

# 都市間高速道路における所要時間予測手法の検討

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 村重至康  
 \* (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 加藤真司  
 中日本高速道路(株) 舌間貴宏  
 (株) アイ・トランスポート・ラボ 正会員 堀口良太

## 1. はじめに

現在高速道路上で提供されている所要時間情報(同時刻和所要時間<sup>\*1</sup>)は、情報提供時点の交通状況が変化しないと仮定した場合のものであり、将来の交通状況変化を考慮したものではない。その結果、提供した所要時間情報と実際にドライバーが経験する所要時間に違いが生じることがある。本稿では、筆者らがこれまで取り組んできた所要時間予測手法<sup>1)2)3)</sup>(以下、従来手法とする)を改良し、更なる精度向上が得られたことを報告する。

## 2. 所要時間予測手法の改良

### 2.1 従来手法の概要

従来手法では、図1のように区間下流側の流出累積交通量を所要時間分だけ左にシフトして上流側の流入累積交通量を作成し、点線で示したようにそれぞれを必要な将来時点まで予測して両者の時間軸方向の差を当該区間の予測所要時間として求める。この交通量累積図を隣接インターチェンジ(IC)区間毎に作成し、任意のIC間について起点から順に各ICを通過する時刻での予測所要時間を積み重ね、所要時間を予測する。

交通量の予測には、当日の感知器データとあらかじめ用意した「標準パターン」の差分に自己回帰モデルを適用する。この標準パターンには、平日、土曜、日曜・休日の3種類を用意するもの(以下、A方式)と、1年間の交通量変動をクラスタ分析して60種類のパターンに分類し、現在までの変動に最も類似するパターンを逐次選択して用いるもの(以下、B方式)の2通り<sup>4)</sup>がある。

### 2.2 従来手法の課題

これまでの検討<sup>4)</sup>では、いずれの手法も同時刻和所要時間に対して一定の優位性が認められたものの、交通量の少ない早朝から朝のピークにかけて、実際には渋滞していないのに予測所要時間が過大になることと、規模の大きい渋滞発生時に、予測所要時間がしばしば過小になるという課題が残されていた。

分析の結果、前者の課題では、普段はあまり渋滞しない、比較的交通量が少ない区間データで作成した上流断面交通量の自己回帰モデルが、微細なノイズ変動に対し

で敏感な特性を持つため、通常よりも多い交通量変動が現れた場合に交通量が過大に推計されていた。

また、後者の課題では、渋滞末尾がIC区間の上流端を越えて延伸する場面で、上流断面交通量がそれまでの到着交通量に従った流率から、下流のボトルネック容量で制約された流率に急激に落ち込むことで、過小に推計されていた。図2は東名高速上り・厚木IC~横浜町田IC間の2006年7月16日の16:50における自然渋滞発生時の所要時間予測に用いられた交通量累積図である。この日は16:45頃に渋滞末尾が厚木ICを越えており、その直後の予測(図中破線の右側近傍)では上流断面交通量が極端に少なくなっている。上流側累積交通量が時間遅れを伴うことも手伝って、予測した将来の交通量累積曲線の時間軸方向の間隔が狭くなるので、予測所要時間が過小になってしまう。

