第42回交通工学研究発表会論文集（研究論文）
（受理日：2022年5月6日）

事故リスク低減に向けた工事区間始端部の規制情報デザイン
Regulatory Information Design at the Work Zone of Expressway for Reduction of Accident Risk

飯田 克弘[1]，丸橋 慧士[2]，大田 一成[3]
Katsuhiro IIDA[1], Keishi MARUHASHI[2] and Kazushige OOTA[3]

衝突被害軽減ブレーキなどの先進運転支援システムの普及による，道路交通の安全性，円滑性向上が期待されている．しかし一方で，近年発生した交通事故のうち，工事区間始端部における衝突事故増加が各方面で懸念されている．この問題に対し，本研究では，運転手に焦点を当てた対策を優先すべきと考え，視認しやすく指示が伝わりやすい，工事区間始端部の規制情報デザインを考案し，評価を試みた．ドライビング・シミュレータを用いた室内走行実験から，運転挙動データとヒアリングデータを収集した．分析の結果，背景が赤と白の市松模様で，車線変更を促す矢印が大きく強調された標識車を含む工事区間始端部が，事故リスク低減を期待できる規制情報デザインであるという示唆を得た．

Keywords: 規制情報デザイン，工事区間始端部，ドライビング・シミュレータ，標識車

1．はじめに

近年，道路交通の安全性，円滑性向上を期待し，先進運転支援システム（以下，システム）の開発が進められている．その機能の一つに，衝突事故や追突事故の抑制が期待できる衝突被害軽減ブレーキ（以下，AEB）[1)]が挙げられる．AEB の新車装着率[2)]は，2013 年から 2020 年にかけて 95.8%まで増加しており，普及が進んでいる．ここで，2013 年から 2020 年までのわが国の交通事故発生件数[3)]を見ると，交通事故減少数のうち約 4 割は追突事故による減少数であり，AEB 普及の効果が功を奏していると推察される．

一方，厚生労働省や道路会社などの各方面から，近年発生した交通事故のうち，工事区間における交通事故の増加が懸念されている[4)5)]．2019 年，2020 年の期間において，西日本高速道路株式会社関西支社管内全路線の工事区間で発生した交通事故状況（西日本高速道路調べ）を見ると，車両同士の事故に次いで，工事区間始端部（以下，始端部）に正面から衝突する物損事故が多い．また，始端部での事故原因の約 8 割は前方不注意であり，運転手の問題が考えられる．工事区間では，作業員が規制材に近接しているため，被害が深刻な人身事故に繋がる可能性が高く，事故抑制に向けた対策の意義は大きい．

本研究では始端部に衝突する事故に着目した．この事故の原因としては，主に二つ考えられる．第一に，上述した前方不注意により運転手が工事区間の存在に気付いていないということである．システムに対する運転手の過信が，安全性に欠けた運転挙動を引き起こすことを問題視する先行研究[6)7)8)9)]が多数存在しており，ここで示唆されている知見が背景要因となっている可能性がある．第二に，AEB の普及が交通事故減少に貢献しているのにも関わらず，始端部に衝突する事故が多発していることから，AEB が規制材に反応していないことが考えられる．これは，障害物によっては AEB が正常に機能しないという，メーカーが発信している注意事項[10)11)]からも推察される．ここで，現在，わが国では自動運転レベル 3[12)]までの自動運転車両が走行可能となっているが，自動運転レベル 3 では，システムが対応できない緊急時は，運転手の対応が義務付けられていることから，最終的に事故の責任が所在する運転手に焦点を当てた対策を優先すべきと考える．そこで，本研究では運転手が視認しやすく指示が伝わりやすい始端部の規制情報デザインを考案し，ドライビング・シミュレータ（以下，DS）を用いた室内走行実験を実施した結果に基づき，事故リスク低減の観点から評価を試みた．ここで，先述した通り，始端部に衝突する事故の原因として前方不注意が考えられるが，意図的に走行中の前方不注意を再現することは困難である．そこで，本実験では前方不注意の有無に関わらず，視認のしやすさ，指示の伝わりやすさという観点でデータ取得を行う．

2．室内走行実験

2.1 実験概要

本研究では，2021 年 11 月 22 日，同 24 日から 26 日，

1 正会員，博士（工学），大阪大学大学院工学研究科
〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 e-mail: iida@civil.eng.osaka-u.ac.jp Phone: 06-6879-7611
2 学生会員，学士（工学），大阪大学大学院工学研究科
3 非会員，学士（工学），西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社

