

動的な交通状況の予測と交通情報提供

森田 焯之*

割田 博**

首都高速道路は、首都圏の基幹的交通ネットワークとして重要な役割を担っており、交通需要の時間的、空間的な分散を可能とする交通管制が重要である。首都高速道路における交通管制は、世界初の道路交通情報（収集・処理・提供）の自動化システムを導入する等、常に世界に先駆けた運用を行っている。提供情報もハードウェアの技術的進歩に併せ、利用者の要望に応じて拡充してきている。交通管制の現状と、現在検討中の新たな取り組みについて紹介する。

A Prediction of Dynamic Traffic Condition and Providing Traffic Information

Hirohisa MORITA*

Hiroshi WARITA**

The Metropolitan Expressway plays a critical role as the core transportation network for the metropolitan area, and traffic control must enable both temporal and spatial dispersion of traffic demand. Traffic control on the Tokyo Metropolitan Expressway has always operated with the progressive approach of a world leader, as when it adopted the world's first automated system for road traffic information (collection, processing and provision). Together with technical hardware improvements, the information that is provided has been enhanced to better meet the needs of users. This paper introduces the current state of traffic control for the Tokyo Metropolitan Expressway, the concept and specific methods of dynamic road traffic information provision, and efforts currently being considered.

1. はじめに

首都高速道路は、延長280km、利用台数115万台／日、利用者数200万人／日を超え、首都圏における基幹的交通ネットワークとして重要な役割を担っている（Fig.1）。

一方で、交通集中による渋滞が慢性化しており、渋滞による遅れは大きな問題となっている。このことから、交通渋滞を軽減するためのネットワーク整

備や渋滞対策等を進めるとともに、利用者に最適な経路や時間帯の選択を促し、交通需要の時間的、空間的な分散を図るため、適切な道路交通情報提供を行うなどの交通管制が重要となる。

Table 1¹⁾に示すように、首都高速道路における交通管制は、昭和44年3月の実験システムの導入に始まり、昭和48年に世界で初めて道路交通情報の収集・処理・提供を自動化したシステムの導入以降、常に世界に先駆けて先進的に進められてきた。情報提供内容についても、利用者の要望を実現可能とするようなハードの技術的進歩に伴い、渋滞長、所要時間、渋滞通過時間と徐々に拡充させてきている。さらに近年は、交通管制システムとはオンラインで接続されてはいないが、その蓄積データを活用し、インターネットによるホームページでの統計的所要時間の提供

* 日本交通技術(株)常務取締役

Managing Director ,
Japan Transportation Consultants ,Inc .

** 首都高速道路(株)東東京管理局調査・環境グループ上級メンバー

Senior Engineer ,East Tokyo Management Bureau ,
Metropolitan Expressway ,Co .,Ltd .

原稿受理 2006年2月1日

についてもパソコンや携帯電話向けに行っている²⁾。

本稿では、首都高速道路における道路交通情報システムの現状と其中での動的な道路交通情報提供に関する考え方や具体的な方法、現在検討中の新たな取り組み等について紹介する。

2. 首都高速道路に関する道路交通情報提供の現状

首都高速道路に関する道路交通情報は、出発前(自宅や勤務先等を対象)出発地から首都高入口まで、さらに首都高走行中の三場面において、利用者の声を基に場面毎に必要なと考えられる情報をさまざまなメディアを通じて提供している。Fig.2に首都高速道路の情報提供の位置とその内容のイメージを示す。

2-1 出発前

出発前では、インターネットにより「所要時間案内」と「現在の道路交通情報」を提供している。

「所要時間案内」では、過去の交通状況をもとに、出発地(入口)から到着地(出口)までの平均的な所要時間を提供しており、出発の前日や数時間前などの段階における事前の所要時間の目安情報として利用可能である。

「現在の道路交通情報」では、車両感知器により自動収集された全路線の区間毎の渋滞状況を5分周期で提供しており、出発時点における首都高の交通状況の確認に利用可能である。

2-2 出発地から首都高入口まで

自宅もしくは勤務先等を出発してから首都高までの一般道には、「街路文字情報板」「街路図形情報板」「所要時間表示板(入口部)」「文字情報板(入口部)」が設置されている。

