

令和 2 年度全国科学博物館活動等助成事業 実施内容報告書

課 題 名：大地の成り立ちと変化を学ぶ体験型 AR 展示の製作と実践

交付番号：20015

機 関 名：公益財団法人しまね自然と環境財団（島根県立三瓶自然館）

担 当 者：主任研究員 太田哲朗

1. 事業の概要

自然史系の博物館である島根県立三瓶自然館は、中国地方では 2 カ所しかない活火山のうちの一つである三瓶山山麓に位置している。令和 2 年度には常設展示の更新が行われ、その立地や周辺環境を活かす地学系の展示がさらに充実した（※1）。

これに合わせ、地理空間や水文現象を直感的に理解することを目的に AR（Augmented Reality：拡張現実）技術を応用してアメリカで開発された「AR Sandbox」を制作し、常設展示に加えることで学習者が主体的に学べる機会を創出、また小中学生を中心とした発達段階に応じた地学現象の理解力向上を目指した。

【事業の実施期間】 令和 2 年 4 月～令和 3 年 3 月

【事業の実施場所】 島根県立三瓶自然館（島根県大田市三瓶町多根 1121-8）

2. AR Sandbox の制作

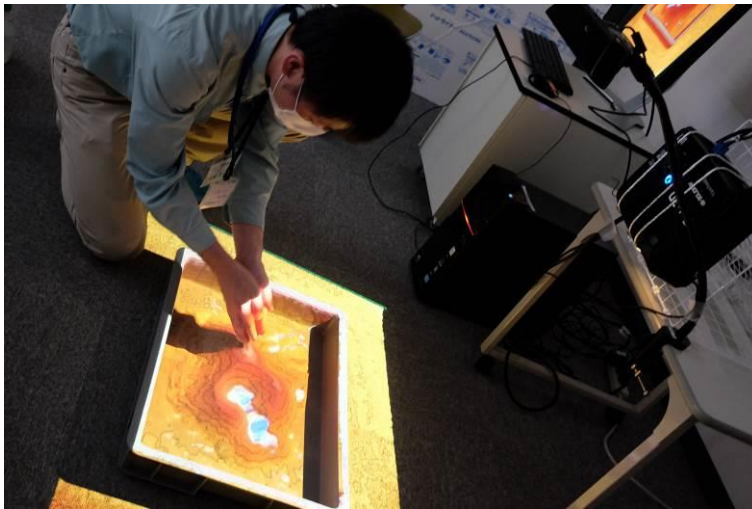
2-1. ARSandbox について

ARSandbox はカリフォルニア大学デービス校において開発され、AR 技術によって地形モデルの表示が可能なシステムである（※2）。具体的には砂場で砂遊びをするように山や溝を作ると、その起伏（高度）を 3D センサーカメラが読み取り、高低差に応じた等高線や彩色による表示をプロジェクターが投影する仕組みになっている。

このシステムに必要なソフトウェアは無償で公開されており、必要なハードウェアを用意して手順に沿ってインストールし、また機材を構築することで誰もが制作できるようになっている。

2-2. 島根県産業技術センターでの動作検証

当展示を制作するにあたり技術的なアドバイスを受けるため、島根県産業技術センター（※3）に協力を依頼した。情報・ヒューマンアメニティ科主任研究員の篠村祐司氏の協力を得て、センター既存のハードウェアを用いた動作検証機を構築いただいた。令和 2 年 9 月に訪問し、持参した砂を用いて動作検証を行った結果は良好で、必要な機材の確認、構築時の注意点など、有意なアドバイスを得ることができた。



島根県産業技術センター
動作検証

2-3. ARSandbox の制作（ハードウェア及びソフトウェア）

ARSandbox を動作させるために必要なハードウェア及びソフトウェア、及びそのインストール手順についてはチュートリアルが公開されており（※4）、それに準じて必要なスペックを持つハードウェアを用意し、インストールを行った。

