

# 渋滞状況の変化を考慮した所要時間予測情報提供に関する研究



田島 明  
ITS企画推進室  
上席主任研究員

## 研究の背景と目的

近年の高速道路網の発達とともに高速バスの運行路線数、便数は増大し、利便性が高まってきており、鉄道（特急等）よりも安価な運賃設定も相まって利用者も増大傾向にある。しかし、一方で高速道路の渋滞や都市内の交通混雑などによる遅延の問題があり、時間制約のある利用者にとっては利用の足かせとなっている。

一方、我が国の都市内高速道路、都市間高速道路にはトラフィックカウンター（トラカン）が比較的密な間隔で設置されており、その地点における交通量と速度が観測できるようになってきている。

中部地区においては2005年2月の中部国際空港の開港、2005年3月～9月の愛知万博の開催を控え、空港と名古屋市中心部を結ぶ高速バスの運行が新規に見込まれている。これらの高速バス利用者に対し、空港やバスターミナルなどの交通結節点においてより精度の高い所要時間予

測情報を提供することは、バス利用者が到着後の予定を立てやすくなるため利便性向上が期待できるものである。

このような背景により、名古屋周辺でのバスの所要時間予測情報の提供を目指して、トラカンデータ及びバスプロープデータを活用した高速バスの所要時間予測手法を開発することになったものである。

## 予測対象ルート の現状

所要時間予測情報の提供を目指すルートは高速バスの運行が想定されている図-1の中部国際空港 名古屋市内ルートについてである。

このルートの概要は表-1のとおりである。特に名古屋都心部と郊外を結ぶ名古屋高速3号大高線（大高-丸の内）及び都心環状線では、平日は朝夕の通勤通学時間帯に慢性的な渋滞が発生している。大高-丸の内間は非渋滞時には約12～13分程度の所要時間となっているが、最も混雑が激しい時間帯では、約40分の所要時間がかかっている。ルート全線の非渋滞時の所要時間は45分程度と見込まれており、その他の区間では名古屋市内の街路部分を除き、あまり渋滞は発生しないため全線では混雑時に1時間10分程度の所要時間となると見込まれる。

表-1 検討対象ルートの概要

区間名	道路構造	渋滞ポイント		トラカンの設置状況
丸の内出入口 栄バスセンター	平面街路,市街地	名古屋市中心部であり、恒常的に渋滞している		なし
名古屋高速(丸の内-大高)	自動車専用道路	平日	ほぼ毎日渋滞:星崎料金所(上り)、堀田入口(上り)、名駅入口、東別院入口(上り)	500mピッチで設置 本線上、全出入り口に設置
			時々渋滞:高辻-堀田間(下り)、笠寺出口(下り)、名四国道連絡路(下り)	
		休日	時々渋滞:星崎料金所(上り)、名駅入口	
知多半島道路(大高～半田常滑JCT)	自動車専用道路	当該路線においては渋滞の発生は見られない		3～4kmピッチ
知多横断道路	自動車専用道路(未開通)			本線上のみに設置
中部国際空港連絡道路	自動車専用道路(未開通)			



図 - 1 概略図

## 予測手法の概念と適用手法の選択

### 1 予測手法の概念

現在、高速道路上などで所要時間情報を提供している箇所があるが、これらは図 - 2の通り主に現在時刻のトラカ



図 - 2 区間所要時間のタイムテーブルと瞬時値

ンの速度データを用いて区間ごとの所要時間を算出し、それを足し合わせて全体の所要時間を求めているもの(「瞬時値」と呼ぶ)が大半である。

しかし、この方法では区間が長距離に及ぶ場合、渋滞が延伸しているときや解消に向かっているときなどに、その後の交通状況の変化を反映できないため大きな誤差が生じてしまうことがある。そこで、将来の交通状況を予測して将来時刻での区間ごとの所要時間(タイムテーブル)を算出し全体の所要時間を求めることが必要となる。

今回の検討にあたり、最大1時間後に出発するバスの所要時間を予測することになっているため、所要時間の最大値に余裕を見て、3時間後までのタイムテーブルを算出して所要時間を予測することとした。

