

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2年 6月 30日現在

機関番号：14601  
研究種目：奨励研究  
研究期間：2019  
課題番号：19H00105  
研究課題名：火山災害に関する防災リテラシー向上をねらいとした授業プログラムの開発と実践的研究  
研究代表者 佐竹 靖 (SATAKE, Yasushi)  
奈良教育大学附属中学校・教諭

交付決定額（研究期間全体）（直接経費）：530,000 円

研究成果の概要：本研究は、火山災害に関する生徒の防災リテラシー向上をねらいとした授業プログラムや教材の開発を目的として行った。伊豆大島で現地調査を行い、観察標本や無人航空機（ドローン）による映像教材を作成した。さらに3Dプリンタで作成した「火山立体地形モデル」や「描いて消して実験できる火山立体地形モデル」、「立体火山防災マップ」などを開発した。これらの教材を用いて、火山災害の深い理解とハザードマップに想定された災害の根拠について、生徒が主体的に学習することができる授業プログラムをデザインした。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した授業プログラムの特徴は、観察内容を根拠に、生徒自らが試行錯誤しながら災害を想定し、実験で検証できるようにしたことである。これにより、ハザードマップなどですでに想定された災害について知ることを中心とした学習から、ハザードマップで想定されている災害の根拠について考察する学習が可能となった。したがって、本授業プログラムは、自然災害に対して、その想定の有無にかかわらず、周囲の状況から判断して災害から身を守るための力を養うことに寄与すると考える。

研究分野：教育学（理科教育学）、教育工学、教師教育

キーワード：中学校理科 火山立体地形モデル 無人航空機（ドローン） 防災リテラシー  
火山災害 ハザードマップ 3Dプリンタ

## 1. 研究の目的

2018年度交付の奨励研究（18H00098）において、主体的・対話的で深い学びを実現することを目的とした火成岩の学習プログラムの開発を行った。本研究では、その学習プログラムの最後に、火山災害に対する防災・減災の観点を取り入れた授業を考案して組み込み、学習プログラムを再構築することを目的としている。

2017年度公示の新「学習指導要領」では、3年生から1年生に「自然の恵みと火山災害・地震災害」が移行され、火山災害については、ハザードマップなどから予想される被害を読み取る事が求められている。しかし、生徒の活動を伴う学習の提案はまだ少ない。また、他の災害に比べ、火山災害は発生頻度が低いことや、災害の規模の範囲がきわめて大きくなりうることも、学習に取り組む難しさの背景となっている。

そこで本研究では、新たに無人航空機（以下、ドローン）を用いた映像教材や実物標本、3Dプリンタで作成した火山立体地形モデル、火山噴火のモデル実験などを開発し、生徒自らが災害を想定する授業を考案する。再構築した学習プログラムを通して、各火山における災害の固有性の理解や、ハザードマップの限界にも気付かせ、生徒の火山災害に対する防災リテラシーの向上を目指す。

## 2. 研究成果

本研究では、まず「無人航空機を用いた映像教材」や「3Dプリンタで作成した地形モデル」などの教材を開発し、それらを併用して身近な地域の災害や、火山の学習において試行的に活用し、その効果を検証した。次に、これらの検証結果をもとに、伊豆大島を題材とした教材と火山防災授業プログラムの開発を行った。以下に、それぞれの成果について述べる。

### (1) 身近な地域の災害について学ぶ授業での活用 (佐竹、2019)

本実践では、ドローンで撮影した映像を、中学校周辺の災害を想定する学習で活用し、その有用性を検討した。

#### ①教材について

##### 1) 奈良市ハザードマップ

本研究では、奈良市が作成した防災ハンドブックの避難所マップ(土砂災害・洪水ハザードマップに避難所の位置が記載されたもの)を、奈良市ハザードマップとして活用した。

##### 2) ドローンを用いた映像教材(以下、映像教材)

ドローンを用いて、2種類の映像教材を作成した。1つ目は、高度約5mから校舎直上100mへと上昇しながら撮影した映像である。2つ目は、グラウンドから校舎と裏山に向けて、低空(高度約20m~30m)で水平飛行を行いながら撮影した映像である(図1はその一場面)。いずれも、ほぼ同位置から出発することで、視点移動の過程を把握しやすいようにした。



図1. ドローンの映像

#### ②授業の概要

授業実践は、本校1年生130名を対象とし、単元間に特別授業(50分)として行った。学習の展開は、以下の通りである。

|     | 学習内容  | 活用した教材  |
|-----|---|---|
| 導入  | ○九州の大雨災害について  |   |
| 展開  | ○奈良市で想定されている大雨による災害を知る<br>○土砂災害について学ぶ<br>○災害が想定されている根拠を考える<br><br>○学校周辺で起こりうる災害について想定する | ・奈良市ハザードマップ<br>・動画と資料<br>・奈良市ハザードマップとGoogle Map<br>・地形図とGoogle Mapと映像教材 |
| まとめ | ○過去の事例について紹介する  |   |

