

# ドライビングシミュレータを用いた 高速道路における規制案内板の効果分析

村 一翔<sup>1</sup>・藤生 慎<sup>2</sup>・高山 純一<sup>3</sup>・塩崎 由人<sup>4</sup>・芹川 博<sup>5</sup>  
高瀬 浩一<sup>6</sup>・山本 和久<sup>7</sup>・南 貴大<sup>8</sup>・森崎 裕磨<sup>9</sup>

<sup>1</sup>学生会員 金沢大学 理工学域環境デザイン学類 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: village102@stu.kanazawa-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 金沢大学准教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: fujju@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>3</sup>フェロー 金沢大学教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 金沢大学特任助教 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: yuto@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>5</sup>非会員 中日本ハイウェイ・メンテナンス北陸株式会社 (〒920-0024 石川県金沢市西念三丁目1番9号)  
E-mail: hiroshi,serikawa@c-nexco-hmh.jp

<sup>6</sup>非会員 中日本ハイウェイ・メンテナンス北陸株式会社 (〒920-0024 石川県金沢市西念三丁目1番9号)  
E-mail: kouichi.takase@c-nexco-hmh.jp

<sup>7</sup>非会員 中日本ハイウェイ・メンテナンス北陸株式会社 (〒920-0024 石川県金沢市西念三丁目1番9号)  
E-mail: kazuhisa.yamamoto@c-nexco-hmh.jp

<sup>8</sup>学生会員 金沢大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: takahoro1993@gmail.com

<sup>9</sup>学生会員 金沢大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)  
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

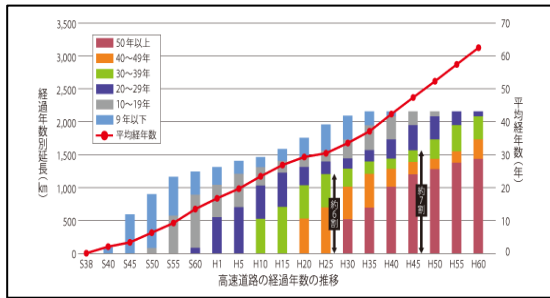
現在高速道路では、大規模な改修工事が行われている。高速道路の改修工事に伴い、工事区間における車線規制を行う必要がある。ドライバーは工事区間による車線規制に伴い、車線変更を余儀なくされる。そこで道路事業者各社は、工事区間前方より、標識などを用いた注意喚起を行っている。しかし近年、工事区間による車線規制に気づかない、もしくは気づくのに遅れ工事区間に突入してくる車両が多数発生している。どのような標識の設置方法であればドライバーに確実に車線変更の必要性を認知させ、安全に車線変更をさせることができるかの検証を行うためには、様々な標識設置パターンを用いて繰り返し実験を行い評価することが必要不可欠である。しかし、実際の道路で様々な標識設置パターンを繰り返し実験するには、コストや安全面などの多くの問題がある。そこで本研究では、ドライビングシミュレータを用いて安全かつ効率的に、標識の効果検証を行った。

**Key Words :** *Driving simulator, Highway, Regulation information board, Lane change*

## 1. はじめに

2012年12月に笹子トンネルの天井板崩落事故が発生した<sup>1)</sup>。事故の原因は、老朽化したボルトが脱落し、つり金具が外れ、コンクリート製の天井板などが連鎖して崩落したことである。この事故の発生後、2013年11月に、インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議においてとりまとめられた、「インフラ長寿命化基本計画<sup>2)</sup>」に基づき、NEXCO各社がインフラ長寿命化計画

を策定し、高速道路の改修工事を行っている<sup>3)</sup>。また、高速道路の約6割が供用から30年以上経過しており、老朽化が顕著です。そのため、早期に大規模更新・修繕事業が必要であり、現在NEXCO中日本においては、高速道路リニューアルプロジェクトが進められており、全国各地で高速道路の更新・修繕が行われています<sup>4)</sup>(図-1)。高速道路の改修工事に伴い、工事区間によって道路には車線規制区間が発生する。車線規制によってドライバーは走行車線または追い越し車線への車線変更を余

