

研究助成実施報告書

助成実施年度	2016 年度（平成 28 年度）
研究課題（タイトル）	水害避難計画モデルと避難行動のビジュアル化に関する研究
研究者名※	中西 仁美
所属組織※	キャンベラ大学 Assistant Professor
研究種別	研究助成
研究分野	都市計画、都市景観
助成金額	100 万円
概要	<p>本研究は、近年国内外でそのリスクがますます高まっている水災害の際の避難行動に着目し、その避難シミュレーションモデルを構築し、防災まちづくりにおける活用を目的としている。本研究では毎年日本に甚大な被害をもたらしている台風時の瀬戸内海沿岸における高潮被害を想定し、エージェントベースモデルを用いた避難シミュレーションを行った。シミュレーションのビジュアル化によって可視化し、避難に要する時間や避難時の課題を抽出した。研究成果は対象地域で開催した防災シンポジウムで発表し、住民との意見交換を行った。意見交換でのフィードバックをもとに、モデルをさらに改良する予定である。</p>
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

1. 研究の目的

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究は、近年国内外でそのリスクがますます高まっている洪水、津波等の水害の際の避難行動に着目し、その避難経路の選択を含めた避難計画モデルを開発することを第1の目的としている。災害時に、指定された避難場所へ住民ができるだけ速やかに移動できるようにしておくためには、地域の地形や環境に合った避難計画が普段の自治会等で定期的に議論・合意されるとともに、避難訓練では実際の状況にできるだけ近い状況を想定した避難行動が実践されていなければならない。この点は2011年の東日本大震災でも地区別の犠牲者の数に表れた教訓である。災害時の状況は刻一刻と変化する。例えば通行不能となる道路やトンネルが時間が経つにつれ増加する上、被害の程度によっては指定避難所も使用不可能となる可能性がある。その場合にはさらなる移動を要する。本研究では避難行動のビジュアル化を第2の目的とし、具体的な災害のシミュレーションに基づいた防災まちづくり、それに基づく避難計画の手法を提案する。避難行動シミュレーションには住民の属性別の行動特性を表現できるエージェントベースモデルを用い、この点が独創的である。

2. 研究の経過

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究は香川大学及び University College London (英国)との協働プロジェクトとして実施した。2004年に連続台風により甚大な浸水被害を受けた香川県高松市を対象とし、浸水域、当時の高潮の浸水域や浸水メカニズム、時間帯及び速度を把握、再現した。(図1-図2)このシミュレーションによると、浸水が開始して30分で約30cmの浸水が予想される(徒歩での避難が危険になる水準)。

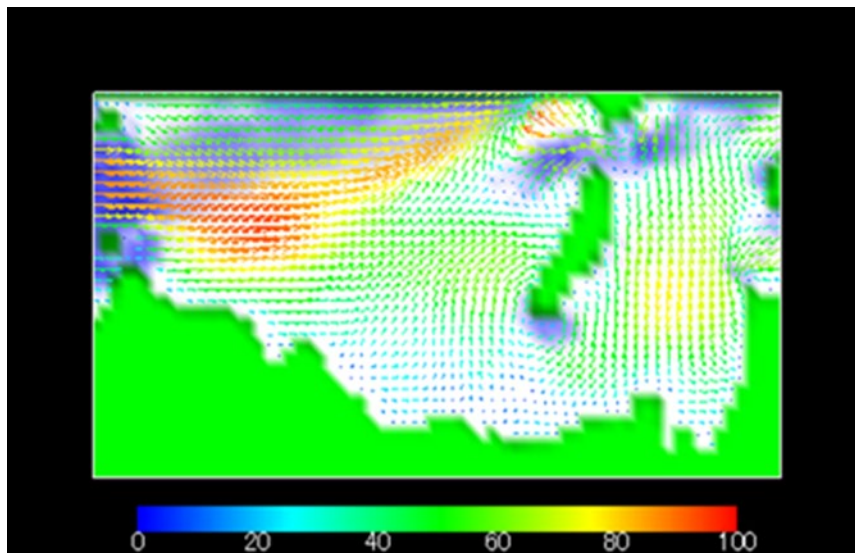


図1 高松港近辺の潮流シミュレーション (西の風、風速26m/秒)

