

交通事故リスク情報を活用した “低リスク” 経路案内実証実験による効果検証

金 進英¹・岩里 泰幸²・宇野 巧³・福士 達央⁴・太田 恒平⁵・大藤 武彦¹

¹非会員 (株)交通システム研究所 (〒532-0011 大阪市淀川区西中島 7-1-20)
E-mail: kim.jinyoung@tss-lab.com

²非会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)
E-mail: iwamoto-y92k9@mlit.go.jp

³非会員 阪神高速道路(株) (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3)
E-mail: yasuyuki-iwasato@hanshin-exp.co.jp

⁴非会員 (株)ナビタイムジャパン (〒107-0062 東京都港区南青山 3-8-38)
E-mail: tatsuo-fukushi@navitime.co.jp

⁵正会員 (株)トラフィックブレイン (〒101-0047 東京都千代田区内神田 3-2-9)
E-mail: kohei-ota@t-brain.jp

本研究は、交通事故リスク情報を活用した交通安全マネジメントの一環として、ナビゲーションを用いた事故リスクの低い経路案内により、交通事故の低減を図ることを目的とする。阪神都市圏において低リスク経路案内を実現するため、高速道路・一般道路を含めた面的な関連データの整備、事故リスク推定手法の検討、そして、ナビゲーションへの低リスク経路案内システムを内生化導入して、平成 29 年 12 月から民間ナビ媒体での試験的な情報提供を開始した。本研究では、低リスク経路案内の実現に向けた検討過程と、試験的提供の効果の検証結果を報告する。

Key Words: 交通事故リスク, 低リスク経路案内, ナビゲーションシステム

1. はじめに

道路上の事故の危険度とその影響を表現するには、事故発生リスクをはじめ、事故遭遇リスク、事故損失リスク、事故引き起こしリスク、期待事故影響回数と、期待事故損失額、期待総事故損失額、社会的事故損失など、様々な事故リスク指標がある。このような事故リスク情報は、ドライバーへの働きかけや情報提供、及び道路管理者への活用などに取り込むことで、交通安全性向上の寄与が期待できる。

吉井らは、潜在的な事故発生リスクを情報として加工・提供するための具体的な研究として新たな指標（期待事故遭遇件数と事故損失リスク）を提案し（2013）¹⁾、経路別に事故リスクとともに事故遭遇件数と事故損失リスクを算出して情報を提供することで、ドライバーの経路選択に及ぼす影響を SP 調査を通じて分析し、事故遭遇件数が最も強い効果があることを確認した（2014）²⁾。

一方、大藤らは、実際のリアルタイム事故リスク情

報を生成してユーザーへサービス可能なシステムを構築し（2015）³⁾、阪神高速道路を対象にリアルタイムの事故リスク情報を提供することで利用経路及び時間帯選択が支援可能なツールを開発した（2015）⁴⁾。さらに吉井、大藤らは、高速道路と一般道路を含めた道路網における事故リスク情報提供に向けて、交通データや事故データを一元的に分析可能なデータベースを構築した（2016）⁵⁾。

本研究では、以上の研究成果を踏まえて、実際の高速道路及び一般道路を含めたネットワークを対象として、各管理主体が有する事故データ及び関連する道路構造データ、気象データその他の大量データを活用して事故リスク情報を生成し、ドライバーへの事故リスク情報提供を行い、より安全な経路への転換を促したり、経路上の高リスク地点の安全運転を促すなど、全道路網における交通事故の削減を図るとともに、道路交通管理業務の効率化や安全対策検討に資することを目的とする。

具体的には、阪神都市圏の高速道路・一般道路を対象に、交通事故データや交通データ、道路構造データ、気

象データなどを用いて事故リスクの推定手法を確立し、事故リスク予測モデルをカーナビゲーションアプリの低リスク経路案内システムに導入した。実験的にナビゲーションから提供される低リスク経路情報をとその効果を分析することで、低リスク経路案内システムの期待や今後の課題について述べる。

2. 基礎データ整備

(1) 対象ネットワークとデータ

検討対象圏域を阪神都市圏として、(公財)交通事故総合分析センター(以降、ITARDAと称する。)の死傷事故を基礎データとして整備した。この交通事故データに基づき、関連する道路構造データ、交通データ、気象データ等をマッチング実施して、交通事故分析基礎データを整備する。

これらの基礎データは、次のとおりであり、原則として道路交通センサス区間を基礎単位空間とし、基礎単位時間を1時間としてデータを整備する。

- ・ 交通事故データ：ITARDA 事故データ (2013年～2015年)
- ・ 道路構造データ：平成22年度全国道路交通センサスの箇所別基本表
- ・ 交通データ：平成22年度全国道路交通センサスの一般交通量調査結果時間帯別交通量
- ・ 気象データ：気象庁観測局降水強度データ (2013年～2015年)