### 2.3 予測手法の改良

上記の問題を改善するため、予測手法に対して以下の

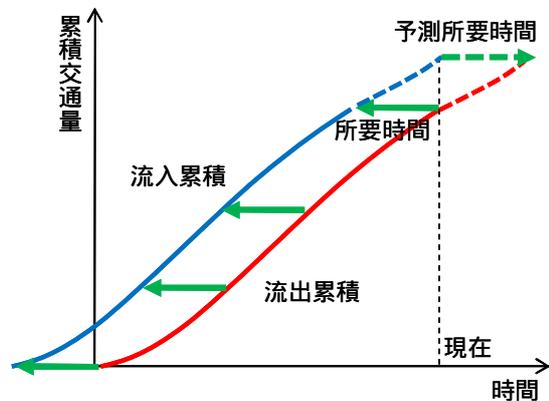


図1 従来の交通量累積図による所要時間予測

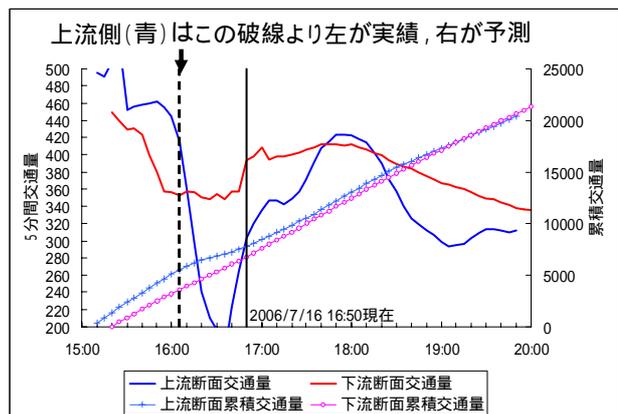


図2 渋滞延伸時の予測累積交通量図の変化

Keywords: 高速道路, 所要時間, 交通情報

\* 連絡先: s.kato.aa@ri-nexco.co.jp

(Phone) 042-791-1679

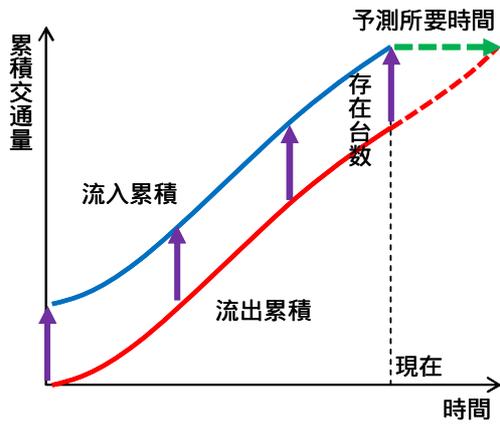


図3 存在台数を利用した交通量累積図作成

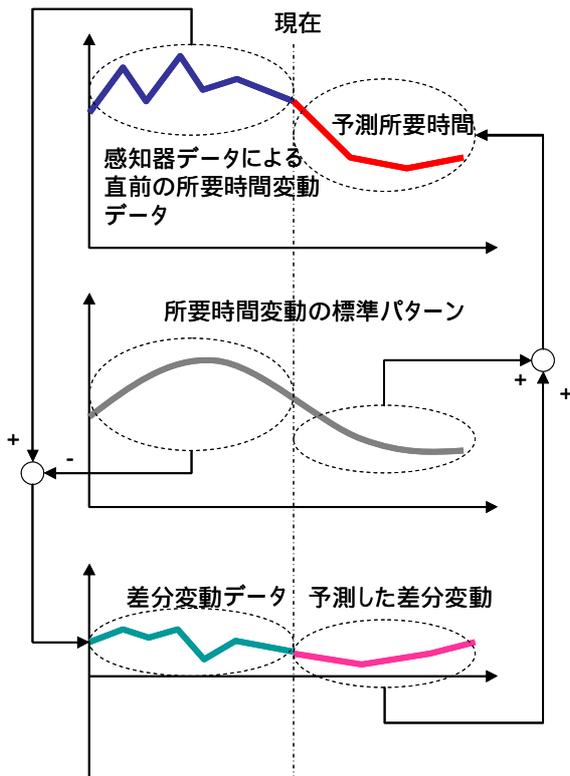


図4 所要時間変動の直接予測

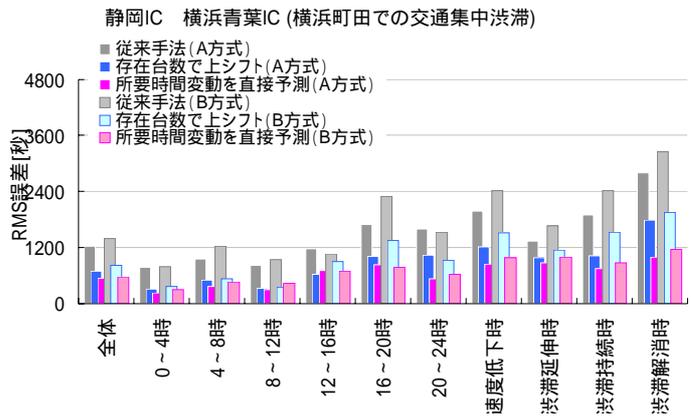
改良を施した。いずれの手法も、A方式またはB方式で実施できる。

(1) 区間存在台数を使って累積図を得る手法

下流側流出累積交通量から区間存在台数分だけ上にシフトして上流側の流入累積交通量を得る(図3)。図1と比べて上流側流入累積交通量が現時点まで作成でき、時間遅れがないため、予測において有利と考えられる。なお、区間存在台数は感知器データの交通量を平均速度で除して平均密度とし、これに区間長を乗じて求める。

(2) 所要時間変動を直接予測する手法

