

ETC統計データに基づくデイリーな時間帯別ランプ間OD表予測と変動分析*

An Estimation of Daily On-Off OD hourly Table and Fluctuation Analysis, Using ETC historical Data *

小澤友記子**・萩原武司***・倉内文孝****・宇野伸宏*****・大藤武彦*****

By Yukiko Ozawa**・Takeshi Hagiwara***・Fumitaka Kuraichi****・Nobuhiro Uno*****・Takehiko Daito*****

1. はじめに

近年のETC利用率の増加とそのデータ活用の進展によって、ETC利用履歴データから集計された時間帯別ランプ間交通量をもとに時間帯別ランプ間OD表を推定する手法が提案され、非常に精度よく時間帯別ランプ間OD表が推定されることが確認されている¹⁾。この手法の適用によって、比較的容易に、日々の変動する時間帯別ランプ間OD表の取得が可能となった²⁾。

一方、交通流シミュレーションへの入力データへの活用や交通管制における交通施策の検討などにおいて、時間帯別ランプ間OD表は重要な要素の一つである。これまでのODデータの取得には、アンケート調査に基づく起終点調査など、非常に多くの労力と費用を要してきた。しかしながら、このようなODデータはある1日の限定された日の交通状況を表すにとどまっており、日々の交通状況を予測するための入力データとしては不十分であった。また、起終点調査によるOD表とETCデータに基づくOD表のODパターンの違いが、シミュレーションの再現性に大きく影響していることも確認されている³⁾。

本稿では、1年間のETC統計データと交通管制システムで得られる入口出口の計測交通量を用いて、毎日の時間帯別ランプ間OD表を推定するとともに、今後のOD表推定方法システム化に向けた基本的な方針を策定し、交通状況予測などに適用すべき時間帯別ランプ間OD表の作成方法に関して、平均的な日の位置付けや考え方について考察する。

ETC データに基づくデイリーな時間帯別ランプ間 OD 表は、阪神高速道路の仕事の多くの局面での活用が期待されている。たとえば、交通流シミュレーションの入力データとして活用したり、提供情報の優先順位を動的に設定したり、障害時や交通規制に伴う交通流動のパターンの変化を活用して事前評価の基礎資料としての活用が検討されている。

このような局面で ETC ランプ間 OD 表を活用するため、1年間の毎日の ETC データに基づく時間帯別ランプ間 OD 表の推定を行い、今後の推定方法システム化に向けた基本的な方針を検討する。また、推定した1年間の時間帯別ランプ間 OD 表を用いて、月、曜日、日、時間帯、そして GW、お盆期間、年末年始、通行止めなどのいくつかの交通変動に影響を与える可能性のある要因に着目して、時間帯別ランプ間 OD パターンの変動をいくつかの視点に基づいて分析し、交通状況予測などに適用すべき時間帯別ランプ間 OD 表の作成方法に関して、平均的な日の位置付けや考え方について考察した。

(2) 時間帯別ランプ間OD表推定モデル

本研究では倉内ら¹⁾に提案された[P2]のモデルを用いて時間帯別ランプ間 OD 交通量を推定した。

ここでは、ETC 利用履歴データに基づく時間帯別 OD 交通量をパターンとして、時間帯別入口交通量と出口交通量の計測値を制約条件として推定しており、OD 毎の流入・流出時刻も反映することで、相当程度信頼度の高い予測が可能なモデルとなっている。

