



砂場インタフェースによる津波防災まちづくりゲーム

東北学院大学工学部
准教授 佐瀬 一弥

1. はじめに

災害記憶は年月が経つにつれて失われていき、市民の防災意識は低下していく。そのため、災害記憶伝承が重要だが、文書や映像では実感が湧きにくい。災害記憶を体験することが可能なCGコンテンツもあるが、恐怖を煽る内容では市民が進んで体験を希望せず普及が難しい。そこで我々は、災害記録を直感的かつ客観的にとらえられ、子供でもすすんで学ぶことを促せるような災害記憶伝承メディアの開発を目指し、津波防災まちづくりゲームの開発を行っている。これは楽しく防災知識を学ぶという教材としての側面だけでなく、過去の地形や街並みをゲーム上で再現可能とし、当時の状況や被害を客観視できるような伝承メディアの側面を意図したものである。特に、恐怖感の煽りに頼らないプレイ意欲の喚起を基本思想としている。本研究課題で、砂場や模型をゲームUIとした津波防災まちづくりゲームの実現を目的とした。図1にゲームの初期構想の概念図を示す。プレイヤーは砂場を変形させたり堤防模型を配置したりして、津波が強い「街」を作成する。街はカメラにより読み込んで認識され、PCで津波の数値計算が行われる。解析結果である津波の動きはプロジェクタでゲームフィールド上に投影される。津波から家を守るなどの条件をクリア条件とし、堤防の意味やコスト、地形と浸水リスクを学ぶゲームの実現を目指した。



図1 ゲームの初期構想

2. ゲームシステム

2.1. 筐体

図2に開発したゲーム筐体の概要を示す。図2aは筐体の外観である。ゲームフィールドはスタイロフォームに大判プリンタで横巻紙を貼り付けたものであり、横巻紙には海や街を印刷して用いることができる。筐体フレームにはプロジェクタとミラーが固定されており、プロジェクタ光はミラーで反射されゲームフィールド上に投影される。図2bは全面に白い光を投影した様子を示しているが、適切な津波映像を投影することで動的な津波の挙動を投影できる。図2cはゲームフィールドの拡大写真である。横巻紙に隣接部分を印刷されている。また、避難所、海岸林、堤防の模型が置かれており、避難所以外はプレイヤーが目的に応じて移動できる。さらに、避難所は赤の紙テープを設置することで拡張できる。図2cは粘土のように自由に成形可能な砂（ラングスジャパン販売・Kinetic Sand）を利用して自由形状の堤防を作成した例である。これらの模型・砂はフレーム上部に取り付けたRGBDカメラによって認識される。堤防は四角柱の木材であり上面に堤防高さに対応した色紙が貼りつけてある。この色をカメラで読み取ることで堤防の位置と高さを認識する。海岸林の模型は人工芝であり、これもカメラで色を判別することで認識する。砂の堤防はRGBDカメラの深度画像を用いて測定する。ただし、カメラから不可視な部分の形状が測定できないなどの課題があり、現状では色による模型検出が、信頼性が高く実用的である。以上により、ユーザが配置した模型の位置をPCで扱い、津波の数値計算の入力条件として用いることが可能である。

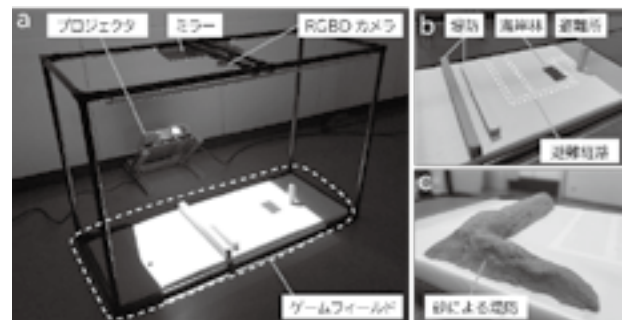


図2 開発したゲーム筐体

2.2 津波シミュレーション

津波シミュレーション手法として一般的に用いられる、浅水流法方程式と連続式に基づいた平面二次元津波遡上計算手法を用いた。堤防は越流公式を、海岸林は粗度係数を高くすることで組み込んだ。津波が防護対象である避難所へ到達した場合、津波被害関数に基づいた被害率によって建物へのダメージが計算される。適切に堤防・防災林を配置すれば建物のダメージを減少させることができ、防災の視点におけるハード対策を表現可能とした。また、防災においては避難者の行動も重要となる。そこで、避難経路上に避難者を配置し、避難所への移動する避難行動シミュレーションも実装した。避難経路がユーザが拡張できるため避難のためのハード対策も表現可能である。さらに、避難開始時刻や避難速度、避難者の防災意識に関連すると考えられる。そこで、プレイヤーはハザードマップや防災無線などのソフト対策も実行可能とした。これらによって避難者がより迅速に避難するように導くことができる。このように、避難者が避難できたかどうかという点もゲームで表現可能とした。なお、本節記載の機能は共同研究者である三戸部佑太が主に担当した。

