福井大学リポジトリ
UNIVERSITY OF FUKUI
REPOSITORY

福井県越前海岸の地質を活用した小学生対象野外観察学習プログラム

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-07-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 齋藤, 恭子, 三好, 雅也, 藤井, 純子 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/10665

福井大学教育実践研究　2018，第43号，pp.79－88

実践報告・資料

福井県越前海岸の地質を活用した小学生対象野外観察学習プログラム

福井大学大学院教育学研究科　齋　藤　恭　子
福井大学教育学部　三　好　雅　也
福井大学教育学部　藤　井　純　子

学習者が身近な大地の成り立ちに興味を持ち，理解を深める契機となる教育手法の開発を目指し，著者らは福井県越前町立四ヶ浦小学校・常磐小学校6年生を対象とした野外観察学習プログラムを考案・実践した．本プログラムは，越前町立四ヶ浦小学校から三国町海岸に至る海岸沿いの地質的重要性が高い地点をバスで巡り，岩石・化石を観察する野外観察学習と，その事前学習からなる．参加者への事後アンケート調査結果は，本学習プログラムが児童の身近な大地の成り立ちに対する興味を引き出し，学習意欲を向上させたことを示した．

キーワード：地学教育，地域地質，野外観察学習，福井県，初等教育

1．はじめに

身近な大地の成り立ちに対する児童の興味・関心を向上させる上で，地域の地質素材を題材とした理科教育は重要である．実際に，小学校学習指導要領（文部科学省，2017）では，児童が土地のつくりや変化について，実物を観察する機会をもつようにすることが推奨されている．したがって，児童が身近な大地の成り立ちを学ぶことができる野外観察学習を実施することは意義深いと考えられる．

小学生を対象とした野外観察学習は複数の地域で実施され，児童の地域地質に対する興味・関心を引き出す上で効果を有することが報告されている（例えば，相場，2004；白井，2007）．相場（2004）は，東京都杉並区の小学６年生を対象に，移動教室の一環として静岡県弓ヶ浜周辺地域を題材とした野外観察学習プログラムを考案・実践し，多くの児童が地層の成因を理解したことを報告している．白井（2007）は，小学６年生を対象に，静岡県掛川層群を題材とした野外観察学習と室内学習を合わせた全16時の授業を考案し，実践を行った結果，地層が身近な存在であることや，広がりを持つこと，地層が持つ時間の概念や地殻変動の概念を，児童の多くが実感を伴って理解したことを報告している．

福井県においては，嶺北地域の広い範囲に新第三紀中新世の火山岩・堆積岩類が分布しており（福井県，2010），特に越前海岸においてこれら岩石の露出が良い．また，越前海岸沿いの地質学的見所（例えば，東尋坊）においては，遊歩道等が整備されている場合が多く，露頭へのアクセスが比較的容易である．従って，越前海岸は，小学校理科「土地のつくりと変化」で扱われる地層・岩石分野の野外観察学習を行う上で適した場所であるといえる．越前海岸における野外観察学習の先行研究として，安野（1994），中川（2003）がある．これら先行研究では主に高校生を対象としており，坂井市三国町海岸の地質・地形・露頭ガイドを提案している．一方，三国町海岸以外の越前海岸における野外観察学習実例，および小学生を対象とした野外観察学習の実践例は，これまでにほとんど報告されていない．

そこで，今回著者らは，越前海岸に分布する中新世火山岩・堆積岩を題材とした小学生対象の野外観察学習プログラムを考案し，実践した．本学習プログラムは，越前町立四ヶ浦小学校から三国町海岸に至る越前海岸沿いをバスで巡る野外観察学習と，学習効果をより高めるための事前室内学習で構成される．これらの学習の主なねらいは，児童が身近な大地の成り立ちに興味を持ち，理解を深めることである．本論では，越前町立四ヶ浦小学校･常磐小学校６年生を対象とした教育実践結果を基に，野外観察学習プログラムの効果について検討する．

2．観察地点の地質概略

野外観察実施地点として選定した５地点（図１）の地質概略について，以下に簡潔に述べる．

2-1．四ヶ浦小学校の崖に露出する火砕岩

越前町周辺には白亜紀～漸新世流紋岩類が広く分布しており（福井県，2010），標高 70 m 程度の断崖を形成している．越前町立四ヶ浦小学校は，この崖に形成された段丘面上に立地する．海岸および海岸から四ヶ浦小学校へ至る坂道の崖には，漸新世流紋岩類が露出している．本露頭に関する先行研究の詳細な記載はないが，溶岩片，軽石を礫として不均質に含み，基質が火山灰質であるという肉眼的特徴（図 2A）から，福井県（2010）の流紋岩質火山砕屑岩に相当すると考えられる．また，軽石が一方向に扁平していることなどから，弱溶結の火砕流堆

積物である可能性がある．

2-2. 潮吹岩の礫岩層および岩脈

呼鳥門から越前岬一帯の越前海岸沿いには，中新世礫岩が広く分布している（福井県，2010）．本層を構成する礫は中～巨礫サイズの円礫であり，その大部分の給源は下位の糸生層安山岩類である（福井県，2010）．潮吹岩は，この中新世礫岩およびそれを貫く複数の安山岩岩脈（吉澤ほか，2009）からなる岩礁である（図 2B）．

2-3. 軍艦岩の生痕化石

丹生山地の北側半分を占め，越前海岸から北東の広範囲に，中新世の国見層（主に砂岩・シルト岩・礫岩）が分布している（福井県，2010）．軍艦岩は，国見層の凝灰質砂岩・シルト岩・泥岩からなる，東西約 40m，南北約 100m の離れ岩である（吉澤ほか，2009；福井県，2010）．鹿野ほか（2007）による国見層デイサイト質凝灰岩中のジルコンのフィッション・トラック年代報告値は 18 ～ 16 Ma である．本層は，マングローブを伴う堆積盆地に形成されたと考えられ，軍艦岩では，偶蹄類・奇蹄類・長鼻類の足跡化石，葉片化石，材化石などが産出する（鹿野ほか，2007;吉澤ほか，2009）（図 2C，D）．

