

# 高齢者と若年者の直線単路走行時の注視特徴

坂口 雄介

## Abstract

The purpose of this study was to analyze eye movements when driving a motor vehicle on a straight single road and to clarify difference in eye movements between elderly drivers and young drivers. We recruited nine adult males who had a regular driver's license in this study. Seven of them were over 65 years old, whereas the others were 20s. We confirmed no differences between the two groups other than age, such as eyesight and driving habits. We analyzed the gaze data of the straight single road with the Tobii Pro Glasses 2 and compared the percentage of total gazing time per area and the average gazing time between the groups through a t-test. As a result, we found elderly drivers tended to gaze at the front and right side of the road and look aside at the surrounding scenery, whereas the young drivers were prone to gaze widely from the front to the far side of the road by centering on their own lane. These results suggest that elderly drivers and young drivers have different gazing characteristics, and young drivers may have desirable gazing behavior while elderly drivers may have undesirable gazing behavior when driving on a straight single road. We expect these results can be applied to traffic safety education activities, driving lessons, and road traffic environment improvement, thereby contributing to the prevention of traffic accidents while driving on straight single roads.

キーワード……交通事故抑止 自動車運転 世代間比較 直線単路走行 注視行動

## 1 はじめに

近年、本邦における高齢者の自動車乗車中の交通事故は社会課題のひとつとして取り上げられる。内閣府の令和4年度交通安全白書（警察庁資料）の報告によると、令和3年中の交通事故死者数の57.7%を65歳以上の高齢者が占めている<sup>1)</sup>。この割合は、昭和46年の16.3%、平成8年の31.6%、平成28年の54.8%、そして前年の令和2年の54.8%と比較して増加傾向にあることがわかる<sup>1)</sup>。また、高齢者は年齢が高くなるほど自動車事故による障害重症度が高くなり、その後の要介護状態や死亡への可能性に影響することが報告されている<sup>2),3)</sup>。今後、さらなる高齢者人口の増加に伴い、交通事故割合の全年齢層に占める高齢者の割合は高まることが予想されており<sup>1)</sup>、高齢者の自動車事故抑止に向けた研究の重要度は高いと推察される。

交通事故の現状として視覚に関わるものが多発している。警察庁交通局からの報告<sup>4)</sup>による

と、法令違反別の交通事故状況の上位 4 項目（漫然運転：24.2%、安全不確認：21.6%、脇見運転：17.2%、静動不注意：3.4%）を占める約 60%は、視覚的な注意不足が原因と見られる交通事故である。また、特に重大な死亡および重症事故に繋がる可能性が高いと言われている漫然運転と脇見運転が原因となった交通事故は、その他の原因の交通事故と比較して直線単路で頻発しており、その割合は約 50%を占めると報告されている<sup>5)</sup>。直線単路は交差点やカーブ単路と比較して単調であるため、運転者の緊張感の緩和等による覚醒水準の低下を招くことで外部環境への注意が散漫となり、その結果として漫然運転や脇見運転に繋がることは容易に想定される。自動車運転中の外界情報の獲得は 90%以上が視覚的なものであると言われており<sup>6)</sup>、運転者は適切な視線運動による情報収集および予測を行い、運転者自らの安全を確保しながら運転を行うことが求められる。

運転者の注視特徴を解明することを目的として、これまで初心運転者と熟練運転者を対象とした運転技能の差に関する報告<sup>7),8),9),10),11),12),13)</sup>や、高齢者と若年者を対象とした加齢の影響に関する報告<sup>14),15),16)</sup>が数多くされている。しかしながら、これらの研究のほとんどがドライビングシミュレータやドライブレコーダによる画像や動画を用いたものである。近年のドライビングシミュレータは非常に性能が高く、実際の走行に極めて近い状態での実験が可能となる上に、被験者の安全性や実験環境の再現性が担保されるなどの優位性がある。一方で、ドライビングシミュレータを用いて行った実験の結果と実環境での実際に走行する実験の結果を比較した際、互換性および妥当性に課題があることが指摘されている<sup>17)</sup>。また、これらの報告のうち頻発する直線単路走行時の注視特徴を高齢運転者と若年運転者で比較した報告は見当たらない。実車両を用いた直線単路走行時の高齢運転者と若年運転者の注視特徴が明らかとなれば、交通安全啓発活動や道路交通環境の整備、自動車の技術開発などへの寄与が期待でき、社会課題である高齢者の自動車運転中の交通事故抑止の一助となり得る。そこで本研究では、実車両を用いた直線単路走行時の注視行動について分析し、高齢運転者と若年運転者の注視特徴を明らかにすることを目的とした。

