

OD 表評価への SFI の応用

東北大学 ○学生員 明石 和之
 東北大学 フェロー 宮本 和明
 東北大学 正員 内田 敬

1. はじめに

人口分布モデル等の2次元の空間分布モデルでは、対象地域内を多数のゾーンに分割し、ゾーン個々の値の予測分析が一般に行われている。したがって、空間分布に関するモデルの予測性能評価には、各ゾーンの値だけではなく、ゾーンの空間的な位置関係を考慮した評価が必要である。しかし、従来用いられてきた相関係数等の指標は、各ゾーンは独立として扱われ、ゾーン間の個々の位置関係は評価指標の中に含まれていない。そこで、モデルによる予測値分布と観測値分布の適合度を空間的に適切に評価するため、宮本ら¹⁾によって分布間の空間的な適合度を表す指標として、空間分布適合度指標 SFI が提案されている。

SFI は予測値分布と観測値分布の各ゾーンの値の誤差を移動させることにより観測値分布を再現する際に要する「輸送費用」を指標 (SFI) として、予測値分布と観測値分布を適合度の評価するものである。この輸送費用には、個々の要素が特定できる場合の確定 SFI、個々の要素が特定できない場合で、最小 SFI、平均 SFI、最大 SFI、の4種類が存在する。

一方、OD 表は将来の交通計画において不可欠な基礎資料であるにもかかわらず、現在、その再現性を評価する適切な方法が存在しない。本稿は、4種類の SFI のうち、分布間で各要素の数値の誤差のみが問題となる場合に一般的な評価基準になると思われる最小 SFI を用いて、OD 表の再現性評価への応用を検討することを目的とする。

2. 最小 SFI (SFIL)

SFIL は、各ゾーンの予測値と観測値の差、すなわち「誤差」を最も効率よく移動させて観測値分布を再現する場合の総輸送費用である。

すなわち、過大予測ゾーン i の過剰量を a_i 、過小予

測ゾーンの j の過小量を b_j とする。ここで過大予測ゾーン数と過小予測ゾーン数をそれぞれ l 、 m とする。また、過大予測ゾーンを供給地、過小予測ゾーンを需要地とみなし、供給地 i から需要地 j への輸送量を X_{ij} 、 i 、 j ゾーン間の輸送費用をゾーン間距離 d_{ij} で表す。最適輸送量を求める問題は、総輸送費用を表す目的関数を S として、以下の線形計画の輸送問題として定式化でき、SFIL は目的関数 S の最小値として求められる。

$$\begin{aligned} & \text{(供給制約)} \quad \sum_j X_{ij} \leq a_i \\ & \text{(需要制約)} \quad \sum_i X_{ij} \geq b_j \\ & \text{(非負条件)} \quad X_{ij} \geq 0 \quad (i=1, \dots, l; j=1, \dots, m) \end{aligned}$$

$$S = \sum_{i,j} d_{ij} X_{ij} \rightarrow \min.$$

3. OD 分布評価への適用

3.1 OD ペアの距離の定義

発生交通量・集中交通量の制約のもとで、推定されたゾーンペア間の交通量 (OD 交通量) は表形式で OD 表として表される。この OD 表上では、人口分布等の一般的な空間分布とは異なり、各要素の空間的な位置関係は明確ではない。すなわち、OD 表で表されるある1つの値は、各ゾーン固有の値ではなく、ゾーンペア間のトリップを表しているため、空間的な位置関係を定義する際には、各ゾーン間の距離ではなく、各 OD ペア間の距離を定義しなければならない。

2つの OD ペアのそれぞれの起終点ゾーンが i, j ; k, l であるときの OD 間距離 $d_{i-j, k-l}$ の定義は図1、図2に示したとおり2つ考えられる。図1では、2つの OD ペアの起点間距離、終点間距離の平均を OD 間距離 $d_{i-j, k-l}$ とし、図2では、各 OD の起終点の midpoint を結んだ距離を OD 間距離 $d_{i-j, k-l}$ とするものである。

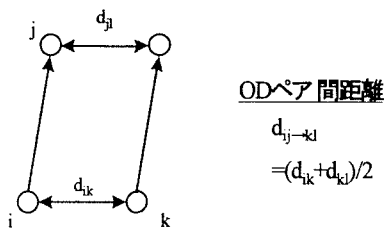


図1 ODペア間の距離の定義(1)

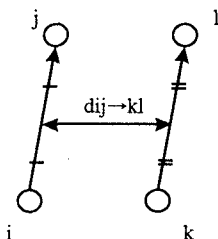


図2 ODペア間の距離の定義(2)

3.2 片側制約のあるOD分布評価への適用

分布交通量が発生側あるいは集中側の片側制約として推計される場合、すなわち、ゾーンの発生交通量あるいは、集中交通量の方が所与として求められた分布交通量の評価をする場合、ODペア間の距離は図1で定義された場合の特殊な場合と考えることができる。すなわち、発生交通量が所与の場合には、起点ゾーンが同一のときであり、図3に示すようにODペアの距離は各ODトリップの終点ゾーン間の距離と定義することができる。このときのSFILは、各起点ゾーン(OD表でいう)ごとのSFILの和をOD分布のSFILとする。

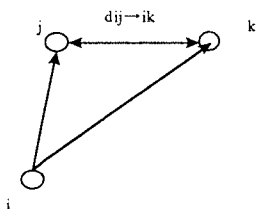


図3 片側制約の場合のODペア間の距離の定義

起点ゾーン*i*について、過大予測ODペアの過大量を a_j 、過小予測ODペアの過小量を b_k 、過大予測ODペア数を1、過小予測ODペア数を*m*とする。また、過大予測ODペアを供給ペア、過小予測ODペアを需要ペアとして、供給ペア*T_{ij}*から需要ペア*T_k*への輸送量を $X_{j \rightarrow k}$ 、*T_{ij}*、*T_k*間の距離を $d_{j \rightarrow k}$ で表すすると、最適輸送量を求める問題は以下のように定式化できる。

$$(\text{供給条件}) \quad \sum_k X_{j \rightarrow k} \leq a_j$$

$$(\text{需要条件}) \quad \sum_j X_{j \rightarrow k} \geq b_k$$

$$(\text{非負条件}) \quad X_{j \rightarrow k} \geq 0 \quad (j=1, \dots, l; k=1, \dots, m)$$

$$S_i = \sum_k d_{j \rightarrow k} \cdot X_{j \rightarrow k} \rightarrow \min.$$

$$SFIL = \sum_i S_i$$

4. 今後の課題

本稿では、SFIをOD分布の再現性評価に用いる場合に問題となるODペア間の距離の定義と、SFI算出方法の検討を行った。現在、以上の定式化のもとに、数値例を用いてSFIによるOD分布表の評価の有効性の確認を行っている。

今後は、分布交通量を推定する際に発生・集中交通量が共に与えられる両側制約条件のOD分布の再現性評価にも同様の考え方で適用が可能であると考えている。また、SFIに基づく絶対評価指標であるSFGs²⁾についてもOD分布評価への適用を検討する。さらに、交通需要予測の標準的な手法である四段階推定法においてOD交通量を推定する代表的な手段である重力モデルのパラメータ推定にSFIの考え方が応用できると考えている。

<参考文献>

- 1) 宮本・三浦：空間分布適合度指標(SFI)の提案、土木計画学研究・論文集 No.10、pp.135-142、1992
- 2) 宮本・土田・三浦：空間分布適合度指標(SFI)に基づく絶対評価の方法、土木計画学研究・講演集 No.17、pp.523-526、1995