

情報の提示方法を考慮した 事故リスク情報提供効果分析

坪田 隆宏¹・吉井 稔雄²・倉内 慎也³・Jian XING⁴

¹正会員 愛媛大学講師 大学院理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）
E-mail: t.tsubota@cee.chime-u.ac.jp

²正会員 愛媛大学教授 大学院理工学研究科（〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番）
E-mail: yoshii@cee.chime-u.ac.jp

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

³正会員 株式会社高速道路総合技術研究所（〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1）
E-mail: xing@ri-nexco.co.jp

潜在的な交通事故の危険性に関する情報，すなわち“事故発生リスク”情報を提供することにより，より安全性の高い経路へ需要をシフトすることによって，個々のトリップの安全性が向上し，事故削減につながることが期待される．道路利用者に対して経路誘導へのインセンティブを与える可能性を有する事故リスク指標として，事故発生リスク情報に加え，高速道路走行時に事故現場に遭遇する可能性を表す“事故遭遇リスク”，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指標が提案されている．本研究では，これら質の異なる事故リスク指標を道路利用者に提供する場合に期待される経路誘導効果と事故減少効果の評価を実施する．具体的には，経路選択を有する NEXCO 西日本のネットワークを対象とし，事故リスク情報を考慮した経路選択モデルを用いて，各種事故リスク指標を提供した場合の道路利用者の経路選択率への影響を分析し，事故リスク情報提供による事故減少効果を定量的に示した．

Key Words: accident risk, information provision, expressway, accident

1. はじめに

全国の道路上で発生している事故件数は，年々減少傾向ではあるものの，平成 28 年で約 50 万件であり¹⁾，死傷者数は 60 万人を超えていることから，交通事故削減に向けた一層の対策が必要である．高速道路においても，交通事故により年間 15 万人以上の死傷者が発生しており²⁾，交通安全性向上を目指した有効な対策が必要であると言える．

交通安全対策はインフラ改良によるハード対策とドライバーの行動や意識の変化を促すソフト対策に大別される．ハード対策は高機能舗装の敷設や区画線改良などが挙げられ交通安全性の向上を実現している．しかしながら，ハード対策の実施には巨額の費用を要することから，厳しい財政制約のもとで更なる安全性の向上を目指すには効果的なソフト対策との組み合わせによる対策が必要となる．

現在実施されているソフト対策には，道路情報板やハイウェイラジオによる渋滞情報や事故情報，落下物や逆

走車への注意喚起等が挙げられる．これらはいずれも道路上で発生している事象に対するリアルタイムの情報提供と位置づけられる．

対して，本研究では，潜在的な交通事故の危険性に関する情報，すなわち“事故発生リスク”情報を提供することにより，より安全性の高い経路へ需要をシフトすることを想定している．これにより，個々のトリップの安全性向上を図り，事故削減を目指すものである．吉井ら³⁾は，道路利用者に対して強いインパクト，すなわち経路誘導へのインセンティブ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“事故遭遇リスク”，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，これら質の異なる事故リスク指標を道路利用者に提供する場合に期待される経路誘導効果と事故減少効果の評価を実施する．具体的には，経路選択を有する NEXCO 西日本のネットワークを対象とし，評価対象ネットワークの経路毎に事故リスク指標を推定する．

続いて、事故リスク情報を考慮した経路選択モデルを用いて、各種事故リスク指標を提供した場合の道路利用者の経路選択率への影響を明らかにする。最後に、事故リスク情報提供による事故減少効果を定量的に示す。

2. 分析対象ネットワーク

分析対象路線は、図-1に示すとおり広島ジャンクション (JCT) から神戸 JCT に至るネットワークとし、広島 JCT における山陽自動車道と中国自動車道の経路選択を対象とする。各経路の延長と高速道路料金を表-1に整理する。ただし、料金は五日市インターチェンジ (IC) から西宮北 IC 間の現金支払い時の普通車料金を示す。本研究では以降、特に断りの無い限り、山陽自動車道を「山陽道」と、中国自動車道を「中国道」と呼称する。



