

路面のカラー舗装化が運転者の視覚挙動に与える影響分析*

Instruction to Submit a Paper to Proceedings of Infrastructure Planning*

荻野弘**、野田宏治***、北島正巳****

By Hiroshi OGINO**・Koji NODA***・Masami KITABATAKE****

1. はじめに

交通事故は、運転者―道路―車の3つのシステムでどれか一つあるいはそれ以上で欠陥があった場合に発生するといわれている。運転するに当たって必要な環境からの要求と運転者の主要な情報処理機能（運転に関したいろいろな刺激に対する注意、意思決定、反応）との相互関係で、運転者のパフォーマンスが環境要求より高い場合は安全であるが、運転者が何らかの負荷を受け本来守らなければならないパフォーマンスのレベルより低くなったときに事故が起ると GRAHAM HOLE は述べている¹⁾。ここでいう何らかの負荷とは車両や環境が高度に整備され、運転に余裕ができると運転者が錯覚したときと考えるのが妥当で、これらのことは以前から多くの研究者から指摘されていたことである²⁾。多くの研究者などは安全が要求されるパフォーマンスをITSの技術や車の安全システムなどのマン・マシン系で下げる努力をしてきていることと安全な道路環境を整備する努力を合わせて行っている。われわれは安全が要求されるパフォーマンスをマン・マシン系で下げることと安全な道路環境を整備する努力をしてきた。道路系で言うならば、道路管理者は事故危険箇所を整備した安全な道路構造を提供してきた。このこと自体は運転者に要求するパフォーマンスを低くすることができ安全につながってきた。一方で安全対策など運転者に要求されるパフォーマンスレベルが下がり、このことが原因で運転者は何らかの他のタスクを行うことができることになり、環境が要求するレベルを保つことができずにこれまでとは違った新たなヒューマンエラーを引き起こしてはいないだろうか。

複雑な交差点などでは運転者は多岐にわたる多くの注

*キーワード：交通事故防止対策、視覚環境、認知エラー、カラー舗装

**正員、工博、豊田工業高等専門学校地域共同テクノセンター（豊田市栄生町2丁目1番地、TEL 0565-36-5829
E-mail ogino@toyota-ct.ac.jp）

***正員、工博、豊田工業高等専門学校環境都市工学科
****正員、豊田工業高等専門学校技術部

意力を交通事故防止のために使っているが、中には運転に必要とされるタスクが本人の処理能力を超え事故に至る場合もある。にもかかわらず、車の性能が上がり運転に必要とされる操作が減り、その分携帯電話の操作、化粧、ひげそりなどのタスク（作業）をシェアーすることが多くなり処理能力を超えることとなる。このことはとりもなおさず交通事故の危険性を招くことになる。

田久はマクロ的な視点で交通事故統計資料から交通事故の人的要因を明らかにしようとしており、特に運転者の行動やエラーによる人的要因を情報収集の意識、対象の発見、他者の行動予測の3つに分けそれぞれを運転行動のエラーに対応させて分析しており、交通状況の複雑さがヒューマンエラーの引き金になっていると指摘している³⁾。

斉藤は子どもの交通事故について、視覚的能力と安全確認行動について注意力の与え方が重要な役割を果たすという興味深い記述を述べている。子どもであっても大人であっても交通の場での安全行動として注意力の存在が重要で運転行動における注意力を安全行動に向かわせることが重要である⁴⁾と述べている。

愛知県は交通事故防止対策の一つとして注意力を運転に集中させるために交通事故多発交差点における舗装のカラー化を行った。道路のカラー化は最近増えてきており、交通事故防止の効果を挙げているが、交通挙動の分析を中心に対策案を評価しており、カラー化の視認性にまで言及したものは少ない⁵⁾。

本研究では眼球運動測定装置（アイマークレコーダー）を被験者に装着させ注視点解析を行ったもので、合わせて被験者に対して行ったアンケート調査結果からも対策の妥当性を検討しようとしたものである。また、被験者が走行する時間帯を含めた交通流の定点観測による分析も行った。

