

地学教育

第54巻 第1号(通巻 第270号)

2001年1月

目 次

原著論文

水蒸気の「飽和」概念の理解について

—誤概念と指導法—……………谷山 穰・森 征洋…(1~9)

学校教育における自然史科学教育の現状と課題

—森林環境学習の視点から—……………大久保 敦…(11~21)

城の石垣観察を通しての理科総合Bの試み ……………池本博司・鈴木盛久…(23~32)

教育実践報告

高等学校地学における地下水を用いた環境教育の授業実践

—問題解決学習の授業展開と評価—……………宮下 治・大島 良…(33~45)

資 料

地質情報展

—地質学の普及をめざした地質調査所の試み—……………斎藤 眞…(47~59)

お知らせ (10, 22)

学会記事 (60)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部地学教室内

平成 13 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 55 回全国大会

千葉大会第 1 次案内

標記大会を次の要領で開催します。多数ご参加下さいますようご案内致します。

全国大会実行委員長（千葉大学教育学部教授）山崎良雄
日本地学教育学会会長（国立教育研究所次長）下野 洋

大会テーマ：地球環境を考えるこれからの地学教育
—21 世紀の地学教育は千葉から—

主 催：日本地学教育学会

共 催：千葉県地学教育研究会・千葉県高等学校教育
研究会理科部会・千葉県教育研究会理科教育
部会（交渉中を含む）

後 援：文部省・千葉県教育委員会・千葉市教育委員
会・全国高等学校長協会・全日本中学校長
会・全国連合小学校長会・日本私立中学校校
高等学校連合会・日本教育研究連合会・日本理
科教育学会・日本理科教育協会・天文教育普
及研究会・日本ハーシェル協会・千葉県高等
学校長協会・千葉県小中学校校長会（交渉中
を含む）

期 日：2001 年（平成 13 年）8 月 19 日（日）～8 月 23
日（木）

会 場：千葉大学けやき会館（千葉大学構内）
（JR 総武線西千葉駅下車徒歩 5 分）

日 程：8 月 19 日（日）〈プレ巡検〉

A コース 下総層群の堆積構造と貝化石
（日帰り）

B コース 千葉県立中央博物館 見学（午
後）

（夕方 評議員会）

8 月 20 日（月）

午前 開会式・学会奨励賞授与式
研究発表 I（分科会）

昼 ポスターセッション

午後 ジュニアセッション（小中高在校生に
よる研究発表など）

講演会（時間と空間の旅、伊能忠敬
とハーシェル）

“アモルファス合奏団（千葉大学
オーケストラ OB バンド）による
ハーシェル作品演奏”

研究発表 II（分科会）

（夕方 懇親会）

8 月 21 日（火）

午前 研究発表 III（分科会）

セッション—21 世紀の地学教育—

午後 コンピュータと地学教育（コン
ピュータに関する委員会）—21 世
紀に向けて—

パネルディスカッション—21 世紀
の地学教育—

閉会式

8 月 22 日（水）～23 日（木）〈ポスト巡検〉

C コース 銚子地域の地質と伊能忠敬（1
泊 2 日）

D コース 横岡オフィオライトと房総半島
縦断（1 泊 2 日）

E コース 気象大学校・気象観測施設見学
と気象に関する実験体験（半
日）

F コース 幕張地区ハイテク見学（含気象
予報会社，半日）

大会参加要項

1. 大会参加費：2,500 円（7 月 20 日までの申し込
み金額。それ以降は 3,500 円。学生および大学
院生参加費 1,000 円）
2. 大会要旨集代：1,200 円
3. 巡検資料代：800 円
4. 懇親会：8 月 20 日（月）18:00～20:00、会場：
千葉大学けやき会館、会費：5,000 円
5. 巡検（各コース定員まで先着順に受け付けま
す）
 - ・ A コース：日帰り、定員 40 名、費用 3,000 円、
集合：千葉大学正門（9:30～16:00）
 - ・ B コース：日帰り、定員 なし、費用なし、

- 集合：千葉県立中央博物館(13:30~16:00)
- ・Cコース：一泊，定員25名，費用25,000円，
集合：千葉大学正門(8:30)
 - ・Dコース：一泊，定員25名，費用25,000円，
集合：千葉大学正門(8:30)
 - ・Eコース：半日，定員32名，費用なし，
集合：JR柏駅(10:00~)
 - ・Fコース：半日，定員なし，費用1,500円，
集合：JR海浜幕張駅(10:00~16:00)
6. 参加申し込み：2001年7月20日(金)まで(7月21日以降の参加費は3,500円)
 7. 懇親会申し込み：2001年7月20日(金)まで(人数に余裕があれば当日参加も可)
 8. 要旨集・巡検資料申し込み：2001年7月20日(金)まで(要旨集のみの申し込みも受け付けます)
 9. ジュニアセッション，講演会，演奏会のみ参加者は無料で入場できます。

研究発表募集要項

1. 発表形式：口頭およびポスター，分科会は，小・中1会場，高校・一般2会場を予定していますが，内容・件数によって変更する場合があります。
2. 発表時間：口頭発表の場合，質疑応答を含め20分以内の予定です。ポスター発表の発表者説明は，昼休みの1時間程度を予定しています。

*ジュニアセッションの口頭発表時間は，質疑応答を含め10分~15分程度を予定しています。

3. 使用機器：OHP，スライド，ビデオ，液晶プロジェクター(コンピュータによるプレゼンテーション)
4. 発表申し込み締め切り：2001年4月30日(月)
5. 発表要旨締め切り：2001年6月25日(月)

大会事務局・学会事務局

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33

千葉大学教育学部地学教室

TEL. & FAX: 043-290-2603 (山崎良雄)

E-mail: yamazaki@e.chiba-u.ac.jp

TEL. & FAX: 043-290-3682 (濱田浩美)

E-mail: hamada@e.chiba-u.ac.jp

ジュニアセッションに関する問い合わせは下記へお願いします。

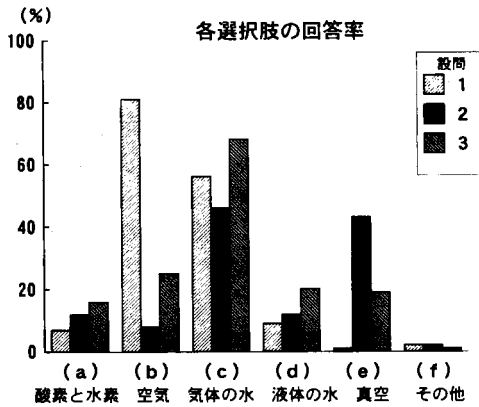
TEL. & FAX: 042-591-5968 (高橋典嗣)

E-mail: takahasn@ge.meisei-u.ac.jp

郵便振り替え 口座番号: 00120-3-600735

口座名: 日本地学教育学会第55
回全国大会実行委員会

千葉大会アドレス <http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jsease/chiba-taikai.htm>



第2図 各設問における個々の選択肢の回答率。

回答率は34%となる。このように、組み合わせの回答でみた場合、正答率は30~35%と低下する。設問のいずれかで正答をした者は64%いた。全問の正答率は10%であった。各設問で特に多い誤答は、設問1で「空気」のみの回答、設問2で「真空」のみの回答であるが、設問3では誤答が分散している。

3設問の組み合わせで最も多い誤答は、(設問1-b)、(設問2-e)、(設問3-c)の8%である。この誤答は、容器を密閉する時点の状態が変化せずそのまま固定したもので、水の蒸発等に関する考察がなされていない。その他の誤答は4%未満となり、204人当たり75通りの回答の組み合わせが得られた。

各設問の回答間の相関を見るため独立性の棄却検定を行った。(設問1-b)と(設問2-e)、(設問1-bc)と(設問2-c)、(設問2-c)と(設問3-c)、(設問1-bc)

と(設問3-bc)の間は5%の危険率で棄却される。ここで正答間以外で、(設問1-b)と(設問2-e)は、閉鎖した空間では水蒸気が蒸発しないと考えている傾向が強く、また、(設問1-bc)と(設問3-bc)との組み合わせの回答から、空気と水蒸気が共存すると考えている者は、水蒸気のある空間には空気もあるとする傾向がある。その他の回答の間では、正答であっても(設問1-bc)と(設問3-c)の回答の間や、また、他の誤答の間においても相関は認められない。

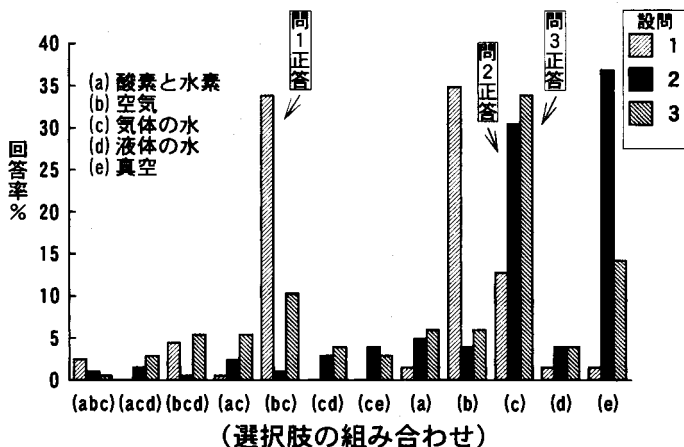
このことから、誤概念も含めて水蒸気に関する何らかの概念で事象を統一的に解釈している回答が少なく、各設問の状況に応じて回答していることが明らかになる。

そこで、各設問で選択した個々の語句の回答について注目し、回答者が選択した語句の意味する理由を推測して検討した。例えば、「気体の水」を設問1~3すべてで選択していない回答(16%)はこの設問の範囲内で、水の気体概念を持っていないと解釈することにする。各設問に関する回答の組み合わせから、「気体の水」、「空気」、「水が分解してできた酸素と窒素」、「真空」に関する理解について検討した。推測される概念とその根拠および回答率を次に述べる。また、概念別の回答率を第4図に示す。

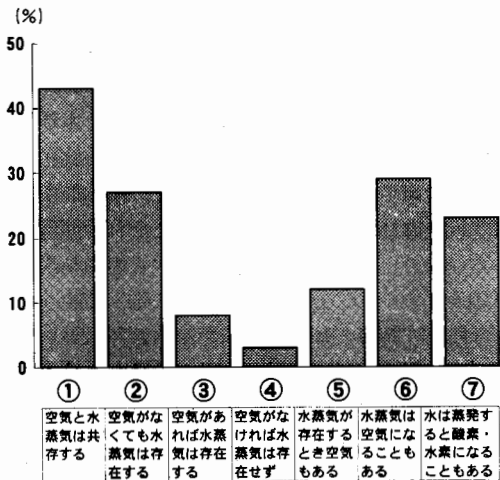
1) 「気体の水」の選択について

設問1で「気体の水」を選択している回答は56%あり、3設問いずれかで「気体の水」を選択している回答は、84%ある。

- ①「空気と水の気体は共存する。」とする回答: 43%
設問1で「気体の水」「空気」を選択している。



第3図 各設問における選択肢の組み合わせ別の回答率。設問のいずれかで2%以上の選択肢組み合わせがあった回答について図示してある。矢印で示す回答は各設問の正答である。



第4図 3設問の語句選択から解釈できる回答率。

②「水は空気がなくても気体として存在する。」とする回答：27%

設問1で「気体の水」「空気」を選択し、設問2あるいは設問3で「気体の水」を選択するが、同時に「空気」は選択していない。

③「水は空気があれば気体として存在する。」とする回答：8%

設問1で「気体の水」「空気」を選択し、設問2あるいは設問3で「気体の水」を選択していると同時に「空気」も選択している。

④「水は空気がなければ気体として存在しない。」とする回答：3%

設問1で「気体の水」「空気」を選択し、設問2あるいは設問3いずれでも「気体の水」と「空気」を選択していない。

⑤「水が気体として存在するときには空気もある。」とする回答：12%

上記③の場合と④の場合が考えられ、それらの回答率を加えたものである。

2) 「空気」の選択について

設問1の回答の中に「空気」を選択していない回答者が19%いる。空のコップに水を半分入れて蓋で覆ったとき、上半分の空間に何があるかを問うていることと同じであるが、内部を真空にできるほどの頑丈な器が用いられているため、状況に左右されて設問の主旨を把握できていない。

⑥「水の気体は空気になることもある。」とする回答：29%

設問2,3で空気を選択している回答率である。この中には、空間があればそこには空気があるとする回答や気体は空気であるとする回答が含まれる。また、水は蒸発すると空気になるとする回答5%がある。これは、設問2,3のいずれかで「空気」を選択して、設問1~3いずれでも「水の気体」、「酸素や水素」を選択していないものである。

3) 「水が分解してできた酸素と水素」について

⑦「水は蒸発すると水素や酸素に分解することもある。」とする回答：23%

設問1~3の何れかで「酸素と水素」を選択している。

液体が気体になる現象である蒸発と水の電気分解を厳密に区別していないと推測される。そのため、密閉した空間での変化では、条件の違いにより水は水蒸気になることも酸素と水素に分解することもあると捉えている。また、この中には「気体の水」または「酸素と水素」どちらか一つ選択して、両気体の共存はないとする回答が11%ある。

設問1~3いずれかで「酸素と水素」を選択し、設問1~3で「気体の水」を全く選択せず、設問2,3で「空気」も選択していない回答4%は、水が蒸発するときには、酸素と水素の気体に分解すると考えている。

設問1~3のいずれかで「酸素と水素」を選択しているか、または設問2,3で「空気」を選択している回答は48%ある。これは水が蒸発するときには水蒸気以外に「空気」または「酸素と水素」になることもあると考えていることになる。

4) 「真空」の選択について

「気体の水が存在する真空の状態もある。」とする回答：8%

これは、設問2,3いずれかで「真空」とともに「気体の水」を選択している。

この設問では「容器の内部を真空にする」と条件の設定がされているが、この場合「真空」とは内部の気体が非常に希薄になっている状態を示している。

この回答は、「真空」でありながら「気体の水」が入っていると矛盾がある。しかし、「真空」と「空気」または「酸素と水素」をともに選択している者は1%に満たないことから、この場合の「気体の水」は希薄な気体であり、一方、「空気」または「酸素と水素」は1気圧に近い気体であると考えていることがうかがえる。

この回答を正答とすると、全設問の正答率は12%

谷山 穰・森 征洋：水蒸気の「飽和」概念の理解について—誤概念と指導法— 地学教育 54 巻 1 号, 1-9, 2001

〔キーワード〕 水蒸気, 飽和, 水蒸気量, 水蒸気密度, 絶対湿度

〔要旨〕 「飽和とは空気が含むうる最大の水蒸気を含んだ状態」という説明がしばしばされる。しかし、空気は窒素、酸素を主成分とする混合気体であり、「空気が水蒸気を含む」という説明は論理性を欠く表現である。飽和に関して、中学校「理科」および高等学校「地学」の教科書においてどのように説明されているか検討したところ、物理学的に見て誤った説明をしている教科書が多いことが分かった。また、大学生を対象に飽和についての理解を調べたところ間違った理解を持っている者が多いことが分かった。「水の飽和」に関する誤概念を分析し、指導方法を提示した。

Jou TANIYAMA and Yukihiro MORI: How to Understand 'Water Vapor Saturation': Misconceptions and Teaching Methods. *Educ. Earth Sci.*, 54(1), 1-9, 2001

付録 1 高等学校「地学」教科書における「飽和」説明

教科書の記述	コメント
(A社) 空気中の水蒸気量には温度が一定ならばある限度があり、それに達すれば空気は飽和する。飽和に達すると同時に水蒸気圧はその温度で最大値となるが、これを飽和蒸気圧という。	
(B社) 一定の温度のもとで、一定量の気体中に含まれる水蒸気には限度がある。ある温度で単位体積あたりの気体中に含むことのできる最大の水蒸気量を、その温度における飽和水蒸気量といい、普通、 g/m^3 で表す。	「空気が水蒸気を含む」という立場で記述されている。
(C社) 湿度 100%ということは、もうそれ以上、空気が水蒸気を含めない状態であり、これを「空気が水蒸気で飽和している」という。 「空気中の水蒸気と水蒸気圧」の図で「箱の中にある水蒸気は、空気の中をとび回って、箱の壁に圧力をおよぼす。この圧力が水蒸気圧である。 飽和したときの水蒸気量を表すのに、1気圧の状態にある $1m^3$ の空気に含まれる水蒸気量(飽和水蒸気量)で表したり、とび回っている水蒸気が壁にぶつかることによっておよぼしている圧力(飽和水蒸気圧)で表したりする。	水蒸気は気体であるので、水分子の集合体として理解されるべきであり、「水蒸気が空気の中をとび回る」という記述は不適切である。「空気が水蒸気を含む」という立場で記述されている。 空気中の水蒸気量は気圧にはほとんど無関係なので「1気圧」という限定は必要ではない。

付録2 飽和に関する思考実験のアンケート

コック付きの密閉できる丈夫な鉄製の容器を想定して、下記の思考実験を行った。

設問1. 容器の内部を乾燥した空気で満たし、次に水を中心に半分ほど注入してコックを閉じた。

問. 容器の上半部の空間には何があると思いますか。

a. 水が分解してできた酸素と水素、b. 空気、
 c. 気体の「水」、d. 液体の「水」の粒、
 e. 真空、f. その他()

a b c d e f

設問2. 容器の内部を真空にして、次に中に水のみを半分ほど注入してコックを閉じた。

問. 容器の上半部の空間には何があると思いますか。

a. 水が分解してできた酸素と水素、b. 空気、
 c. 気体の「水」、d. 液体の「水」の粒、
 e. 真空、f. その他()

a b c d e f

設問3. 容器の内部を全て水で満たし、コックを開き下から熱を加えて中の水を沸騰させた。内部の水が半分ほどに減ったところでコックを閉じて室温まで冷やした。

問. 容器の上半部の空間には何があると思いますか。

a. 水が分解してできた酸素と水素、b. 空気、
 c. 気体の「水」、d. 液体の「水」の粒、
 e. 真空、f. その他()

a b c d e f





	(2)環境と人間生活 イ 環境保全と倫理
	(2)現代社会と倫理 イ 現代社会を生きる倫理 (3)国際化と日本人としての自覚 ウ 世界の中の日本人
	(2)世界の人々の生活・文化と交流 ア 自然環境と人間生活 (3)現代世界の課題と国際協力 ア 地球的課題の出現とその要因 イ 諸地域から見た地球的課題 ウ 地球的課題への国際協力と日本
	(2)人間と環境 ウ 自然環境の地域性 オ 世界の環境問題

図1 高等学校学習指導要領地歴・公民科の森林に関係する内容(文部省, 1989cをもとに作図)。

1) 社会科における森林学習の変遷については佐藤(1993), 遠藤(1994)などのレビューがある。これらによると, かつては林業教育が中心であったが, 現在では自然環境, 国土保全, 地球規模の環境問題などの具体的事例として森林が扱われている。また, 最近では森林環境と人との共存などをかなり意識し, 環境教育との連携も考慮した森林文化教育(図2)も提唱されている(山下, 1993)。しかし, 森林の基本的理解の部分は地理の科目で扱われるものの, たとえば現行の高等学校学習指導要領解説地理歴史編(文部省, 1989d)では, 地理B(2)人間と環境(内容の取り扱い)の中で「世界の人口問題および世界の環境問題については, 地球のおよび地域的な視野からとらえ, 理科的, 政治・経済的な内容には深入りしないこと」とあり, 森林環境の保全がなぜ大切なのかという科学的な裏付けは理科の科目に委ねられているのが現状である。

2) 高等学校理科における扱い

現行高等学校学習指導要領(文部省, 1989c)理科の科目では森林というまとまりで学習できる構成になっていない。森林に関係する内容つまり, 生態, 植物生理, 地球環境と生物の変遷, あるいは自然(地球)環境と人間については生物IA, 生物IB, 生物IIおよび地学IA, 地学IB, 地学IIに分散して存在し, しかも森林という視点で科目間の連携がとられていない

(表1)。従って仮にこれら全てを履修したとしても, 森林あるいは森林環境という視点での学習効果はどの程度期待できるであろうか。従って, 現行学習指導要領では森林学習に関して地理歴史・公民科と理科の連携をうたっているもの実際には機能できない内容構成になっていることが浮かび上がってくる。

一方, 理科的視点で森林を扱う教育の研究・実践の報告は, 生態学的なアプローチ(中村, 1980など)と環境教育的アプローチ(宮川ほか, 1989; 福田, 1995; 長尾ほか, 1995; 鶴岡, 1995など)がある。特に近年, 教科としての生物の枠をこえて環境教育の中に森林を位置づける動きがみられる。これらの動きからもわかるように, 現行の学習指導要領の枠組では, もはや対応できないことを示していると判断できる。なお, 現在の高等学校理科には自然を総合的に扱う総合理科があるが, 履修者が極端に少なく(表2)事実上, 科目が存在していないに近い状況である。

3) 高等学校理科の科目履修の問題

さらに, 先に述べた理科の科目を全て履修することは事実上困難である。それを裏付けるように特定の科目の履修率(あるいは開講率)が低いという報告がなされている(池田, 1993; 梅埜, 1996; 鳩貝, 1997; 越田, 1997; 嶋田, 1997; 富樫ほか, 1996; 三輪, 1998など)。このうち三輪(1998)は全国の公立高等学校の科目履修率を平成8年度と平成9年度を比較して報告している(表2)。ここに示されている統計には, 国立および私立の高等学校は含まれていないが, 我が国の高等学校での理科選択のおおよその動向をみることができる。これによると物理IIや生物II, 地学IA, 地学IB, 地学II, とりわけ地学の3科目の履修率が極端に低い。森林に関係する内容(森林の地史学的内容も含む)を扱う科目は表2に示すように生物IB, 生物II, 地学IB, および地学IIである。つまり, 生物IBをのぞくと履修率の低い科目であることがわかる。履修の極端な偏りは履修科目数の少なさを同時に意味する。最低2科目4単位で高等学校での理科学習を終了することを認めた, 現行学習指導要領が影響していることはまちがいない。ここに示された理科履修科目数の減少や履修科目の極端な偏り現象は, ゆとりに伴う内容の精選・必修履修単位数減, あるいは生徒の多様化に対応した選択制の拡大という, 理念のみが先行し, 学校現場での科目開講や生徒の履修のシミュレーションが十分なされなかった結果生じた(林, 1998), 典型的な例と考えられる。従って, 我が国の

地学教育

第54巻 第1号(通巻 第270号)

2001年1月

目 次

原著論文

水蒸気の「飽和」概念の理解について

—誤概念と指導法—……………谷山 穰・森 征洋…(1~9)

学校教育における自然史科学教育の現状と課題

—森林環境学習の視点から—……………大久保 敦…(11~21)

城の石垣観察を通しての理科総合Bの試み ……………池本博司・鈴木盛久…(23~32)

教育実践報告

高等学校地学における地下水を用いた環境教育の授業実践

—問題解決学習の授業展開と評価—……………宮下 治・大島 良…(33~45)

資 料

地質情報展

—地質学の普及をめざした地質調査所の試み—……………斎藤 眞…(47~59)

お知らせ (10, 22)

学会記事 (60)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部地学教室内

平成 13 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 55 回全国大会

千葉大会第 1 次案内

標記大会を次の要領で開催します。多数ご参加下さいますようご案内致します。

全国大会実行委員長(千葉大学教育学部教授) 山崎良雄
日本地学教育学会会長(国立教育研究所次長) 下野 洋

大会テーマ: 地球環境を考えるこれからの地学教育
—21 世紀の地学教育は千葉から—

主 催: 日本地学教育学会
共 催: 千葉県地学教育研究会・千葉県高等学校教育
研究会理科部会・千葉県教育研究会理科教育
部会(交渉中を含む)
後 援: 文部省・千葉県教育委員会・千葉市教育委員
会・全国高等学校長協会・全日本中学校長
会・全国連合小学校長会・日本私立中学校高
等学校連合会・日本教育研究連合会・日本理
科教育学会・日本理科教育協会・天文教育普
及研究会・日本ハーシェル協会・千葉県高等
学校長協会・千葉県小中学校校長会(交渉中
を含む)

期 日: 2001 年(平成 13 年)8 月 19 日(日)~8 月 23
日(木)

会 場: 千葉大学けやき会館(千葉大学構内)
(JR 総武線西千葉駅下車徒歩 5 分)

日 程: 8 月 19 日(日)〈プレ巡検〉

A コース 下総層群の堆積構造と貝化石
(日帰り)

B コース 千葉県立中央博物館 見学(午
後)
(夕方 評議員会)

8 月 20 日(月)

午前 開会式・学会奨励賞授与式
研究発表 I (分科会)

昼 ポスターセッション

午後 ジュニアセッション(小中高校生に
よる研究発表など)

講演会(時間と空間の旅、伊能忠敬
とハーシェル)

“アモルフラス合奏団(千葉大学
オーケストラ OB バンド)による
ハーシェル作品演奏”

研究発表 II (分科会)
(夕方 懇親会)

8 月 21 日(火)

午前 研究発表 III (分科会)

セッション—21 世紀の地学教育—

午後 コンピュータと地学教育(コン
ピュータに関する委員会)—21 世
紀に向けて—

パネルディスカッション—21 世紀
の地学教育—

閉会式

8 月 22 日(水)~23 日(木)〈ポスト巡検〉

C コース 銚子地域の地質と伊能忠敬(1
泊 2 日)

D コース 嶺岡オフィオライトと房総半島
縦断(1 泊 2 日)

E コース 気象大学校・気象観測施設見学
と気象に関する実験体験(半
日)

F コース 幕張地区ハイテク見学(含気象
予報会社, 半日)

大会参加要項

1. 大会参加費: 2,500 円(7 月 20 日までの申し込
み金額、それ以降は 3,500 円、学生および大学
院生参加費 1,000 円)
2. 大会要旨集代: 1,200 円
3. 巡検資料代: 800 円
4. 懇親会: 8 月 20 日(月)18:00~20:00、会場:
千葉大学けやき会館、会費: 5,000 円
5. 巡検(各コース定員まで先着順に受け付けま
す)
 - ・ A コース: 日帰り, 定員 40 名, 費用 3,000 円,
集合: 千葉大学正門(9:30~16:00)
 - ・ B コース: 日帰り, 定員 なし, 費用なし,

- 集合：千葉県立中央博物館(13:30~16:00)
- Cコース：一泊，定員 25 名，費用 25,000 円，
集合：千葉大学正門(8:30)
 - Dコース：一泊，定員 25 名，費用 25,000 円，
集合：千葉大学正門(8:30)
 - Eコース：半日，定員 32 名，費用なし，
集合：JR 柏駅(10:00~)
 - Fコース：半日，定員 なし，費用 1,500 円，
集合：JR 海浜幕張駅(10:00~16:00)
6. 参加申し込み：2001 年 7 月 20 日(金)まで(7 月 21 日以降の参加費は 3,500 円)
 7. 懇親会申し込み：2001 年 7 月 20 日(金)まで(人数に余裕があれば当日参加も可)
 8. 要旨集・巡検資料申し込み：2001 年 7 月 20 日(金)まで(要旨集のみの申し込みも受け付けます)
 9. ジュニアセッション，講演会，演奏会のみ参加者は無料で入場できます。

研究発表募集要項

1. 発表形式：口頭およびポスター，分科会は，小・中 1 会場，高校・一般 2 会場を予定していますが，内容・件数によって変更する場合があります。
2. 発表時間：口頭発表の場合，質疑応答を含め 20 分以内の予定です。ポスター発表の発表者説明は，昼休みの 1 時間程度を予定しています。

*ジュニアセッションの口頭発表時間は，質疑応答を含め 10 分~15 分程度を予定しています。

3. 使用機器：OHP，スライド，ビデオ，液晶プロジェクター(コンピュータによるプレゼンテーション)
4. 発表申し込み締め切り：2001 年 4 月 30 日(月)
5. 発表要旨締め切り：2001 年 6 月 25 日(月)

大会事務局・学会事務局

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学教育学部地学教室

TEL. & FAX: 043-290-2603 (山崎良雄)

E-mail: yamazaki@e.chiba-u.ac.jp

TEL. & FAX: 043-290-3682 (濱田浩美)

E-mail: hamada@e.chiba-u.ac.jp

ジュニアセッションに関する問い合わせは下記へお願いします。

TEL. & FAX: 042-591-5968 (高橋典嗣)

E-mail: takahasn@ge.meisei-u.ac.jp

郵便振り替え 口座番号：00120-3-600735

口座名：日本地学教育学会第 55 回全国大会実行委員会

千葉大会アドレス <http://www.soc.nacsis.ac.jp/jse/se/chiba-taikai.htm>

2.2 教科書の記述

理科の教科書で「飽和」についてどのように説明されているか見てみる。現行の高等学校「地学」の教科書における説明の例を付録1に示す。「水蒸気を含むのは空間である」と明確に記した教科書はなく、「空気が含まうる水蒸気には限度があり、その限度まで水蒸気を含んだ状態を飽和という」という立場で説明されている。

次に中学校「理科2分野」の教科書における説明を見てみると、多くの教科書で「空気を含む水蒸気量」という表現が用いられている。その例を次に示す。

「空気を含むことのできる水蒸気には限度があり、 1 m^3 の空気中に含むことのできる最大の水蒸気量を飽和水蒸気量という。」

参考にした教科書のなかでは、1社のものだけが、「空気中に含むことのできる水蒸気には限度がある。飽和している空気 1 m^3 中に含まれている水蒸気量(質量)を、飽和水蒸気量という。」という説明をしており、「空気を含む水蒸気量」という表現を用いていなかった。しかし、「水蒸気を含むのは空間である」とは明確には記述されていない。

飽和水蒸気を説明する際に、「空気」を主語にして、「空気の水蒸気を含む」という表現がしばしばなされるのは、「飽和」とは、「最大限度まで満たされた状態にあること」(国語大辞典)として一般に理解されており、水に塩を溶解させる場合の飽和溶液とのアナロジーで説明しようとしていることによると思われる。これは、Bohren (1987)の指摘するスポンジのイメージと共通である。すなわち、「飽和とは、スポンジが限度まで水を含んだ状態のように、空気が限度まで水蒸気を含んだ状態」として説明されることになる。

空気は窒素と酸素を主成分とする混合気体であり、水蒸気も空気を構成する成分の一つである。水蒸気を除いた空気は気象学の用語としては「乾燥空気」と呼ばれる。一方、理科の教科書などで、飽和水蒸気を説明する際には「乾燥空気」の意味で「空気」という言葉が用いられている。「空気の水蒸気を含む」とは、気体(窒素と酸素)が別の気体(水蒸気)を含むということになり、論理性を欠く表現となる。空気中の気体成分は互いに共存しているものであり、水蒸気を含んでいるのは「空気」ではなくて「空間」である。理科の教科書における「飽和」についての記述を物理学的に正確なものにするためには、「空気」を「空間」に置き換えればよい。

