

# 走行実験を活用した 科学的な交通事故要因分析手法の開発

尾崎 悠太<sup>1</sup>・金子 正洋<sup>1</sup>・橋本 幸樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国土技術政策総合研究所 道路研究部 道路空間高度化研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1）

国土技術政策総合研究所においては、運転手の注視状況が計測可能なアイマークレコーダを装着した被験者が速度や加速度等の車両挙動データを計測可能な実験車両を用いて実際の現場を走行する実走行実験による新たな科学的事故要因分析手法の開発を進めている。

実走行実験データにより、これまでの経験的事故要因分析では抽出が困難であった、運転手の認知ミスや判断ミスといったヒューマンエラーを抽出することが可能であり、そのヒューマンエラーの要因となる道路環境要因を特定することにより効果的な対策の検討が可能であることがわかった。

キーワード 交通事故, ヒューマンエラー, 走行実験

## 1. はじめに

国内における交通事故による死者数及び負傷者数は、近年減少を続け、2009年には交通事故による死者数が4,914人となり、近年のピーク時(1992年)の11,451人の半数以下となった。交通事故による負傷者数についても同様に減少を続け、近年のピーク時(2004年)の約118万人から約23%減少し、91万人となったものの、依然として100万人近い国民が交通事故の犠牲となっている。そのため、今後より一層、交通事故の削減に努めていく必要がある。

幹線道路における交通事故は、特定の箇所集中する傾向がある。国土交通省及び各都道府県警はその特徴に着目し、交通事故が集中する箇所を事故危険箇所と指定して集中的に対策を実施してきた。これら事故危険箇所等での交通事故対策では、現地調査の結果及び事故発生状況から、事故要因の推定及び対策の立案を行ってきた。

図-1は2003年に指定された事故危険箇所の対策効果ランク別箇所数分布である。なお、対象とした箇所は事故危険箇所のうち2006年までに対策を実施した箇所である。事故危険箇所は全体として、約2割の交通事故削減効果が確認されているものの、グラフから分かるように、効果が十分に見られない箇所が約3割ほど存在している。従来の事故要因の推定及び対策の立案手法は、事故危険箇所全体の事故削減に寄与しているとは言えるものの、多様な現場条件の全てに適用が可能であるとは言い難い。今後、継続的に、より効果的に交通事故を削減していくためには、従来の手法では交通事故の削減に苦慮する箇所においても、的確に事故要因を分析することにより、効果的な対策を立案することが必要がある。

また、交通事故統計データによると、これら交通事故

全体の中で、認知ミス・判断ミス・操作ミスといった運転手のヒューマンエラーに起因する事故が9割以上を占

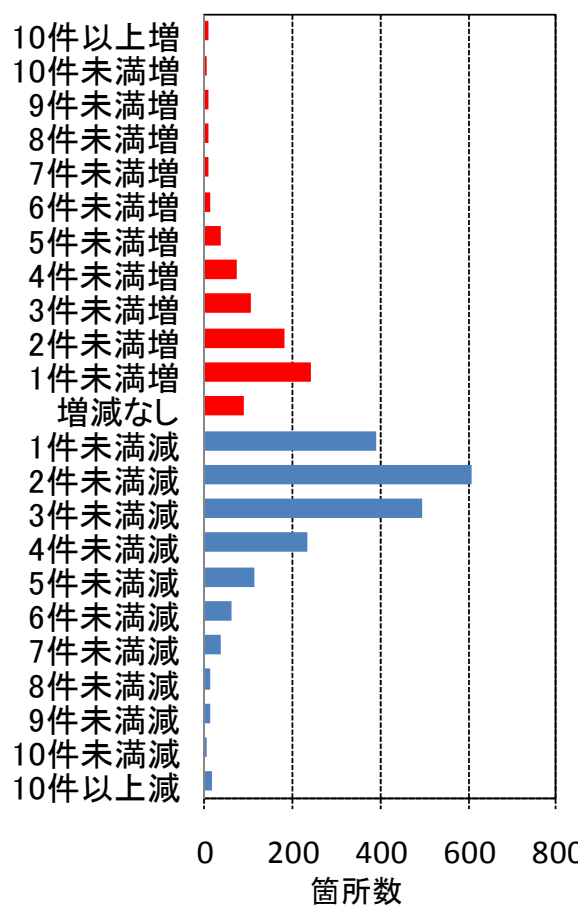


図-1 事故危険箇所の対策効果

められているとされている。

これらを踏まえ、国土技術政策総合研究所(以下「国総研」と言う。)においては、多様な現場条件で的確に事故要因の分析及び対策の立案が可能な手法として、運転中の認知ミスや判断ミスといったヒューマンエラーに着目した事故要因分析手法の開発を進めている。本稿では、その手法について、実際の現場で実施したケーススタディと共に説明する。