2. 研究の概要

(1) 全体構成

研究の全体構成を図-1 に示す。

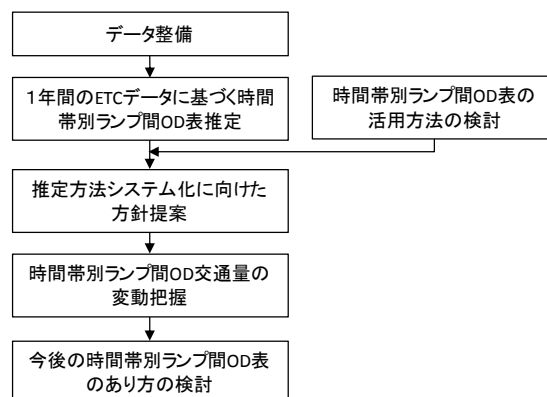


図-1 全体構成

*キーワード: ETC統計データ, 交通変動, 動的OD交通量
**正員, 工修, (株)交通システム研究所, (大阪府大阪市淀川区西中島7-1-20-801, TEL:06-6101-7001,FAX:06-6101-7002)
***正員, 阪神高速道路株式会社
****正員, 工博, 京都大学大学院工学研究科
*****正員, 工博, 岐阜大学工学部
*****正員, (株)交通システム研究所

モデルの定式化では実用向きの推定計算の容易さを考慮して、最小自乗推定量を用いた OD 推定が適用されている。詳細なモデルの定式化及び推定計算の方法は原著¹⁾を参照されたい。

(3) 基礎データ

ここでは、2008年4月～2009年3月の1年間のデータを用いて、OD表を推定した。

ETC 利用履歴データは、5分ごとのランプ間 OD 交通量の集計表を活用した。

時間帯別入口出口交通量は検知器の5分間交通量を使用し、これを普通車/大型車の車種別に分解するために各料金所で計測される車種判別データを使用した。ここで、車種判別データは車種判別装置が設置されている料金所のあるランプでのみで計測されており、料金所がない出入口の車種別ランプ交通量は、類似パターンであろうと考えられる近隣ランプの交通量を参考に推定した。

3. 1年間のデイリーなOD推定とシステム化に向けた検討

(1) 時間帯別ランプ間OD表推定のプロセス

時間帯別ランプ間OD交通量の推定プロセスを図-2に示す。ここでは、入力データの異常値はODの推定精度に大きく影響することから、ETCデータのクリーニングと交通量計測値データのエラーデータの補完を行ったうえで、OD交通量の推定を行った。

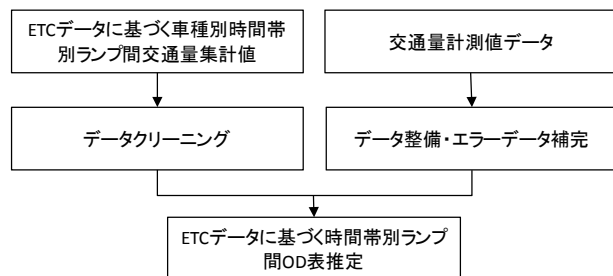


図-2 OD交通量推定のプロセス

(2) データ整備

① ETCデータのクリーニング

ETCデータを使用して時間帯別ランプ間OD表を推定することを勘案して、次のような考え方に基いてデータクリーニングを行った。

a. 推定に使用できないデータを削除

— 入口不明, 出口不明, 出口誤計測, 存在しない経路

b. 推定に際して大きな誤差を生じさせる可能性のあるデータを削除

— 本線料金所のみで計測されたデータ, 所要時間異常値

ETCデータのクリーニング結果を表1に示す。有効データの割合は91.9%であった。

表-1 ETCデータのクリーニング結果

		OD量	構成比
総OD量		207,276,092	-
有効OD量		190,495,490	91.90%
除外OD量	Step1	入口不明	480,036
	Step2	出口不明	10,733,603
	Step3	出口誤計測	45,254
	Step4	入口=本線	949,173
	Step5	交通量<0 or 所要時間<0	488,761
	Step6-1	不通過指定	1,418,946
	Step6-2	経路なしペア	2,198,383
Step7	所要時間異常値	466,446	

② 検知器のエラーデータの補完

検知器による観測データには、システム異常や観測異常による異常値データが検出された際には、エラーコードが付加される。OD推計の対象期間の1年間のデータでは、流入交通量のエラーは15箇所の入口で延べ247日分、流出交通量のエラーは24箇所の出口で延べ1218日分と、非常に多くの異常値が検出された。