### 2 予測手法適用の考え方

予測対象ルートは、それぞれの路線によって道路構造やトラカデータ収集についての条件が異なっているため、一つの予測手法を対象ルート全線に当てはめることは難しい。そこで、それぞれの路線に適した予測手法を選定して、それぞれの路線で3時間後までのタイムテーブルを算出し、全体としての所要時間を計算する手法をとることとした。

タイムテーブルを算出する手法としては大きく分けて車両感知器データ等を用いて各区間の交通状態(交通量、速度)を推定しそこから所要時間を算出する方法 過去の実績データ等を用いて各区間の所要時間を直接推定する方法の2つがある。今回の検討では、過去の研究事例等を

表 - 2 マクロシミュレーション手法と統計手法の概要及び適用区間

	マクロシミュレーション手法	統計手法
概要	交通量と密度の関係（Q - K 相関）と交通容量を用いた交通シミュレーションにより、時々刻々と変化する将来の交通状況を再現し、所要時間を算出する。	過去の所要時間の実績値（統計値）に基づき、将来の所要時間を推定する。 前発バスのプローブデータの活用により、当日補正も可能である。
特徴	<p>&lt;メリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイムデータ（トラカデータ）を用いて流入交通量や分流比率を随時補正するため、渋滞が慢性的に発生している区間での適用に適している。</li> </ul> <p>&lt;デメリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>トラカが設置されていない区間、またはトラカが設置されていても短い時間間隔（5分間）でのデータ入手が不可能な区間では適用は難しい。</li> </ul>	<p>&lt;メリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>過去の所要時間データを元に推定するため、比較的所要時間の変動が小さい区間（渋滞がほとんど発生しない区間）での適用に適している。</li> <li>プローブデータ等があれば、トラカが設置されていない区間でも適用可能である。</li> </ul> <p>&lt;デメリット&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>渋滞が慢性的に発生し、所要時間が大きく変化する区間では適用は難しい。</li> </ul>
適用区間	名古屋高速道路区間（大高ランプ～丸の内ランプ） ・平日の朝夕に慢性的に渋滞が発生。 ・トラカが概ね500m間隔で設置済み。 ・5分間交通量及び平均速度データの入手が可能。	名古屋高速道路以外の区間 ・渋滞はほとんど発生しない。 ・知多半島道路ではIC間に1箇所、トラカが設置済み。 ・一般道はトラカ未設置。 ・知多横断道路及び中部国際空港連絡道路のトラカ設置状況は不明。 ・知多半島道路は時間交通量データのみ入手が可能。

参考に適用可能な予測手法について絞り込みを行い、からはマクロシミュレーション手法、からはバスプローブデータを用いた統計手法の2手法を候補として選定しこれを各路線に適用してゆくこととした。これら2手法の特徴と適用区間を表 - 2 に示す。

## マクロシミュレーション手法の検討

### 1 手法の概要と検討のポイント

マクロシミュレーション手法では、まず路線を出入り口、トラカの設置箇所ごとに区間（リンク）を分割し、各リンクごとの特性値としての交通容量、Q - K特性をトラカで観測された過去の交通量、速度のデータから解析して

