

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*

A Study of Origin-Destination Estimation for Route Choice Model*

北岡広宣**・寺本英二***・小根山裕之****・桑原雅夫*****

By Hironobu KITAOKA**・Eiji TERAMOTO***・Hiroyuki ONEYAMA****・Masao KUWAHARA*****

1.はじめに

交通渋滞低減，環境改善のための交通対策や様々なITS 技術を導入した際の効果予測など，実際の道路での評価が困難な場合に交通流シミュレーションを用いた評価が有効である。我々はこれまでに，広域交通流を対象とする様々な施策評価が可能な交通流シミュレータ NETSTREAM(NETwork Simulator for TRaffic Efficiency And Mobility)^{1),2)}を開発した。交通流シミュレーションにより交通状況を予測するためには，入力データとして OD 交通量が必要である。OD 交通量は，対象地域が広域であるときは調査が困難であり，道路交通センサなどの統計資料をもとに作成するが，アンケート調査による推計値のため，実際の交通需要に対して誤差が大きい。

我々は，広域を対象とした交通状況の予測精度向上を目的として，車両感知器や交通量調査により得られる交通量などの観測値と，交通流計算で得られる計算値とが一致するOD交通量を推定する手法を開発³⁾した。本手法では，交通流シミュレーションによって交通状況を求めることにより，交通状況変化による経路選択行動の変化を考慮している。しかし，交通流計算では経路選択行動の違いによって交通状況の再現性も異なるため，本手法によるOD交通量の推定精度は，交通流計算モデルで用いている経路選択モデルにも依存していることが考えられる。そこで本報告では，経路選択モデルのパラメータの違いによる，OD交通量推定結果の違いを考察した。

2. OD交通量推定の手法

*キーワード：交通シミュレーション，OD 交通量，ロジットモデル，経路選択

** 正員，工修，株式会社豊田中央研究所
(愛知県長久手町横道 41-1，TEL:0561-63-6290，
E-mail:kitaoka@mosk.tytlabs.co.jp)

*** 正員，株式会社豊田中央研究所

**** 正員，工博，国土技術政策総合研究所

*****正員，Ph.D，東京大学国際・産学共同研究センター

図1にOD交通量推定の概要を示す。道路ネットワークデータ，信号データ，OD交通量データなどを入力し，交通流計算モデルによって各リンクの交通量，旅行時間などの交通状況を求める。そして，求められた交通量などの計算値と観測値とを比較し，両者が一致

