

地学教育

第60巻 第6号(通巻 第311号)

2007年11月

目 次

原著論文

地域の地質素材を活かした総合的な学習の時間の教材

—新潟県上越地域を例にして—

……………天野和孝・平野浩一・田中哲也・品田やよい・石野繁男…(191~199)

水酸化ナトリウムによる放散虫化石の個体分離法について

……………橋本寿夫・村田 守・西村 宏・藤岡達也…(201~209)

教育実践論文

直接経験と間接経験のどちらを支持するか

—地学領域を例とした意識調査—……………相場博明…(211~226)

学会記事 (227)

日本地学教育学会

平成 20 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 62 回全国大会

東京大会（第一次案内）

日本地学教育学会会長（星槎大学） 下野 洋
全国大会実行委員長（東京学芸大学） 松川正樹

大会テーマ：「都市化の進んだ環境の中での地学教育」

主催：日本地学教育学会

共催(予定)：東京学芸大学，東京都地学教育研究会，
東京都中学校理科教育研究会，東京都小
学校理科教育研究会

後援(予定)：文部科学省，東京都教育委員会，小金井
市教育委員会，国分寺市教育委員会，小
平市教育委員会

期 日：平成 20 年 8 月 17 日(日)～19 日(火)

会 場：東京学芸大学

日程(予定)：8 月 17 日：記念講演・研究発表・シン
ポジウム・ポスター・ジュニアセッショ
ン・夜間小集会・懇親会

8 月 18 日：研究発表

8 月 19 日：巡検，見学会

ジュニアセッション：関東地域の小中高校生による地
学・環境に関する研究発表

研究発表：口頭発表およびポスターによる発表

シンポジウム(予定)：新学習指導要領と都市化の進ん
だ環境の中での地学教育

講演(予定)：1. 前会長講演
2. 現在折衝中

巡検・見学会(予定)：

A コース 多摩川中流域に分布する鮮
新-更新統上総層群の陸成層
と海成層

B コース 伊豆大島の火山と火山堆積物

C コース 東京天文台・情報通信研究機
構

大会事務局

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

東京学芸大学・環境科学分野

松川正樹

E-mail: matsukaw@u-gakugei.ac.jp

地域の地質素材を活かした総合的な学習の時間の教材

—新潟県上越地域を例にして—

Teaching Tool for “Period of Integrated Study”
Using Regional Geological Material, with an
Example from Joetsu District

天野和孝*¹・平野浩一*²・田中哲也*³
品田やよい*⁴・石野繁男*⁵

Kazutaka AMANO, Koichi HIRANO, Tetsuya TANAKA,
Yayoi SHINADA and Shigeo ISHINO

Abstract: Analysis shows that regional geological material was not used effectively in the “Period of Integrated Study” in elementary and junior high schools of Joetsu District, Niigata Prefecture. This is partly due to settling stereotypic themes in this district. We found, however, that in some cases it is possible to introduce the geological material as a teaching tool for 3rd or 4th grade students.

Key words: teaching tool, Period of Integrated Study, geological material, Joetsu

1. はじめに

学習指導要領では、総合的な学習の時間のねらいとして『自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てること。』とされている(文部省, 1999a, b)。しかし、実際には学校ごと学年単位で課題が設定されていることが多い(たとえば文部科学省「総合的な学習の時間」応援冊のページ)。また、中央教育審議会(2003)において総合的な学習の時間についての問題点が指摘され、『各教科で身につけた資質や能力相互の関連づけ、深化・総合化の観点や計画的な指導、学年間・学校間・学校段階間の連携などが重要であることを明確化する必要がある』とされている。教科を基礎とした総合的な学習の時間を打ち出した点で、大きな変更といえる。

学習指導要領総則で例示されている課題『国際理解、情報、環境、福祉・健康』のうち、実際に多くの

小中学校では環境教育的な内容の課題が設定されている(たとえば文部科学省「総合的な学習の時間」応援冊のページ)。環境教育と地学教育の関係については、すでに青野(1999)により総括されているように1970年代後半から議論されてきた。このうち、下野(1995)は土壌を教材として提示し、児童生徒が野外での具体的な活動を通じて、身近な自然環境についての学習から始めることの重要性を述べている。一方、藤岡・柴山(1991)は高校教育における地学教育と関連した環境教育の一環として自然災害の教材化を試みている。

総合的な学習の時間において地学的内容を扱った実践例の報告はあるが、関連した学術雑誌を精査したところ、2種類の雑誌のみに7編の論文しか認められなかった(表1)。河川を対象とした研究例が多いことは、理科と他の教科を総合させる教科総合的学習(児島, 1999)に結びつけやすいからであろう。これらの研究のうち、香西・松木(2000)は高知県東部の小川川である物部川を対象に総合での学習(導入: 物部川

*¹ 上越教育大学学校教育研究科地学教室 *² 十日町市立浦田小学校 *³ 上越市立城北中学校

*⁴ 妙高市立新井北小学校 *⁵ 上越市立春日小学校 2007年4月12日受付 2007年9月14日受理

表1 総合的な学習の時間における理科の扱いについて先行研究

| 校種 | 項目 | 題目または事項 | 雑誌 | 著者名 |
|-----|----|----------------|-------|--------------|
| 中学校 | 環境 | 鎌倉の海・川 | 理科の教育 | 海老沢・横田(1999) |
| 中学校 | 環境 | 荒田川流域の環境 | 理科の教育 | 林(1999) |
| 高校 | 災害 | 過去の自然災害とストーリー化 | 理科の教育 | 山田(1999) |
| 中学校 | 地域 | 化石・石碑・博物館 | 理科の教育 | 高橋(2000) |
| 高校 | 環境 | 河川を科学する | 理科の教育 | 田先(2000) |
| 高校 | 環境 | 地下水 | 理科の教育 | 大島(2004) |
| 小学校 | 環境 | 流路の短い河川 | 地学教育 | 香西・松木(2000) |

で遊ぼう), 理科での学習(流れる水の働き), 総合的な学習の時間での学習(発展: 物部川をもっと知ろう, 物部川を守ろう)をドッキングさせたユニークな試みを提案した。

総合的な学習の時間における自然環境の取り扱いでは生物や水質のみが対象となりがちであるが, 災害や生活と密接に結びついた地質学的な要素を無視することは本来できないはずである。また, 総合的な学習時間では, 環境教育の一環として野外観察を行うことができ, 地質の野外観察にも活用していくメリットがある。

本論では, 河川を対象とした学習を含め, 地学のうち地質素材を環境教育の観点から総合的な学習の時間にどのように取り入れていくか新潟県上越地域を中心に検討した。まず, これまで総合的な学習の時間における地質学的な内容の取り上げられ方について調査し, 問題点を指摘する。その後, 上越地域の地質素材について検討し, それらを利用した教材例を提示する。

2. 上越地域における総合的な学習の時間

新潟県上越地域は県の南西部に位置し, 上越市, 糸魚川市, 妙高市, 十日町市松代・松之山地区からなる。上越地域で平成16~18年度にかけて行われた総合的な学習の時間で, 地学に関連すると考えられる対象(たとえば河川, 山, 海)を取り上げた小中学校を調査した。その結果, 上越地域の多くの小学校で4年次に河川が取り上げられていることが分かった(表2)。なかには, 谷浜小学校, 大潟小学校のように海岸付近に位置しているながら, 河川を取り上げている学校も見られる。これは主として, 理科よりもむしろ社会科と関連づけて行われているためと推察される。つまり, 小学校の社会科では4年次に河川が取り上げられているのに対し, 理科では5年次に取り上げられているか

らである。こうした関係もあり, 多くの学校では河川の水質分析や生物に重点が置かれている。地質的な見方で扱われている例としては, 上越市立針小学校で行われている石の種類調べ, 上越市立豊原小学校で行われている上流から下流への石の大きさ比べ, 十日町市立奴奈川小学校での河床で採集される化石などが挙げられる。また, 糸魚川市立今井小学校や田沢小学校では, 採石場の見学が行われている。一方, 中学校では, 地域の自然環境に関して松之山中学校がブナ林の上壤を扱っている例が見られる。

以上から, 上越地域における総合学習の時間において, 地質的な内容を扱っている学校は35校中7校のみである。また, 本地域の自然環境についてのテーマは前述したように河川に偏り, 地域の自然や地質素材を活かしきれていないと言える。これは, 全国的にも見られる傾向で, 文部科学省平成15~16年度モデル事業内での地学に関連した授業内容を見ると, 河川を中心とした内容になっている(表3)。

3. 上越地域における地質素材

上越地域は日本海に面し, 山地に囲まれているため, 地質素材は比較的豊富にある。ここでは, 河川, 海, 山, 資源, 災害の観点からどのような素材があるのかを検討した(表4)。

(1) 河川

本地域では, 上述したように河川のみが総合的な学習時間における自然環境の対象としてクローズアップされてきた。総合的な学習の時間に河川を対象とした場合には, 水質調査や水辺の生き物だけでなく小学校5年生の理科での『流れる水の働き』と関連づけて, 児童が実際に川に入って場所による流れの速さの違いを実感させたり, 石の大きさから流れの速さを推測するなどが可能と思われる。中学1年生理科であれば『大地の変化』で河川の礫の種類も調べることができ

表2 上越地域で河川・海・山を扱った総合的な学習の時間と地質素材の関連性

| 年度 | 市 | 学校名 | 学年 | 河川・海・山の名前 | 地質素材との関係 |
|------|------------------|------|------|-------------|----------|
| 平成16 | 上越市 | 大手町小 | 4 | 青田川 | |
| | | 大町小 | 4 | 青田川, 儀明川 | |
| | | 南本町小 | 4 | 青田川 | |
| | | 黒田小 | 4 | 青田川, 南葉山 | |
| | | 飯小 | 4 | (川探検) | |
| | | 稲田小 | 4 | 関川 | |
| | | 和田小 | 4 | 矢代川 | |
| | | 大和小 | 4 | 矢代川 | |
| | | 高志小 | 4 | (川探検) | |
| | | 春日小 | 3 | 春日山 | |
| | | 春日小 | 4 | 春日山, 中ノ俣 | |
| | | 諏訪小 | 4 | 飯田川 | |
| | | 国府小 | 4 | 日本海 | |
| | | 谷浜小 | 4 | 桑取川 | |
| | | 桑取小 | 3, 4 | 桑取川 | |
| 平成17 | 上越市(旧中頸城郡, 東頸城郡) | 宮嶋小 | 4 | 柿崎川 | |
| | | 中郷小 | 4 | 片貝川 | |
| | | 黒川小 | 4 | 柿崎川 | |
| | | 南川小 | 4 | 保倉川 | |
| | | 針小 | 4 | 大熊川 | 石 |
| | | 豊原小 | 4 | 別所川, 関川 | 石の大きさ |
| | | 大潟小 | 4 | 潟川 | |
| | | 下保倉小 | 4 | 柿野川 | |
| 平成18 | 十日町市(旧東頸城郡) | 奴奈川小 | 4 | 洩海川, 城川, 濁川 | 化石 |
| | | 浦田小 | 3, 4 | 洩海川etc. | 化石 |
| | | 松之山中 | 1 | ブナ林 | 土壌 |
| 平成18 | 糸魚川市 | 大野小 | 5 | 姫川 | |
| | | 今井小 | 4, 6 | 琴沢採石場 | 岩石 |
| | | 大和川小 | 4 | 姫川 | |
| | | 田沢小 | 4 | 田海川, 黒姫山 | 石灰岩 |
| | | 南能生小 | 3, 4 | 能生川 | |
| 平成18 | 妙高市 | 新井小 | 4 | 矢代川・万内川 | |
| | | 新井北小 | 4 | 関川・矢代川・万内川 | |
| | | 新井南小 | 4 | 関川・矢代川・万内川 | |
| | | 姫川原小 | 4 | 関川 | |

表3 文部科学省平成15～16年度総合的な学習の時間モデル校での環境教育

| 学校名 | 学年 | 事項 |
|----------|----|----------------|
| 八王子市立榑原小 | 5 | 浅川筏下り(流れる水の働き) |
| 八王子北高校 | 1 | 浅川を調べよう(科学的) |
| 東海市立加木屋中 | 2 | 大田川、知多半島の地形 |
| 御調町立御調中 | 1 | 水質調査 |
| 神戸市立魚崎中 | 1 | 淡路島臨海学校 |
| 前原市立前原中 | 1 | 地域の水や河川 |

よう。

(2) 海

上越地域の海岸では中国や韓国のゴミが打ち上がるものが多く(山田, 2002), 特に韓国製のゴミが多く打ち上がる理由として西方からの海流が必要であり対馬暖流が主要な原因の一つと考えられる。また, 最近ではこれまで日本海に見られなかった熱帯の動物(マントア, クマノミ, ヒロオウミヘビ, オオフトトゲヒトデ, スムラサキダカラ, ジュセイラ, キビムシロなど)が採集されている(産経新聞, 2006; 萩市立博物館, 2007)。これらを調査することにより, これらの生物が対馬暖流に伴い北上したことや日本海における最近の海水温の上昇を知り, その要因を考えていく過程で, 地球温暖化問題に関連づけることも可能である。したがって, 総合的な学習の時間に海流について学ぶことも可能である。

(3) 山

上越地域には火山や火山活動により形成された山(妙高山, 焼山, 米山)と海成堆積物が隆起して形成された南葉山, 春日山, 東頸城丘陵などがある。現状では上越市立黒田小学校, 春日小学校がそれぞれ校区の

近くにある南葉山や春日山を対象に実践しているに過ぎない。火山については資源や災害の観点から, 海成堆積物の隆起による山の場合には化石を利用した総合的な学習のテーマの設定が可能である。

(4) 資源

資源の利用と生活の観点から総合的な学習に取り入れた例は上越地域ではほとんど見られない(表2)。例えば, 石材(妙高市の千草石=ヒン岩, 米山の安山岩, 黒姫山の石灰岩), 石油・天然ガス(牧油田, 別所油田, 犀潟ガス田), 温泉(赤倉温泉, 松之山温泉), ヒスイ(糸魚川市)など地域のくらしとのかかわりの中で取り上げることができる。

石材については, 妙高市の千草石や米山の安山岩は墓石や扉石に用いられ, 黒姫山の石灰岩はセメントなどに利用されている。採石場を見学することにより, それぞれの石材が生活にどのように役立っているのか知ることができる。

エネルギー資源として重要な石油・天然ガスが, 上越地域では古くから知られており, 日本でも有数の産地であることなどを文献調査により知ることができる。

温泉がその地域の産業と密接に結びついていることを知ることは訪問調査や文献調査で可能である。赤倉温泉などの火山に伴う温泉の場合には, その原因を考えさせることができるため, 大地の成因がくらしの中に役立っていることを知ることが可能である。

糸魚川地域のヒスイは古くから装飾品として用いられ, 交易品として日本各地で発見されている。ヒスイが存在する理由をフォッサマグナと結びつけて理解し, 交易ルートを調べることにより社会科とも関連づ

表4 上越地域の地質素材

| 項目 | 対象 | 具体的地名 | 地質との関連事項 |
|--------|-------|--|------------------|
| 河川・海・山 | 河川 | 関川, 青田川, 儀明川, 保倉川, 飯田川, 矢代川, 姫川, 渋海川etc. | 流速, 礫の大きさや種類 |
| | 海 | 日本海側の海水浴場 | 海流とゴミ, 生物(温暖化関係) |
| | 山 | 南葉山, 春日山, 妙高山, 焼山, 米山, 東頸城丘陵 | 火山, 化石 |
| 資源 | 石材 | 妙高市の千草石, 米山の安山岩, 黒姫山の石灰岩 | 岩石の種類 |
| | 石油・ガス | 牧油田, 別所油田, 犀潟ガス田 | 石油・ガスと生活 |
| | 温泉 | 赤倉温泉, 松之山温泉 | 温泉と余暇 |
| | ヒスイ | 糸魚川市 | 鉱物 |
| 災害 | 火山 | 妙高山, 焼山 | 噴火, 火砕流, 泥流 |
| | 地すべり | 上越市, 妙高市, 十日町市松代・松之山 | 地すべり災害と防止 |
| | 海岸侵食 | 直江津海岸 | 侵食の歴史と環境問題 |
| | 地震 | 十日町市, 上越市名立区 | 中越地震, 高田地震(歴史) |

けられる。

(5) 災害

藤岡・柴山(1991)により指摘されているように災害教育を総合的な学習の時間の環境教育や地域学習と関連付けて取り上げることもできる。たとえば、火山は、過去の噴火の歴史や被害、ハザードマップなどを調べることで、社会科や国語科と関連させて総合化することも可能である。具体的には、妙高山では縄文遺跡と火砕流の関係が知られ(早津, 1985), 縄文時代の人々の暮らしを知ることにより社会科と関連させることができる。また、妙高火山では1978年の泥流災害、焼山では1974年の噴火などがあり(早津, 1985), その被害記録は文章による記録なので当時の様子を読み解くことができ、国語の教材としても扱うことができる。

上越地域の山間部には深海に堆積した泥岩が分布し、風化が進みしばしば地すべりが発生し、地すべり地は棚田として利用されている(たとえば、高野, 2002)。特に、十日町市松之山では1962年に大規模な地すべりが発生している。また、上越市板倉区には地すべり資料館があり、地すべりの防止対策について展示されている。山間部の学校であれば、棚田の発達や地すべりの防止対策に関して学習することもできる。さらに、地すべり防止策に伴ってできた砂防ダムや海岸の構造物が要因となって、日本海側で海岸浸食が起きている(高野, 2002)。過去の写真や地元の古老から聞き取り調査を行い、海岸侵食の過程を知ることや原因を考えるような総合学習も可能であろう。

2004年に起きた新潟県中越地震など最近起きた地震とその被害の調査を行うことは上越地域でも震源地に近い十日町市周辺であれば可能であろう。一方、1751年に発生した宝暦の高田大地震により上越市名立区の海岸沿いの崖が崩壊した名立崩れなども名立区の地域の歴史を調べることと関連させて総合化することができる。

以上のように、上越地域にはさまざまな地質素材があるが、これらを活かした総合的な学習の時間の課題設定はほとんど行われていない(表2)。

4. 地質素材を活かした授業実践例

(1) 対象校と自然環境

十日町市松之山地域の浦田小学校は東頸城丘陵に位置し、全校児童23名の小規模校である。十日町市松代・松之山地域の八つの小中学校は平成17年度から

3年間、科学技術振興機構の「理数大好き地域モデル事業」のモデル地域に選定され助成を受けている。松之山地域には新第三系(海成層)が発達し、多くの貝化石、植物化石、魚類化石、鯨類の化石を産出することで知られている(たとえば、大野, 1991; 1994)。また、松代・松之山地区の主な河川の一つである洪海川が学校の傍を流れ、その河床と周辺の露頭から貝化石が採集できる環境にある。

(2) 総合的な学習の時間の内容

浦田小学校3・4年生(複式学級, 8名)は、平成18年度の総合的な学習の時間で『浦田の自然』をテーマに動植物調査や化石調査を行った。学習内容は以下のとおりである。

- 1) オリエンテーション(3時間)
- 2) 浦田の自然を調べよう 春・夏(15時間)
- 3) 池の生き物を調べよう(6時間)
- 4) 川の生き物を調べよう(5時間)
- 5) 昔の生き物(化石)を調べよう(11時間)
- 6) セイタカアワダチソウを調べよう(7時間)
- 7) 調べたことを発表しよう(さわらび祭, こども里山学会)(8時間)
- 8) 調べたことを新聞にまとめよう(10時間)

また、これらの学習活動を行うにあたって、①子どもの問題意識を大切にする、②繰り返し調べる、③動植物については十日町市の里山科学館の研究者と連携を図り、化石については大学の出前授業を利用するなど学習を深める、④分かったことを発表・表現する活動を確保することなどを心がけた。

(3) 地質素材を活かした授業実践例

通常、小学校では6年次に地層や化石を学習するが、浦田小学校では3・4年生で浦田周辺の過去の動植物を調べるという観点から化石を取り扱った。そのきっかけは、保護者が貝化石を採集したという情報を得て、児童が化石採集を行いたいという希望からであった。児童の自発的な希望から学習が始まった点で、「自ら学び、自ら考える力を育成すること」とした学習指導要領のねらい(文部省, 1999a, b)と合致している。総合的な学習時間における「昔の生き物(化石)を調べよう」(全11時間)の学習内容と時間は以下のとおりである。

- 1) 化石の採集方法について(1時間)

化石を採集するにあたり、ハンマーの使用法や注意事項の確認、安全めがねの着用について指導した。

- 2) 浦田小学校裏の崖の植物や貝化石採集と感想書

き(2時間)

浦田小学校裏の崖に行き、担任(平野)と補助教員が実際に泥岩を割りながら、化石の発見方法を教えた。児童が採集した化石を教室に持ち帰り、感想文を書かせた。

3) 校区内の月池周辺の貝化石採集と感想書き(3時間)

校区内にある月池集落周辺の崖に移動し、2時間かけて化石を採集させた。この地域のシルト岩は硬いため、露頭からの採集は困難で、転石から印象化石を見つけるよう指導した(図1)。その後、感想文を書かせた。

4) 浦田小学校傍の渋海川河床の貝化石採集(2時間)

小学校傍を流れる渋海川河床の泥岩中から化石を採集させたが、一部石灰質固塊も含まれ、採集が困難なため、担任と補助教員が採集の補助を行った。

5) 化石に関する質問書き(1時間)

小学校中学年の児童が化石採集の経験を通じて化石についてのどのような疑問を持ったか調査するため、児童各自に質問をあげさせた。

6) 出前講座(化石の同定、質問に答える)と感想書き(2時間)

大学教員(大野)が質問事項をあらかじめ受け取り、小学校中学年の児童に分かるように解答を考えた。出前講座ではまず化石とは何かをアンモナイトと三葉虫化石を示して説明した。化石についての児童の質問に答えた。次に児童が採集した貝化石の同定を行い、シリコンラバーを用いた貝化石の模型の作製も行った。また、同定した化石についての児童の疑問に答えた(図2)。出前講座を受けた次の時間に担任が授業の感想を書かせた。

出前講座の前に児童からあがった質問事項は、化石の成因や産状、化石の種類や大きさ、化石の年代、化石の採集方法に関するものが見られ、特に、成因や産状、種類や大きさに関する質問が多く見られた(表5)。このうち、児童Aの「どうして葉っぱの化石が見つかるのか(海だったら、どうして海そう以外の葉が見つかるのか)」という質問から、この児童はこの土地がかつては海だったことを理解していることが分かる。さらに、海成層にもかかわらず植物(葉)化石が産出する理由(児童A)や、岩石の硬さの違いに疑問を持つ(児童E、G)など堆積環境や岩石への関心は小学校6年次や中学校1年次の地層学習につながるよ



