

和歌山工業高等専門学校 防災学習砂場の開発

提 案 者

田中勇摩・山添成毅（学生）、辻原治（顧問教員）

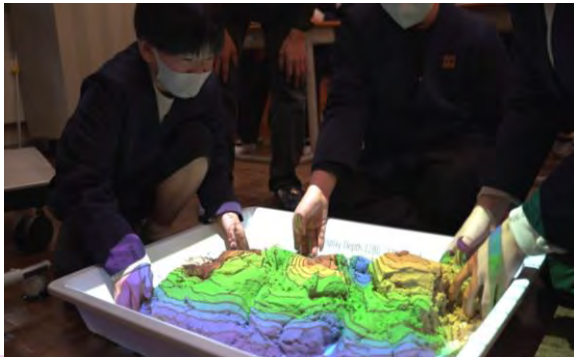
企画概要

和歌山県は、山が陸地の多くを占めている。そのため、災害の中でも、大雨などによる土砂災害についての理解が必要である。しかし、土砂災害を学ぶための教材は数少なく、学習の定着も難しい。
この企画では、プロジェクションマッピングが行える砂場で、能動的に谷や急傾斜地等の地形のイメージを理解できる装置を開発した。この装置を利用することで、小学生にとって分かり難いとされる等高線の学習や、がけ崩れ、地すべり、土石流が起こりやすい地形やハザードマップの学習を支援し、土砂災害についての学習の動機付けや知的好奇心の刺激につながることを期待できる。

取組内容

実証内容

- ①試作した装置について、ステークホルダーからヒアリングを行い、開発する装置に必要とされる機能や効果について検討した。
- ②改良した装置について、ステークホルダーやメンターに意見を求め、フィードバックした。
- ③砂やスチレンボードを使って製作した実践校付近の地形模型を作成し、プロジェクションマッピングの機能を活用して、これにハザードマップや衛星写真を投影することで、土砂災害のリスクと地形について、「自分事」として捉えてもらえるように工夫した。
- ④ステークホルダーと連携し、小学校での実践を行った。その際にアンケート調査を実施し、教材の評価と改善点について検討した。



取組成果・効果

目標とする取組成果

自然災害に対して、被災体験や周辺知識が多くない小学生を対象とし、以下の(1)～(4)を目標として教材「防災学習砂場」を開発に取り組んだ。
(1)体験を通じた学習 (2)プロジェクションマッピングを利用することによる視覚的な効果 (3)ハザードマップを学習するために必要な、地図と地形の関係の理解の支援 (4) 横展開を行うために必要な関係作りと広報

ステークホルダーヒアリングで得られた取組への期待

日頃から小学生等に土砂災害に関する啓発教育を行っている和歌山県土砂災害啓発センターからは、地形と災害リスクの関係を感覚的に理解できる教材としての期待が寄せられた。
日高川町教育委員会からは、小学生にとって、地図と地形との関係の理解は大変難しいことの説明があった。また、小学生は物を使った学習が効果的であり、この「防災学習砂場」は、子供たちが実際に砂を触ることができ、等高線と地形の関係といった立体思考への期待が寄せられた。

1. 発想の経緯

和歌山県は、山が陸地の多くを占めている。そのため、地震・津波災害のみならず、大雨などによる土砂災害についての理解が必要である。一方、小学校の先生から「大人でも、地図から谷や尾根の地形の認識がしっかりできるわけではない。ましてや小学生は、なかなか理解が難しい。土砂災害やハザードマップに関する防災教育では、まず地形の学習が必要」という意見を聞き、教材開発を思いついた。

砂を自分たちの手で動かして地形をつくり、砂場上に等高線がリアルタイム表示されれば、等高線の意味が分かりやすい。さらに、土砂災害に対して危険な個所について、砂場を用いて体験させながら感覚的に学習できるので、砂で作った地形と等高線の両方から理解を可能とする装置が効果的。

土砂災害の場合は、ハザードマップのような2次元情報から3次元のイメージが持てると、より深く理解できる。今回開発する装置は、そのための学習教材としての効果が期待できる。さらに、プロジェクションマッピングの機能を活用することで、土砂災害の表現について、これまでにない方法で実現できる可能性がある。

2. アイデアの概要

■テーマとする地域の課題

ほとんどすべての小学校が山間部に位置する日高川町では、土砂災害について早期の防災・減災学習を始めることが望ましい。しかし、土砂災害を学ぶための教材は数少なく、学習の定着も難しい。

