

---

令和5年度 修士学位論文

走行映像に対する複数視点での評価による  
自動車の運転操作技術向上効果に関する研究

指導教員 早川 聡一郎 准教授

三重大学大学院工学研究科  
博士前期課程 機械工学専攻  
人間支援システム研究室  
菱川 直輝

## 学位論文要旨及び論文目録

学位論文提出者	氏名	菱川 直輝	専攻	機械工学	講座	量子・電子機械
研究領域名	ロボティクス・メカトロニクス					
学位論文題目	走行映像に対する複数視点での評価による自動車の運転操作技術向上効果に関する研究					
論文審査委員	主査	早川 聡一郎	副査	池浦 良淳	副査	小竹 茂夫
<b>学 位 論 文 要 旨</b>						
<p>現在、自動運転車の実現に向けて遠隔型自動運転システムのガイドラインに従い、様々な場所で実証実験が行われている。ドライバの操作ミスが原因となる交通事故件数の減少、高齢化・過疎地域における公共交通機関などのドライバ不足といった社会的な問題の解決が期待されている。一方、実証実験において、路上駐車が原因で自動運転中に手動介入が必要となる事例や、搭乗者が自動運転車両の運転操作に不安を感じたことが問題点として報告されている。手動介入をする際、運転者が安全な運転操作を心掛けているつもりであっても、搭乗者や周囲の車両の人が想定とは異なる車両の挙動だと判断した際に、不安や危険な運転操作だと感じることもある。運転者として運転操作をしている際と、搭乗者や周囲の車両からその運転操作を体験する際には、運転に対する捉え方やその評価基準に違いがあると考えられる。また、ドライバの運転行動の改善には、運転後にドライバ自身の運転を振り返ることが有効な方法の一つであるとされている。より安全安心な運転を心がけるうえで、これらの差異を考慮した振り返りが有効であると考えられる。</p> <p>本研究では、搭乗者や周囲の一般車両のドライバが不安を覚える運転操作を如何に感じとっているのかを明らかにして、運転者の運転操作の技術向上の実現を目的とする。そこで、搭乗者や周囲の一般車両のドライバといった客観的な立場に立って自身の運転操作を振り返り、運転評価を行う実験を検討する。</p> <p>運転操作での運転席の視点に加え、自身の走行映像を視聴する映像評価では運転車両内の搭乗者を想定した助手席、運転車両外の周囲の人を想定した後方俯瞰の2つの視点を追加した。ドライビングシミュレータを用いて、駐車車両の回避を行う運転操作と自身の運転操作の走行映像を運転席、後方俯瞰、助手席の3つの視点で視聴する映像評価の2種類の実験を各2回実施する。運転操作Ⅰでは駐車車両の回避の運転操作を行う。映像評価Ⅰでは運転操作Ⅰで取得した自身の走行を視聴する。運転操作Ⅱでは映像評価Ⅰの直後に駐車車両の回避の運転操作を行う。映像評価Ⅱでは運転操作Ⅰ、Ⅱで上手く操作できたと評価した走行を抽出して視聴する。映像評価を踏まえて、再び運転操作をする際に何を意識して操作をしたのかを聞き取る。意識した点が走行データにおいて数値として向上されているのか、映像評価において、運転操作Ⅰと比較して運転操作Ⅱの方が向上された運転操作として評価されるのかを検証した。</p> <p>運転操作Ⅰと比較して運転操作Ⅱでは、運転者が駐車車両との距離、車線変更の際のハンドル操作に注意していた。運転操作Ⅰと比較して運転操作Ⅱでの車線変更の際に発生する左右最大加速度が大きく減少し、8名の操作者全てで有意差のある改善が確認できた。映像評価Ⅱでは運転操作Ⅱの方が運転操作Ⅰより駐車車両との近さ、車線変更の際のハンドル操作に配慮した良い走行であると8名のうち7名で評価していた。</p> <p>これらの結果から、自身の走行映像を運転操作時とは異なる視点で視聴し運転操作を振り返ることで、搭乗者や周囲の一般車両が不安を感じる操作に配慮した運転操作を行うことが示された。</p>						
<b>論 文 目 録</b>						
<p>[1] Naoki Hishikawa, Shigeyoshi Tsutsumi, Shimpei Awamura, Ryojun Ikeura, and Soichiro Hayakawa, “Effect of Different Perspectives on Differences in Evaluation of Remote Driving by Others”, Proceedings of International Symposium 2022, pp.15-19 (2022.12)</p> <p>[2] 菱川直輝, 堤成可, 池浦良淳, 早川聡一郎, “複数の視点からの運転評価による自動車の遠隔操作者の技術向上に向けた検討”, 日本人間工学会東海支部 2023 年研究大会論文集, pp.42-43 (2023.11)</p> <p>※他, 国内学会 1 件</p>						

# 目次

---

目次.....	1
<b>第 1 章 序論.....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究目的.....	4
1.3 本論文の構成.....	5
<b>第 2 章 操作向上に向けた運転操作の振り返りのための追加視点.....</b>	<b>6</b>
2.1 視点を追加する目的.....	6
2.2 視点をを用いた実験手法.....	7
2.2.1 視点の作成方法.....	7
2.2.2 実験の流れ.....	8
2.3 視点の種類.....	8
2.3.1 運転席の視点.....	8
2.3.2 助手席の視点.....	10
2.3.3 後方俯瞰の視点.....	11
<b>第 3 章 実験.....</b>	<b>12</b>
3.1 実験環境.....	12
3.1.1 実験装置.....	12
3.1.2 走行環境.....	15
3.1.3 実験に用いた車両.....	15
3.2 運転操作実験I.....	16
3.2.1 実験概要.....	16
3.2.2 実験条件.....	16
3.2.3 分析方法.....	17
3.3 映像評価実験I.....	18
3.3.1 実験概要.....	18

3.3.2	実験条件	18
3.3.3	分析方法	19
3.4	運転操作実験II	20
3.4.1	実験概要	20
3.4.2	実験条件	20
3.4.3	分析方法	20
3.5	映像評価実験II	20
3.5.1	実験概要	20
3.5.2	実験条件	20
3.5.3	分析方法	21
<b>第4章</b>	<b>実験結果及び考察</b>	<b>22</b>
4.1	運転操作実験I, IIの結果	22
4.1.1	駐車車両の回避操作の分析方法	22
4.1.2	トラックとの距離	23
4.1.3	左右加速度	25
4.1.4	操舵開始距離	28
4.2	視点の違いによる評価の結果	31
4.2.1	映像評価実験I	31
4.2.2	映像評価実験II	33
4.3	操作量による評価軸の結果	34
4.3.1	映像評価実験I	34
4.3.2	映像評価実験II	36
4.4	考察	38
<b>第5章</b>	<b>結論</b>	<b>41</b>
5.1	まとめ	41
5.2	今後の課題	42
	参考文献	43
	謝辞	47
	付録	48

# 第1章

## 序論

### 1.1 研究背景

現在, 遠隔型自動運転システムのガイドラインに従い様々な場所では実証実験などが行われ<sup>[1][2]</sup>, 経済産業省の自動運転ビジネス検討会では自動運転車の実用化に向けてロードマップが策定されている<sup>[3]</sup>. 旅客や貨物業ではドライバーの高齢化や不足の問題があり, 地方部では免許返納者の代替となる移動サービスが必要である<sup>[4]</sup>. これらの理由によりドライバーによる監視, 操作が遠隔でも可能なレベル 4 の自動運転技術の需要が高い<sup>[5]</sup>. 例として, 2023 年 3 月に福井県吉田郡永平寺町で遠隔監視のみのレベル 4 の自動運行装置を備えた車両が国内で初めて認可された<sup>[6]</sup>. 国土技術政策総合研究所の資料によると実証実験において, 自動運転車が自動運転を継続できなくなる事例が確認された. 主な手動介入が発生した要因は人家連坦部の路上駐車であった. 手動介入の発生要因を Fig. 1.1 に示す<sup>[7]</sup>.

SAE(米国自動車技術者協会)の基準では, 自動運転技術のレベルはレベル 0 から 5 の 6 段階で定めている. 自動運転車の定義及び政府目標について Fig. 1.2 に示す<sup>[8]</sup>. 実現している運転支援システムは前述したレベル 1, 2 に該当するものが多く, 例として『ACC, CACC』<sup>[9]</sup>, 『衝突被害軽減ブレーキ』<sup>[10]</sup>, 『レーンキープアシスト』<sup>[11]</sup>が挙げられる. これらの技術の発展や, 応用を進めることで今後もレベル 3, 4 の自動運転技術が実用化されることが予想される.

遠隔運転においては運転操作者が現地にいないことで, 体感情報の欠如, カメラ映像による視野などの影響を受ける. 杉町らによると, 遠隔運転特有の運転操作は, 危険事象への反応が遅れる可能性があり<sup>[12][13]</sup>, 遠隔操縦環境下の操舵操作は映像遅延や映像品質による影響を受ける<sup>[14][15]</sup>.

今後の自動運転レベル 4, 5 の社会においては運転者が車両に存在しない, または, ドライバが監視状態から突然, 運転操作を引き継ぐ場面に遭遇する可能性がある. その

際に、操作者が現地の搭乗者や周りの車両のドライバと上手く意思疎通を図ることが難しくなる。赤松らはそのような場面において、果たして安全な運転操作ができるのかという疑問が生じると述べている<sup>[16][17]</sup>。ドライバには周囲の環境に配慮した安全な運転操作がより一層求められる。実証実験において、遠隔運転車の搭乗者が運転操作に不安を感じたことが報告されている。不安を感じる運転操作については個人によって様々である。搭乗者や周囲の一般車両のドライバが不安を覚える運転操作について明らかにする必要がある。

運転者として運転操作をしている場合と、搭乗者や周囲の車両からその運転操作を体験する場合には、運転に対する捉え方やその評価基準に違いがあると考えられる。運転者は運転者自身で操作する量やタイミングを調節することができる。しかし、搭乗者と周囲の車両のドライバには運転操作をコントロールすることができないため、運転者との差異が生じる要因の一つであると考えている。自身の走行映像を運転操作時とは異なる視点で視聴し運転操作を振り返ることで、運転者が運転操作時には気づきにくい自身の運転操作の特徴を把握することが重要であると考えている。

ドライブレコーダーは事故やあおり運転の記録や証拠として活用できるため、現在では搭載率が50%を超えている。記録された映像により普段の運転行動の効率的なチェックに役立つことが可能であるが、あまり活用されていない<sup>[18][19]</sup>。また、佐々木らは危険に至るヒヤリハット現象を分析しており、より一層ドライバの安全意識を高め交通事故を未然に防ぐことができると述べている<sup>[20][21]</sup>。今後、記録された映像を後日視聴することで運転操作の振り返りに活用でき、運転者の運転操作の改善に期待されている。

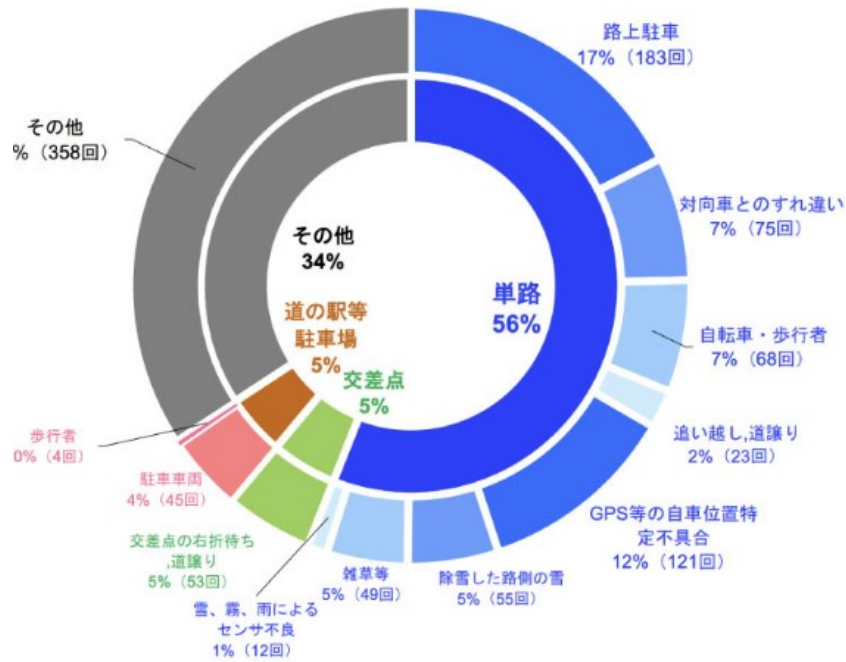


図3-1 手動介入の発生要因

Fig. 1.1 Factors in the occurrence of manual intervention in automated operations<sup>[7]</sup>

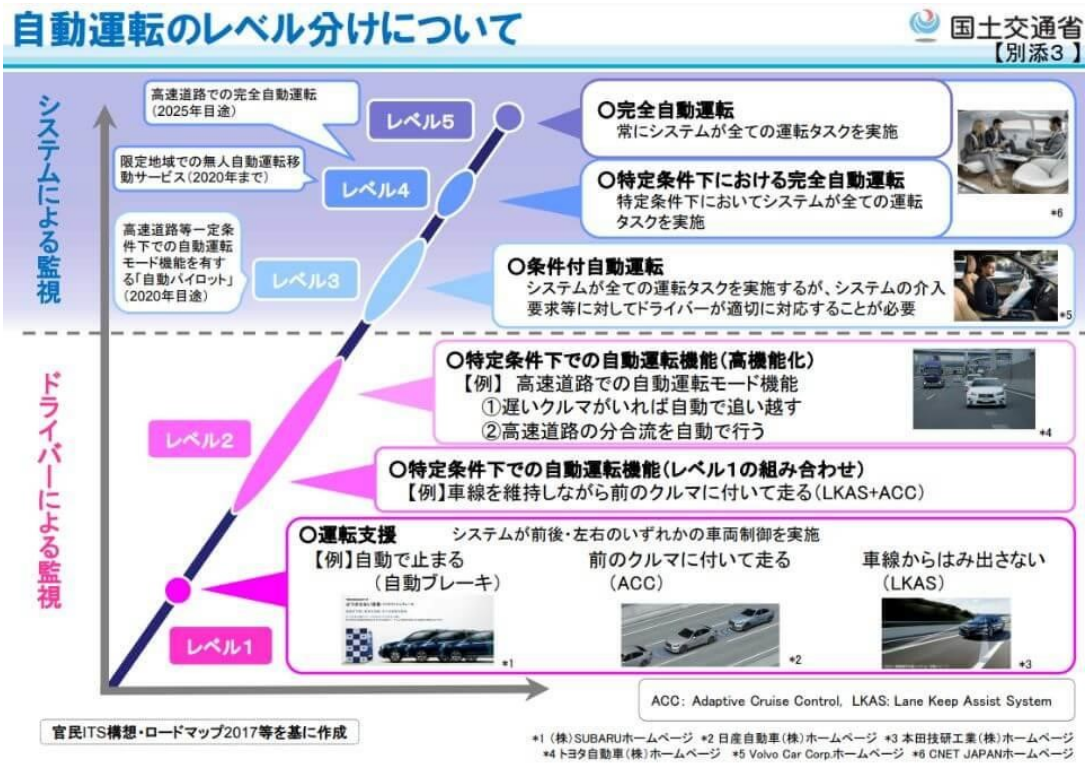


Fig. 1.2 Autonomous driving level<sup>[8]</sup>

## 1.2 研究目的

経済産業省の自動運転ビジネス検討会の実証実験において、障害物への接触や急激な操作、ヒヤリハットなどが確認された<sup>[22]</sup>。また愛知工業大学のプロジェクトである、人にやさしい遠隔操縦付き自動運転の開発の中間報告書では遠隔操作車両のデモンストラーションにおいて、搭乗者が遠隔操縦に対して不安を感じたことが報告されている。また同報告書では、一般社会で自動運転車両が受け入れられるためには、搭乗者、遠隔操縦者、周囲の一般車両のドライバや歩行者に優しい自動運転車両が必要不可欠であるとしている<sup>[23]</sup>。搭乗者の立場として運転者の運転操作に不安を感じた場面に一度は遭遇したことがあると考えられる。運転者が安全な運転操作を心掛けているつもりであっても、搭乗者や周囲の車両の人が想定とは異なる車両の挙動だと判断した際に不安や危険な運転操作だと感じる。