「街路文字情報板」は首都高の入口が利用できるかどうかを示しており、さらに入口近傍に設置されている板では所要時間情報も提供されている。

「街路図形情報板」では、入口の利用が可能な場合、首都高の渋滞状況を図形で示している。

「所要時間表示板(入口部)」では、当該入口から表示目的地までの所要時間を情報提供しており、首都高を利用するか否かの判断に利用可能である。

「文字情報板(入口部)」では、渋滞情報をはじめとして種々の道路交通情報を提供している。特に渋滞情報に関しては、後述する首都高走行中の文字情報板と同様に、断続渋滞(進行方向に対し、異なるボトルネックを原因とした渋滞が近距離で発生している状況を同一の渋滞として表示)や渋滞長と通過時間の交互表示(4-1で詳述)等、きめ細かな情報提



Fig. 1 首都高速道路網

供を行っており、首都高を利用するか否か、もしくは他の入口へ迂回するかの判断に利用可能である。

2-3 首都高走行中

首都高走行中には、「渋滞末尾情報板」「所要時間表示板(出口部、本線分岐部)」「図形情報板」「文字情報板(出口部、本線分岐部)」「VICIS(道路交通情報通信システム)」が設置されている。

「渋滞末尾情報板」は、渋滞が頻繁に起こる地点(ボトルネック)の手前に渋滞末尾への追突注意喚起として設置されており、事故多発箇所手前で前方の渋滞末尾情報を確認する手段として利用可能である。

「所要時間表示板」は、設置されている場所から表示目的地までの所要時間を情報提供しているものである。出口手前に設置されたものでは街路との比較を、JCT手前に設置されたものでは首都高の2経路の比較を行うことが可能である。このように、首都高だけでなく街路も含めた経路選択や目的地までの所要時間の目安として利用可能である。

「図形情報板」は首都高速道路網を模式化した図形上に交通状況を表示したもので、JCT部手前で進行方向の広域交通状況の把握と経路選択を判断する際の参考情報として利用可能である。

「文字情報板」では入口部と同様の情報を提供し、出口手前に設置された「文字情報板」は、その先の高速道路の交通状況を表示したもので、出口も含め

Table 1 首都高速道路の交通管制の歩み

年次	東京西地区	東京東地区	神奈川地区	交通管制システム	情報収集(車両感知器)	情報提供	主要情報提供装置	首都高速道路沿革
昭和44年(1969)	重検システム				ループ式	文字情報板における渋滞区間情報提供時間の変更/更新サイクル/提供内容	SS37, 12.20 首都高速初開通(京橋~芝浦4.5km) SS42, 07.04 都心環状線全通(38.5km)	S37 S44 1万台 32万台
昭和45年(1970)	第二次交通管制システム				ループ式(C, D型)	更新サイクル: 測度5分間移動平均+手動制御	S46, 12.21 3号渋谷線東名道と接続(97.5km)	S45 S46 37万台 46万台
昭和48年(1973)	第二次交通管制システム				環状線300m放射線600m	測度5分間移動平均+提供7~12分更新サイクル: 測度5分間移動平均+手動制御	SS1, 05.18 4号新宿線中央道と接続(108.5km)	S48 (50万台突破) SS1 53万台 56万台
昭和53年(1978)				マニュアルシステム	移行期	移行期	SS3, 04.27 湾岸線東横線と接続(152.5km)	S53 69万台
昭和55年(1980)				交通管制即時システム(システム55)	超音波式(E型)	移行期	SS5, 04.27 湾岸線東横線と接続(152.5km)	S55 S57 74万台 78万台
昭和60年(1985)	総合交通管制システム(システム60)				超音波式+前処理(E型)	収集1分+処理提供1分以内更新サイクル1分	S60, 01.24 6号三郷線常磐道と接続(173.2km) S62, 09.09 川口線東北横と接続(200.9km)	S60 S62 S63 S66 (100万台突破) 84万台 93万台 99万台 100万台
平成元年(1989)				神奈川交通管制システム(システム89)	移行期	移行期	H01, 09.27 横浜ベイブリッジ開通(209.7km)	H01 105万台
平成4年(1992)				新交通管制システム(システム92)	移行期	移行期	H05, 08.26 レインボーブリッジ開通(225.0km) H06, 12.21 湾岸線(空港中央~大黒JCT)開通(247.8km)	H05 H06 111万台 112万台
平成9年(1997)	第二次総合交通管制システム(システム97)				超音波式+収集処理(E型)	収集3分移動平均+処理提供1分以内更新サイクル1分	H10, 05.18 埼玉大宮線開通(255.8km)	H10 116万台
平成13年(2001)				第二次神奈川交通管制システム(システム01)	移行期	移行期	H13, 10.22 湾岸線全線開通(270.4km)	H13 115万台

