

阪神高速道路における所要時間信頼性指標の実証的検証 及び情報提供手法に関する提案

阪神高速道路(株)建設事業本部堺建設部松原ジャンクション建設事務所
岩里 泰幸
阪神高速道路(株)計画部調査課
山本 昌孝

要 旨

従来、阪神高速道路においては、利用者の自主的な行動変更を促すことで渋滞の抑制・早期解消を図ることを目的として、入路や本線上でリアルタイムの渋滞情報や所要時間情報を提供してきた。また、IT 技術の普及にあわせて阪神高速道路(株)が公開している「阪高ナビ」や「阪神高速走れ Go」などの Web サイトを介した各種の交通情報提供についても積極的な取り組みがなされてきた。一方で、成熟した社会が形成されつつあるわが国においては、道路交通サービスに関しても、これまでのような“速達性”だけではなく“確実性(信頼性)”といった新たな視点でのサービスレベルの評価及び利用者への情報提供が求められており、諸外国でも観測データに基づいた信頼性指標と情報提供に関する取り組みがなされている。本研究は、Web サイトを介して所要時間の信頼性に関する情報提供を行うことにより、利用者の行動変更を促し、交通の分散を図ることを目的としている。

キーワード: 所要時間信頼性、情報提供、WEB、阪高ナビ

はじめに

これまで高速道路上では、利用者の自主的な行動変更を促すことで渋滞の抑制を図ることを目的として、入路や本線上での渋滞情報や所要時間情報を提供してきた。また、IT 技術の普及にあわせて、高速道路会社各社では Web サイトを介して、高速道路利用前の利用者を対象とした各種の道路交通情報提供を行っており、阪神高速道路においても「阪高ナビ」や「阪神高速走れ Go」などの Web サイトから情報提供を行っている。これら既存の情報提供は、速達性に着目し、リアルタイムの交通状況あるいは“平均的”な混雑状況の伝達に重点が置かれてきたと言える。

一方で、道路交通サービスの利用者からは、所要時間の“平均値”だけでなく“ばらつきの大きさ(信頼性)”について情報提供されることへのニーズが高まり¹⁾、それを受けて米国をはじめとして国内外において所要時間の信頼性(以下、時間信頼性)を考慮した情報提供がはじまっており^{2) 3)}、阪神高速道路(株)においてもお客様サービスや、利用の分散による道路施設の有効活用などを目的とし、時間信頼性に関する研究を進めてきた^{4) 5) 6)}。

本稿は、経路検索サイト・阪高ナビを介して時間信頼性の情報を提供する手法について検討を行うものである。

まず1章で現行の阪高ナビの利用者特性を明らかにし、第2章でアンケート調査によって時間信頼性情報に関するニーズを把握、第3章で提供情報の選定及び整理、第4章で時間信頼性の情報提供案を提案する。

1. 阪高ナビのアクセスログデータの分析

阪高ナビは阪神高道路の経路検索サイトであり、経路のみならず利用料金や平均所要時間などの各種情報や出入口の走行映像などの多彩なコンテンツを搭載している。本研究の時間信頼性に関する情報提供は、阪高ナビを介して実施するため、まず阪高ナビの利用者像と利用形態を明らかにする。そのために阪高ナビのアクセスログを用いて利用実態分析を行った。本稿では、特に断りが無い限り、利用者とは阪高ナビの利用者を指す。

まず阪高ナビのページ構成を示し、利用者の利用行動を定義する。まずトップページ（図-1上段）にアクセス（以下、この回数を、アクセス数）し、ページ内の「スタート」ボタンをクリックすることにより検索ページ（図-1中段）に移行（以下、この回数を、検索ページ移行数）する。そこで任意の出入口や諸条件を入力（以下、この回数を、検索数）することにより、検索結果ページ（図-1下段）に検索結果が表示される。

なおアクセス数については日別や時間帯別、アクセス元別などとも紐付けされた詳細なデータが取得できるが、検索数はシステム上の理由により月別検索数のみ集計可能なため、時間帯別や曜日別などの集計を行う場合は、アクセス数を用いた。