図1 化石採集の様子。



図2 出前講座の様子。

うに思われる。

一方、出前講座後の感想をみると種類や大きさについての感想に偏っている(表6、表7)。もともと種類や大きさに関心があった児童B、D、E、F、G、Hの6名は感想文でもこのことについて記載している。成因や産状について疑問を持っていた児童A、D、E、F、G全員が感想ではこれに触れていない。化石の成因や産状は、小学校3・4年生には理解が難しかった可能性がある。年代や採集方法は、出前講座前に質問した児童が3年生A、B、Cであったのに対し、出前講座後にこれらの項目に関して感想を述べたのは4年生のE、Fであった。

児童たちはその後、自分たちの調べた結果をまとめ、さわらび祭(学校祭)や近隣の小中学校で構成されるこども里山学会で発表したり、新聞記事にすることで調べた結果を人に伝える学習を行った。学年を通しての感想では、化石に関して『調べてみたい、また

表5 浦田小学校3・4年生の化石採集後、出前講座前の化石に関する質問事項(カッコ内のA~Hは8名の児童)

| |
|---|
| <p>(化石の成因や産状)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化石はどうやってできたんですか。(D, E, F) ・どうして葉っぱの化石が見つかるのか(海だったなら、どうして海そう以外の葉が見つかるのか。)(A) ・化石ができる岩で、なぜ場所がちがうとカタさが、ちがうのですか。(E, G) ・葉っぱの化石は恐竜が化石になるのと同じですか。(E) ・なんでも化石になるのですか。(E, G) ・日本と外国ではどちらで化石がたくさんとれますか。(F) <p>(化石の種類や大きさ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化石は今の時点で何種類くらいありますか。(B, D, F) ・葉っぱの化石や貝の化石などで大きいものはどのくらいのものがありますか。(D) ・小さい化石はどのくらいの大きさですか。(D) ・人間(ヒト)は化石になれるんですか。(E) ・一番大きい化石はなんですか。(F) ・見つけにくい化石はなんですか。(F) ・木石、葉の化石、貝の化石がいかに、どんな化石があるか。(G) ・浦田では、どんな化石が見つけられるか教えてください。(H) <p>(化石の年代)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どうやって地層が何万年のものか調べるのか(わたしたちが見つけた化石は、どのくらい前のものなのか。)(B) <p>(化石の採集方法)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・岩をとったらどのようなやり方でわると、化石を見つけやすいのか。(B) ・化石はどういうところで発見できるの?(C) ・どんな道具を使ってはくつつしているのですか。(C) |
|---|

やりたい』(児童B, F)のような意欲がかきたてられたと思われる感想が見られた(表6)。

浦田小学校の実践は少人数教育を活かした活動であるので、より規模の大きな学校では野外活動に際して、実習地への移動方法や安全面での気配りなど工夫が必要である。また、化石採集では3・4年生が対象なため、硬質な岩石の場合体力的に教員の補助が必要であった。このような課題はあるものの、地元の地質素材を地域の生物相を明らかにするという観点から生物素材と一緒に扱うという点でユニークな活動といえる。また、この学習は総合的な学習の時間で行われた

が、小学校6年次や中学校1年次の理科における地層学習に関連する内容であり、小学校中学年での化石採集の経験を小学校6年次や中学校1年次の理科の授業に活かすことができる。

5. おわりに

本研究により、小中学校の総合的な学習の時間において自然が豊富にみられる上越地域であっても地質素材が十分に活かされていないことが明らかとなった。これは総合的な学習の時間のテーマ設定が地域内で河川を中心に扱うなど画一化していることに一因がある

表6 浦田小学校3・4年生の授業感想(カッコ内の児童A~Hは表5に対応)

(化石採集の感想)

- ・ 葉っぱの化石や貝の化石がたくさんあっておどろきました。(E)
- ・ 浦田にこんなに化石があってびっくりしました。ぜつめつした貝をとれてよかったです。(G)
- ・ 化石をとれてうれしかったです (A, B, C, D, E, F, G, H)。

(出前講座後の感想)

- ・ 化石はたくさんしゅるいがあることにおどろきました。(A, F, C, D)
- ・ 貝のかた(型)がきれいにとれてびっくりしました。(E)
- ・ お父さんがみつけた貝は、一つめずらしい貝がありました。いろいろな貝のしゅるいがわかってよかったです。(B)
- ・ 人間(ヒト)も化石になることがわかりました。(E)
- ・ クジラの化石やウニの化石があるということを初めて知りました。(G, D, H)
- ・ 化石はきょうりゅうだけだと思っていました。でも、貝の化石がたくさんあっておどろきました。(E)
- ・ 小さくても大人の貝がいるのでびっくりしました。(B, E, H)
- ・ 浦田の化石は約500万年前だと始めてしりました。(F)

(学年を通しての感想)

- ・ 化石さがしで初めて自分で化石をとれてうれしかったです。もっともっと浦田の生き物や植物、化石などをたくさん調べてみたいです。(B)
- ・ 浦田で化石がいっぱいとれたのでびっくりしました。(D)
- ・ ぼくは、4月から生き物や植物、化石などを見つけました。たいへんだったけどたくさん見つけられてうれしかったです。またやりたいです。(F)

表7 出前講座前後での各児童の質問事項と感想事項

| 学年 | 児童 | 出前講座前質問項目 | | | | 出前講座后感想項目 | | | |
|----|----|-----------|--------|----|------|-----------|--------|----|------|
| | | 成因や産状 | 種類や大きさ | 年代 | 採集方法 | 成因や産状 | 種類や大きさ | 年代 | 採集方法 |
| 3 | A | ○ | | | ○ | | ○ | | |
| 3 | B | | ○ | ○ | | | ○ | | |
| 3 | C | | | | ○ | | ○ | | |
| 3 | D | ○ | ○ | | | | ○ | | |
| 4 | E | ○ | ○ | | | | ○ | | ○ |
| 4 | F | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | |
| 4 | G | ○ | ○ | | | | ○ | | |
| 4 | H | | ○ | | | | ○ | | |

ことも分かった。また、地質に関連する学習が行われている小学校高学年以前の段階でも、テーマによっては地質素材を取り入れ、関心や意欲を高めることが十分可能であることが分かった。化石の同定など専門的な知識が必要な場合には、大学や博物館などを利用して、地域の素材を活かしていくことが重要であろう。

謝辞 本研究は平成18年度上越教育大学の学内プロジェクト研究により行われた。記してお礼申し上げる。

引用文献

- 天野和孝(1991): 第一章自然, 第一節地形・地質, 3. 化石. 松之山町史, 30-60.
- 天野和孝(1994): 新潟県松之山町の鮮新統産貝化石群と古環境. 地学雑誌, **103**, 653-673.
- 青野宏美(1999): 地学教育における総合学習としての環境教育の変遷. 地学教育, **52**, 37-51.
- 中央教育審議会(2003): 初等中等教育における当面の教育課程及び指導の充実・改善方策について(答申). http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/03100701.htm.
- 海老沢衛・横田宗一郎(1999): 「総合的な学習の時間」への発展をめざして—総合選択「環境」の取り組み—. 理科の教育, **48**, 8-11.
- 藤岡達也・柴山心彦(1991): 「地学教育」の中での環境教育—高校地学における取り組みから—. 環境教育, **1**(2), 39-47.
- 茨市立博物館(2007): 山口県日本海沿岸で日本海初の熱帯性巻貝をさらに3種発見. http://www.city.hagi.yamaguchi.jp/soshiki/detail.html?lif_id=20137
- 林 伸彦(1999): 荒田川流域の環境調査. 理科の教育, **48**, 26-28.
- 早津賢二(1985): 妙高火山群—その地質とその活動史. 第一法規, 東京, 344 p.
- 児島邦宏(1999): 総合的学習. きょうせい, 東京, 207 p.
- 香西 武・松木公宏(2000): 「総合的な学習の時間」と関連する理科学習への取り組み—流路の短い河川を利用した4年生「流れる水の働き」の学習を例として—. 地学教育, **53**, 295-304.
- 文部省(1999a): 小学校学習指導要領解説 理科編. 東洋館出版社, 東京, 122p.
- 文部省(1999b): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—理科編—. 大日本図書, 東京, 162 p.
- 文部科学省「総合的な学習の時間」応援団のページ. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/sougou/main14_a2.htm
- 大島 良(2004): 地下水を用いた環境教育. 理科の教育, **53**, 34-36.
- 産経新聞(2006): 温暖化で日本海が熱帯化? 山口周辺にマンタ, クマノミなど. <http://www.sankei.co.jp/culture/kagaku/061231/kgk061231000.htm>
- 下野 洋(1995): 環境教育についての一つの提案. 地学教育, **48**, 113-124.
- 高橋晃一(2000): 地域の特性を生かした総合的な学習と理科としての役割. 理科の教育, **49**(5), 32-34.
- 高野武男(2002): 第1章 地形・地質, 第4節 地形・地質と生活及び地盤災害. 上越市史資料編1 自然, 168-199.
- 田先崇志(2000): 身近な環境課題を教材にした総合的な学習. 理科の教育, **49**, 38-40.
- 山田雅晴(2002): 第1章 地形・地質, 第5節, 2 海岸漂着物と海岸地形. 上越市史資料編1 自然, 189-192.
- 山田俊弘(1999): 過去の自然災害の調査とストーリー化—総合化へ向けたカリキュラムづくりの試み—. 理科の教育, **48**, 32-34.

天野和孝・平野浩一・田中哲也・品田やよい・石野繁男: 地域の地質素材を活かした総合的な学習の時間の教材—新潟県上越地域を例にして— 地学教育 **60** 巻第6号, 191-199, 2007

〔キーワード〕 教材, 総合的な学習の時間, 地質素材, 上越

〔要旨〕 上越地域の小中学校では総合的な学習の時間において地域地質の素材が十分に用いられていない。

これは、テーマの設定が画一的であることにも起因している。また、指導方法を工夫することにより、小学校3, 4年生であっても総合的な学習の時間において地質素材を導入することは可能であることを例示した。

Kazutaka AMANO, Koichi HIRANO, Tetsuya TANAKA, Yayoi SHINADA and Shigeo ISHINO: Teaching Tool for "Period of Integrated Study" Using Regional Geological Material, with an Example from Joetsu District *Educ. Earth Sci.*, **60**(6), 191-199, 2007

原著論文

水酸化ナトリウムによる放射虫化石の 個体分離法について

A New Method for the Separation of Radiolarian
Fossils Using Sodium Hydroxide

橋本 寿夫*・村田 守**・西村 宏**・藤岡 達也***

Hisao HASHIMOTO, Mamoru MURATA, Hiroshi NISHIMURA
and Tatsuya FUJIOKA

Abstract: This paper describes a new method for separating radiolarian fossils from sedimentary rocks using sodium hydroxide solution. The new method is considered superior to the long-used technique using hydrofluoric acid because the hydrofluoric acid etching is poisonous and harmful to human health. The new method involves crushing of the rock, an etching treatment with sodium hydroxide solution, and then washing several times with distilled water. The etching procedure can be fully achieved within two hours, even in the case of SiO₂-rich rocks. This method can be applied for shales, siliceous shales, tuffs, and siliceous- and calcareous- nodules. The obtained radiolarians show a clear surface morphology, which can be easily identified. On the basis of student safety, the new separation method is preferred for use in primary and secondary schools, where the age assignment of sedimentary rocks can be easily understood from their enclosed radiolarian fossils.

Key words: Radiolarian fossils, sodium hydroxide, primary and secondary school, safety separation method, teaching material

1. はじめに

現行の中学校学習指導要領(文部省, 1999)では, 理科の内容として「地層をつくる岩石とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と年代を推定する」と化石を使った学習が規定されている。学習効果を上げるために野外観察を行ったとしても, 地層からアンモナイトや二枚貝などの大型の化石が産出しないと生徒の興味が持続しないことも少なくない。その上, アンモナイトなどの大型化石の産出する地層や層準は限られており, またその地層からの産出化石数も極めて少ないために, 生徒が実際に観察した地層から化石を検出

することは, できないことが多い。

化石にはアンモナイトや二枚貝のような大型の化石以外に, 顕微鏡を使用しないと見えない小さな化石がある。これらを微化石と呼んでおり, 大型化石に比べ地層から産出する頻度は高い。微化石は, 実体顕微鏡やルーペがあれば, 数gの試料で何百個体も観察できるため近年よく研究されるようになった。地学教材としては花粉(宮下, 1990), コノドント(奥村編, 1997), 珪藻(川村ほか, 2005), 有孔虫(八田, 1974; 小林, 1981), 放射虫(岡本ほか, 1993; 細山, 1995)などの化石が取り扱われてきている。

微化石は地層の形成の年代の決定や環境変遷の研究

* 徳島県藍住町立藍住東中学校 ** 鳴門教育大学 *** 上越教育大学
2007年6月19日受付 2007年10月22日受理

に大きな役割を果たしている。また、分類群によりそれぞれ繁栄した時代や環境が異なる。花粉は強靱な有機質膜をもち古環境推定に重要な役割をしているが、上に陸成の堆積物から産出する。コノドントは脊椎動物の歯状の化石で、カンブリア紀～三疊紀の海洋に生息していた。珪藻は海水・淡水の両水域に生息しているが化石としての報告例は白亜紀以降である。有孔虫はあらゆる海域に生息するが、示準化石として有効な浮遊生有孔虫は白亜紀以降である。放散虫は珪質の殻をもつ海生の原生生物で、カンブリア紀以降から現世まで海成の堆積物から広く豊富に産出する。筆者の一人（橋本寿夫）が勤務する徳島県藍住町立藍住東中学校周辺は、大型化石の産出が少ない中・古生代の海成の地層が主に分布しており、放散虫が地層の年代対比の指標として広く用いられている（石田, 1998; 石田・香西, 2003）。この放散虫化石が容易に観察でき、教材として利用できれば、大型化石の産出しない地層が分布する地域の小・中学校においても自校区内の教材を用いて地層や化石の理解をより深めることができる。

放散虫化石を岩石から個体分離するためには、固結していない堆積岩であれば、過酸化水素水や塩酸を使用する方法がある。しかし、放散虫化石の場合、化石分離対象岩石はチャートなど固結した硬い岩石が多い。岩石が泥質岩の場合は、強酸処理と弱アルカリ処理を繰り返す方法（市川・八尾, 1979）が、チャートのような珪質岩の場合は、フッ化水素酸やアルカリ溶液がこれまで用いられてきた（浅野編, 1976）。しかし、フッ化水素酸は毒物に指定されている薬品で、その溶液だけでなくその蒸気も非常に危険であり、教育現場での使用は避けたほうが良い。

そこで筆者らは、フッ化水素酸を使用せずに、小・中学校で使用している薬品のひとつである水酸化ナトリウムによって個体分離の方法を検討した。水酸化ナトリウム水溶液は、珪質の岩石から有孔虫化石の個体分離には従来より利用されている（化石研究会編, 2000）。しかし、放散虫の殻はアルカリに弱い（高柳編, 1978）ために、水酸化ナトリウム水溶液を放散虫の個体分離に使うには加熱温度、時間や濃度など溶解条件を十分検討する必要がある。また、水酸化ナトリウム粒は劇物なので安全な加熱処理の方法も併せて検討し、最後に中学校の課外活動クラブで安全に放散虫が個体分離できることを確かめた。

2. 個体分離方法の検討

まず、小・中学校の理科実験で用いることの多い薬品で放散虫の個体分離法を検討した。

塩酸、酢酸を用いると、石灰岩や大理石などの石灰質に富む岩石を溶解させることは容易であるが、チャートや凝灰岩等の珪酸に富む岩石を溶解させることは難しい。そこで小・中学校の実験で用いられる水酸化ナトリウム水溶液による岩石の溶解を検討した。放散虫化石が多く含まれるのはチャートをはじめ珪酸の多い岩石であるので、水酸化ナトリウム水溶液がチャートを溶解させれば、凝灰岩、泥岩等にも水酸化ナトリウム溶解法が適用できるであろう。個体分離方法は化石が豊富に含まれている徳島県南部に分布する秩父帯の赤色チャートを用いて検討した。

(1) チャートの水酸化ナトリウム溶解条件の検討

小・中学校での安全な使用を想定して、水酸化ナトリウム水溶液の濃度が10%と20%のときの赤色チャートが溶け始める温度と時間を調べた。チャートは常温で水酸化ナトリウム水溶液に対しほとんど溶解しないので、加熱条件は60～70℃、沸騰前の80～90℃、煮沸(100℃)の3通りの条件で溶解の程度を検討した。

〔準備物〕

水酸化ナトリウム, 500 ml用ビーカー, メスシリンダー, ステンレス製パット, ホットプレート, 家庭用電気コンロ, ガラス棒, 実体顕微鏡

〔方法〕

- a. 赤色チャートを0.5～1 cm大の大きさに砕く。
- b. 500 mlのビーカーに砕いた赤色チャート約200 gを入れ、よく水洗いする。
- c. 10%, 20%の水酸化ナトリウム水溶液を約200 mlそれぞれのビーカーに入れる。
- d. 60～70℃の加熱は、ビーカーをステンレス製パットを用いてホットプレート上で湯煎する。80～90℃の加熱は、ビーカーを直接ホットプレートにおき、80～90℃になるように調節する。煮沸はビーカーを電気コンロで直接加熱する。
- e. 各ビーカー内を15分ごとにガラス棒で静かにかき混ぜ、温度や溶解状況を調べる。溶解状況は岩片を1個取り出し水洗いした後、岩石表面を実体顕微鏡で観察する。
- f. 加熱で液量が減れば適宜水を加える。
- g. 溶解が確認できれば加熱を止める。

〔結果〕

赤色チャートが溶解し始めると水溶液は赤色に変色し、さらに溶解が進むと赤灰色になる。10%の水酸化ナトリウム水溶液では、煮沸(100°C)約4時間で溶解が確認できたが、他の温度ではほとんど溶解しなかった。20%の水酸化ナトリウム水溶液の場合では、60~70°Cで約10時間後、80~90°Cで約5時間後、煮沸では約1時間45分後に溶解を確認した(図1)。

(2) 放散虫化石の個体分離方法

放散虫の殻はアルカリには弱い(高柳編, 1978)といわれているので、水酸化ナトリウム水溶液の処理時間が短いほど良いと考え、20%の水酸化ナトリウム水溶液の1時間45分の煮沸が放散虫化石の同定可能な条件かを検討した。なお、個体分離した放散虫の殻には細かな泥の粒子や有機物が付着していることが多いので、薬品によってクリーニングを行った。個体分離できた放散虫殻表面を鳴門教育大学の走査型電子顕微鏡で観察し、溶解条件の可否を検討した。

〔準備物〕

塩酸、過酸化水素水、ピロリン酸ナトリウム、500 ml用ビーカー、2 l用ポリ容器、0.25 mmおよび0.065 mmのふるい、底に方眼のついたペトリ皿、微化石用群集スライド、面相筆、実体顕微鏡、走査型電子顕微鏡

〔方法〕

(1)と同様に20%の水酸化ナトリウム水溶液を1時間45分煮沸後、ポリ容器の上に0.25 mmおよび

0.065 mmのふるいをセットし、ビーカー内の処理岩片を水洗しながらすべて移す。ふるいを通った水酸化ナトリウム水溶液は回収して中和処理する。0.25 mmのふるい上の粗粒岩片は元のビーカーに移す。0.065 mmのふるいに残った試料は蒸発皿に移し水切りする。試料に泥質が少ない場合は常温で乾燥後、実体顕微鏡で観察する。泥質が多い場合は以下のクリーニング処理を行う(図2)。

a. 粘土質や鉄鉱を溶かすため、蒸発皿に約20%の塩酸を加え沸騰するまで加熱し、沸騰すれば加熱をやめ、上澄み液が濁らなくなるまで静かに水洗いする。

b. 有機物を溶かすために蒸発皿に約10%の過酸化水素水を加え沸騰するまで加熱し、aと同様に水洗いする。

c. 約5%のピロリン酸ナトリウム(二リン酸ナトリウム)水溶液を蒸発皿に加える。ピロリン酸ナトリウムは放散虫殻についた細かな泥の粒子を落とす石鹼のような役割を果たす。沸騰するまで加熱し、aと同様に水洗いをする。

d. キーニング処理後、常温で乾燥させた実体顕微鏡で観察する。底に方眼をつけたペトリ皿に試料を少量移し、方眼の枠ごとに観察し、放散虫が確認できれば水でしめらせた面相筆で放散虫を微化石群集スライド上に拾い出す。

本条件で個体分離した放散虫を走査型電子顕微鏡で観察すると、放散虫は大きく溶解することもなく、種の同定が可能であることがわかった。

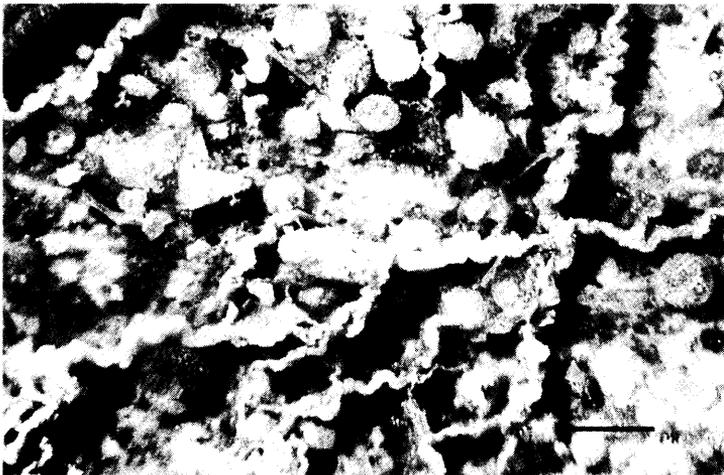


図1 20%の水酸化ナトリウム水溶液により2時間煮沸後の赤色チャート表面の実体顕微鏡写真(スケールは0.2 mm)

