

地学教育

第51巻 第3号(通巻 第254号)

1998年5月

目 次

原著論文

- 地学教材としての火砕流シミュレーション岡本義雄...(97~105)
雲の発生の概念形成について
—気象教材の開発と授業実践—山崎良雄・濱田浩美・坂本紹一...(107~116)
顕微鏡観察における場独立型-場依存型の認知型の影響三崎 隆...(117~121)

資 料

- 教育機関における地学分野の研究活動状況の推移
—研究機関・社会教育施設が理科教育に果たす役割—松尾 厚...(123~125)

会員からの便り

- 再び理科融合の理念としての科学的パラダイムについて
—宮下氏の“討論”(51巻2号)に答えて—林 慶一...(126~128)

本の紹介 (106, 122, 129, 130) 学会記事 (131~137)

日本地学教育学会

184-0015 東京都小金井市貫井北町 4-1-1 東京学芸大学地学教室内

平成 10 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 52 回全国大会

岩手大会開催案内

上記の大会を次の要領で開催します。多数ご参集下さいますようご案内申し上げます。

全国地学教育研究大会実行委員長（岩手大学教育学部教授）井上雅夫
日本地学教育学会会長（岐阜聖徳学園大学教育学部教授）榊原雄太郎

大会テーマ 地学教育の原点をふり返りさらなる発展をめざす

主催 日本地学教育学会
共催 岩手県教育委員会・岩手県高等学校教育研究会理科部会・岩手県地学教育研究会
後援 文部省・全国連合小学校長会・全日本中学校長会・全国高等学校長協会・日本私立中学校高等学校連合会・財団法人日本教育研究連合会・日本理科教育協会・日本理科教育学会・盛岡市教育委員会・岩手県高等学校校長会・岩手県中学校校長会・岩手県小学校校長会・岩手県科学教育連合会・盛岡コンベンションビューロー（順不同、申請中を含む）

期日 平成 10 年 7 月 30 日（木曜日）～8 月 2 日（日曜日）
会場 サンセール盛岡（岩手県盛岡市志家町 1-10, JR 東北線盛岡駅下車）
日程

前日：7 月 30 日（木）

12:00～12:30 プレ巡検受付（盛岡駅前広場）

12:30～18:00 プレ巡検 盛岡駅—農学部賢治資料館—焼走り溶岩流—松川地熱発電所—盛岡駅—
12:30 12:45 14:25 15:40 18:00
ホテルカーナ
18:10

第 1 日目：7 月 31 日（金）

9:00～ 受付
10:00～10:30 開会式
挨拶
祝辞
10:30～10:40 学会奨励賞授与式
10:50～11:45 日本地学教育学会総会
記念写真撮影含む
《11:45～12:45 昼休み》
12:45～13:45 記念講演 講師 井上克弘
14:00～17:20 研究発表 I
17:20～17:50 コンピュータセッション
18:00～20:00 懇親会

第 2 日目：8 月 1 日（土）

8:30～9:00 受付
9:00～10:20 研究発表 II
10:30～11:40 記念講演 講師 矢内桂三
11:50～12:10 閉会式
挨拶
大会宣言
次年度開催地代表挨拶
13:00～ ポスト巡検
(8 月 2 日まで 1 泊 2 日)
A コース
北部三陸海岸方面
野田村えぼし荘泊
B コース
南部北上大船渡方面
大船渡蒼石海楽荘泊

大会記念講演

演題 「宮沢賢治の卒業論文」
岩手大学農学部教授
井上克弘

大会記念講演

演題 「火星の隕石を求めて」
岩手大学工学部教授
矢内桂三

第3日目: 8月2日(日)

ポスト巡検 A・Bコースとも盛岡駅で17時解散

分科会プログラム

第1日目: 7月31日(金) 研究発表I 14:00~17:20

A会場: 高校・大学・一般分科会 IA

14:00 挨拶・分科会の進行について

- ① 14:10 高等学校における総合学習としての環境科学教育青野宏美(千葉・東京成徳大学高)
- ② 14:30 パソコン計測を利用した地学教材坪田幸政(神奈川・慶應義塾高)
- ③ 14:50 地学実習に関するアンケート調査松本直記・坪田幸政(神奈川・慶應義塾高)
- ④ 15:10 焼石火山起源, 山形軽石の教材化に関する基礎的研究照井一明(岩手県立総合教育センター)
〈休憩〉
- ⑤ 15:40 しし座流星群の電波観測をしよう川村教一(香川県立高松高)
- ⑥ 16:00 建設廃土を利用した化石の学習川村教一(香川県立高松高)
- ⑦ 16:20 養老川葛藤地区のポットホールについて小須田禎・山崎良雄(千葉大教育)
- ⑧ 16:40 塩原湖成層の物理的特徴について青木一良・長谷川優子・山崎良雄・松田 哲(千葉大教育)
- ⑨ 17:00 現在と過去の巣穴の比較伊東宗孝(千葉大院)・山崎良雄(千葉大教育)

B会場: 高校・大学・一般分科会 IB

14:00 挨拶・分科会の進行について

- ① 14:10 アメリカの Project 2061 について(2)濫江靖弘(兵庫教育大自然科学)
- ② 14:30 防災教育的視点に立った岩石の野外観察法松田義章(北海道立理科教育センター)
- ③ 14:50 自作地震計による遠地地震波形岡本義雄(大阪府教育センター)
- ④ 15:10* “震災の帯”のシミュレーション—2次元差分波動方程式をPCで解く—
.....岡本義雄(大阪府教育センター)
〈休憩〉
- ⑤ 15:40 視覚障害者の天文普及に関する基礎的研究②間々田和彦(筑波大学附属盲学校)
- ⑥ 16:00 空の青色について—デジタルカメラを用いた観測実験—
.....森 厚・雨宮百合子・丸山健人(東京学芸大教育)
- ⑦ 16:20 種子島・喜界島・徳之島産の有孔虫化石の教材化に関する基礎的研究八田明夫(鹿児島大教育)
- ⑧ 16:40 地下水位の変化にともなう水質変動など長浜春夫(大同建設工業(株))・高橋典嗣(明星大学)
大村昭三(大同建設工業(株))・長浜恵美子

C会場: 小学校・中学校分科会 I

14:00 挨拶・分科会の進行について

- ① 14:10 やさしいだれにでもわかる星とその動き
—大型実視角星座カード星写真を利用する星とその動きの実習的学習法—
.....山田幹夫(サイエンスボランティア〔日本工学会])
- ② 14:30 雲形模型実習の教材化榊原保志(信州大教育)
- ③ 14:50 火成岩地帯における空間概念の育成
.....長山ゆかり(岩手・花巻市立湯本小)・葛巻郁夫(岩手・東和町立田瀬中)
- ④ 15:10 北部北上山地西部の姫神深成岩(その1)—岩体構造及び岩相区分—
.....葛巻郁夫(岩手・東和町立田瀬中)
〈休憩〉
- ⑤ 15:40 野外学習とアースシステム教育下野 洋・五島政一(国立教育研究所)
- ⑥ 16:00 Earth Systems Education に基づいた授業実践五島政一・下野 洋(国立教育研究所)

- ⑦ 16:20 *CD-ROM 版アメダスデータ閲覧ソフトウェアの開発
渡辺嘉士(東京・明法中高)・榊原保志(信州大教育)
- ⑧ 16:40 *地学教育における遠隔授業の実践
 ...相場博明・鈴木秀樹・鈴木二正(東京・慶應義塾幼稚舎)・高橋尚子(NTT 情報通信研究所)
- ⑨ 17:00 意欲的に学習する力を育てる現地観察の研究—6年大地のつくり—
前田善仁(青森・弘前市立修斉小)

特別会場: コンピュータセッション

17:20~17:50 分科会の発表者(発表題目前に*印あり)ほかによるコンピュータの演示

第2日目: 8月1日(土) 研究発表II 9:00~10:40

A会場: 高校・大学・一般分科会IIA

- ① 9:00 「恐竜とかけっこ」の授業実践と発展性
小荒井千人(東京学芸大院)・松川正樹(東京学芸大理科教育)
- ② 9:20 化石葉はどこから流れて来たのか?—河川の運搬作用による葉器官の分散様式の観察—
大久保敦(東京学芸大附属高大泉校舎)
- ③ 9:40 英語の本を用いた地学IAの授業宮澤良美(東京都立松が谷高)
- ④ 10:00 地域における水の循環を通じた環境教育の実践
千葉弘一(岩手県立宮古高)・照井一明(岩手県立総合教育センター)

B会場: 高校・大学・一般分科会IIB

- ① 9:00 伊豆御蔵島の水文環境濱田浩美(千葉大教育)
- ② 9:20 「海岸の自然」を例にした自然科(総合化理科)の授業展開例.....米澤正弘(千葉県立千葉女子高)
- ③ 9:40 南部北上山地形成史を主体にした岩手県高等学校地学実験書の編集...畠澤 秀(岩手県立花巻南高)
 原子内貢(岩手県立一関第一高)・杉山了三(岩手県立遠野高)・川上雄司(岩手県立盛岡第一高)
 千葉弘一(岩手県立宮古高)・橋本博幸(岩手県立大船渡高)・茂庭隆彦(岩手県立一関第一高)
- ④ 10:00 『雲分布模型作成実習による「四季の天気」の学習』
池本博司(広島市立基町高)・榊原保志(信州大教育)

C会場: 小学校・中学校分科会II

- ① 9:00 災害知識獲得における年齢因子の分析—川舟断層の場合—菊池真市(岩手県立西和賀高)
- ② 9:20 地質分野の野外実習における小・中・高の指導法の違い林 慶一(東京学芸大附属高)
 田中康善(お茶の水女子大附属小)・林 四郎(元東京学芸大附属世田谷小)
 岡田 仁(東京学芸大附属世田谷中)・田中義洋(東京学芸大附属高)
- ③ 9:40 中学校理科「天気とその変化」における問題解決活動の支援について
佐久山明彦(岩手・宮古市立第一中)
- ④ 10:00 火山をテーマにした課題発見学習安保 学(岩手・大船渡市立日頃市中)

~~~~~  
 ポ ス ト 巡 検  
 ~~~~~

Aコース, Bコースともサンセール盛岡玄関 12時50分集合, バス車内で昼食(巡検費に含む)

○Aコース「北部三陸海岸の地形と地質」

1日目: サンセール盛岡—宮古浄土が浜—日出島の宮古層群—田老三王岩と三陸津波跡—

8月1日 13:00 15:30 16:00 17:30

野田村国民宿舎えぼし荘

18:30

2日目: えぼし荘—久慈層群と琥珀採集—マリノローズパーク野田玉川—久慈琥珀博物館(昼食)—

8月2日 8:00 8:15 9:45 11:00

平庭高原—石川啄木歌碑—JR 盛岡駅

13:50 15:00 17:00

○B コース「南部北上・大船渡」

1 日目: サンセール盛岡—宮沢賢治記念館—宮守超塩基性岩体—遠野市立博物館—住田・結晶質石灰岩体—

8月1日 13:00 14:15 (遠望) 15:45 (遠望)

大船渡シルル系川内層—大船渡市碁石海棠荘

17:00 18:15

2 日目: 海棠荘—大船渡市立博物館—碁石海岸海食洞 (白亜系大船渡層群)—花崗閃緑岩体—

8月2日 8:20 8:30 9:15 (遠望)

石炭系日頃市層 (腕足貝等)—昼食—石炭系鬼丸層 (三葉虫, サング等)—種山高原—

10:45 12:10 13:10 (遠望)

JR 水沢江刺駅 (新幹線)—JR 盛岡駅

15:30 17:00

~~~~~  
大 会 参 加 要 領  
~~~~~

1. 大会参加費: 4,000 円 (大会要録・お土産代を含む)
2. 懇 親 会: 7月31日 (金) 18:00~20:00 場所 サンセール盛岡 (Tel 019-651-3322)
(会費 6,000 円) 是非, 参加下さい。

3. 野外巡検:

プレ巡検 (日帰り, 定員 40 名, 3,000 円. 受付: 盛岡駅前広場, 12:00~12:30, 巡検: 12:30~18:00)

A コース (1泊2日, 定員 40 名, 宿泊・昼食・入場料を含む 20,000 円)

B コース (1泊2日, 定員 40 名, 宿泊・昼食・入場料を含む 20,000 円)

◇申込みは先着順とします。人数が少ないときは中止することもあります。

◇天候などやむを得ない事情で見学を取り止めることがあります。

◇参加者の都合で急遽見学に参加できない場合は予約金をお返しできないことがあります。

4. 大会参加申込書の送付及びその他の問い合わせ先

大会事務局: 〒025-0301 岩手県花巻市北湯口 2-82-1

岩手県立総合教育センター内

平成 10 年度全国地学教育大会準備委員会事務局 (照井一明)

Tel (0198) 27-2711 Fax (0198) 27-3562

宿泊・巡検の申込みについては, まず, 予約申込みをして下さい (Fax でも可). 受付後「宿泊受付確認書」「参加受付確認書」「プレ巡検参加券」をお送りします。特に, 宿泊, 野外巡検, 懇親会は事前に参加人数を把握しておく必要がありますので, 申込書に記入の上大会事務局にお送り下さい。なお, 大会直後に盛岡さんさ踊りが開かれるため, 宿泊は予約なしでは困難になることが予想されます。

申込み締め切り: 6月25日 (木) 必着

5. 出張依頼状の申込先: 〒184-0015 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

東京学芸大学地学教室内 日本地学教育学会事務局

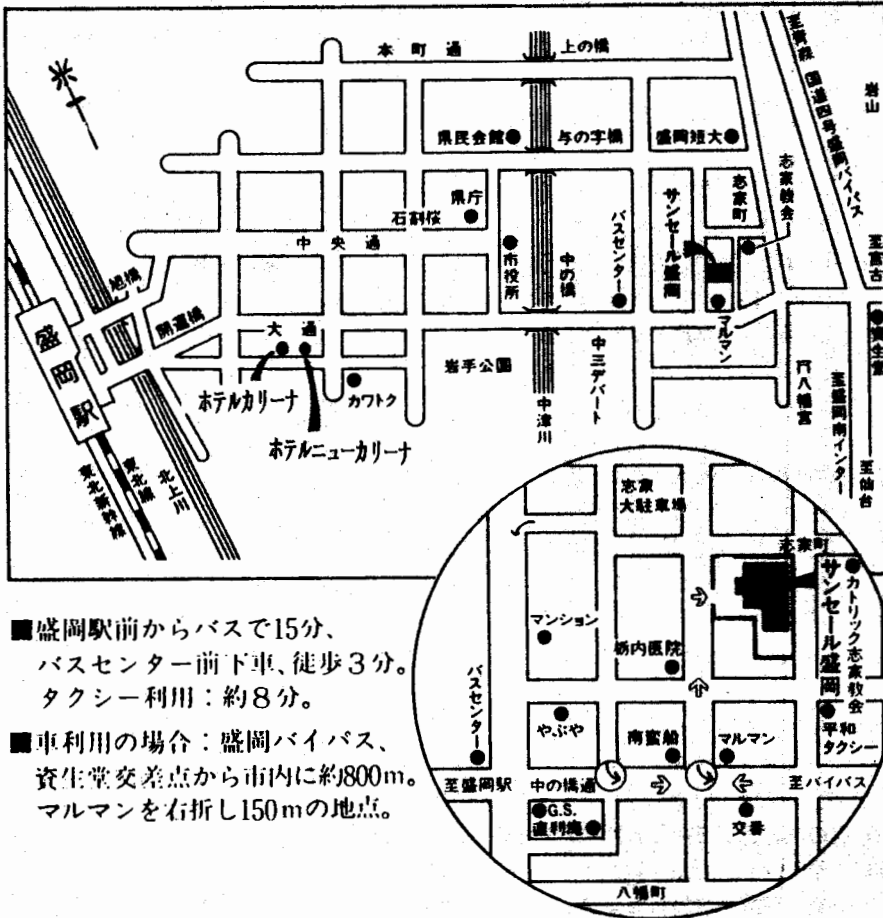
6. 宿泊の案内: (一泊朝食付・税・サービス料込み, いずれもお一人様)

I ホテルカーリーナ (盛岡市菜園 2 丁目 6-1 Tel 019-624-1111) S: 7,300 円 T: 6,300 円

II ホテルニューカーリーナ (盛岡市菜園 2 丁目 6-1 Tel 019-625-2222) S: 8,300 円 T: 7,800 円

なお, サンセール盛岡 (盛岡市志家町 1-10 Tel 019-651-3322) での宿泊もできます。一泊朝食付 5,000 円, 宿泊の予約は直接個人で行って下さい。

○ 交通案内図



- 盛岡駅前からバスで15分、
バスセンター前下車、徒歩3分。
タクシー利用：約8分。
- 車利用の場合：盛岡バイパス、
資生堂交差点から市内に約800m。
マルマンを右折し150mの地点。

----- 切 取 線 -----

大会参加申込書

平成 10 年 月 日 (締切は6月25日)

平成 10 年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第 52 回全国大会岩手大会に参加します。

氏名 _____ (男・女) 連絡先住所 〒 _____

所属 _____ (自宅・所属先、どちらかに○) 電話 _____

宿泊・巡検・懇親会申込

宿泊者氏名	連絡先電話			
宿泊日	7/30	7/31	8/1	8/2
宿泊希望	ホテルカーリーナ	ホテルニューカーリーナ	シングル	ツイン
巡 検	プレ巡検 (焼走り溶岩流 _M)	ポスト巡検 A 北部三陸海岸	ポスト巡検 B 南部北上大船渡	
懇 親 会	参 加		不 参 加	

* 希望者が偏るとホテルの変更があります。該当のところを○で囲んで下さい。

原著論文

地学教材としての火砕流シミュレーション

岡本 義雄*

1. はじめに

最近、教室でも、パーソナルコンピュータ(以下PCと略記)の導入により、PCを新たなメディアとして用いる教材の開発が盛んに行われてきている。しかし、その教材の多くは、実験の自動計測や、ワードプロセッサ、表計算で代表される事務オフィスでの利用の仕方を導入したツールとしてのPCの利用という場合が多いように思われる。

一方、地球科学の各先端領域では、それまでの実験室での実験に代わり、数値シミュレーション(数値実験)が多く用いられるようになってきている。これはコンピュータの性能の目覚ましい向上もさることながら、地球上の現象がもともと時間、空間のスケールが大きすぎるため、実験室内での実物を用いた実験のスケールに置き換えにくいという地球科学本来の特性が大きく影響しているからに違いない。実験室ではなく、コンピュータの中にかに現実の地球を再現していくか?これが最近の地球科学の一つの大きなテーマになってきている。このテーマをあつかった文献の記述の一文を借りればコンピュータにより「われわれは無限回試行可能な「第2の自然」を手にする可能性を得た」(住, 1997)ということになる。

そこで、ここではそれら最近の地球科学の数値シミュレーションの興隆に習って、教室でコンピュータの中に、自然を再現しようとする手法の一つを紹介する。1991年の雲仙普賢岳の火砕流をPCで再現したものである。専門家が防災などの目的で行う数値シミュレーションの場合は計算結果の正確さが人命や経済損失に直結するため、基礎方程式や境界条件は結構複雑になることが多い。しかし、本論では、教材としての利用に視点を置き、非常に単純な論理による計算で複雑な自然現象がどの程度正確に再現できるかに力点を置いている。また、計算結果もCRT上にわかりやすく表示するように考慮した。さらにその基礎データとなる、地形メッシュデータも高校地学の実習のなかで

作成したのでその作成法についても詳しく述べたい。なお、本稿の後半は平成7年度日本地学教育学会鳥取大会での発表(岡本, 1995)を発展させたものである。また、地形図データの数値化の端緒は吉村(1990)に負うところが大きい。

2. 地形の数値化

地形の凹凸は自然を計算機の中に再現するときの、重要な“境界条件”に相当する。計算機に地形を読み込ませるためには、等高線で描かれた地図データを何らかの形でデジタル化(数値化)する必要がある。通常、地形は等高線で表示され、経験を積めばそのパターンから頭の中に立体地形を描くことができる。しかし、計算機は、こういったアナログ図形のパターン認識をもともと最も不得意とする。したがって、種々の地形の数値化の方法が昔から考案されてきた(例えば国土庁計画・調整局、建設省国土地理院, 1987)。

これらの方法の内、最もポピュラーで計算機で扱いやすいのが地図をメッシュ(格子)に区切り、その各々の格子点の標高値を数字として計算格子(メモリ)に記憶させるという方法である。

いったんこの方法で、数値化された標高データはコンピュータグラフィックス(C.G.と略される)の各種手法を用いて手軽に、CRTディスプレイ上や紙の上に美しく地形を表示できる。これらの数値化された標高値のデータベースとして著名なものは「国土数値情報」(国土地理院作成)や「DEMデータ」(USGS, <ftp://mapping.usgs.gov/pub/ti/DEM/demguide/dugdcm.txt>)などがあり、最近ではCD-ROMやインターネット上のサーバーから容易に入手できるようになってきている。したがって、以前のように、メッシュデータを自作することも少なくなっていくかも知れない。しかし、筆者の経験からいって、教室で、この地形の格子データ(以後メッシュデータと呼ぶ)を実際に作ってみることは、“地図を読む”(マッピング)技術を育てたいへんよい教材となる。ま

* 大阪府教育センター 1997年10月16日受付 1998年4月4日受理

た、市町村の役場で手に入る、1/2500 などの郷土の小縮尺の地図の数値化などはおそらく誰も手がけることはしないはずで、作成したデータそのものがたいへん貴重な価値をもつものとなるに違いない。初めにこの手法について述べる。