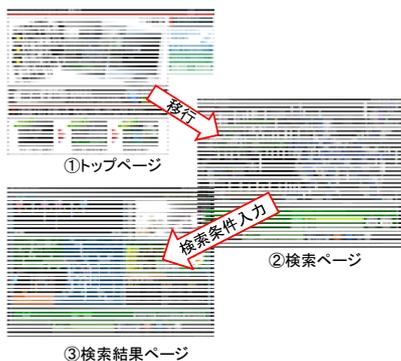


図-1 阪高ナビのページ構成

1-1 検索数の推移

検索数の推移を図-2に示す。平成19年10月の平日距離帯別割引や、平成21年4月の利便増進計画による割引開始の直後に検索数の増加が目立つことから、料金検索を目的とした利用者が多く存在することがわかる。

またアクセス数と、検索ページ移行数、検索数を図-3に示す。なお集計対象期間は、次節の曜日別集計期間と合わせて平成21年6月とした。アクセス数のうち42%(=5.9万/13.9万)が検索ページに移行し、平均1.4回(=8.3万/5.9万)の検索を行っていることがわかる。一方で、アクセス数の58%(=8.0万/13.9万)が、検索ページに移行することなく、つまり検索を行うことなく退出していることがわかる。

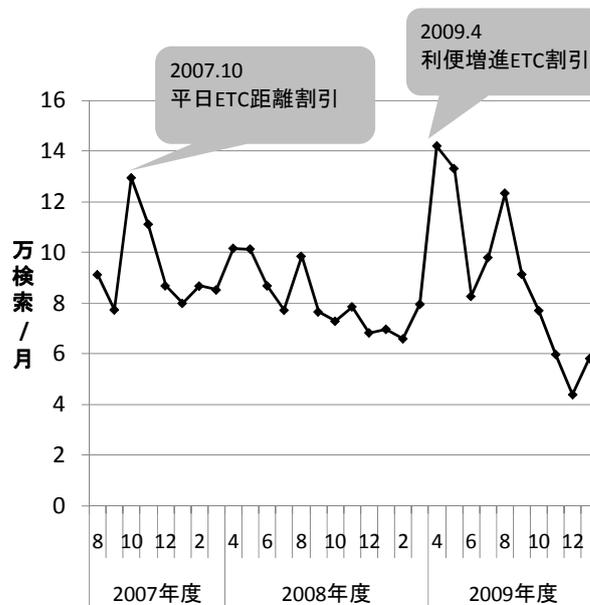


図-2 検索数の推移

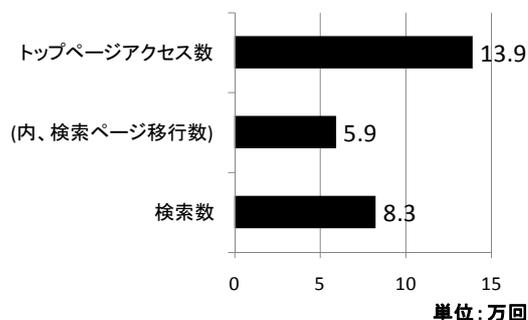


図-3 アクセス数、検索ページ移行数、検索数

1-2 時間帯別曜日別アクセス数

利用者が阪高ナビを利用するタイミングを把握するため、アクセスされた曜日や時間帯に着目した。曜日別のアクセス数と実績交通量（H21.6営業データ）を図-4に示す。集計期間は、祝日によって曜日別集計値に影響が出ないように、祝日のない平成21年6月の月平均値を利用した。アクセス数は金曜・土曜で特に多くなっていることがわかる。

さらに、曜日別の時間帯別アクセス数と実際の阪神高速道路利用実績である第22回阪神高速道路起終点調査（以下、OD調査）の時間帯別交通量を図-5に示す。アクセス数は朝・夜にピークが見られた。特に、夜のピークはOD調査交通量には見られないものであり、夜間に翌日以降の外出を想定して阪高ナビが利用されているものと思われる。また、土・日曜の前日である金・土曜の夜間のアクセス数が平日（月～木曜）より多いことから、土曜や日曜に外出するお客様が、その前日に阪高ナビを利用するという行動が推察される。また、土曜や日曜の午前中もアクセス数が多い。これらは外出する直前に、阪高ナビを利用しているとも考えられる。一般的に、サンデードライバーは平日の運転者と比較して利用頻度が低いと言われており、利用者の中には阪神高速道路の低頻度利用者が多く含まれていると考えられる。

