

# 経路重複を考慮した道路ネットワーク冗長性指標 の活用に関する研究

公共システム研究室 野々上陽子

## 1. はじめに

災害時の道路の途絶は避難・救助・支援等を困難にさせる。そのため、道路の一部が途絶しても目的地に到達できるようにするには迂回路の確保が重要となる。本研究では、道路ネットワークの一部が途絶したときの迂回路のあり方を評価する指標である冗長性指標を鳥取市に適用し、避難所等の重要施設および緊急輸送道路ネットワークの評価を行う。また、同ネットワークを補完するための道路整備を想定し、冗長性指標を用いて最適な整備順序について検討する。



図1 鳥取市の緊急輸送道路ネットワーク

## 2. 道路ネットワークの冗長性指標

本研究で用いる、ある起終点ペアに対する冗長性指標の算出式を以下に示す。

$$D = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$n$  は経路数、 $a_{ij}$  は  $i$  番目経路の距離、 $a_{ij}$  ( $i \neq j$ ) は  $i$  番目経路と  $j$  番目経路とで重複する区間の距離を表す。最短経路距離を  $R_s$ 、 $D$  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冗長性指数  $RI$  は次式のように表される。

$$RI = R_s \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \quad (2)$$

こうして定義される指標は、当該起終点ペアに対して、迂回経路が多いほど値が大きくなり、また、重複区間が多いほど値が小さくなるという性質を持っている。

この指標を、鳥取市緊急輸送道路ネットワークおよび重要施設・防災拠点（全 40 箇所）に適用して冗長性を実際に算出した結果を図 2 に示す。

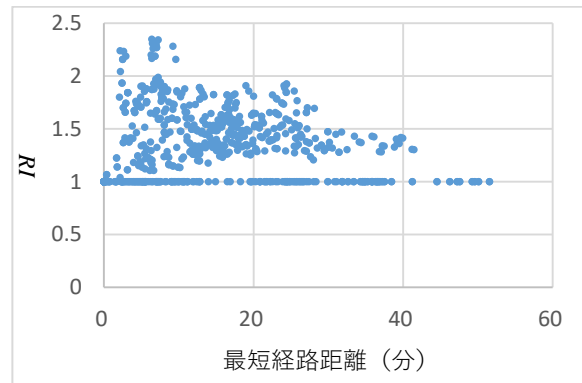


図2 施設・拠点間の最短距離と  $RI$  の関係

## 3. 補助路線の最適な整備順序

現行の緊急輸送道路ネットワークに補助路線を適切に組み込むことで、より冗長性の高い道路ネットワークを効果的に形成し、災害発生直後からの緊急対応時における重要施設・防災拠点間における物資・人員等の輸送をより円滑に進めることが可能になる。こうした背景の下、候補となるいくつかの路線をとりあげ、ある路線が防災幹線道路ネットワークに加わった場合に冗長性がどのくらい変化するかに着目し、補助路線の效果的

な整備の順番について検討する。

ここでは、動的計画法を援用することで、すべての可能な整備順序の組み合わせの中から整備順序の変化による冗長性指標の変化に着目して最適な順序を求める。最適性原理より、

$$V_{(n)}(\mathbf{x}) = \max_{\mathbf{y} \in \mathbf{Y}_{n-1}} \{V_{(n-1)}(\mathbf{y}) + \Delta TRI_{(n)}(\mathbf{y} \rightarrow \mathbf{x})\} \quad (3)$$

ただし、

$V_{(0)}(\cdot)$ : 評価対象の起終点での整備前の  $RI$  値の合計

$\Delta TRI_{(n)}$ : ネットワークが  $\mathbf{y} \rightarrow \mathbf{x}$  になったときの

$RI$  値の合計の変化量

を表し、 $\mathbf{x}$  は第  $n$  期までに整備が可能な路線、 $\mathbf{y}$  は第  $n-1$  期までに整備した路線（リンク）の集合である。鳥取市緊急輸送道路ネットワークの事例を用いて整備の候補を 5 路線（①賀露幹線、②湖山商栄線、③永楽富安線・富安大路線、④西品治田園線、⑤雲山吉成線）とし、 $RI$  の変化に着目して評価を行った。その結果、最適な整備の順序は ①→⑤→②→④→③ であることが判った。