3. メッシュデータの作成

筆者は、何度か地学の実習として郷土の地形図の標高値のメッシュデータ作成を生徒とともに取り組んだことがあったが(岡本, 1992)、雲仙普賢岳の噴火の後、選択地学の実習で雲仙を取り囲む地域の1/25,000の地形図を数値化する作業を2度にわたって行った。データ化の作業は若干異なるが、その概略を以下にまず手順として示す。また、ここでは国土地理院発行の1/25,000地形図の使用を前提としている。

〈数値化の手順〉

- ① 地形図に細かいメッシュ(格子)を書く
- ② 格子点の標高値を周りの等高線より判断して目で読み取る
- ③ 読み取った値を、PCに数値で入力する。

④ 地形表示プログラムを走らせ地形を表示する。の4段階に分けられる。次にこの各段階について詳述する。

〈メッシュのフォーマット〉

地形図の縦、横の長さは、緯度により変化するほか、外形も一般に長方形ではないので、地形図の端から何mm毎という格子線の引き方は都合が悪い。むしろ、地形図の外形に応じて、緯度、経度を基準に分割する方法が良い。また、あとの処理を考え、格子はできるだけ正方形に近い必要がある。格子分割比を実際の地形図の縦、横の実尺に応じて計算する必要がある。筆者は、地形図全体で、格子が90×75, 120×100, 180×150などの分割を試行した。ここでは180×150を例に上げて説明する。

〈地形図のブロック分割〉

地形図全面にメッシュを引き、端から順に格子点の座標を読み取る方法も試してみたが(岡本, 1992)、読み取りのミス(飛ばし読みや2重読み)が目立ち、データのバグ取り(間違い探し)に苦慮した。

そこで、最初に地形図を小区画(以後ブロックと呼

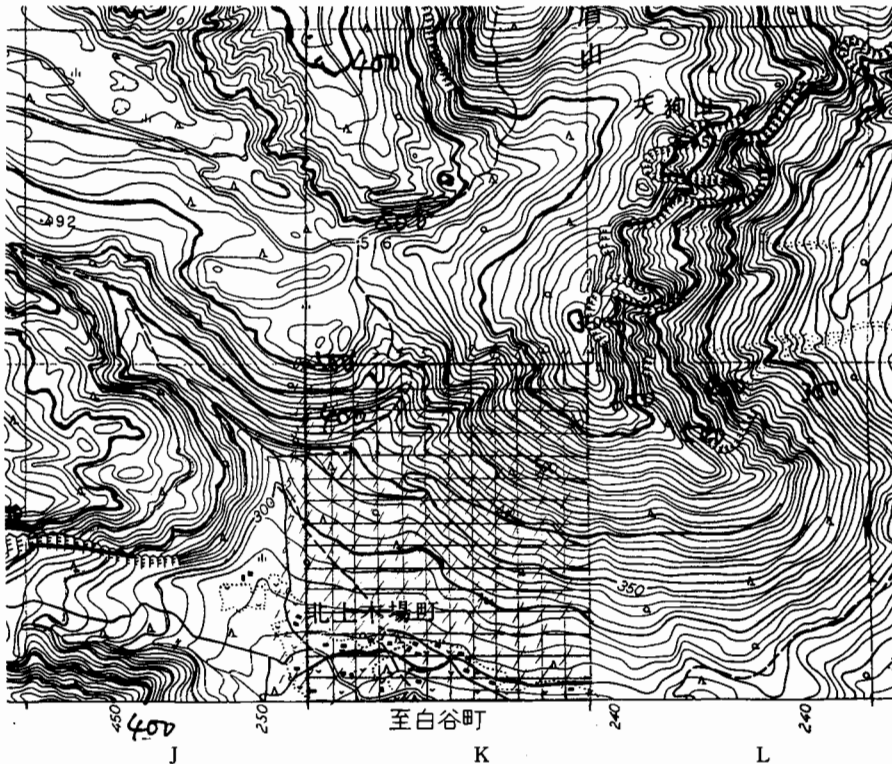


図1 標高値読み取り用作業地図の一部(1/25,000地形図「島原」図幅)、格子線と等高線をなぞるマーカーの太い線が見える。

ぶ)に分割した上でそのブロックのそれぞれをメッシュで覆い、標高を読み取り、あとで地形図1枚分にデータを統合する方法に改良した。

〈読み取りの準備〉

① 地形図を縦、横それぞれ15×10のブロックに分割する(全体では150ブロック)。その際の分割線は地形図の外枠に書かれた北緯、東経の基準となる目盛り線などを利用する。また、それぞれのブロックには適当な番地をふる。そして以下の作業は、この目的のブロックが含まれるよう2倍程度に元の地形図を拡大コピーした作業用地図で行う。

② この小ブロックに横12×縦15の格子線を引いていく。格子線を均等に分割するには、物差しを斜めにあてて、数mm間隔のマークを印すと良い。

③ 小区画に格子線が引けたら、標高値を読み取りやすいよう、区画の等高線の主なものをマーカーペンなどで色づけする。この際全体の地形の起伏の様子も同時に頭の中に浮かべるようにする。この段階の作業

地図を図1に示す。なお大量に読み取る際はいちいち格子を引く作業がたいへんなので、あらかじめ格子を描いたテンプレート(OHP透明シートなどで作成)を用意すれば良い。

〈標高値の読み取り〉

① 格子点の標高値を周りの等高線の分布から、推定して読み取る。

② 標高値はデータシートに記入するか、直接PCに入力する。筆者は入力には、自作プログラムを使用しているが、最近ではWINDOWS95上の表計算アプリケーションのマイクロソフトEXCELを使用するのが便利である。

③ すべての格子点の入力が終われば、入力した標高値に基づき、ブロックの地形を表示させ、間違いがないか点検する。EXCELでは3D等高線グラフ機能を用いると便利である。

〈読み取り上の留意点〉

① がけや都市部など、格子点の標高を判断しにく

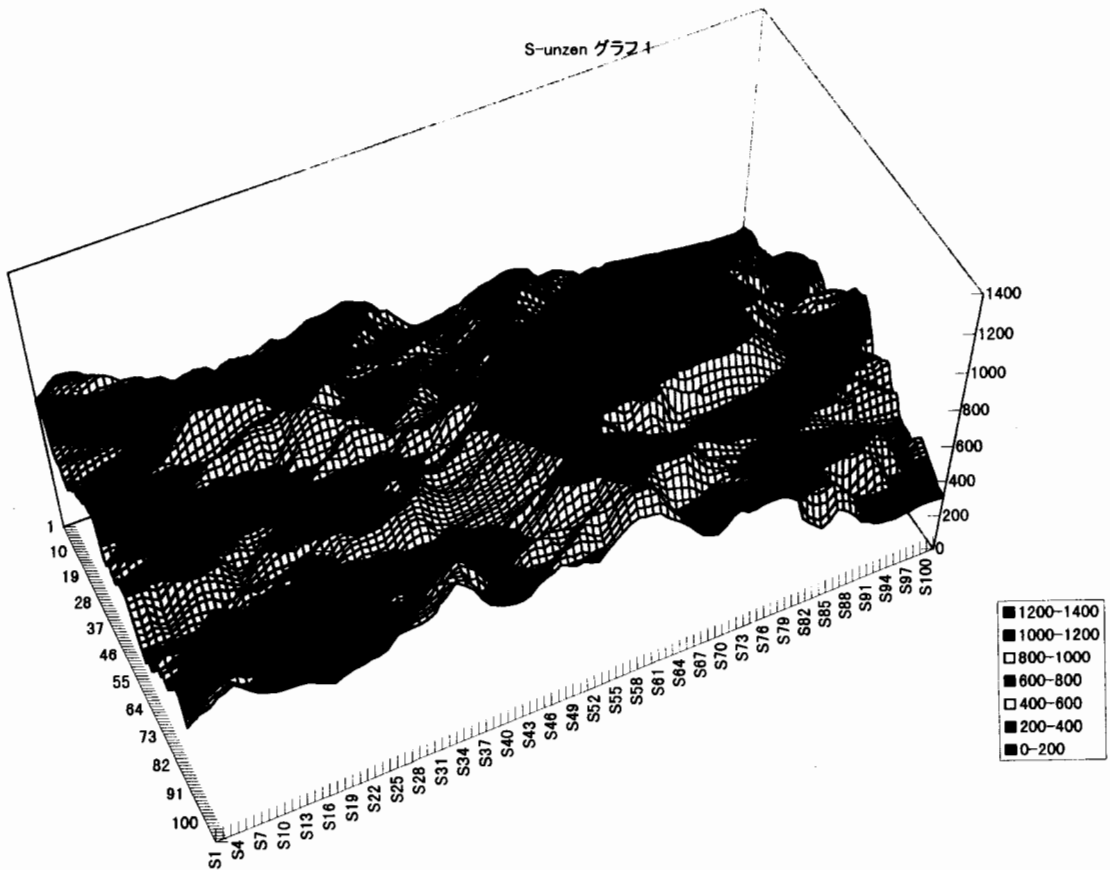


図2 マイクロソフト EXCEL の3D等高線グラフ機能で表示した雲仙地域の標高値統合データの一部

いときは、周りの状況から推定値を与える。

② 湖水面は湖岸の標高値を入力する。また、海水面は特別なコードを入力する(例えば「国土数値情報」では陸水 9999, 海水 8888, 埋め立て地 6666 などの数値をコードとして当てている)。筆者は海水面=-1 としているが海面下の陸域が存在するときは当然避ける。

③ 慣れないうちは、格子点の位置を間違えやすい。地図上に入力が終わった地点をチェックするようすればよい。

④ 実際には、読み取り、データ入力作業よりも、その後、地形を表示させて初めて、データのミスに気づくことが多く、ミスのデバッグに結構時間がかかる。

〈データの統合〉

各ブロックのデータ入力が終わわり、また、読み取りミスの訂正が済めば、自作プログラムか EXCEL 上でデータを統合し、3D 等高線グラフ表示を行う。この表示例を図 2 に示す。

4. 火砕流シミュレーション

上記の方法で作成した雲仙普賢岳付近のメッシュデータの一部(格子数 180×180, 約 60 m 間隔)を用いて、40 数名の死者を伴った 1991 年雲仙普賢岳の火砕流活動のシミュレーションを作成した。基本的なコンセプトは以下のとおりである。なお、プログラムのコーディング(記述言語)は MS-DOS 版 N88BASIC を用いている。

〈物理的意味付け〉

火砕流は実際には高温の溶岩片、火山灰、火山ガスなどの混合物で、その爆風効果を含めて運動の厳密な物理的記述はたいへん複雑かつ、困難に近い。そこで、ここでは教材用に限定して、火砕流の大まかな運動の定性的な再現ができればよいと割り切り、思い切った条件の単純化を行った。

すなわち、火砕流を地形上を重力に従い転がり降りる“玉”と仮想する。いわば、パチンコ玉が釘に絡みながら落ちるのに似て、地形に釘の代わりをさせると考えればよい。地形を束縛条件にした、重力場での物体の運動を再現するモデルである。ここでは、溶岩崩落に伴う火山ガスの放出、爆風による流路の拡大や変化の問題は一切無視している。また、崩落する溶岩のサイズは考えないことにする。ただ、火砕流が流路を下る際の地面との摩擦についてのみ後述する若干

の計算を加えている。そこで、この“玉”の運動を再現する次のようなアルゴリズム(計算論理)を考えた。
〈火砕流再現の基本アルゴリズム〉

① メッシュ地形上の溶岩ドーム付近に 1 点を選び、そこに、仮想の“玉”(火砕流)を置く。

② その格子点の近接周囲 8 点(縦, 横, 斜め)のうち最も、標高値の低い点に“玉”を移動させる。

③ 移動した格子点で再び②を繰り返す。この作業は格子点の周囲に低い標高の地点が存在しない鍋底状の地点に到達するか、海にでるまで繰り返される。

④ “玉”(火砕流)が静止すれば自動的に次の火砕流“玉”をスタートさせる。

〈ゆらぎの効果〉

ところが、上記のアルゴリズムを厳格に適用すると火砕流は同じ経路しか通過しない。そこで以下の方法で経路にゆらぎの効果を加味することにした。

① 溶岩ドーム上で火砕流が発生する位置を乱数で少し動かす(パラメータ 1)。

② 流れ下る方向を決定する際、周囲で最低の標高値の地点に向かう以外に、直前の運動ベクトルの方向を慣性で維持する効果をやはり、乱数により若干の確率で加味する(パラメータ 2)。これは重力場に従うべき方向転換へのランダムさ(不規則さ)の寄与を増やす働きがある。

〈その他の効果〉

上記、アルゴリズムでほぼ満足すべき、流路となる(岡本, 1995)が、今回、以下の点も加味した。

③ 火砕流の自然停止効果

傾斜の緩やかな場所では、地面との摩擦により運動エネルギーを失い、火砕流は自然停止すると考えられる。そこで、乱数により、運動が自然に停止する効果を加えた(パラメータ 3)。すなわち、火砕流が移動した地点で乱数を振り、地面の傾斜により決められたその地点のしきい値を乱数が越えたとき次に進み、越えないとき停止するという計算を行った。これは火砕流と流路との摩擦の効果に相当する。なお、停止した場所には次の処理を行った。

④ 流路の埋め立て効果

上記③の火砕流の停止効果のほかに、地形データの取り方により、火砕流が鍋底型の袋小路に入り込み、そこで止まることも生じる。一方、実際の普賢岳の噴火では、流れ下る火砕流の堆積物がしだいに、谷あいの凹凸を埋め、火砕流の到達距離を伸ばしていったことが報告されている(例えば千葉ほか, 1996)ので、

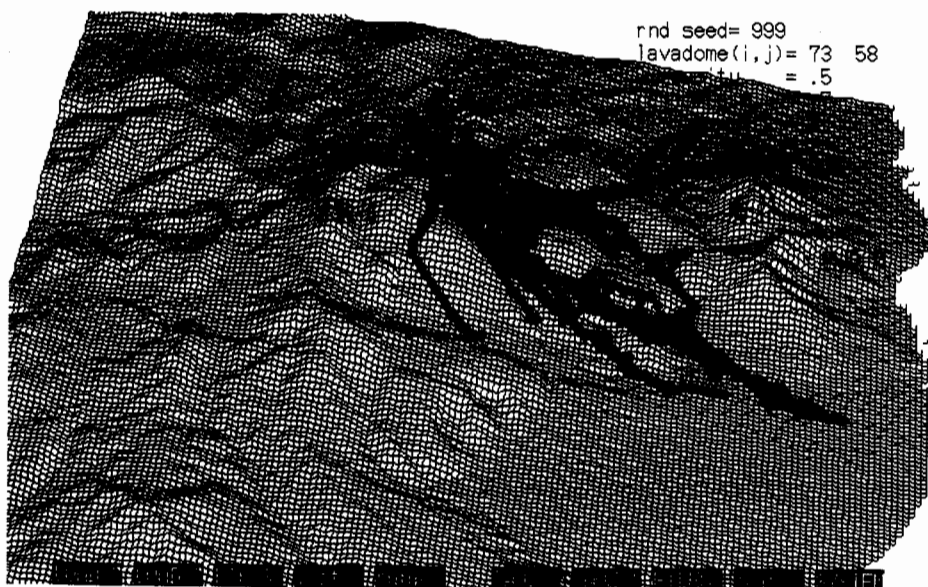


図3 ワイヤフレームによる立体地図上に表現された火砕流シミュレーションの計算結果（黒い部分が火砕流の流路）。図6と同じ結果

この効果を加味するため、火砕流が止まった地点でその標高値を一定量かさ上げする計算も加味した（パラメータ4）。これは火砕流本体の堆積を再現している。

⑤ 溶岩ドームの成長の効果

溶岩ドームは崩落を起こしながらも、地下からのマグマの供給により成長していったこともよく知られている。この効果を加味するため、溶岩ドームの出発に当たって、その地点の標高を若干かさあげすることにした（パラメータ5）。

〈計算表示方法〉

計算結果は火砕流がながれ下る様子を計算と同時にCRT上の立体地形図、もしくは等高線地図上に動くアニメーションとして表示していく。立体地図表示は教室で演示するのに適当であり、運動の様子が立体的に非常にわかりやすい表示となっている。等高線表示の方は、実際に生じた火砕流と正確に流路を比較してシミュレーションの再現性をテストするのに用いている。本稿では以下の議論でこの等高線表示のプログラムによる計算結果を用いることにする。なお、溶岩ドームの初期位置についてもマウスで等高線地図上に指定することが可能なように改良を行った。その他のパラメータ1~5の設定は残念ながら、まだ、BASICのプログラムリスト上の数値の書き換えで行う形にとどまっている。なお、パラメータ1~5は画面上に、数

字で表示させている。図3に立体地図上でのシミュレーション結果の表示の1例を示す（図6とも関連）。

5. シミュレーションの再現性

初期条件としての溶岩ドームの位置は、千葉ほか(1996)などに記載された位置に準じて決定し、パラメータの設定をさまざまに変更して、シミュレーションを行ってみた。パラメータ設定の方針は、大きく次の二つの条件に大別できる。

〈条件①〉

溶岩ドームの位置をあまり動かさず（パラメータ1）、摩擦効果（パラメータ3）を大きく、慣性効果（パラメータ2）を小さくとる。これは自由度を減らして重力場の束縛効果を上げた場合に相当する。

〈条件②〉

逆に、上記のパラメータを少しゆるめて、運動の自由度を高める。この場合、重力場の束縛効果は減じ、やや流路選択のランダムさが増加する。

なお、1回の試行での火砕流の“玉”の数は原則として200個とした。

次に代表的な幾つかの計算結果を示す。図4は活動の初期に発生した溶岩ドームの位置を初期条件に選び、パラメータ設定は自由度の少ない、〈条件①〉で計算した時間経過を示している。谷に沿って流路が伸びていく様子が確認できる。なお、比較のた

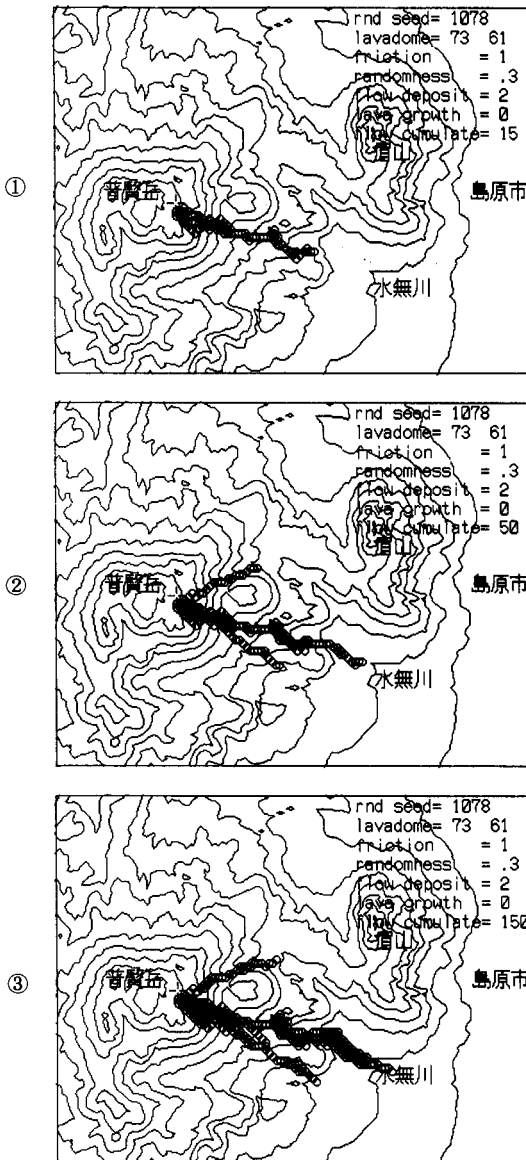


図4 パラメータの自由度を厳しくして計算した結果を時間順に示す(溶岩ドームの位置は91年6月上旬の位置を仮定)。①②③は順に15, 50, 150ステップ目の計算結果

めに普賢岳で観測された6月19日時点での火砕流堆積物の分布を図5に示す。

図6は活動後期の溶岩ドームの位置を初期条件にして、パラメータの自由度を上げた〈条件②〉の下で計算した結果の1例である(前掲の図3は同じ計算結果を立体表示したもの)。これも比較のため、活動がほぼ終わりを告げた95年5月現在の火砕流堆積物の分

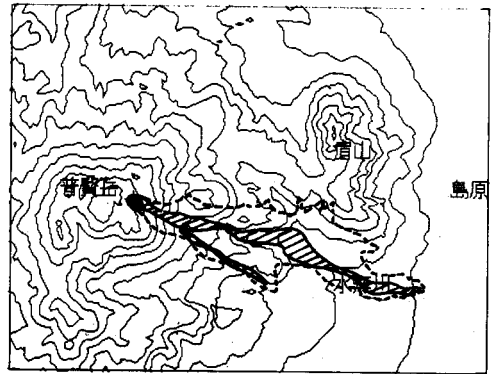


図5 91年6月16日時点の火砕流本体堆積物の分布。濃い網点は溶岩ドーム、破線は熱風破損域の範囲(千葉ほか(1996)より簡略化してトレース)