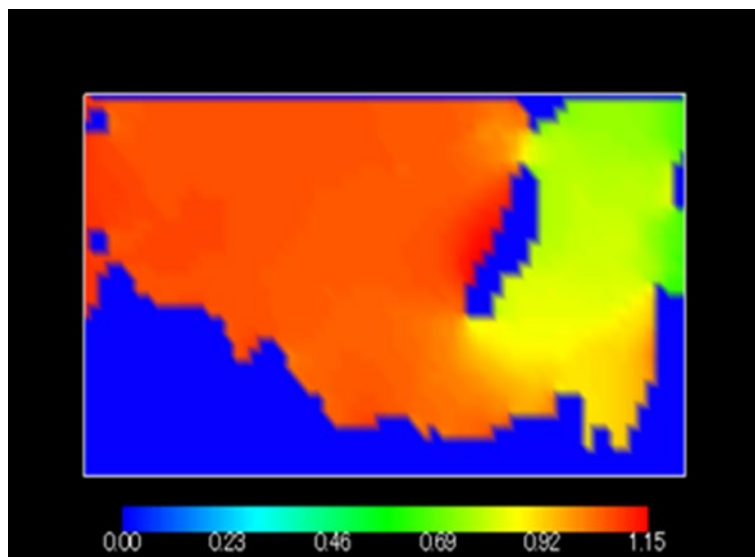


図2 満潮時の水位（西の風、風速 26m/秒）

そして、住民集団（エージェント）の行動や、浸水までの移動可能時間を把握した。そのうえで、対象地域における避難想定人数（2015年センサスを参照）、及び指定避難所の位置、徒歩、車による避難速度を設定した。

2011年の東日本大震災の教訓のひとつに、車で避難を行った際の道路の渋滞で逃げ遅れたケースがある。そのため本研究では車の利用を最低限とした避難計画を想定し、交通ネットワークのリンク容量を超えた場合はリンク上での待機時間が発生し、避難時間が長くなるという設定により、より実態に近い結果が得られるものとした。また、避難経路は最短経路選択（A* アルゴリズム）を用いて各エージェントが最短経路をとる想定とした。こうしたルールを設定した上でシミュレーションのためのプログラムを構築した（University College Londonにおいて）。テストランを繰り返し、ビジュアル化を行った。

尚、本研究の経過は英国地理学会 GISRU2018 大会において、' Storm Surge Evacuation Modelling and the Visualisation of Evacuation Behaviour: A Case of Takamatsu, Japan' と題した論文を発表し、関連分野の専門家からフィードバックを得た。

各エージェントの移動速度や避難所における駐車場の容量などを見直し、シミュレーションの精度を上げるために、さらにテストランを行った。

3. 研究の成果

（注）必要なページ数をご使用ください。

シミュレーションは、10回実施した平均で、対象地域の避難者及び車が全て最寄りの避難所に避難を完了するのに要する時間は30-35分であった。ただし、これは各エージェントの避難準備の時間が含まれていないため、実際にはさらに時間がかかると思われる。これは上記の浸水シミュレーションにより避難が危険になる目安の30分を超えてしまっているため、各エ

ージェントはあらかじめ気象情報を注意深くチェックして、早めに避難することが求められることを示唆している。

本研究の成果は、2018年6月16日に、香川大学創造工学部において開催された防災まちづくり公開シンポジウムにおいて発表した。参加した市民の方々から、様々な意見、感想を頂いた。地元紙、四国新聞やテレビ局（瀬戸内海放送）でも大きく取り上げられ、シンポジウム後も各方面から意見を頂いた。

