

# OD交通量逆推定手法の大規模ネットワークへの適用に関するケーススタディ\*

## Study on the Estimation of Origin-Destination Flows on Large Scale Network\*

古川誠\*\*・橋本浩良\*\*\*・上坂克巳\*\*\*\*

By Makoto FURUKAWA\*\*・Hiroyoshi HASHIMOTO\*\*\*・Katsumi UESAKA\*\*\*\*

### 1. はじめに

道路交通センサスのOD交通量データは交通需要予測等、道路計画の分野において広く用いられている。

この道路交通センサスODデータは自動車起終点調査(OD調査)で得られた行動データから、自動車保有台数に基づく拡大処理によって作成しており、そのプロセスにおいて観測交通量は考慮されていない。しかし、OD調査は数パーセントのサンプル調査であること、回収率が低下していること、訪問調査が困難な社会状況になってきていることなどの要因により、OD交通量を正確に把握することが困難な状況になりつつある。その一方で、交通量の観測は比較的容易であり、人為的ミスなどによる誤差が生じる可能性はあるものの、サンプリングや数学モデルによる推定値に比べて、その精度は高いといえる。そこで、OD交通量データの精度確保のために観測交通量を活用することが有効であると考えられる。この観測交通量を用いてOD交通量を推定する手法については、1960年代から研究されており、理論的には完成の域に達していると考えられるが、現時点では実務での適用例はほとんどない。

そこで、筆者らはこの手法(以下、OD逆推定手法と呼ぶ)を用いたOD交通量データの精度向上について、道路交通センサス等の大規模ネットワークを対象とした実務への適用を最終目的として研究に取り組んでいる。

\*キーワード: 発生交通、目的地選択、経路選択、ネットワーク分析

\*\*非会員、工修、国土技術政策総合研究所道路研究室交流研究員(茨城県つくば市旭一番地、TEL:029-864-7248、E-mail: furukawa-m924a@nilim.go.jp)

\*\*\*正員、工修、国土技術政策総合研究所道路研究室

\*\*\*\*正員、工博、国土技術政策総合研究所道路研究室

上坂ら<sup>1)</sup>は、OD逆推定手法を現実の道路ネットワークへの適用方法を提案しているが、経路選択確率の設定に利用者均衡配分を用いており、全国規模の道路ネットワークへの適用においては計算負荷の観点から現実的でないと考えられる。

本研究では、全国規模のOD交通量推定へのOD逆推定手法の適用を目的として、OD逆推定手法に用いる経路選択確率の設定方法の簡素化方法の検討を行う。また、OD逆推定手法においては、OD逆推定後にリンク旅行時間の変化に伴い経路選択確率が変動するため再度OD逆推定を行うという反復計算が必要となるが、この反復計算回数がOD逆推定結果に与える影響についても分析を行い、OD逆推定手法の反復計算回数の削減が可能であるか検討を行う。

### 2. 検討方法

#### (1) OD逆推定の基本的考え方

本研究におけるOD逆推定の基本的な考え方は、図1のとおりである。発生交通量比率及び目的地選択確率は道路交通センサス等の調査により所与であることを前提とする。各ゾーン間における経路選択確率は、(3)で示す方法により設定する。なお、OD交通量の推定単位は、道路交通センサスと同様に日単位Bゾーン単位とする。

