

## 事故リスク情報を用いた 安全運転支援サービスの体系化と実装

阪神高速道路(株)保全交通部交通企画課 岩里 泰幸  
阪神高速道路(株)保全交通部交通企画課 宇野 巧  
阪神高速道路(株)計画部調査課 兒玉 崇

### 要 旨

ビッグデータ時代の到来により、これまで知り得なかった交通現象のメカニズムの可視化や、交通に影響を与える事象発生予測が可能になると予想され、事故データ等の有効活用による、ドライバーの安全運転支援や、熟練した管制員やパトロール隊員の勘や経験則に頼っていた交通管理の補完・高度化の実現が期待されている。

そこで今般、多様な事故関連データで構成される事故データベースを活用して、時間帯別事故率予測モデルを構築し、同モデルによる推定値に基づき、事故発生の危険性を推定した事故リスク情報を生成するとともに、同情報を活用して、より安全な経路・時間帯へ誘導する安全運転支援ツールを開発し、その効果を確認した。

**キーワード:**ビッグデータ、事故分析、事故リスク、安全運転支援、経路選択

### はじめに

阪神高速道路に代表される都市内高速道路では、都市内に張り巡らされた急な道路線形や複雑なジャンクション構造、交通集中に伴う渋滞多発などの走行環境が原因で、ある特定の道路構造の地点において、特定の交通環境や気象環境下で、事故が多発する傾向が確認されている<sup>1)</sup>。そのため、阪神高速では、事故データに、事故発生への影響が懸念される道路環境データ、交通環境データ、気象データ等の多様な事故関連データを時空間マッチングさせた膨大な事故データベースを構築し、事故分析等の社内利用に活用するとともに、データの重畳により可視化された事故の発生傾向に基づき、安全運転アドバイス情報を生成して、「阪高 SAFETY ナビ」<sup>2)</sup>に代表される、お客さまの安全運転を支援するサービスに活用してきた。

近年、ビッグデータ時代の到来とともに、情報処理環境が飛躍的に向上しており、これまで知り得なかった交通現象のメカニズムの可視化や、交通に影響を与える事象発生予測が可能となることが期待されている。今後は前述の活用に加え、多様な事故関連データ間の規則性を把握して、その瞬間・場所の道路交通環境に応じて事故発生を「先読み」する算定アルゴリズムを構築し、ドライバーの安全運転能力を補完する運転支援や、熟練した管制員やパトロール隊員の勘や経験則に頼りがちだった交通管理ノウハウの補完・高度化等への活用を目指す時代に移行していくと思われる。

そこで今般、安全運転支援へのビッグデータ活用として、事故発生の危険性を表す“事故リスク”情報に着目した。ビッグデータ活用によるサービスを創出するには、①大量・多様な関連データの時空間連携、②データ間の規則性に基づく算定ア

ルゴリズムの構築，③ユーザフレンドリーな提供情報への加工，等のプロセスが必要となるため，同情報の活用体系を踏まえ，多様な事故関連データを時空間で連携させたデータベースを整備して，動的事故率推定モデルを構築し，推定値を活用した実用的な安全運転支援ツールとして，「SAFETYドライブ・スマートチョイス」を開発した。

本稿は，近年注目度の高いビッグデータ活用による安全運転支援として有望な事故リスク情報の活用体系を整理し，同情報の生成から安全運転支援サービスとして具現化するまでの一連の検討成果とその効果について，とりまとめたものである。

## 1. 事故リスク情報活用のユーザーサービス

阪神高速では，近年，事故発生危険性を表す事故リスク情報を，次世代の安全運転支援や交通（安全）マネジメントの一端を担う重要な概念の一つになり得る存在として位置付け，同情報を活用して，個々のドライバーの危険回避の支援や，道路全体の交通環境の改善により，交通安全性の向上を図る（図-1）ことを目指し，ターゲットやサービス内容によって，“起きやすさ”や“重大さ”に係るリスクを，適切な内容や時空間解像度で提供していく（図-2）ための検討を始めた。

