

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

Provide of Estimate System An Accident Risk Information on Urban Expressway

○大藤 武彦¹, 兒玉 崇², 竹井 賢二³, 小澤 友記子⁴

○Takehiko DAITO¹, Takashi KODAMA², Kenji TAKEI³ and Yukiko OZAWA⁴

ドライバーに潜在的な事故リスク情報を提供することで、より安全性の高い経路への変更、出発時刻の変更を促し、個々のドライバーの事故発生リスクを低減させることが可能であることが知られてきた。

本研究では、阪神高速道路有する豊富な事故データベースを活用して、リアルタイム事故リスクを予測するモデルを分析し、実用的なモデルを提案するとともに、事故リスク情報の生成と提供方法、および同情報を活用した交通管理マネジメントの検討を行う。また、事故データベース、交通管制システムその他の関連システムと連携して、リアルタイム事故リスク情報を提供するシステムのプロトタイプを開発する。今後は、さらに、モニター調査などを介してリアルタイム情報提供の効果の検証やより望ましい情報提供方法の検討を重ねる予定である。

Keywords: 交通安全, 事故発生リスク, 交通マネジメント, 情報提供

1. はじめに

(1)背景と経緯

阪神高速道路では、過年度よりパトロール隊が現認した事故データに道路環境データ、交通環境データ、気象データ等をマッチングさせた事故データベース（以下、「事故DB」と呼ぶ）を構築し、事故分析といった利用にとどまらず、利用者サービスに活用してきた¹⁾。

また、平成 23 年 2 月には、ドライバー属性の違いにより事故の傾向が異なることに着目し、ユーザーの運転特性に応じて安全運転に役立つ情報を、診断形式のコンテンツで提供する「阪高 SAFETY ナビ」の提供を開始した²⁾。「阪高 SAFETY ナビ」では、事故DBから算定した様々なデータをアドバイス情報としてユーザーの運転特性に応じて提供している。

しかし、これらの静的なアドバイス情報提供だけでは、実際の走行環境と提供される情報が必ずしも適合していない場面が見られたため、走行中にスマホナビ等から事故多発地点情報を提供する走行支援サービスである「Project Z NAVI de HANSHIN!」の実験では、平休別時間帯（1時間毎）別の静的な安全走行支援情報の提供を試行している³⁾。このように安全走行支援における情報のリアルタイム性の要求は、年々高まってきている。

一方、潜在的な事故リスクに関する情報を提供することで、より安全性の高い時間帯・経路への選択を促すといった検討も始まっており、実際のフィールドへの適用も期待されている⁴⁾。

特に、ドライバーへの安全走行支援では、「”いま”、”ここ”に潜んでいる事故リスク」を的確に提供する必要がある。しかし、事故発生は極めて稀に顕在化して発生する事象であることから、次のような問題点を有している。

- 1.非常に多くの事故=“0”（図1）
- 2.形態別事故要因が説明できない場合が頻出
- 3.時間/空間的にバラつきが大きく不安定

このため、ドライバーに正しく伝わらず、情報の信頼性を損ねる可能性が否定できない。しかし、実際の走行環境を反映した「動的事故率予測モデル」を活用して事故リスク情報を提供することが可能である。すなわち、当該区間の道路構造条件を反映し、リアルタイム

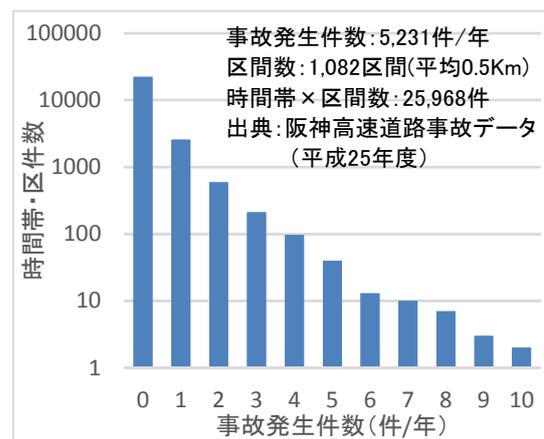


図1 阪神高速道路上の事故発生分布

1 正会員, 株式会社交通システム研究所

〒532-0011 大阪市淀川区西中島7丁目1-20 E-mail:daito@tss-lab.com Phone: 06-6101-7001

2 正会員, 阪神高速道路株式会社 保全交通部交通企画課

3 正会員, 阪神高速技研株式会社 技術部技術課

4 正会員, 株式会社交通システム研究所

での交通条件、降雨等の気象条件を元に、「毎5分、事故多発区間別事故形態別事故リスク情報」を予測するモデルを構築して、関連システムと連携したシステム化によって提供することで、交通事故の削減に寄与するとともに、業務の合理化、効率化に寄与することも考えられる。