■目的

空間認識能力の向上を図ることで、土砂災害が発生しそうな地形に気づき、その後の学習によって、地図などの平面図から地形をイメージできる能力を身に付けることが大切である。

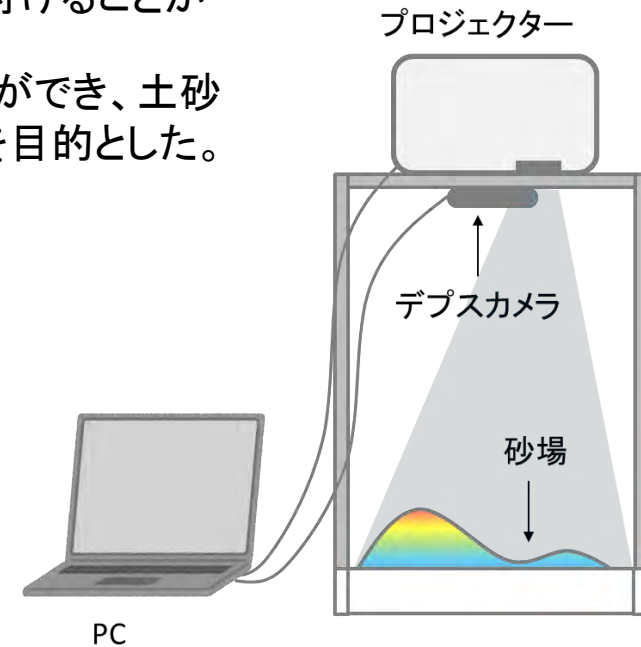
この企画では、砂場遊びの感覚で地形と等高線の関係等について学習ができ、土砂災害が起こりやすい地形やハザードマップの理解を支援する教材の開発を目的とした。

■アイデア

山や谷等が形成された砂場にプロジェクションマッピングで地形情報が表示されるような教材を開発する。リアルタイムで砂場の高低差を読み取り、プログラムで標高に応じて色分けを行った画像を作成し、これがプロジェクターで砂場に投影することで実現できる。このようなプロジェクションマッピングは、砂の動きに合わせてリアルタイムで変化する。

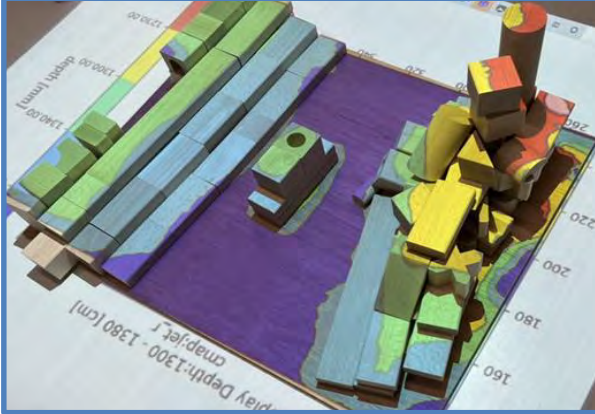
■開発する装置

図のように、設置台を組み立て、プロジェクターを、天板の上にレンズを下に向けて設置する。そして、天板の裏面に、デプスカメラ(深度センサー)を下に向けて固定する。データの送受信と解析はPCで行い、結果を図化してプロジェクターに送る。



