

# 地方都市部道路網の冗長性指標に関する一考察

公共システム研究室 岡原 裕

## 1. はじめに

災害時の道路途絶は救助活動、避難活動、消防活動等に支障をきたし、復旧を遅らせる要因となる。また、迂回路の存在は道路途絶の影響を緩和することから、一定の冗長性をもつ道路ネットワークの形成は災害に強い地域づくりの観点から重要である。本研究では、道路網の冗長性指標を都市内など比較的狭域のネットワーク評価に適用することを念頭に、既往研究で提案された指標の改良について検討し、実際の適用事例を通してその有効性や課題について整理する。

## 2. 冗長性指標と評価式の改良

南らにより提案された経路代替性指数 (Redundancy Index:  $RI$ ) は、評価対象の OD に対する  $n$  番目経路距離  $R_n$  と最短経路距離  $R_s$  を用いて式(1)のように表される。

$$RI = R_s \sum_n \frac{1}{R_n} \quad (1)$$

この評価式は経路重複の扱いに課題があり、本来重複区間をもつ経路を重複が無いものとして  $RI$  を算出すると冗長性が過大に評価される。そこで、式(1)の代わりに次の経路距離行列を考える。

$$D = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{n2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここに、 $a_{ii}$  は  $i$  番目経路の距離、 $a_{ij}$  ( $i \neq j$ ) は  $i$  番目経路と  $j$  番目経路の重複距離を表す。 $D$  の逆行列の  $i$  行  $j$  列要素を  $b_{ij}$  とすると、経路重複を考慮した経路代替性指数  $RI'$  は次式のようにになる。

$$RI' = R_s \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \quad (3)$$

経路重複が全くない場合、 $RI' = RI$  となるので、式(3)は式(1)の改良版と捉えることができる。しかしながら、経路重複を認めることで行列  $D$  の正則性は必ずしも保証されなくなり、この点に留意しながら評価を行う必要がある。

## 3. 改良指標の適用事例および感度分析

鳥取市において、災害時に防災拠点として機能する施設やその他の重要施設と、緊急輸送路線に指定されている主要国道・県道とのアクセスは重

要であり、一定の冗長性を有することが望ましいと考えられる。そこで、対象施設を起点、緊急輸送路線 (上の複数の交差点) を終点と考え、本研究の考え方に基づき地区レベルで経路代替性指数  $RI'$  を算出した。また、行列  $D$  の正則性を確認するために感度分析を行い、任意の 2 経路間の重複割合が  $\lambda$  ( $0 \leq \lambda \leq 1$ ) 以下のものを独立した一経路として数え上げ、そうして得られる経路距離行列から  $RI'$  を算出した。

その結果、表 1、表 2 に示すように、同一条件の下で算出される  $RI$  と  $RI'$  では値に大きな差があり、冗長性を指標化するに当たって経路の重複を考慮することの重要性が示唆された。また、ある地区では重複割合に関係なく  $RI'$  を算出できたが、別の地区では、高い重複割合を許した場合に正則性が満足されず、問題のある結果となった。感度分析の結果、本研究で評価対象とした鳥取市内の地区の事例では、70%までの重複であれば経路代替性指標  $RI'$  が算出できた。

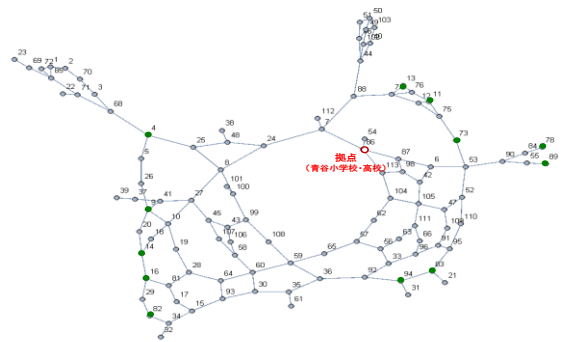


図 1 ネットワークグラフの例 (青谷地区)

表 1 青谷地区 (青谷小・青谷高) の評価結果

$\lambda$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
経路数	2	3	3	3	5	5
正則性	0.35	0.35	0.35	0.35	0.23	0.23
$RI'$	1.07	1.226	1.226	1.226	1.23	1.23
$RI$	1.90	2.66	2.66	2.66	3.61	3.61

表 2 用瀬地区 (用瀬運動公園) の評価結果

$\lambda$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
経路数	5	5	12	15	39
正則性	0.169	0.169	0.025	0.002	-3.8E-205
$RI'$	1.914	1.914	2.101	2.187	5.923
$RI$	2.65	2.65	4.44	5.26	8.85