2. 交通事故を取り巻く現状

交通管理者である警察庁や国土交通省による交安全5カ年計画などが功を奏し、交通死亡事故はここ数年全国的に減る傾向である。こうした中、愛知県は全国でも交通事故死者数が276名（平成20年）とここ数年ワーストワゴンとなっており県民挙げて交通死亡事故を減らす取組

が実施されている。交通事故件数については、人身事故件数は東京、大阪に続いて 52,719 件と第 3 位であり、安全な交通社会のために早急な具体的対策案が求められている。

愛知県のこうした背景から注意力を運転に集中させるための多くの安全対策を講じてきた。一般的には意表を突くとも思われる事故多発交差点での路面のカラー舗装化により、交通の場面で運転者に運転環境に必要な注意力を集中させ交通事故を減らす取り組みを行った。

本研究は事故多発交差点で運転者に注意力を高めるために左直車線、直進車線、右直車線を赤系統のカラー舗装を、右折専用車線を青色系統のカラー舗装化を標準とした愛知県の取り組みを、主として注視点解析の面から検討したものである。

2. 1 注視点と交通安全対策の例

安全施設が視覚挙動に与えた例として田園型道路での結果を図-1 (a)、(b) に示す。図(a)は交差する従道路（一時停止）に沿って一部ガードレールが設置されている場合で、(b) は交差側が用水で主道路に沿ってガードレールが設置されている場合である。

ともにガードレールから手前 15 秒間の注視点を追跡したもので、ガードレール交差側従道路に平行に設置されている場合には大きく左右に注視点が移動していることが分かる。このことからガードレールの設置方向が運転に必要な注意力を集中させる要素があることが示唆される。

路面のカラー舗装化も注意力を運転に集中させるために設置したものでその効果が期待される。

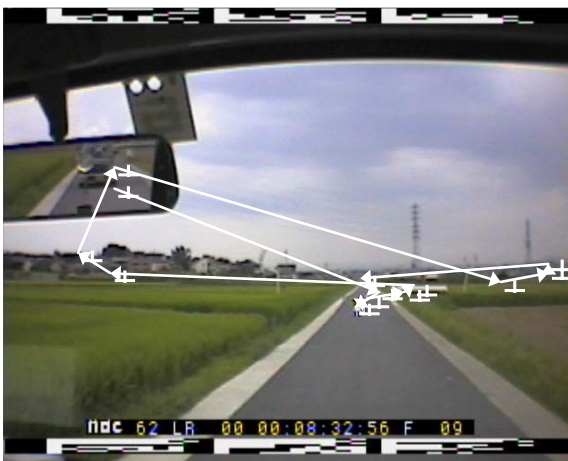


図-1 (a) 従道路に沿ってガードレールが設置された場合

2. 2 愛知県における交通の現状

都道府県別交通死亡事故と人身事故の発生状況を図-2 でみると、死亡事故は全国第一位でこの傾向はここ数年続いている。人身事故件数で見ても全国の上位を占めており、全国的に交通事故防止に向けた取り組みがなされており愛知県も同様に真剣に取り組んでいる。

