

ヒューマンエラー抑制の観点からみた安全な道路・沿道環境のあり方に関する研究

国土交通省国土技術政策総合研究所 道路空間高度化研究室長 かねこまさひろ 金子正洋

1. はじめに

日本における交通事故死者数は、平成19年には5,000人台まで減少するなど近年減少傾向にあるものの、いまだに多くの尊い人命が失われている。また、死傷者数は9年連続で100万人を超えており、交通事故を取り巻く状況は依然として厳しいといえる。第8次交通安全基本計画（H18～22年度）では、平成22年までに交通事故死者数を5,500人以下、交通事故死者数を100万人以下にすることを目指すことが目標に掲げられており、その達成のためには、ハード面、ソフト面を問わず、多面的な対策、施策の実施が必要である。

これまで、交通安全対策として、幹線道路を対象とした事故多発地点約3,200カ所、事故危険個所約4,000カ所において緊急対策事業等が実施されており、これらの個所では、全体で約3割の事故発生件数抑止効果が確認されている。その一方で、個々の個所に着目すると、対策を実施したにもかかわらず効果が十分得られなかった個所が存在している。このような十分に効果が得られなかった個所では従来型の経験則に基づく対策の立案ではなく、科学的な分析に基づく対策の立案が必要と考えられる。

ここで、当研究室における交通事故データの分析結果によると、交通事故（死傷事故）全体の中で、認知ミス、判断ミス、操作ミスといった運転者のヒューマンエラーに起因する事故が9割以上を占めており、それの中には、道路交通環境等の周辺状況によりヒューマンエラーが発生するケースも含まれている。

本プロジェクト研究（H17～19年度）では、科学的な分析に基づく交通安全対策を見出す手法として運転者のヒューマンエラーに着目し、ヒューマンエラーの発生メカニズムおよびヒューマンエラーと道路・沿道環境の関連を把握する手法を提案するとともに、ヒューマンエラーの発生を抑制する対策案の効果を検証する手法を提案することとした。プロジェクト研究の実施に当たっては、道路空間高度化研究室と都市施設研究室が連携して、実走行実験およびドライビングシミュレーター（DS）を用いた実験による検討を行った。

2. 実走行実験による検討

ヒューマンエラーの発生メカニズムおよびヒューマンエラーと道路・沿道環境の関連を把握するために、特徴的な交通事故が発生している個所において、被験者がアイマークレコーダ（装着者の注視点や前方風景を記録する装置）を装着し、走

行試験車両（車両速度、ブレーキ使用量等を記録できる車両）を運転する実走行実験を実施した（写真 1）。実走行実験は、事故類型として主に交差点における右折時事故を対象とし、表 1 に示す 9 個所において行った。

運転者のヒューマンエラーの発生状況を把握するために取得したデータを表 2 に示す。認知の状況についてはアイマークレコーダによる注視点データから、操作の状況については車両の加速度

やハンドル操作量、ブレーキ使用量等のデータにより把握した。また、判断の状況等を把握するため、走行実験後にアイマークレコーダの映像を見せながらインタビュー調査を実施した。加えて、対象個所を通行する車両の危険な動きを把握するため、沿道にビデオカメラを設置し交通の動きを記録した。

