2025年度 卒業論文

論文題目
自動運転車開発に向けた手動運転切替時の周辺情報提示画面の視点の違いによる比較

指導教員
舟橋　健司　准教授

名古屋工業大学 工学部 情報工学科
2021年度入学 33114143番

渡邊　蒼大

目 次

第 1 章　はじめに **1**

第 2 章　体験評価 **6**

2.1　体験評価の概要 6

2.2　評価システム 6

2.2.1　運転シミュレータ 6

2.2.2　運転者視点による周辺情報提示 8

2.2.3　俯瞰視点による周辺情報提示 8

2.2.4　走行環境パターン 10

2.3　評価指標 15

2.4　体験評価手順 15

2.4.1　練習のための走行 15

2.4.2　評価基準統一のための走行 16

2.4.3　各試行と評価 16

2.4.4　全試行に対する質問への回答 17

第 3 章　結果と考察 **20**

3.1　体験評価 20

3.2　自由記述を考慮した主観評価 20

3.2.1　Q1: 対象認識 20

3.2.2　Q2: 状況把握 21

3.2.3　Q3: 行動判断 22

3.2.4　全走行環境平均 23

3.3　提示視点別の総合評価 23

3.4　自由記述を交えた考察 23

3.5　体験評価手法の課題 24

第 4 章　むすび **27**

謝辞 **28**

参考文献 **29**

第1章　はじめに

近年，国内外で自動運転の開発・研究が進められ，実用化に向けた取り組みも各地で行われている．SAE(Society of Automotive Engineers) は自動運転をレベル 0 からレベル 5 に分類している [1]．レベル 0 では，自動車の運転におけるシステムの介入がなく運転者が全ての運転行動を行う．システムが運転行動に介入しない自動車がこのカテゴリーに属する．レベル 1 は「運転支援」と呼ばれ，運転者が主体でありながらシステムが加速，操舵，制動のいずれかで支援を提供する．レベル 2 は「部分運転自動化」と称され，システムが主導で加速，操舵，制動を同時に制御するが，運転者は要求された際に運転行動を行う．レベル 3 は「条件付運転自動化」と呼ばれ，システムが主導で複数の操作を制御し運転者はシステムの要求に応じて適切に反応することが期待される．レベル 4 は「高度運転自動化」と称され，システムが限定的な環境下で運転の全タスクを制御し運転者の介入は期待されない．レベル 5 は「完全運転自動化」と称され，運転の主体はシステムでありあらゆる状況下での運転タスクをシステムが制御する．システムの作動が困難な場合でもシステム自身が対応を行うため，運転者の操作は必要ない．つまり，安全運転に係る監視と対応の主体はレベル 0 から 2 では運転者，レベル 3 から 5 ではシステムである．

現在実用化されている自動運転車の多くは，運転者が常に監視を行う必要があるレベル 2 または特定条件下でシステム主体の運転が可能なレベル 3 にとどまっている．総合技研株式会社が行った調査報告では，2024 年時点で生産された乗用車のほとんどはレベル 2 以下に分類され，レベル 3 は一部の車種に限られていると示されている [2]．国内メーカーでは 2021 年にホンダが販売を開始した LEGEND に，レベル 3 のホンダセンシングエリートを搭載し，レベル 3 自動運転の実用化に成功した．渋滞中に自動で周囲監視および運転を行ったり，ハンズオフで車線変更を行ったりすることが可能だが，運転者への運転引継ぎ要求が発生する設計になっている．

また，国土交通省はレベル 4 の自動運転の普及・拡大を目指し，法規要件の策定や地域公共交通実証事業の支援に取り組んでいるが，限定地域内の商用車の社会実装段階にあり，十分な普及には至っていない [3]．つまり，現在の自動運転技術では，すべての状況下でシステムのみが運転することは難しく，手動運転に切り替えることを前提とした設計・開発が行われている．手動運転に切り替わった後は，運転者自身が周囲の道路状況を把握し，適切に運転行動を行う必要がある．

自動車を運転する際，運転者は連続した景色を観察し，危険を予測しながらハンドルやペダルを操作する．例えば，前を走る自動車が減速し，ブレーキランプが点灯すれば，前の車に追突しないためにアクセルペダルを離したり，ブレーキペダルを踏んだりして減速するだろう．近づいてくる標識や信号機を認識すれば，それらに従った運転をするだろう．自動運転システムにはカメラで道路や自動車，歩行者，標識を認識し，対応した運転を行うものが提案・実装されている．例えば，Tesla 社のオートパイロットやフルセルフドライビングでは，複数のカメラ映像やセンサーを用いて車両や歩行者，車線などを認識し，さらにニューラルネットワークによる学習によって得られたデータから物体認識，動作判断を行っている [4][5]．自動運転中はシステムが道路状況を把握し，ステアリング制御やブレーキ・アクセルの操作を行っている．そのため，乗員は目視による運転状況の把握を行う必要がなく，運転とは関係のない動作を行うことができる．しかし，システムの不具合のような突発的な事態によって，自動運転から手動運転へ切り替えなくてはならなくなった場合，運転者は時間的な余裕なしに道路状況を把握しなくてはならない．Kuehn らは運転シミュレータを用いて，高度自動運転の後に，運転者が肉体的および認知的な制御を完全に回復するまでの時間を明らかにした [6]．その結果，運転操作から離れた状態において運転者が切り替え要求を受けた場合，初めて前方を確認するまでに 3 – 4 秒，ハンドルやペダルに手足を置くまでに 6 – 7 秒，自動運転システムを解除するまでに 7 – 8 秒を要することが分かった．また，ミラーやスピードメーターを確認する時間を含めると，12 – 15 秒が必要であることも示している．この結果は，肉体的に運転行動が可能になるまでと，道路状況を十分に把握するまでには，数秒の差が存在することを示し，短時間で安全に手動運転に切り替えることは困難であ

ることを示唆している．そこで，レベル 3 を想定した自動運転中にシステムが得ている情報を手動運転への切り替え時に運転者に提示することで，短時間での道路状況把握を支援できるのではないかと考えた．

ところで，車の周囲や自分が走行する道路の状況を視覚的に運転者に伝える情報提示においては，様々な視点からの表現方法が用いられてきた．例えば，道路を上からまっすぐ見下ろしたように表示する方法は，日産の駐車支援システム，アラウンドビューモニター [7] が代表的に挙げられる．アラウンドビューモニターは，車両周囲の障害物や位置関係を全方向一目で把握できることから，狭い空間での駐車や縦列駐車の場面において有効であるとされている．この方法は，名称は異なるもののさまざまな自動車メーカーで採用されている．さらに，道路を走行する際にもこの視点は用いられている．株式会社デンソーテンが採用したカーナビゲーションシステム [8] では，目的地案内中に分岐する交差点に近づくと，ナビ画面に真上から見た交差点の拡大図が表示される (図 1.1)．このような俯瞰的な情報提示は，周囲の道路構造や障害物との位置関係を把握しやすい．進行方向以外の交通状況を含め，運転者が空間的な状況把握を行う際に有効であると考えられる．さらに同カーナビゲーションシステムでは，都市高速の IC 入口に近づくと立体的な案内画面が表示される (図 1.2)．この画面では運転者がフロントガラス越しに見る景色に近い視点での案内が行われ，進行方向へ向かう矢印が進むべき分岐を強調している．複雑な分岐や立体的な交差点において，運転者の視点に近い案内が，進むべき分岐に対する運転者の直感的な理解を補助していると考えられる．このように，運転支援の情報提示では，目的に応じて運転者に提示する映像の視点が使い分けられている．

