

# 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

松田 奈緒子<sup>1</sup>・倉内 文孝<sup>2</sup>・内田 賢悦<sup>3</sup>・円山 琢也<sup>4</sup>・杉浦 聡志<sup>5</sup>・  
丹下 真啓<sup>6</sup>・田中 久光<sup>6</sup>・横地 和彦<sup>7</sup>・村野 祐太郎<sup>8</sup>

<sup>1</sup>正会員 元・国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（現・国土技術研究センター）  
（〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目12番1号）

E-mail: nao.matsuda@jice.or.jp

<sup>2</sup>正会員 岐阜大学教授 工学部社会基盤工学科（〒501-1193 岐阜市柳戸1番1）

<sup>3</sup>正会員 北海道大学大学院教授 工学研究院（〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目）

<sup>4</sup>正会員 熊本大学准教授 くまもと水循環・減災研究教育センター（〒860-8555 熊本市中央区黒髪2丁目39番1）

<sup>5</sup>正会員 北海道大学大学院准教授 工学研究院（〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目）

<sup>6</sup>正会員 一般社団法人システム科学研究所（〒604-8223 京都市中京区新町通四条上ル小結棚町428番地）

<sup>7</sup>正会員 国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

<sup>8</sup>非会員 国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

国土技術政策総合研究所では、容易に実測可能なリンク交通量から遡って OD 交通量を推定する OD 交通量逆推定手法の開発に取り組んでいる。

本手法の推定精度は、入力データのリンク利用率の精度に依存する。これまでリンク利用率は経路選択モデルによる値を用いてきたが、推定結果がモデル特性に依存する課題があった。近年 ETC2.0 プローブ情報によるリンク利用率の算出が可能となったが、そのデータ取得率は道路種別や地域により異なることからリンク利用率に偏りがあり、未加工で利用すると結果に誤差が生じる。

本稿では、OD 毎リンク毎に取得率が異なる ETC2.0 プローブ情報の偏りを成長率法で補正し、リンク利用率を算出する手法を提案する。また、この手法を近畿及び四国地方に適用し、大規模データでの計算可能性、推定精度から実務適用性を評価した結果を述べる。

**Key Words :** trip table estimation, road traffic census, ETC2.0 probe data, route choice rate

## 1. はじめに

### (1) 研究の目的

国土交通省では、概ね5年に1度、全国道路・街路交通情勢調査（以下、「道路交通センサス」という）により、OD交通量を把握している。OD交通量は、将来交通需要推計や路線別交通量推計等に利用され、これらの推計結果に基づき、道路事業の評価や道路計画におけるネットワーク・構造規格の決定等が行われている。しかし、道路交通センサスにおけるOD調査はサンプル調査であるため、サンプリングによるバイアスを完全に排除することは困難である。

また、料金施策や情報提供等による交通需要マネジメ

ント等のためには、道路交通状況の目的・時間的な変化を含めた細やかなOD交通量の把握・分析が必要とされており、「ICTを活用した新道路交通調査体系検討会」（令和元年8月9日）においても常時観測ODデータの収集、活用方法について検討が始まっている。

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という）では、より確からしいOD交通量の把握及び常時観測ODデータの把握のため、比較的容易に実測可能なリンク交通量から遡ってOD交通量を推定するOD交通量逆推定手法の開発に取り組んでいる<sup>2,3</sup>。

国総研における日別OD交通量逆推定手法は、事前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、観測リンク交通量を入力データとし、発生交通

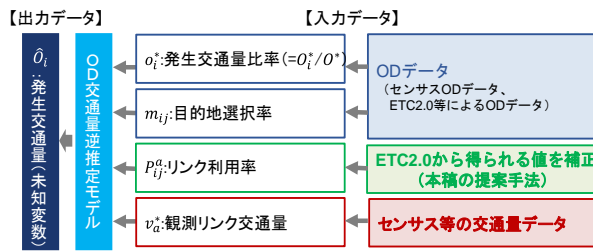


図-1 日別OD交通量逆推定手法のモデルフロー

量を推定する (図-1)。本手法の推定精度や信頼性は、入力データの1つであるリンク利用率の算定手法 (経路選択モデル) や精度に依存<sup>4,5)</sup>すると考えられるため、信頼性の高いリンク利用率の算定手法が必要となる。

国総研におけるOD交通量逆推定では、これまでリンク利用率は交通量配分 (日単位ODの分割配分) を用いて算出してきたが<sup>2,3)</sup>、近年の観測技術の発展により取得可能となった経路通行実績データを活用することで、より現実に近いリンク利用率の算出が期待できる。国土交通省において収集・蓄積を行っているETC2.0プローブ情報も活用可能な経路通行実績データの1つである。

しかし、経路通行実績データは、サンプル数が小さい場合やサンプルの偏りがある場合には、データの信頼性に課題が残る。ETC2.0プローブ情報においては、近年、車載器の普及が進みサンプル数が急増しているが、路側機の配置や車載器普及率の偏り<sup>6)</sup>を原因とし、単純な集計値によるリンク利用率はバイアスを含むものとなり、OD交通量逆推定への活用には補正方法の確立が求められる。

OD交通量を推定する際に、経路通行実績データから得られるリンク利用率 (経路選択率) を補正して用いた研究として、堀場ら<sup>7)</sup>は、プローブデータから算出される経路利用率を、観測リンク交通量と推定リンク交通量の残差平方和が最小になるように補正する方法を提案した。この方法により、経路選択率の確からしさが改善されOD交通量の推定精度が向上した。しかしながら、経路列挙を要するものであり大規模ネットワークへの適用が困難である。

