

IV-30 空間分布適合度指標(SFIs)に基づく絶対評価におけるもう一つの考え方

建設省 正員 三浦良平
横浜国立大学工学部 正員 宮本和明

1. はじめに

著者達は土地利用モデル等の空間分布を対象とした計量モデルの予測性能を正しく評価するために、空間分布適合度指標(SFIs)を提案してきた¹⁾。この指標は予測値分布から観測値分布を再現するために要する誤差の輸送費用を用いて、予測値分布の観測値分布に対する適合度を評価するものである。この輸送費用には、唯一値に確定する場合(確定SFI)、そして、再現方法が場合の数だけ存在する場合に、その最小値(最小SFI)、平均値(平均SFI)、最大値(最大SFI)の4種類のSFIsを提案している。

予測値分布を相対的に比較する場合は、それぞれの分布の評価の目的にあったSFIを計算するだけで、その値が小さいもののほうが適合度の高い分布と評価でき、その計算は容易である。しかるに、各分布の適合度を絶対的に評価する場合は、確定SFIを除いてその母分布を導出するための数値シミュレーションを行わなければならない。従来はこの分布の作成の際に、個々の「配分対象」に着目していた。これはいわば「非集計分析の視点から」個々の配分対象をゾーンに配分するとした場合の、「存在し得る予測値分布の集合」を作成するものである。

本稿ではこの「存在し得る予測値分布」を作成する際のもう一つの考え方を提案し、従来の考え方と比較検討するものである。本稿で提案する考え方は、いわば、「ゾーン」に着目した「集計分析の視点」に対応するものである。すなわち、各ゾーンの特性からそのゾーンの評価値が求められ、その評価値に比例して配分対象を配分する場合である。この場合の「存在し得る予測値分布の集合」は従来提案していたものと異なるものとなる。本稿では、この集計分析に対応する考え方に基づいたシミュレーション

により作成した母分布を用いた絶対評価について、最小SFIを例に検討している。

2. 最小SFI(SFIL)の求め方

配分対象の個々の要素が特定化されない場合には、予測値分布から要素を移動させて観測値分布を再現する輸送パターンは、予測値分布を与える組み合わせの数だけ存在するので、輸送費用を唯一値に確定することはできない。最小SFI(SFIL)はこの中の最小値であり、次のような計算により求めることができる。まず、過大予測ゾーン*i*の過剰量を a_i 、過小予測ゾーン*j*の過小量を b_j とし、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。さらに、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すことにより、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} で表すと、最小輸送費用すなわちSFILは、次のような目的関数*S*の線形計画の輸送問題から求めることができる。

$$(\text{供給制約}) \sum_j x_{ij} \leq a_i$$

$$(\text{需要制約}) \sum_i x_{ij} \geq b_j$$

$$(\text{非負条件}) x_{ij} \geq 0 \quad (i=1, \dots, l; j=1, \dots, m)$$

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

3. 絶対評価の考え方

本研究における絶対評価とは、「観測値分布に対して存在し得る全ての予測値分布の集合から与えられるSFIの分布において、評価対象である予測値分布のSFIの絶対的な位置づけを指標を用いて示すこと」と考えている。そのための指標をSFGsと表すが、各SFGは相関係数と同じ値域($-1 \leq \text{SFG} \leq 1$)をもち、また相関係数と同様な評価が可能である。SFGを求めるためには、各SFIの母分布形、すなわち、観測値分布に対して存在し得る全ての予測値分布の集合か

ら求められるSFIの母分布を知る必要がある。しかるに、各SFIの母分布形は解析的に導出することは不可能であり、また、予測値分布のパターン数は膨大となることから母分布を直接求めることもできない。そのため、数値シミュレーションにより母分布の近似形を求め絶対評価を行うことになる。

従来は、この予測値分布の集合を「配分対象」に着目した方法で求めていた。すなわち、分布を構成している各要素に対して乱数を発生し、その乱数に対応するゾーンにその要素を配分することを要素の数だけ行うことにより、予測分布を作成している。この考え方は、要素数が特定化され、また、予測値分布を求めるための分析の考え方が非集計分析に基づくものであれば問題はない。しかし、評価すべきモデルが集計分析に基づいて構築されている場合には、母集団の考え方が異なってくる。さらに、集計分析のようにシェアによる配分では、要素数が必ずしも特定の確定値とらない、たとえば、単位のとり方によりオーダーが異なることがあり得るような場合は、それにより有り得る予測値分布の集合も異なってくる。

そこで、本稿では「ゾーン」に着目して予測値分布を作成する方法についても検討するものである。これは、各ゾーンに乱数を発生させ、その値に比例して、配分対象の要素を各ゾーンに配分するものである。この方法では、各ゾーンのシェアにより絶対評価が決定することから、配分対象の単位に絶対評価は依存しなくなる。

4. 適用例

配分対象の単位のとり方による絶対評価への影響を調べるために、以下に示す2つの簡単な観測値分布を用意し、それぞれ10,000ケースの数値シミュレーションを行った。

8	6	4
6	6	4
4	4	4

分布 A

80	60	40
60	60	40
40	40	40

分布 B

図1 シミュレーションに用いた観測値分布

配分対象に着目した従来の考え方による分布 A と B の SFIL の母分布をそれぞれ図2、図3に示す。また、ゾーンに着目した場合の分布 A の SFIL の母分布を図4に示す。この場合の分布 B の母分布は図4のグラフの平均と分散をそれぞれ10倍した同型の分布が得られる。

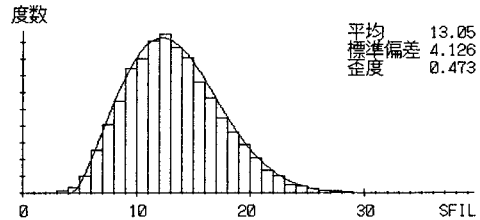


図2 分布 A の SFIL の母分布（配分対象に着目）

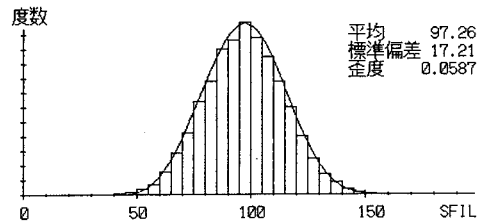


図3 分布 B の SFIL の母分布（配分対象に着目）

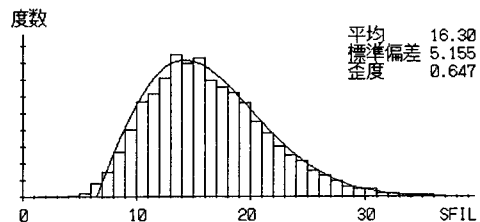


図4 分布 A の SFIL の母分布（ゾーンに着目）

配分対象に着目した図2と図3では分布形が異なるので絶対評価も変わってしまうが、ゾーンに着目した場合は、単位のための相違であり、絶対評価は等しい値を与える。

5. おわりに

本稿においてはSFIの絶対評価について新しい観点からの提案を行った。どちらの方法を用いるかは、評価の対象とする問題により選択されるものであるが、より具体的な指針について現在検討しているところである。

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10、1992