主な構成機材と仕様

PC（描画計算用）	・ OS：Linux Mint 19.3（mate 64-bit） ・ グラフィック：NVIDIA GeForce GTX 1660 SUPER ※当該ソフトは Linux で動作する。またリアルタイムでの描画を行うため高性能なグラフィックカードが推奨されている。
3D センサーカメラ	・ Microsoft Kinect for Xbox 360 ※ゲーム機用に販売されていたもので、すでに販売終了となっているため中古品を購入した。
プロジェクター	・ EPSON EB-1780W ※上部から吊る形となるため、短焦点タイプで軽量のモデルを選択。

PC には OS（Linux Mint）、グラフィックドライバ（NVIDIA）、各種ソフト（Vrui VR Toolkit・Kinect 3D Video Package・Augmented Reality Sandbox）を順次インストールした。一部チュートリアル通りに進まないこともあったが、試行錯誤を重ねることで水平環境において描画ができることを確認した。

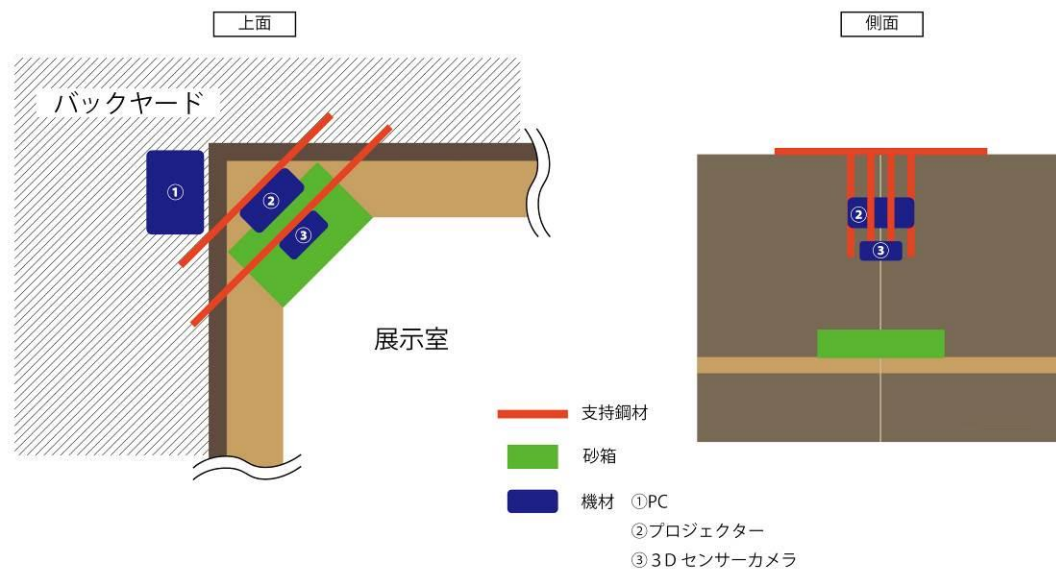


水平環境での試行段階

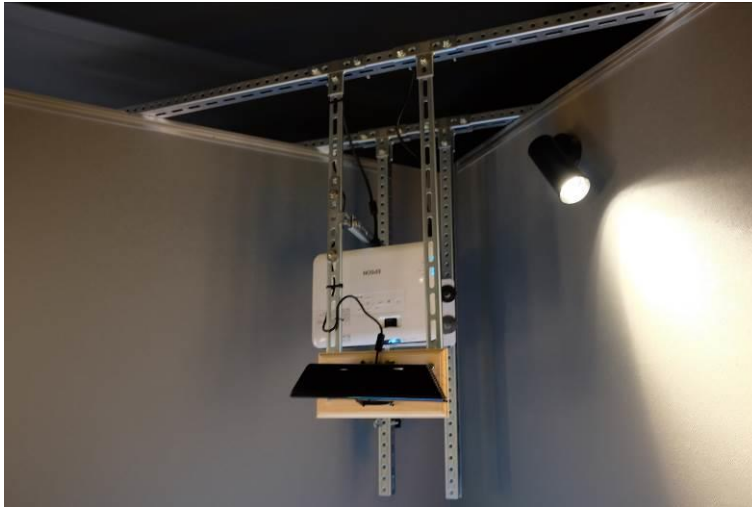
2－4．ARSandbox の常設展示制作

運用への見通しが立ったため、常設展示物として設置するための部材制作を行った。落下等による来館者への危険性を排除すること、PC の設置場所や電源を安全な位置で確保することなどの観点から、常設展示室のコーナー部を利用して造作を行うこととした。