3. 取り組みについて —開発から実証の流れ—

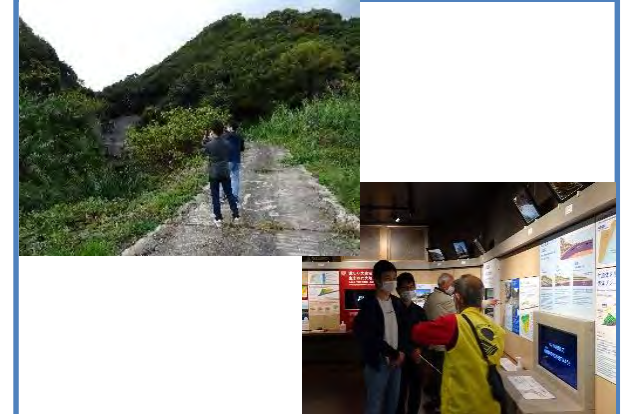
①装置の試作



②ステークホルダーへのヒアリング
の分析、考察



③実践校周辺の地形調査、ジオパークセ
ンターでの学習



④装置の完成



⑤小学校での実践



⑥アンケート結果の整理、効果の検証

防災学習すなはのたいけんアンケート

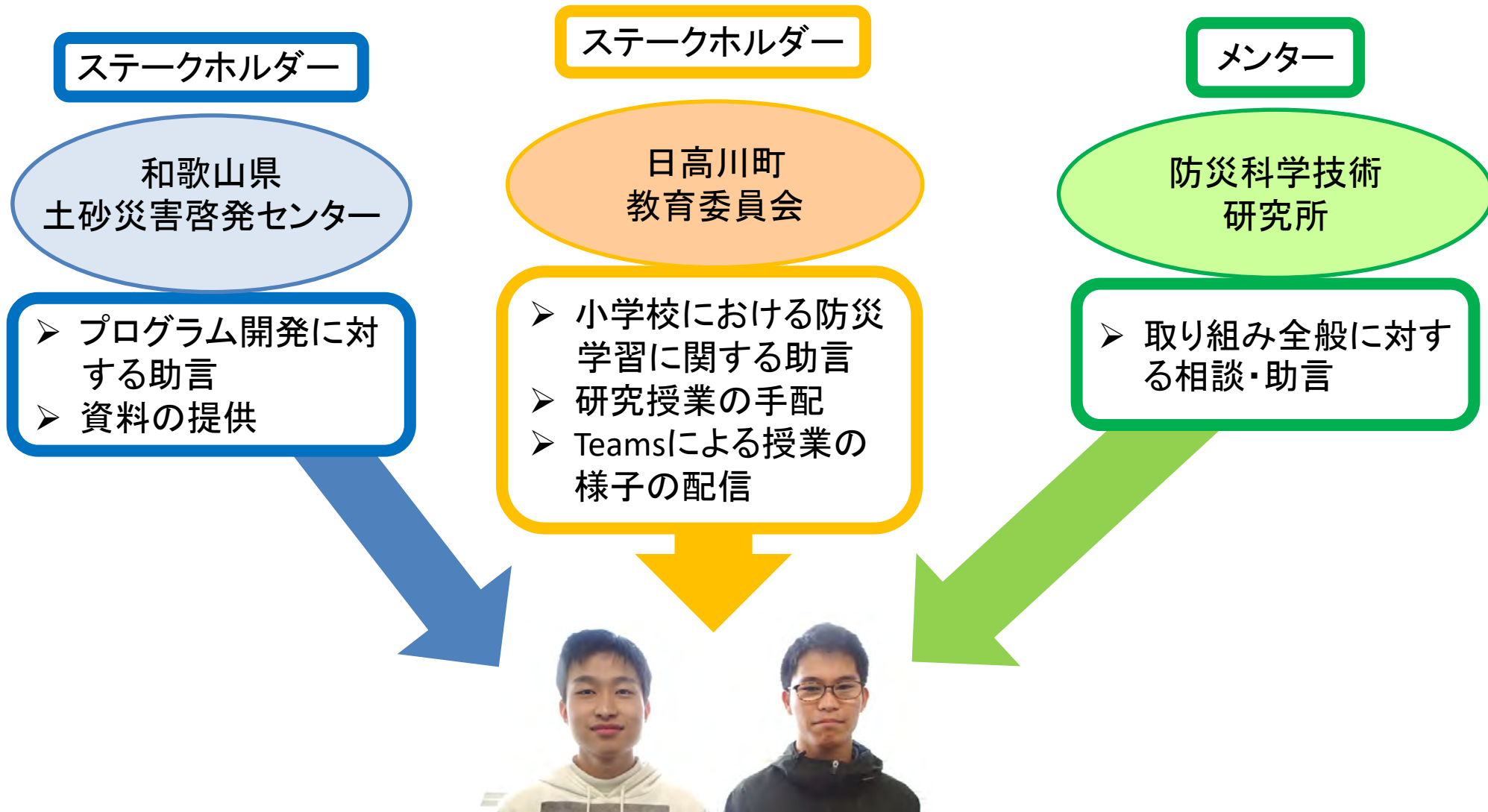
学年：____年

下の質問について、1～5の中から、あてはまる数字に○をつけてください。

	1 とてもあてはまる	2 あてはまる	3 あまりあてはまらない	4 まったくあてはまらない
1. 楽しく学習できた	1	2	3	4
2. 高さがひくい色と高い色がわかった	1	2	3	4
3. 色がつくと高さがわかりやすかった	1	2	3	4
4. 山やたにがつくれた	1	2	3	4
5. 小学校のまわりのあがないところがあった	1	2	3	4
6. 土砂災害以外の災害についてもわくしく知りたいとおもった	1	2	3	4
7. 土砂くずれについてわかった	1	2	3	4
8. もっと砂場をさわってみたかった	1	2	3	4
9. 土砂災害ハザードマップの見た方が、授業よりわかりやすくなった	1	2	3	4
10. ハザードマップをくわしく見てみたいとおもった	1	2	3	4