そこで、エラーデータと判別された交通となった時間帯別の流入/流出交通量データを、車種判別データや、推定日の前後のエラーのない日の交通量データに置換する等の方法でデータの補完を行った。

(3) 推定結果の概要

図-3は、2008年4月1日の流入/流出交通量の推定値と観測値の関係を示したグラフである。流入/流出ともに相関係数は0.9以上となっている。

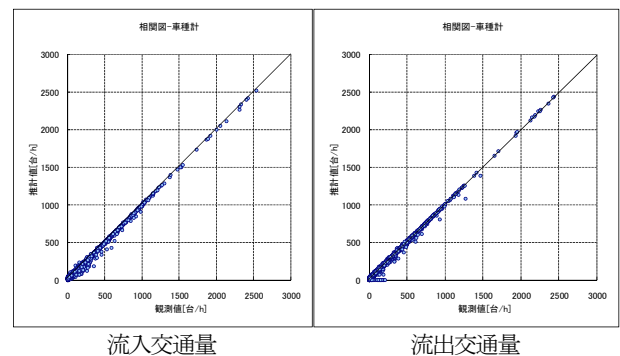


図-3 推定交通量と観測交通量の散布図(2008/4/1)

表-2 月別RMS値

年月	流入			流出
	小型	大型	車種計	車種計
2008年4月	12.1	5.9	14.9	14.6
2008年5月	12.1	5.8	14.9	14.8
2008年6月	12.1	5.9	14.9	14.0
2008年7月	12.5	5.7	14.6	14.2
2008年8月	13.4	6.0	15.5	15.4
2008年9月	13.6	8.3	17.6	16.2
2008年10月	11.4	5.6	14.0	13.9
2008年11月	12.0	6.1	14.8	14.4
2008年12月	12.7	6.0	15.3	14.5
2009年1月	10.6	4.9	12.8	13.1
2009年2月	11.3	5.3	13.6	14.6
2009年3月	12.1	5.7	14.4	17.6

月別に RMS 値を計算した結果を表-2 に示す。流入流出ともに車種計の RMS 値は 14 前後を保っており、年間を通してある程度の推計精度を保っているといえる。

(4) システム化に向けた課題

1 年間の OD 表を推定する際のデータ整備を行ったところ、特に検知器による入口出口交通量のエラーが多く発生しており、このエラーが時間帯別ランプ間 OD 表の精度を左右することがわかった。

また、このようなエラー値の除去やデータの補完作業には多くの労力を要する。

OD 推定のシステム化においては、このような異常値データや欠損値データを自動的に補完する仕組みの構築が課題であると考えられる。

4. 1 年間の OD 推定に基づく時間帯別ランプ間交通量の変動

(1) 変動分析の概要

時間帯別ランプ間 OD 交通量は少数であるため、図-4 に示す主要路線間で交通量を集計して、OD の変動分析を行った。

変動分析の項目としては、表-3 に示すように、曜日別、天候別、長期休暇、大規模規制工事の項目別に、主要路線間 OD の目的地選択確率および交通量を集計し、比較した。

(2) OD 交通量の変動分析

曜日別の目的地選択確率を見ると、曜日によって路線の目的地選択確率は大きく異なっている(図-5)。また、路線間交通量の変動も大きい。

天候別では、目的地選択確率・交通量ともに大きな違いは見られなかった。

長期休暇では、路線の目的地選択確率は休暇によって異なっている(図-6)。路線間交通量についても、お盆・お正月はGWと比較すると交通量が少なくなっている。

大規模工事については、2009年5月29日～6月3日に3号神戸線で行われた通行止め工事期間のOD交通量の変動を比較した。工事期間中は環状線発のODについては、神戸線下りへの目的地選択確率が減少している。神戸線上り発のODについては、他路線への目的地選択確率が減少し、神戸線へのODペアが増加している。さらに、神戸線