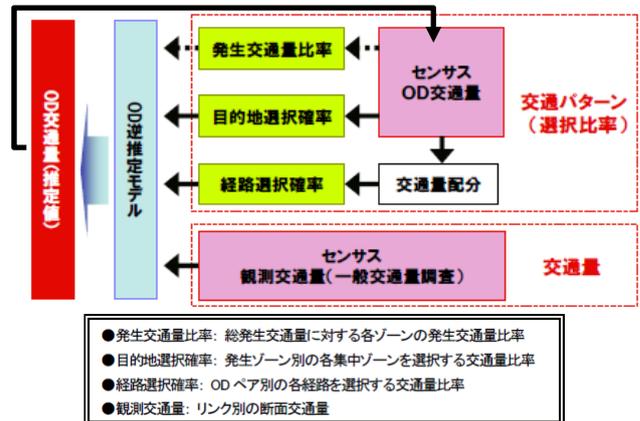


図1 本研究におけるOD交通量逆推定の考え方

## (2) OD逆推定手法

本研究におけるOD逆推定手法は、リンク交通量の推定値と観測値の残差平方和と、対象地域における全発生交通量に占める各ゾーンの発生交通量の比率の推定値と現実値の残差平方和を最小化することによって、未知変数  $\hat{O}_c$  を推定するモデルとする。

$$\Phi = \sum_a [(\sum_{c_i} \sum_{d_j} \tau_c \hat{O}_c \alpha_{c_i} m_{cd} \beta_{d_j} P_{c_i d_j}^a + \sum_{c_i} \sum_{l} (1 - \tau_c) \hat{O}_c \alpha_{c_i} n_{cl} P_{c_i l}^a + \sum_k \sum_{d_j} \lambda_k S_k q_{kd} \beta_{d_j} P_{k d_j}^a + \sum_k \sum_{l} (1 - \lambda_k) S_k r_{kl} P_{k l}^a) - v_a^*]^2 + \sum_c [\hat{O}_c - \hat{O}_c^*]^2 \rightarrow \text{Min}$$

ここで、

- $P_{ij}^a$  : OD交通量  $ij$  のリンク  $a$  の利用確率
- $c_i$  : セントロイド  $c$  内の発生ノード  $i$
- $d_i$  : セントロイド  $d$  内の集中ノード  $j$
- $\tau_c$  : セントロイド  $c$  のOD交通の内々比率
- $\alpha_{c_i}$ 、 $\beta_{d_i}$  : ノード発生・集中分担率
- $m_{cd}$  : セントロイド  $cd$  間の目的地選択確率
- $n_{cl}$  : セントロイド  $c$  から外部ノード  $l$  への目的地選択確率
- $\lambda_k$  : 外部ノード  $k$  から流入するOD交通の外内比率
- $S_k$  : 外部ノード  $k$  からの流入交通量
- $q_{kd}$  : 外部ノード  $k$  からセントロイド  $d$  への目的地選択確率
- $r_{kl}$  : 外部ノード  $kl$  間の目的地選択確率
- $v_a^*$  : リンク  $a$  の観測リンク交通量
- $\hat{O}_c$  : 発生交通量 (未知変数)
- $\hat{O}$  : 総発生交通量 ( $= \sum \hat{O}_c$ )
- $o_c^*$  : 既存データによる発生交通量比率 ( $= O_c^*/\hat{O}$ )

### 制約条件

$$\hat{O}_c \geq 0$$

## (3) 経路選択確率の設定方法

### a) 利用者均衡配分を用いる方法

Frank-Wolfe法を用いて利用者均衡配分の均衡解を求める際に得られる経路交通量<sup>2)</sup>を基に経路選択確率を設定する。

利用者均衡配分における計算負荷は、収束計算回数に比例することから、収束計算回数を100回とするケースを基本とし、簡素化したケースとして20回としたケース及び10回としたケースを設定し、利用者均衡配分の解法の簡素化がOD逆推定結果に与える影響の分析を行う。

### b) 分割配分法を用いる方法

従来から交通量配分に用いられる分割配分法における経路交通量を用いて経路選択確率を設定する。本研究では分割回数を10回とした。

## 3. ケーススタディの方法

### (1) 対象地域と発生・集中ゾーンの設定

ケーススタディの対象地域は、奈良県北部の奈良市を中心とした概ね15km×15km四方の範囲である。また、OD表のベースとなる交通の発生・集中ゾーンは、平成17年度道路交通センサスのBゾーンとし図2の29ゾーンとした。

