

時間帯別 OD 交通量推定手法の 地域別方向別と距離帯別の比較分析

堀 峻輔¹・藤田 素弘²

¹ 学生会員 名古屋工業大学大学院 博士前期課程学生 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)

E-mail:s.hori.746@stn.nitech.ac.jp

² 正会員 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)

E-mail:fujita.motohiro@nitech.ac.jp

短い時間帯を対象とした時間帯別利用者均衡配分モデルは、使用する時間帯別 OD 交通量の精度が課題として挙げられる。このために先行研究では、時間帯別 OD 交通量の逆推定手法が開発されており、地域別方向別の変動抑制と残留交通量を考慮したモデルでは、時間変動係数を精度よく推計できることが分かっている。ただ、地域別方向別の場合、同一区分内であっても距離の大きさに差があることで距離特性の考察が難しいなどの問題がある。よって本研究では、距離帯別の変動抑制と残留交通量を考慮したモデルにより時間変動係数を求め、地域別方向別の場合と距離帯別の場合とで比較分析を行い、より時間帯別 OD 交通量の推計精度を向上させる方法を検討した。

Key Words: hourly OD flow estimation, time coefficient, each zone and direction, each distance zone,

1. はじめに

近年わが国では自動車依存が進んでおり、中京都市圏は特に自動車への依存度が高く、都心部における交通渋滞は依然として課題となっている。

このような課題を解消するためには、ピーク時間帯などの短い時間帯に適用できる、精度の高い交通量予測手法が必要である。各時間帯を対象とした交通量推計が可能な時間帯別利用者均衡配分モデルは、理論的には実用レベルにあるものの、使用する時間帯別 OD 交通量の推計精度の改善が課題として挙げられる。時間帯別 OD 交通量の推計精度改善については、時間帯別 OD 交通量の逆推定手法¹⁾が開発されている。先行研究では、地域別方向別の変動抑制と残留交通量を考慮したモデル（以下、地域別方向別モデルと呼ぶ）で逆推定を行うことで、地域別方向別の時間変動係数（日 OD 交通量に対する時間帯別 OD 交通量の各時間帯の比率）を精度よく推計できることが分かっている。ただ、地域別方向別モデルの場合、距離特性の考察が難しいなどの問題がある。

よって本研究では、距離帯別の変動抑制と残留交通量を考慮したモデル（以下、距離帯別モデルと呼ぶ）で逆推定をし、地域別方向別モデルの場合と距離帯別モデルの場合とで比較分析を行い、より時間帯別 OD 交通量の推計精度を向上させる方法を検討する。

2. 研究と距離帯別モデルについて

先行研究において、藤田ら²⁾は、観測リンク交通量から地域別方向別の時間変動係数を逆推定して時間帯別 OD 交通量を推定するモデルを開発し、変動抑制項を加えることで、時間帯別 OD 交通量の推計精度を改善でき、時間変動パターンの過剰な上下変動を抑制できることを確認した。しかし、この地域別方向別モデルでは地域区分が大まかに分けられており、10km の OD ペアと 100km の OD ペアが同一地域ペア内に存在するなど、同一地域ペアであっても距離が大きく異なるケースが存在する。このようなことから、地域内内交通でない限り、時間変動パターンから距離ごとの特性を読み取ることが難しいという問題がある。

そこで距離帯別モデルを構築することで距離ごとの特性を反映した時間変動パターンを求め、地域別方向別モデルと比較し、推計精度や時間変動パターンに見られる違いを分析する。