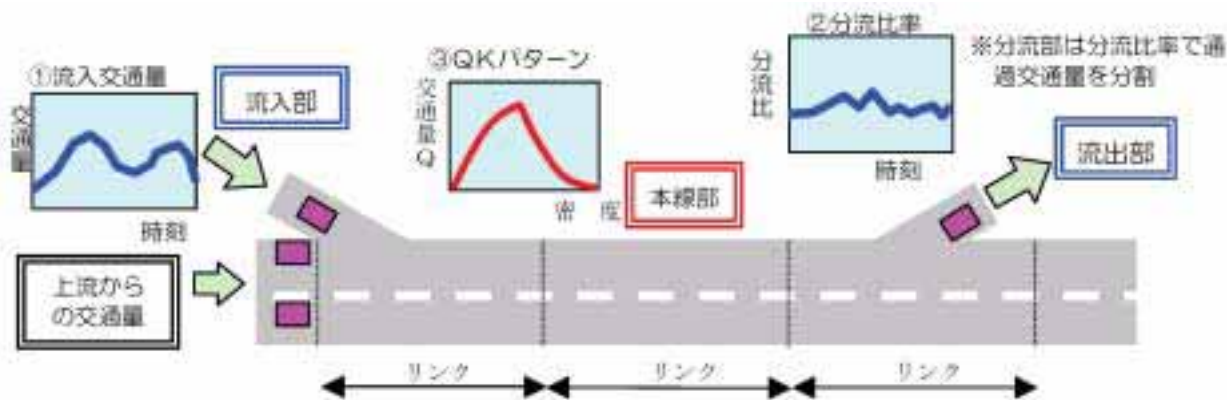


図 - 3 マクロシミュレーション手法の概要

設定しておく。

次に現在の各リンク上に存在する車両の台数を直前5分間のトラカンデータから求め、リンク上に配置しておく。出入り口の流入交通量、分流比率については、過去のトラカンから得られたデータを解析して、基本的な時間変動パターンを作成する。(図 - 3)

この手法そのものは過去の研究から再現性のある定評あるものとされており、今回の検討では表 - 3のポイントについて進めることとした。

表 - 3 主要な検討のポイント

- 各区間の適切なQ - Kパターン及び交通容量の設定
- 各出入り口の流入交通量、分流比率の作成方法の検討
- ・過去のデータをもとにした基本パターンの作成・更新方法の開発
- ・当日の直近過去のデータを用いた補正方法の検討

## 2 現況再現による精度検証

各リンクの交通容量、Q - Kパターンの設定値が妥当なものであるかどうかを確認するために、実際の流入交通量、分流比率を入力値とした現況再現計算を行い、トラカンの観測値から算出される実測値(タイムスライス値)と比較して精度検証を行った。

その結果、シミュレーション結果と車両感知器から求めた所要時間は概ね一致していたが、一部の日についてシミュレーション結果にマイナス誤差(所要時間を過小に予測)がでていたため、要因を調査したところ降雨と朝夕のピーク時が重なると誤差が大きくなっていることがわかった。(図 - 4、図 - 5)

これは、降雨時には交通容量が低下することからであり、検証した結果、時間雨量1mm以上で、交通容量95%、5mm以上で85%に設定するのが比較的良好な結果を得られることが分かったが、検証データが少ないため今後も随時見直しを行っていく必要がある。