## 2 方法

### 2-1 被験者

被験者は普通運転免許状を保有している成人男性 9 名とした。そのうち 65 歳代以上の 7 名（年齢：70.1±5.7 歳）を高齡運転者群とし、他方、20 代の 2 名（年齢：26.5±0.5 歳）を若年運転者群とした。被験者には事前の聞き取り調査によって全ての被験者が自家用車を所有していること、日常的な運転習慣があること、両目の裸眼視力もしくは矯正視力が 0.7 以上であることなど、年齢以外の要因に関しては両群に相違はないことを確認した。

被験者には測定の実施に先立って、書面と口頭にて本研究の目的および測定に関する説明を十分に行い、書面による測定参加への同意を得た。なお、本研究は新潟大学倫理審査委員会の

承認を得て実施した。

## 2-2 視線計測装置

被験者の視線計測には Tobii 社製の Tobii Pro Glasses2 (100Hz モデル) を採用した (図 1)。Tobii Pro Glasses2 は図 1 に示した本体、記録用の SD カードの内包および電源の役割を果たすレコーディングユニット、視線の記録を行うソフトウェアの Tobii Pro Glasses Controller (version1.114)、解析用ソフトウェアの Tobii Pro Lab (version1.181) から成る。本体の額部分に高解像度シーンカメラ (画面解像度 1920×1080pixel、フレームシート 25/sec) とマイクが埋め込まれており、着用者の前方映像および周囲の音声を記録することができる。また、左右それぞれの眼球を映すように 4 個のアイカメラと 16 個の赤外線センサーが設置されており、これらから得られる着用者の眼球イメージを用いて明瞳孔法および暗瞳孔法による角膜反射法によって着用者の視線を計測することができる。小型で軽量であることやメガネ型であり運転場面においても限りなく自然に近い形で視線が計測できる装置であること、かつ運転行動への妨げを最小限に抑えた状態で視線計測が可能である。

図 1 . Tobii Pro Glasses 2 (Tobii 社製)



出所：Tobii Pro 公式ホームページから引用

## 2-3 実験方法

本研究は日産 NOTE e-POWER を用いて N 県運転免許センターの教習用コースにて実施した。被験者に視線計測装置を装着させ、教習用コース内の周回コースを走行させた。なお、実験車両には被験者のみを乗車させ、教習コース内には実験車両のみを走行させることで外部環境を統一した。被験者には、「普段通りの運転を心がけてください」という共通の指示を出した上で、周回コースを走行する際の視線を計測した。計測は 3 施行実施し、太陽光等の影響によるデータ欠損が最も少ない 1 施行を分析データとした。計測に先立ち、被験者が視線計測装置を装着した状態での運転や実験車両および実験コースに十分に慣れるために、本計測の前に 5 施行の練習を行った。練習を行い、視線計測装置の装着や実験車両および実験コースへの違和感がないことを確認したのち、キャリブレーションプロセスに従い<sup>18)</sup>、キャリブレーション、そして、本計測を行った。運転座席の設定は個人の自由としたが、練習を含めた全ての施行において被験者に対しては、全て同一の指示を行った。

## 2-4 分析方法

本研究において直線単路走行区間を、「実験車両が直線走行区間に進入してハンドルが真っ直ぐになったところから、カーブに差し掛かりハンドルを操作し始める直前まで」と定義した。直線走行区間の開始と終了は、解析用ソフトウェアの Tobii Pro Lab を用いて、被験者の視界映像から2名の実験者の確認のもと判断した。