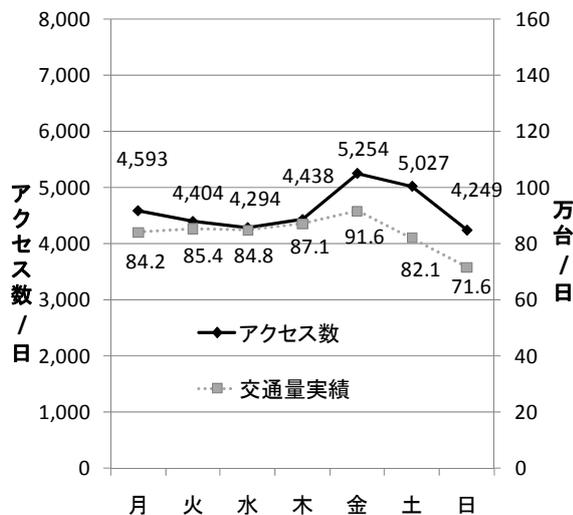


図-4 曜日別のアクセス数と実績交通量

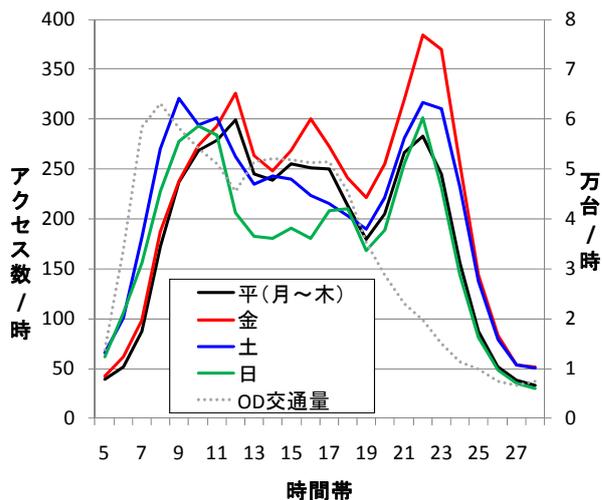


図-5 曜日別の時間帯別アクセス数

1-3 利用者のアクセス形態

利用者がどのように阪高ナビにアクセスしてきたのかを把握するため、アクセスのリンク元に着目した。全アクセスの46.5%が事前登録によるブックマークからのアクセスであり、残り53.5%が他のホームページからのリンクやポータルサイトでの検索によるアクセスであった。

外部からのリンク元別のアクセス数を表-1に示す。NEXCOホームページからのアクセスが最も多く、NEXCO西日本と東日本を合わせて62.4%を占めた。一方で阪神高速道路ドライバーズサイトからのアクセスは16%であった。このNEXCOホームページは、経路検索サイトであり、その経路検索結果に阪神高速道路路線が含まれていた場合、「阪神高速のETC割引料金の確認はこちら」と表記された部分をクリックすると、阪高ナビトップページへと移行する仕組みになっているものである。

表-1 リンク元別のアクセス数（上位10件）

順位	サイト名	キーワード	比率
1	NEXCO西日本 料金・経路検索	*w-nexco*	35.4%
2	NEXCO東 ドラプラ	*driveplaza*	27.0%
3	阪神高速ドライバーズサイト	*hanshin-exp.co*	15.7%
4	ETC総合情報ポータルサイト	*go-etc*	5.5%
5	高速道路機構	*jehdra.go*	2.0%
6	YAHOO!検索	*search.yahoo*	1.5%
7	google検索	*google*	1.4%
8	YAHOO!ニュース 「高速道路料金無料化」	*dailynews.yahoo*	0.5%
9	宮崎カーフェリー	*miyazakicarferry*	0.2%
10	YAHOO!知恵袋	*chiebukuro.yahoo.co.jp*	0.1%

