

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：10104

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12394

研究課題名（和文）港湾観光都市における津波率先避難の意思決定モデル構築とシミュレーション分析

研究課題名（英文）Construction and Simulation Analysis of Decision Making Model for Tsunami Initiative Evacuation in Port City

研究代表者

深田 秀実（FUKADA, hidemi）

小樽商科大学・商学部・教授

研究者番号：40547866

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：地理不案内な観光者が多い港湾観光地において、津波を想定した避難訓練を行うことは現実的ではない。そこで、本研究では、観光者をコンピュータ上のエージェントに置き換え、率先避難者が観光者に与える影響をマルチエージェント・シミュレーションで分析した。今回のシミュレーションでは、周囲の人に声をかけながら避難する率先避難者が多いほうが、緊急避難場所に到着した人数が増えた。一方、避難時間は、率先避難者のエージェント数によらず、同程度の時間を要する結果となった。このことから、観光地では避難場所へ導く率先避難者の人数を一定数確保することで、地理不案内の観光者を避難所へ誘導できると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本国内では地震に伴う自然災害が相次いで発生している。例えば、2018年は北海道胆振東部地震に伴う大規模停電で、多くの観光者も被災した。しかし、北海道の海岸を有する観光地では、観光危機管理の意識が乏しい地域が多く、津波避難施設の方向を示す案内看板が無いエリアでは、津波が発生した場合、地理不案内な観光者が適切な避難行動をとることが出来ない状況にある。

よって、本研究の社会的意義は「観光者が、現在滞在している地理不案内な観光地において、どのようにすれば、短時間で適切な津波避難を行うことが出来るのか」という問いに対する答えを明らかにし、地域防災に貢献することである。

研究成果の概要（英文）：It is difficult to conduct an evacuation drill for a tsunami in a tourist resort in the Bay Area, which is visited by many tourists who do not know the area well. Therefore, in this study, tourists were replaced with computer agents, and the effects of leading evacuees (People who take the initiative in evacuation) on tourists were analyzed using a multi-agent simulation.

In this simulation, the number of people who arrived at the emergency evacuation site increased as the number of leading evacuees increased. On the other hand, the time required for evacuation was the same regardless of the number of agents who took the initiative in evacuation. This suggests that a certain number of lead evacuees can guide tourists who do not know the land to the evacuation site by securing a certain number of leading evacuees.

研究分野：観光情報学，地理情報科学

キーワード：観光港湾都市 津波 避難行動 率先避難 エージェント・シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

近年、観光立国実現を目指す取り組みが進み、日本国内における観光地では、オーバーツーリズム(観光公害)という言葉が表わすように、国内外の観光者が増加している。一方、国内では地震などに伴う自然災害が相次いで発生している。2018年は北海道胆振東部地震に伴う大規模停電で、多くの観光者が被災し、地震発生の翌日、札幌駅では電源を求める観光者が行列を作った。また、北海道では津波被害が少ないという印象を持つ観光者がいると考えられるが、1993年の北海道南西沖地震では、奥尻島で死者・行方不明者198名という人的被害が発生している。

しかし、北海道の海岸に面する観光地では、観光危機管理の意識が乏しい地域が多く、例えば、小樽市の中心部で観光者が多く訪れる小樽運河周辺エリアでは、現在地の海拔(標高)を示す表示板や津波避難施設の方向を示す案内看板があまり無い状況である。また、日本海側で発生する津波の特徴として、津波が陸地に到達する時間が短いことが知られており(例えば、小樽市への津波到達予想時間は最短17分)、大地震が発生した場合、直ちに海から離れ避難する必要がある。

さらに、北海道は積雪寒冷地であり、もし、冬季に大地震に伴う津波が発生した場合、地理不案内な観光者が適切な避難行動をとることが出来ず、暖房のある津波避難施設にたどり着けなければ、命に関わる重大な危機に直面することとなる。

