

# 事故リスク情報がドライバーの 選択行動に与える影響に関する研究

村上 和宏<sup>1</sup>・倉内 慎也<sup>2</sup>・吉井 稔雄<sup>3</sup>・大西 邦晃<sup>4</sup>・川原 洋一<sup>5</sup>  
高山 雄貴<sup>6</sup>・兵頭 知<sup>7</sup>

<sup>1</sup>学生会員 愛媛大学大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)  
E-mail: murakami.kazuhiro.10@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 愛媛大学准教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)  
E-mail: kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 愛媛大学教授 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)  
E-mail: yoshii@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>4</sup>非会員 西日本高速道路株式会社 (〒760-0065 香川県高松市朝日町4-1-3)  
E-mail: k.onishi.aa@w-nexco.co.jp

<sup>5</sup>非会員 西日本高速道路株式会社 (〒760-0065 香川県高松市朝日町4-1-3)  
E-mail: y.kawahara.aa@w-nexco.co.jp

<sup>6</sup>正会員 愛媛大学助教 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)  
E-mail: takayama@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>7</sup>学生会員 愛媛大学大学院 理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)  
E-mail: hyodo.satoshi.07@cee.ehime-u.ac.jp

本研究では自動車交通事故を削減するための方法として、潜在的な事故リスク情報の提供によって安全性の高い経路へ変更を促すことを目的に、その情報提供手法について検討を行った。具体的には、情報の質や提示方法が異なる幾つかの事故リスク情報を、紙面によるアンケート形式で被験者に提示したSP調査を実施し、当該情報が自動車利用者の経路選択行動に及ぼす影響を分析した。その結果、情報の質については、交通事故現場に遭遇するまたは事故渋滞に巻き込まれる確率を提示した事故遭遇リスク情報が、安全な経路の選択に影響を及ぼす可能性が高いという結果を得た。また、情報の提示方法として、リスク情報を確率等の数値情報として提供した場合と2経路の比較情報として提供した場合を検討したところ、交通行動への影響には大きな差がないという結果を得た。

**Key Words :** *traffic accidents, accident risk, provision of information, stated preference survey*

## 1. はじめに

高速道路上での死亡事故は、平成22年から全国的に増加傾向にあり、渋滞や人身、ものの損失など、社会的・経済的に大きな損失を生んでいる。また、近年では財政面の制約のため、コストの大きいハード対策を講じていくのが困難になりつつあり、比較的成本の低いソフト対策が注目されている。しかし、ソフト対策は事故削減効果の面においてハード対策より遅れをとっている。そこで本研究では、事故削減に効果的なソフト対策として、高速道路の持つ潜在的な事故発生リスクに関する情報を道路利用者に提供することで、安全性の高い経路へ

の変更を促すことを想定している。吉井ら<sup>2)</sup>は、道路利用者に対して強いインパクトを与える可能性を有する事故リスク指標として、高速道路走行時に事故現場に遭遇する可能性を表す“期待事故遭遇件数”、高速道路走行時に失う可能性のある損失額である“事故損失リスク”の2指標を提案している。本研究では、それら質の異なる2つの指標と事故発生リスクの値を対象とする経路ごとに算出し、提示する文言を検討した上で事故リスク情報として道路利用者に与えた。加えて、本研究では、新しく数値情報と強調情報の2種類の情報提示方法を考案した。次に、事故リスク情報の提供による行動変化を把握するために、SP調査を含むアンケート調査を企画・

実施し、どの種類の事故リスク情報または情報提示の方法が道路利用者により安全な経路を選択させる効果が高いのかを分析した。

## 2. 事故リスク

本章では、まず、交通事故分析等において用いられる事故発生リスク指標と、吉井ら<sup>2)</sup>が提案した質の異なる2種類の事故リスク指標を紹介し、次いで、それらを情報として道路利用者にわかりやすく伝えるための方法を検討する。

### (1) 事故リスク指標の種類

#### a) 事故発生リスク

事故発生リスクとは、交通事故件数を車両走行台キロで除した値であり、通常、1億台キロあたりの事故件数として表される。事故発生リスクは、道路幾何構造および走行環境によって異なるため、物損事故や人身事故等の事故形態ごとに区間や走行環境別に算出されることが多い。吉井ら<sup>2)</sup>では、道路幾何構造要因として車線数および曲率半径、縦断勾配、トンネル区間、環境要因として時間帯および降水量、平日・休日の、それぞれの要因を組み合わせたものを1つの走行状態カテゴリーとして、式(1)のように、道路区間を100mごとに分割した上で、5分間ごとのカテゴリー別・事故形態別事故発生リスクを算出している。

$$R_{ij} = \frac{N_{ij}}{D_i} \times 10^8 \quad (1)$$

ここに、 $R_{ij}$ : 走行状態カテゴリー*i*における事故形態*j*の事故発生リスク[件/億台キロ]、 $N_{ij}$ : 走行状態*i*において発生した事故形態*j*の事故件数[件]、 $D_i$ : カテゴリー*i*における車両走行台キロ[台・km]、である。

よって、時間帯*t*に道路区間*k*を単位距離(1km)走行した場合の事故発生リスクは、式(2)を用いて算出される。

$$R_{kt} = \frac{\sum_k \sum_j R_{ij}}{m_k} \quad (2)$$

ここに、 $R_{kt}$ : 区間*k*時間帯*t*における事故発生リスク[件/億台 km]、 $m_k$ : 道路区間*k*における100m区間数、である。

#### b) 期待事故遭遇件数

期待事故遭遇件数とは、ある時間帯にある特定の道路区間を走行した場合に遭遇する事故件数の期待値を示す。期待事故遭遇件数は事故発生リスクに平均事故処理時間と交通量を乗じて算出する。具体的には、時間帯*t*に道

