

# 地学教育

第60巻 第4号(通巻 第309号)

2007年7月

---

## 目 次

### 原著論文

地質野外実習の実施率向上のための試み

—支援システムを用いた八王子市立中山中学校の例—

.....小荒井千人・松川萬里子・松川正樹...(125~135)

理科教育における直接経験と間接経験の類型化と地学教育の果たす役割

.....相場博明...(137~148)

### 教育実践論文

インターネットを用いて行う局地気象の探究活動

—備讃瀬戸海域に出現した陸風収束雲—.....川村教.....(149~159)

お知らせ (136)

学会記事 (160)

---

## 日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部理科教育教室内

平成 19 年度全国地学教育研究大会  
日本地学教育学会第 61 回全国大会

島根大会 第三次案内

日本地学教育学会会長 下野 洋  
島根大会実行委員長 秦 明德

大会テーマ：次代を拓く子どもたちの地学教育のあり方  
方を考える

—自然体験と表現活動を通して—

期 日：平成 19 年 8 月 17 日(金)～20 日(月)

会 場：島根大学教養教育棟 2 号館

主 催：日本地学教育学会

共 催：島根大学

後援(予定)：文部科学省 島根県教育委員会 松江市教育委員会 島根県高等学校理科学教育協議会 島根県小中学校理科教育研究会 島根県地学会 全国高等学校長協会 全日本中学校長会 全国連合小学校長協会 日本私立中学高等学校連合会 日本教育研究連合会 日本科学教育学会 日本理科教育学会 日本理科教育協会

日 程

日	時刻	行 事	会 場
18 日 (土)	8:30	受 付	教養教育棟 2 号館入り口
	9:00	開会行事 学術奨励賞授与式	A
	9:30	ジュニアセッション	A 口頭発表
	11:00	ポスターセッション	D ポスター発表
	12:00	昼休み	
	13:00	パネルディスカッション	A 「新学習指導要領とこれからの地学教育」
	15:00	研究発表 I	A B C
	17:30	休 憩	
	18:00	懇 親 会	島根大学学生食堂
	20:00		
19 日 (日)	9:00	研究発表 II	A B C
	11:30		
	11:40	記念講演	A 高安克巳「汽水域の自然環境と地学教育」
	12:40	昼休み	
	13:40	課題研究	A B C E
	15:40		
	15:45	閉会行事	A
16:15			

見学旅行(日帰り)

A コース：8 月 17 日(金)

B1・B2 コース：8 月 20 日(月)

会場案内(下図を参照のこと)

○JR 利用の場合

「松江駅」下車 北口よりバスに乗車

・市営バス 乗り場① 北循環線内回り

乗り場② 大学・川津方面行き  
⇒ 島根大学前下車

・一畑(いちばた)バス 乗り場②

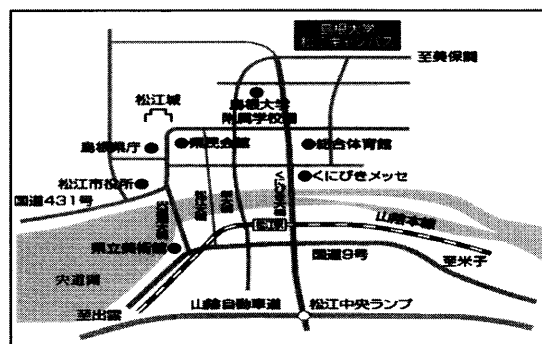
美保関(みほのせき)ターミナル/東高校/  
ソフトビジネスパーク/平成ニュータウン  
各方面行き ⇒ 島根大学前下車

○自家用車利用の場合

山陰自動車道「松江中央ランプ」より一般道へ  
(駐車場に限りがあります。できるだけ公共交通機関をご利用ください。)

○航空機を利用の場合

・出雲空港より連絡バスで松江駅まで約 30 分  
・米子空港より連絡バスで松江駅まで約 45 分



(島根大学ホームページを参照してください)

<http://www.shimane-u.ac.jp/>

大会参加費

7 月 20 日以前の振込分

一般 4,000 円, 大学生・院生 2,500 円

7 月 21 日以降の受付分

一般 4,500 円, 大学生・院生 3,000 円

## 送金方法

郵便振替にて送金してください。連絡先を必ず記入してください。

加入者名：日本地学教育学会島根大会

口座番号：15380-9508451

- ・大会参加費 上記「大会参加費」をご参照ください。
- ・懇親会費 4,000 円
- ・巡検 A コース 5,000 円  
B1, B2 コース 4,000 円

## 宿泊案内

松江市内には、ビジネスホテル、共済組合関係の宿泊施設等が多数あります。インターネットなどでお調べの上、直接お申込みください。

会場の島根大学は、松江駅の北約 3 km にあります。島根大学方面へのバスは、松江駅北口から約 10 分間隔でありますので、ホテルは松江駅周辺が便利です。

そのほかに「松江・しんじ湖温泉」「玉造温泉」もあります。

## 見学案内

見学旅行を下記のとおり計画しています。各コースとも先着順で定員は 25 名です。(最低参加人員 10 名)  
<A コース (8 月 17 日)>

地学的視点から捉えた中海・宍道湖の環境  
(船舶チャーター、昼食付き)

(参加費用 5,000 円)

案内者 瀬戸浩二氏(島根大学汽水域研究センター)

集合：JR 松江駅北口 10 時，解散：14 時

<B1 コース (8 月 20 日)>

三瓶火山の形成史と埋没林 (参加費用 4,000 円)

案内者 福岡 孝氏 (三瓶自然館サヒメル)

集合：JR 松江駅南口 8 時，解散：17 時

<B2 コース (8 月 20 日)>

花崗岩地帯を流れる斐伊川の特質とたたら製鉄  
(参加費用 4,000 円)

案内者 秦 明德・松本一郎(島根大学教育学部)

集合：JR 松江駅南口 8 時，解散：17 時

## 講演・ポスター発表の申込み

- ・発表申込みはすでに締め切っております。
- ・講演要旨提出

2007 年 6 月 29 日(金) 必着

要旨の書式は、発表申込みの方へ個別にお送りいたします。

## 大会事務局・出張依頼状の申込先

・申込みは下記のとおりですが、基本的にメールでの連絡をお願いします。

〒690-8504 松江市西川津町 1060

島根大学教育学部自然環境教育講座

日本地学教育学会島根大会事務局

事務局長：松本一郎

TEL&FAX: 0852-32-6310 (松本)

6307 (秦)

E-mail: chromim@edu.shimane-u.ac.jp. (松本)

: hada@edu.shimane-u.ac.jp. (秦)

\* 島根大会の詳細は以下の大会案内 HP でもご覧いただけます。

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsese/index.htm>

(日本地学教育学会 HP)

<http://rikal1.edu.shimane-u.ac.jp/earthscience-edu/> (島根大会 HP)

## 研究発表プログラム

8月18日(土)

A会場: 開会式(9:00~9:30)

A会場: ジュニアセッション(9:30~11:00)

ジュニア口頭発表

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

D会場: ジュニアポスター発表(11:00~12:00)

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

D会場: ポスター発表(11:00~12:00)

- P01 三瓶自然館における地学教育の取り組み  
福岡 孝・中村唯史・竹内幹蔵・太田哲朗・矢田猛士・松本恭子(島根県立三瓶自然館)
- P02 惑星のケプラー運動再現装置の開発  
中野英之(獨協埼玉中学高等学校)

- P03 SSHにおけるアースシステム教育—タイ王国研修報告—  
相原延光(神奈川県立西湘高等学校)・五島政一(国立教育政策研究所)
- P04 星の距離を理解するための材開発  
坂田算浩(静岡県立静岡高等学校)
- P05 「鳥取県西部地震」を通じた問題意識を高める授業のあり方  
鍋倉和行(鳥取県南部町立法勝寺中学校)
- P06 小規模博物館と地域の連携例(報告)  
菅田康彦(奥出雲多根自然博物館)
- P07 流域の地形・地質・人間生活から何を学ぶか—都市型河川と非都市型河川との底質化学組成の比較を通して—  
松本一郎(島根大学・教育)
- P08 地域の特徴をふまえた野外観察のための教材開発~「大地のつくりと変化」の学習を通して~  
成相俊之(島根大学・院)
- P09 企画展「地球の宝石展」における展示と体験教室の実施  
鶴飼恵美(出雲科学館)
- P10 奥出雲における小学校のたたら学習  
高橋成和(元島根大学教授)

昼休み(12:00~13:00)

A会場: パネルディスカッション「新学習指導要領とこれからの地学教育」

(13:00~15:00)

パネリスト

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

司会

- 林 武広(広島大学大学院教授)

A会場: (15:15~18:00)

教材開発(地質)

- 1A01(15:15) 中学校における「大地の変化」の学

- 習～奄美大島地域の観察を例に～  
永田真依子・光本恵美（広島大学・院）・山崎博史・林 武広・鈴木盛久（広島大学・教育）
- 1A02 (15:30) 中学校における「大地の変化」の学習～山口県下松地方の観察を例に～  
原田 彩・岡田政信（広島大学・教育・院）・山崎博史・林 武広・鈴木盛久（広島大学・教育）
- 1A03 (15:45) 宮沢賢治「樺ノ木大学士の野宿」の舞台となった地学的自然の教材化—岩手県花巻市葛丸川流域の野外観察を通して—  
茂庭隆彦（岩手県立総合教育センター）・照井一明（岩手県立不来方高等学校）・五島政一（国立教育政策研究所）・佐藤麻美子（岩手県立東和高等学校）・高橋 亮（岩手県立大船渡高等学校）・小野寺弘幸（岩手県立紫波総合高等学校）・横手勝美（花巻市立南城中学校）・嶋正壽（花巻市立花巻中学校）
- 1A04 (16:00) 水酸化ナトリウムによる放散虫化石の個体分離法について  
橋本寿夫（兵庫教育大学・院）・村田 守・西村 宏（鳴門教育大学）・藤岡達也（上越教育大学）
- 1A05 (16:15) 火山岩を用いた地学教育の教材化に向けて  
坪田智行（島根大学・院）・松本一郎（島根大学・教育）

----- (16:30) 休憩 15分間

#### 教材開発（地質）

- 1A06 (16:45) 理科好きな子どもを育てるための教師教育(4) アースシステム教育教師教育プログラム—静岡大学と静岡市教育委員会連携プログラム2—  
熊野善介（静岡大学）・坂田算浩（静岡高校）・塩澤康人（静岡市立千代田東小学校）

- 1A07 (17:00) たのしく、わかりやすく、学力もつく授業実践例  
竹ノ内誠一（鳥取県立倉吉高等学校）
- 1A08 (17:15) 東京都多摩川で発見された海牛化石の教材化  
薬師大五郎・小林英一（明星学園高等学校）・甲能直樹（国立科学博物館）
- 1A09 (17:30) SSH におけるアースシステム教育—防災教育の事例として—  
相原延光（神奈川県立西湘高等学校）・五島政一（国立教育政策研究所）
- 1A10 (17:45) 『恐竜の体重測定と食物量』の高校での授業実践  
小荒井千人（慶應義塾湘南藤沢中・高等部）
- 1A11 (18:00) 河川底質物を用いた環境教育への教材化に向けて  
伊藤麻由佳（島根大学・院）・松本一郎（島根大学・教育）

#### B会場：(15:15～18:00)

##### 教材開発（地質）

- 1B01 (15:15) 作る・かまう・見る、楽しくわかる教材の開発  
松村浩一（防府市立華西中学校）
- 1B02 (15:30) 堆積概念獲得のための堆積実験  
八田明夫（鹿児島大学・教育）
- 1B03 (15:45) 「ものづくり」と関連させた地学教育—砂鉄から鉄をつくる実践を通して—  
境 智洋（北海道立理科教育センター）
- 1B04 (16:00) 中学校理科授業における地学実験教材の開発—ハイボを使った結晶のでき方を調べる実験—  
石原 清（島根県立松江教育センター）
- 1B05 (16:15) 粘土の地質模型を使った地形図・地質図の学習指導  
中野英之（獨協埼玉中学高等学校）

----(16:30) 休憩 15分間

**博物館・地域・学校連携**

- 1B06 (16:45) 科学センターでの礫を使った環境学習プログラム  
寺木秀一 (調布市立布田小学校)
- 1B07 (17:00) 千葉県における小・中・高・大学の連携の試み  
小泉治彦 (千葉県立柏高等学校)
- 1B08 (17:15) 企画展「地球の宝石展」における展示と体験教室の実施  
鶴飼恵美 (出雲科学館)
- 1B09 (17:30) 小学校における地学展示とその教育的活用  
相場博明・馬場勝良・柗原礼士 (慶應義塾幼稚舎)
- 1B10 (17:45) ESD (持続可能な開発のための教育) と防災・減災教育—地学教育における意義と課題—  
美澤綾子 (静岡県立御殿場南高等学校)・藤岡達也 (上越教育大学)

**C会場: (15:15~18:00)**

**認知・学習心理・評価**

- 1C01 (15:15) 大学生の地下水に関する認識  
濱田浩美 (千葉大学・教育)
- 1C02 (15:30) 地学の学習における科学的思考力の評価~事象の関連づけを中心に~  
鹿江宏明・佐竹 靖 (廣大附属東雲中)・鈴木盛久・林 武広 (広島大学・教育)
- 1C03 (15:45) 小学校における方位概念の形成  
原 満夫 (出雲市立国富小学校)・秦 明德 (島根大学・教育)
- 1C04 (16:00) 地学用語の認識と学習効果について  
山本和彦 (習志野市立習志野高等学校)
- 1C05 (16:15) 子どもたちは「地球の形」をどのようにして認識するのか  
遠西昭寿 (愛知教育大学)

----- (16:30) 休憩 15分間

**教材開発 (地質・気象)**

- 1C06 (16:45) 被災体験から学ぶ、地域の地質環境について—兵庫県南部地震が伝える、六甲山の形成史—  
新井敏夫 (神戸大学・院)・香田達也 (兵庫商業高等学校)
- 1C07 (17:00) 地域の火山灰を教材化した大地学習の実践—三瓶浮布降下火山灰を用いて—  
鶴鷗 健 (島根県奥出雲町立布勢小学校)
- 1C08 (17:15) 気体の温室効果を測定する (その5) 気体の赤外線吸収量の測定装置の改良  
赤田耕嗣 (愛知県立春日井東高校)
- 1C09 (17:30) 丘陵・大地を刻む河川から何を学ぶか  
牧野泰彦 (茨城大学・教育)
- 1C10 (17:45) 地層見学と地層についての学習  
高尾 彬 (島根県斐川町立斐川西中学校)
- 1C11 (18:00) 三瓶火山広域テフラの特性と教材化  
村上修司 (島根県斐川町立斐川西中学校)・秦 明德 (島根大学・教育)

**8月19日(日)**

**A会場: (9:00~11:30)**

**授業研究・学習指導**

- 2A01 (9:00) 科学のパラダイムに基づく新しい学習指導法の提案—小学校6年「土地のつくりとでき方」を例に—  
林 慶一 (甲南大学・理工)・山下浩之 (福岡市立南方江小学校)
- 2A02 (9:15) 地史の復元を目標とした小学校6年生「土地のつくりと変化」のPSMC学習指導法による展開  
山下浩之 (福岡市立南片江小学校)・林 慶一 (甲南大学理工学部)
- 2A03 (9:30) 河床礫の教材化とその活用—神奈

川県を流れる「相模川」を例として—

岡本弥彦（麻布大学）

2A04 (9:45) 共創的対話を意識した授業のあり方について—6年生「大地のつくり」の実践を例として—

新田紀久（松江市立乃木小学校）

2A05 (10:00) シャボン半球を用いた「青い空と白い雲」の指導法の工夫

名越利幸（町田市立小山田中学校）

-----**(10:15) 休憩 15分間**

#### 授業研究・学習指導

2A06 (10:30) 科学的リテラシーを育むことを意識した教材の工夫

平賀博之（広島大学附属福山中・高等学校）

2A07 (10:45) 地学野外学習の類型化と学習支援の必要性

宮下 治（武蔵野大学・人間関係学部）

2A08 (11:00) 「理科基礎」を担当して

米澤正弘（千葉県立船橋高等学校）

2A09 (11:15) SiPSEを活用した火山防災教育

坂本昌弥（鹿児島大学・院・人文社会科学部）

**B会場：(9:00～11:30)**

#### カリキュラム・地学教育論

2B01 (9:00) 科学好きな子どもを育てるための教師教育(1)三浦市教育研究所での長期的な教員養成と「みうら学」の開発

五島政一（国立教育政策研究所）・山田真也・益田孝彦（三浦市教育委員会）

2B02 (9:15) 科学好きな子どもを育てるための教育システムの開発—東京学芸大学附属小金井小の学校とフィールドをつなぐ学習プログラム—

小林道正（山口徳地青少年自然の家）・五島政一（国立教育政策研究

所）・関田義博・下条知淑・傳幸朝香・三井寿哉（東京学芸大学附属小金井小学校）

2B03 (9:30) 中学校1年「大地の変化」に関する学習内容の指導順序について

加藤尚裕（淑徳大学）・門倉正人（美里町立美里中学校）

2B04 (9:45) 野外学習と教師教育—理科教育の今日的課題を背景として—

下野 洋（星槎大学）

2B05 (10:00) 地域教材を用いた野外観察のあり方—松江層を例として—

鎌田祥史（益田市立東陽中学校）

-----**(10:15) 休憩 15分間**

#### 教材開発（天文）

2B06 (10:30) 天文台公開に関する参加者の関心～広島大学東広島天文台を例に～

林 武広（広島大学・教育）・大杉節・山下卓哉・川端弘治・植村誠（広島大学・宇宙科学センター）

2B07 (10:45) 高感度 CCD カメラによる星座ビデオ教材の開発とその効果

林 武広（広島大学・教育）・中川美帆（比治山大）・金澤大起（広島大学・教育・院）・本藤祥一朗（東広島市立西条小）

2B08 (11:00) デジタルカメラを活用した星の光と色に関する教材について

金澤大起・梶山 透（広島大学・教育・院）・川端弘治（広島宇宙科学センター）・林 武広（広島大学・教育）

2B09 (11:15) 島根県立三瓶自然館での高校生向け天文教育プログラムの検討

竹内幹蔵（島根県立三瓶自然館）

**C会場：(9:00～11:30)**

#### 教材開発（気象）

2C01 (9:00) 簡易測風経緯儀の製作と気球による上層風の観測

槇坂 敏（浜田市立第二中学校）

2C02 (9:15) ベットボトル簡易気圧計の教材開

発とその教材を利用した気象観測実習

榊原保志・小高正寛（信州大学教育学部）

2C03 (9:30) 立体模型を用いた流体実験による局地風のシミュレーション

2C04 (9:45) 名越利幸（町田市立小山田中学校）  
気象庁HPのURL等の変更を契機にした気象情報画像取り込み・表示ソフト改訂版の開発

中川清隆（立正大学地球環境科学部）・榊原保志（信州大・教育）・下山紀夫（日本気象協会・首都圏支社）

2C05 (10:00) カード型気象データロガーとLive-e!を連携させた教材

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

-----**(10:15) 休憩 15分間**

#### 教材開発（気象・地学）

2C06 (10:30) 東アジアの多彩な季節サイクルやその変調を捉える「眼」の育成のための学際的連携へ向けて

加藤内蔵進（岡山大学・教育）  
2C07 (10:45) 東アジアの多彩な季節サイクルを捉える視点について—大規模海陸コントラストの接点として—  
加藤内蔵進（岡山大学・教育）