そこで、筆者らを含む阪神高速道路でも、これらのニーズや課題への対応策として期待される「事故発生リスク」という新たな概念を導入し、同リスク予測による安全走行支援サービスの向上と、交通管理マネジメントの支援に寄与する推定モデルの生成とその活用について検討を行ってきた⁵⁾。

(2)研究の目的

本研究の目標は、交通事故を削減し、交通安全に資するとともに、阪神高速道路における保全業務の効率化と高度化を図ることにある。

このため、本研究では、実際のリアルタイム事故リスク情報生成方法を確立し、これを活用したユーザーサービスを体系化するとともに、実現に向けた実用的なシステム構築を行うことを目的とする。

(3)研究プロセス

本研究では、まず、事故データ、構造データ、交通データ、そして気象データを総合した事故データベースを活用し、動的な事故率予測モデルを分析して、現況再現による検証を行い、採用すべきモデル式を構築する。次に、事故多発区間での過少予測の回避や事故率が高い局面では予測値も高く、低い局面では予測値も低いといった実運用を想定した適用に向けた検討を行う。

また、動的な事故リスク情報の活用について、ユーザーサービスを体系化して、提供すべき情報の生成と提供方法を検討し、関連システムとの連携を含めたシステム化を検討する。

2. リアルタイム事故率予測モデルの分析

2.1 分析の基本的事項

(1)基礎データ

リアルタイム事故率予測モデル分析に使用する基礎データは、阪神高速道路が整備する事故データベースに格納される下記のデータとする⁶⁾。

対象とする期間は、2010年4月1日～2013年3月31日までの3年間、分析の単位区間は0.1Km、単位時間は5分とする。

- ・事故データ：阪神高速道路の事故調書データ
- ・構造データ：阪神高速保全情報システムデータ(車線数、平面線形・縦断線形等)
- ・交通データ：交通管制システムデータ(交通量、渋滞、障害データ等)
- ・気象データ：アメダス降水強度データ

(2)分析対象とするモデル

分析対象とするモデルは、事故という極めて稀に生起する事象を対象とすること、これまでの研究事例でも相当程度の精度で予測が可能であることが知られていることから^{5),6)}、ポアソン回帰モデルに基づくこととし、過大分散の可能性に配慮して負の2項分布モデルも検討対象とした。

ポアソン回帰モデルの概要を以下に示す。

$$\mu_i = \lambda_i \times t_i$$

μ_i : 事故発生件数期待値

λ_i : 事故発生リスク(件/億台キロ)

t_i : 総走行台キロ(億台キロ)

i : 事故分析単位区間(0.1Km)

$$Y_i \sim Po(\mu_i)$$

$$\ln(\mu_i) = \ln(\lambda_i t_i) = (\alpha + \sum \beta_j x_{ji}) + \ln(t_i)$$

$$\mu_i = \lambda_i t_i = \exp(\alpha + \sum \beta_j x_{ji}) t_i$$

x_j : 事故発生件数期待値

α, β : 事故発生リスク(件/億台キロ)

負の二項分布は、ポアソン分布モデルの期待値 μ がガンマ分布に従い、 μ を予見とした確率変数 Y が期待値 μ のポアソン分布に従うという前提から導かれる。

Y の条件付確率分布： $Y|\mu \sim \text{Poisson}(\mu)$

μ の確率分布： $\mu \sim \text{Gamma}(\mu\varphi, \varphi)$

上記に基づいて、ガンマ関数を使うと Y の分布である負の二項分布が導かれる。負の二項分布における発生件数期待値と分散は以下のように示される。

$$E(Y) = \mu$$

$$V(Y) = \frac{\mu(1+\varphi)}{\varphi} = \mu(1+\frac{1}{\varphi})$$

2.2 モデル分析

(1)被説明変数と説明変数設定

モデルの被説明変数は、事故形態別事故件数とし、追突、車両接触、施設接触、その他、そして事故形態計別に推定することとし、走行台キロをオフセットとして設定する。

説明変数は、これまでの事故分析結果を参考に、表-1に示すカテゴリーとして設定する。

表1 モデルの説明変数

分類	カテゴリー	
定数項		
交通流要因	自由流、混合流、渋滞末尾、渋滞、停滞	
平面線形要因	曲線半径	直線(400m以上)、400m未満~200m以上/カーブ入口、400m未満~200m以上/カーブ中間、400m未満~200m以上/カーブ出口、200m未満/カーブ入口、200m未満/カーブ中間、200m未満/カーブ出口
	滑り止め舗装区間	1年未満、1~2年、2~3年
	1車線区間	1車線区間
	本線料金所区間	
縦断線形要因	縦断勾配	平坦部(-4.0<縦断勾配<+4.0%)、-4%以下、+4%以上、クレスト(勾配差-2%以下)、サグ(勾配差+2.0%以上)
合流タイプ	一般部 合流上流側0.1Km迄かつ入口/従流交通量30台/5分/車線未満 合流上流側0.1Km迄かつ入口/従流交通量30台/5分/車線以上 合流下流側0.2Km迄かつ入口/従流交通量30台/5分/車線未満 合流下流側0.2Km迄かつ入口/従流交通量30台/5分/車線以上	
分岐タイプ	一般部、分岐上流側0.1Km迄かつ出口/従流交通量30台/5分/車線未満 分岐上流側0.1Km迄かつ出口/従流交通量30台/5分/車線以上 分岐下流側0.2Km迄かつ出口/従流交通量30台/5分/車線未満 分岐下流側0.2Km迄かつ出口/従流交通量30台/5分/車線以上	
環状線(4車線)区間	2車線、3車線区間、4車線区間	
降雨有無	降雨なし、降雨あり	
昼夜	昼間、夜間	
曜日パターン	平日、週末、休日	

