

# プローブパーソンデータを用いた動的OD推定 \*

## Using Prob Person Data Dynamic OD Estimation \*

三谷卓摩\*\*・羽藤英二\*\*\*

By Takuma MITANI\*\*・Eiji HATO\*\*\*

### 1. はじめに

プローブ調査から得られる情報のひとつとして経路データが挙げられる。なかでも、プローブパーソンデータは、一般の人、車両の経路データが得られるためその適用範囲は広いと考えられる。そこで、経路データの有効な利用方法としてシミュレータを用いた動的OD推定を考える。

大規模なネットワークを対象としたシミュレーションを行う場合には、動的なOD交通量を既知の値として与えなければならないが、観測によってその値を得ることは非常に困難である。そこで従来からいろいろな方法を用いて動的OD推定が行われている。<sup>1)</sup> 其中で、本研究ではシミュレータを用いたOD交通量の推定を行う。従来、車両が実際にどのような経路を走行しているのかについては未知であり、最短経路探索等の何かしらの方法により経路特定がなされてきた。それをプローブパーソンデータから得られる実際に利用された経路を用いることで、動的OD推定を試み、松山での適用事例からその検証を行った。

### 2. OD推定の構成

図1にOD推定の枠組みを示す。シミュレータを用いたOD交通量の推定を行うには、入力データとしてネットワークや初期OD交通量、経路、信号や車両の挙動等を示すパラメータを与える必要がある。今回は、プローブパーソン調査から得られる経

\*キーワード：発生交通、経路選択、ネットワーク交通流

\*\*学生員、工修、愛媛大学大学院理工学研究科システム工学専攻

(松山市文京町3、e-mail:mitani@eh.cee.chime-u.ac.jp)

\*\*\*正員、工博、愛媛大学工学部

(松山市文京町3、e-mail:hato@eng.chime-u.ac.jp)

路データに着目し、観測リンク交通量とシミュレーションを用いることによって動的なOD交通量の推定を行う。

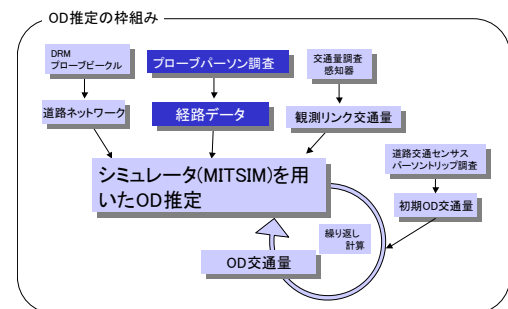


図-1 OD推定の枠組み

シミュレータを用いたOD推定方法のアルゴリズムについて説明する。OD推定のプログラムとシミュレーションを互いに実行することによって、OD推定を行い、状況を再現するシミュレーションの精度を上げることを目的としている。シミュレータはMITSIMを用いる。MITSIMは、1996年にMIT（マサチューセッツ工科大学）で開発された交通シミュレーションである。移動体の一つ一つを個別に表現することが可能であり、走行特性が異なる車両の混在や、行動規範の異なるドライバーなどの多種多様な特性を個別に考慮することができる。

つぎに、OD推定のプログラムは、OD推定と修正したOD交通量の誤差が収束判定条件を満たすまで、計算を繰り返し行うことでOD交通量を推定する。<sup>2)</sup> 変数は、リンク $l$ 、出発地を $i$ 、到着地を $j$ 、時間帯 $t$ 、車両の出発時間帯 $t_s$ とする。入力データとして、路側観測リンク交通量 $obsQ(l,t)$ と初期OD交通量 $d-ODQ(i,j,t_s)$ の2つの値を用いる。

$obsQ(l,t)$ : 時間帯 $t$ におけるリンク $l$ の路側観測交通量

$d-ODQ(i,j,t_s)$ : 初期値として与える出発時間帯 $t_s$ における

ODペア $(i,j)$ の交通量

初期OD交通量 $d-ODQ(i,j,t_s)$ を用いてシミュ

レーションを実行し、時間帯別シミュレーションリンク交通量  $TSimQ(l, i, j, t_s, t)$ 、OD交通量  $ODQ(i, j, t_s)$  を算出する。

$TSimQ(l, i, j, t_s)$ : 出発時間帯  $t_s$ 、時間帯  $t$  における  
ODペア  $(i, j)$  ごとのリンク  $l$  の交通量

