

# 地学教育

第58巻 第3号(通巻 第296号)

2005年5月

---

## 目 次

### 原著論文

- 高等学校における酸性雨生成のモデル実験の開発とその実践  
.....寺田光宏・西川 純...(77~ 82)
- 理科教育におけるマンガ教材の可能性  
—小学校5年「流れる水のはたらき」における実践的研究—  
.....柗原礼士・相場博明...(83~ 93)

### 資 料

- 岩石の薄片を使った偏光万華鏡 .....廣木義久・森口 歩...(95~102)
- 本の紹介(103)
- お知らせ(105)
- 学会記事(107)

---

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

日本地学教育学会 会長・副会長・評議員・常務委員・監事名簿（平成17年4月）

会 長 下野 洋（東京・平成17年度）  
 副 会 長 馬場 勝良（東京・平成17年度）  
 同（全国大会担当） 牧野 泰彦（茨城・平成17年度） 熊野 善介（静岡・平成17・18年度）  
 評 議 員（\*印は、会則第11条3項の評議員）

任 期 平成17・18・19年度 平成17・18年度 平成17年度

地 区（定員）

北海道・東北 (3)	照井 一明（岩手）	宮嶋 衛次（北海道）	中村 泰久（福島）
関東（東京） (9)	山本 和彦（千葉）	相原 延光（神奈川）	渋谷 紘（埼玉）
	荒川 豊（埼玉）	円城寺 守（東京）	米澤 正弘（千葉）
	江藤 哲人（神奈川）	濱田 浩美（千葉）	松森 靖夫（山梨）
中 部 (3)	遠西 昭寿（愛知）	熊野 善介（静岡）	渡辺 隆（新潟）
近 畿 (3)	田結庄良昭（兵庫）	戸倉 則正（京都）	藤岡 達也（大阪）
中国・四国 (3)	野瀬 重人（岡山）	林 武広（広島）	秦 明德（島根）
九州・沖縄 (3)	田中 基義（熊本）	八田 明夫（鹿児島）	宮脇 亮介（福岡）
	*高橋 修（東京）	*林 慶一（兵庫）	*馬場 勝良（東京）
	*加藤 圭司（東京）		*五島 政一（東京）
	*青野 宏美（東京）		*松川 正樹（東京）
	*土橋 一仁（東京）		*宮下 治（東京）
			*岡本 弥彦（神奈川）
		*牧野 泰彦（茨城）	
		渋谷 紘（埼玉）	

評議員兼常務委員長

常務委員 (\*\*印は、評議員兼務)

任 期:	平成17・18年度	平成17年度
	清水 政義（東京） **松川 正樹（東京）	南島 正重（東京） **濱田 浩美（千葉）
	相場 博明（東京） **馬場 勝良（東京）	**土橋 一仁（東京） **林 慶一（兵庫）
	**宮下 治（東京） **加藤 圭司（神奈川）	**五島 政一（東京） **林 武広（広島）
	**高橋 修（東京） **加藤 圭司（神奈川）	
	**買手屋 仁（東京） **松森 靖夫（山梨）	
	**遠西 昭寿（愛知）	

監 事 小川 忠彦（神奈川・平成17・18年度） 木下邦太郎（東京・平成17年度）

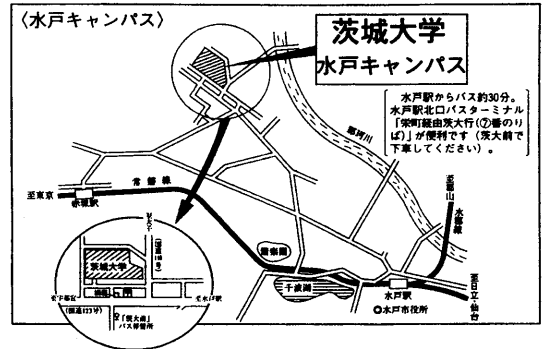
平成 17 年度全国地学教育研究大会  
 日本地学教育学会第 59 回全国大会

茨城大会 第三次案内

日本地学教育学会会長 下野 洋  
 全国大会実行委員長 牧野泰彦

**大会テーマ:** 生徒と一緒に考える地学教育  
**期 日:** 平成 17 年 8 月 5 日(金)~9 日(火)  
**会 場:** 茨城大学教育学部 D 棟  
**主 催:** 日本地学教育学会  
**後 援:** 文部科学省, 茨城県教育委員会, 水戸市教育委員会, 全国高等学校長協会, 全日本中学校長会, 全国連合小学校長会, 日本私立中学高等学校連合会, 日本教育研究連合会, 日本理科教育学会, 日本理科教育協会

し「茨大前」下車。バス乗車時間は約 30 分。  
 ○自家用車利用の場合  
 常磐自動車道「水戸インター」より一般道へ。



日 程

日	時刻	行 事	会場・その他
6 日	8:30	受付	教育学部 D 棟入口
	9:00	開会行事・学会 奨励賞授与式	A
	9:30	ジュニアセッション	A 口頭発表 C ポスター発表
	11:00	ポスター発表	C
	12:00	昼休み	
	13:30	記念講演会	A 白尾元理「露頭 から読み取れる情報」
	14:00	研究発表 I	A 高・大・一般-1 B 小・中-1
7 日	18:00 20:00	懇談会	茨苑会館
	9:00	研究発表 II	A 高・大・一般-2 B 高・大・一般-3
	12:00	昼休み	
	13:30	シンポジウム	A
	16:00 16:30	閉会行事	A

大会参加費

7 月 11 日以前の振込分  
 一般 4,000 円, 大学生・院生 2,500 円  
 7 月 12 日以降の受付分  
 一般 4,500 円, 大学生・院生 3,000 円  
 ジュニアセッションで発表の高校生以下, および  
 引率教員は無料。

送金方法

郵便振替にて送金して下さい。送金の内訳および連絡先を必ずご記入下さい。

加入者名: 日本地学教育学会茨城大会  
 口座番号: 00180-7-584897

- ・大会参加費 上記「大会参加費」をご参照下さい。
- ・懇親会費 4,000 円
- ・巡検 コース

見学旅行

A1 コース, A2 コース; 8 月 5 日(日帰り)

B コース; 8 月 8 日~9 日(一泊二日)

会場案内(下図, 参照のこと)

○JR 利用の場合

上野駅より常磐線特急「スーパーひたち号」または「フレッシュひたち号」に乗りし「水戸駅」下車。北口駅前バス乗り場 7 番「栄町経由茨大行」のバスに乗り

宿泊案内

水戸市内にはホテル, ビジネスホテル, 共済組合関係の宿泊施設が多数あります。インターネットなどでお調べの上, 直接お申し込み下さい。

A1, A2: 4,000 円

B1: 25,000 円(後日精算)

会場の茨城大学は水戸駅より北西4キロにあります。茨城大学方面へのバスは水戸駅北口から数分間隔にありますので、ホテルは水戸駅周辺、もしくはバス通り（南町、泉町など）が便利です。

#### 見学旅行について

講演発表の前後に次のような見学旅行を計画しています。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）申込締切：7月11日

〈日帰りコース（8月5日）〉

A1: 茨城県自然博物館と宇宙航空研究開発機構（JAXA）の見学（参加費用4,000円）

集合…野田市駅前，11時（JR柏駅で東武野田線に乗り換え野田市駅下車）

A2: 国土地理院と地質標本館の見学（参加費用4,000円）

集合…JR土浦駅西口，11時30分

両コースとも見学後にJR水戸駅、もしくは水戸市内の主要ホテルまでお送りします。つくば研究学園都市から水戸までは交通が不便なためこのバスをご利用下さい。

〈一泊二日コース（8月8日～9日）〉

B1: 那珂川の河口から源流までを見る（参加費用25,000円，後日精算）

下流域の洪水堆積物，中流域の那須野ヶ原扇状地と堆積物，源流域では那須岳の火山地形および火山噴出物などを観察する予定。

集合…8月8日 8時 茨城大学正門

解散はJR東北新幹線那須塩原駅，JR水戸駅，茨城大学。

#### 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

2005年6月30日（木）必着（A4で2枚）

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

〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1

茨城大学教育学部地学教室

日本地学教育学会茨城大会事務局

牧野泰彦

Tel 029-228-8238

Fax 029-228-8329

E-mail: [maikinoy@mx.ibaraki.ac.jp](mailto:maikinoy@mx.ibaraki.ac.jp)（牧野）

[tito@mx.ibaraki.ac.jp](mailto:tito@mx.ibaraki.ac.jp)（伊藤）

#### 水戸市内の宿泊について

大会期間中、水戸市周辺で大きな大会開催のため宿泊の予約がとれない状況です。宿泊希望の方はE-mailで牧野宛に至急ご連絡ください。こちらから返事を差し上げます。車で参加される方は、とりあえずつくば市などで予約をとっておいてください。ご迷惑をおかけいたしまして、誠に申しわけございません。 牧野 E-mail: [maikinoy@mx.ibaraki.ac.jp](mailto:maikinoy@mx.ibaraki.ac.jp)

## 研究発表プログラム

8月6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)

- 1J01 大津港歴史ハンターズ  
赤津美紀・松本安奈(北茨城市立関本中学校)
- 1J02 花室川の水生生物による環境調査(10年次)  
都市近郊河川の生物の多様性変動とヨシノボリの卵巣腫瘍の出現  
茨城県立竹園高等学校・保健委員会・環境班  
(茨城県立竹園高等学校)
- 1J03 流星の電波観測 全天観測を目指して  
竹中勝也・鈴木 賢・松本龍洋(茨城県立勝田高等学校)

C会場: 全分科会合同ポスター発表 (11:00~12:00)

- (ジュニアセッションポスター発表も併せて実施)
- P01 エコログを活用した気象学習  
小関由佳(広島大・教育・院)・鈴木盛久・林 武広(広島大・教育)
- P02 地盤の液状化の簡易実験装置 エキキー & エキジョッカーの活躍  
兼子尚知(産総研地質調査総合センター)・納口恭明(防災科学技術研究所)・宮地良典(産総研地質調査総合センター)・加藤正明(長岡市立科学博物館)
- P03 地質標本館の体験学習 化石・鉱物・岩石を用いた体験型イベント  
利光誠一・坂野靖行・奥山康子・兼子尚知・中澤 努・中島 礼・青木正博・酒井 彰・柳澤教雄・野田 篤・辻野 匠・井川敏恵・谷田部信郎・河村幸男・川畑 晶(産総研地質調査総合センター)
- P04 地元の身近な露頭・地形を活用した「大地の変化」教育プログラムの一例  
伊藤 孝・穴戸美由紀・平久知子・中村裕輔・牧野泰彦(茨城大学・教育)・豊田守・西開地一志・柴原 幹(GSI株式会社)
- P05 堆積空間としてみたため池の地学教材としての展開

梅本智恵・竹富祐子(広島大・院)・山崎博史(広島大)

- P06 天体観測による総合的な学習教材の開発  
八巻富士男(埼玉県立北本高等学校)
- P07 岩石薄片観察ムービーについて  
林 武広(広島大・教育)・岩永拓也(広島大・院)・石井喬志(同左)・本藤祥一朗(同左)・鈴木盛久(広島大・教育)
- P08 北海道摩周湖における年間の水温変化と結氷  
濱田浩美(千葉大)

昼食 (12:00~13:30)

A会場: 記念講演会 (13:30~14:30)

講師 白尾元理氏「露頭から読み取れる情報」

A会場: 高校・大学・一般分科会 I (14:30~17:40)

- 1A01 (14:30) 恐竜の声の復元 教材化へ向けて  
小荒井千人(慶應義塾湘南藤沢中高等部)
- 1A02 (14:50) 東京周辺の鮮新 更新統の陸上生態系と東京学芸大学構内の生態系の比較 生態系学習の教材化に向けて  
中西亮平(立川市立第五中学校)・松川正樹(東京学芸大学環境分野)
- 1A03 (15:10) 埼玉県秩父盆地の第三紀二枚貝化石群集構造の変遷と教材化のための評価  
浅倉 努(学校法人世田谷学園)・松川正樹(東京学芸大学・環境科学分野)
- 1A04 (15:30) 個人レベルの産学共同による市民教育の試み: 数値地図と画像を利用したケーススタディ  
小出 良幸(札幌学院大学社会情報学部)
- 1A05 (15:50) シームレス地質図の教育・普及における活用例  
井川敏恵・脇田浩二(産総研地質調査総合センター)

\*\*\* (16:10) 休憩 (10 分間) \*\*\*

- 1A06 (16:20) 地質情報展 その目的とこれまでの経緯  
斎藤 眞・湯浅真人 (産総研地質調査総合センター)
- 1A07 (16:40) 「防災の日」から「復興祈念の日」へ震災後 10 年を迎えて  
香田達也 (神戸市立兵庫商業高校)
- 1A08 (17:00) 自然災害時における地学教育の役割と課題 平成 16 年中越地震を例に  
藤岡達也 (上越教育大学・学校教育学部)
- 1A09 (17:20) 地学野外学習教材の有効な評価方法  
宮下 治 (東京都教職員研修センター)

**B 会場：小学校・中学校分科会 I (14:30~17:00)**

- 1B01 (14:30) 野外学習を実施しやすくするための教材教具 (NHK の番組・副読本など) の開発  
五島政一 (国立教育政策研究所)
- 1B02 (14:50) 大洋底には何が堆積しているのか? 海洋ピストンコアをもちいた授業実践  
高橋 修 (東学大)・栗田克弘・村上 潤 (東学大附属中)・湯浅智子 (東学大院)
- 1B03 (15:10) 中学校理科, 火成岩の学習における発泡性水ガラスの活用  
佐竹 靖 (広大附属東雲中)・鹿江宏明 (同左)・林 武広 (広島大・教育)・鈴木盛久 (同左)
- 1B04 (15:30) 「地層の話」小学校理科にリンクした博物館による補助授業  
奥山康子・利光誠一・兼子尚知・酒井 彰・坂野靖行・中澤 努・中島 礼 (産総研地質調査総合センター)
- 1B05 (15:50) 地層と化石の野外観察  
中島 礼・中澤 努・兼子尚知・利光誠一・谷田部信郎 (産総研地質調査総合センター)

\*\*\* (16:10) 休憩 (10 分間) \*\*\*

- 1B06 (16:20) 土砂災害教材化した気象学習の展開  
鹿江宏明 (広島大附属東雲中)・吉森正尚 (広島市立似島中)・杉田泰一 (東広島市立黒瀬中)・林 武広 (広島大・教育)
- 1B07 (16:40) 簡易ビニルハウスを使った自然界の水の循環に関する指導  
二階堂朝光 (埼玉・加須市立加須南小)・加藤尚裕 (九州女子短期大学)
- 1B08 (17:00) 日本と中国の環境に関する教育比較 教科書を中心に  
山本 彩 (千葉大・院)・濱田浩美 (千葉大)

8月7日 (日)

**A 会場：高校・大学・一般分科会 II (9:00~12:10)**

- 2A01 (9:00) 高等学校理科に総合的な必修科目が設置された場合の地学分野の内容の検討  
林 慶一 (甲南大学・理工学部)
- 2A02 (9:20) 高等学校理科新科目「基礎理科」として提案された地学分野の内容  
三次徳二 (大分大学教育福祉科学部)
- 2A03 (9:40) 文系の教員志望学生に対する総合演習における地学野外学習の現状と課題  
青野宏美 (岐阜聖徳学園大学教育学部・自然)
- 2A04 (10:00) 時間・空間概念を育成する野外観察の方法と露頭教材の開発  
茂庭隆彦 (岩手県立総合教育センター)・照井一明 (岩手県立大東高等学校)
- 2A05 (10:20) 科学的思考力を高める高等学校地学 I の地層の学習 地層の観察に必要な体験  
池本博司 (広島市立基町高校)・林武広・山崎博史 (広島大学大学院教育研究科)

\*\*\* (10:40) 休憩 (10 分間) \*\*\*

- 2A06 (10:50) 理科教育に於ける直接経験と間接経験 地学教育の位置づけとその役割  
相場博明 (慶応義塾幼稚舎)
- 2A07 (11:10) パートナーシップを活用した自然体験学習の構築  
岡本弥彦・村山史世・福井智紀 (麻布大学環境保健学部)
- 2A08 (11:30) 教師教育のための野外学習Ⅰ「教師対象実験授業1」  
下野 洋 (星槎大学)・野外学習研究グループ
- 2A09 (11:50) 教師教育のための野外学習Ⅰ「教師対象実験授業2」  
下野 洋 (星槎大学)・野外学習研究グループ

石井隼人 (広島大・教育・院)・石井喬志 (同左)・中村 勝 (国立徳地自然の家)・林 武広 (広島大・教育)

