

感度分析を用いた時間帯別均衡配分モデルの妥当性検証：金沢都市圏を例として

金沢大学大学院 自然科学研究科 学生員 ○板垣 雄哉
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

1. はじめに

現在、時々刻々と変化する交通ネットワークの状況を実務的に取り扱うことができる動的な配分モデルの必要性が高まっている。それらの動的モデルの中でも、現実ネットワークへの適用には、時間帯別配分が有効な場合が多い。時間帯別配分モデルは、実務でも定着した静的な配分の均衡モデルを拡張したものであり、実務において比較的に利用しやすいと考えられる。

時間帯別均衡配分モデルは、一日を複数の時間帯に分割し、各時間帯内では静的に配分を行い、時間帯間で残留交通量の受け渡しを行う。残留交通量とは、当該時間帯内で目的地に到着できなかった交通量であり、本研究では、この残留交通量は次の時間帯のOD交通量に付加される。各時間帯では、前の時間帯からの残留交通量が付加されたOD交通量を静的に配分するが、一つ問題が発生する。静的配分では全てのOD交通量が目的地に到着される場合のリンクもしくは経路交通量が算出される。つまり、その時間帯内で目的地の手前までしか走行できず、目的地に到着できない交通量があったとしても、通常の静的配分ではそれも目的地まで到着するものとして配分されてしまう。

この問題点に対処するためには、目的地にまで到着できない残留すべき交通量は、その時間帯内で実際に通過したリンクのみの旅行時間に影響が及ぶ配分を行うことが望ましい。しかし、そのような配分計算は複雑で、計算コストがかかる。そこで、感度分析を用いてそのような配分を近似的に行う。そして、このようなモデルを金沢市道路ネットワークに適用することにより、本モデルの妥当性を検証する。

2. 配分における仮定

時間帯別均衡配分モデルでは、一日を複数の時間帯に分割し、各時間帯内では静的に配分を行う。

配分における仮定を以下のように設定する。

1. 一日（もしくは対象とする時間）をある一定の長さの複数の時間帯に分割する

2. 時間帯内でリンクを通過できなかった交通量は次の時間帯へ残留する
3. 残留交通量は、次の時間帯において、残留したリンクの終点のノードから出発し、元々の目的地ノードへ向かうOD交通量として（次の時間帯に）付加される
4. 残留交通量については出発地から流入できた最後のリンクのみのリンク旅行時間に影響を与える
5. 各時間帯において、4を考慮した静的配分を感度分析を用いて近似的に行う

3. モデルの構造

既述した通り、感度分析を用いた時間帯別均衡配分モデルを用いる。なお紙面の都合上、感度分析を用いた時間帯別均衡配分モデルの詳細は割愛する（詳細については中山¹⁾を参照）。

(1) 残留交通量

時間帯 τ のODペア i の経路 j の旅行時間 $c_{\tau,ij}$ が与えられたとすると、経路交通量 $f_{\tau,ij}$ が目的地に到着するまでの時間は $c_{\tau,ij}$ であるため、時間帯 τ の終了時点で目的地ノードに到着できていない残留交通量 $y_{\tau,ij}$ は以下の通りとなる。

$$y_{\tau,ij} = \frac{f_{\tau,ij}c_{\tau,ij}}{L} \quad (1)$$

時間帯 τ のODペア i の経路 j の旅行時間 $c_{\tau,ij}$ が時間帯幅 L より大きくなった場合、 $y_{\tau,ij} < f_{\tau,ij}$ となり、残留交通量が過大評価される。そのため、時間帯 τ のODペア i の経路 j の旅行時間 $c_{\tau,ij}$ について、① $c_{\tau,ij} < L$ の場合、② $c_{\tau,ij} > L$ の場合で場合分けをすることで、より詳細な経路交通量 $f_{\tau,ij}$ のリンク a での残留交通量 $y_{\tau,ij,a}$ を算出することが可能となる。

(2) 感度分析

本モデルにおける特徴の一つとして、残留交通量を計算する際、感度分析を用いて近似的に求めることであるが、その利点の一つとして、解の一意性が保証されることが挙げられる。

以下のような陰関数 $\mathbf{d}(\mathbf{f}, \mathbf{s})$ を定義する.