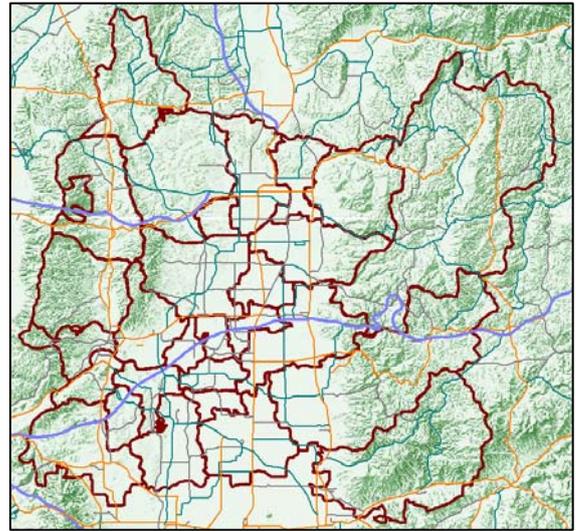


図2 発生・集中ゾーンの設定 (29ゾーン)

### (2) 道路ネットワークの設定

道路ネットワークは、平成17年度道路交通センサスの対象路線を基本として設定した。なお、地域の道路密度と交通量配分による現況再現性を考慮しつつ、道路交通センサス対象外の路線も適宜追加した。設定した道路ネットワークは図3のとおりである。

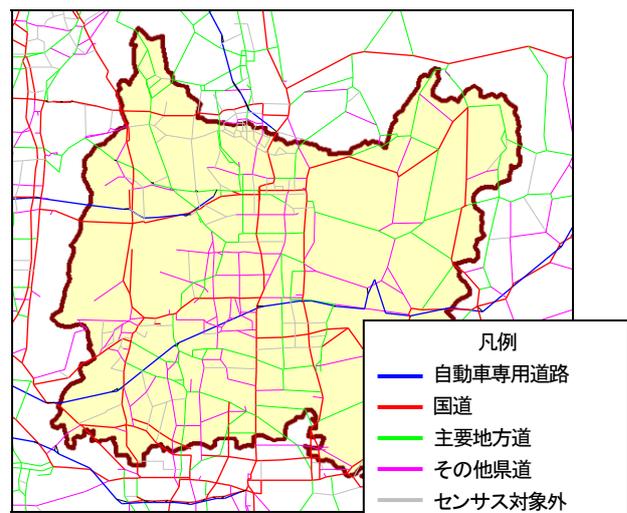


図3 道路ネットワークの設定

#### 4. 検証結果

##### (1) 経路選択確率の比較

収束計算回数を20回とした場合の経路選択確率は、100回とした場合に対し、相関係数が0.95と高く%RMSも33.6%と小さいことから、収束計算回数を大きく減少させても厳密な利用者均衡配分を行った場合と同等な経路選択確率が得られるものと思われる。

(図4)しかし、収束計算回数を10回とした場合においては、相関係数が0.9を下回り、%RMSも50%を超えることから、厳密な利用者均衡配分を行った場合の経路選択確率から大きく乖離することが分かる。

(図5)

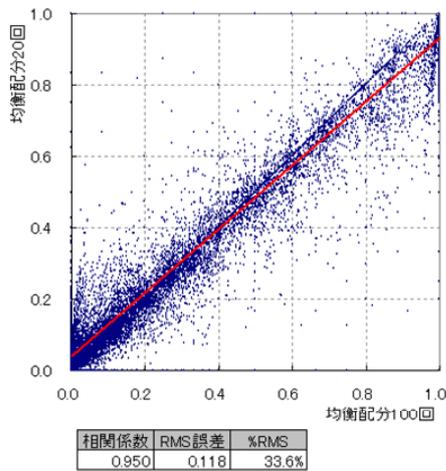


図4 経路選択確率の比較 (100回と20回)

