

マルチエージェントシステムを用いた津波避難におけるサイン配置の検討

大分工業高等専門学校 学生会員 ○上野 大輝
大分工業高等専門学校 正会員 永家 忠司

大分工業高等専門学校 正会員 前 稔文

1. 研究背景

現代では、地図アプリや検索エンジンを用いた経路検索によって、誰でも簡単に目的地へ到達することが可能である。しかし、大規模災害発生時に避難行動をする際、通信基地局の物理的被害や回線の混雑によって、これらのツールが使えなくなる可能性がある。地域住民は、日常生活で得た土地勘や自治体の実施する避難訓練によって、ある程度正確に避難所まで移動することができるが、観光客のような土地勘のない人々は、ネットワークが遮断されてしまうとたちまち避難が難しくなってしまう。

そこで、避難所までの誘導サインの設置や、放送設備を用いた災害状況や避難経路のアナウンスによって、土地勘の有無によらず、避難場所まで移動することができる。本研究では、大分市城址公園周辺を対象に、誘導サインの配置による避難効果の違いについて、マルチエージェントシミュレータ *artiso4* を用いて分析を行った。

2. モデルの作成

(1) エージェントの行動定義

モデル内を動くエージェントは、避難所への最短経路情報を知っている「情報ありエージェント」と、経路を知らずランダムに移動する「情報なしエージェント」の2種類とした。シミュレーション開始時、情報なしエージェントがモデル空間内の *node* からランダムに100人生成され、隣接した *node* に到達するたび、次の目的地となる *node* をランダムで選択する。到達した *node* にサインが設置されていた場合、情報なしエージェントは情報ありエージェントとなって避難所まで最短経路で進む。また、ランダムで行動している情報なしエージェントが情報ありエージェントとすれ違った際には追従するようにした。なお、情報ありエージェントの歩行速度は GoogleMap による最短経路検索を行った際に表示される目的地到達予定時間が平均値となるよう定義し、情報なしエージェントはその約 0.8 倍の速度で移動するものとした。

(2) シミュレーションの概要

本研究におけるサインの認識率については、100, 80, 60%の3パターンに分け、対象エリア内の交差点 (*node*)

1か所にサインを設置してシミュレーションを実行した。

はじめに、対象地域内で想定される40箇所のサイン設置パターンにおいて、それぞれ10回ずつデータを取る事前シミュレーションを行う。そこで、平均避難人数の最も多かった *node* と、最も少なかった *node* に着目して、災害発生を考慮した詳細シミュレーションを行った。

詳細シミュレーションでは、南海トラフ地震 CASE11 (「室戸岬沖」と「日向灘」に「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定したケース¹⁾)を想定し、各 *node* で15回ずつデータを取得した。対象地域には、地震発生から1時間27分後に1m高の津波の到達が数値解析により予想されており²⁾、気象庁は地震発生から約3分を目標に、大津波警報、津波警報および津波注意報を発表する³⁾としていることから、ここでは、警報を聞いて直ちに避難を開始するものと仮定し、避難開始から津波到達までの1時間24分経過までのシミュレーションを行った。

3. 分析結果と考察

(1) 事前シミュレーションの結果分析

事前シミュレーションの結果から、サイン配置位置による避難人数についてのヒートマップを作成した。図-1はサイン認識率80%でのヒートマップである。赤色が濃い箇所ほど、サインを設置した時の避難人数が多いことを示している。ここで、認識率の違いによる避難人数の

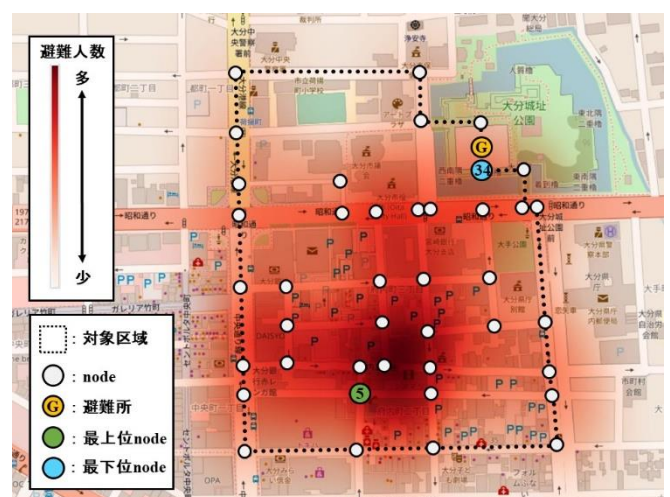


図-1 サイン配置による避難人数の分布

変化はあまり見られず、すべての条件で同様なヒートマップとなった。なお、最上位、最下位は詳細シミュレーションの対象 node であり、図中の数字は node 番号である。結果から、入り組んだ場所にサインを設置することで、高い誘導効果が得られることがわかった。

