

地学教育

第51巻 第1号(通巻 第252号)

1998年1月

目 次

原著論文

VHF帯地震先行電磁波の観測とその展望

—アマチュア無線機を用いた試み—……………福島 毅・小野祐司…(1~12)

葉相観を導入した示相化石の指導

—古環境を探るツールとしての大型植物化石の活用—……………大久保 敦…(13~27)

教育実践報告

授業「濃尾地震をめぐる人々」を実施して

—地学史と地震史をSTSの視点から教材開発する試み— ……山田俊弘…(29~39)

資 料

インターネットライブカメラの構築……………松本直記・高橋尚子…(41~45)

報 告

平成9年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会

第51回全国大会シンポジウム報告集……………(48~65)

本の紹介 (28, 40) 学会記事 (46~47)

日本地学教育学会

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

岩手大会案内

上記の大会の開催について、次の要項が決定しましたのでご案内いたします。

全国大会実行委員長 (岩手大学教育学部教授) 井上 雅夫
日本地学教育学会会長 (東京学芸大学教育学部教授) 石井 醇

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・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)
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: 7 月 30 日 (木) 午後 プレ巡検「焼走り溶岩流, 松川地熱発電所, 農学部賢治記念館」
7 月 31 日 (金) 午前 開会式・学会奨励賞授賞式
大会記念講演「宮沢賢治の卒業論文 (仮題)」

講師 井上 克弘 (岩手大学農学部教授)

午後 研究発表 I
パソコンセッション

夜 懇親会

8 月 1 日 (土) 午前 研究発表 II
記念講演「火星の隕石を求めて (仮題)」

講師 矢内 桂三 (岩手大学工学部教授)

閉会式

午後 野外巡検

A コース: 北部陸中海岸方面 (1 泊 2 日) 野田村えぼし荘泊
B コース: 南部北上大船渡方面 (1 泊 2 日) 大船渡碓石海岸荘泊
8 月 2 日 (日) A コース: 北部陸中海岸方面 (盛岡駅で 17 時解散)
B コース: 南部北上大船渡方面 (盛岡駅で 17 時解散)