- 2B07 (11:10) 都市大気環境の調査とそのデジタル教材化  
佐藤 昇 (大阪府教育センター)
- 2B08 (11:30) 海洋観測ブイの海水温情報画像を用いた教材開発  
榊原保志 (信州大学教育学部)・池本博司 (広島市立基町高)・黒岩寛明 (長野県立屋代高)
- 2B09 (11:50) 八溝山系の湧水の水質特性について  
宮林 晶 (茨城大学教育)・笠井勝美 (元茨城県立大子第二高校)・利安義雄 (茨城大学教育)

**B会場: 高校・大学・一般分科会 III (9:00~12:10)**

- 2B01 ( 9:00) 大学生の岩石識別力向上への試み 教員養成系大学における実習を例に  
鈴木盛久 (広島大・教育)・林 武広 (同左)
- 2B02 ( 9:20) ハイビジョン地学教材の視聴における視点の特徴  
匹田 篤 (広島地域連携センター)・佐竹 靖 (広島附東雲中)・林 武広 (広島大教育)
- 2B03 ( 9:40) 月面に関するハイビジョン教材の開発とその効果  
林 武広 (広島大・教育)・高木奈美子 (広島市立安佐南中)・石井隼人 (広島大・院)・匹田 篤 (広島大地域連携センター)
- 2B04 (10:00) 天体観測による総合的な学習教材の開発  
八巻富士男 (埼玉県立北本高等学校)
- 2B05 (10:20) 地球公転を指導する一つの試み  
野瀬重人 (岡山理科大学)・平松良夫 (総社市立総社中学校)
- \*\*\* (10:40) 休憩 (10分間) \*\*\*
- 2B06 (10:50) シーイング測定と気象観測から探る星空観察の条件

**昼食 (12:10~13:30)**

**A会場: シンポジウム (13:30~16:00)**

**テーマ「野外実習をしやすくするための条件づくり」**

- 2S01 台地を流れる身近な河川から学ぶ  
牧野泰彦 (茨城大学・教育)
- 2S02 マーキング法による河川礫の移動調査: 川の増水による礫の移動を実感させるために  
廣木義久・坂本 綾・吉川 剛 (大阪教育大学)
- 2S03 地層観察を実施しやすくするための条件づくり 小学校理科「大地のつくりと変化」・掛川層群の場合  
白井久雄 (掛川市立掛川第一小学校)
- 2S04 小中学校における「地層の観察」の充実を目指して 地域の学校の活用・情報の共有化に向けての取り組み  
関 辰洋 (北茨城市立磯原中学校)・蛭田純一 (北茨城市立関本中学校)
- 2S05 地質野外実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—  
松川萬里子 (東京都八王子市立中山中学校)・松川正樹 (東京学芸大学・環境科学分野)

総合討論

**A会場: 閉会式 (16:00~16:30)**

# 平成 17 年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会 第 59 回全国大会茨城大会申込書

申込日：2005 年 月 日

<input type="radio"/> 参加申し込み（ジュニアセッション発表者・同引率者は別紙でのお申し込みとなります） （7月11日までのお振り込み分）一般 4,000 円，大学生・院生 2,500 円 （7月12日以降のお振り込み分）一般 4,500 円，大学生・院生 3,000 円	
フリガナ 氏名：	所属：
連絡先：〒	
Tel:	Fax:
E-mail:	
<input type="radio"/> 懇親会・見学旅行の申し込み（〆切 7 月 11 日，先着順） <input type="checkbox"/> 懇親会（4,000 円） <input type="checkbox"/> 見学旅行 A1 コース（4,000 円）， <input type="checkbox"/> 見学旅行 A2 コース（4,000 円）， <input type="checkbox"/> 見学旅行 B1 コース（25,000 円*） *宿泊代，バス代，諸料金等の費用を含めた金額で，後日精算いたします。	
<input type="radio"/> 振り込み金額 参加費（予稿集代を含む）7 月 11 日以前のお振り込み分一般 4,000 円，大学生・院生 2,500 円 7 月 12 日以降のお振り込み分一般 4,500 円，大学生・院生 3,000 円	
懇親会費 4,000 円	円
見学旅行 A1, 2 コース 4,000 円，B1 コース 25,000 円	円
<b>合 計 金 額</b>	円

申込書の該当箇所を記入し，にチェックして，郵送またはファックスにて送付して下さい。

〈申込先〉 〒310-8512 水戸市文京 2-1-1  
 茨城大学教育学部理科教育  
 伊藤 孝 あて  
 Fax 029-228-8329

申込書を送付後，代金を下記の郵便振替口座へご送金下さい。  
 口座番号：00180-7-584897 口座名称：日本地学教育学会茨城大会

## 予稿集のみの申し込み

申込者氏名 \_\_\_\_\_ Tel \_\_\_\_\_  
 送り先 〒 \_\_\_\_\_

	部 数	金 額
大会予稿集（一冊，1,500 円）		円
送料（310 円）		円
合計金額		円



## 高等学校における酸性雨生成のモデル実験の 開発とその実践

Development and Implementation of a Model Experiment of Acid Rain  
Generation in Senior High School

寺田 光宏\*1・西川 純\*2

Mitsuhiro TERADA and Jun NISHIKAWA

**Abstract:** The subject of acid rain is treated in many different disciplines of high school science education and the actual practice of measuring acid rain is typically undertaken in many different classes. We developed some model experiments for senior high school to understand the acid rain system. However, the models are not sufficient to explain the actual measured results obtained. To fully model the generation of acid rain, the modeling of both of rainout (washing in the cloud) and washout (washing under the cloud) is necessary. We made a plan for teaching of the acid rain system in senior high school based on our experiments. This plan is very successful to help students understand the mechanism of acid rain generation.

**Key words:** senior high school, acid rain, measurement, model experiment practice.

### 1. はじめに

#### (1) 教科書における酸性雨の扱い

近年、高校理科においても酸性雨を明確に取り扱うようになってきた。高等学校学習指導要領解説(文部省, 2000)によると理科総合 B と地学 II において酸性雨の扱いが明示されている。これを反映して、酸性雨は理科総合 A, 地学 I, 化学 I などの多くの教科書で取り上げられている。これらに扱われている内容は、酸性雨の定義やその原因、被害などが中心である。酸性雨に関する実験や観察はあまり扱われていない。一部の教科書に、雨水を pH 計やパックテストで測定する実験が掲載されている(例えば、太田ほか, 2002)。このように、教科書に酸性雨を含む地球規模の環境問題の実験や観察があまり一般に掲載されていないのは、現象の全体像に対応するような実験や観察が難しく、そのしくみが複雑であり実験室スケールの実験も

難しいためだと考えられる。

#### (2) 酸性雨に関する教材

酸性雨は地球規模の環境問題の中でも、それぞれの地域に限れば計測が可能である。そのため、酸性雨の pH の継続的な観測は、クラブ活動などを通してさまざまなところで行われている(例えば荻原, 1995; 今井, 1995; 北爪・北条, 1997; 高橋・阿部, 1997)。これに加え、酸性雨を継続的に採取したり、降り始めからある降雨量ずつ採取できるレインゴーランドなどのいくつかの酸性雨採取器(新観察・実験大事典編集委員会編, 2002a および b)が開発されている。そのため、降雨を分取でき pH の変化などを分析することが可能になっている。

しかし、酸性雨の観測は継続的な活動が必要で、授業としては扱いにくいところがある。そこで、しくみを理解するなどのために、酸性雨のモデル実験が開発されている。

\*1 静岡県立島田工業高等学校(兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科)

\*2 上越教育大学 2004 年 10 月 13 日受付 2005 年 3 月 16 日受理

一般に、雨水の酸性化は、主に化石燃料の燃焼により生ずる硫黄酸化物や窒素酸化物などが大気中で光化学反応し、雲片および降水に取り込まれることにより起こる。雲粒が生成するときに大気中の硫黄酸化物や窒素酸化物などの光化学反応した物質が凝結核として取り込まれたり、水溶性のガスが雲滴中に取り込まれる場合を雲内洗浄 (rainout) と呼ぶ。また、雨粒が落下するときに気相中に存在している成分を捕捉しながら落ちてくる場合を雲下洗浄 (washout) と呼ぶ(日本化学会・酸性雨問題研究会(社), 1997; 村野, 1993)。

酸性雨のモデル実験は現在いくつか開発されている(中島, 1997; 和田ほか, 1996; 森, 2003)。これらは、雨の降り始めから降雨途中における、酸性の強さ (pH) の変化に注目していない。そのため、前述のように現在の酸性雨採取は分取で行われる場合が多いが、その雨水の pH の変化の意味を理解・説明しにくい。

実際に、雨の pH の変化を計測してみると、イオンバランスにより pH が変化する場合もあるが、壺坂 (1998) や武・大泉 (2002) らが指摘しているように雲内洗浄と雲下洗浄が起こっている。

雲内洗浄が優先する降水過程では、雲水中ですでに成分が取り込まれた状態であるため、降水量による降水中の成分濃度への影響は小さい。そのため、降り始めから分取した雨の pH はあまり変化しない。

雲下洗浄の場合は、降り始めの際に気相中の成分を最も効率よく捕捉することから、降水量が増加するに

従って降水中の成分濃度は低下する。そのため、降り始めから分取した雨の pH ははじめは低いが徐々に上昇していく。

このように、酸性雨生成のモデルは、基本的には、雲内洗浄と雲下洗浄による大気汚染物質の取り込み過程に分けられている。

そこで、酸性雨の生成のしくみを理解し、実際の酸性雨の測定結果の理解を促すような、酸性雨の生成のモデル実験が必要である。

また、寺田 (2001a) の調査によると、A 高校 1 年生において酸性雨の原因を二酸化炭素と思っている生徒が 3 割近くいる。そのため、原因物質を明確にし、どのような化学反応になるのかを考えさせる教材が必要である。さらに、酸性・アルカリ性の強さを示す pH への感覚的な理解を促す必要もある (寺田, 2001b)。

### (3) 本論の目的

①酸性雨の pH 変化を化学変化としてとらえ、酸性雨の生成過程を考えることができるモデル実験を開発する。

②モデル実験を中心とした酸性雨の学習プランを作成・実践し、その効果を確認する。

## 2. モデル実験開発

### [概要]

雲下洗浄は雲粒が大気中を落下中に、硫黄酸化物や窒素酸化物などの酸性の気体が雨滴中に取り込まれ起

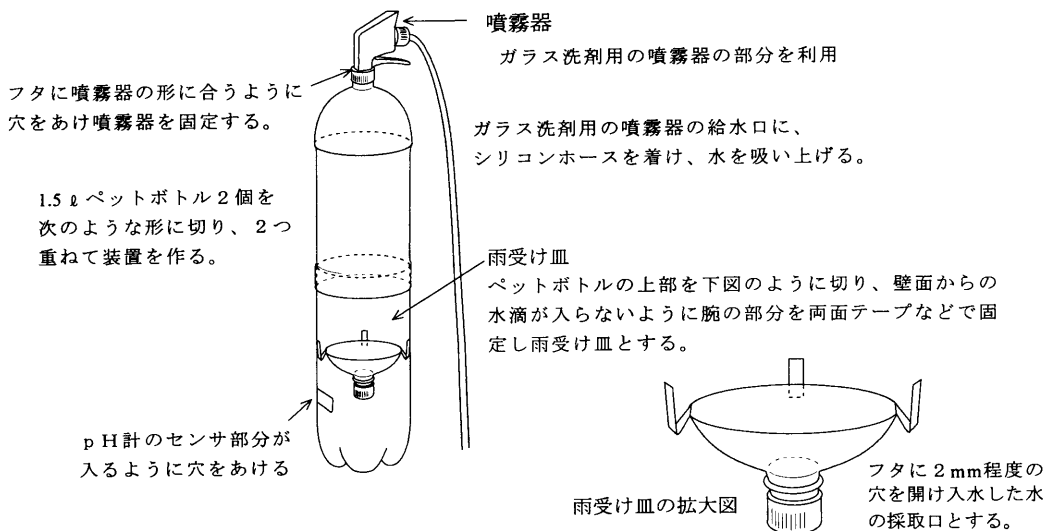


図 1 酸性雨モデル実験と実験方法の概要

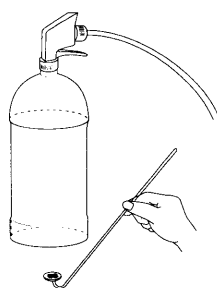


図2 硫黄酸化物を捕集

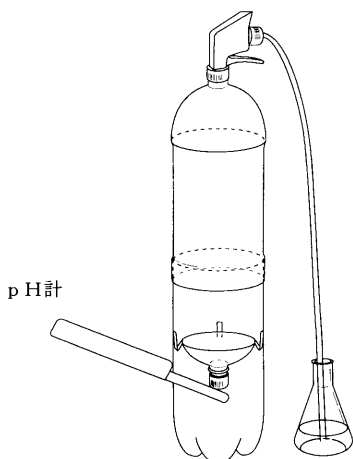


図3 pH計を装着

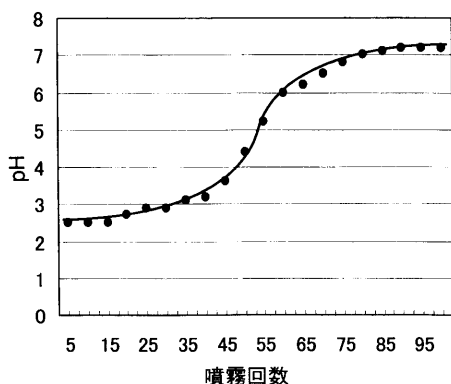


図4 噴霧回数と pH の関係を示したグラフ

こる。この雨は、降り始めには多くの酸性の気体を吸収するため pH が小さい（酸性が強い）。しかし、酸性の気体が供給されない状況においては、しだいに大気中の酸性の気体が減り、雨滴中に吸収される酸性の気体が減る。そのため、pH の値が徐々に大きくなる（酸性が徐々に弱くなる）。この現象をモデル化するため、

図1のような装置に硫黄酸化物を入れ、上部より雨のように水を噴霧し、その雨の pH の変化を pH 計を使用して確認する。

**【実験方法】**

①図2のように図1に示された実験装置を上下二つに分け、葉サジ小さじ1杯程度（約0.1g）の硫黄を燃焼サジに入れ熱し、発生した硫黄酸化物を集め、下のペットボトルにつける。硫黄の燃焼時には、硫黄が燃えている炎がペットボトルにつかないように注意する。また、硫黄酸化物を捕集する時間は実験結果に影響するのでやり方により工夫が必要である。本実験では経験上5秒程度で問題なく実施できた。

②pH 計を校正し、水道水の pH を測る。図3のように pH 計のセンサ部分が水の排出口の真下になるように差し込む。

③噴霧器のホース（吸水口）を三角フラスコに入れた水道水の中に入れ、霧が出るまでレバーを数回引く。霧が出始めたら5回ずつ霧を出して、雨受け皿の採集口からの水滴を pH 計で測り結果に書き込んでいく（結果は pH の値が安定した時点とする）。

**【結果例】**

図4は、生徒が実際に計測した結果である。最初は、pH 2.5 くらいである。これは、実際の酸性雨の直接的な原因物質が三酸化硫黄などといわれているが、この実験では硫黄酸化物は二氧化硫であるためである（仁宮, 2002）。噴霧回数とともに pH の値はわずかずつ上昇し、噴霧回数 50 回くらいを境に急に pH が上昇し、100 回付近ではほぼ水道水と同様の pH 7 前後を示し安定する。

捕集する硫黄酸化物の量は、多すぎると噴霧回数が100回では雨水の pH が水道水の pH である7付近まで上がってこない場合がある。その場合は、pH 7 付近までなるように回数を増加すれば同じようなグラフが得られる。

この実験で使用した噴霧器は、使用済みの液体ガラスマイペット（花王）の噴霧器部分を再利用した。これは十分な噴霧ができるが、水道水を吸入するホースが長すぎると水道水が上がりにくくなるので注意を要する。

