

2026（令和8）年度 全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第80回全国大会（広島大会）

講演予稿集

大会テーマ

Enjoy 地学！



日程：2026年9月5日（金）～7日（月）

会場：広島大学東千田キャンパス

主催：日本地学教育学会

後援：文部科学省・広島県教育委員会・広島市教育委員会・全国高等学校長協会
全日本中学校長会・全国連合小学校長会・日本私立中学高等学校連合会
日本理科教育協会・日本理科教育学会・高等学校文化連盟全国自然科学専門部
広島大学次世代科学教育プロジェクト研究センター

日本地学教育学会第 80 回全国大会（広島大会）の開催にあたって

日本地学教育学会会長 廣木 義久

ここ連日、8 月 26 日にネパールと中国チベット自治区の国境付近にあるヒマラヤ山岳地帯で発生した土石流災害のニュースが流れています。テレビに映し出された土石流の映像を見ましたが、あれほどの規模の土石流の動画は今まで見たこともなく、あまりの凄まじさに驚愕を覚えました。現地の被災者のみなさんの様子を見て、自分の目が潤むのを感じました。

ニュースの中で、解説者が口を揃えたように言うことは、地球温暖化の影響で、これまでとは全く次元の異なる規模の自然災害が発生しているということです。次から次へと発生する自然災害のニュースが報道されるため、起こった災害を過去のものとして忘れがちになります。この夏は、日本国内でも自然災害が連続して発生しました。7 月 28 日に発生した熊本地震による災害、8 月 13 日から的大雨により千葉県で発生した豪雨災害、同月 29 日から的大雨で発生した福井県の豪雨災害。これらの被害にあわれたみなさまに心よりお見舞いを申し上げます。

地学教育は、そのような自然災害を含めた地球や宇宙に関する事物・現象を伝える重要な責務を負っています。今日発生する自然災害では、私たちのこれまでの知識では予想できなかったことが起こっています。また、学問の世界も日進月歩で、絶え間なく新たな知識が生み出されています。私たち、地学教育に携わるものには、そういった新しい知見を子どもたちも含めた多くの人に伝える使命があります。そこで、私たちの地学教育コミュニティは、そのための方法等について研究する使命を負っています。

今年の全国地学教育研究大会・日本地学教育学会全国大会は広島大学東千田キャンパスにて開催する運びとなりました。今大会の開催にご尽力いただきました吉富健一大会実行委員長をはじめ、関係者の皆様に感謝致します。このように多くの人が顔を合わせて議論できる全国大会は、毎年あるとは言え、年に一回しかない貴重な機会です。大会では多くの参加者のみなさんと接する時間を持つとともに、私たちのこの大会をみなさんと共に Enjoy したいと思います。

広島大会開催のご挨拶に代えて

大会実行委員長 吉富 健一（広島大学）

令和 8（2026）年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第 80 回全国大会は、2011 年に広島大会が開催されてから 15 年ぶりに、再び同じ広島大学東千田キャンパスにて開催いたします。東千田キャンパスのある広島市は、地形としては広島県南西部、太田川によって形成された広島湾の最奥に広がる沖積平野を中心部としています。地質学的には、広島花崗岩に代表される山口県東部から広島県を経て岡山県に至り広い範囲にわたって分布する花崗岩の分布域となります。花崗岩の風化によって形成される「マサ土（真砂土）」は、水を含むともろく崩れやすくなる性質を持つため、大雨が降るとがけ崩れや土石流などの土砂災害が起こりやすい地域です。また気象の面では、海陸風のはたらきにより、夏の瀬戸内海の沿岸地域では、昼間は海から吹いて平野部の温度上昇を押さえるのに役だっていた海風が、夕方になるとぴたりと止まり、非常に蒸し暑くなる「瀬戸の夕凧」と呼ばれる現象を実感することができる土地でもあります。

そのように様々な地学的現象を体験することのできる広島に、全国から遠路、お集まり頂きます皆様に、実行委員会を代表して心から歓迎を申し上げます。今年度の学会テーマは「**Enjoy 地学！**」ということで、前述のような特徴をご存知ない状況で広島市内を訪れても、ただ、ごみごみと山裾まで家が建ち並び、蒸し暑く、いまいち交通の便が悪いだけの場所となりますが、地学の様々な知識を実体験できる場所にいる、と考え方を変えるだけで、非常に楽しい体験学習の場となります。

大会 2 日目の午前中に予定しているシンポジウムでは、「新しい時代における地学教育に向けて」と題して、学会と地学オリンピック日本委員会のお立場から東洋大学の澤口先生、教員養成系大学・学部教員のお立場から大分大学の三次先生、教育行政と学校現場をつなぐお立場から広島県立西条農業の實森先生にそれぞれご登壇頂き、文部科学省の中央教育審議会（中教審）で、2030 年代の教育を見据えた次期学習指導要領の改訂に向けた議論が進められていることについて、ご議論頂く予定です。

また大会 3 日目に予定している見学会は、「広島市江波山気象館と広島大学東広島天文台」を見学地として開催いたします。広島市江波山気象館は広島市中区の江波山公園内にある全国でも珍しいお天気の博物館です。建物自体は 1934 年（昭和 9 年）に広島地方気象台の本庁舎として建てられたドイツ表現主義の影響を受けたモダンな造形で、1945 年（昭和 20 年）広島市への原子爆弾投下にも耐えた現存する被爆建物でもあり、広島市重要文化財に指定されています。広島大学東広島天文台は、西条盆地を見おろす標高 509m の福成寺山の山頂近くにあります。国立天文台より譲り受けた 1.5m 光学赤外線望遠鏡「かなた」を機軸に、X 線やガンマ線などの高エネルギー天文衛星と密に連携した最先端の観測天文学研究を推進する母体として、2004 年に発足した学内共同教育研究施設です。

本大会の開催にあたっては、実行委員会の皆様のみならず、地学教育学会全国大会支援ワーキンググループの皆様にもご尽力いただきました。この大会が全国各地から参加して頂いた皆様にとって意義のある実りの多いものとなりますよう願っています。

■大会日程：9月5日（土）～7日（月）

5日（土）：開会行事，研究発表，総会，懇親会

6日（日）：ポスター発表，ジュニアセッション，シンポジウム，口頭発表，表彰式，閉会行事

7日（月）：見学会（広島市江波山気象館，広島大学東広島天文台）

	9月5日（土）	9月6日（日）	9月7日（月）
9:00		ポスター発表・ ジュニアセッション コアタイム	9:00
10:00	開会行事		10:00
11:00	口頭発表	シンポジウム	11:00
12:00			12:00
13:00	総 会		13:00
14:00		口頭発表	14:00
15:00	口頭発表		15:00
16:00		表彰式・閉会行事	見学会
17:00			17:00
18:00	懇親会		18:00

■総会・各種授賞式

総会・各種授賞式は9月5日（土）13:00～14:00、第1会場（501教室）で開催いたします。日本地学教育学会会員の皆様はぜひご参加ください。

■懇親会：9月5日（土）18:00～

東千田キャンパスから徒歩4分の位置にある料亭 久里川 にて立食スタイルで開催します。

久里川 〒730-0052 広島県広島市中区千田町3丁目2-3

電話番号：082-245-2854

■シンポジウム：9月6日（日）10:40～12:00

テーマ：新しい時代における地学教育に向けて

登壇者：

澤口 隆（東洋大学教授） 学会と地学オリンピック日本委員会の立場から

三次徳二（大分大学教授） 教員養成系大学・学部の教員の立場から

實森満樹（広島県立西条農業高等学校教頭） 教育行政と学校現場をつなぐ立場から

司会進行：磯崎哲夫（大会実行委員会事務局長：広島大学教授）

■見学会：9月7日（月）13:30～20:00

広島市中区の江波山公園内にある、お天気の博物館として全国でも珍しい広島市江波山気象館と、広島大学東広島天文台を見学するツアーです。

13:30 広島大学東千田キャンパス出発（引率：子ども文化科学館 松本先生）

14:10 江波山気象館 到着

館内見学・気象実験などの実演と解説（協坂先生・遠藤先生）

16:00 気象館出発

17:30 広島大学東広島天文台 到着（川端先生）

4Dシアターによる宇宙散歩（偏光メガネによる本格的3次元映像と解説）

館内見学 1.5m かなた望遠鏡ほか

かなた望遠鏡による星の観望（天候によって変更あり）

19:00 頃 天文台出発

20:00 頃 広島駅新幹線口到着・解散

■2026 年度全国地学教育研究大会・ 日本地学教育学会第 80 回全国大会（広島大会）

実行委員会（敬称略）

顧問 林 武広

実行委員（以下、五十音順）

池本 博司・磯崎 哲夫・猪股 雅美・遠藤 正智・岡田 寛明・川端 弘治・實森 満樹
杉田 泰一・嶋田 亘佑・高見 綾花・龍岡 寛幸・土井 徹・内藤 美由紀・中村 勝
仁王頭 明伸・野村 優成・原田 忠則・平賀 博之・福庭 由也・藤川 義範・堀田 実杜
松本 佳也・間處 耕吉・宮崎 喜郎・吉富 健一・脇阪 伯史

全国大会支援ワーキンググループ

【ウェブサイト】

澤口 隆（東洋大学）・渡来 めぐみ（茗溪学園中学・高等学校）

【後援・協賛依頼】

井上 貞行（早稲田大学）・瀧本 家康（宇都宮大学）

中林 俊明（白梅学園大学）・吉川 武憲（近畿大学）

【プログラム（申込受付・プログラム編成・アブスト編集）】

飯田 和也（武蔵野大学）・伊藤 孝（茨城大学）・亀田 直記（京都教育大学）

小荒井 千人（甲南大学）・小森 次郎（帝京平成大学）・中尾 有利子（日本大学）

山下 浩之（岡山理科大学）・吉富 健一（広島大学）

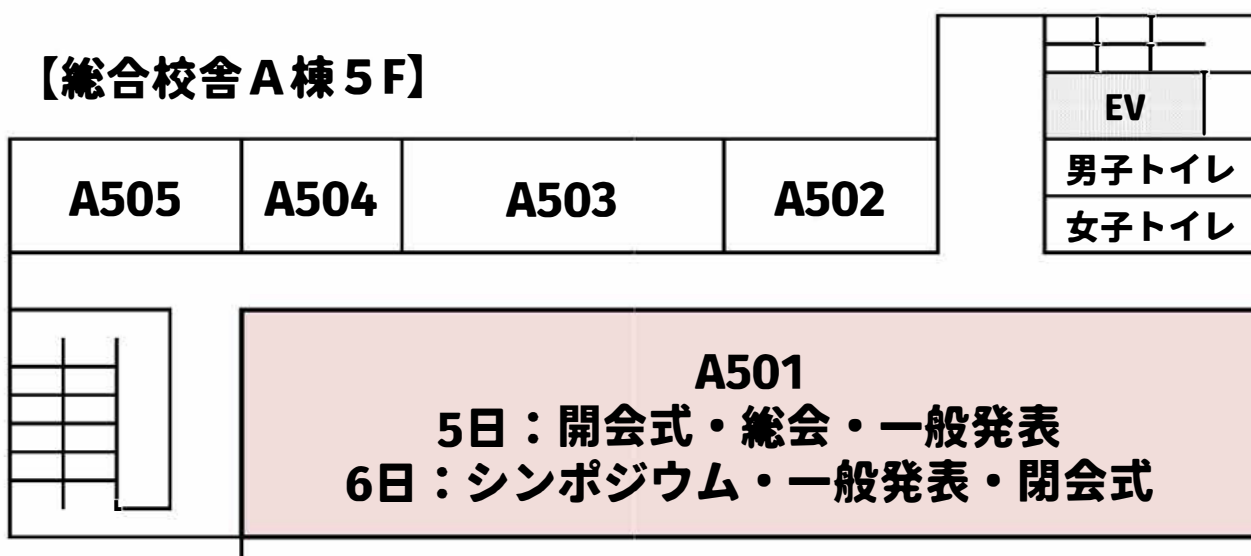
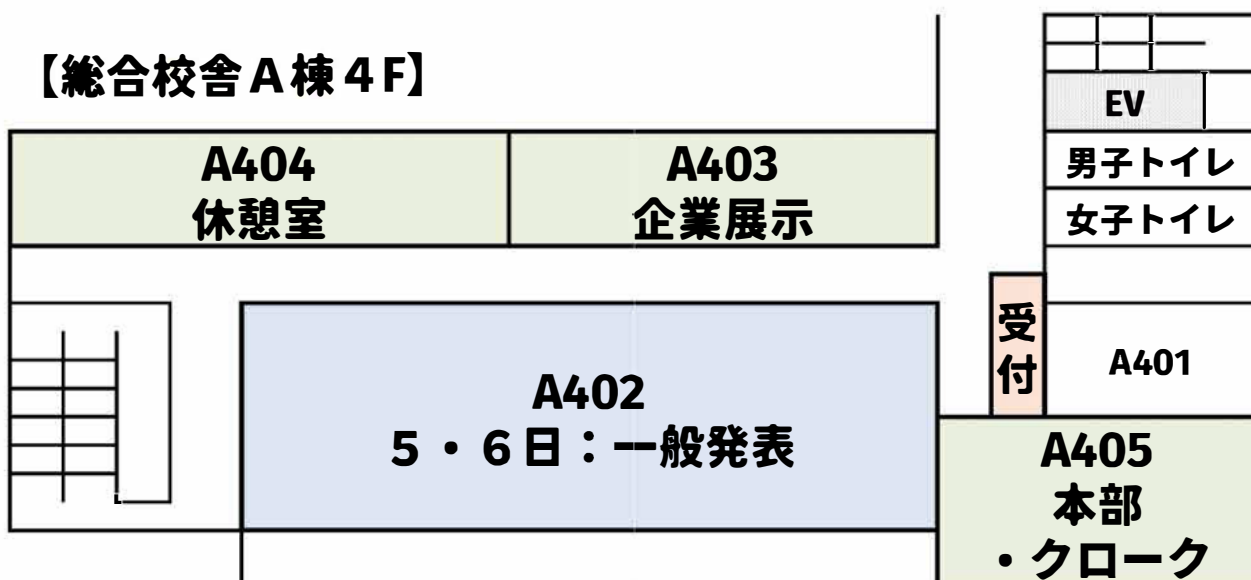
■問い合わせ先

〒739-8524 東広島市鏡山一丁目1番1号 広島大学教育学部内

第80回全国大会（広島大会）実行委員長 吉富 健一（広島大学）

電話：082-424-7099

電子メール：shisho(at)hiroshima-u.ac.jp



日本地学教育学会第80回全国大会（広島大会） プログラム

9月5日（土）午前				
9:00	受付開始（広島大学東千田キャンパス 総合校舎A棟）			
10:00 - 10:30	開会行事（501教室）			
10:30 - 10:45	休 憩・発表準備			
研究発表	第1会場 （501教室）		第2会場 （402教室）	第3会場 （302教室）
座長	境 智洋（北海道教育大学）		間處耕吉（広島文化学園大学）	星 博幸（愛知教育大学）
1	10:45 - 11:00	小学校理科における天体望遠鏡の操作に関する授業実践 ○阿部和香・飯田和也（武蔵野大学）	温帯低気圧の3次元構造に基づいた気象要素の変化の体系的理解を促す教材の開発と実践 ○中本啓太・吉富健一（広島大学大学院人間社会科学研究科）	科学わくわくプロジェクトにおける小学校地学関連内容の授業支援 ―5年「流れる水のはたらき」と6年「月と太陽」を中心に ○林 武広（元 広島大学）・藤川義範（元インドネシア スマラン国立大学）・磯崎哲夫（広島大学）
2	11:00 - 11:15	一人一台端末を利用した3DCG等圧線教材の作成と評価 ○松原実憂（武蔵野大学）・高瀬伸悟（中野区立中野東中学校）・飯田和也（武蔵野大学）	マサ土とマサの違いとは ImageJを用いた粒子解析 ○山田一葵・吉富健一（広島大学大学院人間社会科学研究科）	地層の剥ぎ取り標本を利用した出前授業 ○池本博司（広島市立美鈴が丘高等学校）・林 武広（元 広島大学）
3	11:15 - 11:30	神奈川県平塚市土屋の地層のはぎ取り標本の教材的価値と授業実践 時間的・空間的な見方・考え方の育成を目指して ○河口 陽・竹田大樹（慶應義塾湘南藤沢中高等部）	シュードタキライトを用いた花崗岩の隆起速度に関する学習プログラム ○西 佑馬・吉富健一（広島大学大学院人間社会科学研究科）	鉱物種同定をめざす岩石薄片ムービーの開発 ○花野木政信（崇徳中学校・高等学校）・池田幸夫（山口大学）・鈴木盛久・吉富健一（広島大学）・林 武広（元 広島大学）
4	11:30 - 11:45	時間スケールの段階的獲得を目指した地球史の単元指導計画の提案 ○浅野理紗（茨城県立石岡第一高等学校）・浅野裕樹（長野大学）・佐藤友介（北海道札幌北陵高等学校）・花田遥平（滋賀県立膳所高等学校）・伊藤克治（福岡教育大学）・後藤顕一（東洋大学）・野内頼一（日本大学）	流星群を題材とした地球の公転運動の理解を促進させる教材の開発 ○竹石 惟（広島大学大学院人間社会科学研究科）	教師が撮影した地形・自然動画の提示が生徒の関心に与える影響について ○尾口俊一（横浜市立本宿中学校）
5	11:45 - 12:00	高校地学基礎における生徒の気づきや疑問を生かしたミニ課題研究 ―探究的な活動を取り入れた単元学習を通して― ○浅野裕樹・浅野理紗・花田遥平・佐藤 大・真井克子・伊藤克治・後藤顕一・野内頼一（長野大学）	火成岩の識別能力育成と地域地質の理解を促す授業実践 ～校内岩石観察を通して～ ○平谷篤史（広島県立福山誠之館高等学校）	日本地学教育学会支部企画イベント助成を活用した市民向け講座・野外観察会「大地の成り立ちを探ろう」 ○星 博幸（愛知教育大学）
12:00 - 13:00	休 憩			

9月5日（土）午後1				
13:00 - 14:15		総 会（501教室）		
研究発表		第1会場 （501教室）	第2会場 （402教室）	第3会場 （302教室）
座長		飯田和也（武蔵野大学）	土井 徹（安田女子大学）	小荒井千人（甲南大学）
6	14:15-14:30	恐竜骨格3DCG教材を利用した授業実践報告 ○飯田和也（武蔵野大学）	「月の満ち欠け」における大学生のつまずきについての考察 大学での授業後に行った誤答分析に基づいて ○土井 徹（安田女子大学）	地学基礎 授業実践報告 一化石標本の観察を通じた地質年代理解の深化ー ○香田達也・西川 徹・掃部寿彦（神戸市立須磨翔風高等学校）
7	14:30-14:45	国内の地下水・湧水教育に関する実践研究の動向と課題 ○武田舞子（あきる野市立東中学校）・飯田和也（武蔵野大学）・雲財寛（広島大学）	手作り簡易分光器を活用した授業実践とその効果 ○中村 勝（広島大学附属三原学校園（中学校））・林 武広（元 広島大学）・藤川義範（元インドネシアスマラン国立大学）	連続的に重なる非海成の地層から産出する二枚貝化石と植物化石を用いた地域の地史を科学的に推定する授業 ○小久保慶一（釧路工業高等専門学校）・小荒井千人（甲南大学）
8	14:45-15:00	教員養成系大学生の海底地形の認識 ○境 智洋（北海道教育大学）	広島大学東広島天文台見学の実施とその効果 ー「わくプロ」の事業例ー ○藤川義範（元インドネシアスマラン国立大学）・植村 誠・川端弘治・磯崎哲夫（広島大学）・林 武広（元 広島大学）	3Dプリンター製化石レプリカを用いた地域の地史を推定する 高等学校用実習教材の開発 ○小荒井千人（甲南大学）・小久保慶一（釧路工業高等専門学校）
9	15:00-15:15	海洋科学教育のための海底堆積物を用いた教材開発と小学校理科での授業実践 ○西田尚央・山本真梨子（東京学芸大学）・葛貫裕介（府中市立府中第三小学校）・板木拓也（産業技術総合研究所）	「大地のつくり」における「理科読」の手法と観察・実験 ○久田健一郎（元 筑波大学）・土井美香子（NPO法人ガリレオ工房）・舟木志郎（元 大田市立長久小学校）・川津康正（大田市立長久小学校）・矢田猛士（島根県立三瓶自然館サヒメル）・中村佐恵子（大田市立図書館）	堆積岩はどのようにして固まったのか？ コンクリートを使用したモデル実験から考察する ○平賀博之（広島大学附属福山中・高等学校）
10	15:15-15:30	内陸地域の中学生を対象とした海洋科学教育の授業実践 ー東京湾と河川の堆積物の観察を題材にしてー ○鈴木美乃・西田尚央（東京学芸大学）	病弱特別支援学校中学部での理科授業におけるICTの活用事例 ー「大地の変化」についての3D教材を使った授業の実践ー ○上野静子（大府特別支援学校）・唐田幸彦・工藤菜々子（株式会社ダンク）・久田健一郎（元 筑波大学）	河川合流部における水難事故時の状況と防止へのアプローチ ○山下浩之（岡山理科大学）
15:30 - 15:45		休 憩		

9月5日（土）午後2				
研究発表		第1会場 (501教室)	第2会場 (402教室)	第3会場 (302教室)
座長		佐藤真太郎（畿央大学）	加藤内蔵進（岡山大学）	田口瑞穂（秋田大学）
11	15:45-16:00	砂防堰堤の仕組みを理解する授業から新たな問いを立てるプロセス ○佐藤真太郎（畿央大学）	季節サイクルの熟知から架橋する気候変動と文化理解の教育の展開へ向けて（日本やドイツの春から夏を例とする大学での授業） ○加藤内蔵進・長岡 功（岡山大学）・加藤晴子（元 岐阜聖徳学園大学）	融雪型火山泥流の理解を支援する立体地形図教材の開発と授業実践 ○田口瑞穂・山下清次（秋田大学）
12	16:00-16:15	瀬戸内海西部の海底活断層と陸上の調査に基づく防災教育 ○岡田大爾（広島工業大学）・越智秀二（福山大学）・藤岡達也（滋賀大学）・石原茂和・橋本清勇（広島国際大学）	唱歌「早春賦」を接点とした気象と音楽を連携させた教科横断型授業の実践 ○松尾健一（岡山県立和気閑谷高等学校）	小学校生活科における砂の教材化 ○木下克志（学校法人鶴学園 なぎさ公園小学校）・平松和彦（土別市立博物館）
13	16:15-16:30	西瀬戸内海の海底活断層と陸上調査の成果を防災教育に繋げる Geopark 構想 ○越智秀二（福山大学）・藤岡達也（滋賀大学）・岡田大爾（広島工業大学）	生徒の地学観の実態調査とその変容を促す単元開発 ○黒瀬玲凱（福井県立若狭高等学校）	ドーナツ型水槽およびピーカーを用いた地層形成実験 ―小学6年生を対象とした授業実践による評価― ○廣木義久（大阪教育大学）・國光妙子（大阪教育大学附属天王寺小学校）
14	16:30-16:45	地域の自然、科学技術の二面性を重視したSDGs, STEAM教育の開発；山口県上関地域を例として ○藤岡達也（滋賀大学）・岡田大爾（広島工業大学）・越智秀二（福山大学）	広島県高等学校教育研究会理科部会地学部現状と今後の発展に向けて ○野村聡司（広島県立広島国泰寺高等学校）・岩田 真（広島県立広島高等学校）・池本博司（広島市立美鈴が丘高等学校）・坂倉みかり（広島県立高陽東高等学校）・平谷篤史（広島県立福山誠之館高等学校）	土砂崩れはどのようにして起こるのか？ 小中学生にむけた防災教育教材（土砂災害）の開発 ○吉富健一（広島大学）
18:00 - 20:00 懇親会				

9月6日（日）午前			
8:30	受付開始（広島大学東千田キャンパス 総合校舎A棟）		
9:00 - 10:30	ポスターセッション コアタイム （ポスター会場：304教室）		
	P-1	P-2	P-3
	気候変動時代における地学教育の意義と展開 -気候変動適応に着目して- ○吉本直弘（大阪教育大学）	地球科学と芸術を融合した体験型教育の実践 ○山口一裕（倉敷芸術科学大学）・齋藤亜沙実（岡山理科大学）・野瀬重人（元 岡山理科大学）	プレート運動による広域応力場と断層形成に関する認識調査 ○西 佑馬・吉富健一（広島大学大学院人間社会科学研究科）
	P-4	P-5	P-6
	造岩鉱物識別力の形成が火成岩の識別過程に与える影響の調査 ○村井修幸・吉富健一（広島大学）	オンライン貝類化石検索表 ー教育利用の評価と課題ー ○林 誠司（名古屋大学大学院環境学研究科）	プレート運動に関する中・高校生の認識（予察的検討） ○林 武広・藤川義範（元 広島大学）・池本博司（広島市立美鈴が丘高等学校）・中村 勝（広島大学附属三原学校園）・龍岡寛幸（山口大学）・磯崎哲夫（広島大学）
	ジュニアセッション コアタイム （ジュニアセッション会場：302教室）		
	J-1	J-2	J-3
	散乱粒子の濃度及び光路長の違いが夕焼けのスペクトルに及ぼす影響 ○浦上里桜（広島県立広島高等学校）	広島県内の湧水地点における地質的特徴についての研究 ○實森紫月（広島県立広島高等学校）	簡易プレートモデルによる沈み込み帯地震の再現実験 ○石原 亘（広島県立高陽東高等学校）
	J-4	J-5	J-6
	広島市における三角州形成前の地形と地質の復元 矢澤輝一・神尾怜音・竹内章人・久松莉子・三好巧起・森原由藍（広島大学附属高等学校）	積雪の重みは地震にどのような影響を与えるか ○上野こうみ・柿崎莉星・○鈴木花奈・馬淵栄志・森垣裕太（宮城県多賀城高等学校）	マイクラによる豪雨土砂災害に向けた避難意識向上策・UAV-LiDAR測量による谷地形の危険度変化の認識 ○青野音丹（広島県立広島井口高等学校）
	J-7	J-8	J-9
	日本史のような地学でもある内容が面白い！ ○住田ゆうか（広島市立美鈴が丘高等学校）	日本の恐竜の大きさと植生の関係について ○大原 暁（広島県立広島国泰寺高校）	長周期地震動と堆積物粒子間の反発係数の関係 ○原本航輔（広島県立広島国泰寺高校）
	J-10	J-11	J-12
	紫外線を用いたスペースデブリの観測方法について ○小川壽仁（広島県立広島国泰寺高校）	鉱物表面と光の入射角の変化に伴う届く光の関係 脇 花枝・松井心美・吉山菜々子・石岡咲央莉・平野想子・板倉悠真（広島県立広島国泰寺高校）	星を見つけるために効果的なアプローチの模索 村上日菜子・坂本玲奈・猪原菜月・谷邊優里（広島県立福山誠之館高等学校）
	J-13	J-14	掲示したポスターは、12時までに撤去してください。
	小麦粉を用いた簡易観測による雨滴サイズ分布の研究 ○堀内勇志（鈴鹿市立鼓ヶ浦中学校）	酸性雨調査30年間の報告 栗尾茉莉・岡内薫子・諏澤寧々・廣田七海（広島大学附属福山中学校）	
シンポジウム （第1会場 501教室）			
10:40 - 12:00	テーマ：新しい時代における地学教育に向けて 登壇者：澤口 隆（東洋大学教授） 学会と地学オリンピック日本委員会の立場から 三次徳二（大分大学教授） 教員養成系大学・学部教員の立場から 實森満樹（広島県立西条農業高等学校教頭） 教育行政と学校現場をつなぐ立場から 司会進行：磯崎哲夫（大会実行委員会事務局長：広島大学教授）		
12:00 - 13:00	休 憩		

9月6日(日) 午後			
研究発表		第1会場 (501教室)	第2会場 (402教室)
座長		猪股雅美(広島工業大学)	佐藤友彦(岡山理科大学)
15	13:00-13:15	大分県豊後大野市の小学校におけるジオパークを用いた教育 ○三次徳二(大分大学)・小嶋桃太(大分市立金池小学校)	プレートテクトニクスの動的・空間的概念の理解促進: 3D地球儀web教材「Sympal Globe」を用いた教育実践 ○佐藤友彦(岡山理科大学)・河合研志(東京大学)
16	13:15-13:30	ジオパークへの関心の変化と公式サイトにおける人材情報 ○小森次郎・太田 真(帝京平成大学)	スケルトン地震計の広域ネットワークを活用した震源決定学習の実践 ○印南 航(大阪教育大学附属天王寺中学校)・岡本義雄(元大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)・加藤忠義(横浜市立丸山台中学校)・田崎俊介(筑波大学附属高等学校)
17	13:30-13:45	新潟県糸魚川市の地質特異性と「食・水」を紐づける教科横断的プログラムの開発 ○郡山鈴夏(糸魚川フォッサマグナミュージアム)・小河原孝彦(糸魚川ジオパーク協議会)	地震の学習における課題提示型学習の効果 ○滋野哲秀(龍谷大学)
18	13:45-14:00	自然現象の種類による「恩恵」と「脅威」の認識の相違ー被災地大学生を対象とした調査ー ○猪股雅美(広島工業大学)・小崎遼介(環太平洋大学)・坂本昌弥(九州ルーテル学院大学)	中学校理科における火山灰噴出実験装置を用いた授業実践ー樽前山1739年噴火の広域火山灰ー ○亀村祐斗(北海道教育大学大学院)・佐藤鋭一(北海道教育大学旭川校)
19	14:00-14:15	自然災害伝承碑より学ぶ地域の災害と伝承ー滋賀県北東地域の事例ー ○大堀道広(滋賀県立大学)	直接的体験を基盤とした中学校理科から高等学校課題研究への連動ー地域の露頭観察を起点とした探究の実践ー ○杉田泰一(広島大学附属中・高等学校)
14:15 - 14:30		休 憩	
座長		根本泰雄(立命館大学)	林 隆之(文教大学)
20	14:30-14:45	「理科」教員養成時の板書指導にて漢字の筆順指導も必要か? ○根本泰雄(立命館大学)	Gaia データベースと Aladin サービスを活用した天体測光零点補正法 ○富田晃彦(和歌山大学)
21	14:45-15:00	高等学校地学の成立に関する考察 ○清水政義(元東京都立府中西高等学校)	地球の公転に関する教育課程上の課題とその解決案 ○林 隆之(文教大学)
22	15:00-15:15	地学教育でのラーニングアナリティクス活用の試み ○多賀 優(龍谷大学)・陳 家東・原 旦・木貫新一(九州大学)	卓上プラネタリウムを用いて視点移動能力の育成を図る授業開発 ○藤井梨花子・平川尚毅(大阪教育大学)・井村有里(四天王寺大学)
23	15:15-15:30	地学の問題から探るアブダクションの精度を下げる要因 ○吉川武憲・高橋朋子(近畿大学)	生徒と取り組む「レベル5」の探究活動ー石焼き芋を科学するー ○井村有里(四天王寺大学)
15:30 - 15:45		休 憩	
15:45 - 16:00		閉会行事(501教室)	

括弧内は発表者のご所属となっております。

シンポジウム

新しい時代における地学教育に向けて

シンポジウム「新しい時代における地学教育に向けて」

学会と地学オリンピック日本委員会の立場から

Symposium on "Earth Science Education toward a new Era"
From the perspective of JSESE and JESOC

澤口 隆
Takashi SAWAGUCHI
東洋大学
Toyo University
e-mail: tsawa@toyo.jp

概要：日本地学教育学会が協賛する NPO 法人地学オリンピック日本委員会は、国際地学オリンピック (IESO) へ派遣する日本代表選手を選抜する目的で 2008 年から日本地学オリンピックを開催している。国際的な地学教育の比較と教材、それらに基づいたコンテストを通じて、国際的な地学教育の水準の向上が目指されており、日本で開催する IESO が日本の地学教育を世界に発信するよい機会となる。

キーワード： 国際地学オリンピック, 日本地学オリンピック, IESO, JESO

1. 日本地学教育学会と NPO 地学オリンピック日本委員会

日本地学教育学会（以下、学会と略す）は、1948 年 5 月に日本地学教育研究会として創立された。機関誌「地学教育」および「みんなの地学」を発行し、全国大会を開催している。一方 NPO 法人地学オリンピック日本委員会（以下、委員会と略す）は、2007 年 2 月に日本地球惑星科学連合に立ち上げられた国際地学オリンピック小委員会を元に、2009 年 2 月に設立された。学会は委員会の設立当初から協賛として名を連ねており、委員会の元理事長である久田健一郎氏が学会の第 12 代会長、同じく前理事長の川村教一氏が学会の第 13 代会長を務めるなど、学会と委員会は深く関わり合いを持ってきた。

2. 国際地学教育組織 (IGEO)

国際地学オリンピック (IESO) は、2007 年から国際地学教育組織 (IGEO) が主催をしている高校生のための国際科学コンテストである。IGEO は、全ての年代の生徒に対する国際的な地球科学教育の促進と、その質の向上を目的として 2000 年に設立された。IGEO は NPO 団体として活動をしているが、国際地質科学連合 (IUGS) の支援を受けている。また、2004 年には、IUGS の下部組織として、International Union of Geological Sciences Commission on Geoscience Education and Technology Transfer (IUGS-COGE) が設立され

た。IGEO は、四年に一度の頻度で国際地学教育会議 (GeoSciEd) を開催しており、2022 年にはコロナ禍ではあったが第 9 回 GeoSciEd が島根県松江市でハイブリッドで開催された。

3. 地学教育の国際比較

(1) 国際地学教育サーベイ

IGEO はその目的の遂行のため、各国の地学教育の状況を調べる国際調査 (International geoscience education survey) を実施した。第 1 回 (2000 年)、第 2 回 (2006 年)、第 3 回 (2012 年) ののち、第 4 回 (2018 年) の調査結果が報告されている (King, 2013, 2019)。また、世界 27 カ国の地学教育と国際地学オリンピックとの関係がまとめられている (Greco and Armberg, 2016)。

(2) 国際地学教育シラバスと教材

地学教育の国際比較結果から、IGEO は 2014 年に国際地球科学シラバス (International Geoscience Syllabus) を作成・公表した (澤口, 2015)。2022 年には、国際地球科学シラバスに準拠したフリーオンライン教材が公開されている (King, 2022)。オリジナルの英語版は 271 ページあり、日本語も含めた 8 ヶ国語に翻訳・公開されている。

4. 国際地学オリンピック (IESO)

(1) 国際大会の歴史

IESO は、2007 年の第 1 回韓国大会を始めとし

て毎年各国で開催がされ、2016年には第10回日本大会（三重）が開催された。2026年開催の第19回イタリア大会（トリノ）には、45カ国・地域から約350名が参加予定である。

(2)IESO シラバス

IESOでは、筆記試験と実技試験の総合成績で個人メダル（金・銀・銅）が表彰・授与される。試験問題の準備の手順はIESO規約（2025）で決められており、開催国の実行委員会（LOC）が主に作成した問題を、IGEOの試験問題委員会（Examination Board）が調整をすることになっている。

国際地学教育サーベイの結果からも明らかな通り、参加各国における地学教育の内容には大きな違いがあることから、国際地学教育シラバスを基礎として、IESOシラバス（2012）が整備された。地球システム（地圏、水圏、気圏）と惑星系の分野でそれぞれ必要とされる、キー（メイン）アイデアおよび技術・技能が詳述されている。

5. 日本地学オリンピック

日本科学技術振興機構（JST）は、平成16年から国際科学技術コンテスト支援事業を開始し、理数系教科に秀でた生徒の知的好奇心・探究心に応じた学習機会の提供と、将来国際的に通用する研究者・技術者の育成を目指している。また、国際コンテストへの参加を通じて、学校、地域における理科・数学をはじめとした科学技術学習の充実に向けた社会的雰囲気の醸成を図ることも目的としている。数学、化学、生物学、物理、情報、地学、地理の7教科のコンテストが支援を受けており、委員会では国際地学オリンピックに派遣する日本代表生徒4名の選出を目的として、日本地学オリンピックを実施している（澤口, 2024）。

日本地学オリンピックは、毎年約2000名の申込者の中から、オンラインでの1次予選（200名選抜）、全国会場における対面での2次予選（60名選抜）、つくば市で開催する本選（金賞10名）、引き続き国際大会選抜試験（代表生徒4名選抜）を実施している。1次・2次予選の出題範囲は「地学基礎」とし、本選では「地学」分野や一部大学レベルの問題も出題している。また、本選では、岩石・鉱物・化石の鑑定試験も実施している。

地学オリンピックに参加し、特に本選まで進んだ生徒は、東大・東北大・筑波大・神戸大などの地

学系・地球惑星科学分野の専攻に進学する生徒も多く、OB・OGとして地学オリンピックの問題検討や研修引率など、地学オリンピック事業に多大な貢献をしてくれている。

2022年度から、本選進出者60名のうち、女子生徒の割合が10名未満の場合は、女子本選進出者を10名とするアフーマティブアクションを採用した。導入初年次のみ8名+2名の繰り上げで本選10名としたが、翌年からはこの措置を取らなくても本選進出女子生徒数は10名を超えるようになっている。2025年度・2026年度には、国際代表4名のうち2名が女子生徒となった（澤口, 2026）。

委員会では、2027年8月22日～28日に、島根県松江市において、第20回国際地学オリンピックIESO2027日本大会（島根）を開催する準備を進めている。学会の協力のもと、日本の地学教育を世界に発信する機会としても期待される。

6. 引用文献

- IESO 規約 (2025) : IGEO ホームページ (<https://www.igeosced.org/wp-content/uploads/2025/03/STATUTES-OF-THE-INTERNATIONAL-EARTH-SCIENCE-OLYMPIAD-V.5-PUBL-MAR-10-2025.pdf>).
- IESO シラバス (2012) , IGEO ホームページ (<https://www.igeosced.org/activities/ieso-2/syllabus/>).
- King, C. (2013) : *Episodes. IUGS*, **36**(1), 19-30.
- King, C. (2019) : IGEO ホームページ (<https://www.igeosced.org/activities/geoscience-education-survey/>).
- King, C. (2022) : IGEO ホームページ (<https://www.igeosced.org/teaching-resources/geoscience-text-books/>).
- Greco, R. and Almberg, L. (2016) : IGEO ホームページ (<https://www.igeosced.org/wp-content/uploads/2019/02/Earth-Science-Education-Global-Perspectives.pdf>).
- 澤口隆 (2015) : 東洋大学紀要自然科学篇, **59**, 15-26.
- 澤口隆 (2024) : みんなの地学, **5**, 7-11.
- 澤口隆 (2026) : 東洋大学紀要自然科学篇, **70**, 35-43.

シンポジウム:新しい時代における地学教育について(2)

教員養成系大学・学部の教員の立場から

Symposium: Towards Earth Science Education in a New Era in Japan (2):
From the perspective of a faculty member at teacher training university

三次 徳二

Tokuji MITSUGI

大分大学教育学部

Faculty of Education, Oita University

e-mail: tokuji@oita-u.ac.jp¹

概要：現在，中央教育審議会の様々な部会やWGにおいて，学習指導要領の改訂や教員養成制度の改訂にかかわる審議が行われている．教員養成系大学・学部の立場から，その現状を紹介するとともに，これからの地学教育にどのような影響があるか検討した．特に，「統合的な理解・総合的な発揮」を基にした構造化による個別の学習内容の削減や，教員養成の教科専門科目の圧縮については注意が必要である．

キーワード：学習指導要領改訂，教員養成制度の改訂，教師教育

1. はじめに

社会が大きく変化している今日，これからの地学教育はどのような方向に進んでいくのだろうか．特に，2024年の文部科学大臣諮問を受け，中央教育審議会では，次期学習指導要領に向けた基本的な考え方が提起され，端的には「多様な子供たちの『深い学び』を確かなものに」と表現されている（文部科学省，2025）．また，多様な専門性を有する質の高い教職員集団の形成も求められている．

これからの地学教育についても，学習指導要領の改訂や教員養成制度（教職課程）の改訂が大きく影響すると考えられる．本稿では，小，中，高等学校で行われる地学教育を対象に，教師教育にかかわる教員の立場から，現状を紹介し，今後求められる教師教育について考えていく．

2. 学習指導要領の改訂

本稿を執筆している7月下旬現在，中央教育審議会の様々な部会やWGにおいて，次期学習指導要領に向けた検討が進んでおり，取りまとめ（案）が公開されている．このうち，理科に関する検討については文部科学省（2026a）に，教科をまたがり，全般的な内容については文部科学省（2026b）にそれぞれ掲載されている．

2025年の論点整理の時点で，「生涯にわたって主体的に学び続け，多様な他者と協働しながら，自らの人生を舵取りすることができる，民主的で持続可能な社会の創り手を「みんな」で育むため，①「主体的・対話的で深い学び」の実装，②多様性の包摂，③実現可能性の確保の3つの方向性を踏まえて議論を行う．これらの3つの方向性に基づく改善は，

教育課程内外のあらゆる方策を用いつつ，三位一体で具現化されるべきものである．」ことが示されており，その方向性で検討が進められている．例えば，裁量的な時間や余白（教育の質の向上のための時間的な余裕）の創出，調整授業時数制度の創設など，柔軟な教育課程の編成・実施を可能にするための仕組みが検討されており，大きな変更となる．

各教科等の「統合的な理解・総合的な発揮」を基にした構造化は，「深い学び」の実装に向けた授業づくりを支え，学習過程の改善に資するとともに，学習指導要領等に示す個別の学習内容を「各教科等の本質的な理解の獲得を重視する観点から真に必要なものか」という視点から見直す大きな契機であるとされている．現時点では公表されていないが，内容が削減，圧縮等されていると考えられ，地学に関する内容も含まれるであろう．

3. 教員養成制度（教職課程）の改訂

小，中，高等学校における教員は，当該校種・教科で有効な教員免許状を所持する必要がある．教員免許状の発行は都道府県教育委員会の業務であるものの，教員養成のための教育は，一部の例外を除き，大学における教職課程で行うこととなっている．教員養成の教育内容については，教育職員免許法や同法の施行規則において必要な科目や実習などについて細かく定められており，文部科学省が大学からの教職課程認定申請を審査する仕組みとなっている．時代によって教員養成の教育内容は変化しており，現在，中央教育審議会教員養成部会において今後の教職課程や教員免許制度の在り方について検討が行われている（文部科学省，

2026c)。「多様な専門性を有する教職員の質と量の確保」のため、教員養成の質の向上策があげられている。大きな変化の1つ目としては、指導法と専門的事項を一体的に学ぶこと、学習指導要領改訂等を念頭に学ぶべき事項が追加されることである。2つ目は、大学における養成に立ち返り、大学の学位課程と教職課程をより結びつけるため、強み専門性に係る学修(20単位程度を想定)を教職課程として併せて認定することである。3つ目は、教職課程の質担保であり、教職専任教員の配置や要件の基準等に変更がある。

このような変化は、これまで各種基準で縛られてきた教職課程の内容が、大学の責任で教職課程を構想できるようになり、独自の教育で強みをもった教員を養成することにつながられる可能性がある。例えば、理科(地学)の内容に強みをもった教員を養成する教職課程の設置も考えられる。(従来、理学部に置かれてきた教職課程でも、このようなことは可能であったが、卒業要件とは別に、教職課程の多くの科目を取る必要があった。これからは、強み専門性の内容を、卒業要件に含めることができ、教科内容の専門性の高い教員が養成できる可能性がある。)一方、従来の教科専門科目が、強み専門性に一定程度移行し、最低修得単位数が圧縮される。教科と教科の指導法あわせて、中学校は8単位、高等学校は10単位でよいこととなる。(その結果、従来に比べ、理科の内容をわずかに学んだだけで、中、高等学校理科の教員免許状が取得することになる可能性がある。)

4. これからの教師教育

大学教員は、しばしば「教員になるのなら、このようなことも知らなければいけない」と様々な内容を教えたがっている。しかし、これからの学校教育は「統合的な理解・総合的な発揮」を基にした構造化が進んでいく。大学の教職課程でも、専門の内容を教える必修の時間がさらに減っていく。限られた教職課程の専門科目の中で、若い学生に対し何を伝えていか吟味していくことが、これからは必要となるのではないか。

今回の学習指導要領の改訂は、暗記しなければならない細かい知識が多く、理科(地学)は暗記教科(科目)だと認識されてきた現状を打破する良い機会となるかもしれない。地学の本質をよく理解した教員の養成に取り組むことが大切だと考えられる。

5. おわりに

これまで、本学会をはじめ、様々な学会や研究会などで教育に関するシンポジウムが行われており、その中で「新しい時代の〇〇教育」について議論されてきた。それぞれの発表者が、新しい時代について真剣に考え、また理想を語ってきたが、その後の経過は、その通りとならないことがしばしばある。本発表についても同様の結果となる可能性がある。

教育における不易と流行について、様々な場で語られている。社会の変化に応じて、教育の方法や内容も変化が必要である。現代では、ICTの積極的な活用やAI技術の導入、探究的な学習の重視などが流行にあたりといえる。一方、教育にはどの時代でも変わらない価値があり、大切にされてきた。地学教育についても同様であり、新しい時代に応じた様々な変革が必要ではあるが、地学教育の変わらない本質を認識しながら、日々の教育を行うことが大切だと考える。約80年前の地学教育創成期の様々な提言は、今日でも色褪せることはない。

なお、演者は文部科学省や国立教育政策研究所で中・高等学校の理科(地学)、高等学校理数科担当の教科調査官、教育課程調査官(非常勤)を併任している。本要旨は、教員養成系大学・学部の教員の立場でまとめているが、シンポジウムにおいては、可能な範囲で中央教育審議会における検討状況も紹介していきたい。

参考資料等

文部科学省(2025):教育課程企画特別部会における論点整理について(報告)。

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/o/chukyo3/004/gaiyou/mext_00010.html

文部科学省(2026a):教育課程部会理科ワーキンググループ(第9回)配付資料。

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/o/chukyo3/111/siryo/mext_00008.html

文部科学省(2026b):教育課程部会 総則・評価特別部会(第11回) 配付資料。

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/o/chukyo3/103/siryo/mext_00001.html

文部科学省(2026c):中央教育審議会初等中等教育分科会教員養成部会(第161回)配付資料。

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/o/chukyo3/002/siryo/mext_00041.html

(上記のリンク先に、部会やWGの取りまとめ案などが含まれている。いずれも2026.7.24閲覧)

シンポジウム：新しい時代における地学教育について(3)

教育行政と学校現場をつなぐ立場から

Symposium : Towards Earth Science Education in a new Era in Japan (3) :
From the perspective of connecting educational administration and school practice

實森 満樹

Mitsuki SANEMORI

広島県立西条農業高等学校

Saijo Agricultural High School

e-mail: m-sanemorik883062@hiroshima-c.ed.jp

概要：教育行政と学校現場をつなぐ立場から、広島県における地学教育の現状とこれからの可能性について紹介する。広島県が進める「学びの変革」と「キャリア教育」を踏まえ、地域の自然や防災を題材とした探究的な学び、リアルな体験とデジタル技術を組み合わせた授業づくりについて触れる。また、教室と外部資源をつなぐ新たな学習空間「Novelty Space」の考え方と、地学教育を支える教員研修や人材育成の取組について共有する。

キーワード：学びの変革、探究的な学び、リアル×デジタル、教員研修・人材育成、キャリア教育

1. はじめに

近年、気候変動の進行や自然災害の頻発化・激甚化、エネルギー問題など、地球科学に関わる課題が社会的な関心を集めている。このような中、自然現象を科学的に理解し、地域や社会の課題について主体的に考え、行動できる人材の育成が求められている。地学教育は、こうした資質・能力を育成する上で重要な役割を担っている。

一方で、高等学校における地学履修者数や地学専門教員数の減少は、全国的な課題となっている。広島県においても同様の状況が見られるが、防災や環境問題への関心の高まりに伴い、地学教育への期待はますます大きくなっている。

これまで高等学校の地学教員として授業実践に取り組むとともに、広島県教育委員会事務局高校教育指導課において理科教育を担当し、現在は高等学校管理職として学校経営に携わっている。本稿では、教育行政と学校現場の双方に関わった経験を踏まえ、広島県の地学教育の現状と、これからの授業づくり及び人材育成の方向性について紹介する。

2. 広島県における地学教育の現状

高等学校理科においては、大学入試との関係や教員配置の状況などから、地学を履修する生徒や地学を専門とする教員は決して多くない。しかし、地学が扱う内容は防災、気候変動、環境保全、エネルギー利用、宇宙開発など、現代社会が直面する課題と深く結び付いている。

また、広島県には瀬戸内海、中国山地、三段峡、帝釈峡、宮島など多様な自然環境があり、平成 26 年 8 月豪雨による広島土砂災害や平成 30 年 7 月豪雨災害など、防災教育に活用できる身近な教材も豊富に存在する。地域の自然や災害を題材とした学習は、地球科学への理解を深めるだけでなく、自然と共生する態度や防災意識の育成にもつながる。

このように広島県の地学教育は課題を抱えながらも、探究的な学びを展開するための豊かな教育資源に恵まれている。

3. 新しい時代に求められる地学の授業づくり

広島県では、新たな「教育に関する大綱」において、「学びの変革の推進」と「キャリア教育の推進」を柱とし、探究的なカリキュラムの充実やリアルな体験とデジタル技術を組み合わせた教育を推進している。

地学は、観察や調査、データ分析を基盤とする学問であり、探究的な学びとの親和性が高い。地域の災害リスクを調査したり、地形・地質と土地利用の関係を考察したり、気象データを活用して地域の特徴を分析したりする活動は、生徒が自ら問いを立て、根拠に基づいて考察する学習へとつながる。

また、地学教育においては、野外観察やフィールドワークなどのリアルな体験が重要である。一方で、GIS や地理院地図、Google Earth、気象衛星画像などのデジタル技術を活用することで、自然現

象を多面的・多角的に捉えることができる。

これからの地学教育では、「リアルな体験によって問いを生み出し、デジタル技術によって探究を深める学び」を実現していくことが求められる。

そのために筆者は、教室とフィールド、専門家、地域社会、研究機関、最新の観測データなどを結び付ける新しい学習空間を「Novelty Space」と捉えている。地学は教室だけでは完結しない学びであり、多様な人や情報、自然との出会いの中でこそ新たな問いが生まれる。こうした学習環境の構築が、「学びの変革」が目指す主体的で深い学びの実現につながると考えている。

さらに、地学教育は防災、環境、気象、土木・建設、エネルギー、宇宙開発など幅広い分野と結び付いており、キャリア教育との親和性も高い。地域や社会の課題を探究する学習は、生徒が将来の進路や生き方を考える契機にもなる。

4. 地学教育を支える人材育成

質の高い地学教育を実現するためには、授業づくりだけでなく、それを支える教員の育成が不可欠である。特に、地学専門教員が減少する中、若手教員への知識や技能の継承が重要な課題となっている。

広島県高等学校教育研究会理科部会地学部会では、地学教育の充実と教員の資質向上を目指し、年間3回の研修会を実施している。研修会では、教員が作成した教材や授業実践を紹介し合う「屋台村」を開催し、各校の取組を共有することで教材開発や授業改善につなげている。

また、県内外でのフィールドワークを実施し、大学教員や研究機関の専門家から直接指導を受ける機会を設けている。こうした研修は、教員の専門性向上だけでなく、観察・調査活動を重視する地学教育の本質を学ぶ場ともなっている。

さらに、地学部会では「広島地学ホームページ」を開設し、教材や巡検資料、研修情報等の共有を行っている。加えて、広島県教育センターが実施する「生物教材バザール」においても地学教材を紹介し、学校種や専門分野を超えた理科教員同士の交流を進めている。

教育行政の立場からは、研修機会の充実や教員ネットワークの構築が求められる。また、学校現場や管理職の立場からは、探究活動や研修に取り組む時間や環境を確保することが重要である。地学

教育の発展には、教育行政と学校現場がそれぞれの役割を果たしながら連携していくことが欠かせない。

5. おわりに

地学教育は、自然現象を理解するための学びにとどまらず、地域社会や地球規模の課題について考え、持続可能な社会の担い手を育成する教育として大きな可能性を持っている。

広島県が推進する「学びの変革」と「キャリア教育の推進」を踏まえると、地域の自然を活用したリアルな体験とデジタル技術を組み合わせた探究的な学びを一層充実させていく必要がある。

その実現のためには、教室を学びの中心としながらも、フィールド、専門家、地域社会、最新の科学データなどの外部資源とつながる新たな学習空間である「Novelty Space」を創造していくことが重要である。

また、その実現には授業づくりの改善だけでなく、教員の専門性向上を支える研修体制や人的ネットワークの充実が欠かせない。教育行政と学校現場をつなぐ視点を大切にしながら、大学や学会とも連携し、生徒と教員の双方が学び続けることのできる地学教育の基盤を構築していきたい。

教室と外部資源をつなぎ、新たな問いと出会いを生み出す学習空間「Novelty Space」の創造こそが、新しい時代の地学教育の鍵である。

6. 参考文献

1. 文部科学省 (2018) : 『高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 理科編 理数編』, 学校図書。
2. 文部科学省 (2023) : 『第4期教育振興基本計画』, 文部科学省。
3. 中央教育審議会 (2021) : 『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して (答申)」』。
4. 広島県 (2026) : 『広島県教育に関する大綱』。
5. 広島県教育委員会 (2025) : 『広島県教育資料』。
6. 文部科学省・国立教育政策研究所 (2020) : 『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 (高等学校理科)」』。
7. 広島県教育委員会 (2021) : 『「学びの変革」推進協議会報告書』。
8. 田村智子・石井英真 (2025) : 『高等学校「学びの変革」 広島県の挑戦』, 学事出版
9. 日本地学教育学会編『地学教育』

口 頭 発 表

第Ⅰ会場

小学校理科における天体望遠鏡の操作に関する授業実践

Practical Lesson on Astronomical Telescope Operation in Primary School Science

○阿部 和香, 飯田 和也
NodokaABE, KazuuyyaIIDA
武蔵野大学
Musashio University
e-mail: s2337004@stu.musashino-u.ac.jp¹

概要：本研究では、授業内での天体望遠鏡操作体験が児童に与える影響を検証した。ピント合わせの練習にデジタル顕微鏡を導入し、公立小学校にてクラスごとに実践方法を一部変更した比較授業を展開した。5段階評価のアンケート評価や記述式の感想やピント合わせの成功率から、理解や児童の意識を分析した。授業実践の結果から、デジタル顕微鏡による練習が、ピント合わせ成功率向上に寄与し、天体観察への意欲を向上させる可能性が示唆された。

キーワード： 天体望遠鏡, ピント, 一人一台, 操作, 興味・関心

1. 研究の背景および目的

望遠鏡による観察は、天体の観察において重要であり、小学校段階においても先行実践が報告されている(縣・滝澤, 2020)。また、縣・滝澤(2020)は、望遠鏡を利用した天体観測において、一定の教育効果がみられるものの、ピント合わせを児童みずから実施することの難しさを報告している。また、天体望遠鏡の操作に対してどのような感想を持っているのか、検討は十分になされていない。そこで本研究では、授業内で効果的に天体望遠鏡のピント合わせを精緻化させる指導方法の開発と天体望遠鏡を操作した体験が児童に与える影響の検証を目的として、研究を行なった。

2. 研究の方法

2. 1 使用した教材

本研究では、児童一人一人が望遠鏡を操作できるようにするため、安価な望遠鏡を使用した。望遠鏡は国立天文台の「国立天文台望遠鏡キット2」を使用した。望遠鏡の架台には、市販の三脚を使用した。望遠鏡の価格は、三脚を入れて一人あたり8000円程度だった(図1)。また、ピント合わせの練習として、デジタル顕微鏡を使用した。デジタル顕微鏡はSky Basic社製のものを使用し、iPadにUSBで接続して顕微鏡像を表示した。

2. 2 授業実践の概要

関東県内の小学校4年生128名5クラスを対象として、授業実践を行なった。授業者は第2著者だった。授業は、奥行き20mほどある多目的室で実

施した。組み立て済みの天体望遠鏡に三脚を装着し、教室後方に設置した。教室前方には、黒板に観察対象となる文字や印を掲示した。望遠鏡は、授業が始まる前に対象へ照準を合わせた。なお、その際、ピント合わせは行わなかった。

授業実践では、生徒をA群とB群に分けた。A群は、天体望遠鏡のピント合わせに関しておおまかに説明した後、望遠鏡のピント合わせを実際に行わせた。その後、デジタル顕微鏡を利用し、教科書の表紙を観察しながらピント合わせの練習を行なった。ピント合わせの練習を行なった後、再度天体望遠鏡のピント合わせを行わせた。B群は、天体



図1 授業実践で使用した天体望遠鏡

表1 A群の授業計画

5分	望遠鏡のピント合わせを児童に行わせた
15分	デジタル顕微鏡の操作体験でピント合わせの練習をした。 第1著者葉すべての望遠鏡をのぞき、ピント合わせが成功している望遠鏡の数を数えることで成功率を算出した。 再度児童がピント合わせに挑戦できるよう望遠鏡のピントをずらした
10分	望遠鏡のピント合わせを児童に行わせた(2回目).
5分	質問紙調査及び最終のピント合わせの成功率のデータ回収

望遠鏡のピント合わせについておおまかに説明した後、デジタル顕微鏡を利用し、教科書の表紙を観察しながらピント合わせの練習を行なった。ピント合わせの練習を行なった後、天体望遠鏡のピント合わせを行わせた。

3 分析手法

3.1 ピント合わせの成功率

デジタル顕微鏡を用いたピント合わせの練習が、天体望遠鏡のピント合わせ技能の習得に及ぼす効果を検証するため、天体望遠鏡のピント合わせの成功率を分析した。成功率の比較は2つの方法で行った。1つ目は、A群においてデジタル顕微鏡による練習の前後で天体望遠鏡のピント合わせ成功率を比較する方法である。2つ目は、デジタル顕微鏡による練習を行う前のA群と、練習後のB群における初回の天体望遠鏡操作の成功率を比較する方法である。なお、第1著者が各児童の天体望遠鏡操作終了後に各望遠鏡を確認し、ピントが正しく合っているかを判定して成功率を算出した。

3.2 5段階評価アンケートによる意識調査

デジタル顕微鏡の利用が天体望遠鏡のピント合わせにどのような影響を与えたのか調べるため、「デジタル顕微鏡でピントを合わせるのは、簡単だった」と「天体望遠鏡でピントを合わせるのは、簡単だった」という2つの質問を設定した。

また、天体望遠鏡に対する児童の意識を調査するため、「天体望遠鏡を使ったから、月や星を観察してみたくなった」と「天体望遠鏡での観察は楽し

表2 B群の授業計画

15分	デジタル顕微鏡の操作体験でピント合わせの体験をした
10分	望遠鏡のピント合わせを児童に行わせた.
5分	質問紙調査及び最終のピント合わせの成功率のデータ回収 第1著者がすべての望遠鏡をのぞき、ピント合わせが成功している望遠鏡のかを数えることで成功率を算出した.

かった」の2つの質問を設定した。

それぞれの質問に対しては5段階で評価を求めた。とてもそう思うが5、そう思うが4、どちらともいえないが3、そう思わないが2、全くそう思わないを1とした。

3.3 記述式の意識調査

児童が望遠鏡操作のどの点に着目し、どのような点を印象的に感じていたのかを調査するため、「おもしろいと思ったこと」と「難しいと思ったこと」をそれぞれ自由記述で回答させた。回答内容に関しては、KHCoderを利用してテキスト分析を行った。

4. 結果と考察

ピント合わせの成功率を見ると、A群において事後の成功率が事前の成功率に比べて向上したことが明らかとなった。ピント合わせの成功率が高まった要因として、単に2回の活動を通じた「操作時間の長さ」や「機器への慣れ」が影響した可能性も挙げられる。しかし、児童の意識調査から、「遠くのものが見えること」や「自由に操作できたこと」と並んで「ピント操作が楽しかったこと」という声が多く挙げられており、「ピントを合わせること」自体の難しさや苦労を自覚している様子もうかがえる。

このように、ピント合わせという操作そのものに対して、児童が前向きな面白さを見出し、主体的に取り組めていたことが読み取れる。

5. 引用文献

縣秀彦, 滝澤輝佳(2020): 自宅での望遠鏡を用いた月観察学習の試み〜小6理科「月と太陽」単元への導入とその評価〜, 天文教育, 31(5), 4-16

一人一台端末を利用した3DCG 等圧線教材の作成と評価

Development and Evaluation of 3D CG Isobar Learning Materials Using One-to-One Computing Devices

○松原 実憂¹, 高瀬 伸悟², 飯田 和也¹

Miyu MATSUBARA, Shingo TAKASE, Kazuya IIDA

¹ 武蔵野大学, ² 中野区立中野東中学校

Musashino University¹, Nakano Higashi Junior High School²

e-mail: s2337109@stu.musashino-u.ac.jp

概要：本研究では、中学校理科における気象分野の学習を支援するため、一人一台端末で利用可能な3DCG・AR等圧線教材を開発し、その教育効果を検証した。Blenderを用いて春・夏・冬の気圧配置を立体化し、iPadでAR表示できる教材を作成した。公立中学校2年生118名を対象に授業実践を行った結果、「風の強弱」「風の向き」「季節ごとの特徴」の全観点で理解度が有意に向上した。また、意識調査からは、立体的な可視化によって等圧線や気圧の理解が深まり、風の仕組みを考察する学習につながったことが示された。

キーワード： 等圧線, 3DCG, AR, 中学校, 授業実践

1. 研究の背景および目的

気象の学習において、等圧線の読み取りは重要な学習事項である。一方で、2次元的な等圧線から、3次元的な気圧の高低を想像する際には、空間的な考え方が要求され、読み取りが難しい可能性がある。先行研究においては、等圧線をAR表示する手法の有用性が報告されている（田村ら、2017）。しかし、先行研究では一人一台端末での使用は想定しておらず、より学校現場において使いやすい形式での教材開発と評価が必要である。そこで本研究では、一人一台端末で利用可能な等圧線ARを開発し、その教育効果を検証することを目的と

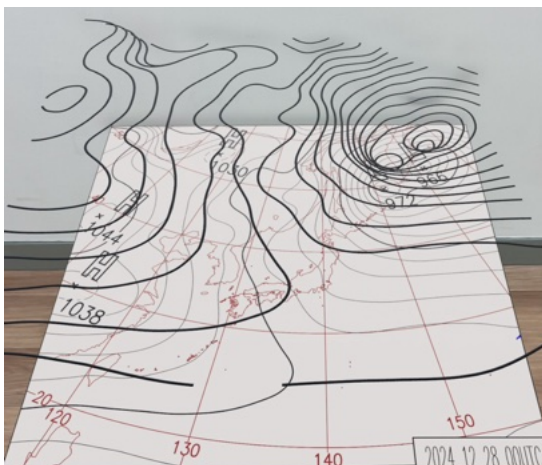


図1 3DCG等圧線AR

した。

2. 研究の方法

2.1 3DCG等圧線の開発

3DCG等圧線の作成は、気象庁HPに掲載されている天気図と、Blenderという3DCG作成ソフトを利用した。天気図上の等圧線を、3DCGの線として描き出し、気圧の高さに応じて高さを変化させることにより、気圧の高さが視覚的に把握できるようにした。元になった天気図は、平面のメッシュとして3DCGの最も低い地点に設置した。作成した3DCGファイルは、iPadでAR表示ができるよう、USDZ形式で出力した（図1）。

さらに、作成した3DCG等圧線は、GLB形式での出力も可能である。中学校においては、自治体のセキュリティ設定により、webコンテンツへのアクセスができないことがある。一方で、GLB形式の3DCGファイルは、Googleドライブ上で3DCG表示が可能である（図2）。Googleドライブは多くの自治体で使用されていることから、セキュリティにより3DCG等圧線にアクセスができないという問題を回避することが可能である。

2.2 3DCG等圧線を作成する天気図の設定

本研究では、季節による等圧線の特徴の違いを取り扱うために、春・夏・冬の代表的な天気図を選び、3DCG天気図を作成した。使用した天気図は、

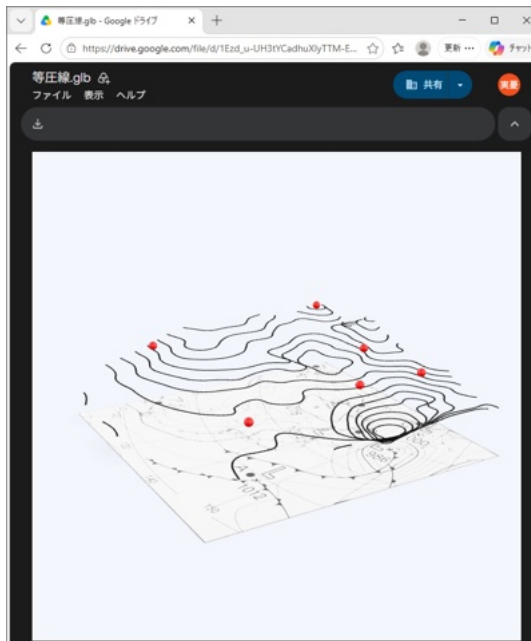


図2 Google ドライブ上での閲覧

2. 3 授業実践

2. 3. 1 対象

関東圏の公立中学校2年生 118 人（4クラス）を対象として、天気図 AR を利用し授業実践を行った。対象となった生徒は、等圧線や気圧と風の関係性などは学習済みであるが季節による等圧線の違いに関しては学習していなかった。使用した端末は iPad であり、一人に一台、端末を用意した。端末は Apple Configurator を利用して、管理対象 iPad とした。3DCG を表示するアプリは Xcode を用いて作成した。

2. 3. 2 授業の概要

授業では、シングルアプリモードで iPad を運用した。なお、開発した 3DCG は、ファイルアプリでも AR 表示が可能である。授業実践では、恐竜の 3DCG を利用して AR 表示の練習を行なった。

その後、等圧線の特徴と季節の関係を説明し、事前の理解度調査を行なった。事前調査の用紙を回収した後、等圧線 AR を観察しながら、再度理解度調査に取り組んだ。最後に、iPad や用紙を回収し、等圧線と季節の関係を再度説明した。なお、事前調査と授業中の理解度調査は同じ問題を使用した。

2. 4 分析手法

3DCG 等圧線を利用した授業実践の効果を検証するために、事前と授業中で理解度調査を実施した。理解度調査は、「風の強弱」「風の向き」「季節ごとの特徴」の3観点で実施した。また、授業後に

表1 出現頻度が高かった語

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
分かる	78	高い	18
気圧	41	高気圧	15
立体	40	吹く	14
風	32	使う	13
等圧線	27	低い	12
見る	25	ボール	10
強い	21	高低	10

記述式の意識調査を行い、生徒が教材に対してどのような印象を持っているのか調査した。記述式の調査においては、「立体等圧線を使った観察で分かったこと・気づいたことを教えてください」という質問に対して、自由記述で回答させた。

3. 結果と考察

3. 1 理解度調査

「風の強弱」「風の向き」「季節ごとの特徴」の全ての観点で、事前と授業中で比較した結果、統計的に有意差があることが分かった。一方で、「風の向き」や「季節ごとの特徴」の観点においては、正答率が授業中のものでも 50%以下であり、3DCG 等圧線のみでは十分な理解に至らないことが示唆された。

3. 2 意識調査

3DCG 等圧線教材に対する生徒の記述を見ると、「気圧」「等圧線」「立体」「分かる」という言葉の出現頻度が高く、出現回数は 40 回以上だった。これらの語から、本教材は、生徒から立体的に見ることができる教材であることが示唆される。

次に「風」「強い」「吹く」という語が見られた。言葉これらの語は気象現象に関連しており、AR で立体構造を把握することで風の向きや強さの気象現象に対する理解が進んでいると考えられる。

また、「高低」「高気圧」「低い」という気圧を 3 次元的に捉える言葉の出現頻度も比較的高いことが分かった。このことから、3DCG 等圧線教材を用いることで、等圧線を直感的に 3 次元的に捉えることができる可能性があることが考えられる。

4. 引用文献

田村領太・桐生徹・中野博幸・小松祐貴・久保田善彦（2017）：等圧線の読み取りを補助するための AR 技術の利用と評価，科学教育研究，41，3，325-334。

神奈川県平塚市土屋の地層のはぎ取り標本の教材的価値と授業実践

The Educational Value of Sediment Peel from Tsuchiya, Hiratsuka City, Kanagawa Prefecture, and Science Classroom Instruction

時間的・空間的な見方・考え方の育成を目指して

Aiming to foster spatial and temporal perspectives and ways of thinking

○河口 陽¹, 竹田 大樹²

Minami KAWAGUCHI¹, Hiroki TAKEDA²

慶應義塾湘南藤沢中等部・高等部^{1,2}

Keio Shonan-Fujisawa Junior and Senior High School^{1,2}

e-mail: kminami@sfc-js.keio.ac.jp¹

概要：教員が簡便に作製可能な地層のはぎ取り標本を用い、発達段階に応じた系統的なモデル授業を提案し実践結果を報告する。神奈川県平塚市土屋で採取した標本について、5つの観点（目的性・対象性・地域性・発展性・実効性）から教材的価値を検討した。また、中学校（地層の重なりと過去の様子）や高等学校（移り変わる地球）で、時間的・空間的な見方・考え方の活用を促すモデル授業を開発し、本研究ではその実践例を詳報する。

キーワード： 野外学習の代替、地層のはぎ取り標本、時間的・空間的な見方・考え方

1. はじめに

学習指導要領（2018）において、地球分野では目の前の地学的事象を数万年～数億年という壮大な時間軸、あるいは地球規模の広大な空間軸で捉える「時間的・空間的な見方・考え方」を活用しながら養うことが重要視されている。しかし、教科書の2次元的な情報だけでは、児童・生徒に時間的・空間的な見方・考え方を養うことは容易ではない。そこで本研究では、教室内で大地の歴史をテーマにした実物教材として、地層の「はぎ取り標本」を用いた時間的・空間的な見方・考え方の活用を促す授業の開発を目指し、はぎ取り標本の教育的価値の検討を行った。

2. 教材の概要

(1)教材的価値

表 1. 5つの基準と今回の研究データとの対応

評価基準	本研究における意味	主な評価資料
①目的性	各学年の学習目標や時間的・空間的な見方・考え方の育成に適合しているか	感想・学び、考察、ディスカッション、時間・空間カテゴリー
②対象性	中1・高1・高3の発達段階や既習内容に応じて活用できるか	学年間比較、疑問の質、考察の深さ、難しさの記述
③地域性	平塚市土屋という地域の自然を教材化し、地域の地史を具体的に扱えるか	地域地質との関連、土屋の地史・古環境への言及
④発展性	観察から堆積作用、柱状図、地史、古環境、気候変動、珪藻分析へ発展できるか	学年別授業内容、さらに知りたいこと、発展的疑問
⑤実効性	授業で観察しやすく、安全かつ継続的に使用できるか	生徒の見やすさ・扱いやすさの記述、教師の授業記録、準備・運搬・保存・安全面

本研究では、一般社団法人日本理科教育学会（2022）を参考に、教材の優れた理科教材の評価基準を①目的性、②対象性、③地域性、④発展性、⑤実効性の5つに整理した。表1に評価項目と主な評価資料を示す。

(2)作成方法

神奈川県平塚市土屋の地層（間嶋（2024））でみられる露頭を基にはぎ取り標本作製した。石浜（2017）を参照した本研究では、教員が中心となり、生徒の協力を得てはぎ取り標本作製した。ウレタン系樹脂剤トマック NS-10 を2 kg 用い、約60 cm×180 cm の露頭面が採取可能である。本研究では、露頭の高さ毎に上・中・下に分類し、各地点で2枚ずつ、計6枚の標本作製した。



図 1. 作成した平塚市土屋の地層のはぎ取り標本

3. 授業実践

授業は、本校の中1・224名、高1・237名、高3・51名をそれぞれ対象に3パターンの授業を開発し、実践した。中1では、粒径や構成物の違いを流水の運搬・堆積作用と関連付け、地層のでき方や

過去の環境を考察させた。高1では、色、粒径、層厚、境界、木片及び軽石などを観察・記載し、柱状図の作成や層序・堆積環境の推定を行わせた。高3では、地層の観察に加え、採取試料から珪藻プレパラートを作製し、堆積物と微化石という複数の証拠から古環境及び地域地史を復元させた。

4. 分析

事後アンケートの分析および教材の5つの評価基準への照合から、はぎ取り標本の教材的価値と「見方・考え方」の深化プロセスを検証した。

①目的性：各学年で学習目標に対応した観察・考察が生じた。中1では「実物教材・五感による理解」が51.4%であり、色、粒径、質感等の具体的な特徴への気付きが、堆積過程や古環境への疑問につながった。高1では「地層の特徴の観察」が93.3%、「根拠を用いた推論・考察」が58.2%、「空間的な見方」が52.9%であり、層を区分し、鉛直方向の変化を形成順序や堆積環境と関連付けていた。高3では、実験・試料作製・顕微鏡観察への言及が95.6%に達し、堆積構造と珪藻を組み合わせた古環境復元が行われた。

②対象性：同一標本に対する見方が学年によって質的に異なった。中1では「なぜ地層ができるのか」という現象形成への問い、高1では「なぜ色・粒径・境界が異なるのか」という観察差の原因を問う記述、高3では「どの証拠から、どの程度正確に過去を推定できるか」という証拠や分析方法の妥当性を問う記述が現れた。このことから、観察対象、発問、補助資料及び求める説明の水準を段階化することで、同一教材を異なる発達段階に適合させられると考えられる。

③地域性：神奈川県内の生徒が既習の関東ローム層や火山灰、堆積作用等の知識を、土屋の具体的な地層へ適用しており、浅海、湖沼、火山活動などの環境変遷を考察できた点に価値がある。間嶋(2024)においても、土屋の地層には砂礫層、植物を含む黒色層、凝灰質層及び軽石層等が記載され、古環境を多面的に検討できることが示されている。