(2)モデル分析結果

モデル推定結果の代表例を表2に示す。

推定の結果、各事故形態の特性を反映した説明変数が統計的に有意に求められた。とくに、追突事故は渋滞・停滞といった交通状況と降雨ありが、車両接触事故は本線料金所が最も大きく、渋滞・停滞、交通量が多い合流・分岐区間と環状線が、施設接触事故は降雨ありとカーブ、そして本線料金所が大きく寄与しており、各事故形態の特性を十分反映していることが確認できる。

また、尤度比も相当大きく、全体的には相当程度の説明力を持ったモデルとして推定できたものと考えられる。

なお、負の2項分布モデルについては、モデル推定の結果、ポアソン回帰モデルと比べると統計的に有意に説

明できる説明変数が少なく、事故特性を考慮すると説明しにくくなること、現況の再現性もポアソン回帰モデルの方が高いことから、ここではポアソン回帰モデルを採用することとした。

(3)モデルの検証

モデルの推定結果からは、相当程度説明力のあるモデルパラメータが推定できたため、現況再現検証を行ってモデルの再現精度を検証する。

ここでは、モデルの推定対象である3年間の毎5分・0.1Km毎の事故形態別事故率を推定し、事故分析単位区間(概ね0.3~0.8Km単位の区間)における事故率実績値との比較を通して検証を行った。

事故形態別事故分析区間時間帯別事故率の実績値と予測値を比較したところ、マクロ的には決定係数も十分高く、RMSEも十分精度が高いとはいえないまでも、ある程度小さい誤差の範囲にあることを確認した。

実績値と予測値をX/Y軸上にプロットしたものが図-2である。追突事故は、実績値と予測値が概ねX=Y上にある。車両接触事故と施設接触事故は、いくぶんバラつきがあり、実績値事故率が非常に大きい領域で過少予測の傾向にあるデータが存在する。これらの過少予測傾向は、特定の突出して事故が多発する区間である。

なお、過去3年間の事故が発生した時刻・区間を対象として予測した事故率と、事故が発生しなかった時刻・区間の事故率予測値を比較すると、表-3に示すように、事故発生区間時点の事故率は全区間全時間帯における事故率予測値と比べて顕著に高いことが明らかであり、事

表2 ポアソン回帰モデル推定結果例(追突事故)

説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.40490	0.02992	80.383	< 2e-16 ***
混合流	0.95593	0.05315	17.985	< 2e-16 ***
渋滞末尾	3.29340	0.03588	91.782	< 2e-16 ***
渋滞流	3.35315	0.03771	88.916	< 2e-16 ***
停滞流	4.19165	0.04138	101.297	< 2e-16 ***
本線料金所	1.76803	0.05612	31.505	< 2e-16 ***
縦断:-4.0以下	0.22978	0.08882	2.587	0.00968 **
縦断:+4.0以上	0.15817	0.07873	2.009	0.04454 *
クレスト	-0.20115	0.10174	-1.977	0.04804 *
サグ	0.33286	0.06242	5.333	9.7E-08 ***
分岐上流0.1Km, 従流交通量少	0.30258	0.07096	4.264	2E-05 ***
分岐上流0.1Km, 従流交通量多	0.44449	0.08810	5.045	4.5E-07 ***
分岐下流0.2Km, 従流交通量少	0.23424	0.07173	3.265	0.00109 **
分岐下流0.2Km, 従流交通量多	0.35143	0.09741	3.608	0.00031 ***
環状線	0.74076	0.04862	15.236	< 2e-16 ***
降雨あり	1.13705	0.03196	35.582	< 2e-16 ***
夜間	-0.15447	0.03504	-4.409	1E-05 ***
週末	0.22646	0.03754	6.032	1.6E-09 ***
休日	0.21171	0.03822	5.540	3E-08 ***
自由度	10480			
尤度比	0.68201			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

