

観測時間交通量に基づいた日OD交通量から時間帯別OD交通量の推計*

Estimating time-of-day O-D flow from day O-D flow using traffic counts*

松本幸正**・藤田素弘***・松井寛****・棚橋巖*****・國見均*****

By Yukimasa MATSUMOTO**, Motohiro FUJITA***, Hiroshi MATSUI****, Iwao TANAHASHI***** and Hitoshi KUNIMI*****

1. はじめに

交通施策評価や環境影響評価などでは交通需要が集中するピーク時間帯の分析が不可欠であり、交通需要を時間軸上で分析する必要性が高まっている。そのような中、時間帯別利用者均衡配分¹⁾は時間帯別の交通量推計に適した手法であることから、現在では広く用いられるようになってきている。

しかしながら、時間帯別利用者均衡配分の理論的枠組みは構築されたものの、実際の運用面では幾つかの課題が残されている。特に、交通量の推計精度に大きな影響を及ぼすと考えられる時間帯別のOD交通量は、精度の高い観測値を得ることは困難であり、入手可能な限られた各種観測データを用いて推計せざるを得ないのが現状である。

そこで本研究では、時間帯別OD交通量を日OD交通量と観測時間交通量のデータを基にして、簡便に推計するための方法を示し、東京圏のデータを用いて実際に推計した結果について報告する。

2. 時間帯別OD交通量の推計モデル

本研究では、松本²⁾によって示された時間帯別OD交通量の推定手法を用いる。ただし、実務面を考慮して、先験確率は既知の一定値として与え、日OD交通量も不変とした。この手法は、対象地域の日OD交通量と時間帯別の観測リンク交通量が入手可能な場合に適用可能であり、対象地域に仮想スク

リーンラインを設定し、そのスクリーンラインの時間断面交通量に基づいて、日OD交通量を時間帯別OD交通量に分割する手法である。

本研究で用いた時間帯別OD交通量の推計モデルは、同時生起確率最大化問題として以下のように定式化される。

$$\max_{x_{ij}(t)} \prod_i \prod_j \frac{\hat{a}_{ij}!}{\prod_t x_{ij}(t)!} \prod_t (\hat{\gamma}_{ij}(t))^{x_{ij}(t)} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i \sum_j \delta_{ij}^k x_{ij}(t) = \hat{S}_k(t) \quad (2a)$$

$$\sum_t x_{ij}(t) = \hat{a}_{ij} \quad (2b)$$

ここで、記号 \wedge は与件であることを表し、各変数の意味は以下のようである。

\hat{a}_{ij} : ゾーン*i-j*間の日OD交通量

$x_{ij}(t)$: 時間*t*のゾーン*i-j*間の時間帯別OD交通量

$\hat{\gamma}_{ij}(t)$: 時間*t*のゾーン*i-j*間の時間帯別OD交通量の先験確率

δ_{ij}^k : ゾーン*i-j*間のODがスクリーンライン*k*を横切るとき1、その他0となるダミー変数

$\hat{S}_k(t)$: 時間*t*のスクリーンライン*k*の時間断面交通量

スクリーンラインの時間断面交通量は、観測値がある場合にはその値を用いればよいが、スクリーンライン上の幾つかの点での地点観測値のみが入手可能な場合には、その観測値の時間交通量に基づいてスクリーンラインの時間比率を算出し、日OD交通量を用いて以下のように算出する。

$$S_k(t) = \hat{p}_k(t) \sum_i \sum_j \delta_{ij}^k \hat{a}_{ij} \quad (3)$$

ここで、 $\hat{p}_k(t)$ は時間*t*のスクリーンライン*k*の時間比率である。

制約条件にラグランジェ乗数 $\lambda_k(t)$ 、 μ_{ij} を導入し、式(1)の目的関数の対数から成るラグランジェ関数

*キーワード：交通分布，ネットワーク交通流，交通量計測

**正員，博(工)，名城大学理工学部建設システム工学科

(名古屋市天白区塩釜口1-501, Tel:052-832-1151,

E-mail:matumoto@civil.meijo-u.ac.jp)

***正員，工博，名古屋工業大学都市循環システム工学専攻

****正員，工博，名城大学理工学部建設システム工学科

*****非会員，(財)石油産業活性化センターJCAP推進部

((株)豊田中央研究所からの特別調査研究員)

*****非会員，工博，(財)石油産業活性化センターJCAP推進部

の一次の必要十分条件から以下が得られる．

$$x_{ij}(t) = \hat{\gamma}_{ij}(t) e^{\sum_k \lambda_k(t) \delta_{ij}^k} e^{\mu_{ij}} \quad (4)$$

$$\lambda_k(t) = \ln \frac{\hat{S}_k(t)}{\sum_i \sum_j \delta_{ij}^k \hat{\gamma}_{ij}(t) e^{\mu_{ij}} e^{\sum_{n \neq k} \lambda_n(t) \delta_{ij}^n}} \quad (5)$$

$$\mu_{ij} = \ln \frac{\hat{a}_{ij}}{\sum_t \hat{\gamma}_{ij}(t) e^{\sum_k \lambda_k(t) \delta_{ij}^k}} \quad (6)$$

