

カラー連携標示および標識矢印レイアウト変更による運転者挙動への影響把握 Understanding the Effect on Driver's Behavior by Color-coordinated Destination Indicators and Changing Arrangement of Arrows on Traffic Guide Sign

飯田 克弘¹, 遠藤 貴樹², 多田 昌裕³, 蓮花 一己⁴, 山本 隆⁵

Katsuhiro IIDA¹, Takaki ENDO², Masahiro TADA³, Kazumi RENGE⁴ and Takashi YAMAMOTO⁵

現在整備の進む大深度地下のJCTでは、比較的短い区間での分合流や急カーブの連続に加え、空間的制約の影響で、行き先案内情報が十分に提供されない可能性がある。この課題に対し、先行研究で、標識のみに依存しないカラー連携標示に着目し、この方法が運転者の進路認知を早める効果を確認した。しかし、この効果の要因、つまり運転者の情報視認、判断といった挙動の検討が課題であった。本稿で、この課題に取り組んだ結果、施設の連携、早期の進路認知への着色の寄与が明らかとなった。一方、慣れない状況では過度な注視を生じる可能性が示唆された。同時に、標識判読性向上を意図した標識矢印レイアウトの変更とカラー連携標示を組み合わせた場合の効果も分析した結果、目的地の表記された標識板の注視を促す効果が示唆された。

Keywords: カラー連携標示, 標識矢印レイアウト, ドライビング・シミュレータ, 大深度地下

1. はじめに

現在、交通円滑性の向上や災害時の代替ルートの確保などを目的とした道路網整備が進められている。しかし、特に都市部においては、土地利用の高度化、複雑化が進み、新たな道路の建設のための用地を確保することは容易ではない。このような状況で、大深度地下利用の需要の高まりを受け、2001年に、大深度地下の公共的使用に関する特別措置法（以下、大深度法）が施行された¹⁾。これにより、一定の条件を満たした事業であれば、事前の補償を行わずに大深度地下を使用することが許可されることとなった。たとえば首都圏では、大深度法の適用を受け、東京外かく環状道路（以下、東京外環）関越～東名区間の建設が進められている。関西圏では、淀川左岸線延伸部の大深度地下の使用に関する事業間調整が終了し、建設に向けた事業が進められている。

このような大深度地下を使用した高速道路において、地上や既存の道路との接続部の役割を担うジャンクション（以下、JCT）は、地上や浅い地下の利用に関する空間的制約を受ける。実際、東京外環では、地下の限られた範囲内に分合流や急勾配、急カーブなどが集中する構造となっている。さらに、発災時に備え多数の防災設備が必要な関係で、標識を設置できない区間が存在するなど、情報提供施設の配置も制約を受ける。

筆者らは先行研究²⁾で、東京外環本線北行き（大泉方

面）から地上の高速道路である中央自動車道（以下、中央道）の甲府方面へと向かうランプを含むJCTを再現した道路モデル（以下、東京外環モデル、図1）を使用し、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によって車両および運転者の挙動を調査した。その結果、まず、東京外環本線から中央道へ向かうランプへの分岐部（以下、分岐1）およびその先のランプ（以下、ランプ1）において、ランプ1終端の分岐部（以下、分岐2）の情報を十分に提供できないため、分岐2では、分岐端および線形への対応や案内情報の確認といった複数の運転タスクを同時に行わなければならない、短時間に複数の対象を注視する必要があることが明らかとなった。

