

OD交通量推定手法による現況再現 Reproduction of Traffic Condition Based on Estimation of Origin-Destination Flow

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タ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**(**NET**work **S**imulator for **T**raffic **E**fficiency **A**nd **M**obility)¹⁾を開発した。**NETSTREAM** を用いて評価を行う際，対象とする地域における施策実施前の交通状況を精度良く再現する必要がある。交通状況再現を行うためには実測調査を行う必要があるが，対象地域が広域であるときは全ての道路を調査することは困難である。

そこで従来では，広域を対象とした交通状況再現にはアンケート調査等で求めた OD 交通量を，対象とする道路ネットワーク上に均衡配分を行うという交通均衡的手法が多く用いられてきた²⁾。しかしながら，現実の交通状況は必ずしも均衡状態であるとは言えないため，再現された交通状況が実際の状況と大きく異なり高精度な再現を行うことが難しい。

一方，観測交通量と一致するように OD 交通量を推定^{3),4)}し，シミュレータ上で高精度な交通状況再現を行う方法もある。その場合，経路選択率を求

めるため，各道路の旅行時間やその時間変化が必要となる。しかし，広域を対象とした一般街路では旅行時間の観測は困難である。

我々は，現況再現精度の向上を目的として，車両感知器や交通量調査により得られる実測値と，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した。本手法の特徴を以下に示す。

- 交通流計算によって旅行時間やその時間変化を求めるため，OD 交通量が増加することによる交通状況変化に応じた経路選択行動を反映できる。
- 評価指標として交通量を用い，自由流領域と渋滞流領域での交通量の 2 値性を考慮しているため，特に渋滞時の再現性向上が計れる。
- 最適な OD 交通量の推定に GA を用いており，高速で高精度な推定が可能である。

最後に，開発した手法の有効性確認のため，愛知県豊田市全域を対象とした現況再現に適用し，本手法により現況再現精度の向上が可能であることを示す。

2．OD交通量推定の手法

図 1 に OD 交通量推定の概要を示す。ノード・リンクなどを表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，求められた計算値と実測値とを比較し，計算値と実測値の交通量が一致するような OD 交通量を探索する。OD 交通量が増加することによって交通状況も変わるため，探索結果をもとに OD 交通量を修正後，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率の変化を考慮できる。

キーワード：交通シミュレーション，OD 交通量，交通状況再現

* 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:0561-63-62901，
E-mail:kitaoka@mosk.tytlabs.co.jp)