交通量累積図に抛らず、図4のように所要時間変動と標準パターンとの差分を時系列予測し、これを再び標準パターンとあわせて、所要時間変動を直接予測する。従来手法で上流側と下流側双方の累積交通量を予測する必要があったのに対して、この手法では予測対象とする時系列データが所要時間変動の1つだけになる分、精度改



御殿場IC 横浜青葉IC (横浜町田での交通集中渋滞)

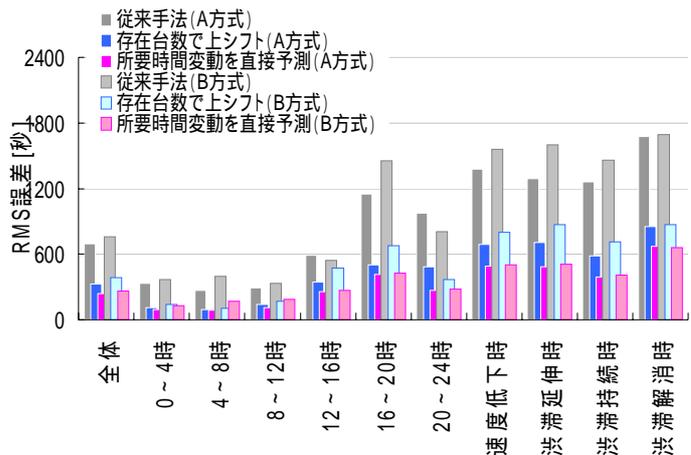


図5 改良予測手法の精度比較(交通集中渋滞)

善が期待できる。一方で、従来手法では、車線規制時の交通容量を交通量累積図上で外生的に与えて、下流側累積交通量の傾きをこの値に抑制できるため、インシデントの発生時に柔軟に運用することが可能であったが、今回の手法ではこのような特徴は失われる。

3. 改良した予測手法の精度検証

3.1 自然渋滞発生時の精度検証

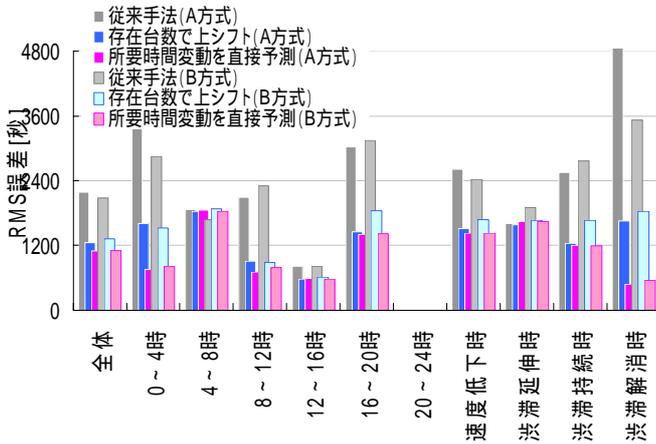
改良した予測手法について、東名高速上り線の静岡IC~横浜青葉IC間(148km)と、御殿場IC~横浜青葉IC間(71km)を対象に、2007年の1年間のデータで精度検証を行った。検証にあたっては、まず最も回数が多い横浜町田IC付近を先頭とする自然渋滞発生日のうち、事故等の影響が大きい35日を選び、真値とする追跡時刻和所要時間<sup>2)</sup>と予測所要時間のRMS誤差を評価した。