図-1 分析対象ネットワーク

表-1 分析対象ネットワーク概況

広島 JCT—神戸 JCT	延長[km]	高速道路料金[円]
山陽自動車道経由	292.3	6,630
中国自動車道経由	328.9	

3. 分析手法

(1) 経路選択モデル

ロジット型モデルを用いて、事故リスク情報提供の有無による両経路の利用率を推定する。事故リスク情報が経路選択に与える影響については、村上ら³⁾の実施した調査に基づき吉井ら⁴⁾が提案した経路選択モデルを用いて分析する。同経路選択モデルでは、式(1)、式(2)に示すような二項ロジットモデルの効用関数 V_{ti} に、表-2に示す属性値を用いることで、各経路の事故リスクを考慮している。

本研究では、同経路選択モデルを用いて2ルート間の経路選択率を時間帯ごとに算出し、事故リスク情報の有無、および事故リスク情報提供方法別に期待事故件数を算出することにより、事故リスク情報提供による事故減少効果を評価する。

$$P_t(i) = \frac{\exp(\mu_t V_{ti})}{\exp(\mu_t V_{tA}) + \exp(\mu_t V_{tB})} \quad (1)$$

$$V_{ti} = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{tik} \quad (2)$$

ただし、

$P_t(i)$: 時刻 t に経路 i を選択する確率

V_{ti} : 時刻 t における経路 i の効用の確定項

X_{tik} : 時刻 t における経路 i の k 番目の属性値

β_k : k 番目の属性値に対する効用パラメータ

μ_t : 時刻 t における効用の誤差項の分散に関するスケールパラメータ

である。また、村上ら³⁾より、スケールパラメータ μ_t は1に固定する。

表-2 経路選択モデル⁴⁾

説明変数	パラメータ	
定数項 (徳島道ダミー)	0.949 **	
定数項 (慣性項)	0.300 **	
所要時間[時間]	-0.846 **	
高速道路料金[千円]	-0.491 **	
事故発生リスク情報	数値情報	-0.0247
	強調情報	0.0885 **
事故遭遇リスク情報	数値情報	-16.7 **
	強調情報	0.108 **
事故損失リスク情報	数値情報	-0.454 **
	強調情報	0.117 **
サンプル数	297	
自由度調整済み尤度比	0.266	
AIC	2,067	

*, 5%有意, **, 1%有意

(2) 事故発生リスク推定モデル

分析対象 OD 間の経路における事故発生リスクはポアソン回帰モデルを用いて評価する。事故発生リスクモデルは、全国の NEXCO 路線を対象とする事故発生リスク分析⁵⁾の結果を踏まえ、式(3)、式(4)に示すポアソン回帰モデルに基づいて構築する。事故発生リスク推定モデルを表-3に示す。

$$\mu_i = \lambda_i t_i = \exp(a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n) t_i \quad (3)$$

$$P(Y = y_i | \lambda_i t_i) = \frac{e^{-\lambda_i t_i} (\lambda_i t_i)^{y_i}}{y_i!} \quad (4)$$

ただし、

μ_i : 走行状態カテゴリー i の事故発生件数の期待値 [件]

λ_i : 走行状態カテゴリー i の事故発生リスク [件/億台・km]

t_i : 走行状態カテゴリー i の走行台キロ [台・km]

x_k : 事故発生リスクに影響を与える要因(ダミー変数),

$k=1 \sim n$

a : 定数項

b_k : ダミー変数の係数, $k=1 \sim n$

である。

表-3 事故発生リスク推定モデル

変数 (ダミー変数)	係数	Z値
平面線形		
直線	-	-
右カーブ	0.162	6.79 **
右緩カーブ	-0.208	-15.55 **
左カーブ	0.227	9.72 **
左緩カーブ	-0.225	-16.59 **
右クロナイド	-0.065	-5.12 **
左クロナイド	-	-
縦断線形		
平坦	-	-
上り	-	-
下り	0.346	22.40 **
トンネル		
トンネル外	-	-
トンネル内	-	-
トンネル入口	0.750	27.81 **
トンネル出口	0.174	4.78 **
トンネル入口・出口	0.750	15.37 **
交通流状態		
自由流	-	-
臨界流	0.089	2.13 *
渋滞流	2.687	156.70 **
渋滞流 (粗密波)	2.965	209.22 **
混合流	3.249	91.35 **
天候		
降雨なし	-	-
降雨あり	0.660	50.40 **
定数項		
サンプル数	21,107	
初期対数尤度	-25,524	
最終対数尤度	-19,654	
尤度比指標	0.222	

