

# 富士山火山防災に関する中学校理科授業の実践

## ー噴火口と火山ハザードマップとの連関に着目してー

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 中等教科教育分野 廣瀬祐市

### 1. はじめに

我が国の中学校理科において、火山災害については、第1学年単元「自然の恵みと火山災害・地震災害」、及び第3学年単元「地域の自然災害」で学習が展開されている（文部科学省、2018）。具体的には、第1学年では、噴火警戒レベルやハザードマップを取り上げ、火山現象やそれによる被害等に関する認識を深めていく。また第3学年では、地域の自然災害を調べる活動が設定されており、身近な地域における火山災害等を調べる中で、その特徴や自然と人間との関わり等について、科学的に考察して判断する能力や態度等の育成を目指している。

これまでに、火山災害に対する理科における防災教育の必要性等に関する指摘も幾つか報告されている。例えば、川路・藤岡（2018）や松本（2021）では、火山噴火に関する科学的認識や火山防災意識の向上等における理科教育の重要性、地域の特性を踏まえた火山防災教育を行う必要性等を述べている。

ところで、筆者が位置する山梨県には、県内唯一の活火山である富士山が存在する。富士山は、10万年前の誕生以降、数百回も噴火をしており（山元ら、2016）、西暦864年の貞観の噴火から、1707年の宝永の噴火に至るまで、約100年から400年おきに噴火を繰り返している。宝永の噴火から300年以上が経過した現在、いつ富士山が噴火してもおかしくない状況であり、近年にあっては令和3年3月に、富士山の火山ハザードマップ（以降、富士山ハザードマップと略記）も17年ぶりに改訂された（富士山火山防災対策協議会、2021）。具体的には、噴出年代の見直し（3200年前→5600年前）や、新たな噴火口の発見等により、想定火口範囲が

拡大されるとともに、市街地への溶岩流の到達時間が短縮された。そのため、こうした最新の知見を踏まえて、理科における富士山火山防災教育を行うことは、喫緊の課題である。

一方、富士山火山防災に関する授業実践も幾つか遂行されてきた。例えば、村越・小山（2006、2007）では、静岡県内の中学生を対象として、富士山防災マップやドリルマップを使用して、それらに示された情報の読み取りの向上等を図っている。また久保（2022）では、山梨県内の小学生を対象に、富士山立体地図を用いて、指定した噴火口から溶岩流に見立てた液体がどのように流れるかを予想し、検証する授業等を行っている。

しかしながら、村越・小山（2006、2007）の実践は、改定前の富士山ハザードマップが使用されており、久保の実践（2022）では、小学生を対象にした専門家による特別講座であり、理科授業に位置づけられていない。さらに、いずれの実践も、予め噴火口が提示されており、学習前の生徒が、噴火口に対してどのような認識を有しているか等を考慮して、授業が設計されているわけではない。前述した通り、富士山の想定火口範囲は拡大されており、現在確認されている限りでも79個以上の噴火口が明らかになっている（富士山火山防災対策協議会、2021）。また、富士山は、西暦が始まってからの噴火を振り返ってみても、山頂での噴火は認められず、今後も山腹（側火口）での噴火が想定されている。そのため、こうした富士山の特性も踏まえ、噴火口の認識に重点を置いた理科授業実践を行うことも極めて重要と言える。

そこで、本研究では、噴火口に関する中学生の認識を明らかにしながら、噴火口と富士山ハ

ザードマップとの連関に関する科学的認識を志向した理科授業実践を行ったので、結果とその課題について報告する。

## 2. 研究の目的

本研究の主目的は、以下の2点である。

- ① 富士山における噴火口と火山ハザードマップとの連関に関する中学生の科学的認識を促す理科授業を構想すること。
- ② 上記①で構想した理科授業を実践し、その課題を明らかにする。

## 3. 理科授業の構想にあたって

### 3.1 噴火口の認識に関する評価

まず、富士山における噴火口に対する認識を把握するための評価シート(図1)を作成した。具体的には、富士山の北西—南東方向の断面を使用し、噴火した時の地下と地上の様子について、絵と言葉等による回答を求めた。