従って、地域防災の観点に加え、観光危機管理の面からも「観光者は、滞在している地理不案内な観光地において、どのようにすれば、短時間で適切な津波避難を行うことが出来るのか」という課題解決に向けて、検討を加速する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、地元の観光従事者等が、津波に伴う率先避難を行った場合、地理不案内な観光者の行動に対して、どのような影響を及ぼすのか、その効果や課題をマルチエージェント・シミュレーション(Multi-Agent Simulation: MAS)を用いて明らかにすることである。

ここで率先避難とは、「津波警報等の危険情報に接したとき、自ら率先して危険を避ける行動を起こすこと。その行動によって、周囲の人にも同様の行動を促し、危険回避行動を起こさせること」と定義する。

3. 研究の方法

多くの観光者が滞在している商店街や観光スポット等で、津波を想定した避難訓練を行って、観光者の避難行動を再現することは現実的ではない。そこで、本研究では、「観光者」を、コンピュータ上で津波避難の意思決定ルールを与え自律的に行動する「エージェント」に置き換え、率先避難者と観光者との相互作用を再現し、得られた行動データを分析するMASを用いる研究手法を選択する。

本研究の対象地域は、北海道西部沖の日本海を震源とする巨大地震に伴う大津波の発生を念頭に、積雪寒冷地である北海道南西部において、国内有数の港湾観光都市である小樽市とし、その中でも、津波予想高さ4m程度で、かつ多くの観光者が集中して滞留する小樽運河周辺(図1)とする。

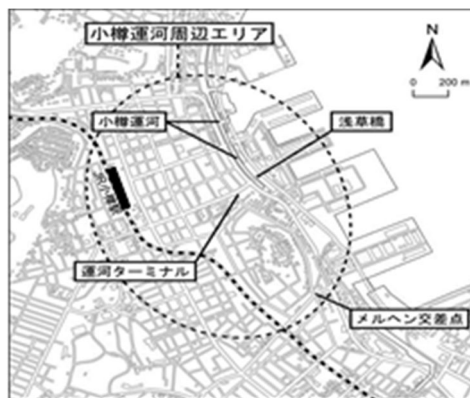


図1 位置図(小樽運河周辺エリア)

4. 研究成果

(1) 小樽市の市街地における滞留人口の把握

民間の携帯電話会社が提供している「人流統計データ(個人情報秘匿化済み): 以下、人流データ」を入手し、これをGISソフトウェアのカーネル密度推定機能を用いて、小樽市中心市街地エリアにおける滞留人口を可視化した(図2)。

この可視化により、小樽市中心市街地で、特定の日曜日の日中における滞留人口の多いエリアを一定程度把握することが出来た。

(2) 津波避難に関する意識調査

近年、大きな地震が比較的少ない日本海側に居住し、函館・鎌倉・長崎などといった港湾観光地への旅行経験者(N=500)を対象として、Web調査を用いて、

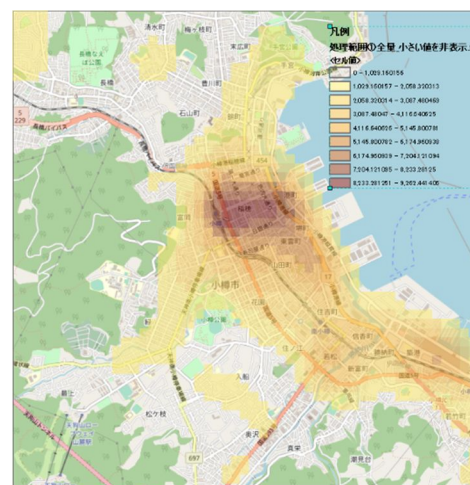


図2 カーネル密度(小樽市中心部)

津波避難に関する意識調査を行った。そのうち、率先避難に係る質問項目を表1に示す。

その結果、観光中の津波警報発表時において、「声がけ」により避難率が向上する傾向があることが分かった。すなわち、海が見える観光地に旅行している際、津波警報が発表されたことを見聞きして避難する割合は46.2%であるが、地元商店の店員からの声がけで避難すると回答した割合は60.6%、警察官や消防団員の声がけで避難すると回答した割合は64.4%となった(図3)。この結果から、港湾観光地における津波避難の意思決定に、「声がけ」が重要な要因となっていることが分かった。