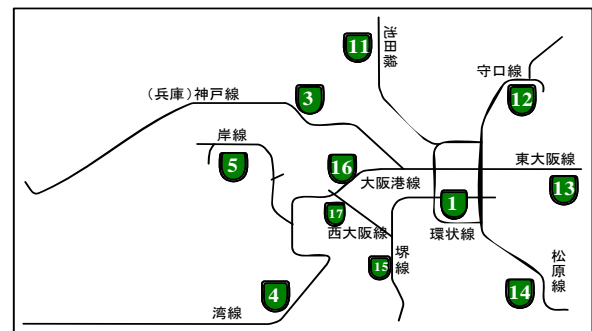


図-4 路線間 OD 変動分析の対象主要路線

表-3 変動分析の項目

項目	期間
曜日	平日(240日),週末(50日),休日(75日)
天候	雨なし(275日),雨(75日),豪雨(15日)
休暇	GW(4/29(火)~5/6(火)), お盆(8/13(水)~17(日)), 正月(12/28(日)~1/4(日))
大規模工事	3号神戸線通行止め工事(5/29(木)~6/3(金)), 通行止め工事解除後(6/7(土)~6/30(月))

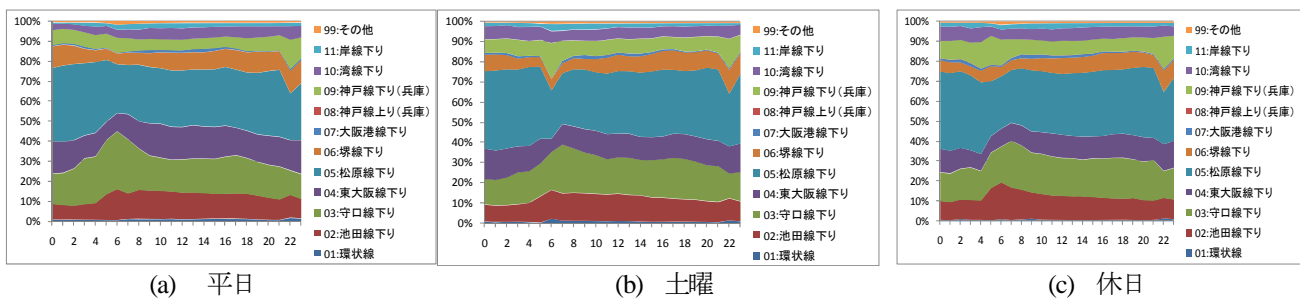


図-5 曜日別の路線間ODの目的地選択確率(環状線発)