奈良市ハザードマップはカラー印刷したものを配布し、Google Mapと映像教材は、班(8班:4~5人)に2台配布したタブレットPCで観察させた。

#### ③結果

映像教材に関するアンケート結果を、表1にまとめた。表1から、映像教材は、特に植生の様子や山の傾斜、高さの違いなどの把握に有用であることが示唆された。しかし、裏山の広さと校舎の大きさといったやや広域スケールでは、Google Mapの方が有用であることが示唆された。さらに、アンケートの「今回の学習で、今まで見えていた裏山と見え方が変わったことは何ですか?」という問いの回答には、「危険性が低いかから(想定災害は)ないと思っていたが、高低差があり危険だと学んだ」といった危険認識やスケール感の変化に関する記述が多かった。これは、校舎や裏山を、視野感覚に近いスケールの映像で俯瞰できたことが、より詳細で正確な周辺環境の把握に繋がったものと推察される。

したがって、Google Mapや映像教材を組み合わせた学習は、ハザードマップや地形図では難しい詳細な周辺環境の把握を可能にし、より具体的な災害の想定に繋がる可能性が示唆された。

表1. 映像教材に関するアンケート結果(n=127)

|   | 地形図   | Google Map | 映像教材  |
|---|-------|------------|-------|
| Q1. 裏山の広さと校舎の大きさの違いがよくわかるのは、何を見たときでしたか? | 4.7%  | 58.3%      | 37.0% |
| Q2. 校舎と裏山までの距離感がよくわかるのは、何を見たときでしたか?     | 9.4%  | 30.7%      | 59.8% |
| Q3. 校舎に対する山の高さがよくわかるのは、何を見たときでしたか?      | 21.3% | 7.9%       | 70.9% |
| Q4. 山の傾斜のようすがよくわかるのは、何を見たときでしたか?        | 22.0% | 12.6%      | 65.4% |
| Q5. 生えている植物の高さがよくわかるのは、何を見たときでしたか?      |       | 12.6%      | 85.8% |

### (2) 火山の学習での「3Dプリンタで作成した地形モデル」の活用

本実践では、火山の大きさや形を具体的に把握させる場面で、5種類の火山(有珠山、雲仙普賢岳、富士山、桜島、伊豆大島)で地形モデルを作成し、その効果を検証した(佐竹、2020)。

#### ①教材について

3Dプリンタを用いて、火山の地形モデルを作成した(図2)。火山の地形モデルは、すべて等縮尺で作成しているため、複数の火山を手元で比較することが可能である。すべてのグループに配布する数を作成するためには、時間的・経済的にも現実的ではないため、大崎ほか(2019)で開発された手法を援用してモデルの量産を行った。以下にその手順を示す。「3Dプリンタでモデルを作成する(素材:ABS)→樹脂粘土を熱湯につけて軟化させてモデルの型をとる→冷却硬化させた型に紙粘土を充填して整形し、乾燥させる」



図2. 火山の地形モデル

(左上:富士山, 中央上:雲仙普賢岳, 右上:有珠山  
左下:伊豆大島, 右下:桜島)

②結果

事後アンケートの結果を図 3 に示した。「火山の形の理解」に関しては、約 91%が肯定的に評価しており、「火山の大きさの理解」に関しては、約 76%が肯定的に評価した。このことから、火山の地形モデルは、形を理解する上では多くの生徒にとって効果的と実感されているが、大きさの理解に関しては、ややその効果を実感できていないといえる。これは、火山の地形モデルに生徒がイメージしやすいスケールがなく、比較できなかったことが原因と考える。対策としては、例えばモデルと縮尺を合わせた有名な建物やスケールバーなどを用意しておく、より理解を促せたと考える。

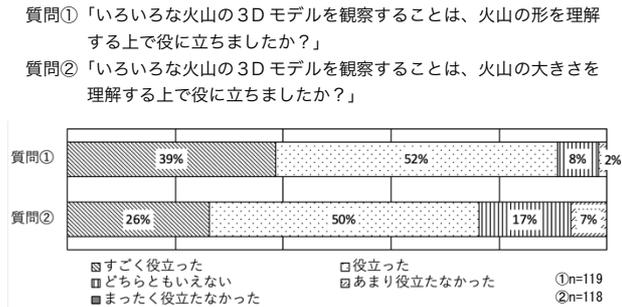


図 3. 事後アンケートの結果

(3) 伊豆大島を題材とした火山防災授業プログラムの開発

本授業プログラムでは、伊豆大島で現地調査し、観察標本やドローンによる映像教材を作成した。さらに 3D プリンタで作成した「描いて消して実験できる火山立体地形モデル」などを用いて、現象の深い理解と根拠を持って災害を想定する学習をデザインした。今回は、地形の観察から生徒が比較的容易に考察できるように、溶岩の流下想定範囲を扱うことにした。