2.3 水蒸気量の表現

一定の容積の空間に含まれる水蒸気量を表す学術用語として「水蒸気密度」および「絶対湿度」という言葉が用いられる。これらは同じ意味で用いられる。空気中の水蒸気量を表す術語として、理科教育の分野では、水蒸気密度と同じ意味で水蒸気量という言葉が用いられている。物理学上の術語としては水蒸気密度が一般性を持つと考えられる。例えば「水蒸気」の項で理化学辞典(岩波書店)では「……各温度での飽和水蒸気圧および密度を……」、世界大百科事典(平凡社)では「一定体積の空間が含まうる水蒸気量(水蒸気密度)には限界があり、……」というように、「密度」という言葉が用いられている。しかしながら、文部省の学術用語集(気象学編)には水蒸気密度の項目はなく、水蒸気量の項目がある。この学術用語集では水蒸気量の英訳として vapour content を当てているが、以下に述べる英語の気象学辞典にはこの言葉は見あたらない。

Glossary of Meteorology (米国気象学会)では vapour concentration (水蒸気濃度) および vapor density (水蒸気密度) の項では absolute humidity (絶対湿度) と同じとだけ書かれており、説明は absolute humidity の項に出ている。absolute humidity は混合気体によって占められている容積に対する水蒸気の質量の比、すなわち水蒸気成分の密度である。そこではこの量は断熱膨張・圧縮に関して保存量でないので気象学者は通常用いないと書かれている。

一方、Meteorological Glossary (英国気象局)では vapour concentration (水蒸気濃度) の項に説明が出ていて、そこではこの量の代わりに用いられる absolute humidity (絶対湿度) や vapour density (水蒸気密度) は今では好まれないと書かれている。両辞典ともそれぞれの説明においては水蒸気の密度として定義している。

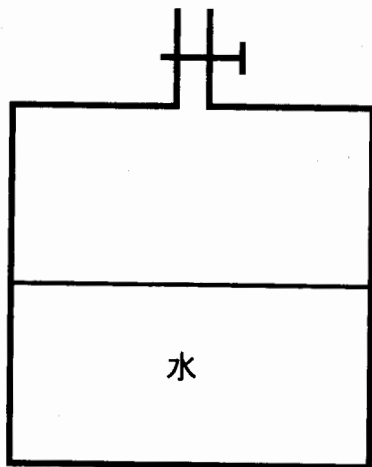
したがって、一定容積中の水蒸気の質量を表すのに、同じ内容であるにもかかわらず、水蒸気量、水蒸気密度、絶対湿度の3通りの用語が用いられており、統一した見解はない。このなかで「水蒸気量」というのは、ただ単に水蒸気量という意味で用いられる場合もある。水蒸気量を表す用語としては、水蒸気密度(絶対湿度)の他に、比湿、混合比などがある。「比湿」とは、湿潤空気 1 kg 中に含まれる水蒸気の質量をいい、「混合比」とは、乾燥空気 1 kg と共存している水蒸気の質量をいう。このように水蒸気量の表し

方には、いくつかあるので、「水蒸気量」は、学術用語としては用いられていない。しかしながら、「密度」や「絶対」という言葉を用いることなく湿度を表すことができるためか、中学校や高等学校の理科の教科書で用いられている。「水蒸気量」は文部省学術用語集（気象学編）にも取り上げられている用語である。しかしながら、気象学に関する辞典類でこれを一つの項目として扱っているものは見あたらない。これは用語の定義の正確さを必要とする辞典類にあっては当然のことと思われる。水蒸気密度としての「水蒸気量」は、学術上では用いられない用語であり、理科教育の分野で、生徒の認識の発展段階を考慮して用いられる教育上の用語として理解する必要がある。

3. 大学生の飽和に関する理解の調査

これまで述べてきたように、中学校「理科」や高等学校「地学」教科書において「飽和」概念は物理学的には正確には記述されていない。高等学校までの理科教育を受けてきた学生が水蒸気の飽和についてどのような理解を持っているかを調べてみた。高等学校で地学を履修するものは少ないので、大学生の「飽和」についての理解は中学校「理科」での学習内容によると思われる。

ここでは第1図に示すコック付きの容器を用いて、下半分に水があるとき、上半分の空間には何があるか問う思考実験について、アンケート調査を行った。この調査では、K大学の教養教育として開設している実験科目（物理学、化学、生物学、地学）受講者を対象とした。これらの実験科目は、理工系学部の基礎科目



第1図 設問で想定したコック付の容器。

としてではなく、教養科目として5学部（教育学部、法学部、経済学部、工学部、農学部）すべての学生を対象に開講されている。調査は1999年6月に行い、204人から回答を得た。学生は1年生が81%、2年生が14%、3年生以上は少ない。

3.1 設問

設問では、水蒸気で飽和した空間を作るために次の三種の過程を設定した。アンケートは付録2に載せた。

- (1) 容器の内部を乾燥した空気で満たし、次に水の中に注入してコックを閉じ放置した。
- (2) 容器の内部を真空にして、次に水を容器の中に注入してコックを閉じ放置した。
- (3) 容器の内部をすべて水で満たし、下から熱を加えて中の水を沸騰させた。内部の水が半分ほどに減ったところでコックを閉じて室温まで冷やした。

このような状況を設定した目的は、「空気が水蒸気を含む」と考えるならば、容器の中の空間が真空である場合の判定を問うことである。

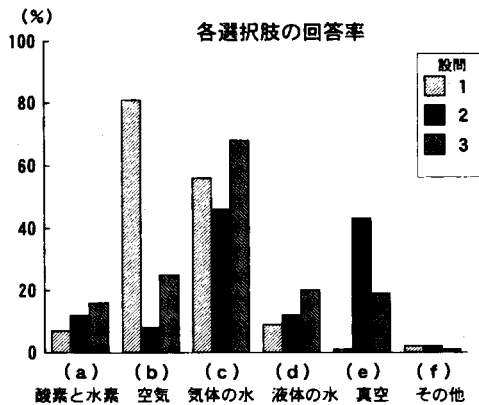
回答は語句の選択式で各設問共通の次の語句が選択肢としてあげてある。

- (a) 水が分解してできた酸素と水素
- (b) 空気
- (c) 気体の水
- (d) 液体の水
- (e) 真空
- (f) その他

水蒸気の代わりに「気体の水」の語句を用いたのは、回答者が湯気を意味する語句として誤用することを避けるためである。

3.2 回答結果と検討

設問1, 2, 3の各選択肢の回答率(%)を第2図に示す。各設問においては、六つの選択肢のうちから正答と思うものをすべてあげるように指示しているので、それぞれの設問についての回答は、いくつかの選択肢の組み合わせとなる。そこで選択肢の組み合わせ別の回答率(%)も第3図に示す。正答は(設問1-bc)、(設問2-c)、(設問3-c)である。設問1で「空気」の回答率は81%、「気体の水」の回答率は56%であるが、正答となる両者の組み合わせの回答率は34%となる。設問2で「気体の水」の回答率は46%であるが、「気体の水」のみの回答率は30%となる。設問3で「気体の水」の回答率は68%であるが、「気体の水」のみの



第2図 各設問における個々の選択肢の回答率。

回答率は34%となる。このように、組み合わせの回答でみた場合、正答率は30~35%と低下する。設問のいずれかで正答をした者は64%いた。全問の正答率は10%であった。各設問で特に多い誤答は、設問1で「空気」のみの回答、設問2で「真空」のみの回答であるが、設問3では誤答が分散している。

3設問の組み合わせで最も多い誤答は、(設問1-b)、(設問2-e)、(設問3-c)の8%である。この誤答は、容器を密閉する時点の状態が変化せずそのまま固定したもので、水の蒸発等に関する考察がなされていない。その他の誤答は4%未満となり、204人当たり75通りの回答の組み合わせが得られた。

各設問の回答間の相関を見るため独立性の棄却検定を行った。(設問1-b)と(設問2-e)、(設問1-bc)と(設問2-c)、(設問2-c)と(設問3-c)、(設問1-bc)

と(設問3-bc)の間は5%の危険率で棄却される。ここで正答間以外で、(設問1-b)と(設問2-e)は、閉鎖した空間では水蒸気が蒸発しないと考えている傾向が強く、また、(設問1-bc)と(設問3-bc)との組み合わせの回答から、空気と水蒸気が共存すると考えている者は、水蒸気のある空間には空気もあるとする傾向がある。その他の回答の間では、正答であっても(設問1-bc)と(設問3-c)の回答の間や、また、他の誤答の間においても相関は認められない。

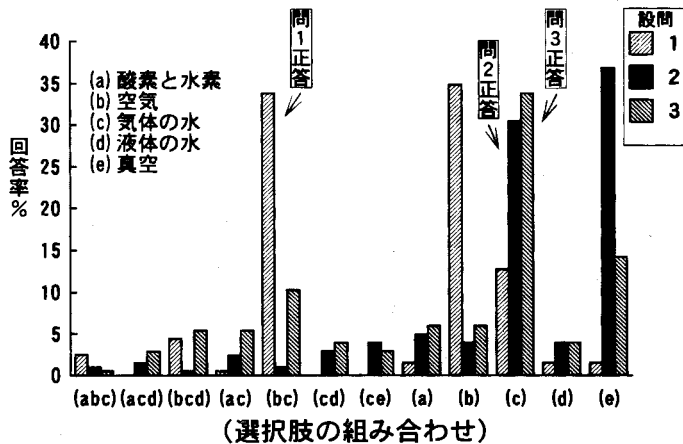
このことから、誤概念も含めて水蒸気に関する何らかの概念で事象を統一的に解釈している回答が少なく、各設問の状況に応じて回答していることが明らかになる。

そこで、各設問で選択した個々の語句の回答について注目し、回答者が選択した語句の意味する理由を推測して検討した。例えば、「気体の水」を設問1~3すべてで選択していない回答(16%)はこの設問の範囲内で、水の気体概念を持っていないと解釈することにする。各設問に関する回答の組み合わせから、「気体の水」、「空気」、「水が分解してできた酸素と窒素」、「真空」に関する理解について検討した。推測される概念とその根拠および回答率を次に述べる。また、概念別の回答率を第4図に示す。

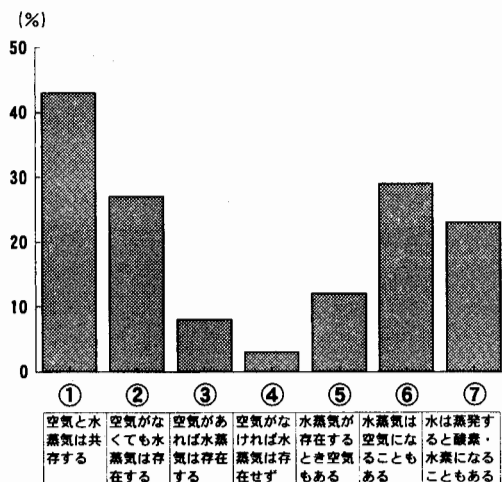
1) 「気体の水」の選択について

設問1で「気体の水」を選択している回答は56%あり、3設問いずれかで「気体の水」を選択している回答は、84%ある。

- ①「空気と水の気体は共存する。」とする回答: 43%
設問1で「気体の水」「空気」を選択している。



第3図 各設問における選択肢の組み合わせ別の回答率。設問のいずれかで2%以上の選択肢組み合わせがあった回答について図示してある。矢印で示す回答は各設問の正答である。



第4図 3設問の語句選択から解釈できる回答率.

②「水は空気がなくても気体として存在する。」とする回答：27%

設問1で「気体の水」「空気」を選択し、設問2あるいは設問3で「気体の水」を選択するが、同時に「空気」は選択していない。

③「水は空気があれば気体として存在する。」とする回答：8%

設問1で「気体の水」「空気」を選択し、設問2あるいは設問3で「気体の水」を選択していると同時に「空気」も選択している。

④「水は空気がなければ気体として存在しない。」とする回答：3%

設問1で「気体の水」「空気」を選択し、設問2あるいは設問3いずれでも「気体の水」と「空気」を選択していない。

⑤「水が気体として存在するときには空気もある。」とする回答：12%

上記③の場合と④の場合が考えられ、それらの回答率を加えたものである。

2) 「空気」の選択について

設問1の回答の中に「空気」を選択していない回答者が19%いる。空のコップに水を半分入れて蓋で覆ったとき、上半分の空間に何があるかを問うていることと同じであるが、内部を真空にできるほどの頑丈な器が用いられているため、状況に左右されて設問の主旨を把握できていない。

⑥「水の気体は空気になることもある。」とする回答：29%

設問2,3で空気を選択している回答率である。この中には、空間があればそこには空気があるとする回答や気体は空気であるとする回答が含まれる。また、水は蒸発すると空気になるとする回答5%がある。これは、設問2,3のいずれかで「空気」を選択して、設問1~3いずれでも「水の気体」、「酸素や水素」を選択していないものである。

3) 「水が分解してできた酸素と水素」について

⑦「水は蒸発すると水素や酸素に分解することもある。」とする回答：23%

設問1~3の何れかで「酸素と水素」を選択している。

液体が気体になる現象である蒸発と水の電気分解を厳密に区別していないと推測される。そのため、密閉した空間での変化では、条件の違いにより水は水蒸気になることも酸素と水素に分解することもあると捉えている。また、この中には「気体の水」または「酸素と水素」どちらか一つ選択して、両気体の共存はないとする回答が11%ある。

設問1~3いずれかで「酸素と水素」を選択し、設問1~3で「気体の水」を全く選択せず、設問2,3で「空気」も選択していない回答4%は、水が蒸発するときには、酸素と水素の気体に分解すると考えている。

設問1~3のいずれかで「酸素と水素」を選択しているか、または設問2,3で「空気」を選択している回答は48%ある。これは水が蒸発するときには水蒸気以外に「空気」または「酸素と水素」になることもあると考えていることになる。

4) 「真空」の選択について

「気体の水が存在する真空の状態もある。」とする回答：8%

これは、設問2,3いずれかで「真空」とともに「気体の水」を選択している。

この設問では「容器の内部を真空にする」と条件の設定がされているが、この場合「真空」とは内部の気体が非常に希薄になっている状態を示している。

この回答は、「真空」でありながら「気体の水」が入っているとする矛盾がある。しかし、「真空」と「空気」または「酸素と水素」をともに選択している者は1%に満たないことから、この場合の「気体の水」は希薄な気体であり、一方、「空気」または「酸素と水素」は1気圧に近い気体であると考えていることがうかがえる。

この回答を正答とすると、全設問の正答率は12%

となる。

3.3 水蒸気と空気の関係についての検討結果および考察

以上の検討の結果、回答者が過去にあまり経験、想定しなかった状況が設問で設定されているため、各設問の状況に応じて個別的な誤概念を適用し、3設問の事象を統一的に解釈している回答は少ない。また、「酸素と水素」や「空気」などを予想する回答が半数近くあり、日常想定することのない今回のような条件の設定に直面すると、水が蒸発すると空気、あるいは水素や酸素に変化することもあると回答する者が少なからずいることも明らかになった。

今回のアンケートで、空気と水の気体は共存するとする回答率は43%となっているが、この回答率は開放された大気中の「気体の水」の存在について、過去に行った調査(谷山ほか, 1996)における回答率84%と大きく異なる。密閉された空間という条件設定の違いに回答が大きく影響されている。回答者の半数近くは野外の大気中に水蒸気が存在するという知識が一般的な水蒸気理解までは至っておらず、空気で満たされた密閉した空間では水は蒸発しないと回答している。しかし、設問1~3いずれかで「水の気体」を選択している回答は84%あり、今回の回答者の半数は密閉した空間に水蒸気が存在することを否定しているのではなく、水と接する空間があっても水蒸気の存在はその場の条件に左右されると考えている。

水蒸気だけが存在する空間を設定するため、密閉した空間内の事象を設問で設定した。その設定の条件下で、空気と水蒸気が共存することを認める回答43%を調査の対象とすると、「水は空気がなくても気体として存在する」との回答27%に対し、「水は空気がなければ気体として存在しない」とする回答は3%で、「水が気体として存在するときには空気もある」とする回答は8%ある。これらの誤答は教科書の「飽和とは空気が含む最大の水蒸気を含んだ状態」という説明から生ずる誤解とも解釈できるが、特に後者の8%については、空気の組成や水蒸気をすでに学んだ者の回答として科学的な思考に問題があると考えられる。

4. 水の「飽和」概念の指導法

以上検討したように、設問の個々の事象については、約1/3は正答しているが、水蒸気の飽和について正確な理解をしているものがきわめて少ないことと、

現象ごとに断片化した知識は統一されていないことが明らかになった。その中には、基礎的知識を基にした科学的な思考をしていないと見える回答も多い。

小学校の「理科」では水蒸気については、水蒸気を水の気体として認識する内容だけであるが、飽和については、食塩やホウ酸の固体を用いて、液体の中にある程度以上溶けない限度があり、またそれが温度と関係していることを具体的現象で捉えさせ飽和を説明している。

中学校の「理科」における水蒸気の飽和についての説明は、飽和水蒸気量、湿度などの用語が水蒸気などの定量化とともにあげられ、水溶液と溶質の関係と同じ考え方が導入されて、大気に含まれる水蒸気の量の限度ととして扱われている。水の飽和の概念は、中学校・高等学校の理科において水の気体・液体の変化を理解する上で基礎的概念である。

大気中で経験される気温は、窒素や酸素に対しては沸点以上であり、水蒸気に対しては沸点以下であるので、これらの大気成分のうち、相変化する気体は水蒸気のみである。そのため、空気が水蒸気を含むと考え現象を説明することは日常接する事象、例えば、霧や雲の発生について考察する場合など、気温の変化、湿度の変化、飽和状態、凝結という現象を表す用語を用いて説明しやすい。しかし、種々の現象を統一的に説明できる水蒸気概念にはなりにくく、現象の相互の関係が見えにくい。100℃以上に熱せられた水蒸気と大気中に存在する水蒸気の関係、高度が高くなると100℃以下で水が沸騰する現象、水蒸気のみが存在する低い圧力の空間などの実験を観察した場合など、実験の現象には興味を持てたとしても、空気が含む水蒸気概念で解釈しようとする、水蒸気に関連する現象は理解することが難しいという新たな混乱を持ち込むことになりかねない。

物質の存在形態の連関を理解するという理科教育の観点からすると、湿度、飽和、凝結等の現象を表す用語の用い方を知る以前に、温度変化に伴う物質の挙動の変化としてこれらの現象は理解されねばならないであろう。

そのためには、まず、大気には水蒸気が気体として中に入っていることの認識と、結露など日常体験できる温度の範囲で水が相変化することの理解を確認することが必要である。その上で、水蒸気の飽和の現象を、気体と液体または固体が相互に変化する量が釣り合うという相平衡の考え方を基礎にして、水の挙動を実体

的に考えられるよう扱う。このことによって、水の蒸発や凝結の現象を空気の関係しない水蒸気と水だけの関係として捉えさせることができる。日常的な事象や実験によって生ずる事象は、そこで生ずる物質の挙動として、動的に捉え、説明できるようにするべきではないだろうか。

指導内容としては、次のことに留意すればよいと考えられる。

- 1) 物質の状態には三態あり、水は日常体験できる範囲で三態を取りうる特別な物質である。
- 2) 圧力・温度条件によって水の状態は決まる。1気圧のもとで、0°C のとき氷と液体の水とは共存し、100°C で沸騰する。沸騰は、その温度での飽和水蒸気圧と大気圧が一致したときに生ずる。
- 3) 分子レベルで考えると、水面からは水分子が絶えず飛び出しており、一方、空間にある水分子の中には水面に飛び込むものもある。水分子の出入りが平衡状態になったとき、飽和という。このときの水蒸気分圧を飽和水蒸気圧という。
- 4) 一定の容積の空間に含みうる水蒸気量は温度が高くなると増加する。
- 5) 空気中の水の分子は窒素や酸素の気体の分子と同様に空間を飛び回っており、酸素や窒素の気体の密度はほとんど水蒸気の飽和状態の変化に寄与しない。

5. ま と め

水蒸気の飽和を説明する際に、「飽和とは空気を含みうる最大の水蒸気を含んだ状態」という説明がしばしばされる。しかし、空気は窒素、酸素を主成分とする混合気体であり、「空気が水蒸気を含む」とは「気体が別の気体（水蒸気）を含む」ということになり論理性を欠く表現である。日本の中学校「理科」および高等学校「地学」の教科書における「飽和」に関する記述を調査した結果、中学校から高等学校までのほとんどすべての教科書において物理学的には誤りである説

明がなされており、「誤概念」が地学教育において広く教科書のレベルで定着していることが明らかになった。

大学生を対象に飽和についての理解を調べたところ、事象に依存した断片的な知識を持ち、新たな事象に対応できる知識を持っていない者が多いことが分かった。

「水の飽和」に関する誤概念を明らかにするとともに、事象の理解には、現象を物質の挙動として捉えさせるべきであると考え、指導方法を提起した。

謝 辞 大学生の水蒸気理解に関するアンケート調査に協力していただいた方々に感謝します。

参 考 文 献

- Bohren, C. F. and G. M. Brown (1982): Genies in jars, clouds in bottles, and a bucket with a hole in it. *Weatherwise*, April, 86-89.
- Bohren, C. F. (1987): *Clouds in a glass of beer: Simple experiments in atmospheric physics*. John Wiley & Sons. (住 明正訳「ビールびんの中の雲」, 丸善, 1990年)
- 平凡社 (1972): 世界大百科事典, 「すいじょうき」の項.
- Huschke, R. E. (ed.) (1959): *Glossary of Meteorology*. American Meteorological Society.
- 国立天文台編 (1989): 理科年表. 丸善.
- Meteorological Office (1972): *Meteorological Glossary*. Her Majesty's Stationery Office (First published 1916).
- 文部省 (1975): 学術用語集気象学編. 日本気象学会.
- 小倉義光 (1999): 一般気象学 (第2版). 東京大学出版会, 57-60.
- 尚学図書 (1981): 国語大辞典. 小学館.
- 正野重方 (1958): 気象学総論. 地人書館, 356 p, 61.
- 玉虫文一ほか (1974): 岩波理化学辞典 (第3版). 岩波書店.
- 谷山 穰・近藤浩二・森 征洋 (1996): 大学生の水蒸気概念に関する一考察. 香川大学教育実践研究, 25, 25-31.
- 山本義一 (1958): 改訂新版気象学概論. 朝倉書店, 227 p, 34-35.
- 安田延壽 (1992): 水の気象学. 10章, 131-133.

谷山 穰・森 征洋: 水蒸気の「飽和」概念の理解について—誤概念と指導法— 地学教育 54 巻 1 号, 1-9, 2001

〔キーワード〕 水蒸気, 飽和, 水蒸気量, 水蒸気密度, 絶対湿度

〔要旨〕 「飽和とは空気を含みうる最大の水蒸気を含んだ状態」という説明がしばしばされる。しかし, 空気は窒素, 酸素を主成分とする混合気体であり, 「空気が水蒸気を含む」という説明は論理性を欠く表現である。飽和に関して, 中学校「理科」および高等学校「地学」の教科書においてどのように説明されているか検討したところ, 物理学的に見て誤った説明をしている教科書が多いことが分かった。また, 大学生を対象に飽和についての理解を調べたところ間違った理解を持っている者が多いことが分かった。「水の飽和」に関する誤概念を分析し, 指導方法を提示した。

Jou TANIYAMA and Yukihiro MORI: How to Understand 'Water Vapor Saturation': Misconceptions and Teaching Methods. *Educat. Earth Sci.*, 54(1), 1-9, 2001


付録 1 高等学校「地学」教科書における「飽和」説明

教科書の記述	コメント
(A 社) 空気中の水蒸気量には温度が一定ならばある限度があり, それに達すれば空気は飽和する。飽和に達すると同時に水蒸気圧はその温度で最大値となるが, これを飽和蒸気圧という。	
(B 社) 一定の温度のもとで, 一定量の気体に含まれる水蒸気量には限度がある。ある温度で単位体積あたりの気体を含むことのできる最大の水蒸気量を, その温度における飽和水蒸気量といい, 普通, g/m^3 で表す。	「空気が水蒸気を含む」という立場で記述されている。
(C 社) 湿度 100%ということは, もうそれ以上, 空気が水蒸気を含めない状態であり, これを「空気が水蒸気で飽和している」という。 「空気中の水蒸気と水蒸気圧」の図で「箱の中にある水蒸気は, 空気の中をとり回って, 箱の壁に圧力をおよびます。この圧力が水蒸気圧である。 飽和したときの水蒸気量を表すのに, 1 気圧の状態にある $1 m^3$ の空気に含まれる水蒸気量 (飽和水蒸気量) で表したり, とり回っている水蒸気が壁にぶつかることによってもよぼしている圧力 (飽和水蒸気圧) で表したりする。	水蒸気は気体であるので, 水分子の集合体として理解されるべきであり, 「水蒸気が空気の中をとり回る」という記述は不適切である。「空気が水蒸気を含む」という立場で記述されている。 空気中の水蒸気量は気圧にはほとんど無関係なので「1 気圧」という限定は必要ではない。

付録2 飽和に関する思考実験のアンケート

コック付きの密閉できる丈夫な鉄製の容器を想定して、下記の思考実験を行った。

設問1. 容器の内部を乾燥した空気で満たし、次に水を中心に半分ほど注入してコックを閉じた。




問. 容器の上半部の空間には何があると思いますか。

a. 水が分解してできた酸素と水素、b. 空気、
 c. 気体の「水」、d. 液体の「水」の粒、
 e. 真空、f. その他()

a b c d e f

設問2. 容器の内部を真空にして、次に中に水のみを半分ほど注入してコックを閉じた。

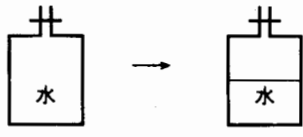


問. 容器の上半部の空間には何があると思いますか。

a. 水が分解してできた酸素と水素、b. 空気、
 c. 気体の「水」、d. 液体の「水」の粒、
 e. 真空、f. その他()

a b c d e f

設問3. 容器の内部を全て水で満たし、コックを開き下から熱を加えて中の水を沸騰させた。内部の水が半分ほどに減ったところでコックを閉じて室温まで冷やした。



問. 容器の上半部の空間には何があると思いますか。

a. 水が分解してできた酸素と水素、b. 空気、
 c. 気体の「水」、d. 液体の「水」の粒、
 e. 真空、f. その他()

a b c d e f

~~~~~  
お 知 ら せ  
~~~~~

2001 年度日本気象学会奨励賞受賞候補者の推薦募集

日本気象学会は、研究費・研究環境に恵まれないなかで研究・調査に努められている方を奨励するために、「日本気象学会奨励金」制度を1970年に設けました。その後、小・中・高等学校で地学教育に従事している先生のなかで、特に実践的な気象教育を進めている方も奨励できるよう対象を拡げました。1998年に「奨励金」を、表彰に重点を移した「奨励賞」に改めました。引き続き3件程度を表彰します。

日本気象学会奨励賞受賞候補者推薦委員会は、奨励賞受賞者選定規定に基づいて、候補者を理事会に推薦します。つきましては、広く会員からの推薦を募りますので、次の要領によって受賞候補者をご推薦下さい。自薦も歓迎します。なお、候補推薦は、常時受け付けることと致します。本募集は日本地学教育学会にも通知を依頼しています。

2000年12月

記

締 切：2001年2月28日（水）

送付先：〒100-0004 東京都千代田区大手町1-3-4

気象庁内

日本気象学会事務局気付

奨励賞受賞候補者推薦委員会

用 紙：A4判縦、横書き

推薦書および添付資料

1. 研究題目（推薦対象となる研究調査または教育活動の内容を簡潔に示すもの）
2. 受賞候補者氏名、ふりがな、勤務先、職名、連絡先、略歴
3. 推薦者氏名、印、勤務先、職名、連絡先（自薦の場合でも、必ず推薦者を付けること）
4. 推薦理由（1,500字以内）
（受賞候補者の研究環境（指導者、研究時間、研究費等）について触れること）
5. 研究成果の概要（1,500字以内）
これまでの研究調査または教育活動に関した出版物、報告、資料等（のコピー）を添付する。

募集概要

1. 気象学・気象技術に関するテーマについての研究・調査、および現場における気象教育の実践、教材の開発など気象教育に関連した研究調査を対象とする。（研究としての完成度の高さは必要条件ではない）
2. 研究環境（指導者、研究時間、研究費）に恵まれていないことが条件である。従って、大学あるいは研究機関に勤務または在学し、経常あるいは特別研究費の配分を受けて気象学の研究に従事する者は、原則として奨励賞の対象外である。
3. 選考には、過去の調査・研究・実践の経歴およびその内容を重視する。関連学会、関連研究会や関連機関の調査研究会等に発表または投稿がなされていることは、業績の評価を示す材料として考慮する。
4. 2001年度の奨励賞贈呈は、秋季大会で行う。

日本気象学会奨励賞受賞候補者推薦委員会

藤部文昭・岩嶋樹也（担当理事）、河原幹雄、高野 功、高橋忠司、名越利幸

注：小・中・高等学校で地学教育に従事している先生のなかで、特に実践的な気象教育を進めている方に関しては、日本気象学会の会員以外の方も対象となります。

学校教育における自然史科学教育の現状と課題

—森林環境学習の視点から—

大久保 敦*

1. はじめに

2002年度(高等学校は2003年度)から施行される新学習指導要領では自然史科学に関する学習が積極的に取り入れられている。しかし、現状では日本の学校教育において自然史科学教育は、まだ根付いていないと言いがたい。大久保(2000)は、教員養成の角度から自然史科学教育の問題をレビューし、近い将来自然を対象とした野外観察や目的意識を持った調査を児童生徒に指導する場合、教員が不足し支障がでることの危惧を述べた。つまり、自然史科学教育の性格上その指導には、自然に対する広い見識とフィールドワークの能力の育成が重要であるが、現状の教育システムでは教員志望の学生に対してそれなりの訓練の機会がなく、その能力を効果的に育成するには不十分であるとしている。

本稿では、森林環境の学習という視点から、自然史科学教育が根付いていない現状とその課題を具体的な事例をふまえながら整理し、その打開策のための視点を考察する。

2. なぜ森林環境の学習か

(1) 人類共通の課題として

森林生態系は地球上の熱帯から亜寒帯のうち、適度な湿度を持つ地域に発達する、陸上生態系の主要な構成要素の一つである。また、森林環境は種の多様度や生態系としての安定度も高く、さらにわれわれ人類との関わりも古くから密接であり、地球環境の中でも重要な位置を占める。さらに、その保全は重要な人類共通の課題の一つである。

(2) 自然史科学教育のバロメータとして

森林環境の問題は他分野との関わりも多く、また裾野も広いので総合科学的な性格を持っている。従って、森林環境の学習の現状をとらえることは、自然史科学教育全体の現状を反映するものと考えられる。そ

