

第3章 DSを用いた対策案検証手法の提案に関する研究

3.1 DS再現性検証実験の予備調査

3.1.1 既存文献の整理・分析

3.1.1.1 関連論文の収集

DSに関連した論文及びDS以外の交通事故対策関連論文について収集した。収集した論文一覧を表-3.1.1に示す。

- (1) DS実験の限界、DS実験と実車実験の相違点・適用性、DSと実車との相関をとるための指標（視線移動、アクセル・ブレーキ踏み込み量、ハンドル回転速度・角度、車両加速度等）について分析した論文
- (2) 論文のキーワードが「一般道」、「交差点」又は「事故対策」と分類できる論文
- (3) CG画像上で再現した対策などの有無や対策の種類の違いにより、運転挙動に有意な変化を与えることを示した論文
- (4) CG上で交通流を再現している論文

表-3.1.1 収集論文一覧

DS関連論文一覧

No.	分類 (研究対象)	タイトル	出典	著者	概要	DS対象 道路種別	自転車外 の交通	実走の 有無	DS慣らし 運転	被験者数	被験者構成	アンケート の有無	アイマーク コーダー	実験評価指標
1	サグ部	サグ部におけるドライバーの運転行動分析結果に基づいた道路構造改善策の検討	土木学会第54回年次学術講演会, 1999.9	J R西日本 三木隆史ら 4名	サグ部の運転行動の変化の把握による改善策の提案 ・実走とDSの結果比較により、再現性を確認 ・改善策①縦断線形変更と改善策②見通し変更の有効性を検証し、改善効果が確認された。	高速道路	—	有り	—	実走:10 室内:35	—	無し	有り	速度、アクセル使用量、ブレーキ使用量、心拍数、注視点変動
2		サグ部の道路構造改善案に対する運転挙動分析に基づいた評価		日本道路公団 渡辺亨ら 4名	サグ部の道路構造改善が運転挙動に与える影響分析	高速道路	無し	有り	有り(3km)	実走:10 室内:35	男子学生(免許取得後1年以上)	有り	有り	速度、アクセル使用量、注視点、アンケート
3	合流部	首都高速道路合流部における車両挙動に関する研究-交通流シミュレーションを組み込んだドライビングシミュレーターの活用-		東京大学 西川功ら 4名	合流部における他車との関係を考慮する車両挙動の分析	高速道路	他車有り	有り	有り	実走:2 室内:12	DS経験者	有り	無し	速度、加速度、車間距離、アンケート等
4	トンネル構造評価	ドライビングシミュレーターを用いた室内実験システムによる運転者行動分析-実験データの再現性検討と高速道路トンネル坑口の評価-	土木計画学研究・論文集 No. 16, 1999. 9	大阪大学 飯田克弘ら 5名	トンネル坑口形状と運転者行動の関係の分析 ・再現性の確認と実験方法の検討 ・トンネル坑口形状と運転者行動の関係の分析 ・被験者が感じる速度感の不足、縦断勾配による重力加速度の影響 ・室内実験前に被験者に与える情報の有無は結果に影響しない。	高速道路	—	有り	—	実走:19 室内:50	20代前半男性	無し	有り	注視点、心拍数、速度、アクセル・ブレーキ使用量等
5		交通機能面から見たトンネル坑口のあり方に関する研究	交通工学, vol. 35, No. 1, 2000	日本道路公団 松本晃一ら 6名	トンネル坑口部の渋滞緩和対策の検討 ・再現性の確認 ・心理的影響を和らげる坑口形状の検討	高速道路	—	有り	—	実走:25 室内:35	20~23の男子学生	無し	有り	速度、アクセル使用量、心拍数、注視点
6	道路空間評価	ドライビングシミュレーターを使用したトンネル内視線誘導等設置形態の評価	こうえいフォーラム第12号, 2004. 1	中央研究所 後岡寿成ら 4名	トンネル内視線誘導灯設置形態の評価	一般道路	有り	有り	—	実走:10 室内:150	免許保有比率近似	有り	無し	アンケート、速度、ハンドル操舵角
7		複合現実感を用いた高速道路の動的レーンマーキングの走行安全性に関する研究		東京大学 岩永陽ら 5名	レーンマーキングの変化による運転挙動の変化分析	高速道路	無し	無し	—	室内:6	—	有り	無し	速度、ハンドル操舵角、加速度、アンケート
8	情報提供評価	道路景観の有無が運転挙動に与える影響		武蔵工業大学 中島久智ら 2名	道路景観の有無による運転挙動の変化の分析 ・DSによる運転特性/速度変化が見られる被験者は性格テスト	高速道路	—	無し	—	室内:28	20代男性28名	無し	有り	速度、ハンドル操舵角、アクセル・ブレーキ使用量、注視点
9		VICS車載器による安全運転支援情報の提供がドライバーに与える影響の検討		国土技術政策総合研究所 牧野浩志ら 4名	車載器の適切な情報提供のあり方の検討	高速道路	他車有り	無し	有り(ケース変え4回)	室内:29	21~67歳、男20、女9、首都高をよく利用	有り	有り	注視点、アンケート、速度、アクセル・ブレーキ使用量
10	DS開発	ドライビングシミュレーターを用いた合流部走行支援情報システムの効果分析		東京大学 清水哲夫ら 2名	情報板による情報提供が走行環境改善に及ぼす効果分析	高速道路	他車有り	有り	—	実走:5 室内:14	学生12名、教員2名、比較的運転に不慣れ	有り	無し	速度、アクセル・ブレーキ使用量、RR間隔*
11		都市内高速道路ドライビングシミュレーターの開発と心理的負担からみた適用性		東京大学 平田輝満ら 2名	地下構造の都市内高速道路の走行環境分析のためのDS開発	高速道路	他車有り	有り	—	実走:1 室内:1	—	—	—	速度、RR間隔*
12	DS再現性、性能評価	MOTIV-T4を活用した都市内地下道路の走行安全性分析		東京大学 平田輝満ら 3名	都市内地下道路の走行実験が可能なDSの分析	高速道路	他車有り	有り	—	実走:10 室内:34	学生10(実走)、他21(室内、一般13、高齢21)	無し	無し	皮膚電位水準、追従車間距離、速度
13		ドライビングシミュレーターを用いた運転支援装置の評価		(財)日本自動車研究所 鈴木桂輔	DSタイプ別の性能・再現性の評価	一般街路	他車有り	—	—	室内:12	男女26~58歳	有り	無し	アンケート、障害物回避率
14	ドライバーの心理負担評価手法検討	運転者の注視点調査における室内実験の有効性の検討	土木計画学研究・論文集 No. 19(2), 1996. 11	秋田大学 木村一裕ら 5名	実走とDSとの注視行動の違いの分析	高速道路	—	有り	—	実走:7 室内:7	—	無し	有り	注視点
15		高齢ドライバーの聴覚情報獲得に関する基礎調査	(社)自動車技術会学術講演会前印刷集No. 93-05	(独)交通安全環境研究所 森田和元ら 5名	高齢者が聴覚情報を獲得する際の特性を分析	高速道路	他車有り	無し	—	室内:29	高齢14名、若齢15名	無し	無し	音声情報獲得数
16	心理負担評価手法検討	瞳孔径変化測定による心理的負荷推定の可能性	(社)自動車技術会学術講演会前印刷集No. 11-05	(独)交通安全環境研究所 関根道昭ら 2名	瞳孔径変化が心理負荷の有効な指標となり得るかの分析	高速道路	他車有り	無し	有り	室内:15	20~30代、男6、女9	有り	有り	瞳孔径変化、アンケート
17		眼球運動計測によるドライバーの心理的負荷の推定	システム・情報部門学術講演会, 2004. 11	電気通信大学 小幡和紀ら 4名	眼球の輻輳角変化が心理負荷の推定に有効かどうかの分析	高速道路	他車有り	無し	有り	室内:15	20~30代、男6、女9	有り	有り	眼球輻輳角、アンケート、注視点、速度、瞳孔径
18	視覚環境が運転者の速度感に及ぼす影響要因解析	視覚環境が運転者の速度感に及ぼす影響要因解析		東京都立大学 濁澤雅ら 5名	実走行映像実験とCG動画像による実験の比較 運転者の速度感に視覚環境が与える影響を調査	高速道路	—	無し	無し	—	—	有り	無し	アンケート

■ 本実験で適用する部分 ※RR間隔: 心電波形における最も顕著なパルス状のR波と次のR波の間隔時間

交通事故対策関連(非DS)論文

No.	タイトル	出典	著者	概要	問題意識	結論	課題
19	交差点における自動車の走行特性から見た交通事故の潜在的危険性に関する分析	土木学会論文No.716、/IV-57, 39-52.2002.10	宇都宮大学 高島一彦ら3名	実走及び路側ビデオ撮影により、車両の走行特性を把握し、危険性の高い交差点を抽出する方法の確立	交通事故が発生する前に車両走行特性から危険交差点を抽出	「走行速度と車間距離の測定」により事故多発交差点の抽出が可能	・危険と判断する閾値の設定方法 ・最適な交通安全対策の確立 等
20	交通事故多発地点分析の比較研究	第37回土木計画学シンポジウム論文集, 2001.5	東京大学 森地茂ら12名	全国10地域の交通事故多発地点を調査し、事故対策やその効果等の相互比較を実施	各地域毎ではなく全国的な事故要因に共通性があるのか	大規模交差点において全国共通の問題点を明らかにした	・同規模交差点で事故の多少が生じる原因を明らかにすること 等
21	交差点事故と視覚情報の関連性の分析		東京大学 森地茂ら2名	交通事故多発地点に着目し、事故の発生特徴等を調査し、交通事故対策を検討する。	交通事故多発地点における事故の詳細を分析	事故類型4テーマについて、事故発生要因を明らかにした	・得られた要因を元に、安全性向上のため、どのような対策が必要か 等
22	交差点における危険事象発生要因と対策立案・計画設計上の留意点に関する一考察		国総研 池田武司ら4名	交通事故危険地点2カ所を対象に、危険要因を調査し、対策案を提案する	交通事故が起こる前に対策を行う必要があり、その手法を検討	2カ所の交差点の危険要因を明らかにし、事項防止対策手法を提案した	・2つの交差点のみでの分析、 ・事故対策手法の充実化、等
23	沿道の路外施設への出入り時に発生する事故に関する分析		東洋大学 古屋英樹ら5名	交通事故データを用いて沿道の路外施設への出入り事故を抽出し、対策手法を提案	交通事故データを用いて沿道の路外施設への出入り事故を抽出し、対策手法を提案	事故パターン類型化・傾向を把握した。ハリエーションにより対策を提案	・データが限られている ・対策効果が不明 等
24	交差点における出会い頭衝突事故に関する一考察	自動車研究第26巻, 第10号, 2004.10	日本自動車研究所 伊藤正廣ら3名	交通事故自動記録装置を3カ所の交差点に設置し、24h、1年間稼働させ、記録内容を分析	新たなデータ収集装置である自動記録装置の有効性の検討	事故等の事象が映像データとして詳細に把握でき、定量分析が可能	記述無し
25	「ヒヤリ事象」に基づく交差点での危険要因の分析と対策の検討		国総研 池田武司ら3名	交差点を対象として、ヒヤリ事象を抽出して、危険要因の分析と対策の立案を実施	交通事故が起こる前に、危険箇所を抽出。ヒヤリ事象から、発生している危険要因を分析・対策立案	3箇所について、危険事象に至る過程を解明し、対策の選定を行った。	・ヒヤリ地図の一般性 ・対策は、施設整備のみでなく、ソフト対策も
26	カーブ情報獲得プロセスに関する研究	北海道開発土木研究所月報No.589, 2002.6	北海道開発土木研究所 近江隆洋ら4名	カーブ情報獲得プロセスを明らかにするため、走行実験からカーブ発見地点調査とカーブ形状判定調査を実施	カーブ区間における事故の致死率が高く、カーブ区間の事故対策が必要	昼間は形状景観、夜間は構造物景観でカーブ曲折方向を認知し、曲線半径、シェードで線形予測を行う。	・既存の道路付属施設では道路線形がイメージできていない。
27	路上マーキングによる自動車運転者への影響に関する一研究		金岩良和	直線道路の映像に、マーキングを取り込み、マーキングの種類(2種類)、速度について評価	道路マーキングに着目し、運転者の危険感や速度感への影響を調査	マーキングの速度感への効果は低速度で有効である。マーキングの種類による速度感の差はない。	・合成したマーキング映像に実際との違和感 ・他のマーキング種類による比較

3.1.1.2 実験の位置付け・実験方法についての考察

(1) 被験者の設定について

- ・ 車両相互間の作用では、研究対象とする道路環境における運転経験がある程度必要と考えられる（首都高合流部における車両挙動のDSでは、高速道路の運転経験有り、かつDSの運転経験有りが条件、VICS車載器による情報提供検討も首都高をよく利用する人が条件）。
- ・ 被験者に偏りが無いことを確認するため、運転スタイルチェックシート^{※1}等を用いて、平均的なドライバーであることを確認している研究もある（VICS車載器による情報提供検討）。

※1 HQL（人間生活工学研究センター）式運転スタイルチェックシート

「運転に対する自信」「運転に対する消極性」「几帳面な運転傾向」「事故に対する心配性的傾向」など、運転スタイルの8つの指標のスコアが得られる。

- ・ 大学の研究では、被験者を学生にしているため、あまり運転経験、年齢等の属性を考慮していない。高齢ドライバーが増えることを考慮すると、高齢ドライバーのグループと一般ドライバーのグループで属性を分けたほうが良いと思われる（MOTIV-T4を活用した都市内地下道路の走行安全性分析と同様）。

(2) 再現性の検証について

- ・ 再現性については、速度・加速度、アクセル・ブレーキ使用量、注視変動、心拍数等の指標を用いるのが一般的である。
- ・ 心理的負担の指標として、RR間隔^{※2}が用いられているが、再現の観点においては、絶対値での比較がしにくく、大小の比較や推移傾向による検証となるため、他の指標より検証が難しい。
- ・ 同様に、覚醒水準（皮膚電位水準 SPL）もドライバーの心理を把握できる指標であるが、再現性を検証している研究は1つしかない。

※2 RR間隔

心電波形における最も顕著なパルス状のR波と次のR波の間隔時間。間隔が小さいほど、心拍数が大きくなり、心理的負担が大きいことを示す。

(3) その他

- ・ 最近、高齢ドライバーの運転行動が課題として挙げられており、高齢ドライバーの運転挙動の特性に関する検討が求められている。

3.1.2 DS再現性検証実験のための設定について

3.1.2.1 実験対象とする現場

(1) 交通事故統計データによる交通事故の発生状況の整理

交通事故総合分析センターが保有する「交通事故統計データ」を活用し、集計分析を行った。対象は平成16年中に発生した事故とし、事故の類型上は自動車事故（「車両相互」もしくは「車両単独」に分類される事故のうち、自転車事故以外の事故）とした。この自動車事故が、多発している箇所を抽出し、事故の発生状況を詳細に分析した。

道路の種類や道路の存在する場所（市街地、非市街地）、道路の機能（幹線・非幹線）、および道路幅員から、①市街地・幹線系道路、②市街地・非幹線系道路、③非市街地・幹線系道路、④非市街地・非幹線系道路に区分した。ここで機能については、以下に示す考えにより、幹線系と非幹線系に分けた。区分をまとめると表-3.1.2のとおりとなる。

- a. 一般国道や都道府県道は、長距離トリップの交通を処理し重交通の路線であり、これらは「幹線系道路」とする。
- b. 4車線道路など中央分離帯がある道路は「幹線系道路」とする。
- c. a.b. 以外で都市部など市街地に存在する道路のうち、2車線以上（車道幅員5.5m以上）で歩道が設けられている道路は、歩行者と自動車との区分が明確で都市の骨格となる道路と考え、「幹線系道路」とする。
- d. a.b. 以外で都市部など市街地に存在する道路うち、5.5m以上9.0m未満であっても歩道が設けられていない道路は、住区内の集散道路と考え、「非幹線系道路」とする。
- e. a.b. 以外で地方部など非市街地に存在する道路のうち、2車線以上（車道幅員5.5m以上）のものは、自動車の発生・集中源を結びこれらの処理に対応する道路と考え、この道路上での事故は、「幹線系道路」とする。
- f. その他については、明確に幹線系・非幹線系を区分できないため、除外した。

表-3.1.2 事故発生場所の区分（幹線系・非幹線系の道路区分）との関連づけ

			中央分離帯なし		
			車道幅員		
			9.0m以上	5.5m～ 9.0m未満	5.5m未満
高速自動車国道・自動車専用道路					
一般国道	市街地				
	非市街地				
都道府県道	市街地				
	非市街地				
市町村道	市街地	歩道あり			
		歩道なし			
	非市街地	歩道あり			
		歩道なし			
その他	市街地	歩道あり			
		歩道なし			
	非市街地	歩道あり			
		歩道なし			

凡例

	市街地・幹線系道路
	市街地・非幹線系道路
	非市街地・幹線系道路
	非市街地・非幹線系道路

以上の設定から、「幹線系道路」は一般都道府県道以上とした。（先の幹線系・非幹線系の区分で都道府県道以上の5.5m未満も「幹線系道路」に含まれており、「幹線系道路」の条件では集計結果の整合が取れなくなるため）

(2) 着目する事故の抽出

分析結果を（A：死傷事故件数が多い事故、B：死亡事故件数が多い事故）に着目してまとめると、下表のとおりである。

表-3.1.3 事故発生状況の特徴

事故の分類	特徴
死傷事故	・ 市街地・幹線系単路での追突事故が最も多く、市街地・幹線系交差点での出会い頭事故、市街地・幹線系交差点での右折時事故が次に多い。
死亡事故	・ 非市街地・幹線系単路での正面衝突事故が最も多く、非市街地・幹線系交差点での出会い頭事故が次に多い。
高齢者事故	・ 高齢者事故は、全年齢の事故と同様に市街地・幹線系道路の単路での追突事故が多い。 ・ 市街地・幹線系道路の単路での追突事故の占める割合が、全事故にくらべて、減少している。
改良済・未改良道路	・ 未改良道路では、出会い頭事故が多く、特に市街地交差点で多く発生している。

表-3.1.4 分析ターゲットの抽出

分類	対象とする事故	着目結果
自動車事故	① 市街地・幹線系道路の単路での追突事故	A
	② 市街地・幹線系道路の交差点での出会い頭事故	A、B
	③ 市街地・幹線系道路の交差点での右折事故	A、B
	④ 非市街地・幹線系道路の単路での正面衝突事故	B
	⑤ 非市街地・幹線系道路の交差点での出会い頭事故	B

着目した死傷事故、死亡事故ともに多発している②市街地・幹線系道路の交差点での「出会い頭事故」、および③市街地・幹線系道路の交差点での「右折事故」のうち、より複雑な現象と考えられる「右折事故」を対象として再現性確認を行い、より単純な現象と考えられる「出会い頭事故」における対策の効果検証に備えることとする。

また、マクロ集計を行った結果、右折時の事故は、第一当事者の法令違反が「安全不確認」「優先通行妨害」が多いことから、右折車が対向直進車を認知できず、あるいは認知するも動静を見誤り、発生していると推測される。すなわち、右折車の認知ミス、判断ミスといった、ヒューマンエラーが事故原因と考えられる。

表-3.1.5 マクロ集計による事故発生状況の特徴（自動車、右折時事故）

マクロ集計による事故発生状況の特徴	
発生時間帯	○死傷事故は、17時台～18時台に多く発生。 ○死亡事故は、7時台～8時台、20時台～21時台に最も多く発生。
道路形状	○死傷・死亡事故ともに、信号あり交差点で多く発生。 ○死傷事故は、交差点規模が中 ^{※1} ×中の4差路交差点の事故が多く発生。 ○死亡事故は、交差点規模が中×大 ^{※2} の4差路交差点の事故が多く発生。
当事者別	○死傷事故は、1当 ^{※3} 、2当 ^{※4} とも普通車が44%を占める。1当普通車、2当原付もしくは二輪車も多く発生。 ○死亡事故は、1当普通車×2当二輪車のパターンが最も多く、全体の34%を占める。
年齢層別	○死傷事故は、1当は46～64歳、2当は16～29歳が多い。 ○死亡事故は、1当は、46～64歳、2当は16～29歳が多い。
法令違反	○死傷事故は、1当は安全不確認、2当は交差点安全進行義務違反もしくは違反なしが多い。 ○死亡事故は、1当は優先通行妨害等、2当は交差点安全進行義務違反が多い。
危険認知速度	○死傷事故は、1当は10km/h以下もしくは20km/h以下、2当は30km/h以下もしくは40km/h以下が多く発生。 ○死亡事故は、1当は20km/h以下、2当は60km/h以下が多く発生。
行動類型	○死傷・死亡事故ともに1当が右折、2当直進（等速）が多い。信号の有無による傾向の違いは見られない。

※1 中：流入路幅員が5.5m～12mの交差点

※2 大：流入路幅員が13m以上の交差点

※3 1当：第一当事者

※4 2当：第二当事者

(3) ミクロ調査を活用した箇所抽出

前項では、警察庁が保有する交通事故統計データベースを活用し、交通事故に関するマクロ分析を行い、事故の発生傾向、発生場所等を概略的に把握した。

一方、(財)交通事故総合分析センターでは、つくば市およびその周辺で発生した自動車事故を対象として、死亡・重傷事故などの重大事故を中心に、年間約300件の事故調査を実施している。

24時間体制で、茨城県警から連絡を受けたセンター職員（つくば交通事故調査事務所 つくば市西大橋字大窪）が事故現場へ赴き、警察官の協力の下に現場検証、車両損傷状況調査、当事者への聞き取り調査などによって、運転者（人）、道路交通環境（道）、車両（車）のそれぞれの面について調査を実施、データベースへの蓄積を行っている。

平成13年～16年におけるミクロ調査結果を用い、実験対象とする箇所の抽出を行った。抽出にあたっては、道路空間高度化研究室が行う走行実験の箇所との整合性を考慮し、図-3.1.2に示す箇所を抽出した。図-3.1.3に当該箇所における事故発生メカニズムを示す。

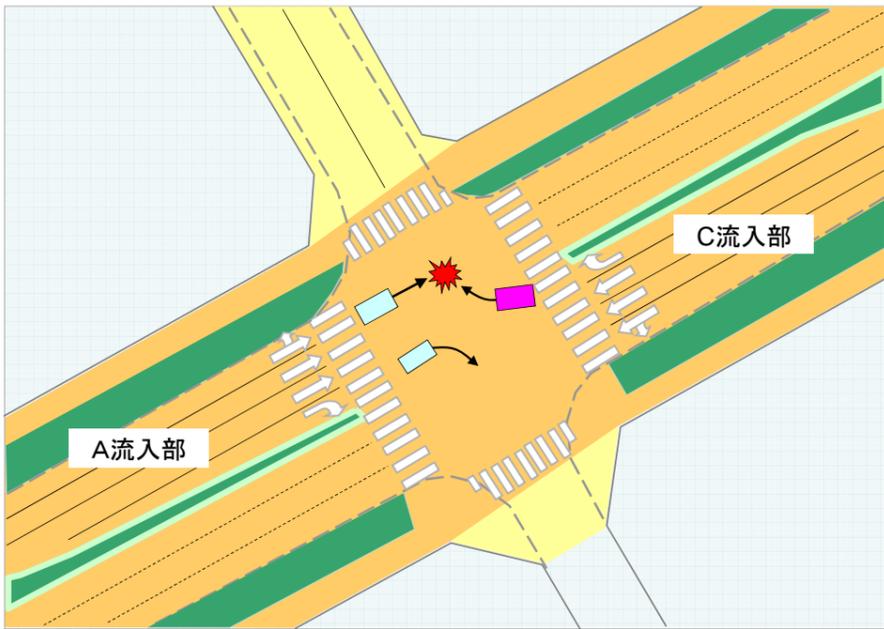


图-3.1.2 对象箇所

<右折車の認知ミスによる場合>

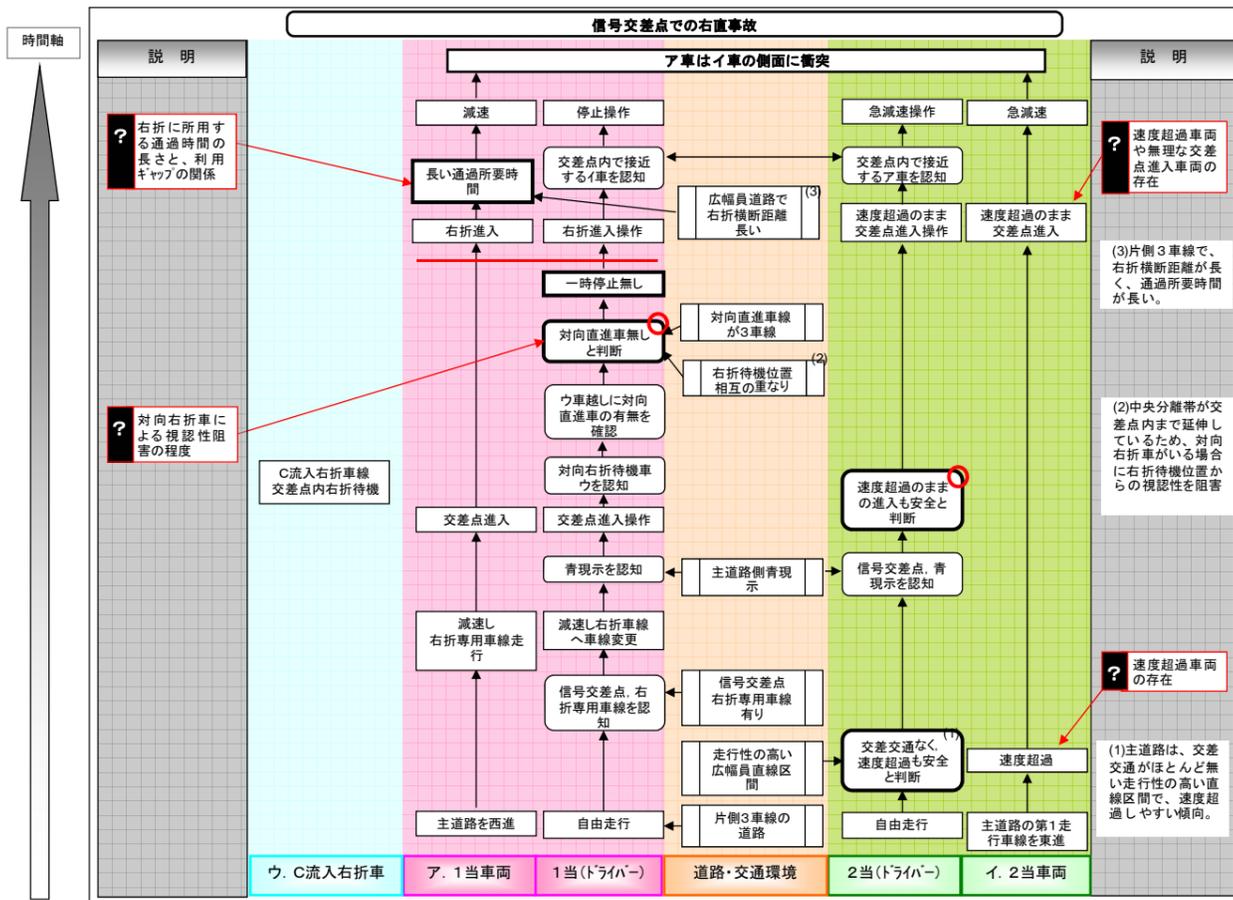
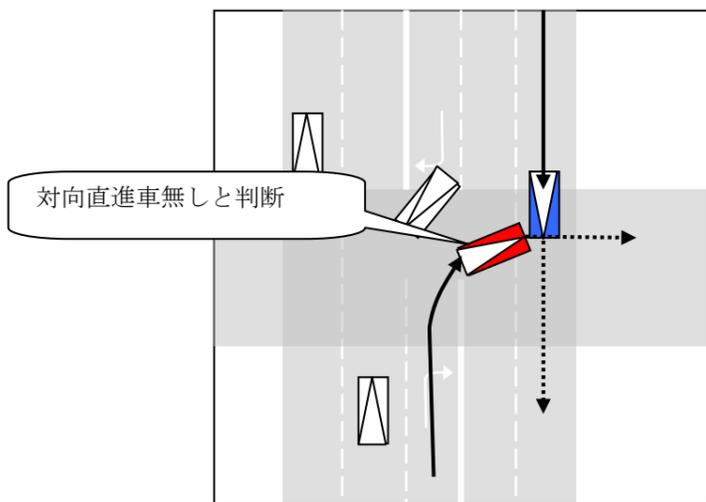


図-3.1.3 バリエーションツリー (右折車の認知ミスによる場合)



3.1.2.2 キャリブレーション

(1) キャリブレーションの概念

キャリブレーションは、実車実験と DS 実験の結果を比較し、必要に応じて行う機器の調整である。下図は、本実験におけるキャリブレーションの概念を示したものである。

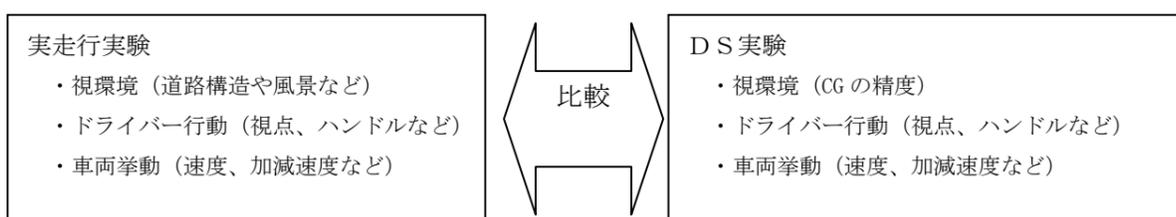


図-3.1.4 キャリブレーションの概念

下表は、同種の研究である「交差点の安全に資する走行支援に関する技術検討」(2005 年度 国総研 I T S 研究室、AHS 組合で実施)において実車実験と DS 実験の結果を比較したものである。

参考：「交差点の安全に資する走行支援に関する技術検討」での実車実験の結果と DS 実験の結果の関係

表-3.1.6 整合性を検証した事項

視点	比較に用いたデータ		整合した項目	整合しなかった項目
	実道	DS		
交差点形状	踏査や図面から把握した現地の道路構造	作成したCG	<ul style="list-style-type: none"> 幅員 交差角度 分離歩道の有無 一時停止線の有無と位置 横断歩道の有無と位置 1当車から左右の交差車両を視認する際の建物や塀の位置 金網や柵を透かしての視認性 1当車が当交差点の手前で通過する交差点が1当車(自車)側を優先道路とした条件 	<ul style="list-style-type: none"> 景観 →ミラーがない →1当車(自車)の走行する道路が実道では多少緩いカーブであるがDSでは直線道路である。※ ※交差点近辺での視認挙動が重要と考えられ、特に問題ないレベルと考えられる。
視認時間	アイマークレコーダーにより収集した注視時間	アイマークレコーダーにより収集した注視時間	<ul style="list-style-type: none"> 発進時に右交差車両とヒヤリハットを起こしたドライバーの右方向を視認する延べ時間、1回当たり視認時間 ヒヤリハット時の視認行動のトータル時間が通常時と比べて短くなる傾向 	<ul style="list-style-type: none"> 前方を視認する時間の割合 →DSの方が実道より少ない。これは、実道データの件数が少ないこと、DSでは短時間に同じ道路を何回も走行させ、しかも、前方対向車を走行させなかった影響が考えられる。
認知エラー			<ul style="list-style-type: none"> 統計データでは、出会い頭事故の原因の約3/4が安全不確認となっており、実車、DSともに整合している。 	—
減速パターン	交差点に向けて走行してくる実車から計測した減速状況(プローブデータ)	交差点に向けて走行してくるDSから計測した減速状況(ログデータ)	—	<ul style="list-style-type: none"> 1当車が当交差点に向け減速走行してくる走行パターン →実道では、DSと比べて、急減速する場合が多い。
停止の有無	交差点に向けて走行してくる実車から計測した速度の変動状況(プローブデータ)	交差点に向けて走行してくるDSから計測した速度の変動状況(ログデータ)	—	<ul style="list-style-type: none"> 交差点入口で走行パターン →実道では頭出し位置近辺で停止する車両が多い。一方、DSでは一時停止線から頭出し位置の間で停止、あるいは5km/h程度で徐行する車両が多い。

(2) キャリブレーションの実施方針

既往の論文においては、キャリブレーションに関する記述はないが、「交差点の安全に資する走行支援に関する技術検討」の事例を踏まえ、下記の項目を整合させることをキャリブレーションの目標とすることとする。

- ・交差点形状
- ・視認時間
- ・認知エラー
- ・減速パターン
- ・停止の有無
- ・発信タイミング

3.1.2.3 被験者数・被験者属性

既往の論文における被験者数は、研究テーマ、ケース数により 1～150 名まで様々であるが、平均すると 10 名であり、10～30 名程度の場合が多い。

被験者の構成は、以下の要素に留意し設定されている。

- ・性別
- ・年齢
- ・運転経験（運転免許取得後の期間や運転頻度）
- ・評価対象の利用経験（例えば、VICS 車載器など）

年齢については、20 代前半など特定の年齢層で構成されたものもあれば、20～60 代と幅広いもの、若齢／高齢で分けたものもある。また、実験を大学で実施する場合、学生を被験者としていることが多い。DS 実験と併せ、実走行実験を行っている場合、両実験に同一の被験者を参加させている例がみられる。

既往の論文および過年度実施された類似検討の事例及び有識者へのヒアリング結果を踏まえ、実験における方針を以下のとおり設定した。

表-3.1.7 被験者の条件

項目	条件
免許・資格	・運転免許を有すること
年齢	・20 代から 60 代まで各年齢構成が均等な 20 人
性別	・各年代で男女構成がなるべく均等な割合になること
運転歴	・運転免許保持者で 3 年以上の運転歴があること ・オートマ車を運転できること ・毎日運転していること、あるいは、定期的に運転を実施していること
視力聴力	・運転に支障がない程度の視力を有すること（眼鏡は不可、ただしコンタクトレンズは可） ・会話に支障がない程度の聴力を有すること
服装	・運転に適した服装であること ・サンダル、スリッパ、厚底靴は不可とする
その他	・指定された車速を出せるスキルを有すること ・運転酔いの少ないこと

3.1.2.4 CGの精度

CGの精度については、既往の論文で言及しているものがないため、検討の目的が類似していた。「交差点の安全に資する走行支援に関する技術検討」で使用したCGと同じレベルとすることとする。また、事例、有識者のヒアリング結果を踏まえ、「慣らし運転」と「実験対象区間」に分けて、精度を設定することとする。



図-3.1.5 CG画像の例

3.1.2.5 CG作成方針

(1) 再現範囲

一辺 1000mの周辺街路と下記の交差点を中心に交差する 2 本の道路を組み入れたデータベースとする。交差点から 100m 程度を詳細範囲とし、残りは仮想範囲とする。