2-4. 鉾島の火山岩

福井市市ノ瀬町とその周辺および和布町から鮎川町の範囲に，中新世の市ノ瀬流紋岩が分布しており（鹿野ほか，2007），鉾島（図 2E）はその分布域に存在する．市ノ瀬町付近に分布する市ノ瀬流紋岩の軽石火山礫凝灰岩のジルコンのフィッション・トラック年代報告値は，15.7 ± 1.4 Ma である（鹿野ほか, 2007）．福井県（2010）によると，市ノ瀬流紋岩には斑晶鉱物として石英，斜長石，黒雲母が含まれるらしいが，鉾島の火山岩は肉眼観察において無斑晶質であり，含まれる鉱物種を同定することは困難である．

図1．野外観察学習の観察地点およびバス移動の経路（国土地理院・地理院タイル・標準地図を加工して作成）．

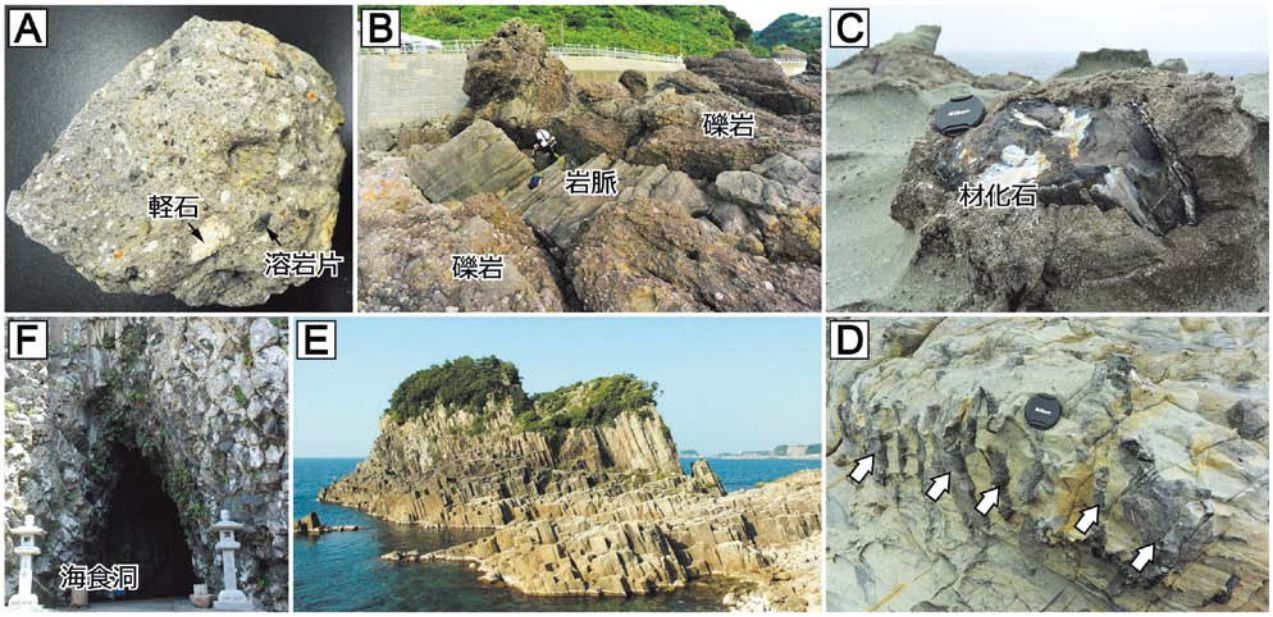

図2. 観察地点の岩石･化石および特徴的構造．(A)四ヶ浦小学校の崖の火砕岩，(B)潮吹岩の礫岩層と岩脈，(C)軍艦岩の材化石，(D) 軍艦岩の巣穴化石（白色矢印），(E) 鉾島の流紋岩溶岩の柱状節理，(F) 越前松島の溶岩と離水海食洞．

2-5. 越前松島の火山岩

坂井市三国町の海岸には，中新世の米ヶ脇層（火山岩・堆積岩）が分布しており（安野，1994），越前松島から浜地に至る海岸には，玄武岩質安山岩が分布している（吉澤，2012）．本層の主な岩相は，溶岩，火山角礫岩，凝灰角礫岩，火山礫凝灰岩，スコリア質凝灰岩および軽石質凝灰岩などであり（安野，1994），越前松島には柱状節理の発達した溶岩および直下の火山礫凝灰岩が分布している．溶岩基底部は水冷破砕しており，定置環境は浅海域であったと考えられている（吉澤，2012）．本溶岩から，12.5 Ma の K–Ar 年代が報告されている（東野・清水，1987）．本溶岩に含まれる主な斑晶鉱物は，輝石，斜長石である（吉澤，2012）．本溶岩分布域の複数箇所において，海食洞および離水海食洞がみられる（図 2F）．

3. 野外観察用ガイドの作成

前章で記した各地点における観察内容の多くは，小学 6 年生理科「土地のつくりと変化」の学習範囲を超えるものである．そこで著者らは，児童の理解を補助する目的で，各地点における観察内容をまとめた観察用ガイド（小冊子）を作成した（図 3）．本教材は，野外観察学習を行う 5 地点の写真と地質的解説内容をまとめたものである．本教材は，ワークシート形式ではなく，解説本形式であるため，野外へ出かける日までに内容に目を通しておくことが望ましい．また，野外観察学習後も各自が活用可能な教材が理想的である．従って，児童が保護者と一緒に学習する際に活用されることを想定して，解説内容を考えた．解説文には専門的用語の使用を極力避け，小学 6 年生が理解可能な平易な言葉を選定した．

図3. 野外観察用ガイドの解説例（軍艦岩の化石の解説ページ）．

4. 教育実践

4-1. 事前学習

事前学習では，「日本海の形成」，「岩脈の形状」，「足跡化石の形成」，「柱状節理の形成」について，演示実験等を交えて説明した（図 4）．これらの内容は，野外観察学習プログラムの核であるが，児童にとって未習事項であるため，丁寧な説明が必要である．野外において十分な説明時間を確保することは困難であると考え，事前