2C08 (11:00) 地域の特徴をふまえた野外観察のための教材開発～「大地のつくりと変化」の学習を通して～  
成相俊之（島根大学・院）

2C09 (11:15) オーロラから考える100km上空の地球環境  
池本博司（広島市立基町高校）・林武広（広島大学・教育）

**A 会場：記念講演会（11:40～12:40）**

講師 高安克巳氏「汽水域の自然環境と地学教育」

**昼休み（12:40～13:40）**

**A 会場：（13:40～15:40）**

課題研究発表 テーマ「教師教育」

代表：五島政一（国立教育政策研究所）

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

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

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

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

2KA03 地学モデル実験のための教材・教具の開発と教師教育への利用  
五島政一（国立教育政策研究所）・クリス・キング（キール大学）

2KA04 科学好きな子どもを育てるための教師教育(5) 身近な自然の探究的な野外観察を中心とした教師教育プログラム—宮沢賢治「槇ノ木大学士の野宿」の舞台を題材に一茂庭隆彦（岩手県立総合教育センター）・照井一明（岩手県立不来方高等学校）・五島政一（国立教育政策研究所）

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

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



**B会場：(13:40~15:40)**

**課題研究発表 テーマ「将来に向けての新しい地学教育の構想」**

代表：林 慶一（甲南大学・理工）

- 2KB01 システム論的視点に立つ地学教育の構想—  
—岩石風化作用を素材として—  
秦 明德（島根大学・教育）
- 2KB02 将来に向けての新しい地学教育の構想—  
—小中高等学校の気象単元  
榊原保志（信州大学・教育）
- 2KB03 理科教育の中の地学教育  
清水政義（多摩工業高等学校）
- 2KB04 「自然やその人間との関わり」に関する  
様々な内容的繋がりを意識させる地学  
教育のあり方—気象・気候システムを例  
に—  
加藤内蔵進（岡山大学・教育）
- 2KB05 地学的なものを見方を科学者と国民が共  
有する地学教育」  
林 慶一（甲南大学・理工）

**C会場：(13:40~15:40)**

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

代表：池田幸夫（山口大学・教育）

- 2KC01 現行教育課程における高校理科の現状と  
地学教育の課題 山口県の場合  
池田幸夫（山口大学・教育）・河村志郎  
（山口県立宇部高校）

2KC02 現行教育課程における高校理科の現状と  
地学教育の課題 千葉県の場合  
米澤正弘（千葉県立船橋高校）

2KC03 現行教育課程における高校理科の現状と  
地学教育の課題 広島県の場合  
広島県高校理科教育研究会地学部会

**E会場：(13:40~15:40)**

**課題研究発表 テーマ「地学教育における体験学習と科学的表現」**

代表：下野 洋（星槎大学）

- 2KD01 「地学教育における体験学習と科学的表現」—  
—子どもの環境認識の実態に基づいて—  
下野 洋（星槎大学）
- 2KD02 地学野外学習の指導力を高める教員研修  
の実態と改善策への一提案  
宮下 治（武蔵野大学）
- 2KD03 身体で感じたことを科学的表現につなげ  
る地学の授業  
高橋 修（東京学芸大学・教育）・栗田克  
弘（東京学芸大学附属小金井中学校）・湯  
浅智子（東京学芸大学・教育）
- 2KD04 野外観察の段階性と観察タイプ—土壌断  
面観察の分析を通して—  
少林浩道（安来市立荒島小学校）

**A会場：閉会行事(15:45~16:15)**

## 平成 19 年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会 第 61 回全国大会島根大会

申込日：2007 年 月 日

参加申込み

フリガナ  
氏名：

所属：

連絡先：〒

Tel:

Fax:

E-mail:

懇親会・見学旅行の申込み（先着順）

懇親会（4,000円）

見学旅行 A コース（5,000円） 見学旅行 B1 コース（4,000円） 見学旅行 B2 コース（4,000円）

振込み金額

参加費

7月20日までのお振込み分：一般 4,000円，大学生・院生 2,500円

7月21日以降の受け付け分：一般 4,500円，大学生・院生 3,000円

円

懇親会費 4,000円

円

見学旅行 A コース（5,000円） B1, 2 コース（4,000円）

円

合計金額

円

○申込みについては、ホームページ上から書式をダウンロードしていただき、必要事項をご記入の上、下記メールアドレスまで添付し、お申込みください。

事務局 E-mail: chromim@edu.shimane-u.ac.jp

郵送または Fax の場合は下記へ送付してください。

<申込先> 〒690-8504 松江市西川津町 1060

島根大学教育学部自然環境教育講座 日本地学教育学会島根大会 松本一郎

Tel/Fax: 0852-32-6310

○申込書を送付後、代金を下記の郵便振替口座へご送付ください。

口座名称：日本地学教育学会島根大会 口座番号：15380-9508451

○大会予稿集のみの申込み

申込者氏名

送り先 〒

Tel:

	部 数	金 額
大会予稿集（1冊 1,500円）		円
送料（310円）		円
合計金額		円

## 地質野外実習の実施率向上のための試み

—支援システムを用いた八王子市立中山中学校の例—

A Practical Study of Field Geology Class Utilizing a Teaching Support System, with an Example of the Field Class of Nakayama Middle School in Hachioji, Tokyo

小荒井千人\*1・松川萬里子\*2・松川正樹\*3

Kazuto KOARAI, Mariko MATSUKAWA  
and Masaki MATSUKAWA

**Abstract:** It is typically challenging to undertake field geology classes as part of the school curriculum. Using the teaching support system proposed by Matsukawa and Hayashi (2003), and the associated parent volunteers system developed by Matsukawa and Matsukawa (2005), we proceeded to undertake a middle school field geology class to study Plio-Pleistocene deposits exposed along a bank of the Tamagawa River, Tokyo. Partly as a result of setting the timing of the field geology class as a part of the Period for Integrated Study in the school calendar, the class achieved great success. For the program to be fully successful, we must obtain the further support of geological experts as the priority. Unfortunately, identifying such experts is often problematic and a coordinator for field geology classes in the support system is therefore strongly required.

**Key words:** field geology class, support system, volunteer, school calendar

### 1. はじめに

地学の地質分野での野外学習は、小・中・高を問わず重要であることが主張され続けている。平成 15 年から施行された現行の学習指導要領でも、地学分野の野外学習実施の必要性について記されている。しかし、多くの学校では、地質野外学習が行われていないのが現実である。その理由はさまざまあるが、学校行事としての負担、専門的知識の必要性、生徒の安全確保などが挙げられている (例えば、宮下, 1999)。

地質野外学習の実施率を向上させるためには、これ

らの障害を取り除く必要がある。例えば、馬場ほか (2002) は、指導の際の専門的知識を補うための「教師用マニュアル」を用いた野外学習を提案した。また、松川・林 (2003) は、野外学習での学習指導にボランティアを導入した野外学習支援システムの構築を論じた。さらに、松川・松川 (2005) では、地質野外学習の実施率が高いアメリカ・コロラド州の野外学習支援システムを分析して、日本に適応される支援システムを提案し、小学校 6 年生を対象に実践した。この支援システムでは、児童の安全確保のために保護者ボランティアを導入し、現地での学習面の指導は専門家に依

\*1 慶應義塾湘南藤沢中高等部 \*2 東京都八王子市立中山中学校 \*3 東京学芸大学・環境科学分野  
2007 年 4 月 30 日受付 2007 年 7 月 11 日受理

頼ることが特徴である。本研究では、松川・松川(2005)で提案された野外学習支援システムを基に、中学校1年生を対象に地質野外学習を実践した。松川・松川(2005)の実践校(日野市立仲田小学校)は実習地に近接するので、児童の移動のための交通手段の確保が必要なかった。しかし、今回の実践校は実習地から離れているため、交通手段を確保する必要があった。また、実践校はこれまで地質野外学習が実施されたことがないので、新たに年間行事やカリキュラムに野外学習の実施を組み込む必要があった。そこで、野外学習が実施されたことがない学校を例にゼロから地質野外学習を実施するまでの過程を通し、地質野外学習の実現のための必要事項を示す。そして、それに基づき、地質野外学習を実施するための一般的な必要事項を検討する。

## 2. 今回の野外学習と野外学習支援システム

松川・林(2003)は、野外学習の実施を促すための方法として、大学教員や博物館学芸員などの専門家が、野外学習の学習指導を担当するボランティアを育成し、野外学習の学習指導者として派遣するシステムを提案した。さらに、松川・松川(2005)は、野外学習をより実施しやすくするために、指導を担当する専門家の手配のほかに、野外学習時の生徒の安全確保も不可欠であるとした。そして、野外学習支援システムに保護者ボランティアを取り入れ、野外学習を実践しシステムの有効性を検証した。今回実践した野外学習では、松川・松川(2005)で提唱された野外学習支援システムを踏襲したが、学習指導は博物館や科学館の学芸員から指導を受けたボランティアではなく、大学教

員と専門的な知識をもつ理科の教員が担当した(図1)。松川・林(2003)、松川・松川(2005)の野外学習支援システムでは、大学教員などの専門家が直接生徒に学習指導をせず、専門家により指導を受けたボランティアが学習指導を担当するとされている。これは、野外学習支援システムを用いて地質野外学習を実施する学校が増えた場合、専門家だけでは、指導者の人数が不足することが予測されるために考えられた策である。今回の野外学習は、生徒(約100名)を2グループに分けたので、学習指導を担当するスタッフが2名いれば野外学習を実施することが可能であった。そこで、ボランティアではなく著者の2名が専門家として学習指導を担当した。

## 3. 地質野外学習実施までの流れ

### (1) 実践校

著者の一人が勤務する八王子市立中山中学校(以下、中山中)で野外学習を実施した。全校生徒は316名(平成18年度)で、1年生は3クラス(計104名)である。2006年度の主な学校行事は、体育祭・音楽祭などで、長期休業期間以外平均すると1カ月に1~2件実施されている(表1)。これまでに、実践校で地質野外学習が行われたことはない。年度当初に、地質野外学習を行うための枠は確保されていなかった。しかし、4月以降の動きで、11月の地質野外学習の実現に至っている。

### (2) 地質野外学習実現への働きかけ

中山中では、これまでに地質野外学習が実施されていないので、企画立案、管理職や教員、保護者の理解などに関して、ゼロからのスタートであった。1学年の生徒全員を野外に連れ出すためには、それにかかわる人員・経費の確保、そして、学校全体の理解を得ることが必要である。野外学習は、教科の学習活動の一つとはいえ、規模としては学校行事と同等レベルである。したがって、年度の途中で突発的に実施することは困難なので、年度の始めから計画を進める必要がある。

まず、年度の始めに学校長に対し野外学習の趣旨と、実施したい旨を伝え了承を得た。同時に、理科ではなく、総合的学習の時間で実施するように年間指導計画を立案した。総合的な学習の時間は、教科の枠を越えて学年全体で進めるため、野外学習を実施する時間とそれにかかわる人員を確保しやすくなるという利点がある。さらに、それに伴い、中学1年生の理科の

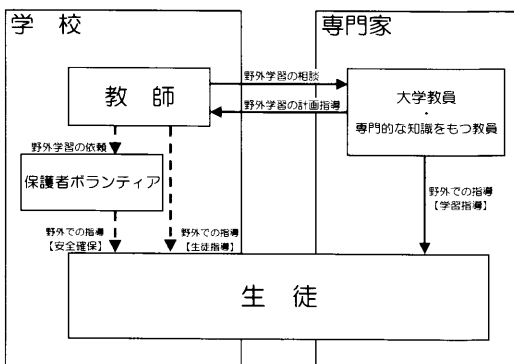


図1 今回の野外学習の野外学習支援システム。松川・松川(2005)を改編

表 1 中山中の年間行事予定と年間指導計画 (平成 18 年度)

	年間学習計画 (変更前) ※大まかな単元名	年間学習計画 (変更後) ※大まかな単元名	主な行事
4月	植物のくらしとなかま	植物のくらしとなかま	新入生歓迎会
5月			写生大会 体育祭
6月			修学旅行 (3日間) 前期中間テスト
7月	身近で起こる不思議な現象 (光・音・力)	身近で起こる不思議な現象 (光・音・力)	
8月			
9月			移動教室 (3日間) 音楽室教室 前期期末テスト
10月	身のまわりの物質	活きている地球	
11月			音楽祭 後期中間テスト <b>野外学習 (1年)</b>
12月			
1月	活きている地球	身のまわりの物質	臨場体験
2月			校外学習 学年末試験
3月			

学習進度と野外学習の内容に整合性を持たせるため、当初3学期に予定していた地質分野を2学期に変更した(表1)。

そして、7月に、学年便りで保護者に対し野外学習を11月に実施する旨を伝えた。職員会議での了承を得た後に、保護者ボランティア募集のプリントを配布した。11月の野外学習実施まえに、保護者ボランティアを対象に事前説明会を開き、現地の様子や当日の役割を伝えた。このほかに、学校全体の了承を得るために、学年会・職員会議での提案と説明、教育委員会への実施の旨報告、実地踏査を実施した(表2)。

### (3) 総合的学習の時間での地質野外学習の実施

総合的学習の時間では、学年テーマを『過去、現在、そして未来へ ～自然と触れ合おう』と設定し、身近な地域や東京近郊の自然、環境、伝統、文化および諸問題を探り、自ら課題を設定し、主体的に学ぶ力を身につけていくことを目的としている。具体的には、1年間で、中山中周辺(前期)と、多摩川・横浜(後期)に関するさまざまな事象をテーマに学習を展開する。この野外学習は、「活きている地球(大地は語る)」というテーマで、多摩川での地質野外学習を通して多摩川の歴史を学ぶという位置づけである。同時に、専門家の指導で、自然の事物を自ら観察し考えを導き出す

という経験を通して自然の事物の見方を学び、2月の学習(発表)へ活かすことも目的の一つとしている。

### (4) 地質野外学習の費用

野外学習の費用は、総合的学習の授業の教材費から捻出した。費用の内訳は、交通費(貸し切りバス代:中山中～現地)と保険代である。交通費は、バス2台分のチャーター代が73,500円で、生徒1人当たり往復で700円であった。保険代は1人100円であった。

特に、交通費はバスをチャーターする方法を工夫して経費を低く抑えた。同じ条件で終日観光バスを貸し切ると、通常2台分でおよそ14万円を要する。そこで、車両は観光バスではなく、路線バスの使用を考えた。中山中周辺を運行する路線バスは、朝と夕の繁忙時間を避けて使用することが可能で、経費を低く抑えることができた。

また、地質野外学習ではハンマーと画板(スケッチ板)を1人1セット使用した。これらの用具は、今回専門家として学習面の指導を担当した著者の1人が所属する東京学芸大学の物品を使用した。このほかに必要な、化石を包む新聞紙・ビニール袋・記録用のマジックペンは、生徒に持参させた。

表2 野外学習実施へ向けての動き

野外学習実施へ向けての動き			
	学校への働きかけ・手続き	担当教員が行った事柄	その他
4月	管理職に野外学習実施の趣旨を口頭で伝え、了承を得る	年間授業計画に組み込む(2学期に野外学習を行うように、単元を変更。)	野外学習の経費を総合的学習の時間の教材費で計上。
5月			
6月			
7月		学年だよりにて、11月の野外学習実施を知らせる	
8月	学年会に野外学習を提案・了承を得る		
9月	職員会議に野外学習を提案・了承を得る	学年だよりにて、保護者ボランティアの募集	
10月			
11月	教育委員会へ実施の旨報告	保護者ボランティアの会合(事前説明) 野外学習の事前学習 当日の班編成、バスの席決め	野外学習範囲の道路、地層の状況、トイレ、病院を事前確認
<b>野外学習実施</b>			
12月			
1月			
2月			総合的学習の時間(学習発表会)
3月			

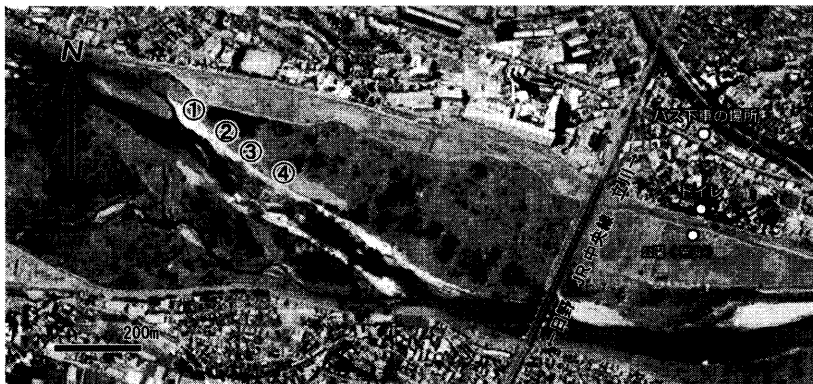


図2 露頭の地図と観察ポイント：①粒子の違い、地層の重なり方、②足跡化石、立ち木化石、③軽石、生痕化石(アナジャコ)、④化石採集(画像は、Google Mapより引用)

#### 4. 地質野外学習当日の状況

##### (1) 地質野外学習の場所について

地質野外学習は、多摩川河床の露頭で実施した(図2)。この地域は、河床から川岸にかけて地層が広く露出する。地層は、下流に向かって緩く傾斜しているの

で、下流ほど上位の地層が露出する。各露頭で見られる地層の層厚は2m弱で、地層の傾斜が緩く、地層が水平方向にはほぼ連続しているが、地層の水平的な広がり地層の重なりを確認することはできる。

同地域の露頭では、砂岩、泥岩からなる層、軽石を含む層を観察できる。また、長鼻類・偶蹄類の足跡化

石、植物化石、生痕化石が産出し、これらを現地の露頭で観察することができる。さらに、下流の泥岩層から、海生の二枚貝化石を産出する。地層の変化、産出する化石などから、陸域～内湾域、浅海域への環境の層序学的変化を読みとることができる(馬場ほか, 1986; 松川ほか, 1991; 馬場ほか, 2000; 松川ほか, 2004)。この野外学習地は、スタート(ポイント①)からゴール(ポイント④)まで、400 mほどの移動距離である。観察から得られる情報量が多く、学習目標に応じてさまざまな展開が可能であるという利点がある。また、同地域は河川敷の公園に近接するためトイレや水道などの設備を利用することもできる。

(2) スタッフ

生徒は104名で、引率の教員が6名(学年5名、校長)、保護者ボランティアが8名、専門家が2名、大学生・大学院生が3名であった(表3)。専門家が2名なので、生徒を2グループに分けて指導した。それに合わせ、引率の教員と保護者ボランティアもそれぞれ同人数ずつ各グループに配置した。そして、専門家、保護者ボランティア、引率教員、それぞれの仕事の内容を事前に分担し、役割の違いを明確にした(表3、

図3)。

(3) 専門家

松川・松川(2005)の実践では、今回の野外学習と同様に2名の専門家が学習指導を担当した。しかし、それぞれが独自の内容の学習指導をしたために、児童が学習した内容に若干の相違があった。そこで、この野外学習では、専門家が事前に各ポイントでの指導内容を綿密に打ち合わせ、生徒が学習する内容に差が生じないように配慮した。ただし、双方の指導で細かな観察の方法や表現方法は異なるのは当然なので、各観察ポイントでの伝えるべき最低限の内容を共有した。さらに、指導を担当する専門家により学習内容に差が生じないように、ワークシートを使用し学習内容の共通化を図った。また、今回の野外学習では、1グループ当たりの生徒数が52名で、野外学習の1グループの人数としては多めの人数であった。しかし、引率教員の生徒指導と保護者ボランティアの生徒の安全確保が徹底していたため、生徒の集中度が途切れることなく野外学習を行うことができた。

(4) 当日の流れ

移動の時間も含め、集合から解散まで1日(6時間授業)で完結するように計画し、実施した(表4)。

生徒、引率教員、保護者ボランティアは、中山中に集合し出発の準備後、貸し切りバスにて現地へ向かった。現地に到着後、公衆トイレを使用したり、身支度をさせた。その後、生徒に対し保護者ボランティア、専門家、大学院生を紹介し、野外学習がさまざまな人の協力によって行われていることを認識させるよう努

表3 当日の人員

	人数	役割
生徒	104名 (男子 47, 女子 57)	
引率教員	学年(5名), 校長	生徒指導・安全確保
保護者ボランティア	8名	生徒指導・生徒の安全確保
専門家	2名	学習指導
大学院生	3名	学習指導の補助



図3 当日の様子(保護者ボランティアは、一定の間隔を取り生徒の近くに立ち危険がないように注視している)