路区間*k*を単位距離(1km)走行した場合の期待事故遭遇件数 $F_{kt}$ は式(3)を用いて算出される。

$$F_{kt} = Q_{kt} T_t R_{kt} \times 10^{-8} \quad (3)$$

ここに、 $Q_{kt}$ : 区間*k*時間帯*t*の時間あたり通行台数[台/時]、 $T_t$ : 時間帯*t*の平均事故処理時間[時間/件]、 $R_{kt}$ : 区間*k*時間帯*t*における事故発生リスク[件/億台 km]、である。なお、平均事故処理時間とは、交通事故データより得た交通管理隊および警察のうち最も遅く事故現場を退去した時刻と事故発生時刻との差を事故処理時間とし、各時間帯においてその平均値を算出したものである。

#### c) 事故損失リスク

事故損失リスクとは、ある時間帯にある特定の道路区間を走行した場合に、事故によって被る被害金額の期待値を示す。時間帯*t*に道路区間*k*を単位距離(1km)走行した場合の事故損失リスク $C_{kt}$ は式(4)を用いて算出される。

$$C_{kt} = \sum_j G_j R_{ktj} \times 10^{-8} \quad (4)$$

ここに、 $G_j$ : 事故形態*j*の平均損失額[円]、 $R_{ktj}$ : 区間*k*時間帯*t*における事故形態*j*の事故発生リスク[件/億台 km]、である。なお、平均損失額については、H20費用便益分析マニュアル<sup>3)</sup>に用いられている値を採用し、物損事故469(千円)、人身事故11,406(千円)とする。

### (2) 経路ごとの事故リスク指標

前節で紹介した事故リスク指標は、いずれも区間ごとの指標であるため、道路利用者にとってわかりやすいとは言いがたい。そこで、道路利用者の視点に立ち、各指標を経路ごとに算出すると以下ようになる。

ODペア*rs*間における経路*l*の事故発生リスク $R_l^{rs}$ は式(5)のように表わされる。

$$R_l^{rs} = \frac{\sum_{a \in l} \sum_{kj} \delta_{a,l}^{rs} R_{ktj}}{O_l^{rs}} \quad (5)$$

ここに、 $\delta_{a,l}^{rs}$ : ODペア*rs*間の経路*l*にリンク*a*が含まれるとき1、含まれないとき0となる変数、 $O_l^{rs}$ : ODペア*rs*間の経路*l*を構成するリンク(道路区間)数、である。

次に、ODペア*rs*間の区間*k*、時間帯*t*における事故遭遇リスクは式(6a)で算出される。

$$F_{kt}^{rs} = x_a T_t R_l^{rs} \times 10^{-8} \quad (6a)$$

この時、リンク交通量 $x_{al}$ は、

$$x_a = \sum_{rs} \sum_l \delta_{a,l}^{rs} h_l^{rs} \quad (6b)$$

よって、ODペア*rs*間の経路*l*の事故遭遇リスクは、

$$F_l^{rs} = \sum_k F_{kt}^{rs}$$

$$= \sum_l \sum_{rs} \sum_l \delta_{a,l}^{rs} h_l^{rs} T_l^{rs} \frac{\sum_{rs} \sum_l \delta_{a,l}^{rs} R_{ktj}}{O_l^{rs}} \times 10^{-8} \quad (6c)$$

ここに、 $h_l^{rs}$ ：ODペアrs間の経路lの交通量，である。

また、ODペアrs間の経路lの事故損失リスクは、式(7b)で算出される。

$$C_{kt}^{rs} = \sum_j G_j R_l^{rs} \times 10^{-8} \quad (7a)$$

$$C_l^{rs} = \sum_k C_{kt}^{rs}$$

$$= \sum_l \sum_j G_j \frac{\sum_{rs} \sum_l \delta_{a,l}^{rs} R_{ktj}}{O_l^{rs}} \times 10^{-8} \quad (7b)$$

ここに、 $C_{kt}^{rs}$ ：ODペアrs間の区間k，時間帯lにおける事故損失リスク， $C_l^{rs}$ ：ODペアrs間の経路lの事故損失リスク，である。

### (3) 事故リスク情報

前節で算出した経路ごとの事故リスク指標は、いずれも数値で表されるものであるが、中には事故発生リスクのように、その値が非常に小さく、道路利用者が理解しづらい可能性がある。そこで、本研究では、事故リスク指標ごとに情報提示形式を検討し、以下のように簡潔な文言で提供することとした。

#### a) 事故発生リスク情報

「事故を起こす確率は○回中△回」という形式で、当該経路を○回走行した場合に、事故を△回起こすことを示す情報 (図-1)。例として、大洲～松山の高速道路での事故発生リスク値は約0.00001～約0.00005の間であり、道路利用者へ情報提示する際には、10万回に1回～2万回に1回の確率で事故を起こすということになる。なお、後述するアンケート紙面上においては“「事故を起こす確率は10万回中1回」とは、仮に大洲市中心部から松山市中心部間をクルマで10万回走行したら1回事故を起こすことを指します。”という事故リスク情報の補足を記述している。

#### b) 事故遭遇リスク情報

「事故に遭う確率は○%」という形式で、当該経路を走行した場合、○回に△回の割合で事故現場を見るまたは事故渋滞に巻き込まれることを示す情報 (普段より経験のある事故渋滞に巻き込まれる確率を示すことで道路利用者の安全経路の選択を促すことを目的とした情報)