## 2. 走行実験による事故要因分析手法

本稿では、運転中の認知ミスや判断ミスといったヒューマンエラーに着目した事故要因分析手法として国総研で開発を進めている走行実験による事故要因分析手法について説明する。

走行実験は、速度・加速度(上下、前後、左右の三方向)・アクセルの踏み込み量・ブレーキのON/OFF・ハンドル操作角が計測可能な実験車両を被験者に走行させることにより実施する。走行するルートは、分析の対象とする事故の発生状況に合わせて設定する。

走行の際、被験者にはアイマークレコーダを装着(写

真-1参照)させ、運転中の注視状況を確認する(写真-2参照)。アイマークレコーダは、帽子の額部分に小型のCCDカメラが取り付けられており、その画像により運転手の視界も確認することができる。

また、実験中は車外及び車内に設置された複数のビデオカメラにより、撮影を行う(写真-3参照)。ビデオカメラ画像のうち、車内からの前方画像を撮影するビデオカメラからは運転手を、上半身を撮影するビデオカメラからは、運転手が周囲を確認するための首振り動作や表情を、足元を撮影するためのCCDカメラからはアクセルやブレーキの操作状況を確認する。また、車外の定点ビデオカメラからは、実験車両の走行位置と実験対象箇所の交通状況を把握する。

さらに、走行後に、走行時の状況をビデオ画像(前方の視界)で確認しながら、インタビュー調査を実施する。インタビュー調査票は、各調査箇所での調査内容を踏まえ作成され、内容は主に「設置された標識に気がついたか」「交差点の存在をどの位置で認識したか」といった走行中の安全施設の認知状況、及び「横断歩行者や横断自転車を想定していたか」「注意すべき対象のすべてに十分注意ができたか」といった運転中の周囲への注意状況についての質問である。

このように、走行実験による事故要因分析手法は、運転者の注意状況や認知状況といった面に着目することで、



写真-1 アイマークレコーダ



写真-2 運転中の注視状況



写真-3 走行実験中の撮影画像

不注意や認知ミスといったヒューマンエラーを検知し、そのヒューマンエラーを誘発している道路環境を明らかにすることを目的としている。

### 3. 事故要因分析手法のケーススタディ

本項では、2.で解説した走行実験による事故要因分析手法により、どのような事が明らかになるかを確認するために実施したケーススタディについて説明する。

#### (1) 十字交差点における右折事故

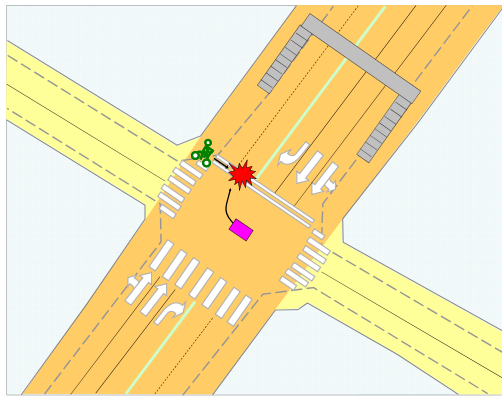


図-2 実験箇所の概略(十字交差点・右折事故)



図-3 運転手の注視状況(十字交差点・右折事故)

実験箇所は、主道路4車線、従道路2車線の信号交差点であり主道路の北側には横断歩道橋が設置されている。そのため、横断歩道は無く、自転車横断帯のみが設置されている(図-2参照)。当該箇所においては、従道路から北側へ右折する際に自転車と衝突する右折事故が多く発生している(図-2参照)。そこで走行実験においては、この事故を想定し、従道路から北側へ右折するルートを設定した。

図-3は、ある被験者の右折中の注視状況をアイマークレコーダにより記録したものである。右折開始直後の画像では、自転車横断帯を横断しようとする自転車を確認することができるものの、被験者の注視点は、対向車両へ向けられており自転車はほとんど注視されていない。その後、自転車横断帯を通過する直前になって自転車に気づき、急ブレーキを踏んでいる。

図-4は、走行後のインタビュー調査結果をとりまとめたものである。図-3で示した被験者は自転車横断帯を特に認識していないと回答した。同様に自転車横断帯を認識していなかったと回答した被験者は全体の3割程度存在していた。当該箇所は、自転車横断帯が設置されているものの、横断歩道が無く、さらに自転車横断帯には自転車横断帯を示す路面表示(自転車のマーク)がされていないため目立たない。また、横断歩道橋が設置されていることから、車道を横断するものはいないといった誤解を与えてしまっていることも考えられる。