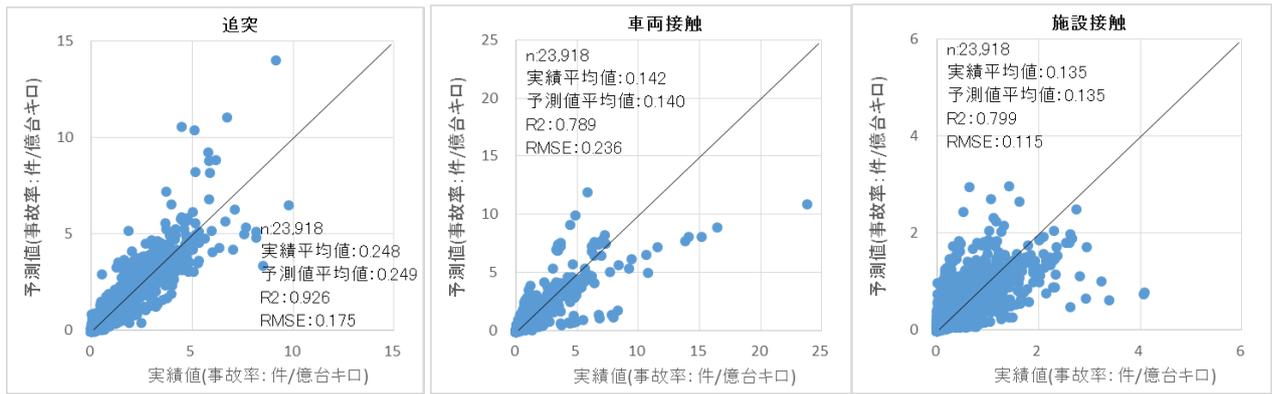


図2 予測モデルによる事故発生件数期待値と実績値比較

故が発生した区間・時点の事故率は高く、発生しなかった区間・時点の事故率は低く予測された傾向にあると言える。

2.3 モデルの適用に向けた検討

(1) 予測誤差分布

予測誤差分布を見ると、図3に示すように事故分析単位区間の5分間事故率予測値の誤差は、いずれの事故形態も比較的小さいと言える。しかし、前記図2からもわかるように、車両接触と施設接触事故は、過少予測区間もある程度見られる。これらは、特定の区間であり、設定した説明変数では説明しきれない何らかの要因が存在する区間であると考えられるため、運用に際しては何らかの誤差を小さくするための対応が必要であると考えられる。

(2) 過少予測への対応

事故リスク情報提供に際して避けたいのは、「事故が発生したにもかかわらず事故発生の危険性が予測されなかった場合」、すなわち過少予測である。

これは、運用に際してワーニングとする閾値の設定にも依存するのではあるが、モデル推定に際して事故率実績値が相当程度高い領域で明らかに過少推計が存在する。これらの誤差が大きいデータを抽出して確認したところ、同様のカテゴリーに属する事故多発地点のうち、特定の区間が相当している。

これらに対しては、区間固有ダミーとして説明変数に設定して、モデルを再推定することとした。推定結果を

表3 現況再現による事故発生区間の事故率予測値

事故形態	対象	n	事故率平均値 (件/億台キロ)	事故率中央値 (件/億台キロ)
追突	全区間全時間帯	287,000	28.4	12.3
	事故発生区間時点	5,896	767.7	316.7
車両接触	全区間全時間帯	287,000	19.3	11.0
	事故発生区間時点	3,204	655.1	144.5
施設接触	全区間全時間帯	287,000	28.6	16.1
	事故発生区間時点	3,206	654.5	141.9

表4に示す。

(3) 過大予測への対応

事故リスク情報提供に際する過大予測は、「事故率予測値が高いためにワーニング情報が提供されるものの事故が全く発生しないため、ワーニングに対する信頼性が損なわれる」ことである。いわゆる“狼少年”になる危険性である。

このため、相当程度には事故が発生してほしいものではあるが、事故リスク情報の提供は潜在的にある「事故が起きてもおかしくない状況である」リスクを提供するものであり、事故が発生しないまでも”危険”であることを認知していただくことにある。災害発生時の危険性をリスク情報として提供するに際して、いわゆる空振り

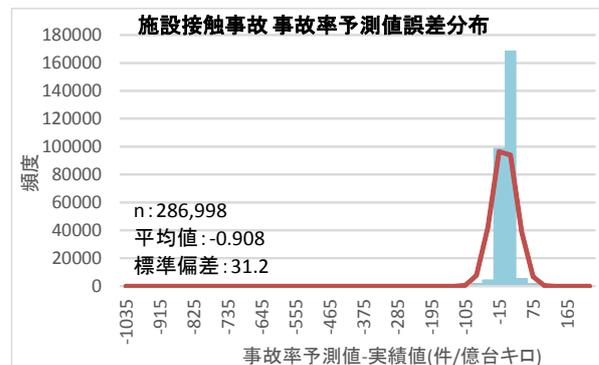
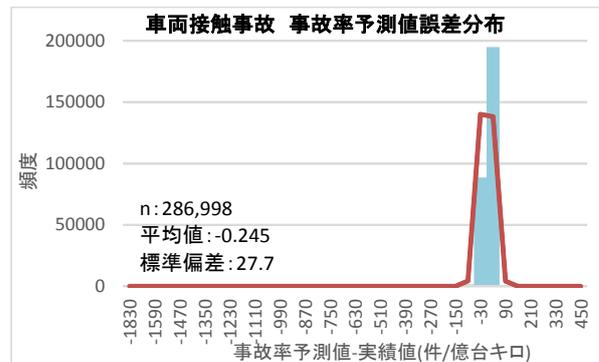