れ故に自然史科学教育のバロメータとして有効であると考えられる。

なお、本稿では森林を動的でシステムティックな存在として扱う。つまり森林は突然出現し存在しているわけではなく、長い生物進化の過程で植物が上陸し、木本の生活型を獲得し、シダ植物段階から種子を形成し、ついで被子性を獲得し、さらに他の生物と複雑な生態系を形成し、はじめて現在の森林の姿となったわけである。また、一度形成された森林は気候変動でその組成を変化させたり、あるいは火山噴火などで植生が完全に消滅すればコケ植物に始まり、草本植生、陽樹の進入、陰樹の進入を経て極相林へと遷移する。これらの例はそれぞれ時間のスケールは異なるがすべて一連の時間の流れの中で起こることであり、個々の事象を切り離して断片的に扱うことは意味をなさなくなる。また、樹木だけを寄せ集めてきて植栽しても森林とは呼ばないことは承知のとおりである。土壌、草本植物、木本植物、あるいは森林に生息する多種多様な生物など、森林の構成要素が、ある構造とシステムを形成してはじめて森林と呼べるわけである。従って、本稿では地質時代におこった植物(草本)の上陸も森林へのステップの一つとしてとらえるし、また森林の下草も森林の一部として扱う。

3. 学校教育の現状と課題

(1) 学習指導要領の扱い

現行の学習指導要領(文部省, 1989a; 1989b; 1989c)では、森林を直接題材として扱っている教科は社会科(地理歴史科・公民科)である。小学校では5年生で国土の保全、中学校では地理分野および公民分野、高等学校では後述するように地理歴史科及び公民科の各科目で森林が扱われている。

1) 高等学校地理歴史科・公民科における扱い

地理歴史科では地理Aおよび地理B、公民科では現代社会および倫理で森林に関する内容が扱われる(図

* 東京学芸大学教育学部附属高等学校大泉校舎 2000年5月7日受付 2000年10月21日受理





	(2)環境と人間生活 イ 環境保全と倫理
	(2)現代社会と倫理 イ 現代社会を生きる倫理 (3)国際化と日本人としての自覚 ウ 世界の中の日本人
	(2)世界の人々の生活・文化と交流 ア 自然環境と人間生活 (3)現代世界の課題と国際協力 ア 地球的課題の出現とその要因 イ 諸地域から見た地球的課題 ウ 地球的課題への国際協力と日本
	(2)人間と環境 ウ 自然環境の地域性 オ 世界の環境問題

図1 高等学校学習指導要領地歴・公民科の森林に関係する内容(文部省, 1989cをもとに作図)。

1) 社会科における森林学習の変遷については佐藤(1993), 遠藤(1994)などのレビューがある。これらによると, かつては林業教育が中心であったが, 現在では自然環境, 国土保全, 地球規模の環境問題などの具体的事例として森林が扱われている。また, 最近では森林環境と人との共存などをかなり意識し, 環境教育との連携も考慮した森林文化教育(図2)も提唱されている(山下, 1993)。しかし, 森林の基本的理解の部分は地理の科目で扱われるものの, たとえば現行の高等学校学習指導要領解説地理歴史編(文部省, 1989d)では, 地理B(2)人間と環境(内容の取り扱い)の中で「世界の人口問題および世界の環境問題については, 地球のおよび地域的な視野からとらえ, 理科的, 政治・経済的な内容には深入りしないこと」とあり, 森林環境の保全がなぜ大切なのかという科学的な裏付けは理科の科目に委ねられているのが現状である。

2) 高等学校理科における扱い

現行高等学校学習指導要領(文部省, 1989c)理科の科目では森林というまとまりで学習できる構成になっていない。森林に関係する内容つまり, 生態, 植物生理, 地球環境と生物の変遷, あるいは自然(地球)環境と人間については生物IA, 生物IB, 生物IIおよび地学IA, 地学IB, 地学IIに分散して存在し, しかも森林という視点で科目間の連携がとられていない

(表1)。従って仮にこれら全てを履修したとしても, 森林あるいは森林環境という視点での学習効果はどの程度期待できるであろうか。従って, 現行学習指導要領では森林学習に関して地理歴史・公民科と理科の連携をうたっているもの実際には機能できない内容構成になっていることが浮かび上がってくる。

一方, 理科的視点で森林を扱う教育の研究・実践の報告は, 生態学的なアプローチ(中村, 1980など)と環境教育的アプローチ(宮川ほか, 1989; 福田, 1995; 長尾ほか, 1995; 鶴岡, 1995など)がある。特に近年, 教科としての生物の枠をこえて環境教育の中に森林を位置づける動きがみられる。これらの動きからもわかるように, 現行の学習指導要領の枠組では, もはや対応できないことを示していると判断できる。なお, 現在の高等学校理科には自然を総合的に扱う総合理科があるが, 履修者が極端に少なく(表2)事実上, 科目が存在していないに近い状況である。

3) 高等学校理科の科目履修の問題

さらに, 先に述べた理科の科目を全て履修することは事実上困難である。それを裏付けるように特定の科目の履修率(あるいは開講率)が低いという報告がなされている(池田, 1993; 梅埜, 1996; 鳩貝, 1997; 越田, 1997; 嶋田, 1997; 富樫ほか, 1996; 三輪, 1998など)。このうち三輪(1998)は全国の公立高等学校の科目履修率を平成8年度と平成9年度を比較して報告している(表2)。ここに示されている統計には, 国立および私立の高等学校は含まれていないが, 我が国の高等学校での理科選択のおおよその動向をみることができる。これによると物理IIや生物II, 地学IA, 地学IB, 地学II, とりわけ地学の3科目の履修率が極端に低い。森林に関係する内容(森林の地史学的内容も含む)を扱う科目は表2に示すように生物IB, 生物II, 地学IB, および地学IIである。つまり, 生物IBをのぞくと履修率の低い科目であることがわかる。履修の極端な偏りは履修科目数の少なさを同時に意味する。最低2科目4単位で高等学校での理科学習を終了することを認めた, 現行学習指導要領が影響していることはまちがいない。ここに示された理科履修科目数の減少や履修科目の極端な偏り現象は, ゆとりに伴う内容の精選・必履修単位数減, あるいは生徒の多様化に対応した選択制の拡大という, 理念のみが先行し, 学校現場での科目開講や生徒の履修のシミュレーションが十分なされなかった結果生じた(林, 1998), 典型的な例と考えられる。従って, 我が国の

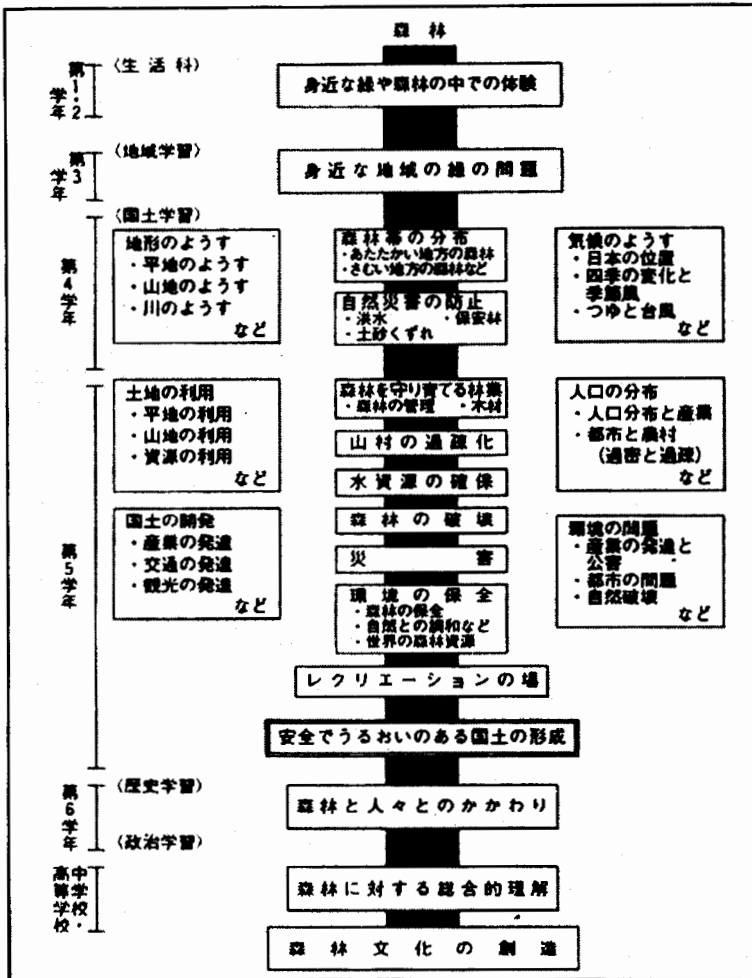


図2 森林文化教育における学習内容の関連・発展 (山下, 1988).

高校生は、森林環境の保全の大切さを科学的に学習するには、大変厳しい環境下にある。さらに、このことは森林環境の学習に限ったことではなく、自然史科学に関するすべての分野で同様の状況が存在すると言える。

(2) 教材・教科書

1) 科学成果の教育への還元が遅れ

林(1997)は、中学校教材を例にとり、自然科学の成果が教材へ取り込まれるまでの時間的な遅れを指摘し、その改善を求めている。また、嶋田(1997)は、高等学校の進化を例に、教科書の内容の保守性がなかなか改善されない原因の一つは、教科書検定制度にあるとしている。つまり教科書を出版する各社が検定をスムーズに通過させるために、横並び意識が強いこと、

また過去に検定に合格した内容を踏襲する傾向が強いこととしている。

2) 教科書の内容

「植物の上陸」を一例として教科書の実状を紹介する。現行高等学校学習指導要領(文部省, 1989c)では生物II(2)生物の進化と系統 ア 生物の進化(ア)生物界の変遷および地学 IB(3)地球の歴史 イ 地殻と生物の変遷(イ)生物界の変遷の中دةともに扱われる内容である(表1)。平成10年度版教科書では地学IB5社、生物II9社が教科書を発行しているが、最古の陸上植物の記述はおおよそ次のように3通りあり(下線部は誤りの箇所)。

- プシロフィトンとする例(地学IBにのみ見られる)

表1 高等学校学習指導要領理科における「森林」に関する内容(文部省, 1989c をもとに作表)

生物 I B	(1)生物体の構造と機能	ア 動物の構造と機能	(7) 細胞の構造と機能	(4) 細胞の増殖	
		イ 植物の構造と機能	(7) 生物体内の化学反応と酵素		(9) 異化
		ウ 生物体の構造と機能に関する探究活動			
	(2)生命の連続性	ア 生殖と発生	(7) 減数分裂と生殖細胞の形成	(4) 生殖と生活環	(9) 変異
		イ 遺伝と変異	(7) 遺伝の法則	(4) 遺伝子と染色体	(9) 発生とその仕組み
		ウ 生命の連続性に関する探究活動			
	(3)生物と環境	ア 生物の反応と調節	(7) 刺激の受容と動物の行動	(4) 内部環境とその恒常性	
		イ 環境と生物			
		ウ 生物と環境に関する探究活動			
生物 II	(1)生命現象と分子	ア 生物体の機能とタンパク質	(7) 代謝と酵素	(4) 生体防御とタンパク質	
		イ 形質発現と制御	(7) 遺伝情報とその発現	(4) 形質発現の調節	
		ウ 生命現象と分子に関する探究活動			
	(2)生物の進化と系統	ア 進化のメカニズム		(4) 進化の仕組み	
		イ 系統と進化			
		ウ 生物の進化と系統に関する探究活動			
	(3)課題研究	ア 課題研究			
		イ 課題研究			
		ウ 課題研究			
地学 I B	(1)宇宙の中の地球	ア 惑星としての地球	(7) 地球の概観	(4) 地球の運動	
		イ 太陽と恒星	(7) 太陽の形状と活動	(4) 恒星の放射	(9) 恒星の進化
		ウ 宇宙の中の地球に関する探究活動			
	(2)地球の構成	ア 大気と水	(7) 地球の熱収支	(4) 大気の種類と運動	(9) 海水と地下水
		イ 地球の内部	(7) 地球内部の構造	(4) 地球内部の構成物質	(9) 地球内部のエネルギー
		ウ 地球の構成に関する探究活動			
	(3)地球の歴史	ア 地質時代の編年	(7) 地層と化石	(4) 岩石の年輪	
		イ 地質時代の編年	(7) 地質構造と地殻変動		(9) 大陸と海洋底の動き
		ウ 地球の歴史に関する探究活動			
地学 II	(1)地球の活動	ア 地球の概観	(7) 地球に働く力	(4) プレートの動き	
		イ 地球の概観	(7) 地球に働く力	(4) 高層の大気	
		ウ 日本列島の気候	(7) 島嶼としての日本列島	(4) 日本列島の地史	
	(2)宇宙の構成	ア 隕石系	(7) 隕石の構造	(4) 隕石の運動	
		イ 隕石	(7) 隕石の形状	(4) 宇宙の進化	
		ウ 宇宙の構成に関する探究活動			
	(3)課題研究	ア 課題研究			
		イ 課題研究			
		ウ 課題研究			

「森林」に直接的・間接的に関係する内容をあみかけて示した。

表2 全国の公立高等学校における平成9年度理科開設科目別履修者数(三輪, 1998 をもとに作表)

	選択者数 総数2,876,626人	割合(%)
総合理科	42137	1.5
物理 I A	192849	
物理 I B	278979	
物理 II	113330	
物理合計	584976	20.3
化学 I A	333370	
化学 I B	584752	
化学 II	164340	
化学合計	1082462	37.6
生物 I A	226525	
生物 I B	579032	
生物 II	153947	
生物合計	959504	33.4
地学 I A	105688	
地学 I B	91703	
地学 II	10156	
地学合計	207547	7.2

・維管束植物のリニア属とする例(生物 II に見られる)

・維管束植物のリニア類(クックソニア属)とする例(生物 II に見られる)

など記述に違いがみられる。しかも、地学 IB の教科書では 5 社中 4 社までが誤った記述と古い復元図(ブシロフィトンは 1870 年の復元図)が使用されている(図 3)。ちなみに最近の植物学の知識では初期の陸上植物については次のように理解されている(図 4)。つまり、

・現在までに判明している最古の陸上植物の(化石上)の記録は、シルル紀後期のクックソニア属(非維管束植物のリニア状植物)である。

・従来最古の陸上植物として教科書に掲載されていたブシロフィトン属(トリメロフィトン類)やリニア属(リニア類)は、かなり陸上植物が多様化したデボン紀前期の維管束植物(他にゾステロフィルム類のグループがある)である。

・教科書に図示されているリニア(図 3)は誤った解釈(2種類の植物を同一植物の異なる部位と誤って解釈)のもとに復元されたもので、実際に

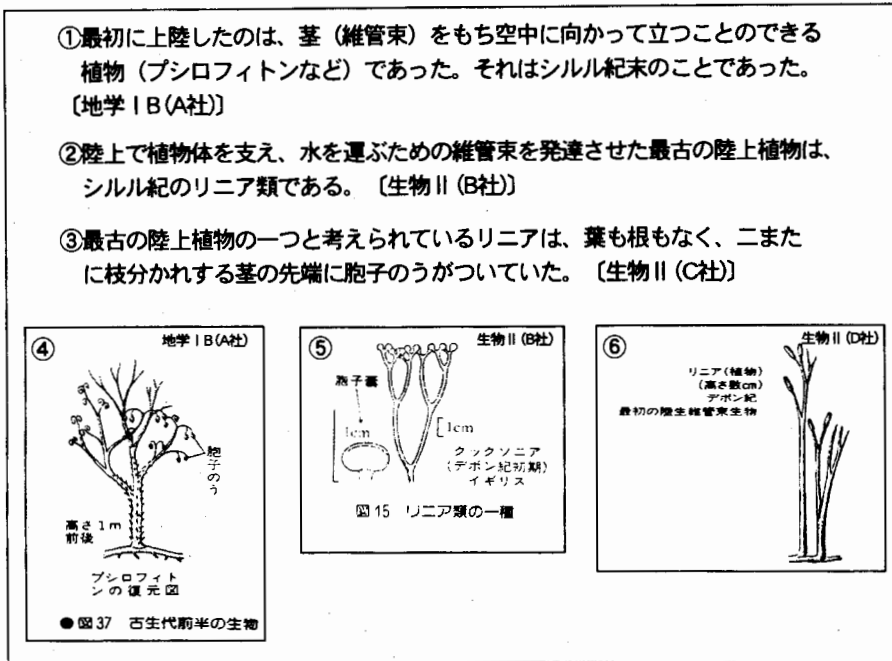


図3 「植物の上陸」の高等学校教科書でのあつかい例。

- ①はA社に代表される地学ⅠBの教科書の多くに見られる誤った記述例。プシロフィトンは最初に上陸した植物ではない。またその復元図3④は図4②に改めなければならない（ただし、最古の陸上植物の例としては不適）。
- ②はB社に代表される生物Ⅱの教科書に見られる誤った記述例。現在までに判明している最古の陸上植物は非維管束植物のリニア状（維管束植物のリニア類ではない）植物のクックソニアである。またそれに付随する図3⑤の説明は図4にならって「リニア類の一種」を「リニア状植物」に、「デボン紀初期」を「シルル紀後期」に改めなければならない。
- ③はC社に代表される生物Ⅱの教科書に見られる誤った記述例。リニアは最古の陸上植物ではない。また図3⑥はD社に代表される生物Ⅱの教科書に多く掲載されているリニアの復元図であるが、その復元図は図4④および4⑤のように改めなければならない（ただし、最古の陸上植物の例としては不適）。

は維管束植物のプシロフィトンと非維管束植物のアグラオフィトンの2種類が混在して保存された状態と解釈し直されている（図4）。

最古の陸上植物は化石の新たな発見があれば記録は当然更新される。またその化石名なども生徒にとっては非常に馴染みにくい。ここで学習内容としておさえておかなければならないことは、植物が陸上生活するためには何が必要か、またそのような条件がどのようにそろってきたか、さらになぜ陸上生活をしなければならなかったか植物と地球環境との相互作用などを考察することであると考え（図5）。しかし、教科書での扱いを見る限り、特に地学の教科書では1社を除きこのような観点では内容が構成されていない。少なくとも教科書においてプシロフィトンとリニアの図（図3）は早急に差し替え、最古の陸上植物とする表記は

改められなければならない。つまり、森林の歴史性に関して検定そのものができる状態にないと考えられる。

3) カリキュラム・学習内容・教材への反映

自然史科学は記載・分類を中心とした博物学を出発点として発展してきた。従って自然史科学的内容を扱う科目ではその影響が現在でも少なからず残っているのが現状である。特に生物に比べ地学において博物学的影响の残された部分が顕著である。たとえば、高等学校地学ⅠB教科書の「地球の歴史 生物界の変遷」ではおしなべて、古典的な博物館の標本展示を思わせるような古生物の羅列に終始している。もちろん、現代においても記載・分類は重要であることには変わりはないが、自然史科学教育の今後の方向としては、大久保(2000)および小出(2000)も指摘しているよう

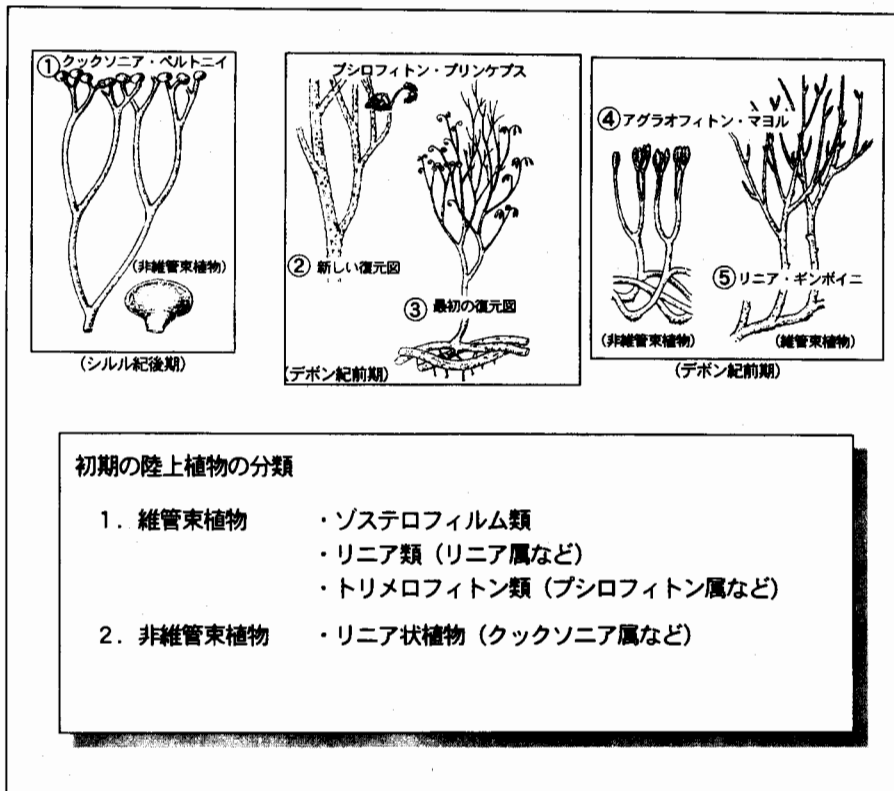


図4 初期の陸上植物の化石記録と分類 (Andrews, 1974; Dawson, 1870; Edwards, 1970, 1980, 1986 をもとに作図)。

に、従来の帰納的方法に加え演繹的な要素が調和したものが望ましいと考える。しかし、このような観点で教材や学習方法が開発されたことは一部の例外を除くと、まだ非常に少ない。従って、化石を「目的」から科学の「手段」として位置づけた教材開発が望まれる(図6)。

以上述べた要因の一つに研究と教育の連携の問題があげられる。まず我が国では、森林を地史的に研究する研究者が非常に少ない(第四紀は除く)という根本的な事情が存在する。しかし、問題は研究者の数ではなく研究者の教育に対する意識に関係しているようである。秋山(1998)は日本の研究者の教育や啓発活動が海外の研究者にくらべ、量的・質的に格段の遅れをとっていることを指摘している。自然史科学の中で地質・古生物分野の研究者の地学教育学会の入会率の低さ(表3)を例にとってみても、教科書や参考書の執筆、カリキュラム編成など直接学校教育に関わるこの分野の研究者がいかに少ないかが容易に予想される。なお、鈴木(1996)は理科教育系の学会(日本科学

教育学会、日本物理教育学会、日本生物教育学会、日本環境教育学会)に所属している教員養成系大学・学部スタッフの割合が最大でも50パーセント強であるとし、教員養成系のスタッフでさえ教育にさほど関心のないものかなり存在する可能性を指摘している。従って、自然史科学はもとより、理科全体について科学成果が教育へ速やかに還元される体制が確立されていないか、あるいは十分機能できない状況下にあるものと推測される。

(3) 野外学習

自然史科学教育は野外での学習活動なくしては成り立たないといっても過言ではない。近年、身近な自然あるいは地域の自然を積極的に学習活動に活用する提案や実践報告が盛んである。次期学習指導要領(文部省, 1998a; 1998b; 1998c)においても自然に親しみ、野外観察や目的意識を持った調査などの実施が求められている。にもかかわらず、野外学習の実施率が低下したり、野外指導に不安を感じる教員が増加の傾向にあるなど、実態は全体として逆の方向へ向かって動き

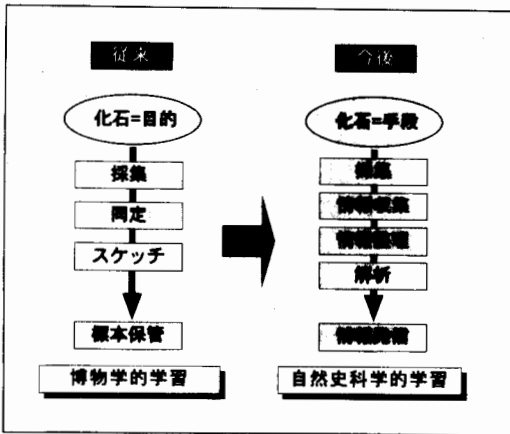


図6 化石を用いた学習のあり方の方向性。

表3 古生物学会・地質学会の大学教員のうち地学教育学会に所属する会員数

	大学教員数	大学教員の 地学教育学会員数	総会員数
古生物学会	257	28	993
地質学会	757	50	5408

づく対策が早急に行われなければならない。

1) 野外学習の実施状況

野外学習の実態調査の報告はこれまでも多くなされている。宮下(1999)は東京都立教育研究所地学研究室などの行った東京都の公立小中高等学校を対象とした複数の調査結果の報告をもとに、過去と最近の地学野外実習の実施状況を比較分析した。これによると、地学野外実習を実施していない学校が小学校(1990~1996年)では12.3%から31.0%へ、中学校(1990~1996年)では38.0%から50.0%へ、高等学校(1987~1998年)では45.0%から66.0%へそれぞれ増加したと報告している。また、この傾向は決して東京のような都会地域だけの現象ではなく、全国規模の調査でも野外学習の実施率の低さを示す結果が報告されている(富樫ほか, 1995, 五島, 1999)。

2) 野外学習が困難な原因

野外学習が困難になってきている原因については、春日(1982)、加藤(1998)、宮下(1999)などの報告がある。これらの報告で指摘された原因はおおよそ次のようにまとめることができる。

- ・野外学習場所の減少
- ・教材開発の遅れ
- ・指導者の資質の低下
- ・指導者を取り巻く環境の悪化

(授業時間数・準備時間・学校内の協力体制確保の問題)

・安全確保の問題

春日(1982)は都市化により教材化の難しい環境となり、中学校第2分野生物で障害がでていると報告している。また、小原(1998MS)は小暮(1979)が東京都内およびその近傍の地学野外実習に適した露頭として取り上げた15カ所50露頭を再調査(埼玉県内の3カ所を除く12カ所42露頭)し、38%にあたる露頭が消失したと報告している。都市化により身近でしかも気軽に行ける野外学習場所が減少していくことは自然史科学教育にとっては大きな問題である。

野外実習を含め、地域の自然を教材化し野外学習を実践した報告例は非常に多い。地学教育学会の学会誌「地学教育」(1953~1999年)に掲載されたものでは40例以上、生物教育学会の学会誌「生物教育」(1979~1999年)に掲載されたものでは30例以上もの報告がある。他誌への発表あるいは未発表のものも含めると教材開発が遅れているとは必ずしも言えないようである。この件に関しては問題が2つ考えられる。1つは多大なエネルギーを注いで教材開発を行ったが、一般化が難しい場合である。たとえば、

- ・原理が難しすぎるもの
- ・準備に多大な手間と時間を要するものや専門性を要求されるもの
- ・特殊な設備や装置・道具あるいは方法を要するもの
- ・その実践者のいる地域でしかできないもの
- ・児童生徒の作業に熟練を要するもの
- ・結果が明確にでないもの

などが該当すると思われる。これは野外学習教材だけの問題ではないが、誰にでも容易にできて、しかも教育効果が大きいということは以外に難しいものである。次に問題となるのは、教材を実際に利用する教師の資質である。

せっかくすばらしい教材があっても、それを消化し活用する力量や意欲がなければ授業を作り出すことはできない。理科教育あるいは自然史科学教育にまつわる教師の資質や教員養成の問題はすでに述べたが(大久保, 2000)、野外学習では教師の資質が大きく関わってくる。加藤(1998)は埼玉県の公立小学校の教師に対するアンケートからフィールド学習の意義に対する現職教師の意識が低いことを報告している。また、北村(1982)は東京都内のある公立小学校の教師

46名中、野外指導に自信があるものは8%であると報告している。これらはすべての教師に当てはまるものではないが、野外学習を行う上で大きな支障となっていることが容易に予想される。

さらに野外学習にあてる授業時間数がなかなか確保できなかったり、実施するために準備時間がかかり、また学校内の協力が得られず、さらに管理職から安全の確保を執拗に求められては、ますます野外学習の実施率が低下するものと思われる。

4. まとめ（自然史科学教育の展開と定着への視点）

(1) 新科目（教科）設立の必要性

現在の生物の内容のうち生命科学分野（たとえば生物IBでは細胞、代謝、生殖と発生、遺伝と変異、生物の反応と調節など）を新科目として分離し、残りの生態学や進化分野を地学と統合し、自然史科学の新科目あるいは新教科を設立し、高等学校理科の科目を再編成することも一つの方法と考える。次期高等学校学習指導要領（文部省、1998c）の理科総合Bに近い形であるが、理科総合Bが既存の生物や地学などの科目と競合する可能性が考えられることから、思い切って科目の再編成をし、教科内の科目数を増やさない構成とする配慮も必要である。これは現行学習指導要領（文部省、1989c）において、12科目も設置しその結果生徒の科目選択の偏りが生じた教訓を生かしたものである。

(2) 教材開発

近年教科書にも、ようやく化石の学習に機能形態学を取り入れた教材がみられるようになった。しかし現状では最新の科学成果を反映させた教材の開発は十分ではない。特に自然史科学教育では従来の博物学的手法に加えて自然科学の方法論を取り入れた教材開発が不可欠である。大久保(1998)は森林環境を地史学的に学習するために、葉化石の全縁率を用いた教材を開発した。この教材開発では原理の理解が容易、方法が簡便、結果が明解、いろいろな授業展開が可能などといった点に留意されている。今後の教材開発を行うにあたって重要な観点を示した一例と考える。

(3) 基礎科学研究と教育をつなぐ人材の育成

近年、自然科学の発展に伴い専門化・細分化が進んでいる。そのため、自然科学のブラックボックス化が起り、各研究者は分野が異なるとその内容を把握することが難しくなり、理科専攻出身の教員でさえ自然

科学が敷居の高いものになりつつある。また研究者は短期間に研究成果をあげることが求められている。従って、秋山(1998)の指摘のように日本の研究者は教育や啓蒙活動に消極的にならざるを得ない状況に陥っている。このような状況をふまえると、今日の日本では自然科学と教育を結び両者の橋渡しをする機能を持った人材が必要であると考えられる。つまり、かなり高い科学の専門性を備え、かつ教育の実践も行えるほど教育に精通した人材の育成が望まれる。このことは自然を総合的にとらえる自然史科学の分野でも例外ではない。

(4) 時代に対応した教員養成システムの確立

大久保(2000)は今日の理科教育あるいは自然史科学教育を考慮した場合、次に示す二つの観点で対応することが望まれるとしている。

まず、非理科系小学校教員に対しては次の能力の育成が必要である。

- 教材を消化し授業を構築する能力の育成
- 授業環境を自ら整えられる能力の育成
- 野外学習の基本的指導ができる能力の育成

次に、理科担当教員に対しては広域性と専門性にバランスのとれた能力の育成が必要である。

- 自然科学に対する広域性と高い科目専門性の育成
- 教材の改良や開発の能力の育成
- 野外学習の指導における中心的役割が担える能力の育成

などをあげている。

これらに共通して言えることは、高等学校教育、大学教育、教員研修の3者の連携がとれた教育システムの構築にある。

(5) 学校教育と社会教育の連携

今後の社会では学校教育のみですべてを完結することは牧(1997)が指摘するように難しいであろうと考える。自然史科学教育が隅々まで普及するには、社会教育との対等な関係での連携システムの構築がもはや避けられないであろう。

1) 博物館の新しい活用の可能性

牧(1997)は現在の小学校理科教育だけでは児童に不十分であり、自己完結型の学校の存在はもはや無理であるとし、理科教育に社会教育施設の活用を推進することを提唱している。このような動きは自然史科学教育においてもみられ、博物館と学校が連携をとりながら野外学習を進めていく実践報告がある(中島ほか、1998;成田、1998;千地、1998;小椋、1999)。と

