

## 道路網による空間分布乖離補償効果の定量的評価に関する研究

○ 榊原弘之・岡田憲夫・古川浩平・片山武

### 1. はじめに

災害時に必要なサービス（医療等）に対する需要と供給の空間分布の乖離は都市の潜在的なリスク要因と成り得る。一方、道路網の整備により、潜在的に利用可能なサービス供給量が増加し、需要と供給の空間分布乖離の影響が緩和されると考えられる。本論文では、このような道路網の機能を「補償効果」と呼び、補償効果を定量的に評価するための方法論の提案を行う。

### 2. グラフ構造を考慮した空間分布乖離の評価

本研究では、補償効果の評価の基準として、空間統計学における空間的自己相関の概念を援用する。サービス供給量が比較的多い「充足地区」同士、サービス需要量が比較的大きい「不足地区」同士がグラフ上で隣接する傾向にある地区配置を「正の自己相関が高い」と呼び、充足地区と不足地区が互いに隣接する傾向にある地区配置を「負の自己相関が高い」と呼ぶこととする。

グラフ  $G$ （ノードの集合  $X$ 、リンクの集合  $A$ ）上での対象サービスの供給量と需要量の空間分布  $S, D$  の相対アバンダンス  $r_S^i, r_D^i$  を以下のように定義する。

$$r_S^i = \frac{s^i}{\sum_{i \in X} s^i}, r_D^i = \frac{d^i}{\sum_{i \in X} d^i} \quad (1)$$

ここで  $i=1, \dots, n$  は都市内の各地区を表し、 $s^i$  及び  $d^i$  はそれぞれ地区  $i$  におけるサービスの供給量と需要量を意味する。空間分布乖離の評価指標を  $\phi(G, S, D)$  と表し、以下のように定義する。

$$\phi(G, S, D) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \in X, j \neq i} \delta_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$$

$$z_i = r_S^i - r_D^i, z_j = r_S^j - r_D^j$$

$$\delta_{ij} = \begin{cases} n/2\mu (ij \in A) \\ 0 (ij \notin A) \end{cases} \quad (2)$$

正の自己相関が高い場合、隣接する地区同士の  $z^i$  が同符号であることが多いため、 $\phi(G, S, D)$  の

値は大きくなり、1に近づく。他方負の自己相関が高い場合は、 $\phi(G, S, D)$  の値は-1に近づく。以上のように、 $\phi(G, S, D)$  は道路網のグラフ構造を考慮した総合的な空間分布乖離指標と考えることができる。

(2)式において提案した空間分布乖離指標を基に、個別の道路リンクの空間分布乖離補正に対する貢献度を以下のように定義する。

**定義** グラフ  $G$  からノード  $i, j$  を連結するすべてのリンクを除去したグラフを  $G \setminus \{ij\}$  と表す。 $i, j$  を連結するリンクの空間分布乖離補正に対する貢献度  $C(ij, G)$  は次式で定義される。

$$C(ij, G) = \phi(G \setminus \{ij\}, S, D) - \phi(G, S, D) \quad (3)$$

### 3. 適用例

山口県宇部市における医療サービスへの適用例を示す。サービス供給量は病院数、サービス需要は夜間人口、昼間人口、高齢者（65歳以上）人口を使用している。 $\phi(G, S, D)$  の値は、0.053（夜間人口）、0.396（昼間人口）、-0.063（高齢者人口）となり、宇部市においては昼間時の勤務地への人口移動により乖離が拡大している。また図1に示すように、いずれのケースにおいても市街地中央部の南北方向（図中⑤-⑧-⑪）の道路リンクの貢献度が高くなっている。

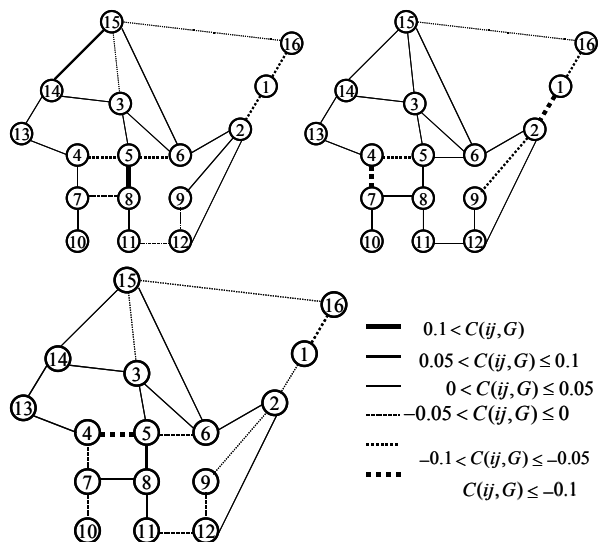


図1 夜間人口(左上)、昼間人口(右上)、高齢者人口(左下)に対する各道路リンクの貢献度