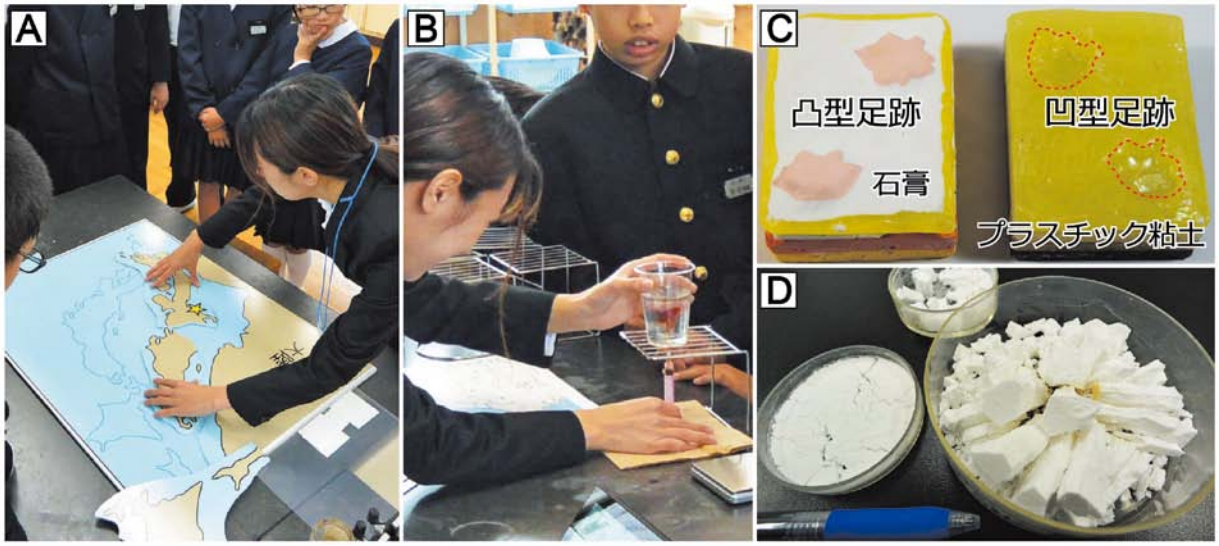

図4. 四ヶ浦小学校事前学習の様子．(A)パネル教材を用いた日本海形成の説明，(B)ゼラチンとラー油を用いた岩脈形成モデル実験，(C) プラスチック粘土と石膏を用いた足跡化石形成モデル実験，(D) 片栗粉とエタノールを用いた柱状節理形成モデル実験．

学習で扱うこととした．授業時間は 45 分間であり，対象は四ヶ浦小学校 6 年生 16 名である．常磐小学校では事前学習を実施していない．

日本海の形成については，パネル教材を用いて説明を行った．本教材は，海洋にユーラシア大陸部分を貼り付けたパネル 1 と，日本列島を描いたパネル 2（フォッサマグナで分断）からなり，パネル 1 上でパネル 2 を動かすことにより，視覚的にイメージしやすいように日本海形成過程の概要を説明した（図 4A）．

岩脈の形状の説明には，下岡ほか（2018），高田（2006）の手法に従い，ゼラチンを地殻岩石に，ラー油をマグマに見立てた岩脈形成モデル実験教材を事前学習に導入した（図 4B）．ゼラチンの底部から注射器でラー油を注入し，浮力によるラー油の上昇，平板状の通路（岩脈）形成について，観察しながら解説した．

足跡化石の形成については，プラスチック粘土と石膏を用いた演示実験を交えて説明した．模型の足型を付けたプラスチック粘土の陥没部分に石膏を流し込み固化させた後，プラスチック粘土と石膏の境界で両者を分離することで，プラスチック粘土層に凹型足跡，石膏層に凸型足跡を出現させた（図 4C）．

柱状節理の形成については，片栗粉とエタノールによる柱状節理モデル実験教材（西本ほか，2011；Toramaru and Matsumoto, 2004）を用いて説明した．前日までに，片栗粉･エタノール混合物を 200 mL ビーカーに入れてレフランプによる照射で加熱・乾燥させたものを準備しておき，事前学習当日に児童に配布した．ビーカーを小皿の上で反転させて中身を出し，乾燥により柱状に割れた片栗粉を観察させた（図 4D）．この観察を通じ，溶岩も同様に体積収縮によって柱状に割れることを説明した．

4-2. 野外観察学習の内容およびスケジュール

今回の野外観察学習では，「潮吹岩」「軍艦岩」「鉾島」「越前松島」の 4 地点をバスで巡った（図 1）．時間の都合上，「四ヶ浦小学校の崖に露出する火砕岩」については露頭観察を行わず，写真・標本提示による概要説明を行った．内容および行程を表 1 に示す．

第 1 地点の潮吹岩においては，中新世礫岩層と，それを貫く安山岩岩脈（図 2B）を観察した．まず，児童を礫岩層からなる岩場の平坦面に誘導し，足元の岩石が多様な岩種の円礫からなることに注目させ，本地点および周辺の大地が水による運搬・堆積作用で形成されたということを説明した．次に，数十メートル移動して，礫岩

表1. 野外観察学習の内容およびスケジュール．

時間経過	講師・補助スタッフの活動（それぞれ○･●で示す）	児童の活動
開始	四ヶ浦小学校発．	
20分	潮吹岩着． ○礫岩層の岩場に誘導し，足元の岩石が水による運搬・堆積で形成されたことを説明． ○数十メートル移動し，礫岩層と安山岩岩脈の境界部を観察させる．	講師の説明を聴く． 岩脈形状モデル実験を想起する．
50分	トイレ休憩の後，潮吹岩発．	
60分	軍艦岩着． ○軍艦岩上に誘導し，ざらざらとした触感に注目させ，軍艦岩が砂岩からなることを説明． ○児童を 3 班（各8名）に分け，ローテーション形式で順に観察するように指示．	講師の説明を聴く．
	【材化石の観察】 ●材化石がマングローブ由来であり，当時の環境は熱帯一亜熱帯湿地であったことを説明．	材化石を観察し，講師の説明を聴く．
	【カニの巣穴化石の観察】 ●カニの巣穴の写真を提示し，巣穴化石の形状と見比べさせる． ●巣穴の形状が化石として保存される過程を説明．	巣穴化石を観察し，講師の説明を聴く．
	【足跡化石の観察】 ○堆積時にサイやゾウが生息していたこと，足跡化石が凸型であること，地殻変動により足跡化石がほぼ垂直に傾いたことを説明．	足跡化石を観察し，講師の説明を聴く． 足跡化石モデル実験を想起する．
100分	トイレ休憩の後，軍艦岩発．	
110分	鉾島着． ○遊歩道の手前まで誘導し，駐車場から柱状節理を遠望させる． ○柱状節理モデル実験教材で，体積収縮による柱状節理形成について演示・解説． ○事前採取した鉾島の岩石を児童に手渡し，気泡や流紋岩の色に注目させて，観察させる．	柱状節理を観察する． 演示実験を観察して，解説を聴く． 鉾島の流紋岩の岩片を観察する．
125分	鉾島発．	
155分	越前松島着． ○溶岩露頭へ誘導し，様々な伸び方向の柱状節理と暗色の玄武岩質安山岩溶岩を観察させる． ○離水海食洞の前へ誘導し，波食による海食洞形成について説明．点在する小島が元は一枚の溶岩であり，波食により分断されたものであることを説明．	柱状節理を観察，溶岩の色に注目． 講師の説明を解説を聴く．
195分	○越前松島の駐車場へ誘導し，四ヶ浦小学校の崖に露出する岩石が火砕岩であることを説明． ○事前採取した現地の火砕岩を児童に手渡し，軽石や溶岩片に注目させる． ○火砕岩は高温・高速の火砕流によってもたらされたものであること，四ヶ浦小の崖を構成する火砕岩の厚さは約70mであり，大きな噴火が起こった証拠であることを説明．	講師の説明を聴く． 火砕岩を観察する． 講師の説明を聴き，当時の火山活動を想像する．
210分	終了・解散．	