設置概略図



既設の展示台に砂箱を載せ、上部から支持鋼材（メッキチャンネルほか）を用いてプロジェクター、3D センサーカメラを吊り下げた。



機材設置状況



展示室への設営状況

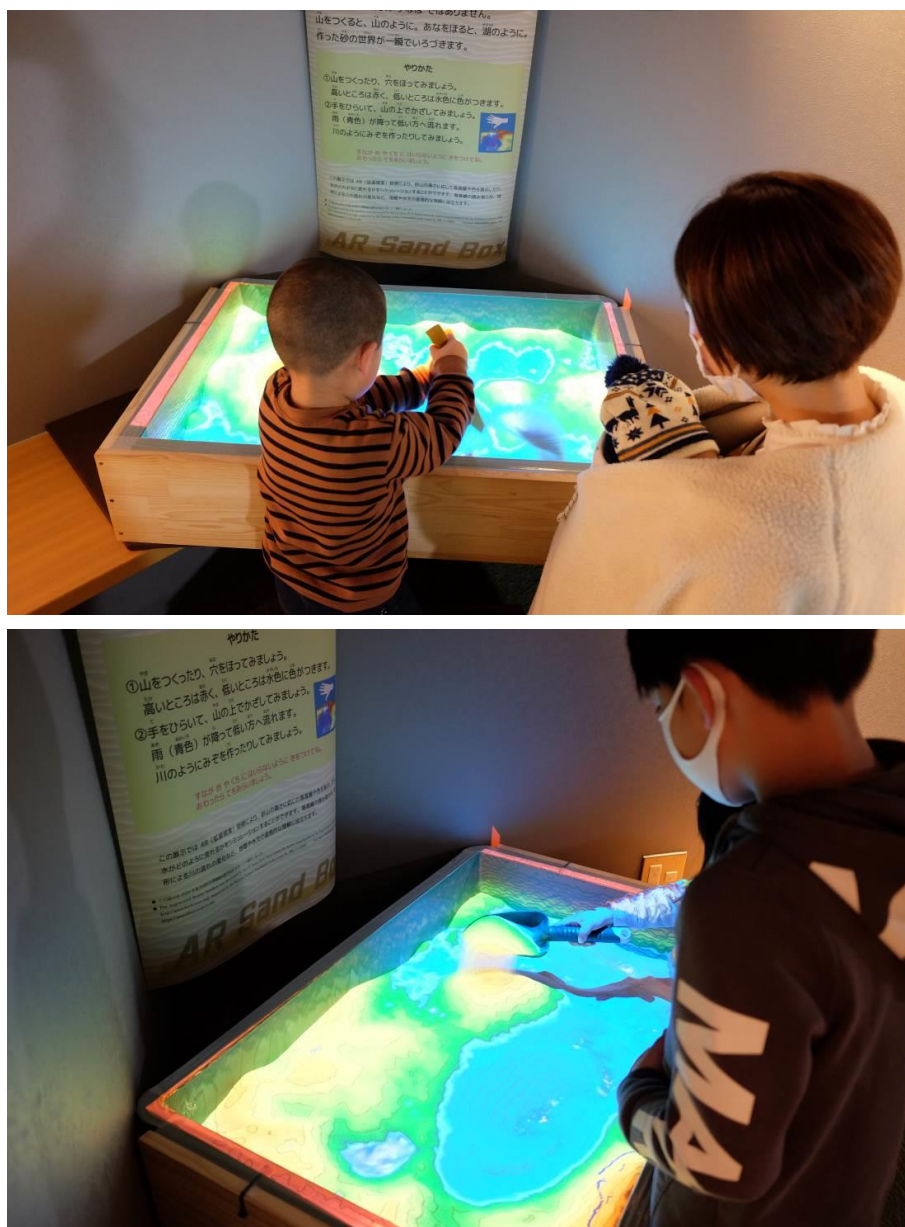
なお、当該ソフトでは3Dセンサーカメラの縦横比が4：3であるため、映像規格としてXGA（1024×768）が推奨されている。しかし、用意したプロジェクターの解像度がWXGA（1280×768）であり、砂箱として採用したコンクリート用の練り舟もそれに近い比率であったため、指定環境より横に長い形で展示を造作した。この比率の違いが影響したのか、3Dセンサーカメラとプロジェクター映像を一致させるキャリブレーション作業において、映像の不一致が続発した。結果としては一致させることができたが、今後の運用で再キャリブレーションの必要が生じた場合（来館者がカメラに触れてずれる、プロジェクターのランプを交換するなど）には課題が残ると考える。