このように、アイマークレコーダによる注視点状況から、その箇所で行っているヒューマンエラー(特に認知ミス)の抽出が可能であり、インタビュー調査により、ヒューマンエラーが発生する要因を推定することが可能となる。

#### (2) 沿道施設への出入りが起因する追突事故

実験箇所は、4車線の単路であり、沿道には店舗が連立しており、沿道への出入りが多い箇所である(図-5参

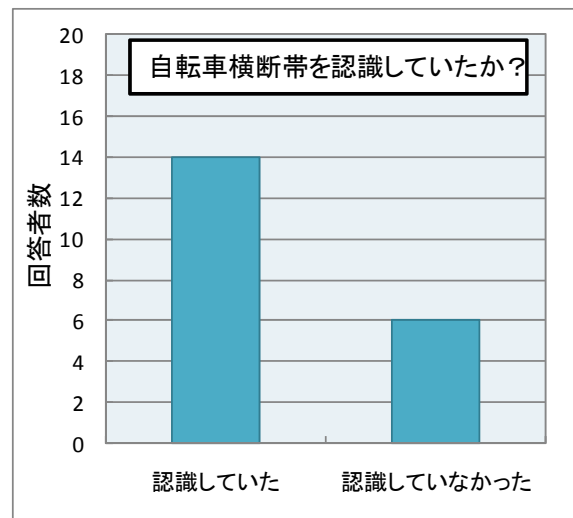


図-4 インタビュー調査(十字交差点・右折事故)

照)。当該箇所では、沿道施設への進入のための急減速・急停止により、後続の車両が対応できずに追突する事故が発生している。

当該箇所における走行実験では、前方車両の急減速・急停止に対応できず追突する後続車両の状況を再現するため、被験者には左車線を走行してもらった。

図-6は、走行後のインタビュー調査の結果である。インタビューの内容は、直前の車両の左折入庫について予測していたかというものである。全体の走行回数の約7割で前方車両の左折入庫があり、その状況に直面した被験者の約7割が、前方車両の左折入庫を予測していなかった。

図-7は、前方車両の左折入庫を「十分に予測していた」と回答した被験者の走行中の前方の視界映像と足元の映像である。前方車両との車間距離が縮まると、アクセルから足を離し、ブレーキペダルに足を置き、ブレーキの準備行動に入っている。

図-8は、前方車両の左折入庫を「まったく予測していなかった」と回答した被験者の前方の視界映像と足元の映像である。前方車両が減速し、車間距離が縮まると、アクセルは緩めるものの、ブレーキの準備行動にまでは至っていない。



図-7 足元カメラ画像(被験者①)

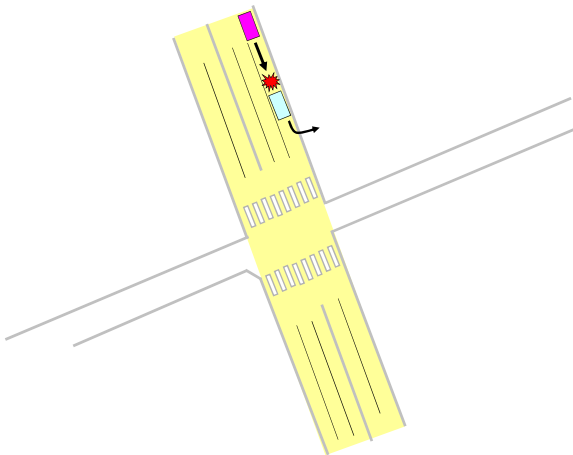


図-5 実験箇所概要(単路・追突事故)

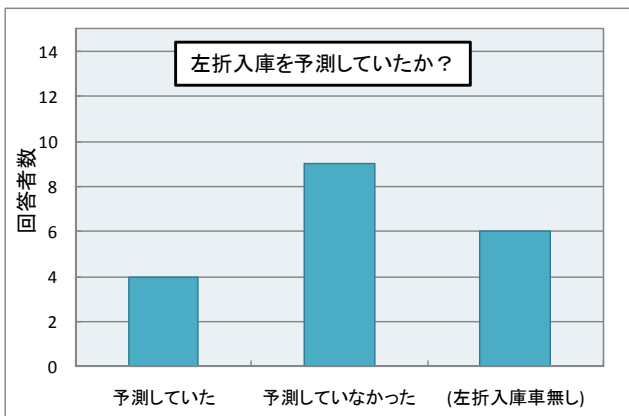


図-6 インタビュー結果(追突事故)