**:p<0.001,*:p<0.05

(3) 事故リスク指標

事故リスク情報提供の効果を評価するに際して、吉井ら⁴⁾を参考に、複数の事故リスク指標を算出し、各指標に基づく情報提供による事故削減効果を評価する。事故リスク指標としては質の異なる3つの指標、すなわち事故発生リスク、事故遭遇リスク、および事故損失リスクを用いる。

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基準化した値であり、本研究では単位台キロあたりの事故件数として定義する。事故発生リスクは道路幾何構造や交通状況によって異なる為、式(3)に示す事故リスクモデルと表-3に示すパラメータを用いて道路区間、時間帯毎に算出する。道路区間は100m毎に分割し、5分毎の事故発生リスクを算出する。

道路区間 k 、時間帯 t における事故発生リスクが R_{kt} [件/台キロ] で与えられるとき、経路 i を走行する際の事故発生リスク R_{it} [件] は式(5)により算出される。

$$R_{it} = \sum_{k \in I} R_{kt} l_k \quad (5)$$

ただし、

l_k : 区間 k の距離[km]

I : 経路 i に含まれる区間の集合

である。

b) 事故遭遇リスク

事故遭遇リスクとは、ある時間帯にある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し、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。すなわち、事故発生リスクとは異なり、事故遭遇リスクは実際に事故の当事者となる確率ではなく、事故現場を通行する確率を表している。

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遭遇リスク、すなわち期待事故遭遇件数が F_{kt} [回/キロ] で与えられるとき、経路 i を走行する際の事故発生リスク F_{it} [回] は式(6)を用いて算出する。

$$F_{it} = \sum_{k \in I} F_{kt} = \sum_{k \in I} Q_{kt} T_t R_{kt} \quad (6)$$

ただし、

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 の事故発生リスク[件/台キロ]

である。

ここで、平均事故処理時間とは、交通事故データより得られ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により計算しており、既往の研究²⁾において算出された各時間帯の平均値を用いる。

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 を単位距離走行した場合の事故損失リスクが C_{kt} [円/台キロ] で与えられるとき、経路 i を走行する際の事故損失リスク C_{it} [円/台] は式(7)を用いて算出する。

$$C_{it} = \sum_{k \in I} C_{kt} = \sum_{k \in I} L R_{kt} \quad (7)$$

ただし、

L : 事故による平均損失額[円/件]

R_{kt} : 区間 k 、時間帯 t の事故発生リスク[件/台キロ]

である。

ただし、以下の分析における平均損失額については、H20費用便益分析マニュアル⁸⁾に用いられている。

る人身事故の損失額 11,406[千円]とする。

(4) 事故リスク情報の提示方法

前節で示した 3 種類の事故リスク指標を用いて、2 種類の事故リスク情報の提示方法、すなわち数値情報と強調情報を検討する。

a) 数値情報

経路毎の事故リスク指標の算定値そのままの数値を使用した情報の提示方法であり、経路選択モデルにおける各経路の効用値を算出する際には、経路毎、時間帯毎に算出された各事故リスク指標算定値を用いる。

b) 強調情報

2 経路の事故リスク指標算定値を比較した値、すなわち倍率を用いた情報の提示方法であり、下記に例示するような提供方法を指す。

“「山陽道」利用は「中国道」利用に比べ、事故に遭遇する確率が「10 倍」”

なお、強調情報については、経路選択モデルにおける効用値を算出する際には、事故リスク指標算定値の小さい経路に含めるものとする。

4. 分析対象データ

(1) 分析対象日

図-1 に示す評価対象ネットワークのうち、広島 JCT から神戸 JCT に至る OD を対象とする。評価対象日として、平常時と繁忙期の各代表日を分析するものとし、具体的には、表-4 に示す日付を対象に評価を実施する。

表-4 分析対象日の設定

	代表日
平常時	2017年4月13日(木)
繁忙期	2017年5月5日(金)

(2) 使用データ

a) 評価対象 OD および経路交通量

平常時と繁忙期の各代表日における OD 交通量および経路交通量を表-5 に示す。なお、広島 JCT における分岐比率と OD 交通量は、NEXCO 総研による算出値を用いる。ただし、平常時の OD/経路交通量については、2017 年 4 月木曜における平均値によって代用する。

