

リアルタイム事故リスク情報提供システムの構築 ～ 阪神高速道路の事故リスクマネジメント ～

大藤武彦@ (株)交通システム研究所
岩里泰幸@ 阪神高速道路(株)

交通工学ワンデーセミナー・土木計画学ワンデーセミナー「第82回」
「これからの交通事故リスクマネジメント」
2017年3月2日(木)
日本大学駿河台キャンパス

目的

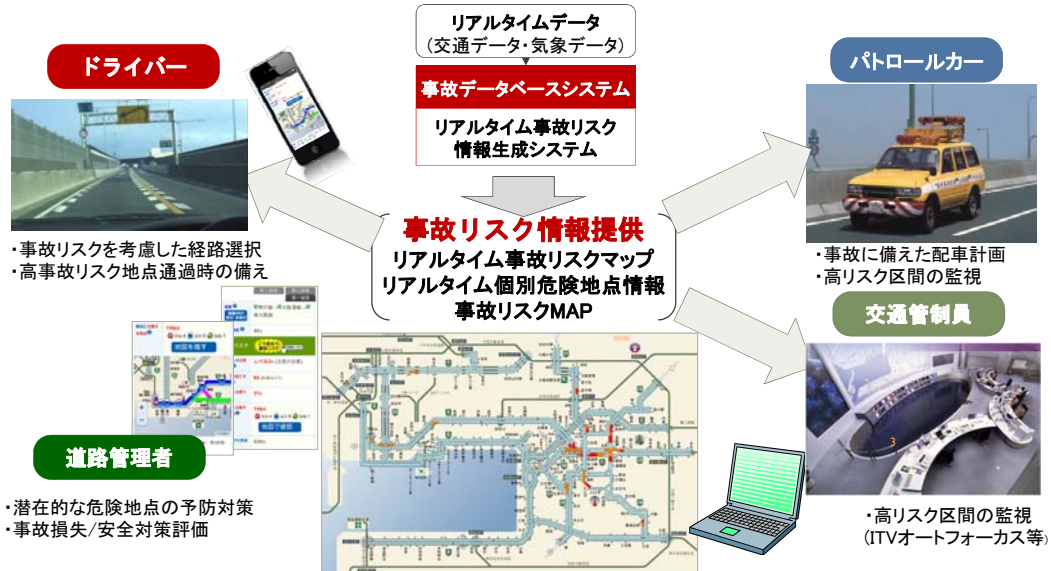
- リアルタイム事故リスク情報提供を実現して、総合的な事故リスクマネジメントを展開し、交通事故の削減を図る。



➤ 事故リスク情報活用のイメージ

事故削減・高速道路利用の促進

道路管理業務の合理化・高度化



➤ リアルタイム事故率予測モデル分析と検証

モデルの概要

・ポアソン回帰分布モデル: 事故発生件数期待値を次のように定義。

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

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)

ここで、事故発生件数期待値の確率分布がポアソン分布に従うとする。

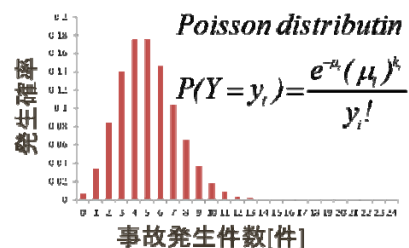
$$Y_i \sim Po(\mu_i)$$

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

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

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)



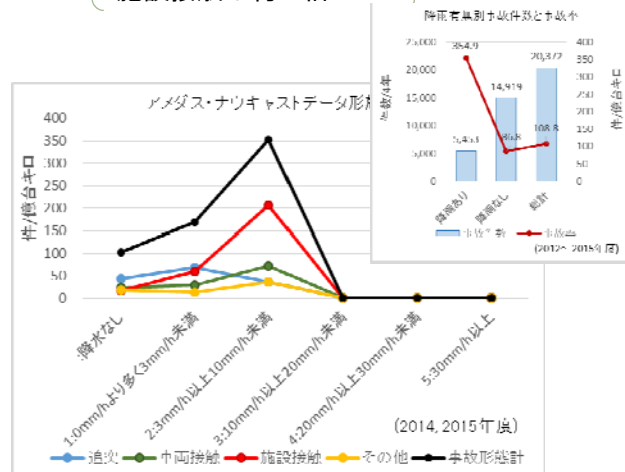
リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