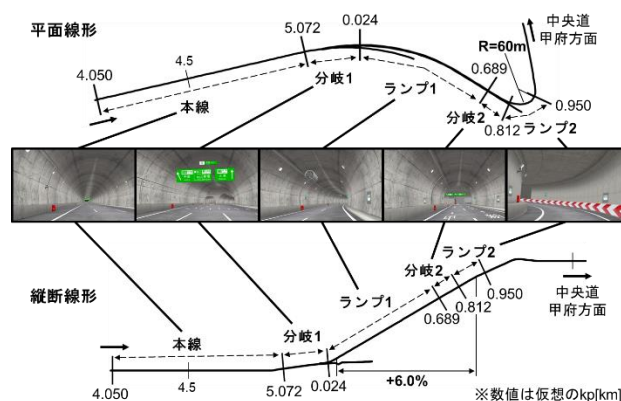


図1 東京外環モデルの道路線形図

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 正会員、修士（工学）、大阪大学大学院工学研究科

3 正会員、博士（工学）、近畿大学理工学部

4 正会員、博士（人間科学）、帝塚山大学大学院心理科学研究科

5 正会員、修士（工学）、中日本高速道路株式会社

また、このことが分岐2での急減速を誘発するとの示唆を得た。さらに、ランプ1は6.0%の急勾配であり、速度低下が発生することから、速度回復のためにアクセル使用量が増加するが、この時、分岐2の案内情報が十分に得られていないことで、分岐の進入に対して抑制されるべき速度が抑制されないことが、上述した急減速を助長している可能性があるとの知見を得ている。

これらの案内情報提供上の課題への対策として、標識や路面を同色系で着色し、これらの施設を連携させて案内誘導を行うカラー連携標識³⁾が挙げられる。この対策は、連続する2つの分岐において後半分岐の情報を前半分岐より上流側の時点で提供可能とする効果が期待され、海老名JCT⁴⁾など複数の現場で実施されている。筆者らが先行研究⁵⁾で、東京外環モデルにカラー連携標識を適用し、室内走行実験による効果の検証を行った結果、以下の効果が確認されている。

- 目的地の方面である甲府方面へ向かうためにランプ1の2車線のうち左車線に入った方が良いと気づいた地点（以下、進路認知地点）が上流側に推移すること。
- 分岐2で運転者のアクセル使用が最も急に減少した時の標識への注視が軽減されること。
- ランプ1内の最低速度が抑制される傾向があること。

ここで、カラー連携標識は標識、路面、トンネル壁面および坑口といった複数の施設に着色を施しているが、これらがそれぞれの程度、上述のカラー連携標識の効果に寄与しているのかは解明されていない。また、カラー連携標識では着色によって、従来よりも情報量や視覚刺激が多く、注視負荷の増加の可能性が無視できないが、この点に関しても検証は行われていない。

一方、標識判読性向上を意図して、標識矢印レイアウトの変更の適用例が増加している。これは、従来では外側に配置されている標識の矢印を、左右の分岐先の各方面表記の内側に配置するものである。これにより標識の判読性が向上するならば、道路網整備の進展とともに複雑化する案内情報により高まる注視負荷の軽減も期待され、先行研究²⁾で示した案内情報提供上の課題への対応策ともなり得る。しかし、標識の矢印レイアウト変更による車両や運転者の挙動への影響を研究した例は見られない。

そこで、本稿では、カラー連携標識が運転者にもたらす進路認知を早める等の効果について、運転者の情報視認および情報に基づく進路認知の観点から把握を試みた。その上で、カラー連携標識に加えて、標識矢印レイアウトの変更を適用することによる運転者の挙動に対する影響の把握を試みた。得られる知見は、空間的制約の中で道路網整備が進展する状況での交通運用管理に対し、重要な示唆を与えうると考える。

2. 室内走行実験

2.1 実験概要

本稿では、2018年11月15日および同16日、同19日から22日、同26日から30日、12月3日から同7日の計16日間で、計60名の被験者に対してDSを用いた室内走行実験を行った。被験者として、日常的に運転する30～50歳の一般男性60名（平均年齢：41.4歳、標準偏差：6.11歳）を募集した。具体的には、職業ドライバーや、自動車の運転頻度および高速道路の運転頻度が極端に少ない者（自動車の運転頻度：月10回未満、高速道路の運転頻度：年1回未満）は被験者から除外した。

2.2 実験手法

本実験では、東京外環モデル（図1参照）を基本とした3つの道路モデルを使用した。東京外環モデルは、東京外環本線（3車線トンネル）と本線から分岐する2車線ランプ、2車線ランプから分岐し中央道本線へと合流する1車線ランプで構成されている。この道路モデルについて、表1のように分析区間を設定した。なお、供用前のためkpは仮の数値である。また、この道路モデルには、図2のように4つの地点に標識が設置されている。

東京外環モデルにカラー連携標識を施した道路モデルとして改善案1（図3）を用意した。さらに、カラー連携標識を施した上で標識矢印のレイアウトを内側に変更（表2）した道路モデルを改善案2とした。カラー連携標識の着色は、既往例を参考に、標識と路面に施したことに加え、今回はトンネル区間であるため、ランプ壁面および坑口にも着色し、坑口には方面標識も施した。以降、カラー連携標識および標識矢印レイアウト変更を施していない東京外環モデルは、基本案と称する。