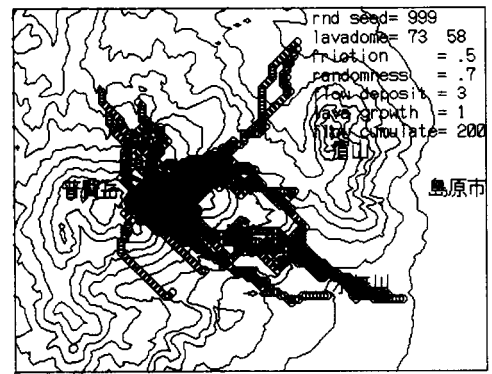


図6 パラメータの自由度をゆるめて200ステップ計算後の仮想の“火砕流”の流路。前掲の図3と同じ結果で表示の方法が異なる。

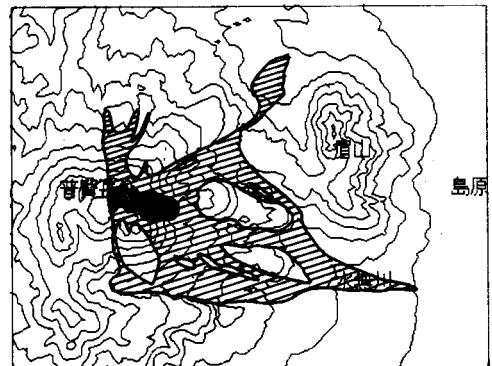


図7 95年5月12日時点の最終的な火砕流堆積物の分布(図5と同様、千葉ほか(1996)より簡略化してトレース)。

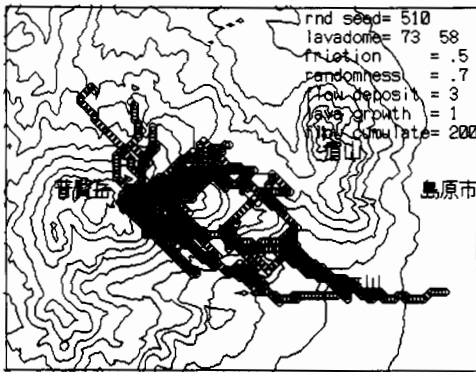


図8 溶岩ドームの位置を仮想的に普賢岳の西方に動かした場合の仮想の火砕流流路。雲仙温泉街に下る流れが現れる。

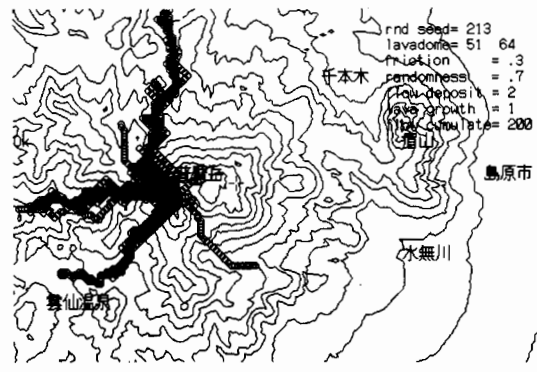


図9 図6と全く同じ計算条件で、乱数の“種”のみを変更した結果の1例。図6に見られた千本木地区や赤松谷方面への流れが消えている。

布を図7に示す。

〈仮想実験〉

数値シミュレーションの醍醐味の一つは、実際に生じなかった現象も、計算機の“箱庭”のなかで起こして見せうることである。その1例として、溶岩ドームの初期位置がもっと普賢岳の西側に生じた場合の火砕流の流路計算の1例を図8に示す。実際には起らなかったけれども、いくつかの選択肢として自然が選んだかも知れない現象の計算結果としてたいへん興味深い。

〈再現性への考察〉

シミュレーションはおおむね、現実の火砕流の流路を再現しているように思える。特に、多くの犠牲者を出した91年6月3日と8日の火砕流の流路は図5でほぼ再現されている。これは、現実の火砕流が重力の影響を相当強く受け、また、地形の束縛に沿って運動したことを示唆する。

パラメータの条件をゆるく設定すると、図6に見られるように、活動の後期である93年6月以降に発生した普賢岳北東の千本木地区や北方の中尾谷に流れた火砕流(宇井, 1993)なども再現されてくる。

計算の際の乱数の“種”を変える(BASICではRANDOMIZEという関数を用いる)と、火砕流のパターンにも若干の変化が出て、興味深い。図9は図6と同じ条件で計算しているが、千本木地区や普賢岳南方の赤松谷方面には火砕流が下っていない。これは、火砕流が止まった時点で、その標高を若干かさ上げするため、その位置により、火砕流の流路が影響を受けるためと考えられる。これなど初期条件や途中経路のわずかな違いで結果が大きく変わるという“複雑系”

としての自然現象の特徴(例えば、NICOLIS & PRIGOGINE, 1993)を垣間みせる結果である。

溶岩ドームの位置を変化させた計算では、あってはならないことであるが、人口の密集した観光地である雲仙温泉の方向に下る火砕流も仮想的に再現されたりしている(図8)。

上記の例から明らかなように、流路再現の精度から考えてこのモデルは、重力場で生じる、地形を束縛条件とした各種の自然現象、すなわち火砕流以外に溶岩流や、泥石流、土石流、雪崩といった現象の再現実験教材としても応用できると考えている。ただし、防災対策等定量的な評価については、火砕流の物理量の再現を厳密に行っていないので、注意が必要である。なお、火砕流に限っても、将来は溶岩ドームの初期位置や各パラメータの値を時系列で変化させたりして、より現実の火砕流の再現にむけプログラムを改良していくつもりになっている。

6. 教育上の効果

〈授業で強調した点〉

このシミュレーションのプロトタイプは筆者が高校勤務時に火山分野の授業で生徒に見せて好評であった。その時に、火山の火砕流という噴火の1形態のメカニズムの解説にとどまらず、シミュレーション技法一般の紹介として特に次の点を生徒に強調しておいた。

① 計算機はどのようにして、自然を再現(模倣)しようとしているのか。つまり、複雑な自然現象の中から何をどのように抽出し、単純な計算可能なモデルに置き換えるのかという点。

② 単純なモデルであっても、PCの乱数を確率の計算に用いることで、複雑な自然のある部分をうまく説明しようという点、これは現在流行の兆しをみせる“複雑系”の解明手法にもつながるといふ観点からたいへん魅力的である。

③ さらに情報処理の高速化で逆に見えなくなってきた計算機内部の計算は、意外と簡単な四則計算や乱数を組み合わせた計算であることをプログラミスト上でアルゴリズムの紹介を兼ねて説明する。

〈問題点〉

上記のように、火砕流の再現実験としての本稿のシミュレーションは教材として一定の効果をあげることは間違いない。ただ、計算機への生徒の興味、理解の程度によって、その評価は大きく分かれるであろう。

例えば、BASICなどのプログラムになじんだ生徒はこのシミュレーションのアルゴリズムをすんなり理解でき、本シミュレーションの目指す意図を理解できるが、計算機とのなじみが薄い生徒は、単に、計算機上の他のアプリケーションと同列の興味しかわかないかもしれない。また、教員の側もプログラム言語を理解しないと、このような教材の作成や改良もおぼつかない。最近では表計算ソフトで、数値シミュレーションを行う技法についての参考書がちらほら見られだした(例えば、角、1996)ので、これを教材作成に利用するのも一つの方法と思われる。

そのあたりの解決法を、これからもシミュレーションを開発していくなかで模索していきたい。なお、最後に本稿のような数値シミュレーションの教材としての位置づけについて議論しておく。

7. 教材として数値シミュレーションがもつ意味

計算機シミュレーションは冒頭で述べたように自然を再現する手段として、専門家には広く知られた方法である。しかし、教室ではその結果のアニメーションや図を紹介することはあっても、そのシミュレーションの計算過程そのものを教材として用いることはまだ、少ないようである。一方、生徒のまわりには、TVゲームやPC上での“シミュレーション”ゲームと称するものがすでにあふれている。その中にはもちろんシミュレーション(数値実験)とは程遠い看板倒れのものも多いが、中にはかなり本格的に流体力学計算を取り入れたフライトシミュレータや、ある種のゲーム理論に基づく都市の成長、あるいは戦国武将の戦いを再現するものなども含まれる。生物の環境との適応シ

ミュレーションという視点で見れば、今、話題の“たまごっち”も決してほかにはできないと思う。

これらに人気のある理由は、いろいろ考えられるが、主人公や都市の成長をみたり、飛行機の操縦といった非常に複雑な現象を単純ないくつかのパラメータを自分で操作しながら確認できる点にある。

もちろん、これらと自然科学のシミュレーションをすぐに同一視はできないが、パラメータのちょっとした変化による結果の確認は極めて容易であり、生徒自身にパラメータを変化させたときの結果を予想させたり、さらに何をパラメータとすれば自然をさらに正確に再現できるかという自然再現の条件設定まで考察させるのもこの教材の発展として面白い。また、同じ条件設定では何度やっても同じ結果が出るのも、計算機実験の強みである。生徒にさまざまな条件下で仮想の“自然”を体験させることができ、興味ある結果はいつでも繰り返して見ることができる。いわば、計算機の中に自分の理想とする自然の“箱庭”を作り出すことが可能となる。それは、まさに冒頭で引用した“無限回試行可能な「第2の自然」”を教室で創出するという興味ある分野を開拓することになる。

8. おわりに

自然科学はまず“本物”を見せるところから始めるべきだという計算機使用への一般的な批判にまず、全面的に賛成する。私の経験からいって自分で苦勞して、山で見つけた水晶や化石に匹敵する感動を与える教材をほかに知らない。また、千本木地区に火砕流が下り1991年以来の死者がでる直前の1993年の春、水無川の国道に面する駐車場で私が直面した現実の“火砕流”の体験。それは中型のものと同地の方が言われたが、見物をしていた周囲の観光客がいっせいに自分の車のエンジンをかけ、慌てて国道へ逃げ去るなかを震えながら、その黒煙が谷を駆け降りる様子に圧倒され立ち尽くしていた。あのときの火砕流の“本物”としての迫力は、決してPC上の“ちゃち”なシミュレーションでは再現できない。生徒にはできれば私自身の体が震えるようなその経験を伝えたいとも思う。

実験観察が強調されながら、実際には板書と説明で終わりがちな、教室の授業のなかに、“本物”を持ち込むのか、それともバーチャルなPC画面でお茶を濁すのか? この議論は私の中でも果てしなく続く。しかし、そんな議論を尻目に現実の生徒の「理科ばなれ」はどんどん手の届かない果てに遠ざかってしまうよう

に思えてならない。シミュレーションも従来のフラスコや標本に代表される実験観察の新たな1手段と割り切り、とにかく、自分が面白いと思うものをまず生徒に見せて反応を見る。その際の生徒のちょっとした視線の輝きやしぐさの中に教材としての効果を考えてみる。私は、高校教員時に教材の評価の拠り所をいつもそこに置いてきたつもりである。シミュレーションの教材化の是非に関してはぜひ諸氏のご批判を仰ぎたいと考えている。なお、1/25,000地形図の一部を拡大コピーして本稿のように使用することについては、著作権上特に問題がない旨、国土地理院事務担当者より了承を得ていることを付記する。

謝 辞 雲仙普賢岳のお膝元、南有馬町白木野在住の松尾満雄氏には、本論のきっかけとなる普賢岳噴火前後の貴重なご自身の体験をお話いただき、苦勞して手に入れられた火砕流直後の溶岩を標本として提供していただいた。また、匿名査読者の意見も本稿の改善に有益でした。共に厚く感謝します。

文 献

- 千葉達朗・遠藤邦彦・磯 望・宮原智哉(1996): 雲仙噴火の火砕流—災害実績図の作成—, 月刊地球/号外, 15, 94-100.
- 国土庁計画・調整局, 建設省国土地理院(1987): 国土数値情報, 130 p.
- Nicolis, G. and I. Prigogine (1996): 複雑性の探求, 安孫子誠也・北原和夫訳, みすず書房, 338 p.
- 岡本義雄(1992): パソコンによる地形図データの数値化, 教育とマイコン, 4, 127-129.
- 岡本義雄(1995): 地学教材としての数値シミュレーション1—火砕流と津波—, 日本地学教育学会第49回全国大会要項, 36-37.
- 住 明正(1997): 数値地球科学, 岩波講座惑星地球科学7, p. 3.
- 角 和夫(1996): 技術者のための Excel 活用法 1, CQ 出版社, 151 p.
- 宇井忠英(1993): 雲仙普賢岳の火砕流, 月刊地球, 15, 506-511.
- 吉村敬司(1990): 東六甲の地形と地質, 日本地学教育学会第44回全国大会要項, 35-36.

岡本義雄: 地学教材としての火砕流シミュレーション 地学教育 51 巻 3 号, 1-9, 1998

〔キーワード〕 高校, 立体地形, メッシュデータ, 雲仙普賢岳, 火砕流, 数値シミュレーション

〔要旨〕 地図標高値のメッシュデータ化について述べ、その自作データを用いた、雲仙普賢岳の火砕流活動を再現する教材用の数値シミュレーションの開発と評価を行った。この教材は手軽に教室で各種パラメータの設定などをおして、火砕流の発生を再現するだけでなく、生徒に火砕流の物理的メカニズムを考えさせる教材としても価値がある。また、数値シミュレーションの教材への活用についても考察した。

Yoshio OKAMOTO: Simplified Simulation of Pyroclastic Flows as a Teaching Material of Earth Science. *Educat. Earth Sci.*, 51(3), 1-9, 1998

~~~~~

本の紹介

~~~~~

池谷元侗著 地震の前、なぜ動物は騒ぐのか B6
258頁 1998年2月初版 970円+税 日本放送協
会

地震の前兆現象としての動物の異常行動・家庭電気器具の誤動作など多数報告されている。著者はそれらを地震電磁気学という手法を用いて、仮説をたて、実験し説明している。本書の目次は次のようになっている。全部書くと膨大な字数になるので、大項目と中項目だけを書いておきたい。

まえがき

〔第一部〕地震前兆現象の謎を解く

I 地震前兆現象と電磁気学

- 1 地震前兆現象とは 2 地震の発生と前兆現象
3 地震学の予知研究 4 電磁気学の初歩知識
5 断層の電磁気モデルと地球導波回路

むすび

II 動物異常と電場効果

- 1 中国での動物異常 2 前兆の動物異常行動はなぜ起こるか 3 電気生理現象仮説と電磁波の生体効果 4 動物異常の再現実験 5 安政見聞録を正す 6 神戸地震で異常を示した動物

むすび

III 電気製品の異常と電磁計測

- 1 生活の中の電磁気異常 2 電磁気地震前兆現象 3 電磁波の計測 4 電磁波伝播の異常
5 地震電荷、電磁波波束計測

むすび

IV 大気の前兆現象——地震発光、地震雲、空の異常

- 1 地震発光の種類と発生機構 2 地震雲と地震霧

むすび

V 前兆現象の実験

- 1 インターネット地震予知 2 地震前兆現象の再現実験 3 活断層の模擬実験

むすび

〔第二部〕電磁気地震学の誕生

VI 断層の電磁気モデルと電磁波発生

- 1 断層の電磁気モデル 2 地震電磁波の発生と減衰 3 地震電磁波の伝播と地殻導波回路
4 電磁波周波数と動物異常行動

むすび

VII 電荷、電場、電磁波発生機構

- 1 定性的な幾つかの電荷発生機構 2 圧電分極

の補償電荷説 3 電磁波発生の機構

むすび

〔付録〕横書き基本式のページ——理系の初歩的な理論計算

参考文献

おわりに

以上のように地震前兆現象を多方面からあげ、それらの現象を電磁気学的実験によって説明している。著者はそれらの説明をあくまで仮説の一つであるとし、どしどし、批判して欲しいと書いている。そして、電磁気地震学を確立したいと訴えている。

たとえば、身近な動物の地震前兆異常行動を次のようにまとめている。そして、それらを電磁気学で説明している。

人間 気分が悪い、頭痛、ヒステリー、耳鳴り

イヌ 吠える、不安気、訴える、悲しく鳴く、人を咬む、そばに敵がいるように騒ぐ、半狂乱

ネコ 悲しく鳴く、暴れる、家を出る、子ネコを連れ出す、木に登る

ネズミ 騒ぐ、いなくなる、1時間前にはパニック、放心

カラス 多数で騒ぐ、鳴く、いなくなる

カモメ 内陸部で飛ぶ、上空で騒ぐ

ニワトリ 夜中に鳴く、騒ぐ、屋根や木に飛び上がる、小屋に入らない

インコ 高い声で鳴く、夜間でも羽ばたき、飛び騒ぐ

ヘビ

冬でも地上に出る、とぐろを巻く、団塊になる、のたうちまわる、夏はやぶに群がる

魚 整列、飛び跳ねる、暴れる、白い腹を上にする、死ぬ、隠れる、深海魚が現れる、餌を食わない、異常な豊漁、不魚、海水魚が川を遡上、ウナギ

の群れが海岸に現れる、ナマズの大打乱

ミミズ 多数が土から出てくる、団塊になる

著者はⅦのまとめの最後に「本書により広い分野の人たちが前兆現象に関心を持ち、学際的研究が始まれば21世紀には間違いなく利用できる現象になっているであろう、兵庫県南部地震のような被害は、二度と繰り返してはならないのである。」と結んでいる。上述の動物や目次にあげた現象を整然と説明してある。一読に値する本であると考えられる。(貫井 茂)

原著論文

雲の発生の概念形成について

—気象教材の開発と授業実践—

山崎良雄*・濱田浩美*・坂本紹一**

1. はじめに

四季の変化が明確な日本に住んだ我々の先人たちは、昔からことわざや言い伝えの中に天気に関する多くの生活から得た知識を残してきた。近年ではメディアからの気象情報提供が充実し、我々は毎日多くの天気予報に接することができる。メディアとはテレビ、ラジオ、新聞といった従来からの情報源に加え、ここ数年来、爆発的に普及しているインターネットを用いた双方向かつ地球規模での情報ネットワークへと変化しつつある。現在、または過去の気象に関する情報を我々は教室や研究室に居ながらにして手に取ることができる。気象衛星の画像は日本地域を中心としたものに限らず、全世界各地の気象衛星画像がリアルタイムで提供されている。

このように目まぐるしく進歩する情報社会の中で、我々が必要としている真に有用な情報を得るには、気象現象の基礎的な知識の習得や大気中で起こる諸現象の理解が不可欠である。榊原ら(1997)は、身近にあるペットボトルを用いて気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材を開発し報告している。また、山崎ら(1997)は、雲の発生概念の形成について授業実践を踏まえて論じた。そこで筆者らは、中学校における大気中の水蒸気や雲に関する教材をさらに吟味し、授業に生かすための方策を研究することとした。

2. 雲の発生に関する学習指導要領について

雲の発生に関する学習指導要領における取り上げ方を、小学校から中学校へのつながりでもまとめてみた。小学校学習指導要領は、小学校における雲に関連する内容について、4年での「空気中の水の変化」と5年での「天気の変化」で取り上げている。

中学校学習指導要領は小学校での既習事項をふまえ、雲や大気・湿り気などに関連する事柄について次の事柄を取り上げている。

- 地学的な事物・現象についての観察や実験を行い、観察・実験技能を習得し、天気変化を理解し、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- 身近な気象の観察、観測を通して、天気変化の規則性に気付かせる。
- 様々な気象情報を活用した天気の予測の方法について理解し、天気変化についての認識を深める。
- 校庭などで気象観測を行い観測方法や記録の仕方などを身に付ける。その記録に基づいて天気変化の規則性を見いだすこと。
- 「天気変化の規則性」については、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係について取り上げること。
- 霧や雲の発生についての観察、実験を行い、そのでき方を気圧、気温および湿度の変化と関連付けてとらえること。
- 前線の通過に伴う天気変化の観察結果などに基づいて、その変化を暖気、寒気と関連付けてとらえること。
- 天気図を作成し、気圧配置と風向、風力および天気との関係を見いだすこと。

天気図の作成については、等圧線を引き、気圧配置の様子を知ることに重点を置く。

3. 「天気」や「雲」に関する概念の事前調査

千葉大学教育学部附属中学校では、天気や雲に関する授業に接する前の生徒の様子を探る目的で2年生に対して事前予備調査を実施している。雲の発生などに関する集計結果の要点を以下に示す。なお、調査対象は授業を実施した2年A組と2年B組の生徒計85名である。

雲を作る授業の直前に行った事前調査の中から「どんなしくみで、どんな大気の変化のときに雲ができるのかなど知っていることを書きなさい」という問いかけに対する反応を後述するデータベースに入力して

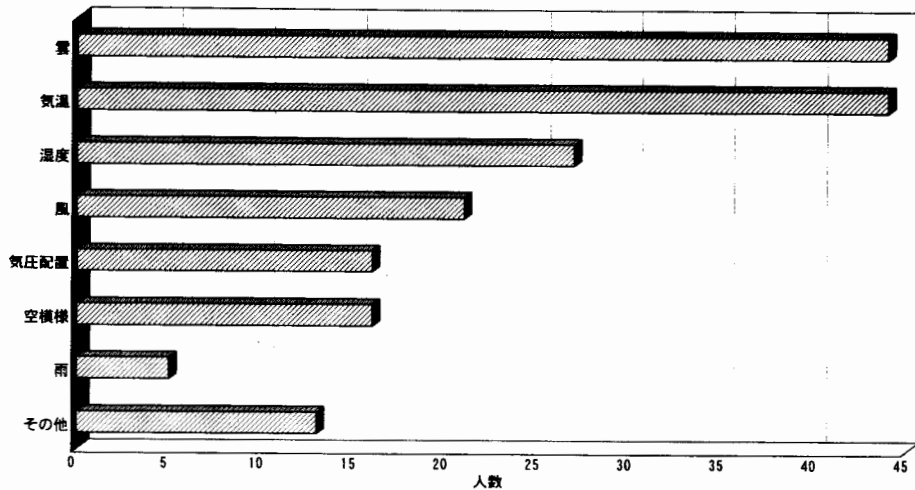


図1 「天気が変わる」とは、何がかわることか
(2A と 2B の両クラスに複数回答をして調査)