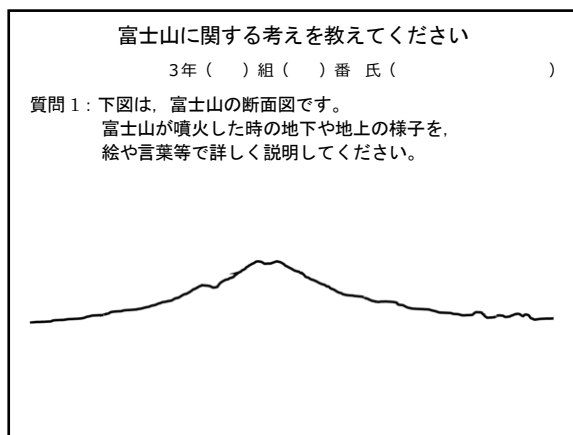


図1. 噴火口に関する評価シート

### 3.2 富士山立体地図を用いたモデル実験

噴火口と火山ハザードマップとの連関に関する認識を促すために、富士山には複数の火口が存在することに気づかせる必要がある。そのため、山頂から同距離の3地点(A地点\_大室山北側付近:30分、B地点\_富士河口湖町役場付近:7日間、及びC地点\_須走IC付近:2時間)における溶岩流の到達時間の差について考える課題を設定した。また、図2の左側:富士山立体地図と、右側:透明な富士山立体地図(山

梨県富士山科学研究所が作成したものであり、許諾を得て使用)に、溶岩流に見立てた液体(水+シャンプー+食紅)を流すモデル実験を通して、課題解決等を図ることができるようにした。

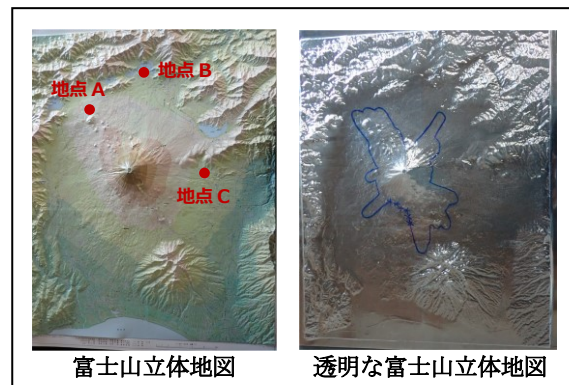


図2. 富士山立体地図

## 4. 構想した理科授業の概要

表1は、理科授業の骨子(局面1~5)である。一覧すれば分かるように、まず局面1では、富士山の噴火に関する自らの認識を外化する。そして、局面2では、山頂からほぼ同距離の3地点で、溶岩流の到達時間が異なる理由等を考える。引き続き、局面3では、富士山立体地図を用いて、溶岩流を流すモデル実験を行い、3地

表1. 理科授業の骨子

授業の局面	主な内容
局面1: 自らの認識の外化	・図1の富士山の断面図に、噴火した際の地下と地上の様子を絵や言葉等で表現する。
局面2: 溶岩流の到達時間に着目した学習活動	・富士山の山頂からほぼ同距離の3地点(地点A~C)で、溶岩流の到達時間が異なる理由を予想する。
局面3: 富士山立体地図を用いた溶岩流に関するモデル実験	・局面2の予想に基づき、各班で、富士山立体地図を使用して、溶岩流に見立てた液体(水+シャンプー+食紅)を流すモデル実験を行う。 ・各班の結果を共有し、課題について、クラスで議論する。
局面4: 富士山ハザードマップの作成	・透明な富士山立体地図に、各班で、想定火口範囲から、溶岩流に見立てた液体を流し、到達範囲を記録する。 ・各班の富士山立体地図を重ねて、富士山ハザードマップを作成する。
局面5: 自らの認識との比較・照合	・局面1と同様に、図1の富士山の断面図に、噴火した際の地下と地上の様子を絵や言葉等で表現する。