表-5 評価対象 OD/経路交通量 [台/日]

(括弧内の数字は構成比率)

	平常時 (2017年 4月木曜平均)	繁忙期 (2017年 5月5日)
山陽自動車道経由	3,690 (94.0%)	3,955 (93.0%)
中国自動車道経由	236 (6.0%)	298 (7.0%)
OD 交通量合計	3,926	4,253

b) 感知器データ

事故リスク指標、および経路の所要時間の算出に際しては、評価対象ネットワーク上に設置されている車両感知器による観測値を用いる。具体的には、分析対象の代表日における速度、交通量、時間占有率 (OCC) の 5 分間集計値を用いる。

5. 事故リスク情報提供効果分析

(1) 現況の経路選択率

事故リスク情報提供効果の評価に際して、現況における経路選択率の推移を推定する。ここで、日単位で与えられている評価対象 OD 交通量から 5 分間ごとの時間単位交通量が必要となる。OD 交通量の時間変動に関するデータは存在しないため、本研究では広島 JCT 付近における交通量の時間変動によって代用するものとする。

現況の経路選択においては、所要時間と高速道路料金による二項ロジット型の選択がなされているものと仮定する。また、所要時間と料金に関するパラメータに関しては吉井ら⁴⁾の推定結果(表-2)を用いるものとする。ここで、既往のモデル⁴⁾で用いている定数項、すなわちルートダミーと慣性項は、推定に用いた路線に固有の値が得られている。そこで、本研究では評価対象ネットワークの所要時間と料金を所与として OD 交通量を各経路に配分した場合に、同ネットワークにおける現況の経路交通量との差分が最小となるように定数項を推定した。推定結果を表-6 に示す。なお、本研究で使用する経路選択モデルでは、定数項は山陽道の効用関数に含まれる。

次に、表-6 の経路選択モデルのうち、所要時間項と料金項、および定数項を用いて推定した経路選択率の推移を図-2、図-3 に示す。平常時においては所要時間の時間変動が極めて小さいため、経路選択率も概ね山陽道：中国道=96：4 の比率で推移している(図-2)。繁忙期においては両経路とも午後に顕著な所要時間の増加が見られ、特に山陽道の所要時間が中国道を上回ることから、13 時以降は山陽道の経路選択率が低下するとの推定結果が得られた(図-3)。

(2) 事故リスク情報提供による経路選択率の変化

各種事故リスク情報提供による経路選択率への影響を確認する。具体的には、表-6 の経路選択モデルにおいて、各事故リスク情報項を適用した場合の各経路の選択率を時間帯別に算出する。ただし、本研究では 2 経路の選択を扱っているため、結果には山陽道の選択率のみを表示する。

平常時においては(図-4)、事故遭遇リスクの数値情報を提示した場合に経路選択率への影響が最も大きい、一方でそれ以外の情報提供方法ではほとんど経路選択に

表-6 本研究の経路選択モデル (定数項以外は表-2の再掲)

説明変数	パラメータ	
	平常時 2017/4/13	繁忙期 2017/5/5
定数項	2.338	2.865
所要時間[時間]	-0.846	**
高速道路料金[千円]	-0.491	**
事故発生リスク情報	数値情報	-0.0247 **
	強調情報	0.0885 **
事故遭遇リスク情報	数値情報	-16.7 **
	強調情報	0.108 **
事故損失リスク情報	数値情報	-0.454 **
	強調情報	0.117 **
サンプル数	297	
自由度調整済み尤度比	0.266	
AIC	2,067	