このようにNEXCOホームページからのアクセスが6割を超えているという状況から、利用者の多くはNEXCO路線と阪神高速道路路線を連続利用する経路の料金を検索するために阪高ナビを利用していることが推察される。

1-4 経路別検索頻度

利用者が検索している経路を把握するため、阪高ナビで検索された出入口に着目した。出入口別の検索数を表-2に示す。月見山（第二神明）やりんくうJCT、松原JCTなどのNEXCO接続部付近の出入口が上位を占めている。

このようにNEXCO接続部に関連する出入口の検索が多いという傾向は、前節のNEXCOホームページからのアクセスが多いという分析結果とも整合している。

表-2 出入口別の検索数（上位10件）

順位	検索出入口名	検索数	検索数比率
1	月見山(第二神明)	136,140	7.5%
2	りんくうJCT	78,316	4.3%
3	月見山	72,096	4.0%
4	泉佐野南	65,638	3.6%
5	松原JCT	63,505	3.5%
6	伊川谷	61,854	3.4%
7	池田	46,140	2.5%
8	守口(R1)	45,521	2.5%
9	豊中南・豊中IC	39,128	2.2%
10	助松	38,551	2.1%

また検索経路と、実際の阪神高速道路利用距離帯分布を図-6に示す。OD調査交通量の平均距離が17.4kmであるのに対し、検索経路の平均距離は36.7kmと長距離経路の検索が多い。

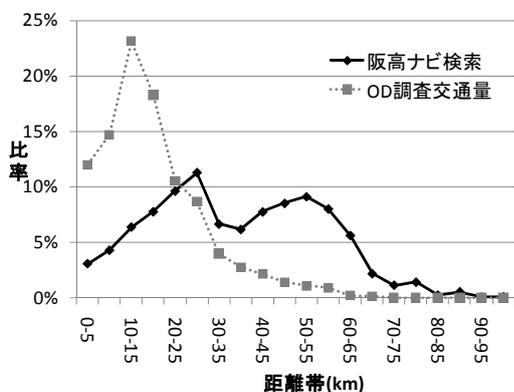


図-6 経路検索とOD調査交通量の距離帯分布

2. 時間信頼性情報の提供方針の提案

時間信頼性情報を提供するにあたっては“どのような指標”を“どのような単位”で提供するかについて、道路利用者のニーズを踏まえて決定する必要がある。そこで利用者へのアンケートを行い、道路利用者の選好調査を実施した。調査は、過去に実施したアンケートにおいて「今後の調査に協力可能」と回答した3,717名に対して案内を送付した。そのうち1,085名から回答(回答率29.2%)があった。被験者への連絡は全て電子メールを用いて実施した。なお比較の対象として阪高ナビの提供情報を適宜用いることとした。

2-1 望ましい信頼性指標

まず“どのような指標”を利用者が望んでいるかを調査するため、望ましい信頼性指標を3つまで選択回答してもらい、その回答から1位に選択されたものは3倍、2位は2倍、3位は1倍と重みづけして集計した。結果を図-7に示す。

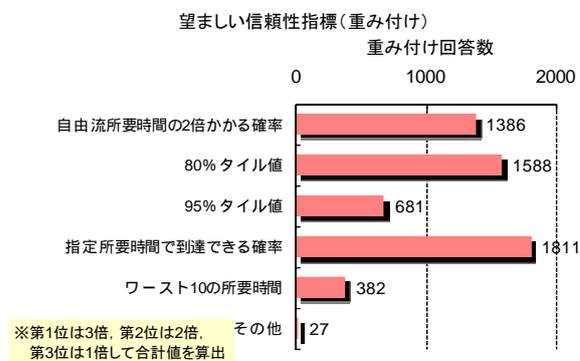


図-7 望ましい信頼性指標

その結果、望ましい信頼性指標は、1位：指定時間で到達できる確率、2位：80%タイル値、3位：自由流時間の2倍かかる確率となった。なおアンケートの設問では、一般の被験者が理解しやすいよう、設問では、80%タイル値を「平日5回に1回程度（1週間に1回）遭遇するひどい渋滞時の所要時間」、95%タイル値を「平日20回に1回程度（1カ月に1回）遭遇するひどい渋滞時の所要時間」と表現した。1位にあげられた「指定時間で