### 2-4-1 興味領域分析

記録された視線データの解析は解析用ソフトウェアの Tobii Pro Lab の解析ツールを用いて行った。なお、分析方法には「直線走行中にどこを注視しているのか」を明らかとするため、視線の興味領域（Area Of Interesting：以下「AOI」と略す）分析を用いた。直線走行中の被験者から見える注視対象を著者<sup>13)</sup>や神田<sup>19)</sup>の報告を参考に、サイドミラー（右）、サイドミラー（左）、ルームミラー、左側白線、自車線手前、自車線奥、センターライン、対向車線、カーナビ、メーター、周辺景観の12箇所にAOI分けを行った。AOI内に停留した視線のデータは解析用ソフトウェアの Tobii Pro Lab の解析ツールにより、各AOIの総注視時間（Total fixation duration）、平均注視時間（Average fixation duration）、注視回数（Fixation count）などの指標に出力された。

### 2-4-2 評価指標

直線単路走行時の注視特徴を明らかとするために、各AOIの注視時間を直線区間走行における総注視時間で除すことで正規化した各AOIの注視時間割合、および各AOIの平均注視時間を評価指標とした。なお、視線解析の分野で眼球運動を分析する場合、視点がある範囲内に一定時間停留する注視、注視と注視の間に見られる素早い眼球の動きであるサッカードを対象とする場合が多い。本研究における注視とサッカードは、解析用ソフトウェアの Tobii Pro Lab の Tobii I-VT（Attention）フィルタのデフォルト設定に従い、視線移動速度が100degree/sec以上になる場合をサッカード、またサッカード発生後、移動速度が100degree/sec以下の状態が40msec以上継続する場合を注視とそれぞれ定義した。

### 2-4-3 統計処理

高齢運転者群と若年運転者群の各AOIの注視時間割合および平均注視時間について、Shapiro-Wilk検定を用いて事前に正規性の確認を行った。その後、それぞれの指標において対応のないt検定を用いて有意差検定を行った。また、人数比に左右されず群間の差の大きさの程度を検討するために、効果量Cohen's dを算出した。全ての統計処理には統計ソフトR 4.1.2 for Mac OS Xを用い、有意水準は5%とした。本文において、特別な指示がない限り、被験者の基本的属性は小数点第1位まで、統計的な結果は小数点第2位まで表記することとし

た。

### 3 結果

AOI 分析の結果、全被験者のうち分類した AOI への注視が 1 名しか確認されなかったサイドミラー（右）、サイドミラー（左）、ルームミラー、カーナビは分析対象から除いた。最終的な比較対象の AOI はメーター、左側車線、左側白線、自車線手前、自車線奥、センターライン、対向車線、周辺景観の 8 箇所とした。

Shapiro-Wilk 検定を用いて各 AOI の注視時間割合および平均注視時間の正規性の確認を行った結果、全てに正規性が確認された。これを受けて、まず、各 AOI の注視時間割合において対応のない t 検定を行った結果、自車線奥でのみ有意な群間差異が認められ、( $t [7]=4.13$ 、 $p < .01$ )、若年運転者群の方が高齢運転者群と比較して注視時間割合が大きかった（図 2）。また、効果量 Cohen's d を算出した結果、自車線奥において大程度の効果量が認められ、若年運転者群の方が高齢運転者群と比較して注視時間割合が大きかった。他方、センターラインにおいても大程度の効果量が認められ、高齢運転者群の方が若年運転者群と比較して注視時間割合が大きかった（表 1）。また、各 AOI の平均注視時間において対応のない t 検定を行った結果、センターラインでのみ有意な群間差異が認められ ( $t [7]=3.26$ 、 $p < .05$ )、高齢運転者群の方が若年運転者群と比較して平均注視時間が長かった（図 3）。また、効果量 Cohen's d を算出した結果、自車線奥において大程度の効果量が認められ、若年運転者群の方が高齢運転者群と比較して平均注視時間が長かった。他方、センターラインにおいても大程度の効果量が認められ、高齢運転者群の方が若年運転者群と比較して平均注視時間が長かった（表 2）。