$ODQ(i, j, t_s)$ : 出発時間帯  $t_s$  における  
ODペア  $(i, j)$  ごとの交通量

ここで、ODペア  $(i, j)$  が出発時間帯  $t_s$  である車両がリンク  $l$  で時間帯  $t$  において含まれる確率をリンク利用率  $linkP(l, i, j, t, t_s)$  として、時間帯別シミュレーションリンク交通量  $TSimQ(l, i, j, t, t_s)$ 、OD交通量  $ODQ(i, j, t_s)$  を用いて算出する。

$$linkP(l, i, j, t, t_s) = \frac{TSimQ(l, i, j, t, t_s)}{ODQ(i, j, t_s)} \quad (1)$$

(1) で求めたリンク利用率  $linkP(l, i, j, t, t_s)$  を利用して観測リンク交通量  $obsQ(l, t)$  を補正するための修正リンク利用率  $AlinkP(l, i, j, t, t_s)$  を算出する。

$$AlinkP(l, i, j, t, t_s) = linkP(l, i, j, t, t_s) \cdot \frac{obsQ(l, t)}{\sum_{i, j} TSimQ(l, i, j, t, t_s)} \quad (2)$$

時間帯別シミュレーションリンク交通量  $TSimQ(l, i, j, t, t_s)$  から時間帯  $t$  におけるリンク  $l$  のシミュレーションリンク交通量  $SimQ(l, t)$  を算出する。

$$SimQ(l, t) = \sum_{t_s} \sum_i \sum_j TSimQ(l, i, j, t, t_s) \quad (3)$$

観測リンク交通量  $obsQ(l, t)$  とシミュレーションリンク交通量  $SimQ(l, t)$  の差からOD交通量  $ODQ(i, j, t_s)$  を修正する。その修正方法は、対象リンクを利用した割合をODペア  $(i, j)$  ごとに利用率の大きさに比例して、リンク交通量の差分を配分する。

$$Err(l, i, j, t, t_s) = \{ObsQ(l, t) - SimQ(l, t)\} \times \frac{AlinkP(l, i, j, t, t_s)}{\sum_{t_s} \sum_i \sum_j AlinkP(l, i, j, t, t_s)} \quad (4)$$

配分された差分をすべてのリンクと時間帯ごとに足し合わせることによって、OD交通量の補正值

$ODQ(i, j, t_s)$  を算出する。

$$Adj(i, j, t_s) = \sum_l \sum_t \left\{ Err(l, i, j, t, t_s) \times \frac{AlinkP(l, i, j, t, t_s)}{\sum_l \sum_t AlinkP(l, i, j, t, t_s)} \right\} \quad (5)$$

OD交通量  $ODQ(i, j, t_s)$  の補正を行う。

$$ODQ(i, j, t_s) = ODQ(i, j, t_s) + Adj(i, j, t_s) \quad (6)$$

OD推定と修正したOD交通量の誤差が収束判定条件  $\alpha$  を満たさない場合は、再度OD推定を行う。変数の更新としてシミュレーションリンク交通量  $SimQ(l, t)$  を再度算出する。

$$SimQ(l, t) = \sum_{t_s} \sum_i \sum_j \{ODQ(i, j, t_s) \times LinkP(l, i, j, t, t_s)\} \quad (7)$$

OD推定に対するシミュレーションの影響が小さくなれば、OD推定の精度がよくなることを示すので、OD推定実行回数が1のときに収束判定条件  $\alpha$  を満たしていれば、OD推定を終了し、シミュレーションが実行可能となる。

### 3. ゾーン間経路データ作成手法について

実際にシミュレーションを実行するときに必要な経路データは、OD交通量の起終点に対応しているゾーン間の経路データでなければならない。しかし、プローブパーソン調査から得られる経路データは、車両ごとの経路データでしかない。そこで、車両ごとの経路データからゾーンごとに集約したゾーン間経路データを作成する必要がある。ゾーン間経路データ作成手法を図2示す。

#### (1) セントロイドの選定

従来は、各ゾーン内から1点ないしは複数のセントロイドを任意もしくはランダムに選定していた。今回は、車両ごとの経路データの起終点となっている点をセントロイドとしてゾーン間経路データに利用することとした。