*:5%有意, **:1%有意

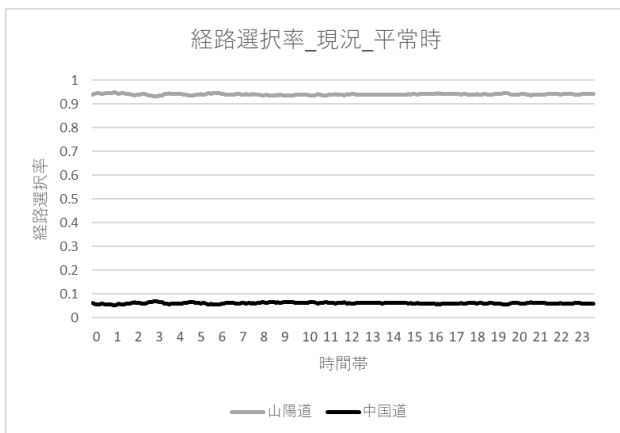


図-2 現況の経路選択率推移 平常時

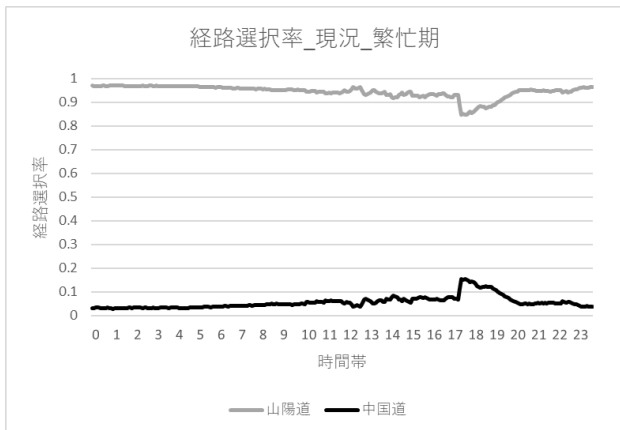


図-3 現況の経路選択率推移 繁忙期

影響が生じないことが示された。事故遭遇リスク情報が「他車両の引き起こす事故」による影響を表現しているのに対し、それ以外のリスク情報は「自身が引き起こす事故」のリスクを表していることから、ドライバーは事故を引き起こす危険性よりも、事故渋滞等の他者による事故の影響によって目的地への到着が遅れることを避ける傾向にあるものと推察される。また、事故遭遇リスク

の数値情報に次いで、同リスクの強調情報によって山陽道から中国道への経路転換が行われ得るとの結果となった。しかしながら、事故発生リスク情報、および事故損失リスク情報提供時には、事故リスク情報なし、すなわち現況よりも一層山陽道を選択する傾向が強まるとの結果となった。これは、平常時においては一日を通して山陽道の事故発生リスク、および事故損失リスクが中国道よりも低い為であると考えられる。

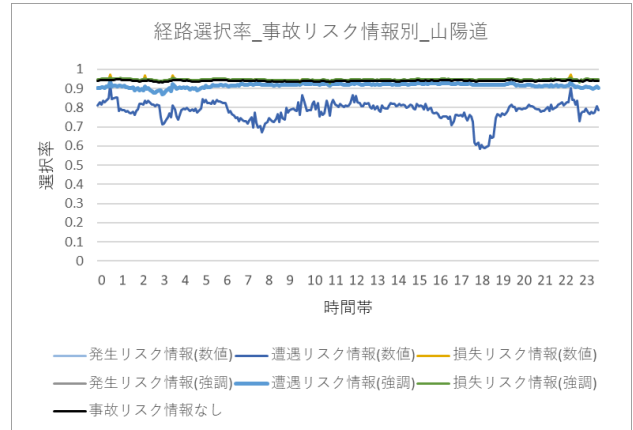


図-4 事故リスク情報提供による選択率推移 (山陽道のみ) 平常時

繁忙時においても (図-5), 事故遭遇リスクの数値情報を提示した場合に経路選択率への影響が最も大きく、10時台や16時以降の時間帯では評価対象ODを移動する交通のほぼ全てが山陽道を選べるとの結果となった。また、事故遭遇リスクの数値情報に次いで、事故損失リスクの数値情報による影響が大きく現れている事がわかる。

一方、その他の情報提供方式については目立った差異は認められないものの、事故遭遇リスクと損失リスクの強調情報が、事故発生リスク情報と比べて、経路選択に与える影響が僅かに大きいことが読み取れる。