表1 分析区間

区間名	区間[kp]	設計速度[km/h]
本線	4.050～5.072	80
分岐1	5.072～0.024	80
ランプ1	0.024～0.689	40
分岐2	0.689～0.812	40
ランプ2	0.812～0.950	40

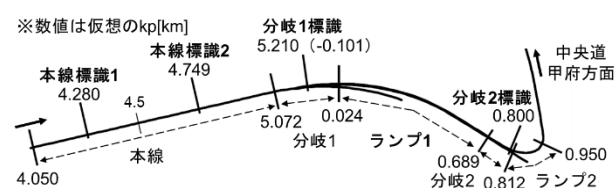


図2 東京外環モデルの標識設置地点

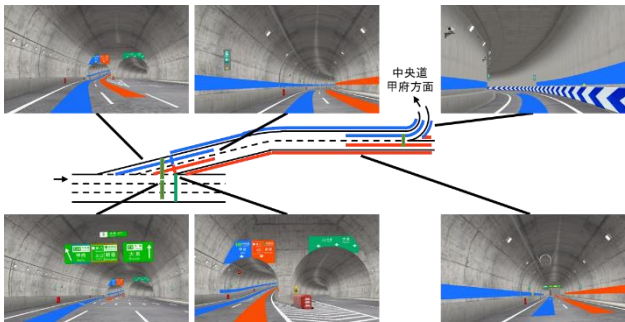


図3 分岐1からランプ2のカラー連携標示の仕様

表2 改善案1/改善案2の標識

	改善案1	改善案2
本線標識		
分岐1標識		
分岐2標識		

被験者は、東京外環モデルでの走行では、本線の第2走行車線から走行を開始し、中央道甲府方面に向かって走行する。中央道甲府方面に進むためには、本線で第1走行車線に車線変更を行った後、分岐1で左方向に進み、さらに、分岐2で左方向に進む必要がある。

また、東京外環モデルでの走行がなるべく連続しないように、分析に使用しないダミーコースを用意した。具体的には、図1に示した平面線形と類似した線形を有する区間(名神高速道路下り線から京滋バイパス久御山淀・宇治方面へ向かうランプ)を参考に作成した道路モデルを使用した。被験者には表3の走行順序で合計4回走行してもらった。

表3 走行順序

1走行目	2走行目	3走行目	4走行目	被験者数[人]
基本案	ダミーコース	改善案1	ダミーコース	10
改善案1	ダミーコース	基本案	ダミーコース	8
ダミーコース	基本案	ダミーコース	改善案1	8
ダミーコース	改善案1	ダミーコース	基本案	8
基本案	ダミーコース	改善案2	改善案1	5
改善案1	ダミーコース	改善案2	基本案	5
改善案2	ダミーコース	基本案	改善案1	8
改善案2	ダミーコース	改善案1	基本案	8

：東京外環モデルでの最初の走行

2.3 実験の手順

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。

実験走行開始前の練習走行では、まず、DSの操作や運転感覚に慣れてもらうため、新東名高速道路下り線の新清水ICから新清水JCT周辺を再現した道路モデルを用いた走行を2回行った。1回目は実験者からの指示をしながらの走行で、2回目は被験者に自由に走行させた。また、このとき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、カーブでの運転操作や感覚に慣れてもらうため、名神高速道路上り線から新名神高速道路下り線に向かうランプ周辺を再現した道路モデルを用いた走行を2回行った。この走行では、実験者は、進行方向の指示のみ行った。

練習走行終了後、視線を計測するアイカメラ（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）の装着を行った。その後、2.4(1)の教示を行ってから、実験走行として東京外環モデルおよびダミーコースでの走行を行った。

全ての走行終了後、東京外環モデルでの走行について、ヒアリングを行った。ヒアリングの手順については2.5(3)で詳述する。

2.4 走行条件

(1)運転者への教示

まず、道を間違えてしまった場合には走行をやり直す場合があることを教示した。また、速度の目安として、走行開始時の制限速度は80km/hを想定しているが、その後、区間によっては異なる場合があるので、必要に応じて標識や情報板を参考にするように教示した。