4. ステークホルダーとメンター(1)

— 連携 —



4. ステークホルダーとメンター(2)

ーステークホルダーからのヒアリングー

日高川町教育委員会
(11月30日、場所:日高川町教育委員会)

- 良い点
 - ・立体と平面を結びつける体験は貴重
 - ・立体的な思考が広がる
- 課題←ステークホルダーの要望
 - ・防災とつなげることが大切
 - ・周辺の地形を再現して装置を使った地域のハザードの説明がしたい



和歌山県土砂災害啓発センター＋那智勝
浦町教育委員会＋市野々小学校
(12月8日、場所:市野々小学校)

- 良い点
 - ・小学生には物を使った学習が有効
 - ・ミクロな視点とマクロな視点を結びつける良い教材
 - ・小学校だけでなく中学校でも利用可能
 - ・造形が自由なので、地域に合わせた学習ができる
- 課題←ステークホルダーの要望
 - ・周辺の地形を再現できれば、自分事と捉えやすい



4. ステークホルダーとメンター(3)

ーメンターとのミーティングー

12月13日のZOOMミーティング

進捗報告と今後について意見と助言を頂いた

- 水を砂場に流せないか
- 土砂災害警戒区域を表示できないか
- 土石流がどこまで来るか表せないか
- ランドマークを配置する等、地形と学校や自宅の関係がわかるようにできないか
- 子供だけでなく、大人への教材としても十分使える
- ネガティブな情報だけではなく、ポジティブな情報も伝えてほしい

2月10日のZOOMミーティング

報告書と動画について意見と助言を頂いた

- 模型にプロジェクションマッピングができ、地理情報が豊かに表現できることをアピールするとよい
- NHKで2度も放送されたことだけでなく、それを見た人からの反響も報告するとよい
- 他地域への展開の可能性について、もっとアピールした方がよい



4. ステークホルダーとメンター(4)

— 課題への対応 —

ステークホルダー等からの指摘

▶ 防災とつなげることが大切。

▶ 地域のハザードを装置を使って説明。

▶ 土砂災害警戒区域を表示できないか。

▶ ランドマークを配置する等、地形と学校や自宅の関係がわかるようにできないか。

▶ 災害リスクといったネガティブな情報だけではなく、地形がもたらす恵みなど郷土愛につながるポジティブな情報も伝えてほしい。

▶ 水を砂場に流せないか。

▶ 土石流がどこまで来るか表せないか。

分析と対応

▶ 防災授業の構成の中で、防災学習砂場の位置付けを考える。

▶ 砂または模型にハザードマップをプロジェクションマッピングできるようにする。

▶ 砂または模型に衛星写真をプロジェクションマッピングし、ランドマークや実際の土地利用等を視覚化し、位置関係を明確にする。また、みかん栽培に適した地形であることを強調する。