3. 使用するデータ

ネットワークデータは、中京 PT のネットワーク（図-1）を基に、平成 22 年道路交通センサス調査までに新設

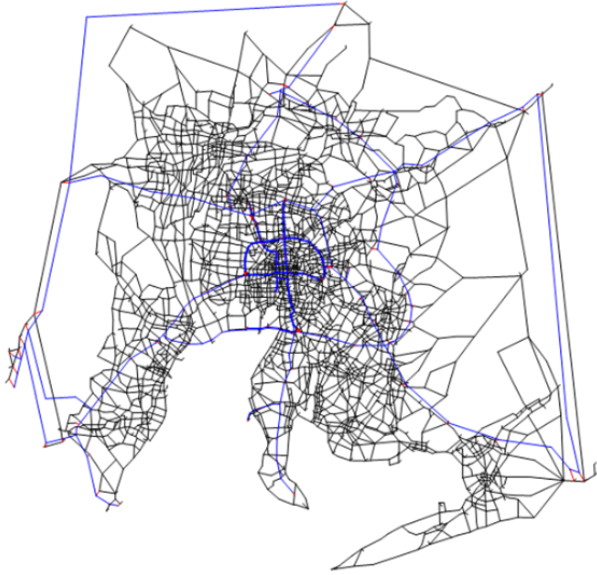


図-1 道路ネットワーク図

された道路を加えたものを使用する。ゾーン数 482, リンク数 6683, ノード数 4468 から構成される。このネットワークは、全国の主要都市からの都市間ネットワークにも簡易的につながった中京都市圏ネットワークである。道路特性データは、中京 PT の平成 13 年と平成 27 年の BPR コード表に基づき、ネットワークに合致するように調整したものを使用する。車種は乗用車と小型貨物を普通車、バスと大型貨物を大型車として扱う。高速転換率式パラメータは、平成 23 年の名古屋高速台数データを基に補正を行ったものを使用し、24 時間一律で同一の高速転換率式を使用した。

また本研究の逆推定モデルでは、平成 22 年道路センサスデータから得られる日単位で集計した日 OD 交通量と発時刻で集計した時間帯別 OD 交通量、そして 24 時間分の観測リンク交通量が得られる 512 地点のデータを利用する。

配分計算には、高速転換率内生型時間帯別利用者均衡配分 (OD 修正法) を用いる。

4. 変動抑制と残留交通量を考慮したモデルの定式化

本研究では、変動抑制と残留交通量を考慮したモデルを用いる。本モデルは上位問題と下位問題による 2 段階最適化問題となっている。上位問題は、残留交通量を考慮した推測リンク交通量と観測リンク交通量の残差平方和最小化問題に、部分的に生じる時間変動パターン (時間変動係数の 1 日の変動を表したもの) の過剰な上下変動を抑制するための調整項を加えて定式化する。下位問

題は、残留交通量を考慮した高速転換率内生型時間帯別利用者均衡配分 (OD 修正法) である。この 2 段階最適化問題を時間変動係数が収束するまで繰り返し行い、時間帯別 OD 交通量を推定する。

(1) 地域別方向別モデル

地域別方向別モデルの上位問題は以下のように定式化できる。

$$\min. Z = \sum_n \sum_a \left(\sum_{kl} \sum_{r,s \in KL} (E_{kl}^n P_{a,rs}^n Q_{rs} (1 - d_{rs}^n) + E_{kl}^{n-1} P_{a,rs}^n Q_{rs} d_{rs}^{n-1}) - \hat{x}_a^n \right)^2 + \sum_{kl} w_{kl} \sum_n (E_{kl}^{n-1} - E_{kl}^n)^2 \quad (1)$$

$$\text{s. t. } \sum_n E_{kl}^n = 1, \quad E_{kl}^n \geq 0 \quad (2)$$

E_{kl}^n : 出発地域 k 到着地域 l の n 時間帯の時間変動係数
 $P_{a,rs}^n$: n 時間帯の OD ペア rs 間の時間帯別 OD 交通量がリンク a を利用する確率
 Q_{rs} : OD ペア rs 間の日 OD 交通量
 d_{rs}^n : n 時間帯の OD ペア rs 間での残留交通量の割合
 \hat{x}_a^n : n 時間帯のリンク a の観測リンク交通量
 w_{kl} : 出発地域 k 到着地域 l の重み係数

(2) 距離帯別モデル

距離帯別モデルの上位問題は以下のように定式化できる。

$$\min. Z = \sum_n \sum_a \left(\sum_m \sum_{r,s \in M} (E_m^n P_{a,rs}^n Q_{rs} (1 - d_{rs}^n) + E_m^{n-1} P_{a,rs}^n Q_{rs} d_{rs}^{n-1}) - \hat{x}_a^n \right)^2 + \sum_m w_m \sum_n (E_m^{n-1} - E_m^n)^2 \quad (3)$$

$$\text{s. t. } \sum_n E_m^n = 1, \quad E_m^n \geq 0 \quad (4)$$

E_m^n : 距離帯 m (km) の n 時間帯の時間変動係数
 w_m : 距離帯 m (km) の重み係数

重み係数は日 OD 交通量の非線形関数として設定する。

5. 地域区分と距離帯区分の設定

本研究で設定した地域の最小ゾーニングを図-2 に示す。

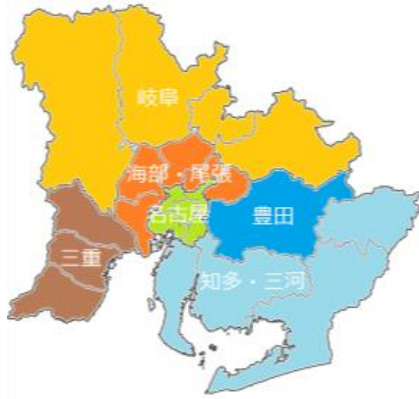


図-2 中京都市圏域内ゾーニング図

表-1 地域区分 (7地域 25変数)