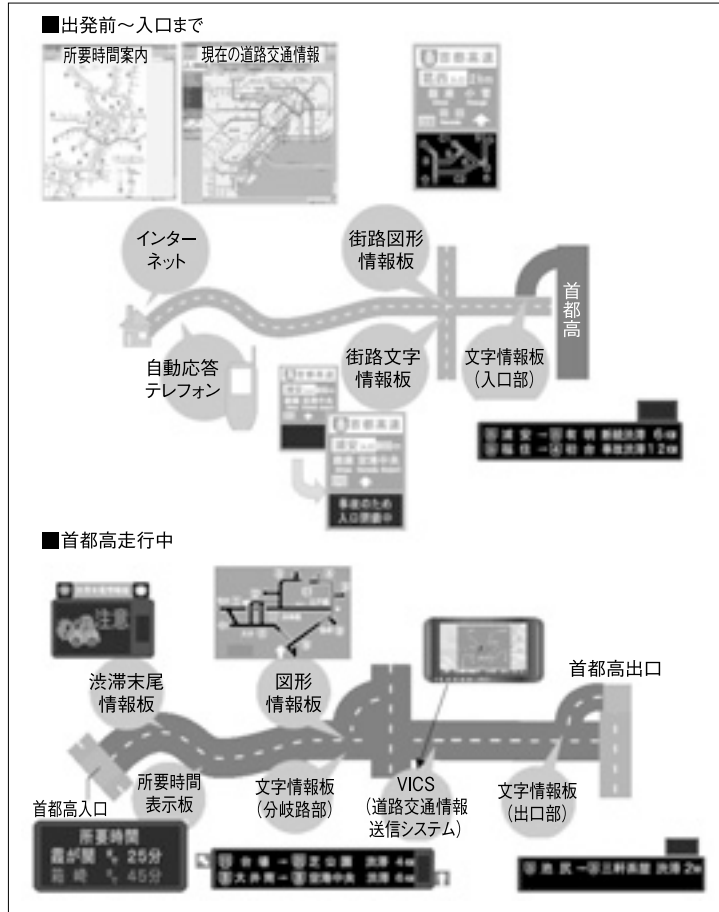


Fig. 2 首都高速道路における道路交通情報提供システムのイメージ

た道路交通情報を確認する手段として利用可能である。また、JCT手前に設置された「文字情報板」は左右それぞれのルート交通状況を表示したもので、進行方向の交通状況を確認し、経路選択する手段としても利用可能である。

「VICS」は、進行方向の道路交通情報を提供するもので、「文字」「簡易図形」「カーナビ上の地図」の三つのタイプで表示され、多岐に渡る広範囲の交通状況を確認する手段として利用可能である。

これらの情報は、出発前の「所要時間案内」を除いて全てリアルタイムの情報である。

このように、首都高の道路交通情報は、さまざまな場面での確・迅速に提供されている。

3. 道路交通情報の作成方法

前項で、現在提供している道路交通情報としては、渋滞長情報、所要時間情報、渋滞末尾情報、事故や故障車等の異常事象発生情報等があることを紹介し

た。このうち、所要時間情報は利用者がスケジュールに沿った交通行動の計画や調整を行う上でわかりやすい情報であること等から、利用者のニーズが最も高い情報の一つである。現在提供している所要時間情報は、入口及び本線上で提供している同時刻の所要時間を累加した「同時刻所要時間」と、インターネットで提供している過去の交通状況をもとに、出発地(入口)から到着地(出口)までの平均的な所要時間を示した「統計値」の二種類がある。ここでは、この所要時間情報の作成方法について述べる。さらに、出発直前に利用可能な予測所要時間についても実提供に向けて研究中であり、この手法についても紹介する。

