

渋滞発生確率の情報提供に向けた算出手法の構築及び検証

阪神高速道路(株)計画部調査課	萩原 武司
阪神高速道路(株)建設事業本部大阪建設部企画課	曾我 恭匡
阪神高速技研(株)技術部技術課	瀬川 利明

要 旨

阪神高速道路の渋滞は近年再び増加傾向にあり、渋滞の発生とそれに伴う所要時間の増大を緩和するため、これら対策の必要性が高まっている。本研究では、交通分散を促すことを目的とした高速道路利用者への情報提供ツールの一つとして、渋滞発生確率の提供を提案しその算出手法の検討を行った。

算出手法の検討にあたり、過去データ蓄積に基づく、データマイニング技術を用いた手法を試みたが、得られる結果の安定性と説明性に乏しく、実用化に多くの課題があることが判明した。そのため過去の渋滞データ等による統計的処理のみにより算出することを試みたところ、直近の実績データを用いた手法により、翌日予測は高い精度で予測できること、週間・長期予測についても翌日予測ほどの精度ではないが、1週間先、1ヵ月先の目安となる提供情報として耐え得るだけの精度を確保できたこと等、有意な成果を得ることが出来た。

キーワード: 渋滞対策, 情報提供, 渋滞予測, 渋滞発生確率

はじめに

阪神高速道路では交通集中による渋滞が慢性化しており、渋滞による所要時間の増大が大きな課題となっている。新規ネットワークの建設等ハード面での整備を進めるとともに、道路利用者に様々な情報を提供し、利用時間帯や経路変更を促し、交通の集中を分散させるソフト面での整備も必要となっている。

過去における萩原らの検討¹⁾では、カレンダー及び交通量などとの関係性から、データマイニングツールを使用して渋滞を予測するモデル分析を行った。結果として予測は可能であることを示唆する結果を得たが、算出されたデータの説明性や、安定性といった面から、実務への適用にはいくつかの問題点が指摘されている。また、佐藤らの

検討²⁾では、データマイニングツールを用いず、車両検知器から得られる旅行速度データを用いた渋滞予測の算定手法を検討している。

今回、本研究の実施にあたっては、事前に Web アンケート調査を行い、道路情報提供サイト利用者ニーズを把握するとともに、過去の検討成果を参考に、阪神高速道路の翌日または 1 週間先、1ヵ月先を目安とした渋滞予測情報（以下、渋滞カレンダー）として、翌日・週末・長期予測の各算出手法を検討し、情報提供ツールとしての利用可能性を検証した。

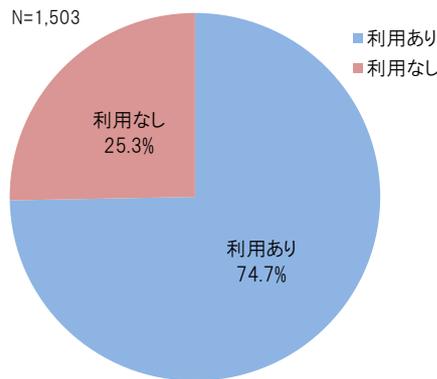
1. 道路情報提供サイト利用者ニーズの把握

既存の道路情報提供サイトを利用する方を対象に簡易なアンケート調査を実施し、阪神高速道路利用者が「どのような目的で、どのような情報を、

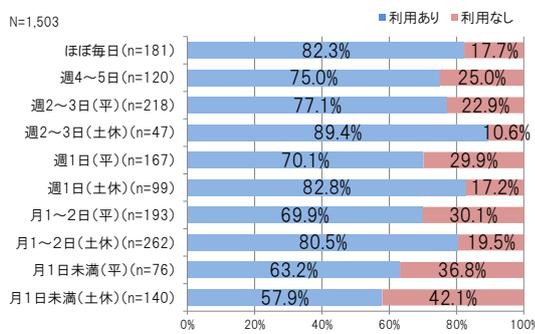
どのタイミングで必要としているか」について、ニーズの把握を行った。なお、アンケート調査はWebを活用し、「はしれGO!会員」・「過去のOD調査で今後の調査への協力を承知頂いた方」を対象に実施した。調査の詳細を表-1に示す。調査の結果、図-1に示すように道路・交通情報提供サイト（阪神高速道路以外が運営するサイトを含む）の利用者は75%と高く、利用頻度別では休日での利用が80~90%程度と高い。