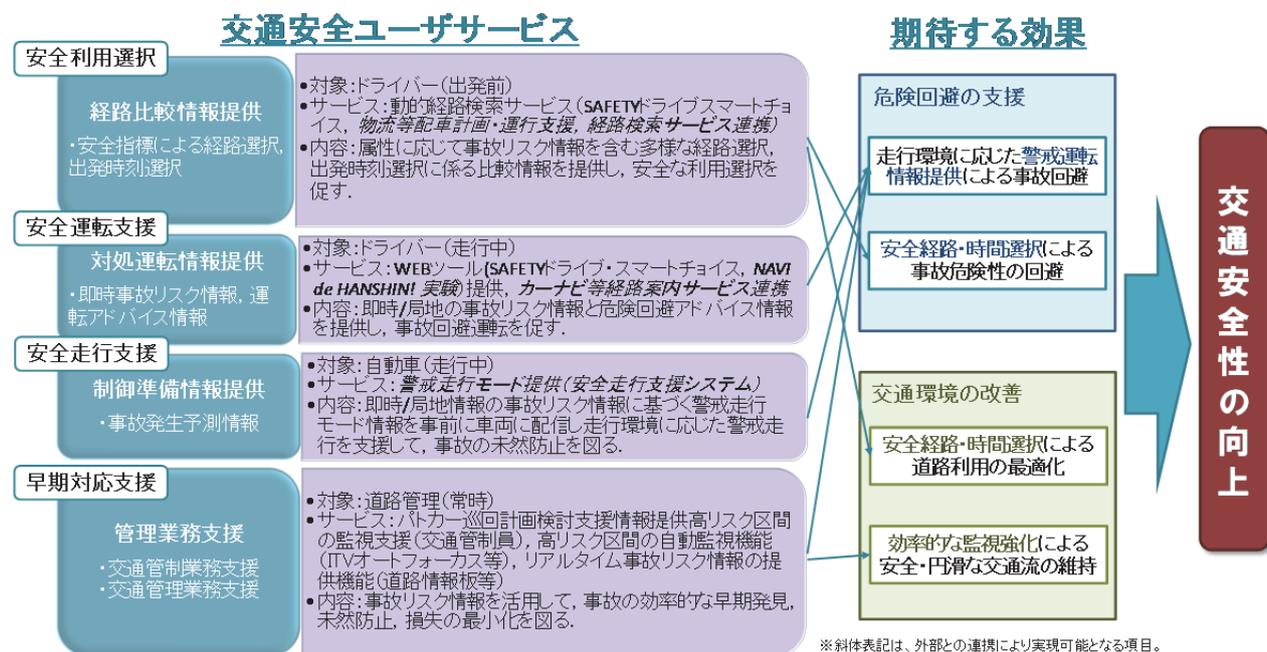


図-1 事故リスク情報を活用した交通安全ユーザーサービスイメージ

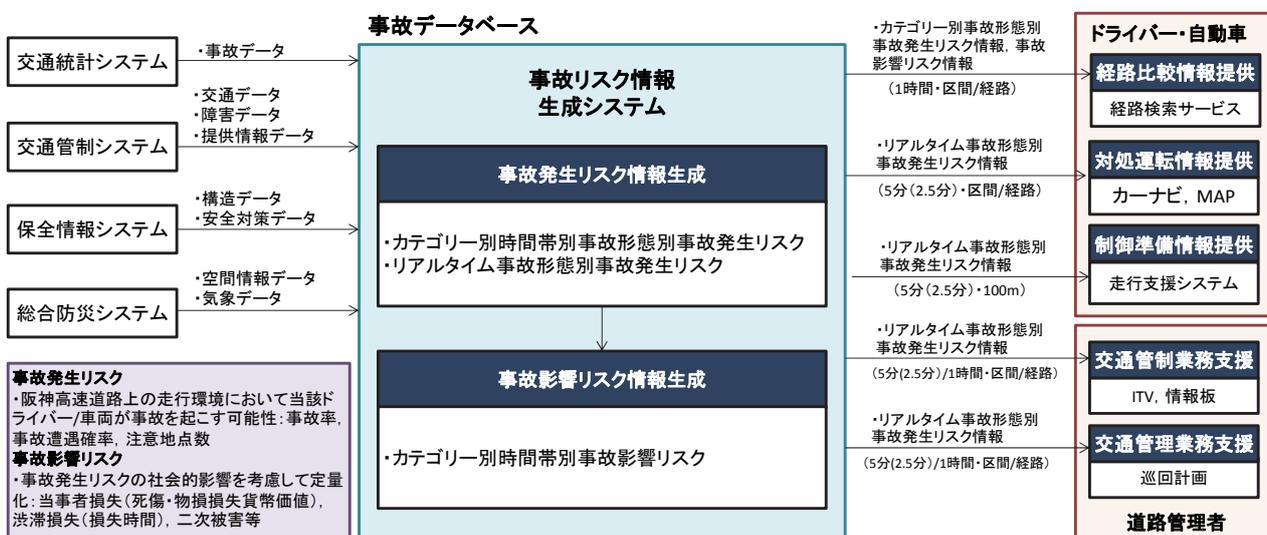


図-2 事故リスク情報を活用したサービスの生成イメージ

事故リスク情報の交通安全サービスへの活用は、

①ドライバーに対して

- ・運転アドバイスなどの対処運転情報を提供し、具体的な事故回避運転を訴求
- ・危険度や所要時間への影響度情報を提供し、より安全な経路・時間帯の利用選択を訴求

②道路管理者に対して

- ・事故の早期発見に資する警戒地点情報を提供し、事故損失を最小化する交通管理体制を支援

③自動車に対して

- ・走行環境に応じて警戒走行の推奨情報を発信し、走行環境に適した警戒走行の実装を支援

などを想定しており、これらはすべて、潜在する事故発生の危険性の推定値を活用するもので、対象ユーザや、利用サービス（場面）の違いにより直接的な恩恵やその程度は異なるものの、いずれもリスク低減が安全・安心・快適性の向上に寄与するものであり、多様な事故リスク情報を、適切な場面で、適切な内容で、提供していくことで、総合的な交通安全性の向上が図れると考えている。

## 2. 事故リスク情報の安全運転支援への活用

近年、自動運転に対する国内外の注目や、衝突防止装置の普及、高齢化社会への懸念等もあり、安全運転を支援する「機能」への社会的な関心が高まりつつあるが、事故リスク等の安全運転を支援する「情報」には、有効活用するための規範も、同情報を活用したビジネスモデルも見当たらない。これは、同情報の浸透が未だ不十分で、その価値を認識する術もなく、その有益性に対する社会的コンセンサスが得られていないためと考えられる。

そのため、今後、事故リスク情報を安全運転支援等に活用し、有効に機能させていくためには、同情報を活用した安全運転支援サービスやツールを具現化してその活用のあり方や有効性を発信し、同情報の活用に対する具体的なニーズを発掘してサービスに適宜反映させながら、認知度を高めていくといったプロセスが必要と思われる。

そこで今般、事故リスク情報の安全運転支援へ

の活用に向けて、大量・多様な事故関連データを時空間で連携させた事故データベースを整備し、同データ間の規則性を踏まえた事故率推定モデルを構築して、その推定値に基づき事故リスク情報を生成する。さらに、同生成情報を活用した安全運転支援サービスを具現化する実用的なツールを開発する。加えて、サービス内容の拡大を見据え、モニター調査を実施して同情報へのニーズや活用しやすい情報のあり方等を把握することにした。