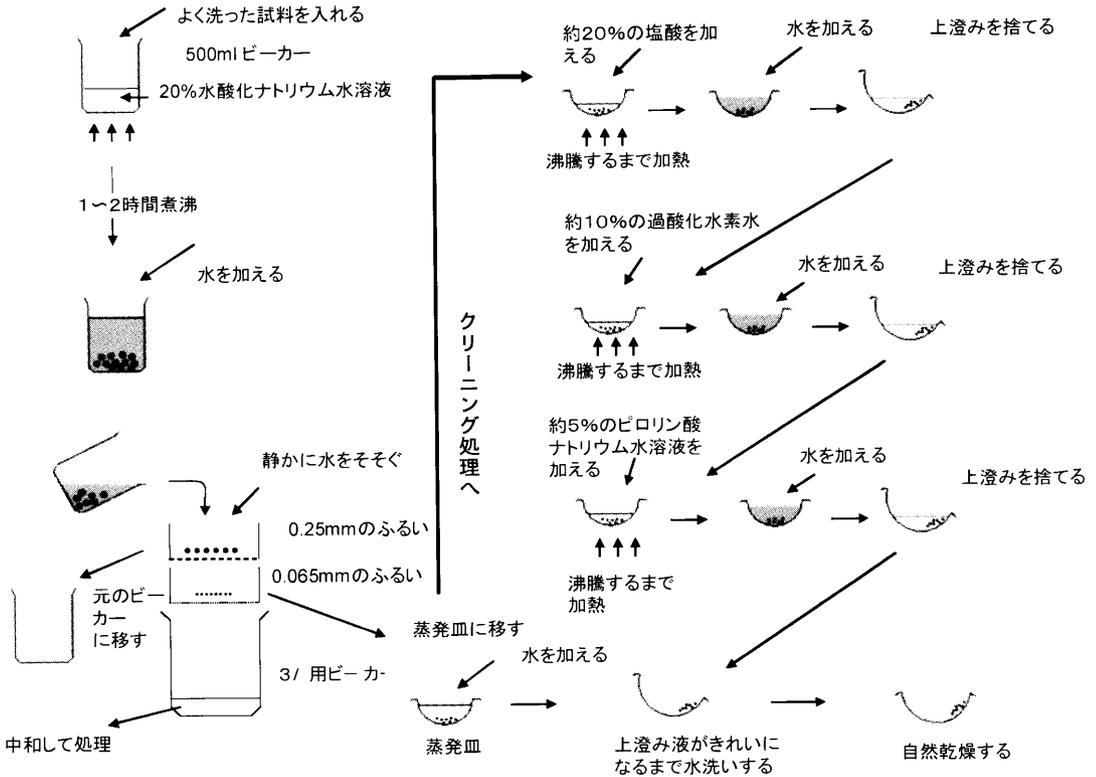


図2 水酸化ナトリウム水溶液による処理方法および微化石のクリーニング法

(3) 各種の岩石からの放散虫の個体分離

20%の水酸化ナトリウム水溶液で煮沸すれば、赤色チャートから保存状態も良好な放散虫が個体分離できることがわかったので、他の種類の岩石からも放散虫が分離できるか試みた。煮沸時間は各岩石の溶解状況によって変えた。各岩石とも処理を2回行い、溶解状況や個体分離できた放散虫の保存状況を赤色チャートの場合と比較した。以下、はじめの処理を1回目(処理)、再び処理したのを2回目(処理)と呼ぶことにする。なお、処理した各種岩石はこれまでの研究から放散虫の産出が確認されているものを利用した。各岩石の採集地点を図3に示した。

① 珪質泥岩(産地:阿南市氷柱観音;地層名:秩父帯那賀川層群;時代:ジュラ紀前期;図3の地点1)
赤色チャートに比べよく溶解した。1回目は約1時間30分、2回目は1時間煮沸した。1回目、2回目の処理ともに *Archaeodictyomitra* sp., *Xitus* sp. (図4), *Tricolocapsa* sp. などの保存のよい放散虫が多数個体分離できた。

② 凝灰岩(産地:阿南市氷柱観音;地層名:秩父帯那賀川層群;時代:ジュラ紀前期;図3の地点2)
赤色チャートに比べあまり溶解しなかったので、1回目、2回目とも2時間煮沸した。1回目からは保存の悪い放散虫が数個得られたのみであった。2回目からは保存のよい *Archaeodictyomitra* sp. などの放散虫が多数個体分離できた。

③ 珪質ノジュール(産地:鳴門市竜宮の磯;和泉層群;時代:白亜紀後期;図3の地点3)
1回目は1時間、2回目は30分と赤色チャートに比べ短い煮沸で溶解した。1回目、2回目とも保存のよい *Dictyomitra multicostata* Zittel, *Amphipyndax tylotus* Foreman (図5) などの放散虫が分離できた。

④ 石灰質ノジュール(産地:鳴門市鯛山;和泉層群;時代:白亜紀後期;図3の地点4)
珪質ノジュールと同様の加熱時間で溶解し、1回目、2回目とも保存のよい *Dictyomitra multicostata* Zittel, *Amphipyndax stocki* (Campbell & Clark) などの放散虫が分離できた。

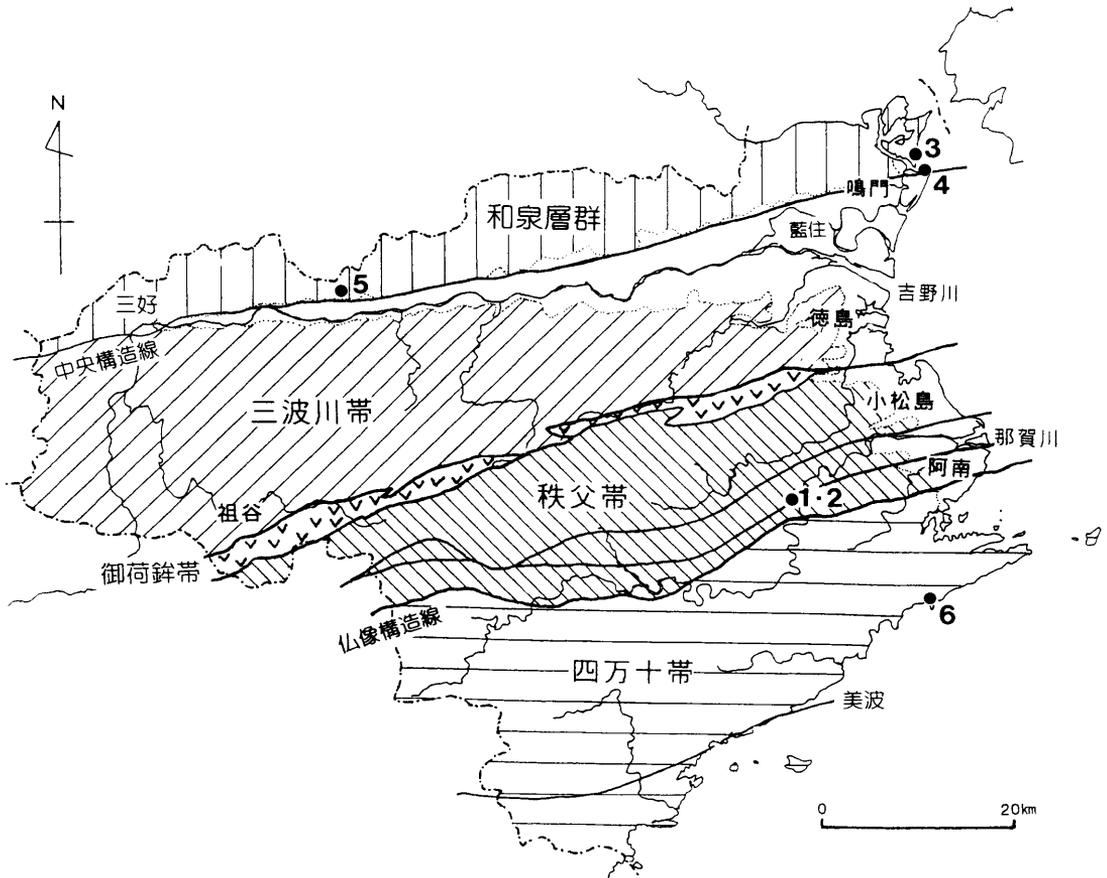


図3 徳島県の地質概要と岩石採集地点 (地点1: チャート, 地点2: 凝灰岩, 地点3: 珪質ノジュール, 地点4: 石灰質ノジュール, 地点5: 泥岩, 地点6: 珪質頁岩)

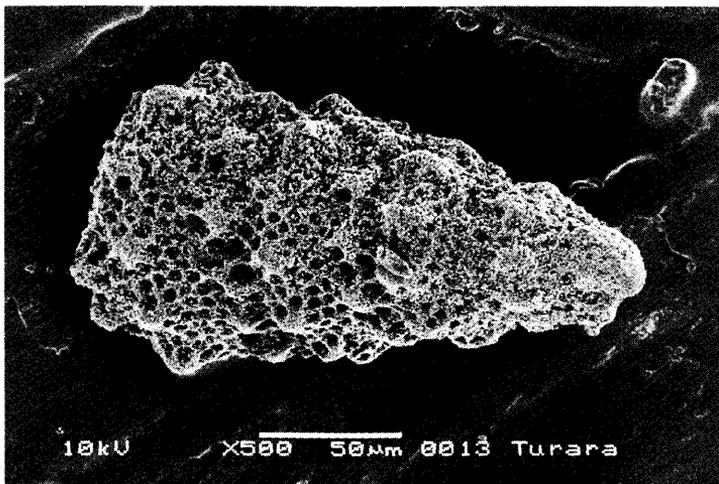


図4 珪質泥岩から分離したジュラ紀放射虫 (*Xitus* sp.) の走査型電子顕微鏡写真

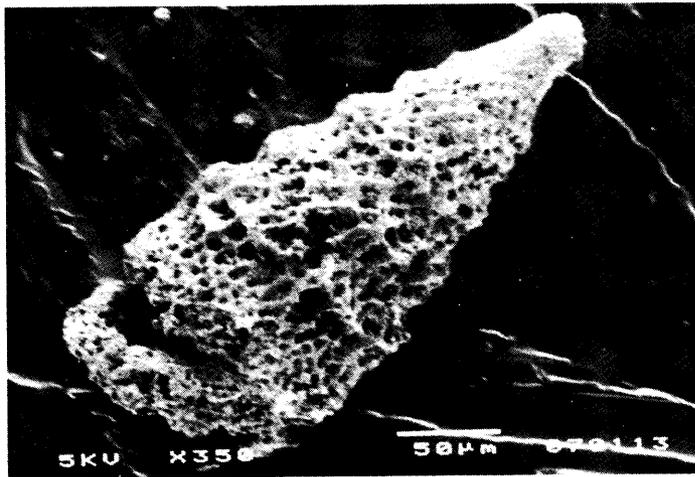


図5 石灰質ノジュールから分離した白亜紀後期放散虫 (*Amphipyndax tylotus* Foreman) の走査型電子顕微鏡写真

⑤ 泥岩 (産地: 三好市蟬谷; 和泉層群; 時代: 白亜紀後期; 図3の地点5)

珪質ノジュールよりもさらによく溶解した。1回目は1時間、2回目は30分で煮沸をやめた。ふるいに残る残渣も多く、1回目からは放散虫は得られなかった。2回目からは *Dictyomitra* sp. などの放散虫化石が数個体分離できた。

⑥ 赤色頁岩 (産地: 美波町阿部; 四万十帯志和岐層; 時代: 白亜紀後期; 図3の地点6)

珪質ノジュールとよく似た溶解をした。1回目は1時間、2回目は30分煮沸した。1回目、2回目とも多数の保存のよい *Dictyomitra multicosata* Zittel, *Dictyomitra formosa* Squinabol, *Dictyomitra koslovae* Foreman, *Amphipyndax stocki* (Campbell & Clark) などの放散虫が分離できた。

3. 安全な処理方法の検討

水酸化ナトリウム水溶液で煮沸すれば、珪酸塩に富むチャートや凝灰岩でも2時間以内の処理で分離できることがわかった。しかし、煮沸すると高温の水酸化ナトリウム水溶液が飛散する恐れがあり、小・中学校で実験するには、安全のため飛散しない低温加熱の条件を求めなければならない。しかし、低温処理では時間を要し、放散虫が水酸化ナトリウム水溶液に溶けてしまう (高柳編, 1978) 恐れもあり迅速な処理が必要である。

水酸化ナトリウムによる岩石の溶解の反応は岩石表

面と接する部分で行われているので、煮沸しない条件で試料を迅速に溶解させるために、試料をより細かく粉砕し、水酸化ナトリウム水溶液に接する面積を大きくした。溶解条件の検討には、赤色チャートを細かく砕き、ふるいで1~2mmにそろえた岩片を用いた。なお、容器は沸騰による飛散を防ぐために蓋付きのステンレスカップ (300 ml 用) で加熱し、溶解状況を観察した。

〔方法〕

1~2mmのチャート岩片約200gを蓋付きステンレスカップ内に入れ、20%の水酸化ナトリウム水溶液100mlを加え、蓋をしたカップを家庭用ホットプレートに直接のせて保温に設定して加熱する。水溶液が赤灰色になり始めたら加熱をやめ、カップに水を加え、温度を下げた後、カップ中をすべてふるいに移し水洗いをする。ふるいに残った試料をクリーニング処理をした後、実体顕微鏡で観察する。処理は、はじめと同じ条件で2回行った。

〔結果〕

1回目処理は3時間の加熱で、2回目処理は2時間の加熱で溶解が見られた。1回目処理で放散虫が数個体、2回目処理では放散虫が多数得られた。

ホットプレートを保温設定 (100℃前後) で加熱したが、カップ内の温度は約95℃まで上昇し、煮沸させなくてもチャートを溶解できた。ホットプレートによる加熱では沸騰も穏やかで、沸騰しても蓋から水酸化ナトリウム水溶液が吹きこぼれることもなく安全に加

熱できた。また、蓋をしていることにより水の蒸発も少なく水の補給の必要もなかった。

ステンレス製バットでも、岩石試料を加熱溶解させることもできるが、ホットプレートの保温設定では、水の蒸発により容器内の温度は70℃前後にしか上昇しない。ホットプレートを高温に設定すれば容器内の温度を90℃以上にできるが、水酸化ナトリウム水溶液が沸騰してくると岩石により異臭が出ることもあり、閉め切った部屋では実験できない。

4. 生徒による実践例

放散虫化石を安全に抽出できることを確かめるた

め、中学生の課外活動クラブ(部員: 中学2年生8名)の活動で岩石の加熱処理から放散虫の観察までを行った。使用した岩石は徳島県南部の美波町阿部の四方十帯志和岐層の赤色頁岩である。この試料は、石田ほか(1994)がフッ化水素酸で白亜紀後期の放散虫を検出した地点と同じ地点から採取された。処理方法は、安全に配慮し水酸化ナトリウム水溶液が飛散しないステンレス製の蓋付きカップ容器に20%の水酸化ナトリウム水溶液を入れ、家庭用ホットプレートで加熱した。赤色頁岩はチャートほど珪酸含有量が高くないので、0.5~1 cm 大に砕いたものを約2時間加熱した(図6)。2回の処理結果得られた試料とも赤褐色の岩

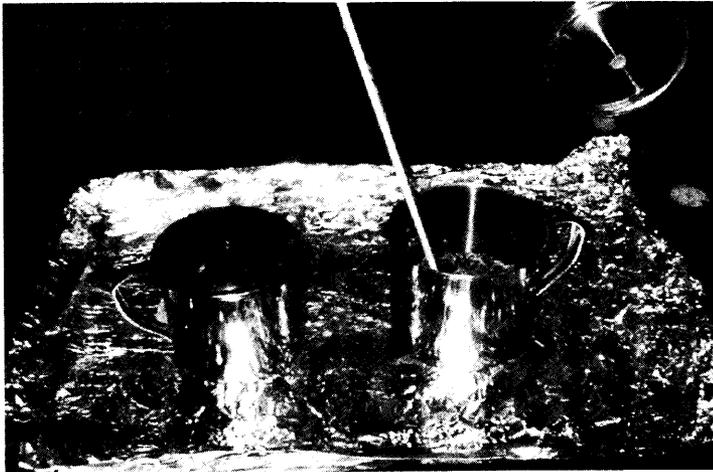


図6 ステンレス製カップの加熱の様子

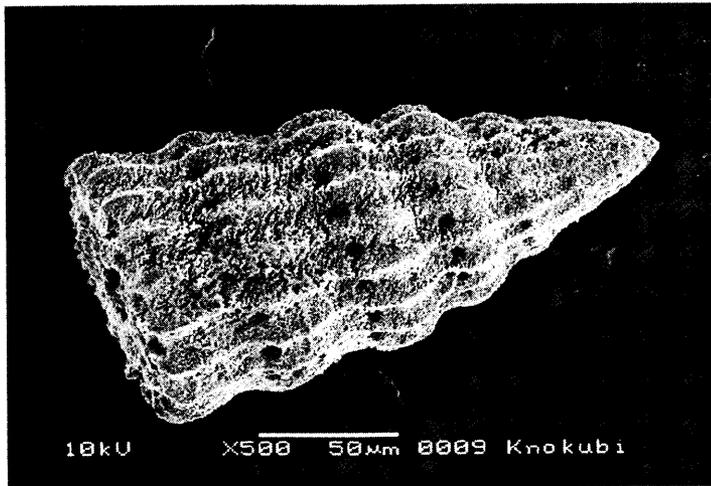


図7 赤色頁岩から分離した白亜紀後期放散虫 (*Dictyomitra formosa* Squinabol) の走査型電子顕微鏡写真

片や泥が多かったので、薄い過酸化水素水および塩酸でクリーニング処理をした。乾燥した処理試料を実体顕微鏡下で観察した。分離できた放散虫の保存状態は良好であった。溶け残りの残渣は赤褐色していたが放散虫は白色で生徒も容易に見つけることができた。生徒は、はじめ球状の放散虫のみを観察していたので、年代決定に重要な筒状の放散虫を探させた。生徒が見つけた放散虫を群集スライドに拾い出した後、走査型電子顕微鏡で観察と写真撮影を行った。同定できた放散虫は *Holocrypocanium barubui japonicum* Nakaseko & Nishimura, *Cryptamphorella conara* (Foreman) などのほか、*Dictyomitra formosa* Squinabol (図7), *Dictyomitra koslovae* Foreman, *Dictyomitra multicostata* Zittel, *Amphipyndax stocki* (Campbell & Clark) などである。これらの放散虫が共通する生存期間は白亜紀後期のコニアシアンからカンパニアン(8800万年前~7400万年前)である(Okamura, 1982; Taketani, 1982)。

以上のように水酸化ナトリウム水溶液による加熱処理、塩酸、過酸化水素水によるクリーニング処理ともに中学生の課外活動で安全に実験できた。生徒が見つけた放散虫の拾い出しは教師が行ったが、実体顕微鏡の観察に慣れてくれば生徒でも拾い出すことができると思われる。薬品は中学校での実験を想定し、水酸化ナトリウム、塩酸、過酸化水素水のみ使用した。微化石のクリーニングにはピロリン酸ナトリウムを一般に使用しているが、走査型電子顕微鏡で観察してみると塩酸と過酸化水素水でも放散虫の殻表面の泥は十分にクリーニングできていた。また、水酸化ナトリウム処理でも石田ほか(1994)の記載した放散虫の群集構成と大きな差はなかった。ただ、今回は石田ほか(1994)が報告した特徴種の *Pseudodictyomitra nakasekoi* Taketani は得られていないが、処理回数を増やせば検出できると思われる。

5. まとめ

(1) 水酸化ナトリウム水溶液を用いた放散虫化石の分離法を検討した。

(2) この分離法は小・中学校の理科実験で用いる薬品や器具を使用して、中学校の課外活動で安全面にも配慮して行った。

(3) この分離法はチャート、珪質泥岩、凝灰岩、珪質ノジュール、石灰質ノジュール、泥岩、赤色頁岩までの幅広い岩石に適用することができた。

(4) この分離法で分離した個体は保存状態も良好で、同定可能であった。

(5) フッ化水素酸処理した文献と同一露頭・地層の試料をこの分離法で処理した結果、群集構成はほぼ同じであった。

(6) 他地域の大型化石の含まれていない地層においても、この分離法を用いることで「地層をつくる岩石と化石を手がかりとした過去の環境を想定する」観察実験を容易に行うことができるであろう。

謝 辞 徳島大学総合科学部の石田啓祐教授には、放散虫の研究について懇切丁寧な指導や貴重な論文等を提供いただいた。徳島県立博物館学芸員の中尾賢一氏には、顕微鏡写真の撮影の際にお世話になった。Menoufia 大学の Elliwa 博士には、英文の校閲をお願いした。無記名査読者2名のコメントによって論文が改善された。以上の方々に深く感謝申し上げる。

引用文献

- 浅野 清編(1976): 放散虫類。微古生物学中巻。朝倉書店, 67-137。
- 八田明夫(1974): 小型有孔虫化石を使った授業の一例。地学教育, 27, 88-91。
- 細山光也(1995): 放散虫化石の研究—課題研究指導の実践例—。地学教育, 48, 175-183。
- 市川浩一郎・八尾 昭(1979): 日本の中生代放散虫化石5。日本化石集, 築地書店, 55, 325-330。
- 石田啓祐(1998): 四国東部, 四万十累層群の岩相層序と放散虫年代。大阪微化石研究会, 特別号, 11, 189-209。
- 石田啓祐・香西 武(2003): 四国東部秩父累体の地帯区分と層序。徳島大学総合科学部自然科学研究, 16, 11-41。
- 石田啓祐・橋本寿夫・森永 宏・中尾賢一・寺戸恒夫(1994): 四万十帯北部白亜系の岩相配列と堆積相—四国東端由岐町地域を例として—。阿波学会・徳島県立図書館郷土研究発表会紀要, 第40号, 1-20。
- 化石研究会編(2000): 放散虫類。化石の研究法。共立出版株式会社, 東京, 73-78。
- 川村教一・安原盛明・廣瀬孝太郎・村上晶子(2005): 大阪平野新淀川コアの完新世微化石および貝類化石を用いて。地学教育, 58, 215-224。
- 小林文夫(1981): 身近な地質教材の学習—有孔虫化石の観察を例にして—。地学教育, 34, 81-85。
- 宮下 治(1990): 泥岩中の微化石による地層の対比の教材化—埼玉県飯能市の入間川流域を例として—。地学教育, 43, 73-87。
- 文部省(1999): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—理科編—。大日本図書, 東京, 162p。
- 岡本弥彦・春日 二郎・伊藤邦夫・乙部憲彦(1993): 現生

- 種を取り入れた化石の学習指導に関する実践的研究.
地学教育, **46**, 57-66.
- Okamura, M.(1992): Cretaceous Radiolarian from
Shikoku, Japan (Part 1). *Mem. Fac. Sci. Kochi Univ.*,
Ser. E, **13**, 21-164.
- 奥村 清編(1997): コノドントの調べ方. 地学の調べ方,
コロナ社, 178-192.
- 高柳洋吉編(1978): 放射虫. 微化石マニュアル. 朝倉書
店, 63-70.
- Taketani, Y. (1982): Cretaceous radiolarian biostra-
tigraphy of the Urakawa and Obira area. *Hokkaido*
Sci. Rept., Tohoku Univ. Ser. 2 (Geol.), **52**, 1-76.