発\着	名古屋	海部尾張	知多三河	豊田	岐阜三重	域外東	域外西
名古屋	1	2	3	4	5	5	5
海部尾張	6	7	8	9	10	10	10
知多三河	11	12	13	14	15	15	15
豊田	16	17	18	19	20	20	20
岐阜三重	21	22	23	24	25	25	25
域外東	固定	固定	固定	固定	固定	固定	固定
域外西	固定	固定	固定	固定	固定	固定	固定

表-2 距離帯区分 (25変数)

区分	距離帯幅	区分	距離帯幅
①	0~10km	⑭	40~42.5km
②	10~12.5km	⑮	42.5~45km
③	12.5~15km	⑯	45~47.5km
④	15~17.5km	⑰	47.5~50km
⑤	17.5~20km	⑱	50~60km
⑥	20~22.5km	⑲	60~70km
⑦	22.5~25km	⑳	70~80km
⑧	25~27.5km	㉑	80~90km
⑨	27.5~30km	㉒	90~100km
⑩	30~32.5km	㉓	100~150km
⑪	32.5~35km	㉔	150~200km
⑫	35~37.5km	㉕	200km~
⑬	37.5~40km		

また、検証した地域区分、距離帯区分を表-1、表-2に示す。距離帯区分に関しては、検証していく過程で精度が良くなるよう区分の範囲を変えながら逆推定を行った。

地域別方向別モデル、距離帯別モデルどちらにおいても、中京都市圏域外発 OD に関しては、域外発 OD のみで逆推定して得られた値を固定して用いた。これは、域外発 OD はデータ数が少なく精度が悪いことが想定されるため、別々に段階的に逆推定した先行研究³⁾の成果を利用しようとするものである。

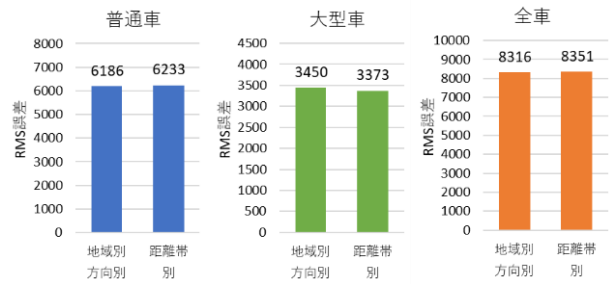


図-3 リンク交通量の日合計 RMS 誤差

表-3 ピーク時間帯 RMS 誤差

普通車	6時	7時	8時	9時
地域別方向別	338	472	420	336
距離帯別	354	493	429	329
大型車	6時	7時	8時	9時
地域別方向別	143	130	135	146
距離帯別	138	130	126	131
全車	6時	7時	8時	9時
地域別方向別	412	525	495	419
距離帯別	425	549	503	411

6. 精度検証結果と時間変動パターンの比較分析

(1) 精度検証

平成 22 年道路交通センサスから得られる観測リンク交通量と逆推定結果の配分計算による推測リンク交通量の RMS 誤差の算出により精度検証を行う。

車種別のリンク交通量の日合計 RMS 誤差を図-3に、ピーク時間 RMS 誤差を表-2に示す。

図-3より、全車、普通車は地域別方向別モデルの方が精度が良く、大型車は距離帯別モデルの方が精度が良いことが分かる。これは普通車の場合、地域別方向別ではある程度すべての区分に交通量が分散するのに対し、距離帯別では長距離区分の交通量が短距離区分の交通量に比べて極めて少ないことが考えられる。また、大型車の場合は、長距離区分にも一定の交通量が見られることが要因の一つとして考えられる。

図-2より、ピーク時間帯も、全車、普通車は地域別方向別モデルの方が精度が良く、大型車は距離帯別モデルの方が精度が良い。特に交通量が多いと考えられる7時は、地域別方向別モデルの方が精度が大きく良いことが確認できた。