図3 事故分析単位区間事故率予測値の誤差分布

表 4(1/3) ポアソン回帰モデル推定結果 (1.追突)

説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.39966	0.03005	79.866	< 2.00E-16 ***
混合流	0.99084	0.0532	18.623	< 2.00E-16 ***
渋滞末尾	3.31185	0.03608	91.788	< 2.00E-16 ***
渋滞流	3.35572	0.03797	88.377	< 2.00E-16 ***
停滞流	4.19547	0.04162	100.804	< 2.00E-16 ***
本線料金所	1.64294	0.06305	26.057	< 2.00E-16 ***
縦断:-4.0以下	0.23641	0.08883	2.661	0.00778 **
縦断:+4.0以上	0.16266	0.07874	2.066	0.038838 *
クレスト	-0.20376	0.10177	-2.002	0.045277 *
サグ	0.29161	0.06309	4.622	3.80E-06 ***
合流下流0.2Km, 従交通量多	0.1491	0.07845	1.901	0.057342 .
分岐上流0.1Km, 従交通量少	0.22796	0.07153	3.187	0.001438 **
分岐上流0.1Km, 従交通量多	0.42398	0.08818	4.808	1.52E-06 ***
分岐下流0.2Km, 従交通量少	0.16068	0.07226	2.224	0.026164 *
分岐下流0.2Km, 従交通量多	0.36642	0.09746	3.76	0.00017 ***
環状線	0.46678	0.05673	8.227	< 2.00E-16 ***
降雨あり	1.13356	0.03197	35.457	< 2.00E-16 ***
夜間	-0.15026	0.03503	-4.289	1.80E-05 ***
週末	0.2207	0.03757	5.875	4.24E-09 ***
休日	0.21283	0.03822	5.568	2.58E-08 ***
池環分岐手前ダミー	1.40157	0.0944	14.847	< 2.00E-16 ***
守口本線料金所ダミー	0.91896	0.25063	3.667	0.000246 ***
北津守出口付近ダミー	2.61872	0.70832	3.697	0.000218 ***
北津守入口付近ダミー	1.96684	1.00023	1.966	0.049254 *
阿倍野入口付近ダミー	0.62323	0.31831	1.958	0.050243 .
泉大津本線料金所ダミー	0.416	0.23809	1.747	0.080599 .
尼崎本線料金所ダミー	0.85576	0.19619	4.362	1.29E-05 ***
自由度	11274			
尤度比	0.675786			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

表 4(2/3) ポアソン回帰モデル推定結果 (2.車両接触)

説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.3492	0.03046	77.13	< 2.00E-16 ***
渋滞末尾	1.13945	0.06517	17.484	< 2.00E-16 ***
渋滞流	1.38027	0.06525	21.153	< 2.00E-16 ***
停滞流	1.87163	0.09039	20.705	< 2.00E-16 ***
曲線: 400m未満~200m以上/入口	0.28414	0.12796	2.221	0.02638 *
曲線: 400m未満~200m以上/中間	0.2432	0.08786	2.768	0.00564 **
曲線: 400m未満~200m以上/出口	0.53215	0.09834	5.411	6.26E-08 ***
曲線: 200m未満/入口	0.29762	0.17732	1.678	0.09326 .
曲線: 200m未満/中間	0.288	0.09858	2.922	0.00348 **
本線料金所	2.03914	0.0743	27.444	< 2.00E-16 ***
サグ	0.44189	0.09199	4.804	1.56E-06 ***
合流上流0.1Km, 従交通量少	0.38288	0.08727	4.387	1.15E-05 ***
合流上流0.1Km, 従交通量多	1.19883	0.10043	11.937	< 2.00E-16 ***
合流下流0.2Km, 従交通量少	0.43677	0.06149	7.103	1.22E-12 ***
合流下流0.2Km, 従交通量多	1.28803	0.06351	20.28	< 2.00E-16 ***
分岐上流0.1Km, 従交通量多	0.70697	0.10025	7.052	1.76E-12 ***
分岐下流0.2Km, 従交通量多	0.51757	0.11378	4.549	5.39E-06 ***
環状線	1.7578	0.051	34.467	< 2.00E-16 ***
降雨あり	1.05213	0.04789	21.968	< 2.00E-16 ***
夜間	-0.19686	0.04395	-4.479	7.49E-06 ***
中之島入口付近カーブダミー	1.86863	0.30775	6.072	1.26E-09 ***
東船場JCT合流後付近ダミー	0.54853	0.12539	4.374	1.22E-05 ***
北津守出口付近ダミー	2.22712	0.99806	2.231	0.02565 *
長田本線料金所ダミー	1.12266	0.11555	9.716	< 2.00E-16 ***
東大阪合流付近ダミー	2.78032	0.09951	27.939	< 2.00E-16 ***
天保山分岐付近	2.53474	0.24812	10.216	< 2.00E-16 ***
自由度	11988			
尤度比	0.494584			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