表4 当日の流れ

8:25	各教室にて学活(名札の作成、トイレなどの身支度)
8:45	中山中出発
9:40	現地着
9:50	保護者ボランティア、専門家、大学院生紹介 用具配布(画板、ハンマー ※学芸大で準備)
10:00	野外学習開始
	① 粒子の違い、地層の重なり方説明・観察 ② 足跡化石、立木の化石説明・観察 ③ 軽石、生痕化石(アナジャコ)の説明・観察 ④ 化石採集の方法を説明・化石採集、化石の包み方など説明
12:40	野外学習のまとめ(解説)・挨拶・用具の回収
13:20	昼食
13:50	バス乗車・出発
14:30	中山中着

### 多摩川野外学習ワークシート(1)

**ポイント①～ポイント③**

① 地層はどのように広がっているのだろうか。  
 ② 地層は水平なのか、それとも、少しかたむいているのだろうか。  
 ③ 地層を作るものはなんだろう。

手ざわりなどの特徴	岩石の名前
はじめ	泥岩
さらさら / ゴツゴツ (*)	砂岩
とろとろ / ぬちぬち	火山灰岩

ここで見られる地層が何枚あるのかを紙で数えてみよう。

**ポイント④の西側**

動物の足跡 (象や鹿などの)

ここでどんな場所でしたか。

昔はこんな場所に動物が暮らしていた。

### 多摩川野外学習ワークシート(2)

**ポイント④**

どんな化石が見られるのか。  
 炭になっているが魚が食べていたと思われる葉 (葉) の化石か

ここでどんな場所でしたか。  
 昔ここでは火山が噴火していた。

**ポイント⑤**

ここで見られる地層を作るものはなんだろう。

特徴	岩石の名前
黒や茶色の粒がところどころ入っていて、軽くて石は白っぽい感じ。	軽石

ここで見られる地層を作るものはなんだろう。

手ざわりなどの特徴	岩石の名前
さらさら	泥岩

地層の中の化石には、どんなものがあつたのかをあげてみよう。  
 私が見た中では、貝の化石や植物の化石だけだったけど、先生の話によるとまれに魚の化石が見つかることもあるらしい。

こんなところにこんな化石が残っているというところ、昔は海のようになっていてその中で流氷がゆらゆらかたまった場所

地層の中に入っているもの、どんな種類の岩なのかを調べ、周りの環境などを考えるだけでこの場所が昔どんな所だったのかどんな生物がどのように暮らしていた などのことが分かってしまうなんて驚きました。

調べた感じでは、今の多摩川のあたりでは昔象や鹿などが住み、川の近くでは貝や魚が暮らしていた、ということがわかりました。

化石を探し、掘る作業は初めてでわからないことがたくさんありましたか、先生方に教えてもらった結果 1つでしたが化石を見つけることができました。見つけた物を先生に見てもらい本物の化石だと言われた時は、とてもうれしかったです。

この学習を通して地層や化石のことが本当によくわがたと思います。野外学習に行つて良かったです。教えてくださった先生方、本当にありがとうございました。

今日、探集した化石がある人は、化石のスケッチをしよう。また、絵の得意な人は、昔の多摩川のイメージを絵で表してみよう。

少し分けてはいましたが貝の化石を採集しました。

昔の多摩川のイメージ

図4 生徒が作成したワークシートの例。上段は当日記入欄、下段は後日記入欄 (下段左: 文章で表現, 下段右: 絵で表現)



めた。

10時から野外学習を実施した。生徒は2グループに分かれて野外学習を行った。観察ポイントは4カ所あるので、2グループが観察する順番を変え、1カ所に2グループが重複しないよう努めた。各観察ポイントでの所要時間は、おおよそ30分を費やした。各ポイントで伝える内容量は、事前に厳選したため多くはなかった。また、専門家は生徒に対し説明を聞きメモすることに終始せず、自分の手で対象物に触れて確認するように指導した。そのため、各ポイントでの所要時間が予想よりもやや長めになった。

各ポイントでの観察後、グループごとに指導を担当した専門家と生徒の間で議論を交えてまとめを行った。その後、水道やトイレのある場所で各自が持参した昼食を摂った。野外学習の時間が長引いたため、昼食の時間が予定よりも短縮された。

## 5. 今回の地質野外学習の検証

野外学習で学習者が接する情報は膨大である。そのために、情報の取捨選択ができず、野外学習を通して導きたい結論に至らない可能性は高い。そこで、本実践では、松川・松川(2005)を参考に、生徒が観察する箇所を事前に決め、観察すべき内容を厳選した。さらに、生徒が接するたくさんの情報から、結論を導くために必要な情報を確実に選択できるように、各観察ポイントで重要な情報を記入できる書き込み式のワークシートを作成した。ワークシートには、観察しながら記入する欄(以下、当日記入欄)と、後日野外学習で得た情報を基に考察しまとめた事を文章と絵で自由に表現できる欄(以下、後日記入欄)を設けた。

### (1) ワークシートの分析

当日記入欄は、生徒が観察した後に専門家がその場で記入すべき事を明確に伝えた。ただし、ワークシートに専門家が話した内容を書き取ることを優先させないように、必ず生徒が観察する時間を設けた。各ポイントで生徒が観察を終えた後に、まとめとして、ワークシートに記入すべき内容を伝えるように努めた。その結果、提出されたワークシートの当日記入欄には、ほとんどの生徒が、正解と判断できる内容を記入した(図4の上段)。一方、専門家が各観察ポイントで説明した内容で、ワークシートに記入欄がない事項については、ワークシートの地図の部分に書き加えた生徒が目立った。生徒の中には、ワークシートの地図の部分に狭いにもかかわらず、専門家が伝えた内容に加え

自分で気づいたことを併せて記入している者もいた。もし、ワークシートに、より大きな地図があれば、他の生徒も気づいたことや専門家が伝えたことを記録し、よりオリジナリティの高いワークシートに上げることができた可能性がある。

後日記入欄は、文章で表現する欄と、絵などで表現する欄の2種を設けた(図4の下段)。文章で表現する方の課題は、「野外学習の授業で自分によってどんなことが新発見だったのか、どんなことに感動したり、驚いたりしたのか、その内容について詳しく書く」で、絵で表現する方の課題は、「採集した化石がある人は、化石をスケッチする。また、絵の得意な人は、昔の多摩川のイメージを絵で表す」とした。

文章で表現する方の課題は、化石を採集したこと、ゾウやシカの足跡化石を見たこと、地層を構成する粒子の違いが手で触って確認できたことなど、体験に基づいた事柄を挙げた生徒が目立った(図5)。また、地層の広がり方など、実物を立体的に観察することで理解が進む事柄を挙げた生徒もいた。以上から、地層や化石の学習には、体験を伴った野外学習が効果的であると解釈できる。当日は、学年全体が2グループに分かれ、それぞれ別の専門家が担当した。2つのグループの自由記述を比較すると、双方で挙げられた項目の種類と人数には大きな相違はなかった(図5)。このことから、生徒に伝わった事柄には、2人の指導を担当した専門家により大きな相違が生じなかったと判断できる。これは、学習指導を担当する2人の専門家が事前に各ポイントで扱う内容を詳細に打ち合わせしたためと考えられる。

一方、絵で表現する方の課題では、昔の多摩川のイメージを絵で表した生徒は、与えられた紙面に当日観察した物(ゾウ・シカの足跡化石、これらを印した動物個体、立木の化石、植物葉化石、生痕化石、貝化石など)のすべてを、狭い地域に描いている生徒が目立った(図4の下段)。その結果、ゾウやシカが生息する陸域環境と、貝が生息する浅海域が隣接するようなイメージ画が示された。当日、観察した地層の分布範囲が、始めの観察ポイントから最後の観察ポイントまでの距離が数百メートルなので、そのような狭い範囲に陸域と浅海が隣接するイメージを持ったのかもしれない。

### (2) 保護者ボランティア

松川・松川(2005)では、保護者ボランティアは野外学習を実施しやすくするための有効な施策としてい

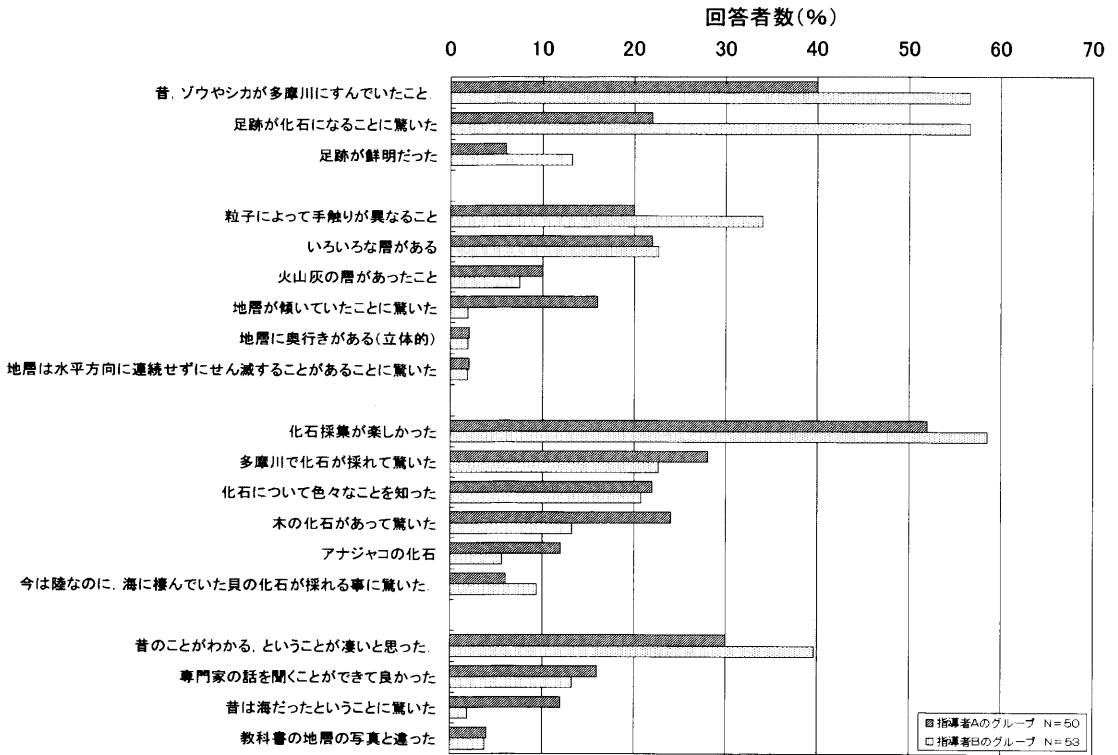


図5 ワークシートの自由記述で、生徒が記述した項目の集計

る。この野外学習でも、松川・松川(2005)と同様に、保護者ボランティアを動員した。野外学習当日は、8名の保護者ボランティアにご協力頂いた。事前に保護者ボランティアの会合を開き、野外学習当日の仕事の内容を説明した。その結果、引率教員、指導を担当した専門家との役割の分担が明確にされ、それぞれの仕事に集中することができたので、野外学習を円滑に実施することができた。この点からも、野外学習実施における保護者ボランティアの重要性は高いと判断される。また、当日は、怪我のため歩行が困難な生徒が1名含まれていた。単独での歩行が困難なので、本来であれば野外学習への参加は無理と思われる。しかし、保護者ボランティアが移動の際にサポートしたため、参加することができた。

協力頂いた8名の保護者ボランティアの、野外学習に対する意識を把握するために、野外学習後にアンケートを実施した(表5)。保護者ボランティアに参加する時間をどのようにして作ったのかという質問には、仕事をしていないので参加できた方が2名、仕事を休むなど時間を工面して参加した方が6名で、時間

があるので協力したよりも、野外学習のために時間を作った保護者の方が多い。時間を作って参加した6名の保護者の、保護者ボランティアに協力した理由は、ボランティアの人数が少ないと聞いたから(1名)、役員をしているから(2名)、子どもの様子を見たいから(3名)であった。また、複数回答の中に、化石に興味があったから(2名)という理由を併せて挙げる保護者もいた。保護者が仕事を休むなど個々の予定を変更してまで保護者ボランティアに協力した動機はさまざまである。しかし、保護者ボランティアに協力頂いたということから、保護者ボランティアの趣旨に賛同し、野外学習の実施に対し「何らかの力添えをしたい」という思いがあることは確かであろう。このことから、協力頂いた保護者の方々の、学校行事に対する積極的なかわりを望む姿勢が認められる。

また、野外学習後の感想には、全員が「子どもの様子を見ることができて良かった」ことを挙げている。特に、「子どもの様子を見る」こと以外を保護者ボランティアに協力する理由に挙げた保護者ボランティアも、このように答えている。このことから、保護者は、

表5 保護者アンケートの集計結果

	保護者1	保護者2	保護者3	保護者4	保護者5	保護者6	保護者7	保護者8
多摩川野外学習に参加しての意見を聞かせて下さい。	事前の班分け(生徒)が必要かどうか疑問。	1グループの人数がもう少し少ない方がよい。化石採集のしかたをもっと少し指導してほしい。	中学校以外の先生方から授業を受けるのは子ども達にとって良かった。この体験により、物の見方、考え方に幅が出ればよいと思います。	天候に恵まれて良かった。子ども達が事故、怪我なく学習活動を行えたことが良かった。	ボランティア説明会できていた担当グループとは、あまり関わることができなかった。間接的に、先生方の課外授業に協力できたのであれば幸いです。残念だったのは、化石採集の作業は予想以上に難しく、1つも発見できなかったことです。	普段、体験できないような化石採集、説明など多摩川について知らなかった事や、驚きがありとても勉強になった。もっと化石が見つかりやすければよかった。	教室での授業とは異なり、青空の下で気分転換にもなり良かったと思います。ソウの足跡には驚きました。指導者1人に対し、生徒が40名くらいだったので、集中する子どもと遊んでしまう子どもに差が出たと思います。院生を積極的に活用し、小さなグループでの活動を増やせば良かったと思います。	こんなに近くで化石の発掘ができるとは思っていませんでした。天候に恵まれ、とても気持ちの良い日でした。経験豊かな先生の説明も分かりやすく興味深かったです。改善点は、集中の切れた子ども達にどのようにするかということでしょうか。
多摩川野外学習にご協力頂いた理由をお聞かせ下さい。	小学校の時はPTAの役員になったり協力していたが、中学では学校から遠いということもあり、なかなか協力できなかったの。	クラス役員をしていたので協力した。	用事がありましたが、お手伝いの人数が足りないとのことでしたので、参加しました。	学校公開や、授業参観とは違い、野外での学習を、どのように聞き取り取るかを見てみたかったの。	学年主任の先生より、ボランティア参加者が少ないと聞き、協力することにしました。	学年委員でしたので、お手伝いをしなくてはと思い、参加しました。	生徒会行事などには参加できなかったの。是非参加したかった。化石に興味があったの。	化石に興味があったの。子ども達の様子を見たかったの。
どのようにして、今回のお手伝いの時間を作られたのでしょうか。	専業主婦なので時間はある。	仕事を入れないようにした。	仕事はしていないので、日中はあいています。	仕事を休みました。	在宅ワークなので、前日の夜及び帰宅後に仕事を移動してもらい、時間を作りました。	事前に日程がわかっていたので、仕事を休みました。	自営業なので、仕事の予定を入れないようにした。	自分のボランティアの時間を調節しました。
野外学習に参加してよかったと思うのはどのような点でしょうか。	化石採集ができたこと。小学校と違った子どもの様子を見ることができたこと。	教室とは異なる子ども様子を見ることができた。天候に恵まれ、外でお弁当を食べて気持ち良かった。	子ども達の様子を見ることができてよかった。化石採集等、体験でき楽しかった。	子ども達には、少し難しいかと思われる。発掘や地層の観察で、当時の時代に思いを巡らせ、発想する力がいたように思われます。	子ども達の普段の様子を見ることができました。	参加された保護者の方々と話ができ交流ができたように感じました。子ども達の普段の様子を見ることが出来良かったです。	子ども達は皆仲良く元気に天真爛漫なようすが見られ、安心しました。学校活動にも協力できうれしく思っています。	学生になった気分で熱中して化石を掘りました。小さな化石を見つけたことができ、良かったです。

それまでに同様の経験がないために、子どもが野外学習をする様子を見ることに価値を見いだせなかったと思われる。しかし、実際に保護者ボランティアという形で、子どもが野外学習をする様子を目の当たりにして、その価値が上がったと考えられる。したがって、保護者ボランティアを募集する際に、野外学習時の子どもの様子を見ることができる、という点をアピールしても良いと考えられる。

## 6. 地質野外学習の実施率を上げるために

野外学習を実現するためには、実施に至るまでの過程の中で、乗り越えなければならぬ障害がある。この野外学習の実現までの過程で見いだされた障害をまとめると、「人」、「専門家」、「道具」と「天候」の4点に絞ることができる。まず、「人」は、野外学習を実施する時に、主に生徒の安全確保のために必要な人員である。教科での実施では、教科外の教員を野外学習に充てるためには理由づけが必要となるだろう。この野外学習では、教科ではなく、総合的な学習の時間で実施したため、学年の行事として位置づけることができ、学年の担任など教科外の教員の協力を得やすかった。また、松川・松川(2005)で提唱されている保護者ボランティアは、野外学習での生徒の安全を確保するために有効である。生徒の安全確保は、野外学習を実施するためにクリアすべき重要な課題である。この点からも、野外学習を実施する際に、保護者ボランティアを活用すべきである。次に、「専門家」である。この野外学習では、野外学習を担当した教員がこの野外学習を実施した以前から、同地域での野外学習の実践研究などで協力体制が築かれてきた。そのため、ゼロから探すことなく、専門家に野外学習の学習指導を依頼することができた。しかし、この手法を一般化することは難しい。また、この野外学習で使用した用具(ハンマー、画板)は、学習指導を担当した専門家の一人が所属する東京学芸大学の物品を使用した。「専門家」の手配と同様に、誰もが自由に使用できる物品ではない。したがって、この野外学習が実現するまでの手法を、一般化することは現実味がないといえる。しかし、「人」の確保は、特別な条件や予算がなくともクリアできることが示され、「専門家」と「用具」は現時点で一般化することは困難であることを示すことができた。つまり、野外学習を実現するために教員側でクリアできることとできないことの切り分けができた。

したがって、野外学習の実施率を上げるためには、

「専門家」を確保することが重要なポイントとなる。「専門家」として地域の博物館の学芸員や大学の教員が直ぐに思い浮かぶが、圧倒的な人員不足から望めない。例えば、松川・林(2003)では、「専門家」を手配する仕組みとして、野外学習支援システムの構築を提唱している。しかし、現実にはこのシステムは機能していない。機能させるためには、そのためのコーディネーターがまず確保され、次に人材バンクを作成することが必要となる。最近の児童生徒の理科離れの危機から、理科教育支援システムが進み、室内実験や活動に関しては、博物館や科学館では人材バンク制度が機能し始めている。野外実習にも及ぶことを期待したい。また、天候の状況も重要なポイントとして挙げられる。「雨天順延」は不可能である。天候の最も安定した時期を選ぶ必要がある。さらに、年間指導計画に野外学習の実施を盛り込み制度化することもポイントである。一度、制度化されたものは、毎年の実施は容易になるはずである。

## 7. 結 論

- ①野外学習支援システムを用いて、中学1年生を対象に総合的学習の時間で地質野外学習を実践した。
- ②安価なバスの手配、総合的学習の時間での実施など、工夫次第で野外学習を実施しやすくなる。
- ③保護者ボランティアは、野外学習を実施時の生徒の安全確保のために有効である。
- ④生徒が複数のグループに分かれても、ワークシートの使用と、学習指導を担当する専門家同士の詳細な打ち合わせにより、学習内容を統一することができる。
- ⑤地質野外学習の実施率を上げるためには、専門家と野外学習に必要な物品の手配するシステムを構築する必要がある。

**謝 辞** 本研究を行うに当たり、中山中学校の竹本忠雄校長、平成18年度1学年の先生方、ボランティアとしてお手伝いいただいた保護者の方々には、地質野外実習実施に関してのご理解とご協力をいただいた。東京学芸大学松川研究室の学生・院生の皆様には、野外学習当日の記録などお手伝いいただいた。また、広尾地質研究会の方々には、意見などをいただいた。厚く感謝いたします。なお、本研究に当たり、文部科学省科学研究費補助金(課題番号:18300262,代表 長谷川正,2006-2008)を使用した。

## 引用文献

- 馬場勝良・松川正樹・林 明・藤井英一・宮下 治・相場博明(1986): 地域を活かした地質教材の一試案—立川南方の多摩川河床を例として—. 地学教育, **39**, 193-201.
- 馬場勝良・松川正樹・小荒井千人・林 慶一・大久保敦・伊藤 慎(2000): 足跡化石を基に動物を動かそう—恐竜の方法をゾウに応用して—. 地学教育, **53**, 269-281.
- 馬場勝良・松川正樹・松川萬里子(2002): 多摩川中流域河床における地質野外実習教材の開発と実践研究. とくきゅう環境浄化財団, (一般)助成研究, No. 137, 111-182.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹(1991): 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境解析とそれに基づく地質野外学習教材の開発. 多摩川環境調査助成集, **13**, 1-270.
- 松川正樹・林 慶一(2003): 大学・博物館・学校にボランティアを加えた地質の野外観察支援システムの構築. 地学教育, **56**, 61-67.
- 松川正樹・馬場勝良・相場博明・青野宏美・小荒井千人(2004): 多摩川中流域の上総層群の古環境. 日本地質学会第111年学術大会, 2004 千葉. 見学旅行案内書第G班(多摩川), 79-92.
- 松川萬里子・松川正樹(2005): 地質野外学習を支援するシステム作りと授業実践—コロラド州と日本の比較を基に—. 東京学芸大学紀要 自然科学系, **57**, 195-232.
- 宮下 治(1999): 地学野外学習の実施上の課題とその改善に向けて—東京都効率率学校の実態調査から—. 地学教育, **52**, 63-71.