橋本寿夫・村田 守・西村 宏・藤岡達也: 水酸化ナトリウムによる放射虫化石の個体分離法について 地
学教育 **60** 巻 **6** 号, 201-209, 2007

〔キーワード〕 放射虫, 水酸化ナトリウム, 小・中学校, 安全な分離法, 教材

〔要旨〕 放射虫化石は, 大型化石を産しない珪質岩などに密集して含まれている. 放射虫化石を岩石から個
体分離するために一般にはフッ化水素酸が使われているが, 筆者らは小・中学校で通常で使用されている
水酸化ナトリウムで放射虫化石の個体分離する方法を検討した. その結果, 同定可能な放射虫化石を分離
することができた. 水酸化ナトリウム粒は劇物なので安全な加熱処理の方法も併せて検討し, 中学校の課
外活動クラブで安全に放射虫化石が個体分離できることを確かめた.

Hisao HASHIMOTO, Mamoru MURATA, Hiroshi NISHIMURA and Tatsuya FUJIOKA: A New
Method for the Separation of Radiolarian Fossils Using Sodium Hydroxide. *Educat. Earth Sci.*, **60**
(6), 201-209, 2007

教育実践論文

直接経験と間接経験のどちらを支持するか

—地学領域を例とした意識調査—

Which Receive More Support, Direct Experiences or Indirect Experiences?
—An Acceptance Survey in the Field of Earth Science—

相場博明*

Hiroaki AIBA

Abstract: Acceptance surveys were conducted to investigate whether direct or indirect experiences receive more support in the field of Earth science. The subjects in the surveys varied from primary school pupils and high school students to adult learners and teachers, and the following three specific areas were selected for the survey: geologic strata; fossils; and stars. Results were examined by comparisons of approval rates for supporting genuine articles. Results revealed that direct experiences are not necessarily supported, and also that indirect experiences also receive support, according to their content. Moreover, it was discovered that approval rates can be affected by subjects' developmental stages and their previous involvement with direct experiences.

Key words: direct experiences, indirect experiences, acceptance survey, approval rates, earth science

1. はじめに

現代社会において、子どもの自然との直接経験が減少してきていることに対する警鐘と、間接経験が増えてきていることの批判が多く述べられている。

森編(2003)は、子どもと自然との間に「えせ自然」が入り込み、その「えせ自然」から情報を得ることが多くなったことを憂い、そのように得た知識は質的に異なると述べている。「えせ自然」とは間接経験のことを述べたものであり、「理科教育の間接経験有害論」とも考えられる。間接経験が教育の現場に多く導入されるにあたり、理科教育ではこのように、「理科教育の直接経験重視論」と「理科教育の間接経験有害論」とが当然のように述べられるようになってきた。しかし、多くはその科学的な論拠や実践的な教育研究に基づいての考察は残念ながら示されていない。森編(2003)

は実践例の一つとして、4年生の春の草花の単元において、「ビデオを使って授業を行った教師がなぜ本物を見せた授業を行わないのかという痛烈な批判をあびた」という話を示している。本物は五感を使って観察できるが、ビデオ映像は見方や観点が強制されるから、質的な相違があるという批判である。しかし、ここでいう質的な相違は具体的に述べられていない。

児童、生徒の立場に視点を移した場合、児童・生徒の意識は、本当に直接経験を重視しているのだろうか。間接経験は直接経験より良くないと思っているのだろうか。さらに、発達段階や経験の有無においてその意識に違いがあるのだろうか。また教師や社会人などの大人の立場に視点を移した場合はどうだろうか。これらに関する基礎的データは今まで示されていない。

よって、本論では、それらの児童・生徒の立場から

と教師や社会人の立場からの直接経験と間接経験に関する意識調査を行い、その基礎的データをここに示すことを目的とする。そして、そのデータを分析し、児童・生徒、教師や社会人などの大人は直接経験と間接経験をどのように支持しているのかを考察する。また、発達段階の相違や過去の経験の有無による相違についても言及する。

2. 調査の方法

(1) 地学領域を例とした比較研究と本物支持率

相場(2007)は理科教育における直接経験と間接経験を定義し、四つのカテゴリー(自然的直接経験, 人為的 direct 経験, 人為的間接経験, 自然的間接経験)に類型化した(図1)。そして野外観察などの自然的直接経験と他のカテゴリーとの比較研究が今後の理科教育にとり重要な研究テーマであることを述べた。さらに、四つのカテゴリーが偏りなく存在する地学領域が重要な鍵を握ることを示した。

よって、地学領域を例として以下の三つの比較についての意識調査を実施した。

①自然的直接経験と自然的間接経験の比較(図1で示した①の比較研究)

地層の学習をする場合、野外観察を実施したほうが良いのか、ビデオなどの視聴覚教材で学習を実施したほうが良いのかというもの。

②自然的直接経験と人為的 direct 経験の比較(図1で

示した②の比較研究)

化石を学習する場合、実際に野外で化石を採集して観察するのと、化石を教室に持ち込んで観察する場合との比較。

③自然的 direct 経験と人為的間接経験の比較(図1で示した③の比較研究)

星を観察する場合は、本物の星を観察するほうが良いのか、プラネタリウムを利用して観察するのが良いのか。

調査は質問紙により実施した。質問は、それぞれ四つの評価基準(興味・関心, 知識・理解, 科学的な思考, 技能・表現)に基づいて二つずつ作成した。つまり、一つの比較研究あたり八つの質問を用意した。選択肢は自然的 direct 経験である「本物のほうが良い」、「どちらでもない」、「間接経験や教室に持ち込んだほうが良い」の3段階とした。

分析については、各結果を集計し、その選択率を百分率で表し、「本物のほうが良い」を選択している割合を本物支持率と定義し、その結果を考察した。選択肢を「本物のほうが良い」と「間接経験や教室に持ち込んだほうが良い」の二者択一としないで、中立の「どちらでもない」というものを入れた理由は、中立の選択肢がある中でも「本物のほうが良い」と選択したことは、自然的 direct 経験を明確に支持したことを示しているものと判断できると考えたからである。検定は比率の検定(内田, 1997)で実施し、 p 値が5%以下の場合を有意とした。

(2) 意識調査の対象者

意識調査は、小学生、中学生、大人の延べ750名を対象に実施した。表1はそれぞれの意識調査実施日、地層の観察経験の有無、化石採集の経験の有無、星の観察経験の有無の状況をまとめたものである。

小学校A児童は杉並区立第4小学校6年生児童43名である。小学校B児童は慶應義塾幼稚舎6年生118名である。小学生には、星の観察に関する意識調査を実施した。星の観察経験の状況の把握は、教師が聞き取り調査を行って得たデータを基に行った。小学校A児童は、プラネタリウムの経験は全員あるが、星空の野外観察会の経験が全員ない(個人的な観察経験は除く)。それに対して、小学校B児童は、全員がプラネタリウムの経験と星空の野外観察会の経験を持つ。小学校B児童は、筆者の勤務校の児童であり、この調査の半年前に移動教室先の長野県立科町で、条件の良い満天の星空を見る観察会を実施している。その時は

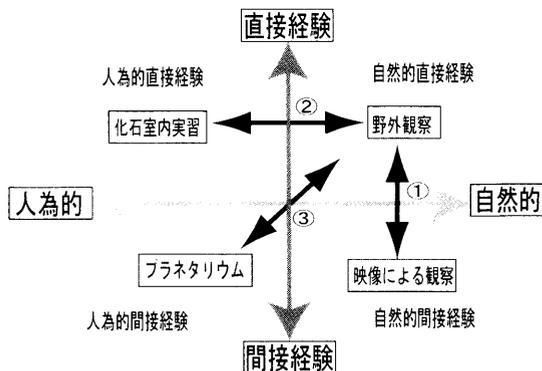


図1 理科教育における直接経験と間接経験の類型化と三つの比較調査

- ①地層の観察を野外で行った場合と映像で行った場合の比較
- ②化石を野外で観察した場合と室内に持ち込んで観察した場合の比較
- ③星の観察を野外で行った場合とプラネタリウムで行った場合の比較

表 1 意識調査対象者の各属性一覧 ラベルは、図 3～5 で使用した用語。一部分はデータなし

| 対象者 | | | | | | | 地層の観察経験 | | 化石採集の経験 | | 星の観察経験 | |
|-----|-------------|-------|-------|------------|---------------|------------|-----------|-----------------|-----------|----------------------|---------|------|
| 大区分 | 小区分 | ラベル | 人数(N) | 年齢/学年 | 備考 | 実施日 | 経験人数 | 備考 | 経験人数 | 備考 | プラネタリウム | 野外観察 |
| 小学生 | 小学校A児童 | 小学校A | 43 | 小学校6年 | 公立小学校 | 2004/6/23 | — | — | — | — | 全員 | 全員なし |
| | 小学校B児童 | 小学校B | 118 | 小学校6年 | 筆者の勤務校 | 2004/6/15 | — | — | — | — | 全員 | 全員 |
| 中学生 | 私立中学校1年生 | 中学1年 | 161 | 中学校1年 | 中・高一貫私立学校 | 2004/10/12 | 59(36.6%) | 野外観察会と個人での観察を含む | 27(16.8%) | 野外での採集と博物館など室内の採集を含む | — | — |
| | 私立中学校2年生 | 中学2年 | 142 | 中学校2年 | 中・高一貫私立学校 | 2004/10/12 | 42(29.6%) | | 17(12.0%) | | — | — |
| | 私立中学校3年生 | 中学3年 | 165 | 中学校3年 | 中・高一貫私立学校 | 2004/10/12 | 165(全員) | 宿題として各自が実施 | 28(17.0%) | | — | — |
| | 科学セミナー参加中学生 | 中学生 | 47 | 中1～中3 ほぼ均等 | 東京都近郊の中学生 | 2004/9/19 | — | — | 47(全員) | 室内実習として実施 | 全員 | ほぼ全員 |
| 大人 | 科学セミナー参加社会人 | 社会人 | 27 | 20～60歳 | 職業は多様 | 2004/9/19 | ほぼ半数 | 観察会での経験数 | 27(全員) | 室内実習として実施 | 全員 | ほぼ全員 |
| | 地層観察研修会参加教師 | 小学校教師 | 47 | 新卒～50歳代 | 理科を専門とする教師は3名 | 2004/7/27 | 47(全員) | 研修会として実施 | — | — | 全員 | ほぼ全員 |

筆者が実際に星空を使って、星の名前や星座、動きなどについて説明した。

私立中学校1～3年生は、慶應義塾湘南藤沢中等部の中学1年生(161名)、中学2年生(142名)、中学3年生(165名)である。それらの中学生には、地層と化石に関する意識調査を実施した。過去の地層の観察経験と化石採集経験は、質問紙の中でその設問を設けて記入させた。またその具体的内容についても記述させた。地層の観察経験者は1年生で161名中59名、2年生で142名中42名である。これは、小学生の時に授業の一環として野外観察を経験した場合と個人で地層を観察した場合の両方が含まれている。また、3年生は質問紙の設問の分析から全員が地層の野外観察経験者であることが確認できた。これは理科教師の情報によると、全員に夏休みの宿題として地層の野外観察の課題を与えたことによる。その内容は自分の住んでいる近くに露頭がある場合はそれを観察し、ない場合は神奈川県川崎市の生田緑地公園や神奈川県三浦市の城ヶ島などガイドブックに掲載されている露頭観察地に行き、観察してレポートにまとめるというものである。また、化石の採集経験は、質問紙の設問結果を分析したところ、どの学年も20%以下である。化石採集経験の内容としては、博物館などが主催する化石掘り出しのイベントなどに参加したという経験と個人で野外において採集したという経験とが含まれている。

科学セミナー参加中学生とは、独立行政法人国立オリンピック記念青少年総合センターの「サイエンスサポートセミナー」の講習会に参加してきた中学生47名である。学年は1年から3年までがほぼ均等に含まれている。この中学生には、化石と星の意識調査を実

施した。化石採集に関しては全員に室内で化石を取り出すという実習を筆者が講師として実施した(図2A)。化石を室内に持ち込んでの実習は、栃木県の塩原町に産出する植物化石を含む岩石ブロックから植物化石を生徒自身が取り出して、化石について学習する内容である(相場, 1997, 1998)。教室内でハンマーを使い、化石を割出し、化石のクリーニング、標本ラベルの作成、化石の記載、同定し、まとめとして化石から古環境を推定する内容である。星の観察経験の把握は聞き取り調査により行った。プラネタリウムは全員、星の野外観察はほぼ全員が経験していることが確認できた。

科学センター参加社会人は、科学教育に関心を示す大人27名であり、前述の独立行政法人国立オリンピック記念青少年総合センターの「サイエンスサポートセミナー」という講習会の参加者である。職業は科学センター等に勤務する人、地域のボランティア活動をする人、保育園、幼稚園等に勤務する人など多様であり、また年齢構成も20代から60代までと幅広い。科学センター参加社会人には、地層、化石、星の三つの意識調査を実施した。それぞれの経験の状況の把握は聞き取り調査により行った。地層の野外観察は、ほぼ半分の人たちが過去に経験していることが確認できた。化石採集に関しては、前述の中学生と同様に全員が室内で取り出す実習を筆者が講師として実施した(図2B)。星に関してはプラネタリウムが全員、野外観察もほぼ全員が経験していることが確認できた。

地層観察研修会参加教師は、東京都八王子市に勤務する小学校教師で、夏休み中の八王子市教育委員会主催の研修会に参加した人たちである。この研修会は東京都立川市を流域とする多摩川河床に広がる上総層群



図2 化石を教室に持ち込む実習と、多摩川における小学校教師向けの野外実習

A: 科学セミナー参加中学生の実習, B: 科学セミナー参加社会人の実習, C: 多摩川で実習をする地層観察研修会参加の小学校教師

の地層を観察するもので、筆者がその講師として野外観察実習を実施した(図2C)。この場所の教材開発は松川ほか(1991)により示されており、下流側にわずかに傾斜する上総層群小山田層が河床に広く分布し、立木化石、生痕化石、貝化石などが観察できる。また長鼻類の足跡、偶蹄目の足跡なども発見されており、豊富な化石とそれに基づく古環境の考察が容易な場所で、地層の野外実習地としては優れている(馬場ほか, 1986; 馬場ほか, 2002; 松川・松川, 2005)。小学校教師たちが、これらの地層の観察、化石の採集等の実習を行った直後にこの質問紙調査を実施した。なお、47名のうち、理科を専門とする教師はわずか3名で、ほとんどの教師が野外観察は初めての経験である。年齢構成は新卒の教員から勤続30年以上のベテラン教師も含まれており幅広い。

3. 意識調査の内容と調査結果

(1) 地層の学習についての意識調査

対象としたのは、私立中学生1~3年生、科学セミナー参加社会人、地層観察研修会参加教師である。小学生を対象としないのは、地層の学習は第6学年の2学期で実施されることが多く、未習であることによる。

具体的な質問と質問項目を以下に示す。

(質問)

以下の①~⑧に関して、本物のほうが良いと思う場合は○、どちらとも言えないと思うものは△、ビデオや写真のほうが良いと思うものには×をつけてください。

(質問項目)

- ①地層のおもしろさや不思議さを感じる(興味・関心)
- ②また地層を観察したいという気持ち(興味・関心)
- ③地層が泥、砂、レキなどからできていることを知ること(知識・理解)
- ④地層の中には化石が含まれることがあることを知ること(知識・理解)
- ⑤地層のしまようは水のはたらしでできたことを考える(思考)
- ⑥地層は広がりをもってつながっていることを考える(思考)
- ⑦地層の厚さを測定すること(技能・表現)
- ⑧地層のスケッチをすること(技能・表現)

調査結果を図3、表2、表3に示す。興味・関心として、地層のおもしろさや不思議さについては、野外観察直後の小学校教師が最も高い値を示し、76.6%で、次に中学1年が本物を支持している。しかし、中学2年、中学3年、科学セミナー参加社会人は約6割しか支持していないことがわかった。

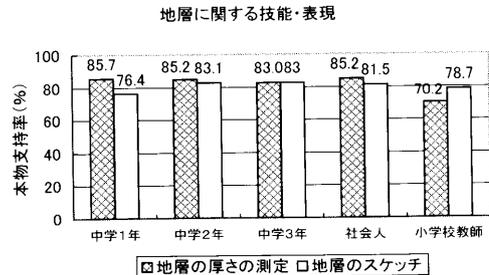
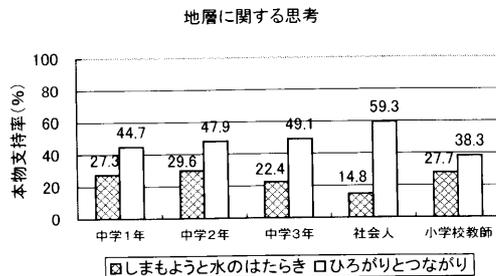
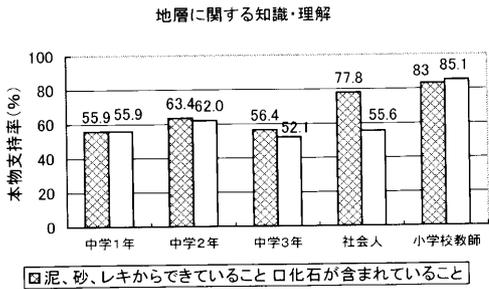
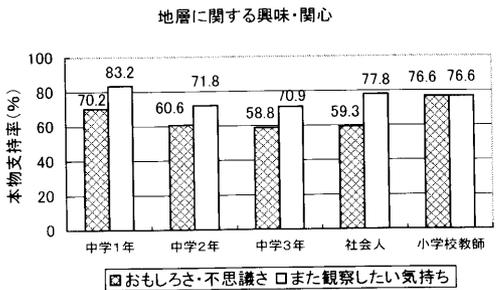


図3 地層に関する本物支持率のグラフ

表 2 地層についての意識調査結果

| | | 地層のおもしろさや不思議さ | | | また地層を観察したいという気持ち | | | 地層が、泥、砂、レキなどからできていること | | | 地層の中には化石が含まれることがあること | | | 地層のしまもようは水のはたらきでできたこと | | | 地層は広がりをもつてつながっていること | | | 地層の厚さの測定 | | | 地層のスケッチ | | |
|---------------------|----|---------------|------|------|------------------|------|------|-----------------------|------|------|----------------------|------|------|-----------------------|------|------|---------------------|------|------|----------|------|------|---------|------|-----|
| | | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × |
| 私立中学校1年生 N=161 | 人数 | 113 | 24 | 24 | 134 | 10 | 17 | 90 | 29 | 42 | 90 | 26 | 45 | 44 | 29 | 88 | 72 | 39 | 50 | 138 | 12 | 11 | 123 | 23 | 15 |
| | % | 70.2 | 14.9 | 14.9 | 83.2 | 6.2 | 10.6 | 55.9 | 18.0 | 26.1 | 55.9 | 16.1 | 28.0 | 27.3 | 18.0 | 54.7 | 44.7 | 24.2 | 31.1 | 85.7 | 7.5 | 6.8 | 76.4 | 14.3 | 9.3 |
| 私立中学校2年生 N=142 | 人数 | 86 | 33 | 23 | 102 | 21 | 19 | 90 | 30 | 22 | 88 | 26 | 28 | 42 | 29 | 71 | 68 | 35 | 39 | 121 | 8 | 13 | 118 | 12 | 12 |
| | % | 60.6 | 23.2 | 16.2 | 71.8 | 14.8 | 13.4 | 63.4 | 21.1 | 15.5 | 62.0 | 18.3 | 19.7 | 29.6 | 20.4 | 50.0 | 47.9 | 24.6 | 27.5 | 85.2 | 5.6 | 9.2 | 83.1 | 8.5 | 8.5 |
| 私立中学校3年生 N=165 | 人数 | 97 | 45 | 23 | 117 | 28 | 20 | 93 | 37 | 35 | 86 | 47 | 32 | 37 | 39 | 89 | 81 | 46 | 38 | 137 | 15 | 13 | 137 | 13 | 15 |
| | % | 58.8 | 27.3 | 13.9 | 70.9 | 17.0 | 12.1 | 56.4 | 22.4 | 21.2 | 52.1 | 28.5 | 19.4 | 22.4 | 23.6 | 53.9 | 49.1 | 27.9 | 23.0 | 83.0 | 9.1 | 7.9 | 83.0 | 7.9 | 9.1 |
| 科学セミナー参加社会人 N=27 | 人数 | 16 | 9 | 2 | 21 | 5 | 1 | 21 | 3 | 3 | 15 | 9 | 3 | 4 | 12 | 11 | 16 | 7 | 4 | 23 | 2 | 2 | 22 | 3 | 2 |
| | % | 59.3 | 33.3 | 7.4 | 77.8 | 18.5 | 3.7 | 77.8 | 11.1 | 11.1 | 55.6 | 33.3 | 11.1 | 14.8 | 44.4 | 40.7 | 59.3 | 25.9 | 14.8 | 85.2 | 7.4 | 7.4 | 81.5 | 11.1 | 7.4 |
| 地層観察研修会参加教師 N=47 | 人数 | 36 | 4 | 7 | 36 | 5 | 6 | 39 | 6 | 2 | 40 | 4 | 2 | 13 | 12 | 23 | 18 | 8 | 21 | 33 | 10 | 5 | 37 | 7 | 3 |
| | % | 76.6 | 8.5 | 14.9 | 76.6 | 10.6 | 12.8 | 83.0 | 12.8 | 4.3 | 85.1 | 8.5 | 4.3 | 27.7 | 25.5 | 48.9 | 38.3 | 17.0 | 44.7 | 70.2 | 21.3 | 10.6 | 78.7 | 14.9 | 6.4 |