自動運転の実現に向けて自動走行車両の搭乗体験は有効な手段ではあるが、多大な時間や費用、煩雑な手続きが必要となる。そこで、Arneらは、バーチャル空間を活用することで、安価かつ実際の走行では実現が難しい危険な状況が体験できると述べている<sup>[24]</sup>。また、坂村らは、拡張現実を用いて自動運転車両の搭乗者の安心感に関する研究が行われている<sup>[25][26]</sup>。Mohamedらは、自動走行に関する活発な研究開発により、安全性は高まりつつあるが、搭乗者の安心感について十分に議論されているとは言い難い状況であると述べている<sup>[27]</sup>。Brandonらは、自動運転車に対して、期待の一方で安全に対する懸念も抱くと指摘している<sup>[28]</sup>。人間の自動走行の受容性は自動走行に対する理解や抱いているイメージに影響されることが想定される。西堀らは、自動走行に対する理解や抱くイメージをより確かなものとするためには、自動走行の様子を実際に見ること、あるいは自動走行する車両に乗車することが有効であると示している。試乗することで賛成側だけでなく反対側にも変化する場合があることが確認されている<sup>[29][30]</sup>。

自動運転、遠隔運転の車両が社会的に受容されるためには、搭乗者や他交通参加者の目線で不安感を与えない優しい運転を意識する必要がある。そこでドライバの運転行動において、不安を感じる運転操作を明らかにする必要がある。飯田らは潜在的な事故リスクの評価として、運転者の不安と不安全な運転状態との関連性、不安全な行動の要因の傾向を分析している<sup>[31]</sup>。乗員や周囲から受容される自動運転の実現に向けて、平松らにより対向車のある駐車車両回避場面でのドライバ特性<sup>[32]</sup>、交通量の多い道路で熟練ドライバの車線変更の運転操作特徴を明らかにしている<sup>[33][34]</sup>。



ドライビングシミュレータを用いることで実際の運転時とは異なる視点を用いることが容易であり、安全運転の教育プログラムに活用されている。荒田らはドライビングシミュレータで交通事故を運転者、他者の視点で体験することにより気づき得ない交通事故の原因や情報が明らかにできると述べている<sup>[35]</sup>。同様に自車視点と俯瞰視点を切り替えながら死角がどこにあるのかを認識させることで交通安全教育に利用されている<sup>[36]</sup>。

本研究では、搭乗者や周囲の一般車両のドライバが、不安を覚える運転操作について明らかにし、運転者の運転操作技術向上の実現を目的とする。

運転者として運転操作をしている場面と、搭乗者や周囲の車両からその運転操作を体験する場面では、運転に対する捉え方やその評価基準に違いがあると考えられる。そこで、搭乗者や周囲の一般車両のドライバといった客観的な立場に立って自身の運転操作を振り返り、運転評価を行うことを検討する。自身の走行映像を運転操作時とは異なる視点で視聴し運転操作を振り返ることで、運転者が運転操作時には気づきにくい自身の運転操作の特徴を把握し、運転操作技術向上に繋がると期待している。実験において、接触や急激な操作、ヒヤリハットなどの危険な状態になる荒い運転など、搭乗者、周囲の歩行者や一般車両が不安を感じる操作に配慮した運転操作が行われるのかを検証する。

### 1.3 本論文の構成

本論文の構成を述べる。第1章で研究背景と研究目的について述べた。第2章では、操作向上に向けた運転操作の振り返りのための追加視点について説明する。第3章では、ドライビングシミュレータを用いた実験についての詳細を述べる。第4章では、実験結果と考察について述べる。最後に第5章では、本研究のまとめと今後の展望について述べる。

# 第2章

## 操作向上に向けた運転操作の振り返りのための追加視点

本章では、操作向上に向けた運転操作の振り返りのための追加視点について述べる。2.1 節に本研究における追加視点の目的、2.2 節に視点を用いた実験手法、2.3 節に視点の種類を記す。

### 2.1 視点を追加する目的

運転者が通常の運転操作をしているつもりでも、同乗者や周囲の人は不安な運転だと感じる場面はある。また、運転操作に慣れてきたとき、周囲の環境に対して注意を払うことが散漫になり運転操作が疎かになる。そのような場面では交通事故が発生する回数が増えやすく気を付ける必要がある。城戸らは自動運転車両に乗車する運転者、乗員が不安に感じる速度、車間距離について報告している<sup>[37]</sup>。また、南部らは自動運転車両の乗員が抱く不安の特徴及び運転特性との関連性を明らかにしている<sup>[38]</sup>。ドライバの運転行動の改善には、運転後にドライバ自身の運転を振り返ることが有効な方法の一つであるとされている。田中らはドライビングシミュレータ環境において、高齢者のドライバに対して映像記録によるフィードバックによる運転行動の変容の有効性が示されている<sup>[39]</sup>。また、高齢ドライバへの安全運転教育に関して、向井らは自身の運転を振り返ることで、不安全な運転行動の抑制効果を示している<sup>[40]</sup>。

今後の自動運転レベル4、5の社会においては、運転操作者、搭乗者、周囲のドライバに寄り添った運転がさらに必要不可欠である。運転者として運転操作をしている場合と、搭乗者や周囲の車両からその運転操作を体験する場合には、運転に対する捉え方やその評価基準に違いがあると考えられる。搭乗者や周囲の一般車両のドライバが不安を覚える運転操作について明らかにし、運転者の運転操作技術向上の実現を目的とする。

実現に向けて、搭乗者や周囲の一般車両のドライバといった客観的な立場に立って自身の運転操作を振り返る運転評価を実施する。自身の走行映像を振り返る際に、運転者の運転操作時とは異なる視点を追加することを検討する。

## 2.2 視点をを用いた実験手法

### 2.2.1 視点の作成方法

本研究では、ドライビングシミュレータ(以下:DS)を用いて実験を行う。DSは、実車を使用して実験を行うことに比べて、支援の実装や想定するコースの実装が簡単であり、条件を揃えることが容易である。このため、DSを実験装置として用い、運転操作と自身が操作した走行映像を視聴する運転評価を行う。運転者の運転操作時とは異なる視点から自身の運転操作を振り返る走行映像の作成方法について述べる。株式会社フォーラムエイトの道路走行シミュレーションを行う道路設計支援ソフトUC-win/Road Ver.17を使用して走行環境を構築した。運転操作の際に運転車両の動きをリアルタイムで記録できるリプレイ機能を使い、運転操作の走行映像を取得する。また、ビューを追加する機能を使い、運転者の視点のメイン画面とは別に任意の視点を画面に表示する。取得した走行映像を再生する際に運転者以外の視点の映像を画面に表示することが可能になる。

運転操作での運転席の視点に加え、自身の走行映像を評価する際に運転車両内の搭乗者を想定した助手席、運転車両外の周囲の人を想定した後方俯瞰の2つの視点を追加する。運転席の視点のみで運転操作を行い、運転席、助手席、後方俯瞰の3つの視点で自身が操作した走行映像を視聴してもらう。助手席、後方俯瞰の視点はビューの追加の運転車両に相対に設定することで、運転車両の動きに連動した画面を表示できる。視点の座標系の原点はX、Z軸は前輪軸の中央、Y軸は接地面の高さである。運転席、助手席、後方俯瞰の視点の座標系をTable 2.1に示す。助手席、後方俯瞰の視点においてはメイン画面のみの1台のディスプレイを使用する。

Table 2.1 Coordinate system of the viewpoint

	X axis	Y axis	Z axis	Yaw	Pitch
driver's seat	0.00 m	-0.05 m	0.68 m	0 °	0 °
passenger seat	-1.65 m	1.05 m	-0.45 m	0 °	5 °
rear view	-5.00 m	1.50 m	0.00 m	0 °	0 °

### 2.2.2 実験の流れ

駐車車両の回避を行う運転操作と自身の運転操作の走行映像を視聴する映像評価の2種類の実験を行う。映像評価で用いる走行映像は運転操作時に取得する。運転操作Iでは駐車車両の回避の運転操作を行う。その後、映像評価Iでは自身の走行映像を運転席、助手席、後方俯瞰の3つの視点から視聴してもらう。その後、運転操作IIでは運転操作Iと同様の環境、条件で駐車車両の回避の操作を実施する。その後、映像評価IIでは運転操作I、IIで良いと評価した自身の操作の走行映像を3つの視点から視聴してもらう。

## 2.3 視点の種類

本節では、視点の種類について述べる。2.3.1節で運転席の視点について、2.3.2節で助手席の視点について、2.3.3節で後方俯瞰の視点について述べる。

### 2.3.1 運転席の視点

運転者の視点はディスプレイのサイズ、目線からの距離に対応して設定している。運転席の視点においてはメイン画面、右ビュー画面の2台のディスプレイを使用することで十分な視界を確保する。メインビュー、右ビューの運転席の視点を Fig. 2.1, Fig. 2.2 に示す。



Fig. 2.1 Driver's seat (main view)

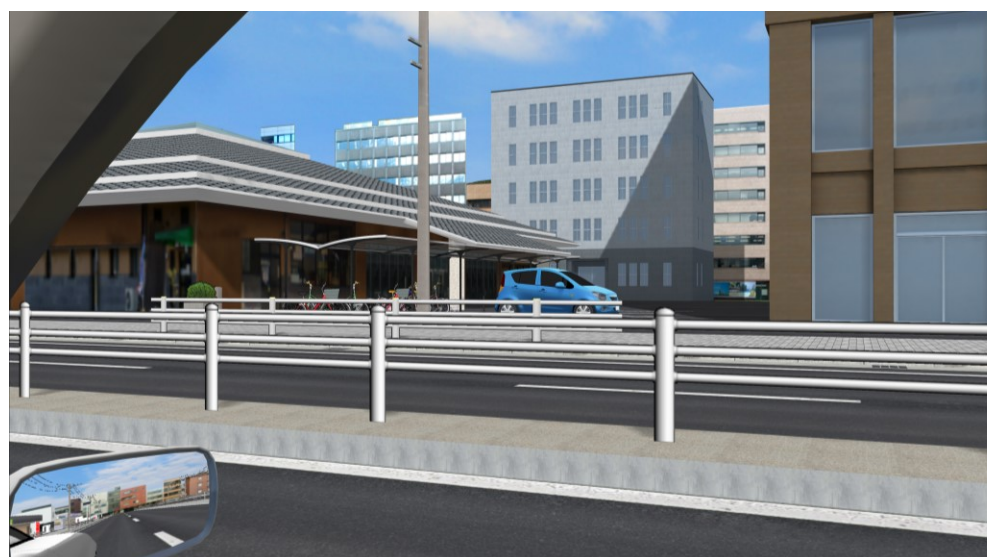


Fig. 2.2 Driver's seat (right view)

### 2.3.2 助手席の視点

搭乗者自身が想定している運転操作ではなかった際に運転者の運転操作に対して不安を感じ、加減速や車間距離などが特に気になる要素である。遠隔運転の際には視野、体感情報の欠如により通常の運転操作より特に気を付ける必要がある。搭乗者の中でもフロントガラスの視界をはっきりと確認できる助手席に注目する。そこで、助手席に座る搭乗者の目線の視点を追加する。助手席の視点は駐車車両やガードレールのそばを通過するので運転車両との距離の近さに対する感覚に注目しやすい。助手席の視点を Fig. 2.3 に示す。



Fig. 2.3 Passenger seat

### 2.3.3 後方俯瞰の視点

運転者の視点だと車両の車幅感覚を正確に把握できていない場合もある。信号機や案内標識のような高い視点からの映像は有効であると考えられるが現実に再現できる視点としては考えにくい。そこで、実際の車両に搭載しているカメラ映像を参考に視点を検討した<sup>[41]</sup>。車両後方の少し上から俯瞰的に見ることで自身が操作した車両の走行軌跡を確認する視点を追加する。後方俯瞰の視点は車両全体の動きを確認できるため、車線変更のタイミングやハンドルを切る量、運転車両の位置関係などに注目しやすい。後方俯瞰の視点を Fig. 2.4 に示す。



Fig. 2.4 Rear view

# 第3章

## 実験

前章で説明した視点に基づき、駐車車両の回避操作の運転操作と自身の走行映像を視聴する映像評価の実験を行う。

本章では、3.1節で実験環境について、3.2節で運転操作実験Iについて、3.3節で映像評価実験Iについて、3.4節で運転操作実験IIについて、3.5節で映像評価実験IIについて述べる。

### 3.1 実験環境

本節では、運転操作実験、映像評価実験の実験環境について述べる。3.1.1節で実験装置について、3.1.2節で本実験における走行環境について、3.1.3節で実験に用いた車両について述べる。

#### 3.1.1 実験装置

本研究で使用するDSの外観をFig.3.1に示す。DSを構成する機材は、PC1台、ディスプレイ2台、サブディスプレイ1台、ステアリングホイール、アクセルペダル、ブレーキペダルである。ステアリングコントローラはステアリングおよびペダルで構成される。ステアリングはThrustmaster社製のT300RSを使用している。またステアリングは、台に固定されており、急なハンドリング等のパワーに耐えられる剛性を確保している。運転席の空間を再現するためにステアリング、アクセルペダル、ブレーキペダル、ディスプレイが一体となっている。ディスプレイはPHILIPS社のBDM4350UC/11を使用した。サイズは42.5インチ、解像度は3840×2160である。ディスプレイはメイン画面、右ビューの視界をそれぞれ確保するために2台使用している。メイン画面はシート正面、右ビュー画面はメイン画面から30度の角度をつけて設置している。シートに座った状態でディスプレイが目線の高さになるように台の上にディスプレイを固定した。ディスプレイと目線の距離は0.85mである。ディスプレイの重さに耐えられる剛



性を確保している。ペダルはアクセルおよびブレーキの操作入力ができる。DS の構成図と配置図を Fig. 3.2 と Fig. 3.3 に示す。



Fig. 3.1 Appearance of DS

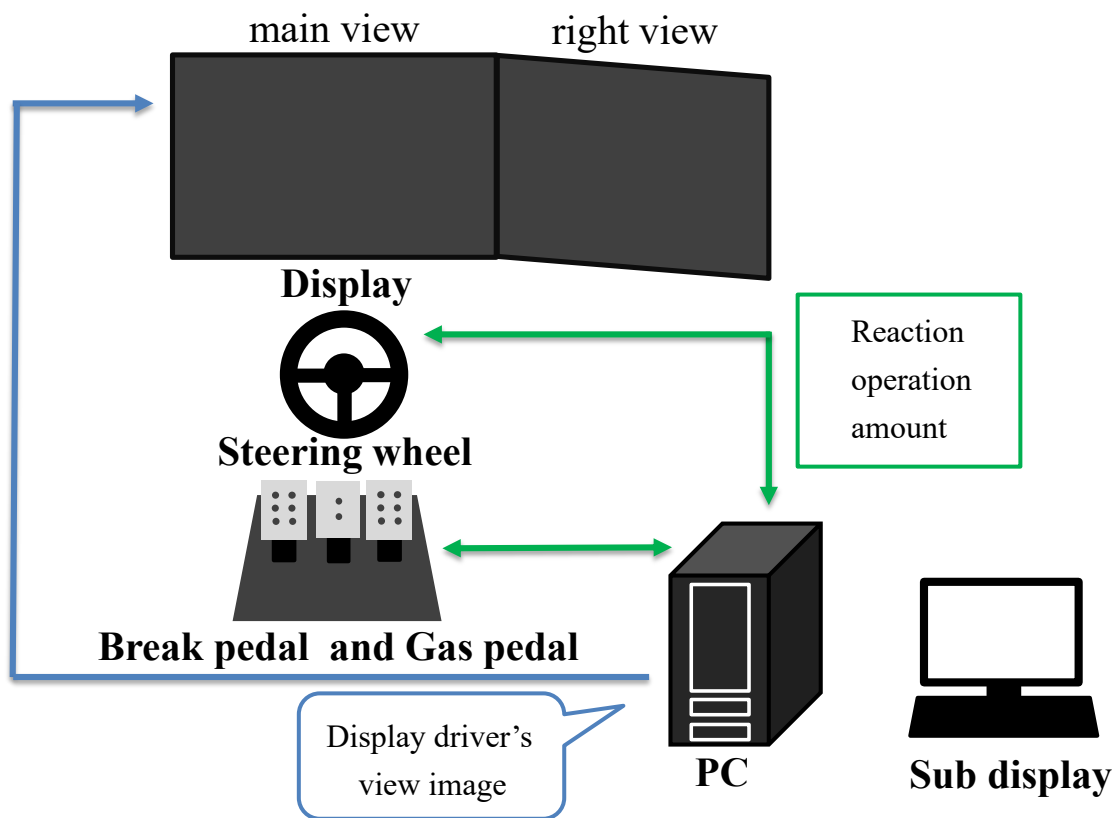


Fig. 3.2 DS configuration diagram

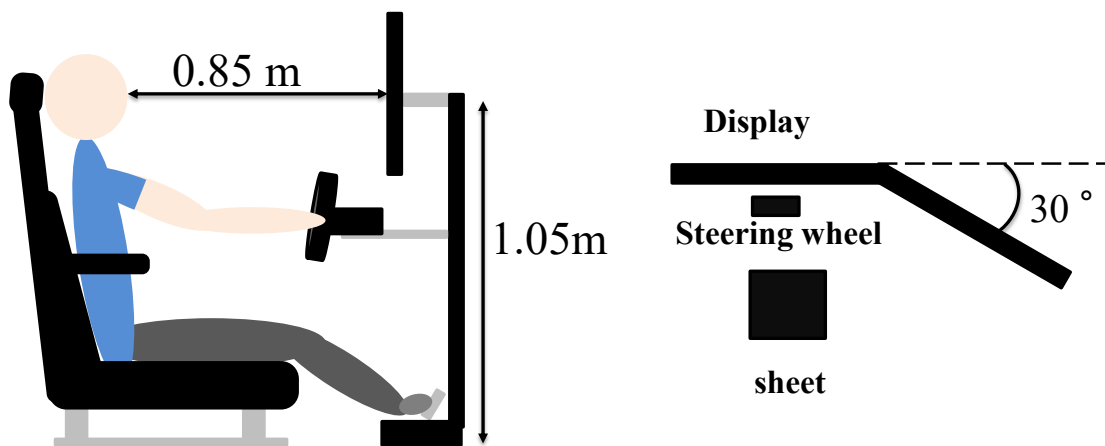


Fig. 3.3 DS Placement

### 3.1.2 走行環境

本実験で用いる走行環境は Fig. 3.4 に示すような、見通しの良い片側 2 車線の直線路に駐車車両が停止している状況を想定し、コースを作成した。運転開始位置から 150 m の第一車線に駐車車両のトラック、駐車車両から 6 m 手前にポールを設置している。運転開始から 250 m の歩道にポストを設置しており、運転操作終了の目印とした。車線変更は駐車車両を回避する前と回避した後の 2 回行ってもらう。道路構造令の一般国道の車線幅員を参考にして道路の幅は 3 m に設定している<sup>[42]</sup>。その他の道路付属物においても現実に近い環境を再現した。天候は晴れた状態であり、路面は乾いたものと設定した。この走行環境内にはドライバが運転している車線に自車、駐車車両、中央分離帯をはさんだ反対車線には対向車、歩道に歩行者や自転車が存在する環境である。今回はコースに交差点を作成していないため、信号機等は設置していない。