くに中島ほか(1998)や小椋(1999)は博物館学芸員とのティームティーチングを試み効果をあげていることを報告しており、今後の方向性を考える上で参考となる。学校教育と社会教育の接点をどのように形成するかが今後の課題であると考え、一般の学校の教員が社会教育のスタッフと共同で教育活動を容易に行えるシステムの形成が急務である。

2) 博物館のネットワーク化

核となる博物館と地域の博物館との間でネットワーク化を行い、情報、人材、普及活動、学校教育とのインターフェイスの有効活用ができるシステムを構築する。この結果どの地域の博物館に行っても情報網を通じて核となる博物館と同じ情報を共有することができる。また各学校でのニーズも核となる博物館が統合整理し、必要に応じて人材や標本、あるいは教材を提供することができる。さらに、学校、核博物館そして地域博物館が共同して自然科学教育のカリキュラムや教材の開発を行う、つまり相補的にアプローチを行うことにより、学校教育および社会教育の指導者の資質向上がともにはかれるものと期待される。

謝 辞 本研究にあたっては、東京学芸大学松川正樹助教授、千葉大学山崎良雄教授、東京学芸大学木俣美樹男教授、(財)自然史科学研究所木村達明理事長、大阪学院大学小島郁生教授、岐阜聖徳学園大学榊原雄太郎教授、横浜国立大学遠山三樹夫名誉教授、小池俊夫教授、森本信也教授、および埼玉大学松丸国照教授にはご指導ご助言をいただいた。また、紙面の都合上お名前を省かせていただいたが、小中高等学校をはじめとする教育の現場におられる多くの方々には、研究内容について検討していただく機会をいただいた。なお、本研究の一部は平成11年度文部省科学研究費補助金(奨励研究(B))課題番号11916015を使用した。あわせてここに深くお礼申し上げる。

引用文献

- 秋山 仁(1998):日本の数学教育もあぶない、日本の理科教育があぶない、学会事務センター関西、165-178。
 Andrews, H. N. (1974): Paleobotany 1947-1972. *Ann. Missouri Bot. Gdn.*, 61, 179-202.
 千地万造(1998):自然史博物館。八坂書房、253 p。
 Dawson, J. H. (1870): The primitive vegetation of the earth. *Nature*, 2, 85-88.
 Edwards, D. (1970): Fertile Rhyniophytina from the Lower Devonian of Britain. *Plaeontology*, 13, 451-461.
 Edwards, D. (1980): Evidence of the sporophytic status of the Lower Devonian plant *Rhynia gwynnevaughanii* Kidston. *Rev. Paleobot. Palynol.*, 29, 117-188.
 Edwards, D. (1986): *Aglaophyton major*, a non-vascular land-plant from the Devonian Rhynie Chert. *Bot. J. Linn. Soc.*, 93, 173-204.
 遠藤良太(1994):森林・林業における教育問題の変遷。環境教育, 4, 30-36。
 福田 直(1995):土を題材とした環境教育の実践—森林破壊を学ぶ—。環境教育, 5, 2-13。
 五島政一(1999):野外学習や課題研究のすすめ方についての提言。理科の教育, 48, 56-59。
 鳩貝太郎(1997):これからの高等学校理科の教育課程を考える。日本理科教育学会第47回全国大会課題研究発表論文集, 9-14。
 林 慶一(1997):中学校教材「リアス式海岸」の成因の扱いにみられる自然科学からの遅れ。地学教育, 50, 77-85。
 林 慶一(1998):高等学校理科教育の目標から見た履修形態の見直し。日本の理科教育があぶない、学会事務センター関西, 211-224。
 池田幸夫(1993):高等学校地学教育の質的改善についての提案。理科の教育, 42, 35-37。
 春日昭雄(1982):中学校における理科教育の諸問題。科学教育研究, 6, 11-14。
 加藤尚裕(1998):新しいフィールド学習の授業展開とは—小学校の場合を中心に—。理科の教育, 47, 12-15。
 北村文治(1982):公立小学校における理科教育の問題点をさぐる。科学教育研究, 6, 5-11。
 木暮節夫(1979):小学校における野外観察を中心とした地質教材の指導法について—東京近辺にある露頭の教育的価値—。地学教育, 32, 53-78。
 小出良幸(2000):自然史学的重要性と現代自然哲学の必要性。地学教育, 53, 141-158。
 越田 豊(1997):生物教育を見直そう。科学, 67, 32-36。
 牧 喬(1997):理科教育において社会教育施設等を生かす意義と方法。伊勢原市のハイブリッド施設。理科の教育, 46, 13-16。
 宮川真木・阿部 治・中山和彦(1989):東南アジアの森林破壊を素材とした地球的視野に立った環境教育教材の開発。生物教育, 29, 34-39。
 宮下 治(1999):地学野外実習の実施上の課題とその改善に向けて—東京都公立学校の実態調査から—。地学教育, 52, 63-71。
 三輪洋次(1998):理科(地学)教育の現状と課題、平成9年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第51回全国大会シンポジウム報告集。地学教育, 51, 51-55。
 文部省(1989a):小学校学習指導要領, 122 p。
 文部省(1989b):中学校学習指導要領, 131 p。
 文部省(1989c):高等学校学習指導要領, 220 p。
 文部省(1989d):高等学校学習指導要領解説地理歴史編,

- 324 p.
- 文部省 (1998a): 小学校学習指導要領, 108 p.
- 文部省 (1998b): 中学校学習指導要領, 111 p.
- 文部省 (1998c): 高等学校学習指導要領, 388 p.
- 長尾忠泰・木谷要治 (1995): 環境教育の重要な一貫としての森林教育についての一考察. 環境教育, 4, 34-45.
- 中島啓治・伏島 均 (1998): 地域の科学者と現職教師のTTによる自然史の授業—中学生向き出前科学教室「群馬県東部の自然の生い立ち」—. 群馬県立自然史博物館研究報告, 2号, 165-178.
- 中村 亨 (1980): 校地内の自然林を利用した植物群落の遷移の指導, 生物教育, 21, 9-14.
- 成田 健 (1998): 身近にある博物館と協力してのフィールド学習の提案. 理科の教育, 47, 28-31.
- 小原美樹 (1998MS): 東京近郊の露頭の現状と多摩川中流域に分布する上総層群の古環境および野外実習地の考察. 東京学芸大学教育学部卒業研究, 41 p.
- 小椋郁夫 (1999): 野外学習におけるチーム・ティーチングの活用. 理科の教育, 48, 32-34.
- 大久保 敦 (1998): 葉相観を導入した示相化石の指導—古環境を探るツールとしての大型植物化石の活用—. 地学教育, 51, 13-27.
- 大久保 敦 (2000): 自然史科学教育における教員養成の課題. 地学教育, 53, 159-165.
- 佐藤孝弘 (1993): 森林の教育的文化的な利用について考える (2)—過去40年の教科書に見る森林・林業—. 北方林業, 45, 12-15.
- 嶋田正和 (1997): 高校でどのように進化を教えるか. 科学, 67, 22-31.
- 鈴木善次 (1996): 教員養成系大学・学部のスタッフデベロップメントの現状と今後の課題, 日学選書4 21世紀をめざす教師教育 (日本学術協力財団編), 47-58.
- Thomas, B. A. and Spicer, R. A. (1987): The evolution and palaeobiology of land plants. Croom Helm (London), 309 p.
- 富樫 裕・岡崎 彰・小堀志津子・猿田祐嗣・真貝健一 (1995): 現行高等学校学習指導要領理科の実施状況と問題について—小・中・高等学校教員・教員養成系大学教官及び現職教員研修機関所員に対する質問紙調査の結果から (2)—. 日本理科教育学会研究紀要, 36, 37-44.
- 富樫 裕・岡崎 彰・小堀志津子・猿田祐嗣・真貝健一 (1996): 現行高等学校学習指導要領理科の実施状況と問題について—小・中・高等学校教員・教員養成系大学教官及び現職教員研修機関所員に対する質問紙調査の結果から (3)—. 日本理科教育学会研究紀要, 36, 49-56.
- 鶴岡義彦 (1995): 環境教育の基礎 (続々)—「森林」を例に体系化を考える—. 理科の教育, 44, 32-33.
- 梅埜國夫 (1996): 高等学校「理科」の開講状況と内容上の問題点. 理科の教育, 45, 4-7.
- 山下宏文 (1988): 森林を核とした国土学習のあり方—森林文化教育の構想 (III)—. 森林文化研究, 9, 187-197.
- 山下宏文 (1993): 小中学校社会科における「森林・林業」の学習方法・カリキュラムの組み方に関する研究. 林業経済, 332, 1-13.

大久保 敦: 学校教育における自然史科学教育の現状と課題—森林環境学習の視点から— 地学教育 54 巻 1号, 11-21, 2001

〔キーワード〕 自然史科学教育, 森林環境学習, 野外学習, カリキュラム, 教科書・教材

〔要旨〕 学校教育における自然史科学教育の現状について森林環境学習の視点から整理したところ, ①カリキュラム, 学習内容, 教科書・教材が十分整備されていないこと, ②基礎科学と教育を結び両者を橋渡しする人材が不足していること, ③学校教育において指導者が不足していること, ④野外学習の実施率を低下させる複合的な要因が存在することなどが判明した. つづいて, 自然史科学教育をどのように展開し定着させるかその方策を考察した.

Atsushi OKUBO: Present Status and Problems of Natural History Education in School. *Educ. Earth Sci.*, 54(1), 11-21, 2001

お 知 ら せ

**『地学教育実践集 第2集 CD-ROM 付き』
刊行のご案内**

日本地学教育学会
教育実践集編集委員会

日本地学教育学会では、地学教育の普及と啓発を目的とした様々な活動を行っています。その一つとして、教育実践集編集委員会では、地層、化石、火山、岩石、気象、天文、環境教材に関する実践を編纂した「地学教育実践集」を1998年に刊行いたしました。「地学教育実践集」は、編集委員会のねらい通り、小学校、中学校、高等学校、教育センター等の先生方が頒布を希望された他、教育学部の学生、大学院生や博物館に来館される一般の方からも注目されました。あまねく好評で、約1年でほぼ完売となり、再版と続編の刊行を期待する意見が読者から多数寄せられました。

子ども達の理科離れを背景に抱え、2002年から施行される学校週5日制の導入にともなう学習内容の削減、総合的学習の時間の導入を目前にして、学校教育現場では様々な実践研究が模索され、また実践例が求められています。こうした現場の強い要望に応えるために、また暖かい読者からの声援に励まされ、教育実践集編集委員会では、第2集の編纂に踏み出すことになりました。

第2集では、実践の幅を広げる意味でCD-ROMを付録にして、画像及びコンピュータを使った実践を含めました。これにより、理科の授業だけでなく、新学習指導要領における総合的な学習の時間の素材としても、十分利用可能な実践集に編纂することができました。

前出の「地学教育実践集」同様に第2集の実践を通して、より多くの子どもたちが魅力あふれる理科の楽しさに触れ、自然や科学に魅了させることを願っています。

頒布を希望される方は、53巻4号の案内に付しました注文用紙に必要事項を記入の上、郵送またはFAX, e-mailでお申し込みください。

地学教育実践集第2集 ○CD-ROM付き ○B5判・78ページ ○頒布価格 1,800円

城の石垣観察を通しての理科総合Bの試み

池本博司*・鈴木盛久**

1. はじめに

平成11年3月に告示された「新学習指導要領」の高校理科では、自然に対する関心や探求心を高めることが重視され、これまで以上に自然の事物・現象に対して総合的な見方や考え方を養うことが目標とされている。また、地学I及びIIにおいても、野外観察調査をこれまで以上に重視している姿勢が伺える。しかし、近くに露頭がある地域では効果的に野外観察調査が行えるが、たとえば、都市の中の学校では、野外観察を行っていない現状であることが報告されている(宮下, 1999)。そこで、地域の実情にあった効果的な野外観察の学習に対して、工夫を重ねることが望まれる。

また、新学習指導要領では、高等学校理科に「理科総合B」が新設され、自然の事物・現象に対して総合的な見方や考え方を養うことが目標とされている。その内容は、身近な自然について、観察や実験を通して、自然を多様性と共通性、変化と平衡などでとらえ、生物とそれを取り巻く環境について考察し、自然を探求する力を養うことに重点が置かれている。

筆者の一人が勤務する広島市立基町高校は、広島市の都心に位置し、身近な自然を学習教材として取り上げる場合、具体的な地域として、広島城周辺が考えられる。これまで、広島城をフィールドとして、野鳥観察や被爆樹木の観察等の自然観察を授業に取り入れてきた。今回新たに、広島城の野外観察を行い、自然を総合的に学習する上で、地学分野において、いかなる知識や技能が必要であるか、またそれが生徒に身に着くかどうかを検討した。その結果、理科総合Bの目標を達成することに、「城の石垣観察」が有効であると判断できたので、その内容を報告する。

2. 城の石垣の環境について

広島城は、現世デルタ堆積物上に位置している(図1の広島城周辺の地質図を参照)。

1589年、毛利輝元により築始めが行われ、城の石垣は約400年の歴史を持っている。その間、何度も洪水によって破損し、修理している。1945年に、原子爆弾で広島城は天守閣や主要な門・櫓等すべてを失った。石垣は壕に水をたたえて残り、1965年から1970年の間に本格的な修築工事が行われ、現在に至っている。

現在、その石垣にはアリなど様々な動物が生息しており、地衣類やコケや草本など、植物の生育の場となっており、ある程度植生は安定している。城の石垣の環境は、表1の「城の石垣」に関わる学習内容の関連を示したように、身近な自然を総合的に考えるのに適していると思われる。なお、今回の調査で確認された広島城の石垣に付着した蘇苔類を表2に示した。

また、広島城の石垣に使用されている岩石は、細粒花崗岩、中粒花崗岩、花崗斑岩、石英閃緑斑岩、粗粒黒雲母花崗岩等である(図2)。また、これらの岩石は、岩質等の特徴から、広島湾周辺地域に点在する産地の推定がなされている(表3)。

3. 学習プログラムと授業実践

広島市立基町高校の1年生の地学選択者(人数40名)を対象に、広島城の石垣を対象とした授業を、1999年4月から7月にかけて、延べ9時間にわたって行った。

今回の学習プログラムを計画する上で、特に工夫した点は、教室授業と野外観察を交互におこなうようにしたことである。そのことによって、お互いの内容をフィールドバックしながら学習を深め、教室授業も野外観察も相互に授業が有効になると考えた。

本研究で提案する学習内容は大きく分けて、(1)コケに着目した岩石の観察と(2)岩石破壊の観察と(3)広島城の地史についてである。以下その意義や内容について述べる。

(1) コケに着目した岩石の観察
第1時限(導入) 場所: 広島城

* 広島市立基町高等学校 ** 広島大学教育学部
2000年7月31日受付 2000年10月21日受理

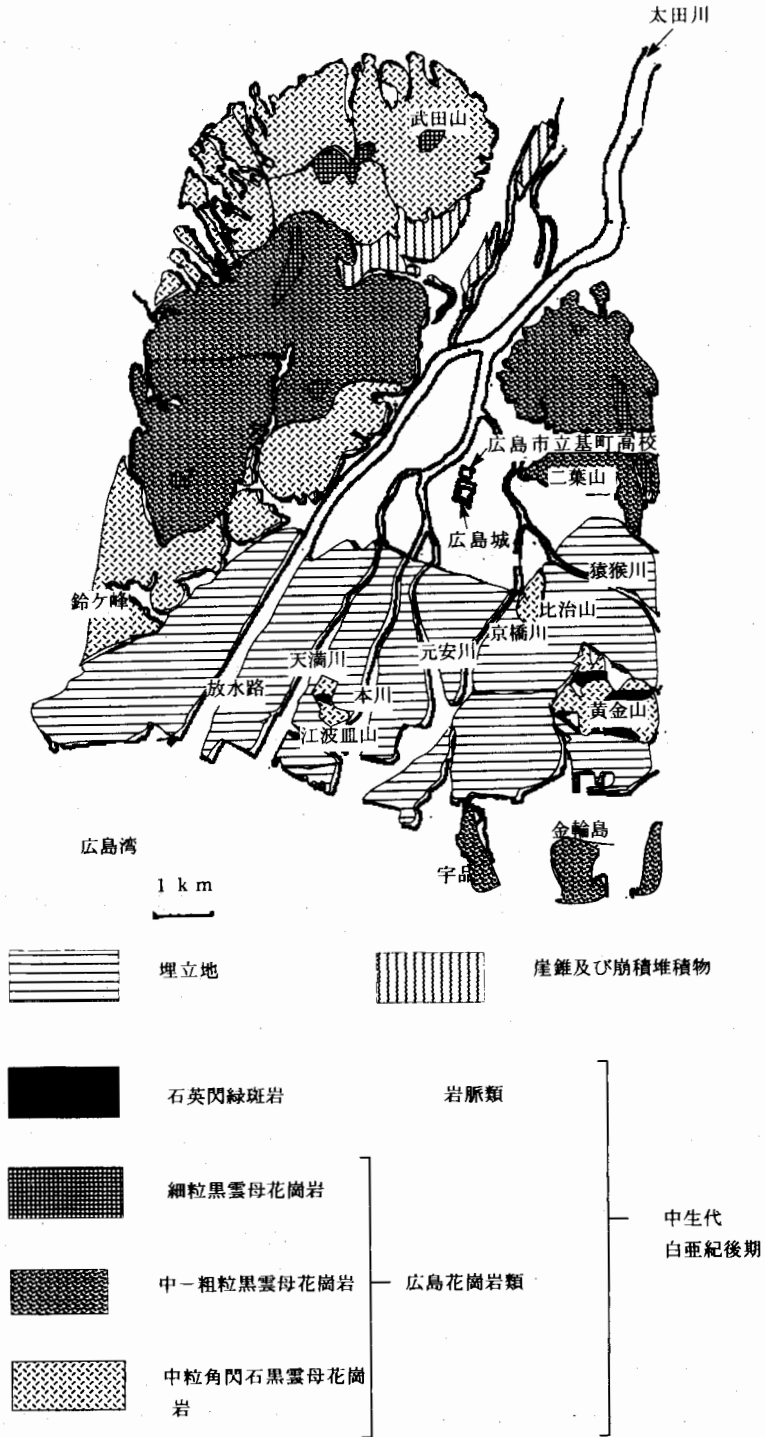


図1 広島城周辺の地質図。
5万分の1地質図幅「広島」地質調査所, 1991を簡略化

以下に記した教育内容が考えられる。(他にも考えられる内容があると思われるが、主な例をあげた。)

歴史的視点

① 石垣の歴史と石垣技術

弥生時代の石栴→鎌倉時代の石築地→戦国時代の城郭建築としての石垣
野面積み→打込はぎ→切込はぎへ発展

② 石の切り出し方

鑿と槌で四角い穴を並べて掘り、そこに矢を打ち込んで割る。(矢穴が残る)

石工の加工道具

③ 刻印のある石

家臣の紋であるとか石垣を組む作業上の符丁であるという説があるが、まだ不明の部分が多い。広島城の刻印の中には大竹市の亀居城と似た刻印があり、福島正則の時代に築造されたと考えられている。

④ 石を運ぶ

石を運ぶには、背負子やもっこ、かつぎ棒、地車、修羅などの道具が、石の大きさに応じて使い分けられた。巨大な石は浮力を利用して石釣船で運ぶこともできる。広島城においては、堀川が掘られていることから、石の多くは、採石場から石釣船に積みこまれ、広島湾や太田川、そして新たに掘られた堀川を通じて運ばれたと考えられている。

地学的内容的視点

① 花崗岩の組織

構成鉱物

② 風化 風化しやすい鉱物と風化しにくい鉱物 → 生物の環境に関係

災害教育的視点

① 洪水による崩壊

② 地震による崩壊

③ 長い年月による「孕み」が生じたことによる崩壊

平和教育的視点

① 世界の城の中で唯一の原爆の被爆の記録をもつ城としての側面が、広島城にはある。原爆により、建物はすべて倒壊し、焼失したが、その火災で焼けた石垣が残されている。原子爆弾の熱線が投下さく裂に面した石垣に残存している可能性がある。

環境教育的視点

① 都市の中にあるので、大気汚染等を調査する事ができる。(植物の葉等に排気ガスが付着している。)

② 堀池の水質汚染を調査する事ができる。

表1 「広島城の石垣」に関わる学習内容の例

内容: 広島城の石垣のスケッチ

準備物: 画用紙(B5)・画板・鉛筆・蚊よけスプレー・広島城の見取り図

① 指導上の留意点:

石の周りや表面にはいろいろな生物が生育しているが、どのような場所にどのような生物が生育しているかに着目させ、石垣のスケッチを行う。

② 授業の様子:

図3に生徒がスケッチをしている様子を、図4に生徒がスケッチしたものを示した。ほとんどの生徒が石垣の1つの石を立体的に描くことに時

間を費やした。中には石垣全面を描こうとした生徒もいた。石と石の間の草本類を描いた生徒と石の表面に付着した苔類を描いた生徒がいた。

第2時限(研究課題を提示する) 場所: 教室

内容: それぞれの生徒のスケッチを、授業クラス全員で観賞し、課題を探す。

準備物: 教材提示装置

① 指導上の留意点:

スケッチを通して、自然の現象を立体的に考える土台が形成されているかどうかに着目して評価する。さらに自然における視点が生徒からくみと

れるかどうかに着目する。

②授業の様子:

生徒自身がスケッチした石垣の石を通して、多くの生徒がコケや地衣類等を描いていた。今回、下にあげた課題を提示し、2つの仮説を立てた。
課題 コケの付いた石とコケの着かない石の違いは何であろう。

仮説① 城の方位によってコケの付きやすいところと付きにくいところがある。

仮説② 花崗岩の粒の細かい風化しにくい、表面のつるつるした花崗岩はコケが付きにくい。粒の粗い風化しやすい花崗岩はコケが着きやすい。

表2 広島城の石垣で確認したコケ類

下記のコケ類を広島城の石垣で確認した。(同定者: 中嶋)

NO	コケ名	種類	NO	コケ名	種類
①	ハリガネゴケ	蘚類	⑤	ケギボウシゴケ	蘚類
②	コモチイトゴケ	蘚類	⑨	ミヤマハイゴケ	蘚類
③	ヒメトカサゴケ	苔類	⑩	ツヤゴケ	蘚類
④	ネジクチゴケ	蘚類	⑫	ヤノウエノアカゴケ	蘚類
⑤	ヤスデゴケ	苔類	⑬	コバノチョウチンゴケ	蘚類
⑥	シロヒジキゴケ	蘚類	⑭	ハイゴケ科	蘚類
⑦	ラセンゴケ	蘚類	⑮	スナゴケ科	蘚類
⑧	ハマキゴケ	蘚類			

第3時限(目的意識を持っての観察)場所: 広島城
授業内容: コケの生えている石と生えていない石の違いを観察する。前授業で立てた仮説①と仮説②を検証するために野外調査を行う。

準備物: 方位磁石・城の見取り図・ルーペ・観察ノート

①指導の留意点:

石を構成する鉱物のうち、石英や長石類の粒の大きさに着目させた。事前にルーペの拡大率を確認し、平均粒径が1mmに満たないものを細粒、平均粒径が1~5mmのものを中粒、平均粒径が5mmより大きいものを粗粒とした。

②生徒の様子:

図5に生徒の観察の様子を示した。城方位の観察ではすべての面を観察しなくてはならず、中には班の中で走るのが速い生徒が観察を担当したりして工夫した。実際には方位だけでなく、大きな木がある場所ではそれが陰をつくりコケが生えやすくなっていた。しかし、城の北方面についてはどの班もコケの種類も多く、コケの生えている面積も広がった。

第4時限(岩石の学習)場所: 教室

内容: 花崗岩を構成する鉱物の学習と組織や粒度による岩石の分類

準備物: 火成岩の標本・ルーペ・スケッチ用紙

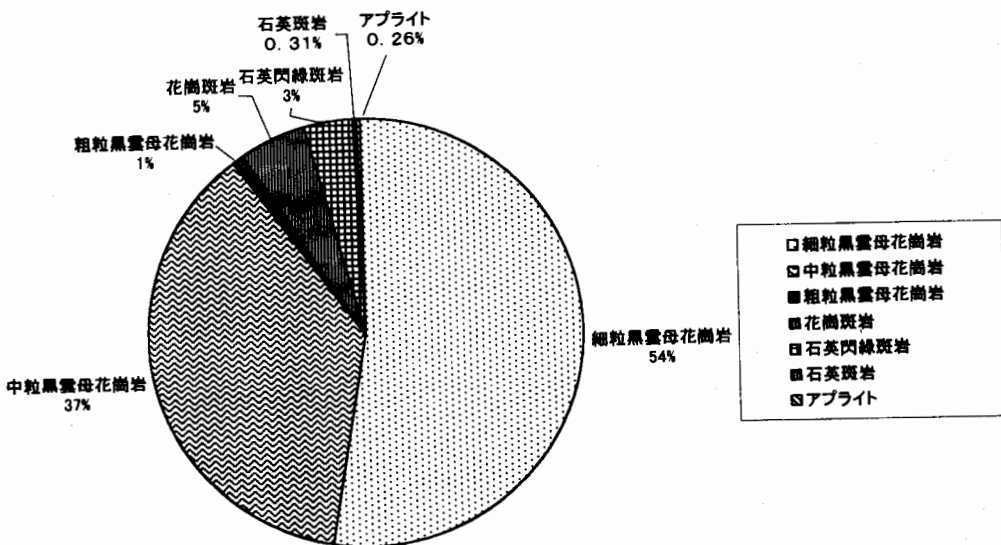


図2 広島城の石垣に使用されている岩石。

表3 広島城の石垣の岩石の特徴と採集候補地

岩石名	岩石の特徴	主な採石候補地
細粒黒雲母花崗岩	組織：0.1mm以下の石基中に2~4mmの石英や斜長石やカリ長石の斑晶が発達している。石基の一部には微文象構造が発達する。 鉱物：カリ長石にはパーサイト構造が顕著である。黒雲母は石基を構成する。斜長石に累帯構造はほとんどなし。石英の波動消光はほとんどみられない。	東山町岩鼻、宇品島、皿山、坂、天応
中粒黒雲母花崗岩	組織：等粒状、径5mm程度以下 鉱物：石英は著しい波動消光をする。桃色カリ長石はパーサイト構造が顕著である。黒雲母は1mm以下。斜長石は累帯構造がみられない。	比治山、西能美島北部、東能美島南部、倉橋島西南部、江田島西部
花崗斑岩	組織：斑状、径1~6mmの斑晶が径0.2~0.3mm以下の石基中に散在 鉱物：斑晶は石英、カリ長石、斜長石、石基は石英、カリ長石からなる微文象構造が顕著である。	黄金山、天応、倉橋島北部音戸、東能美島東部
石英閃緑斑岩	組織：斑状、径1~10mmの斑晶が径0.2mm以下の石基中に散在 石基は再結晶し、グラノプラスチック組織となっている。 鉱物：斑晶は石英、斜長石、角閃石、黒雲母、石基は石英、斜長石、黒雲母を主体とする。	黄金山、江波山、比治山

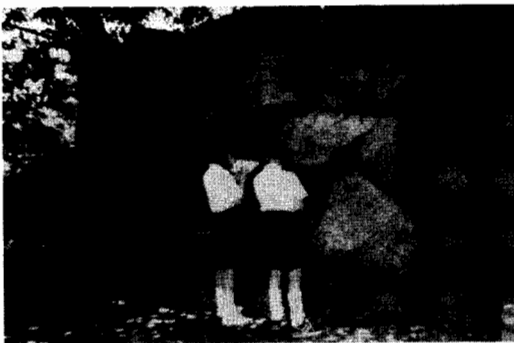
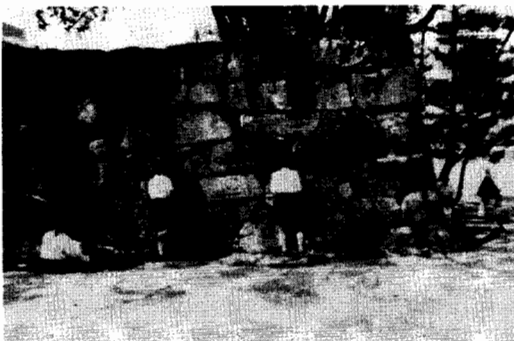


図3 生徒のスケッチの様子。

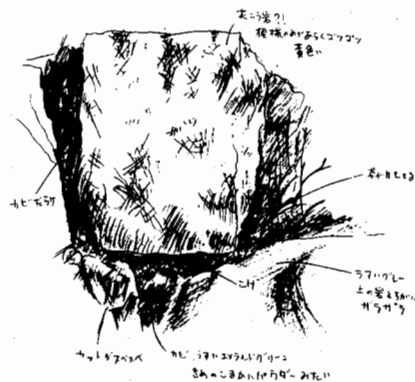
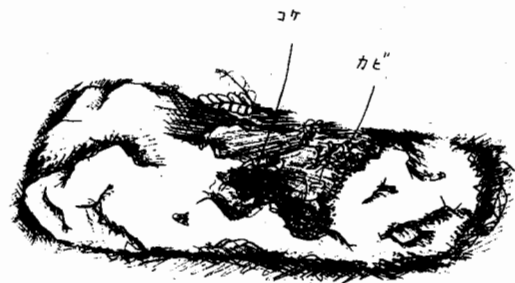


図4 生徒が描いたスケッチの例。

①指導の留意点：

花崗岩標本のルーペによるスケッチを行うことにより、花崗岩を構成する粒の大きさを調べる。

②授業の様子：

黒雲母や石英やカリ長石や斜長石等がはっきりわかるように標本をみた後に、スケッチさせたの



図5 ルーペで花崗岩の粒の大きさを観察している様子。

で、花崗岩を構成する鉱物がわかりやすかったようだ。火山岩と深成岩の構成鉱物の粒子の大きさの違いだけでなく、花崗岩における粒の大きさの違いにも気づいていた。

(2) 岩石破壊の観察

第5時限（岩石の破壊の観察）場所：広島城

内容：破壊された石の分布と岩石の割れ目の角度の測定を行う。

①指導上の留意点：

岩石の破壊された面の測定は、クリノメーターで走向と傾斜を求めることが望ましいが、今回は1年生が対象なので、生徒が初めて利用しての測定体験であっても、迷うことなく測定でき、測りやすい適当なものを用意した（図6）。

準備物：傾斜測定器具、観察スケッチ、画板、鉛筆

②生徒の様子：

岩石が破壊した様子を見て、なぜ割れたのかを考えようとする姿勢が見られた。割れた面は水平なものや、ある角度で割れているものや垂直に割れているもの等いろいろあることに気づいていた。また、比較的下段の部分に、ある角度で割れているものが多いことに気づいていた。