図-1 高速道路の経過年数推移<sup>4)</sup>

儀なくされる。ドライバーへの車線規制区間に関する注意喚起を標識などを用いて行っている。しかし近年、工事区間による車線規制を見逃す、もしくは気づくのに遅れ、工事区間に突入してくる車両が多数発生している。例えば、2017年8月には、中央自動車道の工事区間にトラックが突入し、10人の死傷者を出した<sup>5)</sup>(図-2)。工事区間に車両が突入することで発生する事故は、作業員の命に関わるだけでなく、事故処理などによる高速道路の利便性低下にも関わってくる問題であるため、早急に解決すべきである。そのため、道路事業者各社は、工事区間への突入を低減させようと標識の設置方法や、標識以外の誘導物の導入などの様々な工夫をこらしている。複数の方法が考えられる中、道路事業者は事後評価を行い有効な対策を選択する必要があるが、実際に行った対策に関して評価するにはドライバーへの聞き取りが必要であるが、中々難しいのが現状である。また、新規の対策は、実施してみるまで効果が分からないため、大事故を引き起こす可能性がある。また、工事区間の発生により、道路上に新たに標識を設置する必要がある。標識の設置方法は、作業員が標識設置場所まで自動車で向かい、走行車がない隙を見計らって設置するというものである。何10kgとある標識を持って高速道路を横断するのはかなりの危険を伴う。工事区間による車線規制には、工事中だけでなく工事の準備、後片付けにも事故の可能性はある。以上より、最も理想的なのは標識の数を可能な限り削減し、ドライバーに的確に情報を伝達し、規制区間の発生によっておこる事故を減らすことである。しかし、新規の対策や標識の削減を効果も分からないまま実際の道路で実施するのはかなりの危険を伴う。

そこで本研究では、ドライビングシミュレータを用いることで、実際の道路での検証の問題点を克服し、ドライバーの車線変更の意思決定に標識が与える影響を評価することを目的とする。用いる標識は既存のものであり、新規に標識を作成しない。本研究では、標識によってドライバーの車線変更意思にどのような変化があるかという点に着目しており、ドライビングシミュレータの操作性による差異は関係ないものとする。

## 中央道事故

### トラック運転の物流社員逮捕 10人死傷

毎日新聞 2017年9月7日 21時05分 (最終更新 9月7日 21時12分)

社会 > 速報 > 事件・事故・裁判 >



工事現場へ突っ込んだトラック(中央奥)と衝突された工事車両(手前) = 岐阜県多治見市で2017年8月30日、本社ヘリから大西昌彦撮影

岐阜県多治見市の中央自動車道で工事現場にトラックが突っ込み、積み荷などが下を走る国道に落下して死傷者を出した事故で、県警は7日、トラックを運転していた大阪府高槻市柱本6、物流会社社員、村田義明容疑者(47)を自動車運転処罰法違反(過失致死傷)容疑で逮捕した。「(スマートフォンの)地図アプリを起動しようとした」となど供述し、脇見運転を認めているという。

逮捕容疑は8月30日午後1時45分ごろ、多治見市の中央自動車道上り線でトラックを運転中、工事現場に突っ込み、作業員の男性(当時40歳)を脳挫傷で死亡させ、他の作業員4人に重軽傷を負わせたとしている。さらに、積み荷などが落下して国道の車4台も巻き込み、4人に軽傷を負わせたとしている。

図-2 中央道事故記事<sup>5)</sup>

## 2. 既往研究

高速道路だけでなく一般道路における車線変更に関する研究は数多くなされている<sup>6) 7)</sup>。定点カメラを用いた研究や、ドライビングシミュレータと実走実験を組み合わせた研究などと研究手法は多岐にわたる。しかし、車間距離と速度に着目した研究が多く、標識などの車線規制材と車線変更挙動の関係に対して、評価している研究は少ない。車線規制材と車線変更挙動に関するものは、車間距離や速度に比べ、実走実験を行うには多くの問題が発生する。また小川ら<sup>8)</sup>の研究より、簡易ドライビングシミュレータは、交通安全対策の検討に対して、細かな操作性に起因しないような交通事故原因の検討(運転者の見落とし、視距に起因するものなど)には適しているとしている。そこで本研究では、ドライビングシミュレータを用いることで、実走実験における課題を克服し、安全かつ効果的な対策を講じることが可能であるとする。

## 3. 実験概要

標識が車線変更に与える影響の検証を目的として、2019年8月尼御前SA(下り線)において実験を実施した。実験内容としては、ドライビングシミュレータによる走行実験・アンケート調査を行った。被験者はSA利用者であり、ドライバー40名に実施した。なお被験者の年齢は20代5名、30代2名、40代9名、50代8名、60代8名、70代8名であり、性別は男性32名、女性8名であった。また、日常的な運転頻度は、週1~3回が7名、週4~6回が3名、週

7階が29名であった。

(1) ドライビングシミュレータを用いた走行実験概要

直線の道路における、工事区間による走行車線規制と追越車線規制を再現した。それぞれの規制区間において4種類の規制パターンを用意し、各被験者に走行車線規制と追越車線規制を1回ずつ実施した(図-3~図-6)。本研究では、走行車線の結果のみを報告する。工事区間にテーパー部300mあり、テーパー部前1000mにわたって標識が設置してある。現状のものから徐々に標識の数を減らしたパターンを用いて実験を実施した。