小荒井千人・松川萬里子・松川正樹: 地質野外実習の実施率向上のための試み—支援システムを用いた八王子市立中山中学校の例— 地学教育 **60** 巻4号, 125-135, 2007

〔キーワード〕 地質野外学習, 支援システム, ボランティア, 年間行事

〔要旨〕 地質野外学習は, さまざまな事柄が障害となるため実施される機会が少ない. 特に, 学習指導と生徒の安全確保は野外学習の実施の際に解決しなければならない問題である. そこで, 松川・林(2003)で論じられた野外学習支援システムと, 松川・松川(2005)で提案された保護者ボランティアを活用し, 地質野外学習を中学1年生を対象に実践した. また, 野外学習を総合的学習の時間に組み入れ学年行事とし, 路線バスの車両をチャーターするなどの工夫をした. 野外実習を行った結果, 野外学習支援システムと保護者ボランティアは野外学習の実施に有効であることが示された.

Kazuto KOARAI, Mariko MATSUKAWA and Masaki MATSUKAWA: A Practical Study of Field Geology Class Utilizing a Teaching Support System, with an Example of the Field Class of Nakayama Middle School in Hachioji, Tokyo. *Educat. Earth Sci.*, **60**(4), 125-135, 2007

~~~~~  
お 知 ら せ  
~~~~~**財団法人下中記念財団**  
**第 46 回下中科学研究助成金募集のお知らせとお願い**

財団法人下中記念財団は、昭和 37 年 6 月、平凡社の創業者である、故 下中彌三郎翁の業績を記念し、科学技術教育の奨励を目的として創立されて以来、全国の小・中・高校の先生方の真摯なご研究の発展の一助となるべく、下中科学研究助成金事業を行ってまいりました。

当財団は本年も、第 46 回（平成 19 年度）下中科学研究助成金の募集を行います。当財団のホームページ (<http://www.shimonaka.or.jp/>) から標記助成金の「応募要領」・「申請書」・「申請書記入要項」を取り出せますので、是非ご利用くださいますようお願い申し上げます。

原著論文

## 理科教育における直接経験と間接経験の類型化と 地学教育の果たす役割

Identifying Patterns of Direct and Indirect Experiences in the Teaching  
of Science, and the Role of Earth Science Education

相場博明\*

Hiroaki AIBA

**Abstract:** Hitherto, the use of learners' direct and indirect experiences in the teaching of science has not been identified in detail. Results from the present research have led to a definition of learners' experiences, which can be subdivided into the following four categories: 1) natural direct experience; 2) artificial direct experience; 3) natural indirect experience; and 4) artificial indirect experience. The importance of analyzing and comparing the results of direct and indirect experiences for the purpose of teaching science in future are highlighted. Furthermore, through the analysis of textbooks used in both elementary and lower secondary schools in Japan, it is recognized that these four categories have been used, without bias, both in "C" area, consisting of the Earth Science of elementary schools, as well as in the Earth Science area of junior high schools. Earth Science is a highly suitable subject for comparative research on direct and indirect experiences, and this re-emphasizes the important role of teaching Earth Science.

**Key words:** direct experience, indirect experience, similar typing, artificial, natural, earth science education

### 1. はじめに

21世紀を迎えた我が国の教育には、二つの大きな思潮がある。一つは都市化や少子化による人間関係の希薄化から生じてきた体験活動の不足を教育の現場に求めようとするもの、もう一つはコンピュータやインターネットなどを教育に積極的に活用していこうとする教育の情報化の流れである。直接経験といえる体験活動の重視の考えと、間接経験といえるコンピュータなどメディアによる経験は相反する思潮に見える。

これらの思潮は、当然理科教育に対しても大きな影響を及ぼした。理科教育は、言うまでもなく自然の事物・現象を対象としており、直接経験重視の考えか

ら、実験・観察を重視することがますます求められるようになった(中央教育審議会, 1996 [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/12/chuuou/toushin/960701.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/12/chuuou/toushin/960701.htm))。それに対して、教育の情報化の流れは理科教育に革命的ともいえる大きな変化を与えようとしている。メディアがアナログからデジタルに変わり、さらにコンピュータとインターネットの教室への導入により、自然の事物・現象をメディアを通して子供に学ばせるといった間接経験が急激に導入されるようになってきた。

したがって、今日の理科教育においては、この体験活動などの直接経験重視と教育の情報化による間接経験導入の動きが相反するイデオロギーとして混在して

いるのが現状である。理科教育にコンピュータを利用した実践報告が数多くなされるようになってきた(相場ほか, 1999; 相場ほか, 2000; 相場・真砂 2006 など)。しかし, それらの実践においてよく耳にする言葉は, 「直接経験をさせた場合とどう違うのだろうか」という指摘である。理科教育の現場に携わる教師の多くがこのような疑問を持ちながらも, その明確な解答を得られないまま日々実践しているのが現状である。すなわち同じ実験・観察でも直接経験をさせた場合と間接経験をさせた場合ではどちらが高い教育効果を得られるのかという比較の視点での評価研究が重要になってくる。

そのような評価研究を実施していくためには, 地学教育はもっとも適した領域であり, 今後の理科教育において重要な役割を担うものと思う。本論では, 理科教育における直接経験と間接経験について考察し, 地学教育の担う新たな役割について提言をする。

## 2. 本研究の目的と方法

理科教育における直接経験, 間接経験を述べる場合には, 理科教育的な直接経験, 間接経験を定義する必要がある。コンピュータなどの新しいメディアが登場する前までは, 理科教育における直接経験と間接経験の定義は, 「自然の事物・現象に直接触れることを直接経験, 映像などに触れることを間接経験」で示される単純な分類で十分であった。しかし, 新しいメディアが次々と登場し, 間接経験が複雑化, 多様化した。そして, なかには直接経験と間接経験との境界領域的なものまで登場している。したがってこれらを整理し理科教育としての明確な定義づけを行う必要がある。

定義づけした後は, その定義づけに基づいて, 現在の理科教育で実践されている実験・観察をいくつかのカテゴリーに類型化する。そして, それらのカテゴリー同士を比較する視点での研究例を示す。さらに, それらの研究例の中から特にこれからの理科教育にとって重要な研究テーマについて指摘する。

また地学教育がその研究テーマを実施するに当たり重要な役割を担うことを示し, 今後の地学教育の新たな役割を提言する。

## 3. 理科教育における直接経験と間接経験の定義づけと類型化

### ① 定義づけに関する先行研究

東ほか(1991)は, 理科教育における直接経験と間

接経験の関係を経験のレパートリーとして簡単な図式化を試みた(図1)。そして, 「理科は直接経験を最もなしうる教科であり, 生命体であり, 物質, 物体であり, 手ごたえ十分のものがたくさんある」と述べており, 小学校段階での直接経験の必要性を主張し, 「間接経験だけでは, ややもするとわかったつもりの気持ちだけで, 本当はわかっていない状態になりやすい」と述べている。また, 間接経験を映像による経験, 文字情報による経験の二つに分けており, 映像のほうが経験の直接性が強いと述べている。この三つの分類の方法は, アメリカの心理学者のブルナー(Bruner)の言う認知論, すなわち, 人間の思考は, 行為(動作)を基にするもの, 映像を基にするもの, 言語を基にするものから成り立つとし, 個別の経験が概念化され, 概念により個別の現象に当たって概念を豊かにしていく(なかのてるみ, 1993)との考えをもとにしたものと思える。つまり, この経験のレパートリーの図式化はとくに理科教育に限ったものでなく, 一般的な図式化としても述べられるものであり, 理科教育的な明確な定義づけとはなっていない。

また, 教育工学的な研究から, アメリカのデール(Dale)は経験の円錐形というものを表した(井上ほか, 1993)(図2)。この円錐形は11段階あり, 最も下の部分に直接的・目的的经验がおかれ, ひながた経

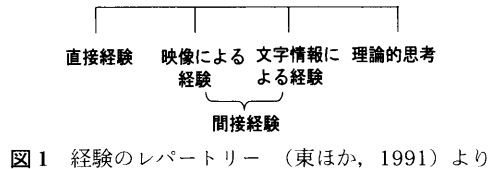


図1 経験のレパートリー (東ほか, 1991)より

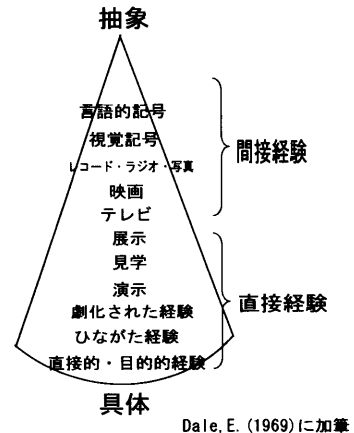


図2 経験の円錐との関係

Dale, E. (1969)に加筆



験、劇化された経験、演示、見学、展示、テレビ、映画、レコード・ラジオ・写真、視覚記号、言語的記号、と続く。そして、直接的・目的経験が最も具体的であり、円錐の上に行くに従い、抽象的になる。

ここで述べられる直接経験は、最も下の部分の直接的・目的経験から展示までの部分を指しており、間接経験は、テレビから言語的記号まで示しているものと解釈できる。この図は間接経験をその抽象度において段階的に初めて示した考えである。しかし、最近のデジタル化されたメディアやテレビ会議システムやバーチャリアリティーによる経験はこの円錐の中には位置づけられておらず、そのままこれを現在の理科教育における定義に使うことには問題が多い。

## ② 理科における直接経験の定義

理科教育における直接経験は、「自然の事物・現象をメディアを通さず、現時間（リアルタイム）で直接情報を得ること」と定義する。

メディアを通さないということは、自然の事物・現象を直接自らの五感を使って観察することである。そして、現時間ということは、自然の事物・現象に対して双方向性的（インタラクティブ）に情報を交換できるということを示している。ここで述べる双方向性というのは、観察者が自然に対して情報を得ようとした場合に自然からその跳ね返りがあるという意味である。例えば、岩石を観察する場合、観察者がどんな手触りかを知りたければ触ることができ、どんな臭いかを知りたければ臭いをかぐことができ、主体的に情報を得ることができるという意味である。

直接経験をこのように定義すると、これをさらに大きく二つのカテゴリーに分類することができる。自然の事物・現象を人為的に操作、加工しておらず、それが生じている空間で観察しているのか（これを現空間と定義する）、あるいはそれが人為的に操作、加工されており、それが生じている空間から移動しており、教室などの中に持ち込まれているのかどうか（これを異空間と定義する）ということである。前者を自然的直接経験と呼び、後者を人為的直接経験と呼ぶことにする。

自然的直接経験は生物、地学のほとんどの野外観察がこれに区分される。学校内や教室内の観察でも実際の事物・現象が現空間で生じているものならばこのカテゴリーに入ることになる。日なたや日陰の観察や気温の観察などもこれに含まれる。また、機械や器具を通しての観察であっても、自然的直接経験のカテゴ

リーとして区分できる。例えば、双眼鏡で野鳥を観察する場合や、聴診器で心臓の拍動を聞くことなどの例が挙げられる。すなわち自然的直接経験というのは、自然の事物・現象を現時間、現空間で観察することと定義できる。

それに対して人為的直接経験は、自然の事物・現象を人により、操作・加工して教室内などに持ち込まれたものを観察する場合である。物理・化学のほとんどの実験は人為的に再現されたものであるからすべてこのカテゴリーに入ることになる。また、同じものを観察する場合でも、標本を野外で採集してその場で観察する場合は自然的直接経験として区分されるが、教室に持ち込まれた標本を観察する場合は人為的直接経験として区分される。すなわち、観察は現時間で行うが、その事物・現象は異空間のものである。

もちろん、自然的直接経験と人為的直接経験のカテゴリーの境界領域的なものも存在する。例えば、カエルの解剖は、カエルは教室に生息しておらず教室に人為的に持ち込んだものであるから、人為的直接経験のカテゴリーとして区分される。しかし、児童・生徒にとってはカエル自体が自然の事物である。そして解剖という実習は、情報の双方向性があり、主体的にかかわることになる。また、校庭の植物観察やビオトープでの観察なども同様である。校庭に植えられた植物やビオトープの自然は人為的に作られたものである。そういう意味では人為的直接経験として区分される。しかし、子どもにとっては、それらは人為的に作られたという認識を持たないかもしれない。この場合も、子どもは自然の事物・現象から双方向的に情報を受け取っており、人為的か自然的かを区別することは困難である。

このように考えると自然的直接経験のカテゴリーに含まれるものほど、自然から双方向性的により多くの情報を受け取ることになる。これに人為的な要素が強くなるに従い、双方向性も弱くなる。例えば、野外で地層を観察した場合、観察者は自ら地層に対して主体的にかかわることができる。自らの興味・関心、疑問に対して、それを解決するため、地層をハンマーでたたき、割れる音、固さ、手応え、臭いなどの情報を得ることができる。しかし、博物館などに展示された標本を観察する場合は、場合によっては見るだけで、触ることもたたくこともできないのである。その場合の情報はある限られたものとなり、双方向性の要素が弱くなる。

### ③ 理科教育における間接経験の定義

理科教育における間接経験は「自然の事物・現象をメディアを通して観察する」と定義する。つまり、直接経験の定義は自然の事物・現象をメディアを通さずに観察することなので、それとは相反するものである。

メディア(media)とは、情報をやりとりする媒体のことであり、情報のやりとりにかかわる物や人、しくみ、社会基盤の総称である(清水, 1999)。坂本(2001)は、メディアは、人に伝える内容を媒介し、そこで伝えられる内容との関係で階層構造を持っているとし、記号メディア、意味表現メディア、コンテンツ、ソフトウェア、機材、情報のチャンネルを含むとした。すなわち学校教育の現場でのメディアとしては、黒板やスライドなどの視覚教材提示媒体、印刷物やビデオなどのパッケージ教材提示媒体、ラジオやテレビの放送教材提示媒体、テレビ会議システムやインターネットなどの交信支援媒体、模型やコンピュータなどの学習支援媒体などが相当する。

教育の現場で教師が示す言葉や文字、映像やインターネット画面もすべてメディアを通じたものであり間接経験に含まれることになる。メディアを通じたことで、その自然の事物・現象は現時間のものではなく、過去に起こった出来事である(現時間に対してここでは異時間という言葉を使用する)。

そして、直接経験と同様に、自然的であるか、人為的であるかを区別することができる。すなわち、自然の事物・現象を忠実に視覚、聴覚などの感覚としてメディアに残した物を観察することを自然的間接経験と定義する。写真や録音された音、スライド、ビデオ映像などがこれに相当する。これらはメディアに記録されたものであるが自然のありのままの空間を観察者に情報として提供するものであるので、現空間と言える。

自然的間接経験の歴史的背景を簡単に述べると、写真が登場するまでの長い期間は、文字や言葉を使用して教育が行われていたので、自然的間接経験にとっては空白の時代と解釈できる。カメラは1839年にダゲール(L. Daguerre)により発明された。スコット(E. L. Scott)は1857年に音声をも初めて目に見える波形として記録することに成功し、これが後の録音機の発明につながった。それらはすぐに映像として教育の現場に利用された。映像の技術は時代とともに進歩し、白黒写真からカラー写真となり、1920年代末から1940

年代始めに映画教育が全国的に推進され、さらに1956年にVTRが開発され、1969年頃からVTRの普及が始まることになる。そして、デジタル化に伴い、テレビもデジタル放送が始まり、DVDが普及する時代を迎えている。最近是最も高品質な自然的間接経験として区分できるインターネットを利用したテレビ会議システムも登場した(図3)。

それに対して、人為的間接経験とは、人為的に作成されてメディアに記録されたものを観察する場合である。簡単な例として、言葉や文字によるものが挙げられる。そして、情報量が増加するにつれて、黒板に描く図や掛け図となり、白黒の図がカラーになり、アニメーション、コンピューターグラフィックス(以下CG)などとなる。それらは人間が自然を真似て作った異空間である。

人為的間接経験も時代とともに情報量が増し、CGは自然的間接経験と見分けがつかないくらいになってきた。デジタルは加工も容易にでき、インターネットの世界で伝達可能になった。今や教育のみならず生活の多くの場面でこのCGが使われている。そして、このCGは最も高品質な人為的間接経験ともいえるバーチャリアリティー(以下VRと略記)技術へと発達した(図4)。

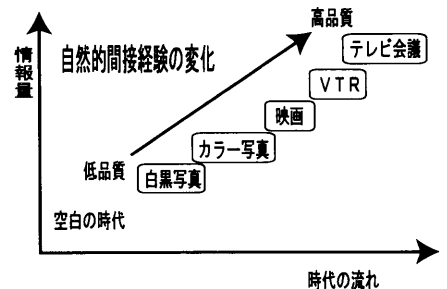


図3 自然的間接経験の変化

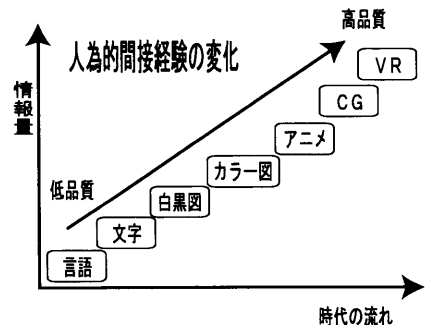


図4 人為的間接経験の変化

そして、自然的間接経験と人為的間接経験のカテゴリーを区別しにくい境界的なものも存在するようになってきた。例えば実写の画像とコンピュータグラフィックス（以下CGと略記）を組み合わせたものやアニメーションの中に実際の動画を挿入したものなどが挙げられる。いくつかのメディアを複合して作り出したものをマルチメディアと呼んでおり、コンピュータが作り出したものに多く見ることができる。

④ 四つのカテゴリー

以上述べたことをまとめると、理科教育における直接経験と間接経験の区分は四つのカテゴリーに類型化ができる(図5)。この分類の方法は、相場(2004a)が採集について四つのカテゴリーに分類した方法を応用発展させたものである。

第1象限は自然的直接経験であり、現空間・現時間を示す。第2象限は人為的 direct 経験であり、異空間・現時間を示す。第3象限は人為的間接経験であり、異空間・異時間を示す。第4象限は自然的間接経験であり、現空間・異時間を示す。デールは経験を垂直的に円錐形で表したが、ここでは水平的に四つに区分した。水平的に四つに区分したため、それぞれのかかわりと境界的なものの議論が可能になった。