(2) 分析対象道路の区分

本研究では、分析対象の道路を表-1のように4区分し、事故リスクはそれぞれのモデルを用いて推定する。高速道路は「都市間高速道路」と「都市高速道路」に、一般道路は「広域幹線道路」と「地区幹線道路」に分類し、生活道路は、独立してモデルを推定することとした。

また、一般道路における広域幹線道路と地区幹線道路は以下のような基準で区分する。

- ・ 広域幹線道路：車線数4車線以上&道路部幅員が5.5m以上
- ・ 地区幹線道路：車線数3車線以下&道路部幅員が5.5m以上

(3) 「渋滞有無」の整備

事故発生リスクに影響を及ぼす要因を抽出するため、道路交通センサスデータの1時間単位の交通量と「昼間非混雑時」と「混雑時」の速度データを用いて、センサス区間における時間帯別渋滞発生有無を判別する。

渋滞有無判別条件は以下に、道路種別の臨界速度や交

表-1 道路種別による事故リスク予測モデルの区分

道路種別	道路幅員	
	5.5m以上	5.5m未満
都市間高速道路	都市間高速道路モデル	
都市高速道路	都市高速道路モデル	
一般道路	広域幹線道路モデル 地区幹線道路モデル	
生活道路		生活道路モデル

表-2 道路種別の渋滞有無判別条件値

道路種別	注1)臨界速度	注2)交通容量
高速自動車国道	50km/h 未満	1,250台/h/lane
都市高速道路	40km/h 未満	1,125台/h/lane
その他自動車専用道路	30km/h 未満	1,000台/h/lane
その他の一般道路	15km/h 未満	注3)

注3)一般道路の交通容量

多車線交通容量=2,000×0.9×青時間比率

但し、青時間比率≤0.2の場合は青時間比率=0.2,

青時間比率≥0.8の場合は青時間比率=0.8,

青時間比率がブランクの場合は青時間比率=0.5

通容量は表-2に示す。

- ・ 時間交通量をpcu単位に換算：乗用車換算係数は1.7
- ・ 「昼間非混雑時」の速度が臨界速度^{注1)}以下の場合：7時から18時までの時間台は渋滞有り
- ・ 「混雑時」の速度が臨界速度^{注1)}以下 and 「昼間非混雑時」が臨界速度^{注1)}以上の場合：交通量が交通容量^{注2)}以上の時間帯があれば該当時間台を含む3時間が、なければ7時から18時までで交通量が最大である時間台の3時間が渋滞有り

(4) 事故要因の説明変数

整備したデータを用いて、交通事故に影響を及ぼす可能性がある項目を交通事故の説明変数として設定した。設定した説明変数は表-3に示すとおりである。

ここで、超長時間渋滞有無と長時間渋滞有無変数は、前述の渋滞有無のデータから設定する。その定義は以下のとおりである。

- ・ 超長時間渋滞：4時間/日以上渋滞している区間
- ・ 長時間渋滞：3時間/日以上渋滞している区間

また、特殊な地点の特徴を表すために事故多発地点ダミーという変数を追加した。事故多発地点ダミーとは、センサス区間を単位として事故件数が多い区間を示す変数であり、高速道路の場合は25件/3年(約8件/年)、一般道路の場合は50件/3年(約17件/年)以上の区間を

表-3 事故要因の説明変数

要因	区分	説明変数
動的 要因	共通	<ul style="list-style-type: none"> ・雨有無 ・曜日パターン：平日，週末，休日 ・昼間/夜間 ・時間帯：06-08時台，09-11時台，12-14時台，15-17時台，18-5時台 ・超長時間渋滞有無 ・長時間渋滞有無
	高速 道路	<ul style="list-style-type: none"> ・入口有無 ・出口有無 ・本線料金所有無 ・曲線半径 300m以下・以上 ・曲線半径 500m以下・以上
	一般 道路	<ul style="list-style-type: none"> ・道路部 7m/車線以上・以下 ・車道 5m以上・以下 ・車道部 5m以上・以下 ・歩道部設置率 70%以上・以下 ・信号交差点密度 10個/km以上・以下 ・信号のない交差点密度 10個/km以上・以下 ・交差点密度 10個/km以上・以下 ・青時間比 30%以上・以下 ・青時間比 70%以上・以下 ・鉄道交差有無