** 正員，株式会社豊田中央研究所

*** 正員，工修，東京大学助手 生産技術研究所

**** 正員，Ph.D，東京大学教授 生産技術研究所

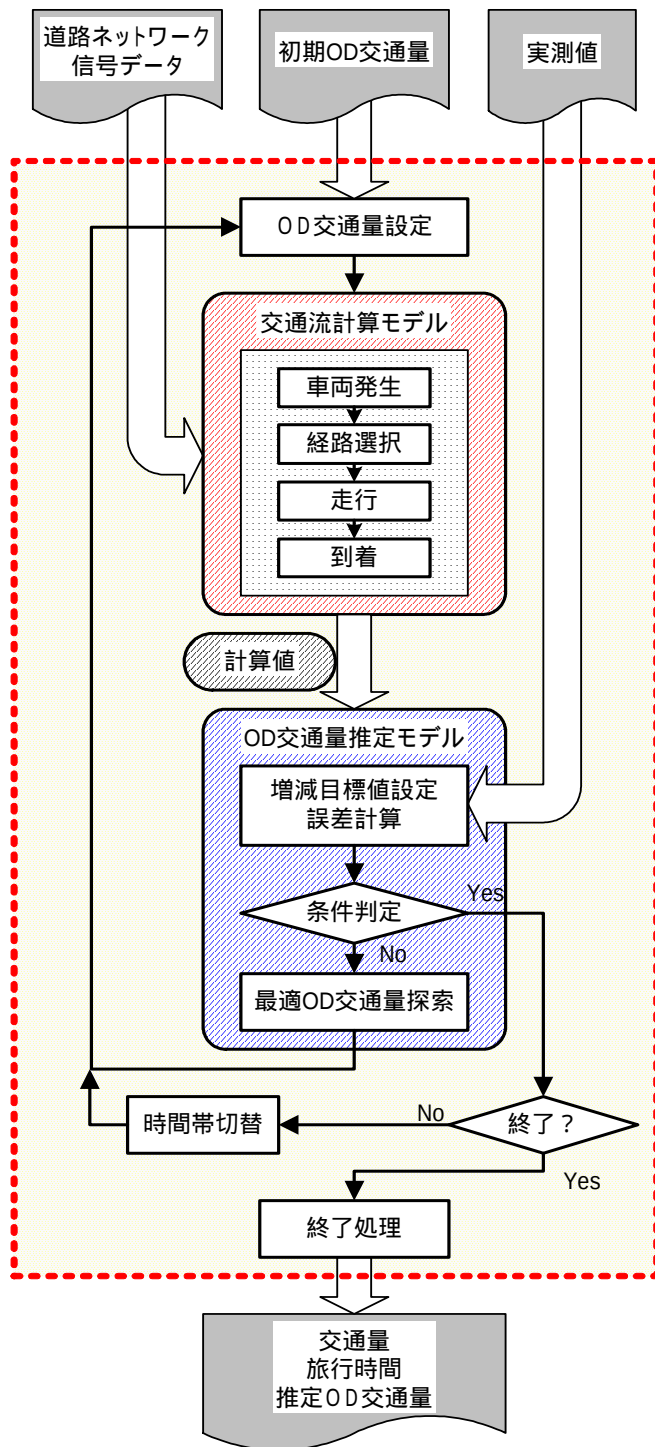


図1 OD交通量推定の概要

(1) 交通流計算モデル

交通流計算モデルでは、交通流シミュレータ NETSTREAM により、OD 交通量データを基に車両を発生させる。各車両の経路は、予め複数の候補経路を作成しておき、リンク旅行時間を基にロジットモデルに従って発生時に確率的に決定される。個々の車両の移動は、前車との車頭距離などから自車の速度を決定する追従モデルとなってい

る。各リンクでは、通過した車両の OD ペア、発生時間、経路選択率などを記録し、オンラインで OD 交通量推定モデルに渡される。

(2) OD 交通量推定モデル

(a) 増減目標値設定

観測リンクでの交通量の計算値が実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。

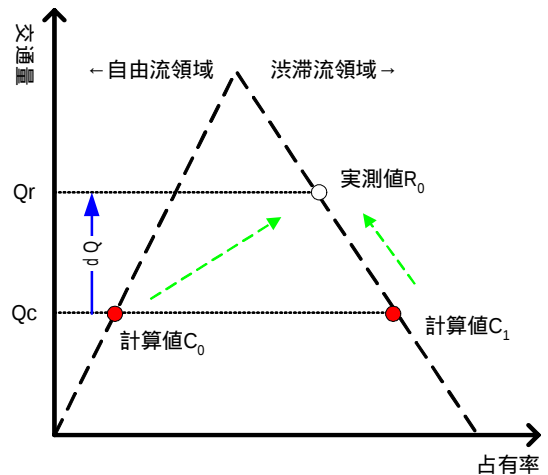


図2 計算値と実測値の例

図2に計算値と実測値の例を示す。ここで、図2では実測値 R_0 と計算値 C_0, C_1 との交通量の差 dQ を求めると

$$dQ = Q_r - Q_c \quad \dots (1)$$

である。計算値 C_0 の場合は、交通量が dQ だけ増加すると通過する交通量は増えるが、渋滞流領域である実測値 R_0 と一致するとは限らない。また、計算値 C_1 の場合は混雑している交通状況に更に交通量が増えることで、交通の流れが悪くなり逆に通過する交通量は減少する。よって、本手法では計算値と実測値がそれぞれ自由流領域または渋滞流領域であるかによって、修正の目標値となる増減目標値を実測値と計算値の領域の組み合わせで設定する。表1に設定する増減目標値を示す。

表1 設定する増減目標値

		計算値	
		自由流領域	渋滞流領域
観測値	自由流領域	dQ	$-\alpha$
	渋滞流領域	α	β

K-Q特性はリンクにより異なるため、 α 、 β はリンク固有の値となるが、これを詳細に設定するためには、詳細なK-Q特性の把握が前提であり、そのために長期の実測データが必要である。これらの入手や観測が困難な場合は、各リンクでK-Q特性は一樣とみなし、平均的なK-Q特性を基に簡易的に

$$\begin{aligned}\alpha &= |dQ| \\ \beta &= -dQ\end{aligned}\quad \dots (2)$$

と設定できる。

(b) 最適 OD 交通量探索

各リンクの増減目標値を満足するOD交通量の変化量を探索する。豊田市の現況再現を例に挙げると、1つの時間帯で探索対象となるODペア数は約10000ペアであり、仮に各ODペアの探索の範囲を-1, 0, +1台の3通りとしても組み合わせとして $3^{10000}=1.6 \times 10^{4771}$ 通りあり、全探索は困難である。有限な時間内で精度の向上を図るには、少ない組み合わせの中で効率的に探索できる手法が必要である。