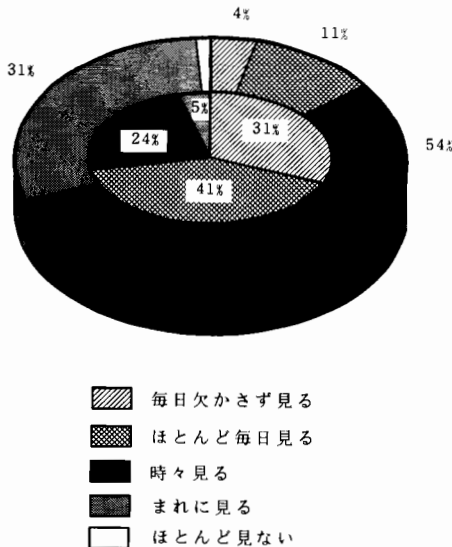


図2 天気予報に接する態度
外側は新聞の天気予報、内側はTVの天気予報

調査資料とした。以下にその分析結果を示す。

- ・「天気の変化は、雲や気温、風向き、湿度が変化することである。」と考える生徒は、複数回答を許して得られた 193 件の答えのうち 115 件で約 60% あった (図1 参照)。
- ・天気情報の入手については、約72%の生徒がTVの天気予報にほぼ毎日接しているが、新聞などの天気図をほぼ毎日見る生徒は約15%で、約半数の約54%の生徒は時々見る程度である。TVなどの視覚

的なメディアを通して天気情報を得ている生徒が現代の主流となりつつある (図2)。

- ・雲の名は平均 2.5 種類知っているが、正式名称としては積乱雲くらいしか知らない。しかし、特に詳しく知っている生徒は一人の生徒が最高 9 種類の雲の名を知っていた (図3)。
- ・雲は水蒸気の集まりであると考えている生徒は全体の半数を超えており、水や水滴からできていると答えた生徒より多かった。その時点では、雲が水蒸気の集まりであるとする生徒の方が、水滴や氷の集まりであるとする生徒よりも多かった (図4)。

以上の集計結果から見えてくるのは、“テレビの天気予報はほとんど毎日目にし、時には新聞の天気情報を読み、気温や雲や風向きが変ると天気が変わると思いい、垂直に発達する雲を含む 2~3 の雲の名を知っている”。ような中学校第 2 学年の生徒像である。

4. 雲を作る実験装置について

千葉大学附属中学校で末永幹夫らによって導入され、授業の際に使われている雲を作る実験装置について説明する。演示用に使われているのは、図5に示されるような実験装置である。準備する物は、大型丸底フラスコ、大型ロート、ガラス管付ゴム栓、ゴム管、ガラス管、ピンチコック、スタンド、線香、マッチである。

煙と少量の水を加えて逆さにした大型の丸底フラスコ内部が上空の状態を再現する観察用の空間である。

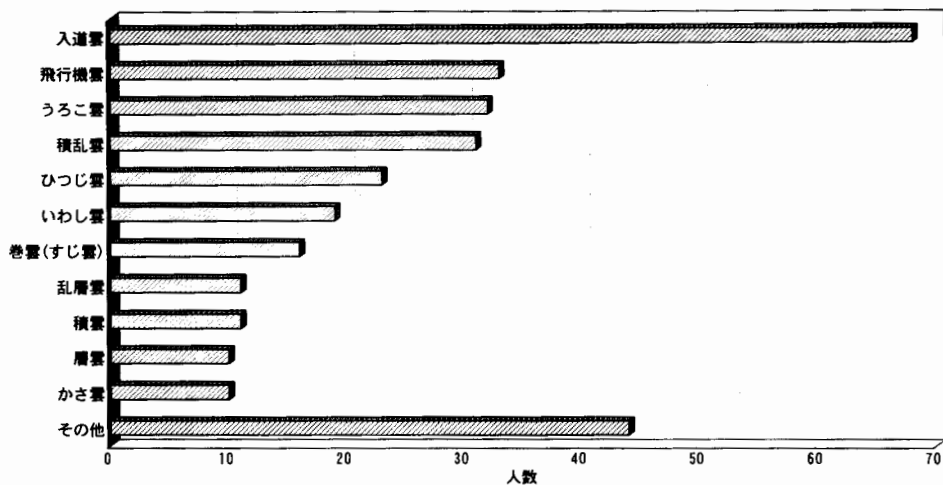


図3 知っている雲の名前

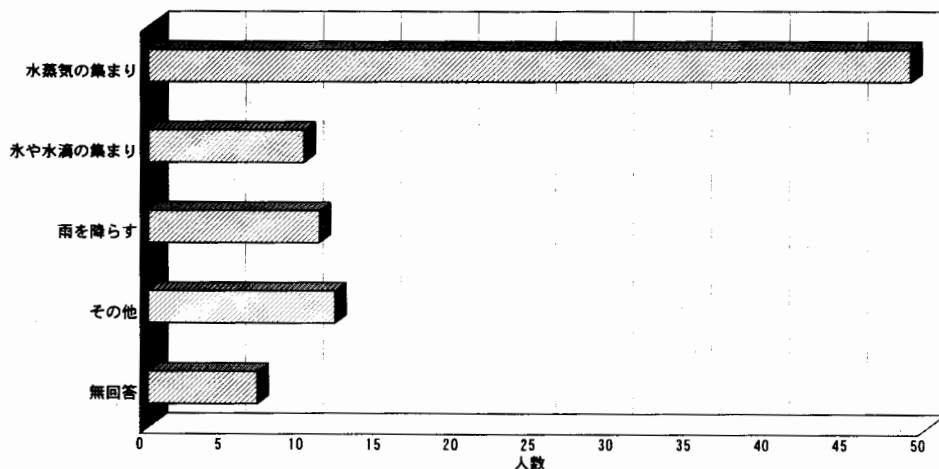


図4 「雲」の意味するもの

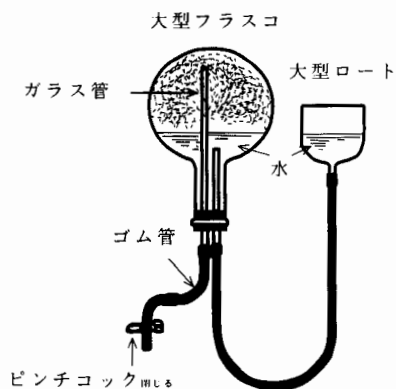


図5 実験装置I (大型フラスコ+大型ロート)

ガラス管とゴム管でつながれた大型ロートを上下させることによって丸底フラスコ内の水面を上下させ、フラスコ内の気圧変化を引き起こして雲の発生を観察するものである。脱脂綿の入ったガラス管は、フラスコ内に線香の煙を引き入れるためのものである。この装置を実験装置I (図5参照) とする。

また、もう少し小さな丸底フラスコと注射器をゴム管でつなげた実験装置も使われている。これを実験装置II (図6参照) とする。準備する物は、丸底フラスコ、注射器、ガラス管付ゴム栓、ゴム管、線香、マッチである。丸底フラスコ内に少量の水と線香の煙を入れてからゴム栓をし、丸底フラスコと注射器をゴム管

で結ぶ。この装置は、注射器を引いたり押ししたりしてフラスコ内に雲を作るのである。

今回、著者らは、ペットボトルを利用した雲作りの実験装置も加えた。準備する物は、空のペットボトルと線香だけである。まずペットボトル内に少量の水と線香の煙を入れてからボトルの栓をしっかりと閉め、後はボトルを押して内部の圧力を上げたり、ボトルを押している手を離して圧力を下げたりする。これは非常に簡単な装置であり、生徒一人一人が実験可能である。この装置を実験装置 III とする。

従来の実験では、実験装置 II に温度計をさして温度を読みながら実験するような説明も見られたが、実際に実験すると、温度変化が圧力変化に追いつかずにうまく温度を読めなかった。

著者らはこの点を改良し、実験装置 I～III に温度センサーを取り付けて温度変化を明示することを試みた。温度測定のためのセンサーは、ゴム栓のすき間からフラスコ内に入れれたり、ペットボトル栓を工夫してボトル内に入れることができた。

表 1 は、各実験装置の特徴である。これらの実験装

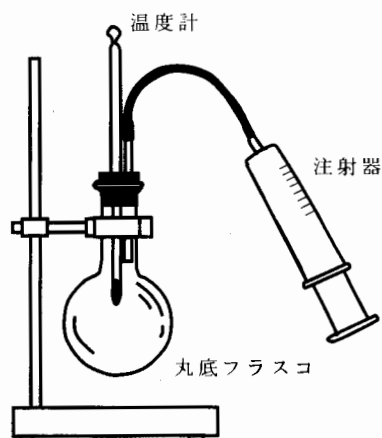


図 6 実験装置 II (丸底フラスコと注射器)

表 1. 雲を作る実験装置の特徴

準備する物には、これ以外に線香、マッチなどがある。

装置の種類	準備するもの	特徴	適した形態	変化のようす
実験装置 I	大型丸底フラスコ、大型ロート、ガラス管付ゴム栓、ゴム管、ガラス管、ピンチコック、スタンド	大型 高価	演示実験	遠くからでも見え、緩やかな体積変化
実験装置 II	丸底フラスコ、注射器、ガラス管付ゴム栓、ゴム管、(温度計)	高価	班別実験	体積変化を大きくでき速度変化が可変
実験装置 III	ペットボトル	安価	個別実験	短く急激な体積変化

置を組み合わせることにより、効果的な授業が可能となる。実験中にフラスコやペットボトル内の温度を測ることは、従来では記述されるだけで温度測定をしてその効果を論じたものはない。そこで著者らは、雲を作る授業において実際に温度変化を測定し、クラス全体にパソコン表示することを試みた。

5. 温度変化の測定について

水蒸気を含む空気が体積増加による断熱膨張で温度が低下し、水蒸気が露点以下に冷却されると水滴になって雲ができる。したがって、雲の実験では温度変化をどのように生徒に認識させるかが指導上のポイントとなる。著者らは、安価で大きな文字で温度を表示できるリモート・デジタル・マルチ・メーターを自作し、ノート型パソコンを使って温度変化を測定、表示し、教室の生徒全員に見えるようにした。温度センサーは、実験装置 I～III のどれにでも着けることができる。実験装置 III に温度センサーと後述のデジタル・マルチ・メーターをセットしたものを図 7 に示す。

雲発生実験の際に使用した温度測定器は、CQ 出版社(株)トランジスタ技術スーパーキット No.3 のパソコン用リモート・デジタル・マルチ・メーター (DMM) である。このキットは、シャーシケースおよび電源端子、出力端子を除くすべてのパーツが一式セットになっており、組立は、初級程度の電気知識さえあれば問題なく行える。キット内には、詳細な組立マニュアルおよびチェック用サービスプログラムが FDD メディアで同梱されている。この DMM には基本的に表示機能はなく、RS-232C インターフェイスを介してパソコン上で制御プログラムを動作させて使用する。この装置は次のような特徴がある (山崎、濱田、1995)。

- ①表示が見やすい: パソコン画面で表示するため 640×400 または 640×480 ドットのカラー表示

で漢字まで使用することができる。

- ②データ収集が容易で確実：パソコンによる制御を前提としているため、指定された時間・条件ごとに確実にデータを記録することが可能である。
- ③データの加工が可能である：パソコンの演算機能を使用すれば、複雑な計算や数値変換が可能である。データは、サーミスタ抵抗値からの温度計算ができる。
- ④回路の簡略化ができる：表示をパソコンで行うことにより、表示回路を制御するCPUが不要となり制作コストを下げることができる。通常のパソコンに標準装備されているRS-232Cをインターフェイスに使用するのでGP-IBなどのオプション

ンインターフェイスを用意する必要がない。

- ⑤制御ソフトウェアの開発が容易：本DMMは、RS-232Cをコントロールできる言語であれば、いずれの言語でも制御プログラムを記述できる。
- ⑥回路修正が容易：回路のオフセットや感度の調整は、ソフトウェアで補正することができるので、アナログ回路部に調整回路が不要な上、補正のための演算もソフトウェアで実施できる。

消費電力が小さくバッテリー駆動が可能：DMM自体の消費電力は、13～40 mAと極めて小さく006P型の乾電池等でも駆動できるため、携帯に便利で野外での使用も可能である。

現在いろいろ売られている安価なデータロガーはデータを記録することはできても、表示機能を備えたものは少ない。また、デジタル表示機能だけの製品もあるが、筆者らは表示しつつデータを記録する機能ももった市販の安価なキットを購入、組立てて温度表示システムを作製した。従来から雲の発生に使われているいろいろな装置と組み合わせ、従来行われている実験とは異なる視点で教材化した。

筆者らの温度表示システムを使うことで、小さなセンサーを容器内に組み込み内部の変化を表から観察しながら、同時に0.01℃ずつの細かい温度変化をパソコンのCRTに表示可能となる。

6. 雲を作る授業

雲を作る授業が平成8年9月に2年A組と2年B

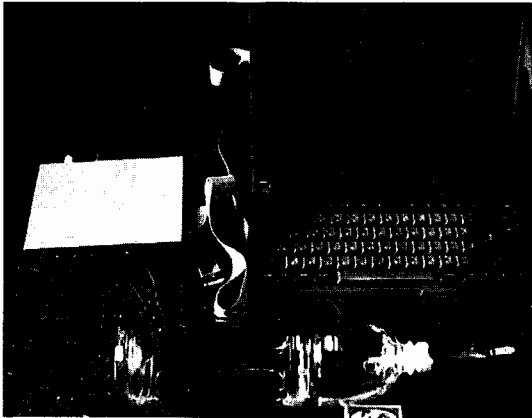


図7 デジタル・マルチ・メーターと温度センサーを実験装置Cにセットしたもの

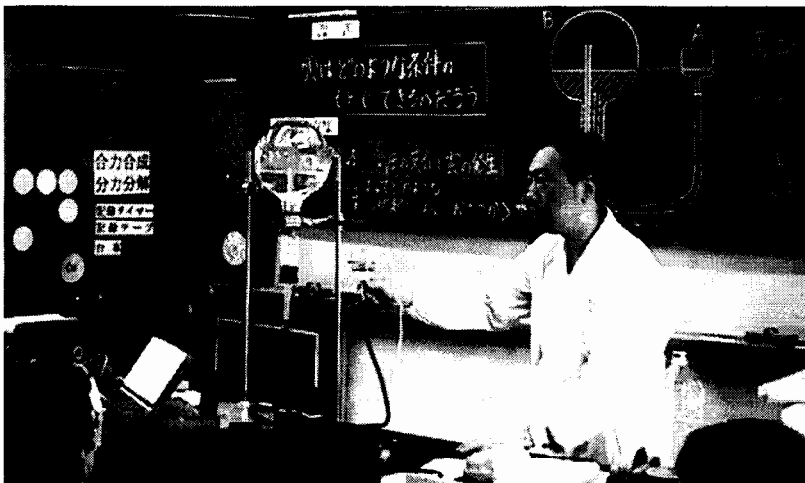
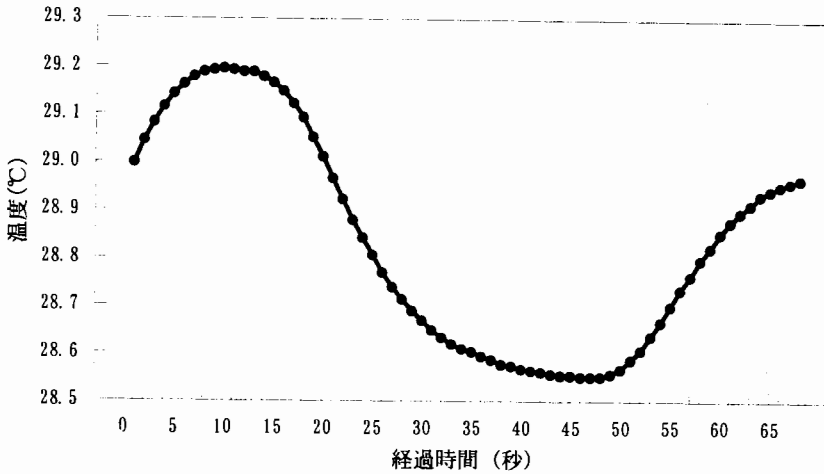
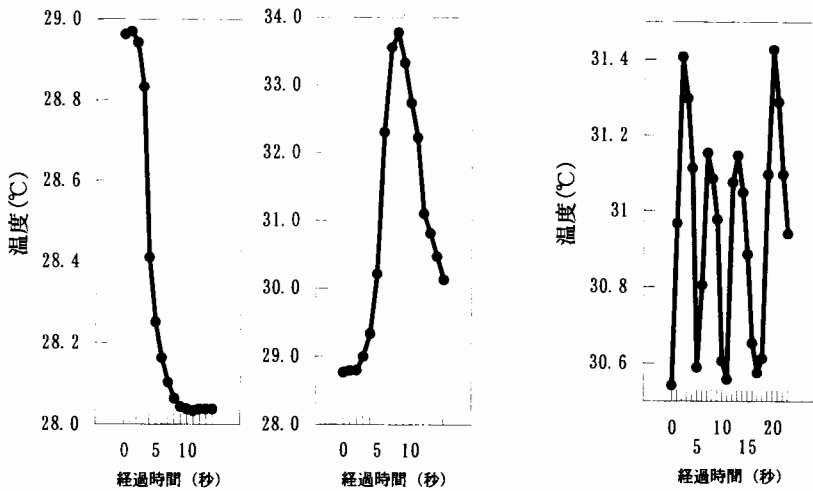


図8 雲を作る授業

ロートを下げて大型フラスコ内を減圧し、露点以下に気温を下げて雲を発生させている。



実験装置 I (大型フラスコ+大型ロート) の場合



注射器を引いたとき

注射器をpushしたとき

実験装置 III (ペットボトル) の場合

実験装置 II (フラスコ+注射器) の場合

図 9 実験装置 I~III による温度変化の測定例

組で行われた(図8参照)。実験装置 I による演示実験後の雲のでき方と露点の関係について理解させるために、演示実験を行った後で班別に実験 II を行う班と実験 III を行う班を分けて実験をさせ、結果を黒板に書かせてまとめを行った。A 組は演示実験の際にパソコンで温度表示をして直接にフラスコ内の温度変化を見せ、温度を直接読みながら、雲の発生と露点との関係を考えさせた。B 組はフラスコ内のようすと水面変化

を観察し、雲の発生からフラスコ内の温度が露点以下になったことを考えさせた。

そのときの温度変化を図9に示す。また、実験装置 II および III の温度変化も比較のために同図に示してある。実験装置 I は、緩やかな気圧変化と 1°C 以内の気温変化で、フラスコ内に雲が発生したことをクラス全員に提示することができた。実験装置 II は、体積変化や温度変化を班ごとに覚えて工夫しながら、はっき

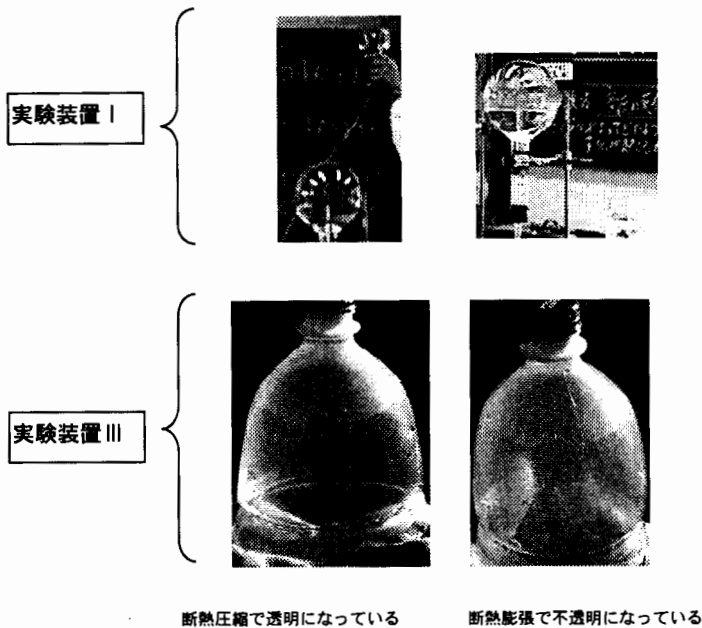


図 10 実験装置 I と実験装置 III で雲を発生させた例

左上はロートを上げてフラスコ内に水を導き、左下はペットボトルを圧縮して断熱圧縮によって温度を上げた場合である。右上はロートを上げてフラスコ内に水を導き、右下はペットボトルを圧縮して断熱圧縮によって温度を上げた場合である。右上はロートを下げてフラスコ内の水を抜き、右下は力を抜いて膨張させ、断熱膨張によって温度を下げた場合である。

りした雲の発生と消滅をややゆっくりしたペースで調べることができた。実験装置 III は、短時間に繰り返して圧力を加減して急激な雲の発生と消滅を見ることができた。

実験装置 I と実験装置 III の加圧と減圧の状態を図 10 に示す。左側は加圧された状態で断熱圧縮により温度が上昇し、フラスコとペットボトル内部が透明に近くなっている。右側は減圧状態で断熱膨張により温度が露点以下に下がり、雲が発生して内部が不透明になっている。雲を発生させる前後の変化を示した。

実験装置 III は寒冷前線に伴う雲や(雄大)積雲等の垂直に発達する雲をシミュレーションでき、実験装置 I は温暖前線に伴う雲や層雲のような横に広がる雲をシミュレーションできる。すなわち、これらの装置は上空での雲のでき方にヒントを与えてくれるものである。

各実験装置についてまとめると次のようになる。

実験装置 I: 従来からある実験装置 I を用いた実験では、雲ができたことによって内部の温度と露点の関係を推論させるものであった。筆者らの実験では逆に温度変化に注目させた。装置 I に温度表示システムを

組み合わせることによって、ゆったりとした微妙な温度変化を示しながら、内部変化を観察させることに主眼をおいたのである。

実験装置 II: 減圧・加圧用に注射器を使うことによって、緩やかな気圧変化に伴って変化する温度を細かく観察させた。この装置と温度表示システムの組み合わせは班別実験の規模に適しているので、間近で内部の温度変化と雲のでき方が観察可能である。

