

# ITS技術と既存安全施設が高速道路利用者の安全走行に与える影響：SP調査による評価\*

## Effects of ITS Technologies and Existing Safety Facilities on Driving Behavior on Expressways: An Evaluation based on Stated Preference Survey\*

楠橋康広\*\*・藤原章正\*\*\*・張峻屹\*\*\*

By Yasuhiro KUSUHASHI\*\*・Akimasa FUJIWARA\*\*\*・Junyi ZHANG\*\*\*

### 1. はじめに

平成21年の交通事故統計<sup>1)</sup>によると、高速道路での交通事故による死者数は178人で、6年連続の減少となったが、高速道路での致死率(0.92%)は、全道路の致死率(0.54%)の1.7倍となっており、一旦交通事故が発生すると重大事故につながりやすいことを示している。法令違反別では、前方不注視と動静不注視が全体の6割以上を占めている。前方不注視や動静不注視の大部分はドライバーのヒューマンエラーに起因するため、ドライバーによる危険の認知・判断・行動のサポートを目的とした、ITS技術を活用した安全運転支援は交通事故削減に有効な手法の一つであり、国土交通省では全国的高速道路を中心に路車協調型の路側機の整備を進めている<sup>2)</sup>。

ITSを有効に機能させるには、ドライバーがヒューマンエラーに陥りやすい場面で適切に注意喚起することが重要である。しかし、この注意喚起にはITSだけではなく、実際の走行場面において既存の交通安全施設の役割も無視できない。したがって、既存安全施設との対比に基づき適切に評価を行う必要がある。そのため、ITS施設と既存安全施設を組み合わせた場面で、これらの安全施設がドライバーの行動選択に及ぼす影響を評価することが求められる。

ITS技術と既存安全施設による注意喚起には多くの組み合わせが考えられる。これらの場면을再現するには、調査に要する費用や時間の点でコンピューターグラフィックスを用いて、実現しうる仮想の場면을想定することが現実的であり、ドライビングシミュレータ(以下DS)や走行ビデオを活用した調査研究事例が報告されている<sup>3),4)</sup>。DSや走行ビデオは現場に近い臨場感を再現できるメリットがあるが、実験設備が大掛かりになり、動画の精度に比例してコストも増加する。また、複数の代替案から選好情報を得る場合、被験者が幾つもの動画を見比べるため時間も要する。

一方、仮想の場면을想定して選好情報を得る手法としては、交通需要予測分析で新しい交通サービスに対する需

要予測の際に、SP調査により収集したデータを用いることが多くなっている<sup>5)</sup>。SP調査は、回答者の回答と実際の行動が必ずしも一致しないデメリットがあるが、質問の属性や水準値を自由に設定できる。また、回答者に質問を繰り返すことによって1人からいくつもの選択意向を得ることができるためデータ収集の効率が高等のメリットがある。

本研究は、交通事故削減のためにITS技術と既存安全施設による注意喚起がドライバーに及ぼす効果を評価し、効果的な安全施設の組み合わせを明らかにすることを目的とするものである。そのため、多くの交通安全施設の組み合わせからドライバーの選好情報を効率よく収集・分析する必要があり、交通需要予測に用いられることが多いSP調査により、ドライバーの行動選択意向の評価を行ったものである。

### 2. SP調査の設計

#### (1) 設計方針

調査は、高速道路走行中にヒューマンエラーが生じやすい場面として、インターチェンジ流入時(以下IC流入)、ICや休憩施設から本線に流入してくる車を発見した時(以下側方から流入車)、トンネルに入る時(以下TN入口)、カーブした下り坂を走行している時(以下カーブした下り坂)の4場면을設定した。(写真-1)



写真-1 設定した場面

ITSによるドライバーへの注意喚起は車載器により行うものとし、音声のみによる注意喚起(以下ITS(音))と、画像と音声で連動した注意喚起(以下ITS(画))を

\*キーワード：ITS、交通安全、SP調査

\*\*正員、工修、広島大学大学院国際協力研究科

(東広島市鏡山1-5-1、TEL:082-831-4111)

E-mail: y.kusuhashi.aa@w-nexco.co.jp)