また、加藤ら<sup>8)</sup>は、ETC2.0プローブ情報から集計したODごとの利用リンク集合と、リンク旅行時間を用いたMarkov配分 (リカーシブプロジット) により経路選択率を算出している。しかしながら、経路選択枝が幹線道路に集中する傾向がみられた。

また、金子ら<sup>9)</sup>は、首都圏におけるリンクの認知項を考慮したリカーシブプロジットモデルを構築し、ETC2.0プローブ情報による経路選択行動分析による推定により、推定精度と効率性が向上したことを確かめた。しかしながら、大規模ネットワークにおける精度の改善が課題として残った。

本稿では、ETC2.0プローブ情報の取得率がODや利用リンクによって異なることに着目し、ODごと、リンクごとの取得率の違いに応じて、ETC2.0プローブ情報から得られるリンク利用率を成長率法により補正する手法を提案する。この手法の利点としては、1つに、経路を列挙することなく、OD交通量逆推定モデルの入力データとなる交通量観測リンクの利用率のみを推計できるため、地方ブロック単位等の大規模ネットワークへの適用が容易であること、2つに経路選択モデルを利用しないため、モデル式やパラメータ設定の特性に依存しない推計値が得られることが挙げられる。

加えて、提案したリンク利用率の補正手法を用いたOD交通量逆推定モデルの実務への適用性を確認するために、近畿圏 (ETC2.0プローブ情報の取得率が比較的高い都市部) 及び四国地方 (ETC2.0プローブ情報の取得率が比較的低い地方部) において推定を行った結果を述べる。

## (2) 検討手順

本研究の検討フローを図-2に示す。

最初に、ETC2.0プローブ情報から得られるリンク利用率を成長率法により補正する手法について、有効性の確認を行う。

次に、日別OD交通量逆推定手法のモデル式について、提案した補正手法により算定したリンク利用率を用い、これまでのモデル式の重み係数設定の妥当性を検証する。

最後に、提案したリンク利用率の補正手法を用いた日別OD交通量逆推定モデルの実務への適用性を確認するために、近畿地方及び四国地方において推定を行う。

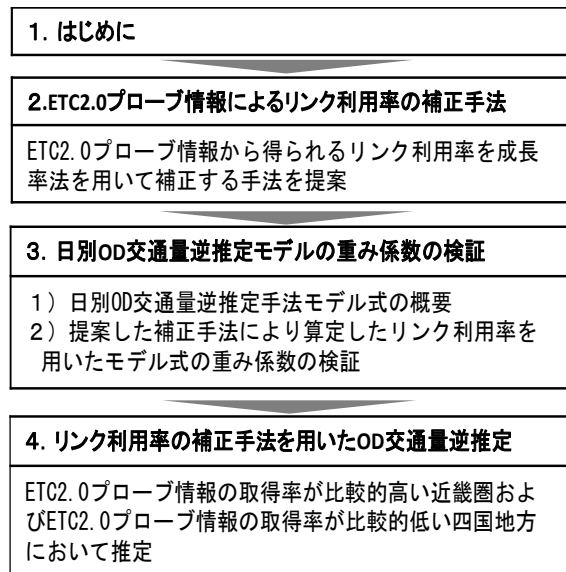


図-2 検討フロー

## 2. ETC2.0プローブ情報によるリンク利用率の補正手法

### (1) ETC2.0プローブ情報によるリンク利用率補正手法の概要

本手法は、ETC2.0プローブ情報の取得率がODや利用リンクによって異なることに着目し、ODごと、リンクごとの取得率の違いに応じて、ETC2.0プローブ情報から得られるリンク利用率を成長率法により補正する手法であり、以下の2つのステップよりなる。

- ・ステップ1：ODごと、観測リンクごとのETC2.0プローブ情報の取得率の違いに応じた補正（成長率法による補正）（図-3）
- ・ステップ2：経路選択率の和を1.0とする処理（図-4）

まず、ステップ1において、ある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OD別観測リンク交通量 $\hat{x}_n^a$ を要素とする行列 $\hat{A}$ を作る。次に、列和を道路交通センサデータ等の既存の観測リンク交通量に、行和をターゲットベクトル（図-3 ⑤）に収束させる。ターゲットベクトルは道路交通センサ等の既存のOD交通量とETC2.0プローブ情報のサンプルOD交通量を用いて、行和と列和が同じ値になるように算定した拡大交通量（図-3 ⑥）から構成される。収束後の行列要素とセンサOD交通量によりリンク利用率を算出する。

続いて、ステップ2において、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-4 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。ここでは、

