

# 右左折回数に着目した経路交通量計算手法の比較分析

名城大学 学生会員 佐藤 直樹  
 名城大学 正会員 松本 幸正  
 名城大学 正会員 栗本 謙  
 名古屋工業大学 正会員 藤田 素弘

## 1. はじめに

利用者均衡配分は、理論的かつ合理的な配分手法であることから、今日広く用いられるようになってきた。一般に、利用者均衡配分によってリンク交通量は一意に求めることが可能であり、その結果を用いて実務にとって最も重要となる経路交通量をいくつかの手法によって求めることができるが、その特性は明らかにされていない。そこで本研究では、利用者均衡配分によって求められたリンク交通量に一致する経路交通量を求めるための種々の手法について、簡単なネットワークを用いて比較分析を行い、右左折回数に着目してその特性を明らかにしていく。

## 2. 経路交通量の計算手法

本研究では、利用者均衡配分時のリンク交通量と一致する経路交通量を求めるための手法として、以下の4種類の方法を用いる。

1) 積み重ねによる方法：利用者均衡配分の Frank-wolfe 法において、リンク交通量を更新するための更新パラメータ  $\alpha$  と記憶した利用経路を用いて

$$h_{ijk}^{(n+1)} = \alpha f_{ijk}^{(n)} + (1-\alpha)h_{ijk}^{(n)} \quad (1)$$

として経路交通量を順次更新していく手法である。ただし、 $h_{ijk}$  はゾーン  $i-j$  間の第  $k$  番目の経路交通量、 $f_{ijk}$  は現在使われている経路が第  $k$  経路の時全 OD 交通量を与えることになる。

2) 線形計画法を用いた方法<sup>1)</sup>:  $v_l^*$  を利用者均衡配分により求めたリンク交通量、 $x_{ij}$  をゾーン  $i-j$  間の OD 交通量、 $d_{ijk}^l$  をダミー変数として、以下の線形計画法により経路交通量を求める。

$$\min \sum_i \sum_j \sum_k b_{ijk} h_{ijk} \quad (2)$$

$$\text{subject to } \sum_i \sum_j \sum_k d_{ijk}^l h_{ijk} = v_l^* \quad (3)$$

$$\sum_k h_{ijk} = x_{ij}$$

3) エントロピー最大化による方法<sup>2)</sup>: 線形計画法を用いた方法と同様に、 $v_l^*$  を利用者均衡配分により求めたリンク交通量、 $x_{ij}$  をゾーン  $i-j$  間の OD 交通量として、以下の数理最適化問題を満足する経路交通量を求める方法である。

$$\max \prod_i \prod_j \frac{x_{ij}!}{\prod_k h_{ijk}!} \quad (4)$$

$$\text{subject to } \sum_i \sum_j \sum_k d_{ijk}^l h_{ijk} = v_l^* \quad (5)$$

$$\sum_k h_{ijk} = x_{ij}$$

4) 勾配射影法を用いた方法<sup>3)</sup>: 最短経路探索を行い求められた全ての経路がすでに既知の経路ならば計算を終える。そうでないなら

$$d_{ijk} = \left( \frac{1}{r_{ij}} \sum_k t_{ijk} - t_{ijk} \right) h_{ijk} \quad (6)$$

として  $d_{ijk}$  が 0 になるように計算をし、その結果を用いて再度最短経路探索を行う。ただし、 $t_{ijk}$  はゾーン  $i-j$  間の  $k$  番目の経路の所要時間、 $r_{ij}$  はゾーン  $i-j$  間の経路数とする。

## 3. 適用事例

図-1 のような左端 3 つのノードが始点であり、右端の 3 つのノードが終点である全 12 ノード、25 リンク、90 OD ペアからなるネットワークを用いて、経路交通量を求める各手法の適用計算を行った。各 OD 交通量はそれぞれ 100 台とし、リンクコスト関数には BPR 関数を用いた。ただし線形計画法は制約条件数の制限から、この適用計算からは除外した。