システムが得ている情報を手動運転への切り替え時に運転者に提示するときにも，これらのように俯瞰的な視点や運転者に近い視点からの情報提示が考えられる．しかし，視点の違いが，自動運転から手動運転への切り替え時における道路状況把握にどのような影響を与えるかは，十分に検討されていない．本研究では，参加者による体験評価を行い，道路を上から見下ろした「俯瞰視点」と運転者の視点に近い「運転者視点」の二つの視点を比較する．どちらが運転者に道路状況をより早く正確に把握させることができるか，優位性を調べる．この研究で得られる知見により，12

– 15 秒かかってしまうとされている，自動運転から手動運転への安全な切り替えが時短されることが期待できる．交差点拡大図やハイウェイ入口の分岐のように，道路構造によって視点の優位性が異なるのであれば，使い分ける条件を明らかにすることができるかもしれない．

図 1.1: 交差点拡大図

図 1.2: ハイウェイの立体的な案内図

第2章　体験評価

2.1　体験評価の概要

本研究では，自動運転中にシステムが取得している周辺情報を運転者に提示した際，提示方法の違いによって道路状況の把握しやすさがどのように変わるか，運転シミュレータにより評価する．シミュレータでは，参加者がハンドルとペダルを用いて仮想空間上の道路を走行することが可能である．自動運転中は車両操作を行えない状態とし，その間にナビ画面を模した表示領域上で道路状況に関する情報を提示する．その後，手動運転へ切り替え，参加者にはそのまま運転を続けてもらう．自動運転開始から参加者が手動運転を行ってゴール地点に到達するまでを 1 試行とする．情報提示の方法として，以下の 2 種類を用意する．1 つ目は，道路全体を上から見下ろした「俯瞰視点」による提示である．これは，車両位置や周囲の道路構造などを一目で把握しやすいと考えられる．2 つ目は，実際の運転者の視点に近い「運転者視点」による提示である．これは，実際の運転時の見え方に近く，直感的に理解しやすい可能性がある．実験では，同じ道路状況に対して情報提示の方法のみを変え，参加者に体験してもらう．その後，運転のしやすさや道路状況の把握のしやすさについてアンケートを行い，主観評価を比較することで，提示方法の有効性を検討する．

2.2　評価システム

2.2.1　運転シミュレータ

運転シミュレータでは，車のサイズは，実験参加者が操作する車 (以下，自車と呼ぶ) としてトヨタ社のアクア（全長 3.995 m，全幅 1.695 m，全高 1.445 m）を，その他の車としてホンダのレジェンド（全長 5.03 m，全幅 1.89 m，全高 1.48 m）を想定した．

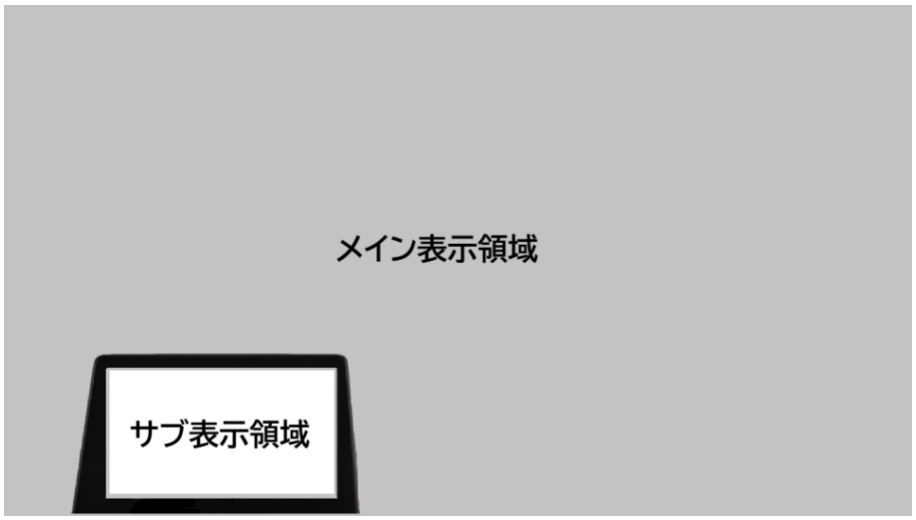

図 2.1: シミュレータの画面構成

次に，シミュレータに画面レイアウトを説明する．モニターの全画面にフロントガラス越しに運転者が見る視界を模擬した映像を表示する．この領域をメイン表示領域と呼ぶ．また，画面左下にメイン表示領域の約 4 分の 1 の大きさの領域を設け，参加者に提示する周辺情報を表示する．この領域をサブ表示領域と呼ぶ．図 2.1 に画面構成を示す．また，運転者が，システムが認識した車と歩行者の位置を短時間で把握できるようにすることを目的として，周辺情報提示に車両と歩行者を対象に強調表示する．Tran らは車両を強調する方法 (強調なし，矩形，スポットライト，矢印，拡大，領域塗りつぶし) を，ドライブレコーダー映像を用いて，信頼性，状況の複雑さ，物体認識，安全感の 4 つの指標に基づく主観評価による比較を行った [9]．その結果，矩形による囲み表示は複数の指標において安定的に高評価を得ており，対象物の位置を運転者に示す方法として有効であると示唆されていた．また，矩形による囲み表示は物体の位置と大きさを簡潔に伝えられるため，画像処理分野において物体の検出を示す方法として広く用いられている．本研究ではこの知見を踏まえ，車両および歩行者を矩形で囲む強調表示を採用した．歩行者の強調表示は緑色だが，車の強調表示は相対的な危険度の指標として速度に基づく色分けを行った．この体験評価では市街地の走行を想定し，基準の速度を 40 km/h としている．対象の車の速度が 40 km/h 未満の場合は青色，40 km/h 以上 50 km/h 未満の場合は黄色，50 km/h 以上の場合は赤色の矩形で囲んだ．

2.2.2　運転者視点による周辺情報提示

運転者がフロントガラス越しに見る視界に近い視点での提示をする．運転者視点はフロントガラス上部中央，すなわち一般的なドライブレコーダーと同等の位置に設置された前方カメラから得られる視界を想定した．実際の自動運転システムでは，車両の外側に複数のカメラやセンサが配置されていることが多いが，車両前方の認識においては，運転者の視点に近い位置に設置されたカメラが主要な役割をしていることが多い．例えば，ホンダのレジェンドにおいても前方認識用カメラがフロントガラス上部に設置されている．なお，運転者がフロントガラス越しに見る視界そのものではなく，車内が映りこまない映像とした．運転者視点における道路表示の一例を図 2.2 に示す．