事故件数と事故率の特性：交通状態

- ・渋滞時事故率：自由流時の約5倍
- ・停滞時事故率：自由流時の約16倍

- ・降雨アリ事故率：降雨ナシの約4倍

追突、車両接触は約3倍
施設接触は約13倍

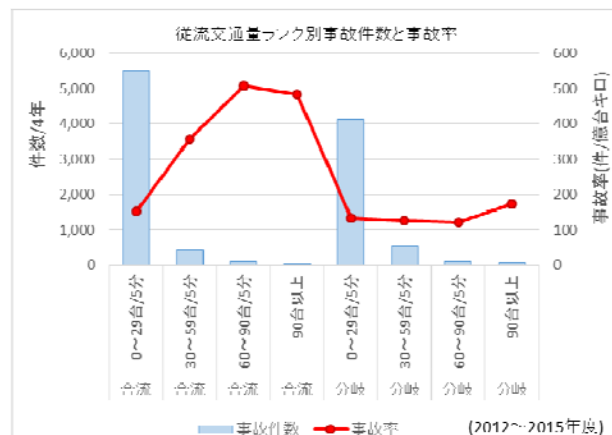
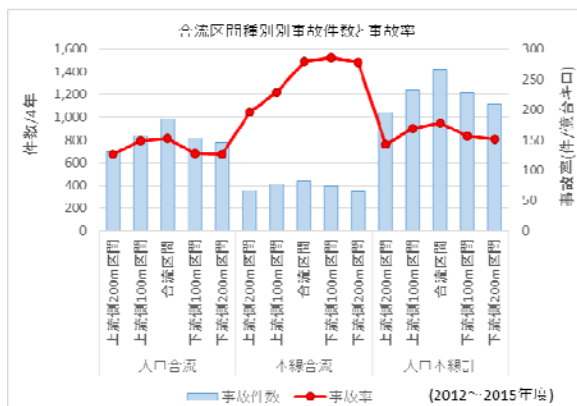


リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

事故件数と事故率の特性：合流・分岐区間，従流交通量

- ・合流区間：一般部と比べると事故率は相対的に高い。
本線合流部は、入口合流部の2倍以上。

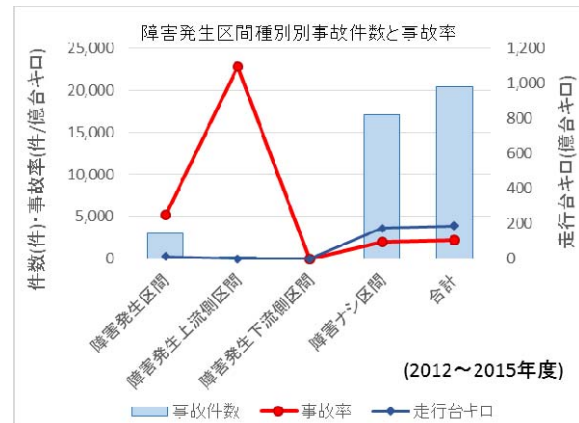
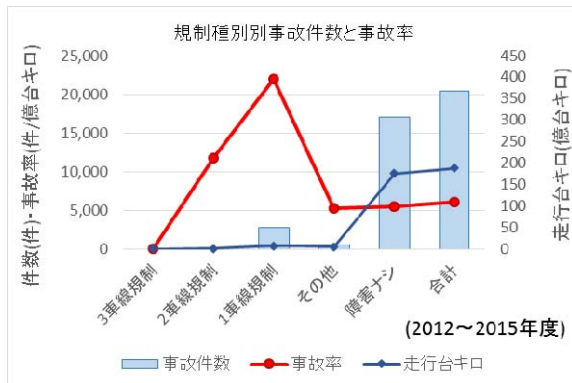
- ・合流部：従流交通量が増加→事故率は高くなる。
- ・出口分岐：従流交通量との関係は顕著ではない。



リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

事故件数と事故率の特性：障害発生時

- ・障害発生区間の事故率は障害がない区間と比べると約3倍程度高い。
- ・障害発生区間上流側区間の事故率がさらにその約4倍高く、影響は大きい。



リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

説明変数の設定

分類	説明変数	カテゴリー数	カテゴリー
車線数	車線数	3	1.2 and 3車線, 2.1車線, 3.4車線
道路構造・平面	平面線形	8	1.直線(400m以上), 2.400m未満/200m以上/カーブ入口, 3.400m未満/200m以上/カーブ中間, 4.400m未満/200m以上/カーブ出口, 5.400m未満/200m以上/カーブ入口, 6.400m未満/200m以上/カーブ中間, 7.400m未満/200m以上/カーブ出口
	本線料金所	8	8.本線料金所
道路構造・縦断	縦断勾配	4	1.平坦部(-4<縦断勾配<+4%), 2.-4%以下, 3.+4%以上, 4.サグ(勾配差+2%以上)
道路構造・合流	合流タイプ・従流量	7	1.一般部, 2.入口合流区間, 3.入口上流200m区間, 4.本線合流区間+上流200m区間/従流量30台未満, 5.本線合流区間+上流200m区間/従流量30台以上, 6.本線合流区間下流200m区間/従流量30台未満, 7.本線合流区間下流200m区間/従流量30台以上
道路構造・分岐	分岐タイプ	6	1.一般部, 2.出口分岐区間, 3.出口分岐上流200m区間, 4.本線分岐区間, 5.本線分岐上流200m区間, 6.本線分岐下流200m区間
交通状態・降雨有無	交通状態・降雨有無	8	1.自由流/降水なし, 2.自由流/降水あり, 3.混合流, 4.渋滞末尾/降水なし, 5.渋滞末尾/降水あり, 6.渋滞/降水なし, 7.渋滞/降水あり, 8.停滞
滑り止め舗装区間	滑り止め舗装区間	3	1.滑り止め舗装未実施区間, 2.滑り止め舗装施工3年以上経過区間, 3.滑り止め舗装施工3年未満区間
障害発生区間	障害発生区間	2	1.障害なし, 2.障害発生区間+上流100m(1車線障害・規制以上)
昼夜間	昼夜間	2	1.昼間, 2.夜間
曜日パターン	曜日パターン	3	1.平日, 2.週末, 3.休日

リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

モデル推定結果

- ・いずれの事故形態も、AICは十分に大きく、尤度比も相当程度大きい。
- ・また、説明力が高い変数の特性も定性的に正しい符号となっている。

⇒概ね良好なモデルが推定

追突

説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.9737	0.0222	133.936	< 2e-16 ***
車線数4	0.47144	0.05081	9.278	< 2e-16 ***
カーブ区間2	-0.12489	0.04961	-2.513	0.011958 *
カーブ区間3	-0.23287	0.12997	-1.792	0.073174
本線料金所	1.30689	0.10567	12.368	< 2e-16 ***
上り勾配	-0.53957	0.08529	-6.326	2.51E-10 ***
入口合流	0.29246	0.0514	5.69	1.27E-08 ***
入口上流	0.15097	0.04362	3.461	0.000537 ***
出口分岐	0.38512	0.05228	7.366	1.76E-13 ***
出口上流	0.21103	0.04008	5.265	1.40E-07 ***
本線分岐分岐	0.68637	0.08907	7.706	1.30E-14 ***
本線分岐上流	0.38415	0.07283	5.275	1.33E-07 ***
本線分岐下流	0.50651	0.07469	6.782	1.19E-11 ***
自由流降車あり	0.73953	0.0466	15.802	< 2e-16 ***
混合流	1.59014	0.05465	29.098	< 2e-16 ***
渋滞未尾降車なし	2.39884	0.04913	48.823	< 2e-16 ***
渋滞未尾降車あり	3.13914	0.11283	27.822	< 2e-16 ***
渋滞降車なし	2.48984	0.0312	79.814	< 2e-16 ***
渋滞降車あり	2.84649	0.07109	40.042	< 2e-16 ***
停滞	3.81221	0.03251	117.247	< 2e-16 ***
滑り止め2	-0.21327	0.08152	-2.616	0.008893 **
障害あり	0.07122	0.03849	1.852	0.065094
夜間	-0.44959	0.03003	-14.97	< 2e-16 ***
週末	0.06273	0.03422	1.833	0.066794
休日	0.10918	0.03241	3.369	0.000754 ***
JDP247	1.1769	0.11135	10.57	< 2e-16 ***
JDP106	0.87849	0.10488	8.376	< 2e-16 ***
JDP368	1.35252	0.08835	15.308	< 2e-16 ***
JDP369	1.4725	0.08797	16.738	< 2e-16 ***
JDP286	0.68504	0.18442	3.715	0.000204 ***
JDP12	1.33283	0.13835	9.634	< 2e-16 ***
JDP367	0.78154	0.13153	6.018	1.77E-09 ***
JDP540	0.84741	0.28918	2.93	0.003386 **
JDP1128	1.68584	0.24514	6.918	4.58E-12 ***
JDP865	2.10068	0.22548	9.316	< 2e-16 ***
JDP446	1.36326	0.14881	9.164	< 2e-16 ***
degrees of freedom	26801			
AIC	12118			
尤度比	0.586962			