2) 時間変動パターン

地域別方向別モデルから得られる時間変動パターンのうち、名古屋発、知多・三河発の普通車の時間変動パターンを図-4に、大型車の時間変動パターンを図-5に示す。また、距離帯別モデルから得られる時間変動パターンの

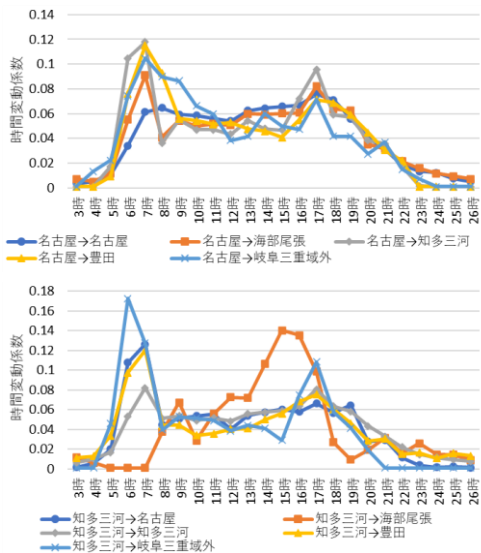


図-4 地域別方向別 25 変数の時間変動パターン（普通車）

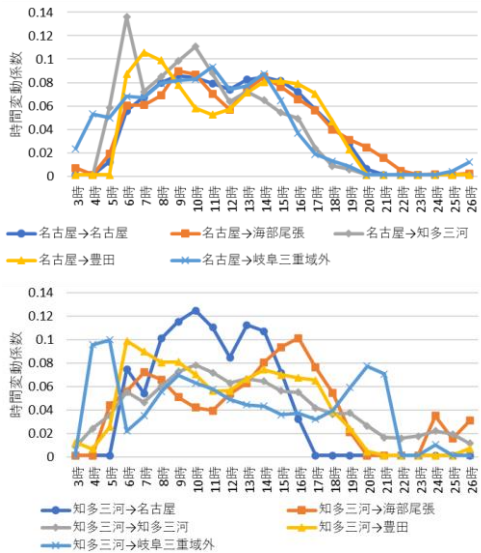


図-5 地域別方向別 25 変数の時間変動パターン（大型車）

うち短い距離，中くらいの距離，長い距離の普通車の時間変動パターンを図-6に，大型車の時間変動パターンを図-7に示す。

図 4 より，普通車の名古屋発の時間変動パターンは，ある程度朝夕のピーク時間帯の交通量増加がわかりやすくなっている。また，交通量が多いことが考えられるため，比較的滑らかな時間変動パターンであることがわかる。また，普通車の知多・三河発の時間変動パターンは名古屋発に比べ，傾向がばらついており，上下変動が大きいことがわかる。

図-5 より，大型車の名古屋発の時間変動パターンは，昼間の交通量が多いことがわかる。知多・三河発を見ると名古屋発と同様に昼間の交通量が多くなっているが，名古屋発に比べ早朝や夜間の交通量も見られることがわかる。