▶ 水は流せないでCGとの合成を模索する。

▶ 土石の模型を作って、転がせるようにする。

5. 現地調査と和歌山県の地形の学習

実践校周辺での現地調査



日高川町立山野小学校近くの谷地形を調査



日高川町立山野小学校近くの砂防堰堤



2011年紀伊半島大水害において土石流などで29人の犠牲者が出た那智勝浦町の市野々小学校近くの慰霊碑



那智勝浦町市野々小学校近くの砂防堰堤を改修している工事現場

南紀熊野ジオパーク等での学習



串本町のジオパークセンターを訪問



ジオパークセンターで和歌山県の地形の特徴についてレクチャーを受ける

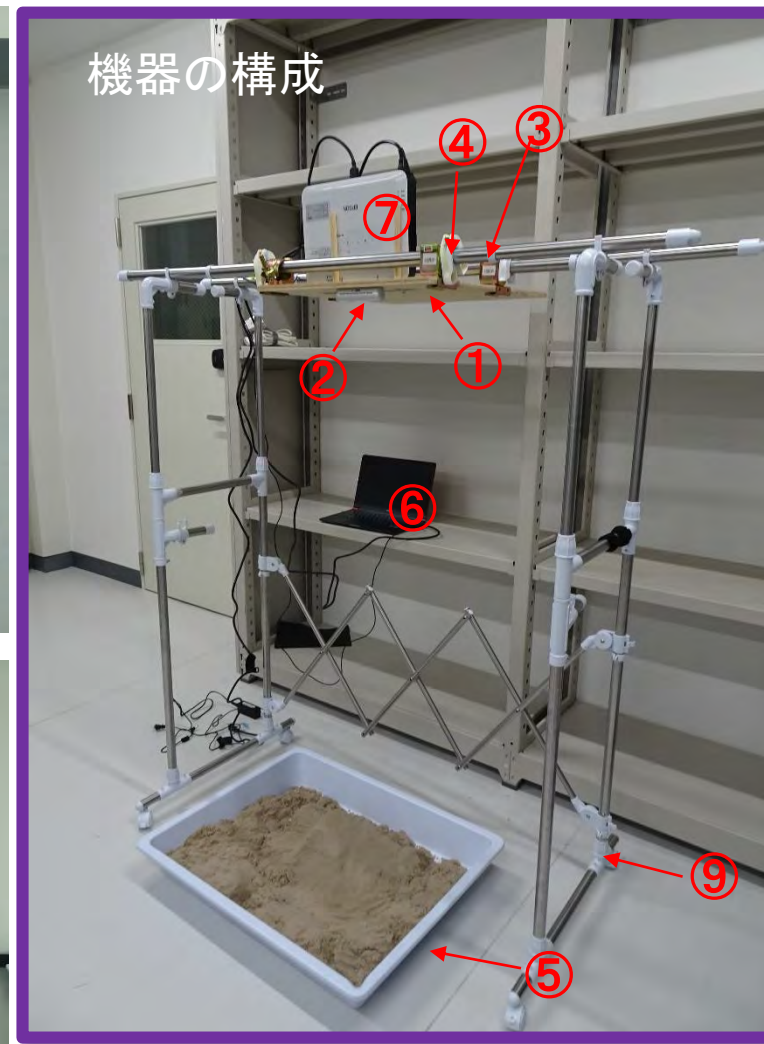
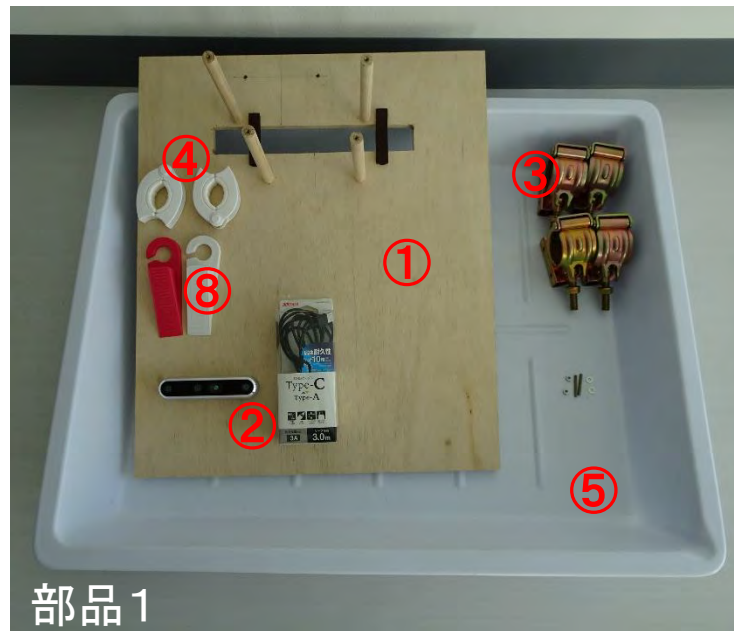


帰る途中で見つけた土砂災害現場



和歌山県土砂災害啓発センターを訪問し、土砂災害のレクチャーを受ける

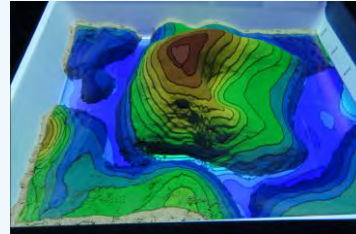
6. 装置について(1) ー機器の構成ー



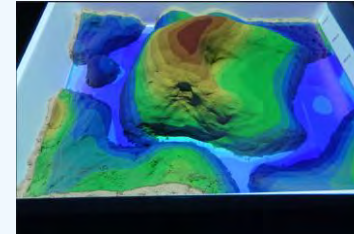
番号	機器(部品)の名称
①	天板
②	デプスカメラとコード
③	天板の固定用治具
④	天板のずれ止め
⑤	バット
⑥	PC
⑦	プロジェクター
⑧	プロジェクターの角度調整用楔(プロジェクター背面に設置)
⑨	機器の設置台

