

AR 技術を活用した土砂災害防災学習の実践

和歌山県土砂災害啓発センター
和歌山工業高等専門学校環境都市工学科

○筒井和男・有田貴洋・岸畑明宏・稲田健二
田中勇摩・山添成毅・辻原治

1. はじめに

2011年の東日本大震災や紀伊半島大水害を契機に防災教育の重要性が強く認識され、正しい知識と理解および避難行動に関する教育が取り込まれるようになり、小学校では、学習指導要領が改訂¹⁾され、「自然災害に関する知識を得ること」や「災害から身を守ること」、「災害から人々を守る行動」などについて指導することが追記された。和歌山県では、紀伊半島大水害で甚大な被害を受けた那智勝浦町に、土砂災害に関する研究および啓発の拠点となる施設として土砂災害啓発センターを設置し、土砂災害に関する講義やジオラマ模型を使った実験などを行うことに併せて、RPG（ロールプレイングゲーム）コンテンツなど効果的な教材の開発²⁾に取り組んでいる。

土砂災害への的確な対応には子供の頃からの教育が有効であると指摘されており、自らの確かな判断で意思決定する能力の涵養が重要となる³⁾。その際、土砂災害における重要な素因である地形を正しく認識するには、地形図を読み取る能力が必要となる。しかし、小中学生にとって地形図は日常的に扱うものでもなく、地形図から尾根や谷などの地形的特徴を把握するのは困難との指摘³⁾がある。そこで、我々は、地形と地形図（等高線）との関係性を学習するツールとしてAR（拡張現実）技術を用いた防災学習砂場（AR 砂場）の開発に取り組み、併せて地形模型へのプロジェクションマッピングを用いた土砂災害に関する防災学習を実践したので、本稿にて報告する。特に防災学習砂場（AR 砂場）は、砂で作った地形とその変化に合わせて等高線などがリアルタイムで表示できる。体験型の教材として児童・生徒の知的好奇心を刺激し、その後の防災教育の動機づけの役割が期待できるものである。

2 装置概要

2.1 防災学習砂場（AR 砂場）

防災学習砂場の装置概要を図-1に示す。設置台の天板にプロジェクターのレンズを下に向けて設置する。天板の裏側（下面）にデプスカメラ（深度センサー）を下に向けて固定する。デプスカメラで取得した深度データの受信と解析はPCで行い、等高線をプロジェクターに送る。設置台は市販のアルミパイプ製の物干し台を利用した。

砂場は大きいほど多くの人に体験してもらえるが、運搬性を考慮し幅75cm、奥行60cm、高さ12cm程度のバットを用意した。これに砂を入れる。砂は一般的な川砂などでもよいが、適度な湿り気があるキネティックサンドを用いると、急な斜面の表現などができ、地形の再現に有効である。センサーはIntel社製のREALSENSE DEPTH CAMERA™ D455を用いた。解像度は最大1280×720ピクセル、フレームレートは最大90fpsである。データ処理はオリジナルプログラムをPythonで作成した。その際、Intel社が公開しているREALSENSE SDKにより深度データの取得、フィルター処理等を行い、画像処理にopenCV、グラフ作成にMatplotlib等ライブラリを利用した。

砂の動きに併せて、等高線、等高線+カラーマップ、もしくはカラーマップのみが逐次変更し、表示できる（図-2）。等高線の間隔やカラーマッピングは任意に選定ができる。砂の動きに合わせて、等高線などがリアルタイムで表示される。

同様なシステムは市販のものもあるが非常に高価である。手持ちのプロジェクターやPCを活用することで、デプスカメラ（7万円程度）と物干し台、砂等の購入のみで、安価に抑えることができた。

