

OD交通量逆推定手法の常時観測化への適用性検証

村野祐太郎・松岡禎典・横地和彦

1. はじめに

道路政策ビジョン「2040年、道路の景色が変わる」¹⁾では、「日本全国どこにいても、誰もが自由に移動、交流、社会参加できる社会」が目指す社会の一つとして掲げられており、そのための施策の方向性として高度な交通マネジメント等の導入が掲げられている。その実現のためには、日々の道路交通状況、とりわけ正確なOD交通量（起点（Origin）から終点（Destination）へと向かう起終点間の交通量）の把握が求められる。

国土交通省では、全国道路・街路交通情勢調査（以下「センサス」という。）により、OD交通量を把握しているが、当該調査は概ね5年に1度のサンプル調査である。一方、国土技術政策総合研究所では、任意の日の確からしいOD交通量を把握するOD交通量逆推定手法の開発に取り組んでおり、容易に実測可能な断面交通量から遡って推定する手法を試みている。

松田ら²⁾は、OD交通量逆推定手法の推定精度を検証し、良好な結果を取得できることを示したが、これはセンサスの全ての観測断面交通量が利用できることを前提としたものである。これに対し、任意の日のOD交通量を把握するには、観測箇所が、トラフィックカウンター等設置箇所に限定されることを踏まえ、断面交通量の観測箇所数が少ない場合でも、精度よく推定可能か確認する必要がある。本報では、季節や曜日等による交通特性の違いに対応した道路交通マネジメントのために求められるであろうOD交通量の常時観測化を目指し、OD交通量逆推定手法の常時観測化への適用性を検証した結果を述べる。

2. OD交通量逆推定手法の概要

2.1 日別OD交通量逆推定モデル

日別OD交通量逆推定手法のモデル式を式(1)に示す。断面交通量の残差平方和と発生交通量の残

差平方和を最小化し、未知変数として各ゾーンの発生交通量を推定するモデルであり、既存のODデータに基づく発生交通量比率、目的地選択率、リンク利用率（OD交通量のうち、着目しているリンクを利用する交通量の割合）に加え、観測断面交通量を入力データとしている。

第1項は断面交通量の残差項、第2項は発生交通量の残差項を示す。各項の重み係数は、橋本ら³⁾及び末成ら⁴⁾が、誤差論の考え方に基づき提案した方法を用いており、それぞれ分散の逆数としている。第2項の重みは、センサスのOD調査において発生交通量の調査精度を「発生交通量の相対誤差が、信頼度95%で相対誤差率20%以内」とされていることに鑑み、正規分布を仮定した場合の分散の逆数となっている。

$$\frac{1}{(0.1/1.96)^2 \sum_a (v_a^*)^2} \sum_a \sum_i \sum_j (\hat{o}_i m_{ij} P_{a,ij} - v_a^*)^2 + \frac{1}{(0.2/1.96)^2 \sum_i (O_i^*)^2} \sum_i (\hat{o}_i - \hat{o}_i^*)^2 \rightarrow \text{Min} \dots (1)$$

$$\text{s.t. } (1/1.2) O_i^* \leq \hat{o}_i \leq (1/0.8) O_i^*$$

$P_{a,ij}$: OD交通量 ij のリンク a の利用率

m_{ij} : ij 間の目的地選択率

v_a^* : リンク a の観測断面交通量

$\hat{o}_i$: 発生交通量（未知変数）

$\hat{O}$: 総発生交通量 ($\hat{O} = \sum_i \hat{o}_i$)

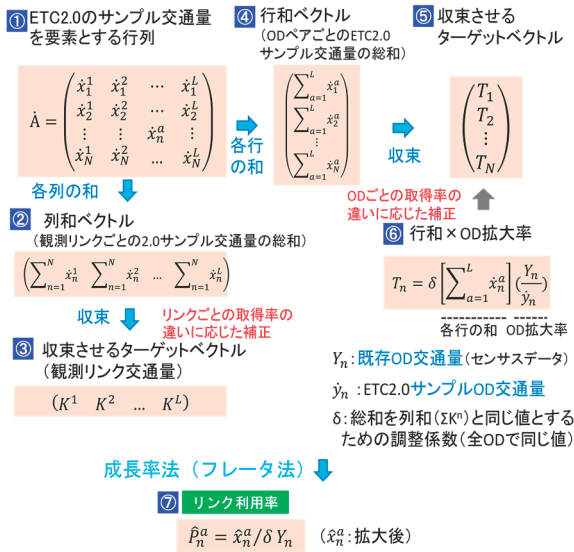
o_i^* : 既存データによる発生交通量比率 ($= O_i^*/O^*$)