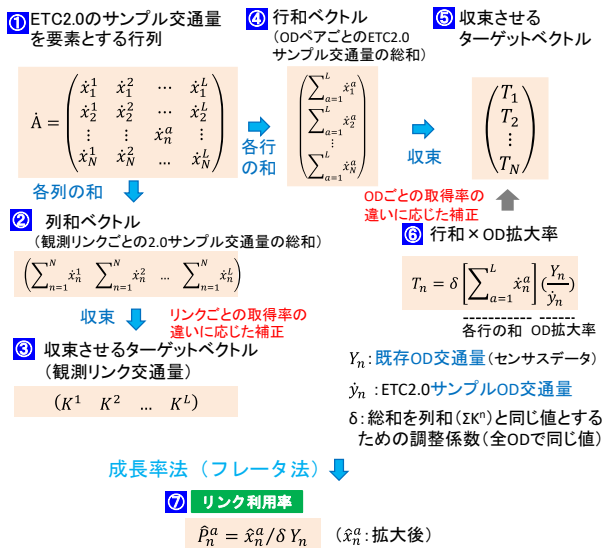


図-3 ETC2.0リンク利用率補正手法（ステップ1）

（4経路、3観測地点の場合の例）

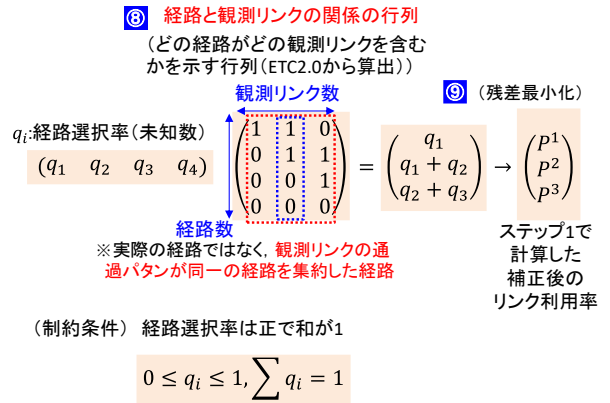


図-4 ETC2.0リンク利用率補正手法（ステップ2）

制約条件付き最小二乗法によりODペアごとと問題を解く（図-4 ⑨）。なお、図-4は、4経路3観測地点の例であり、この例においては経路4はどの観測リンクも通らないことを示し、経路1と経路2は観測リンク2を利用していていることを示す。経路4のように、どの観測リンクも通過しない経路が存在するODペアでは、経路1～3の選択率の和が1未満となる。

ここで、ステップ1およびステップ2について、数式を用いて整理する。

ステップ1では、式(1)に示す成長率法（フレータ法）を用いて、 $\hat{x}_n^a$ を求める。具体的には、まず、式(1)により $\hat{x}_n^a$ を求めるが、 $t_n$ 、 $k^a$ はそれぞれ $T_n$ 、 $K^a$ に一致しない。そこで、新たに $\hat{x}_n^a = \hat{x}_n^a$ とおいて、式(1)により再び $\hat{x}_n^a$ を計算する。この計算を $T_n/t_n$ および $K^a/k^a$ が1.0にほぼ等しくなるまで繰り返す。

$$\hat{x}_n^a = \hat{x}_n^a \left( \frac{T_n}{t_n} \right) \left( \frac{K^a}{k^a} \right) \frac{1}{2} \left( \frac{t_n}{\sum_{a=1}^L \hat{x}_n^a \left( \frac{K^a}{k^a} \right)} + \frac{k^a}{\sum_{n=1}^N \hat{x}_n^a \left( \frac{T_n}{t_n} \right)} \right) \quad (1a)$$

$$t_n = \sum_{a=1}^L \hat{x}_n^a \quad (1b)$$

$$k^a = \sum_{n=1}^N \hat{x}_n^a \quad (1c)$$

ここで、

$\hat{x}_n^a$  : ODペア番号 $n$ のOD交通量のうち観測リンク $a$ を利用する交通量（推定値）

$\hat{x}_n^a$  : 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

$Y_n$  : ODペア番号 $n$ の既存OD交通量（センサデータ）

$\hat{y}_n$  : ODペア番号 $n$ のETC2.0プローブ情報のサンプルOD交通量

$\delta$  : 総和を列和（ $\sum_{a=1}^L K^a$ ）と同じ値とするための調整係数（全ODペアで同じ値）

$T_n$  : ODペア番号 $n$ のターゲット交通量

$$K^a = \delta \left[ \sum_{a=1}^L \hat{x}_n^a \right] \left( \frac{Y_n}{y_n} \right)$$

$K^a$  : 観測リンク  $a$  のターゲット交通量 (観測リンク交通量)

ステップ1の補正後のリンク利用率は、収束後の  $\hat{x}_n^a$  を用いて、式(2)により算出する。

$$\hat{p}_n^a = \hat{x}_n^a / \delta Y_n \quad (2)$$

ステップ2では、最小二乗法により、式(3)に示した式を用いて、ODペアごとの最適化問題を解く。ただし、 $\hat{q}_i$  や  $K_{a,i}$  での経路は、実際の経路ごとに区別したのではなく、観測リンクの通過パターンが同一 (通過順は区別しない) の経路を集約した経路である。

(目的関数)

$$\sum_a (K_{a,i} \hat{q}_i - P^a)^2 \rightarrow Min \quad (3)$$

(制約条件)

$$0 \leq \hat{q}_i \leq 1, \sum \hat{q}_i = 1$$

ここで、

$\hat{q}_i$  : 経路選択率 (未知変数)

$K_{a,i}$  : 経路-リンク接続行列の  $a$  行  $i$  列目の要素 (ETC2.0 プローブ情報より算出)

$P^a$  : ステップ1で計算した補正後のリンク利用率 ( $= \hat{p}^a$ )

なお、補正後のリンク利用率は、最適化後の  $\hat{q}_i$  を用いて、 $K_{a,i} \hat{q}_i$  により計算される。

## (2) ETC2.0プローブ情報によるリンク利用率補正手法の有効性検証

ここでは提案した補正手法 (以下、「ETC2.0成長率法」という) を用いて補正したリンク利用率と、補正前のETC2.0プローブ情報や交通量配分 (分割配分等) による

表-1 リンク利用率算定手法の概要

手法	概要
分割配分	<ul style="list-style-type: none"> <li>分割回数: 5段階均等</li> <li>有料道路: 転換率式 (時間価値: 52.04円/分)</li> </ul>
確定的均衡配分	<ul style="list-style-type: none"> <li>収束回数: 50回</li> <li>有料道路: 一般化費用 (時間価値: 52.04円/分)</li> </ul>
Dial配分	<ul style="list-style-type: none"> <li>各時間帯のETC2.0プローブ情報の旅行速度を用いて時間帯毎に配分。算出した各時間帯のリンク利用率を各時間帯の発生交通量で加重平均。</li> <li>ETC2.0プローブ情報: H28.4~H29.3</li> <li>分散パラメータ: <math>\theta = 0.1</math></li> <li>有料道路: 一般化費用 (時間価値: 52.04円/分)</li> </ul>
ETC2.0プローブ情報	補正なし
成長率補正	<ul style="list-style-type: none"> <li>ETC2.0プローブ情報: H28.9~H28.11</li> <li>トリップ分割閾値: 小型車30分, 大型車15分</li> <li>ETC2.0プローブ情報が出現しないODペアについては分割配分によるリンク利用率</li> </ul>