実験装置 III: ペットボトルを用いて減圧、加圧をすることは誰でも容易に考えることであるが、急激にボトルを押ししたり力を抜いたりしなければ内部に明瞭な変化は現れにくい。この特徴に注目して、ペットボトルに筆者らの温度表示システムを組み合わせることによって、前線通過時の急激な温度変化と一気に雲のできる様子を観察できる。これら 3 種類の装置を単独ではなく組み合わせることで、実際に起こるさまざまな気象変化と雲の発生と大気温度変化を結びつけることが、筆者らの意図したことであった。

そして授業終了時に、授業分析のために使用した事前予備調査用紙を回収した。用紙の概略を図 11 に示す。

7. 事前予備調査用紙の集計

著者らは、事前予備調査用紙を集計した。基礎データをロータスのワークシートで保存してあることを考慮し、Windows95用のLotus Approachを使用し、調査集計用紙のための画面を図12に示す、この

画面では、平成8年4月の事前予備調査と、雲の実験を行ったときの授業プリントとを連結するリレーショナルデータベースとして管理できる。データベースを操作してわかったことを次に列挙する。

- 4月の事前調査で、「雲は水蒸気の集まりである」と誤って考えていたのは86人中49人であり、それ

質問1 どんな(場所、しくみ、大気の状態、大気の変化、気象条件など)で雲ができるのか、あなたの知っている事を書きなさい。

【情報の整理】

これまでに学習してきたことや演示実験05の結果をもとにして、次の項目についてまとめなさい。

- (1) ロートAを上下させたときの、大型フラスコB内の気圧やようす、および温度は、どのように変化したのだろうか。また、フラスコ内のようすを露点との関係で考えるとどうなるのだろうか。

ロートAの上下	フラスコB内の気圧変化	フラスコB内のようす	フラスコB内の温度変化	フラスコB内のようすと露点の関係
ロートAを上げる				
ロートAを下げる				

- (2) 雲を作るためには気圧を変化させる以外にどのような条件が必要だろうか。

【課題の解決】

実験 06 一雲のできる条件一

<自分達で実験を計画して、どのようにすると雲ができるのか、

さらに、雲ができやすいのはどのような条件なのか確認してみよう>

準備

材料：水、線香の煙

器具：ペットボトル又は丸底フラスコと大型注射器（ゴム管、ゴム栓付き）、

線香、マッチ、燃えさし入れ

変化させる要素として、どのような事がかんがえられるのか。

目的 あなた達のグループで、何を確かめようとするのか記述しなさい。

操作手順 各グループの目的にそって手順を考えなさい。



実験装置の図

質問2 どのようにすると雲ができるのか、わかったことを書きなさい。また、

雲のできる理由についても書きなさい。

質問3 雲ができやすい条件について、わかったことを書きなさい。

図11 雲を作る授業のときに調査したアンケート用紙

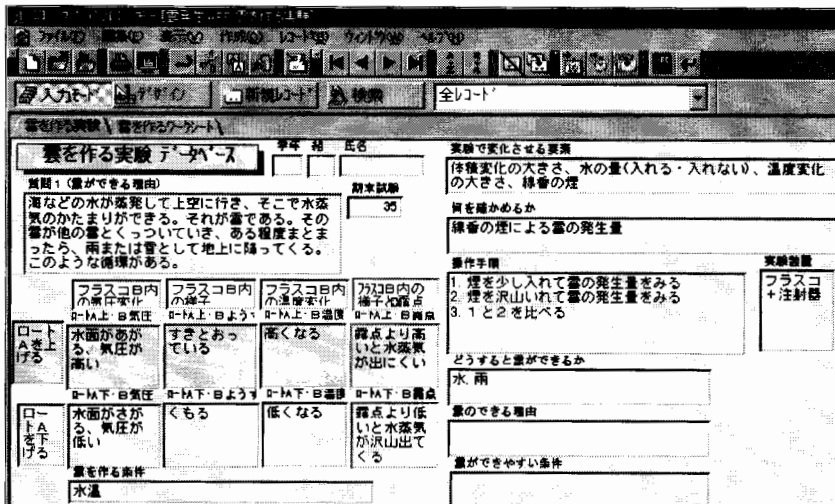


図12 雲を作る授業研究に用いたデータベースの画面

らの生徒が雲をどのように考えているかについては、「水蒸気の集まりまたは水蒸気のかたまり」と考えている生徒が最も多く、「水蒸気が上昇して冷却して雲となる」、「気体の水蒸気が水滴になり集まったもの」のような表現をした生徒も10人いた。この段階では、雲は水蒸気の集まりであるか水滴の集まりであるかを明確に区別して理解している生徒は多くなかった。「露点」という言葉を使って説明している生徒は5人いた。それらの生徒は「暖められた空気が上空に上がり、冷やされて露点以下になると水蒸気が水（氷のつぶ）になり雲になる。」のように、雲の発達形成に関して正しい概念をもっていた。

- ・実験IでフラスコBを減圧すると、中の温度が下がると答えたのは、パソコンで温度を明示しながら実験したクラスの26人であり、演示実験で温度を読めたクラスはフラスコB内の温度が下がったことを印象強く受け止めていた。
- ・フラスコB内は、「露点より温度が低くなるので余った水蒸気が水滴になる」など、「露点」という言葉を使って説明を試みた生徒は27人いた（温度をみせたクラスのA組16人、B組11人）。
- ・フラスコB内を減圧したときの様子について、「曇る」と答えた生徒は20人で（2年A組14人、2年B組6人）、フラスコB内の温度変化について「低下、下がる」と答えたのは7人（全員2年A組）であった。さらに、双方の条件を結合して、「曇って」なお温度が「低下、下がる」と答えたのは2年A組の4人であった。
- ・雲のできる理由について、「体積や気圧・圧力の変化」に注目したのは31人の生徒で、温度や露点に注目した生徒数が13人であった。実験IIとIIIによる班別実験で注射器やペットボトルを押したりしているので、雲のでき方に対する生徒たちの認識が、圧力に集中したのであろう。また、「線香の煙がないと雲ができない」のように「煙」に注目した生徒は15人、「水や水蒸気の量」15人で「露点や温度」に注目したのは3人となった。これらの結果から、「フラスコ内に水と線香の煙を入れて気圧を小さくすると雲ができる」という認識があることがわかる。
- ・質問3で挙げられた雲ができやすい条件では「気圧が低い」32人、「水分や水蒸気」14人、「温度や露点」9人、となり、圧力変化に対する印象が強く残

されたことを示している。

すなわち、従来の実験では、露点以下に温度が下がることが雲のできる原因であるという考えに到達することが短い実験時間では困難である。この点において、著者らが試みたような温度を示しながら雲を作る実験は、水蒸気が露点以下に冷えたときに雲が発生することを示すためには有効な手法となろう。安価なデジタル表示装置とノート型パソコンで可能となる温度表示は、雲の発生に関する基本概念を授業で扱うときに有効である。

8. 結 論

雲を考える時に必要な概念を次に示す。

- ・断熱冷却は、上昇空気塊の気圧低下による膨張に由来する冷却作用である。
- ・気温が露点に達すると、水蒸気は水滴となる。
- ・雲の主な二つの型は、層雲と積雲である。

雲に関する概念は、温度・露点・水蒸気と水滴の関係等が第一義であり、圧力が第二義である。そうすると、今までの授業および実験は、圧力に生徒の注目が集まりすぎるきらいがあったとも言える。

筆者らは雲を作る実験装置を改良し、温度センサーとリモートデジタル・マルチ・メーターを組み合わせることで温度変化を表示できるように工夫した装置を使って中学校第2学年の授業に使用した。実験装置内にセットされたセンサーで捉えた温度は、1秒おきにリモート・デジタル・マルチ・メーター経由でパソコンに温度データを送り、リアルタイムでパソコン画面に拡大文字で表示でき、なおかつ記録ファイルを残すことができた。温度が見えるようにして雲を発生させる実験をすると、温度が低下したときに雲が発生することを印象づけることができた。これにより、従来考えられていたよりも少ない1°Cくらいの温度変化で雲ができることが確認された。

また、異なる実験装置で作られる雲は、それぞれ異なるタイプの雲のでき方を表している。実験装置Iはゆっくり変化する層雲や温暖前線に伴う雲を、実験装置IIIは垂直方向に急激に発達する入道雲（雄大積雲）や寒冷前線に伴う雲をシミュレーションすることができる。複数の実験装置を用意して授業に臨むことは多様な授業展開を可能とする点、および、層雲型・積雲型の雲を実験により発生、観察することも可能とする点で意義が認められる。

参考文献

- 文部省(1989): 小学校学習指導要領.
 文部省(1989): 中学校学習指導要領.
 N. Ardley (1992): *The Science Book of Weather*, Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1-29.
 榊原保志・伊藤 武・石井寛子・北澤夏樹・田中栄司・坂野和久・平岩久幸(1997): 気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材の開発, *地学教育*, **50**, 121-125.
 S. Foresmann (1996): *Discover the Wonder, Grade 4, Module E, The Weather Report*, 1-80.
 山崎良雄・濱田浩美(1995): パソコン制御による自然環境データサンプリング, *千葉大学教育学部研究紀要*, **43**, 25-35.
 山崎良雄・坂本紹一(1997): 気象教材の改良と雲の発生の概念形成について, *千葉大学教育実践研究*, 第4号, 49-60.

山崎良雄・濱田浩美・坂本紹一: 雲の発生の概念形成について —気象教材の開発と授業実践— *地学教育* 51巻, 3号, 11-20, 1998

〔キーワード〕 雲, 水蒸気, 天気, 授業実践, 気象教材

〔要旨〕 気象現象を理解するには, 基礎的な知識の習得や大気中で起こる諸現象の学習が不可欠である。筆者らは, 中学校における大気中の水蒸気や雲に関する教材を吟味し, 授業に生かすための方策を研究した。3種類の加圧, 減圧装置と温度表示機能付きの温度変化記録装置を組み合わせて授業に使用した。その結果, 雲の発生と温度変化を強く生徒たちに印象づけることができた。

Yoshio YAMAZAKI, Hiromi HAMADA and Shoichi SAKAMOTO: A Concept Formation of an Occurrence of a Cloud—Development and Lesson Practice of Meteorological Teaching Materials—. *Educ. Earth Sci.*, **51**(3), 11-20, 1998

顕微鏡観察における場独立型-場依存型の 認知型の影響

三 崎 隆*

I. 研究の背景と研究目的

理科における観察は、自然事象に関する諸情報を、定性的・定量的・多角的・比較的に認知することから始まる。比較的情報選択に条件の制約のない自由な野外での観察の場合に、観察者自身のもつ情報の認知の仕方の違いの影響が表れてくることが知られている。

個人の情報の認知の仕方の違いは、認知型として教育心理学の分野で研究が進められてきた。辰野ら(1972)は、認知型を知覚運動型-概念型、場独立型-場依存型、柔軟型-固定型、衝動型-熟慮型、複雑型-単純型、分析型-非分析型、認知の好みの7つの型に集約している。この7つの型の認知型が理科の学習に対して影響を及ぼしていることが明らかにされている。(杉原, 1981; 佐賀県教育センター, 1981 など)

地層を対象とした観察の場合には、7種類の認知型の中でも場独立型-場依存型の影響が顕著であることが示されている(三崎ほか, 1990a; 1990b)。層理面がはっきりした砂岩泥岩互層のような地層を野外で観察する場合に、場依存的な認知型の生徒は、層理面などの影響を受け、全体が概観できる場面で観察できる対象物に着目する傾向が認められる。一方、場独立的な認知型の生徒は、層理面などにとらわれることなく観察することができ、部分的に観察できる場面で観察できる対象物に着目する傾向が認められるのである。

野外や室内での植物を対象とした観察においては、場独立型の認知型の生徒は、操作や五感を活用して、一つの植物の形態的特徴を集約的に(微視的に)観察する傾向がある。それに対して、場依存型の認知型の生徒は、日なた・日陰の環境に着目して植物を一般的に(巨視的に)観察する傾向がある(小川ほか, 1992)。

これらのことから、場独立型-場依存型の認知型の生徒の観察の特徴は、観察の場面においてごく一般的に表れる傾向と考えることができる。

しかし、これらの観察は、比較的条件制御の少ない広い空間における観察を主体としている。視野が一定の範囲に限定される顕微鏡観察のような場合に場独立型-場依存型の認知型が及ぼす影響に関しては明らかになっていない。

そこで、本研究では、視野が限定される顕微鏡観察における場独立型-場依存型の認知型の影響について明らかにすることを目的とする。

II. 研究方法

1. 対象者

中学校第3学年3クラス110名

2. 調査方法

(1) 場独立型-場依存型の調査

場独立型-場依存型の調査は、場独立型-場依存型の認知型を検出する代表的な検査である EFT (Embedded Figure Test) の中でも、杉原(1981)が日本人向けに改良した、6種類の検査を含む認知スタイル検査 (Conceptual Style Test) のうちの EFT (検査値 0~24) を使用した。EFT は、簡単な図形と、その図形が含まれた複雑な図形との2枚がセットになっており、簡単な図形を複雑な図形の中から探して、同じ形をなぞるものである。この組み合わせが24組あって、3分間で実施する。

本研究での EFT の調査は、平成8年5月~6月にかけて対象者全員に対して実施した。

(2) 顕微鏡観察の着目傾向の調査

a. 実施日時

平成9年3月5日~3月6日にかけて実施した。

b. 使用した岩石

本研究では、深成岩の薄片(花崗岩と閃緑岩とで合計20枚)を使用した。粒子が大きく、等粒状組織を呈しているため、顕微鏡観察に習熟していない生徒でも比較的観察しやすいと考えられるからである。また、粒子と粒子との境目が明瞭に認知できるからでもあ

表 1 分類できたカテゴリーとその記載例

鉱物の形

- 例) コロコロした形の鉱物がある。
- 例) 細長い結晶と丸い結晶とがある。
- 例) 長方形の形の粒もあるが、不規則な形の粒もある。

鉱物の色

- 例) 鉱物の色が白い。
- 例) 有色鉱物が含まれている。

鉱物の種類

- 例) 黒雲母があった。
- 例) 長石のような白い鉱物がある。

鉱物の大きさ

- 例) それぞれの鉱物の大きさが異なっている。
- 例) 真ん中の鉱物が大きく見えた。
- 例) 青や黒の粒はちょっと小さい。

鉱物の丸み

- 例) 粒が角ばっている。
- 例) 一つ一つが角ばっている。
- 例) すどい角がとがったものがあった。

鉱物表面の様子

- 例) きれいに割れている感じの粒である。
- 例) 粒一つ一つに、木炭にあるような“縦すじ”が入っている。
- 例) 結晶は全部同じ色をしているのではなく、すじが入っていたり色がうすかったり濃かったりしている。

岩石の種類

- 例) 花崗岩である。
- 例) 黒雲母花崗岩らしい。

成因

- 例) 深成岩である。
- 例) 地下深いところでできただろう。

材質

- 例) ガラス質の透き通ったものがある。
- 例) 薄いガラスが何枚も重なっているように見える。

偏光

- 例) 偏光板で光の当たり具合を調整すると鉱物の色が変化する。
- 例) 顕微鏡の上の部分回すと今まで青色に見えていた所がオレンジ色に変わった。

岩石全体の色

- 例) 見られる部分の半分以上が白いから、白い岩石である。
- 例) 岩石の色は全体的に薄い。

組織

- 例) 等粒状組織になっている。
- 例) 大きめの粒がすきまなく固まっていて、どうやら等粒状組織のようだ。

構造

- 例) 石の並び方がばらばらになっている。
- 例) 同じ色のものは、同じ方向を向いている。

全体の概観

- 例) 全体が鉱物でしきつめられている。
- 例) 全体にいろんな色がバラバラに組み合わさっている。
- 例) 結晶と結晶のつながり方は、きれいに直線で分かれているものや境目がぐによぐによなものあって、まちまちである。

割合、量

- 例) 岩石全体に占める白い鉱物の割合が非常に少ない。
- 例) どちらかというと白っぽい鉱物の方が入っている量が多かった。
- 例) 有色・無色鉱物の割合は5:5程度。

その他

- 例) 大変美しく、神秘的だと思いました。
- 例) このプレパラートはどうやって作るのかなあ。
- 例) ぼろぼろとくずれてきそう。

る。

なお、薄片は、市販されているものを使用した。被験者の一般的な着目傾向をとらえるためと、1枚1枚の薄片を均質に保って観察結果に質的な差が生じないようにするためである。

c. 具体的方法

前述した花崗岩か閃緑岩の薄片を予め簡易偏光顕微鏡にセットしておいたものを、器具数の関係で20セット準備した。それを、観察する薄片の岩石名が被験者にわからないようにして、無作為に抽出した20人の被験者に与えた。被験者には、その簡易偏光顕微鏡で、薄片を10分間自由に観察させながら、観察した事項を配付した白紙に自由に記述させた。

この後、被験者相互に観察の影響が出ないように、20人ずつ被験者を無作為に抽出し観察させた。すべての被験者が観察するまで、抽出と観察を繰り返した。

III. 分析方法

1. 場独立型-場依存型の調査

EFTの結果は、0~24までの25段階に振り分けられるが、検査値の低い被験者が場依存型にタイプ分けされ、検査値の高い被験者が場独立型としてタイプ分けされる。本研究では、三崎ら(1990b)に準拠し、被験者の調査結果から、EFTの検査値の平均値を求めて2分した。その平均値より高い検査値の被験者を場独立型、平均値より低い検査値の被験者を場依存型と

して、平均値は14.9であったので15以上の生徒は場独立型、14以下の生徒は場依存型となる。結果として、場独立型の認知型の被験者たち(以後、場独立型群)として62人、場依存型の認知型の被験者たち(以後、場依存型群)として48人を選別することができた。

2. 顕微鏡観察の着目傾向の調査

被験者の一つの記述内容を一つの観察事項として取り出し、その数を指摘数とした。次に、その一つ一つの観察事項を、類似した内容の記述のものに着目して集め、いくつかのカテゴリーを作って分類した。

そして、場独立型群と場依存型群について、両者の観察事項を比較検討した。

IV. 結果と考察

顕微鏡観察の着目傾向の調査の結果、一人当たりの平均指摘数は4.95であった。場独立型群の平均指摘数は5.02、場依存型群の平均指摘数は4.85であった。

表1は、生徒の観察事項をカテゴリーに分類したものの、およびそれぞれのカテゴリーに分類した観察事項の例である。場独立型群、場依存型群ともに、それぞれの観察事項を15のカテゴリーに分類することができた。いずれのカテゴリーにも分類できない観察事項は、その他としてまとめることができた。

場独立型群と場依存型群のそれぞれの被験者が、各カテゴリーに分類される内容の記述をした人数をカテゴリー別に集計した結果を表2に示す。なお、表中の

表2 場独立型群と場依存型群との比較

カテゴリー	場独立型群の指摘人数	場依存型群の指摘人数	出現確率
鉱物の形	20	10	0.202
鉱物の色	55	35	0.046*
鉱物の種類	22	13	0.412
鉱物の大きさ	34	22	0.442
鉱物の丸み	21	8	0.051
鉱物の表面の様子	20	11	0.296
岩石の種類	9	5	0.577
成因	5	7	0.359
材質	11	1	0.011*
偏光	15	9	0.642
岩石全体の色	9	10	0.450
組織	13	30	0.000*
構造	6	9	0.262
全体の概観	6	20	0.000*
割合、量	11	27	0.000*
その他	12	5	0.288

出現確率は、Fisherの直接確率計算によって算出したものである。また、5%の有意水準で統計的に差が見られたものに「*」を付けた。

鉱物の形、鉱物の色、鉱物の種類、鉱物の大きさ、鉱物の丸み、鉱物の表面の様子、岩石の種類、材質、偏光、その他のカテゴリーでは、場独立型群の方が指摘する人数が多く、成因、岩石全体の色、組織、構造、全体の概観、割合・量のカテゴリーでは、場依存型群の方が指摘する人数が多かった。

顕微鏡下の限定された視野の中での観察を行ったのであるが、今回の調査結果は、視野が限定されたとしても、自由な観察を促された場合には、限定された視野の中で一人一人がもっている認知の仕方の特徴が表出してくるということを示唆している。その際、鉱物粒子の比較的大きい深成岩を対象として観察を促したため、場依存型の認知型の生徒は、等粒状組織の形状の影響を受け、視野全体に着目する傾向が顕著に表れたものと考えられる。それに対して、場独立型の認知型の生徒は、それらの影響を受けずに、鉱物の形や表面の様子などに着目する傾向が表れたものと考えられる。

つまり、観察の視点が指定されない場合は、自由に得られる情報を認知する際の個人特性の影響が表れるものと考えられる。

以上のことから、場独立型群は、顕微鏡下の鉱物の特徴に着目する傾向があり、場依存型群は、顕微鏡の視野全体に見られる特徴に着目する傾向がある。限定された視野においても、場独立型-場依存型の認知型の影響が表れるものと考えられる。

V. 教育的意味

地学教材としての岩石薄片の顕微鏡観察は、その観察結果から岩石種の同定を行うのが一般的である。その同定を行うに当たっては、薄片を局所的に観察するだけであったり、あるいは概括的に観察するだけであったりするのは不十分である。薄片の各部分を詳細に観察しながらも岩石薄片全体を総括的に把握しなければならない。そのためには、全体を概観する視点と部分を詳細に観察する視点を身に付けておくことが求められる。

ところが、今回の調査結果から、中学3年生の生徒の中には、岩石薄片の顕微鏡観察を行う際に、鉱物等の部分から観察できる事項に着目する傾向をもつ生徒と、岩石薄片全体から観察できる事項に着目する傾向

をもつ生徒が存在することが明らかになった。この結果は、今回の岩石薄片の顕微鏡観察のように、取り扱い地学教材によっては、生徒一人一人の地学教材に対して着目する傾向が異なってくる場合があることを示唆している。このことは、中学3年生に対して岩石薄片の顕微鏡観察の指導を実際に実施する上で、観察の視点が習得できていないこれらの生徒の実態に対して十分な配慮を行わなければならないことを意味する結果であると考えられる。

岩石薄片の顕微鏡観察のような地学教材の指導を実際に実施するに当たっては、全員に一律に同じ指導を繰り返すことも重要であるが、生徒の観察の実態を把握した上で、それに応じた指導を加える手法も、よりいっそう教育効果を期待できる指導法の一つと考える。そのためには、今回の調査で明らかになったような、地学教材を観察する際に顕著に認められる、生徒の実態の傾向をさらに伸ばしていく指導法を試みるのが重要である。つまり、生徒のおおよその傾向の実態を十分に認識した上で、それぞれの特徴をもつ生徒が、より広い視点から、同じ視点からでもより専門的な観察が可能になるような指導を加えることが必要と考える。今後は、このような指導法がよりいっそう求められていくものと考えられる。

したがって、本研究は、地学教材の有効な指導法を構築し教育効果を期待する上で必要不可欠な、生徒の自然認識の実態を把握するための一つの有効な手法として位置付けることができると考えられる。

VI. 今後の課題

今後の課題として、生徒の実態を把握する有効な手法としての本研究の結果をより効果的に活用する指導法の開発と検証を計画したい。

具体的には、顕微鏡下の鉱物等から観察できる事項に着目する傾向が認められる場独立型の認知型の生徒には、薄片全体に着目できるようなアドバイスを与えることが求められるであろう。また、岩石薄片全体から観察できる事項に着目する傾向が認められる場依存型の認知型の生徒には、薄片の一つ一つの鉱物への着目を促すようなアドバイスを与えることが求められるであろう。このような観察の視点を広げることに加えて、本来生徒がもっている視点からの観察をより専門的にすることができるような指導を行うことができる指導法が効果的と考えられる。

文 献

- 三崎 隆・戸北凱惟(1990a): 写真による地層観察への認知型の影響, 科学教育研究, 14, 169-177.
- 三崎 隆・戸北凱惟(1990b): 地層観察への場独立型-場依存型の影響, 地学教育, 43, 9-12.
- 小川 普・西川 純・根本和成(1992), 野外観察での植物観察に見られる生徒の認知スタイル: 生物教育, 32, 125-130.
- 佐賀県教育センター(1981): 個の学習状態に応じた授業システムの開発—算数・中学校数学について—, 佐賀県教育センター研究紀要, 5(2), 77-110.
- 杉原一昭(1981): 認知スタイルの発達と認知スタイルと学力の関係, 鈴木 清ほか「児童・生徒の知的能力の構造との発達的变化に関する分析的研究」科学研究費総合研究 A 報告書所収, pp. 34-45.
- 辰野千寿・福沢周亮・沢田瑞也・上岡国夫・小林幸子・高木和子・伊瀬康子(1972): 認知型に関する教育心理学的研究, 教育心理学年報, 12, 63-97.