ここでは、実走行実験による検討結果として表 1 の No. 4 の個所における例を示す。本検討個



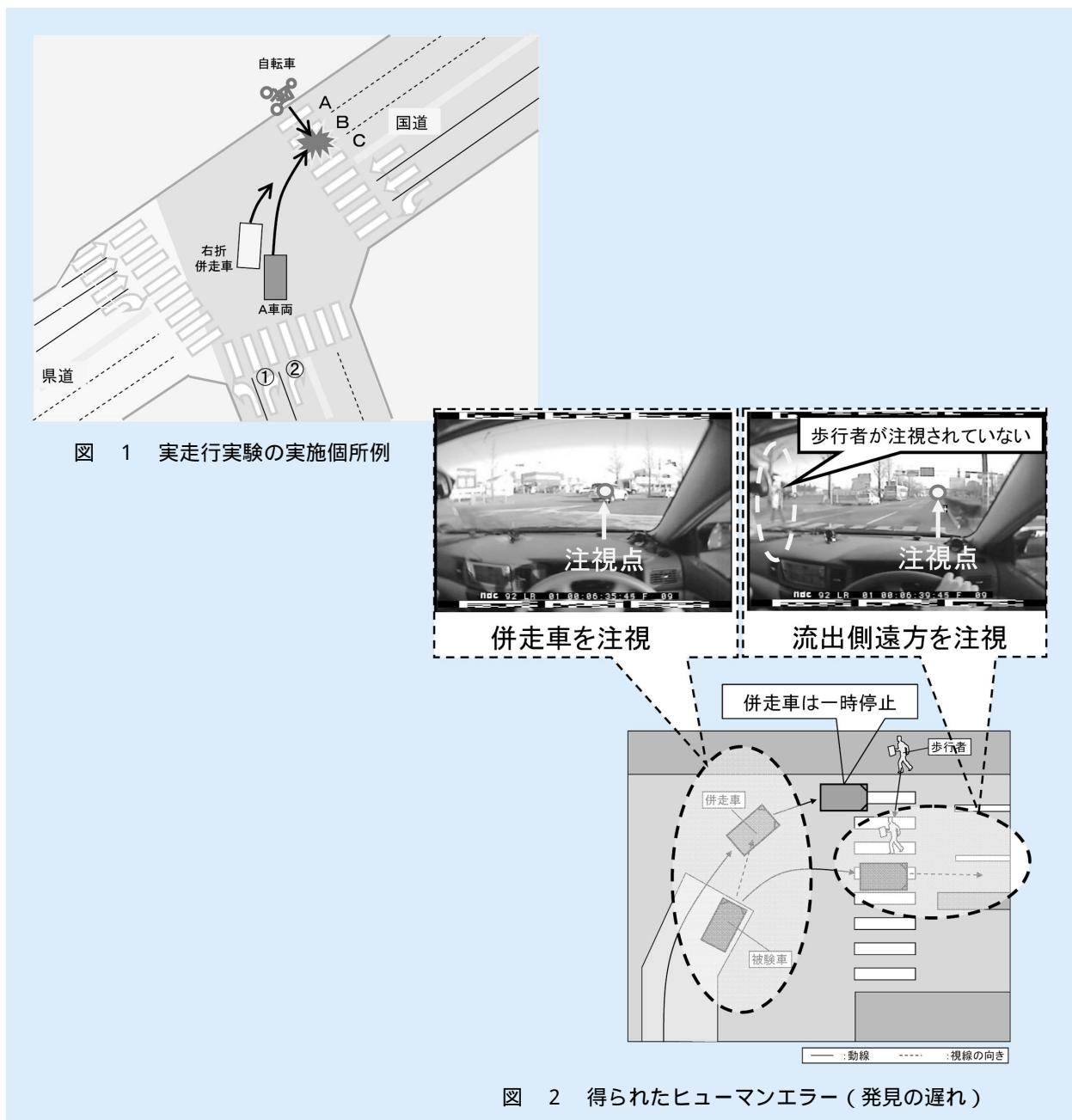
写真 1 アイマークレコーダの装着状況（左）と走行実験の様子（右）

表 1 走行実験実施個所一覧

| No. | 単路・交差点の別 | 対象とする事故類型 | ヒューマンエラー | 道路環境要因 | 対策の提案 |
|-----|----------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 交差点 | 右折時事故（自動車×自動車） | ・対向直進車両の見落とし ・無理な右折 | ・長い右折距離（往復 6 車線） ・対向右折車による視認性阻害 | ・中央分離帯の改良 ・右直分離信号 |
| 2 | 交差点 | 右折時事故（自動車×自動車） | ・信号変わり目の無理な進入 ・信号機の見落とし | ・長い右折距離（往復 6 車線） ・対向右折車による視認性阻害 | ・中央分離帯の改良 ・信号機の大型化 |
| 3 | 交差点 | 右折時事故（自動車×自動車） | ・対向直進車の見落とし | ・橋脚による見通し不良 ・対向右折車による見通し不良 | ・右折専用車線の設置 ・中央分離帯の改良 |
| 4 | 交差点 | 右折時事故（自動車×自転車・歩行者） | ・歩行者の見落とし ・併走車への傾注 | ・右折 2 車線、流出側 3 車線 ・併走車による視認性阻害 | ・歩行者への注意喚起 ・路面のカラー化 |
| 5 | 交差点 | 右折時事故（自動車×二輪車） | ・自転車横断帯を認識していない ・右折時に右側を確認していない | ・自転車横断帯の設置不良 | ・自転車マークの設置による自転車横断帯の明確化 |
| 6 | 交差点 | 出会い頭事故（自動車×自動車） | ・交差車両の見落とし ・交差点の存在を見落とし | ・沿道の電柱等（視認性阻害） ・交差点の存在が不明瞭 | ・沿道の障害物の除去 ・交差点のカラー化 |
| 7 | 交差点 | 出会い頭事故（自動車×自転車） | ・進行方向左側の自動車の安全不確認 | ・広い中央分離帯 | ・注意喚起 |
| 8 | 単路 | 追突事故（沿道出入りに起因、自動車×自動車） | ・前方車の沿道出入りに伴って急に車線変更 | ・沿道施設への入口が分かりづらい | ・沿道入口看板の設置 |
| 9 | 交差点 | 左折時事故（自動車×自転車・歩行者） | ・対向右折車両への傾注 ・歩行者の見落とし | ・流出側 3 車線 ・沿道の植樹帯による視認性阻害 | ・路面のカラー化 ・植樹帯の除去 |

表 2 実走行実験によるヒューマンエラー把握手法

| ヒューマンエラー抽出のため に取得するデータ | 使用機器等 | データから確認する内容 | 抽出されるヒュ ーマンエラー |
