

事故リスク情報を考慮した経路選択行動モデルの構築

長岡技術科学大学大学院
 長岡技術科学大学大学院
 長岡技術科学大学大学院
 長岡技術科学大学大学院

環境社会基盤工学専攻 非会員 塩田朋史
 環境社会基盤工学専攻 正会員 佐野可寸志
 環境社会基盤工学専攻 正会員 鳩山紀一郎
 環境社会基盤工学専攻 正会員 高橋貴生

1. はじめに

交通事故による渋滞, 人身, ものなどへの損失は社会的・経済的に大きな損失である. 近年の交通事故対策としては財政面での制約から, 費用が比較的かからないソフト面での対策にも注目が集まっている.

そこで本研究では, 事故削減につながるソフト対策として, 高速道路と一般道路の事故リスク情報を道路利用者に提供し, 安全性の高い経路への変更を促すことを想定する. 吉井ら¹⁾²⁾は, 道路利用者に提供する事故リスク情報の1つとして, ある経路を利用した際, 事故現場に遭遇する確率を表す“事故影響リスク”を提案している.

道路利用者の事故リスク情報への感度は, トリップ目的によって異なると考えられる. そこで本研究では, 対象のトリップ目的を“通勤”とすることにした. これは通勤の時間帯, 新潟市内とその周辺においては, 高速道路と並走する一般道路(新潟西バイパスと新潟バイパス, 及び新新バイパス)に交通量が集中し混雑が激しくなり, 交通事故も多発しており事故削減に向けた取り組みが必要と考えたためである. したがって本研究では, 事故影響リスクが車を利用して通勤している人の経路選択行動に与える影響を定量的に把握することを目的とする. そのため, 新潟市内の企業に通勤している人を対象とし, 事故影響リスクが提供された場合の経路選好に関するアンケート調査(SP調査)を行った.

2. 対象道路

SP調査における対象区間は, 日本海東北自動車道の新潟中央JCT~聖籠新発田IC間と, これと並走する新潟バイパス(黒埼~海老ヶ瀬間)と新新バイパス(海老ヶ瀬~聖籠新発田間)である.



図-1 対象道路

3. 事故リスク指標の算出

(1) 事故率

事故率は車両1億台kmあたりの事故発生件数であり, ある区間における事故件数をその区間を走行した車両の走行台キロで割った値である.

$$R_i = \frac{N_i}{L_i} \times 10^8 \quad (1)$$

R_i : 区間*i*における事故率(件/億台km)

N_i : 区間*i*で発生した事故件数(件)

L_i : 区間*i*を走行した車両の走行台キロ(台km)

対象道路においては, 日東道とバイパスで物損事故を含む事故率は, およそ2.5倍から8倍の差が確認できた.

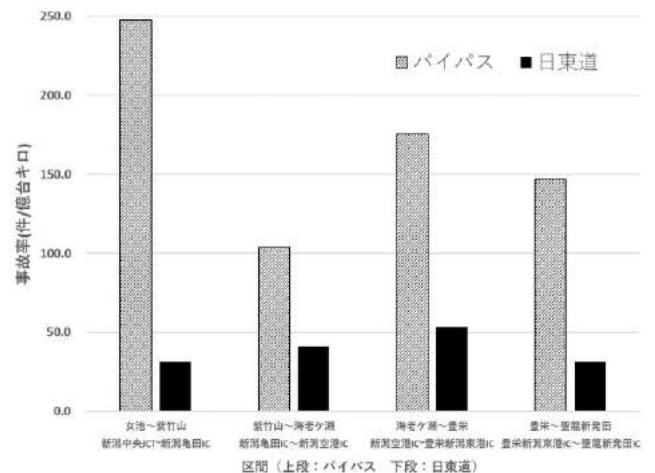


図-2 日東道とバイパスにおける事故率

(1) 事故影響リスク

事故影響リスクとは、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遭遇する確率であり、事故率と異なり他者が起こした事故に遭遇する場合を考慮したものである。算出には、観測期間内に起きた事故件数に平均事故処理時間を乗じ、観測時間で割るという簡便な方法を用いる。

$$P_i = \frac{A_i \cdot T_i}{\tau_i} \times 100 \quad (2)$$

P_i : 区間 i における事故影響リスク (%)

A_i : 観測期間内に区間 i で起きた事故件数 (件)

T_i : 観測期間内に区間 i で起きた事故の平均処理時間 (時間/件)

τ_i : 区間 i における観測時間 (時間)

日東道 (新潟中央 JCT~聖籠新発田 IC 間) とバイパス (黒埼~聖籠新発田間) における通勤の時間帯の事故影響リスクを図-3 に示す。7 時台、バイパスの事故影響リスクは 13.8%であり、日東道の 0.6%に比べ高い確率となっている。