表-2 検証対象エリア及び入力データ

対象エリア	近畿地方 (福井県, 滋賀県, 京都府, 大阪府, 兵庫県, 奈良県, 和歌山県)
ゾーン数	近畿内: 896 (H22センサスBゾーン)
ODデータ	H22センサス日OD交通量 ODペア数: 約164,000 (Bゾーン内内は除く, 近畿外は県単位でゾーン集約)
観測リンク交通量	H22センサス24時間交通量 モデル入力観測地点数: 1,677箇所 (うちBゾーン境界1,300箇所, 高速道路377箇所)
ETC2.0プローブ情報	平成28年9月~11月の3ヶ月分の合計値。トリップ分割の閾値: 小型車30分, 大型車15分

リンク利用率を用いてそれぞれOD交通量逆推定を行う。さらに推定されるリンク交通量と観測リンク交通量の差を比較することでETC2.0成長率法の有効性を検証する。

なお、本稿後段3.(4)に日別OD交通量逆推定モデル式を示す。また、ここでは、モデル式における  $\alpha$  (重み係数) は既往研究<sup>2)</sup>の性能検証の結果を踏まえて1/2とした。

### a) 各リンク利用率算定手法と推定における前提条件

算定に用いた5つのリンク利用率算定手法の概要を表-1に示す。検証対象エリア及び入力データの前提条件を表-2に示す。「分割配分」, 「確定的均衡配分」では、それぞれの配分計算の際に配分されたOD別のリンク交通量を用いて算定している。なお、ETC2.0プローブ情報によるリンク利用率では、ETC2.0プローブ情報で出現しないODペアが存在する。これについては、分割配分によるリンク利用率を用いることとした。また、ETC2.0プローブ情報をOD交通量に分割する際に、トリップの終了判断が必要であるが、この閾値を、ここでは小型車30分, 大型車15分とした。

### b) 推定結果

補正前 (ETC2.0プローブ情報より集計した場合) と補正後 (ETC2.0成長率法を用いて補正した場合) の道路種別毎のリンク利用率を図-5に示す。補正前と比べ補正後

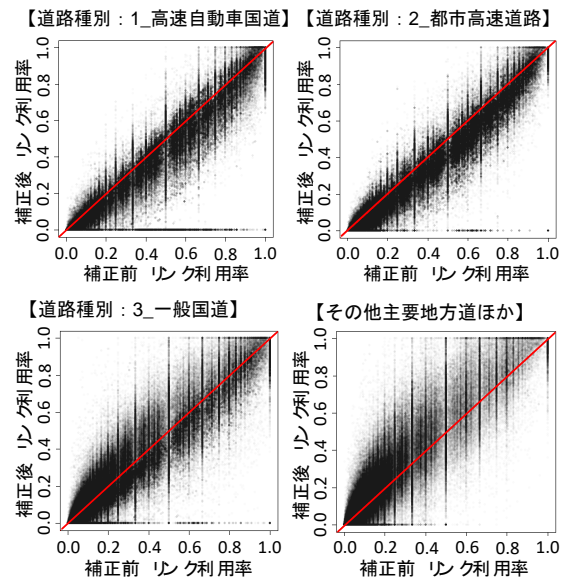


図-5 道路種別別の補正前後のリンク利用率

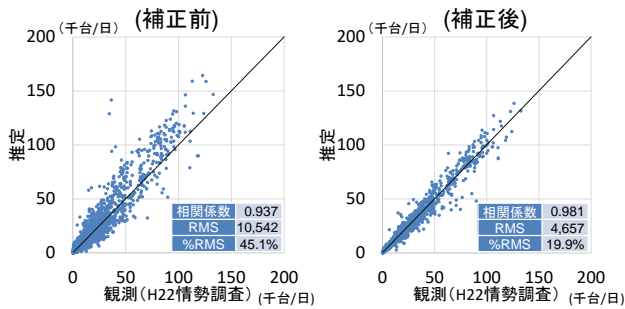


図-6 補正前後のリンク交通量の観測値と推定値の比較

のリンク利用率は、高速道路で低下し主要地方道等で上昇した。これは、路側機が高速道路と直轄国道に設置されることを原因とし、リンク利用率が高速道路で実際より高く、規格の低い道路で実際より低くなるというETC2.0プローブ情報が持つ偏りがETC2.0成長率法により補正されていることを示す。また、このリンク利用率を用いてOD交通量逆推定を行った結果算出されるリンク交通量の推定値と観測値の比較結果を図-6に示す。補正前のリンク利用率を用いた結果と比較し、ETC2.0成長率法を用いた場合では、推定結果から得られるリンク交通量と観測リンク交通量の差は大きく減少した。リンク利用率がETC2.0成長率法により適切に補正され、推定精度が向上したと考えられる。

また、5つの算定手法によるリンク利用率を用いて推定したリンク交通量と発生交通量の推定結果を表-3に示す。ETC2.0成長率法は、分割配分、確定的均衡配分、Dial配分を用いた推定結果と比較して、リンク交通量の推定値における観測値とのRMS (%RMS) が最も小さい。道路種別別（高速道路、一般道路）においても最も小さく、特に一般道路では顕著な結果となった。ETC2.0成長率法以外の算定手法では、経路が幹線道路に集中し規格の低い道路のリンク利用率が低いという課題があるのに対し、ETC2.0成長率法は、ODごと、観測リンクごとのETC2.0プローブ情報の取得率の違いに応じた補正を行う