6. 装置について(2) —機能の紹介—

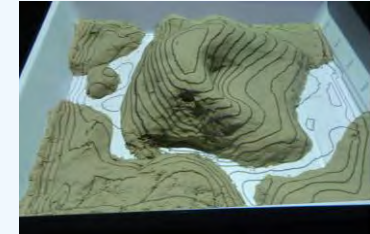
基本的機能 砂の動きに合わせてリアルタイムで等高線をマッピング



▶ 等高線+グラデーション



▶ グラデーションのみ



▶ 等高線のみ

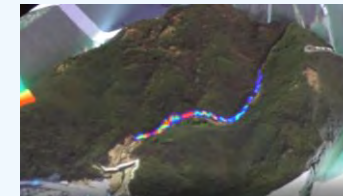
応用的機能 砂やジオラマ白模型にハザードマップや衛星写真をマッピング



市野々小学校付近の地形を
砂で作成



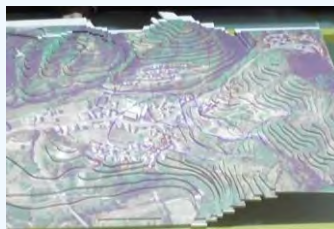
衛星画像を
マッピング
自分の家や
学校の位置
がわかる



数値解析アプリIRIC
で計算した土石流
(和歌山県土砂災害
啓発センター提供)
のCGと合成



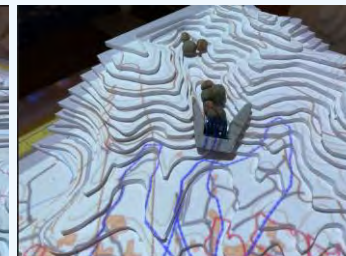
山野小学校付近の地形を
スチレンボードで作成



衛星画像を
マッピング
学校の位置や
周辺の地形が
わかる



衛星画像をマッピングし、
地場産業であるみかん畑
をオレンジ色でハッチング
→ 地形がミカン栽培に適
していることを説明



左) ハザードマップのマッ
ピング→ハザードと
地形の関係
中) 土石流の簡単な実験
右) 砂防堰堤の効果を
実験

7. 地域への実装(1) —小学校での実践—

- ・2023年1月20日に日高川町立山野小学校の5,6年生
 - ・2023年1月27日に那智勝浦町立市野々小学校の5,6年生
- を対象として、防災砂場を使った授業が行われた。

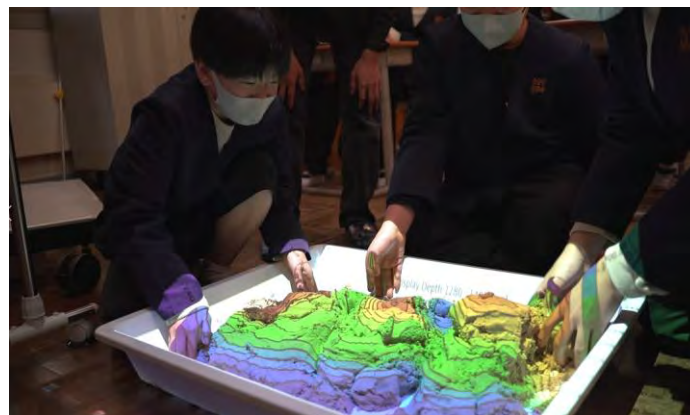
当日は、研究授業として地域の小学校等から見学があった。また、Teamsによる町内すべての小中学校へのリモート中継も行われた。山野小学校では、町会議員の文教委員による視察もあり、NHK等の取材もあった。

授業の進め方 (山野小学校)

- 導入
- 日高川町の土砂災害
- 土砂災害の種類と起こりやすい場所
- 防災学習砂場で地形をつくってみよう
- 和歌山県の地形
- ハザードマップ
- 土砂災害の対策



防災学習砂場の説明をする提案者



防災学習砂場を体験する児童



説明に熱心に聞き入る児童



立体地図を見て、山間部の多い和歌山県の地形を学習する児童



地域のハザードマップを学習する児童



Teamsを使って別室で授業の様子を視察する町会議員の文教委員の方々

7. 地域への実装(2) ープレス関係ー

令和5年1月16日
資料提供(県政・御坊・新宮記者クラブ同時提供)

