

IV-49

空間分布適合度指標 (SFI) の提案

大成建設

正員 後藤敏男

横浜国立大学工学部 正員 宮本和明

1. 研究の背景と目的

土地利用モデルをはじめとする地域計画のための計量分析モデルは、地域空間における「量」の分布を予測することを目的としている。そのため、地域計量分析モデルの性能評価は、予測量の空間分布が基準の空間分布にどの程度近いかという視点でなされるべきものである。しかるに、従来のこれらのモデルの評価のほとんどは分析対象地域内の各分析単位(以下ゾーンと呼ぶ)における予測値と実際値との相関係数に基づいてなされており、ほとんどの場合、各ゾーンの位置およびゾーン間の位置関係に関する考慮がなされていない。そのことは、空間分布の適合度を示す適切な指標が存在していないことに起因するといえよう。

本研究においては、空間分布の適合度を示す新しい指標を提案し、その性能を調べることにより、空間分布を分析対象とする各種計量モデルの性能評価に資することを目的としている。

2. 既存の適合度指標の問題点

相関係数に代表される既存の適合度指標は、(1)ゾーンの個々の位置、および、(2)ゾーン間の位置関係に関する情報はまったく考慮されない。そのため、実際値が大きな値のゾーンの予測値が大きければ、一般に高い相関係数となる。しかるに、その値が例えば隣のゾーンに予測された場合は、相関係数はかなり低くなることが考えられる。このように相関係数は、当然のことながら、空間分布の適合度のごくわずかな側面を示すに過ぎない。空間分布の適合度を評価するためになされた数少ない研究としては、清水ら¹⁾の研究があげられる。これは相関係数に「融通性」の概念を導入することにより、空間上の位置情報の考慮を可能にしたものであるが、単一の指標値を与えるものではない。

本研究においては、2つの空間分布間の適合度を示す単一の指標値を提案するものである。

3. 空間分布適合度指標 (SFI)

本研究で提案する空間分布適合度指標をSFI (Spatial Fit Indicator) と呼ぶことにする。この指標は、2つの空間分布が与えられた場合のそれらの適合度を示すものである。ここではそれらの分布を説明用に実際値分布と予測分布と呼ぶことにする。

本研究では2つの分布が適合している度合を、予測分布の各ゾーンにおける誤差を移動させて実際値の分布に等しくする場合の誤差の絶対値と輸送距離の積の総和の最小値、いいかえると総輸送費用の最小値を用いて表すことを考える。

すなわち、ゾーン数を n とし、過大予測ゾーン i の過大量を a_i とする。そして、過小予測ゾーン 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。ここで、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} とすれば、最適輸送量を求める問題は、次のような線形計画の輸送問題として定式化できる。

$$(\text{供給制約}) \quad x_{ij} \leq a_i \quad (1)$$

$$(\text{需要制約}) \quad x_{ij} \geq b_j \quad (2)$$

$$(\text{非負条件}) \quad x_{ij} \geq 0 \quad (i=1, \dots, l; j=1, \dots, m) \quad (3)$$

そして、ゾーン i からゾーン j への輸送費用をゾーン間の距離を d_{ij} とすると、総輸送費用を表す目的関数 P は、

$$P = \sum_{ij} d_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

となり、この総輸送費用 P の最小値を線形計画法により求め、その値を Y とする。距離関数は一般にはゾーン中心間の空間距離を用いる。

そして、各ゾーンは一般には面積が異なることから、それを考慮した比較対象予測分布を用意する。それには、モデルを用いない単純予測とみなせるものとして、ゾーン面積に比例するように予測値を配分した分布を用いる。この基準分布の場合の最適輸

送費用 Y_0 を求め、これを用いて指標を基準化する。すなわち、SFIは、

$$SFI = 1 - Y/Y_0 \quad (5)$$

として与えられる。つまり、このSFIはゾーン面積に予測値が比例するように配分した場合、すなわちモデルを使用しないで予測した場合から、地域計量モデルを用いて予測した場合の予測値が、どの程度改善されているかをあらわした指標となる。なお、SFIは実際値分布とまったく同じ場合が1、基準分布と同程度の場合が0と基準化されている。