④発展性：流水と堆積、地層の区分、柱状図、層序、堆積環境、海進・海退、地域地史、珪藻分析へと、発達段階に応じた学習を展開できた。特に高3では、肉眼的な地層構造と顕微鏡での微化石情報を統合し、古環境を複数の視点から推定する発展的な実習が展開できた。

⑤実効性：教員と生徒によって標本を作製し、異なる学年の授業で反復使用できた。教室内で近接観察できるため、写真では捉えにくい色調、粒径などが確認でき、野外観察に伴う移動、天候及び足場等の制約も軽減された。一方で、作製時の安全管理及び使用後の補修・点検が必要であるため、適切な作業体制と保存・安全管理を前提として、学校現場で十分に実用可能な教材と評価できる。

時間的・空間的な見方・考え方は、中1の「実物の特徴や位置への気付き」、高1の「層の上下・連続性を形成順序や柱状図へ変換する思考」、高3の「ミクロ・マクロな視点での複数証拠を統合し、地域地史を復元する思考」へと変化した。根拠に基づく推論への言及は、中1で47.6%、高1で68.4%、高3で91.1%であり、観察対象を関係付ける範囲と、証拠を吟味する水準が学年とともに高まった。

5. まとめ

平塚市土屋の地層のはぎ取り標本は、目的性、対象性、地域性、発展性及び実効性の5観点から、学校理科における教材的価値を有すると判断された。

本実践では、中1の実物の色・粒径・質感等への気付きから、高1の層の上下関係、境界及び柱状図を用いた形成順序・堆積環境の推定、高3の地層構造と珪藻等の複数証拠を統合した地史・古環境の復元、さらに分析の精度や推論の不確実性の吟味と、観察情報を関係付ける範囲と根拠を評価する水準が変化し、発達段階に応じた時間的・空間的な見方・考え方の深化を示唆する傾向が認められた。

6. 参考文献

- 一般社団法人日本理科教育学会 (2022)：理論と実践をつなぐ理科教育研究の展開，東洋館出版社，32-37.
- 石浜佐栄子 (2017)：日本の自然史博物館における地層剥ぎ取り標本の収集・登録・保管・活用の現状について．神奈川県立博物館調査研究報告（自然科学），(15), 1-6.
- 間嶋隆一・瀬戸大暉・野崎 篤・宮坂慎太郎・中谷 是崇・大和田正人・齋藤めぐみ・河潟俊吾 (2024)：平塚市土屋に露出する下末吉海進期吉沢層の露頭（“土屋の崖”）—特に“泥炭層”について—．神奈川地学，86, 3-29.
- 文部科学省 (2017/2018)：小学校・中学校・高等学校学習指導要領（理科編），文部科学省。

時間スケールの段階的獲得を目指した地球史の単元指導計画の提案

Proposal for an Earth History Unit Plan Aimed at Fostering Step-by-Step Understanding of Time Scales

○浅野 理紗¹, 浅野 裕樹², 佐藤 友介³, 花田 遥平⁴, 伊藤 克治⁵, 後藤 顕一⁶,
野内 頼一⁷

Risa ASANO¹, Yuki ASANO², Yusuke SATO³, Yohei HANADA⁴, Katsuji ITO⁵, Kenichi GOTO⁶, Yorikazu NOUCHI⁷

茨城県立石岡第一高等学校¹, 長野大学², 北海道札幌北陵高等学校³, 滋賀県立膳所高等学校⁴,
福岡教育大学⁵, 東洋大学⁶, 日本大学⁷

Ibaraki Prefectural Ishioka First High School¹, Nagano University²,
Hokkaido Sapporo Hokuryo High School³, Shiga Prefectural Zeze High School⁴,
University of Teacher Education Fukuoka⁵, Toyo University⁶, Nihon University⁷
e-mail: risa.tamago0311@gmail.com¹

概要：本研究では、時間スケールの段階的な獲得を目指した地球史の単元指導計画を提案する。本指導計画では、生徒が描いた古生物のイラストを用いて年表を作成し、地質年代の長さを実際の比率へ段階的に拡張する工夫を取り入れた。実践の結果、生徒が無理なく時間スケールの概要を獲得し、環境の変動と古生物の関連性を論理的に説明する様子が確認された。

キーワード： 地学教育, 古生物, イラスト, 授業実践, 高等学校

1. 研究の背景と目的

地学基礎における地球史の分野は、数十億年という長い時間スケールを扱うため、生徒が直感的に時間スケールを把握することが難しい。また、各時代における環境と生物の変遷を複合的に考えなければならないため、暗記中心の学習に陥りやすく、本質的な理解に至らない傾向がある。

そこで本研究は、生徒が長い時間スケールを段階的かつ無理なく獲得していくことを目指した単元の指導計画を考案した。単元の中で、生徒自身が描いた古生物のイラストを活用し、年表を作成することで、生徒の主体性の向上も狙いとした。

2. 手法

本研究は茨城県の県立高校の生徒 41 名を対象に、全 7 時間の単元構成で行った（表 1）。時間スケールを無理なく獲得させるため、学習の進行に合わせて時間スケールを段階的に獲得させる工夫を取り入れた。

1 時間目、生徒は興味を持った古生物を図鑑等で調べ、A5 サイズの用紙にまとめた（図 1）。その後、まとめたものをホワイトボードに配置した。ここでは細かい数値や年代を示さず、先カンブリア時代、古生代、中生代、新生代という大まかな 4 つの区分のみを提示した年表上に配置させた。大

まかな時代の変遷を捉えさせることで、地球史の外観を掴ませることを狙いとしている。

2 時間目は、ホワイトボードの年表を紀ごとに分類し、より詳細な時間スケールに切り替えた。さらに、実際の地質年代の長さに比例するよう年表の横幅を調整した（図 1）。最初から正確な地質年代の長さにするのではなく、段階的に修正を加えることで、生徒が無理なく時間スケールの概念を獲得できるよう工夫した。完成した年表をもとに、生徒は各時代の古生物の特徴を考察した。

3 時間目から 6 時間目は、各時代の学習を行った。その際、生徒自身が作成した古生物年表をホワイトボード上に常に提示し続けた。生徒がまとめた古生物を取り上げながら授業を進め、生徒は環境の変動と生命の関連性を学んだ。

7 時間目は、まとめの活動として、古生物年表を教室の壁に掲示した。はじめに、古生物カードを生徒に返却し、単元を通じて学んだ環境の出来事を用紙に追記してもらった。追記したものを教室の壁面全体に時代順に掲示した。生徒は教室を巡回しながら、改めて古生物の変遷を俯瞰することで、これまでに学習した地球史の知識を用いて複合的に考察を行った。

表1 単元の指導計画

時	学習内容	時間スケール
1	【探究活動1】 古生物調査	代までの区分
2	【探究活動2】 古生物の繁栄の考察	紀の区分
3	先カンブリア時代	
4	古生代	
5	中生代	
6	新生代	
7	【探究活動3】 古生物まとめ活動	空間を年表化



図1 古生物カード

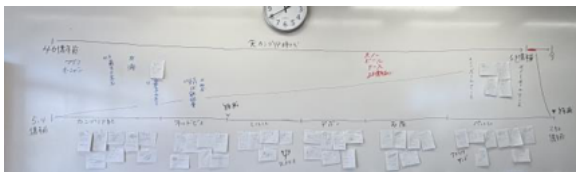


図2 時間スケールの調整前後

3. 結果

単元前後の考察の記述を比較した結果、生徒が時間スケールの概念を獲得した様子が確認された。

単元前の時代ごとの特徴の記述は、「小さい、恐竜」といった断片的な単語や短いフレーズにとどまっていた。これに対し単元後は、「大量絶滅によって恐竜などの優占種がいなくなった環境で、陸上が新たな空間となり哺乳類が進化した」とい

った記述へと変化した。これは、獲得した時間スケールの中で、環境の変動と生命の構造変化、生存戦略を関連づけて説明できるようになっていることを示している。

また、生徒の視点や気づきの質も変容した。繰り返される大量絶滅にもかかわらず、なぜ生物の構造がリセットされずに複雑化し続けたのかといった、長い時間スケールで古生物の変遷を考えられるようになった。

授業後の感想においては、過去の絶滅がなければ人間は存在していない、人間の100年は地球史においては一瞬に過ぎない、といった振り返りが多く見られた(表2)。生徒たちは数億年という時間スケールを他人事ではなく実感として捉え、膨大な地球史の時間軸の中に人間や現在の自分たちを位置づける見方・考え方を定着させたといえる。

表2 生徒の感想

生徒	単元終了後の感想の一部
A	今の私たちが出現する前に何百万年、何千年、何億年という歴史があって、自分はちっぽけだなーと思うことが多かった。
B	地球の生物たちがとても長い時間をかけて変化してきたことを実感した。
C	自分が生きている時間と比べたら、地球が生まれていから生命誕生までの時間はめっちゃ長いと感じた。

4. 結論

本研究で実践した時間スケールを段階的に変化させる指導法は、生徒に地球史における時間スケールを無理なく獲得させる上で有効であったと言える。視覚的・体感的なアプローチを通じて獲得された時間スケールの感覚は、単なる知識の暗記を超えて、地球環境と生命の変遷を複合的かつ論理的に捉える深い学びに寄与することが実証された。

謝辞

本実践に協力いただいた生徒および関係者に感謝申し上げる。本研究の一部は、基盤研究(C)25K06233(研究代表者:野内頼一)による。

高校地学基礎における生徒の気づきや疑問を生かしたミニ課題研究

Mini-Research Projects Based on Students' Questions and Insights in High School Basic Earth Science

一探究的な活動を取り入れた単元学習を通して一

Through Unit-Based Learning Incorporating Inquiry Activities

○浅野 裕樹¹, 浅野 理紗², 花田 遥平³, 佐藤 大⁴,
真井 克子⁵, 伊藤 克治⁶, 後藤 顕一⁷, 野内 頼一⁸

Yuki ASANO¹, Risa ASANO², Yohei HANADA³, Hiroshi SATO⁴,
Katsuko SANAI⁵, Katsuji ITO⁶, Kenichi GOTO⁷, Yorikazu NOUCHI⁸

長野大学¹, 茨城県立石岡第一高等学校², 滋賀県立膳所高等学校³, 北海道札幌啓成高等学校⁴,
国立教育政策研究所⁵, 福岡教育大学⁶, 東洋大学⁷, 日本大学⁸

Nagano University¹, Ibaraki Prefectural Ishioka First High School²,
Shiga Prefectural Zeze High School³, Hokkaido Sapporo Keisei High School⁴,
National Institute for Educational Policy Research⁵, University of Teacher Education Fukuoka⁶,
Toyo University⁷, Nihon University⁸
e-mail: yuki-asano@nagano.ac.jp¹

概要：高校地学基礎において、各単元に探究的な活動を取り入れ、授業や日常生活での気づきや疑問をもとに課題を設定するミニ課題研究を実施した。多くの生徒が課題研究に取り組み、生徒が設定した課題は、学期の授業内容と関連していた。一方、授業内の探究的な活動に直接関連する課題は少なく、探究的な活動を効果的に取り入れることで、単元の他の内容についても生徒の気づきや疑問を促し、課題設定につながった可能性が示された。

キーワード：地学教育、探究的な学び、課題設定、気づきと疑問、課題研究

1. はじめに

高等学校理科では、自然の事物・現象に関わり、見通しをもって観察・実験などを行うことを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することが重視されている（文部科学省，2018）。探究の過程では、生徒自身が自然事象に対して気づきや疑問をもち、探究可能な課題を設定することが重要である。一方、生徒が自ら課題を設定するためには、その前提となる気づきや疑問が必要であり、通常の授業においても、生徒が自然事象の特徴を見だし、その原因を考える機会を設けることが求められる。

そこで本実践では、高校地学基礎の各単元に探究的な活動を取り入れた上で、長期休業中に、授業や日常生活での気づきや疑問をもとに課題を設定し探究する、ミニ課題研究を実施した。本研究では、生徒が設定した課題とミニ課題研究後に実施したアンケート結果を分析し、探究的な活動を取り入れた単元学習とミニ課題研究との関係、および高校地学基礎にミニ課題研究を取り入れる意義を検討した。

2. 実践と分析の方法

本実践は、公立高等学校普通科の地学基礎を履修する1クラス41名を対象とした。1学期には、地球の大きさ、プレートテクトニクス、地震、火山を学習した後、夏季休業中に1回目のミニ課題研究（以下、探究1）を実施した。2学期には、探究1の振り返りと共有を行った後、大気と海洋、宇宙を学習し、冬季休業中に2回目のミニ課題研究（以下、探究2）を実施した。

各単元の授業では、観測データ、分布図、衛星画像などを用い、自然事象の比較、特徴や規則性の把握、原因の考察を行う探究的な活動を取り入れた。例えば、日本の活火山を分類する活動や、衛星画像から全球規模の大気現象の特徴と要因を考察する活動を行った。

ミニ課題研究では、生徒にこれまでの授業を振り返らせ、授業や日常生活で生じた気づきや疑問をもとに、地学基礎に関連する課題を設定するよう指示した。課題研究の成果はスライドにまとめさせた。

分析では、提出された課題研究を、地震、火山、プレートテクトニクス、岩石、大気と海洋、宇宙の6分野に分類した。また、2回のミニ課題研究の実

施後に課題研究に関するアンケートを実施し、35名から回答を得た。アンケートでは、探究1および探究2の課題を設定したきっかけと、課題研究後の授業や日常生活における変化を尋ねた。

3. 結果

(1) 課題研究の提出状況と分野

探究1には31名、探究2には26名が取り組んだ。探究1では地震・火山、探究2では大気と海洋・宇宙に関する課題が多く、各学期の学習内容との関連がみられた(表1)。

表1 生徒が設定した課題の分野

	探究1	探究2
地震	16	1
火山	12	0
プレートテクトニクス	2	0
岩石	1	0
大気と海洋	0	17
宇宙	0	8
合計	31	26

生徒が設定した課題には、「茨城県の地震にはどのような傾向があるか」「風が強い時間帯はいつが多いか」などがあった。課題の分野は各学期の授業内容と関連していたが、授業内の探究的な活動で直接扱った対象をそのまま課題とした例は少なかった。

(2) 課題設定のきっかけ

探究1では31名中22名、探究2では26名中20名が、地学基礎の授業内で生じた気づきや疑問を課題設定のきっかけとしていた。また、それぞれ6名、4名が日常生活での気づきや疑問をきっかけとして挙げた。このほか、過去の理科授業や自由研究、探究1で新たに生じた疑問をきっかけとする回答もみられた。以上から、多くの生徒が、当該年度の地学基礎の授業や日常生活で生じた気づきや疑問をもとに課題を設定していたことが分かった。

(3) 課題研究後の変化

課題研究後の変化として、地震発生時に震源地や余震を調べる、月や星を見る、天気予報に注目するなど、自然事象への関心や見方の変化が記述された。また、日常生活で生じた疑問を調べるようになった、物事を「なぜ」と考えるようになったなど、疑問を見いだして探究しようとする態度の変化も

みられた。さらに、授業内容の理解や、学んだ知識の活用に関する回答もあった。

4. 考察とまとめ

多くの生徒がミニ課題研究に取り組み、設定した課題の分野は、各学期に学習した内容と関連していた。また、アンケートでは、多くの生徒が地学基礎の授業内での気づきや疑問を課題設定のきっかけとしていた。これらの結果から、単元の学習が、課題設定の基盤となる知識や視点を与えていたと考えられる。

一方、授業内の探究的な活動に直接関連する課題は少なかった。このことは、生徒が授業で扱った活動を単に再現したのではなく、探究的な活動を通して自然事象を比較し、特徴や原因を考える経験を得たことで、単元内の他の内容についても気づきや疑問をもつようになった可能性を示している。すなわち、探究的な活動を効果的に取り入れた単元学習は、活動で直接扱った対象に限らず、生徒の興味・関心を単元全体に広げ、課題設定を促す役割を果たした可能性がある。

また、課題研究後には、自然事象への関心、疑問を調べようとする態度、授業内容の理解や日常生活への活用に関する変化が記述された。以上から、授業や日常生活での気づきや疑問を生かしたミニ課題研究は、生徒が授業で学んだ内容や見方・考え方を主体的に発揮し、自ら課題を設定して探究する機会となる点に意義があると考えられる。さらに、授業での学びを日常生活やその後の学習へ広げ、自然事象への関心や、疑問を自ら調べようとする態度を促す可能性も示された。

生徒が設定した課題やアンケートの回答を分析することで、教員は、生徒が何に関心を持ち、どのような気づきや疑問を抱いたのかを見とることもできる。このことは、その後の学習指導や授業改善を行う上で有用であり、教員にとってのミニ課題研究を取り入れる意義の一つであると考えられる。

引用文献

文部科学省(2018): 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 解説 理科編 理数編, 文部科学省。

恐竜骨格 3DCG 教材を利用した授業実践報告

A Report on a Classroom Practice Using 3D Computer-Generated Models of Dinosaur Skeletons

3DCG の表示方法が学習者に与える影響の検討

Examining the Effects of 3D Model Presentation Methods on Learners

○飯田 和也

Kazuya IIDA

武蔵野大学

Musashino University

e-mail: k-iida@musashino-u.ac.jp

概要：恐竜は生徒の興味関心が高く、有用性の高い学習題材だと考えられる。近年では、3DCG の技術を利用することにより、教室においても恐竜骨格化石を表示することが可能となった。一方で、3DCG を利用した恐竜骨格 3DCG 教材が学習者にどのような影響を与えるのかは、十分な検討がなされていない。そこで、本研究では恐竜骨格 3DCG 教材を利用した授業実践を行い、教育効果を検討した。

キーワード：恐竜骨格，3DCG 教材，AR 表示，一人一台端末

1. 問題の所在

恐竜は生徒の興味関心を誘起する魅力的な題材であり、生徒の主体的な学習につながる可能性がある。そのため、恐竜骨格化石を利用した先行実践が数多く実施されてきた。村瀬ほか(2012)や藤井ほか(2015)では、実際の恐竜骨格化石を利用した学習により、質感・重さ・大きさなどに対する実感を伴った理解が促進されたことを報告している。また、飯田・久保田 (2024) は、恐竜骨格の 3DCG を利用した AR 表示により、実物大の大きさを一人一台端末で表現する教材を開発した。さらに、3DCG 教材を利用した授業実践に基づき、竜盤類と鳥盤類に関する記述が生徒のワークシートにおいて見られたことを報告している。これらの先行研究においては、恐竜骨格の理解に関する一定の教育効果が報告されているものの、定量的な評価は不十分である。

また、下村・高橋(2021)や飯田・久保田(2024)の報告によれば、恐竜骨格化石を利用した先行実践を見ると、恐竜の大きさの直感的な理解が、観察の楽しさにつながっている可能性が示唆されている。3DCG 教材を利用した観察において、大きさの把握には AR 常時が有用であると考えられる。AR 表示は通常の画面表示に比べて没入感が高くなることが報告されているものの、高い没入感は学習内容に対する理解度に対して負の効果があるという報告もある。そのため、3DCG の表示方法により、学習に与える影響が異なる可能性がある。

このように、恐竜骨格化石を利用した教材開発が進められ、教育効果に関して一定の報告があるものの、その効果は不明瞭である。そこで本研究で

は、恐竜骨格 3DCG 教材を利用した学習の教育効果を検証するため、以下 2 点の RQ を設定した。RQ①は、恐竜骨格 3DCG 教材を利用した学習により、恐竜骨格の理解に対してどのような影響があったのかを検証することである。RQ②は、恐竜骨格 3DCG 教材の AR 表示および通常表示が、恐竜骨格の理解度や観察の楽しさに対してどのような影響を与えるのかを検証することである。本研究では、これらの RQ を検討するために、恐竜骨格 3DCG 教材を利用した授業実践を行った。

2. 教材の作成

本授業実践では、恐竜骨格 3DCG 教材として、ティラノサウルス、トリケラトプス、アロサウルスの 3 種類の骨格を利用した。ティラノサウルスとトリケラトプスは、飯田・久保田 (2023) で報告した恐竜骨格 3DCG 教材と同じものを利用した。これらの 3DCG 教材は、スミソニアン博物館が公開している。また、アロサウルスの骨格化石に関しては、大阪市立自然史博物館が Sketchfab 上で公開している 3DCG を利用した。なお、これらの 3DCG 教材には、Blender というアプリケーションを利用して、恥骨、腸骨、坐骨の文字表記と矢印のオブジェクトを追加した。作成した教材は、iPad で AR 表示ができるように、USDZ 形式で出力した。

なお、本授業実践で作成した教材は、GLB 形式で出力することにより、Google Drive 上でも表示することが可能である。そのため、Chrome book や Windows 端末においても、Google Drive を利用することにより、一人一台端末での閲覧が可能である。

3. 授業実践

授業実践は2024年2月に実施し、対象は首都圏の私立中学校2年生男子240名を対象とした。生徒には一人に一台ずつiPadを使用させた。

実際の授業においては、冒頭の10分で鳥盤類と竜盤類の坐骨・恥骨・腸骨の位置関係が異なることを説明した。その後、事前調査を10分程度実施し、恐竜骨格3DCGを用いた観察を20分程度実施した。恐竜骨格3DCGを用いた観察では、授業内課題のプリントを配布し、記録させながら活動を行わせた。最後の10分間で、事後調査を実施した。

4. 分析の方法

4. 1. 理解度調査

RQ①に対応して、3DCG教材を利用したことによる恐竜骨格の理解度を検証するために、調査を実施した。理解度調査においては、トリケラトプス、ティラノサウルス、アロサウルスの3種類の恐竜に関して、それぞれ鳥盤類、竜盤類に分類させた。また、恥骨の数に関しても、1、2、3、4個の中から考えを選択させた。理解度調査は事前調査と授業内課題において、同じ項目で実施した。

4. 2. 意識調査

RQ②に対応して、3DCG教材の表示方法が学習者に与える影響を検証するために、意識調査を実施した。意識調査では、AR表示と通常表示が理解度や興味・関心に与える影響を検討することを意図した。具体的な質問項目として「(プレビュー表示/AR表示)は、恐竜の骨格の理解をする際に役立った」「(プレビュー表示

/AR表示)は、恐竜の大きさを理解する際に役立った」「(プレビュー表示/AR表示)での観察は楽しかった」「(プレビュー表示/AR表示)での観察は操作がしやすかった」の4観点で質問項目を設定した。5件法で回答させ、とてもそう思うを5点、ややそう思うを4点、どちらとも言えないを3点、ややそう思わないを2点、まったくそう思わないを1点として処理した。

5. 付記

本研究の一部は、JSPS 科研費 25K17109 の助成を受けた。

6. 引用文献

- 飯田和也, 久保田善彦(2024):恐竜骨格 3DCG 教材を用いた授業実践とテキスト分析を用いた教材の特徴の探索的な評価、科学教育研究、
村瀬安和, 川上紳一, 山田茂樹 (2012): 中学校理科「生物の変遷」における始祖鳥化石の観察、日本科学教育学会研究会研究報告, 27, 5, 87-92.
藤井純子, 山本博文, 三好雅也 (2015): 恐竜化石を用いた教育実践,福井大学初等教育研究, 1, 97-102.
下村知愛, 高橋典嗣 (2021): アクティブ・ラーニング形式による感動を与える小学校理科の授業実践と分析: 第6学年・大地のつくりと変化「地球生命進化 46 億年」より、武蔵野教育學論集, 11, 35-51.

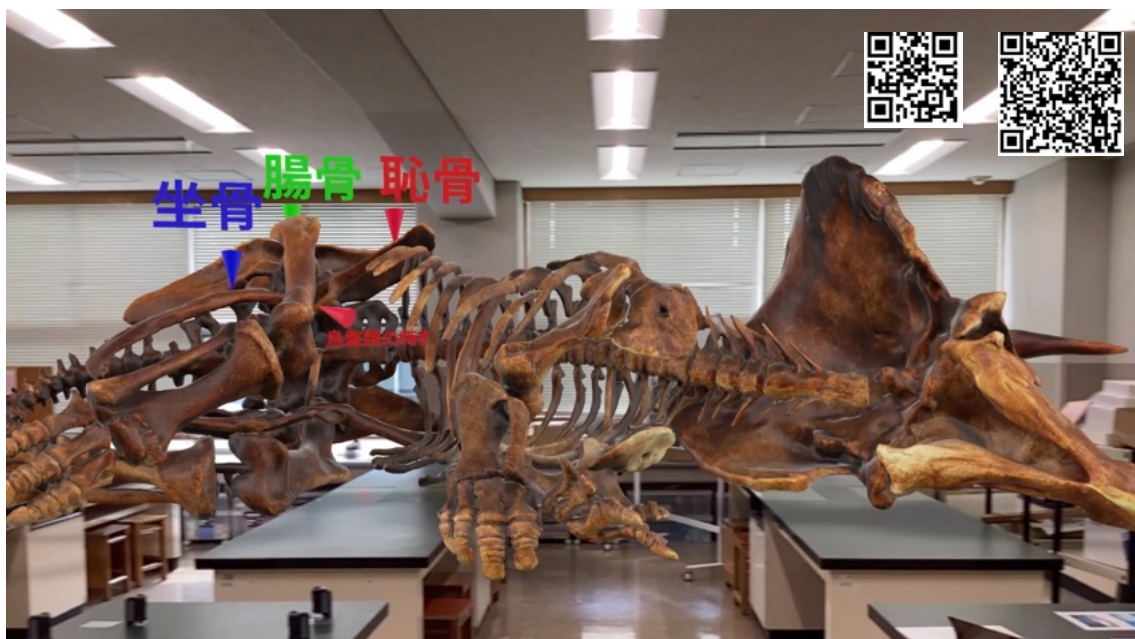


図1 恐竜骨格 3DCG 教材の AR 表示

国内の地下水・湧水教育に関する実践研究の動向と課題

Trends and Issues in Groundwater and Spring Education Research in Japan

○武田 舞子¹, 飯田 和也², 雲財 寛³

Maiko TAKEDA¹, Kazuya IIDA², Hiroshi UNZAI³

あきる野市立東中学校¹, 武蔵野大学², 広島大学³

Akiruno Municipal Higashi Junior High School¹, Musashino University², Hiroshima University³

e-mail: mielglace1@yahoo.co.jp¹

概要：本研究では、国内の地下水・湧水教育に関する実践研究の動向と課題を明らかにすることを目的とした。文献検索および選定を実施し、適格基準を満たした12件を分析対象とした。対象、教科・領域、研究方法、教材・題材、成果、課題の観点から整理した結果、国内研究では、教材開発、地域資源の教材化、環境教育を中心とする実践が蓄積されてきた一方、学習者の地下水概念や湧水形成の認識を詳細に検討した研究は限られていることが示唆された。

キーワード：地下水、湧水、地学教育、地域教材、スコーピングレビュー

1. 研究の背景

地下水・湧水は、地層・地形の理解と水循環の理解を結びつける教材となり得る対象である。中学校理科では、第2分野「大地の成り立ちと変化」において地層の重なり方や広がり方を扱い、「気象とその変化」において水循環に触れる。地下水・湧水は、地層の広がりや透水性、地形の高低差と関わりながら存在・流動するため、地層を過去の環境を示す記録としてだけでなく、現在の水循環を支える地下構造として捉える学習へと展開できる可能性がある。

一方で、地下水は地表から直接観察することが難しく、学習者にとって捉えにくい対象である。そのため、国内では、地下水・湧水を可視化する教材や、地域の湧水・井戸水を活用した学習実践が行われてきた。しかし、それらの研究がどのような内容・方法で展開され、どのような成果と課題を示しているのかは十分に整理されていない。そこで本研究では、国内の地下水・湧水教育に関する実践研究を整理し、その動向と今後の課題を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

本研究は、Arksey and O'Malley (2005) のスコーピング研究の方法論的枠組みに基づき、国内の地下水・湧水教育に関する文献を収集・整理した。また、報告の透明性を確保するため、PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018) およびその日本語版 (友利ほか, 2020) を参照した。本研究では、地下水・湧水

を扱う学校教育に関する研究を対象とするため、対象概念を示す語として「地下水」「湧水」を、教育との関連を示す語として「学校教育」「教材」「理科」「授業」を設定した。文献検索にはCiNii Researchを用い、検索式はフリーワードで「(地下水 OR 湧水) AND (学校教育 OR 教材 OR 理科 OR 授業)」とした。発行年による制限は設けず、最終検索日は2026年7月15日である。

文献選定では、地下水または湧水を研究の中心として扱うこと、学校教育または教育実践に関わることを、日本語文献であることを適格基準とした。また、地下水・湧水と教育との関係が認められない文献、学校教育との関連を伴わない水質調査または地質学的調査に関する文献、重複文献を除外した。文献の選定は、重複文献を除外した後、タイトル、要旨、本文の順に適格基準への適合性を確認した。採択した文献から、発行年、校種、教科・領域、研究方法、教材・題材、成果および課題に関する情報を抽出・整理し、国内研究の傾向を検討した。

3. 結果

(1) 文献選定の結果

検索の結果、175件の文献レコードが特定された。重複を除外した後、タイトルによる選抜を行い、関連があると判断した32件を選定した。さらに要旨および本文を確認し、適格基準を満たした12件を最終的な分析対象とした。

(2) 文献の概観

国内の地下水・湧水教育研究は、主に教材開発、地域資源の教材化、環境教育の三つの方向に展開

してきた。

第一に、地下水・湧水を可視化する教材開発である。地下水は直接観察しにくいので、ボーリング孔、地下水流動モデル、立体地形モデル、地下水タンクモデルなどを用いて、地下水の存在、浸透、流動、涵養、滞留時間を可視化しようとする研究がみられた。これらの研究は、見えない地下水を観察可能な対象に変換する点に特徴がある。

第二に、地域の湧水・井戸水を活用した地域資源の教材化である。湧水・井戸水の分布や水質を調べる活動、地形・地質との関係を観察する活動などを通して、地域の自然環境を理解する教材として地下水・湧水が扱われていた。地下水・湧水は地域特性の強い教材であり、地域の地形・地質、河川、土地利用、生活との関係を学ぶ手がかりとして位置づけられている。

第三に、地下水を環境教育や水資源保全の文脈で扱う研究である。地下水の水質、流動、分布、汚染、保全との関係などを題材とし、水環境への関心や保全意識の育成を意図した研究がみられた。特に、地下水は、生活用水や環境保全に関わる地域資源として扱われていた。

4. 考察

(1) 国内研究の特徴

国内の地下水・湧水教育研究の第一の特徴は、地下水を見える化するための教材開発を重視してきた点である。地下水は地表から直接観察することが難しいため、ボーリング孔、タンクモデル、立体地形モデルなどを用いて、地中の水の存在や動きを可視化しようとする研究が行われてきた。これは、地下水の不可視性という教材上の困難に対する対応である。

第二の特徴は、地下水・湧水を地域教材として扱っている点である。湧水や井戸水は、地域の地形・地質、河川、土地利用、生活文化と関わるため、地域理解を深める教材として活用されている。特に、湧水は地層や地形の影響を受けて地表に現れるため、地学的事象を身近な地域の現象として捉える上で有効である。

第三の特徴は、地下水を環境教育・保全教育と接続している点である。地下水の水質や汚染、保全との関係などを扱う研究がみられ、地下水は自然科学的な対象であると同時に、地域社会の水資源として扱われていた。このことから、国内の地下水・湧水教育研究は、地下水をどう理解するかだけでなく、地域資源として保全のあり方を考える文脈

で展開してきたといえる。

(2) 国内研究の課題

第一に、教材開発や授業実践は蓄積されているものの、学習者が地下水・湧水をどのように認識しているのかを詳細に分析した研究は限られている。既存研究では、「興味・関心が高まった」、「地下水が身近なものとして捉えられた」、「保全意識が高まった」といった成果が報告される一方で、学習者が地下水を地下のどこに、どのような状態で存在するものとして捉えているのか、また、どのように流動し、どのように湧出すると考えているのかについては十分に検討されていない。

第二に、地下水・湧水を、地層学習と水循環学習を接続する概念として位置づける研究が少ない点である。地下水を水資源や環境保全の題材として扱う研究はみられるが、中学校理科における地層の広がり、透水性・不透水性、雨水の浸透、地下水の流動、湧水の形成を一体的に扱い、地層学習と水循環学習を接続する研究は十分ではない。

第三に、学習者の事前認識を踏まえた教材設計の視点が不足している点である。学習者の事前認識を把握しないまま模型や図を提示した場合、教材が意図した科学的概念とは異なるイメージを強化する可能性がある。したがって、地下水教育においては、教材開発とともに、学習者の事前認識を把握し、それをもとに教材や問いを設計する研究が必要である。

5. 主な引用文献

- Arksey, H. and O'Malley, L. (2005) : Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32.
- 友利幸之介・澤田辰徳・大野勘太・高橋香代子・沖田勇帆 (2020) : スコーピングレビューのための報告ガイドライン日本語版 : PRISMA-ScR. *日本臨床作業療法研究*, 7, 70-76.
- Tricco, A. C., E. Lillie, W. Zarin, K. K. O'Brien, H. Colquhoun, D. Levac, et al. (2018) : PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-473.

教員養成系大学生の海底地形の認識

How do students perceive the topography of the seafloor?

境 智洋¹

Chihiro SAKAI

北海道教育大学釧路校

Hokkaido University of Education, Kushiro Campus

e-mail: chihiro.sakai@k.hokkyodai.ac.jp

学生に、目の前の海上に島が見えているとき、海底の地形がどのようなになっているのかを描いてもらい、学生の海底地形の認識について調査を行った。結果、約1割の学生が「島が浮いている」、1割の学生が「島と島の間は垂直またはV字に落ち込んだ海底となっている」とイメージしていることがわかってきた。本発表では、その結果と結果から考えられる学生の海底地形に関する認識について述べる。

キーワード： 大学生，海底地形，認識，描画

1. はじめに

「目の前に大きな島がある。だから町は津波から守られている(境 2014)」という子どもたちの間違った認識を変えていこうと津波防災授業に取り組んで16年目になる。津波防災授業では津波実験装置(境 2016)に島の模型を置き、島があっても海水は回り込む。ゆえに島があっても津波を防ぐことはできないことを実験によって伝えていく。毎年、学生が防災授業に取り組み、代々引き継ぎながら授業を進めている。4年前、学生との会話の中で、気になる一言があった「島があっても海水は抜けてくるものね」。回り込むことを抜けてくると表現したと感じていた。そこで、簡単に島を描き、反対側に本土側(北海道を想定した浜)を描き「もしも海水がなくなったらどんな風に見える？」と質問した際、以下のような絵を描いてくれた。

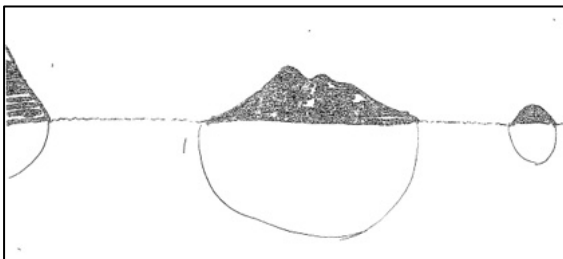


図1 学生の描いた島

この学生に聞くと「海底の地形は考えたこともなかった」「浮いていると勘違いしていた」という。この時は、この学生だけなのではないかと考えていたが、実際の教員養成系の大学生の認識が気になり、2024年、2025年、2026年と入学してきた学部生を対象に、島と海底地形をどのように認識しているのかを調査を行ってみることにした。本発

表は、3年間の調査によって見えてきた本校学部生の調査結果である。

2. 調査方法

本校学部1年生対象の初等生活(小学校免許取得に必要な教科及び教科の指導法に関する科目群)を受講する2クラス約180名(2024年は1クラス)の学生に調査を行った。記載方法は、1人1人に問題用紙を配布し、3分間で描写してもらうものである(図2)。2024年度90名、2025年度191名、2026年度161名の合計442名に描いてもらった。



図2 問題用紙

3. 海底地形を描くパターン

442名の描写を比較すると、島を浮島として考えているグループと、連続していると考えているがその中にパターンがあることがわかった。

(1) 浮島型(11.8%)

島が浮いている、または、左が海岸線と考え、島のみが浮いていると描いた(図3)。

(2) 連続型(86.2%)

島と島は海底で接続されていると記載している学生は86.2%であったが、それぞれの記載には、3つの特徴がある。

ア 一般形 67.6%

山の形を判断して、およその海底の形を描いている(図4)。

イ 沈み込み型 11.3%

一方の地形に、片方が沈み込むまたは、片側の海底地形に乗っているように描いている(図5)。

ウ V字落ち込み型 7.2%

島の海岸がすぐに海底に落ち込んでいる。底なし沼になっている描写も見られる(図6)。

(3) そのほか (2.0%)

上記に当てはまらない描写をそのほかとした。

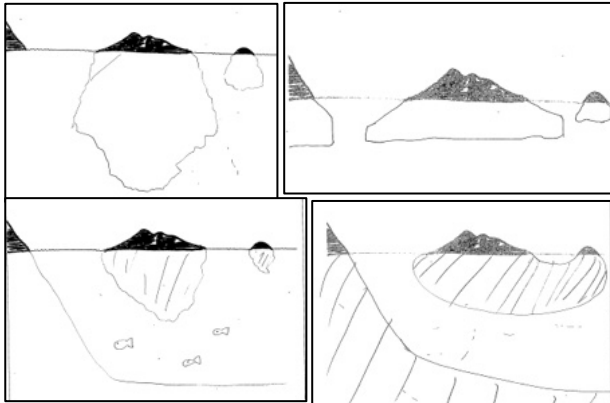


図3 浮島型で描いた図

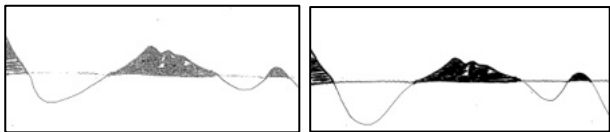


図4 連続型(一般形)で描いた図

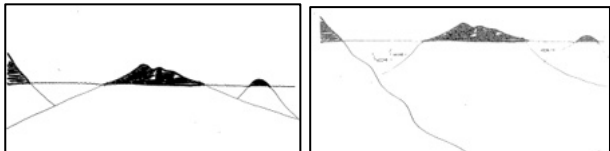


図5 沈み込み型で描いた図

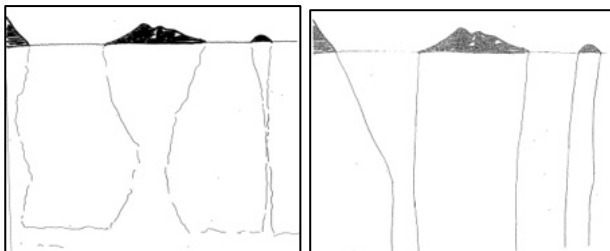


図6 V字落ち込み型で描いた図



図7 その他の描写

2026年度は浮島型で描いた学生に聞き取りを行っている。その多くは「海底地形を考えたことがない」、「海底の地形を学んだことがない」、「浮いていると考えていた」と回答した。

表 型別の年度別描画数

		2024	2025	2026	合計
浮島型		10	17	25	52
連続型	一般形	62	134	103	299
	沈み込み型	10	20	20	50
	V字落ち込み型	6	13	13	32
その他		2	7	0	9
合計		90	191	161	442

4. 海底地形はいつ学ぶのか

中学校 1 年理科「(2) 大地の成り立ちと変化 (イ, ウ)」において、河川から運搬された土砂が堆積するメカニズムや、プレートの動きと地震のメカニズムを伝える内容で海底地形を示した図が教科書に掲載されている。また地震のメカニズムを伝える際、プレートの沈み込みを示す図が地球規模で用いられている。しかし、堆積の図は斜面に堆積する土砂の様子を示しており、海底の地形を描いていると認識していない可能性もある。さらに、地球規模ではなく、身近な海底の地形に触れている図は教科書からは見受けられない。そのため、プレートの動きと、身近な海底地形を混同し図5の沈み込み型を描いている。これは、どこの海底でも沈み込みの形をしているように認識している可能性がある。さらに、中学校社会科では、陸上地形は扱うが、海底地形は扱わない。地形図での等高線は扱うが、沿岸海域地形図での水深(等高線)は扱っていない。総じて、身近な海底の地形については、学ぶ機会は少ないということになる。

おわりに

あくまでも 1 大学内の学生の調査であり、調査方法も妥当であるかどうかは検討の余地がある。しかし、結果から予想以上に島が浮いていると考えている、島と島の間が急な V 字または垂直に落ち込んでいると考えている学生が多いことがわかってきた。「島が浮いている」「V 字に落ち込んでいる」と考えている学生の地学的な考え方がどうなっているのだろうか。「河川の河口付近の堆積を海底地形との関係からどのように理解しているのか」、「地震災害と津波災害において島が浮いていると考えることでどのようなリスクを生むのか。」など、今後継続して調査していく必要を感じている。

参考文献

- 境 智洋 (2014) : 津波に関する負の伝承と児童生徒への影響, 日本地学教育学会第 68 回全国大会北海道大会講演予稿集, p37, 38
- 境 智洋 (2016) : 組み立て式津波実験装置の開発と防災学習への活用, 地学教育, 69, p5- 13

海洋科学教育のための海底堆積物を用いた教材開発と 小学校理科での授業実践

Teaching-material development using marine sediments for the ocean education in the elementary school science classes

○西田 尚央¹, 山本 真梨子¹, 葛貫 裕介², 板木 拓也³

Naohisa NISHIDA¹, Mariko YAMAMOTO¹, Yusuke KUZUNUKI², Takuya ITAKI³

東京学芸大学¹, 府中市立府中第三小学校², 産業技術総合研究所地質調査総合センター³

Tokyo Gakugei University¹, Fuchu Municipal Fuchu Dai-3 Elementary School²,

Geological Survey of Japan, AIST³

e-mail: nishidan@u-gakugei.ac.jp¹

概要：奄美大島西方沖の海底堆積物を用いた教材開発と小学校理科での授業実践を行った。この授業は、第6学年土地のつくりと変化の学習の発展と位置づけ、海底堆積物の観察による粒度の判定とワークシートの色ぬりの活動が主体の構成とした。授業観察記録、ワークシート、質問紙調査の解析によって、開発した教材と授業モデルは、海域での堆積物分布の特徴を理解し、その要因としての流れの存在に気づくとともに、海洋への興味・関心を高めることが可能なことがわかった。したがって、海洋教育の教材として十分な意義があると考えられる。

キーワード： 海洋教育，教材開発，海底堆積物，南西諸島，黒潮

1. はじめに

情報基盤社会の急速な進展が進む現代では、持続可能な開発目標（SDGs）を重視する考え方が浸透しつつある。SDGsの目標14「海の豊かさを守ろう」では、海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用することが掲げられている。日本でも、海洋人材の育成と国民の理解の増進を目的として、子どもや若者に対する海洋教育の推進されるようになった。海洋教育は、海洋と人間との関係について理解を深めるとともに、海洋環境の保全と持続可能な海洋の開発・利用を担う知識・技能や思考力、判断力、表現力を備えた人材の育成を目指すものとされている（海洋政策研究財団, 2008）。一方で、学習指導要領では海洋に関する内容の扱いは限定的であり、海洋に関する学習環境は十分とはいえない。

近年では、地域の特性を生かした総合的な学習の時間や、理科・社会科における海洋教育の実践例・モデルプランが提案されている（東京大学大学院教育学研究科附属海洋教育センター, 2019）。しかし、現行の学習指導要領の範囲内で海洋に関する学びを充実させるためには、教材開発と授業実践のさらなる蓄積が求められる。

理科の地球領域は海洋と関連する内容が多く、既習内容を基盤とした発展的な学習として海洋を

扱うことが可能である。

本研究の目的は、地球領域の学習をもとにした海洋教育の一例として、海底堆積物を用いた教材を開発し、小学校理科において授業実践と評価を行うことである。特に、本教材は、海底堆積物の分布を理解させるとともに、その特徴から海流の存在や「運搬者」としての役割に気づかせ、海洋現象をより具体的に理解させることを目指した。

2. 教材開発・授業構成

小学校第6学年「土地のつくりと変化」では、地層のでき方を流れる水や火山活動と関連づけて理解することが求められている。本教材は、その発展として、河口・浅海域よりさらに沖合の深海で堆積物がどのように分布するかを学ぶことを目的とする。教材には、産業技術総合研究所の調査によって採取された奄美大島西方沖の海底堆積物試料を用い、堆積物の粒度と水深との関係やその要因を考察させる。児童は既習事項から「島から遠いほど細粒になる」と予想すると考えられるが、本海域では黒潮起源の底層流の影響により距離とは対応せず、水深との関係がみられる。この特徴を通して、流れの強さが堆積物分布を規定することや、第5学年「流れる水の働きと土地の変化」との関連を考えさせる。授業では、少数地点から全32地点へと

観察対象を段階的に広げ、観察・話し合い・考察を通して探究的に学習を進める。

授業では、乾燥させた海底堆積物試料を32地点分準備し、地点番号と水深を記したケースに収納した。児童が粒度を判定できるよう、礫・砂・泥に分類した粒度見本を作成するとともに、観察結果を整理するための「色ぬりマップ」と、結果や考察を記録するワークシートを作成した。これらを活用し、堆積物の分布や規則性を整理しながら学習を進められるよう構成した。

3. 授業実践

東京学芸大学附属小金井小学校第6学年の児童34名を対象に、授業実践を行なった。ビデオ撮影、全体に対する児童の発言記録を収集するとともに、授業の事前・事後において質問紙調査を行なった。

ワークシートの「海域全体の堆積物分布の特徴」を記入する項目では、32名中24名が堆積物の粒度は水深と関係すると記述した。主な内容は、「浅い海では礫や粗い砂が多く、深くなるほど泥や細かい砂が多い」「島からの距離ではなく水深が粒度に関係する」といったものであり、一部には例外の存在にも言及する記述がみられた。一方、島からの距離と関係すると記述した児童は5名で、「島の近くには粗い粒子、沖合には細かい粒子が多い」と既習事項に基づく考えを示した。

質問紙調査では、「浅い海と深い海には何が堆積するか」を尋ねた。事前調査では、浅海は砂、深海は泥と回答する児童が最も多かったが、浅海・深海で粒度に違いはないと考える児童も16名いた。その理由として、川の運搬作用や既習の実験結果を根拠とする記述が多くみられた。一方、深海ほど細粒と考えた児童は、粒子が流される過程を理由に挙げ、深海ほど粗粒と考えた児童は、重い粒子ほど速く沈むという考えを示した。一方、事後調査では、浅海には礫、深海には泥が分布すると回答した児童がそれぞれ最多となった。また、堆積物分布の図と理由の記述から、水深と粒度の関係を理解したと判断できる児童は23名であった。この23名の事前調査の回答は、深海が細粒と考えたA群7名、粗粒と考えたB群7名、同様の堆積物が分布すると考えたC群9名に分類された。

4. 質問紙とワークシートの記述による児童の思考の変化

質問紙調査（事後）では、34名中23名が、本授業のねらいである堆積物分布と水深の関係について記述した。これらを事前調査の回答内容に基づ

き、A群（深海は細粒）、B群（深海は粗粒）、C群（浅海・深海で同様）の3群に分類し、質問紙とワークシートの記述から思考の変化を検討した。

A群では、事前調査では経験的な知識や印象に基づいて深海が細粒であると考えていたが、事後調査では水流の強さの違いを根拠として説明できるようになった。また、ワークシートでは、陸からの距離ではなく水深に着目して堆積物分布を考察しており、試料観察を根拠とした科学的な説明へと発展した。

B群では、事前調査では粒子の沈降速度を根拠に深海ほど粗粒になると考えていたが、事後調査では水流の強さを根拠として深海ほど細粒になると説明するように変化した。このことから、既習事項を活用しながらも、授業を通して堆積物分布を説明する視点が、沈降速度から流れの強さへと転換したことが示された。

C群では、事前調査では浅海・深海で堆積物は一様に分布すると考えていたが、事後調査では深海ほど細粒になることを理解し、水流や水深との関係を根拠として説明できるようになった。ワークシートでも試料観察をもとに粒度と水深の規則性に着目した記述がみられ、既習事項だけでは説明できなかった海底堆積物の形成過程を新たな視点から捉えられるようになったことが確認された。

5. まとめ：海洋教育の教材としての意義

授業観察やワークシート、質問紙の結果から、多くの児童が海底堆積物の分布と水深との関係を理解できたと考えられる。これは、観察対象を直線的な分布から海域全体へ段階的に広げたことで、既習事項を基盤に空間的な視点を発展させることができたためである。また、堆積物分布の要因を流れの影響と関連付けて説明できたことから、既存の教育課程との接続という海洋教育の課題にも対応できたと考えられる。さらに、児童の海洋への興味・関心を高める効果も認められ、開発した教材・授業モデルは海洋教育に有効であると評価できる。

6. 引用文献

- 海洋政策研究財団（2008）：小学校における海洋教育の普及推進に関する提言。
https://www.spf.org/opri/proposal_research/proposal/post_22.html
 東京大学大学院教育学研究科附属海洋教育センター（2019）：海洋教育指導資料学校における海の学びガイドブック小・中学校編。大日本図書株式会社、東京、151p.

内陸地域の中学生を対象とした海洋科学教育の授業実践

Teaching Practice of Marine Science Education for Junior High School Students in an Inland area
—東京湾と河川の堆積物の観察を題材にして—
— Through the Observation of Tokyo Bay and River Sediments —

○鈴木 美乃¹, 西田 尚央¹
Yoshino SUZUKI¹, Naohisa NISHIDA¹
東京学芸大学¹
Tokyo Gakugei University¹
e-mail: m243406y@st.u-gakugei.ac.jp¹

概要：本研究は、海から離れた内陸地域の中学校理科の地球領域の学習で、東京湾と流入河川の堆積物を比較する海洋科学教育を実践した。授業を通じて生徒は、自身の生活圏である河川から海洋への物質循環を実証的に認識し、環境問題を自分事として捉える傾向が認められた。本アプローチは特定の地理的条件に依存せずに海洋科学教育を可能にする事例であり、地域格差のない海洋科学教育の実現に貢献できると考えられる。

キーワード： 海洋科学教育，中学校，東京湾，浅川，堆積物

1. はじめに

近年、海洋プラスチックごみや海洋酸性化などの海洋環境問題が深刻化し、SDGsの目標14の達成に向けて国際的な取組が進められている。しかし、日本の達成状況は依然として課題が多い

(Sachs et al., 2025)。国内では2007年の海洋基本法の公布以降、学校教育における海洋教育の充実が図られ、学習指導要領においても科学的探究の意義が強調されている。東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター(2019)は、「海に親しむ」経験の重要性を提唱しており、多様な校種・教科で実践が蓄積されている。しかし、既存の海洋教育において地球科学的視点に立った実践は、必ずしも十分に行われていない。特に、内陸地域では、生活圏が海から遠いため、生徒が海洋環境を自らの生活と結びつけて自分事として捉えるハードルが高いことが考えられる。一方で、海洋環境の保全には、河川を通じて海と繋がる内陸部からの理解とアプローチが不可欠である。

本研究の目的は、堆積学的知見を基盤として、内陸部に位置する中学校理科の授業を対象に、東京湾地域と河川の堆積物の運搬・堆積過程の特徴をもとに、生徒が海と自己の生活に関連づけて考えられるような海洋科学教育を実践することである。本発表では、開発した授業実践の概要を報告するとともに、実践に伴う質問紙調査の結果を中心に、生徒の海に対する考えに与えた教育的効果について分析・評価をする。

2. 授業実践

本研究では、河川堆積物と東京湾の海底堆積物を比較することで、人間活動の影響を考察させる教材・ワークシートを開発した。東京都内陸部の義務教育学校(7・9年生)にて実践した。中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編第2分野「(2)大地の成り立ちと変化」の単元を構成し、第5時に、東京湾を「現在地層が形成されている場所」として位置づけた。7年生は全5時間の単元として、9年生は単発の1時間授業として実施した。本時のねらいは、2つの泥の比較を通じ、流域の連続性と人間活動の影響を考察させることにある。授業は以下の流れで展開した。

- 流域の意識化：ワークシートを用い、身近な浅川が多摩川を経て東京湾へ繋がる空間的連続性を認識させた。
- 観察と比較：2種の泥の色・粒径・においなどを観察し、その相違に気づかせた。
- メカニズムの理解：河川から東京湾への運搬過程における人間活動の影響について解説した。
- 考察：自然環境と人間活動のつながりについて、生徒自身の言葉で考察を深めさせた。

3. 分析

授業前後の生徒を対象に、質問紙調査を実施した。設問は『「海と日本人」に関する意識調査2024年』(日本財団, 2024)を基に構成し、海への意識や環境問題の理解を問う選択式設問と、「東京湾の理想の姿のためにできること」を問う自由記述を

設けた。事後調査では授業の感想記述を追加した。分析では、自由記述回答および感想を対象にテキスト分析を実施した。生成 AI を用い、記述内容との整合性を精査したうえで回答を分類・定量化した。また、感想の記述に対して単語出現頻度の算出とワードクラウドによる可視化を行い、特に「東京湾」を含む記述を抽出してその傾向を精査した。

4. 結果

実践した授業では、生徒が積極的に堆積物を比較する様子が認められた。7 年生は 2 つの堆積物の感覚的な観察に関心が高く、9 年生は事実に基づきその相違の理由を論理的に考察しようとするなど、発達段階に応じた取り組みの姿勢が見られた。まとめのワークシートでは、河川と海洋のつながりを明確に意識した記述が見られ、流域の連続性についての理解が深まった様子が確認された。質問紙調査（事前）では、海に対する肯定的な意識は高い一方、実際の行動として接触機会には反映されていない傾向が示された。自由記述分析の結果、事前・事後ともにゴミ流出防止に関連する回答が多かったものの、質問紙調査（事後）では特に、9 年生において環境配慮や社会的行動に関わる、より発展的な記述割合が増加する傾向が認められた。感想のテキスト分析では、授業のキーワードである「東京湾」などの名詞が頻出した。特に 9 年生においては、自身の内面化を示す動詞が多く認められた。内容分類では、流域を意識した清掃活動や具体的行動のほか、水質汚染や資源消費に対する対策など、多角的な視点から自然環境と人間活動のつながりを捉える記述が認められた。

5. 議論

堆積物の比較観察は、地理的障壁を超えて海洋環境問題を自分事に捉えるために有効な手法であったと考えられる。このような地球科学的視点のアプローチは、生徒の既習事項や日常経験を空間的・時間的な連続性という視点で統合するツールとして機能する。このことは、個人の興味関心のギャップを越えて、河川と海洋のつながりを実感させ、海洋環境問題を自分事として捉えさせることが可能なことを示唆する。本実践は、内陸地域特有の「物理的距離」という心理的障壁を、地域資源である「河川堆積物」を活用することで解消する事例である。地理的条件の制約に依存しないこの実践は、海洋に面していない学校であっても海洋科学教育を展開することが可能であることを示す。す

なわち、地学分野の学習指導要領を基盤としつつ、地域の特性を教材化する本アプローチは、居住地に関わらず多くの子どもに地域格差のない学習機会の確保につながれると考えられる。

6. 今後の課題

本研究により、中学校理科の中でも地球科学的視点に立った堆積物を用いた海洋科学教育は、内陸地域においても有効な学習モデルとなる可能性が示された。より多くの子どもに海洋科学教育の機会を確保するため、以下の二点に取り組む必要性が考えられる。まず、発達段階に応じたカリキュラムの体系化である。今回の実践で認められた 7 年生と 9 年生の反応の差異に基づき、海洋科学教育においても学年に応じた柔軟な目標設定とカリキュラムの構成が重要である。具体的には、7 年生には「観察・実験」を通じた物質の性質への探究を、9 年生には実際の海底堆積物データや人為的負荷に関するグラフを用いた「データの読み取りと論理的考察」を充実させ、最適な指導体系を構築する。次に、地球科学的視点を核とした海洋科学教育の長期的効果の検証である。現時点では短期的な意識の変化の評価をすることにとどまる。しかし今後は、構成したカリキュラムを実践しながら、実践の効果を詳細に分析することが必要であると考えられる。こうした地球科学的視点の学びが、生徒の将来的な行動や市民としての意思決定に、どのような長期的影響を与えるかを解明していくことが重要である。地球科学的視点を核とした海洋科学教育の手法を確立し、地域格差のない学習機会の確保へとつなげていきたい。

引用文献

- 日本財団, 2024: 「海と日本人」に関する意識調査 2024, https://uminohi.jp/research/img/pdf/survey_img16.pdf.
- Sachs, J.D., Lafortune, G., Fuller, G., Iablonski, G., 2025: Financing Sustainable Development to 2030 and Mid-Century: Sustainable Development Report 2025. Paris: Sustainable Development Solutions Network (SDSN), Dublin: Dublin University Press.
- 東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター, 2019: 新学習指導要領時代の海洋教育スタイブック, 株式会社小学館, 111p.

砂防堰堤の仕組みを理解する授業から新たな問いを立てるプロセス

the process of formulating new questions from a lesson that helps you understand how sabo dams work

○佐藤 真太郎

Shintaro SATO

畿央大学

Kio University

e-mail: s.sato@kio.ac.jp

概要：小学校第4学年児童を対象に、砂防堰堤を題材とした学習計画を立てた。具体的には、砂防堰堤等を見学に行くフィールドワークを実施した。その後、教室で、砂防堰堤のモデル実験を行い、その仕組みを理解した。さらに、砂防堰堤の仕組みを理解する授業の振り返りを45分間実施した。本稿では、その振り返りの中で、児童がどのように問題を導出するのかを検討した。その結果、自然災害に関わる地域の歴史や文化などについて新たな問題を見出す可能性が示唆された。

キーワード： 砂防堰堤、土砂災害、自然災害、雨水の行方と地面の様子

1. はじめに

京都市内の小学校第4学年児童を対象にし、カリキュラム・マネジメントの下、砂防堰堤を題材とした学習を計画した（表1）。本稿では、その内、10時間目に総合的な学習の時間に実施した砂防堰堤の仕組みを理解する授業を振り返る活動に着目する（表1の太字箇所）。具体的には、モデル実験を通して、砂防堰堤の仕組みを理科する授業の振り返りを通して、児童がどのように新たな問題を導出していくのか、そのプロセスを分析する。

2. 研究の方法

京都市内にある小学校の第4学年児童103名を対象に2026年6月下旬に実施した。砂防堰堤の仕組みを理科する授業の振り返りは、4つのクラスに分かれて実施した。授業はそれぞれのクラスの担任の教員が行った。

各クラスの授業をiPadで動画を記録した。記録したデータをAI文字起こしサービスNootta (Notta株式会社)で文字起こしした。そして、文字起こししたデータを基に分析した。

表1 砂防堰堤を題材とした学習計画

時	教科	学習内容
5h	理科	雨水の行方と地面の様子について、水は高い場所から低い場所に流れることや、水のしみ込み方は、土の粒の大きさによって違いがあることを理解する。
2h	総合的な学習の時間	学校から近い、砂防堰堤及び沈砂池などを見学するフィールドワークを行い、砂防堰堤などについて知る。
1h	総合的な学習の時間	フィールドワークを通して、気付いたことを話し合い、問題を見いだす。
1h	理科	砂防堰堤の仕組みについて、実験を通して理解する。
1h	総合的な学習の時間	砂防堰堤の仕組みを理解する授業を振り返る。

3. 授業の流れ

初めに、教師が、砂防堰堤がある場合と、無い場合でどのように違うのかを児童に発言させた。その後、砂防堰堤の仕組みについて実験を通して理解した授業の動画を見た。自分たちが実験していた時の様子及び実験の結果を確認した。

次に、NHK for Schoolの「砂防ダム役割」という動画を視聴した。砂防ダムが街の被害をくいとめる仕組みについて改めて確認した。

さらに、教師と児童、児童同士の対話により、自分たちの地域に、過去、土砂災害があったのかという話になり、学校がある地域の風土記（社会科の教材）で調べることになる。

4. 新たな問いを立てるプロセス

授業全体の概要理解を目的に、4つのクラスで実

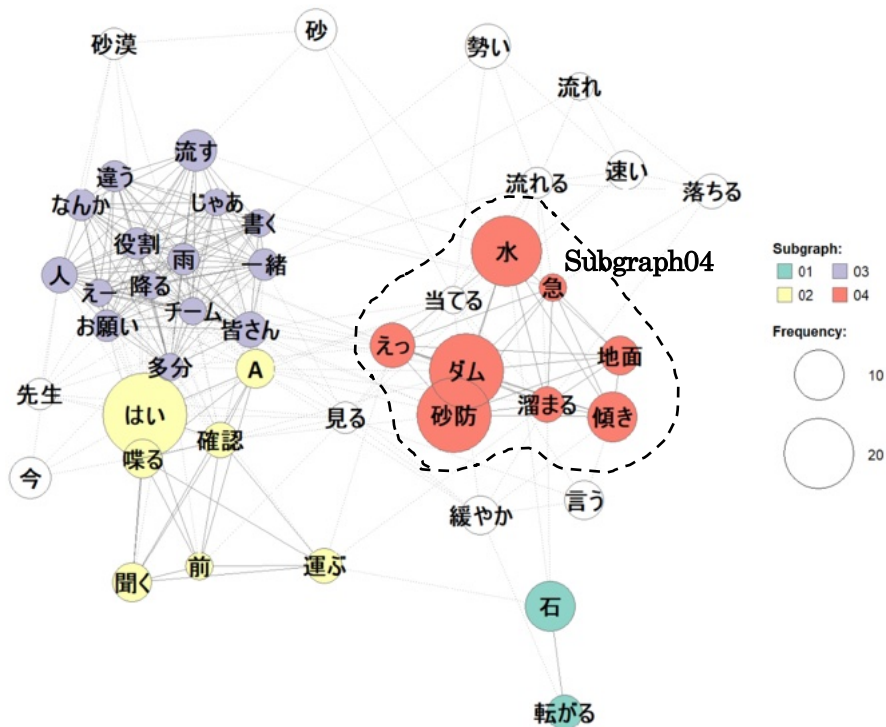


図1 授業中の発言についての共起ネットワーク図

施した授業の発話プロトコルデータを基に、「KHCoder」を用いて、共起ネットワーク図を作成し、その結果を色を分けて示す、サブグラフ検出(modularity)を行った(樋口, 2014)。総抽出語数(使用)は2167(763)、異なり語数(使用)は、396(276)であった。2つの集合要素における共通要素の割合を示すJaccard係数は、図の見易さを考慮し、0.15とした。

図1から、modularityによるサブグラフでは、4のグループが示されている。その内、Subgraph04が最も出現回数の多い語が集合している。Subgraph04の語について、発話中の使用場所を示すKWICコンコーダンス機能で、語の使われ方を確認した。その結果、砂防ダムに土砂が溜まり、地面の傾きが穏やかになると土砂が運ばれないことなどの会話が行われていた。また、砂防ダムが無いと、地面の傾きが急なままで、水が速く流れることについての発話も見られた。

次に、実際の授業中の対話を見る。特に、教師と児童、児童同士の対話により、自分たちの地域に、過去、土砂災害があったのかという話になり、風土紀で調べることになる過程を確認する。

表2に示すように、過去、この地域に土砂災害はあったのかという話題になり、家庭で、地域の昔あった災害について話を聞いてきた児童が発言し

ている。

表2 授業中の発話プロトコル

話者	発言
A	土砂災害が実はあったんですよ、この地域。
B	あ、そうなん。
A	え？だってさ、そう言ってたもん。言ってた。ひいおばあちゃんが言ってた。
T	あ、よかったよかった。Aさんちょっと喋ってそれ、みんな早く。
A	ひいおばあちゃん、亡くなってるんだけど、お母さんが昔、ひいおばあちゃんからこの方から砂防ダムがない時にブワブワ来て、土砂災害来て人が攻撃したとした。
C	砂防ダムがない時代が。

以上のように、理科で学習した内容の振り返り過程で、自然災害に関わる地域の歴史や文化などについて新たな問題を見出す可能性が示唆できる。

引用文献

樋口耕一(2014):社会調査のための計量テキスト分析【第2版】内容分析の継承と発展を目指して、株式会社ナカニシヤ出版、1-251.

瀬戸内海西部の海底活断層と陸上の調査に基づく防災教育

Disaster Prevention Education Based on Surveys of Active Subsea Faults in the Western Seto Inland Sea and Onshore Surveys

○岡田 大爾¹, 越智 秀二², 藤岡 達也³, 石原 茂和⁴, 橋本 清勇⁵
Daiji OKADA¹, Shuji OCHI², Tatsuya FUJIOKA³, Shigekazu ISHIHARA⁴, Seiyu HASHIMOTO⁵

広島工業大学¹, 福山大学², 滋賀大学³, 広島国際大学^{4,5}
Hiroshima Institute of Technology¹, University of Fukuyama², University of Shiga³,
Hiroshima International University^{4,5}
e: d.okada.sj@it-hiroshima.ac.jp¹

概要： 広島の大学生に南海トラフに加えて最近発見された瀬戸内地域活断層の地震防災授業を行った。津波到着迄に数時間かかると思っていたが、海底活断層地震の津波は最短数分で到着し、川を遡上すると波高が高くなる危険性や広島での大規模地震遭遇に関する学生の警戒感が授業後に大きく増加した。原発賛成反対両派が協力して Geopark を作るとともに津波からの避難路整備と避難訓練が必要である。

キーワード： 活断層, トレンチ, 海岸地形, 避難路整備, 津波到達時間

1. はじめに

南海トラフ地震に対する関心が高まる一方で、内陸活断層への関心が低い傾向がある。瀬戸内西部は原子力発電所や中間貯蔵施設の計画もあって海底活断層調査が進められている(中国電力, 2025)。本研究も、20 数年前から海岸地形から海岸線の隆起量や津波の到達最高地点の高度を測定してきた。

国東半島から伸びる防予諸島断層帯が陸上で見られる屋代島でトレンチ壁面(宮下ほか, 2026)を観察し、周辺地形・地質との関連で議論を行った。

横ずれ断層の一部でも上下動があった場合、津波が発生する可能性がある。大上(2025)によれば断層長は少なくとも 60km 以上、延長部まで含めると 70~75km 以上と報告されている。この断層帯が 1 つの活動として活動する場合には、87.5km で松田式から M8 クラスの大地震を発生させる可能性がある(越智ほか, 2026)。周辺住民のほとんどが南海トラフ地震以外を知らず、大きな地震があっても津波到達までに 3~4 時間かかると思っているところに能登半島地震のように最短数分で沿岸に到達する可能性がある。犠牲者が出ないようにするためにも近隣の県市の島嶼部、沿岸部住民への活断層地震・津波危険性の周知と避難路の整備、避難誘導の計画策定など、早急な対策が必要である。

大学生は一斉学修が可能な最終段階で、多くの高度な活動が可能である。毎年約 1000 人の 1 年生各自が周囲人々の意識を高めることで多数の防災

リーダーを育成でき、ソフト面の国家強靱化に資すると伝えて授業に主体的に取り組ませている。

2. 授業で扱った活断層・海岸地形・津波の内容

図 1, 2 の活断層が約 7~9 千年の周期で繰り返され、西暦 574 年~644 年の間と推測される地層 2b は切っていない。そのことから最後の 1 万 2 千年前の地層 4b を切った断層活動以降の長い期間地震が起きていない可能性があり、大学生は近い将来地震の危険性を感じた。屋代島はトレンチ断面だけでなく、断層の北西側海岸のみノッチが満潮時の海面から約 2m

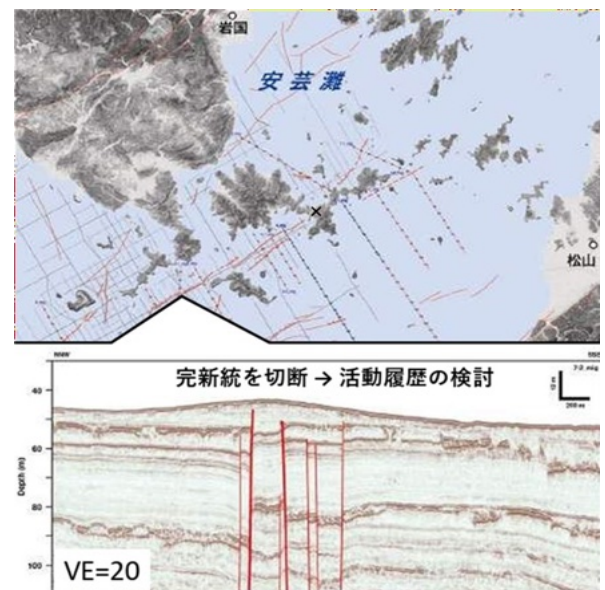


図 1 活断層断面とトレンチ(X)(大上 2025 に加筆)

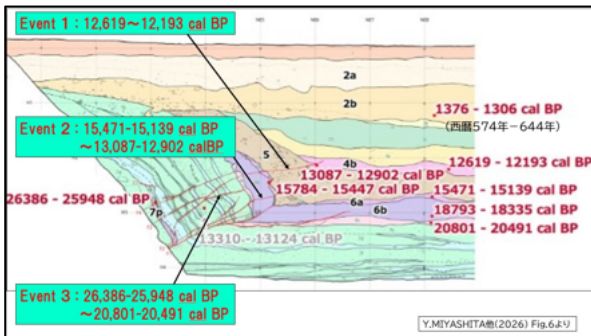


図2 トレンチの断層と地層年代(宮下ほか,2026より)



図3 活断層北西側の上昇を裏付ける海岸地形

上にあり(図3),両者は整合的である。今治沖の燧灘にも北西側が上昇して陸化した活断層が発見され、かつ瀬戸内中西部に長期間の地震空白域が危惧される事を学んだ。そして、海底の深さからの計算で早ければ数分で津波が近隣の沿岸に到達することを知った。

3. 教育効果の評価

前期受講者300人弱に2の授業の前後に下記の質問に対する4件法での回答とその理由を記述させた。

- ①ある人が、広島湾の海岸付近にいた時、かなり大きな地震がありました。南海トラフから津波が到達するまでに3時間以上かかると聞いています。その人は、2時間以内に安全な高い所に移動すれば安全だと思いますか？
- ②広島湾に2mの津波が来ると予想されたときに、ある人が、河口から3km上流の川のそばにいます。海岸線ではなく河口から3km上流でしかも2mより高い4mの高さにいる人は安全だと思いますか？
- ③広島県は地震が少なく、かつ阪神淡路大震災や能登半島地震のような大きな地震は起こらないと聞いています。あなたは、広島にいれば、大きな地震が起こらず、安全だと思いますか？

選択肢は、1「そう思う」、2「少しそう思う」、3「あまりそう思わない」、4「そう思わない」と設定しており、この1～4を、回答の値としている。

授業前後の対応のあるデータで順序尺度に適合するのは、Wilcoxonの符号付き順位検定である。(授業

後－授業前)の差分について、全体として0よりも有意に増加しているかを、最も値の大きいものから順位で検討する方法である。有効回答数は277(人)。問①について、授業前の平均値は3.11、授業後は3.52、検定量 $S=8651.0$, $p<0.0001$ (両側検定)となり、否定的な選択肢の方へ、選択を移動した傾向は有意である。問②は、授業前平均3.31、授業後平均3.5、検定量 $S=6432.5$, $p<0.0001$ 、問③では、授業前平均3.48、授業後平均3.71, $S=5579.5$, $p<0.0001$ となり、3問とも、有意に、授業後は否定的な選択肢のほうへ選択を変化させている。その結果、1234の選択肢の平均を警戒を表す度合いと考えた場合、授業前に比べて質問①②③共に授業後の方が大学生の警戒感が増している。

4. 展望－賛成・反対を越えた散智の重要性－

原発賛成・反対派双方が協力して町おこしを行っている上関ネイチャープロジェクトでは、奇跡の海と言われる自然を全国の研究者や一般の方々の調査や観光、及び漁業等の産業振興を行っている。我々は、賛成・反対両派の代表者達と協力しながら原発関連以外の経済の柱にするため、Geoparkとして貴重な地質・生物・食の自然資産を観光開発し、その中で避難経路と誘導の看板を整備したいと考えている。その関心を生かして地震発生後2分で津波が到達する可能性を伝えて安全な避難路の整備と周知や実地訓練を促進してハードソフト両面の改善を進めている。さらに、確実な安全を確保して着実な経済効果を作っていくことは「地域創生と危機管理」の授業の狙いそのものである。次の発表でさらに詳細を報告する。

引用文献

- 中国電力(2025):「上関地点における使用済燃料中間貯蔵施設」立地可能性調査報告書, https://www.energia.co.jp/atom/interim_storage/pdf/interim_storage_202508.pdf (2026/7/23 確認)
- 宮下由香里ほか(2026):防予諸島断層帯の陸域部、山口県屋代島における活断層調査(速報) JpGU 2026 https://www.jpгу.org/meeting_j2026/session_list_jp/detail/S-SS10.html (2026/7/23 確認)
- 越智秀二, 岡田寛明, 岡田大爾(2026):防予諸島断層帯の海底活断層解析図および陸上トレンチ・海岸地形・歴史資料の教材化 防災教育学会第7回大会
- 大山隆史(2025):伊予灘北部海域に分布する海底活断層の調査2024年度に実施した高分解能反射法音波探査の結果概要, <https://www.pref.oita.jp/uploaded/attachment/2248840.pdf> (2026/7/23 確認)

西瀬戸内海の海底活断層と陸上調査の成果を防災教育に繋げる Geopark 構想

Geopark Idea Connect Disaster Prevention Education Based on Surveys of Active Subsea Faults
in the Western Seto Inland Sea and Onshore Surveys

○越智 秀二¹, 藤岡 達也², 岡田 大爾³,
Shuji OCHI¹, Tatsuya FUJIOKA², Daiji OKADA³,

福山大学¹, 滋賀大学², 広島工業大学³
Univ. of Fukuyama¹, Univ. of Shiga², Hiroshima Inst. of Technology³,
e-mail: sochirock1953@gmail.com¹

概要：自然の仕組みを理解しそこから生じる災害リスクを導きだし、防災に活かすことは、防災活動には重要な要素といえる。ここでは西瀬戸内海の上関～屋代島周辺で近年発見された海底活断層の問題を主要なテーマとして、この地域の地質・地形の成り立ちと、活断層の関係についてまとめ、その中に Geopark の認定を目指す視点を取り入れる意義について考察する。

キーワード：活断層、領家片麻岩類、中新世安山岩、離水海食地形、津波、Geopark

1. はじめに

南海トラフ地震に対する関心が高まる一方で、内陸活断層への関心が低い傾向がある。ここでは最近新たな知見が得られた防予諸島断層帯による地震と津波の問題について、これまで当地域で行ってきたこの地域の地質と地形についての研究成果をもとに、この活断層のもたらす地震災害について検討し、地域の防災力向上に資する。さらには、瀬戸内海としては類まれな大岩壁に刻まれた地質景観を Geopark に登録することでより多くの人たちにこの地域の成り立ちへの理解を広め、防災意識の啓発や防災対策の施策を進める一助としたい。



図1 防予諸島周辺の地形図
(地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院に加筆)

2. 防予諸島断層帯について

今回新たに得られた活断層に関する知見は、屋代島中央部の沖積低地において、産業総合技術研究所（以下産総研と称す）による掘削調査（トレン

チ）により発見されたものである（宮下ほか2026）。この防予諸島断層帯は、これまでの活断層調査により、西から F-4 断層（長さ 40.1km, Mw6.8）、F-3 断層（長さ 33.4km, Mw6.7）、FH-5 断層（長さ 14.0km, Mw6.3）の3本が報告されており、総延長は 87.5km に達するものの、連動することは想定されていなかった（図1）。

しかしながら、能登半島地震の例にもみられるように、連動する可能性もあることから、今回の産総研による調査結果を精査したところ、少なくとも F-3 断層と FH-5 断層の2本の活断層が連動している可能性が見いだされた（図2 大上ほか 2025, 宮下ほか 2026, 越智ほか 2026）。F-4 断層との関係は不明であるが、連動する可能性は否定できないといえ、将来、マグニチュード 8 クラスの地震も発生しうることも視野に入れた防災体制の構築が必要といえる。



図2 今回の調査で判明した活断層の活動時期
(大上 2025, 宮下ほか 2026 をもとに作成) 14000 年前頃に F-3 と FH-5 が連動した可能性が見える。
防予諸島周辺の地形図
(地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院に加筆)

3. Geoparkをめざす意味と防災上の意義

防予諸島には、図3～7のように、地質学的・地形学的に価値ある大露頭が各地に見られ、地下約10kmの所で形成された岩石が様々な力を受けて地上に現れる1億年以上にわたる地球のダイナミックなドラマをまのあたりにすることができる好適地が多数存在する。このような特異な地質や地形をGeoparkに登録することは、それによってより多くの人々に、この地域の地形や地質の成り立ちに対する理解を深める機会となる。さらに住民だけでなく、多くの観光客が安心して自然を満喫でき、かつ、急な津波にも安全を確保できるように地学・地理に興味を持った人々の防災意識も一緒に高めて、避難路整備や訓練等啓発が必要である。

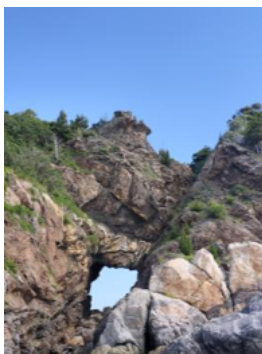


図3 離水海食洞
断層の片側が落盤して海食洞が形成された。岩の最も高所でミサゴ夫婦が子育て中。

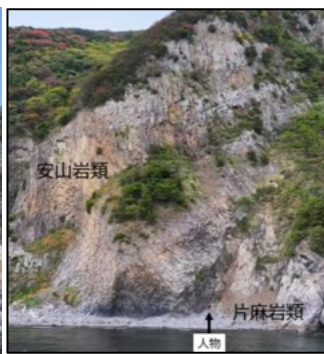


図4 八島南端の「羽衣岩」。
柱状節理の発達した中新世安山岩のマグマが上がってきた火道とその周囲の地盤を当時形成していた1億年前の領家片麻岩類大露頭。



図5 「羽衣岩」の柱状節理の拡大図
この火道の周辺の海岸には、ガラス質で気泡跡の多い溶岩の岩片の転石が多いことから、ここの山の上には当時の火山の噴火口もあった可能性がある。

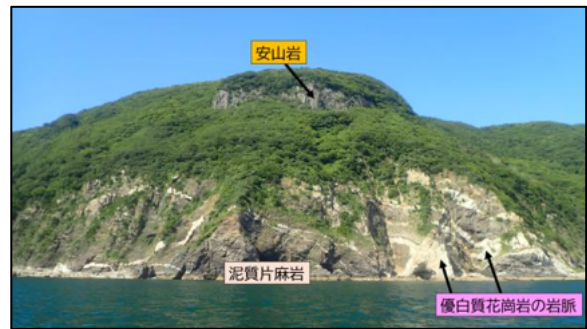


図6 祝島西側 約1億年前に形成された白亜紀花崗岩の岩脈群が貫く領家片麻岩とその上に載る約1000万年前に噴出した柱状節理の発達した安山岩の溶岩

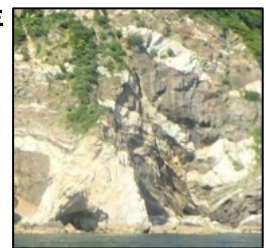


図7 岩脈の拡大写真

4. おわりに

このように Geopark 構想は、多くの人々に地下深い所から地上に現れる等の空間的な側面からだけでなく、時間的な側面からも楽しく学ぶ機会につながる。Geopark 構想は、この地域に人を集め、この地域の防災や避難のための施策を講じる上でも大きな役割を担っているように思われる。

引用文献

- 中国電力 (2010) : 中国電力上関原子力発電所敷地周辺海域の地質・地質構造 平成22年7月 原子力発電安全審査課作成資料
- 宮下由香里ほか (2026) : 防予諸島断層帯の陸域部、山口県屋代島における活断層調査 (速報) JpGU 2026 https://www.jpгу.org/meeting_j2026/session_list_jp/detail/S-SS10.html (2026/7/30 確認)
- 越智秀二, 岡田寛明, 岡田大爾 (2026) : 防予諸島断層帯の海底活断層解析図および陸上トレンチ・海岸地形・歴史資料の教材化 防災教育学会第7回大会 予稿集下巻, 34-35
- 大上隆史 (2025) : 伊予灘北部海域に分布する海底活断層の調査 2024 年度に実施した高分解能反射法音波探査の結果概要, <https://www.pref.oita.jp/uploaded/attachment/2248840.pdf> (2026/7/30 確認)
- 産総研 20 万分の 1 地質図 V2 <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/viewer/?center=33.7643%2C132.1133> (2026/7/30 確認)
- 国土地理院 HP より 地理院地図 <https://maps.gsi.go.jp> (2026/7/30 確認)

地域の自然, 科学技術の二面性を重視した SDGs, STEAM 教育の開発

Development of SDGs and STEAM education emphasizing the dual nature of local natural environments and science and technology.