2.2.3　俯瞰視点による周辺情報提示

視点を自車の真上に置き，自車の前方 10 m を注視して見下ろすように表示する．表示領域内のおける自車の位置は常に一定とした．視認性と位置関係の把握のしやすさを優先し，実際の車両より大きく表示している．表示範囲は自車を基準として前方が約 25 m，後方が約 5 m，横方向が左右それぞれ約 34 m である．また，俯瞰視点においても運転者視点と同様に，歩行者および他の車を対象に矩形による強調表示を行った．俯瞰視点における道路表示の一例を図 2.3 に示す．

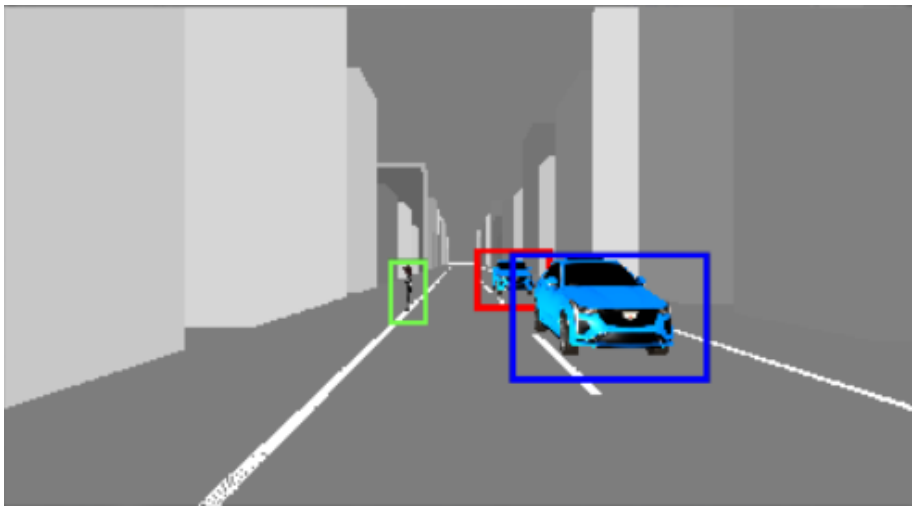

図 2.2: 運転者視点

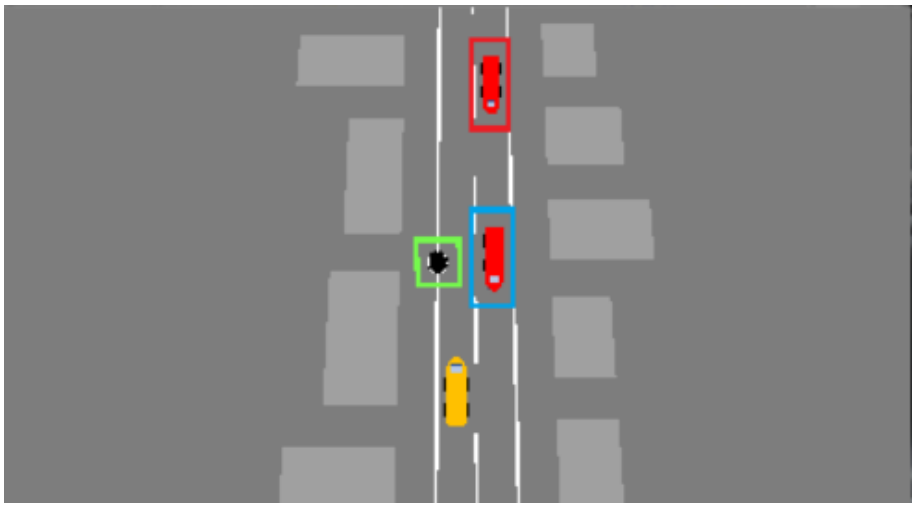

図 2.3: 俯瞰視点

2.2.4　走行環境パターン

次に，体験評価で参加者が走行する道路や他車などの走行環境について説明する．走行車線の幅は 3.25 m を基本とし，狭路以外では，中央に車線を区切る破線を描画した．この破線は，自車が前方へ進んでいることを視覚的にわかりやすくすることを目的としている．また，道路の両側に，道路端から 3 m 離れた位置に，建物を模した直方体オブジェクトを配置した．これらは，自車が前方へ進んでいることを視覚的にわかりやすくすることと，参加者に空間的な奥行きを感じさせることを目的としており，厳密に建物を再現していない．また，走行の障害になりうる対象として，対向車や駐車車両を配置した．さらに，以下の体験評価用の走行環境パターン 5 つと練習用走行環境 1 つを用意した．いずれの走行環境パターンにおいても，参加者が操作を行わなかった場合でも接触事故が発生しないよう設計しており，精神的な動揺を与えることはないが，参加者自らの運転判断を促す構成になっている．

路上駐車

この走行環境では，自車が走行する道路の車線内に 0.4 m 侵入する位置に路上駐車車両を配置した．ハンドルを操作しなくても車両に接触せず通過できるが，より安全に通過するためにハンドルを操作し，側方間隔に余裕をもって通過する運転行動が想定される．フロントガラス越しに参加者が見る視界と，俯瞰視点における情報提示を図 2.4 に示す．

狭路

この走行環境では，基本の片側一車線道路と異なり中央の破線を描かずに，道路全体の幅を対向車両が通過する部分を含めて 5.2 m に設定した．さらに，シミュレータが制御する対向車が走行する位置を調整し，そのまますれ違った場合の側方間隔が 0.5 m になるように設計した．また，道路端から 0.4 m 離れた位置に縁石を模した直方体のオブジェクトを配置し，走行できる空間の制限を視覚的に示した．ハンドルやペダル操作を行わない場合でも，対向車や縁石との接触は発生しない．しかし，参加者がすれ違う側方間隔に余裕の少なさを感じ，減速や軽度のハンドル操作を行ってより安全にすれ違おうとする運転行動が想定される．フロントガラス越しに参加者が見る視界と，俯瞰視点における

情報提示を図 2.5 に示す．

屈折路

この走行環境では，ゴール地点手前 35 m の地点で屈折し，ゴール地点において元の方向に再び屈折する．1 度目の屈折から 2 度目の屈折までに，自車が走行する道路の車線は左方向に 3.25 m 変位している．ハンドルを操作しない場合，走行レーンから外れてしまうが，他の車両や障害物と接触事故を起こすことなくゴール地点に到達することができる．しかし，走行レーン内を維持し，自然に走行を行うためには適切なハンドル操作が必要となる．参加者が道路形状を把握し，より安全に走行するためにハンドルを操作して，車線を維持しようとする運転行動が想定される．フロントガラス越しに参加者が見る視界と，俯瞰視点における情報提示を図 2.6 に示す．

