

鎌倉市の津波発生時における避難行動解析に関する基礎的検討

関東学院大学大学院 学生会員 ○久保 幸奨

関東学院大学 正会員 岸 祐介

関東学院大学 正会員 北原 武嗣

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、岩手県宮古市や宮城県気仙沼市などが波高6m以上の津波に襲われ、広い範囲で被害が出た。また、気象庁では地震発生から津波が到達するまでの時間に関して早い地域では15～20分と公表しており、沿岸部に位置する場所によっては、避難場所に到達する前に津波に巻き込まれる可能性が危惧される。

政府の専門委員会では、各自治体に対し避難訓練の徹底を指示している。一方で、各避難区域までの所要時間を把握しておく事は、適切な避難場所を選定する上で重要な事と考えられる。

沿岸部の津波対策を見直している神奈川県では、鎌倉市でこれまでの想定の上の2倍以上、高さ14.4メートルの津波が、観光客らでにぎわう鎌倉大仏や鶴岡八幡宮まで浸水すると想定している。首都直下型地震の発生が懸念されている中、これらの予測を踏まえた津波避難ビルの指定や、避難計画の策定などの対策が急務の課題である。

そこで本研究では、鎌倉市材木座海岸周辺における避難シミュレーションモデルを作成し、浸水予想区域から避難者が最短経路を辿り避難指定区域に到達するまでの所要時間に関して検討を行った。

2. 解析方法

津波浸水時の沿岸部や周辺の環境は、時間の経過とともに浸水範囲が拡大するなど変化するため、避難者は周辺の状況から得られる情報をもとに、適宜行動を決定する必要がある。本研究では、このような避難行動を解析するためマルチエージェントシミュレーションによる検討を行うこととした。解析には汎用マルチエージェントシミュレータartisoc3.0を使用した。

経路探索のアルゴリズムとしては、ダイクストラ法を採用した。ダイクストラ法とは最短経路問題を効率

的に解く、グラフ理論に基づくアルゴリズムであり、スタートからゴールまでの最短距離とその経路を求めることが可能である。図-1にダイクストラ法による最短経路導出例を示す。

3. 経路探索方法の概要

本研究では、避難シミュレーションを行うにあたり、避難行動を取る歩行者を避難者エージェントとして設定した。対象となる空間は二次元空間を設定し、鎌倉市の指定避難地区である実相寺を目的地と設定した。

避難者エージェントには、人体半径を0.3m、移動速度は人間の平均移動速度1.4 m/s、視野半径は2.5m、進行方向の視野角180°という基礎情報を与え、視野範囲内の他の避難者エージェントを認識するように設定した。目的地にはコストを0として与え、他のノードには初期値としてコスト1000を与えた。コストの値はシミュレーション試行中に計算を行い、目的地との距離に応じて変化するように設定した。

避難者エージェントの行動原理としては、初期位置から目的地への経路選択をする際に、避難者エージェントの視野範囲内に存在するノードの示す最短経路に従い、経路探索を行なうものとした。また、移動中に避難者エージェントの視野範囲内に障害物エージェント、もしくは他の避難者エージェントが存在する場合は、回避行動を取るものとした。

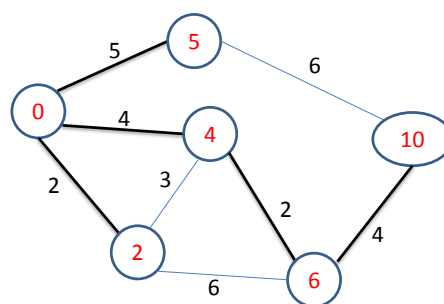


図-1 ダイクストラ法による最短経路導出例

キーワード 津波災害, マルチエージェントシミュレーション, ダイクストラ法, 避難行動解析

連絡先 〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学大学院 TEL045-786-7807

4. 避難行動シミュレーション

4.1 検討モデル

鎌倉市材木座海岸における避難シミュレーションモデルに関して、避難者エージェントは浸水予想区域となっている臨海地区および河川周辺から5箇所を選定し、それぞれの場所に1人ずつ配置した。避難者エージェントの初期位置および目的地を図-2に示す。

本研究では街路の分岐点ごとにノードを設置した。ノードには、自身から特定範囲内にある周囲のノードを抽出し、ダイクストラ法により最短経路を求めながら値を更新させるように設定した。避難者エージェントは経路上に存在するノードから情報を受け取り、それを参照することで最短経路を辿りながら目的地へ移動することが可能になる。図-3に最短経路探索フローを示す。

4.2 解析結果

本シミュレーションでは、津波浸水予測区域から各々の避難者が目的地まで到達するまでの所要時間を求めた。表-1に各避難者エージェントの目的地に到達するまでの所要時間を示す。

結果を見ると、最も避難に時間を要した避難者1のケースで所要時間は10分よりも短く、最短の時間では避難者3のケースで5分以内となった。神奈川県が公表している南関東地震発生時の浸水予測時間を参考にすると、避難者1～3の初期位置では地震発生から1分以内で15cmの浸水深になることが予想されている。

一方で、国道134号線（沿岸部の道路）より内陸側では浸水予測時間が10分を超えると予想されている。今回のシミュレーションの結果と照らし合わせた場合、どの位置にあっても初期行動が早ければ、津波からの避難が可能であると考えられる。

ただし、今回のケースでは避難者エージェントの数が少なく、滞留などの現象は考慮されていない。また、移動速度は成人の一般的な歩行速度を参考にしているため、子どもや高齢者など防災弱者に関する検討が今後必要である。

5. まとめ

本研究では、マルチエージェントモデルを用いて鎌倉市材木座海岸における避難者の避難指定区域到達に関する基礎的検討を行った。シミュレーションの結果、

避難者エージェントが最短経路を探索し、目的地まで到達するまでの所要時間はいずれも10分以内となった。

ただし、今後避難者数が増えれば滞留によって避難時間が大幅に伸びる可能性があり、分岐点における経路選択を周辺状況に合わせて決定させるように改善する必要がある。

また、避難者の特性や心理状態等の考慮による歩行速度の変化、建物の倒壊などを踏まえた、シミュレーションの構築を目指し、有効な避難誘導、避難ビルの設置場所などを検討していく予定である。

謝辞：H23年度科研費（基盤研究(B)，課題番22310114，代表：伊津野和行）の助成を得た。記して謝意を表す。



図-2 検討モデルの初期配置

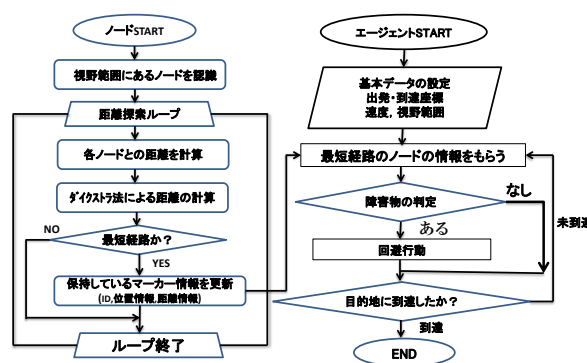


図-3 最短経路探索フロー

表-1 目的地までの所要時間

避難者	所要時間
避難者1	9分51秒
避難者2	7分55秒
避難者3	4分38秒
避難者4	9分18秒
避難者5	7分40秒