到達できる確率」というのは、時間信頼性の定義そのものである⁴⁾が、この指標を提供するには、利用者からの入力が必要とされる全ての所要時間に対して累積出現確率をあらかじめ算定しておく必要があるため、データ整備に膨大な作業を要する。また整備したとしてもWEB上での提供に耐えうるレスポンスタイムを実現できるか懸念される上、実際には利用者にとっても指定到着時刻を入力することは煩雑であることが考えられるため、当面は2位に選ばれた80%タイル値を提供することとする。

次に、所要時間の不確実性が利用者の交通行動に与える影響という観点から、提供指標の候補である80%タイル値の妥当性について検証した。図-8は被験者が普段利用している経路について、利用時に想定している所要時間（平均所要時間+余裕時間）とその経路の80%タイル値との関係を整理したものである。80%タイル値と見込み所要時間（平均+余裕時間）の差が-5分から+5分までを、概ね80%タイル値を基準として行動している利用者と区分すると、そのような利用者は約65%おり、80%タイル値を時間信頼性として提供することは、利用者の交通行動を支援する観点からも適切であると考えられる。なお、80%タイル値以上の余裕を見込むリスク回避型（80%タイル値よりひどい遅れを想定して出発時刻を決定）の利用者は12.5%、それ以下の余裕しか見込まないリスク許容型の利用者は22.5%となっている。

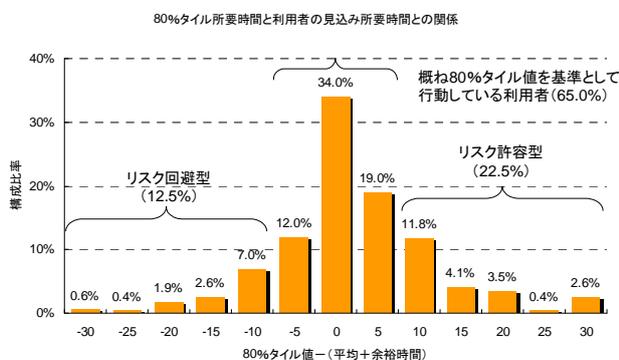


図-8 80%タイル値と見込み所要時間との関係

2-2 望ましい提供時間単位

望ましい提供時間単位を被験者の業種別に集計した結果を図-9に示す。約8割の被験者が現行の阪高ナビにおいて提供している1時間毎よりも細かい単位を望んでいることがわかる。業種別では、特に運輸・通信において細かい提供時間単位を望んでいることがわかる。但し、様々な利用目的を持っている全てのユーザーの満足を得ることは困難であり、かつ作業的な負荷も大きいため、ここでは約7割のユーザーの満足を一つの目途に設定した。提供時間単位においては、図-9より約7割のユーザーの満足を満たすと判断できる単位は15分毎である。またそれぞれの単位時間を用いた場合に「所要時間の増減状況を的確に表現できているか」という視点から検証を行った。具体的には、平日平均所要時間を算定し、提供単位時間毎に対象時間帯に含まれる最大値・最小値を図化する。例として11号池田線乗り池田入口-福島出口経路の平成19年度平均値の結果を図-10に示す。