3-1 同時刻所要時間

同時刻所要時間は、以下の手順で算出する。

- (1)約300m間隔に設置された車両感知器から地点毎の平均速度を算出。
- (2)約700m間隔で区切られた区間内の2～3地点の

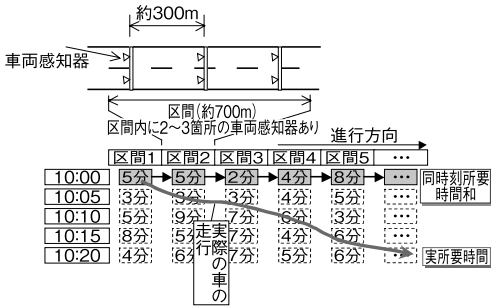


Fig. 3 同時刻所要時間和の計算方法

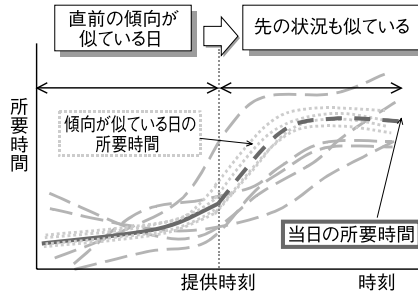


Fig. 5 手法の考え方

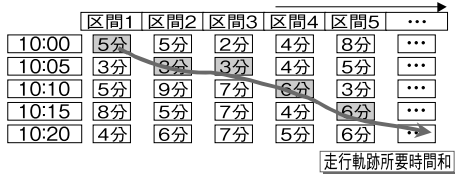


Fig. 4 走行軌跡所要時間和の計算方法

平均速度を交通量により調和平均し、区間平均速度を算出。

- 区間平均速度と区間長から区間所要時間を算出。
- 同時刻の区間所要時間を足しあわせることにより、所要時間を算出。
- この所要時間計算値について、5分単位で切り上げ処理を行い（例えば12分と計算された場合は、15分と提供する）、各メディアで提供する。ここで、所要時間情報の提供時においては、提供する直前の5分間の所要時間計算値を用いる。例えば、10:00時点で提供する場合、9:55～10:00のデータから所要時間を算出。

同時刻所要時間 and の算出方法のイメージをFig.3に示した。上記(4)の過程において実際の走行では、走行時間に伴って時刻が経過していくが、図中の10:00の時点では、10:05分以降の所要時間はわからないことから、同時刻の区間所要時間を足しあわせることにより、同時刻所要時間 and を算出している。

この手法は、10:00時点の状況が数十分先も同程度であることを前提として算出している手法であることから、交通状況が変化する場合には誤差が発生することになる。

3 - 2 統計値

統計値は、出発の直前や数時間前の情報提供をターゲットとしたものである。統計値は、区間毎に所要時間を蓄積し、曜日、月、祝祭日等で分類し、分類されたグループ内の所要時間の平均値（異常値除

去のため中央値を採用）を用いて、走行軌跡所要時間 and にて算出する方法である。ここで走行軌跡所要時間 and とは、Fig.4に示すように、走行に伴う時間経過を区間毎に考慮して算出したものであり、以下の手順で算出する。

- 統計的に分類された、時間・区間毎のテーブルを準備。
- 出発時刻・区間に対応したセルの所要時間を計上して下流の区間に進む。
- 当該時点での所要時間がテーブルの時間単位（今回のケースであれば5分）を超えていれば次の時間帯、超えていなければ上流と同一の時間帯の所要時間を加算し下流の区間に進む。
- 上記の(2)及び(3)を目的地の区間まで繰り返し、走行軌跡を追うように加算し、所要時間を算出。