第6時限（地震と断層）場所：教室

内容：加圧実験で岩石に生じた断層と比較しながら、地殻内で何が起きているかを考える。

準備物：教材提示装置（加圧実験で岩石に生じた断層の写真と石垣の割れた様子を示した写真を示した）

①生徒の様子：

岩石の破壊されている様子を加圧実験で理解し、下部ほど破壊されている石が多いのは、石垣



図6 石垣の石の破壊の様子と破壊された面の測定の様子。

の破壊された面が、自重による割れ目であると考えられる生徒が多かった。石垣の様子から、地殻内で起きる破壊現象がイメージしやすい様子であった。

(3) 広島の地史について

第7時限（石垣の石がどこから運こばれてきたかを考える）場所：広島城

内容：石垣の石がどこから運こばれてきたかを知るのに手がかりになる岩石を探す。石垣の石に付着したカキ等の貝殻の観察や石英閃緑斑岩の分布等を調べ、石垣の石が400年前にどこから運こばれてきたかを考える。

準備物：資料（広島市周辺の地質図）・観察ノート・画板・鉛筆・ルーペ

①生徒の様子：

事前に、天守閣の東側の石垣に、貝殻が付いた石が多いことがわかっていたので、そのアドバイスを聞いてほとんどの生徒が貝殻付き石を見つけた。生徒は自分で発見した気分になり、歓声があった。ルーペで詳しく貝殻等を観察していた。

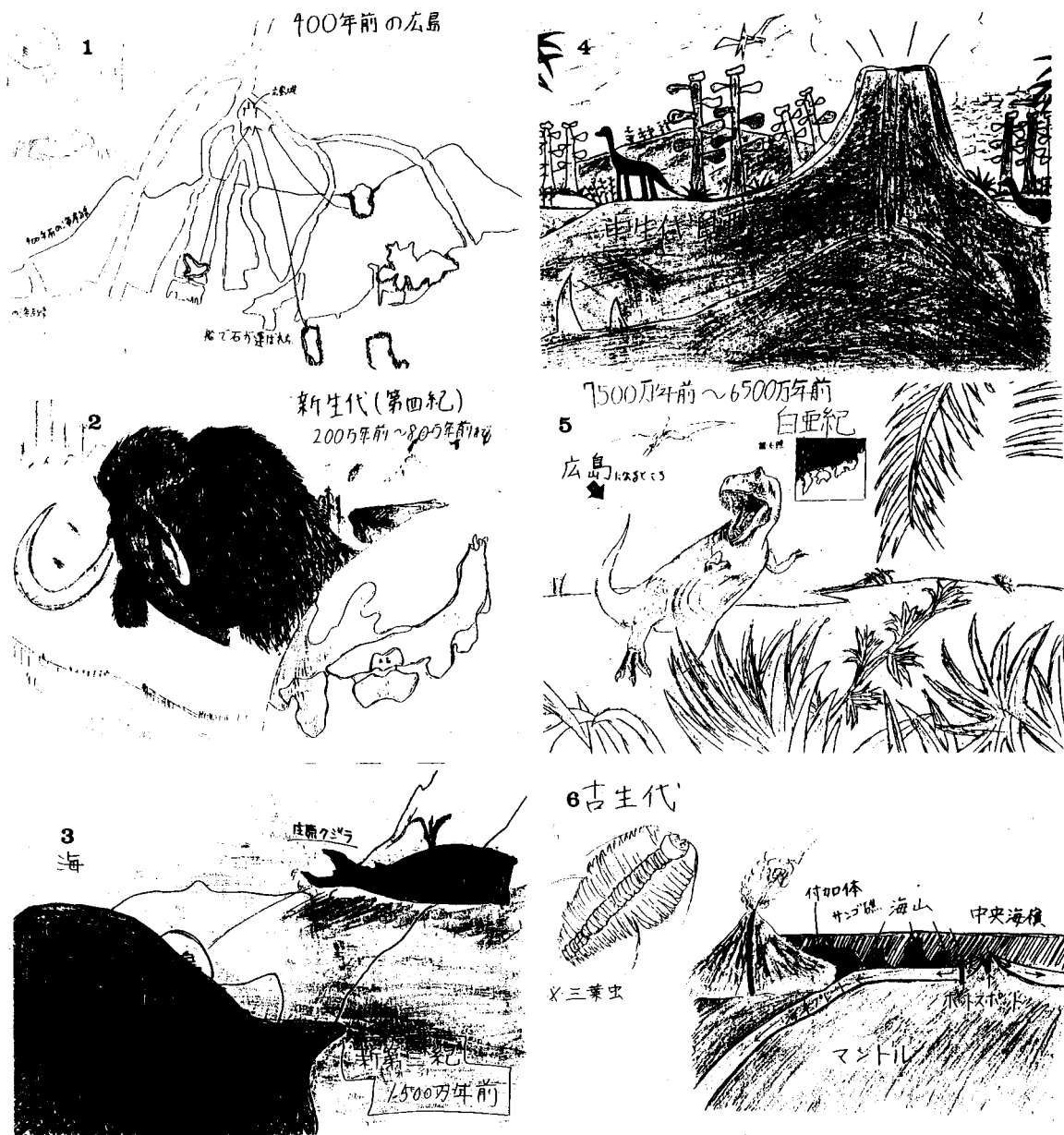


図7 生徒が描いた「広島」の地史。

第8時限 (広島)の地史の学習) 場所: 教室

内容: 400年前の広島の地図等から、過去から現在における地形の変化を考える。

準備物: 400年前の広島の古地図、画用紙 (B4版)、広島県で発見された化石の情報 (新聞の切り抜き)

①生徒の様子:

400年前の広島の古地図から、400年前の海岸線が現在と違うことがはっきりと認識できた様子であった。また、そこから、カキや庄原クジラの化石が地層から産出されたということは、過去はその土地が海であったことが容易に想像できたようだ。資料を利用して、広島の地史の紙芝居を班

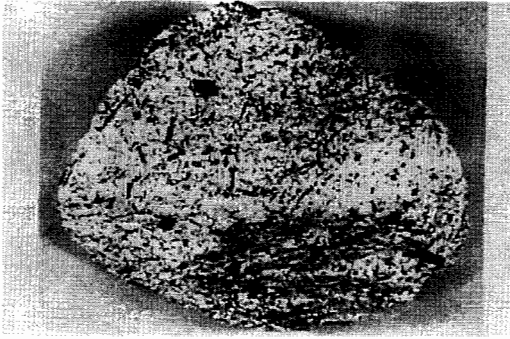


図8 石英閃緑斑岩.



図9 表面に貝殻が付着した岩石.

(4人)で手分けして作成していた。

第9時限 (広島の地史の発表) 場所: 教室

内容: 広島の400年以上前の地質時代について、広島が陸であるか海であるかを化石から判断し、紙芝居形式で発表する。

準備物: 作成した紙芝居、ビデオカメラ、マイク

①生徒の様子:

班で古生代の広島、中生代の広島、1500万年前の広島、氷河時代の広島、400年前の広島を一つの物語として7分程度で発表した。紙芝居形式で発表したので生徒たちは自分の書いた絵をみせながら、教科書や資料等で事前に調べた説明文が書いてある裏面を元気よく読んでいた。氷河時代のナウマンゾウや新第三紀の庄原クジラ等かなりリアルに描かれていた(図7)。中には、恐竜の化石が広島ではまだ発見されていないので、恐竜が繁栄した大陸から覗いた広島を描いた創造性豊かなものもあった。生徒は、400年前の広島を考えることから初めたので、かなり想像しにくい80万年前の瀬戸内海は陸であったこと等が自然に想像できたようであった。

4. 広島城の石垣で確認したコケ類の分布状況

4.1 石垣の方位による違い

北の面は確認できたコケの種類が多い。特に苔類は北の面に多く、そのほかの面ではほとんどみられない。

同じ石垣上でも日の当たる場所と半日陰の場所では、生育しているコケの種類も量も異なり、半日陰の方が種類数が多い。このように、石垣の方位の違いや、コケの種類により分布が異なるが、これらは湿り気(水分)に関係していると思われる。石垣という限られ

た空間では微気候が大きく影響する(大村・中西, 1996)。その中でも、相対蒸発量が最も大きな環境要因である可能性が高いと考えられる。しかし、苔類等は、極々微少な微気候に影響されやすいので、さらに詳しい調査が必要である。

4.2 風化作用とコケの関係

コケの生えやすい岩石は長石部分が風化で凹み、石英部分が凸となり、この凸凹により湿気が保持される空間ができた「ざらざらした」細粒花崗岩であることが多い。

しかし、長石の劈開や雲母がはがれ落ちた粗粒花崗岩にもコケは生えている。

4.3 コケの種類による分布の違い

石垣の側面に生育しているコケは、ミヤマハイゴケ(蘚類)、コモチイトゴケ(蘚類)、ケギボウシゴケ(蘚類)、ラセンゴケ(蘚類)、シロヒジキゴケ(蘚類)、ハリガネゴケ(蘚類)、ツヤゴケ(蘚類)であった。

また、ミヤマハイゴケ(蘚類)コモチイトゴケ(蘚類)は比較的岩石の結晶が大きな中粒花崗岩の風化した石に生育している。ケギボウシゴケ(蘚類)は岩石の窪みがあれば生育しているようであった。

また、地衣類が生育しているところにはコケは生えていない。

5. どこから運こばれてきたかを知るのに手がかりになる岩石について

①石英閃緑斑岩(図8)

広島市内近辺の岩石は、花崗岩であるが、黄金山と江波皿山は特徴的に石英閃緑斑岩(ひん岩)の岩脈が貫入している。従って、ひん岩が広島城の石垣でみられれば、その石は約400年前に島であった黄金山か江波皿山で採集したものであるのはまちがいない。広島

城では、ひん岩はどこで採集された石かを知る鍵となる。

②表面に貝殻の付着した岩石(図9)

地質図の平和大通り沿いのラインは、氾濫原・三角州および旧海浜堆積物と埋め立て地の境界であるが、このラインは約400年前の海岸線と思われる。従って、黄金山と江波皿山は島であり、そこから石を船で運んだと考えられる。過去の地形と現在の地形を比べて、三角州の成長や人工的な埋め立てを知ることができる。

付着した貝殻が昔の海岸線付近で採集したことを裏付ける証拠となる。

6. ま と め

都心の中での野外観察の例を示した。身近な自然である広島城の石垣は普段見ているにもかかわらず、注目していない。城の石垣は、人工的に運んできたものであり、地層などの露頭と違い、その地域の地質を直接的に知らせてくれるものではない。しかし、たとえば、石垣の石に付着するコケなどの植物の分布などに着目することによって、野外での石垣の観察により花崗岩は一種類と思っているが、2万個の石垣の石を見る限り、いろんな顔つきの花崗岩がある。

人間が岩石の共通点を見つけ、それにもとづいて、岩石の名前を付けているが、花崗岩にも粗粒のものから細粒のものや斑状のもの等いろいろある。

城の石垣は、理科総合Bにおける野外観察の場として、十分に機能を果たすだけでなく、これまでの岩石標本の観察に比べて、岩石を総合的に観察する視点が育つという印象を受けた。

理科総合Bにおいて、生物とそれを取り巻く環境を知るためには、地学の知識や技能が必要となる。今回の実践において、地学で必要な空間概念を身につける上で、スケッチや岩石破壊面の観察は、効果的であった。

また、地学で必要な時間のスケールを身につける上で、400年前の地形から始めたことは、効果的であった。化石等の情報をもとに、陸と海を現実実感し、「広島土地は変わっていったんだ。」と自然に考えることができたことは、今後の授業においても、時間的にも空間的にも拡がりをもたせられる素地ができたと思う。

城の石垣観察で得られた疑問を解決するには、さらに詳しい岩石の見方や岩石破壊面の測定などの、地学

の野外での必要な知識や技能を総動員する観察が必要である。都会における自然観察の限界があるが、今回の授業で地学の基礎となる知識を修得し、さらに古い時代の広島城の地史の読み方では、時間認識の考え方が要求される。この時間認識の概念は地質の学習において最も重要な概念とされる。

7. 今後の課題

城の石垣観察を、さらに総合的に学習するには、環境条件の定量的観測が必要である。たとえば、気温や日照条件や蒸発量等の観測などが考えられる。

また、風化による岩石表面の違いや、鉱物による風化の違いや、湿気を保つ空間と岩石の種類や性質の違いについては、さらに詳しい調査が必要である。

今回の広島城の石垣用石材には、39種類214個の「刻印」が石に刻まれている。これらの刻印から、その広島城の石垣が、毛利時代のものか、福島時代のものか、浅野時代のものかという石垣の作成された詳しい時間が推測できる。

また、約400年前に石を切り出した時、おそらく花崗岩の岩体の節理に沿って、石に鑿と槌で四角い穴を並べて掘り、そこに鉄のくさびを打ち込んで割るが、その時打ち込んだ穴の跡(矢穴)が観察できる。矢穴の大きさの違いや、矢穴の形の違いやその分布から、当時の石工の道具の変化がわかり、そこから、石垣の同時性や異時性も推測される。

さらに、岩石の破壊の原因については、自重によるものかどうか等を総合的に調査する必要がある。たとえば、岩石の破壊面の測定などデータの蓄積が必要である。

より総合的な学習とするため、地球環境問題に発展させることも考えられる。たとえば、岩石に付着した貝殻が、なぜそこに付着しているのかを考え、酸性雨等から400年間溶けないで逃れたものと考えられるかもしれない。

さらに発展的には、総合学習の本来の意味から考えると、理系的要素だけでなく、文系的要素も教材化する事も考えられる。たとえば、城の歴史的学习や城の果たした役割等の学習である。広島城の場合は、平和学習にも活用できる。今回の取り組みをきっかけに、「城」をキーワードにした様々な取り組みができる可能性を感じた。

このように、さらなる発展的学习が城の石垣観察から考えられる。これまで、野外観察において、人との

関わり合いを探る学習は、十分に取り上げていない。しかし、今回の城の石垣観察のように、今後、身近な野外観察においても、その事象と人との関わり合いを手がかりに、地学リテラシーを身につける学習が有効的な場合があると思われる。

謝辞 今回の研究において、蘇苔類に関する鑑定を広島市立舟入高等学校の中島光博教諭にお願いし、快いご協力を得られた。また、広島大学教育学部の林武広氏には、研究全般について貴重なご意見を頂いた。基町高校の西美恵教諭には、野外調査における準備等で協力して頂いた。ここに、これらの方々に感謝の意を表し、心から厚くお礼申し上げます。

文 献

- 岩月善之助・水谷正美(1972): 原色日本蘇苔類図鑑. 保育社, 1-405.
- (財)広島市文化振興事業団(1990): 広島城の石垣展図録, 1-78.
- 下野 洋(1993): 地学リテラシーの育成. 地学教育, 46(4), 149-159.
- 下野 洋(1998): いま, 地学教育に求められているもの—体験学習・野外学習の必要性—. 地学教育, 51(5), 201-212.
- 下野 洋(1999): 新教育課程における地学教育の課題—地学リテラシーの考え方に基いて—. 地学教育, 52(3), 99-106.
- 鈴木盛久・林 武広・吉村典久・藤川義範・蒲原秀子(1994): 新しい岩石園の提案—広島市三入小学校の例—. 地学教育, 47(6), 219-225.
- 高橋裕平(1991): 広島地域の地質, 1-41.
- 林 明・藤井英一・相場博明・宮下 治・馬場勝義・松川正樹(1988): 地質野外実習における生徒の行動と理解. 地学教育, 41(6), 227-236.
- 広島県教育委員会(1980): 広島城外郭櫓跡発掘調査概報, 1-26.
- 広島市教育委員会(1971): 広島市の文化財第2集「史跡広島城跡保存修理工事報告書」, 1-54.
- 広島市経済局(1985): 広島城跡総合整備予備調査報告書, 1-61.
- 広島城管理事務所(1988): 広島城の石垣に使われている石材調査中間報告書, 1-25.
- 広島大学学校教育学部環境教育実践研究会(1998): 環境との共生をめざして, 1-302.
- 松川正樹・馬場勝良・林 慶一・田中義洋(1994): 地質の野外実習教材の開発の視点. 地学教育, 47(3), 99-109.
- 宮下 治(1998): 高等学校の総合化理科としての展開例—「火山」に関する学習内容—. 地学教育, 51(2), 77-85.
- 宮下 治(1999): 地学野外学習の実施上の課題とその改善にむけて. 地学教育, 52(2), 63-71.
- 文部省(1999): 高等学校学習指導要領, 大蔵省印刷局, 67-95.

池本博司・鈴木盛久: 城の石垣観察を通しての理科総合Bの試み 地学教育 54 巻 1 号, 23-32, 2001

(キーワード) 野外観察, 高等学校, 理科総合B, 城の石垣

(要旨) 高等学校の理科総合Bにおける学習プログラムを提案した。その内容は、城の石垣の観察を通して、コケの生育する環境を考え、石の性質に迫り、石垣の破壊を通して地震のメカニズムを考え、石垣に残された記録をもとに、その地域の地史を主体的に学習するプログラムである。その結果、今回提示した学習プログラムは、意欲的に学習に取り組める野外観察であるばかりでなく、地学で必要な空間概念や時間概念を認識させるのに有効な教材であることがわかった。

Hiroshi IKEMOTO and Morihisa SUZUKI: A Trial in All-round Science by Observing a Stone Wall of a Castle. *Educ. Earth Sci.*, 54(1), 23-32, 2001

教育実践報告

高等学校地学における地下水を用いた 環境教育の授業実践

—問題解決学習の授業展開と評価—

宮下 治*・大島 良**

はじめに

地球上の陸水の中で、地下水の量は $8.2 \times 10^6 \text{ km}^3$ 、湖沼水の量 ($0.21 \times 10^6 \text{ km}^3$) や河川水の量 ($0.0017 \times 10^6 \text{ km}^3$) に比べ圧倒的に多い (数値は大森: 1993 にもとづいて計算)。しかし、地下に存在するためにその存在や動き等はわかりにくく、実態がつかみにくい。

筆者らは、水をより広く捉えることにより水の保全方法が広がると考え、水について生徒の認識の実態調査および東京都田無市を中心とした地下水の現地調査を行い、その結果を踏まえ、次の4種類の環境保全の態度を育むのに効果的な地下水を素材にした教材を開発した (大島・宮下; 2000)。

- (1) 水質検査の際に行うバックテストの値をより正確に決定する手法を開発した。
- (2) アクリルパイプを利用して、地下水の流れを体感できる教材を開発・改良した。
- (3) 試料の透水性を示す値 (透水係数) を簡単に求めることのできる式の開発とその式の有効範囲を明らかにした。
- (4) 地下水の分布を理解することを支援するコンピュータ画像を開発した。

そこで、高等学校地学においてこれらの教材を用いた問題解決学習を展開するために、学習指導計画を作成した。本報告では検証のための授業実践を通し、教材の有効性と学習指導計画の有効性について検討を行う。なお、本研究では環境保全の態度を次のように捉えた。すなわち、水や環境への理解を深め、多様な保全方法を知る [深く知る] ことによって生じる継続的な意欲から現れる「水や環境を意識した考えや行動」と考えた。

なお、本報告は、宮下の指導のもと大島が平成11年度東京都教員研究生として東京都立教育研究所数学

理科研究室で研究したもの (大島; 2000) をもとに、新たに検討し加筆したものである。

1. 指導法の工夫の視点

生徒自らが学習の問題を見だし、自らが学び、そして自らが考え、主体的に物事を判断していくことは、生徒がこれから生きていく上での大きな力となるものである。これまでも子ども自身が問題意識をもって問題を解決していく理科学習の重要性と具体的な方法については多く報告されている (栗田; 1983, 堀; 1994, 角屋ほか; 1994, 宮下ほか; 1997, 嶋ほか; 1999 など)。

そこで、筆者らは学習指導計画を立てる上で、このような問題解決学習を取り入れていく工夫を行うとともに、地下水の学習を通して地球上の水全体や自然環境全体の保全を考へていくことができるような指導法の工夫を行うために、次の3つの視点を設けた。

(1) **生徒の自由な発想を大切にす [多様な発想]**
決められた手順や方法で実験を進めると、決まった結果しか得られない。生徒が自ら学んだり考えたりするには生徒自身の多様な発想や着想を引き出すことが重要である。そこで、生徒に学習の手順や方法を考えさせるように指導法を工夫する。

(2) **生徒が体験を通して学習方法を習得できること [多様な手段]**

自然の仕組みを科学的に理解するには、多様な調査・観察方法で対象物を多面的な視野でとらえ、考えることが必要である。調査・観察方法は知識として持っているだけでは意味がなく、実際に行えることが大切である。そこで、観察・実験を多く取り入れ、様々な調査・観察方法を習得できるように指導法を工夫する。

* 東京都立教育研究所高等学校教育研究室 ** 東京都立田無高等学校
2000年4月10日受付 2000年12月16日受理

(3) 生徒が導き出した考えを尊重する〔多様な考え〕

生徒同士がお互いの考えを理解し合うような機会を設け、結論を導き出した過程や結論を出した後の考え方を重視し自己を省みる機会を与えられるような指導法を工夫する。

2. 検証授業の実践

(1) 学習指導計画の作成

「地下水」を用いた環境教育を実践する学習指導計画を次のように位置付けた。

① ねらい

地下水の分布・流動・水質を探究的に学習し、地球上の水と水を取りまく環境への理解を深め環境保全の態度を育む。

② 設定の理由

対象物をより広く捉えることにより、その保全方法は広がる。陸上の水ばかりではなく、地下水の学習は、水や水を取りまく環境を総合的に理解するのに有効であると考えられる。

③ 育てる態度

地球の自然環境を保全する態度。

表1 学習指導計画「地下水」

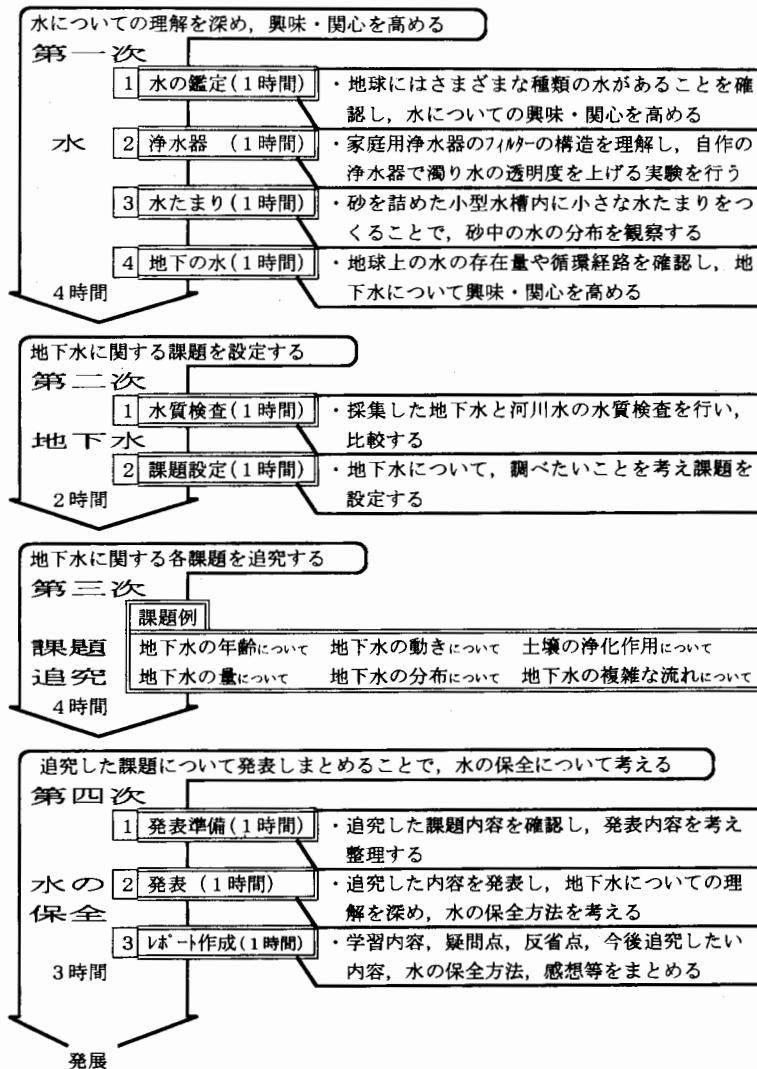


表2 生徒同士が協力してa~dの水について実験・観察を行い一つの結論を導く過程

分	教師	生徒ア	生徒イ	生徒ウ
00	本時の説明 実験方法の説明	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く
15	a~dの水を 鑑定し水道水 地下水、湖池 水、雨水に分 類する 記録用紙配布 実験開始の指示 飲まないことを 注意	リトマス紙みたいだな 飲めば 観察 臭い a~d ない	どうする 観察 外観 a~d どれも同じだよな 観察 臭い a これ少し臭いする 観察 臭い b、c、d	見ただけじゃ、わからな いだらうな バックテストは4本必要 準備 pH試験紙を切る 観察 臭い a すこしする(肯定) 観察 臭い b、c、d
23	黒い紙の配布	cが池だな 観察 透明度 c、d 透明度も同じだな 観察 透明度・色 a~d bは白っぽいですね 観察 黒紙越し色 a~d やっぱ、わからない aは雨の臭いがする 黒い紙で確かめる 0でいいと思うよ 調べる pH b 数値は8を示す 塩素が入っているのって 何だろう？プールとかに 入っているよな 調べるバックテストc、d やっぱ出ないよ aだけ だ、色ついたのは cを見て pH 5ぐらい dを見て pHは7だな 変わっているよ aが雨水で、c、dのどち らかが池だな 観察 臭い c、d やっぱ、dが池だよ cだと思う 地下水はた ぶん塩素がないと思うん だよな 酸性、アルカリ性を見る やっだよってことは、d はアルカリ性だよ 地下水ってアルカリじゃ ないか？ 地下水は冷たい 酸性雨ってあるよな	調べる バックテスト a Aは2 調べる pH a~d バックテスト、だんだん 色変わってない？ 酸性雨の説明をしながら 雨水は酸性になるってこ とはcが雨水か	さっそく、この試験紙を 使ってみよう 調べる pH a~d 調べる バックテスト b 少し白いかな そうすると、b、cのど ちらかが地下水だな pH試験紙を手にとって これ何だっけ
45	鑑定結果のまとめ 正誤発表 本時のまとめ	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く

④ 総授業時数

13時間

⑤ 評価

自己評価、授業前後での知識・理解の変容、探究活動への取り組み、発表やレポートの表現方法の工夫や

独創性、水の保全に関する意識の変化など総合的に行う。

⑥ 学習指導計画

表1の通り作成した。

なお、この学習指導計画を作成するに当たり、次の

表3 生徒が試行錯誤しながら実験方法を考え水の透明度を上げていく過程

分	教師	生徒エ	生徒オ	生徒カ
00	本時の説明	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く
10	泥と絵の具で作った濁り水の透明度を上げる	準備 器具をそろえる	準備 器具をそろえる	準備 器具をそろえる ろ紙を切る
10	実験開始の指示	黒いのは? 準備 活性炭を取りに行く	準備 マットを包みから出す	周囲を見回す 準備 アクリルパイプを取りに行く
		まず、マットを入れて黒いのを入れないと抜けちゃうよな		
		調べる カートリッジの構造(教卓で)	準備 マットをはさみで切る	準備 マットをアクリルパイプ内に詰める
		準備 活性炭をアクリルパイプに詰める		準備 裏さじで活性炭を入れるが、うまく入らない
		活性炭に比べてマット少くない? これってそんなに重要な? そうだな、もう一回分だな	もっと詰める? スタンドが必要な	
		実験装置のセット アクリルパイプ上部にガーゼをゴムで止めるが、水が入らない(笑い)		
		一番下のろ紙が泥を取り除いてくれる	最初の一滴が出る	この後発言はなかったが、実験装置のスケッチや記録に専念する
		えっ、これ前より濃くない 下のろ紙は意味無いね 上のスポンジで全部取れるもん	これで全部? すごく減ってない?	
25	実験カードの配布	これ、何でこんなに出るのが遅いの?		
28			次の実験方法を考えるが、良い案が浮かばない	
31		わかった この黒いのを下にすればいいんだ 下の綿をはずしてガーゼで押さえればいいんだよ	OK, それでやってみよう	
			2回目の実験をセットし、実験開始	
		ろ紙、じれったいな	なかなか出ない	
35	実験終了の指示	ろ紙、役に立っているの?		
45			自分たちの液体を教卓へ運ぶ	
50	透明度の評価 本時のまとめ			

点に留意した。

- *地下水に興味・関心をもつように第一次で十分な時間を取り入れたこと。
- *少人数の班単位で実験を行うように設定したこ

と。

- *実験の目標を明確にし、生徒自身により実験方法を考える場面を設定したこと。
- *実験を多く取り入れたこと。

表4 生徒が協力して水質を調べていく過程

分	教師	生徒キ	生徒ク	生徒ケ
00	本時の説明 用意した地下水の水質検査 実験開始の指示	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く
12			実験準備	
15		<p>どこから行く一番危険物から行きますか 準備 一つのバックテストを開ける やべー これ中に何か入っているよ</p> <p>バックテストに水を吸入 これ振るの?</p> <p>まだまだ、20秒経ってないよ</p> <p>よーし、OK 7.5だ</p> <p>そうか？少し濃いよ バックテストを準備 はい、次誰やる</p> <p>これ、何分だっけ 2分だよ</p> <p>だっ、冷蔵庫に入っていたんだよ</p>	<p>準備 ビーカーに水を取る</p> <p>記録用紙に記入する もう一度比色しながら ねー、7つぼくねえ？</p> <p>準備 バックテストに穴を開ける</p> <p>すぐに比色しようとする</p> <p>準備 バックテストに吸入する</p> <p>20℃にしないと</p> <p>室温 20℃あるだろう</p> <p>よーし、待っている間に次のをしよう 次のバックテストを用意して吸入する</p>	
27		<p>よーし、最後に残った危険物をやろう 棒ピンを用意して試薬を入れる</p> <p>PO₄³⁻の結果が出る</p>		
35	全ての班の結果が出る 各班の水質の評価		全部の結果をそれぞれ記入して、黒板の様子を見る	
45	資料の配布			
50	課題の説明			

*実験結果をお互いに評価する場面を設定したこと。

*生徒自らが地下水に関する課題を設定し、追究できるようにしたこと。

*課題を設定した後、同じ課題をもつ生徒同士で班を再編成できるようにしたこと。

*探究活動の結果をお互いに発表し合うことで、知識を共有化し地下水の理解を深めることができる

表5 より正確な数値を求めるために、意見交換し地下水の年齢を求めていく過程

分	教師	生徒コ	生徒サ
00	本時の説明 実験方法の説明	静かに説明を聞く	静かに説明を聞く
17	課題ごとの実験開始の指示	自分たちの課題について確認を始める 計算機を用い、計算を始める ノートを見て、前のデータを確認する	
20		これはmになっているから100倍するんだよね これをmに直しても同じ値が出てくるかな	時間は秒だから計算変わるな
		2人で相談しながら進める 立式をする 計算機で傾斜と厚さを見直し透水係数の値を出す	
		地下水面図を使うんだよ 小平はとりあえず70だ	
		地下水面図をもとに相談する	
		西の方が上がると言っていたじゃん 5kmの値を出せば答えが出るんじゃない	そうかなあ
		色的に言ったら60と70の間だよ	問題はこの青梅だよ
29		黒板前へ移動し、地図を見る	
	どこが知りたいの？		小平はどこだ 見えにくいよ 課題のプリントを見ながら これは田無市を表しているんだろう 保谷は田無を囲むようにあるんだよ
	生徒A Bにコンピュータの指導	64ということは考え方があったじゃない	小平と青梅です
		地図のどこへ移動し、相談する	
		学校の位置がわからない	保谷は田無を囲むようにあるんだよ
		プリントを見る	地図を見る
36		学校までの距離は、地図があればねえ どこからの距離なのかわからない	パソコンを見に行く
		それがわかればできるよ色のやつを数えるんだよ	青梅から田無まで計算すればいいのかな
	コンピュータのトラブルに対応する		コンピュータを使おう一発で出るよ
		コンピュータのどこへ行く	
	どこのデータがほしいの ちょっと待ってろ 49.7 50でいい		田無です コンピュータのところで待つ 教師に聞いた値をプリントに書く mだけ
45		うん	
47			大丈夫、計算していこう 筆算で計算するが、途中でやめて電卓で計算する
50	チャイムが鳴る おい休み時間だ 終わりにしよう		計算を続ける