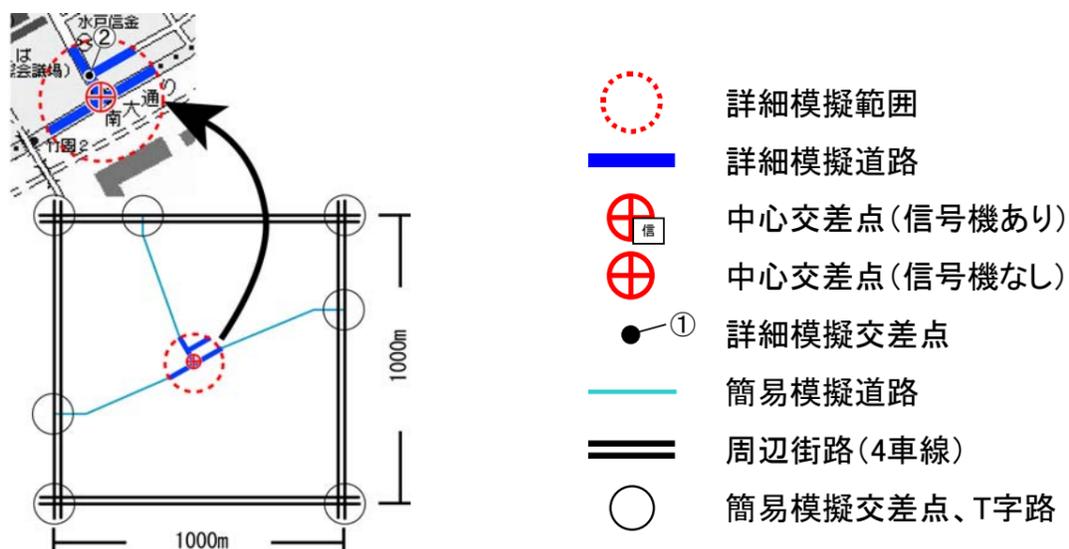


図-3.1.6 再現範囲

(2) 交差点周辺の現場再現方法

実験対象交差点中心から 100m 程度を基本として、現地写真、現地図面、必要に応じて現地踏査を行うことにより、現地の道路空間を再現するものとする。

表-3.1.8 は、項目ごとの再現方針を示したものである。

表-3.1.8 交差点周辺の設計条件

項目	設計条件
道路線形	<ul style="list-style-type: none"> ・高低差のない地形とする。 ・平面線形は国土地理院で提供されている2万5千分1地図から読み取れる程度とする。 ・車線数を模擬する。(右左折専用レーンなど)
道路設備	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道を模擬する。 ・道路標識を模擬する。(30個と仮定) ・道路標示を模擬する。(30ヶ所と仮定) ・道路情報板、案内板を模擬する(2個と仮定) ・ガードレールを模擬する。 ・設備品の配置は、取材ビデオ及び写真から読み取れる範囲とし実測は行わない。
交差点	<ul style="list-style-type: none"> ・形状を可能な限り忠実に模擬するが、取材ビデオ及び写真から読み取れる範囲とし実測は行わない。 ・実在の信号機を模擬する。(2種4ヶ所)
景観	<ul style="list-style-type: none"> ・建物を模擬する。(10個と仮定) ・樹木は取材ビデオ及び写真から読み取れる範囲で模擬する。 ・電柱は模擬するが、街灯、電線は模擬しない。

(3) 慣らし運転区間の現場再現方法

既存の街路CGパターンに、建物、樹木等の既存CG部品を適宜貼り付けることにより、つくば市内の道路環境に類似した道路空間を作成するものとする。

表-3.1.9 慣らし運転区間の設計条件

部位	項目	設計条件
仮想範囲 (簡易模擬道路)	道路線形	<ul style="list-style-type: none"> ・高低差のない地形とする。 ・車線数は模擬しないが詳細範囲との接続部分は違和感がないよう処置する。 ・周辺街路への接続は直線とし、信号機のないT字路とする。
	道路設備	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道は模擬しない。 ・道路標識を雰囲気をあわせる程度に模擬する。(10個と仮定) ・道路標示を雰囲気をあわせる程度に模擬する。(10ヶ所と仮定) ・道路情報板、案内板を雰囲気をあわせる程度に模擬する(2個と仮定) ・ガードレールを雰囲気をあわせる程度に模擬する。 ・汎用の車用信号機を配置し、制御はしない。(6個と仮定)
	景観	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用の建物を雰囲気をあわせる程度に配置する。 ・樹木は雰囲気を合わせる程度に模擬する。 ・電柱、街灯、電線は模擬しない。
周辺道路	道路線形	<ul style="list-style-type: none"> ・片側2車線とする。 ・交差点に右折レーンを配置する。
	道路設備	<ul style="list-style-type: none"> ・中央分離帯を模擬する。 ・道路標識を雰囲気をあわせる程度に模擬する。(20個と仮定) ・道路標示を雰囲気をあわせる程度に模擬する。(20ヶ所と仮定)
	景観	<ul style="list-style-type: none"> ・既存モデルを使用し、模擬対象交差点周辺と違和感がないよう処置する。

3.1.2.6 交通流の再現方法

第2当事者の車両については、以下の項目をパラメーターとして、調整できるようにしておくものとする。

- ・発生タイミング：第1当事者の車両が交差点中心から0mの地点を通過した時
- ・走行速度：(5km/h 間隔)
- ・前車との車頭時間：(2 秒間隔)

3.1.2.7 計測項目

場面別には、認知：アイカメラ+アンケート、判断：アンケート、行動：データ収集（行動量や状態量）により、ドライバーの反応を把握する。

血圧や心拍数の変化も有効と考えられるが、DS実験に伴う疲労との切り分けが困難であるため、実施しないものとする。

「認知」：アイカメラにより注視位置、注視時間などを把握

アンケートにより実際に認知していたかを確認

「判断」：アンケートにより、事象に対してどのように判断したかを把握

「行動」：DSのログデータからブレーキ、ハンドルの行動量、回数、速度などを把握

3.1.2.8 評価方法

下表は、評価の目的別に、検証内容および使用するデータ（計測データ、計測方法）を整理したものである。

表-3.1.10 検証内容および使用するデータ

目的		検証内容		計測データ	計測方法	備考
結果の把握 (災害発生)	事故発生	交差車両との衝突が発生したか		衝突有無	実験者による判定	
	ヒヤリハット発生と大きさ	交差車両とのコンフリクトが発生したか		衝突を回避するための急減速や急ハンドルの有無	実験者による判定 前後加速度、左右加速度	
		ヒヤリハットの大きさはどの程度であったか		主観評価	アンケート（5段階評価）	
直接的原因の把握	不安全行動の発生と内容	接近時*	一時不停止、不適切な位置での停止、高い接近速度、等	自車両の挙動	位置、速度、加速度、ギャップ、アクセルON/OFF、ブレーキON/OFF	事故、ヒヤリハット発生時以外も収集
		発進時	不適切なタイミングでの進入、急発進、等	自車両および交差車両の挙動		
副次的原因の把握	対象物（交差車両、停止線など）の発見が遅れたか	対象物の認識が遅れたか 認識が遅れた理由は何か 直前の心理状況に問題はなかったか（背景理由）		主観評価	アンケート 例）・見えにくいから遅れた ・うっかり見落とした ・来ないと思いこんだ	事故、ヒヤリハット発生時のみ収集
		視認状況に問題はなかったか		視認位置・回数・時間、顔の向き	アイカメラ、モーショントラッカ、DV映像	停止位置や車両挙動との関係も考慮
	対象物の動静や自車行動の判断・予測に誤りがあったか	認知した対象物の動静を見誤ったか 対象物を認識した後、自車行動の判断に誤りはなかったか		主観評価	アンケート 例）・相手が止まると思った ・通過できると思った ・運転感覚を誤った	事故、ヒヤリハット発生時のみ収集
認知	対策は理解されているか	対策に気づいたか 対策の内容は理解できたか 対策内容をどのように解釈したか この先の状況をどう予測したか		主観評価	アンケート	
	対策を実施する位置やタイミングは適切か	対策の位置やタイミングは適切か 適当なタイミングとの乖離はどうか		主観評価	アンケート	
判断	運転行動に反映させたか（主観評価）	対策は運転行動に反映させたか（具体的な反映内容）		主観評価	アンケート	
行動	運転行動に反映させたか（客観評価）	認知後の運転挙動や視認行動に変化はあったか		自車両の挙動	位置、速度、加速度、ギャップ、アクセルON/OFF、ブレーキON/OFF	
				自車両および交差車両の挙動		
				視認位置・回数・時間、顔の向き		アイカメラ、モーショントラッカ、DV映像

※交差車両の有無に関わりなく検証を行う。車体の部分は、対策にあわせて変更となる項目

3.2 DS再現性検証実験の実施

3.2.1 実験の目的と概要

3.2.1.1 目的

出会い頭事故を対象としたDSを活用した対策効果検証に先駆け、右折事故を対象としてDSの現況再現性確認を行うものである。

3.2.1.2 内容

ヒューマンエラー誘発要因の分析に対するDSの適用性を検討するため、実際の交差点をフィールドとした実車実験とDS実験を計画・実施し、各々の実験結果の比較分析を行い、DSの現況再現性について確認を行った。

(1) 交差点における挙動把握実験実施計画の作成

交差点における運転者や車両の挙動を把握するための実走行実験及びドライビングシミュレーター（以下、「DS」という）実験について、既存の事故データ等を踏まえた実験シナリオ及び実験のケース、実験の進め方、スケジュール等実験の具体的な方法を検討し、実験実施計画書を作成した。

(2) 実験準備

実走行実験及びDS実験に必要な以下のような準備を行った。

- ・被験者の募集・教育・訓練
- ・試験車両、アイマークレコーダー等計測機器のセッティング・調整
- ・DS機器の動作確認

なお、DS機器に関する動作確認については、慶應大学から指導を受けた上で実施した。

(3) 実験実施

実走行実験箇所はつくば市内、DS実験箇所は慶應大学とした。計測するデータは以下の項目とし、被験者数は実走行実験、DS実験、各実験同一の5名とした。

- ・注視位置、時間（アイカメラ）
- ・ブレーキ、アクセル踏み込み量（車上計測）
- ・ハンドル行動量（車上計測）

実験実施にあたっては、必要なDS機器の行動、データの計測・収集・整理や被験者の対応等の実験を円滑に行うために必要な作業を実施した。

(4) 実験結果の分析

実験により取得したデータを集計・グラフ化し、実道における走行挙動とDSにおける走行挙動の相関や特徴について分析した。

(5) 右折時の再現性指標検討

右折を対象としたドライビングシミュレーター（以下、「DS」という）実験のデータから、被験車両と対向車との関係について、右折時のギャップ長や対向直進車の位置、運転者の安全確認状況等を把握し、実道走行とDS走行との間の差異の状況を分析した。

3.2.2 交差点における挙動把握実験実施計画の作成

3.2.2.1 実験の概要

(1) 実験の目的

本実験は、DS を活用した検討に先駆け、DS の現況再現性を確認する際に使用するデータの収集を目的とする。

(2) 対象箇所

実験対象箇所は、右折車と直進車の衝突事故が発生している「十字交差点」とする。



図-3.2.1 対象箇所

(3) 対象とする交通事故

図-3.2.2のような状況の交通事故を対象とする。

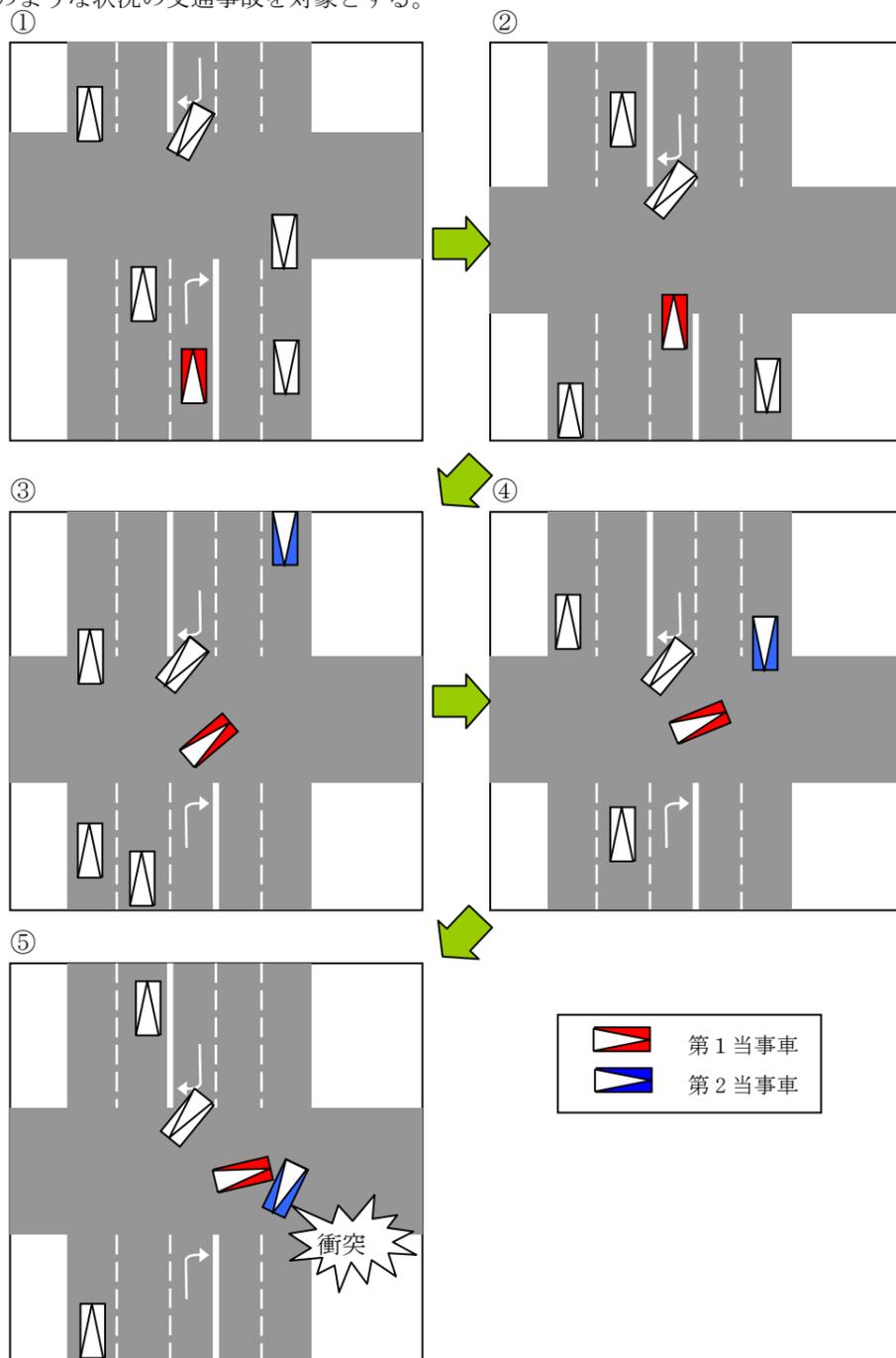


図-3.2.2 対象とする交通事故

3.2.2.2 実走行実験実施計画書

(1) 基本的な考え方

実走行実験は、実験対象エリアを国総研所有の試験車で走行し、プローブデータおよび被験者の表情の映像を採取する。

同じ地点を複数回走行すると被験者に慣れや猜疑心の発生が懸念される。また、走行回数が1、2回では妥当な結果か判断することは困難である。そこで、走行は、被験者の慣れとデータの安定性を勘案し、1名あたり3回とする。

また、実験時の走行経路、タイムテーブルは、過年度、道路空間高度化研究室が実施した「交通事故発生メカニズムの分析（右折直進）」での事例を参考に設定することとする。

(2) 実験実施計画書の作成

上記の考え方に基づき、実験実施計画書を作成した。

3.2.2.3 ドライビングシミュレーター実験実施計画書

(1) 基本的な考え方

DS実験は、実走事件と同一の被験者により実施する。

被験者は、アイマークレコーダーを装着してDSに乗車し、あらかじめ指示された経路に従い、仮想空間を運転する。ここで、仮想空間とは、実走行実験で対象とした交差点付近をCGにより再現したものであり、CGは別途発注者側で用意したものを使用した。

また、運転終了後、被験者に対して、認知状況や行動を起こした理由について、ヒヤリング調査を実施することとした。

以下に実走行実験とDS実験の前提条件を整理する。

表-3.2.1 実験の前提条件

項目	実走行実験	DS実験
運転対象	実車	DS
場所	十字交差点	実走行実験と同様(CGで再現)
被験者	運転スキルのある人	実走行実験と同一の被験者
運転方法	道路法規に基づいた走行	同左
周辺車両	対向右折車を配置。その他は実験時の交通流	実走行実験を再現(CGで再現)

(2) 使用するDS

実験で使用するDSは慶応大学のものとする。DSの概要を以下に整理する。

本体車両は、実車を用いており、被験者は実車と同様の運転環境(アクセル、ブレーキ行動)で行動することができる。車両周辺には360度(左後方以外ほぼ全開)にスクリーンが設置されており、走行中にドライバーが体感する視野環境の再現が可能となっている。また、車両には6軸動揺装置が接続されており被験者は車両の動作により加速感を感じることができる仕様になっている。

6軸の動揺装置と実物の車両



実際と同様の運転環境

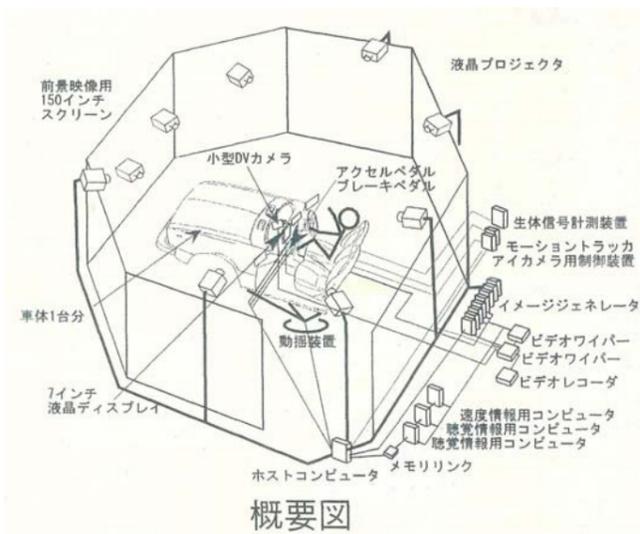


図-3.2.3 DS 実験装置の写真及び DS 概要図

(3) 実験実施計画書

上記の考え方にに基づき、実験実施計画書を作成した。

3.2.3 実験準備

3.2.3.1 被験者の募集・教育・訓練

(1) 被験者の募集

以下の条件を満たす被験者5名を選定した。

表-3.2.2 被験者の要件

項目	条件
免許・資格	・運転免許を有すること
年齢	・20歳代または30歳代
性別	・男性
運転歴	・運転免許保持者で3年以上の運転歴があること ・オートマ車を運転できること ・毎日運転していること、あるいは、定期的に運転を実施していること
視力聴力	・運転に支障がない程度の視力を有すること（眼鏡は不可、ただしソフトコンタクトレンズは可） ・会話に支障がない程度の聴力を有すること
服装	・運転に適した服装であること ・サンダル、スリッパ、厚底靴は不可とする
その他	・実走行実験、DS実験ともに参加できること ・指定された車速を出せるスキルを有すること ・運転酔いの少ないこと

(2) 被験者の教育・訓練

1) 実走行実験

本実験は、公道上で実施するため、被験者に対して法令を遵守した安全な運転を心がけるよう実験開始前に指導を行った。

また、走行経路の案内は、助手席の実験補助員が行い、被験者が運転に集中できるよう配慮した。

2) DS実験

DS実験開始前に、DSの概要、実験内容、注意事項を説明した。

また、DS実験においては、CG酔いを起こす可能性があることを説明し、体調に変化があった場合は速やかに申し出るよう指導を行った。

3.2.3.2 試験車両、アイマークレコーダー等計測機器のセッティング・調整

実走行実験に使用する以下の計測機器について、セッティングおよび調整を行った。

なお、計測機器については、国土技術政策総合研究所 道路空間高度化研究室から貸与されたものを使用した。

(1) 試験車両

本実験では、走行状態を計測する各種計測機器を装備した試験車両を使用した。

図-3.2.4 は、試験車両の後部座席に設置されている計測機器の制御部を示したものである。

計測機器の稼働状況をモニタリングするためのノートパソコンを試験車両に接続した後、国土技術政策総合研究所内を走行し、走行速度、加減速度、ハンドル角、アクセル踏み込み量、ブレーキ踏み込み量について、計測および記録が可能であることを確認した。



図-3.2.4 試験車両の計測機器の制御部

(2) アイマークレコーダー

アイマークレコーダーのコントローラー部は、試験車両の後部座席に設置した。

また、アイマークレコーダーについては、実験前に被験者に装着し、「ナックアイマークレコーダー 取扱説明書」に従い、注視点が記録できるよう調整した。



図-3.2.5 アイマークレコーダーの装着状況

(3) CCDカメラ

運転中の被験者の運転行動を把握するため、図-3.2.6に示すように試験車両内に3台のCCDカメラを設置した。

2台のCCDカメラ(カメラ①, ②)は、被験者の顔や体の動きを撮影できるように試験車両のダッシュボードに取り付けた(図-3.2.6 左上の写真参照)。

残り1台のCCDカメラ(カメラ③)は、被験者のブレーキ行動を記録できるように運転席の足下に取り付けた(図-3.2.6 右の写真参照)。

また、被験者が行動した際の前方の状況を把握するため、運転席と助手席の間にCCDカメラ(カメラ④)を設置した(図-3.2.6 左下の写真参照)。

図-3.2.7は、CCDカメラの映像を示したものであり、CCDカメラは表-3.2.3に示す状況が撮影できるように画角を調整した。



図-3.2.6 CCDカメラの設置状況

表-3.2.3 CCDカメラで撮影する事項

カメラ No.	撮影対象	撮影する事項
カメラ①, ②	被験者の顔や体の動き	視線移動のみ、頭を左右に振る、体を捻る、などの状況を記録
カメラ③	ブレーキペダル	ブレーキを踏む、踏まない、踏まないがペダルに足をのせたかを記録。
カメラ④	前方状況	ドライバーの視界、前方の道路交通状況



図-3.2.7 CCDカメラの映像

3.2.3.3 DS機器の動作確認

図-3.2.8はDS実験室の見取り図を示したものであり、図-3.2.9はDS機器を構成する装置を示したものである。
 図-3.2.8に示す①～④の装置について、正常に動作することを確認した。
 なお、行動方法の指導および動作の確認にあたっては、慶應大学 大門助教授の指導を仰ぎ、行った。

- ①車体
- ②アイマークレコーダーおよびアイマークレコーダー制御用 PC
- ③DS 制御用 PC
- ④4分割情報モニタ

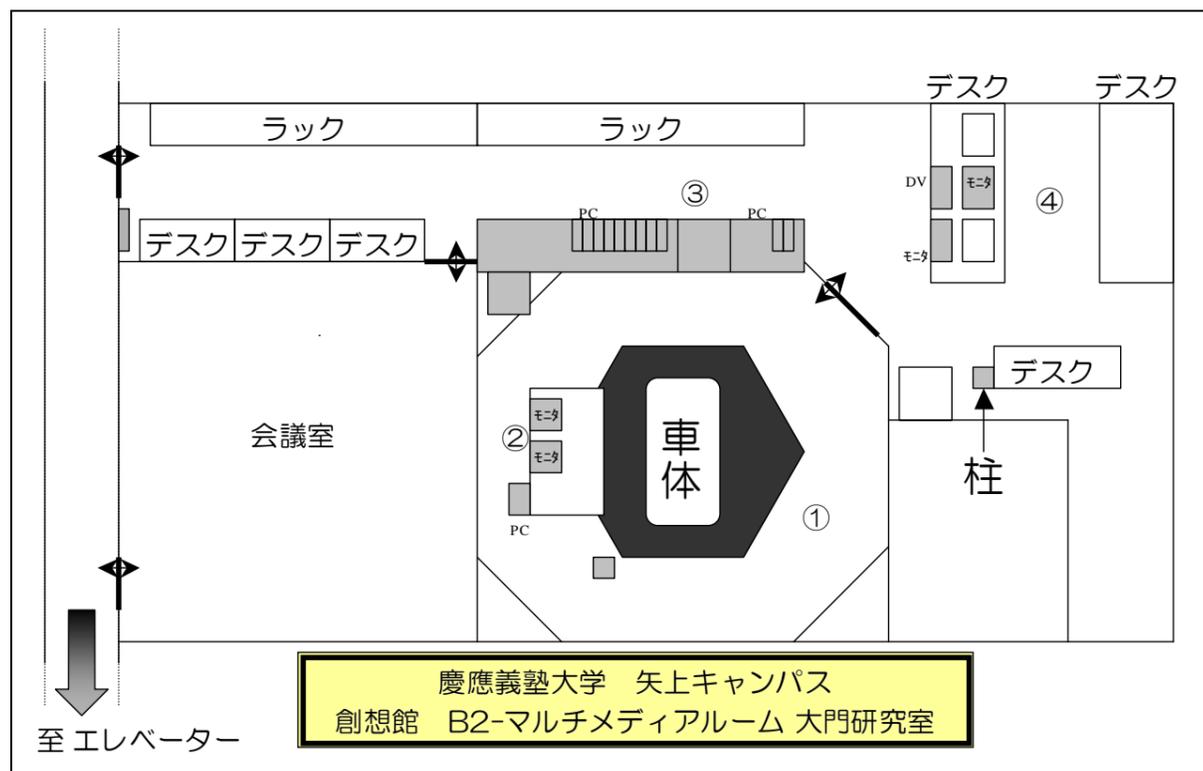


図-3.2.8 DS実験室の見取り図



図-3.2.9 DS 機器を構成する装置

3.2.4 実験実施

同一の被験者 5 名を対象として、実走行実験および DS 実験を実施した。また、収集データについても同様のデータを収集した。

3.2.4.1 実走行実験の実施

作成した実験実施計画書に基づき、実走行実験を実施した。

図-3.2.10～図-3.2.11 は、実走行実験の実施状況を示したものである。

実走行実験は、平成 18 年 12 月 12 日（火）、13（水）の 2 日間で実施し、表-3.2.4 に示すデータを収集した。



図-3.2.10 実走行実験の実施状況 その 1

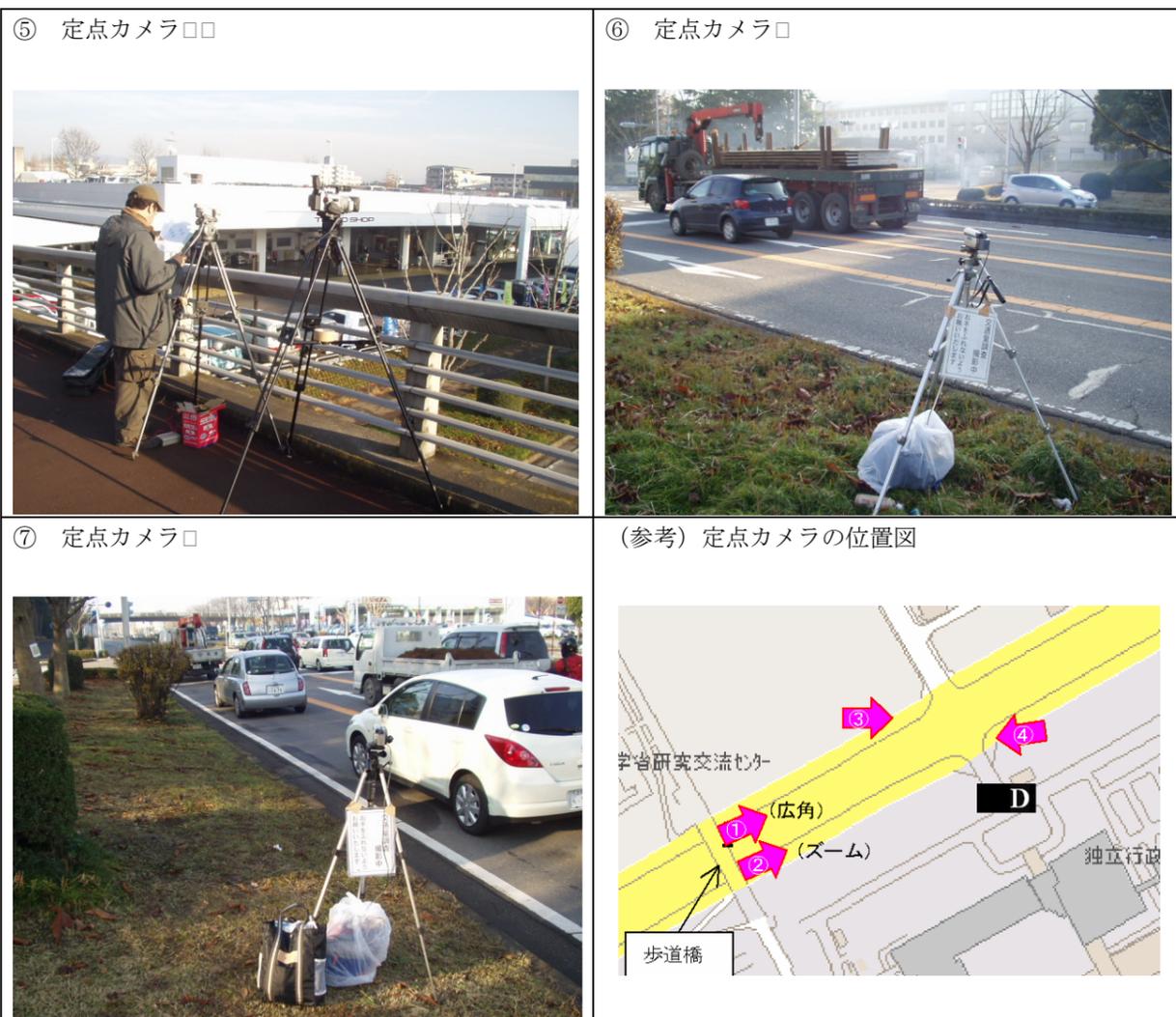


図-3.2.11 実走行実験の実施状況 その2

表-3.2.4 収集データ

	データ項目	取得方法	収集周期	データ形式
1	注視位置、時間	アイマークレコーダーにより記録	1/30 秒	画像データ
2	ブレーキ、アクセル踏み込み量	試験車両の計測装置により記録	1/10 秒	CSV 形式
3	ハンドル行動量	試験車両の計測装置により記録	1/10 秒	CSV 形式

3.2.4.2 DS実験の実施

作成した実験実施計画書に基づき、DS 実験を実施した。

図-3.2.12～図-3.2.13 は、DS 実験の実施状況を示したものである。

DS 実験は、平成 19 年 1 月 30 日（火）、31（水）の 2 日間で実施し、表-3.2.5 に示すデータを収集した。



図-3.2.12 DS 実験の実施状況 その 1

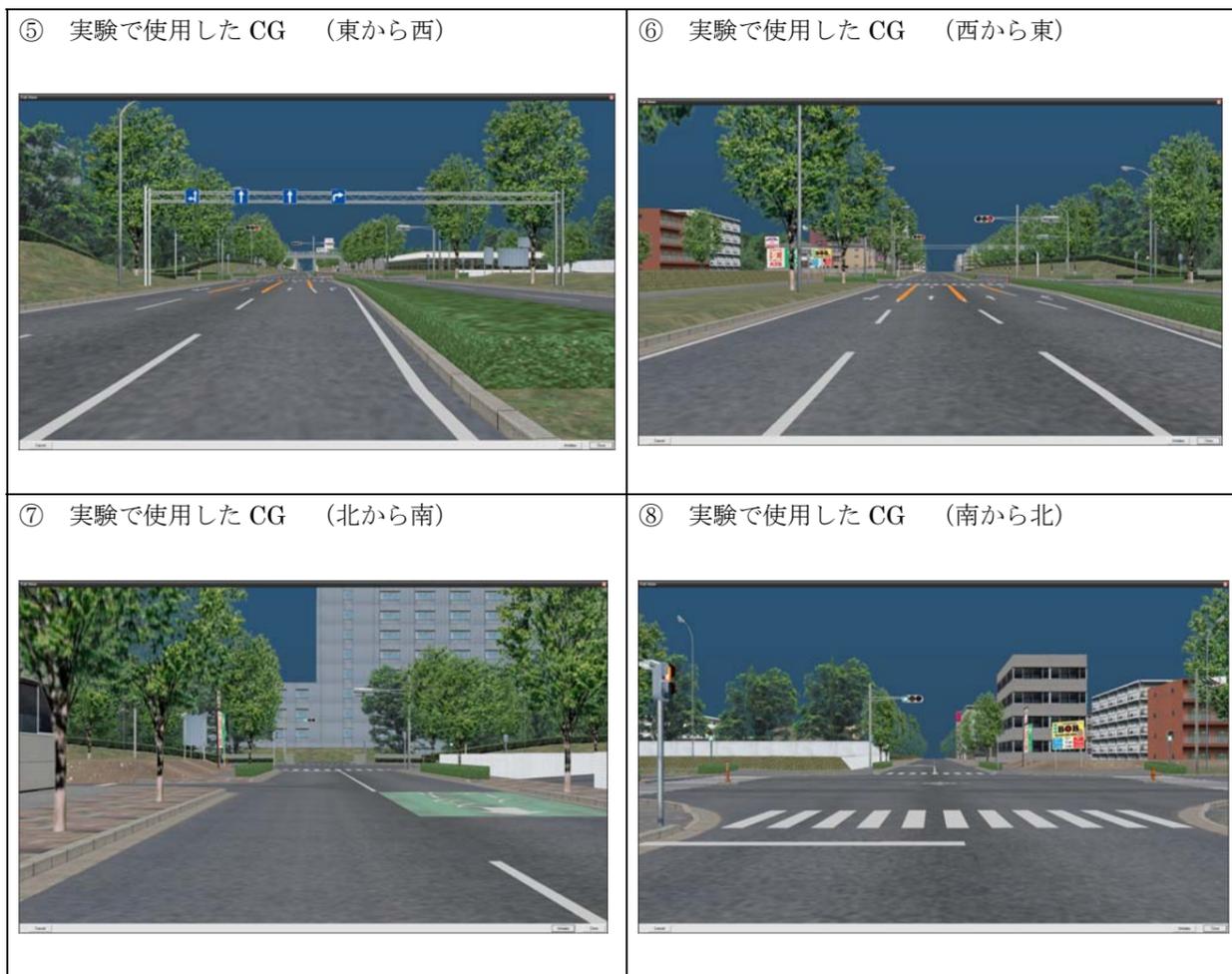


図-3.2.13 DS 実験の実施状況 その2

表-3.2.5 収集データ

	データ項目	取得方法	収集周期	データ形式
1	注視位置、時間	アイマークレコーダーにより記録	1/30 秒	画像データ
2	ブレーキ、アクセル踏み込み量	試験車両の計測装置により記録	1/10 秒	CSV 形式
3	ハンドル行動量	試験車両の計測装置により記録	1/10 秒	CSV 形式

3.2.5 実験結果の分析

実走行実験およびDS実験により取得したデータを比較することにより、ドライビングシミュレーター（以下DSという）の現況再現性を検証する。

一般道の右折を対象として、実走行とDS実験の再現性を計測した事例は無いことから、再現性を測るための指標や考え方が確立されていない。そこで、3.2.4で実施した実走行およびDS実験の結果を用い、右折時の再現性を測る指標を検討するものである。