図-8 足元カメラ画像(被験者②)

上記のように、インタビュー調査や足元を撮影したカメラにより、危険予測・判断の状況を把握することが可能であり、実験箇所が発生する判断ミス等のヒューマンエラーを抽出することが可能である。

### (3) 右折車線が2車線ある交差点における

#### 横断歩行者・横断自転車との衝突事故

実験箇所は、T時交差点である箇所①(図-9参照)と十字交差点である箇所②(図-10参照)の2箇所である。どちらの交差点も右折車線が2車線あり、箇所①は流出側が3車線、箇所②は流出側が2車線となっている。当該2箇所では共に、右折時に、横断する歩行者又は自転車と衝突する事故が発生している。

当該2箇所における走行実験は共に、2車線ある右折レーンのどちらかの車線で被験者に右折をしてもらうこととした。

走行実験前から、右折レーンが2車線以上あるため、併走する車両により横断する歩行者や自転車が隠れ、安全確認が十分に出来ない状況が想定されていた。走行実験実施により、この状況は確認できている。

図-11は、箇所①での右折中の被験者の注視状況を示したものである。右折開始後は、併走する自動車に注意が向けられ横断しようとする歩行者が視界に入っている

ものの注視はされていない。併走する車両が流出車線のうち最も左側の車線に入ることを確認した後は、流出先のみを注視し、歩行者への注視はされなかった。その後、被験者が運転する実験車両は歩行者の横断を遮るかたちで右折した。箇所①ではこのような注視状況が多く見られたが、箇所②ではほとんど見られなかった。これは、右折車線が2車線に対し、箇所①は流出側車線が3車線あるため、各車両が流出する車線に迷いが生じることが理

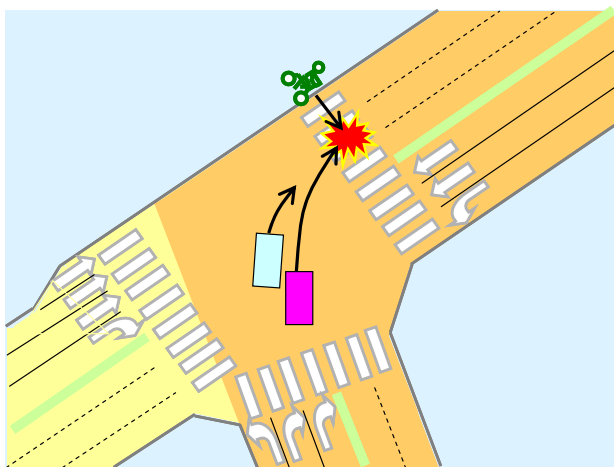


図-9 実験箇所概要(箇所①・右折事故)

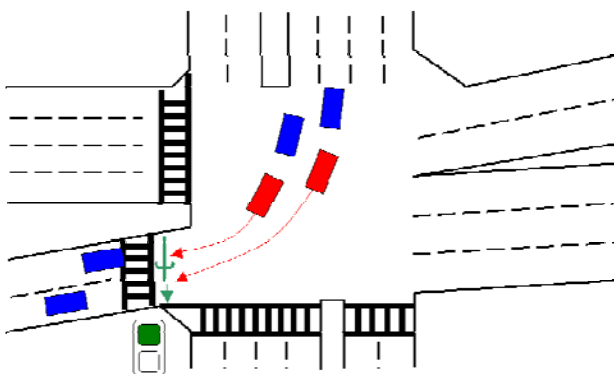


図-10 実験箇所概要(箇所②・右折事故)



図-11 運転手の注視状況(箇所①・右折事故)

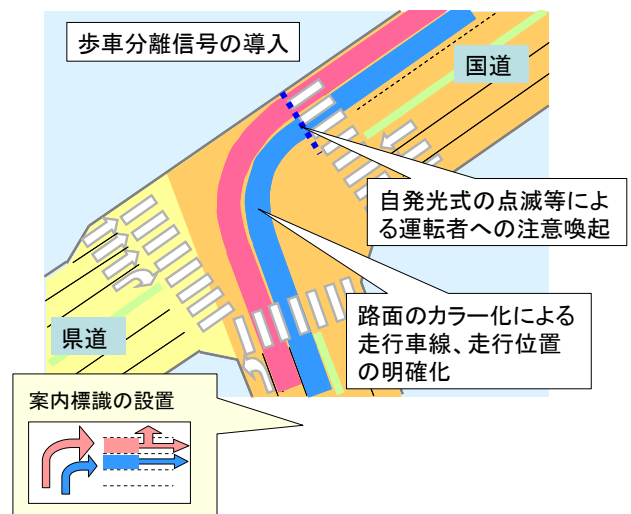


図-12 事故対策案(箇所①・右折事故)