表1 質問項目：夏の観光シーズンに、海が見える観光地を観光している際に、次に示す状況となった場合、津波避難に関して、どのように考えますか？
(選択肢：4件 [0：避難しない，1：たぶん避難しない，2：たぶん避難する，3：避難する])

Q1.	観光している最中に、地震の強い揺れを感じたとき
Q2.	観光している最中に、地震の長い揺れを感じたとき
Q3.	観光している最中に、津波警報の発表を見聞きしたとき
Q4.	観光している最中に、自治体からの避難指示を見聞きしたとき
Q5.	観光している最中に、他の地域での津波来襲状況を見聞きしたとき
Q6.	観光している最中に、地震の強い揺れを感じた際、屋外の商店街や道路で、標高の高い方へ移動する人々を見たとき
Q7.	観光している最中に、地震の強い揺れを感じた際、周囲の旅行者が標高の高い方へ移動するのを見たとき
Q8.	観光している最中に、地震の強い揺れを感じた際、警察官や消防の人に避難するよう声をかけられ、避難する方向や避難場所を教えられたとき
Q9.	観光している最中に、地震の強い揺れを感じた際、地元の人や商店の店員に避難するよう声をかけられ、避難する方向や避難場所を教えられたとき
Q10.	観光している最中に、地震の強い揺れを感じた際、地元の人や商店の店員に「津波が来るかもしれないから、高台へ一緒に避難しましょう」と声をかけられたとき

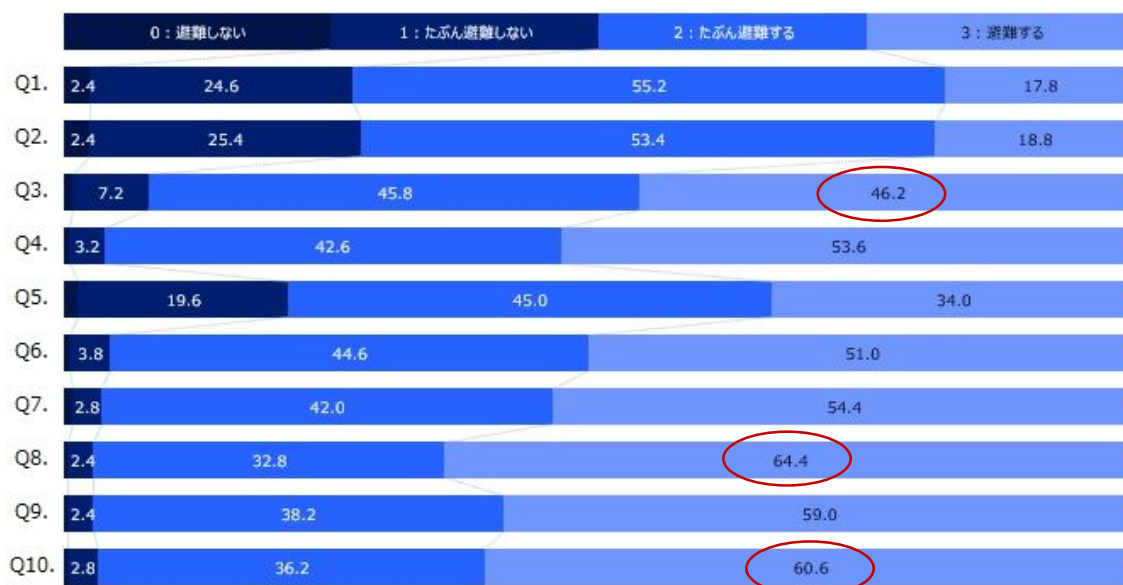


図3 Q1～Q10に対する回答結果(%), N=500

(3) マルチエージェント・シミュレーション分析

小樽市中心市街地のうち、来樽観光者が多く滞留する堺町通り商店街において、津波避難訓練を疑似的に行って、その被験者にヒアリング調査を実施し、地理不案内な観光者(避難者)が避難行動を起こすトリガーを探った。なお、この疑似的避難訓練は、当初予定していた「観光従事者における率先避難行動のヒアリング調査」の実施をコロナ禍のため断念し、代わりに「地理不案内な観光者を想定した被験者による疑似的な避難訓練の一部として行ったものである。