設定した。都市間高速道路の場合は全 214 区間のうち 9 区間 (4.2%)，都市高速道路の場合は全 407 区間のうち 26 区間 (6.4%)，広域幹線道路の場合は全 1915 区間のうち 386 区間 (20.2%)，地区幹線道路の場合は全 1977 区間のうち 117 区間 (5.9%) が事故多発地点区間である。

3. 事故発生リスク予測モデルの推定

ここでは、表-1 の 5 つのモデルのうち、都市間高速道路モデルと都市高速道路モデル、広域幹線道路モデル、地区幹線道路モデルの推定について述べる。

(1) 事故率と事故引き起こしリスク

まず、整備した時間別区間事故データベースに基づき、平休、降水有無、交通状況、時間で分類したカテゴリー別に、事故率（事故引き起こしリスク）を算出する。ITARDA の交通事故データは道路交通センサデータの区間に合わせて集計して、道路交通センサの時間帯別データは ITARDA 交通事故データの時間帯に合わせて 3 時間に集計をし、交通事故データと道路交通センサデータをマッチングした。

マッチングしたデータから、事故件数と交通量を用いて、センサ区間単位の事故率を次の式(1)のように計算する。事故率は、3 年計の曜日別、時間帯別、雨有無

別、渋滞有無別に算出した。

$$\lambda_{ik} = \frac{N_{ik}}{Q_{ik} \times d_i} \quad (1)$$

ここで、

λ_{ik} : カテゴリー k の状況下での区間 i の事故率 (件/台キロ)

N_{ik} : カテゴリー k の状況下での区間 i の事故発生件 (件/期間)

Q_{ik} : カテゴリー k の状況下での区間 i の交通量 (台/時)

d_i : 区間 i の区間距離 (km)

事故引き起こしリスクは、ある道路区間/経路を 1 回走行した場合に事故を引き起こす回数、すなわち事故の当事者となる回数の期待値を示し、次の式(2)のように定義する。

$$R_j = \sum_{i \in A_j} \lambda_i \times d_i \quad (2)$$

ここで、

R_j : 経路 j を 1 回走行するあたりに期待される事故引き起こし件数 (件/回)

A_j : 経路 j 上の道路区間集合

(2) 交通事故発生リスクモデル

交通事故発生リスクモデルはポアソン回帰モデルに基づいて構築する。道路区間上の事故という事象 (Y) がポアソン分布に従って発生すると仮定 ($Y \sim \text{Poisson}(\mu)$) すると、ある (センサ) 区間 i に事故 y_i が起こる確率は、以下の式(3)のように定義できる。

$$P(y_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (3)$$

ここで、

μ_i : ある区間 i の事象 (事故発生) 件数の期待値 (件)

事故発生件数期待値 μ_i は、

$$\mu_i = \lambda_i t_i \quad (4)$$

ここで、

λ_i : ある区間 i の事故発生リスク (件/台キロ)

t_i : ある区間 i の走行台キロ (台キロ)

区間 i の事故発生リスク λ_i は、

$$\lambda_i = \exp\left(a + \sum b_i x_i\right) \quad (5)$$

ここで、

x_i : ある区間 i の事故発生要因

a : 定数項パラメータ

b_i : 変数パラメータ

(3) モデルの推定結果

交通事故発生リスクモデルの推定結果は、表4から表7であり、モデルによって有意である説明変数がそれぞれ異なることがわかる。

都市間高速道路モデルの推定結果である表4をみると、週末パラメータの値が正になっており、平日や日曜日より土曜日の事故率が高くなっている。また、6時台～8時台までの事故の影響も大きい、15時台～17時台までの影響が非常に大きいことが分かる。道路構造では、

表4 都市間高速道路モデル

	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-17.6144	0.0915	-192.512	<2e-16	***
週末	0.2109	0.0825	2.556	0.0106	*
時間 06-08	0.3407	0.0811	4.202	2.65E-05	***
時間 15-17	0.7611	0.0702	10.844	<2e-16	***
半径 300 以下	0.1356	0.0668	2.030	0.0424	*
DID	0.5868	0.0765	7.675	1.65E-14	***
市街部	1.3962	0.2297	6.077	1.22E-09	***
長時間渋滞有無	0.7216	0.0741	9.733	<2e-16	***
事故多発地点ダミー	0.6960	0.0691	10.071	<2e-16	*
N :	6,420				
AIC :	3974.1				
尤度比	0.2881433(df=1)				