#### (2) 車両ごとの経路データからゾーン間経路データの作成手法について

ゾーン間に対応する車両ごとの経路データがある場合は、そのままゾーン間経路データとして利用

することができる。しかし、経路データが少ないと、ゾーン間に経路データが存在しないことも考えられる。そのときは、実際に走行している経路から抽出を行う。図3に走行経路からゾーン間経路データ抽出の概念図を示す。起終点になるセントロイドは、プローブデータの際に起点もしくは終点として取り扱われたものに限定し、複数ある場合は、その中の距離最小のもののみをゾーン間の経路データとした。それでもゾーン間経路データが存在しないときは、ゾーン間のセントロイドで最短経路探索を用いることで最小距離のものをゾーン間経路データとした。

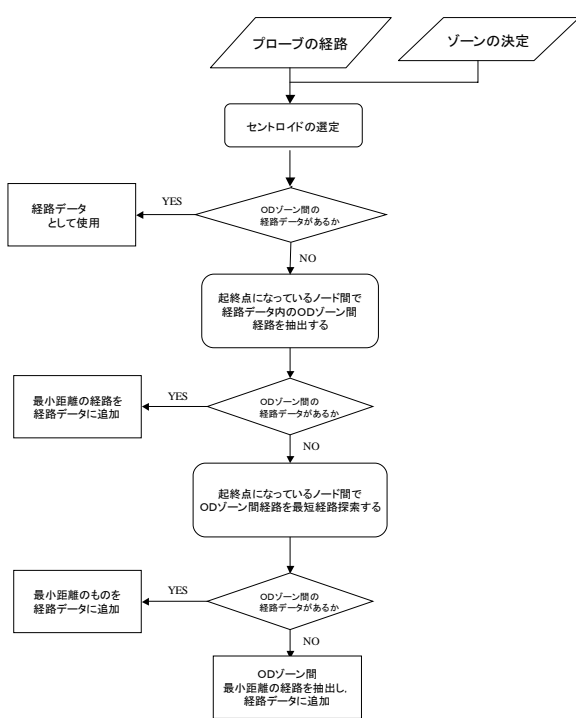
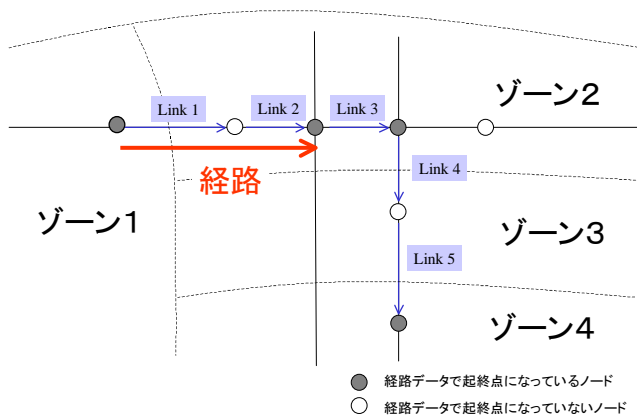


図-2 ゾーン間経路データ作成手法



ゾーン1からゾーン2の場合はlink 1 link2 が経路データ

図-3 経路データ作成例

### (3) ゾーン間経路データの特徴

車両ごとの経路データの起終点となっている点をセントロイドとしたことで、従来は捨象されていたゾーンの内々交通を表現するが可能となる。また、経路データ数が多くなれば、休日や平日ごとに経路を特定し、時間帯ごとに経路データセットを変更することも可能になると考えられる。

## 4. 松山での適用事例

愛媛県松山市で2003年2月に1ヶ月間にわたり行われたプローブパーソン調査のデータからゾーン間経路データを作成し、OD交通量推定の検証を行った。

### (1) ネットワーク

松山道路ネットワークを図4に、ネットワークの構成については表1に示す。松山市の国道、県道、環状線、高速道路等の主要幹線道路は完全に網羅する形で構成されており、経路調査において通行されていた区間については、すべて道路ネットワークとして反映されている。

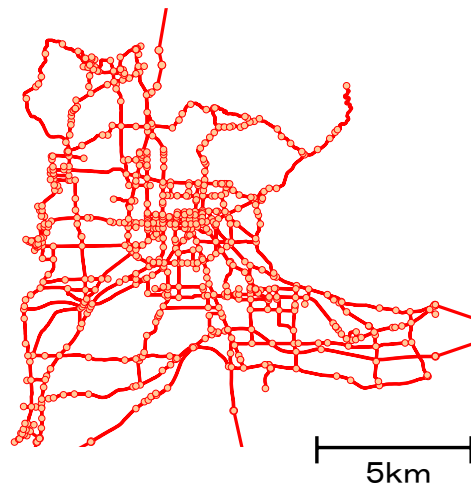


図-4 松山道路ネットワーク

表-1 道路ネットワークの構成要素

Nodes	746
Intersection	73
Links	1784
Segments	9339
Lanes	11745
Signals	279
Link全長	2184km
Lane全長	2371km