AR(拡張現実)技術を用いた防災学習の実施について

和歌山県土砂災害啓発センターと小中学校等において土砂災害に関する防災学習に積極的に取り組んでいます。

この度、土砂災害の学習において不可欠な地形や等高線の理解を深めるため、AR(拡張現実)技術を用いた新しい学習ツール「AR砂場」と和歌山工業高等専門学校で共同開発しました。

「AR砂場」は、砂の形状に合わせて、砂が変形すると砂に投影した等高線や標高別の配色も合わせて変化します。

この「AR砂場」を活用した防災学習は、日高川町立山野小学校、那智勝浦町立市野々小学校において、下記の日程で行います。

記

実践校

1 日時 ①令和5年1月20日(金) 13時50分～15時25分
②令和5年1月27日(金) 13時40分～15時15分

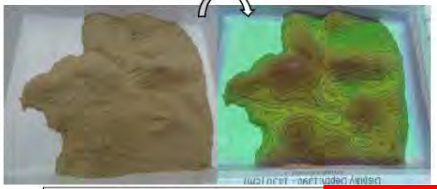
2 場所 ①日高川町立山野小学校(日高郡日高川町山野538)
②那智勝浦町立市野々小学校(東牟婁郡那智勝浦町市野々2604)

3 対象 ①5年生7名 6年生3名 計10名
②5年生5名 6年生7名 計12名

4 内容

- ・AR砂場を用いて、地形と等高線の関係や学校周辺の土砂災害のおそれのあるところの地形的特徴を学びます。
- ・その他、土砂災害の種類やハザードマップに関する学習、土砂災害に関する実験等も実施します。

※ AR (Augmented Reality : 拡張現実)
コンピュータを使い、現実の風景の中に情報を重ねて表示します。(出典総務省)



「AR砂場」による等高線投影の様子

ステークホルダー

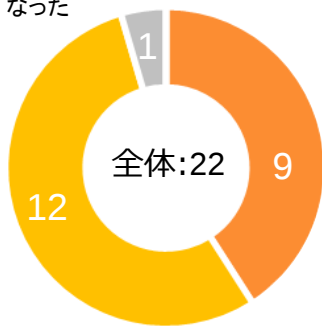
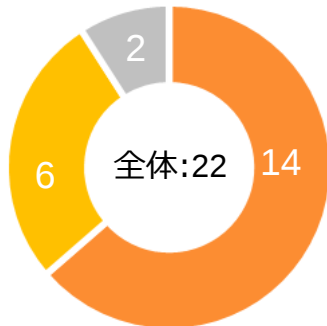
和歌山県土砂災害啓発センターと砂防課

担当	① 和歌山県土砂災害啓発センター	② 砂防課
担当者	①	②
電話番号	①	②

左: 防災授業のプレスリリース
 中: 紀州新聞2023年1月22日 1面
 右上: NHK 和歌山 NEWS WEB
 (2023年1月20日「ギョギョっと和歌山」の放送分)
<https://www3.nhk.or.jp/lnews/wakayama/20230120/2040013639.html>
 右下: 熊野新聞2023年1月29日 1面

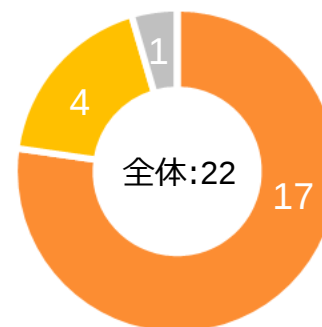
選択設問(抜粋)

○土砂災害ハザードマップの見方が、授業前よりわかりやすくなった



○この授業で等高線の見方の理解が深まった

○砂場を使うことで、土砂災害
が起こりやすい場所の理解
が深まった



單位：(人)

☒ とてもあてはまる
☐ あまりあてはまら

■ あてはまる

■ まったく当てはまらない

山野小学校＋市野々小学校(5,6年生合計22人)

自由記述

赤の色をうつし出せる土はどんなスズ「い」で「で」しているのかと思ひました。
ほとくの家はくすぶてしうはんにいには入っていないで少し寂し
ました。

砂場の山も作って等高線を見るのが楽し
た。土石流、がけくずれ、地すべりの意味が
分かった

[illegible]