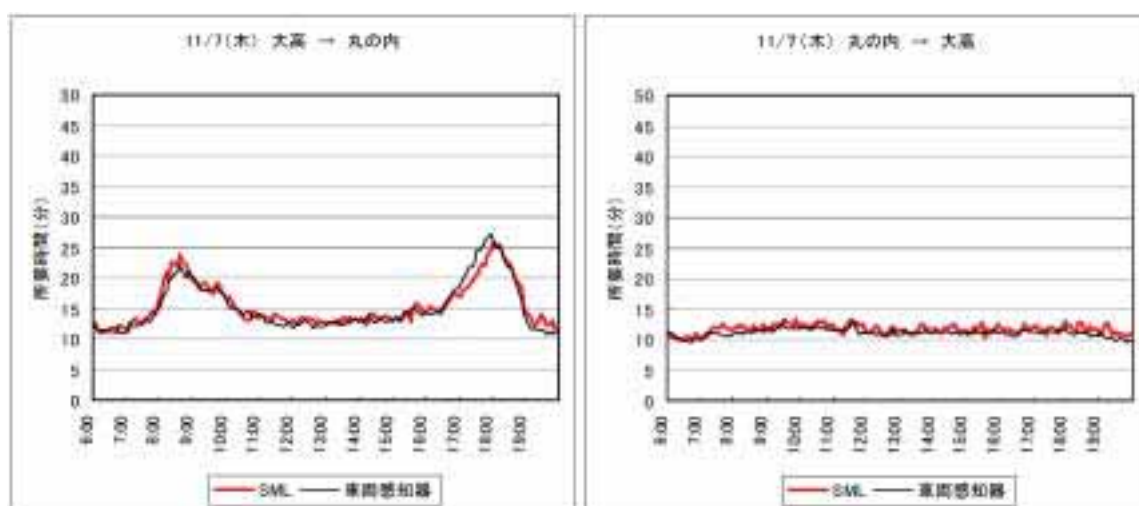


図 - 4 現況再現結果例 11月7日(木) : 降雨なし

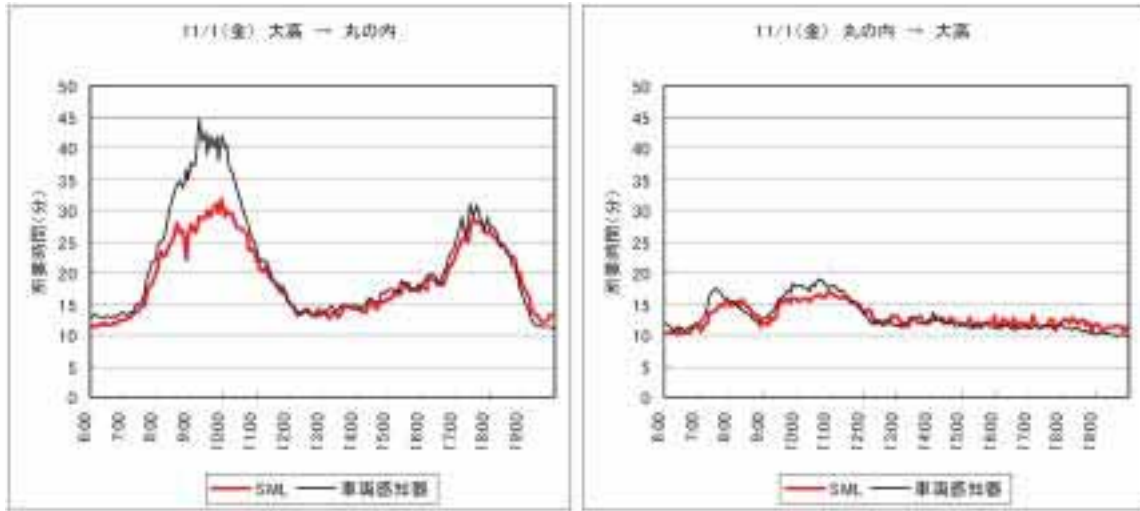


図 - 5 現況再現結果例 11月1日(金)：降雨有り

### 3 流入交通量、分流比率の基本パターン設定・更新方法の検討

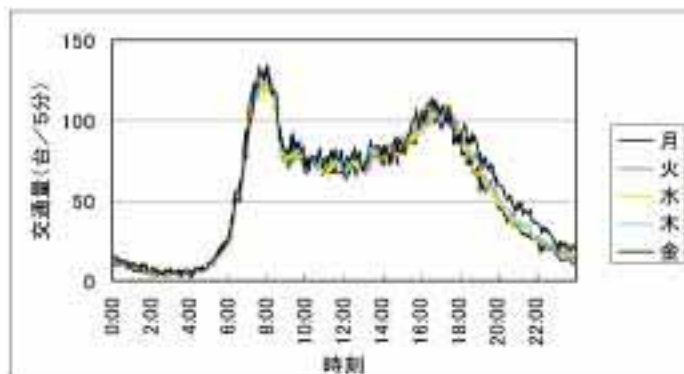
流入交通量、分流比率には基本的に1日を周期とした時間変動があり、さらに曜日等の様々な要因でパターンが変化しているものと考えられる。今回の検討では対象路線上の過去の交通量データについて、曜日、季節、五十日、天候（降雨の有無）、繁忙期（ゴールデンウィーク、盆、年末年始）の要因について変動パターン、日交通量に影響があるかどうかを調査した。その結果、季節変動、五十日、