本手法では、最適OD交通量の探索を短時間で効率的に行う方式としてGA(Genetic Algorithm: 遺伝的アルゴリズム)⁵⁾を用いた。GAは最適化問題などにおいて良好な解を探索する場合などに広く利用されている。本手法ではGAの遺伝子を各OD交通量の変化量とした。OD交通量の変化によるリンクの交通量変化値 ΔQ_L は

$$\begin{aligned}\Delta Q_L &= \sum_{i=0}^w (\Delta V_i \times P_{iL}) \\ \Delta V_i &: OD \wedge \bar{f}_i \text{のOD交通量の変化量} \quad \dots (3) \\ P_{iL} &: OD \wedge \bar{f}_i \text{がリンク} L \text{を通過した確率}\end{aligned}$$

で表される。ここで P_{iL} は交通流計算により求められる。各個体の優秀度合いを表す適応度 f は、交通状況の一致度合いとして

$$\begin{aligned}f &= \sqrt{\sum_{j=0}^L (\Delta Q_j - \Delta T_j)^2} \\ \Delta Q_j &: \text{リンク} j \text{の交通量変化値} \quad \dots (4) \\ \Delta T_j &: \text{リンク} j \text{の増減目標値}\end{aligned}$$

とした。

3. 本手法の有効性の確認

本手法の有効性を確認するため、中規模都市である愛知県豊田市全域を対象としてOD交通量を推定し、初期OD交通量、推定したOD交通量を用いた

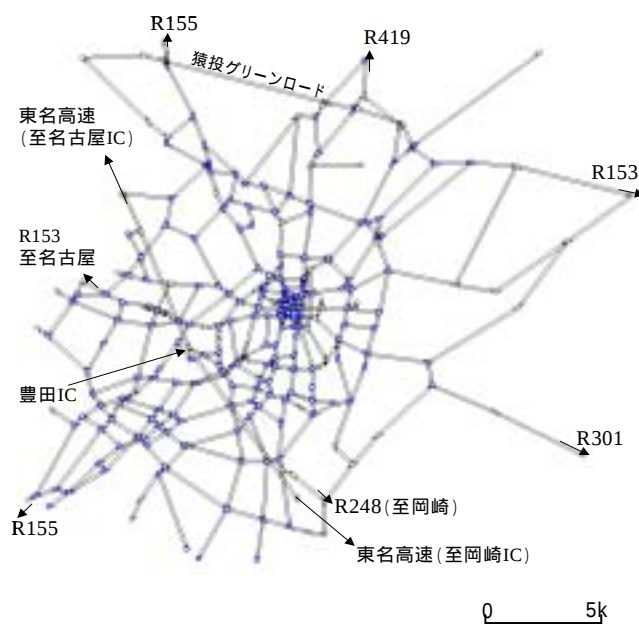


図3 愛知県豊田市道路ネットワーク

場合のシミュレーションによる計算値を求め、地点交通量調査によるリンク交通量と測定車による路線の旅行時間に関して実測値と計算値を比較し検証した。

シミュレーション対象の道路ネットワークを図3に示す。ノード数は307、リンク数は932、信号数は198である。対象時間帯は平日の6:00~10:00である。OD交通量の初期値は「第3回中京都市圏パーソントリップ調査」データ(1991年)を基に、別途推計された30分単位での時間帯別OD交通量を用いた。

OD交通量推定に用いる実測データには、2001年6月中旬に実施した交通調査データを用い、豊田市内主要交差点27地点で実施した地点交通量調査データを基に、168リンクについて15分単位の交通量を実測値とした。占有率については実測値が無いため、同日に実施した主要13路線の測定車による旅行時間調査データを基に、各路線の区間平均速度を求め、上記168リンク中、区間と重なる47リンクについて、平均速度が10km/h以下の区間を渋滞領域、それ以外を自由流領域として、15分単位で渋滞/非渋滞を設定した。それ以外のリンクは全て自由流領域として扱った。

計算は、GAによる探索を1回当たり40000世代まで行い、1つの時間帯あたりで交通流計算とOD交通量推定を16回繰り返し、誤差が最小となる回数の値を最適解とした。処理時間は、Pentium4プロセ

ッサ2GHzを用いて約8時間である。

初期OD交通量を用いた場合と推定したOD交通量を用いた場合の観測リンクにおける交通量の実測値と計算値の比較を図4に示す。相関係数0.94, PRMSE20.6%と高い精度で交通量を再現しているこ