野外巡検の概要

A コース「北部陸中海岸」

宮古浄土が浜・田老三王岩の宮古層群・三陸津波跡・北山崎の海岸段丘・野田玉川鉾山・久慈琥珀博物館・久慈層群の琥珀採集・野田層群の礫岩・葛巻ワイン・石川啄木歌碑

B コース「南部北上大船渡」

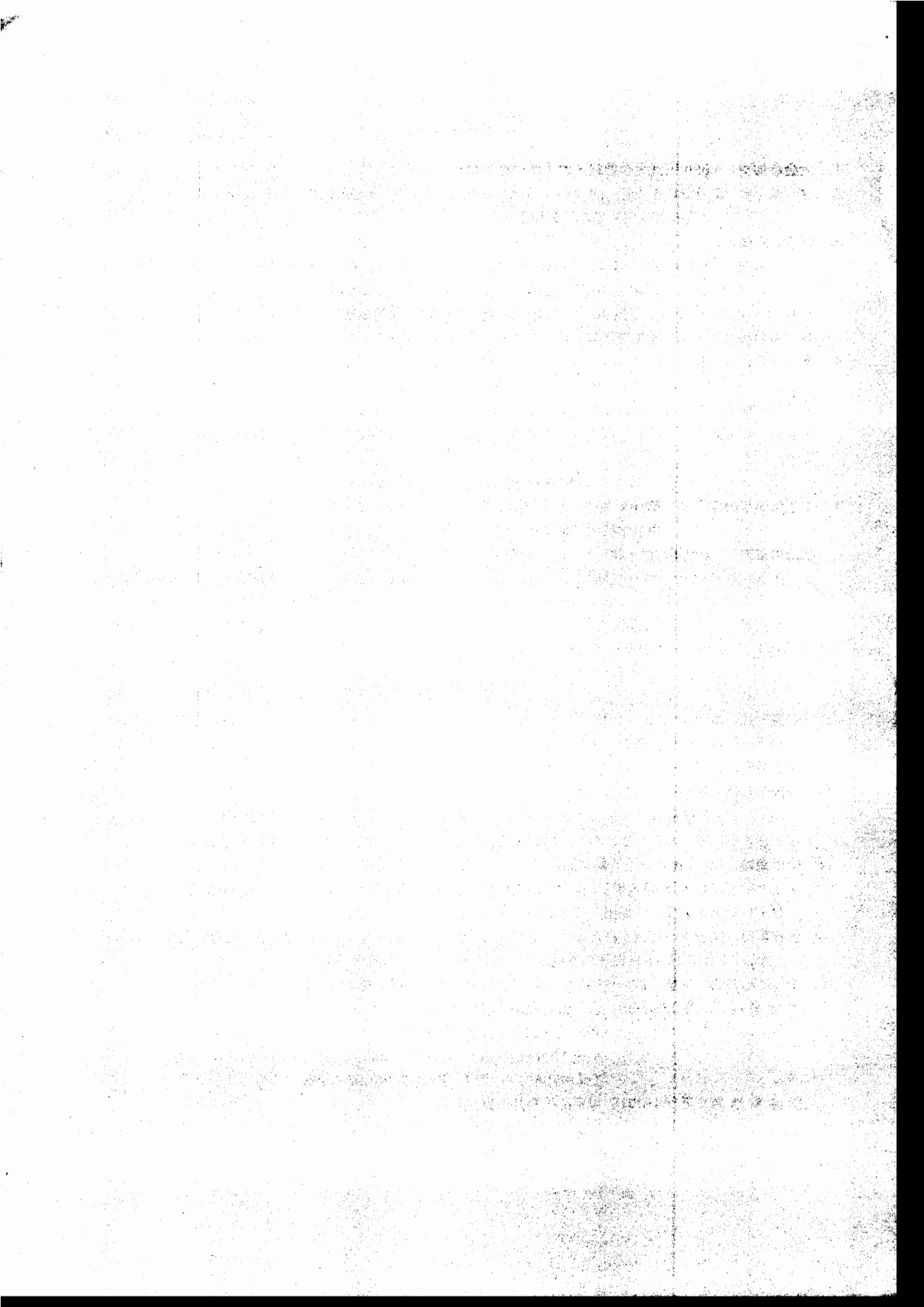
宮沢賢治記念館・遠野市立博物館・宮守超塩基性岩体・大船渡博物館・碓石海岸海食洞・樋口沢シルル系天然記念物・鬼丸石炭紀三葉虫・鱗木化石採集

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）
◇参加者の都合で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. 参加申し込み：宿泊・巡検の申し込みについては、先ず、予約申し込みをして下さい（Faxでも可）。受付後「発表受付確認書」「宿泊受付確認書」「送金のご案内」をお送りします。とくに、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、(V)ページの申込み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15日（月）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。

研究発表募集要項