車両接触

説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.58375	0.02577	95.781	< 2e-16 ***
車線数4	1.44375	0.05181	27.865	< 2e-16 ***
カーブ区間1	0.51005	0.1518	3.36	0.00078 ***
カーブ区間2	0.16535	0.06383	2.591	0.009582 **
カーブ区間5	0.56139	0.07952	7.06	1.67E-12 ***
カーブ区間6	0.57191	0.18807	3.041	0.002358 ***
本線料金所	1.35094	0.12389	10.904	< 2e-16 ***
上り勾配	-0.54669	0.11983	-4.562	5.06E-08 ***
サグ	0.29373	0.12603	2.331	0.01977 *
入口合流	0.66251	0.05995	11.05	< 2e-16 ***
入口上流	0.36428	0.05981	6.091	1.12E-09 ***
本線合流上流1	0.67737	0.06771	10.004	< 2e-16 ***
本線下流1	1.54028	0.06338	24.304	< 2e-16 ***
本線下流2	1.28965	0.07074	17.94	0.072753 ***
出口分岐	0.52418	0.07367	7.115	1.12E-12 ***
出口上流	0.23095	0.05712	4.043	5.28E-05 ***
本線分岐分岐	0.8166	0.10588	7.712	1.23E-14 ***
本線分岐上流	0.69728	0.08155	8.551	< 2e-16 ***
本線分岐下流	0.78934	0.082	9.626	< 2e-16 ***
自由流降車あり	0.3404	0.05629	6.047	1.48E-09 ***
混合流	0.24851	0.08015	3.1	0.001933 **
渋滞未尾降車なし	1.26732	0.07619	16.635	< 2e-16 ***
渋滞未尾降車あり	1.64999	0.21476	7.683	1.56E-14 ***
渋滞降車なし	0.84123	0.05875	10.914	< 2e-16 ***
渋滞降車あり	1.2073	0.14134	8.542	< 2e-16 ***
停滞	1.65285	0.07122	26.008	< 2e-16 ***
障害あり	0.57112	0.05976	9.718	< 2e-16 ***
夜間	-0.32675	0.03855	-8.393	< 2e-16 ***
休日	-0.15126	0.04301	-3.517	0.000437 ***
JDP247	3.17942	0.10169	31.265	< 2e-16 ***
JDP106	0.58798	0.11655	5.045	4.53E-07 ***
JDP103	1.13813	0.09588	11.873	< 2e-16 ***
JDP109	0.88199	0.09648	7.069	1.56E-12 ***
JDP368	1.54922	0.20813	7.443	9.81E-14 ***
JDP281	1.43091	0.14088	10.157	< 2e-16 ***
JDP286	1.61825	0.15046	10.755	< 2e-16 ***
JDP279	1.59831	0.20975	7.62	2.53E-14 ***
JDP259	1.23403	0.15185	8.126	4.42E-16 ***
JDP556	0.73037	0.29984	2.435	0.01489 *
JDP541	1.10665	0.53484	3.305	0.00095 ***
JDP569	1.31474	0.41172	3.193	0.001407 **
JDP540	0.84528	0.25703	3.289	0.001007 **
JDP777	2.01361	1.00029	2.013	0.044112 *
JDP865	2.05659	0.29631	6.941	3.90E-12 ***
JDP446	2.13399	0.46582	4.753	2.01E-06 ***
degrees of freedom	26782			
AIC	83175			
尤度比	0.420101			

リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

モデル推定結果

施設接触

説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.85356	0.0318	58.282	< 2e-16 ***
車線数4	1.36688	0.10442	13.09	< 2e-16 ***
カーブ区間1	0.41493	0.08241	5.096	3.48E-07 ***
カーブ区間2	1.38011	0.15875	8.694	< 2e-16 ***
カーブ区間3	1.01902	0.11464	8.889	< 2e-16 ***
カーブ区間4	0.6067	0.16033	3.784	0.000154 ***
カーブ区間5	1.16213	0.06267	18.544	< 2e-16 ***
カーブ区間6	1.40226	0.10784	13.003	< 2e-16 ***
本線料金所	2.26783	0.12032	18.848	< 2e-16 ***
下り勾配	0.3357	0.10167	3.302	0.00096 ***
サグ	0.29755	0.11805	2.521	0.011718 *
入口合流	0.14309	0.08605	1.663	0.096314
入口上流	0.36663	0.05985	6.128	9.02E-10 ***
本線合流上流1	0.52015	0.06649	7.823	5.16E-15 ***
本線下流1	0.23689	0.12364	1.914	0.05558 *
本線下流2	1.19251	0.58613	2.035	0.041897 *
出口上流	-0.31647	0.08012	-3.95	7.82E-05 ***
本線分岐下流	-0.62572	0.09964	-6.28	3.39E-10 ***
自由流降車あり	1.79156	0.03492	51.313	< 2e-16 ***
混合流	-1.10618	0.21144	-5.232	1.68E-07 ***
渋滞未尾降車なし	-0.13044	0.11102	-1.715	0.086284
渋滞未尾降車あり	1.86052	0.15774	11.795	< 2e-16 ***
渋滞降車なし	-1.29542	0.10941	-11.84	< 2e-16 ***
停滞	-0.42546	0.23204	-1.834	0.066717
滑り止め1	1.62937	0.05401	30.169	< 2e-16 ***
滑り止め2	0.82723	0.06885	12.016	< 2e-16 ***
障害あり	2.10931	0.04439	47.521	< 2e-16 ***
夜間	0.37541	0.03186	11.781	< 2e-16 ***
週末	0.12961	0.04466	2.902	0.003708 **
休日	0.37312	0.03821	9.764	< 2e-16 ***

その他

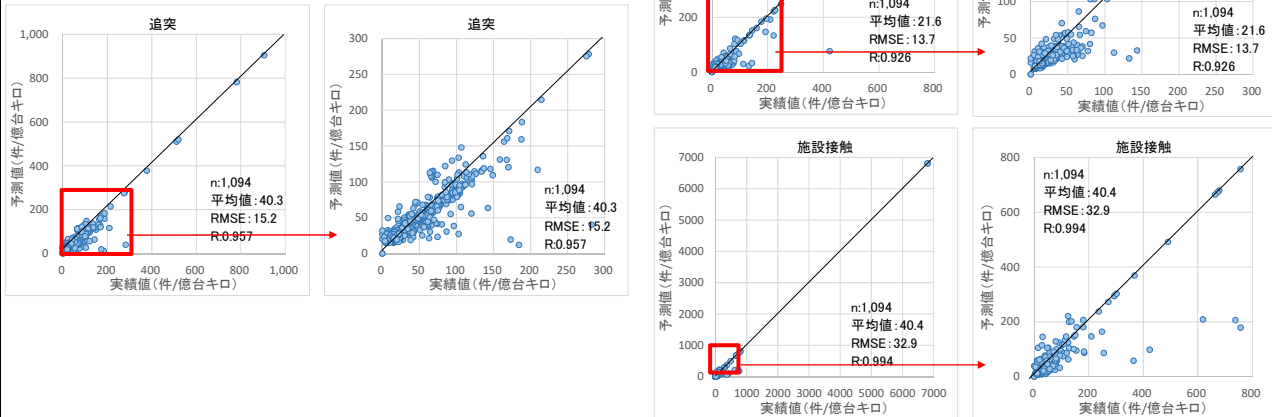
説明変数	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.67914	0.02722	98.442	< 2e-16 ***
カーブ区間6	0.50451	0.21537	2.342	0.019157 *
本線分岐上流	0.2372	0.13267	1.788	0.073799
自由流降車あり	-0.34563	0.08941	-3.886	0.000111 ***
混合流	-1.03087	0.21941	-4.698	2.62E-06 ***
渋滞未尾降車なし	0.61629	0.08932	6.9	5.21E-12 ***
渋滞未尾降車あり	1.02522	0.27906	3.674	0.000239 ***
渋滞降車なし	-0.38306	0.07758	-4.939	7.86E-07 ***
渋滞降車あり	-1.04354	0.40946	-2.549	0.010817 *
停滞	-1.07773	0.3341	-3.226	0.001256 **
滑り止め2	0.28751	0.10973	2.62	0.008787 **
障害あり	1.93404	0.0508	38.07	< 2e-16 ***
夜間	-0.17797	0.04243	-4.194	2.74E-05 ***
週末	0.12003	0.05058	2.373	0.017639 *
休日	-0.46454	0.05997	-7.746	9.50E-15 ***
JDP279	0.89388	0.37851	2.362	0.018199 *
JDP541	1.40138	0.2905	4.824	1.41E-06 ***
JDP1110	1.08153	0.5004	2.161	0.03067 *
JDP865	1.15977	0.57971	2.001	0.045436 *
JDP282	1.2433	0.57768	2.152	0.03138 *
JDP211	1.34729	0.35421	3.804	0.000143 ***
degrees of freedom	26816			
AIC	4229.3			
尤度比	0.278677			

リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

モデル推定結果の検証

JDP区間別現況再現予測値の精度

- ・概ね予測精度は確保
- ・過小予測が顕著な区間は、いずれも交通量少区間



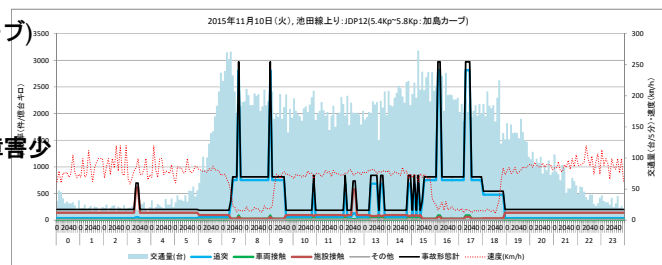
リアルタイム事故件数期待値予測モデル分析と検証

モデル推定結果の検証

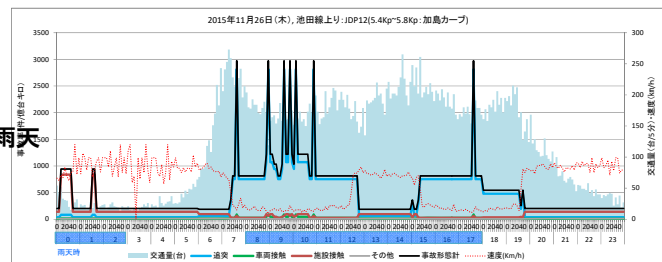
JDP区間別現況再現予測値のケーススタディ

- ・池田線上り：JDP12(5.4Kp~5.8Kp：加島カーブ)