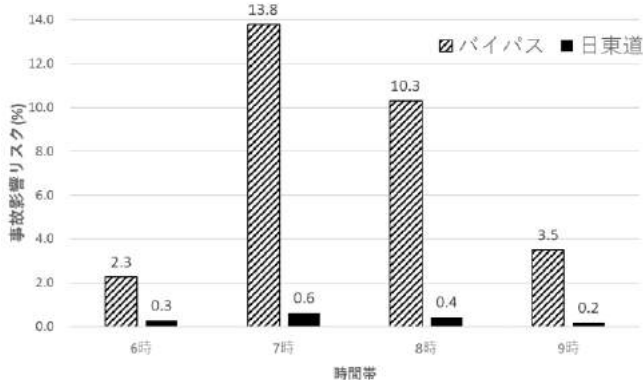


図-3 事故影響リスク

4. アンケート調査

(1) 対象者

対象は新潟市内の企業に通勤している人である。アンケート調査にご協力頂いた企業は、建設コンサルタント協会北陸支部所属の企業、及び新潟県商工会所属の企業である。

(2) 調査方法

本アンケート調査は、紙ベースではなく WEB 上で実施した。WEB アンケートを実施するための HP のアドレスを企業に配布し、被験者はその URL から HP にアクセスし回答した。アンケートの作

成、回答の収集、集計には SurveyMonkey というソフトを利用した。

(3) SP 調査の内容

調査は WEB 上で実施したため、回答者に応じて質問を動的に用意することができる。SP 調査では、仮定する状況は回答者にとってイメージしやすいものであるほうが好ましい。

提示する仮想経路については、出発地は回答者の最寄りの IC 付近となるようにした。まず最寄りの IC を 5 つの選択肢、新潟空港 IC・聖籠新発田 IC・新津 IC・巻潟東 IC・三条燕 IC から選んでもらい、その結果に応じて 2 つの経路、高速道路 (日東道) 利用ルートと一般道路 (バイパス) 利用ルートを提示した。また回答者に仮定してもらう状況は、最寄りの IC 付近の自宅から新潟駅付近の会社に向かうというものである。

属性は、所要時間と高速道路料金、事故影響リスクの 3 つとした。事故影響リスクは「○回利用したとき 1 回、事故渋滞に巻き込まれます。」と表現し、また事故渋滞に巻き込まれた場合の状況を「到着予定時刻に間に合わないことがあります。」と表現した。図-4 に最寄りの IC として、新潟空港 IC を選んだ回答者に提示される画像を示す。想定してもらう状況がはじめに述べられており、また 2 つの経路が地図上に示されている。

次のような条件を想定して質問にお答えください。

- ・車による朝の通勤で、新潟空港インターチェンジ付近の自宅から新潟中央インターチェンジ付近の会社に向かいます。
- ・利用可能な経路は、一般道路利用ルートと高速道路利用ルートの 2 種類を想定してください。
- ・出発前に、各ルートの事故渋滞に巻き込まれる確率、料金、所要時間がわかっているとします。
- ・もし事故渋滞に巻き込まれた場合、到着予定時刻に間に合わないことがあります。



図-4 回答者に提示される画像の一例

(4) 水準の設定

各属性, 3 水準で設定した. SP 調査では, 水準も現実的な範囲で設定するのが好ましい.

現在, バイパスは通勤時混雑が激しく, 一方で日東道は通勤の時間帯であっても混雑することはほとんどない. したがって, 一般道路の所要時間は道路混雑がない状況を基本値として, 基本値・基本値×1.1・基本値×1.2 とし, 高速道路の所要時間は道路混雑がない状況を基本値とし固定した.

また高速道路料金に関しては, 現在「平日朝夕割引」として条件付きではあるがすでに 5 割引が地方部では実施されている. よって高速道路料金は, 割引なし・5 割引・7 割引と設定し, 一般道路の料金は 0 円とした.

事故影響リスクは, 算出結果をもとに一般道路を 2%・5%・10%とし, 高速道路を 0.5%で固定した.

(5) 設問数

3 属性それぞれ 3 水準なので質問パターンは全部で 27 通り考えられるが, 本研究では実験計画法で 9 パターンにしぼって行った. 回答者はこの 9 パターンの設問から SurveyMonkey 上でランダムに抽出された 3 つの質問に答えた.

5. 分析方法

(1) 分析モデル

SP 調査ではすべての設問が二肢選択であるので, 二項ロジットモデルを用いて分析する. 高速道路利用ルートと一般道路利用ルートの効用の確定項をそれぞれ次式で与える.

$$V_{ntH} = \beta_0 + \beta_1 X_{ntH1} + \beta_2 X_{ntH2} + \beta_3 X_{ntH3} \quad (3)$$

$$V_{ntB} = \beta_1 X_{ntB1} + \beta_3 X_{ntB3} \quad (4)$$

V_{ntH} : 回答者 n に提示された設問 t における高速道路利用の効用の確定項

V_{ntB} : 回答者 n に提示された設問 t における一般道路利用の効用の確定項

X_{ntH1} : 設問 t において回答者 n に提示された高速道路の事故影響リスク (%)

X_{ntH2} : 設問 t において回答者 n に提示された高速道路料金 (円)

X_{ntH3} : 設問 t において回答者 n に提示された高速道路の所要時間 (分)

X_{ntB1} : 設問 t において回答者 n に提示された一般道路の事故影響リスク (%)

X_{ntB3} : 設問 t において回答者 n に提示された一般道路の所要時間 (分)