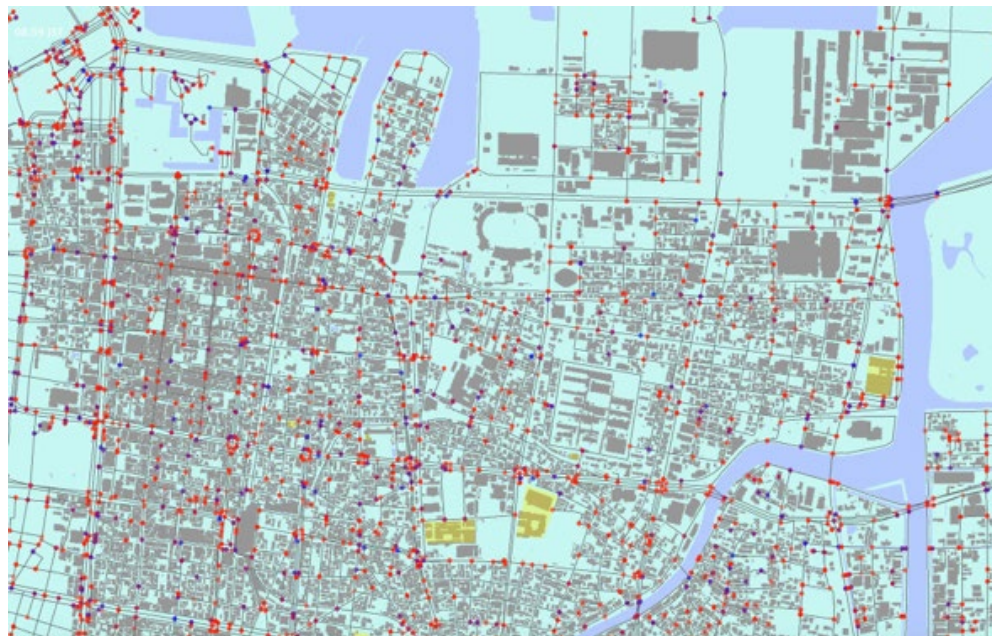


図3 避難シミュレーション動画のスクリーンショット



図4 シンポジウムの様子

(シンポジウムの様子を伝える瀬戸内海放送のニュースから

https://www.youtube.com/watch?v=CPNMI1_xPF4&feature=youtu.be)

高潮・浸水 どう避難



台風などの自然災害への備えについて考えるシンポジウム＝高松市林町、香川大創造工学部

香川大で公開シンポジウム
キャンベラ大准教授の中西仁美さん
高松市出身＝ロンドン大講師のサ

台風など自然災害への備えを考えるシンポジウムが16日、高松市林町の香川大創造工学部であった。2004年に高松市内などで甚大な被害が出た高潮を基にした避難行動シミュレーションの研究結果が発表され、避難所や避難経路のあり方について行政に警鐘を鳴らすとともに、住民が主体的に自分の身を守ることの重要性を訴えた。

シミュレーション結果紹介

ラ・ワイズさんが「高松における高潮・浸水時の避難行動シミュレーション」と題して講演。故郷の防災対策に貢献したいという中西さんにワイズさんが賛同し、共同研究を進めてきた。二人は同学部の木水慶寛教授の高潮の研究を基に、新たな数値モデルで住民の避難行動を検証した結果を発表。「避難を完了できない人が出る可能性が高い」と結論付けた。

住民が最寄りの避難所までの最短経路を車か徒歩で避難するという条件で検証した結果、避難完了までには30分35分かかった。04年の高潮時には30分ごとに約30センチ水位が上昇。水位が30センチ達すると車は使えなくなり、歩行での避難も困難になるという。

今回のシミュレーションでは建物内の混雑などは考慮していないため、二人は「実際にはより時間がかかる」とした上で、「住民が主体的に判断し、避難を開始することが重要」とした。

シンポジウムでは気象予報士の香田季実治さんの講演もあった。香田さんは、気象庁のホームページでは各地域の詳細な気象情報がありリアルタイムで紹介されていることに触れ、「テレビの気象情報は広範囲を対象にしたものが多い。災害が迫っている時は本当に必要な情報を自分から取りに行くべき」とアドバイスした。

図5 四国新聞の紙面（7月17日朝刊より）

4. 今後の課題

(注) 必要なページ数をご使用ください。

エージェントベースモデルは、各エージェントに特徴性を持たせるという点では、利用価値が高いが、エージェントの数や与える特徴が多くなるほど、プログラムが複雑になり、シミュレーションの時間も長くなる（コンピューターのキャパシティを超える場合もある）。そのため、ある程度のルール設定と制限を与えることが避けられず、本研究でも限定的な条件でシミュレーションを行った。このため、実際の災害でよくみられる住民同士の情報交換や心理的な作用による行動の多様性を考慮できていない。また、建物（例えばアパートやマンション、オフィスビル）内での混雑も考慮していない。実際の災害時には、住民は避難を開始するために様々な意思決定を行う（どこの避難所に行くか、利用交通手段等）。こうした意思決定と心理的作用のメカニズムを把握し、モデルの改良に役立てるため、現在対象地域において住民アンケート調査を実施している。この調査の結果をモデルに適用し、さらにシミュレーションの精度を高めていく予定である。

また、住民がより現実的に実感できるよう、バーチャルリアリティを使った避難行動の映像化などにも取り組む予定である。