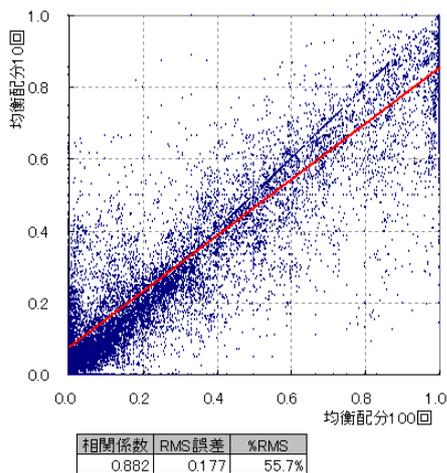


図5 経路選択確率の比較 (100回と10回)

分割配分により経路選択確率を設定した場合、利用者均衡配分から得られる経路選択確率から大きく乖離する。利用者均衡配分の収束計算回数を10回とした場合よりも大きく乖離している。(図6)

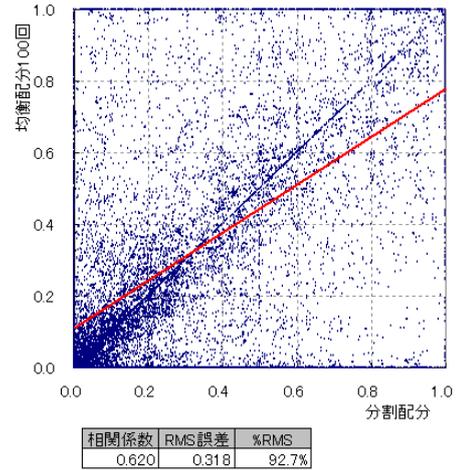


図6 経路選択確率の比較 (利用者均衡配分と分割配分)

##### (2) 発生交通量の推定値の比較

各ゾーンの発生交通量の推定値は図7～図9のとおりである。経路選択確率については、設定方法により大きな差異が生じていたが、発生交通量の推定値についてはいずれの方法を用いた場合においてもほぼ同じ値となっている。このことから、本研究に用いたOD逆推定モデルでは、経路選択確率の設定方法によらず安定したOD交通量の推定が行えており、大規模ネットワークへの適用に際しては経路選択確率の設定方法を簡略化し計算負荷を軽減することが可能であるものと考えられる。

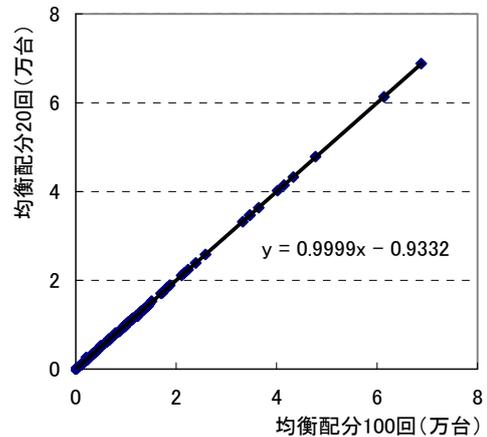


図7 発生交通量の推定値 (均等配分100回と20回)

