

防災教育のための津波防災シミュレーションアプリの開発

東北学院大学 学生会員 ○和知 翔
東北学院大学 正会員 三戸部 佑太

1. はじめに

東日本大震災の津波により東北地方は多くの被害を受けた。津波による被害を最小限に抑えるためには住民の津波への理解や適切な行動が必要不可欠である。そこで津波対策を体験しながら防災学習を行うことができるスマートフォンアプリを開発した。

防災教育のための取り組みとして、防災ゲームがあげられる。津波シミュレーションを取り入れて防災まちづくりを体験するゲーム（三戸部ら，2020）も開発されているが、模型を使用するため体験できるのは一人ずつであり、多くの人に遊んでもらうことができない。そこで多くの人が触れやすいスマートフォンアプリの形態で、津波に対する防災・減災対策を体験するツールを開発した。スマートフォンアプリにすることにより、従来の模型を使用したゲームと違い、模型とパソコンがなくともスマートフォン一つで独立して扱えるというのが最大の利点である。

2. アプリ概要

開発したゲームの概要としては、スマートフォンのタッチ操作によって津波に対する防災・減災対策を体験するアプリである(図-1)。プレイヤーは迫る津波から住宅 24 戸と避難者、避難所を被害から防ぐことを目的とし、堤防や避難路をスワイプにより、街に設置する(図-2)。その後スタートボタンをタッチすれば、津波のシミュレーションが始まり、住民も避難を開始する(図-3)。その後津波による被害を結果パネルとして表示(図-4)する、という一連の流れである。アプリ作成にはunityというゲーム開発環境を使用した。

地形および津波条件は平野部を想定した地形条件および津波高さに設定した。対象とする領域は沿岸方向に 500m、岸沖方向に 2000mとした。岸側の 900mは平野部を想定して標高 1mで一定とし、海側は一様勾配(勾配 1/100)の斜面とした。海側端部(水深 10m)において最大水位約 6mの入射波形を与えることで津波を入射させた。また画面左上のバーで津波の高さを 3 倍まで調整可能とした。

本アプリでは、広く用いられる浅水流方程式モデルによる平面 2 次元の津波遡上計算を実施する。スタートボタンをタッチした時点の堤防設置状況を反映させて津波数値計算を実施する。堤防はタッチ操作により高さを 1mから 10mに変更可能とした。また長さも自由に変更可能とした。