①教材について

1) 実物標本、映像教材

観察標本用に、溶岩・スコリア・火山弾を採取した。ドローンを用いた映像教材は、三原山を中心に俯瞰できるように撮影し、正確なスケール感や地形を観察できるようにした (図 4 左)。

2) 伊豆大島立体地形モデル

3D プリンタで立体地形を作成し (素材: ABS)、航空写真 (引用: Google Map) を印刷した水転写デカールを貼って作成した (図 4 右)。作成方法は、大崎ほか (2018) を援用した。



図 4. ドローンによる映像と伊豆大島火山立体地形モデル

3) 描いて消して実験できる火山立体地形モデル

3D プリンタで立体地形を作成し、白色のアクリルスプレーで表面の凹凸を埋め、さらに高耐久ラッカースプレー (ニトロセルロース) でコーティングした。これにより、ホワイトボード用マーカーとイレーザを用いて、描いて消すことが可能となった。また、三原山火口付近に穴を開け、小型注射器 (1ml) を差し込めるようにした。これにより、溶岩に見立てた物質を噴出させるモデル実験が可能となった (図 5)。

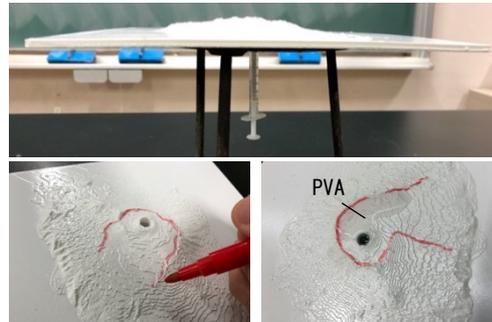


図 5. 描いて消して実験できる火山立体地形モデル

4) 立体火山防災マップ

3D プリンタで立体地形を作成し、伊豆大島火山防災マップを印刷した水転写デカールを貼って作成した (図 6)



図 6. 立体火山防災マップ

②授業の概要

授業実践は、本校 2 年生 129 名を対象とし、2 時間で行う予定である。学習の概要は、以下の通りである。

|       | 学習内容   | 活用した教材                              |
|-------|--|-------------------------------------|
| 第 1 時 | ○伊豆大島三原山の噴火や地形の特徴を捉える  | ・実物標本、映像教材<br>・伊豆大島立体地形モデル          |
| 第 2 時 | ○描いて消して実験できる火山立体地形モデルを用いて、溶岩の流下範囲を推定する<br>○PVA を流して推定結果を検証する<br>○立体火山防災マップとの相違点を見出し、その原因について考察する | ・描いて消して実験できる火山立体地形モデル<br>・立体火山防災マップ |

### ③結果

生徒が試行錯誤しながら溶岩の流下想定範囲を推定し、実験で検証できるようにしたことで、根拠を持って災害を想定する学習が実現できる見込みとなった。今後、授業実践を行い、その学習効果を検証する。

#### <引用文献>

- ①佐竹 靖、中学校理科、無人航空機を用いた視点移動型映像教材の可能性-身近な地域の災害について学ぶ場面での活用を例に-、第 69 回日本理科教育学会全国大会発表論文集、2019、226
- ②大崎章弘、川島紀子、貞光千春、里浩彰、竹下陽子、榎戸三智子、千葉和義、減災どこでも理科実験パッケージの開発と検証-3D プリンタによる地形模型と個人向け教材化する簡易複製法-、日本理科教育学会第 69 回全国大会発表論文集、2019、227
- ③佐竹 靖、「深い学び」を実現する火成岩の学習プログラムの開発、奈良教育大学附属中学校研究紀要、48 巻、2020、75-82
- ④大崎章弘、川島紀子、露久保美夏、貞光千春、里浩彰、榎戸三智子、竹下陽子、千葉和義、減災どこでも理科実験パッケージの開発と検証-3D プリンタを活用した簡易な地形・地域教材の開発-、日本理科教育学会第 68 回全国大会発表論文集、2018、452

### 3. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ①佐竹 靖、「深い学び」を実現する火成岩の学習プログラムの開発、奈良教育大学附属中学校研究紀要、査読有、48 巻、2020、75-82

[学会発表] (計 1 件)

- ①佐竹 靖、中学校理科、無人航空機を用いた視点移動型映像教材の可能性-身近な地域の災害について学ぶ場面での活用を例に-、第 69 回日本理科教育学会全国大会、2019

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

○取得状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

[その他]

- ①佐竹 靖、マグマの粘り気を科学する、奈良県中学校理科教育研究会研究発表大会、2019

### 4. 研究組織

研究協力者

研究協力者氏名：林 武広、市橋 由彬、山本 浩大

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。