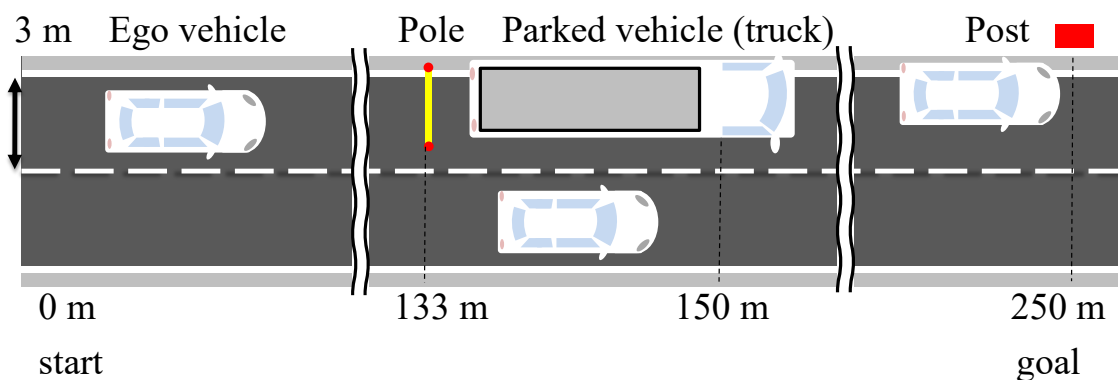


Fig. 3.4 Driving Environment

### 3.1.3 実験に用いた車両

実験で用いる車両のサイズについて述べる。ドライビングシミュレータだと速度を感じにくいため、速度感を少しでも体験できるように運転車両は小さめの車両を用いた。駐車車両を避けて車線変更を行ってもらうため、道路の幅と同じ横幅を持つ大型のトラックを用いた。運転車両、駐車車両であるトラックのサイズを Table 3.1 と Fig. 3.5 に示す。

Table 3.1 Vehicle size

	width	length	height
driving vehicle	1.91 m	4.00 m	1.34 m
parked vehicle	2.89 m	12.40 m	3.17 m



(a) Driving vehicle



(b) Parked vehicle

Fig. 3.5 Vehicle diagram

## 3.2 運転操作実験I

本節では、運転操作実験Iについて述べる。3.2.1 節で実験概要について、3.2.2 節で実験条件について、3.2.3 節で分析方法について述べる。

### 3.2.1 実験概要

本実験ではドライバの運転操作と運転操作時に意識したことを聞き取ることを目的とし、ドライバによる駐車車両回避時の時系列データの収集を行う。ドライバが運転操作時に意識したことはアンケートを通じて聞き取り、収集した時系列データに含まれる運転操作の数値について分析する。

### 3.2.2 実験条件

最初第一車線で 40 km/h の状態の速度から運転操作を開始し、運転開始から 150 m の地点の駐車車両のトラックを回避する操作を行っていただく。後続車の存在は無視できるものとして車線変更の運転操作を行ってもらう。運転開始から 250 m に設置しているポスト付近で運転車両を路肩に停車していただき、運転操作を終了していただいた。走

行距離は 250 m でブレーキ、ハンドル操作などは運転者に任せて自由に運転操作を行ってもらい、車線変更は駐車車両を回避するために、第一車線から第二車線への変更と路肩に停車してもらうために第二車線から第一車線に戻る 2 回行ってもらい、車線変更を行う際は、ウインカーを点灯して車線変更を行うように伝えている。道路交通法第百八条の規定に基づき、交通の方法に関する教則に従った車線変更、停車の運転操作を参考に実験協力者に説明を行った<sup>[43]</sup>。車両に他人も乗っていることを想定して、駐車車両、中央分離帯、ガードレールには接触しないように運転操作をするように伝えている。運転開始から車線変更を行い、停車するまでを一連の運転操作 1 試行とし、5 回連続で運転操作を行ってもらいデータを取得する。

本番のコースで運転操作を行ってもらい前に練習操作を 10 分間行ってもらい、ドライビングシミュレータの運転操作の感覚を把握してもらうために練習操作を実施した。交差点を含む周回可能な片側二車線の練習コースを作成した。本番のコースで用いる車両を操作していただき、道路の幅も同じに設定している。自由に右左折や車線変更などのハンドル操作、加減速などのペダル操作を行ってもらった。練習コースでの操作後、本番のコースであることを伝えた上で本番コースにおいても運転操作を 10 本練習していただいた。その後、実験データを取得する。実験には普通自動車免許を所持している 20 代男性 8 名に参加してもらった。

### 3.2.3 分析方法

運転操作を 5 回行ってもらい、運転評価として走行終了時にアンケートに回答してもらい、評価項目は 5 本の操作の比較、各操作のコメント、全体を通してのコメントを準備した。5 本の操作で比較を行ってもらい、操作ごとにその操作について簡単にアンケートに記入してもらいながら行った。

評価欄には 5 本の操作の中から最も良い操作に◎、二番目に良い操作に○、最も悪い操作に×を選んで記入していただいた。コメント欄には各操作で感じたことや気になったことなど評価を決める際の参考になるように自由に記入してもらった。例として、ハンドル操作、車線変更のタイミング、トラックとの距離など自由に記入していただくことを伝えた。最後に全体を通して、運転操作時に注意、気をつかったことを記入してもらった。

### 3.3 映像評価実験I

本節では、映像評価実験Iについて述べる。3.3.1 節で実験概要について、3.3.2 節で実験条件について、3.3.3 節で分析方法について述べる。

#### 3.3.1 実験概要

本実験では自身の運転操作を振り返ることを目的とし、ドライバ自身が運転操作した走行映像を視聴してもらう。ドライバが映像評価の際に自身の運転に対して感じたことはアンケートを通じて聞き取り、3つの視点において評価を分析する。

#### 3.3.2 実験条件

映像評価では運転操作の際に取得した5本の自身の運転操作を運転席、助手席、後方俯瞰の3つの視点それぞれで視聴し評価をしていただく。運転操作の際と同様の環境にて実施する。シートに座り、ハンドルには手を置かず、ディスプレイに映る走行映像を視聴する。自身の走行映像を視聴する際、この運転の車両に乗車したいかどうかの観点で評価をしていただくことを伝えた。動画を見る順番、回数、見かた等に制約は設けていない。運転開始から停車までの時間は1つの走行映像につき約30秒である。5本の走行映像を視聴し、運転操作について感じたことをアンケートで聞き取る。これらを1セットとして、視点を変更させて合計3セット行う。運転操作の際に操作した順番とは異なるランダムな順番で映像評価を行った。また、5本の走行映像を視聴する順番は3つの視点ごとにランダムに設定した。3つの視点の視聴する順番についても評価者ごとに変更した。そのパターンを Table 3.2 に示す。

Table 3.2 Patterns of viewpoints

pattern	1st	2nd	3rd
A	driver's seat	rear view	passenger seat
B	driver's seat	passenger seat	rear view
C	rear view	driver's seat	passenger seat
D	rear view	passenger seat	driver's seat
E	passenger seat	driver's seat	rear view
F	passenger seat	rear view	driver's seat

### 3.3.3 分析方法

走行映像を視聴した後に、運転評価として映像視聴終了時にアンケートに回答してもらう。評価項目は5本の走行の比較、評価軸、各操作のコメント、全体を通してコメントを準備した。5本の走行で比較を行ってもらうため、走行ごとにその操作について簡単にアンケートに記入してもらいながら行った。

評価欄に5本の映像の中から最も乗車したいと感じた映像の番号に◎、最も乗車したくないと感じた映像の番号に×を記入していただいた。評価軸欄にA：接近度合、B：車両のふらつきの評価軸を提示し、より意識した一方を選んで丸をつけていただいた。走行映像を視聴し、運転評価を行うことは実車での運転操作と比較して得られる情報量が限られる。そこで、運転評価におけるアンケートのコメント欄を参考に評価軸を2種類設定した。評価軸以外に感じる事があればコメント欄に記入していただくことで対応した。接近度合は自身が操作した車両が駐車車両のトラックを避ける際のトラックとの車間距離の近さ、または走行中の運転車両と中央分離帯、ガードレールとの距離の近さを表している。ふらつきは車線変更を行う際にハンドル操作で発生する車両の横方向に対する動きの大きさを表している。コメント欄に各動画で感じたことや気になったことなど評価を決める際の参考になるように自由に記入してもらった。例として、ハンドル操作、車線変更のタイミング、トラックとの距離など自由に記入していただくことを伝えた。最後に全体を通して、この視点で視聴して気付いたこと、または意識して評価したことを記入していただいた。

## 3.4 運転操作実験II

### 3.4.1 実験概要

本実験ではドライバが自身の走行映像を複数の視点から視聴したことで、どのような点を意識して運転操作を行うのかを目的とし、ドライバによる駐車車両回避時の時系列データの収集を行う。ドライバが運転操作時に意識したことはアンケートを通じて聞き取り、収集した時系列データに含まれる運転操作の数値について分析する。

### 3.4.2 実験条件

運転操作IIは映像評価Iを行った直後に運転操作を行ってもらい、運転操作を始める前に映像評価で感じたことを踏まえて運転操作を行っていただくことを伝えた。それ以外は運転操作Iと全て同じ環境、条件で実施した。映像評価を実施したことで運転操作Iと比較して運転操作IIでは何を意識、注意してハンドル操作を行ったのかをアンケートのコメント欄に記入していただくことを伝えた。

### 3.4.3 分析方法

映像評価をしたことで運転操作時に注意、気をつかったことを5本の操作を終了したタイミングで聞き取った。それ以外は全て運転操作Iと同様のアンケートを実施した。運転操作Iと運転操作IIにおける駐車車両の回避操作の変化を時系列データで確認する。

## 3.5 映像評価実験II

### 3.5.1 実験概要

本実験ではドライバ自身の走行映像を別の視点から視聴した後、運転操作時に意識したことが映像評価においてどのように感じるのかを目的とし、ドライバ自身が運転操作した走行映像を視聴してもらい、ドライバが映像評価の際に運転に対して感じたことはアンケートを通じて聞き取り、3つの視点において評価を分析する。

### 3.5.2 実験条件

映像評価IIでは運転操作I, IIのアンケートにおいて5本の中から最も良い、または2番目に良いと評価した各2本の計4本の自身の走行映像を用いる。どの走行映像が運転



操作I, IIであるかは伝えずにランダムな順番で走行映像を視聴していただいた。使用する走行映像を変更させたこと以外は映像評価実験Iとすべて同じ環境, 条件で実施した。

### 3.5.3 分析方法

評価欄に4本の映像の中から最も乗車したいと感じた映像の番号に◎, 最も乗車したくないと感じた映像の番号に×を記入していただいた。それ以外は全て映像評価Iと同様のアンケートを実施した。

# 第4章

## 実験結果及び考察

本章では、3.2, 3.4 節で述べた運転操作実験及び3.3, 3.5 節で述べた映像評価実験の結果について、4.1 節で運転操作実験I, IIの結果、4.2 節で視点の違いによる評価の結果について、4.3 節で操作量による評価軸の結果について、4.4 節で運転操作実験と映像評価実験の結果を関連付けた考察を述べる。

### 4.1 運転操作実験I, IIの結果

本節では、4.1.1 節で駐車車両の回避操作の分析方法について、4.1.2 節でトラックとの距離について、4.1.3 節で左右加速度について、4.1.4 節で操舵開始距離について述べる。

#### 4.1.1 駐車車両の回避操作の分析方法

映像評価を踏まえて操作者が運転操作I, IIで意識、注意した点をアンケートのコメントより確認した。多くの評価者で共通した点を意識、注意して操作をしていた。そこで、今回は障害物との距離、急ハンドル、車線変更のタイミングの3つの項目に分類をした。実験協力者がどの項目について意識して操作を行ったのかを印(○)をつけて、まとめたものを Table 4.1 に示す。

運転操作者が運転操作IIの際に意識、注意した操作が運転操作Iと比較してどの程度改善されたかを数値的に分析する。田中らは救急搬送者に悪影響を与える左右加速度の数値<sup>[44]</sup>、畠中らは高速道路におけるヒヤリハットを検出する左右加速度の閾値を定めている<sup>[45]</sup>。また、竹本らは駐車車両を回避する不安全運転行動の特徴として衝突を安全に回避できる車速や側方間隔について分析している<sup>[46]</sup>。本実験においては、運転車両の走行軌跡、車線変更時の操舵角、車両の加速度の時系列データを用いて運転評価を行う。

Table 4.1 Items considered in driving operation

participant	distance to obstacle		abrupt steering		lane change timing	
	I	II	I	II	I	II
A		○	○			
B		○			○	
C	○	○		○		
D				○	○	○
E		○	○			○
F	○	○		○		
G			○	○		
H	○	○		○		

#### 4.1.2 トラックとの距離

トラックとの距離についての分析方法を述べる。運転操作、映像評価で駐車車両のトラックの傍を通過する際の運転車両との距離の近さに注目していた。そこで、運転データから走行軌跡に注目して運転車両が駐車車両のトラックの横を通過した際の距離を算出する。Fig. 4.1 のように運転車両が駐車車両の横を通過した際の運転車両の左側のドアと駐車車両のトラックの右側のドアとの距離を算出する。運転車両が第二車線の中心を走行した際のトラックとの距離は 1.68 m である。

運転車両が駐車車両のトラックの横を通過した際の運転車両の左側のドアと駐車車両のトラックの右側のドアとの距離について運転操作I, IIの5本の操作の平均と標準偏差をまとめた結果を Fig. 4.2 に示す。また、エラーバーは標準偏差とする。映像評価による効果の有意差を評価するため、運転操作Iと運転操作IIで T 検定による有意差検定を行った。\*マークは有意水準を示し、\*で 5%水準の有意差の有意差が得られたことを示す。

運転操作I, IIについてトラックとの距離の比較を行う。8名のうち5名が運転操作Iと比較して運転操作IIの方が駐車車両を通過する際に駐車車両から離れて走行することが確認できた。操作者 D においては、運転操作Iで駐車車両からかなり距離を取って走行していた。運転操作IIでは運転操作Iと比べて、駐車車両に近づいて走行することが確認できた。操作者 D のみで運転操作Iと運転操作IIで有意差が確認できた。