さらに、東京外環モデルでの走行前には「中央道 甲府」と書かれたフリップを、ダミーコースでの走行前には「京滋バイパス 久御山淀・宇治」と書かれたフリップを被験者に提示し、その方面に向かうように指示した。その際、進路については案内標識や路面標示が参考にできることを教示した。

また、東京外環モデルでの走行では、最初の標識（本線標識1. 図2参照）を越えるまでは車線変更はしないこと、最初の標識を越えてからは自由に車線変更して構わないことを指示した。ダミーコースの走行では、自由に車線変更して良いことを教示した。

上記の事項以外は、普段通りの運転を心がけるように教示した。

(2)周辺車両の配置

東京外環の本線にのみ、自律走行する周辺車両を配置した（図4）。具体的には、追い越し車線には、目標速度90km/h、目標車間距離80mで走行する車列を配置した。また、第2走行車線には、自車両前方に目標速度85km/h、目標車間距離100mで走行する車列を配置した。走行開始時の自車両と同一車線前方の車両との車間は100mと

した．さらに，第2走行車線の自車両から150m後方には自車両と衝突しないように，速度が自車両と同じになるように設定した車両を配置した．第1走行車線については，自車両が甲府方面に向かうために車線変更をする必要のある車線であり，被験者が車線変更をためらうのを防ぐため，周辺車両は配置しなかった．なお，周辺車両は車線変更を行わず，分岐1では分岐をせずに，本線をそのまま進むこととした．

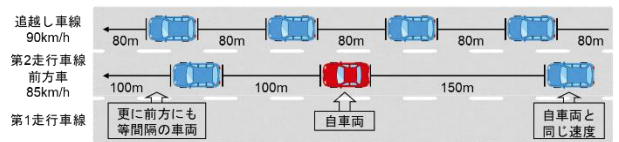


図4 周辺車両配置

2.5 取得データ

(1)車両挙動データ

走行開始から0.1秒ごとの経過時間[s]，走行車線，走行地点[kp]，速度[km/h]，アクセル使用量（ペダルを放しているときが0，ペダルを完全に踏み込んだときが1）などをDS内に記録した．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．

(2)運転挙動データ

EMRにより取得した視線座標データから，注視対象物の注視時間を算出した．なお，既往研究⁹⁾を参考にして，注視は視線停留時間0.165s以上，眼球移動速度10deg/s以下とし，各対象に対する注視の時間の総和を総注視時間とした．ここで，注視の算出範囲は，本線標識1および本線標識2については，標識設置地点の100m手前から消失点まで，分岐1標識の標識については標識設置地点の138m手前から消失点までとし，坑口標示については，分岐1の区間とした．さらに，路面から目を離している時間が2秒以上になると追突等の可能性が増大するとの報告⁷⁾を参考に，総注視時間2s以上の場合を，過度な注視と定義した．

(3)ヒアリングデータ

全ての走行終了後，表3に示す東京外環モデルでの走行に関してヒアリングを行った．ヒアリング内容を表4に示す．なお，このヒアリングは，運転台の上に設置したノートPC(図5)で走行の様子を録画した動画を再生し，被験者に走行の様子を思い出してもらってから行った．

3. カラー連携標示による進路認知早期化の要因

本章では，先行研究⁹⁾でカラー連携標示の効果として確認された，進路認知を早める効果について，カラー連携標示で提供される情報の視認およびそれに伴う判断の観点から要因を分析した．

まず，改善案1を走行した被験者を，ヒアリングで得

られた進路認知地点が分岐1とランプ1の境界である0.024kpより上流側か下流側か，つまり進路認知が早いかわいかに分類した．次に，改善案1で進路認知地点が上流側であった被験者のヒアリングで得られた進路認知理由から，カラー連携標示の着色や坑口標示が早期の進路認知に寄与したかを確認した．その上で，改善案1において，進路認知地点が上流側であった被験者と下流側であった被験者で，カラー連携標示の着色の意味に気づいていた被験者の比率や標識および坑口標示の注視時間を比較することで，早期に進路認知できた要因を分析した．なお，本稿では，走行繰り返しによる慣れの影響を排除するため，各被験者が，東京外環モデルを最初に走行データを分析に使用した(表3参照)．