\*\*\*正員、工博、広島大学大学院国際協力研究科

想定した。また、カーブした下り坂では、車速を検知してLED警告板により注意喚起する既存の施設もITSのカテゴリーに加えた（以下ITS(板)）。

また、TN入口では、TN入口での追突事故対策としてのTN照度upを属性に加えた。カーブした下り坂では、既存安全施設の組み合わせ効果に加えて、ITSと組み合わせた場合の効果についても評価することとし、表-1に示すような属性と水準を設定した。

表-1 設定した場面の属性と水準

場面	属性	水準			
IC流入	ITS	無	音	画	
側方から合流車	ITS	無	音	画	
TN入口	照度up	無	有		
	ITS	無	音	画	
カーブした下り坂	矢印板	無	有		
	導流レーンマーク	無	有		
	注意喚起標識	無	文	図	
	薄層舗装	無	有		
	ITS	無	板	音	画

(2) 実験計画

SP調査を設計する際に、表-1に示すようにカーブした下り坂の場面では5属性で最大4水準となるため、完全要因配置計画とした場合、質問数は $2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 4 = 96$ 個になってしまう。そのため、回答者が回答に疲れていくつかの質問を無視したり、集中力が散漫になって回答誤差が増えたりする可能性がある。そこで、実験計画法の直交配置の考え方に基づいた一部要因配置計画により、ITSと既存安全施設を組み合わせた16個の場面に質問数を削減した。さらに、16個の場面を2重制約選択計画により4個の質問集合に配列した<sup>9)</sup>。

表-2に、実験計画法により設計したトンネル入口とカーブした下り坂について、交通安全施設を組み合わせた質問場面と質問集合を、表-3に、4つの場面を統合した質問パターンを示す。

(3) サンプルのスクリーニング

SP調査は、サンプリングの際のスクリーニングが重要であり、調査目的に合致した、偏りのない選好情報を収集する必要がある。本研究の調査は高速道路上での行動選択に関する選好情報収集を目的とするため、表-4に示す条件によりスクリーニングを行った。

本研究では、モニター数がそれぞれ約130万人と約200万人を有する2つのウェブ調査会社に依頼してSP調査を行った。調査の実施にあたり、表-4に示すスクリーニ

表-2 設定した質問場面と質問集合

場面：トンネル入口

質問集合	質問場面	照度up	ITS
集合A	1	無	画
	2	有	無
	3	有	音
集合B	4	無	音
	5	有	画
	6	無	無

場面：カーブした下り坂

質問集合	質問場面	矢羽根	導流LM	標識	薄層舗装	ITS
集合①	1	有	有	図	無	音
	2	無	有	無	有	無
	3	無	無	図	有	画
	4	無	有	図	無	板
集合②	5	有	無	無	無	板
	6	有	有	無	有	板
	7	有	無	図	有	無
	8	無	有	無	有	音
集合③	9	有	有	文	無	無
	10	有	有	無	有	画
	11	無	無	文	有	板
	12	無	無	無	無	無
集合④	13	無	無	無	無	音
	14	有	無	無	無	画
	15	有	無	文	有	音
	16	無	有	文	無	画

表-3 実験計画法による質問パターン

	IC流入	側方から合流車	TN入口	カーブした下り坂	質問数	回答者数
パターン1	(3)	(3)	A(3)	①(4)	(13)	200
パターン2	(3)	(3)	A(3)	②(4)	(13)	200
パターン3	(3)	(3)	B(3)	③(4)	(13)	200
パターン4	(3)	(3)	B(3)	④(4)	(13)	200

表-4 スクリーニングの条件

項目	条件
性別・年齢	・自動車運転免許保有者の全国平均構成比（平成20年末）
運転経験等	・自動車運転免許を保有している ・ペーパードライバーではない ・職業ドライバーではない ・過去1年間で高速道路の運転経験がある