表-1 Webアンケート調査の実施概要

実施方法	Web アンケート調査
調査期間	平成 25 年 10 月 10 日（木） ～平成 25 年 10 月 18 日（金）
対象者	はしれGO!会員：約 38,000 名 過年度のOD調査協力者：3,871 名
回答者	1,503 名



(a) 道路・交通情報提供サイトの利用状況
(阪神高速道路以外が運営するサイトを含む)



(b) 道路・交通情報提供サイトの利用状況
(阪神高速道路利用頻度別)

図-1 直近1ヵ月（平成25年9月）の道路・交通情報提供サイトの利用状況

また、図-2~図-4に示すように主な利用目的は「渋滞情報」の割合が高く、サイト利用時の状況として、統計情報・経路料金等は「レジャー・旅行・帰省」などの非日常での利用が多い。さらに、その情報入手タイミングは比較的「出発1ヵ月前~24時間前」の割合が高くなっており、翌日予測~1ヶ月先までの予測情報の必要性が確認できた。

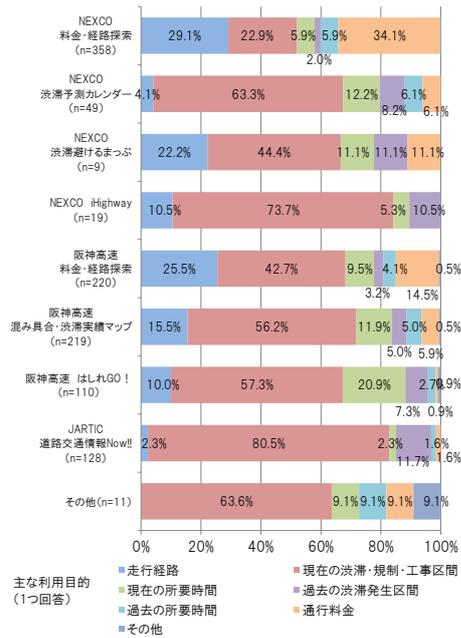


図-2 同サイトの利用目的

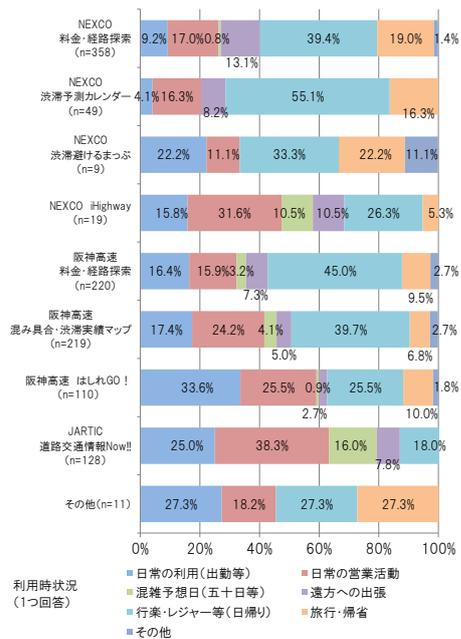


図-3 同サイトの利用時状況

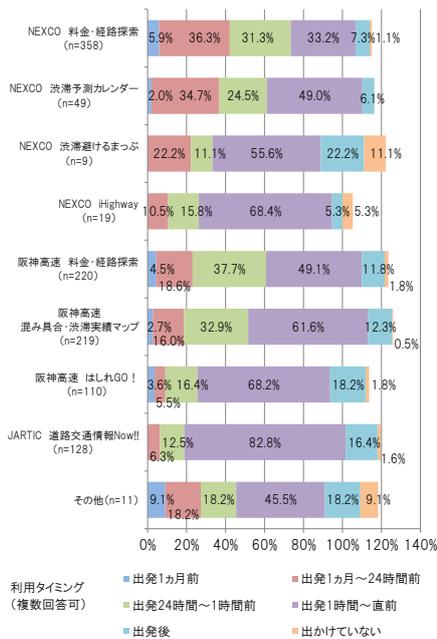


図-4 各情報入手のタイミング

2. 検討に用いるデータ

2-1 データ項目

渋滞カレンダーの作成にあたっては、日々更新される渋滞及び規制データを用いる。本研究で使用した当該データは以下のとおりで、5分単位で路線別に状況を確認できる。

【使用データ】

- 路線コード（上下別に判別可能）
- 事象（作業、工事、事故の事象が判別可能）
- 事象発生時の規制内容（路肩規制、1車線規制、2車線規制、通行止め）
- 渋滞（渋滞延長を表記）
- 区間情報（事象が発生している起終点をキロポストで表記）
- 事象発生時刻

2-2 リンクデータ

本研究では隣接する出入口間（断面交通量が変化しない区間）を1つの集計区間単位（以下、リンク）とし、各出入口箇所のキロポストを取得してリンクデータを作成した。なお、渋滞及び規制データはキロポスト単位で渋滞区間が判別可能であるため、1リンク内に渋滞区間と非渋滞区間が

混在することになる。本研究では、リンク内に一部分でも渋滞区間が存在する場合、そのリンクは渋滞と定義した。

2-3 渋滞時間の判定

