

# マルチエージェントシステムによる津波避難シミュレーション

根本 達也\*・佐藤 葵\*\*・ベンカテッシュ ラガワン\*

## Tsunami Evacuation Simulation using Multi-Agent System

Tatsuya NEMOTO\*, Aoi SATO\*\* and Venkatesh RAGHAVAN\*

\* 大阪公立大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Osaka Metropolitan University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan. E-mail: tnemoto@omu.ac.jp

\*\* 大阪市立大学理学部 Faculty of Science, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan.

キーワード: 避難シミュレーション, マルチエージェントシステム, ダイクストラ法, 経路探索  
Key words: Evacuation simulation, Multi-agent system, Dijkstra's algorithm, Path search

### 1. はじめに

近年, 日本では災害による未曾有の被害が発生している。とくに 2011 年 3 月の東日本大震災では, 津波による大規模な被害が発生した。また, 近々起こるといわれている南海トラフ大地震でも, 津波による大きな被害が予想されている。このような背景から, マルチエージェントシステム (Multi-Agent System: MAS) を用いた津波避難シミュレーションに関する研究が行われている (齋藤・鏡味, 2005; 小坂ほか, 2017 など)。シミュレーションによって避難に対する問題や課題等を明らかにすることは, 被害減少のために重要である。

本研究では, 小坂ほか (2017) などを参考にして, 石川県輪島市臨港地域を対象に MAS によるシミュレーションモデルを作成した。モデルの概要とシミュレーションの結果を紹介する。

### 2. マルチエージェント・シミュレーション

複数のエージェントを用いた仮想実験をマルチエージェント・シミュレーションという。エージェントは一定のルールのもとで状況に応じて自律的に行動する。津波避難シミュレーションにおいて, エージェントは避難者であり, 避難者は交差点と道路で構成される道路ネットワーク上を移動する。

### 3. シミュレーションモデルの作成

本研究では, (株)構造計画研究所の artisoc4 を用いてシミュレーションモデルを作成した。このソフトウェアは MAS に特化したシミュレーションプラットフォームであり, GUI によるエージェントの種類・型の定義や, Visual Basic ライクなコンピュータ言語による行動ルールの作成が可能である。

#### 3.1 対象地域

石川県輪島市臨港地域の東西 4 km×南北 4 km の範囲を津波避難シミュレーションの対象とし, 12 箇所の指定緊急避難場所をエージェントの目的地に設定した (第 1 図)。

#### 3.2 道路ネットワークの作成

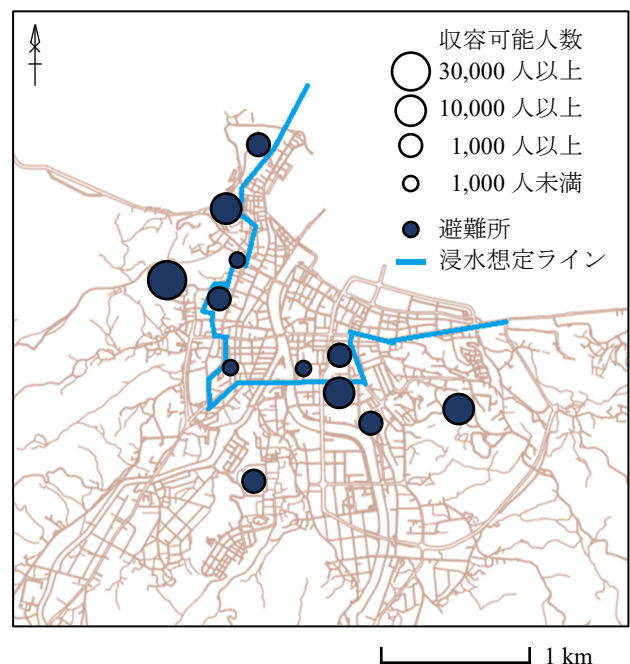
道路ネットワークはノード (交差点) とそれらを結ぶリン

ク (道路) からなる。リンクには幅員情報をもたせることができる。本研究では OpenStreetMap から道路ネットワークデータを作成した。

#### 3.3 エージェントの設定

エージェントの属性を男性, 女性, 観光客の 3 種類とし, 小坂ほか (2017) に基づき, それぞれの避難速度を 1.30 m/s, 1.25 m/s, 1.14 m/s に設定した。また, 平日昼間の避難を想定し, エージェントの総数を平成 24 年の輪島市の人口と観光客数から 12,456 人とした。エージェントの属性, 速度, 人数は容易に追加・変更できる。

町ごとの面積や建物数を考慮して, エージェントを均等に配置した。エージェントは避難場所の位置を認知しているという条件のもとで, 避難場所までの最短経路を移動する。最短経路の計算にはダイクストラ法を用いた。



第 1 図 対象地域と指定緊急避難場所。



第2図 シミュレーション結果の例 (一部を拡大して表示)。

#### 4. 結果

第2図にエージェントの初期配置とシミュレーション開始から300秒後、600秒後、900秒後の避難状況を示す。シミュレーションの結果、2028秒後にすべてのエージェント12,456人が避難を完了した。300秒後、600秒後、900秒後の避難完了者数は、それぞれ6,976人、11,153人、11,760人であり、約600秒でエージェントの9割が避難を完了した。

#### 5. おわりに

石川県輪島市臨港地域を対象に、artisoc4を用いてMASによる津波避難シミュレーションモデルを作成した。本研究では、エージェントの属性を単純に住民の性別と観光客

で区分したが、年齢等で細分する必要がある。また、道路の幅員情報を用いて混雑による渋滞の発生を組み込んだり、時間帯や気候条件、道路の勾配等による移動速度の変化を反映したりする必要がある。

#### 文 献

小坂陽介・野村尚樹・大藤愛子・宮島昌克(2017)マルチエージェントシステムを用いた津波避難に関する解析-輪島市臨港地域を対象とした事例研究-。土木学会論文集A1(構造・地震工学), vol.73, no.4, pp.I\_1010-I\_1017。  
 齋藤崇・鏡味洋史(2005)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, vol.70, no.597, pp.229-234。