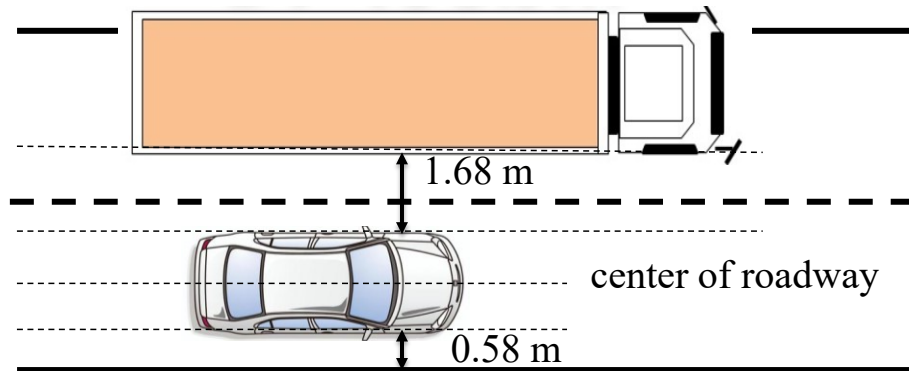


Fig. 4.1 Distance to obstacle

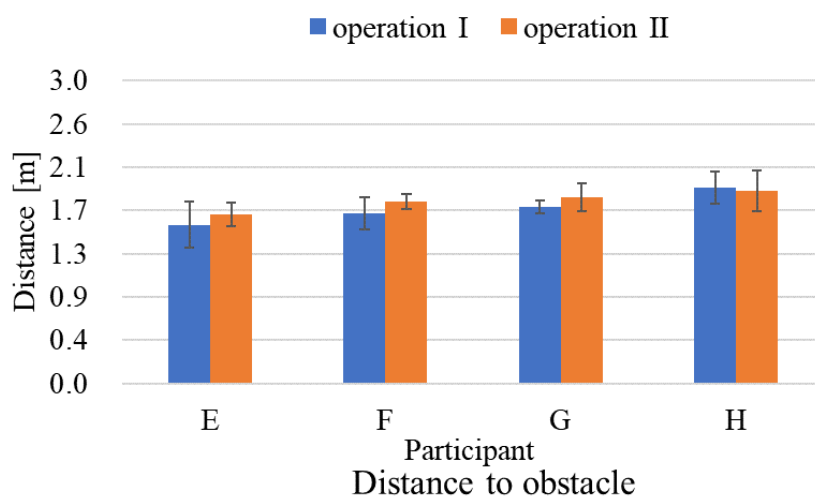
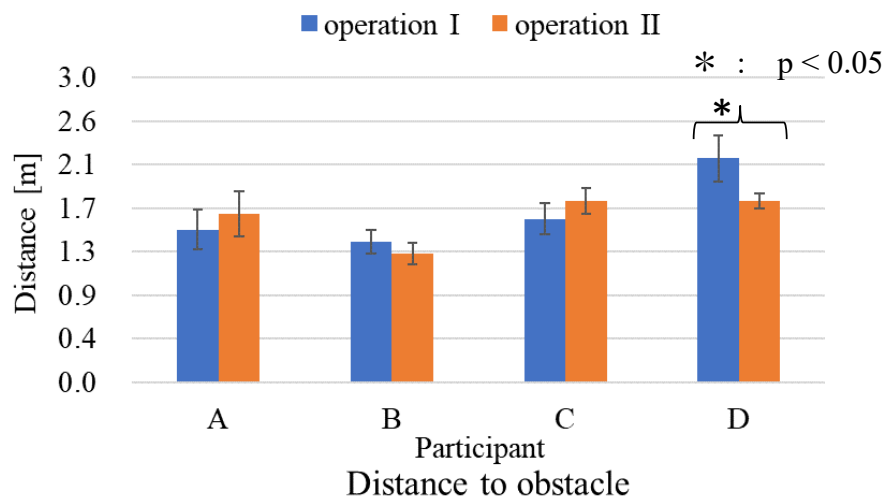


Fig. 4.2 Comparison of distance to obstacle

### 4.1.3 左右加速度

左右加速度についての分析方法を述べる。運転操作，映像評価で車線変更を行う際のハンドル操作について注目していた。そこで，運転データから左右加速度に注目して運転車両が車線変更の際に発生する左右方向の加速度を算出する。Fig. 4.3 のように駐車車両を回避するために第一車線から第二車線に車線変更をする際に発生する車両の左右加速度を左右加速度I，駐車車両を回避した後に第二車線から第一車線に車線変更をする際に発生する車両の左右加速度を左右加速度IIとする。反時計回りに発生する加速度を正として扱うため，左右加速度Iは負，左右加速度IIは正の数値として算出される。

駐車車両を回避する前後で車線変更をする際に発生する車両の左右加速度I，IIについて運転操作I，IIの5本の操作の平均と標準偏差をまとめた結果をそれぞれ Fig. 4.4 と Fig. 4.5 に示す。

運転操作I，IIについて左右最大加速度の比較を行う。8名全てにおいて運転操作Iと比較して運転操作IIの方が車線変更の際に車両の左右最大加速度が減少することが確認できた。左右加速度Iは8名のうち6名，左右加速度IIは8名全てにおいて運転操作Iと運転操作IIで有意差が確認できた。

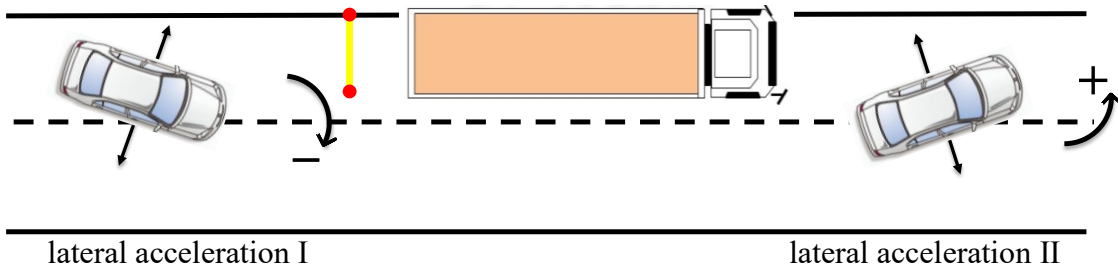


Fig. 4.3 Lateral acceleration

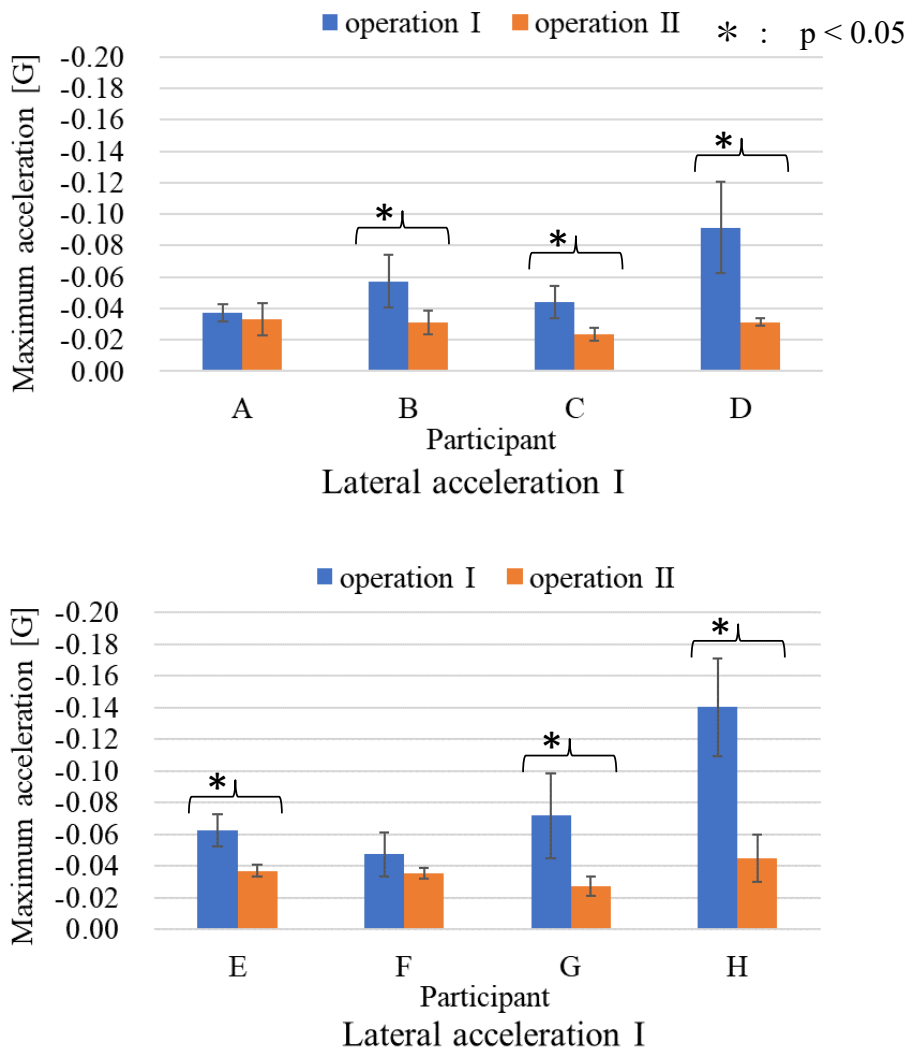


Fig. 4.4 Comparison of lateral acceleration I

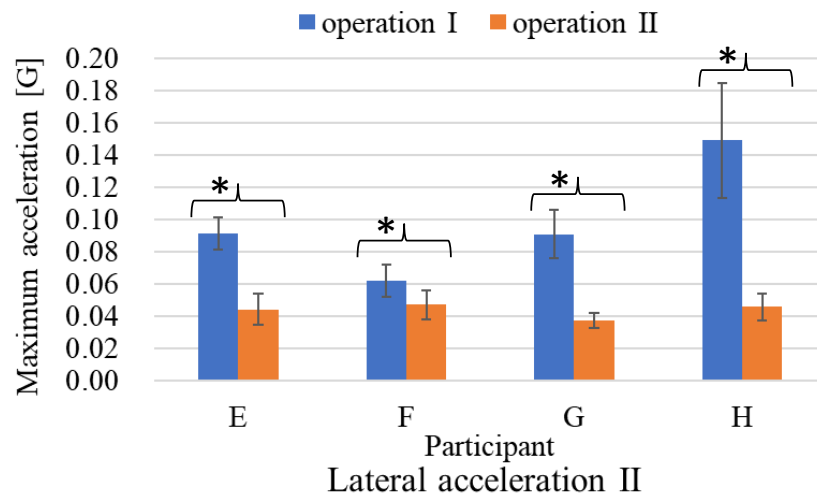
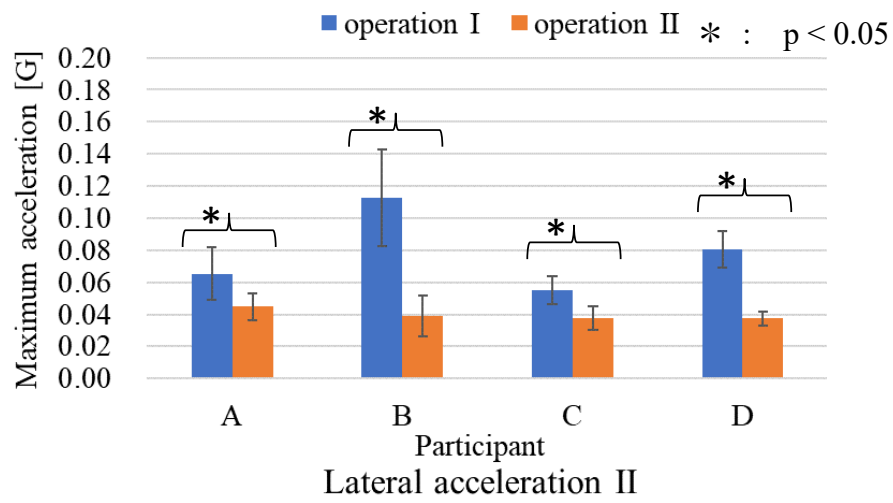


Fig. 4.5 Comparison of lateral acceleration II

#### 4.1.4 操舵開始距離

操舵開始距離についての分析方法を述べる。運転操作，映像評価で車線変更を開始するタイミングについて注目していた。そこで，駐車車両を回避するためにどのくらい手前でハンドルを切り始めたのかについて注目する。ステアリングの操舵角速度が最大になったときの運転車両の位置を走行軌跡と照らし合わせて運転車両の操舵開始点とする。Fig. 4.6 のように駐車車両の手前に設置しているポールと操舵を切り始めた運転車両の操舵開始点との距離を求めた。操作開始直後に操舵を切り始めた際の操舵開始距離は 133 m である。

車線変更するために操舵を切り始めた地点と駐車車両の手前のポールとの距離について運転操作I，IIの5本の操作の平均と標準偏差をまとめた結果を Fig. 4.7 に示す。

運転操作I，IIについて操舵開始距離の比較を行う。8名全てにおいて運転操作Iと比較して運転操作IIの方が車線変更のタイミングが早めになり，操舵開始距離が増加することが確認できた。8名中5名において運転操作Iと運転操作IIで有意差が確認できた。

実験協力者8名の運転車両と駐車車両との距離，左右最大加速度I，II，操舵開始距離について運転操作Iに対する運転操作IIの変化率を%で表示し，有意差を\*で Table 4.2 に示す。運転操作IIの操作量の数値が運転操作Iと比較して増加した場合を赤字，減少した場合を青字で示す。



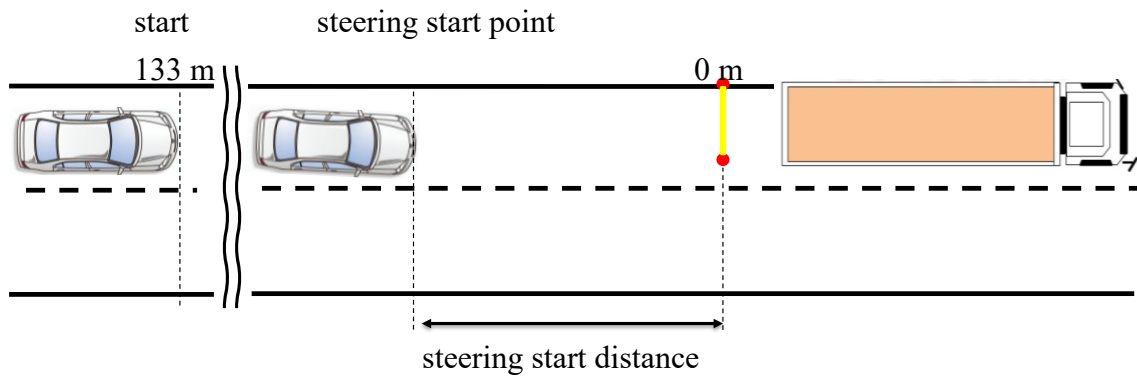


Fig. 4.6 Steering start distance

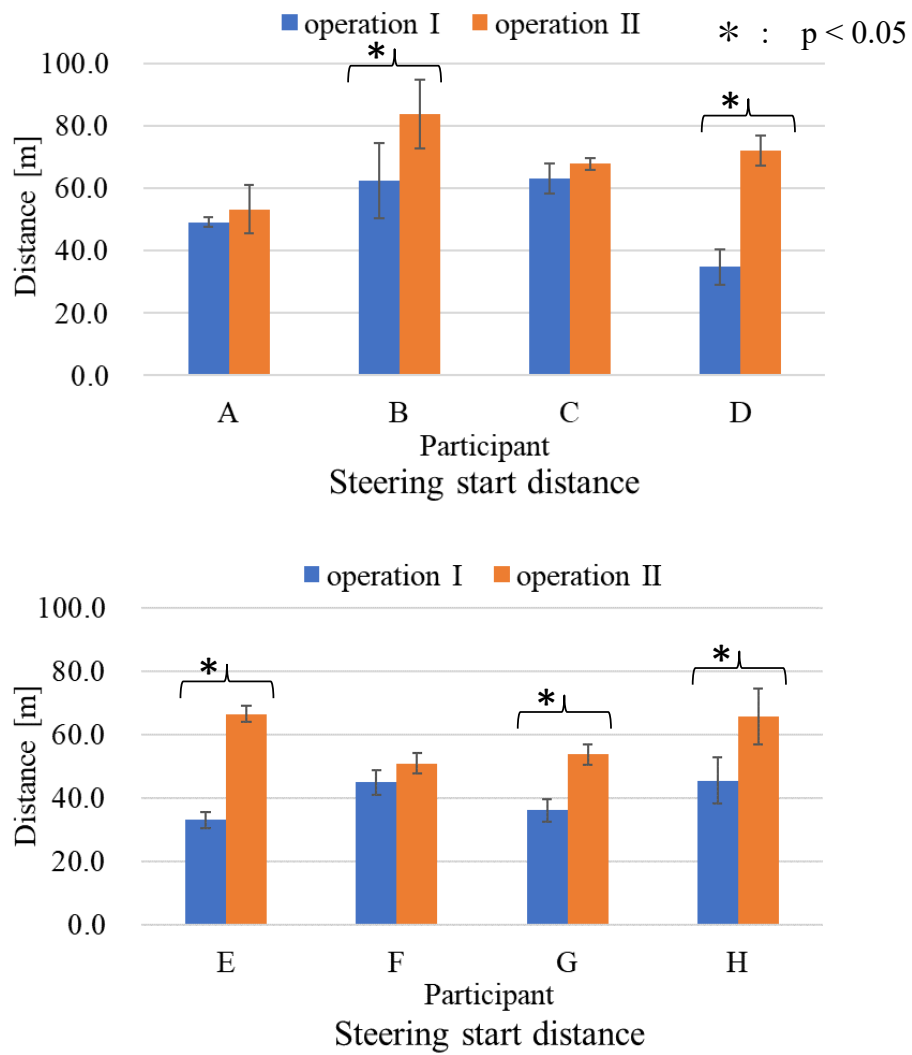


Fig. 4.7 Comparison of steering start distance

Table 4.2 Percentage change in operation

	distance to obstacle	lateral acceleration		steering start distance
		I	II	
A	+10%	-10%	-31% *	+8%
B	-8%	-45% *	-65% *	+34% *
C	+11%	-46% *	-32% *	+7%
D	-19% *	-66% *	-54% *	+107% *
E	+6%	-40% *	-52% *	+100% *
F	+7%	-25%	-24% *	+13%
G	+5%	-62% *	-59% *	+49% *
H	-2%	-68% *	-69% *	+44% *