**3. 授業実践**

**(1) 実践概要**

高校においては、「酸性」は化学 I（一部理科総合 A）で、「雨」は地学 I で学習する。そのため、酸性雨

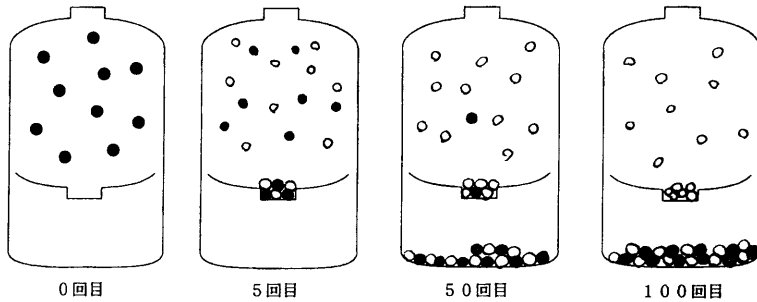


図5 生徒の書いた例

硫黄が燃えてできた物質を●，水を○とし，●は10個，○は必要なだけ使って記した。

についてまとまった学習する機会が少ない。そこで、酸性雨のより具体的な理解を促すために酸性雨に実際に作るモデル実験を開発し、これを中核にした授業実践を実施する。

まず、「酸・アルカリ」から導入する。酸性・アルカリ性の強さを示す pH への感覚的な理解を促す必要がある。そのため、pH の計測練習もかねて、身近な物質の pH を pH 計で計測させる。また、酸性雨の原因を二酸化炭素と思っている生徒の誤解を解くため、水道水に息を吹く込むことにより pH がどの程度になるかを確認させる。その後、演示実験として、純粋な二酸化炭素を水道水に吹く込み、pH が 6 弱程度にしかならないことと二酸化炭素の水への溶解、反応について確認させる。

そして、「霧・雲」を学習した後に、開発した酸性雨のモデル実験により生徒の先入観から導かれる予想に反する現象を提示する。そして、酸性雨のイメージと酸性雨の特徴などに対する好奇心を刺激する。その好奇心を科学的な好奇心に絞り込み科学的な解釈ができることを目標とし、pH の変化というマクロな現象を粒子の概念図を想像し描かせることにより、ミクロ的または化学的・粒子運動的な理解へ導く。このように概念図を描くことにより一般的好奇心から科学的な好奇心へ導く授業展開を考案し実施する。

以上のように酸性雨の原因物質、そのしくみ（システム）の科学的理解を促進するための実験を含む教材を開発した。

## (2) 授業計画

授業と実験は以下のように行った。

### 1) 酸・塩基

①定義と性質：酸と塩基の定義とその性質

②pH：pH とは

③実験「いろいろな物質の pH を測ろう」（寺田，2001b）

pH の大きさと酸・塩基の強さの感覚を得ることを目的に、pH 計を使い、身の回りにある物質の pH を測る。

- ・身近な食品，調味料，洗剤などの pH を計測  
その pH の大きさを比べ、水素イオン濃度の差の概数を計算する。
- ・水道水に息を吹き入れ pH の変化を計測  
時間とともに pH がほぼ中性から約 6 まで下がり一定となる。二酸化炭素では、酸性雨の一般の定義である pH 5.6 より酸性が強くならず、酸性雨の原因物質ではないことを確認する。

### 2) 雨

①雲・雨のでき方

②実験「雲発生のモデル実験」

断熱膨脹により雲が発生するためには、凝結核が必要であることを空気のみ、空気と水、空気と線香の煙の 3 種の方法で確かめる。

### 3) 酸性雨

①VTR を使い、酸性雨は発生するとと被害を及ぼすところが地球規模であることを確認する。

②実験「酸性雨のモデル実験」

事後学習

(3) 酸性雨のモデル実験とその事後学習の詳細

#### 1) 結果の概要

グラフに pH の変化を書く。最初 pH 3 弱の雨が徐々に pH 値が上がり最後には水の約 pH 7 となる(図 4)。

#### 2) 事後学習

①硫黄 S を燃やしてできる物質を、化学反応式を使い示す。この場合、酸化があまり進んでいないので二

酸化硫黄が生成している。硫黄Sを燃やしてできる物質と水H<sub>2</sub>Oの反応を化学反応式を使い説明する。

②pHの変化はなぜ起こったかを、硫黄が燃えてできた物質を●、水を○として0, 5, 50, 100回での状況を絵でかいて説明する。●は10個、○は必要なだけ使って記す(図5)。

#### (4) 学習後の生徒の感想

次の生徒の既成概念が変容した実験の感想を抜粋して示す。

##### ①実験「いろいろなpHを測ろう」の感想の例

「二酸化炭素を水に溶かしていくともっと酸性が強くなると思ったけど安定していた。予想に反していた。」

「二酸化炭素を吹き込んでいたのにたいして酸性にはならなかった。」

「二酸化炭素は思っていたより酸性ではなかった。二酸化炭素をいくら入れてもpHが6くらいから下がらないから酸性雨の原因ではないことが分かった。途中からpHの値がぜんぜん変化しなくなったなせだろう。飽和?」

「酸性雨は二酸化炭素が原因じゃなかったんだ。何が原因だろう?」

##### ②酸性雨のモデル実験の感想の例

「酸性雨は雲の中で排気ガスと化合して降るだけだと思っていた。」

「少しの煙だけで酸性があんなに強くなるとは思わなかった。」

「簡単な装置で酸性雨が作れてびっくりした。」

「酸性雨は長期にわたって降るものだとばかり思っていた。」

「酸性雨は止むまで酸の濃度が一定なのかと思っていたが、この実験で違うことが分かった。」

「急にpHが変化したのでびっくりした。50回くらいから変化がなくて失敗だと思った。」

#### 4. おわりに

地球規模の環境問題のしくみは複雑でモデル化が難しい。酸性雨が地球規模で起こり反応機構も複雑であるため、この実験はすべてをモデル化できない弱点はあるが、酸性雨の生成や特徴を理解する次の目的を達成させるには十分であった。

(1) 酸性雨を自分の手で作る体験ができ、酸性雨を化学反応としてとらえ、その生成の化学的イメージを得ることができる。

(2) 酸性雨は常に酸性であるという生徒の既存の知識とのズレに気づかせることができる。そして、酸性雨と呼ばれる雨は、いつも酸性とは限らず、降り始めの雨の酸性が強いということを実験を通して知ることができる。また、酸性雨のpHを実際に測定したときのpHの変化と比べて、その相違の理由を考えるきっかけになる。

(3) 概念図を描くことにより一般的好奇心から科学的好奇心・理解へ導く。波多野ほか(1973)により「子どもの持っている知識に周到な配慮をし、教科の性質とかみ合わせて、子どものうちに知的好奇心を作り出す」方法が提案されている。この授業では、まず実験により「生徒の信念や先入観から導かれる予想に反する現象を教師が提示する」。そして、酸性雨のイメージと酸性雨の特徴などに対する知的好奇心を作り出すことができる。次に、その好奇心を科学的な好奇心に絞り込み、科学的な解釈ができるために、pHの変化というマクロな現象を粒子運動(化学反応)の概念図を主体的に想像し描かせることにより、ミクロ的または化学的粒子運動的な理解へ導く。

#### 引用文献

- 今井了一(1995): 学校における酸性雨調査。研究紀要, 日本理化学協会, 26, 83-86.
- 波多野誼余夫, 稲垣佳世子(1973): 知的好奇心。中央公論新社, 東京.
- 北爪 均・北条祥子(1997): 酸性雨一斉測定調査の概要。会誌, 宮城県高等学校理科研究会, 54-60.
- 森 幸一(2003): 酸性雨問題を理解するための教具の工夫。化学と教育, 51, 138-139.
- 村野健太郎(1993): 酸性雨と酸性霧。裳華房, 東京, 61
- 文部省(2000): 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.
- 中島正継(1997): ミニ地球で酸性雨を実験しよう。「やってみようなんでも実験 Vol. 3」, NHK 出版, 東京, 66-67.
- 日本化学会・酸性雨問題研究会(社)(1997): 身近な地球環境問題—酸性雨を考える—。コロナ社, 東京, 22.
- 仁宮章夫(2002): 酸性の気体とアルカリ水溶液との反応による塩の生成と酸性雨の学習。科学教育研究, 25, 370-375.
- 荻原 彰(1995): 高等学校における酸性雨とそれに関連した現象についての学習の試み。地学教育, 48, 139-146.
- 太田次郎・山崎和夫・江里口良治・西田治文・福岡登・本淨高治・本川達雄・山崎貞治・山本隆一・臼井豊和・恵島信明・岸澤眞一・倉 庸康・柴山元彦・平田泰紀・堀川理介・牧野修司・増田哲雄, ほか1名(2002): 高等学校 新編 理科総合 A。新興出版社啓林

- 館, 東京, 98.
- 新観察・実験大事典編集委員会編(2002a): 酸性雨の測定, 新観察・実験大事典 [化学編] ③生活の化学物づくり, 東京書籍, 東京, 24. 発売元: 堀場製作所  
URL=[http://global.horiba.com/analy/ar\\_8ii/](http://global.horiba.com/analy/ar_8ii/)
- 新観察・実験大事典編集委員会編(2002b): 酸性雨の測定, 新観察・実験大事典 [地学編] ③環境/発展, 東京書籍, 東京, 38-41.
- 高橋博子・阿部たけ子(1997): 試行錯誤の環境教育, 会誌, 宮城県高等学校理科研究会, 37-43.
- 武 直子・大泉 毅(2002): 新潟県の田園地域における降水組成とその経年変化—国設新津酸性雨測定所の長期モニタリング結果—, 新潟県保健環境科学研究所, 17, 83-88
- 寺田光宏(2001a): 高校における環境問題の指導の研究. (財)山崎自然科学教育振興会山崎賞受賞論文, 5.
- 寺田光宏(2001b): なんでも pH. 高校化学教育 [報文], 化学教育ジャーナル (CEJ), 8.  
URL=<http://www.juen.ac.jp/scien/cssj/cejrn.html>
- 壺坂康郎(1998): 酸性雨調査における pH 電極の問題点の検討, 会誌, 第 41 号, 4-12, 兵庫県立高等学校教育研究会理化部会.
- 和田文夫・山之口和弘・荒井 繁(1996): 酸性雨のシミュレーション, 東京の物化研究—都理化研最近 5 ヶ年研究発表集録より—, 東京大会特別研究部, 112-113.

寺田光宏・西川 純: 高等学校における酸性雨生成のモデル実験の開発とその実践 地学教育 58 巻 3 号, 77-82, 2005

[キーワード] 高等学校, 酸性雨, 計測, モデル実験, 実践

[要旨] 最近, 酸性雨は理科総合や地学の教科書でも頻繁に扱われるようになった. 酸性雨の降り始めからの pH 変化を実際に計測する実践は多く実施されている. また, 酸性雨のモデル実験はいくつか開発されている. しかし, それらは実際の計測結果を説明するにはモデル化が十分ではないという問題点があった. そこで, 酸性雨の生成メカニズムの一部をモデル化した実験を開発した. そして, この実験を核として授業計画を作成しそれを実施した. その結果, 生徒に興味関心を喚起することができ, 酸性雨の生成メカニズムの理解が進んだ.

Mitsuhiro TERADA and Jun NISHIKAWA: Development and Implementation of a Model Experiment of Acid Rain Generation in Senior High School. *Educat. Earth Sci.*, 58(3), 77-82, 2005

## 理科教育におけるマンガ教材の可能性

—小学校 5 年「流れる水のはたらき」における実践的研究—

The Use of Comic Teaching Materials in Science Education

柘原礼士\*1・相場博明\*2

Reiji KUKIHARA and Hiroaki AIBA

**Abstract:** Comic teaching materials can rouse a child's interest and encourage learning through fun and easy understanding and interactions. Results of a class experiment that used full comic format, instead of occasional old style comic illustrations, suggest that it is as effective and popular with students as field exercises. In addition, the children enjoy learning because their interest is greatly aroused. Well-developed comic teaching materials can be expected to contribute more effectively to reducing children's aversion to science.

**Key words:** comic, teaching material, rousing interest, field exercise, aversion to science.

### 1. はじめに

古今東西を問わず子どもたちはマンガが好きである。特に我が国は子どもばかりか大人までもが普通にマンガを読む非常に特殊な文化を持つ。マンガの魅力は絶大である。どんなに学校の勉強が苦手な子どもでも好きなマンガの内容はよく理解して複雑な登場人物の名前、キャラクター、人間関係、話のあらすじなどまで覚えていて、それらについて生き生きと語ることができる。また、こうした子ども時代の楽しい記憶はいつまでも頭に残り、時間が経ってもしっかりと覚えていて容易に思い出すことができる。子ども時代に読んだマンガに影響されて将来の仕事を選択する人もいる。

そのマンガの持つ魅力や影響力に期待して教科書の中にもマンガの表現が用いられるようになって久しいが、現状の教科書中のマンガ表現はまだまだマンガの持つ力を活かし切れているとは言えないと考えられる。理科教育においても、カリキュラムの中にマンガ

を取り入れた実践的な評価研究は行われてこなかった。

本研究では、理科教育に対してマンガおよび現行のマンガ教材の持つ利点と問題点を改めて見直し、現行のマンガ教材から一歩進んだより子どもたちに受け入れられやすいと考えられる物語マンガの手法を用いたマンガ教材の開発を試みた。そしてそれを小学校 5 年生の「流れる水のはたらき」の単元において実践を行い、その教育的効果を評価し、理科教育におけるマンガ教材の有効性を検討した。

### 2. 新しいマンガ教材の提案

#### ①マンガとは

一口にマンガと言ってもいろいろな種類がある。福岡ほか(1990)は、マンガを内容ごとに風刺・挿絵・解説・物語の 4 種類に分類した。この中で子どもたちが普通「マンガ」と呼んでいるものは物語マンガである。むしろ物語マンガ以外でマンガとされているものは、子どもたちからすればただのイラストであり、「マ

\*1 Master of Basic Science, University of Colorado at Denver

\*2 慶応義塾幼稚舎 2004 年 8 月 10 日受付 2005 年 3 月 17 日受理

表1 教科書中の挿絵の使われ方の割合(%) [福岡ほか(1990)より引用]

小学校			
使われ方の意図	1年	3年	5年
a. 興味・関心の喚起	11	6	3
b. 活動の誘発	54	16	13
c. 事象・現象の解説	20	10	26
d. 実験・観察の解説	3	27	40
e. 記録の仕方の解説	6	17	5
f. 注意、留意事項の喚起	6	2	1
g. 学習のまとめ	0	22	12
中学校			
使われ方の意図	1年	2年	3年
a. 興味・関心の喚起	22	20	18
b. 実験・観察器具の解説	6	9	6
c. 実験・観察方法の解説	22	20	22
d. 学習のまとめ	50	51	54

表2 マンガ教材の持つ長所と短所 [福岡ほか(1990), 上杉(1990), 前田(1990)を元に作成]

	長所	短所
福岡ら, 1990	興味・関心の喚起, 活動の視点・方法及びまとめの視点の明確化, 抽象的概念の形成の補助	思い込みや誤解を与える可能性, 子どもの行動の画一化の可能性がある
上杉, 1990	余計な情報を省いて伝えたい情報だけを伝えることができる「デジタル性」	メッセージ性の欠如
前田, 1990	学習内容への興味の喚起・理解の深まり・記憶の持続	抽象的な内容の表現の難しさ・強い印象ゆえの思考の転換の困難さ

ンガ」と言われて一般的に想起されるものではない。

## ②教科書中のマンガ表現の長所と短所

前述したように現行の教科書の中でもすでにマンガ表現は用いられており, それらは主に挿絵・解説マンガである。福岡ほか(1990)は教科書における挿絵の出現頻度と使われ方, およびその長所と短所を分析している。それによると, 挿絵の出現頻度は学年が上がるごとに減少しているが, その使われ方の意図は低学年では学習への動機づけが主で, 高学年になると解説・説明的になっており, 中学になると学年を通して半分以上が学習のまとめに用いられている(表1)。また, 長所は興味・関心の喚起や活動の視点・方法およびまとめの視点の明確化と抽象的概念の形成の補助とし, 短所は思い込みや誤解を与えることと子どもの行動の画一化の可能性としている。また, 上杉(1990)はマンガを教科書に活かすのに優れた点として, 余計な情報を省いて伝えたい情報だけを伝えることができる「デジタル性」を挙げ, 短所として「メッセージ性の欠如」を挙げている。メッセージ性の欠如とは, 挿絵マンガが子どもたちに問いかけたり訴えかけることがないということである。そして前田(1990)はマンガを取り入れたワークシートを用いた研究を行い, その効

果として, 学習内容への興味の喚起・理解の深まり・記憶の持続を, 限界として抽象的な内容の表現の難しさ・強い印象ゆえの思考の転換の困難さを示した。以上のことをまとめると表2のようになる。