⑤ テレビ会議とVRの位置づけ

直接経験は現時間であるために自然の事物・現象と、双方向性的にかかわることができる。このことは従来の間接経験では不可能であった。しかし、最も高品質な自然的間接経験であるテレビ会議は、間接経験でありながら、双方向性と現時間の性格を持つものに

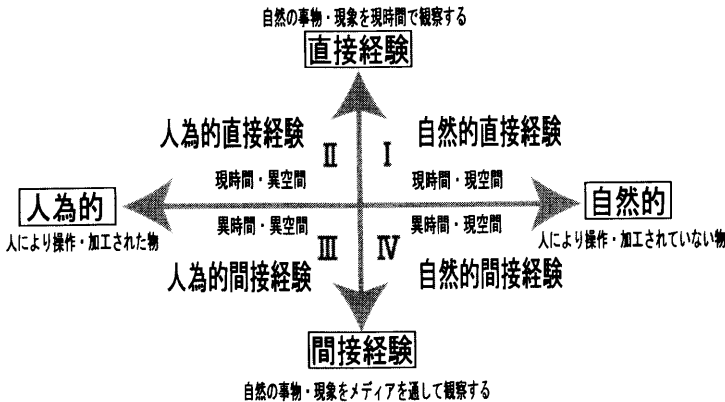


図5 理科教育における直接経験、間接経験の類型化

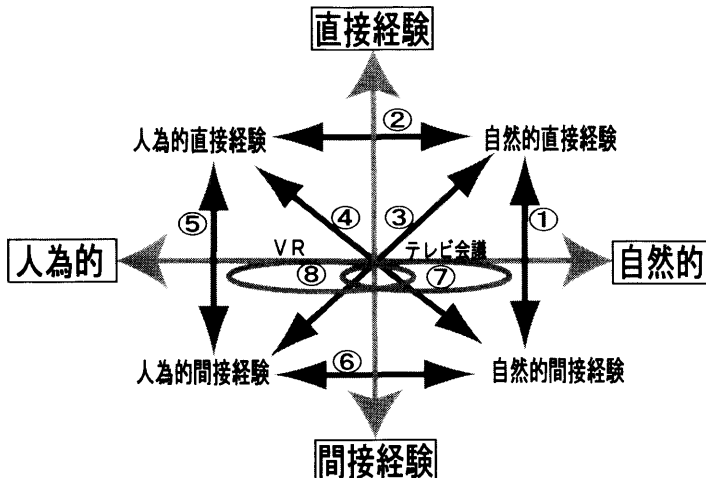


図6 理科教育における直接経験、間接経験の比較研究テーマとVR、テレビ会議の位置づけ

なる。現在のところは映像と音声に限られているがテレビ会議を使うことにより現時間で自然の事物・現象を教室に持ち込むことが可能となった。遠隔操作のできるカメラなどで双方向性に情報を得られる可能性もある。すなわち、テレビ会議は自然的直接経験と自然的間接経験の境界付近に位置づけられる。また、一部CGなども組み合わせることで、人為的間接経験のカテゴリーに含まれる場合がある(図6の⑦)。理科教育において、このテレビ会議が及ぼす教育的効果についての研究は今後の重要なテーマの一つである。

テレビ会議とともに、もう一つ、今後の理科教育に大きな影響を与えると思えるものに、VRがある。人工現実感ともいわれ、小川(1999)はVRとは、人間の五感に対してコンピュータが情報を与え、その情報をインターフェースを介して受け取った人間の行動に合わせてリアルタイムで変化させる技術であると述べた。さらに、VRはマルチメディアの一つの突き詰めた形であり、人間はデジタル化された情報空間の中を、まるで現実の空間の中にいるのと同じように歩き回ることができるものと述べた。その点ではVRは、双方向性であり、またある意味、同時性の性格を併せ持つことになる。以上のことから、VRは理科教育の中では人為的 direct 経験と人為的間接経験との境界的な部分にあてはまることになる。また、一部CGの代わりに実写の画像など組み合わせることもできるので自然的間接経験のカテゴリーにも含まれる(図6の⑧)VRは、限りなく現実に近い状況を教室の中で体験させることができる可能性があり、また、実際の直接経験でもできないような経験も可能にすることもできる。今後、テレビ会議システムと同様に、このVRが教育の現場に入り込んでくることは確実である。このVRが子供の発達、認知に与える影響や、VRを取り入れる発達段階の時期、そして効果的な指導方法を研究していくことは、今後の理科教育にとって大きな課題である。

#### 4. 四つのカテゴリー間の比較研究

理科教育における直接経験と間接経験を類型化した結果、四つのカテゴリーに分けることができ、さらに境界領域のものとして、テレビ会議とVRを位置づけ、その教育研究の重要性を述べた。ここでは、四つのカテゴリーをそれぞれ比較する教育研究の具体的な実践例とその先行研究について述べる。

まず、四つのカテゴリーをそれぞれ比較する方法

は、図6に示したように以下の6通りが示される。

##### ① 自然的直接経験と自然的間接経験の比較

実際に野外で本物を観察した場合と、写真やビデオなどで観察させた場合の違いを考察する研究である。例えば地層の観察を行う場合は、実際に学校の近くに適切な露頭がない場合がほとんどで、野外観察が実施しにくい現状にある。野外観察を実施するためのいくつかの方策は示されているが(松川・林, 2003; 相場, 2004c), 多くの場合はビデオや写真などを使って授業を実施している。実際の地層の野外観察の実施率は1.8%という報告もある(安藤, 2004)。そのような現状の中では、野外観察による教育効果と写真やビデオによる教育効果についての比較研究は重要なテーマであると思われる。しかし、この比較に視点をのいた先行研究はほとんどない。わずかに、野外観察と室内実習との複合的な研究(荻原, 1995; 林, 1993)がいくつか報告されている。

##### ② 自然的直接経験と人為的 direct 経験の比較

直接経験同士の比較である。例えば、実際に野外にあるものをそのまま観察させた場合と、教室に持ち込んで、それを観察させた場合に関する比較研究である。相場(1989, 1998b)は中学生の地層の学習に関して、教室の中にできるだけ本物を持ち込んで授業を行うような実践を行った。また藤岡ほか(1990)は、同じように中学生の地層の指導において、露頭から地層をはぎ取ってそれを教室に持ち込んでの実践を報告した。また、藤岡ほか(1989)は、中学生の岩石の指導において、本物の岩石標本を教室に持ち込んでの実践例を報告した。相場(1997, 1998a)は、化石の指導に関して、栃木県の塩原からの植物化石を含む岩石ブロックを教室に持ち込んでの実習を開発した。

これらの実践例は、どれも本物を教室内に持ち込んでの実践であるが、それを野外で行った場合と教室に持ち込んだ場合との教育的効果の相違の比較を視点においた評価・考察はどの研究においてもなされていない。

##### ③ 自然的直接経験と人為的間接経験の比較

野外で本物の自然を観察した場合と、模型や図表・アニメーション・CGなどで指導した場合との相違を比較する研究である。例えば、星の観察を実際の野外で行うのと、プラネタリウムで行う場合を比較研究するテーマがここに相当する(相場, 2004b)。

##### ④ 人為的 direct 経験と自然的間接経験の比較

教室に持ち込まれた自然の事物・現象を観察・実験

表 1 現行教科書に見る小学校理科における直接経験, 間接経験

| 学年                  | 観察・実験                  | 区分       | 自然的直接経験 | 人為的直接経験 | 人為の間接経験 | 自然的間接経験 |
|---------------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| 3                   | たねを観察しよう               | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 光の進み方                  | B        | ○       |         |         |         |
|                     | 光の温かさ                  | B        | ○       |         |         |         |
|                     | 幼虫の育つ観察                | A        |         | ○       |         |         |
|                     | さなぎの観察                 | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 植物のからだのつくり             | A        | ○       |         |         |         |
|                     | こん虫さがし                 | A        | ○       |         |         |         |
|                     | バッタとコオロギのつくり           | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 日なたと日かげの温度をはかる         | C        | ○       |         |         |         |
|                     | ぼうとかけの位置と太陽の向き         | C        | ○       |         |         |         |
|                     | 電気を通すものを調べる            | B        |         | ○       |         |         |
|                     | じしゃくにつくものを調べる          | B        |         | ○       |         |         |
|                     | 4                      | 生き物を調べよう | A       | ○       |         |         |
| 空気をおしちぢめてみよう        |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 水はおしちぢめられるか         |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 植物の成長のようすを調べよう      |                        | A        | ○       |         |         |         |
| 朝の月の動きを調べよう         |                        | C        | ○       |         |         |         |
| 三日月の動きを調べよう         |                        | C        | ○       |         |         |         |
| 星座を見つけ動きを調べよう       |                        | C        | ○       |         |         |         |
| モーターの回り方を調べよう       |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 電流計で乾電池の電流の強さを調べよう  |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 光電池と光の関係を調べよう       |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 植物のようすを調べよう         |                        | A        | ○       |         |         |         |
| 鳥や虫の活動のようすを調べよう     |                        | A        | ○       |         |         |         |
| 水を熱したときの温度やようすの観察   |                        | B        |         | ○       |         |         |
| すいじょう気の観察           |                        | B        |         | ○       |         |         |
| ゆげの観察               |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 空気中に水があるかたしかめよう     |                        | B        | ○       |         |         |         |
| 金属がどのようにあたたまるか      |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 水のあたたまり方            |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 熱したときの水のようす(対流)     |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 空気のあたたまり方           |                        | B        |         | ○       |         |         |
| 金属のあたたまり方           | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 水や空気の熱によるかさの変化      | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 5                   | 種の発芽の実験                | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 種子の中にデンプンがあるか          | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 肥料や日光が植物の成長に必要なか       | A        |         | ○       |         |         |
|                     | てんびんで重さをはかる            | B        |         | ○       |         |         |
|                     | てこのつりあい                | B        |         | ○       |         |         |
|                     | メダカのだまごの観察             | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 人の受精卵が育つ様子を調べよう        | A        |         |         | ○       | ○       |
|                     | 花粉の有無で実のでき方を調べる        | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 気象情報から天気の変化を調べる        | C        |         |         | ○       | ○       |
|                     | インターネットから気象情報を知る       | C        |         |         | ○       | ○       |
|                     | 土の山に水を流して流れる水のはたらきを調べる | C        |         |         | ○       |         |
|                     | 食塩が水にとどれだけとけるか         | B        |         | ○       |         |         |
|                     | ミョウバンのとけ方              | B        |         | ○       |         |         |
| 水溶液からとがしたものをとりだす    | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 食塩を水にとかず前後での重さの比較   | B                      |          | ○       |         |         |         |
| ふりこの周期の実験           | B                      |          | ○       |         |         |         |
| おもりがものを動かすはたらき      | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 6                   | 木を燃やしたあとの空気が木が燃えるか     | B        |         | ○       |         |         |
|                     | 木を燃やしたあとにできるもの         | B        |         | ○       |         |         |
|                     | 酸素の中で木を燃やす             | B        |         | ○       |         |         |
|                     | 日光とデンプンのでき方            | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 呼吸で二酸化炭素ができるか          | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 唾液でご飯のデンプンが糖に変わることを調べる | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 魚の解剖                   | A        |         | ○       |         |         |
|                     | メダカの血管を調べる             | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 聴診器で心臓のはく動を聞く          | A        |         | ○       |         |         |
|                     | 地層のつくりを調べよう            | C        | ○       |         |         |         |
|                     | 堆積実験                   | C        |         |         | ○       |         |
|                     | 火山による土地の変化を調べよう        | C        |         |         | ○       | ○       |
|                     | 地震による土地の変化を調べよう        | C        |         |         | ○       | ○       |
| 水溶液の性質を調べよう         | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 炭酸水に何がとけているか        | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 塩酸にとけた金属はどうなったのか    | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 電磁石に電流を流したときのようす    | B                      |          | ○       |         |         |         |
| 電磁石が鉄を引きつける力を強くするには | B                      |          | ○       |         |         |         |

表2 現行教科書に見る中学校理科における直接経験、間接経験

| 学年                  | 分野                     | 観察・実験             | 区分 | 自然的直接経験 | 人為的直接経験 | 人為の間接経験 | 自然的間接経験 |
|---------------------|------------------------|-------------------|----|---------|---------|---------|---------|
| 1                   | 第1分野                   | 光の反射              | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 光の屈折              | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 凸レンズによる像のでき方      | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 音の大きさと高さや弦の振動実験   | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 力のつりあう条件を調べる      | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 物質の性質を調べる         | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 固体から液体に状態変化する温度   | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 混合物からでてくる気体を調べる   | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 酸素や二酸化炭素の性質を調べる   | B  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 気体の発生             | B  |         | ○       |         |         |
|                     | アンモニアの性質を調べる           | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 水溶液からミョウバンや食塩を取り出す     | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 酸やアルカリの水溶液の性質          | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 酸とアルカリの水溶液の中和          | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 静電気の現象を調べる             | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 直列回路の電流の強さを調べる         | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 並列回路の電流の強さを調べる         | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 直列回路と並列回路の電圧を調べる       | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 電熱線にかかる電圧と電流の強さとの関係    | B                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 2                      | 電流のまわりの磁界を調べる     | B  |         | ○       |         |         |
| 磁界の中の電流が受ける力の向きを調べる |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 磁石と導線を使って電流を発生させる   |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 炭酸水素ナトリウムの加熱        |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 水の電気分解              |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 鉄と硫黄の混合物の加熱         |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 化学変化の前と後の質量の変化      |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 銅の質量と酸化銅の質量の関係      |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 斜面を下る台車の運動          |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 酸化銅から銅を取り出す         |                        | B                 |    | ○       |         |         |         |
| 1                   | 第2分野                   | 身近な生物を調べよう        | A  | ○       |         |         |         |
|                     |                        | 水中の小さな生物を観察しよう    | A  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | いろいろな花のつくりを調べよう   | A  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 根のつくりを調べよう        | A  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 茎の内部のつくりを調べよう     | A  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 葉の表面や内部のつくりを調べよう  | A  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | ふ入りの葉でデンプンがつけられるか | A  |         | ○       |         |         |
|                     |                        | 植物の名前調べ           | A  |         | ○       |         | ○       |
|                     |                        | 地層のつくりとひろがり調べよう   | C  | ○       |         |         |         |
|                     |                        | 堆積岩のつくりを調べよう      | C  |         | ○       |         |         |
|                     | 安山岩と花崗岩のつくりを調べよう       | C                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 地震のゆれの伝わり方を調べる         | C                 |    | ○       |         | ○       |         |
|                     | 動物を飼育し生活の様子や体のつくりを調べよう | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 食物を加熱してみよう             | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | だ液のデンプンに対するはたらきを調べよう   | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | メダカの血液の流れの観察           | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 刺激と反応の実験               | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 学校内で気象観測をしよう           | C                 | ○  |         |         |         |         |
|                     | 気象情報を集めよう              | C                 |    | ○       |         | ○       |         |
|                     | 物体に水滴がつき始める温度の測定       | C                 |    | ○       |         |         |         |
| 雲のできる様子を調べよう        | C                      |                   | ○  |         | ○       |         |         |
| 2                   | 植物と動物の細胞のつくりの違い        | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 根の先端に近い部分の細胞を調べる       | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 花粉管がのびる様子を観察する         | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 太陽の表面を観察しよう            | C                 | ○  |         |         |         |         |
|                     | 太陽の一日の動きを調べよう          | C                 | ○  |         |         |         |         |
|                     | 星座と太陽の位置関係を調べよう        | C                 |    | ○       |         | ○       |         |
|                     | 地球の位置を変えて太陽の動きを観察する    | C                 |    | ○       |         | ○       |         |
|                     | 星座早見から日の出、日の入り情報を得る    | C                 |    | ○       |         | ○       |         |
|                     | 金星の動きや見え方を調べよう         | C                 | ○  |         |         |         |         |
|                     | 天体を調べる                 | C                 |    | ○       |         | ○       |         |
| 3                   | 分解者のはたらきを調べよう          | A                 |    | ○       |         |         |         |
|                     | 雨の酸性の強さを調べてみよう         | A                 | ○  |         |         |         |         |
|                     | 水性生物で川の水の汚れ具合を調べる      | A                 | ○  |         |         |         |         |
|                     | 地域の環境を調べる              | A                 |    | ○       |         | ○       |         |

する場合と、それを写真やビデオなどで観察させた場合との比較研究である。例えば、カエルの解剖を実際に行った場合と、写真やビデオで指導した場合との評価の相違を比較した研究などが考えられるが、そのような視点で行った実践例は報告されていない。

#### ⑤ 人為的 direct 経験と人為的 indirect 経験の比較

直接経験と間接経験との比較であるが、どちらも人為的なものである。例えば、まんが教材などは人為的間接経験の範疇に含まれる。したがってまんが教材を示した場合と、人為的 direct 経験であるモデル実験を実施した場合との相違点を考察するなどの研究がある(柘原・相場, 2005)。

#### ⑥ 人為的 indirect 経験と自然的 indirect 経験の比較

間接経験同士の比較である。つまり、間接経験同士の比較は、メディアの比較である。メディア比較研究は、新しいメディアが開発されるごとに盛んに行われてきた。しかし、Clark (1983) は、1970年代まで行われてきたメディア比較研究を批判した。つまり、メディアが異なっても学習に有意な差はないとした。もし、新しいメディアと有意な差があるのならば、それは新しいメディアの新奇性効果であるとした。この考えに基づくと、この間接経験同士を比較しても有意な成果が出てこないことになる。

しかし、最も新しいメディアであるコンピュータに関しては、それを利用しての優れたコンテンツやソフ

トウェアが開発されている。このコンピュータとのメディア比較研究に関しては、従来とは異なる研究成果が得る可能性もあるだろう。それが、前述したテレビ会議と VR の研究である。

以上、直接経験と間接経験の四つのカテゴリ間の比較に視点をおいた研究例を示した。これら六つの比較研究はどれも大事な研究テーマではあるが、特に自然的 direct 経験が不足している現代においては、自然的 direct 経験との比較研究(図6で示した①, ②, ③)が重要なテーマである。このような比較研究を行うことにより、自然的 direct 経験の教育的有効性の有無が証明されることになる。

今後の理科教育では、自然的 direct 経験と他のカテゴリとを比較する三つの研究と、テレビ会議、VR 授業の研究が大きな研究テーマであることを提言する

## 5. 地学教育の果たす役割

### ① 現行教科書に見る実験・観察の分類

教科書(平成14年度版教育出版社小・中理科教科書)で扱われている観察・実験をすべて取り上げ、その内容からそれぞれの観察・実験の項目が区分される四つの象限のどの範疇かを考察した。一つの観察・実験の中に複数の象限が含まれる場合もあるので、その場合は両方に含めるようにした。また、小学校では、A(生物関係)、B(物理・化学関係)、C(地学関係)と