降雨については特に影響がないことがわかり、基本パターンは曜日別に作成することとした。

なお、図 - 6 からわかるように平日に比べて土曜、日祝日は明らかに時間変動パターン及び交通量レベルが異なっているためパターンを分けることとした。

また、繁忙期については通常と明らかに異なる変動パターン及び交通量レベルとなっているため、この期間の扱いについては今後検討することとしている。

平日（名四入口）



土、日祝日（名四入口）

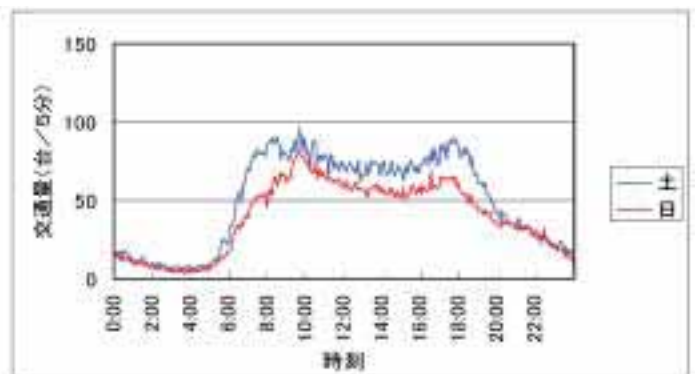


図 - 6 交通量時間変動パターンの例

#### 4 流入交通量・分流比率の当日補正方法の検討

インターチェンジの流入交通量、分流比率は曜日ごとの基本パターンをベースに、当日の直近過去のデータを用い

て補正を行うこととした。図 - 7 にその概要を示す。