## 4.2 視点の違いによる評価の結果

本節では、3.3, 3.5 節で述べた映像評価実験の視点の違いによる評価の結果について、4.2.1 節で映像評価実験Iについて、4.2.2 節で映像評価実験IIについて述べる。

### 4.2.1 映像評価実験I

映像評価Iの評価結果について述べる。映像評価Iのアンケート項目で取得した5本の走行から最も良い、悪い評価結果、各走行に対する接近度合、ふらつきの評価軸の選定結果を運転操作時の評価を含めて実験協力者毎に Table 4.3 に示す。1 列目は運転操作、2 列目から4 列目までは映像評価で、2 列目から運転席、助手席、後方俯瞰の視点での評価をそれぞれ示している。運転操作では5本の操作の中から最も良い操作は◎、二番目に良い操作は○、最も悪い操作は×で表している。映像評価では5本の映像の中から最も乗車したいと感じた映像の番号は◎、最も乗車したくないと感じた映像の番号は×で表している。映像評価において接近度合の評価軸を選んだ映像は青、ふらつきの評価軸を選んだ映像は緑で表している。

運転操作時に最も良いと評価した操作が、映像評価の際に3つの視点のうちいずれかの視点で最も良い走行だと評価した場合が8名中5名であった。運転操作時に2番目に良いと評価した操作を映像評価の際に3つの視点のうちいずれかの視点で最も良い走行だと評価した場合が8名中6名であった。映像評価において運転席、助手席、後方俯瞰の3つ視点で最も良いと評価した走行が全て一致することはなかった。3つの視点のうち2つの視点で最も良いと評価した走行が一致したのは8名のうち5名であった。5名のうち3名が運転席と助手席の視点、残りの2名は運転席と後方俯瞰、助手席と後方俯瞰の組み合わせであった。

運転操作時に最も悪いと評価した操作が映像評価の際に3つの視点全てで最も悪い走行だと評価された場合は8名中3名であった。運転操作時に最も良いと評価した操作が映像評価の際には3つの視点のうちいずれかの視点で最も悪い走行だと評価される場合が8名中3名で確認できた。

Table 4.3 Results of evaluation by viewpoints (video evaluation I)

	A					B					C					D				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
operation	×	◎	○			○			×	◎		◎	○	×			◎	○		×
driver's seat	◎	×				×				◎		◎		×		◎			×	
passenger seat	×				◎	◎	×					◎		×		◎	×			
rear view		×		◎			×			◎			◎	×			×	◎		
	E					F					G					H				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
operation		○	×	◎		○			×	◎		◎		○	×		○	◎	×	
driver's seat		◎		×				◎	×				◎	×			◎		×	
passenger seat	×			◎					×	◎				◎	×		◎		×	
rear view	×			◎			◎		×		◎		×					◎	×	

### 4.2.2 映像評価実験II

映像評価IIの評価結果について述べる。映像評価IIのアンケート項目で取得した4本の走行から最も良い、悪い評価結果、各走行に対する接近度合、ふらつきの評価軸の選定結果を運転操作時の評価を含めて実験協力者毎に Table 4.4 に示す。表のまとめ方は Table 4.3 と同じである。

8名のうち7名で運転操作Iより運転操作IIの方が映像評価において最も良い走行だと評価していた。残りの1名は助手席の視点では運転操作IIの方を選んでいた。運転操作IIの方が運転操作Iより良い走行だと評価した7名のうち5名で、運転操作IIの最も良いと評価した操作より2番目に良いと評価した操作の方が映像評価において最も良い走行だと評価していた。

Table 4.4 Results of evaluation by viewpoints (video evaluation II)

	A		B		C		D	
	I	II	I	II	I	II	I	II
operation	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎
driver's seat	◎	×	×	◎	×	◎	×	◎
passenger seat	×	◎	×	◎	×	◎	×	◎
rear view	◎	×	×	◎	×	◎	×	◎
	E		F		G		H	
	I	II	I	II	I	II	I	II
operation	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎
driver's seat	×	◎	×	◎	×	◎	×	◎
passenger seat	×	◎	×	◎	×	◎	×	◎
rear view	×	◎	×	◎	×	◎	×	◎

### 4.3 操作量による評価軸の結果

本節では、3.3, 3.5 節で述べた映像評価実験の操作量による評価軸の結果について、4.3.1 節で映像評価実験Iについて、4.3.2 節で映像評価実験IIについて述べる。

#### 4.3.1 映像評価実験I

映像評価Iの評価結果について述べる。運転操作Iで取得した5本の走行の中からトラック、中央分離帯、ガードレールとの距離が最も近い走行に印(●)をつけた。同様に、運転操作Iで取得した5本の走行の中から駐車車両を回避する前後の車線変更を行う際に発生した左右加速度が最も大きい走行に印をつけた。5本の運転操作の特徴を比較した結果を実験協力者でまとめたものを Table 4.5 に示す。1列目から3列目までは運転車両との距離の近さで1列目からトラック、中央分離帯、ガードレールとの距離を表している。4列目から5列目までは車線変更を行う際の左右加速度で4列目が駐車車両を回避する前の左右加速度、5列目が駐車車両を回避した後の左右加速度を表している。

8名のうち5名は5本の走行において運転車両と障害物との距離が最も近い走行と車線変更の際に発生した左右最大加速度が最も大きい走行は別々の走行であった。残りの3名は5本の走行において運転車両との距離が最も近い走行と車線変更の際に発生した左右最大加速度が最も大きい走行が一致した。最も特徴のある走行において評価軸である接近度合、ふらつきのどちらの評価軸が選ばれているかをまとめ、Table 4.6 に示す。

運転車両がトラック、中央分離帯、ガードレールとの距離が最も近い走行は映像評価の際に接近度合の方が多く選ばれており、割合は57%であった。車線変更を行う際に発生する左右の加速度が最も大きい走行は映像評価の際にふらつきの方が多く選ばれており、割合は61%であった。運転車両がトラック、中央分離帯との距離が最も近くかつ、車線変更を行う際に発生する左右の加速度が最も大きい走行は接近度合よりふらつきの方が多く選ばれていた。

Table 4.5 Result of evaluation axis by amount of operation (video evaluation I)

	A					B					C					D				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
operation	×	◎	○			○			×	◎		◎	○	×			◎	○		×
driver's seat	◎	×				×				◎		◎		×		◎				×
passenger seat	×				◎	◎	×					◎		×		◎	×			
rear view		×		◎			×			◎			◎	×			×	◎		
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
truck					●					●	●						●			
median strip	●							●						●					●	
guardrail					●			●							●			●		
acceleration I		●								●	●									●
acceleration II			●				●				●									●
	E					F					G					H				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
operation		○	×	◎		○			×	◎		◎		○	×		○	◎	×	
driver's seat		◎		×				◎	×				◎	×			◎		×	
passenger seat	×			◎					×	◎				◎	×		◎		×	
rear view	×			◎			◎		×		◎		×					◎	×	
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
truck	●								●				●				●			
median strip					●		●							●		●				
guardrail		●								●				●	●					
acceleration I				●		●					●									●
acceleration II		●				●					●									●

Table 4.6 Results of evaluation axes by distinctive operations (video evaluation II)

distinctive operation		evaluation axis	
distance to obstacle	lateral acceleration	closeness	stagger
●		36 (57%)	27 (43%)
	●	14 (39%)	22 (61%)
●	●	3 (33%)	6 (67%)

### 4.3.2 映像評価実験II

映像評価IIの評価結果について述べる。映像評価IIで用いた運転操作Iと運転操作IIの走行において、トラック、中央分離帯、ガードレールとの距離が最も近い走行に印をつけた。同様に、車線変更を行う際に発生した左右の加速度が最も大きい走行に印をつけた。映像評価IIで用いた運転操作の特徴を比較した結果を実験協力者でまとめたものを Table 4.7 に示す。表のまとめ方は Table 4.5 と同じである。

8名のうち実験協力者Aを除く7名で運転操作Iの走行に運転車両との距離が最も近い走行と車線変更の際に発生した左右最大加速度が最も大きい走行が一致した。運転操作Iの走行において評価軸である接近度合、ふらつきのどちらの評価軸が選ばれているかをまとめ、Table 4.8 に示す。

運転車両がトラック、中央分離帯との距離が最も近くかつ、車線変更を行う際に発生する左右の加速度が最も大きい走行が一致した運転操作Iにおいて、接近度合よりふらつきの方が多く選ばれており、割合は69%であった。



Table 4.7 Result of evaluation axis by amount of operation (video evaluation II)

	A		B		C		D	
	I	II	I	II	I	II	I	II
operation	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎
driver's seat	◎	×	×	◎	×	◎	×	◎
passenger seat	◎	×	×	◎	×	◎	×	◎
rear view	◎	×	×	◎	×	◎	×	◎
	I	II	I	II	I	II	I	II
truck		●	●		●		●	
median strip		●		●		●	●	
guardrail			●		●			●
acceleration I	●		●		●		●	
acceleration II	●		●		●		●	
	E		F		G		H	
	I	II	I	II	I	II	I	II
operation	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎
driver's seat	×	◎	×	◎	×	◎	×	◎
passenger seat	×	◎	×	◎	×	◎	×	◎
rear view	×	◎	×	◎	×	◎	×	◎
	I	II	I	II	I	II	I	II
truck	●		●		●		●	
median strip		●	●			●		●
guardrail	●		●		●		●	
acceleration I	●		●		●		●	
acceleration II	●		●		●		●	

Table 4.8 Results of evaluation axes by operation I (video evaluation II)

evaluation axis	
closeness	stagger
13 (31%)	29 (69%)

## 4.4 考察

運転操作Iより運転操作IIの方が運転操作時に意識、注意した操作の項目が増えていた。映像評価で自身の走行映像を視聴し、運転操作IIの際に運転操作Iでは意識しなかった点を改善し、不安感を与えない操作を心掛けたと考えられる。運転操作I, IIで障害物との距離、急ハンドル、車線変更のタイミングの3つの項目全てにおいて意識した操作者は存在しなかった。運転操作IIは運転操作Iに比べて障害物との距離、急ハンドルの2項目について多くの操作者が意識をしていた。運転操作IIに対して運転操作IIの車線変更を行う際の左右加速度については8名全ての操作者で有意差があり、大きく改善された操作であることが確認できた。

映像評価では運転操作時と比較して駐車車両であるトラックとの距離の近さに注目して評価していた。運転操作の際には障害物に接触しないように操作をしていたが、映像評価の際には駐車車両に接触はしていないものの運転操作に不安を感じる方が多く確認できた。そのため、運転操作IIにおいて、駐車車両の横を通過する際にわずかながら外側を走行する人が多く存在した。しかし、駐車車両であるトラックとの距離を意識して走行しすぎると、中央分離帯との距離が近くなり不安を覚える評価者が存在した。運転操作IIでは運転操作Iと比較して、多くの操作者で駐車車両の横を通過する際に第二車線の真ん中である1.68 mに近づいて走行することが確認できた。駐車車両、中央分離帯の両方に注意した操作を心掛けたと考えられる。また、車線変更のタイミングが遅く、駐車車両の近くで回避すると映像評価の際に不安を感じるコメントがあった。今回は後続車を無視しているため、運転者のタイミングで車線変更が可能な操作であった。そのため、運転操作IIでは車線変更のタイミングにゆとりをもって、運転操作Iと比較して手前に車線変更を行うことを意識したと考えられる。運転操作時に車線変更や路肩に停車する際のハンドル操作を映像評価においては、想像していたよりも急激なハンドル操作だと感じる場合が多く見られた。そのため、運転操作IIにおいて、車線変更を行う際の車両に発生する左右最大加速度が運転操作Iと比較して大きく減少したと考えられる。また、8名のうち7名で駐車車両を回避する前の左右加速度Iより駐車車両を回避した後の左右加速度IIの方が大きい数値であることが確認できた。駐車車両を回避する前の操作の方により注意が向けられていたと考えられる。

運転操作Iで最も良いと評価した操作が映像評価Iの3つの視点全てで最も良い走行だと一致しなかった。運転者、搭乗者、周囲の一般車両の全ての環境に配慮した運転操作

をいきなり実現することは難しいことであると考えられる。8名中2名で運転操作時に5本の中から最も良いと評価した操作が、運転席の視点での映像評価の際には最も悪いと評価されていた。運転操作時にはトラックやガードレールに余裕をもって距離を取ったが、映像評価だと運転車両との距離が近すぎる、または大きく回避しすぎてふらつきを感じたとコメントで確認できた。同じ視点であるため、運転操作時の評価と運転操作をしない映像評価の違いが大きいと考えられる。運転操作の時には多くの情報を判断して操作する必要があるため、正確な判断が難しい状況にある。運転操作Iで最も良いと評価した操作が映像評価Iの助手席、後方俯瞰の視点では最も悪いと評価された場合も確認できた。運転者、搭乗者、周囲のドライバのように評価する立場が異なることで、運転に対して捉え方に差があると考えられる。運転者が安全な操作だと感じて、周りの乗客には運転者と同じように安全だと感じない場合もあるため気を付ける必要がある。8名中3名において運転操作Iで最も悪いと評価した操作が、映像評価の3つの視点全てで最も悪いと評価されていた。運転操作時に上手く操作できなかったと評価した際、何かしらの操作ミスが発生している。そのため、運転操作時に最も悪いと評価した操作においては、映像評価の際にも悪いと評価されたと考えられる。

映像評価IIにおいて、運転操作Iに比べ運転操作IIの方が最も良いと評価した場合が多く確認できた。映像評価Iを実施したことで運転操作IIの際に安全な操作を心掛けたと考えられる。運転操作IIのアンケートにおいて、8名中6名の方がトラックやガードレールとの距離を意識し、8名中5名の方が急ハンドルを意識したとあった。映像評価IIの3つの視点において、運転操作IIで最も良い操作の方ではなく、2番目に良いと評価した操作の方が多く選ばれていた。映像評価Iと同じく、運転操作時に感じた評価と映像で振り返る評価では運転に対する捉え方に差があると考えられる。

運転席と助手席の視点において最も良いと評価した走行が一致する場合は後方俯瞰の視点と比較して多いことが確認できた。運転席、助手席のように車両内、後方俯瞰のように車両外で評価をする違いは大きく、評価に影響されると考えられる。後方俯瞰の視点は運転席や助手席より、各映像における運転車両と障害物との距離の近さの違いを確認しやすい。後方俯瞰と比較して運転席と助手席の視点の違いが小さいため、評価が一致するが多かったと考えられる。

映像評価Iでトラック、中央分離帯、ガードレールとの距離が最も近い走行ではふらつきよりも接近度合の評価軸に多く選ばれていた。車線変更の際に発生した左右加速度が最も大きい走行では接近度合よりもふらつきの評価軸が多く選ばれていた。運転車両

と障害物との距離が近い操作や急ハンドルといった特徴のある運転操作は映像評価の際にも接近度合やふらつきに特徴のある走行映像だと判断する傾向が高いため、不安を感じる操作には気を付ける必要がある。運転操作IIで車線変更を行う際に滑らかなハンドル操作を心掛けた操作者が多く存在した。その結果、運転操作Iと運転操作IIにおいて車線変更を行う際の車両に発生した左右最大加速度に多くの操作者で有意差が見られた。映像評価IIにおいてはハンドル操作に意識して評価を行ったため、接近度合よりふらつきの評価軸の方が多く選ばれていたと考えられる。

映像評価のコメントにおいて、3つの視点から自身の走行映像を視聴したことで運転操作時には気付かなかった点を客観的に把握していたことが確認できた。映像評価で把握したことを運転操作に意識し、実際の操作量に数値として反映されたことが確認できた。以上の点より運転時とは異なる視点を取り入れて自身の運転操作を振り返ることで運転操作の技術向上を示すことができたと考える。