層と安山岩岩脈の境界部を観察し，礫岩堆積後にマグマが貫入したことを説明した．その際，事前学習で行った岩脈形成モデル実験（図 4B）を想起させながら，岩脈が平板状であることを確認した．本地点における滞在時間は，約 30 分間であった．

第 2 地点の軍艦岩においては，材化石（図 2C）・カニの巣穴化石（図 2D）・サイの足跡化石を観察した．最初に，児童を軍艦岩上の平坦面に誘導し，足元の岩石のざらざらとした触感に注目させ，軍艦岩が砂岩からなる岩礁であることを説明した．その後，児童を 3 班（各 8 名）に分けた上で，材・足跡・巣穴化石をローテーション形式で順に観察した．これら 3 種類の化石は軍艦岩の異なる場所に存在し，各場所には大人数が一度に観察できる程の安定した空間が存在しないため，観察を円滑に行うためにこの形式をとった．各班の引率は四ヶ浦・常磐小学校の付添教諭が行い，化石の解説は講師（齋藤）および他のスタッフ（三好・藤井）が分担して行った．材化石観察の際には，それらがマングローブ由来であり，当時の環境は現在とは全く異なり，熱帯－亜熱帯湿地であったことを説明した．足跡化石観察の際には，砂の堆積時にサイやゾウ等が生息していたこと，足跡化石が凸型であること，地殻変動により足跡化石がほぼ垂直に傾動したことを説明した．凸型の足跡化石の成因については，事前学習で実施した足跡化石形成モデル実験を想起させ，野外観察用ガイド（図 3）の解説図で補足しながら説明した．巣穴化石観察の際には，カニの巣穴の写真を提示し，それと巣穴化石の形状が類似することを説明した．巣穴化石の成因については，カニの巣穴の形成後，粒子組成の異なる砂が巣穴に流入することで，明瞭な巣穴の形状が化石として保存されると説明した．本地点における滞在時間は，約 40 分間であった．

第 3 地点の鉾島においては，柱状節理の発達した流紋岩溶岩（図 2E）を観察した．鉾島の遊歩道まで移動して溶岩露頭を直接観察する時間的余裕がなかったため，遊歩道手前の駐車場から柱状節理を遠望した．常磐小学校児童は事前学習を受けておらず，柱状節理については未習であった．柱状節理の形成過程について，現地における口頭説明のみでは不十分と考え，事前学習同様のモデル実験教材（図 4D）を持参し，溶岩の体積収縮による柱状節理形成について演示・解説した．その後，予め採取しておいた鉾島の岩石を児童に手渡し，気泡や，流紋岩特有の白みがかった色を観察させた．本地点における滞在時間は，約 15 分間であった．

第 4 地点の越前松島においては，柱状節理の発達した玄武岩質安山岩溶岩と海食洞（図 2F）を観察した．溶岩露頭を観察しながら，鉾島の溶岩と比較して，越前松島の溶岩は様々な伸び方向の柱状節理で特徴付けられること，暗色を呈することを説明した．その後，離水海食洞の直前まで移動し，波食による海食洞形成について説明した．また，海食洞周辺に点在する，柱状節理が顕著な複数の小島を指し示しながら，それらが元は一枚の溶岩であり，波食により分断されたものであることを説明した．また，海食洞が分断の途中の状態であることも説明した．本地点における滞在時間は，約 40 分間であった．

最後に，四ヶ浦小学校の崖に露出する火砕岩について，越前松島の駐車場で説明を行った．予め現地で採取しておいた火砕岩の標本（図 2A）を児童に手渡し，そこに含まれる軽石や溶岩片などに注目させた．また，火砕岩が火砕流堆積物であり，高温・高速の極めて危険な火山現象によってもたらされたものであることを説明した．四ヶ浦小学校の崖を構成する火砕岩の厚さは約 70m であるため，分厚い堆積物をもたらした当時の火山活動がいかに大規模なものであったかを想像させた．

5. 結果

5-1. 事前アンケート調査結果

野外観察学習実施前における，単元「大地のつくりと変化」の学習に対する児童の興味・関心，意欲等を調査するため，事前アンケート調査を実施した．対象は，四ヶ浦小学校 6 年生 16 名，常磐小学校 6 年生 8 名の，計 24 名である．四ヶ浦小学校の児童に対しては，事前学習（10 月 23 日）直前に調査を行ったため，事前学習による調査結果への影響はない．結果を以下に記す．

設問 Q1 で本単元の学習を児童がどの程度楽しいと感じているかを問うたところ，「楽しい」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 63%，常磐小 100%であった．「少し楽しい」，「あまり楽しくない」と回答した児童の割合は，それぞれ，四ヶ浦小 31%，6%であった（図 5A）．Q1 の選択理由を問うた設問 Q2 に対する児童の回答を表 2 に示す．全回答のうち，地層の縞模様や種類に関する記述が 3 件，地層・岩石の成因に関する記述が 11 件，過去の地質現象・古環境推定に関する記述が 6 件得られた．また，四ヶ浦小児童からは，理科自体に対する苦手意識等を示す否定的回答も得られた．