4. SFIの性能テスト

SFIの性能を調べるために、 5×5 の等方な仮想ゾーンを用いてのシミュレーションを行った。このゾーンでは、辺を境にして接するゾーンの中心間距離を1とし、輸送費用は距離に比例するとしている。まず、各ゾーンごとに1から25までの値をランダムに与えたものを実際値の分布とした。そして、この分布からランダムにゾーンの値を入れ換えて予測値の分布とする計算機シミュレーションを実施し、それぞれの場合の予測値の分布と実際値分布間のSFIと相関係数(R)を求めた。その結果をプロットしたものが図1である。

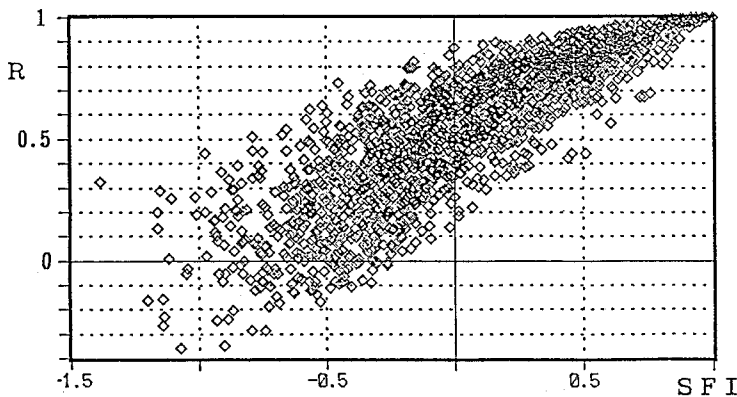


図1 SFIと相関係数(R)

この図を見ると相関係数が0.8の場合でもSFIが0の場合もある。従来、相関係数が0.8以上の場合、一応の説明力があるとされる場合も多かったが、SFIからみると、モデルを使用せずに予測した場合とそれ程かわらない場合もあることを示している。そして、相関係数の各値に対するSFIの値の幅と、

逆に、SFIの各値に対する相関係数の幅を比較すると、前者の方が小さいことが分かる。このことから、SFIの方が相関係数より感度が高いと判断することができる。さらに、 10×10 の仮想ゾーンを作成して、視覚による類似度とSFIの関係についても調べている。この場合の評価は明確ではないが、相関係数よりもSFIの方が類似性をよく表していると判断できるケースの方が逆のケースよりもかなり多いことも分かった。

5. 実際の空間分布への適用

本研究の動機は、地域計画のための計量モデルの性能評価システムの構築である。その例として、土地利用モデルの評価システムを構築している。このシステムを用いて、集計型モデルと非集計型モデルの予測性能比較をSFIと相関係数によって行っている。この結果の一例として、両モデルの比較において、相関係数による評価とSFIによる評価が逆転する場合もあり、また、相関係数ではほとんど変化しないサンプル率による非集計モデルの予測性能の変化はSFIでは一応の変化をすること等が分かっている。いずれの場合も、SFIによる評価が少なくとも相関係数よりは優れていると判断される。

6. 結論

以上本研究においては、2つの空間分布間の適合度を示す新しい指標SFIを提案し、SFIが従来の指標より優れた性能を有することが示された。しかし、行った性能比較は十分なものとはいえず、さらなる検討が必要である。

さらに、本稿で示した指標は、地域計量分析モデルの性能評価の一部を表現するに過ぎない。現在、SFIの詳細な検討はもとより、

総合的な比較システムについて検討しているところである。それらの成果に関しては機会をみて発表する予定である。

(参考文献)1)清水、森山、中村:推定値の位置的ずれを考慮した土地利用モデルの適合度評価方法 土木学会大41回年次講演会概要集、昭和61年11月