同 29 日および同 30 日，2021 年 12 月 2 日および同 3 日の計 8 日間で，1 日当たり 3 名の計 24 名の被験者に対し実験を行った．被験者として，日常的に運転する 30～50 歳の男性 24 名を一般募集した．被験者募集の際，職業ドライバや，運転頻度および高速道路利用頻度が極端に少ない者は被験者から除外した．

2.2　実験で使用した道路モデル

本研究では，既往研究[13]走行結果の現況再現性が確認された複数の区間を，道路構造令・高速道路設計要領に準拠して設計した調整区間で結合した全長約 12km の道路モデルを使用した（**図 1**）．

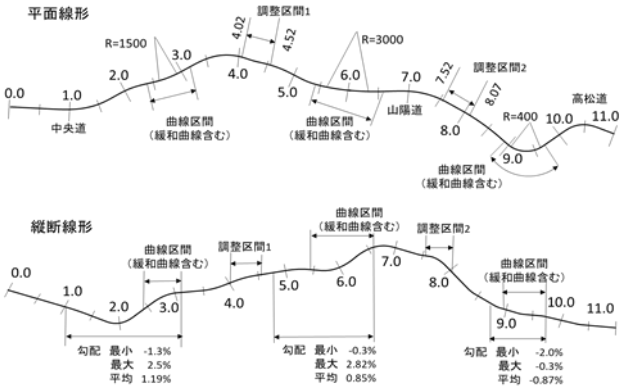

図 1　道路線形図

2.3　実験で使用した規制情報デザイン

本研究では，規制情報デザインが異なる K-1～K-4 の 4 パターンを使用した（**表 1**）．K-1 は現在，実際に高速道路で使用されている規制情報デザインの一例であり，K-2～K-4 の赤と白の市松模様は，海外の研究事例[14]での実績を参考にしている．K-2～K-4 では，規制情報のレイアウトのみが異なるため，比較が可能である．なお，標識車のサイズは幅 1,900mm，高さ 3,500mm，矢印板のサイズは幅 900mm，高さ 500mm である．

表 1　実験で使用した規制情報デザイン一覧

K-1	K-2	K-3	K-4
現在，高速道路の規制に使用されている標識車の一例と矢印板	標識車の背景模様を変化させたパターン	標識車の背景模様を変化させ，工事中のピクトグラムを削除し，矢印を大きく強調したパターン	標識車の背景模様を変化させ，矢印を削除し，工事中のピクトグラムを大きく強調したパターン

2.4　走行条件

本研究では，使用する道路モデル（**図 1**）の 3.0kp から 80km/h で走行開始し，設置された始端部手前で車線変更を行い，始端部を通り過ぎたところで走行を終了するものとした．ここで，工事区間は走行車線に設置したため，被験者には，基本的にキープレフトで走行し，それ以外は普段通りの運転を心がけるよう教示した．この際，周辺車両を追越車線に自車両前後 2 台ずつ設置した（**図 2**）．周辺車両の存在によって被験者が車線変更をためらうのを防ぐため，自車両前後に余裕のあるギャップをとった．また，自車両と周辺車両との相対位置を固定するため，周辺車両の速度は自車両と同じ速度とした．

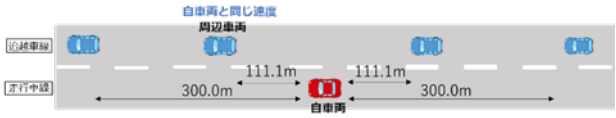

図 2　周辺車両配置

(1)規制情報デザインの設置場所

4 回の走行において，同じ場所に各デザインを設置すると，被験者に始端部が出現する場所をあらかじめ予想されてしまうため，各デザインの設置場所を変える必要がある．そこで，使用する道路モデル上において，道路条件（平面線形条件，勾配）が同様である同一曲線内の 4 地点を選定し，矢印板で構成される 200m のテーパーと標識車を設置した（**図 3**）．この 4 地点において，K-1～K-4 の各デザインをランダムに振り分けた組み合わせを 24 通り設定し，各被験者に振り分けた．