山口県上関地域を例として

Using the Kaminoseki region of Yamaguchi Prefecture as an example

○藤岡 達也¹, 岡田 大爾², 越智 秀二³

Tatsuya FUJIOKA¹, Daiji OKADA², Shuji OCHI³

滋賀大学¹, 広島工業大学², 福山大学³

Shiga University¹, Hiroshima Institute of Technology², Fukuyama University³

e-mail: fujioka@edu.shiga-u.ac.jp¹

概要：国内外の複雑な情勢を反映して，教育界の動きも目まぐるしく展開している．本研究では日本の現代的な諸課題，例えば，環境問題，エネルギー危機，災害対策，地域創生などに焦点を当て，地学教育の貢献について考察する．具体的には，山口県上関地域を事例として取り上げ，諸課題へのアプローチを地域の特殊性に着目するだけでなく，国内全体につながる普遍性・一般化を試みる．その切り口として SDGs, STEAM 教育から捉える．

キーワード： SDGs, STEAM 教育, 山口県上関地域, ジオパーク構想, 原発建設予定地

1. 持続可能な社会と地学教育

近年，学校教育においても様々な動向が見られる．例えば「持続可能な社会の創り手となることができるようにする」ことが学習指導要領前文に記載されるなど，国際的に注視される SDGs の取組が求められている．特に，気候変動，自然災害，エネルギー危機への対策などの領域では，地学教育に期待される役割は大きい．地学教育においてもコンテンツ・ベース重視からコンピテンシー・ベース重視の教科・科目の方向性がますます注目される．今後の人材育成にも関わる，SDGs と STEAM 教育等の具現性を認識し，地学教育の中でも教育開発に取り組むことが期待される．

一方で，教育内容・方法，システムともに日本列島の各地域の特性から普遍性・一般性さらには共通性を導き出すのは容易ではない．その中で本研究において事例として取り上げるのが，山口県上関地域の環境保全，開発とエネルギーの課題，そして地史・自然景観の活用である．

当地域では，多島海とも言える瀬戸内海西部の美しい景観を有し，豊富な海産資源以上に，多様な生態系が展開する．しかし，2001 年，町に原子力発電所の建設計画が国の電源開発基本計画に組み入れられた．2009 年 4 月から準備工事に着手されたが，2011 年 3 月東日本大震災時の福島第一原子力発電所事故により，建設に対する進捗は止まった．ただ，原発計画は消滅したわけではなく，2023 年には中国電力が関西電力と共に，原発予定地を

使用済燃料中間貯蔵施設としても活用する計画を示した．本地域も日本の地方創生が求められる課題が存在する．つまり，少子高齢化，地域産業の活性化が切実な状況の中で，住民にとっても発電所の計画に当たっては，賛成派・反対派が町内を二分している．本研究では，持続可能な社会の構築に向けて避けることができない様々な課題が存在する，上関町に関する現状と解決アプローチを検討する．

2. 地質と原子力に関連した問題

上関地域において，原発建設への反対活動を行っているのは，上関の自然を守る会であり，生態系保全の視点から，原発の広大な埋め立て等による自然環境の破壊の懸念を訴えている．活断層の存在，活動の可能性についての調査・検討は，原発の設置に関して不可欠である．当地域の地質の特色についても従来からも調査がされている．ここで，国内の近年の地震と原発に関する課題を整理する．

(1) 原発事故と立地に関する問題

2007 年新潟県中越沖地震では当時世界最大規模であった柏崎刈羽原発が火災，放射線が漏洩し，風評被害により，農業や漁業の売り上げに悪影響が生じた．再稼働後，2011 年東日本大震災後が発生し，しばらく停止され，2026 年に 6 号機が営業運転を開始した．その東北地方太平洋沖地震では，巨大津波が東北地方の沿岸部を襲い，甚大な被害が

発生した。特に福島第一原発(1F)は耐震構造がなされていたが、電源が失われメルtdownにより日本の原発事故史上最悪の被害が生じた。福島第二原発(2F)も津波によって電源は失われたが、電源復旧作業が間に合い、1Fのような惨事は免れた。震源に最も近い宮城県女川原発周辺では、町が津波で大被害を受けた。原発は高台に立地しており、津波からは免れ、女川町の復興に原発マネーが貢献している場所も一部見られる。2024年能登半島地震でも、地震発生直後、能登半島中央部に立地する志賀原発では、情報が錯綜しており、一時正確な状況が伝わらない状況にも陥った。

(2)地質をめぐる課題

中央構造線沿いの活断層周辺の伊方原子力発電所は、これまでも国会で論議されたり、高裁で取り扱われてきたりした。原発立地条件をめぐる、発電所の安全性が繰り返し論議されてきたのは断層の存在だけではない。九州南部では、旧石器時代、縄文時代に、周辺の地域に甚大な被害を与えたと考えられた巨大カルデラ噴火が生じている。火山活動が活発な地域だけに大規模な噴火時の原子力発電所への影響が検討されている。

現在、国際的に高エネルギー最終処分地は各国内に設置されることになっている。地層処分という言葉が用いられているが、地殻変動の著しい日本列島では、適切な言葉とは言えない。むしろ「ガラス固化処分」に依存している。日本において最終処分地は決まっておらず、使用済燃料中間貯蔵施設が半永久的に最終処分貯蔵施設となりつつある。

3. 上関地域の自然環境と地方創生

地殻変動の著しい日本列島での原発及び貯蔵施設等の設置には課題が多い。一方で持続可能な地域の在り方を考えた場合、大規模な産業の誘致も切実である。地方財政の厳しさ、過疎が進む現状を考えると、原発電設置により交付される交付金や固定資産税等による得られる収入は大きい。また、大企業の地域の雇用及び関係者の定住により人口増加に期待が持て、地域の産業が活性化される可能性も高い。中国電力は上関町に対し、2007年以降、総額24億円の寄付を行ない、町はこれから基金を設立し、町民の生活支援事業に用いている。中間貯蔵施設計画についても、町への交付金による町財政の安定や町の産業の経済効果、施設の安全性の過信がある。エネルギー危機の観点から、従来議論されているNINBY問題も無視できない。

4. エネルギー・災害危機とSDGs, STEAM教育

当地域でも地学的自然については、生物的自然の観点に比べ、十分に認識されているかは疑問である。近年の産総研の報告結果からも活断層の存在が明確になっており、従来からこの地域は中央構造線に平行する活断層の存在が懸念されている。原発をめぐるエネルギー安定・安全等の論議はSTEAM教育の典型的な例である(藤岡,2021)。

ただ、地域の景観の形成を遡れば、中生代後期の花こう岩体の貫入、変成岩の形成、新第三紀の火山活動、第四紀以降の地殻変動、最終氷期以降の海進が複雑な自然景観を呈している。日本列島の地史が学校教育で十分に学ばれているとは言えない中、これらをジオパークとして地域の活性化につなげることは、原発推進派・反対派ともに異論はない。

地学的自然の魅力を探ることから始め、自然の恩恵と災害の二面性を捉え、地震・津波等による自然災害から事故災害への対応も理解できる新たな地学教育のアプローチを考えたい。日本列島への海外からの訪問者数はコロナ前を上回るようになっている。地域の活性化に観光開発は重要な意味を持つ。今日、各地域でジオパークへの取組が見られるが、これは日本列島各地の魅力の再発見と言っても良いだろう。住民にとって地域の評価を内部だけでなく、外部からも認められることの意義は述べるまでもない。地学的自然から読み解く自然の営みの理解と活用は、地方創生の基盤となる。当地域においても日本列島の形成の理解の場として実感される期待が持てる。

かつて、科学を技術、社会との相互関連から捉えるSTS教育が注目された時期があった。これとは別の脈絡で今日ではSTEAM教育の在り方が論議されている。科学技術を社会的文脈で捉えるだけでなく、「A」を感性や議論のプロセスなどとも連動させ、幅広く考えられるようになっている(藤岡,2022)。ここに日本列島の特色を活かした日本型STEAM教育の展開が期待できる。今後、従来の地学教育の活性化に地域から一般性に繋げるSDGsやSTEAM教育の視点を入れることを進めたい。

引用文献

- 藤岡達也編著(2022):よくわかるSTEAM教育の基礎と事例,講談社,全162頁
 藤岡達也(2021):1億人のSDGsと環境問題,講談社,全184頁

大分県豊後大野市の小学校におけるジオパークを用いた教育

Geopark-based Education in Elementary Schools in Bungo-Ono City, Oita Prefecture

○三次 徳二¹, 小嶋 桃太²

Tokuji MITSUGI¹, Momota KOJIMA²

大分大学教育学部¹, 大分市立金池小学校²

Faculty of Education, Oita University¹, Kanaike Elementary School, Oita City²

e-mail: tokuji@oita-u.ac.jp¹

概要：本研究では、大分県豊後大野市内の小学校においてジオパークを用いた教育が、どのように実施されているのかを明らかにすることを目的として質問紙調査を行った。豊後大野市の小学校教員は、ジオパークについてよく知っている教員が半数を超えており、豊後大野市内の小学校での勤務歴が長い教員ほどその割合は高い。また、ジオパークを用いた教育については、勤務歴が長いほど実施している。ジオパークを用いた教育としては教室内での授業が最も多く、経験歴による違いは見られなかった。一方、体験活動や野外活動については、勤務歴が長い教員ほど実施している傾向があった。

キーワード：ジオパーク、小学校、勤務歴、総合的な学習の時間

1. はじめに

大分県内には、東国東郡姫島村全域を範囲とする「おおいた姫島ジオパーク」と豊後大野市全域を範囲とする「おおいた豊後大野ジオパーク」の2地域が日本ジオパークに認定されている。このうち、本研究で対象とする「おおいた豊後大野ジオパーク」は、阿蘇火山の約9万年前の巨大噴火による火砕流からよみがえった豊かな大地に焦点をあて、「巨大火砕流から9万年 生命(いのち)をつむぐ豊後の水と大地の彩り」をテーマにしている。豊後大野市全域に、多様な地形・地質に関係したジオサイトが存在し、地域の人々や来訪者が学習したり体験したりできるように公開・活用されている。

豊後大野市の小学校においては、地域の自然資源を活用した学習が取り入れられている。河野ほか(2022)、花坂ほか(2022)では、豊後大野市内のジオサイトを教材として活用した教科横断的カリキュラムの開発を行っている。これらの研究では、児童が地域の自然を調べる活動を出発点として、そこで得た知識を地域の歴史・文化と結びつけ、さらに自分の考えや表現につなげるという学習の流れが示されている。あわせて教員に対する質問紙調査も行われており、指導者によってジオパーク学習を行う時間数や内容にアンバランスが見られる問題点も挙げられている。

本研究では、豊後大野市内の小学校を対象に、ジオパークを用いた教育が、どのように実施されているのか明らかにすることを目的とする。特に、教師の豊後大野市における勤務歴の違いに注目して比較することで、経験年数によって取り組み方や感じている課題に差があるのかを明らかにしたい。

2. 研究方法

豊後大野市の小学校で通常学級の担任をしている教員を対象に、ジオパークを用いた教育に関する質問紙調査を行った。2025年12月に豊後大野市内の小学校11校に質問紙を郵送し、通常学級の担任をしている教員に回答を依頼した。質問紙は以下のとおりである。(選択肢は省略)

- (1) 豊後大野市に勤務して何年目ですか。
- (2) 豊後大野市のジオパークについてどのくらい知っていますか。
- (3) (2)で知っている方 ジオパークについての知識はどのようにして得ましたか。
- (4) これまでにジオパークを用いた教育をどのように行いましたか。
- (5) 小学校教育にジオパーク学習を取り入れる必要があると思いますか。
- (6) ジオパーク学習を通して児童にどのような力を育てたいですか。
- (7) オパークを用いた教育を行う上で大変だったことはどのようなことですか。
- (8) (7)を改善するために今後どのような支援を必要としますか。
- (9) ジオパーク学習についてのお考えや、このアンケートについてのご意見がございましたら、お書きください。

3. 調査結果

質問紙調査には68名の方から回答があった。学級数を考慮すると、8～9割程度の回収率である。紙面の関係で(1)～(5)までの結果を掲載する。

(1)教員の勤務歴

豊後大野市における勤務歴が1～3年目の方が最も多く、半数程度を占めていた。一方、勤務歴が11年以上となる方も30%程度を占めている。以後、勤務歴によって3つの階層に分けて結果を表す。

(2)ジオパークに関する理解の状況(表1)

「特定のジオサイトは紹介できる」や「ジオパーク学習を授業で行うことができる」とジオパークについてよく知っている方があわせて68名中38名で55.9%と半数を超えている。勤務歴別にみると、11年以上の方で上記2つの選択肢を回答した方は22名中19名を占めるものの、4～10年目の方は14名中9名、1～3年目の方では32名中10名と割合が小さくなっていく。

表1 ジオパークに関する理解の状況

勤務歴	特定のジオサイトは紹介できる	ジオパーク学習を授業で行うことができる	名前を聞いたことがある程度
1～3年目(N=32)	5 (15.6%)	5 (15.6%)	22 (68.8%)
4～10年目(N=14)	1 (7.1%)	8 (57.1%)	5 (35.7%)
11年以上(N=22)	5 (22.7%)	14 (63.6%)	3 (13.6%)
全階層(N=68)	11 (16.2%)	27 (39.7%)	30 (44.1%)

(3)ジオパークに関する知識を得た方法

「実際に現地を訪れて学んだ」や「ジオパークについての研修を受けた」と回答した方が、それぞれ64名中52名、44名であり、具体的に学んでいる方が多いことがうかがえる。

(4) ジオパークを用いた教育の経験とその種類

1～3年目の方は32名中20名の方で経験があったが、4～10年目の方は14名中13名の方が経験をしており、11年以上の方は22名全員の方に経験があった。豊後大野市における勤務歴が長くなるほど、ジオパークを用いた教育の経験がある方が増える傾向にある。経験のある方の中では、授業(教室)の割合が最も大きく、勤務歴による違いは見られなかった。一方、体験活動や野外活動については、勤務歴が長くなるにつれ、経験のある教員の割合が増えていった。

(5) ジオパーク学習の必要性(表2)

取り入れたほうが良いと肯定的に回答する方は全体では68名中61名を占めた。強い肯定の回答をする方は全体で68名中20名だが、勤務歴が11年以上の方は22名中12名と54.5%を占めていた。

4. 考察

豊後大野市での勤務歴が3年目以下の教員が多

表2 ジオパーク学習の必要性

勤務歴	強く思う	思う	どちらともいえない	あまり思えない
1～3年目(N=32)	4	24	3	1
4～10年目(N=14)	4	7	3	0
11年以上(N=22)	12	10	0	0
全階層(N=68)	20	41	6	1

かった。大分県における教員人事方針(いわゆる「10年3地域」)が近年まであり、教員は採用後10年で県内各地の学校を3～4年で異動していた。豊後大野市の勤務歴が短い教員には若手の教員が多く、さらに豊後大野市以外で育った教員が多くを占めていると推測される。採用後10年を経過し、豊後大野市の学校を2校目、3校目と経験する教員には中堅以上の教員が多く、豊後大野市に所縁があったり、採用後10年を経過し、地域に詳しくなったりした教員が多くを占めていると推測される。

豊後大野市の総合教育計画にも示されているように、「郷土学習」でジオパークを扱っている。各教科でも教科内容に関連させて扱うものの、基本的には総合的な学習の時間において多く扱っている。教員に対してジオパークに関する研修を行っているため、全く知らない教員はいない。ただし、ジオパークについてよく知っているのは、勤務歴の長い教員である。勤務歴が4～10年目、11年以上の教員に注目すると、知識を得た方法として「ジオパークについての研修を受けた」に加え、「実際に現地を訪れて学んだ」「詳しい人に話を聞いた」をあげる教員が多かった。授業を行い、その後自身が学び、知識を付け、さらに授業のレベルを上げるといったサイクルがあると考えられる。そのようなサイクルを繰り返していくと、ジオパークに対する意識にも違いが出て来ており、授業内容に影響があると考えられる。

附記：研究を取りまとめる過程で科学研究費助成金24K06028の一部を用いた。

引用文献

花坂 歩ほか3名(2022):「伝承」と「創造」の教科横断的カリキュラムの開発Ⅱ—教科横断による教科融合の検討—。大分大学教育学部研究紀要, 44 (1), 159-168.

河野晋也ほか3名(2022):「伝承」と「創造」の教科横断的カリキュラムの開発Ⅰ—ジオサイトを活用した単元デザインプロセス—。大分大学教育学部研究紀要, 44 (1), 145-158.

ジオパークへの関心の変化と公式サイトにおける人材情報

Changes in Interest in Geoparks and Human Resource Information on Official Websites

○小森 次郎, 太田 真

Jiro KOMORI, Shin OHTA

帝京平成大学, 北関東マツダ

Teikyo Heisei University, Kitakanto Matsuda Co.,Ltd

e-mail: j.komori@thu.ac.jp

概要： 日本のジオパークの登録は全国に広がったが、社会からの関心度の変化は殆んど把握されていない。新聞やウェブ上におけるジオパークに関連する語句の露出状況は、2010年代前半から中盤に高まった後、近年は停滞または低下していることがわかった。各ジオパークの公式サイトにおいては、29%の地域で専門員やジオガイド等の人材情報の掲載が見られず、トップページから1クリックで人材情報に到達できる地域は15%であった。

キーワード： ジオガイド, 専門員, 新聞データベース, 公式ウェブサイト, 認知度

1. はじめに

日本のジオパークは、2008年の7地域から2026年には48地域へ増加し、今後の登録を目指す地域も複数存在する。それらの地域では、教育、観光、防災、地域振興に対するジオに関する地域的要素の活用や教育への活用が進められており、地学教育や地理学教育に対しても効果をもたらしている。

一方、ジオパークの登録の継続を自ら打ち切る地域や、関連予算が大幅に削られる地域などが出現しており、日本のジオパークの持続性についての議論や対策が近年は問われている。日本ジオパークネットワークの活動状況調査では、現在のジオパークが力を入れるべきこととして最も多く挙げられていたのが「日本国内におけるジオパークの認知度向上」であった（日本ジオパークネットワーク, 2024）。ジオパークの認知・関心度の向上は、ジオパークの存続や発展にとって重要な課題と考えられる。

そのような背景から、本研究では社会がジオパークをどの程度注目してきたのかを明らかにした。さらに、ジオサイトが有する資源のうち、ジオサイトや拠点施設などの「モノ」、ツアーやイベントなどの「コト」、専門員やジオガイドなどの「ヒト」に分けて捉え、とくに、「ヒト」の情報が公式ウェブサイトにおいてどのように表現・提示されているかを明らかにした。

2. 調査方法

社会的注目度の指標として、Google Trends, 日

本語版 Wikipedia のページビュー、新聞への記事掲載状況、J-STAGE およびジャパンサーチの登録資料数を調査した。

Google Trends では、「ジオパーク」の Web 検索数と YouTube 検索数の推移を確認した。Wikipedia については、「ジオパーク」ページの月別閲覧数を、日本語版 Wikipedia 全体の月別ページビュー数で除し、100万ページビューあたりの閲覧数を求めた。新聞の掲載状況については、読売新聞、朝日新聞、毎日新聞の記事データベースを用い、「ジオパーク」を含む記事数を年別に集計した。

公式ウェブサイト調査は、2026年6月1日を基準日として、国内の全48地域を対象に行った。各地域のトップページを起点とし、専門員、学芸員、ジオガイド、アドバイザー等の情報が掲載されているかを確認した。また、その情報に到達するまでのクリック数、個人名、顔写真、専門分野、活動内容等の掲載状況を記録した。

3. 結果

全国主要三紙の記事数は、2008年以降に増加し、2010年代前半から中盤に多くなったが、2010年代後半から減少した。Google Trends の Web 検索数も2010年代に複数のピークを示したものの、その後継続的な増加は認められなかった。

日本語版 Wikipedia 全体の閲覧数で補正した「ジオパーク」ページの閲覧数は、2015~2018年には100万ページビューあたりおおむね4~6回であったが、2019年以降は2~4回、2022年以降は多くの月で1~2回となった。一方、J-STAGE やジャパ

ンサーチでは、ジオパークに関する論文や資料の登録が継続していた。専門的・記録的情報は蓄積されているが、一般社会における検索、閲覧、報道は増加していない。

公式ウェブサイトでは、ジオサイト、モデルコース、イベント、アクセス、拠点施設等の「モノ」「コト」の情報には、多くの地域で容易に確認できた。一方、専門員やジオガイド等の「ヒト」の情報には大きな差があった。

専門員とガイドの両方を掲載していた地域は21%、ガイドのみは48%、専門員のみは2%であった。いずれの人材情報も確認できない地域は29%であり、4分の1を超えた。

トップページから1クリックで人材情報に到達できる地域は15%、2クリックは25%、3クリックは23%、4クリックは8%であった。3クリック以上を要する地域と、人材情報が確認できない地域を合わせると約60%となった。

掲載内容も、ガイド団体名と連絡先だけを示すものから、個々のガイドの氏名、顔写真、得意分野、活動地域、案内可能なテーマまで掲載するものまでさまざまであった。

4. 考察

新聞記事数、検索数、Wikipedia 閲覧数に共通して、ジオパークへの注目は2010年代前半から中盤に高まった後、近年は低下または横ばいとなっている。認定地域の増加や専門的情報の蓄積だけでは、社会的注目度の持続的な上昇には結びつかないと考えられる。

公式ウェブサイトで人材情報が少ない背景には、専門員の任期や自治体職員の異動、個人情報への配慮、ウェブサイト更新の負担、ガイド団体や観光協会等との関係がある。また、公式ウェブサイトが見どころやイベントを中心に構成され、人材情報が下位ページや外部サイトに置かれている場合も

多い。

しかし、学校教員にとって、どのような専門性を持つ人に相談できるか、児童・生徒向けの対応が可能か、防災教育や地域学習に活用できるかは重要な情報である。専門員やジオガイドは、地域の地形・地質を説明し、それを安全で意味のある学習体験に変える役割を持つ。

すべての個人名や顔写真を掲載する必要はない。専門員の役割、ガイド制度の概要、案内可能なテーマ、学校・団体向けの相談窓口、活動地域、安全管理体制等を示すだけでも、人材の存在と教育利用の可能性は伝えられる。また、トップページから1クリック程度で人材情報に到達できる導線を設けることが望ましい。

引用文献

日本ジオパークネットワーク (2024) : JGN 活動状況調査・インターネット調査 2024 の概要.
<https://geopark.jp/jgn/research/r2024.html>
 (2026 年 4 月 8 日閲覧)

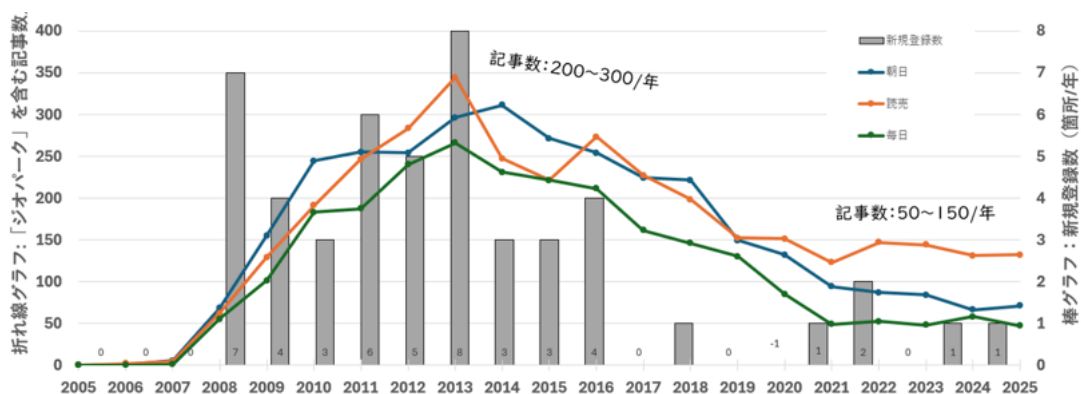


図1 ジオパークの新規登録数と「ジオパーク」を含む新聞記事数の変化

新潟県糸魚川市の地質特異性と 「食・水」を紐づける教科横断的プログラムの開発

Geodiversity of Itoigawa : Insights from our Daily Food and Water

○郡山 鈴夏^{1,2}, 小河原 孝彦^{1,2}

Suzuka KORIYAMA¹, Takahiko OGAWARA¹

糸魚川フォッサマグナミュージアム¹ 糸魚川ジオパーク協議会²

Fossa Magna Museum¹ Itoigawa Geopark Council²

e-mail: suzuka.koriyama@city.itoigawa.lg.jp¹

概要：糸魚川市の地質多様性がもたらす「水の硬度差」に着目し、大地の成り立ちが身近な生活に結び付いていることを考える教材開発を目的とした。市民が持参した水道水の硬度マッピングと、市販水を用いた出汁の抽出実験を実践した。「食と水」を切り口に、地学・社会・家庭科へと教科横断的に繋ぐことが出来る導入教材を提案する。

キーワード： ジオパーク、水の硬度、教材開発、博物館

1. はじめに

新潟県糸魚川市は日本列島を東西に二分する大断層「糸魚川 - 静岡構造線（以下、糸静線）」を境に、東西で全く異なる地質を有している。この大地の成り立ちおよび日本列島の形成の謎を紐解く重要なカギとなる糸静線露頭やフォッサマグナミュージアムはこれまで地学教育の拠点として広く活用されてきた。2009 年には日本初の世界ジオパークに認定され、地質遺産を生かした地域づくりや地学教育・ジオパーク学習を広く展開してきた実績がある（竹之内, 2009）。しかし、長年の活動にも関わらず、学校現場における「地学」への心理的ハードルは依然と存在している。

一方で、この複雑な地質構造は、フォッサマグナ内の川沿いにおける稲作、平地の少ない沿岸部での漁業、そして糸静線西部の石灰岩鉱山など、地域の多様な産業を形作る根源になっている。これらの大地の資源と私たちの生活を結びつけるジオストーリーの開発は、ジオパーク地域において極めて重要である（柚洞ほか, 2014）。

そこで、本研究では人々の生活に身近な「食」と「水」に着目した。本プログラムは「大地の違い」が「水の硬度」の違いとして現れることを可視化することで、専門外の教員や地学に関心が薄い層に対しても受け入れられやすい教材を開発することを目的とする。

2. 地質の違いと水質の違い

糸魚川市内の水道水は、河川からの取水ではなく地下水を源泉とする井戸取水型であるため（糸魚川市, 2024）、地質環境が水質にダイレクトに反映されやすい。実際に、糸静線上に位置し、東西2つの井戸をもつ市内の酒造（渡辺酒造店）では、東西の地質の由来による水質の違いから、酒の仕込み水を明確に使い分けている。

糸魚川市の取水場の硬度を表1に示す。低くて硬度54、高くて166（糸魚川市, 2025）と軟水が多い日本国内においては中硬水に位置する特徴を持つ。

表 1 糸魚川市における主要区域・給水系統別の水道水硬度（令和7年度平均値）

区域	給水地点	硬度(mg/L)	分類(目安)
糸魚川地区	寺島	166	中硬水(比較的高い)
	浦本	100	軟水と中硬水の境界
能生地区	筒石	93	軟水(比較的高い)
青海地区	須沢	54	軟水
	青海	81	軟水

本プログラムでは、市内の水質の差を感覚的・科学的に理解するため2つの実験を構築・実践した。

3. 実践内容

(1) 実験1：水道水を用いた硬度マッピング
糸魚川市内在住の方向けの市民講座として開催した。参加者が各家庭の水道水を持ち寄り、簡易硬度計

(パックテスト)を用いて硬度を測定した。測定結果を糸魚川市の地図上にプロットし、地域による硬度の違いを可視化するとともに、実際に飲み比べて味の違いについて話し合った。

(2) 実験2：市販水を用いた出汁の抽出実験
学校現場での再現性向上および水道水調達のハードルを下げる目的で、市販のペットボトルの水を利用した実験パッケージを再構築した。実験には、ファミリーマート「霧島(宮崎県)の天然(水硬度140)」と「安曇野の天然水(硬度31)」を代用した。

両者をそれぞれ沸騰させ、同一の出汁パックを投入した際の水色の変化および味覚の違いを比較検討した。

水道水の硬度マッピング実験では、地域による水道水の硬度差が明瞭に表れた(図1)。地図に落としていくことで、地質構造との関係性が視覚的に明らかとなり、参加者からは驚きや高い関心の声が上がった。



図1 持ち寄った水とパックテストの結果

4. 結果と考察

出汁の抽出・味覚実験においては、個人差はあるものの「軟水の方が魚の風味がわかる」「硬水の方は舌に残る感じがする」など意見が寄せられた。

一方、色味に関しては予想に反して、「硬水の方が濃く出る」という結果となった。豊田(2004)は水の硬度の違いによる昆布出汁の色や香りに有意さは認められなかったと論じている。一般に、調理科学では出汁の旨味抽出には軟水が適しており、硬水は軟水に比べて吸水量が低いことや昆布の成分と反応して出汁にぬめりが出てしまう可能性が指摘されている(鈴野,2008)。今回の実験では、昆布ではなく多成分を含む簡易出汁パックを用いたため、単純な比較は困難であるが、鈴野(2008)は

カルシウムやマグネシウムのミネラル成分の作用により、硬水では不純物の集積物(雑味やアク)として形成されることについて論じている。このことから、本実験で見られた色の濃さは、これら不純物の有色成分の凝集が原因ではないかと考えられる。

実際、市内の加賀の井酒造(仕込み水の硬度130)の小林社長からも「お酒にどうしても黄みがかかった色味がつき、取り除くのが難しい」と証言があり、今回の実験結果は地元の酒造りの現場における実体験とも一致した。

4. おわりに

本プログラムでは特別な実験器具を必要とせず、安価な市販水や家庭の水道水、出汁パックのみで実施できるため、学校現場へのパッケージ提供や出前授業において高い汎用性を備えている。

「石の話は難しい」と敬遠しがちな専門外の教職員からも「食・水」という生活に密着した切り口からアプローチをすることで、非常に高い関心と肯定的な評価を得ることができた。本実践は、地学を起点としつつ、水や地域の産業を学ぶ社会科、食文化を学ぶ視点から家庭科へと横断的に繋ぐことができる導入教材になりうると考えられる。

今後は学校現場での実践例をさらに積み重ね、教材としてのワークシートの製作や、カリキュラムとしての体系化を進めていきたい。

引用文献

- 糸魚川市(2024): 糸魚川市におけるガス、水道、簡易水道、下水道事業の概要. 糸魚川市。
糸魚川市(2025): 令和7年糸魚川市上水道水質検査結果. 糸魚川市ホームページ
(<https://www.city.itoigawa.lg.jp/site/gasusui/1450.html>). 最終閲覧日: 2026年7月16日。
竹之内耕(2016): ジオパークの視点を導入した学校教育と社会教育の進展 - 糸魚川ユネスコ世界ジオパークを例に - . 地学雑誌. 125 (6) ,795 - 812.
豊田美穂(2004): 硬度の異なる水が昆布だしの性質に与える影響. 平成16年度日本調理科学会大会. 要旨集。
鈴野弘子(2008): ミネラルウォーター類の使用が昆布だし汁に及ぼす影響. 日本食生活学会誌, 18 (4) , 376-381.
柚洞一央・新名阿津子・梶原宏之・目代邦康: (2014) ジオパーク活動における地理学的視点の役割. E-journal GEO, 9(1), 13-25.

自然現象の種類による「恩恵」と「脅威」の認識の相違 —被災地大学生を対象とした調査—

Differences in perceptions of “Benefits” and “Threats” based on the type of natural phenomenon
: A survey of college students in disaster-affected areas

○猪股 雅美¹, 小崎 遼介², 坂本 昌弥³

Masami INOMATA¹, Ryosuke KOZAKI², Masaya SAKAMOTO³

広島工業大学¹, 環太平洋大学², 九州ルーテル学院大学³

Hiroshima Institute of Technology¹, International Pacific University², Kyushu Lutheran College³
e-mail: m.inomata.ny@cc.it-hiroshima.ac.jp¹

概要: 自然現象は災害という「脅威」の側面から捉えられることが多い。本研究では、異なる自然災害の被災地に居住する大学生を対象に、自然現象に対する「恩恵」と「脅威」の認識を調査した。その結果、認識は自然現象の種類によって異なり、地学教育による自然現象の多面的理解や被災経験、防災知識など複数の要因が関与する可能性が示唆された。

キーワード: 自然現象, 恩恵と脅威, 地学教育, 被災体験

1. はじめに

洪水、土砂災害、地震、津波、火山災害など多様な自然災害が発生している我が国では、自然現象は主に被害や危険性といった「脅威」の側面から論じられることが多い（例えば柿本ほか、2016）。しかし、自然現象に対する人々の認識は、自然現象の種類や地域の自然環境、社会的背景や価値観によって様ではない。古代ギリシアの歴史家ヘロドトスは、エジプトについて「エジプトはナイルの賜物 (Gift of the Nile)」と表現しており (Herodotus, Histories, II. 5), ナイル川の氾濫が破壊的な災害としてではなく、人々の生活や社会を支える基盤として理解されていたことを象徴的に示している。実際、古代エジプトでは、定常的な氾濫により堆積した沈泥土が農業生産を支え、社会の安定をもたらしたと評価されている (Bunbury J., 2023)。日本でも、火山活動に伴う温泉資源や、河川作用によって形成された溪谷が景勝地として観光資源となっており、自然現象に「恩恵」が見出される場合がある。一方、地震は、地震波を利用した観測研究によって、地球内部構造やプレート運動に関する科学的知見の蓄積を可能にしてきたが、自然災害として大きな脅威と捉えられている (Mitsushita, 2023)。このように自然現象が人々にどのように受け止められているのかについては、自然現象の種類によって差異があると考えられる。

本研究では、自然現象に対する「恩恵」と「脅威」の認識に着目し、その認識が自然現象の種類によ

ってどのように異なるのかを明らかにする。さらに、回答者の被災経験、特に被災地で発生した災害の種類との関連について検討する。

2. 研究方法

自然現象に対する「恩恵」と「脅威」の認識について、大学生を対象にアンケート調査を実施した。調査対象は、広島市の大学に通う 138 名、岡山市の大学に通う 124 名、熊本市の大学に通う 46 名の計 305 名である。これらの地域はいずれも近年大規模な自然災害を経験している。広島市では 2018 年の平成 30 年 7 月豪雨により多数の土石流が発生し、甚大な被害を受けた。岡山市でも同豪雨に伴う洪水によって、各地で大きな被害が生じた。また、熊本市は 2016 年の熊本地震により、震度 7 の強い揺れに見舞われた。

アンケートでは、自身または家族の被災経験の有無や、被災した災害の種類について尋ねた。さらに、自然現象に対する当事者意識の程度を現象別に質問した。また、自然現象や自然災害に関する理解の程度を把握するため、日頃の防災準備の状況、防災関連資格の有無、地学関連科目の履修経験についても回答を求めた。加えて、河川氾濫、土砂移動、高潮、津波、地震、火山噴火の各現象について、「恩恵」と「脅威」をどの程度認識しているかを、「恩恵を強く感じる」の 7 から、段階的に推移して「脅威を強く感じる」を 1 とした、7 件法で評価してもらった。また、その評価理由について自由記述

による回答も収集した。

分析では、各地域の被災経験や地域特性による認識の違いに着目し、地域群間の比較をおこなった。

3. 研究結果

自然現象の認識のアンケートについて、地域群間で集計をおこなった。結果を表1にまとめる。当事者意識は数値が大きいほど強い。また、「恩恵」と「脅威」の認識については、数値が大きいほど「恩恵」を強く感じ、数値が小さいほど「脅威」を強く感じている。

表1 地域群間のアンケート回答結果

種別	回答 グループ	当事者意識 5段階	恩恵-脅威 7段階	被災経験 自身(人)	被災経験 家族(人)	防災に関 する資格 2-0 ave.	地学科目 履修数 ave.
河川氾濫	広島	3.79	3.53	9	12	0.49	1.85
	岡山	3.26	3.18	5	9	0.05	0.26
	熊本	3.72	3.04	7	8	0.00	0.61
土砂移動	広島	3.54	3.50	4	5	0.49	1.85
	岡山	3.06	3.23	1	2	0.05	0.26
	熊本	2.61	3.13	0	0	0.00	0.61
高潮	広島	3.10	3.39	0	0	0.49	1.85
	岡山	2.52	3.22	0	0	0.05	0.26
	熊本	1.98	3.07	0	0	0.00	0.61
地震	広島	4.14	3.07	4	5	0.49	1.85
	岡山	3.86	2.99	3	6	0.05	0.26
	熊本	4.50	2.33	30	28	0.00	0.61
津波	広島	3.33	3.03	0	0	0.49	1.85
	岡山	2.85	3.02	0	0	0.05	0.26
	熊本	2.61	2.48	0	0	0.00	0.61
火山噴火	広島	2.10	3.52	0	0	0.49	1.85
	岡山	2.04	3.25	0	0	0.05	0.26
	熊本	3.15	2.98	0	0	0.00	0.61

広島、岡山、熊本の3つのグループ間では、広島グループで、防災に関する資格保有率(取得意思を含む)が高く、一人当たりの地学関連科目履修数が多い。さらに、全ての自然現象において、恩恵評価が他地域のグループより高い傾向がみられた。特に、被災経験者が多く、当事者意識が高い河川氾濫や土砂移動に関しても、他グループと比較して、恩恵評価が高い結果となった。広島グループの土砂移動についての自由記述では、「数年前の豪雨土砂災害をイメージする」とあった一方、「避難することで対策ができそう」というものもあった。

しかしながら、地震や火山噴火に関しては、当事者意識が高い熊本グループが、他グループよりも脅威を強く感じているという結果となった。

4. 考察

防災に関する資格保有率(取得意思を含む)が高く、一人当たりの地学関連科目履修数が最も多い広島グループで、自然現象に対する恩恵評価が他

地域のグループより高い傾向が確認された。このことから、自然現象のメカニズムを学んだことが、自然現象を災害要因としてのみではなく、社会や環境に対する恩恵を含めた多面的な視点で認識している可能性が示唆される。一方で、熊本グループでは地震の被災経験者数が突出しており、脅威に偏る評価には、被災経験の影響も含まれると考えられる。そのため、教育経験のみを要因として解釈することには注意が必要である。

5. まとめ

本研究では、自然現象に対する「恩恵」と「脅威」の認識には自然現象の種類による違いが認められ、その認識は地学教育による理解や被災経験など複数の要因の影響を受ける可能性が示唆された。今後の地学教育では、自然現象を一面的な災害要因としてではなく、その恩恵を含めた多面的な存在として理解する視点を育成するとともに、地域特性や被災経験を踏まえた教育内容を検討することが重要である。

6. 倫理的配慮

本研究は広島工業大学倫理審査委員会の承認(承認No. 環 25-005)を得て実施した。調査対象者には研究の目的、参加は自由意思であること、回答は匿名でこない、個人が特定されないこと等を説明し、同意を得た上で調査を実施した。

7. 参考文献

- Bunbury, Judith et al. (2023) : The Egyptian Nile: human transformation of an ancient river, River culture life as a dance to the rhythm of the waters, 43-77.
- 柿本 竜治ほか (2016) : 防護動機理論に基づく自然災害リスク認知のパラドックスの検証, 土木計画学研究, 72 巻 5 号, 1_51-I 63.
- ヘロドトス : 松平千秋 (訳) (1972) : 歴史 (下), 岩波文庫, 520p.
- Kenta Mitsushita al. (2023) : How are various natural disasters cognitively represented?: a psychometric study of natural disaster risk perception applying three-mode principal component analysis Natural Hazards, Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, Springer International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards, vol. 116(1), 977-1000.

自然災害伝承碑より学ぶ地域の災害と伝承

Learning about Local Disasters and Traditions through Natural Disaster Monuments

滋賀県北東地域の事例

Cases from the Northeastern Part of Shiga Prefecture

○大堀 道広¹

Michihiro OHORI¹

滋賀県立大学¹

University of Shiga Prefecture¹

e-mail: ohori.m@ses.usp.ac.jp¹

概要：国土地理院が自然災害伝承碑に関するホームページに注目し、同サイトに登録されている伝承碑のうち滋賀県北東部（長浜～米原～彦根）にある伝承碑について調査を行った。その結果、同地域にある9地点の伝承碑はいずれも1896年の琵琶湖大洪水に関するもので、比較的軟弱な地盤に建立されていること、その形状は高さ／幅比が大きい縦長形状であり、地震時の揺れの影響を受けやすいことが明らかとなった。

キーワード： 災害記念碑，防災，伝承，滋賀県，湖北地域，湖東地域

1. はじめに

滋賀県における歴史的な大水害として、1896年9月に琵琶湖の大洪水（水位3.76m上昇）があげられる。この時、浸水域は琵琶湖の面積の約30%にも達したとされる。すなわち、琵琶湖の面積が約1.3倍にも拡大したのである。浸水は長期におよび、特に標高の低い地域では約230日間にわたり水が引かなかったとされる。筆者らが住む彦根市は、滋賀県東部に位置するが、その市街地のほとんどが浸水した。かつての琵琶湖は、水害が繰り返し発生しており、1885年7月にも大洪水（水位2.71m上昇、最長浸水期間約140日間）が発生している。このような琵琶湖の大水害は、滋賀県の自然災害の歴史として記録されているものの、本学に入学した滋賀県出身の学生の多くが、これらの歴史的な水害について十分に認識していなかった。筆者は、こうした状況を知り、地域の自然災害への関心を高め、防災意識を醸成するためには、過去の自然災害を学ぶことが重要であると考えた。

こうした折、国土地理院が自然災害伝承碑に関するホームページ（以降、「災害伝承碑サイト」と呼ぶ）を通じて、全国にある自然災害（地震、地すべり、洪水、津波、台風など）の記念碑に関する情報を細部にわたり整理して公開していることを知った。この災害伝承碑サイトには、「自然災害伝承碑とは、過去に発生した自然災害（洪水、土砂災害、高潮、地震、津波、火山災害等）の様相や被害状況等が記載されている石碑やモニュメントのことです。これらの碑は被災場所に建てられていることも多く、過去にその土地で、どんな災害が起こった

かを知ることが出来ます。」と記されている。災害伝承碑サイトでは、地図上で伝承碑の位置を知ることができる。さらに、伝承碑の外観の写真と詳細（碑名、建立年、所在地、管理者、碑文、災害名、災害発生日時もしくは発生時期、被害の内容や規模）をクリックابلに調べることができる。過去に地域を襲った代表的な自然災害を学ぶ上で、たいへん有用なデータベースが構築されている。

筆者らは、この災害伝承碑サイトを防災教育に利用したいと考え、手始めに、滋賀県北東部（長浜～米原～彦根）における伝承碑について概観するとともに、現地調査（微動観測を含む）を行ったので報告する。

2. 滋賀県北東部の自然災害伝承碑

災害伝承碑サイトには滋賀県北東部の伝承碑が9点登録されている。内訳は彦根市が8点、長浜市が1点となっている。いずれも、1896年の琵琶湖の大洪水に関連した伝承碑である。表1に概要を示す。同表には、伝承碑の所在地の他に、Google Mapより得た湖岸からのおおよその距離、J-SHISより得た微地形区分、微動観測より得た地盤の卓越周期、以上を整理している。

災害伝承碑サイトに記載された伝承内容によれば、彦根市の8点には共通して「琵琶湖では水位が3.76m上昇し、市内の80%が浸水した。当碑はこの災害の洪水最高標である。」と記されている。彦根市の8点は標高86.3～87.4mに位置し、琵琶湖

の湖岸にも比較的近いことから、琵琶湖の水位が平常時（湖面標高 84 m）よりも約 4 m 上昇したことで、直接的な浸水被害を受けたものと考えられる。同様に、長浜市の 1 点では、「旧虎姫村では、田川の河水停滞により姉川・高時川の水が逆流し、全村の家屋の殆どが水没した。」と記されている。同地点は標高が 92.2 m、琵琶湖からの距離がおおよそ 4.6 km 離れていることから、琵琶湖の水位上昇により直接浸水を招いたと考えるよりも、琵琶湖に流入する周辺河川の流れが滞ったために、河川水位の上昇による越水・氾濫によって被害に至ったことがわかる。

3. 伝承碑近傍における微動観測

琵琶湖沿岸にはかつては 100 余りの内湖が存在したが、それらの多くは干拓や、埋め立てにより、現在は 23 に減少している。琵琶湖沿岸には軟弱な地盤が広く分布していると見られ、水害ばかりでなく、地震被害に見舞われる可能性が高い。今回対象とした伝承碑に関しても、J-SHIS より微地形区分を調べると、谷底低地、三角州、後背湿地などが含まれており、地震による強い揺れを受けて、伝承碑そのものが倒壊してしまう可能性がある。特に今回対象とした伝承碑は、高さ／幅比が 5 以上の縦長形状をしており、地震動の影響を受けやすいと考えられる。（長浜市の 1 点は高さ 3 m 前後、彦根市の 8 点は高さ 1.17~1.63 m である。）

そこで、伝承碑近傍の地盤に地震計をおき、微動観測を行った。15 分間の観測を行い、上下動に対する水平動のフーリエスペクトル比を算出し、そのピーク周期を地盤の卓越周期とみなし、表 1 中に記載した。その結果、地盤の卓越周期は長浜市の 1 地点で約 1.5 秒、彦根市の 8 地点で約 0.8~2.2 秒であった。微地形区分と卓越周期との対応関係

表 1：対象とする自然災害伝承碑の概要

番号	所在地	湖岸からの距離(km)	微地形区分	地盤の卓越周期(秒)
1	長浜市田町	4.7	谷底低地	1.5
2	彦根市石寺町	0.3	三角州・海岸低地	2.2
3	彦根市薩摩町	0.2	砂洲・砂礫洲	0.9
4	彦根市柳川町	0.1	砂洲・砂礫洲	0.9
5	彦根市下岡部町	1.8	後背湿地	0.8
6	彦根市甲崎町	1.1	自然堤防	0.8
7	彦根市上西川町	1.5	自然堤防	1.2
8	彦根市下西川町	1.7	自然堤防	0.8
9	彦根市上岡部町	2.2	自然堤防	1.7

は必ずしも明瞭ではないが、卓越周期が 0.8~2.2 秒と比較的長いことから、いずれの地点も軟弱な堆積地盤上に立地している可能性が高い。地盤条件に加え、伝承碑が縦長形状であることを考慮すると、将来の強震動により転倒または損傷を受ける可能性がある。1891 年濃尾地震 (M8.0) や 1909 年姉川地震 (M6.8) の際に長浜市では震度 6 の揺れに見舞われたとされており、今回調査した伝承碑が今後の地震により被害を受けると考えることは現実的と言えよう。

4. まとめ

自然災害伝承碑は単に過去の災害を記録するだけでなく、地域の地形や土地利用と災害との関係を学ぶ教材として価値が高い。特に災害伝承碑サイトと現地踏査を組み合わせることで、児童・生徒・学生が地域の災害履歴を主体的に学ぶことができる。そのため、本研究で対象とした伝承碑群は地域防災教育の教材として活用が期待される。

滋賀県北東部（長浜～米原～彦根）における自然災害伝承碑 9 地点について、調査を行った。その結果、9 地点のすべてが琵琶湖の大水害に対するものであること、伝承碑は比較的軟弱な地盤に立地していること、地震動の影響を受けやすい細長い形状であることがわかった。

今後は他の地域の伝承碑についても調査を行うとともに、防災教育への活用方法について検討したい。伝承碑建立の契機となった災害を学ぶだけでなく、地震や風水害など、将来的に伝承碑そのものの存続に影響を及ぼす可能性のある災害について考察することは、地域の災害リスクへの理解を深め、防災意識の向上につながるものと考えている。

謝 辞

本研究の遂行において、科学技術研究費基盤研究 C (26K07657) および滋賀県立大学研究ユニット形成支援費による支援を受けました。記して関係者各位に謝意を表します。

参考文献

国土地理院：自然災害記念伝承碑ホームページ (<https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/denshouhi.html>)。防災科学技術研究所：地震ハザードステーション J-SHIS (<https://www.j-shis.bosai.go.jp/>)。

「理科」教員養成時の板書指導にて漢字の筆順指導も必要か？

Is it necessary to include instruction on the stroke order of Chinese characters in blackboard teaching during teacher training for a subject 'rika'?

○根本 泰雄¹

Hiroo NEMOTO¹

立命館大学¹

Ritsumeikan University¹

e-mail: nemo@fc.ritsumeai.ac.jp¹

概要：中高「理科」教員免許状取得を目指す学士課程学生の板書指導にて、標準的な書き順で板書を行わない学生の割合が高くなってきていると感じていた。そこで、「理科」のうち「地学」領域でも用いている漢字より、書き順を間違える小中学生の割合が高いといわれている漢字から6つを選び、標準的な書き順が身に付いているかを調べた。その結果、満点だった学生の割合は約3.9%であり、1/4ほどの学生は正答率が50%以下であった。よって、板書指導時に漢字の書き順指導が必要であると結論付けた。

キーワード： 「理科」教員養成，教職課程，板書，漢字，筆順

1. はじめに

「理科」でも文字の書き方指導が必要ではないかとの指摘は、英文字およびギリシャ文字に関して根本(2024)が指摘している。漢字でも、例えば教育実習の研究授業で、書き順ミスを児童生徒や「国語科」の教員から指摘されることが無いように、標準的な書き順指導が必要であるかもしれない。そこで、中高「理科」教員免許状取得を目指す学士課程学生が、標準的な書き順で漢字を記すことがどの程度できるのかの調査を行った。

2. 調査

調査は、A大学にて「理科の指導法に関する科目」4科目（各2単位）のうち、最初に履修することが推奨されている科目を履修している学生を対象とした。履修学生は大部分が2回生である。

授業の初回に小学校の「国語科」で習う漢字の書き順を復習しておくように指導し、定期試験にて書き順問題も出題することを伝え、板書演習分の成績評価に加えることも伝えた。対象となった学生数は、2025年度春学期18名、2025年度秋学期18名、2026年度春学期15名の合計51名であった。このうち、2回生が49名であった。

調査に用いた漢字は、「理科」授業の板書で記すことがあり得る漢字のうち、「地学」領域でも用いられる漢字から、書き順を間違える小中学生の割合が高いといわれている次の6つを選んだ。

丸 囟 光 番 渦 劇

3. 結果

学期別個別の正誤結果を表1に、学期別および3学期分合計の書き順正答割合を表2に、3学期

表1-1 2025年度春学期の個別正誤分布

	丸	囟	光	番	渦	劇	正答数
251A	1	1	1	1	1		5
251B	1	1	1	1			4
251C	1		1	1		1	4
251D	1	1	1	1	1		5
251E	1	1	1	1			4
251F	1	1	1	1			4
251G	1	1	1				3
251H	1	1	1		1	1	5
251I	1	1	1	1			4
251J	1	1	1	1			4
251K	1	1	1	1			4
251L	1	1	1	1			4
251M		1	1	1			3
251N	1	1	1	1			4
251O	1	1	1	1	1	1	6
251P		1		1	1		3
251Q	1	1	1	1			4
251R	1	1	1	1			4
正答率(%)	88.9	94.4	94.4	88.9	27.8	16.7	68.5

表1-2 2025年度秋学期の個別正誤分布

	丸	囟	光	番	渦	劇	正答数
252A	1	1	1			1	4
252B	1		1	1			3
252C	1		1				2
252D	1	1	1	1		1	5
252E	1	1	1	1	1		5
252F	1	1		1	1	1	5
252G			1				1
252H	1	1	1	1	1		5
252I		1	1				2
252J	1	1	1	1			4
252K	1	1	1	1	1		5
252L			1				1
252M		1	1	1	1	1	5
252N	1	1	1	1			4
252O	1	1		1	1	1	5
252P	1	1	1				3
252Q	1	1	1	1			4
252R	1		1		1		3
正答率(%)	77.8	72.2	88.9	61.1	38.9	27.8	61.1

表1-3 2026年度春学期の個別正誤分布

	丸	図	光	番	渦	劇	正答数
261A	1	1	1	1			4
261B	1	1	1	1	1		5
261C	1	1	1	1	1		5
261D	1	1	1	1	1	1	6
261E	1	1	1	1			4
261F	1	1	1	1			4
261G			1				1
261H	1	1		1			3
261I	1		1				2
261J	1	1					2
261K	1	1	1				3
261L	1	1	1	1	1		5
261M	1	1	1	1			4
261N	1	1	1	1	1		5
261O	1	1	1	1		1	5
正答率(%)	93.3	86.7	86.7	73.3	33.3	13.3	64.4

表2 学期別および3学期分合計の書き順正答割合

	丸	図	光	番	渦	劇	小計
2025春(%)	88.9	94.4	94.4	88.9	27.8	16.7	68.5
2025秋(%)	77.8	72.2	88.9	61.1	38.9	27.8	61.1
2026春(%)	93.3	86.7	86.7	73.3	33.3	13.3	64.4
合計(%)	86.3	84.3	90.2	74.5	33.3	19.6	64.7

表3 3学期分正答者数別の人数と割合

正答数	人数	割合(%)
6	2	3.9
5	15	29.4
4	19	37.3
3	8	15.7
2	4	7.8
1	3	5.9
0	0	0.0

分正答者数別の人数と割合を表3に示す。用いた6つの漢字では、調査した学期に依らず正答率が明瞭に「丸・図・光・番」と「渦・劇」との2グループに分かれる結果となった。

4. 考察

授業中の指示に従って漢字の書き順を復習した学生と復習していない学生とが混在していると考えられるが、表1～3が示す結果からは、このままの状態であれば教育実習中の板書にて、標準的な書き順で漢字を書かない学生が大部分となることが想定できる結果を示していると考察した。特に、「丸・図・光・番」と「渦・劇」との正答率を比較すると、学期別の結果も合計の結果も、前者の正答率はいずれも6割以上であった一方で、後者の正答率はいずれも4割以下であり、画数が多くなるほど書き順ミスをする学生が増える傾向を示していると考えられる。例えば、「右」と「左」との書き順であれば、間違いを指摘することで容易に書

き順を修正できるようになるが、画数が多い漢字の場合、修正が難しいことを示している可能性があるのかもしれない。素朴概念の知識の再体制化（再構成化・再構造化）が「自発的再体制化」で生じる場合と「教授にもとづく再体制化」で生じる場合とがあることと同様なのかもしれない。

正答率が9割を超えているようであれば、正答率が低い学生を個別に指導すれば良いであろうと考えていたが、本調査の結果からは、9割以上の学生に書き順指導が必要であることが示されたと捉えた。しかしながら、「理科の指導法に関する科目」で教育漢字1,016字(文部科学省, 2017), 常用漢字2,136字(文化庁, 2010), 合計3,152字の書き順指導を行うことは、時間の制約から無理である。例えば、地学領域で用いられている“画数の多い書き順を間違える学生が多い漢字”を抽出し、抽出した漢字の書き順だけ確認させることで、書き順ミスを減らすことに繋がれると考えられる。

すなわち、学生の書き順の定着度が低い画数の多い漢字を抽出し、これらの漢字の書き順見直し指導を行うことが解決策になると考えられる。

よって、調査母数を増やし、書き順を間違える学生が多い画数の多い漢字を抽出することが今後の課題である。

5. まとめ

「理科」のうち「地学」領域でも用いている漢字より、書き順を間違える小中学生の割合が高いといわれている漢字から6つを選び、標準的な書き順が身に付いているか否かを調べた。その結果、小中学生で書き順を間違える児童生徒が多い漢字のうち、画数が多い漢字の誤答率が高い(正解率<誤答率)ことが判明した。よって、悉皆的に漢字の書き順指導を行うことは現実的では無いが、「理科」教員養成時の板書指導にて漢字の書き順指導を行う必要があると結論付けた。調査母数を増やすとともに、「理科」教員養成段階で書き順を再確認させる必要性が高い漢字を明らかにすることが今後の課題である。

文献

文化庁(2010)：常用漢字表。

文部科学省(2017)：小学校学習指導要領。

根本泰雄 (2024)：日本理科教育学会 2024 大会予稿集, 2H07。

高等学校地学の成立に関する考察

Study on the Establishment of High School Subject "Earth Science"

清水 政義

Masayoshi SHIMIZU

元東京都立府中西高等学校

Former Tokyo Metropolitan Fuchu Nishi High School

e-mail: bxf00173@nifty.com

概要：1886年の「中学校令」以降、旧制中学校で、地学的な内容は主に「博物（鉱物）」や「地理（自然地理概説）」の一部で扱われてきた。1931年に中学校教授要目改定や1942年の同改定で地学的内容が「物象」で扱われるようになったことが、戦後の高等学校地学に大きく影響した。戦後の混乱期の様々な制約がある状況の中で、研究者と教育関係者が協力し、新制高等学校の発足と同時に高等学校地学をつくりあげた。その10年後、全国高等学校長協会ほかから起こった地学廃止の動きを跳ね返し、1961年に高等学校普通科に2単位必修「地学」を実現した。

キーワード：地学教育、地学教育史、高等学校理科、物象、学習指導要領、地学廃止、必修地学

1. はじめに

終戦直後の1947年4月の新制高等学校の発足と同時に高等学校地学が誕生した。様々な制約がある状況の中で、研究者と教育関係者が協力し、短期間で「地学」をつくりあげた。残された資料等をもとにその経緯をたどることから、これからの地学教育の在り方を考える一助としたい。

2. 理科「物象」の時代

1886年「中学校令」以降、旧制中学校ほかでは地学的な内容は主に「博物（鉱物）」、天文・気象の内容が「地理（地文のちに自然地理概説）」で扱われてきた。

1931年の中学校教授要目改定で、「物理及び化学」、「博物」に新科目「一般理科」「応用理科」を加えて教科名「理科」とした。「一般理科」には地学に関する基本操作の一部が加えられた。

科学振興策による1942年3月の教授要目の改定では、自然界の事物・現象を、**生命現象**と**物質現象**に分け、理科を「生物」と「物象」に再構成した。「博物」を分割し植物・動物・生理衛生をまとめて「生物」、「物理及化学」と「博物（鉱物）」に、「地理」に含まれていた天文や気象の内容を加えて「物象」を新設した。「物象」第5学年第二類に「天体と地球」として天文、気象、岩石鉱物、地質の主な内容がまとめられた。

「物象」改定に関する委員会の委員として反対した藤本(1963)は、「室内実験を重視する物理化学的教材と野外の観察を重視する地質鉱物的教材を合わせ1科目とすることは指導上困難であること・・・教員がその負担にたえられない・・・実

際には地学的教材がどこの学校でも省略されて地学教育の空白時代ができることになった。」と述べている。

表1 1942年中学校教授要目理科時数

	1年	2年	3年	4年	5年
物象 14	1	2	一類 2 二類 2	一類 2 二類 2	3
生物 7	1	1	1	2	2

※数字は週あたりの時数 ※第一類:物理, 第二類:化学・地学

3. 高等学校「地学」誕生

旧制中学校「物象」は制度として1943年4月から、新制高等学校発足の直前の1948年3月まで続いた。1948年1月に「高等学校地学科の学習指導要項（試案）」が示され、同年4月から高等学校地学がスタートした。

1946年2月、有志の名で文部省に意見書（物象の廃止と地学の独立、地学教員の養成ほか）が提出された。同年6月に始動した日本学術会議第93地学教育研究小委員会の第1班（中学校関係者13名を含む）が中心となり、同班が実施した中学校への実態調査ほか、児童生徒への自然観や諸外国の地学教育の調査などをもとに、上級中学（新制高等学校）の地学教材案の作成し、文部省に提出した。この内容が翌年1月に文部省から示された地学科の学習指導要項（試案）へとつながった。

1948年4月の新制高等学校発足に向け、同年1月に物理、化学、生物と同様に「高等学校地学科の学習指導要項（試案）」が各科目それぞれ8ペ

ージの冊子として発行された。目標や理解の目標、教材一覧を示す簡単なものであった。

渡部(1983)は、高等学校地学の成立の直接的理由として社会科の新設に関連する契機やそれ以前からの地学関係分野の扱いと振興に対する主張があったと述べている。

また、関(2006)は、地学独立の背景に物象時代に天文と気象が理科の内容となり「天体と地球」としてまとめられたことも原因のひとつとしてあげている。

1942年の教授要目改定で、天文や気象の内容も「物象」の「天体と地球」にまとめられ、学習内容の構成の上で、戦後の高等学校地学の原型ができた。さらに、終戦直後の研究者や教育関係者たちによる活動によって、現在まで続いている高等学校「地学」ができた。

4. 地学廃止の動きと2単位必修「地学」誕生

(1) 地学廃止の動き

戦後の新しい高等学校地学には、発足当初から、物理、化学、生物に比べて履修者が少なく、地学担当教員不足や施設・設備不足という課題があった。「地学」誕生から10年経た1956年改訂の教育課程が完全実施された1958年の教育課程調査結果の公表直後、全国高等学校長協会ほかから地学廃止の動きが起こった。これに対し、日本地学教育研究会などの地学関係者は「宇宙時代に逆行する」と反対を表明し、「地学」存続に向けて動きはじめた。

校長協会は、全国の高等学校長からのアンケートをもとに、1959年10月に開催された校長協会「普通科部会」総会において、「理科を3科目に統合する」改訂案を決定し、文部省に具申した。

(2) 地学廃止に対抗する動き

○日本地学教育研究会の動き

日本地学教育研究会は、東京周辺の高等学校教員を中心として、1959年2月に23名が集まり、日本地質学会ほかの関係団体へのはたらきかけのなど、さまざまな対策、現状や不振の原因の分析、新しい地学の学習指導要領の研究などに取り組んだ。その原因には、担当教員不足、高校3年間に科目が4つあること、地学の伝統が浅いことなどをあげている。

○地学廃止に対抗するさらなる動き

「地学」存続に向けて、地学関係者たちは世論に訴える一方、文部省への陳情などを行なった。

『「地学廃止に反対 協議会つくり運動」【松本発】11月7日から3日間長野県松本市で開かれた日本地学教育研究会は、・・・「廃止は科学時

代に逆行する」との決議を行った。』（読売新聞1959.11.11）

「・・・(1959年11月)14日には、和達気象庁長官、宮地東京天文台長、坪井東大教授らが学会の意向を、文部省に申し入れた。『自然環境を中心に学習する科目がなければならない。地球の取り扱い方や範囲は、昔と今とでは大きく変わっている。理科教育の目標を考えずに便宜的に改廃を論ずるのは、教育の本末転倒だ』(宮地天文台長)、『地学教材の中には、物理その他に移せるものもあるが、どうしても地学でなければ指導できないものがある。高校教育があまり受験対策に熱中するのは望ましくない』(坪井教授)などである。・・・」(朝日新聞1959.12.18)

1959年12月から、「教育課程審議会」は、「地学」存廃問題など各教科の改訂方針等について協議を始めた。翌年2月に開催された教育課程審議会・中等教育分科会の理科小委員会では、和達気象庁長官、藤本教授が参考人として意見を述べた。

(3) 2単位必修「地学」誕生

1959年7月、文部省は高等学校教育課程改善について教育課程審議会に諮問し、1960年3月に教育課程審議会から答申された。そこには「普通科においては、原則として・・・「地学」を・・・すべての生徒に履修させるものとする。」とあった。それを受けて教材等調査研究会各教科別小委員会開催、同年6月に草案発表、同年10月に新学習指導要領が告示された。

1957年のスプートニク・ショックなどによる社会の科学教育振興の潮流もあり、結果として2単位必修「地学」が実現した。高等学校普通科の必修「地学」は1963年から1972年に実施された。

5. 引用文献

- 関利一郎(2006): 21世紀の地学教育を展望する, 地学教育, **66**(4), 1-8.
- 藤本治義(1963): 地学教育のあゆみ, 地学教育講座 **15**, 9-11.
- 藤本治義(1947): 地学教育の研究の経過, 地球の科学, **2**(3), 55.
- 小林貞一(1979): 地学教育刷新の5年史(1)(2)(3), 地学教育, **32**, 137-146: 161-168: 197-210.
- 渡部景隆(1983): 地学の成立と地学教育の将来像私論, 地学教育, **36**(2), 25-37.
- 渡部景隆(1996): 地学教育の歴史, 地学雑誌, **105**(6), 694-702.
- 日本地学教育研究会高校部会(1959): 高校「地学」廃止のうごきと対策, 地学 **36**, 7-42

地学教育でのラーニングアナリティクス活用の試み

Learning Analytics and Its Application in Earth Science Education

火成岩の観察での概念変容の把握に向けた解析方法の開発

Development of an Analytical Method for Conceptual Change in the Observation of Igneous Rocks

○多賀 優¹, 陳 家東², 原 旦², 木實 新一²

Masaru TAGA¹, Jiadong CHEN², Dan YUAN², Shin'ichi KONOMI²

龍谷大学¹, 九州大学²

Ryukoku University¹, Kyushu University²

e-mail: taga@agr.ryukoku.ac.jp¹

概要：近年、電子上の様々なデータ、ビッグデータを分析し、学習に役立てるラーニングアナリティクス（以下 LA）が発展している。これは、生徒が電子上に残したデータを分析し、その結果を授業者や本人の学習に役立てていくものである。今回、この LA とコンセプトマップを用いて、概念変化の把握に向けた解析方法を開発した。これを用いて中学校 1 年生の火成岩観察を解析すると「斑レイ岩」が増加した。これらの結果から解析方法について知見が得られたので報告する。

キーワード：ラーニングアナリティクス、火成岩、中学校、観察授業、概念変容

1. 研究の背景および目的

電子上の様々なデータ、ビッグデータを分析し、学習に役立てるラーニングアナリティクス（以下 LA）が発展している。これは、生徒が電子上に残したデータを分析し、その結果を授業者の授業法や本人の学習に役立てていくものである（Chen et al., 2020）。本研究の目的は理科（地学領域）の授業での LA の活用方法を開発し、授業での科学的概念を教師や生徒が把握し活用する理科の授業法や学習方法の開発である。今回、この LA を用いて、コンセプトマップに対応させながら理科の観察時での理解の様子を捉えて解析する基礎的な手法の開発を試みたので報告する。

2. ラーニングアナリティクスの紹介

2011 年にカナダで実施された国際会議では、LA を「情報技術を用いていかなるデータを取得し、いかに分析し、いかにフィードバックすると、学習や教育がいかに促進されるのかについて研究する分野」と定義しており、学習に役立つ様々な提案がなされており、九州大学の授業でも研究・活用されている。これは電子上の様々なデータ（ビッグデータ）、すなわち、生徒が電子上に残したデータを機械学習等によって分析し、その結果を授業者の授業法や生徒自身の学習に役立てていくものである（古川ほか, 2020）。

3. 観察授業の実践

(1) 観察授業「火成岩の観察」

滋賀県の中学校 1 年生（9 クラス）の理科の「火成岩の観察」で LA の活用を試みた。「岩石の観察」は火山岩 3 種類、深成岩 3 種類を実際の岩石を観察させて、火成岩の理解を深めさせる授業である。実施したクラスは 9 クラスで、観察授業の前にすでに火成岩の授業を実施している。

(2) 用いた LA の内容

タブレット中に作成した火成岩や鉱物についての資料を、生徒が観察中に参照すると、参照した資料と時間を記録するシステムを用いた。資料としては、タイトル毎に各火成岩やそれに含まれる造岩鉱物の特徴や写真などである。授業での使用とデータ解析の流れは以下のとおりである（図 1）。

① 学生のタブレットから資料を閲覧する環境をサーバーと各タブレットで設定する。

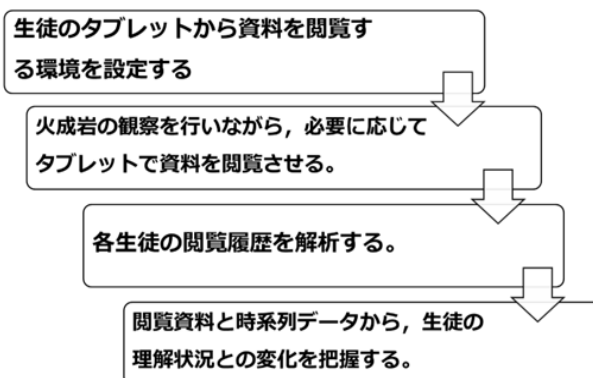


図1 今回の LA 活用の流れ

- ② 火成岩の観察を行わせながら、必要に応じてタブレットで資料を閲覧させる（図2）。
- ③ 時系列における参照資料を解析する。
- ④ 観察授業の前の授業と、観察の最後にコンセプトマップを実施して、概念の変化を記録する。
- 与えた言葉は、火山岩、深成岩や鉱物の12個の名前である。このコンセプトマップの実施時間は約10分で、教科書を見ずに作成をさせた。

P1 鉱物と岩石の関係
 P2 火成岩に含まれるいろいろな鉱物
 P3 含まれる鉱物の種類から火成岩がわかる
 P4 火山岩と深成岩の違い
 P5 斑状と等粒状
 P6～P11 鉱物のみかけ（玄武岩、安山岩、流紋岩、斑レイ岩、閃緑岩、花こう岩の写真）

図2 タブレットで使用した図のタイトル

4. コンセプトマップとLAを統合した解析方法

今回、概念を記述させるコンセプトマップマップと、閲覧ログの時間経過を記録するLAを統合する新たな解析方法の開発を試みた。火成岩の観察で実施した事前と事後のコンセプトマップからは、生徒の持つ概念変容が明らかになる。一方、閲覧ログでは時間経過とともにどのページを閲覧できたのかが把握できるが、この両者を結びつけて解析した例は見あたらない。そこで今回、形成された概念と、タブレット中の教材PDFとの対応表を作成して、それを介してコンセプトマップと閲覧ログを関連付ける解析方法を開発した。

閲覧ログには「生徒がどのページを見たか」は記録されているが、そのページがどの概念に関係しているかは、閲覧ログだけでは分からない。そのため、まず教材PDFの内容を確認し、各ページがどの概念・概念関係に対応するかを手作業で整理した。

例えば、P9は斑レイ岩について説明しているページであるため、「斑レイ岩」という独立概念と、「深成岩→斑レイ岩」という概念関係に対応付けた。また、P4・P5は火山岩と深成岩の分類を扱っているため、「火成岩→火山岩」「火成岩→深成岩」に対応付けた。このようにして、まず「PDFページ ↔ 概念・概念関係」の対応表を作成した（表1）。この対応表を介することで、閲覧ログとコンセプトマップを関連付けることが可能になった。

その上で、例えば、ある生徒がP9を閲覧していれば、その生徒は「斑レイ岩」や「深成岩→斑レイ

表1 教材ページと概念・概念関係の対応

PDFページ	対応する概念・概念関係
P1-P3	火成岩—鉱物
P4-P5	火成岩—火山岩 火成岩—深成岩
P6	火山岩—玄武岩
P7	火山岩—安山岩
P8	火山岩—流紋岩
P9	深成岩—斑レイ岩
P10	深成岩—閃緑岩
P11	深成岩—花こう岩

岩」に関係する内容に接触したと考えた。そして、その生徒のコンセプトマップにおいて、学習前には存在しなかった概念・概念関係が学習後に新たに記述されたかを確認した（表2）。

表2 今回の解析方法の概要

データ	役割	分析内容
コンセプトマップ	学習結果	学習後に増えた概念・概念関係を把握
閲覧ログ	学習過程	いつ・何回・どのくらい教材を閲覧したかを把握
両者の統合	関係分析	閲覧行動と概念変化との関係を比較

5. 結果と考察

結果については現在解析中である。今回、新たに開発した解析方法で行ったが、火成岩の授業後に本観察を実施したため、すでに知識を獲得していたためか火成岩の観察での新たな概念形成が少なかった。しかし、「斑レイ岩」については、今のところ増加していたことが明らかになったので、今後はこの概念を中心に、開発した解析方法を用いて検証する予定である。将来的には機械学習を用いて教材内容からページと概念・概念関係との対応を自動的に推定する手法の開発や、授業内での閲覧ページから科学的概念を同時的に把握する方法の開発も検討したいと考えている。

引用文献

- 古川雅子・山地一禎・尾形広明・木實新一・財部恵子（2020）：学びの羅針盤。丸善出版株式会社，東京，163p.
- Li Chen, Koichi Inoue, Yoshiko Goda, Fumiya Okubo, Yuta Taniguchi, Misato Oi, Shin'ichi Konomi, Hiroaki Ogata & Masanori Yamada（2020）： *Technology, Knowledge and Learning*, **25**, 337–366.