走行車線規制について、現況は現在使用されている標識の設置パターンである。パターンAは、現況のものから中分の標識を削減したものである。走行車線規制時は、左車線から右車線への車線変更を促したいため、追越車線側の標識は必要ないと考えた。パターンBは、現況と比較して、走行車線側の標識から文字標識(「右側走行」, 「速度落せ」)を削減し、車線減少の標識を前に移動させたものである。車線減少の標識が最も車線変更意思に影響を与えると考え、前へと移動させた。文字標識は運転中は文字はかえって思考に時間がかかり、判断を遅らせると考え削減した。パターンCは、パターンBの追越車線側の標識を削減したものである。これが最級的な理想形である。

(2) アンケート調査概要

被験者の車線変更意思に影響を与えた標識を明らかにすることを目的に実施した。設問内容は、個人属性(性別, 年齢, 職業), 運転に関して(免許取得日, 運転歴, 日頃の運転頻度, 高速道路の利用頻度), ドライビングシミュレータに関して(操作性, 視認性, 環境性), 標識に関しての4つである。

4. 基礎集計結果

ここでは、被験者がどの標識によって車線変更について認識したかを基礎集計した結果を示す(図-7~図-8)。横軸にテーパーまでの距離をとり、その地点にある標識によって車線変更を認識した被験者の数を縦軸に表している。まず初めに、標識設置の間隔が同じ現況とパターンA, パターンBとパターンCそれぞれにおいて考察する。現況とパターンAでは追越車線側の標識の有無に違いがある。結果として、標識を認識する地点に大きな差が見られなかった。これより、走行車線規制時に追越車線側の標識にはあまり効果がないということが示唆される。パターンBとパターンCにおいては、テーパー800m前地点の追越車線側の車線減少標識の有無に違い

がある。パターンBの方が、車線変更を認識する被験者

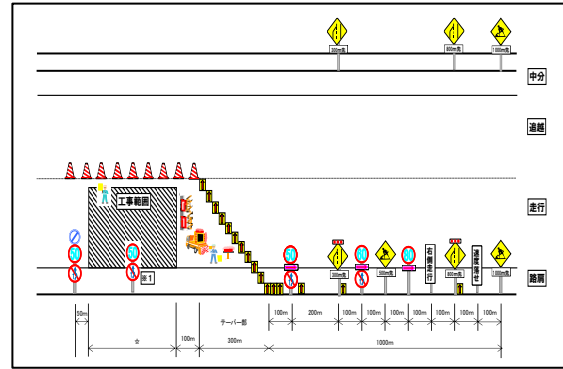


図-3 走行車線規制 (現況)

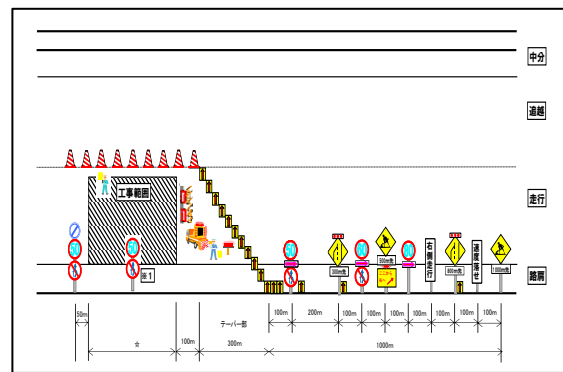


図-4 走行車線規制 (パターン A)

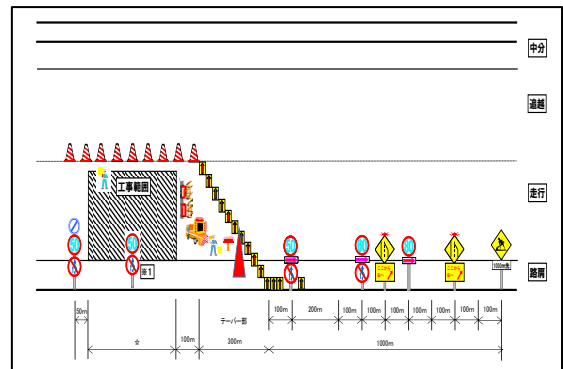
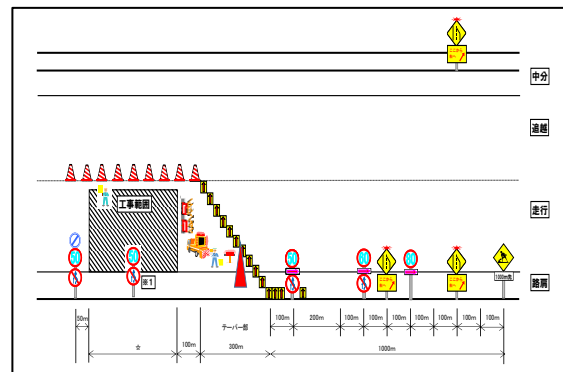