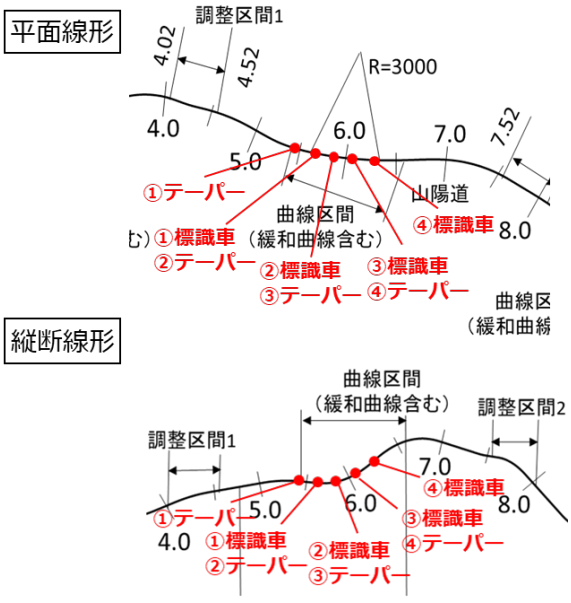

図 3　規制情報デザインの設置場所

(2)規制情報デザインの出現順序

4 回の走行において，各デザインを出現させる順序に

よって被験者に与える影響が異なり，データに偏りが生じる可能性（順序効果）を考慮する必要がある．そこで，K-1～K-4 を順序の配列が均等になるように，各被験者に振り分けた（**表 2**）．

表 2　各デザインの出現順序

	被験者	1回目走行	2回目走行	3回目走行	4回目走行
1日目	1	K-1	K-2	K-3	K-4
	2	K-1	K-2	K-4	K-3
	3	K-1	K-3	K-2	K-4
2日目	4	K-1	K-3	K-4	K-2
	5	K-1	K-4	K-2	K-3
	6	K-1	K-4	K-3	K-2
3日目	7	K-2	K-1	K-3	K-4
	8	K-2	K-1	K-4	K-3
	9	K-2	K-3	K-1	K-4
4日目	10	K-2	K-3	K-4	K-1
	11	K-2	K-4	K-1	K-3
	12	K-2	K-4	K-3	K-1
5日目	13	K-3	K-1	K-2	K-4
	14	K-3	K-1	K-4	K-2
	15	K-3	K-2	K-1	K-4
6日目	16	K-3	K-2	K-4	K-1
	17	K-3	K-4	K-1	K-2
	18	K-3	K-4	K-2	K-1
7日目	19	K-4	K-1	K-2	K-3
	20	K-4	K-1	K-3	K-2
	21	K-4	K-2	K-1	K-3
8日目	22	K-4	K-2	K-3	K-1
	23	K-4	K-3	K-1	K-2
	24	K-4	K-3	K-2	K-1

2.5　実験手順

被験者には，まず実験上の注意事項や個人情報の取り扱いなどの重要事項を説明した．この重要事項への了承を確認後，実験参加への同意書に記名，押印をしてもらった．その後，DS の操作方法や実験の流れについて説明を行った．

次に，DS の操作および運転感覚に慣れるための練習走行を行った．最初の練習走行では，使用する道路モデルのうち，テーパーと標識車を設置しない 6.5kp～12.0kp を周辺車両が存在しない条件で走行してもらった．実験者から指示をしながら走行を行い，普段運転している車両と比較して，走行音量に違和感があれば調整した．次に，周辺車両が存在する条件で，同じ区間を被験者に自由に走行してもらった．さらに，使用する道路モデルの 6.5kp～8.0kp を追越車線に周辺車両が存在する条件で走行してもらった．この走行では，路上障害物に対する車線変更に慣れてもらうために，走行車線にカラーコーンを設置した．

練習走行終了後，換気を兼ねて休憩を 10 分ほどとった．休憩後，視線を計測する装置（ナックイメージテクノロジー社製アイマークレコーダー　EMR-9．以下，EMR）を装着し，**表 2** のように試験走行を 4 回実施した．

4 回の試験走行終了後，別室に移動して，走行に関するヒアリング（2.6 で詳述）を行った．

2.6　取得データ

(1)運転挙動データ

走行開始からの経過時間[s]，走行車線，走行地点（kp）[km]，速度[km/h]，加速度[m/s^2]，車線中心からのずれ[m]，ハンドル角度[deg]（正値：進行方向右向き，負値：進行方向左向き），アクセル・ブレーキ使用量（ペダルを放している時が 0，ペダルを完全に踏み込んだ時を 1 とする．）を 0.1 秒ごと DS により記録した．分析の際は，これらを線形補間により 0.001kp ごとのデータに変換した．

