

# スマートデバイスを用いたマルチエージェントモデルに基づく津波避難疑似体験システム

## Tsunami Evacuation Experience System Based on Multi-Agent Model using Smart Device

中央大学 学部4年 植野 雄貴

中央大学 学部4年 近 真弥・中央大学 学部5年 陳 詩凌・中央大学大学院 修士1年 金澤 功樹・中央大学 榎山 和男

### 研究背景と目的

近年多発する大規模な災害に対し、堤防などのハード面の対策だけでは限界がある。



防災意識を高めるソフト面の対策が重要

#### ☆研究の目的

津波への防災意識向上を目的とし、都市・地域モデル、津波の解析結果、避難シミュレーション結果を統合し、スマートフォンで閲覧可能なVR体験型津波避難シミュレーションシステムの構築

#### VR装置について

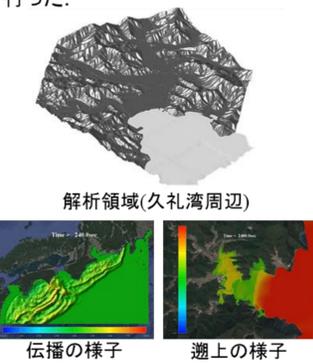


本研究では、避難場所からの視点および避難者の視点の全天球動画を作成した。スマートフォン単体でVR可視化を行うことができるが、スマートフォン挿入型HMDを用いることでより臨場感の高いVR体験も可能となる。

### システムの構築

#### 津波シミュレーション

任意形状への適合性に優れた有限要素法を用いて中土佐町における津波シミュレーションを行った。



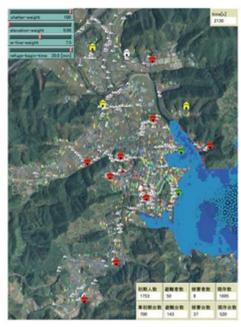
#### 都市・地域モデル

実在している建物に基づいてモデリングソフトを用いて都市・地域モデルを作成した。



#### 避難シミュレーション

マルチエージェントモデルを用いてシミュレーションを行った。モデルは最短距離、標高、水際線までの距離を考慮して判断を行う。



Unityを用いて統合し、VR体験型津波避難シミュレーションシステムを構築

#### 都市・地域モデルの作成

##### ●低解像度(大領域)

公開されているデータを用いて、地形モデルに衛星写真を貼り付けて作成する。(ex. 数値標高5mメッシュ・衛星写真等)



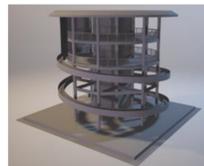
##### ●中解像度(中領域)

ドローンで撮影し、SfM/MVS処理により3次元形状を復元する。



##### ●高解像度(小領域)

構造物を図面・写真を元にCADにより作成する。



#### 避難シミュレーション

$$S = \frac{a}{s^\alpha} - \frac{b}{z^\beta} - \frac{c}{w^\gamma}$$

効用

最短距離 標高 水際線

~14歳 15~34歳 35~54歳 55~64歳 65~74歳 75~84歳 85歳~  
1.33(m/s) 1.47(m/s) 1.39(m/s) 1.41(m/s) 1.32(m/s) 1.04(m/s) 0.50(m/s)

(引用) 加藤啓介:「多行動派に基づいた歩行速度推定法の導出と津波避難シミュレーションへの適用」

経路選択を行う際に、重みに基づいて次に向かうノードを比較し、効用の大きい経路を選択する重力モデル式を採用した。

また、中土佐町の年齢分布に基づきモデルの年齢ごとの人数を調整し、年齢ごとに歩行速度を変えた。

S 効用(最大値を選択)