横断歩道

この走行環境では，走行する片側一車線道路を横切る横断歩道を設置した．横断歩道の手前には，横断歩道から 30 m 離れた位置と 50 m 離れた位置にダイヤマークを配置している．横断歩道上には道路を右から左に横断する歩行者を配置した．ハンドル，ペダルの操作を行わなかった場合でも，自車が横断歩道に到達する前に歩行者は横断を完了するように設計しており，歩行者との接触は発生しない．しかし，安全を確保するため，参加者が横断歩道手前で一時停止あるいは減速する運転行動が想定される．フロントガラス越しに参加者が見る視界と，俯瞰視点における情報提示を図 2.7 に示す．

交差点

この走行環境では，信号機はなく横断歩道がある直交交差点を設置した．交差点手前ですれ違う対向車を走行させ，交差点の向かって右側から交差点に向かう車を配置した．この車は交差点手前で停止するようシミュレータが制御しており，ハンドル操作を行わなかった場合でも，他車両との接触事故は発生しない．しかし，安全を確保するため，参加者が交差点手前で一時停止または減速する運転行動が想定される．フロントガラス越しに参加者が見る視界と，俯瞰視点における情報提示を図 2.8 に示す．

練習用走行環境　この走行環境では，片側一車線の直線道路と建物を模した直方体オブジェクトを配置し，歩行者や他の車両は配置しない．ハンドルやペダルの操作に慣れるため，参加者は体験評価を行う前にこの走行環境で自由に走行する．周辺情報提示は行われない．フロントガラス越しに参加者が見る視界と，サブ表示領域で情報提示の代わりに表示する黒画面を 2.9 に示す．