設問 Q3 で本単元の学習内容の理解のしやすさを問うたところ，「理解しやすい」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 63%，常磐小 100%であった．「少し理解しやすい」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 38%であった（図 5B）．Q3 の選択理由を問うた設問 Q4 に対する児童の回答を表 3 に示す．四ヶ浦小児童からは，視聴覚教材活用の効果を示唆する回答が多く得られた．常磐小児童全員から，堆積実験の効果を示す回答が得られた．また，四ヶ浦小児童からは，例示の理解困難を示唆する否定的回答も得られた．

設問 Q5 で児童の学習意欲を問うたところ，身近な地質成因について，深く知りたいと「思う」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 56%，常磐小 100%であった．「少し思う」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小25%であった．「あまり思わない」，「思わない」と回答した児童の割合は，それぞれ，四ヶ浦小 6%，13%であった．（図 5C）．

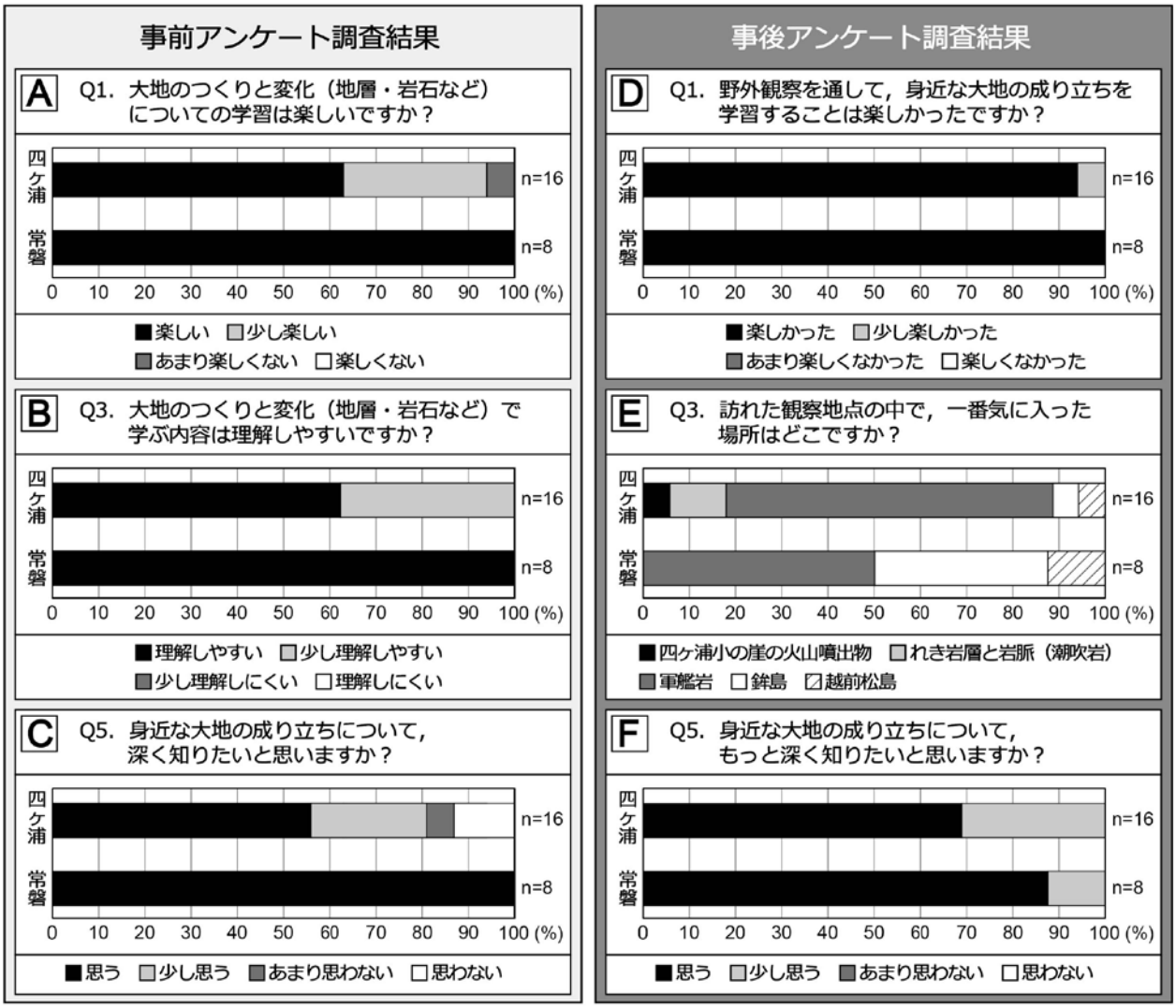

図5. アンケート調査結果．(A) (B) (C)：事前アンケート調査結果；(D) (E) (F)：事後アンケート調査結果．n値は回答者数を示す．

表2. 事前アンケート調査Q1の選択理由（事前アンケート設問Q2の回答）．

小学校	記述内容
四ケ浦小	○地層の縞模様がとても面白いから． ○地層には色々な種類がある．それを調べてゆくと，とても楽しく，驚きなどがあるから． ◎地層が縞模様になっているのはなぜかを考えるのが楽しかったから． ◎火山や水の働きで，縞模様の層になってゆくのが面白いと思ったから． ◎なぜ、大地に地層ができるのかや，どうやってつくられたのかを知ることができるから． ◎色々な岩石がある．自然にできた物で，自然の仕組みも分かる．あまり見たこともないから． ◎普段見ている地面の奥が，自然の力で層になっていることが分かったから． ●勉強になるけど，高所恐怖症だから． ●理科があまり好きじゃないから．
常磐小	◎れき・砂・泥などは混ぜて入れても縞模様になるのが不思議だったけど，実験でたしかめて楽しかったから． ◎化石になったり，しま模様になるのがすごくて面白いから．長い年月がたって，きれいな地層になっていて驚いた． ◎長い年月の間に，火山や水の働きであんな大きなちそうができるなんて驚いた．自然の働きは，とてもわくわくします． ☆ヒマラヤ山脈からアンモナイト化石が出て不思議に思い調べると，大昔そこが海だったという話に興味をもったから． ☆昔，日本がこんなふうだったなど学べるから．自分たちの家はどんなんだったのか知りたいから． ☆自然がどのように動き，できていくのかが分かるから．火山噴火や，地震などのことが深く知れるから． ☆昔，水の中でできた地層が盛り上がって陸上に出るのがとても不思議に思ったから． ☆自然の中にある身近な物について知れるから．昔の日本のことなどが知れるから．石や化石などが好きだから．