また、以下の(a)と(b)を行って、率先避難者の行動が地理不案内な観光者の津波避難行動に対して、どのような影響を与えるのかを検討した。

(a)津波率先避難に関する意思決定モデルの構築

「Web 調査による津波避難に関する意識調査」の結果、および小樽観光の特徴や観光行動モデル構築に関する知見などをもとに、津波避難に関する観光者の津波避難行動モデルを検討した。このモデルをもとに、マルチエージェント・シミュレーションのエージェントの基本的な行動フローを決定した(図4)。

(b)津波率先避難行動のマルチエージェント・シミュレーション分析

小樽市内の堺町通り商店街を対象フィールドとして、上記(a)で構築した行動フローを基に、率先避難行動を行うエージェントと、それに追従する地理不案内な観光者エージェントに着目し、両者が緊急避難場所(旧堺小学校)へ到着するまでの津波避難行動をシミュレーションした(図5)。

その結果、今回のマルチエージェント・シミュレーションでは、商店街に900名の観光者がいると仮定した場合、率先避難者の人数を58名(Case1)と25名(Case2)の2つとしたケースで、Case1の率先避難者が多いほうが、緊急避難場所に到着した人数が増える結果となった。

(4)まとめ

地理不案内な観光者が多い商店街や観光スポット等で、津波を想定した避難訓練を行うことは容易ではない。そこで、本研究では、観光者をコンピュータ上のエージェントに置き換え、率先避難者が観光者に与える影響をマルチエージェント・シミュレーションで分析した。

今回のマルチエージェント・シミュレーションでは、周囲の人に声をかけながら避難する率先避難者が多いほうが、緊急避難場所に到着した人数が増えた(Case1=801名, Case2=768名)。一方、避難時間は、率先避難者のエージェント数によらず、同程度の時間を要する結果となった。

このことから、観光地では、その地域における津波避難所の場所を理解している率先避難者の人数を一定数確保することで、地理不案内の観光者を避難所へ誘導できるものと考えられる。