ように設定したこと。

作成した学習指導計画と開発した教材の有効性を検証するために検証授業を1999年9月28日～10月16日にかけて都立T高等学校全日制普通科1年生地

学選択者22名を対象に行った。

(2) 補助資料等の作成

実験の記録用紙は単に実験結果を記入するだけのものではなく、実験方法、実験操作をどのように工夫し

たかを記入できるものにした。また、課題設定・課題追究時のプリントは生徒の理解を助けるため、図を多く用いたり、課題を単純化したりして考えられるように工夫をした。また、生徒一人一人が自分で学習を深められるように、実験方法、実験操作、実験結果の処理、課題の解決の段階に分けてプリントを作成した。

(3) 自己評価用紙とレポートの作成

全時間終了後、生徒一人一人に知識・理解面、情意面について自己評価する用紙を作成した。また、生徒が作成するレポートは文字だけではなく図表による表現がしやすいように原稿部分と作図部分に分けて作成した。さらに、記述内容の視点を与えることで生徒がレポートを作成しやすいように工夫した。

(4) 授業の様子

表1の学習指導計画に示すように実験を中心に行った授業である。授業記録をもとに生徒の取り組みを以下に紹介する。生徒の発言を枠で囲み、矢印で関連する発言を結んである。

① 第一次1時間目「水の鑑定」

本時は、4種類の水(池の水、水道水、雨水、地下水)を色、臭い、pH、残留塩素濃度の違いから鑑定をすることにより、水についての興味・関心を高めることをねらいとした。表2に示した1班の3名(生徒ア、イ、ウ)はお互いに協力して観察・実験を行い、4種類の水のわずかな違いから結論を導き出した。

② 第一次2時間目「浄水器」

本時は、ろ紙、活性炭、ガーゼ、綿等の限られた道具で濁り水(水に泥と青絵の具を混ぜたもの)の透明度を上げる実験を通して、地球がもつ浄化作用を確かめることをねらいとした。表3に示した2班の3名(生徒エ、オ、カ)は限られた道具を利用して、試行錯誤しながら実験方法を考え、水の透明度を上げていった。

③ 第二次1時間目「水質検査」

本時は、パックテストを用い地下水と河川水の水質(pH、COD、NO²⁻、PO⁴³⁻)を検査し、両者の結果を比較することで、地下水の現状や特徴を理解することをねらいとした。表4に示した3班の3名(生徒キ、ク、ケ)はお互いに協力し合い自分たちが採集してきた地下水の水質を検査した。

④ 第三次「課題追究」

本時は、設定した課題に対する結論を実験のデータをもとに導き出す時間である。表5に示したA班の2名(生徒コ、サ)は課題を解決するためにお互いに意

表6 各班が設定した課題

班	設定した課題
A班	採集した地下水の年齢(どこから流れてきたのか)
B班	採集した地下水の年齢(どこから流れてきたのか)
C班	学校周辺に降った雨が地下水となって東京湾に流れ着くまでの時間
D班	採集した地下水の年齢(どこから流れてきたのか)
E班	田無市の地下水の量
F班	土のもつ浄化作用
G班	地下水の動きを調べる(地下構造物と地下水の動きの関係)
H班	土のもつ浄化作用

見交換しながら、コンピュータ画像「地下水面図」を利用し、より正確な値を導き出した。

(5) 生徒が設定した課題

表6は、第二次の2時間目に生徒が設定した課題の一覧である。地下水に興味・関心をもたせるために課題設定までに十分な時間を設けたが、課題を絞り込めない生徒のために7つの課題例を紹介した補助資料を作成し参考資料とした。

各班とも設定した課題を追究するために4時間を計画した。班により多少の違いがあるものの、おおむね生徒たちの探究活動は次のような内容で行われた。

○課題を解決するために必要な情報を収集するための実験(2時間)。

○実験から得たデータの処理(1時間)。

○実験の考察をもとに課題を解決する(1時間)。

(6) 生徒の問題解決活動の様子

地下の構造は複雑であり、地下水の流れ、分布や量、水質は地域によって異なる。生徒はこの事実を理解し、田無市の地下水について次のような仮定のもと課題解決に取り組んだ。

① 関東ローム層と武蔵野砂レキ層中の不圧地下水のみを考える。

② 地下水の流れは、浸透流と考える。

なお、班によっては田無市より広範囲の地下水について考える必要があるが、田無市のデータをもとに考えるように指示した。

「採集した地下水の年齢」、「学校周辺に降った雨が地下水となって東京湾に流れ着くまでの時間」の課題に取り組んだ生徒たちは、自分たちで採集した泥や砂と直立型実験装置を用い、透水係数を求めるための実験に取り組んだ。「田無市の地下水の量」の課題に取り組んだ生徒は地下水面図と地形図を用い、困難な計算に根気よく取り組んだ。「土のもつ浄化作用」の課題に取り組んだ生徒は、直立型実験装置を用い、試料と水の種類を変えその変化について検討した。「地下水の動きを調べる」の課題に取り組んだ生徒達は砂を詰め

た水槽内に色水を流し、何度も失敗を繰り返しながらも、砂の間隙を流れる水の様子を観察し、その特徴を理解することができた。

3. 生徒の認識の変容

(1) 生徒の地下水に対する認識の変容

検証授業を行った後に、生徒が地下水に対してどのように認識をしたのか、5項目について5段階法により自己評価の調査を行った。調査の結果を図1に示す。

また、授業後に生徒が作成した研究レポートの中の記述の一部を以下に示す。

- 地下水は特定の地域にしか存在するものではなく、あらゆる場所に存在することを理解した。
- 地下水の量が河川水や湖沼水よりもはるかに多く、しかも身近であることを理解した。
- 地下水の流れが川の流れなどと異なり、とても遅いことを理解した。
- 地下水は石神井川の水質と比較して、COD、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} の値が小さいことがわかった。

- 地下水が身近なものであることを理解し、水の保全方法について興味・関心を高めた。

以上から、生徒は地下水の分布・流動・水質についての理解を深め、地下水に対する認識を変容させたことを捉えることができる。

(2) 生徒の水の環境保全に対する認識の変容

生徒の水の環境の保全に対する認識について検証授業を行う前と検証授業を行った後の2回調査を実施した。

「池や川、そして地下水など身近な水の水質を保全するために、あなたはどのようなことをしますか。」の質問に対し、授業前は表7に示す通り、21人の生徒の

表7 水の保全方法の変化

	授業前	授業後
対象人数	21人	22人
回答者数	19人	22人
無回答者数	2人	0人
延べ回答数	30件	65件
自己の生活を意識した回答者数	5人	16人
周辺環境を意識した回答者数	0人	19人

※授業の前後で対象人数が異なるのは調査当日欠席の生徒がいたためである。

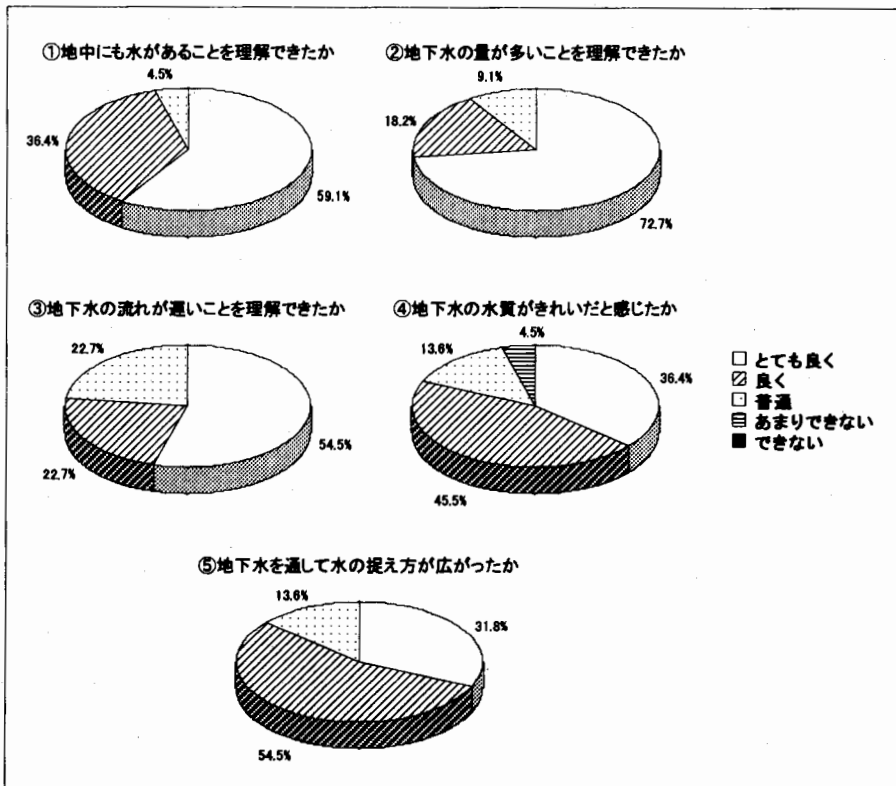


図1 自己評価の集計結果。

表 8 授業後の水の保全方法

生徒	授業後	生徒が回答した水の保全内容
A	ゴミを減らせば水の保全につながると思うので、リサイクルをしてゴミを少なくする 生活排水を少なくする	
B	車の排気ガスやCO ₂ を削減して、空気をきれいにする 空気がきれいになれば雨水もきれいになり、地下水などもきれいになると思うので、カーキが早くできるといい	
C	空気が汚れていると雨が汚染され、地面と地下水が汚れるので空気をきれいにする 排気ガスが出ない車にする ゴミのポイ捨てをしない	
D	川や湖にゴミを捨てない 一人一人が自分たちの水をきれいにするという自覚をもつ 水そのものだけでなく、周囲の環境にも気を配る	
E	食べ残しをしない 食器を洗うとき、洗剤を少なめにする 油などは流さない 歯磨きの時、水を出しっぱなしにしない 節水コマを付ける	
F	土壌を守るために森林を守る 一人一人が小さなことから自然を意識し、行動するのがよい	
G	一人一人の努力が必要 台所くずは流さないように、残飯を出さないように努力・協力する 雨水が地下に入るとき、その間が汚いと地下水が汚くなるので使い捨てをなくし、ごみを出さないようにする 地下水の良さをみんなで知ることが大事	
H	化学薬品の入ったものを使わない なるべく再利用できるものを使う	
I	歯磨きやシャンプーの時に水を出しっぱなしにしない ゴミの分別回収に協力する	
J	生ゴミなどを出さない	
K	酸性雨を降らす原因である工場の有毒なガスを出すのをやめる ゴミを捨てる場所を新たに作らないように、ゴミをやたらと出さない	
L	水は限りのあるものだと認識する なるべくゴミを出さない ぜいたくをしない コンビニなどの袋をもらわない 自然を壊さない	
M	農薬を使わず、土壌汚染をしない 大気を守る	
N	川や海を汚さないようにする 空き缶や食べかすなどのゴミを捨てないようにする 生ゴミを出さないで、全部食べたりする	
O	直接的な保全方法だけではいけない、水の循環系路全てを無害な状態にする 雨水、土壌水などのものと大気をきれいにすることが必要 そのためには、工場などから出る煙を減らすことである	
P	お風呂の水を捨てないで、洗濯に使う 手を洗うときなどに水を出しすぎない お米をとぐときに水を出しすぎない 水道を使った後に、しっかりと蛇口をしめる	
Q	食べ物を残さないようにする 空気を汚さない 風呂に余った水を洗濯などに使う 土を汚さない (湖や川に) ゴミを捨てないようにする	
R	自然を破壊しないこと	
S	お風呂のお湯を捨てないで洗濯に使う 手を洗う時などに水を出しすぎない お米をとぐときに水を使いすぎない 水道を使った後に、しっかりと蛇口をしめる	
T	周期的にグリーン作戦を行う 生ゴミは家庭菜園を作り、肥料として使う 使った油を再利用する 無駄なゴミを減らすため、好き嫌いをなくす 消耗品はとことん使いきる 不必要なとき火はやらない 便所では小を大で流さない 自分も含め、個人個人の水を守ろうとする気持ちを持つ	
U	土を汚さないために、ゴミを出す量を減らす	
V	二酸化炭素をあまり出さない CO ₂ が出ると地球温暖化などもあるけど、雨が酸性雨になってしまう ゴミを減らすために、洗剤、シャンプーなどの入れ物を再利用して入れ換え用の洗剤、シャンプーを買う	

延べ回答数が 30 件で、その内、自己の生活を意識した回答をした生徒が 5 人、周辺環境を意識した回答をした生徒はいなかった。それが授業後には、22 人の生徒の延べ回答数が 65 件と倍増し、自己の生活を意識

した回答をした生徒が 16 人と 3 倍に増し、また、周辺環境を意識した回答をした生徒は 19 人と大きく増えた。

授業後に行った調査の際に、22 人の生徒がそれぞ

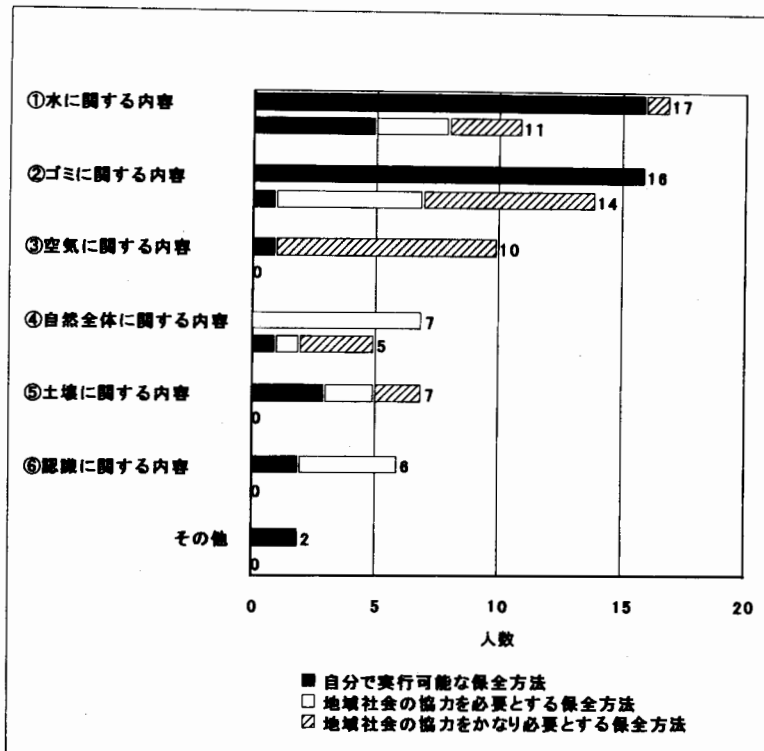


図2 生徒の水の環境保全に対する認識の変容。
上段：学習後 下段：学習前

れ回答した内容を表8に示す。また、これらの授業前と後とで生徒がもった水の環境保全に対する認識の変容についてまとめたものが図2である。それぞれの内容における生徒の変容について以下に述べる。

① 水に関する内容について

この内容を回答した生徒は学習前11人が学習後には17人に増加した。特に目立つのは自分で実行可能な保全方法について回答した生徒が5人から16人へと増加し、環境保全が自分自身の態度にかかっているという認識に変容していることがわかる。

② ゴミに関する内容について

この内容を回答した生徒は学習前14人が学習後には16人に増加した。特に目立つのは全ての回答が自分自身で実行可能な保全方法であり、①同様に環境保全が自分自身の態度にかかっているという認識に変容していることがわかる。

③ 空気に関する内容について

この内容を回答した生徒は学習前には見られず、学習後には10人と大きく増加した。地下水の学習を通して水を保全するためには自然を大きく捉えることが

必要であるという認識に変容していることがわかる。

④ 自然全体に関する内容について

この内容を回答した生徒は学習前5人が学習後には7人に増加した。やや具体性に欠ける回答ではあるが、「水の循環経路全てを無害な状態にする」など、一地域から離れ地球規模で保全を認識できるようになったことがわかる。

⑤ 土壌に関する内容

この内容を回答した生徒は学習前には見られず、学習後には7人と大きく増加した。③同様、地下水の学習を通して自然を広く捉え、保全方法を考えるという認識に変容していることがわかる。

⑥ 認識に関する内容

この内容を回答した生徒は学習前には見られず、学習後には6人と大きく増加した。その内容から、環境保全は一人の努力ではなく多くの人々の協力が必要であるという認識が育ったことがわかる。

以上のことから生徒の水の環境保全に対しては認識が高まるとともに、自分自身が実行していくことの重要性を認識してきたことがわかる。

(3) 授業を通して培った環境保全の態度

授業直後に生徒が書いたレポートの感想および授業後3ヶ月経過した後に生徒に自由記述で書いてもらった感想の一部を以下に示す。

① 授業直後の感想

- (ア) 日本の水を守るために、自分も何かできることからやろうと思う。
- (イ) 地下の土や砂が汚れていたら地下水も汚れるので、どうすれば地下水を汚さずにすむかを考えていきたい。
- (ウ) 人間にとって欠くことのできない水が消失してしまったら人類は滅亡してしまう。人間はもっと水を大切にすべきだと改めて感じた。
- (エ) 地下水の流れがとても遅く、驚いた。そして、もっと水を大切にしなければならないということを実感した。
- (オ) 自然界における事象は全て連鎖・循環しているので、環境が汚染されると当然、それに係わるものも汚染されるので、地下水を清潔に保つためには、土壌や木、そして大気も保護しなければならないのだと思った。
- (カ) 僕から先頭に立って水をきれいにしよう努力していきたいと思う。

② 授業後3ヶ月経過した後の感想

- (ア) 前から水の出しっぱなしとか節水に心がけていたが、授業後はもっとそう思った。
- (イ) 以前より水を大切にするという考え方を重視するようになった。
- (ウ) 水のイメージが変わりつつある。雨の中にはどんな成分が含まれているのか? 雨をもっと別の方向で使えないかと考えるようになった。
- (エ) 水をたくさん使わないようになった。洗剤などもあまり使わないようにした。
- (オ) 身近な川のきれい、きたないを考えるようになった。
- (カ) ゴミがそこら辺に捨ててあったりしたら、ゴミ箱に捨てたりして地下水も地上もきれいにしようと思う。

以上のように授業直後には、22人中18人の生徒が今後も水を保全するための行動を継続する意欲や願いを記述している。さらに、検証授業3ヶ月経過した後も22人中18人の生徒が水の保全を意識して、日常の行動や考え方が変わったと回答している。

以上から、本学習により生徒は地下水についての理

解を深めることによって水の保全方法を広げ、かつ水を保全する継続的な意欲や願いをもつようになったことがわかる。そして、生活の中で水や環境の保全を意識した考えや行動が現れ、環境を保全する態度が定着するようになったことがわかる。

4. 開発した教材と学習指導計画の有効性

(1) 開発した教材の有効性

検証授業の記録、生徒の自己評価、レポートの内容等から次の点が確認できた。

① 地下水の「分布」について

生徒は、砂を詰めた小型の水槽内に小さな水たまりを作り、砂中の水の分布を観察することで、地下水面の存在と透水層や不透水層の存在を知り、地下の構造について理解を深めることができた。また、コンピュータ画像「地下水面図」を利用することで、生徒は地下水がどの地域にも存在すること、断面図から立体的な分布も理解することができた(表5)。さらに、課題追究の場面ではより正確な地下水面の標高を得られる教材として有効であった。

「田無市の地下水の量」について調べたE班(表6)は、困難な課題に意欲的に取り組み、地下の間隙率と地下水面の標高をもとにねばり強く膨大な計算を行い、水量を算出した。そして、その量の多さに驚くとともに課題を成し遂げた成就感を得た。

② 地下水の「流動」について

「採集した地下水の年齢」と「学校周辺に降った雨が地下水となって東京湾に流れ着くまでの時間」について調べたA, B, C, D班(表6)は、地下水の流れの速さを調べる直立型実験装置を用いた実験を行いデータを収集し、透水係数を求める式を用いて、学校周辺の地下水の流れの速さや地下水の年齢を推定した。お互いの実験データが異なることを気にしながらも最終的には、地下水の流れがとても遅いことを体感して理解することができた。その過程では、班内でお互いに意見を交換し合い、より正確な数値を得る方法を検討する場面や、班同士で実験データを考察する場面が見られた。どの班も予想と大きく異なる結果を目にして、地下水の興味・関心をさらに深めた。また、「地下水の動きを調べる」に取り組んだG班(表6)は水槽内に砂を詰め色水を流すことによって、砂中の複雑な流れを観察した。G班は何度も失敗を繰り返しながらも実験に取り組み、水圧の影響で、地下水が低いところから高いところへと移動することに気付き、地下水につい

て興味・関心を深めた。

③ 地下水の「水質」について

F, H 班は直立型実験装置を応用し、「土のもつ浄化作用」について調べた(表6)。学校の敷地内にある泥や砂が水質を良くする働きをもつことを知り驚いていた。そして、その仕組みに疑問を抱き泥や砂の粒子について興味・関心を深めた。F, H 班はこの課題を追究する過程で泥や砂中を流れる水の遅さにも気付き、地下水の流れについても理解を深めることができた。

バックテストの値を正確に決定する手法は今回活用する機会がなかったが、十分に有効活用できると考えられる。

以上から、今回開発した教材は地下水の理解を深める上で有効であることが確認できた。

(2) 学習指導計画の有効性と「総合的な学習の時間」への可能性

生徒は楽しさを感じながら積極的に授業に取り組んだ。生徒は自ら実験方法を考えることで自分たちの実験であるという意識が見られ、観察・実験にも意欲的に取り組み、困難な課題を協同して解決することで、水についての理解を深めることができた(表2, 表3)。課題追究では各班がそれぞれに地下水についての理解を深め、その内容や成果を発表し合うことで効率よく地下水を多面的に捉えることができた。そして、水や環境を広く捉えることで多様な水の保全方法を考えられるようになり、水を保全する継続的な意欲や願いが現れるようになった。さらに、普段の生活において水を意識した考えや行動が現れていることが事後調査から明らかになった。授業前と比較するとこれは大きな変化であると考えられる。

以上から、開発した教材を用い、問題解決活動を取り入れた学習指導計画は、環境保全の態度を育成する上で有効であることが確認できる。

今回教材に用いた地下水は学校付近の井戸を所有する家庭から頂いたものであり、地域の教材を生かし理科の視点から環境保全の態度の育成を目指したものである。生徒は地下水の学習を通して、新しい考え方を身に付け水のとらえ方を広げた。そして、自己の生活を見直し、環境保全の態度が身につくようになった。

これは、「総合的な学習の時間」のねらい①自ら課題を見付け、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、②学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的に取り組む態度を育て、自己の在

り方生き方を考えることができるようにすること(文部省; 1999)を、ある程度満たしていると考ええる。また現地調査の際、井戸を所有する多くの方々から地下水の水質・水量の変化以外に、地域の歴史や井戸にまつわる貴重な話を幾つも聞くことができ、筆者ら自身、地域の勉強をすることができた。これら自然環境の素材は、その地域に生活する人だけが有するもので、地域の自然環境の変化や生活の変化を学ぶことのできる貴重な教材であると言える。改めて地下水が「地域から学ぶ環境教育」の素材として有効であることが確認できる。

さらに、地下水の利用面を考えると飲料水や食品など「生活」での利用、それに伴い生じる地盤沈下や地下水汚染などの「環境問題」、震災など緊急時の水として「防災」への活用など、教科の枠を越え広範囲に及ぶ。

本研究では不十分な点はまだ多々あるが、指導体制を整え、地域の人々の協力を得ることにより、地下水の学習は「総合的な学習の時間」に発展できる可能性があるものとする。

おわりに

本研究では環境保全の手だてとして、水(特に地下水)を取り上げた。

地下水は身近にありながら、間違った印象をもたれたり、誤解をされたりしている場合が多いことが教材研究からわかった。また、水の重要性を理解していながら日常生活において、水の保全を意識して行動していない生徒が多い現状があった。そこで、地下水について理解を深め、環境を総合的に考えられる教材と学習指導計画を開発し、環境保全の態度を育むことを本研究のねらいとした。

開発した教材は地下水の分布・流動・水質について理解を深めるものである。また、学習指導計画は新学習指導要領のねらいをふまえ、問題解決活動を取り入れるとともに、「総合的な学習の時間」の授業にも発展させることが可能となるように作成した。

検証授業では、生徒は積極的に授業に取り組む、自分たちが設定した課題に協同して取り組み問題解決していった。授業後、生徒たちは地下水の理解を深め、自然環境を広い視野で捉えられるようになり、多様な水の保全方法を考えられるようになった。さらに、継続的な環境保全の意欲や環境への願いが現れ、水や環境を意識した考えや行動が現れた。また、地下水は地

域を生かした教材であり、地域から学ぶ環境教育の素材として有効であることがわかった。

以上のことから、次の2点が確認できた。

① 開発した教材を用いた学習指導計画は環境保全の態度を育むことができること。

② 地下水を用いた問題解決活動を取り入れた授業は「総合的な学習の時間」へと発展できる可能性があること。

さらに、本研究を深め、より充実した環境教育の実践と教材の開発に努めていきたい。

謝 辞 本研究を進めるにあたり、東京都立教育研究所長 真野宮雄氏、同前教科教育部長 増田吉史氏、同教科教育部数学理科研究室前統括指導主事 中馬民子氏をはじめ、同研究室指導主事の方々にはご指導・ご助言を頂いた。東京都立田無高等学校長 廣見正剛氏をはじめとする全教職員の方々には研究について貴重なご助言を頂いた。これらの方々には深く感謝する。

また、教材の開発には平成8年度科学研究費補助金

(奨励研究(B), 課題番号 08916012)を使用した。

文 献

- 堀 哲夫(1994): 理科教育とは何か. 東洋館出版社, 200p.
 角屋重樹・露木和男・森田和良(1994): 問題解決の授業と新しい学力観. 初等理科教育, 28, 25-29.
 栗田一良(1983): 理科学習における自由試行の意義と問題点. 理科の教育, 32, 9-13.
 宮下 治・相場博明(1997): 子どもの自由試行を通した課題解決に関する考察—小学校C区区分を例として—. 地学教育, 50(5), 13-20.
 文部省(1999): 高等学校学習指導要領. 388 p.
 大森博雄(1993): 水は地球の命づな. 岩波書店, 141 p.
 大島 良(2000): 環境保全の態度を育む指導法の工夫—高等学校における地下水を用いた総合的な学習—. 東京都教員研究生報告書, 46 p.
 大島 良・宮下 治(2000): 高等学校地学における地下水を用いた環境教育—生徒の認識の実態と新教材の開発—. 地学教育, 53(6), 283-293.
 嶋 治行・山田充男・渡邊 守・宮下 治(1999): 科学的なものの見方や考え方を養う理科の指導方法の研究—主体的に取り組む問題解決の活動を通して—. 平成10年度東京都立教育研究所研究報告書, 51 p.