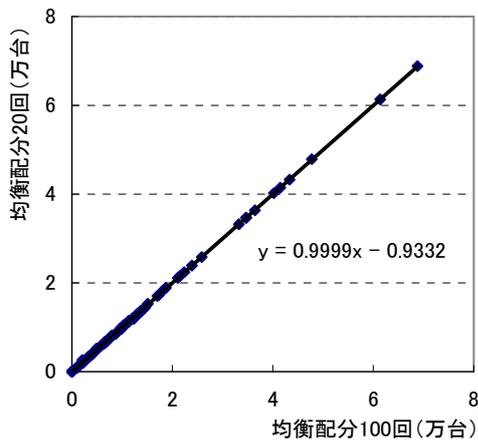


図 8 発生交通量の推定値（均衡配分 100 回と 10 回）

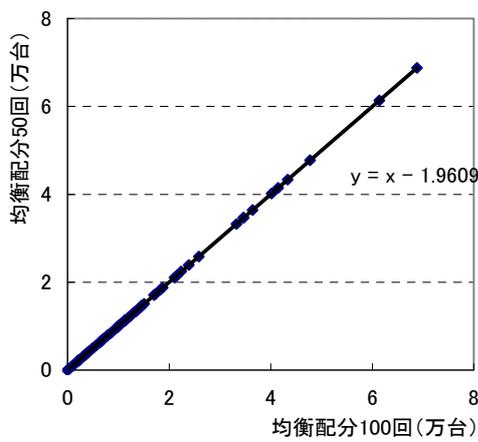


図 9 発生交通量の推定値（均衡配分と分割配分）

### (3) 交通量配分結果の現況再現性の比較

各経路選択確率の設定方法により推計されたOD交通量を用いた交通量配分の推計交通量の現況再現性を表す各指標は表 1 のとおりである。

いずれの方法の場合においてもほぼ同等のOD交通量が推計されていることから、交通量配分結果の現況再現性もほぼ同等な結果が得られている。

表 1 交通量配分の現況再現性の比較

		相関係数	RMS 誤差	%RMS
均衡配分	100 回	0.949	5031	30.0%
	20 回	0.950	4956	29.6%
	10 回	0.951	4889	29.2%
分割配分		0.963	4385	26.2%

### (4) OD逆推定の繰り返し計算による変動

本検討では、経路選択確率の設定に分割配分を用い、OD 逆推定手法の反復計算回数と推定結果の関係について分析を行った。

#### a) リンク交通量の変動

表 2 に示すとおり、OD逆推定の反復計算を繰り返しても、リンク交通量の推定値は収束しないことが分かる。リンク交通量の推定値については反復計算を行わなくても一定の値が得られるものと考えられる。

表 2 反復計算によるリンク交通量の変動

	1 回	10 回	20 回	30 回	40 回	50 回
相関係数	0.971	0.969	0.970	0.969	0.969	0.970
RMS 誤差	3132	3285	3251	3279	3255	3243
%RMS	18.8%	19.7%	19.5%	19.7%	19.5%	19.5%

#### b) 発生交通量の変動

総発生交通量の推定値は、図 10 で示すとおり OD 逆推定の反復計算を行ってもほぼ一定の値が推定される。

各ゾーンの発生交通量の推定値は、図 11 で示すとおり、1 回目の OD 逆推定により発生交通量が初期値である 1.00 から大きく修正され、2～3 回目の反復計算においては発生交通量の多少の変動はあるものの、10 回程度の反復計算以降に得られる安定的な値とほぼ同等の値が推計される傾向となった。

このことから OD 逆推定の反復計算を 10 回程度行えば安定的な発生交通量が得られるものと考えられるが、計算負荷軽減のために 2～3 回程度の反復計算で打ち切っても最終的に得られる発生交通量とほぼ同等の結果が得られると考えられる。