3 - 3 出発直前情報

出発直前に利用する情報は、インターネットや携帯端末等で提供されているが、これはアクセス時点の「同時刻所要時間 and」もしくは「統計値」が提供されている。このため、ほとんどの場合、実際に首都高速道路を走行した時点では渋滞状況等が変化している。したがって、特に出発直前の情報は、今後の変動状況を勘案して情報提供をする必要があると思われる。このようなことから、出発直前における道路交通状況の予測手法として、蓄積された交通データと当日の交通データとをマッチング処理する手法の研究を行った^{3,4)}。ここでは、この予測手法の概要を述べる。

1) 予測手法の考え方

手法の考え方を所要時間の変動を例にしてFig.5に示す。図のように、直前までの道路交通状況の変動が、近い将来の道路交通状況にも影響することに着目し、蓄積された過去の道路交通データと当日の道路交通データをマッチングすることで、情報提供

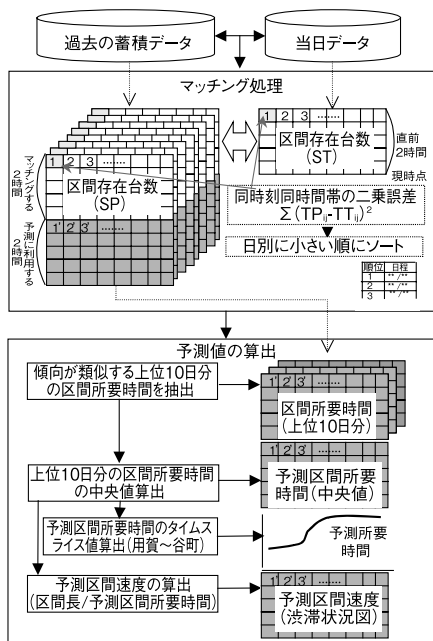


Fig. 6 予測手順

時点以降の道路交通状況を予測する手法とした。

2) 予測手順

Fig.6に予測手順を示し、以下に概説する。詳細は参考文献3)4)を参照されたい。

a)過去の蓄積データ

蓄積データの基礎パターン分類は、平日、土曜日、日曜日の三分類とした。また、蓄積データの対象期間は1年間とした。

b)マッチングに利用するデータ

マッチングに利用するデータは、交通量と速度の両者を勘案できる存在台数とした。

c)マッチング処理

過去の蓄積データと当日データの同区間・同時刻における区間存在台数の累計二乗誤差を毎日に算出し、これが小さい日を傾向が類似している日として抽出した。

d)マッチングの範囲

予測対象範囲に加えて、隣接する都心環状線「+1JCT」とした。

e)予測値の算出方法

マッチング処理結果から、傾向が類似する上位10日間を抽出した。この上位10日間に関して、区間時間毎に5分間所要時間の中央値を予測区間所要時間として算出した。これを対象トリップにあわせて、

走行軌跡所要時間とを計算することで、所要時間の予測値を算出した。

この手法による精度は、現在提供している統計値よりも優れており、現在、実提供に向けて取り組んでいるところである。

4. 新たな取り組み

首都高速道路における道路交通情報提供に関する新たな取り組みとして、交通管制システムでの情報提供と、交通シミュレーションを利用した予測情報提供に関して紹介する。

4-1 新たな交通管制

老朽化した交通管制システムの更新に際し、いかに文字情報板を有効活用するかという観点から、平成18年2月14日より新たなメニューを導入し、情報提供している。ここでは、リニューアルされた文字情報板の情報提供内容について代表的な2例を紹介する⁵⁾。

1) 所要時間交互表示の改良と増減傾向の提供

利用者から高い評価を得ている所要時間情報を拡充すべく、文字情報板の交互表示機能を改良し、併せて渋滞の増減傾向についても提供することで、利用者にとって、より利便性の高い情報とする。

[旧機能]

渋滞末尾に近い出入口・JCT等(以下、出入口等)から、渋滞先頭に近い出入口等までの所要時間(渋滞通過時間)を表示。この情報では、情報取得位置から渋滞末尾までの状況は把握できず、変動傾向も把握できない(Fig.7)。

[新機能]

情報板を取得した位置から、渋滞の先頭に近い出入口等までの所要時間を表示。また、直前の状況と比較した所要時間の増減傾向も併せて表示。これにより、取得位置から渋滞末尾の状況と最新の変動傾