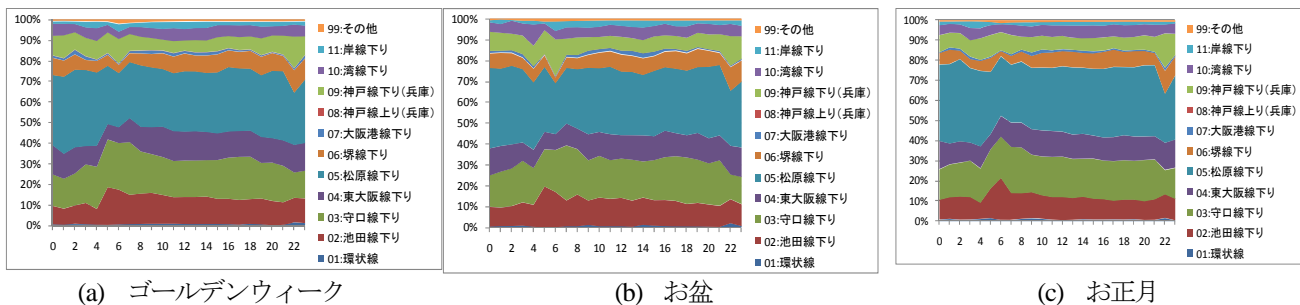
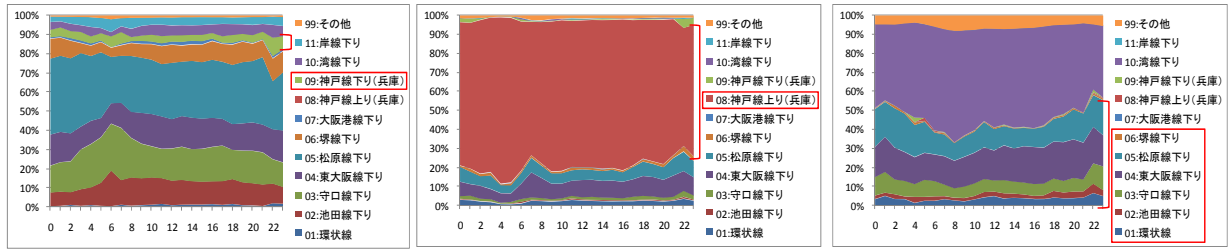
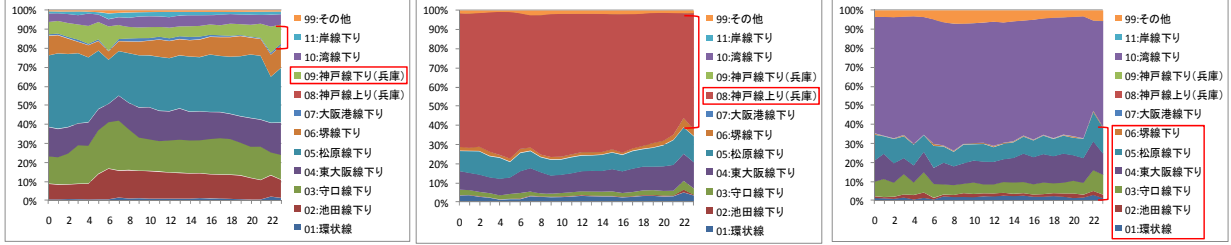


図-6 休暇別の路線間ODの目的地選択確率(環状線発)

神戸線
通行止
期間中



神戸線
通行止
解除後

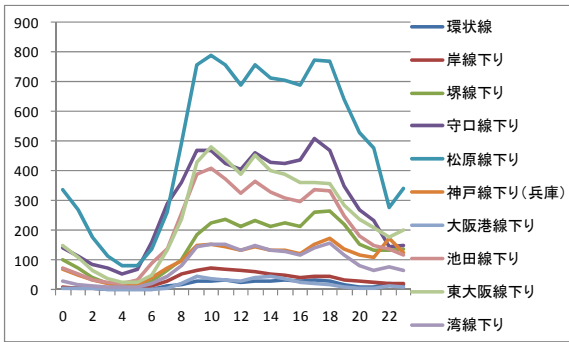


(a) 1号環状線発

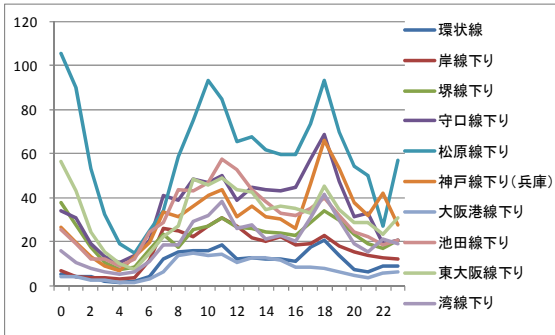
(b) 3号神戸線上り発

(c) 5号岸線上り発

図-7 大規模工事の路線間ODの目的地選択確率



平均値



標準偏差

図-8 平日の路線間OD交通量の統計量(環状線発)

の代替路線となる5号湾岸線発の目的地選択確率を見ると、環状線や放射線へのODペアの割合が大きく増加しており、大規模工事期間中はODパターンに大きな影響を与えていることがわかる。(図-7)

図-8は環状線から主要路線へ向かう時間帯別交通量の平均値と標準偏差を示している。比較的交通量の多い時間帯の時間帯においても、変動係数は0.1以上となっており、毎日の路線間OD交通量は日々変動しているといえる。