に帰結することを恐れないというリスクマネジメントを考慮すると、過大予測については容認してもよいかもしれない。

同様の交通状況や気象状況が継続する際には事故率予測値も継続することは容易に推察されるし、実際に

表 4(3/3) ポアソン回帰モデル推定結果 (3.施設接触)

説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.40857	0.04058	34.709	< 2.00E-16 ***
混合流	-1.28049	0.13603	-9.413	< 2.00E-16 ***
渋滞末尾	-0.27458	0.10858	-2.529	0.011446 *
渋滞流	-1.49048	0.20622	-7.228	4.92E-13 ***
停滞流	-1.61048	0.31973	-5.037	4.73E-07 ***
曲線: 400m未満~200m以上/入口	0.88914	0.12864	6.912	4.79E-12 ***
曲線: 400m未満~200m以上/中間	1.55184	0.05958	26.045	< 2.00E-16 ***
曲線: 400m未満~200m以上/出口	1.65692	0.08103	20.449	< 2.00E-16 ***
曲線: 200m未満/入口	1.29681	0.15424	8.408	< 2.00E-16 ***
曲線: 200m未満/中間	2.56239	0.05731	44.711	< 2.00E-16 ***
曲線: 200m未満/出口	1.95358	0.1241	15.743	< 2.00E-16 ***
滑り止舗装後1年未満	1.11581	0.13863	8.049	8.34E-16 ***
滑り止舗装後1~2年	1.58083	0.12394	12.755	< 2.00E-16 ***
滑り止舗装後2~3年	1.66735	0.12435	13.408	< 2.00E-16 ***
1車線	1.88381	0.15747	11.963	< 2.00E-16 ***
本線料金所	2.22611	0.07362	30.239	< 2.00E-16 ***
縦断:-4.0以下	0.79492	0.07661	10.377	< 2.00E-16 ***
クレスト	0.44101	0.08603	5.126	2.96E-07 ***
合流上流0.1Km, 従交通量少	0.29723	0.08446	3.519	0.000433 ***
合流上流0.1Km, 従交通量多	0.30123	0.16676	1.806	0.070854 .
降雨あり	3.18759	0.036	88.556	< 2.00E-16 ***
夜間	0.60008	0.03586	16.732	< 2.00E-16 ***
週末	0.23271	0.04733	4.916	8.81E-07 ***
休日	0.36997	0.0437	8.466	< 2.00E-16 ***
福島カーブダミー	1.0876	0.25487	4.267	1.98E-05 ***
中之島入口付近カーブダミー	1.24231	0.15381	8.077	6.65E-16 ***
扇町カーブダミー	1.48588	0.14856	10.002	< 2.00E-16 ***
城北カーブダミー	1.96349	0.14134	13.892	< 2.00E-16 ***
堺環合流干ダミー	1.23673	0.19424	6.367	1.93E-10 ***
長田本線料金所ダミー	0.66575	0.23075	2.885	0.003912 **
環井東渡りダミー	1.86004	0.16277	11.427	< 2.00E-16 ***
阿波座カーブダミー	2.6201	0.12469	21.012	< 2.00E-16 ***
自由度	12377			
尤度比	0.669826			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

も、過去の毎5分・事故分析単位区間の事故率を予測した結果を眺めると、ある環境下での事故率は継続するところとなっており(図-4)、この間の事故リスクは継続していると考えてよいと思われる。

3. リアルタイム事故リスク生成・提供システムの構築と活用検討

3.1 ユーザーサービスと提供情報

(1)ユーザーサービス

事故リスク情報を活用したユーザーサービスの体系を検討する。

まず、動的経路情報提供は、属性に応じて事故リスク情報を含む多様な経路選択、出発時刻選択情報を提供し、安全な経路及び出発時刻選択を促すことで、事故の削減と道路利用の最適化を促すものである。

また、注意喚起情報提供は、即時/即地の走行環境に応じた事故リスク情報と危険回避アドバイス情報を提供し(when, why, how)、安全運転を促すことで、事故の削減を図るものである。将来的には、ナウキャストの事故リスク情報に基づく走行モード情報を車両に配信し、警戒走行を支援して、事故の未然防止を図ることも視野に入れる。