# 第5章

## 結論

### 5.1 まとめ

現在、自動運転車の実現に向けて遠隔型自動運転システムのガイドラインに従い、様々な場所では実証実験が行われている。ドライバの操作ミスが原因となる交通事故件数の減少、高齢化・過疎地域における公共交通機関などのドライバ不足といった社会的な問題の解決が期待されている。一方、実証実験において、路上駐車が原因で自動運転中に手動介入が必要となる事例や、搭乗者が自動運転車両の運転操作に不安を感じたことが問題点として報告されている。手動介入をする際、運転者が安全な運転操作を心掛けているつもりであっても、搭乗者や周囲の車両の人が想定とは異なる車両の挙動だと判断した際に、不安や危険な運転操作だと感じることもある。運転者として運転操作をしている際と、搭乗者や周囲の車両からその運転操作を体験する際には、運転に対する捉え方やその評価基準に違いがあると考えられる。また、ドライバの運転行動の改善には、運転後にドライバ自身の運転を振り返ることが有効な方法の一つであるとされている。より安全安心な運転を心がけるうえで、これらの差異を考慮した振り返りが有効であると考えられる。

本研究では、搭乗者や周囲の一般車両のドライバが不安を覚える運転操作を明らかにし、運転者の運転操作技術向上の実現を目的とした。そこで、搭乗者や周囲の一般車両のドライバといった客観的な立場に立って自身の運転操作を振り返り、運転評価を行う実験を検討した。

運転操作での運転席の視点に加え、自身の走行映像を視聴する映像評価では運転車両内の搭乗者を想定した助手席、運転車両外の周囲の人を想定した後方俯瞰の2つの視点を追加した。ドライビングシミュレータを用いて、駐車車両の回避を行う運転操作と自身の運転操作の走行映像を運転席、後方俯瞰、助手席の3つの視点で視聴する映像評価の2種類の実験を各2回実施した。運転操作Iでは駐車車両の回避の運転操作を行った。

映像評価Iでは運転操作Iで取得した自身の走行を視聴した。運転操作IIでは映像評価Iの直後に駐車車両の回避の運転操作を行った。映像評価IIでは運転操作I、IIで上手く操作できたと評価した走行を抽出して視聴した。映像評価を踏まえて、再び運転操作をする際に何を意識して操作をしたのかを聞き取った。意識した点が走行データにおいて数値として向上されているのか、映像評価において、運転操作Iと比較して運転操作IIの方が向上された運転操作として評価されるのかを検証した。

運転操作Iと比較して運転操作IIでは、運転者が駐車車両との距離、車線変更の際のハンドル操作に注意していた。運転操作Iと比較して運転操作IIでの車線変更の際に発生する左右最大加速度が大きく減少し、8名の操作者全てで有意差のある改善が確認できた。映像評価IIでは運転操作IIの方が運転操作Iより駐車車両との近さ、車線変更の際のハンドル操作に配慮した良い走行であると8名のうち7名で評価していた。

これらの結果から、自身の走行映像を運転操作時とは異なる視点で視聴し運転操作を振り返ることで、搭乗者や周囲の一般車両が不安を感じる操作に配慮した運転操作を行うことが示された。

## 5.2 今後の課題

今後の課題として、後続車の走行により車線変更を行うタイミングが大きく左右され、後続車によって運転評価に影響が出ると考えられる。今回はばらつきのない操作を収集するために後続車の存在を無視したが、今後後続車について検討していく必要がある。また、運転歴や性別、年齢といった偏りがなく多くの実験参加者によって運転評価を確認する必要がある。最後に、今回は自身の運転操作の走行映像を視聴した。他の操作者の走行映像を視聴する評価を追加し検討する必要があると考える。

---

## 参考文献

---

- [1] “自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン”，警察庁  
<<https://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/gaideline.pdf>>（参照日 2024/01/26）。
- [2] 今井猛嘉：「自動運転に関する法整備」，国際交通安全学会誌 Vol.47, No.3, pp.29-35 (2023).
- [3] “官民 ITS 構想・ロードマップこれまでの取組と今後の ITS 構想の基本的考え方”，内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室  
<[https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/its\\_roadmap\\_20210615.pdf](https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/its_roadmap_20210615.pdf)>  
（参照日 2024/01/26）。
- [4] “高齢者の移動ニーズに対応した旅客運送サービスに関する調査研究”，国土交通省<<https://www.mlit.go.jp/pri/houkoku/gaiyou/pdf/kkk156.pdf>>（参照日 2024/01/26）。
- [5] 鎌田実：「自動運転技術・取組の最近の動向」，学術の動向 pp.51-55 (2022).
- [6] “国内初のレベル4自動運転移動サービスのための認可・許可取得”，経済産業省<<https://www.road-to-the-l4.go.jp/activity/theme01/eiheiji-autholization/>>（参照日 2024/01/26）。
- [7] 中田諒，藤村亮太，中川敏正，関谷浩孝，井坪慎二，岩里泰幸：「一般道路における自動運転サービスの社会実装に向けた研究～手動介入発生要因の特定と対策及び社会受容性の把握～」，国土技術政策総合研究所資料 第 1161 号，pp.18-39 (2021).
- [8] “自動運転車の定義及び政府目標”，国土交通省  
<<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001371533.pdf>>（参照日 2024/01/26）。
- [9] “ACC（アダプティブ・クルーズ・コントロール）|Honda の安全技術”，本田技研工業<<https://www.honda.co.jp/tech/auto/safety/ACC.html>>（参照日 2024/01/26）。
- [10] “衝突被害軽減ブレーキについて | 自動車総合安全情報”，国土交通省  
<<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/esc.html>>（参照日 2024/01/26）。
- [11] “【MAZDA】LAS（レーンキープアシストシステム | アクティブセーフティ技術”，マツダ株式会社<[https://www.mazda.com/ja/archives/safety2/active\\_safety/las/](https://www.mazda.com/ja/archives/safety2/active_safety/las/)>  
（参照日 2024/01/26）。

- [12] 杉町敏之, 石川晃太郎:「自動車の遠隔操縦者の運転特性とインタフェースに関する研究」, 自動車技術会論文集 Vol.54, No.6, pp.1191-1197 (2023).
- [13] 大前学, 小高悠詩:「自動車の遠隔操縦における体感情報の欠如や視覚情報の条件が低速運転に与える影響の評価」, 自動車技術会論文集 Vol.43, No.2, pp.649-654 (2012).
- [14] 水島知央, 神蔵貴久, 大前学:「遠隔型自動運転システムにおける遠隔操作時の映像遅延が操舵の操作に与える影響の評価」, 自動車技術会論文集 Vol.50, No.3, pp.970-976 (2019).
- [15] 五十住巧, 田崎勇一, 永野光, 横小路泰義, 亀岡翔太:「自動車の遠隔操縦に求められる映像品質に関する実験的評価」, 自動車技術会論文集 Vol.52, No.3, pp.615-620 (2021).
- [16] 赤松幹之:「自動運転が社会的に受け入れられるために」, 応用心理学研究, Vol.45, No.2, pp.145-151 (2018).
- [17] 斎藤学, 巢籠大司:「遠隔操縦者に求められるシーマンシップスキル」, シーマンシップ研究, No.216, pp.37-40 (2020).
- [18] “自動車の映像記録型 ドライブレコーダー装置について”, 国土交通省<<https://www.mlit.go.jp/monitor/R1-kadai01/24.pdf>> (参照日 2024/01/27) .
- [19] 中村愛, 宮武昌裕, 島崎敢, 石田敏郎:「ドライブレコーダ映像を用いた運転評価の実用可能性—足元カメラと車体左側方カメラの追加効果—」, 人間工学 Vol.50 , pp.228-229 (2014).
- [20] 永井正夫:「ドライブレコーダによる運転特性の分析技術」, 日本機械学会誌 Vol.109, No.1056, pp.23-25 (2006).
- [21] 佐々木諒, 稲垣具志, 竹本雅憲, 大倉元宏:「ヒヤリハット分析に基づいた自転車通行方法の安全性評価に関する研究—ドライブレコーダ データを活用した錯綜状況の定量化—」, 土木学会論文集 Vol.70, No.5, pp.859-868 (2014).
- [22] “自動走行の実現および普及に向けた取り組み報告と方針 Version 5.0”, 経済産業省  
<[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/automobile/jido\\_soko/pdf/20210430\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/jido_soko/pdf/20210430_01.pdf)> (参照日 2024/01/27) .
- [23] 愛知工業大学:「人にやさしい遠隔操縦付き自動運転の開発」, 総研 22 号分野横断型研究成果概要 01, pp.64-66 (2019).



- [24] Arne Helland, Gunnar D. Jenssen, Lone-Eirin Lervag, Andreas Austgulen Westin, Terje Moen, Kristian Sakshaug, Stian Lydersen, Jorg Morland, and Lars Slordal, “Comparison of Driving Simulator Performance with Real Driving after Alcohol Intake”, *Accident Analysis and Prevention*, Vol.53, pp.9-16 (2013) .
- [25] 坂村祐希, 富田瑛智, 宍戸英彦, 木浪田鶴, 井上和哉, 亀田能成, 原田悦子, 北原格:「拡張現実を用いた自動走行車両搭乗者の安心感の向上」, 情報処理学会研究報告 Vol.179, No.3, pp.1-8 (2019).
- [26] 坂村祐希, 北原格:「自動走行車両搭乗者の印象操作を目的とした AR 体験システム」, 日本バーチャルリアリティ学会 Vol.25, No.1, pp.23-26 (2020).
- [27] Mohamed Elbanhawi, Milan Simic, and Reza Jazar, “In the Passenger Seat Investigating Ride Comfort Measures in Autonomous Cars”, *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine* Vol.7, Issue 3, pp. 4-17 (2015).
- [28] Brandon Schoettle and Michael Sivak, “A Survey of Public Opinion about Autonomous and Self-driving Vehicles in the u.s.,the u.k. and Australia”, *International Conference on Connected Vehicles and Expo* Vol.11 pp.11-14 (2014).
- [29] 西堀泰英, 森川高行, 谷口綾子, 富尾 祐作:「無人タクシー試乗体験時の利用意向の要因分析」, 自動車技術会論文集 Vol.49, No.4, pp.874-879 (2018).
- [30] 西堀泰英, 富尾祐作, 谷口綾子, 森川高行:「自動走行車に対する自動走行車体験試乗参加者の意識」, 第 55 回土木計画学研究発表会・講演集 pp.1-7 (2017).
- [31] 飯田克弘, 吉村海斗, 蓮花一己, 多田昌裕, 高橋秀喜, 山本隆:「運転者の不安と不安全な運転状態との関連性」, 第 39 回交通工学研究発表会論文集 No.113 pp.727-734 (2019).
- [32] 平松真知子, 青木元伸, 中島伸一郎, 瀬口秀則, 柳卓良:「対向車のある駐車車両回避場面でのドライバの判断と行動特性」, 自動車技術会論文集 Vol.52, No.2, pp.369-375 (2021).
- [33] 平松真知子, 横澤晃平, 青木元伸, 瀬口秀則, 柳卓良:「混雑時の車線変更場面での熟練ドライバの運転行動特性」, 自動車技術会論文集 Vol.54, No.4, pp.757-763 (2023).
- [34] 竹本雅憲, 坂口靖雄, 樋口和則, 名切末晴, 小花麻純, 佐々木和也:「車線変更における運転行動評価指標の構築」, 自動車技術会論文集 Vol.42, No.1, pp.49-54 (2011).

- [35] 荒田啓太郎, 角薫:「バーチャルリアリティで他者の視点を体感するドライビングシミュレータの研究」, 情報処理学会研究報告 Vol.50, No.1, pp.1 -5 (2018).
- [36] 坂野輝雄:「シミュレータによる運転者教育の現状と展望」, 国際交通安全学会誌 Vol.27, No.1, pp.25 -31 (2001).
- [37] 城戸恵美子, 新垣紀子, 青山征彦, 朴信映, 河原健太:「市街地における運転者・歩行者の不安感を考慮した自動運転の検討」, 特集一車, 運転あるいはモビリティをめぐる認知科学 Vol.25, No.3, pp.293-309 (2018).
- [38] 南部駿太, 増田寛之, 布施陽太郎, 澤井圭, 本吉達郎, 高木昇:「自動運転に対して乗員の抱く不安感と乗員の運転特性の関連性」, 日本知能情報ファジィ学会誌 Vol.35, No.3, pp.720-730 (2023).
- [39] 藤掛和広, 田中貴紘, 吉原佑器, 米川隆, 稲上誠, 青木宏文:「ドライバエージェントの運転支援及び振り返り支援による運転行動改善の効果」, 自動車技術会論文集 Vol.50, No.1, pp.134-141 (2019).
- [40] 向井希宏, 蓮花一己, 小川和久:「高齢ドライバーに対する教育プログラムの開発」, 国際交通安全学会誌 Vol.32, pp.14-22 (2007).
- [41] “マルチビューカメラシステム”, 本田技研工業  
<[https://global.honda.jp/tech/MultiView\\_Camera\\_System\\_MVCS/](https://global.honda.jp/tech/MultiView_Camera_System_MVCS/)> (参照日 2024/01/27) .
- [42] “道路構造令第5条第4項”, 国土交通省,  
<[https://www.mlit.go.jp/road/sign/pdf/kouzourei\\_3-2.pdf](https://www.mlit.go.jp/road/sign/pdf/kouzourei_3-2.pdf)> (参照日 2024/01/27) .
- [43] “道路交通法 交通の方法に関する教則”, 国土交通省  
<<https://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/kyousoku/index.htm>> (参照日 2024/01/27) .
- [44] 田中誠柳:「地域の医療を支援する道路整備のあり方検討」, 国土交通省 東北地方整備局管内 技術研究発表会, 2007.
- [45] 畠中秀人, 平沢隆之, 真部泰幸, 渡邊寧, 井上洋, 竹中憲郎, 川崎弘太:「プローブデータを活用した安全走行支援サービスに関する検討」, 第6回 ITS シンポジウム, pp.321-326 (2007).
- [46] 竹本雅憲, 樋口和則:「駐車車両側方通過時における不安全運転行動の特徴分析」, 人間工学 Vol.48, No.1, pp.7-16 (2012).

---

# 謝辞

---

本研究を進めるにあたり、三重大学大学院工学研究科機械工学専攻 池浦良淳教授には研究に関する有益なご助言を頂き、深く感謝致します。厚く御礼申し上げます。

また、大変お忙しい中、本論文を査読して頂くと共に、多数のご教示、ご助言を賜りました三重大学大学院工学研究科機械工学専攻 小竹茂夫教授に厚く御礼申し上げます。

また、三重大学大学院工学研究科機械工学専攻 早川聡一郎准教授には研究活動に行き詰った際には親身に話を聞いていただき、的確なアドバイスをして頂き、深く感謝致し、厚く御礼申し上げます。

また、香川大学創造工学部機械システムコース 堤成可講師には終始多大なる御指導、御鞭撻を親身になって行って頂き、深く感謝致し、厚く御礼申し上げます。

そして、実験装置の製作にあたり、親身な御協力、御尽力、アドバイスをくださった吉田俊一技官に厚く御礼申し上げます。

また、研究室での生活を楽しく豊かにして頂き、実験に協力していただいた、修士1年生、学部4年生の皆様に感謝し、今後のご活躍を期待しております。

そして、研究室生活を忘れる事の出来ない充実したものにして頂いた修士2年生の内田雄大氏、後藤倫太郎氏、鈴木理央氏、棚瀬直浩氏、谷口泰誠氏、西村晟央氏、森井省吾氏、三岩功季氏には心より感謝の意を表します。

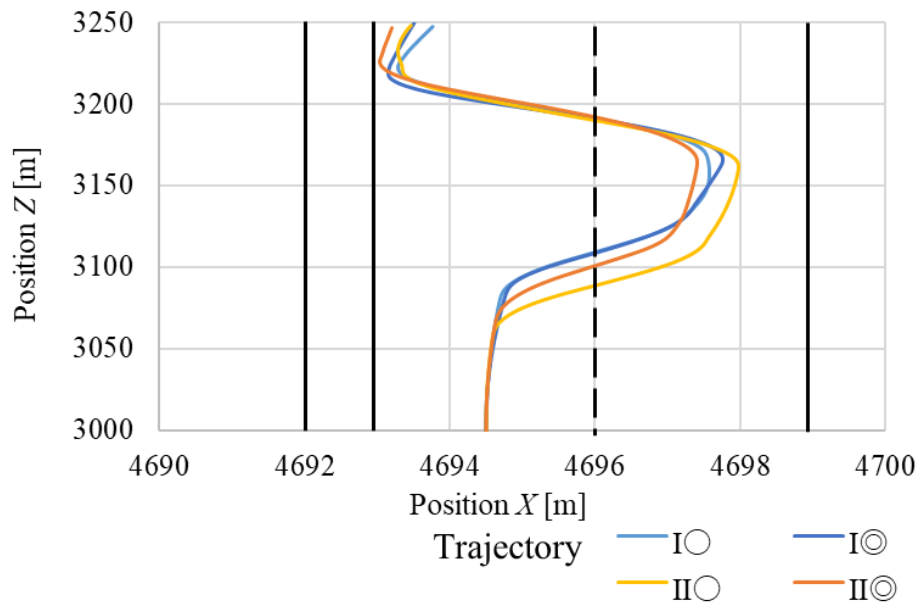
最後に、大学院在籍中、惜しめない援助を送ってくださった家族のお陰で充実した素晴らしい勉強・研究生活を送ることができました。感謝の気持ちを述べることで謝辞の最後とさせていただきます。