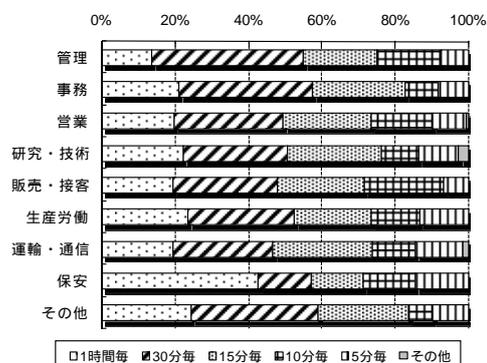


図-9 望ましい提供時間単位（職業別）

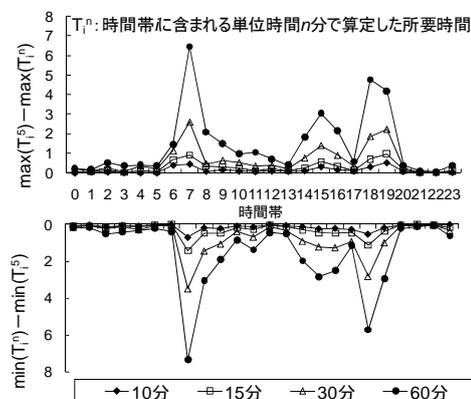


図-10 単位時間による平均所要時間の違い

提供単位時間5分を実際の変動と考えると、30分以上の場合は5分単位のものと差が大きく、所要時間の変動を的確に表現できていない。一方で、提供単位時間を15分以下に設定することで渋滞による所要時間の変動を表現することが可能であることが見てとれる。特に、渋滞延伸時間帯や渋滞解消時間帯ではその傾向が顕著であり、7時台において60分単位の最大値と5分単位の最大値では約6分の差が生じている。

2-3 望ましい曜日区分

望ましい曜日区分を被験者の業種別に集計した結果を図-11に示す。約6割の被験者が現行の阪高ナビにおいて提供している3区分（平日、土曜、休日）で満足しているという結果がみられる。

次に平日の曜日区分に着目し、望ましい曜日区分について検討する。検討にあたり曜日別に各路線の代表的な経路を抽出し、これらの平均所要時間（単位提供時間は15分）を算定して図化するとともに、曜日による違いを確認する。

例として11号池田線上り池田入-福島出断面の結果を図-12に示す。ピーク時間帯を中心として曜日によって5～10分程度の差が生じている状況が確認できる。特に月曜や金曜は1週間の中でも特徴的な傾向を示しており、この結果からは、需要の曜日変動が所要時間に与える影響は無視できる範囲ではなく、信頼性情報の提供にあたっては曜日毎の7区分を用いることが望ましいと考えた。

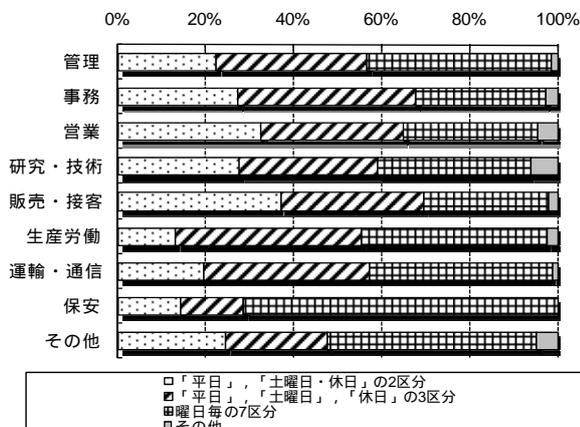


図-11 望ましい曜日区分（職業別）

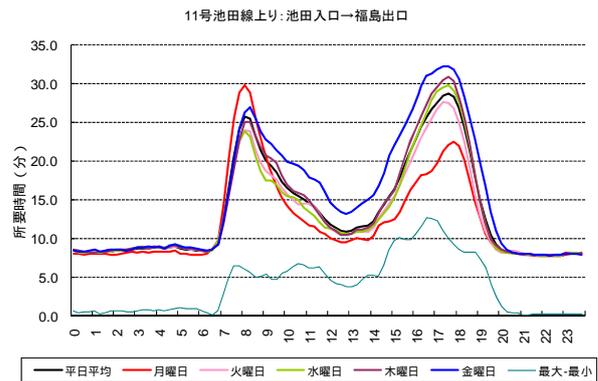


図-12 曜日による平均所要時間の違い

以上、検討の結果得られた利用者の選好と利用状況を勘案し、情報提供方針として表-3にまとめた。提供指標は80%タイル値、単位時間は15分、曜日区分は7区分とした。阪高ナビに対して提供時間単位・曜日区分ともきめ細かい情報提供とし、時刻指定方法も出発時刻だけでなく、到着時刻指定も可能とし、より細かく幅広い利用者のニーズに対応できるものと考えられる。