表4 ヒアリング内容

ヒアリング内容	回答形式
中央道・甲府方面に進むためには，2度目の分岐を左方向に進めば良いことに気づいていたか	気づいた / 気づかなかった
「甲府方面へ進むために，2車線ランプの左車線に入った方が良い」と気づいた地点（進路認知地点）	走行の様子を録画した動画を再生し，進路認知地点で被験者に「ストップ」と言ってもらったところで動画を停止し，その地点を記録
左車線に入った方が良いと気づいた理由（以下，進路認知理由）	自由発話
標識や路面，壁面の着色が行き先ごとに同じ色で施されていたことに，走行中に気づいたか（以下，着色意味理解）	気づいた / 気づかなかった
カラー連携標示の施された道路を走行した経験（以下，カラー連携標示走行経験）があるか	ある / ない
地下で分合流を繰り返す道路を走行した経験（以下，地下分合流走行経験）があるか	ある / ない



図5 録画用ノートPC設置図

3.1 進路認知理由に基づく早期の進路認知の要因

改善案1で進路認知地点が0.024kpより上流側の被験者(19名)を本節の分析対象者とし，まず，分析対象者を進路認知理由で挙げた情報提供施設(標識，路面標示，坑口標示)の組み合わせで分類した(表5)．その結果，多様な施設の組み合わせが回答されていることが確認でき，カラー連携標示によって幅広い情報取得ニーズに対

応できていると読み取れる。また、分析対象者の半数以上が複数の情報提供施設を挙げたことから、カラー連携標示の実施意図通りの施設の連携効果が伺える。

表 5 進路認知理由で挙げた情報提供施設の組み合わせ

情報提供施設		被験者数	合計
単数	標識のみ	5	8
	路面標示のみ	1	
	坑口標示のみ	2	
複数	標識+路面標示	6	11
	標識+坑口標示	1	
	路面標示+坑口標示	4	

n=19

次に、分析対象者を、進路認知理由として着色を挙げたか否かで分類した上で、進路認知理由で挙げた情報提供施設が単数か複数かで分類した（表 6）。その結果、まず、分析対象者の 78.9%が、進路認知理由として着色を回答していた。さらに、進路認知理由として着色を回答した被験者のうち進路認知理由で挙げた情報提供施設が単数の被験者と複数の被験者の人数比と、着色を回答しなかった被験者のうち挙げた情報提供施設が単数の被験者と複数の被験者の人数比について、Fisher の正確確率検定を行ったところ、有意差が認められ ($p<0.05$)、着色を回答した被験者の方が、複数の施設を挙げた被験者の比率が高いという結果であった。これより、着色による早期の進路認知、施設の連携の効果が示唆された。

表 6 着色を進路認知理由とする／しない場合の手掛かりとなった情報提供施設の単複

進路認知理由で挙げた情報提供施設	進路認知理由として着色を回答	進路認知理由として着色を非回答
単数	4	4
複数	11	0

n=19

3.2 進路認知地点の差の要因

本節では改善案 1 を走行した被験者 (21 名) を分析対象者とし、進路認知地点が 0.024kp より上流側の被験者 (19 名) と下流側の被験者 (2 名) に分類した。

まず、進路認知地点が上流側の被験者と下流側の被験者をそれぞれ、ヒアリングの着色意味理解（表 4 参照）の回答結果で分類した（表 7）。この比率について Fisher の正確確率検定したところ、有意傾向が認められ ($p<0.1$)、着色の意味に気づいていた被験者の方が、進路認知地点が上流側の被験者の比率が高いという結果であった。これより、カラー連携標示の着色の意味を理解することが早期の進路認知を促すことが示唆された。