図-6 走行車線規制 (パターン C)

がテーパーにより近くなる結果となった。しかし、多くの被験者がテーパー500m以前に車線変更を認識しており、追越車線側の標識により車線変更を認識した被験者が2人であったことから、現況とパターンAと同様に、追越車線側の標識には効果が薄いことが示唆される。

全パターンを通して、車線変更を最も促していたのは車線減少の標識であることが明らかとなった。また、標識の数を減らした方が、車線減少の標識の効果が高まるということが示唆される。

### 5. まとめと今後の課題

高速道路の老朽化に伴い、大規模なリニューアル工事が全国各地で行われている。工事区間により発生する車線規制区間への自動車の突入事故が多発しており、ドライバーを的確に車線変更させることが重要である。そこで本研究では、ドライビングシミュレータを用いてドライバーの車線変更意思決定に標識が与える影響を明らかにする。ドライビングシミュレータによる走行実験を行った結果、多くの被験者が車線減少標識によって前方の車線減少を認識するということが明らかになった。また、追越車線側の標識は走行車線規制時には効果は薄く、標識の数を減らしてもドライバーの車線変更意思に与える影響は小さいということが示唆された。

今後の課題として、本研究では走行車線のみにとどまっているので、追越車線の分析も進めていく。また、基礎集計のみならず、個人属性なども絡めた詳細な分析を行っていく

#### 参考文献

- 1) 毎日新聞：笹子トンネル事故 中日本高速前社長ら8人書類送検, 2017年11月30日, <https://mainichi.jp/articles/20171130k0000e040245000c>
- 2) 国土交通省：インフラ長寿命化基本計画, 2013年11月29日
- 3) 産経ニュース：高速道路3社 15年で3兆円の大規模更新・修繕費必要, 2014年1月22日, <http://www.sankei.com/economy/news/140122/ec1401220018-n1.html>
- 4) NEXCO中日本HP

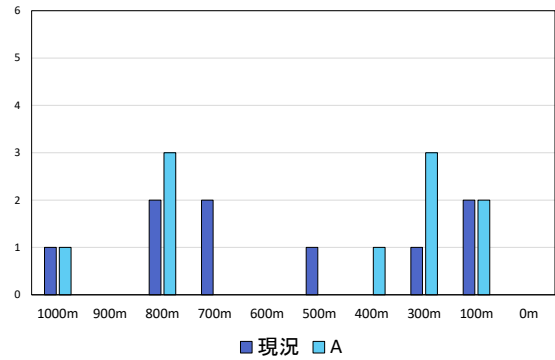


図-7 車線変更認識地点 (現況, パターン A)

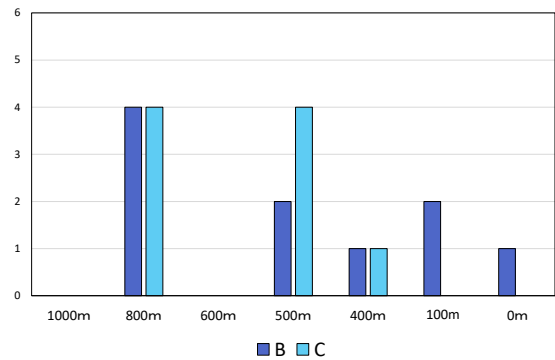


図-8 車線変更認識位置 (パターン B,C)

<https://www.c-nexco.co.jp/koushin/>

- 5) 毎日新聞：トラック運転の物流社員逮捕 10人死傷, 2017年9月7日, <https://mainichi.jp/articles/20170908k0000m040090000c>
- 6) 飯田克弘, 日暮智紀, 高橋秀喜, JianXing, 山下和彦：高速道路の工事規制始端部における規制材配置と車両挙動との関連性分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, no.5, 2010年9月
- 7) 宇野伸宏, 飯田恭敬, 安原真史, 菅沼真澄：一般道織込み部における客観的コンフリクト分析と速度調整モデルの構築, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, no.4, 2003年9月
- 8) 小川圭一, 土井和広, 久坂直樹：交通安全対策の検討に対する簡易ドライビングシミュレータの応用可能性, 交通科学 VOL.37, No.1, 2006, 大阪交通科学研究会, 平成18年10月31日発行

## ANALYSIS ON EFFECT OF REGULATION GUIDE BOARD ON EXPRESSWAY USING DRIVING SIMULATOR

Kazuto MURA, Makoto FUJII, Jyunichi TAKAYAMA, Yuto SHIOZAKI, Hiroshi SERIKAWA, Kouici TAKASE, Kazuhisa YAMAMOTO, Takahiro MINAMI, and Yuma MORISAKI