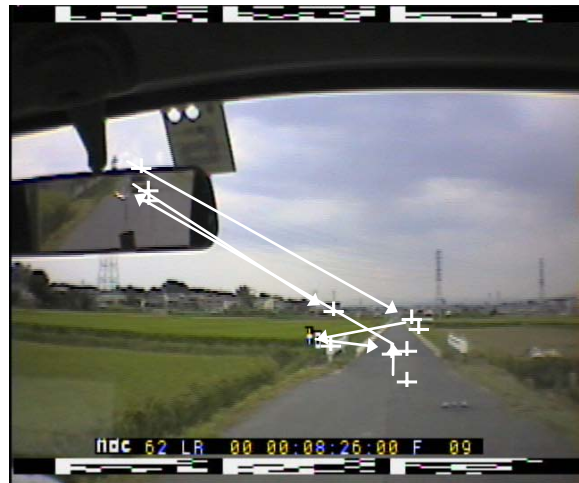


図-1 (b) 主道路に沿ってガードレールが設置された場合

愛知県内で発生した人身事故件数を事故類型別にみている(表-1)と、「横断中」「出会い頭」「右左折」の項目が合わせて 43%を占め、対人、対自動車ともに相手を認識することが重要な状況が多い。また道路形状別に注目してみても、交差点におけるものが 48.3%と最も多くを占め、うち中交差点と小交差点での発生が 8 割以上である⁵⁾。

これらの発生原因としては、交差点やカーブ、横断歩道における危険性の認知不足が挙げられ、事故を低減させるためには、いかに危険の存在を運転者に認知させて安

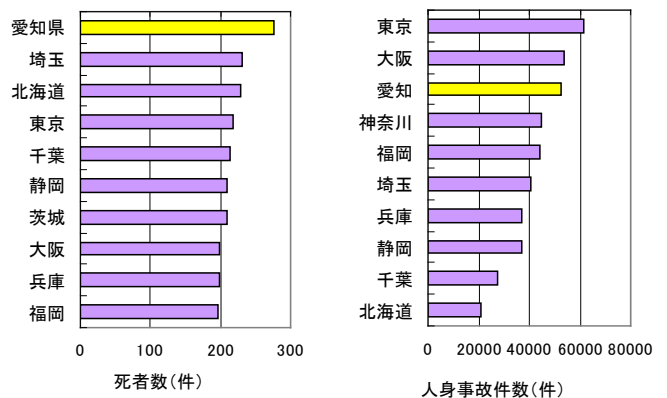


図-1 平成 20 年都道府県別発生状況

表-1 平成 20 年愛知県で発生した人身事故の事故類型、道路形状

事故類型別			道路形状別		
区分	件数	割合(%)	区分	件数	割合(%)
横断中	1954	37.1	交差点系	25466	48.3
正面衝突	695	13.2	大交差点 (2753)	(5.2)	
追突	17098	32.4	中交差点	(14869)	(28.2)
出会い頭	15079	28.6	小交差点	(7844)	(14.9)
右左折	5606	10.6	交差点付近	5771	10.9
車両単独	2216	42.0	単路	19941	37.8
その他	10071	19.1	その他	1541	29.2

全運転を促すかが重要と考えられる。

近年、その手段としてITS技術の導入、エスコートマークなどの新たな路面表示、路面のカラー舗装化などを行ってきている。

2. 3 路面のカラー舗装

路面のカラー舗装とは、路面の一部または全面に、路面自体（アスファルト等）の色とは異なる色の舗装を行うことである。

愛知県は交差点の事故防止を目的に事故集中箇所の流入区間のカラー舗装による路面標示や交差点内の右折・左折導流帯のカラー化など、ドライバーに危険区間への進入を知らせ、減速や車両・歩行者等に対する注意を促す「警戒・注意喚起対策」を図-3に示す事故対策工法として標準化している。

2. 4 調査の概要

本研究では対策の狙いであるドライバーの「対策認知⇒適切な判断⇒運転行動の変化」の状況を把握するため、眼球運動計測装置（アイマークレコーダー）を用いて、対策前後でのドライバーの視点の変化を分析するとともに、アンケート調査や定点ビデオカメラによる走行車両全体の挙動変化の測定を加え、対策の認知度・意識や行動の変化を把握することとした。

測定箇所は表-2に示す5交差点とし、カラー舗装の施工前後で事前事後調査とした。被験者については全員がこの地区を初めて訪れる土地勘のない人を選んだ。調査方法は被験者に図-4に示す形を標準とし、被験者にアイマークレコーダーを装着し、対象箇所を2回走