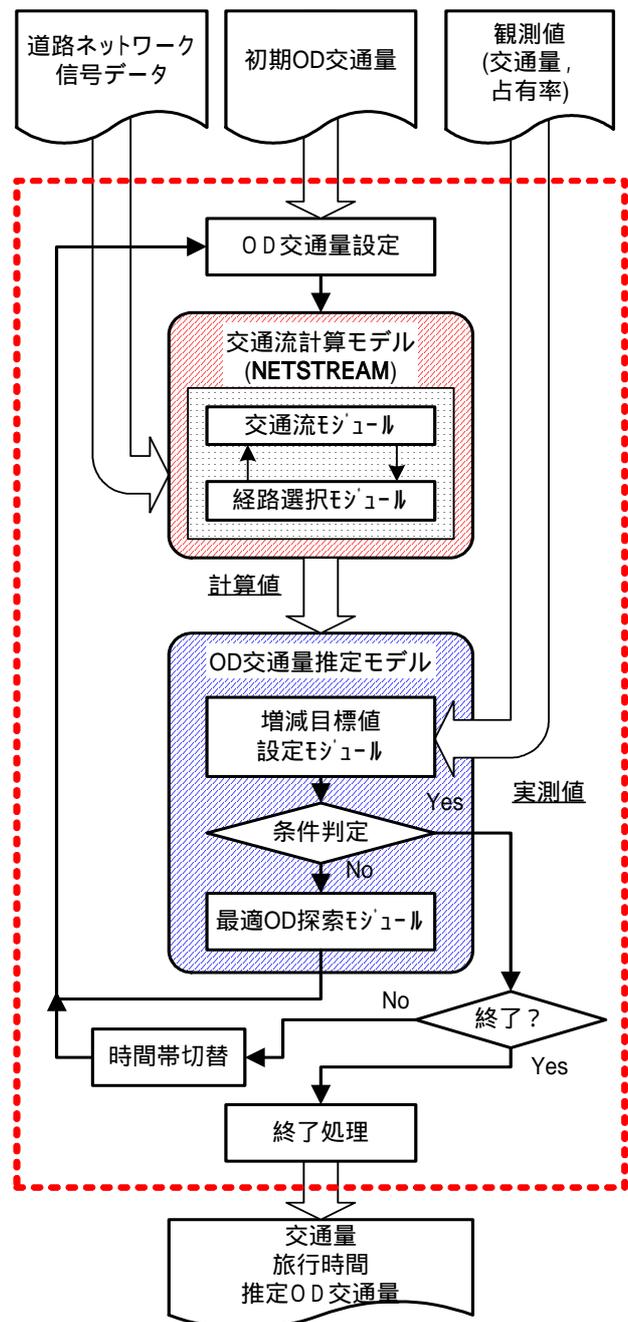


図1 OD交通量推定の概要

するようなOD交通量を探索する。OD交通量が変化することによって交通状況も変わるため、探索したOD交通量を入力値として、再度交通流計算を行う。このように交通流計算とOD交通量推定を交互に繰り返すことで、交通状況変化による経路選択行動の変化を考慮できる。

2-1.交通流計算モデル

交通流計算モデルでは、我々がこれまでに開発した広域の交通状況が計算可能なマクロ交通流シミュレータ NETSTREAM を用いる。

(a)交通流モジュール

NETSTREAM は、個々の車両に対して、リンク毎に定義される交通流特性に基づいて、ある時刻の車頭距離 S から各車の速度 V を求めて、スキャンインターバルに走行する距離だけ車両を順次移動させる。車頭距離 S は車両密度 K の逆数であり、速度 V は車両密度 K の関数として Greenshields の関数式⁴⁾を用いて式(1)で求める。

$$V = V_f(1 - K/K_j) \quad \dots (1)$$

ここで V_f は車両密度が 0 のときの自由走行速度、 K_j は速度が 0 となる最大車両密度であり、リンクの交通容量を Q_c とすると K_j および V_f は式(2)の関係となる。

$$Q_c = (K_j/2) \times (V_f/2) \quad \dots (2)$$

これらの関係を図 2 に示す。

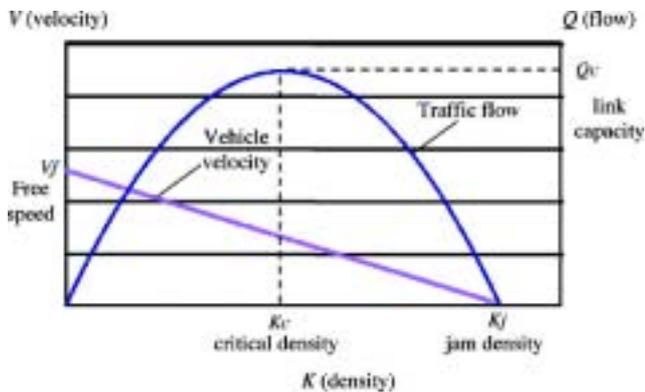


図 2 車両密度，速度，交通量の関係

(b)経路選択モジュール

車両は、OD 交通量データで与えられる出発地 (Origin)，目的地 (Destination) に対して、予め複数の候補経路を作成し車両発生時にどの経路を走行するかを選択する。この経路選択は、交通流計算モデルから出力される各リンクの旅行時間を基にロジットモデルに従って決定される。

この選択確率は、ある OD 間の候補経路数が n である時、 $k(1 \leq k \leq n)$ 番目の経路の旅行時間を $t_k[\text{min.}]$ とす

ると k 番目の経路が選択される確率 P_k は式(3) で表される。

$$P_k = \frac{\exp(-t_k)}{\sum_{i=1}^n \exp(-t_i)} \quad \dots (3)$$

なお、 θ はパラメータで旅行時間の変化に対する経路選択確率の感度を表す。図 3 に NETSTREAM でのロジットモデルの感度パラメータ 毎の 2 経路間の旅行時間差と経路選択確率との関係を示す。