表 7 進路認知地点と着色意味理解

進路認知地点	着色の意味に気づいた	着色の意味に気づかなかった
上流側	19	1
下流側	1	1

n=21

次に、各分析対象者で、本線標識 1、本線標識 2、分岐 1 標識、坑口標示を注視対象として 2.5(2)に定義した総注視時間を算出した。ここで、各地点の標識はそれぞれ、図 6 のように左右上の 3 つの標識板で構成されており、各標識板を別の注視対象とした場合と、3 つの標識板全体で 1 つの注視対象とした場合の両方で総注視時間を算出した。また、本線標識 1 と本線標識 2 は、分岐 1 までの距離以外に表示の違いがないため、これらの標識の総注視時間の合計についても算出した。算出した値を、進路認知地点が上流側の被験者と下流側の被験者で、並べ替え検定で比較した（図 7）。その結果、本線標識 1 の総注視時間と、本線標識 1 と 2 の総注視時間の合計に有意傾向が認められ ($p<0.1$)、進路認知が上流側の被験者の方が、総注視時間が長いという結果であった。この結果は、進路認知地点が上流側の被験者は本線標識を長く注視することで、早期に色と方面の対応を確認でき、路面や壁面などの着色と合わせて早期に進路認知できた結果を示唆していると考えられる。つまり、本線から分岐へと複数の地点に着色を施して情報提供することの有効性を支持していると言える。



図 6 改善案 1 の本線標識における標識板の区別

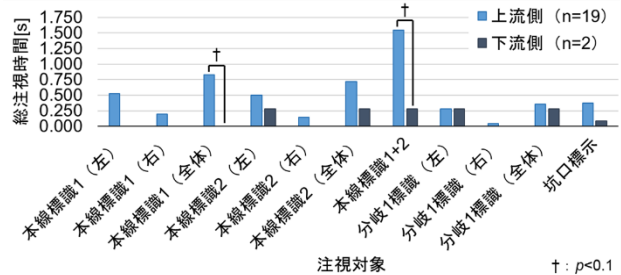


図 7 進路認知地点（上流／下流）別の対象総注視時間

4. カラー連携標示の着色による注視への影響

前章では、カラー連携標示の着色が早期の進路認知に寄与することが示唆され、特に注視の観点では、着色の施された本線(分岐手前)の標識を長く注視することで、

早期に色と方面の対応を確認でき、早期の進路認知に繋がることが示唆された。

しかし、着色によって、従来よりも情報量や視覚刺激が増えることで、視線が引き付けられ、注視負荷の増加や過度な注視が生じる可能性がある。そこで、本章では、基本案を走行した被験者（23名）と改善案1を走行した被験者（21名）を比較することで、カラー連携標示の着色による注視への影響を把握した。

4.1 注視時間の比較

基本案を走行した被験者と改善案1を走行した被験者で、本線標識1、本線標識2、分岐1標識の全体および各標識板、坑口を注視対象として総注視時間、本線標識1と2の総注視時間の合計を算出し、平均値をt検定で比較した（図8）。その結果、まず、坑口の総注視時間に有意差が認められ（ $p<0.05$ ）、改善案1の方が、総注視時間が長いという結果であった。これより、着色および標示を施すことで坑口に視線が引き付けられることが分かった。また、本線標識1全体の総注視時間に有意差（ $p<0.05$ ）が認められ、改善案1の方が、総注視時間が長いという結果であった。さらに、本線標識1の左の標識板の総注視時間に有意差（ $p<0.05$ ）、本線標識2の左の標識板に有意傾向が認められ（ $p<0.1$ ）、改善案1の方が、総注視時間が長いという結果であった。本線標識において着色が施されているのは左の標識板のみであり（図6参照）、この結果より、着色を施すことによって本線標識への注視時間が増加することが示唆された。

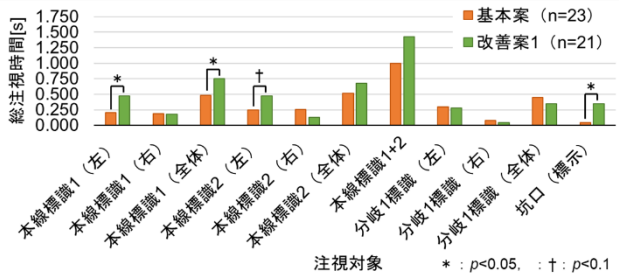


図8 基本案と改善案1における対象総注視時間比較

4.2 過度な注視の比較

基本案を走行した被験者と改善案1を走行した被験者で、本線標識1、本線標識2、分岐1標識、坑口について、各注視対象の総注視時間が2s以上の過度な注視を確認した。その結果、基本案では過度な注視は見られなかった一方で、改善案1では、本線標識に対して2名に過度な注視が見られた。このとき、本線標識に対して発生した過度な注視のうち、左右上の標識板それぞれが占める注視時間の比率（表8）を確認したところ、着色の施された左の標識板が68.3%と過半を占めていた。これらのことから、カラー連携標示の着色によって、標識への過