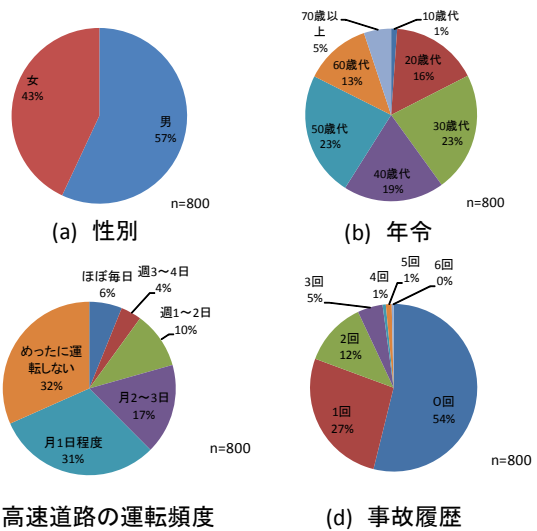


図-1 被験者の属性

ング条件をもとに、2つの調査会社の全モニター数における性別と年齢の分布に従うよう回答者を募集してもら

った。なお、調査自体はウェブ調査会社のウェブ調査システム上で実施され、表-3に示す4つのパターンについて各200サンプル、全体で800サンプルのデータを収集した。図-1に回答者の属性として、性別、年齢、高速道路の運転頻度、過去の事故履歴を示す。

### 3. 調査結果の分析

#### (1) 場面別安全行動の選択意向の動向

##### a) IC流入

図-2に、選択意向の集計結果を示す。

この場面では、現況でも「必ず目視で確認してから合流する」を選択した回答者が87%を占めた。その結果、車載器から音声や画像による注意喚起がある場合でも、回答者の選択意向に大きな変化がない結果になった。

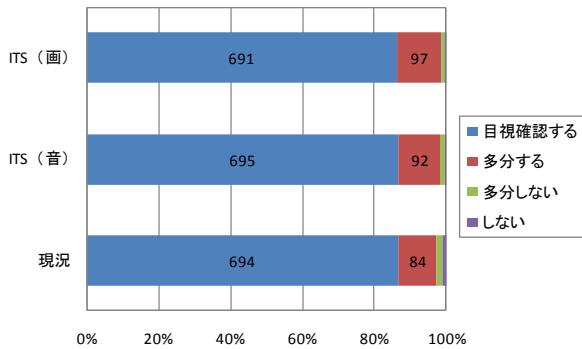


図-2 選択意向の動向 (IC流入)

##### b) 側方から流入車

図-3に、選択意向の集計結果を示す。

この場面では、現況から ITS(音)、ITS(画)へと移行するにつれて、「多分進路を譲る」から「必ず進路を譲る」へと積極的な安全行動を選択した回答者が増加した。一方で、「多分譲らない」、「譲らない」といったネガティブな行動を選択した回答者も増加した。そのため、ITSによる注意喚起が側方から流入してくる車に対して進路を譲るといふ安全行動の選択意向に寄与しているとは断言できない結果となった。

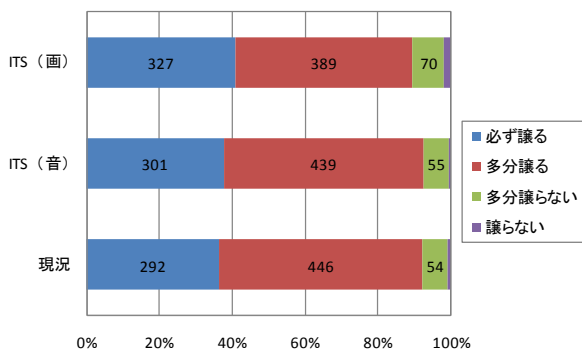


図-3 選択意向の動向 (側方から流入車)

##### c) トンネル入口

図-4(a), (b)に、照度up無、有それぞれの場合で、ITSの有無による選択意向の集計結果を示す。

照度up無のケースでは、ITSの効果はそれほど認められないが、照度up有のケースでは、「(必ず、多分)減速する」を選択した回答者が増加した。このことは、照度upされたトンネルは、照度upされない場合より走行性が向上するため速度が上がりやすくなっており、その場合にITS(音)、または、ITS(画)で減速を促すことによる効果を期待できることを示していると考えられる。

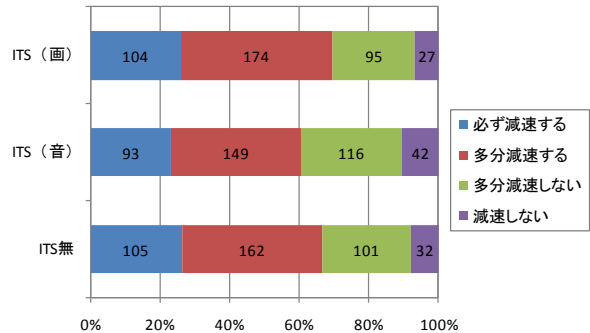


図-4(a) 選択意向の動向 (照度up無)