地学の問題から探るアブダクションの精度を下げる要因

Exploring Factors That Reduce the Accuracy of Abductive Reasoning
Through Earth Science Problems

○吉川 武憲¹ 高橋 朋子¹
Takenori YOSHIKAWA¹ Tomoko TAKAHASHI¹
近畿大学¹
Kindai University¹
e-mail: tyoshikawa@kindai.ac.jp

概要：理科においてアブダクションは重要視される論理的思考の一つである。今井（2024）によれば、アブダクションを伴う思考の躓きは、思考を制御する力が弱いことに起因するとされる。本研究では断層モデルを学習した学生にアブダクションを要する問題を解答させ、精度の高い解答が作成できたかを2つのグループ別に検証した。その結果、解答の精度が低いグループには、直前に明示したにも関わらず断層モデルを利用せず、独自の思考法に基づく解答を作成し、それを最後まで保持し続ける学生が多数存在した。このことは今井（2024）の説を裏付ける結果といえよう。

キーワード：アブダクション，断層，大学生，思い込み，思考力向上トレーニング

1. はじめに

パース（1839年～1914年）は、科学的論理的思考には仮説を形成する思考の方法であるアブダクションが存在し、科学的発見・創造的思考においてアブダクションがもっとも重要な役割を果たすと唱えた（米盛，2007）。また今井（2024）は、アブダクションを要する問題を含む独自の「たつじんテスト」の結果などに基づき、思考の躓きは、思考を制御する力が弱いことに起因すると述べた。

ここでは大学生を対象にしたアブダクションを要する問題を取り入れた思考力向上トレーニングの結果に基づき、解答の精度が明らかに異なる2つのグループの比較を通して、アブダクションを行う際の思考の躓きを、思考を制御する力の観点で考察する。

2. 思考力向上トレーニングとは

思考力向上トレーニングは、自作のオンデマンド教材に含まれる知識や情報を複数利用したり、知識を拡張したりしなければ解決できない問題（トレーニング問題）を学生に与え、その解答を学生自身に吟味させることを通して、自己の解答の正誤の原因を努力の在り様に帰属させる学習法である（図1；吉川・高橋，2024）。筆者らは本トレーニングを2021年度から継続して実施しており、学生の解答傾向等に基づき適宜トレーニング問題を修正してきた。

本トレーニングの特徴は、既存の知識の多寡を問題視するのではなく、動画で与えられた知識を

適切に利用できるか、あるいは拡張できるかに重点を置く。そのために必要な学習行為を努力と位置づけ、努力を促す仕組みを組み込むとともに、自己評価に解答の正誤を努力に帰属させる項目が組み込まれている。

3. 対象及びトレーニング問題

本研究の対象者は筆者らが教員を務める近畿大学のAキャンパスとBキャンパスの学生（以下、A学生、B学生とする）で、各33人、32人である。本授業は2026年の5月に、キャンパス別に同一週・同一内容で実施された。

本授業では、まずオンデマンド教材でプレートの収束型境界において地震が発生しやすい理由に触れた後、内陸型地震における断層運動として、逆断層、正断層、横ずれ断層をモデルで提示した。また濃尾地震を例に横ずれ逆断層型の地震があることにも触れた。そして大阪周辺の活断層の分布と本地域に東西方向の圧縮応力が働くことを説明した後、図2のトレーニング問題を出した。

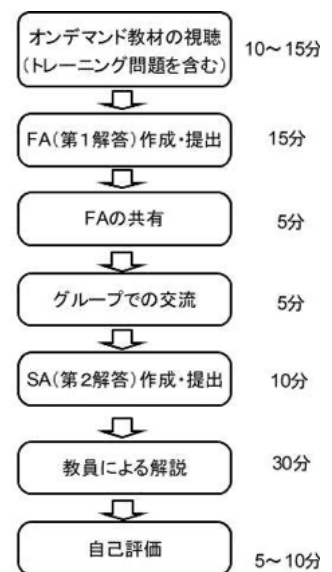


図1 1時限の思考力向上トレーニングの流れ

この問題は、断層モデルで学習した断層運動による隆起部を、自然界における山地に拡張して当てはめることができるかや、近隣の断層において断層面の傾斜が異なる場合がある可能性を見出せるかといったアブダクションを要する問題設定になっている。

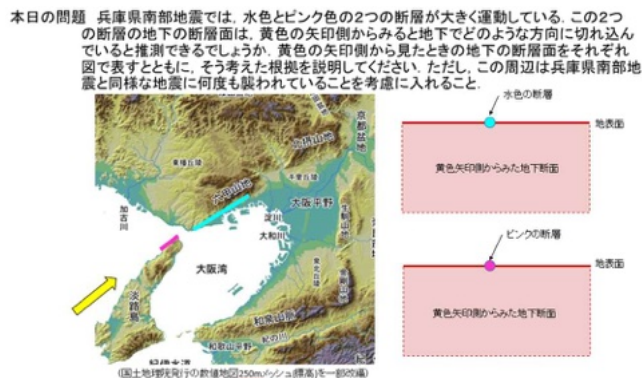


図2 分析に利用したトレーニング問題

4. 結果

図3に学生別のFAとSAを分類した結果を示す。授業当日は両学生ともに熱心に解答作成やグループでの交流を実施していた。

A学生		水色の断層	ピンクの断層	FA(n=33)	SA(n=33)
①両方逆断層 (正解)				7 (21%)	13 (39%)
②両方逆断層 (不正解)				11 (33%)	12 (36%)
③一方が逆断層、同一傾斜 (不正解)				3 (9%)	1 (3%)
				1 (3%)	2 (6%)
④正断層を含む (不正解)				2 (6%)	0 (0%)
				3 (9%)	0 (0%)
				0 (0%)	1 (3%)
⑤地形の意識なし 解釈不能 (不正解)				4 (12%)	3 (9%)
B学生		水色の断層	ピンクの断層	FA(n=32)	SA(n=32)
①両方逆断層 (正解)				19 (59%)	27 (84%)
②両方逆断層 (不正解)				1 (3%)	0 (0%)
				4 (13%)	1 (3%)
				1 (3%)	0 (0%)
				0 (0%)	1 (3%)
				1 (3%)	0 (0%)
③地形の意識なし 解釈不能 (不正解)				6 (19%)	3 (9%)

▲は隆起部を山地と考慮して思考したモデルを示す

図3 学部別の解答 (FA・SA) の分類

5. 考察

学生別の正解率はFA, SAともに明らかにB学生が高い。ただし、解答傾向からすれば、両学生ともにほとんどが断層面境界の山地が断層運動によって形成されたと考えたことがわかる。

A学生がFAの時点で貰った最大の要因は、断層モデルが正しく利用できなかったことによると考えられる。特に目立つのは図3②の上側のモデルでFA, SAともに30%以上の割合を占める。解答者の一人はそう考えた理由を「山が上に盛り上がるためには断層の割れ目が低い海側に向かって斜めに入らなければならない」と独自の思考法を記述していた。一方、B学生の一部にも断層モデルが正しく利用できなかった傾向が認められるが、SAではほとんど改善された。

ただし、断層モデルは本時の最初に視聴したオンデマンド教材に明示されていることから、断層運動による隆起部を山地に当てはめることができた学生は、本問題と断層モデルの関連性に気づくことさえできれば容易に解決できたはずである。そう考えるとA学生の多くは、オンデマンド教材で示された断層モデルの利用を検討しなかったといえよう。

A学生らの思考をカーネマン (2011) に当てはめると、その多くはシステム1の思考で思いついた結論を正しいと思い込み、システム2で十分に批判的な思考ができなかったことになる。加えて、本事例はシステム1で生み出した結論を批判的に見つめ直すことが容易でない学生がいることも示す。アブダクションのように複雑な思考を要する問題の精度を下げる要因には、今井 (2024) の通り、思考を制御する力の欠如があることがわかる。

謝辞

本研究は近畿大学の学生のみなさまの協力なくしては進まなかった。この場を借りて深く感謝申し上げます。

引用文献

- 今井むつみ (2024) : 学力喪失—認知科学による回復への道筋. 岩波書店, 320p.
 ダニエル・カーネマン (2014) : ファスト&スロー あなたの意思はどのように決まるか? [上]. 早川書房, 446p.
 米盛裕二 (2007) : アブダクション 仮説と発見の論理. 勁草書房, 255p.
 吉川武憲・高橋朋子 (2024) 努力を促し思考問題の解決能力を向上させる思考力向上トレーニングの学習効果. 2024年度ICT利用による教育改善研究発表会資料集, 78 - 81.

口 頭 発 表

第2会場

温帯低気圧の3次元構造に基づいた気象要素の変化の 体系的理解を促す教材の開発と実践

Developing and Implementing Educational Materials for a Systematic Understanding of
Meteorological Changes Based on the 3D Structure of Extratropical Cyclones

○中本 啓太, 吉富 健一
Keita NAKAMOTO, Kenichi YOSHIDOMI
広島大学大学院人間社会科学研究科
Hiroshima University
e-mail: younakamoto1015@gmail.com

概要：温帯低気圧の3次元構造と気象要素の変化を体系的に理解させるWeb上で動作する3Dモデル教材を開発し、その教育効果を検証した。大学生を対象とした授業実践の結果、教材を用いた実験群は、従来の断面図を用いた統制群に比べ、暖気・寒気の重なりや雲の発生といった空間的構造の理解（要素4）において特に得点上昇を示した。また、学習者の概念形成のプロセスの分析から3次元構造の理解を起点とする新たな学習展開の可能性が示唆された。

キーワード： 気象教育, 3Dモデル教材, 空間的・時間的視点, 前線, 概念形成

1. 研究の目的とその背景

「前線の通過と天気の変化」の単位では、気象要素の変化を暖気や寒気と関連付けて理解させること、また、天気図から前線付近の暖気と寒気の動きに気づかせ、前線の通過に伴う天気の変化について理解させること、とされている（文部科学省, 2022）。つまりは、理科の見方・考え方の1つである、空間的視点（暖気や寒気の3次元の広がり）と時間的視点（空気塊の移動に伴う気象要素の変化）からの理解が必要とされている。

先行研究において、本谷ほか（2019）や榊原ほか（2000）をはじめとする、空間的・時間的視点からの理解を促す気象分野の学習教材は開発されているが、これらは空間的視点は表現されているものの2Dにとどまっている、地上天気図との対応が明確でない、時間経過が表現できていない、などの課題がある。そのため、空間的視点と時間的視点の双方からアプローチして、暖気・寒気の3次元構造と関連付けながら、種々の気象要素の変化を体系的に学習できる教材を開発する必要があると考えた。

2. 教材の開発

(1) 3Dモデル教材の開発

教材開発は、Three.js, Blenderなどのツールを用いて行った。それに加えて、国土交通省気象庁が公開している過去の実況天気図、教科書等に掲載されている図なども参考資料として用いて、温帯

低気圧を中心とした暖気・寒気の3次元の広がりとその動き、前線付近の風向、発生する雲の概形、降水の様子、等圧線を3Dモデルとしてweb上で観察できる教材を開発した（図1）。



図1 開発した教材の概要

各モデルについては、各々の要素の表示/非表示ボタンを設置し、学習場面にあわせて必要な要素だけを学習者自身が選択的に表示させることで、教材使用時の認知負荷を軽減させることができるよう意図した。画面下のスライダーを進めると3時間後の天気図が表示され、それと連動して3Dモデルも前線の位置の変化にあわせて移動する。これにより、気象要素の変化を空間的・時間的両方の視点で考察できるよう意図した。画面右上のボタンを押すと、各種前線の断面が見えるようにモデルの一部を非表示にして、適切な位置に視点が移動する。断面図から暖気・寒気の3次元的な重なりを観察することで、空間的視点からの上昇気流の

発生、さらに前線ごとに特徴付けられる雲の特徴の理解の支援ができると考えた。

(2) 授業展開の構想

開発した教材の学習効果のみを測定するため、実験群では、教材を用いて前線断面をさまざまな視点から観察・スケッチを行う活動を、一方で、統制群は、教科書に記載してあるような前線の断面図を読み取る活動をそれぞれ特有の活動とし、それ以外の箇所は同じ構成の授業を実施した。

3. 教育実践とその結果・考察

理科教員免許取得を目指す大学1年生群31名を統制群、大学2年生群28名を実験群として、教育実践を行った。まず、プレテストを実施し、1週間後、教育実践とポストテストを実施した。評価問題は、以下の表1に示す4つの要素に分類し、学習内容の理解を横並びの要素別に評価を行った。

表1 学習内容の要素の分類表

要素	満点
要素1 前線の名前や記号がわかる	5
要素2 前線の移動や、通過による天気、気温の変化がわかる	14
要素3 前線の通過による風向の変化や、降雨の特徴がわかる	7
要素4 前線が暖気と寒気の重なりであることから、雲の発生などを理解している	14

プレテストとポストテストの結果を表2に示す。

表2 プレ・ポストでの平均得点の推移

評価要素 (満点)	群	プレ 平均	ポスト 平均	上昇幅	上昇幅の差
要素1 (5)	統制群	4.3	4.4	+0.1	0
	実験群	4.4	4.5	+0.1	
要素2 (14)	統制群	8.1	10.1	+2.0	0.3
	実験群	8.3	10.6	+2.3	
要素3 (7)	統制群	2.7	4.4	+1.7	0.3
	実験群	3.0	4.4	+1.4	
要素4 (14)	統制群	3.1	6.5	+3.4	1.7
	実験群	2.4	7.3	+4.9	
全体 (40)	統制群	18.3	25.3	+7.0	2.5
	実験群	17.2	26.7	+9.5	

授業実践・ポストテストの結果、合計点において、群間の差は依然小さい($M_{統制}=25.3, M_{実験}=26.7$)が、実験群が統制群の得点を上回る逆転現象が起きた。特に、要素4において、実験群の上昇幅が最も大きく、実践後において実験群が統制群を上回り、他の要素と比較して上昇幅の差は顕著に大きい。以上より、本教材が要素4の内容の概念習得に対して有効な支援となり得たことを示唆された。

図2に示すプレ・ポストテストの要素4の得点の散布図と回帰直線では、実験群が全体的にグラフ左上部に集中している。さらに、実際のポスト得点と、回帰直線から予測されるポスト得点の差である残差の上位10名の内、7名が実験群であった。このことから教材を用いた授業実践により、要素

4の内容の概念獲得について、温帯低気圧の3次元的な構造理解を苦手とする層に対して、よりよい支援が行え、期待値を超える成果を挙げる学習者の確率が大きくなることが確認された。

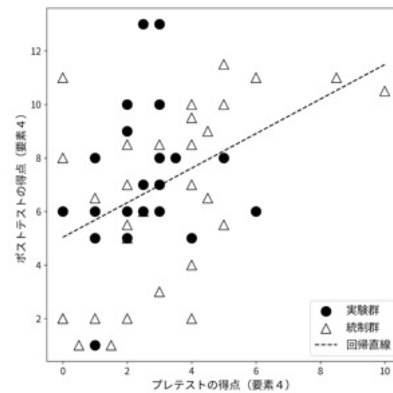


図2 プレ・ポストの要素4の得点の散布図

図3に示すポストテストの各要素間の得点率の相関係数を示すヒートマップでは、統制群は各要素間に中程度の相関が見られることから、各要素の概念構造が要素1から順に積み上がるような形成プロセスが推察された。一方で、実験群においては、各要素間の相関が統制群と比較して非常に弱い。各要素間の概念構造は大きく切り離されていることが示唆された。しかし、要素4における理解は実験群が統制群を上回っていることから、3次元構造の理解(要素4)から気象要素の変化の理解(要素2, 3)を理解する、統制群とは逆向きの学習展開を提案できる可能性が考えられる。

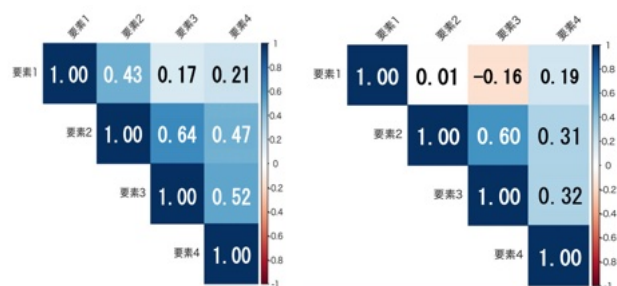


図3 ポストテストの得点の要素間相関
(左:統制群 右:実験群)

4. 参考文献

- 榊原保志・今井栄浩(2000): 前線断面模型を用いた前線と天気の変化に関する教材開発とその評価. 地学教育, 53-3, 107-112.
- 本谷匠・月僧秀弥・西行大志・松本拓也・三好雅也(2018): 3D天気図教材の開発と中学校における授業実践. 福井大学教育実践研究, 43, 25-30.
- 文部科学省(2017): 中学校学習指導要領解説 理科編. 92-98.

マサ土とマサの違いとは ImageJを用いた粒子解析

Differences Between Weathered Granite (Masa) and Decomposed Granite Soil (Masatsuchi)
Particle Analysis Using ImageJ

○山田 一葵, 吉富 健一
Kazuki YAMADA, Kenichi YOSHIDOMI
広島大学大学院人間社会科学研究科

Graduate School of Human and Social Sciences, Hiroshima University
e-mail: ark3flower@gmail.com

概要：広島花崗岩類の風化生成物である真砂土を対象に、マサからマサ土への移行に伴う粒径特性および粒子形状の変化を検討した。ImageJを用いた粒形解析などを行った結果、マサ土では粒子の細粒化、外形の複雑化、含水比の増加が認められた。特に円形度の低下と含水比の増加に相関がみられ、風化度評価の指標となる可能性が示唆された。

キーワード：地学教育、花崗岩、風化、マサ、粒形

1. はじめに

平成30年告示の高等学校指導要領では、風化作用によって岩石が碎屑物などに変化することについて取り扱うこととされている。風化作用は教育的、地学的に重要な概念である。一方で、学習者は砂の生成過程について風化の重要性を理解できていないという指摘もある（廣木ほか, 2015）。

(1) 花崗岩の風化

岩石は、“物理的風化作用”と“化学的風化作用”の二種類の作用によって風化される。深成岩である花崗岩は、物理的風化作用が先立って関与し、昼夜や季節の温度変化に伴って膨張・収縮を繰り返す、鉱物と鉱物の間に微小な割れ目が発生すると、構成鉱物同士の結びつきが次第にバラバラになる。また、物理的風化作用により発生した割れ目から水や二酸化炭素が侵入すると、岩石中に含まれる長石類がそれらと徐々に反応して、粘土鉱物の一種であるカオリンに変化する化学的風化が発生する。ただし、どちらの風化作用がより卓越しているかについては明らかになっていない現状である。

“真砂土”に関しては様々な定義が行われているが、本研究では花崗岩が風化作用を受け鉱物粒子の結合が弱まっているものの、原岩の構造を部分的に保持している状態の花崗岩を「マサ」、マサ

が原岩構造を失い、未固結の砂質土として堆積している状態のものを「マサ土」と呼称する。

(2) 研究の目的

本研究では、花崗岩の風化に伴う真砂土の形成の基礎的な知見を得ることを目的とし、広島県に分布する広島花崗岩類が、マサからマサ土へと移行する際に生じる粒径特性および粒子形状の変化に着目し、粒径分布測定および画像解析を用いてその特徴を明らかにするとともに、花崗岩類および真砂土風化度の定量的な評価に有効な指標の検討を行うことを目的としている。

2. 試料の採集地点

本研究では広島県広島市南区元宇品町、広島市佐伯区五日市町上河内の荒谷川、廿日市市吉和の冠高原、東広島市鏡山において、真砂土の採集、露頭の写真撮影、地表面の状態の記録などを行った。

3. 分析方法

(1) 粒度分布・含水比の分析

粒度分析はふるい分けによって行った。また、含水比は、真砂土の全質量に対する、含まれる水の質量の比とした。高温乾燥炉を用い、 110 ± 5 °Cの温度で乾燥させ、真砂土の粒子表面に付着した水分

を十分蒸発させた後に、乾燥前後の質量の変化を測定して求めた。

(2)粒形の分析

実体顕微鏡を用いて粒子の写真を撮影し、ImageJを用いて粒子解析を行い、粒子の面積・長径・円形度などの平均、中央値などを計測した。円形度は粒子の外形がどれほど円に近いを示しており、値が1に近いほど円に近く、0に近いほど粒子外形が複雑であることを表している。

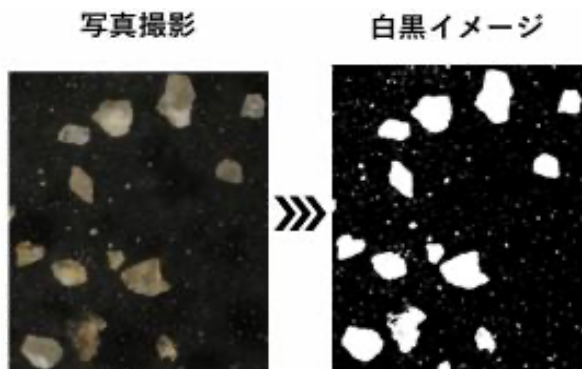


図1 ImageJを用いた分析の様子

4. 分析結果の概要と考察

粒度分布を比較した結果、同一地点のマサとマサ土を比較すると、ほとんどの地点で、マサ土では礫サイズの粒子が減少し、砂サイズの粒子が増加する傾向が認められた。例えば冠高原では、礫サイズの粒子が62%から38%に減少し、砂サイズの粒子が38%から60%に増加した。以上の結果から、マサからマサ土への変化に伴い、構成粒子が細粒化していることが示された。(図2)。

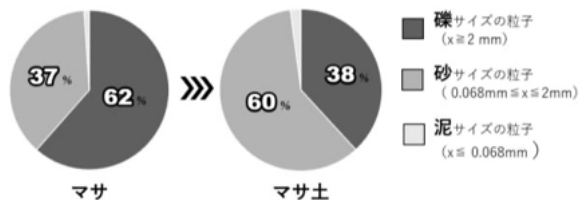


図2 粒度分布の変化例(質量比)

また、含水比の分析では、すべての調査地点において、同一地点で採取したマサよりもマサ土の方が高い含水比を示すという結果が得られた(表1)。また、粒形の分析から多くの地点でマサよりもマサ土の円形度の数値が低下していることから、マサ土は、風化に伴い粒子外形が複雑になっている

ことが示唆された。古河(1966)は真砂土の風化の際、粒子の細粒化に伴う表面積の増加や空隙の発達による含水比の増加がみられる、と述べており、本研究の分析結果と合致する。

一方で本研究では細粒な粒子の増加と含水比の増加には相関関係がみられなかった。以上の分析より、マサからマサ土への移行においては、化学的風化作用よりも物理的風化作用の方が卓越していると考えられる。

一般に粒形が複雑化すると、粒子の表面積は増加し、その粒子群内の空隙率は増加するとされる。そのため、粒子の表面積や空隙率に依存する含水比は粒形の複雑さを表す指標と相関を示すのではないかと考え、粒形の複雑化と含水比の増加に着目し分析を行った(表1)。

表1. 各地点の含水比の差(マサ土 - マサ)、マサとマサ土の円形度の差(マサ - マサ土)とその相関係数

	含水比[%]	粒径範囲[μm]		
		42<x≤100	15<x≤42	6.8<x≤15
元宇品①	0.39	0.040	-0.130	-0.001
元宇品②	0.25	-0.062	-0.083	-0.181
元宇品③	3.63	0.054	0.078	0.085
五日市	1.85	0.007	-0.027	-0.044
冠高原	4.76	0.054	0.036	0.071
鏡山 (大学構内)	7.84	0.126	0.132	0.047
相関係数		0.85	0.93	0.66

100μm～6.8μmの範囲において、含水比の変化量と円形度の変化量が強い相関を示すことを確認した。このことは、円形度の低下として表れる構成粒子の形態の複雑化が直接的に含水比の増加につながることを示し、真砂土の定量的な風化度の指標とすることができる可能性が示唆される。

引用文献

古河 幸雄, 藤田 龍之 (1996) : まさ土の風化度と道路用材料としての品質評価, 第1回舗装工学講演会講演論文集, 289-298.

廣木 義久, 山崎 聡, 平田 豊誠, (2011) : 砂の形成に関する小・中・大学生の理解と風化の学習における問題点. 理科教育学研究, 52 (1) , 47-56.

シュードタキライトを用いた花崗岩の隆起速度に関する学習プログラム

An Education Program on Uplift Rate of Granite Using Pseudotachylyte

○西 佑馬, 吉富 健一

Yuma NISHI, Kenichi YOSHIDOMI

広島大学大学院人間社会科学研究科

Graduate School of Human and Social Sciences, Hiroshima University

e-mail: m252273@hiroshima-u.ac.jp

概要：広島市安佐南区八木で発見したシュードタキライトを題材として、野外調査で得られた地質データを基に、広島花崗岩の隆起速度およびシュードタキライトの形成年代を推定する学習プログラムを開発・実施した。理科教員を目指す大学生 22 名を対象に実践した結果、断層岩の形成条件や花崗岩の隆起速度に対する理解の向上が認められ、アンケートでは 10 名が形成年代の推定方法を理解できたと回答した一方、計算過程に困難を感じている学習者も見られた。

キーワード： 広島花崗岩, シュードタキライト, 隆起速度, 学習プログラム

1. はじめに

広島県広島市安佐南区八木の土砂崩れ後に露出した溪流沿いの広島花崗岩中に、カタクレーサイトが発達し、その内部にシュードタキライトと見られる断層岩が形成されていることを確認した。

断層岩の種類や特徴は形成深度と密接に関係しており、これらの情報を用いることで、形成当時の応力場や母岩の隆起速度を推定することが可能である。一般に、シュードタキライトは地下約 1~2.2 km (Seward & Sibson, 1985) において、断層運動に伴う急激な摩擦熱によって岩石が瞬間的に熔融し、その後の急冷・再結晶によって形成される (Sibson, 1975)。この形成深度、広島花崗岩の定置深度、広島花崗岩が地表に露出して以降の削剥量、および現在断層岩が見られる標高を統合的に検討することで、広島花崗岩の隆起速度および、シュードタキライトの形成年代を推定する学習プログラムとすることができると考えた。

本研究では花崗岩中のシュードタキライトを題材とし、野外調査で得られた地質データを基に、広島花崗岩の隆起速度およびシュードタキライトの形成年代を推定する学習プログラムを開発および教育実践を行なった。

2. 露頭の概要

広島花崗岩は、中粒角閃石黒雲母花崗岩および中〜細粒黒雲母花崗岩から構成される岩体である (高橋, 1991)。筆者らは、広島市安佐南区八木の阿武山南東斜面の中粒角閃石黒雲母花崗岩および細粒黒雲母花崗岩が分布する溪流沿いの、標高約

100~300 m 付近に、北西―南東方向の走向を示す断層岩を見出し、地下深部で形成されるカタクレーサイトあるいはシュードタキライトに分類されるものと考えた (図 1)。

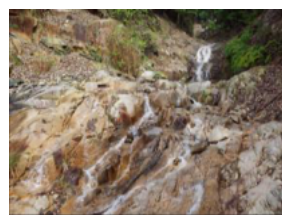


図 1 露頭の状況 (左：広島花崗岩の露出状況。右：断層岩類の産状)

3. 広島花崗岩の隆起速度の考察

様々な地質学的な情報から広島花崗岩は、80 Ma に地下約 2 km で定置し (柴田・石原, 1974; 横山, 2009; 今岡, 2012)、40 Ma には地表に露出していた (山崎, 2022) と考えられている。この条件から、花崗岩が地表に露出するまでの平均隆起速度は約 0.05 mm/y と求めた。地表露出後は、先行研究で示された削剥速度 (Willenbring et al., 2013; 藤原ほか, 1999) および 14.7 Ma 以降の隆起量 (乙藤, 2020) を基に現在の標高を計算した。その結果、現在の花崗岩体の標高を概ね再現できる条件が得られたため、広島花崗岩は平均約 0.05 mm/y で一様に隆起し、地表露出後は削剥を受けながら現在の地形が形成されたと考えた。

この隆起速度を基に、シュードタキライトの見られる標高 (約 100~300 m) と形成深度 (約 1~2.2 km) とから形成年代を推定したところ、約 50~20 Ma となった。この年代は、足助断層帯のシ

ュードタキライトの形成時期(酒巻ほか, 2006)と整合することから, 安佐南区八木のシュードタキライトは約 50~40 Ma 頃に太平洋プレートの相対運動方向が大きく変化したことにより形成された可能性が高いと考えられる。

4. 学習プログラムの開発と実施

前節で得られた地質学的知見を基に, シュードタキライトを題材として, 広島花崗岩の隆起速度およびシュードタキライトの形成年代を推定する学習プログラムを開発し, 理科教員を目指す大学生 22 名を対象に実施した。

(1) 学習プログラム

事前に作成したワークシートに沿って実施した。ワークシートは, ①断層岩の形成深度と特徴, ②シュードタキライトの組織, ③文献調査による広島花崗岩の隆起速度および現地調査から得られた地質データを基にしたシュードタキライトの形成年代の推定, の 3 つを柱として構成した。また, 学習プログラムの効果を評価するため, Microsoft Forms を用いて, 多肢選択式および記述式のプレテスト, ポストテスト, アンケートを実施した。

(2) 結果

学習後のポストテストにおいては, 花崗岩が地表に露出するまでの一連の地質学的過程に対する学生の認識に改善が見られ, A に分類される学生(表 1) が最も多く 15 名となり, B に分類される学生が 6 名となった。しかしながら, 一部「付加体」に基づく説明をしている学生が 1 名見られた(図 2)。

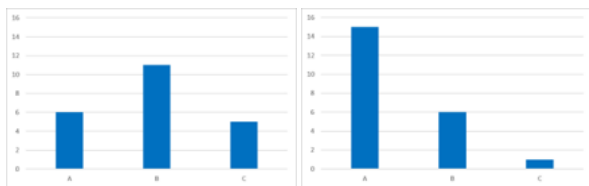


図 2 花崗岩が地表で見られる原因を問う問題の結果(左: Pre. 右: Post)

表 1 プレーポストテストの結果の分類表

分類	基準
A	一貫したプロセス(地下深部で形成→隆起→侵食・剝削)
B	プロセスの一部が不足
C	誤概念

また, 赤石山脈における花崗岩の隆起速度を問う問題では, プレテストでは 17 名が正答したのに対し, ポストテストでは 9 名に減少した。ポスト

テストでは, 多くの学習者が実際よりも隆起速度が小さい選択肢を選択していた。

(3) 考察

本学習プログラムの実施により, 花崗岩が地表に露出する過程を一連のプロセスで説明できる学習者が増加した。このことから, 本プログラムは, 花崗岩の形成から地表露出までの地質学的過程を理解する上で一定の効果があつたと考えられる。

また, アンケートの自由記述では, 「シュードタキライト」や「断層岩の形成深度と特徴」について理解できたとする回答が多くみられた。さらに, 10 名が「形成年代の求め方が理解できた」, 「隆起速度から形成年代を推定する方法が分かった」など, 形成年代の推定方法を理解できたと回答した。

一方で, 「場合分けが難しかった」, 「隆起速度のデータの使い方が分からなかった」, 「計算が複雑で理解しきれなかった」など, 形成年代を算出する計算過程に困難があることを記述しているものも見られた。このことから, シュードタキライトの形成条件や形成年代を推定する考え方については一定の理解が得られた一方で, 複数の地質学的情報を統合し, 条件を整理しながら形成年代を算出する計算過程には困難があることが示唆された。

また, 赤石山脈における花崗岩の隆起速度を問う問題では, ポストテストの正答者数がプレテストより減少した。これは, 学習者がワークシートで求めた広島花崗岩の隆起速度を基準として考え, 地域によって隆起速度が異なることを十分に考慮できなかったためと考えられる。

(4) おわりに

本研究では, 野外調査で得られた地質データを基に, 広島花崗岩の隆起およびシュードタキライトの形成年代を推定する学習プログラムを開発・実施した。その結果, 本プログラムにより, 断層岩に関する理解や, 花崗岩の形成から地表への露出までの一連の地質学的過程に対する理解の向上が認められた。一方, 花崗岩の隆起速度については, 地域によって値が異なることを学習プログラムの中で扱うことが重要であると考えられる。

引用文献

- Sibson, R.H. (1975) : Generation of pseudotachylite by ancient seismic faulting. *Geophys. J. Royal Astr. Soc.*, **43**, 775-794.
 高橋裕平 (1991) : 広島地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 5-6.

流星群を題材とした地球の公転運動の理解を促進させる教材の開発

Development of Teaching/Learning Materials Based on Meteor Showers to Promote Understanding of Earth's Orbital Motion

竹石 惟

Aru Takeishi

広島大学

Hiroshima University

e-mail: m262743@hiroshima-u.ac.jp¹

概要：本研究では，地球の公転に関連する天文現象の学習において，長期間の観察が必要となる課題を解決するため，流星群の発生原理を題材とした 3D モデル動画教材を開発した．宇宙視点および地表視点を取り入れた教材を用いた教育実践を実施した結果，流星群の発生原理と公転との関連させた地球の公転運動への理解の向上が確認され，教材の有効性が示唆された．一方で，個々人の持つ空間認識能力への依存や教材の自由度向上が課題として挙げられた．

キーワード： 地学教育，流星群，地球の公転，3D モデル，動画教材

1. 研究の背景と目的

現在の学校教育における地球の公転に関連した現象の学習として，中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編では，「星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観察を行い，その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付けて理解する」と記されている．しかし，どちらの現象を扱うにしても，「天文分野の学習は，主に夜間の継続観察を必要とする．これらの学習にはある程度の時間がかかることが多い．」と指摘されているような懸念点がある¹⁾．星座の年周運動による変化は，1 日あたり約 1° であり， 30° 変化するのを待つには約 1 ヶ月の期間が必要となる．太陽の南中高度の変化についても，変化の大きい春分や秋分の前でさえ 1 日につき約 0.25° しか変化は見られず，太陽の南中高度が 5° 変化するのを待つには 2 週間の継続的な観察が必要になる．

年周運動に伴う変化を視覚的に確認するためには，このような長期的な観察が必要となる．学習の時期と実際の観察の結果が得られる時期にずれが生じるという懸念点を克服するために，流星群の発生を扱うことを考えた．

流星群は彗星の塵を起源とする天文現象であり，塵は主に彗星の軌道付近に集まっている．彗星の軌道と地球の公転軌道が交差する点が存在し，その点を地球が公転運動によって通過した場合に流星群が発生する．地球は太陽の周囲を一年かけて公転しており，その速度が大きく変化することは

ない．したがって地球が彗星の軌道との交差点を通過する時期が大きくずれることはなく，同じ彗星起源の塵によって引き起こされる流星群は，毎年同じ時期に観測される．

本研究では，学習者の流星群の発生に対する理解度や誤概念の有無の調査結果をもとに，地球の公転を含め，流星群が発生する原理について理解ができるような 3D モデル動画教材の開発を行った．そして流星群の発生の理解における 3D モデル動画教材の有効性の評価と，学習者の流星群の発生の理解度，概念構造の変容及び地球の公転との関連への理解度について検証することを目的とした．

2. 教材開発

2.1 学習者の流星群の発生の理解度に対する事前調査

表 1. 事前調査の結果（一部抜粋，n=18）

大問	質問内容	正答率
4	流星群の発生の過程の説明	6 %
5	流星が輝く理由の説明	11 %
6	流星群が流れる方向の選択	17 %（三択）
7	流星群が毎年ほぼ同じ時期に見られる理由の説明	39 %

事前調査の結果より、学習者は流星群の発生に関して基本的な知識を有しておらず、また、地球の公転運動と関連させた理解もできていないことが明らかになった。

2. 2 教材開発

事前調査の結果をもとに、本研究では、「流星群の発生には地球の公転が深く関わっており、宇宙視点と地表視点の転換を通して理解すること」を目指して教材開発及び授業実践を行った。3D モデル動画教材は、3DCG ソフトである Blender (Blender Foundation 社開発) を用いて、①宇宙視点で見た地球と太陽、彗星の塵の位置関係 (図 1)、②地表視点から見た流星群 (図 2) の 2 つに分けて開発を行った。



図 1. ①の切り抜き図



図 2. ②の切り抜き図

学習展開及び、ワークシートは、学習目標を達成するための順序立てた学習を心がけ、学習者の思考の展開が段階的に目標に近づくように注意して考案した。

3. 実践結果・考察・課題

事後調査の結果は以下 (表 2, 3) に示す通りである。なお実践 1 回目は、広島大学 教育学部自然系コースを中心とした大学生 17 名、実践 2 回目は、ひがしひろしまスペースクラブの受講生である小学生高学年約 50 名を対象として、それぞれ教育実践を行った。なお実践 2 回目は、本人と保護者に理解が得られた場合のみ分析の対象としている。

表 2. 事前調査と事後調査の結果の比較

(実践 1 回目, n=17)

大問	質問内容	平均正答率 (事前)	平均正答率 (事後)
4, 5	地球の公転に関連した現象	82 %	91 %
8	流星群に関する知識	29 %	79 %

表 3. 事前調査と事後調査の結果の比較

(実践 2 回目, n=34)

大問	質問内容	平均正答率 (事前)	平均正答率 (事後)
4, 5	地球の公転に関連した現象	41 %	69 %
8	流星群に関する知識	3 %	13 %

教育実践 1, 2 回目ともに事後の正答率は向上し、本教材が流星群の発生原理を、地球の公転運動と関連させて理解するのに有効であることが示唆された。一方で、対象とする年齢の違いによって効果の程度が異なることが明らかになったことにより、学習者の空間認識能力の発達度合いに依存する教材内容であることも示唆された。

今後の課題として、自由視点にすることや、宇宙視点と地表視点を同時に見られるようにするといった 3D モデル動画教材に操作性の自由度を持たせる要望があることがアンケートの解答より明らかになった。また、地球の公転運動そのものの理解が深まったかが定かではない点もある。今後、具体的な現象を伴わない地球の公転運動の理解度の変容を取り入れて判断できるように改善していきたい。

4. 引用文献

- 1) 石橋研一・浦野弘・神居隆・斎藤孝 (2014) : 地球の公転と見える星座の関係についての補助教材の工夫と授業実践, 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 第 36 号, 39-50
- 2) 川井健・佐々木弘記 (2015) : 流星群に関する児童の素朴概念を転換する指導法の工夫 ~地球の公転軌道上の塵や氷と地球とのモデルを用いて~, 日本科学教育学会研究所研究報告, Vol. 29, No. 8, 61-64

火成岩の識別能力育成と地域地質の理解を促す授業実践

Enhancing Igneous Rock Identification Skills and Promoting Understanding of Local Geology 校内岩石観察を通して Through On Campus Rock Observation

○平谷 篤史¹

Atsushi HIRATANI¹

広島県立福山誠之館高等学校¹

Hiroshima Prefectural Fukuyama Seishikan High School¹

e-mail: k844937@g.hiroshima-c.ed.jp¹

概要：火成岩学習の面白さは、岩石を身近な事象と関連付けて理解することで実感できるが、その前提として火成岩を正しく識別する力が求められる。本研究では、火成岩の識別と日常生活との関連付けを目標とした実践を行い、学習者の認識の変容を調査した。その結果、組織や鉱物量比に基づいて識別する学習者が増加し、火成岩から土地の特徴や地史、恩恵・災害まで考察する学習者の増加が確認された。

キーワード： 火成岩，高等学校，野外観察，防災教育，地域教材

1. 研究の背景および目的

高等学校理科地学基礎（文部科学省，2018）では、「日常生活や社会との関連を図りながら、地球と地球を取り巻く環境について理解すること」が求められており、特に「地学は野外の事物・現象から直接得られる情報が出発点になっていることが多いので、実物に接する学習の機会をつくることが重要である」とされている。中でも、火成岩は現地でマグマが噴出あるいは貫入した際の他の地質体との関係や、火成岩の作る地形の観察を通して、初めて実感を伴った理解が進む（吉富，2014）。そのため、岩石を構成する鉱物および岩石中にみられる組織・構造を正しく認識・識別することは、岩石の成因を認識するうえで不可欠とされる（吉富，2016）。しかし、火成岩の理解という点において、野外で火成岩を観察する以前に、火成岩の組織や鉱物を正しく識別できないため、中等教育段階から高等教育段階の各段階で、岩石名を正しく判別できていない課題が存在する（例えば、廣木・寺戸，2017；杉田，2017；鈴木ほか，2006 など）。本研究では、学習者が鉱物の量比や組織に基づいて正しく火成岩を識別できるようになること、および岩石と日常生活のさまざまな事象を関連付けられるようになることを目的とし、授業実践を行った。

2. 実践方法

(1) 実践の概要

本実践では、広島県立の高等学校総合学科2学年の文型生徒のうち、地学基礎を受講する112名を対象とした。

表1 指導計画

時限	学習内容
1	火成岩に関する講義 プレテスト
2	火成岩の実物識別活動 中間テスト
3	校内の石材観察実習 地域の地質・災害・恩恵に関する講義 ポストテスト

(2) 実践の過程

① 火成岩に関する講義

地学基礎の教科書に記載されてある内容を講義した。火成岩の分類表の見方について詳細に説明し、かんらん岩についても触れた。

② 火成岩の実物識別活動

鉱物と組織に基づいて分類することを促したのち、典型的な火成岩7種類の実物を分類させた。このとき、識別しやすい鉱物として、形が特徴的な角閃石、色が特徴的な石英、カリ長石、かんらん石の4種類の見分け方を伝えた。組織の識別方法については、へき開を持つ鉱物の量比で判別できることを伝えた。岩石を傾けることによってキラキラしている部分は、へき開をもつ鉱物の特徴であり、キラキラした部分が多い岩石ほど鉱物が十分に晶出した等粒状組織である可能性が高いと伝えた。

③ 校内の石材観察実習

校内の石材3種類を観察させ、鉱物と組織から何岩か判別させた。なお、対象とした石材は片岩、花崗岩、花崗岩の3つとした。

④ 地域の地質・災害・恩恵に関する講義

校内の石材には花崗岩が多いことと、広島県全域、福山市周辺の地質図を確認することで、花崗岩の分布と土砂災害を関連付けて説明した。また、墓石や議院石など、花崗岩の恩恵についても説明した。さらに、校内に見られる円礫と地質図を比較し、学校周辺がかつて河川で堆積した堆積物からなり、その後隆起して現在の地形が形成されたことを示した。

⑤ プレテスト・中間テスト・ポストテスト

杉田 (2017) を参考に、学習の各過程の中で、「岩石識別で着目する視点」と、「そこからどのようなことを考察するか」を記述させた。さらに、「火成岩からどのようなことを読み取り、どのようなことを考察するか」という自由記述を書かせた。なお、プレテスト・中間テスト・ポストテストは Google Forms を用いて全く同じ形式で回答させた。

(3) 分析方法および結果

杉田 (2017) を参考に、各テストの処理として、岩石識別で着目する視点について、表 2 に示すように、岩石全体の特徴と鉱物の特徴とに大別して集約した。また、火成岩からどのようなことを読み取り、どのようなことを考察するかについては、表 3 に示す項目に分類し、その総数を集約した。

3. 結果と考察

表 2 より、色調による分類の割合が減少し、組織や鉱物の量比、へき開に基づく分類の割合が増加した。このことから、それまで岩石全体の曖昧な色調のみで分類していた学習者が、岩石は鉱物の集合体であることを認識し、岩石の構成物である鉱物に細かく着目して、その特徴に基づいて火成岩を分類した可能性が示唆される。

また、表 3 より、火山の特徴やマグマの組成と関連付けて記述した回答は減少した一方で、土地利用、地質、古地理、および岩石の活用方法に言及した回答は増加した。これは、火成岩に関する理解が地域の自然環境や人間生活との関連へと拡張された結果と考えられる。特に、「火成岩＝マグマ＝火山」という単純な関連付けにとどまらず、火成岩が冷え固まって形成された地形や、そこから現在生活する環境との関連まで考察する回答が見られ、多面的な視点から火成岩を捉える傾向が認められた。

表 2 岩石識別で着目する視点の種類と数

	プレテスト	中間テスト	ポストテスト	
岩石全体の特徴	色調	89	55	39
	模様	7	2	4
	形	16	7	8
	感触	8	3	3
	重さ	12	3	0
	硬さ	3	1	0
	大きさ	6	2	0
	その他	15	6	12
鉱物の特徴	色	1	13	11
	組織	21	53	73
	大きさ	16	9	8
	形	4	8	9
	種類割合	4	50	79
	へき開	0	34	28
	集まり方	0	28	32
	その他	2	0	0

表 3 火成岩から考察する内容の種類と数

	プレテスト	中間テスト	ポストテスト
土地の特徴	6	1	13
地質	2	2	12
火山の特徴	35	9	6
マグマ	23	7	2
古地理	3	5	15
岩石の活用	0	0	9
災害	1	1	14
形成過程	40	32	18
岩石の種類	31	50	46
時代	8	3	1
その他	1	2	0

4. まとめ

見分けやすい鉱物を提示したうえで鉱物に着目させたことや、へき開の有無を手がかりとして組織の判別を促したことにより、判別の正確性は別として、火成岩を鉱物の量比および組織に基づいて分類する視点を意識づけることができたと考えられる。また、日常生活との関連を取り上げたことで、地学的事象を身近なものとして捉える契機となった可能性が示唆される。今後は、こうした観察視点をを用いて学習者が実際に火成岩を正しく分類できるようになったかを検証する必要がある。

引用文献

- 廣木義久・寺戸真 (2017) : 地学教育, **70**, 23-29.
 文部科学省学習指導要領解 (平成 30 年告示) 説理科編理数編 (2018)
 杉田泰一 (2017) : 広島大学付属中・高等学校中等教育研究紀要, 64
 鈴木盛久・林 武広・山崎博史 (2006) : 地学教育, **59**, 157-165.
 吉富健一 (2014) : 学校教育実践学研究, **20**, 63-72.
 吉富健一 (2016) : 広島大学大学院教育学研究紀要, 65, 9-18.

「月の満ち欠け」における大学生のつまずきについての考察

A Study of the Difficulties Faced by University Students in Relation to 'The Phases of the Moon'

大学での授業後に行った誤答分析に基づいて

Based on an analysis of incorrect answers carried out after a university lecture

○土井 徹

Toru DOI

安田女子大学

Yasuda Women's University

e-mail: doi-t@yasuda-u.ac.jp

概要：2025年に小学校教員を目指す大学1年生51名を対象に、「月の満ち欠け」の理解を促す授業を実施した後、相場(2018)が用いたものと同様の調査問題で理解の程度に関する実態調査を行った。その結果、回答者の94.1%が宇宙視点で回答した一方で、正答者は11.8%であった。誤答分析を行ったところ、誤答の主な原因は、方位が理解できていないこと、月齢を誤って判断したこと、月・太陽・地球の位置関係と位相変化が理解できていないことの3点であることがわかった。

キーワード：月の満ち欠け、大学生、教具、宇宙視点、地球視点

1. はじめに

「月の満ち欠け」の学習は、平成10年の学習指導要領において小学校からも中学校から削除されたが、平成20年に再び扱うことになり、現在に至っている。ところが、この内容は視点移動の難しさや方位を正しく理解していない等の理由で、適切に理解していない大学生が多く存在することが指摘されている(例えば、相場(2018)、伊東ほか(2007)、坂倉・柿原(2024)、下井倉・土橋(2017))。小学校教員をめざす大学生は「月の満ち欠け」を指導する立場になるわけで、当然のことながら、自分自身がこの内容について理解しておかなくてはならない。では、どのような学習を行えば適切に理解することができるのであろうか。これを検討するためには、まず学生の実態についての調査データを蓄積する必要がある。そこで、今回の調査では、小学校教員をめざす大学生を対象に、「月の満ち欠け」の理解を促す授業を実施した後に、理解の仕方を確認する実態調査を行い、そのつまずきの要因について、誤答理由を考察した。今回の調査は、実態調査の前に学習指導を行っている点は下井倉・土橋(2017)と同様であるが、指導内容・時間が異なる。授業後の実態調査に用いた問題は、相場(2018)と同様である。

2. 調査方法

(1)調査対象

調査対象は、小学校教員を目指す大学1年生51名であった。調査対象者は平成29年告示の学習指導要領に基づく学習を行っている。すなわち、小学校においても中学校においても「月の満ち欠け」を全員が学習している。

(2)調査方法

①実態調査前に行った授業の概要

気象と天体を学習内容とする90分授業の一部で扱った。ワークシート(図1)を配布した後、必要があれば個別指導に応じることを伝え、教具(図2)とその使用法を紹介した。金星の満ち欠けに関するワークシートも同時に配布し、各自のペースで学習するよう促したため、月の満ち欠けについての学習時間は学生個人によって異なるが、20分程度であった。

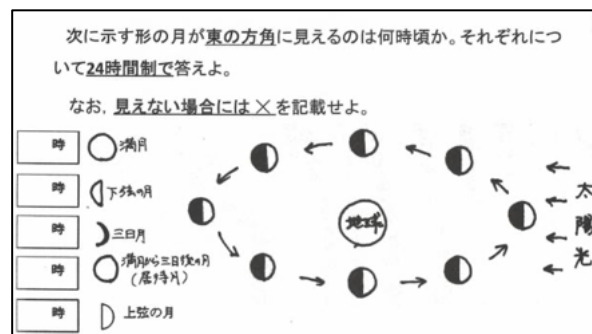


図1 月の満ち欠けのワークシート

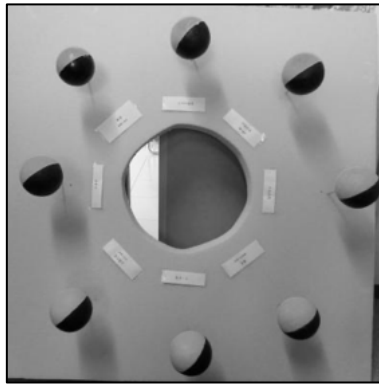


図2 月の満ち欠けの理解を促す教具

②実態調査の概要

調査問題は、相場(2018)が調査で用いた2015年に実施された全国学力テストを改変したものとほぼ同様である(図3)。解答者が描いた図と記入したテキストから、どの視点で考えたのか(宇宙, 地球, その他)を分析し、誤答パターンを整理した。

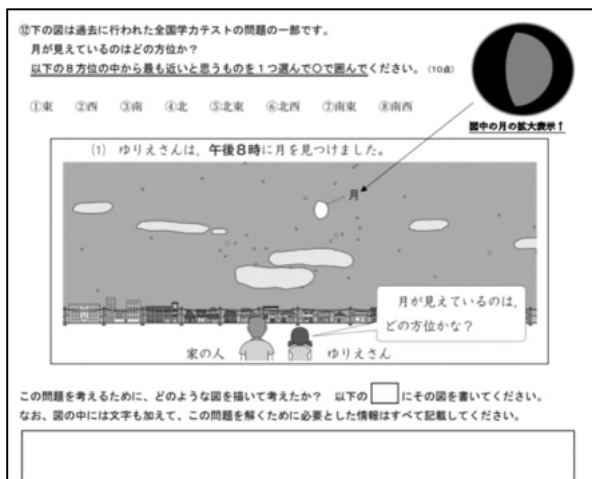


図3 調査問題

3. 調査結果と考察

調査結果を表1に示す。

表1 調査結果

	東	西	南	北	北東	北西	南東	南西
宇宙視点	0	1	6	1	10	13	14	3
地球視点	1	0	0	0	0	0	0	1
その他	0	0	0	0	0	0	0	0
無記入	0	0	0	0	0	0	1	0
計	1	1	6	1	10	13	15	4
%	2.0	2.0	11.8	2.0	19.6	25.5	29.4	7.8

正答の南を選択したのは6名(11.8%)であった。誤答で一番多かったのは南東(29.4%)であり、相場(2018)の調査結果(南東(36.6%))と同様の結果であった。無記入の1名を除いて全員が宇宙視点で

回答していた。誤答の原因で最も多かったのは、月齢を12と考えたことであった。その前提に立って、南中時刻は21時、その1時間前なので南よりもやや東と考えた回答である。輝面比から考えれば月齢は12とは考えにくく、さらに弦の傾きがほぼ垂直であることから南中していると判断できるはずであるが、その点には考えが及ばなかったのであろう。次いで多かった誤答は北西(25.5%)である。誤答の原因で最も多かったのは、方位が理解できていないことであった。図1の上弦の月の方向を北、満月の方向を西と考えての誤答である。三番目に多かった誤答は北東(19.6%)で、最も多かった誤答の原因は方位が理解できていないことであった。例えば図1の満月の方向を北と考えたり、上弦の月の方向を北、満月の方向を東と考えたりしての誤答である。これら北西・北東との回答は、月の見かけ上の位置は東から南を経て西へ移動し、北を通ることはないという見かけの運動が考慮できていなかったことに起因すると考えられる。他方、図1の三日月の位置が調査問題の月の位置であると判断するなど、月・太陽・地球の位置関係と位相変化が理解できていない回答もあった。宇宙視点の回答は48名(94.1%)であった。相場(2018)では9.7%、坂倉・柿原(2024)では32.3%なので極めて高比率であり、また、誤答の中には、金星の満ち欠けと混乱している作図(3名)があったことから、実態調査前の授業が影響した可能性がある。宇宙視点で考える際に、(a)方位を正しく認識する(例えば自分が地球上に立つ位置では地球の自転方向が東であること)、(b)月齢を適切に判断する、(c)弦の傾きに注目することができるような指導方略の考案が今後の課題となる。

引用文献

- 相場博明(2018):「月の満ち欠け」の学習後の理解とつまずきについての考察—高校生、大学生の実態調査の分析に基づいて—, 理科教育学研究, 58(3), 311-318.
- 坂倉真衣・柿原まなみ(2024): 小学校理科の月の満ち欠けにおける、地球視点から宇宙視点への視点移動を可能にする指導法の検討—教員を目指す大学生の実態調査を踏まえて—, 日本科学教育学会第48回年会論文集, 475-476.
- 下井倉ともみ・土橋一仁(2017): 理科を専攻としない教員志望学生への「月の満ち欠け」の教育の必要性, 地学教育, 69(4), 211-227.

手作り簡易分光器を活用した授業実践とその効果

Lessons Containing a Handmade Simple Spectroscope and Its Educational Effects

—中学校第1学年を対象とした実践事例—

A Case of 1st Grade Junior High School Students

○中村 勝¹, 林 武広², 藤川 義範³

Masaru NAKAMURA¹, Takehiro HAYASHI², Yoshinori HUIKAWA³

広島大学附属三原中学校¹, 広島大学名誉教授², 元インドネシア スマラン国立大学³

Hiroshima University Junior High School, Mihara¹,

Professor Emeritus, Hiroshima University², Former Lecturer of State University of Semarang³

e-mail: namuru@hiroshima-u.ac.jp¹

概要：中1の物理領域の光の学習を，中3や高校の地学領域の宇宙や恒星の学習と関連付ける理科の授業実践を試みた．お菓子の筒と回折格子による手作りの簡易分光器を用い，光源の種類や温度によるスペクトルを観察し，その違いなどを見いだす取組を行った．こうした実体験を伴った学びは，身近な物理現象から宇宙の神秘や魅力へと視野を広げ，つなげる有意義な学びの機会となった．

キーワード： 手作り簡易分光器，スペクトル，光源と恒星，学びをつなげる（関連付ける），体験的な学び（アナログなホンモノ体験）

1. はじめに

中学校学習指導要領（理科）解説にある中教審答申では，生徒自身が観察，実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決するなどの取組が，理科の有用性や面白さを認識することにつながるとしている¹．その一例として，物理領域や地学領域において，光のスペクトルを分光器を用いて観察するなど，その光源の性質や特徴を体験的に学ぶ取組が行われているところである．

その事例として，高価な直視分光器の代替として，身近な素材（CDやDVD，蓋付きのカップなど）を利用した簡易分光器の製作が数多く提案され，これらは，太陽光や蛍光灯のスペクトルを簡便ながら観察できる²³．また，高校地学の実践では，レプリカグレーティングシート（回折格子）を用いて恒星の温度と色の関係を体感させる授業が行われており，「色は温度により変化する」という概念を定着させる有効性が示唆されている⁴．さらに，天体望遠鏡用冷却 CCD カメラや天体望遠鏡用分光器を活用したスペクトル教材の開発も見られる⁵．

本校では，毎年，中学3年生を対象に，筆者の林・藤川が外部講師として，宇宙単元の振り返りや発展的な内容を含めて，宇宙の成り立ちや構造などをテーマに特別授業をしている．宇宙の構造や星の情報を得るためには，そこからやってくる光を観測

するのが第一歩であることから，蛍光灯・LED電球・白熱電球などの光源を簡易分光器で観察し，そのスペクトルを分析してみる体験を行うなど，高校物理や地学の学習につなげている．

このような学習の機会を中学1年生担当の筆者の中村が実施できないかと検討した．物理領域における光の学習は，中学1年生において「身近な物理現象」として位置付けられており，光の反射や屈折，分散（分光）などの規則性を理解することが求められている¹．それを踏まえ，中学校段階において，物理領域の光の学習を，将来（中学3年生や高校）の地学領域である宇宙や恒星の学習へと関連付けることのできるような実践を試みた．



図1 液晶ディスプレイを簡易分光器で観察する生徒



図2 太陽光(自然光)や蛍光灯を簡易分光器で観察する生徒

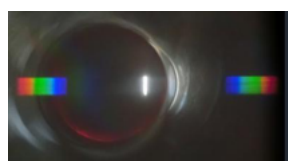


図3 太陽光(自然光)を手作り簡易分光器で観察したときのスペクトル

光（光源）	気付き・他との違い・特徴など	スペクトルのスケッチ(色鉛筆を使おう)
太陽光(自然光)	1712の色の幅が広い。色はいろいろ。	
蛍光灯	同じ色のところでも，色はこくなく，7112のところがあふ。	
液晶ディスプレイ	光が強く，色の幅が狭い。	

図4 生徒のレポートの記述例

簡易分光器については、筆者の中村がかつて考案したお菓子の筒とレプリカグレーティングシートで製作したものを用いた⁶。なお本実践では、中学3年生対象で特別授業を実施した林・藤川が製作したものを使用した。

2. 実践事例の概要

当該内容は、光の単元の発展的な内容であることから、当単元の最後の1時間程度で振り返りやまとめの意図も含めて授業を行った。

授業では、それらの既習事項を踏まえながら、先の簡易分光器により、いろいろな光源のスペクトルを観察した(図1～3)。まず、太陽光(自然光)、蛍光灯、液晶ディスプレイなどのいろいろな光源のスペクトルを観察、スケッチし、それぞれの特徴を捉えるとともに共通点や相違点を見いだした(図4)。次に、白熱電球を使い、変圧器を用いながら、電球(フィラメント)が低温のときと高温のときとで、スペクトルに違いがあるかどうかを確かめた(併せて、肉眼で実際の光源の明るさや色にも着目させた)。光源で低温と高温では、光の色の見え方やスペクトルに違いがあることを踏まえ、そのことが星(恒星)が放つ光とも関連があることに触れつつ、これまでの学習(小学校)、あるいは将来の学習(中学3年生や高校)とつながっていることを伝えた。

3. 成果と課題(今後の展望)

生徒からのレポートやアンケート(Google Formsの回答)では、「スペクトルを見ようと思って見たことは少なく、ペットボトルの影や虹などでしかないので、とても貴重な経験になった」、「小学校のころの学習をつなげて考えることができ、理科のつながりを感じられて面白いと思った」、「更に色々な光のスペクトルを観察してみたい」と、小学校時代から抱いていた思いや経験などが、今回学んだこととつながるきっかけとなったとの意見や、今後の学びへの意欲がみられる等の意見があった。また、「普段目に入ってくる光が鮮やかな色に分光されて、さらに高温、低温などの温度や光の種類によっても分光色が変わることがとても興味深かった」、「星は温度によって色が違って、シリウスが一番温度が高いと思っていたけど、リゲルという星がシリウスよりも地球からの距離が遠いだけで一番温度が高いことが分かった」と、今回取り組んだ分光についての学習を恒星の放つ光と関連付けながら、さらに恒星の距離についての関係を見いだ

している旨の大変興味深い意見もみられた。

一方、「明るいほど光源が白色に近づくと思った」とあり、確かに高温で青白い恒星ほど明るい傾向があるが(ステファン・ボルツマンの法則)、それは恒星の大きさや地球からの距離の条件が揃っていることが前提である。先行研究でも指摘されている通り、生徒は「色の変化」と「明るさの変化」を混同しやすい傾向にあり、いわゆるウィーンの変位則とステファン・ボルツマンの法則の峻別を助ける理解を促す工夫が求められる⁴。ただ、中学校段階では、前項で紹介した取組のように、定性的な理解ができれば十分であると考ええる。

この度は、二人につき一個で簡易分光器を交代で使用させたが、授業時数にゆとりがあれば、理科工作の一環として製作活動を試みて、一人一個の簡易分光器を持たせることも考えられる¹。社会教育の場面(青少年教育施設)でも、そのような実践事例があるので参照されたい^{6,7}。

4. おわりに

簡易分光器を用いた教育実践は、生徒にとって身近な物理現象から宇宙の神秘や魅力へと視野を広げ、つなげる学びとして有意義なものと捉えている。理科における「見方・考え方」を働かせ、実体験を通して規則性を見いだす本実践は、AI時代の到来を受けながらも、五感に働きかける学び(アナログなホンモノ体験)の機会にもなり得る。今後もそのような機会を大切にしたいものである。

引用・参考文献

- 1 文部科学省(2017)「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」pp.6-8, pp.29-31
- 2 池田学園 池田中学・高等学校(2024)「GSⅡ学習指導案 Section1 DVD 反射分光器を作って原理を理解しよう」(2026.6 HP 閲覧)
- 3 井上純子「身近な素材を用いた簡易分光器作りとスペクトルの観察」大阪府立大手前高等学校 (2026.6 HP 閲覧)
- 4 五島正光・土橋一仁(2005)「レプリカグレーティングを用いた『恒星の色と温度』の授業実践」、『地学教育』第58巻第1号, pp.1-12
- 5 三島安城・林 武広(2011)「天体学習におけるスペクトル教材の開発」日本地学教育学会第65回全国大会(広島大会)講演予稿集, pp.54-55
- 6 国立山口徳地少年自然の家(2005)「身近なものを使って手作り分光器をつくろう!」
<https://tokuji.niye.go.jp/cms/wp-content/uploads/2018/09/手作り分光器.pdf>
- 7 中村 勝(2011)「宿泊型青少年教育施設における天文系活動の取り組みについて」日本地学教育学会第65回全国大会(広島大会)講演予稿集, p.150

広島大学東広島天文台見学の実施とその効果

Implementation and Impact of Study Tours
at the Hiroshima Univ. Higashi-Hiroshima Observatory

「わくプロ」の事業例

A case of "Waku-Pro" activity

○藤川 義範¹, 植村 誠², 川端 弘治³, 磯崎 哲夫⁴, 林 武広⁵

Yoshinori FUJIKAWA¹, Makoto UEMURA², Koji KAWABATA³,

Tetsuo ISOZAKI⁴, Takehiro HAYASHI⁵

元インドネシア スマラン国立大学¹, 広島大学^{2,3,4}, 広島大学名誉教授⁵

Former Lecturer of State University of Semarang¹ Hiroshima Univ.^{2,3,4},

Prof. Emeritus Hiroshima Univ.⁵

e-mail: yoshi.fjkw@gmail.com¹

青少年のための科学振興を基本的な目的としている「科学わくわくプロジェクト」(略称: わくプロ)は, その事業の1つとして広島大学東天文台の見学を実施した. 70名を超える参加者があり, 最新の研究紹介, 3次元映像による宇宙散歩, 口径1.5mのかなた望遠鏡による天体観望などを行った. 見学後参加者によるアンケートを行い活動効果の検討を行った. 「星や宇宙の説明の理解程度」と「星や宇宙への興味・関心の高まり」の回答をクロス集計し, 検定の結果, 両者には有意な関連が認められた.

キーワード: 中・高校生, 星や宇宙, 広島大学天文台, 見学, アンケート調査

1. はじめに

青少年のための科学振興を基本的な目的とし益財団法人マツダ財団との連携のもと23年以上継続して活動してきた「科学わくわくプロジェクト」

(略称: わくプロ) 事業では, 現在「サイエンスレクチャー」「専門家による科学教室」及び「小学校理科広場」の3事業を実施している. 中・高校生が科学に関する幅広く深い内容を学習する「専門家による科学教室」では, 「A: オープンで参加生徒を募集する施設見学(講義・講話も含む)」「B: 中学校理科教員と連携した出前授業」「C: 本格的な科学を志向する生徒への継続的な指導」の3つのタイプの活動を実施している.

わくプロに関する成果や課題はこれまで学会等で発表してきたように, 生徒にとって負荷の高い内容でも, 考えることや学ぶことを通してわくわくできる体験が, さらにわかるようになる意欲に繋がって行くと考えている.

昨年度は, 上述「A」で広島大学東広島天文台の見学を実施した. 定員20名・メール申込で募集したところ, 広島市教委のご協力もあり, 定員を遥かに超える70名以上の応募があったが, 天文台の調整によって全ての応募者を参加とした. 見学後参加者対象のアンケートを行い, 今回の活動の効果の検討を行ったので, その結果を報告する.

2. 見学の概要

(1)施設: 広島大学東広島天文台

URL: <https://www.hiroshima-u.ac.jp/hasc>

(2)実施日: 2026年2月28日(土)

見学等は17:30~19:30. 広島駅より貸切バスで無料往復送迎(希望者は現地集合解散).

(3)主な内容: 最新の研究紹介, 3次元映像による宇宙散歩, 口径1.5mのかなた望遠鏡による天体観望. 解説と案内は, 広島大学宇宙科学センター長・わくプロ実行委員で筆者の川端弘治教授, 同宇宙科学センターで同じく筆者の植村誠准教授.

(4)参加者: 74名(高校生5名, 中学生32名, 小学生13名, 保護者23名, その他1名)

3. アンケート

アンケートの主な内容4項目を次に記す(参加者の属性は後述).

(1)見学会はどこで知ったのかを「学校」「お子様」「わくプロHP」「友人」「家族」「その他」の6項目から選択.

(2)見学会で見たもののうち, 「最も」「次に」「3番目に」良かったものを「月」「水星」「金星」「木星」「土星」「オリオン星雲」「宇宙の立体映像」「かなた望遠鏡そのもの」「その他」の9項目から選択.

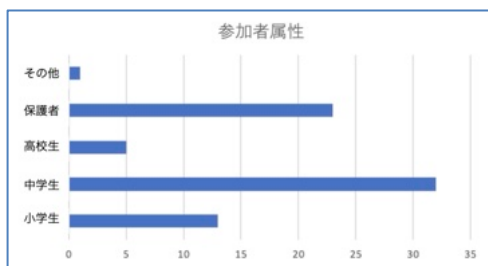
- (3)星や宇宙の説明について、「よくわかった」「まあまあわかった」「あまりわからなかった」「まったくわからなかった」の4段階から選択。
- (4)見学会に参加して星や宇宙への関心が「たいへん高まった」「かなり高まった」「変わらない(もととも高い)」「あまり高まらなかった」「まったく高まらなかった」の5段階から選択。

4. 結果と検討

(1)参加者属性(図1)

一番多いのは中学生で、次はその保護者。家族参加も多く、兄弟姉妹である小学生が13名参加した。

図1 参加者属性



- (2)見学会はどこで知ったかの回答を多い順に示すと、学校46名、家族20名、子ども4名、友人4名、わくプロHP0名。広島市教委の協力による高い効果がうかがえる(図2)。

図2 募集ポスター(電子版も使用)



(3)見て(観望して)良かったもの

表1に示すように、「月」「宇宙の立体映像」「木星」の選択が多い。なお9項目中5項目の選択が40%を超えている。

表1 見て(観望して)良かったもの

	良かったもの			
	最も	次に	3 番目	合計
①月	23.0%	16.2%	21.6%	60.8%
②水星	1.4%	1.4%	2.7%	5.4%
③金星		2.7%	1.4%	4.1%
④木星	13.5%	24.3%	10.8%	48.6%
⑤土星	13.5%	8.1%	21.6%	43.2%
⑥オリオン星雲	18.9%	4.1%	9.5%	32.4%
⑦宇宙の立体映像	18.9%	25.7%	10.8%	55.4%
⑧かなた望遠鏡そのもの	10.8%	17.6%	16.2%	44.6%
⑨その他			4.1%	4.1%
無回答			1.4%	1.4%

(4)星や宇宙の説明

表2に示すように、「よくわかった」が76.0%と

最も多かった。「まあまあわかった」と合わせると9割を超える。

表2 星や宇宙の説明

星や宇宙の説明	
	相対度数
① よくわかった。	76.0%
② まあまあわかった。	18.7%
③ あまりわからなかった。	2.7%
④ まったくわからなかった。	1.3%
無効	1.3%
合計	100.0%

(5)星や宇宙への興味・関心

表3に示すように「たいへん高まった」「かなり高まった」が多く、合わせると9割に近い。

表3 星や宇宙への興味・関心

星や宇宙への興味・関心	
	相対度数
①たいへん高まった。	57.3%
②かなり高まった。	32.0%
③変わらない(もととも高い)。	9.3%
④あまり高まらなかった。	1.3%
④まったく高まらなかった。	
合計	100.0%

(6)星や宇宙の「説明」と「興味・関心」

「星や宇宙の説明」と「星や宇宙への興味・関心」の関連を調べるためクロス集計し検定の結果、両者には有意な関連が認められた(表4)。

表4 説明と興味・関心

	星や宇宙への興味・関心			
		非常に高まった	かなり高まった	変わらない
星や宇宙の説明	よく分かった	38	16	3
	まあまあ分かった	5	6	3
	あまり分からなかった	0	1	1
	その他	0	1	0
Fisherの正確確率検定 p=0.0155 analysed by EZ-R				

引用文献

- 林 武広(2005):工学・工業教育研究講演会講演論文集, 616.
- 藤川義範ほか(2013):日本教科教育学会全国大会論文集, 158.
- 藤川義範ほか(2014):日本理科教育学会論文集, 416.