宮下 治・大島 良: 高等学校地学における地下水を用いた環境教育の授業実践—問題解決学習の授業展開と評価— 地学教育 54 巻 1 号, 33-45, 2001

〔キーワード〕 高等学校, 地学, 地下水, 環境教育, 環境保全, 問題解決学習, 評価

〔要旨〕 地下水の学習が環境保全の態度を育むことに有効であると考え、地下水を理解するために開発した教材を用いた学習指導計画を作成した。この学習指導計画の特徴は、実験を中心に展開していること、生徒自らが地下水についての課題を設定し理解を深めること、追究した内容を発表することの3点である。本稿は、この学習指導計画の有効性を授業を通し生徒の変容をもとに検討したものである。

Osamu MIYASHITA and Makoto OSHIMA: The Practice of Environmental Education of Earth Science with Groundwater in High-School. —The Practice and Evaluation of Solving a Problem—. *Educat. Earth Sci.*, 54(1), 33-45, 2001



資料

地質情報展

—地質学の普及をめざした地質調査所の試み—

齋藤 眞*

1. はじめに

地質調査所では、1997年より、地質情報展と銘打った地質学の一般社会への普及を目指したイベントを、開催地の機関及び日本地質学会と開催してきた。地質情報とは地質図をはじめとする地質学に関する幅広い情報のことを指している。これらを一般の方々にわかりやすく紹介する場が地質情報展である。これまで、1997年10月の九州地質情報展(福岡)、1998年9月の甲信越地質情報展(松本)、1999年9~10月の中部地質情報展(名古屋)と3回行い、地質学にテーマを絞った定期的に行われるイベントとしては、日本最大のものとなった。これら個々の地質情報展についての経過・概要は齋藤(1998)、齋藤ほか(1999)、齋藤(2000)、齋藤・湯浅(2000)に報告した。本論では、その趣旨、内容、成果について総括する。

2. 地質情報展開催までの経緯

地質調査所の一般(非専門家)向けの普及活動は、1990年代前半までは、「地質ニュース」(地質調査所編集、実業公報社発行)の刊行と「地質標本館」(地質調査所の一組織)での活動以外はほとんど行われていなかった。地質図類が新しく刊行された場合でも、そのことを知ってもらう組織的な活動はほとんど行われてこなかった。このため、社会一般の人々が地質の専門家に対して何を求めているのかを知るすべがなかった。そこで、1994年(平成6年)夏より筆者が中心となって、専門家・非専門家それぞれが地質図類について何を求めているのかを知るために、彼らとの接点を設けるべく、「最新地質図発表会」を開始した。これは前年度末までに刊行された新作の地質図を対象としており、企業でいう「新製品発表会」で、地質調査所(茨城県つくば市)の本館ロビーで行った。また筆者の個人的理由として、筆頭著者として作成した5万分の1地質図幅「末吉」(九州南東部、齋藤ほか、1994)が専

門家、非専門家にどのように受け止められるかぜひ知りたいたと考えたことも、開催の動機付けになった。この催しは現在でも地質調査所研究発表会の一つとして継続的に行われている。

その後、著者は、1996年8月の最新地質図発表会の直後に、つくばで行っているだけでは一般社会との接点に限界があると考えて、最新地質図発表会とは別に、研究者が各地域に出向いて行って地質情報の普及を図るイベントを提案した。この提案に対し、当時の地質調査所幹部の理解が得られ、1997年から実行することになった。研究者が出向いていく地域・時期は、予算的な面から、当面地質調査所の研究者が学会発表のために数多く出張する日本地質学会学術大会開催地とその会期中とした(第1図)。1996年末から準備が始まり、1997年春に若手研究者を中心に実行委員会を作って地質情報展の取り組みは始まった。

3. 地質情報展の趣旨

地質情報展は、地質学の分野の研究成果(地質調査所にとっては国立研究機関としての地質調査所の研究成果)をもっと社会一般の方に知ってもらいたいという趣旨で行われている。その根底には、地学の分野が学校で教えられなくなってきていること(例えば、渡部、1996)に象徴されるように、地質学が一般社会にこれまで以上に認知されなくなってきているのではないかという危機感があった。それを放置すれば、地質学やその関連産業の社会的な地位はますます低くなる可能性が考えられた。また、研究者としては、社会的認知度が低下すれば研究資金を得るのは困難になり、研究者数は減少し、組織の維持が困難になっていくことは容易に想像できた。地質学の研究者の中には、「国内鉱山が縮小した今、実利的にあまり役に立たない学問だから衰退してもしかたがない」という意見を述べる人もあった。しかし、国土の基本情報を知るとともに、自然災害、環境問題、エネルギー資源などについ

* 地質調査所地質部 2000年6月14日受付 2000年12月16日受理

ての基本的な情報の価値は、この先いっそう重要になっていくと考えられ、またそうならないと確信している。

また、研究を行う立場で言えば、学問分野は実利に寄与するいわば工学的な分野と、真理を追求していく理学的な分野があり、前者は社会的に役に立ったときに、後者の場合は社会の知識として認知されたときに相応の評価を受ける。評価を受けるためには、それぞれについて一般社会にアピールし、認知してもらわなければならない。そして、認知の上に立った評価は真摯に受け止める必要がある。しかし現状では地質学の分野はその次元に達しておらず、まず地質学の学問分野を一般社会に認知してもらうことが重要と考えた。また地質調査所のような国立研究所の場合、研究に資金を提供する納税者に納得してもらうだけの情報の発信は当然である。

ただ、ここまで示したような考えとは別に、研究者本来の「自分の見つけた新事実をなるべく多くの人に知ってほしい」という純粋な思いを実現できる場所を作りたいとも考えた。

地質情報展では、各地方へ研究者が赴いて、来場者に直接地質情報を説明することを基本としている。これは、地質情報がそれぞれの地域固有の情報であり、それぞれの地域に即して活用されてこそ有効と考えられるからである。すなわち、その地域に生活する人々が、身近な地質情報について知ってこそ、地質情報は意味のあるものとなる。また、地質情報の作り手・送り手の研究者が受け手のところにおいて直接説明してこそ、伝えたい情報が伝わり、かつ研究者の側からは、一般の方々何が知りたいと思っているかが認識できると考えた。

4. 地質学の分野のこれまでの取り組み

地質情報展の開催以前では、地質学の分野が主体的に一般社会に向けた研究成果の発表の場を設けた例として、日本地質学会等の行う市民講演会、地学団体研究会や日本地学教育学会等の行う日曜巡検など、地学団体研究会や地質調査所などの編集する普及書、また博物館が独自に行うイベントなどがあつたが、総じて研究者の方から積極的にアピールする機会は乏しかった。地質学が鉱産資源と直結していた時代は、実利的な社会貢献をしたが、国内鉱業が徐々に衰退していくにつれて、新たな社会貢献、すなわち地質情報の社会への浸透を目指すときに、研究者が研究活動の一部で

はないと、無意識的に避けてきたのではないだろうか。

他分野の例を挙げれば、(社)日本化学会は、全国高校化学グランプリや各地方支部での高校生向けのプログラムを組んでいる。関係者によれば、公害問題が発生したころから、一般市民が集まりやすいところで盛んに一般社会に説明をして認知してもらう場を設けたそうである。(社)応用物理学会では、科学と生活のフェスティバル、リフレッシュ理科教室などのイベントが行われている。(社)日本物理学会には、身近の科学—楽しい物理実験室というイベントがある。これらは、博物館等の施設を借りて、学会が主体的に非専門家に普及目的で活動しているものである。

しかし、地質学の分野が地質情報展開催以前に直接一般市民に向けた普及行事を組織的・継続的に行ってこなかったのは、意欲や普及を図るといった雰囲気がないだけでなく、今では産業界に確固たる基盤がないという予算的な制約もある。また、物理、化学の分野に比べて研究者の数が少なく、地方で大規模にイベントを行うことが不可能であったとも考えられる。このため、地質情報展は、研究者数約230人を擁する地質調査所が人的・予算的に中心になって行っている。

5. 過去3回の取り組み

5.1 地質情報展の内容の工夫

これまで3回の地質情報展の期日、入場者数、タイトル等は第1図に示したとおりである。3回とも地質調査所と会場となる機関、日本地質学会の共同主催である。後援は、県の教育委員会や地元報道機関にお願いした。主催者の役割として、地質調査所が展示・実習内容を受け持ち、運営は会場となる機関と共同で行った。タイトルについては、甲信越、中部の地質情報展では、それぞれの代表的な地質現象に基づくものとした。すなわち、甲信越の「フォッサマグナ」は松本周辺では小学生でも知っている言葉であることに着目し、中部の「20億年のタイムトラベル」はジュラ紀付加体中^{*1}の上麻生礫岩(Adachi, 1971)の片麻岩礫が20億年の放射年代を持ち(Shibata and Adachi, 1974)、日本最古の石であることから発想した。

地質情報展では体験コーナーはもちろん展示についても専門家が直接説明することを基本とした。専門家が直接説明することによって、多次元情報(例えば地

*1 上麻生礫岩は記載時はベルム紀に堆積したと考えられていた。

年度	期日	場所	タイトル	主催	後援	来場者数
平成9	1997年10月10日	福岡市立 少年科学文化会館 1階	九州地質情報展 「知っていますかあなたの大地 —地質学が探る九州島—」	地質調査所 福岡市立少年科学文化会館* 日本地質学会		500人強
平成10	1998年9月26-27日	信州大学 共通教育センター 第2講義棟1階 (松本)	甲信越地質情報展 「ザ・フォッサマグナ」	地質調査所 信州大学理学部 日本地質学会	長野県教育委員会	1162人
平成11	1999年9月15日-10月11日 (プレ展示)9月15日-10月7日 (本展) 10月9日-11日	名古屋市科学館 天文館1階 天文館1階 理工館1階	中部地質情報展 「20億年のタイムトラベル」	地質調査所 名古屋市科学館** 日本地質学会	愛知県教育委員会 岐阜県教育委員会 三重県教育委員会 NHK名古屋放送局	2500人強

* 福岡市教育委員会の組織
** 名古屋市教育委員会の組織

第1図 過去3年間(1997~1999年)の地質情報展のデータ。

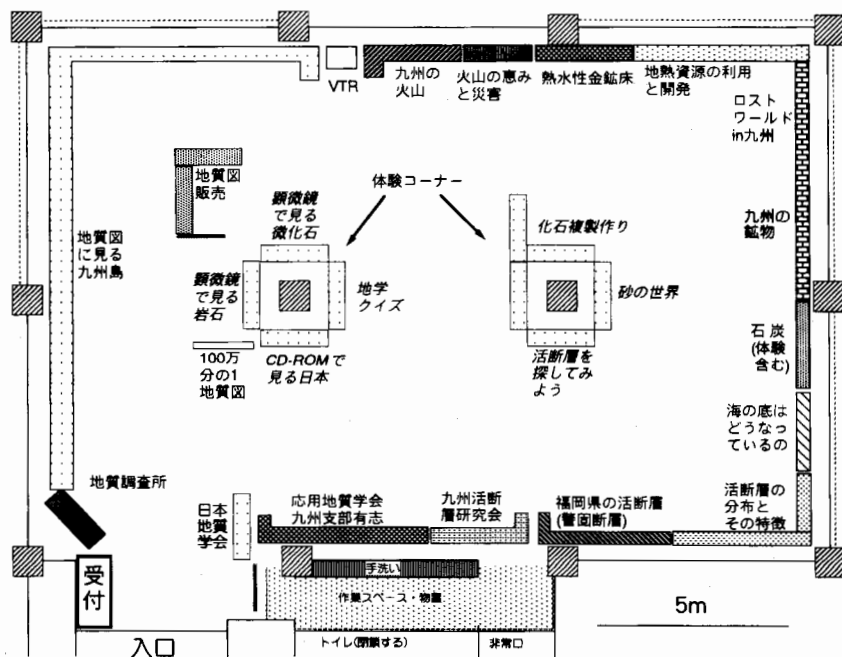
質図でいえば空間+時間+物性)をはじめとする来場者が日頃触れることの少ない情報を理解してほしいと考えたからである。また、研究者にとっては、自分の研究と社会との接点(例えば知識として役に立つのか、それとも実利に結びつくのかまた、どのような情報が期待されているのかなど)を認識できると考えたからである。

a. 展示

展示内容は各地質情報展ともその周辺地域にテーマを絞って、来場者に土地勘があって親しみやすいもの

を用意した。例えば、地質調査所が主体となったものには地質図を主体とした地質の紹介、活断層(とりわけ活断層のトレンチ調査の際のトレンチ内壁のはぎ取り)、火山の解説、地下水などの環境地質、重力などの地球物理、地球化学図、地熱資源、鉱産資源、さらに当該地域の観光ポスターの紹介が行われている。また、それぞれの地域の地質関係企業による応用地質分野の展示や開催地域周辺の博物館による鉱物、化石等の展示も行われている。すなわち、地質調査所を中心に、開催地の地質の専門機関が自前のデータを持ち

会場のレイアウト(少年科学文化会館1F)



第2図 九州地質情報展の展示・体験コーナーの配置。

寄って情報発信するという考え方でやってきた。

b. 体験コーナー

体験コーナーは、地質学が身近に感じられることを目的とし、「百聞は一見に如かず」という考え方で、自分で手を動かして“やってみる”内容のものを用意し

てきた。これまで企画運営は地質調査所がすべて受け持っている。例として、化石レプリカづくり、顕微鏡で見る微化石・岩石、航空写真から活断層の判読、岩石・鉱石の破壊、堆積実験、鳴き砂などが、年々種類と内容を増強しながら行われてきた。また、各展示に

展示タイトル(出展者)	展示内容
地質調査所どげんとか?	地質調査所紹介。イラストを使って組織・仕事についてわかりやすく紹介。
地質図に見る九州島	地質図の簡単な読み方の説明。また地質調査所出版の地質図幅のうち九州をよく表しているもの(以下)を選んで、写真、図、岩石資料を用いてやさしく展示。
地質図ってなに?	地質図の簡単な読み方の説明(宮地・河村による説明(本号)参照)。実際の岩石とイラスト中の岩石の形成場をテープで結んであってわかりやすく説明。
福岡周辺ってこんなところ	20万分の1長崎、福岡、唐津(2版)を貼り合わせて展示。5万分の1福岡、折尾の紹介。
地震、火山、歴史と湯の街「おおい」	5万分の1別府、大分、佐賀関、犬飼を貼り合わせて展示し、大分周辺の地質を紹介。
周防灘のちっちゃな火山	5万分の1姫島を紹介。姫島産の岩石の展示。
333年ぶりに噴出した九重火山	5万分の1宮原を用いて、九重火山の形成史を展示。
海溝でできた秘境椎葉村	5万分の1椎葉村、20万分の1延岡を用いて、付加体の地質構造と形成過程について展示。
巨大火砕流で壊滅した九州南部	20万分の1鹿児島、宮崎の貼り合わせて、九州南部の地質の全体像をわかりやすく紹介。
火山活動がもたらす金鉱山と地熱発電	火山の恵みと災害という総合的テーマのもと、九州の火山、熱水性金鉱床、地熱資源の利用と開発の3テーマで展示。
火山の恵みと災害	火山活動の発生の仕組みと、火山周辺での地熱資源、金鉱床の形成について説明。本テーマの総合的な展示。
九州の火山	雲仙、阿蘇、桜島の火山地質図と写真の展示。
熱水性金鉱床	金鉱床の形成について写真、イラストで説明。金鉱石を展示。三井金属鉱業株式会社(赤石鉱山)提供の金鉱石のプレゼント。
地熱資源の利用と開発	九州の地熱資源とその利用状況の展示。また地熱地域のボーリングコアの展示。
ロストワールドin九州ー	九州には白亜紀の海浜相の地層が数多くあり、恐竜を含む大型は虫類の化石が産出する。今回次の4つの地域の化石(実物標本及びレプリカ)をそれぞれの機関の協力を得て、地質学的背景と共に展示。
私たちの町にも恐竜がいた!?	関門層群産恐竜化石(実物標本)(北九州市立自然史博物館) 御船層群産恐竜化石(実物標本及びレプリカ)(脚船町教育委員会) 御所浦層群産恐竜化石(レプリカ)(御所浦白亜紀資料館) 姫浦層群と翼竜、首長竜化石(レプリカ)(熊本市立熊本博物館)
九州の鉱物ー岡本・木下標本からー	宮崎県高千穂町の土呂久鉱山産ダンプリ石を初めとする地質標本館所蔵の九州産の貴重な鉱物の紹介。
石炭ー日本の近代化を支えた石炭は今ー	日本の近代を支えた九州の石炭についての紹介と、現在九州で唯一稼働している長崎県西彼杵半島の松島炭鉱(株)池島炭鉱についての紹介。
海の底はどうなっているの	骨材資源として重要な九州周辺の海底の堆積物のデータを紹介。
活断層の分布とその特徴	九州周辺の活断層の状況を50万分の1活構造図福岡、鹿児島、中央構造線活断層系ストリップマップ(四国地域)を用いて紹介。
福岡県の活断層(福岡県)	活断層とされている警固断層(福岡市)のトレンチ断面のはぎ取りを展示(展示協力、応用地質(株))。
(応用地質学会九州支部有志)	長崎の地滑りや雲仙の火山災害など、人間社会に貢献する地質学という観点からの6展示。
鹿児島県北西で起こった地震の被害	1997年3月に鹿児島県北西部で起こった地震の被害状況と地質との関係についての展示(九州活断層研究会)。
1997年に発生した鹿児島県における地震災害	1997年7月に出水市で起こった土石流災害などの展示。
地すべり災害	地すべり発生直後と対策後の写真を展示し、施工地の内部の説明を写真をめくって見えるように展示。
がけ崩れと戦う	がけ崩れの要因と対策についての展示。
海岸平野のできるまで	有明海周辺の平野の形成過程についての展示。
雲仙菅貫岳の成長記録	写真とビデオによる雲仙菅貫岳の成長記録。
地質学会のコーナー(日本地質学会)	日本地質学会の兵庫県南部地震と地下水汚染のパンフレットの展示と配布。

*出展者未記入のものは地質調査所出展のもの

b	体験タイトル	体験内容
	CD-ROMで見る日本	理科年表読本「コンピュータグラフィクス日本列島の地質」(地質調査所監修、丸善(株)発行)を用いて、自分の住んでいるところの地質をコンピュータグラフィクスで表示させる。
	活断層を探してみよう	実体鏡を用いて航空写真から活断層を自分で見つける。例として阿寺断層(岐阜県)などを用いた。
	砂の世界一砂粒を調べてみよう	玄界灘に面した津屋崎の砂粒や砂漠の砂粒などを紙製プレパラートにして実体顕微鏡で観察し、その違いと理由を考えてみる。ホール紙と両面テープを用いた簡便な方法。
	顕微鏡で見る微化石	珪藻化石、放散虫化石を実体顕微鏡で観察する。それらの小ささ、美しさ、示準化石としての重要性を理解する。
	偏光顕微鏡で見る岩石	雲仙普賢岳溶岩ドームの岩石などを双眼偏光顕微鏡を用いて観察する。直交ニコルでの美しさ、その観察から鉱物種、岩石種が同定できることを理解する。
	体験コーナー—化石のレプリカを作ろう—	用意された本物の化石から作った型に自分で石膏を流し込んで化石のレプリカを作成。
	地学クイズ	地質標本館のパソコンで稼働中の地学クイズのソフトを会場のパソコンでそのまま用いた。
	石炭	来場者に松島炭鉱(株)提供の石炭を実際に割ってもらい、プレゼントにした。自分で石を割る作業を行うところがポイント。
	ビデオコーナー	「生きている火山」、「伊豆大島1996年噴火」、「偏光顕微鏡の世界」などのビデオソフト(以上地質調査所)、「雲仙普賢岳の成長記録」(応用地質学会九州支部有志)の上映。

第3図 九州地質情報展の内容。

a. (右) 展示の一覧(斎藤, 1998を一部修正), b. (上) 体験コーナーの一覧(斎藤, 1998を一部修正)

関連して、温泉水のpHチェックやボーリングビットで岩石を掘ってみる、などの体験コーナーも行われている。

c. その他

甲信越地質情報展からは、会場内をくまなく回っていただくために、スタンプラリーやクイズラリー(第10図)を行っている。また、来場者が自宅でも地質の分野に興味を持ってもらえるように、各地域ごとにカラー年表を作成し、来場者すべてに配布している。さらに、記念品として日本の地質の下敷きや、教室に貼ってもらえるように地質標本館作成のポスターなどを用意している。

5.2 各地の地質情報展

a. 九州地質情報展

第1回地質情報展ということで、1日のみの開催となった。天気が良く、体育大会等とも重なったこと、主催者に宣伝のノウハウが少なかったこともあって、思ったほど来場者が伸びなかった。会場の福岡市立少年科学文化会館は福岡市中心部にあり、その1階の学習室(広さ約300m², 第2図)で開催した。各展示・体験コーナーの配置は第2図に、リストはそれぞれ第3図a, bに示した。主な展示として、福岡市内を通る活断層(警固断層)のはぎ取りの展示、石炭の展示、雲仙普賢岳、阿蘇山等の火山の展示、金鉱石の展示、恐竜化石の展示があった。体験コーナーでは化石のレプリカ作りや砂の実体顕微鏡観察、などが行われた。

記念品として、松島炭鉱(株)池島鉱業所提供の石炭を地質の解説をつけて配布した。当日午後、来場者にハンマーで石炭を割ってもらったところ大変好評で、甲信越地質情報展以降の「岩石・鉱石を割ってみよう」という体験コーナー(第4図)につながった。石を割るという体験が岩石を知る重要な手段となることが初めて認識できた。

b. 甲信越地質情報展

九州地質情報展が好評で、1日間の開催では短く、展示をさらに有効に用いた方がいいという意見が多方面からあり、2日間の開催となった。会場は信州大学



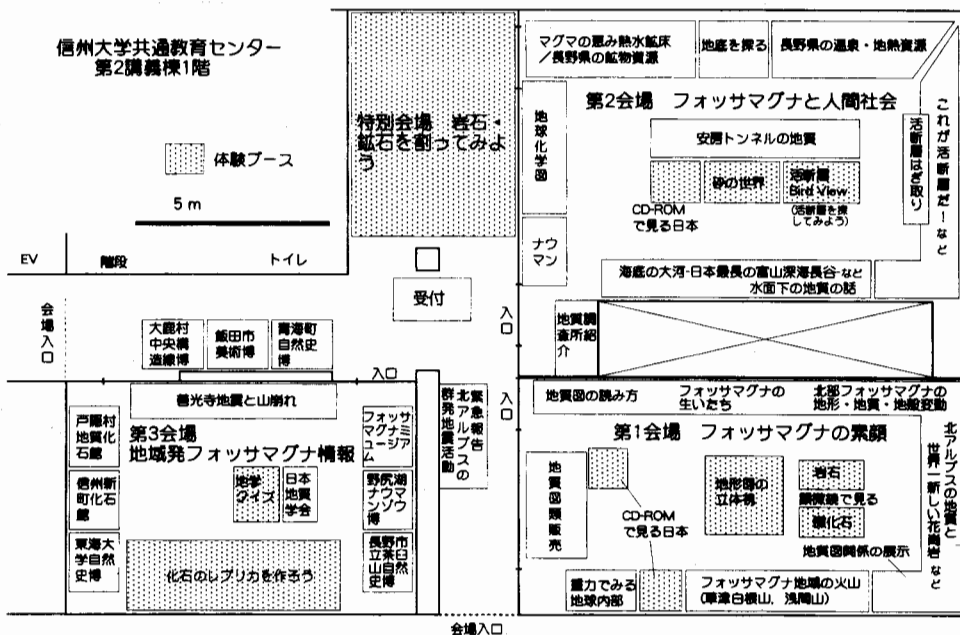
第4図 「岩石・鉱石を割ってみよう」の様子。ゴーグル等、安全策にも配慮している。甲信越地質情報展。写真提供、地質調査所産学官連携推進センター

旭キャンパス（松本）の共通教育センター第2講義棟1階で、九州地質情報展とほぼ同様の広さで行われた。大学内の会場のために、来場者にはやや敷居が高かったと思われる。秋雨前線の影響で天候が悪く、九州地質情報展開催地の福岡市と比較して、周辺の人口が比べものにならないほど少ないことを考えれば、たいへん多くの来場者があったといえる（第1図）。熱心な一般の来場者が多く、地質や地学教育に関心の深い風土が感じられた。また、新聞等での報道や開催日前日にNHKで設営後の会場風景や化石のレプリカ作り（第5図）のデモが放映されたことなども来場者の数に影響していると考えられた。

各展示・体験コーナーの配置は第6図に、リストはそれぞれ第7図a, bに示した。主な展示として、穂高岳・槍ヶ岳周辺の地質、世界で最も新しい花崗岩(Harayama, 1992)、糸静線活断層系の断層トレンチ壁面のはぎ取りが挙げられる。また、北アルプスの群発地震についても緊急展示という形で行われた。部屋が3つに分かれていて（第6図）、展示・体験コーナーの配置の自由度が少なく、一部に混み合ったところがあったのはやや残念であった。特筆すべきは、展示された地質図の販売について一般の方からの要望が高かったことであった。大都市ではないがゆえに、一



第5図 化石レプリカの作成風景。甲信越地質情報展。写真提供、地質調査所産学官連携推進センター



第6図 甲信越地質情報展の展示・体験コーナーの配置（斎藤ほか，1999を一部修正）。

a

タイトル	内容	担当(所属なし=地質調査所)
第1会場 フォッサマグナの泉源		
地質図でみたフォッサマグナ		竹内圭史・中野 俊(調整)
日本列島の地質	100万分の1日本地質図第3版を展示。	
地質図の読み方	地質図は理解と想っている方々に、地層のできたこととそれらの分布を示した地質図が簡単に理解できる方法を説明。一般的に地質図に出てくる岩石を展示。	富地良典
フォッサマグナってなに?	フォッサマグナの定義を簡略化した地質図を基に解説。	竹内圭史
フォッサマグナの生いたち	フォッサマグナが誕生してから現在までの歴史をわかりやすく展示します。	竹内圭史・富地良典・長森英明
北部フォッサマグナの地形・地質・地殻変動	本年出版されたばかりの20万分の1「長野」をもも長野県北部全域の地質図を展示。フォッサマグナ北部の地質のすべてがわかる展示。	加藤誠一
南アルプスの地質	西南日本の基礎をなす基本的な地質がすべてみられる南アルプス北部の5万分の1地質図編「高道」「市ノ瀬」を対象に地質調査から地質図ができていくまでを表現。	湯浅真人・牧本 博
北アルプスの地質と世界一新しい花崗岩	種高道峰には世界でも新しい花崗岩があります。地質図とともにこの世界でも新しい花崗岩の裏面を展示。	中野 俊・原山 智(信州大)
ハッケ岳の地質	ハッケ岳周辺の5万分の1地質図編を基に、ハッケ岳の形成史を解説。	中野 俊・伊藤順一
火山を探る-浅間火山・草津白根火山-	甲信越地域の活火山の分布を示すとともに、特に浅間山、草津白根山について火山地質図を展示し、その歴史をわかりやすく展示。火山の地形、火山の恵みと災害のポスターも展示。	伊藤順一
重力で見る地球内部	地下に重い地層があれば、地表での重力の値は大きくなります。これを利用して目に見えない地下のことがかなりわかります。大きな裂け目であるフォッサマグナの地下がどうなっているか見てみましょう。	駒沢正夫
地質図録の販売	地質調査所発行の地質図録の紹介と販売。地方で手に入れにくい方のために。	地質情報サービス(株)・斎藤 賢
第2会場 フォッサマグナと人間社会		
地質調査所紹介	日本で唯一の総合的な地球科学の研究所である地質調査所の紹介。	有田正史
地質調査所とナウマン	ナウマンはお雇いドイツ人地質学者で明治初期に日本に地質学をもたらした。地質調査所の設立を奨励した。設立後は指導的役割を果たした。彼の日本での足跡を紹介。	有田正史・岸本清行
これが活断層だ	地質調査所が行った長野県池田町域内のトレンチ調査で、活断層をばき取って作った断面標本(2.8x1.5m)を展示。この断層を食む糸魚川-静岡構造線の活断層についても解説。トレンチ調査の実験を解説した模型も展示。	羽谷豊彦
マグマの恵み熱水鉱床/長野県の鉱物資源	火山をつくるマグマの活動は災害だけでなく、鉱産資源や温泉などの地熱資源や美しい景観をもたらします。ここではマグマの活動によって鉱床ができるまでをやさしく解説するとともに、信州の鉱床についても展示。	青木正博・須藤定久
長野県の温泉・地熱資源	長野県の温泉の分布状況を紹介。また大町市の高瀬川上流部、碓氷沢にある「噴気地帯」と「白い滝」についても紹介。	高橋正明・佐藤 努(調整:藤本光一郎)
地震の発生している場所での総合観測井-地震発生の本質を探る-	長野県西部地震の起こった王滝村ではその後も地表面近くで小さな地震が起こっています。ここでボーリングを掘り、地下の状況を探りました。この結果とボーリングによって地下深くから得られた岩石を展示。	伊藤久男(調整:藤本光一郎)
地球化学図-元素の分布から何がわかるか?	地球化学図は地殻の元素の分布図で、天然の元素分布と人間活動の影響を示し、人為的汚染の解明に役立ちます。地質調査所が作成した日本の例を紹介。また、分析の元となる川砂の中から重金属を実体顕微鏡で紹介。	今井 登・御子兼真澄
安房トンネルの地質	安房トンネルは、横岳の南側を貫く全長4.37kmのトンネルです。火山の脇を貫く過去に例のない工事です。出水、高温などの悪条件を地質工学の粋を凝らして克服しました。地質からみた安房トンネルの実験の展示。	斎藤 賢(パナソニック提供:建設省高山国道工事事務所所見出張所)
フォッサマグナに続く海と中の湖(海底の地層の調査法)	海洋底の地質の調査法を簡単に紹介。	池原 研(調整)
プレート境界の深い海-駿河湾の地形と地質-	フィリピン海プレートが日本列島に沈み込む駿河湾の地形と地質を音波探査記録とともに紹介。	池原 研・岡村行信
諏訪湖は温泉に変わっていくのか	諏訪湖は数百年後には温泉になってしまう? 諏訪湖の堆積層を基にした展示。	中尾征三
海底の大河-日本最長の富山海底長谷-	富山湾から日本海中部まで北アルプス北部の土砂を運ぶ谷が存在。その驚くべき実験の紹介。	中嶋 健
第3会場 地域発フォッサマグナ情報		
善光寺地震と山崩れ	1847年に長野盆地西縁活断層系の活動によって善光寺地震が起こり、多数の山崩れが発生し、甚大な被害が出ました。これについて、真田宝物館所蔵の信州地震大絵図(写し)とともに解説。	長野県地質ボーリング調査協会
地元自然史系博物館ダイジェスト	フォッサマグナ地域に關係した自然史系博物館9館が一瞥に会ってエッセンスを展示。	長森英明(調整)
野尻湖における最終氷期の自然と人間	野尻湖周辺には4万年ほど前には原人も住み、ナウマンソウも住んでいました。このナウマンソウの白歯、切歯(牛)も展示。	野尻湖ナウマンソウ博物館
ナウマン博士とフォッサマグナ	フォッサマグナを命名したナウマン博士の紹介と糸魚川-静岡構造線の紹介。	フォッサマグナミュージアム
末層層群からみつかった恐竜の足跡化石-日本最古の恐竜化石-	長野県北西部に分布するジュラ紀前期末層層群の恐竜足跡化石の紹介。今話題の手取層群のものより1億年近く古い。	長野市立末白山自然史博物館
大地の生い立ちをもとめて	ジュラ紀の下の化石や様々な化石を展示。	戸隠村地質化石館
フォッサマグナの海・セイウチの海	フォッサマグナはできた頃には海が広がり、セイウチなどの海棲ほ乳類も生活していました。その中のセイウチの頭骨の化石を展示。	信州新町化石館
恐竜の博物館-静岡県の自然	恐竜の骨格の博物館の紹介と、南部フォッサマグナの地質の紹介。	東海大学自然史博物館
フォッサマグナの下はどうなってる?	中央構造線の写真とマイロナイトの実物が旺盛	大蔵村中央構造線博物館
最終氷期末期の埋没林-水河時代の伊那盆地の古環境-	大きな埋没林の埋没化石を展示。	飯田市美術博物館
町ぐるみ博物館	本物のひすいの大きな原石が旺盛。種は想像もつかない。	青海町自然史博物館
その他		
緊急報告「北アルプスの群発地震活動」	今年8月から始まった北アルプスの群発地震活動の震源分布を新層などが書き込まれた地質図の上に示した。過去の北アルプスの群発地震活動も広域的な地質図にのせて展示。地震の発生メカニズムを地質と関連づける展示。	信州大学理学部・地質調査所・京都大学防災研究所地震予知観測センター(担当:角野由夫(信州大)・斎藤 賢)
信州地域の地質関連自治体観光ポスター	地方自治体の観光ポスターのうち、フォッサマグナ地域関連のものを選んで展示。黒部山、霧ヶ峰、養ヶ原、猿立山道峰、鹿島峠、諏訪湖と上諏訪温泉など。	湯沢 正康夫(長野県教育委員会)
クリエイティブ「ジコくんの悪戯」	この情報展のイメージキャラクターのジコくん(恐竜)がフォッサマグナを作る! パソコンでCD-ROMの実演の企画に放映。子供に大人気。	河村幸男(協力:谷田節信郎、佐藤 努、田沼弘次)