$$\mathbf{d}(\mathbf{f}, \mathbf{s}) = \mathbf{f} - \mathbf{Q} \mathbf{p}(\Delta^t(\Delta \mathbf{f} - \mathbf{s})) = \mathbf{0} \quad (2)$$

ここで、 \mathbf{s} は差し引かなければならない交通量のベクトル値、 \mathbf{d} は変数 \mathbf{f} 、 \mathbf{s} のベクトル値関数である。 \mathbf{f} 、 \mathbf{s} を陽な関係とするために感度分析を用いる。

4. 金沢都市圏道路ネットワークへの適用

(1) 概要

本研究のモデルを金沢市の道路ネットワークに適用し、現況再現性を検証する。図-1に金沢都市圏の適用ネットワークを示す。適用ネットワークはノード数272、リンク数964である。

道路の旅行時間は標準BPR関数に従うものとし、自由走行時間、車線数、車道幅員を考慮して設定した。

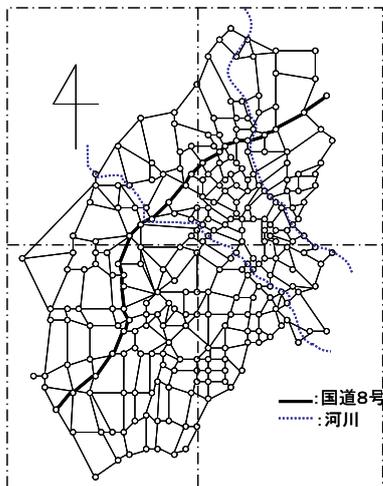


図-1 金沢都市圏道路ネットワーク図

(2) 概要

用いたODデータは平成7年度・第3回金沢都市圏パーソントリップ調査におけるデータである。今回は朝ピークを対象として、6~8時台において、時間帯別交通量配分を行うこととする。表-1にODデータの概略を示す。

表-1 OD表(6時台~8時台)

	ODペア	OD交通量
6時台	391	10396
7時台	2417	71419
8時台	1595	44381

(3) 計算における条件設定

- ・本稿では自動車交通のみを考える。
- ・自動車の乗車人員を1.0(人/台)とする。
- ・時間帯幅は60(分)とする。
- ・自動車の旅行時間のBPR関数はパラメータ $\alpha=1.0$,

$\beta=2.0$ を用いる。

- ・1ODペアにつき、経路は最大3経路とする。

(4) 適用結果

本稿では、6時台から8時台まで順に交通量を配分する。図-2に7時台における静的配分(確率的利用者均衡配分)によるリンク交通量の推定値と観測値の比較を示す。また、図-3に本モデルによるリンク交通量の推定値と観測値の比較を示す。

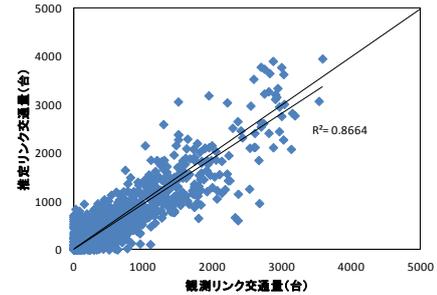


図-2 観測値と推定値(SUE)の比較

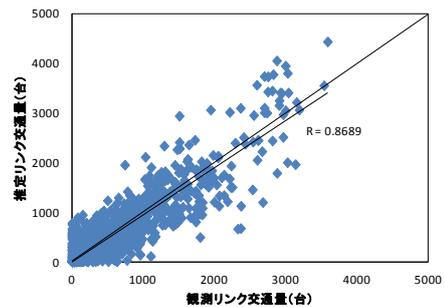


図-3 観測値と推定値(本モデル)の比較

5. おわりに

本研究では、リンク上の交通量が次の時間帯に残留することにより、交通ネットワーク上で混雑の時空間移動を表現できるモデルの妥当性を検証した。本モデルの特徴として、すべてのリンク毎に残留交通量を算出することができることが挙げられ、従来のモデルに比べて、わずかではあるが精度が向上した。今後、時間帯を考慮した交通施策の評価において、より精微な評価が可能になると期待できる。

参考文献

- 1) 中山晶一郎：感度分析を用いた交通混雑内生型時間帯別配分，土木計画学研究・講演集，Vol. 44，CD-ROM，2011
- 2) 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，No. 407/IV-11，pp. 129-138，1989.