「大地のつくり」における「理科読」の手法と観察・実験

"Science Reading" Methods and Observation/Experimentation
in the Study of "Daichi-no-Tsukuri (Earth's Structure)"

○久田 健一郎¹, 土井 美香子², 舟木 志郎³, 川津 康正⁴, 矢田 猛士⁵, 中村 佐恵子⁶

Ken-ichiro HISADA¹, Mikako DOI², Shiro FUNAKI³, Yasumasa KAWAZU⁴,

Takeshi YADA⁵, Saeko NAKAMURA⁶

元筑波大学¹, NPO 法人ガリレオ工房², 元大田市立長久小学校³, 大田市立大田小学校⁴,

島根県立三瓶自然館サヒメル⁵, 大田市立図書館⁶

Formerly of the Univ. of Tsukuba¹, Galileo KoBo NPO², Formerly of Oda City Nagahisa ES³, Oda

City Oda ES⁴, Shimane Prefectural Sanbe Nature Museum Sahimel⁵, Oda City Library⁶

e-mail: spinel512@gmail.com¹

概要：地学分野には子どもが直接体験できない事象が多い。そこで科学絵本の理科読によって、体験できない部分を補えないか検討した。小学校6年生の「大地のつくり」では海底にたまる堆積物のようすの挿絵の視覚情報、岩石標本の直接観察、そして地域ジオ資産（展示施設）体験などを利用することによって総合知を育むプログラムを検討した。さらには科学絵本の活用で、「岩石サイクル」の学習の可能性についても言及した。

キーワード：大地のつくり、縄文杉埋没林、岩石サイクル、科学絵本

1. まえがき

理科読は科学の本を読むことをすすめる社会的な運動である。現代はインターネットなど受動的な情報を受け取るだけでなく、能動的に理解することで高い科学リテラシーを獲得する目指すことが強く望まれている。土井 (2010) は「科学の読み物は、知らなかった世界や新しいことを教えてくれるだけでなく、「考える」手法のお手本も示してくれます。さらに、学校で学習した成果は日常生活の中にもどのように関係しているのか、日常の中のばらばらとした事象をどのように整理していくのかといった、自分の生活を見直す力も鍛えてくれます。」と述べている。さらに、原口 (2020) は「これからの時代を担う子どもたちに求められるのは創造的な問題解決能力であり、そのような力を養うことのできる教育として、既存の教科の枠を超えた統合度の高いSTEM教育の必要性が認められ始めている」と指摘している。教科の枠にとらわれない理科読が有効な教育方法と見做されているが、さらには科学的な「読み」と理科の実体験とが相互に補完し合うスタイルが、次世代の総合的に「自考自論」ができる文化・社会の担い手を育てることに繋がっていくと考えられる (原口, 2020)。

理科の中で地学分野は他分野と異なって、時間的・空間的なスケールの違いによって、じっくり観察実験することができない場合が多い。そのような地学分野の制限を克服する手段として、本研究では科学絵本を用いた理科読で、子どもの創造的な能力を培い、総合的な「岩石のでき方」の理解を深めることを試みた。

2. 研究方法

本研究では、島根県大田市立長久小学校および大田小学校の6年生 (長久小30名と大田小72名) の授業「大地をつくるもの」(2025年9月30日・10月1日)を実施した。2日間の授業の流れは以下のとおりである。

第1日目

本読み聞かせ：『石はなにからできている』(西村 寿雄(文)・武田晋一(写真) 岩崎書店 2018)

活動① いろいろな石を見よう

活動② 石から小石や砂をつくろう＝ハンマーで花崗岩を砕く

活動③ 砕いた石からきれいな砂をさがそう＝マイ石コレクションを作ろう

活動④ 丸い石を作ろう

本読み聞かせ：『やまをつくったものやまをこわし

たもの』(かこさとし(絵・文) 農文協 2023)

【以上90分 これを2つの小学校で午前・午後繰り返す】

第2日目

立神岩遠望【往路時】地層の広がり観察

さんべ縄文の森ミュージアム 縄文の森発掘保存展示棟見学

水のはたらきと火山おはたらきでできた地層観察

【以上約3時間; 往復貸切バス使用】

(学校に戻り, 6年生全員で) 立神岩と埋没林をみて気づいたこと考えたことを発表しよう

【以上40分】

縄文の森発掘保存展示棟は, 直径30mの円形の発掘坑を深さ13.5mまで掘り下げて地下展示室にしたもので, 巨木が縄文時代の地盤に根を張ったままの状態で見せてある。約4000年前に, 三瓶山の斜面上の火山噴出物が土石流となって流下, 土石流堆積物が天然ダムとなり, そこに火砕流や河川運搬の土砂が堆積した露頭が人工的につくられている(島根県小中学校理科教育研究会編, 2024)。

3. 考察とまとめ

1) 科学絵本と実体験が相互に補完し合う理科読

今回の理科読で用いた本は科学絵本である。本研究でも、『石はなにからできている』と『やまをつくったものやまをこわしたものの』の2冊の科学絵本の読み聞かせで, 導入とまとめの役目を果たしている。読み聞かせは, 図書館司書が文を声を出して読むとともに, 科学絵本を書画カメラで撮影・液晶ディスプレイで映し出し, 子ども全員が同時に見聞きできるようになっている。

筆者(久田)の読み聞かせ時の子どもの反応に対する印象は, 高い関心度をもってディスプレイ画像と音声に集中しているように見えた。これは, 画像と音声による一体感が子どもの理解を深めていたのではないかと考える。

2) 岩石サイクルにおける科学絵本の活用

本研究では, 石ころの観察を導入時に行った。小学校の単元「大地のつくり」では, 「水・火山のはたらきでできた地層」を扱い, 中学校では火山の活動に関連づけて火成岩を, 高等学校ではプレート運動の痕跡記録として変成岩を扱っている。そしてその統合概念として岩石サイクルに繋がる。

地球のダイナミクスの理解には岩石サイクルが極めて有効である。特に既存岩石の熱・圧力を原因とする変成岩への変化は, 数百万年から数千万年の時間を要し, しかも地下深部の現象であり, こどもたちの体感としての空間的・時間的スケールを当然のことながら超えている。したがって, 学校教科書における挿絵が重要な視覚的情報源になるのだが, 単なる図鑑ではなく, ダイナミクスの理解を助けるストーリー性を持つことが重要となる。

それに対して活用が期待されるのが科学絵本である。すなわち地球内部のダイナミクスの理解は科学絵本の活用が考えられる。例えば, 科学絵本『石はしっている』(ローマ・ガンズ(文)・ホリー・ケラー(絵)・神鳥統夫(訳) リブリオ出版 2002年)では, 「粘板岩は, もとは泥板岩でした。けれど, なん百万年ものあいだ, 上につみかさなった岩の, なん億トンというおもさでおしつけられていたのです。ものすごいちからがおしつけられ, そのため発生する熱で, 泥板岩が, 粘板岩にかわってしまったのです。」を挿絵とともに説明している(筆者注; 泥板岩は泥岩となる)。

博物館訪問, 教室での岩石観察, そして, 科学絵本の理科読を合体させることで, 「大地のつくり」の学習に有効だけではなく, 「岩石サイクル」は子どもが地球のダイナミクスを感じる学習になるのではないだろうか。

4. 謝辞

本研究は2025年度中谷財団教育助成「地域のジオ資産を用いた総合知を育む科学教育プログラムの開発と推進-「理科読」の手法を用いた読書と観察・実験-」の一環として実施した。また久田は大阪府交野小学校田村美佐校長に世話になった。記して感謝する。

5. 参考文献

- 土井 美香子(2010): 子どもと本をつなぐ場所—学校図書館, 滝川洋二編「理科読を始めよう」, 岩波書店, 127-140.
- 原口 るみ(2020): 理科読とは何か: 定義と課題の整理・学校図書館活用の展望, 学校図書館学研究, 26-35.
- 島根県小中学校理科教育研究会編(2024): 島根の自然は生きている, 山陰中央新報社 p. 195.

病弱特別支援学校中学部での理科授業における ICT の活用事例 ー「大地の変化」についての3D 教材を使った授業の実践ー

A Case Study of ICT Use in Science Classes
at the Junior High School Department of a Special Needs School
- Implementation of a Lesson on "Changes in the Earth's Surface" Using 3D Teaching Materials -

○上野静子¹, 唐田幸彦², 工藤菜々子², 久田健一郎³
Shizuko UENO¹, Yukihiko KARATA², Nanako KUDO², Ken-ichiro HISADA³
大府特別支援学校¹, 株式会社ダンク², 元筑波大学³
Oobu special support school¹, Dank Co., Ltd.², Formerly of the University of Tsukuba³
e-mail: ueno3978@aichi-c.ed.jp¹

概要：本実践では，病弱特別支援学校中学部の理科授業において，「大地の変化」の学習を支援する3D教材を開発し，授業で活用した．病弱特別支援学校では，野外観察や実物資料の利用に制約があるため，火山，火成岩，地層などを立体的に観察できる ICT 教材が有効と考えられる．教材は iPad やノート PC で利用できる WebGL 版とし，生徒が回転・拡大操作を行いながら観察できるようにした．授業では，生徒の興味や主体的な操作を引き出し，教員からも病室等で活用しやすい教材として評価された．

キーワード：病弱特別支援学校，理科授業，地学教材，火山，火成岩，地層，断層

1. はじめに

特別支援学校学習指導要領では，児童生徒の病気の状態や学習環境に応じ，間接体験・疑似体験・仮想体験を取り入れること，また情報機器等を有効に活用することが求められている（滝川，2023）．

病弱特別支援学校では，健康状態や学習環境により，火山，岩石，地層などを実物や野外で観察する機会が限られる．そのため，観察対象を視覚的・立体的に示し，実感を伴う理解を支援する教材が必要である．

近年，3D や VR 等の ICT 教材は，観察が困難な対象を疑似体験的に提示できる手段として期待されており，理科を専門としない教員にとっても，学習内容を視覚的に説明しやすい点で有効である．

本実践では，「大地の変化」の学習を対象に，火山と火成岩の関係および地層を観察できる3D教材を開発し，病弱特別支援学校中学部の理科授業で活用した．

2. 病弱特別支援学校の理科授業で求められる ICT

病弱特別支援学校の理科授業では，生徒の実態に応じて観察・実験の機会を柔軟に確保する必要がある．地学分野では，時間的・空間的な変化を直接観察しにくい点，回転，拡大，視点移動などの操作を通して対象を多面的に確認できる ICT 教材が有効である．また，学校現場で利用しやすいよう，既存のタブレット端末やノート PC で安定して動作することも重要である．

3. 3D教材の開発

筆者らはこれまで，PC および HMD を用いた VR 教材の開発に取り組み，地学分野の観察対象を仮想空間上に再現してきた（久田ほか，2023；唐田ほか，2024）．

本研究では，学校現場の ICT 環境を踏まえ，iPad およびノート PC のブラウザで利用できるよう WebGL 版教材（図1）として提供した．

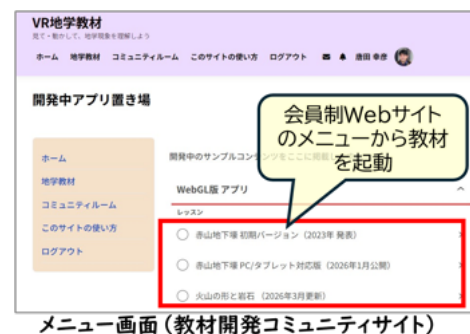
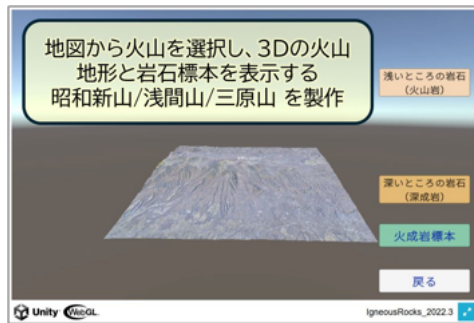


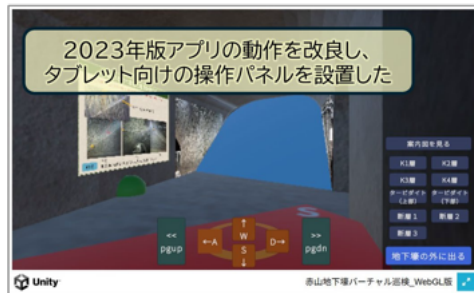
図1 VR教材はブラウザ画面から起動

また，授業で使用する教材（題材）として「火山の形と岩石」アプリおよび「赤山地下壕ヴァーチャル巡検」を作成した（図2）．

これら教材は，生徒がブラウザ画面上のモデルを回転・拡大して形状や構造を多面的に観察できるようにし，操作方法は授業内で扱いやすいよう簡潔にすることで，特別な機器を用いず既存端末で利用できる構成とした．



「火山の形と岩石」アプリ実行画面



「赤山地下壕ヴァーチャル巡検」アプリ実行画面

図2 開発したVR教材

4. 授業の実践

中学一年理科「大地の変化」のうち、「火山の活動と火成岩」および「地震が起こるところ」の学習で教材を用いて、病床の生徒3～4名に対し授業を行った（図3）。

単元：大地の変化 使用教科書 新書 新しい科学 I（東京書籍 第一学年）	
第1章 火をふく大地（6時間扱い）	
第1節 火山の姿からわかること（1時間）	
第2節 火山の噴火によってふき出される物（2時間）	
第3節 火山の活動と火成岩（2時間） VR教材使用： 火成岩の産出する山と、その山の特徴 火成岩の写真と鉱物のクローズアップの写真。操作により、くるくる回してかんさつすることができる。	
第4節 火山とともに暮らす（1時間）	
第2章 動き続ける大地（5時間扱い）	
第1節 地震のゆれの伝わり方（2時間）	
第2節 地震が起こるところ（2時間） VR教材使用： ゲームのように地上を動き、洞窟に入って地層のようすや断層を観察する。	
第3節 地震に備えるために（1時間）	

アプリを使用した授業 ※カッコ内は授業時間

図3 「大地の変化」におけるVR教材利用

生徒は画面上でモデルを操作しながら、地層や岩石の特徴を観察したり、地下壕内の様子を観察したりした。

授業後のアンケートでは、生徒から「ゲームのようで面白い」「地層が面白かった」「案内表示があり進む方向が分かりやすい」などの感想が得られた。

また、教頭をはじめ理科教員（地学以外の専門）など5名の教員からは、病室に持ち込みにくい岩石や地層を視覚的に示せる点、生徒が自ら操作して学べる点、教材にゲーム性があり印象に残りやすい点が評価された。

以上より、3D教材は、病弱特別支援学校の理科授業において、観察活動を補い、生徒の興味と主体的な学習を促す教材として有用であることが示唆された。

5. 課題と今後の展開

地学分野は、物理・化学・生物に比べて実験や観察の機会を確保しにくく、授業で扱いにくい内容も多い。そのため、生徒が自分で操作しながら対象を理解できる教材を増やすことが課題である。

今後は、堆積岩や変成岩に加え、天気や宇宙など他の地学分野にも対象を広げ、ゲーム性や操作性を備えた教材を開発し、児童生徒が地学に関心を持つきっかけを増やしていきたい。

また、迅速かつ効果的な授業を行うためのICT導入を図るには、既存の学校現場のICT環境に合わせたVR要件（表現やストーリー、再現性など）の実現するためのアプリ開発・導入の推進体制が必要となる。今後の教材開発を行うにあたって、合わせて検討を続けていきたい。

6. 文献

滝川国芳 (2023) : 病弱・身体虚弱教育におけるICT活用の意義と実際, 学校保健研究, 65(3), 131-137.

久田健一郎・矢沢勇樹・唐田幸彦・工藤菜々子 (2023) : 千葉県館山赤山地下壕の地学教育的活用ーヴァーチャル空間による地下教材の開発, 日本地学教育学会第77回全国大会 講演予稿 p. 38-39.

唐田幸彦・久田健一郎・工藤菜々子・矢沢勇樹 (2024) : 地学教育におけるHMDの活用ー千葉県館山市赤山地下壕のヴァーチャル巡検 HMD アプリ教材の開発, 全国地学教育研究大会・日本地学教育学会全国大会講演予稿集 2024-78th, p. 13-14.

季節サイクルの熟知から架橋する気候変動と文化理解の教育の展開へ向けて (日本やドイツの春から夏を例とする大学での授業)

Toward simultaneous development of the climate change and cultural understanding education based on better understanding of the detailed seasonal cycle (On a lesson proposal at the university with attention to spring to summer around Japan and Germany)

○加藤 内蔵進¹, 長岡 功², 加藤 晴子³

Kuranoshin KATO¹, Isao NAGAOKA², Haruko KATO³

岡山大学 (名誉教授・特命教授)¹, 岡山大学², 元 岐阜聖徳学園大学³

Okayama Univ.¹, Okayama Univ.², Former Affiliation: Gifu Shotoku Gakuen Univ.³,

e-mail: kuranos@okayama-u.ac.jp¹

概要：季節サイクルは中緯度域の中でも地域差が大きく、地域規模での気候変化の把握の際の重要なベースとなる。一方、それは、季節感等を通した文化生成の重要な背景の一つでもある。そこで、中高の地学・地理分野での「日本の季節と気象・気候」の学習内容や教員養成での関連授業の開発の一端として、「季節サイクルの熟知から、気候変動・文化理解双方の教育への架橋」に向けた検討を行う。本発表では、日本やドイツ付近の春～夏頃を例に、上述の趣旨での大学での授業も一部紹介したい。

キーワード：季節サイクル、気候変化の季節性・地域性、気候変動教育・文化理解教育の架橋、日本の気象・気候の学習、異質な他者への理解

1. はじめに

近年は、地球温暖化の影響も加わり、地域毎に特徴的な極端現象の頻出や、日本付近での「二季化」(夏が長くなって、春や秋が短くなる。滝川・立花 2025) のような「季節進行の歪み」、等も指摘されている。しかし、広域的な因子に対する応答は、背景場の季節サイクルの多様性もあり、地域間の差異は大きい。従って、ESD (Education for Sustainable Development)における防災気象・気候変動教育のベースとしての、「季節性・地域性」も含めた「変わりつつある気候」(Changing climate)を自ら捉えるリテラシー育成の際にも、「その地域・季節であるが故に」もしくは「元々はそういう季節なのに」、という視点の涵養も重要と考える。

一方、季節サイクルも含めた気候環境は、季節感等を通した文化生成の重要な背景の一つであり、気候や文化の多様性を気候データと作品双方から把握する学際的な文化理解教育を通じて、ESDの根底として不可欠な、『自分たちの当たり前』とは異なる自然環境、文化、価値観等を背負う人々の存在を実感し、それらを尊重出来る」、いわば「異質な他者への理解」の深化へ繋げ得ると考える。

ところで季節サイクルは、各要素の平均値の季節変化の振幅だけでなく、「夏」と「冬」の長さ、それらの遷移のタイミング、日々・年々の「平均的な変動幅」、等の組み合わせで特徴づけられ、中高緯度の中でも地域的な多様性は大きい。例えば日本付近では、梅雨と秋雨を含めた大枠としての六季

やそれらの中間的季節に伴い、卓越気圧配置等が約1ヶ月毎に大きく変化するなど、独特な季節サイクルを示す。一方、ドイツ付近では、「春・5月」に対する特別な季節感があり(加藤他 2023, 2025, 教師教育開発センター紀要)、「夏」の特徴も日本付近と大きく異なる。中学・高校の地学や地理の分野では、「季節毎の日本の気象・気候」に関する学習も行うが、その際に、季節の背景の中で日々起きやすい特徴的現象を把握した上で、「それらへの広域的な変化の応答として、どのような地域規模の気候変化が生じ得るか」の考察に繋げることも可能であろう(そのような授業を行える教員を養成するための、大学での授業開発も含めて)。

従って、『日本の季節と気象・気候』の学習を通して季節サイクルの多様性や地域性を熟知し、それらをベースに気候変動・文化理解双方の教育を架橋する」学習プランの開発も有意義ではと考える。本グループは、学際的な気候・文化理解教育へ向けた種々の取り組みを行ない(加藤・加藤 2014, 2019, 『気候と音楽』の著書、等)、本大会でも発表を重ねて来たが、今回は、季節サイクルの熟知から「変わりゆく気候」を自らの確に捉えるリテラシー育成のための検討を行う。なお、具体的な現象としては、日本やドイツ付近の春～夏を例に紹介したい。

2. 細かいステップで季節遷移する日本の気候をベースに気候変化を捉える視点例(4 月初め頃の季節

的な急昇温や夏から冬への急降温を例に)

日本付近の気象・気候に関して、中学校理科では、冬型の気圧配置、春や秋の温帯低気圧・移動性高気圧、梅雨、盛夏、秋雨と台風などが取り上げられている。それらの広域的背景にも目を向けつつ（各気団の実態やそれらの絡み方、等）、季節的特徴の遷移の実態も発見学習的に掘むことで熟知した季節サイクルをベースに、次のような現象も一つの例として、教材化が可能ではと考える（梅雨・秋雨他にも格好の現象例はあるが、紙幅の都合で略）。

日本列島付近では、3月～梅雨明け頃まで、平均気温が大きく上昇し続けるが、3月後半～4月前半頃の季節的昇温量は特に大きい。これは、九州～北海道の日本列島全域で共通の現象で、シベリア高気圧の季節的消失のタイミングにほぼ対応する。一方、9月～11月頃は、大きな季節的降温が継続する（以上、加藤他 2009, 天気, 56, 203-216）。

従って、これらをベースに、特に 2020 年代になってから、マスコミ等でもしばしば話題になる『春の早まり』や『夏が長期化』のような現象が、具体的にどのような実態に対応しているのか」という「事実関係」を発見学習的に生徒が見出す機会を提供しうると考える。例えば、加藤(内)が大学で半分を担当中の中等理科内容構成論Ⅱ（地学Ⅰ, Ⅱ）のために、名古屋での日平均気温データの解析した教材例によれば（図略）、春が早かったとされる 2022, 2023 年には、季節的昇温のピークが本来の 4 月初め頃よりも約 1 ヶ月早かった。また、2024 年には、季節的昇温のピークは 4 月頃であったが、昇温量が顕著であった。一方、夏から冬への進行に関しても、2022, 2023 年は季節的な急降温のタイミング自体が遅れたが、2024, 2025 年には、季節的急降温が始まった後も高温アノマリーが更に顕著に持続するなど、それぞれの年における「季節進行の歪み」の特徴を、生徒・学生らがより具体的に捉えられるようなグラフを提示できる。

3. ドイツ付近の「夏」との比較: 極端現象の発現と季節感の把握を通じた「異質な他者」との出会い

以前の本大会でも紹介したように、ドイツ付近の冬の平均気温は 0℃程度であるが、日平均気温-7℃から-15℃程度の極端に寒い日も時々出現する。そのような「冬」が終わり、「春・5月」を迎える。一方、ドイツ付近の夏（6～8月頃）の平均気温は 20℃前後と九州～関東の真夏よりかなり低だけでなく、日々の大きな気温変動の中で、日平均気温

10℃少々の日もしばしば出現する。従って、「同じ名称の季節でも、地域によりその特徴が如何に違うか」を発見する学習は、「異質な他者」と出会う絶好の機会となる。加藤他（2023, 2025）は、ドイツ付近の「春・5月」の気候と、その特別な季節としての季節感が表現された複数のドイツリート等の鑑賞と絡めて、学際的な気候・文化理解教育に関する授業実践を行なった。一方、ドイツ付近の「夏」の気候と季節感の日本付近（九州～関東）との違いに関して、シューベルトの歌曲《春に》の鑑賞も絡めて、大学の授業の中で実践した（加藤他 2026）。この論文の発展としての実践を 2026 年 6 月の日本音楽表現学会で発表）。

《春に》では、春の美しい季節を背景に過去の失った恋の回想がト長調で歌われた 1, 2 番の後、3 番前半ではト短調に転調し失恋の苦しみが歌われる。3 番の後半ではト長調に戻り、「せめて私が小鳥だったら、あの場所の枝に留まって、夏の間中ずっと、彼女を偲んで歌い続けるのだが。」（筆者による大意）と歌われる。詳細は略すが、『夏の間中、ずっと』の歌詞から受けるイメージが、ドイツの夏と日本の夏とを思い浮かべた場合で、どのように違うか」という視点から、夏の気候と季節感の日本付近との違いを、「科学的、感覚的な、双方の眼」で捉えようという趣旨の実践である。

ところで、近年、ヨーロッパでも「熱波」による被害が相次ぐようになった。2026 年（今年）にも、6 月下旬頃には、フランスなどを中心に（アルプスの北側ではドイツ・オーストリア付近も）、日最高気温が 40℃前後に達する日が現れた。夏の平均気温が 20℃程度であった地域であり、日本付近に比べると、これまでの気候とのギャップの大きさがかなり違う点への気づきは、「異質な他者」への理解としても重要と考える。更に、ドイツ付近では、前述のように、夏における気温の季節内変動も九州～関東付近に比べて大きく、今年のヨーロッパでの異常高温も、かなり大きな振幅での日平均気温の季節内変動に伴う「高温ステージ」として出現している。つまり、詳細な季節サイクルを熟知した上で異常高温の具体的な特徴を把握する活動からも、季節感とも絡めつつ、気候変動の実態把握へのリテラシー、及び、「自分たちの当たり前」とは異なる世界への気づき（「異質な他者への理解」）、の双方を深めるための展開が可能と考える。

引用文献（紙幅の都合で一部のみ掲載）

加藤内蔵進・長岡功・加藤晴子（2026）：岡山大学
教師教育開発センター紀要, 16, 75-89.

唱歌「早春賦」を接点とした気象と音楽を連携させた教科横断型授業の実践

An Interdisciplinary Lesson Integrating Meteorology and Music
through the Japanese Song “Soshun-fu”

—感性的理解と科学的理解を往還する授業デザイン—

— A Learning Design Bridging Affective and Scientific Understanding —

○松尾 健一

Kenichi MATSUO

岡山県立和気閑谷高等学校

Okayama Prefectural Wakeshizutani Senior High School

e-mail: thefinalscore2010@gmail.com

概要：本研究では、唱歌「早春賦」を教材として、気象と音楽を関連付けた教科横断型授業を実践した。授業では、まず楽曲の歌詞や旋律から季節感を感性的に捉え、その後、実際の気象データや天気図を用いて三寒四温の気象学的背景を科学的に考察した。さらに、得られた科学的理解を踏まえて合唱表現を工夫する活動を行った。感性的理解から科学的理解へ、さらに感性的理解（表現活動）へと往還する学習過程を構成することで、気象現象への理解を深めるとともに、科学的知識が音楽作品の理解を豊かにすることを実感させることができた。

キーワード：気温変動、三寒四温、教科等横断型授業、音楽教育

1. はじめに

高等学校学習指導要領（文部科学省、2018）では、教科等横断的な視点に立った資質・能力の育成が重視されている。各教科で学んだ知識や技能を相互に関連付け、多面的・多角的に物事を捉える学習を通して、実社会や日常生活における課題解決へとつなげることが期待されている。

地学は、自然現象を対象とする学問であると同時に、人々の生活や文化とも深く関わっている。季節の移り変わりや気象現象は、古くから文学や音楽など様々な芸術作品の題材として扱われており、科学的な理解は作品の情景や表現をより深く捉えることにもつながる。

唱歌「早春賦」は、春を待ち望みながらも冬の寒さが残る早春の情景を描いた作品であるが、その気象学的背景について考察する機会は多くない。

本稿では、感性的理解から科学的理解へ、さらに科学的理解を感性的理解へと還元する学習過程を取り入れた授業デザインについて報告するとともに、教科横断型学習としての教育的意義について考察する。

2. 授業デザイン・授業実践

本実践は、岡山城東高校冬季補習において高校1年生選択者23名を対象として実施した。授業時間は100分であり、「早春賦」に描かれた気象現象を

科学的に説明し、その理解を踏まえて作品を再解釈することをねらいとした。

(1) Step1 「早春賦」の鑑賞と課題の設定

授業の導入では、唱歌「早春賦」の歌詞を確認した後、楽曲を鑑賞した。生徒は歌詞中の「春は名みの風の寒さや」「今日もきのうも雪の空」といった表現に着目させ、作品に描かれた季節や気象の特徴について考えさせた。

本実践では、ここで直ちに気象学的な説明を行うのではなく、まず作品から受ける印象を基に早春の情景を捉えることを重視した。作品に描かれた自然の様子を感性的に理解した上で、「なぜこのような情景が生じるのか」という問いへつなげることで、後の科学的考察への動機づけとなるよう授業を構成した。

(2) Step2 気象データによる現象の確認

次に、2023年12月～4月の岡山市の日最高気温データを用いて、毎日の気温変化を確認させた。生徒はワークシート上で最高気温を色分けし、暖かい日と寒い日が数日おきに繰り返されていることを確認した。

この活動では、「早春賦」に描かれた情景が実際の気象データにも表れていることを確認させるとともに、歌詞から得られた印象を客観的な観測デ

一タによって捉え直すことを目的とした。音楽作品として描かれた季節の特徴を、実際の気象データと対応させることで、感性的理解から科学的理解へと学習を発展させることを意図した。

そして、「1913年当時の『早春賦』の作者から、なぜ暖かい日と寒い日が繰り返されるのか質問されたらどのように説明するか？」という課題を設定した。この課題により、気象現象を単に理解するだけでなく、複数の資料を根拠として説明を構築することを学習の動機づけとした。

(3) Step3 三寒四温の気象学的考察

三寒四温の成因を考察するため、授業では複数の資料を段階的に提示・説明した。本実践では、結論を先に説明するのではなく、中学校理科で学習した内容を想起しながら、資料相互を関連付けて考察できるよう授業を構成した。

まず、日本の冬季の気候を取り上げ、シベリア高気圧の発達によって寒気が日本へ流入し、気温が低くなることを確認させた。続いて、850 hPa 気温分布を用いて、3月になっても寒気が日本付近まで南下することがあることを確認させた。

さらに、月平均海面気圧配置および地上天気図を提示し、冬型の気圧配置が次第に弱まる一方で、移動性高気圧と温帯低気圧が交互に日本付近を通過する春の気圧配置へ移行することを確認させた。

これらの資料を関連付けながら、移動性高気圧の通過時には暖気が流入して気温が上昇し、その後寒気が流入することで再び気温が低下することを整理し、暖気と寒気の交互の流入が三寒四温をもたらすことを考察させた。

資料は、「日本の冬の気候」「850 hPa 気温分布」「月平均海面気圧配置」「地上天気図」の順に提示した。このように、1つずつ資料を積み重ねることで、既習事項を基盤としながら、複数の気象要素を関連づけて現象を説明する過程を重視した。

最後に、これらの資料を根拠として、「当時の『早春賦』の作者へ三寒四温を説明する」という課題に班ごとに取り組ませた。生徒は気温データや天気図を根拠として、自らの言葉で説明を構成し、歌詞に描かれた気象現象を科学的に説明した。

(4) Step4 作品理解への還元

学習した気象学的考察や、歌詞中の情景がどのような気象状況であるかを踏まえて、ダイナミクス

やフレージングについて班で検討させた。これを生徒間で共有させ「早春賦」を歌唱させた。その後、リフレクションを通して、科学的理解を踏まえた作品理解について振り返らせた。

3. 成果

授業後のリフレクションでは、「早春賦」に描かれた情景と気象現象との関係について、気象学的な視点から捉え直した記述が見られた。また、生徒の授業中での発表やワークシートでは、岡山市の日最高気温データや850hPa 気温分布、地上天気図を関連づけて三寒四温の成因を説明する記述が確認された。また、「『早春賦』の作者へ説明する」という課題に対して、複数の資料を根拠として説明を構成する様子が見られた。

4. まとめ

本実践では、唱歌「早春賦」を接点として、気象と音楽を関連づけた教科横断型授業を実践した。歌詞から抱いた疑問を、気象データや天気図を根拠として科学的に説明し、再び作品理解へ還元する学習過程を構成することで、感性的理解と科学的理解を往還する授業デザインを提案した。地学は、自然現象を扱うだけでなく、人々の生活や文化との関わりを学ぶことができる教科でもある。本実践は、気象現象を音楽作品と関連づけて学ぶ授業モデルの一例として、教科等横断的な視点に立った地学教育の可能性を示す実践である。今後は、他の題材への展開を図るとともに、授業の教育的効果について継続的に検証していきたい。

5. 参考文献

- 松尾健一・松本健吾・加藤内蔵進 (2024) : 音楽の視点を取り入れた教科等横断型理科授業の開発—《早春賦》を接点とした気象に対する意識の涵養—, 岡山大学教師教育開発センター紀要, 第14号, pp.57-70
- 加藤内蔵進・加藤晴子・三宅昭二・森泰三 (2017) : 日本の気候環境と愛唱歌などにみる季節感に関する高校での学際的授業の開発 (冬を挟む日本の季節進行の非対称性に注目して), 岡山大学地球科学研究報告, 24, 5-18
- 松尾健一・加藤内蔵進 (2010) : 日本付近の早春に見られる季節遷移期の特徴 (日々の気温変動と総観場に注目して), 関西支部例会要旨集 (日本気象学会関西支部), 121, 21-24

生徒の地学学習観の実態調査とその変容を促す単元開発

2026 年広島大会

Survey on Students' Views of Learning Geology and the Development of a Unit for Their Transformation

～自分の地域の岩石から古環境を推測する活動を通して～

Through Inferring Paleoenvironmental Conditions from Rocks in Our Region

黒瀬 玲凱

Ryoga KUROSE

福井県立若狭高等学校

Wakasa High School

e-mail: r-kurose-9u@fesc.ed.jp

概要：本研究は、生徒らの地学学習観を調査するとともに、その変容を促す単元の開発を目的とした。単元前調査では、多くの生徒が地学の学習を暗記・再生として捉えていた。そこで、地域の岩石から古環境を推定する単元を開発・実施した。単元実施後の調査では、地学の学習において意味理解を重視する生徒が増加した。一方で、意味理解自体を暗記・再生の対象として受け取る傾向も見られた。

キーワード： 地学教育，高等学校，岩石，資質能力

1. 背景

川上・久坂 (2019) は、小学校 6 年生および中学校 2 年生を対象に理科学習における学習観を調査し、学習を暗記・再生として捉える学習観と、学習内容の意味理解を重視する学習観を示した。また、これらの学習観が理科への興味や利用価値の認知と関連することを報告している。

しかし、高校地学における生徒の学習観は十分に明らかにされていない。

本研究は、生徒らが中学校までの地学の学習を通して、地学を学ぶ意義をどのように捉えているかを明らかにすることと、その変容を促す単元の開発およびその有効性の検討の 2 点を目的とした。

2. 研究方法

本研究は、福井県立若狭高等学校 1 年生 2 クラス (1 クラス 30 人) の理数地学を対象に行った。

(1) 生徒の地学学習観を明らかにするための調査

理数地学の最初の授業の冒頭において、「地学は何を学ぶ科目か」という問いを生徒に投げかけた。その後、中学校理科で学んだ内容を班ごとに出し合い、それぞれを物理、化学、生物、地学の分野に分類する活動を行い、授業後に、もう一度「地学は何を学ぶ科目か」を考えてもらった。

分析では、先行研究における学習観の考え方を参考にしながら、自由記述の内容を本研究独自の 3 つの枠組みに分類した。

①コンテンツ志向：個々の情報を学ぶ

②プロセス志向：個々の情報をどう扱うかを学ぶ

③コンピテンシー志向：世界の捉え方を学ぶ

本研究では、①の回答をした生徒を、地学の学習を暗記・再生として捉える生徒、②、③の回答をした生徒を、意味理解を重視する生徒として扱う。

(2) 生徒の地学学習観を変容させるための単元開発

本開発では、①の生徒を②へと変容させることを目的とする。そのためには、単に学習内容を並べるだけでなく、内容を活用する経験が必要である。

そこで、小浜地域には丹波帯付加体が分布する (亀高ほか, 2019) ことや、近隣の敦賀市では花崗岩が見られることを利用し、高校周辺の河原の岩石の分類活動による小浜市の古環境の推定や、火成岩による古環境の推定を単元に組み込んだ。

開発した単元の流れを表 1 に簡単にまとめる。

表 1：開発した単元の流れ

1-1	標本の岩石を見分けよう	1 時間
1-2	小浜の岩石を見分けよう	1 時間
1-3	なぜ小浜は堆積岩が多い？	1 時間
1-4	プレートとは何か	1 時間
1-5	プレートはなぜ動くのか	1.5 時間
1-6	プレートは本当に動いているのか	1.5 時間
2-1	火山岩と深成岩がもつ情報の違い	1 時間
2-2	火山はどうやって噴火するのか	1 時間
2-3	斑レイ岩と花崗岩の違い	1.5 時間
2-4	マグマはどうやってできるのか	1.5 時間

(3)生徒の地学学習観の変容を確認するための調査

7月考査終了後、生徒らに再び「地学は何を学ぶ科目か」について回答してもらい、(1)と同様の分析を行った。

3. 結果

(1)地学学習観に関する調査の実施結果

「地学は何を学ぶ科目か」の回答について、最初の授業冒頭、最初の授業後、7月考査後での各分類の回答数を表2にまとめる。

表2：「地学は何を学ぶ科目か」の各分類の回答数

	最初の授業 冒頭	最初の授業 後	7月考査後
①	55	55	41
②	1	1	16
③	0	1	2
その他	1	0	0
合計	57	57	59

①に分類される回答の内訳をみると、「地層・火山・化石とか」のように授業で扱われる内容を書いたものが、最初の授業冒頭では、47件(85%)であったが、7月考査後では17件(41%)となり、代わりに「自然の色々な現象と、なぜそれが起きるのかを学ぶ科目」のように、原理や因果関係に目を向けた回答が増えていた。

②には「地球の構造や現在の環境から、地球で起こる現象などを考え、昔の地球の姿やこれからの姿について考える科目」、③には「身近なことに「なぜ？」を見つけ出す力が身につく科目」といった回答を分類した。

また、②の代表回答に見られるように、「地学とは何を学ぶ科目か」を問うているが、「地学とはどんな科目か」への回答に近いものがあり、最初の授業後では3件だったものが、7月考査後では9件見られた。そのうち1件が①で、8件が②であった。

さらに、「それぞれの地域についての地理的な特徴・歴史の調査方法、自然の脅威とそれから人々を守る方法について」のように、プロセスをコンテンツとして受け取っているような回答が7月考査後に5件見られた。

(2) 開発単元の実施結果

小浜地域や敦賀の岩石を用いた古環境の推定に生徒らは熱心に取り組んでいた。また、古環境を推

定するために新たな視点を問いとして提示すると、生徒らは自分が持っている知識を活用してその解を探そうと積極的に議論していた。

一方、時間の問題により、生徒らが観察事実から考察しきる前に教員が解説を行う場面があった。

前期末の生徒アンケートでは、「地学の授業を通してできるようになったこと」として、「考える力がついた」といった意味理解に関する回答が38件あった一方で、「岩石を見分けられるようになった」といった暗記・再生に関する回答が9件あった。

4. 考察

表2より、最初の授業冒頭ではほとんどの生徒が①の回答をしたことから、地学の学習を暗記・再生として捉える生徒は多かった。

また、開発した単元の実施後、②や③の生徒が増えており、意味理解を重視する生徒が増加したと考えられる。これは、前期末の生徒アンケートの結果とも整合する。

一方で、7月考査後も①の回答は多い。これについて、2つの原因を考えている。

まず、「地学は何を学ぶ科目か」という質問文が、①の回答を誘発している可能性である。①に分類されるが、原理や因果関係に目を向けた回答をした生徒の中には、②の学習観を有していた生徒もいたと考えられる。この質問文は、学習内容を答えさせやすいものであり、生徒の地学学習観をより適切に捉える質問文を今後検討する必要がある。

もう1点は、生徒が知識を得る意味やその理解の過程を、再生・暗記の対象として捉えている可能性である。これは、時間の都合で、地学の情報を活用するプロセスを教員が解説してしまう場面が原因だと考えている。生徒が活動できる部分を見極め、うまく時間を確保する必要がある。

5. 参考文献

亀高正男、菅森義晃ほか13名(2019):舞鶴一小浜地域の地質:超丹波帯・丹波帯の地質構造発達史と上林川断層の横ずれインバージョン,地質学雑誌,第125巻,第11号,793-820.

川上紗希、久坂哲也(2019):理科学習における学習観尺度及び学習動機尺度の信頼性と妥当性の検討—小中学生を対象とした予備的検討—,日本科学教育学会研究会研究報告,第34巻,第1号,35-38.

広島県高等学校教育研究会理科部会地学部の現状と今後の発展に向けて

Current Status and Initiatives for Future Development of the Earth Science Section,
Science Department, Hiroshima Prefecture High School Education Research Association

○野村 聡司¹, 岩田 真², 池本 博司³, 坂倉 みかり⁴, 平谷 篤史⁵
Satoshi NOMURA¹, Makoto IWATA², Hiroshi IKEMOTO³, Mikari SAKAKURA⁴,
Atsushi HIRATANI⁵

広島県立広島国泰寺高等学校¹, 広島県立広島高等学校², 広島市立美鈴が丘高等学校³,
広島県立高陽東高等学校⁴, 広島県立福山誠之館高等学校⁵

Hiroshima Prefectural Hiroshima Kokutaiji High School¹, Hiroshima Prefectural Hiroshima High School², Hiroshima Municipal Misuzugaoka High School³, Hiroshima Prefectural Koyohigashi High School⁴, Hiroshima Prefectural Fukuyama Seishikan High School⁵

e-mail: s-nomurak807745@hiroshima-c.ed.jp¹

概要：近年，広島県の高校地学の教員数が減少していたが，数年前より広島県高等学校教育研究会理科部会地学部での野外研修会等の活動が再開し，HP を立ち上げるなど，次第に活発になってきている．その活動を主に支えるのは数名のコアメンバーであり，少人数の教育研究会であっても，活動の充実，広報活動，教材の作成というステップを踏んでいくことで再興させることができた．一方で，活動の幅が広がるほど様々な課題が生じているのも現状である．

キーワード： 地学教育，高等学校，教育研究会，教員研修，教材共有

1. 背景

(1) 広島県の地学教員の現状

高等学校では，多くの件で地学教員の採用がほとんどゼロの状態が数十年続いている（関，2019）．その中で，広島県では地学教員の新規採用が十数年前から少しずつ行われている．一方で，定年退職等による離退職者も多い．最近数年に注目してみても図1のように広島県の地学教員数は新規採用がありながらも離退職者の方が多いため，総数としては減少したことがわかる．

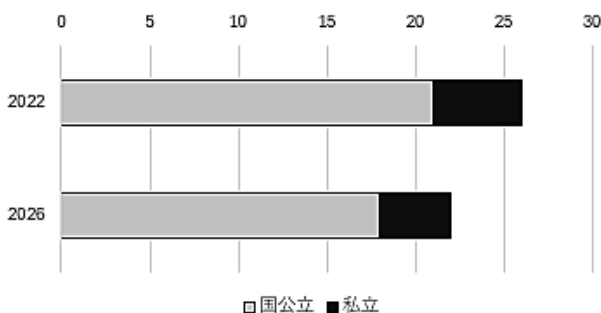


図1 広島県の地学教員数の変化

また，在職中の地学教員の多くが20～30代で占められており，教員としての経験を多く積んでいる教員数が少ない．

一方で，広島県教育委員会（2025）によると，令和8年度に広島県の県立学校で地学基礎の教科書を採択したのは56課程である．同年の県立学校の地学教員は11名程度であることから，多くの学

校で地学を専門としない理科教員が地学基礎の授業を担当していることがわかる．

(2) 理科部会地学部

2000年以前の広島県高等学校教育研究会理科部会地学部（以下，広島地学）は活動が活発だった時期があり，県内外への野外研修会や地学教材としての実習帳の作成など，様々な活動を積極的に行っていた．しかしながら，これらの活動が減っていき，一時的に広島地学の活動が衰退する時期を迎えた．これには様々な要因が考えられるが，広島県で地学教員の新規採用が行われなくなった時期と重なることから，新規採用による新たな刺激がなくなったことが原因のひとつであると考えられる．その後，2010年頃から広島県で地学教員の新規採用が再び行われるようになったことで，広島地学の活動が少しずつ再開されていった．活動が再開された平成30年頃は，広島地学の役員は5名程度であったが，活動の活性化に合わせて地学教員に声をかけ，令和8年では国公立の教員を中心に9名まで増員している．この9名をコアメンバーとして広島地学の活動を運営しているところである．

2. 地学部の活動

広島地学の活動の再開後は，主に次の(1)～(3)の順に活動を展開していき，広島地学の活性化を目指した．

(1) 研修会等の充実

地学教員及び地学が専門ではない教員が授業のネタ集めに参加しやすいように様々な分野における研修会を1年に2回実施するようになった。また、地学の教材共有や専門家の講演会などを目的とした研究大会も1年に1回実施している。



図2 令和7年度の研修会の様子
(持参した岩石サンプルの観察)

(2) 地学部 HP の開設

実施した研修等の記録や広島地学の広報活動、教材の共有等のために2023年より広島地学のHP

(<https://sites.google.com/view/hiroshimachigakukyoku>)を開設した。HP運営が固定されたメンバーの負担にならないように直感的に作成できるGoogleサイトを利用して作成した。これにより地学が専門でない教員も過去の研修の様子を気軽に確認できるため、研修へ参加しやすくなることが期待される。



図3 広島地学HPのQRコード

(3) 実習帳の再編

以前の広島地学で作成されていた実習帳は数十年前に作成されたものであり、作成当時から教育課程も変わっているため、現在の教育課程に合った実習帳への再編を進めている。

3. 成果と課題

広島地学の活動が再開して数年で、1年に複数の研修会、HPの開設、実習帳の再編まで行えたことは成果の一つとして挙げられる。また、各研修において、大学等から専門家を講師として招いて充実した研修が行えていることや地学を専門としない教員が毎回参加するようになってきていること

も成果である。このように、広島地学のような一度衰退した少人数の教育研究会であっても、(1)活動の充実、(2)広報活動、(3)教材の作成とステップを踏んでいけば再興させることができることを示せたと考える。

一方で、実習帳の作成のための会議を設定しても、各校の校務等の事情によりコアメンバーがうまく集まらないことや作成した実習帳のチェック体制が確立できていないことなどに課題がある。飯田(2014)によると、埼玉県では「実習帳」編集のためのワーキンググループを置き、内容を大幅に変えることも視野に入れた査読を、責任をもって行っていた。広島地学でもこの形を広島県でできる形に転用して行っていくことを検討している。また、広島地学の活動が活発化し、広島地学としての業務量が増加している中で、人数の少ない広島地学のコアメンバーでどのように業務を回していくかについても今後の課題である。

4. 今後の展望

広島県の地学教員の年齢層を考えると、定年退職等による地学教員の減少は収まっていくと予想される。それに加え、地学教員の新規採用が引き続き行われると、数年後には広島県の地学教員数は増加する可能性も考えられる。その時に広島地学がさらに活性化できるように着実に研修会や広報活動などを通して土台を築き上げておく必要がある。

また、実習帳作成に向けてコアメンバーによる委員会を定期的に開催するために、より良い開催の形を検討・実施していく。これにより、広島地学版の実習帳の作成を進めて、それをHPに掲載し、地学を専門としない教員も広島地学のHPを活用するよう推し進めたい。

そして、令和7年度より高等学校だけでなく、小学校や中学校の教員に向けても地学教材を提供する活動も始めている。今後は提供できる教材を増やし、この活動を通して、地学の魅力を小学校や中学校にも発信し、広島県全体を通して地学が活性化されることを目指したい。

5. 引用文献

- 飯田 和明 (2014) : 地学教育と科学運動, 73,29 - 34.
 広島県教育委員会 (2025) : 令和8年度使用県立高等学校用教科書図書教科別採択結果, 5.
 関 陽児 (2019) : 東京理科大学紀要. 教養篇, 51,233 - 253.

プレートテクトニクスの動的・空間的概念の理解促進： 3D 地球儀 web 教材「Sympa! Globe」を用いた教育実践

Understanding of Dynamic and Spatial Concepts in Plate Tectonics:
Educational Practice Using the 3D-Globe Web Teaching Tool "Sympa! Globe"

○佐藤 友彦¹, 河合 研志²
Tomohiko SATO¹, Kenji KAWAI²
岡山理科大学¹, 東京大学²

Okayama University of Science¹, The University of Tokyo²
e-mail: t-sato@ous.ac.jp¹

概要: 3D 地球儀 web 教材「Sympa! Globe」を用いたプレートテクトニクス学習の教育効果を検証した。事前にプレートテクトニクスの通常講義を実施した大学生を対象に、本教材を用いた復習講義を行った。事前・事後テストを分析した結果、客観スコアが有意に向上した。とくに超大陸サイクルや海洋底年代分布といった動的・空間的概念の正答率が向上し、3D 可視化が時空間的理解を選択的に促進することが示された。

キーワード: 地学教育, プレートテクトニクス, 時間変化, 空間認識, web 教材

1. 背景

プレートテクトニクスは、プレートの運動、海洋底の生成と消滅、超大陸の集合と分裂など、時間空間的な動態を本質とする学習項目である。しかし、従来の教育では平面の静止図に依存することが多く、球面上の動的変化や立体的な空間配置を捉えにくいという課題があった。また、地学分野において不可欠な空間的思考の育成 (McLaughlin and Bailey, 2023) の観点からも、教育手法の改善が求められている。これまでに Google Earth を用いた実践例 (伊庭・乾, 2011) はあるものの、動的・空間的概念に対して選択的な教育効果が得られるかについての検証は十分ではない。そこで本研究では、3D 地球儀 web 教材「Sympa! Globe」を用い、プレートテクトニクスの動的・空間的概念の理解促進に及ぼす教育効果を定量的に検証した。

2. 教材

本研究で使用した Sympa! Globe は、ブラウザ上で動作する HTML 形式の教材である (図 1)。主な特徴は以下の通りである。[1] 動的操作: 地質時代のプレート復元モデルに基づき、スライダー操作で大陸配置の変遷を連続的に動かせる。[2] 多層データ表示: プレート境界、地震・火山の分布、海洋底年代などのレイヤを自由に重ね合わせられる。[3] 可搬性・再現性: インストール不要で PC やタブレットで動作し、表示を QR コードや共有リンクとして配布・再現できる。

3. 実践

岡山理科大学の地学初学者 (N=44) を対象に、事前に通常講義として学習したプレートテクトニクスの内容について、Sympa! Globe を用いた復習講義を実施した。教員がノート PC で Sympa! Globe を操作し、スクリーンに投影する形式で以下の内容を順に提示した。[1] 現在の地球におけるプレート境界、地震、火山、海洋底年代の空間分布と相互関係。[2] 過去 10 億年前から現在までのプレート復元アニメーションと、ウィルソンサイクルの観察。[3] アフリカ地溝帯、大西洋、太平洋、アルプス-ヒマラヤ山脈に代表される、海洋の誕生から消失までのパターンの観察。

教育効果の測定には、同一の設定問を授業前後に行う pre/post 設計を採用し、[1] 客観理解度テスト (プレートテクトニクスに関する計 9 項目の選択・正誤問題)、[2] 理解度についての自己評価アンケート (6 項目、5 段階評価)、および [3] 教材評価アンケート (5 段階評価) を実施した。客観スコアの平均差の検定を行い、効果量 (Cohen, 1988) および規格化ゲイン (Hake, 1998) の算出を行うとともに、客観理解度と主観理解度の相関分析 (Schraw, 2009) を行った。

4. 結果

客観スコア平均値は、講義前の 67% から講義後に 72% へと有意に向上した ($t(43)=2.04$, $p=0.047$)。全体の効果量は 0.31、規格化ゲインは 0.153 にとどまったが、既習内容の復習に伴う事

前正答率の高さ(天井効果)が要因と考えられる。設問別分析では、「新しい海洋の誕生」、「超大陸の出現順」、「海洋底年代の空間分布」といった動的・空間的トピックで顕著なスコア向上が見られた一方、「日本列島周辺のプレート名」、「プレートと地殻の違い」などの静的・語句的な設問では横ばいまたは低下という選択的な乖離が見られた。また、理解度の自己評価は、全項目で上昇し、客観スコアの伸びと正の相関を示した ($r=0.31$, $p=0.04$)。教材評価では、「プレートの動きをイメージできた」(89%)、「大陸の集合・分裂サイクルをイメージできた」(85%) など、動的な可視化機能が高く評価された。

5. 考察

客観スコアの有意な向上、可視化関連設問に限定された選択的な学習効果、および主観的理解度と客観的成果の整合性は、本教材が動的・空間的概念理解を選択的に促進させることを示している。さらに、教材の動的視覚化機能に対する高い評価は、教材の設計意図、学生の学習実感、および実際の理解度向上が一致していることを裏付ける。

本研究の教育実践により、3D 地球儀教材「Sympa! Globe」は、動きを伴う地球規模の現象を直観的・立体的に把握させる上で極めて有効なツールであることが実証された。

※ 本教材は教育機関向けに無償公開されている (<https://ut-globalseismology.github.io/sympa-globe/>)。

※ 本発表の一部は、投稿中の論文(河合・佐藤、投稿中)の内容に基づく。

引用文献

- Cohen, J. (1988) : *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Hake, R.R. (1998) : *Am. J. Phys.*, **66**, 64-74.
- 伊庭靖弘・乾睦子 (2011) : 国土館大理工紀要, **4**, 106-114.
- 河合研志・佐藤友彦 (投稿中) : 地学雑誌.
- McLaughlin, J.A. and Bailey, J.M. (2023) : *Stud. Sci. Educ.*, **59**, 147-204.
- Schraw, G. (2009) : *Metacognition Learn.*, **4**, 33-45.

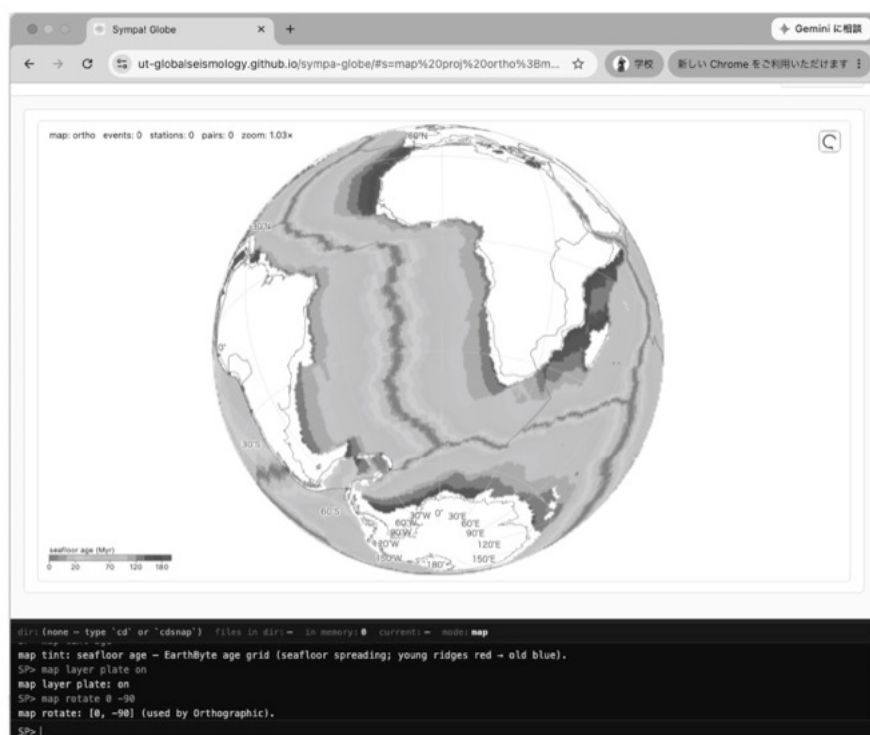


図1 「Sympa! Globe」の表示例(海洋底年代), および表示再現用QRコード。

スケルトン地震計の広域ネットワークを活用した 震源決定学習の実践

Practice of Epicenter Determination Learning Using a Wide-Area Network of Skeleton Seismometers

○印南 航¹, 岡本 義雄², 加藤 忠義³, 田崎 俊介⁴

Wataru INNAMI¹, Yoshio OKAMOTO², Tadayoshi KATO³, Shunsuke TAZAKI⁴

大阪教育大学附属天王寺中学校¹, 元大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎（退職）²

横浜国立大学附属高等学校³, 筑波大学附属高等学校⁴

Tennoji Junior High School Attached to Osaka Kyoiku University¹

Osaka Kyoiku University (Retired)², Yokohama Municipal Maruyamadai Junior High School³

Senior High School at Otsuka, University of Tsukuba⁴

e-mail: innami-w80@cc.osaka-kyoiku.ac.jp¹

概要：本研究では、理科室に設置したスケルトン地震計で観測した実際の地震波データを授業で活用し、PS 時間の読み取りや震源距離の算出、震源決定学習への効果を検討した。大阪・東京・横浜の 3 地点に観測網を構築し、地震波データを用いた授業実践を行った結果、多くの生徒が理解の深化を実感した。

キーワード： 地学教育，地震学習，スケルトン地震計，震源決定，実データ活用

1. はじめに

日本は世界有数の地震大国であり、毎年のように大きな地震が発生している。大きな地震が発生するたびに、理科の授業ではその地震のメカニズムなどについて、生徒とともに考える機会がしばしばある。一方で、地震波のデータを扱う授業では、実際の観測データではなく既存のデータを用いることが多く、大きな地震が発生した際にすぐにそのデータを活用することは難しいのが現状である。

先行研究として、理科室に設置したスケルトン地震計（岡本・根本 2023）で記録した実際の地震波データを用いて、PS 時間の読み取りや P 波・S 波の速度算出といったデータ分析を行った。結果として、スケルトン地震計の設置により、地震計や地震波に対して興味・関心が高まることが示された。また、地震波データの分析においても、既存のデータを分析するよりも、興味・関心を持ってデータ分析が行えることが示された（印南 2024）。

本研究では、スケルトン地震計を複数箇所に設置し、遠隔地での観測データもリアルタイムで活用できるネットワークを構築することで、授業において複数観測地点のデータから震源地を決定することを目指した。

2. 方法

(1) 観測ネットワークの構築について

観測地点は、大阪（大阪市天王寺区）、横浜（横浜市長南区）、東京（東京都文京区）の 3 か所とし

た。このうち大阪と東京の 2 台は国立大学附属学校に、横浜の 1 台は公立中学校に設置した。横浜の 1 台については、市のネットワーク接続に関する規定によりネットワーク接続を行わず、ローカル保存とする運用とした。大阪および東京の 2 台については、随時ネットワークに接続し、クラウドへ自動保存する運用とした。大阪と東京のデータは Google ドライブ上に自動保存される仕組みとし、アカウントを共有するユーザーが自由にアクセスできる環境を整えた。

(2) 地震波データを活用した授業実践

3 地点で観測した地震波データを用いた授業として、2026 年 1 月 15 日 14 時 48 分頃に発生した岐阜県飛騨地方を震源とする地震（M5.1）を扱った。授業では、3 地点の地震波データから PS 時間を読み取り、その値をもとに震源距離を推定し、さらにその距離から震源地を割り出す実習を行った。

① 題材となる地震の選定

観測期間中には、各観測地点でも揺れを感知し、全国的にニュースとなった地震が複数発生した。特に、2025 年 12 月 8 日に青森県東方沖で発生した地震（M7.5）や、2026 年 1 月 6 日に島根県東部で発生した地震（M6.4）は、生徒の関心も高かった。しかし本研究では、3 観測地点から求めた震源距離に基づき、円を作図して震源を推定する方法を用いたため、これらの地震は震源が 3 地点の外側に位置し、作図が分かりにくく教材として適さなかった。そのため、3 地点の内側に震源が位置し、

比較的マグニチュードも大きく、かつ授業時間内に発生した飛騨地方を震源とする地震を題材として採用した。

② 震源地の割り出し実習

3地点で観測したスケルトン地震計のデータを用い、図1のような比較用グラフを作成した。実習では、まず各地点のPS時間を読み取り、その値を大森公式($d = kt$)に代入して震源距離を算出させた。本実習では大森係数を $k = 8.5$ とした。その後、白地図上に各観測地点を中心とし、震源距離を半径とする円を描き、震源地を特定させた。

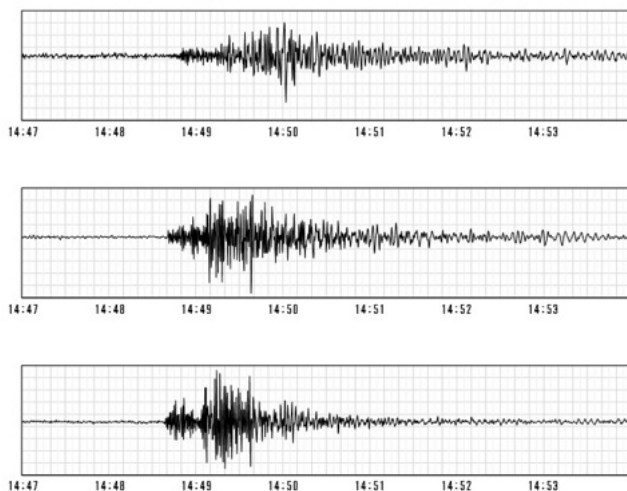


図1 スケルトン地震計観測地震波
(上：大阪，中：東京，下，横浜)

3. 結果と考察

実践後には、スケルトン地震計を活用した授業の有用性についてアンケートを実施し、その結果を分析した。「スケルトン地震計で観測した3地点の地震波データから震源地を特定したことで、理解は深まりましたか」という質問に対し、「深まった」と回答した割合は90.1%($n=131$)であった。また、その理由についての自由記述を分析したところ、「実際のデータを用いて自分で震源地を特定する活動を行ったこと」により理解が深まったとする回答が多く見られた。これらの結果から、実データの活用や作図・計算を通じた体験により、理論理解が促進され、地震の仕組みに対する興味・関心が高まったと考えられる。

4. 今後の課題

本研究により、複数地点の実際の地震波データを活用した授業実践は、生徒の理論理解に対して効果的であることが明らかとなった。一方で、

Google ドライブを無料アカウントで利用したため保存容量が15GBに制限されており、地震計データを自動保存していくと、約5か月で容量不足となった。そのため、容量が不足するたびに各PCのローカル環境へデータを移動し、ドライブの容量を確保する作業が必要となった。また、設置場所によるネットワーク規定の制約もあり、安定したデータ共有環境に課題があることも明らかとなった。

5. 引用文献

- 岡本義雄・根本泰雄(2023): 教室で用いるスケルトン地震計 -アクリル樹脂, ネオジム磁石, および ESP32 基板-, 日本地学教育学会第77回全国大会 滋賀大会 Poster
- 印南航(2024): 中学校理科授業におけるスケルトン地震計の活用, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, 2024, ROMBUNNO.G04-02

地震の学習における課題提示型学習の効果

The Effectiveness of Problem-Based Learning in Earthquake Education

強震波形による揺れの分析と地盤による揺れの違いを課題とした事例

Case Study Focusing on the Analysis of Ground Motion Using Strong-Motion Waveforms and Differences in Ground Motion Due to Soil Conditions

○滋野 哲秀

Tetsuhide SHIGENO

龍谷大学

Ryukoku University

e-mail: shigeno3256@gmail.com

概要：文部科学省（2026）の「高等学校理科の履修状況（推計）」によれば地学基礎の履修率は 23%、地学は 1 %である。ただし、筆者の調査によると、大学の理系進学者の地学基礎履修率はさらに低く 4 %程度と考えられる。こうした状況から地学分野の学びは中学校の理科が極めて重要になる。そうした中で日本のように自然災害が多発する国において防災教育の基礎知識を学ぶ教育方法についての試行事例について報告する。

キーワード： 防災教育，地震，ミスコンセプション，対話型論証

1. 地震の揺れについての学習

地震の授業において、プレートの活動とともに地震のメカニズムを学ぶ。その際、兵庫県南部地震（1995 年 1 月 17 日）のような直下型地震と東北地方太平洋沖地震のような海溝型地震について学ぶ。

こうした学習において、研究協力者である高校教員は、「一般によく行われているのは地震のエピソードトークに終始する授業が多い」と述べている。写真や動画など多数の資料もありそうしたものを教材として学ぶ場合が多いと考えられる。

そうした中で、直下型地震と海溝型地震の揺れなどについて正しい知識を身に付けるには、実際に観測された地震計のデータをもとにそのデータから揺れについて考える学びを用意した方が効果的ではないかと考え、大学の授業において課題提示型学習として実施した。研究協力者である高校教員も実施して生徒の学びについて検証してもらう予定である。

2. 使用した地震のデータ

気象庁のホームページから、図 1「強震波形（平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震）」と図 2「強震波形（平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震）」の観測データをダウンロードし、二つの地震の観測データを提示して、グループでどんな違いがあるかを考えさせるという授業を展開する。実際の地震計によるデータを見るということで揺れの継続時間など二つの地震について大きな違いがある

ことなど揺れの詳細について理解することができる。

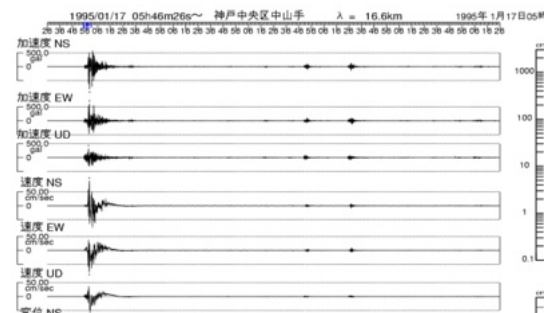


図 1「強震波形（平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震）」

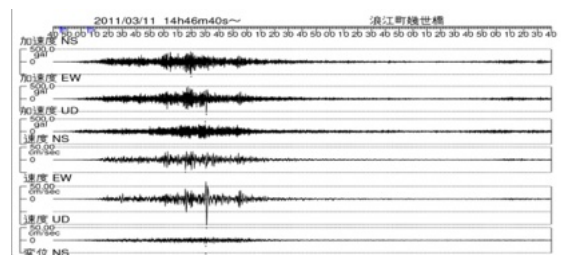


図 2「強震波形（平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震）」

こうした課題提示型学習は、今後発生が予想されている南海トラフ地震と海溝型地震が発生する前に内陸で発生する直下型地震の揺れの違いについて学習を深いものにできる可能性がある。

3. 地盤の違いによる揺れについての学習

大学の教養の授業で「硬い地盤と軟らかい地盤の揺れについてどちらの揺れが大きいのか」という課題を提示すると大半の学生が「硬い地盤の揺れが大きい」と答える。大人に聞いてみても同じような答えが返ってくる。これは地震の伝わる速度が剛体の方が早く伝わるというイメージから起こるのではないかと推察される。実際は軟らかい地盤の場合、揺れが増幅されて1.5倍ほど揺れが大きくなる。

こうしたミスコンセプションは、教員が、それは間違いだとして正しい点を説明するのではなく、これを課題として提示し、松下佳代(2021)が紹介している「対話型論証」を用いて「三角ロジック」(図3)でまとめるという授業展開を行なえば、正しい科学的概念にできるのではと考えられる。

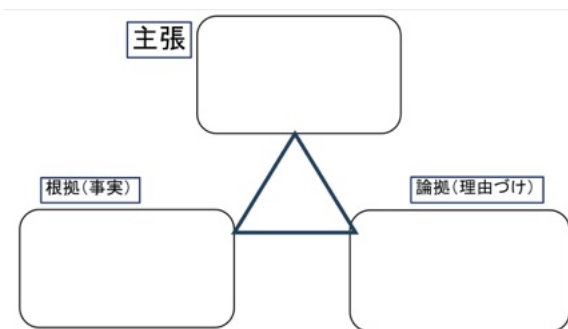


図3 三角ロジックのワークシート

様々なサイトを検索し自ら学んでいくことで、ミスコンセプションのまま放置されてしまう考え方を正しい理解に変えていく学習が必要である。

毎日新聞(2018)によれば、「2018年の北海道胆振東部地震では、厚真町で最大震度7を記録したほか、札幌市清田区や東区など震源から離れた軟弱地盤や盛土地域でも大きな揺れや液状化が発生しました。地盤による揺れの増幅で、石狩平野では、石狩川が運んできた土砂が堆積(たいせき)した泥炭地で、地盤が軟らかくなっています。」と報道されている。

おそらく中学校で地震について学ぶが、学生の認識から推察すると、地盤の違いによる揺れの大きさなどに触れた学習はあまり行われてはいないと考えられる。

地震が多発する日本において、過去に発生した地震のエピソードを学ぶことも大事だが、発生のメカニズムや揺れについて学び、科学の知識をもとに論理的に考えていく児童・生徒・学生・社会人

をできるだけ増やしていくことが極めて重要である。

4. 防災教育における正しい理解に向けて

地震に伴う津波について、「サーフィンで乗り越えられる」ということを言う生徒がいるが、大学の授業で学生の認識を調査してみると15%程度(多少集団により変動するが)こういう考えの学生がいることがわかった。また、研究協力校の中学校でもほぼ同程度、同じ考えの生徒がいることがわかった。こうしたことから「津波はサーフィンで乗り越えられるのか」を課題にしてグループワークにより三角ロジックでまとめると津波についての理解が深まることも明らかになった。

日本のような自然災害が多発する国において、自分の命を守るためには、災害についての正しい知識を学ぶ必要がある。

その際、大事なことはミスコンセプションを正しい科学的概念に変えていくために、説明するだけではなく、教育方法学などの知見をもとに課題提示型のPBLなど、最適な学習方法を取り入れた学習が必要である。

5. 引用文献

気象庁：強震波形(平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震) 気象庁ホームページ：2026年5月6日閲覧

(https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/kyoshin/ishin/110311_tohokuchiho-taiheiyouuki/wave/L3118B41.png) .

気象庁：強震波形(平成7年(1995年)兵庫県南部地震) 気象庁ホームページ：2026年5月6日閲覧

(https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/kyoshin/ishin/hyogo_nanbu/png/H1171931.png) .