*** 0.001, ** 0.01, * 0.5

表5 都市高速道路モデル

	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-17.6475	0.1369	-128.930	<2e-16	***
雨有無	0.3938	0.0549	7.171	7.42E-13	***
平日	0.5987	0.0600	9.988	<2e-16	***
週末	0.4369	0.0783	5.582	2.38E-08	***
時間 06-08	0.6152	0.0636	9.669	<2e-16	***
時間 09-11	0.6276	0.0632	9.926	<2e-16	***
時間 12-14	0.3461	0.0689	5.025	5.03E-07	***
時間 15-17	0.7707	0.0616	12.519	<2e-16	***
半径 300 以下	0.2592	0.0418	6.195	5.84E-10	***
DID	0.5836	0.1224	4.770	1.84E-06	***
長時間渋滞有無	0.6000	0.0490	12.246	<2e-16	***
事故多発地点ダミー	1.0969	0.0472	23.233	<2e-16	***
N	12,210				
AIC	9686.4				
尤度比	0.2752858(df=1)				

曲線半径が 300m 以下区間の事故リスクが高い。さらに、市街部という要因が事故率に一番大きい影響を与えており、超長時間渋滞や事故多発地点ダミーも影響を及ぼしている。

都市高速道路モデルの推定結果(表5)をみると、雨有無のパラメータが正になっており、雨の日の事故率が高いことが分かる。また、平日が週末や日曜日より影響が大きく、曲線半径が 300m 以下区間の影響もみられる。時間帯は、6時台から 17時台に亘って事故リスクが高い。

表6 広域幹線道路モデル

	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-15.4379	0.0318	-484.910	<2e-16	***
雨有無	0.2221	0.0143	15.551	<2e-16	***
平日	0.5252	0.0145	36.356	<2e-16	***
週末	0.4168	0.0188	22.117	<2e-16	***
時間 06-08	-0.0848	0.0134	-6.339	2.31E-10	***
時間 09-11	-0.1317	0.0135	-9.743	<2e-16	***
時間 12-14	-0.0909	0.0135	-6.734	1.65E-11	***
車道部 5m 以上	-0.2707	0.0129	-20.921	<2e-16	***
交差点密度 10 個 /Km 以上	0.3712	0.0103	35.882	<2e-16	***
青時間比_70 以上	-0.2772	0.0233	-11.883	<2e-16	***
DID	0.8907	0.0291	30.571	<2e-16	***
市街部	0.6574	0.0359	18.303	<2e-16	***
長時間渋滞有無	0.2916	0.0232	12.572	<2e-16	***
事故多発地点ダミー	0.6315	0.0103	61.351	<2e-16	***
N	57,450				
AIC	79150				
尤度比	0.136435(df=1)				

表7 地区幹線道路モデル

	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-15.3316	0.0302	-507.790	<2e-16	***
平日	0.5382	0.0226	23.817	<2e-16	***
週末	0.4896	0.0290	16.907	<2e-16	***
時間 15-17	0.1499	0.0173	8.644	<2e-16	***
交差点密度 10 件/Km 以上	0.3098	0.0167	18.554	<2e-16	***
青時間比_30 以下	-0.3468	0.0304	-11.397	<2e-16	***
青時間比_70 以上	0.1492	0.0383	3.898	9.69E-05	***
DID	1.0078	0.0261	38.562	<2e-16	***
市街部	0.4750	0.0356	13.317	<2e-16	***
事故多発地点ダミー	0.6864	0.0159	43.132	<2e-16	***
N	59,310				
AIC	45175				
尤度比	0.1392074(df=1)				

広域幹線道路（表-6）は都市高速道路と同様に雨による影響がみられる。6時台から14時台までと、道路部が広い（5m 以上）の場合はパラメータの値が負になっており、事故率が低くなる傾向があることが分かる。また、長時間渋滞が発生している区間が事故率が高いと言える。

地区幹線道路モデル（表-7）は、15 時台から 17 時台と、交差点密度が高い（10 個/km 以上）ところの事故リスクが高くなっている。

一方、信号の青時間比のパラメータ値をみると、広域幹線道路モデルでは、信号の青時間比が 70%以上の場合のパラメータの推定値が負になっている。これは、広域幹線道路は、従道路になっている場合より主道路のほうの事故リスクが低いことを意味する。その反面、地区幹線道路モデルでは、70%以上は正になって、青時間比が 30%以下が負になっており、地区幹線道路の場合は主道路になっている場合の事故リスクが高く、従道路の場合が低いと解釈でき、同じ変数でも道路の種類によって、事故リスクに与える影響が異なることが確認できた。

(4) 推定結果の精度検証

推定されたモデルの精度の検証するため、推定値と観測値の事故件数を用いて、RMSE(Root Mean Square Error)と相関係数を算定した。結果を図-1、表-8に示す。