また，EMR により視線座標データを取得した．

(2)ヒアリングデータ

まず，PC に録画した自身の走行映像を確認し，試験走行の状況を思い出してもらった後，以下の内容に関して，K-1～K-4 に順位をつけて回答してもらった．さらに，始端部の規制情報デザインに関する感想を自由に話してもらった．

- （何かは分からなくとも）発見しやすかったパターンはどれか
- 規制区間であると理解しやすかったパターンはどれか
- 右車線（追越車線）への車線変更の指示が伝わりやすかったパターンはどれか

3．ヒアリングデータに基づく比較評価

本章では，2.6(2)で述べたヒアリングデータから規制情報デザインを比較評価する．比較をするに当たっては，Friedman 検定と Bonferroni 法を用いて順位の中央値の差を確認する．本研究では，視認のしやすさを「発見しやすい」，指示の伝わりやすさを「規制区間であると理解しやすい」，「車線変更の指示が伝わりやすい」という 2.6(2)で述べた質問内容に対応させる．

3.1　発見のしやすさの比較評価

まず，Friedman 検定より，規制情報デザイン間で順位の中央値の差が確認された（p<0.05）．Bonferroni 法の検定結果（**表 3**）を見ると，K-1，K-2 と K-3，K-4 のそれぞれで順位の中央値に有意差が確認された（p<0.05）．中央値の値（**表 4**）から，K-3，K-4 の方が K-1，K-2 より発見しやすい，つまり視認しやすい規制情報デザインといえる．以上のことより，赤と白の市松模様と大きく強調された規制情報は，目を惹きつける効果があり，視認しやすくなっていると推察される．

表 3 発見しやすさの検定結果（2 群間の p 値）

	K-1	K-2	K-3
K-2	1.00	-	-
K-3	5.48×10^{-3}*	3.40×10^{-4}*	-
K-4	3.01×10^{-2}*	3.91×10^{-3}*	0.810

*p<0.05,+p<0.10

表 4　発見しやすさの順位の中央値

	K-1	K-2	K-3	K-4
中央値	4	3	1	2

3.2　規制の理解のしやすさの比較評価

まず，Friedman 検定より，規制情報デザイン間で順位の中央値の差が確認された（p<0.05）． Bonferroni 法の検定結果（**表 5**）を見ると，まず，K-2 と K-3 で順位の中央値に有意差が確認された（p<0.05）．中央値の値（**表 6**）から，K-3 の方が K-2 より工事区間であると理解しやすい規制情報デザインといえる．また，K-1，K-2 と K-4 で順位の中央値に有意差が確認された（p<0.05）．中央値の値（**表 6**）から，K-4 の方が K-1，K-2 より工事区間であると理解しやすい規制情報デザインといえる．以上のことから，大きく強調された規制情報によって，規制が行われていることが理解しやすくなると推察される．特に K-4 は，現行の K-1 より工事区間であると理解しやすくなっていることから，工事中のピクトグラムには規制の意識を強く持たせる効果があると考えられる．

表 5 理解のしやすさの検定結果（2 群間の p 値）

	K-1	K-2	K-3
K-2	1.00	-	-
K-3	0.274	3.72×10^{-3}*	-
K-4	5.00×10^{-2}*	1.70×10^{-4}*	1.00

*p<0.05,+p<0.10

表 6　理解のしやすさの順位の中央値

	K-1	K-2	K-3	K-4
中央値	4	3	2	2

3.3　車線変更の指示の伝わりやすさの比較評価

まず，Friedman 検定より，規制情報デザイン間で順位の中央値の差が確認された（p<0.05）．次に Bonferroni 法の検定結果（**表 7**）を見ると，K-1，K-2，K-4 と K-3 で順位の中央値に有意差が確認された（p<0.05）．中央値の値（**表 8**）から，K-3 の方が K-1，K-2，K-4 より車線変更の指示が伝わりやすい規制情報デザインであるといえる．以上のことから，青矢印を大きく強調させることによって，車線変更の指示が伝わりやすくなったと推察される．

表 7　指示の伝わりやすさの検定結果（2 群間の p 値）

	K-1	K-2	K-3
K-2	1.00	-	-
K-3	1.50×10^{-2}*	7.90×10^{-5}*	-
K-4	1.00	0.618	7.00×10^{-3}*

*p<0.05,+p<0.10

表 8　指示の伝わりやすさの順位の中央値

	K-1	K-2	K-3	K-4
中央値	3	3	1	3

4．事故リスク低減が期待できる規制情報デザイン

本章では，室内走行実験で取得した運転挙動データを用いて，規制情報デザインを評価する．そして，得られた結果と **3 章**で示したヒアリング分析の結果から，事故リスク低減が期待できる規制情報デザインを把握する．

