

水害シミュレーションを用いた VR 避難訓練システムの開発と防災意識の向上

前田 陽光

1. はじめに

近年、地震や津波、豪雨などの自然災害が増加し、多くの地域で人的被害が深刻化しており、適切な避難を行うことが重要となっている。2024 年の能登半島地震では最大震度 7 を観測した。このような状況を踏まえ、住民一人ひとりの防災意識の向上が求められている。松下ら[1]は避難体験に基づく防災意識向上のための VR アプリケーションの開発を行い、体験者の避難行動の評価を行った。

本研究では VR を用いて波の到達時間や範囲を考慮した津波を想定し、避難訓練を行う。また、アンケートから提案した避難訓練システムが防災意識を向上させることができるか評価する。

2. 水害シミュレーションと手法

コンピュータを利用して、水の流れを流体力学に基づき、離散化手法の一つである粒子法を用いてシミュレーションすることである。粒子法は、SPH 法と MPS 法に分類できる。本研究では、津波を再現するために、Zibra Effects を用いた。Zibra Effects は、AI を利用してリアルタイムで流体をシミュレーションし、リアルな流体の挙動を再現することができる Unity のプラグインである。障害物と水との衝突も再現が可能である。Zibra effects は、SPH 法で再現される。SPH 法は、MPS 法と比べ精度は落ちるが計算コストが低くリアルタイム性が高いため、アプリケーションの用途に適している。

3. 避難訓練システムの概要

本システムは、被験者が都市部で津波に遭遇する場面を想定している。Unity のプラグインである Fantastic City Generator を用いて都市を自動生成した仮想空間を用いる。

図 1 に都市の外観を示す。図 1 の右端に水源を設置し、指定時間が経過すると水が流れる。避難地点の建物の中にある看板に辿り着くと避難完了となる。



図 1 都市の外観

4. 実験

本実験の目的は、津波からの避難を想定した本訓練システムの有用性と防災意識への効果を明らかにすることである。被験者は、21～26 歳の学生 20 名（男性 20 名）を対象とし、以下の手順で実験を実施した。被験者には避難訓練の前に「地震が発生し、津波が来るので避難行動をとってください」と伝え、システムは 2 回体験してもらった。実際に避難して

いる時の様な危機感を演出するため、1 回目は津波が襲ってくる時間が早く、2 回目は遅い条件とした。

1. 操作方法に関する資料を渡し、確認してもらう。
2. HMD を装着し、1 回目の避難訓練を行う。
3. HMD を外し、5 分間休憩する。
4. HMD を装着し、2 回目の避難訓練を行う。
5. HMD を外し、リッカード尺度によるシステムの評価に関するアンケートに回答してもらう。

5. 評価

アンケート結果の一部を表 1 に示す。質問 1～3 が状況把握、4～7 が防災意識に関する質問である。平均値はリッカード尺度の 5 段階評価（1～5）である。アンケート結果に差があるかを判別するため、Wilcoxon の符号付順位検定を用いた。状況把握では質問 1、防災意識では 4～7 のすべての質問で有意な結果が確認できた。

表 1 アンケート結果

質問内容	平均値	有意水準
1. 避難地点や障害物などの状況を的確に把握できましたか？	3.55	$p < .05$
2. どの避難経路を選択すべきかを明確に判断できましたか？	2.8	なし
3. 避難場所の表示は十分に足りていましたか？	3.25	なし
4. 訓練を継続したいと思いましたか？	3.9	$p < .01$
5. 自宅近所の潮位変化や避難所について把握しておきたいと感じましたか？	3.85	$p < .01$
6. 訓練を受けたことで、防災意識が高まったと感じましたか？	4.15	$p < .01$
7. 実際の避難方法や防災知識をもっと学びたいと思いましたか？	4.1	$p < .01$

6. 考察とまとめ

表 1 より、防災意識に関する 4 つの質問で有意差が確認できたため、提案システムは防災意識を向上させることができるといえる。状況把握で有意差が見られなかった原因として、被験者からは「避難場所が分かりづらい」との意見が多く、避難地点の表示が適切ではなかったと考えられる。

本研究では、水害シミュレーションを用いた VR 避難訓練システムの開発と防災意識に関する評価を行った。防災意識を向上させることはできたが、避難場所の表示が不十分であったため、今後の課題として避難場所の表示の工夫が必要である。

【参考文献】

- [1] 松下 智晴, 菊池 晶陽, 大井 翔, 後藤 壮史, 佐野 睦夫: DeVA: VR を用いた防災知識向上のための避難訓練アプリケーションの開発, インタラクシオン 2021 論文集, p. 307-312, 2021.

[担当教員] 石原 真紀夫