2015年11月10日（火）：平日平均，比較的障害少

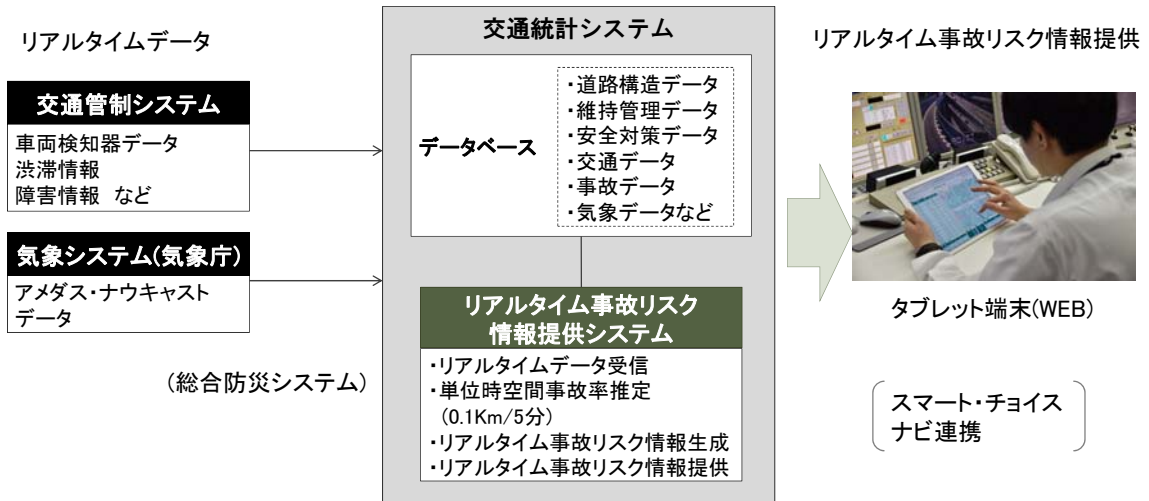


2015年11月26日（木）：渋滞比較的大，雨天



➤ 当面の事故リスク情報サービス

リアルタイム事故リスク情報提供システム構築



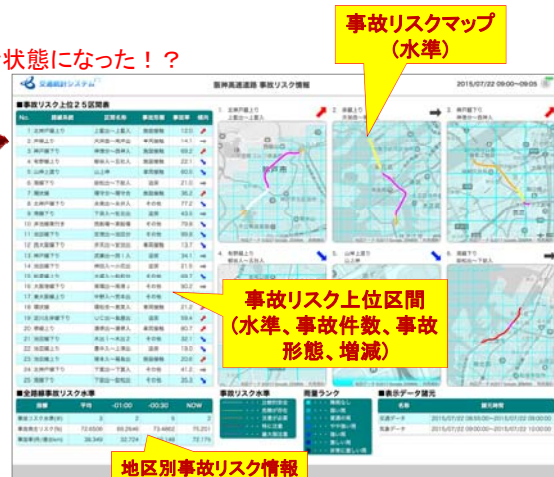
➤ 当面の事故リスク情報サービス

分類	提供対象	媒体	提供情報の概要	備考
リアルタイム 情報	交通管制センター	WEB	・ネットワークの事故リスク情報(水準, 発生確率, 事故率, 損失額)	事故リスク図
	パトロールカー	WEB	・区間事故発生確率(件/億台キロ, 上位区間, ワーニング情報)	
	一般ドライバー	WEB	・区間事故発生確率(件/億台キロ, 水準) ・ランプ間事故リスク(水準, 遭遇確率, 事故多発地点情報)	
統計値情報	道路管理/保全	WEB	・ネットワークの事故リスク情報(水準, 発生確率, 事故率, 損失額) ・区間事故発生確率(件/億台キロ, 上位区間, ワーニング情報)	安全対策, 戦略検討
	パトロールカー		・時間帯別区間事故発生確率データ	最適配車計画検討
	一般ドライバー	携帯 端末	・事故リスク広報/啓発情報 ・ランプ間事故リスク情報(水準, 遭遇確率, 事故多発地点情報)	Smart Choice

➤ 当面の事故リスク情報サービス

当面の事故リスク情報サービス概要：高リスク地点の監視(管制センター)

- ✓ 今日/この時間帯の事故リスク水準：**今は事故に注意すべき時間帯か！？**
→いつもの**##倍危険**(阪神高速道路で事故が発生する確率:10%)
- ✓ 5分毎/区間の事故発生リスク情報：**いま注意すべき地点はどこか！？**
→いまは**ここが危険**(高リスク区間上位地点)
- ✓ 5分毎/区間の事故発生リスクの変化：**いま注意すべき状態になった！？**
→今**ここが危険な状態になった**(ワーニング情報)



➤ 今後の課題

分類	項目
当面の取り組み課題	モニター調査による検証評価
	既存媒体などを活用したドライバーへのリアルタイム事故リスク情報提供(スマートチョイス、ナビ等)
	道路管理部門へのリアルタイム事故リスク情報提供
	交通管制システムとの連携による交通管理の高度化
	リアルタイム事故リスク情報提供:「事故リスク予報」の周知、普及
今後のリアルタイム事故リスク情報の活用に向けた課題	予測モデルの精度向上
	より精緻な事故発生を予測する手法の開発
	交通統計システムの高度化
	関係機関との連携による事故リスク情報活用の拡充