4.1　分析指標

DS に記録されたデータと EMR で取得した視線座標データから，全被験者の各走行における，始端部視認位置，車線変更開始位置を割り出した（**図 4**）．この二つの指標を用いて，規制情報デザインの違いによる運転挙動の変化を統計的に分析し，規制情報デザインを評価する．以下に二つの指標の定義を示す．

(1)始端部視認位置

本実験では，標識車から 300m～600m 離れた位置で始端部の視認が可能である．自車前方に車両を配置しない条件のため，始端部視認前の視線は主に前方路面を向いており，始端部を視認した時点で視線が路面から上下に移動する．ここで，今回使用した EMR 映像の解像度では，標識車と矢印板のどちらを視認しているかを明確に分離することが出来ない（**図 4**）．よって，本研究では，被験者が路面を視認している状態（**図 5**）と，標識車と矢印板のいずれかを視認している状態，つまり始端部を視認している状態（**図 4**）に区別し，初めて始端部の視認が確認できた位置を始端部視認位置と定義する．そして，始端部視認位置から標識車までの距離を始端部視認距離とする（**図 6**）．

(2)車線変更開始位置

EMR の視野映像から車線変更を開始したと思われる位置を絞り込み，その地点近傍でのハンドル角度増加地

点を車線変更開始位置とした．ここでハンドル角度の変化（ある時刻から 0.1 秒後のハンドル角度−ある時刻でのハンドル角度）が正になる時点から，その後，ハンドル角度の変化が負に転じる時点までを 1 回のハンドル操作とし，その中でハンドル角度が 1°以上増加したものをハンドル角度増加と定義する．そして，車線変更開始位置から標識車までの距離を車線変更距離とする（**図 6**）．