## ③教材としての物語マンガの提案

現行の教科書中のマンガ表現の長所と短所をまとめると, 長所は「面白さによる興味関心の喚起ができ, 情報のデジタル化により伝達が容易になって, 概念形成を助け, その結果知識が有意味化されてその記憶を長期的に持続させることができること」であり, 短所は「情報の過度のデジタル化による子どもの行動の画一化や誤解の定着の恐れとメッセージ性の欠如」となる。この長所には理科学習における子どもたちのつまずきの解決が期待できる。一方の短所を解決するにはどうしたらよいであろうか。ここで注目すべきは, 上記のいずれの研究も対象としているマンガが「挿絵マンガ」か「解説マンガ」であるという点である。これらの「マンガ」は子どもたちが思っている「マンガ」とは異なる。ここで物語マンガを教材として用いると, 今までのマンガ表現の持つ短所を解決することができると考えられる。短所として考えられた点は結局1枚の絵で表現できる情報量や伝達方法に限界があることに原因があると考えられるので, 複数のコマからなりストーリー性を持つ物語マンガならば一コマの挿絵よりもはるかに多い情報を持たせることができ, 例えば想定される誤解があればそれを先回りして登場人物に指摘させれば読み手が誤解する可能性は低くなることが予想され, ほかにマンガに示された以外のさまざまな考え方があることをマンガ内で示唆することもできる。そしてストーリーを工夫することによってメッセージ性を補うこともできる。さらに, 物語マンガになることによって元々の長所はより大きなものになると考えられる。

また, 子どもたちの理科学習におけるつまずきの原因には彼らの内面以外に原因があることもある。中嶋(1986)は小学校理科に見られるつまずきの原因で子どもの内面以外にあるものとして, 1. 教師が子どもを知らない, 2. 教師が理科嫌い・もしくは苦手, 3. 教師の指導能力が劣拙, 4. 指導計画や指導案にこだわるの4つを挙げている。このうちの2と3はマンガ教材で補助することで, 例えばマンガの登場人物が理科の内容を面白く解説して見せることなどで, 解決に近づけると考えられる。

また, ほかにマンガにはマンガの中の登場人物に





-1-

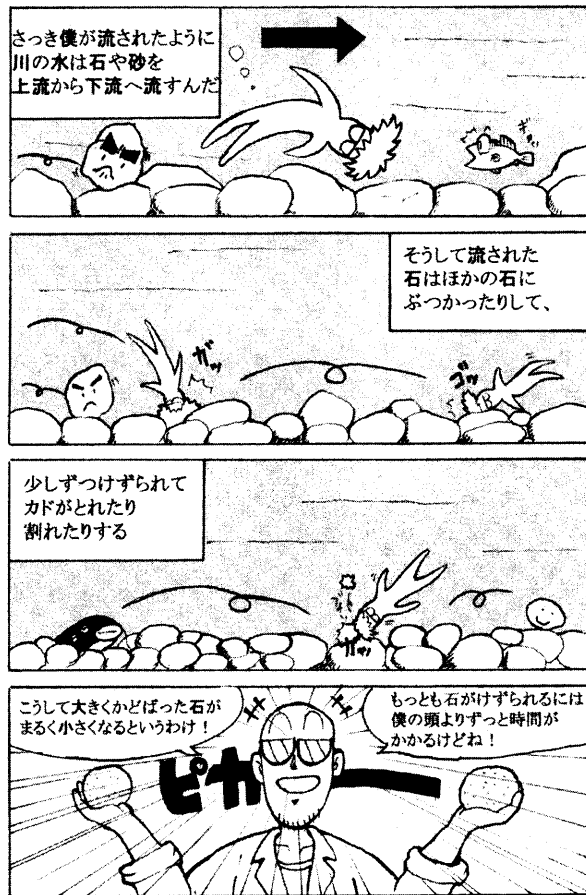


-2-

図1 実践授業に用いたマンガ教材の導入部分の一部



-7-



-8-

図2 実践授業に用いたマンガ教材の中間部分の一部



— 15 —

図3 実践授業に用いたマンガ教材のまとめ部分の一部

感情移入することによって、マンガの中の事象をあたかも自分が体験したかのようにとらえることができるという特性がある。この特性は子どもたちの内容理解を助けると考えられる。

そして挿絵マンガから独立した物語マンガ教材となることには今までにはなかったさらなる利点が予想される。それは、この教材自体が子どもたちの娯楽となることである。例えば、給食の待ち時間や雨の日の短い休み時間などのちょっとした手持ち無沙汰な時間に時間をつぶすのに子どもたちがこの教材を楽しんで読んでくれる可能性がある。教科書は授業中や勉強するときにはしか開かないが、マンガ教材がこのような使い方をされれば、子どもたちが理科の内容に触れる時間は格段に増え、さらなる学習効果が期待できる。

### 3. マンガ教材の作成

以上、述べてきたマンガ教材の有用性を確かめたる

めに実際に物語マンガを用いた教材を作成し、実際の教育現場で子どもたちに使ってもらった。これまでのマンガ教材が教科書中の挿絵的扱いで学習内容の一部を補足する程度にとどまっていたのに対して、今回のマンガ教材は教科書から独立した15ページの別冊子になっており、内容もマンガのキャラクターが織り成す物語を通して学習内容を包括的かつ順序だてて説明する形をとっており、現行の教材とは大きく異なっている。今回は小学5年生理科の「流れる水のはたらき」の学習を補助する内容とした。教材を作成するに当たってこれまでの議論を鑑みて以下のことに留意した。

- ・子どもの興味・関心を喚起できること
- ・教科書の内容に即したものであること
- ・学習内容の活動・方法・まとめの視点を明確にできること
- ・子どもの知識取得・概念形成を促せること
- ・教師の手助けとなること
- ・体験学習の補助ができること
- ・面白いこと

マンガの内容は先生役のキャラクターが男女の子どもをガイドしながら川の様子を観察していくという形をとり(図1)、実際の川の観察を疑似体験することを狙った。ただ真面目に内容をなぞるのではなく、先生が身をもって川の力を示して見せたりするなど(図2)、合間にギャグを挟んだりすることによって楽しく読めるように工夫した。最後には学習した内容をまとめた(図3)。

### 4. 実践授業による検証

#### ①実践方法

小学5年生の3クラス、K・E・O組をそれぞれK組：通常授業+マンガ、E組：通常授業+マンガ+実習、O組：通常授業+実習のように実施した。実習はコンクリートでできた幅50cm、全長5m、深さ20cm程度の曲がりくねった川の模型に砂を敷き詰め、その上に水を流して水の流れる様子を観察するというモデル実験である。授業内容の理解度を把握するために同じ問題のポストテストとプレテストを授業の最初と最後に行った(図4)。第一問と第二問は侵食作用に関する問題、第三問と第四問は川のカーブに関する問題である。文章で答える第二問と第四問はそれぞれ石が川に流されるうちに削られること、カーブの外側と内側では流速が異なり、それが両岸の様子の違いの原

理科クイズ

流れる水のはたらき

組 番 名前

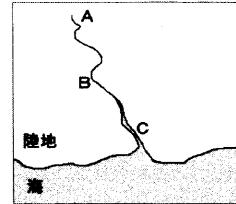
第一問

右の地図の川の三地点A, B, Cで、かわらの石を調べると下の写真のようになりました。

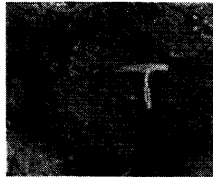
それぞれの写真の石は地図のどの地点のものだと思いますか？

写真の下のかっこの中に答えてください。

写真に写っているハンマーは全て同じ大きさのものです。



( )



( )



( )

第二問

なぜ同じ川の石なのに場所によって大きさや形がちがうのでしょうか？

下のかっこの中に自由に考えて答えてください。

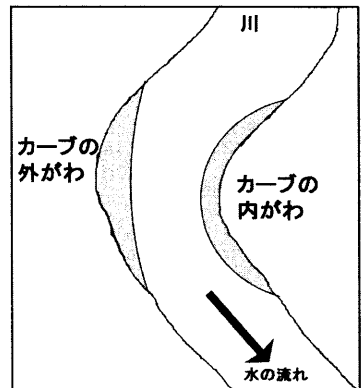
第三問

右の図は川がカーブしている部分の図です。

カーブの外がわと内がわはどのようになっていると思いますか？

次のうちカーブの外がわだと思うものにはA, 内がわだと思うものにはB, どちらも言えないと思うものにはCを書き入れてください

1. こちらの方が流れがはやい( )
2. こちらの方が水温が高い( )
3. こちらの方が深くなっている( )
4. こちらの方がけずられている( )
5. こちらの方が小石などがたまっている( )



第四問

カーブの内がわと外がわで様子がちがうのはなぜだと思いますか？

自由に考えて書いてください。

図4 実践授業の前後に行ったプレ・ポストテスト

表3 実践授業後に行ったアンケート調査

## 「流れる水のはたらき」マンガ教材アンケート

以下の質問をよく読んで、答えにあてはまる番号を○でかこんでください。  
成績などには関係しませんので素直に思ったとおりに答えてください。

## Q1. マンガ教材は楽しく読めましたか？

1. 楽しかった 2. まあまあ楽しかった 3. どちらともいえない 4. あまり楽しくなかった  
5. 楽しくなかった

## Q2. マンガ教材を読むことで「流れる水のはたらき」に対して興味がわきましたか？

1. 興味がわいた 2. まあまあ興味がわいた 3. どちらともいえない 4. あまり興味がわかなかった  
5. 興味がわかなかった

## Q3. マンガ教材を読むことで「流れる水のはたらき」の内容はわかりやすくなりましたか？

1. わかりやすくなった 2. まあまあわかりやすくなった 3. どちらともいえない  
4. あまりわかりやすくならなかつた 5. わかりやすくならなかつた

## Q4. マンガ教材を読むことで「流れる水のはたらき」の内容はおぼえやすくなりましたか？

1. おぼえやすくなった 2. まあまあおぼえやすくなった 3. どちらともいえない  
4. あまりおぼえやすくならなかつた 5. おぼえやすくならなかつた

## Q5. マンガ教材を授業中以外にも読みましたか？

1. はい 2. いいえ

## Q6. Q5で1をえらんだ人だけ答えてください。

それはどのような時ですか？あてはまるものを全てえらんで下さい。

1. 休み時間 2. 昼食の準備時間 3. 登下校の途中 4. 家  
5. その他 ( )

## Q7. 他の理科の分野でもこのようなマンガ教材があったほうが良いと思いますか？

1. 思う 2. まあまあ思う 3. どちらともいえない 4. あまり思わない 5. 思わない

## Q8. 理科以外の教科でもこのようなマンガ教材があったほうが良いと思いますか？

1. 思う 2. まあまあ思う 3. どちらともいえない 4. あまり思わない 5. 思わない

## Q9. Q8で1か2を選んだ人だけ答えて下さい。

それはどの教科ですか？当てはまるものを全て選んでください。

1. 算数 2. 国語 3. 社会 4. 体育 5. 音楽 6. 図工 7. 家庭科 8. その他

以上で質問は終わりです。ありがとうございました。

表4 実践授業の実施スケジュール

授業	K組	E組	O組
第1回	プレテスト	プレテスト	プレテスト
第2回	マンガ教材	マンガ教材 体験学習	体験学習
第3回	ポストテスト	ポストテスト	ポストテスト
第3回 授業後	アンケート	アンケート	マンガ教材 アンケート

因になっていることが示されれば正解とした。また、最後にすべてのクラスにおいてマンガ教材に関するアンケートを行った(表3)。すべての実施スケジュールを表4に示す。

## ②結果の解析

ポストテストとプレテスト両方に回答されたデータ

をK組(N=40)、E組(N=38)、O組(N=38)を得ることができた。第三問の2は選択肢を迷わせるためのフェイクであるために解析には含まなかった。

まず、第一問はすべてのクラスにおいてポストテストの結果が全員正解となったので、クラス間に有意差は見られなかった。残りの問題はプレテストとポストテストの結果を二項分布を正規近似して行う検定方法で検定した。検定は各クラスのサンプルサイズをプレテストで誤答した数とし、比較する出現数をポストテストで増加した数とした。すなわち、プレテストで不正解だった子どもたちの何%がポストテストで正解できたかということを示す値をここでは成績改善率と呼称し、比較し合った。また、プレテストで正解したに

表5 プレテスト・ポストテストの検査結果

		第一問		第二問		第三問										第四問	
		プレ	ポスト	プレ	ポスト	1		2		3		4		5		プレ	ポスト
						プレ	ポスト	プレ	ポスト	プレ	ポスト	プレ	ポスト	プレ	ポスト		
K組 (40)	正答数	36	40	19	32	19	37	16	28	11	22	10	21	15	29	3	15
	誤答数	4	0	21	8	21	3	24	12	29	18	30	19	25	11	37	25
	成績改善率	-		61.9%		85.7%		-		37.9%		36.7%		56.0%		32.4%	
E組 (38)	正答数	33	38	22	29	24	38	14	23	15	33	22	34	19	34	3	14
	誤答数	5	0	16	9	14	0	24	15	23	5	17	4	19	4	35	24
	成績改善率	-		43.8%		100.0%		-		78.3%		76.5%		78.9%		31.4%	
O組 (38)	正答数	29	38	18	29	24	38	18	27	11	30	26	32	22	36	3	20
	誤答数	9	0	20	9	14	0	20	11	27	8	12	6	16	2	35	18
	成績改善率	-		55.0%		100.0%		-		70.4%		50.0%		87.5%		48.6%	
検定結果	K-E	-		K=E		K=E		-		K<E		K<E		K=E		K=E	
	K-O	-		K=O		K=O		-		K<O		K=O		K<O		K=O	
	E-O	-		E=O		E=O		-		E=O		E=O		E=O		E=O	

もかわらず、ポストテストで不正解になった場合はプレテストでの正解が偶然であったとみなし、検定においてはプレテストの結果を不正解として扱った。検定は例えばK組とE組を比較する場合は有意水準 $\alpha=0.05$ 、帰無仮説を $P_K=P_E$ 、対立仮説を $P_K>P_E$ もしくは $P_K<P_E$ として片側検定を行った。テストおよび解析の結果を表5に示す。

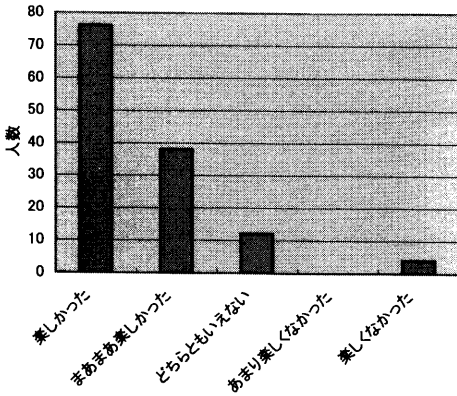
## 5. 結果の評価と考察

まず、第二問、第三問-1、第四問ではK、E、O組の間に有意差は見られず、マンガ教材でも通常授業と遜色ない効果が得られることが示された。第三問-4はK組の成績改善率がE組を有意に下回ることが示された。しかしO組とは有意差はなく、これはマンガ教材と通常の実習の相乗効果がE組に現れた可能性を示唆する。また、第三問-5ではK組はE組・O組とともに有意に下回ったが同様に実習を行っているE組とは有意差がないため、K組とO組との差はマンガ教材以外のところに原因がある可能性がある。実際有意差は見られないもののO組の増加率は他のクラスを上回っていることが多かった。その原因として、O組はモデル実験の際に、お互いに意見交換し、議論する姿が観察されていた。この結果が影響していることが考えられる。厳密に教材の効果を吟味するためにはこのような要素をできるだけ廃さなければならなかったが、これは今後の課題としたい。しかしながら、第三問-4と5とでE組とO組の実習を用いたクラスとマンガのみのK組に差ができたことは、実習がマンガより有効である可能性を示唆しているのであろう。第三問-3の結果はK組がE組O組両方よりも有意

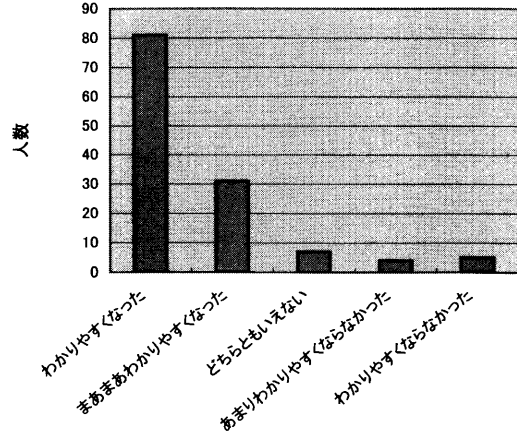
に下回ってしまった。これの原因としてはマンガ教材の中で川の深さについて直接言及しなかったことが挙げられる。この箇所ではカーブの外側が水の勢いによって削られること、外側を児童が泳いでいることから外側のほうが深いことを子どもたちが推測することを期待したが、そうはならなかった。このことから直接的に表現していない情報を推測することが難しいというマンガ教材の欠点が改めて示された。これはマンガ表現が情報を単純化することによるものであると考えられ、より良いマンガ教材を開発するには必要な情報を十分に含ませる必要があることを示している。