3.2.5.1 分析方法

現況再現性は、被験者の「認知」、「判断」、「行動」ごとに確認することとした。また、各段階の確認項目は、以下のとおりとした。

(1) 分析対象範囲

現況再現性の確認を行う対象区間は、交差点内とする。対象車両が流入側停止線（下図 断面A）を通過し、流出側の停止線付近（下図 断面D）を通過する間を確認対象区間とした。

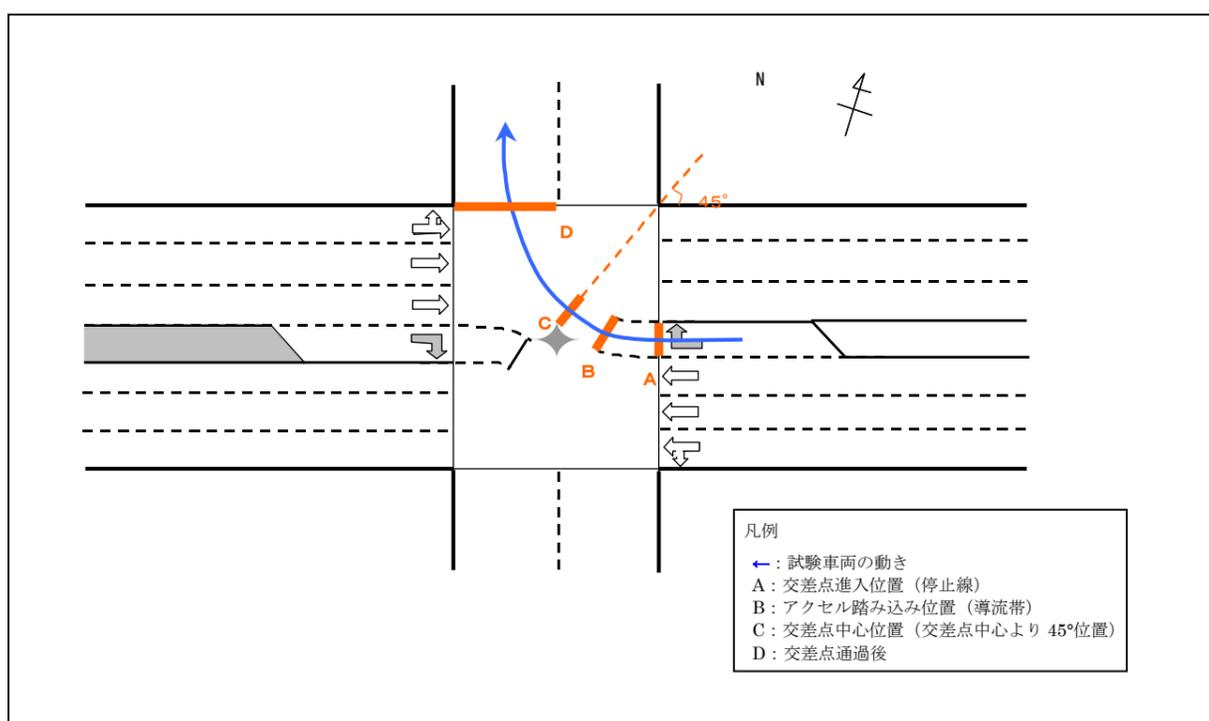


図-3.2.14 分析対象範囲

(2) 分析項目

1) 被験者の視点方向と視野内の対向車両の状況

アイマークレコーダーの画像データを用いて、分析対象区間内(断面A～D)における被験者の視点方向と視野内の対向車両の状況を時系列で整理した。

2) 視認方向と視認対象物の視認状況

視認方向はシーン別にブロック（注視場所）を設定する。シーンは、交差点内(断面A～D)において断面Cによって2つに分ける。次ページ以降にブロック、ブロック内の視認対象物(オブジェクト)を整理する。

a) シーン i : A～C (交差点進入後45度まで)

ブロックは対向車、対向車線、進行方向、車内、その他の計5ブロックとする。注視場所を図-3.2.15、視認対象物を表-3.2.6に示す。

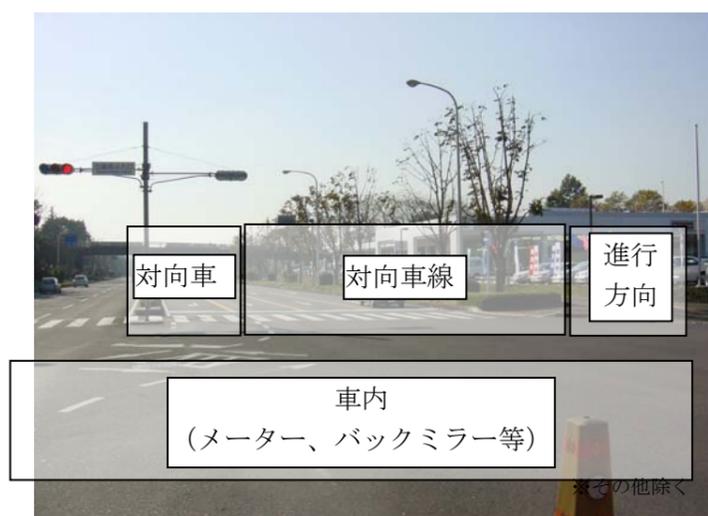


図-3.2.15 注視場所(ブロック)

表-3.2.6 ブロック内の視認対象物(オブジェクト)

ブロック名称	視認対象物(オブジェクト)
対向車	対向車(右折)
対向車線	対向車(直進)
	対向車(左折)
	前方車両
	対向車線(道路)
進行方向	進行方向
	横断歩道(自転車、歩行者等)
車内	車内(メーター、バックミラー等)
その他	看板、路面標示
	信号
	左側窓
	その他(視点がぶれているもの)

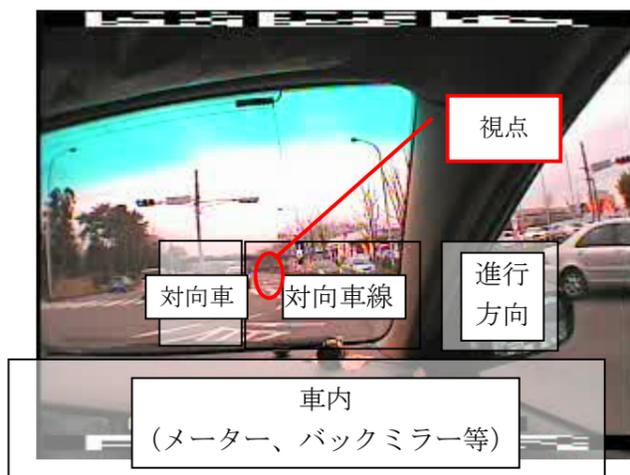


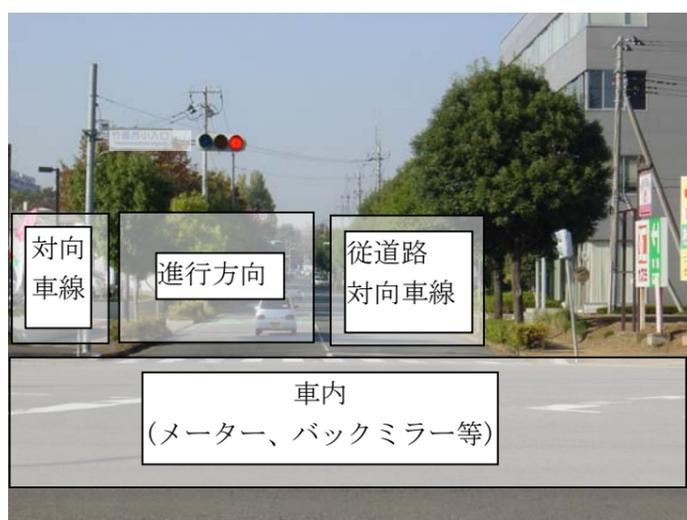
図-3.2.16 アイマークレコーダー画像サンプル(実走行実験 対向車線を視認)



図-3.2.17 アイマークレコーダー画像サンプル(D S実験 対向車線を視認)

b) シーン ii : C～D (交差点進入後 45度～交差点流出まで)

ブロックは対向車線、進行方向、従道路対向車線、車内、その他の計5ブロックとする。注視場所を図-3.2.18、視認対象物を表-3.2.7に示す。



※その他除く

図-3.2.18 注視場所(ブロック)

表-3.2.7 ブロック内の視認対象物(オブジェクト)

ブロック名称	視認対象物(オブジェクト)
対向車線	対向車(右折)
	対向車(直進)
	対向車(左折)
	対向車線(道路)
進行方向	進行方向(道路)
	前方車両
	横断歩道(自転車、歩行者等)
従道路対向車線	従道路対向車
車内	車内(メーター、バックミラー等)
その他	看板、路面標示
	信号
	左側窓
	その他(視点がぶれているもの)



図-3.2.19 アイマークレコーダー画像サンプル(実走行実験 進行方向を視認)

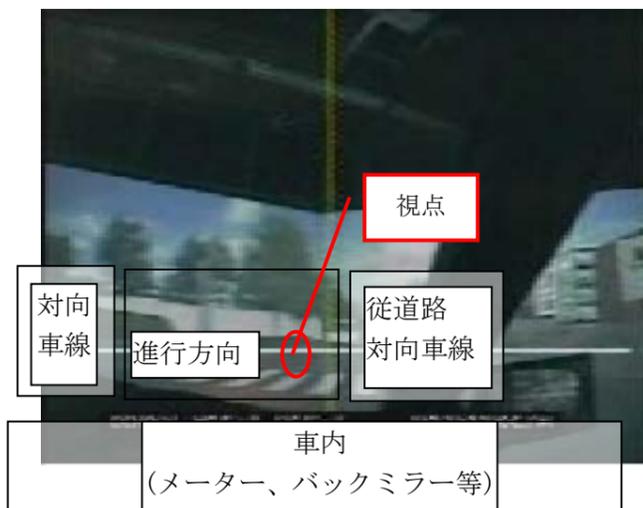


図-3.2.20 アイマークレコーダー画像サンプル(D S実験 進行方向を視認)

3) 走行速度の変動状況

試験車両の計測データおよびDSのログデータを用いて、走行速度の変動および走行速度の相関を整理した。

(3) 現況再現性の確認

以下の3項目に着目し、現況再現性を確認することとした。

1) 「認知」に関する確認項目

「認知」に関する確認項目は、以下の2項目とすることとした。

- ・注視率(ブロック) (どこをみているか?)
- ・対向車の注視率

2) 「判断」に関する確認項目

「判断」については、被験者の思考であるため、計測データにより把握することは困難である。そこで、本検討においては、被験者が判断を行ったプロセスに着目し、以下の2項目とすることとした。

- ・ギャップの見極め(他の車両と接触することなく交差点を通過できたか)
- ・アクセルを踏み込む直前のドライバーの行動(判断結果の現れ)

3) 「行動」に関する確認項目

被験者は自車の走行状態を随時確認しながらアクセルやブレーキの行動を行うため、確認項目は、行動(アクセル、ブレーキ行動)の結果としての走行速度とした。

3.2.5.2 分析結果

分析を行うサンプルについては、以下の条件にあったデータを抽出し、当てはまらないものについては分析対象外とした。データ抽出の結果、データ総数15サンプル(=5人×3周 □3周/人)中10サンプル(抽出率67%)を分析対象とした。

分析データ抽出条件は

- (a) 全てのデータ(プローブデータ、アイマークレコーダーデータなど)において欠損、異常値が見られない。
- (b) 右折時に対向右折車が存在する(アイマークレコーダー画像で確認)。

表-3.2.8に、現況再現性の確認結果の概要を示す。

表-3.2.8 結果概要

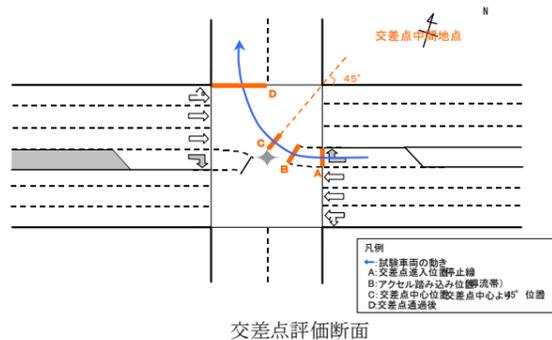
	検証項目	項目の考え方	評価指標		考察	評価結果
			指標	値		
認知	①注視しているブロック	<ul style="list-style-type: none"> 注視※1しているブロック（範囲）は類似しているか？ 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点を交差点中間地点【断面 C】でシーン分けした場合のブロック【下図参照】ごとの注視率の実車と DS との相関係数 交差点に進入できるか判断するための「認知」の再現性が重要と考え、シーン□を評価対象とした。 全サンプルの平均注視率が最も高いものには下記の記号を記載 実車：☆ DS：★ 	<ul style="list-style-type: none"> ◇シーン i 【断面 A～C】 対向車：0.72 対向車線（☆★）：0.43 進行方向：-0.24 車内：注視なし※2 その他：0.12 【参考】 ◇シーン ii 【断面 C～D】 対向車線：-0.16 進行方向（☆★）：-0.08 従道路対向車線：注視なし※2 車内：注視なし※2 その他：-0.15 	<ul style="list-style-type: none"> 相関係数を見ると、シーン i において対向車、対向車線の項目の相関が高い。 実車、DS とともに右折の前半のシーン i では、ドライバーは進行方向よりも、対向車、対向車線を注視している。 シーン i の相関係数が高く、対向車、対向車線の注視割合が比較的高いとといった特徴が再現できているため、視野環境は概ね再現できていると考えられる。 【参考】 実車、DS とともに右折の後半のシーン ii では、主に進行方向を注視している（既に対向車との安全なギャップを確保しているためと推測される）。しかしながら実車と DS の相関係数は低い。 →本検討において交差点通過後の状況（前方、従道路対向車線の交通）を再現していないためだと考えられる。 →DS と実車において速度が異なるため、周辺車両の状況が再現できなかったためと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 視環境は概ね再現できていると考えられる。 →交差点通過時においては、通過可能なギャップを認知するシーン i の再現性が重要であると考えられる。 シーン ii においては、既に通過可能なギャップを見極めており、ここでは参考値として記載した。
	②対向車両の注視状況	<ul style="list-style-type: none"> 対向車両を注視※1しているか？ 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点進入から右折可能と判断してアクセルを踏み込むまで【断面 A～B】において視野内の対向車両の注視率（注視した台数/全台数）の実車と DS との相関係数 	<ul style="list-style-type: none"> 対向直進車：-0.63 対向右折車：全て注視※2 対向左折車：0.89 	<ul style="list-style-type: none"> 対向直進車において正の相関が見られない 個別に見ると、現況再現性にばらつきが見られた。右折待ちをしている状態では車両が停止しているため、視認行動の自由度が高く、対象物のばらつきが大きく出ていると考えられる。また、交差点右折中の周辺車両の再現性が高い結果となったサンプルでは対向車注視率の再現性も高いことから、注視率の再現性は周辺車両の再現性に依存していることも一因と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 対向車の注視状況の再現性はばらつきが見られる。
判断	③ギャップの見極め	<ul style="list-style-type: none"> 適切なギャップを選んでいるか？ 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点右折時に接触しなかった被験者数 	<ul style="list-style-type: none"> ◆DS/実車 = 10 サンプル/10 サンプル (整合率 100%) 	<ul style="list-style-type: none"> 実走行実験、DS 実験共に、接触した車両はなく、通過可能なギャップを見極めている。 	<ul style="list-style-type: none"> 対向車両との距離感は、概ね再現できていると考えられる。
	④アクセルを踏み込む直前のドライバーの行動	<ul style="list-style-type: none"> アクセルを踏み込む直前に、対向車(もしくは対向車線)を見ているか？ 	<ul style="list-style-type: none"> アクセルを踏み込む直前に、対向車(もしくは対向車線)を見た被験者数 	<ul style="list-style-type: none"> ◆DS/実車 = 10 サンプル/10 サンプル (整合率 100%) 	<ul style="list-style-type: none"> アクセルを踏み込む直前に、対向直進車が存在する場合は対向直進車、存在しない場合は対向車線を見ていることが実走行実験、DS 実験で共通している。 	<ul style="list-style-type: none"> 判断のプロセスは再現されていると考えられる。
行動	⑤速度変動の状況	<ul style="list-style-type: none"> 走行速度の変動状況は、DS と実車で類似しているか？ 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点進入前(交差点に接続する直線区間)と交差点内【断面 A～D】における 1m ごとの速度の実車と DS との相関係数※3 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点進入前：0.88 交差点内：0.76 	<ul style="list-style-type: none"> 相関係数も高い値※4となっていることから交差点に接近し、通過するまでの速度は概ね整合していると考えられる。 個別のカルテを見ると、速度の再現性にはばらつきが見られた。これは被験者の DS の運転習熟度に差が生じたためだと推察される。 	<ul style="list-style-type: none"> アクセル、ブレーキの行動状況は再現できていると考えられる。

※1 注視とは、既往文献（「注視点の定義に関する実験的検討」、福田亮子ら4名）より、視点が0.165秒以上停留した場合を注視とする。

※2 相関係数が定義できない場合(全ての値が同じ場合)右の注意書きを記載した。注視なし：全サンプルとも一度も注視していない場合 全て注視：全サンプル必ず注視していた場合

※3 速度プロファイルデータは、実車、DS 共に 1/10 秒ごとに取得した。データの相関を計測するため 1m ピッチで平均速度を算出した。

※4 相関係数の値は、既往文献より概ね 0.45～0.88 の値をとれば現況再現性が高いとされており、本検討の参考とした。既往文献は、例えば「ドライビングシミュレーターを用いた室内実験システムによる運転者行動分析」（飯田ら5名）がある。



(1) 注視しているブロック (シーン i)

右折時の注視状況(視点方向)をブロック別に整理したものをブロックの注視率※1として定義する。ブロックごとの注視率は、交差点進入から流出まで(下図断面A~D)を交差点内の中心(断面C)で2つのシーンに分けて整理した。また、シーンごとのブロックは、下図のように設定した。

$$\text{ブロックごとの注視率}[\%] = \frac{\text{右折時(断面A~C)にブロックを注視した時間}[\text{sec}]}{\text{右折時間(断面A~C走行時間)}[\text{sec}]} \times 100$$

※1 ※2

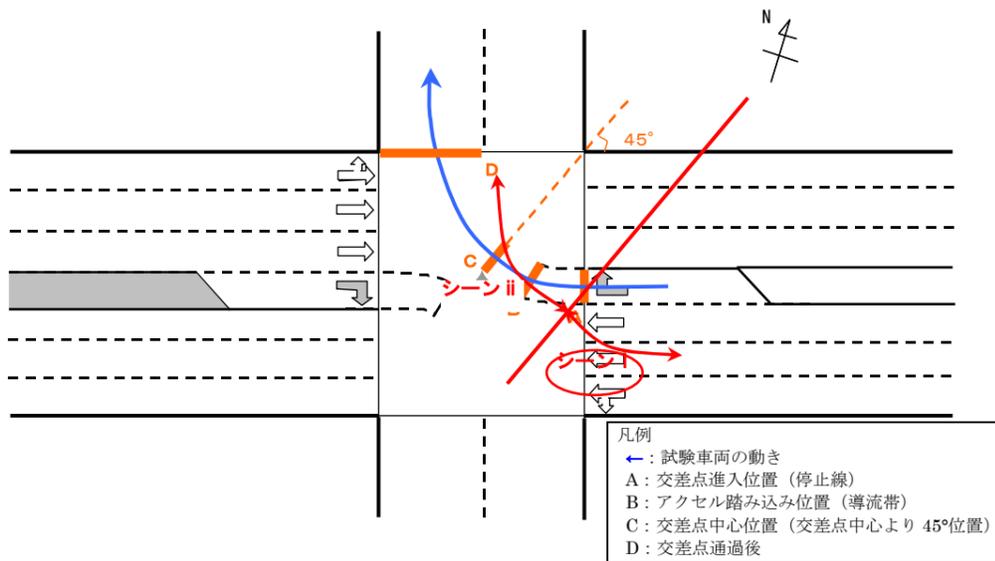


図-3.2.21 評価断面



図-3.2.22 シーン i ブロック分け(左:実車 右:DS)

※1 注視とは、既往文献(「注視点の定義に関する実験的検討」、福田亮子ら4名)より、視点が0.165秒以上停留した場合を注視とする。

※2 全ブロック注視率の総和は100%となる。

実験結果

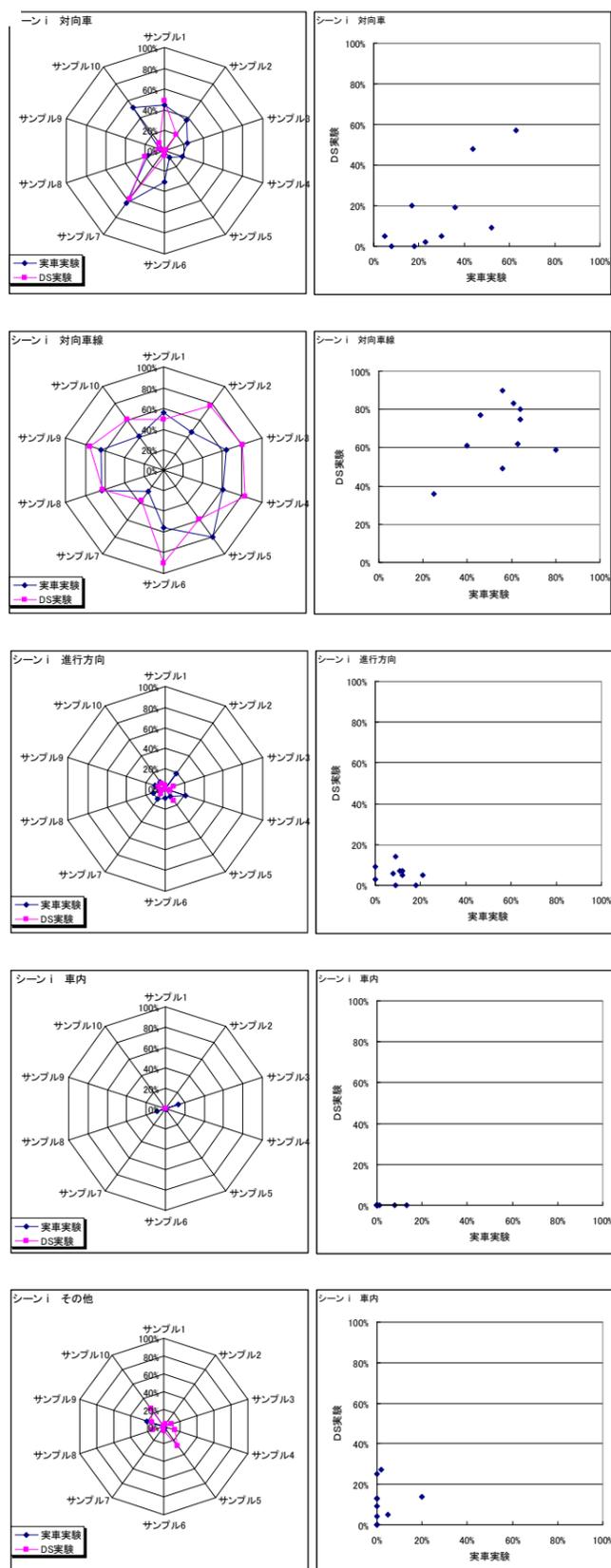


図-3.2.23 サンプルごとのブロックごとの注視状況(シーン i)

(2) 注視しているブロック (シーン ii)

右折時の注視状況(視点方向)をブロック別に整理したものをブロックの注視率※1 として定義する。注視率は、交差点進入から流出まで(下図断面 A~D)を交差点内の中心(断面 C)で2つのシーンに分けて整理した。また、シーンごとのブロックは、下図のように設定した。

$$\text{ブロックごとの注視率}[\%] = \frac{\text{右折時(断面C~D)にブロックを注視した時間}[\text{sec}]}{\text{右折時間(断面C~D)}[\text{sec}]} \times 100$$

※1 ※2

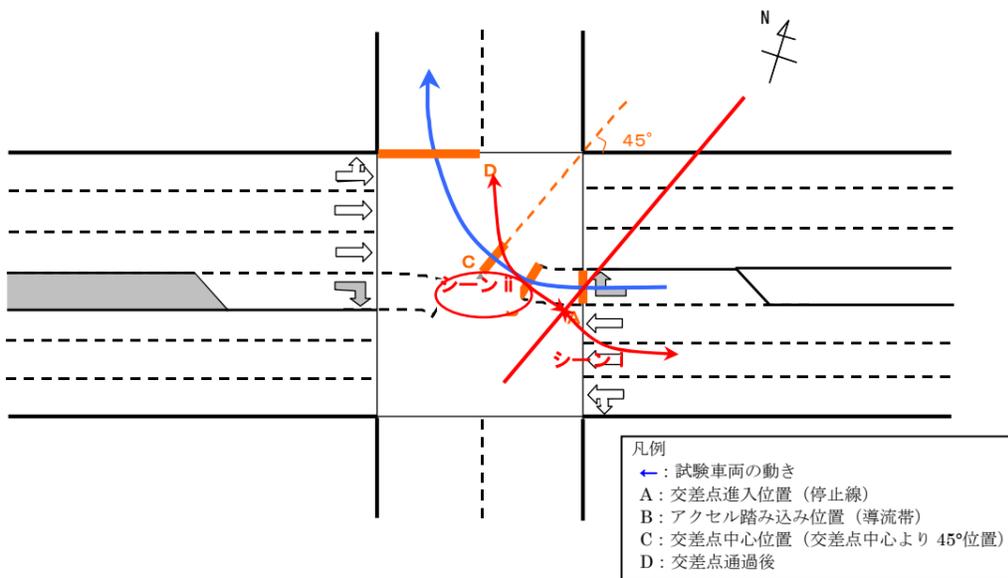


図-3.2.24 評価断面(シーン分け)



図-3.2.25 シーン ii ブロック(左:実車 右:DS)

※1 注視とは、既往文献(「注視点の定義に関する実験的検討」、福田亮子ら4名)より、視点が0.165秒以上停留した場合を注視とする。

※2 全ブロック注視率の総和は100%となる。

実験結果

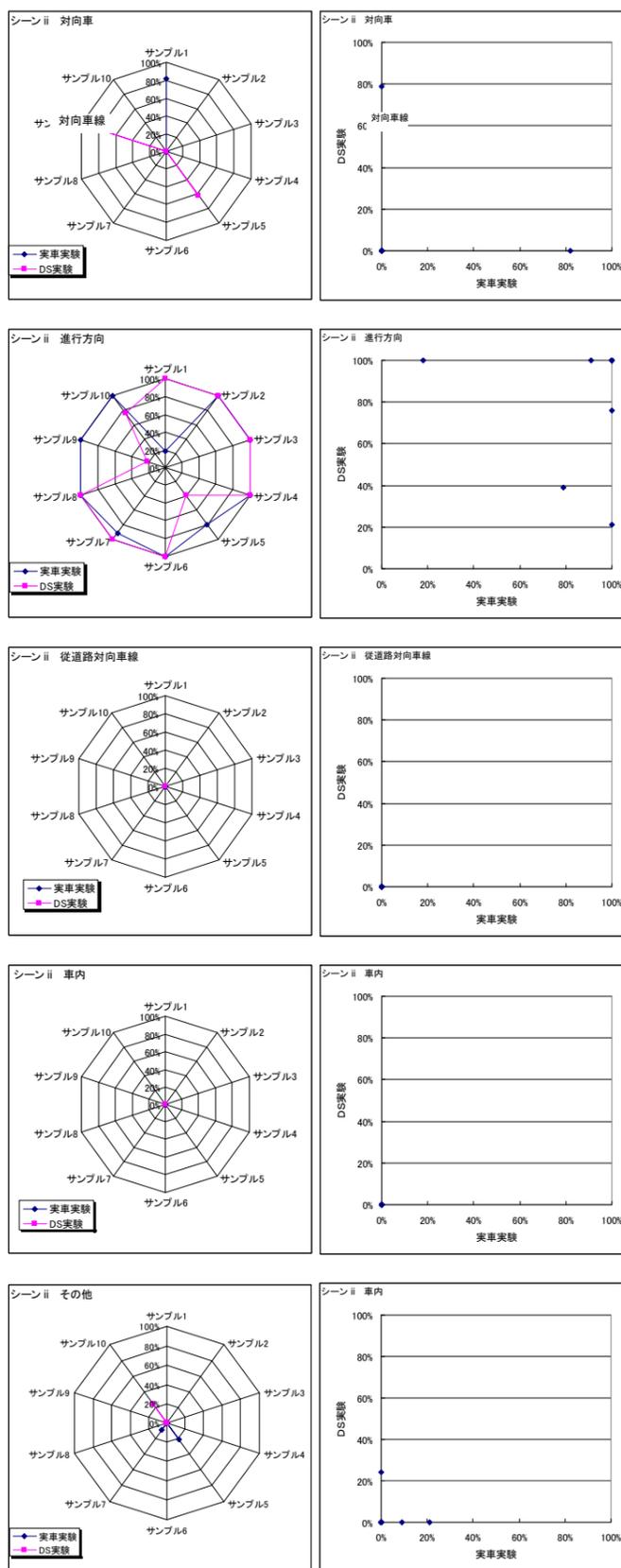


図-3.2.26 サンプルごとのブロックごとの注視状況(シーン ii)

(3) 対向車の注視状況

注視状況は、対向車の注視率で評価する。対向車の注視率※1とは試験車両が交差点進入してから右折可能と判断してアクセルを踏み込むまで（下図A～B断面）に視野内にいた対向車の中で注視した台数の割合と定義する。ここで、視野内とはアイマークレコーダー画像内(下図)とした。

対向車の注視率[%]

$$= \frac{\text{交差点進入から右折可能と判断するまで(断面A～B)に対向車(直進or右折or左折)を注視した台数[台]}}{\text{交差点進入から右折可能と判断するまで(断面A～B)に視野内にいた対向車(直進or右折or左折)総台数[台]}} \times 100$$

※1 ※2

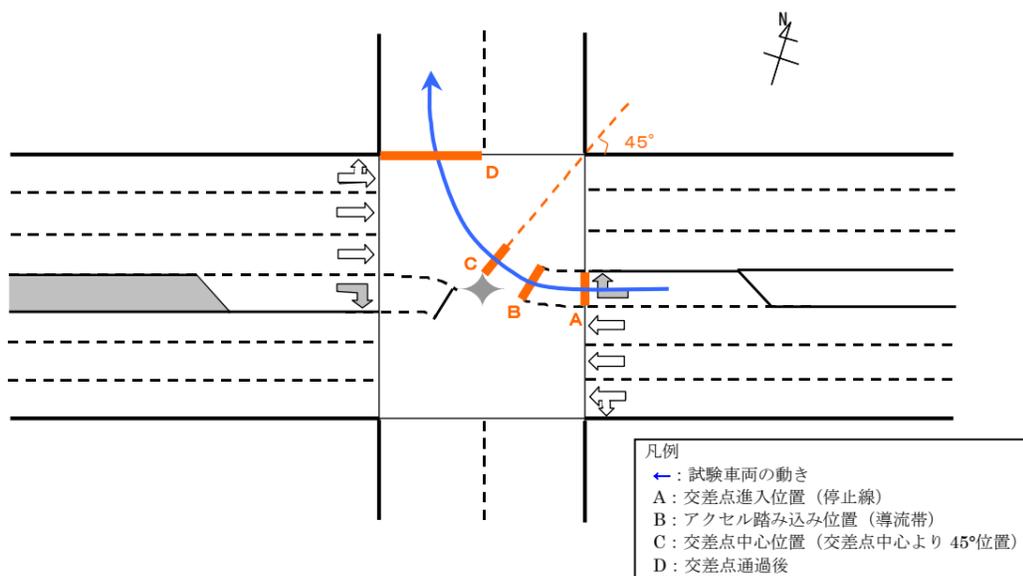


図-3.2.27 評価断面



図-3.2.28 視野内画像サンプル(左：実車 右：DS)

※1 注視とは、既往文献（「注視点の定義に関する実験的検討」、福田亮子ら4名）より、視点が0.165秒以上停留した場合を注視とする。
 ※2 注視時間は考慮しない(すべての対向車を注視(0.165秒以上視点が停留)した場合は100%となる)。

実験結果

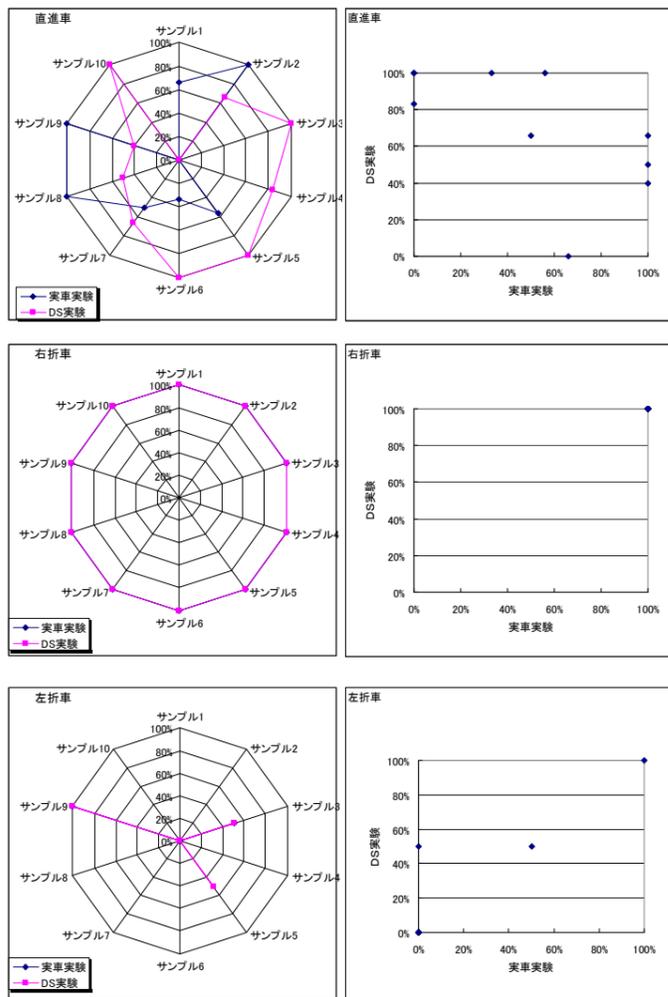
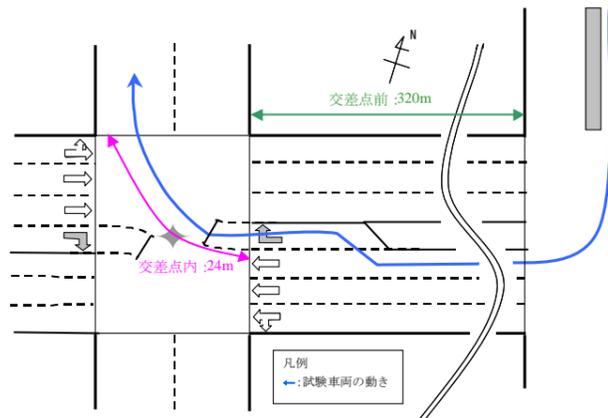


