

F-021

## ソフトウェアエージェントを用いた津波被害における 中間避難所の効果の検証

岡川樹 原嶋勝美

大阪工業大学大学院 工学研究科 電気電子・機械工学専攻

### 1 はじめに

近年の日本では、地震や台風などの自然災害により、数多くの被害者が出ている。中でも 2011 年に発生した東日本大震災では、約 15900 人ももの死者が出ており、今でも約 2500 人が行方不明である。これらの被害者は主に津波によって発生したものであり、今後は津波への対策も必須である。これまでの津波では、避難所に避難した後に、その避難所が津波にのまれ命を落とした被害者が存在する。一方、現在留まっている避難所が危険と考え、別の避難所に移動することで命が助かった方も存在する。このため、災害時には津波が到達しない避難所への避難が不可欠である。従来の研究では、避難所の位置に着目した研究が多い。本研究では比較的避難しやすい場所に設置した避難所と、追加避難を勧告するシステムを組み合わせた避難対策を提案する。実際の避難中に最新の情報を得て適切に避難することは難しく、ほとんどの人がパニックになりながら避難することが予想される。提案システムは避難しやすい場所に中間避難所を設置し、そこで適切な避難ルートを提供することで、避難者が安全に避難完了することを目指す。さらに、マルチエージェントシミュレーションによりその効果を検証する。

### 2 中間避難所

本章ではシミュレーションフィールドに設置する中間避難所について説明する。図 1 に示すような、本研究における中間避難所は以下の特徴を持つ。

- A 津波に一度耐える強度を有する
- B 津波に関する可能な範囲の情報を避難者に提供する
- C 避難所が危険と判断される場合、奥の避難所への避難を勧める

項目 B の津波の予測情報は、国が発表する以下の内容を含む津波の最新情報であり、避難者へ提供される。

(1) 予想到達距離 (2) 予想津波高 (3) 予想到達時間

項目 C の次の避難所へのルート情報は、再避難時に辿る、最短避難経路である。避難者は再避難の際、このルートを通

ることで次の避難所へと向かうことができる。

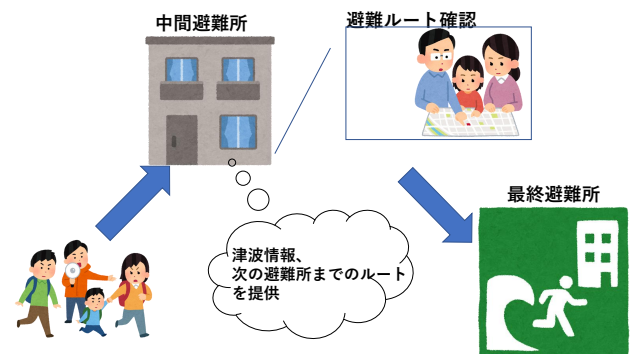


図 1 中間避難所

### 3 シミュレーション設定

本章では中間避難所の効果検証のためのシミュレーションにおけるフィールドおよびエージェント、発生させる津波について述べる。本研究で使用するフィールドは、東日本大震災で被害を受けた「福島県いわき市平沼の内」の一部分を参考とし作成する。



図 2 作成したフィールド

- 中間避難所
  - 従来研究の研究結果より、設置位置は避難所への多数の経路がある位置に設置する
  - 次にシミュレーションで使用する避難者エージェントについて述べる。

#### ● 避難者エージェント

- 最も危険な海岸にいたことを想定し、全てのエージェントは海岸から移動をスタートする
- 全て健全な人（足の速さを考慮せず全て一定）
- 最初の避難は、避難所の方向のみを認識しているとし、ルートを検討せず移動する
- 中間避難所に達したエージェントは、中間避難所から得られる次のルートを間違えずに辿る
- 津波にのまれたエージェントは避難失敗となる

最初の項目は、津波発生時海岸に存在する人が最も危険であり、これらの避難者が生存できれば他の場所にいる避難者も助かる可能性が高いためである。最初の避難は図 3 に示すように、避難所方向へと高確率で移動することにより避難所へと近づいていく。



図 3 エージェント移動のイメージ

#### ● 津波

- 避難開始から約 40 分後にフィールドに到達し、その後 2 分でフィールド全てを浸食する
- 今回は家屋の破壊などは考慮せず、エージェントが移動できるフィールド全てを浸食する

## 4 検証実験

本章では提案方法の有効性を検証するために、中間避難所の有無に対して生存率を比較する実験について述べる。

### 4.1 実験方法

中間避難所を設置したフィールドでの実験と最終避難所のみでの比較実験を以下の条件で行う。

#### ● 共通項目

- 避難者エージェント数：100 人
- フィールドの大きさ：2km × 1km の範囲
- 避難開始から 40 分後に津波がフィールドの浸食を開始する

#### ● 中間避難所あり

- 最終避難所：1 個
- 中間避難所：1 個

#### ● 中間避難所なし

- 最終避難所：1 個

#### ● 実験手順

1. フィールドに避難所と避難者エージェントを設置

2. 津波の発生により避難者エージェントが避難を開始
  3. フィールドに到達した津波がフィールドを浸食し終わるとシミュレーション終了
  4. 避難が完了したエージェントの数を記録
- 上記の手順を各 20 回試行し、結果の比較を行う。

### 4.2 実験結果

実験では生存者の人数により評価を行った。実験結果を表 1 に示す。中間避難所を設置せず、最終避難所のみを設置した時の生存率の平均が 53.35% となった。一方、中間避難所を設置した場合の平均生存率は 93.8% となった。この結果より中間避難所を設置することにより避難者の生存率が約 40% 向上させることが分かった。このような結果になった理由として、中間避難所によるルート提供が最も影響していると考えられる。中間避難所ありの実験で避難失敗となったのは中間避難所に到達できなかったエージェントであり、位置のみの情報でほとんどが到達可能な中間避難所の設置は、到達したエージェントの迷わない次の安全な避難所への移動につながっていた。したがって、津波が到達する前に最終避難所に到達できたエージェントが大幅に増加したと考えられる。

表 1 実験結果

	中間避難所なし	中間避難所あり
平均生存率 [%]	53.35	93.80
最大生存者数 [人]	68	99

## 5 まとめ

本研究では津波被害における中間避難所がもたらす効果について検証を行った。中間避難所を設置し最適な避難ルートを提供することにより避難者の生存率が向上することが分かった。今回の検証は、エージェントの動きを比較的単純化しており実際の人の動きとは異なる点も存在する。今後、エージェントの動きをさらに現実に近づけることが課題である。

## 参考文献

- [1] 平成 22 年度 広報誌「ぼうさい」5 月号 (第 57 号) pp4-9 (2010.5)
- [2] 池田浩敬, 柳原幸子, 馬場拓矢: 「マルチエージェントモデルを用いた市街地における有効な津波避難計画の検討」, 地域安全学会梗概集 No.32, 2013. 5
- [3] 死者数 1 万 5900 人 東日本大震災 11 年、警察庁まとめ-日本経済新聞 <https://www.nikkei.com/article/DGXZQQUE099ZW0Z00C22A3000000/> (2022 年 6 月 15 日 閲覧)