## 3. 多様な事故関連データの時空間連携

### 3-1 事故データベースの構築

阪神高速では、過年度より、距離標（以下、kp）の座標整備と、多様な事故関連データを時空間でマッチングした事故データベース（表-1）（以下、事故 DB）の整備を進めてきた。ビッグデータ活用では関連データの時空間連携が必須で、特に空間マッチングに必要な地理空間情報の整備は重要である。図-3 に空間マッチングの考え方を示す。

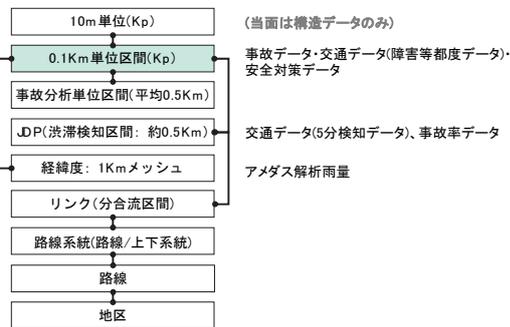
表-1 事故データベースの項目

分類	データ名称	データ概要	単位	元データ
交通事故data	交通事故data	発生日時分、地点(kp)、形態、発生状況、路面状態、属性等	0.1km/都度	交通事故報告等
	構造data	車線数、幅員、平面線形、縦断線形、分合流位置、区画線、料金所位置	0.1km(10m)	安全情報管理システム
構造data	舗装data	場所(Kp,車線)、工事年月日、舗装種別	0.1km(10m)	
	標識・情報板data	種別、設置位置(Kp)	0.1km(10m)	
	遮音壁data	設置区間/左右、設置年月、種別、高さ	0.1km(10m)	
交通data	位置data	(総合防災システムで対応)	緯度・経度	総合防災システム
	交通data	交通量、占有率、速度、渋滞情報	0.5km/5分	交通管制システム⇒総合防災システム
	障害data	障害発生/終了時刻、原因、程度、場所	0.1km/都度	
	工事data	規制開始/終了時刻、規制種別、区間	0.1km/都度	
	入路制御data	開始/終了時刻、入口、開口ブース数	都度	
	文字情報板表示状況表	場所(Kp)、開始/終了時刻、表示内容	0.1km/都度	
所要時間表示状況表	場所(Kp)、区間、開始/終了時刻、表示所要時間	0.1km/都度		
気象data	アメダス観測局data	観測局別降水強度(mm/h)	観測局/時	総合防災システム
	アメダス降水強度	1kmメッシュ対応降水強度(mm/h)	1km/5分	
安全対策data	滑り止め舗装data	区間・車線、舗装種別、工事年月日	0.1km/年月	安全情報管理システム
その他	その他	ディクショナリ、カレンダー(曜日、特異日等)		

注) 二次データとして、事故率データを整備 ※赤字は現時点で事故率算定モデルの説明変数として採用しているもの

事故発生位置は、事故が上流側の影響で発生することを鑑みて、路線上流端を除き、事故発生kpの直上流単位区間（図-4）とした。さらに、事故データとのマッチングは、交通量は事故発生位置を含むランプ区間内の直近区間検知器データを、速度・オキュパンシーは事故発生単位区間の直上流に位置する渋滞検知器又は区間検知器データを、採用した（図-5）。また、降水量は、事故発生kpの座標（緯度経度）を包含するメッシュエリア（1km四方）のデータを採用した（図-6）。

なお、現在は交通統計システムにおいて、各データに上記の時空間マッチングに必要なマッチングキー・データが自動追記されている (図-7)。



空間変量	入口/JCT	出口/JCT
10m単位(m)	0 10 20 ... 90	100 110 ...
0.1Km	0.0kp	0.1kp 0.2kp 0.3kp 0.4kp 0.5kp 0.6kp
事故分析単位区間	事故分析単位区間Code:##### Code:##### Code:#####	
JDP/渋滞検知区間	JDP No.1	No.2 No.3 No.4
リンク	Link:1(##入口~##出口)	Link:2(##入口~##出口) Link:3
路線系統	11号池田線	
路線	11号池田線	
地区	大阪地区	

図-3 事故DB整備における空間整理の基本的な考え方



図-4 事故発生位置の空間整理の考え方

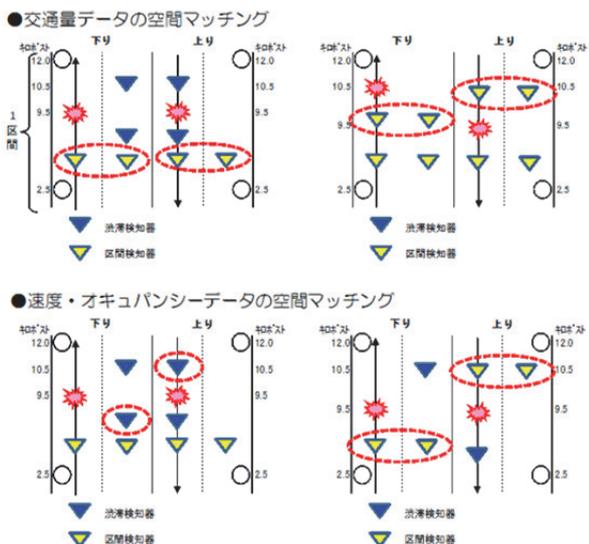


図-5 交通データと事故データとの空間マッチングの考え方

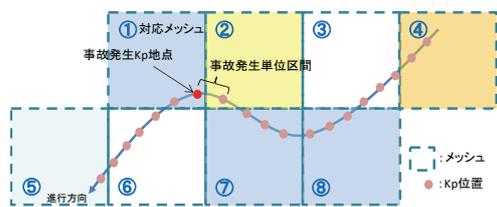


図-6 気象データと事故データとの空間マッチングの考え方

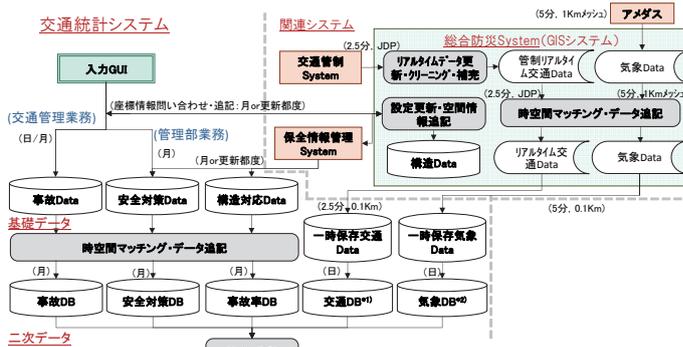


図-7 事故DBの自動生成イメージ (交通統計システム)