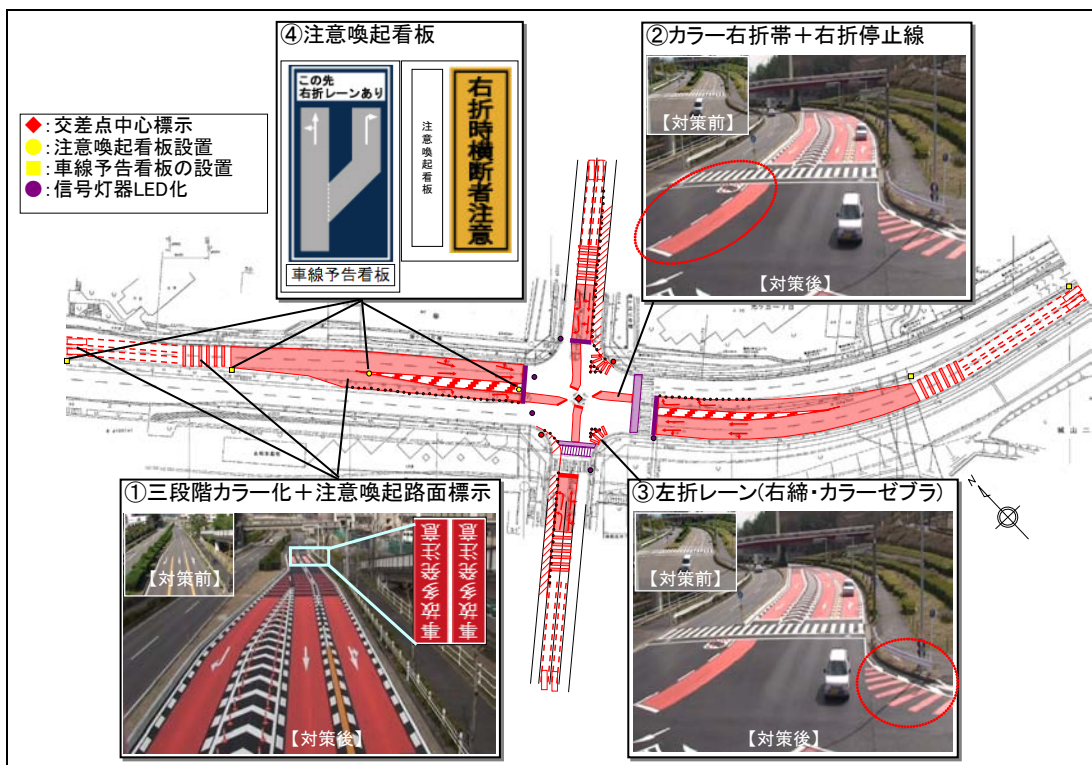
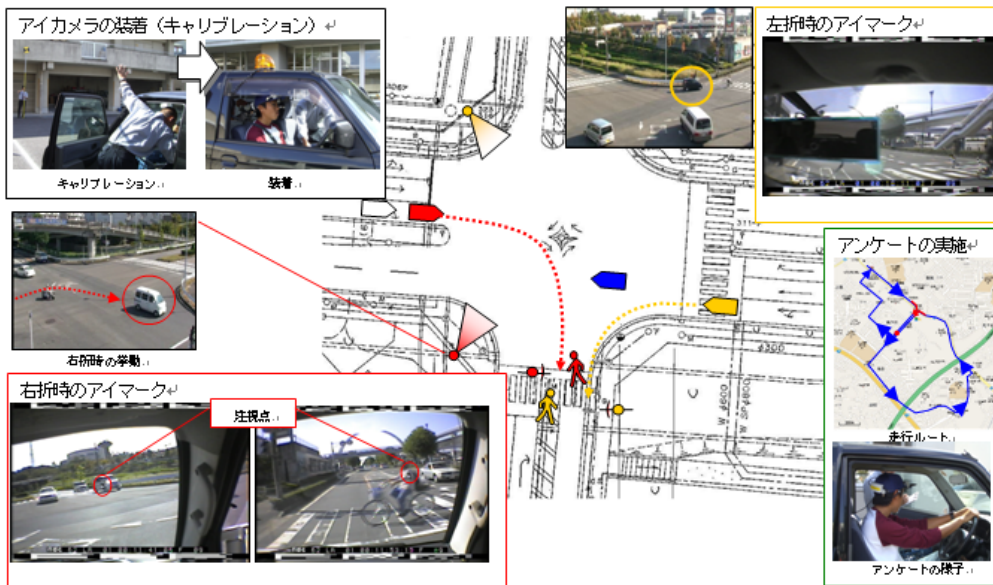