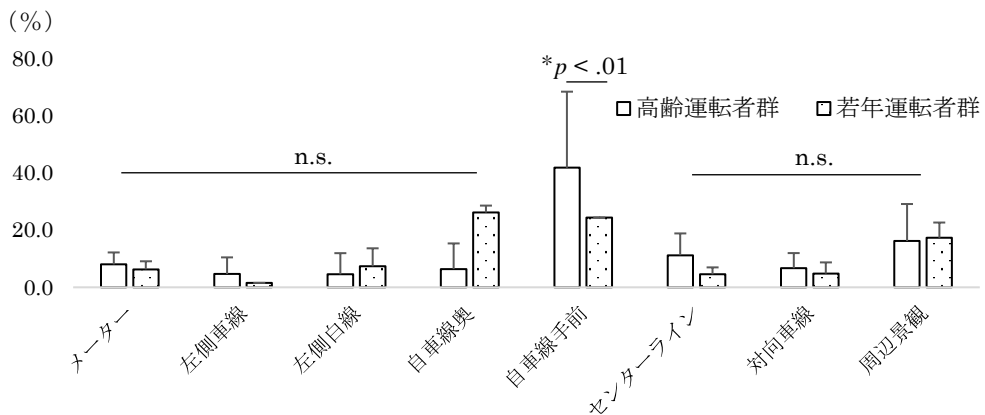


図 2. 各 AOI の注視時間割合

表 1. 各 AOI の注視時間割合

		<i>p</i>	<i>d</i>
高齢運転者群 - 若年運転者群	メーター	0.66	0.43
	左側車線	0.23	0.59
	左側白線	0.74	0.39
	自転車線奥	< .01 *	2.40
	自転車線手前	0.16	0.72
	センターライン	0.15	0.95
	対向車線	0.72	0.37
	周辺景観	0.89	0.09

*d* : Cohen's *d* ( $d < 0.2$  : 小,  $0.2 \leq d < 0.8$  : 中,  $0.8 \leq d$  : 大)

\*  $p < .05$

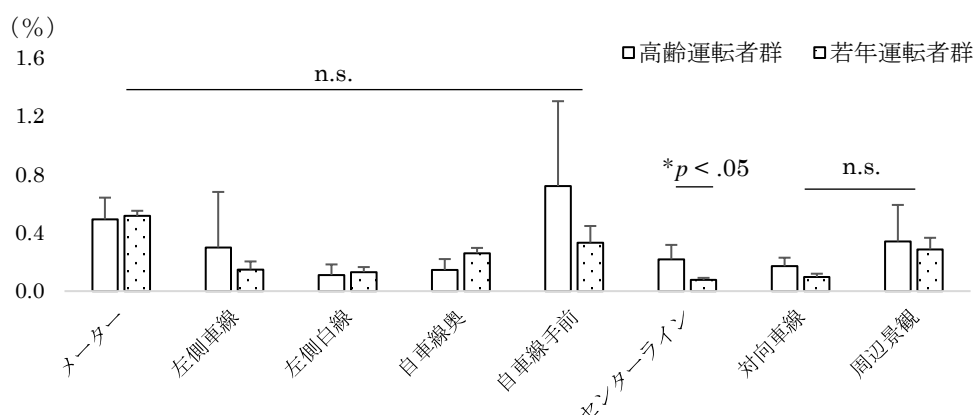


図 3. 各 AOI の平均注視時間

表 2. 各 AOI の注視時間割合

		<i>p</i>	<i>d</i>
高齢運転者群 - 若年運転者群	メーター	0.74	0.17
	左側車線	0.39	0.43
	左側白線	0.69	0.30
	自転車線奥	0.11	1.64
	自転車線手前	0.18	0.73
	センターライン	< .05*	1.54
	対向車線	0.09	1.36
	周辺景観	0.69	0.23

*d* : Cohen's *d* ( $d < 0.2$  : 小,  $0.2 \leq d < 0.8$  : 中,  $0.8 \leq d$  : 大)