毎日新聞：「なぜ札幌でも震度6弱 軟らかい地盤揺れ増幅」毎日新聞ウェブサイト：2026年5月6日閲覧

(<https://mainichi.jp/articles/20181008/k00/00e/040/130000c>)

松下佳代(2021)：対話型論証による学びのデザイン：学校で身につけてほしいたった一つのこと、勁草書房

文部科学省(2026) 理科ワーキンググループ参考資料・データ：2026年5月6日閲覧

(https://www.mext.go.jp/content/20260306-mext_kyoiku01-000048027_06.pdf)

中学校理科における火山灰噴出実験装置を用いた授業実践 -樽前山 1739 年噴火の広域火山灰-

Development and Educational Practice of a Volcanic Ash
Eruption Experiment Device in Junior High School Science
- Using the Widespread Volcanic Ash from the 1739 Eruption of Tarumae Volcano -

○亀村祐斗¹, 佐藤鋭一²

Yuto KAMEMURA¹, Eiichi SATO²

北海道教育大学大学院¹, 北海道教育大学旭川校²

Graduate School of Hokkaido University of Education¹,

Hokkaido University of Education, Asahikawa Campus²

e-mail: d35808n2@stu.hokkyodai.ac.jp¹

概要：樽前山 1739 年噴火に伴う広域火山灰 Ta-a を題材とした火山灰噴出実験装置を開発し、中学校第 1 学年理科で授業実践を行った。授業では、模型実験や Ta-a の実物観察、防災行動を考える活動を実施した。その結果、広域火山灰の理解、火山災害を自分事として捉える認識および防災行動の必要性認識が向上し、本装置の火山防災教育教材としての有効性が示唆された。

キーワード：中学校理科，防災教育，広域火山灰，樽前山，火山灰噴出実験装置

1. はじめに

学校教育において防災教育の充実が求められており、中学校理科では、「火山噴火」などの自然現象に伴う災害や自然の恵みを日常生活と関連付けて捉えることが重視されている（文部科学省，2018；文部科学省，2024）。

火山分野では、火山活動への興味・関心の喚起や、噴火現象の理解を目的とした教材が数多く開発されてきた（例えば、林，2011）。林（2011）は、火山灰の運搬や堆積を理解する教材を提案した。しかし、既存の火山灰教材の多くは、火山灰の運搬や堆積の理解に主眼が置かれており、降灰が生活へ及ぼす影響や防災行動まで十分には扱われていない。

北海道樽前山 1739 年噴火による広域火山灰 Ta-a は、渡島半島を除く北海道全域に分布しており（古川・中川，2010），火山から離れた地域においても降灰を自らの地域の問題として考えることができる教材である。

そこで本研究では、Ta-a を題材とした火山灰噴出実験装置を開発し、中学校第 1 学年理科において授業実践を行った。さらに、授業動画、ワークシートおよび質問紙調査をもとに、広域火山灰の理解と火山防災意識への変容を検討した。

2. 火山灰噴出実験装置

本装置は、北海道模型、樽前山模型、ポンプ、扇風機および黒色模造紙から構成される（図 1）。北海道模型は発泡スチロール板と紙粘土を用いて作製した。樽前山模型にはジェットオイラーの先端部を切断し排水口ネットを被せ、その内部に火山灰素材である麩を入れることで、ポンプによる送気時に麩が噴出する構造とした（図 1）。実験では、樽前山模型の火口部に麩を入れ、ポンプによって噴出させるとともに、扇風機により偏西風を再現した。その結果、麩は噴煙状に上昇した後、風下側へ運搬され、降下・堆積する。火口付近では粗粒な粒子が厚く堆積し、遠方では細粒な粒子が薄く広範囲に分布する様子が観察できる。

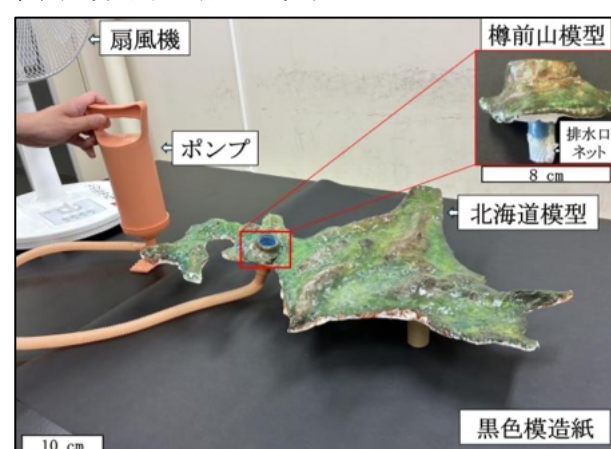


図 1：火山灰噴出実験装置の概要

3. 研究方法

授業実践は、北海道旭川市内 A 中学校第 1 学年 3 クラス 102 名を対象に実施した。実践は火山分野第 6・7 時の 2 時間で構成し、「明日、旭川市に火山災害が起こるなら、あなたは何をするか」を中心課題として設定した。第 6 時では、本装置を用いた火山灰の広がりや堆積の観察および Ta-a の実物観察を行い、第 7 時では、降灰が生活へ及ぼす影響と防災行動について検討させた。

効果検証のため、授業動画、ワークシートおよび Google スプレッドシートの記述を分析するとともに、質問紙調査を授業前、授業直後および約 1 ヶ月後の 3 時点で実施した。設問項目は、①広域火山灰の理解、②火山災害に対する当事者意識、③火山灰被害の説明、④防災行動の必要性の認識、⑤家族等との対話意識の 5 項目とし、4 件法で回答を求めた。分析には対応のある t 検定および Cohen's d を用いた。なお、⑤については事前と事後、遅延事後の設問文が異なるため、平均値の推移のみ検討した。

4. 本装置を用いた授業実践の結果

授業動画およびワークシートの分析から、第 6 時は、多くの生徒は授業前には「旭川市では火山災害は起こらない」と捉えていたが、本装置を使用した実験後には「旭川にも火山灰が積もる」「火山から遠くても影響を受ける」などの記述や発言が見られた。また、火口付近と遠方における粒径や層厚の違い、風向による降灰範囲の変化に着目する様子が確認された。第 7 時は、本装置の実験結果と Ta-a の実物観察や地域の具体的場面を想定した防災活動を組み合わせることで、口や目に入った場合に身体を傷つける可能性を想定し、自宅、学校、屋外といった場面ごとの具体的な行動を考えていた(図 2)。

〔考察〕実験・観察結果を基に降灰時(や降灰後)の行動(屋外活動/通学時/家庭など…)を考える。

- ・火山灰は粒が角ばっており、ガラスを傷つけるほど硬く、人体にも有害である。
- ・火山灰が目や口に入ると体を傷つける可能性があるため、吸い込んだり浴びたりしないようにする。

図 2：代表的な生徒の Google スプレッドシートの記述

質問紙調査の結果は、すべての項目において授業前後で有意な向上が認められた ($p<.001$)。特に、

設問③の火山灰被害の説明に関する項目では大きな効果量が認められた ($d=1.33$)。さらに、約 1 ヶ月後に実施した遅延調査においても、火山災害を自分事として捉える認識や防災行動の必要性に関する項目は高い値を維持していた。

5. 教育的効果と今後の課題

授業動画およびワークシートの分析、質問紙調査の結果から、本装置は、火山灰の噴出から運搬、降下、堆積までの一連の現象を可視化することで、生徒が広域火山灰の特徴を実感的に理解することに寄与したと考えられる。特に、粒径や層厚の違いを空間的に捉えることができたことは、教科書のみでは理解しにくい広域火山灰の分布を理解させる上で有効であった。

また、Ta-a の実物観察や地域の具体的場面を想定した防災活動を組み合わせることにより、火山灰を単なる自然現象としてではなく、自分の生活に関わる問題として捉えることにつながったと考えられる。

さらに、旭川市のように火山災害を身近なものとして認識しにくい地域においても、生徒が火山災害を自分事として捉え、具体的な防災行動を考える契機となったことから、本装置は火山から離れた地域における火山防災教育の教材としても有効であることが示唆された。

今後は、他地域での実践を蓄積し、地域差を踏まえた教材としての有効性や汎用性についてさらに検討する必要がある。

引用文献

- 古川竜太・中川光弘 (2010) : 樽前山火山地質図。火山地質図 15, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 8p.
- 林信太郎 (2011) : 「甦」の火山灰実験, 「火山学者と火山を作ろう! マグマのおもしろ実験教室 in 旭川」テキスト, 11-13.
- 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, 183p.
- 文部科学省 (2024) : 学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開 (増補版) (<https://anzenkyouiku.mext.go.jp/mextshiryou/data/saigai03.pdf>) .

直接的体験を基盤とした中学校理科から高等学校課題研究への連動

Linking Junior High School Science to Senior High School Research Projects

Based on Direct Experience

—地域の露頭観察を起点とした探究の実践—

A Case Study of Inquiry-Based Learning Starting with the Observation of Local Outcrops

○杉田 泰一

Taiichi SUGITA

広島大学附属中・高等学校

Hiroshima University High School

e-mail: tsugita@hiroshima-u.ac.jp

概要：中学校における露頭観察という直接的体験を、高等学校の地学に関する課題研究へ連動させる試みを行った。結果は、連動させることができたとは言い難い状況であった。しかし、露頭観察においてじっくり時間をかけながら複数の特徴を見いださせ、それらの「関連性」を意識させる指導を行うことによって連動が可能になるという示唆を得た。

キーワード：野外観察，中学校，高等学校，学校間接続，課題研究，身体化

1. はじめに

生成 AI の急速な進化と普及を背景に、市民リテラシーとして、学校教育における生成 AI の活用とその活用能力の育成が求められ、理科の授業実践事例も増えている。こうした中、AI の記号（言葉）を実世界の実体と結び付けられるかという「記号接地問題」が注目されている。進化を続ける生成 AI の出力を見ると、記号接地しているかのように錯覚させられる。将来、ロボットと融合すれば実際に接地する可能性もある。一方で、人の学習について「人は、記号接地して知識を身体化し、さらに自らのアブダクション推論による抽象化によって、何かを学んだり、新しいものを創造したりできる」と指摘されている（今井，2025）。仮に生成 AI が記号接地をしたとしても、生成 AI だけに依る人の学習は、身体化した学びとは言えない。特に実証性や客観性を重視する理科教育では、自然の事物・現象に接地して身体化させることが不可欠である。つまり、自然体験や観察・実験といった直接的体験をベースとした探究活動が不易の基盤であり、そこに生成 AI をいかに活用するかが重要となる。

中等教育における地学の学習において、野外観察などの直接的体験の難しさは、多くの教師や研究者によって語られ、同時に解決のための方策や実践事例が報告されてきた。本発表では、野外観察を課題設定のための直接的体験として位置付け、中学校理科の学習で行った地域の露頭観察を高等学校の課題研究として発展・設定する試みを報告する。

2. 学習プログラム

(1) 背景

発表者が勤務する高等学校は、SSH に指定されており、第 2・3 学年において、生徒が自らテーマを設定してグループで課題研究に取り組む。自然科学に関する課題研究は、1 次データを生徒が自ら収集することを重視し、地学では野外調査を伴う研究テーマを設定している。広島県内には、白亜紀に形成された広島花崗岩類が広く分布し、花崗岩類が中心テーマになることが多い。しかし、生徒は、地域の大地に関することを知らず、見たり触れたりした経験が少ないために、地学に関するテーマを設定することは少なく、地学を課題研究にしたいと考えてもテーマの具体化に至らないことが多い。この現況を改善するために、本高等学校へ入学する中学生に対して、中学校理科「大地の成り立ちの変化」の学習を終えた段階で、地域の露頭観察を行い、学習を深化させたり、疑問を見いださせたりする取組みを行った。

(2) 中学校の露頭観察

2021 年度と 2022 年度において、「大地の成り立ちと変化」の学習を終えた中学校第 1 学年の希望生徒を対象に、保護者の参加許可を得た上で、春休みの期間を使って現地集合・解散の野外観察を行った。場所は、学校から南に約 3 km の広島市元宇品である。広島湾に面した海岸沿いに遊歩道が整備され、道沿いに粒径が異なる節理が発達した花崗岩、断層、岩脈等が広く分布している。中学生に気付かせたい特徴は次の 4 点である。

- ① 花崗岩と一口に言っても様々な特徴を有する花崗岩がある。

- ② 花崗岩中に楕円体の黒い塊（暗色包有岩）や墨流し構造（シュリーレン構造）がある。
- ③ 断層は幅と面をもって広がっており、ずれに伴って断層粘土がある。
- ④ 断層と違う割れ目（節理）があり、元宇品の地形と関係している。

野外調査後に、疑問、この場所で研究をするならばどのようなことを課題にしたいか（仮の研究テーマ）等を自由記述で回答させた。

(3) 高等学校の課題研究

2024年度と2025年度において、高等学校第1学年の生徒（2021年度と2022年度に中学校第1学年だった生徒）を対象に、3学期から先行研究を調べ、研究テーマや共同研究者を決めさせた。そして、翌年度から課題研究を開始させた。

3. 学習プログラムの実際

(1) 中学校の露頭観察

2021年度は募集枠40人、参加者44人であった。3グループに分け、実施日時をずらしてそれぞれ3時間の観察を行った。1グループの人数が多かったこと、3時間では足りなかったことを踏まえ、2022年度は募集枠を20人に減らし、5時間のプログラムとして実施した。参加者は10人であった。

野外調査後に行った自由記述について、次の傾向が見られた。なお、自由記述の整理・分析には、生成AIのGeminiを利用した。

① 疑問について

両年度とも元宇品特有の花崗岩の性質、断層・節理の向き、風化のメカニズムといったことが多く挙げられた。2021年度は「なぜこんなにたくさんあるのか」「なぜここだけなのか」といった量や分布の特異性に対する素朴な驚きが目立ったが、2022年度は「シュリーレン構造」「暗色包有岩」「岩石の粒径基準」といった、専門的な用語を用いた微視的・構造的な関連性に踏み込んだ具体的な疑問が挙げられた。

2021年度の例	なぜ宇品のこんなところで、正断層やいろいろな地層が見られるのか？
2022年度の例 (下線部は発表者加筆)	なぜ中粒花崗岩と細粒花崗岩のわかれめと、断層の向きがほとんど同じなのか？

② 仮の研究テーマについて

両年度とも元宇品の断層、岩脈、花崗岩の分布を調査し、「この土地がどのようにできたのか（形成史）」を明らかにしようとするテーマが挙げられていた。2021年度は現象そのものを調べるテーマが多かったが、2022年度は岩石の鉱物組成に着目したり、複数の特徴を関連付けてマクロスケールで特徴を追究したりするテーマが挙げられた。

2021年度の例	墨流し構造はどうやってできるのか？
2022年度の例	元宇品の細長い地形・断層の向き・花崗岩の粒の大きさの分かれ目の向きの多くが南北なのは地球の歴史にどのようなことがあったからか？

③ 疑問と仮の研究テーマの関連について

両年度とも、多くの生徒が、疑問に思ったことを放置せず、研究テーマとして主体的に落とし込んでおり、連動性が見られた。

(2) 高等学校の課題研究

2024年度は、地学に関する課題研究の設定はなかった。2025年度は、広島市の地形を地質と関連付けた課題研究1件が設定され、2026年度から本格的に開始した。この課題研究については、2022年度の露頭観察に参加した生徒2人を含む6人が取り組んでおり、本大会のジュニアセッションにおいて途中経過を発表する。

4. 考察

露頭観察において主眼とした4点の特徴は教科書の内容を超えていたものの、中学生はそれらを捉え、疑問や仮の研究テーマへと結び付けることができていた。しかし、高等学校の地学に関する課題研究へと進んだ生徒は、2022年度の露頭観察に参加した一部に留まった。この主な要因としては、露頭観察の実施から課題研究の開始までに3年間のブランクがあることのほか、生徒が抱いた疑問や仮の研究テーマの「質」が影響していると考えられる。2022年度の生徒からは、事象の「関連性」に踏み込んだ疑問やテーマが挙がっていた。同年度は参加者数を絞って観察時間を十分に確保し、個別対応を充実させた経緯がある。確証には至らないが、じっくりと観察を深める過程を通じて複数の特徴を見だし、それらを比較・整理する中で関連性に気付くという「自然事象の身体化」が図られた結果、質の高い疑問が生まれ、高等学校の課題研究へと結び付いたのではないかと推測される。

5. おわりに

本実践において、中学校での露頭観察を高等学校の課題研究へと連動できたとは言い難い。しかし、たとえ中学校の学習内容を超えた観察であっても、時間をかけて複数の特徴を見ださせ、それらの「関連性」を意識させて身体化を図る指導は、高等学校の地学に関する課題研究へ連動させる誘因になり得ることが示唆された。

引用文献

今井むつみ(2025):『人生の大問題と正しく向き合うための認知心理学』, 172-187.

Gaia データベースと Aladin サービスを活用した天体測光零点補正法

Zero-Point Photometric Calibration in Using the Gaia Database and the Aladin Service

○富田 晃彦¹

Akihiko TOMITA¹

和歌山大学¹

Wakayama University¹

e-mail: atomita@wakayama-u.ac.jp¹

概要：星団の色等級図作成はよく実践されている課題である．しかし写した天体の明るさの絶対値を求める作業が簡単でないという難所がある．これでは定量的な分析にかなり制限がかかってしまう．Gaia の測光データを活用すれば，星団の写真内に標準星を得たことと同様の効果を得る．Aladin サービスを通して星の同定で助けを得て，色等級図作成のこの難所をうまく越えられるだろう．

キーワード：天文教育，高等学校，探究，星団，色等級図

1. はじめに

星団の色等級図作成は，高校での探究や教員養成の大学生の演習として多く実践されてきている課題である．色等級図作成を通し，星についての理解の基礎となる HR 図の理解につながる．星団を対象とすることで，星団の距離や年齢を算出するという定量的な分析ができる．散開星団と球状星団を対象とすることで，円盤とハローから成る銀河系の物理的構造や，星形成が続く円盤と古い星から成るハローという銀河系の時間的構造にも迫ることができる．また，天体の撮影，そこから天体の情報を精度よく取り出すデジタル処理，天体の明るさと色の精密な測定，そして色等級図作成は情報処理のいい実践となる．図 1 は，著者が指導する大学生が大学設置の望遠鏡にカメラを取り付けて撮影した散開星団 M 29 で，図 2 は作成した色等級図の例である．

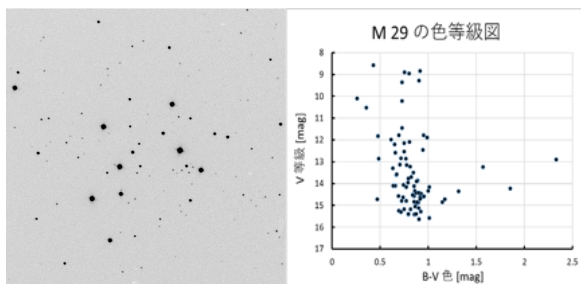


図 1 (左) 散開星団 M 29 (視野一辺 12 分角)

図 2 (右) その色等級図 (星間吸収補正前)

星団の撮影を念頭に置いた天体観測にはある程度の熟練が必要であるが，望遠鏡やカメラの計算機制御の発達はその敷居を低くしてきた．公開天文台が高校や大学の実践の場になる例もあり，望遠鏡やカメラが直接手元になくともこの課題に取

り組む機会が増えてきた．PC 上でのデジタルの天体画像処理は Makali'i (マカリ) といった教育向けのソフトウェアが開発され (例えば，鈴木・洞口編の手引書が便利)，多くの学校で実践例が重ねられてきたことで，以前のように専門性が高すぎるということとはなくなった．残る問題は，写した天体の明るさ (等級値) の絶対値を求める作業が簡単でないという点である．測光標準星の観測とその解析がこの作業の王道であるが，標準星は一般に視野近くに探しにくく，結果的に星の明るさの測定誤差は 1 等級程度になることがある．距離算出においてこれでは $\pm 50\%$ 以上の誤差になり，円盤とハローの構造の区別はわかっても円盤上の腕構造までは浮かび上がらせるのは難しくなる．また，星団の年齢を算出するための主系列の折れ曲がりの部分の色を正確に出すことも難しくなり，主系列の伸びを見て大雑把に年齢を見積もることに留まってしまう．円盤上の腕構造まで見るために，また，年齢をある程度正確に知るために，0.1 等級の精度での測光が必要である．そのためには，従来の測光標準星の観測方法に頼らない工夫が必要である．

2. Gaia データベースと Aladin サービスの活用

標準的フィルター・システム (Johnson Cousins system など) での測光標準星 (古典的には Landolt 2009 や Stetson 2000) は全天で整備されているが，その分布は稠密ではなく，高校で探究の課題などで撮影する星団のすぐ近くに複数の標準星が見つかることは期待しにくい．また，実際の観測でのフィルターの波長特性が標準的波長域と多少のずれがあることが多いことを考えると，しっかり較正するためにいろいろな色の標準星が必要になる．空気関数の違い (天頂からの角度あるいは地平線

からの高度による関数)や天候条件の時間変化から逃れることが一番大きな課題で、そのためには、同じ視野内に標準星が写る必要がある。

全天に稠密に、いろいろな色で、標準星と同等の効力を発揮するものとして、衛星による全天の星の掃天観測の測光データの活用が考えられる。2000年代は Tycho-2 カタログの活用がなされたが(方法論としては知られていたが、高校の探究の場ではあまり活用例が見られなかった)、現在は Gaia カタログ (Data Release 3) の活用が考えられる。Gaia カタログの測光システムは、CCD 観測の標準的なフィルター・システムとかなり異なるシステムだが、両システム間の変換が調査されている (Riello et al. 2021, Pancino et al. 2022)。

次に Gaia でのカタログ番号が星団の視野内のどの星に該当するか、Gaia カタログ収録の星数が大変多いことがあだになって、同定が簡単でなくなる問題がある。フランス・ストラスブール天文台の天文データセンターによる、天球画像の上にカタログやデータベースを重ねて表示・解析できるビューワのサービス Aladin (アラジンと魔法のランプでの英語綴り Aladdin とは綴りが少し違うことに注意) の利用でこの問題が解決できる。図3に画面例を示した。

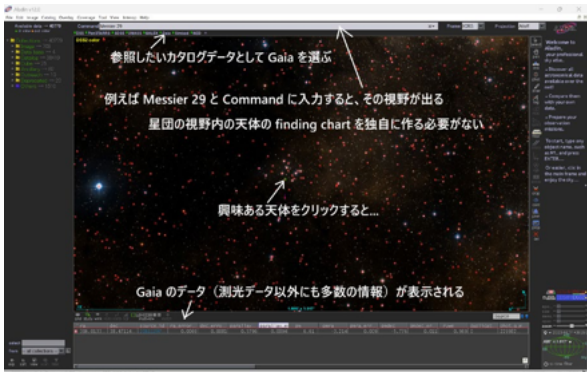


図3 Aladin サービスで M 29 を調べている画面例

3. 一桁精度高い定量的分析例

測光精度として 0.1 等級の精度が達成できれば、特に散開星団において色等級図上主系列の星の色が赤く出ていることに気が付く。これは星間吸収が含まれていることをはっきり示している。星間吸収による減光と赤化の比の標準的な値 $A_V/E(B-V) = 3.1$ を用いて主系列を HR 図で期待される色に合わせるように移動させると、星間吸収量と共に、距離、年齢が精度よく決まる。とはいえ、測光の誤差を考慮すると、距離として $\pm 20\%$ の誤差に収めるのがやっとなのである。図4は星間吸収補正後の色等級図と、星の進化の理論に基づいて計算された HR 図上の等時曲線

(同年齢の星ならばどのような分布になるかの理論的な点の集合)を重ねた例である。図5は、このようにしていくつかの散開星団の位置を、銀河系円盤の平面に投影した図である。距離として $\pm 20\%$ の誤差に収めると、腕構造が見えてくる。

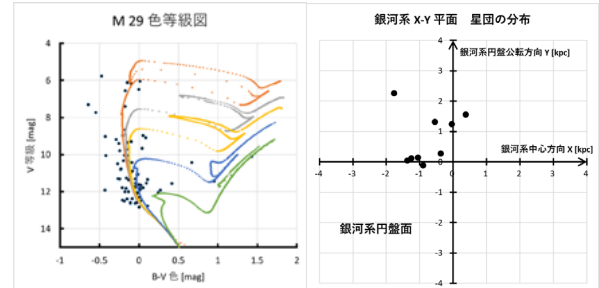


図4 (左) 星間吸収補正後の M 29 の色等級図に、いろいろな年齢の等時曲線を重ねた例。

図5 (右) 大学生の解析によるいくつかの散開星団の銀河系円盤面へ投影した分布図。銀河系中心方向の反対方向に、太陽系をかすめるように通り抜けるオリオン腕があることがわかる。

4. 積み残しの課題

星団の色等級図の観測と解析の実践は多くの高校や教員養成の大学での課題演習として行われているが、その時に使われた写真は互いに教材として再利用可能だが、その共有はほとんどなされていない。必要性は以前より認識されているが、なかなか実現していない。画像整約 (reduction) の方法、測光の手順、等時曲線とのフィットの手順を含め、データのアーカイブとその公開が積み残しの課題である。そして、これが実現すれば、そのアーカイブをプラットフォームとして長期の共同観測が可能になる。

なお、この発表原稿で使っている写真やグラフは、2025 年度に和歌山大学教育学部生 (小河莉裳, 柴田 泉, 中本結麻) が作業して得たものである。

引用文献

- 鈴木文二・洞口俊博 編 (2015): あなたにもできる
デジカメ天文学 ―“マカリ”パーフェクト・マニュアル, 恒星社厚生閣。
Landolt (2009) AJ, 104, 340.
Stetson (2000) PASP, 112, 925.
Riello et al. (2021) A&A, 649, A3.
Pancino et al. (2022) A&A, 664, A109.

地球の公転に関する教育課程上の課題とその解決案

Curricular Challenges in Teaching Earth's Orbital Motion

観測的根拠の理解を目指した年周視差教材の提案

A Proposal for an Annual Parallax Teaching Material

○林 隆之^{1,2}

Takayuki HAYASHI^{1,2}

文教大学¹, 国立天文台²

Bunkyo University¹, National Astronomical Observatory of Japan²

e-mail: t.hayashi@bunkyo.ac.jp¹

概要：地球の公転は現代の宇宙観を支える基本概念である。現行の学習指導要領では、中学校で地球の公転を学習するものの、その観測的根拠は扱われない。また、高等学校でも年周光行差や年周視差は発展科目「地学」のみで学習され、多くの生徒は地球の公転を示す観測的根拠に触れる機会がない。本講演では、学習指導要領を精査し、教育課程上の課題を明らかにする。さらに、中学校数学の単元「図形と相似」の学習を発展させた年周視差教材を提案し、地球の公転を科学的根拠に基づいて理解させる授業の可能性を探る。

キーワード：天文教育，科学史，中学校，高等学校，地動説，年周視差

1. はじめに

地球が太陽の周囲を公転するという考えは、現代の宇宙観を構成する基本概念のひとつである。地球の公転は、季節の変化や恒星の年周運動を説明するだけでなく、年周視差による恒星までの距離測定を可能にし、「宇宙の距離はしご」の基礎として、現代天文学を支えている。地球の公転は、コペルニクスによる提唱の後、ガリレオの望遠鏡観測、ブラッドリーによる年周光行差の発見、ベッセルによる年周視差の測定など、観測的検証を積み重ねることで確立された。この天動説から地動説への転換は、科学史における「科学革命」を象徴する出来事であり（バターフィールド，1978），観測事実に基づいて既存の世界観が更新される科学的方法の典型例として位置づけられる。

現行の学習指導要領では、地球が公転していることを直接示す観測的根拠である年周光行差や年周視差は、発展科目「地学」でのみ扱われ（文部科学省，2018），その履修者は全高校生の約1%にとどまる（吉田・高木，2020）。その結果、多くの学習者は、地球の公転を裏づける観測的証拠に触れることなく学校教育を終えている。このような教育課程の下では、多くの人々にとって、地球の公転は、観測によって支持された科学的知見ではなく、前提的に与えられた概念として理解されていると考えられる。

本講演では、まず現行学習指導要領における地球の公転の位置づけを整理する。その上で、地球の公転が、教育課程のうえでは前提知識として導入

されているに過ぎない現状を課題として指摘する。そして、中学校の数学で学ぶ「図形と相似」を導入として、年周視差から地球の公転を理解させる教材を「地学基礎」の学習者向けに提案することで、地球の公転を科学的根拠に基づいて理解するための授業の在り方について考察する。

2. 学習指導要領における位置づけ

現行の学習指導要領では、小学校において月や星の見かけの運動や月の満ち欠けなど、肉眼で観察可能な天体現象を中心に学習する（文部科学省，2017a）。これに対し、中学校第3学年では、「地球と宇宙」の単元において、天体の日周運動および年周運動を観察し、それらを地球の自転および公転と関連づけて理解することが求められている。すなわち、恒星の年周運動や太陽の南中高度の変化、季節の変化などの現象を、地球の公転によって説明できることを学習する（文部科学省，2017b）。

一方で、中学校の学習内容には、地球が公転していることを直接支持する観測的根拠は含まれていない。地球の公転を裏づける年周光行差や年周視差は扱われず、地球の公転は既知の事実として導入されているに過ぎない。そのため、生徒は「地球が公転することによって説明できる現象」は学ぶものの、「なぜ地球が公転していると結論できるのか」という科学的根拠を学ぶ機会は与えられていない。

高等学校では、「地学基礎」においては、宇宙の起源や惑星系に関する内容の学習が中心である。天体の空間配置に関する学習は、教育課程から外されており、

やはり年周光行差や年周視差は扱われていない。これらは発展科目である「地学」において初めて紹介され、年周視差を用いた恒星までの距離測定を含めて学習することになっている（文部科学省，2018）。

3. 教育課程上の課題

地球の公転を支持する観測的根拠を学ぶ「地学」の履修率は、全高校生の約1%にとどまっている（吉田・高木，2020）。現行の教育課程では、地球の公転は中学校段階で基本概念として位置づけられる一方で、実態として、多くの人々はその観測的根拠に触れることなく学校教育を終えていることになる。したがって、教育課程上では、地球の公転は観測事実によって支持された科学的知見というよりも、説明の前提となる所与の知識として扱われている。これは、現象を説明するモデルが、観測事実に基づいて構築・検証されるという科学の作法を理解する上で、改善の余地があると考えられる。

中学校の理科では、ガリレオが報告した金星の満ち欠けが、地球の公転により説明される現象として大きく取り上げられる（文部科学省，2017b）。金星の満ち欠けは地球の公転を前提とする体系と整合的である一方、歴史的にはティコによる修正天動説でも、金星の満ち欠けを説明することが可能である。地球の公転を科学的に理解するためには、やはり年周視差もしくは年周光行差の学習が必要になる。

近年では、漫画『チ。—地球の運動について』やその映像化作品の影響により（魚豊，2020）、地動説の成立過程や科学史に対する社会的関心が高まっている。しかし、学校教育では地動説を直接支持する観測事実を扱う機会が限られており、社会的関心と教育内容との間には少なからぬ隔たりが存在する。このことは、科学史を通して科学的思考を育成するという観点からも課題である。

以上のことから、地球の公転を観測的根拠と結びつけて理解させる教材や授業を充実させることは、科学的方法への理解を深めるとともに、科学史と現代天文学を関連づける天文学教育の実現につながると考えられる。

4. 年周視差教材による解決策

前章で述べた教育課程上の課題を踏まえ、本講演では、地球の公転を観測的根拠に基づいて理解させるため、「地学基礎」までの教育課程に三角測量を導入した教材を提案する。

中学校第3学年の数学では、「図形と相似」の単元において三角形の相似を学ぶ。教科書では、遠方にある物体までの距離を、紙面上に縮尺図を作図することで求める方法が取り上げられている（例、

啓林館，2021）。一方、各社の教科書では、三角形の相似を利用した測量は紹介されているものの、三角測量そのものは扱われていない。ただし、中学校数学で学ぶ三角形の相似を出発点として、その考え方を天文学へ拡張することにより、地球の公転の観測的根拠の理解を促すことが期待できる。

授業では、まず三角測量の原理を用いて、基線長と視差角から対象までの距離を求める方法を学習する。この活動を通して、離れた2地点から対象を観測することにより距離を測定できることを理解させる。続いて、地球が太陽の周囲を公転することにより、公転軌道上の異なる位置から恒星を観測できることを示し、地球の公転軌道を三角測量における基線として捉え直す。これにより、年周視差が三角測量と同一の幾何学的原理に基づくことを理解させることができる。

さらに、1838年にベッセルが年周視差の測定に成功した歴史的経緯を紹介することで、年周視差が単なる距離測定の手法ではなく、地球の公転を直接支持する観測的証拠であることを理解させる。この学習を通して、科学理論は観測事実によって支持されるという科学的方法を具体的に学ぶことが期待できる。

本教材は、年周視差を「公式」として学習するのではなく、他教科で既習の三角形の相似から導くことで、地球が公転することの観測的根拠の理解に結びつける点に特徴がある。また、年周視差は宇宙の距離はしごの第一段階でもあり、本教材は地球の公転の理解にとどまらず、恒星や銀河までの距離測定を学ぶ導入としても有効である。

以上より、本教材は、現行教育課程では十分に扱われていない地球の公転の観測的根拠を補完するとともに、科学史、科学的方法、現代天文学を関連づけて学習できる教材として、天文学教育および地学教育において有効な教材となり得る。

5. 引用文献

- H. バターフィールド（渡辺正雄 訳）（1978）：近代科学の誕生，講談社
 文部科学省（2017a）：小学校学習指導要領
 文部科学省（2017b）：中学校学習指導要領
 文部科学省（2018）：高等学校学習指導要領
 魚豊（2020）：チ。—地球の運動について—，小学館
 啓林館（2021）：未来へひろがる数学3
 吉田幸平，高木秀雄（2020）：地学雑誌，129, 337 - 354.

卓上プラネタリウムを用いて視点移動能力の育成を図る授業開発

Developing a Lesson to Foster the Ability to Shift Perspectives Using a Desktop Planetarium

○藤井 梨花子¹, 平川 尚毅¹, 井村 有里²

Rikako FUJII¹, Naoki HIRAKAWA¹, Yuri IMURA²

大阪教育大学¹ 四天王寺大学²

Osaka Kyoiku University¹, Shitennoji University²

e-mail:k232726@ex.osaka-kyoiku.ac.jp¹

概要：児童生徒の地上視点と宇宙視点の視点移動能力の育成を目指し、日本と異なる緯度の星空を投影できる卓上プラネタリウムと、その星空についての解説カードを作製した。各テーマに沿った星空解説を他者に行う活動に、作製した卓上プラネタリウムと解説カードを組み込んで授業実践を行った。本発表では教材開発の具体とともに、卓上プラネタリウムを使用した効果的な授業について議論する。

キーワード： 地学教育, 星, 星座, プラネタリウム

1. はじめに

小学校学習指導要領解説理科編では第4学年(5)月と星において、「(ウ)星の位置の変化と時間の経過に着目して、それらを関係付けて、木や建物など机上のものを目印にして、星の位置の変化を調べる」と記載されている(文部科学省, 2011)。また中学校学習指導要領解説理科編の(6)地球と宇宙において「観察記録を地球の自転と関連付けて考察させるためには、観察者の視点(位置)を、自転する地球の外に移動させる必要があることから、天球儀や地球儀を用いたモデル実験を行い、考察させることなどが考えられる」と書かれている(文部科学省, 2011)。小学校では地上視点での観察であるのに対し、中学校では視点を地球の外へと移動させなければならず、濱保・岡田(2017)は視点移動の難しさを指摘している。本研究では、北極星を手掛かりとして緯度の異なる地点での星の見え方が異なることに気付き、観察結果を基に緯度と星の見え方の関係を理解することを目標とした教材及び、授業の開発を行った。

2. 教材の開発

(1)卓上プラネタリウムの選定と授業のねらい

手軽に安価で手に入れられる紙を用いた教育用のプラネタリウムは様々に開発されてきた。しかし紙製のプラネタリウムは耐久性に欠け、また一クラスに一台の仕様となっており、児童・生徒が触る機会を十分に設定できない。塚本ほか(2019)が開発した卓上プラネタリウムは、ホームセンターで揃えられる材料を使用し、プラスチックや塩ビパ

イプ、アルミ、木材を使用するため丈夫である。さらにグループワークでの使用を主としているため、児童・生徒が実際に動かしながら学習できる。そこで本研究では、塚本ほか(2019)をベースに異なる緯度の星空を扱うための改良を加えることとした。

これまでの卓上プラネタリウムを用いた授業実践では、投影された星空を解説員のように他者に説明する活動を通して、星空の位置や動きを児童・生徒自身の言葉で捉え直させる手法が取られてきた(平川ほか, 2020)。しかし、その多くは日本国内から見た星空を対象としたものであり、緯度の違いによる星の見え方の違いを扱った実践は少ない。本研究では、従来の解説形式を踏襲しつつ、緯度の異なる2地点の星空を解説テーマに加えた。これにより、学習者が同じ北極星や星座であっても、観察地点の緯度によって見え方が異なることを、実際に卓上プラネタリウムを操作しながら実感的に理解できるようにすることをねらった。

(2)卓上プラネタリウムの改良

塚本ほか(2019)に倣い、カナダのイエローナイフに相当する北緯62度と、フィリピンのパナイ島イロイロ市に相当する北緯10度に設定した卓上プラネタリウム及び、それらの星空の解説カードを作製した。

(3)授業での試運転

2026年7月12日の三時限目に、A大学の基礎地学の受講者32名を対象に授業実践を行った。異なるテーマを持つ受講者同士が班になるようにし、各自が解説員になって卓上プラネタリウムにより

投影された星空を班員に説明するという活動を行った。活動の前に、テーマ（日本の四季それぞれの星空、カナダの星空、フィリピンの星空の計6つ）が書かれた解説カードを基にした発表練習の時間を設けた。カナダの解説カードには緯度と星の見え方、北極星、北極星の探し方、歳差運動の4つについて記載した。フィリピンの星空の解説カードには、緯度と星の見え方、南十字星、南十字星を使った天の南極の探し方の3つを記載した。解説の本番までに解説カードに書かれている内容以外にも自分で調べた情報を付け加えるよう指示した。また、発表時には各解説が終了するごとに、その解説を聞いて「学んだこと」と「疑問点」を短文自由記述で回答させた。

3. 結果と考察

自由記述で得られた結果を質的統合法に基づいてカテゴリ化した。ここでは特に、緯度と星の見え方に関する記述と、解説カードに書かれている情報に関する記述を抽出して分析する。

カナダの星空解説で「学んだこと」として、歳差運動に関する記述が9件、緯度と星の見え方に関する記述が4件、星や星座とその見つけ方に関する記述が10件、誤った認識を含む記述が4件見られた。「疑問点」では、歳差運動に関する記述が6件、緯度と星の見え方に関する記述が2件、その他が2件あった。フィリピンの星空解説で「学んだこと」として、南十字星に関する記述が12件、緯度と星の見え方に関する記述が8件、その他が7件あった。「疑問点」では、緯度と星の見え方に関する記述が6件、南十字星に関する記述が6件、その他が4件であった。

カナダの星空解説で「学んだこと」として、緯度よりも歳差運動に関する知識の方が聞き手の記憶に残りやすかった。「疑問点」についても同様に歳差運動に関する記述が最も多かった。これは解説カードに書かれている情報の中で歳差運動が最もインパクトがあったこと、カードの最後に書かれているため記憶に残りやすかったこと等が考えられる。さらにカナダの星空解説で「学んだこと」には、誤概念を含む記述がみられた。これは解説カードに記載されていた情報量が多かったこと、解説役の受講者自身が違いを十分に認識していなかったこと、解説時間が短かったこと、回答時間が短かったことなど、複数の要因が考えられる。

フィリピンの星空解説で「学んだこと」としては、

緯度と星の見え方に関する記述の中に、北極星の高度に注目したものとオリオン座の高度に注目したものがあった。オリオン座は解説カード中に記載したものでは無かったため、解説担当者が自身で調べた情報の中に含まれていたと考えられる。カナダの解説カードと異なり、歳差運動に関する記述がカード中になかったため、緯度に関する記述件数がカナダの「学んだこと」と比較して多かったと考えられる。一方で、一部の受講者では、緯度と星の見え方がどうしてそのようになるのかについて、疑問のまま残った。

本授業実践の方法では、星の見え方と緯度の関係性について解説カードには記載があるものの、他の情報に埋もれてあまり興味を示さなかったり、記憶には残るものの、どうしてそのように見えるのか受講者自身が考察するに至れなかったりすることが分かった。また、単純にそれぞれの緯度の投影を行う授業展開では、すべての受講者に星の見え方と緯度との関係性の理解をもたらすには不十分であり、地球儀等で明示的に宇宙視点と結び付けた授業展開を用意することが求められる。

4. 引用文献

- 塚本 胡美, 中野 英之, 平川尚毅(2019): 班活動で利用できる卓上プラネタリウム“アマテラス”の開発, 科学技術コミュニケーション, 第25号, 33-47
- 濱保 和治, 岡田 大爾(2017): 中学校理科天文分野における空間認識能力の育成に関する研究—念頭操作能力と視点移動能力を中心として—, 広島国際大学 教職教室 教職論叢, 第9号, 31-47
- 平川 尚毅, 中野 英之, 塚本 胡美, 岩崎 秀幸(2020): 児童がプラネタリウムの解説員になった1日, 天文教育, 2020年5月号, 27-31

生徒と取り組む「レベル5」の探究活動

Level 5 Inquiry with Students

石焼き芋を科学する

Scientific Investigation of Stone-Roasted Sweet Potato

井村 有里

Yuri IMURA

四天王寺大学

Shitennoji University

e-mail: yimura@shitennoji.ac.jp

概要：探究活動には5つのレベルがあるとされている。高校3年生の生徒が発案した探究テーマ「岩石の違いによる遠赤外線効果の比較」について、生徒たちと実験方法や結果の検証方法などの設計を行い、学問領域を横断するレベル5の探究に取り組んだ。日々の学びを活かして探究活動に取り組む生徒たちの姿から、探究活動を通しての学びの可能性と授業づくりについて考える。

キーワード： 地学，高等学校，探究活動，岩石，遠赤外線

1. はじめに

「石焼き芋」は、温められた岩石の遠赤外線によって芋内部の温度がゆっくり上がり、糖化が進む（日本いも類研究会 2015）。高校3年生の生徒達の強い希望から、石焼き芋を理科の「見方・考え方」で美味しくする探究活動に取り組んだ。

探究活動には5段階のレベルがあり（Banchi and Bell 2008, 松原 2023），大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎と天王寺中学校では，理科の各科目で様々なレベルの活動に取り組んでいる（井村ら 2023）。地学は，地面と空という日々の生活に溶け込んだ事物・事象を扱うことから，筆者は，生徒たちが身近な題材を科学的視点で観察，探究し，学び続けてほしい，という願いを込めて授業を展開してきた。これは，柴山元彦先生の「ひとりで探せる川原や海辺のきれいな石の図鑑」（柴山 2015）などの著書や，ジオ・アクティビストの巽好幸先生の「美食地質学」（巽 2022）などの著書の影響も大きい。さらに，学習指導要領でも「課題を解決するために探究する学習活動には，問題を見だし観察，実験を計画する学習活動，観察，実験の結果を分析し解釈する学習活動，科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動などが考えられる。」とされていることから，広い視点で探究に取り組みたいと考えた。また，本稿のテーマについては，筆者の前任の岡本義雄先生が小麦粉ココア断層実験を考案されたこと（岡本 2000），身近な素材や身の回りのものを使った実験から地球惑星科学現象を考察する「キッチン地球科学」（熊谷 2020）があることを岡本先生からきいていたことから，切り口は異なるものの，食べ物を扱ったテーマとする後押しとなった。

これらの背景から，本研究は，生徒達が実験条件などの検討すべき課題に生徒自ら気づき，「主体的・対話的で深い学び」を展開することを目的とした。2024年度までの高校での取り組みを中心に，教員養成課程における「授業方法探究」の授業での展開についても発表する。

2. 実験方法の検討

「石焼き芋の実験」という探究テーマ名では地学の視点が明確ではないため，「岩石の違いによる遠赤外線効果の比較」という探究テーマ名が設定され，生徒たちは考えを出し合って実験の準備を進めた。

(1) 加熱手段と実験器具の選定

石焼き芋には，ガスコンロと，市販の石焼き芋専用鍋を用いることとした。岩石は，スーパーマーケットなどでよく見かける石焼き芋器には黒色の石が入っているが，比較実験区として，黒色（玄武岩質岩石）と白色（花崗岩質岩石）を用いることとした。また，電磁波を用いた調理方法として，トースター（赤外線）と電子レンジ（マイクロ波）も用いた。初年度のみ，表面から熱を加える蒸し器も用いた。

(2) 試料の選定

電磁波の効果を検証する試料として，サツマイモを選定した。太さ，長さの形が似ている試料を準備する必要性に留意しつつ，店頭で試料を選抜した。

(3) 試料の温度の経時変化の比較軸の設定

岩石と試料表面の温度変化を測定するために，1年目はサーモカメラを用いたが，機器の故障により，2年目以降は使用しなかった。

試料内部の温度の経時変化は、1年目の実験では、竹串が刺さる深度を測定して温度の上がり方(火の通り具合)を調べた。測定に時間を要して熱が逃げてしまい、温度が上昇するのに時間を要したこともあり、2年目以降は、試料内部の温度変化を測定するために、あらかじめ試料にキリで穴を開け、温度計で試料内部の温度を測定した。



図1 実験の様子

(4) 実験結果の比較方法と比較軸の設定

甘さを数値として比較するために、糖度計を用いて測定した。糖度計は透明の液体を用いる必要があり、1年目の実験では、試料切片に水を少量加えてすりつぶして得られた溶液を測定に供したが、測定できなかった。2年目以降は加える水の量を増やし、さらにコーヒーフィルターで繊維をこしとり、そのろ液を測定に供した。また、測定に供する試料の大きさを統一すること、すりつぶす度合いを統一する必要性にも気づき、糖度測定系の生徒を固定した年度もあった。

他方で、焼き芋といえば食感や見た目も重視される。食感は食品開発で用いられる官能検査の手法を活用して「ほくほく感」「ねっとり感」など、見た目は「透明感」「色味」などの比較項目を生徒達が協議の上設定した。

(5) 安全性の確保

岩石が熱ではぜる危険性、芋が突沸する危険性に備えて、保護メガネの着用を義務付けた。また、火傷の防止のために軍手も着用するとともに、実験期の感染症拡大防止のため、手指はしっかり洗浄して消毒し、マスクを着用した。

(6) 再現性の確保

再現性を確保するために、本実験を毎年実施することにした。

3. 取り組みを通して

実験の合間に、岩石の種類と組成、ウィーンの変位則とシュテファン・ボルツマンの法則、芋の種類と産地、焼き芋の歴史や地方ごとの特徴など、幅広い話題が生徒達の間で展開された。学習指導要領では、「主体的・対話的で深い学び」がキーワードとなっており、視座の高まりと視野の広がりを実現させる授業が必要とされている(石井 2022)。本稿で取り上げた石焼き芋の他に、岩石を用いた調理法には石焼きビビンバや溶岩焼きなどがある。飲食店などでそれらの料理を食べた際に、その調理器具の石が何岩か気になる、分析できる、そんな視点を生徒達が持ち続けてほしい。また、教育学部の学生達にも、子どもたちの普段の生活と理科の学びとを結びつける視点を持ってほしい。大学における実践と効果の検証を進める予定である。

引用文献

- 石井英真 (2022): 高等学校真正の学び, 授業の深み—授業の匠たちが提案するこれからの授業—, 学事出版
- 井村有里・南勝仁・山口耕司・堀井久嗣・森中敏行・篠原孝雄・藤井宏明・木内葉子・仲矢史雄 (2024): 6年間で育成するコンピテンシーの体系化と実践—附属天王寺中高理科の探究課題 2022 年度の記録—, 大阪教育大学附属天王寺中学校・大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎研究集録第66集
- 岡本義雄 (2000): 小麦粉を用いた断層モデル実験, 大阪と科学教育 14 巻 p13-16
- 熊谷一郎・市原美恵・久利美和・栗田敬 (2020): 地球惑星科学の混相流—キッチン地球科学の視点から—, 混相流 34, 3, 389-394
- 柴山元彦 (2015): ひとりで探せる川原や海辺のきれいな石の図鑑, 創元社
- 巽好幸 (2022): 「美食地質学」入門—和食と日本列島の素敵な関係—, 光文社
- 日本いも類研究会「焼きいも研究チーム」(2015): 焼きいもが、好き! , 株式会社農文協プロダクション
- 松原憲治 (2023): 教科等横断的な視点から拡張する探究レベルに関する予備的考察, 日本科学教育学会研究会研究報告, 37, 5, 65-70
- H. Banchi and R. Bell (2008): The many levels of inquiry, Science and Children, 46, 2, 26-29

口 頭 発 表

第 3 会 場

科学わくわくプロジェクトにおける小学校地学関連内容の授業支援

Support for Earth and Space Lessons in Elementary Schools through Visiting Classes
as an Activity of “Wakupro”

5 年「流れる水のはたらき」と 6 年「月と太陽」を中心に

Focusing on “The Work of Flowing Water” in 5th Grade and “The moon and the Sun” in 6th Grade

○林 武広¹, 藤川義範², 磯崎哲夫³

Takehiro HAYASHI¹, Yoshinori FUJIKAWA² and Tetsuo ISOZAKI³

広島大学名誉教授¹, 元インドネシア スマラン国立大学², 広島大学³

Prof. Emeritus Hiroshima Univ.¹, Former Lecturer of Semarang State Univ.² and Hiroshima Univ.³

e-mail: nekohrs@gmail.com¹

概要：筆者らは科学わくわくプロジェクトの事業として授業支援による小学校理科教員研修のため科学・科学教育専門家が広島県内の小学校で教師との連携による出前授業を毎年、実施している。中でも実施希望が多い小 5 年「流れる水のはたらき」、6 年「月と太陽」の各授業で内容と実験教具の開発・改良を続けてきた。授業後実施の質問紙調査の結果と教師の意見から両授業は児童及び教師双方に有益であったとの成果が得られた。

キーワード：わくプロ、小学校理科、授業支援、地学、マツダ財団

1. 前書き

2003 年 4 月に広島大学とマツダ財団が連携し青少年の健全育成と科学技術振興を目的とした各種事業に取り組むプロジェクトとして「科学わくわくプロジェクト（略称：わくプロ）」が発足した。以来、その 1 事業として筆者らは小学校の理科授業支援のための「小学校理科広場」の活動を展開してきた(林, 2012)。当事業は、大学等の科学・科学教育の専門家が小学校に直接、出向き、主に高学年において担任（担当）教師と連携し理科授業を行うもので、現在も継続中である。現在では、理科に加え情報関連の授業も実施している。授業を希望する学校の募集は広島市教委に依頼し、毎年 6 月に授業の流れ・実験内容等の情報を添えて募集を行っている。2025、2026 年度とも広島市内延べ 40 校以上から実施希望が寄せられている。

ここでは、小学校理科の地学関連内容うち 5 年「流れる水のはたらき」及び 6 年「月と太陽」それぞれの単元で使用を前提に開発・改良した実験装置の状況と授業後の児童向け質問紙調査と教師の意見を基に検討した成果を報告する。

2. 研究の方法

本研究では、当初より授業実施後にアンケートを実施してきたが、最近は児童・担任（担当）教師の負担も考慮し Google Forms で質問（無記名）を作

成し、児童はタブレット端末を用いて回答する方式としている。個々の回答及び自動的に集計された結果は授業者、実施校、広島市教委の 3 者が閲覧可能としている。本研究では、2025、2026 両年度の質問紙調査の結果と教師の意見から本授業の成果の検討を行う。

3. 授業内容、実験装置、質問紙調査結果

本研究で報告する授業は児童対象であると同時に連携している教師への現職研修の目的も併せて目的としている。

（1）5 年「流れる水のはたらき」

本単元の授業については林ほか（2022）が指導内



図 1 上方：流水モデル実験装置で水路幅が狭いタイプ、下方：同装置で水路幅が広いタイプ。中間にあるものは実験で流すための小石や砂。これらの構造、使用法などは発表時に提示する。

容と成果を総括して報告しているように、流水モデル実験装置(図1上方)を活用し、“流水の働き”に加え洪水、津波、土石流など“流水に関わる災害”の再現実験を取り入れてきた。一方、本装置では流水の作用を確かめる実験がやや困難であったため水路幅を広くした改良版を新たに開発した(図1下方、両装置は大会実行委員会ブースで展示中)。1昨年度、筆者らは自然災害発生の仕組み理解と防災認識を評価するためのルーブリックを提案した(林ほか, 2025; 林ほか, 2026)ので、本授業後のアンケートとしても活用している。流水の働きの単元内での本授業の位置づけが実施校によって異なるため、流水の作用そのものへの理解程度の客観的評価は難しいが、児童の様子と回答から概ね達成できたと判断している。広島県でよく発生する土石流に関する理解については、上記、簡易ルーブリックによる児童の回答例を図2に示す。児童は本授業を通し流水に関わる災害発生の様相と仕組みの理解は一定程度達成できたと判断している。

1 土石流ではどんなことが起こりますか (1つ選ぶ)
185件の回答

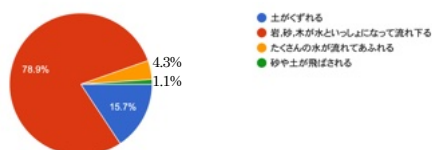


図2 土石流に関する児童の回答例(2025年度)

(2) 6年「月と太陽」

本授業は教師から扱いが難しいとの意見が多く、本授業開始時から現在まで一貫して実施希望が多い。本授業では筆者らが開発した“宇宙視点”と“地球視点”を同時に示すことを企図した地球一月＋太陽モデルの演示実験で月の実際の見え方(方位と位相)を予想する。具体的には昼間に学校で月を観測することを前提に上弦、または下弦の月のどちらか見える方位と形を当装置の実験に基づいて予想する。本授業は林ほか(2017)の報告と概ね同様の内容・方法で実施してきたが、その報告では課題として次の3項目を示していた。

その後、それぞれに“☞”で示した対応で現在、ほぼ克服できている。現在使用中の装置を図3に示す(本装置を大会実行委員会ブースで展示中)。

①月の日周運動による見え方も併せて示すこと。

☞月の1日の動きを動画や図で強調する。

②月に見立てた小球を照らすランプの設置、位置、小球の塗装など。

☞1370ルーメン明るさを持つLED電球を装着した三脚スタンド2台を装置の月(灰色小球)を回転させる軌道直径と同程度の幅で据える。小球の塗装も試行錯誤を経て修正。

③地球からの視点に見立てるスマートフォンのカメラの設置位置、大型TV、プロジェクター等に接続する工夫。

☞スマートフォンから小型のwebカメラに変更し、USBでPCに接続。映像はPC上の一般的なカメラアプリを通して大型TVに映す。



図3 左:三脚に載せた月・地球のモデル本体(青球=地球、灰色小球=月、装置の後方にwebカメラをセット) 右:太陽に見立てる2台のLEDランプ

本授業では児童が実験(演示)記録や考察を記入するためプリント(B4)を使用する(発表時に提示)。授業を終えて1ヶ月程度後に実施した児童対象のアンケートの回答例を図4に示す。授業時での予想通り月が見つけられた児童は6割であるが、方位の確認は容易ではない状況が見受けられる。

授業での予想通り月が見つけられましたか (1つ選ぶ)
154件の回答

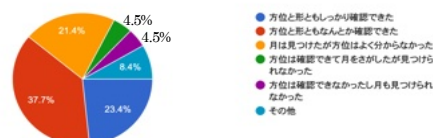


図4 授業後に行った月の観測に関する児童の回答例(2025年度)

4. 考察

両授業後に実施の質問紙調査の結果、両授業とも児童の学習目標は概ね達成できたこと、教師からは内容と実験が大変参考になったとの意見が多く寄せられていることから本授業の目的は概ね達成できたと考えている。

主要引用文献

林武広・藤川義範・土井徹・中西裕也・磯崎哲夫(2022):科学専門家と教員の連携による流水関連災害を扱う授業—小学校5年「流れる水のはたらき」における例—, 地学教育, 75, 17-27.

地層の剥ぎ取り標本を利用した地層の出前授業

Out-reach Classes Involving the Peeled Sample of Sedimentary Layers

～広島市白木町秋山の地層の例～

Using Samples Corrected from Layers Occurring in Akiyama area, Shiraki Town, Hiroshima City

○池本 博司¹, 林 武広²

Hiroshi IKEMOTO¹, Takehiro Hayashi²

広島市立美鈴が丘高等学校¹, 広島大学名誉教授²

Hiroshima Municipal Misuzugaoka High School¹, Professor Emeritus Hiroshima Univ.²

e-mail: vzj01361@nifty.ne.jp¹

概要:

2018年西日本豪雨の時に三篠川の河岸(広島市白木町秋山)に地層が現れた。この地層に、始良 Tn 火山灰が観察できたことで、およそ3万年前の地層であり、鍵層として貴重な地層であると判明した。今後護岸工事で観察不可能になるため、この地層の剥ぎ取り標本を作製した。その標本を用いて小学校6年生の地層の出前授業を行ったところ、児童はその標本から多くの情報を獲得できたことから地層学習に有効であることがわかった。

キーワード: 地層,剥ぎ取り標本,出前授業,鍵層,始良 Tn 火山灰,

1. はじめに

これまでの小学校6年生の地層の授業では、多くの場合ボーリングコアの観察で地層の全体像が見えない中で地層の授業を行ってきた。野外観察未実施で土地のつくりに関して科学的な考え方を生み出すことは困難であった。近年、広島市において始良カルデラの火山灰を含む地層が発見された。(早坂ほか, 2022)そこで、その地層の剥ぎ取り標本を作製し、その標本を利用した出前授業を行ってきた。その地層がある場所は、倒木や土砂崩れ、川の増水などの可能性があり危険な場所である(図1)。当地での野外観察実施は時間・費用、観察場所のリスクの点で不可能である。したがって、本層の剥ぎ取り標本による観察が現実的な地層の授業には有効と判断した。またこの標本で、近隣の地層と対比できる鍵層の重要性を知ること也有可能であり、カルデラ噴火の大規模な噴出物は広い範囲に莫大な影響があったことも想起できる。



図1 広島市安佐北区白木町秋山の地層

2. 白木秋山の地層について

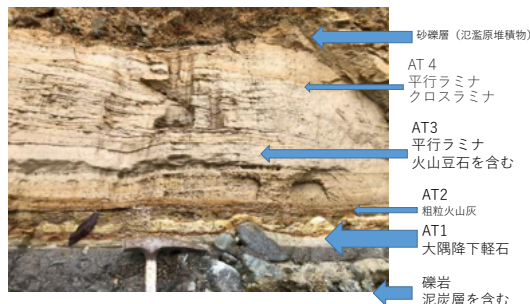
およそ3万年前、最初は現在の桜島付近で大噴火が発生し、軽石や火山灰が降り積もり、続いて始良カルデラ付近で破局的な巨大噴火が発生した。この始良カルデラ噴火で上空に立ち上った火山灰(始良 Tn 火山灰)は偏西風に流されて北東へ広がり、広島では50cm厚の降灰があったとされている。その始良 Tn 火山灰を挟む地層が本研究で扱う広島市安佐北区白木町秋山の地層である。剥ぎ取り標



図2 剥ぎ取り標本作成の様子

本作成はその地層の表面の凸凹を整形して平らにした後、剥ぎ取り面に刷毛を使ってまんべんなく接着剤(トマック ns-10)を塗った後、その上にガーゼを貼り、それをゆっくりと剥がすことで地層を剥ぎ取った(図2)。

剥ぎ取った地層は、下部から黒い泥炭層を含む礫岩、その上に白い始良 Tn 火山灰が50cm重なり、その上に砂礫層(氾濫原堆積物)がある。始良 Tn 火山灰は最下部に大隅降下軽石層があり、粗粒火山灰層や火山豆石を含む層やクロスラミナ・平行ラミナが見られる(図3)。



3. 出前授業での様子

2023年から2026年の4年間に広島市内の宇品小学校・袋町小学校・矢賀小学校・己斐小学校・深川小学校・古田台小学校の6校において本剥ぎ取り標本を活用した出前授業を行った。授業は、表1に示す指導の流れに従って進め、観察用で剥ぎ取り標本5枚を使用した。

本剥ぎ取り標本で地層を観察した児童は、「本物を始めて見た」とか「見た目はデコボコしているが触ったらザラザラしている」などの感想が多かった。また層によって色や硬さや粒の大きさや粒の形が違うことに気づき、粒の連続した線や模様(ラミナ)があることを記録していた。さらに、始良 Tn 火山灰は偏西風に流されて北東方向へ広がり、カルデラがある鹿児島から350km以上も離れた広島白木の厚さ50cmの厚さの降灰があったことを理解していた。そのほかにも、火山灰が積もってから何万年間かけて硬くなっていること、また何万年前の生き物や当時の大地の情報が地層に記録されていることに気づいていた。それらのことから自分の住んでいる地域の大地の形成過程や、地域の自然の成り立ちに興味関心を高められたと考えている。(図4)

表1 指導と評価の流れ

学習場面	生徒の学習活動	評価基準	評価方法
導入(15分)	1 あいさつ・自己紹介 2 地層の剥ぎ取り標本とは本物の地層の表面を剥ぎ取ったものである。 3 目標の提示 「地層の剥ぎ取り標本を観察し、気づいたことをわかりやすく記録しよう。」	本時の目標を聞き取り、理解し、行動することができるか。	聞いている姿勢を観察する。
展開(20分)	4 地層の剥ぎ取り標本登場 グループで順番に剥ぎ取り標本を観察し、気づいたことをメモする。グループで気づいたことを出し合って、地層の観察で重要であると思うことをまとめる。	地層の特徴をつかみ、色や模様が何を意味しているかを試行錯誤しながら考えようとしている	巡回し、行動観察。
まとめ(15分)	5 各班が地層の気づきを発表する。 本時の振り返りを行い、地層の観察でわかったことや気になったことや疑問に思ったことを確認する。	地層からわかったことを整理している。	振り返りシート



図4 出前授業での観察の様子

4. 引用文献

早坂康隆・藤木利之・山崎博史・萬ヶ原伸二・池本博司(2022): 広島市白木町における火山豆石と大隅降下軽石を伴う始良 Tn テフラ の発見, 日本地質学会西日本支部令和3年度総会第172回例会,

鉱物種同定をめざす岩石薄片ムービーの開発

Development of Movies of Rock Thin Section Aiming Identification of Minerals

○花野木政信¹, 池田幸夫², 鈴木盛久³, 吉富健一⁴, 林 武広⁵

Masanobu HANAOKI¹, Yukio IKEDA², Morihisa SUZUKI³, Kenichi YOSIDOMI⁴ and
Takehiro HAYASHI⁵

崇徳中学校・高等学校¹, 山口大学名誉教授², 広島大学⁴, 広島大学名誉教授^{3,5}

Sotoku Junior and Senior High Schools¹, Prof. Emeritus Yamaguchi Univ.², Hiroshima Univ.⁴ and
Prof. Emeritus Hiroshima Univ.^{3,5}

e-mail: okonomiyakinomise@yahoo.co.jp¹

中学校・高等学校における岩石薄片観察は、偏光顕微鏡や薄片標本の整備が費用・運用面で課題となる。本研究では、オープンニコルとクロスニコルを同期表示する岩石薄片ムービー（mp4）を開発し、生徒の ICT 端末で容易に観察できる教材を作成した。高校「地学基礎」の授業で試用した結果、岩石組織や構成鉱物の理解に有効であることが生徒の反応から示唆された。

キーワード：岩石

1. 前書き

中学校、高等学校の岩石関連学習では火成岩の組織や構成鉱物の特徴を学習する。その場合には、岩石標本の直接観察を行うが、標本観察のみでは分かりにくい岩石の組織の違いや構成鉱物の種類を知るために岩石薄片の観察が有益である。

その方法として偏光顕微鏡下での岩石薄片観察が最も適切であるが、それらの整備は費用面、また扱いが容易ではないことから、通常では教科書等の写真やインターネット上で写真の利用がなされている。

筆者らは、教育現場でタブレット端末が普及している現況で、生徒一人一人がその利用によって、よりリアルに岩石薄片が観察するための岩石薄片ムービーを開発している。現在、「地学基礎」をはじめとする授業で試用し、生徒からの意見も参考にしつつ改良を進めているところである。

ここでは現時点での成果を報告する。

2. 岩石薄片観察の導入の課題

岩石薄片の偏光顕微鏡観察を中学校、高校の授業に導入する場合には以下の課題がある。

①偏光顕微鏡は非常に高価であるうえ、扱いが難しいため、然るべき台数を備えることはメンテナンスも考慮すると現実的ではない。その代用としては市販されている簡易偏光拡大鏡の利用、生物顕微鏡に偏光観察装置を載せる方法もあるが、い

ずれでも機能や光学的な面で偏光顕微鏡には及ばない。

②岩石薄片を備える場合、現在、1枚あたり数千円と高価になっている。揃えるべき岩石種、また生徒用を考慮すると多くの枚数を備えることになるが、費用面、メンテナンスも考慮すると現実的には困難と考えられる。さらに岩石薄片は破損しやすいため、より慎重な扱いが必要で、岩石薄片そのものを使った観察活動は生徒にとってはかなり負荷がかかることも考えられる。

3. 岩石薄片ムービーの開発

そのような状況から、筆者のうち林ほか（2005）は、現実に偏光顕微鏡下での岩石薄片観察を再現するインタラクティブムービー教材を開発し、本学会茨城大会で報告した。そのムービーでは偏光顕微鏡でステージを2度ずつ回転させ、その都度、オープン、クロスで写真を撮影する。ステージを1回転（360度）させることで撮影した合計360枚の写真をつなぎ合わせてムービーとした。その後、吉富（2013）はHTML5による岩石薄片ムービーを開発している。なお、上記、林（2005）によるムービーはQuickTime VR (apple 社)のオブジェクトムービーを利用して開発したもので、QuickTime 7で視聴する。QuickTime VRによるムービーでは、薄片映像を回転させつつ任意の場所でマウス操作（上下に動かす）によってオープン、クロス画像を切り替

え、また任意に拡大・縮小して観察できる。しかし現在、それらは使用できない。

そこで筆者らは、通常のムービーアプリで簡単に見ることが可能な岩石薄片ムービーを開発した。このムービーは林ほか(2005)と同様の手順で岩石薄片を偏光顕微鏡下で撮影し、ムービーの素材とする。QuickTime VR のオブジェクトムービーのようにマウス操作で、オープン、クロスの映像を切り替えことはできないので、これら両方の映像を左右に並べて、両方を同時に回転させながら観察する形式とした(フォーマット:mp4)。そのとき画面左にはオープンの映像、右には、その時点のクロスの映像が映されており、アプリの再生を操作すると両映像がシンクロ回転する。図1にカコウ岩、図2にハンレイ岩および図3にアンザン岩のムービーの例示す。

なお、このムービーは岩石の組織を観察することのみならず、鉱物の同定を行うことを目的としている。そのために映像拡大時も可能な限り鉱物の細部が捉えられる精度に留意して岩石薄片を撮影している。

なお本ムービーでの利用を考慮した鉱物識別チャートも作成しているが、中・高校生用に現在、改訂中であるため、発表時に改訂版を示したいと考えている。

4. 生徒の反応

7月17、同21日に高校3年の「地学基礎」の授業で生徒41人が本ムービーで岩石薄片を観察してみた。授業後に本ムービーへの感想を求めたところ、殆ど全ての生徒が肯定的な反応を示した。以下の感想の例を示す。

- ・バーコード模様など分かりやすく、面白く学べて楽しかった。左右の画面を比較することでとても理解が深まった。
- ・顕微鏡を見ただけでは鉱物を区別することができないけれど、偏光で見ると斜長石の線などを見ることができて判別することができ、区別の仕方がわかって面白かった。
- ・この動画が教科書にQRコードで載っていたらより活用できると思った。クリックするとどのような鉱物かわかるような鉱物の解説も出てくるとより良い。
- ・二画面で比較しながら見ることができて見やすかったです。色の変化も動画上で自分で操作しながらできたので組成がわかりやすかった。

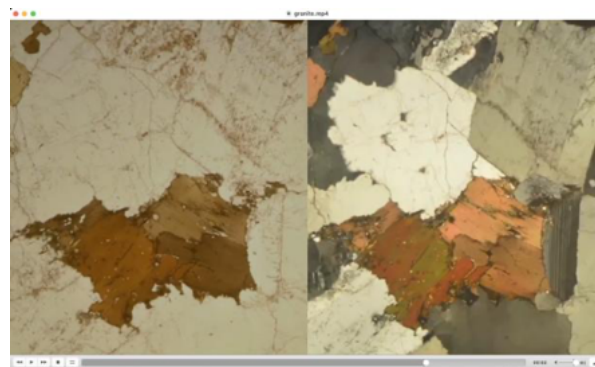


図1 カコウ岩のムービー

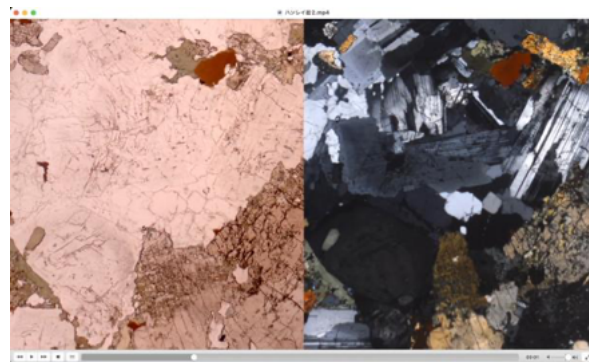


図2 ハンレイ岩のムービー

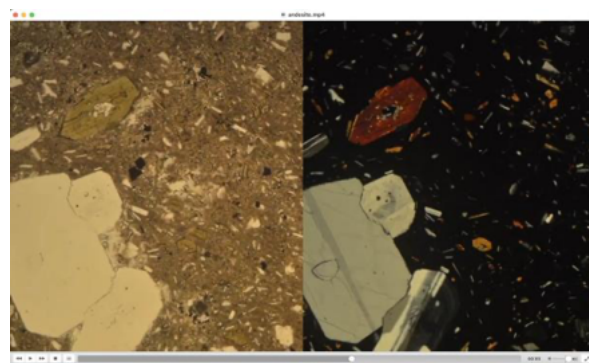


図3 アンザン岩のムービー

- ・顕微鏡がなくても観察できるところが良かった。比較できるところがとてもわかりやすかった。
- ・オープンニコルとクロスニコルを同時に見比べることができて面白く、わかりやすかった。

5. 考察

本研究の岩石薄片ムービーはオープンとクロスの映像をシンクロさせて観察できること、生徒のタブレット端末の簡単なムービーアプリで再生できることが特徴である。実際に使用した生徒の感想からも、本ムービーは岩石の組織や構成鉱物を捉えるうえで有益と考えている。

主要引用文献

林 武広・岩永拓也・石井喬志・本藤祥一朗・山崎博史・鈴木盛久(2005): 岩石薄片観察ムービーについて, 日本地学教育学会第59回全国大会茨城大会講演予稿集, pp50-51.

教師が撮影した地形・自然動画の提示が生徒の関心に与える影響について

The Impact of Teacher-Recorded Geomorphological and Natural Phenomenon Videos on Students' Interest.

