

防災教育のためのVR津波と避難の疑似体験システムの構築

中央大学大学院 学生会員 ○ 王 博
中央大学 正会員 檜山 和男

1. はじめに

東日本大震災を契機として、各自治体において新たな津波想定のもとに、ハザードマップの再作成・公開が行われている。また、近年では従来の最大浸水深を表示する静的なハザードマップに代わり、津波被害の進展状況が理解できる動的なハザードマップについても作成・公開が行われている。

著者らはこれまで、バーチャルリアリティ（VR）技術に着目したVR津波疑似体験システム¹⁾の構築を行い、津波の来襲が想定される地域の中学校などでの防災教育に利用してきた。その結果、防災教育ツールとしての有用性を確認することができたが、一方で操作性及びCGモデル品質等の向上が防災意識のさらなる向上に寄与する可能性があることも認識した。

本研究は、従来の津波疑似体験システムの臨場感のさらなる向上を目的として、津波モデル及び都市・地域モデルの品質の改善を行うとともに、各避難場所視や避難者視点での津波遡上の様子をスマートフォンで体験可能な全地球動画の作成を行いシステムへの実装を行った。

2. システム概要

本システムは、対象地域の住民の防災意識の向上を促進する津波体験システムの構築を行うもので、その概要を図-1に示す。本システムは、実際の都市・地域環境をGIS、CADおよびドローンによるマッピングデータを用いて忠実に再現した上で、物理モデルに基づく津波シミュレーションを実施し、その結果をマルチエージェントを用いた避難行動シミュレーションに用いた。

そして、それらを統合開発環境内蔵のゲームエンジンであるUnityを用いて統合し、VR技術を用いて3次元CGを立体表示させることで、災害や避難を疑似体験可能なシステムの構築を行うものである。以下に、各プロセスについてその概要を述べる。なお、適用対象地域として、高知県中土佐町久礼地区を取り上げた。

3. 都市・地域モデルの導入

本研究では、モデリング領域を低解像度の領域（地形モデル）、中解像度の領域（非構造物モデル）、高解像度の領域（構造物モデル）に分け、それぞれに対して適切な手法²⁾を用いた。大領域の地形モデルには津波解析メッシュから抽出した高さ情報を、中領域の非構造物モデルにはドローンによる空撮データ及びGISデータを、小領域の構造物モデルには3Dモデリングソフトを用いてモデル化を行った。特に小領域の民家モデルを効率的に作成するために、ルールに基づいたモデリング手法も併用した。

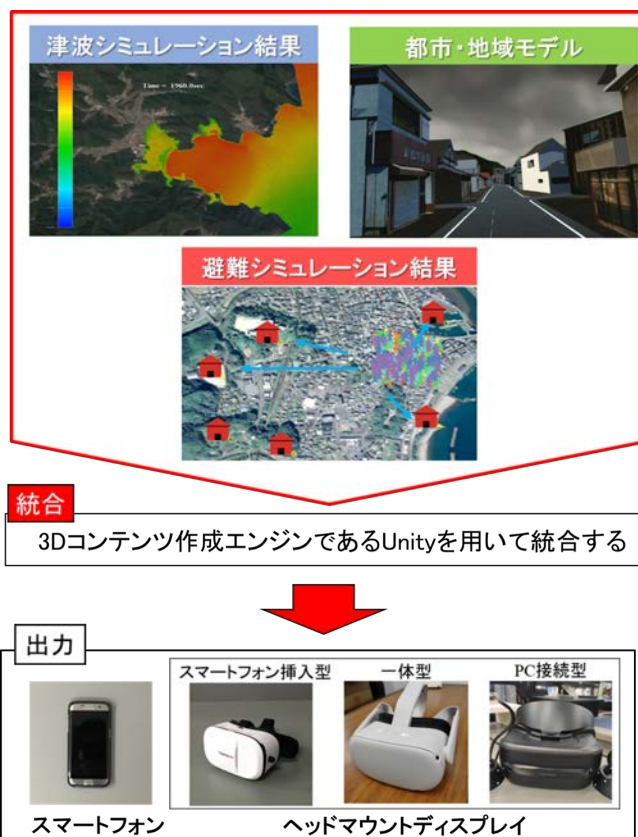


図-1 本システムの概要

そして、作成したモデルをUnityにより編集および可視化を行うため、FBX形式に変換して、モデルの統合を行った。

4. 津波シミュレーション

本研究では任意形状への適合性に優れる三角形要素を用いた有限要素法による津波解析手法を用いる。津波解析の支配方程式として、浅水長波理論に基づく浅水長波方程式を用いた。津波の初期条件としては、中央防災会議が策定した断層モデル4から算出された水位変動量を用いている。可視化するには、津波の数値解析結果に対する軽量化を行った後に、メッシュの作成や、水の質感を表現可能なシェーディング手法を適用し、時系列に波高情報の補間・更新を行うプログラムを適用することで津波の遡上を表現可能なCGモデルの作成を行った。

5. 避難シミュレーション

本研究では、津波災害に対する早期避難の重要性への理解を促進するために、マルチエージェントを使用した津波避難シミュレーション³⁾の結果を可視化し、避難者視点の映像を提示したVR体験を実現した。避難シミュレーション

KeyWords： 防災, VR, 津波, GIS, 避難

連絡先： 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL : 03-3817-1815 E-mail : a15.twonn@g.chuo-u.ac.jp