図-3 愛知県で標準化した事故多発交差点のカラー舗装化事故対策工法

表-2 調査箇所

交差点名	道路形状 (車線数:主種道路×従道路)	事前調査日時	事後調査日時	被験者 20~50代
小牧市桃花台センター交差点	十字交差点(4×2)	H20.10.8(水)	H21.3.5(木)	男3、女1
豊田市下市場町5丁目交差点	十字交差点(4×2)	H20.10.16(水)	H20.3.6(金)	男3、女1
稲沢市市役所前交差点	十字交差点(4×2)	H20.10.8(水)	H22.3.23(火)	男3、女1
半田市新栄町交差点	変則6枝交差点(4×2)	H21.12.1(火)	H22.3.10(水)	男3、女1
豊橋市北山交差点	変則4枝交差点(4×2)	H21.12.3(木)	H22.3.18(木)	男3、女1



対策	対策のねらい	評価項目・方法		
		調査1=アイマークレコーダ 認知状況	調査2=被験者アンケート 安全意識	調査3=定点ビデオ 運転行動
共通対策 ○進入区間対策 三段階カラー舗装+路面標示	・危険区間への進入を認知 ・注意喚起・減速・車線中央への整流	○対策の認知状況 ○横断者・対向車の確認状況	○安全意識の変化 ○運転時の注意点の変化 (速度・車間・横断者など)	○流入速度
右折対策 ○右折車線の正対位置移設 ○右折導流帯+停止指導線	・対向直進車の視認性確保と走行距離短縮による減速 ・交差点内での導流・停止位置明示による軌道の安定化 ・危険な右折ギャップの解消+軌跡改善+右折速度抑制			○右折ギャップ ○短絡走行 ○右折停止位置
左折対策 ○左折レーンのカラーゼブラ	・左折走行位置の誘導と左折速度の抑制 ・横断者への注意喚起			○左折走行速度
横断者対策 ○右折・左折横断者 注意喚起看板	・横断者への注意喚起 ・横断帯通過速度の抑制			○横断帯通過速度