2.3 ゲームデザイン

ゲームの目的は津波から街と避難者を守ることである。ただし、まちづくりでは費用の観点も重要である。例えば、大きい堤防は津波を防ぐ効果は大きいのだが、膨大な費用がかかる。そこで本ゲームでは、防護対象建物(避難所)のダメージ、避難者の避難完了時間、まちづくりにかかった費用を総合的に評価し、100点満点の点数でプレイ結果を表示する。費用を表現するために、本ゲームでは予算ポイントという概念を導入し、堤防の高さ・長さ、海岸林の面積、追加した避難経路の長さに対して、消費予算ポイントを設定した。ソフト対策についても現実と似た消費予算を設定した。プレイヤーは事前に消費予算ポイントを見積もることができ、十分に検討してからまちづくりに臨める。プレイヤーが街に模型を配置した後、カメラによる画像認識が実行され、津波の数値計算が行われる。その結果を映像としてユーザに表示され、その後この点数が提示される。点数を高くするために配置する模型の種類や位置などを試行錯誤する必要があり、その過程で防災まちづくりの知識を習得させることを狙いとしている。また、ステージ設定として、地味な震災の被災地にしたり、海からくる津波の高さの条件を震災時の記録と合わせたりすることで、過去の災害時の状況をゲームで再現できる。これにより、新しい形での災害記憶伝承の形となることを期待される。

3. 科学イベントにおける出展

本課題で開発したゲームの試作機を学都「仙台・宮城」サイエンスデイ 2019 で展示した(図3)。会場には多くの市民が訪れ、主に小学生を中心とした子供にプレイしていただいた。なお、本

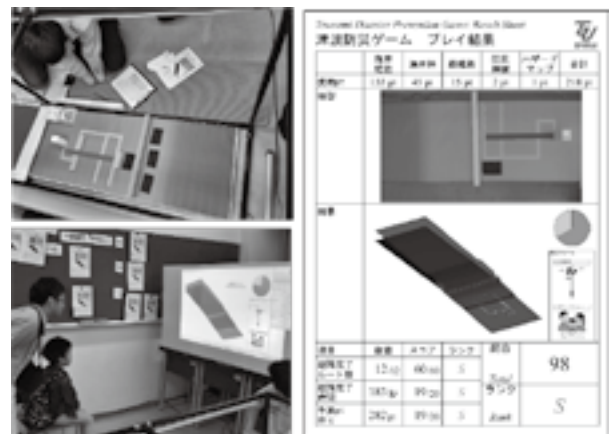


図3 イベント出展の様子

展示ではできるだけ多くの方に参加していただくため、設置時間のかかる砂の利用は行わなかった。プレイの流れは以下のとおりである。プレイヤーは、まず、ゲームのルール説明を受け、置き方の検討、予算ポイントの見積もりを10分程度で行う。その後、模型の配置を行い(図3左上)、津波シミュレーションを実行する。その結果を周りの参加者によく見えるよう、今回は模型でなくスクリーンにプロジェクタ投影した(図3左下)。プレイの結果の点数などはA4用紙で印刷して返却した(図3右)。その後、説明員が助言し再挑戦させた。高得点の場合はランキングに掲示され、これにより参加者の競争を促し意欲喚起した。終了後、簡単なアンケートとして、最も当てはまる感想を、「たのしかった」、「むずかしかった」、「わからなかった」の3択から選ませた。また、感想の自由回答も収集した。

結果として、36人(小学生23人、中学生6人、高校生以上7人)の参加があった。アンケートでは「たのしかった」28人、「むずかしかった」8人、「わからなかった」0人となり、楽しんで頂いたことと試行錯誤の中で苦戦した人がいたことが示唆された。また、「わからなかった」という参加者がいなかったことからゲームのルールをよく理解していただいたことが分かる。自由回答の例として、「ストラテジゲームを想起させ、早めに予算を抑えて人々を避難所に導き被害を抑えるかを考えさせられ、とても興味深かった」、「津波のシミュレーションでとても分かりやすく学べるものだと感じました。様々な要素を考えて配置したので、とても難しく思いましたが、とても楽しかったです。」などの回答があった。否定的な感想はなかったが、難易度設定や予算管理の目安提示など、改善につながる回答があった。また、本出展はイベント審査員に評価され山台市長賞を受賞した。

4. まとめ

本研究では、砂場や模型をゲームUIとする津波防災まちづくりゲームを開発し、イベント出展により評価を行った。砂の利用には課題があるが、模型UIによるゲームの有用性が示唆された。