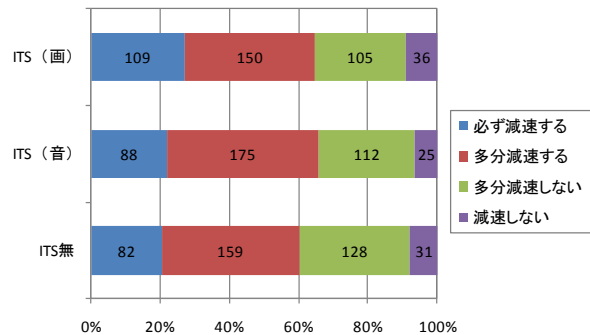


図-4(b) 選択意向の動向 (照度up有)

##### d) カーブした下り坂

カーブした下り坂の調査結果を評価するために、「必ず減速する」:3点、「多分減速する」:2点、「多分減速しない」:1点、「減速しない」:0点として、各質問場面の点数の和で比較した。点数が高いほど減速する可能性が高いことを示している。結果を図-5に示す。

無対策の「質問場面12」の点数が最も低く、次いで、矢印板とITS(板)のみの「質問場面5」が低かった。点数が最も高かったのは、文字のみの注意喚起標識、薄層舗装、ITS(板)の「質問場面11」となり、次いで、「質問場面10」、「質問場面9」となった。

点数が1位の「質問場面11」と2位の「質問場面10」の既存安全施設に着目すると、矢羽根、導流レーンマーク、標識については、一方が「有」の場合は他方が「無」だった。一方、薄層舗装は両者とも「有」で、ITSも

(板)と(画)の違いはあるものの両者とも「有」だった。  
 この結果から、薄層舗装とITSが、カーブした下り坂区間の安全運転行動の改善に寄与する度合いが大きいと考えられる。また、点数3位の「質問場面9」は、ITSが「無」の設定にもかかわらず注意喚起効果が高いと考えられ、ITS導入のコストがネックとなる場合は、既存安全施設をうまく組み合わせることで、ITS導入と同等の効果が期待できる可能性を示唆していると考えられる。

(2) 回答者の属性による安全行動の選択意向の動向

a) 年齢層別

図-6に、回答者の属性のうち年代に着目して13個の質問場面で「必ず～する」という積極的な安全行動を選択した回答者比率を示す。

TN入口の場面と、カーブした下り坂の場面では年齢層別で積極的な安全行動を選択する比率がばらついた。また、4つの場面を総じて、60歳以上の回答者が積極的

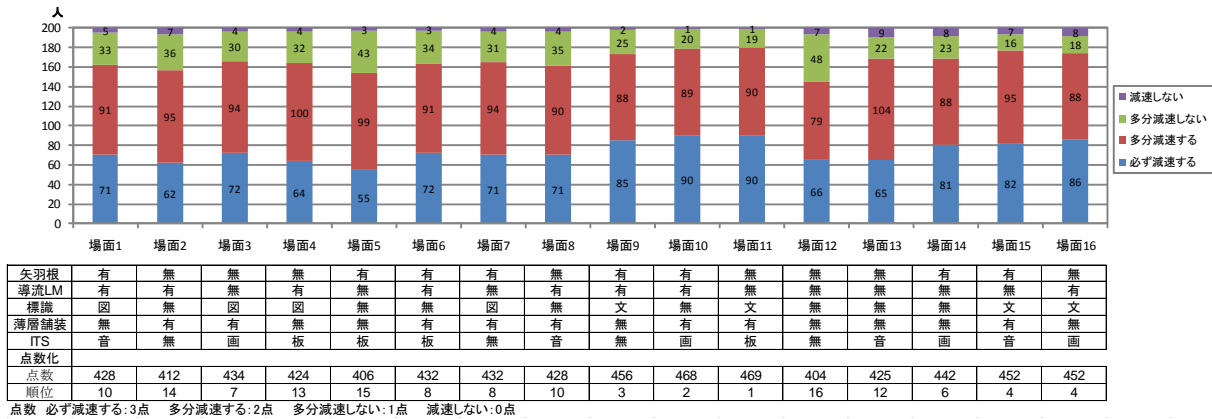


図-5 選択意向の動向 (カーブした下り坂)