(図-2)。例として、大洲～松山の高速道路では0.1～1.8%の値をとる。なお、アンケート紙面上においては

高速道路ルート “あなた”が事故を起こす確率は2万回中1回

一般道ルート “あなた”が事故を起こす確率は1万回中1回

図-1 SP調査で提示した事故発生リスク情報の例

高速道路ルート “あなた”が事故に遭う確率は1%

一般道ルート “あなた”が事故に遭う確率は10%

図-2 SP調査で提示した事故遭遇リスク情報の例

高速道路ルート “あなた”が1回走行するあたりに失うお金は25円

一般道ルート “あなた”が1回走行するあたりに失うお金は250円

図-3 SP調査で提示した事故損失リスク情報の例

“「事故に遭う確率は1%」とは、仮に大洲市中心部から松山市中心部間をクルマで走行したら、100回中1回の割合で事故現場を見ることを指します。その場合、事故渋滞に巻き込まれ、目的地までの到着が遅れることがあります。”という事故リスク情報の補足を記述している。

#### c) 事故損失リスク情報

「一回走行するあたりに失うお金は○円」という形式で、当該経路を走行した場合の事故による被害額の期待値を示す情報であり、この情報は、上記の事故発生リスク指標 (確率) に事故一件あたりの平均被害額を乗じて経路ごとに算出したものである (図-3)。例として、大洲～松山の高速道路では114～1124円が事故によって損失する期待額である。なお、アンケート紙面上においては“「一回走行するあたりに失うお金は50円」とは、大洲市中心部から松山市中心部間をクルマで走行した場合、事故により1回あたり平均して50円の損失を被ることを示しています。これは、事故を起こす確率と、事故一件あたりの平均被害額に関する過去のデータから計算した値になります。”という事故リスク情報の補足を記述している。

### (4) 事故リスク情報の提示方法

前節で示した事故リスク情報は、例示した大洲～松山のように、短距離区間では必然的に値が小さくなり、絶対評価がしにくい可能性がある。そこで、本研究では、以下のように数値情報としてのそのまま提供することに加え、2経路間での相対評価として情報を提示することを併せて検討することとした。

#### a) 数値情報

経路ごとの事故リスク算定値そのままの数値を使用した情報の提示方法 (図-4)

高速道路ルート “あなた”が事故に遭う確率は1%  
 一般道ルート “あなた”が事故に遭う確率は10%

図-4 SP調査で提示した数値情報の例

“一般道ルート”は“高速道路ルート”に比べ  
 事故に遭う確率が“10倍”  
 (高速道路ルートでは“1%”, 一般道ルートでは“10%”)

図-5 SP調査で提示した強調情報の例

表-1 SP調査対象

区間	経路	対象トリップ
①大洲～松山(休日)	一般道ルート(国道56号)	買い物・観光・娯楽
②大洲～松山(平日)	高速道路ルート(松山自動車道)	通勤・通学
③川之江～神戸(休日)	高松道(瀬戸大橋経由)ルート	買い物・観光・娯楽
④川之江～神戸(業務)	徳島道(明石大橋経由)ルート	業務

## b) 強調情報

2経路の事故リスク情報を比較した値(倍率)を使用した情報の提示方法(図-5)

## 3. SP調査

本研究では、前章で提案した事故リスク情報の提供が、道路利用者の経路選択行動に与える影響を明らかにするために、2013年10月に愛媛県内の高速道路および一般道路利用者、物流事業者を対象としてアンケート形式のSP調査を行った。表-1に対象とした区間、経路、道路利用者を示す。

### (1) 想定する情報提供状況

事故リスク指標に関する情報提供はこれまで実施されていないために、本研究では仮想の状況を想定し、道路利用者が事故リスク情報を取得した際にどのような交通行動をとるのかを把握するSP調査を実施した。交通情報にはプレトリップ情報とen-route情報があるが、本アンケート調査では被験者に伝える情報が複雑なることを避けるために、状況設定を簡易に行うことのできるプレトリップ情報の提供を対象とした。なお、プレトリップ情報の提供手段としては、複数の行動選択肢が比較的わかりやすく提示できるインターネットでの情報提供を想定してアンケート用紙を作成した。

### (2) 対象区間・対象経路

各事故リスク指標の値は、経路やトリップ長によって異なるとともに、一般道の事故リスクとも大きく異なるものである。また、経路選択行動についても、経路種別やトリップ長によって意思決定のメカニズムが異なるものと考えられる。そこで本調査では、一般道vs高速道路、

高速道路上の異なる2経路間での選択行動を対象とした。また、SP設問に対する回答のしやすさを考慮し、2肢選択状況を想定した。

### (3) 対象とする道路利用者

「出勤の場合は所要時間を重視して経路の選択を行うが、観光・娯楽・買い物のような私事目的の場合は走行にかかる費用を重視する」というように、当日の道路利用目的で所要時間、費用または事故リスク情報への感性が異なると考えられる。そこで、本研究の調査では、通勤・通学、買い物・観光・娯楽および業務の3種類のトリップ目的別にアンケート調査を行った。

### (4) SP調査の属性

SP調査の属性としては、本研究の主眼である「事故リスク情報」(事故発生リスク、事故遭遇リスク、事故損失リスクの内1種類)、「情報提示パターン」に加え、経路選択に大きな影響を与えられられる「所要時間」、「費用」の、合計4属性を考慮した。