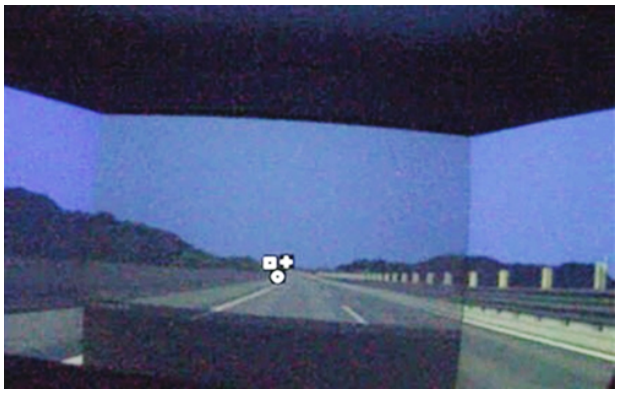

図 4　始端部を視認している状態

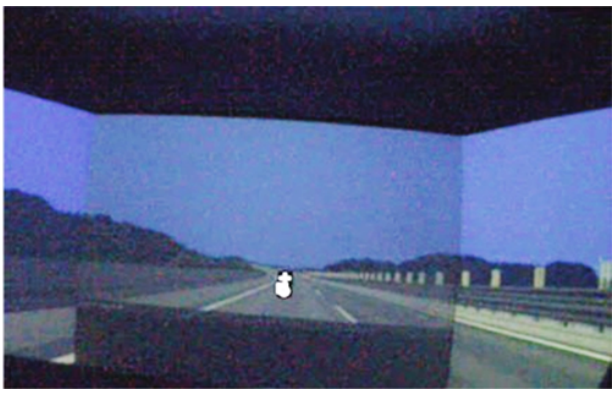

図 5　路面を視認している状態

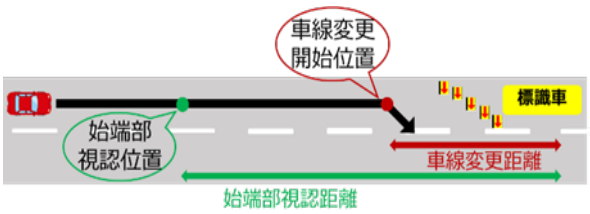

図 6　始端部視認位置，車線変更開始位置

4.2　分析挙動分析による規制情報デザインの評価

工事区間での運転行動として，車線変更の前にアクセルの使用量を減少させることが予想される．しかし，本実験において，始端部視認位置から車線変更開始位置までの間にアクセル使用量を変化させない，もしくはアクセル使用量を増加させる被験者が複数見られた．始端部手前でアクセル使用量の減少を行わず，速度を増加させることは，事故リスク低減が期待できない運転挙動であると考えられる．したがって，本研究では 4 回の走行のうち，始端部視認位置から車線変更開始位置までの間で，アクセル使用量増加が 2 走行確認された被験者 1 名と，アクセル使用量増加が 1 走行確認され，かつ残りの 3 走行のうち 2 走行以上アクセルの使用量を変化させなかった被験者 3 名を分析対象外とした．分析には，始端部視認位置と車線変更開始位置の二つの位置がプロットされた，横軸が標識車位置までの距離，縦軸が速度のグラフ（**図 7**）を用いる．緑点は始端部視認位置，赤点は車線変更開始位置を示しており，同一被験者の 2 点は線で結んでいる．

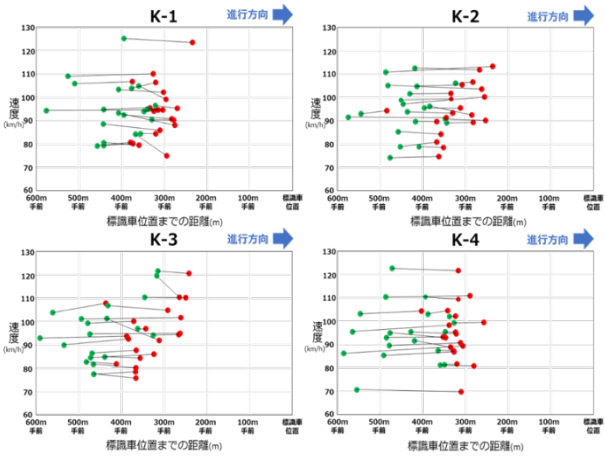

図 7　始端部視認位置，車線変更開始位置の分布図

(1)始端部視認位置の分析

図 8 を見ると，K-1 と比べて K-2，K-3，K-4 の各デザインは，遠方から始端部を視認できる人の割合が高くなっていることが読み取れる．

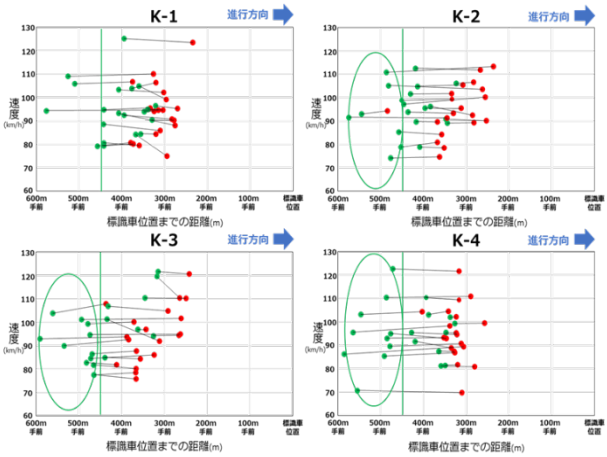

図 8　始端部視認位置に着目した分布図

図 9 に各デザインにおける始端部視認距離のヒストグラムを示す．ヒストグラムから，K-1 と他のデザインで遠方から視認できる人数の比率に差があると推察される．そこで，始端部視認距離が 450m 以上の人数の比率の差

について，Z 検定を行ったところ，K-1 と K-3 で有意差が見られた（p<0.05）．また，K-1 と K-4 との差に有意傾向が確認された．（p<0.1）．よって，K-3，K-4 の方が K-1 より，遠方から視認できる人数の比率が高い規制情報デザインといえる．これは発見しやすさに関するヒアリング分析の結果と一致し，赤と白の市松模様かつ規制情報が大きく強調されている K-3，K-4 は遠方からの存在の確認が期待できる．