点の到達時間の差について、班やクラスで議論する。局面4では、透明な富士山立体地図を使用して、班ごとに指定した想定火口範囲から溶岩流を流し、その到達範囲を記録する。さらに、各班の透明な富士山立体地図を重ねて、富士山ハザードマップを作成する。最後に、富士山の噴火口に関する認識の変容を把握するという一連の流れである。

## 5. 理科授業実践の時期、及び対象

2022年10月に、山梨県内の公立中学校の第3学年（計81人）を対象に実践を行った。学習内容は、中学校第3学年理科単元「地域の自然災害」（計2時間）である。

## 6. 理科授業実践とその課題

### 6.1 局面1について

授業前の噴火口に関する生徒の認識は、表2の通りであり、「類型Ⅰ：山頂火口のみ」の該当者は75人（92.6%）に達した。例えば、図3左側の生徒54であり、マグマだまりから山頂火口のみ火道が伸びている。

一方、側火口からの噴火を想定した者は、「類型Ⅱ：山頂火口+側火口」の2人（2.4%）のみであり、例えば、図3右側の生徒12が該当する。マグマだまりから山頂火口と側火口にそれぞれ火道が伸び、噴火する様子を記述している。この生徒12に聞き取り調査を行ったところ、宝永火口の存在を知っており、今後起こる噴火についても側火口からの可能性を想定し記述したようである。このように、側火口での噴火に関する認識を有する生徒は僅かであり、極めて多くの生徒が、山頂火口による噴火を想定していることが明らかになった。

表2. 局面1における回答の類型（人）

類型	人数
I：山頂火口のみ	75
II：山頂火口+側火口	2
III：側火口のみ	-
IV：未記入	4

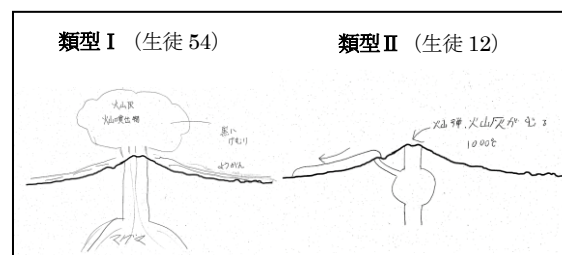


図3. 授業前の認識（類型Ⅰ・類型Ⅱ）

### 6.2 局面2・3について

局面2の個人の予想段階で、山頂からほぼ同距離の3地点の溶岩流の到達時間が異なる理由は、マグマの粘性に依拠した生徒が2人、側火口に依拠した生徒が2人存在した。その他は、地形の起伏や山の斜面の角度を理由にした者が72人、無回答が5人であった。

その後、局面3の班でのモデル実験を通して、各班の考えは、どのクラスも、概ね2通りの考えに分かれた。1つは、「斜面より平面の方が流れるのが遅い。AとCは距離が同じだけど、Cの方がAより平面で、Bが一番平面だから、ACBの順番」（1組1班）等であり、山頂火口のみ噴火を想定し、地形や山の傾斜を理由とした考えである。もう1つは、「富士山が噴火して、大室山がぐわーんと振動して噴火して、A地点に30分でたどりつく」（1組4班）等のように、山頂火口以外に側火口を想定した考えである。

こうした各班の考えをクラスで共有した後、クラスで議論する中で、「山頂から溶岩流を流しても、各地点に溶岩流を流すことができなかったこと」や、「大室山から溶岩流を流せば、各地点の到達時間の違いを説明できること」等の意見が表出し、多くの生徒が、側火口の存在に気づくことができた。引き続き、側火口から溶岩流を流すモデル実験をし、山梨県が提供する溶岩流のシミュレーション動画を視聴し、A, B, C各地点に溶岩流が流れる様子を確認した。