---

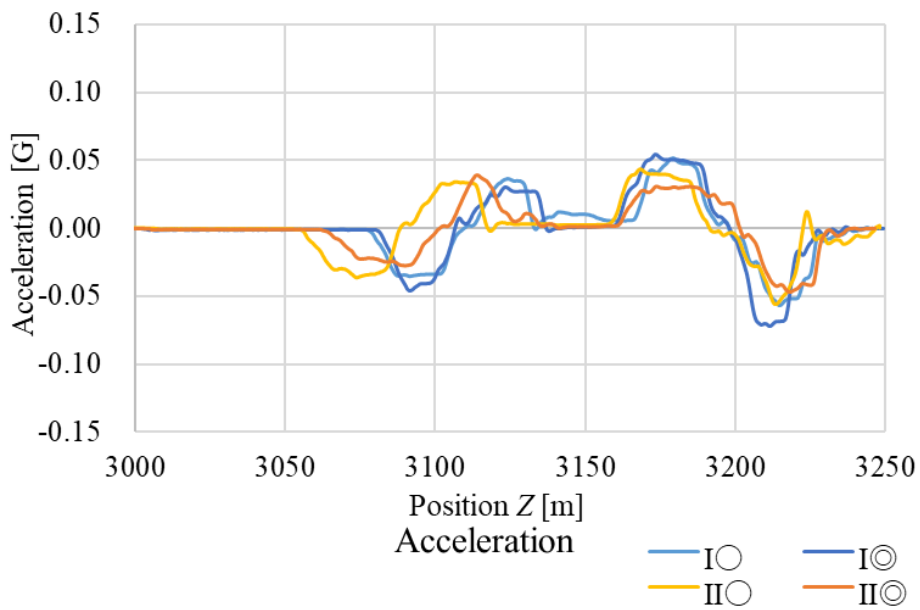
# 付録

---

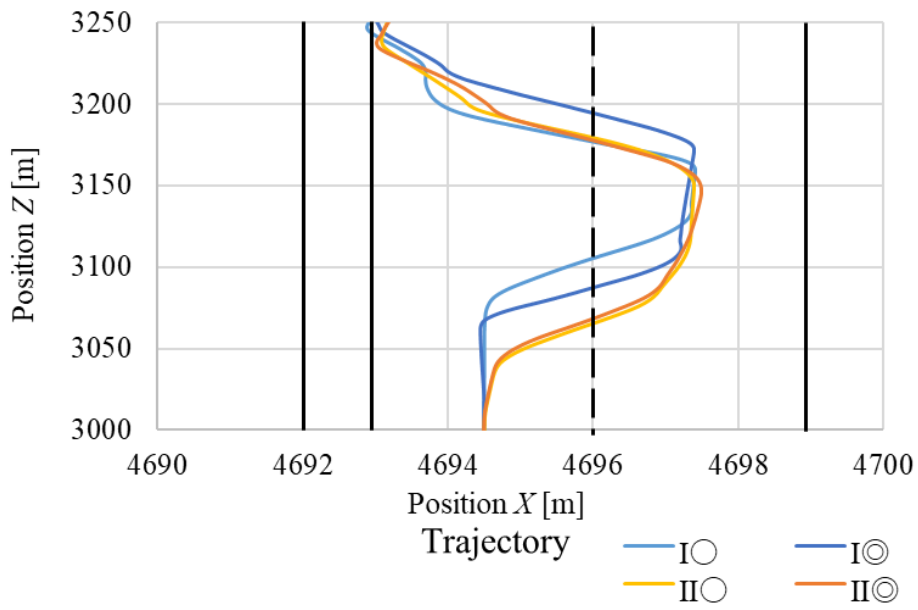
付録として、本研究で実施した実験に関するデータや主観アンケート用紙について掲載する。Sample 1 には 3.5 節で述べた映像評価IIで使用した 4 本の走行データを実験協力者毎にまとめたものを載せる。Sample 1.1 は走行軌跡，Sample 1.2 は加速度を示す。Sample 1.1 の縦軸は進行方向，横軸は操舵方向の距離を表す。Sample 1.2 の縦軸は操舵方向の加速度，横軸は進行方向の距離を表す。軌跡の色は運転操作Iで最も良いと評価した操作を青，2 番目に良いと評価した操作を水色，運転操作IIで最も良いと評価した操作を橙，2 番目に良いと評価した操作を黄色で表している。Sample 2 には運転操作Iで意識，注意した操作，映像評価Iで運転席，助手席，後方俯瞰の 3 つの視点で気付いたコメントを実験協力者でまとめて載せる。Sample 3 には運転操作IIで意識，注意した操作，映像評価IIで運転席，助手席，後方俯瞰の 3 つの視点で気付いたコメントを実験協力者でまとめて載せる。Sample 4 には 3.2 節で述べた運転操作実験で用いたアンケート用紙を示す。Sample 5 には 3.3 節で述べた映像評価実験で用いたアンケート用紙を示す。