図-1によると、観測交通事故が 0 である区間において観測値以上で推定されるケースが多く、このような傾向は観測交通事故が 3 件までに多く見られる。また、事故件数が 3 件以上の場合も推定値より観測値のほうが大きいケースが多い傾向にある。

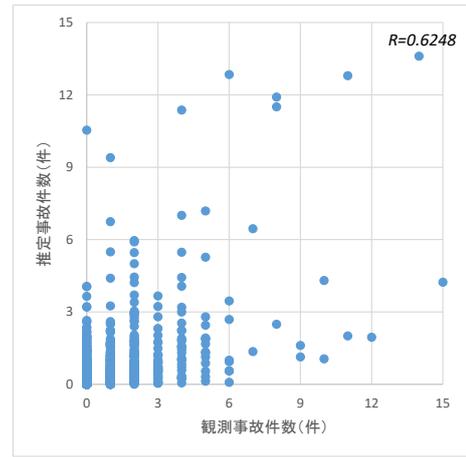
表-8によると、都市間高速道路と都市高速道路の相関係数は 0.6 以上で、広域・地区幹線道路の相関係数は 0.7 以上になっている。

(5) 生活道路の事故リスク予測手法

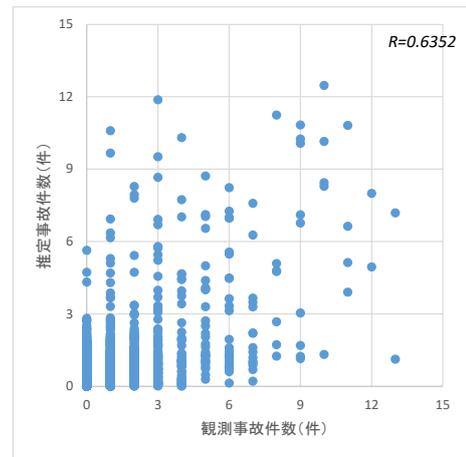
「生活道路」事故リスクの推定対象は、道路幅員が 5.5m未滿の一般道路であり、事故リスク予測モデルは、吉井ら（2016）⁶⁾が提案した手法に基づいた。愛媛県松山市の松山都市圏で調査した生活道路事故リスク分析結果を活用して、次の式(6)のように生活道路の事故引き起こしリスクを定義して算定する。

$$\begin{aligned}
 & \text{生活道路の事故引き起こしリスク} \\
 & = \{ \text{単路部事故リスク(件/億台キロ)} \times \text{延長} \} \\
 & \quad + \{ \text{交差点事故リスク(件/億台)} \} \\
 & \quad \quad \times \text{交差点通過回数}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

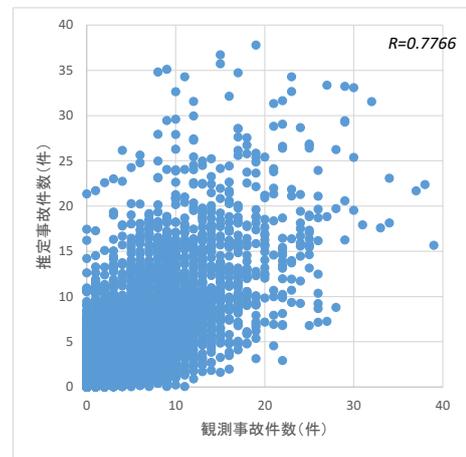
ここで、沿道状況別、単路部と交差点における事故リスクを算出した結果がそれぞれ表-9と表-10である。



(a) 都市間高速道路



(b) 都市高速道路



(c) 広域・地区幹線道路

図-1 モデル推定と観測の事故件数及び相関係数

表-8 推定と観測の事故件数の RMSE 値と相関係数

Name of model	N	RMSE	相関係数
都市間高速道路	6,420	0.74	0.6248
都市高速道路	12,210	0.76	0.6352
広域・地区幹線道路	116,760	1.36	0.7766

表-9 生活道路沿道状況別事故リスクの設定(単路部)

沿道状況	人口密度閾値	事故リスク*
DID 地区	4,000 人/Km ² 以上	142
市街地	1,000 人/Km ² 以上, 4,000 人/Km ² 未満	114
その他地域	1,000 人/Km ² 未満	114

*単位：件/億台キロ

表-10 生活道路沿道状況別事故リスクの設定(交差点)

沿道状況	人口密度閾値	事故リスク*
DID 地区	4,000 人/Km ² 以上	8.1
市街地	1,000 人/Km ² 以上, 4,000 人/Km ² 未満	8.6
その他地域	1,000 人/Km ² 未満	8.6