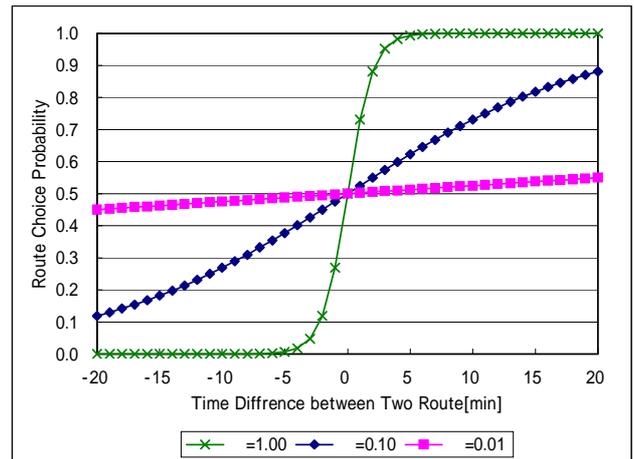


図 3 旅行時間差と経路選択確率の関係

2-2.OD 交通量推定モデル

(a)増減目標値設定モジュール

観測リンクでの交通量の計算値が観測値と比較して誤差がある場合は、誤差が減少するようにそのリンクを通過する OD 交通量を修正するための目標となる交通量を増減目標値として設定する。本手法では交通量の 2 値性を考慮して、計算値と観測値がそれぞれ自由流領域または渋滞流領域であるかの組み合わせによって、増減目標値設定する。

(b)最適 OD 探索モジュール

本手法では、GA(Genetic Algorithm：遺伝的アルゴリズム)を用いて、膨大な組み合わせの中から最適な OD 交通量を短時間で効率的に探索する。本手法においては、GA の遺伝子を各 OD 交通量の変化量とし、各個体の優秀度合いを表す適応度は OD 交通量の変化に応じた増減目標値との距離とする。

3.実験

交通流計算では、経路選択行動の違いによって、求められる交通状況が異なる。本方式では交通流計算モデルによって交通状況を求めているため、経路選択行動の違いはOD交通量推定の精度やそれを使って予

測する交通状況の精度にも影響を与えることが考えられる。よって、これを調査するために実験を行った。

3-1.実験方法

実験は、経路選択モデルであるロジットモデルの感度パラメータを変えて、によるOD交通量の推定精度の違いを評価した。手順は以下の通りである。

ネットワークと真値とするOD交通量を用いて、観測値を求める。

誤差を与えた初期OD交通量を入力値として、を変えた条件でOD交通量を推定する。

推定したOD交通量を入力値として、リンク交通量、リンク旅行時間の計算値を求め、観測値と比較する。

図4に評価ネットワークを示す。評価ネットワークは、リンク数:74、ノード数:27、信号:10、セントロイド:11である。リンク長、リンク容量、最大車両密度は、全リンクともそれぞれ1000[m]、1800[veh/h]、140[veh/km]に設定した。計算対象時間帯は3時間とした。OD交通量は、100ペア、15分間隔で乱数を用いて作成し、交通流計算モデルに入力しグリッドロックなどが発生しないことを確認して、このOD交通量を真値と設定した。また、各ODペアに対して3~8の候補経路を与

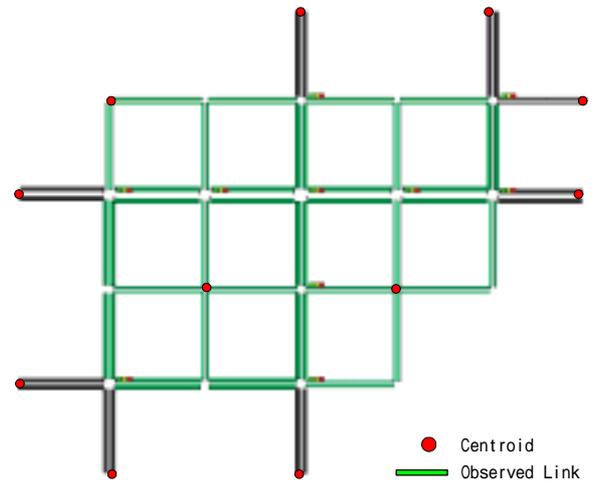
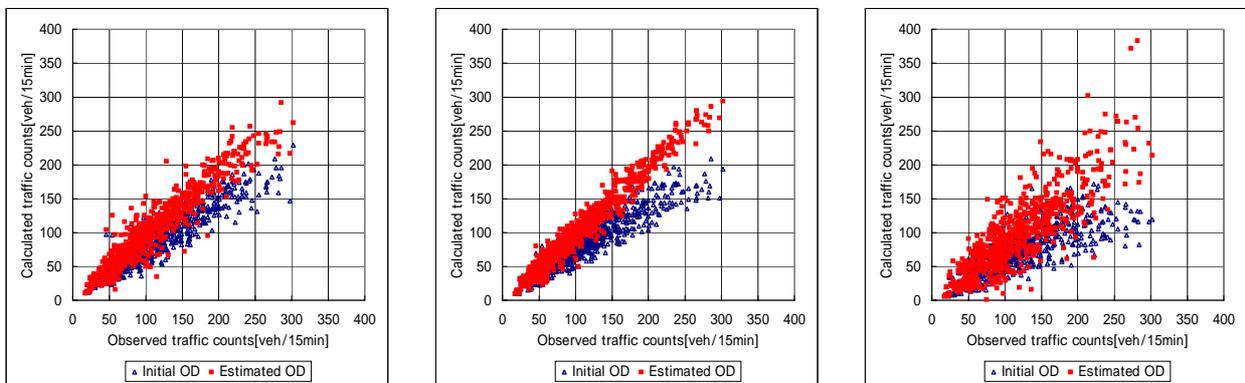