代表的なものを選出し，部分的に誤字修正，漢字変換を施した．○地層の縞模様や種類に関する記述，◎地層・岩石の成因に関する記述，☆過去の地質現象・古環境推定に関する記述，●否定的記述．

5-2. 事後アンケート調査結果

野外観察学習に対する児童の評価・反応を知るため，事後アンケート調査を実施した．対象は事前アンケート調査と同一である．結果を以下に記す．

設問 Q1 で，野外観察学習を児童がどの程度「楽しい」と感じたかを問うたところ，「楽しかった」と回答した

児童の割合は，四ヶ浦小 94%，常磐小 100%であった．「少し楽しかった」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 6%であった（図 5D）．Q1 の回答理由を問うた設問 Q2 に対する児童の回答を表 4 に示す．軍艦岩における化石観察についての記述が大部分であり，その他，見慣れた風景の見方の変化についての記述もみられた．Q1 で「少し楽しかった」を選択した 1 名は，高所が苦手であったことを理由として挙げていた（表 4）．

設問 Q3 で，特に印象に残った観察地点を問うたところ，「軍艦岩」と回答した児童の割合が最多であり，四ヶ浦小 75%，常磐小 50%であった．「四ヶ浦小学校の崖の火山噴出物」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 6%であった．「れき岩層と岩脈」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 13%であった．「鉾島」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 6%，常磐小 38%であった．「越前松島」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 6%，常磐小 13%であった（図 5E）．Q3 の回答理由を問うた設問 Q4 に対する児童の回答を表 5 に示す．いずれの回答も，大部分は野外における実物観察に関するものであった．

設問 Q5 は，野外観察学習終了後の，児童の「身近な地質の成因」に対する関心度合いを問う設問である．身近な大地の成り立ちについて、もっと深く知りたいと「思う」と回答した児童の割合は，四ヶ浦小 69%，常磐小 88%であった．「少し思う」を選択した児童の割合は，四ヶ浦小 31%，常磐小 13%であった（図 5F）．

設問 Q6 は，野外観察学習終了後の児童の率直な感想（疑問・驚き・発見等）を調査するための自由記述欄である．得られた感想を表 6 に示す．大部分を占めたのは，野外における新発見についての感想であった．

6. 考察

6-1. 野外観察学習実施前における児童の実態

事前アンケート調査結果は，「大地のつくりと変化」の学習に対する児童の興味・関心，意欲が全体的に高いことを示した（図 5）．否定的回答は，四ヶ浦小学校の一部の児童にのみみとめられたが，「高所恐怖症」「理科が苦手」など，本単元の学習内容に関する理由によるものではなかった（表 2）．児童が本単元に対して持つ肯定的印象の理由として，「地層・岩石の成因」に関する興味・関心が両校に共通して多く挙げられた．また，常磐小学校児童の多くが古環境推定に対する興味を示したことは大きな特徴である（表 2）．「大地のつくりと変化」の授業の理解のしやすさについては両校ともに全ての児童が肯定的回答をしており，事前の内容理解度について

表3. 事前アンケート調査Q3の選択理由（事前アンケート設問Q4の回答）．

小学校	記述内容
四ヶ浦小	□教科書に写真や文などがあり，昔起こったことを分かりやすく教えてくれるから． □教科書を見たり先生の話を聞いたりしているから． □教科書に色々な写真が載っているから． □教科書に色々な実物の写真を載せているから．そしてビデオを観てしっかりふり返りをするから． □実験やビデオを見て，分かるまでやったから． ●例え方がわからないことがあるから．
常磐小	■実際にペットボトルに水と泥・砂などを入れて実験してみて，大地のつくりがよく分かったから． ■実験が分かりやすかったから．ペットボトルの中に土と水を入れて振り，本当に縞模様になるという実験をしました． ■地層がなぜできたか疑問に思い，実験（ペットボトルで地層ができる実験）で分かったから． ■5年生で習った侵食なども出てくるし，実験で地層を作って，地層のでき方がなんとなく分かってきたから． ■実験で沈んでゆく様子などがよく分かるから．地層が身近にあるから．

代表的なものを選出し，部分的に誤字修正，漢字変換を施した．□視聴覚教材活用の効果を示唆する回答，■堆積実験の効果を示す回答，●否定的回答．

表4. 事後アンケート調査Q1の選択理由（事後アンケート設問Q2の回答）．

小学校	記述内容
四ヶ浦小	○見たことのない物，足跡の化石，木の化石，巣穴の化石などが見れてうれしかったから． ○いつも見ていた大地でも，地層のことを知りながら観察できたから． ○普段通り過ぎているような場所も，観察してみると，色々な成り立ちがあって楽しかったからです． ◎いつもは知らずに生活していたけれど，知ることができて考えることができたから． ◎大地のことがよく分かったし，登校坂の石のことも分かったからです． ●高い場所が嫌だったからです．
常磐小	○普段見れない地層が見れて勉強になったから．知らないことがたくさんあったから． ○普段見れないような地層が見れたり，説明がとても分かりやすかったから． ○色々な種類の地層を見せてもらっておもしろかったし，波の力で岩が削れて洞窟ができたのが驚いたから． ○単穴や足跡の化石を実際に見れて，洞窟などにも行けたからです．地層を間近で見ることができて勉強になったからです． ◎自分が住んでいる大地が色々なことが積み重なって出来ているということが分かったから． ◎自分達の身の回りの大地の知らないことが次々に分かっていったから． ◎今まで気付かなかった身近なことが，すごく重要で，このように大地ができているのだと思ったからです．