今回の授業実践によって、マンガ教材でも実習を伴う授業と比べて若干劣るもののさほど遜色ない効果が得られるということが示された。これは何らかの理由で体験学習・野外学習の実行が困難な場合に学習の補助としてマンガが有効に働きうることを示す。そして今回用いられたマンガは技術的なノウハウを持たない素人によって描かれたものであり、技術を持ったプロが描き、内容表現についてもさらに練り込まれればさらに効果的で実習にも引けをとらないで済むマンガ教材の作成も期待でき、子どもの理科学習に役に立つことが予想される。また、授業後のアンケートの結果を見ると、楽しく読めたかどうかを問うQ1に対して「まあまあ楽しめた」または「楽しめた」という答えが全体の約87%を占め、興味が喚起されたかどうかを問うQ2では「まあまあ興味がわいた」または「興味がわいた」が全体の約69%を占めた。そして内容理解の手助けとなったかどうかを問うQ3では「まあまあわかりやすくなった」と「わかりやすくなった」とで全体の約88%を、内容暗記の手助けとなったかどうか

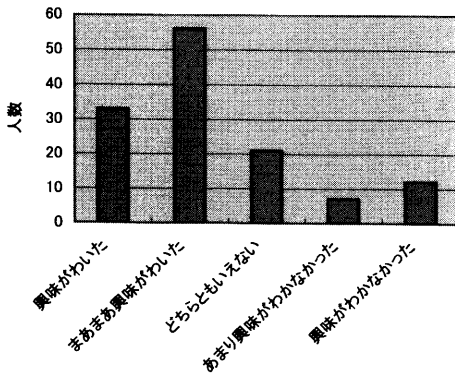
Q1. マンガ教材は楽しく読めましたか？



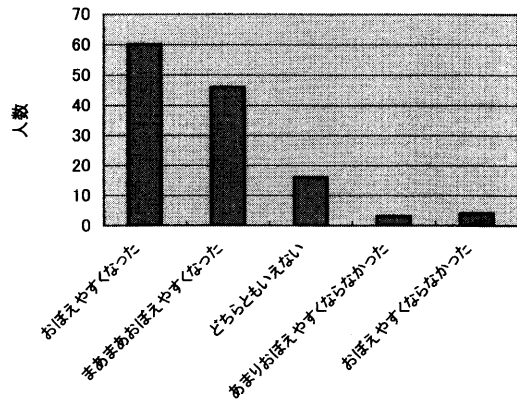
Q3. マンガ教材を読むことで「流れる水の働き」の内容はわかりやすくなりましたか？



Q2. マンガ教材を読むことで「流れる水の働き」に対して興味がわきましたか？



Q4. マンガ教材を読むことで「流れる水の働き」の内容はおぼえやすくなりましたか？



Q5. マンガ教材を授業中以外にも読みましたか？

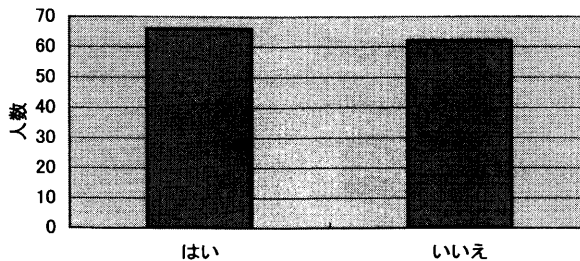


図5 アンケート結果1

かを問う Q4 では「まあまあおぼえやすくなった」または「おぼえやすくなった」が約 82% を占めた。以上のことから本教材によって大多数の子どもたちが勉強を楽しみつつ、内容への興味関心が喚起され、そして

学習内容の理解と暗記に役立ったと考えていることがわかる。また、子どもたちのマンガ教材に対する興味関心は理科に限らず非常に高く、理科の他分野や他教科にもこのようなマンガ教材を希望した子どもたちの

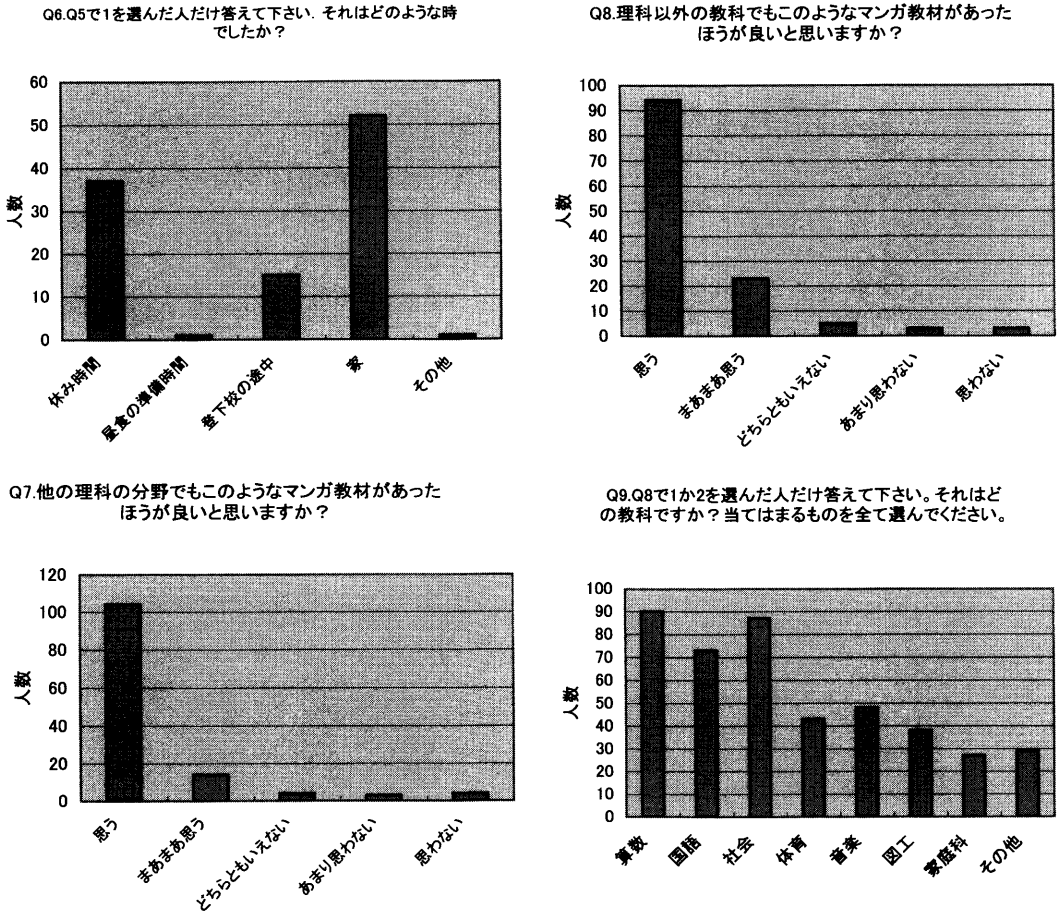


図6 アンケート結果2

数は全体の91%以上を占めた(Q7, 8)。そしてマンガ教材を授業中以外に読んだ子どもが多く、マンガ教材を用いた授業を行ったK組とE組全体の約58%が授業中以外にもこれを読んだと回答している(Q5)。このことは学習の機会を子どもたちが子どもたち自身の手で増やすことを意味しており、さらに長い時間軸で追うことで知識の定着度においてさらなる効果が期待できるかもしれない。さらに半年、1年と経った後の知識の定着度を追いかけてい。

### 6. おわりに

学習的とはいっても本格的な物語マンガを実際に学校の理科の授業中に導入することに対して抵抗感を感じる人は多いであろう。すでに民間の出版社からは学習的な内容のマンガが数十年前から出版されており、

それらを子どもたちが勝手に読めばよいという意見もあるかもしれない。しかし、テレビアニメ、雑誌のマンガ、テレビゲームなど多種多様な娯楽が家庭にあふれかえっている現代ではいかにマンガであろうとも教育・学習的なマンガではそれらに太刀打ちすることはできない。面白さというのは相対的なものであるもので、同じマンガでもより面白いものがあれば子どもはそちらを選択してしまい、学習的なものは敬遠されてしまうからである。したがって現在それらを手にする機会を持つのは元々そのような分野に興味を持っている子どもくらいしかいないであろう。しかし、最もこのような学習的マンガを必要としているのは、普通に生活していたら絶対にこれらを手にするのではないであろう理科に興味がない子どもたちであると考えられる。なぜならば、福岡ほか(1990)が示したように、低



学年の子どもたちのつまづきを補い、学習を成立させる要素は活動への興味・関心や意欲・欲求であり、最初から理科に興味がない子供はこの点において理科学習開始の時点からつまづきやすいからである。この問題を解決する一つの手として、今回示されたように子どもたちの興味関心を喚起し楽しく学習することを助ける学習的マンガは有効である。しかしながら前述したように現在普通の生活の中でそのような学習的マンガを子どもたちが手に取る機会は少なくなっている。学校の中には一般の学習的マンガを図書館に導入しているところもあるが、そのようなマンガは大抵競争戦になってなかなか子どもたち全員が自由に読む機会を持ってない。そこで考えられる学習的マンガが多くの子どもたちに最も効力を発揮できそうな場所、すなわち子どもたちが退屈しやすくなおかつそれを紛らわせる娯楽のない場所は授業中の教室である。学習的マンガを授業中にマンガ教材として用いる最大の意義はここにある。本来なら理科に興味は薄く、基礎的な科学知識をうまく習得できないまま成長して中学・高校でさらに理科嫌い・理科離れになるかもしれない子ども

もが、これらによって理科好きになったり、好きにはならなくてもマンガを楽しむことによって植え付けられた基礎知識が長じた後に役に立つことがあれば、それはたいへん素晴らしいことであると考える。

**謝 辞** 本研究を進めるにあたり、東京学芸大学教育学部 松川正樹教授には、研究のご指導・ご助言をいただいた。柘原修市氏にはマンガ教材作成に当たってキャラクターデザインやストーリー構成に大きく協力してもらった。深く感謝申し上げる。

#### 引用文献

- 福岡敏行・岩井徳二・竹村志保美・松元博志(1990): 子どものマンガ文化と理科学習. 理科の教育, 39, 588-598.  
 前田伸雄(1990): 理科学習におけるマンガ. 理科の教育, 39, 603-606.  
 中嶋博和(1986): 小学理科に見られるつまづき. 理科の教育, 35, 818-822.  
 上杉賢士(1990): 子どもの生活とマンガ. 理科の教育, 39, 599-602.

柘原礼士・相場博明: 理科教育におけるマンガ教材の可能性—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 巻 3 号, 83-93, 2005

〔キーワード〕 マンガ・教材・興味喚起・体験学習・野外学習・理科離れ

〔要旨〕 マンガ教材はマンガの持つ面白さやわかりやすさという特徴から子どもたちの興味関心を喚起し、学習効果を促進させることができる。現在教科書に使われている挿絵マンガではなく、本格的な物語マンガで作成した教材を授業に用いたところ、その学習効果は実習を伴う通常の授業と比較して遜色のないものであり、子どもたちがマンガ教材によって興味関心が喚起され楽しんで学習したことが示された。より効果的なマンガ教材の開発によって、それが子どもたちの理科離れの抑制の一助となることが期待できる。

Reiji KUKIHARA and Hiroaki AIBA: The Use of Comic Teaching Materials in Science Education. *Educat. Earth Sci.*, 58(3), 83-93, 2005



## 岩石の薄片を使った偏光万華鏡

A Polarization Kaleidoscope Incorporating a Thin Section of Rock

廣木 義久\*・森口 歩\*

Yoshihisa HIROKI and Ayumi MORIGUCHI

### 1. はじめに

子どもたちの「理科嫌い」, 「理科離れ」が言われて久しい (富樫ほか, 1994). これまでに子どもの理科嫌いや理科離れの実態調査や理科嫌いや理科離れをくい止めるための方策がとられてはきたものの, 状況はさほど好転しているようには見えない. そればかりか, 最近では, 経済産業界から若者の「ものづくり離れ」が叫ばれるようにさえなり, 将来の日本経済の危機を招くであろう「ものづくり離れ」への早急な対応が求められるようになってきている (経済産業省ほか, 2004).

そのような社会的要請を受けて, 小学校の「理科」「図画工作」「家庭」や, 中学校の「美術」「技術・家庭」において, ものづくりなどの体験を通じた学習の推進が図られるようになった (文部省, 1999a, 1999b, 1999c, 1999d; 文部科学省, 2004). また, 各地の博物館などでは, 子どもたちに科学の楽しさを伝えるための催しものが頻繁に開かれるようになってきた (経済産業省ほか, 2004). 著者らにとって身近な大阪においても「ふしぎと遊ぼう! 青少年のための科学の祭典: サイエンス・フェスタ」や「21 世紀の地学教育を考える大阪フォーラム: こどものためのジオ・カーニバル」といった科学の祭典が, ここ数年間毎年開催されている.

さらに文部科学省は, 青少年の理科離れ, ものづくり離れをくい止めるために大学等地域開放特別事業「大学 Jr. サイエンス&ものづくり」を展開している (文部科学省, 2003). 大学等において小・中学生にもものづくりを体験してもらうことによって, 科学技術や数学に興味・関心を持ってもらい, ものづくりの喜びを味わってもらったり, ものづくりの大切さを理解してもらおうというものである.

著者らは 2003 年に「こどものためのジオ・カーニバル」および「大学 Jr. サイエンス&ものづくり」事業に参加する機会を得た. そして, そのときの経験から, この種の催しものに出展する場合, 子どもたちに何かを見せて解説するようなテーマよりも, 子どもたち自身の手で何かを作ってもらい, 作ったものを持ち帰ってもらえるようなものがたいへん人気であることがわかった. そこで, 著者らは今後のこの種の催しものへの出展を想定し, 子どもたちにも作れる科学工作品として「岩石の薄片を使った偏光万華鏡」を開発した. 開発した偏光万華鏡は, 筒を回転させると鉱物粒子が見せる色とりどりの多角形模様に変幻自在に変化し, たいへん美しいものである (図 1). また, 開発した偏光万華鏡は安価で, かつ量産しやすい.

ここでは, 今回開発した偏光万華鏡の構造と作り方を述べるとともに, 実際に子どもたちに偏光万華鏡を作ってもらったときの様子や子どもたちの感想を報告し, 科学の祭典などへの出展物としての適性, および, 地学教育における位置づけについて議論する.

### 2. 偏光万華鏡の構造

万華鏡は, 2 枚以上の鏡を組み合わせたものを入れた筒を通してオブジェクトと呼ばれる対象物を見る構造になっている. 土産店などでよく見かけるものは, 3 枚の鏡を正三角形に組んで, 容器に入れたビーズなどをオブジェクトとしたものである. オブジェクトを 2 枚の偏光シートではさんだタイプのものを偏光万華鏡と呼ぶ. 偏光万華鏡のオブジェクトにプラスチック片やセロハンテープ片などを用いるときれいな虹色の干渉色を見せる.