ことにより、道路種別に応じてリンク利用率が補正された結果と考えられる。

以上の結果から、ETC2.0成長率法を用いて算定したより確からしいリンク利用率を入力データとして用いることにより、OD交通量の推定精度を向上させることができるといえる。

### 3. 日別OD交通量逆推定モデルの重み係数の検証

前章の検討では、日別OD交通量逆推定モデル式における重み係数 $\alpha$ は、既往研究<sup>2)</sup>の性能検証に基づく1/2としたが、当該研究ではリンク利用率を分割配分により算定していたため、ETC2.0成長率法で補正したリンク利用率を用いた推定結果による重み係数の検証を行う。

#### (1) 日別OD交通量逆推定モデル式の概要

日別OD交通量逆推定手法のモデル式を式(4)に示す。リンク交通量の推定値と観測値の残差平方和と、発生交通量の推定値と事前ODデータによる値、すなわち、推定総発生交通量に、事前ODデータの発生交通量比率を乗じた値との残差平方和を最小化することによって発生交通量を推定するモデルである。ここで、事前ODデータの発生交通量比率とは、各ゾーンの発生交通量の対象地域全体の総発生交通量に占める比率である。

式(4)において、第1項はリンク交通量の残差項、第2項は発生交通量の残差項を示し、それぞれ重み係数を設定している。重みは誤差論にもとづき、それぞれ分散の逆数を意味する。第2項は、道路交通センサス・OD調査において発生交通量の調査精度を「信頼度95%で相対誤差率20%以内」と設定していることに鑑み、正規分布を仮定した場合の分散の逆数を表す。なお、重み係数の考え方の詳細については参考文献<sup>9)</sup>を参照されたい。

表-3 リンク利用率算定手法別のOD交通量逆推定結果

	リンク交通量 (十万台/日)												発生交通量 (十万台/日)		
	高速道路+一般道路			高速道路(有料)			高速道路(無料)			一般道路					
観測値 (H22センサス)	392			175			2.7			214			159		
①分割配分	370			178			2.5			189			146		
②確定的均衡配分	369			186			2.8			179			144		
③Dial配分	275			129			3.5			142			142		
④ETC2.0集計	426			222			3.3			201			134		
⑤ETC2.0成長率法	390			183			2.7			204			141		
	相関係数	RMS	%RMS	相関係数	RMS	%RMS	相関係数	RMS	%RMS	相関係数	RMS	%RMS	相関係数	RMS	%RMS
①分割配分	0.942	8,183	35.0%	0.949	9,556	20.4%	0.899	6,646	39.8%	0.885	7,758	46.7%	0.978	2,796	16.6%
②確定的均衡配分	0.940	8,456	36.2%	0.945	10,658	22.7%	0.885	7,604	45.5%	0.889	7,713	46.4%	0.984	2,801	16.6%
③Dial配分	0.647	21,017	89.9%	0.508	31,763	67.7%	0.799	21,655	129.6%	0.596	16,647	100.1%	0.977	3,196	19.0%
④ETC2.0集計	0.937	10,542	45.1%	0.876	24,998	53.2%	0.935	10,446	62.5%	0.891	7,513	45.2%	0.9997	3,369	20.0%
⑤ETC2.0成長率法	<b>0.981</b>	<b>4,657</b>	<b>19.9%</b>	<b>0.971</b>	<b>7,466</b>	<b>15.9%</b>	<b>0.980</b>	<b>2,834</b>	<b>17.0%</b>	<b>0.977</b>	<b>3,464</b>	<b>20.8%</b>	<b>0.993</b>	<b>2,860</b>	<b>17.0%</b>

※相関係数は推定値と観測値との相関、RMS、%RMSは、推定値における観測値との差を示す。

日別OD交通量逆推定モデル

(目的関数)

$$\frac{1}{(0.2\alpha/1.96)^2 \sum_a (v_a^*)^2} \sum_a \sum_i \sum_j (\hat{O}_i m_{ij} P_{a,ij} - v_a^*)^2 + \frac{1}{(0.2/1.96)^2 \sum_i (O_i^*)^2} \sum_i (\hat{O}_i - \hat{O}_i^*)^2 \rightarrow Min \quad (4)$$

(制約条件)

$$(1/1.2)O_i^* \leq \hat{O}_i \leq (1/0.8)O_i^*$$

ここで、

- $P_{a,ij}$  : 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 $a$ の観測リンク交通量
- $\hat{O}_i$  : 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
- $\alpha$  : 第2項に対する第1項交通量の変動係数の比 (重み係数)

(2) 日別OD交通量逆推定モデルの重み係数の検証

日別OD交通量逆推定モデルの重み係数 $\alpha$ について、ETC2.0成長率法によるリンク利用率を用いた推定結果による検証を行う。重み係数 $\alpha$ は発生交通量の変動係数に対するリンク交通量の変動係数の比を表すものである。リンク利用率一定のもとでは、発生交通量が一律に変動するとリンク交通量も同量変化するので $\alpha=1$ となり、OD間の相関が小さくなるほど、 $\alpha$ はゼロに近づくことになる。実際には発生交通量の変化はリンク利用率の変化も伴うため、1を超えるリンクが生じることあるものの、平均としては1以下となる。このことから、重み係数 $\alpha$ は1, 1/2, 1/3の3ケースを設定した。