### 3-2 事故関連データ間の規則性の把握

阪神高速では、過年度から同事故DBを用いて様々な視点から事故要因分析を行ってきており、その結果、事故に関連する外的環境の違いで、起きやすい事故形態が異なることがわかってきた<sup>1)</sup>。

図-8, 図-9, 図-10に例 (分析期間は2005年4月~2008年12月)を示す。これらは特定の外的環境条件を与えることで、事故形態ごとに発生リスクが推定できる可能性を示唆するものである。

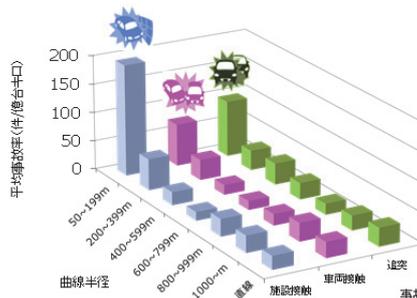


図-8 事故形態別の発生状況と道路線形との関係

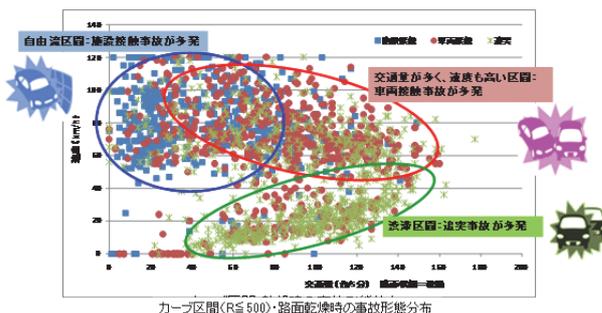


図-9 事故形態別の発生状況と交通環境との関係

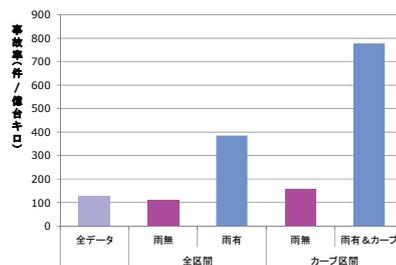


図-10 事故形態別の発生状況と降雨有無との関係

#### 4. データ間の規則性を踏まえたモデル構築

事故リスク情報を活用した交通安全ユーザーサービスは、即時・局地の事故リスク情報の活用が望ましいものも少なくないため、同情報の将来的なリアルタイム運用を念頭に、動的事故率推定モデルの構築(図-11)を目指すことにした。

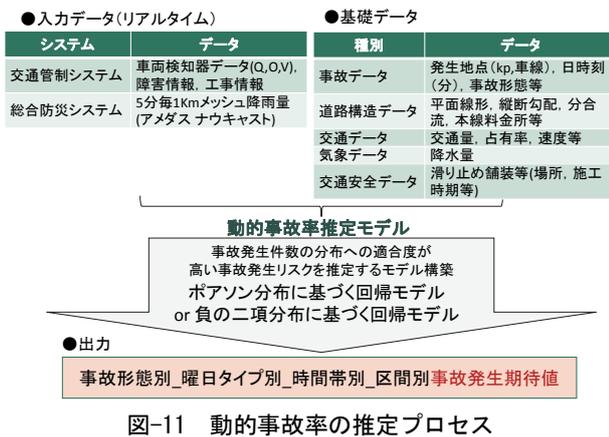


図-11 動的事故率の推定プロセス

#### 4-1 基礎データ

動的事故率推定モデルの検討に使用する基礎データは、表-1の事故DBの赤字項目を対象とした。分析期間は2010年度から2012年度までの3年間、単位区間は0.1km、単位時間は5分とした。

#### 4-2 採用する確率分布モデル

推定モデルに採用する確率分布モデルは、事故という極めて稀に発生する事象が対象であることを踏まえ、これまでの研究事例でも相当程度の精度で推定可能なことが報告されているポアソン回帰モデル<sup>3)</sup>と、過大分散の可能性に配慮して負の2項分布モデルで比較検討を行った。

ここで、ポアソン回帰モデルの場合、事故発生件数の期待値 $\mu$ の確率変数 $Y$ の分布が、ポアソン分布 $Po$ に従うとして、下式で定義される。

事故発生リスク  $\lambda_i \times t_i = \mu_i$

期待事故件数

事故発生件数期待値

$Y_i \sim Po(\mu_i)$

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

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

Poisson distributin  
 $P(Y = y_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!}$

μ<sub>i</sub>: 事故発生件数期待値(件)  
λ<sub>i</sub>: 事故発生リスク(件/走行台キロ)  
t<sub>i</sub>: 走行台キロ(台キロ)  
i: 事故発生説明要因カテゴリ  
x<sub>j</sub>: 事故発生説明要因, j=1,2,...  
α, β: パラメータ

なお、負の二項分布モデルは、ポアソン分布モデルの期待値 $\mu$ がガンマ分布に従い、 $\mu$ を予見とした確率変数 $Y$ が期待値 $\mu$ 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:  $Y|\mu \sim \text{Poisson}(\mu)$   
 $\mu$ の確率分布:  $\mu \sim \text{Gamma}(\mu\phi, \phi)$