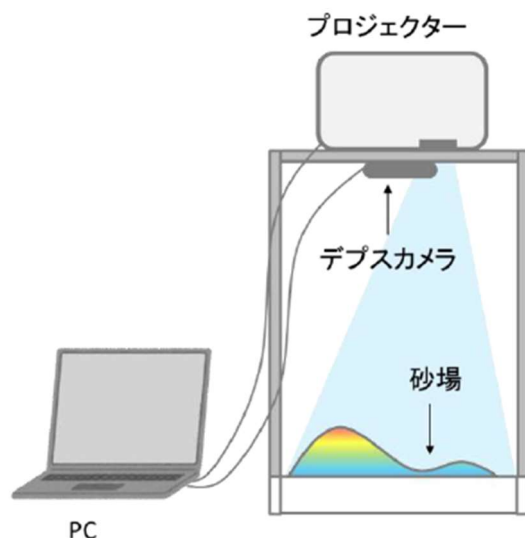


図-1 防災学習砂場（AR 砂場）の装置の構成

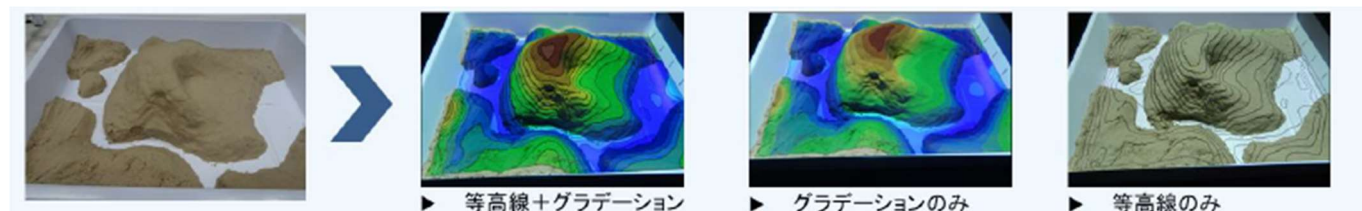


図-2 防災学習砂場の等高線等の投影の様子

2.2 地形模型プロジェクションマッピング

防災学習砂場のプロジェクターとPCを流用し防災学習の対象とする地域の地形モデルにハザードマップや衛星写真などをマッピングするようにした。地形モデルはスチレンボードを等高線に沿って切り取り、それを重ねるこ

とで地形を再現したものや、砂の上に等高線を投影し、それに合わせて砂で地形を再現するものの2種類を用いた。またランドマークとなる学校の模型なども設置することで、対象者の興味を引くよう工夫した。これらに土砂災害警戒区域や衛星画像を投影した。また、ポジティブな情報として、ミカン畑などの位置も表示し、土砂災害におけるその地形は地域の資源として活用されていることも説明した。

その他の活用としては、石に模したボールを転がして土石流の簡単な実験や、そこに砂防堰堤の模型を設置して砂防堰堤の効果の説明を行う実験を行った。また、土石流の流下状況を IRIC（数値解析モデル）で計算した土石流の動画もマッピングした。これらにより、自分事としてより地域の地形と土砂災害との関係を把握できるものと考えられる（図-3）。