時間帯別 OD 交通量の推計値は，式(5)，(6)を収束条件が満たされるまで繰り返し計算したのち，求めたそれぞれの値を，式(4)に代入することにより求められる．

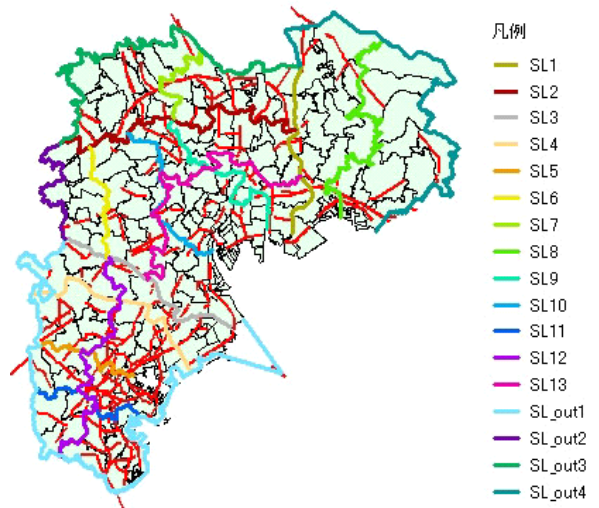


図 1 対象地域とスクリーンラインの位置

3. 東京圏における適用計算例

(1) 対象地域の概要

本適用計算の対象地域は，東京都心部および横浜，川崎市域を中心に，周辺領域を含む図 1 に示す地域とした．ゾーン区分はセンサスの B ゾーンを基本とし，ゾーン数は対象地域内が 227，対象地域外周が 104 の計 331 ゾーンである．

(2) 入力データの整備

時間帯別 OD 交通量の推計モデルの入力データとして，日 OD 交通量は平成 11 年度道路交通センサスで作成された B ゾーンの日 OD 交通量を用いた．時間帯別 OD 交通量の先験確率は，得られるデータの都合上，時間帯別の集計が可能であった第 4 回東京都市圏 PT 調査データを用いて算出した．

スクリーンラインの時間比率については，観測値が得られなかったため，対象地域に仮想的なスクリーンラインを設定し，センサスの交通量データから算出することにした．スクリーンラインは，センサスの 24 時間観測リンクの存在位置を考慮して先の図 1 に示すように 17 本設定した．スクリーンラインの時間比率は，スクリーンラインを横切るリンク交通量を加重平均して算出した．

図 2 は乗用車のスクリーンラインの時間比率の例を示している．図から，スクリーンラインの設定位置によって時間変動パターンが異なっていることがわかり，この変動の差異が時間帯別 OD 交通量の推計値に反映されることになる．

OD ペアごとの通過スクリーンラインの本数を調べた．その結果，日 OD 交通量が 0 台の OD ペアを

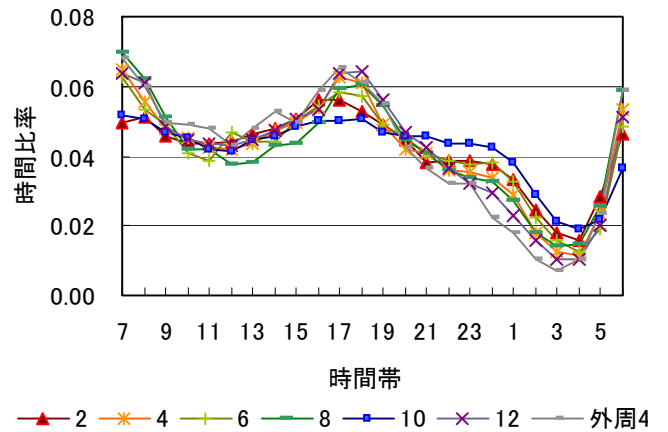


図 2 乗用車のスクリーンライン時間比率の例

除いた OD ペアのうち，乗用車，貨物車とも約 10%の OD ペアでスクリーンラインの通過本数が 0 本となった．したがって，これらの OD ペアは時間帯別 OD 交通量の推計に際し，スクリーンラインによって時間変動パターンが修正されることはなく，初期値として与えられる先験確率のままの推計値となる．同様に，ゾーン内々交通量もスクリーンラインを横切ることが無いため，スクリーンラインによる時間変動パターンの修正は不可能である．