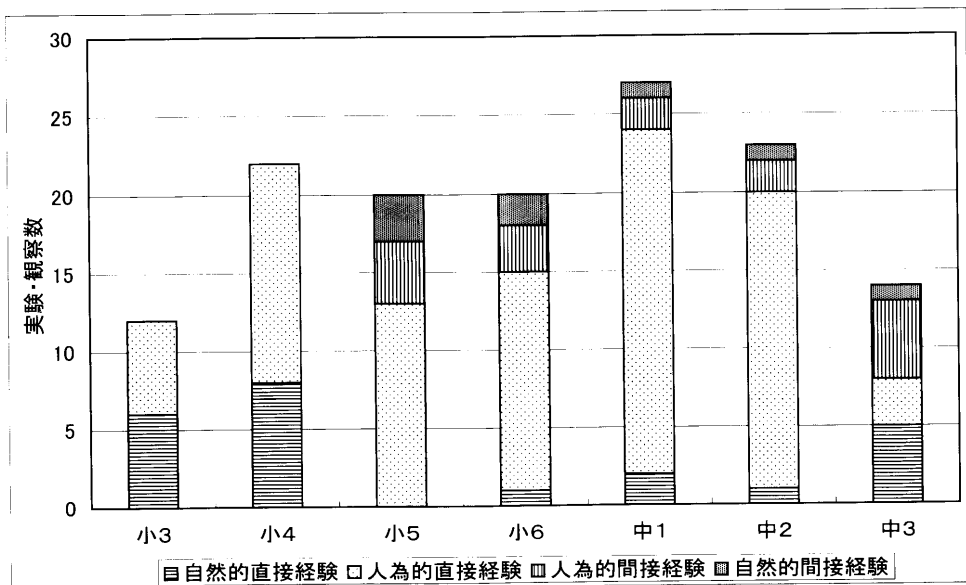


図7 小・中学校教科書に見る学年別直接経験、間接経験の内訳

分けて考察した。中学校では、第1分野、第2分野という分け方をしているが、小学校のA, B, Cの区分を中学校でも使った。

分析結果を表1, 2および図7に示す。自然的直接経験の項目は小学校3, 4年で多く、5年では認められない。その後、小学校6年から中学校2年までは地層の観察などで、1~2回が認められる。中学校3年では増加するが、これは天文による観察と環境問題に関する観察のためである。人為的 direct 経験の項目は、小学校4年から急に増加し、中学校2年までは四つの象限の中で最も多く認められる。これは、昭和52年告示の学習指導要領から示された実験・観察重視の考えに基づくもので、教科書の作り自体が、実験・観察を実施しないと先に進めないような形式をとっているためである。間接経験に関する項目は、小学校5年生から認められる。5年生では、直接経験のできない「人の受精」に関するものと、気象関係である。6年では地震と火山に関するもので、いずれもインターネットなどの利用が述べられており、教育の情報化の影響を受けている。中学校の1, 2年では、地層、気象、地震、火山などのC区分のものが多く、全体の中で占める割合はたいへん少ない。中学校3年では、天文関係の観察が多くなり、間接経験の項目が増加している。

以上、直接経験と間接経験の扱われ方の学年的な変化を見ると、小学校4年と5年の間で大きなギャップが認められた(図7)。小学校3, 4年では野外で、本物の自然に直接触れる経験をさせているが5年生では、それらはすべて教室の中で行う観察・実験に移行しており、今までなかった間接経験が急に出現してい

るのである。5年生あたりから急に理科が難しいと感じたり理科嫌いの児童が出てきたりすることと関連がある可能性がある。それをなくすためにもこのギャップはもっと緩やかなものにするべきである。

なお、他の教科書会社(東京書籍、啓林館、学校図書、大日本図書)の実験・観察も同様に検討したが、取り入れている実験・観察の種類には大きな差異がないことが認められた。よって今回の調査では教育出版社1社のみで考察した。

## ②地学領域における直接経験、間接経験

これらを、A, B, Cの三分で比較してみる(図8)。まず、A区分の生物領域では、人為的 direct 経験の項目が最も多く、66%で、次に自然的 direct 経験の項目が多く、20%となっている。人為的間接経験と自然的間接経験の項目はそれぞれ3件ずつで、7%しかない。B区分の物理・化学領域では、95%が人為的 direct 経験である。わずか3件の自然的 direct 経験の項目は、小学校3年の光の進み方、光のあたまり方の実験と、小学校4年の空気中に水があるかどうか確かめようという実験である。そして、C区分の地学領域では、A区分、B区分とはかなり傾向が異なる。最も多いのが人為的間接経験の項目で、41%である。そして、自然的 direct 経験の項目が34%と次に多い。そして、自然的間接経験の項目が16%であり、A, B区分で最も多い人為的 direct 経験の項目は9%にすぎない。このようにC区分は間接経験が多く、四つのカテゴリーが偏りなく存在する傾向があり、このことは地学という学問領域の特色を表している。

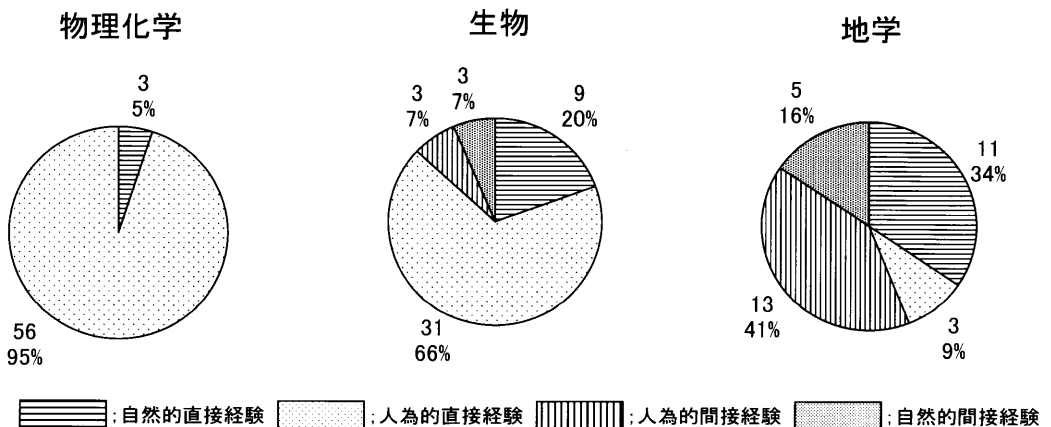


図8 内容のまとまりごとの直接経験、間接経験の内訳



### ③ 地学教育の果たす役割

今後の理科教育では、自然的直接経験と他のカテゴリとを比較する三つの研究と、テレビ会議、VR授業の研究が大きな研究テーマであるということ述べた。すなわち、それらの研究テーマを実施するにあたり、地学教育が重要な役割を担うことになる。地学は、四つのカテゴリーが偏りなく存在するためにカテゴリー間の比較研究には最も適しているからである（もちろん、地学領域だけでこの比較研究は可能になるということではない。自然的直接経験のカテゴリーを多く持つ生物領域も相補的に取り入れるべきである）。

よって、今後の地学教育においては、自然的直接経験と他のカテゴリとを比較するような実践研究を重ねていくことが必要であり、それが地学教育の新たな役割であることを提言する。

また、テレビ会議、VR授業においても野外と教室をつないでの遠隔授業（相場ほか、1999；相場ほか2000）や、天文関係のVR授業など地学を題材とした研究テーマが多い。よって、それらにおいても今後の地学教育においてより多くのテレビ会議の授業実践やVR授業の実践を重ねていくことが必要である。

自然体験不足から求められてきた直接経験重視の思潮と教育の情報化による間接経験の急激な導入という二つの相反する思潮についての現代の教育現場の混乱を解決していくためには、地学教育が大きな鍵を握ることになる。

**謝辞** 本研究を進めるにあたり、東京学芸大学教育学部の松川正樹教授には終始ご指導を賜った。また、東京学芸大学教育学部の土橋一仁准教授、小川潔准教授、千葉大学教育学部の山田哲弘教授、横浜国立大学教育人間科学部の森本信也教授には有益な助言をいただいた。心より御礼申し上げる。

### 引用文献

- 相場博明(1989): 地層の効果的指導法の工夫—簡易地質柱状モデルの作成を通して—. 地学教育, **42**, 211-218.
- 相場博明(1997): 大型植物化石の教材化—塩原の化石を利用した授業実践—. 地学教育, **50**, 69-76.
- 相場博明(1998a): 教室内に野外を持ち込む地学の指導(1). 理科の教育, **47**, 34-35.
- 相場博明(1998b): 教室内に野外を持ち込む地学の指導(2). 理科の教育, **47**, 36-37.
- 相場博明(2004a): 採集理科のおすすめ—採集を取り入れた自然体験活動の実践—. 理科の教育, **53**, 18-20.
- 相場博明(2004b): 現代の子供達の自然観について—本物の星空かプラネタリウムか—. *ACADEMIA*, **88**, 20-24.
- 相場博明(2004c): 移動教室における地学野外観察の方策と実践. 地学教育, **57**, 161-173.
- 相場博明・馬場勝良・鈴木秀樹・鈴木二正・清水研助・板場修・高橋尚子・西田亨邦(2000): 野外と教室をつなぐ遠隔授業II—川の上流・中流・下流と教室とのマルチポイント実践—. 地学教育, **53**, 25-34.
- 相場博明・真砂佳菜子(2006): グーグルアース(Google Earth)を利用した地学教育—小学校5年「流れる水のはたらき」の実践—. 地学教育, **59**, 33-43.
- 相場博明・鈴木秀樹・鈴木二正・板場修・高橋尚子(1999): 野外と教室をつなぐ遠隔授業の実践. 地学教育, **52**, 1-10.
- 東洋・大橋秀雄・戸田盛和編著(1991): 理科教育事典(教育理論編). 大日本図書, 430 p.
- 安藤秀俊(2004): 中学校理科教科書に掲載されている観察・実験の実施状況. 理科教育学研究, **44**, (3), 35-41.
- Clark, R. E. (1983): Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research*, **53**(4), 445-459.
- Dale, E. (1969): Audio-Visual methods in teaching. 3rd edition, Holt, Rinehart and Winston Publication, New York, USA, 108 p.
- 藤岡達也・柴山元彦・稲川千春・穴戸俊夫・芝川明義・平岡由次・藤一郎・竹本浩・岡島明保・藤本雅巳(1989): 標本「大阪の岩石」の製作とその授業への展開. 地学教育, **42**, 205-210.
- 藤岡達也・柴山元彦・稲川千春・穴戸俊夫・芝川明義・平岡由次・藤一郎(1990): 剥き取りによる「地層標本」の教材化. 地学教育, **43**, 115-121.
- 林慶一(1993): 野外調査と空中写真判読の組み合わせによる地質図作成の実習. 地学教育, **46**, 199-215.
- 井上智義・広瀬雅彦・清水寛之(1993): 教育工学, 認知心理学からのアプローチ. サイトック, 146 p.
- 柘原礼士・相場博明(2005): 理科教育におけるまんが教材の可能性—小学校5年「流れる水のはたらき」における実践的研究—. 地学教育, **58**, 83-93.
- 松川正樹・林慶一(2003): 大学・博物館・学校にボランティアを加えた地質野外支援システムの構築. 地学教育, **56**, 61-67.
- なかのてるみ(1993): 仮想現実の教育的意義, 具体性と抽象性の再吟味. 視聴覚教育, **47**, 40-51.
- 小川亮(1999): 学校教育に情報ネットワークを活かす. 井上智義編, 視聴覚メディアと教育方法—認知心理学とコンピュータ科学の応用実践のために—. 北大路書房, 181-199.
- 荻原彰(1995): コンピュータを利用した地域の地質に関する教材の開発. 地学教育, **48**, 49-55.
- 坂本昂(2001): 教育改革とメディア. 文部科学省メディア教育開発センター編, 教育メディア科学—メディア教育を科学する—. オーム社, 1-27.
- 清水寛之(1999): メディア社会と人間の暮らし. 井上智

義編, 視聴覚メディアと教育方法—認知心理学とコンピュータ科学の応用実践のために—, 北大路書房, 122-142.

**相場博明: 理科教育における直接経験と間接経験の類型化と地学教育の果たす役割 地学教育 60 巻第 4 号, 137-148, 2007**

〔キーワード〕 直接経験, 間接経験, 類型化, 人為的, 自然的, 地学教育

〔要旨〕 従来の理科教育では直接経験と間接経験についての明確な定義づけがなされていなかった。本研究ではそれらの定義づけを行い, 四つのカテゴリー (①自然的直接経験, ②人為的 direct 経験, ③自然的間接経験, ④人為的間接経験) に類型化した。そして, 今後の理科教育にとって直接経験と間接経験を比較する視点での研究の重要性を指摘した。さらに小中学校用の教科書を分析した結果, 小学校 C 領域と中学校第二分野の地学領域では四つのカテゴリーが偏りなく使われていることがわかった。そのことから直接経験と間接経験の比較研究には, 地学領域が最も適しており, 地学教育の新たな役割を示した。

Hiroaki AIBA: Identifying Patterns of Direct and Indirect Experiences in the Teaching of Science, and the Role of Earth Science Education. *Educat. Earth Sci.*, 60(4), 137-148, 2007

教育実践論文

# インターネットを用いて行う局地気象の探究活動

## —備讃瀬戸海域に出現した陸風収束雲—

A Research Activity of Local Meteorological Study  
Utilizing Data from the Internet  
—Cloud Generation by Land-breeze Convergence in  
Bisan-seto Strait Area, Seto Inland Sea, Japan—

川村 教一\*<sup>1</sup>

Norihito KAWAMURA

**Abstract:** Utilizing the Internet, teaching materials for research activity on local meteorology were developed, based on the data from AMeDAS, Maritime Information and Communication System, Japan Coast Guard, Atmospheric Environmental Regional Observation System, Kagawa prefecture, and others. Land-breeze data of the Seto Inland Sea, Japan, are presented as a practical example of a meteorological research activity of the Earth Science class in senior high school. Data are also presented showing that convergence of land-breeze is observed near the area where the land-breeze convergence cloud appears.

**Key words:** internet, land-breeze, land-breeze convergence cloud, Bisan-seto strait, high school, research activity

### 1. はじめに

近年、気象観測システムデータの教育利用に関する提案や実践が蓄積されてきた。

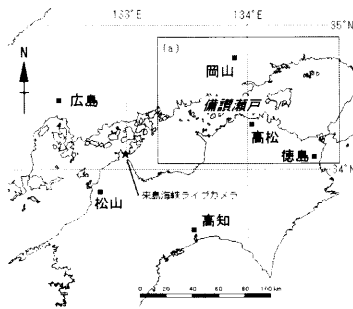
気象庁地域気象観測システム（アメダス）データをCD-ROMベースで活用した気象教育教材例には、渡辺・榊原（2002）があった。この教材は過去のデータを系統的に利用できる特徴がある。最近では、新しいデータはインターネットから収集できる。情報通信ネットワーク（主にインターネット）を用いて気象情報を入手する方法について、加藤・山本（1997）を嚆矢とする普及書の登場により気象学習へのインターネット利用が期待された。池本・榊原（2000）は、インターネットからダウンロードした気象衛星画像を気象の学習で活用する実践例を報告した。また、中学校以

上の校種における学習指導において、インターネットでアメダスのデータを用いる提案がある（廣野、2000）。この提案を実現した教材として、ライブカメラ画像とアメダスデータ等を収集、表示するソフトウェアの開発例がある（中川ほか、2004）。このソフトはライブカメラを気象教育に活用し、またアメダスデータなどを自動収集できる教材である。稲葉（2005）は、アメダスなどの気象庁による観測データをインターネットを通じて入手し、気象について調査研究に取り組む提案をしており、より発展的な気象学習への応用が期待されている。このような視点に立った教材開発例として、大学生を対象とした気象学演習（坪田・吉田、2002）がある。

以上のように、インターネットを用いて提供される気象情報量の増大は近年著しいものがあり、さまざま

\* 香川県立丸亀高等学校 2007年4月6日受付 2007年6月4日受理

(a) 位置図



(b) 研究地域

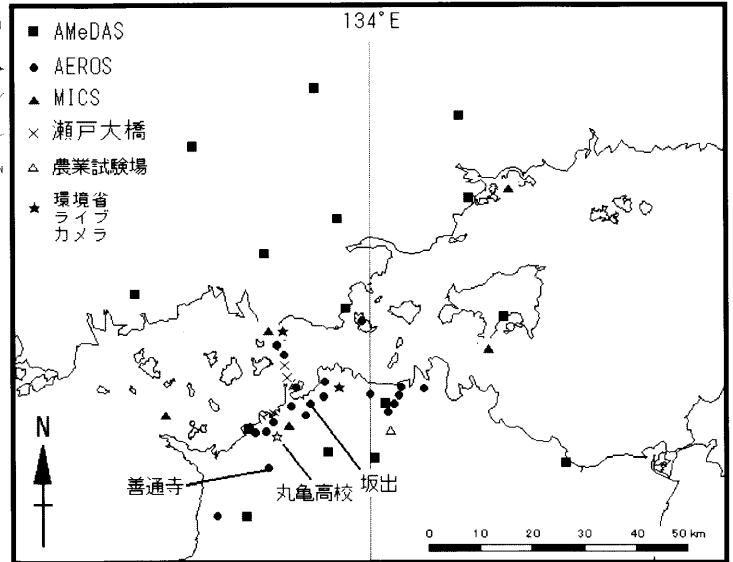


図1 調査地域とデータ地点

図中の AMeDAS は気象庁アメダス，AEROS は環境省大気汚染物質広域監視システムのうち香川県大気汚染常時監視システム，MICS は海上保安庁沿岸海域情報提供システムをそれぞれ表す。

な校種，学習項目での利用が期待されているものの中等教育における実践報告は池本・榊原(2000)にとどまり，インターネットの活用をより推進するためには，事例報告をもとにさらに発展的な改善が求められる時期にある。

さて，気象学の基本を学習した高校生を対象とした探究的な学習として気象観測を取り入れる場合，メソスケールの気象あるいは局地気象をテーマとすることも考えられる。先に挙げたインターネット活用例は，主に総観スケールの気象現象を教材化したものである。関東～中部地方に見られる広域海陸風を研究した近藤・吉門(1988)の例に見るように，局地気象研究にアメダスデータが活用できる場合もあるが，山岸(2005)は，メソスケールの気象あるいは局地気象を調べようとするとき，目的に見合った地上データがインターネットでは見当たらないことがボトルネックとなると指摘した。このことは気象庁のアメダスは，観測地点密度が約 20 km と粗いことを指していると思われる。この点を補うために数値シミュレーション結果とアメダスデータを併用して局地気象を研究した例(石井ほか，2000)があるが，中等教育における学習として数値シミュレーションは高度であり不向きである。

さて，最近では，大気汚染監視システムほか環境気象，農業気象，海上気象観測データがインターネットにおいて Web ベースで公開されるようになってきた。これらのデータとアメダスデータを併用すると局地気象の探究活動が可能なのではないかと筆者は考え，教材の開発を行った。

本報告では，高校生を対象にした瀬戸内海の備讃瀬戸地域における局地気象の教材化とその実践例を報告し，本教材の評価について論じる。また，本教材で扱った「陸風収束雲」(中田，1983)発生時の陸風の収束はこれまで未確認であったが，本研究では確認された収束域と「陸風収束雲」の関係についても報告する。

## 2. 教材の特徴と研究のねらい

探究活動のためには系統的なデータ収集が必要である。しかし，必要なときにデータが取れるとは限らない。そこで安価なデータロガーを使って局地気象の研究について成果を上げている例がある(酒井ほか，2006)。この方法は，安価なセンサを用いるため取得できるのは温度データなどに限られ，本実践のように風向・風速データは得られない。この点，前の章で述べたようにアメダスデータは活用できる可能性がある。ところが筆者の勤務する香川県には，気温・湿

度・風向・風速などのデータが得られるアメダス測定地点は7地点しかない(図1)。先に述べたように、局地気象を探究的に学ぶ場合、アメダスの観測データでは観測地点間隔が広く、大まかな分析にとどまる心配がある。また、小豆島に観測地点があるのみで、瀬戸内海域の観測データがほとんどない。

これらの点を改善するために、気象庁以外の気象観測システムによるデータも入手すると、観測地点数を増やすことができる。また海域の気象観測データは海上保安庁の観測データが利用できる。また雲の観察のためにライブカメラ画像を併用することができる。これらの豊富なWebサイト上の気象情報を活用することにより、高校生でも香川県の局地気象を探究的に学ぶことができると考えた。

本報告では、備讃瀬戸やその周辺地域における陸風と雲の関係を探究活動のテーマとして、2005年のデータをもとに上で述べたさまざまなシステムのデータをインターネットを通じて入手させ、生徒にこれらのデータを教材化して指導した事例を述べる。

### 3. データを収集した観測システム

#### (1) 調査範囲

本研究で調査した範囲は、瀬戸内海沿岸、および備讃瀬戸である。調査地域を図1に示す。このうち香川県は讃岐平野が大部分を占め、北を瀬戸内海、南を讃岐山脈に囲まれている。海陸風が見られることでよく知られている地域である。