砂をさらるのがたのしかた、新しく等線線と言う言葉
 ならった。

話が分かりやすく、山野の危ない場所など、が分かりました。
石少佐は、た実馬喰ひは、谷の形が、分かりやすかった。

いけんとかやたくれたので、おもしろかったし、わかりやすかったです。

いろいろな種類のハザードマップがあるところを初めて見ました。山をつくらるとき、色で分けられていたので、とても分かりやすかったです。

砂場をばいんとて土砂災害が起こりやすい場所が分かった砂場を山を作るの
が楽しかったです。

またな体験をていれしかたで、等高線のこがく
わし知れてよかったです

教員用アンケート

○防災学習砂場を使用しているときの生徒の様子はどうでしたか

[illegible]

○生徒の好奇心、やる気の向上につながるとは思いますか
大変思います。

○生徒が防災に興味をもつきっかけとなると思いますが
思います。

どんな地形か谷で「危ない場所」なのか、^{いそいで、}「~~危険な~~」^{危険な}場所か、^{つなぐ}つなぐがよい。

○授業展開の中で、防災学習砂場は有効に活用されていたと思いますか

、思います。

公の定義と確証から作者流と下、乃て自然が流と
下つたと思ふ可。

○より効果的な教材にするため、改善点や効果的な使い方の意見があればご記入ください

今日の展開下と、地形の理解がとまっていた感じでした。
地形の砂場で確認済み、砂場場所が安全におおきな池が
ある。砂場に立体的な説明がとまっていたから、もとより地形の
防災の理解も深まってきた。そして、変な子たちもおもしろ
ご回答ありがとうございました
ふと、築糸の川が理解がとまってきた。

どいふ城、新といへばすこゝたせいの人がし
ぬと分かりました。すなわち山をつくと、城
にはさちりごこちがよくて楽しかったです。

- ・谷のところがせんすの形だ来。
- ・すなはてで作るのか楽しかった。

8. 検証(2) — アンケートから効果の考察 —

児童のアンケートから

- 防災学習砂場を使うことで、山、谷、がけなど地形の特徴と土砂災害が発生しやすい地形や等高線の理解が深まったと回答した児童が多く、教材の効果があったことが分かった。
- 自由記述でも、「砂を触るのが楽しかった」、「わかりやすかった」などの感想があり、防災学習砂場が学習の動機づけや知的好奇心の刺激の役割を果たしたと考えられる。
- 今回の防災授業の前、あまり理解していなかった等高線の理解が深まったと回答した児童が多く、土砂災害リスクを示したハザードマップの見方に変化が期待できる。

教員のアンケートから

- 児童が楽しみながら学習できたこと、防災学習砂場が今後の学習につながること、プロジェクションマッピングとの連携が効果的であったこと、地形の理解が深まったことなど肯定的な意見を頂いた。一方、模型を用いた地域の土砂災害リスクの説明が不足していたことの指摘があり、短い授業時間枠の中で、防災学習砂場を利用した効率的な授業の構成について課題が残った。

9. まとめ

この企画では、砂場遊びの感覚で、土砂災害が起こりやすい地形やハザードマップの理解を支援する教材を開発した。

以下に、主な成果について述べる。

- 1) **ステークホルダーのヒアリング**等を参考に、**改良を重ねる**ことで、**プロジェクションマッピング**を駆使した**体験型**の土砂災害の防災教育教材を完成させた。
- 2) デプスカメラ(深度センサー)※以外は、手持ちの機器等で構成できるため、**安価**で、かつ**持ち運び可能**な装置である。
- 3) 小学校で、教材を使った授業を展開し、**児童や教員のアンケート**から**教材の有効性が確認**できた。
- 4) 和歌山県土砂災害啓発センターが常設教材としての利用を予定している。また、**TV※※や新聞での放送や報道に反響**があり、南紀・熊野ジオパークセンターでも常設の相談があった。さらに、今年2月25日の和歌山県民向けの地域講演会「考える、土砂災害」～自主防災力を高めるために～Vol.7 in田辺市でも**利用予定**で、**学校以外の展開も予定**されており、**横への広がり**に期待できる。

※Intel RealSense Depth Camera D455, 2022年7月現在の価格は6万5千円程度

※※2023年1月20日、2月15日の2回NHK「ギョギョっと和歌山」(18:30～19:00)、2023年2月15日テレビ和歌山「6wakaイブニング」(17:30～18:20)

謝辞:この取り組みにあたり、和歌山県土砂災害啓発センターの稲田所長はじめ職員の皆様、日高川町教育委員会の和佐教育長および関係の皆様、日高川町立山野小学校の教職員の皆様、那智勝浦町教育委員会、那智勝浦町立市野々小学校の関係者には大変お世話になりました。また、メンターである防災科学技術研究所の宮島様、塩崎様には適切な助言や激励を頂きました。ここに記して感謝します。