#### 4-3 被説明変数と説明変数の設定

モデルの被説明変数は、追突、車両接触、施設接触等の事故形態別事故件数とし、走行台キロをオフセットで設定することで、事故率を算定する。

説明変数は、これまでの事故分析結果を参考に、表-2に示すカテゴリー(約18万個)を設定した。

表-2 モデル説明変数とカテゴリー設定

分類	カテゴリー	
定数項		
交通流要因	自由流, 混合流, 洗濯末尾, 洗濯, 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越かつ入口/従流交通量30台/5分/車線未満 合流上流側0.1Km越かつ入口/従流交通量30台/5分/車線以上 合流下流側0.2Km越かつ入口/従流交通量30台/5分/車線未満 合流下流側0.2Km越かつ入口/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越かつ出口/従流交通量30台/5分/車線未満 分岐上流側0.1Km越かつ出口/従流交通量30台/5分/車線以上 分岐下流側0.2Km越かつ出口/従流交通量30台/5分/車線未満 分岐下流側0.2Km越かつ出口/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	

#### 4-4 モデル推定結果

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。

表-3に追突事故のモデル推定結果を示す。

表-3 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)	2.4049	0.02992	80.383	< 2e-16	***
混合流	0.95593	0.05315	17.985	< 2e-16	***
洗濯末尾	3.2934	0.03588	91.782	< 2e-16	***
洗濯流	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1	0.22978	0.08882	2.587	0.00968	**
縦断2	0.15817	0.07873	2.009	0.04454	*
縦断3	-0.2012	0.10174	-1.977	0.04804	*
縦断4	0.33286	0.06242	5.333	9.7E-08	***
分岐1	0.30258	0.07096	4.264	2E-05	***
分岐2	0.44449	0.0881	5.045	4.5E-07	***
分岐3	0.23424	0.07173	3.265	0.00109	**
分岐4	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	-0.1545	0.03504	-4.409	1E-05	***
週末	0.22646	0.03754	6.032	1.6E-09	***
休日	0.21171	0.03822	5.54	3E-08	***
自由度	10480				
尤度比	0.68201				

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

追突事故では、渋滞・停滞といった交通環境と降雨ありが説明変数として大きく推定されており、その他の事故形態についても、その特性を十分反映していることが確認された。また、尤度比も相当程度大きく、全体として相当程度の説明力を持ったモデルとして推定されたと考えられる。

なお、負の2項分布モデルは、モデル推定の結果、ポアソン回帰モデルに比べて統計的に有意な説明変数が減って事故特性と整合の取れた説明力が低下し、尤度比や現況の再現性もポアソン回帰モデルの方が高かった。そのため、ポアソン回帰モデルを確率分布モデルに採用することにした。

#### 4-5 モデルの検証

図-12 に示す検証プロセスに従ってモデル式を検証する。なお、前述したモデルの推定結果から、相当程度説明力のあるモデルパラメータが推定できており、図-13 のモデルの感度分析（交通データ等の変化に対する毎5分事故率推定結果の変化傾向）からも、速度が低下して渋滞状況になると追突事故率が高くなり、停滞状況になるとさらに

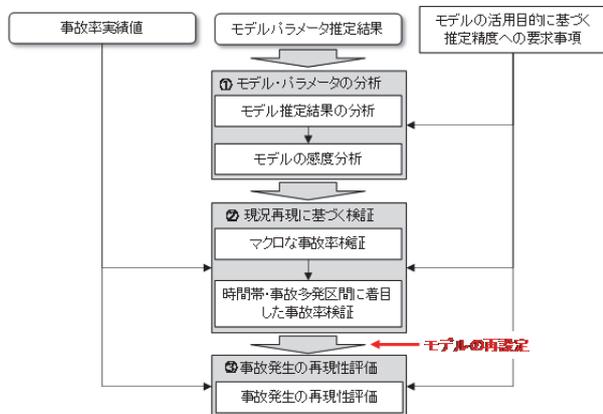


図-12 動的事故率推定モデルの検証プロセス

高くなることが確認できる。また、夜間の交通量が少ない自由流の一部の時間帯で、一時的な降雨により施設接触事故率が突出して高くなっていることから、交通環境等の動的な変化が感度良く反映されていることがわかる。従って、本稿では、「②現況再現に基づく検証」以降の検証プロセスについて示すこととする。なお、検証にあたっては、交通事故は非常に稀に発生する事象であることを鑑み、特に事故多発区間において、事故率が相当程度の信頼度で推定できることを目標とした。

#### (1) 現況再現に基づく検証

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)における実績値と比較した結果、マクロ的には、決定係数も十分高く、RMSEもある程度小さい誤差の範囲にあることを確認した。さらに、図-14で実績値と推定値をX/Y軸上にプロットしたところ、追突事故では実績値と推定値が概ねX=Y上にあるが、車両接触事故と施設接触事故ではバラつきや相関係数の低下も見られ、実績値が非常に大きい領域で過少推定傾向にあるデータの存在も確認された。

#### (2) 過少推定区間への対応

運用時での警告発令の閾値設定次第だが、事故リスク情報の提供に際して、過少推定値の採用は望ましくない。本モデルでも実績値が相当程度高い領域で明らかに過少な推定値が存在している。これら誤差の大きいデータは特定の事故多発区間が該当しており、一様なモデルによる推定の限界も懸念されたため、区間固有ダミーとして説明変数に設定し、再推定することで対応した(表-4)。