図-3.2.29 サンプルごとの対向車の注視状況

表-3.2.9 サンプルごとの現況再現性の結果カルテ(被験者5名 全10サンプル)

被験者		被験者No.1						被験者No.2				被験者No.3				被験者No.4				被験者No.5			
サンプルNo(周回数)		No1(1周目)		No2(2周目)		No3(3周目)		No4(1周目)		No5(3周目)		No6(1周目)		No7(2周目)		No8(1周目)		No9(3周目)		No10(1周目)			
実験		実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験	実走 実験	DS 実験		
①対向車の注視状況 【断面A~B】	直進車	視野内の台数	3台	2台	1台	3台	2台	2台	0台	6台	9台	2台	3台	6台	6台	3台	1台	2台	5台	5台	1台	3台	
		注視した台数	2台	0台	1台	2台	0台	2台	0台	5台	5台	2台	1台	6台	3台	2台	1台	1台	5台	2台	0台	3台	
		注視した割合	66%	0%	100%	66%	0%	100%	0%	83%	56%	100%	33%	100%	50%	66%	100%	50%	100%	40%	0%	100%	
	右折車	視野内の台数	1台	1台	1台	1台																	
		注視した台数	1台	1台	1台	1台																	
		注視した割合	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	左折車	視野内の台数	1台	0台	0台	0台	2台	2台	0台	3台	5台	2台	3台	2台	1台	0台	0台	0台	1台	1台	0台	0台	
		注視した台数	0台	0台	0台	0台	1台	1台	0台	0台	0台	1台	0台	0台	0台	0台	0台	0台	1台	1台	0台	0台	
		注視した割合	0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	
②ブロックごとの注視率 【断面A~D】	シーンi 【断面A~C】	対向車	44%	48%	36%	19%	23%	2%	18%	0%	8%	0%	30%	5%	63%	57%	17%	20%	5%	5%	52%	9%	
		対向車線	56%	49%	46%	77%	64%	80%	61%	83%	80%	59%	56%	90%	25%	36%	63%	62%	64%	75%	40%	61%	
		進行方向	0%	3%	18%	0%	0%	9%	21%	5%	9%	14%	9%	0%	12%	7%	12%	5%	11%	7%	8%	6%	
		車内	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	
		その他	0%	0%	0%	4%	0%	9%	0%	13%	2%	27%	5%	5%	0%	0%	0%	13%	20%	14%	0%	25%	
	シーンii 【断面C~D】	対向車線	82%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	61%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	0%	0%	
		進行方向	18%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	79%	39%	100%	100%	91%	100%	100%	100%	100%	21%	100%	76%	
		従道路 対向車線	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		車内	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		その他	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21%	0%	0%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	24%	
③ギャップの見極め	他の車両と接触することなく交差点を通過した場合：○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
④アクセルを踏み込む直前の行動 【断面B】	対向車を注視していた場合：○(視野内に対向車両がない場合は、対向車線を注視した場合)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	※前方車両を確認	○	○		
⑤速度変動の状況	相関係数	交差点進入前	0.97		0.93		0.93		0.80		0.94		0.90		0.93		0.80		0.87		0.75		
		交差点内	0.80		0.58		0.78		0.65		0.77		0.78		0.73		0.81		0.78		0.87		
	交差点前の最高速度	59 km/h	59 km/h	57 km/h	72 km/h	59 km/h	61km/h	46 km/h	64 km/h	53 km/h	53 km/h	50 km/h	56 km/h	50 km/h	58 km/h	54 km/h	51 km/h	57 km/h	63 km/h	49 km/h	54km/h		

※ ここではサンプル9が交差点内においてアクセルを踏み込む直前に前方車両(先に右折しようとしていた車両)との車間距離を確認した状況を示している。



3.2.6 右折時の再現性指標検討

3.2.6.1 分析の目的

3.2.5 で実施した実走行およびDS実験の分析に加えて、再現性を測るための指標を更に検討した。

3.2.6.2 検討内容

右折時の再現性を測る指標として、以下の3つについて検討した。

表-3.2.10 右折時の再現性に関する分析項目

分析項目	1)右折時のギャップ長の把握	2)右折時の対向車の位置の把握	3)右折直前の視認パターンの把握
選定理由	交差点の交通処理或いは安全性評価を議論する際に通常用いられる重要な情報であるため	同左	周辺を確認してから右折するという右折プロセスが踏まえているか確認するため
分析項目	右折時のギャップ長	右折時の最も近接している対向車と被験車両の距離	周辺確認のパターン
分析データ	<ul style="list-style-type: none"> ビデオカメラ画像 走行データ 		<ul style="list-style-type: none"> ビデオカメラ画像 アイカメラ画像 走行データ
分析方法	<ul style="list-style-type: none"> 画像やデータより、右折時のギャップ長、右折時の最近接の対向車の位置を把握する 画像やデータより右折時の周辺の交通環境を把握する 得られた情報より、実走とDS走行の差異を分析する 		<ul style="list-style-type: none"> 画像より、顔の向きを把握する 画像やデータより顔の向きと周辺の交通環境との関係を把握する 得られた情報より、実走とDS走行の差異を分析する
結果	DSの方がギャップ長をやや長くとる傾向がある。中央値で見ると差が見られないことから、再現性指標として有効な可能性はあると考えられる。		実走の方が周囲確認がやや不足している傾向がある。しかし差が小さいものもあり、再現性指標として有効な可能性はあると考えられる。

3.2.6.3 検討結果

右折待ちの車両が右折する際には、①対向車の有無、②対向車の交差点からの距離（右折時の対向車の位置）および③対向車が交差点に到着するまでの時間（右折時のギャップ長）を判断材料として、右折するかを判断しているものと考えられる。

右折車が存在しない場合は右折事故となりえないため、右折事故を評価するためには、「右折時の対向車の位置」および「右折時のギャップ長」が重要な指標となると考えられる。

また、右折時に対向車の確認が十分行われており、周辺を確認してから右折するという右折プロセスが踏まえているかについても右折時には重要な指標と考えられる。

これらについてDS実験と実走行実験の結果を比較し、再現性の確認を行う。

(1) 右折時のギャップ長の把握

右折時のギャップ長とは、対向直進車が複数台存在する右折行動において、対向直進車の車頭時間とし、右折を見送った（しなかった）車頭時間を「棄却ギャップ」、右折を行った車頭時間を「右折ギャップ」と定義した。これらのギャップについて検討を行った。

$$\begin{aligned} \text{右折時のギャップ長(sec)} &= \text{対向直進車の車頭時間(対向車の前輪が停止線を越えた時間差)} \\ &= (t+\Delta t) - t = \Delta t \end{aligned}$$

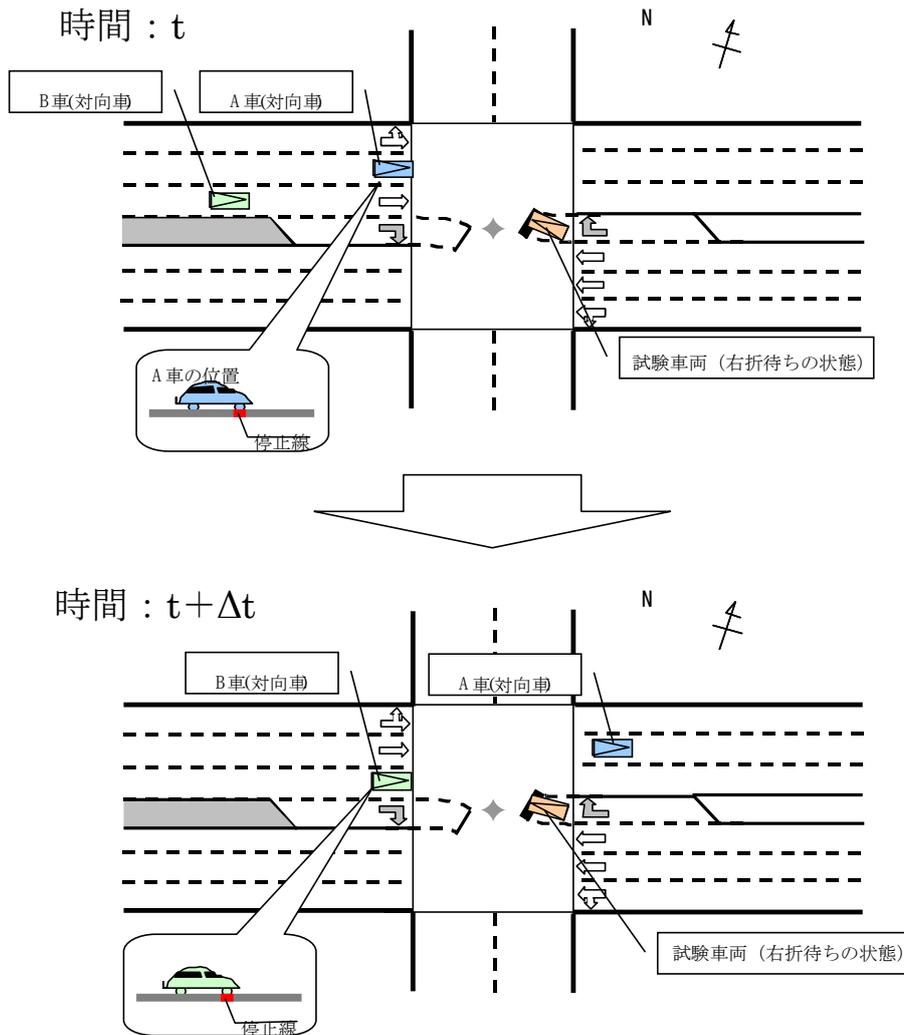


図-3.2.30 右折時のギャップ長計測例

1) DS実験と実走行実験の再現性の確認

DS 実験と実走行実験について棄却ギャップの分布を比較した結果、DS 実験における最大棄却ギャップが 6 秒、実走行実験最大棄却ギャップが 8 秒であり、DS 実験の方が短くなっている（図-3.2.31 参照）。しかし累加曲線の 85% タイルにおける棄却ギャップでみると DS 実験は 5 秒、実走行実験では 4 秒であり、DS 実験の方がギャップが長く、実走よりも長いギャップで右折を判断していることがわかる。

これは DS 実験では、視界の情報が 2D のスクリーン上の映像であるため、対向車の奥行き距離感がつかみにくいことや、DS の車両は速度感がつかみにくいことが影響しているものと考えられる。また、実験であることから DS 実験では慎重に運転しているものと考えられる。

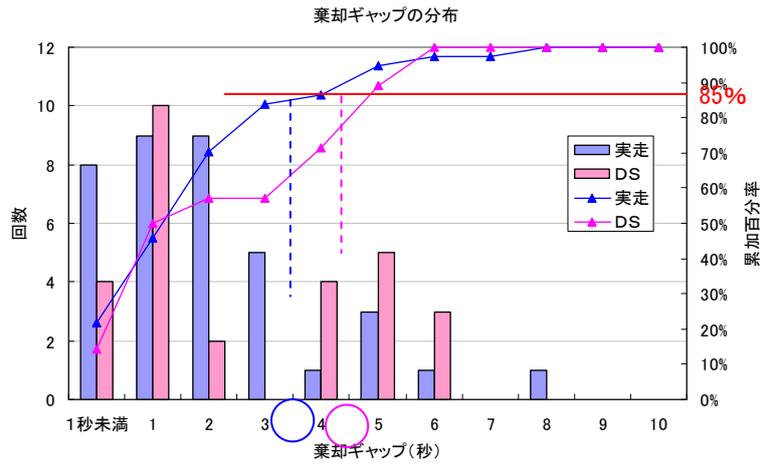


図-3.2.31 棄却ギャップの分布

2) 棄却ギャップと右折ギャップの差について

棄却ギャップと右折ギャップの差について DS 実験と実走行実験で中央値を比較すると、右折ギャップが DS6.9 秒、実走 7.1 秒、棄却ギャップが DS2.0 秒、実走 2.3 秒であり明確な差が見られなかった（図-3.2.32 参照）。このことから DS 実験と実走行実験の棄却ギャップおよび右折ギャップの中央値は類似しており指標の再現性が高いと考えられる。

右折ギャップの中央値は 7 秒前後であることからドライバーは 7 秒程度を基準として右折の可否を判断しているものと考えられる。

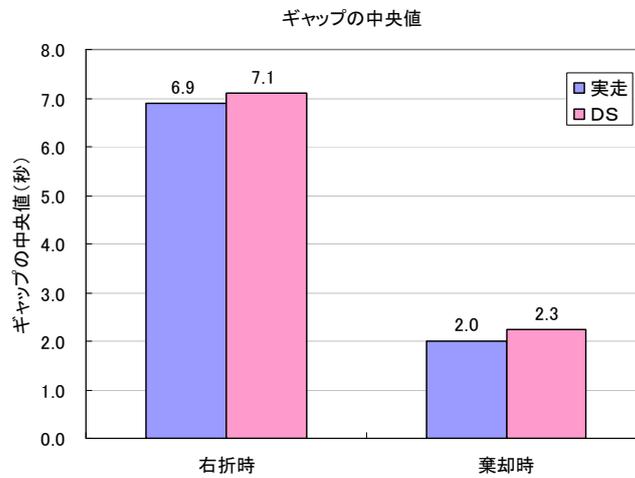


図-3.2.32 ギャップの中央値

(2) 右折時の対向車の位置の把握

右折時の対向車の位置については、対向側の右折専用車線を基準として以下の区間 A~C の 3 つに区分し、右折車が右折を判断した対向車の位置について検討を行った。

区間 A：対向車線側の停止線～対向車線側の右折専用レーンの中央まで

区間 B：対向車線側の右折専用レーンの中央～対向車線側の右折専用レーンの取付部まで

区間 C：対向車線側の右折専用レーンの取り付け部より遠い区間

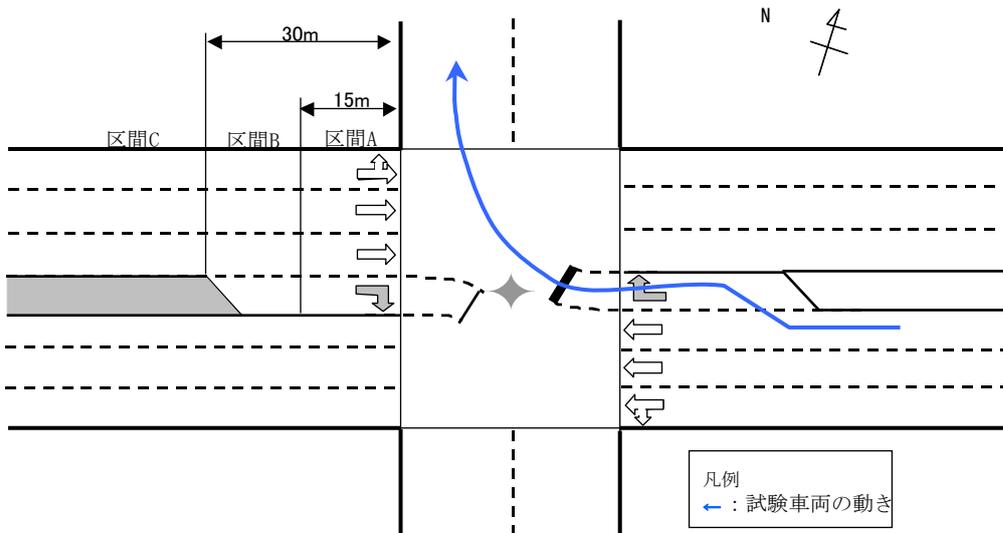


図-3.2.33 設置した区間の位置

1) DS実験と実走行実験の再現性の確認

DS 実験と実走行実験について比較した結果、右折時に最も近接していた対向車の位置については、両実験ともに区間 C となっている被験者が約 7 割と最も多い。

また、残りの被験者については、DS 実験では区間 B、実走行実験では区間 A となっている。これは、3.2.6.3 (1) 1) で記述したとおり、DS 実験では実走行実験と比べてギャップを長めに判断していることに起因していると考えられる。

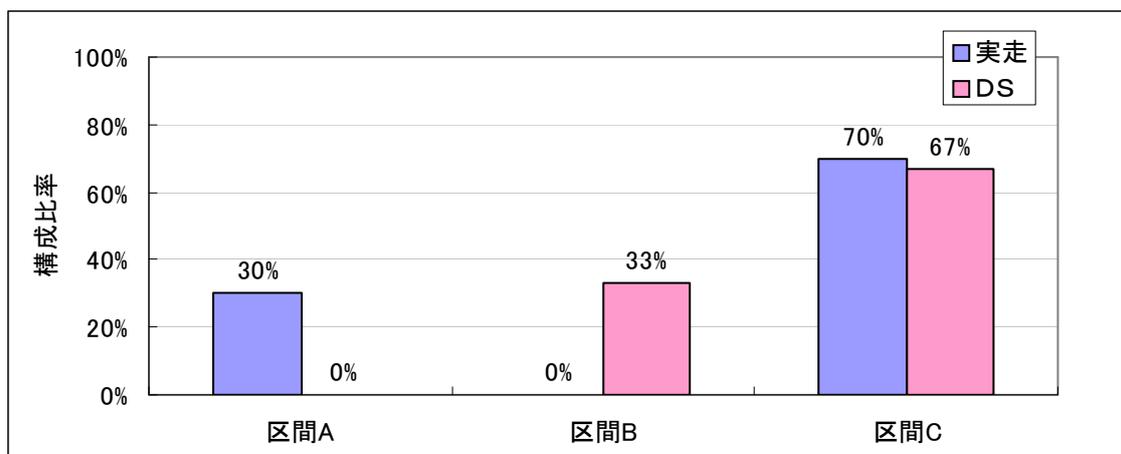


図-3.2.34 右折時に最も近接していた対向車の位置

(3) 右折直前の視認パターンの把握

右折直前の視認パターンについては、右折待ち停止時に対向車の有無など安全確認のための周辺確認の回数をビデオ映像から読みとり、DS実験と実走行実験で比較検討を行った。

1) DSと実走行の再現性の確認

安全確認のための周辺確認を行った被験者は、DS実験では15名中3名(20%)なのに対して、実走行実験では14名中1名(7%)であり、実走行実験の方が周囲の確認がやや不足気味となっている(図-3.2.35参照)。

これは、DSでは視界の情報が2Dのスクリーン上の映像あり、対向車の奥行き距離感がつかみにくいため、確認のため、覗き込む動作が必要となり、行われているためと類推される。

ただし、安全確認のための周辺確認を行った被験者数の差は小さいことから、今後、CGの画質や映写方法によっては、再現性の指標として活用できる可能性はあると考えられる。

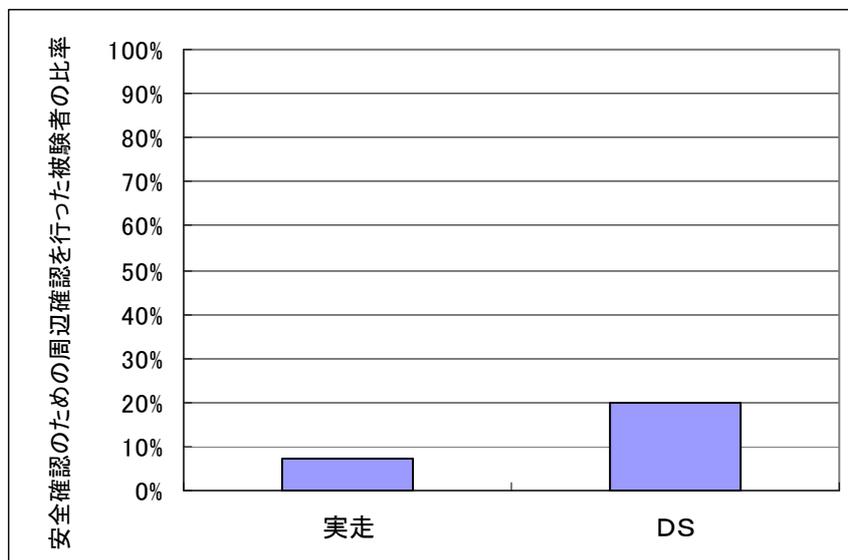


図-3.2.35 安全確認のための周辺確認を行った被験者の比率

3.2.7 再現性まとめ

3.2.5 及び 3.2.6 の検討結果を踏まえ、「認知」「判断」「行動」のそれぞれについて、再現性を確認するための指標を整理した。

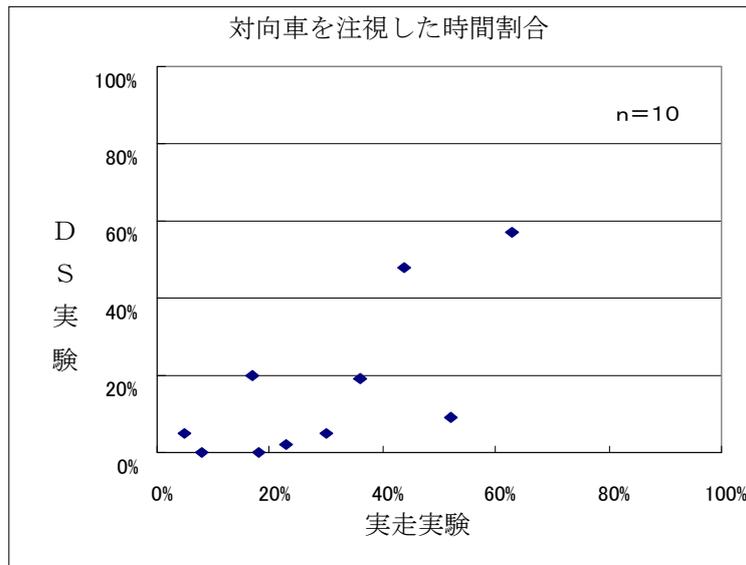
結論としてここでは表-3.2.11 に示す各指標を採用し、これらに関する実走実験とDS実験の関係性が高ければ、現況再現性が有ると判定できるものと考えた。次ページ以降に示す各指標の分析結果認知・判断・行動のいずれにおいても、ある程度の再現性は確認できた。

表-3.2.11 再現性確認のための指標

	再現性確認のための指標	取得方法
認知	認知のために対向車を注視*している時間の割合	アイマークレコーダー
判断	判断（右折するか見送るか）の材料として用いられるギャップ長※	調査車両の計測装置
行動	行動（ブレーキ、アクセル踏込量、ハンドル行動等）の結果として現れた走行速度	調査車両の計測装置

表-3.2.12 再現性の評価結果一覧

	再現性の 検証項目	評価指標		評価結果
		指標	実走とDSの相関	
認知	対向車を注視した時間割合	・交差点内で右折に要した時間に占める対向車を注視した時間の割合	相関係数 r ($n=10$) 0.72 (図-3.2.36 参照)	相関係数が 0.72 であることから対向車の認知に関しては、ある程度の再現性があると評価できる。
判断	右折時のギャップ長の見極め	・右折を判断した場合の右折ギャップ長 ・右折を見送った場合の棄却ギャップ長	棄却ギャップ長中央値 実走：2.0、DS：2.3 右折ギャップ長中央値 実走：6.9、DS：7.1 で、どちらもほぼ一致 (図-3.2.37 参照)	ギャップ長の分布が非対称なため少数の値に引きずられない中央値を比較。ほぼ一致したことから、判断に関してある程度の再現性はあると評価できる。
	右折時の対向車の位置	・右折を判断した時に最も近接していた対向車の位置（交差点の対向車線側の停止線からの距離）	実走の70%、DSの67%が、停止線から30m以上離れた区間に位置	DSも実車も、30m以上離れた区間に最も多い7割が存在しており類似性が高く、判断に関してある程度の再現性はあると評価できる。
操作	速度変動の状況	・交差点進入前（交差点に接続する直線区間）と交差点内における1m毎の速度	相関係数 r ($n=10$) 交差点進入前：0.88 交差点内：0.76 (図-3.2.38 参照)	相関係数が 0.88、0.76 であることから、操作の結果である速度に関しては、ある程度の再現性があると評価できる。



実走実験での注視位置



DS 実験での注視位置

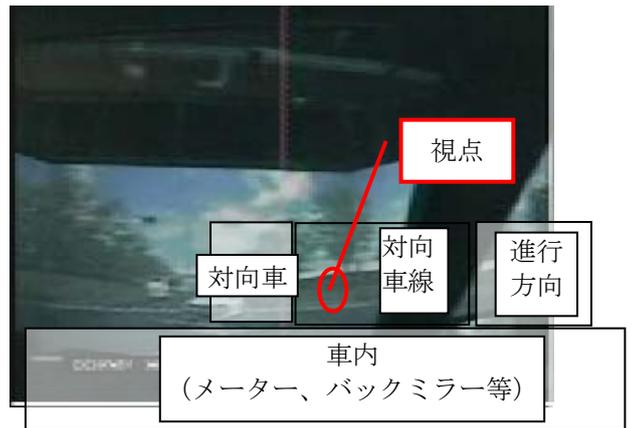
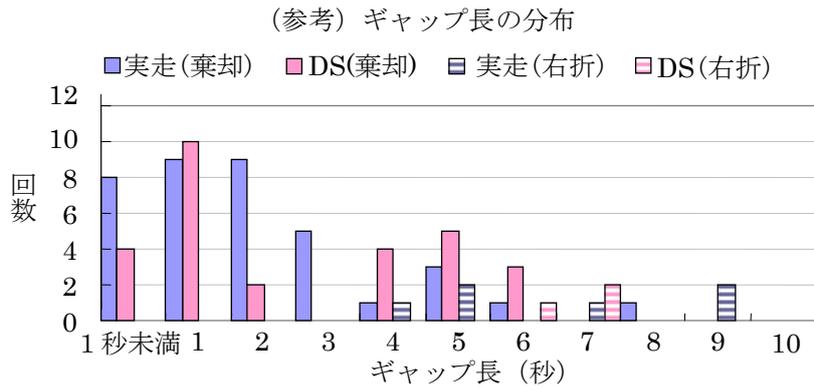
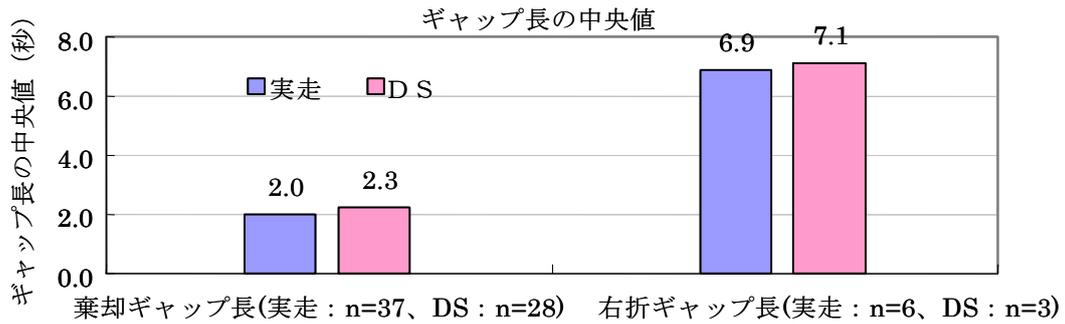


図-3.2.36 認知に関する再現性の確認結果 (対向車を注視した時間割合)



注) 分布がバラついていることから、代表値として中央値を採用。
 図-3.2.37 判断に関する再現性の確認結果 (右折時のギャップ長)

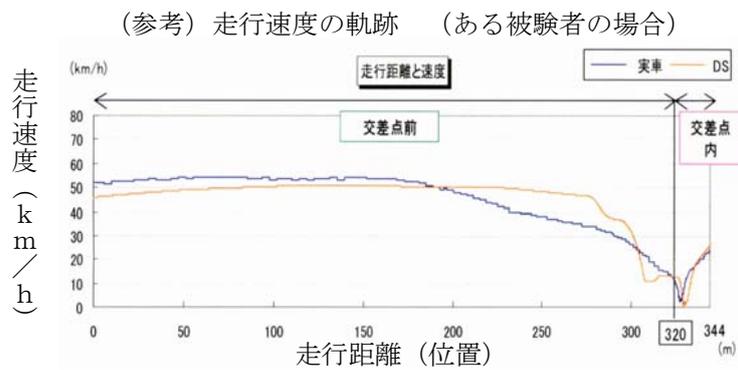
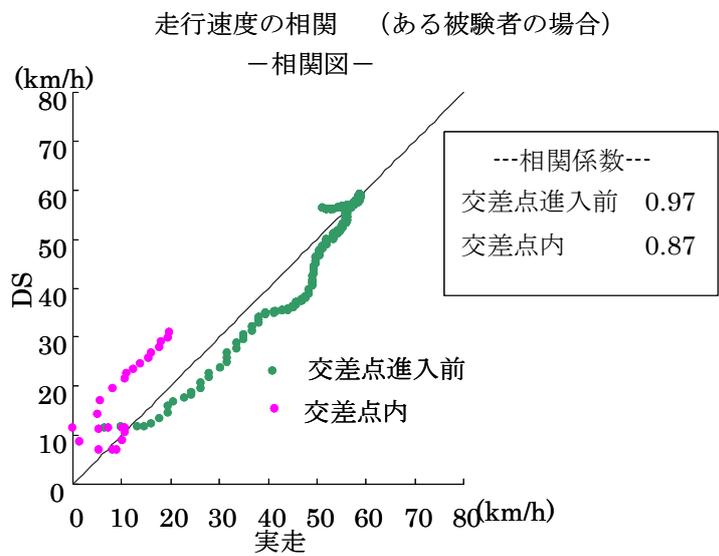


図-3.2.38 行動に関する再現性の確認結果 (速度変動の状況)

3.3 DS を用いた出会い頭事故防止対策検討調査

3.3.1 目的と内容

3.3.1.1 目的

信号無し交差点における出会い頭事故を対象として、ドライビングシミュレーター（以下 DS という）を用いて、安全対策の実施によるドライバーの挙動変化などを比較検討し、安全対策の効果を明らかにするものである。

3.3.1.2 内容

(1) 実験実施計画の策定

既存の交通事故の発生状況のデータ等より交差点における出会い頭事故の要因や事故の実例、路面標示による事故防止対策の実状を調査し、DS 実験の対象とする路面標示による事故防止対策及び実験シナリオの検討を行った。それに基づき、出会い頭事故対策を施した交差点進入時における運転者や車両の挙動を把握するためのDS 実験の方針やデータ取得方法、実験結果分析手法等を記載した実験計画書の案を作成し、調査職員と協議するとともに、実験のシナリオ、実験の進め方、スケジュール等実験の具体的な方法を検討し、実験実施計画書の作成を行った。

(2) 実験準備

DS 実験に必要な準備として、以下の a)~d)について行った。

- a) 被験者の教育・訓練
- b) DS 機器の動作確認
- c) 実験に必要な物品の用意
- d) 慶應大学と実験内容やスケジュール等の調整

本検討においては、慶應大学大門研究室が所有する DS を活用する。また、検討にあたっては、大門准教授から、DS の適用方法および実験結果の取り扱いに関する技術的な助言を受けることとした。

CG については対象交差点付近の道路線形、周辺建物を再現するものとする。また、シミュレーション時の被験者の周辺車両については、対象交差点付近では他車の影響による被験者の運転挙動の変化を無くすため発生させないこととする。その他の道路では、出来る限り通常の運転と違和感が無いように交通を発生させることとする。なお、歩行者・自転車は発生させない。

(3) 実験実施

DS 実験の実施箇所は慶應大学とした。計測するデータは以下の項目とした。なお、走行回数は被験者 1 人当たり複数回とした。

【計測項目】

- ・速度（DS 装置による計測）
- ・ブレーキ行動量（DS 装置による計測）
- ・車両位置（DS 装置による計測）
- ・被験者アンケート（アンケート）

実験実施に当たっては、DS 機器の行動、データの計測・収集・整理や被験者の対応等の実験を円滑に行うために必要な作業を計画・実施した。

(4) 実験結果の分析

DS 実験により取得したデータについて、被験車両の走行挙動や被験者の運転時の状況と交差点との位置関係が把握できるよう集計・グラフ化し、実験対象とした交通事故防止対策ごとに被験車両の走行挙動の特徴や交差点における被験者の認知・判断・行動の状況について整理するとともに、交通事故防止対策間にお

ける被験者挙動等の相違について整理を行った。

また、整理された実験結果より交通事故抑止効果の高いと考えられる交通事故防止対策及びその要因を検討した。さらに、実際の交通事故状況・要因と実験結果の比較、DS実験の再現性の程度を考慮した上で、実道への適用可能性について検討した。

3.3.2 実験実施計画書作成

実験方法、実施体制などについて検討を行い、3.3.2.1 に示す実験実施計画書としてとりまとめた。

3.3.2.1 実験実施計画書

(1) 検討対象交差点

対象交差点は、一般的に出会い頭事故が想定される信号なし交差点において、正十字交差であり、かつ過去に出会い頭事故が発生していた箇所とした。この条件に合致した箇所として、図-3.3.1 に示す交差点を選定した。



図-3.3.1 対象交差点

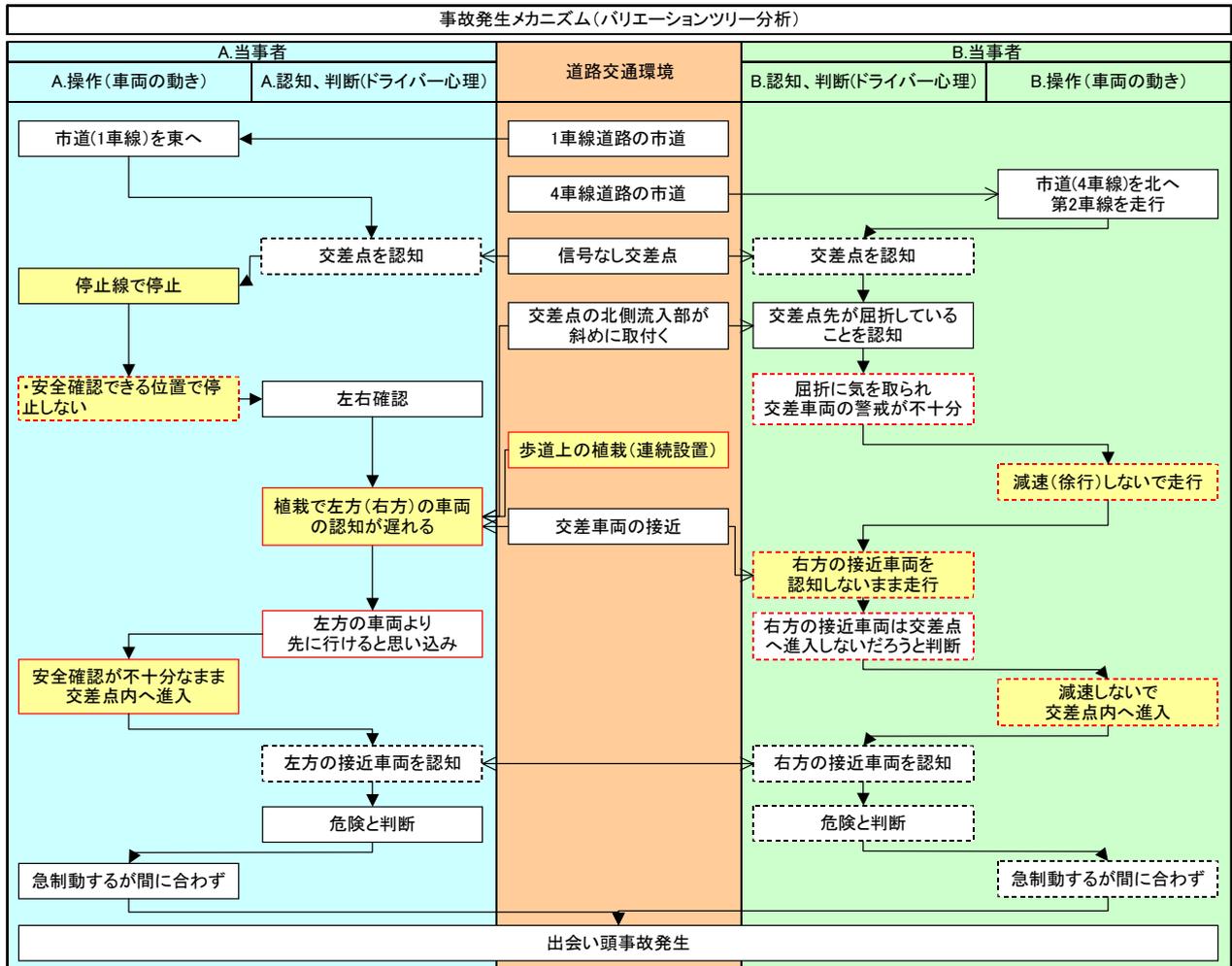
(2) 出会い頭事故の要因分析

対象交差点において発生している 2 件の事故について、その概要を整理した。赤文字は主な事故要因と想定される部分であり、事例 1 は考え事という内容であり、ドライバーの過失が重いものと考えられる。一方、事例 2 はドライバーの過失はあるものの、周辺の道路交通環境が何らかの影響を及ぼしているものと考えられる。