5. 今後の動的な交通流動予測に際しての時間帯別ランプ間OD推定のあり方の検討

(1) デイ・ツー・デイの時間帯別ランプ間OD表の活用と問題意識

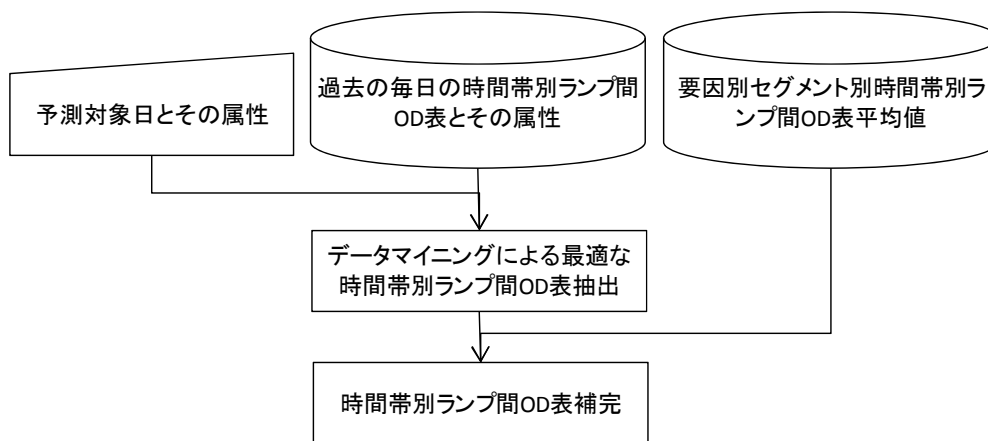
ETC データを使用した毎日の時間帯別ランプ間 OD 表推定値は、様々な分野での活用が期待されている。

交通管制分野では、提供すべき情報の優先順位を検討するための評価指標として、より精緻な情報提供を実施することが可能となる。通行止め、工事規制、入路閉鎖などに伴う時間帯別ランプ間 OD 交通量の変化の把握は、交通管理業務の合理化や、規制工事計画に際しての事前評価や工事計画の合理化など、阪神高速道路のメンテナンス部門にとって非常に有用な情報となる。

さらに、交通流シミュレータの入力データとしてのデイ・ツー・デイの時間帯別ランプ間 OD 交通量は、オンライン・リアルタイムでの予測、オフラインでの様々な施策事前評価の精緻化をもたらすことが期待される。

ここで、今後の動的な交通流動予測や交通管理への活用をめざした時間帯別ランプ間 OD 交通量推定のあり方について検討する。

前記のように、毎日の時間帯別ランプ間 OD 交通量の変動は相当に大きく、特に平日・休日・週末といった曜日、GW・お盆・年末年始などの休日期間、そしてイベント時などは、明らかにランプ間 OD 交通量のパターンは異なることが知られている。また、統計的に時間帯別ランプ間 OD 交通量のパターンは必ずしも違うとはいえない平日でも、比較的交通量の多い昼間の時間帯における路線間交通量の変動係数は、小さい路線でも 0.1 を超え、神戸線などは 0.3 以上であることなどからすると、平日・休日・週末別時間帯別ランプ間 OD 交通量平均値などを予測の基礎データとするにはそぐわないかもしれないという疑念が指摘される。



図ー9 今後の動的な交通流動予測に際しての時間帯別ランプ間 OD 推定プロセス案

したがって、動的な予測や交通管理を目的とした時間帯別ランプ間 OD 交通量のパターンは、今後の毎日の時間帯別ランプ間 OD 交通量の蓄積データの活用が可能となることを前提として、単なる説明要因別セグメント別時間帯別ランプ間 OD 交通量平均値を適用するよりも、予測対象とする日に“よく似た”過去の時間帯別ランプ間 OD 表を適用する方が説明力があり、かつ現実的かもしれない。