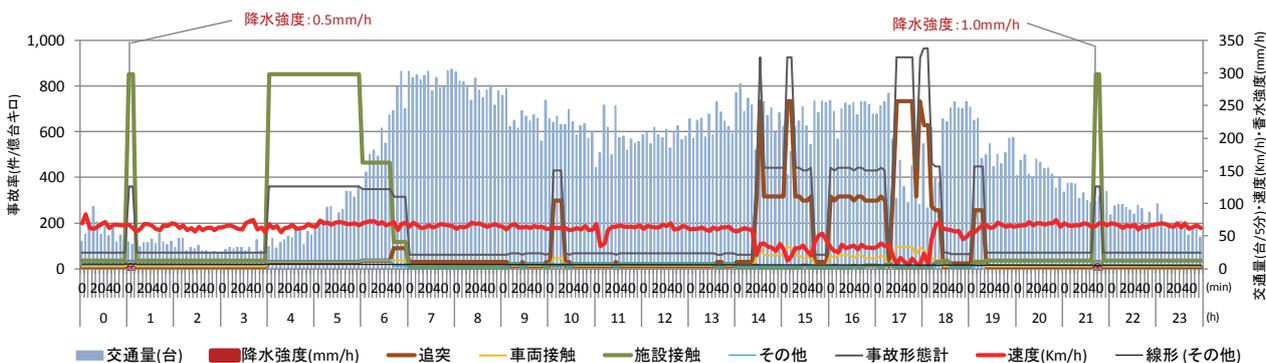


図-13 現況再現による毎5分事故率推定結果と交通データ等との関係(神戸線上り\_西出第1カーブ, 2011.6.13)

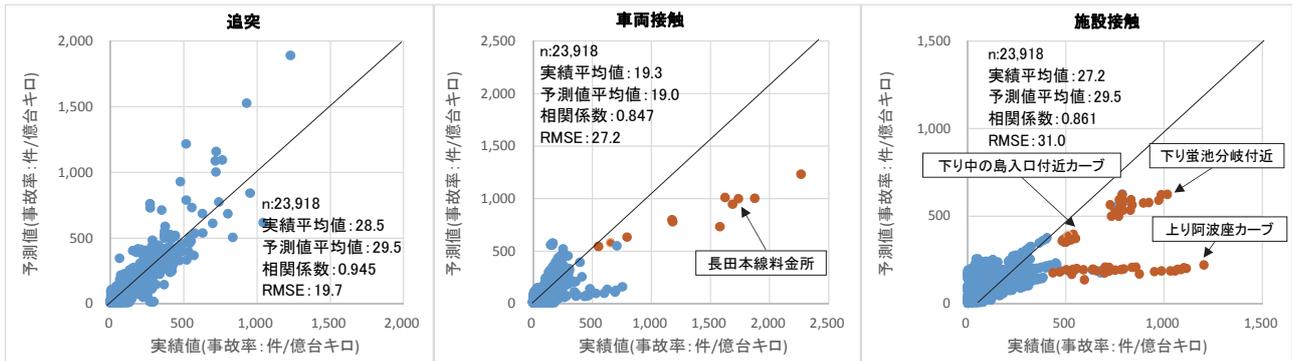


図-14 推定モデルによる事故発生件数期待値と実績値の事故形態別比較

表-4 ポアソン回帰モデル推定結果（追突）・区間ダミー

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1	0.23641	0.08883	2.661	0.00778 **
縦断2	0.16266	0.07874	2.066	0.038838 *
縦断3	-0.20376	0.10177	-2.002	0.045277 *
縦断4	0.29161	0.06309	4.622	3.80E-06 ***
合流4	0.1491	0.07845	1.901	0.057342 .
分岐1	0.22796	0.07153	3.187	0.001438 **
分岐2	0.42398	0.08818	4.808	1.52E-06 ***
分岐3	0.16068	0.07226	2.224	0.026164 *
分岐4	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	0.6757857			

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

### (3) 事故多発区間における事故発生の再現性検証

再推定したモデルにより事故多発区間における事故発生を再現した結果、事故発生の予測判断で用いる事故率推定値を比較的高い 200 (件/億台キロ) (阪神高速道路全線の H26 年度事故率は約 120 (件/億台キロ)) とした場合、追突事故と施設接触事故の約 8 割が、車両接触事故の約 6 割が事故発生を予測できていた。全体では、事故多発区間で実際に発生した追突・車両接触・施設接触事故の約 75%が予測できたことになる。この結果は、事故は人的要因による偶発性の高いものも多いことを踏まえると、十分実用に供する結果と考えている。なお、事故多発地点における推定値の精緻化 (機械学習等の導入含む) や車線別の推定、事故発生時間の補正等は今後も継続検討していく。

## 5. 安全運転支援ツールとしての具現化

事故率推定モデルから生成された事故リスク情報を活用した安全運転支援ツールとして、より安全な経路・時間帯に誘導し、選択経路において実用的な安全運転アドバイスを提供するスマホ Web サービス「SAFETY ドライブ・スマートチョイス」(<http://safetynavi.jp/sp/smart-choice/>) (以下、本ツール) を 2015 年 5 月にリリースした。

本ツールは、同情報を活用した安全運転支援を具現化するツールとして、所要時間や料金などとともに事故リスク情報を提示して、より安全な経路・時間帯の利用を促すものであり、あわせて同情報の概念及び活用性の普及や利用ニーズの発掘等の役割も担う。なお、当面の利用層は、安全規範意識が比較的高いドライバーを想定している。

### 5-1 本ツールの目的と構成

本ツールは、より安全な経路・時間帯への誘導と安全運転支援を目的に、下記及び図-15 に示す①～⑤の画面遷移で構成させた。

- ①入口・出口の選択
- ②経路比較情報提供による経路選択
- ③選択経路の時間帯比較情報提供による条件確認
- ④選択経路・時間帯における注意地点情報提供
- ⑤注意地点別の運転アドバイス等の詳細情報提供