図5に各区間での予測誤差を時間帯別、及び渋滞による速度低下時の状況別に集計した結果を示した。いずれの改良手法も、従来手法と比べて精度が改善されたことがわかる。

3.2 工事・事故等による渋滞発生時の精度検証

次に、工事・事故等による渋滞発生時の予測精度の比較においても、図6に示したように、同様に改良手法の優位性が確認できた。

静岡IC 横浜青葉IC (御殿場～横浜青葉間の事故渋滞)



御殿場IC 横浜青葉IC (御殿場～横浜青葉間の事故渋滞)

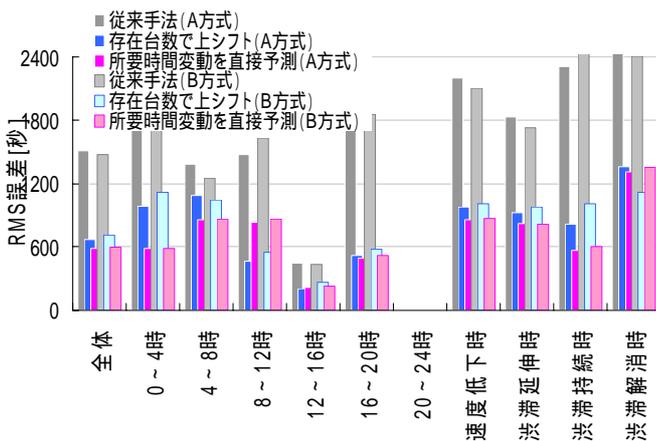


図6 改良した予測手法の精度比較 (事故渋滞)

### 3.3 改良手法の選択

図5, 図6 で見たとおり, 改良手法どうしの比較では, 存在台数による交通量累積図を使う手法よりも, 所要時間を直接予測する手法が全般に精度面で有利であった。以降では後者について, A方式とB方式の2通りで検討することとした。

## 4. 適用範囲の検討

### 4.1 予測所要時間の提供判定指標

所要時間予測においては, 現在までの所要時間変動が標準パターンからはずれずるほど, 予測結果もはずれる蓋然性が高い。このため, 予測に用いる直前90分の所要時間変動と標準パターンとの誤差二乗和を求め, 起点ICから終点ICまでの全てのIC間について, この乖離量を合計した値の対数をとって, 提供判定指標とした。

図7は, A方式で求めた予測所要時間に対し, そのときの提供判定指標を0.25刻みに区切って, それぞれにおける的中率を求めたものである。的中率とは, 予測所要時間が, 真値としている追跡時刻和に対して表1の「ドライバーの許容範囲<sup>5)</sup>」に収まる割合をいう。

ここで, 的中率が90%以上となる提供判定指標の範囲を調べ, 対象区間ごとに予測所要時間を提供すべきかどうかを判定する閾値を図7の破線のように定めた。即ち, 提供判定指標がこれらの閾値未満の場合には, 十分な

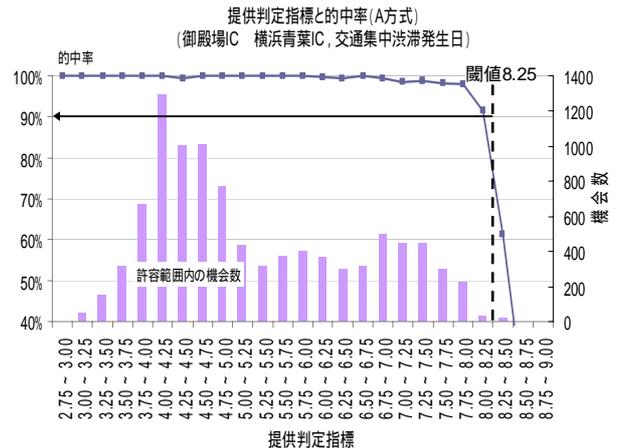
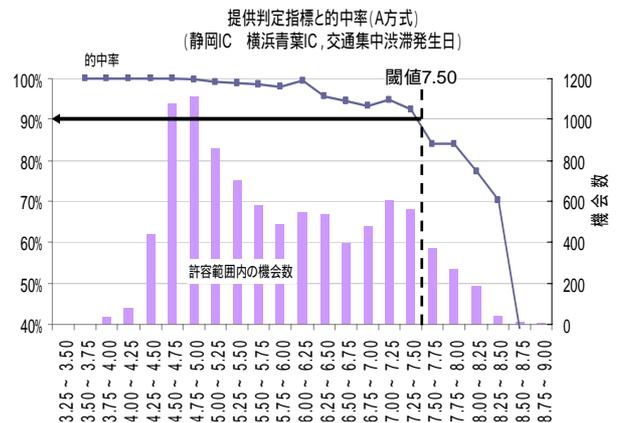