検証対象エリアの概要及び入力データの前提条件を表-4に示す。各重み係数のモデル式により推定した発生交通量から得られるリンク交通量と観測リンク交通量の相関(差)を表-5に、推定した発生交通量と道路交通センサスにおける発生交通量の相関(差)を表-6に示す。表-5, 表-6より、近畿、四国ともに $\alpha$ を変化させても推定精度に大きな差はないことが分かる。 $\alpha$ が1/3の場合にリンク交通量における相関が最も高い(差が最も小さい)が、発生交通量の相関は最も低く、推定結果が制約条件(相対残差20%)となるゾーンの割合が高い。これは、重み係数 $\alpha$ が小さい(リンク交通量の残差の重みが大きい)ほど、発生交通量の残差の重みは相対的に小さくなり、発生交通量の推定値は与件とした既存データから離れやすくなるためである。

$\alpha$ が1/3, 1/2, 1の場合について、推定結果が制約条件(相対残差20%)と同じになるゾーンの発生交通量ランクごとのゾーン数を図-7に示す。 $\alpha$ が1/3の場合では1/2の場合と比較し、発生交通量が多いゾーンにおいても上下限値となるゾーンが多い。発生交通量の多いゾーンの交通量が大きく変化することは、道路交通センサスODなど既存の発生交通量の調査精度が一定程度担保されていることを前提すると合理的とはいえない。

以上の結果より、 $\alpha$ を変化させても推定結果が大きく変わらないこと、観測リンク交通量との差が最も小さいのは1/3の場合であるが、推定結果が制約条件(相対残差20%)となるゾーンの割合が1/2の場合より大きく、発生交通量が多いゾーンで特にその傾向がみられることから、今回の計算条件においては $\alpha$ は1/2が適切といえる。

表-4 検証対象エリア及び入力データ

対象エリア	近畿地方(福井県, 滋賀県, 京都府, 大阪府, 兵庫県, 奈良県, 和歌山県)	四国地方(徳島県, 香川県, 愛媛県, 高知県)
ゾーン数(H27センサBゾーン)	域内: 896 域外: 40	域内: 381 域外: 43
ODデータ	H27センサ 日OD交通量	H27センサ 日OD交通量
観測リンク交通量(H27センサ24時間交通量)	入力観測地点数: 2264箇所(うちBゾーン境界1,770箇所, 高速道路494箇所)	入力観測地点数: 568箇所(うちBゾーン境界470箇所, 高速道路98箇所)
ETC2.0プローブ情報	平成30年10月(平日)1ヶ月分の合計値。トリップ分割の閾値: 小型車30分, 大型車15分	

表-5 重み係数を変えた場合の推定結果(リンク交通量)

	重み係数 $\alpha$	近畿	四国
相関係数	1/3	0.986	0.989
	1/2	0.985	0.988
	1	0.984	0.986
RMS(台/日)	1/3	3,832	1,675
	1/2	3,914	1,742
	1	4,055	1,864
%RMS	1/3	17.7%	13.0%
	1/2	18.1%	13.5%
	1	18.8%	14.4%

表-6 重み係数を変えた場合の推定結果(発生交通量)

	重み係数 $\alpha$	近畿	四国
相関係数	1/3	0.989	0.990
	1/2	0.995	0.995
	1	0.999	0.999
RMS(台/日)	1/3	1,599	1,290
	1/2	1,068	885
	1	460	425
%RMS	1/3	10.2%	12.6%
	1/2	6.8%	8.6%
	1	2.9%	4.1%
ゾーンの割合*(下限, 上限)	1/3	11.9, 5.9	13.9, 18.4
	1/2	8.0, 3.3	8.9, 13.1
	1	3.6, 1.0	5.0, 8.1

※推定結果が制約条件の上下限値となったゾーンの割合

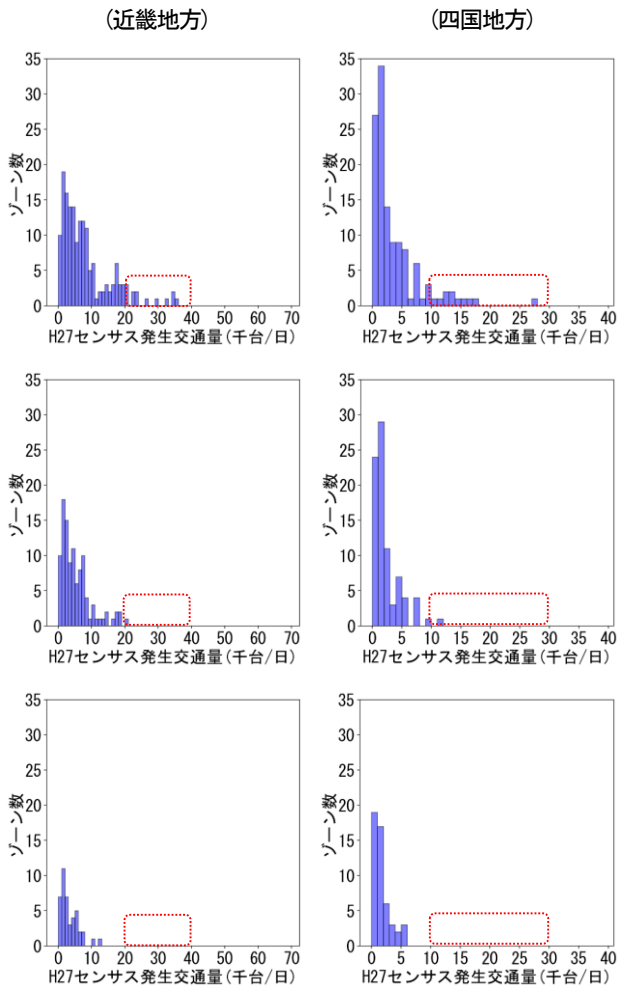


図-7 上下限値となるゾーンの発生交通量の分布  
(上段:  $\alpha=1/3$  中段:  $\alpha=1/2$  下段:  $\alpha=1$ )