表-3 時間信頼性情報の提供方針

	利用者ニーズ	所要時間の 変動特性	(参考) 阪高ナビ	(参考) 首都高
提供指標	80%タイル所要時間(※最も望ましいのは「指定所要時間で到達できる確率」)	—	平均所要時間	平均所要時間(※実際には70%タイル値)
単位提供時間	15分	15分	1時間	10分
曜日区分	3区分もしくは7区分	7区分(月曜日～土曜日、休日)	3区分(平日、土曜、休日)	7区分(※実際には、正月など特異日は別データ)

3. 時間信頼性情報データベースの整備

本章では信頼性を考慮した所要時間を利用者に提供するためのデータベース整備手法について述べる。現在、阪高ナビや阪神高速走れGoなどのWebサイトでは、全区間同時刻のデータを用いる現在旅行時間総和法（図-13）を用いて所要時間算出しているが、既往研究によって、渋滞の発生時や解消時など交通量が非正常となる局面で誤差が発生することを指摘されている⁷⁾。そこで本研究では実際に当該区間を走行するのに要した時間

を算定可能なタイムスライス法(図-14)を用いて所要時間を算定した。

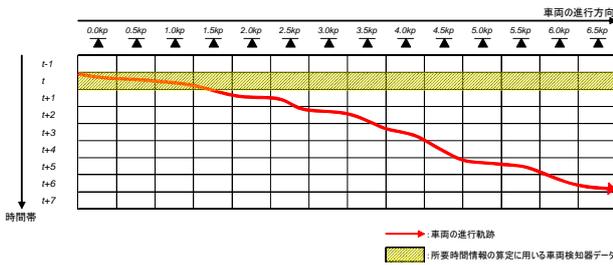


図-13 現在旅行時間総和法のイメージ

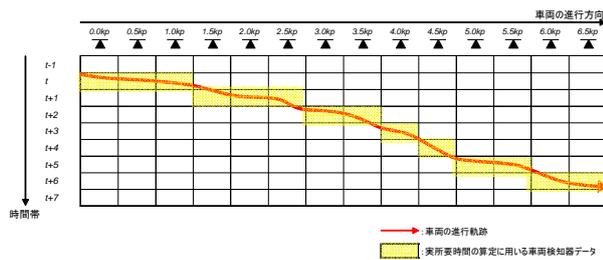


図-14 タイムスライス法のイメージ

4. 時間信頼性情報の提供手法の検討

第1章で確認した時間信頼性情報を提供するべき利用者像を考慮し、第2章で整理した情報提供方針を踏襲し、阪高ナビ上で情報提供を行うための情報提供案を作成する。

4-1 別画面での提供

阪高ナビで時間信頼性情報を提供するにあたっては、経路検索結果画面上で情報を提供することが考えられる。しかし、経路検索結果画面は、既に多くの情報が詰め込まれており、これ以上の情報を同じ画面上で提供することは情報過多となる。また阪高ナビ利用分析から、利用者はNEXCO路線経由の料金検索を目的とする場合もあることから、全ての利用者が所要時間についての情報を要求しているわけではない。これらの現状を踏まえ、既存の検索結果画面に「詳細」ボタンを設置し、それをクリックすることにより別ウィンドウで時間信頼性情報を表示させるものとする。それにより検索結果画面が情報過多になることなく、情報を必要としている利用者に提供することができる。

4-2 時間信頼性指標

時間信頼性指標である80%タイル値と、平均所要時間という2つの指標を表示、さらに両指標の差 = “ばらつきの大きさ” の情報を提供する。画面上では80%タイル値を「過去に80%の確率で到着した所要時間」(図-15中、赤)、平均値を「平均的な所要時間」(図-15中、紫)と表記し、時間信頼性指標のわかりやすい表現を試みた。