Fig. 7 旧機能での交互表示



Fig. 8 新機能での交互表示

向も反映した情報となり、利用者自身の判断材料として有効な情報となる(Fig.8)

2) 主要目的地までの所要時間提供(無表示の廃止)

前項同様、利用者から高い評価を得ている所要時間情報について、近隣に提供すべき状況が存在しない場合、無表示となっている文字情報板を有効活用し、主要目的地までの所要時間を提供する。

[旧機能]

特に提供すべき情報が存在しない場合無表示(Fig.9)

[新機能]

視認位置からの到達率を考慮した主要目的地の所要時間を提供(Fig.10)

4 - 2 交通シミュレーションによる予測情報提供

現在情報板等へ提供しているリアルタイムの道路交通情報は、特に交通事故等の異常事態が発生すると大幅に精度が悪化することが指摘されている⁶⁾。また、首都高速道路を利用・管理する両者の立場から、走行の安全性やネットワークの有効活用をさらに促進することは、非常に重要な課題である。

このような状況に動的な交通管制で対応すべく、首都高全体の交通状況について交通シミュレーションを用いて予測し、情報提供する手法について研



Fig. 9 旧機能での無表示



Fig. 10 新機能での所要時間表示

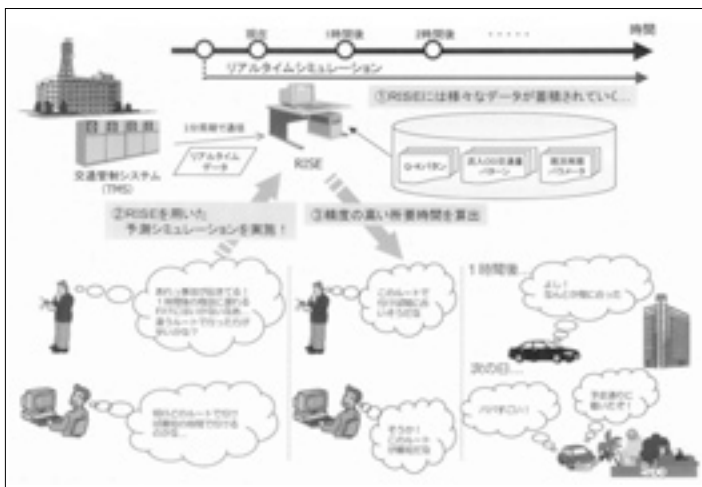


Fig. 11 予測情報の提供イメージ

究中である(Fig.11参照)

5 . おわりに

首都高速道路の道路交通情報提供に着目して、現状の情報提供内容とその作成方法、さらに新たな取り組みの状況について紹介した。

最近では民間の情報提供事業者が携帯電話やホームページでさまざまな工夫を凝らした情報提供を行っている。今後もこの傾向は変わらないと考えられ、道路交通を管理する立場から行うべき公共的な情報提供と、情報提供事業者任せの個人向け情報提供の分担により、利用者にとってさらに利便性の高い情報提供のあり方を検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 齋藤純一「首都高速道路管制システムの変遷」『交通工学』第37巻5号、P 41、2002年
- 2) 須長順行、割田博「首都高速ホームページによる所要時間提供」第26回日本道路会議CD-ROM、2005年
- 3) 割田博、森田緯之、桑原雅夫、田中淳「道路交通情報の高度化に対応する直前の交通状況を考慮した統計的予測手法の研究」第2回ITSシンポジウム2003 Proceedings、pp 215-220、2003年
- 4) 割田博、森田緯之、Edward CHUNG、田中淳「パターンマッチングを用いた所要時間予測手法の研究」『第24回交通工学研究発表会論文報告集』pp .129-132、2004年
- 5) 割田博「首都高速道路における新たな交通管制」『TESLA(建設電気技術)』VOL .153、pp .10-12、2006年
- 6) Hiroshi WARITA , Tomoaki OKADA , Atsushi TANAKA:Evaluation of Operation for Travel Time Information on The Metropolitan Expressway , Proceedings of 8th World Congress on Intelligent Transport Systems , CD-ROM , 2001