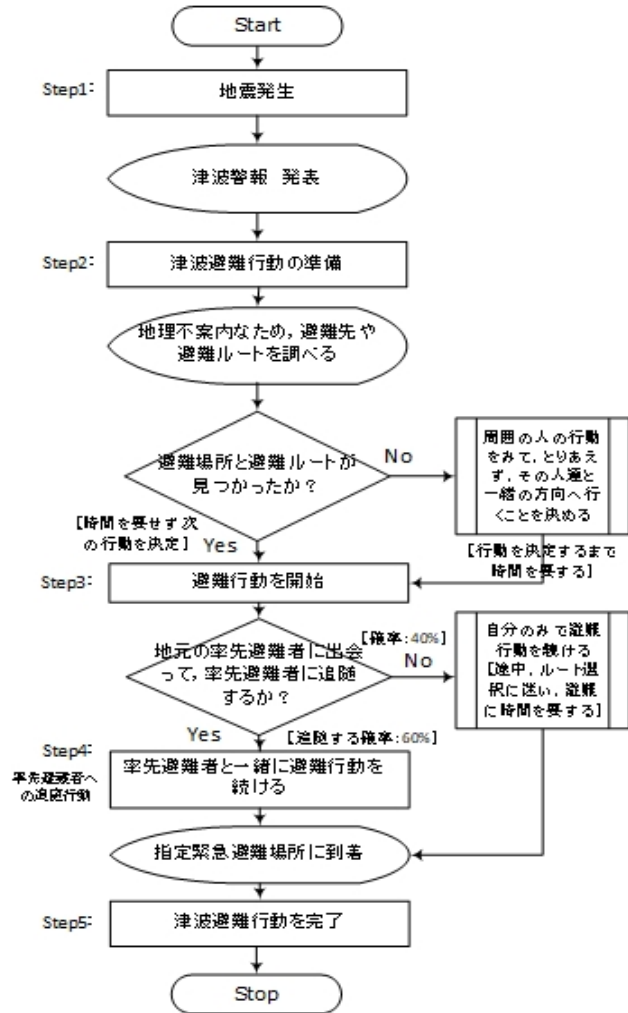


図4 エージェントの行動フロー

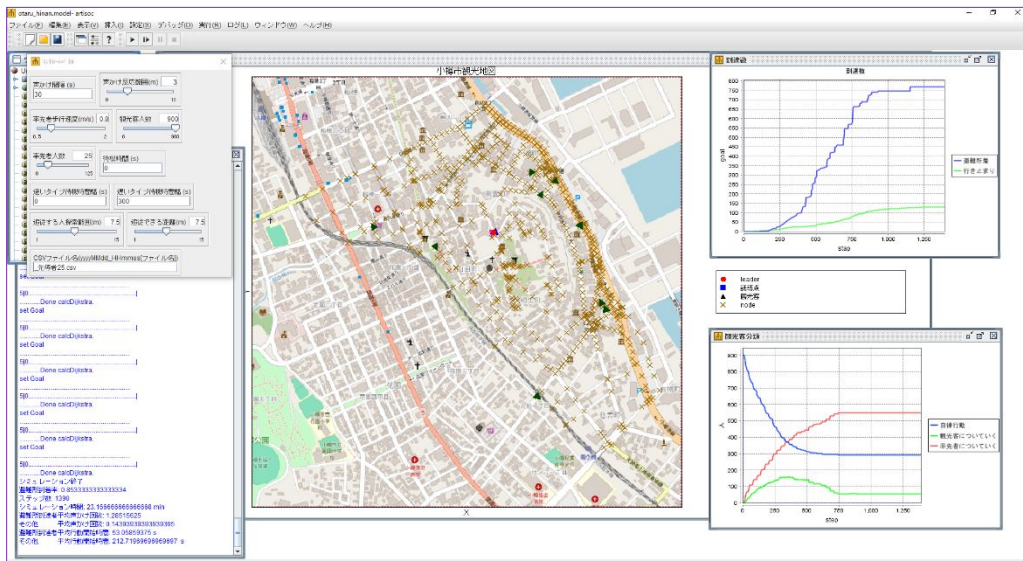


図5 シミュレーション実行中の画面例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 深田 秀実, 橋本 雄一	4. 巻 96(2)
2. 論文標題 マルチ・エージェント・シミュレーションによる津波避難ビルへの避難行動分析 - 北海道釧路市中心市街地を事例として -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地理学論集	6. 最初と最後の頁 7-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 深田 秀実	4. 巻 26
2. 論文標題 デマ情報に対するマイクロブログ利用者の情報行動に関する基礎的分析 - 北海道胆振東部地震における大規模停電状況下を事例として -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本危機管理防災学会誌「危機管理防災研究」	6. 最初と最後の頁 141-146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 深田 秀実, 橋本 雄一	4. 巻 30
2. 論文標題 エージェントモデルを用いた津波避難シミュレーション手法の開発 - 釧路市における津波避難ビルの垂直避難を対象として -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 B30-3-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 深田秀実	4. 巻 第17号
2. 論文標題 質的データ分析を用いた観光行動調査法の検討 - 小樽市における観光回遊行動を事例として -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 観光まちづくり学会誌	6. 最初と最後の頁 30-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計31件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 深田秀実
2. 発表標題 デマ情報に対するマイクロブログ利用者の情報行動に関する基礎的分析
3. 学会等名 日本危機管理防災学会第14回研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥野祐介, 塩崎大輔, 橋本雄一
2. 発表標題 疑似的津波集団避難に関する移動軌跡データ分析
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 橋本 雄一（編著）, 奥野 祐介, 川村 壮, 木村 圭司, 零石 和利, 三好 達也	4. 発行年 2022年
2. 出版社 古今書院	5. 総ページ数 176
3. 書名 六訂版 GISと地理空間情報	

〔産業財産権〕

〔その他〕

国立大学法人 北海道国立大学機構 小樽商科大学 研究者総覧 http://researcher.ih.otaru-uc.ac.jp/profile/ja.f14806ddcc375ecd.html
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	橋本 雄一 (Hashimoto Yuichi) (90250399)	北海道大学・文学研究院・教授 (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関