図7 提供判定指標と許容範囲内率

中率が期待できるとして, 予測所要時間の提供を推奨するものである。なお, B方式についても同様に閾値を定めた。

表1 ドライバーの許容範囲

| 追跡時刻和所要時間   | 許容範囲上限 | 許容範囲下限 |
|-------------|--------|--------|
| 30分未満       | +10分   | -10分   |
| 30分以上60分未満  | +15分   | -15分   |
| 60分以上120分未満 | +20分   | -20分   |
| 120分以上      | +30分   | -30分   |

### 4.2 A方式とB方式の融合

3.3で選定した手法にはA方式とB方式のバリエーションがあり, 図5, 図6で見たとおり予測精度の比較では甲乙がつけがたかった。しかしながら, A方式では渋滞が延伸する場面で安定して予測所要時間が得られるものの, 解消時では提供判定指標が閾値を上回ってしまう場面が多かった。一方のB方式では, 渋滞延伸時の予測所要時間の変動に不安定な様子が見られるが, ほとんどの場面で提供判定指標が閾値を下回っていた。

このため, 実際の運用においては, それぞれの方式の長所を生かして, 場面に依じていずれかを選択してやる必要がある。ここでは, それぞれについて4.1の通り提供判定指標の閾値を決め, 2種類の予測所要時間を融合するルールをいくつか考案して, それぞれの場合で予測精度を評価した。その結果, 表2のルールで予測結果を

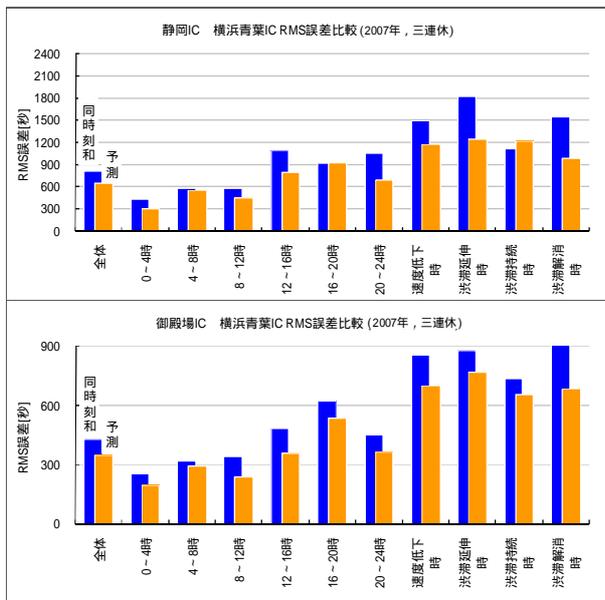


図8 予測所要時間の精度比較(2007年の三連休)

切り替えることで、精度の良い予測所要時間が安定して得られた。

表2 手法AとBの融合ルール

| 手法 |      | A      |         |
|----|------|--------|---------|
| B  | 判定指標 | 閾値未満   | 閾値以上    |
|    | 閾値未満 | 手法Aを採用 | 手法Bを採用  |
|    | 閾値以上 | 手法Aを採用 | 同時刻和を採用 |

#### 4.3 予測手法の適用可能期間

予測手法が適用可能な期間を調べるため、2007年における長期休日(年末年始, GW等)、三連休、通常の日曜・休日、通常の土曜、平日のそれぞれについて、時間帯別の精度評価を実施した。