○尾口 俊一¹

Shunichi OGUCHI¹

横浜市立本宿中学校¹

Yokohama Honjuku Junior High School¹

e-mail:sh00-oguchi@city.yokohama.lg.jp¹

概要：野外観察が難しい地域の中学校で、教師が地学フィールドへ行き動画を撮影し授業で提示する方法を試みた。昭和新山、城ヶ島、富士山頂や雲の観察など複数の事例の動画を授業で見せたあと、生徒109名にアンケートを実施したところ、70%以上の生徒が「行ってみたい・体験したい」と回答した。また、約80%の生徒が事業者の映像と比べて教師が撮影した映像の方が理解しやすいと回答し、教師の実体験に基づく解説が生徒の興味・関心を高めたことが示唆された。

キーワード：自撮り動画、教科書の写真教材、ふり返しアンケート、地学への興味・関心

1. はじめに

小学校や中学校理科の教科書に記載されている様々な自然（例えば火山地形）は、授業中に現地へ行けず、教科書や理科映像資料を生徒に見せる授業が多くなってしまおうと考えられ、生徒が地学に対する興味・関心を持ってくれるか疑問であった。

本研究では、授業で様々な自然を見に行けない代わりに、教師が現地に行き動画を撮影し、その映像を生徒に見せることで、どれぐらいの生徒が地学に興味・関心をもってくれたのか授業後のアンケート結果から考察することを目的とした。

2. 研究の方法

教科書に記載されている写真やイメージ図を教師が見て、実際にそのフィールドやそのイメージにあった場所に行き、教師が解説をする動画を撮影した。後日、授業の導入や授業展開のなかで、教科書を見せながらその動画も生徒に見せた。

各授業終了後に、生徒にグーグルフォームにてふり返しアンケートを実施し、授業で興味・関心がどれぐらい持てたのか調査した。

調査対象者は、本研究の趣旨を説明し、調査に同意を得た公立中学校の生徒109名（中学校2年生）を対象とした。本研究の教科書は、小学校6年生理科の教科書は大島ほか（2024）、中学校理科の教科書は大矢ほか（2025）を参考とし、本稿では便宜上、小学校6年生理科の教科書、中学校1年生（または2年生）理科の教科書として記載した。

3. 具体的な授業実践事例

（1）北海道昭和新山（火山の例）

中学校1年生理科の教科書に、マグマのねばりけが大きい例として、昭和新山の写真が掲載されている。昭和新山の写真を見ると一部赤い部分が

あり（教科書は白っぽい部分を注記している）、生徒のなかには赤い火山だと思う生徒もいた。授業では、実際に行った動画を見せて、この部分はもともと畑だった場所が隆起したものだと説明した。

（2）神奈川県三浦半島城ヶ島

小学校6年生の教科書に、城ヶ島の馬の背洞門の関東大震災前と後の写真が掲載され、関東大震災による地震で隆起したと説明している。1年生の断層の授業で、この教科書の内容を振り返り、筆者が現地で撮影した動画を用いて、ここの地形は海岸段丘であることや馬の背洞門の近くには逆断層の露頭もあることを説明し解説した（写真1）。



写真1 城ヶ島馬の背洞門と逆断層

（3）標高が低い平野部と富士山頂

中学校2年生理科の教科書に、大気圧の違いを密閉されたお菓子の袋を用いて、富士山の麓と富士山頂の写真を掲載して、標高の違いによる大気圧の違いを説明している。筆者は、標高の低い平野部（約40m）と富士山頂（約3776m）にお菓子の袋を持っていき（写真2）、動画撮影後、授業で見せ



写真2 平野部と富士山頂でのお菓子の袋

て解説した。

(4) 飛行機の窓から見る雲の形

中学校2年生理科の教科書では、十種雲形をイラストや写真で解説している。筆者は授業の導入で、雲の下が平らであることを気づかせるために、飛行機から見る雲の形を撮影し、その動画を授業で見せた。

(5) 大鳴門橋遊歩道渦の道

徳島県鳴門市鳴門町（鳴門公園内）にある大鳴門橋遊歩道渦の道は、潮汐の影響により渦潮が観察できる。本研究では、筆者からの話題提供として中学校2年生の調査対象者に、重力の復習をする際に発展内容として、大鳴門橋遊歩道渦の道に行ったことを説明し、渦潮を動画で見せた。なぜこの現象ができるのか考えさせたり、潮汐の原因の一つは引力であることを説明した。

(6) はまぎんこども宇宙科学館の月面ジャンプ

中学校1年生で「重力と質量」を学ぶ際に、月の重力は、地球の6分の1だと学ぶ。神奈川県横浜市にある「はまぎんこども宇宙科学館」にある月面ジャンプ（月は地球の重力の6分の1を体験できる体験展示物）を筆者自ら体験している様子を動画で撮影し、生徒へ見せて解説した。授業では、動画でジャンプをする瞬間に、モニターのとなりで筆者もジャンプし、月面ジャンプが約6倍の時間がかかって降りてくるところを見せた。なお、本展示物を撮影し授業で見せることを許可を得ている。

4. 生徒はどれぐらい関心をもってくれたのか

図1は「教師が現地へ行き動画を撮影したものは理解できたか」のアンケートに対して概ね90%以上がまあまあ理解できたと回答した。

図2は動画を見て「行ってみたい（体験してみたい）」と思いましたか」のアンケートに対して概ね70%以上が「行ってみたい（体験してみたい）」と回答があり、興味・関心が高まったと示唆された。

図3の「①教師撮影映像と事業者映像どちらがよいですか」というアンケートの結果、79%が教師が撮影した動画や写真よいと回答があった。その理由もアンケートをとったところ（表1）、「実際にいった教師の解説だからこそ思いが伝わってきたり理解しようとした。」との記載があり、地学教育を通して、授業は教師と生徒との信頼関係も大切であると改めて感じた。また、図3「②外で見たたり触れたりしてみたいですか」とアンケートをとったところ69%の生徒が「思います」と回答した。

5. 今後の課題（関心をもたせたあとの授業の展開）

今後の課題として、例えば3（4）飛行機の窓から見る雲の形では、授業展開として、映像を見せて関心をもたせたあと、なぜそうなるのか仮説をたて、仮説を共有してから授業を進めていくなど、

生徒がより興味・関心、理解を深めていく授業計画が大切であり今後の研究授業に活かしていきたい。

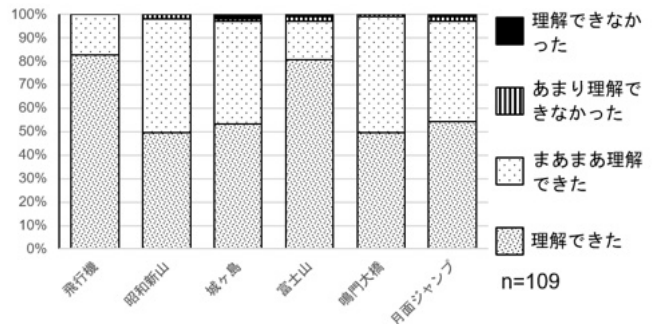


図1 教師の撮影動画は理解できましたか

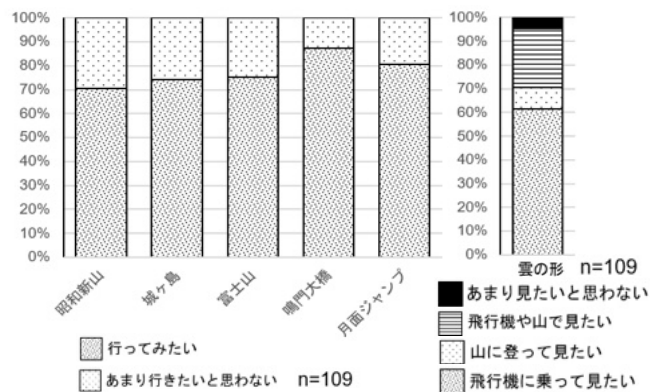


図2 行ってみたい（体験したい）ですか

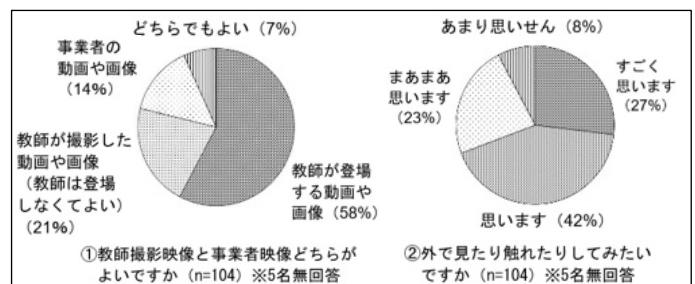


図3 本調査授業後のアンケート結果

表1 動画・画像はどちらがよいか？その理由

教師の撮影した動画・画像がよいという理由	人数(人)	割合(%)
わかりやすい・理解が深まる	45	54
面白い・印象に残る	15	18
親近感・教師が登場する安心感	8	10
リアル感・臨場感	7	9
授業で学ぶ必要な部分を見せてくれる	4	5
専門性がある	3	4

事業者の撮影した動画・画像がよいという理由	人数(人)	割合(%)
わかりやすい・理解が深まる	9	60
見やすい・聞き取りやすい	3	20
地震が起きた瞬間や火山噴火は教師は撮れないから教師が映像に出ると面白くなってしまうから	2	13
	1	7

n=97 ※表1は図3①で「どちらでもよい」と回答した生徒（7%）は記載していない。

引用文献

- 大矢禎一・鎌田正裕ほか（2025）：未来へひろがるサイエンス1, 2, 新興出版社啓林館。
大島まり・山崎直子ほか（2024）：新編新しい理科6年, 東京書籍。

日本地学教育学会支部企画イベント助成を活用した市民向け講座・ 野外観察会「大地の成り立ちを探ろう」

‘Exploring the Geology Around Us’: an outreach lecture and field excursion supported by a grant from
the Japan Society of Earth Science Education

星 博幸

Hiroyuki Hoshi

愛知教育大学

Aichi University of Education

e-mail: hoshi@aeu.ac.jp

概要：日本地学教育学会中部支部が 2026 年 3 月に開催した市民向け講座・野外観察会「大地の成り立ちを探ろう」について報告する。本学会各支部が市民向け行事を企画・実施する際の参考になるように、準備、広報、講座（講演）と野外観察会、参加者アンケート集計結果などの概要を示す。

キーワード：支部企画イベント助成、普及行事、講演会、野外観察、地学教育

1. はじめに

日本地学教育学会（以下、本学会）中部支部は、支部活動の活性化および市民への地学の啓蒙・普及を目的に、本学会支部企画イベント助成を活用して「大地の成り立ちを探ろう」と題する市民向け講座・野外観察会を 2026 年 3 月に愛知教育大学（愛知県刈谷市）と近隣の公園で開催した。今回は、2025 年度中部支部長を務めた筆者が「身近な土地の岩石や地層を観察し、身のまわりの大地がどのように成り立ってきたかについて考える」という趣旨で、行事を企画・実施した。今回はそれについて報告する。高齢化が進行する中、支部活動の重要性は今後ますます高まると考えられる。各支部が今後、支部企画イベント助成を活用して市民向け行事を企画・実施する際に、本報告が参考になれば幸いである。なお、本報告の内容の詳細については星・日置（2026）を参照されたい。

2. 準備・広報

本学会は支部活動の活発化に向けて「支部企画イベント助成」を実施している。本助成によって愛知教育大学の教室使用費、資料作成費、学生アルバイト費などを賄うことにした。本助成からは傷害保険料を賄うことができないため、参加費として参加者から 500 円を徴収して傷害保険料および手数料とした。

多くの参加者を集めるには、複数の広報媒体に情報を流すことが有効と考えた。そこでまず、広報用チラシを作成し、本学会ホームページ（URL1）、学びネットあいち（URL2）、あいちサイエンスコミュニケーションネットワーク（URL3）などのネット媒体にチラシ掲載を依頼した。

次に、SNS での情報拡散を期待して、X（旧

Twitter）の星の個人アカウントに情報を流すとともに、星研究室卒業生の LINE グループにも連絡した。さらに、愛知・岐阜・三重の東海三県で大きなシェアを持つ中日新聞にも記事掲載を依頼した。名古屋市の学校教員の一部にも、名古屋市理科教育研究会の協力を得てチラシを配布した。こうしたチラシ作成、掲載依頼、情報登載などの作業に 12 時間以上を費やしたが、その甲斐あって、参加申込者は定員 30 名に対し 28 名に達した。

会場設営、岩石標本陳列、配布資料作成などの作業では、2 名の学生アルバイト（いずれも星研究室の年生）の協力を得た。学生アルバイトには当日の受付や参加者誘導などの作業もしてもらった。本行事を円滑に準備・実施するために、学生アルバイトの協力は不可欠であった。

3. 講座・野外観察会

当日は受付開始時刻前から参加者が来場した。欠席者はいなかった。アンケート回答に基づく男女比、年代分布、居住地などのデータを図 1 に示す。男性がやや多かったものの、男女は半々に近かった。年代は 50 代以上が半数以上を占めたが、10 代から 80 代まで幅広く分布していた。居住地は愛知県内が多数で、県外からの参加者は 2 割強であった。

当日はまず、教室で星が「大地の成り立ちを探ろう」と題する講演を行った。参加者の多くが地質学の専門知識をほとんど持たないと想定し、「地形」と「地質」のそれぞれの意味と違い、「地形図」と「地質図」の違い（地理院地図と産総研シームレス地質図の閲覧を含む）などを含む基礎的な事項について説明した。質疑応答では数名から鋭い質問があり、大地の成り立ちについての関心の高

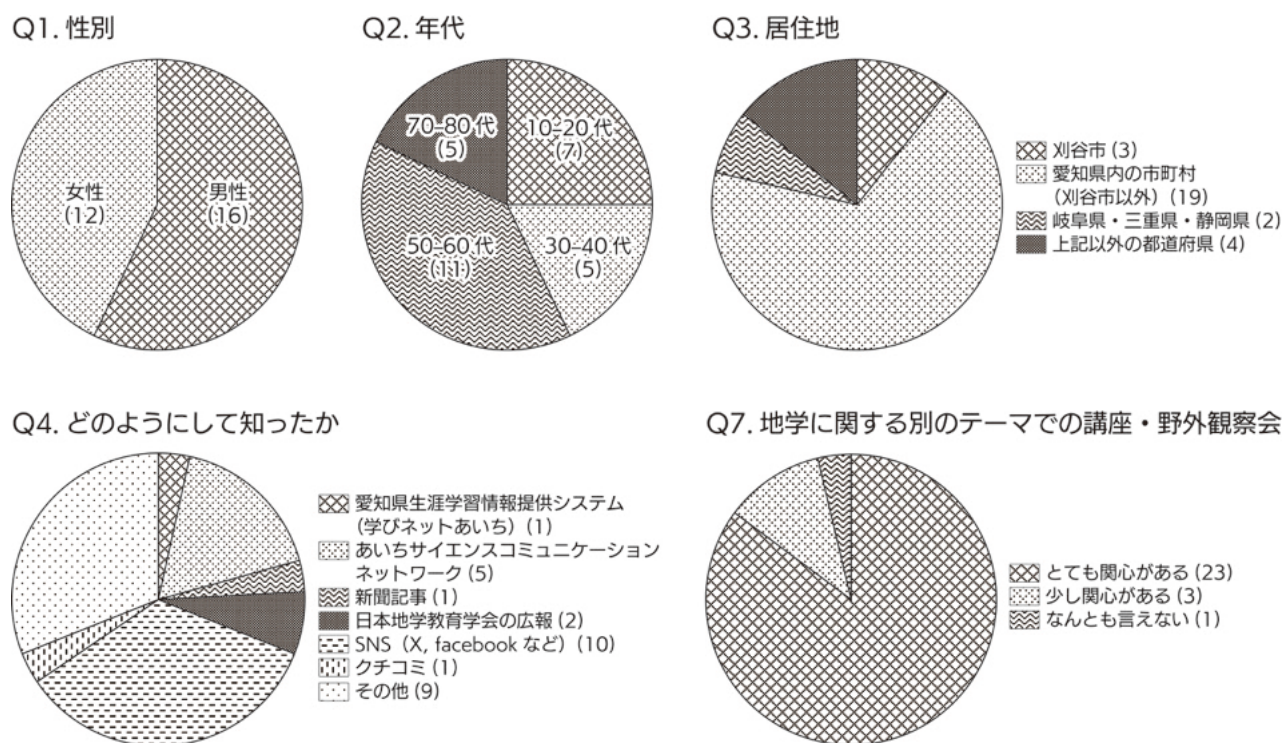


図1 参加者アンケート集計結果. 括弧内の数値は人数. Q5, Q6, Q8 については本文を参照.

さがうかがえた. 質疑応答終了後, 休憩を兼ねて複数の岩石標本の観察時間とした.

次に, 全員で歩いて近隣の公園に移動し, 公園内で岩石と地層の観察を行った. 公園内には直径1~2mのチャートや片岩, 花崗岩などが各所に庭石として置かれており, それらをざっと観察・解説した. 公園の一角にある小露頭では, 砂礫層の堆積構造(級化, 斜交葉理など)やチャネル構造を観察でき, 砂礫層を切る小断層も見られるため, その露頭で30分以上かけて詳しく観察・解説した. 堆積構造から砂礫の運搬・堆積時の流れの向き(古流向)や流速変化などを推定できることを知り, 多くの参加者は驚き, 感動していた.

岩石・地層観察の終了後, 参加者には洲原公園でアンケートに協力してもらい, 終了・解散した.

4. アンケート集計結果

参加者アンケートは無記名とし, オンライン入力が困難な方もいることを想定して紙上回答形式とした. 設問は8題で, 最後のQ8(意見, 感想)だけ記述式, その他のQ1~Q7は選択式とした(ただし一部の設問には記述欄を設けた). Q1~Q3は先述の属性に関する内容である(図1).

Q4の「この講座・野外観察会をどのようにして知りましたか」(複数選択可)では, 「SNS」が最も多く, 「その他」, 「あいちサイエンスコミュニケーションネットワーク」の順になった. 広報でのSNSの有効性を改めて認識できる結果と言えよう.

Q5の「講座(教室での話)の内容はどうでしたか」では, 全員が「とても良かった」と回答した.

Q6の「野外観察会の内容はどうでしたか」でも, 27名が「とても良かった」, 1名が「良かった」と回答した. 参加者全員が今回の講座と野外観察会に高い満足感を得たことがうかがえる.

Q7の「地学に関する別のテーマでの講座・野外観察会に」では, 9割超が「とても関心がある」または「少し関心がある」と回答した. しかし地学は広い分野, 気象分野や天文分野にも今回の参加者に関心を持ってもらえるかは不明である.

[謝辞] 伊藤 孝氏(茨城大学)には本学会の支部活動の現状や支部企画イベント助成についてご教示いただいた. 伊東章二氏(愛知教育大学)には名古屋文理科大学研究会でのチラシ配布の際にご協力いただいた. これらの方々に感謝します.

5. 引用文献・URL

星 博幸・日置優菜(2026): みんなの地学, 7号, 印刷中.

URL1: 大地の成り立ちを探ろう, <http://www.age.ac/~chigakuk/event/20260204.pdf>

URL2: 愛知県生涯学習情報システム「学びネットあいち」, <https://manabi.pref.aichi.jp>

URL3: あいちサイエンスコミュニケーションネットワーク, <https://aichi-science.jp>

(URLはいずれも2026.06.13確認)

地学基礎 授業実践報告

Teaching Practice Report for Basic Earth Science

化石標本の観察を通じた地質年代理解の深化

Understanding the Geological Time Scale through the Analysis of Fossil Specimens

○香田 達也¹, 西川 徹¹, 掃部 寿彦²

Tatsuya KODA¹, Toru NISHIKAWA¹, Toshihiko KAMON²

神戸市立須磨翔風高等学校 非常勤講師¹, 教諭²

Kobe Municipal Suma-Shofu High School

e-mail: takoda@fuji.waseda.jp

概要：本授業では太古代から新生代まで計 31 種類（38 個）の化石標本を用い、観察活動を通して地質時代の特徴理解を深めることを目的とした。生徒は化石の形態的特徴と地質時代や生息環境を照合し、地質年表と関連付けて考察した。多様な標本を手にとって観察することで、特に顕生代（古生代・中生代・新生代）の違いを実感する生徒が増え、地質年代理解の深化と主体的な学習態度の向上が見られた。

キーワード：地質時代、化石標本、示準化石、観察とスケッチ、地学基礎

1. はじめに

地学基礎の「地球と生命の進化」の単位では、地質時代の理解が抽象的になりやすく、生徒は古生代・中生代・新生代の違いを実感しにくい。地質時代の変遷を実感を伴って理解させるためには実物資料を活用して具体的なイメージを形成させることが重要である（文部科学省，2019）。また科学的思考力の育成において、観察結果の比較や整理は重要な役割を果たすことが指摘されている（棟田ほか，2015）。そこで本授業では、計 31 種類（38 個）の化石標本を観察し、地質時代の特徴を具体的に理解させることを目標とした。

2. 授業の概要

対象：高校 2 年生 7 クラス（合計 230 名）
分析：2 組 33 名，7 組 30 名（合計 63 名）
授業実施日：7 月 8 日（7 組），7 月 10 日（2 組）
授業時間：40 分
単元：啓林館地学基礎第 3 章「地球と生命の進化」
教材：化石標本計 31 種類（38 個），ルーペ各自 1 個，観察記録シート B4 版各自 1 枚
標本内訳
・先カンブリア時代：太古代 1，原生代 1
・顕生代：古生代 7，中生代 8，新生代 14

3. 授業の内容

(1) 導入（5 分）

これまで教科書で学んできた示準化石を、実際に手に取って触れながら観察することの意義と方法を説明した。

(2) 標本の観察（20 分）

初めに生徒は年代別に配置した標本と解説パネル（図 1）を、以下の 4 観点でローテーション形式で観察した。

- ・地質時代との照合
- ・形態の特徴
- ・生息環境（陸上、深海・浅海、汽水・淡水など）
- ・現生生物との比較

次に生徒は観察記録シートに好感度を以下の 4 段階で記入し、教師が点数化して分析に用いた。

- | | |
|-----------------|-------|
| ◎：スケッチしたもの | … 4 点 |
| ○：大変気に入ったもの | … 3 点 |
| △：まあまあ気に入ったもの | … 2 点 |
| ×：あまり気に入らなかったもの | … 1 点 |



図 1 アノマロカリスの標本と解説パネル

(3) スケッチと考察 (12 分)

生徒は観察記録シートに標本 2, 3 個のスケッチを描き、疑問や感想を記述した。その間教師は巡回しながら、以下の点について解説を加えた。

- ・ストロマトライトと縞状鉄鉱層から、生命の進化における光合成の役割について
- ・石灰岩中のフズリナが紡錘虫とも呼ばれる理由
- ・ノジュール中のアンモナイトの形態から、化石にはポジ（凸）とネガ（凹）があること
- ・神戸層群の植物化石や珪化木・炭化木から、学校付近の身近な場所でも化石は見つかること

(4) まとめ (3 分)

化石が地質時代を区分する根拠となることを確認し、地質時代の変遷を地球史の流れとして具体的に捉えることで、本単元のまとめとした。

4. 結果と考察

(1) 生徒の反応

標本数が多いにも関わらず両クラスとも停滞せず時間通り活動できた。そして解説パネルを読むことで、時代ごとの違いを理解し実感できた。さらに観察記録シートのスケッチの量も増え、主体的な学習態度が向上した。

総合点による好感度が上位の化石は形がはっきりしていて、初見でも興味が湧きやすいものが多い（表 1）。1 位の 25. メガロドン歯は巨大なサメの迫力が一目で伝わる。さらに現生のサメの歯と大きさを比較することで全長（最大 40m）が実感できた。4 位の 3-2. アノマロカリスについてはイラストでは知っていても実物（レプリカ）を手にとって観察する機会がなく、希少性にインパクトがあった。5 位の 13. アンモナイトは形態に特徴がありスケッチに選んだ生徒が多かった。

(2) 学習成果

2 位の 12. アロサウルスの爪、3 位の 16. スピノサウルスの歯は、視覚的インパクトが強くストーリー性が感じられた。6 位の 28. 高塚山の貝化石

表 1 高評価化石ベスト 5

Rank	Total	No. 化石名(相対年代, 絶対年代, 産地)
1	183	25. メガロドン歯(巨大なサメ)(レプリカ 新生代第三紀, 1000 万年前, 不明)
2	178	12. アロサウルスの爪(レプリカ, 中生代ジュラ紀, 1 億 5000 万年前, USA)
3	176	16. スピノサウルスの歯(中生代白亜紀, 1 億年前, モロッコ)
4	175	3-2. アノマロカリス(レプリカ, 古生代カンブリア紀 5 億年前, 不明)
5	174	13. アンモナイト(中生代白亜紀, 1 億年前, イギリス)



図 2 M さんの観察結果（スケッチと記述）

と 10 位の 27. 舞子の貝化石（共に新生代第四紀, 40～50 万年前, 神戸市垂水区）は、地元的地質への関心を高めた。36 位の 4-1. フズリナ（石灰岩）と 39 位の 4-2. フズリナ石灰岩は、紡錘体のフズリナ（石灰岩）とフズリナ石灰岩中に見られる化石断面との関係が分かりにくかったことが低評価につながった。

全体としては生徒が化石を 1 個ずつ形態と地質時代の特徴を関連づけて観察することで、示準化石の概念が具体的に理解された。また観察記録シートの記述から数多くの標本を観察したことで化石への興味が高まり、地球の歴史を紐解く貴重な資料として捉えていることが分かった（図 2）。

5. まとめと今後の展望

計 31 種類（38 個）の化石標本を用いた観察活動は、標本の見方やスケッチの仕方など指導が不十分な点があったが、地質年代理解の深化に有効であった。今後は化石から読み取った古環境や地質年代を、地質図・地形・プレート運動などの他領域と関連付けることで、生徒の地球史を総合的に理解する力を育成できると考えられる。

引用文献

- 棟田一章ほか（2015）：児童・生徒の科学的な思考力を高める理科授業の在り方, 科学教育研究, 29 (6), 10-12.
文部科学省（2019）：地学基礎 教科書編集趣意書（啓林館・地基 308）, 文部科学省。

謝辞

この度の授業にあたり貴重な化石標本を提供して頂いた菅本氏（元神戸親和女子大学教授）に御礼申し上げる。先生の協力なくして本授業は成立しなかった。ここに深く感謝の意を表する。

連続的に重なる非海成の地層から産出する二枚貝化石と植物化石を用いた 地域の地史を科学的に推定する授業

A Lesson on Scientifically Reconstructing the Geological History of a Region Using Bivalve and Plant Fossils Found in a Continuous Sequence of Non-marine Strata.

―釧路町昆布森海岸に分布する浦幌層群を例として―

A Case Study of the Urahoro Group in the Konbumori Coast, Kushiro Town

○小久保 慶一¹, 小荒井 千人²

Yoshikazu KOKUBO¹ Kazuto KOARAI²

釧路工業高等専門学校¹, 甲南大学²

National Institute of Technology, Kushiro College¹, Konan University²

e-mail: kokubo@kushiro-ct.ac.jp¹

概要：従来の化石を用いた古環境推定の授業は、岩相の読み取りの難しさ、同定可能な良質な化石資料の量的制約などから、連続的に重なる非海成層を対象として環境の変遷を扱った実践は行われてこなかった。本研究では、連続して重なる非海成層から採取した化石のレプリカを用いて各層の古環境を推定し、その変遷を読み解かせる試行授業を実施した。その結果、環境の変遷を科学的に読み解くことができるなどの学習効果が確認された。一方で、貝化石種の生息環境の知識不足や、陸域・汽水域で形成された岩石から古環境を推定することの困難さも明らかとなった。

キーワード：連続する地層、非海成層、古環境の変遷、示相化石、化石レプリカ、岩相、浦幌層群

1. はじめに

化石を用いて古環境を推定する授業では、産出する化石の示相性に基づいて古環境を推定するため、化石の正確な同定が求められる。また、陸域を含む環境の変遷を扱うためには、海成層の化石だけでなく、非海成層から産出する化石も対象とする必要がある。さらに、化石の同定を含めた探究的な学習を展開するには、化石の詳細な観察が不可欠である。しかし、同定可能な良質な化石の数には制約がある。このような条件から、連続的に重なる非海成層の授業への導入には困難を伴う。そこで本研究では、この課題を克服するための新たな手法を取り入れ、主に北海道釧路町の昆布森海岸に分布する連続的な地層の化石や岩相を題材とした、古環境を推定から環境の変遷を読み解かせる試行授業を行った。その成果と課題について報告する。本研究は研究活動スタート支援 課題番号 24K 22783（小荒井）を使用した。

2. 授業の概要

試行授業は2025年12月から2026年1月、釧路工業高等専門学校の第1学年を対象に、理科の生物分野と地学分野の合科目である「地球と生命」

で行った。なお、調査対象者は135名である。

対象とした地層は、北海道釧路町の昆布森海岸で見られる古第三系浦幌層群である。同層群は、下位より、植物化石を産出する春採層、天寧層、下部で淡水生二枚貝化石、上部でシジミ類化石が多産する雄別層、カキ類化石を産出する舌辛層が重なる（佐脇ほか,2012,日本地質学会編,2010）。このうち、昆布森海岸では雄別層、舌辛層を観察することができる。

本試行授業で用いた化石標本は、雄別層産の淡水生二枚貝化石、シジミ貝類化石で、2025年に現地で採取したものを用いた。二枚貝化石の同定は共著者が行った。淡水生二枚貝化石は同定可能な標本を必要数採集できなかったため、3Dプリンターで複製したレプリカを活用した。

学習の流れは以下のとおりである。1回の授業は90分である。なお、この試行授業で、春採層産の植物化石についても観察実習を行っている。

(1)1回目；化石と岩相の観察

①昆布森海岸の露頭および岩石の接写写真を見せ、海岸の崖はどのような岩石で構成されているかを読みとらせた。

②地層の形成過程についてインターネット等で調

査させた上で、砂岩や泥岩が形成される環境について考察させた。

- ③各層で産出した化石を観察させ、事前に準備した写真図版をもとに同定させた。また、化石と岩相の特徴から、当時の古環境がどのようなものであったかを推定させた。

(2)2回目；化石と現生種の比較・古環境の推定

- ①現生のシジミ貝類や淡水性二枚貝種と化石種を比較観察させ、共通点と相違点を検討させた。
- ②現生種が生息する環境について、インターネット等を用いて調査させた。
- ③各層の古環境を、岩相と産出化石の示相性を基に検討させた。
- ④地層累乗の法則に基づき、環境がどのように変化したかを推定させた。

3. 結果

ここでは、学習者による雄別層の古環境の変遷および春採層の岩相の観察結果について述べる。

(1)化石の同定と古環境変遷の理解

1回目の観察において、上位で産出した化石をシジミ貝類と同定した者の割合は 65.1%，下位で産出した化石を淡水性二枚貝種と同定した者の割合は 73.3%であった。

2回目の化石観察と古環境の復元では、雄別層の上位は 68.8%が汽水環境、雄別層の下位は 68.1%が淡水環境と推定した。また、正しく古環境の変遷を推定できた者の割合は 56.0%であった。

(2)岩相からの古環境の推定

岩石の観察に基づき、堆積環境を推定させたところ、雄別層の上位では海で形成されたとした者の割合が 67.6%であった。植物化石を産出する春採層では噴火（15.6%）、海底（12.6%）と推定した者が多く見られた。

(3)質問紙調査の結果

実習後に実施した5件法による質問紙調査では、「化石が当時の環境を推定する手がかりになることを理解することができた（平均 4.21）」、「身近な地域で採取された化石を使った学習に価値を感じた（平均 4.14）」など、ほとんどの項目で肯定的な評価が得られた。

4. 考察

(1)化石の同定と古環境変遷の理解

今回の試行授業により、対象とした地層の化石

を手がかりとして、古環境の変遷を科学的に推定できることが示された。本試行授業は班単位で活動し、淡水生二枚貝の化石の実物の代わりに 3D プリンター製レプリカを活用したが、多くの学習者がレプリカを用いて化石種を同定でき適切な古環境の変遷を導出することができた。このことから、3D プリンター製レプリカは本試行授業では実物化石の代用となり得たと考えられる。

一方で、いずれの化石でも古環境を海域と判断した者が僅かに見られた。「貝は海域に生息する」という既有知識が生息環境推定の妨げとなった可能性がある。これらを是正するための授業方略を検討する必要がある。

(2)岩相からの古環境の推定

岩相のみから当時の古環境を推定させた結果、淡水生二枚貝や植物化石の産出層の堆積環境を正しく推定できない者が多数見られた。この背景には、中学校では地層ができる場所を海と火山噴火に限定して学習していることが関係していると考えられる（文部科学省, 2017）。特に、本試行授業のように陸域や汽水域の地層を扱う場合、化石だけでなく河川堆積物などの岩相の学習が必要であると思われる。

(3)授業の評価

質問紙調査の結果から、本試行授業は、化石や岩相の観察に基づいて古環境を推定する学習を通して、地域の地史への理解や関心を高める上で有効であったと考えられる。

5. 引用文献

- 伊藤俊彦 (1991) : 釧路分校の地質巡検「釧路から根室へ」.
北海道教育大学における自然環境教育, 北海道教育大学釧路分校環境教育プロジェクトチーム, 15-21.
- 文部科学省 (2017) : 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編. 83-85.
- 日本地質学会編 (2010) : 日本地方地質誌1 北海道地方. 朝倉書店, 109-110.
- 岡崎由夫 (1966) : 釧路の地質. 釧路叢書7, 釧路市, 98-111
- 理科郷土資料作成委員会 (1976) : 郷土の理科資料. 釧路村立教育研究所, 11-19.
- 佐脇貴幸・中嶋健・小笠原正継・鈴木祐一郎・棚橋学・金子光好・門澤伸昭・中西敏 (2012) : 釧路海岸の浦幌層群. GSJ地質ニュース12, 産総研地質調査センター, 363-368.

3D プリンター製化石レプリカを用いた地域の地史を推定する 高等学校用実習教材の開発

Development of Practical Teaching Materials for High School Science
to Reconstructing Regional Geological History Using 3D-Printed Fossil Replicas

— 釧路町昆布森海岸に分布する浦幌層群を例として —

A Case Study of the Urahoro Group in the Konbumori Coast, Kushiro Town

○小荒井 千人¹, 小久保 慶一²

Kazuto KOARAI¹ Yoshikazu KOKUBO²

甲南大学¹, 釧路工業高等専門学校²

Konan University¹, National Institute of Technology, Kushiro College²

e-mail: koarai@konan-u.ac.jp¹

概要：高等学校地学分野の授業用に、北海道釧路町の昆布森海岸に分布する浦幌層群の陸水～汽水成層の岩相、植物化石および二枚貝化石の観察から地域の地史を推定する教材を開発した。本教材は、産出化石種の観察と現生種との比較から示相性を導き、泥岩層、砂岩層が陸水～汽水域でも作られることを見出し、古環境を推定し地史を考察するので学習者の科学的思考力を育む実習用教材になり得る。また、3D プリンター製レプリカを作成し、その特性を活かし教材での活用を試みた。

キーワード：高等学校、古環境と地史の推定、示相化石、3D プリンター製化石レプリカ、浦幌層群、ICST システム

1. はじめに

高等学校理科の地学基礎の目標は、「地球や地球を取り巻く環境に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、地球や地球を取り巻く環境を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」と定められている（文部科学省, 2019）。地層と化石から地史を考察する教材は、観察に基づき科学的に結論を導出するので、この目標と合致しているといえる。これまで、地域の地史を題材とした教材・実践が報告されている（例えば、小荒井ほか, 2007; 小荒井・馬場, 2018）。これらの実践は、良質な化石を多産する地層を対象としている。本実践校の地域には古第三系浦幌層群が分布し、植物化石と二枚貝化石を産する陸水～汽水成層が連続的に重なる露頭を観察できる。しかし、保存が良好な二枚貝化石の産出数は少ない。そこで、地層と産出化石から作成した 3D プリンター製レプリカの観察に基づき古環境を復元し地史を推定する教材を開発した。なお、本教材は共著者が実践し、その結果と考察は別途報告する。本研究は研究活動スタート支援 課題番号 24K22783（小荒井）を使用した。

2. 観察対象とした浦幌層群の概要

本授業は、実践校の地域に分布する淡水～汽水

成層の古第三系浦幌層群を対象とした。浦幌層群は、下位の白亜系～古第三系根室層群を不整合に覆い、下位から別保層、春採層、天寧層、雄別層、舌辛層、尺別層が重なる（日本地質学会編, 2010）。本地域に分布する浦幌層群は、釧路市東部から釧路郡釧路町の海岸で観察され、本授業で観察対象とした露頭が分布する昆布森海岸では、下位より斜交層理を含む砂岩層と炭層を挟み淡水生二枚貝化石を産するシルト岩層とシジミ貝類化石を多産する砂質シルト岩層などからなる雄別層、シジミ貝類、カキ類化石を産する砂岩層などからなる舌辛層が整合で重なる。各層の堆積環境は、雄別層下部は蛇行河川の流路とその周辺、上部が内湾の潮間帯から潮下帯、舌辛層は内湾と解釈され（日本地質学会編, 2010）、陸域から汽水、海域への環境変化を示す。

3. 教材に用いた化石標本と 3D プリンター製レプリカの特徴

本露頭の雄別層の中部のシルト岩相から、*Marugaritifera (Marugaritifera) perdahurica* (Yokoyama) (カワシンジュガイ類)、上部の砂質シルト岩層から *Corbicula (Corbicula) tokudai* (Yokoyama) (シジミ貝類) などを採集した。また、本露頭とは異なる場所に分布する春採層産の植物化石 *Metasequoia glyptostroboides* (イチイ

ヒノキ), *Alnus harutoriensis* (ハルトリハンノキ) を用いた。本実践で用いた二枚貝化石種は、同属の現生種と形態が類似している。また、産出層の岩相から推定される古環境と、同属の現生種の生息環境は共通である。そこで、本実践では、二枚貝化石を現生種と比較し生息環境を推定することで示相化石としての有効性を導出させることとした。化石標本を同定、現生種と比較するには、形態を詳細に観察することが求められ、班単位での授業では良質な化石標本を複数個用意する必要があるが、本実践では採集できなかった。また、同地産の淡水生二枚貝化石は殻が極めて薄く壊れやすいので、従来のゴム型と石膏を用いたレプリカの作成は困難であった。そこで、3D スキャナーでデータ化し3D プリンターでレプリカを作成した。このレプリカは、輪郭、殻表面の構造(同心円肋)などが正確に再現され、本実践で求められる観察を達成できると判断した。また、3D プリンター製レプリカは、実物化石よりも耐摩耗性など耐久性が高く、学習者が標本に触れて特徴を観察するための教具として適している。

4. 授業の目標と授業設計の方法

実践校(釧路工業高等専門学校)の当該学年には生物分野と地学分野の合科目「地球と生命」が設定されている。本実践は、学年末に生物・地学分野の既習事項を活用する総括的授業として設定した。そこで、本授業の目標を「地域の自然の変遷を理解する」に設定した。そして、昆布森海岸で見られる浦幌層群各層の岩相と産出化石の観察からの古環境を推定し、陸域から汽水、海域への環境変遷の読み取りを学習者の活動の中心に据えた。授業設計では、到達目標の理解に必要なコンセプトを指導者からの問い(フォーカス・クエスチョン)を介して下位から積み上げ、観察・実験の結果を基に論理的に考察することで科学的思考力の育成を目指すICST システム(原田ほか, 2018; in 松川ほか, 2019)を参考にした。

5. 教材の内容と特徴

本教材は、連続に重なる地層の岩相と化石の観察を基に古環境復元し地史を推定する。ただし、授業では現地での観察を実施できなかったため、地層観察の代わりに露頭の画像と、粒子のサイズと形状が判読可能な高精細な岩石の画像を用いた。本教材は実習(2時間)とまとめ(0.5時間)での実施を前提に設計した。また、3D プリンター製レプリカを各班に用意し、形態等の特徴を詳細に観察できるよう配慮した。なお、実践校の1授業時数は90分である。本教材の内容は以下の通りである。

《1 時間目》

- ① 昆布森海岸の露頭、各層の岩石の接写写真から、各層の岩石(泥岩、砂岩、礫岩)を判定する。
- ② 各層の堆積環境を推定する。
- ③ 同層産の植物化石、二枚貝化石標本(3D プリンター製レプリカ)を観察し、写真図版を用いて同定する。

《2 時間目》

- ① 同定した植物化石種、二枚貝化石種に近い現生種の生息環境をインターネット等で調べる。
- ② 同定した二枚貝化石種と現生のシジミ貝類、淡水生二枚貝種とを比較し形態的共通性を見出す。そして、現生種の生息環境を基に化石種の生息環境を推定し、同定した二枚貝化石種が示相化石になり得ることを導出する。
- ③ 岩相と産出化石の示相性を基に各層の古環境を検討する。
- ④ 地層累重の法則から各層の古環境を基に環境の変化(地史)を推定する。

6. 考 察

本教材は、観察結果から論理的に考察し結論を導出するので、学習者には科学的思考が求められる。したがって、本教材は学習者の科学的思考力を育む実習用教材に成り得る。また、3D プリンター製レプリカは、再現性が高く容易に作成でき、学習者に化石標本に触れ詳細に観察する機会を提供できるため、化石標本の観察を取り入れた授業の実施率と精度の向上に寄与することが期待される。

7. 引用文献

- 原田和雄, 松川正樹, 吉野正巳, 長谷川 正 (2018): 科学的思考力を育成する理科教員研修の体系的な構築法—指導チャートの意義—. 科学教育研究, 42, 407-418.
- 小荒井千人, 馬場勝良 (2010): 選択的に採集された貝化石による古環境推定の評価—神奈川県境川遊水地公園内で採集した第四系貝化石を例として—. 地学教育, 63, 149-162.
- 小荒井千人, 松川正樹, 松川萬里子 (2007): 地質野外実習の実施率向上のための試み—支援システムを用いた八王子市立中山中学校の例—. 地学教育, 60, 125-135.
- 松川正樹, 原田和雄, 吉野正巳, 長谷川 正 (2019): “理科の教員研修による研修受講者への効果”. 東京学芸大学紀要 自然科学系, 71, 175-181.
- 文部科学省 (2019): 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 理科編 理数編. p. 149.
- 日本地質学会編 (2021): 日本地方地質誌 1 北海道地方. 朝倉書店, 109-110.

堆積岩はどのようにして固まったのか？ コンクリートを使用したモデル実験から考察する

How were sedimentary rocks lithified?
Discussion based on a model experiment using concrete.

○平賀 博之

Hiroyuki HIRAGA

広島大学附属福山中・高等学校

Hiroshima University Junior and Senior High School, Fukuyama

e-mail: chigaku2@gmail.com

概要：「地層の中の砂や泥は、なぜ固まって硬い岩石になるのか？」という、こどもたちの素朴で本質的な、そして授業の中で生徒が解決したいと考えている疑問や問いに、義務教育段階では十分に答えることができていない現状がある。高等学校地学基礎の履修者が少ない現状を踏まえ、コンクリートを使ったモデル実験をもとに、中学校段階でこの問いを解決するための授業を試行的に実施した。その授業の内容と経過を報告する。

キーワード： 堆積岩，続成作用，コンクリート，再結晶，科学的な理解

1. はじめに

授業の中では、生徒が解決したいと考えている素朴な「疑問」に出会うことも多い。例えば、「地層の中の砂や泥は、なぜ固まって硬い岩石になるのか？」も、その一つであろう。

高等学校の地学基礎の教科書では、続成作用について記述されている。しかし、小学校・中学校の教科書では、堆積物はその上に重なる堆積物の重みで押し固められ、長い年月をかけて硬い岩石になることが記述されるのみであり、硬くなるしくみについての記述はない。そのため地学基礎を選択する生徒（当校では全生徒の1/3～1/4程度）以外の多くの生徒にとっては、この疑問は解決されないままとなる。

岩石が固結する現象を現行の中学校理科の学習と関連付けると、 CaCO_3 の沈殿は中学校1年の再結晶の考え方を用いて説明できる。この内容をベースにすれば、続成作用のしくみを中学校1年で扱うことも可能であると考えた。

本稿は、コンクリートを材料として堆積物が硬くなるしくみに関するモデル実験を開発し、堆積物の固結という現象を、中学校1年生が科学的に理解することを目的とした2時間扱いの授業を提案するものである。現代社会のインフラを支えるコンクリートを実験材料として使用することで、自分たちの生活の中にある物質を科学の視点で捉えるきっかけとなることを期待している。なお、本稿の概要は、杉田ほか(2026)の中で授業開発例として概報しているが、本稿はコンクリートを使用

する意義と、考察における生徒の科学的な思考の道筋について、新たな視点からあらためて提案するものである。

2. 授業の構成

堆積岩の固結のしくみを、コンクリートを用いた実験から考察し、堆積岩の固結という現象を科学的に理解することを目的として、2時間構成の授業を構想した。その概要は、以下の通りである。

<第1時>

- ・コンクリートとはどのようなものか？
- ・コンクリートが固まるしくみを知ろう。
- ・(実験) コンクリートを固めてみよう。

<第2時>

- ・(実験) コンクリートを酸につけて壊す
- ・(実験) 石灰分の溶け出したコンクリートに触ろう
- ・なぜ、コンクリートはこわれたのか。

以下では、この中からポイントとなる活動について記述する。

3. 実験等

(1) インスタントセメントを固めてみる(第1時)

セメントは、原料である石灰岩(石灰石)を焼成して作られる粉末で、水を混ぜると急速に結晶化が起こることを説明し、コンクリートが固まるしくみを次の足し算で表記した。

コンクリート＝水＋セメント＋砂＋石

コンクリートは、水と「細骨材」と呼ばれる砂と、「粗骨材」と呼ばれる石と、セメントをまぜることによって作られること、セメントが硬化（結晶化）することによって、この4つのバラバラの材料をコンクリートという1つの硬い材料にすることができる。セメントの結晶した成分は石灰石と同じ炭酸カルシウムという物質であることを説明した。その上で、図1のように、市販のインスタントセメント（水を混ぜることで固まる）に水を入れて攪拌し、シリコンモールド（型）に流し込んで固めることを体験させた。



図1 インスタントセメントを型に流し込んで固める実験：約1日で硬化

(2) コンクリートを酸につけて壊す(第2時)

コンクリートを砕いた岩片（可能であれば図2のように岩石カッターで切断したコンクリート）を、食酸につけたとき、泡がどこから出ているか観察させる。生徒は石灰石にうすい塩酸を加えると石灰石が溶けて二酸化炭素が発生することを中学校1年で学習している。実験の安全面を考え、ここでは食酢を用いて実験をおこなった。ルーペによる観察でも泡は細骨材や粗骨材のまわりの部分から発生しており、この部分にセメントの成分である炭酸カルシウムが存在していることを見いだすことができる。

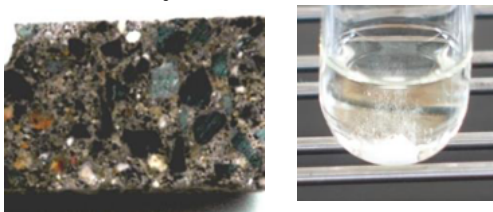


図2 コンクリート片に食酸を加える実験（左）
食酢と石灰石の反応を確認（右）

(3) 食酢に浸けておいたコンクリート片（第2時）

最期に、食酢に1週間から10日程度浸けておいたコンクリートの小片の硬さを、指で確かめる。コンクリート片はわずかな力で崩れ、細粒化するようすが見られる。この現象を、次のように表記した。

酸で壊れたコンクリート
＝水＋セメント＋砂＋石（－セメント）

(4) 実験の考察

コンクリートは硬く固まっていたが、酸によってセメントの成分である石灰分（炭酸カルシウム）が溶けて失われると、指で力を加えただけで壊れて細粒化した。このことから、コンクリートを硬く固めていたしくみには石灰分が関係していたと考察することができる。

コンクリートを固める際の観察では、どのようにして硬く固まるのかを考察することは難しい。しかし、石灰分が失われた（引き算）ことによって硬さが失われたことから、逆に、石灰分が硬さをもたらす原因であったと考察することができた。

当校の近隣地域である広島県庄原市、岡山県井原市や岡山県新見市には中新世の海成層が分布し、図3のような化石のジュールが産出する。化石のジュールの形成メカニズムは、近年日本の研究者によって解明され、NHKの番組でも取り上げられた（NHK, 2025）。化石の学習でこれらのノジュールを観察していた生徒たちからは、ノジュールのような砂岩に酸を加えると発泡するかという追加実験が提案された。実際にノジュールや他の中新世の砂岩片にうすい塩酸を加えると、弱いながらも発泡が見られた。



図3 中新世の化石ノジュール

これらの実験結果を総合して、生徒たちは自然界で堆積物を硬く固めるしくみに、石灰分の結晶化が関与していると考察することができた。

4. おわりに

当校の堆積岩標本の中には、天然の岩石に加え、人工の岩石として「コンクリート（コンクリートブロックを適当な大きさに割ったもの）」を加えている。それだけでも、堆積物が固まるしくみを想起させる手がかりになるのではなかろうか。

引用・参考文献

- NHK (2025) : 人類の課題を解決!? 奇跡のま〜るい石 球状コンクリーション, NHK サイエンス ZERO ホームページ
(<https://www.web.nhk.tv/an/zero/pl/series-tep-XK5VKV7V98/ep/699GVYZ3W4>)
杉田泰一ほか7名 (2026) : 理科地球領域における初等教育と中等教育の連続性に着目したビッグアイデアと内容の構造化, 広島大学 学部・附属学校共同研究機構研究紀要, 53, 102-115.

河川合流部における水難事故時の状況と防止へのアプローチ

Situation during water-related accidents at river confluences and approaches to prevention

犬鳴川・山口川と巖木川・平山川の合流部で何が起きたか

What happened at the confluence of the Inunaki and Yamaguchi Rivers with the Kyuragi and Hirayama rivers?

山下 浩之

Hiroyuki YAMASHITA

岡山理科大学

Okayama University of Science

e-mail: yamashita@ous.ac.jp

概要：2026 年も河川合流部で水難事故が発生した。その原因は証言等から安息角を含む河床面の不安定さがもたらしたと思われる。そこで実際に安息角を水槽内に作成し、水中での安息角の様子を乾燥時と比較したところ、小さい値を示した。理科学習の中でその危険性に少しでも触れることで防止に繋がる。

キーワード： 水難事故，河川，合流部，安息角，地学教育

1. はじめに

2025 年(令和 7 年)全国の水難事故水難者は 1599 人に上り、このうち中学生以下は 177 人で、全体の

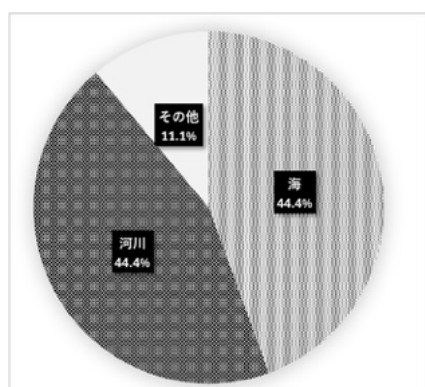


図 1 死者・行方不明者発生場所の割合(2025 年)
ただし中学生以下

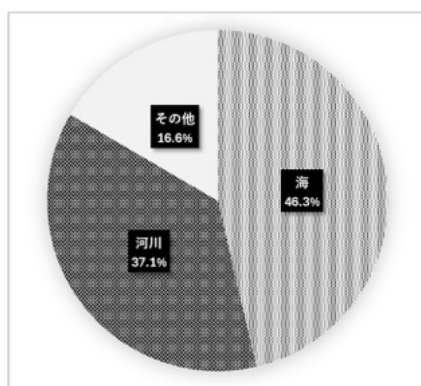


図 2 死者・行方不明者発生場所の割合(2025 年)

11.1%にあたる。特に死者・行方不明者は760人で、中学生以下は 27 人に上り、これは全体の 3.5%に

あたる。この中学生以下の死者・行方不明者は発生場所の 44.4%が河川であり(図 1)、これは死者・行方不明者全体の河川での発生割合 37.1%(図 2)よりも大きい(警察庁生活安全局生活安全企画課, 2025)。そこで今回は最近生じた河川での水難事故の中でも、児童生徒が犠牲になった事例を 2 例取り上げ、水難事故発生場所がどのような河川環境であったかを吟味するとともに、理科教育での流水の原理を指導した上で防災への警鐘となるべきモデルを検討した。

2. 発生場所とその比較

発生場所は以下の通りである。

水難事故(A)：福岡県宮若市犬鳴川・山口川の合流部(図 4)、2023 年小学 6 年生女子 3 名

水難事故(B)：佐賀県唐津市巖木川・平山川の合流部(図 5)、2026 年中学 1 年生男子 1 名

それぞれの合流部における詳細な情報については表 1 に記した。合流部における河床部には様々な特徴が現れ易い。例えば

①支川本川の合流によって川幅は広くなり、流速は減速されると同時に水深は大きくなる。

②合流前の河床勾配は一般的に支川の方が本川よりも大きい。合流時の流速は支川の方が大きく本川の河床部を浸食する場合が多い。

③合流時は乱流となり、カルマン渦が生じ易い。流れは複雑に揺らぎ河床面も凹凸が生じ易く、流向や流速は断続的に複雑になる恐れがある。

④合流場所は遷緩点となるため砂や泥が堆積し易く、砂によるあるいは礫を伴った砂による安息

角が生じる恐れがある。安息角は水中では過剰間隙水圧によって容易に崩壊する。

等が挙げられる。今回、特に唐津市水難事故において④に関して「2,3 歩歩くと急に深くなった」という証言が得られている (FBS NEWS INN,2026) ことから安息角に注目してその危険性について検討した。

表1 水難事故(A)と水難事故(B)の比較

	宮若市女子3名の水難事故(A)	唐津市男子1名の水難事故(B)
事故日	20230722の放課後	20260615の放課後
河川名(本川)	犬鳴川(1級河川遠賀川水系)	厳木川(1級河川松浦川水系)
河川名(支川)	山口川	平山川
最深部/m	約3	約3
本川の川幅/m	約5	約25
河川の地理的状況	合流部(支川→本川)	合流部(本川→本川)
河床部の主堆積物	砂・泥	小礫・中礫・大礫・砂
周辺環境	支川は見通し良好で水深20 cm	遊泳禁止区域ではなく遊歩道整備
現場の友人数/人	8	6
原因の推定	安息角またはその近傍	安息角またはその近傍

※犬飼直之・安倍 淳・鈴木直子・油布健太郎(2023), FBS NEWS INN(2026)をもとに筆者作成



図4 犬鳴川と山口川の合流部(宮若市)



図5 厳木川と平山川の合流部(唐津市)

4. 危険性の検討

水槽(21 cm×13 cm×13 cm)に砂 372 g 単独と、礫に見立てたおはじきと等量の砂を混合させたもの 2 種類を、乾燥時と水中時で測定した。砂は量販店で販売されている「川砂」をそのまま用い、おはじきは直径 17 mm 円盤状ガラス製で表面に格子状の模様入りを使用した。安息角は試料が入った水槽を徐々に倒し安定した際の角度とした。

結果は図 6 のとおりであった。

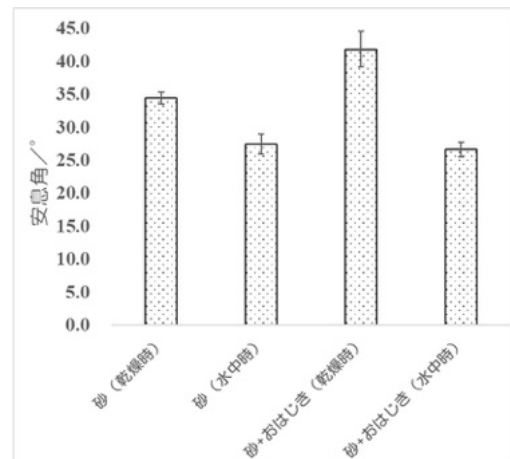


図6 砂および砂とおはじき混合物の乾燥時と水中時の安息角

5. 理科学習での水難事故防止へのアプローチ

合流部における河床面の不安定さは、モデルの斜面 1 部分を割り箸などで突いたり押ししたりした際、斜面全体の崩落によって確認できた。特に水中では安息角が乾燥時よりも極めて小さい値を示す。これは水中では浮力が掛かることに加え、粒子間の過剰間隙水圧によって静止摩擦力が乾燥時のそれよりも小さくなることによると考えられる。合流部の河床に堆積物が堆積する際は必ずしも一様ではないことを理科学習の中で児童生徒に知らせ、水難事故が少しでも防止できるようにしたい。

お亡くなりになった方々に心からご冥福をお祈りする次第である。

6. 引用文献

FBS NEWS NNN(2026): 川の合流地点に潜む危険「予測不能な川底」「頻繁に変わる強い流れ」専門家に聞く (2026 年 6 月 16 日掲載)

<https://news.ntv.co.jp/n/fbs/category/society/fs877dc84e77504c5998111decbf021a1c9?p=2>
(最終閲覧日 2026 年 6 月 20 日)

犬飼直之・安倍 淳・鈴木直子・油布健太郎(2023): 2023 年 7 月に福岡県犬鳴川で発生した児童 3 名溺水事故の調査結果速報。

警察庁生活安全局生活安全企画課(2025): 令和 7 年における水難の概況等, 1.

この研究は科学研究費基盤研究(C) (課題番号: 23K02471) によって遂行されたものである。関係諸機関に厚く感謝申し上げる。

融雪型火山泥流の理解を支援する立体地形図教材の開発と授業実践

Development and Classroom Implementation of a Raised-Relief Topographic Model for Understanding Snowmelt-Induced Volcanic Lahars

○田口 瑞穂¹, 山下 清次¹
Mizuho TAGUCHI, Seiji YAMASHITA
秋田大学¹
Akita University
e-mail: t_mizuho@ed.akita-u.ac.jp

概要: 本報告では, 融雪型火山泥流の理解を支援するために開発した 3D プリンタ製立体地形図教材と, それを活用した小学校での授業実践について報告する. 授業中の観察, ワークシートおよび事後アンケートの分析から, 立体地形図は泥流の流下経路や災害リスクに対する理解を支援し, 防災意識の向上に寄与する可能性が示唆された.

キーワード: 小学校理科, 3D プリンタ, 火山災害, 地学教育, 防災教育

1. はじめに

秋田県には 5 つの活火山が存在し, すべて常時観測火山に指定されている. 各火山には火山防災マップやハザードマップが整備されているが, 秋田県は積雪量が多いため, 噴火時には融雪型火山泥流(ラハール)の発生が懸念される. 融雪型火山泥流は発生直後から高速で流下し, 短時間で低地へ到達するため, 積雪期の火山災害では迅速な避難行動が求められる. また, 被害想定地域では, 防災協議会等を通じて被害想定や避難計画の検討が進められている(仙北市, 2015).

しかしながら, 児童生徒にとって, 2次元の等高線地図から実際の地形を読み取ることは容易ではない(国土地理院, 2016). そのため, 融雪型火山泥流の流下経路や被害想定区域を具体的に理解することは難しく, ハザードマップを活用する上でも課題となっている. 特に, 小学校第4学年で学習する「水は低い方へ流れる」という概念を, 等高線地図と関連付けて理解することは容易ではない.

筆者らは, この課題を克服するため, 3D プリンタで作製した立体模型(以下, 立体地形図)を用いた授業実践を行った. 立体地形図を活用することで, 児童は地形の起伏や谷筋, 水の流れる方向を視覚的・触覚的に把握しやすくなり, 融雪型火山泥流の流下経路や災害リスクに対する理解の促進が期待される.

なお, 本報告は, 田口ほか(2025)で発表した研究の続報である. 本報告では, 発表時に使用した立体地形図を紹介するとともに, 授業中の児童の反

応とワークシートの記述を分析し, 立体地形図の教育的有用性を検討する. 授業実践は小・中学校4校で実施したが, 紙幅の都合上, 本稿では融雪型火山泥流の発生リスクを有する地域の A 小学校における実践事例を報告する.

2. 教材について

3D プリンタ用の地形データは, 地理院地図から取得した(図1). 作製した立体地形図(図2)は, 縦 205 mm, 横 205 mm, 高さ 30 mm の白色であり, 縮尺は約 1/64,000 である. 使用した 3D プリンタは FLASHFORGE 社製の Adventurer4 である. 地形の凹凸は, 灰色の方が分かりやすいが, 後述する融雪型火山泥流を模擬する流体(以下, 流体)は灰色のため, 流体の視認が容易になるように白色を選択した.

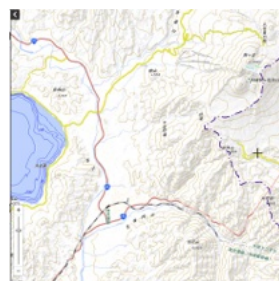


図1 地理院地図



図2 立体地形図

流体には, 食器用洗剤(Kao「キュキュット つめかえ用 770 mL Natural Days+除菌 無香性」, 界面活性剤 32%)にアルミ粉体(泰豊トレーディング)

を混合したものをを用いた。流体中にアルミ粉体を添加することで視認性を高め、流下経路の観察を容易にした。

実際の融雪型火山泥流の流下速度を模型縮尺に換算すると極めて低速となり、授業時間内で流動の様子を観察することが困難となる。そこで、本教材では流下現象の観察可能性を確保するため、急傾斜地における流体の流下速度を 10~20 mm/s 程度に設定した。この速度範囲は、授業時間内における流下現象の観察および流路の把握を可能とする条件として設定した。

また、流体の粘性については予備実験を実施し、流動性および視認性の観点から混合比を検討した。その結果、洗剤 40mL に対してアルミ粉体 0.4g を混合した流体を採用した。授業では、流体を小型容器に分注して児童に配付し、スポイトで吸引した後、立体地形図上の火口付近から滴下させることで、融雪型火山泥流の流下過程を観察させた。

なお、2022 年 11 月 17 日に調製した流体は、同年 12 月 8 日の時点で相分離（上澄みと沈殿物への分離）が認められ、その後の経時変化に伴い教材として必要な流動性を維持できなくなった。したがって、本流体の保存性は限定的であり、教材として利用する場合には調製後速やかに使用する必要があることが示唆された。

3. 授業実践

2022 年 11 月 18 日（金）、公立 A 小学校 20 人を対象として、45 分間の授業実践を行った。授業のめあては、「火山の噴火によっておこる溶岩流や火山泥流などの自然災害について理解し、実験を通じて予想される被害について考えることができる。」であった。また、児童の学習課題は「火山噴火による溶岩流や火山泥流は土地をどのように流れるだろうか。そして、どのような被害があるだろうか。」であった。児童は一人一個の立体模型図を用いて、実験を行った。

4. 結果と考察

(1) 授業の実際

授業中の観察では、多くの児童が立体地形図上における流体の流下状況に着目し、自ら予想した流路と実際の流路を比較しながら実験に取り組む様子が見られた。

(2) ワークシートの記述

ワークシートには、「実際に 3D プリンターで実験してみて自分たちの家のほうまででい流がきてしまうということが分かったので駒ヶ岳が噴火したときは、この時の知識を生かしてひなんしたいです。」（原文ママ）との記述が見られた。このような記述から、児童が火山泥流による被害を自らの生活圏と関連付けて捉え、災害を現実的な問題として認識していたことがうかがえた。

(3) 事後アンケート（n=20）

①授業のおもしろさとその理由について

自由記述を分析したところ、立体地形図の使用や実験活動そのものについて肯定的に言及した児童は 14 人であった。

②火山泥流の流路の分かりやすさ

火山泥流の流路の分かりやすさについて 4 件法で尋ねたところ、「よく当てはまる」が 12 名、「当てはまる」が 8 名であり、「当てはまらない」および「まったく当てはまらない」はいずれも 0 名であった。理由としては、「泥流の流れ方が分かりやすかった」とする記述が 15 名、「色が付いていて見やすかった」とする記述が 2 名であった。また、「山の境目を通して、平らな町などに被害が出ることが分かった」との記述も見られた。

以上の結果から、立体地形図を用いた授業実践は、火山泥流が地形の低所に沿って流下することや、到達範囲と地形との関係についての理解を支援した可能性が示唆された。また、児童が災害を身近な問題として捉える契機となったこともうかがわれた。

謝辞

研究にご協力をいただいた A 小学校の先生方と生徒のみなさんに、深く感謝の意を表します。

引用文献

- 国土地理院（2016）：地理教育の支援に向けた課題の整理と具体的取組への提言
- 国土地理院：地理院地図（電子国土 WEB）
<https://maps.gsi.go.jp>（2022 年 10 月 23 日閲覧）
- 文部科学省（2017）：小学校学習指導要領
- 仙北市（2015）：秋田駒ヶ岳の避難計画，秋田駒ヶ岳・秋田焼山火山防災協議会。
- 田口瑞穂・山下清次（2025）：3D プリンタ地形図を用いた融雪型火山泥流に対する防災学習，日本地学教育学会第 78 回全国大会大分大会講演予稿集，59-60。

小学校生活科における砂の教材化

Development of teaching materials using sand on living environment studies in primary school

○木下 克志¹, 平松 和彦²

Katsushi KINOSHITA¹, Kazuhiko HIRAMATSU²

なぎさ公園小学校¹, 士別市立博物館 (元福山市立大学)²

Nagisa Koen Elementary School¹, Shibetsu City Museum²

e-mail:k.kinoshita.da@nagisa.ed.jp, hiramatz@gmail.com²

概要：広島市の私立小学校の生活科における、砂をテーマにした教材の有効性について理科との接続を念頭に考察する。本実践では生活科の現状を踏まえ、砂の分類や石英の観察を中心に科学的な見方を養うことを主たる目的とした。実物に触れ、作業を伴う体験を通じて知識の定着と深い理解へ導くだけでなく、高学年での学習や広島県に分布する花崗岩に関連する防災教育をも視野に入れている。

キーワード： 砂 生活科 実物 分類

1. はじめに

この授業実践は広島市内の設立後 24 年経過した私立小学校において行われた。当校は、隣接する広島なぎさ中学校・高等学校へと接続した 12 か年の一貫教育を実施している。生活科は理科分野と社会科分野をそれぞれ“不思議緑”と“不思議青”の呼称で、教科担任が分担して指導しており、6 年間のカリキュラムを系統立てて構築している。

生活科理科分野では、3 年生から始まる理科との関連に考慮しながら、「ほんもの体験」「五感をふるわせる体験」等、体験を基にした活動を重視している。これは低学年のときに体験活動を蓄積させることによって、データを根拠にする理科との接続が図りやすいと考えているからである。

しかし、中央教育審議会答申（平成 28 年）の生活科においては『活動あって学びなし』との批判があるように、具体的な活動を通してどのような思考力等が発揮されるか十分に検討する必要がある」との課題が示されている。これは児童の知的好奇心を高め、科学的なものの見方や考え方の基礎を養うために指導の充実を図る必要があることを示唆している。生活科から理科へ接続するとき、活動自体に重きを置いてしまうことで、理科学習の進化につながっていないことが課題とされている。



写真 1 小学校の概観（中央の緑帯はビオトープ）

2. 教材の設定

現在、“不思議緑”のカリキュラムは、発達段階上、学習内容の 8 割を理科における生物分野が占めている。しかし、科学的なものの見方や考え方を養って理科との接続を図りやすくするために、地学分野である砂を教材として設定することで学び方や気づきの幅が広がることを目指した。砂は児童にとって身近な素材であるにも関わらず、教科書によってその扱いに差があり、扱われているとしても、砂遊びなどの体験を重視しているものが多い。

砂を扱うのは、小 4 理科の「雨水の行方と地面の様子」、小 5「流れる水の働きと土地の変化」、小 6「土地のつくりと土地の変化」などの単元である。平成元年の学習指導要領の改訂で小学校低学年の理科と社会科が生活科として新たに設置されたが、かつては小 1 理科で石や砂は扱われていた。昭和 43 年および 52 年の小学校学習指導要領でも、砂や岩石にはいろいろな違い（色、形、大きさ、手触りなど）について理解させることを目標の一つとしていたが、平成元年の指導要領では小 3 理科で石や砂が扱われて、時を経た平成 30 年の学習指導要領では小 4～6 へと移行する。このように砂や岩石の扱いは改訂のたびに異なっているが、当校では低学年のうちから砂や岩石に対する興味や関心をもたせて、今後の地学分野の学習に入る前の基本的な経験を積みせたいと考えている。

3. 授業実践

①砂の観察

まず砂そのものにも興味をもってもらうために、砂場の砂を各自ピンセットで色ごとに分類して濾

紙の上に洗った砂粒を置く作業から始める。児童はとくに透明な粒に強い興味を示す傾向があった。

② 石英探し

前時で児童が透明な石英に興味をもったタイミングでこれを探しに敷地内を散策する時間を与えたところ、様々な場所で石英を探しあてることができたので、室内で肉眼および顕微鏡下での観察をおこなった。ここで石英の成り立ちを紹介し、紫水晶も基本的には同じ種類の鉱物であることを学習した。



写真3 紫水晶の標本に触れる

③ 砂の比較分類と簡易プレパラートの作成

夏休みの宿題として様々な場所で採取してきた砂を比較・分類した。肉眼での観察と並行して写真による比較を行うことで、改めて色や大きさの違いに気づくことができる。粒の大きさを表現する際に単に「大きい」「小さい」とだけ表現する児童が多いため、ふるいを使って、砂粒の大きさを分ける作業を行った。さらに、両面テープを貼った紙の台紙に砂粒を接着させて簡易プレパラート標本（1.5 cm×5 cm）を児童各自が作成して、互いに比較した。

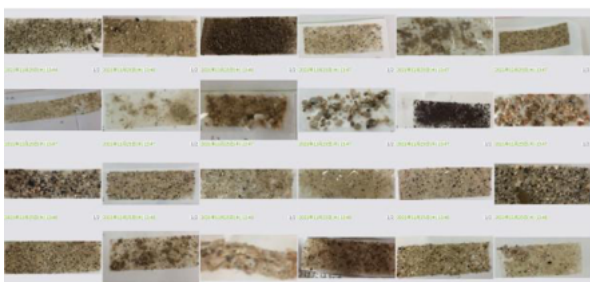


写真4 簡易プレパラート

4 小学校高学年および中学校の単元との関連性

近年、生活科の授業では体験を重視しており、小1～2で体験を通して科学的な事象・物事に興味をもつことの意義を認めた上で、そうした体験がどのように中高の学習につながっていくのか、検証をしていく必要がある。砂に軸にした体験をとまなう授業は、小5理科の河川の学習において堆積物の基礎的理解へと

つながっていく。また、小学校理科では岩石の単元はあるが、構成している鉱物に関する言及はない。石英について初めて学習するのは中学校だが、今回実施した生活科の授業体験を思い起こすことができれば年を経て、実感の記憶と重なった深い理解へと導くことができるだろう。

5 まとめ

砂場での遊び体験を通じて身近に接してきた砂を小2の児童が授業で直接向き合うのは初めてのことであり、今回の一連の授業では非常に意欲的に取り組んでいた。振り返りでは、砂粒は「よく見ると、色も大きさも違う」「場所によって色が違う」「とる場所によって大きさに違いがある」など、新たな知見を得た喜びが見いだされた。児童は身近にある砂について、より科学的な見方で見ることができるようになったと考えられる。砂の成り立ちや構成などは小学2年という発達段階からみると難しいと見なされがちだが、知的好奇心を喚起する教材であることが確認された。

肉眼での観察や顕微鏡の使用は今後理科を学んでいく上での基本事項であり、その第一歩として今回の作業を含む授業は児童にとって新鮮でインパクトのあるものだったと考えられる。

タブレットで簡単に動画を共有できる現在、作業を伴う実物体験の価値はこれまで以上に高まったが、この体験が上級学年での学習に有機的に連結していくかどうかは教員側の今後の取り組みにかかっている。

当该校の児童は隣接している中高へと進学する児童が多く、私立ということもあって教員の転勤も少なく比較的追跡調査を実施し易い環境にある。実物体験が知識の習得と深い理解まで導くための重要な要素であることを改めて意識し、教育一貫校ならではの利点を活かして今後の授業実践をすすめたい。また、質問紙調査や個別のインタビューを通して体験がどのような形で記憶され、高学年や中高の学習にどのように連結するのかに注目したい。

日本地質学会が認定した県を代表する岩石は、“広島花崗岩”である。中国山地に分布する花崗岩の風化によって生じる真砂（マサ）はしばしば起こる土砂災害の要因のひとつであり、中学理科における自然災害の学習や防災教育へと繋がっていくはずである。

引用文献

文部科学省（2018）：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編，
目次邦康，笹岡美穂（2018）：地層のきほん，誠文堂新光社

ドーナツ型水槽およびビーカーを用いた地層形成実験

Stratum Formation Experiments Using a Donut-shaped Tank and a Beaker

—小学6年生を対象とした授業実践による評価—

Evaluation through Practical Lessons for 6th Grade Elementary School Students

○廣木 義久¹, 國光 妙子²

Yoshihisa HIROKI¹, Taeko KUNIMITSU²

大阪教育大学¹, 大阪教育大学附属天王寺小学校²

Osaka Kyoiku University¹, Tennoji Elementary School Attached to Osaka Kyoiku University²

e-mail: hiroki@cc.osaka-kyoiku.ac.jp¹

概要：小学校第6学年の地層の学習で実施する地層形成実験として、ドーナツ型水槽を用いた実験とビーカーを用いた実験の有効性を授業実践により検討した。いずれの実験においても砂層と泥層からなる明瞭な地層が形成された。ドーナツ型水槽を用いた実験では砂層が波状を呈し、ビーカーを用いた実験では砂層は水平、やや斜め、波状を呈した。児童の多くは砂と泥が流水の中で分かれて運搬、堆積して地層が形成されることを理解し、地層の形成場所として海や川をイメージした。

キーワード： 地層，ドーナツ型水槽，ビーカー，小学校，第6学年

1. はじめに

小学校第6学年の地層の学習について、小学校学習指導要領では「流れる水の働きによってつくられた地層であることを捉えるようにする」とあり、廣木(2019)は、小学校第6学年の地層の学習において実施されるべき地層形成実験は、川のような流れのもとで礫・砂・泥が運搬・堆積することによって地層が形成される実験であるとした。そして、廣木(2021)は川のような流れによる地層形成実験としてドーナツ型水槽を用いた実験を提案した。本研究では、廣木(2021)が提案したドーナツ型水槽を用いた実験とドーナツ型水槽の代わりにビーカーを用いた実験の2つの実験の有効性を授業実践により評価した。

2. 研究方法

(1) 実験方法

1) ドーナツ型水槽を用いた実験

ドーナツ型水槽にはポリスチレン製丸型水槽(内径29.7 cm, 深さ15.0 cm)の中心部に塩化ビニル製の筒(外径21.6 cm, 長さ12.0 cm)を接着したものを用いた。丸型水槽の壁と塩化ビニル製の筒との間のドーナツ型の溝に水を入れ(水深7.0 cm), シリコンスプーンで水をかき回して流れをつくり、そこに細粒砂500 gと泥水150 mLを2回投入した(図1(a))。

2) ビーカーを用いた実験

実験には500 mLのビーカーの中心に塩化ビニル製の管(外径2.2 cm, 長さ10.0 cm)を接着させたものを用いた。中心に管がない場合、水をかき回した時に砂がビーカーの中心部に集まってしまう、ビーカーの壁側に砂が堆積しない。ビーカーに250 mLの水を入れ(水深4.7 cm), 薬さじで水をかき回して流れをつくり、細粒砂100 gと泥水20 mLを2回投入した(図1(b))。

(2) 授業実践

授業実践は大阪教育大学附属天王寺小学校の6年生2クラス57名を対象に実施した；ドーナツ型水槽を用いた実験：27名、ビーカーを用いた実験：30名。実験は1クラスを6班に分け、班ごとに実施した。各班とも試料の投入を担当する者と水のかき回しを担当する者を決め、役割を交代しながら実験、観察させた。

実験の観察にあたっては、水中における砂と泥の動きの様子と形成された地層の特徴を記録させるとともに、実験で作られた地層が実際の自然の中ではどのような場所でできると考えられるか、

(a) ドーナツ型水槽

(b) ビーカー

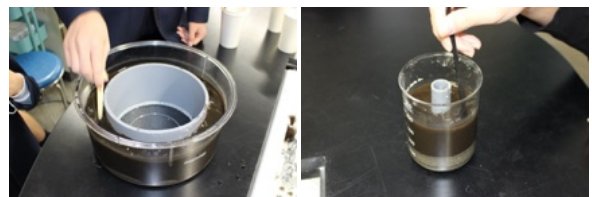


図1 実験の様子

水をかき回している時は実際の自然のどのような場合にあたると考えられるかについて班で話し合させた。

(3) 事後調査

調査用紙を配布し、i)形成された地層について、質問1)「水平に堆積している」、質問2)「平行に堆積している」、質問3)「粒の大きさの異なる層に分かれている」、質問4)「層と層の境ははっきりしている」、ii)運搬・堆積の様子について、質問5)「砂と泥はいっしょに運ばれた」、質問6)「砂と泥は別々に分かれて運ばれた」に4件法で回答してもらい、iii)地層形成の理解について、質問7)「今日の実験で作られた地層は、実際の自然の中では、どのような場所できると考えられるか」、質問8)「水をかき回している時は、実際の自然のどのような場合にあたるか」、質問9)「今日の実験から、地層はどのようにしてできると考えられるか」に自由記述で回答してもらった。

3. 結果

(1) 実験によって形成された地層

いずれの実験においても、下から順に砂層、泥層、砂層、泥層からなる4枚の地層の重なりが形成された(図2)。ドーナツ型水槽を用いた実験では、多くの班で砂層の上面が波状を呈した。ビーカーを用いた実験では、砂層は水平～やや斜めに堆積し、一部波状を呈した。

(2) 事後調査

1) 形成された地層

質問1)について、ドーナツ型水槽を用いた実験ではほとんどの児童が水平に堆積しているとは思わないと回答した。ビーカーを用いた実験では水平に堆積していると思うと回答した児童が多かったものの、水平に堆積しているとは思わないと回答した児童も少なくなかった。質問2)については、いずれの実験においても大多数の児童が平行に堆

積しているとは思わないと回答した。質問3)と質問4)については、いずれにおいても、多くの児童が粒の大きさの異なる層に分かれている、層と層の境ははっきりしていると回答した。

2) 運搬・堆積の様子

いずれの実験においても、大多数の児童が砂と泥は一緒には運ばれず、別々に分かれて運ばれたと回答した。

3) 地層形成の理解

いずれの実験においても、多くの児童が地層は水の流れがある所で形成されると考えるとともに、その具体的な場所として海や川を回答した。

4. 考察

実験によって形成された地層は、いずれの実験においても下から順に砂層、泥層、砂層、泥層からなる4枚の地層の重なりとなり、砂層と泥層の境界は明瞭であった。また、児童に対する事後調査結果からも、地層が粒径の異なる地層からなることが分かりやすい地層が形成されたと言える。

ドーナツ型水槽を用いた実験では、砂層の上面が波状となるケースが多かった。砂層の上面が波状となったのは砂層がデューンを形成していたためと考えられる。ドーナツ型水槽は小学生にとっては大きく、水をかき回しにくいいため、平滑床が形成される流速まで流水の速度が上がらなかったものと考えられる。

砂と泥の運搬・堆積の様子については、いずれの実験においても、砂と泥は流水の中で別々に分かれて運搬、堆積することによって地層が形成されることが理解されたと考察される。

いずれの実験も水をかき回して水を循環させているが、ほとんどの児童は循環する水を流水と捉え、多くの児童はその具体的な場所として海や川をイメージした。そこで、小学6年の児童は、ドーナツ型水槽を用いた実験あるいはビーカーを用いた実験によって、川のような流れのもとで礫・砂・泥が運搬・堆積することによって地層が形成されることを理解することができると判断される。

5. 引用文献

- 廣木義久 (2019) : 地学教育, 71, 117-128.
 廣木義久 (2021) : 地学教育, 74, 1-11.
 廣木義久 (2022) : 大阪教育大学紀要総合教育科学, 70, 221-227.