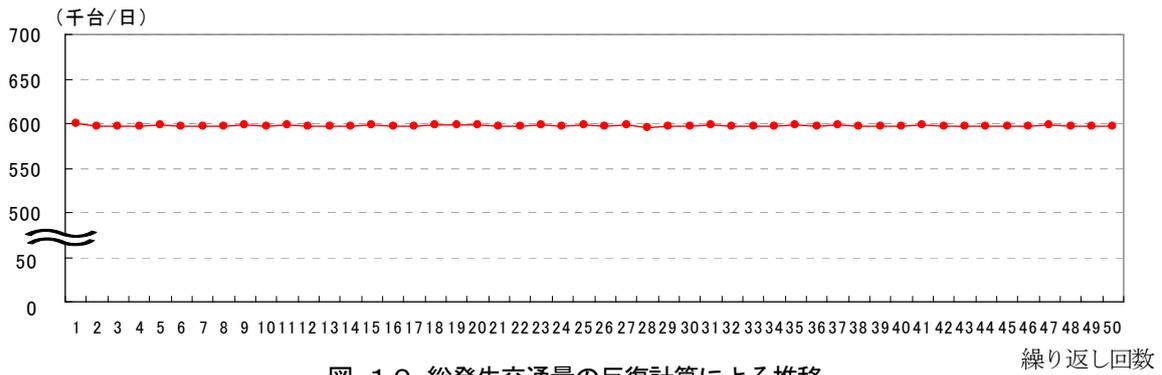
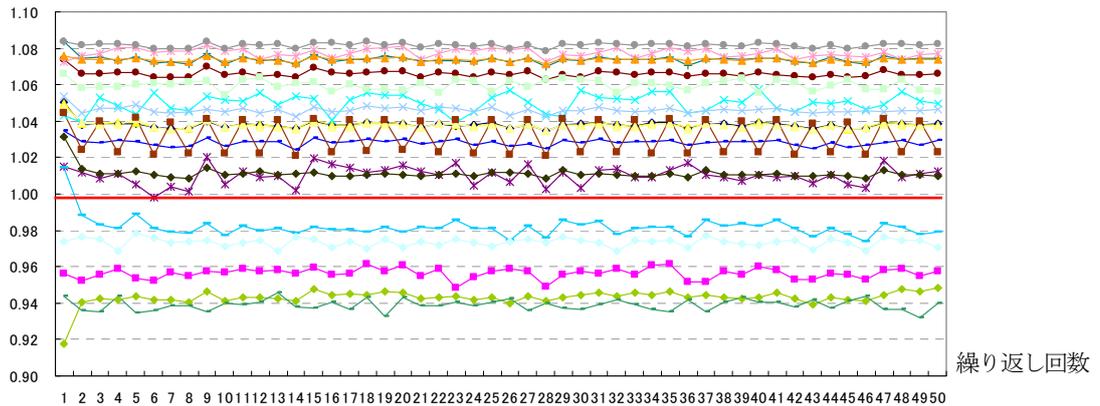


図 10 総発生交通量の反復計算による推移

発生交通量の推定値/センサス値



※OD 逆推定前の発生交通量の初期値はセンサス値のため 1.00

図 11 各ゾーンの発生交通量の反復計算による推移

## 5. まとめ

### (1) 経路選択確率の設定方法

本研究では、OD 逆推定手法に用いる経路選択確率の設定方法として、利用者均衡配分を用いる方法（収束計算回数 100 回, 20 回, 10 回）と分割配分を用いる方法を比較した。経路選択確率の設定方法により経路選択確率自体は異なる値をとるものの、推定される発生交通量及びリンク交通量の現況再現性はある一定の値に落ち着くことが確認された。

大規模なネットワークに対して本研究で用いた OD 逆推定手法を適用する際には、利用者均衡配分の厳密な均衡解を求め経路選択確率を設定しなくとも、簡略的な利用者均衡配分または分割配分から得られる経路選択確率を用いることにより、計算負荷の軽減を図ることが可能であると考えられる。

### (2) OD逆推定手法の反復計算

本研究では、OD 逆推定手法の反復計算が推定結果に与える影響の分析を行った。推計される発生交通量は反復計算の始めの段階では大きく変動するが、10 回

程度の反復計算の後に安定的な値となることが確認された。また、反復計算を繰り返したからといって、必ずしも推定値が収束しないことも確認された。

大規模なネットワークに対して本研究で用いた OD 逆推定手法を適用する際には、10 回程度の反復計算を行うことで計算負荷の軽減を図ることが可能であると考えられる。

### 謝 辞

本研究の遂行にあたり、貴重なご助言を頂いた京都大学明教授飯田恭敬先生及び岐阜大学工学部倉内文孝先生に対して厚く感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 上坂克巳、橋本浩良、松本俊輔、前川友宏、倉内文孝、飯田恭敬：OD 交通量逆推定手法の道路交通センサスへの適用に関するケーススタディ、土木計画学研究・講演集 Vol.40 CD-ROM
- 2) 土木学会編：道路交通需要予測の理論と適用 第II編 利用者均衡配分モデルの展開、2006