#### 4. ETC2.0成長率法を用いたOD交通量逆推定手法の実証分析

##### (1) 地方ブロック単位における実証分析

ETC2.0 成長率法を用いた OD 交通量逆推定手法の実務への適用性を確認するために、近畿地方 (ETC2.0 プローブ情報の取得率が比較的高い都市部) 及び四国地方 (ETC2.0 プローブ情報の取得率が比較的低い地方部) において推定を行った結果について考察する。

検証対象エリアの概要及び入力データは表-3、推定結果は表-4、表-5 における  $\alpha$  が 1/2 の場合が該当する。なお、近畿地方及び四国地方における ETC2.0 プローブ情報の取得率 (H27 道路交通センサスにおける OD ペア数に対する ETC2.0 プローブ情報における OD ペア数) は、それぞれ 70.1%、60.7%であり、全国において比較的高い (低い) 地域である。また、分割配分により算出したリンク利用率を用いたリンク交通量 (配分交通量) と ETC2.0 成長率法によるリンク利用率を用いて OD 交通量逆推定を行った結果から算出されるリンク交通量の推定

値について、H27 道路交通センサスにおける観測値とそれぞれ比較した結果を図-8 に示す。

OD 推定後のリンク交通量における観測値との %RMS は、近畿地方において 18.1%、四国地方において 13.5% であり、推定前 OD の配分結果 (近畿: 48.1%、四国: 98.0%) と比べて、再現性が大きく向上している。このことから、ETC2.0 成長率法を用いた OD 交通量逆推定手法が地方ブロック単位におけるゾーンの発生交通量やリンク交通量の推定に有効であることが確認された。また、ETC2.0 プローブ情報の取得率の大小に関わらず同様の結果が得られたことから、全国どの地方ブロックでも適用可能であると考えられる。

なお、推定後もリンク交通量の再現性が低いリンクも一部見られることについては、入力データにおける観測時期のずれが原因であることを確認している。つまり、入力データのうち OD 交通量 (発生交通量、目的地選択率) とリンク交通量は H27 道路交通センサス値であるのに対し、ETC2.0 プローブ情報は H27 年時点ではデータ数が少なかったため、H30 年値を用いている。H27 年から H30 年の間に近隣で高速道路が供用される等交通流動の大きな変化があった場合、リンク利用率とその他データとの不整合が大きくなっている。

##### (2) 県単位における実証分析

次に、OD 交通量逆推定手法による県単位の推定の有効性を検証するため、近畿地方において大阪府及び奈良県で推定を行った。なお、大阪府及び奈良県は近畿地方において ETC2.0 プローブ情報の取得率が比較的高い地域と低い地域であり、取得率 (H27 道路交通センサスに

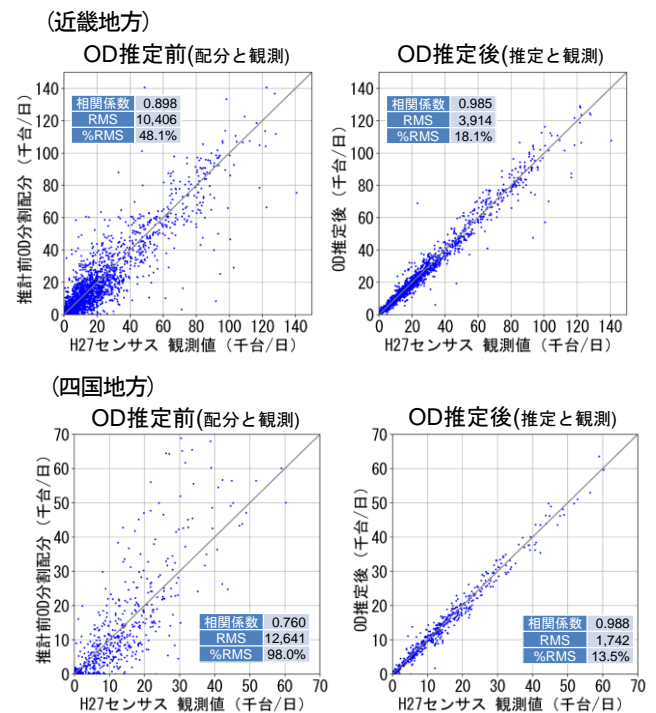


図-8 OD 推定前後のリンク交通量の観測値と推定値の比較

表-7 検証対象エリア及び入力データ

対象エリア	大阪府	奈良県
ゾーン数	域内：207 域外：729	域内：70 域外：866
ODデータ	H27センサス日OD交通量	
観測リンク交通量 (H27センサス 24時間交通量)	入力観測地点数： 605箇所（うちBゾ ン境界416箇所、 高速道路189箇所）	入力観測地点数： 143箇所（うちBゾ ン境界123箇所、 高速道路20箇所）
ETC2.0プローブ 情報	平成30年10月（平日）1ヶ月分の合計値。トリ ップ分割の閾値：小型車30分、大型車15分	