O_i^* : 既存データの発生交通量

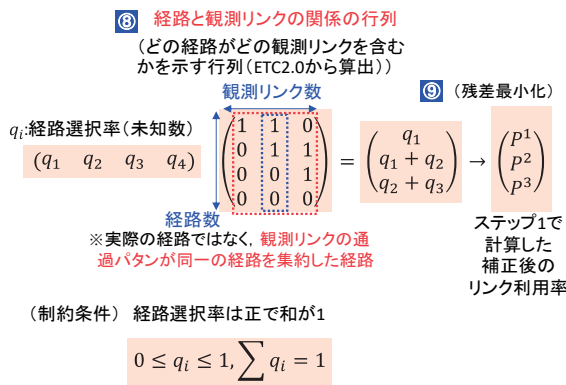
O^* : 既存データの総発生交通量

2.2 リンク利用率の補正手法

本報では、リンク利用率をETC2.0プローブ情報から設定することとし、松田ら²⁾が提案したOD毎、リンク毎のETC2.0プローブ情報の取得率の違いに応じ、成長率法により補正する方法を適用する。補正方法は次の2つのステップよりなる。



(4経路, 3観測地点の場合の例)



【ステップ1: OD毎、リンク毎のETC2.0プローブ情報の取得率の違いに応じた補正】

OD交通量の逆推定を行なうエリア(以下「エリア」という。)全体を対象として、ODペア番号nのOD交通量のうち、観測リンクaを利用するETC2.0プローブ情報のサンプル交通量 $\hat{x}_n^a$ を要素とする行列 $\hat{A}$ を作る。つまり、行列 $\hat{A}$ のn行a列目の要素はサンプル交通量 $\hat{x}_n^a$ となる。次に、行列 $\hat{A}$ をセンサ等の既存の観測リンク交通量に成長率法を用いて収束させる。収束後の行列要素とセンサのOD交通量によりリンク利用率を算出する。

【ステップ2: 経路選択率(OD間の各経路交通量をOD交通量で割った値)の和を1.0とする処理】

経路選択率の和を1.0とするために、経路-リンク接続行列(経路iが観測リンクaを含むかどうかを示す行列: 図-2 ⑧)をETC2.0プローブ情報から算出し、経路選択率の和が1.0という制約条件の下で、この行列と経路選択率ベクトルの積をス

テップ1で算出したリンク利用率と整合させる処理をエリア内のODペア毎に行なう。なお、図-2は、4経路3観測地点の例であり、経路4はODペア間を往来する経路のうち、どの交通量の観測断面も通過しなかった交通を表している。

3. 検証方法

本報において、日別OD交通量逆推定モデルに inputs データを示す(表-1)。検討対象エリアは、道路ネットワークの密度と推定精度の関係性を分析するため、大都市圏と地方部の両方を含む近畿地方を対象とすることとした。発生交通量・目的地選択確率・観測断面交通量は平成27年度のセンサの値を適用する。リンク利用率は、ケース0(基本ケース)を対象に、前述のリンク利用率の補正手法を適用して算定する。

常時観測体制では、観測断面交通量を取得できる地点数は、平成27年度のセンサにおける観測地点数よりも減少する。これを想定して入力地点数が異なる複数のケース設定を行った。ケース

表-1 入力データ

対象エリア	発生交通量	目的地選択確率	経路選択確率	観測リンク交通量
近畿地方※1 (896ゾーン)	平成27年度道路交通センサによるOD交通量から算出	平成27年度道路交通センサによるOD交通量から算出	ETC2.0の経路情報を用いて算出した経路選択確率を、成長率法を用いて補正して算出※2	平成27年度道路交通センサによる交通量調査結果を適用

※1: 福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県
 ※2: ETC2.0で出現しないODペアは交通量配分の結果を適用

表-2 検討ケース

	観測交通量の入力箇所 (一般道はゾーン境界に位置する箇所)	
ケース0 (基本ケース)	高速道路 全箇所 一般道路 全箇所	494 1,770
ケース1	高速道路 20%減 一般道路 全箇所	396 1,770
ケース2	高速道路 40%減 一般道路 全箇所	297 1,770
ケース3	高速道路 全箇所 一般道路 20%減	494 1,416
ケース4	高速道路 全箇所 一般道路 40%減	494 1,062
ケース5	高速道路 全箇所 一般道路 60%減	494 708
ケース6	高速道路 20%減 一般道路 20%減	396 1,416
ケース7	高速道路 常時観測箇所 一般道路 常時観測箇所	478 32