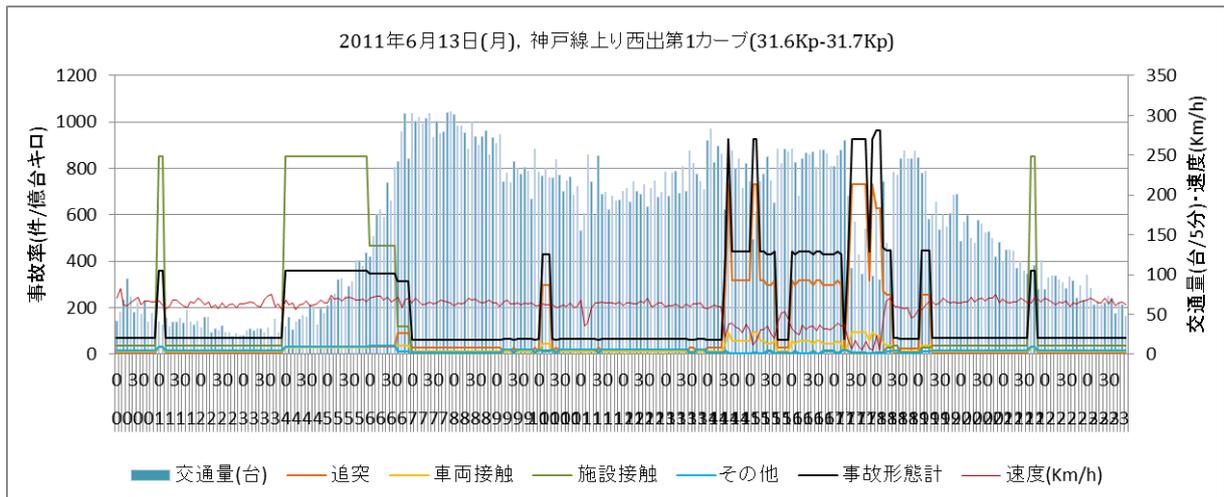


図4 毎5分事故率予測値と交通量・速度との比較例

さらに、業務管理支援は、事故リスク情報を活用して、事故の早期発見未然防止を図り、安全・円滑な交通流の維持を目的とするものであり、交通管制業務では、監視カメラのオートフォーカスや交通管制員への事故リスク情報提供による事故の早期発見を、交通管理業務では、事故リスク統計値を活用した巡回計画検討支援やナウキャストの事故リスク情報提供による事故の早期発見などが期待される。

(2)事故リスク情報の生成

構築したリアルタイム事故率予測モデルは、「事故率」もしくは「事故発生件数期待値」を予測するものである。

この指標を元に、ドライバーその他の利用者に「事故リスク情報」として提供するに際しては、“いま”“ここ”に潜む事故発生の危険性を、わかりやすく理解される情報として提供するとともに、その情報に基づいた適切な行動を実行していただく必要がある。

このような事故リスク情報に関する基礎的な研究は、まだ端緒についたばかりであるが、いくつかの事故リスク情報が検討、提案されている^{5),7),8)}。これらの既往研究では、次のような指標が提案されている。

- ・事故発生リスク：事故を起こす確率（事故率）
- ・期待事故遭遇件数：事故に出会う確率（確率：％）
- ・事故損失リスク：事故によって被る損失期待値（貨幣換算値）

幣換算値)

- ・事故リスク水準：事故件数もしくは事故遭遇確率と事故率もしくは事故損失のクロスでリスク水準をランクで設定

このように、現時点では利用者への効果的な事故リスク情報提供が定着していないため、当面は複数の事故リスク指標を生成して、わかりやすく提供することが望ましいと考えている。

3.2 リアルタイム事故リスク情報生成・提供システムの構築

リアルタイム事故リスク情報を提供するためには、必要な情報を入力して事故リスク情報を生成し、出力するシステムを構築する必要がある。

ここで事故リスク情報を生成するモデルの入力データは、道路構造データ：保全情報システム、交通・障害データ：交通管制システム、気象データ：総合防災システムが元データの生成、維持管理を行っている。

リアルタイム事故リスク情報を生成するシステムは、現在改築中の「交通統計システム」が事故分析や安全対策を検討するシステムとして位置付けられているため、事故データベースとあわせて「リアルタイム事故リスク情報提供機能」を構築することが妥当であろう。なお、交通マネジメントのための機能としても位置付けられる

表5 ユーザーサービスの概要

サービス名称	ねらい	対象者	対象局面	提供情報	具体のサービス(案)
動的経路情報提供	安全利用選択	ドライバー	出発前	カテゴリ別事故形態別事故発生リスク情報, 事故影響リスク情報	「SAFETYドライブ・スマートチョイス」
注意喚起情報提供	注意喚起	ドライバー	走行中	リアルタイム事故形態別事故発生リスク情報	カーナビ, 「SAFETYドライブ・スマートチョイス」
自動運転支援	走行支援	自動車	走行中	リアルタイム事故形態別事故発生リスク情報	自動運転走行モード
管理業務支援	早期発見処理	道路管理者	常時	カテゴリ別事故形態別事故発生リスク情報, リアルタイム事故形態別事故発生リスク情報	監視カメラ自動フォーカス, 巡回経路計画など