事例 2 における事故発生メカニズムについて、バリエーションツリー分析を図-3.3.2 に整理した。

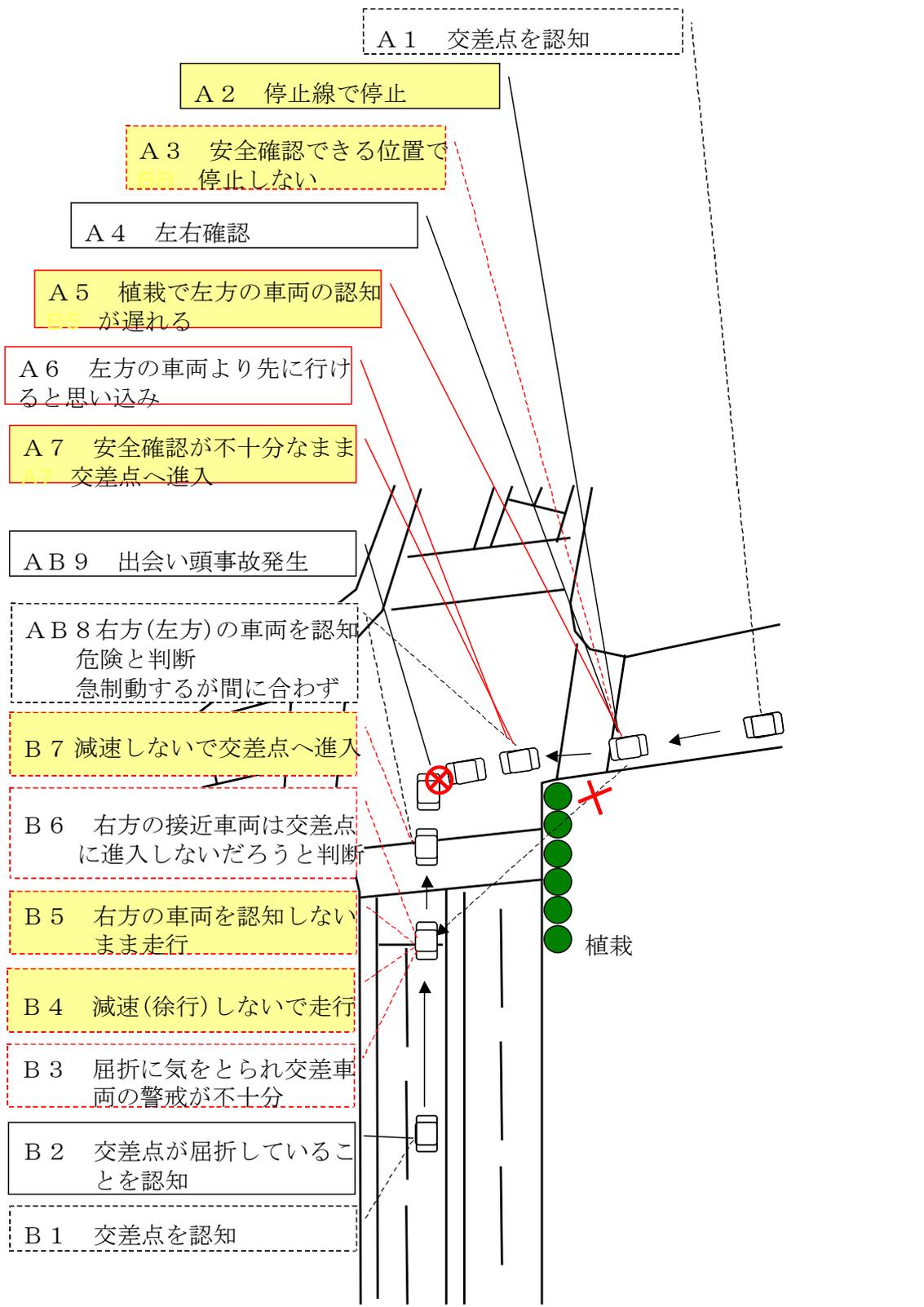
表-3.3.1 事故概要 (2 件)

	事例 1	事例 2
事故類型	車両相互 出会い頭	車両相互 出会い頭
事故種別	四輪車 対 四輪車	四輪車 対 四輪車
年齢性別	30 代女 (A) 60 代男 (B)	50 代男 (A) 60 代女 (B)
死傷者数	軽傷 2 人	軽傷 1 人、無傷 3 人
事故概要	A 当事者が交差点手前で一時停止し、左確認したところ左方の接近車両を認知したが、「 考え事をしていて無意識のうちに発進 」したところ衝突した。	A 当事者が交差点手前で一時停止し、左右確認したときは、「 左方の接近車両 B を確認できなかった 」。その後、右方の接近車両 2 台を通過させ、左方の接近車両 B を認知するが、「 自車が先に行けると判断 」し、発進したところ衝突した。
事故概要図		



:マイクロ調査票記載
 :想定した内容
 :事故要因(想定)
 :調査により検証

図-3.3.2 事故発生メカニズム



 :ミクロ調査票記載
 :想定した内容
 :事故要因(想定)
 :調査により検証

図-3.3.3 事故発生メカニズム

(3) 路面標示による事故防止対策の実状

路面標示による事故防止対策の事例を表-3.3.2 に整理した。

表-3.3.2 出会い頭事故の対策（路面標示）一覧

No.	対策方針	対策名	対策選出上、実施上の留意点
1	交差点をドライバーに意識させる	<ul style="list-style-type: none"> ・交差点中心標示（交差点鉦） ・交差点中心標示（自発光式交差点鉦） 	<ul style="list-style-type: none"> ・小交差点が対象
		<ul style="list-style-type: none"> ・交差点内のカラー化 ・舗装改良（車線のカラー化） 	<ul style="list-style-type: none"> ・対策により、ドライバーが交差点を認識後、安全に止まれる場所に対策を実施する。
2	注意を喚起する	<ul style="list-style-type: none"> ・法定外看板、表示（文字、マーク、矢印等） 	
3	ドライバーにとって死角となる箇所の状況を注意喚起、情報提供する	<ul style="list-style-type: none"> ・法定外看板、表示（文字、マーク、矢印等） 	
4	交差点かつ前方が優先道路であることをドライバーに伝える	<ul style="list-style-type: none"> ・交差点中心標示（交差点鉦） ・交差点中心標示（自発光式交差点鉦） 	
5	停止位置を変更し、停止線手前で本線への流入がある状況を防止する	<ul style="list-style-type: none"> ・停止線（後退） 	
6	交差点内の不安定な走行動線を安定化させる	<ul style="list-style-type: none"> ・指導線 	<ul style="list-style-type: none"> ・主流交通の動線が屈折している場合に検討する。

(4) DS実験の対象とする事故防止対策の選定

交差点カラー化および交差点手前ゼブラ化を対象とすることとした。

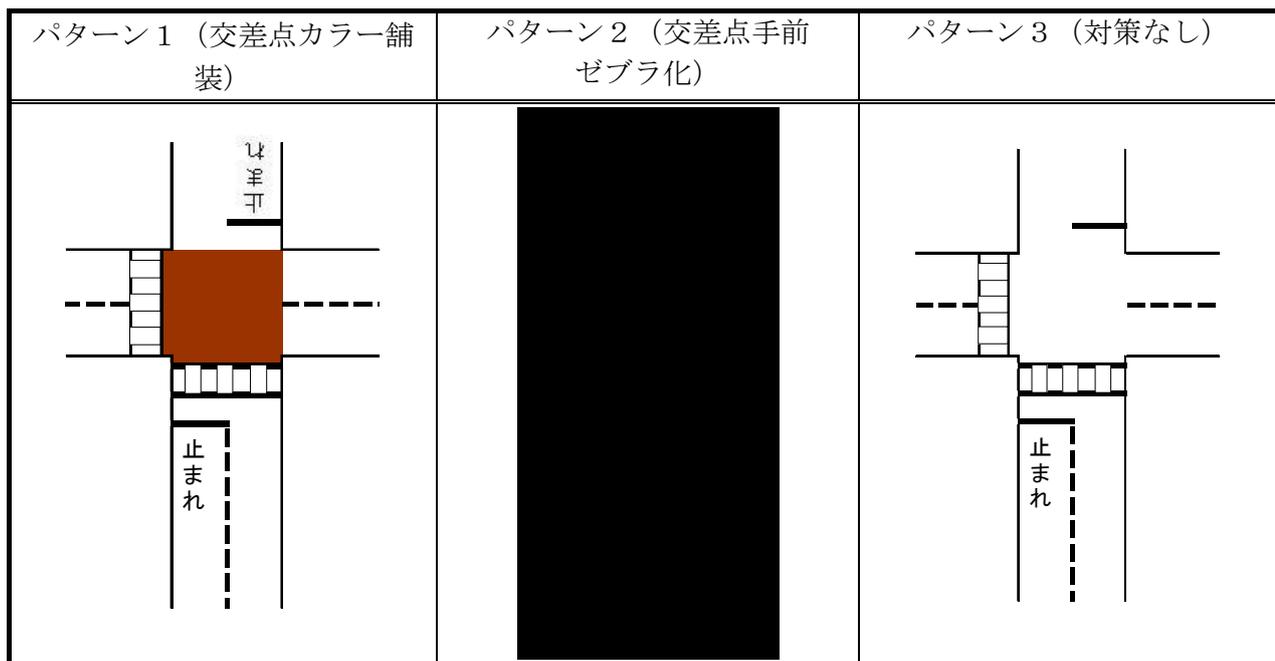


図-3.3.4 対象とする事故防止対策

3.3.3 実験準備

作成した「実験実施計画書」に基づき、DS実験に必要な以下の準備を行った。

- ・被験者の教育・訓練
- ・DS機器の動作確認
- ・実験に必要な物品の用意
- ・慶応大学と実験内容やスケジュール等の調整

3.3.3.1 被験者の教育・訓練

DS実験開始前に、被験者の教育・訓練として、以下の事項の説明を行った。

また、DS実験においては、CG酔いを起こす可能性があることを説明し、体調に変化があった場合は速やかに申し出るよう指導した。

■被験者に対する説明事項

- ・「おはようございます。本日は朝早くから集まっていただきありがとうございます。」
- ・「ドライビングシミュレーターとは、自動車の運転状況をコンピューター上で再現したものです。」
- ・「この実験では、ドライビングシミュレーターを用いて運転者の走行挙動を計測し、交通事故対策の有効性の検討を行う際のデータの取得を目的としています。」
- ・「まず皆さんにドライビングシミュレーターの運転に慣れてもらうため、テスト走行を行っていただき、その後一人ずつ実験を開始させていただきます。」
- ・「ドライビングシミュレーターは、周りの車や、信号機などに従って、普段と同じ感覚で運転してください。」
- ・「実験時は、走行という手順を何回か繰り返させていただきます。」
- ・「最後に注意事項ですが、ドライビングシミュレーターでは、過去に車酔い（CG酔い）によって体調を崩された方がいらっしゃいます。実験中に気分が悪くなった方は、すぐに係員にご連絡ください。」
- ・「これまでで質問がある方はいらっしゃいますか？」
- ・「(質問がなければ)では、これからテスト走行を開始いたします。」

3.3.3.2 DS機器の動作確認

図-3.3.5 は、DS 実験室の見取り図を示したものであり、図-3.3.6 は DS 機器を構成する装置を示したものである。

同図に示す①～④の装置を対象とした動作確認を行い、DS 実験の実施が可能であることを確認した。
なお、動作確認にあたっては、慶應大学 大門准教授の指導を受けた上で実施した。

- ①車体
- ②DS制御用PC
- ③行動端末
- ④分割情報モニタ（データの収集状況をモニタリングする装置）

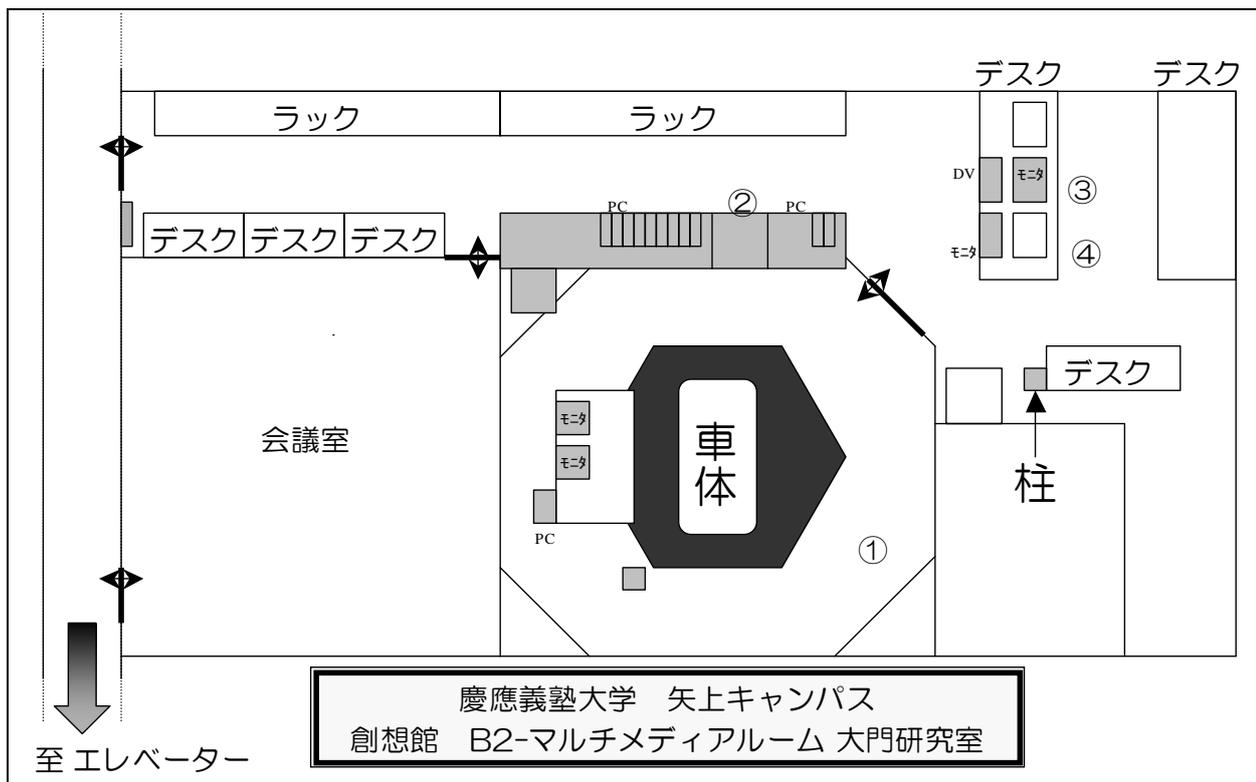
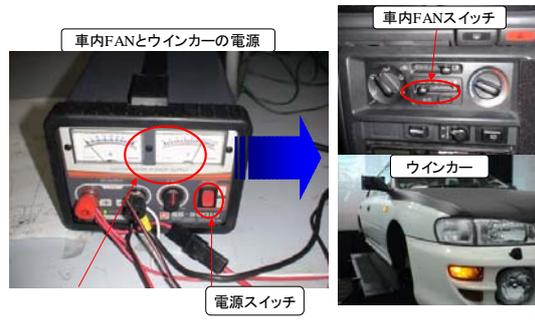


図-3.3.5 実験室の見取り図

①車体 (1/2)



①車体 (2/2)



②DS 制御用 PC(1/3)



②DS 制御用 PC (2/3)



②DS 制御用 PC (3/3)



③行動端末 (1/2)



③行動端末 (2/2)



④4 分割情報モニタ



図-3.3.6 DS 機器を構成する装置

3.3.3.3 実験に必要な物品の用意

DS実験時に必要となる以下の物品を用意した。

- ・実験実施計画書(人数分)
- ・DS行動マニュアル
- ・筆記用具 (調査記録用)
- ・デジタルカメラ
- ・データ保存用メディア (DVD、HD)
- ・被験者用の飲み物

3.3.3.4 慶応大学と実験内容やスケジュール等の調整

DS実験設備の管理者である慶応大学 大門准教授とスケジュールについて協議を行い、平成20年2月7日(木)、8日(金)の2日間で実施することとした。

また、実験に先駆け、大門准教授に対して、前章で作成した実験実施計画書の説明を行い、実験内容について問題ないことを確認した。

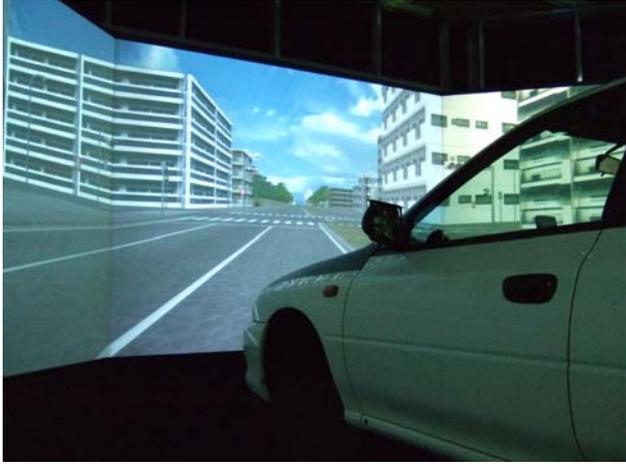
3.3.4 実験実施

「3.3.2 実験実施計画書作成」で作成した実験実施計画書に基づき、被験者8名を対象としたDS実験およびその後のアンケート調査を実施した。

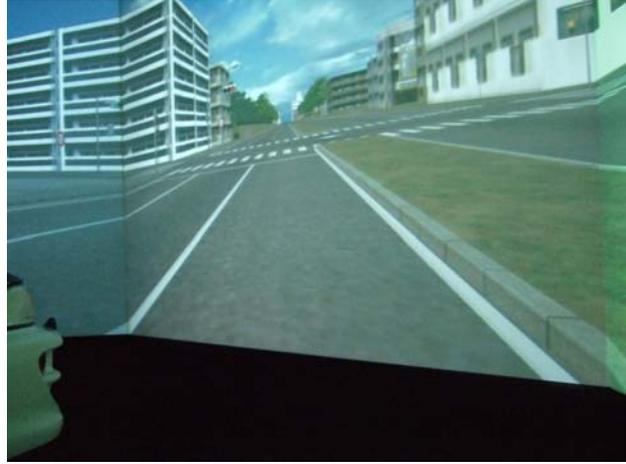
3.3.4.1 DS実験の実施

DS実験は、平成20年2月7日(木)、8(金)の2日間で実施し、無事終了した。図-3.3.7及び図-3.3.8は、DS実験の実施状況を示したものである。

① 実験中の DS 車両と CG



② 実験中の CG



③ 実験実施状況（4分割画面）



④ アンケート調査の実施状況



図-3.3.7 DS 実験の実施状況（その1）

①実験で使用した CG (現況)



② 実験で使用した CG
(現況 交差点部拡大)



③実験で使用した CG (交差点カラー舗装)



④実験で使用した CG
(交差点カラー舗装 交差点部拡大)



⑤実験で使用した CG
(交差点手前ゼブラ化)



⑥実験で使用した CG
(交差点手前ゼブラ化 近景)



図-3.3.8 DS 実験の実施状況 (その 2)

3.3.4.2 データの計測

DS実験を行い、表-3.3.3に示すデータの収集を行った。速度、ブレーキ・アクセル行動量、車両位置については、実験中にDS装置により計測した。

また、アンケート調査については、心理状況を把握することを目的とした調査票を検討・作成し、実験終了後に聞き取り方式で実施した。

表-3.3.3 収集データ

	データ項目	取得方法	収集周期	データ形式
1	速度	DS装置	1/10秒	CSV形式
2	ブレーキ、アクセル踏み込み量	DS装置	1/10秒	CSV形式
3	車両位置	DS装置	1/10秒	CSV形式
4	アンケート	アンケート調査（聞き取り方式）	—	—

3.3.5 実験結果の分析

3.3.5.1 分析の目的

死亡・重傷事故件数のうち交差点での出会い頭事故の割合は最多であり、その7割は信号なし交差点で発生している実態がある。当該箇所における道路面からの事故防止対策として、路面標示・標識が考えられるが、どのような路面標示・標識が有効であるのかは明らかではない。そのため、交差点での十分な徐行や一時停止を効果的に促す路面標示・標識の検討が必要である。

ここでは、出会い頭事故を再現したドライビングシミュレーター実験により、十分な徐行や一時停止を効果的に促す路面標示・標識について検討する。

表-3.3.4 分析の内容とねらい

分析項目		取得方法	ねらい
運転特性		運転スタイルチェックシートの配布	運転特性の把握
アンケート		アンケートの配布	交差点認知状況等
運転挙動	速度	車両付属の計測装置	交差点前の減速状況等
	ブレーキ行動量	車両付属の計測装置、車内カメラ	交差点前のブレーキ使用状況等
	車両位置	車両付属の計測装置	減速開始位置等
対策による行動の変化		上記の運転特性、アンケート、運転挙動より取得	対策による効果の把握

3.3.5.2 分析方法

(1) 分析方法

運転特性の把握は、従来からあるような性別、年齢、経験年数、といったアンケートで把握できるものに加えてHQL式運転スタイルチェックシートにより把握した。

運転スタイルチェックシートは、「運転に取り組む態度や志向、考え方」を個人特性として調べるために開発されたものである。

下記に運転スタイルチェックシートからわかる各尺度(特性)とそれに属する質問項目を整理する。

①運転スキルへの自信

- ・渋滞しているときの車線変更は苦手だ
- ・車幅感覚に自信がある

②運転に対する消極性

- ・所要時間があまり変わらないときは、車よりもバスや電車を使う
- ・車で移動するとき、裏道ではなく、できるだけ信号のある整備された広い道を選ぶ

③せっかちな運転傾向

- ・割り込まれることをあまり気にせず、車間距離を十分にとる
- ・車線変更してでもできるだけ前に行きたい

④几帳面な運転傾向

- ・徐行、一時停止などの運転操作を確実に行う
- ・車線変更や交差点などでは、安全確認を慎重に行う

⑤信号に対する事前準備的な運転

- ・先の信号を見て、かなり先からスピードを落としたり、速めたりする
- ・先の信号に引っかけられないように速度調節する

⑥ステイタスシンボルとしての車

- ・車は移動手段でとにかく走ればよいと思う
- ・車が自分のステイタスである(カッコいい車がいい)と思う

⑦不安定な運転傾向

- ・悩みなど問題を抱えたとき、運転に身が入らないことがある
- ・気分の良し悪しなどによって、車の運転がおろそかになったり飛ばしたりする

⑧心配性的傾向

- ・歩行者をひいてしまわないか、いつも心配している
- ・自分が車の事故を起こすことを気にしている

○虚偽発見尺度(Lie Scale)

- ・短い時間であっても、駐車禁止の場所に停めるのはさける
- ・制限速度はいつも必ず守っている

図-3.3.9 運転スタイルチェックシートから得られる尺度と質問事項

被験者の特性は、個々の質問の回答(1：全く当てはまらない、2：少し当てはまる、3：かなり当てはまる、4：非常に当てはまる)から得られた各尺度の算出結果を整理した。また、個人の尺度と全国値※1 を比べて大きい尺度を個人特性として定義し、個人特性を把握した。

表-3.3.5 尺度算出結果(全国値)

	N	スキル自信			消極性			せっかち			几帳面			事前準備		
		平均	SD	SE	平均	SD	SE	平均	SD	SE	平均	SD	SE	平均	SD	SE
全体	539	2.57	0.79	0.03	2.18	0.81	0.04	2.11	0.67	0.03	3.04	0.59	0.03	2.53	0.68	0.03
男性	326	2.78	0.71	0.04	2.12	0.74	0.04	2.22	0.67	0.04	3.03	0.59	0.03	2.67	0.69	0.04
女性	213	2.25	0.80	0.06	2.28	0.90	0.06	1.93	0.63	0.04	3.07	0.60	0.04	2.32	0.61	0.04

	N	ステイタス			不安定			心配性			虚偽尺度		
		平均	SD	SE	平均	SD	SE	平均	SD	SE	平均	SD	SE
全体	539	2.29	0.81	0.04	1.90	0.59	0.03	2.48	0.81	0.04	2.32	0.69	0.04
男性	326	2.42	0.83	0.05	1.95	0.56	0.03	2.42	0.79	0.04	2.24	0.67	0.05
女性	213	2.09	0.75	0.05	1.83	0.62	0.04	2.58	0.83	0.06	2.50	0.71	0.07

□：全国値

※1 過去に実施された調査の詳細は以下のとおりである。

- ・2000年11月～2002年3月に20～74歳の人々を対象に、首都圏、大阪市内・近郊、広島市内・近郊、つくば市内・近郊の居住者540名(ペーパードライバー除外)に対して実施

(2) アンケートの分析方法

路面標示・標識パターンごとに、アンケートを集計・グラフ化し、対策の認知状況や対策間の優劣等を分析した。

(3) 分析方法

路面標示・標識パターンごとに計測データを集計・グラフ化し、以下を把握した。

- ・交差点手前の減速開始位置
- ・減速開始時速度
- ・交差点前一時停止状況
- ・交差点手前のブレーキ行動状況
- ・交差点の認知しやすさ
- ・運転者の交差点認知後の判断の状況(減速行動に結びつく(つかない)理由等)

(4) 対策による行動の変化の分析方法

最初に個人ごとの運転特性を把握した。

次に、対策による行動変化の有無※1を個人ごとに整理した。行動変化の有無については、「認知」「判断」「行動」の状態により確認した。「認知」「判断」については、アンケート調査結果により把握した。「行動」については、速度、ブレーキ踏み込み量などのプローブデータが定量的に変化したかどうかで把握した。(図-3.3.10)

上記の手順により、対策が有効かどうか、また対策による効果が見られた被験者の運転特性を分析した。

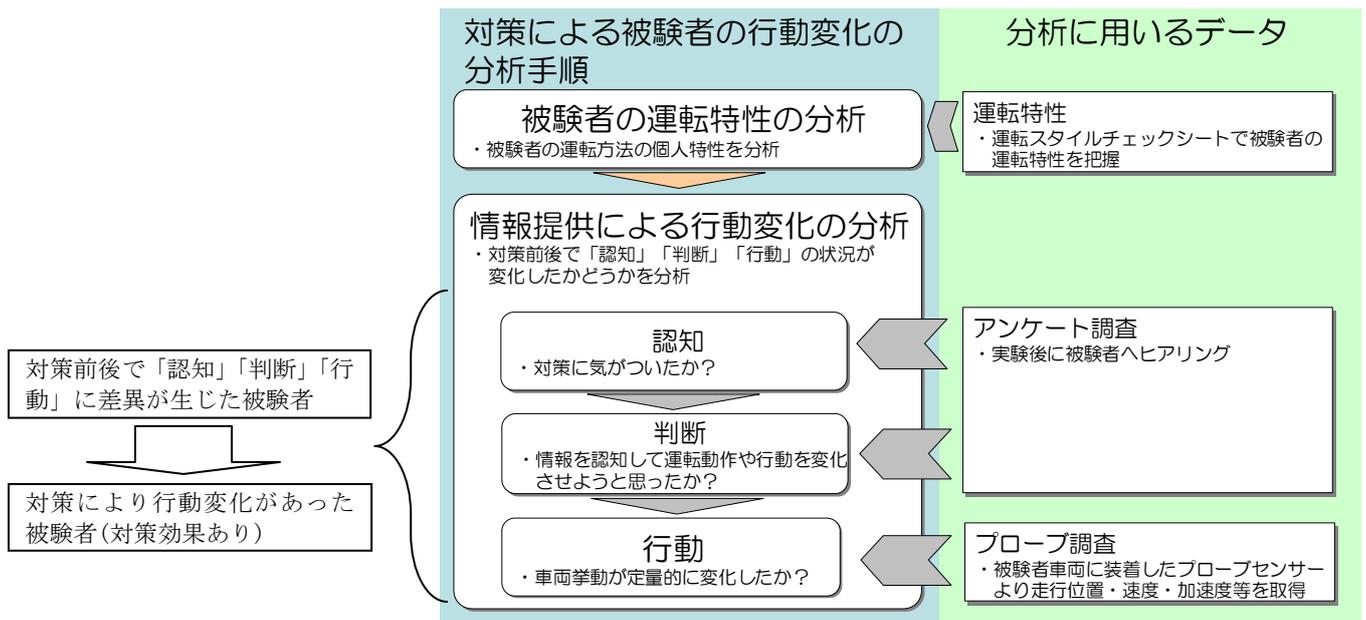


図-3.3.10 対策による行動の変化の分析手順

※ ここで述べた「行動変化あり」とは、対策による効果が見られた被験者として定義する。

3.3.5.3 実験結果

(1) 運転特性調査結果

「ステイタスシンボルとしての車」の尺度が高い被験者が多く、約6割(5名)を占めており、次いで「運転に対する消極性」「不安定な運転傾向」が高い被験者が半数(4名)を占めている。

表-3.3.6 運転特性調査結果一覧

被験者	①運転スキルへの自信	②運転に対する消極性	③せっかちな運転傾向	④几帳面な運転傾向	⑤信号に対する事前準備的傾向	⑥ステイタスシンボルとしての車	⑦不安定な運転傾向	⑧心配性的傾向
被験者1	○	○	○	○		○	○	
被験者2			○		○	○	○	○
被験者3	○					○	○	
被験者4			○	○	○			○
被験者5						○		
被験者6		○			○			○
被験者7		○				○	○	
被験者8		○		○				
計	2	4	3	3	3	5	4	3

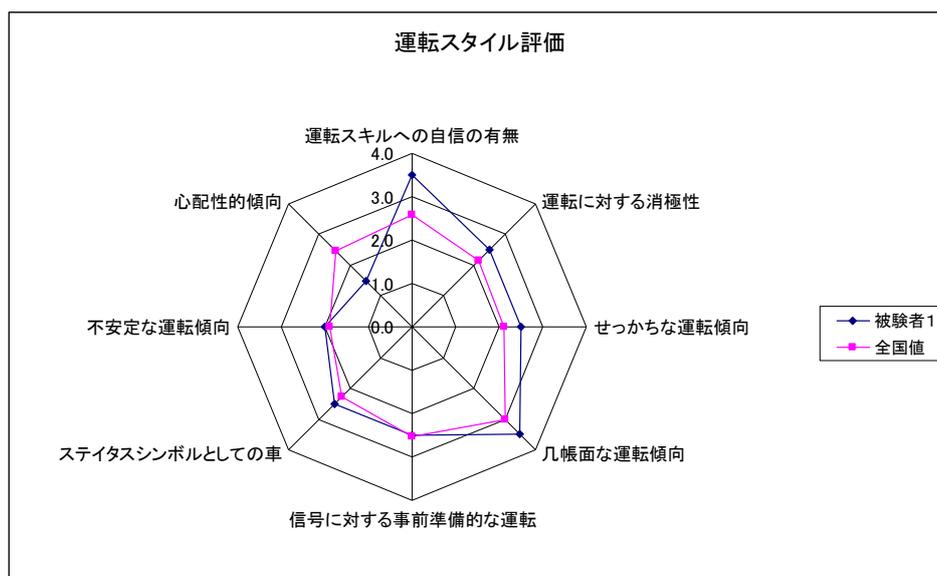


図-3.3.11 運転スタイル尺度算出結果(被験者1)

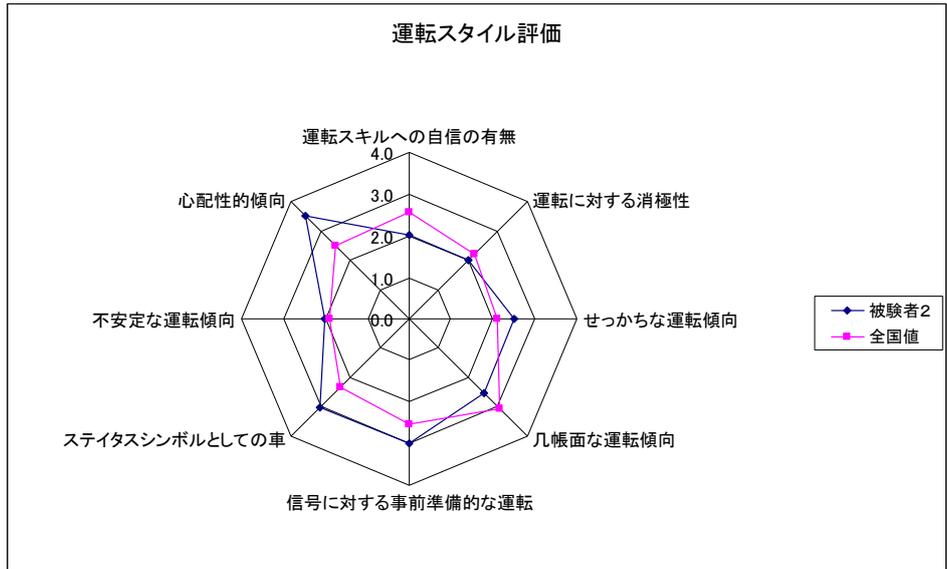


図-3.3.12 運転スタイル尺度算出結果(被験者 2)