0は基本ケースであり、平成27年度のセンサスの交通量調査（24時間調査）箇所のうち、高速道路の全ての観測箇所と一般道路のゾーン境界に位置する観測箇所を入力するケースである。なお、一般道をゾーン境界に限定したのは、本報で推計対象とする交通量がゾーン間のOD交通量であり、ゾーン内々交通量は含まないためである。ケース1～6は、道路種別毎に入力断面箇所数をランダムに削減したケースである。ケース7は、現時点で利用可能な常時観測箇所を全て用いることを想定し、高速道路のほぼ全てのトラフィックカウンター観測箇所と、一般道路においてゾーン境界に位置する全てのトラフィックカウンター箇所を入力断面箇所とするケースである。一般道路では、入力箇所数が32箇所と少なくなっているが、このような状況でも、他ケースと同等の推定精度が確保できるか検証を行う。

4. 検証結果

4.1 推定結果

はじめに、近畿地方全体の推定結果に着目し、ケース0～ケース7の検証結果を表3に示す。発生交通量（各ゾーンの発生交通量の合計値）については、ケース0（基本ケース）とケース1～7の%RMSを比較することで、入力断面箇所数が減少したときの、推定発生交通量の精度を評価する。また、断面交通量については、観測断面交通量と推定断面交通量の%RMSを比較する。なお、推定断面交通量は、推定発生交通量に目的地選択確率・リンク利用率を乗じ、OD交通量のうち対象断面を通行する交通量を求め、これを全ODペ

表3 推定結果

ケース	発生交通量※3		リンク交通量※3					
	交通量 (万台)	%RMS (ケース0 と比較)	交通量 (万台)			%RMS		
			高速 +一般	高速	一般	高速 +一般	高速	一般
センサスで 得られた値	147		490	223	267			
ケース0 基本ケース	145		482	227	255	18.1%	14.5%	18.5%
ケース1 高速20%減	146	1.1%	484	228	256	18.1%	14.6%	18.2%
ケース2 高速40%減	146	2.4%	485	229	257	18.2%	14.8%	17.9%
ケース3 一般20%減	144	1.9%	480	226	253	18.2%	14.3%	18.9%
ケース4 一般40%減	144	3.1%	478	226	252	18.3%	14.2%	19.4%
ケース5 一般60%減	143	3.8%	476	225	251	18.3%	14.1%	19.7%
ケース6 高速・一般20%減	145	1.5%	482	227	255	18.1%	14.5%	18.5%
ケース7 高速+一般(常観)	141	6.4%	469	223	246	18.9%	13.9%	21.4%

※3 発生交通量、リンク交通量とも合計値を記載

アについて適用し、その合計交通量とする。

ケース0とケース1～6の推定発生交通量の%RMSは、3.8%以下であった。一方、ケース7の%RMSは、6.4%とケース1～6と比較してやや大きい程度であった。

観測断面交通量と推定断面交通量（高速+一般）の%RMSも発生交通量と同様の傾向であり、ケース1～6の%RMSは、18.1～18.3%とケース0と同程度の精度であった。一方、ケース7の%RMSは、18.9%とケース1～6よりもやや大きい程度であった。

これらのことから、ケース1～6のようにランダムに入力箇所数を減少させても、ケース0と同程度の精度を得ることができることが分かった。また、ケース7の推定精度はケース1～6と比較してやや低かったが、%RMSの値に大きな差はなく、推定精度に大きな違いはなかった。

4.2 発生交通量の増減傾向の比較

次に、近畿地方の各地域に着目して、発生交通量の増減傾向について、推定結果と平成27年度のセンサスで得られた発生交通量との比較をケース0・6・7を対象に示す（図3）。

入力断面をランダムに削減するケース6の増減傾向は概ねケース0と一致するが、ケース7では、ケース0と比較し、特に兵庫県北部等で増減傾向が一致せず、発生交通量が低く推定される地域が多い傾向となる。この原因として、入力値のリンク利用率の補正が十分でないことが考えられる。リンク利用率に適用したETC2.0プローブ情報は、高速道路及び直轄国道に設置されている経路情報収集装置を通じデータを収集している。兵庫県北部等の地域では、高速道路及び直轄国道のネットワークが疎であることに起因し、ETC2.0プローブ情報のサンプルが少ないことから、リンク利用率を正しく補正できず、発生交通量が低く推定される要因となっている可能性がある。

これらのことから、ケース1～6のようにランダムに入力箇所数を減少させても、ケース0と同じ傾向の発生交通量の補正を行うことができる。一方で、ケース7では、ケース0と比較し、特に兵庫県北部等で発生交通量の増減傾向が一致せず、発生交通量が低く推定される結果となった。今後、推定精度の向上に向け、リンク利用率の補正方法の改良が必要と想定される。なお、国土交通省で