|-------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| 運転者の注視点データ | アイマーク レコーダー | 運転者が走行中に何を注視したか（またはしなかったか） を記録し、運転者に発見の遅れがあったかどうかを確認。 | 認知の遅れ |
| ドライバーの判断の状況 | インタビュ ー調査 | 運転者の認知・判断・操作の一連の行動についてインタビ ューエーし、走行中に発見の遅れ、判断の誤り、操作の誤りが 発生していたかどうかを確認。 | 認知の遅れ 判断の誤り 操作の誤り |
| 車両の挙動データ（速度、加 速度、ブレーキ使用量等） | 試験車両 | 車両の挙動データを記録し、走行中に操作の誤りが発生し たかどうかを確認。 | 操作の誤り |
| 対象個所を通行する車両の挙 動、危険事象 | ビデオカメ ラ（対象個 所に設置） | 個所を通行する車両の危険な挙動（急ハンドル、急ブレー キなど）を記録し、ヒューマンエラーの誘発要因を分析 | ヒューマンエラ ーの誘発要因 |



所（図 1）は、T字の交差点であり右折 2 車線が流出側で 3 車線となっており、右折併走車の進路に気を取られていたため横断歩道上の自転車の発見が遅れ回避措置なく衝突した事故例が報告されている。現場において車両の走行状況を確認した結果、併走車ありの右折時においても、1 時間当たり 16 台が流入側車線①から流出側車線 B を、18 台が流入側車線②から流出側車線 B を走行しており、右折中の車両同士が錯そうする状況が発生していた。

実走行実験により運転者のヒューマンエラー（発見の遅れ）が確認された（図 2）。写真は、それぞれ図の位置における被験者（運転者）の注視点を示している。運転者が、右折中は併走車を、横断歩道直前では流出側遠方をそれぞれ注視しており、歩行者を注視していないことが確認される。道路環境的要因（①右折 2 車線、流出側 3 車線のため併走車の動きに気を取られる、②車両と歩行者が錯そうする道路環境である）により、ヒューマンエラー（歩行者への認知の遅れ）を誘発していることが明らかとなった。実験では、ほかに、併走車につられて発生したヒューマンエラー（判断の誤り）も確認されている。

以上のように、実走行実験により、運転者のヒューマンエラーと、それを誘発すると考えられる

道路環境的要因の関係を把握することができ、得られた情報をもとに、より効果的と考えられる具体的な対策を提案することが可能となる。図 3 に、ヒューマンエラーを抑制する対策例を示す。

3. ドライビングシミュレーター（DS）を用いた実験による検討

DSを用いた実験においては、まず、運転者の認知、判断、操作について再現性の確認を行い、続けて、対策効果の検証を実施した。ここで、DSについては、国土技術政策総合研究所のITS研究室が、慶應大学の川嶋・大門研究室と共同開発したものを使っている。写真 2、3 に、DSを用いた実験の実施状況を示す。