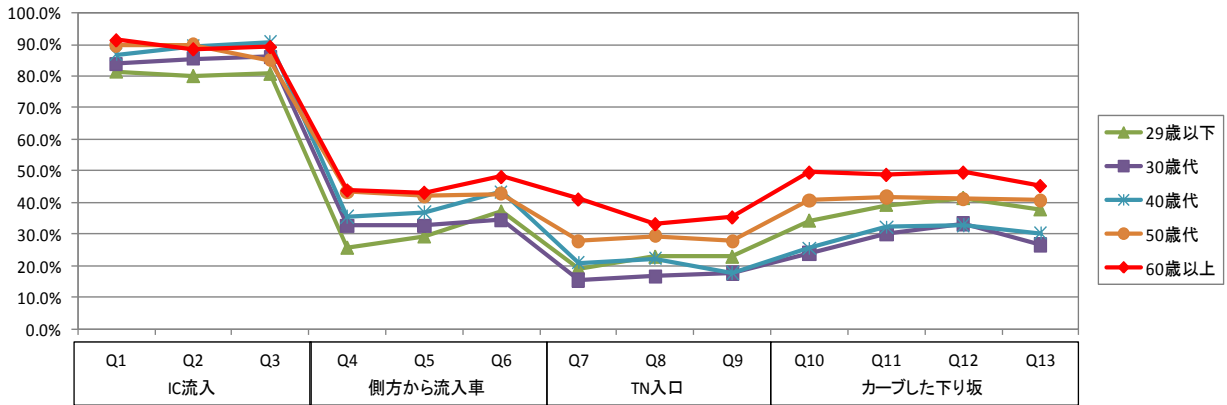


図-6 選択意向の動向 (年代別)

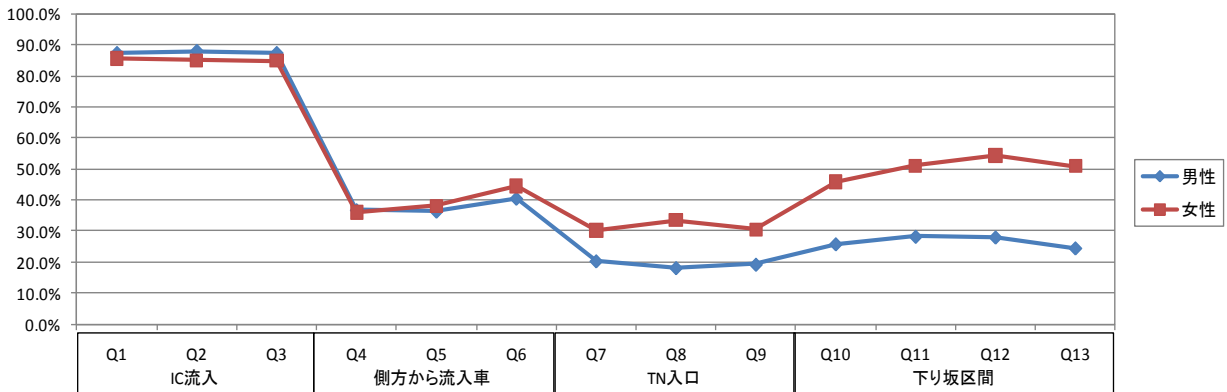


図-7 選択意向の動向 (性別)

に安全行動を選択する比率が高く、次いで50歳代が高かった。このことは、交通行動の社会心理学の主張<sup>7)</sup>をもとに解釈してみると、年齢が高い層は、運転経験の蓄積によって、危険を認識するスキルを獲得したことにより、リスク回避行動を選択する者の割合が高くなっていることによるものと考えられる。

