

津波避難時の渋滞緩和のための徒歩避難促進手法の提案： 宮城県石巻市における実践例

東北大学大学院 工学研究科 学生会員 ○川合 将矢

東北大学 災害科学国際研究所 正会員 佐藤 翔輔

東北大学 災害科学国際研究所 正会員 マス エリック

東北大学大学院 工学研究科 学生会員 新家 杏奈

東北大学 災害科学国際研究所 正会員 今村 文彦

1. はじめに

2011 年の東日本大震災において、内閣府が行った質問紙調査では、車避難を行った人は全体の 57%であった¹⁾。津波避難に車を利用した住民が多くいたことが原因となって各地で渋滞が発生し、被害が拡大した²⁾。これを受けて宮城県は、津波避難時は「徒歩による避難を原則とする。自動車では避難しない。」を徹底するとしている³⁾。

渋滞による被害を軽減するためには、各個人が災害を乗り越えるために行動を事前に検討し、車避難から徒歩避難へ住民の意識変容を促すことが必要であるといえる。

災害時の行動を事前に検討するための手段として、ハザードマップをはじめとした情報コンテンツの利用が検討されてきた⁴⁾。鈴木ら⁵⁾は、各個人がどのような安全確保の方法があるのかを知り、どの方法が自分に有用か調べられるツールである「YOU@RISK」を開発した。

意識変容の手段の一つとして、災害時の状況を想定するという方法がある。石巻市では、年に一度総合防災訓練を行っており、戸川ら⁶⁾は、この訓練が避難行動を促すことを明らかにしている。また、片田ら⁷⁾は津波時の情報伝達と津波氾濫と津波避難を統合したシミュレーション結果のアニメーションが防災教育に有用であることを示唆した。シミュレーション結果を見せることで、自身が災害時に置かれる状況をイメージすることができると考えられる。

以上に挙げたコンテンツやツール、取り組みの中には津波避難時の徒歩避難促進を目的としたものは存在しない。さらに、避難時の行動選択に関係する要因を踏まえて作成された情報コンテンツや意識変容ツールの作成は見られていない。本研究では、津波避難時の徒歩避難に関する意識変容につながる要因として、川合ら⁸⁾によって明らかになった車避難者の特徴を踏まえて、「次の災害時には歩いて避難しよう」と意識変容を促す手法を提案し、災害時の渋滞抑制に寄与することを目的とする。

2. 研究方法

前述したように、渋滞による被害を軽減するためには、各

個人が災害を乗り越えるために行動を事前に検討する必要がある。そのための手段として、マルチエージェントシステムを用いて、利用者の避難行動をイメージすることができるような避難行動シミュレーターの開発を行う。

実装のための基盤として、Mas et al.⁹⁾が開発した津波避難行動のマルチエージェントシミュレーションのシミュレーター（TUNAMI-EVAC1）を用いた。これは、GUIが利用可能で、必要なパラメータの数が少なく使いやすいため、シミュレーション結果がアニメーションとして出力可能なシミュレーターであると判断した。

利用者が想定される避難行動を再現できるようにするために、想定している避難経路を入力できる機能を TUNAMI-EVAC1 へ追加した。利用画面を図 1 に示す。表示される地図に、利用者の想定する避難開始場所と避難先、そこまでの避難経路と避難の準備時間を入力する。これにより、利用者を想定したエージェントが生成され、そのエージェントに移動経路として、利用者の避難経路がロードされる。実行することで、車と徒歩それぞれの場合での避難想定が映像として出力される。

完成したシミュレーターは、利用者が想定される避難経路を入力することで、他の避難者（エージェント）の影響を受けながらその経路を移動し、どのように避難していくのか、渋滞に巻き込まれるのか否か、避難にかかる時間がどの程度であるのか映像として出力することができる。提案



図 1 シミュレーターの利用画面

キーワード：津波避難、渋滞、徒歩避難、車避難、意識変容

住所：〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1-E305 TEL：022-752-2089

する徒歩避難促進手法は、シミュレーターを用いて徒歩と車それぞれの場合での避難シミュレーションの映像を出力し、シミュレーター使用者は出力映像を見て、渋滞遭遇の有無や避難にかかる時間を把握していただく。既往調査で明らかになっている車避難者の特徴の「徒歩避難が大変だと思う人」⁸⁾を踏まえて、避難先まで徒歩で避難することはできないのか、避難手段について再検討していただく。