### 6.3 局面4について

図5は、想定火口範囲を記入した透明な富士山立体地図（図2の右側）から、溶岩流に見立てた液体を流し、到達範囲をペンで囲んでいる

時の様子である。各班で異なる想定火口範囲から溶岩流を流し、到達した範囲を囲んだものを合わせて、クラスごとに富士山ハザードマップを作成した。それを、富士山火山防災対策協議会の溶岩流可能性マップと比較・照合したところ、どのクラスも、ほぼ同じ範囲に溶岩流が到達することを示す結果となり、生徒からは、歓声が上がっていた。



図5. 実験の様子

#### 6.4 局面5について

表3は、局面1と局面5における噴火口に関する生徒の認識の変容を示したものである。局面5では、局面1で「類型Ⅰ：山頂火口のみ」に該当した生徒のうち46人と、「Ⅳ：未記入」の1人が、「類型Ⅱ：山頂火口＋側火口」に変容した。また、「類型Ⅰ：山頂火口のみ」の9人が、「類型Ⅲ：側火口のみ」に変容した。それぞれ、図6の生徒20、図7の生徒74の回答を一例として挙げることができ、本実践を通して、側火口の存在を想定し、回答したものと推察される。

表3：授業前後の噴火口の認識の変容（人）

類型	授業前 (局面1)	類型が 変化した 人数	授業後 (局面5)	類型
Ⅰ：山頂火口のみ	75	46	20	Ⅰ：山頂火口のみ
Ⅱ：山頂火口 ＋側火口	2	9	49	Ⅱ：山頂火口 ＋側火口
Ⅲ：側火口のみ	-	1	9	Ⅲ：側火口のみ
Ⅳ：未記入	4		3	Ⅳ：未記入

一方で、授業終了後も、類型が変化しない生徒も存在した。例えば、図8の生徒72が該当するが、本生徒の場合、火道が太くなっており、山頂を含む広い範囲から噴火する等の認識の変容が認められた。しかしながら、山頂以外に伸びる火道や側火口等を想定するまでには至っていないものと推察される。結果として、20人（24.7%）の生徒が、本授業実践後も、山頂火口のみで富士山が噴火すると想定していることが判明した。

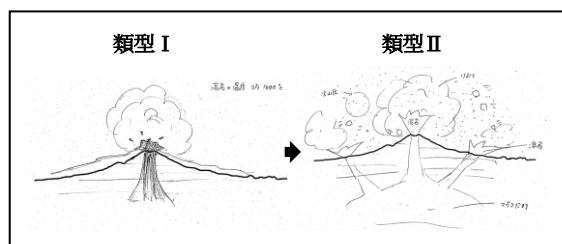


図6. 授業後の認識：類型Ⅰ → Ⅱ（生徒20）

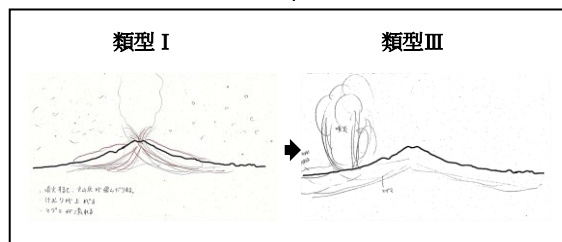


図7. 授業後の認識：類型Ⅰ → Ⅲ（生徒74）

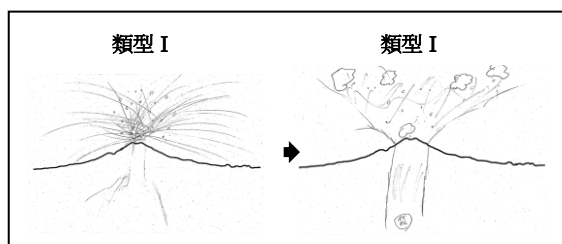


図8. 授業後の認識：類型Ⅰ → Ⅰ（生徒72）

#### 6.5 理科授業実践の課題

##### 6.5.1 噴火口に対する認識が変容しなかった生徒への支援

上記6.4で指摘した通り、授業後も山頂火口のみで富士山が噴火すると想定している生徒が約25%存在した。こうした生徒は、マグマだまりや、そこから伸びる山頂以外の火道の存在等、地下構造に関する認識が不十分であることが推察される。ところで、火山の地下構造につ