図-4 走行調査の概要

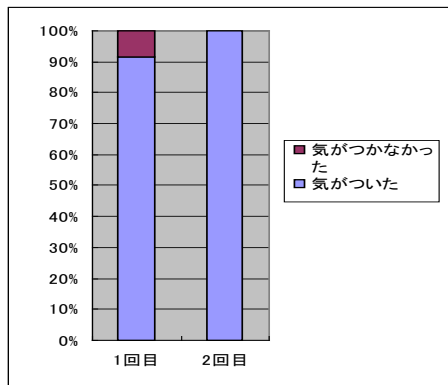


図-5 左折時に対策に気づいたか

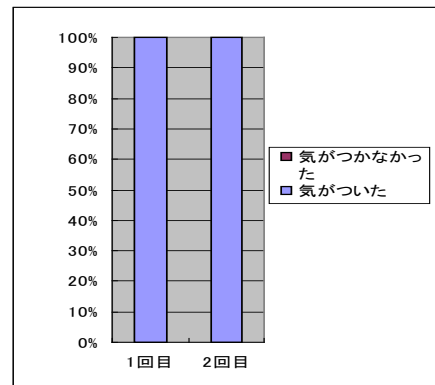


図-6 右折時に対策に気づいたか

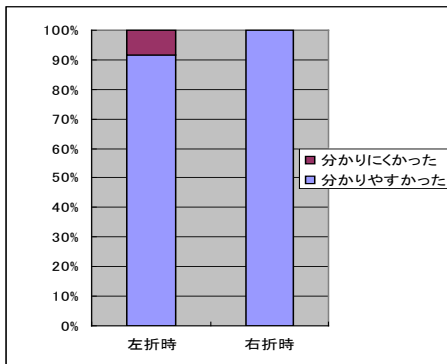


図-7 対策はわかりやすいか

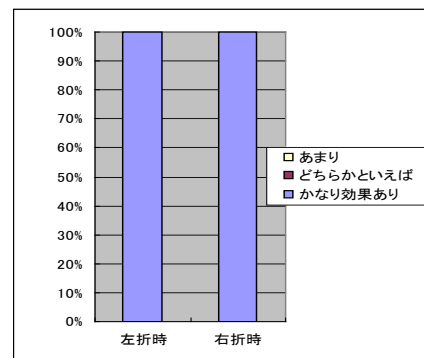


図-8 対策は役に立つか

行し、眼球運動を記録、認知箇所および認知時間を測定する。走行後に、アンケート調査を行い、運転時の注意点、意識、対象物を調査する。

被験者が交差点を通過するタイミングに合わせて歩行者・自転車配置して、被験者車両前を横断させ、視点・意識を把握する。

また、定点カメラにより被験者を含め、全車両の走行状態を記録し、交通挙動の変化を分析する。

3. 結果と考察

路面のカラー舗装化の対策を実施した5交差点のうち分析ができた12人の被験者にヒヤリングをした結果についてみる。対策に気がついたかについて、左折時のものを図-5に、右折時のものを図-6にそれぞれ示す。左折時、右折時で今回のカラー舗装の対策について左折時の1回目では8%が「気がつかなかった」としており、また、右折時は全員が「気がついた」としている。2回目の走行では全員がカラー舗装化に気がついており、今回の被験者が対象とする交差点に対して初めて走行していたとするとカラー舗装化の効果があつたといえる。

一方、今回の対策の分かりやすさについて図-7に、役に立つかについて図-8にそれぞれ示す。分かりやすさでは左折時9%が分かりにくかったとした他は全員が

分かりやすかったと答えた。また、対策は役に立つかについてはかなり効果的と全員が答えた。ただ、交差点によって、個別の新たな要望がなされた。

また、今回の対策による運転中の注意力の変化では図-9より右折時に速度を落とすようになったが55%で速度抑制効果が期待できることが分かる。また、歩行者や自転車などの横断者に注意が向けられることも分かり、左折時や右折時の歩行者との交錯事故を抑制する効果も期待される。

図-3には小牧市桃花台センター前交差点についてカラー舗装の標準的な対策工法が示されているが、図10には右折流入、左折流入について、カラー舗装区間の始点から交差点の停止線までの120mの区間での注視点の特徴を示す。

図-10ではこの区間を①進入対策区間走行時(対策起点～横断歩道)、②右折待ち待機中、③右折中(右折停止位置～横断歩道)の3つに分割して、注視時間の割合の変化を整理したグラフである。図より対策前後で以下の変化を読み取ることができる。

①「進入対策区間走行時」(A～D)には、対策前は主に前方と信号等道路施設に視点が置かれるが、対策後には進入約1秒前から路面表示に視点が向き、カラー舗装区間に進入するまで断続的には進入1秒前から路面