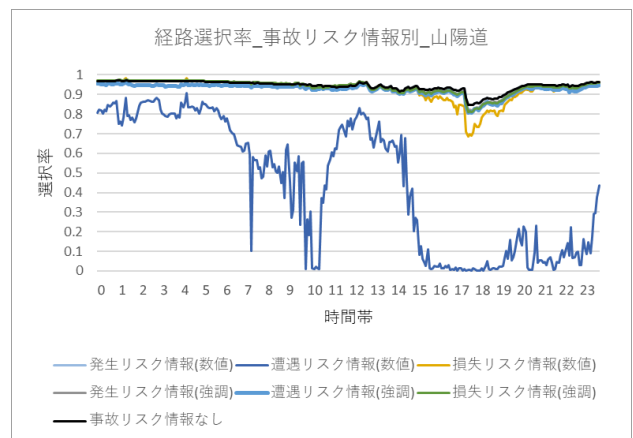


図-5 事故リスク情報提供による選択率推移 (山陽道のみ) 繁忙期

(3) 事故リスク情報提供による事故減少効果

前節で算出した事故リスク情報提供別の経路選択率に従って、両経路に表-5 の OD 交通量を配分した場合の期待事故件数を試算する。なお、5(1)で説明したとおり、OD 日交通量を、各評価対象日の広島 JCT 付近における時間変動に応じて各時間帯に按分し、5 分毎に経路選択を実施している。その上で、時間帯別経路交通量に各経路の事故発生リスク値を乗ずることで、期待事故件数を算出した。

算出結果を表-7 に整理する。なお、表中の期待事故件数は評価対象 OD の全交通量、すなわち山陽道と中国道の両経路交通量によって引き起こされる事故件数の期待値を表し、単位はいずれも[件/日]である。また、変化率は現況との比較を表し、変化率が負値の場合は、現況と比べて期待事故件数が減少することを示す。

平常時は事故リスク情報提供による事故減少効果は極めて限定的であるが、繁忙期においては事故発生リスクの数値情報を除いて、いずれのケースでも事故が減少する可能性が示された。中でも、繁忙期における事故遭遇リスク、および事故損失リスク情報提供時の効果が大きいとの結果となった。既往の研究³⁾でも考察されている通り、事故遭遇リスクや損失リスク情報がドライバーへ与えるインパクトが大きい一方で、事故発生リスク情報は指標の値が極めて小さく、経路選択の際に事故のリスクや損失をドライバーが実感し辛い為であると考えられる。

繁忙期においてはいずれのケースでも事故が減少する可能性が示された一方で、平常時においては事故遭遇リスク情報の提供時に、現況よりも事故が増加するとの結果が得られている(表-7 中の網掛け部)。平常時における山陽道と中国道の事故遭遇リスクを比較した際(図-6)、いずれの時間帯においても山陽道のリスク値が高く推移している。したがって、事故遭遇リスク情報に従う場合には現況と比べて中国道の選択率が高くなる。し

かしながら、渋滞が少ない平常時においては中国道の方の事故発生リスクが高い、すなわち山陽道に比べて事故危険性が高い為(図-7)、事故遭遇リスク情報提供時には現況よりも期待事故件数が高く算出される結果となっている。すなわち、事故遭遇リスク情報提供によって、より事故危険性の高い経路にドライバーを誘導し得るとの可能性を示しており、事故リスク情報提供に際しては、交通状況や事故リスク指標値の変動を考慮した適時、適所な提供方法の検討が必要であると言える。