(2) 詳細シミュレーションの結果分析

事前シミュレーションで得られた対象 node について、避難者の内訳、サインを見たエージェントの割合、経過時間ごとの避難人数の分析を行った。

図-2 は、15 回のシミュレーションの結果から分析した避難者の内訳を示す。図から、追従エージェントの割合に 55%もの差あったことがわかる。原因としては最下位 node である node34 は避難所に隣接した node であり、情報なしエージェントとすれ違うことがほとんどなかったためと考えられる。

図-3 はエージェントがサインを見て情報を得た割合を示す。ここでは、15 回のシミュレーションの平均値としており、サインを見た避難者の割合は、最大でおよそ 13%の差が生じた。なお、サイン認識率による差はほとんど見られなかったことから、サインの配置位置は、避難者の情報取得に大きく起因しているといえる。

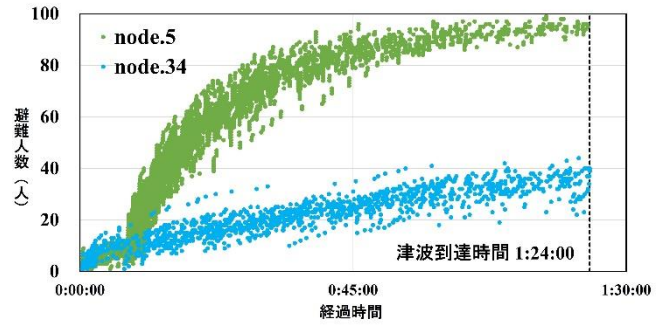


図-4 経過時間ごとの避難人数

図-4 は、経過時間ごとの避難人数をまとめた散布図を示す。避難開始から 10 分程度は避難人数に差はなかったものの、45 分経過した時点では node5 では 9 割前後のエージェントが避難しているのに対し、node34 では避難者数は 3 割に満たなかった。避難開始後 10 分に差が生じなかったのは、サイン設置位置から避難所までの距離が原因であるといえる。また、node5 のような誘導効果の大きいサインを複数個設置することで、より早い時間での避難が可能になるのではないかと推察できる。

4. まとめと今後の展望

今回の分析は 3 パターンのサイン認識率で行ったが、結果に大きな変化は見られなかった。このことから、誘導サインによる避難は、主にサインの配置位置によって避難時間が変化するといえる。

今後は、対象地域を拡大し、複数の避難場所を想定したシミュレーションの作成を行っていく予定である。また、分析結果をもとにサインも複数個設置し、より複雑な避難者の行動も考慮して分析を行っていきたい。

参考文献

- 1) 津波断層モデル編-津波断層モデルと津波高・浸水域等について-。南海トラフの巨大地震モデル検討会，第二次報告，平成 24 年 8 月 29 日
- 2) 大分県津波浸水予測調査結果（確定値）について，（参照日：2022 年 12 月 26 日）
https://www.pref.oita.jp/uploaded/life/28738_1_350085_misc.pdf
- 3) 気象庁 | 津波警報・注意報，津波情報，津波予報について（参照日：2022 年 12 月 26 日）
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/joho/tsunamiinfo.html>

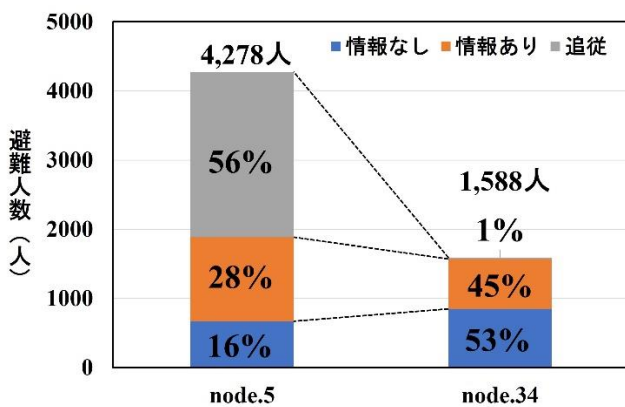


図-2 避難者の内訳

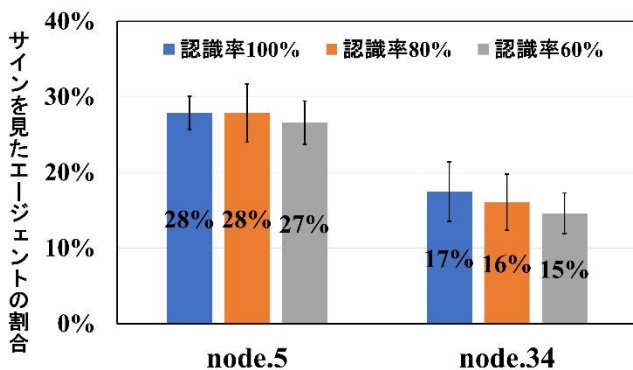


図-3 サインを見たエージェントの割合