図4 評価ネットワーク

え、リンク旅行時間を基にしたロジットモデルで、感度パラメータに応じて経路選択させる。

全74リンク中58リンクを観測リンクとし、真値のOD交通量を用いて $\theta = 0.10$ の時のリンク交通量、時間占有率の計算値を観測値とした。

誤差を含んだ初期OD交通量は、真値のOD交通量に対してランダムに0.5~1.0倍した交通量を設定した。この初期OD交通量を入力値として、をそれぞれ0.01、

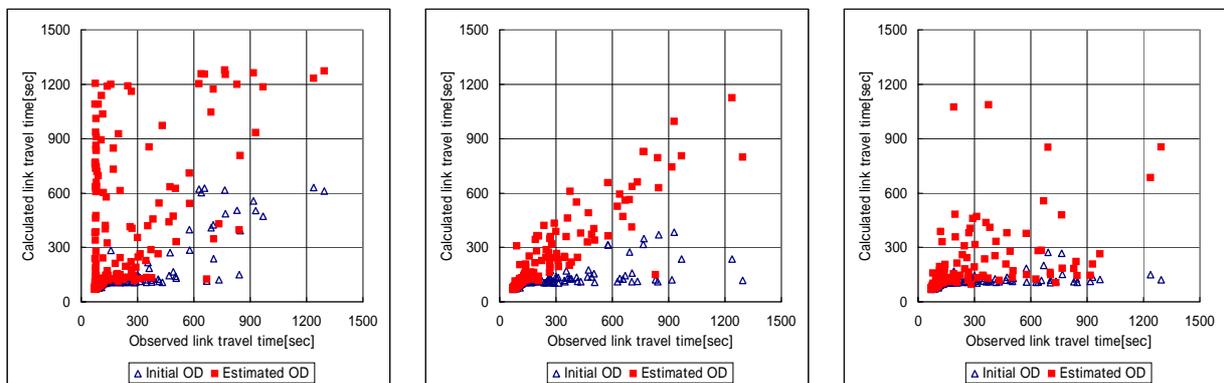


$\theta = 0.01$

$\theta = 0.10$

$\theta = 1.00$

図5 による時間帯別リンク交通量の観測値と計算値の比較



$\theta = 0.01$

$\theta = 0.10$

$\theta = 1.00$

図6 による時間帯別リンク旅行時間の観測値と計算値の比較

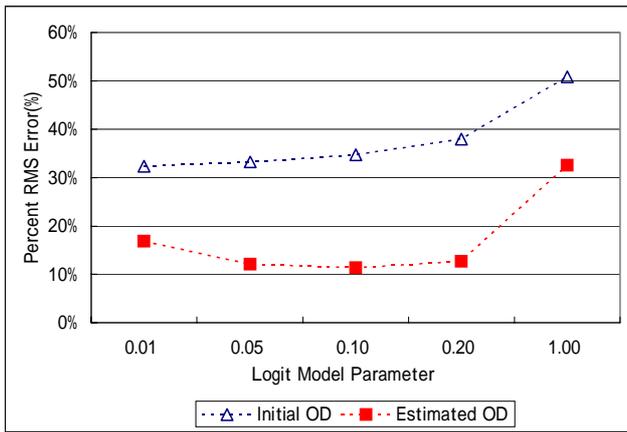


図7 によるリンク交通量の%RMS 誤差

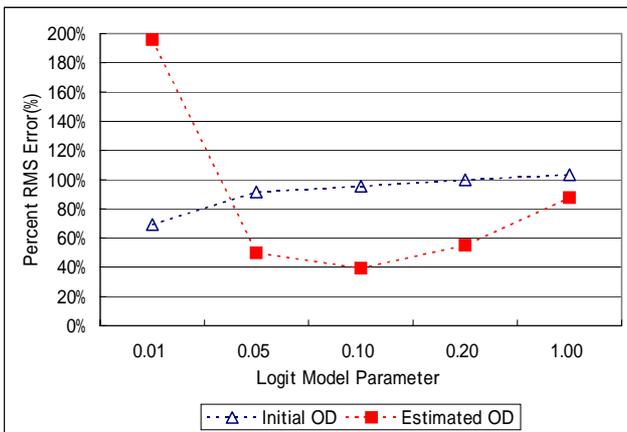


図8 によるリンク旅行時間の%RMS 誤差

0.05, 0.10, 0.20, 1.00と設定した場合でOD交通量推定を実施した。

3-2.実験結果

(a)リンク交通量，リンク時間の比較

図5に $\alpha=0.01, 0.10, 1.00$ の場合の時間帯別リンク交通量の観測値と計算値の比較を示す。図6に $\alpha=0.01, 0.10, 1.00$ の場合の時間帯別リンク旅行時間の観測値と計算値の比較を示す。

- ・ $\alpha=0.10$ の場合 リンク交通量，リンク旅行時間とも良く一致している。特に，初期 OD 交通量では再現できていない 1200 秒程度の渋滞を良く再現している。
- ・ $\alpha=0.01$ の場合 リンク交通量は良く一致しているが，リンク旅行時間は初期 OD 交通量よりも誤差が大きくなっている。これは，旅行時間差による感度が低いため均等な配分に近く，交通状況が変化しても経路選択確率の変化が少ないため，OD 交通量推定モデルでの探索結果通りにリンク交通量は再現されるが，渋滞が発生し旅行時間が増加している経路にも配分され，さらに渋滞が激しくなっていることが考えられる。
- ・ $\alpha=1.00$ の場合 リンク交通量，リンク旅行時間ともあまり一致していない。これは，旅行時間差による