由と考えられる。箇所①については、右折時の通行帯をカラー舗装等により色分けし、通行位置を明確化する対策等が有効と考えられる(図-12参照)。

図-13は、箇所②における右折時の注視状況を示したものである。右折開始から交差点をでるまで、被験者は前方のみを注視していた。箇所②におけるインタビュー調査結果(図-14参照)では、全被験者の1/3弱の被験者が右折時に、横断歩道を歩行者・自転車が通行することを



図-13 運転手の注視状況(箇所②・右折事故)

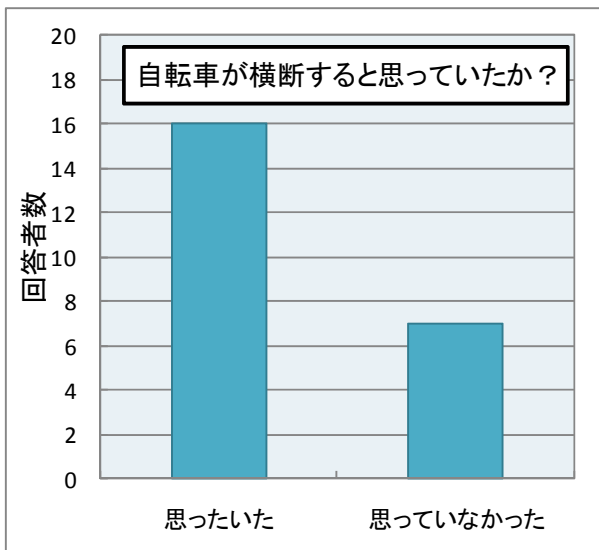


図-14 インタビュー結果(箇所②・右折事故)

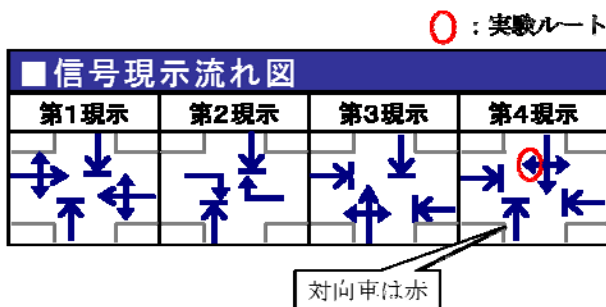


図-15 信号現示(箇所②)

想定していなかった。箇所②は変則的な信号運用であり、図-15に示すような、時差式信号である。そのため、右折する際は、対向直進車に対しての注意をする必要がない。その影響により、横断する歩行者・自転車に対する注意も薄れていると考えられる。箇所②については、歩車分離信号や横断する歩行者・自転車に注意を促す注意喚起看板等が有効な対策と考えられる。

以上のように、走行実験を活用することにより、箇所特有の事故要因を的確に推定することが可能であり、箇所に適した有効な対策の立案が可能になると考えられる。

#### 4. まとめ

本稿では、国総研で開発を進めている走行実験による事故要因分析手法について、ケーススタディと共に説明した。

ケーススタディの結果から、走行実験の各計測項目からは、以下のヒューマンエラー等を抽出・確認することが可能であることがわかった。

- a. アイマークレコーダによる注視状況
  - ・ドライバーの安全確認状況
  - ・注意喚起看板等の確認状況
- b. 足元を撮影するカメラ
  - ・ブレーキペダルへの足の移動から、危険回避の準備行動の有無(危険予測の状況)
- c. インタビュー調査
  - ・運転手の判断状況、認知状況
  - ・危険予測の状況

上記から、これらの計測項目は、以下の様な場面で事故要因分析への活用が可能である。

- ・複数の対象に注意が必要な運転行動時に発生する事故、例えば右折事故の要因分析をする場合に、アイマークレコーダによる注視状況及びインタビュー調査による安全確認をする意識の度合いを活用する。
- ・追突事故といった、危険を想定していることで回避が可能となる事故の要因分析をする場合、足元のカメラによるブレーキの準備行動の有無やインタビュー調査による危険の想定の有無を活用する。

以上のように、走行実験による事故要因分析手法については、各箇所が発生する事故要因を的確に分析することが可能であり、箇所毎の効果的な事故対策立案に寄与するものと考えられる。

今後は、現場での効率的な活用を目指し、コスト削減に向けた検討等を行う必要がある。

謝辞：本研究を実施するに当たって、道路管理者に各実験現場を提供いただいた。記して感謝の意を表す。