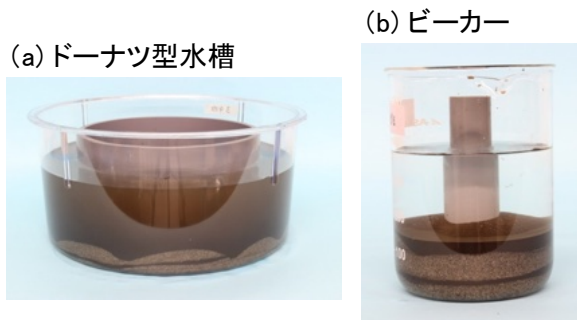


図2 実験で形成された地層の写真

土砂崩れはどのようにして起こるのか？

小中学生にむけた防災教育教材(土砂災害)の開発

Development of Disaster Prevention Education Materials (Sediment Disaster)
for Elementary and Junior high school Students

○吉富 健一

Kenichi YOSHIDOMI

広島大学大学院人間社会科学研究科

Graduate School of Human and Social Sciences, Hiroshima Univ.

e-mail: shisho@hiroshima-u.ac.jp

概要：学習指導要領では、小中学校において自然災害やその影響に関して取り扱うことが求められている。従来の土砂災害を示すモデル演示では、強い雨が降った際になぜ地面が崩壊するのかという点について、うまく伝えられていない。そこで小中学生向けの理科の活動として、体積の計算や表面張力に関する簡単な実験を通して、降雨により土砂が不安定になるしくみの理解につながる教材の開発を行った。

キーワード： 防災教育，土砂災害，小学校，中学校，探究活動

1. はじめに

学習指導要領では、小中学校において自然災害や、その影響に関して取り扱うことが求められている。発生が予想される自然災害の種類は、地域や場所によって異なるため、それぞれの地域に特化した防災教育用の教材が必要とされる。

広島県は、土砂災害の起こる危険性の高い急傾斜地崩壊危険箇所および、土石流の発生する危険性の高い土石流危険渓流が多く指定されている地域であり、風化した花崗岩が県内に広く分布することがその原因として挙げられている。

そのため理科の視点から土砂災害が発生するメカニズムを理解できるよう、小中学生向けに水の表面張力や、水の密度から体積を求める計算など、簡単な実験を通して降雨により土砂が不安定になるしくみを理解できるよう教材を開発した。本発表では、この防災教育用教材について報告する。

2. 湿った砂はなぜ安定しているのか？

カップに砂場の砂を詰めたものをひっくり返し、プリンのような形を作る遊びは小さな子供の砂場遊びとしてよく行われる。この過程では、砂場表面の乾燥した砂や、水を多く含みすぎる砂では、安定せずひっくり返した際に崩れてしまう。これに対し、地中から掘り出した適度に湿った砂では、ほぼ垂直ともいえるカップの形を維持した形で安定する(図1)。幼少期の砂場遊びのような日常的な経験から、土砂が安定するためには一定の水分が必

要であるとともに、過剰に含まれる水分は土砂を不安定にさせることは経験的に知られている。

なぜ湿らせた砂粒同士は垂直に近い形態で安定できるのか？という点については、霧吹きで表面を濡らしたストローを使った実験で、切ったストローを水の表面張力によって持ち上げることができることから容易に確かめ、理解することが可能である(図2)。

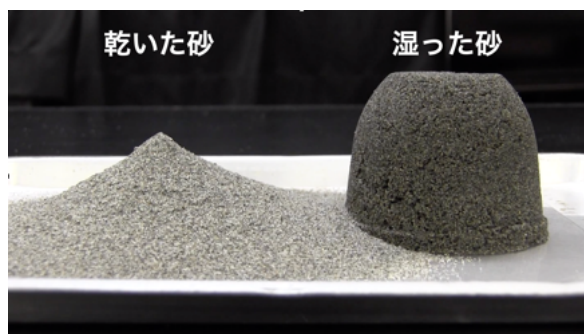


図1. 乾燥した砂と湿った砂の違い

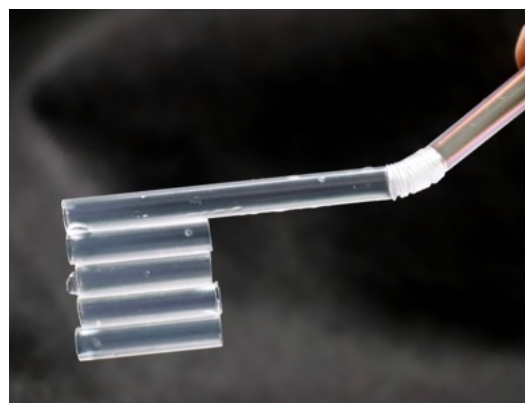


図2. 水の表面張力

3. 実験で確かめる

(1) 粒子の隙間を求める実験

カップに詰めた砂の中に、どれくらいの隙間があるのか予想させ、これを確認するために、砂を詰めたカップを秤の上に載せ（図3左）、ひたひたになるまで水を注ぐ。すると220mlのカップにみんなの予想の倍以上となる90g（約40%）前後の水を注ぐことができる（図3右）。

この実験で大事なのは、砂の隙間にできる体積を、注いだ水の重さから換算して求めていること、理解することである。

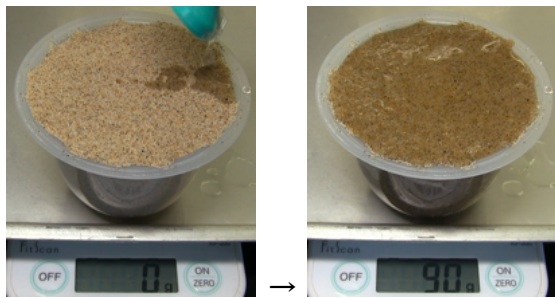


図3. ひたひたになるまで水を注ぐ

(2) 崩壊の閾値を探る

最後に、カップ内に40%程度ある“砂の隙間”がどれくらい水で満たされた際に、崩壊が起こるのか実験で確認する。乾燥させた砂に約1割（20ml）の水を含ませて湿らせた砂を、カップ（220ml）に詰めてひっくり返す（図4左）。

上から水を注いでいき、当初の形が崩れた時点（図4右）までに加えた水の量を確認する実験を行った。すると、崩壊時点で加えた水は約70mlであり、砂を湿らせるために最初に加えた20mlと合わせると、カップに詰めた砂の隙間が全部埋まった瞬間に、崩壊が始まることが判明した。

これは隙間が全て水で満たされることで表面張力が働かなくなるとともに、砂の粒子に対して浮力が発生することが原因と考えられる。

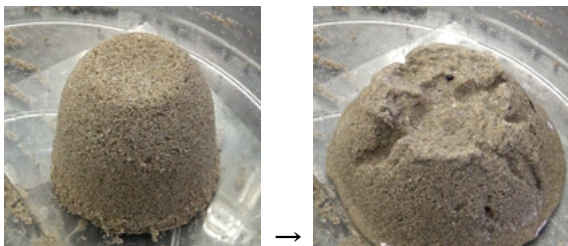


図4. 崩壊するまで水を含ませる

4. 隙間の体積を求める

なぜ、砂を詰めたカップに約40%程度の隙間が生じるのか。粒子がきれいに整列していると仮定した場合、粒子と粒子の隙間は、図5に示すように、一辺が粒子の直径と同じサイズの立方体の体積から、粒子の体積を引いたものに等しくなる。このことは、球の体積を求める公式を学習した中学生なら計算で求めることができる。ただその場合、粒子の直径が決まらないと、隙間の体積も求められない。そこで「隙間の体積」を、さらに「立方体の体積」で割ることで、立方体に占める隙間の体積を、割合として求めることができる。

計算すると約47.7%と求められ、ぎっしり詰めた砂にも半分近くの隙間が残っていることがわかったと同時に、粒子の間にできる間隙の割合は、粒径によらず一定の割合であることがわかる。

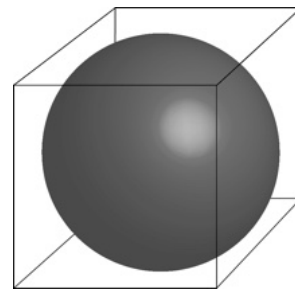


図5. 粒子の周囲に生じる隙間



図6. 隙間の体積を示す教材

対象が小学生の場合、隙間の体積を計算で求めることができない。そのため立方体の中にぴったり収まる球体の周囲にできる隙間の体積を、実際に水を流し込むことで測定できる教材を作成した。

アクリルで内寸が10cmでちょうど1Lの容器となる箱（図6）に、直径10cm（1個）および直径2.5cm（64個）を入れたものを準備した。

実験の際には、どちらにより多くの水を注ぐことができるか、予想してもらい、その後、各自で約500mlの水を注いで測定することで、隙間の体積を求めるとともに、間隙の割合が粒径によらず一定であることを実験により確かめることができる。

ポスター発表

気候変動時代における地学教育の意義と展開

Significance and Future Directions of Earth Science Education in the Era of Climate Change

気候変動適応に着目して

A Focus on Climate Change Adaptation

吉本 直弘

Naohiro YOSHIMOTO

大阪教育大学

Osaka Kyoiku University

e-mail: yoshimo@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

概要：本研究では、気候変動時代における地学教育の意義を、気象・気候の理解と気候変動適応の観点から整理することを目的とした。地学教育には、今後予測される大雨や高温などのハザードの変化を、地形や地質などの自然素因と関連付けて理解することを促す役割が期待される。これは、自然災害リスクをハザード・暴露・脆弱性の関係から捉え直す基盤を形成する点で重要な意義をもつ。さらに、社会科・地理歴史科や総合的な学習・探究の時間と接続することで、気候変動への適応策や防災行動を検討する学習へと展開することができる。これにより、地学教育を起点として、自然災害リスクの削減や地域の防災・適応力の向上につながる可能性を示した。

キーワード： 気候変動適応，気象・気候，地学教育，防災教育，教科等横断的な学習

1. はじめに

近年、大雨や猛暑などの極端な気象は発生頻度が増し、その強度も強まっている（文部科学省・気象庁，2025）。これに伴い、水害や土砂災害、暑熱災害などの発生・深刻化のリスクが高まることが懸念されている。こうした状況を踏まえると、学校教育には、極端な気象の長期的な変化に伴って自然災害リスクも変化する可能性があることを理解するとともに、その影響を回避・軽減するための対応を考える学習が求められる。とりわけ地学教育は、気象や気候、地形、地質などを科学的に理解することを通して、気候変動に伴う自然災害リスクを捉える基盤を形成する役割が期待される。

ここで、地学教育と防災教育を関連付ける観点として、気候変動適応に着目する。IPCC (2022) は、気候変動適応を、実際に生じている、または将来予想される気候の変化とその影響に対応するための調整の過程と定義している。とくに人間社会においては、気候変動による悪影響を軽減するとともに、有益な機会を生かすことも含まれる。また、日本の気候変動適応法では、気候変動の影響に対応し、それによる被害の防止や軽減を図ることとされている。これらを踏まえると、学校教育における気候変動適応は、気候変動の科学的な理解に基づき、自然災害リスクを把握し、そのリスクを削減するための適応策や防災行動を検討する学習として位置付けることができる。

一方、国際的には、気候変動適応と自然災害リスクの削減を、教育の中で関連付けて扱うことが重要になりつつある。UNICEF (2012) は、教育において気候変動適応と自然災害リスクの削減を統合して扱う必要性を示している。また、GADRRRES (2022) の包括的な学校安全の枠組みにおいても、ハザードやリスクを理解し、リスクの削減に関わる力を育成することが重視されている。こうした動向は、気候変動教育と防災教育を結び付けるうえで、気候変動適応が有効な観点となることを示唆する。日本の学校教育においては、気象や気候を科学的に理解する地学教育が、こうした接続を具体化するための基盤になると期待される。

理科教育や地学教育における自然災害の理解と防災教育との接続については、先行研究によって議論されている。佐藤・藤岡 (2020) は、理科教育における自然災害の取扱いや、理科、社会科、学校安全を連動させる必要性を指摘している。しかしながら、気候変動適応の観点から、気象・気候の科学的理解を自然災害リスクの把握や適応策・防災行動の検討へと接続する教育課程のあり方は、十分に整理されているとはいえない。そこで本研究では、小・中学校理科および高等学校理科地学系科目における気象・気候に関する教育内容を整理し、気候変動時代における地学教育の意義を明らかにする。加えて、気候変動適応の観点から、地学教育を起点とした防災教育や教科等横断的な学習への展開の可能性を検討する。

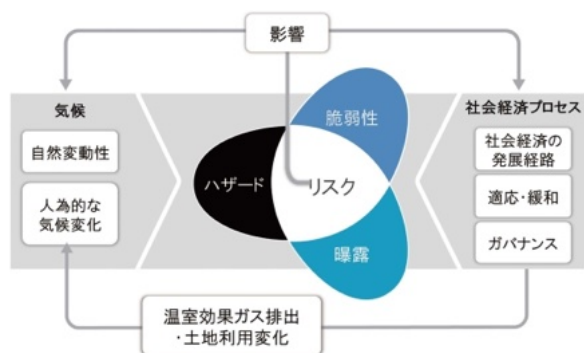


図1 気候変動リスクとそれを構成する要素 (国立環境研究所, 2016)

2. 地学教育における気象・気候の科学的理解の意義

ここでは、小・中学校理科および高等学校理科「地学基礎」「地学」における気象と気候の学習内容を整理する。小学校理科では、主に気温や雲、雨などの身近な気象の観察を通して、自然現象の決まりを見いだす活動を行う。中学校理科では、気象要素、雲・降水、前線、気団、高・低気圧、台風などの気象について、その性質と仕組みを科学的に理解する。高等学校理科「地学基礎」「地学」では、大気の構造やエネルギー収支を含む気候システムの理解、気候変動の現状とその要因、オゾン層の破壊や酸性雨といった地球環境問題を理解する学習へと発展する。

気候変動に伴う自然災害リスクは自然災害を引き起こす自然現象の頻度や強さである「ハザード」、その自然現象の影響を受ける場所や状況に、人や資産が存在することを表す「曝露」、災害事象に対する被害の受けやすさや対処する能力の欠如を表す「脆弱性」の相互作用の結果として捉えられる(図1)。したがって、小・中・高等学校理科における気象と気候の一連の学習は、ハザードの理解に寄与する。さらに、地形や地質といった自然素因は、ハザードによって自然災害が発生しやすい場所や被害の現れ方を考えるうえで重要である。そのうえで、人や資産の分布を考えることで、曝露の理解につながる。以上のことから、地学教育は、気候変動に伴う自然災害リスクを科学的に理解するための基盤として重要な意義をもつ。

3. 気候変動適応の観点に基づく地学教育の展開

図2に気候変動適応の観点に基づく地学教育の展開モデルを示す。地球温暖化の進行に伴って、大雨や高温などのハザードが変化することが予測されている。地学教育には、こうしたハザードの変化を、地域の地形や地質などの自然素因と関連付けて理解することを促す役割が期待される。これにより、地域の自然災害リスクを、ハザード・曝露・

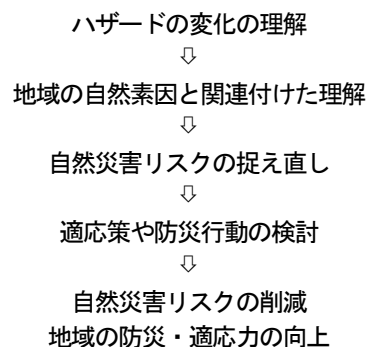


図2 気候変動適応の観点に基づく地学教育の展開モデル

脆弱性の関係から捉え直す学習へとつなげることができる。そのうえで、適応策や防災行動を検討する学習へと展開することができる。具体的には、豪雨に備えた流域治水のあり方を考察したり、地域のハザードマップを更新し、自然災害への備えに活用したりする学習が考えられる。こうした学習は、地学教育を基盤としながら、社会科・地理歴史科や総合的な学習・探究の時間と接続することで、自然災害リスクの削減や地域の防災・適応力の向上につながる学習として位置付けることができる。今後は、この枠組みに基づく授業の開発や評価方法の検討、地域特性に応じたカリキュラムの具体化が課題である。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 25K06670 の助成を受けたものです。

引用文献

- GADRRRES (2022) : Comprehensive School Safety Framework 2022–2030 for Child Rights and Resilience in the Education Sector. Global Alliance for Disaster Risk Reduction and Resilience in the Education Sector. GADRRRES, <https://gadrrres.net/wp-content/uploads/2022/08/Comprehensive-School-Safety-Framework-2022-2030.pdf> (2026年7月20日閲覧)。
- 文部科学省・気象庁 (2025) : 日本の気候変動 2025–大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書。気象庁, <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/> (2026年7月20日閲覧)。
- 佐藤真太郎・藤岡達也 (2020) : 近年の理科教育における自然災害の取扱いの現状と課題 –平成に発生した自然災害と学習指導要領改訂等から捉えた理科教育への影響–。理科教育学研究, **60**, 569–577。
- UNICEF (2012) : Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction in the Education Sector: Resource Manual. UNICEF, <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/unicef30.pdf> (2026年7月20日閲覧)。

地球科学と芸術を融合した体験型教育の実践

Practical Application of Hands-on Education Merging Earth Science and Art

○山口一裕¹，齋藤亜沙実²，野瀬 重人³

Kazuhiro YAMAGUCHI¹，Asami SAITO²，Shigeto NOSE³

倉敷芸術科学大学¹，岡山理科大学²，元岡山理科大学理学部³

Kurashiki University of Science and the Arts¹，Okayama University of Science²，(Former affiliation) Faculty of Science, Okayama University of Science³

e-mail: k-yamaguchi@kusa.ac.jp

概要：小学生を対象にアートの歴史を体験する地球科学と芸術を融合したプログラムを開発・実践した。「石で線を引く」という実験から鉱物の色について体験的に条痕色や鉱物同定といった地学概念を、また鉄バイオマットの加熱実験から化学変化を直感的に理解させることを目指した。さらに、自作の顔料を用いた絵画制作活動により、児童の内発的動機に基づく「自分発信のアート思考」の育成を試みた。

キーワード：地学教育，芸術，STEAM 教育，岩絵の具，アート思考
育成を実践した。

1. はじめに

STEM 教育から STEAM 教育への変化は、科学技術的な客観性と、アートが持つ主観的な表現力の融合にある。科学と芸術を掛け合わせることで、学習者を従来の知識集約型教育から脱却させ、自身の内発的動機や独自の視点から新たな問いと解を導き出す、これからの時代に不可欠な「アート思考」の育成が可能となる。次世代の教育には、受動的な学習を超え、自ら価値を創造する力を育むアプローチが求められている。

近年、岩石・鉱物などを身近に感じる地学教育と、芸術を融合させた STEAM 教育が注目されている。過去の研究では、鉱物を粉砕して顔料を作成して、絵画を行う地学イベントが行われている。岩絵の具作り体験により子供たちへ第四紀学や地学の魅力を伝える普及活動に関する研究も行われている。地質の知識を基にした創作活動により、子供たちの自然科学への興味を引き出す成果が報告されている^{1)~2)}。

本実践は、小学生を対象とした科学実験教室において、鉱物と人間との関わりの歴史を、アートを通じて体験するプログラムを開発・実践し、その教育的効果を検証することを目的とする。具体的には、人類の絵画発展の歴史のプロセスに沿ったストーリー構成を採用し、子どもたちが自ら石（鉱物）を観察し、すり潰して絵の具を作るという表現者の視点を持ちながら、鉱物の基礎的な性質である条痕色や鉱物の同定について学ぶ。さらに、鉄バイオマットから赤色顔料であるベンガラを作成する加熱過程という化学的变化について体験する。鉱物を粉砕した顔料やベンガラから絵の具を作って、自由な発想で絵画を作成するという創作活動により、小学生独自の問いを立てるアート思考の

2. 実践方法

2.1 実践の概要

本実践は、山陽新聞カルチャープラザ講座において、小学生高学年を対象とした科学実験教室「石であそぼう・石から色を取り出して絵具を作って、絵画を楽しもう」をテーマに実施された。プログラムは、小学生の興味・関心を段階的に引き出し、科学的探究へと導くために、講座は、石器時代や古墳時代の絵画の歴史的な流れに沿った形（①線刻画、②土（鉄バイオマット）を加熱してベンガラを作成する、③鉱物を粉砕して顔料を作成する、④顔料から絵の具を作成して自由な発想で絵画を作成する）で展開した。

2.2 実践のステップと実験内容

【ステップ①：石で線を引く】

古い時代の絵画表現である石そのものを使って線を引き体験からスタートした。教材として、緑色の「孔雀石」、紫色の「蛍石」、および金属光沢を持つ「黄鉄鉱」と「鏡鉄鉱（赤鉄鉱）」の4種類の鉱物を用意した。児童には、これらの鉱物を用いて条痕板に直接線を引きもらった。

【ステップ②：土から色を取り出す】

次に、身近な鉄バイオマットを身近な加熱道具である固形燃料を使い、化学変化によりバイオマットの色調が変化し、ベンガラができることを観察した。

【ステップ③：鉱物から顔料を作成する。】

ステップ 1 で使用した孔雀石と青色顔料として

ラピスラズリを、ステップ2で作成したベンガラを磁性乳鉢で細かくすり潰し、細粒の顔料を作る実験を行った。このステップでは鉱物を粉碎して色彩を手に入れた歴史を追体験させた。

【ステップ④：手作り絵の具による絵画表現】

小学生自作の顔料に膠の代わりに“糊”を混ぜて絵の具を作成し、自由に絵を描く創作活動を行った。

2.3 小学生向けの実践における画期的な工夫

本講座では、限られた時間の中で小学生がストレスなく実験と創作に没頭できるよう、材料と道具に以下の3つの工夫を施した。

・鉄バイオマットの加熱に固形燃料を使用

身近な固形燃料の利用により、鉄バイオマットの加熱変化を安全に観察し、化学反応を体験する環境を整えた。

・固着材にアラビアゴムなどを活用

日本画で通常使われる伝統的な固着材である膠ではなく、水に溶けやすく扱いが容易な水溶性のアラビアゴムを固着材として採用した。これにより、小学生でも安全かつ簡単に、顔料と混ぜ合わせるだけで高品質な手作り絵の具をつくることが可能となった。

・「多孔質セラミックコースター」を活用

一般的な画用紙や和紙等を使用した場合、水分量の調整が難しく、絵の具が乾燥するまでに長時間を要するため、時間内に作品を持ち帰ることが困難になる。この問題を解決するため、キャンバスとして無地の「多孔質セラミック（コースター）」を使用した。多孔質セラミックは非常に高い吸水性を持つため、児童が描いた絵の具の水分を瞬時に吸収し、ドライヤーで簡単に乾燥させることができる。

3. 結果・成果

3.1 五感を通じた「条痕色」の直感的理解

小学生は、見た目の石の色と同じ色の線が引けるという固定観念を持っていて、実際は見た目の色とは全く異なる色の線が引けることに驚きを示した。視覚的な「見た目の色」と、条痕板に刻まれた「本当の色（条痕色）」のギャップを体験することで、文字や教科書だけの暗記では定着しにくい鉱物の同定プロセスを、線を引くという創作活動の一部として五感を通じて極めてスムーズに体得することができた。

3.2 多孔質セラミックス活用による絵画における高い集中力の維持

アラビアゴムと多孔質セラミックスを用いた工夫は、講座の進行において極めて効果的であっ

た。絵の具がにじみすぎたり、乾かずに手や服を汚したりするトラブルが一切発生しなかったため、児童はストレスを感じることなく、自ら作った絵の具の発色を楽しみながら、自らの自由な発想でコースターに絵を描く創作活動を行うことができた。

3.3 地球科学と芸術が融合した STEAM 教育の成果

絵画発展の歴史に沿って実験を進めることで、小学生は単に科学実験を行うだけでなく、人類がどのように自然を利用し、文化を発展させてきたかという歴史的・文化的視点を同時に獲得した。これが、鉱物の化学的・物理的性質への興味をさらに深めることになった。このことは科学実験教室が90分という児童にとっては長時間にも拘らず高い集中力を維持して実験に取り組んでいたことから実証された。

創作活動のとき、「自由に描く」指示に対し、自発的に筆を動かさない小学生が多く、正解のない表現で自ら問いを立てる難しさを示している。内発的動機を開花させるには、失敗を恐れず自己表現ができる「安心・安全な場」と、他者から評価されない「ノンジャッジメンタル」な空間の保証が不可欠だ。鉱物の色の不思議と美しさへの純粋な驚きを原動力に、自由な発想を主体的に伸ばしていくことが可能になると考える。

4. まとめ

本実践は、地球科学と芸術を融合したアプローチにより、難しい鉱物の基礎概念を小学生が直感的に理解できるプログラムを構築した。創作活動では小学生のアート思考を育成するためにはノンジャッジメンタルな教育環境の構築が必要であるが、課題も多くあることも改めて実感した。

今後は、地域の地学資源である岩石・鉱物を活用することで、郷土の地質や大地の成り立ちと結びつけたプログラムへと発展させたい。

参考文献

- 1) 秋田大学工業博物館 (2016) : 石から絵の具をつくってみよう, <https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/160317.php>, 2026年5月10日閲覧
- 2) 小森次郎 (2017) : 岩絵の具づくりを通した子供向けの第四紀学の普及活動, 第四紀研究 56 (5), 237-242.
- 3) 古川 由子・前村 晃・田中 嘉生・田中 右紀・栗山 裕至・小木曾 誠・石崎 誠和, 「自然素材を用いた絵の具作りと描画に関する研究」, 『佐賀大学文化教育学部研究論文集』 第17集, 第2号, 2013
- 4) 土井 徹, 橋本 菜実「自然物を活用した手作り絵の具を作製する方法に関する検討」, 安田女子大学紀要 50, 149-156 2022.

プレート運動による広域応力場と断層形成に関する認識調査

Survey of Students' Understanding of Tectonic Stress Fields and Fault Formation Caused by Plate Subduction

○西 佑馬, 吉富 健一

Yuma NISHI, Kenichi YOSHIDOMI

広島大学大学院人間社会科学研究科

Graduate School of Human and Social Sciences, Hiroshima University

e-mail: m252273@hiroshima-u.ac.jp

概要：プレートの沈み込み様式と広域応力場・断層形成との関係について、学習者の認識を明らかにすることを目的として、理科教員志望の大学生を対象に調査を行った。その結果、断層の変位方向については2次元的に理解している一方で、応力軸との対応関係を3次元的に捉えることに課題がある、また、地殻に加わる応力はプレート運動によって形成されるものの、プレートの沈み込む角度によって異なる応力場が形成されることを理解できていないことが明らかとなった。

キーワード：断層形成、プレートの沈み込み、広域応力場、認識調査

1. はじめに

プレートの沈み込み様式の違いは、断層の形成につながる地殻内の広域応力場や、付加体の形成、火成活動、金属鉱床の生成、大型地震の発生など、多様な地質現象に反映される。高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 理科編・理数編では、プレート運動と地層構造（断層・褶曲）との関連や、プレート収束境界における断層運動による地震発生を扱うことが示されており、プレート運動と断層形成との関係は重要な学習内容として位置付けられている。しかし、地学基礎におけるプレート運動や断層構造の学習では、本来、観察・実験を通じた探究的な活動が重要であるものの、対象とする現象の時間的・空間的スケールが大きいと、直接的な観察や実験を行うことが困難であることが指摘されている（岩本・竹村, 2026）。

2. プレートの沈み込み帯における地質現象

プレート沈み込みに伴う様々な地質現象は、プレートの沈み込む方向や角度などのプレートの運動様式の違いに応じて異なった形で生じるため、沈み込み帯のテクトニクスを理解する上で重要な要素となっている。

例えば断層の形成は、大陸地殻内に形成される広域応力場によって規定される。一般に、海洋プレートの沈み込む角度が小さい（低角度の）場合には、大陸側に圧縮応力場が形成されるため、逆断層の形成が支配的となる（Lallemant et al., 2005）（図1左）。一方、沈み込み角度が大きい（高角度の）場合には、引張応力場が形成されるため、正断層が多

く形成されるとともに、背弧側でリフト帯が形成され火成活動が活発化する（高橋, 2017）（図1中）。さらに、海洋プレートが海溝に対して著しく斜め方向に沈み込む場合には、横ずれ成分を伴う応力場が卓越するため、横ずれ断層が形成される（高橋, 2006）（図1右）ことが明らかになっている。

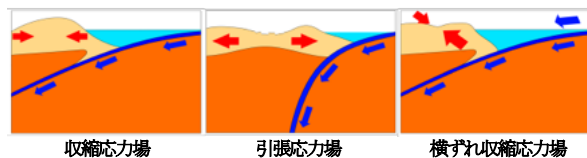


図1 広域応力場と断層の関係

3. 認識調査の実施方法と結果

プレートの沈み込み様式と広域応力場・断層形成との関係についての認識調査は、理科教員を目指す大学生60名を対象に、紙媒体およびMicrosoft Formsを用いて、作図・記述式ならびに多肢選択式の設問により実施した。

(1) 広域応力場と断層に関する認識

正断層、逆断層、右横ずれ断層について、最大圧縮応力 (σ_1)、中間圧縮応力 (σ_2)、最小圧縮応力 (σ_3) の方向を図示する問題において、応力場を適切に示せた学習者は、正断層で28名 (47%)、逆断層で36名 (60%)、右横ずれ断層で40名 (67%)であった。一方、 σ_1 の方向は理解しているものの、 σ_2 および σ_3 の方向まで含めて適切に図示できなかった学習者は、逆断層および右横ずれ断層で約3割存在した。また、引張応力場で形成される正断層にもかかわらず、圧縮応力によ

て形成される逆断層と同一の応力方向を示した学習者が13名(22%)存在し、正断層と逆断層の応力場の違いを十分に理解できていない実態が明らかとなった。

一方、地殻にはたらく圧縮応力場から形成される断層の種類を選択する問題において、適切な断層を選択できた学習者は21名(35%)に留まり、半数を超える31名(52%)の学習者は、不適切な断層である正断層を選択した。(図2)。

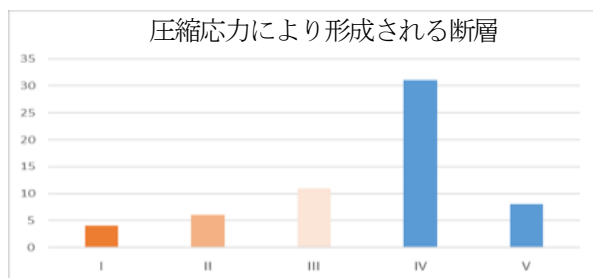


図2 圧縮応力場と断層形成に関する調査結果

表1 図2における調査結果の分類表

分類	基準
I	適切な断層3つをすべて選択
II	適切な断層3つのうち、2つを選択
III	適切な断層3つのうち、1つのみ選択
IV	不適切な断層を選択
V	わからない

また、地殻にはたらく引張応力場から形成される断層の種類を選択する問題において、正断層のみを選択した学習者は9名(15%)に留まり、さらに逆断層を含む誤答(III・V)は24名(40%)に達するなど、断層を応力場と正しく対応付けて理解していない現状が明らかとなった。(図3)。

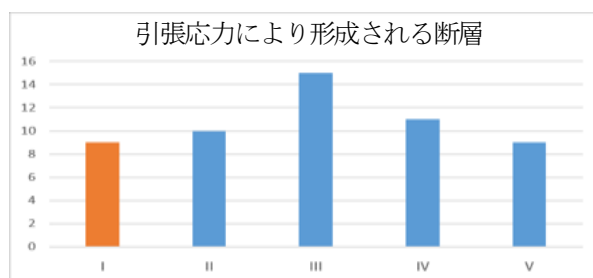


図3 引張応力場と断層形成に関する調査結果

表2 図3における調査結果の分類表

分類	基準
I	正断層のみ選択
II	正断層と他の誤った断層を選択
III	逆断層のみ選択
IV	横ずれ断層のみ選択
V	逆断層と横ずれ断層を選択

(2)プレートの沈み込みと広域応力場に関する認識

異なる広域応力場が生じる原因を、プレートの沈み込みと関連付けて記述する問題において、16名(27%)は、プレートの収束境界や発散境界と応力場との関係を踏まえた説明を記述していた。一方、26名(43%)は、「プレートの動き方が様々であるため」や「プレートの動きが同一でないため」など、プレート運動について抽象的に述べるに留まり、応力場との具体的な関係までは説明できていなかった。また、残る18名(30%)は、「わからない」と回答する、または適切な説明を記述することができていない状況であった。

4. 認識調査の考察

本調査の結果から、学習者(大学生)は断層の変位方向については概ね理解している一方で、応力軸との対応関係を立体的に捉えることに課題があることが示唆された。特に、正断層と逆断層は、いずれも鉛直方向の変位を伴うため、両者の違いを最大圧縮応力(σ_1)と最小圧縮応力(σ_3)の方向の違いとして十分に理解できていない学習者が多いと考えられる。また、引張応力場に対して逆断層を選択する学習者が最も多かったことから、応力場と断層形成との対応関係についても十分に理解できていないことが明らかとなった。

さらに、広域応力場が異なる原因を記述する問題では、多くの学習者が「プレートの動き方が様々であるため」といった抽象的な説明に終始していた。このことから、プレートの沈み込み角度や上盤プレートの運動方向など、プレートの具体的な運動様式と広域応力場との因果関係については十分に理解できていないことが示唆された。

5. おわりに

本研究で、応力場と断層形成との関係およびプレート運動と広域応力場との関係に関する学習者の認識を明らかにした。

本研究で明らかとなった課題を解決する方法として、プレートの沈み込み様式の違いによって広域応力場が変化し、それに伴って断層形成などの地質現象が変化する過程を可視化できる教材の開発が有効であると考えられる。

引用文献

- 岩本正人・竹村静夫(2026):プレート境界付近の地殻変動を再現するアナログモデル実験の開発と高等学校における実践地学教育, 78, 39-51.
 上田誠也(1989):プレートテクトニクス. 岩波書店出版, 170-173.
 高橋雅紀(2006):フィリピン海プレートが支配する日本列島のテクトニクス. 地学雑誌, 115, 116-123.

造岩鉱物識別力の形成が火成岩の識別過程に与える影響の調査

A Study on the Impact of Development of Rock-Forming Mineral Identification Skills on the Process of Identifying Igneous Rocks

○村井 修幸, 吉富 健一
Naotaka MURAI, Kenichi YOSHIDOMI
広島大学
Hiroshima University
e-mail: naotaka701117@gmail.com

概要：火成岩の識別能力の向上を目指し、「造岩鉱物の識別マニュアル」と「鉱物ポイントカウンター」を開発し実践を行なった結果、造岩鉱物の識別力そのものにはあまり変化が認められなかった。一方で、火成岩識別時の造岩鉱物やその割合に着目した記述が有意に増加し、火成岩識別テストの正答率も向上した。これらの結果から、開発した2種類の教材は、岩石識別における着眼点を形成する教材として有用であることが示唆された。

キーワード：地学教育、造岩鉱物、岩石識別、教材開発、着眼点形成

1. はじめに

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編（文部科学省, 2017）では、「火山活動と火成岩」において、「火成岩の色の違いは、造岩鉱物の種類や含まれている割合の違いであることに気付かせる」と明記されている。また、鈴木ら（2006）は、岩石に凝縮された時間的・空間的情報を、地球史とリンクさせながら解説することは岩石を通した学習の真骨頂部分であり、その際岩石あるいはそれを構成する鉱物を正しく認識、識別することが大前提であると述べている。したがって、本学習内容は岩石とそれを構成する鉱物の十分な関連づけと識別を念頭にした指導が必要である。

しかし、鈴木ら（2006）の教員養成系大学生の岩石識別力向上を目的とした授業開発において、独自に開発した岩石識別マニュアルを活用することで岩石名・鉱物名の混同を解消できた一方で、有色鉱物、斜長石の見極め、石英粒の量比の見極めが不十分であるとしている。また、吉富ら（2018）の調査により、火成岩の名前を決定する際の視点として本来必要な基準よりもぱっと見の色調の違いや磁性の有無など簡単に判断できる視点を優先させ、石英の有無や構成鉱物の種類など鉱物に着目した視点は少ないことが明らかとなっている。

そこで本研究では、教員養成系の大学生を対象として、造岩鉱物識別力の向上を図る教材開発を行うとともに、教育実践を通して学習者の造岩鉱物識別力の形成が火成岩を識別する際の視点や識別精度に与える影響を調査した。

2. 教材の開発

(1) 鉱物識別マニュアル

造岩鉱物の同定には、色や透明度、へき開などの肉眼の特徴を段階的に確認する必要がある。しかし、岩石や鉱物の観察経験が乏しい学習者にとって、複数の特徴を同時に判断することは困難である。そこで主要造岩鉱物である石英・カリ長石・斜長石・黒雲母・角閃石・輝石・かんらん石（7種類）を対象として観察項目を整理し、判断手順を視覚的に示したフローチャート形式の**鉱物識別マニュアル**（図1）を作成した。本マニュアルの活用により主要造岩鉱物の識別が可能になると考えるが、例外も存在するため、地域や対象に応じた細かな改訂・追加が必要である。



図1 鉱物識別マニュアル

(2) 鉱物ポイントカウンター

火成岩の識別において重要となる鉱物の量比を視覚的に理解させ、岩石の色の違いが造岩鉱物の割合に起因することに気付かせるため Web 上で用いることのできる

「鉱物ポイントカウンター」(図2)を開発した。学習者が対象岩石の鉱物粒子の個数を計測・入力すると、自動的に鉱物ごとの割合が算出され、積み上げ棒グラフが作成される。作成されたグラフと既存の岩石分類表を比較することで、鉱物割合を根拠とした岩石特定の手がかりとなる。

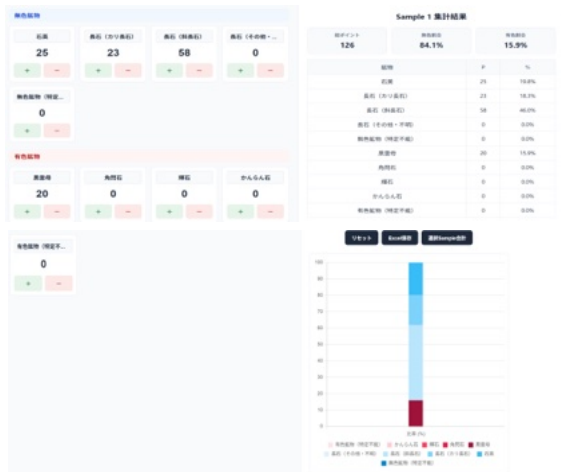


図2 鉱物ポイントカウンター

(3)授業展開

授業では、斑れい岩・閃緑岩・花崗岩を鉱物粒に粉砕し、鉱物ごとに分類したものをふるいにかけて粒径を揃えた試料を用いた。学習者はこれを観察しながら鉱物識別マニュアルを用いて鉱物を同定し、鉱物ポイントカウンターで数を計測、図表と比較しながら岩石を特定するという活動を展開した。

3. 教育実践とその結果・考察

理科教員免許取得を目指す大学2年生13名3年生1名を対象に教育実践を行った。実践の前後には、実際の鉱物・岩石を提示して名称を解答させるプレ・ポストテストを実施した。本テストには、岩石の名称だけでなく識別した理由を記述する欄も設けている。プレ・ポストテストの結果を表1に、理由を記述する欄の結果を表2に示す。

プレ・ポストテストの結果を比較すると、鉱物テストにおける正答率に変化は見られなかった一方で、岩石テストでは正答率の上昇が確認された。

表1 テスト結果の平均正答率(%)

	プレテスト	ポストテスト
鉱物テスト	69.6	69.6
岩石テスト	37.3	52.0

表2 岩石テストの理由欄における記述の個数

	プレテスト	ポストテスト
岩石の色調に関する記述	42	39
鉱物に関する記述	7	24

岩石の識別理由において、「岩石中の鉱物の割合」や「鉱物の色」など、構成鉱物に関する記述数が増加した。このことから、学習者が火成岩を全体的な色や模様の印象だけでなく、構成する鉱物の量比や特徴に着目して科学的に特定できる状態へと変容したことが示唆される。

しかし、斑れい岩の誤答として「かんらん岩」「閃緑岩」とした学生が6名いた。これは、岩石の色調の違いが有・無色鉱物の割合によることは理解しているものの、本来重視すべき「各鉱物の詳細な割合」よりも「有色・無色鉱物の全体的な割合」という直感的かつ安易な判断基準を優先させたためと考えられる。吉富ら(2018)も岩石初学者は岩石名を決める際に、「あまり深く考えたり観察したりしなくても済む方法を安易に選択する」と述べているように、学習者が容易に判断できる基準に引きずられやすい傾向にあることが窺える。

加えて、実践後のアンケートでは「へき開」に関する記述が多く見られた。事前指導において、スライドの写真を交え「光の反射でキラッとして見える」「階段状の構造が見える」と説明していたが、実際の観察では自身のイメージと実物との乖離から、へき開の有無を正しく判断できなかったとする意見が多数を占めた。

本実践は学習者が火成岩を構成鉱物に着目して識別する視点を育成する上で一定の効果を示した一方で、へき開の観察・理解には課題が残されたため、授業展開の再考が課題となる。

引用文献

- 吉富健一・長谷川礼次(2018):火成岩の多様性と学習の意義・花崗岩に類似した岩石の識別. 広島大学大学院教育学研究紀要 第二部, 67, 9-18.
- 鈴木盛久・林武広・山崎博史(2006):教員養成系大学学生の岩石識別力向上への試み. 地学教育, 59-5, 157-165.

オンライン貝類化石検索表 —教育利用の評価と課題—

Online molluscan fossil key: evaluation and challenges of educational use

○林 誠司

Seiji HAYASHI

名古屋大学大学院環境学研究科

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

e-mail: seijih@nagoya-u.jp

概要：大学の古生物学系実習における貝類化石の同定作業を支援するため、インターネット上で利用可能な検索表（オンライン検索表）を作成し、数年にわたり改良を続けてきた。近年、最初に実用化したWordPress版に加えて、動作が軽く環境依存性の少ないHTML版を新たに開発し、授業での運用を開始した。本発表では、これらの検索表の機能性および教育的効果を受講生アンケートから評価し、教育リソースとして改善すべき点を整理する。

キーワード：貝類化石，オンライン検索表，古生物学，分類学，大学教育

1. 貝類化石検索表の実習への導入経緯

演者は勤務校において、学部3年生を対象とした貝化石群集（第四系渥美層群）の同定および古環境解析の実習を長年担当してきた。しかし、従来の同定作業では、図鑑（奥谷，2017）やモノグラフ（川瀬ほか，2015）を参照しつつ、形態の直観的照合（いわゆる絵合わせ）に依存する 경우가多く、受講生の分類学的素養の醸成には、必ずしも十分ではなかった。また、図鑑は高価で、受講生（10名程度）が共用して閲覧できるような冊数はそろえられないという問題もあった。そこで2019年度より、渥美層群産貝類化石を対象としたWordPressを用いたオンライン検索表の構築に着手した。検索システムがほぼ実用段階に達した2021年度から試験的に運用を開始、その後、掲載種を拡充するとともに、スマートフォンでも利用しやすいHTML版検索表も新たに整備し、2025年度からは両者を併用できる形で受講生に提供している（林，2024，2026）。

2. WordPress版の検索表の概要

腹足類を例に、WordPress版の検索表（図1）について、紹介する。使用者が任意の順序で、選択肢の処理を行うことができるマルチアクセスキー方式を採用している。選択項目は、輪郭[13]、彫刻[9]、殻口[7]、光沢[2]である（[]内はそれぞれの選択肢数）。各選択肢の特徴は、左カラム上部の「選択ガイド」（図1a-①）で確認することができる。右カラムのチェックボックス（図1a-②）に使用者がチェックを入れていくことによ

って、各種にタグとして登録された選択肢に応じて候補が絞り込まれ、左カラムの「候補一覧」（図1a-③）のサムネイル数が減ってゆく。サムネイルをクリックすると、種の詳細ページ（図1b）が開き、種の生態・分類情報や形態的特徴の記載を見ることができる。なお、初期状態では「候補一覧」に全種が表示されており、同一選択項目へのチェックはOR検索、異なる選択項目へのチェックはAND検索の処理がなされる。

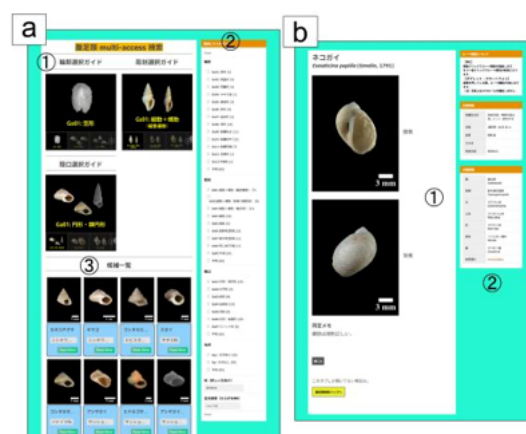


図1 腹足類化石検索表（WordPress版）の表示画面

a: 検索表トップページ ①選択ガイド（写真付き選択肢パネルのスライダー表示が可能）、②チェックボックスによる選択肢入力欄、③候補一覧（最初の二行のみ示す。選択した条件に適合する種のみ、リアルタイムで表示）、b: 種の詳細ページ：①種の写真と解説（左カラム）、②種の生態・分類情報（右カラム）。※林（2026）図1を一部改変、画像追加の上、再構成。

3. HTML 版の検索表の概要

同じく腹足類を例に、HTML 版の検索表(図2)について、紹介する。選択プロセスのデザインは、WordPress 版とほぼ同様であるが、「選択ガイド」は別タブで開くようになっている。生態・分類情報は、シンプルにするため、割愛した。WordPress 版に比べ、スマートフォンでの表示崩れは軽微となっている。

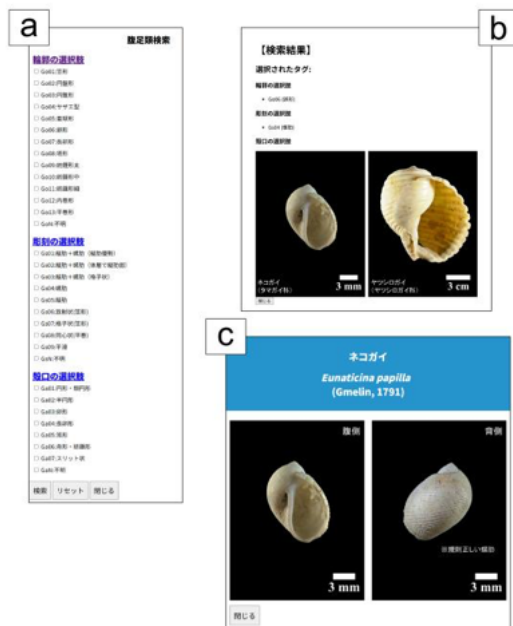


図2 腹足類化石検索表 (HTML 版) の表示画面

a: 検索表トップページ チェックボックスによる選択肢入力欄, b: 検索結果表示例 輪郭=卵形, 彫刻=螺旋, で絞り込んだ際の結果, c: 種の詳細ページ。

4. 受講生アンケートの指摘事項(抜粋)

〈WordPress 版〉[1] 検索機能を使う時、一つチェックするごとにリロードされるのが少し不便でした。複数の項目を選んでから、自分で検索するタイミングを決められると、より使いやすい。

[2] サムネイルのカード部分に文字が小さくなったもよいので、特徴の説明をつけてほしい。

〈HTML 版〉[3] 選択画面がチェックボックスですが、選択肢の説明画像も(線画だけでもよいので)同じ画面に表示できないでしょうか？

〈両者共通〉[4] 種の詳細ページで、種に付与されている内部タグが表示されるとよい。そうすると、例えば『手元にあるサンプルが形状的にバカガイに似ているが、近い特徴を持つほかの種かもしれない』場合に、バカガイに付与されているタグから辿れば、より調べやすくなると思われる。

[5] 同種内にいろいろな成長段階のものがあるので、難しいかもしれないが、サイズによる検索ができるようにしてほしい。

[6] サムネイル写真は一方向からの画像でなく、違う方向からの画像(例えば、二枚貝殻の内側の鉸歯)も含めてほしい。

5. アンケート結果の受け止めと今後の課題

アンケートの指摘の多くは的確であり、修正が容易なものから、改善をおこなっていきたい。

[1] の指摘は複数人から寄せられた。絞り込み過程が可視化される点を、教育的に有用と考えていたが、実際にはリロード待ちの時間がストレスにつながっていたことが明らかとなった。[4] の指摘は、いわゆる「逆引き」の発想であり、受講生がより効率的な方法を模索しながら、検索表を利用していたことが示唆される。[5] の指摘は、誤同定の一定数が、サイズ情報を無視した判断に起因していたため、サイズ情報の導入は改善策として有効であると考えられる。

謝辞

田原市市民環境部環境政策課、三河港務所、田原市高松区の皆様には化石採集の許可、届出に関して、例年大変お世話になっている。また、WordPress の操作に関して、名古屋大学全学技術センターの藤原富未治氏、太田芳博氏、伊藤大作氏には大変有益なご助言をいただいた。歴代の名古屋大学理学部地球惑星科学科の学生諸氏には、実習に関して様々な指摘と気づきを頂いた。記して御礼申し上げる。

引用文献

- 林 誠司 (2024) : ワードプレスをを用いた検索表の紹介—二枚貝化石検索表のデザインとその使用方法について—。みんなの地学, 5, 14–18.
- 林 誠司 (2026) : ワードプレスをを用いた貝類化石検索表—腹足類化石の追加と選択肢の工夫について—。みんなの地学, 7, 73–76.
- 川瀬基弘・市原俊・河合秀高 (2015) : 中部更新統渥美層群の軟体動物化石。瑞浪市化石博物館研究報告, No. 41, 51–131.
- 奥谷喬司編 (2017) : 日本近海産貝類図鑑 (第二版)。東海大学出版部, 神奈川, 1382p.

プレート運動に関する中・高校生の認識（予察的検討）

Understanding Status of Junior- and Senior- High Schools Students for Plate Tectonics (Preliminary Assessment)

○林 武広¹, 藤川義範², 池本博司³, 中村 勝⁴, 龍岡寛幸⁵, 磯崎哲夫⁶
Takehiro HAYASHI¹, Yoshinori FUJIKAWA², Hiroshi IKEMOTO³, Masaru NAKAMURA⁴
Hiroyuki TATSUOKA⁵ and Tetsuo ISOZAKI⁶
広島大学名誉教授¹, 元インドネシア スマラン国立大学², 広島市立美鈴が丘高校³,
広島大学附属三原中学校⁴, 山口大学⁵, 広島大学⁶
Prof. Emeritus Hiroshima Univ.¹, Former Lecturer of Semarang State Univ.²,
Misuzugaoka Senior High School³, Mihara Junior High-School Hiroshima Univ.⁴,
Yamaguchi Univ.⁵ and Hiroshima Univ.⁶
e-mail: nekohrs@gmail.com¹

概要：プレート及びプレート運動の理解は、直接、観察ができない事象であるため、児童・生徒にとっても理解は容易ではない。その理解を促進するための教材・教具や指導法開発に資するため中・高校生対象にプレートに関する質問紙調査を試みた。その回答分布から殆どの生徒が理解できている内容と理解不十分な生徒が少なくない内容が判明した。

キーワード：プレート運動，地震，火山，地震，中・高校生

1. 前書き

現在では、地震・津波、火山さらに地形・地質の分布・構造をはじめ、それらの形成過程についてもプレート・プレート運動（以下、プレート）との関わりで説明されることが通常となっている。自然環境の構成や成り立ち・災害の様相や発生メカニズムの説明においてもプレートは欠かすことができない。報道においても地震発生のたびに規模、津波発生の有無、震源地、被害状況などが示され、その発生原因はプレートとの関わりで解説されることが通例である。

プレートは中学校1年理科、高校の地学基礎、地学で扱うが、それ自体の直接観察は不可能であり、様々な事物・現象を相互に関連づけながら類推すべき対象であるため生徒にとっては必ずしも理解は容易ではない実態がある。

そこで筆者らは、中央海嶺での海洋プレートの形成、横方向への移動から大陸プレート下部への沈み込み、両プレート境界付近での巨大地震と津波発生、大陸プレートの歪みに起因する内陸直下地震の発生、沈み込み深部付近でのマグマの発生による火山の形成など一連の現象について中・高生がプレートと関連づけて理解を深められる指導

が重要と考えられる。そのため、例えば香月ほか（2011）は小学生向けの地震・津波発生装置を提案している。小泉・松野（2022）は博物館での展示を目的としたプレート境界地震発生の仕組みを示す模型を開発している。筆者らも主として中・高校（小高学年含む）の地学関係の授業での活用を企図した簡便で効果的な方途を検討しているところである。

本研究では、そのための基礎的情報としてプレートに関する中・高校生の理解状況を知るための予察的調査を実施したので結果を報告する。

2. 研究の方法

中・高校生対象として、海洋プレートの形成と移動、大陸プレート下部への沈み込み、マグマの発生及び地震発生に関する Google Forms を用いた質問を作成し、広島県内の中学生、高校生に回答を依頼した。回答の集計結果からプレートに関する生徒の理解状況を検討する。

中学生は2026年3月に調査を実施したが高校生は同年8月に実施予定である（予稿作成時点）。

生徒は各自のタブレット端末で回答する方法である。なお今回の質問内容は中学生、高校生で同一である。

3. 回答の集計結果

ここでは中学1, 2年生221名の調査結果を述べることにする。以下、図1～6に質問内容と回答分布を示す。なお各質問の回答はそれぞれの凡例に示す選択肢から選ぶ方式としている。

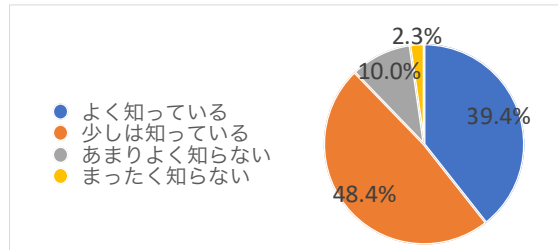


図1 “地球の表面は” 海洋プレート”と”大陸プレートという岩盤に覆われていることを知っていますか” の回答。

「よく知っている」と「少しは知っている」の選択を合わせて約90%であった。

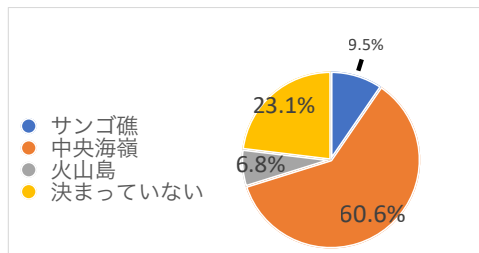


図2 “海洋プレートが形成されているところ” は? “の回答。

「中央海嶺」の選択は60%程度であり、「決まっていない」は20%以上、「サンゴ礁」と「火山島」を合わせて約16%であった。

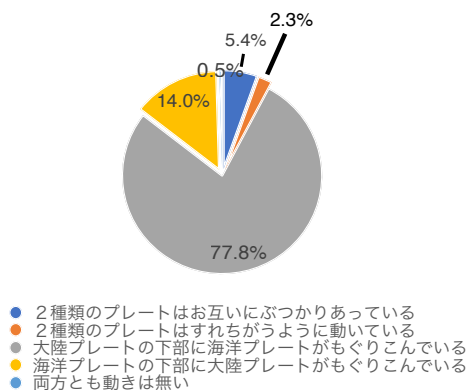


図3 “海洋プレートと大陸プレートの関係は次のうちどれでしょうか?” の回答。

「大陸プレートの下部に海洋プレートがもぐりこんでいる」の選択が80%に近い割合となっている。一方、それ以外の選択も20%以上である。日本列島が置かれている状況の理解と関連が示唆される。

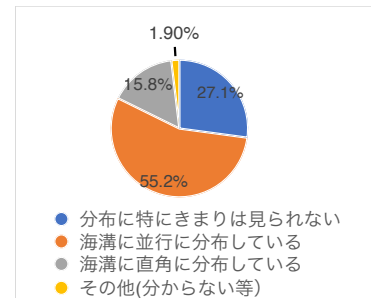


図4 “太平洋のふちに見られる火山は?” の回答
「海溝に並行に分布している」の選択は約55%で「分布にきまりは見られない」は約27%である。

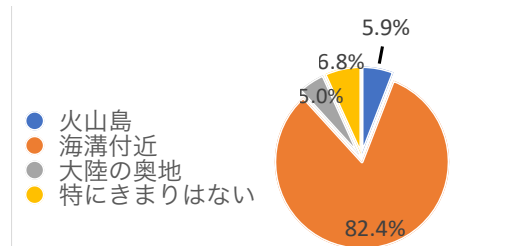


図5 “巨大地震がよく発生するところ” は? の回答
この質問では「海溝付近」の選択が82%以上で高い割合であった。図3との関連も考えられる。

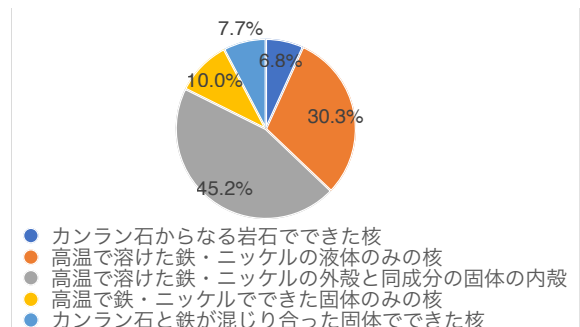


図6 “地球の中心部は” 核”とよばれていますが、それは何でできていると思いますか?” の回答

「高温で溶けた鉄・ニッケルの外殻と同成分の固体の内殻」の選択が最も多いが、50%には達していない。「高温で溶けた鉄・ニッケルの液体のみの核」が30%で続く。

4. 考察

上記回答分布から、殆どの生徒が理解できている項目と理解不十分な生徒が少なくない項目が見られた。前者は2種類のプレートの存在、海洋プレートの沈み込み、及びそれと巨大地震との関わりである。後者は火山列の特徴、地球の中心部の様子、海洋プレート形成の場所が挙げられる。

主要参考文献

小泉奈緒子・松野茂富(2022): プレート境界地震発生の再現モデルの作成とその意義, 日本地質学会学術大会講演要旨, 143.

企 業 広 告



株式会社 ニチカ

〒603-8153 京都市北区長乗東町 200番地

<http://www.nichika-kyoto.com>

<お問合せ> mail@nichika-kyoto.com

ハンマー・クリノメーター・ルーペを始め、地質学に必要な用具を取り揃えています。

Estwing

エスティング社の調査用具

<ハンマーケース>



<ゴーグル>



<パンニングボウル>



<セーフティグリップ>

タガネ (中) (大) サイズに対応

<チゼルハンマー>



<ピックハンマー>



<クラックハンマー>



ニチカ オリジナル
<野外調査鞆>



HPアドレス QRコード

祝

2026年度 全国地学教育研究大会・日本地学教育学会 第80回 全国大会(広島大会)

理科指導のマニュアル

授業力をみがくシリーズ



改訂版

小学校 理科 「授業力をみがく」

観察・実験ガイドブック

「観察・実験の進め方」「薬品や器具の安全な使い方」を取り上げ、具体的な事例について解説。また、付録CD-ROMには、実際に作業している動画を収録。

定価 1,980円
(本体 1,800円+税10%)



改訂版

中学校 理科 「授業力をみがく」

指導ガイドブック

指導上の要点やスキルを実践的に取り上げ、中学校理科についての疑問や誤解を解消する内容を掲載。巻末「理科に関する教育用語」、付録「サイエンスカレンダー」

定価 2,200円
(本体 2,000円+税10%)

※「授業力をみがく」シリーズは、啓林館Webショップからご購入いただけます。 [啓林館 WEB SHOP](#) [検索](#)

大学入試へ向けた基本と思考力を完全マスターできる



2026年度改訂

センサー地学基礎 4th Edition

詳しい情報
を見る

A5判・2色刷・176頁
+別冊解答(2色刷) 96頁

定価 880円 (本体800円+税10%)

4th Editionの改訂POINT

1. 日常学習から大学入試まで
スモールステップで無理なく取り組める
2. 共通テスト8割を目標に問題内容を
ブラッシュアップ
3. 解答冊子の内容を生徒の目線から
手厚く大幅改訂 (56頁増)
4. 基本問題, Step up例題, 大学共通テスト対策問題
の解説動画がQRコードから無料で視聴可能

課題研究の進め方・ポイントがすべてわかる



課題研究メソッド 2nd Edition

岡本 尚也 著

A4判・192頁・カラー刷
定価1,800円(本体1,636円+税10%)

- ① 文系・理系を問わず、
あらゆる分野の課題研究に対応
- ② 興味・関心、進路をもとに研究テーマを設定する
ところから、最後のまとめ・発表まですべてを網羅
- ③ 課題研究に取り組む意義や概要、
研究手法を系統的にわかりやすく解説

- 研究テーマの設定やリサーチクエストを
導くまでの流れがより充実
- 本文+MISSION(節末ワークシート)の構成で、
課題研究を進めながら参照しやすい
- 記入例やQRコードで、生徒の課題研究をよりサポート

全国の先生方
のご意見を受けて
リニューアル!

紙面を
見る解説動画
を見るWEB
SHOP

全国の書店でのご注文もしくは
弊社WEB SHOPにて
ご購入いただけます。

—— 知が啓く。 ——
啓林館

本社 〒543-0052 大阪市天王寺区大道4丁目3番25号
東京支社 〒113-0023 東京都文京区向丘2丁目3番10号
北海道支社 〒060-0062 札幌市中央区南二条西9丁目1番2号 サンケン札幌ビル1階
東海支社 〒460-0002 名古屋市中区丸の内1丁目15番20号 ie丸の内ビルディング6階
広島支社 〒732-0052 広島市東区光町1丁目10番19号 日本生命広島光町ビル6階
九州支社 〒810-0022 福岡市中央区薬院1丁目5番6号 ハイビルズビル5階

電話 (06) 6779-1531
電話 (03) 3814-2151
電話 (011) 271-2022
電話 (052) 231-0125
電話 (082) 261-7246
電話 (092) 725-6677

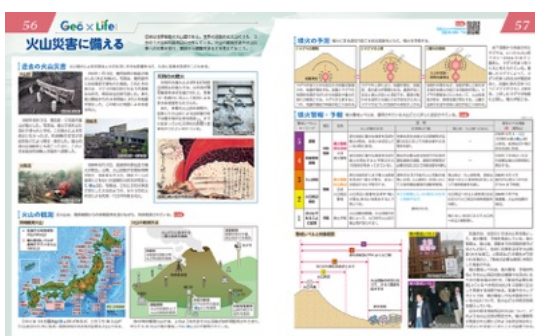
<https://www.shinko-keirin.co.jp/>

三訂版 ニューステージ 地学図表

～ 理解を助ける資料，地学を身近に感じられる資料が充実 ～



AB判 232ページ



生活や文化・歴史との関わり、災害への備え
に関する資料が豊富

さらに！

デジタルコンテンツ エネルギー収支の読み取り、地質図の見方
実習に役立つ資料 石の見分け方、天体観測の仕方 など



信頼をつちかい 学びで未来をひらく

株式会社 浜島書店

〒466-8691 名古屋市昭和区阿由知通2-1-1 TEL 052-733-8040
ホームページ <https://www.hamajima.co.jp/>

祝 広 島 大 会

ナリカ 代理店

理化学機器・視聴覚機器

株式会社

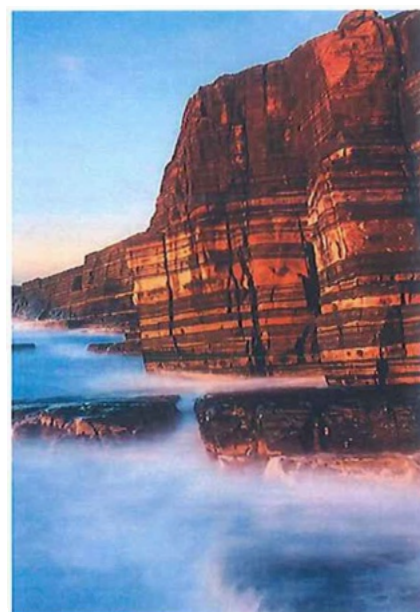
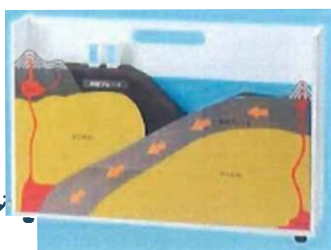
清 和 商 会

広島市中区舟入幸町4番7号

TEL : 082-291-4551 (代表)

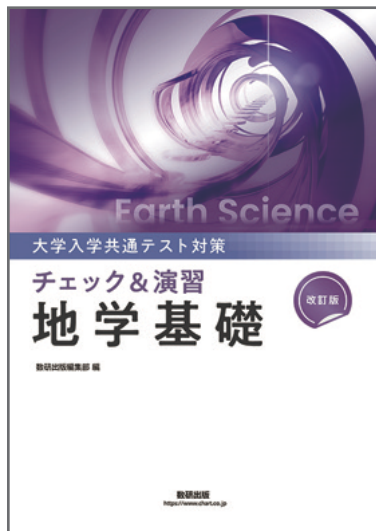
FAX : 082-295-8312

E-mail : info@seiwa-shokai.co.jp



数研出版の定番「チェック & 演習」シリーズ

共通テスト対策に最適



近年の共通テストを反映

共通テストや大学入試を徹底分析した，分野別の共通テスト対策問題集です

模擬テストを収録

共通テスト形式の模擬テスト「実践演習」を2回分収録

Googleフォーム・Microsoft Formsの
回答集計フォームをご用意しています

気象
測定



つながる探究心
Go Direct®

Go ▶ すくつかえる Direct ▶ 直接つながる

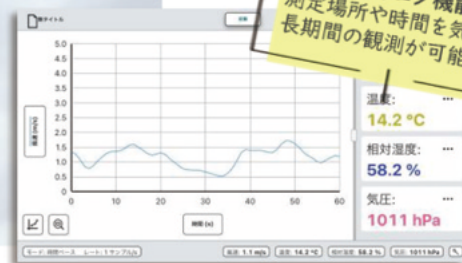
ワイヤレス気象センサ GDX-WTVA-RL (Go Direct)

E31-8204-32

¥64,500 (¥70,950)

ワイヤレスで周囲の温度、湿度、風速、風向、露点、高度、気圧などの測定ができます。リアルタイムでデータを収集し、グラフ化、解析までできます。

リモートログ機能搭載
測定場所や時間を気にせず
長期間の観測が可能に!



- 測定範囲
風速0~30m/s、温度-40~+120°C、
気圧260~1,260hPa、湿度0~100%、
風向0~360°
- リモートログ機能搭載

NaRiKa
SCIENCE IS JUST THERE

株式会社 **ナリカ** <https://narika.jp/>

- 本社 〒101-0021 東京都千代田区外神田 5-3-10
- 仙台営業所 〒981-0932 仙台市青葉区木町 6-14 サン・レオ102
- 大阪営業所 〒531-0076 大阪市北区大淀中 1-4-16 永田中津ビル5階
- 福岡営業所 〒812-0014 福岡市博多区比恵町 2-7 博多東エースビル7階

- TEL:03-3833-0741 FAX:03-3836-1725
- TEL:022-272-8188 FAX:050-3156-7469
- TEL:06-6451-3986 FAX:06-6451-3925
- TEL:092-432-6888 FAX:092-432-7388

日本型 STEM 教育のための理論と実践



WEBSHOP

B5 判 180 ページ

ISBN:978-4-7625-0247-7

2,420 円 (税込)

STEAM については本書 p.8-9
をぜひ読んでください



磯崎 哲夫 / 編著

赤松雄介 / 網本貴一 / 石井英真 / 岩知道秀樹 / 上野耕史 / 大鷹竜午 /
大谷 忠 / 川上 貴 / 沓脱侑記 / 齊藤萌木 / 中村泰輔 / 二宮裕之 /
樋口洋仁 / 日野圭子 / 藤浪圭悟 / 三浦利仁 / 向田識弘 / 山本 唯 / 著

世界的に STEM 教育が始まっている今、日本の学校教育ではどのように考えて実践すればよいのでしょうか。本書は、この問いに、「考えること、使えること」をコンセプトに、理論と実践から答えています。

初等理科教育法



WEBSHOP

B5 判 168 ページ

ISBN:978-4-7625-0240-8

1,980 円 (税込)

磯崎 哲夫 / 編著

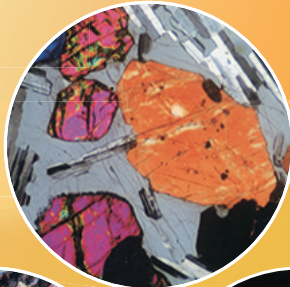
赤松雄介 / 石井英真 / 内海志典 / 越智拓也 / 河合彰浩 / 佐藤崇之 /
菅原雄貴 / 高橋一将 / 富田瑞枝 / 平野俊英 / 峯田武典 / 山田真子 /
吉永紀子 / 和田一郎 / 渡辺理文 / 著

近年の教育改革の基盤になっているアクティブ・ラーニングの視点から小学校理科での取り組み方、小学校理科の事例を交えた新しい評価の在り方などを、世界的な教育学の動向を踏まえながら解説。領域ごとの基礎知識や、学年ごと授業の実際と、新しい学習指導案も掲載。

観ることは科学の原点です

岩石プレパラート観察

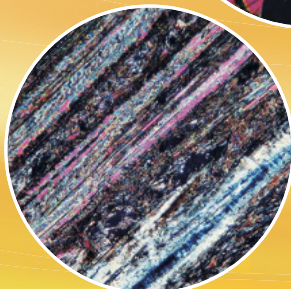
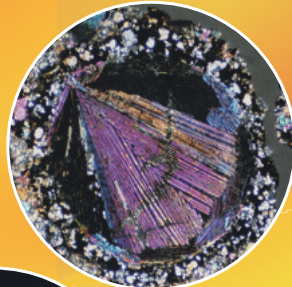
モンゾニ岩
(岩手県一戸町)



炭素質コンドライト
(マーチソン)



石質隕石コンドライト
(Tuxtuac.LL5)



地球最古の溶岩
(komatiite)



恐竜の卵殻断面



アンモナイト
(ブラミコラセラス)



生徒実習用

偏光拡大鏡ポラスター POK-II 台付 30倍
日本地学教育学会推薦品(1970)

取扱い品目

- 教育実習用岩石プレパラート
- 化石プレパラート
- 各種岩石薄片受託加工
- 隕石プレパラート



有限
会社

北辰光器製作所

本社・工場 〒168-0082 東京都杉並区久我山3丁目29-27

電話・FAX (03)3334-7959

E-mail hokushin1969@keb.biglobe.ne.jp

高校地学のすべてがわかるオールインワン教材
二訂版 スクエア最新図説地学

西村祐二郎・杉山直 監修

税込価格 957 円 (870 円 + 税)

AB 判・240 ページ

- ダイナミックで鮮明な図版とわかりやすく丁寧な解説
- 最新の研究内容を解説する「**Science Special**」や興味深い写真を数多く紹介した「**特集**」を設置



みつめたい教育と未来

第一学習社

東京営業所 (<https://www.daiichi-g.co.jp/>)

〒113-0021 東京都文京区本駒込 5 丁目 16-7

☎ 03-5834-2530 FAX 03-5842-1076

10190226

ワイヤレスで測定 即時にグラフ表示

Web Apps ☐ Windows ☐ ChromeOS ☐ Android ☐ iOS ☐

ScienceCube

サイエンスキューブ (理科実験用 データロガー)

- スマホやタブレットに無線で接続
- リアルタイムにグラフ表示ができる
- 内蔵ディスプレイで測定値表示



りかなび

コード	型 式	測定項目	価 格
1-109-0635	WL-T	温度	¥23,800 (¥26,180)
1-109-0638	WL-M	距離	¥38,000 (¥41,800)
1-116-0456	WL-LC	照度・色・紫外線指数	¥29,000 (¥31,900)
1-109-0667	WL-R	放射線	¥73,000 (¥80,300)
1-109-0666	WL-W	気温・湿度・気圧・風向 風速・照度・紫外線	¥63,000 (¥69,300)

※通信方式：Bluetooth 又は USB接続



WL-T (温度)



WL-M (距離)



WL-LC (照度・色・紫外線)



WL-R (放射線)



WL-W
(気温・湿度・気圧・風向
風速・照度・紫外線)



K ケニス株式会社
Kenis



<https://school.rikanavi.com/> りかなび 検索

●本社：大阪市北区天満2-7-28 TEL(06)4800-0721



日本地学教育学会

Japan Society of Earth Science Education

日本地学教育学会

2026 年 9 月 1 日発行

© Japan Society of Earth Science Education 2026