表-8 推定結果（リンク交通量の観測値との相関（差））

	大阪府	奈良県
相関係数	0.980	0.991
RMS	5,992	1,830
%RMS	17.2%	13.1%

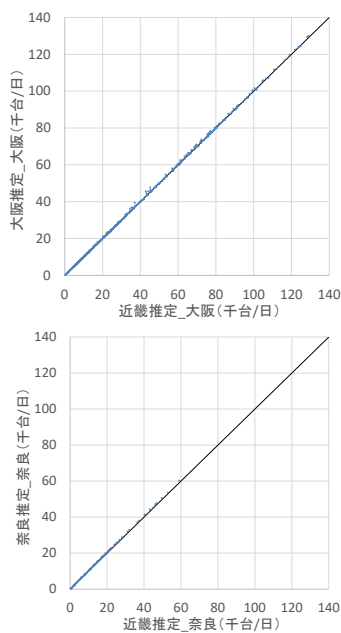


図-9 近畿地方単位の推定値（リンク交通量）と都道府県単位の推定値（リンク交通量）の比較

おける OD ペア数に対する ETC2.0 プローブ情報における OD ペア数はそれぞれ 71.9%、45.8%である。検証対象エリアの概要及び入力データを表-7 に示す。推定した発生交通量から得られるリンク交通量と観測リンク交通量の相関（差）を表-8 に示す。観測値との %RMS は、大阪府において 17.2%、奈良県において 13.1% であり、地方ブロック単位と同程度の良好な値が得られている。ETC2.0 成長率法を用いた OD 交通量逆推定手法は、都道府県単位のゾーンの発生交通量やリンク交通量の推定にも有効であるといえる。

また、地方ブロック単位で推定した場合の大阪府（奈良県）の推定結果（リンク交通量）と、都道府県単位で推定した場合の大阪府（奈良県）の推定結果（リンク交

通量）はほぼ同じであり、推定値は推定対象地域の設定にほとんど依存しないことも確認できる（図-9）。

## 5. おわりに

本研究は、ETC2.0 プローブ情報の取得率が OD や利用リンクによって異なることに着目し、OD ごと、リンクごとの取得率の違いに応じて、ETC2.0 プローブ情報から得られるリンク利用率を成長率法により補正する手法（ETC2.0 成長率法）を提案した。また、提案したリンク利用率の補正手法を用いた OD 交通量逆推定モデルの実務への適用性を確認するために、近畿地方及び四国地方において推定を行った。その結果以下の成果を得た。

- ETC2.0 成長率法を用いた場合では、ETC2.0 成長率法で補正しない場合と比較し、推定結果から得られるリンク交通量と観測リンク交通量の差は大きく減少した。このことから、ETC2.0 成長率法を用いてリンク利用率を補正するとより確からしいリンク利用率が得られるといえる。また、分割配分、確定的均衡配分、Dial 配分との比較においても、最も確からしいリンク利用率を算出できた。
- 日別 OD 交通量逆推定モデルの重み係数  $\alpha$  について、ETC2.0 成長率法によるリンク利用率を用いた推定結果による検証を行った。 $\alpha$  を 1, 1/2, 1/3 と変化させても推定結果が大きく変わらなかった。観測リンク交通量との差が最も小さいのは 1/3 の場合であるが、推定結果が制約条件（相対残差 20%）となるゾーンの割合が 1/2 の場合より大きく、発生交通量が多いゾーンで特にその傾向がみられることから、今回の計算条件においては  $\alpha$  は 1/2 が妥当である。
- 近畿地方及び四国地方において ETC2.0 成長率法を用いた OD 交通量逆推定手法を適用することにより、リンク交通量の再現性を大きく向上できることを確認した。ETC2.0 成長率法を用いた OD 交通量逆推定手法が地方ブロック単位、都道府県単位におけるゾーンの発生交通量やリンク交通量の推定に有効であることが確認された。また、ETC2.0 プローブ情報の取得率が低い地方ブロックにおいても活用可能であることが確認された。ETC2.0 成長率法を用いた OD 交通量逆推定手法により、確からしい OD 交通量やリンク交通量を得ることができただけでなく、常時観測値を入力値にすると常時観測 OD データの取得も可能であり、効率的な渋滞対策・TDM の立案、詳細かつ多様な整備効果分析に貢献できるものと考えられる。今後は、入力値として用いるリンク交通量の箇所や箇所数が推定結果に与える影響分析とともに常時観測 OD データの取得に関する検討を進めて参りたい。



## 参考文献

- 1) ICTを活用した新道路交通調査体系検討会,  
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/index.html>
- 2) 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, pp46-10-1~46-10-6, 2017
- 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) 北岡広宣, 寺本英二, 小根山裕之, 桑原雅夫: OD 交通量推定手法における経路選択モデルの影響について, 土木計画学研究・講演集 Vol.27 CD-ROM, 2003
- 5) 堀場庸介, 松本幸正, 松井寛, 高橋政稔: プローブデータに基づく推定経路交通量への観測誤差の影響分析と推定経路交通量の更新手法, 土木計画学研究・講演集 Vol.22 CD-ROM, pp495-506, 2005
- 6) 第3回 ICTを活用した新道路交通調査体系検討会, 資料 1, pp2
- 7) 加藤雅仁, 倉内文孝: ETC2.0 による OD 交通量推定のための入力情報の作成, 土木計画学研究・講演集 Vol.57 CD-ROM, pp18-07-1~18-07-7, 2018
- 8) 金子法子, 岡英紀, 力石真, 福田大輔: リンク認知を考慮したリンクベース再帰的ロジットモデルによる首都圏経路選択の分析, 第15回 ITS シンポジウム 2017, 2-A-10, 2012, CD-ROM
- 9) 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, 瀧本真理, 中田寛臣, 瀬戸下伸介: OD 交通量逆推定手法時間単位モデルの改良, 土木計画学研究・講演集 Vol. 57CD-ROM, 2018

**THE VERIFICATION OF THE CORRECTION OF THE ROUTE CHOICE RATE  
USING ETC2.0 PROBE DATA IN THE TRIP TABLE ESTIMATION METHOD**

Naoko MATSUDA, Fumitaka KURAUCHI, Kenetsu UCHIDA, Takuya MARUYAMA,  
Satoshi SUGIURA, Masahiro TANGE, Hisamitsu TANAKA, Kazuhiko YOKOCHI  
and Yutaro MURANO