三崎 隆: 顕微鏡観察における場独立型-場依存型の認知型の影響 地学教育 51 巻 3 号, 21-25, 1998

〔キーワード〕 深成岩, 薄片, 顕微鏡観察, 場独立型-場依存型, 中学校

〔要旨〕 本研究では, 深成岩の薄片の顕微鏡観察における場独立型-場依存型の認知型の影響を調査した。調査方法は, 中学 3 年生 110 名を対象として, 10 分間自由に観察させて, その記述を分析した。その結果, 場独立型の認知型の生徒は, 顕微鏡下の鉱物等から観察できる事項に着目する傾向が認められ, 場依存型の認知型の生徒は, 岩石薄片全体から観察できる事項に着目する傾向が認められた。このことから, 視野が限定された状況における地学教材の観察においても, 観察の視点を指定しない場合, 一人一人の認知型の影響が表れると言える。

MISAKI Takashi: The Influence of Field Dependent-Field Independent in Cognitive Styles on Microscopic Observation. *Educ. Earth. Sci.*, 51(3), 21-25, 1998

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

平 朝彦ほか6名共著 岩波講座地球惑星科学 13
地球進化論 A5 523頁 1998年1月初版 5,300
円+税

筆者は、地球進化論という本を数冊読んだことがあるが、本書のように多方面から論じたものは初めてであり非常に興味深い内容であった。本書の「はじめに」の中で、「本書は世界でも初めての野心的な試みといえる。」と述べているが、筆者も以前に読んだ同名の本と比較すると、そう書いても過言ではないと思う。次に目次を示す。

はじめに

1. 地球システムの形成

(1) 地球システムの形成と初期進化 (2) 地球システムの形成に関する制約条件 (3) 地球システムの形成の素過程 (4) 地球システムの形成のシナリオ

2. 地球システムの変遷

(1) 地球進化論の形成と発展 (2) 地球進化のプロセス (3) 地球の冷却史がつくる地質時代境界 (4) 太古代—原生代境界 (5) 原生代—顕生代境界 (6) 生命と地球の共進化 (7) 地球進化における偶然と必然

3. 造山帯と大陸の成長

(1) 地球テクトニクス研究の最近の進歩 (2) マグマによる地殻の形成 (3) 上部大陸地殻を構成する地質帯 (4) 海洋地殻と海洋性島弧 (5) 太古代の地質帯 (6) 原生代の地質帯 (7) 顕生代の地質帯

(8) 大陸の成長

4. 火成作用の変遷と大陸地殻の進化

(1) 大陸地殻の地質記録 (2) 火成岩変遷の概観 (3) 大陸地殻の構造とテクトスフェア (4) クラトンの火成岩類 (5) コマチアイトとマントル温度の変遷 (6) 玄武岩の変遷 (7) 花崗岩の変遷 (8) 花崗岩の成因と大陸地殻の形成過程 (9) 大陸地殻成長モデル (10) 大陸地殻の成長とマントルダイナミクスの変遷

5. 大気海洋系の進化

(1) 地球環境の独自性 (2) 大気海洋の形成と地球の脱ガス史 (3) 大気進化と地球環境：暗い太陽のパラドックス (4) 二酸化炭素の減少と地球環境の安定性 (5) 生命の誕生と酸素の増大 (6) 物質循環と大気の進化 (7) 物質循環と海洋の進化

6. 地球環境と生物の進化

(1) 環境と生物 (2) 生命の発生と生物の進化 (3) 大絶滅と大進化 (4) 地球環境と生物 (5) 氷期—間氷期変動と生物 (6) 偶然の進化史

7. テクトニクスと地球環境の変遷

(1) 大陸の生長と地球環境：序論 (2) 大陸の成長・離合集散の歴史 (3) 地層に残された記録 (4) 地質時代の地球環境 (5) 顕生代のテクトニクスと地球環境 (6) 地球環境変遷史研究：これからの展望

索引

本書の大項目ごとの「まとめ」の標題文を参考のため以下に書いてみたい。

1 のまとめの標題文

・地球形成とほぼ同時に基本的層構造は形成された
・微惑星衝突は初期進化を駆動する重要な過程である
・原始大気には3つの極端な可能性がある
・原始地球は大規模な融解を経験した
・大規模融解がコア形成を駆動する

2 のまとめの標題文

・地球進化論の課題は地球システムの構成と相互作用の時間変化を明らかにすることである
・地球進化は地球の熱史である
・地球は孤独な天体ではない
・地球と生物は共進化してきた
・地球進化論は人類の未来にも関わる

3 のまとめと標題文

・地球は大陸地殻の星である
・大陸上部地殻を構成する地質帯は5つに分類できる
・大陸は造山運動によって成長してきた
・大陸の成長速度はよくわかっていない
・下部地殻は独自の歴史をもっている

4 のまとめの標題文

・太古代マントルは高温のため、プレートテクトニクス、ブルームテクトニクスの様式は顕生代のそれとことなっていた
・マントル対流のパターンの変化に伴い、地殻形成のテクトニクスが約25億年前後で大きく変化した

5 のまとめの標題文

・揮発生物質は地球内部からの脱ガスによってもたらされた
・大気海洋系の進化は物質循環によって規定されている
・二酸化炭素分圧は地球史を通じて減少してきた
・酸素濃度は約20億年前に急増したらしい
・海水組成は過去数億年間は現在と余り変わらなかった

6 のまとめと標題文

・地球環境は、地殻—海洋—大気—生物の各圏の相互作用によってつくられる
・生命の誕生と生物の飛躍的進化は環境変動の結果である
・種の多様化と種間共生が生物の環境適応を高め進化を育んだ
・生物は形態的適応により変動を克服し環境をつくりあげた

7 のまとめの標題文

・大陸の成長、離合集散と環境変動の歴史は関連している
・水惑星から大陸惑星への変貌が起こった
・白亜紀は先祖返りの時代であり、地球史前半と似た状況が出現した
・地質学的証拠と地球化学的な記録の向上が必要である
・地球の歴史の研究は、環境問題に対する方策の基礎である

以上のまとめに至る過程を、著者らの研究はもちろんのこと外国の研究者の論文も縦横に駆使して論述している。読者をして書中に引き入れることであろう。

(貫井 茂)

資料

教育機関における地学分野の研究活動状況の推移

—研究機関・社会教育施設が理科教育に果たす役割—

松尾 厚*

はじめに

教育機関における研究活動は、教育活動を根底で支える重要なものである。教科内容の専門的な研究に真剣に取り組んでいる教師の、児童生徒に与える直接間接の影響は大きい。ここでは小学校～高校の学校、および社会教育施設における地学分野の研究活動の状況を、20年間にわたって調査した。

その結果、社会教育施設においては研究活動は大幅に活発化しているが、学校ではかなり低下していることが明らかになった。この結果は学校地学教育の危機の一つと思われるのでここで報告する。あわせて、学校での研究活動の停滞が教育に与える影響を補償する意味からも、理科教育において社会教育施設や大学等の研究機関が果たすべき役割について言及する。

1. 資 料

研究活動状況の指標としては、1977年～1996年の日本地質学会学術大会(年1回)での講演数、および日本天文学会年会(春・秋、年2回)での講演数を用いた。具体的には、地質学会学術大会講演要旨(日本地質学会、1977～1996)、および天文学会年会講演予稿集(日本天文学会、1977～1996)から、学校(大学・短大・高専等を除く)と社会教育施設に所属する職員(以下教育関係者)の講演数を数えた。この間の教育関係者の講演数は、日本地質学会においては1,102件、日本天文学会では288件で、全講演数は地質学会が9,808件、天文学会は10,527件であった。また、この20年の間に、1年当たりの全講演数は、地質学会で約1.5倍、天文学会の場合は約2.7倍に増加している(1977～1979年の3年間の年平均講演数は、地質学会が383件、天文学会が296件で、1994～1996年の3年間では、地質学会が574件、天文学会が786件である)。

なお、ここで言う「社会教育施設」とは、博物館、

科学館、公共天文台など一般公衆を対象に教育を行っている機関で、法定の機関や教育委員会所属の施設に限ってはいない。また、「教育関係者の講演」とは、筆頭講演者に限らず、共同発表者の一員としての講演を含んでいる。

2. 結 果

地質学会における教育関係者の講演件数の変化を図1に、教育関係者の講演件数が全講演件数に占める割合の変化を図2に示す。また、天文学会における同様なグラフを図3,4に示す。図1～4で明らかのように、地質学会、天文学会ともに社会教育関係者の講演は、件数、割合ともに増加しているが、学校教育関係者の講演は、件数、割合とも減少傾向である。

少し仔細に見ると、地質学会については、学校教職員の講演件数は80年代半ばをピークに減少傾向にあ

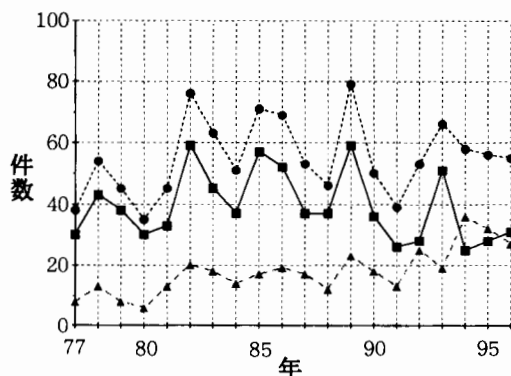


図1 日本地質学会における教育関係者の講演件数の推移

■: 小～高の学校教職員の講演件数, ▲: 社会教育施設職員の講演件数, ●: 学校教職員の講演件数と社会教育施設職員の講演件数の合計 (1講演に、学校教職員と社会教育施設職員の両者が関わっている場合は、1件として計数し重複計数を避けている; 以下の図2～4について同じ)。

* 山口県立山口博物館 1997年11月17日受付 1998年4月4日受理

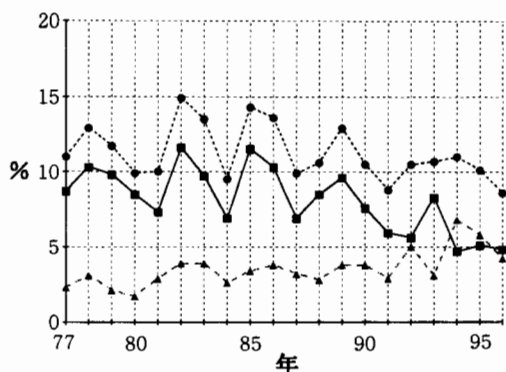


図2 日本地質学会における教育関係者の講演件数が全講演数に占める割合
記号の意味は図1に同じ。

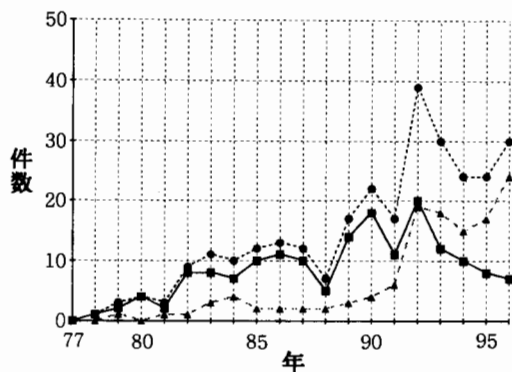


図3 日本天文学会における教育関係者の講演件数の推移
記号の意味は図1に同じ。

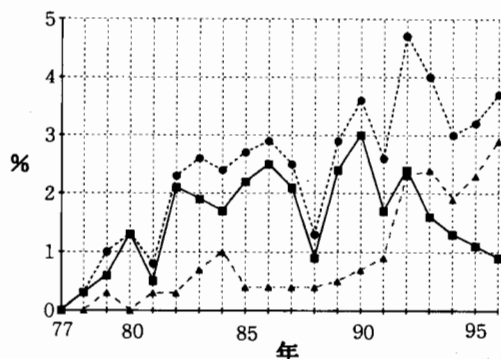


図4 日本天文学会における教育関係者の講演件数が全講演数に占める割合
記号の意味は図1に同じ。

り、96年にはピーク時の6割程度になっている(図1)。割合については、80年代初頭から減少を続け、96年には80年代初頭の5割近くになってきた(図2)。

天文学会においては、学校教育関係者の講演は、70年代終わりから件数・割合とも増加してきたが、92年をピークに減少を始めた(図3, 4)。天文分野では80年代から天文学を学べる大学が急増し(沢, 1993)、天文学を修めた卒業生も相当増えている。このことが80年代からの教育関係者の研究活動の増大につながったと考えられるが、教員採用数の減少などの理由により(3. 考察と結論参照)、その効果は学校には定着しなかったようである。

これに対して社会教育関係者の講演は、地質学会、天文学会の両方において、件数・割合とも順調に増加している。特に90年代初頭からの伸びが著しい。これは千葉県立中央博物館、兵庫県立西はりま天文台などをはじめとする研究機能も重視した、今までにあまり例のなかった社会教育施設が、次々に開設された効果が大いである。特に天文分野においては、90年代に入ってこれらの施設が急増している(松尾, 1996)。生涯学習の重要性が喧伝されて久しいが、やっと社会教育施設における人と物の充実が目に見えてきたと言える。

3. 考察と結論

以上見てきたように、社会教育施設での地学分野の研究活動は、年々活発化しているが、学校では90年前後から大きく減少を始めている。

教科の専門分野について深い知識を持ち、研究を継続している者は、教育においてもその対象者に与える影響は大きい。理科教育では、探究活動での驚きや科学研究の楽しさ・面白さを実感させることが大切だが(戎崎, 1996)、研究者はこれらのことを感動を持って伝えることができる。この点で、社会教育施設はマクロ的には順調に推移していると言ってよいが、学校現場の状況は心配である。何と言っても大量かつ系統的に教育を実施しているのは学校教育機関であり、特に中・高校生といった多感な時期に教育者から与えられる刺激が重要であることを考える時、この状況は地学教育の危機の一つと言える。

学校での研究活動の低下の原因としては、学校現場の多忙化、情操教育・生徒指導への傾注、地学教員の減少、特に児童・生徒数の減少に伴う若手教員の採用の急減などが考えられる。この傾向が将来も続くとするれば、生徒にダイナミックな科学研究の雰囲気を与え、理科学習への動機を与えるためには、何らかの場面で科学研究者に触れる機会をもたせることが必要と

なってくる。これが科学に関する有為な人材を育て、理科離れをくい止めることにもつながるであろう。

現在、大学の研究室公開や、夏休みを利用した体験入学などが進められているが、これらの制度をもっと拡充・利用するとともに、大学等の研究者が積極的に教育施設に出向き、授業・実験・講演などを実践することが求められる。このためには学校・社会教育施設の受け入れ体制の整備も重要である。

さらに、社会教育施設については、児童・生徒が研究者と交流できるような行事を企画したり（戎崎, 1997; 服部, 1997）、知識の展示・研究成果の展示にとどまらず、研究が正に行われている現場を提示するなどの工夫も必要となる。

また、学校現場においては、このように拡充しつつある社会教育施設や、大学・研究機関の公開行事などについて、それらを積極的に活用し、その利用を児童・生徒に呼びかけていく必要があろう。

謝 辞 日本地質学会学術大会講演要旨および日本天

文学会講演予稿集での調査にあたっては、山口大学西村祐二郎教授、広島大学内海和彦教授にお世話になった。また、理化学研究所戎崎俊一主任研究員には、研究者の教育へのかかわり方について、貴重なご意見をいただいた。ここに厚くお礼申し上げます。

文 献

- 戎崎俊一(1996): 宇宙をこの手に, 科学, 66, 591-593.
 戎崎俊一(1997): ユニバース, 天文月報, 90, 423-427.
 服部完治(1997): 宇宙を見せる—学校教育・社会教育—
 一般普及の連携—名古屋科学館の取り組み, 第11回天文教育研究会集録, 16-19.
 松尾 厚(1996): 天文社会教育施設の Academic Activity について, 第10回天文教育研究会集録, 36-39.
 日本地質学会(1977-1996): 日本地質学会学術大会講演要旨.
 日本天文学会(1977-1996): 日本天文学会講演予稿集.
 沢 武文(1993): 宇宙を学べる大学はこんなにある!, 第7回天文教育研究会集録, 70-75.