### (5) SP調査の水準設定

属性ごとに水準の設定を行った。ここで、SP調査で得られたデータは線形効用関数を仮定した二項ロジットモデルを用いて分析を行うこととしている。その場合、本調査で想定する二肢選択状況では、2つの選択肢間の属性値の差のみが問題となるため、今回の調査では、各属性値の差を現実的な範囲で2水準ずつ設定し、それに対応するように各選択肢の属性値をそれぞれ算出した。以下にそれぞれの属性ごとの水準設定の詳細を示す。また、各属性の水準の設定値を表-2に示す。

#### a) 所要時間

対象区間ごとに、一方の経路の総所要時間を固定し、次に2経路間の総所要時間の差を現実的な範囲内で2ケース設定し、他方の経路の総所要時間を算出した。その際、各経路を構成する高速道路および一般道路の区間長から、設定した総所要時間を実現するための走行速度を逆算し、それが法定速度内で現実的な範囲に収まるかどうかのチェックを行った。

#### b) 費用

一般道の利用については、大洲～松山間の短距離移動のみを考慮するため、ガソリン代等の走行にかかる費用はほとんど考慮していないものと考え、0円に設定した。同様に、高速道路利用にかかる走行経費についても、2経路の区間長にそれほど大差はないことから無視できるものとした。高速道路料金については、まず、ETCによる料金収受が大半を占めることを勘案し、通常の高速度

表-2 SP調査票における各属性の水準

大洲～松山																
費用差 [高速道路 - 一般道路]	事故リスク差 [高速道路 - 一般道路]						属性									
	事故発生リスク		事故遭遇リスク		事故損失リスク		所要時間 (分)		費用 (円)		事故リスク情報					
											事故発生リスク		事故遭遇リスク (%)		事故損失リスク (円)	
	数値	倍率	数値	倍率	数値	倍率	高速	一般	高速	一般	高速	一般	高速	一般	高速	一般
300	-0.00005	2	-2	3	-50	3	50	70	300	0	0.00005	0.0001	1	3	25	75
700	-0.00009	10	-9	10	-225	10	50	90	700	0	0.00001	0.0001	1	10	250	250

川之江～関西																
費用差 [高松道 - 徳島道]	事故リスク差 [高松道 - 徳島道]						属性									
	事故発生リスク		事故遭遇リスク		事故損失リスク		所要時間 (分)		費用 (円)		事故リスク情報					
											事故発生リスク		事故遭遇リスク (%)		事故損失リスク (円)	
	数値	倍率	数値	倍率	数値	倍率	高松	徳島	高松	徳島	高松	徳島	高松	徳島	高松	徳島
-1000	0.00005	2	2	3	200	2	165	135	5500	6500	0.0001	0.00005	3	1	400	200
-2000	0.00045	10	9	10	1800	10	195	135	4500	6500	0.0005	0.00005	10	1	2000	200

川之江～関西 業務																
費用差 [高松道 - 徳島道]	事故リスク差 [高松道 - 徳島道]						属性									
	事故発生リスク		事故遭遇リスク		事故損失リスク		所要時間 (分)		費用 (円)		事故リスク情報					
											事故発生リスク		事故遭遇リスク (%)		事故損失リスク (円)	
	数値	倍率	数値	倍率	数値	倍率	高松	徳島	高松	徳島	高松	徳島	高松	徳島	高松	徳島
-1000	0.00005	2	2	3	200	2	185	155	9500	10500	0.0001	0.00005	3	1	400	200
-2000	0.00045	10	9	10	1800	10	215	155	8500	10500	0.0005	0.00005	10	1	2000	200

路料金から、ETC割引の利用を想定した3割引での費用を設定した。もう1つの水準としては、将来的に高速道路料金が下がる可能性があること、また、事故リスクが低い経路の選択を促すためのインセンティブとしての料金割引を視野に入れ、7割引の費用を設定した。

c) 事故リスク情報

各事故リスク指標に基づき、まず一方の経路の事故リスクを各々算出した。次に、2経路間の事故リスクの差を現実的な範囲内で2ケース設定し、他方の経路の事故リスクを各々算出した。

(6) SP調査の設問パターン

(5)で設定した水準を組み合わせることで、SP設問を作成した。まず、経路選択 SP 設問について、本調査で提示する事故リスク情報は被験者にとって初めて目にする情報であることに加え、SP 調査自体も初めて経験する人が多いものと考えられる。そこで、まずは事故リスク情報を提示しない場合、すなわち、所要時間と費用についての情報のみ提示した場合を被験者あたり1問提示し、SP 調査に慣れて頂くこととした。ここで、所要時間と費用については属性値の差としてそれぞれ2水準ずつ設定しているため、合計4つのケース(組み合わせ)が存在する。そこで、本調査では、後述するように最終的に1区間あたり24種類作成するアンケート調査票に、4ケースをランダムに割り当てて調査票を構成した。次に、各リスク情報を提示した場合については、属性が所要時間、費用、リスク情報、リスク情報の提示方法、の4種類存在し、各属性の差として2水準ずつ設定している。ゆえに、各属性の主効果と属性間の交互作用を全て考慮可能な完全要因配置法を用いた場合、16 (=2<sup>4</sup>) ケースの設問を被験者に提示する必要があり、被験者負担