○:本物の方が良い △:どちらとも言えない ×:ビデオや写真の方が良い

表 3 地層に関する本物支持率の比較検定（二項分布の正規近似した検定方法における有意確率（両側）の p 値）

| | | 中学1年 | 中学2年 | 中学3年 | 社会人 | 小学校教師 |
|-----------------------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 地層のおもしろさや不思議さ | 中学1年 | — | 0.078 | 0.032* | 0.258 | 0.391 |
| | 中学2年 | 0.078 | — | 0.752 | 0.899 | 0.046* |
| | 中学3年 | 0.032* | 0.752 | — | 0.963 | 0.026* |
| | 社会人 | 0.258 | 0.899 | 0.963 | — | 0.116 |
| | 小学校教師 | 0.391 | 0.046* | 0.026* | 0.116 | — |
| また地層を観察したいという気持ち | 中学1年 | — | 0.017* | 0.008* | 0.491 | 0.300 |
| | 中学2年 | 0.017* | — | 0.859 | 0.525 | 0.524 |
| | 中学3年 | 0.008** | 0.859 | — | 0.462 | 0.443 |
| | 社会人 | 0.491 | 0.525 | 0.462 | — | 0.907 |
| | 小学校教師 | 0.300 | 0.524 | 0.443 | 0.907 | — |
| 地層が、泥、砂、レキなどからできていること | 中学1年 | — | 0.186 | 0.933 | 0.032* | 0.001* |
| | 中学2年 | 0.186 | — | 0.212 | 0.149 | 0.012* |
| | 中学3年 | 0.933 | 0.212 | — | 0.036* | 0.001* |
| | 社会人 | 0.032* | 0.149 | 0.036* | — | 0.582 |
| | 小学校教師 | 0.001* | 0.012* | 0.001* | 0.582 | — |
| 地層の中には化石が含まれることがあること | 中学1年 | — | 0.284 | 0.494 | 0.973 | 0.000* |
| | 中学2年 | 0.284 | — | 0.082 | 0.531 | 0.003* |
| | 中学3年 | 0.494 | 0.082 | — | 0.740 | 0.000* |
| | 社会人 | 0.973 | 0.531 | 0.740 | — | 0.005* |
| | 小学校教師 | 0.000* | 0.003* | 0.000* | 0.005* | — |
| 地層のしまようは水のはたらきでできたこと | 中学1年 | — | 0.665 | 0.306 | 0.168 | 0.964 |
| | 中学2年 | 0.665 | — | 0.153 | 0.114 | 0.802 |
| | 中学3年 | 0.306 | 0.153 | — | 0.371 | 0.456 |
| | 社会人 | 0.168 | 0.114 | 0.371 | — | 0.206 |
| | 小学校教師 | 0.964 | 0.802 | 0.456 | 0.206 | — |
| 地層は広がりをもつてつながっていること | 中学1年 | — | 0.581 | 0.429 | 0.161 | 0.434 |
| | 中学2年 | 0.581 | — | 0.833 | 0.279 | 0.252 |
| | 中学3年 | 0.429 | 0.833 | — | 0.327 | 0.191 |
| | 社会人 | 0.161 | 0.279 | 0.327 | — | 0.082 |
| | 小学校教師 | 0.434 | 0.252 | 0.191 | 0.082 | — |
| 地層の厚さの測定 | 中学1年 | — | 0.901 | 0.505 | 0.852 | 0.014* |
| | 中学2年 | 0.901 | — | 0.603 | 0.997 | 0.022* |
| | 中学3年 | 0.505 | 0.603 | — | 0.781 | 0.052 |
| | 社会人 | 0.852 | 0.997 | 0.781 | — | 0.148 |
| | 小学校教師 | 0.014* | 0.022* | 0.052 | 0.148 | — |
| 地層のスケッチ | 中学1年 | — | 0.149 | 0.136 | 0.561 | 0.739 |
| | 中学2年 | 0.149 | — | 0.987 | 0.838 | 0.498 |
| | 中学3年 | 0.136 | 0.987 | — | 0.843 | 0.497 |
| | 社会人 | 0.561 | 0.838 | 0.843 | — | 0.776 |
| | 小学校教師 | 0.739 | 0.498 | 0.497 | 0.776 | — |

*: p 値 < 0.05 で有意を示す。

検定においても、小学校教師と中学2、中学3年で有意な差が認められ、また、中学1年と中学3年の間でも有意な差があった。

また観察したいという気持ちについては、中学1年が最も高く、中学2年、中学3年の約7割との間に有意な差が示された。

これらの結果から、地層に関する興味・関心の本物支持率は中学1年が最も高く、中学2、中学3年では減少する。中学3年は実際に宿題として地層を観察しているが、最も低い支持率を示した。このことは地層の野外観察を実施しても興味・関心がより深まらなかったことを示している。また、野外観察を経験した小学校教師は、「地層のおもしろさや不思議さ」では科学セミナー参加社会人と比べて支持率がが高く、野外観

察の影響があったことが考えられる。それでも、4人に1人は野外観察を支持していない。

知識・理解に関する質問は、「地層が泥、砂、レキからできていることを知ること」と、「地層の中には化石が含まれていることを知ること」の2項目である。まず、「地層が泥、砂、レキからできていることを知ること」の質問では、中学1年、中学2年、中学3年では、約5割から約6割が野外観察を支持した。それに対して科学セミナー参加社会人、小学校教師は、それぞれ約8割が本物を支持しており、中学生との間で有意差が認められた。「地層の中には化石が含まれていることを知ること」の質問に関しては、小学校教師が85.1%と高い値を示し、中学1年、中学2年、中学3年との間に有意差を示した。

これらの結果から、地層の構成物質を学習することに対して、中学生は実際に本物を見ることを支持するのは5割から6割しかおらず、それに対して科学セミナー参加社会人や教師のほうが本物を示したほうが良いと考えていることになる。また、化石採集を経験した教師は本物支持率が高く、科学セミナー参加社会人との間でも有意な差があることから、化石採集をした結果が教師の意識を変化させた可能性がある。

科学的な思考についての問題は、「地層のしまもようは水のはたらきでできたことを考えること」と「地層は広がりをもってつながっていることを考えること」についての2点である。全体的に本物支持率は低く、「地層のしまもようは水のはたらきでできたことを考えること」は、どれも3割に達しない。また、「地層は広がりをもってつながっていることを考えること」は、科学セミナー参加社会人が最も多く約6割の支持率である。

以上の結果、地層と水のはたらきを考えさせることや地層の広がりやつながりを理解するためには、本物を示すよりも、映像などの間接経験が有効であると考えられる人が多いことを示している。また、実際に野外観察を実施したばかりの小学校教師の支持率が上がらなかったのは、これらの思考の問題は野外で行わなくても教室でじっくりと説明した方がわかりやすいと考えたからであると思われる。野外観察を実施した場所の地層が水平層に近く、垂直方向の断面が顕著に現れて

いない場所であったことも影響しているかもしれない。

最後に、技能・表現についての問題は、「地層の厚さの測定」と「地層のスケッチ」である。これは、全体的に約7割から約8割で高い本物支持率を示した。地層の厚さを測定したり、地層をスケッチしたりするのは、やはり本物でないといけないという意識があると解釈できる。ただし、小学校教師で「地層の厚さの測定」の支持率が約7割で中学生の支持率と比べるとやや低い。小学校教師は実際に野外で地層の厚さを測定する経験をしたばかりであり、その測定は実際にやってみると予想以上に難しかった（地層の単層の境界を見つけにくかった）ということが影響しているものと考えられる。

地層の野外観察の過去の経験の有無が、本物支持率に影響を及ぼすかどうかについては、私立中学校1年生および2年生におけるデータで分析した（私立中学校3年生は全員が宿題として経験しているのでここでは省いてある）。

結果は表4に示したとおりであり、すべての項目において有意な差は認められなかった。このことは、小学校のときに地層の野外観察を経験してきた生徒と経験のない生徒では本物支持率に影響しない可能性が示唆される。しかし、小学校の時の野外観察の経験は小学校の授業の一環として実施された場合と個人的に地層を観察した場合の両方が含まれている。その点を区別

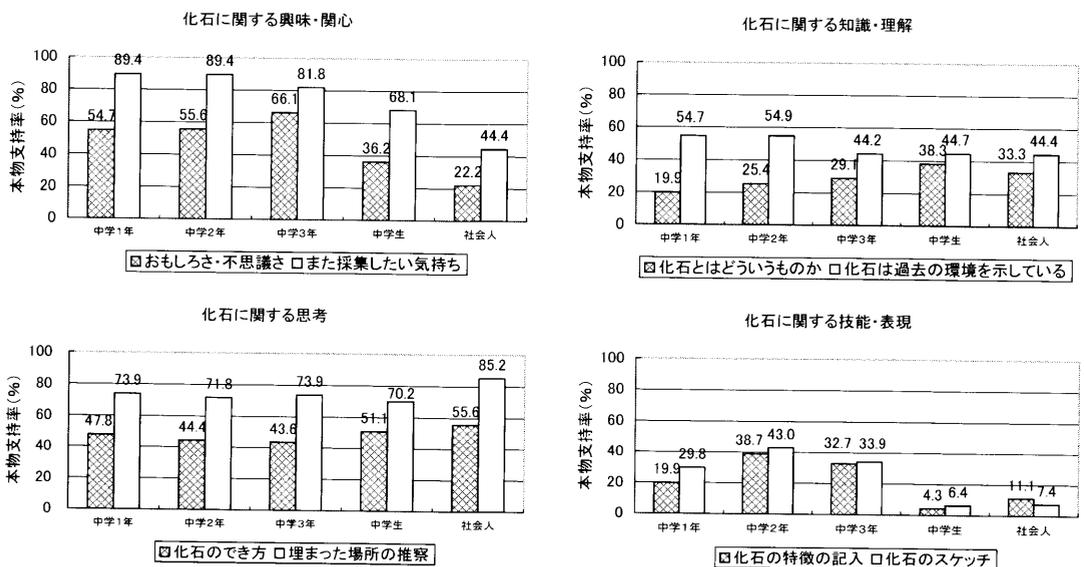


図4 化石に関する本物支持率のグラフ

表 4 地層の野外観察経験の有無による本物支持率の比較

| 対象者 | | 地層のおもしろさや不思議さ | | また地層を観察したいという気持ち | | 地層が、泥、砂、レキなどからできていること | | 地層の中には化石が含まれることがあること | | 地層のしまでもうは水のはたらきでできたこと | | 地層は広がりをもってつながっていること | | 地層の厚さの測定 | | 地層のスケッチ | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|---------------|------|------------------|-----|-----------------------|-------|----------------------|------|-----------------------|-----|---------------------|-------|----------|------|---------|-----|------|-------|----|------|-------|----|------|-------|
| | | 本物支持率 | p値 | 本物支持率 | p値 | 本物支持率 | p値 | 本物支持率 | p値 | 本物支持率 | p値 | 本物支持率 | p値 | 本物支持率 | p値 | 本物支持率 | p値 | | | | | | | | |
| 経験の有無 | | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | | | | | | |
| 私立中学校1年生 N=161 | あり(N=59) | 41 | 69.5 | 0.883 | 49 | 83.1 | 0.963 | 34 | 57.6 | 0.737 | 38 | 64.4 | 0.098 | 18 | 30.5 | 0.491 | 31 | 52.5 | 0.129 | 52 | 88.1 | 0.504 | 48 | 81.4 | 0.260 |
| | なし(N=102) | 72 | 70.6 | ns | 85 | 83.3 | ns | 56 | 54.9 | ns | 52 | 51.0 | ns | 26 | 25.5 | ns | 41 | 40.2 | ns | 86 | 84.3 | ns | 75 | 73.5 | ns |
| 私立中学校2年生 N=142 | あり(N=42) | 25 | 59.5 | 0.870 | 30 | 71.4 | 0.945 | 25 | 59.5 | 0.536 | 27 | 64.3 | 0.713 | 10 | 23.8 | 0.329 | 21 | 50.0 | 0.744 | 34 | 81.0 | 0.354 | 35 | 83.3 | 0.961 |
| | なし(N=100) | 61 | 61.0 | ns | 72 | 72.0 | ns | 65 | 65.0 | ns | 61 | 61.0 | ns | 32 | 32.0 | ns | 47 | 47.0 | ns | 87 | 87.0 | ns | 83 | 83.0 | ns |

*: p 値 < 0.05 で有意を示す。

ns: 有意でない。

表 5 化石についての意識調査結果

| | | 化石のおもしろさや不思議さ | | | また化石を採集したいという気持ち | | | 化石はどのようなかを知ること | | | 化石は過去の環境を示していることを知ること | | | この化石がどのようにしてできたかを考えること | | | この化石がどんな場所で見つかったかを考えること | | | 化石の特徴を記入する | | | 化石のスケッチ | | |
|---------------------|----|---------------|------|------|------------------|------|-----|----------------|------|------|-----------------------|------|------|------------------------|------|------|-------------------------|------|------|------------|------|------|---------|------|------|
| | | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × |
| 私立中学校1年生 N=161 | 人数 | 88 | 51 | 22 | 144 | 6 | 11 | 32 | 50 | 79 | 88 | 38 | 35 | 77 | 38 | 46 | 119 | 21 | 21 | 32 | 47 | 82 | 48 | 46 | 67 |
| | % | 54.7 | 31.7 | 13.7 | 89.4 | 3.7 | 6.8 | 19.9 | 31.1 | 49.1 | 54.7 | 23.6 | 21.7 | 47.8 | 23.6 | 28.6 | 73.9 | 13.0 | 13.0 | 19.9 | 29.2 | 50.9 | 29.8 | 28.6 | 41.6 |
| 私立中学校2年生 N=142 | 人数 | 79 | 40 | 23 | 127 | 5 | 10 | 36 | 47 | 59 | 78 | 34 | 30 | 63 | 32 | 47 | 102 | 25 | 15 | 55 | 39 | 48 | 61 | 38 | 43 |
| | % | 55.6 | 28.2 | 16.2 | 89.4 | 3.5 | 7.0 | 25.4 | 33.1 | 41.5 | 54.9 | 23.9 | 21.1 | 44.4 | 22.5 | 33.1 | 71.8 | 17.6 | 10.6 | 38.7 | 27.5 | 33.8 | 43.0 | 26.8 | 30.3 |
| 私立中学校3年生 N=165 | 人数 | 109 | 37 | 19 | 135 | 19 | 11 | 48 | 63 | 54 | 73 | 56 | 36 | 72 | 37 | 56 | 122 | 23 | 20 | 54 | 49 | 62 | 56 | 54 | 55 |
| | % | 66.1 | 22.4 | 11.5 | 81.8 | 11.5 | 6.7 | 29.1 | 38.2 | 32.7 | 44.2 | 33.9 | 21.8 | 43.6 | 22.4 | 33.9 | 73.9 | 13.9 | 12.1 | 32.7 | 29.7 | 37.6 | 33.9 | 32.7 | 33.3 |
| 科学セミナー参加中学生 N=47 | 人数 | 17 | 21 | 9 | 32 | 11 | 4 | 18 | 11 | 18 | 21 | 14 | 12 | 24 | 9 | 14 | 33 | 4 | 10 | 2 | 8 | 37 | 3 | 7 | 37 |
| | % | 36.2 | 44.7 | 19.1 | 68.1 | 23.4 | 8.5 | 38.3 | 23.4 | 38.3 | 44.7 | 29.8 | 25.5 | 51.1 | 19.1 | 29.8 | 70.2 | 8.5 | 21.3 | 4.3 | 17.0 | 78.7 | 6.4 | 14.9 | 78.7 |
| 科学セミナー参加社会人 N=27 | 人数 | 6 | 16 | 5 | 12 | 13 | 2 | 9 | 13 | 5 | 12 | 7 | 8 | 15 | 7 | 5 | 23 | 1 | 3 | 3 | 10 | 14 | 2 | 11 | 14 |
| | % | 22.2 | 59.3 | 18.5 | 44.4 | 48.1 | 7.4 | 33.3 | 48.1 | 18.5 | 44.4 | 25.9 | 29.6 | 55.6 | 25.9 | 18.5 | 85.2 | 3.7 | 11.1 | 11.1 | 37.0 | 51.9 | 7.4 | 40.7 | 51.9 |

○: 野外の方が良い △: どちらとも言えない ×: 教室に持ち込んだ方が良い

した考察が必要である。今回はデータとしてそれは得られていないので今後の課題である。

(2) 化石の学習についての意識調査

対象としたのは、私立中学校1～3年生、科学セミナー参加中学生、科学セミナー参加社会人である。

具体的な質問と質問項目を以下に示す。
(質問)

以下の①～⑧に関して、野外のほうが良いと思う場合は○、どちらとも言えないと思うものは△、教室に持ち込んだほうが良いと思うものには×をつけてください。

(質問項目)

- ①化石のおもしろさや不思議さを感じること (興味・関心)
- ②また化石を採集したいという気持ちを感じること

(興味・関心)

- ③化石とはどういうものかを知ること (知識・理解)
- ④化石は過去の環境を示していることを知ること (知識・理解)
- ⑤この化石がどのようにしてできたかを考えること (思考)
- ⑥この化石がどんな場所で埋まってできたかを考えること (思考)
- ⑦化石の特徴を記入すること (技能・表現)
- ⑧化石のスケッチをすること (技能・表現)

調査結果は、図4、表5、表6に示す。

興味・関心として「化石のおもしろさ」と「また採集したい気持ち」について質問した。「化石のおもしろさ」については、中学1年、中学2年、中学3年では

表6 化石に関する本物支持率の比較検定(二項分布の正規近似した検定方法における有意確率(両側)の p 値)

| | | 中学1年 | 中学2年 | 中学3年 | 中学生 | 社会人 |
|---------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 化石のおもしろさや不思議さ | 中学1年 | — | 0.865 | 0.035* | 0.026* | 0.002* |
| | 中学2年 | 0.865 | — | 0.062 | 0.021* | 0.001* |
| | 中学3年 | 0.035* | 0.062 | — | 0.000* | 0.000* |
| | 中学生 | 0.026* | 0.021* | 0.000* | — | 0.212 |
| | 社会人 | 0.002* | 0.001* | 0.000* | 0.212 | — |
| また化石を採集したいという気持ち | 中学1年 | — | 0.999 | 0.050 | 0.000* | 0.000* |
| | 中学2年 | 0.999 | — | 0.060 | 0.001* | 0.000* |
| | 中学3年 | 0.050 | 0.060 | — | 0.042* | 0.000* |
| | 中学生 | 0.000* | 0.001* | 0.042* | — | 0.046* |
| | 社会人 | 0.000* | 0.000* | 0.000* | 0.046* | — |
| 化石とはどういうものかを知ること | 中学1年 | — | 0.254 | 0.053 | 0.009* | 0.117 |
| | 中学2年 | 0.254 | — | 0.464 | 0.089 | 0.390 |
| | 中学3年 | 0.053 | 0.464 | — | 0.229 | 0.655 |
| | 中学生 | 0.009* | 0.089 | 0.229 | — | 0.669 |
| | 社会人 | 0.117 | 0.390 | 0.655 | 0.669 | — |
| 化石は過去の環境を示していることを知ること | 中学1年 | — | 0.962 | 0.060 | 0.228 | 0.325 |
| | 中学2年 | 0.962 | — | 0.062 | 0.223 | 0.317 |
| | 中学3年 | 0.060 | 0.062 | — | 0.957 | 0.984 |
| | 中学生 | 0.228 | 0.223 | 0.957 | — | 0.984 |
| | 社会人 | 0.325 | 0.317 | 0.984 | 0.984 | — |
| この化石がどのようにしてできたかを考えること | 中学1年 | — | 0.547 | 0.448 | 0.696 | 0.457 |
| | 中学2年 | 0.547 | — | 0.898 | 0.425 | 0.285 |
| | 中学3年 | 0.448 | 0.898 | — | 0.367 | 0.249 |
| | 中学生 | 0.696 | 0.425 | 0.367 | — | 0.709 |
| | 社会人 | 0.457 | 0.285 | 0.249 | 0.709 | — |
| この化石がどんな場所で埋まってできたかを考えること | 中学1年 | — | 0.684 | 0.996 | 0.615 | 0.207 |
| | 中学2年 | 0.684 | — | 0.678 | 0.831 | 0.147 |
| | 中学3年 | 0.996 | 0.678 | — | 0.611 | 0.208 |
| | 中学生 | 0.615 | 0.831 | 0.611 | — | 0.148 |
| | 社会人 | 0.207 | 0.147 | 0.208 | 0.148 | — |
| 化石の特徴を記入する | 中学1年 | — | 0.000* | 0.008* | 0.011* | 0.279 |
| | 中学2年 | 0.000* | — | 0.273 | 0.000* | 0.006* |
| | 中学3年 | 0.008* | 0.273 | — | 0.000* | 0.023* |
| | 中学生 | 0.011* | 0.000* | 0.000* | — | 0.258 |
| | 社会人 | 0.279 | 0.006* | 0.023* | 0.258 | — |
| 化石のスケッチ | 中学1年 | — | 0.017* | 0.424 | 0.001* | 0.015* |
| | 中学2年 | 0.017* | — | 0.105 | 0.000* | 0.000* |
| | 中学3年 | 0.424 | 0.105 | — | 0.000* | 0.005* |
| | 中学生 | 0.001* | 0.000* | 0.000* | — | 0.866 |
| | 社会人 | 0.015* | 0.000* | 0.005* | 0.866 | — |

*: p 値 < 0.05 で有意を示す。

ほぼ5割から6割が本物を支持している。化石の実習を経験した科学センター参加中学生では36.2%で少なく、科学セミナー参加社会人ではさらに22.2%と低い値を示す。これは実習の有無で、有意差が認められた。また、「また採集したい気持ち」に関しては、実習していない中学生では約8割から約9割が本物を支持しているのに対して、実習を経験した科学センター参加中学生で約7割であり、科学セミナー参加社会人では約4割しか支持していない。

これらの結果から、化石を教室に持ち込んだ実習が興味・関心における意識において大きな影響を与えたことが示される。それは、科学センター参加中学生よりも科学セミナー参加社会人に顕著に現れている。

化石に関する知識・理解として「化石とはどういうものかを知ること」と「化石は過去の環境を示していることを知ることに」ついて質問した。結果としては、「化石とはどういうものかを知ること」に関して、中学1年がもっとも低く、約2割の支持率で、最も支持率の高い実習後の科学センター参加中学生の約4割との間に有意差が認められた。しかし、それ以外についてはどれも有意差は認められない。化石に関する思考として「化石のでき方を考えること」と「どんな場所で埋まってきたかを考えること」について質問した。結果としては「化石のでき方」で約4割から約5割が本物を支持し、「埋積場所」については、約7割から8割が本物を支持しており、いずれも有意な差が認められなかった。

化石に関する技能・表現に関しては「化石の特徴の記入」と「化石のスケッチ」について質問した。これは、実習を経験した科学セミナー参加中学生と科学セミナー参加社会人と、実習を経験していない中学生との間で明瞭な有意差が認められる。つまり、実習を実施した場合は、本物支持率が極端に低く、化石の特徴やスケッチは教室内で持ち込んでじっくり行ったほうが良いことを示唆した結果である。

化石採集を過去に経験したことが、本物支持率に影響が及ぼすかどうかについては、私立中学校1～3年生におけるデータで分析した。

分析結果を表7に示す。有意差が認められたのは、1年生の「化石のおもしろさや不思議さ」と2年生の「この化石がどんな場所で埋まってきたことを考えること」で、それぞれ化石採集の経験者のほうが本物支持率は高い。しかし、これ以外はすべて有意な差は認められなかった。このことは、過去の化石採集の経

験の有無は、化石に関する本物支持率に影響をほとんど与えない可能性が示唆される。しかし、過去の化石採集の経験の内容は個人により異なっており、今回はそのデータは得られていない。どのような内容の経験をしてきたのかを考慮した分析が、今後の課題である。