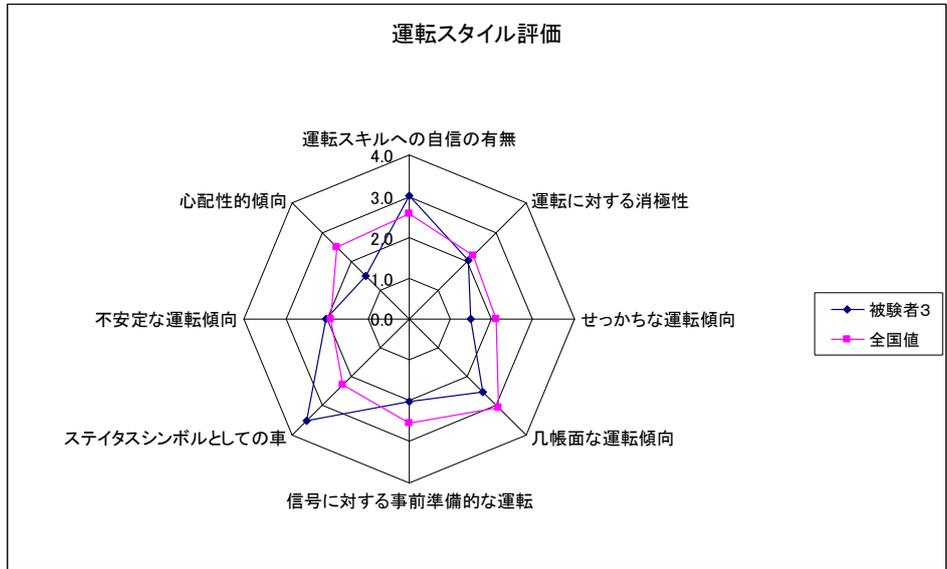


図-3.3.13 運転スタイル尺度算出結果(被験者 3)

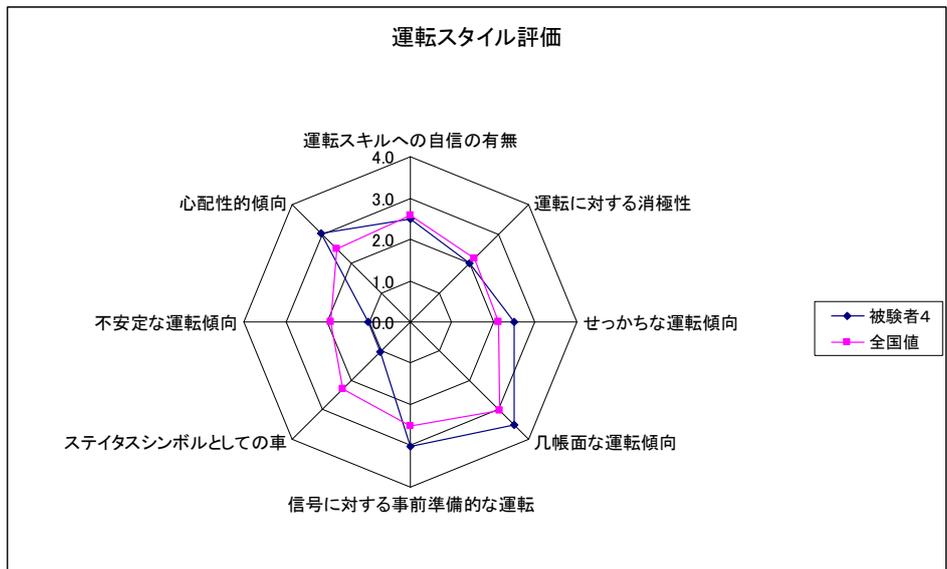


図-3.3.14 運転スタイル尺度算出結果(被験者 4)

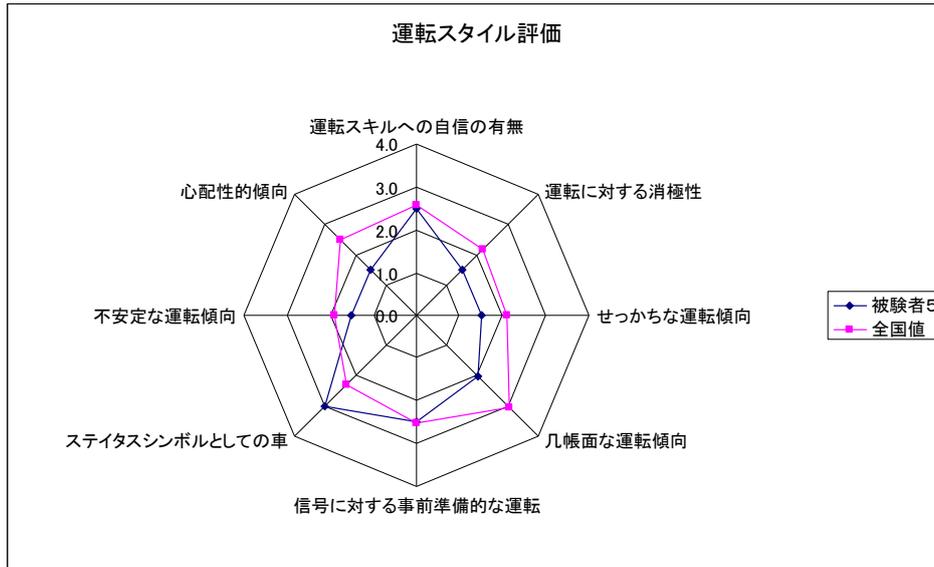


図-3.3.15 運転スタイル尺度算出結果(被験者5)

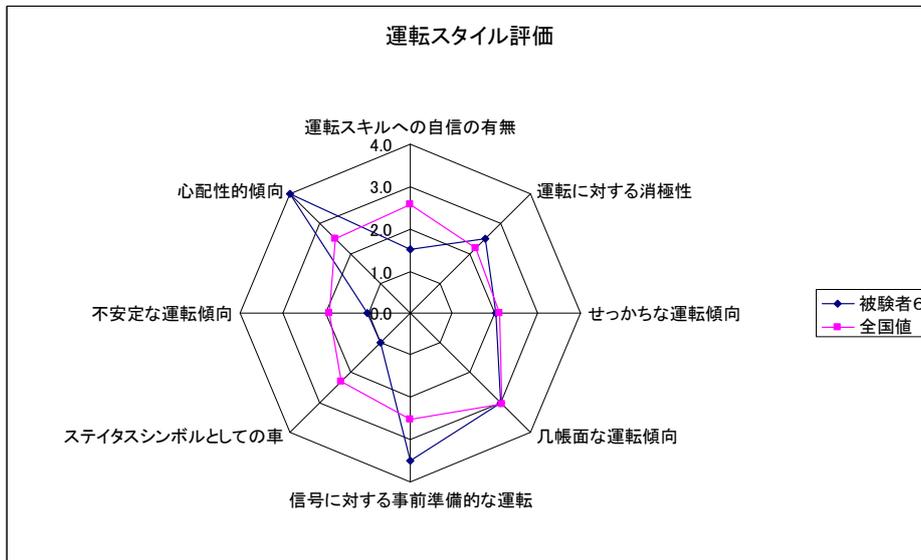


図-3.3.16 運転スタイル尺度算出結果(被験者6)

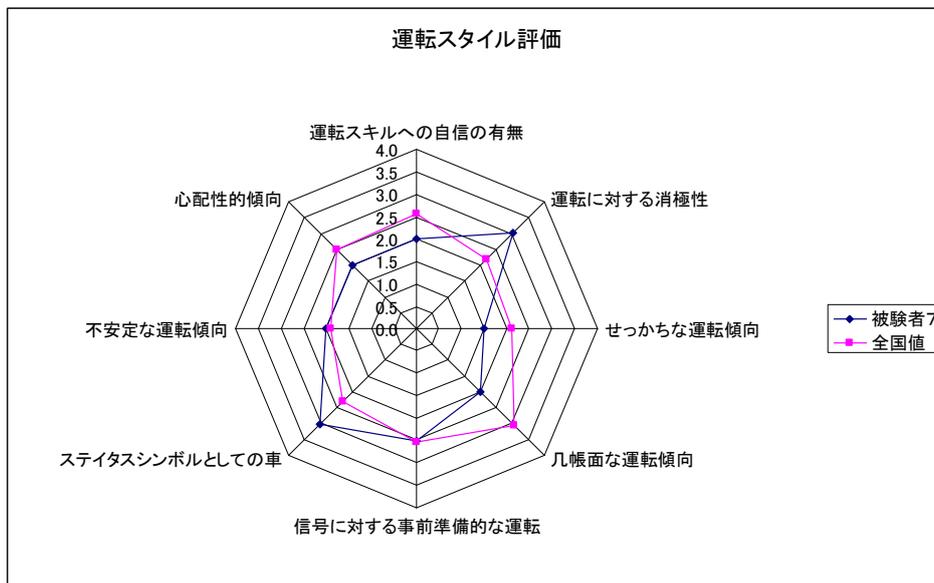


図-3.3.17 運転スタイル尺度算出結果(被験者7)

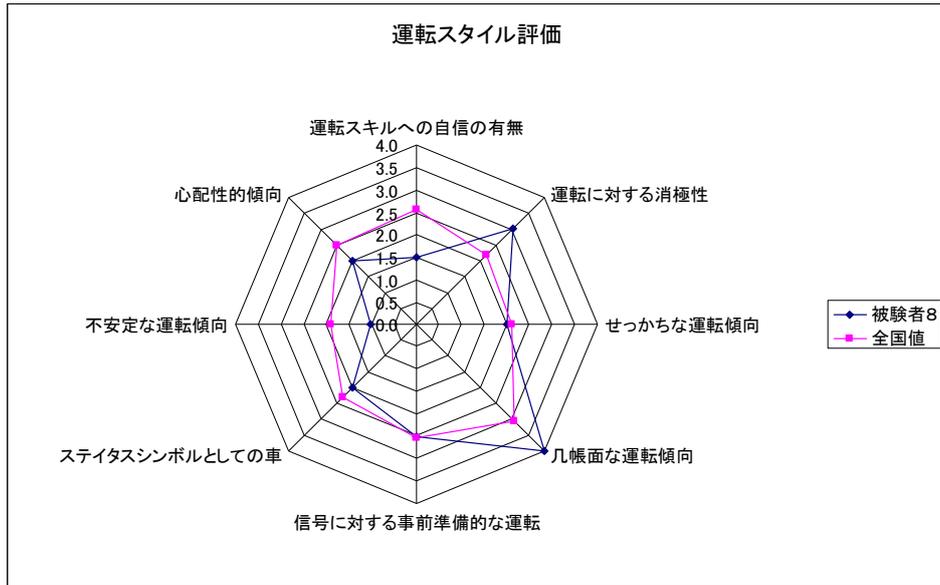


図-3.3.18 運転スタイル尺度算出結果(被験者8)

(2) アンケート調査結果

1) 基本属性

30歳代5名を中心に20歳代2名、40歳代1名の合計8名から構成されている。
 全員が「ほぼ毎日」の頻度で運転を行っている。

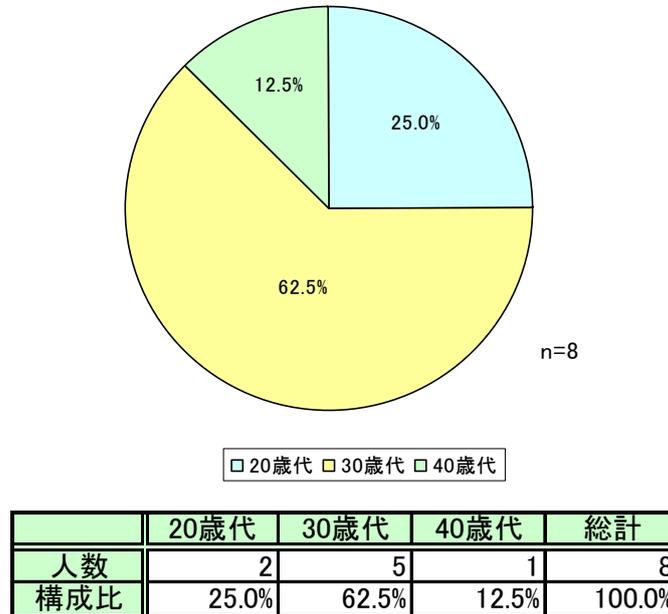


図-3.3.19 年齢層

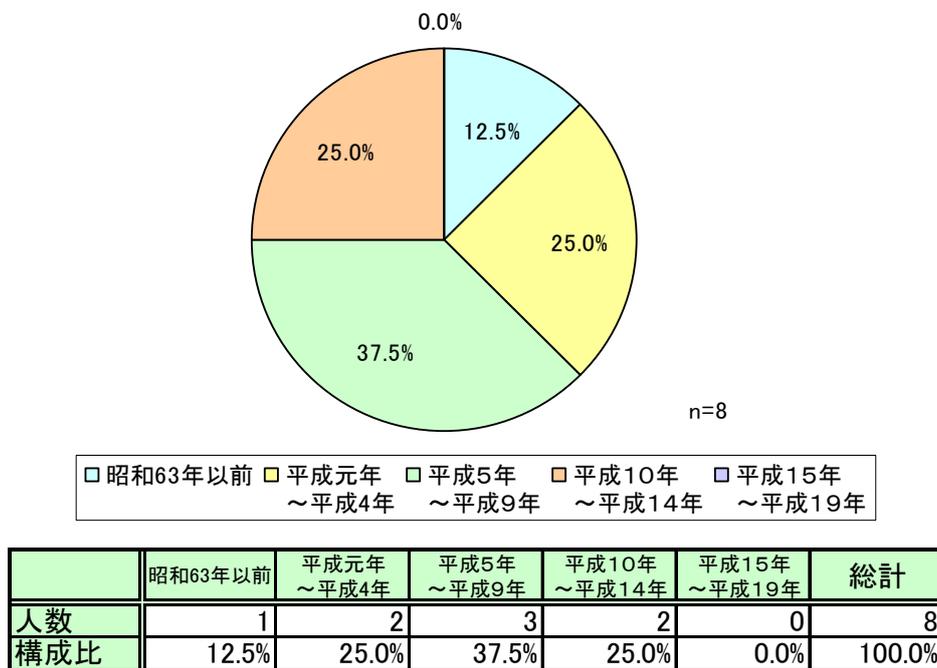
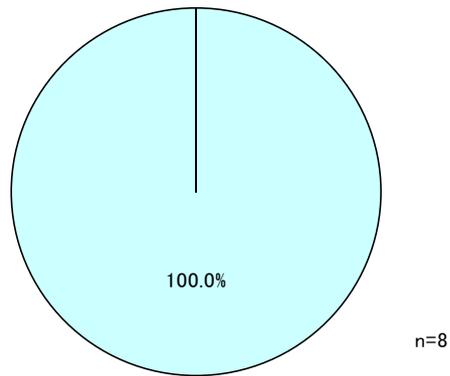


図-3.3.20 普通免許取得年

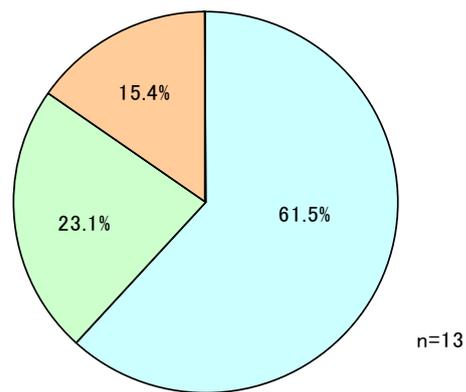
□ 普段の運転頻度



□ ほぼ毎日 □ 週に3~4日 □ 週に1~2日 □ 月に2~3日 □ その他

	ほぼ毎日	週に3~4日	週に1~2日	月に2~3日	その他	総計
人数	8	0	0	0	0	8
構成比	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

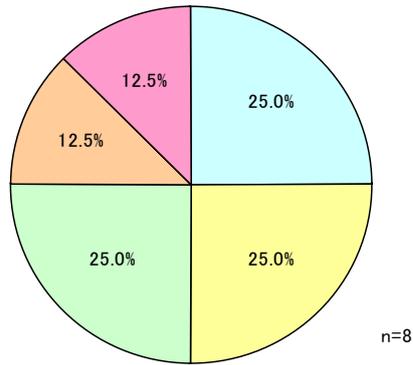
図-3.3.21 普段の運転頻度



□ 通勤 □ 仕事 □ 買物 □ レジャー □ その他

	通勤	仕事	買物	レジャー	その他	総計
人数	8	0	3	2	0	13
構成比	61.5%	0.0%	23.1%	15.4%	0.0%	100.0%

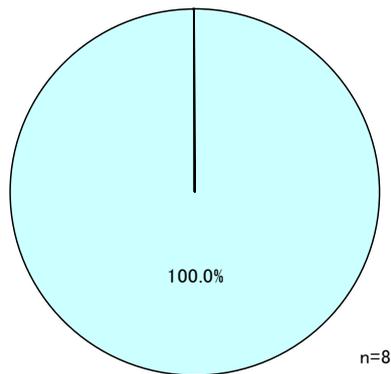
図-3.3.22 主な目的（複数回答あり）



□ 軽自動車 □ 普通車セダン □ ワゴン車
 □ ワンボックス車 □ 小型貨物車 □ その他(RV)

	軽自動車	普通車セダン	ワゴン車	ワンボックス車	小型貨物車	その他(RV)	総計
人数	2	2	2	1	0	1	8
構成比	25.0%	25.0%	25.0%	12.5%	0.0%	12.5%	100.0%

図-3.3.23 普段の運転車種



□ 2車線以上の道路 □ 1車線道路 □ その他

	2車線以上の道路	1車線道路	その他	総計
人数	8	0	0	8
構成比	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%

図-3.3.24 普段利用する道路

2) ドライビングシミュレーターでの運転に関する感覚

全ての被験者が「違和感があった」と回答している。

「違和感があった」と回答した主な理由として、「ブレーキ行動の感覚 (7人)」、「ハンドル行動の感覚 (6人)」、「CGの画面 (4人)」を挙げる意見が多い。

「CGの画面」に「違和感があった」と回答した主な理由として、「走行時の映像の流れ」を挙げる意見が多い。ドライバーシミュレーター運転時の走行速度は普段の運転時の速度と変わらないという意見が6割を占める。



図-3.3.25 DS 運転時の違和感の有無

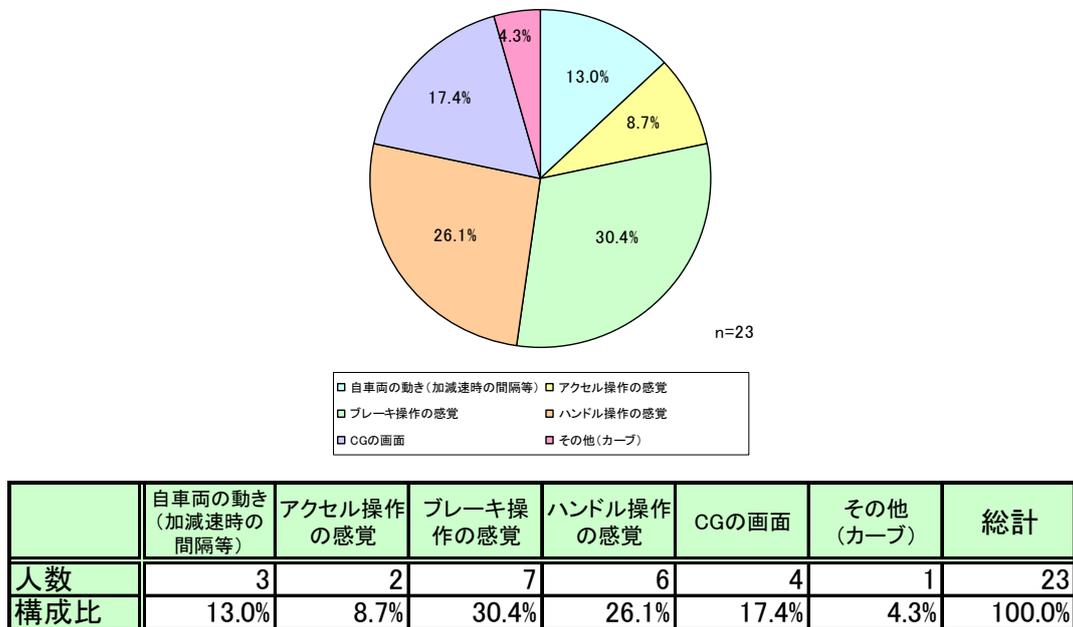
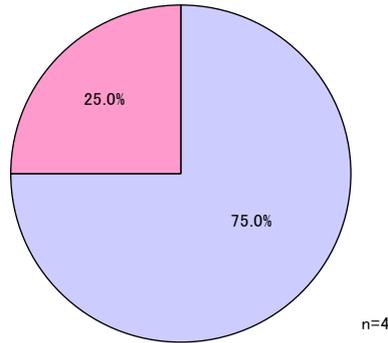


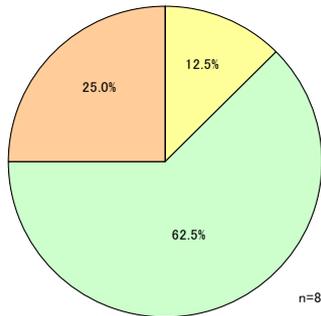
図-3.3.26 違和感があった理由



- 道路の幅や距離などの遠近感
- 道路標識や看板の大きさ
- 道路舗装の色
- 周辺車両の動き
- 走行時の映像の流れ方
- その他

	道路の幅や距離などの遠近感	道路標識や看板の大きさ	道路舗装の色	周辺車両の動き	走行時の映像の流れ方	その他	総計
人数	0	0	0	0	3	1	4
構成比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	75.0%	25.0%	100.0%

図-3.3.27 CG画面の違和感の内容
(違和感の理由として「CGの画面」を挙げた回答者のみ対象)



- 高めだった
- どちらかというが高めだった
- 変わらない
- どちらかというと低めだった
- 低めだった

	高めだった	どちらかというが高めだった	変わらない	どちらかというと低めだった	低めだった	総計
人数	0	1	5	2	0	8
構成比	0.0%	12.5%	62.5%	25.0%	0.0%	100.0%

図-3.3.28 DS運転時と普通の運転時の速度比較

3)対策の認知

被験者全員が対策に「気がついた」と回答している。

6割の被験者が1種類のパターンしか記憶していない。

対策の目的として「注意喚起（50%）」、「速度抑制（36%）」を挙げる意見が多い。

対策を実施していない場合は「危険認識が低くなる」という被験者が6割を占める。

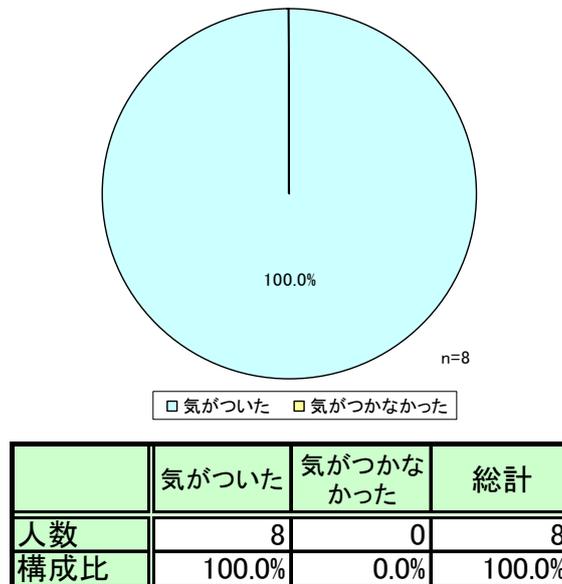


図-3.3.29 対策の認知状況

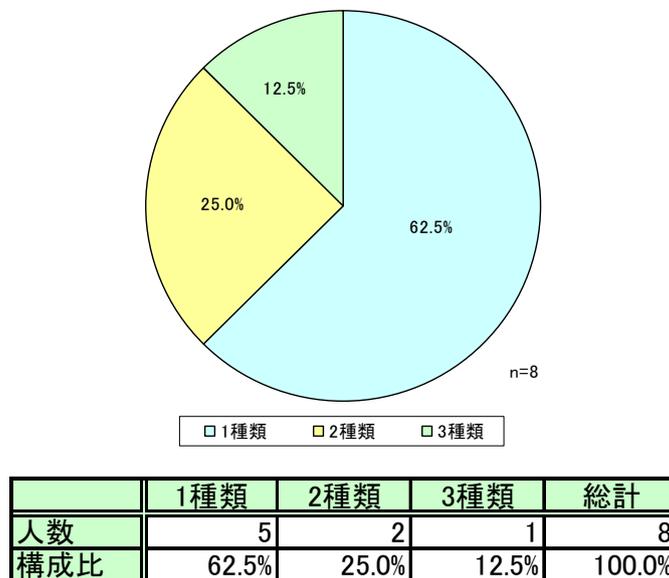
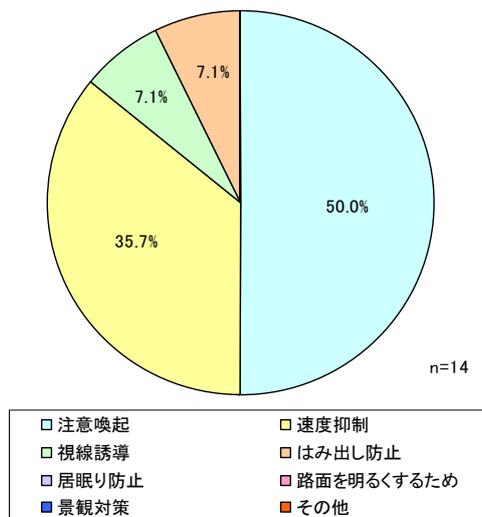
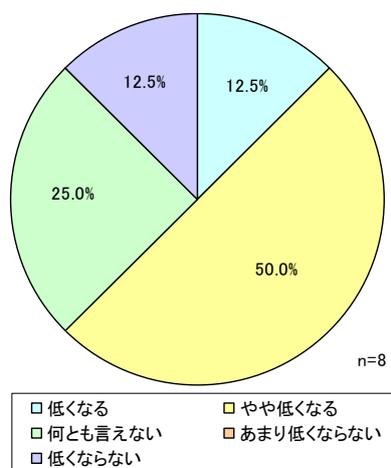


図-3.3.30 被験者が認知した対策のパターン数



	注意喚起	速度抑制	視線誘導	はみ出し防止	居眠り防止	路面を明るく するため	景観対策	その他	総計
人数	7	5	1	1	0	0	0	0	14
構成比	50.0%	35.7%	7.1%	7.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

図-3.3.31 対策の目的の理解



	低くなる	やや低くなる	何とも 言えない	あまり低く ならない	低くならない	総計
人数	1	4	2	0	1	8
構成比	12.5%	50.0%	25.0%	0.0%	12.5%	100.0%

図-3.3.32 カラー舗装がない場合の危険認識

4)対策の効果

カラー舗装を行うことを有効と感じる被験者が 75%を占める。

全ての被験者がゼブラ化を行うことを有効と感じている。

カラー舗装を実施することで、「遠くからも目立ち、場所が分かりやすい」、「インパクトがあり、注意喚起につながる」という面の印象が特によくなっている。

ゼブラ化を行うことで、「遠くからも目立ち、場所が分かりやすい」、「インパクトがあり、注意喚起につながる」、「手前で速度を落とすなどの運転への影響がある」という面の印象が特によくなっている。

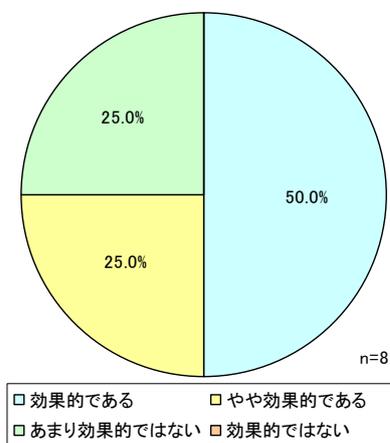
ゼブラ化はカラー舗装と比較して、注意喚起、運転への影響という面で印象がよい。

カラー舗装を実施することにより「注意して運転するようになった」と感じる被験者が 75%を占める。

ゼブラ化を実施することにより全ての被験者が「注意して運転するようになった」と感じている。

ゼブラ化を実施したケースにおいてはカラー舗装を実施したケースと比較して時間的な余裕を感じる傾向にある。

パターン1：カラー舗装



パターン2：ゼブラ化

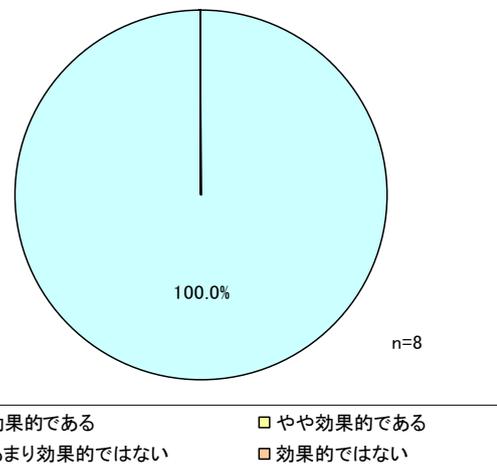
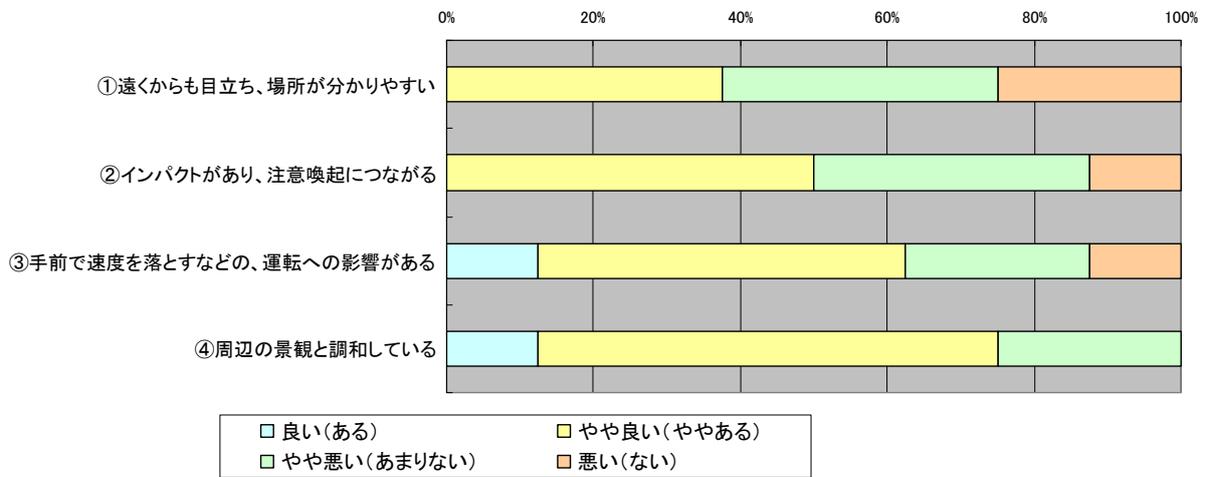


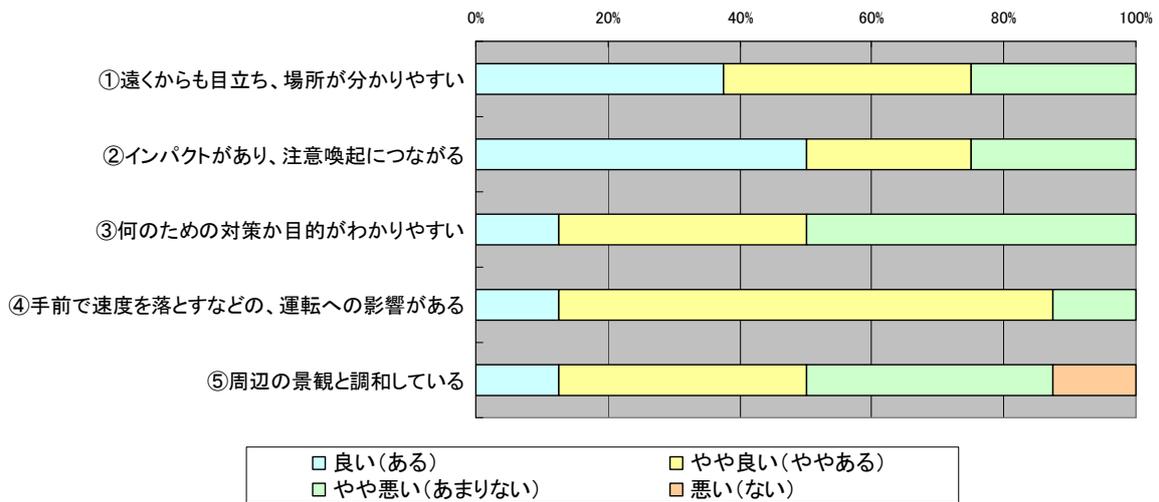
図-3.3.33 対策の効果

a) 対策の印象1(対策ごとの比較)

パターン3：対策なし



パターン1：カラー舗装



パターン2：ゼブラ化

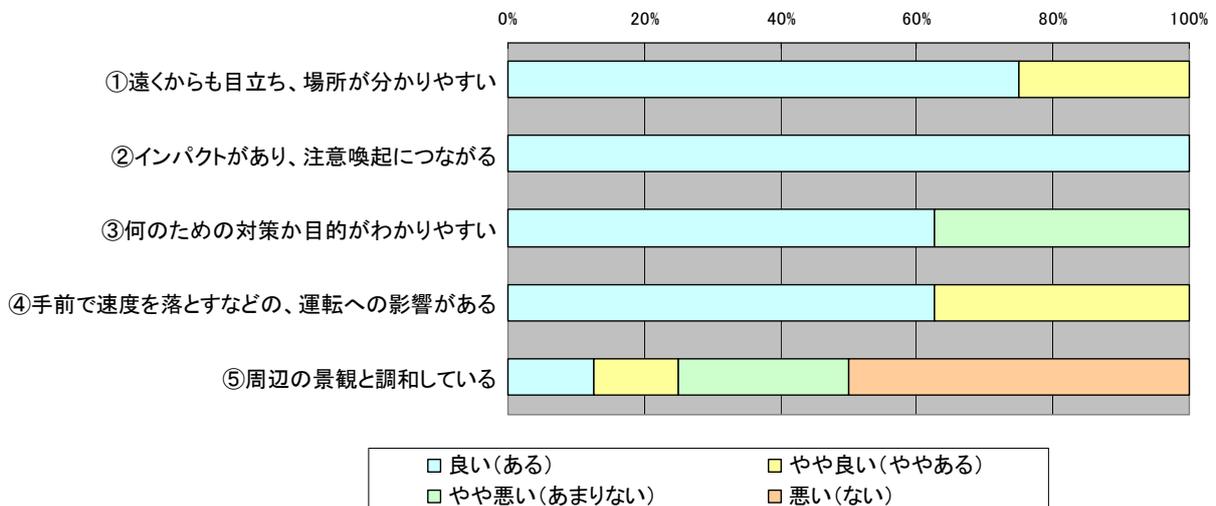
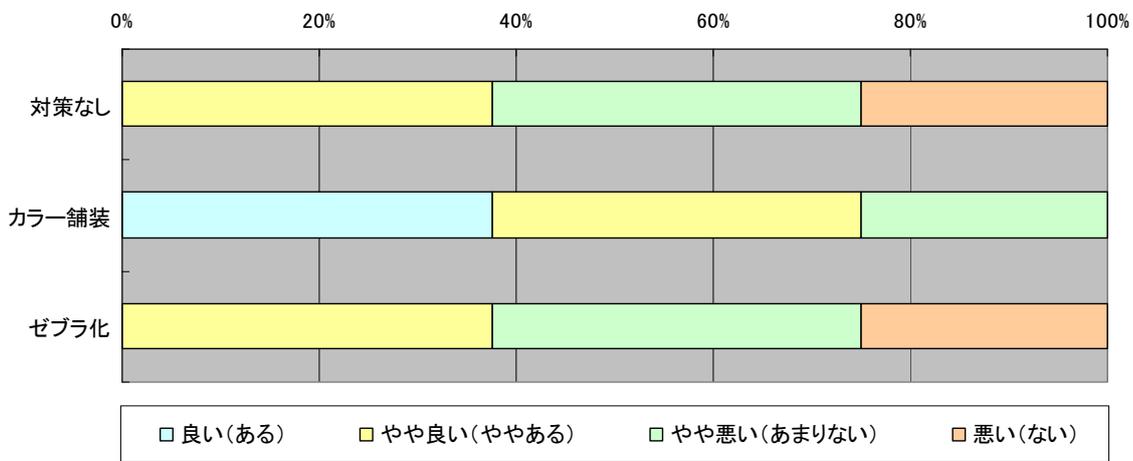