の観点から現実的ではない。そこで、本研究では、後述するように、RP/SP 融合推定法<sup>4)</sup>の枠組みに則して、事故リスク情報を提示しない場合と、事故リスク情報を提示した場合の回答をプールしてモデル推定を行うことを前提とし、事故リスク情報を提示する際には所要時間を一方の水準に固定することとした。これにより、事故リスク情報を提示する場合の設問は8ケース (=2<sup>3</sup>) に縮減することができる。概して言えば、事故リスク情報を提示しないケースから所要時間と費用のトレードオフを推定する一方、事故リスク情報を提示したケースから、費用と事故リスク情報や事故リスク情報の提示方法とのトレードオフを推定し、それらの関係性が事故リスク情報の提示の有無で変化しないと考えることにより、あたかも4つの属性を同時に組み合わせたと同じモデル推定結果を得ることができるという方法である。ここで、前述のように、事故リスク情報を提示しない場合は最低で4種類の調査票が必要になることから、8ケースを2ケースずつランダムに割り当てた4パターンの組み合わせを作成し、各調査票に割り当てることとした。なお、本調査では、事故リスク情報として3種類の情報を提示するが、各情報の効果を精緻に計測するために、異なる情報を同時には提示せず、1設問あたり1種類の情報のみを提示することとしている。ゆえに、上記のような調査設計を行った結果、1被験者あたり、7個のSP設問(「事故リスク情報なし」と各事故リスク情報提供下2パターン×3種類の事故リスク情報)を行うこととした。ここで、1被験者あたり7個のSP設問を行った場合、後半のSP設問ほど無回答やいいかげんな回答が増える可能性が考えられる。そのような場合、例えば、事故発生リスク情報、事故遭遇リスク情報、事故損失リスク情報の順に固定して尋ねた場合には、事故損失リスク情報の回答の信頼性が相対的に低くなり、当該情報の提供効

果を有意に評価できない恐れがある。そこで、1問目以降は、3種類の情報の順番を入れ替えた6種類(=3!)の調査票を作成することとした。図-6にアンケート調査票1部のSP調査設問の構成について示す。ゆえに、最終的には、属性値の組み合わせが異なる4種類の調査票と、事故リスク情報の順番が異なる6種類の調査票を組み合わせた24種類の調査票を、各区分ごとに作成した。

#### 4. 調査概要

##### (1) 調査方法

本アンケート調査は、手渡し配布・郵送回収方式でデータを収集した。

##### (2) 調査日時・調査場所

本アンケート調査は、豊浜SA(上)、吉野川SA(上・下)、向井原交差点、伊予インター出口付近ならびに事業所において調査票の配布を実施した。

##### (3) 調査内容

アンケートでは個人/事業者属性、当日の道路利用状況、仮想的に事故リスク情報を入手した際の経路選択行動について調査した。個人/事業者属性の調査理由としては、被験者となる個人/事業者の属性を把握し、得たデータをSP調査等と紐付けし、安全な経路や時間帯を選択する傾向が強いのはどのような属性の個人/事業者かを分析するために使用するためである。また、そのほかの調査は当日の道路利用状況の把握、仮想的に事故リスク情報を与えた場合の利用者の経路選択行動を把握するために行った。



図-6 アンケート調査票のSP調査設問

##### (4) 配布・回収状況

アンケート調査票の配布・回収状況を表-3に示す。一般に、紙面によるアンケート調査では、回収率が10~20%であることを踏まえると、今回の調査での回収率は非常に高いものと考えられる。この理由としては、第三者的な立場である大学が実施主体であったため自身の意見を率直に表明できることが考えられる。

##### (5) 基礎集計結果

アンケート調査の基礎集計結果として、被験者のアンケート受け取り時の道路利用状況と個人属性に関する集計結果を以下に示す。

##### a) 大洲~松山

図-7に大洲~松山での被験者の男女比、図-8に年齢、図-9にETC利用の有無についての集計結果を示す。まず、男女比については、向井原交差点付近でアンケート調査票を受けとった被験者、伊予IC出口の被験者も、平日で

表-3 アンケートの配布数・回収率

調査場所	アンケート配布数	アンケート回収数	アンケート回収率
伊予IC出口(休)	200	88	44%
向井原交差点(休)	200	98	49%
伊予IC出口(平)	200	96	48%
向井原交差点(平)	200	95	48%
豊浜SA	300	151	50%
吉野川SA	300	149	50%
業務	250	94	38%
合計	1650	771	47%

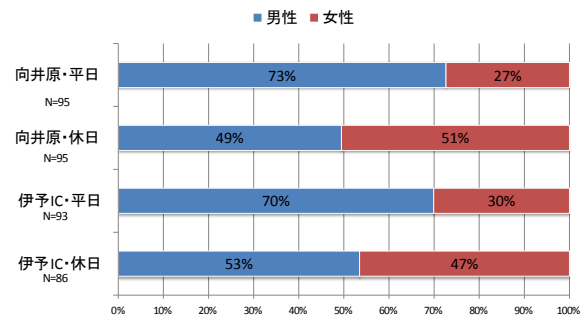


図-7 大洲~松山での被験者の性別

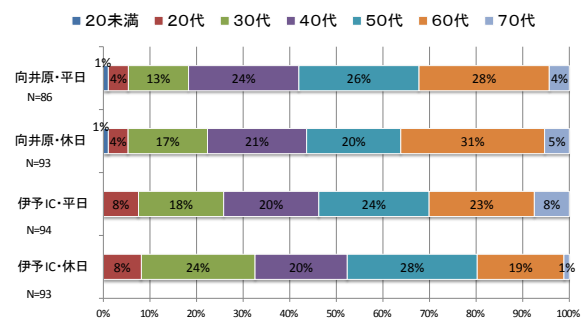


図-8 大洲~松山での被験者の年齢

は約70%を、休日では約50%を男性が占めている。また、年齢に関しては、40代以下の割合に着目すると、高速道路の利用者の方がやや年齢的に低い層が多くなっている。ETC利用の有無については、向井原交差点付近でアンケート調査票を受けとった被験者は60%強が、伊予IC出口の被験者は96%を超える結果となった。向井原の利用者は国土交通省の調査での約88%よりも大きく下回った値となっていることがわかる。