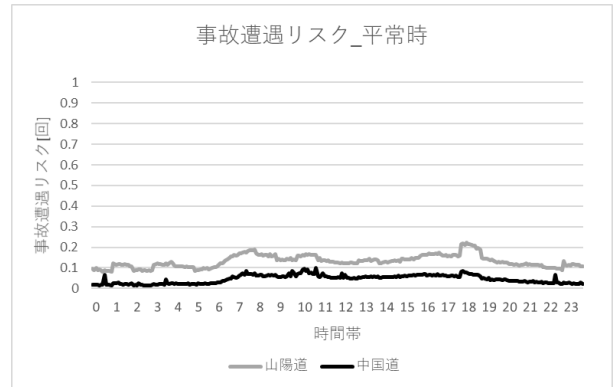


図-6 事故遭遇リスク推移 平常時

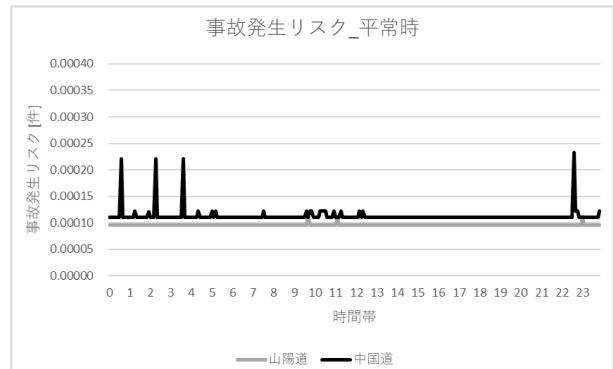


図-7 事故発生リスク推移 平常時

表-7 事故リスク情報提供による事故減少効果

情報提供ケース	平常時 4月13日		繁忙期 5月5日	
	期待事故件数	変化率	期待事故件数	変化率
現況 (所要時間+料金)	0.379	-	0.675	-
現況+ 事故発生リスク	数値	0.379	0.675	-0.00%
	強調	0.378	0.673	-0.37%
現況+ 事故遭遇リスク	数値	0.389	0.508	-24.81%
	強調	0.380	0.671	-0.64%
現況+ 事故損失リスク	数値	0.378	0.664	-1.70%
	強調	0.378	0.672	-0.50%

6. おわりに

本研究では、質の異なる 3 種類の事故リスク指標を道路利用者に提供する場合に期待される経路誘導効果と事故減少効果の評価を実施した。具体的には、経路選択を有する NEXCO 西日本の広島 JCT から神戸 JCT に至る OD を対象に、山陽道経由、および中国道経路の事故リスク指標を推定した上で、事故リスク情報を考慮した経路選択モデルを用いて、各種事故リスク指標を提供した場合の道路利用者の経路選択率への影響と事故リスク情報提供による事故減少効果を分析した。

結果として、以下の知見が得られた。

- ・ 事故発生リスク情報：平常時と繁忙期ともに経路選択への影響は限定的であることが明らかとなった。事故発生リスク値は極めて小さな値であるため、道路利用者が事故のリスクを実感し辛いのであると考えられる。
- ・ 事故遭遇リスク情報：平常時と繁忙期ともに経路選択への影響が極めて大きく、特に繁忙期のピーク時など走行量と事故リスクが共に高まる状況においては、事故遭遇リスク情報の提供によって道路利用者の行動が大きく変更される可能性を示した。一方で、事故遭遇リスク値の大小は経路の走行量に大きく依存し、事故発生リスクの大小とは必ずしも一致しないことから、事故遭遇リスク情報の提供タイミングによっては走行安全性の低い（危険な）経路へ需要を誘導してしまう可能性があることが明らかとなった。
- ・ 事故損失リスク情報：事故遭遇リスク情報に次いで経路選択への影響が大きいことが明らかとなった。事故損失リスク情報は事故発生リスクに事故による損失額を乗じたものであり、本質的には両者は類似した指標である。しかしながら、事故発

生リスクを金銭換算することにより、事故損失リスク情報は道路利用者にとって事故の危険性を認知しやすい指標であり、経路選択への影響も大きく現れたものと考えられる。

今後は、事故リスク情報提供による社会的便益に算出が必要である。すなわち、事故件数減少による事故損失額の削減便益、および事故件数減少による事故渋滞削減便益の評価を行い、事故リスク情報提供の便益を明らかにすることにより、事故リスク情報を活用した交通マネジメントの社会実装を目指したい

参考文献

- 1) 警察庁交通局：平成 28 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) 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・講演集，2014。
- 4) 吉井稔雄，倉内慎也，白柳洋俊，村上和宏：事故リスク情報提供による社会的便益に関する考察，第 53 回土木計画学研究発表会・講演集，2016。
- 5) 坪田隆宏，吉井稔雄，Jian Xing：交通流状態と幾何構造を考慮した都市間高速道路の事故発生リスク分析，交通工学論文集（特集号 A），Vol.5, No.2, pp. A_199-A_207, 2019.
- 6) 甲斐慎一郎，平井章一，邢健，成嶋晋一，堀口良太：高速道路シミュレータへの適用を念頭においた交通状態別の事故率に関する考察，第 53 回土木計画学研究発表会・講演集，2016
- 7) 兵頭知，吉井稔雄，高山雄貴：車両検知器の 5 分間データを利用した交通流状態別事故発生リスク分析，土木学会論文集 D3，Vol.70, No.5, 2014

(?)

EFFECT OF TRAFFIC ACCIDENT INFORMATION PROVISION ON EXPRESSWAY NETWORK CONSIDERING INFORMATION TYPES

Takahiro TSUBOTA, Toshio YOSHII, Shinya KURAUCHI and Jian XING