松尾 厚: 教育機関における地学分野の研究活動状況の推移—研究機関・社会教育施設が理科教育に果たす役割— 地学教育 51 巻, 3 号, 27-29, 1998

〔キーワード〕 教育と研究, 研究活動, 教育機関, 研究機関, 学校, 社会教育施設

〔要旨〕 学校および社会教育施設における地学分野の研究活動の状況を, 20 年間にわたって調査した。その結果, 社会教育施設では研究活動は大幅に活発化しているが, 小~高校の学校では低下していることが明らかになった。このことは学校地学教育の危機的状況の一つと思われる。この傾向が将来も続くとすれば, 社会教育施設や大学等の研究機関など, 学校以外のさまざまな場面で, 児童・生徒が科学研究者に触れる機会をもたせることが必要となる。

Atsushi MATSUO: Research Activity in Educational Facilities—The Roles of Research Institutions and Lifelong Educational Facilities in the Teaching of Science—. *Educ. Earth. Sci.*, 51(3), 27-29, 1998

再び理科融合の理念としての科学的パラダイムについて

—宮下氏の“討論”(51巻2号)に答えて—

林 慶 一

はじめに

まず、拙論(林, 1997: 科学的パラダイムに基づく総合化とその展開例. 地学教育, 50(5), p. 175-187)中のクーンの履歴に関する誤りを訂正させていただきます。この件に関しては、各方面からの御指摘をいただいております。適当な機会があればと思っておりましたので、この場をお借りして、179ページ左段の24~26行の文を「…は、アメリカ合衆国の科学史家で…T. クーンに始まる。」と下線部のように訂正させていただきます。

さて、宮下氏への回答を一言で言うならば、氏が問題点だとおっしゃっている内容は、私の主張や学会の状況を誤解されているためのもので、本質的なものではありません。したがって、これらの誤解を解けば意見の相違はほとんどなくなると思いますので、ここではこれらの一つ一つについて説明させていただきたいと思います。

1. 宮下氏の「2. どのパラダイムを教材化すべきか」に答えて

宮下氏のこの部分の中身は、大半がクーンの「科学革命の構造」を解説するために割かれており、パラダイムを軸として融合理科の内容を構成しようというという私の提案にむしろ積極的に賛成していただけているように思われます。その上で、「問題点」として述べられている記述が3箇所ほどあります。

まず1つ目は、林(1997)が従来何かと難点の多かった物・化・生・地の融合に、新しく科学的パラダイムを用いる方法を提案したのに対して、自然科学者が用いるパラダイムの中で、学校や子供にとっての有用性や学ぶ価値という観点から、取捨選択をしなければならないという旨のことを述べておられる点です。私としては、パラダイムの取捨選択の必要性は当然のことだったのでわざわざ書かなかったわけですが、このことで「パラダイムなら何でもかまわず教育に持

ちこもう」と私が主張していると宮下氏が誤解されたようです。相対論が物理学の重要なパラダイムではあっても、高校理科のパラダイムにできないことは明らかであり、パラダイムの取捨選択は当然のことです。むしろその先の議論として、どのようなパラダイムならば小・中・高の理科教育の中で有効に使えるのかを具体的に示すこと、つまり取捨選択の結果を示すことのほうが大切だと私は考えました。そこで、拙論では具体的に「進化」がその一つとして使えるということを、展開例も添えて示したわけです。したがって、宮下氏の御指摘の内容は拙論の中に含まれていますが、拙論はさらにその先までを議論しているのだということをお理解いただきたいと思います。

2つ目は、総合化に用いるパラダイムとしては最新のパラダイムであるべきだ、しかしパラダイムの転換の歴史から見ても将来も転換される可能性があることも押さえておく必要があるという拙論の主張に対するものです。宮下氏は「パラダイムとして次世代に伝えるべきものは、現状で我々が確実に「真理」であると考えられるものが選択されるべきであろう」と述べて異論を唱えておられます。しかし、パラダイムや科学理論を「真理」として考える研究者は現在ではほとんどいないのではないのでしょうか。そこで拙論では、現時点で「真理」に最も肉迫しているパラダイムということで、最新のパラダイムという表現を使いました。宮下氏のおっしゃるように教えるパラダイムが『確実に「真理」である』とすると、パラダイムの転換が起こったとき困ってしまいますので、やはり私の表現の方がよいように思います。しかし、これは多分に表現の問題で、本質的な意見の違いではないと思います。

3つ目の問題だとおっしゃっている内容は、「今、理科教育に問われていることは、…どのようなパラダイムを教えるべきかということなのであるが、林(1997)はパラダイムだから教えるべきだと主張するのみでこの問題に答えていないのである」という箇所です。この文章から判断させていただく限り、宮下氏は理科教

育関係者の間ですでにパラダイムで総合化をはかろうとすることは共通認識ができていくように錯覚されているようですが、これはどうでしょうか。これがもし本当だとすると、拙論以前にパラダイムに基づいて融合をはかるといふ主張がすでに出されていて、それに基づいた議論がなされ、広く受け入れられてもいるということになってしまいます。理科教育・科学教育の学会はたくさんありますので、私自身が直接すべての学会誌をもちきり調べたというわけではありませんが、主なものにはきちんと目を通しましたし、理科教育・科学教育のほとんどの学会から代表が参加している日本学術会議の科学教育研連でもこの内容を新しい考え方として発表して、同類の見解が他ですすでに出ているかどうかを探る機会もありました。しかし、その結果は、どの学会の方々にも新しい提案として受け止められました。したがって、「今、理科教育に問われていることは、…どのようなパラダイムを教えるべきかということなのであるが、」という学会の現状認識は誤っており、それに基づく私に対する批判も意味をなさないことになります。

2. 宮下氏の「3. 展開例について」に答えて

ここでは、拙論の「展開例」に対して2つの批判が述べられています。一つは拙論の展開例ではパラダイムを獲得できないというものであり、もう一つは展開例の構成が混合物の一例だということです。しかし、いずれも拙論の展開例を十分御理解いただいていないことによるものです。したがって、再度拙論の内容を説明させていただいて、誤解を解きたいと思います。

まず、拙論の展開例ではパラダイムを獲得できないという御批判については、氏が拙論の展開例を「略述」として書かれている内容を見ると、展開例の基軸になる内容を御理解いただいていないことが原因であるように思われます。氏は、私が「北米大陸におけるウマの進化とそれを起こした地球のダイナミックな変動を融合的に取り上げて、『進化』のパラダイムの展開例を示した(林, 1997の要旨)」のを、単なる「ウマの進化の授業プラン」と紹介されており、そもそもの視点が違うようです。このため、拙論の内容を「略述」した10項目の内容は、私が意図していることとは大きく異なったものとなっております。

少し具体的に話しますと、氏は「略述」の3)でヒラコテリウムのからだの大きさについて「中型犬程度」としか書かれておらず、私が意味もなく大きさだけを

教えようとしているようにとらえておられますが、これは実際の展開とは大きくかけ離れております。拙論では、中型犬というのは単に大きさをイメージしやすくするための例えにしか過ぎず、重要なのは「森林では繁みの間を動き回するには体は小さい方が適して」という大きさのもつ意味であり、後の「草原では隠れる場所がありませんから、肉食獣から逃げるためにはより速く走って逃げるしか方法がありません。そのためには足が長くなる方がいいですし、足だけとはいきませんから体も大きくなります」という進化の話の伏線にもなっているのです。

また、同じく「略述」3)にはヒラコテリウムの指に関して「4本の指がある」としか書かれておらず、私が断片的な事実のみを生徒に押し付けようとしていると受け止められているようです。しかし、拙論で展開されているのは4本指の意味がどういう意味を持っているかということであり、それは「小回りが効く動きをするためには指がある足の方が便利」だからであり、後で「こうした重くなった体重を支え、また、速く走るために強く地面をけるためにも数が多くても1本1本が細い指では、骨折しやすく力も入りませんから、中指だけを太く頑丈にしていたのでしょう」という進化の描写につながっているのです。このような機能的な解釈や時系列的なつながりが進化のパラダイムの獲得に重要なので、これらを見落としておられるためにパラダイムが獲得できないのだと判断されたのだと思います。

次いで、氏は御自身の「略述」に基づいて、私の展開例で受講者が獲得できるパラダイムを列挙されていますが、「略述」そのものが上記のように私の意図するものとは異なっているため、獲得できるア～エの4つのパラダイムも私の意図したものとは大きく異なるものになってしまっています。これについても具体的に指摘したほうがよいと思いますのでアを例に説明します。氏は私の展開例ではウマの形態的進化に関しては「ウマは、進化して足や歯の形が変わった」というパラダイムしか分らなかったとしていますが、これでは肝心の進化の中身がありません。「進化」のパラダイムの展開では「形が変わった」という皮相的な理解を目標としてはおりません。「変化」の多様な実態、すなわち「中指だけが大きく頑丈になっていく一方で、その他の指は小さくなりついに消滅していく」という例で示した「発達」と「退化」、360°回転できる半球状の関節からコンパスのような1方向への動きに都合

のよい関節への例で示した運動機能の変化に対応した「形状の変化」、臼歯の磨耗に対する強度を高めるためのエナメル質の「複雑化」などの「変化」の驚くべき多様さを理解することを目標としているのです。

また、ここでは単にウマの進化を学習しているのではなく、「進化」というパラダイムの一部を構成する形態の変化に関する例としてウマの進化を用いているのであり、それを通して他の多くの生物の進化を考える上で広く適用できる理論を学習しているのです。宮下氏は私が多様な生物の中でウマだけを取り上げてその進化を理解させようとしていると誤解されているために、「この教材を、進化学一般で使えるパラダイムとして拡張するためだけでも、ウマのみではなく、クジラはどうか？、ゾウはどうか？、などの吟味をした上で、ヒトについてはどうかという予測ができる段階まで、科学的な一般法則として使えるのに必要な順序で事例が提示されていなければならぬであろう」と述べて、他の多くの生物の事例も扱わないとパラダイムの獲得はできないとされています。しかし、高等学校の初歩的な科目としてはこのようなことは不可能であるだけでなく、古生物学者の育成をめざす大学・大学院でも進化の講義は分類群を網羅するような形では行われてはいません。それぞれの教官が専門とする分類群の例を詳しく聞くことで、進化のパラダイムと呼べそうなものに迫ることができ、それを身につけ、次はそれを手がかりとして他の分類群についても文献などで勉強して進化への理解を深めていくということのようです。さらにヒトについての進化の予測ができる段階までといわれると、そのようなことは可能なのでしょうか？ また科学的な一般法則として使えると言うのは、そのようなものがあるのでしょうか？

また、拙論の展開例がウマ以外のものを扱っていないことや一般的な科学法則として獲得できるものになっていないので、「この教材は林(1997)が言うようにレベルが高いものではない」と言うのも趣旨を取り違えていらっしゃるようです。私は、この展開例が高校生には難しすぎるという意味でレベルが高いと批判されることを懸念していると申し上げているのであって、自分の教材がレベルが高いなどと傲慢なこと言っておりません。

2つ目の批判は、「ウマの進化の話の枝葉として、プ

レートテクトニクスや造山、フェーン現象を配列してみても、それぞれの事象の混合物を、一つの事例として配列したと言う意味しか出てこない」と述べておられる部分です。しかし、林(1997)の図3でパラダイムを構成するのに不可欠な内容として示したものでを枝葉と言うのはいかがでしょうか。これらを枝葉と称することは、ウマの進化を図3の右の化石の形態だけから考えるということになり、定向進化説の時代への逆戻りを意味します。一方、このパラダイムから見れば発展的なもので、学校段階や時間数、生徒の実態、他の科目の履修状況などに合わせて取捨選択できる内容も図3では区別して示してあります。こちらについては、枝葉と言う表現の適否はともかく、発展的内容であるという意味でならそうおっしゃっても構いません。しかし、これらについてもつながりを明確にして配列しており、種類も配列もはっきりしているという意味では、氏がおっしゃるような混合物ではありません。

おわりに

宮下氏は彼自身の「おわりに」で、拙論の内容というよりは、学会活動に関して奇妙なことを述べておられます。「(林)氏らグループ及び研究協力者には、常務委員を含む地学教育学会を主導する方たちが含まれている。地学教育の将来を策定するの当たっては、こうしたトップダウンのような形で方向を提示するのではなく、…」という部分です。これは、私を含むグループが地学教育学会を都合のよいように運営しているかのような話で、他の会員に誤解されると困ります。地学教育学会で私がトップダウン方式で自説を展開したことなど一度もないことは明言しておきたいと思ひますし、実際、氏はどのような場面で私がそのようなことを行ったかという証拠も挙げてはられません。できれば、公正な立場からどなたかに実際のところを話していただければと思っております。

(宮下氏の書かれているような事実はなかったことを、当時の常務委員長として証明します。

前常務委員長 小川忠彦)

~~~~~

本の紹介

~~~~~

福江 純著 SF天文学入門(上) 太陽系・星・ブラックホール B6 178項 本体 1442円

SF天文学入門(下) ダークマター・宇宙論・地球 B6 208項 本体 1545円 裳華房

著者は、大阪教育大の助教授で相対論的宇宙流体物理学を専門としている理論天文学者である。熱心な天文教育活動でも知られており、普及書も数多く、内容も多岐にわたっている。一方で、ハードSF研究所にも籍を置いており、活発に活動されているが、そのアニメ好きとSF好きは業界で知らない人がいないほどである。

その福江 純先生の長きにわたるSF歴と天文教育活動、現代天文学の魅力が凝縮されたのがこの「SF天文学入門(上・下)」である。人間の空想の極致「SF」と、現実の宇宙。読み進むうちに、現実が起こっている天文現象の方が奇想天外に思えてくるから不思議である。

上巻の内容は、近未来の宇宙開発計画や太陽系の最新の話、星の一生やブラックホールなど、おもに銀河系内の話題が取り上げられている。この現代天文学最前線の話、SFをネタにおもしろおかしく解説していこうというのがこの本の試みである。

本書の内容は、7章のトピックに分かれている。

- 1章 アースライト —みんなで月へいこう—
- 2章 ソーラーシステム —最近の太陽系事情—
- 3章 スターチャイルド —我ら星の子—
- 4章 デススター —死せる星—
- 5章 インタルド —マイクロブラックホールシンドローム—
- 6章 ブラックフェニックス —蘇る終末星—
- 7章 トロイド —特異星SS433—

これらの内のいくつかの章について、簡単に紹介しよう。

第1章「アースライト」(地球光:地球上における月光(ムーンライト)に対応して、月面上における地球の照り返しのこと)では、超傑作SFラブコメマンガ「私を月まで連れてって」(竹宮恵子)と本格SF「地球光」(アーサー・C・クラーク)を題材として、日本の宇宙開発(特に月)が解説されている。宇宙開発事業団のシナリオによると、まず1995~2010年頃にかけて、無人探査や無人実験、そしてロボットによる月へ

の有人基地建設を行う(フェーズI)。次に2010~2025年頃は、2週間続く月の昼間のみ短期滞在する(フェーズII)。さらに2025~2040年頃には、いまの南極の昭和基地のように、少人数常駐体制にもっていく(フェーズIII)。そして2040年以降は、基地拡張のフェーズIVに入るそうである。我々の生きているうちに実現しそうな計画であり、技術的な裏づけもしっかり説明されている。特に、天文に興味のある読者にとっては、月面上に建設された巨大な光学・電波望遠鏡群を思い浮かべるだけでも夢が広がることだろう。

第2章「ソーラーシステム」は太陽系全般の話題である。「美少女戦士セーラームーン」(竹宮直子)を導入として、太陽系全惑星の最近の話題について解説している。

「月」については、誰もが感じる素朴な疑問、「月がいつも同じ面を地球に向けている理由」について、なぜ公転周期と自転周期が等しくなるのかわかりやすく解説している。また、月の起源について、最近有力視されている「ジャイアント・インパクト説」(原始地球に火星サイズの微惑星が斜めに衝突し、その際地球からはぎ取られた物質が月を構成したという説)についての説明もわかりやすい。

第3章「スターチャイルド」では恒星の世界へ話がうつる。暗黒星雲から生まれた星が、再びガスに帰るという宇宙の輪廻転生について駆け足で解説していく。その間で紹介される数々のSF小説の中に、定常宇宙論や恒星の元素合成で超有名なフレッド・ホイルが書いたSF「暗黒星雲」がある。研究者として偉大な業績を上げているホイルが、実はSF作家でもあったという事実に驚く読者も多いのではないだろうか?

第5章「インタルド」では、マイクロブラックホールと呼ばれる興味深い天体を取り上げられている。天体物理学者のウィーラーが書いたSF「ブラックホールを破壊せよ」は、人工的に作り出した、シュバルツシルト半径が原子核1個分くらいしかない極小粒のブラックホールが、事故で地球内部に潜り込んでしまい、死と破壊を振りまきながら地球内部を往復運動して、大騒ぎになるという内容である。では、実際にそのような事態が生じたらどうなるだろうか?地球はマイクロブラックホールに食い尽くされてしまうのだろうか? もしそうならばそのタイムスケール

は？ このような疑問に実際の理論計算を用いて著者が答えている。数値計算の結果も表示してあって興味深い。

ここで紹介できたのはほんの一部であるが、全体的にブラックホールや降着円盤について詳しく説明されている。また、多くの優れたSF（マンガ・アニメ）が本文中や参考文献中で紹介されているので、それらの本を読んでみるのも面白いと思う。

下巻では、銀河中心の巨大ブラックホールやダークマターから、重力レンズ現象や宇宙論など、わりとスケールの大きな話題、そして地球自身の問題が取り上げられている。

本書の構成は、以下の通りである。

- 1章 ギンヌンガ・ギャップ —超巨大ブラックホール—
- 2章 ダークマッショマン —暗黒物質の正体—
- 3章 ジェットセット —宇宙ジェット現象—
- 4章 インタルード —高度宇宙文明の形態—
- 5章 コズミックミラージュ —重力レンズ—
- 6章 ウロボロスサーペント —閉じる円環—
- 7章 ガイア —地球への帰還—

これらの内、いくつかの章について紹介しよう。

第2章は、ダークマターの話題である。ダークマターとは、現時点で観測可能な天体の総質量では銀河回転を説明できないことから導入された暗黒物質のことで、大別して2つの候補が考えられている。

1. MACHO (MAssive Compact Halo Objects)
 2. WIMP (Weakly Interacting Massive Particles)
- マッショとは、重たくて(Massive)、コンパクトな(Compact)、ハロ領域にある(Halo)、天体(Objects)のことで、候補天体は、質量が小さすぎて星として光れなかった褐色矮星や、ブラックホール、中性子星などが挙げられている。ウィンプとは、他の物質とほとんど相互作用しない(Weakly Interacting)、質量をもった(Massive)、素粒子(Particles)のことで、候補は、アクシオン、ニュートリノ、モノポールなどが挙げられている。WIMPについては観測の決め手はなさそうだが、MACHOに関しては、重力レンズを用いた観測についての描写と説明があり、数年前のMACHO発見のニュースが思い出される。

第3章では、最近注目を集めている、宇宙ジェット(中心の天体から、それを挟んで双方向に吹き出す細

く絞られたガス(プラズマ)の流れ)という新しいタイプの現象を紹介している。クエーサーや活動銀河核から吹き出すジェット、我々の銀河系の中心部で観測されているジェット、原始星から吹き出すジェットなど、いろいろなジェット現象が紹介されていて、宇宙ジェットがかなり普遍的な宇宙現象であることがわかる。また、反物質ジェットなど、数年前に見つかったばかりのジェットについての解説もあり興味深い。

第4章「インタルード」では、その筋ではとても有名な「ダイソン球」が登場する。ダイソン球とは、物理学者フリーマン・ダイソンが提案した構造体で、地球軌道規模の半径をもつ球殻で太陽をすっぽり覆い、いままで宇宙空間へ逃げていた太陽エネルギーを漏れなく利用しようというものである。降着円盤(ブラックホールや中性子星をはじめとするコンパクト星にガスが流れ込むときに形成される高温のガス円盤のこと)の物理を詳しく研究されている著者はこの章で、降着円盤の周辺に「ダイソン構造体」を配置したダイソン円盤を提案しており、これが非常に面白い。降着円盤の上空に巨大な(太陽電池などでできた)円盤を浮かべるのであるが、何もしなければこの円盤は、円盤中心部のコンパクト星の重力に引かれて降着円盤上に落ちてしまうと考えるのがふつうである。しかし、この理論によると、ダイソン円盤は降着円盤からの強烈な電磁放射圧と重力が釣り合う領域でプカプカ浮遊するというのである。著者はこの構造体を浮遊プラットフォーム〈フォトンフローター〉と名付けているが、詳しいところは是非本書を読んで楽しんでいただきたい。

福江先生の語り口は、科学の堅苦しさを微塵も感じさせず、読む人に笑いと感動を与えるものである。私自身、数年前初めて福江先生の本に出会ったとき、その型破りで斬新な内容に感嘆した記憶がある。文中で縦横無尽に発揮されているように、その型にはまらない自由な発想と、奔放な文章は、科学の楽しさを万人に伝えてくれる。大人も子供も、そして普段はEarth Scienceをやっているひとも、この機会に遙かな宇宙へ眼を向けてみてはいかがだろうか？ きっと新たな概念の転換の心地良さを感じることができるはずである。そのための最適のナビゲーターとして本書を推薦したい。(東京学芸大学天文学研究室 神鳥・水野)

お 知 ら せ

第7回地学教育セミナー「気候変動」

共催：日本地質学会・地学団体研究会・日本地学教育学会

第7回を迎えました本年の地学教育セミナーは、「気候変動」をテーマに下記の要領で開催いたします。大雪や干ばつなどの異常気象が報道されることが多くなり、また地球温暖化京都会議が先ほど開催されるなど、「気候変動」への関心が高まっています。歴史時代の気候変動・エルニーニョ・地球温暖化等「気候変動」を多面的に学べる絶好の機会と思います。

記

期 日：平成10(1998)年6月14日(日) 10:00~16:00

場 所：学習院百周年記念館(東京都豊島区目白) JR 目白駅下車5分

参加費：1,000円(資料代を含みます)

セミナーに関する図書の販売も予定しております。是非、ご参加ください。

京都教育大学教官の公募について

1. 講座名：理科教育
2. 担当分野：理科教育
3. 職名及び人員：助教授1名
4. 担当授業：教育学部：理科教育法(初等および中等)、理科教育演習、理科教材論実験、小学校教科専門理科(分担)、生活科教育(分担)等
大学院教育学研究科修士課程：理科教育特論、理科教育特別演習、理科教材特別研究(分担)等
5. 任用予定日：平成11年4月1日
6. 応募資格
 - 1) 年 齢：40歳前後以下
 - 2) 学位等：修士の学位を有する人、またはそれと同等以上の業績を有する人
 - 3) その他：生物学をバックグラウンドにする人を除く
7. 応募期限 平成10年8月14日(金)必着
8. 応募書類 (1) 履歴書(自筆の署名・押印)
(2) 教育・研究業績等一覧
(3) 教育・研究歴及び赴任後の抱負(2000字程度)
(4) 主要著書、論文等の別刷(コピー可)10編以内
(5) 本人について意見を述べる人(2人)の氏名、所属、連絡先
9. 提出先 〒612-0863 京都市伏見区深草藤森町1番地
京都教育大学 庶務課 人事係
(封筒に「理科教育教官応募書類在中」と朱書きし、簡易書留で送付して下さい)
10. 問い合わせ先 京都教育大学 庶務課 人事係(電話：075-644-8109)
11. その他 審査の状況により、面接や追加書類の提出を願うことがあります。

第32回夏季大学「新しい気象学」

主催：社団法人 日本気象学会

後援（依頼中）：気象庁，日本地学教育学会，（財）日本気象協会，（財）気象業務支援センター

目的：最近の気象学を反映した普及・啓蒙

期日：平成10年8月5日（水）～8月7日（金）

場所：東京大学山上会館（本郷キャンパス内）

対象者：中・高校生・教育及び一般気象愛好者

日程：

8月5日（水）

10:30～12:00 地上・高層の気象観測

鈴木宣直（徳島地方気象台）

要旨：地表面から上空50kmまでの大気の状態，変化を直換その場で観測する手法について，使用される気象観測器を中心に基礎的な事項から日本国内における最新の状況までを紹介する。

13:30～15:00 気象衛星

隈部良司（気象衛星センター・解析課）

要旨：気象観測を目的とした衛星について，何をどのように観測するのか概要を示すとともに，日本の気象衛星「ひまわり」による観測の歴史と来年打ち上げられる次世代衛星の新しい機能を紹介する。