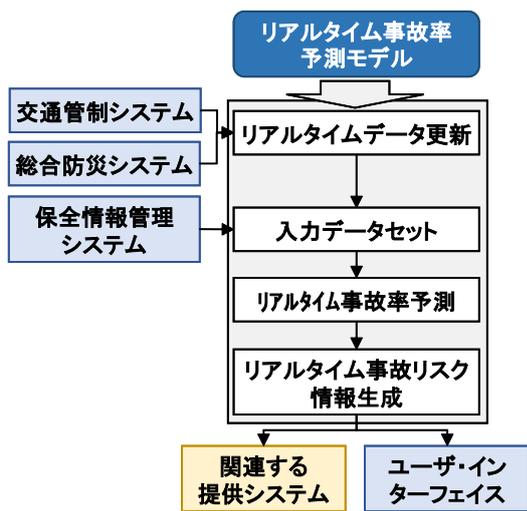


図4 システムの全体構成

ため、交通管制システムでの構築も将来的には視野に入れることが必要である。

情報提供側については、阪神高速道路株式会社内部へのユーザ・インターフェイスと、「リアルタイム事故リスク情報提供」が容易で多くのドライバーへの提供を勧奨すると、交通管制システムを介した提供、既存媒体である「阪神高速はしれGO!」、そして道路交通情報提供エージェントが考えられる。

これらのシステム全体構成を図4に示す。

4. まとめと今後の課題

(1)まとめ

本研究では、事故データベースと関連するリアルタイムデータを用いて、毎5分・0.1Km区間単位の事故率を推定するモデル分析を行い、検証を通して概ね実用に供することを確認するとともに、実際の運用を見通した事故率予測方法を提案した。また、実現に向けたプロトタイプシステムを構築することを目標に、システム構成と事故リスク情報生成方法を検討した。

今後は、本稿の提案に基づいてプロトタイプの事故リスク情報提供を実現することが望まれる。

(2)今後の課題

今後は、リアルタイム事故リスク情報提供を実現するために、プロトタイプシステムの構築と、提供媒体の設定、及び提供すべき事故リスク情報生成について、当面の提供媒体を見通した戦略的な取り組みが求められる。

また、事故リスク情報は、まだドライバーへの認知がされていないことを前提として、提供情報に対するドライバーの認知、態度、行動変容などに関する検討を精力

的に実施することが必要である。情報の認知、意識や態度の変容などの基本検証、プロトタイプの情報提供に際してのモニター調査などにより、情報への要請や態度と実行意図、そして行動変容などについて懸賞、評価を継続して、より効果的な情報提供を検討していく必要がある。

さらに、効果の定量化と評価方法の検討を行い、安全運転支援の効果と経路選択行動への影響や交通の円滑化効果などを評価する必要がある。

なお、本稿では、当面のシステム化をめざした検討を行ったが、一般道路を含めた動的な事故リスク情報提供を目指すことも非常に重要である。関連するシステムとの連携とともに、一般道路を含めた事故データの精緻化や分析の深化が求められる。また、将来の自動運転への支援の可能性についても、課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 兒玉、新井、北澤、大藤、小澤：阪高 SAFETY ナビを活用した交通安全対策、大阪交通科学、2010.
- 2) 小澤、兒玉、大藤：ドライバーへの働きかけによる安全支援～阪高 SAFETY ナビにおける信頼性・妥当性検証～、第33階交通工学研究発表会論文集、2013.
- 3) 前川、兒玉、今井：官民連携による民間運営媒体を通じた道路情報配信実験、第51回土木計画学研究発表会(春大会)、2015. (proceedings, 投稿中)
- 4) 吉井、川原、大石、兵頭：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.
- 5) T.KODAMA, T.INOUE, T.DAITO: PRACTICAL USE OF THE REAL TIME TRAFFIC ACCIDENT RISK PREDCITION ON HANSHIN EXPRESSWAY, ITS 21st World Congress, 2014.
- 6) 小澤、兒玉、大藤：阪神高速道路の事故要因分析と今後の事故削減に向けた課題、第30回交通工学研究発表会論文集、2010年9月(実務論文)
- 7) 村上、倉内、吉井、大西、川原、高山、兵頭：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(春大会)、2014. (proceedings)
- 8) 小澤、兒玉、大藤：阪神高速道路におけるWEBベース安全運転支援ツールを活用した事故リスク情報提供～「阪高 SAFETY ナビ: SAFETY ドライブ・スマートチョイス」、第51回土木計画学研究発表会(春大会)、2015. (proceedings, 投稿中)