\*  $p < .05$

## 4 考察

本研究では、若年運転者と高齢運転者の直線単路走行時の注視特徴の違いを明らかにし、年齢の違いが視線運動に影響を及ぼすのか否かについて検討した。

### 4-1 高齢運転者群の注視特徴

各 AOI の注視時間割合において効果量 Cohen's  $d$  を算出した結果センターラインにおいて大程度の効果量が認められ、高齢運転者群の方が若年運転者群と比較して注視時間割合が大きかった。また、各 AOI の平均注視時間において対応のない  $t$  検定を行った結果、センターラインでのみ有意な群間差異が認められ、高齢運転者群の方が若年運転者群と比較して平均注視時間が長かった。効果量 Cohen's  $d$  を算出した結果、センターラインにおいても大程度の効果量が認められ、高齢運転者群の方が若年運転者群と比較して平均注視時間が長かった。以上のことから、高齢運転者は直線単路を走行する際、センターラインをより注視していることが明らかとなった。著者<sup>13)</sup>は、視覚吸引作用の影響から左右どちらかへの偏った注視行動は、車線の逸脱による対向車との正面衝突事故や危険認知後の回避行動に誤りが生じ、路外の工作物との接触事故といった交通事故に繋がるということが容易に想像されると述べている。このことから高齢運転者は交通事故に繋がる危険な注視行動であることが推察される。

また、図4に直線単路走行時の各 AOI の注視時間割合を示した。この図から、自転車線手前やセンターラインといった自転車線内の近いところを中心に注視していることが明らかとなった(図5)。高齢運転者のこのような注視特徴については、歩行時<sup>20)</sup>や自転車運転時<sup>21)</sup>においても同様の傾向が報告されており、高齢者の移動中の注視特徴として共通したものであると推察される。歩行時や自転車運転時と比較して時時刻々とより高速で外部環境が変化する自動車運転時においては、本研究で明らかとなった注視特徴では適切な危険予知ができなかったり、咄嗟の反応の遅れに繋がったりする可能性が示唆される。また、これまでの研究において、高齢者の視覚情報処理特性として視覚探索の正確性やスピードが若年者と比較して劣ることが明らかとなっている<sup>12),22)</sup>このことから、本研究結果のような注視特徴が高齢者運転者にとって望ましくない特徴であることは明白である。

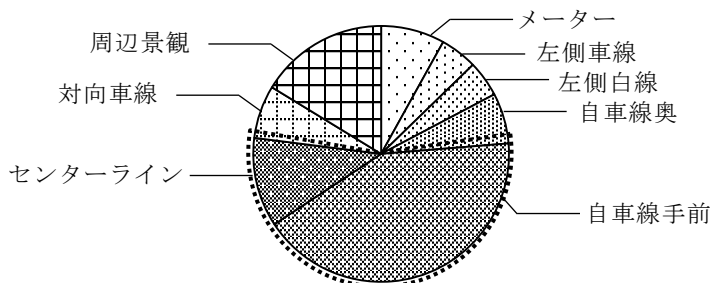


図4. 高齢運転者群の各 AOI の注視時間割合

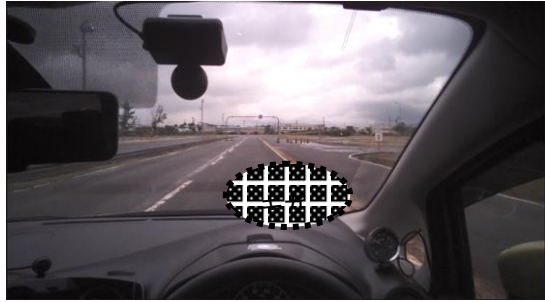


図 5. 高齢運転者群の各 AOI の注視時間割合を踏まえた注視イメージ

出所：解析用ソフトウェア Tobii Pro Lab から引用、筆者加筆

#### 4-2 若年運転者群の注視特徴

各 AOI の注視時間割合において対応のない t 検定を行った結果、自車線奥でのみ有意な群間差異が認められ、若年運転者群の方が高齢運転者群と比較して注視時間割合が大きかった。また、効果量 Cohen's d を算出した結果、自車線奥において大程度の効果量が認められ、若年運転者群の方が高齢運転者群と比較して注視時間割合が大きかった。また、各 AOI の平均注視時間において効果量 Cohen's d を算出した結果、自車線奥において大程度の効果量が認められ、若年運転者群の方が高齢運転者群と比較して平均注視時間が長かった。以上のことから、若年運転者は直線単路を走行する際、自車線の奥側を注視していることが明らかとなった。