このシミュレーターの効果測定のために行った聞き取り調査は宮城県石巻市在住の15名を対象から協力が得られた。

3. 結果・考察：聞き取り調査の結果・考察

聞き取り調査を行った結果を図2に示す。避難行動シミュレーター利用後、「次の災害時には車と徒歩、どちらで避難しようと思いますか?」という質問に、「徒歩で避難する」と回答した人が9人、「車で避難する」と回答した人が6人であった。2021年宮城県沖地震の際の車避難の割合が77.6%であった⁹⁾ことであったことを踏まえると、シミュレーターの利用には、一定の徒歩避難促進効果があると言える。こういった人に促進効果が見込めるのかの考察を行うため、図2に示したそれぞれのパターンにおける分析を以下に示す。これは6パターンに分類されており、シミュレーター利用で避難先まで徒歩で間に合ったか否か、シミュレーター利用で避難先まで車で間に合ったか否か、次の災害時に徒歩で避難しようと思うか否かの3点で分類した。特に着目すべき2パターンの考察を述べる。

図2の右から3番目のパターンは、「シミュレーションの結果、車では避難先まで間に合わないの、徒歩避難をする人」であり、5名が当てはまった。行き先や経路を自由に決められる手段であることや、状況が読めない災害時において、最低限目的地までたどり着ける手段であること、渋滞箇所がシミュレーションによってわかったとしても、もしかしたらが怖いことから、徒歩避難するという意見が挙がった。この結果から、本研究のように、その人自身の避難行動がどうなるものになるのかを映像として示すことが渋滞や避難の遅れの危険性を気づかせることに繋がり、徒歩避難が促進されることがわかった。

図2の一番右のパターンは、「シミュレーションの結果、自身は車で間に合うものの、車では避難先まで間に合わない人が存在することを知り、徒歩避難をする人」であり、4名が当てはまった。これらの人は、自分はシミュレーションでは渋滞に遭遇しなかったが、地域の渋滞の様子を見て危険性を感じた人やシミュレーター利用を通じてその危険性を再認識した人たちであった。この結果から、発災時にしか見ることのできない地域の渋滞を、避難シミュレーションを見ることによって実感することができ、地域の災害時の渋滞の様子やどの道路で渋滞が発生する可能性があるのか

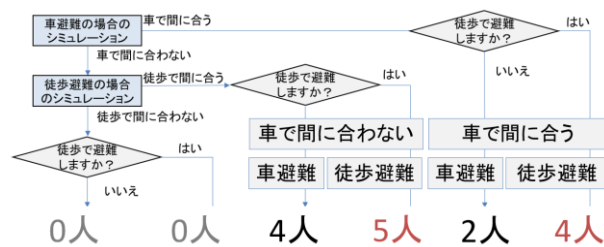


図2 聞き取り調査の結果

を示すことが徒歩避難の促進につながるということがわかった。

4. おわりに

本研究では、徒歩避難促進を目的として、避難時の行動選択に関係する要因を踏まえて避難行動シミュレーターを作成し、聞き取り調査によって効果測定を行った。地域の災害時の渋滞の様子やその人自身の避難のリスクを示すことが徒歩避難促進につながるということが分かった。

5. 参考文献

- 1) 内閣府防災担当：東日本大震災時の地震・津波避難に関する住民アンケート調査，https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/pdf/20121221_chousai_3.pdf（最終閲覧：2022年4月25日）
- 2) 関谷直也：東日本大震災における「避難」の諸問題にみる日本の防災対策の陥穽，土木学会論文集 F6（安全問題），68巻2号，p.11-111，2012。
- 3) 宮城県津波対策連絡協議会：宮城県津波対策ガイドライン，https://www.pref.miyagi.jp/documents/8136/863209_1.pdf（最終閲覧：2022年4月25日）
- 4) 谷垣内享宣：洪水ハザードマップの内容に関する分析，災害情報，No.3，pp.37-49
- 5) 鈴木進吾，永松伸吾，李泰榮：地域での安全確保行動検討に資する問題解決プロセス支援ツール YOU@RISK の開発，災害情報，No.20-1，pp.87-97，2022
- 6) 戸川 直希，佐藤 翔輔，今村 文彦，岩崎 雅宏，皆川 満洋，佐藤 勝治，相澤 和宏，横山 健太：津波避難訓練が実際の津波避難行動に及ぼす効果—宮城県石巻市 2016 年 11 月 22 日福島県沖地震津波時の事例—，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.73，No. 2，I 1531—I 1536，2017
- 7) 片田 敏孝，桑沢 敬行：津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発，土木学会論文集，Vol.62 No.3，250-261，2006
- 8) 川合 将矢，佐藤 翔輔，新家 杏奈，渡邊勇，今村 文彦：津波災害時における車渋滞の抑制を目的とする基礎的研究：2021 年 3 月 20 日宮城県沖地震における宮城県石巻市の住民に見られた避難行動の分析を通して，地域安全学会論文集 No.41，2022
- 9) Mas, E., Adriano, B., Koshimura, S. : An Integrated Simulation of Tsunami, Hazard Evacuation in La Punta, Peru, Journal of Disaster Research 8.2pp285-295, 2012