*単位：件/億台

4. 低リスク経路案内システム構築

(1) 事故発生リスク予測モデルの経路探索への適用

ナビゲーションシステムでの事故リスク情報生成を内生化することとして、前章で推定した事故発生リスク予測モデルを活用して、次のような経路探索システムへの適用を行うこととした。

a) モデルの単純化

経路探索システムに適用するモデルの単純化を図るため、一般道路の「広域幹線道路」と「地区幹線道路」のモデルを一つのモデルに統合して、幹線 4 車線以上ダミー変数を導入した。

b) 経路探索における交差点密度変数の実用化

推定した事故リスク予測モデルでは、交差点の影響を「交差点密度 ≥ 10 個/km」ダミーとして反映しているが、経路探索アルゴリズムでは交差点密度を適用することが困難であるため、単路部と交差点部に分解して推定する。

このため、幹線道路モデルについて、交差点密度変数なしモデル推定値との残差に対して、リンク中の交差点数と距離による重回帰分析を行って、交差点部と単路部の事故発生リスクを推定する。

c) 高事故リスクダミーの反映とモデル式の簡便化

高事故リスクダミーの反映は、過去 3 年間の事故データをもとに、モデルの道路区分別に、事故件数下限値、事故率下限値を設定して対象区間を設定した。

また、経路探索に適用するに際して静的変数と動変数を同列で反映することは経路探索に大きな負荷となることから、動的要因はモデル式を反映し、静的要因をダミー係数に置き換える線形推定式を再構築して適用することとした。

d) モデル説明変数データ整備

事故リスク予測モデルの静的説明変数データは、ナビゲーションネットワーク情報を活用して、次のように設定した。

- ・ 道路区分：ナビゲーションネットワーク属性をもとに、近似的に道路区分を設定
- ・ 曲線半径：曲線半径が 300m 未満ダミーに対して、曲率を近似的に適用
- ・ 沿道状況：沿道状況区分に対して、道路区間が属するメッシュの DID 地区及び人口密度データを近似適用

e) 渋滞情報の反映方法

経路探索システムに適用するモデルにおいては「超長時間渋滞有無」と「長時間渋滞有無」の変数をまとめて「渋滞有無」変数に代えて、新たなパラメータ値を推定した。VICS とプローブデータを使用して生成されているナビゲーション既存情報であるリンク旅行速度から「渋滞」を判別して適用する。

f) 時間分布の平準化

モデル上の時間区分が 3 時間と荒く、隣接時間区分境界での急激な事故リスク差を緩和するため、隣接時間区分の中央時刻同士を線形補完する。

(2) 事故リスク指標を考慮した低リスク経路探索手法

事故リスク情報は、経路探索アルゴリズムに反映させる。ドライバーは、経路選択に際して「所要時間」と「(有料道路利用) 料金」を考慮することが知られており、それに加えて「事故リスク」を反映した経路を探索することとする。

具体的には、リンク所要時間に時間価値原単位を乗じて算定する「所要時間コスト」に、「事故損失リスク」を追記する。事故損失リスクは、式(2)の事故引き起こしリスクに 1 件当り事故損失原単位を乗じて算定し、次の式(7)のように表される。

$$M_{it} = R_{it} \times L \quad (7)$$

ここで、

M_{it} ：時間帯 t 、リンク i の事故損失リスク (円)

R_{it} ：時間帯 t 、リンク i の事故引き起こしリスク (件)

L ：事故発生 1 件当たりの損失額 (円/件)

なお、時間価値原単位は、「費用便益分析マニュアル」国土交通省における乗用車の時間価値を準用し、事故発生 1 件当たりの損失額は、内閣府が報告する事故損失額原単位をもとに設定する。

内閣府が算定した一人当たり事故損失額原単位は表-11 示すように、金銭的損失額：224 万円/人、非金銭的損失額：1,948 万円/人であり、「金銭的損失額+非金銭的損失額」を適用する。

以上から、低リスクを考慮した交通流シミュレーションにおける経路探索手法は、次の式(8)のように事故リスクを反映させることとする。

$$C_{it} = w_T T_{it} + w_F F_{it} + w_r M_{it} \quad (8)$$

ここで、

- C_{it} : 時間帯 t , リンク i のリンクコスト (円)
- T_{it} : 時間帯 t , リンク i のり所要時間貨幣換算値 (円)
- F_{it} : 時間帯 t , リンク i の有料道路利用料金 (円)
- M_{it} : 時間帯 t , リンク i の事故損失リスク (円)
- w : 各指標の重み

(3) 低リスク経路案内効果の評価

2017年12月20日(水)より、株式会社ナビタイムジャパンがカーナビゲーションアプリで事故リスクを考慮した“低リスク経路”の提供を開始した。そのうち、2018年2月7日(水)~2018年2月20日(火)の2週間でカーナビから収集した「経路検索結果」データを活用して、低リスク経路案内の効果の評価する。