今回開発した岩石の薄片を使った偏光万華鏡は大小二つの筒からなる (図 2). 直径の大きい筒に直径の小さな筒を挿入する二重構造になっている. 外側の筒の

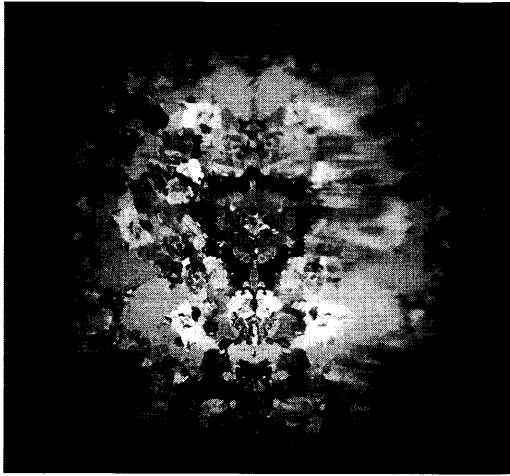


図1 偏光万華鏡をのぞいたときに見られる多角形模様

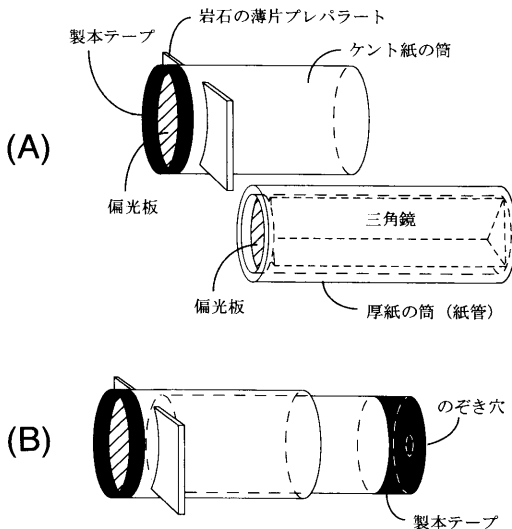


図2 偏光万華鏡の構造  
大小二つの筒をはずした状態(A)と二つの筒を組んだ状態(B)

片方の口には偏光板が取り付けられており、そのすぐ内側に岩石の薄片プレパラートが差し込まれている。内側の筒には三角鏡が入れてあり、筒の片方の口には偏光板が、反対側の口にはのぞき穴が付けられている。万華鏡は岩石の薄片を2枚の偏光板で挟むような構造になっており、のぞき穴をのぞきながら筒を回すと、カラフルな鉱物がつくる美しい模様が転回する。外側あるいは内側、どちらか一方の筒を回すと偏光板が回

転し、いわゆる平行ニコルとクロスニコルの状態が繰り返して起こる。図1はクロスニコル状態での写真で、石英や長石粒子がオレンジ、青、紫を呈している。この状態から筒を回転させると、模様が回転しつつ粒子の色が薄くなっていき、90°回転させたところで一部の粒子にだけ色の付いた淡い色の模様になり、さらに90°回転させると再び濃いカラフルな色模様になる。

### 3. 用意するもの

岩石の薄片を使った偏光万華鏡を作るために必要な部品と各部品の寸法、それらの購入先、および値段を表1に示す。いずれの部品も手に入れやすいものである。偏光板とスライドガラスは教材納入業者から購入した。その他は文房具店、ホームセンター、クラフトショップ、雑貨店で購入した。偏光板は筒にはめ込むための強度が必要なため、薄いフィルム状のものではなく厚いもの(厚さ0.8mm)を用意した。

今回製作した偏光万華鏡の値段は、1個当たり227.7円であった。一般に売られている万華鏡製作キットが700~900円であることを考えるとかなり安価である。偏光万華鏡1個当たりの値段を大きく左右する部品は偏光板と鏡である。偏光板は教材具のものを購入したが、一般のクラフトショップなどで購入することができればもう少し安くなるかもしれない。

鏡は万華鏡製作用に市販されているものを使った。試作の段階で何種類かの鏡および鏡として代用できそうな材料を試してみたが、万華鏡製作用に市販されているものが最もきれいであった。試したものは、ステンレス製板、アルミの巻き板、アクリル製鏡および今回使用したプラスチック製鏡である。ステンレス製板とアルミの巻き板は非常に安価であるが、はさみで切ったときに切った部分が歪んでしまう。また、反射率もアクリル製鏡やプラスチック製鏡に比べると低く、反射像がぼやけた感じになる。一方、アクリル製鏡は万華鏡製作用に市販されていたもので、反射率が高いのできれいな反射像を示す。また、プラスチック製鏡はカッターナイフで切れるため、加工しやすく、切ったときの歪みもなく、アクリル製鏡と同様に反射率が高いのできれいな反射像を示す。万華鏡にとって鏡は心臓部と言ってもよい。鏡の反射率が低かったり、歪んだりしていると美しい模様にならない。そのため、鏡は多少高くてもよいものを使用した方がよい。今回試してよかった鏡は、アクリル製鏡とプラスチック製鏡であったが、プラスチック製鏡はA4サイ

表1 偏光万華鏡の各部品の寸法・購入先および値段

部品名	寸法等	購入先	値段 (円)
筒 (紙管)	内径2.9 cm, 外径3.7 cm, 長さ12.5 cm	雑貨店	17.5
プラスチック製鏡	幅7.2 cm, 長さ12.0 cm	クラフトショップ	43.7
偏光板 (大)	半径1.8 cm, 厚さ0.8 cm	教材納入業者	79.2
偏光板 (小)	半径1.45 cm, 厚さ0.8 cm	教材納入業者	54.3
ケント紙	縦8 cm, 横12.0 cm	文房具店	3.6
黒製本テープ (太)	幅3.5 cm, 長さ12.0 cm	文房具店	5.9
黒製本テープ (細)	幅1.75 cm, 長さ12.0 cm	文房具店	3.0
スライドガラス	縦2.8 cm, 横4.8 cm, 厚さ0.13 cm	教材納入業者	18.0
花崗岩薄片	縦2.5 cm, 横3.0 cm, 厚さ0.05~0.1 mm	岩塊をホームセンターで購入し, チップに切断, 研磨	1.0
接着剤 (ボンドE)	約80 mg	ホームセンター	1.4
セロハンテープ	約50 cm	文房具店	0.1
合計			227.7

\*薄片プレパラートに使用したラッカー Sprey 代はほとんどかからないため、計上していない。

ズのシートで売られていたため適当な大きさの鏡を作りやすかったこと、プラスチック製鏡のほうが安価であったことからプラスチック製鏡を使用することにした。

また、今回使用した厚紙の筒は単価が17.5円と安かった。この筒は、もともとは棚を作るための紙管として売られていたものである。たまたま安価な紙管を見つけたことができたので偏光万華鏡の単価を安く抑えることができた。筒以外の材料は、どこで購入しようと表1に示した値段とさほど違いがないと思うが、筒については、場合によってはもっと高くなってしまいかもかもしれない。学校などでは、子どもたちに使用済みラップの筒を持参させたり、トイレットペーパーの芯を代用するのもよいだろう。

三角鏡を入れる筒の長さとも適当な長さとも大きさがある。今回使用した筒は内径が2.9 cm、長さが12.5 cmである。もともとの長さが25 cmの筒を半分にして使用した。筒の長さを25 cmで使用すると、鉱物粒子の大きさが小さくなるため模様ダイナミックさに欠ける。また、反射回数の多い外側の方の像がぼやけた印象になる。逆に、長さが短すぎると万華鏡独特の反射による多角形模様が見えない。また、筒の直径はそこに入る三角鏡の大きさを左右するが、岩石薄片の幅に対して筒の直径があまりに大きすぎると反射像の中に隙間ができてしまう。隙間ができないような大きさの筒を用意するのがよいが、どうしても隙間ができるようなときは三角鏡を小さくし、三角鏡と筒の間に隙間材を入れるようにするとよい。

今回、岩石の薄片には花崗岩を使用した。花崗岩は鉱物粒子の大きさが比較的大きいため万華鏡に使用したときにきれいな模様を示す。また、風化していない新鮮な花崗岩はホームセンターなどで非常に安価に購入できる。

薄片の厚さは0.05~0.1 mm程度(レタレーションが500~1,000 nm)にした。通常の薄片の厚さは0.02~0.03 mmであり、石英はクロスニコルで黒色~灰色を呈する。万華鏡で岩石薄片を見る場合、鉱物を鑑定するわけではないので、石英が黒色~灰色である必要はなく、むしろ、鉱物がカラフルな色を呈した方がよい。そこで、薄片の厚さを通常より厚くし、石英が色鮮やかな1次~2次の干渉色を示すようにした。薄片プレパラートを筒のスリットに挿入する際、カバーガラスが引っかけるので、カバーガラスは付けずに、ラッカー Sprey を吹きかけることで代用した。

#### 4. 作り方

以下に、偏光万華鏡の作り方を示す(図3)。

①三角鏡を作る。縦7.2 cm、横12.0 cmのプラスチック製鏡の裏面(鏡でない方の面)にカッターナイフですじを2本入れ、幅2.4 cm、長さ12.0 cmの鏡が3枚になるようにする。そのすじに沿って、鏡の面が内側になるように折り、端をセロハンテープでとめて三角の筒にする。折ったところもセロハンテープをはって離れないようにしておく。

②小さい方の偏光板(半径1.45 cm)を厚紙でできた筒の片方の穴に差し込む。偏光板が筒にしっかりと

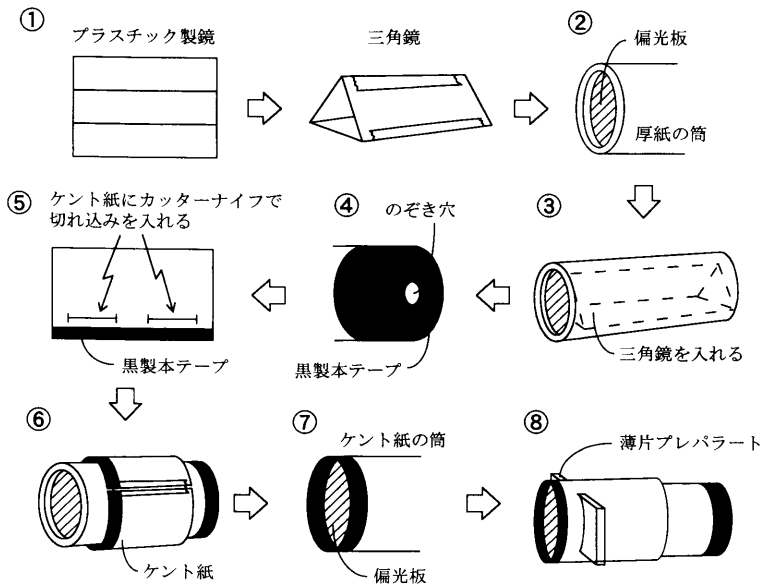


図3 偏光万華鏡の作り方

はまるようにするために、最初は少し大きめに切ってから、少しずつはさみで大きさを調節しながら入れるようにする。

③偏光板をはめた筒に三角鏡を入れる。

④偏光板をはめた穴とは反対の穴に、太い方の黒製本テープを巻いてのぞき窓を作る。テープの幅3分の2ほどを筒に巻きつけ、筒からはみ出た部分に縦方向に切れ込みを入れる。その切れ込みを折り曲げていくと、のぞき窓ができる。

⑤ケント紙に引かれた工の字型（長い線が長さ3.1 cm、短い線が長さ0.4 cm）の線に沿って、カッターナイフで切れ込みを入れる。切れ込みを入れた方に近い長辺（12.0 cm）に細い方の黒製本テープの幅2分の1をはり、残りの2分の1を折り返してはる。

⑥ケント紙を筒に巻いて、端をセロハンテープでとめて筒状にする。

⑦大きい方の偏光板（半径1.8 cm）を大きさをはさみで調節しながらケント紙の筒にはめ込む。偏光板をはめ込む際、厚紙の筒をケント紙の筒に入れた状態でするとよい。偏光板は黒製本テープのはってある方から差し込み、ケント紙の所まで押し込む。そうすることで、黒製本テープが偏光板のストッパーとなり、偏光板が筒から抜けにくくなる。

⑧ケント紙の筒の切れ込みに岩石の薄片プレパラートを差し込んで完成である。

## 5. 偏光万華鏡づくりの実践

### (1) 実施方法

開発した偏光万華鏡の適性を調べるために、偏光万華鏡を実際に子どもたちに作ってもらい、アンケートに答えてもらった。偏光万華鏡づくりとアンケート調査は、平成16年10月30日に大阪教育大学で行われた「大学Jr.サイエンス土曜学校～ものづくりで学ぶ宇宙と地球～」および、平成16年11月6、7日に大阪市立科学館で開催された「21世紀の地学教育を考える大阪フォーラム：こどものためのジオ・カーニバル」で実施した。

「大学Jr.サイエンス土曜学校」は大阪教育大学近隣の小学校に通う6年生を対象に4日間にわたって実施された。今回、そのうちの1日（約1時間半）を万華鏡づくりにあてた。29名が万華鏡づくりに参加した。「こどものためのジオ・カーニバル」は子どもたちに地学の楽しさを味わってもらおうと2000年に企画されてから毎年行われているイベントで、平成16年度は2日間にわたり延べ3,000名の入場者が天文・気象・地質・環境に関するセミナーや工作などに参加した。偏光万華鏡づくりは1日1時間のセミナー形式で、2日間で57名の幼稚園生～高校生を対象に行った（図4）。「こどものためのジオ・カーニバル」については、日本地質学会ニュース2005年1月号の記事



図4 完成した偏光万華鏡をのぞく子ども

(芝川, 2005) や「こどものためのジオ・カーニバル」のホームページ (<http://geolo.sci.osaka-cu.ac.jp/geo/>) を参照していただきたい。

「大学 Jr. サイエンス土曜学校」, 「こどものためのジオ・カーニバル」のいずれにおいても, 偏光万華鏡の作り方をパワーポイントを使って説明しながら進めた。「大学 Jr. サイエンス土曜学校」では, 偏光万華鏡づくりの後, 虹色に見える粒それぞれが鉱物である, それらの鉱物の集まったものが岩石であること, 地球はその鉱物と岩石からなること, 理科で使う鉱物・岩石と普段使っている岩・石とを使い分けてほしいことを説明した。一方, 「こどものためのジオ・カーニバル」では, 参加者に幼稚園生や小学校低学年生が多く含まれていたこともあり, 偏光万華鏡づくりだけで1時間のほとんどを費やしてしまった。

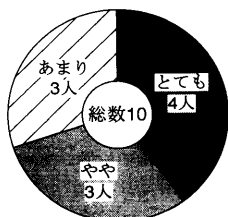
また, 実施に当たって, 「大学 Jr. サイエンス土曜学校」では子ども5名につき1名の補助者を, 「こどものためのジオ・カーニバル」では子ども6名につき1名の補助者を付けた。また, 偏光万華鏡づくりを実施するにあたり, はさみやカッターナイフの使用によるけがを防止するために, 「こどものためのジオ・カーニバル」に参加した小学校低学年以下の子どものには保護者に付き添ってもらうようにした。

(2) アンケート調査結果

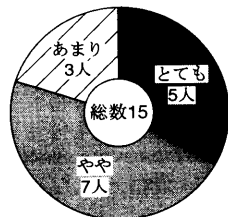
この偏光万華鏡づくりがどのくらいの年齢の子どもに適しているのかを知るために, 万華鏡づくりに参加した子どもたちにアンケート調査をした。アンケートでは, 偏光万華鏡づくりは楽しかったかどうか, できあがった偏光万華鏡が気に入ったかどうか, 偏光万華鏡づくりは楽しかったかどうか, について「とても」

(A) ジオ・カーニバル

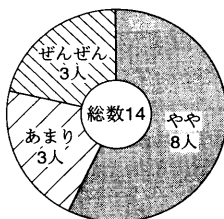
小学校1～3年生男子



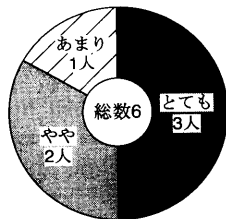
小学校1～3年生女子



小学校4～6年生男子

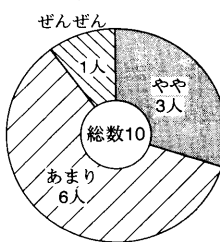


小学校4～6年生女子



(B) Jr. サイエンス

小学校6年生男子



小学校6年生女子

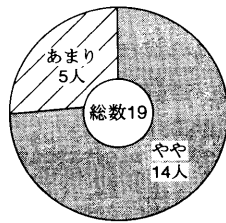


図5 偏光万華鏡づくりが難しかったかどうかに関するアンケート調査結果

「やや」「あまり」「ぜんぜん」の4段階評定で回答してもらった。また, 難しかったと回答した場合, どの工程が難しかったかを選択肢の中から複数回答してもらった。

「大学 Jr. サイエンス土曜学校」と「こどものためのジオ・カーニバル」とを合わせた参加者の総数は86名で, うち男子37名, 女子49名であった。参加者の年齢別内訳は, 幼稚園生8名, 小学生74名, 中学生1名, 高校生3名であった。

まず, 万華鏡づくりは楽しかったかどうかという質問に対しては, 幼稚園生～高校生までの全員が楽しかったと回答した。「とても」との回答者が88%, 「やや」との回答者が12%で, 年齢や性別による差異は見

表2 偏光万華鏡づくりで難しかったところに関するアンケート調査結果（複数回答）

項目	ジオ・カーニバル				Jr. サイエンス	
	小1~3		小4~6		小6	
	男子 7人	女子 12人	男子 8人	女子 5人	男子 3人	女子 14人
偏光板を筒にはめるところ	85.7 %	66.7 %	62.5 %	100.0 %	66.7 %	85.7 %
偏光板の大きさを調整するところ	42.9	75.0	25.0	100.0	100.0	78.6
薄片プレパラートを筒にはめるところ	57.1	50.0	0.0	60.0	66.7	14.3
カッターナイフを使うところ	14.3	33.4	12.5	0.0	0.0	0.0
はさみを使うところ	28.6	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0
ケント紙を筒にしてテープでとめるところ	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	14.3
三角鏡をテープではるところ	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0

られなかった。

次に、できあがった偏光万華鏡が気に入ったかどうかという質問に対しては、幼稚園生～高校生までの全員が気に入ったと回答した。「とても」との回答者が86%、「やや」との回答者が14%で、年齢や性別による差異は見られなかった。