(3) 先験確率の設定

本研究では，推計モデルの先験確率として，PT 調査によって集計された時間比率を用いるが，ゾーン区分が小さな場合には時間比率が存在しない OD ペアが多数存在し，その OD ペアには先験確率を与えることができない．そこで本研究では，対象地域内を大ゾーンで集計して 22 ゾーンとし，対象地域外はさらに集約して 9 ゾーンとした．

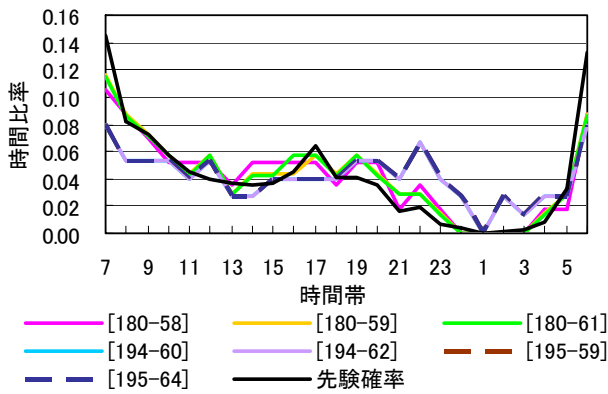


図3 推計時間帯別 OD 交通量の時間比率の例 (PT ベース)

しかしながら、集約したゾーンでも先験確率を与えられないODペアが存在したため、本研究では、以下に示す手順で先験確率を全ODペアに設定した。時間比率数が24時間分存在する場合は、その時間比率をそのまま与える。

ODペアの時間比率数が24時間分存在しない場合で、ピーク時(6-9, 16-19時)の計8時間帯に時間比率が存在する場合は、その時間比率をそのまま与える。ただし、時間比率が0の時間帯は、0.5台分を均等に割り振ることになる値を与えた。ピーク時(6-9, 16-19時)の計8時間帯に時間比率が存在しない場合は、そのODペアに隣接するゾーンで加重平均したものを与える。ただし、時間比率が0のときは、と同様に0補正を行う。先験確率は、の方法で80ODペア、で342ODペア、で539ODペアを設定した。

貨物車の先験確率については、貨物車に関する時間帯別の情報が入手できなかったため、対象地域内に存在するセンサス交通量の貨物車のデータを用いて加重平均により時間比率を算出し、それを全ODペアに等しく与えた。

(4) 推計結果

時間帯別OD交通量の推計結果の時間比率の一例として、図3に対象地域内間のODペアの乗用車の結果を示す。図より、初期値として与えた先験確率と求められた時間帯別OD交通量により計算された時間変動パターンは異なっていることがわかる。これは、仮想スクリーンラインの時間比率を反映した結果である。

図4に、推計された時間帯別OD交通量を用いて時

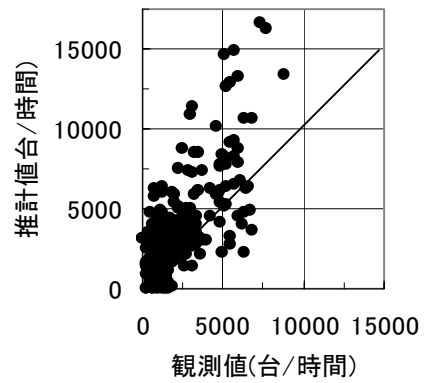


図4 時間帯別配分結果(8 時台, PT ベース)

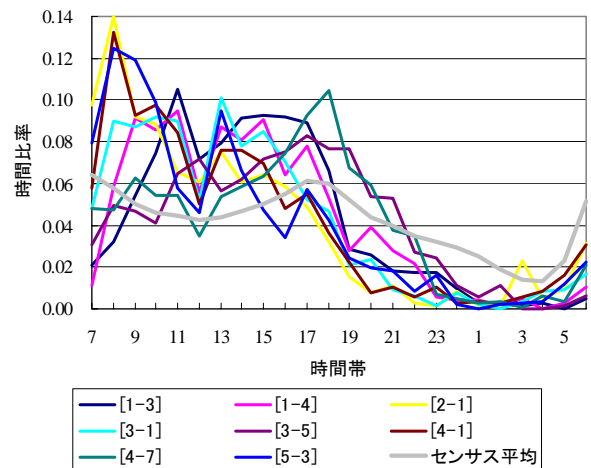


図5 OD ペアごとの時間比率の比較

時間帯別利用者均衡配分を行った結果のうち、8時台における観測リンク交通量と配分リンク交通量の関係を示す。この図から、リンク交通量の過大推計の傾向が読み取れる。この傾向は、前後の7時台や9時台においても同様に見られた。

推計リンク交通量の過大傾向の原因を探るため、PT調査によって集計されたODペアごとの時間比率とセンサス交通量によって集計された時間比率を比較したものが図5である。この図には、対象地域内間のODペアで、5万トリップ以上のODペアを示してある。センサス平均とは、対象地域内に存在する24時間観測リンクの時間交通量を加重平均して求めた時間比率である。