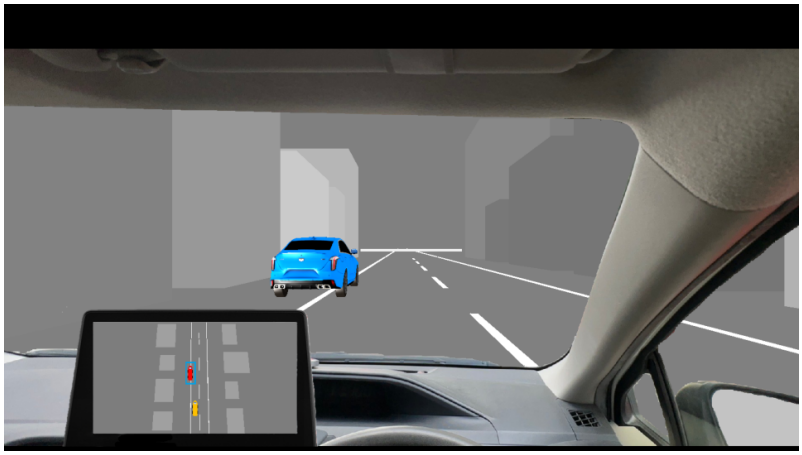

図 2.4: 路上駐車

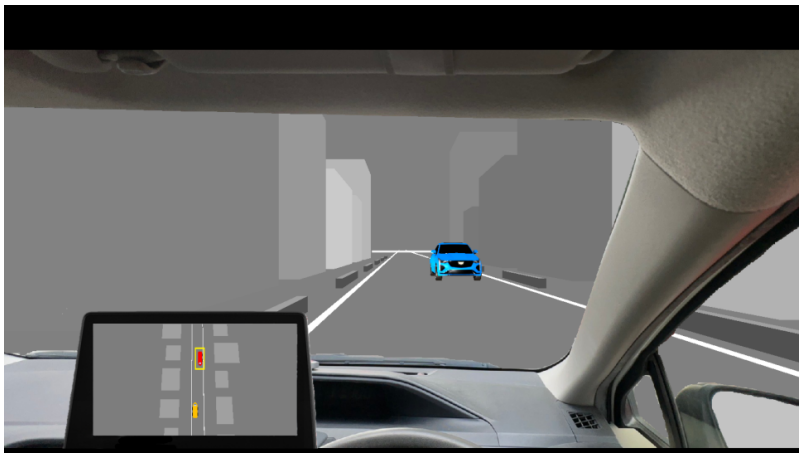

図 2.5: 狭路

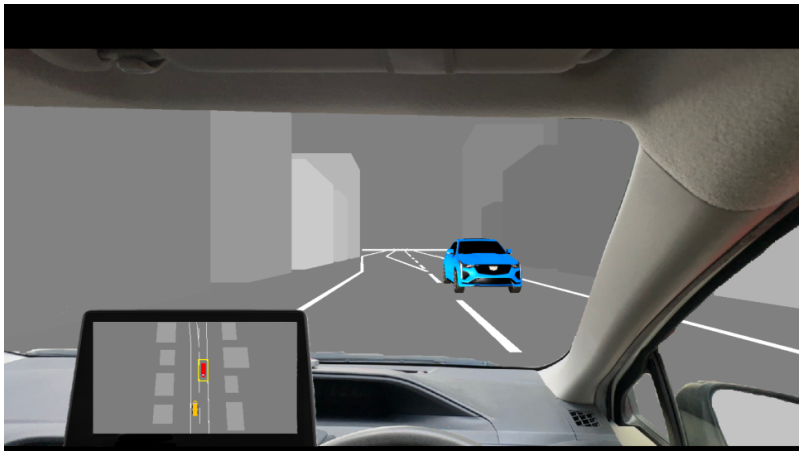

図 2.6: 屈折路

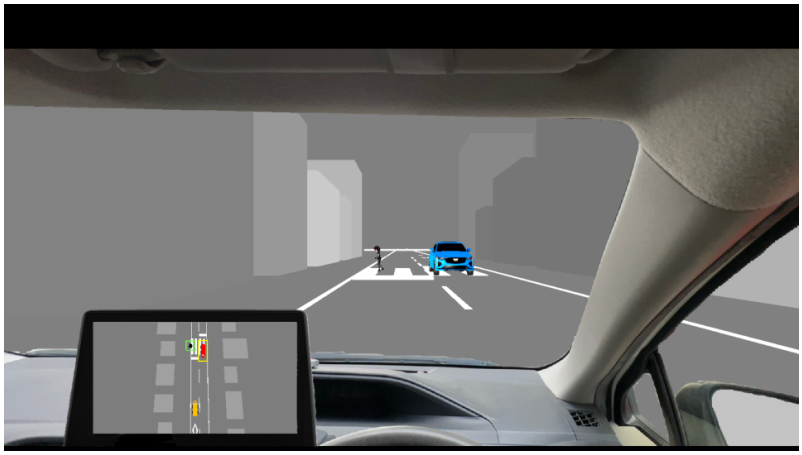

図 2.7: 横断歩道

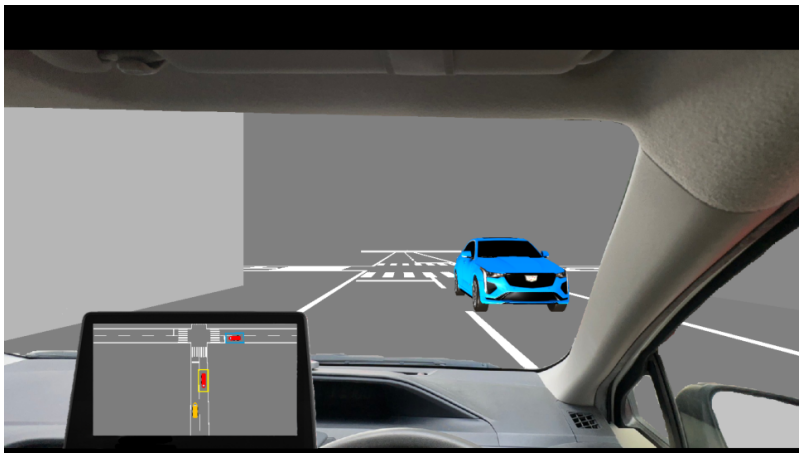

図 2.8: 交差点

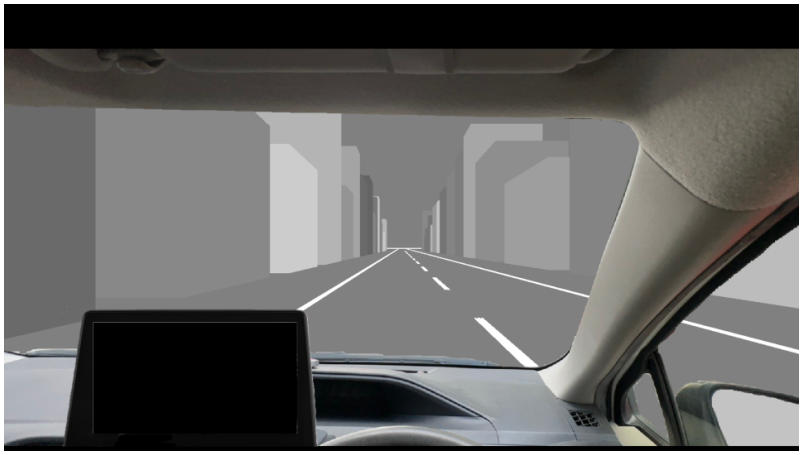

図 2.9: 練習用走行環境

2.3　評価指標

本体験評価では，試行ごとの主観評価と，全試行後の 2 種類の視点それぞれに対する総合評価および記述式アンケートによって，評価を行った．各試行後，参加者は以下の 3 つの質問に 1 (全くそう思わない) から 10 (非常にそう思う) の 10 段階のリッカート尺度で回答した．「対象認識」「状況把握」「行動判断」の 3 つの観点で視点の有効性を比較した．

Q1 強調表示を行った対象の認識はしやすかったか

Q2 強調表示を行った対象含め，全体の位置関係の把握はしやすかったか

Q3 手動運転への切替時に，とるべき運転行動を判断しやすかったか

全試行が終了した後，参加者は俯瞰視点と運転者視点それぞれに 1 から 10 で総合点数をつけた．情報提示を行わない場合を基準 (5 点) とすることで，周辺情報提示がどれほど運転者に有用であったか相対的に評価した．

Q4 俯瞰視点に関する総合評価

Q5 運転者視点に関する総合評価

さらに，参加者は以下の 3 つのアンケートに記述回答した．

Q6 俯瞰視点，運転者視点のそれぞれ良かった点，悪かった点

Q7 実際の車で使うならどちらの視点が好みか，それはなぜか

Q8 違和感，気になった点，その他

2.4　体験評価手順

2.4.1　練習のための走行

体験評価の前に参加者にはハンドルやペダルの操作に慣れるために練習してもらう．練習では実際の評価時とは異なる練習用走行環境で，操作に十分慣れるまで，自由に走行してもらう．

2.4.2　評価基準統一のための走行

評価時の基準を統一するため，参加者に，評価用の 5 つの走行環境のうち参加者ごとに無作為に選んだ 1 つの走行環境で，1 度だけ走行してもらう．自動運転とスリーシェルゲーム，通知音とその後の手動運転への切り替えなどは次項の評価のための走行試行の説明の通りである．ただし，この走行では周辺情報の提示は行われず，サブ表示領域は表示なし (黒画面) であった．このときの主観評価を 10 段階中の 5 点と想定してもらう．

2.4.3　各試行と評価

各参加者に，視点 2 種類 (俯瞰視点と運転者視点) と走行環境 5 種類の組合せ 10 通りを 2 回ずつ走行してもらう．すなわち各参加者は合計 20 試行行う．評価基準統一で走行した環境も含まれる．走行環境の順序は無作為に選ぶが，同じ走行環境が連続しないように，調整する．視点は俯瞰視点と運転者視点を交互に提示する．なお 1 試行目の視点は参加者ごとに変更する．

(1) 周辺情報提示の説明

各試行の前に，その試行における周辺情報提示で使用する周辺情報提示機能の視点を説明する画像を参加者に提示する．周辺情報提示の視点が俯瞰視点の場合は図 2.9 を，運転者視点の場合は図 2.10 をそれぞれ提示する．

(2) 評価のための走行

体験評価での 1 試行の走行は以下の通りである．メイン表示領域にはフロントガラス越しに運転者が見る視界が表示され，サブ表示領域にはスリーシェルゲームが表示される．先に述べた通り，自動運転中は運転者は車の運転とは関係のない行動をし，車の前方の視界には目を向けないと想定する．そのため，参加者がメイン表示領域を注視しないように，参加者にはサブ表示領域に表示されるスリーシェルゲームを行ってもらう．試行開始から 15 —20 秒経過後に通知音が鳴り，サブ表示領域で周辺情報の提示が開始される．参加者はハンドルとペダルに手足を置いて運転の準備を行いながら，提示された周辺情報をも

とに自車周囲の道路状況を把握する．把握できたと感じたら，参加者はメイン表示領域に視線を移し，そのまま手動運転を開始する．情報提示開始から 5 秒が経過した時点で，車両の制御の入力はハンドル・ペダル入力へ自動的に切り替わる．また，5 秒経過する前であっても，参加者がハンドルまたはペダルを一定の閾値以上操作した場合，その時点で手動運転に切り替わる．手動運転への切り替え後，参加者は道路を道なりに走行し，ゴール地点に到達する．