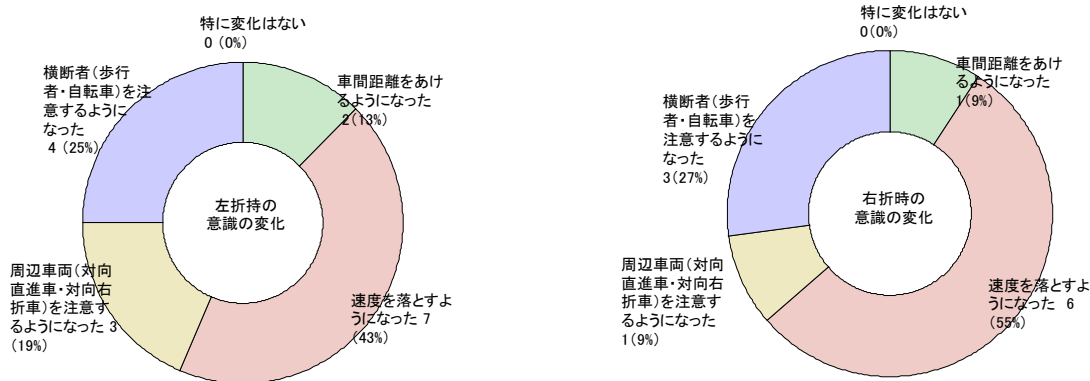


図-9 対策による運転中の注意力の変化

表示に視点が向き、カラー舗装区間に進入するまで断続的に、路面標示・ドットマークや前方に見えるカラー舗装に視点が置かれ、注意喚起看板を注視した後、ゼブラゾーン・カラー舗装区間に進入すると、信号機(道路施設)や全方など走行環境全般に視点を配りながら停止する。交差点内の右折導流帯では、カラー化された導流帯を見ながら、歩行者・横断者・対向車にも目を配って停止線で右折待に入る。

②交差点内での「右折待ち待機中」(E～E7')では、対策前は対向車だけを見ていた状態が、対策後には歩行者・自転車にも視点を配るようになってきている。

③「右折中」(E'～F)では、対策前は対向状況を全く見ていなかったが、対策後には対向状況に視点が向け

られるとともに、横断歩道通過時には、歩道にいる歩行者や自転車に視点を向けている。

これまでに愛知県が行った路面のカラー舗装化について注視点と被験者についてのヒヤリング調査の結果の一部を述べた。

今回の分析ではCGやシミュレーターなどによらず実走行状態で路面のカラー化の評価を注視点解析のみで明らかにしようとした。しかしながら、交通事故多発交差点などで実施されるカラー舗装化などの安全対策は交通条件に左右されることが多く、対策の効果だけを的確に捉えることの難しさを実感した。今後の課題として膨大ではあるが極めて有用な調査データの地道な解析を通して、事故防止対策の視覚要素を中心とした効果評価に結