体験タイトル	体験内容	制作運営
CD-ROMで見る日本 フォッサマグナを見る 重力と地震について見る 地震と活断層について見る	理科年表読本「コンピュータグラフィクス日本列島の地質」(地質調査所監修、丸善(株)発行)を用いて、自分が住んでいるところの地質をコンピュータグラフィクスで表示させる。3台のパソコンを用意してそれぞれにテーマを持たせ、来場者が操作できるようにした。	巖谷敏光
活断層Bird View	実体験を用いて航空写真から活断層を自分で見つける。例として牛伏寺断層(長野県)などを用いた。	初谷慶彦
砂の世界—砂粒を調べてみよう—	信州地域の河川の砂粒や砂漠の砂粒などを紙製プレバートにして実体験微鏡で観察し、その違いと理由を考えてみる。ホール紙と両面テープを用いた簡便な方法。	有田正史 池原 研
顕微鏡で見る微生物の世界	放射虫化石、コノドント化石を実体験微鏡で観察する。それらの小ささ、美しさを体験するとともに、示準化石としての重要性を理解する。	中江 訓
偏光顕微鏡で見る岩石の世界	乗鞍火山をはじめ信州の著名な岩石を0.02~0.03mm程度の薄さに削り、プレバートにしたものを双鏡偏光顕微鏡を用いて観察する。直交ニコルでの美しさと、その観察から鉱物種、岩石種が同定できることを理解する。	西岡芳晴
体験コーナー —化石のレプリカを作ろう—	本物の化石から作った型に自分で石膏を流し込んで化石のレプリカを作成する。アンモナイト、三角貝など8種類の型を用意した。	利光誠一 坂野靖行 柳沢幸夫
クイズde地質標本館 —めざせ!!地球もの知りはかせ—	地質標本館のパソコンで稼働中の地学クイズのソフトを基にした地学クイズ。会場のパソコンで来場者が挑戦した。	坂野靖行 利光誠一 柳沢幸夫
地形図の立体視	青赤メガネ、または平面プリズムメガネで立体視できるフォッサマグナ地域の地形図を用意し、それらのメガネで観察する。足もとのものは人工衛星から見た気分で地形を理解できる。平面プリズムメガネはサンプル地形図と共に会場で販売。	岸本清行 有田正史
岩石・鉱石を削ってみよう	フォッサマグナ地域の岩石、鉱石をハンマーで削ってみる。鉱石からは様々な鉱物が見つかる。岩石からは化石ができるものも。参加者は鑑定書とともに岩石、鉱物を持ち帰ることができる。	青木正博 中野 俊

第7図 甲信越地質情報展の内容。

a. (前頁) 展示の一覧(齋藤ほか, 1999を一部修正), b. (上) 体験コーナーの一覧(齋藤ほか, 1999を一部修正)

般の方には地質図が購入しにくいことや、地元地質調査業協会を通して、地質図販売の宣伝が行われたためと考えられた。

c. 中部地質情報展

名古屋市科学館の特別展という形で、9月15日~10月11日までの長期開催となった。9月15日から10月7日までは、名古屋市科学館天文館1階で展示のみのいわばプレ情報展であった。地質学会年会開催期間と重なる10月9日~11日には天文館1階、理工館1階、理工館と天文館の間のスペースを用いて、体験コーナーを加え、展示には説明者のついた本来の形式の地質情報展を行った。名古屋市科学館は名古屋中心部にあり、日本の科学系博物館で3本の指にはいる集客力を持つと言われる同館で行えたのは幸運であった。

各展示・体験コーナーの配置は第8図に、リストはそれぞれ第9図a, bに示した。

主な展示として、タイトルにも用いた日本最古の石、近年上宝村で見つかった日本最古の化石(オールドビス紀のコノドント; 東田・小池, 1997)と地層、猿投山北断層のはぎ取り、伊勢湾の地質などが挙げられる。それぞれの内容については地質ニュース2000年2~4月号(No. 546~548)に特集が組まれているので、ここでの詳しい言及は避ける。体験コーナーにつ

いても堆積実験など企画が増え、従来からの企画の内容も充実した。

前半のプレ情報展では、入館者が到達しにくい場所であったことや、内容が地質図を中心とした難しいものが多いにもかかわらず説明者がいなかったことなどの問題点があり、あまり効果的ではなかった。地質情報展にはかみ砕いて解説する説明者が必要ということを実に示したケースとなった。また、宣伝の面でも、小規模で体験コーナーのほとんどない「プレ展示」の様子がNHKで放映されたために、おもしろさが伝わらず、効果が少なかったと考えられる。

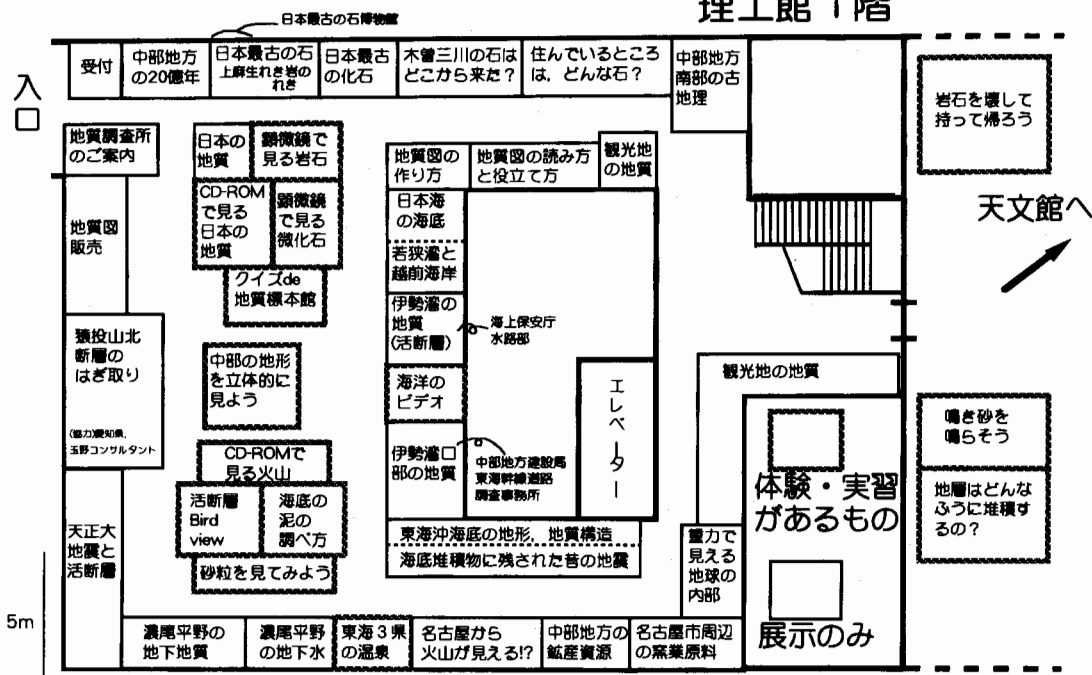
後半の本展では、2,500人以上の来場者があり、体験コーナーはもちろんのこと、展示にクイズを配置して全部解答をすると記念品がもらえるクイズラリー形式(第10図)にしたために、多くの来場者に中部地方の地質について関心を持ってもらえたと思われる。

6. 総括と今後の展望

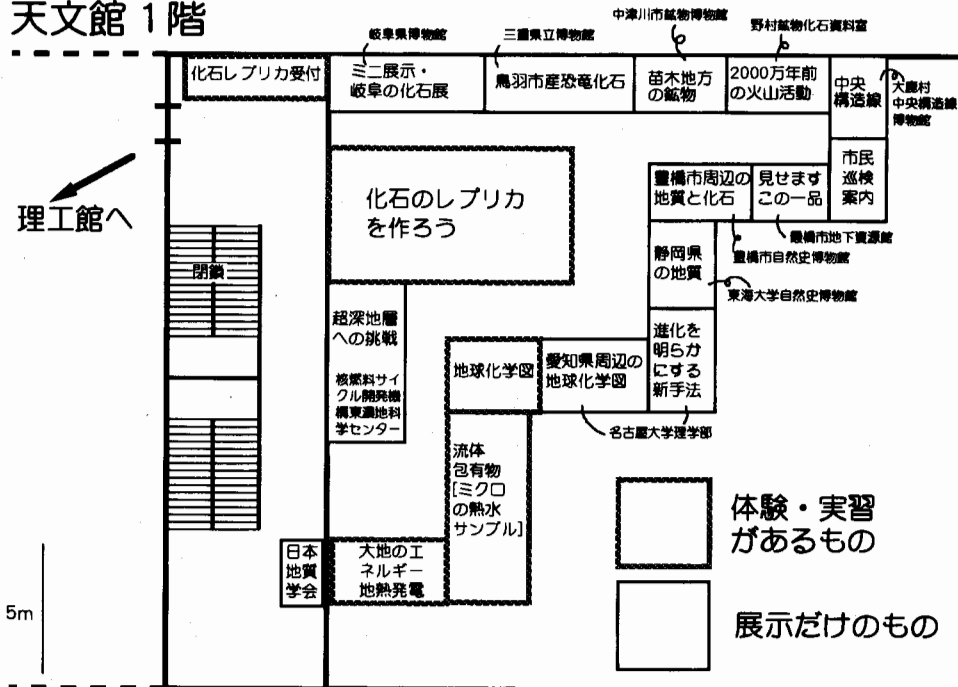
6.1 展示について

これまでの3回の地質情報展では、非専門家の来場者に地質情報をわかりやすく伝えることを目的としてきた。主催者事務局では、展示物について小学校高学年(難解でも中学生)の知識でわかるもの、きれいで見やすいものを展示するようにと、展示物作成にあた

理工館 1階



天文館 1階



出展者の表示のない展示・体験は地質調査所の制作・運営

第8図 中部地質情報展の展示・体験コーナーの配置 (斎藤, 2000).

展示ブース一覧(●印:9月15日-10月11日, ◎印:10月9-11日)	企画・調整	制作
a 地質調査所関係		
● 地質調査所紹介	産学官	産学官
● 中部地方20億年の記録	斎藤(眞)	斎藤(眞)
地質関係		
● 私の20億年-上麻生礫岩の謎-	斎藤(眞)・今井	斎藤(眞)・角井
● 日本最古の化石と地層	尾崎(正)	斎藤(眞)・東田(名古屋大)
● 木曽川・長良川・揖斐川の河原の石ころはどこから来たの?	尾崎(正)	斎藤(眞)・脇田
● 住んでいるところは、どんな石からできているかな?	尾崎(正)	斎藤(眞)・尾崎(正)
● 中部地方南部の古地理-2200万年前から現在まで-	尾崎(正)	吉田(史)
● 地質図の読み方と役立つ方	尾崎(正)	宮地・尾崎(正)・木村(克)
● 地質図のできるまで	尾崎(正)	宮地・尾崎(正)
● 名古屋から火山が見える!?	尾崎(正)	中野(俊)
◎ 地質関係観光ポスター	斎藤(眞)	斎藤(眞)
海洋地質関係		
● 海の底の調べ方	池原	池原
◎ 日本海の海底の様子-若狭湾沖の海底の環境と堆積物-	池原	片山
◎ 沈降する若狭湾と隆起する越前海岸	池原	山本(福井大)*
◎ 伊勢湾の地質-活断層と埋積された山地-	池原	海上保安庁水路部
◎ 海洋関係ビデオ	池原	池原
◎ 伊勢湾口の地質	産学官*	中部地方建設局
● 東海沖の海底表面の構造	池原	倉本・池原
● 何が見える? 東海沖海底の地質構造	池原	荒井
地球物理関係		
◎ 重力で見る地球の内部	駒沢	駒沢
地球化学関係		
◎ 地球化学図-元素の分布からなにがわかるか-	今井	今井
◎ 愛知県周辺地域の地球化学図	今井	田中(名古屋大)*
地熱資源関係		
● 愛知・岐阜・三重3県の温泉(体験付)	水垣	水垣
◎ 大地のエネルギー 地熱発電	水垣	水垣
◎ 流体包有物 -ミクロの熱水サンプル-	水垣	佐藤
● 地熱ポスター(「八丈島地熱発電所」(東京電力), 「地球にやさしいエネルギー」(大日本図書・日本地熱調査会))	水垣	
鉱物資源関係		
◎ 中部地方の鉱物資源	内藤	内藤・須藤(定)
◎ 名古屋市周辺の蕪業材料 (協力:島根大 中山勝博氏)	内藤	内藤・須藤(定)
環境地質関係		
◎ 濃尾平野の地下水流動と地下の温度分布	内田(洋)	内田(洋)
● 濃尾平野の地下地質	伏島・吾妻	伏島・吾妻・須貝(東大)*
地震地質関係		
● 天正大地震と活断層	吾妻・伏島・杉山(雄)	吾妻・伏島・杉山(雄)・須貝(東大)*
◎ 猿投山北断層の標本 (協力:愛知県, 玉野総合コンサルタント)	吾妻・杉山(雄)	吾妻・杉山(雄)
博物館, 大学, 学会, 特殊法人, 地方自治体など		
● 上麻生礫岩	産学官*	日本最古の石博物館+
● 2000万年前の火山活動を探る-蜂谷累層の火砕岩類と噴出環境-	産学官*	野村鉱物化石資料室
● 苗木地方の鉱物	産学官*	中津川市鉱物博物館+
● 日本列島最大の断層-中央構造線と鹿塩マイロナイト	産学官*	大鹿村中央構造線博物館
◎ ミニ展示-岐阜の化石展	産学官*	岐阜県立博物館
◎ 鳥羽市産恐竜化石	産学官*	三重県立博物館
◎ 豊橋市周辺の地質と化石	産学官*	豊橋市自然史博物館+
◎ 見せませす! この逸品	産学官*	豊橋市地下資源館
◎ 静岡県地質	産学官*	東海大自然史博物館
◎ 超深地層への挑戦-東濃地科学センターの役割	産学官*	核燃料サイクル開発機構東濃地科学センター+
◎ 名古屋大学	産学官*	名古屋大学
● 市民巡検のお誘い	産学官*	竹内(誠)(名古屋大)*
◎ 日本地質学会の紹介	湯浅	日本地質学会事務局

体験ブース一覧(●印:9月15日-10月11日, ◎印:10月9-11日)	企画・調整	制作・実演
◎ 顕微鏡でみる微化石の世界	尾崎(正)	中江・西岡
◎ 顕微鏡でみる岩石の世界	尾崎(正)	西岡・久保
◎ CD-ROMで見る日本の地質(100万分の1日本地質図第3版付)	尾崎(正)	巖谷
◎ 岩石を見て・触って・壊して・持って帰ろう!	尾崎(正)・内藤	内藤・西岡・尾崎
◎ 簡単な堆積実験をやってみよう	尾崎(正)	兼子・宮地・池原・小松原・内田(洋)・伏島
◎ CD-ROMで見る火山と火山岩の産状	尾崎(正)	鹿野・巖谷
● クイズde 地質標本館 —めざせ!!地球もの知りはかせ—	坂野・利光	坂野・利光・柳沢(幸)
◎ 体験コーナー —化石のレプリカを作ろう—	利光・坂野	利光・坂野・柳沢(幸)・奥山・中澤(努)
◎ 中部の地形を立体的に見よう	岸本	岸本
◎ 海底の泥を見る	池原	池原
◎ 砂粒を見てみよう!	有田	有田
◎ 活断層Bird view	吾妻・伏島	吾妻・伏島

第9図 中部地質情報展の内容。

a. (右) 展示の一覧(斎藤, 2000), b. (上) 体験コーナーの一覧(斎藤, 2000)

無印=地質調査所, *印=元地質調査所
産学官=産学官連携推進センター
+印 日本地質学会一般向け見学旅行実施機関
▲印 連絡調整のみ

クイズラリー解答用紙

- Q1. 日本最古の石は 地層は新しいヨ
 1. 約20億年前の地層からみつかった Q1
 2. 約1億7000万年前の地層からみつかった
 3. 約4億5000万年前の地層からみつかった
- Q2. 日本最古の化石は 展示をよく読んで
 1. 約20億年前の地層からみつかった Q2
 2. 約1億7000万年前の地層からみつかった
 3. 約4億5000万年前の地層からみつかった
- Q3. 付加体とよばれる複雑な地層ができていところはどこでしょうか? 今、日本の近くでもできてヨ
 1. 海溝の近く Q3
 2. 大陸の真ん中
 3. 海嶺の近く
- Q4. 養老山地が出来はじめたのは、いつ頃でしょうか? 人類の誕生より前さ
 1. 1500-1400万年前 Q4
 2. 350-300万年前
 3. 100万年前
- Q5. 海の深さや海底下の地層の様子を調べるのに何が使われるでしょうか? 水の中では**はよく聞こえます
 1. 電波 Q5
 2. 音(音波)
 3. レーザー光
- Q6. トレンチ法では地層の年代を精密にきめてやる必要ががあります。それに適した地層はどれ? 炭素をはかります
 1. 植物や泥などを含んだ黒っぽい地層 Q6
 2. 粗い砂や石を多く含んだ地層
 3. 花崗岩などの固くしまった岩石

- Q7. 濃尾平野は養老断層の活動によって沈んでいますが、その沈んでいく速さは平均でどのくらいでしょうか?
 1. 1年間に1mm程度 Q7
 2. 1年間に1cm程度 人間の感覚ではゆっくりですが...
 3. 1年間に1m程度
- Q8. 放射能線はどんな地層の所に多いでしょうか?
 1. 花崗岩 Q8
 2. 第四紀の地層
 3. 火山 図にそのものです
- Q9. 木節粘土や蛙目粘土にたくさん含まれている高級磁器に適した粘土は何でしょうか?
 1. カオリン Q9
 2. パファリン
 3. タワリン
- Q10. 恐竜のいた時代はいつでしょうか?
 1. 新生代 Q10
 2. 中生代
 3. 古生代
- Q11. 愛知県などの広い地域の地球化学図を作るのに使われるのは次のうちどれでしょう。
 1. 川の砂 Q11
 2. 岩石
 3. 土 手間のかからない方法です
- Q12. ボーリング装置の先には岩を削って掘っていくビットとよばれるものがついています。さて、地下の岩石サンプルを取るためのビットはどっち。
 1. トリコンビット Q12
 2. コアリングビット 取った岩石をコアといいます

回答は展示物に書いてあります。でも近くにいた恐竜の名札をつけている人に聞けばきくと教えてくれます(教えられない人は二セものか?)。全部できたら受付へ。

第10図 クイズラリーの解答用紙。各設問はそれぞれの展示物で最も理解して欲しい内容とし、展示物を見ながら答えられるよう各展示物内にも貼られた。各設問の作成は、第9図aの各展示制作担当者。

る研究者に求めてきた。そして、展示物の仮作成時に内容・体裁の査読も可能な限り行っている。展示物の見やすさの点では、パソコンが普及し、A0サイズが出力できるインクジェットプリンターの価格が大きく下がって利用可能になったことから、かなり鮮明でイ

ンパクトのある展示物が自在に作成できるようになっている。そして大型ラミネーターの導入によって、それらをラミネートしてさらにきれいな見やすさ、かつ輸送・保存に耐えうるようにすることも可能になっている。しかし、内容の点では、回を重ねるごとに平易

な展示物が増えているものの、学会発表もどきの難解な展示物はまだ残っている。これは各地域を研究している第一線の研究者が展示物を作成するために、担当者が毎回変わることも起因している。すべてが完全に正しいということばかりを目的とするのではなく、細かい例外は無視するくらいの柔軟な考え方で展示物を制作し、来場者が展示から頭の中で内容を簡単にイメージできるような展示を心がけるべきであろう。

また、テーマによって、非専門家の来場者に理解しやすいものと理解しにくいものがある。例えば、鉱山についての展示は身近な製品と結びついていればわかりやすい。中部地質情報展で行われた名古屋市周辺の窯業材料の展示（原料の陶土とそれから作られた食器類などの製品を関連づけた展示）がこの例にあたる。地熱発電なども比較的理解しやすいものの部類に入る。つまり研究の目的が身近なものである方が理解されやすい。一方、地質図、海洋地質図、地球化学図、重力図などの図面類は、2次元ないし3次元の地理情報の上に、さらに時代、岩相、数値などの情報が重なっている。このため地図を読めるのが理解の前提となる。また、直接的に来場者の身近なものに結びつきにくい。このためそれぞれの情報の目的を来場者の身近な物・場所を例にして示す必要がある。この種の地質情報の目的を従来から「国土の基本的な情報」であるから重要」と、作成する研究者は抽象的に述べてきたが、より具体的に、例えば地質図であれば地域ごとの災害、環境に基づく建造物の立地条件に関係していることなどを、それぞれの来場者の身近なところに具体例を求めて説明していくことが、来場者の理解を助ける。同様の説明方法を広く行うことこそ、今後地質の分野が社会から必要とされていくのかどうかの鍵を握っていると考えられる。このようなことを心がけた展示を更に工夫するとともに、来場者それぞれの興味に応じた情報を専門家が多次元情報から抜き出して説明していくことが重要であると考えられる。

6.2 体験コーナーについて

体験コーナーは、開催地によって内容が大きく異なることは少ない。岩石破壊で使う岩石を地元産のものを使う、活断層を航空写真から判読する際に地元の活断層の航空写真を用いるなどの変更がある程度である。ただし、地質学的な現象を自分の目で確かめたり、石を割ったりして五感で感じることは、自然観察を基本とする地質学では特に重要であるので、地質調査所の研究者の創意工夫で数・内容とも充実してきている

(第3図b, 第7図b, 第9図b)。本来は、野外に出て実際のものにふれてみるのが望ましいが、展示会形式では困難である。その部分については1999年より日本地質学会主催の巡検で市民向けのもので各地元博物館を中心にして行われるようになってきている。

6.3 来場者層と宣伝効果

専門家以外の来場者のうち、目立つのは地質を専攻する学生、保護者同伴の小学校低学年層、中・高学年層である。主催者側としては、これから社会を担っていく小学校高学年～高校生程度の層と彼らを指導する教員層により多くの来場を期待している。このためポスター・ビラ等の宣伝は学校に集中的に配布してきた。しかし、その層の来場者が逆に少ないことが毎回の問題点である。この理由として、興味がない、時間的余裕がないといった理由が考えられるが、確認するまでには至っていない。

宣伝活動（地質情報展自体、地質学の宣伝であるが）には、予算的、時間的コストをかけ、ポスター、ビラ、科学雑誌への投稿、ホームページの作成とリンクの要請等を精力的に行ってきた。また、後援していただいた県教育委員会等にもポスター、ビラの配布をはじめとして力を貸していただいた（県教委によってはさまざまな理由から地質情報展に協力しにくいところがあった）。今後も教育関係者と相談しながら特に小学校高学年～高校生程度の層と教員層が来場しやすい方策を考えていく必要がある。例えば学校の生徒が授業の一環として来場できるような、平易な内容と行政の下地作り（前年度からの計画と教育委員会との密接な連携）をしていく必要があると考えられる。

6.4 今後の展望

地質情報展は3年たつて軌道に乗り、それぞれの地域に即した情報を、その地域の一般の方々にも知ってもらうという趣旨については、開催地ごとには成果を挙げつつある。それとともに、地質情報展に携わった研究者、また地質情報展を見た研究者に、情報を受け手に直接届かせなければ意味が薄いという意識が向上した。

日本全体を見渡して、一般の人々に地質情報展の効果が現れていくのは、まだ先になるが、成果を上げていくには継続していくことこそがすべてである。そして地域に密着した情報をさらに出していけるよう、地質学の分野全体で地域ごとの地質情報普及のシステム作りをしていく必要がある。すなわち地質情報展は、それぞれの地域における地質情報普及のモデル

ケースになるとともに、開催地域において、全国をカバーする情報を持つ地質調査所と地域情報を持つ大学、博物館、民間企業等の連携を促し、それぞれの地域における地質情報の一般社会への流通システムになっていくことを期待したい。

これまで地質情報展開催のために、前例がないことをするという“お役所”にとって最も不得手なことを、地質調査所内外で行ってきた。これには抵抗もあったが、支援していただける人々のおかげで地質情報展は軌道に乗った。研究についても、普及活動についても(普及活動は研究の最終段階であるが)、前例を打ち破って行ってこそ発展があるのだと考えたい。

謝 辞 地質情報展を始めるにあたって当時の地質調査所の有田正史統括研究調査官、加藤碩一企画室長(現次長)から思う存分やってみようようにと後押ししていただいた。これがなければ地質情報展は始まっていない。そして、有田氏から責任を引き継いだ湯浅真人産学官連携推進センター長や実行委員会に加わって地質情報展を作り上げた研究官、事務官、関係各機関など多数の方々の努力がここまで地質情報展を盛り上げてきた。関係されたすべての皆様に深く感謝する次第である。

付 記 中部地質情報展の地質調査所作成の展示物については無料で貸し出し可能である。詳しくは、地質調査所産学官連携推進センターホームページ内の <http://www.gsj.go.jp/oLT/sgk/kouho/event/joho99/pr.html> を参照されたい。

また、平成12年度(2000年)は、山陰地質情報展

「地質が明かすくにびきの里」として、松江市の「松江テルサ」1階で9月29日～10月1日の3日間行われた。いっそうの発展を期待したい。

文 献

- Adachi, M. (1971): Permian intraformational conglomerate at Kamiaso, Gifu Prefecture, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **77**, 471-482.
- Harayama, S. (1992): Youngest exposed granitoid pluton on Earth: Cooling and rapid uplift of the Pliocene-Quaternary Takidani Granodiorite in the Japan Alps, central Japan. *Geology*, **20**, 657-660.
- 斎藤 眞 (1998): 九州地質情報展「知っていますかあなたの大地—地質学が探る九州島—」報告. 地質ニュース, No. 522, 28-31.
- 斎藤 眞・有田正史・谷田部信郎・吉田朋弘 (1999): 甲信越地質情報展「ザ・フォッサマグナ」報告. 地質ニュース, No. 535, 52-56.
- 斎藤 眞 (2000): 特集 誌上再現, 中部地質情報展「20億年のタイムトラベル」. 地質ニュース, No. 546, 10-15.
- 斎藤 眞・湯浅真人 (2000): 中部地質情報展 20億年のタイムトラベル. 日本地質学会 News, Vol. 3, No. 3, 4-5.
- 斎藤 眞・佐藤喜男・横山勝三 (1994): 「末吉」地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 111 p.
- Shibata, K. and Adachi, M. (1974): Rb-Sr whole rock ages of Precambrian metamorphic rocks in the Kamiaso conglomerate from central Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, **21**, 277-287.
- 束田和弘・小池敏夫 (1997): 岐阜県上宝村一重ヶ根地域より産出したオルドビス紀コノドント化石. 地質雑, **103**, 171-174.
- 渡部影隆 (1996): 地学教育の歴史. 地学雑誌, **105**, 694-702.

斎藤 眞: 地質情報展—地質学の普及をめざした地質調査所の試み— 地学教育 54 巻 1 号, 47-59, 2001

〔キーワード〕 地質, 情報, 展示, 地質調査所, 普及

〔要約〕 著者の発案で、地質学の一般普及を目指した地質情報展を、地質調査所が主体となって、1997年より福岡、松本、名古屋と毎年開催した。地質情報は地域依存情報であり、当該地域の人々に理解されてこそ有効と考えたからである。この取り組みは開催地ごとに成果をあげつつある。また地質情報展に携わった研究者等に情報を受け手に届かせるという意識が向上した。今後の継続こそが地質学の分野全体の発展に寄与すると確信する。

Makoto SAITO: Geologic Exhibition, an Attempt for Geological Survey of Japan to Aim Wide Diffusion of Geologic Knowledge. *Educat. Earth Sci.*, **54**(1), 47-59, 2001

~~~~~  
**学 会 記 事**  
 ~~~~~

第3回常務委員会 議事録

日時及び場所：平成12年10月16日(月)午後6時～
 日本教育研究連合会 小会議室(4階)

出席者12名(以下50音順)：青野宏美，買手屋仁，
 渋谷 紘，清水政義，下野 洋，高橋 修，高橋
 典嗣，八田明夫，馬場勝良，濱田浩美，林 慶一，
 水野孝雄

議 題

1. 鹿児島大会の終了について

八田明夫鹿児島大会副委員長から，大会・巡検
 とも無事終了し，大会を引き受けてよかったとの
 挨拶があった。

2. 平成13年度以降の大会について

平成13年度は千葉で行う準備が進んでおり，
 日程は8月19日にプレ巡検・評議委員会，20～
 21日が本大会，22日が巡検の予定である。

平成14年は山口で行う方向で準備している。

3. 評議員選挙日程について

評議員選挙の公示を地学教育の11月号に掲載
 する。

選挙管理委員会は，粟野俊昭，猪郷久治，小川
 忠彦，高橋典嗣，および宮下 治委員の5名で構
 成する(以前の委員であった高橋 修および山崎
 良雄委員は辞任)。

4. 入会者・退会者について

事務局から以下に示す5名の入会者と，2名の
 退会者が報告され，承認された。

入会者：西村敬一(岡山)，今関理博(千葉)，
 橋屋光孝(東京)，三宅 明(愛知)，神鳥 亮(千
 葉)

退会者：諸橋浩樹(山口)，山下祥輝(福岡)

5. その他

学術奨励賞メダルデザインについて馬場勝良委
 員から提案があり，表面図案に星印を追加するこ

とで承認された。

このメダルは，今年度学術奨励賞受賞者から授
 与される。なお，希望があれば，以前の学術奨励
 賞受賞者は実費で購入することができる。

報 告

1. 各種常置委員会から

・編集委員会から，現在多数の投稿論文がある
 が，53巻5号の発行は印刷屋の都合で遅れて
 いることが報告された。

・行事委員会から10月14日(土)の日本地学教
 育学会シンポジウム—地学の楽しさと大切さを
 知ろう(東京北区「北とぴあ」)は約30名の参
 加者があり，盛会であったことが報告された。

・9月19日に行われた，第23回学校科目「地
 学」関連学会協議会(向丘高校)の議事録が配
 布された。

・センター試験検討委員会より，例年通り地学教
 育11月号で協力者の公募を行い，2月上旬に
 検討会を予定していることが報告された。

2. 寄贈・交換図書

事務局より，寄贈交換図書があったことが報告
 された。

3. その他

・第25回全国教育研究大会が11月7日に文京
 シビック小ホール(東京文京区)で行われる。
 この会で日本地学教育学会から，鈴木盛久氏が
 教育研究表彰を受ける。

・日本学術会議物理学研究連絡委員会から，「物
 理教育・理科教育の現状と提言」(平成12年6
 月26日)が送られてきた。

・教科「理科」関連学会協議会および教育課程検
 討委員会への出席が悪く，会の運営に支障をき
 たしていることについて議論した。

編集委員会より

定例編集委員会は、12月16日(土)午後に開かれました。編集状況は、原著論文2件、教育実践報告1件が受理されました。文献引用法については、本学会のスタイルに合わせて下さい。これが守られていない場合、査読者及び編集者に大きな負担となります。現在、環境教育に関する特集を準備しつつあり、次号より掲載を始める予定です。

地学教育 第54巻 第1号

平成13年1月20日印刷

平成13年1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
千葉大学教育学部地学教室内
電話 043-290-2603 (山崎)
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. 54, NO. 1

JANUARY, 2001

CONTENTS

Original Articles

- How to Understand 'Water Vapor Saturation': Misconceptions and Teaching
MethodsJou TANIYAMA and Yukihiro MORI... 1~ 9
- Present Status and Problems of Natural History Education in School
.....Atsushi OKUBO...11~21
- A Trial in All-round Science by Observing a Stone Wall of a Castle
.....Hiroshi IKEMOTO and Morihisa SUZUKI...23~32

Report

- The Practice of Environmental Education of Earth Science with Groundwater in
High-School—The Practice and Evaluation of Solving a Problem—
.....Osamu MIYASHITA and Makoto OSHIMA...33~45

Survey Report

- Geologic Exhibition, an Attempt for Geological Survey of Japan to Aim Wide
Diffusion of Geologic KnowledgeMakoto SAITO...47~59

Announcements (10, 22)

Proceeding of the Society (60)

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