- (1) 発表形式：本大会では、口頭発表とパソコンセッションを行います。大会は、小・中・高大一般の3つの分科会に分けて会場を設定する予定です。ただし、分科会の発表件数により統合する場合があります。
- (2) 発表時間：質疑応答を含めて、1題につき20分間といたします。
- (3) 発表申し込み締め切り期日等：平成10年5月5日（火）、発表申し込みは「申し込み用紙」に必要事項を記入の上、本大会事務局までお送り下さい。申し込み者には、後日、「発表受け確認書」を送付いたします。申し込んだにもかかわらず、万一、確認書を受取していない方は、本大会事務局までご連絡下さい。
- (4) 使用機器：35mmスライド映写機、OHP、ビデオ（VHS）が利用できます（パソコンによるプレゼンテーションは不可）。研究発表申し込み用紙に明記していただくとともに、利用の方は、発表当日の朝、スライドおよびビデオを受付に提出して下さい。
- (5) 留意事項：発表を申し込まれた後、変更される場合には、速やかに大会事務局までご連絡願います。ただし、平成10年5月31日以降の変更は受け付けませんのでご留意下さい。
- (6) 申し込み方法：本誌（Ⅲ）ページの「研究発表申し込み用紙」をコピーして使用して下さい。
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
学会事務局：〒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
Tel (0423) 25-2111 内線 2675