## b) 川之江～関西

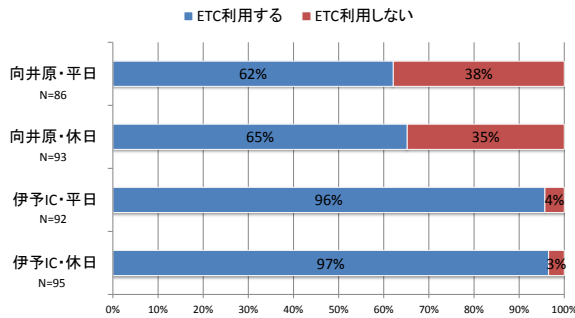


図-9 大洲～松山での被験者の ETC 利用の有無

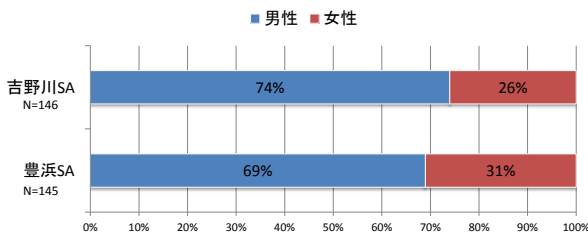


図-10 川之江～関西での被験者の性別

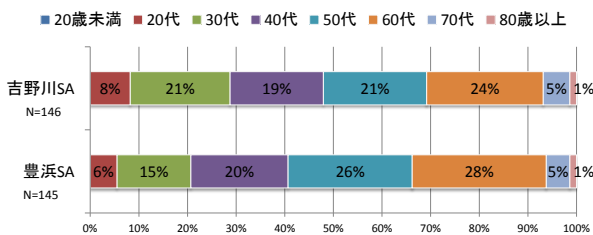


図-11 川之江～関西での被験者の年齢

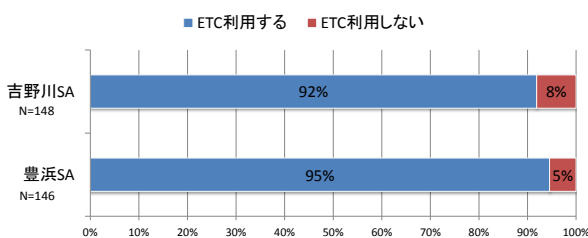


図-12 川之江～関西での被験者の ETC 利用の有無

図-10に川之江～関西での被験者の男女比、図-11に年齢、図-12にETC利用の有無についての集計結果を示す。まず、男女比については、吉野川SA、豊浜SAでアンケート調査票を受けとった被験者のどちらも約70%を男性が占めている。また、年齢に関しては、2箇所とも50代、60代の割合が多く、20歳未満と20代の回答者は10%以下という結果が得られた。ETC利用の有無については、2箇所とも90%以上が利用しており、四国的高速道路での平均的な利用率とほぼ等しいことが分かった。

## 5. 各種事故リスクのインパクト評価

### (1) 分析モデル

アンケート調査で収集した SP データを用いて、事故リスク情報を含むプレトリップ情報提供下での経路選択に影響を及ぼす要因の分析を行う。SP 調査では、全ての設問において二肢選択状況を提示していることから、ここでは最も頻繁に用いられる二項ロジットモデルを採用する。二項ロジットモデルでは、被験者  $n$  が設問  $t$  において選択肢  $A$ ,  $B$  の中から  $A$  を選ぶ確率は次式で与えられる。

$$P_{nt}(A) = \frac{\exp(\mu_t V_{ntA})}{\exp(\mu_t V_{ntA}) + \exp(\mu_t V_{ntB})} \quad (8a)$$

$$V_{nti} = \sum_{k=1}^K \beta_{nk} X_{ntik} \quad (8b)$$

ここに、 $V_{nti}$  : 被験者  $n$  に提示された設問  $t$  における選択肢  $i$  の効用の確定項、 $X_{ntik}$  : 設問  $t$  において被験者  $n$  に提示された選択肢  $i$  の  $k$  番目の属性の値、 $\beta_{nk}$  : 被験者  $n$  の  $k$  番目の属性に対する嗜好を表す効用パラメータ、 $\mu_t$  : 設問  $t$  で提示された選択肢の効用の誤差項の分散のスケールパラメータ、である。

本研究では、所要時間や費用、事故リスク情報等の属性に対する嗜好には、少なからず個人差が存在するものと考え、次式のように、効用パラメータを個人属性の関数として構造化した上でモデル推定を行った。

$$\beta_{nk} = \bar{\beta}_{k0} + \beta_{k1} Z_{n1} + \beta_{k2} Z_{n2} + \dots \quad (8c)$$

ここに、 $\bar{\beta}_{k0}$  :  $k$  番目の属性に対する全被験者に共通な嗜好 (定数項)、 $Z_{nj}$  : 被験者  $n$  の  $j$  番目の個人属性、 $\beta_{kj}$  :  $j$  番目の個人属性が  $k$  番目の属性に対する嗜好に及ぼす影響を表す未知パラメータ、である。

### (2) モデルの推定方法

設問  $t$  において被験者  $n$  が選択肢  $i$  を選んだ場合、前節で示したモデルによる当該回答データの出現確率 (尤度)  $L_n$  は次式で表すことができる。

$$L_{nt} = \sum_{i \in A, B} \delta_{nti} P_{nt}(i) \quad (9a)$$

$$\delta_{nti} = \begin{cases} 1 & \text{: 被験者}n\text{が設問}t\text{において選択肢}i\text{を選択} \\ 0 & \text{: 被験者}n\text{が設問}t\text{において}i\text{以外の選択肢を選択} \end{cases} \quad (9b)$$