3. 常設展示としての運用

造作を終えたARSandboxは、令和3年3月6日（土）から一般公開した。簡単な操作案内を設置してはいるが、基本的な動作が砂遊びと同じであるため、未就学児など低年齢層の

子供でも積極的に体験する様子が見られた。

投影像では高低差に応じた着色（高地は赤く、低地は水色に）と等高線を模した線が表示される。また、上方で手をかざすと雨が降り、高地から低地へと流れる様子を再現できるため、思い思いの地形を形作ってそこに雨を降らせて川や海を作ることできる。自分で自在に造形した地形について、土地の高低や流体の振る舞いを体感することができ、年齢層を問わず多くの来館者が体験している様子を目にすることができた。



展示体験の様子

なお、展示にあたっては手指消毒、定期的なスコープ等の消毒や換気など、新型コロナウイルス感染症拡大防止に細心の注意を払っている。

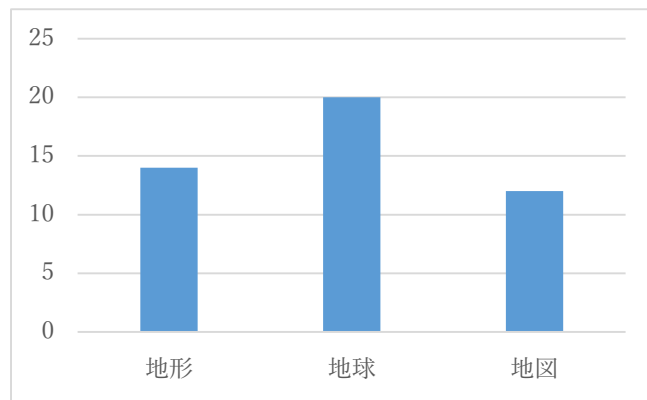
4. 来館者アンケートの実施

設置後に、展示横において任意のアンケートを実施した。回答者の割合は小中学生が多数を占めるが、展示に対する感想としてはおもしろいが圧倒的に多く、その理由としては主に下記のような意見があった。

- ・高さによって色がすぐに変わったり、等高線が出るところ
- ・砂なので、山や川など自分でオリジナルの形を作ることができる
- ・雨を降らすことができたり、川を作ったりできるところ
- ・リアルタイムにシミュレーションができる
- ・色の変化が面白い、様々なパターンがあって面白い
- ・自分で体験ができて、色々なことが知れるから

また、体験して感じたこととして、「地形形成への興味が沸いたか」「地球のことを知りたくなったか」「地図への関心が高まったか」の設問を設けたところ、それぞれ1/3程度の参加者がそう感じたと答えた。

(複数回答可、回収数 37)



最後に自由な意見を求めたところ、下記のようなコメントが得られた。

- ・子供が体験できるものはいい、嬉しい、達成感がある
- ・母親が夢中になっていた、大人でも夢中になれるので良いと思う
- ・孫（3歳）が帰らないとだだをこねる、家に持って帰りたい
- ・遊びながら学べていい、すごく楽しい、また来たい
- ・雨だけでなく、木を生やすなど色々な機能が追加されるともっと面白いだろう
- ・三瓶山周辺だけでなく、他の地形についても調べられる活用法があればいい