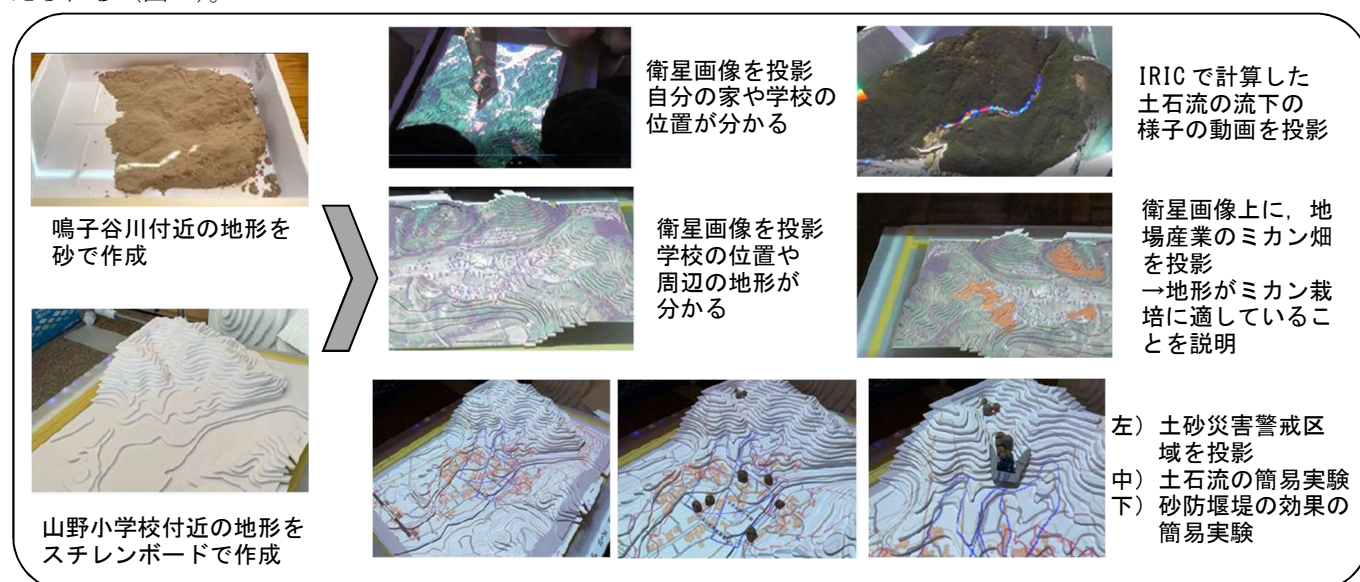


図-3 地形模型へのマッピングの様子

3. 実践と効果

令和5年1月20日と27日に、日高川町立山野小学校（5年生7名、6年生3名 計10名）と那智勝浦町立市野々小学校（5年生5名、6年生7名 計12名）で、土砂災害に関する防災授業を実施した。授業の構成は、①土砂災害の概要、②紀伊半島大水害の被害状況、③土砂災害と地形の関係、④地形と等高線の関係、⑤防災学習砂場による地形学習、⑥紀伊半島の立体地図による学習、⑦土砂災害に関する避難行動の順とした。山野小学校での授業の様子を図-4に示す。この授業は研究授業として、町内の学校の教員の視察、リモート中継が行われ、地元町会議員の視察もあった。テレビ局、新聞社からの取材があった。児童に対するアンケート結果を図-5に示す。AR技術を用いることで、等高線や土砂災害の起こりやすい場所の理解が深まった、また、ハザードマップが授業前に比べて理解が進んだなど、肯定的な回答をした児童が多かった。教材としての有効性を確認できた。

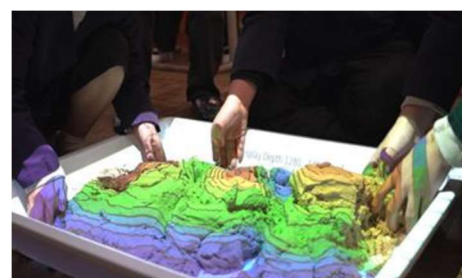


図-4 山野小学校での授業の様子

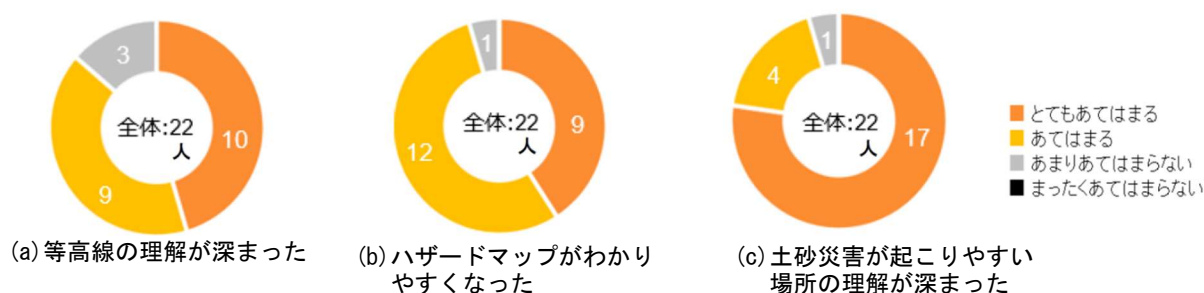


図-5 児童に対するアンケート調査結果の一部

4. おわりに

AR（拡張現実）技術を活用した防災砂場や地形モデルへのプロジェクションマッピングなどを用いた土砂災害に関する防災学習を実践した。地形の学習に効果的であることが分かった。開発したシステムでは、デブスカメラ以外は学校でも手持ちの機器で対応できることから安価に構成することができる。このため、横展開も期待できる。

参考文献

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領（平成29年度告示），2009
- 2) 西萩ほか：土砂災害啓発のためのRPGコンテンツの開発と評価，砂防学会誌，2021
- 3) 檜垣ほか：土砂災害と防災教育，2016