s z w 目的地までの距離、標高、水際線からの距離

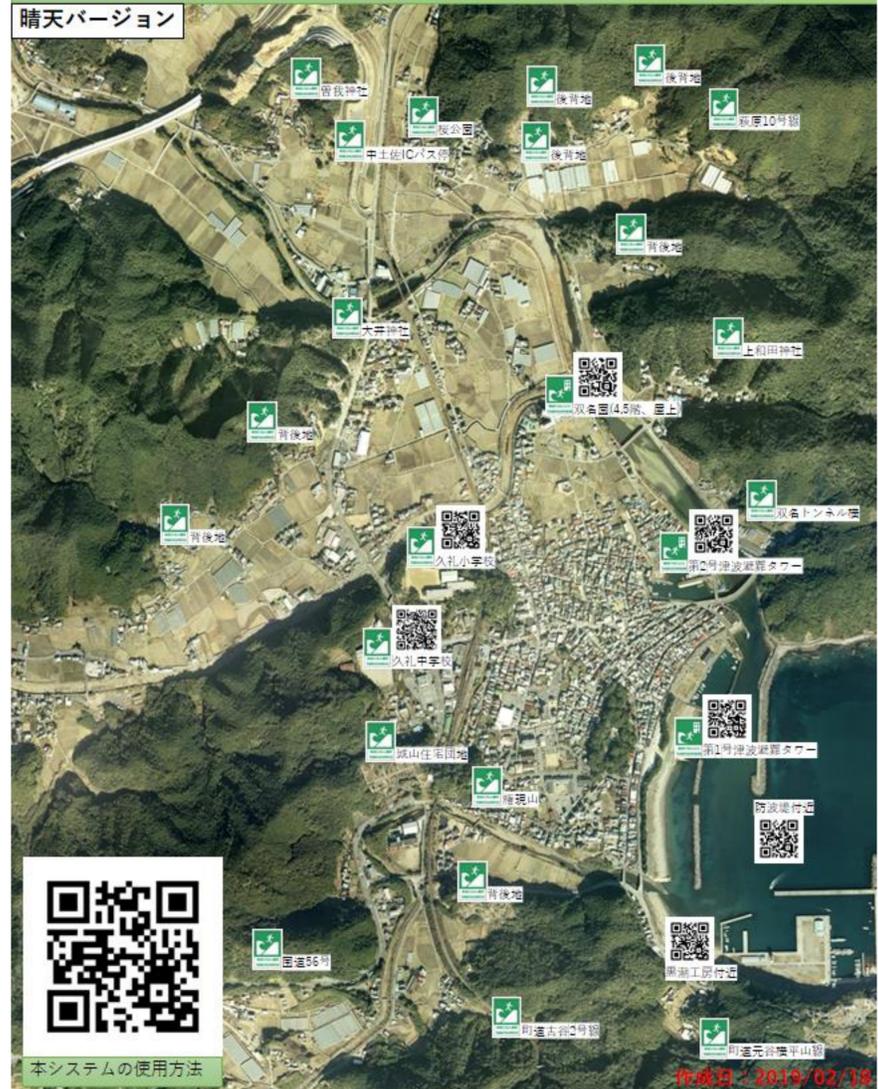
a b c 変数に対する重み

$\alpha \beta \gamma$  空間距離の影響度

### システムの適用

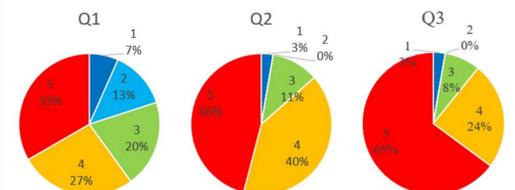
Chuo University 中土佐町避難場所マップ C.M. Lab.

【目的・機能】このVR避難所マップは、東日本大震災の教訓を基に、津波避難における初動避難の重要性をより多くの方々に知って頂くために作成致しました。最寄りの避難場所に記されたQRコードをお手持ちのスマートフォンでスキャンして下さい。QRコードで示されたURLを表示すると、YouTubeアプリから津波VR動画を閲覧可能です。



#### アンケート調査の実施

対象地域内にある久礼中学校の中学1年生と保護者、教員(約50名)にシステムを公開し、アンケート調査を行った。そのうちの有効回答者数は37名であった。Q3において4と5を選択した人の割合が約89%と非常に高いことから、本システムは**防災教育に有効**であると考えられる。



Q1: 都市・地域モデルの品質  
Q2: 本システムの操作の手軽さ  
Q3: 防災意識は向上したか  
について5を最良、1を最低として5段階で評価

### 結論

本研究では、スマートフォンで閲覧可能なVR体験型津波避難シミュレーションシステムの構築を行い、その結果以下の成果を得た。

- QRコードを活用した防災マップとスマートフォンを用いることで、VR可視化結果への**容易なアクセスが可能**となった。
- 避難シミュレーション結果を導入し、避難者視点の可視化機能により、**容易に避難体験をすることを可能**とした。
- アンケート結果から本システムは**防災教育に有効**であることが確かめられた。

### 今後の課題

- 人口密度情報を用いた多動派同調性バイアスの考慮した避難シミュレーション結果の導入
- 建物の倒壊を考慮した津波解析結果の導入

#### 参考文献

- 野坂創一, 金澤功樹, 呉奥圖, 大川博史, 緒方正剛, 榎山和男: HMDを用いたVR津波防災教育支援システムの構築, 第45回土木学会関東支部技術研究発表講演概要集.
- 近真弥, 金澤功樹, 大川博史, 榎山和男: マルチ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の適用性向上に関する研究, 第46回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集.
- 陳詩凌, 金澤功樹, 植野雄貴, 大川博史, 榎山和男: 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会講演概要集.