感度が高いため，交通流計算と OD 交通量推定の繰返し計算毎で，交通状況の変化が大きすぎるハンチング現象が発生していることが考えられる。

(b)誤差の比較

図7に， $\alpha=0.01, 0.05, 0.10, 0.20, 1.00$ の場合の時間帯別のリンク交通量の計算値と観測値の%RMS誤差を示す。図8に， $\alpha=0.01, 0.05, 0.10, 0.20, 1.00$ の場合の時間帯別のリンク旅行時間の計算値と観測値の%RMS誤差を示す。リンク交通量，リンク旅行時間とも $\alpha=0.10$ で誤差が最も小さくなり， $\alpha=0.10$ に近い $\alpha=0.05, 0.20$ の場合でも同程度の誤差でOD交通量が推定されている。しかし， $\alpha=0.10$ から離れるに従い， $\alpha=0.01, 1.00$ では誤差が大きくなっている。

以上の調査により，本方式のOD交通量推定の精度は，交通流モデルの経路選択モデルのパラメータの影響があり，精度を向上するためには α に適切な値を設定する必要があることが明らかになった。

4.まとめ

我々が開発した OD 交通量推定手法では，交通流シミュレーションによって交通状況を計算することにより，経路選択行動の変化を考慮している。よって，OD 交通量推定による交通状況の予測精度は，交通流計算モデルの経路選択モデルにも依存していることが考えられる。そのため，経路選択モデルによる OD 交通量推定の予測精度に対する影響を考察した。

実験の結果，OD交通量推定の精度は，交通流モデルの経路選択モデルのパラメータの影響があることが明らかになった。よって，より精度向上を目指すためには，OD交通量推定の過程で経路選択モデルのパラメータを推定することも必要となる。

今後，ロジットモデルの感度パラメータの推定も含めたOD交通量推定手法の開発を目指す。

参考文献

- 1) 平子，馬場，寺本：“交通情報システム評価用広域交通流シミュレータ”，第16回交通工学研究発表会論文報告集，pp.97-100，1996.
- 2) 寺本，北岡，馬場，棚橋：“広域交通流シミュレータNETSTREAM”，第22回交通工学研究発表会論文報告集，pp.133-136,2002.
- 3) 北岡，寺本，小根山，桑原：“OD交通量推定手法による現況再現”，土木計画学研究・講演集，No.25，CD-ROM，2002.
- 4) 佐々木綱，飯田恭敬：交通工学，(1992)，126-127，国民科学社