代表的なものを選出し，部分的に誤字修正，漢字変換を施した．○軍艦岩の化石に関する記述，◎見慣れた風景の見方の変化についての記述，●否定的回答．

は特に問題ないことが示された．表 3 の記述内容から，四ヶ浦小学校では視聴覚教材，常磐小学校では地層堆積実験を用いた授業を行っており，手法は異なるが，それぞれ児童の興味・関心や内容理解度と繋がっていることがうかがえた．この手法の違いが，表 2 に示された両校児童の興味・関心の対象の違いに反映されたのかもしれない．身近な大地の成り立ちに関する興味・関心の部分では両校児童の回答にやや違いがみられ，四ヶ浦小学校には否定的回答をした児童が少数みとめられた．以上をまとめると，野外観察学習実施前における「大地のつくりと変化」の学習に対する児童の興味・関心，学習意欲は，四ヶ浦小学校児童の一部を除き，両校ともに高い状態であったといえる．また，両校ともに児童は野外で地層・岩石を観察した経験がほとんどなかったことが確認された．

6-2. 野外観察学習の効果

事後アンケート調査 Q1 において全児童から野外観察学習を楽しんだという肯定的回答が得られた（図 5D）．その理由の記述の大部分は，野外における新発見・新体験に関するものであり，特に，実際の地層・化石の観察体験，見慣れた風景の見方の変化に関する記述が多かった（表 4）．これらの結果から，今回考案・実施した野外観察学習の内容が，多くの児童にとって新鮮であり，彼らの知的好奇心を刺激するものであったと考えられる．

事後アンケート調査 Q3 の結果は，両校の児童の中で特に「軍艦岩」が印象に残った観察地点であったことを示している（図 5E）．その理由の大部分は，植物・生痕化石の発見についてのものであった（表 5）．表現方法は様々であるが，「近くで実際に観察できた」「岩石中の化石を野外で初めて観察した」といった旨の記述が複数みとめられた．また，化石から古環境をイメージしたことを示唆する記述がみられたことは興味深い．その他，両校に共通してみられた「鉾島」「越前松島」という回答（図 5E）の理由には，野外における実物観察を通じて「実際の溶岩露頭の空間的広がり」「溶岩の色調の差異」「海食洞を形成する波の力」を実感したという内容の記

表5. 事後アンケート調査Q3の選択理由（事後アンケート設問Q4の回答）.

小学校	記述内容
四ヶ浦小	■こんなに身近に火山の噴出物があったからです. ◆昔この場所にマグマが通っていたと考えたら，すごい！！と思ったから. □いろんな化石をあんなに近くでたくさん見れて，すごいと思ったからです（生痕・材化石のイラスト付）. □軍艦岩の足跡化石があんな場所にあるなんて驚いた．木の化石が奥まで続いていてすごかった. □化石から，昔どのような植物・動物が居たのかが分かって面白かったから. □足跡化石がなぜ斜めになっているのか気になったので，軍艦岩が気に入りました. □足跡の化石や木の化石などの実際の化石が見れて気に入りました. ◇❖鉾島と越前松島の柱状節理の色が違っていることがすごいと思ったから.
常磐小	□軍艦岩では，大地の変化によってカニの巣穴や足跡の化石などが今の人々に見れるようになっていたから. □木の化石，足跡の化石など，それを見つけるまでに色々な発見をしながら探したから. □私は本当に岩の中に化石があるのか疑っていました．でも足跡や巣穴の化石を見れました（生痕・材化石のイラスト付）. ◇片栗粉を使った説明がとても分かったからです．溶岩が冷えてできたのがすごい（片栗粉実験と鉾島のイラスト付）. ◇溶岩は黒いと思っていたけれど白いものもあったし，とても大きくてびっくりした．溶岩をはじめて見た. ❖波の力で岩が削れて洞窟ができていたし，柱状節理でできていてすごいと思ったから.

代表的なものを選出し，部分的に誤字修正，漢字変換を施した．■四ヶ浦小学校の崖の火砕岩に関する記述，□軍艦岩の化石に関する記述，◇鉾島の流紋岩溶岩に関する記述，❖越前松島の玄武岩質安山岩溶岩に関する記述.

表6. 事後アンケート調査自由記述欄への児童の回答.

小学校	記述内容
四ヶ浦小	■四ヶ浦小学校では，大きな噴火があったといいますが，その噴火ではどのくらいすごい噴火のだったのか？（☆） □足跡が縦になっていて，びっくりしました. □地層は上がったり凹んだりするだけでなく，向きも変わるということが分かりました. □足跡化石を見て深く考えることができた．（足跡化石のイラスト付） □氷の中で閉じ込められた生き物は解凍すると動くのですか．化石になって残らないのですか？（☆） ◇❖柱状節理が，溶岩が冷え固まる時にできるとは知りませんでした．洞窟のでき方を知れたのもよかったです. ❖水のはたらきで，洞窟ができるという事がすごいと思いました.
常磐小	□軍艦岩の木の化石から大昔，この地域にマングローブがはえていたことが分かってびっくりしました. □足跡の岩が削れて，足跡の化石だけが残っていて驚いた．木の化石などもたくさんあってびっくりした. □軍艦岩の中に三つもの化石が入っていて驚いた．化石は1500万年前のものということが分かってびっくりした. □場所によって，地層の色が違ったことにびっくりしました．木の化石も見られて嬉しかったです. □シカやゾウなどの他に，今はいない動物の足跡もあったりするのか？（☆） □軍艦岩には木の化石，足跡の化石，カニの巣穴の化石があるけど，もっと他にも何かの跡はあるのか？（☆） ◇鉾島の真っ白の溶岩がとても大きかったし，あんなにいっぱい溶岩が冷えていてびっくりした. ◇❖たくさんの溶岩の地層があったので，昔は色んな所にたくさん火山があったのか？（☆）

代表的なものを選出し，部分的に誤字修正，漢字変換を施した．■四ヶ浦小学校の崖の火砕岩に関する記述，□軍艦岩の化石に関する記述，◇鉾島の流紋岩溶岩に関する記述，❖越前松島の玄武岩質安山岩溶岩に関する記述，（☆）野外観察学習を通じて生じた疑問.