偏光万華鏡づくりは難しかったかどうかという質問に対しては、年齢および性別により異なる回答を得た(図5)。「こどものためのジオ・カーニバル」に参加した小学生を1～3年生と4～6年生に分けた場合、小学校1～3年生は男女にあまり差異はなく、「とても」難しかった、あるいは「やや」難しかったと回答した者が多い。一方、小学校4～6年生は男女で異なる。小学校4～6年生の女子で「とても」難しかったと回答した者は50.0%、「やや」難しかったと回答した者は33.3%であるのに対し、男子では「とても」難しかったと回答した者はおらず、「やや」難しかったと回答した者が57.2%で、同じ学年の女子に比べて難しかったとの回答が少ない。また、男子には「ぜんぜん」難しくなかったと回答したものが21.4%いる。このような小学校4～6年生に見られる男女差は「大学Jr. サイエンス土曜学校」に参加した小学校6年生にも顕著に見られる。男子女子ともに「とても」難しかったと回答した者はいないが、「やや」難しかったと回答した者は、女子の73.7%に対し男子が30.0%と男子においてかなり少ない(図5)。

さらに、どのような点が難しかったかということについては、各学年とも、偏光板を筒にはめるところ、偏光板の大きさを調整するところ、薄片プレパラートを筒にはめるところが難しかったと回答した者が多い(表2)。著者らは当初、小学校低学年生にあっては、

はさみやカッターナイフを使うところが難しいだろうと予想したが、アンケートで難しかったと回答した者の数は予想していたより少なかった。これは、偏光板をはさみで切ったり、ケント紙にカッターナイフで切れ込みを入れる工程を付き添いの保護者にやってもらっている場合が多く、子どもたちはその工程を実際にはやっていないため難しいと感じなかったものと解釈できる。著者らの観察でも、小学校低学年生の多くはカッターナイフの使用に慣れていないようで、ナイフの持ち方やナイフの刃の当て方が適切でなく、危険なケースも見られた。低学年生においては作業している本人は難しくないと考えていても、使い方が全くできていないケースが多いようである。

このようなアンケート結果や観察結果から、小学校高学年生は万華鏡を自力で作り上げることができるが、小学校低学年以下の子どもは自力で作り上げることが無理と判断できる。アンケートでは小学校高学年生でも万華鏡づくりが難しかったと回答している者が少なくないが、少し難しいぐらいの方が作り終えたときの喜びや達成感・成功感が大きいことを考えれば(戸莉, 1983)、多少難しいと感じる小学校高学年にはちょうどよい工作であるといえる。しかしながら、小学校低学年以下の子ども全員が万華鏡づくりは楽しかった、できあがった万華鏡は気に入ったと回答していることから、小学校低学年以下の子どもにあっては、自力での製作は無理でも補助者が付いていれば万華鏡づくりは可能であると判断できる。自由記述された感想でも、高学年、低学年を問わずほとんどの子どもが「難しかったけれど楽しかった」、「万華鏡がとてもきれい」などと肯定的に回答している。さらに、付き添いの保護者からの「小学校低学年の子どもたちは



かなり苦戦していたようだが、喜んで作っていた」といった感想からも、小学校低学年生でも補助者をつければ可能であることがうかがえる。

## 6. これまでに提案された簡易偏光装置との比較

岩石の薄片を使った偏光万華鏡は、単に科学おもちゃとして美しいというだけでなく、岩石や鉱物を教えるための地学教材としても利用することができる。この偏光万華鏡を使って岩石の薄片を見ることにより、岩石を構成している鉱物粒子がよく観察できるとともに、岩石がいくつもの鉱物粒子の集まりであることを理解することができる。

岩石の組織や鉱物を詳しく調べるためには偏光顕微鏡による薄片プレパラートの観察が必要であるが、那賀島(1990)によれば偏光顕微鏡をたくさんそろえている学校は少ない。そのような状況において、これまでも偏光板を使った地学教材がいくつか提案されている。那賀島(1990)は、とびっこケース(とびっこという水産加工食品が入っていたプラスチックケースのことをいう)を利用した簡易偏光装置を、岡崎ほか(2000)は画用紙でできる簡易偏光装置を紹介している。また、地学団体研究会(1987)はフィルムケースを利用した簡易偏光装置を紹介している。

那賀島(1990)と岡崎ほか(2000)の装置は、クロスニコルの状態にした2枚の偏光板の間で薄片プレパラートを回す仕組みになっている。一方、地学団体研究会(1987)の装置は、フィルムケースのふたと底を切り抜き、その穴に偏光板を取り付け、フィルムケースの横に入れた切れ目に薄片プレパラートを差し込んだ構造になっている。フィルムケースのふたを回すと一方の偏光板が回転し、平行ニコルとクロスニコルの状態が繰り返して起こる。著者らが開発した偏光万華鏡の構造は地学団体研究会(1987)の装置と同様である。

いずれの偏光装置も製作が簡単で、身近な入手しやすい材料を使っているため学校等でのものづくり教材としてたいへん優れている。特に岡崎ほか(2000)の装置は画用紙でできるため、学校での製作に向いている。

偏光万華鏡は、万華鏡そのものが人々に驚きと感動を与える魅力的なアイテムであることから、科学の祭典などへの出展物として最も適しているといえる。そんな万華鏡を自分の手で作ることができれば、その感動や喜びはさらに大きなものになるはずである(照木, 2004)。もちろん、偏光万華鏡を岩石や鉱物の学

習教材として利用することも可能である。偏光万華鏡を学習の導入時に使用すれば、万華鏡そのものへの興味・関心から、子どもたちの学習意欲がいっそう促進されるに違いない。また、万華鏡を「のぞく」ことで、そこに見られる鉱物粒子の状態をより注意深く観察させることができるという利点もある。

岩石は小学校6学年および中学校で、鉱物は中学校で学習する(文部省, 1999a, 1999e)。しかしながら、子どもたちにとって岩石と鉱物の違いは理解しにくい(加藤ほか, 1986; 廣木, 2004)。岩石を使った偏光万華鏡は岩石と鉱物を理解させるよい教材となり得る。先に述べたように、実際に、今回の「大学 Jr. サイエンス土曜学校」では、偏光万華鏡づくりの後、岩石と鉱物の違い、そして、それらと岩や石との違いを小学校6年生に説明した。彼らはその説明をおおむね理解しているように見えたし、アンケートの感想でも、「万華鏡が作れただけでなく、石と岩の意味の違いや岩石の作りなども教えてもらって良かった。特に、鉱物という新しい言葉も知れて勉強になった」といった記述が見受けられた。自ら作った偏光万華鏡を教材に鉱物と岩石の違いを理解することは小学校6年生でも十分可能であると思われる。

## 7. おわりに

以上、岩石の薄片を使った偏光万華鏡の構造および作り方について述べた。そして、偏光万華鏡をのぞいたときに見える鉱物がつくる美しい模様は幼稚園生～高校生の幅広い年齢層の子どもたちにとって非常に魅力あるものであることを述べた。ここ数年、科学博物館などで子ども向けの科学の祭典が多数催されている。科学の祭典への出展物は、ただ見せるだけの出展よりも何かを作って持って帰れるようなものが人気である。その点で、今回開発した偏光万華鏡はそのような出展物に適したものといえる。

この偏光万華鏡を科学の祭典などに展覧する場合の難点を一つ挙げるならば、多数の薄片を用意しなければならないということである。出展の際、参加人数の制限など適切な対応をとる必要がある。今回の偏光万華鏡づくりの実践にあたっては、100枚ほどの薄片を用意したが、これについては地質学専攻の学生の協力を得られたことが大きい。

薄片製作はたいへんな労力であるが、万華鏡をクルクル回しながら楽しそうにのぞいている子どもたちの姿を見るとその苦労も忘れられる。ぜひ、科学館など

の催しで岩石の薄片を使った偏光万華鏡づくりを行ってほしいと思う。万華鏡というおもちゃづくりを通して子どもたちの興味が自然科学の学習につながっていくことを期待する。

**謝 辞** こどものためのジオ・カーニバル企画委員会の皆さん、大阪教育大学理科教育講座地学専修の皆さんには偏光万華鏡づくりの実践でお世話になった。査読者の方からは建設的なコメントをいただき、論文の完成度が高まった。以上の方々に感謝します。

#### 引用文献

- 地学団体研究会(1987): わくわく石の実験室. 大月書店, 東京, 83p.
- 廣木義久(2004): 日常用語としての石と科学用語としての岩石との混同. 地学教育, 57, 47-53.
- 加藤圭司・羽場康成・遠西昭寿(1986): 「岩石」に関する概念構造—教育学部非理科系学生における Concept Maps—. 地学教育, 39, 177-184.
- 経済産業省・厚生労働省・文部科学省(2004): ものづくり白書(2004年版). ぎょうせい, 東京, 466p.
- 文部科学省(2003): 平成15年度大学等地域解放特別事業「大学 Jr. サイエンス&ものづくり」運用指針.
- 文部科学省(2004): 小学校学習指導要領解説家庭編. 開隆堂出版, 東京, 97p.
- 文部省(1999a): 小学校学習指導要領解説理科編. 東洋館出版社, 東京, 122p.
- 文部省(1999b): 小学校学習指導要領解説図画工作編. 日本文教出版, 大阪, 127p.
- 文部省(1999c): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—美術編—. 開隆堂出版, 東京, 151p.
- 文部省(1999d): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—技術・家庭編—. 東京書籍, 東京, 110p.
- 文部省(1999e): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—理科編—. 大日本図書, 東京, 162p.
- 那賀島彰一(1990): 身近な素材の活用をめざして(その2). 科学教育・理科教育, no. 276, 107-111.
- 岡崎敬之・杉田泰一・永田雄一・鹿江宏明・鈴木盛久(2000): 簡易型偏光装置の開発とその活用. 地学教育, 53, 65-70.
- 芝川明義(2005): 第5回こどものためのジオカーニバル: 報告. 日本地質学会 News, 8(1), 14-15.
- 照木公子(2004): 作って楽しむ万華鏡の秘密. 文化出版局, 東京, 79p.
- 戸莉正人(1983): 要求水準. 東洋・大山 正・詫摩武俊・藤永 保(編), 心理用語の基礎知識, 有斐閣ブックス, 東京, 180-181.
- 富樫 裕・岡崎 彰・小堀志津子・猿田祐嗣・真貝健一(1994): 理科教育の現状と問題点, 今後の改善の方向と方策. 日本理科教育学会研究紀要, 34, 63-74.

廣木義久・森口 歩: 岩石の薄片を使った偏光万華鏡 地学教育 58 巻 3 号, 95-102, 2005

[キーワード] 偏光万華鏡, 薄片, 岩石, 鉱物, ものづくり, 科学の祭典

[要旨] 子どもの科学の祭典での工作物として岩石の薄片を使った偏光万華鏡を開発した。この偏光万華鏡は大小二つの紙製の筒からなる。外側の筒には偏光板と薄片が、内側の筒には偏光板と三角鏡が入っている。筒を回すとカラフルな鉱物がつくる美しい模様が転回する。偏光万華鏡を幼稚園生～高学年の子どもたちに作ってもらったところ、全員の子どもが楽しかった、できあがった作品を気に入ったと回答した。しかし、工作については、カッターナイフの使用と偏光板の大きさをはさみで調節しながら筒にはめ込むところが小学校低学年以下の子どもたちには難しく補助者が必要であった。

Yoshihisa HIROKI and Ayumi MORIGUCHI: A Polarization Kaleidoscope Incorporating a Thin Section of Rock. *Educat. Earth Sci.*, 58(3), 95-102, 2005

~~~~~

本の紹介

~~~~~

永田英治著 たのしい講座を開いた科学者たち—科学と科学教育の源流

260+22 頁, 1,890 円, 2004 年 12 月, 星の環会

理科教材史の研究者が、その研究成果に基づいて、今日の理科教育への提言を精魂込めて書いている。今日あまり知られていない、17・18 世紀の科学者たちが、科学を知らない人々にまで、自分が取り組んでいる研究と科学の楽しさを伝えようとした姿勢に学ぼうと提言している。

本書は「はじめに」と「おわりに」の間に 12 章にわたって、楽しい講座の例が挙げられている。

1. 望遠鏡による星界の発見から顕微鏡による微小世界の発見へ
2. たのしい実験を学会で見せたロバート・フック
3. 学会の権威ニュートンとたのしい実験を見せたホークスピー
4. 有料の科学の講座で大成功した、学会の実験主任 J. T. デザギュリエ
5. 科学の講座を開き、スウェーデン科学アカデミーを創設した技術者トゥリーヴァルド
6. ス・グラーフゼンデとライデン大学のたのしい講義
7. ペトルス・ファン・ミュッセンブルックが広めた実験と研究
8. 巡回講師の出現、オランダの衰退と科学の講座
9. 蒸気機関と科学のサークル
10. フランスでのたのしい科学の講座と気球の開発
11. 王認研究所の科学の講座
12. たのしい科学の日本への移入、その序章

たくさん科学者が出てくる。巻末に人物ダイアグラムがあるので、参照されたい。本書で最も頻繁に出てくるのはデザギュリエであるが、私は全く知らなかった。ロバート・フックとニュートンくらいは知っ

ていたが、ホークスピーとデザギュリエはニュートンが雇った実験演示者である。トゥリーヴァルドはデザギュリエと親交があり、ス・グラーフゼンデやミュッセンブルックはデザギュリエの弟子である。本書に語られている科学者たちは、みなニュートンのような大学者ではない。比較的貧しい生まれで、自らの力で学び、工夫し、楽しみ、そして、それを科学をあまり知らない多くの人々と分かち合おうとしている。

本書の主人公デザギュリエとはどんな人か。器用な人だったのだろう、たくさんのおもしろい実験をしている。ニュートンに頼まれた実験だけではなく、さまざまなところで、さまざまな人に向かって実験を見せている。豊富な図から実験が再現できる。デザギュリエとともに、いろいろな実験を楽しむのがよい。プラネタリウムのことをイギリスではオーラリといった。三球儀のようなものである。もちろん、デザギュリエは美しいオーラリを作った。

それにしても、タイトルから始まって、「たのしい」がたくさん出てくる。ということは、現在の理科教育がよほど「たのしくない」に違いない。なぜだろう。実験があまりされていないことはよく言われていることだが、実験自身が管理され過ぎていて、おもしろくないのではないかと思えてくる。本書に頻出する「ガラスのしずく」の実験をしたら、学校や父兄から危険だと抗議がくるだろう。「空気ポンプ」の実験は残酷であると禁止されるのではないだろうか。

本来、実験とは台所にあるような器具を使って、物質や物体の変化がよくわかるように、ちょっと工夫してなされるものではないだろうか。高価な器具に資料を入れるとデジタルなデータが出てくるブラックボックスのようなものは、科学教育には意味をなさないのではないだろうか。大がかりなしかけの手品もおもしろいが、身近にあるコインを使った手品がおもしろいと同じではないだろうか。

本書は全体に平易な文章であり、巻末の丁寧な参考文献や人名索引は、さらなる楽しみに導かれるであろう。(矢島道子)



~~~~~  
お知らせ  
~~~~~

## 第 39 回夏季大学「新しい気象学」開講のお知らせ

## ～ 台風・集中豪雨 ～

主 催：日本気象学会

後 援：気象庁，日本地学教育学会，(財)気象業務支援センター，日本気象予報士会

日本気象学会は、最新の気象学の普及を目指して、小・中・高等学校の先生方と気象を学ばれている学生や一般の方を対象とした講座を、毎年夏休みの時期に開催しています。

今年は、「台風・集中豪雨」をテーマに取り上げます。平成 16 年は、これまでの記録を大きく上回る 10 個もの台風が日本に上陸しました。また、新潟県や福井県などでは集中豪雨が発生し、大きな被害をもたらすなど、全国的に気象災害が多発しました。このような 1 年を振り返り、台風や集中豪雨について様々な角度から検証していきます。

## ○開催日程

平成 17 年 8 月 5 日(金) から 8 月 7 日(日) までの 3 日間、初日 9 時から受付開始

なお、講義につきましては、講義時間表をご覧ください。

## ○講義会場

気象庁講堂（東京都千代田区大手町 1-3-4）

## ○定員

150 名

## ○受講料（消費税含む）

一般 5,500 円，教員 5,000 円，気象学会員・学生 4,500 円

## ○参加申込方法および参加申込先、申し込み受付期間など

詳細は日本気象学会ホームページ (<http://wwwsoc.nii.ac.jp/msj>) の「気象学会からのお知らせ」に掲載する予定です。掲載時期は 5 月下旬の予定です。

## ○お問い合わせ先

気象庁内 日本気象学会事務局

Tel. 03-3212-8341(内線 2546) Fax. 03-3216-4401

## ●テキストのみ希望される方へ

葉書に、①夏季大学テキスト希望 ②必要部数 ③送付先の住所・氏名 を明記し、下記までお申し込み下さい。テキストと振替用紙をお送りします。代金は 1 部 1,000 円(送料込)です。刊行部数が少ないので早めにお申し込み下さい。