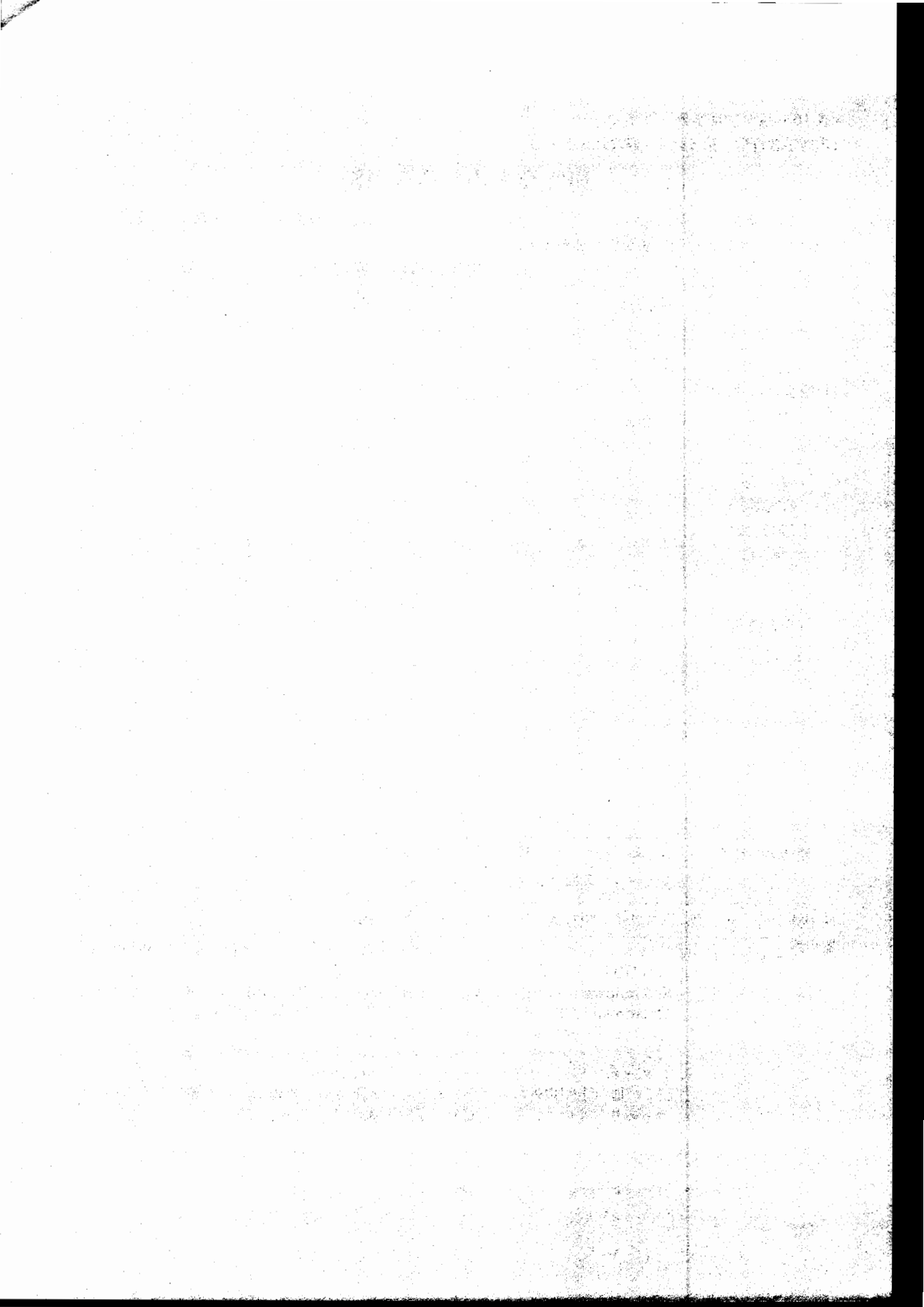
研究発表申し込み用紙

締め切り日 平成 10 年 5 月 5 日

標記の大会における研究発表を申し込みます。

申し込み日: 平成 10 年 月 日

		発表者名	所属名
連絡先 〔自宅または連絡先〕 住所	(自宅) 〒	Tel:	
	(勤務先) 〒	Fax:	
		Tel:	(内線)
		Fax:	
共同 研究者名 〔所属〕発表 題目		()
		()
		()
〔発表内容〕 キーワード	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
希望の分科会	分科会: <input type="checkbox"/> 小学校 <input type="checkbox"/> 中学校 <input type="checkbox"/> 高等学校・大学・一般 セッション: <input type="checkbox"/> パソコン		
使用機器の希望	分科会	<input type="checkbox"/> スライド映写機 <input type="checkbox"/> OHP <input type="checkbox"/> ビデオ (VHS)	
	セッション	<input type="checkbox"/> コンピュータ (<input type="checkbox"/> Windows 95 (DOS/V) <input type="checkbox"/> Macintosh <input type="checkbox"/> PC-9801 (MS-DOS)) ※Windows 95 (DOS/V), Macintosh は CD-ROM ドライブ付, なお Macintosh と PC-9801 についてはご希望にそえない場合があります。 <input type="checkbox"/> コンピュータ用モニターのみ <input type="checkbox"/> ブラウザ・プレゼンテーションソフト (<input type="checkbox"/> ネットスケープ・ナビゲーター/インターネット・エクスプローラー <input type="checkbox"/> Power Point) <input type="checkbox"/> その他 (上記以外の希望があればご記入下さい。ただし, ご希望にそえない場合もありますので, あらかじめご了解下さい。) ()	



宿泊申込書

締め切り 平成 10 年 6 月 15 日

該当のところを○で囲んで下さい

宿泊者氏名	連絡先住所 〒 (電話)				
宿泊日	7/30 (木)		7/31 (金)	8/1 (土)	8/2 (日)
* 宿泊希望ホテル	ホテルカーナ	シングル S	S	S	S
		ツイン T	T	T	T
	ホテルニューカーナ	シングル S	S	S	S
		ツイン T	T	T	T