図-15 時間信頼性の情報提供ページ案

利用者の活用例としては、一人での買い物など到着時間制約を意識しなくてよい場合には「平均的な所要時間」を参照し、他人との待ち合わせなど到着時間制約がある場合には時間的余裕を持ち、かつ過度の時間的余裕とならないよう「80%の確率で到着した所要時間」を参照するということが可能となる。また両指標の差である「2つの所要時間の差 (= 所要時間のばらつき) 」(図-15中、緑)によって、同じ平均所要時間でもばらつきの小さい出発時間帯を選択することも可能となる。また時刻指定は15分単位で「出発時刻」「到着時刻」から選択可能で、例えば到着制約のある時間を「到着時刻」に指定すると、想定される所要時間を差し引いた出発目安時刻を知ることができる。

4-3 表示時間幅

道路利用時に、出発時間を1時間でもずらすことで混雑時間帯を避け、より平均所要時間が短く、所要時間のばらつきが小さい時間帯を走行できる場合も多い。そういった時間的な交通集中を分散させることを目的として、時間信頼性指標を最大で前後24時間を表示させることとする。

おわりに

本研究は、アンケート調査等から時間信頼性情報に対するニーズを把握し、アクセスログを用いて経路検索サイト・阪高ナビの利用分析を実施し、阪高ナビにおいて時間信頼性の情報を提供する手法について検討を行い、平成 22 年 5 月には、阪高ナビ上で試験的に情報提供を開始した。

今後は、情報提供の反響や、同時に実施するアンケート等によって利用動向やニーズを反映し、改善していきたい。

また、携帯電話を使ってリアルタイム情報を配信している「阪神高速走れ Go」や、アクセスの多い NEXCO ページとの連続利用の状況を踏まえて、それらと連携した情報提供は利用者にとっても有益と考えられ、検討する余地はあるものと考えられる。お客様がより快適に阪神高速道路を利用して頂くために、また利用の分散による道路施設の有効活用を図っていくためにも有益な情報提供をおこなってきたい。

参考文献

- 1) 朝倉康夫：道路交通サービスの信頼性評価を考える、交通工学 第四十五巻二号,pp.1,2010
- 2) Washington State Department of Transportation : <http://www.wsdot.wa.gov/Traffic/Seattle/TravelTimes/reliability/>
- 3) 宗像恵子,割田博：首都高速道路における所要時間信頼性を考慮した情報提供,交通工学 第四十五巻二号,pp.22,2010
- 4) 飛ヶ谷,石橋,松本：阪神高速道路における所要時間信頼性に関する実験的検証,阪神高速道路第40回技術研究発表会論文集,2008
- 5) 岩里,石橋,中山：所要時間の信頼性に関する検討,阪神高速道路第 41 回技術研究発表会論文集,2009
- 6) 岩里,山本：阪高ナビによる所要時間信頼性情報の提供に向けて,阪神高速道路第 42 回技術研究発表会論文集,2010
- 7) 吉村,菅：阪神高速道路における所用時間情報提供と精度検証,土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp. 364-365, 2004

EXPERIMENTAL ANALYSIS ON TRAVEL TIME RELIABILITY INDICES AND PROPOSAL OF NEW INFORMATION DISSEMINATION

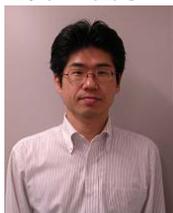
As a part of congestion control measures, real-time traffic congestion and travel time information of the Hanshin Expressway is made available to road users via various means including the web sites so that users can change their routes or trip plans accordingly. There is an increasing demand for higher certainty or reliability of information in recent years, and new efforts have started in road traffic information services overseas to meet the new demand by using measurement-based reliability indices. The purpose of this study is to establish on-line travel time reliability information service for encouraging users to change their trip behaviors, thereby distributing traffic flows properly.

岩里 泰幸



阪神高速道路株式会社
建設事業本部堺建設部
松原ジャンクション建設事務所
Yasuyuki IWASATO

山本 昌孝



阪神高速道路株式会社
計画部 調査課
Masataka YAMAMOTO