(3) 各試行に対する質問への回答

参加者に前述の 3 問の主観評価の質問 Q1 から Q3 に回答してもらう．

2.4.4　全試行に対する質問への回答

参加者に前述の質問 Q4 と Q5 に点数で評価してもらう．また，3 問のアンケート Q6 から Q8 に自由に回答してもらう．

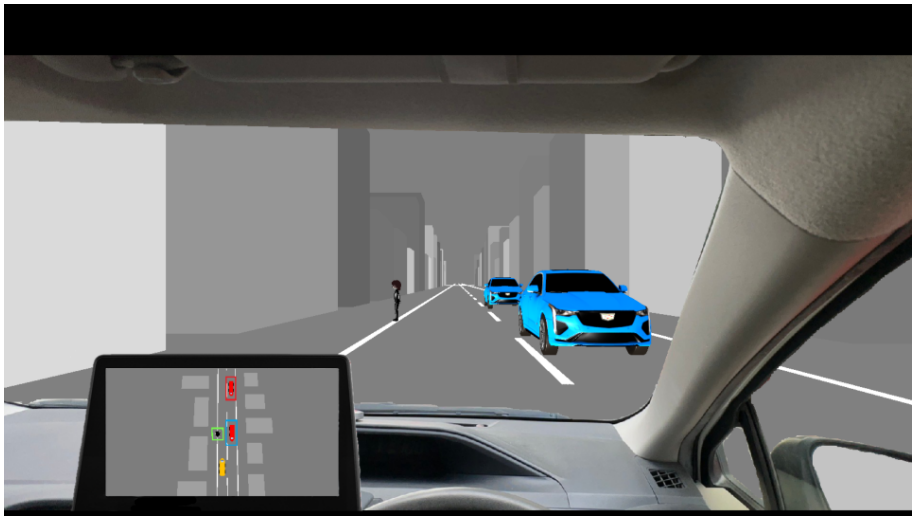

図 2.10: 俯瞰視点の説明用画像

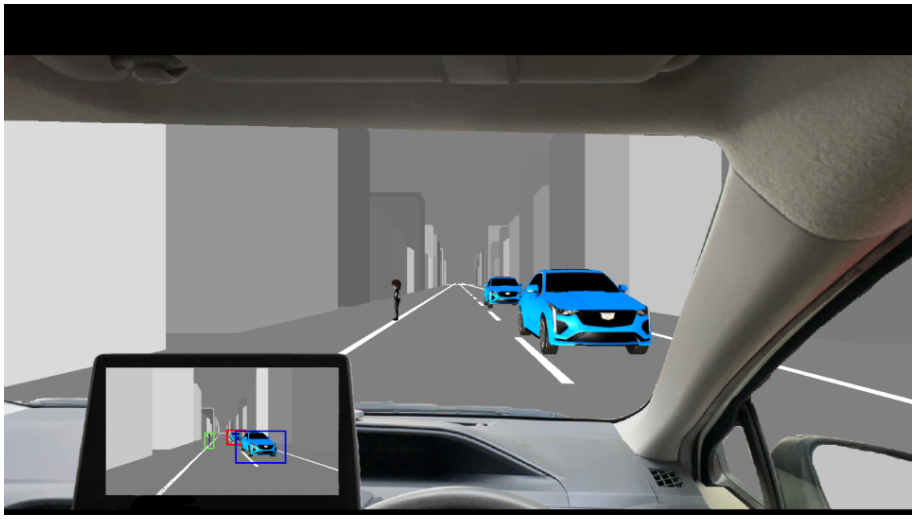

図 2.11: 運転者視点の説明用画像

図 2.12: 体験評価の様子

第3章　結果と考察

3.1　体験評価

前述の評価システムと体験評価手順に従い，運転免許を所持する大学生または大学院生 11 人に体験してもらい，評価指標に従い評価してもらった．各参加者は合計 20 試行行い，全参加者で 220 試行行った．走行環境と視点の 10 通りの各組み合わせに対しては 22 試行であった．

3.2　自由記述を考慮した主観評価

3.2.1　Q1: 対象認識

Q1 では，強調表示と視点の違いが運転者による車や歩行者の認識を助けることの視点別の有効性を評価する．図 3.1 に Q1 についての主観評価を走行環境別で平均した結果を示す．全ての走行環境において，運転者視点の評価値が俯瞰視点の評価値を上回る結果となった．特に，狭路と屈折路ではその差が比較的大きく，強調表示を行った対象の位置と動きを運転者視点の方が認識しやすい傾向が見られた．記述アンケートにおいても「遠くまで見える」「優先度が高いものから注意が向く」といった意見が得られ，遠くの視認性と近くにある対象を優先的に認識できる点が評価されていた．俯瞰視点では前方 25 m 以上先の道路や対象は情報提示の画面内に表示されないため，対象の認識が遅れていると考えられる．一方，俯瞰視点においては「車両や歩行者が他の車両に隠れている場合でも認識できる」「近距離から遠距離までの対象を同時に確認できる」といった意見が挙げられ，対象認識における一定の有効性は示された．しかし，情報量の多さから重要な対象に注意が向きにくいことや，対象が小さく表示されてしまうことの指摘も見られ，これらが主観評価において運転者の評価を下回る要因になったことが示唆される．以上より，対象の認識においては，視認性と直感的である特徴から運転者視点が全体的に高い評価を示

した．一方，俯瞰視点は遮蔽に対する強みから，対象の存在把握では有効であるが，情報量の多さにより直感的な認識のしにくさが課題であると示唆される．

3.2.2　Q2: 状況把握

Q2 では周辺情報提示における視点の違いが，自車周囲の道路構造，障害物との位置関係といった道路状況全体の把握を助ける視点別の有効性を評価する．図 3.2 に Q2 についての主観評価を走行環境別で平均した結果を示す．屈折路を除く 4 つの走行環境において，俯瞰視点の評価値が運転者視点の評価値を上回る結果となった．俯瞰視点では，すべての走行環境において評価値が概ね同程度であり，道路状況による明らかな差は見られなかった．一方，運転者視点では，横断歩道および交差点において評価値が相対的に低い傾向が確認された．横断歩道では歩行者と対向車，交差点では右から交差点に進入する車と対向車，といったように自車以外の交通参加者が複数存在する走行環境である．運転者はそれらの位置関係を短時間で把握する必要がある．さらに，横方向や後方の情報が制限されることからも，状況把握の難しさにつながった可能性がある．記述アンケートにおいても，「位置関係は把握しにくい」「後ろが見えない」といった否定的な意見が得られた．しかし，俯瞰視点では自車周辺を上方から俯瞰できるため，対象の相対位置や自車の横，後方を含めた空間的な関係を容易に確認でき，評価の低下が生じにくかったと考えられる．記述アンケートでも「全体像を瞬時に理解できる」「強調表示された対象と自分との距離感が分かりやすい」「交差点や横断歩道は把握しやすい」という意見が複数得られており，主観評価結果を裏付ける内容となっている．また，運転者視点に関しては「強調表示から現在の状況を把握すると，強調表示がされていない道路自体は注意が向きにくい」という意見が得られた．これは，運転者視点における強調表示は対象の認識を助け，注意の支援に寄与する一方，道路構造の把握においてはかえって悪影響を与える場合があることを示している．短時間で周辺情報を得るために，フロントガラス越しに見える視界では得られない強調表示の情報を優先的に確認した結果，危険な道路構造を見落としてしまう可能性がある．以上より，全体の状況把握においては，俯瞰視点では走行環境に関わらず安定的に運転者を支援できる一方，運転