* 希望が偏るとホテルの変更があります。

宿泊料金については、日通旅行から宿所確定の連絡が届いた時点でお支払い下さい。その際、通信事務費として、宿泊申込み 1 名につき 500 円をご請求いたします。

◎日通旅行 盛岡支店「全国地学教育研究大会係」
担当 久保 忠太
Tel. 019-653-3166 Fax. 019-653-2204

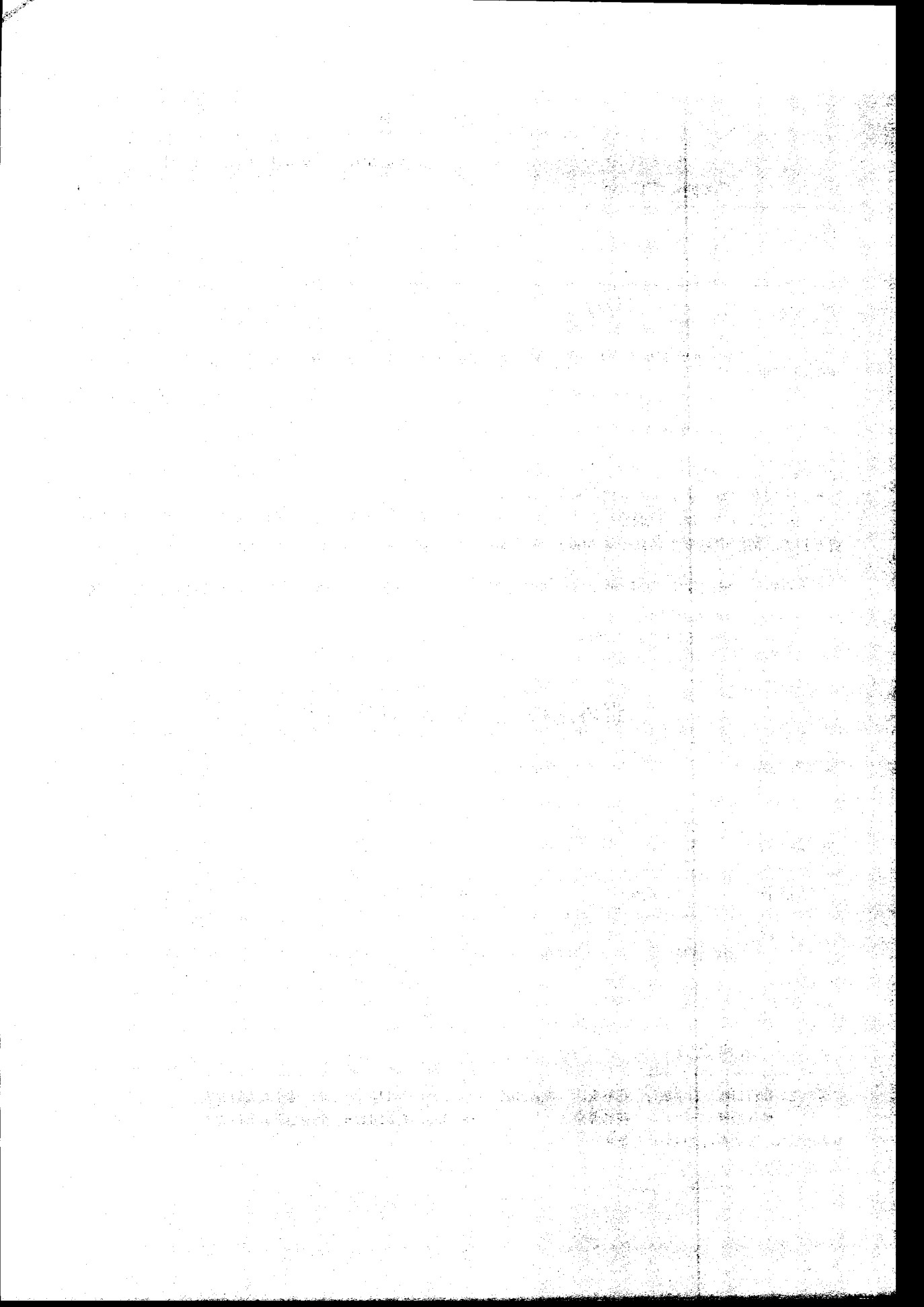
ツインの場合の同室者所属・氏名記入欄

野外巡検・懇親会参加申込書

参加者氏名	連絡先住所 〒 (電話)				
懇親会	参加	不参加			
野外巡検	プレ巡検	A コース (北部陸中)		B コース (南部北上)	

大会参加費	4,000 円						
振込金額	野外巡検	プレ巡検	3,000 円	A コース	20,000 円	B コース	20,000 円
懇親会費	6,000 円					計	円

◎送金先: 銀行口座 岩手銀行 花巻支店 普通口座 No. 010-1196115 「全国地学教育研究大会」
郵便振替 花巻温泉 No. 02260-7-513475 「全国地学教育研究大会」
振込用紙は、参加者に送付いたします。



原著論文

VHF 帯地震先行電磁波の観測とその展望

—アマチュア無線機を用いた試み—

福島 毅*・小野 祐司**

1. はじめに

兵庫県南部地震 (1995年1月17日, $M7.2$) では, 本震発生前後にラジオ放送が聞き取れないほどの音声ノイズが入ったり, テレビ画像がノイズ混入で乱れた等の電磁波の異常が市民から報告されている (弘原海 1996, Ikeya *et al.*, 1996B). 大学や天文台などでも地震に先行した異常な電磁波 (以下本論では『異常電波』という) が報告されている (Yamada and Oike, 1996, 前田 1996, Maeda and Tokimasa, 1996, 串田 1996). 表1は弘原海 (1996) の文献から兵庫県南部地震において市民から報告された電磁波の異常について整理したものである. 我々はこの表から, 特にテレビ放送やアマチュア無線等の VHF 帯においては本震発生の数時間前から異常電波が頻繁に観測されていることに注目した.