15:15～16:45 レーダーとそのデータの利用

鈴木修（気象研究所・気象衛星・観測システム研究部）

要旨：ドップラーレーダーを中心としてレーダーの原理と気象現象への研究のおよび実用的なレーダーの利用について紹介する。

8月6日（木）

10:30～12:00 GPS（全球測位システム）を利用した大気の観測

萬納寺信崇（気象庁・数値予報課）

要旨：GPSはもともと受信機の位置を精密に決定するためのシステムである。国土地理院のGPS観測網や衛星搭載のGPS受信機によって，大気の水蒸気や温度が観測できることを紹介する。

13:30～15:00 航空機観測と航空気象

吉野勝美（全日空・オペレーション管理部）

要旨：航空機観測は，飛行障害現象を的確に監視予測し運航の安全を確保するための重要な手段である。ジェット気流や積乱雲の観測事例等を交え，航空機観測全般について解説する。

15:15～16:45 最近の気象観測をめぐる情勢

上窪哲郎（気象庁・観測課）

要旨：気象観測をめぐる情勢は，近年大きく変わりつつある。ここでは，近年，世界の気象機関で導入されはじめた新しい観測等を紹介する。

8月7日（金）

13:30～15:30 見学 Aコース：つくば市 高層気象台 & 気象研究所 Bコース：清瀬市 気象衛星センター & 気象庁予報部システム運用室

シンポジウムのテーマ：「インターネットを使った天文教育の最前線」

主催：みさと国際シンポジウム 1998 実行委員会
(みさと天文台と理化学研究所の共催を予定)

開催日：1998 年 6 月 27 日-28 日

開催地：和歌山県美里町

後援 (今後増える予定)：日本ハンズオンユニバース協会 (JAHOU), 和歌山県美里町, 和歌山県教育委員会,
日本天文学会, 日本地学教育学会, 天文教育普及研究会 (申請中)

近年, インターネットの利用によって, 天文教育は大きく変わろうとしています。例えば, ハッブル宇宙望遠鏡の最新成果画像をいち早く教室から見ることができます。また, いくつかの研究用の望遠鏡がインターネットを通して高校生たちに公開されてきています。

和歌山県美里町立みさと天文台でも, 1995 年の開台以来, コンピュータネットワークを使った天文普及活動に積極的に取り組んできました。いままでの取り組みとして, 月食, 日食, 土星環の消失などの天文現象を, インターネット上にライブ中継を行ったり, 昨年は, インターネットを使って, 全国各地の小中高校生がみさと天文台の望遠鏡を遠隔操作することにも成功しました。これらの活動は国内にとどまらず, アメリカをはじめ海外の天文教育者との連携も深めてきました。このような活動の一環として, 今年 6 月, みさと天文台のある和歌山県美里町で, インターネットを使って精力的に新しい天文教育に取り組んでいるアメリカの団体 "Hands-On Unifers" の 3 回目の国際会議が開かれることになりました。

そこで, この "Hands-On Unifers" の会合に先立ち, 下記のような国際シンポジウムを行うことにいたしました。このシンポジウムでは, 世界各国で実践されている先進的な取り組みについて議論し, 新たな国際協力を促進させたいと考えています。

天文教育に携わっている多くの皆さんの参加を歓迎いたします。

◇問い合わせ：E-mail: symp98@obs.misato.wakayama.jp

Home page: <http://www.obs.misato.wakayama.jp/symp98>

第12回天文教育研究会のご案内

1998年 天文教育普及研究会年会

実行委員長 福岡 孝

第12回天文教育研究会を開催いたしますので、是非ご参加くださいますよう、お願い申し上げます。

- 1 主催 天文教育普及研究会, さじアストロパーク
- 2 趣旨 天文教育の振興および天文普及活動の推進を目的とする集会
- 3 期日 1998年8月4日(火)～8月7日(金)
- 4 会場 さじアストロパーク・佐治天文台 TEL 0858-89-1011
鳥取県八頭郡佐治村高山1071-1 駐車場あり(約50台)
- 5 経費(予定) (1) 参加費 2,000円 経費は当日会場で徴収します。
(2) 宿泊費 多人数部屋(4～6人部屋): 4,500円, 家族部屋: 5,500円, 個室: 6,500円
(3) 食事代 朝食: 800円, 昼食: 900円, 夕食: 2,000円
(4) 懇親会 4,000円(バーベキューを予定しています)
(5) 記念写真代 500円

6 参加申込先

〒689-1312 鳥取県八頭郡佐治村高山1071-1 さじアストロパーク・佐治天文台
第12回天文教育研究会実行委員会事務局
TEL: 0858-89-1011/FAX: 0858-88-0103 e-mail: sajinet@infosakyu.or.jp

- 7 申込締め切り (1) 研究発表申込締め切り 5月1日(金)
(2) 参加申込締め切り 6月30日(火)

8 メインテーマ 「天文教育普及の問題点—現場におけるさまざまなギャップ—」

趣旨: 天文界にはいろいろなギャップがある。天文研究者とアマチュアのギャップ。理科は教えているが天文は苦手、天文関係の授業がないのにクラブはあるなど、学校現場でのギャップ。マスコミや雑誌が扱う天文、一般の人が求める天文、行政が求める天文、天文担当者が伝えたい天文などが社会教育現場でのギャップなどである。互いにこれらのギャップを解消する方法について検討、討議したい。

学会記事

第5回常務委員会

日時 平成10年2月2日(月)午後6時~9時
場所 日本教育研究連合会 小会議室(4階)
出席者 石井 醇会長, 小川忠彦常務委員長, 池田宣弘副会長, 青野宏美, 猪郷久治, 磯部秀三, 高橋典嗣, 坪田幸政, 根岸 潔, 馬場勝良, 林 慶一, 松川正樹, 松森靖夫, 間々田和彦, 水野孝雄, 宮下 治の各常務委員

議題

1. 平成10年度岩手大会について
1月22日に送られてきた大会要項について, 別紙により説明があった。準備委員会が何度も開催できず, これが決定版とのことである。

2. 平成11年度以降の大会について
平成11年は広島で行う準備が進んでおり, 広島大学の磯崎哲夫氏から日程は8月25~27日との第一次案が出されている。日程については, さらに検討が必要であるとの意見があった。

平成12年は鹿児島で行う方向で準備する。
3. 平成10年度役員(会長・評議員・常務委員・監事)の選出について

候補者の揃わないところについて検討した。会長候補者は榊原雄太郎氏(岐阜教育大学)と磯部秀三氏(国立天文台)の2名が, それぞれ5名の推薦者から推薦されている。投票用紙と共に, それぞれのプロフィールが書かれた文書を送ることとする。

なお, 会長選挙で複数名が推薦されたことは初めてであり, 会長選挙に関する内規を今後のことを考えて整備しておくべきとの意見が出された。

4. 平成10年度各種委員会委員(学術奨励賞選考委員等)の選出について

学術奨励賞選考委員候補者として6名を選出した。間々田委員より行事委員会は1名追加してほしいとの要望が出された。

5. 平成10年度総会について

4月18日(土)学習院大学にて行う。総会後に行なわれるフォーラムについては, 間々田委員より別紙により案が出された。案について議論した結果, 題名を変えて準備を進めることとなった。なお, フォーラムの時間をとるため総会の開始は2:00からとすること

に決定した。

6. 地学関連学会間の情報網の構築について
各学会の情報をそれぞれの学会誌に載せることも考えられるが, 紙面を多く使うので難しい。ホームページを使って各学会のイベントを知らせることが良い方法であると考えている。パソコンに関する委員会と連絡をとって, 実現できるよう検討を進めていきたい。

7. 入会・退会者について
平成9年度入会者として次の1名を承認した。

神崎 洋一 神奈川県立教育センター

平成9年度退会者として次の1名を承認した。

大野 忠廣 富山(H9.12逝去)

8. その他
・学会誌の複写権等の委託契約(学協会著作権協議会)を行ったので, 登録したことを学会誌「地学教育」に毎回掲載してほしいとの要望があった。このほか, 複写権の委託をするためには, 「地学教育に掲載された論文等の著作権は日來地学教育学会に帰属するものとする」といった文章を投稿規定に明記すべきと指摘があった。

・平成9年12月22日に地球環境科学関連協議会が開かれ, 田中義洋氏(学芸大学付属高等学校)が出席した。その会で地球環境科学関連協議会が正式に発足したが, 今後本学会からの代表者として田中義洋氏を推薦したい。なお田中氏が代表となった時には, 情報を流す意味でも教育課程検討委員会に入ってほしいとの要望が出された。

報告

1. 編集委員会
松川委員長から次のような報告があった。51巻1号はまもなく出版される予定である。昨年は35論文の投稿があった。

別刷りの取り扱いについて質問が出されたが, 編集委員会としては著者個人が直接印刷屋と交渉してほしいとの意見であった。

2. 行事委員会
間々田委員長から4月18日の総会は, 学習院中等科地学講義室で行うべく場所を確保してあるとの報告があった。

3. 教育課程検討委員会

磯部委員長から次のような報告があった。教育課程審議会に出す要望書、および、文部省に対する中間まとめに対する意見書に委員会の意見が反映できた。

3月に開く委員会では、総合理科の教科書はどのようなものかじっくり読みこみ、実際に行う時はどうか、将来の理科基礎に対してどう取り組むかなど、担当を決めて勉強会を始めた。指導要領協力者会議の会が発足した時には、そこに意見を述べられるように準備したい。

4. 支部支援委員会

下野委員長が欠席のため、とくに報告なし。

5. 実態調査委員会

松森委員長から次のような報告があった。学会員の中からコメントをしてもらい、環境教育プラス総合教育をふまえた「地学教育」の特集号を作ること考えている。特集号を作ってから環境教育に関するアンケートを考えたい。次回に具体的人選を行う。

6. 教育実践報告集委員会

高橋(典)委員長から現在出版社との交渉が進んでおり、教育実践報告集はB5版、150~200頁くらいで4月末日までには出版したいという報告があった。

7. パソコンに関する委員会

根岸委員長から次のような報告があった。試行的に学会のホームページを作っているが、内容更新などの作業に青野委員が加わった。岩手大会のパソコンセッションで使用するパソコンについて手配をしている。

8. 次期教育過程に関する要望書および教育課程審の「中間まとめ」に対する意見書

上記意見書を1月29日に教育課程審議会へ提出した。この内容は、1月12日に日本教育連合会小会議室で行われた拡大常務委員会で検討したものである。

9. 大学入試センター試験問題検討委員会の協力者

担当の清水委員が欠席なので水野委員から次のような報告があった。協力者29名に本試験および追試験の問題を送り検討をお願いした。検討会は2月14日に行う予定で、石井会長および都地研の池田会長名で案内を出した。

10. 寄贈・交換図書

理科の教育	1997-12	日本理科教育学会
熊本地学会誌	No. 116	熊本地学会
地質ニュース	1997-10	地質調査所
科学技術教育	36-4	千葉県総合教育センター
理科の教育	1998-1	日本理科教育学会

地質ニュース	1997-11	地質調査所
愛媛の地学研究	1998-1	愛媛地学調査研究会
新地理	45-3	日本地理教育学会
地学雑誌	106-6	東京地学協会
自然と社会——北陸	平成9年 No. 63	

		富山地学会
北陸三県 地学・地理学会連合大会	五十年史	

		富山地学会
--	--	-------

'97: 大学入試フォーラム No. 20

		大学入試センター
理科の教育	1998-2	日本理科教育学会
地域研究	38-1	立正地理学会

11. その他

なし

第6回常務委員会

日時 平成10年4月6日(月)、午後6時~9時
30分

場所 日本教育研究連合会 小会議室(4階)

出席者 石井 醇会長, 下野 洋副会長, 小川忠彦常務委員長, 青野宏美, 猪郷久治, 磯部透三, 加藤圭司, 清水政義, 高橋 修, 坪田幸政, 根岸 潔, 松川正樹, 間々田和彦, 宮下 治, 水野孝雄の各常務委員

議題

1. 役員選挙開票結果について

- 有効投票数440。会長に榊原雄太郎氏が選出され、全評議員候補が選出され、監事候補も信任された。総会で報告し、承認を受ける。

- 選挙細則の整備・改訂が必要である。

2. 平成9年度事業報告・会計決算(案)について

- 総会で示すべき事業報告案は一部修正された承された。

- 総会で示すべき会計決算案は50万円近くの赤字となっており、特に成果刊行費の予算オーバーが討論された。

- 赤字補填に関連して、名簿積立金等で預金している資産についての討議がされた。

3. 平成10年度事業計画・会計予算(案)について

- 国庫補助金の10年度以降における半減(議題7)のため、対応として9年度に大幅に増えた成果刊行費を減らすか、会費を値上げするしかない。しかし、成果刊行は会の主要な活動であり、ページが増えることは会員にとっても望ましいことなので、会の活

性化のために会費の値上げと会員の増加で対応する方向が討議された。

- ・会費値上げは案を事前に示してから総会に諮るべきなので、値上げは夏の大会において臨時総会を開き、決議してもらおう。4月の総会では現会費での暫定予算を承認してもらい、会費値上げが認められた場合の予算案も示しておく。
- 4. 平成10年度総会・フォーラムの準備について
 - ・例年準備を全て行なっている間々田委員が都合がつかないため、高橋委員と水野委員が行なう。
 - ・総会では、会費値上げのための臨時総会を提案する。
- 5. 平成10年度全国大会（岩手大会）の準備について
 - ・会費値上げのための臨時総会を学術奨励賞授賞の後に開催できるかどうかの検討を間々田行事委員長が大会実行委員長と行なう。
- 6. 平成11年度以降の全国大会について
 - ・前回の常務委員会以降、特別に審議すべきことなし。
- 7. 教育研究団体への国庫補助金半減について
 - ・9年度までは教員研修という費目内で民間団体への本来の補助金に上乗せできていたが、財政立て直しによる見直しが行われることになった。その結果、10年度からは本来の補助金のみになり、これまでの半額（50万円）になる。
- 8. 会費値上げの検討について
 - ・国庫補助金が半額となることと、成果刊行を9年度と同様に維持するためには、会費値上げはやむを得ない。
 - ・赤字額からだけ考えると値上げは2000円必要であるが、大幅なので資産からの一時的な赤字補填と、会員増加策で対応し、値上げは1000円にとどめる方向になった。
 - ・団体会員を設けることが検討された。会費値上げのときに諮る。
- 9. 入会・退会者について
 - ・次の2名の方々の入会が承認された。

能條 歩	今金町教育委員会（北海道）
吉竹資英	鹿児島県立串木野高校（鹿児島県）
 - ・次の3名の方々の退会が了承された。

大倉玉圭	千葉県
竹内敏晴	埼玉県
柳沢宏夫	東京都（逝去）
- 10. 平成10年度の常務委員会開催日程について
 - ・新会長予定の榊原委員が欠席のため決定できず、総会で提案される事業計画に委員会日程まで入れても

らう。

11. その他について

- ・物理学会の教育関係委員から磯部委員を通して次のようなことが持ち込まれ討議した。すなわち、学校週5日制完全実施と新学習指導要領実施とを連動させて1年早めることを再考していただき、当初の予定通り要領作成には時間をかけて検討することを要望するというものである。討論では直接反対とはいわず、要領作成ではもっと教育現場の声を聞けるだけの十分な時間をかけるよう要望する形にする等の意見が多かった。

報告

1. 平成10年度大学入試センター試験問題検討会
 - 清水委員から説明があり、センターへの報告内容を「地学教育」に掲載したいとの申し出があった。
2. 編集委員会
 - 51-2が発行された。
3. 行事委員会
 - 特になし。
4. 教育課程検討委員会
 - ・3月に現行の「総合理科」についての勉強会をした。
 - ・次回4月22日をもって磯部委員は委員長を退くと意向を示した。
5. 支部支援委員会
 - 下野委員が地方の評議員と最近の全国大会実行担当者に本学会の現状や問題点、活性化の方向、支部組織設立の可能性などについて自由記述で20数名から回答が得られた。18項目に要約された意見の説明があった。
6. 実態調査委員会
 - 青野委員から、環境教育についてのアンケート案および「地学教育」特集号について検討中と報告された。
7. 教育実践報告委員会
 - 高橋委員病気欠席のため報告なし。
8. パソコン委員会
 - 根岸委員から、本会のホームページに関連学会の情報は載せず、関連学会のホームページにリンクを張る、との報告プリントが提出された。
9. 寄贈・交換図書
 - 21の寄贈・交換図書が別紙により示された。
10. その他
 - ・日本科学協会から後援依頼があり、期日の関係ですでに承諾したが報告された。
 - ・学術会議科学教育研連のフォーラムに下野委員の代わりに林委員が出席した。

編集委員会より

定例編集委員会は、4月4日(土)午後に開かれました。編集状況は原著論文4、資料2が受理されました。引き続き、学会員の皆様からの多くのご投稿を期待しております。

「地学教育」投稿規定の追加

〈著作権〉

地学教育に掲載された論文(原著論文・短報・総説など)の著作権(著作財産権, copyright)は、日本地学教育学会に帰属するものとします。

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、著作権者が複写権を委託している次の団体から承諾を受けてください。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F
学協会著作権協議会 (TEL/FAX: 03-3475-5618)

Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organizations which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Except in the USA

The Copyright Council of the Academic Societies (CCAS)
9-41-6 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan
Phone/FAX: 81-3-3475-5618

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA
Phone: 978-750-8400, FAX: 978-750-4744

日本地学教育学会 51 卷 第 3 号

平成 10 年 5 月 25 日印刷

平成 10 年 5 月 31 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 榑 原 雄 太 郎

184-0015 東京都小金井市貫井北町 4-1-1
東京学芸大学地学教室内
電話 0423-29-7534 庶務(水野)
0423-29-7536 会計(高橋)
0423-29-7544 編集(松川)
振替口座 00160-3-86783

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

日本地理教育学会 会長・副会長・評議員・常務委員・監事名簿

会 長 榑原雄太郎(岐阜・平成10・11年度)
 副会長 下野 洋(東京・平成10・11年度)
 同(全国大会担当) 井上 雅夫(岩手・平成10年度) 鈴木 盛久(広島・平成10・11年度)
 評議員(*印は、会則第11条3項の評議員)

任 期	平成10・11・12年度	平成10・11年度	平成10年度
地 区(定員)			
北海道・東北(3)	河村 勁(北海道)	中村 泰久(福 島)	照井 一明(岩 手)
関東(東京)(9)	菅野 重也(群 馬)	渋谷 紘(埼 玉)	粟野 俊昭(東 京)
	円城寺 守(東 京)	小川 忠彦(東 京)	名越 利幸(東 京)
	山崎 良雄(千 葉)	宮下 敦(東 京)	江藤 哲人(神奈川)
中 部(3)	遠藤 祐神(岐 阜)	渡辺 隆(新 潟)	遠西 昭寿(愛 知)
近 畿(3)	戸倉 則正(京 都)	藤岡 達也(大 阪)	田結庄良昭(兵 庫)
中国・四国(3)	佐藤 英徳(鳥 取)	秦 明德(島 根)	岡本 弥彦(岡 山)
九州・沖縄(3)	八田 明夫(鹿児島)	宮脇 亮介(福 岡)	飛田 眞二(熊 本)
	*平野 弘道(東 京)	*馬場 勝良(東 京)	*間々田和彦(東 京)
	*二上 政夫(千 葉)	*松川 正樹(東 京)	*買手屋 仁(東 京)
	*西川 純(新 潟)	*猪郷 久治(東 京)	*高橋 修(東 京)
	*磯崎 哲夫(広 島)	*宮下 治(東 京)	*水野 孝雄(東 京)
	*濱田 浩美(千 葉)		*加藤 圭司(神奈川)
	*林 慶一(東 京)		

評議員兼常務委員長 渋谷 紘(埼 玉)

常務委員(**印は、評議員兼務)

任 期	平成10・11年度	平成10年度
	浅井 嘉平(東 京) **山崎 良雄(千 葉)	坪田 幸政(神奈川) 赤塚 正明(東 京)
	**平野 弘道(東 京) **濱田 浩美(千 葉)	田口 聡史(埼 玉) 根岸 潔(東 京)
	**二上 政夫(千 葉) **林 慶一(東 京)	清水 政義(東 京) 青野 宏美(東 京)
	**西川 純(新 潟) **磯崎 哲夫(広 島)	松森 靖夫(山 梨) 高橋 典嗣(東 京)
	**遠西 昭寿(愛 知) **加藤 圭司(神奈川)	**馬場 勝良(東 京) **松川 正樹(東 京)
		**猪郷 久治(東 京) **宮下 治(東 京)
		**間々田和彦(東 京) **買手屋 仁(東 京)
		**高橋 修(東 京) **水野 孝雄(東 京)

監 事 増田 和彦(東京・平成10・11年度) 横尾 浩一(東京・平成10年度)

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 51, NO. 3

MAY, 1998

CONTENTS

Original Articles

- Simplified Simulation of Pyroclastic Flows as a Teaching Material of Earth Science
.....Yoshio OKAMOTO... 97~105
- A Concept Formation of an Occurrence of a Cloud
—Development and Lesson Practice of Meteorological Teaching Materials—
.....Yoshio YAMAZAKI, Hiromi HAMADA and Shoichi SAKAMOTO...107~116
- The Influence of Field Dependent-Field Independent in Cognitive Styles on Microscopic
ObservationTakashi MISAKI...117~121

Survey Report

- Research Activity of Educational Facilities
—The Roles of Research Institutions and Lifelong Education Facilities in Science Teaching—
.....Atsushi MATSUO...123~125

Letters and Comments

- A reply to MIYASHITA's discussionKeiichi HAYASHI...126~128

- Book Reviews (106, 122, 129, 130)
Proceeding of the Society (131~137)

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

c/o Tokyo Gakugei University; Koganei-shi, Tokyo 184, Japan