ここで、今回の調査では1個人あたり7個のSPデータ（「リスク情報なし」と各リスク情報提供下2パターン×3種類のリスク情報）が得られている。よって、分析においては、RP/SP融合推定法<sup>4)</sup>の枠組みで、次式で表される7個のSPデータの同時出現確率を尤度とし、最尤推定法により未知パラメータの推定を行った。

$$L = \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^7 L_{nt} = \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^7 \sum_{i \in A, B} \delta_{nti} P_{nt}(i) \quad (9c)$$

なお、向井原交差点付近で配布した一般道利用者データと伊予IC出口付近で配布した高速道路利用者データは、共に同じSP設問を提示しているため、平日・休日の調査ごとに、両データをプールしてモデル推定を行った。

### (3) 分析結果

対象区間と道路利用者属性ごとに、二項ロジットモデルを用いて経路選択モデルを構築した。なお、スケールパラメータについては、それを含めて推定した結果、スケールパラメータが1であるという帰無仮説を有意水準5%で棄却できなかったため、ここでは、全て1に固定した上で推定した結果を表-4に示す。

まず、モデルの外面的妥当性を表す指標として、モデルの適合度を表す自由度調整済み尤度比に着目する。一般にはロジットモデルのような離散選択モデルでは、自由度調整済み尤度比の値が0.2~0.3程度でもモデルの適

合度は良好とされている<sup>5)</sup>が、今回のモデルでは二肢選択であることを踏まえると、適合度は全般的にやや低い。しかし、いずれの推定値も符号条件を満たしている。

モデルの外面的妥当性を表すもう一つの指標として、所要時間短縮価値に着目する。この指標は所要時間の定数項のパラメータ推定値を高速道路料金のパラメータ推定値で除したものであり、1時間の所要時間短縮に対しての支払い意思額を表している。全てのモデルにおいて所要時間及び高速道路料金の定数項が5%有意に推定されており、所要時間短縮価値の値も松山~大洲（平日）ではやや低いものの、その他のモデルについては現実的な範囲内の値に収まっている。それらの大小関係についても、業務が最も高く、次いで長距離トリップである川之江~関西の順に所要時間を重視する順番となっており、妥当な結果となっている。

次に、慣性項とは、例えば、松山~大洲の一般道vs高速道のモデルでは、調査日に伊予インター（向井原交差点）を利用していた場合は、高速道（一般道）の効用関数に1が入るようなダミー変数である。これは、普段高速道（一般道）を利用している人は、所要時間や料金、事故リスクに関わらず高速道（一般道）を利用するという習慣効果と、普段高速道（一般道）を利用していることから、SP設問において一般道を選択した場合には自己否定に繋がるため、それを避けようとするような心理（認知的不協和の解消行動）によるものである。経路選択モデルにおいては、いずれのモデルにおいても慣性項が非常に大きな影響を及ぼしていることから、習慣効果の影響等が非常に強いことがわかる。

次いで、事故リスク情報の提供効果に着目する。まず

表-4 モデル推定結果

説明変数	松山~大洲(休日) 一般道vs高速道		松山~大洲(平日) 一般道vs高速道		川之江~関西(休日) 高松道vs徳島道		川之江~関西(業務) 高松道vs徳島道			
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値		
一般道/徳島道/変更しない の効用関数に含まれる固有変数	定数項	-0.791	-2.57	-2.21	-4.36	1.07	4.06	0.491	1.14	
	男性ダミー	0.263	1.82	0.940	1.88	-0.181	-1.36	-	-	
	年齢50代以下ダミー	-	-	-0.269	-1.82	-	-	-	-	
	年収601万円以上ダミー	-	-	-0.278	-1.55	-	-	-	-	
	高速道路利用頻度月2回以上ダミー	-0.799	-4.71	-	-	-	-	-	-	
慣性項	定数項	0.533	6.71	0.835	11.40	0.272	4.82	1.49	8.79	
	定数項	-1.68	-3.94	-0.886	-2.15	-0.829	-3.66	-0.926	-2.29	
	年収601万円以上ダミー	-	-	-	-	-0.209	-1.27	-	-	
所要時間(時間)	定数項	-	-	-	-	-	-	-	-	
	年収601万円以上ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	
	保有台数10台以上ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	
高速道路料金(千円)	定数項	-2.14	-5.95	-3.28	-4.44	-0.490	-4.35	-0.199	-1.99	
	男性ダミー	-	-	1.12	1.33	-	-	-	-	
遅発時間(自由目的)/早発時間(業務)(時間)	定数項	-	-	-	-	-	-	-	-	
	数値情報(0.00001~0.0005)	-0.00326	-0.002	-0.00970	-0.01	-0.0287	-0.03	-0.0488	0.00	
事故発生リスク情報	定数項	0.0187	0.62	0.00229	0.09	0.145	2.58	0.127	2.91	
	男性ダミー	-	-	-	-	-0.0709	-1.15	-	-	
	年収601万円以上ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	
事故遭遇リスク情報	数値情報(1~10%)	定数項	-7.21	-2.09	-5.22	-1.70	-15.7	-4.90	-14.9	-3.05
		定数項	0.0355	0.91	0.151	1.92	0.0985	2.03	0.119	2.60
	強調情報(3~10倍)	男性ダミー	-	-	-0.107	-1.26	-	-	-	-
		年齢50代以下ダミー	-	-	-	-	0.0703	1.45	-	-
		高速道路利用頻度月2回以上ダミー	0.0758	1.22	-	-	-	-	-	-
事故損失リスク情報	数値情報(25~2000円)(千円)	定数項	-4.45	-2.50	-1.12	-0.89	-0.803	-3.31	-0.757	-2.92
		定数項	2.77	1.15	-	-	-0.0690	-1.39	-	-
	強調情報(3~10倍)	定数項	0.0467	1.56	0.0923	1.66	0.189	3.19	0.0818	2.00
		男性ダミー	-	-	-0.0913	-1.45	-	-	-	-
		年齢50代以下ダミー	-	-	-	-	-0.0954	-1.47	-	-
高速道路利用頻度月2回以上ダミー	-	-	-	-	0.555	1.95	-	-		
サンプル数		173		187		286		91		
自由度調整済み尤度比		0.231		0.251		0.271		0.247		
AIC		1247		1326		2002		644		
所要時間短縮価値(円/時間)		786		270		1692		4664		
遅発/早発時間短縮価値(円/時間)										
事故損失額/高速道路料金		208		0.34		1.64		3.81		