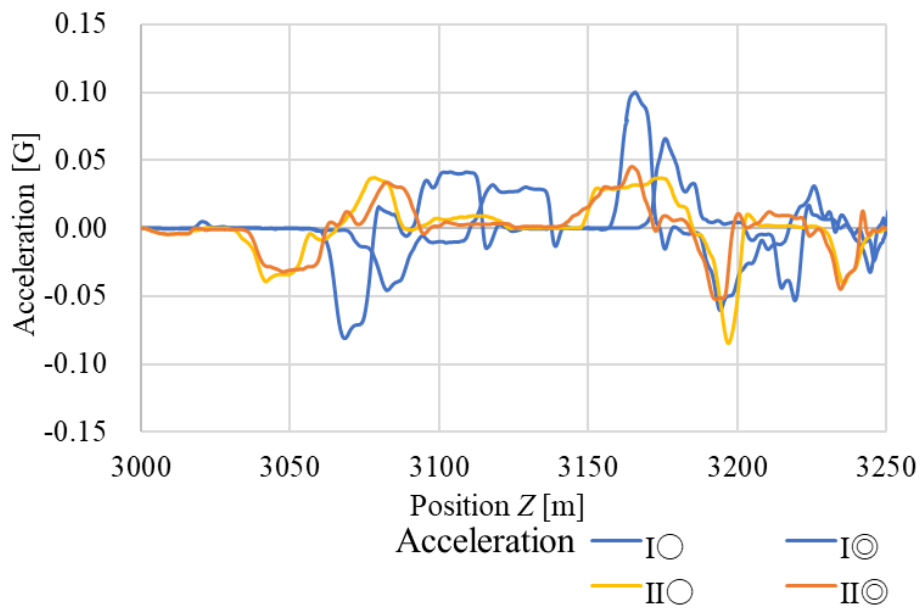
Sample 1.1 Driver A Trajectory



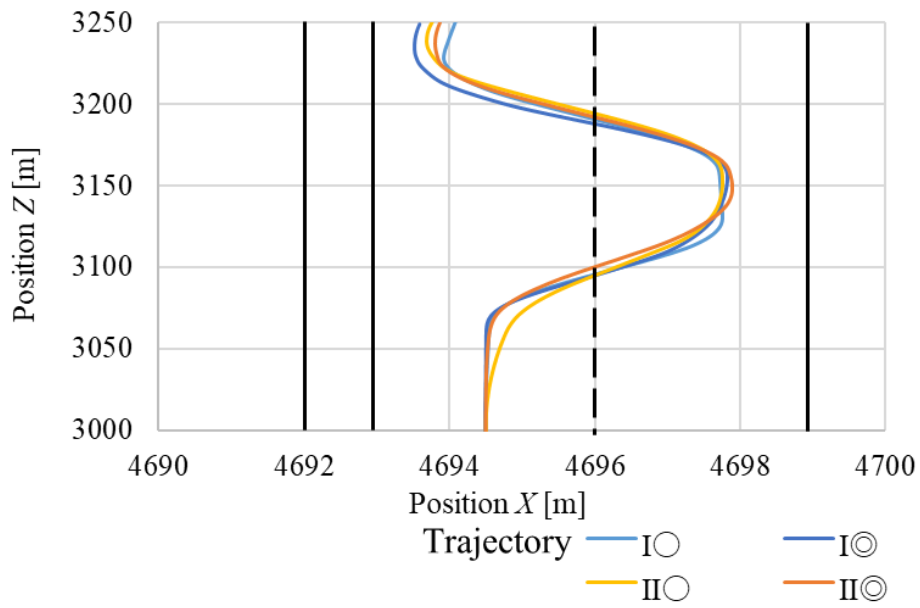
Sample 1.2 Driver A Acceleration



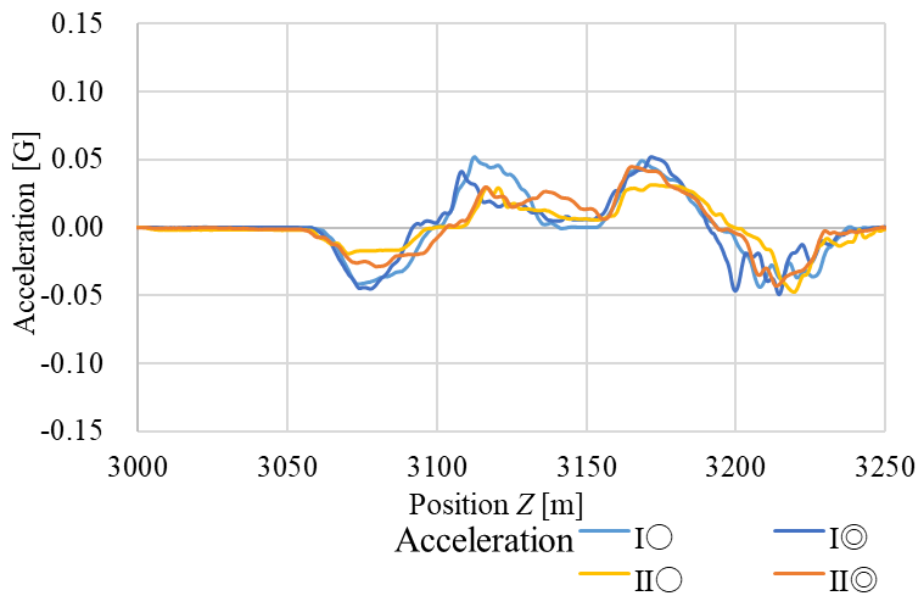
Sample 1.1 Driver B Trajectory



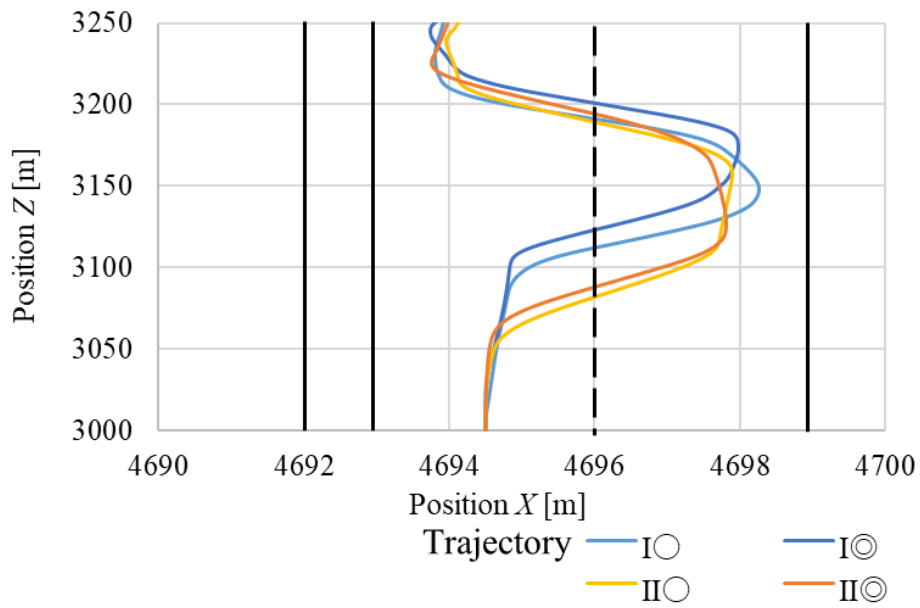
Sample 1.2 Driver B Acceleration



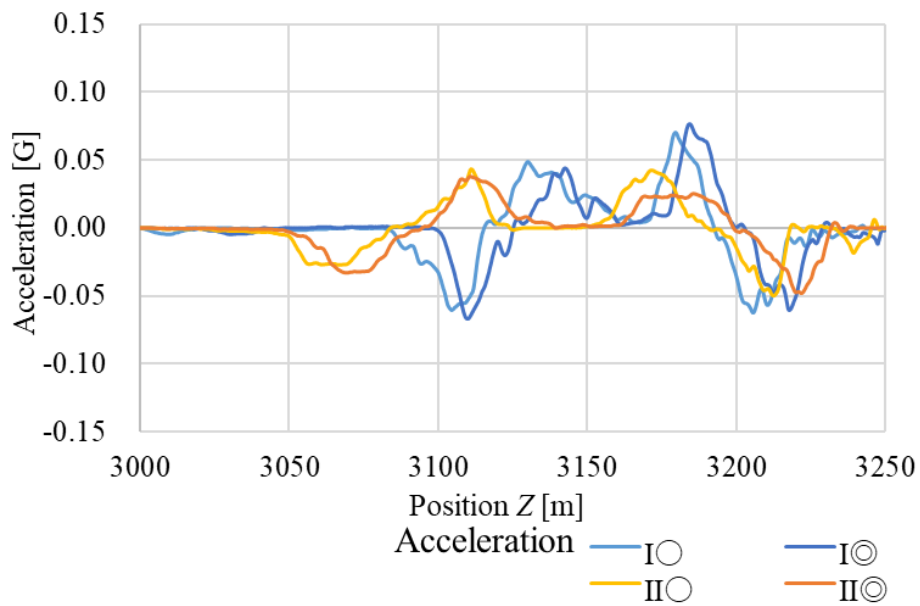
Sample 1.1 Driver C Trajectory



Sample 1.2 Driver C Acceleration

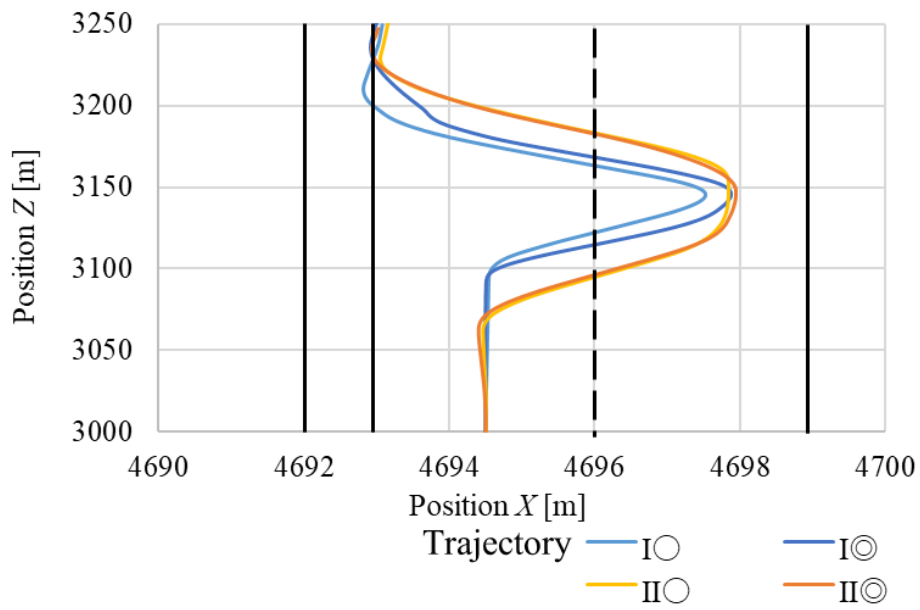


Sample 1.1 Driver D Trajectory

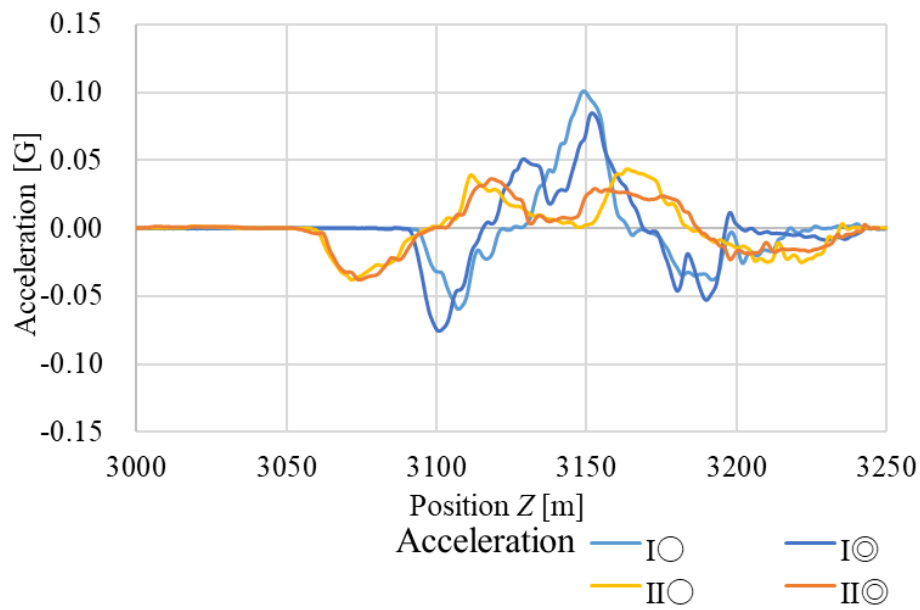


Sample 1.2 Driver D Acceleration

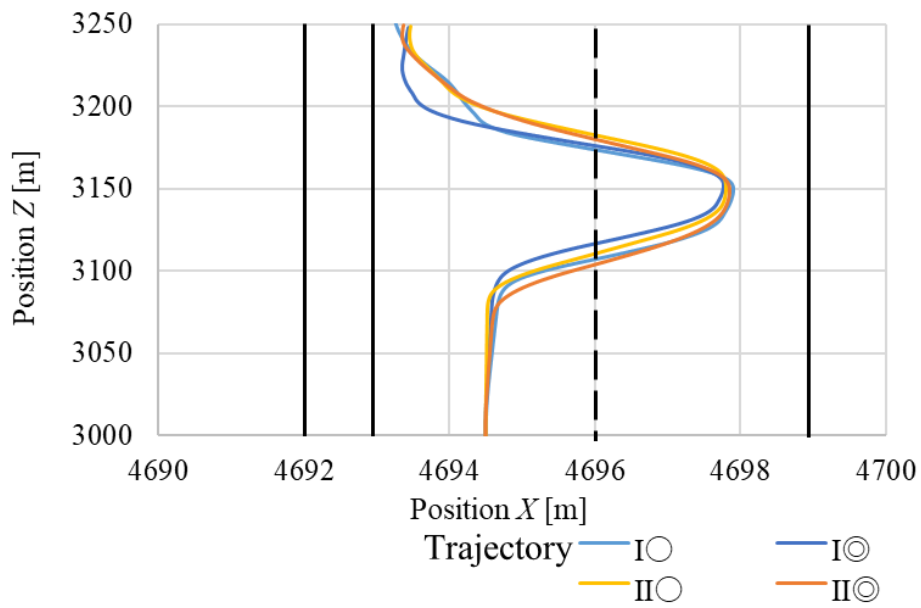




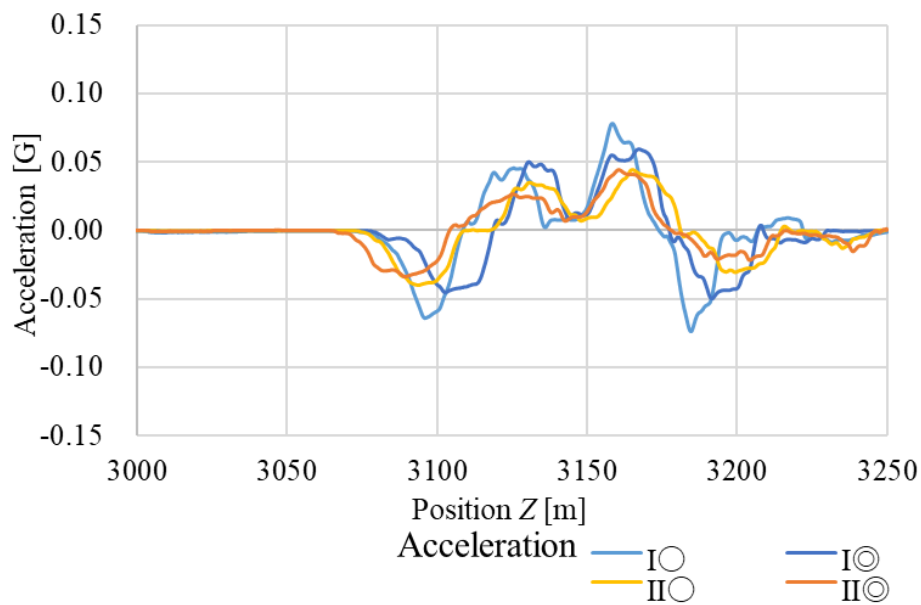
Sample 1.1 Driver E Trajectory



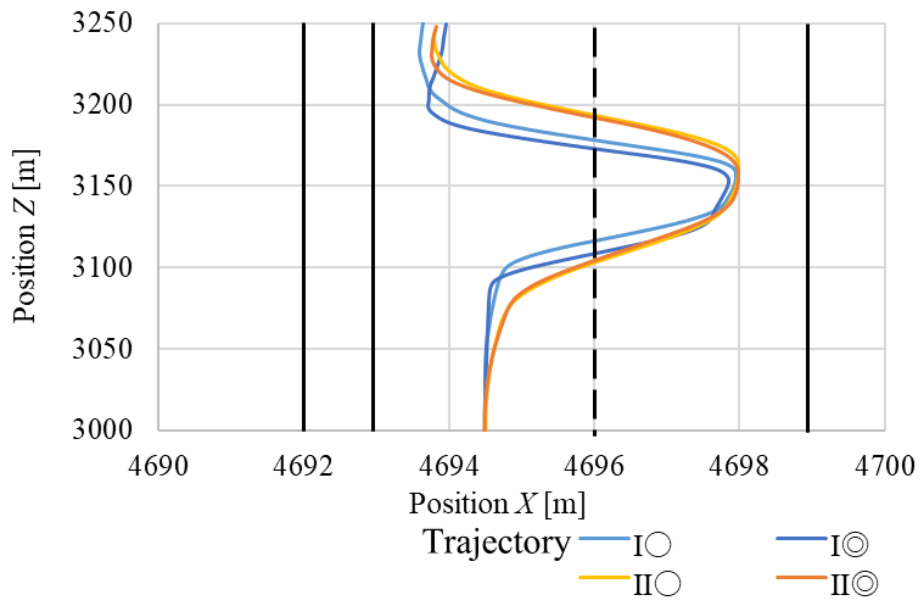
Sample 1.2 Driver E Acceleration



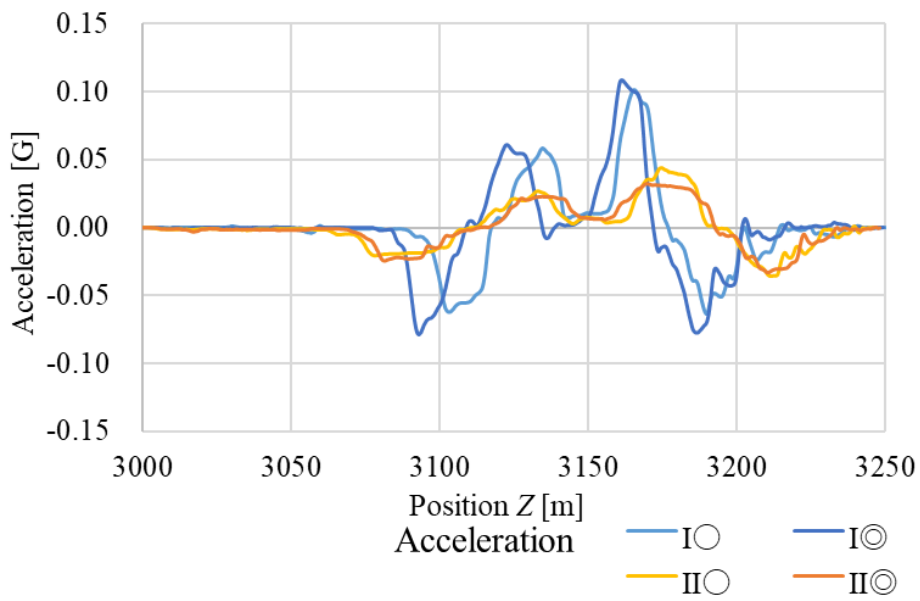
Sample 1.1 Driver F Trajectory



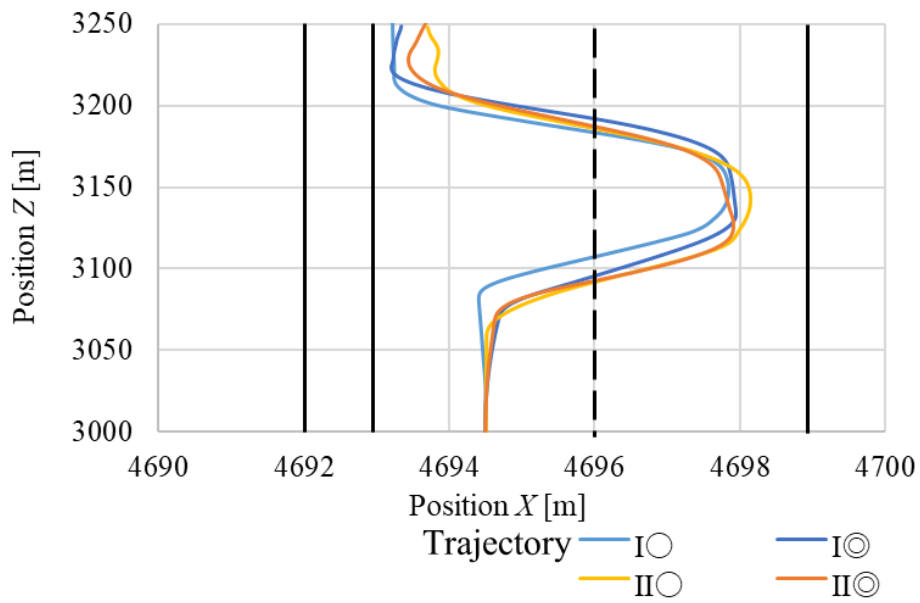
Sample 1.2 Driver F Acceleration



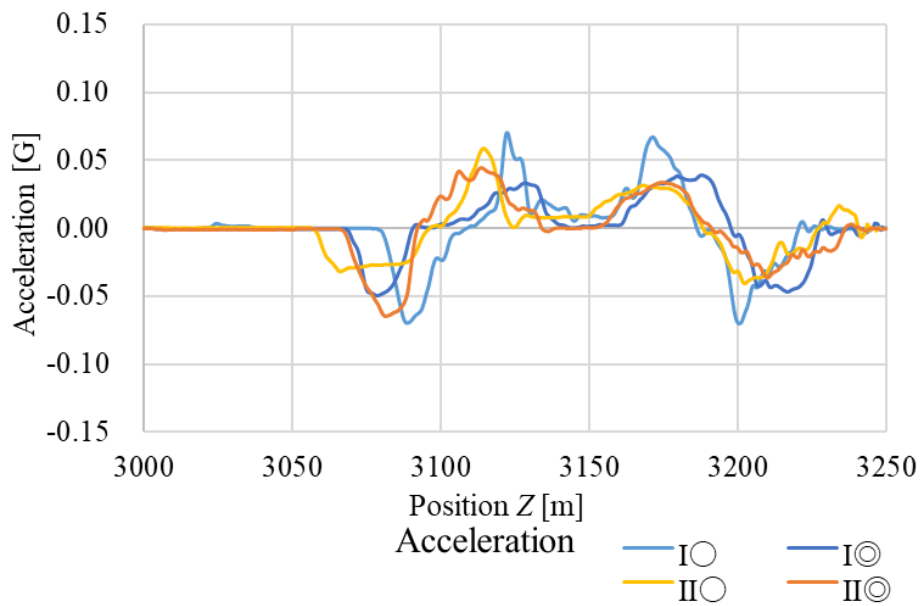
Sample 1.1 Driver G Trajectory



Sample 1.2 Driver G Acceleration



Sample 1.1 Driver H Trajectory



Sample 1.2 Driver H Acceleration

運転操作I		映像評価I		
運転操作		運転席	助手席	後方俯瞰
A	車線変更の際のハンドル操作	各映像の違いが分かりにくい	中央線との距離が把握しやすい	ガードレールとの距離が把握しやすい
B	車線変更のタイミング	減速の仕方やふらつき	速度感が違って見える	車両との近さが分かりやすい
C	トラックとの距離	トラック, ガードレールとの距離	トラックとの距離	ガードレールとの距離は気にならない
D	車線変更のタイミング	距離感が分かりにくい	距離の近さを把握しやすい	車線変更を開始するタイミング
E	滑らか操作	車線変更のタイミング	トラック, ガードレールとの距離	トラックとの距離
F	トラック, 中央線との距離	左右の距離感	ガードレール, トラックの距離	左右の車幅間隔が見やすい
G	車線変更のハンドル操作	各映像の違いが感じにくい	ガードレールとの距離	トラック, ガードレールとの距離
H	距離の近さ	トラック, ガードレールとの距離	ハンドル操作が感じやすい	ふらつきが気になる

Sample 2 Comments felt in the evaluation

運転操作II		映像評価II		
運転操作		運転席	助手席	後方俯瞰
A	トラックとの車幅 間隔	中央分離帯との距離	トラックとの距離	車線変更のタイミング
B	駐車車両との距離	車線変更のタイミング	車線変更のタイミング	客観的に把握しやすい
C	車線変更の際のハンドル操作, トラックとのガードレールとの距離	ふらつきが分かりやすい	中央分離帯との距離が分かりやすい	ふらつきが分かりやすい
D	車線変更のタイミングとハンドル操作	トラックとの近さが怖い	車線変更が遅いと恐怖を感じる	左右の距離
E	トラックとの距離	滑らかな操作と距離の近さ	滑らかな操作と距離の近さ	滑らかな操作と距離の近さ
F	左右の距離感、急ハンドルにならないような操作	急ハンドルかどうか	トラックとの距離感が把握しやすい	左右の距離感が把握しやすい
G	滑らかなハンドル操作	ガードレールとの距離の把握が難しい	ガードレールとの距離	車両の位置が把握しやすい
H	滑らかな操作, 余裕を持った距離	トラックとの距離	接近度合が気になる	ふらつきが気になる

## Sample 3 Comments felt in the evaluation

## 運転評価アンケート

実験協力者：

日付： 月 日

運転評価として、以下のアンケートに回答をお願い致します。

- 評価欄に一番良い操作:◎，二番目に良い操作:○，一番悪い操作:×
- コメント欄に各操作で感じたこと，気になったことを自由に記入して下さい。
- 一番下の欄に運転操作時に注意したこと・気をつかったことを記入して下さい。

- 条件 1

操作回数	評価	コメント
①		
②		
③		
④		
⑤		

運転操作時に注意・気をつかったこと

--

Sample 4 Questionnaire for driving operation experiment

## 映像評価アンケート

実験協力者：

日付： 月 日

3種類の条件ごとに、5本の走行映像を視聴し評価してください。

同一条件内であれば、動画を見る順番、回数、見かた等に制約はありません。

5本の動画それぞれに、「この運転の車両に乗車したいかどうか」という観点で以下のアンケートにご協力ください。

- 評価欄に最も乗車したい運転:◎, 最も乗車したくない運転:×
  - コメント欄に各映像で感じたこと、気になったことを自由に記入して下さい。
- 一番下の欄にこの視点で視聴して気付いたこと、意識して評価したことを記入して下さい。

- 条件1 視点(運転席・後方俯瞰・助手席)

動画番号	評価	評価軸	コメント
①		A:接近度合 B:ふらつき	
②		A:接近度合 B:ふらつき	
③		A:接近度合 B:ふらつき	
④		A:接近度合 B:ふらつき	
⑤		A:接近度合 B:ふらつき	

この視点で視聴して気付いたこと、意識して評価したこと



● 条件2 視点(運転席・後方俯瞰・助手席)

動画番号	評価	評価軸	コメント
①		A:接近度合 B:ふらつき	
②		A:接近度合 B:ふらつき	
③		A:接近度合 B:ふらつき	
④		A:接近度合 B:ふらつき	
⑤		A:接近度合 B:ふらつき	

この視点で視聴して気付いたこと、意識して評価したこと

--

● 条件3 視点(運転席・後方俯瞰・助手席)

動画番号	評価	評価軸	コメント
①		A:接近度合 B:ふらつき	
②		A:接近度合 B:ふらつき	
③		A:接近度合 B:ふらつき	
④		A:接近度合 B:ふらつき	
⑤		A:接近度合 B:ふらつき	

この視点で視聴して気付いたこと、意識して評価したこと

--

Sample 5 Questionnaire for video evaluation experiment