#### (2) 収集する気象・海洋観測データ

気象庁のアメダスについてはよく知られているので省略する。その他、香川県ほか瀬戸内海沿岸の気象データを入手するのに用いた、Webベースで情報提供されている観測システムやライブカメラシステムの概要を述べる。これらの機器設置地点を図1に示す。

##### 1) 香川県大気汚染常時監視システム

本システムは大気汚染の状況を常時監視するため、県内23カ所に設置された大気汚染常時監視測定局のデータを集計して大気汚染状況をモニターするシステムである(香川県, 2005)。測定局の多くは気象観測として風向・風速を測定しており、測定データのうち速報値はリアルタイムでWebサイトから入手することができる。工業地帯を中心として測定局が分布するため香川県の西部～中部の沿岸に偏在しているが、備讃瀬戸地区島嶼部にも測定局があるので、気象庁アメダスにはない海域のデータが得られる。

##### 2) 海上保安庁の沿岸域情報提供システム(MICS)

本システムは、沿岸灯台などに設置した気象・海象観測器、レーダー、テレビカメラ等により情報を入手し、インターネット等で情報を提供するシステムである(第六管区海上保安本部, 2005)。瀬戸内海の場合、風向・風速データが、地点によっては気圧も含めて、30分ごとにデータが取得され、過去12時間あるいは24時間のデータがWebサイトで公開されている。なお、過去1974～2005年のデータは、日本海洋データセンターの沿岸海上気象データのWebサイトからダウンロードできる。

本システムにより、気象庁アメダスにはない海域のデータが得られるが、灯台はしばしば半島の先端などに設置しており、気象データには付近の小地形の影響が表れている可能性がある。

##### 3) 環境省大気汚染物質広域監視システム(AEROS)

本システム(そらまめ君)は、環境省および地方公共団体機関(都道府県、市)による大気観測データを集約して地域ごとに表示する。風向・風速のほか、一部の測定局では気温、湿度データが1時間ごとに表示され、過去1週間分をWebサイトを通じて入手できる。中国・四国地区など、広範囲のデータを海岸域についてはアメダスよりも詳細に見ることができる点で優れているが、県によってはリアルタイムで表示されないこと、あるいはWebページの地図に示される測定データが重なり合ってデータが判別できないことが欠点である。

類似のシステムに環境省花粉観測システム(はなこさん)があるが、このシステムにおける風向・風速データは気象庁アメダスのデータを用いている。

##### 4) 国立公園・野生生物ライブ映像

環境省インターネット自然研究所の国立公園・野生生物ライブ映像は、撮像方向を固定したライブカメラで、1時間ごとに撮影した画像をWebサイトで公開している。本研究ではこの映像のうち、愛媛県来島海峡、岡山県玉野市鷺羽山、香川県坂出市五色台から撮像したものを利用した。これらはいずれも、瀬戸内海方向に向けたカメラである。

##### 5) その他気象データ

香川県農業試験場では、農業気象データを1時間ごとに計測し、Webページで公開している。

Webベースのデータではないが海上気象観測資料として、本州四国連絡橋のうち瀬戸中央自動車道の北

から順に下津井瀬戸大橋・南備讃瀬戸大橋、西瀬戸自動車道の北から順に因島大橋・生口橋・多々羅大橋・大三島橋・大島大橋・来島海峡大橋に設置された風向・風速計のデータを収集した。測器は道路上4.5～12 mの高さに設置しており、通過する列車や車両の影響は受けないと考えられる。これらは気象業務法に定めた検定を受けていない機器であるが、本研究では風速について定量的な扱いはしないので参考データとして活用する。

#### 4. 教育実践結果

##### (1) 探究活動の概要

学習テーマ：備讃瀬戸上空の「列状積雲」の発生要因

指導生徒：丸亀高等学校地学部生徒7名

テーマ設定動機：2005年11月17日午前7時頃、一列で空を横切って見える下層雲が瀬戸内海上の空にあった。この雲列を本研究では「列状積雲」と呼ぶことにする。登校中に、本校の生徒3名が独立して「列状積雲」を発見し、その後数時間観察できた。このような配列をする雲は珍しい気象現象ではないかと考え、その発生状況と発生要因を明らかにする学習を設定した。

学習のねらい：「列状積雲」の分布を、地上からの観察記録、撮影した画像や衛星画像を用いて明らかにする。気象観測データを総合して「列状積雲」が発生する要因を考察する。

##### (2) 学習内容

探究活動は観察、データ収集、分析、考察から構成した。観察期間は、2005年11月17日から2006年8月中旬頃までであるが「列状積雲」が観測できたのは11月17日のみであった。データ収集・分析・考察の学習期間は、2006年7月から8月まで週1回程度、計数十時間をあてた。その他に、生徒が自宅で学習に取り組んだ時間があるが、その詳細は不明である。

##### 1) 観察の概要

2005年11月17日、登校中の生徒らは、普通寺市から見て北方に空を横切って東西方向に伸びた積雲（「列状積雲」）を、坂出市南部から見て北方の空に東西方向に伸びた雲を、坂出市北部からも北方の空に東西方向に伸びた雲を見た。その後、8時30分頃、10時頃、11時30分頃、13時頃、14時20分頃、16時頃に学校から雲を観察した。「列状積雲」は、10時頃ま

で見えたが、それ以降は観察できなかった（図2）。その後、登校時は毎回、地学部員が「列状積雲」の有無を監視しているが、これまで観察されていない。

##### 2) 気象観測データ収集

「列状積雲」が出た時間帯の瀬戸内海周辺における風向、風速、気温、気圧、海水温のデータを集めた。気象観測データの取得先を表1に示す。観測データは、Webサイト（URLは本文末のリスト参照）を閲覧してデータあるいは画像（天気図や気象衛星画像）をダウンロードして収集させた。表1に示すとおりWebサイト上のデータ掲載期間に制限があるため、時間がなくダウンロードできなかったものは各機関にお願いしてデータを教育・研究目的用に送付していただいた。また、香川県坂出市と岡山県倉敷市を結ぶ瀬戸中央道の橋には、本州四国高速道路株式会社により気象観測機器が取り付けられている。このデータは非公開であるが、本研究のために風向・風速データを提供していただいた。

##### 3) ライブカメラ画像収集

2005年11月17日に、香川県坂出市五色台から西北西向き、愛媛県来島海峡から東向き、また岡山県鷲羽山から南南西向きのライブカメラでそれぞれ撮影した画像をインターネット自然研究所のWebサイトからダウンロードさせた。

##### 4) 人工衛星画像の検索

米国航空宇宙局(NASA)の地球観測衛星TERRA/AQUA搭載センサMODISによる衛星画像を、宇宙航空研究開発機構地球観測研究センターのWebサイトに掲載されている画像のうち、瀬戸内海分について、「列状積雲」が観察できないかどうか2005年の1年間分チェックをさせた。その結果、2005年11月17日の画像（図3）以外には、備讃瀬戸では見いだせなかった。

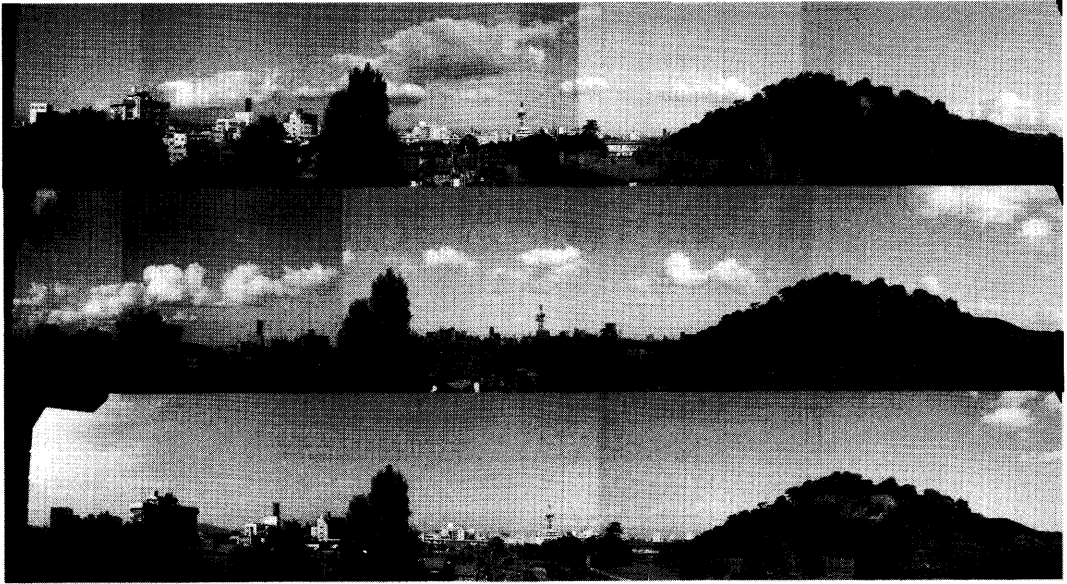
##### 5) 気象データの分析

雲発生域の推定：自分たちの観察結果や撮影画像に加え、ライブカメラ画像、MODIS衛星画像をもとに、「列状積雲」発生域を推定した。

等温度線：内陸と沿岸部の気温分布の違いに注目させるために、主に気象庁アメダスのデータ（地図型式）をもとに、等温度線図を生徒に作成させた。

地上風の収束域の推定：「列状積雲」発生域は上昇気流域と予想される。アメダスほか、各種風向観測データを集約するために、各観測地点における風向をプレゼンテーションソフトであるPowerPointスライド

(a)



(b)

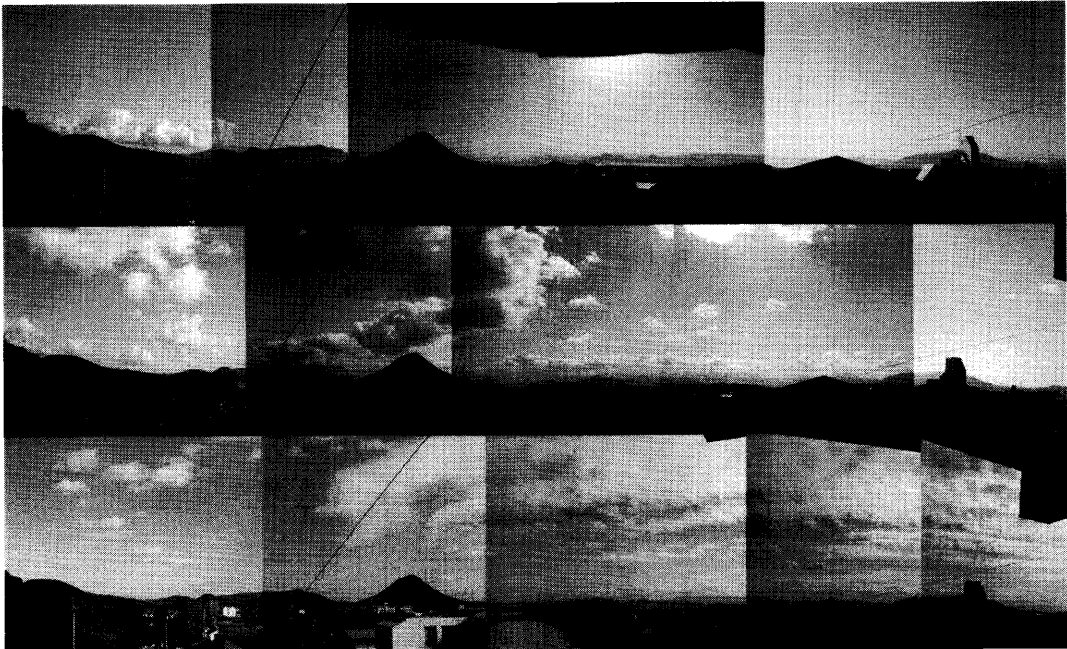


図2 2005年11月17日の「列状積雲」の画像  
香川県立丸亀高等学校から、上から順に午前8時半頃、午前10時頃、午前11時30分頃撮影。(a)は北方  
向き、(b)は東～南方向き撮影。

表1 データを収集したインターネット上の気象・海洋観測システムおよびライブカメラの一覧

| Webページ名        | 観測システム名           | システム運用機関         | 観測地点・地域                          | データ項目 |    |    |    |     |              | データ公開期間       | 備考                    |
|----------------|-------------------|------------------|----------------------------------|-------|----|----|----|-----|--------------|---------------|-----------------------|
|                |                   |                  |                                  | 気温    | 風向 | 風速 | 気圧 | 海水温 | 観測もしくは画像作成間隔 |               |                       |
| アメダス四国地方       | 地域気象観測システム(アメダス)  | 気象庁              | 多度津、財田、滝宮、香南、高松、引田、内海ほか          | ○     | ○  | ○  | △  | —   | 毎時0分         | 過去48時間分(地図型式) |                       |
| 気象情報           | 沿岸域情報提供システム       | 備讃瀬戸海上交通センター     | 青ノ山、下津井、六島、地蔵崎                   | —     | ○  | ○  | △  | —   | 毎時25分、55分    | 過去12時間分       |                       |
| 気象情報           | 沿岸域情報提供システム       | 来島海峡海上交通センター     | 大浜、津島、高井神島                       | —     | ○  | ○  | △  | —   | 毎時0分、30分     | 過去24時間分       |                       |
| 瀬戸内海の気象情報      | 沿岸域情報提供システム       | 尾道海上保安部          | 百貫島灯台、高井神島灯台、新居浜港垣生場灯台、大久野島灯台、今治 | —     | ○  | ○  | △  | —   | 毎時25分、55分    | 過去12時間分       |                       |
| そらまめ君          | 環境省大気汚染物質広域監視システム | 環境省水・大気環境局大気環境課  | 各県の大気汚染常時監視システム観測地点              | ○     | ○  | ○  | —  | —   | 毎時0分         | 過去1週間分(速報値)   |                       |
| さめぎの空情報館       | 大気汚染常時監視システム      | 香川県環境森林部環境管理課    | 観音寺市役所、坂出市役所ほか計19地点              | △     | ○  | ○  | —  | —   | 毎時0分         | 過去1週間分(速報値)   | 環境省大気汚染物質広域監視システムにも集約 |
| 気象情報           | 農業情報              | 香川県農業試験場         | 高松市仏生山町                          | ○     | ○  | ○  | —  | —   | 毎時0分         | 2003年分以降常時公開  |                       |
| 香川県水産試験場       | 水温自動観測システム        | 香川県水産試験場/香川大学工学部 | 屋島湾、引田湾、燧灘                       | —     | —  | —  | —  | ○   | 毎日9時         | 平成15年以降       |                       |
| 海水温情報/高知県沿岸    | 高知県漁海況システム        | 高知県水産試験場/NOAA    | 四国周辺                             | —     | —  | —  | —  | ○   | 1日ごと         | 2005年分以降常時公開  | 海水温画像                 |
| 気象庁            | ひまわり6号            | 気象庁/ひまわり6号       | 日本付近                             | —     | —  | —  | —  | —   | 毎時0分、30分     | 過去24時間分       | 赤外画像                  |
| 気象庁            |                   | 気象庁              | 日本付近                             | —     | —  | —  | —  | —   | 3時間ごと        | 過去24時間分       | 天気図                   |
| 国立公園・野生生物ライブ映像 | インターネット自然研究所      | 環境省              | 岡山県玉野市鷲羽山、香川県坂出市五色台              | —     | —  | —  | —  | —   | 1時間ごと        | 過去5年間分        | ライブカメラ映像              |

データ項目 ○:データあり、△:一部測定点のみあり、—:データなし



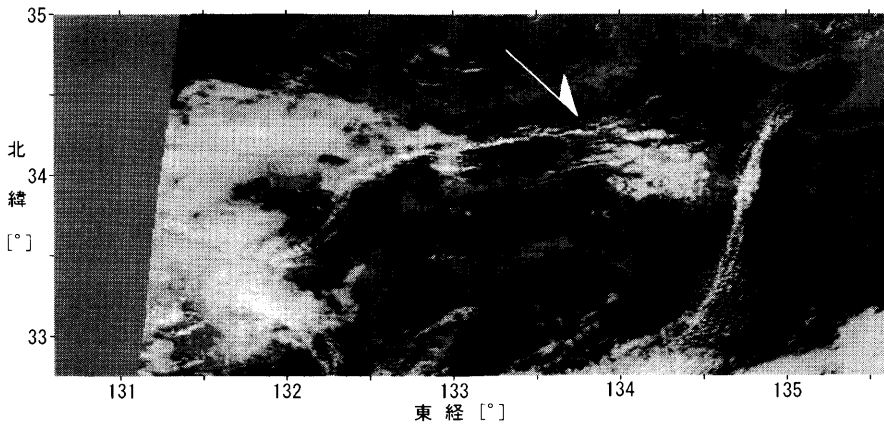


図3 2005年11月17日10時11分頃(日本時間)の衛星画像  
宇宙航空研究開発機構(JAXA)/東海大学(TSIC/TRIC)提供画像に加筆。瀬戸内海中央部に「列状積雲」(矢印)が見られる。

として書いた白地図に風向を矢印記号を用いて示す。これをもとに風が集まる領域である「収束域」を見つけてることができる。図4に例を示す。学習においては、中田(2001)をテキストとして用いた。

### (3) 探究活動における生徒の作品から抜粋

こうして生徒の探究活動によって明らかになった要点を抜粋して列挙すると以下のとおりである。

- ・「列状積雲」は、少なくとも午前6時には発生し午前11時頃にはすでに消滅している。
- ・「列状積雲」の分布位置は瀬戸内海の東から順に、小豆島北西部、備讃瀬戸、備後灘、燧灘、斎灘、伊予灘の上空である。なお同様の雲が紀伊水道中央に南北方向に見られる。
- ・備後灘、燧灘、備讃瀬戸、高松と小豆島間の海域上に風の収束域が存在する(図4)。
- ・備讃瀬戸を吹いた北よりの風は、岡山県の陸風が海上も継続して吹いたもので、備讃瀬戸上の夜間～朝に見られた風の収束域は、陸風の収束域にあたる。
- ・備讃瀬戸海上に見られた「列状積雲」と風の収束域が数～10 km 程度の違いはあるがおおむね一致しており、「列状積雲」は中田(1983)のいう陸風収束雲である。
- ・陸風収束雲は備讃瀬戸では発生しないといわれていたが、備讃瀬戸海域で次の要因がすべて満たされたとき発生する。

①備讃瀬戸水温と沿岸の気温差が大きいこと(例えば香川県多度津町最低気温と燧灘水温の差が

10℃以上、岡山県笠岡市と燧灘水温の差が15℃以上のときに発生している)。

- ②多度津での湿度が80%以上であること。
- ③季節風が吹かないこと。

### 5. 「列状積雲」の形成モデル

生徒の探究活動では「列状積雲」は陸風収束雲と結論づけたが、雲の形成モデルをなお詳細に検討する。

本研究で取り上げた「列状積雲」と類似した形態の雲に、北オーストラリアのカーペンタリア湾沿岸域から目撃される“the Morning Glory (Dunlop, 2001)”に伴うロール雲がある。この現象は、春のころの晴天時の早朝に湾上空に移動する雲列が見られるもので、雲列通過時には突風が観測される。この現象は、湾の東側、ヨーク岬半島の東西岸から内陸へ侵入した海風が、半島上で収束して形成されると考えられている(Dunlop, 2001; Pretor-Pinney, 2006)。これは海風収束雲で、発生機構が「列状積雲」発生状況とは異なるので、“the Morning Glory”に伴うロール雲と「列状積雲」が対比できる可能性は少ない。

さて、中田(1983)は、瀬戸内海西部伊予灘海上において、秋から冬の晴天の早朝時に見られる雲列は、中国地方と四国地方からの陸風の収束線上にできると考えた。また、中田(1986)は、大阪湾において、本州、四国、淡路島の海岸線における気象データをもとに、陸風の収束線と雲発生域が一致していると考えたが、海上の風に関するデータがなかった。本研究では、瀬戸大橋や備讃瀬戸の島嶼部における風向データが得ら