なお、事故リスク情報は、現状明確に定義された指標がないため、本ツールでは当面、着眼点別に表-5 に示す複数の指標を採用している。



図-15 SAFETYドライブ・スマートチョイスの画面構成

表-5 事故リスク情報として提供する指標とその概要

事故リスク名称	指標	単位	考え方
事故への“注意水準”	リスクレベル	ランク	事故率と事故件数のランクのマトリクスで設定。キャプションやランク値でリスクの程度を表現。
事故を“起こす”可能性	事故率	件/億台キロ	経路上で事故を起こす一般的な指標。
事故に“出遭う”確率	事故遭遇確率	%	実際に配属した経路上で事故に出遭う指標。所要時間増加率の判断目安としても期待。
事故に“注意する”地点	注意地点	地点数・アイコン	注意内容の認識しやすさに配属した経路上で注意すべき地点数。

**事故遭遇確率**  
 $F_{acc} = Q_{acc} \cdot TR_{acc} \times 10^{-4}$   
 $Q_{acc}$ : 区間kの時間帯t, 曜日w, 降雨sの区間k(km)を走行した場合の期待事故遭遇件数(台時)  
 $TR_{acc}$ : 平均事故処理時間(時間)  
 事故処理時間は48分と設定(平成25年度実績値平均)  
 $R_{acc}$ : 区間kの時間帯t, 曜日w, 降雨sの事故率(件/億台キロ)

**リスクレベルのイメージ**  
 事故率  
 1 5  
 2 4  
 3 3  
 4 2  
 5 1

**事故形態アイコン**



図-16 比較情報の提供イメージ (左: 数値, 右: 視覚的)

図-17 注意地点における詳細情報 (運転アドバイス)

### 5-2 安全経路等への誘導を重視した比較情報提供

より安全な経路・時間帯へ誘導するにあたり、認知度が現状は低い種々の事故リスク情報では、リスクの程度(絶対値)の認識に限界がある。

そのため、5-1の②③では、定量的な指標値による数値比較(経路・時間帯)や地図上にプロットされた注意地点数による視覚的比較(経路)といった比較情報(相対比)を提供することで、より安全な経路選択を期待することにした(図-16)。

### 5-3 実用性を重視した安全運転支援情報の提供

設定した経路・時間帯での安全運転支援情報の提供においては、実用性が重要となる。

そのため、5-1の④では、安全運転に必要な情報が付加された位置図や写真、運転アドバイス等の事前情報(図-17)として、同⑤では、アドバイス情報とともに汎用的な地図サービスと連携して現在地との位置関係の確認も可能な利用時情報(走行中の利用は同乗者を想定)(図-18)として、

図-18 注意地点情報と地図サービスとの連携

構成させており、イメージしやすい事前の詳細情報や、使い慣れた地図サービスとの連携による利用時アドバイス情報として、実用性を高めている。

### 5-4 利用者アンケートによる活用性の検証

本ツールは、事故リスク情報を活用した安全な経路・時間帯への誘導の効果や個々の事故リスク

指標の活用性、ユーザフレンドリーなツールのあり方等の検証や、有効な事故リスク情報に関するニーズ発掘といった役割も期待している。

上記の検証等を目的に、2015年11月後半から翌年1月前半までの約40日間において、阪神高速道路利用者や商用のアンケート会員等に対して、本ツールの利用モニターを募集し、利用後にアンケートを依頼して、1,534人から有効回答を得た。

そのうち84%が、本ツールが役に立った（「役に立った」+「少し役に立った」）と回答するなど、高い評価が得られた。以下に、重要な視座が得られたその他の結果を示す（図-19）。

まず、経路や出発時間の決定要因では、「到着時間」や「高速料金」の次に「安全性（運転のしやすさ）」（10%）を重視するという回答結果が得ら

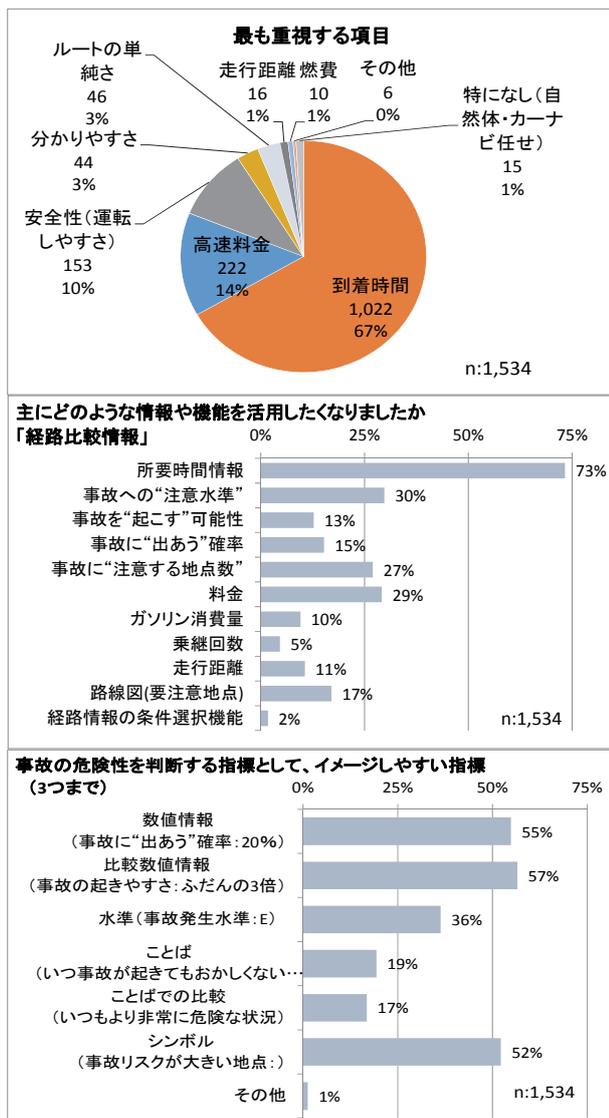


図-19 事故リスク情報に関するアンケート結果

れた。なお、本ツールで活用したい提供情報としては、「所要時間情報」の次に「事故への注意水準」が高く(30%)、これは「料金」を上回るもので、事故リスク情報の潜在的なニーズの高さが窺えるとともに、これらの結果は、安全誘導ツールとしての効果も期待できる結果でもあった。