述がみとめられた（表 5）．これらの結果から，室内における視聴覚資料の視聴や標本・実験の観察では得られない感動を，野外観察学習を通じて児童が得たことがうかがえた．

表 5 における「鉾島」「越前松島」の柱状節理に関する記述内容から，柱状節理が溶岩の冷却固化に伴い形成された構造であるということを児童が理解しており，野外で実際の柱状節理を観察して溶岩の冷却をイメージできていたと考えられる．柱状節理形成は小学校理科の範囲を超えるため，その解説は児童にとって難解であるという懸念があったが，片栗粉とエタノールを用いた柱状節理形成モデル実験に関する記述がみられる（表 5）ことから，現地における演示実験を伴った説明が児童の内容理解に効果的であった可能性がある．

事前・事後アンケート調査 Q5 の結果（図 5）を比較すると，身近な大地の成り立ちに関する児童の学習意欲は，野外観察学習を通じて概ね好転したことが考えられる．事前アンケート調査において，四ヶ浦小学校の一部の児童から否定的回答が得られていた（図 5A，C）が，事後アンケート調査では全児童が肯定的回答をしている（図 D，F）．アンケートへの回答は無記名であったため明言できないが，図 5E において，四ヶ浦小学校児童 1 名が「四ヶ浦小学校の崖に露出する火砕岩」を最も印象に残った地点として選択し，「身近な場所における火山噴出物の存在」を知った驚きを理由として挙げた（表 5）ことも，学習意欲の好転と関係があるのかもしれない．一方，図 5C と図 5F を比較すると，常磐小学校児童の身近な大地の成り立ちに関する学習意欲は，一見すると事後よりも事前の方が高かったように読み取れる．しかし，否定的回答がみられないこと（図 5F），自由記述欄に常磐小学校児童 8 名全員が野外観察学習を通じて得た感動や新たな疑問を示す感想を記した（表 6）ことから，学習意欲の低下を示す結果ではないと考えられる．

野外観察学習に対する児童の感想（表 6）は，最も印象に残った観察地点およびその理由（図 5E，表 5）と関連しており，「軍艦岩」に関する記述が最多であった（両校児童 24 名中 12 名）．それらの記述内容は，野外の岩石中から植物・生痕化石を発見する活動が，多くの児童にとって強く印象に残ったことを示している．また，「鉾島」「越前松島」の火山岩に関する複数のコメント（表 6）は，溶岩の柱状節理や海食洞の野外観察を通じ，児童が露頭の大きさや迫力を実感したことを示唆している．

以上述べたとおり，著者らが考案・実施した野外観察学習プログラムの内容は，野外における実物観察によってのみ得られる実感・新発見・感動をもたらし，身近な大地の成因に対する学習意欲の向上に貢献するものであったと考えられる．

7. まとめ

児童が身近な地質に興味を持ち，大地の成り立ちに関する理解を深めるための教育手法開発を目指し，福井県越前海岸沿いに分布する中新世火山岩・堆積岩を題材とした野外観察学習プログラムを考案し，越前町立四ヶ浦小学校・常磐小学校 6 年生を対象に実践した．室内事前学習と野外観察学習を組み合わせた本プログラムは，実物観察でしか得ることのできない実感や感動をもたらし，児童の身近な大地の成り立ちに対する学習意欲を向上させる効果を有することが，事後アンケート調査結果から示された．県内の地質を活用した新たな教育手法の形を今回探ることができたといえよう．しかしながら，児童が身近な大地の成り立ちに対してどの程度理解を深めたのかについては今回調査できなかったため，その具体的な調査方法を考案・実施することが今後の課題である．

謝辞

本研究は，2016 年度科学研究費基盤研究 C（No. 15K00914）「石ころを用いた地学教材の開発と実践」（研究代表者：藤井純子）の一環として実施された．本研究を進めるにあたり，越前町立四ヶ浦小学校の渡辺勇校長には教育実践の貴重な機会をいただいた．越前町立四ヶ浦小学校の鳥居良行教諭，伊部久代教諭，越前町立常磐小学校の芳沢明弘教諭には，事前学習および当日の野外観察学習の際に大変お世話になった．事前学習用教材作成の際には，福井大学地学教室の堀江麻美氏にご協力いただいた．野外観察学習当日は，同地学教室の浜多嘉太氏にご協力いただいた．福井大学地学教室の山本博文教授には，教材開発に際し終始激励を賜った．以上の方々に心より感謝する．

引用文献

相場博明（2004）移動教室における地学野外観察の方策と実践．地学教育，57，161-173.

福井県（2010）福井県地質図（2010 年度版）．（財）福井県建設技術公社，173p.

東野外志男・清水 智（1987）福井県三国海岸に産出する火山岩類の K-Ar 年代．石川県白山自然保護センター研究報告，no.14，25-30.

鹿野和彦・山本博文・中川登美雄（2007）福井地域の地質．地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図福），産総研地質調査総合センター，68p.

文部科学省（2017）小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編．大日本図書，89-91.

中川登美雄（2003）福井県北部の海岸地域の地層の教材化―福井県三国町東尋坊付近の地層の教材化―．平成 14 年度「福井県初等中等教育研究奨励事業」研究報告書，67p.

西本明弘・水口 毅・狐崎 創（2011）乾燥亀裂における柱状構造．地質学雑誌，117，183-191.

下岡順直・三好雅也・西村光史・石橋秀巳・山本順司

（2018）岩脈形成過程を観察する教材の教育実践と体系的解説．地球環境研究，20，95-102.
白井久雄（2007）掛川層群を対象とした小学校第６学年「大地のつくりと変化」の地層察と授業報告．地学教育，60，33-40.
高田 亮（2006）「マグマの上昇と噴火」のアナログ実験：地球がゼラチンにマグマが油に．地質ニュース，627，7-12.
Toramaru, A. and Matsumoto, T. (2004) Columnar joint morphology and cooling rate: A starch-water mixture experiment. Journal of Geophysical Research, 109, 1-10.
安野敏勝（1994）福井県三国町の地質と野外観察．高志高等学校研究集録，no.22，1-23.
吉澤康暢・梅田美由紀・山本博文・中川登美雄（2009）ふくい地質景観百選．福井市自然史博物館，120p.
吉澤康暢（2012）越前松島玄武岩質安山岩の産状．福井市自然史博物館研究報告，no.59，7-16.

Development of a field-based geoscience study program for elementary school students using coastal geological materials in Echizen kaigan, Fukui prefecture, Japan.

Kyoko SAITO, Masaya MIYOSHI and Junko FUJII

Keywords：Geoscience education, Regional geology, Field excursion, Fukui prefecture, Elementary school education