再現性の確認は、表 1 の No.1 の個所を対象として、まず、20~30代の男性 5 名の被験者が、検討対象個所を含むルートを実走行し得られたデータを、同じ被験者が DS により再現されたルートを走行して得られたデータと比較することによって実施された。比較検討は、「認知」「判断」「操作」のそれぞれについて、表 3 に示す指標の関係性に着目して評価した。評価の結果、実走行と DS の関係性は、①注視時間の割合に関する相関係数（認知）は 0.72、②右折の可否を判断し

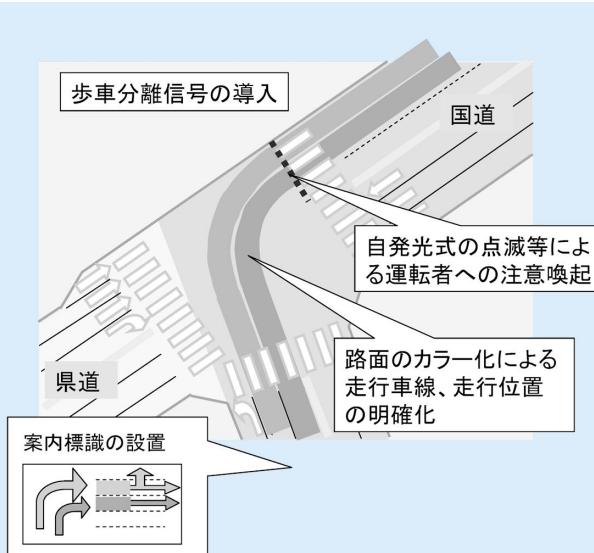


図 3 ヒューマンエラーを抑制する対策の提案例



写真 2 6軸の動揺装置とDS車両



写真 3 実験中のDS車両（前方はCG）

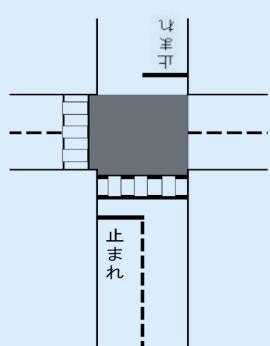
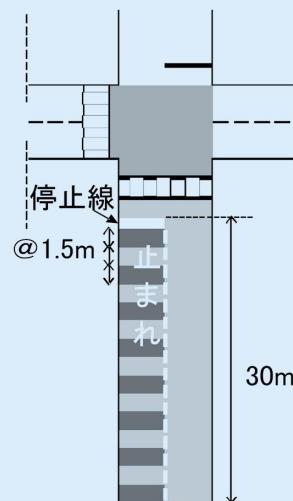
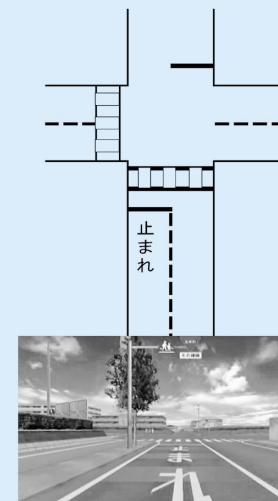
対策のパターン毎に
「認知」「判断」「操作」
の各項目に関して
被験者の変化を分析

