

混雑の時空間移動を扱う準動的均衡配分モデルに関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科環境デザイン学専攻	学生会員	○小池 光右
金沢大学理工研究域環境デザイン学系	正会員	中山晶一郎
金沢大学理工研究域環境デザイン学系	フェロー	高山 純一
金沢大学理工研究域環境デザイン学系	正会員	藤生 慎

1. はじめに

近年、実務では交通量の予測を行う場合には、均衡モデルによる日単位の交通量配分が主として用いられている。日単位での交通量配分では、交通量は定常状態であると仮定され、一日の平均的な交通量が算出される。しかし、現実の交通ネットワークでは、朝や夕方の通勤・帰宅ラッシュの時間帯と、日中の閑散時間帯とは交通量や交通流の方向などが大きく異なる。また、交通渋滞等の時間によって発生する事象もある。一日の交通量を定常状態と仮定した場合、渋滞のような現象を考慮することが出来ない。このため、一日を1つの時間帯で扱う均衡配分では、現実の交通状態を十分に反映できていないと言えよう。

現実の交通状態を十分に反映するため、これまでに動的均衡配分などが提案されている。実際の交通量は動的であるため、動的な配分を行うことで尤もらしい結果を得ることができる。しかし、動的均衡配分は、そのモデルが複雑であることから計算機への負荷が大きく、計算が容易ではないこと、再現性に疑問が残るなどの問題点がある。動的均衡配分を用いる場合、かなり詳細なODデータを必要とするが、現時点では動的均衡配分に見合うだけの高精度のODデータが十分に整備されていないと言える。実際に入手可能なODデータとしては、パーソントリップ調査や道路交通センサス等で得られる1時間単位の比較的粗いデータであろう。このような場合、交通量を数分単位で算出する動的均衡配分は詳細すぎるため、合理的に配分を行う場合にはODデータに見合った配分モデルを選択する必要がある。

計算負荷の小さい静的配分の特性を活かしつつ、動的な現象を反映できるモデルとして、時間帯別均衡配分などが開発されている。これらは一日を一定時間の時間帯に区切り、各時間帯内で静的な配分を行う。このため、静的、動的両方の特徴を持つことから、準動的な配分と呼ばれることもある。時間帯別均衡配分は、各時間帯内にトリップを終了できない交通、いわゆる残留交通量を次の時間帯の交通量として扱うことで、時間帯内のフローのダイナミクスを取り扱っている。準動的均衡配分には、リンク修正法、OD修正法、待ち行列の、大きく3つの種類に区分することができる。

本研究では、リンク修正法の考え方に基づいて構築されたリンクベースの準動的均衡配分モデルについて、金沢市の道路ネットワークに適用し、実測データとの比較を行うことでモデルの整合性を検証する事を目的とする。このモデルにより、交通現象の詳細な記述が可能となる。尚、本研究で用いるモデルは、30分～1時間程度の時間帯幅で計算する事を想定している。

2. モデルの概要

(1) 交通量・旅行時間の表現

本研究で用いるモデルの概要について述べる。まず、ある時間帯 t にリンク ij に流入して目的地ノード n に向かう交通量について考える。ここでは、前述のような交通量を X_{ijnt} と表現する。

本モデルでは、リンク ij の旅行時間 H_{ijt} は、BPR関数を用いて次のように表現する。

$$H_{ijt} = t_{ij0}(1 + \alpha X_{ijt}^\beta / c_{ij}^\beta)$$

ここで、 t_{ij0} はリンク ij の自由旅行時間であり、 c_{ij} はリンク ij の交通容量である。 α, β はBPR関数のパラメータであるが、本研究では $\alpha = 0.15$ 、 $\beta = 4$ として計算を行っている。

