

# MAによる津波避難シミュレーションと AHPによる対策意思決定

杉山 拓也<sup>†</sup> 小原 和博<sup>‡</sup>

千葉工業大学大学院工学研究科<sup>†‡</sup>

## 1. はじめに

マルチエージェント (MA) による津波からの避難シミュレーションの研究が盛んに行われている [1, 2]。津波からの避難において重要なのは、迅速かつ適切な避難行動であり、迅速かつ適切な避難が行われるようにするには、災害時の避難行動をシミュレーションすることが必要不可欠だからである。本研究では、太平洋に面した観光都市の海岸を参考に、マルチエージェントの海岸モデルを作成し、津波の避難シミュレーションを行う。本研究の主な特徴は、①避難者達がすれ違うときに避難場所情報を伝達すること、②避難所を増設した場合、避難路を増設した場合の効果と比較検討すること、③避難所混雑度情報の配信を考えていること、④MA シミュレーションの結果を利用して AHP により意思決定することである。

第一に、地震発生後、約 15 分で高さ 10m の津波が到来し、人々は地震発生後 6 割がただちに、3 割が 5 分後に、1 割が津波到達時に避難開始する想定で、海岸の地区別の避難成功率を調べる。第二に、その結果を参考にして、避難所を増設した場合、避難路を増設した場合の成功率の向上を調べる。第三に、いくつかの対策 (避難所増設、避難路増設など) を代替案とし、避難成功率、対策費用、対策所要時間、対策実施可能性などを評価基準として、AHP で津波避難対策の意思決定を行う。

## 2. 海岸モデルの作成

実在する海岸 2km のモデルを作成した。大きさは縦×横=100×200 ドットである (図 1)。図 1 で赤丸の所に避難所がある。オレンジ色の道は坂道、緑色の道は平坦な道、水色は海である。1 ドットは 10m としている。シミュレーションでは 10 ステップで 1 分とし、避難者は 1 ステップごとに 1~2 ドット進む。

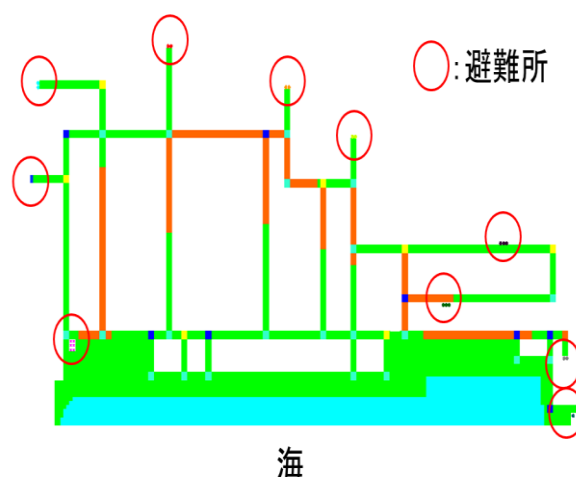


図 1 海岸モデルの構成

## 3. エージェントの設定

### 3.1 避難者エージェントの設定

公開されている海水浴客数を参考にして、避難者エージェントを 3000 人とした。比較的早く移動できる人 (若者など) と比較的遅い人 (家族連れ、老人など) を半々とした。避難を開始するときは、まず、高い方向へ移動する。交差点に差ししかかったときに次の方向を決定する。つまり、避難所が近くにあればそこへ向かい、なければ高い方の道へ行く。

### 3.2 避難場所情報の伝達

避難者の中で避難場所情報を所持した避難者を設定する。避難場所情報を所持している避難者は所持していない避難者に避難場所情報を伝達する。避難場所情報を所持した避難者は赤色から黄色に変化し、一番近い避難所に向けて移動する。

## 4. 津波避難シミュレーション結果

### 4.1 海岸の地区別の避難成功率

海岸を A、B、C、D、E の 5 か所に分けて避難成功率を調べた (図 2)。各地区に 600 人ずつ発生させてシミュレーションした結果、避難成功者数はそれぞれ、A: 351 人、B: 350 人、C: 325 人、D: 355 人、E: 354 人であった。

Tsunami Evacuation Simulation with Multi-Agents and Decision Making on a Countermeasure with AHP

<sup>†</sup>Takuya Sugiyama, <sup>‡</sup>Kazuhiro Kohara

<sup>† ‡</sup> Graduate School of Engineering, Chiba Institute of Technology

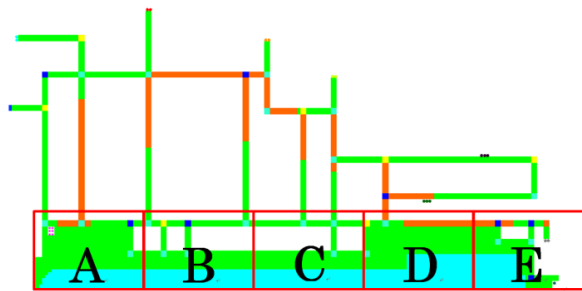


図2 海岸の区分け

#### 4.2 現状の津波避難シミュレーション

避難者数 3000 人、避難所 10 箇所、地震発生後 150 ステップ=15 分後に津波到来、300 ステップ=30 分で終了とした。その結果 2446 人が避難成功し、554 人が避難失敗だった。そこで避難路、避難所を各々増設した場合のシミュレーションを行った。