また、図 6 に直線単路走行時の各 AOI の注視時間割合を示した。この図から、自車線奥と自車線手前といった自車線内を中心とした遠く・広く注視していることが明らかとなった（図 7）。この結果は著者<sup>13)</sup>の報告における熟練運転者の注視特徴と類似した結果である。警察庁教習課程準拠の運転教本<sup>23)</sup>に記載されている運転中の「視野の配り方・視野の取り方」において、視点は出来るだけ遠くにとることが危険予測において大切であることが述べられている。このことから、若年運転者の注視特徴は望ましい特徴であることが推察される。

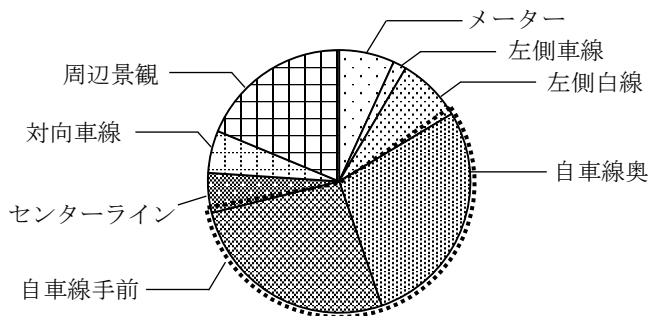


図 6. 若年運転者群の各 AOI の注視時間割合





図7. 若年運転者群の各 AOI の注視時間割合を踏まえた注視イメージ

出所：解析用ソフトウェア Tobii Pro Lab から引用、筆者加筆

#### 4-3 今後の展望

本研究で得られた知見は、N 県運転免許センターの教習コースで実施した研究による成果であることから実際の公道での走行とは異なる環境であるというバイアスが存在するため、結果を運転者全体に一般化することは難しい。今回の結果を一般化するためには、前・後走車などの他の車両や歩行者などを出現させることでそのバイアスを排除し、実際の交通環境に近い状況を再現した研究を進める必要がある。また、本研究では割合や時間といった量的データを用いて特徴を明らかとした。しかしながら注視行動に関する研究では、補償眼球運動<sup>24)</sup>と呼ばれる眼球の動きに関する質的評価を行った研究<sup>25)</sup>が報告されている。今後はそのような評価を行うことで、自動車教習場面での指導への活用や交通環境整備などへの応用がより可能となり、交通事故抑止の一助となることがさらに期待できる。

## 5 結論

本研究での検討の結果、高齢運転者は自車両に対して手前側かつ右寄りを注視する特徴が確認された。他方、若年運転者は自車両に対して手前から遠くまで広く注視する特徴が確認された。この結果から、高齢運転者と若年運転者とは異なる注視特徴が確認されることが示唆され、高齢運転者は危険な注視行動、若年運転者は望ましい注視行動であることが推察された。以上より、本成果を交通安全啓発活動や道路交通環境の整備、自動車の技術開発などへ応用することで、社会課題である高齢者の自動車運転中の交通事故抑止の一助が期待される。

※図2、3、4、6、および表1、2は筆者作成

### <注>

1) 内閣府（2022）令和4年度版交通安全白書.