また、世間一般には認知度の低い事故リスク指標について、利用計画時の判断基準としてのイメージしやすさの観点では、率や比較値などの「数値」や、直感的に程度把握できる「シンボル」を用いた指標が上位を占めた。なお、自由記述でも、提供情報のわかりやすさを求めるものが多かった。さらに、渋滞や事故のリアルタイム情報の反映や、他高速道路等の情報連携等に関する機能拡張要望も目立った。

今後、上記結果を踏まえ、利用計画時に使いやすいツールを目指して改善を図っていくとともに、情報提供効果の検証手法を検討していきたい。

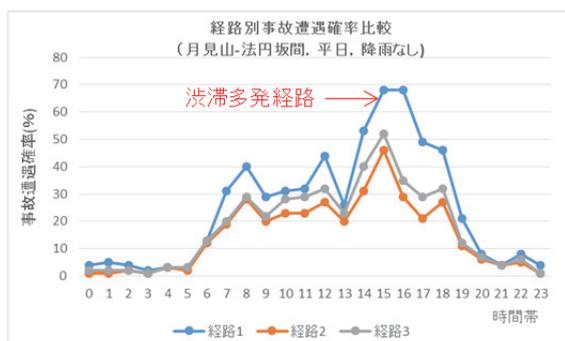
## 6. 安全経路・時間帯への誘導による恩恵

阪神高速道路の昼間帯では、渋滞が常態化しており、渋滞中の追突事故が多いという特徴がある。

上記を踏まえて、競合経路間における事故リスク情報を比較すると、渋滞多発経路（図-20の3号神戸線）の方が、他の競合経路（図-20の5号湾岸線経由）よりも事故リスク情報の値が大きかった。これは、阪神高速道路の昼間帯では、より安全な経路の誘導が、渋滞路線の回避にもつながる可能性を示している（図-20）。

また、時間帯別に所要時間と事故リスク情報を比較すると、所要時間と事故リスク情報に相関が見られた。これは、阪神高速道路の昼間帯では、より安全な時間帯への誘導が、道路利用の分散化に寄与する可能性を示している（図-21）。

これらの結果は、安全な経路・時間帯への誘導が事故削減だけでなく、道路利用の最適化や時間損失の削減に寄与する可能性があることを示唆しており、事故リスク情報の活用が、交通安全はもちろん交通管制上も価値が高いことが確認された。



経路1：神戸線 経路2：湾岸線京橋乗継 経路3：湾岸線摩耶乗継  
 図-20 競合経路における時間帯別事故リスクの推移

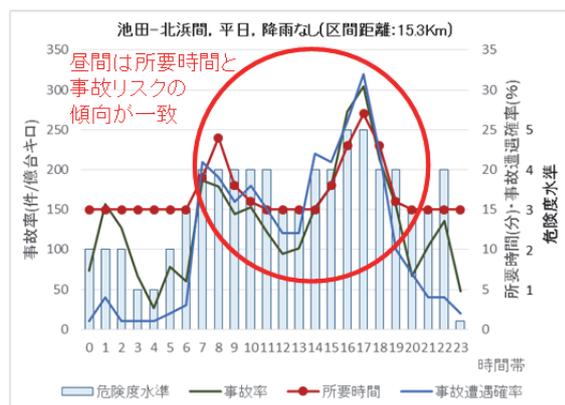


図-21 時間帯別事故リスクと所要時間の比較

## 7. まとめ

近年のビッグデータの活用環境の向上を背景に、本稿では、道路管理者が保有する多様なビッグデータの活用によるサービス創出として、運転支援

サービスや交通管理業務支援への寄与が今後期待される事故リスク情報に着目し、ユーザ単位で活用体系を整理して、活用サービス（本ツール）の実装により、以下の実施手順を示すことができた。

①多様なデータを時空間連携した事故 DB を構築してデータ間の規則性を可視化

②将来を見据えたリアルタイムの推定手法の確立

③安全な経路・時間帯への誘導と同情報の概念普及も期待した実用的な安全運転支援ツール開発

なお、同ツールの運用により、事故リスク情報への潜在ニーズの高さも確認され、同ツールの安全への誘導効果を期待させた。さらに、安全と所要時間の密接な関係性から、事故リスク指標による安全への誘導が実現できれば、事故削減だけでなく、交通管制上も有効なことを確認した。

今後は、事故リスク情報を活用した他サービスや業務支援への導入等の展開を図っていきたい。

## 参考文献

- 1)小澤ら：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.
- 2)兒玉崇，古川潔：MM 手法に基づく安全運転教育ツールを用いた交通安全施策，技報第 27 号，2014.
- 3)吉井ら：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.

## FORMULATION AND IMPLEMENTATION OF SAFE DRIVING ASSISTANCE SERVICE USING ACCIDENT RISK INFORMATION

Yasuyuki IWASATO, Takumi UNO and Takashi KODAMA

The authors established accident rate prediction models for different times of the day on the Hanshin Expressway, using the accident database with various types of data related to accidents. This paper describes a safe driving assistance tool that generates estimated accident risk information from the predictions by the models and provides road users with useful information to guide them to select safer or more comfortable routes to take or times of the day to drive. A verification test was also carried out and showed its effect in optimizing the time of road use.

岩里 泰幸



阪神高速道路株式会社  
 保安交通部 交通企画課  
 Yasuyuki Iwasato

宇野 巧



阪神高速道路株式会社  
 保安交通部 交通企画課  
 Takumi Uno

兒玉 崇



阪神高速道路株式会社  
 計画部 調査課  
 Takashi Kodama