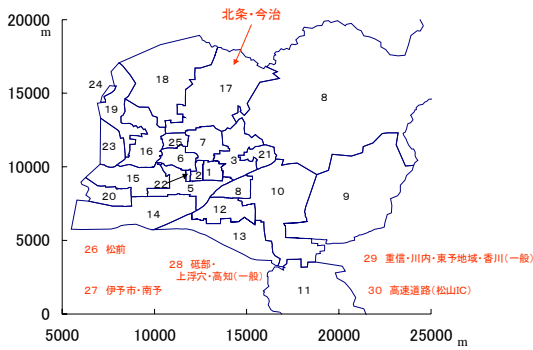


図-5 松山都市圏ゾーニング

73 箇所の交差点で 279 個の信号を設置し、信号現示については 2003 年 11 月 26 日に行われた松山交通量調査の結果を用いて再現を行った。

松山都市圏のゾーニングを図5に示す。ゾーニングは、道路交通センサスのBゾーンをベースとして全部で30ゾーンとした。

### (2) ゾーン間経路データの作成結果

本研究で使用する経路データは、「GPSを用いた交通行動の把握に関する松山プローブパーソン調査(MPP調査)」で得られたデータを基に作成した。<sup>3)</sup> そこから得られた経路データは、1470サンプル(被験者74人)である。表-2にゾーン間経路データの作成結果を示す。

表-2 ゾーン間経路データの作成結果

種類	ゾーン間数
車両の経路データ	599
経路データからの抽出	251
最短経路探索	50
計	900

ゾーン数は30であり、ゾーン間数は900となった。そのなかで、最短経路探索を行ったゾーン間に該当するのは、50ODゾーン間であり、全体の6%弱である。プローブからの車両の経路データが占める割合が高く、再現精度の向上が期待できると考えられる。

### (3) その他

観測リンク交通量は、2003年11月26日に行った松山交通量調査を用いた。この調査は272リンクについて10分間隔の交通量が観測されている。

### (4) シミュレーション実行後の再現性の検証

シミュレーション値と観測値のリンク交通量の比較を行った。図6に観測値とシミュレーション値の相関関係を示す。245箇所、24時間帯(6:00~10:00)の10分間隔の計5880点で比較を行った。相関係数は0.68であった。シミュレーション値のほうが観測リンク交通量に比べて小さい値となる傾向が見られた。10分間ごとと短時間のリンク交通量の比較のため全体的に再現性が悪くなったと考えられる。

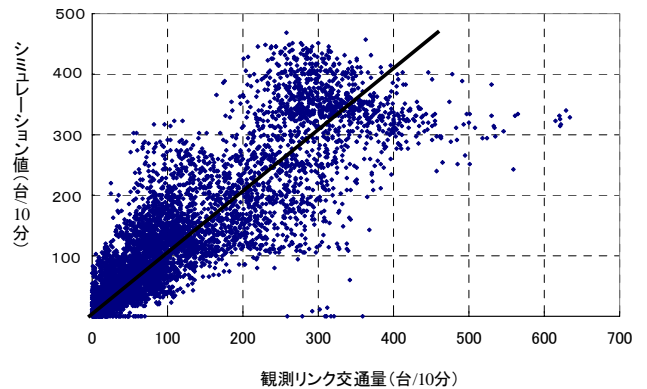


図-6 観測値とシミュレーション値の相関関係

## 6. まとめ

プローブパーソン調査の経路データを用いたOD推定が可能になった。今後は、最短経路探索の場合との比較を行い、経路データの有用性について証明し、経路データをセントロイドやネットワークの決定方法と組み合わせた上でさらに再現性の向上を図りたい。

### 参考文献

- 1) 小根山裕之, 桑原雅夫: 路側観測交通量からの時間変化するOD交通量の推定, 交通工学, Vol. 32, No. 1, pp. 5-16, 1997.
- 2) 加藤 義昭, 小川 祐亮, 藤井 聡, 菊地 輝, 北村 隆一: 交通流シミュレータDEBNetSを利用したOD推定アルゴリズムの開発と検証, 第2回ITSシンポジウム, pp. 315-320, 2003.
- 3) 中西雅一, 羽藤英二: プローブパーソンデータによる経路選択モデルのパラメータ推定, 第29回土木計画学研究発表会(春)講演集(発表予定), 2004.