度な注視が引き起こされる可能性が示唆された。なお、坑口標示への過度な注視は見られなかった。

表8 過度な注視が生じた本線標識の注視時間内訳[%]

	左の標識板	右の標識板	上の標識板
内訳	68.3	18.7	13.0

ここで、改善案1を走行した被験者を、本線標識への過度な注視の有無で分類した上で、ヒアリングで得られたカラー連携標示走行経験の有無および地下分合流走行経験の有無で分類したところ、表9、表10のように、カラー連携標示走行経験と地下分合流走行経験のどちらについても過度な注視の発生した被験者の方が、走行経験がない被験者比率が高いという結果であった。2.1で述べた通り、今回の実験被験者には、自動車の運転頻度および高速道路の運転頻度が極端に少ない者が含まれていないことと合わせると、カラー連携標示の着色に加えて、走行経験のない慣れない状況下にあることによって、過度な注視が特に生じやすくなる可能性が考えられる。

以上の結果から、今後、過去の経験などの運転者属性にも考慮しつつ、カラー連携標示の着色が視線を引き付け、過度な注視を生じる可能性があることに配慮した着色方法などの検討、検証を行う必要があると考えられる。

表9 過度な注視とカラー連携標示走行経験の有無

過度な注視	走行経験なしの被験者数[人]	走行経験ありの被験者数[人]	走行経験なしの被験者比率[%]
なし	6	13	31.6
あり	1	1	50.0

n=21

表10 過度な注視と地下分合流走行経験の有無

過度な注視	走行経験なしの被験者数[人]	走行経験ありの被験者数[人]	走行経験なしの被験者比率[%]
なし	1	18	5.3
あり	2	0	100.0

n=21

5. 標識矢印レイアウト変更による標識注視への影響

標識の矢印を左右の分岐先の方面表記の内側に配置する対策は、標識判読性向上を意図して実施されている。標識判読性向上によって、前章で確認されたカラー連携標示の着色による注視時間の増加や過度な注視の発生が抑制される可能性も期待できる。本章では、改善案1を走行した被験者（21名）と改善案2を走行した被験者（16名）で標識への注視を比較することにより、標識矢印レイアウト変更による標識注視への影響の把握、効果の検証を試みた。

5.1 標識の注視時間の比較

改善案1を走行した被験者と改善案2を走行した被験者で、本線標識1、本線標識2、分岐1標識の全体および各標識板を注視対象として総注視時間、本線標識1と2の総注視時間の合計を算出し、平均値をt検定で比較した（図9）。その結果、各地点の標識において、標識全体の総注視時間に有意差は認められなかったが、分岐1標識において、左の標識板の総注視時間に有意傾向が認められ（ $p<0.1$ ），改善案2の方が、総注視時間が長いという結果であった。図10のように、分岐1標識の左の標識板には、目的地の方面である「中央道甲府」が表記さ

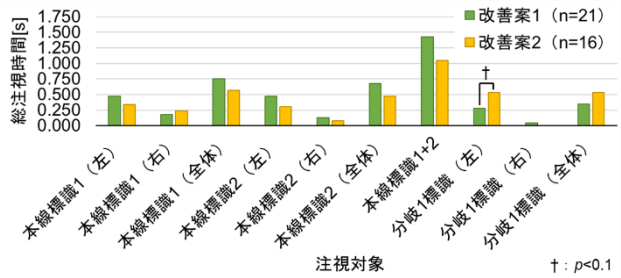


図9 改善案1と改善案2における対象総注視時間比較



図10 改善案2の分岐1標識における標識板の区別

れており、改善案2では、より重要な情報が表記された標識板が長く注視されていたと言える。この理由として、標識矢印レイアウト変更によって分岐先ごとの方面の区別が容易になったことが推察される。

5.2 標識への過度な注視の比較

改善案1を走行した被験者と改善案2を走行した被験者で、本線標識1、本線標識2、分岐1標識への過度な注視の発生した被験者を確認した（表11）。その結果、改善案2の方が、過度な注視の発生した被験者の比率が低いという結果であった。