また、実習を経験した直後の科学セミナー参加社会人と中学生に対して、「教室に化石を持ち込む実習の利点」と「教室に化石を持ち込んでも野外にはかなわない点」という2点について自由記述で回答する質問紙調査を合わせて実施した。回答内容を集計した結果、教室内で行う利点としては、観察や同定作業など、時間に束縛されずにじっくり行える点が最も多く(中学生47名中30名、社会人27名中11名)、さらに社会人は指導のしやすさを理由に挙げる場合が見られた。一方、野外にかなわない点は、化石の産出状況がわからないという点が多く(中学生47名中13名、社会人27名中10名)、化石を自由に剖出できない点なども社会人、中学生ともに共通して見られた。

この比較研究は、野外で化石を採集しながらの自然的直接経験と教室に化石を持ち込んで人為的 direct 経験との比較であり、直接経験同士の比較である。とくに教室に化石をただ単に持ち込んで観察するだけという実習ではなく、野外と同じように自らの手で化石をハンマーで割り、採集することを教室で経験するという意味では、野外の状況をできるだけ教室に持ち込んだ実践とも言える。興味・関心、技能・表現において、実習の経験の有無が本物支持率に影響したということは、化石の指導に関してはこのように何が何でも野外で行うのではなく、室内に持ち込んで人為的 direct 経験のほうが自然的 direct 経験よりも教育的な効果が高くなる可能性が示唆される。

(3) 星に関する意識調査

相場(2004)は、本物の星空を観察した場合と人為的間接経験でもあるプラネタリウムを用いての観察とを比較した意識調査について報告した。

対象は、小学校A児童、小学校B児童、科学セミナー参加中学生、科学セミナー参加社会人、地層観察研修会参加教師である。

具体的な質問と質問項目を以下に示す。

(質問)

以下の①～⑧に関して、本物の星空のほうが良いと思う場合は○、どちらとも言えないと思うものは△、プラネタリウムのほうが良いと思うものには×をつけ

表 7 化石の採集経験の有無による本物支持率の比較

| 対象者 | 経験の有無 | 化石のおもしろさや不思議さ | | | また化石を採集したいという気持ち | | | 化石とはどういうものかを知ること | | | 化石は過去の環境を示していることを知ること | | | この化石がどのようにしてできたかを考えること | | | この化石がどんな場所で埋まってきたかを考えること | | | 化石の特徴を記入する | | | 化石のスケッチ | | |
|----------|--------------------|---------------|------|-------|------------------|------|-------|------------------|------|-------|-----------------------|------|-------|------------------------|------|-------|--------------------------|------|-------|------------|------|-------|---------|------|-------|
| | | 本物支持率 | | ρ値 | 本物支持率 | | ρ値 | 本物支持率 | | ρ値 | 本物支持率 | | ρ値 | 本物支持率 | | ρ値 | 本物支持率 | | ρ値 | 本物支持率 | | ρ値 | 本物支持率 | | ρ値 |
| | | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 | 選択数 | % | 検定結果 |
| 私立中学校1年生 | あり(N=27) | 20 | 74.1 | 0.026 | 23 | 85.2 | 0.430 | 5 | 18.5 | 0.846 | 15 | 55.6 | 0.918 | 16 | 59.3 | 0.551 | 21 | 77.8 | 0.616 | 8 | 29.6 | 0.164 | 14 | 51.9 | 0.006 |
| | N=161 なし(N=134) | 68 | 50.7 | * | 121 | 90.3 | ns | 27 | 20.1 | ns | 73 | 54.5 | ns | 71 | 53.0 | ns | 98 | 73.1 | ns | 24 | 17.9 | ns | 34 | 25.4 | * |
| 私立中学校2年生 | あり(N=17) | 12 | 70.6 | 0.186 | 14 | 82.4 | 0.311 | 4 | 23.5 | 0.854 | 10 | 58.8 | 0.731 | 10 | 58.8 | 0.201 | 16 | 94.1 | 0.029 | 7 | 41.2 | 0.825 | 8 | 47.1 | 0.716 |
| | N=142 なし(N=125) | 67 | 53.6 | ns | 113 | 90.4 | ns | 32 | 25.6 | ns | 68 | 54.4 | ns | 53 | 42.4 | ns | 86 | 68.8 | * | 48 | 38.4 | ns | 53 | 42.4 | ns |
| 私立中学校3年生 | あり(N=28) | 15 | 53.6 | 0.126 | 23 | 82.1 | 0.961 | 7 | 25.0 | 0.601 | 14 | 50.0 | 0.501 | 12 | 42.9 | 0.927 | 21 | 75.0 | 0.888 | 10 | 35.7 | 0.712 | 10 | 35.7 | 0.828 |
| | N=165 なし(N=137) | 94 | 68.6 | ns | 112 | 81.8 | ns | 41 | 29.9 | ns | 59 | 43.1 | ns | 60 | 43.8 | ns | 101 | 73.7 | ns | 44 | 32.1 | ns | 46 | 33.6 | ns |

*: p 値 < 0.05 で有意を示す。

ns: 有意でない。

表 8 星についての意識調査結果

| | | 星の美しさ、きれいさ | | | また見たいという気持ち | | | 星の名前や星座の覚えやすさ | | | 星の色や星座の形の覚えやすさ | | | 星がどのように動いているか考えること | | | 北の空の星がどのように回転しているか考えること | | | 星の見つけやすさ | | | 星のスケッチのしやすさ | | |
|-------------|----|------------|------|-----|-------------|------|------|---------------|------|------|----------------|------|------|--------------------|------|------|-------------------------|------|------|----------|------|------|-------------|------|------|
| | | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × | ○ | △ | × |
| | | 小学校A児童 | 人数 | 39 | 3 | 1 | 22 | 6 | 15 | 3 | 7 | 33 | 12 | 6 | 25 | 8 | 6 | 29 | 3 | 10 | 30 | 13 | 5 | 25 | 28 |
| | % | 90.7 | 7.0 | 2.3 | 51.2 | 14.0 | 34.9 | 7.0 | 16.3 | 76.7 | 27.9 | 14.0 | 58.1 | 18.6 | 14.0 | 67.4 | 7.0 | 23.3 | 69.8 | 30.2 | 11.6 | 58.1 | 65.1 | 44.6 | 23.3 |
| 小学校B児童 | 人数 | 115 | 2 | 1 | 95 | 13 | 10 | 9 | 22 | 86 | 26 | 25 | 65 | 36 | 17 | 62 | 27 | 30 | 58 | 30 | 13 | 72 | 61 | 20 | 34 |
| | % | 97.5 | 1.7 | 0.8 | 80.5 | 11.0 | 8.5 | 7.6 | 18.6 | 72.9 | 22.0 | 21.2 | 55.1 | 30.5 | 14.4 | 52.5 | 22.9 | 25.4 | 49.2 | 25.4 | 11.0 | 61.0 | 51.7 | 16.9 | 28.8 |
| 科学センター参加中学生 | 人数 | 45 | 1 | 1 | 41 | 5 | 1 | 7 | 4 | 36 | 15 | 7 | 25 | 12 | 3 | 32 | 15 | 4 | 28 | 15 | 0 | 32 | 34 | 4 | 9 |
| | % | 95.7 | 2.1 | 2.1 | 87.2 | 10.6 | 2.1 | 14.9 | 8.5 | 76.6 | 31.9 | 14.9 | 53.2 | 25.5 | 6.4 | 68.1 | 31.9 | 8.5 | 59.6 | 31.9 | 0.0 | 68.1 | 72.3 | 8.5 | 19.1 |
| 科学センター参加社会人 | 人数 | 22 | 5 | 0 | 20 | 7 | 0 | 3 | 12 | 12 | 7 | 8 | 12 | 6 | 6 | 15 | 10 | 7 | 10 | 8 | 7 | 12 | 11 | 11 | 5 |
| | % | 81.5 | 18.5 | 0.0 | 74.1 | 25.9 | 0.0 | 11.1 | 44.4 | 44.4 | 25.9 | 29.6 | 44.4 | 22.2 | 22.2 | 55.6 | 37.0 | 25.9 | 37.0 | 29.6 | 25.9 | 44.4 | 40.7 | 40.7 | 18.5 |
| 地層観察研修会参加教師 | 人数 | 41 | 2 | 4 | 36 | 2 | 9 | 9 | 7 | 31 | 9 | 9 | 29 | 8 | 8 | 31 | 8 | 14 | 25 | 19 | 9 | 19 | 32 | 6 | 9 |
| | % | 87.2 | 4.3 | 8.5 | 76.6 | 4.3 | 19.1 | 19.1 | 14.9 | 66.0 | 19.1 | 19.1 | 61.7 | 17.0 | 17.0 | 66.0 | 17.0 | 29.8 | 53.2 | 40.4 | 19.1 | 40.4 | 68.1 | 12.8 | 19.1 |

○: 本物の方が良い △: どちらとも言えない ×: プラネタリウムの方が良い

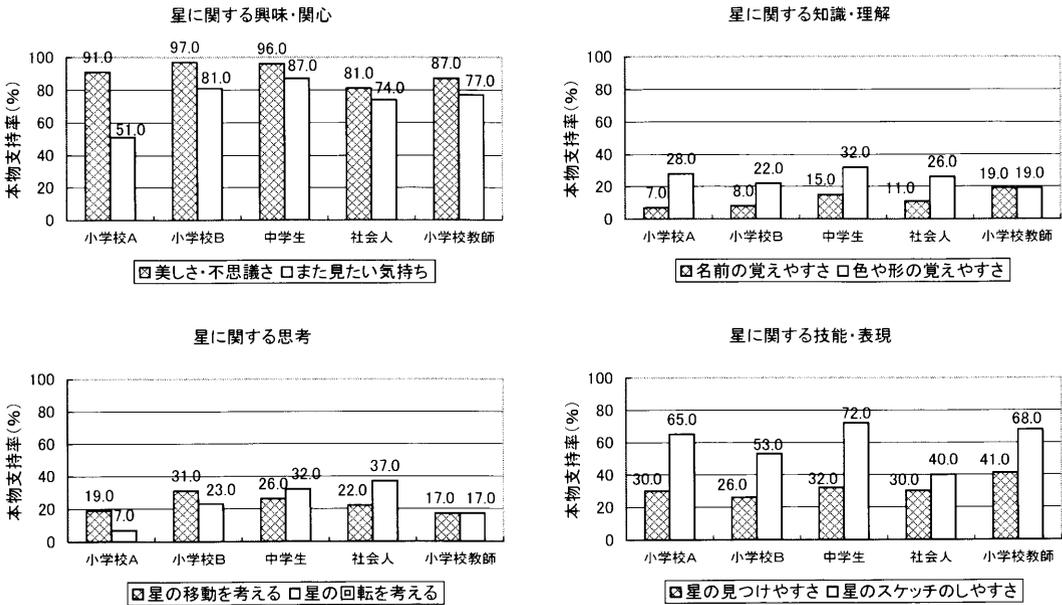


図 5 星に関する本物支持率のグラフ

てください。

(質問項目)

- ①星の美しさ、きれいさを感じる事(興味・関心)
- ②また見たいという気持ちを感じる事(興味・関心)
- ③星の名前や星座の覚えやすさ(知識・理解)
- ④星の色や星座の形の覚えやすさ(知識・理解)
- ⑤星がどのように動いているか考える事(思考)
- ⑥北の空の星がどのように回転しているかを考える事(思考)
- ⑦星の見つけやすさ(技能・表現)
- ⑧星のスケッチのしやすさ(技能・表現)

調査結果は、図5、表8、表9に示す。

興味・関心として「星の美しさ・不思議さ」と「また見たい気持ち」について質問した。

結果は「星の美しさ・不思議さ」については、どこも本物支持率がたいへん高いことが示された。特に観察を実施した小学校B児童で97%、科学セミナー参加中学生で96%と高い値を示した。それに対して地層観察研修会参加教師は87%、科学セミナー参加社会人は81%で低くなり、小学校B児童との間で有意差が認められた。

「また見たいという気持ち」に関しては、小学校B児童、科学セミナー参加中学生、科学セミナー参加社

会人、地層観察研修会参加教師が約8割から9割の値を示したのに対して、小学校A児童は約5割で、有意差が認められた。

これらの結果は、星に関する「美しい、不思議だ」という気持ちは、星の観察を実施した小学生はとくに強い傾向があることを示し、さらに、また見たいという意欲は星空の観察会の経験の有無により影響されることを示していると考えられる。つまり、小学校A児童と小学校B児童で差が認められたことは、星空の観察会の経験のない小学生は、本物の星空もブラネタリウムも同じくらの魅力であり、どちらもまた見たいと思うのかもしれない。それに対して、一度素晴らしい星空を観察している小学生はそのどちらかを選択させられたら、本物の星空を選択するということになる。科学セミナー参加中学生、科学センター参加社会人、地層観察研修会参加教師も同じように8割から9割の支持率があることは、かつて素晴らしい星空を観察した経験があるからと思われる。実際にこの調査の対象となった中学生と科学セミナー参加社会人は科学に興味がある人たちで、そのほとんどが星空の観察会の経験を持っている。小学校教師もその経験の中でそのほとんどの人が星空の観察会の経験を持っている。つまり、実際の星空を観察させることがまた見たいという意欲につながっていくと解釈できる。

表 9 星に関する本物支持率の比較検定（二項分布の正規近似した検定方法における有意確率（両側）の p 値）

| | | 小学校A | 小学校B | 中学生 | 小学校教師 | 社会人 |
|--------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 星の美しさ、きれいさ | 小学校A | — | 0.063 | 0.338 | 0.601 | 0.262 |
| | 小学校B | 0.063 | — | 0.562 | 0.009* | 0.001* |
| | 中学生 | 0.338 | 0.562 | — | 0.139 | 0.044* |
| | 小学校教師 | 0.601 | 0.009* | 0.139 | — | 0.503 |
| | 社会人 | 0.262 | 0.001* | 0.044* | 0.503 | — |
| また見たいという気持ち | 小学校A | — | 0.000* | 0.000* | 0.012* | 0.057 |
| | 小学校B | 0.000* | — | 0.306 | 0.575 | 0.457 |
| | 中学生 | 0.000* | 0.306 | — | 0.180 | 0.152 |
| | 小学校教師 | 0.012* | 0.575 | 0.180 | — | 0.808 |
| | 社会人 | 0.057 | 0.457 | 0.152 | 0.808 | — |
| 星の名前や星座の覚えやすさ | 小学校A | — | 0.889 | 0.233 | 0.090 | 0.548 |
| | 小学校B | 0.889 | — | 0.155 | 0.032* | 0.553 |
| | 中学生 | 0.233 | 0.155 | — | 0.583 | 0.647 |
| | 小学校教師 | 0.090 | 0.032* | 0.583 | — | 0.367 |
| | 社会人 | 0.548 | 0.553 | 0.647 | 0.367 | — |
| 星の色や星座の形の覚えやすさ | 小学校A | — | 0.437 | 0.679 | 0.326 | 0.856 |
| | 小学校B | 0.437 | — | 0.185 | 0.682 | 0.663 |
| | 中学生 | 0.679 | 0.185 | — | 0.156 | 0.587 |
| | 小学校教師 | 0.326 | 0.682 | 0.156 | — | 0.495 |
| | 社会人 | 0.856 | 0.663 | 0.587 | 0.495 | — |
| 星がどのように動いているかを考えること | 小学校A | — | 0.134 | 0.430 | 0.844 | 0.713 |
| | 小学校B | 0.134 | — | 0.525 | 0.077 | 0.392 |
| | 中学生 | 0.430 | 0.525 | — | 0.313 | 0.749 |
| | 小学校教師 | 0.844 | 0.077 | 0.313 | — | 0.582 |
| | 社会人 | 0.713 | 0.392 | 0.749 | 0.582 | — |
| 北の空の星がどのように回転しているかを考えること | 小学校A | — | 0.022* | 0.003* | 0.146 | 0.002* |
| | 小学校B | 0.022* | — | 0.229 | 0.406 | 0.128 |
| | 中学生 | 0.003* | 0.229 | — | 0.093 | 0.654 |
| | 小学校教師 | 0.146 | 0.406 | 0.093 | — | 0.053 |
| | 社会人 | 0.002* | 0.128 | 0.654 | 0.053 | — |
| 星の見つけやすさ | 小学校A | — | 0.542 | 0.863 | 0.313 | 0.957 |
| | 小学校B | 0.542 | — | 0.398 | 0.057 | 0.654 |
| | 中学生 | 0.863 | 0.398 | — | 0.391 | 0.838 |
| | 小学校教師 | 0.313 | 0.057 | 0.391 | — | 0.353 |
| | 社会人 | 0.957 | 0.654 | 0.838 | 0.353 | — |
| 星のスケッチのしやすさ | 小学校A | — | 0.130 | 0.460 | 0.765 | 0.046* |
| | 小学校B | 0.130 | — | 0.015* | 0.055 | 0.304 |
| | 中学生 | 0.460 | 0.015* | — | 0.652 | 0.007* |
| | 小学校教師 | 0.765 | 0.055 | 0.652 | — | 0.022* |
| | 社会人 | 0.046* | 0.304 | 0.007* | 0.022* | — |

*: p 値 < 0.05 で有意を示す。

知識・理解に関しては、「星の名前や星座の覚えやすさ」と「星の色や星座の形の覚えやすさ」について質問した。結果としてはどれも本物支持率が低い。都会などでは星空は見えにくいことや、プラネタリウムでは丁寧な名前を教えるからという理由であろう。「星の名前や星座の覚えやすさ」で地層観察研修会参加教師と小学生 B 児童で有意差が認められる。教師は教えるという立場では、星の名前は本物の方が教えやすいととらえているからと思われる。しかし、それでも 2 割の支持しかない。

思考に関する問題は「星がどのように動いているかを考えること」と「北の空の星がどのように回転しているかを考えること」について質問した。これも知識・理解と同じように、本物支持率は約 2 割から約 4

割でたいへん低い。星の動きについては、どれも有意差は認められないが、星の回転に関して、小学校 A 児童では 7% で極端に本物支持率が低い。これは、小学校 A 児童は星の回転についてはまだ学習しておらず、そのための影響であろう。それに対して小学校 B 児童は、実際の野外で星の観察を行いながら星の回転についての授業を筆者が実施している。その影響がここに示されている可能性がある。

技能・表現に関しては、「星の見つけやすさ」と「星のスケッチ」である。「星の見つけやすさ」に関してはどれも有意差は認められず、約 3 割から 4 割が本物を支持している。「星のスケッチ」に関しては、科学セミナー参加社会人が 4 割の本物支持率で他と比べて低く、有意差が認められる。

星の学習に関して、本物の星空とプラネタリウムを使っての学習を比較したが、興味・関心においては本物が優れている結果が示された。それ以外では、星のスケッチを除いて、プラネタリウムのほうが良いという傾向が示されたことになる。プラネタリウムはたいへん優れた間接経験であり、直接経験では賄えない星の動きを自由にコントロールでき、天候に左右されないなどといった利点が備わっている。プラネタリウムは本来、実際に星空の観察ではできない点を補足するために開発されたものである。しかし、小・中学生の興味・関心は本物にあることは事実で、それがあつ限りは、プラネタリウムだけの学習で済ませてしまうということは児童・生徒の学習意欲が十分に満たされないものと考えられる。また、教師や社会人が本物をこれほどまでに支持していない点に関しては、実際に指導することを考えた場合、教師や社会人でも本物の星空を使って指導する自信がないからということも考えられる。筆者は毎年のように、小学生に長野県の立科町で都会では見られないような満天の星空を観察させて、星の学習を実施してきている。そのときに見せる子どもの感動する姿を見ると、もっと多くの教師がそのような指導の経験を持ってくれば、本物支持率が上昇するのでないかと考える。

4. ま と め

地層に関しては自然的直接経験との自然的間接経験の比較、化石に関しては、自然的直接経験と人為的間接経験の比較、星に関しては自然的直接経験と人為的間接経験の比較を行い、三つの意識調査を小学生、中学生、大人（科学セミナー参加社会人、小学校教師）に対して実施した。その結果以下のような点が明らかになった。

- 地層に関する興味・関心は、全体的に本物支持率が高い。「地層のおもしろさや不思議さ」については中学1年、2年、3年では中学1年が最も本物支持率が高く、また野外観察を経験した直後の小学校教師で高い支持率が見られた。
- 地層の構成物質を学習することに対して、中学生は実際に本物を見ることを支持するのは5割から6割しかない。化石採集を経験した直後の小学校教師の8割以上の本物支持率とは大きな差がある。
- 地層に関する思考については、多くが本物を支持していない。つまり、生徒も大人も「地層のひろがり」とつながり、「地層が水の影響でできたこと」など

を考える場合は野外観察よりもビデオなどの映像による間接経験のほうが良いと考えている。

- 「地層の厚さの測定」や「地層のスケッチ」は、多くが本物を使って実施することが良いと思っている。
- 地層の野外観察を過去に経験した中学生と経験していない中学生とを比較した結果、有意な差は生じなかった。ただし、過去の野外観察の経験の内容によって有意な差が生じる可能性もあり、今後の課題である。
- 化石を野外で採集して観察する場合と教室に持ち込んで観察する場合では、化石の知識・理解、技能・表現の内容においては、本物支持率は低かった。
- 化石を室内で取り出す実習を行った中学生と大人の本物支持率は興味・関心、技能・表現において大きく低下する。
- 化石採集を過去に経験した中学生と経験していない中学生とを比較した結果、ほとんど有意な差は生じなかった。ただし、過去の化石採集経験の内容によって有意な差が生じる可能性もあり、今後の課題である。
- 星の野外観察を経験した小学生と、経験していない小学生とでは、野外観察をした小学生のほうが「また見たい気持ち」が強い。
- 星に関する知識・理解、思考に関しては、小学生、中学生、大人も本物よりもプラネタリウムのほうを支持する

5. おわりに

この意識調査によって、本物の自然、つまり自然的直接経験が必ずしも支持されるわけではないことが明らかになった。つまり、理科教育において、直接経験、間接経験を述べる場合は、単に、直接経験は間接経験より優れているということ述べることはできない。発達段階や直接経験の有無によって、さらに直接経験の内容によっても本物を支持する意識は変化する可能性が示唆される。

今回行った意識調査は、調査方法自体が新たな試みであり、サンプル数もまだ十分とは言えなかった。ただ、この調査で理科教育における直接経験と間接経験に対する子どもたちや大人の意識をある程度は浮き彫りにできたと考える。さらに発達段階、経験の有無や経験内容の条件、あるいは十分な標本数を整えた調査を行うことが今後の課題である。

謝 辞 本研究を進めるにあたり、東京学芸大学教育学部の松川正樹教授には終始ご指導を賜った。また、東京学芸大学教育学部の土橋一仁准教授、小川潔准教授、千葉大学教育学部の山田哲弘教授、横浜国立大学教育人間科学部の森本信也教授には有益な助言をいただいた。杉並区立浜田山小学校の相場美穂子教諭、慶應義塾湘南藤沢中・高等部の小荒井千人教諭には、アンケートの実施についてご協力をいただいた。

以上の方々へ心より御礼申し上げる。

引用文献

- 相場博明 (1997): 大型植物化石の教材化—塩原の化石を利用した授業実践—. 地学教育, **50**, 69-76.
- 相場博明 (1998): 教室内に野外を持ち込む地学の指導 (1). 理科の教育, **47**, 34-35.
- 相場博明 (2004): 現代の子供達の自然観について—本物の星空かプラネタリウムか—. *ACADEMIA*, **88**, 20-24.
- 相場博明 (2007): 理科教育における直接経験と間接経験の類型化と地学教育の果たす役割. 地学教育, **60**, 137-148.
- 馬場勝良・松川正樹・林 明・藤井英一・宮下 治・相場博明 (1986): 地域を生かした地質教材の一私案—立川南方の多摩川河床を例として—. 地学教育, **39**, 193-201.
- 馬場勝良・松川正樹・松川萬里子 (2002): 多摩川中流域河床における地質野外実習教材の開発と実践研究. 馬場勝良・松川正樹 (編), 地質野外実習地としての多摩川中流域および狭山丘陵に分布する上総層群の露頭の現状とそれに基づく教材開発, とうきゅう環境浄化財多摩川環境調査助成集, **24**, 111-182.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹 (1991): 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外実習教材の開発. とうきゅう環境浄化財団多摩川環境調査助成集, **13**, 270 p.
- 松川萬里子・松川正樹 (2005): 地質野外学習を支援するシステム作りと授業実践. 東京学芸大学紀要, 自然科学系, **57**, 195-232.
- 森 一夫編著 (2003): 21世紀の理科教育. 学文社, 176 p.
- 内田 治 (1997): すぐわかる EXCEL によるアンケートの調査・集計・解析. 東京図書株式会社, 226 p.