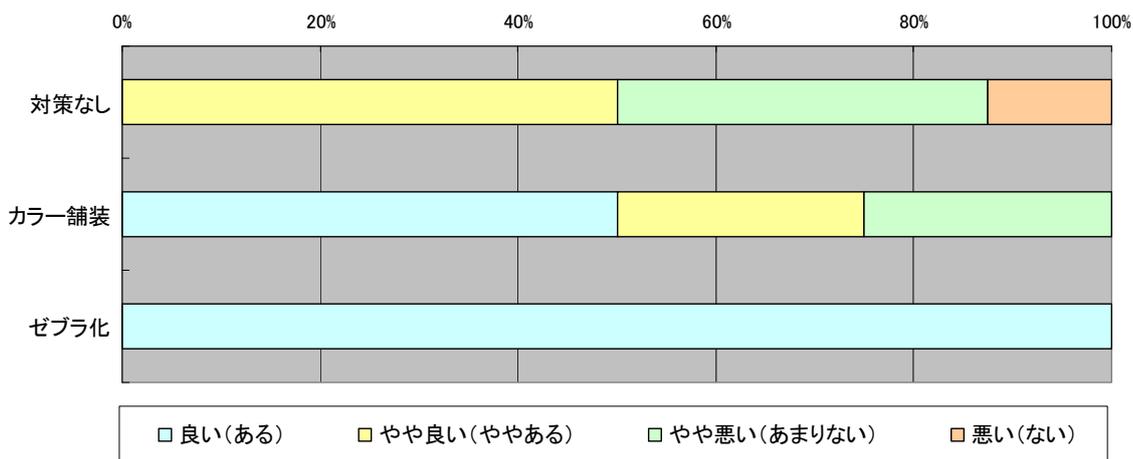
図-3.3.34 対策の印象(その1)

b) 対策の印象2(対策間の比較)

①遠くからも目立ち、場所がわかりやすい



②インパクトがあり注意喚起につながる



③何のための対策か目的がわかりやすい

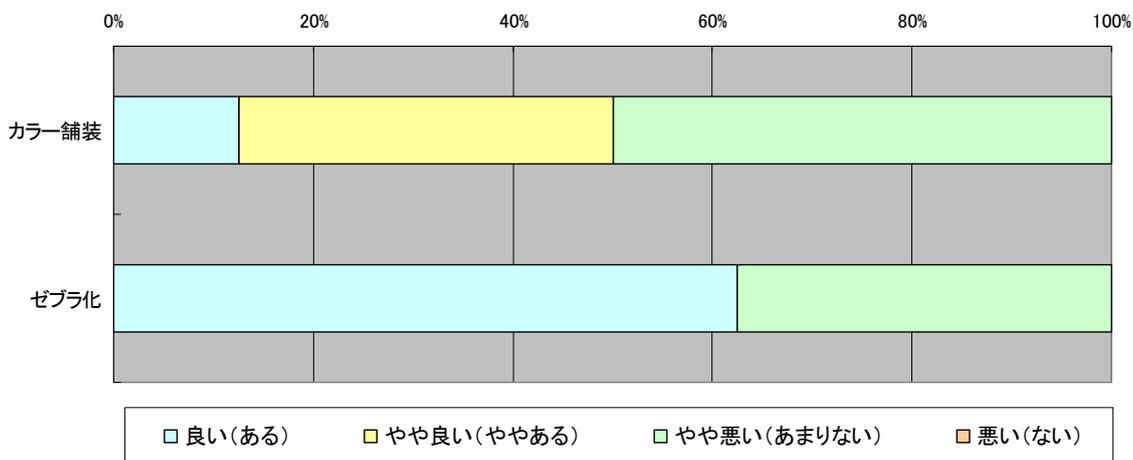
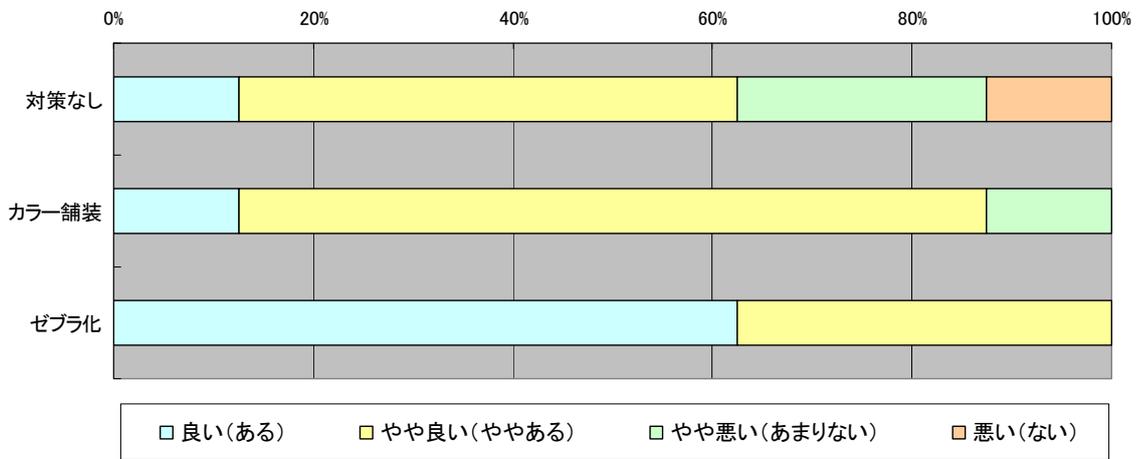


図-3.3.35 対策の印象 (その2)

④手前で速度を落とすなどの、運転に影響がある



⑤周辺の景観と調和している

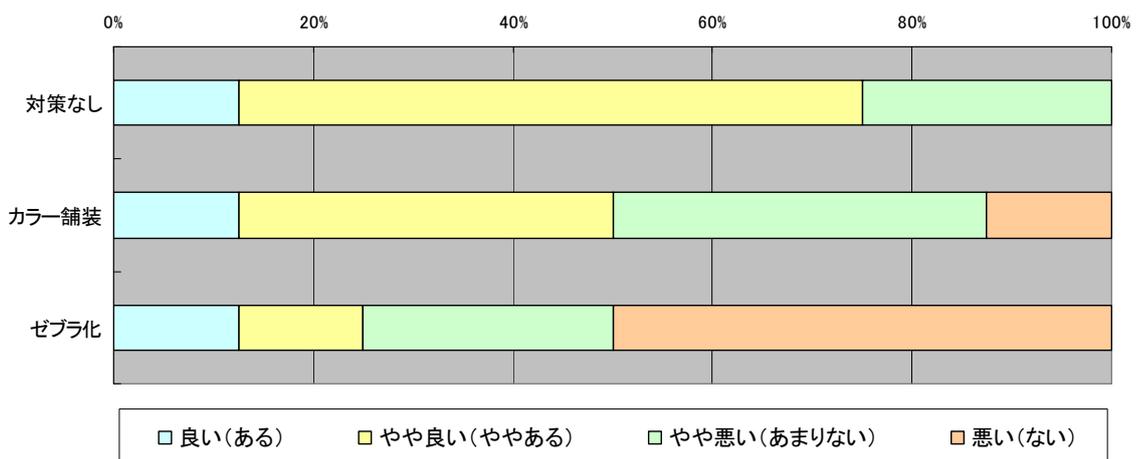
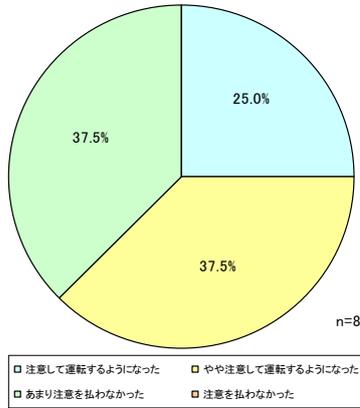


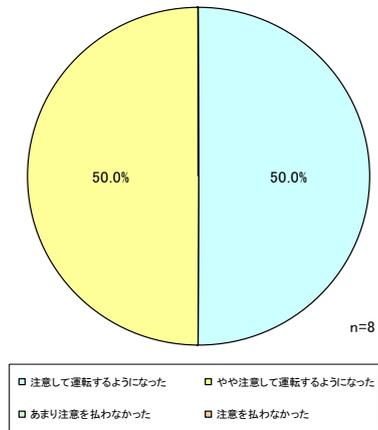
図-3.3.36 対策の印象 (その3)

c) 対策があることによる運転時の意識の変化

パターン1：カラー舗装

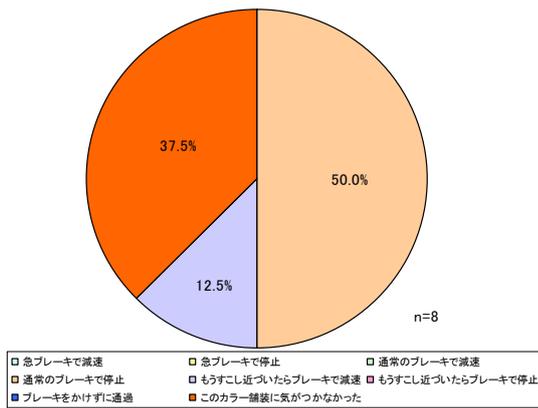


パターン2：ゼブラ化

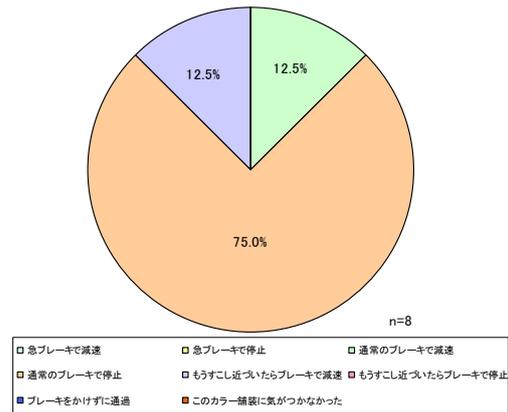


d) 対策を認知したときにとろうとした行動

パターン1：カラー舗装

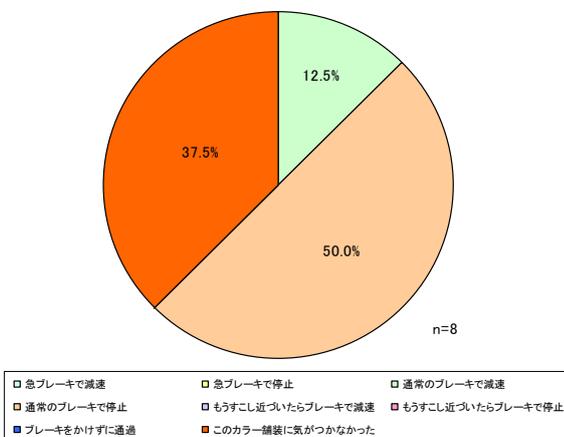


パターン2：ゼブラ化



e) 対策を認知したときに実際にとった行動

パターン1：カラー舗装



パターン2：ゼブラ化

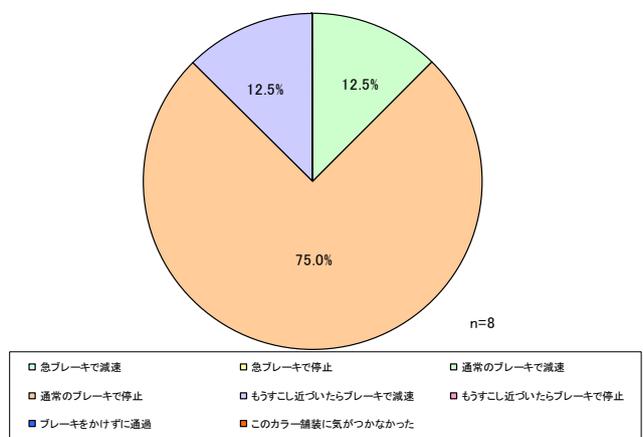
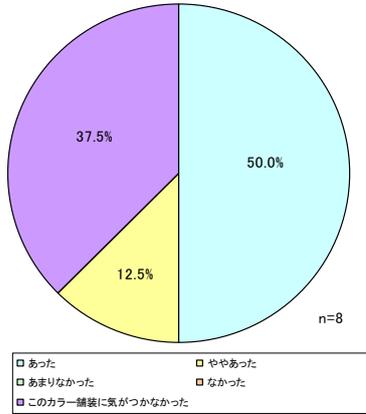


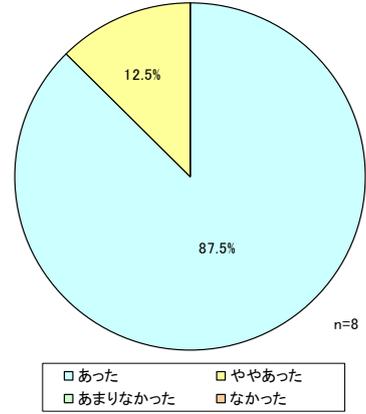
図-3.3.37 対策による運転時の意識の変化（その1）

f) □対策を認知してから行動までの時間的な余裕

パターン1：カラー舗装



パターン2：ゼブラ化



□ あった
□ あまりなかった
□ このカラー舗装に気がなかった

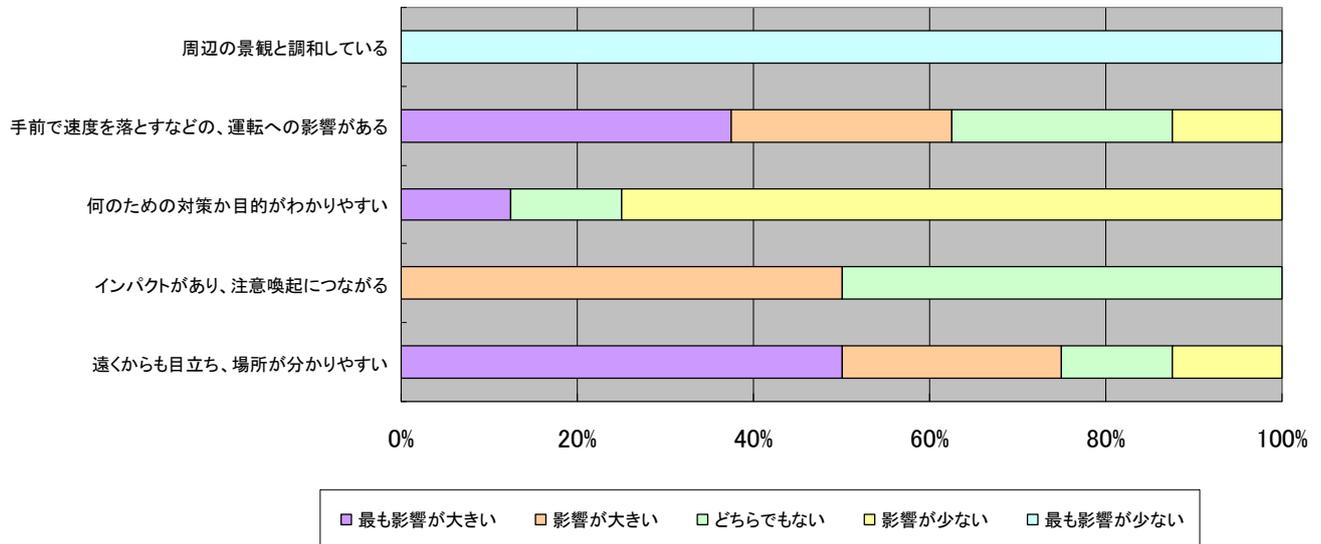
□ あった
□ あまりなかった
□ ややあった
□ なかった

図-3.3.38 対策による運転時の意識の変化（その2）

5) 出会い頭事故防止に与える影響要因

出会い頭事故の防止に与える影響要因のうち重要度の高いものとして、「遠くからも目立ち、場所がわかりやすい」、「手前で速度を落とすなどの運転への影響がある」ことを挙げる意見が多い。

□ 出会い頭事故の防止に与える影響要因の重要度



		最も影響 が大きい	影響が大 きい	どちらで もない	影響が少 ない	最も影響 が少ない	総計
遠くからも目立ち、場所 がわかりやすい	人数	4	2	1	1	0	8
	構成比	50.0%	25.0%	12.5%	12.5%	0.0%	100.0%
インパクトがあり、注意喚 起につながる	人数	0	4	4	0	0	8
	構成比	0.0%	50.0%	50.0%	0.0%	0.0%	100.0%
何のための対策か目的 がわかりやすい	人数	1	0	1	6	0	8
	構成比	12.5%	0.0%	12.5%	75.0%	0.0%	100.0%
手前で速度を落とすなど の、運転への影響がある	人数	3	2	2	1	0	8
	構成比	37.5%	25.0%	25.0%	12.5%	0.0%	100.0%
周辺の景観と調和してい る	人数	0	0	0	0	8	8
	構成比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%

図-3.3.39 出会い頭の事故の防止に与える影響要因

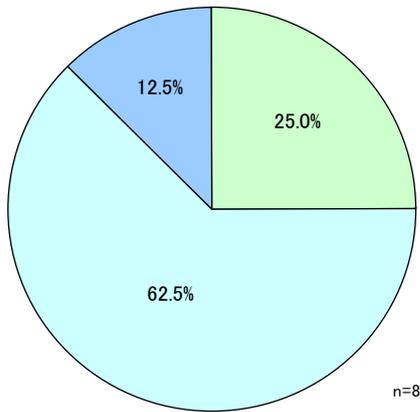
6) 対策の有効性の比較

75%の被験者が「カラー舗装 (パターン1)」は効果があると回答 (対策なしと比較)

88%の被験者が「ゼブラ化 (パターン2)」は効果があると回答 (対策なしと比較)

75%の被験者が「ゼブラ化 (パターン2)」は「カラー舗装 (パターン1)」と比較して効果があると回答

a) パターン1 (カラー舗装) とパターン3 (対策なし) の比較

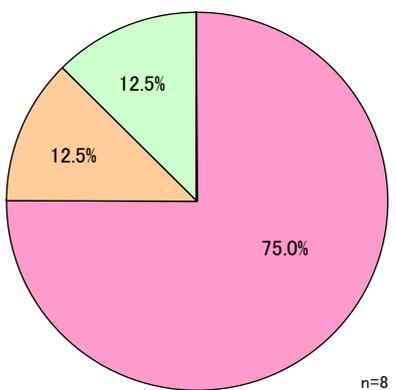


- パターン3の方が非常に効果あり
- パターン3の方がやや効果あり
- 同程度
- パターン1の方がやや効果あり
- パターン1の方が非常に効果あり

<理由>

交差点内がカラー化されていることで、進入時に注意が向く。気付やすい。
交差点部分に何かありそうな印象を与えるため。一旦停止により、停車しているので交差点に進入する際は、十分に減速しているため、効果としてはほぼ同じだった。
パターン1は注意が必要な交差点であるというメッセージが伝わりやすいと考えられるため。
着色していることで注意すると思うが見慣れてしまうと効果が小さくなると思うため。
交差点の存在が目立つため。
パターン1の目的がはっきりしないので、何となくカラー舗装しているだけのように受け止められるような気がする。

b) パターン2 (ゼブラ化) とパターン3 (対策なし) の比較

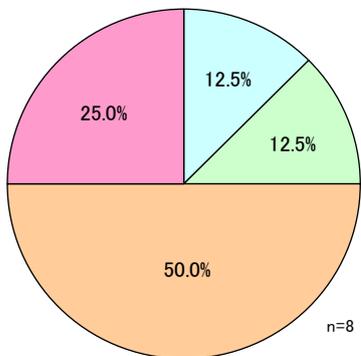


- パターン2の方が非常に効果あり
- パターン2の方がやや効果あり
- 同程度
- パターン3の方がやや効果あり
- パターン3の方が非常に効果あり

<理由>

走行している路面がカラー化されているので、否が応にも目に入る。また、通常のアスファルト(灰色)とは異なる色があることで、何らかの注意を引く。気付やすい。減速すべきゾーンが明確。
色が多すぎてあまり2の方は注意喚起しにくい。むしろパターン3の方が良いかもしれない。
標識に目がいく前にパターン2の方が注意喚起を促すことができる。
パターン2は速度抑止のメッセージが伝わりやすいと思われるため。
あまり見慣れないパターンなので注意するため。手前から着色されているのでその先に何かがあると感ずるため。
交差点の場所が目立つため。
走行していて、交差点のかなり前から注意喚起がなされるから。また目立つ

c) パターン1 (カラー舗装) とパターン2 (ゼブラ化) の比較



- パターン1の方が非常に効果あり
- パターン1の方がやや効果あり
- 同程度
- パターン2の方がやや効果あり
- パターン2の方が非常に効果あり

<理由>

走行している路面をカラー化することで、否が応にも視角に入ってくるから。
交差点に気付くか気付かないかという点が重要と思うため。
停止線に向かって減速しやすい。さらに、交差部分のカラー舗装が注意を引くため。
標識に目がいく前にパターン2の方が注意喚起を促すことができる。
パターン2は速度抑止のメッセージが伝わりやすいと思われるため。
あまり見慣れないパターンなので注意するため。手前から着色されているのでその先に何かがあると感ずるため。
水色の舗装は普段なじみがないため、驚いてしまう可能性がある。特に交差方向の車両に悪影響があるのではないかと。ただし、ゼブラの注意喚起は早めの速度減少に効果的と考える。
走行していて、交差点のかなり前から注意喚起がなされるから。

図-3.3.40 対策の有効性の比較

(3) 運転挙動の分析結果

対策の実施の有無による対象交差点付近における運転挙動の変化を把握するため、以下の点について比較を行った。

<着目点>

- ・ 対策の有無による対象交差点における一時停止の有無の違い
⇒対策後に一時停止する被験者が増加すれば対策効果あり
- ・ 交差点停止線手前における一時停止位置の違い
⇒対策後に一時停止位置がより手前となれば対策効果あり
- ・ 対策の有無による対象交差点手前の減速開始位置の違い
⇒対策後に減速開始位置がより手前となれば対策効果あり
- ・ 対策の有無による減速開始時速度の違い
⇒対策後により減速すれば対策効果あり

対策のパターンは図-3.3.4の通りである。

1)一時停止の有無

対策実施（パターン1（カラー舗装）、パターン2（ゼブラ化））により、一時停止を実施する割合が増加した。一時停止位置の平均値は、対策前後共に停止線通過後となっている。

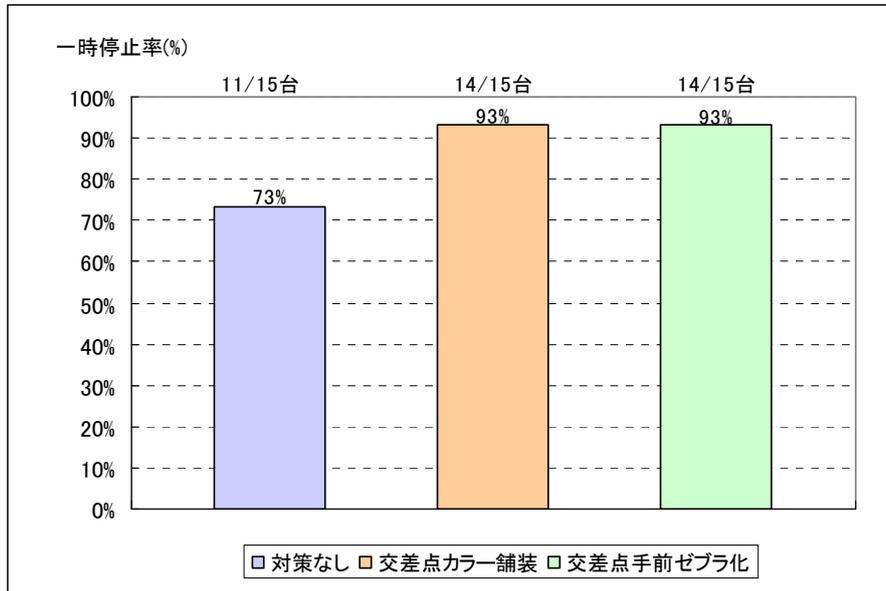


図-3.3.41 一時停止率

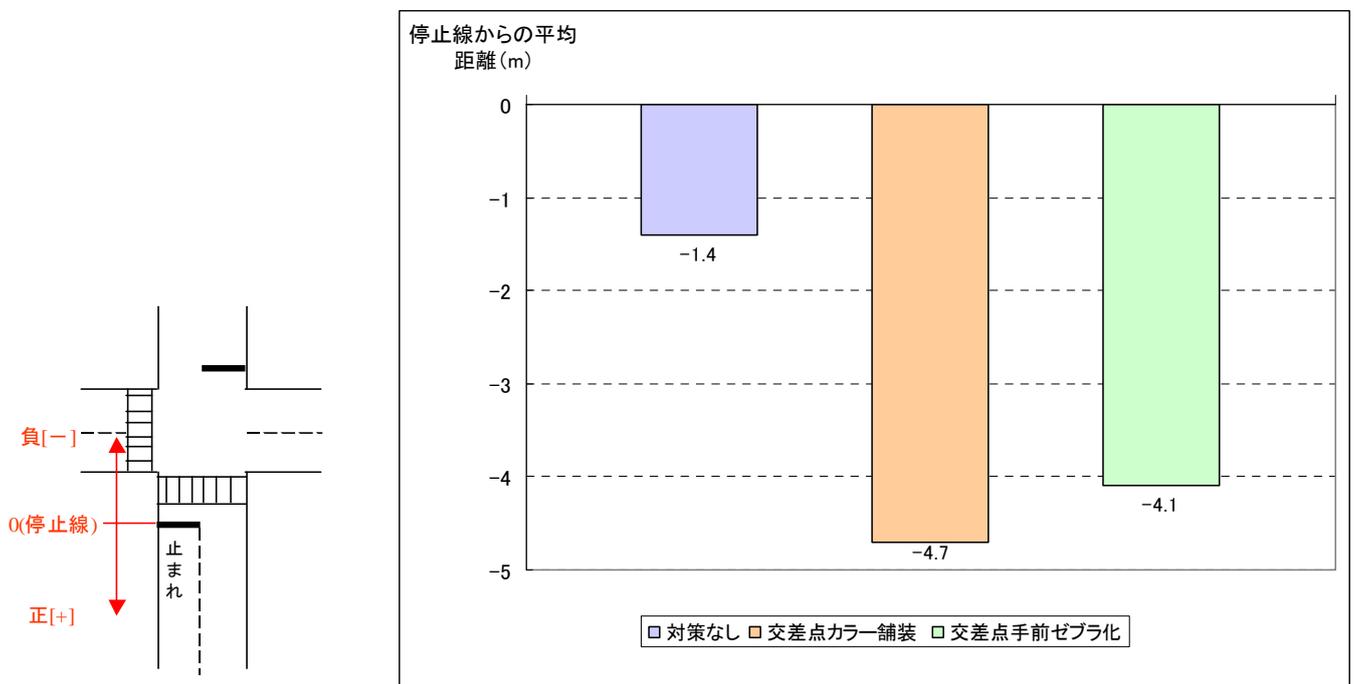


図-3.3.42 停止位置

※ 一時停止位置は、時速5 km/h 以下となった位置とした。

交差点カラー舗装及びゼブラ化により、停止位置がより離れた位置で停止するように変化した被験者は両対策とも2名ずつとなっている。

カラー舗装とゼブラ化を比較すると、どちらも同程度の停止位置となっている。

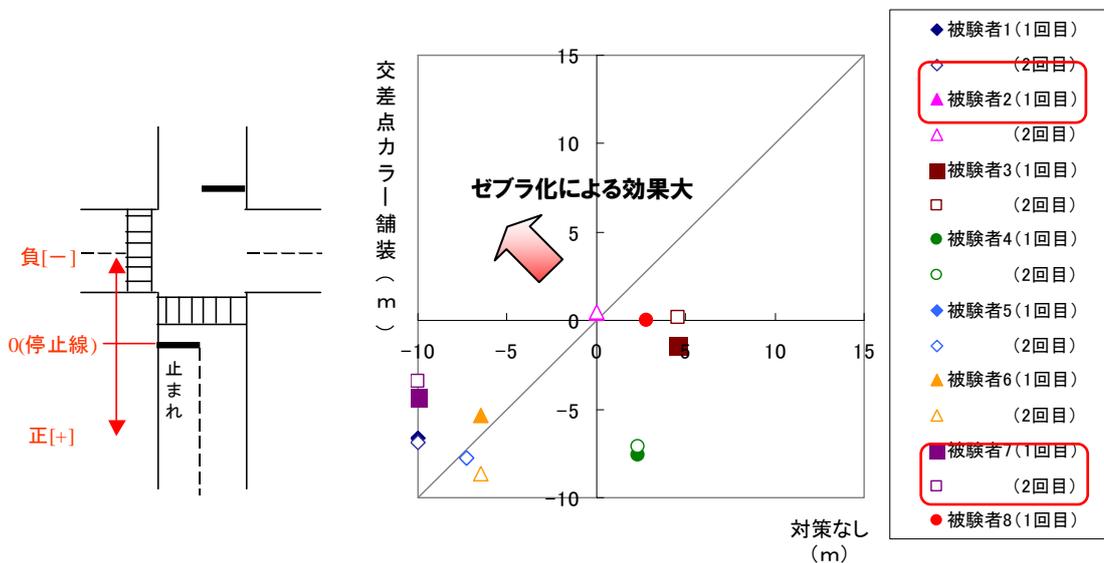


図-3.3.43 停止位置の比較 【パターン3】対策なし、【パターン1】カラー舗装

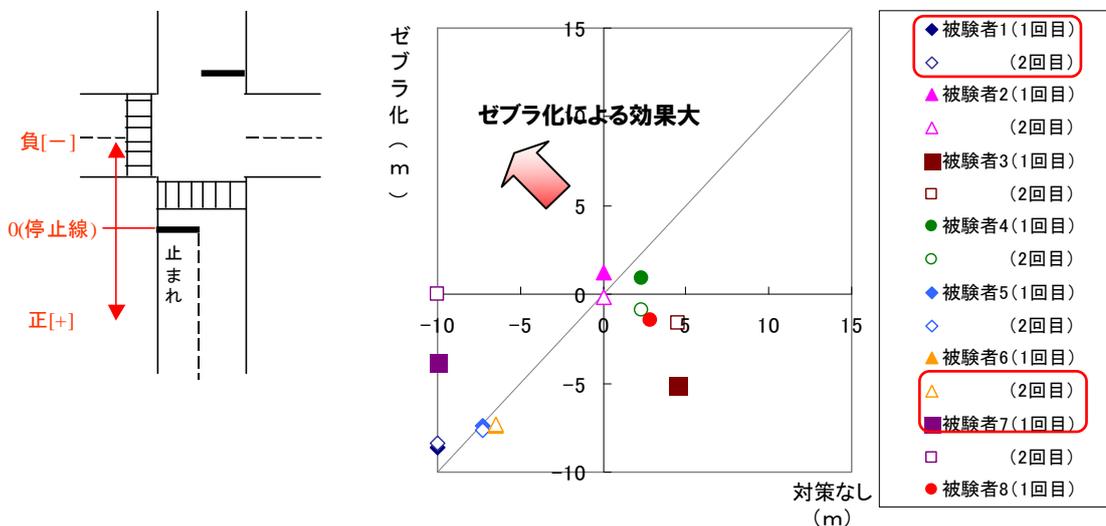


図-3.3.44 一時停止位置の比較 【パターン3】対策なし、【パターン2】ゼブラ化

☐ : 対策により効果が見られた被験者

- ※ 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損
- ※ 「対策なし」は1回目走行のみを使用した。
- ※ 効果が見られたかどうかは、対策なし(1回目)に比べて対策時の1回目、2回目走行両方で改善(対策ありで正方向に停止位置が移動)が見られた場合を効果ありと判断した。
- ※ 一時停止位置は、時速 5 km/h 以下となった位置とした。
- ※ 一時停止無しの場合は、停止位置を-10m としてプロットした。

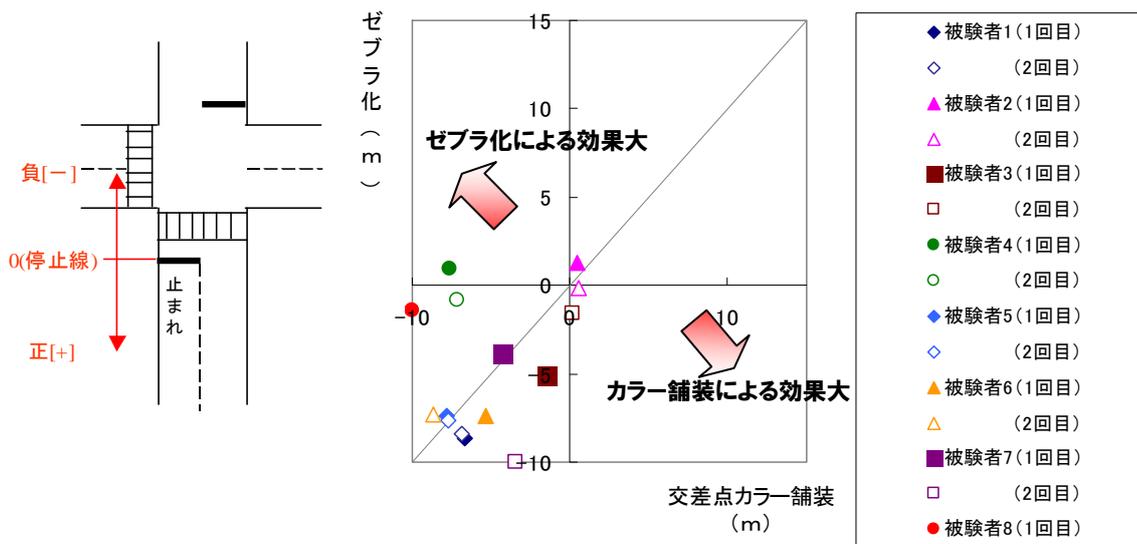


図-3.3.45 一時停止位置の比較 【パターン1】カラー舗装、【パターン2】ゼブラ化

- ※ 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損
- ※ 一時停止位置は、時速 5 km/h 以下となった位置とした。
- ※ 一時停止無しの場合は、停止位置を-10m としてプロットした。