本研究では路線別に15分単位で渋滞予測を実施した。その際、5分単位の3データを1データに集約し、1データでも渋滞が含まれていればその時間帯は渋滞としている。

3. 渋滞予測手法と検証方法

3-1 基本的な予測手法の考え方

同じリンクで同じ時間帯（15分ピッチ）の直近5日間のデータから渋滞した割合を渋滞確率とし、平日、週末（土曜日）、休日（日祝日）別に渋滞確率の算定を行う。なお、雨天時については予測算出の対象とするが、工事や事故など特異な事象が発生した場合は対象外とする。

表-2のように25日を検索日として直近5日間（18日、23日は事故・工事などのため計算対象外）の渋滞した割合（ $1/5+1/5+0/5+0/5+1/5+0/5=60\%$ ）を25日の渋滞確率とする。表-2は平日の計算方法であるが、週末の場合は直近5土曜日を休日の場合は直近5日祝日を対象に同様の渋滞確率を計算する。

3-2 予測パターン

1) 翌日予測

翌日の予測として、上記の方法に従って平日、週末、休日別に予測し、検証を行う。

2) 週間予測

実績データと1)により算定した翌日の渋滞確率を併用し、5日後まで（表-3中Dまで）の渋滞確率を予測する（週末、休日は5週間後となり、後述の長期予測と精度を比較する）。

Aの予測：実績4平日で2回渋滞かつ翌日予測の渋滞確率60%

$$\Rightarrow (1/5+0/5+1/5+0/5+0.6/5) = 52\%$$

Bの予測：実績3平日で1回渋滞、翌日予測の渋

滞確率 60%，2 日後予測の渋滞確率 52%

⇒ $(0/5+1/5+0/5+0.6/5+0.52/5) = 42.4\%$

C, D の予測は同様に 50.88%, 41.056%となるが、
 検証では各々を 20%単位で丸めた値 (C: 60%,
 D: 40%) を用いて実施する。

3) 長期予測

1) により算定した渋滞確率を 1 ヶ月後の同週
 同曜日の渋滞確率とする。なお、長期予測につい
 ては週末・休日の区別なく直近 5 土日祝日で渋滞
 確率を算出し、検証を行う。また、前年の同月同
 週同日の実績データが利用可能か否かも併せて検
 証を実施する。

表-2 渋滞確率算定対象のイメージ (翌日予測)

日	月	火	水	木	金	土
15	16 ×	17 ×	18 —	19 ○	20 ×	21
22	23 —	24 ○	25 検索日	26	27	28

×：渋滞，○：非渋滞，一事故や工事など

表-3 渋滞確率算定対象のイメージ (週間予測)