図8はこのうちの三連休に関して、追跡時刻和所要時間とのRMS誤差を同時刻和所要時間と比較した結果である。いずれの期間においても、また静岡IC発及び御殿場IC発のいずれの区間においても、同時刻和所要時間に対する予測の優位性が示された。

図9は、三連休最終日の9月24日における静岡IC発及び御殿場IC発の予測所要時間を追跡時刻和及び同時刻和所要時間と比較したものである。同時刻和と比べて、予測所要時間の渋滞時発生時の立ち上がりが早く、予測精度が改善されていることがわかる。

#### 5. まとめ

以上において、所要時間予測手法の改良検討を行い、そのうち最も精度が良好な2つの手法を選定した。次に、予測結果の信頼性を事前に把握するための提供判定指標を提案し、2つの手法を融合した手法を考案した。これにより、状況に応じて予測手法を切り替えることで、それぞれの長所を生かした精度の良い予測所要時間を安定して算出できるようになった。

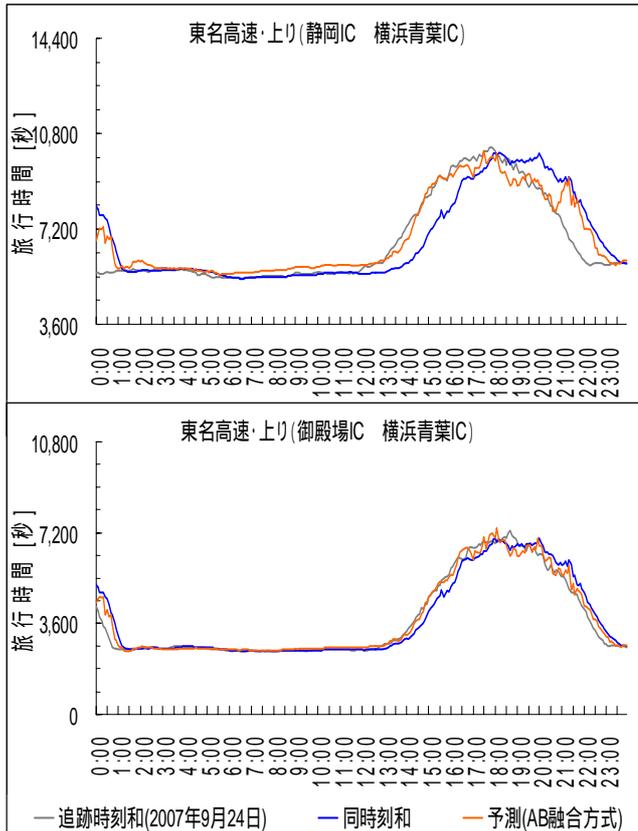


図9 予測所要時間と同時刻和と所要時間の比較

#### 補注

- \*1 ある時刻の感知器区間速度から、その区間の通過所要時間を求め、これを起点から終点まで合計した値。
- \*2 ある時刻に起点ICを出発する車両が各感知器区間を通過する時刻での区間通過所要時間を求め、車両の時空間走行軌跡に沿って合計した値。

#### 参考文献

- 1) H.Otaka, R.Horiguchi and H.Akahane: Short Term Travel Time Prediction Using Cumulative Traffic Counts And Uplink Information Collected On Expressways, 11th World Congress on ITS, Nagoya, October, 2004.
- 2) 舌間貴宏, 尾高寛信, 堀口良太: 都市間高速道路における所要時間予測に関する検討, 第27回日本道路会議論文集, CD-ROM, 2007.
- 3) 舌間貴宏, 村重至康, 山岸肇, 大内浩之, 堀口良太: アップリンク情報を活用した都市間高速道路における旅行時間予測手法の研究, 第6回ITSシンポジウム講演論文集, CD-ROM, 2007.
- 4) 高速道路総合技術研究所: 平成19年度所要時間予測情報技術に関する検討報告書, 2007.
- 5) 日本道路公団: 所要時間提供に関する検討報告書(平成3年3月), 1991.