強調情報（倍率による表示）については、事故リスクが低い選択肢の効用関数に含まれる変数である。一部の定数項の推定値は有意ではないが、全て正に推定されており、符号条件を満たしている。情報の質の観点から、全体的に経路選択への影響が最も大きいのは事故遭遇リスク情報であり、次いで事故損失リスク情報であることがわかる。逆に、事故発生リスクの数値情報は経路選択にほとんど影響を及ぼしていない。これは事故発生リスク情報のように、指標の値が極めて小さく、道路利用者に事故のリスクを認識させるインパクトが小さい場合は無視される可能性が高いこと、また、ドライバーは事故渋滞によって目的地への到着が遅れることを強く嫌がることから推察される。次に、事故損失リスク情報について、高速道路料金のパラメータ推定値との比をとると、例えば、松山～大洲（休日）モデルでは2.12となっている。これは、一般道の事故損失額が高速道路のそれよりも350円高いような状況では、料金が約700円（ $\approx 350 \times 2.08$ ）であれば高速道路を利用することを意味している。よって、事故損失額の提示は、非常に大きなインパクトを有していると考えられる。業務のモデルにおいて、その傾向が顕著であり、高速道路料金の4倍近くのインパクトがあるという非常に高い値を示している。

情報提供方法による違いについては、事故発生リスク情報に関しては強調情報の場合に有意に影響を及ぼすケースがあるが、それ以外については、数値情報と大きな差異は見受けられない。また、個人差については、有意な結果は得られていないが、ヘビーユーザーほど事故リスク情報を重視する傾向にあることが見受けられる。

## 5. まとめ

本研究では事故リスク情報が道路利用者の経路選択行動に与える影響を分析した。その結果、3種類の事故リスク情報の中でも、事故遭遇リスク情報が道路利用者を安全な経路に誘導する効果が最も強く、次いで事故損失

リスク情報が強いインパクトを持つことが明らかとなった。加えて、情報提示方法の違いについては、経路選択へ及ぼす影響はほとんどないことが明らかとなった。

本研究は、事故リスク情報の提供が交通行動選択に及ぼす影響の把握を試みた初期的な研究であり、今後さらなる研究が不可欠であるが、特に重要な課題が2つある。まず1つ目は、事故リスク情報の提示内容の検討である。本研究では、「事故を起こす確率が10万回中1回」、「事故に遭遇する確率が10%」、「一回走行するあたりに失うお金は250円」のように事故リスク情報を提示したが、そのような文言だけでは、情報の意味がやや不明瞭である。よって、補足の文章と共に、道路利用者に事故リスクを実感させ得る文言の再検討が必要である。2つ目は、本稿で提案したリスク情報を、実際的高速道路利用者に与え、その効果を実証することが挙げられる。ただし、近年の高速道路に関する情報提供の方法は、WEB、カーナビ、サービスエリアおよびパーキングエリアでの情報板、高速道路本線上の道路情報板など、多岐にわたっている。したがって、効果的な情報提供端末・情報提示方法の選定等を行った上での、実証的な効果検証が望まれる。その他にも、実務への適用を考える場合、本研究で対象とした区間が地方部のみであることから、渋滞が頻発し、かつ業務用車両が非常に多い都市部での効果検証も非常に重要な課題として挙げられる。

## 参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成24年版交通事故統計年報
- 2) 吉井稔雄, 川原洋一, 大石和弘, 兵頭知：高速道路における交通事故発生リスク情報の提供に関する研究, 第33回交通工学研究発表会論文集(CD-ROM), 2013.
- 3) 国土交通省：平成20年度版費用便益分析マニュアル
- 4) 森川高行, Ben-Akiva, M.: RP データと SP データを同時に用いた非集計行動モデルの推定法, 交通工学, Vol.27, No.4, pp.21-30, 1992.
- 5) 交通工学研究会編：やさしい非集計分析, 交通行動研究会, 1993.

(2014.4.25 受付)

## Impact Study of Various Information about the Accident Risk on Driver's Behavior

Kazuhiro MURAKAMI, Shinya KURAUCHI, Toshio YOSHII, Kuniteru ONISHI,  
Yoichi KAWAHARA, Yuki TAKAYAMA and Satoshi HYODO

We consider information providing method about accident risk to promote safe route choice and to reduce traffic accidents. We analyzed the impact of accident risk information on driver's route choice using the acquisition data to conduct the SP survey in the questionnaire on paper. As the result, about the quality of information, expected opportunity has high potential to contribute for a safe route choice by drivers. Regarding expression of accident risk information, normal information and comparative information have similar impact.