各手法を用いて、利用者均衡配分時のリンク交通量

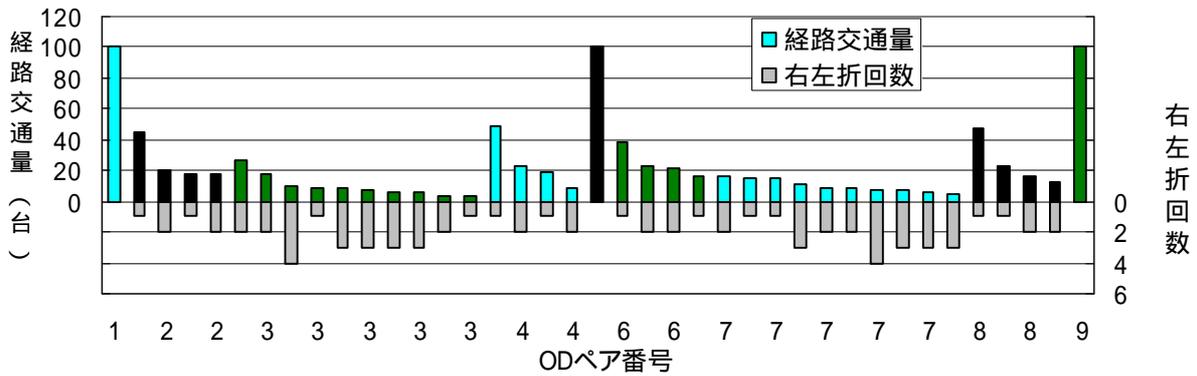


図-2 積み重ねによる方法における各 OD ペアの経路交通量と右左折回数

と一致するリンク交通量を生じる経路交通量と右左折回数を求めた。図-2は積み重ねによる方法における各 OD ペアの経路交通量と右左折回数を表している。このグラフを見ると右左折回数が増加すると経路交通量が減少している傾向があることが分かる。他の手法でも同様の傾向が見られた。しかし結果を見比べると、各手法の経路と経路交通量は大きく異なっていた。特に、勾配射影法を用いた方法では、経路の総数が他の手法に比べ極端に少なくなるという結果が出た。

各手法における右左折回数と平均経路交通量を示したのが図-3である。グラフから、どの手法を用いても右左折回数が増加するごとに経路交通量が減少していることが分かる。

右折は直進や左折に比べ抵抗が大きいことから、右折に対して負荷(コスト)をかける。その右折コストの変化と平均右左折率の関係を示したのが図-4である。このグラフを見ると右折コストを大きくしていくに従い右折率が減少していることが分かる。しかし勾配射影法だけはプログラムの性質上経路数が減少することから他の手法と異なった結果になっている。

以上のように、右左折回数の増加によって経路交通量が減少する結果となったが、これはネットワークの構造上、右左折回数の増加によって走行距離が大きくなるということに関係があると考えられる。

#### 4. おわりに

簡単なネットワークを用いた適用計算の結果、各手法によって求まる経路交通量と右左折回数に着目した経路交通量も、それぞれの手法で異なることが分かった。今後は、他のネットワークを用いて更なる分析を進め、実際のドライバーの経路選択行動を表わしたモデルを開発し、利用者均衡リンク交通量に一致する経

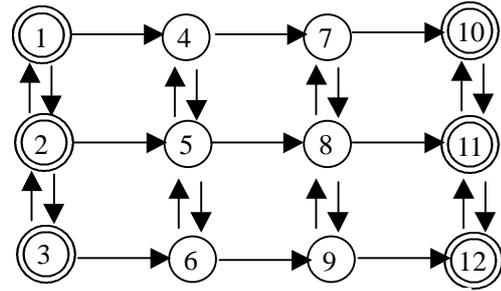


図-1 ネットワーク図

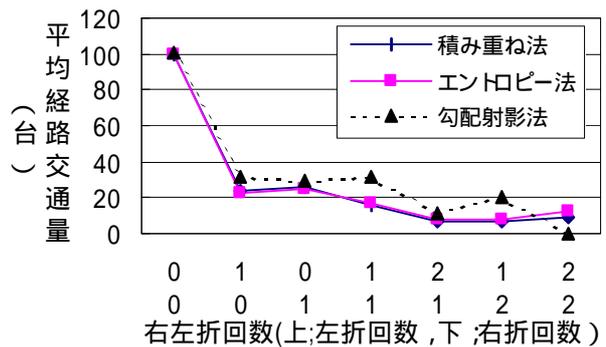


図-3 右左折回数と平均経路交通量の比較

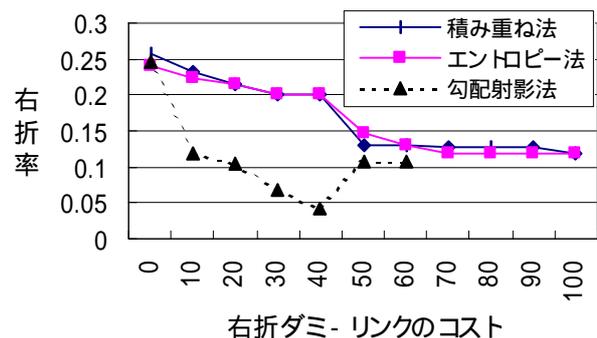


図-4 右折コスト変化と平均右左折率の関係

路交通量推定手法を開発していく必要がある。

#### 参考文献

- 1) R. L. Tobin and T. L. Friesz : Sensitivity analysis for equilibrium network flow, Transportation Science, Vol. 22, No. 4, pp. 242-251, 1988
- 2) M. G. H. Bell and Y. Iida : Transportation network analysis, Wiley, 1997
- 3) 土木計画学研究委員会 : 第 18 回土木計画学講習会テキスト 交通ネットワークの分析と計画, 土木学会, 1987