#### b)性別

図-7に、性別による、質問場面別の積極的な安全行動を選択した回答者比率を示す。

IC合流時と側方から流入車の場面では、性別による差はほとんど見られないが、TN入口とカーブした下り坂の場面では男性より女性の方が積極的な安全行動の選択意向が高かった。特にカーブした下り坂区間では、性別による差が顕著になった。このことは、図-8に示したように、女性の方が無事故の回答者の比率が高かったことによると考えられる。

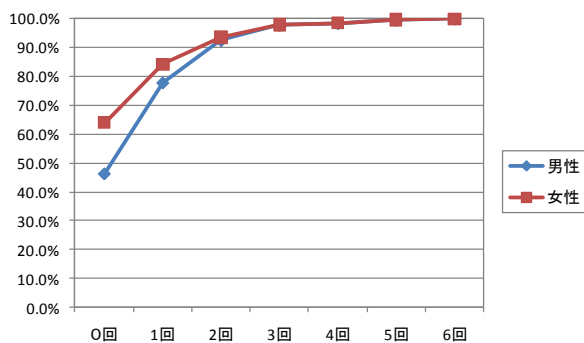


図-8 性別の事故履歴累積比率

#### 4. まとめと今後の課題

ITS技術と既存安全施設が高速道路利用者の安全走行に与える影響を把握するために、ウェブ型SP調査を実施した。調査結果を集計分析することにより、本調査で想定した4つの走行場面でITS技術の有効性について、以下の結論を得ることができた。

- ① IC合流時は現況でも本線を走行する車の有無を必ず目視で確認してから合流する回答者が87%を占めており、ITSの効果は限定的と考えられる。
- ② 側方から合流車の場面では、ITSによる注意喚起は進路を譲るといふ安全行動にはつながりにくい。
- ③ TN入口の場面では、追突事故対策として照度upされて走行性が向上した条件下で、ITS(画)による注意喚起は安全行動に寄与する可能性が高い。
- ④ カーブした下り坂では、ITS単独で注意喚起するよりも既存安全施設と組み合わせの方が有効である。

以上を総合すると、IC流入時のように、現況でもドライバーが「目視で確認」・「減速する」等の安全行動を必要とする場面では、ITSによる更なる安全行動の選

択はあまり期待できないと考えられる。一方、無意識のうち速度が上がる等の危険な状態に陥りやすい所、例えば、TN入口が照度upされていて速度が上がりやすくなる場面や、カーブした下り坂ではITSによる注意喚起により安全行動の促進が期待できると思われる。

前述の結論は、あくまでも被験者の平均的な反応をもとに導かれたものである。今後は、集計したSP調査結果を統計的に分析して、ITS種別毎の優劣や、ITSと組み合わせることでより確実な注意喚起効果が期待できる既存安全施設の評価を行っていく必要がある。また、被験者によって反応が異なると考えられるため、個人レベルでの回答結果をそのまま活かして再評価を実施することが求められる。更に、SP調査の回答は、実際の行動と異なる結果を示すことがあるため、公道実験で得られたデータと分析・照合して、ITS技術と既存安全施設が高速道路利用者の安全走行に与える影響について、評価手法の精度アップを図っていく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 警察庁：平成21年中の交通事故の発生状況、  
<http://www.npa.go.jp/toukei/index.htm>  
(アクセス：2010年4月26日)
- 2) 国土交通省道路局：スポット通信サービス(DSRCサービス)の展開について、  
[http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/spot\\_dsrc/index.html](http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/spot_dsrc/index.html)  
(アクセス：2010年4月26日)
- 3) 例えば、久坂直樹、宮本賢治他：ドライビングシミュレータ(MOVIC-T4S)を用いた暫定2車線高速道路における運転者挙動と心理状況の関係分析、土木計画学研究・講演集、Vol.36, 2007(CD-ROM)。
- 4) 例えば、酒井隆、内田敬：高速道路の2車線および多車線区間の満足度推計モデル、土木計画学研究・講演集、Vol.40, 2009(CD-ROM)。
- 5) 例えば、尾形信一、倉内慎也他：SPデータを活用した新規都市鉄道路線の需要予測に関する研究、土木計画学研究・講演集、Vol.36,2007(CD-ROM)
- 6) 藤原章正、杉恵頼寧：選好意識調査の設計の手引き、交通工学、Vol.28, No.1, pp.63-71, 1993。
- 7) 高木修：交通行動の社会心理学、北大路書房、2005