テキストの申込先

〒100-8122 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

## ●講義時間表

## 2005年8月5日(金)

- 10:00~11:30 「台風・集中豪雨の災害史」  
饒村 曜【和歌山地方気象台】
- 13:00~14:30 「2004年の台風と集中豪雨」  
日野 修【気象庁天気相談所】
- 14:45~16:15 「集中豪雨のメカニズムと予測」  
吉崎 正憲【気象研究所予報研究部】

## 2005年8月6日(土)

- 10:00~11:30 「台風のメカニズムと予測」  
栗原 宜夫【地球環境フロンティア研究センター】
- 13:00~14:30 「台風・集中豪雨と気象情報」  
永澤 義嗣【気象庁予報部予報課】
- 14:45~16:15 「台風の長期変動とその影響予測」  
松浦 知徳【防災科学技術研究所】

## 2005年8月7日(日)

- 10:00~12:00 〈実習〉「衛星画像を用いた台風解析」  
西村 修司【気象衛星センター】

~~~~~  
学 会 記 事  
~~~~~

**第5回常務委員会議事録**

**日 時:** 平成17年2月2日(水) 午後6時～8時  
20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・渋谷 紘・五島政一・濱田浩美・南島正重・松川正樹

**議 題:**

1. 前回議事録の承認  
前回(第4回常務委員会)議事録の承認がなされた。
2. 平成17年度評議員会および総会日程について  
平成17年度評議員会は平成17年4月23日(土)10時30分から、平成17年度総会は13時より、東京学芸大学で開催する。終了後、フォーラムを14時から開催し、「地学分野の今日的な教員研修への課題」として藤岡達也氏、宮下 治氏に講演を依頼することを決定した。担当は松川氏。
3. 平成17年度以降の大会について  
茨城大会の進捗状況が報告された。また、平成18年度は静岡で開催されることが確認され、平成19年度の候補地として沖縄について検討し、沖縄がだめなら、北海道も念頭に入れることとした。
4. 地球惑星科学連合への学会としての参加について  
本学会(学術会議会員)としては日本学術会議に加盟しているので、正式加盟は保留、連絡員を出し、分担金がない場合は協力していく方針でいく。また、大会案内を「地学教育」誌に掲載する。
5. 常置委員会について  
各委員会について確認が行われ、担当者の変更等が議論された。
6. 入会者・退会者について  
今回は入会者3名、退会者16名が承認された。  
入会者: 小野寺弘幸・徳武雅子・渡辺巨人  
退会者: 合川 功・有道雅信・小倉 順・貝沢高士・久保田諄・相田 寛・田平 誠・都築 宏・坪田幸政・土籬真人・羽瀬廣・福田雅司・藤井 享・松本俊雄・間々田和彦・山際延夫
7. その他  
「地学教育」誌のPDF化について、1年遅れて

HPGへ掲載する。アクセスはフリーとする。

**報 告:**

1. 各種常置委員会から
  - 1) 編集委員会から58-1号の編集状況について報告があった。会議方法もインターネット会議を利用して行うことを思考中であることの報告があった。
2. 寄贈交換図書
  - ・日本理科教育学会(2004): 理科の教育, 通巻630号, 2005/Vol.54.
  - ・産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2004): 地質ニュース, 第603号.
  - ・東京地学協会(2004): 地学雑誌, NO.5, 2004 VOL.113.
  - ・立正地理学会(2004): 地域研究, Vol.44 No.1/2003-7.
  - ・熊本地学会(2004): 熊本地学会誌, No.136-137.
  - ・高校生天体観測ネットワーク(2004): スプライト観測ハンドブック2005
  - ・東レ科学振興会(2004): 受賞作品集 第35回
  - ・長崎県地学会(2003): 長崎県地学会誌 第67号
  - ・日本地理教育学会(2004): 新地理 第52巻 第1,2号

**平成17年度日本地学教育学会総会議事録**

**日 時:** 平成17年4月23日(土) 午後1時～2時

**場 所:** 東京学芸大学二十周年記念会館

**議 事:**

1. 開会のあいさつ  
下野会長より新年度にあたっての挨拶があった。
2. 事務局より、会員(正会員・学生会員・名誉会員)数656名うち、出席者14名、委任状135通の確認がなされ、本会の規約に基づき総会は成立が宣言された。
3. 議長選出  
米澤正弘会員を議長として選出した。
4. 報告事項
  - 1) 平成16年度事業報告  
庶務から平成16年度の以下の諸活動の報告があった。  
①常務委員会

- 第1回 平成16年5月19日(水)  
慶應幼稚舎
- 第2回 平成16年7月7日(水)  
日本教育研究連合会 小会議室
- 第3回 平成16年10月6日(水)  
慶應幼稚舎
- 第4回 平成16年12月1日(水)  
日本教育研究連合会 小会議室
- 第5回 平成17年2月2日(水)  
日本教育研究連合会 小会議室
- 第6回 平成17年4月6日(水)  
慶應幼稚舎 会議室

## ②総会

平成16年4月17日(土) 午後1時～2時  
東京学芸大学二十周年記念会館で開催した。

## ③評議員会

定例評議員会 平成16年4月17日(土)  
東京学芸大学

定例評議員会 平成16年8月19日(木)  
岡山理科大学

## ④日本地学教育学会第58回全国大会

平成16年8月20日(金)～23日(月) 岡山理科大学で開催した。大会テーマ：21世紀における新しい地学教育の創造。記念講演：石井健一氏(林原自然科学博物館館長)「新しい博物館建設のためのモンゴル恐竜発掘調査」, シンポジウム：「小・中・高等学校における新しい地学教育の展開」, 分科会, 巡検。

## ⑤会誌の発行

地学教育 第57巻 第3号(通巻 第290号)から, 第58巻 第2号(通巻 第295号)までを刊行した。

## ⑥日本地学教育学会 学会賞・優秀論文賞・教育実践優秀賞の授与

学会賞および優秀論文賞は該当者なし。教育実践優秀賞受賞者：戸倉則正会員「河川堆積物を用いた教材の開発—地層に刻まれた日時を読む試み—」戸倉会員には賞状とメダルを贈呈した。

## ⑦日本教育連合会表彰者

本会からは赤木三郎会員を推薦し, 表彰された。

## ⑧フォーラム

平成16年4月17日(土) 午後2時～3時 東京学芸大学二十周年記念会館で開催。テーマ：「デジタルコンテンツを地学教育にどう利用するか」

講演：慶應義塾一貫校理科(地学)グループ

## ⑨シンポジウム

平成16年10月23日(土) 大阪市立大学学術交流センターで開催。テーマ：自然災害・防災教育に果たす地学教育の役割とパートナーシップの構築

## ⑩大学入試センター試験問題評価検討会

平成17年度大学入試センター試験問題を検討し, 評価をとりまとめた。

⑪日本学術会議「科学教育研連」シンポジウム「科学のための科学を基盤にした社会のための科学に向けた新世紀の科学教育」第2回シンポジウムが, 平成16年5月18日(火) 東京・日本学術会議で開催され, 本学会も参加。

## 2) 平成16年度決算報告

会計から平成16年度の会計報告が, つづいて小川監査から会計監査報告があった。

## 3) 平成17年度役員選挙結果

選挙管理委員会から, 評議員(任期平成17年度～平成19年度), 監事(任期平成17年度～平成18年度)を以下のように選出, その結果が報告された。

評議員	照井一明	北海道東北地区
	荒井 豊	関東地区
	江藤哲人	関東地区
	山本和彦	関東地区
	遠西昭寿	中部地区
	田結庄良昭	近畿地区
	野瀬重人	中国四国地区
	田中基義	九州沖縄地区

監 事 小川忠彦

## 5. 審議事項

## 1) 平成17年度事業計画(案)審議

庶務から平成17年度の事業計画案(以下)が出され, それについて審議し承認された。

## ①常務委員会

年間6回開催の予定。

## ②総会

平成17年4月23日(土) 午後1時～2時 東京学芸大学二十周年記念会館で開催予定。

## ③評議員会

第1回は, 平成17年4月23日(土) 午前10時30分より東京学芸大学二十周年記念会館で, また第2回は, 平成17年8月5日(金)に茨城大



学で開催予定。

④日本地学教育学会第59回全国大会

平成17年8月6日(土)～9日(月)茨城大学で開催予定。大会テーマ：生徒と一緒に考える地学教育。シンポジウム：野外実習を実施しやすくするための条件づくり、記念講演(白尾元理氏)：露頭から読み取れる情報、分科会、懇親会、巡検3コース。

⑤会誌の発行

地学教育 第58巻第3号(通巻 第296号)から第59巻第2号(通巻 第301号)までを刊行予定。

⑥日本地学教育学会学会賞・優秀論文賞・教育実践優秀賞の授与選考委員会を設置し、選考を行う予定。

⑦日本教育研究連合会表彰者

推薦依頼があれば、選考の上推薦する予定。

⑧フォーラム

平成17年4月23日(土)午後2時～東京学芸大学二十周年記念会館で開催予定。テーマは、地学分野の今日的な教員研修の課題で、宮下 治会員「東京都における理科の教員研修の現状と課題」および藤岡達也会員「パートナーシップによる教員研修の意義と課題—地域における学校・大学・教育行政等の連携の現状から—」を予定している。

⑨シンポジウム

10月国立教育政策研究所にてシンポジウムを開催予定。

⑩大学入試センター試験問題評価検討会

平成18年度大学入試センター試験問題を検討し、評価をとりまとめる予定。

⑪関連学会における連携

- ・地球惑星科学関連学会合同大会に協賛予定。
- ・同地学教育委員会参加予定。
- ・学校科目地学関連学会協議会参加予定。
- ・教科理科関連学会協議会参加予定。
- ・地質科学関連学会協議会参加予定。
- ・地学オリンピックへの対応

⑫その他

- ・「東京周辺の露頭100選(仮題)」を本学会編集で刊行予定。
- ・日本地球惑星科学連合設立準備委員会に参加予定。

2) 平成17年度予算(案)審議

会計から平成17年度の予算案の提示があり、質疑のあと承認された。

平成17年度地学教育フォーラム

総会終了後、同会場において本年度も地学教育フォーラムが開催された。教員研修をテーマにお二人にご講演をいただき、講演終了後は講演者を交えて活発な討論が行われた。

日 時：平成17年4月23日(土) 午後2時～3時

場 所：東京学芸大学二十周年記念会館

講 演：宮下 治会員「東京都における理科の教員研修の現状と課題」

藤岡達也会員「パートナーシップによる教員研修の意義と課題—地域における学校・大学・教育行政等の連携の現状から—」

平成17年度第1回評議員会議事録

日 時：平成17年4月23日(土) 10時30分～12時

場 所：東京学芸大学二十周年記念館

出席者：下野 洋・馬場勝良・藤岡達也・渋谷 紘・濱田浩美・熊野善介・荒井 豊・米澤正弘・五島政一・宮下 治・岡本弥彦・青野宏美・松川正樹・高橋 修

はじめに、本評議員会は、出席者12名・委任状11名で計23名となり、現評議員の過半数を超えているため、成立することが確認された。

議 題：

1. 本年度役員の承認および常務委員の選出

選挙管理委員会から、日本地学教育学会役員選挙の結果、評議員(任期平成17年度～平成19年度)照井一明(北海道東北)・荒井 豊(関東)・江藤哲人(関東)・山本和彦(関東)・遠西昭寿(中部)・田結庄良昭(近畿)・野瀬重人(中国四国)・田中基義(九州沖縄)、監事(任期平成17年度～平成18年度)小川忠彦、それぞれが選出されたことが報告され、会長推薦の評議員とともに承認された。

2. 平成16年度事業報告(案)および会計報告(案)について

平成15年度事業報告(案)および会計報告(案)について、庶務および会計から報告があり、それぞれ承認された。

3. 平成17年度事業計画(案)および会計予算(案)について

平成 17 年度事業計画(案)および会計予算(案)について、庶務および会計から報告があり、それぞれ承認された。

4. その他

- 1) 2006 年に地学オリンピックの開催が検討されている。本学会も後援等の対応ができるようにすることが決定した。
- 2) 平成 17 年度科学研究費補助金成果公開促進費不採用の決定を受け、その今後の対策等について

議論された。

**報 告:**

1. 編集委員会から、今後電子メールによる会議のシステムに移行することが報告された。
2. 日本学会議の新しい体制のあり方について、その原案が下野会長から報告された。
3. 次年度大会開催地の静岡を代表して、熊野大会実行委員長から挨拶があった。

## 平成 16 年度会計決算 (収入)

## 収入の部

科 目	当初予算額 (円)	補正予算額 (円)	決算額 (円)	備 考
会 費	3,726,000		3,364,500	
個人会費	3,696,000		3,334,500	前受会費 ¥83,700
賛助会費	30,000		30,000	
補助金	0		0	
雑収入	1,036,050		1,258,440	
前年迄会費	500,000		759,800	平成 13 以前: ¥36,000 平成 14: ¥145,900 平成 15: ¥577,900
購読会員	300,000		184,800	
広告料	180,000		160,000	
抄録料	56,000		38,803	
別刷料			65,000	
振興会補助金			50,000	
利 息	50		37	
繰越金	138,323		138,323	
合 計	4,900,373		4,761,263	

## 平成 16 年度会計決算 (支出)

## 支出の部

科 目	当初予算額 (円)	補正予算額 (円)	決算額 (円)	備 考
大会費	810,000		205,561	
本部分担金	800,000		198,811	
消耗品	10,000		6,750	
成果刊行費	2,700,000		2,913,181	
印刷製本費	2,280,000		2,509,500	252 ページ
通信運搬費	420,000		403,681	
運営費	1,390,373		1,497,115	
アルバイト	240,000		300,000	
名簿管理費	84,000		56,000	
会費請求費用	326,400		131,712	
会議費	12,000		18,108	
交通費	0		0	
分担金	50,000		50,000	
名簿積立金	50,000		100,000	
印刷費	10,000		0	
封筒印刷費	50,000		141,152	
通信運搬費	50,000		31,290	
消耗品費	50,000		124,089	
活動費	50,000		2,978	
旅 費	50,000		50,000	
編集委員会経費	220,000		49,924	
庶務委員会経費	100,000		99,427	
予備費	47,973		342,435	
合 計	4,900,373		4,615,857	
次年度繰越金	0		145,406	
合 計	4,900,373		4,761,263	

## 平成 17 年度会計収支予算書

## 収入の部

科 目	当初予算額 (円)	積 算 内 訳
会 費	3,670,000	(660×7,000)×0.80+30,000
補助金	0	
雑収入	896,050	前年度までの会費 400,000 購買会員 300,000 広告 160,000 抄録料 6,000 著作権 30,000 利息 50
繰越金	145,406	
合 計	4,711,456	

## 支出の部

科 目	当初予算額 (円)	積 算 内 訳
大会費	810,000	茨城大会
本部分担金	800,000	
消耗品	10,000	
成果刊行費	2,985,000	
印刷製本費	2,565,000	@9,500×45 ページ×6 号
運搬通信費	420,000	@70,000×6 号
運営費	916,456	
アルバイト	240,000	@20,000×12 月
名簿管理費	84,000	@7,000×12 月
会費請求費用	174,080	@272×640
会議費	12,000	@2,000×6 回
交通費	0	
名簿積立金	50,000	
分担金	50,000	@10,000 日理教協会 @30,000 日教研 @5,000 教科 「理科」 @5,000 連合会
封筒印刷費	30,000	
運搬通信費	50,000	
消耗品費	80,000	
活動費	20,000	
旅 費	10,000	
編集委員会費	50,000	
庶務委員会経費	50,000	
予備費	16,376	
合 計	4,711,456	

## 編集委員会より

電子メール化により編集委員会を進めております。多少の混乱はありましたが、何とかこのシステムが機能しはじめました。5月20日現在で、原著論文2編が受理されており、資料1編などとともに学会誌に掲載されます。

論文の投稿件数が昨年に比べて、少なくなっております。現在ですと、掲載までの待ち時間は短くなります。

### 地 学 教 育 第58巻 第3号

平成17年5月20日印刷

平成17年5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. 58, NO. 3

MAY, 2005

---

## CONTENTS

### Originals

- Development and Implementation of a Model Experiment of Acid Rain  
.....Mitsuhiro TERADA and Jun NISHIKAWA...77~ 82
- The Use of Comic Teaching Materials in Science Education  
.....Reiji KUKIHARA and Hiroaki AIBA...83~ 93

### Survey Report

- A Polarization Kaleidoscope Incorporating a Thin Section of Rock  
.....Yoshihisa HIROKI and Ayumi MORIGUCHI...95~102

Book Review (103)

Announcements (105)

Proceeding of the Society (107)

---

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