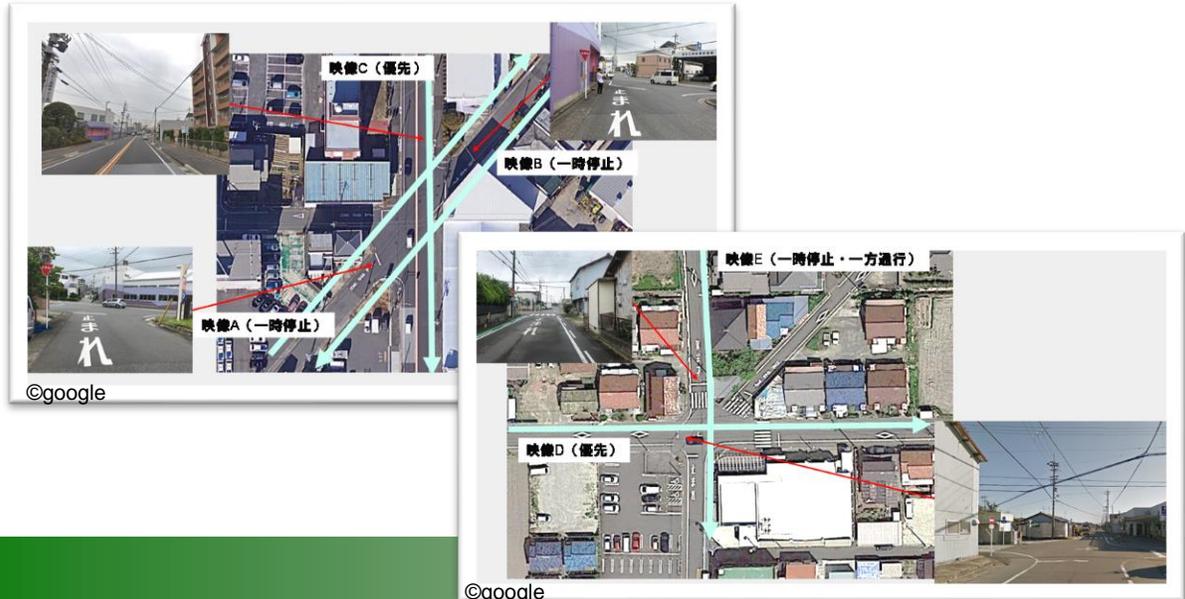


走行位置別の視線移動距離の変化 (映像B)

結果4

# 高齢運転者は、交差点への接続角度が鋭角側となる方向への注視が極めて少ない。

具体的な注視位置をみるため、それぞれ非高齢者との視線移動距離に有意差がみられた箇所の注視点のヒートマップをみました。映像Eをみると、高齢運転者は非高齢者に比べ、交差点を通過しようとする際に全般的に中心よりとなり、主方向道路への注視が十分になされていない傾向がみてとれました。さらに、交差点への接続角度が鋭角/鈍角となる映像A、Bの場合は、交差点において特に右方向（鋭角側）への注視がほとんどなされていない傾向が見て取れました。



高齢運転者  
映像Eの注視位置（17秒目（ $p < 0.05$ ）の1秒間）



高齢運転者  
映像Aの注視位置（17秒目（ $p < 0.05$ ）の1秒間）



結果3

空間認知量の多さは、  
視機能だけでなく、  
柔軟性や平衡性、敏  
捷性などの身体機能  
の高さにも関連。

各映像について「徐行前」「徐行中」「停止中」「停止線から隅切り」「交差点進入後」の5場面に分割し、それぞれの箇所の**視線移動距離と身体機能の関係を重回帰モデルの構築を通じて整理**しました。

ある程度精度の担保されたモデル ( $R^2 > 0.3$ ) の結果に着目し、特に空間認知の重要性の高さが予想される**従方向道路（非優先道路）の「徐行中」「停止中」「停止線から隅切り」における傾向を整理**すると以下のとおりとなりました。

	徐行中	停止中	発進時
静止視力	—	○	—
水平視野	—	—	—
柔軟性	×	—	○
平衡性	○	—	—
敏捷性	○	—	○

※○：当該能力が高いと統計的に有意に視線移動が多い、×：当該能力が高いと統計的に有意に視線移動が少ない

※柔軟性：長座体前屈およびMMD、平衡性：開眼片足立ち、敏捷性：座位両足開閉ステップングテスト、棒反応時間

**視機能のみならず、多様な身体機能の高さが空間認知量の多さに関係していることがわかりました。**

## 結論

# 視機能以外の多様な 身体機能の低下が無 信号交差点通過時の 空間認知に少なくな い影響を与える

本研究は、高齢運転者が出会い頭事故の第一当事者となりやすい空間特性を有する無信号交差点における高齢運転者の空間認知についてHMDを用いた視線挙動の計測を通じて明らかにしました。

本研究により得られた成果は以下のとおりです。

- (1) 高齢運転者は、非高齢者に比べ、特に非優先となる従方向道路の走行時において、水平方向の視線移動による空間探索がより少なくなることを示しました。
- (2) 高齢運転者、非高齢運転者で視線移動距離に有意差があるのは、主に従方向道路における一時停止での停車前、および停車後の交差点通過時であることを示しました。また、それらの区間においては、高齢運転者の空間認知は全般的に中心よりとなること、かつ、従方向道路が鋭角に接続する交差点においては、主方向道路に向かって右方向が鋭角側となる場合の右方向の空間認知が極めて少なくなることを示しました。
- (3) 水平視線移動距離を目的変数、身体機能を説明変数とする、走行位置別の重回帰モデルを構築した結果、視機能のみならず、多様な身体機能の高さが空間認知量の多さに関係していることを示しました。

## 結論

高齢運転者の身体機能の低下がもたらす「確認したくても、できない」実情を踏まえた、道路空間や情報提供、教育等の検討を進めることが重要。

高齢運転者が第一当事者となる出会い頭事故を削減していく上において、まずは従方向道路が鋭角（または鈍角）に接続する交差点において、主方向道路に向かって鋭角側となる方向の空間認知をいかに高めるかの意義は高いと考えます。交差点構造の改良は最も有効な手段ではありますが、鋭角側の空間状況が、鋭角側を向かずとも認知できるような情報提供デバイス、簡便なものであればカーブミラーのようなものを設置するというもの有効かもしれません。なお、これは加齢による身体機能の低下といった課題と直結しているものと推察できるので、教育的取り組み、例えば、「交差点への進入前には、最後に右をしっかりと見ましょう」といったような活動による効果というのは限定的となる可能性が高いと思われます。しかしながら、そのような接続がなされている交差点を特定し、マップを作成するなどしてそのような交差点を利用しないよう注意喚起をするというのは、有効かもしれません。



情報提供板（センサーシグナル）

株式会社キクテック

<https://www.kictec.co.jp/product/sensor-signal.php/>

運転避けようマップの作成

ご清聴ありがとうございました