β : 未知パラメータ

このとき, 回答者 n が設問 t において選択肢 j を選ぶ確率は

$$P_{nt}(j) = \frac{\exp(V_{ntj})}{\sum_{k \in H, B} \exp(V_{ntk})} \quad (5)$$

(2) モデルの推定方法

今回の調査では 1 個人あたり 3 個の SP データが得られているので, 回答者数を N とすれば最大化する尤度関数 L は

$$L = \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^3 \sum_{k \in H, B} \ln\{\delta_{ntk} P_{nt}(k)\} \quad (6)$$

$$\delta_{ntk} = \begin{cases} 1: \text{回答者 } n \text{ が設問 } t \text{ において選択肢 } k \text{ を選択} \\ 0: \text{回答者 } n \text{ が設問 } t \text{ において選択肢 } k \text{ 以外を選択} \end{cases}$$

尤度関数の最大化は, ニュートン・ラフソン法で行う.

6. 分析結果

分析は, 通勤で車を利用しているグループと車以外を利用しているグループに分けて行う. また車を利用しているグループは, さらに最寄りの IC として新潟空港を選んだグループとそれ以外の IC を選んだグループに分ける. これは, 新潟空港 IC から新潟駅付近の会社までの距離が, ほかの IC を選んだ場合の距離と比べて短く推定結果に差があると考えたためである. 推定されたパラメータを表 1, 2, 3 に示す.

本研究では事故リスク情報を考慮したモデルの構築を目的としたが, 事故影響リスクは有意な説明変数としては認められなかった. また車利用者のうち新潟空港 IC を選んだグループについては, 符号条件も満たさない結果となった. 今回のケースでは, 高速道路料金の水準をより低く (割引率を高く) 設定する必要があったと考えられる. 吉井らの研究では事故影響リスクについて有意な推定結果が得られているが, SP 調査において仮定しているトリップ長は今回のケースよりも長いものである. 一般的にトリップ長が長くなるにつれて, 高速道路利用者の割合は高

くなる。高速道路利用者と一般道路利用者の割合が同程度の OD の場合、両経路の効用も同程度と解釈できる。このような OD を対象とした場合には、事故リスク情報は経路選択の有意な説明変数になるだろう。なお本調査では通勤時、実際利用している経路も尋ねたが高速道路を利用している人の割合は 1% 程度であった。このようなケースの場合には、高速道路料金的大幅な値下げが伴わないと事故リスク情報は経路選択の有意な説明変数にはならないと考えられる。

次に分析した 3 つのグループについて、モデルの適合度を表す尤度比に着目する。通勤時、車以外を利用している回答者のグループは、尤度比が 0.1 に満たない結果となった。これは SP 調査では車での通勤を想定したものであったためである。SP 調査は、ある仮想的な状況を想定して回答するため、基本的に回答者に関して制約はない。しかし結果からわかるように、回答者は提示する仮想的な状況について身近に感じる人の方が好ましい。また通勤時、車を利用しているグループについては、最寄り IC として新潟空港 IC を選んだグループは尤度比が 0.177 と低い結果となった。これは提示した新潟空港 IC と会社までの距離が近かったため、高速道路利用ルートがあまり現実的ではなかったためだと思われる。SP 調査で提示する状況は、回答者がイメージできる現実的なものが良いといえるだろう。

表 1：車を利用しているグループ
(新潟空港選択)

説明変数	パラメータ	t値
事故影響リスク(%)	0.006	0.157
料金(円)	-0.002	-2.068
所要時間(分)	-0.030	-1.404
定数項	-0.846	-1.983
サンプル数	300	
自由度調整済み尤度比	0.177	
時間価値(円/分)	13.4	

表 2：車を利用しているグループ
(新潟空港以外選択)

説明変数	パラメータ	t値
事故影響リスク(%)	-0.037	-0.680
料金(円)	-0.006	-4.984
所要時間(分)	-0.051	-2.021
定数項	-0.153	-0.247
サンプル数	198	
自由度調整済み尤度比	0.293	
時間価値(円/分)	8.5	

表 3：車以外を利用しているグループ
(新潟空港以外選択)

説明変数	パラメータ	t値
事故影響リスク(%)	-0.058	-2.096
料金(円)	-0.002	-2.875
所要時間(分)	-0.042	-3.066
新潟空港選択ダミー	-0.182	-0.860
定数項	-0.931	-2.611
サンプル数	543	
自由度調整済み尤度比	0.090	
時間価値(円/分)	23.4	

7. まとめと課題

本研究では SP 調査によって通勤者を対象に、事故リスク情報を考慮した経路選択モデルの構築を試みたが、高速道路料金が 5~7 割引の設定では、事故影響リスクは有意な説明変数にならないことが確認された。今後は、事故影響リスクが有意な説明変数になるようなトリップ長やトリップ目的について考える必要がある。

参考文献

- 1) 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, 2013
- 2) 村上和宏, 倉内慎也, 吉井稔雄, 大西邦晃, 川原洋一, 高山雄貴, 兵頭知: 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, 第 49 回土木計画学研究発表会, 2014