対象期間に収集した経路探索データについては、表-12で示している。2週間で経路検索を行った件数は全国で1,208,298件、そのうち阪神都市圏に起終点を持つ件数は153,700件である。検索経路の平均距離は、全国ネットワークで約60km、阪神圏ネットワークで約78kmである。10km~100kmの経路長約5割で一番多く、1km~10kmの経路長が約2.5割を占めている。100km以上の長距離も全国で約1.5割、阪神圏で約2割ある。

この期間中に検索された経路は、事故発生リスクモデルを適用して事故損失リスクを考慮したものである。ここで、モデルを適用することによって変化した経路の件数を表-13の「モデル適用による経路変化件数」で表している。全国ネットワークでは111,163件で9.2%、阪神圏ネットワークでは14,602件で9.5%、経路が変わったことが分かる。また、この時に計算された経路のコストが「モデル適用有りの経路コスト」であり、平均コストは、全国で4,693円、阪神圏で4,919円であった。これをモデル適用していない場合の経路コスト（「モデル適用無しの経路コスト」で全国484.7円、阪神圏510.5円）と比べてみると、全国ネットワークで3.2%、阪神圏ネット

表-11 事故損失額 (単位:万円)

種別	一人当たり*	1件当たり**
金銭的損失額	224	336
非金銭的損失額	1,948	2,922

*出典:「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査」平成24年3月、内閣府政策統括官

**1件当たり被害者数:1.5人

ワークで3.6%削減されたことが確認できる。

検索された経路において、道路種別の構成割合を、事故発生リスクモデルの適用有無で比較したのが表-14である。この結果によると、ネットワークに関係なく、モデルを適用することで都市間高速と都市高速道路の利用割合が高くなり、一般道路である広域幹線道路や地区幹線道路、生活道路の割合は低くなっていることが分かる。

高事故リスクダミーのは、前述したように阪神圏で観測された事故データをもとに、静的要因として設定をした。ここで、高事故リスクダミーが存在する阪神圏ネットワークを対象に、モデルを適用した場合の高事故リスクダミーの有り・無しケースを、モデルを適用していない場合と比較したのが表-15である。まず、それぞれのケースにおける事故損失リスクをみると、高事故リスクダミー有りのケースが一番少なく、モデル適用無しのケースと比べると3.6%減少していることが分かる。表-14でも言及したように、モデルを適用した場合の有料道路の利用割合が高くなっていることから、走行距離は0.2%増えているものの、所要時間は0.6%減少したと思われる。また、有料道路の料金収入も増加したことが分かる。都市間高速道路の場合は、高事故リスクダミー有りのケースの料金収入が一が多くなっており、モデル適用無しと比べると1.9%増加した。都市高速道路の場合は、高事故リスクダミー有りとしのケースでそれぞれ3.8%と3.9%増えている。

最後に、モデルを適用することで、経路における利用道路の増減の変化の一部を図で表したのが図-2である。この図によると、都市間高速道路や都市高速道路は約1-10%増加している道路が多く、一般道路は約1-5%減少している道路が多いことがみられる。

表-12 経路検索件数と経路長

	総計	平均距離	経路長				
			1km未満	10km未満	100km未満	100km以上	
経路検索件数	全国	1,208,298件	59.9km	66,025件 5.5%	316,350件 26.2%	640,063件 53.0%	185,860件 15.4%
	阪神圏	153,700件	77.9km	6,882件 4.5%	37,089件 24.1%	78,737件 51.2%	30,992件 20.2%

表-13 モデル適用有無による経路変化件数と経路コスト

	モデル適用による経路変化件数	モデル適用有りの経路コスト		モデル適用無しの経路コスト	
		合計	平均	合計	平均
全国	111,163 件 (1,208,298 件) 9.2%	567,101,179 円 -3.2%	469.3 円	585,713,113 円	484.7 円
阪神圏	14,602 件 (153,700 件) 9.5%	75,612,394 円 -3.6%	491.9 円	78,463,898 円	510.5 円

表-14 道路種別の利用割合

	モデル適用	都市間高速道路	都市高速道路	広域幹線道路 (4車線以上)	地区幹線道路 (4車線以下)	生活道路
全国	有り	62.97%	6.86%	12.01%	17.15%	0.61%
	無し	62.17%	6.58%	12.67%	17.56%	0.62%
阪神圏	有り	60.54%	16.27%	13.99%	8.46%	0.74%
	無し	59.77%	15.95%	14.71%	8.82%	0.75%