(2) 今後の動的な交通流動予測に際しての時間帯別ランプ間 OD 推定のあり方

従前の動的な交通流動予測に際しての時間帯別ランプ間 OD 表は、たとえば平日・休日・週末別時間帯別ランプ間 OD 表平均値を適用するといった、最も説明力がある説明要因別セグメント別平均値を適用するが多かった。これは、データとしての時間帯別ランプ間 OD 表を獲得するための労力が非常に大きく、限られた期間のデータしか分析対象とできなかったためである。しかし、毎日の時間帯別ランプ間 OD 表の蓄積が可能となった現状では、変動が大きく、当日の時間帯別ランプ間 OD 表とは大きく異なる“平均値”を適用するよりも、過去のデータから“よく似た日”を抽出して適用するといったデータマイニング的な適用が望ましいと考えられる。

たとえば、図-9 に示すように、蓄積された過去の毎日に時間帯別ランプ間 OD 表をもとに、データマイニングの手法を用いて“よく似た日”を抽出して適用し、説明力の強い要因別セグメント別時間帯別ランプ間 OD 表は、これを補完するといったプロセスが現実的であろう。ここで、“よく似た日”を抽出するための手法検討の説明変数としては、カレンダー、休日パターンと当該日位置、イベント、天候などが候補として挙げられる。

6. まとめと課題

(1) まとめ

本稿では、1年間の ETC 統計データと交通管制システムで得られる入口出口の計測交通量を用いて、毎日の時間帯別ランプ間 OD 表を推定し、今後の推定方法システム化に向けた基本的な方針を提案した。ここでは、ETC データのクリーニングとともに、制約条件とする時間帯別入口・出口交通量整備についての課題を指摘した。

また、推定した1年間の時間帯別ランプ間 OD 表をもとに交通量の変動を把握し、カレンダー、休日パターンと当該日位置、イベントや通行止めなどの障害、天候などによる変動は顕著であるとともに、毎日の時間帯別ランプ間 OD 交通量のパターンの変動も、平均値の意味について疑問を持たざるを得ないほどに相当程度大きいことがわかった。このため、動的な交通流動予測や交通管理への活用をめざした時間帯別ランプ間 OD 交通量推定のあり方について、過去の蓄積した時間帯別ランプ間 OD 表に基づいて“よく似た日”を抽出することが望ましいと考え、データマイニング手法を適用した“よく似た日”を抽出することを提案した。

(2) 今後の課題

今後の課題としては、次のような項目が挙げられる。

① 交通管制システム DWH の改築

システムティックに毎日の時間帯別ランプ間 OD 表を推定しようとしたときに、ETC 統計データ、交通管制システムにおける時間帯別入口・出口交通量とともに、データクリーニングや整備に大きな労力が必要であることがわかった。交通管制システム DWH において、データ蓄積とともに、活用することを念頭に置いた加工・整備を検討する必要がある。

② 平均値 OD 表の位置付けの検討

毎日の時間帯別ランプ間 OD 表の変動が相当程度大きいという状況を踏まえると、「平均値」の位置付けや意味について、データを活用するといった視点から再検討しておく必要がある。

③ 予測対象とする時間帯別ランプ間 OD 表抽出方法の検討

蓄積された毎日の時間帯別ランプ間 OD 表をもとに、“よく似た日”を抽出する手法について、データマイニングの手法などを活用して検討し、手法として確立していくことが必要である。

参考文献

- 1) 倉内文孝, 金進英, 宇野伸宏, 石橋照久: ETC統計データによる時間帯別ランプ間OD交通量推定, 第28回交通工学研究発表会論文報告集, pp.205-208, 2008.
- 2) 金進英, 宇野伸宏, 倉内文孝, 吉村敏志, 萩原武司: 阪神高速道路における時間帯別ランプ間OD交通量の変動分析, 第39回土木計画学研究発表会, 2009.
- 3) 中山栄作, 宇野伸宏, 倉内文孝, 大藤武彦: 交通流シミュレーションにおけるETCデータに基づくOD交通量適用結果の評価, 第39回土木計画学研究発表会, 2009.