- [https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r04kou\\_haku/index\\_zenbun\\_pdf.html](https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r04kou_haku/index_zenbun_pdf.html), (閲覧日 2022 年 11 月 15 日).
- 2) Miklosh Bala, Dafna Willner, Dima Klauzni, Tali Bdolah-Abram, Avraham I Rivkind, Mahmond Abu Gazala, Ram Elazary,, & Gidon Almogy (2013) Ore-hospital and admission parameters predict in-hospital mortality among patients 60 years and older following severe trauma. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 21 (91).
  - 3) M Giofrè-Florio, L M Murabito, C Visalli, F P Pergolizzi, F Famà (2018) Trauma in elderly patients: a study of prevalence, comorbidities and gender differences. *G Chir* 39 (1).
  - 4) 警察庁 (2021) 令和 2 年における交通事故の発生状況等について。  
<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/jiko/R02bunseki.pdf>, (閲覧日 2022 年 11 月 15 日) .
  - 5) 公益財団法人交通事故総合分析センター (2011) ITARDA INFORMATION 交通事故分析レポート No.90 死亡事故は中速域走行に多い-原因は漫然・脇見運転-。  
<https://www.itarda.or.jp/contents/448/info90.pdf>, (閲覧日 2022 年 11 月 15 日)
  - 6) Hartman, E (1970) Driver Vision Requirements. *Society of Automotive Engineers Technical Paper Series*, 700392.
  - 7) G. Underwood (2007) Visual attention and transition from novice to advanced driver. *Ergonomics*, 50 (8).
  - 8) 小島幸夫 (1997) 初心運転者と熟練運転者の運転特性-第 1 報: 注視特性について-. 自動車技術会論文集, 28 (2).
  - 9) 村田厚生, 森岩誠 (2010) 危険予知課題における運転者の視覚応報処理特性-運転初心者と運転熟練者の比較-. *人間工学*, 46 (6).
  - 10) 猿田和樹, 葛西渉, 寺田裕樹, 陳国躍 (2019) 運転者教育のためのドライバーの視線計測と分析. 日本交通科学学会.
  - 11) 岡直輝, 猿田和樹, 寺田裕樹, 陳国躍 (2016) ドライブレコーダ映像に対する注視行動の定量分析. 第 15 回情報科学技術フォーラム.
  - 12) 永田雅美, 栗山洋四 (1981) 自動運転初心者の注視行動に関する研究. 自動車技術会論文集, 23.
  - 13) 坂口 (2022) 運転技能の違いが直線単路走行時の注視行動に及ぼす影響. *現代社会文化研究*, (75).
  - 14) Maltz M, Shinar D. (1999) Eye movements of younger and older drivers. *Human Factors*, 41(1).
  - 15) McPhee LC, Scialfa CT, Dennis WM, Ho G, Caird JK (2004) Age differences in visual search for traffic signs during a simulated conversation. *Human Factors*, 46(4).
  - 16) Itoh N, Yamashita A, Kawakami M. (2005) Effects of car-navigation display positioning on older drivers' visual search. *International Congress Series*, 1280.
  - 17) 大島大輔, 山田康右, 竹之内篤, 山下浩行, 中野公彦, 鈴木高宏, 小野晋太郎, 平沢隆之, 洪性俊, 杉町敏之, 鄭仁成, 須田義大, 大口敬, 堀口良太, 白石智良 (2015) ドライビングシミュレータに対するニーズ及び先進的関連技術に関する調査研究. *生産研究*, 67 (2).
  - 18) Tobii Pro (2020) Tobii Pro Glasses 2 User's Manual Version 1.1.3.

- 19) 神田直弥 (2010) 携帯電話の使用が自転車運転時の注視行動におよぼす影響. 東北公益分科大学総合研究論集, 19.
- 20) 伊藤納奈, 福田忠彦 (2004) 歩行時の下方情報への依存における加齢効果-眼球運動の時系列的変化-. 人間工学, 40 (5).
- 21) 山中英生, 相知敏行, 真田純子 (2013) 自転車走行時の若年者・高齢者の視線特性の比較分析. 土木計画学研究・講演集, 48.
- 22) Mathews M L, Moran A R. (1986) Age differences in male drivers' perception of accident risk .Accident Analysis and Prevention, 18.
- 23) 警察庁 (2013) 運転教本 (警察庁教習課程準拠).
- 24) 浜田隆史 (2002) 視覚の話題-補償眼球運動-. 電子情報通信学会誌, 72 (8).
- 25) 森みどり, 中易秀敏, 三好哲也 (2013) ドライビングシミュレータとアイトラッキングを用いた運転者の眼球運動と車軌跡の同期解析. 日本機械学会論文集 C編, 79 (803).

主指導教員 (村山敏夫准教授)、副指導教員 (牛山幸彦教授・田中誠二准教授)