

[テキストの入力]

[テキストの入力]

[テキストの入力]

## AR 技術を活用した立体感覚の涵養を目的とする地学教材の開発

Development of Earth Science Educational Materials  
Employing AR Technology to Foster Spatial Cognition

○森 厚<sup>1</sup>

Atsushi Mori

桜美林大学<sup>1</sup>

J. F. Oberlin University<sup>1</sup>

e-mail: moriat@obirin.ac.jp<sup>1</sup>

概要：本研究では、AR（拡張現実）技術を用いて地球科学データを可視化し、児童生徒の立体感覚の涵養を目的とした教材の開発を行った。A-Frame と AR.js を用いて、ブラウザ上で動作する AR 教材を作成し、火山の形状や雲頂高度などの地球科学的対象を表示可能とした。特別なアプリを導入する必要がなく、GIGA スクール構想下の端末環境にも適応可能である。

キーワード： 教材開発、拡張現実（AR）, 立体感覚、地球科学データ

### 1. はじめに

児童生徒の科学的な素養を高めるためには、その基礎となる能力の開発も欠かせない。特に立体感覚は、児童生徒の間で差が大きく、これを涵養することが必要である。そのような視点で学校教育を考えることが重要であると筆者は考える。特に地球科学は、立体的な対象を多く扱うため、立体感覚の育成という観点からも重要な教育分野である。

ところが、いくつかの点で問題がある。まず、学習機会についてである。例えば、月の満ち欠けは、好適な教材で、かつては小学校で扱っていた。しかし、現在では中学校3年生で扱っている（文部科学省、1989, 2007）。学習機会は先送りされており、その他の教材でも積極的に学習機会を作ることが必要である。

次に、教材そのものについての問題である。立体的な模型は、児童生徒が実際に手に取ることができ、また身体を使って立体感覚を涵養できるので最適である。しかし、そのような教材は保守・保存に課題があり、コストもかかるという問題がある。

一方で、GIGA スクール構想によって、児童生徒がタブレットを使う機会が増えてきている。また、地球科学の観測データは潤沢に提供されており、これらの活用が求められている。

そこで筆者は、AR (Augmented Reality: 拡張現実) を用いた教材開発を行うこととした。AR による教育活動は既に行われている（例えば久保田ほか、2020）。ここでは、地球科学データそのものの表示を試みる。

### 2. AR のソフトウェア開発

#### (1) フレームワークの選択

AR を用いた教材開発に当たっては、まずは、どのようなフレームワークを利用するかを選択しなければならない。次の要件が挙げられる。

- ・ デバイス依存性・環境依存性が少ないこと  
パソコン、iOS タブレット、Android タブレットのいずれでも動作することが普及のためには必要である。
- ・ 特別なソフトウェアの導入が不要であること  
有料、無料を問わず、新規にソフトウェアを導入することは利用する際の障害になりうる。
- ・ 普及した開発環境で開発できること  
筆者が開発したものを自由に改変してよりよい教材が開発できれば普及の速度が高められる。

以上の要件を満たすフレームワークは、A-Frame と AR.js の組み合わせであり、そのためのプログラマは Python で開発することと判断された。A-Frame (<https://aframe.io/>) は、ウェブページに組み込んで使うライブラリで、VR (Virtual Reality: 仮想現実) のために開発されたものである。AR.js (<https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs/>) は、WebAR (Augmented Reality on the Web: ウェブで AR を実現するしくみ) の一つである。これらの組み合わせにより、環境に依存せずにブラウザで AR を実現することができる。

Python は、最も普及したプログラミング言語である。本研究では、ライブラリ trimesh を利用し

て、AR用の3Dモデル（ポリゴン）を作成することに特化している。各種の地球科学のデータ毎に処理方法は異なるが、trimeshを利用する点は共通している。

## （2）教材の表示

AR技術には位置情報に基づいて表示するロケーションベースのARと、カメラで捉えた画像をベースに表示するビジョンベースのARとに大別される。教育目的には、教材としての可搬性を考え、ビジョンベースのARを採用する。ビジョンベースの中でもマーカー型が安定的な運用に適している。そこで、実際にARを教育現場で活用する際に、表示するための手続きは次の図のようになる。

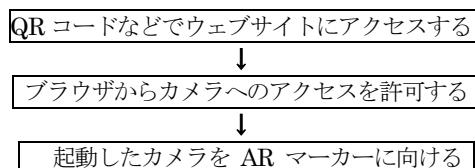


図1：ARで教材を表示する手順

## 3. 開発例

### （1）火山の形

中学校理科1年生ではマグマの粘り気と火山の形についての関連性を学習する。そこで、写真だけではなく、立体的な模型をARとして表示することが考えられる。

元になるデータは、国土地理院基盤地図情報ダウンロードサービスで得られる数値標高モデルの10mメッシュデータ(10B)である。これを用いて富士山と雲仙普賢岳についてARで表示可能とした（図2）。

### （2）雲の分布

中学校理科2年生では、気象衛星ひまわりの画像を用いて気象の理解を深める学習をする。気象衛星ひまわりの画像で主に用いられているのは、夜間にも撮像可能な赤外画像（波長  $10.4\mu\text{m}$ ）である。赤外画像のデータは、大気の窓領域の波長を用いており、雲（あるいは地表面・海面）の温度、つまり実質的には雲頂高度を反映している。



図2 ARマーカー（左）、富士山の表示（中）、雲仙普賢岳の表示（右）

気象衛星ひまわりのデータは千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)で公開されているデータの中から、解像度がほぼ4kmである4KMプロダクトの  $10.4\mu\text{m}$  等価黒体温度  $T_{\text{BB}}$  データをダウンロードして用い、ARで表示するようにした（図3）。

## 4. まとめ

本研究では、AR技術を用いて地球科学データを可視化し、児童生徒の立体感覚を涵養することを目的とした教材開発を行った。ARを用いることで、実際の立体模型を用いざとも、視点を自由に変えながら対象を観察することが可能となり、視覚と身体的操作を統合した学習環境が実現できる。これは、発達心理学においても知られているように、立体的理を深める上で効果的である（Piaget, 1952）。

今回の実践では、火山の形状や雲の立体分布など、地球科学の実データを活用し、Webブラウザ上で容易に再現できる形で教材として提供した。特別なアプリを必要とせず、多様な端末で利用できる点も、教育現場での実用性を高める要因となる。

今後は、児童生徒の理解度や空間認識力への効果検証を進めるとともに、他の地球科学分野への応用展開や、生成AIとの連携による教材作成支援の可能性についても探っていきたい。

本教材のサンプルは次のURLで公開している。

<https://robo.mydns.jp/WebAR/>

## 引用文献

- Piaget, J. (1952): The Origins of Intelligence in Children, International Universities Press, 419  
 久保田善彦、中野博幸、小松祐貴（2020）：理科教育学研究, 60, 3, 557-568.  
 文部科学省（1989）：小学校学習指導要領 理科  
 文部科学省（2007）：中学校学習指導要領 理科

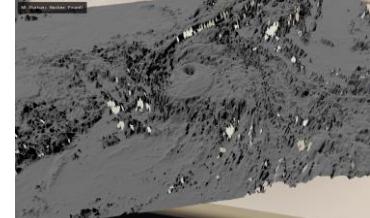


図3 台風の表示（2024-08-28）