いて、文部科学省検定済の中学校第1学年理科教科書計5社（有馬ら，2021；梶田ら，2021；室伏ら，2021；大矢ら，2021；霜田ら，2021）では、火山の地下構造を示した図の中で、側火口へ繋がる火道は描かれているものの、火道という言語ラベルや、その説明は認められない。

本研究で、側火口に関する生徒の低い認識状態が明らかになったことから、火山の地下構造を取り扱う際は、火道についても丁寧に引き上げていきたい。そして、マグマだまりから伸びる火道と、側火口との関わり等について、正しい認識に導いていく必要がある。

### 6.5.2 噴火口に関する評価シートの詳細な分析

本実践では、噴火口に関する生徒の認識に重点を置いて理科授業を行った。一方で、授業前の噴火口に関する評価シート（図1）の回答中には、噴火口以外に、地下構造や火山噴出物等に関する非科学的な認識も散見した。しかしながら、こうした非科学的な認識を引き上げて、授業に活かすまでには至らなかった。本実践で得られた貴重なデータを改めて詳細に分析し、今後の指導改善に活かしていきたい。

### 6.5.3 噴火口と火山ハザードマップとの連関に関する認識の把握

本稿では、富士山における噴火口と火山ハザードマップとの連関に関する認識を促す理科授業を実践したものの、両者の連関の認識を評価するには至らなかった。そのため、富士山ハザードマップが、複数の噴火口で溶岩流が流れることを想定して作成されたものであることや、一度の噴火でハザードマップに示された全ての範囲が溶岩流の被害が及ぶとは限らないこと等を、生徒が正しく認識できているか否かを把握できていない。今後は、噴火口に対する生徒の認識だけでなく、噴火口と富士山ハザードマップとの連関に関する認識を把握する評価法も検討していきたい。

## 7. おわりに

次年度も、富士山火山防災に関する研究を継続していく予定なので、今回明らかになった授業実践の課題等を踏まえて、構想した理科授業

を再考したい。今後の自らの課題とさせていただく。

### 【引用文献】

- 有馬朗人ら（2021）『理科の世界1』大日本図書。  
 富士山火山防災対策協議会（2021）「富士山ハザードマップ（改訂版）検討委員会報告書」  
 Retrieved from <https://www.pref.yamanashi.jp/kazan/documents/006-014.pdf> (accessed 2023.01.19)
- 川路美沙・藤岡達也（2018）「火山活動の取扱いにおける理科教育の現状と課題」『日本科学教育学会研究会年会論文集』第42巻，533-536。
- 梶田隆章ら（2021）『新しい科学1』東京書籍。  
 久保智弘（2022）「富士山にかかわる自然災害の防災教育支援システムの開発」『山梨県富士山科学研究所年報』第25号，53-56。
- 松本一郎（2021）「自然災害に対応した理科教育の役割と重要性」『理科の教育』第70巻，第9号，22-25。
- 文部科学省（2018）『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編』学校図書。
- 村越真・小山真人（2006）「火山のハザードマップからの情報読み取りとそれに対する表現方法の効果」『災害情報』第4巻，40-49。
- 村越真・小山真人（2007）「火山ハザードマップの読み取りに対するドリルマップの提示の効果」『地図』第45巻，第4号，1-11。
- 室伏きみ子ら（2021）『自然の探究 中学理科1』教育出版。
- 大矢禎一ら（2021）『未来へひろがるサイエンス1』啓林館。
- 霜田光一ら（2021）『中学校 科学1』学校図書。  
 山元孝広・高田亮・吉本充宏・千葉達朗・荒井健一・細根清治「富士山山麓を巡る：火山地質から防災を考える」『地質学雑誌』第122巻，第8号，433-444。