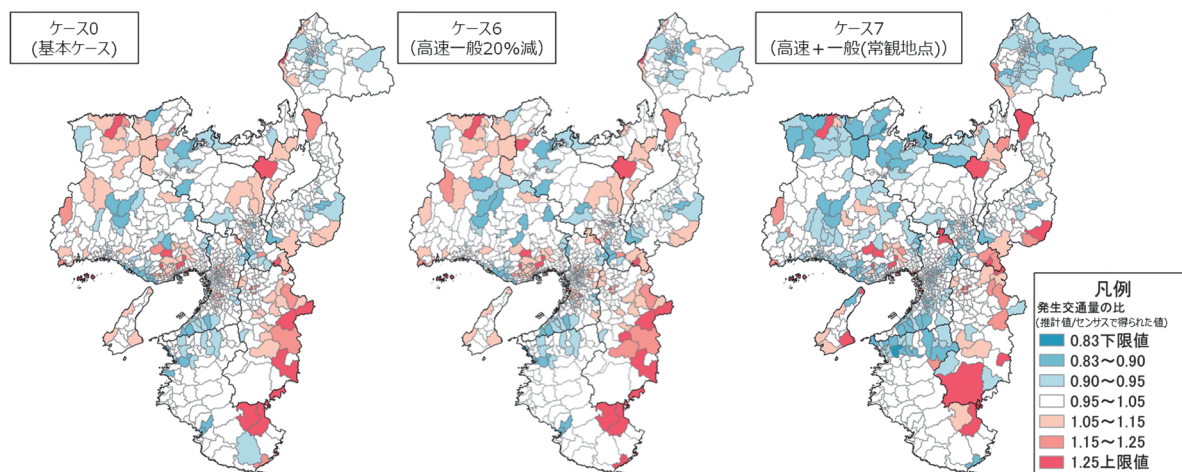


図-3 OD交通量逆推定前後の発生交通量の増減傾向（ケース0・6・7の例）

取り組みを進めるCCTVカメラ(AI解析)を活用した一般道における交通量の常時観測箇所数が増えることで、推定精度の向上が一定程度期待できる。

5. まとめ

本報では、OD交通量の常時観測化を想定し、日別OD交通量逆推定モデルへの観測断面交通量の入力地点をランダムに削減し、入力地点数に差を与えた複数のケースを設定し、OD交通量逆推定結果の精度について検証を行った。

近畿地方全体の推定結果に着目した場合、入力断面をランダムに削減するケース1～6のOD交通量逆推定の精度は、ケース0（基本ケース）と同程度であることを確認できた。一方、現時点で利用可能な常時観測箇所を全て用いた場合のケース7の推定精度はケース1～6と比較してやや低い結果であったが、%RMSの値に大きな差はなく、推定精度に大きな違いはなかった。

一方、近畿地方の各地域に着目すると、発生交通量が低く推定される地域があった。リンク利用率の補正が十分でなかった可能性があり、補正手法の改良により、推定精度の向上が期待される。

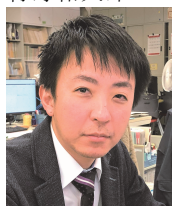
なお、国土交通省で取り組みを進めているCCTVカメラ（AI解析）を活用した一般道における交通量の常時観測箇所数が増えることで、推定精度の向上が一定程度期待できるため、こうした観測箇所を加えることを検討したい。

今後、引き続き、正確なOD交通量を把握する手法を確立し、道路交通マネジメントの実現につなげていくことで、誰もが自由に移動、交流、社会参加できる社会の実現に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路政策ビジョン 2040年、道路の景色が変わる～人々の幸せにつながる道路～
- 2) 松田奈緒子・倉内文孝・内田賢悦・円山琢也・杉浦聡志・丹下真啓・田中久光・横地和彦・村野祐太郎：ETC2.0 プローブ情報を用いたOD 交通量逆推定手法におけるリンク利用率の補正方法に関する検証、土木計画学研究・講演集 Vol.62CD-ROM、2020
- 3) 橋本浩良、高宮進、倉内文孝、飯田恭敬：OD 交通量逆推定手法を利用したOD 交通量の補正方法、土木計画学研究・講演集 Vol.50 CD-ROM、2014
- 4) 末成浩嗣、田中良寛、橋本浩良、瀬戸下伸介、倉内文孝、内田賢悦、円山琢也、杉浦聡志、飯田恭敬：OD 交通量逆推定手法における結合モデル(C-model)の改良と検証、土木計画学研究・講演集 Vol.55CD-ROM、2017

村野祐太郎



国土交通省国土技術政策総合
研究所道路交通研究部道路研
究室 交流研究員
MURANO Yutaro

松岡禎典



国土交通省国土技術政策総合
研究所道路交通研究部道路研
究室 主任研究員
MATSUOKA Sadanori

横地和彦



国土交通省国土技術政策総合
研究所道路交通研究部 道路
研究室長
YOKOCHI Kazuhiko