相場博明: 直接経験と間接経験のどちらを支持するか—地学領域を例とした意識調査— 地学教育 60 巻 6号, 211-226, 2007

〔キーワード〕 直接経験, 間接経験, 意識調査, 本物支持率, 地学教育

〔要旨〕 地学領域を例として直接経験を支持するか, 間接経験を支持するかを調べるための意識調査を行った。調査は、児童・生徒・教師・社会人を対象とし、地層、化石、星についての三つの項目で実施した。調査結果は本物支持率を比較することで考察した。その結果、必ずしも直接経験が支持されるわけではなく、内容によっては間接経験が支持される場合があることがわかった。また発達段階の違いや直接経験の有無によって、意識が左右されることもわかった。

Hiroaki AIBA: Which Receive More Support, Direct Experiences or Indirect Experiences? —An Acceptance Survey in the Field of Earth Science—. *Educat. Earth Sci.*, **60**(6), 211-226, 2007

 学 会 記 事

第 2 回 常務委員会議事録

日 時: 平成 19 年 7 月 4 日 (水)

午後 6 時 15 分～午後 8 時 30 分

場 所: 慶應幼稚舎

出席者: 下野 洋・秦 明德・馬場勝良・岡本弥彦・相場博明・松川正樹・米澤正弘・渋谷 紘・濱田浩美・高橋 修

議 題:

1. 前回議事録の承認

前回 (第 1 回常務委員会) 議事録の承認がなされた。

2. 平成 19 年度島根大会について

秦 明德大会実行委員長から島根大会の進捗状況について説明があった。

3. 大会宣言文について

島根大会実行委員会からの原案をもとに、評議員会での承認を得る予定である。それを要望書の形にして大会終了後、文部科学省を通して中教審会長に提出する。

4. 評議員会について

平成 19 年度定例評議員会は、8 月 17 日 (金) 16 時 00 分から、島根大学教養棟 2 号館において開催される予定である。

5. 学術奨励賞について

宮下 治学術奨励賞選考委員長 (代読: 高橋) から学術奨励賞の進捗状況について説明があった。平成 19 年度日本地学教育学会学会賞・教育実践優秀賞についてはそれぞれ該当者なし、また、優秀論文賞については、廣木義久会員ほか「マーキング法による河川礫の移動調査: 川の増水による礫の移動を実感させるために」(地学教育第 59 巻 4 号) に授与されることが決定した。

6. 平成 20 年度以降の大会について

次年度東京大会の進捗状況 (テーマ、期日等) について、大会実行委員長の松川大会実行委員長から説明があった。東京大会は平成 20 年度 8 月 17 日～19 日に東京学芸大学で開催される。平成 21 年度は三重での開催が予定されている。

7. 入会者・退会者について

今回は入会者 4 名、退会者 4 名が承認された。

入会者: 萩原伸子 (東京)・富田晃彦 (和歌山)・西村 亮 (東京)・植木岳雪 (茨城)

退会者: 永田雄一・菅野耕三・東原庸一郎・長利富勝

報 告:

1. 各種常置委員会から

1) 第 84 回教科「理科」関連学会協議会の報告が馬場勝良副会長からあった。その中で、科学教育学会企画課題研究発表へ本学会から藤田郁男会員が参加することが報告された。

2) 編集委員会から 60-4 号の編集状況について報告があった。

2. その他

1) 本年度の日本教育連合会の表彰者に、熊野善介会員 (静岡) を推薦することが決まった。

2) 地学オリンピックについて、地球惑星科学連合の国際地学オリンピック (小) 委員会で第 1 回開催国の韓国へ査察団を派遣することが報告された。本学会からは熊野善介会員 (国際地学オリンピック委員長) らが参加する。

3. 寄贈交換図書

● 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2007): 地質ニュース, 第 634 号

● 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2007): 地質ニュース, 第 635 号

● 日本理科教育学会 (2007): 理科の教育 6, 通巻 659 号, 2007/Vol. 56.

● 東京地学協会 (2007): 地学雑誌, No.1, 2007 Vol.116.

平成 19 年度 第 2 回評議員会議事録

日 時: 平成 19 年 8 月 17 日 (金) 16 時 00 分～18 時

場 所: 島根大学 松江キャンパス 教養講義室棟 2 号館

出席者: 下野 洋・秦 明德・馬場勝良・熊野善介・松川正樹・渋谷 紘・相原延光・林慶一・林 武広・五島政一・岡本弥彦・山本和彦・遠西昭寿・八田明夫・米澤正弘・戸倉則正・宮下 治・濱田浩美・高

橋 修

はじめに本評議員会は、出席者 18 名・委任状 14 名で計 32 名となり、現評議員の過半数を超えているため成立することが確認された。

議 題

1. 島根大会について

秦 明德副会長（島根大会実行委員長）から島根大会についての進捗状況、これからのスケジュール等の説明があった。

2. 大会宣言文について

秦 明德副会長から島根大会宣言文(案)が提出され、それについて討議、承認が行われた。

3. 大会予稿集の名称変更について

春の評議員会で大会予稿集を大会論文集へと名称変更することが承認（前回評議員会議事録参照）されたが、賛否多くの意見が学会事務局に寄せられた。そのため、この決定を白紙に戻して、今後大会論文集への名称変更について継続して議論していくことになった。

また、大会開催のあり方についてもあわせて議論され、こちらについても引き続き議論していくことになった。

4. 次期（平成 20 年度）開催地（東京）の紹介

松川正樹副会長（東京大会実行委員長）から平

成 20 年度東京大会の進捗状況・組織案について説明があった。原案として東京大会は、平成 20 年 8 月 17 日(日)～19 日(火) 東京学芸大学において開催されることが報告された。大会テーマは「都市化の進んだ環境の中での地学教育」、16 日(土)に評議員会が、19 日(火)は 3 件の巡検と見学会が予定されている。

報 告

1. 本年度学術奨励賞について

宮下 治学術奨励賞選考委員長から本年度学術奨励賞について報告があった。学会賞および教育実践優秀賞は該当なし、優秀論文賞については、廣木義久会員ほか「マーキング法による河川礫の移動調査：川の増水による礫の移動を実感させるために」（地学教育第 59 巻 4 号）に授与されることが報告された。

2. その他

1) 本年度も補助金の申請を積極的に行うことが確認された。

2) 地学オリンピックについて、地球惑星科学連合の国際地学オリンピック（小）委員会で第 1 回開催国の韓国へ査察団を派遣することが報告された。本学会からは熊野善介会員（国際地学オリンピック委員長）らが参加する。

平成 19 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 61 回大会

島根大会報告

島根大会実行委員長 秦 明徳

本科学教育学会, 日本理科教育学会, 日本理科教育協会

I. はじめに

平成 19 年 8 月 17 日から 8 月 20 日にかけて, 日本地学教育学会第 61 回全国大会を島根県松江市で開催しました。本県での開催は初めてのことでありましたが, 参加者は学会役員, 一般参加者, 大学生, 高校生も含めて 170 名を超え, 活気のある大会となり, 感謝しております。

本大会では, 「次代を拓く子どもたちの地学教育のあり方を考える―自然体験と表現活動を通して―」をテーマとして掲げました。これは, 地学教育の現状を踏まえつつ, 地学教育の果たす役割を改めて問いなおし, 地球やその環境に対しどのようなリテラシーの形成をめざせばよいかを明らかにするとともに, 副題に「自然体験と表現活動を通して」を掲げ, 「地学リテラシーの育成」をより具体的な形で追究していこうとすることを意図したものです。

本大会の準備にあたっては, 日本地学教育学会事務局をはじめとして, 中国支部の各大学, 静岡大学等から多くの情報・ご支援をいただきました。また, 開催にあたり, 共催いただきました島根大学, 後援いただきました文部科学省, 島根県教育委員会, 松江市教育委員会等の諸団体に感謝し, 衷心より御礼申し上げます。

II. 大会概要

大会テーマ: 次代を拓く子どもたちの地学教育のあり方を考える
―自然体験と表現活動を通して―

期 日: 平成 19 年 8 月 17 日(金)~20 日(月)

会 場: 島根大学教養教育棟 2 号館

主 催: 日本地学教育学会

共 催: 島根大学

後 援: 文部科学省, 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, 日本教育研究連合会, 島根県教育委員会, 松江市教育委員会, 島根県高等学校理科教育協議会, 島根県小中学校理科教育研究会, 島根県地学会, 日

1. 日程

| 日 | 時刻 | 行事 | 会場(A,B,C,D,E)その他 |
|-------------|----------------|---------------|-----------------------|
| 18 日 (土) | 8:30 | 受付 | 教養教育棟 2 号館入り口 |
| | 9:00 | 開会行事・学会奨励賞授与式 | A |
| | 9:30 | ジュニアセッション | A 口頭発表 |
| | 11:00 | ポスターセッション | D ポスター発表 |
| | 12:00 | 昼休み | |
| | 13:00 | パネルディスカッション | A 「新学習指導要領とこれからの地学教育」 |
| | 15:00 | 研究発表 I | A |
| | 15:15 | | B |
| | | | C |
| | 18:00 | 休憩 | |
| 18:30 | 懇親会 | 島根大学学生食堂 | |
| 20:30 | | | |
| 19 日 (日) | 9:00 | 研究発表 II | A B C |
| | 11:30 | 記念講演会 | A 高安克己「汽水域の自然環境と地学教育」 |
| | 12:40 | 昼休み | |
| | 13:40 | 課題研究 | A B C E |
| | 15:40 15:45 | 閉会行事 | A |

2. 大会一日目・開会式 表彰式

開会式

司会進行(事務局長 松本一郎)

1. 開式の挨拶
2. 学会長挨拶(下野 洋)
3. 実行委員長挨拶(秦 明徳)
4. 歓迎の挨拶(島根大学教育学部長 高岡信也)

表彰式

1. 選考委員長挨拶
2. 賞授与

優秀論文賞

廣木義久・坂本 綾・吉川 剛

「マーキング法による河川礫の移動調査: 川の造水による礫の移動を実感させるために」
「地学教育 第 59 巻 第 4 号(2006.7), 121-129」

3. ジュニアセッション

ジュニア口頭発表(9:30~11:00)

コーディネーター: 大谷 靖 (出雲高等学校)

講評: 野村律夫 (島根大学教育学部)

- 1J01 鳴き砂の研究
柳樂孝英・樋野康暉・川村洋喜 (島根県立大田高等学校 地球科学部)
- 1J02 謎の湖 蟠竜湖の成因を解明する
岡崎 臣・尾木紘之 (島根県立益田高等学校理数科3年)
- 1J03 宍道湖の蜃気楼の分析
阪本 佑・森脇崇史・谷口未来・松本萌美 (島根県立松江東高等学校)
- 1J04 サツマイモ文化に関するゼオライトの研究
泉原 理・佐々岡素子・椿 純一 (島根県立矢上高等学校)

ジュニアポスター発表: (11:00~12:00)

- 1JP01 鳴き砂の研究
柳樂孝英・樋野康暉・川村洋喜 (島根県立大田高等学校 地球科学部)
- 1JP02 謎の湖 蟠竜湖の成因を解明する
岡崎 臣・尾木紘之 (島根県立益田高等学校)
- 1JP03 宍道湖の蜃気楼の分析
阪本 佑・森脇崇史・谷口未来・松本萌美 (島根県立松江東高等学校)
- 1JP04 気象現象のシミュレーション
江川大貴・妹尾有未・野津裕佑 (島根県立松江東高等学校)
- 1JP05 サツマイモ文化に関するゼオライトの研究
泉原 理・佐々岡素子・椿 純一 (島根県立矢上高等学校)

4. ポスター発表: (11:00~12:00)

- P01 三瓶自然館における地学教育の取り組み
福岡 孝・中村唯史・竹内幹蔵・太田哲朗・矢田猛上・松本恭子 (島根県立三瓶自然館)
- P02 惑星のケプラー運動再現装置の開発
中野英之 (獨協埼玉中学高等学校)
- P03 SSHにおけるアースシステム教育—タイ王国研修報告—
相原延光 (神奈川県立西湘高等学校)・五島政一 (国立教育政策研究所)
- P04 星の距離を理解するための教材開発
坂田算浩 (静岡県立静岡高等学校)

- P05 「鳥取県西部地震」を通じた問題意識を高める授業のあり方
鍋倉和行 (鳥取県南部町立法勝寺中学校)
- P06 小規模博物館と地域の連携例 (報告)
菅田康彦 (奥出雲多根自然博物館)
- P07 流域の地形・地質・人間生活から何を学ぶか—都市型河川と非都市型河川との底質化学組成の比較を通して—
松本一郎 (島根大学・教育)
- P08 地域の特徴をふまえた野外観察のための教材開発—「大地のつくりと変化」の学習を通して—
成相俊之 (島根大学・院)・野村律夫 (島根大学・教育)
- P09 企画展「地球の宝石展」における展示と体験教室の実施
鶴飼恵美 (出雲科学館)
- P10 奥出雲における小学校のたたら学習
高橋成和 (元島根大学教授)

5. パネルディスカッション (13:00~15:00)

新学習指導要領とこれからの地学教育

コーディネーター

林 武広 (広島大学大学院教授)

パネリスト

清原洋一: 国立教育政策研究所教育課程教科調査官
池本博司: 広島市立基町高等学校
鎌田祥史: 益田市立東陽中学校
高橋隆子: 安来市立布部小学校

6. 研究発表 I

A 会場: (15:15~18:15)

教材開発 (地質): 座長 熊野善介

- 1A01 (15:15) 中学校における「大地の変化」の学習—奄美大島地域の観察を例に—
永出真依子・光本恵美 (広島大学・院)・山崎博史・林武広・鈴木盛久 (広島大学・教育)
- 1A02 (15:30) 中学校における「大地の変化」の学習—山口県下松地方の観察を例に—
原山 彩・岡田政信 (広島大学・教育・院)・山崎博史・林武広・鈴木盛久 (広島大学・教育)
- 1A03 (15:45) 宮沢賢治「槇ノ木大学上の野宿」の舞台となった地学的自然の教材化—岩手県花巻市葛丸川流域の野外観察を通して—

- 茂庭隆彦（岩手県立総合教育センター）・照井一明（岩手県立不来方高等学校）・五島政一（国立教育政策研究所）・佐藤麻美子（岩手県立東和高等学校）・高橋 亮（岩手県立大船渡高等学校）・小野寺弘幸（岩手県立紫波総合高等学校）・横手勝美（花巻市立南城中学校）・嶋正壽（花巻市立花巻中学校）
- 1A04 (16:00) 水酸化ナトリウムによる放散虫化石の個体分離法について
橋本寿夫（兵庫教育大学・院）・村田 守・西村 宏（鳴門教育大学）・藤岡達也（上越教育大学）
- 1A05 (16:15) 火山岩を用いた地学教育の教材化に向けて
坪田智行（島根大学・院）・松本一郎（島根大学・教育）
- (16:30) **休憩 15 分間**
- 教材開発（地質）：座長 鈴木盛久**
- 1A06 (16:45) 理科好きな子どもを育てるための教師教育(4) アースシステム教育教師教育プログラム—静岡大学と静岡市教育委員会連携プログラム 2—
熊野善介（静岡大学）、坂田算浩（静岡高校）、塩澤康人（静岡市立千代田東小学校）
- 1A07 (17:00) たのしく、わかりやすく、学力もつく授業実践例
竹ノ内誠一（鳥取県立倉吉西高等学校）
- 1A08 (17:15) 東京都多摩川で発見された海牛化石の教材化
薬師大五郎・小林英一（明星学園高等学校）・甲能直樹（国立科学博物館）
- 1A09 (17:30) SSHにおけるアースシステム教育—防災教育の事例として—
相原延光（神奈川県立西湘高等学校）・五島政一（国立教育政策研究所）
- 1A10 (17:45) 『恐竜の体重測定と食物量』の高校での授業実践
小荒井千人（慶應義塾湘南藤沢中・高等部）
- 1A11 (18:00) 河川底質物を用いた環境教育への教材化に向けて
伊藤麻由佳（島根大学・院）・松本一郎（島根大学・教育）
- B 会場：(15:15～18:00)**
- 教材開発（地質）：座長 馬場勝良**
- 1B01 (15:15) 作る・かまう・見る、楽しくわかる教材の開発
松村浩一（防府市立華西中学校）
- 1B02 (15:30) 堆積概念獲得のための堆積実験
八田明夫（鹿児島大学・教育）
- 1B03 (15:45) 「ものづくり」と関連させた地学教育—砂鉄から鉄をつくる実践を通して—
境 智洋（北海道立理科教育センター）
- 1B04 (16:00) 中学校理科授業における地学実験教材の開発—ハイボを使った結晶のでき方を調べる実験—
石原 清（島根県立松江教育センター）
- 1B05 (16:15) 粘土の地質模型を使った地形図・地質図の学習指導
中野英之（獨協埼玉中学高等学校）
- (16:30) **休憩 15 分間**
- 博物館・地域・学校連携：座長 八田明夫**
- 1B06 (16:45) 科学センターでの隣を使った環境学習プログラム
寺木秀一（調布市立布田小学校）
- 1B07 (17:00) 千葉県における小・中・高・大学の連携の試み
小泉治彦（千葉県立柏高等学校）
- 1B08 (17:15) 企画展「地球の宝石展」における展示と体験教室の実施
鶴飼恵美（出雲科学館）
- 1B09 (17:30) 小学校における地学展示とその教育的活用
相場博明・馬場勝良・柊原礼土（慶應義塾幼稚舎）
- 1B10 (17:45) ESD（持続可能な開発のための教育）と防災・減災教育—地学教育における意義と課題—
美澤綾子（静岡県立御殿場南高等学校）

校)・藤岡達也(上越教育大学)

C会場:(15:15~18:15)

認知・学習心理・評価: 座長 牧野泰彦

- 1C01 (15:15) 大学生の地下水に関する認識
濱田浩美(千葉大学・教育)
- 1C02 (15:30) 地学の学習における科学的思考力の
評価～事象の関連づけを中心に～
鹿江宏明・佐竹 靖(広大附属東雲
中)・鈴木盛久・林 武広(広島大
学・教育)
- 1C03 (15:45) 小学校における方位概念の形成
原 満夫(出雲市立国富小学校)・
秦 明德(島根大学・教育)
- 1C04 (16:00) 地学用語の認識と学習効果について
山本和彦(習志野市立習志野高等学
校)
- 1C05 (16:15) 子どもたちは「地球の形」をどのよ
うにして認識するのか
遠西昭寿(愛知教育大学)
- (16:30) **休憩 15分間**
- 教材開発(地質・気象): 座長 遠西昭寿**
- 1C06 (16:45) 被災体験から学ぶ、地域の地質環境
について—兵庫県南部地震が伝え
る、六甲山の形成史—
新井敏夫(神戸大学・院)・香田達
也(兵庫商業高等学校)
- 1C07 (17:00) 地域の火山灰を教材化した大地学習
の実践～三瓶浮布降下火山灰を用い
て～
鷗鶴 健(島根県奥出雲町立布勢小
学校)
- 1C08 (17:15) 気体の温室効果を測定する(その
5) 気体の赤外線吸収量の測定装置
の改良
赤田耕嗣(愛知県立春日井東高校)
- 1C09 (17:30) 丘陵・大地を刻む河川から何を学ぶ
か
牧野泰彦(茨城大学・教育)
- 1C10 (17:45) 地層見学と地層についての学習
高尾 彬(島根県斐川町立斐川西中
学校)
- 1C11 (18:00) 三瓶火山広域テフラの特性と教材化
村上修司(島根県斐川町立斐川西中
学校)・秦 明德(島根大学・教育)

8月19日(日)

A会場:(9:00~11:30)

授業研究・学習指導: 座長 宮下 治

- 2A01 (9:00) 科学のパラダイムに基づく新しい学
習指導法の提案—小学校6年「土地
のつくりとでき方」を例に—
林 慶一(甲南大学・理工)・山下
浩之(福岡市立南方江小学校)
- 2A02 (9:15) 地史の復元を目標とした小学校6
年生「土地のつくりと変化」の
PSMC 学習指導法による展開
山下浩之(福岡市立南片江小学
校)・林 慶一(甲南大学理工学部)
- 2A03 (9:30) 河床礫の教材化とその活用—神奈川
県を流れる「相模川」を例として—
岡本弥彦(麻布大学)
- 2A04 (9:45) 共創的対話を意識した授業のあり方
について—6年生「大地のつくり」
の実践を例として—
新田紀久(松江市立乃木小学校)
- 2A05 (10:00) シャボン半球を用いた「青い空と白
い雲」の指導法の工夫
名越利幸(町田市立小山田中学校)
- (10:15) **休憩 15分間**
- 授業研究・学習指導: 座長 林 慶一**
- 2A06 (10:30) 科学的リテラシーを育むことを意識
した教材の工夫
平賀博之(広島大学附属福山中・高
等学校)
- 2A07 (10:45) 地学野外学習の類型化と学習支援の
必要性
宮下 治(武蔵野大学・人間関係学
部)
- 2A08 (11:00) 「理科基礎」を担当して
米澤正弘(千葉県立船橋高等学校)
- 2A09 (11:15) SiPSE を活用した火山防災教育
坂本昌弥(鹿児島大学・院・人文社
会科学研究科・鹿児島玉龍高等学
校)
- B会場:(9:00~11:30)**
- カリキュラム・地学教育論: 座長 林 武広**
- 2B01 (9:00) 科学好きな子どもを育てるための教
師教育(1)三浦市教育研究所での長
期的な教員養成と「みうら学」の開