表11 改善案1と2における過度な注視の発生比率

代替案	過度な注視なしの被験者数[人]	過度な注視ありの被験者数[人]	過度な注視ありの被験者比率[%]
改善案1	19	2	9.5
改善案2	16	1	5.9

n=37

6. おわりに

本稿では、カラー連携標示および標識矢印レイアウト変更を大深度地下のJCTに施し、運転者の情報視認および情報に基づく進路認知理由を調査、分析した。そして得られた効果の要因、注意点の把握を試みた。以下に本稿で得られた成果を示す。

- カラー連携標示を施した改善案1で、進路認知地点が分岐点（0.024kp）より上流側であった被験者の進路認知理由より、多様な情報提供施設の組み合わせが確認されたことから、カラー連携標示によって幅広い情報取得ニーズに対応できることが分かった。さらに、着色を進路認知理由に挙げた被験者（78.9%）は進路認知理由として複数の情報提供施設を挙げた比率が高かったことから、着色が施設の連携、早期の進路認知に寄与することが確認できた。
- 改善案1の進路認知地点が分岐点より上流側となる被験者の方が、カラー連携標示の着色の意味を理解できた比率が高く、着色の意味の周知の必要性が伺えた。また、このような被験者は、本線標識、特に着色の施された左の標識板の注視時間が長かった。これは、本線標識を長く注視することで、早期に色と方面の対応を確認でき、早期に進路認知できたことを示唆していると考えられる。
- 一方、改善案1では、基本案との比較で、本線標識や坑口への注視時間が長くなることが確認された。さらに、基本案では発生しなかった標識への過度な注視が、2名ではあるが改善案1では確認された。なお、標識への過度な注視が発生した被験者は、カラー連携標示や地下分合流の走行経験がない比率が高く、慣れない状況が過度な注視を誘発した可能性が示唆された。
- 標識矢印レイアウトを変更した改善案2を改善案1と比較した結果、全体傾向として標識に対する注視時間が短く、分岐1標識の左の標識板の注視時間の差に優位傾向が見られた。これは、標識矢印レイアウト変更によって方面の区別が容易になり、目的地方面の表記された左の標識板が長く注視できた結果であると考えられる。

本稿では、カラー連携標示が施設の連携、早期の進路認知に寄与することを示したが、一方で過度な注視を誘発する可能性も示唆された。この過度な注視の原因として、カラー連携標示が施された区間および地下分合流区間の走行経験が推察されたため、この属性で被験者を統制し、検証を行う必要がある。また、本稿では1パターンのカラー連携標示しか対象にできておらず、過度な注視を生じずに早期に進路を認知させるカラー連携標示の着色方法に関して検討の余地がある。

謝辞

本稿は、中日本高速道路株式会社東京支社交通情報サービス研究会交通心理学部会で実施した実験データの一部を使用した。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：大深度地下の公共的使用に関する特別措置法・基本方針・各指針，https://www.mlit.go.jp/toshi/daisei/crd_daisei_tk_000008.html，2008。（2019年2月4日閲覧）
- 2) 飯田克弘・遠藤貴樹・多田昌裕・蓮花一己・山本隆・中村丈彦：大深度地下高速道路のJCTにおける車両および運転者の挙動の把握，交通工学論文集，5巻2号，pp.A_257-A_266，2019。
- 3) 織田正光・斉藤修三・櫻井直樹・山本彰・早川博：黒埼ICにおける路面と標識のカラー連携標示による交通誘導について，http://cds.nagaokaut.ac.jp/niigata_form/symposium2009_pdf/4/4023.pdf，2009。（2020年3月1日閲覧）
- 4) 中日本高速道路株式会社：海老名ジャンクション圏央道内回り東名方面ランプウェイの2車線化（暫定）で運用開始，https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/3893.html，2016。（2020年3月1日閲覧）
- 5) 飯田克弘・遠藤貴樹・多田昌裕・蓮花一己・山本隆：大深度地下高速道路のJCTにおける情報提供の課題に対するカラー連携標示の適用，第39回交通工学研究発表会論文集，pp.605-611，2019。
- 6) 福田亮子・佐久間美能留・中村悦男・福田忠彦：注視点の定義に関する実験的検討，人間工学，Vol.32，No.4，pp.197-204，1996。
- 7) U.S. Department of Transportation：The Impact of Driver Inattention，2006。