者視点は交通参加者が複数存在する場合，状況把握の難易度を十分に軽減できない場合があることが示唆される．

3.2.3　Q3: 行動判断

Q3 では，周辺情報提示における視点の違いが，運転者の行動判断のしやすさに与える視点別の影響を評価する．図 3.3 に Q3 についての主観評価を走行環境別で平均した結果を示す．運転者視点と俯瞰視点で大きな差は見られず，視点による明らかな優位性は確認されなかった．狭路，屈折路では運転者視点が俯瞰視点を上回る傾向が見られたが，その差は小さく，明確な優位性を示すものとは言い難い．運転行動の判断は運転経験や運転者の性格に少なからず影響されるため，視点の違いによる影響が評価値に表れにくかった可能性が考えられる．また，運転行動の判断は対象認識 (Q1)，状況把握 (Q2) の後の段階で行われるものであり，視点による利点と欠点が相互に影響しあった結果，行動判断の段階では相殺された可能性も示唆される．記述アンケートにおいても，運転行動の判断そのものに言及した意見は少なく，対象の見やすさや混乱の有無といった，認識の段階，把握の段階に関する回答が中心だった．このことからも，行動判断は視点提示のみで決定されるものではなく，対象認識や状況把握の結果を受けた後の段階として行われている可能性があると考えられる．以上より，切り替え時の運転行動の判断においては，周辺情報提示の視点そのものよりも，被験者の運転経験や把握の影響が大きく，視点の違いによる明確な優位性の違いは確認されなかった．

3.2.4　全走行環境平均

各試行後に行った主観評価 (Q1, Q2, Q3) について全走行環境で平均した結果を図 3.4 に示す．Q1 (対象認識) では運転者視点が 7.56 ，俯瞰視点が 7.27 となり，運転者視点の評価がわずかに高かった．Q2 (状況把握) では運転者視点が 7.25 ，俯瞰視点が 7.45 となり，俯瞰視点の評価がやや高い評価を示した．Q3 (行動判断) では運転者視点が 7.21 ，俯瞰視点が 7.08 となった．いずれの質問においても，二つの視点の評価値は近く，どちらかの視点が明確に優れているとは言い難い結果となった．走行環境による視点ごとの利点が平均化された可能性を示している．

3.3　提示視点別の総合評価

全試行後に実施した 2 視点それぞれに対する 10 段階の総合評価では，俯瞰視点 (Q4) が平均 7.36 ，運転者視点 (Q5) が平均 7.45 であった．どちらの視点でも情報提示なし (5) と比較して高い評価を得ており，周辺情報提示が切り替え時の道路状況の把握や運転のしやすさに一定の有効性を示したといえる．しかし，視点間の差は 0.09 と小さく，視点の違いは，総合的な主観評価においては，優位性の明らかな差につながるものではないことが示され，有効性は走行環境や提示内容に依存する可能性がある．

3.4　自由記述を交えた考察

Q7 では，日常的に手動運転への切り替え時に周辺情報提示を使う場合，どちらの視点を好むかについて尋ねた．Q1 – Q3 の体験時の評価に限らず，提示方法に十分慣れた場合や体験した走行環境以外の走行環境において使用する場合などを想像して回答してもらった．その結果，俯瞰視点と回答した参加者は 7 人，運転者視点と回答した参加者は 4 人であった．俯瞰視点を選択した参加者のうち 6 人からは，フロントガラス越しに見える視界では得られない情報を補完できる点が評価されていた．また，1 人からは，突然手動運転に切り替えなくてはならないという前提から，短時間で周囲全体を把握できるという意見を得られた．運転者視点を評価した参加者からは，景色がフロントガラス越しに見える視界に似ているため，スムーズに運

転に移行しやすいという意見が 2 人から得られた．また，俯瞰視点について把握に時間がかかるという否定的な意見を得られた．運転者視点では「直感的」「手動運転に移行しやすい」といった使いやすさに関する意見が中心であった．一方，俯瞰視点では「情報量を補完」「短時間で把握するには優れている」といった，有用さに触れた意見が多かった．この結果から，初見での使いやすさと日常的な使用を想定した場合の有用さとでは，重視される要素が異なる可能性が示唆される．

3.5　体験評価手法の課題

体験評価中に参加者が感じた違和感や気になった点について尋ねた Q8 の結果を整理する．この結果は，実験手法の課題を考察するための補足情報として位置付ける．情報の取得に関しては「スリーシェルゲーム中，周辺視で走行環境がある程度わかる」といった意見が得られ，期待していた情報取得ではない方法で，全体の状況を把握していた可能性が示唆された．強調表示に関しては「車より歩行者を目立つように強調してほしい」「車の強調表示を速度ではなく危険度で色分けしてほしい」「色まで見る余裕はない」といった強調表示の色についての指摘が見られた．また，「縁石では圧迫感を感じない」「車両自体の色によっても結果が変わるかもしれない」といった意見が得られ，シミュレータの設計が主観評価に影響を与えた可能性が示唆された．視点間に明確な優劣が表れにくかった理由として，提示の設計や実験環境による要因も存在する可能性がある．