2) 交差点手前の減速開始位置

減速開始位置を比較すると、パターン 3（対策なし）では約 46m となっていたのに対し、パターン 1（カラー舗装）、パターン 2（ゼブラ化）では 55~60m 手前から減速開始している。

パターン 2、パターン 3 において減速開始位置に顕著な差異は見られず、どちらも原則開始位置が交差点よりも遠くなり、対策の効果があった。

また、ゼブラ化の方が、カラー化のみの場合と比較して、標準偏差が小さいことから、被験者の運転特性によらず安定して効果が得られることが解った。

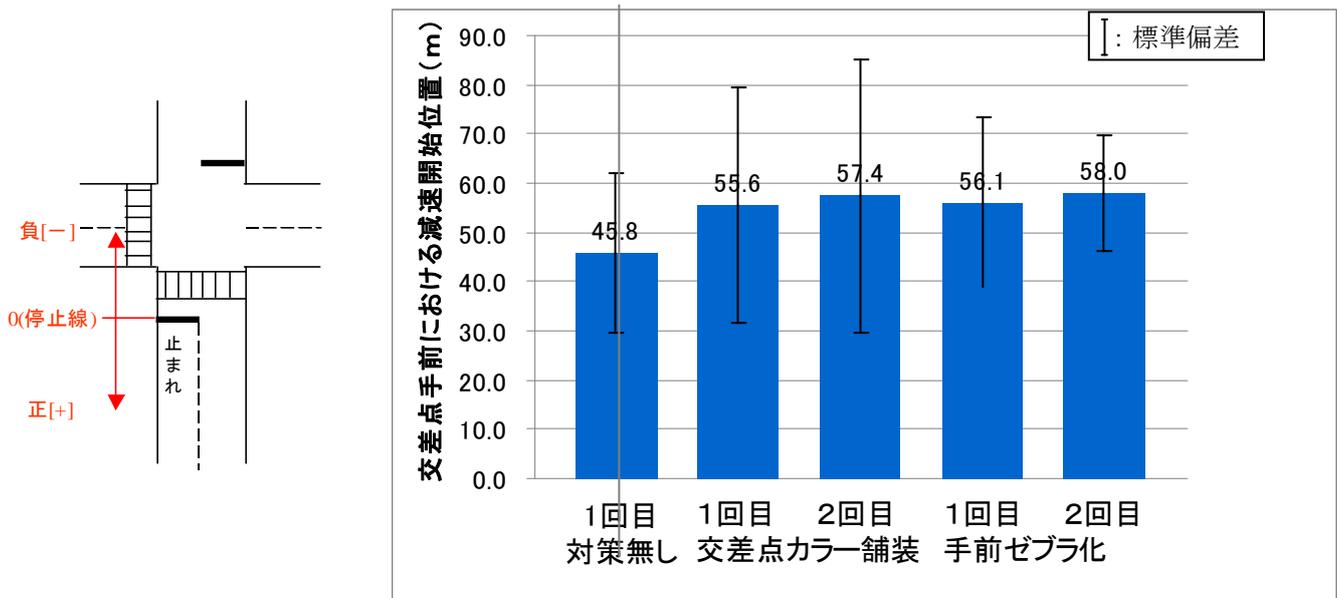


図-3.3.46 減速開始位置

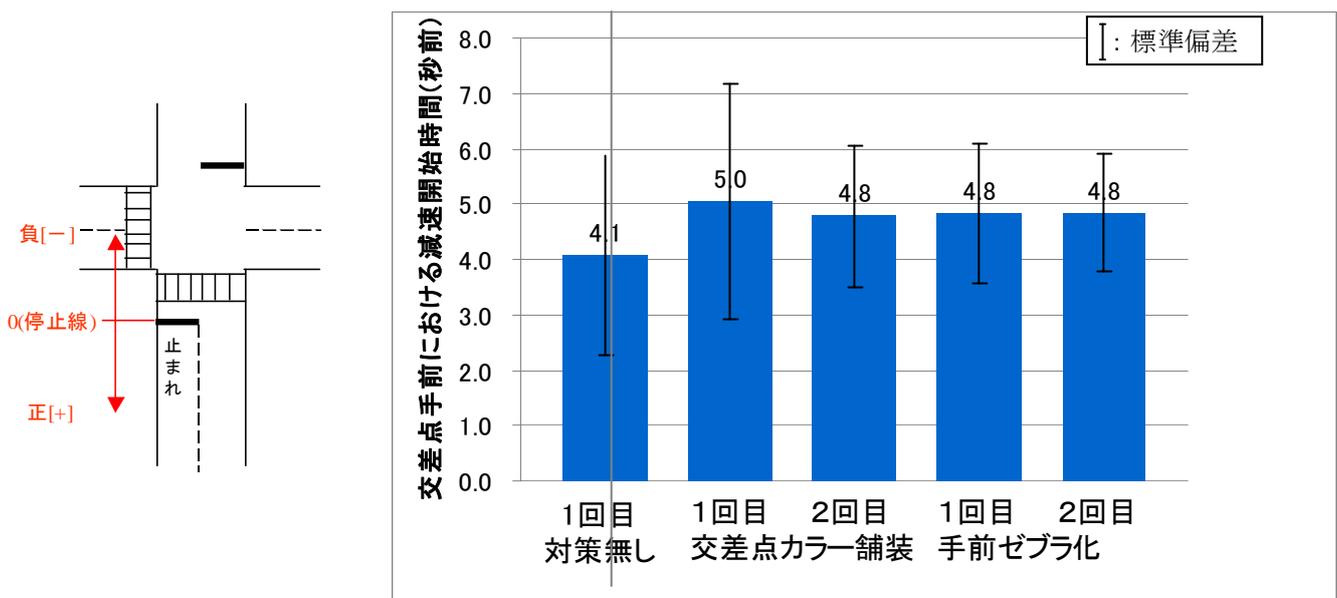


図-3.3.47 減速開始時間

※ 減速開始位置：交差点手前においてブレーキ踏み込みを開始した地点(ブレーキ踏み込み量>0)とした。減速開始時間：減速を開始した時間（停止線通過0秒前と表記）とした。

減速開始が早まった被験者の割合を見ると、ゼブラ化の方が高い。

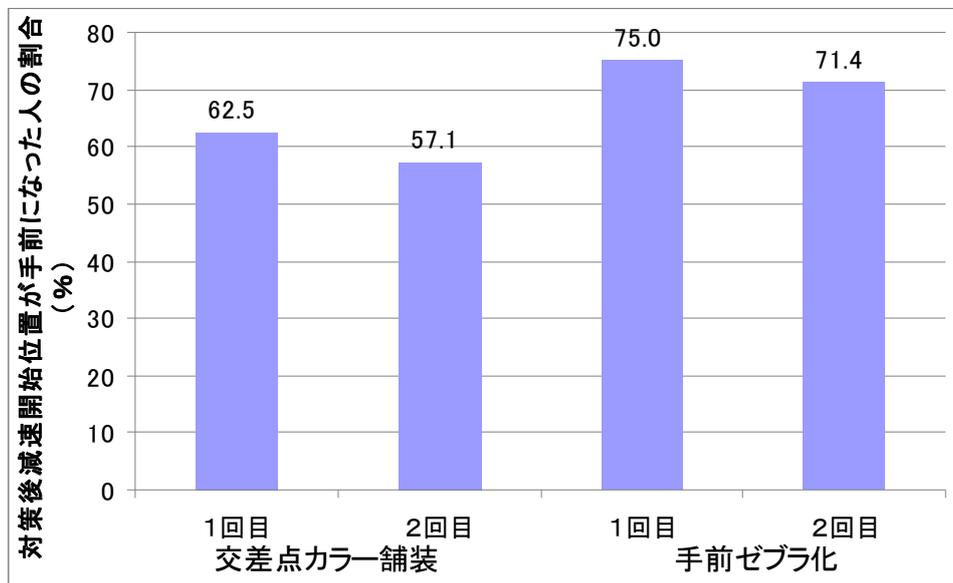


図-3.3.48 減速開始が早まった被験者の割合

- ※ 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損
- ※ 減速が早まった被験者の割合：対策により減速開始位置が交差点からより手前になった被験者の割合

交差点カラー舗装及びゼブラ化により、減速開始位置は交差点から遠い位置で減速を開始している。交差点カラー舗装では対策なしと比較して、半数(4人)が遠い位置で減速を開始している。ゼブラ化では対策なしと比較して、8人中5人が遠い位置で減速を開始している。カラー舗装とゼブラ化を比較すると、どちらも同程度の減速開始位置となっている。

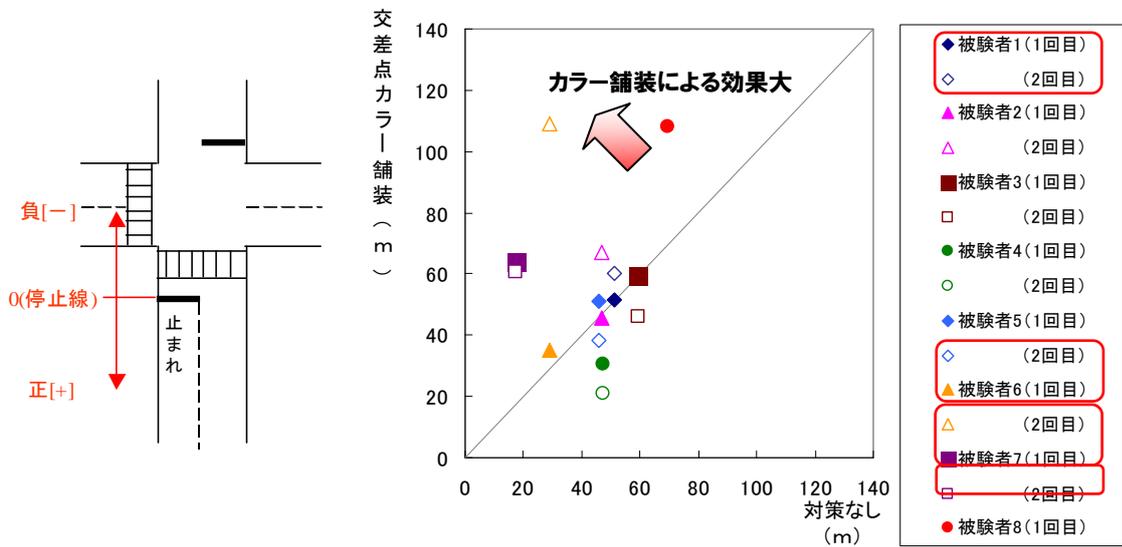
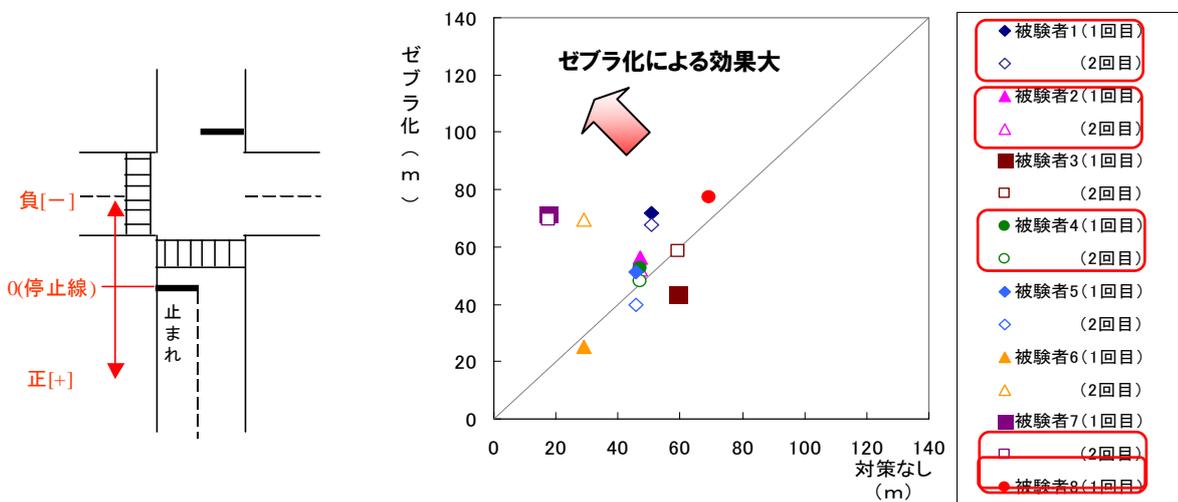


図-3.3.49 減速開始位置の比較 【パターン3】対策なし、【パターン1】カラー舗装



□: 対策により効果が見られた被験者

図-3.3.50 減速開始位置の比較 【パターン3】対策なし、【パターン2】ゼブラ化

- 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損
- ※ 「対策なし」は1回目走行のみを使用した。
- ※ 減速開始位置: 交差点手前においてブレーキ踏み込みを開始した地点(ブレーキ踏み込み量>0)とした。(詳細は6-42ページ以降を参照)
- ※ 効果が見られたかどうかは、対策なし(1回目)に比べて対策時の1回目、2回目走行両方で改善(対策ありで正方向に減速開始位置が移動)が見られた場合を効果ありと判断した。

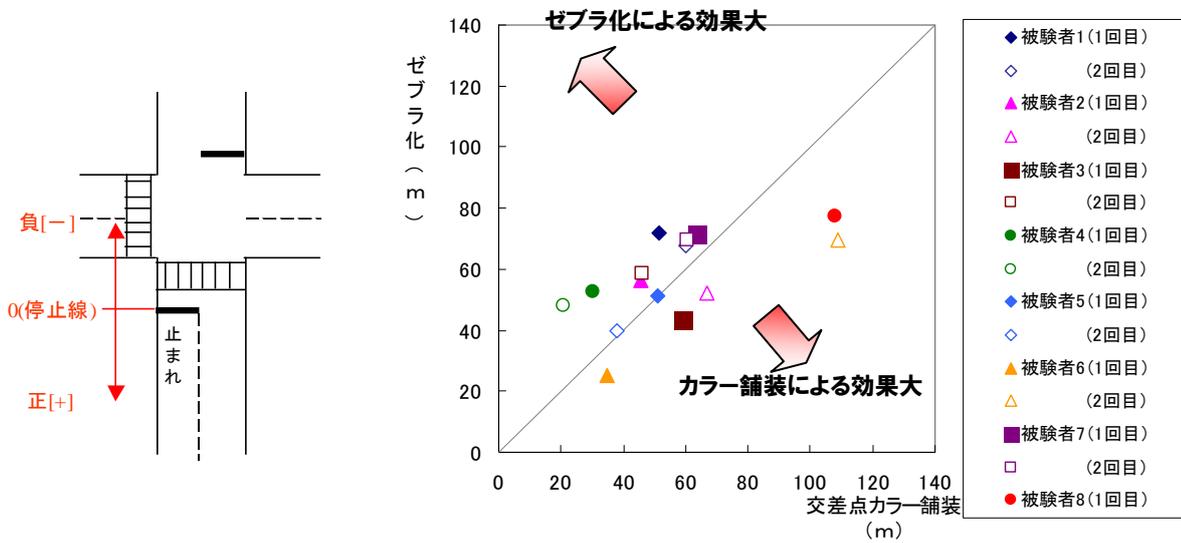


図-3.3.51 減速開始位置の比較 【パターン1】カラー舗装、【パターン2】ゼブラ化

- ※ 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損
- ※ 減速開始位置：交差点手前においてブレーキ踏み込みを開始した地点(ブレーキ踏み込み量>0)とした。

3)減速開始時速度

対策実施により、減速開始時の速度抑制が図られた被験者も存在するものの、被験者全体で見ると顕著な差異は見られない。

パターン1（カラー舗装）、パターン2（ゼブラ化）ともに同程度の速度となっており、対策の違いにより、速度の差異はほとんど見られない。

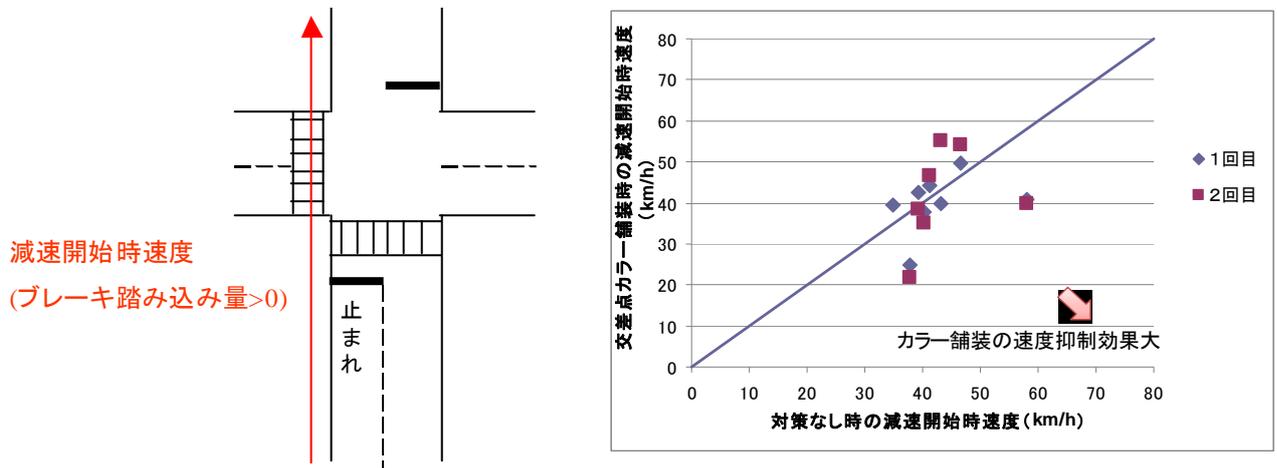


図-3.3.52 減速開始時速度の比較（【パターン3】対策なし、【パターン1】カラー舗装）

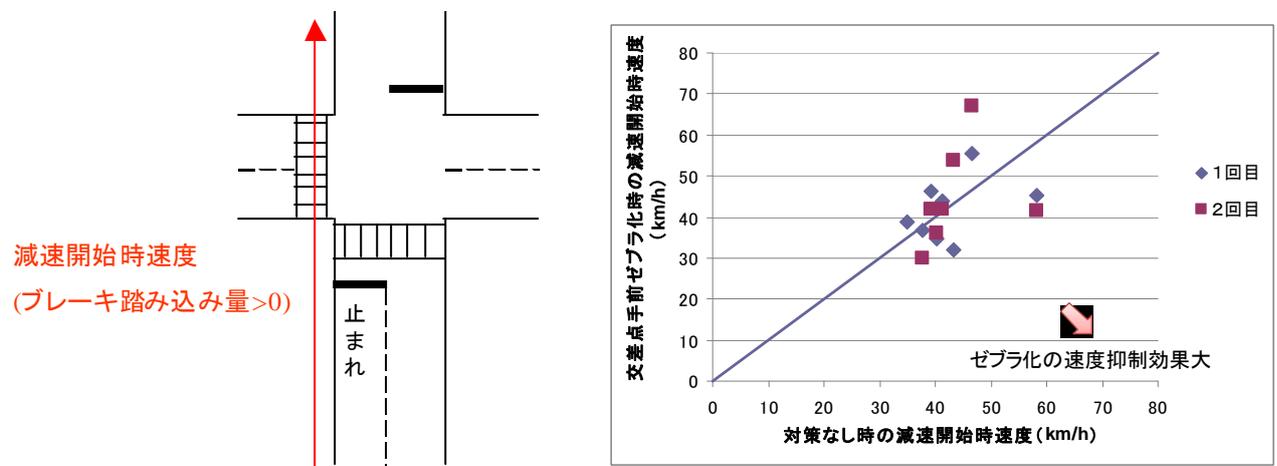


図-3.3.53 減速開始時速度の比較（【パターン3】対策なし、【パターン2】ゼブラ化）

※ 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損

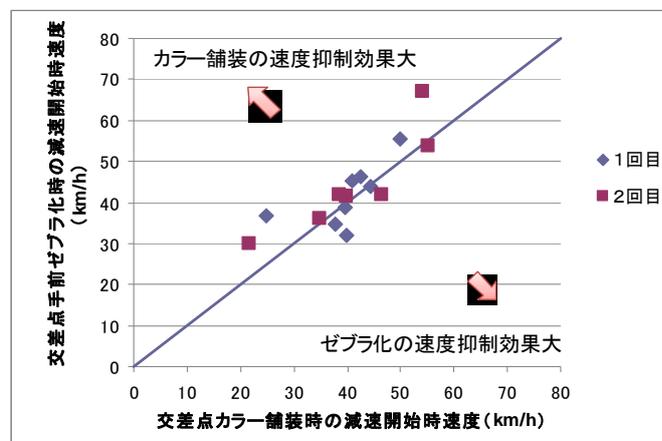
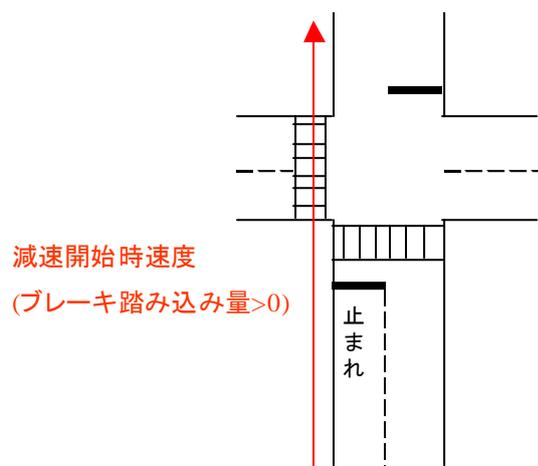


図-3.3.54 減速開始時速度の比較 (【パターン1】カラー舗装、【パターン2】ゼブラ化)

※ 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損

交差点カラー舗装及びゼブラ化により、減速開始時速度はやや減速していることが伺える。交差点カラー舗装では対策なしと比較すると、被験者 8 人中 3 人が減速している。ゼブラ化では対策なしと比較すると、被験者 8 人中 3 人が減速している。カラー舗装とゼブラ化を比較すると、顕著な差は見られない。

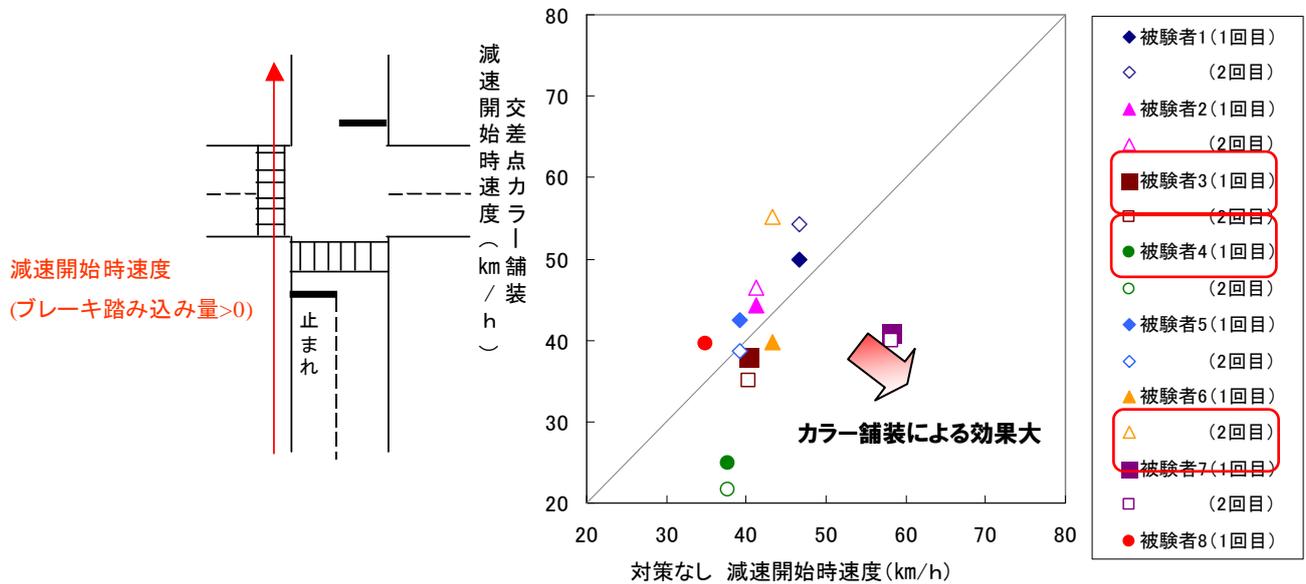
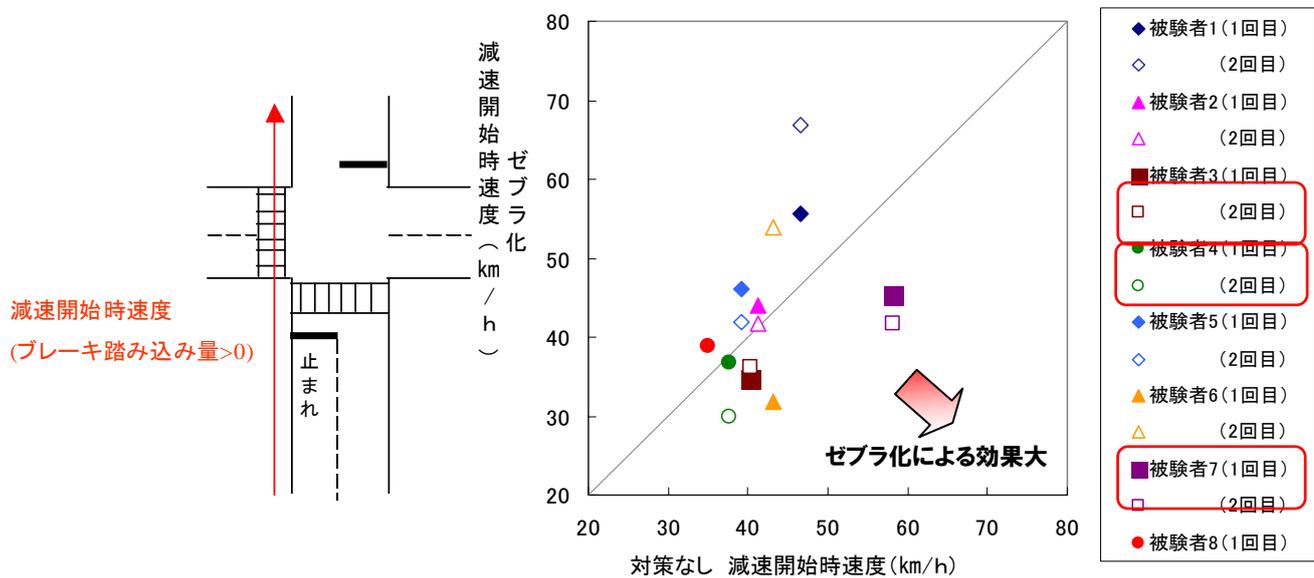


図-3.3.55 減速開始時速度の比較 【パターン3】対策なし、【パターン1】カラー舗装



□ : 対策により効果が見られた被験者

図-3.3.56 減速開始時速度の比較 【パターン3】対策なし、【パターン2】ゼブラ化

- ※ 被験者 No8 の 2 回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損
- ※ 「対策なし」は 1 回目走行のみを使用した。
- ※ 効果が見られたかどうかは、対策なし(1回目)に比べて対策時の 1 回目、2 回目走行両方で改善(対策ありで減速開始時速度が低下)が見られた場合を効果ありと判断した。

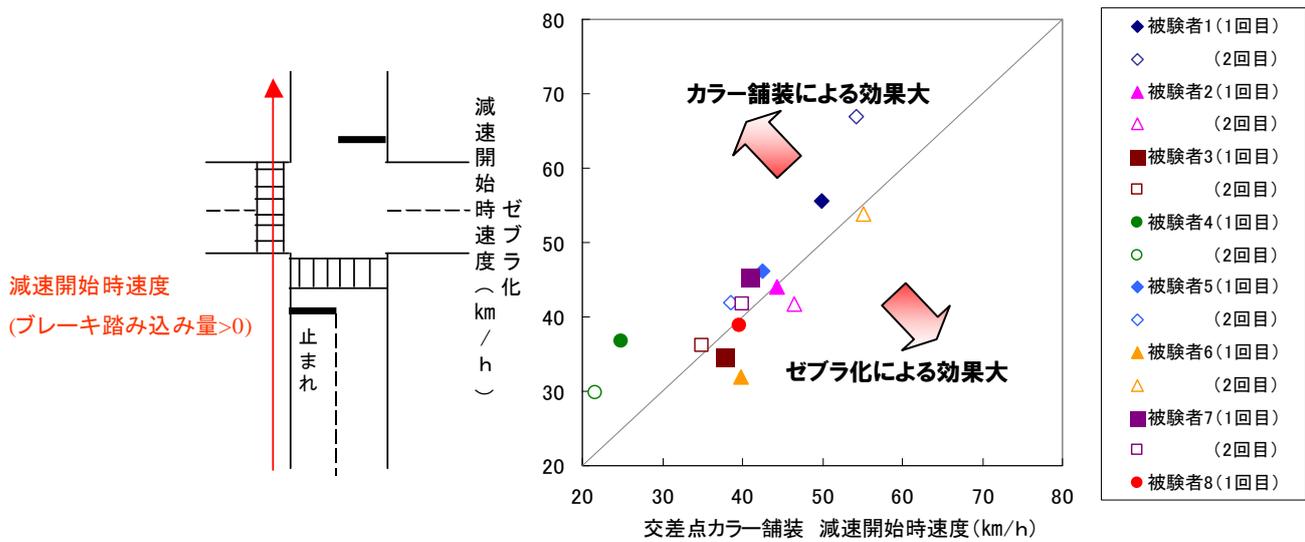


図-3.3.57 減速開始時速度の比較 【パターン1】カラー舗装、【パターン2】ゼブラ化

- ※ 被験者 No8 の2回目走行(「対策なし」「交差点カラー舗装」「交差点手前ゼブラ化」)はデータ欠損
- ※ 「対策なし」は1回目走行のみを使用した。

(4) 対策による行動変化の分析結果

対策により行動を変化させた被験者は、カラー舗装、ゼブラ化共に半数(4名)が行動変化している。

カラー舗装、ゼブラ化共に行動変化した被験者(1,3,7)を見ると、「ステイタスシンボルとしての車」「不安定な運転傾向」といった特性を持ったドライバーが多い。

非安全運転に関する指標が高い(通常安全運転していない)ドライバーに対策効果があると推察される。

対して、「几帳面な運転傾向」「信号に対して事前準備的傾向」といった安全運転に関する指標が高い被験者は、対策前においても既に安全運転を行っているため、対策後に行動変化していないと推察される。

本対策においてネガティブな効果は見られない。

表-3.3.7 分析結果 (その1)

■カラー舗装(行動変化させた被験者4名)

評価指標	運転特性								認知 対策に気がついた	判断 対策を見た時に注意して運転するようになったか	① 一時停止位置	行動		ネガティブチェック ① 急ブレーキへの意識
	① 運転スキルへの自信	② 運転に対する消極性	③ セツカちな運転傾向	④ 几帳面な運転傾向	⑤ 信号に対する事前準備的傾向	⑥ ステイタスシンボルとしての車	⑦ 不安定な運転傾向	⑧ 心配性の傾向				② 交差点手前の減速開始位置	③ 交差点手前の減速開始時速度	
被験者	○：全国値と比較して尺度が高い								○：気がついた	○：注意して運転するようになった(やや注意して運転するようになった)	○：対策後に一時停止するようになった	○：減速開始位置が交差点からより遠くなった	○：減速開始時速度がより減速した	○：対策を認知したとき急ブレーキで減速(停止)しようと思った
被験者1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
被験者2		○	○	○	○	○	○	○	○	○				
被験者3	○								○	○		○		
被験者4		○	○	○	○	○	○	○	○			○		
被験者5									○					
被験者6	○								○	○				
被験者7	○								○	○	○	○		
被験者8	○		○						○					
計	2	4	3	3	3	5	4	3	8	5	2	4	3	0

表-3.3.8 分析結果（その2）

■ゼブラ化(行動変化させた被験者4名)

評価指標	運転特性								認知	判断	①一時停止位置	行動		ネガティブチェック
	①運転スキルへの自信	②運転に対する消極性	③せっかちな運転傾向	④几帳面な運転傾向	⑤信号に対する事前準備的傾向	⑥ステイタスシンボルとしての車	⑦不安定な運転傾向	⑧心配性的傾向				②交差点手前の減速開始位置	③交差点手前の減速開始時速度	
	○：全国値と比較して尺度が高い								○：気がついた	○：注意して運転するようになった(やや注意して運転するようになった)	○：対策後に一時停止するようになった	○：減速開始位置が交差点からより遠くなった	○：減速開始時速度がより減速した	○：対策を認知したとき急ブレーキで減速(停止)しようと思った
被験者														
被験者1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
被験者2			○		○	○	○	○	○	○		○		
被験者3	○					○	○		○	○			○	
被験者4			○	○	○			○	○			○	○	
被験者5						○			○					
被験者6	○				○			○	○	○				
被験者7	○					○	○		○	○	○	○	○	
被験者8	○		○						○			○		
計	2	4	3	3	3	5	4	3	8	5	2	5	3	0

■：行動変化させた被験者

※ 対策を「認知」し、注意するように「判断」し、「行動」が変化(「①対策後に一時停止するようになった」、「②交差点手前の減速開始位置が交差点からより遠くなった」、「③減速開始時速度がより減速した」のいずれかに該当)した被験者を対策により行動変化させた被験者と判断した。

(5) 出会い頭事故の発生メカニズムの分析および事故発生要因の抽出

D S実験では、被験者が対象交差点の従道路から進入する際に一時停止を実施しないケースが発生していた。事故発生要因としては以下のものが考えられた。

<従道路交通>

- ・安全確認できる位置で停止しない
- ・植栽等が視界をさえぎり、主道路交通の車両の認知の遅れ
- ・主道路交通より先に行けると思い込む等の判断ミス

<主道路交通>

- ・減速開始時に減速（徐行）しない
- ・従道路交通は交差点に進入しないと思いつむ等の判断ミス

(6) 対策の検討および実道への適用可能性の検討

本検討では、従道路側に対する「停止義務の徹底」、「安全確認の徹底」、「交差点の注意喚起」に有効と考えられる「カラー舗装」「ゼブラ化」に関する効果検証を目的として、D S実験を行った。

実験結果より、「カラー舗装」「ゼブラ化」を行った場合、対策を行わない場合と比べて、一時停止実施の増加および減速開始位置が手前になることや減速開始時速度が低下することが明らかとなり、いずれの対策もヒューマンエラー（交差点の見落とし）の削減に効果があり、安全性向上に寄与すると考えられた。

「カラー舗装」と「ゼブラ化」を比較すると、指標に大きな差は見られなかった。アンケート調査の結果によると、「ゼブラ化」の方がより印象に残るとされており、効果の持続性が期待できる。ただし、ゼブラ化対策は景観上好ましくないとの意見が多いことから、景観上の配慮が必要な箇所においては、カラー舗装を採用するなどの使い分けが必要である。