また、過去のデータを用いて交通量の誤差の小さくなる補正係数を設定した結果を図 - 8 に示す。

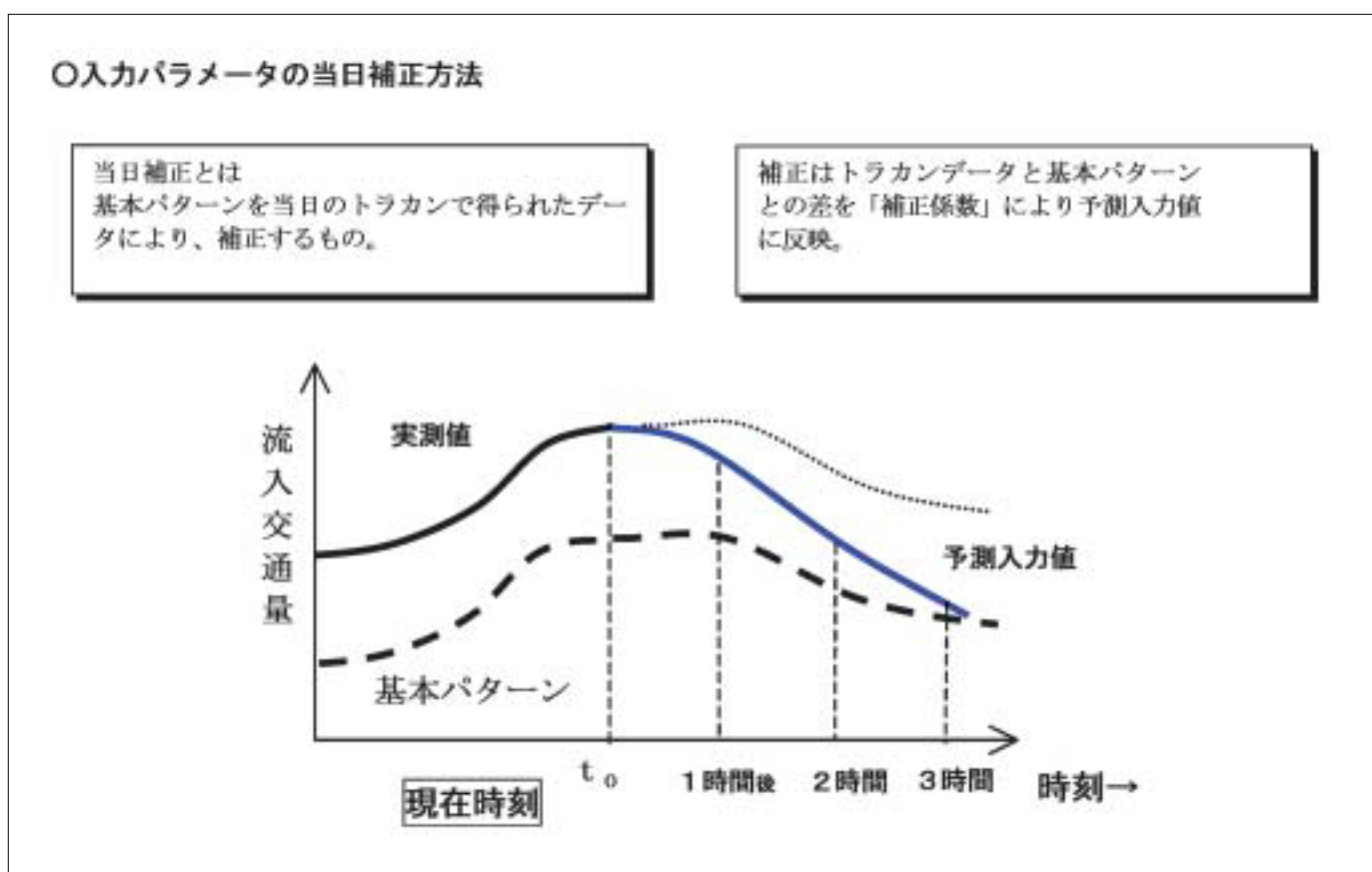


図 - 7 当日補正方法の概念

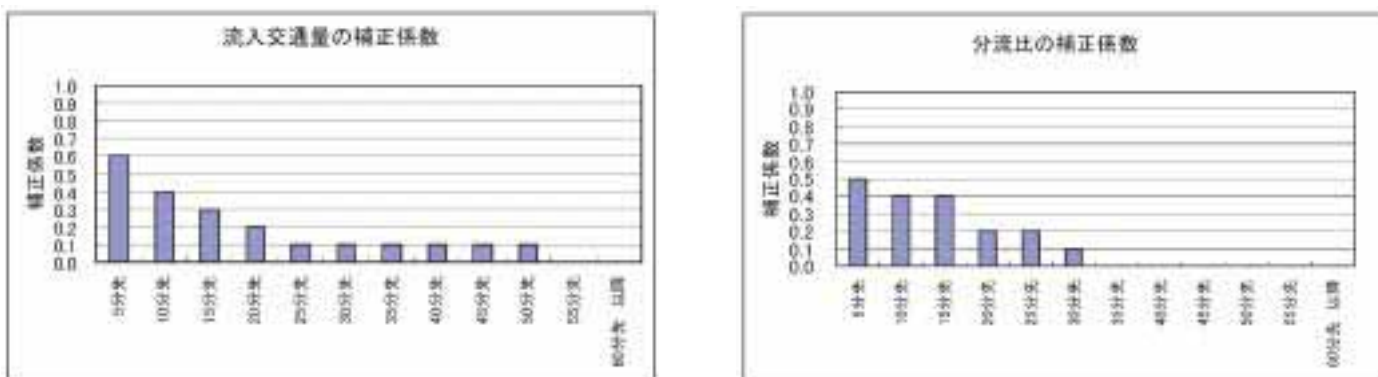


図 - 8 補正係数設定値

## 5 予測手法の適用性の検討

マクロシミュレーション手法による予測手法の適用性を大高ランプから丸の内ランプの間で検討したところ、予測結果は所要時間の変動に概ね追従している(図-9)直近60分の予測においても誤差が概ね5分以下になっている。(表-4)

このことから、本手法を適用することが可能であることが確認できた。

表-4 予測精度の検証結果

	誤差95% タイル値(分)	誤差が5分以内 の確率
直近5分	3.0	100.0%
直近15分	4.1	98.8%
直近30分	5.0	95.2%
直近60分	7.3	82.7%