日	月	火	水	木	金	土
15	16 ×	17 ×	18 —	19 ○	20 ×	21
22	23 —	24 ○	25 検索日 60%	26 A 60%	27 B 40%	28
29	30 C 60%	31 D 40%	1	2	3	4

※数字は渋滞確率算定例

表-4 検証方法のイメージ

渋滞確率	該当日	実渋滞日	外れ
0%	5	1	1
20%	9	3	1
40%	21	10	2
60%	40	26	2
80%	20	17	1
100%	5	4	1
合計	100		8
渋滞確率が外れる割合			8%

※「外れ」計算例： $|9 \times 20\% - 3| \div 1$

(表中渋滞確率 20%の場合)

3-3 基本的な検証の考え方

蓄積した実績データから遡って渋滞確率を算出
 し、予測日の実際の渋滞状況と比較することで各
 手法の精度の検証を行った。表-4 はあるリンク
 のある時間帯の検証結果の例である (過去 100 日
 のデータを用いた検証)。

- ・該当日：各渋滞確率と予測された日数
- ・実渋滞日：該当日のうち実際に渋滞した日数
- ・外れ：該当日に渋滞確率を乗じたものと実渋滞
 日の差の絶対値
- ・渋滞確率が外れる割合：「外れ」の合計値

表-4 の渋滞確率が外れる割合をリンク別に全時
 間帯 (1 データ/15 分 $\times 4 \times 24 = 96$ データ) で集
 計し、その中の最大値が小さければ、当該リンク
 の予測精度は高いということになる。なお、予測
 精度については渋滞確率の外れる割合が最大 20%
 程度、すなわち、渋滞確率が当たる確率が 80%程
 度を目安として、各予測手法の検証結果に対する
 考察を行う。

3-4 検証の対象期間

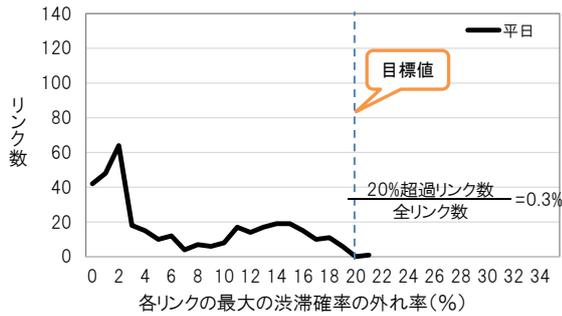
データの蓄積期間は 2012/4/19~2012/8/15 及
 び 2013/2/12~2013/10/31 (データの自動蓄積シ
 ステムのエラーにより、途中空白期間有り) であ
 り、平日 (251 日)、週末 (49 日)、休日 (56
 日) を対象に検証を行った。ただし、リンクや時
 間帯によっては工事や事故など計算対象外のデー
 タが存在するため、検証に使用可能なデータ数が
 少なくなる場合がある。なお、お盆や GW の長期
 休暇は独自に予測するものとし、検証の対象外と
 した。

4. 渋滞予測の検証結果

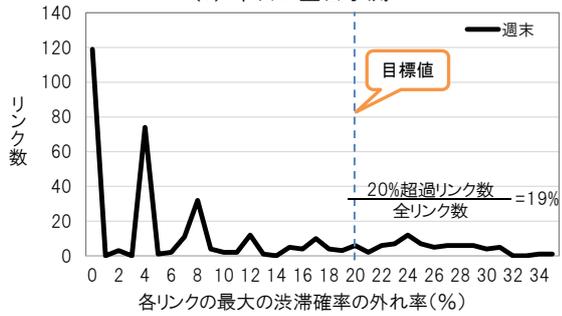
阪神高速道路内の全リンクを対象に検討した各
 予測方法による算定結果について検証を行った。