- 認知**
対策に気がついたか？
- 判断**
対策によって、運転動作を
変化させようと思ったか？
- 操作**
車両挙動データが
変化したか？

分析に用いたデータ

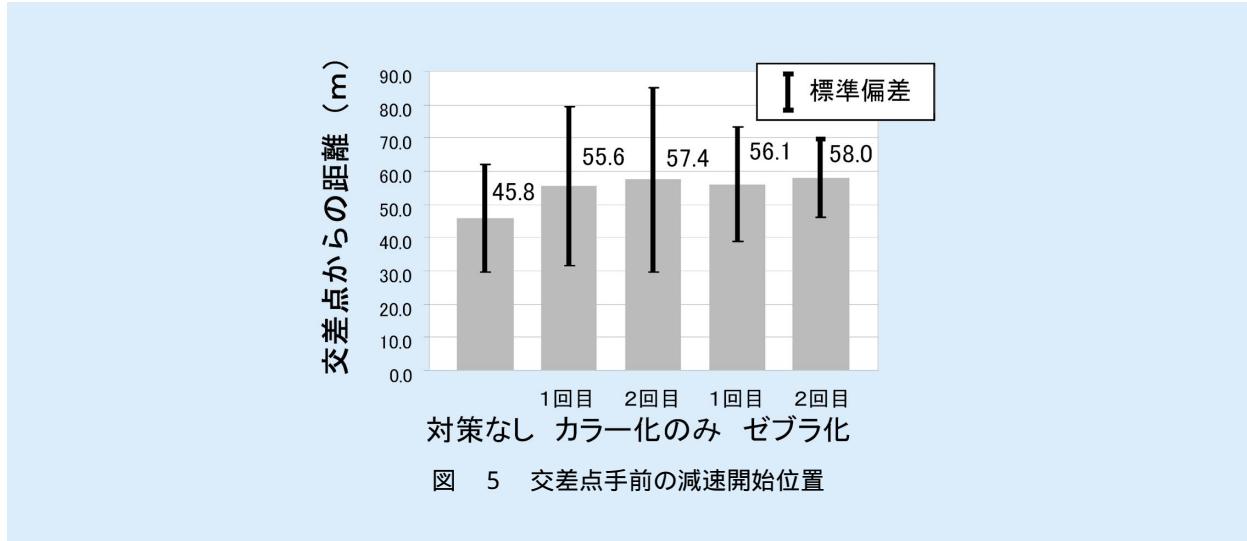
- DSの走行実験後に
被験者に実施した
アンケート
- 車両の計測装置で取得した
走行位置、速度、加速度など

表 3 ドライビングシミュレーターによる実験結果の比較分析

パターン1
(交差点カラー化)パターン2
(交差点手前ゼブラ化)パターン3
(対策なし)

実験で使用したCG(ゼブラ化)

図 4 ドライビングシミュレーターによる対策効果の検討例



た右折ギャップ長と棄却ギャップ長の中央値（判断）は、ほぼ一致、③交差点進入前と交差点内の速度に関する相関係数（操作）はそれぞれ0.88と0.76となり、運転者の認知、判断、操作のそれぞれの状況に関して、ある程度の再現性が確認された。

次に、ヒューマンエラーに起因する交通事故に対して立案した対策の効果について、DSを用いて検証を実施できるかについて確認した。ここでは、ヒューマンエラー（交差点を見落とす）を防ぐ対策として提案した交差点カラー化を対象に対策効果の事前検証を実施している。交差点カラー化は、図4に示すパターン1（交差点内カラー化）、パターン2（交差点手前ゼブラ化）であり、パターン3（対策なし）と比較することにより、対策効果の有無・程度を評価した。評価は、「対策に気がついたか（認知）」「対策によって運転操作を変化させようと思ったか（判断）」をDS走行実験後に被験者8名にアンケート調査とともに、取得した車両挙動データが対策により変化したか（操作）を分析することにより行った。その結果、パターン1、2ともに8名全員が対策に気がつき（認知）、パターン1では5名、パターン2では8名全員が運転を注意するようになった（判断）と回答した。また、パターン1、2はパターン3と比較して減速開始位置が交差点より遠くなり、さらに、パターン2は1と比較して標準偏差が小さいことから、被験者と運転特性によ

らず安定した効果が得られることが分かった（図5）。

以上により、DSを用いた実験により、認知、判断、操作の状況に関する被験者の変化を把握することができ、対策効果の検証がおおむね可能であることが明らかとなった。

4. おわりに

本プロジェクト研究では、これまで交通安全対策が実施されてきたにもかかわらず効果が発現していない事故多発地点への対応策として、運転者のヒューマンエラーに着目して、その発生メカニズムおよび道路・沿道環境の関連を把握する手法、ヒューマンエラーの発生を抑制する対策の効果を検証する手法について、実走行実験およびDSを用いた実験により検討した。

検討の結果、運転者のヒューマンエラーと、それを誘発すると考えられる道路環境的要因の関係を把握する手法、より効果的・具体的な対策の提案手法、対策効果の検証手法について、実用化のめどをつけることができた。

今後は、対策効果が発現していない事故多発個所の具体的な個別の現場において、本手法を適用して原因を究明するとともに対策を提案し、運転者のヒューマンエラーに着目した交通安全対策手法の確立を目指す予定である。