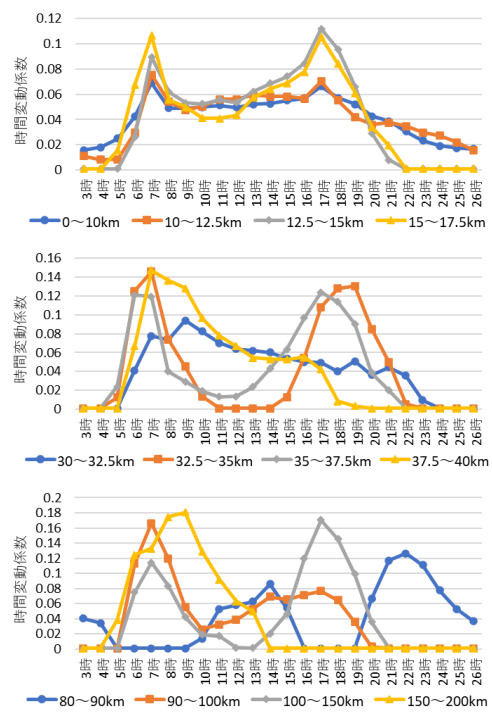


図-6 距離帯別 25 変数の時間変動パターン（普通車）

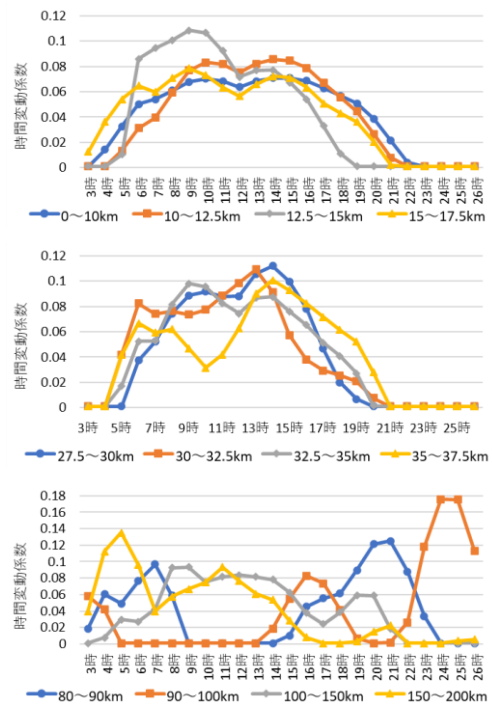


図-7 距離帯別 25 変数の時間変動パターン（大型車）

図-6 より，普通車の短い距離の時間変動パターンは，どれも概形が似ていて滑らかであり，朝夕のピーク時間帯の交通量増加を捉えることができるが，中くらいの距離になると朝夕のピーク時間帯の交通量増加は見られるが，概形は崩れてきていることがわかる。また，長い距離の時間変動パターンは通勤利用が少なくなることやデータ数が少ないことから特性は読み取りにくくなってい

るといえる。

図-7 より、大型車の短い距離の時間変動パターンは、昼間に交通量が集中するという特徴があり、概形も滑らかである。中くらいの距離でも中間に交通量が集中しているが短い距離ほど概形は滑らかではない。長い距離は、データ数の少なさなどから特性を読み取りにくくなっているが、早朝や夜間の交通量も多くなっているといえる。

地域別方向別時間変動パターンと距離帯別時間変動パターンの比較としては、同じ区分同士の比較でないため正確な比較はできないものの、地域別方向別モデルの場合は、出発地域による傾向や到着地域による傾向があまりなく、出発地域到着地域の地域ペアによる特性を見ることがなるため特性を掴みにくいが、距離帯別モデルの場合は大きさの近い距離帯で似たような傾向となることから特性を掴みやすいということがいえる。

7. まとめ

本研究では、時間帯別 OD 交通量の逆推定手法について、地域別方向別モデルに加え、距離ごとの特性を反映した時間変動パターンを得るものとして、距離帯別モデルについて検討し、比較分析を行った。

各モデルの比較としては、普通車は地域別方向別モデルが、大型車は距離帯別モデルの方が精度が良くなった。全車では地域別方向別モデルの方が精度が良くなった。

次に、時間変動パターンの分析を行った。地域別方向別モデルの場合は、特性を掴みにくいが、距離帯別モデ

ルの場合は特性を掴みやすいということが確認できた。

結論として、地域別方向別モデル、距離帯別モデルのどちらにも利点があるということが分かった。

本研究では、地域別方向別モデルと距離帯別モデルの比較分析を行ってきたが、平成 22 年のデータで中京都市圏ネットワークでの検証のみであるため、どちらのモデルがより優れているのかを他の年のデータや異なるネットワークで検証する必要がある。また、車種によって精度が良いモデルが異なっていたため、両方のモデルを活かした新たなモデルの開発や精度の良い距離帯区分をどのように設定するかなどが課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 藤田素弘, 渡邊健, 山田真士: 観測交通量からの時間変動係数に基づく時間帯別 OD 交通量の逆推定手法の開発, 交通工学論文集, Vol.2, No.2, pp.11-20, 2016
- 2) 藤田素弘, 山下恭平: 発時刻ベース時間変動係数に基づく変動抑制を考慮した時間帯別 OD 交通量の逆推定手法, 土木学会論文集(D3), Vol.77, No.1, p.32-41, 2021
- 3) 藤田素弘, 村上慎太郎: 地域別方向別と域外交通を考慮した時間変動係数に基づく時間帯別 OD 交通量の逆推定手法, 土木学会論文集(D3), Vol.72, No.5, pp.I_617-I_625, 2016

COMPARATIVE ANALYSIS OF HOURLY OD FLOW ESTIMATION CONSIDERING EACH ZONE AND DIRECTION AND CONSIDERING EACH DISTANCE ZONE

Shunsuke HORI and Motohiro FUJITA