4-1 翌日予測の検証結果

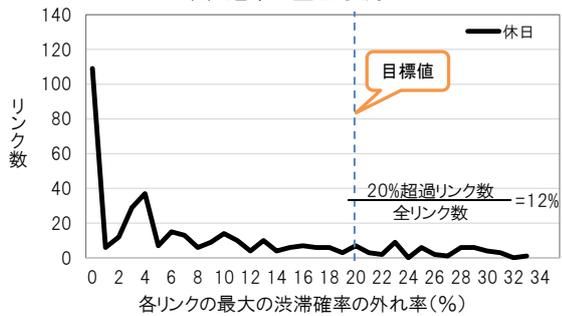
平日・週末・休日別に翌日予測し、検証を行っ
 た。図-5 に翌日予測の外れ率分布を示す。



(a) 平日の翌日予測



(b) 週末の翌日予測



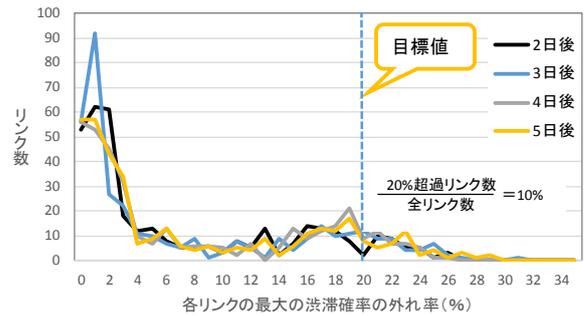
(c) 休日の翌日予測

図-5 翌日予測の外れ率分布

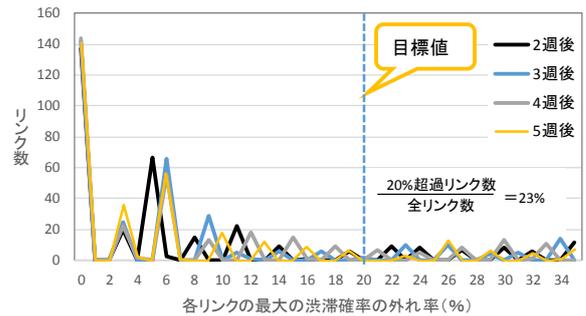
平日においては、渋滞確率の外れる割合は最大でも 21%であり、阪神高速道路全線で精度よく予測できている。また、週末・休日については、目標値（外れ率 20%）を超えるリンクが週末で全リンク数の 19%、休日で全リンク数の 12%あり、平日に比べると精度は落ちる。今回はデータ蓄積期間が十分になく、1 回の外れが予測精度に大きく影響したものと考えられるため、今後のデータ蓄積によっては更なる精度向上が期待できる。

4-2 週間予測の検証結果

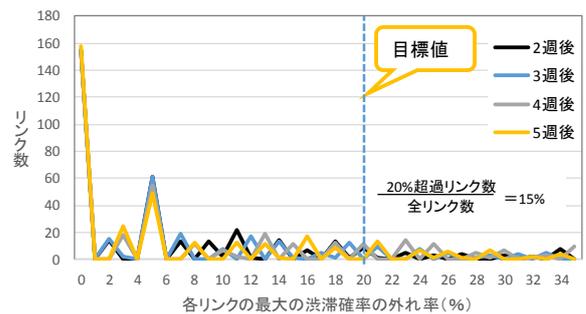
平日・週末・休日別に週間予測し、検証を行った。図-6 に週間予測の外れ率分布を示す。