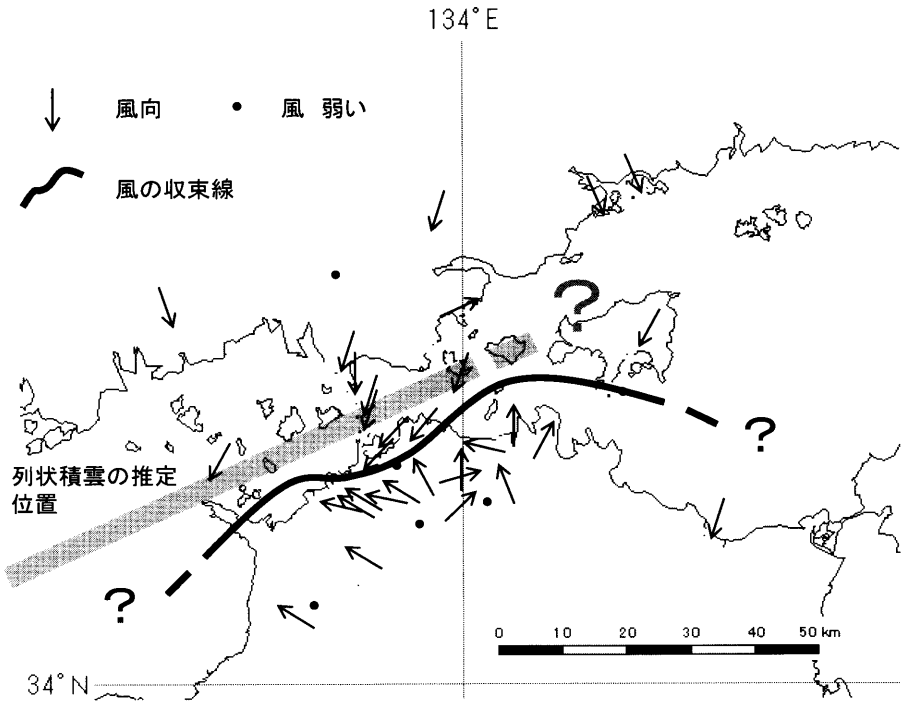


図4 備讃瀬戸付近の風の収束域と「列状積雲」の推定位置 (2005年11月17日午前7時ごろ)

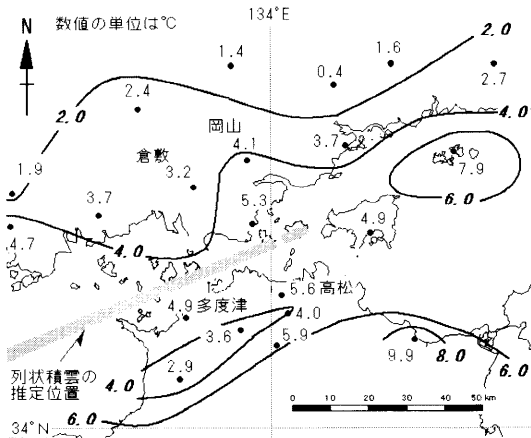
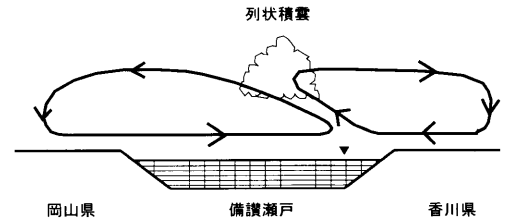


図5 備讃瀬戸付近の気温の等温度線図 (2005年11月17日午前7時ごろ、生徒作成の図を清書)

れ、海域における陸風の収束域の存在、また収束域と「列状積雲」発生域の位置関係を詳しく検討することができた。次にこの点について述べる。

先の図4に示したように、2005年11月17日午前7時頃の「列状積雲」の推定位置と、陸風収束線は類



▼ 地上における収束線の位置を示す

図6 備讃瀬戸付近の陸風収束雲の形成モデル [中田(2001)を改変]  
 一般に海陸風の反流は観察されることが少ないが、この図では中田(2001)に基づき示している。

似した場所にあるが、後者の方が「列状積雲」よりもおよそ数~10 km 程度南側に位置する。アメダスデータによるとこの日の気温は、備讃瀬戸北岸の岡山県倉敷および南岸の香川県多度津とでは、岡山側の気温が低い。例えば午前7時には倉敷3.2℃、多度津4.9℃である(図5)。このように備讃瀬戸海上で収束する陸風の空気に気温差があったと推定され、より低温である岡山県側からの陸風が香川県側からの陸風の空気塊

を押し上げ、南に傾斜した小規模な「寒冷前線面」を形成していれば、地表における陸風収束線の北側に「列状積雲」発生域が見られることを説明できる(図6)。

## 6. 本教材の成果と課題

### (1) インターネットを活用した教材の評価

インターネットを活用して局地気象を教材化した報告例は知られておらず、これまでになかった実践である。他の教員や生徒でも実践できるという再現性が本教材にあれば有意義と考え、教材評価の観点として、教材の「操作性」、「可用性」、「編集性」、そして探究活動教材としての適性を検討する。

#### 1) 操作性

学習活動において教材入手あるいは教材を用いた学習で用いる機器等の操作に必要な技能が、教員や生徒にとって適切かどうかを、「操作性」と定義する。

本探究活動のためのデータ収集の多くは、Webページから行った。本校の生徒は教科「情報」の授業等を通じて、Webブラウザやプレゼンテーションソフトの操作には習熟しているので、データ収集や画像を扱った学習に困難な点はなく、教員の指導を特に必要としなかったことから、本教材の操作性は教員、生徒双方にとって「良好」である。

#### 2) 可用性

教材が必要なときに誰でも入手できるかどうかを、教材の「可用性」と定義する。

アメダスデータが過去のデータをWebサイトから系統的に得られることはよく知られている。地球観測衛星TERRA/AQUAの画像を宇宙航空研究開発機構地球観測研究センターがデータベース化して公開しているWebページは、地域ごと、例えば瀬戸内海で画像を切り出し、サムネイル化しているので、過去の画像を検索しやすく、教材として使い勝手がよい。

一方でWebベースの気象データを収集する場合、Web上におけるデータ提供期間が過去12時間分しかないWebサイトがあるなど、必要な情報を早い時期にとりあえず収集しておく必要があるが、生徒や教員が収集作業をいつでも行えるわけではない。

Webサイトにより情報の入手しやすさに違いがあることを総合的に勘案しても、その多くがこれまでは入手が不可能であったデータなので、Webベースの気象データ、画像など教材の可用性は教員、生徒にかかわらず、おおむね「良好」である。

#### 3) 編集性

学習活動において各種データを科学的に処理する際に、学習に適切な表やグラフ、図に加工しやすいかどうかなど、素材を学習活動に見合う形態に整えるしやすさを、教材の「編集性」と定義する。

収集したデータは、画像ベースであったり、表やグラフで提示され、ファイル形式がpng、jpeg、html形式などさまざまであるので、データを分析するにあたり新たな図などに統合化する必要がある、この作業にやや時間を要する。この点から本教材の編集性は教員、生徒にかかわらず、あまり「良好」とはいえない。

#### 4) 探究活動としての評価

高校理科の探究活動は、「科学的に自然を調べる方法を身につけるなど、探究する能力と態度を育てるとともに、問題解決能力を育てる」(文部省、1999)と記されている。生徒の研究作品には次のような感想が記されている。

「始まりは奇妙な形をした雲にただ興味が湧いただけだったが、詳しく調べるうちに本で調べたこと以上の内容が分かったので非常にうれしく思う」

上に述べた学習指導内容やこの感想に見るように、本教材では、「仮説の設定」、「情報収集」、「野外観察」、「データ解釈」、「推論」などの探究の手法を含んでおり、探究活動に求められる条件を満たしている。

### (2) 課題

#### 1) 教材化の留意点

アメダス以外の気象観測システムのデータ利用にあたり、留意することは次のとおりである。

海上保安庁の沿岸域情報提供システムの気象データには、灯台など設置場所付近の小地形の影響が表れている可能性があることは先に述べた。この点を検討するため、本研究では管理機関から測定機器の設置場所の地図等を送付してもらい、研究目的に支障がないかどうか検討した。例えば、愛媛県越智郡弓削町百貫島灯台は、南西の風は弱く観測されると管理者からアドバイスがあった。機器の設置場所の地形図や画像を見ても障害物はないので、地形的な特性かと想像される。このようにアメダス以外の観測システムを用いる場合、データの特性などを事前に検討することが必要である。

本実践では、瀬戸内海のような海域でのデータ、多くの気象要素データが得られ、探究活動が行えた。このことは、生徒の家庭に高速回線の情報通信ネットワークが普及してきたことが背景にある。地域の局地

気象を教材化する意義は、生徒がその現象を観測できることにある。インターネットを学習に用いても、生徒自身による観測と併用して、生徒に自然観を培わせることが重要と考える。

## 2) 他の学習テーマの開発

本実践テーマは陸風収束雲という、備讃瀬戸地方ではまれな現象であったが、中田(1983, 1986)が述べるように、他海域ではもっと発生頻度が高い。また、本法は主に風をテーマとした教材化が可能である。今回は、陸風の収束に着目して教材化を行ったが、Webベースの気象データを活用することにより、局地風を教材化することも可能となり、局地気象の教材開発の幅が広がるであろう。そのためにも中川ほか(2004)が開発したような観測データなどの自動収集ソフトが普及することが望まれる。

また、本研究で用いた気象観測システムは、海陸風など局地的な風の教材化にあたり有用であり、授業用テーマの教材開発が課題である。

**謝 辞** 香川県環境森林部環境管理課、本州四国高速道路株式会社坂出管理センターおよびしまなみ今治管理センター、海上保安庁尾道海上保安部、来島海峡海上交通センター、備讃瀬戸海上交通センター(現青ノ山船通所)からは気象観測データをご提供いただいた。また、本研究においては、気象庁ほか多くのWebサイトを利用させていただいた。気象・海洋観測システムおよびデータ公開のためのWebサイトを運営している関係機関の努力に敬意を表するとともに、教育研究利用のために情報提供を快諾くださった関係各位のご厚誼に心より感謝する。

## 引用文献

- 第六管区海上保安本部(2005): MICS. 第六管区海上保安本部, 広島, 4 p.
- Dunlop, S. (2001): *A Dictionary of Weather*. Oxford University Press, Oxford, 260 p.
- 廣野達也(2000): 2-9 寒冷前線の通過に伴う天気の変化. 地学教育学会教育実践集編集委員会(編), 地学教育実践集第2集, トータルメディア出版, 東京, 50-53.
- 池本博司・榊原保志(2000): インターネットと雲分布模型による「四季の天気」の学習. 地学教育, 53, 1-7.
- 稲葉征男(2005): 第1編インターネット気象台. 新田 尚(編), 誰でもできる気象・大気環境の調査と研究, オーム社, 東京, 1-7.
- 石井義裕・玉井昌宏・村岡浩爾(2000): 大阪平野におけるヒートアイランドと海陸風の相互作用. ながれ, 19,

139-142.

- 香川県(2005): 香川県大気汚染常時監視システム. 香川県環境保健センター, 6 p.
- 加藤芳夫・山本 勝(1997): インターネット気象台. オーム社, 東京, 118 p.
- 近藤裕昭・吉門 洋(1988): AMeDAS データによる日本の地表風の解析(第2報)季節風と海陸風. 公害資源研究所彙報, 17, 29-40.
- 文部省(1999): 高等学校学習指導要領解説理科編理数編. 大日本図書, 東京, 310 p.
- 中川清隆・榊原保志・下山紀夫・板場智子・中澤美三(2004): 雲のライブカメラ網の展開と気象情報画像取り込み・表示ソフトの開発. 地学教育, 57, 69-83.
- 中田隆一(1983): 瀬戸内海西部に発生する陸風収束雲について. 天気, 30, 476-482.
- 中田隆一(1986): 大阪湾の気象(ヨット転覆事故を起こした突風(陣風)及び大阪湾に発生する陸風収束雲). 海と空, 62, 51-62.
- 中田隆一(2001): 天気予報のための局地気象のみかた. 東京堂出版, 東京, 113 p.
- Pretor-Pinney, G. (2006): *The Cloudspotter's Guide*. Hodder and Stoughton, London, 320 p.
- 酒井 敏・飯澤 功・梅谷和弘(2006): 手作りの測器で身近な気象を観測し新事実に挑む参加型科学プロジェクト—素朴な科学への挑戦—. 化学と教育, 54, 322-325.
- 坪田幸政・吉田 優(2002): インターネット気象学. クライム, 東京, 92 p.
- 渡辺嘉士・榊原保志(2002): 前線の通過に伴う天気変化の学習におけるアメダスデータの面的活用. 地学教育, 55, 203-217.
- 山岸米二郎(2005): 1-2 局地気象. 新田 尚(編), 誰でもできる気象・大気環境の調査と研究, オーム社, 東京, 18-27.

## 参考 Web サイト

- 海上保安庁沿岸域情報提供システム  
尾道海上保安部  
<http://www6.kaiho.mlit.go.jp/onomichi/>  
来島海峡海上交通センター  
<http://www6.kaiho.mlit.go.jp/kurushima/>  
備讃瀬戸海上交通センター  
<http://www6.kaiho.mlit.go.jp/bisan/index.htm>  
日本海洋データセンター 沿岸海上気象データ  
[http://www.jodc.go.jp/index\\_j.html](http://www.jodc.go.jp/index_j.html)
- 香川県  
水産試験場水温自動観測システム  
<http://www.pref.kagawa.jp/suisanshiken/>  
農業試験場農業情報  
<http://www.aes.gr.jp/index4.htm>  
さぬきの空情報館/常時観測システム  
<http://www.taiki.pref.kagawa.jp/TAIKI/KANKYO/ichi.php>

## 環境省

大気汚染物質広域監視システム そらまめ君

<http://soramame.taiki.go.jp/>

インターネット自然研究所国立公園・野生生物ライブ映像

<http://www.sizenken.biodic.go.jp/pc/live/html/index.html>

## 気象庁

アメダスについて

<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/amedas/kaisetsu.html>

## アメダス四国地方

<http://www.jma.go.jp/jp/amedas/213.html?elementCode=2>

気象衛星画像 <http://www.jma.go.jp/jp/gms/>  
高知県漁海況システム

<http://www.suisan.tosa.net-kochi.gr.jp/kaisuion/indexnew.html>

宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター

MODIS Near Real Time Data

[http://kuroshio.eorc.jaxa.jp/ADEOS/mod\\_nrt\\_new/index.html](http://kuroshio.eorc.jaxa.jp/ADEOS/mod_nrt_new/index.html)

川村教一：インターネットを用いて行う局地気象の探究活動—備讃瀬戸海域に出現した陸風収束雲— 地学教育 60 巻第 4 号, 149-159, 2007

〔キーワード〕 インターネット, 陸風, 陸風収束雲, 備讃瀬戸, 高校, 探究活動

〔要旨〕 インターネットを用いて, アメダスのほか, 沿岸域情報提供システム, 香川県常時観測システム等からのデータを入手して行う局地気象の探究活動を教材化した. 題材として瀬戸内海の備讃瀬戸地域における陸風を取り上げた高校地学の探究活動の実践例を報告する. また, 備讃瀬戸海域に出現した陸風収束雲発生域で陸風の収束が確認されたことについても触れる.

Norihito KAWAMURA: A Research Activity of Local Meteorological Study Utilizing Data from the Internet —Cloud Generation by Land-breeze Convergence in Bisan-seto Strait Area, Seto Inland Sea, Japan—. *Educat. Earth Sci.*, **60**(4), 149-159, 2007

~~~~~  
学 会 記 事  
~~~~~

**第 1 回 常務委員会議事録**

日 時：平成 18 年 5 月 16 日(水) 18 時 30 分～  
19 時 40 分

場 所：日本教育研究連合会 会議室

出席者：下野 洋・馬場勝良・濱田浩美・米澤正  
弘・岡本弥彦

**議 題：**

## 1. 前回議事録の承認

前回(第 6 回常務委員会)議事録の承認がなされた。今後の常務委員会の予定は、7/4(水)、10/3(水)、12/12(水)、2/6(水)、2008/4/2(水)となった。

## 2. 平成 20 年度以降の大会について

平成 21 年度三重大会について現在までの進捗状況の確認を行う。

## 3. 入会者・退会者について

今回は入会者 6 名および退会者 5 名が承認された。

入会者：鎌田正裕(東京)・原 正(埼玉)・高橋正人(東京)・大澤得二(岩手)・村田 守(徳島)・坂田尚子(静岡)

退会者：角坂清博・佐藤文男・末善 守・森田裕介・別府裕樹

## 4. その他

1) 本年度開催の科学教育学会(8/19)で、藤田郁男会員(星槎大)に講演者をお願いすることとなった。

2) 12/8 にお茶の水化学会において、教科理科関連学会協議会(CSERS)シンポジウムが開催されるので、会員に発表者を募ることとした。

**報 告：**

## 1. 各種常置委員会から

1) 編集委員会から 60-3 号の編集状況について報告があった。

2) 未履修問題が理科にもあるのではないかという

理科教育学会からの報告(馬場副会長)を受け、日本地学教育学会としての意見を下野会長が原稿を作成し提出する。

## 2. 寄贈交換図書について

●産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2007):地質ニュース,第 633 号

●日本理科教育学会(2007):理科の教育,通巻 658 号

●日本理科教育学会(2007):理科教育学研究, Vol. 47, No. 3.

●日本地理教育学会(2007):新地理,第 54 巻,第 4 号

●東京地学協会(2006):地学雑誌, Vol. 115, No. 6

●産業技術総合研究所(2007):TODAY, Vol. 7, Nos. 4, 5

●熊本市地学会(2007):熊本地学会誌 No. 144, 2007 年 4 月

●The Department of Geology, Faculty of Science Niigata University, Niigata (2007): SCIENCE REPORTS OF NIIGATA UNIVERSITY (GEOLOGY), No. 22

●秋田地学教育学会(2000):秋田地学,第 47/48, 54 号, 55 号, 56 号, 57 号

●愛知教育大学(2007):愛知教育大学研究報告, 56, 自然科学編

●平地学同好会(2007):平地学同好会会報, 26

●山口県立山口博物館(2007):山口県立山口博物館研究報告, 33

●山口県立山口博物館(2007):山口県の自然, 67

●東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科(2007):学校教育学研究論集, 15

## 3. その他

1) 地学オリンピックについての進捗状況の報告が下野会長からあった。

## 編集委員会より

今年は例年と比べて投稿原稿が多くなっております。

しかし、投稿規定に従っていないものや内容的に「地学教育」にふさわしくないと判断される原稿も残念ながら多くなっております。

投稿前にもう一度投稿規定をご確認下さい。また内容的に「地学教育」の掲載にふさわしいものとなっているかどうか十分な検討をお願い致します。なお、投稿規定は地学教育学会のホームページ (<http://www.soc.nii.ac.jp/jsese/>) で見ることができます。

### 地 学 教 育 第 60 卷 第 4 号

平成 19 年 7 月 20 日印刷

平成 19 年 7 月 25 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会  
発 行 者 代 表 下 野 洋

〒263-8522

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学教育学部理科教育教室内

電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)

振替口座 00100-2-74684

印 刷 所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-8-8

電話 03-3362-9741~4

# EDUCATION OF EARTH SCIENCE

---

VOL. 60, NO. 4

JULY, 2007

---

## CONTENTS

### Original Articles

- A Practical Study of Field Geology Class Utilizing a Teaching Support System, with  
an Example of the Field Class of Nakayama Middle School in Hachioji, Tokyo  
.....Kazuto KOARAI, Mariko MATSUKAWA and Masaki MATSUKAWA...125~135
- Identifying Patterns of Direct and Indirect Experiences in the Teaching of Science,  
and the Role of Earth Science Education .....Hiroaki AIBA...137~148

### Practical Article

- A Research Activity of Local Meteorological Study Utilizing Data from the Internet  
—Cloud Generation by Land-breeze Convergence in Bisan-seto Strait Area, Seto  
Inland Sea, Japan—.....Norihito KAWAMURA...149~159

Announcements (136)

Proceeding of the Society (160)

---

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