キーワード 準動的均衡配分, リンク修正法, 道路ネットワーク配分

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町

(2) 残留交通量の表現

時間帯幅を λ とし、ある時間帯 t におけるリンク ij の旅行時間を H_{ijt} 、流入交通量を X_{ijt} とおくと、単位時間当りのリンク交通量は X_{ijt}/λ と表現できる。ここで、リンク ij からの流出交通量を Z_{ijt} で表すと、残留交通量は流入交通量と流出交通量の差で表現できるので、以下ようになる。

$$X_{ijt} - Z_{ijt} = H_{ijt} X_{ijt} / \lambda$$

(3) 均衡条件の定式化

均衡状態において、道路利用者がノード i から目的地 n に移動する際にリンク ij を通過する条件は、ノード i からノード n までの最小旅行時間 $\bar{T}_{int}$ が、リンク ij の旅行時間 H_{ijt} とノード j からノード n までの最小旅行時間 $\bar{T}_{jnt}$ との和に等しいことである。また、モデルは準動的であるため、次の時間帯の最小旅行時間の影響も考慮する必要がある。そのため、リンク ij の終端ノード j からノード n までの最小旅行時間 $\bar{M}_{ijnt}$ は、時間帯毎の交通量の比率により内分を行い、以下のように表現する。

$$\bar{M}_{ijnt} = \frac{Z_{ijt}}{X_{ijt}} \bar{T}_{jnt} + \frac{X_{ijt} - Z_{ijt}}{X_{ijt}} \bar{T}_{jnt+1}$$

上記を用いて均衡状態を表現すると、以下ようになる。

$$\begin{cases} \bar{T}_{int} = H_{ijt} + \bar{M}_{ijnt} & \text{if } X_{ijnt} \geq 0 \\ \bar{T}_{int} \leq H_{ijt} + \bar{M}_{ijnt} & \text{if } X_{ijnt} = 0 \end{cases}$$

3. 金沢市道路ネットワークへの適用

上記のモデルを、金沢市道路ネットワークに適用した。ネットワークは、ノード数 272、リンク数 964 である。BPR 関数の自由旅行時間及び交通容量は実際の制限速度や車線数、リンク長などから決定した。

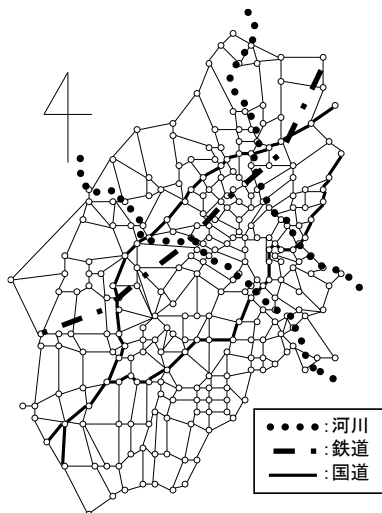


図-1 金沢市道路ネットワーク

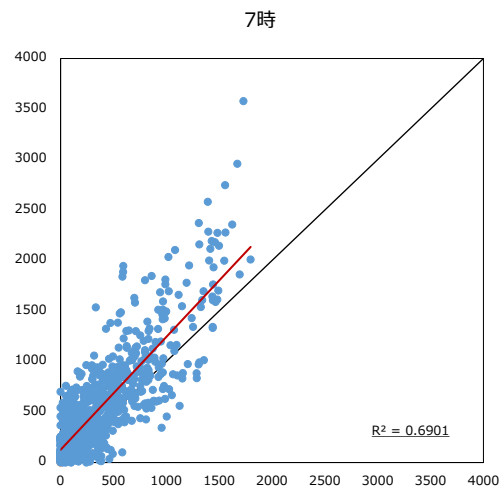


図-2 配分結果(縦軸)と実測値(横軸)の比較(7時台)

4. おわりに

モデルの詳細な内容や具体的な適用結果については、紙面の都合上本稿では割愛する。また、これらについては講演時に発表することとする。

参考文献

- 1) 桑原雅夫, 赤松隆: 多起点多終点ODにおける渋滞延伸を考慮したリアクティブ動的利用者最適交通量配分, 土木学会論文集, No. 555, pp91-102, 1997年
- 2) 中山晶一郎: 混雑の時空間移動を考慮した準動的配分モデル, 土木学会論文集D, Vol. 64, No3, pp340-353, 2008年
- 3) 中山晶一郎: 需要・交通量を連続時間で扱う準動的交通量配分, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2013年
- 4) 藤田素弘, 山本幸司, 松井寛: 渋滞を考慮した時間帯別交通量配分モデルの開発, 土木学会論文集, No407, pp129-138, 1989
- 5) 小松良幸, 中山晶一郎, 高山純一: リスク態度を考慮した準動的配分モデル, 土木計画学研究・論文集, Vol125, no. 3, 2008