(a) 平日の週間予測



(b) 週末の週間予測



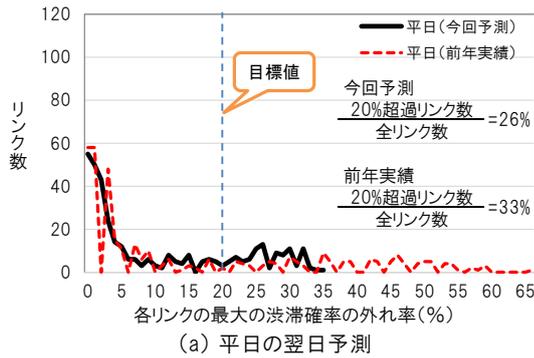
(c) 休日の週間予測

図-6 週間予測の外れ率分布

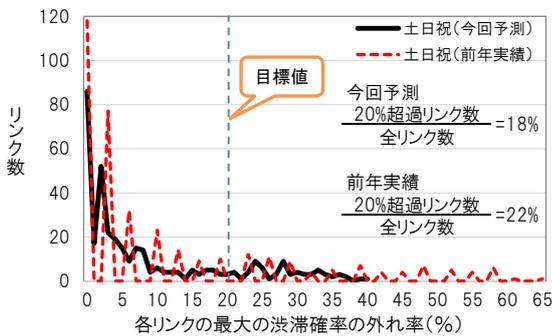
翌日予測同様、平日の精度が最も良い。更に、週末・休日に関しても一部目標値（外れ率 20%）を超過するリンクが存在するものの、その数は多くても全リンク数の 20%程度であり、翌日予測程度の精度を確保している。あくまで現段階での評価としては、問題ないものと考えられる。

4-3 長期予測の検証結果

平日、土日祝日別に予測し、検証を行った。併せて、前年の同月同週同日の実績データとの比較検証を図-7 に示す。



(a) 平日の翌日予測



(b) 土日祝日の翌日予測

図-7 長期予測の外れ率分布

図-7 より平日・土日祝日ともに、前年の実績データ（破線）に比べて、翌日予測の渋滞確率を1ヵ月後の同週同曜日の渋滞確率とする今回の手法（実線）の方が精度良く予測できており、目標値（外れ率 20%）を超過するリンクも今回の手法の方が少ない。また、平日の今回手法における渋滞確率の外れ率は最大で 35%であるのに対し、実

績データでは最大 66%と大きい。これは土日祝日でも同様の傾向である。このため、長期予測に関しては、本手法の方が望ましいと考えられる。なお、今回用いた手法は翌日・週間予測に比べると、長期予測の最大外れ率はやや高めに出ているが、1ヵ月先を目安とした渋滞予測としては 60~70%の確率でも、十分提供可能な情報としての精度は有していると考えられる。

5. まとめ

本研究の結果、翌日予測について精度よく予測できた。また、週間・長期予測についても、翌日予測ほどではないが、利用者への情報提供として利用できるだけの精度を確認し、翌日または1ヵ月先の渋滞カレンダー提供に向けた算出手法の構築に関して有益な成果を得ることができた。

今後は、更なるデータ蓄積と予測精度向上を行い、関係機関と調整を図りながら渋滞カレンダー提供の本格的な導入を目指したい。

参考文献

- 1) 萩原武司, 小澤友記子, 北澤俊彦: データオリエンテッドなイベント時渋滞予測モデル分析, 第 28 回日本道路会議, 2009
- 2) 佐藤美希, 萩原武司, 宇野元浩: 車両検知器データを用いた渋滞予測手法の検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 66th/ROMBUNNO. IV-219, 2011

DEVELOPING A METHODOLOGY FOR CALCULATING CONGESTION PROBABILITY FOR USE AS TRAFFIC INFORMATION

Takeshi HAGIHARA, Yasumasa SOGA and Toshiaki SEGAWA

Recent increase in traffic congestion on the Hanshin Expressway indicates an increased need for taking measures to decrease congestion and travel time required. In this paper the authors proposed providing congestion probability information to drivers in expectation of more dispersed traffic volumes, and developed a methodology for calculating the congestion probability. Calculation by data mining using historical congestion data was found to provide only unstable results. High accuracy was achieved by statistical calculation using only latest congestion data in prediction of next-day probability. This method was also capable of achieving adequate accuracy in weekly and monthly forecasts.

萩原 武司



阪神高速道路株式会社
計画部 調査課
Takeshi Hagihara

曾我 恭匡



阪神高速道路株式会社
建設事業本部 大阪建設部 企画課
Yasumasa Soga

瀬川 利明



阪神高速技研株式会社
技術部 技術課
Toshiaki Segawa