避難者はゲーム起動と同時に家の数と同じ数だけ家の前に出現する。スタートボタンをタッチすると、追加

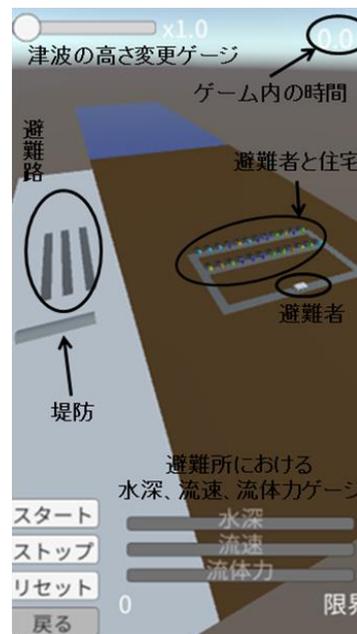


図-1 ゲームの概要

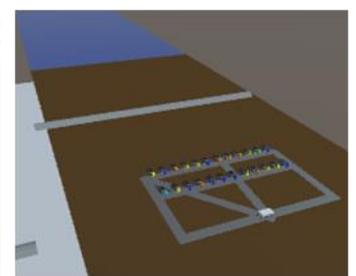


図-2 堤防と避難路を追加したエリア

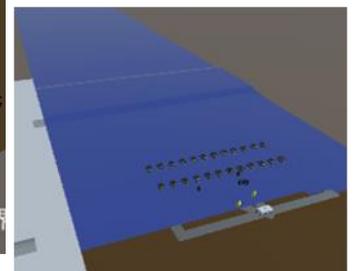


図-3 図-2の状態を開始した場合

キーワード 津波 スマートフォンアプリ 数値シミュレーション 防災教育 減災 避難行動

連絡先 〒985-8537 多賀城市中央一丁目 13-1 東北学院大学工学部環境建設工学科 TEL022-368-7193

した避難路も含めた最短経路で避難所に向けて避難を開始する。避難行動の導入の詳細は後述する。

津波遡上計算の結果をもとに避難所および家屋の破壊判定を行う。破壊判定は津波被害関数に基づいて行った。各時刻の避難所位置における水深、流速、流体力から家屋被害率を計算し、いずれかが目標値を超える場合に避難所が破壊されることとした。被害関数は建物種別により異なるため、避難所や家屋として設定する建物種別および目標とする被害率によりゲームとしての難易度が変化する。今回は避難所および家屋を RC 造の建物とし、目標とする被害率を 0.2 とした。

結果パネルの表示は津波のスケール、堤防のコスト、最大通過流量、破壊家屋数、津波到達時間、避難所損害率、避難者被害数の七つが表示される。堤防コストは高さ 1 m、長さ 20 m を 1 pt（ポイント）とし、 $C=(H^2 L)/20$ (pt) で計算される。ただし H ：堤防の高さ (m)、 L 堤防の長さ (m) である。



図-4 結果パネル

3. 避難行動の導入

基本的な導入方法としては、フィールド上に家屋と同数の 24 人の避難者を家屋の前に発生させる。避難行動は unity の Navmesh という機能を利用した。初期設定の道路および追加した避難路に NavMesh を設定すると、避難者 (NavMeshAgent) は NavMesh 内のみを通る最短経路を自動で探索し、その経路に沿って目的地 (避難所) に向けて移動する。NavMeshAgent には速度、加速度、当たり判定の有無及び半径などの設定ができる。避難者の速度は一定値とせず、乱数を用いて避難者ごとに設定されるようにした。国土交通省による東日本大震災時における避難行動の分析結果²⁾を参考に、時速 1.5 km~5.0 km の間でランダムに設定されるようにした。また、設定された速度に合わせて避難者の色を 5 段階に変えて表示することで、視覚的に避難者の速度設定を認識しやすいように工夫した (図-5)。避難路は堤防と同様にタッチ操作により長さおよび方向を変更可能とし、複数を自由に組み合わせて使用できるようにした。避難者のいる地点が 0.5m 以上浸水したら津波に飲み込まれたものと判定し、避難者の動きを停止するようにした。最終的に避難所に到達できずに被災した避難者の数をカウントし、結果パネルに表示する。これにより、プレイヤーは明示的に被災状況を知ることができ、堤防や避難路による減災効果を学ぶことができる。

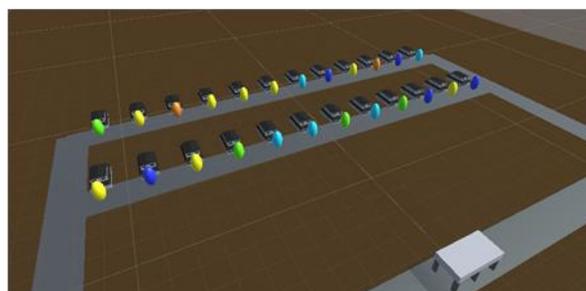


図-5 避難者の速度ごとの色分け

4. まとめ

本研究で開発したスマートフォンのアプリを用いることで、幅広い年齢層の人が気軽に津波シミュレーションを体験できる。街づくり側の視点に立ち、津波の性質、防災・減災対策への理解を深められるというのが特徴である。また避難者を追加することによって、住宅、避難所を破壊から守るだけでなく、避難者の人命を保護するという、実際の減災対策において最も重要な要素も考えられるアプリとなった。これからも様々な要素の追加が可能であり、発展性のあるアプリである。

参考文献

- 1) 木村 達也, 三戸部 佑太, 佐瀬 一弥, 阿部 政哉: 津波防災まちづくりゲームへの避難行動および家屋破壊の導入, 令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, II-66, 2020.
- 2) 国土交通省: 津波避難を想定した避難路、避難施設の配置および避難誘導について (第 3 版), <https://www.mlit.go.jp/common/000233464.pdf>, 公開 2013/5, 参照 2020/12/28.