発

五島政一（国立教育政策研究所）・
山田真也・益田孝彦（三浦市教育委
員会）

2B02 (9:15)

科学好きな子どもを育てるための教
育システムの開発—東京学芸大学附
属小金井小の学校とフィールドをつ
なぐ学習プログラム—

小林道正（山口徳地青少年自然の
家）・五島政一（国立教育政策研究
所）・関田義博・下条知淑・傳幸朝
香・三井寿哉（東京学芸大学附属小
金井小学校）

2B03 (9:30)

中学校1年「大地の変化」に関する
学習内容の指導順序について
加藤尚裕（淑徳大学）・門倉正人（美
里町立美里中学校）

2B04 (9:45)

野外学習と教師教育—理科教育の今
日的課題を背景として—
下野 洋（星槎大学）

2B05 (10:00)

地域教材を用いた野外観察のあり方
～松江層を例として～
鎌田祥史（益田市立東陽中学校）

— (10:15) 休憩 15分間

教材開発（天文）：座長 五島政一

2B06 (10:30)

天文台公開に関する参加者の関心～
広島大学東広島天文台を例に～
林 武広・岸部安奈（広島大学・教
育）・大杉 節・山下卓哉・川端弘
治・植村 誠（広島大学・宇宙科学
センター）

2B07 (10:45)

高感度 CCD カメラによる星座ビデ
オ教材の開発とその効果
林 武広（広島大学・教育）・中川
美帆（比治山大）・金澤大起（広島大
学・教育・院）・本藤祥一郎（東広
島市立西条小）

2B08 (11:00)

デジタルカメラを活用した星の光と
色に関する教材について
金澤大起・梶山 透（広島大学・教
育・院）・川端弘治（広大宇宙科学
センター）・林 武広（広島大学・
教育）

2B09 (11:15)

島根県立三瓶自然館での高校生向け

天文教育プログラムの検討

竹内幹蔵（島根県立三瓶自然館）

C 会場：(9:00～11:30)**教材開発（気象）：座長 加藤内蔵進**

2C01 (9:00)

簡易測風経緯儀の製作と気球による
上層風の観測

榎坂 敏（浜田市立第二中学校）

2C02 (9:15)

ペットボトル簡易気圧計の教材開発
とその教材を利用した気象観測実習
榎原保志・小高正寛（信州大学教育
学部）

2C03 (9:30)

立体模型を用いた流体実験による局
地風のシミュレーション

名越利幸（町田市立小山田中学校）

2C04 (9:45)

気象庁 HP の URL 等の変更を契機
にした気象情報画像取り込み・表示
ソフト改訂版の開発

中川清隆（立正大学地球環境科学
部）・榎原保志（信州大・教育）・下
山紀夫（日本気象協会・首都圏支
社）

2C05 (10:00)

カード型気象データロガーと
Live-e! を連携させた教材

日切勇輝（広島大学・教育・院）・
鹿江宏明（広大附属東雲中）・匹田
篤・相原玲二（広大情報メディア教
育研究センター）・林 武広（広島
大学・教育）

— (10:15) 休憩 15分間

教材開発（気象・地質）：座長 榎原保志

2C06 (10:30)

東アジアの多彩な季節サイクルやそ
の変調を捉える「眼」の育成のため
の学際的連携へ向けて

加藤内蔵進（岡山大学・教育）

2C07 (10:45)

東アジアの多彩な季節サイクルを捉
える視点について—大規模海陸コン
トラストの接点として—

加藤内蔵進（岡山大学・教育）

2C08 (11:00)

地域の特徴をふまえた野外観察のた
めの教材開発～「大地のつくりと変
化」の学習を通して～

成相俊之（島根大学・院）

2C09 (11:15)

オーロラから考える 100 Km 上空
の地球環境

池本博司(広島市立基町高校)・林
武広(広島大学・教育)

A 会場: 記念講演会(11:40~12:40)

講師 高安克巳氏「汽水域の自然環境と地学教育」

昼休み(12:40~13:40)

A 会場: (13:40~15:40)

課題研究発表 テーマ「教師教育」

代表: 五島政一(国立教育政策研究所)

2KA01: 科学好きな子どもを育てるための教師教育
(2) 大学・博物館・教育委員会の連携による
教員研修プログラムの開発 2

岡本弥彦(麻布大学), 五島政一(国立教育政策
研究所), 河尻清和(相模原市立博物館),
門倉松雄(相模原市教育委員会) 西山俊彦
(相模原市立相模川自然の村)

2KA02: 科学好きな子どもを育てるための教師教育
(3) 幼稚園・保育園における教師・保育士研
修プログラムの開発 2

坂田尚子(静岡大学・教育), 田中千佳子(南
南さくら保育園), 山宮緑(常葉学園大学・教
育), 熊野善介(静岡大学・教育), 五島政一
(国立教育政策研究所)

2KA03: 地学モデル実験のための教材・教具の開発と
教師教育への利用

五島政一(国立教育政策研究所)・クリス・
キング(キール大学)

2KA04: 科学好きな子どもを育てるための教師教育
(5) 身近な自然の探究的な野外観察を中心と
した教師教育プログラム—宮沢賢治「檜ノ木
大学上の野宿」の舞台を題材に—

茂庭隆彦(岩手県立総合教育センター), 照井
一明(岩手県立不来方高等学校), 五島政一
(国立教育政策研究所)

2KA05: 科学好きな子どもを育てるための教師教育
(6) 神奈川県足柄地域の素材を取り入れた教
員研修プログラム

平山大二・山口公則(神奈川県立生命の星・
地球博物館), 一寸木 肇(南足柄市立福沢小
学校), 露木和男(筑波大学附属小学校), 飯
島俊幸(神奈川県山北町立清水中学校), 尾崎
幸哉(小田原市立国府津小学校)

B 会場: (13:40~15:40)

課題研究発表 テーマ「将来に向けての新しい地学教
育の構想」

代表: 林 慶一(甲南大学・理工)

2KB01: システム論的視点に立つ地学教育の構想—岩
石風化作用を素材として—

秦 明德(島根大学・教育)

2KB02: 将来に向けての新しい地学教育の構想~小中
高等学校の気象単元

榊原保志(信州大学・教育)

2KB03: 理科教育の中の地学教育

清水政義(多摩工業高等学校)

2KB04: 「自然やその人間との関わり」に関する様々
な内容的繋がりを意識させる地学教育のあり
方—気象・気候システムを例に—

加藤内蔵進(岡山大学・教育)

2KB05: 地学的なもの見方を科学者と国民が共有す
る地学教育」

林 慶一(甲南大学・理工)

C 会場: (13:40~15:40)

課題研究発表 テーマ「現行教育課程における高校理
科の現状と地学教育の課題」

代表: 池田幸夫(山口大学・教育)

2KC01: 現行教育課程における高校理科の現状と地学
教育の課題 山口県の場合

池田幸夫(山口大学・教育)・河村志郎(山口
県立宇部高校)

2KC02: 現行教育課程における高校理科の現状と地学
教育の課題 千葉県の場合

米澤正弘(千葉県立船橋高校)

2KC03: 現行教育課程における高校理科の現状と地学
教育の課題 広島県の場合

広島県高校理科教育研究会地学部会

E 会場: (13:40~15:40)

課題研究発表 テーマ「地学教育における体験学習と
科学的表現」

代表: 下野 洋(星槎大学)

2KD01: 「地学教育における体験学習と科学的表現」

—子どもの環境認識の実態に基づいて—

下野 洋(星槎大学)

2KD02: 地学野外学習の指導力を高める教員研修の実
態と改善策への一提案

宮下 治(武蔵野大学)

2KD03: 身体で感じたことを科学的表現につなげる地

学の授業

高橋 修 (東京学芸大学・教育), 栗田克弘
(東京学芸大学附属小金井中学校), 湯浅智子
(東京学芸大学・教育)

2KD04: 野外観察の段階性と観察タイプ—土壌断面観察の分析を通して—

少林浩道 (安来市立荒島小学校)

A 会場: 閉会行事 (15:45~16:15)

司会進行 (事務局長 松本一郎)

1. 開式の挨拶
2. 学会長挨拶 (下野 洋)
3. 大会宣言文発表 (実行委員長 秦 明德)
4. 次期開催地挨拶 (清水 政義)

III. 主な行事の報告

1. パネルディスカッション

「新学習指導要領とこれからの地学教育」と題して広島大学大学院教授の林武広先生の司会の下、活発な議論が展開されました。まず、パネリストの小・中・高校の先生方から、地学教育の現状と課題について豊富な実践例を踏まえた報告と提言があり、教科調査官の清原洋一先生からは、次期学習指導要領への改定作業の最新の動向について報告いただきました。これらの報告を踏まえ、これからの地学教育のあり方について熱心に討議がなされました。

2. 記念講演

島根大学副学長の高安克巳氏に「汽水域の自然環境と地学教育」をテーマとして、水域環境学習のあり方についてお話いただきました。過去から現在を、現在から未来を見る地学的なものの見方(地学力)を身につけ、あらゆる地球事象を俯瞰しつつ、冷静に分析できる人づくりの重要性を学ぶことができました。

3. 課題研究

今回、新しく設定いたしました課題研究では、4テーマに分かれ、活発な議論が交わされました。地学教育の未来に向けて、継続的な研究グループの形成の機会となりますことを願っています。

「教師教育」

「科学好きな子どもを育てるための教師教育プログラム」の開発と実践と評価に関する内容にしぼり進めたので深い議論ができました。主として、研修会の成功の要因について議論されました。要因として、フィールドワークで実体験をつむことの大切さ、研修に適した路頭やフィールドの選択、管理職の研修への

理解、研修会の設定時間の工夫などが挙げられました。また、多忙な教員が、研修会に定期的に出席するための困難さも指摘されました。

「将来に向けての新しい地学教育の創造」

この課題研究では、長期的な視点で「現在の地学教育の抱える根本的な課題」を洗い出し、「新しい地学教育の構想」に取り組むことを目指したものである。今回は、多様な地学の中での多様な専門分野を背景とし、また異なる校種での教育・研究の経験を持つ4名をパネリストとして議論を進めました。

地学教育本質的ねらいについては、背景とする専門分野や例示された事象が異なっても、根底のところでは類似した主張になっているものがあり、地学教育が直面する根本的な問題の認識においては想像以上に共通理解が存在していることが明らかになりました。

一方、「地学を専門にはしない教師にも教えることのできる地学教育を構築すべき」との主張には、会場は大きく議論が分かれました。これは、これから議論しなければならない、避けて通ることはできない最大級の問題です。

「現行教育課程における高校理科の現状と地学教育の課題」

山口県・千葉県・広島県における理科総合Bと地学I・IIの実施状況を調査し、地学教育の現状とこれからの課題について協議を行いました。調査結果として、地学担当教員が少ない中国地方の両県では、地学Iの開設校が極めて少なく、理科総合Bにおいても同様の傾向にあります。地学担当教員が113人と多い千葉県においては、両科目とも、一定の履修率を確保しているものの、地学教員の高齢化、現行教育課程下での地学履修者の減少に直面しています。

このような状況を打開するためには、大学入試のあり方を再検討するとともに、「防災」や「環境」をキーワードにした地学教育を地道にアピールしていくことが必要であることが話し合われました。

「地学教育における体験学習と科学的表現」

本テーマでの発表・議論を通して、野外観察を基にする地学教育での科学的表現を高めるために、一つには子どもの実物に対する環境認識や日常体験から空間を実感したり、露頭の五感をを用いた表現活動の分析など地道な学習活動の大切さが指摘されました。さらに、野外での指導を行う教師の研修のあり方にも地学教育の立場から積極的な支援が必要なのことも強調されました。このように子どもの実態や教師の研修という

古くて新しい課題ではあしませんが、「体験の充実と言葉の重視」が強調される新教育課程の実施に向けて今後ともこれらの課題を追究していくことが大切でしょう。

4. 研究発表

一般研究発表 59 件、ポスター発表 10 件、ジュニア発表 9 件と多数の発表がなされました。内容は教材開発、認知・学習心理、授業研究、カリキュラム・地学教育論等多岐にわたりましたが、実践を結びつけた教材開発に関する発表が多くなされたのが特徴でした。

5. 見学旅行

「地学的視点から捉えた中海・宍道湖の環境」

中海・宍道湖は日本を代表する汽水湖です。本水域は中海干拓事業をはじめとして、多くの人為的变化を受けてきています。このような人為的環境変化や自然による環境変化は堆積物に記録されています。本巡検では、現在の中海・宍道湖の水質・底質環境を観察し、その環境変化記録を見学しました。

「三瓶火山の形成史と埋没林」

三瓶山は島根県中央部に位置し、第四紀後期に活動した中国地方で最も新しい火山です。本巡検では、露頭観察と三瓶自然館や三瓶小豆原埋没燐光園の見学を通し、三瓶火山の形成史をたどりました。

「花崗岩地帯を流れる斐伊川の特質とたたら製鉄」

斐伊川は島根県東部の花崗岩地帯を流下する河川である。その斐伊川を下流から上流まで踏査し、河川地形や仮称堆積物を対象とした教材化の視点を探りました。併せて、供給源としての山陰型花崗岩とその風化特性について触れながらたたら製鉄に関する見学も行いました。

IV. 島根大会宣言

日本は世界の変動帯にあたり、世界の中でも地震などの地殻変動や火山活動が盛んな地域に属しています。気象的にみても世界の豪雨ないし多雨地帯に属し、急流河川が海に向かって注ぎ込んでいます。したがって、日本は自然の豊かな恵みを楽しむとともに自然災害を頻繁に受ける可能性の高い国であるといえます。また、人間社会の活発な経済活動がもたらす地球資源・環境問題を克服し、持続可能な社会を形成していくことは、人類に課せられた大きな課題です。これらに代表される課題を克服し、人間が地球とその環境の中で安全に豊かに生きていくために必要なリテラシーを形成していくのに地学教育が果たす役割と責

任はきわめて重要なものとなってきています。

また、近年の地球・宇宙科学の進展は、静的、部分的、記載的であった学問の性格を動的、総合的、システマチックなものに変えてきています。この地球・宇宙のダイナミックな変遷をとらえ、総合的な自然観を形成していくことは、未来を担う子どもたちにとって人間形成上、必要不可欠のものとなっています。

一方、地学教育の実践報告や研究調査からも、高等学校における地学履修問題、地学領域の指導の困難性、学習内容の系統性に関する問題など、多くの課題が存在することが明らかとなってきています。

私たち日本地学教育学会は、上述した現状認識を踏まえながら、地学教育の果たす役割を改めて問い直し、地球やその環境に対しどのようなリテラシーの形成をめざせばよいかに着目するとともに、その形成の在り方についての具体的な教育の創造を目指します。今大会では、「次代を拓く子どもたちの地学教育のあり方を考える—自然体験と表現活動を通して—」をテーマとして掲げました。「自然体験と表現活動を通して」という副題は、前年の「地学リテラシーの育成」をより具体的な形で追究していこうとするものです。今大会での議論をもとに、今後の課題および要望事項を示し、学会としての充実、発展を目指した活動を推進することをここに宣言します。

1. 課題

- ①すべての日本人のための地学リテラシーの設定と教育への具現化
 - ・地球・宇宙に関する科学リテラシーの抽出と目標設定
 - ・小・中・高等学校における系統性を重視した学習内容の設定
- ②自然体験・実験・観察の充実と科学的思考力や表現力の育成
 - ・地学的視点からの原体験の抽出と教育へのプログラム化
 - ・野外観察の位置づけや実施方法の検討と推進のための方策
 - ・地学的な見方や考え方を育成できる学習方法や表現力育成の手立ての開発
- ③人間生活と自然環境にかかわる学習内容の開発と充実
 - ・環境教育や防災教育の構造化と評価・意思決定・参加能力の育成
 - ・地域の特性を活かした学習の開発

2. 地学教育充実のための要望事項

理科教育の今日的課題として、日常生活との関連が乏しい、自然体験の機会が不足している、科学リテラシーに対して地学リテラシーが低い、などのことが挙げられています。これらの課題を解決するため、以下の事項の実施を要望します。

①小学校では生活科・理科で必要なさまざまな自然体験を多く取り入れること。

(理由)・生活の便利さが増すと同時に体験すべき理料的な内容が減少している現在、とくに低学年での自然体験を生活科の中で充実させるべきである。

②小学校・中学校での野外学習を充実すること。

(理由)・身近な自然に触れ、基本的な動植物、河原の石ころ、空の雲、天体などを日常生活との関連で観察し、スケッチや記録をとれるようにすることなど、体験を通して学ぶことで定着した知識となり、確かな学力が身に付く。

③高校では全員が地学をはじめ、物理・化学・生物の4領域の学習ができるようにすること。

(理由)・自然環境や自然災害への理解と対策が重視される社会のニーズの現状から、これら4領域を学習することにより、バランスのとれた自然認識を育成し、高校卒業時点で

の日本人の科学リテラシーを高めるべきである。

④科学オリンピックの中に地学を加えること。

(理由)実施段階にある物理、化学、生物、数学、情報分野に地学分野を加えることにより、総合的でバランスの取れた科学リテラシーの形成を目指すことができる。

V. 実行委員

| | | |
|--------|-------|------------|
| 実行委員長 | 秦 明德 | 島根大学教育学部 |
| 実行副委員長 | 少林浩道 | 安米市立荒島小学校 |
| 事務局長 | 松本 一郎 | 島根大学教育学部 |
| 副事務局長 | 伊藤英俊 | 松江市立八束小学校 |
| 副事務局長 | 鎌山祥史 | 益田市立東陽中学校 |
| 委員 | 石原 清 | 県立松江教育センター |
| 委員 | 井本佳奈恵 | 松江市立八束小学校 |
| 委員 | 大谷 靖 | 県立出雲高等学校 |
| 委員 | 景山 明 | 雲南市立松笠小学校 |
| 委員 | 鶴鴉 健 | 奥出雲町立布勢小学校 |
| 委員 | 高尾 彬 | 斐川町立斐川西中学校 |
| 委員 | 成相俊之 | 斐川町立出東小学校 |
| 委員 | 新田紀久 | 松江市立乃木小学校 |
| 委員 | 原 満夫 | 出雲市立国富小学校 |
| 委員 | 村上修司 | 斐川町立斐川西中学校 |

役員選挙に関する公示

平成 19 年 11 月 1 日

正会員および学生会員 各位

 日本地学教育学会
 選挙管理委員会

役員候補者の推薦について

「役員選挙についての細則」に基づいて、平成 20 年度年度役員（会長、評議員、および監事）の選挙を行います。については細則により会長および評議員候補者の推薦をお願いいたします。

[参考] 役員選挙についての細則（抜粋）

4. 会長候補者の推薦は、正会員 5 名の署名捺印した推薦状に本人の承諾書を添えて、推薦者が 12 月 1 日から 12 月 25 日（消印有効）までに選挙管理委員会（事務局）に届けるものとする。
 5. 評議員候補者の推薦は、正会員および学生会員 3 名以上の署名捺印した推薦状に本人の承諾書を添えて、推薦者が 12 月 1 日から 12 月 25 日（消印有効）までに選挙管理委員会（事務局）に届けるものとする。
 6. 監事候補者の推薦は、常務委員会が行う。
- (注) 会則および細則の全文は、会誌「地学教育」52 巻 3 号、1999 年 5 月発行を参照してください。

- 1) 平成 19 年度で任期の切れる会長（再選を認められている）：下野 洋
- 2) 平成 19 年度で任期の切れる副会長（会則第 11 条第 2 項：会長が評議員の中から指名する；評議員として再選を認められている）：馬場勝良
- 3) 平成 19 年度で任期の切れる評議員（再選を認められている）
 - 北海道・東北地区：照井一明
 - 関東地区：山本和彦・荒井 豊・江藤哲人
 - 中部地区：遠西昭寿
 - 近畿地区：田結庄良昭
 - 中国・四国地区：野瀬重人
 - 九州・沖縄地区：田中基義
 - 会長指名：高橋 修・加藤圭司・青野宏美・土橋一仁
- 4) 平成 20 年度ないし平成 21 年度まで任期のある評議員（推薦しても無効）
 - 北海道・東北地区：岡本 研・中村泰久、関東地区：相原延光・円城寺守・濱田浩美・渋谷 紘・米澤正弘・松森靖夫、中部地区：熊野善介・藤岡達也、近畿地区：戸倉則正・澁江靖弘、中国・四国地区：林 武広・秦 明德、九州・沖縄地区：八田明夫・宮脇亮介、会長指名：林 慶一・牧野泰彦・五島政一・馬場勝良・松川正樹・宮下 治・岡本弥彦

編集委員会より

中教審の教育課程部会におけるこれまでの審議から推察すると、次期の教育課程の改訂では、高等学校で地学履修者の増加が予想されます。それに伴い、学会誌の質の向上もますます求められることとなります。会員の皆様方からの論文の投稿をお待ちしております。現在、出版に到達する原稿が少ない状態ですので、引き続き、論文原稿の投稿をお願いします。

地 学 教 育 第60巻 第6号

平成 19 年 11 月 20 日印刷

平成 19 年 11 月 25 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 下 野 洋

〒263-8522

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学教育学部理科教育教室内

電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)

振替口座 00100-2-74684

印 刷 所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-8-8

電話 03-3362-9741~4

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 60, NO. 6

NOVEMBER, 2007

CONTENTS

Original Articles

Teaching tool for "Period of Integrated Study" Using Regional Geological Material,
with an Example from Joetsu District

.....Kazutaka AMANO, Koichi HIRANO, Tetsuya TANAKA,
Yayoi SHINADA and Shigeo ISHINO...191~199

A New Method for the Separation of Radiolarian Fossils Using Sodium Hydroxide

.....Hisao HASHIMOTO, Mamoru MURATA,
Hiroshi NISHIMURA and Tatsuya FUJIOKA...201~209

Practical Article

Which Receive More Support, Direct Experiences or Indirect Experiences?

—An Acceptance Survey in the Field of Earth Science—Hiroaki AIBA...211~226

Proceeding of the Society (227)

All communications relating this Journal should be addressed to the
JAPAN SOCIETY OF EARTH SCIENCE EDUCATION

c/o Faculty of Education, Chiba University; Chiba-shi 263-8522, Japan