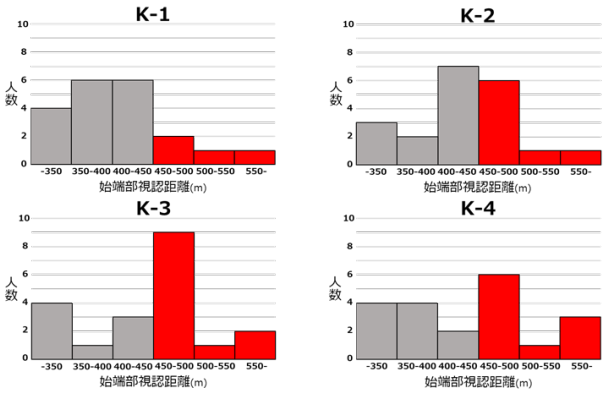

図 9　始端部視認距離のヒストグラム

(2)車線変更開始位置の分析

図 10 を見ると，他のデザインと比べて，K-3 は車線変更開始位置のばらつきが大きくなっていることが読み取れる．そこで，分散の差について F 検定を行ったところ，K-3 と K-1, K-4 で有意差が見られた．（p<0.05）．よって，K-3 は K-1, K-4 と比べて車線変更開始位置の分散が大きく，車線変更が特定の場所で行われず，散らばる傾向にあるといえる．

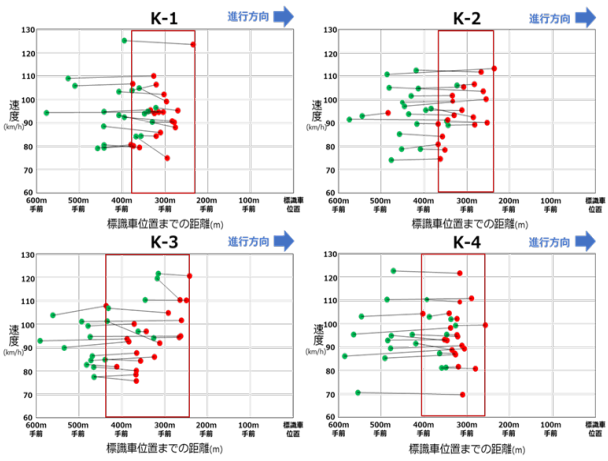

図 10　車線変更開始位置に着目した分布図

(3)始端部視認距離と車線変更距離の関係

(2)で述べた車線変更開始位置のばらつきの意味を考察するため，各規制情報デザインにおいて，始端部視認距離と車線変更距離を用いて，ピアソンの相関係数および p 値を算出し，関連性を分析する（図 11）．

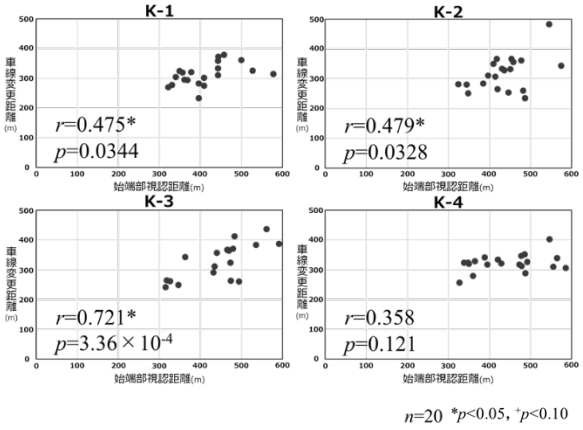

図 11　始端部視認距離と車線変更距離の相関図

図 11 を見ると，K-1，K-2，K-3 において有意な相関（p<0.05），K-4 において有意傾向のある相関が確認できる．特に K-3 においては，強い正の相関（r=0.721）が確認でき，始端部の視認が早まれば車線変更の開始位置も早まることが分かる．ここで，4.2(1)で先述した通り，K-3 の規制情報デザインは遠方からでも視認しやすいことから，車線変更開始位置も早める効果があると考えられる．これは，4.2(2)で先述した，K-3 の車線変更開始位置の分散が大きく，早めの車線変更開始が確認されていることからも推察される．一方，K-4 は遠方から視認しやすい規制情報デザインであるが，始端部視認距離と車線変更距離の相関が弱く（r=0.358），車線変更を早める効果は薄いと考えられる．これは車線変更指示の伝わりやすさに関するヒアリング分析から得られた，K-4 は K-3 より車線変更の指示が伝わりにくいといった結果からも考えられる．以上のことより，K-3 は遠方からでも視認しやすく，車線変更を強く促す効果があると考えられる．

5．おわりに

本研究では，DS を用いた室内走行実験を実施し，事故リスク低減が期待できる，運転手が視認しやすく指示が伝わりやすい始端部の規制情報デザインの評価を試みた．以下に，本研究で得られた成果を示す．