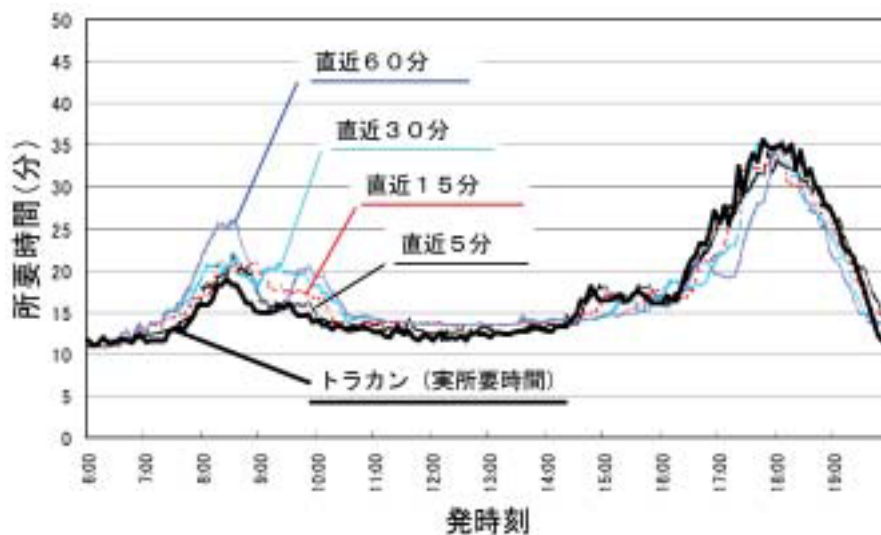


図-9 実測所要時間と予測所要時間の比較

## バスプローブ手法を用いた統計手法に関する検討

### 1 予測方法の概要

本手法はバスプローブより得られる所要時間の情報を蓄積し、統計処理することで、平均的な所要時間の時間変動パターン(基本パターン)を作成し、これに基づき所要時間の予測を行うものである。

また、所要時間の精度向上を図るため、バスプローブにより、当日の所要時間(前発バスの所要時間等)データの収集、分析を行い、以降のバスの所要時間の基本パターンの補正を行う。(図-10)

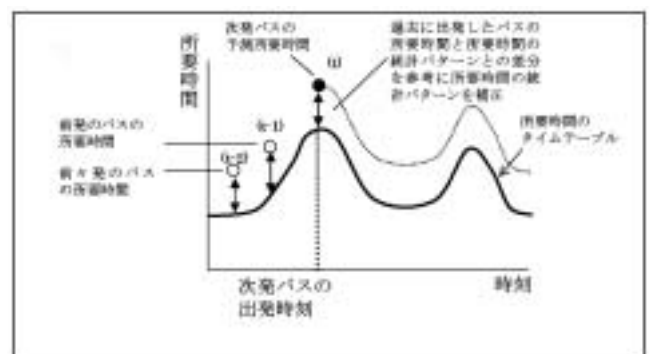


図-10 所要時間の補正イメージ

## 2 バスプローブデータによる精度検証

現段階では当該路線ではバスプローブデータが無いため、1車線あたりの交通量が1万台程度と類似している東京 - つくばセンター（常磐自動車道）のプローブデータをもちいて精度を検証した。

60分先の所要時間を予測した場合の精度検証結果を図 - 11に示す。常磐自動車道は、所要時間のバラツキが小さく誤差は2分程度と小さくなっている。知多半島道路、知多横断道路も交通特性が類似しているため、常磐自動車道と同様に誤差は小さいと考えられ、本手法は所要時間の予測手法として有効である。

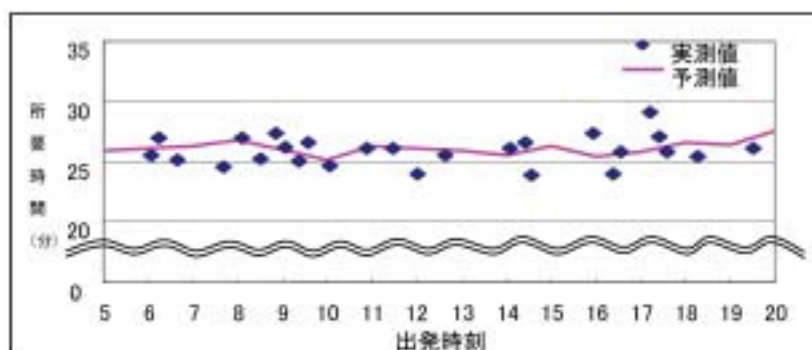


図 - 11 検証結果（実測値と予測値の比較）

## おわりに

本研究により、マクロシミュレーションと統計的手法を組み合わせた予測手法の骨格は開発することはできたが、更に降雨時や繁忙期など、不確定要素の高い時の精度の向上に努めていきたいと考えている。

また、バス利用者にとってわかりやすい所要時間情報の提供システムを検討していきたいと考えている。

2004年10月に名古屋で開催された「ITS世界会議愛知・名古屋2004」において、本システムの概要や、所要時間提供イメージについて紹介し、好評を博した。