#### 4.3 避難所を増設した場合

図3の赤丸で示した海岸沿いのホテル K, L, M を避難所とした。その結果、避難失敗者は避難所 K 増設では 410 人に、避難所 L 増設では 364 人に、避難所 M 増設では 347 人に減少した。

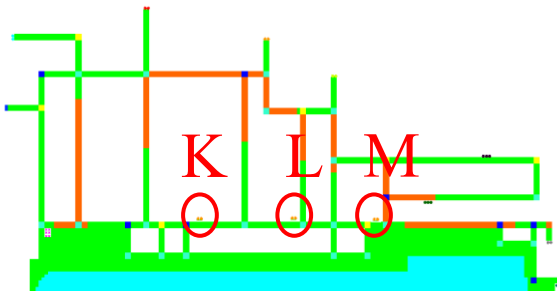


図3 避難所の増設

#### 4.4 避難路を増設した場合

地区別の避難成功率を参考に、図4の赤丸で示した所に避難路 X, Y, Z を増設した。その結果、避難失敗者は避難路 X 増設では 216 人に、避難路 Y 増設では 211 人に、避難路 Z 増設では 172 人に減少した。

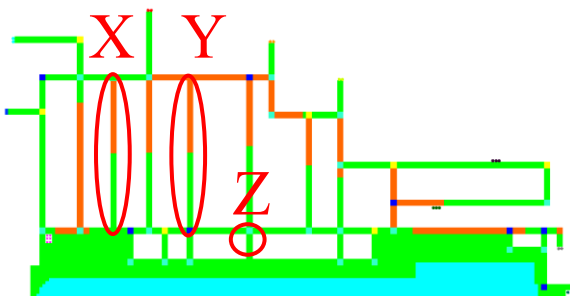


図4 避難路の増設

### 5. AHP による津波避難対策の意思決定

ここでは評価基準を実現可能性、対策費用、避難成功率、所要時間の4つとし、代替案を避難所 L 増設、避難所 M 増設、避難路 Y 増設、避難路 Z 増設とした場合を例にとって説明する。評価基準間と代替案間の一対比較は実際には自治体の関係者が行うことを想定している。一例として、実現可能性と避難成功率を同等に最優先して一対比較を行った結果、それぞれの重みは実現可能性：0.351、避難成功率：0.351、対策費用：0.189、所要時間 0.109 となった。各評価基準で4つの代替案間の一対比較を行い、上記の評価基準の重みと行列計算して最終的な評価結果を得た。その結果は以下のとおりとなった。避難所 L 増設：0.25、避難所 M 増設：0.277、避難路 Y 増設：0.141、避難路 Z 増設：0.302。避難路 Z は避難成功率、所要時間が 1 位、実現可能性 2 位のため 1 位となった。今回の津波避難対策は、AHP では避難路 Z の増設に決定した。

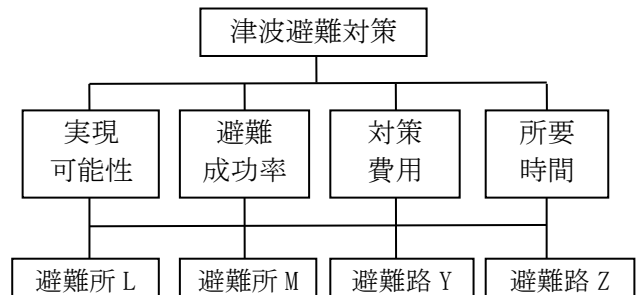


図5 津波避難対策決定のための階層構造図

### 6. おわりに

実在する海岸のモデルを作成して津波避難シミュレーションを行い、その結果を参考にして AHP で津波避難対策の意思決定を行った。今後は避難所混雑度情報の配信、AHP の評価基準と代替案の見直しを行う予定である。

#### 参考文献

- [1] 齋藤崇, 鏡味洋史: マルチエージェントシステムを用いた津波からの避難シミュレーション - 奥尻島青苗地区を例として -, 日本建築学会計画系論文集, 第 597 号, 229-234 (2005)
- [2] 野澤征司, 渡辺公次郎, 近藤光男: マルチエージェントを用いた歴史的市街地における津波避難シミュレーションモデルの構築, 土木計画学研究, 講演集 Vol.32, No.217 (2005)