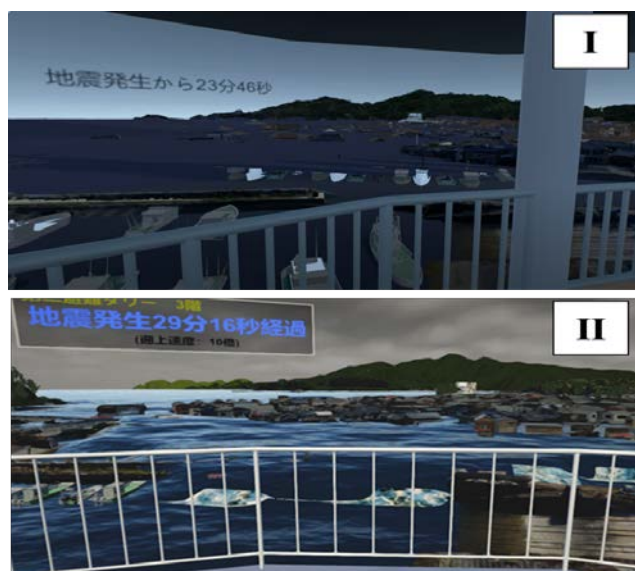


図-2 避難場所視点 (I: 先行研究, II: 本研究)

ンで得られた各年齢層の避難者エージェントの経路情報を用いて、対応した人型モデルを道路の3Dモデル上で移動させる機能を実装した。移動中の人型モデル視点の映像から、地震発生後何分後に避難路のどこまで到着したかをより直観的に確認できる。なお、現在は人型モデル及び避難路周辺モデルに対する高品質化を行っており、改良した可視化結果を講演時に示す予定である。

6. 全天球動画の作成及びVR可視化

Unityで津波モデルと都市モデルを日本の平面直角系座標系で位置合わせした後に、各視点での映像を正距円筒図法で投影した全天球動画を作成した。図-2に避難場所視点からの映像について、先行研究と本研究の比較を示す。図より、津波モデル及び都市・地域モデルの高品質化が実現できていることが分かる。

作成した動画にVR用に投影、再生することで臨場感のあるVR津波体験が可能となる。

7. 適応例

本研究では、高知県中土佐町の久礼地区を対象として各避難場所からの視点や、避難者視点(図-2-II, 図-3参照)の動画コンテンツを作成し、該当地域内にある久礼中学校で行われた防災教育に適用した。

中学3年生35名を対象してシステムの体験をした後、アンケート調査を行った。避難場所視点動画に関する設問(Q1:都市・地域モデルの品質, Q2:操作性の手軽さ, Q3:防災意識は向上したか)を設定した。評価は5を最高点、1を最低点とする5段階評価とした。今回のアンケート結果と著者らの先行研究のシステムのアンケート結果(中学1年生37名を対象)に得点ごとの比率で比較した結果を図-4に示す。

Q1において4と5を選択した人の割合が20%増えたことから各モデルの品質向上が確認でき、また、Q3において4と5を選択した人の割合が従来の89%から約94%と高いことから、本システムは防災教育に有効であると考えら



図-3 :避難者視点

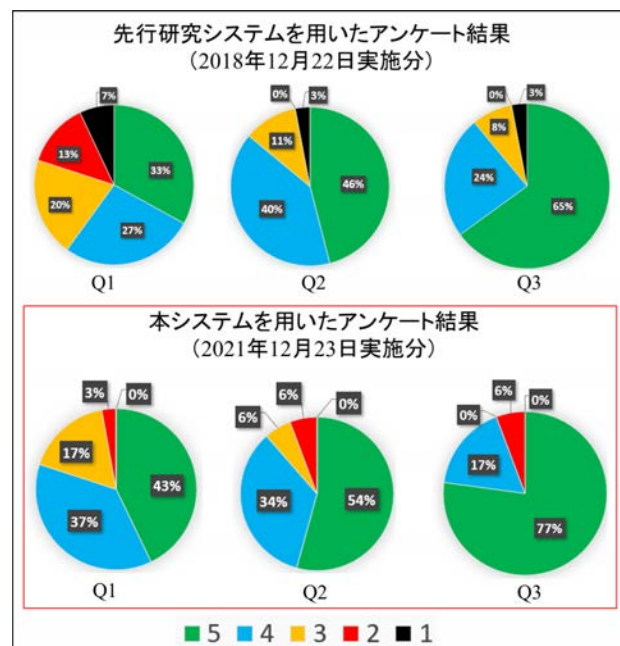


図-4 アンケート結果の比較

れる。また、避難者視点の動画に関する設問(Q4:避難しているように体験できたか, Q5:津波体験から早期避難すべきと思ったか)については、4と5を選択した人の割合はそれぞれ約86%と約97%であることから、本システムの利用により、早期避難の重要性への理解を深まる効果があると考えられる。

8. おわりに

本研究では、従来の津波疑似体験システムの臨場感のさらなる向上を目的として、津波モデル及び都市・地域モデルの品質の改善を行い、防災教育に適用した。アンケート結果を通じて、提案システムの有効性確認できた。

今後の課題として、引き続き各モデルの高品質化を行うことが挙げられる。

参考文献

- 植野雄貴, 金澤功樹, 陳詩凌, 近真弥, 大川博史, 樫山和男: 防災教育のためのVR技術を用いた津波とその避難の疑似体験システムの構築に関する研究, 第46回土木学会関東支部技術研究発表講演概要集, 2019.
- 陳詩凌, 金澤功樹, 植野雄貴, 大川博史, 樫山和男: GIS/CAD/ドローンを用いた高精度地域モデルの構築手法に関する研究, 第46回土木学会関東支部技術研究発表講演概要集, 2019.
- 中村麻菜美, 金澤功樹, 大川博史, 樫山和男: 建物倒壊による道路閉塞を考慮した津波避難シミュレーション, 土木学会第74回年次学術講演会講演概要集, 2020.