OD交通量と道路断面の交通量の時間比率の比較であるため、単純に比較することは難しいが、PT調査の変動パターンは夜間の割合が非常に小さく、センサス交通量の変動とはかなり異なる。逆に、ピーク時、特に8時台以降の昼間において、両者の間に大きなずれが存在していることがわかる。この

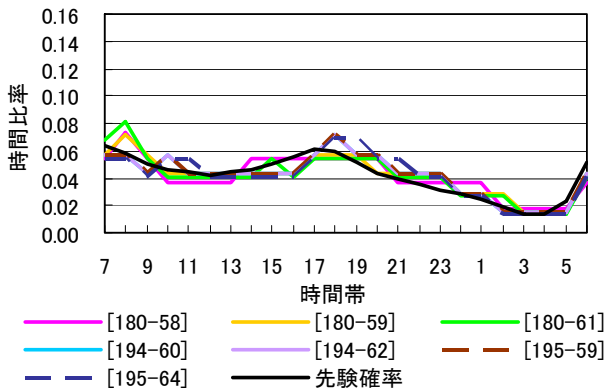


図6 推計時間帯別 OD 交通量の時間比率の例 (センサスペース)

PT調査による時間変動パターンとセンサ交通量の時間変動パターンの相違が、リンク交通量の過大推計の一要因であると思われる。

(5) センサスペース先験確率を用いた推計結果

PT調査から得られた時間比率を先験確率に与えた場合には、ピーク時間帯で過大推計傾向が見られた。そこで、対象地域内に存在する24時間観測リンクの時間交通量を加重平均して求めた時間比率を先験確率として与え、時間帯別OD交通量を推計した。

図6に推計結果の一例を示す。この場合も、仮想スクリーンラインの影響を受けて、先験確率とは異なる時間変動パターンを生み出していることがわかる。PT調査に基づいた時間帯別OD交通量の推計結果を示した図3と比較してみると、先験確率の与え方に依存し、ピーク時間帯の時間比率が減少していることがわかる。

ここで推計された時間帯別OD交通量を用いて時間帯別利用者均衡配分を行った結果を図7に示すが、PTベースの先験確率を与えた場合に比べて過大推計の傾向が改善されていることがわかる。

表1に、時間帯別OD交通量の求め方の違いによる時間帯別利用者均衡配分結果の比較としてRMS誤差の値を示してある。「PT全域」とは、東京都市圏PT調査全域のデータを用いて時間比率を算出し、それを全ODペアに一律に与えた場合であり、「PTベース」とは(4)の場合で、「センサスペース」とはセンサスペース先験確率を用いた場合である。この表から、「センサスペース」、「PT全域」、「PTベース」の順で配分の精度が高いといえ、先験確率の与え方が配分結果に影響することがわかる。

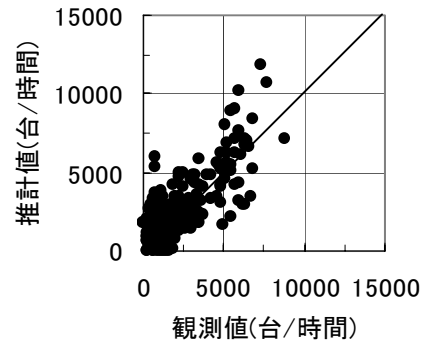


図7 時間帯別配分結果(8時台, センサスペース)

表1 配分結果のRMS誤差の比較

時間 OD の種別	7時台	8時台	9時台	総和
PT 全域	2068	4303	3789	10160
PT ベース	2365	4088	4369	10811
センサスペース	1955	2127	2036	6118

4. おわりに

本研究では、観測時間交通量から仮想スクリーンラインの時間比率を算出し、その時間比率を反映した時間帯別OD交通量を日OD交通量から推計する実用的で簡便な手法を示し、実際に東京圏に適用した。その結果、時間帯別OD交通量は、スクリーンラインの設定により、ゾーンごとの時間変動パターンを反映することがわかった。しかしながら、推計される時間帯別OD交通量の値は先験確率の値に依存し、正確な先験確率の与え方に課題が残された。また、スクリーンラインの切り方の影響等も考えられ、今後さらなる分析が望まれる。

本研究は、(財)石油産業活性化センター、名城大学、名古屋工業大学の共同研究の一環として行われたものである。JCAP の関係者をはじめとし、データの提供・作成にご協力頂いた関係各位、計算を手伝ってくれた名城大学および名古屋工業大学の学生諸氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 藤田素弘：時間変動を考慮した交通需要予測手法に関する研究，名古屋工業大学学位論文，1989
- 2) 松本幸正・松井寛：観測リンク交通量を用いた時間帯別OD交通量の簡易推定手法に関する研究，土木学会第46回年次学術講演会講演概要集，pp.310-311,1991