- 始端部視認位置の分析から，K-3, K-4 が遠方からでも視認しやすい規制情報デザインであるといえる．これは，発見しやすさに関するヒアリング分析の結果と一致する．１章で先述した通り，本研究では，前方不注意の有無を考慮していない．しかし，遠方から始端部が視認しやすくなると，車線変更が必須となる地点まで，時間と距離の余裕が生まれ，車線変更を行う機会が増える．よって，少しの時間，前方不注意の状態に陥っても事故を回避する確率が上がる可能性があることから，前方不注意による事

故の対策として有効であると考えられる．また，自動運転の社会実装が進んだ現代において，運転操作はシステムが行っているが，工事区間は，ナビ上に反映されないため，運転手が始端部を視認し対応しなければならない．このことからも遠方から視認しやすいK-3，K-4は適正であるといえる．

- 始端部視認距離と車線変更距離の相関から，K-3が遠方から視認しやすいだけでなく，車線変更を早める効果があるといえる．指示の伝わりやすさに関するヒアリング分析と合わせて，K-3とK-4の比較ができ，K-3は事故リスク低減が期待できる規制情報デザインであることを把握できた．

本研究では，標識車の規制情報デザインを変化させ分析を行ったが，矢印板の影響を排除することが出来なかった．よって，矢印板が運転挙動に与える影響を把握することや，矢印板の規制情報デザインを変化させたときの運転挙動から比較評価を行う必要がある．

謝辞

西日本高速道路株式会社関西支社には，事故分析に必要となるデータを提供して頂きました．ここに感謝の意を申し上げます．

参考文献

1) 損害保険料率算出機構：衝突被害軽減ブレーキ（AEB）の効果と事故防止上の注意点，https://www.giroj.or.jp/publication/accident_prevention_report/autonomous_car_2020.html.（最終閲覧日：2022年1月6日）
2) 国土交通省：自動車：自動車局関係予算，https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr1_000026.html．（最終閲覧日：2022年1月6日）
3) 警察庁：交通事故発生状況，https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/index_jiko.html.（最終閲覧日2022年1月6日）
4) 厚生労働省：建設業における安全対策・H31年度における建設業の安全衛生対策の推進について，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000207439.html.（最終閲覧日：2021年6月22日）
5) NEXCO中日本：交通規制内に誤進入する車両から作業員を守る「大型移動式防護車両」の開発，https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/4633.html.（最終閲覧日：2021年6月11日）
6) 鈴木桂輔・山田喜一：ドライバのシステム依存による不安全行動を考慮した衝突被害軽減ブレーキの有効性評価,計測自動制御学論文集，Vol. 42，No7，822/828．2006.
7) 大谷亮・宇野宏・飯星明：運転支援機能への信頼感がドライバ行動に及ぼす影響に関する基礎的研究，自動車技術会　学術講演会前刷集，No. 99-04，2004.
8) 安部原也・伊藤誠・田中健次：誤警報および不警報が前方衝突警報システムに対するドライバの信頼と運転行動に与える影響，ヒューマンインタフェース学会論文誌，第8号，4ページ,565-571,2006.
9) 伊藤誠：負荷軽減のための運転支援システムに対する過信をもたらす要因の研究，計測自動制御学論文集，Vol．45，No．11，555/561，2009.
10) トヨタ：トヨタの安全技術・街中を走るとき，https://toyota.jp/safety/scene/scenes/．（最終閲覧日：2021年6月14日）
11) 日産：インテリジェントエマージェンシーブレーキ，https://www.nissan.co.jp/OPTIONAL-PARTS/NAVIOM/LEAF_SPECIAL/1709/PG/guid-c1660c12-92a8-46f4-8d33-954d90f4748c.html.（最終閲覧日：2021年6月14日）
12) カーナリズム：自走運転の定義って？レベル 0〜5まで分かりやすく解説，https://matome.response.jp/articles/1294, 2018.（最終閲覧日：2021年11月5日）
13) 飯田克弘・藤原一雅・河合健：室内実験による渋滞現象の再現性検討と渋滞発生過程における交通流分析，交通工学研究発表会論文報告集 22，13-16，2002.
14) Ghulam H. Bham, PhD Ming C. Leu, PhD Durga Raj Mathur Manoj Vallati：https://intrans.iastate.edu/app/uploads/2018/08/FinalReport_VMA_Project.pdf, Civil, Architectural and Environmental Engineering Missouri University of Science and Technology 1401 N. Pine Street 135 Butler Carlton Hall　Rolla, MO 65409