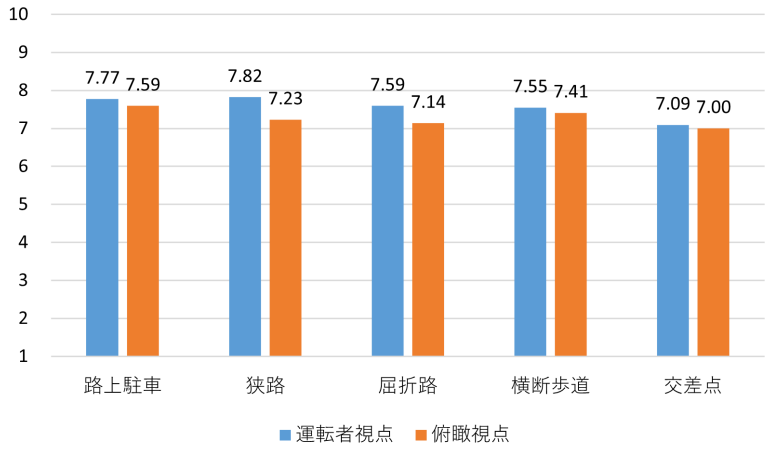

図 3.1: Q1 (対象認識)　走行環境別平均

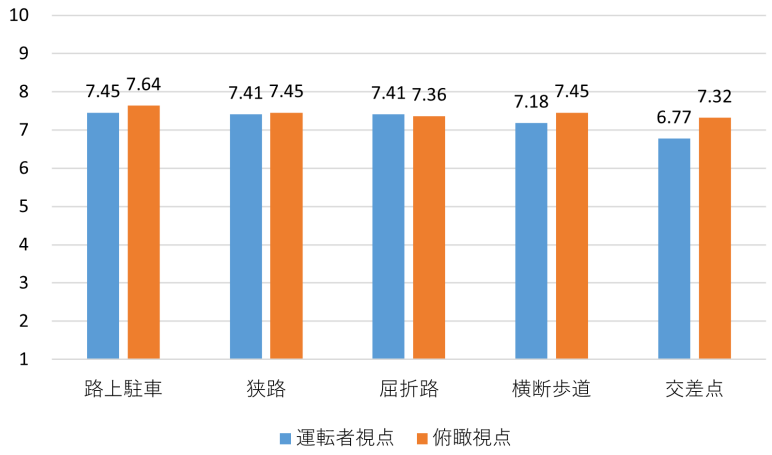

図 3.2: Q2 (状況把握)　走行環境別平均

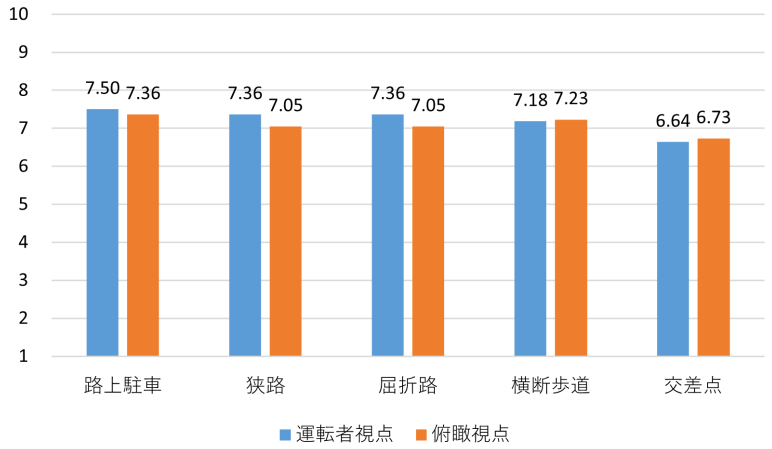

図 3.3: Q3 (行動判断)　走行環境別平均

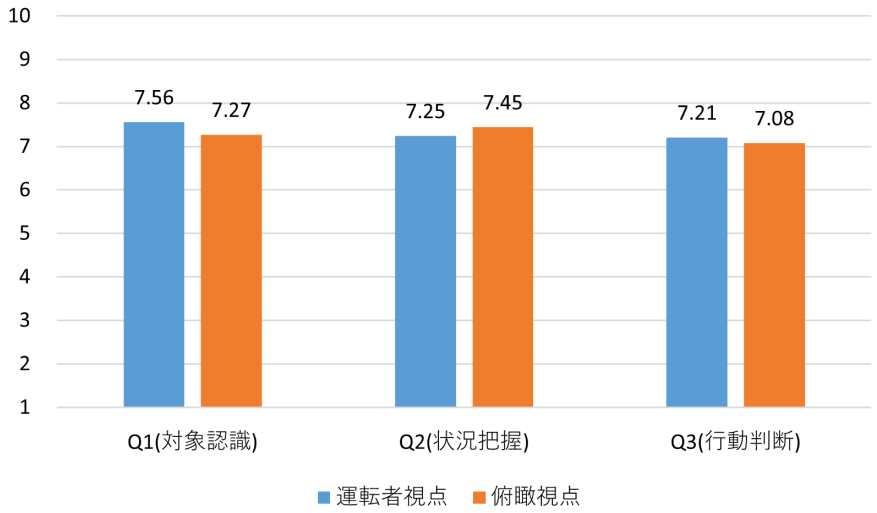

図 3.4: 主観評価の全走行環境平均

第4章　むすび

本研究では，自動運転から手動運転への短時間での切り替え時に，自動運転システムが得ていた周辺情報を提示することを想定し，運転者視点と俯瞰視点の優位性を体験評価によって比較した．様々な走行環境を想定した運転シミュレータにおける走行体験に対して，歩行者と車両を矩形で囲む強調表示を行った運転者視点と俯瞰視点からの周辺情報を提示した．対象認識，状況把握，運転行動の判断の 3 つの指標に基づく主観評価と，記述式アンケートの回答により評価を行った．その結果，対象認識においては運転者視点に高評価な傾向がわずかに見られ，状況把握においては俯瞰視点に高評価な傾向がわずかに見られ，運転行動の判断においては視点間で明確な差は見られなかった．単一の視点による状況把握支援は難しく，走行環境や運転者によって有効な提示方法が異なる可能性が示唆された．また，日常的な利用を想定した視点の好みを尋ねた質問では，俯瞰視点を選択した参加者が運転者視点を選択した参加者よりも多く，フロントガラス越しに見える視界では得られない情報を得られる点が評価されていた．このことから，運転者視点をより評価した参加者であっても，提示手法に慣れた場合や，他の走行環境を想定した場合には俯瞰視点の有用性を評価している可能性を示している．以上の結果から，手動運転への切り替えにおいて，俯瞰視点には状況把握のしやすさ，運転者視点には直感的な理解のしやすさという，異なる利点が存在すると考えられる．今後の課題としては，強調表示の優先度の再検討，走行環境の追加，自車の後方上空から自車を見下ろす新たな視点を比較に加える，などが挙げられる．

謝辞

本研究を進めるにあたって，日ごろから多大なご尽力をいただき，ご指導を受け賜りました舟橋健司准教授，伊藤宏隆助教に心から感謝致します．最後に本研究に多大なご協力をいただきました舟橋研究室諸氏並びに体験評価参加者の皆様に深く感謝致します．

参考文献

[1] 公益社団法人自動車技術会,“自動車用運転自動化システムのレベル分類及び定義”, JASO TP 18004, 2018.

[2] 総合技研株式会社,“2025 年度 版自動運転システムの現状と将来予測”, 総合技研株式会社, 2025.

[3] 総務省 (2025),“自動運転の普及・拡大に向けた取組みについて”, https://www.soumu.go.jp/main_content/001043470.pdf, 参照　2026 年 2 月 4 日

[4] Tesla ジャパン,“Tesla Vision アップデート：超音波センサーを Tesla Vision へ”, https://www.tesla.com/ja_jp/support/transitioning-tesla-vision, 参照　2026 年 1 月 28 日

[5] Tesla ジャパン,“AI とロボティクス”, https://www.tesla.com/ja_jp/AI, 参照　2026 年 1 月 28 日

[6] Kuehn, Matthias, Tobias Vogelpohl, and Mark Vollrath, “Takeover times in highly automated driving (level 3)”, 25th International technical conference on the enhanced safety of vehicles (ESV) national highway traffic safety administration, 2017.

[7] Nissan Motor Co.,“インテリジェント アラウンドビューモニター”, https://www.nissan-global.com/JP/INNOVATION/TECHNOLOGY/ARCHIVE/IAVM/, 参照 2026 年 1 月 28 日

[8] 株式会社デンソーテン,“交差点・側道・レーン（車線）案内”, AVN668HD・AVN558HD オンラインマニュアル, https://www.denso-ten.com/jp/eclipse/

support/manual/avn558hd/contents/_403_50_90.12713.html, 参照 2026年1月28日

[9] Tran. T .T. H, Peillard. E, Walsh. J, Moreau. G, Thomas. B, “Trust and Safety in Autonomous Vehicles: Evaluating Contextual Visualizations for Highlighting, Prediction, and Anchoring”, International Conference on Artificial Reality and Telexistence Eurographics Symposium on Virtual Environments (ICAT-EGVE), pp.3-5, 2025.