

第 I 部門

原発災害時における敦賀市周辺の広域避難に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科	学生員	○福田 健太
立命館大学 理工学部	正会員	野村 泰稔
立命館大学 理工学部	正会員	川崎 佑磨
立命館大学 理工学部	フェロー	伊津野 和行

1 研究背景・目的

東日本大震災の発生時に福島原子力発電所が炉心融解を起こし、半径 20km 圏内の住民に避難指示が出された。この際、福島県内の主要道路で大規模な渋滞が発生したことで避難に多大な時間を要し、避難者の心身ともに非常に負担の大きいものとなった。

福井県には 15 基の原子力発電所が存在し、敦賀原発での広域避難指示が出された際には福島のように渋滞が発生することが考えられる。よって本研究では、敦賀市周辺における大規模災害にともなう広域避難時における交通問題を把握し、効果的な避難誘導について考察することを目的とした。

エージェント同士を繋ぐ道となる Link をたどって目的地まで移動する。各 Evacuee の経路選択には、各 Link に定められている距離、法定速度の値から目的地 Point までの所要時間をコストとして Dijkstra 法を用い、最短コストとなる経路を導いた。

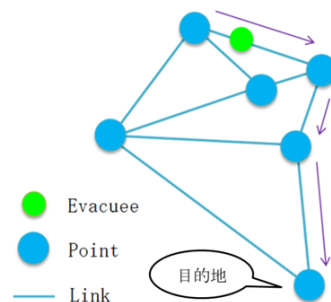


図1 モデルの動き

2 シミュレーション概要

本研究では福井県敦賀市の住民や交通に関するデータを用い、artisoc（構造計画研究所）によるマルチエージェントシミュレーションを行った。

2.1 対象の範囲

本研究では原子力発電所である敦賀発電所において事故が発生した場合を想定し、20km 圏内の住民を緊急時防護措置準備地区（UPZ）圏外となる 30km 圏外を目的地として避難させた。ただし、海岸沿いの道路は津波の発生があるため、海岸から離れる方向へ避難させた。

2.2 モデルの基本的な動き

モデルの動きを図 1 に示す。交差点を表す Point エージェントから避難者を表す Evacuee エージェントを発生させた。各 Evacuee エージェントは Point エ

2.3 シミュレーション条件

本研究では、避難時間推定ガイドライン¹⁾に基づいて以下の条件を与え、モデルを作成した。

① 住民の避難行動

一斉避難（基本モデル）と 2 段階避難を比較した。2 段階避難とは予防的防護措置準備区域（PAZ）圏内である原発から 5km 圏内の住民を先に避難させる方法である。また、5km 圏内の住民避難時に 5km 圏外の住民が自主的に避難を行う割合を 40%とした。

② バス利用避難率

避難手段として自家用車とバスの 2 種類を用いた。本研究では、バスで避難する人の割合を 5%（基本モデル）と 10%、20%の場合とを比較した。

③ 移動速度

Evacuee エージェントの移動速度は各 Link の交通密度と法定速度から Greenshields の式²⁾より式(1)のように求めた。

$$v = v_f(1 - k/k_j) \quad (1)$$

v : 移動速度 (km/h) v_f : 自由速度 (km/h)

k : 交通密度 (台/km) k_j : 最大交通密度 (台/km)

ここで, v_f には各 Link に与えた法定速度の値を用いた. また, k_j は道路構造令によって与えられた自家用車の長さ 6m とバスの長さ 12m の値から自家用車の割合に応じて求めた.

3 シミュレーション結果

図 2 にシミュレーションの結果を示す. 基本モデルにおいて, 避難開始から 15 分経過時に市街地から敦賀インターチェンジ付近の道路が最大交通容量に達し, 大規模な渋滞が発生することが分かった. 北陸自動車道は 2 車線道路で, 交通容量も大きいので, 流入路を他にも設けることでインターチェンジ付近の渋滞を緩和させられると考えられる.

また, 渋滞を緩和させるためにバスを多く利用し, 車両数を減らすことや 2 段階避難を用いることがそれぞれ避難時間の短縮につながるという結果が出た. しかし, 2 段階避難においては 5km 圏内の住民が避難するまで 5~20km 圏内の住民は避難ができないため, 図 2 に示すように 3 時間 40 分が経過するまでは基本モデルより効率の悪い結果となる.

上記の 2 つのモデルを組み合わせたバス利用避難率を 20%とした上で 2 段階避難を行うモデルでは, 今回比較したモデルの中で最も短い時間で避難が可能となった.

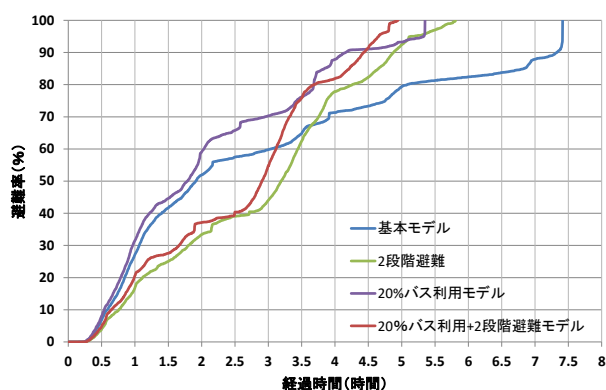


図 2 各モデルの避難時間の比較

4 自主避難率の違いによる避難時間の比較

2 段階避難を行う際, 5km 圏内の住民が避難している間に 5km 圏外の住民が自主的に避難を行う自主避難者について考慮する必要がある. 国の調査³⁾によると, 東日本大震災の際の自主避難者は全体の 40%であり, この割合が小さいほど渋滞の緩和や速やかな避難に繋がるとされている. そこで自主避難率による避難時間の比較を行った.

結果を図 3 に示す. 図 3 からわかるように敦賀市においては自主避難者が 40%より少なければ避難時間がより長くなるということが分った. これは, 5km 圏内の住民が 373 人と, 20km 圏内の住民 112113 人に対して少ないためである. この結果から全国一律に 5km 圏内という数値を定めるのではなく, 地域に応じて 2 段階避難を行う範囲について検討する必要がある.

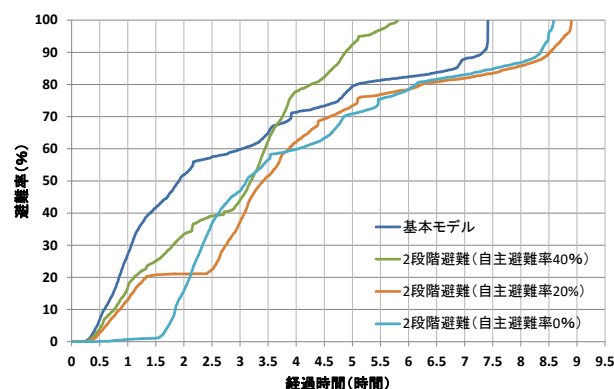


図 3 自主避難率による避難時間の比較

5 まとめ

今回のシミュレーションで敦賀インターチェンジ付近において大規模な渋滞が発生することが分かった. また, 渋滞を緩和するためにバスを導入すること, 2 段階避難を行うことで避難時間の短縮ができることがわかった.

参考文献

- 1) 独立行政法人原子力発電機構 避難時間推計ガイドライン 2012 年 12 月
- 2) 河上省吾・松井寛: 交通工学 森北出版, p.105, 2004.
- 3) 一般社団法人 日本原子力産業協会: ニュース 二段階避難の有用性判明 2016 年 2 月閲覧 <http://www.jaif.or.jp/p7382/>