初期 OD 交通量 : 相関係数:0.83 PRMSE:35.9%

推定 OD 交通量 : 相関係数:0.94 PRMSE:20.6%

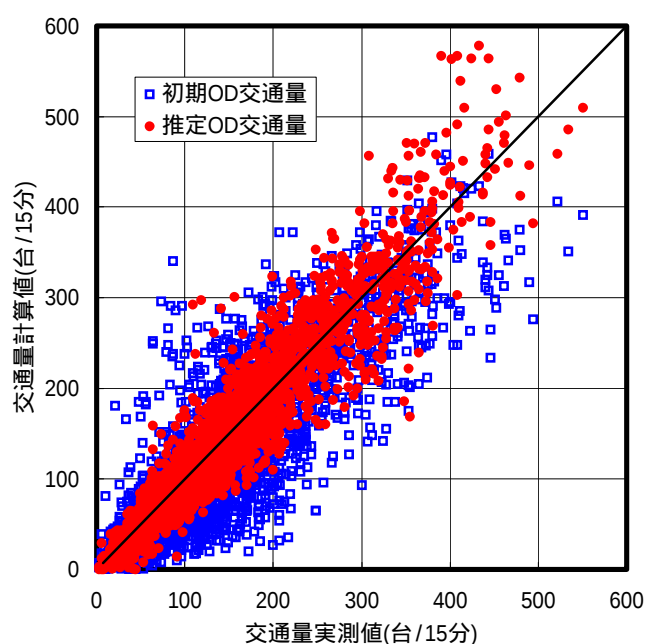


図4 交通量の実測値と計算値

初期 OD 交通量 : 相関係数:0.67 PRMSE:41.5%

推定 OD 交通量 : 相関係数:0.85 PRMSE:24.3%

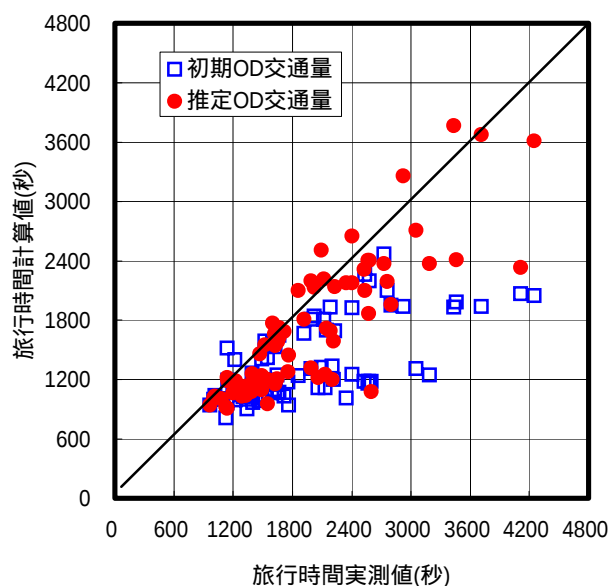


図5 旅行時間の実測値と計算値

とがわかる。また旅行時間調査6ルートについて測定車の旅行時間の実測値と計算値の比較を図5に示す。旅行時間においても相関係数0.85, PRMSE24.3%と高い精度で再現している。特に旅行時間が3600秒程度かかる渋滞状況でも良好に再現している。

4. まとめ

現況再現精度の向上を目的として、車両感知器や交通量調査により得られる交通量の実測値と、交通流計算で得られる交通量の計算値とが一致するOD交通量を推定する手法を開発した。

本手法を愛知県豊田市に適用した結果、交通量、旅行時間を精度良く再現できるOD交通量を推定できることが確認できた。特に渋滞時の旅行時間の再現性が向上することが確認できた。今後、本手法を適用して各種交通施策評価を行う。

謝辞

豊田市現況再現にあたり、豊田工専 荻野弘教授、国土交通省中部地方整備局、愛知県警察、豊田市、(財)豊田都市交通研究所、トヨタ自動車(株)で構成される豊田市交通シミュレーション研究会よりデータの提供や貴重な助言を頂いた。さらに、豊田中央研究所 ITSモデリング・評価メンバー各位の多大な協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

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) 宮城, 浅井, 岡: “フレックスタイム制導入に伴う道路交通環境変化のネットワークシミュレーション分析”, 交通工学, Vol.31, No.1, pp.35-43, 1996.
- 3) 楊, 飯田, 佐佐木: “ネットワーク均衡に基づくODマトリックス推計法と誤差限界”, 交通工学, Vol.27, No.2, pp.17-25, 1992.
- 4) 小根山, 桑原: “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.2, pp.5-16, 1997.
- 5) 日本ファジィ学会編: “遺伝的アルゴリズム”, 朝倉出版, 1995.