表-15 阪神圏におけるモデル適用有無による事故損失リスクと料金

モデル適用有無		事故損失リスク [円]	所要時間 [分]	距離 [km]	都市間高速料金 [円]	都市高速料金 [円]
モデル適用無し	合計	78,463,898	12,474,649	11,978,426	292,984,145	35,510,720
	平均	511	81	78	1906	231
モデル適用有り (高事故リスク ダミー有り)	合計	75,612,394	12,397,641	11,999,749	298,657,516	36,858,840
	平均	492	81	78	1943	240
	(増減率)	-3.6%	-0.6%	0.2%	1.9%	3.8%
モデル適用 (高事故リスク ダミー無し)	合計	75,661,167	12,400,291	11,999,586	298,536,392	36,836,370
	平均	492	81	78	1942	240
	(増減率)	-3.6%	-0.6%	0.2%	1.9%	3.9%

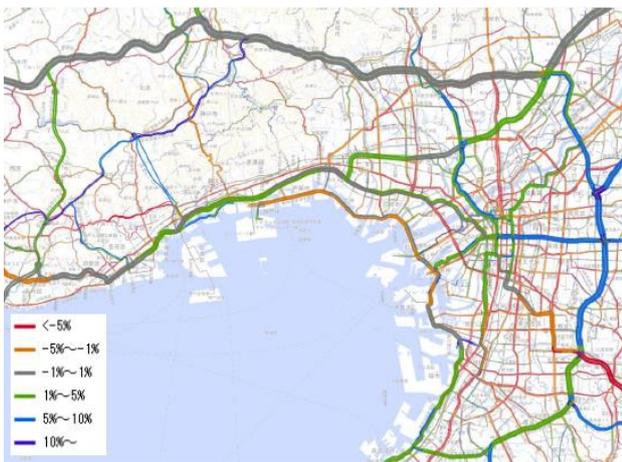


図-2 モデル適用による利用道路の増減率 (阪神圏)

5. おわりに

本研究では、道路ネットワークにおける交通事故損失を削減することを目的として、交通事故及び関連する

様々なデータを統合し、事故リスク情報が生成可能なモデルを構築した。また、カーナビ事業者による低リスク経路案内を支援するための、事故発生リスク情報生成の内生化を試みるとともに、その効果を評価した。

既存の所要時間コストと有料道路の利用コストのみで計算された経路探索の結果と、事故発生リスクによる事故損失リスクを考慮して経路探索をした結果には約 9% の経路に変化があり、事故損失リスクは約 3.6% 減少した。これらの経路には、事故率が低い都市間高速道路や都市高速道路を利用する割合が増え、一般道路の利用する割合が減ることから、有料道路の料金収入が増加したことも確認できた。

今回の事故リスク生成を経路探索システムに内生化する際には、使用可能なデータに限りがあるため、モデルを簡略化せざるを得なかった。しかし、吉井ら (2017) ⁷⁾ の研究のように、より詳細なデータが活用できれば、より妥当性のある経路案内システムを構築することができる。

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, 交通工学研究発表会論文集, Vol.33, CD-ROM, 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, 土木計画学研究発表会, Vol. 49, CD-ROM, 2014.
- 3) 大藤武彦, 兒玉崇, 竹井賢二, 小澤友記子: リアルタイム事故リスク情報推定システムの構築と活用, 交通工学研究発表会論文集, Vol.35, CD-ROM, 2015
- 4) 兒玉崇, 藪上大輔, 大藤武彦, 小澤友記子: 事故リスク情報の有効活用にむけた利用経路, 時間帯別選択行動支援ツールの開発, 交通工学研究発表会, No35, CD-ROM, 2015.
- 5) 西内裕晶, 吉井稔雄, 大藤武彦, 小澤友記子, 塩見康博: 新潟市内道路網における交通事故発生リスク情報提供に向けた統合データベースの構築とその活用, 第 53 回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2016.
- 6) 尾高慎二, 吉井稔雄, 神戸信人: 生活道路における交通事故リスクに関する基礎的研究, 第 53 回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2016.
- 7) 坪田隆宏, 山本篤志, 吉井稔雄, 倉内慎也: ETC2.0 データを活用した生活道路の交通事故リスク分析, 第 55 回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2017. (2018.4.27 受付)

A DRIVER NAVIGATION SYSTEM INCORPORATING TRAFFIC ACCIDENT RISKS
~Verification of the Effects on Providing Drivers Low Accident Risk Routes~

Jinyoung KIM, Yasuyuki IWASATO, Takumi UNO, Tatsuo FUKUSHI, Kohei OTA
and Takehiko DAITO