びつけたいと思っている。

なお、本研究は愛知県道路維持課が主体を持って実施した事故多発地点の対策の検討評価のうちアイマークレコーダーによる分析を担当し、まとめている段階で対策

会議の皆様には有益なご示唆をいただき、また、委員会資料の引用をさせていただいたことを記して、深く感謝する次第です。

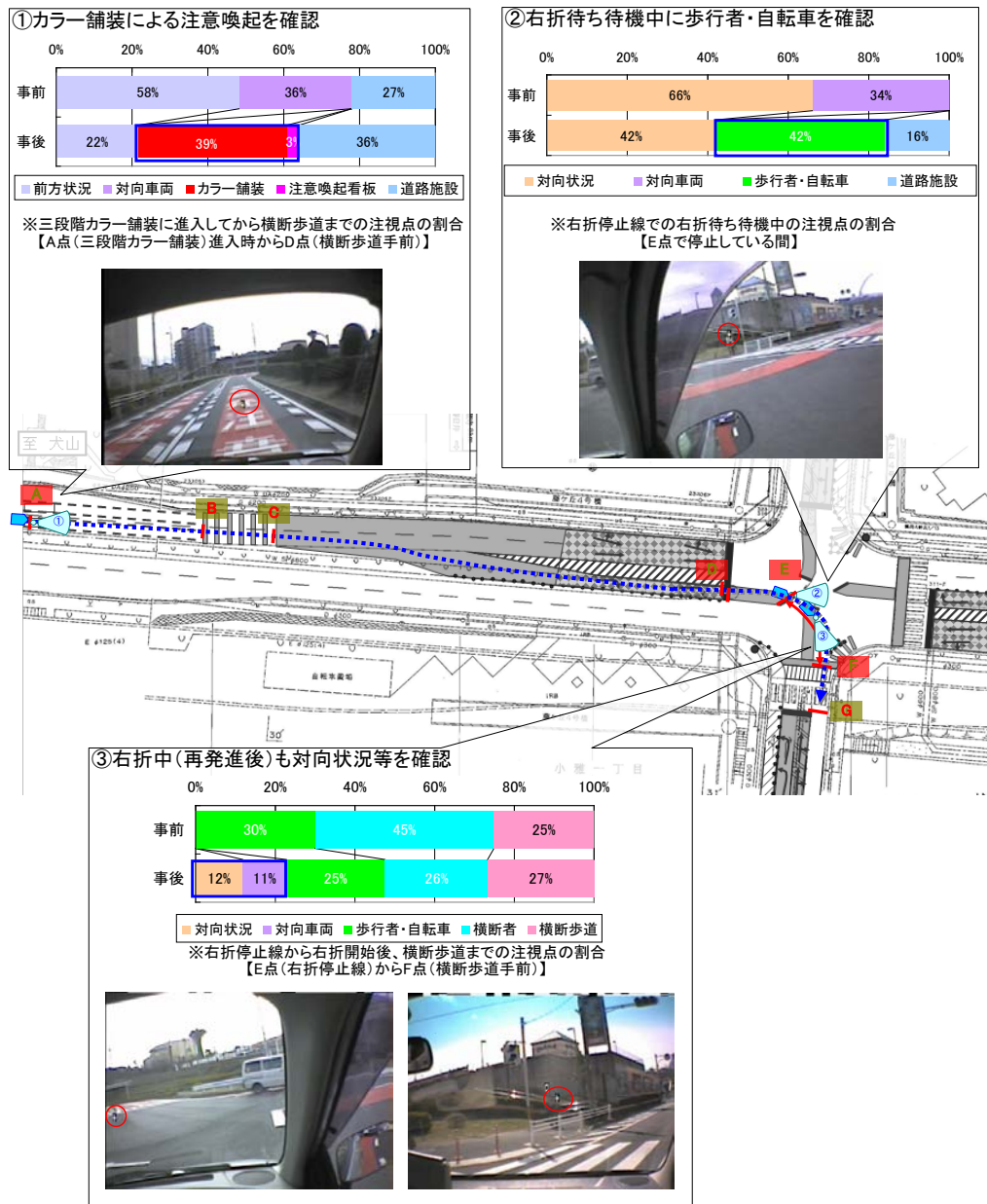


図-10 小牧市桃花台センター交差点におけるカラー舗装区間3区分での視点の変化

参考文献

- 1) GRAHAM HOLE: The Psychology of Driving, pp184～190, LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, PUBLISHERS 2007.
- 2) David Shinar/野口薫、山下昇共訳: 交通心理学入門—道路交通安全における人間要因— pp75～108、サイエンス社、1987.
- 3) 田久保宣晃: 交通事故データによる運転者のヒューマンエラーと心的負荷の一考察、国際交通安全学会誌 Vol.30, No.3, pp23～32, 2005.
- 4) 斉藤良子: 子どもの交通事故、国際交通安全学会誌 Vol.22, No.3, p p6～15, 1997.
- 5) 愛知県警察本部交通部: 愛知県の交通事故発生状況 警察署別 平成20年
- 6) 田久保宣晃: 交通事故データによる運転者のヒューマンエラーと心的負荷の一考察、国際交通安全学会誌 Vol.30, No.3, pp23～32, 2005.
- 7) 出口近士、板敷繁利、小野市春: カラー化等の交差点事故対策と改善効果、第27回交通工学研究発表会論文報告集, pp89～92, 2007年10月.