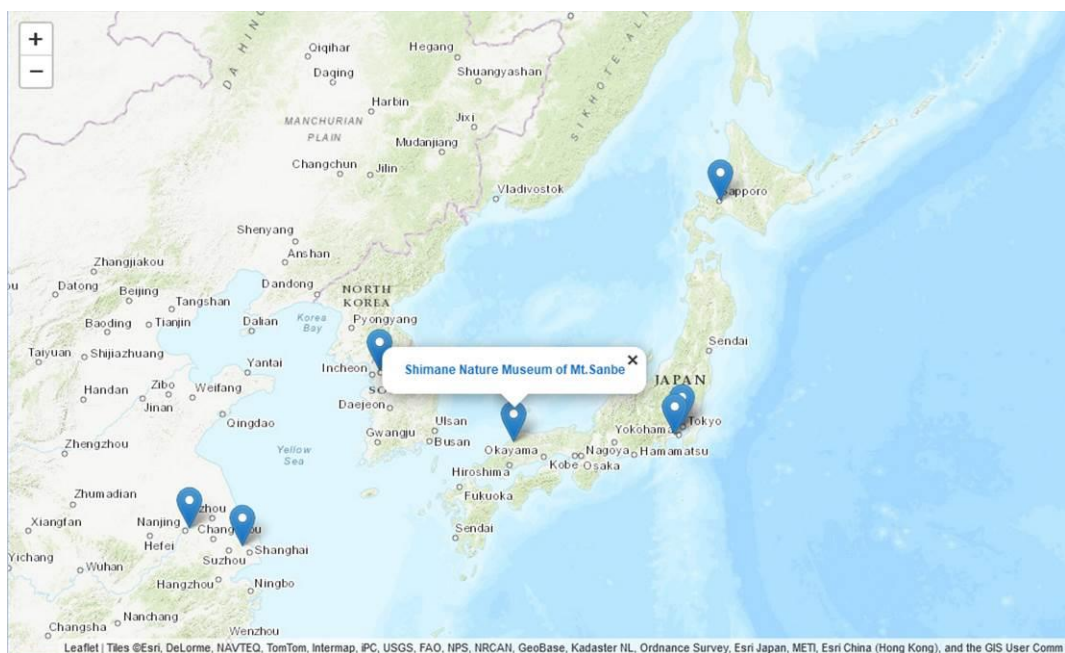
これらのアンケート結果からは、映像がリアルタイムで変化するため主体的、能動的に地形の変化を楽しめるところ、自分が思ったとおりの地形や世界を構築できるところが体験者の興味をひいているように感じられる。また、未就学児から大人まで、年齢層を選ばないことも特徴のひとつである。さらに、雨が降り川が流れるだけでなく、発展的な演出（火山など）への期待も見られた。

5. ARSandbox のネットワークへの登録

ARSandbox の公式サイト（※2）では、当該展示を所持する施設や機関を地図上で公開している。当館も設置後に登録依頼を行い、マーカーが付加された。令和3年4月現在、日本で4番目に登録された施設となった。



ARSandbox を持つ施設・機関等（世界域）



当館の登録位置（本サイトでの表示では西日本初となる）

6. 今後の展開

当展示は直感的な操作と反応性の良い映像効果が年代を問わず興味をひき、受け入れられているように感じる。展示室内には島根県の赤色立体地図や多数の岩石標本など地質に関わる多くの展示物があることから、相乗的な学習効果が十分期待できるものと考えている。また常設展示化のほか、小学校第6学年「大地のつくりと変化」や中学校第1学年「火山と地震」など、発達段階に応じた学習プログラムの開発も計画しているが、本年度は新型コロナウイルス感染症の影響により校外活動の自粛、また学校に出向いての活動が難しい状況が続いたためそこに至ることはできなかった。今後、情勢を見ながら近隣学校との連携により、当展示の活用方法と改善プログラムを継続して構築していきたい。

参考

※1 : <https://www.nature-sanbe.jp/sahimel/event/map.html>

※2 : <https://arsandbox.ucdavis.edu/>

※3 : https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/syoko/kan/shimane_iit/

※4 : <https://web.cs.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/LinkSoftwareInstallation.html>