また図1は様々な地学現象についてその時空間分布をプロットしたものである. 空間スケールの小さい現象ほどその寿命も短い, これらの現象は時空間分布において簡単にグループ分けすることができる. す

なわち図中の A は地球電磁気, B は大気, C は海洋, D は固体地球の現象として捕らえることができる. ここで注目されるのは, 地震は発生する場所が固体地球であるにもかかわらず, 時空間分布のグループとしては A (地球電磁気) に属することである. これに関連しては浅発地震と落雷との関係についての報告等 (Oike and Yamada 1994) もあり, 地震と地球電磁気的な現象とはどのような繋がりがあるのか今まで以上に注意深くする必要がある.

さらに最近になって地震発生に関連した電磁波放射の実験室での再現や物理的なメカニズムに関する考察も行われるようになってきた (池谷ほか 1996, 笹岡ほか 1996, 高木ほか 1996, 松田ほか 1996, Ikeya *et al.*, 1996A, Ikeya *et al.*, 1996B).

地震に先行してラジオ放送やテレビ放送等の大出力の電波源を乱すほどの異常電波が発生しているのであれば, 周波数帯域として近いアマチュア無線にも当然その影響が及ぶと考えられる. そこで, 本研究はアマチュア無線の装置 (周波数 49.5 MHz の VHF 帯) を利用して電磁波の連続観測を試み, 地震に先行した異常電波は観測されるのか, されるとしたら異常電波の

表1 兵庫県南部地震で市民から報告された電磁波の異常

(『前兆証言1519!』弘原海清編者から整理)

電磁波	異常項目	件数	発生時 (発震時を0)
可視光	一瞬の発光現象	計14	-数秒~+数秒 -6時間, -2週間
赤外線	赤外線リモコン	計11	-2日~+1日 -2週間 -2か月
マイクロ波	衛星放送, 携帯電話 ナビゲーション	計3	-6時間 -1日
超短波	テレビ放送	計15	-24時間~+6時間 -1週間, -1か月
	FMラジオ アマチュア無線	計5	-40分 -24時間, -6時間
短波	短波ラジオ	計2	-6日, -1か月
中波	AMラジオ	計5	-2週間~+1週間 -30分
長波	電波時計 船舶通信, 船舶航法	計2	-6日

※表中の下線部は報告が多かった時間帯

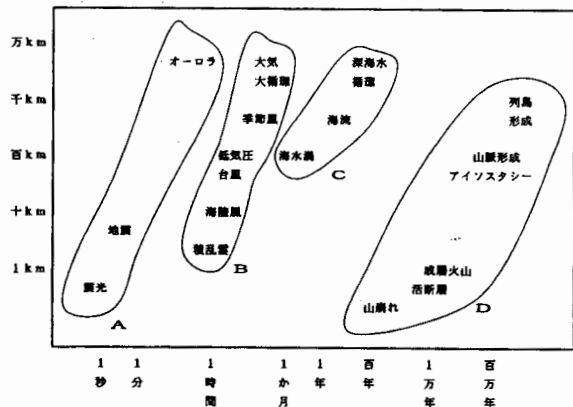


図1 さまざまな地学現象と時間・空間との関係

* 千葉県立行徳高等学校

** 千葉県立柏中央高等学校

1997年8月29日受付 1997年12月21日受理

強さや波形と地震の震源データ（規模、震央、深さ、発震時等）とはどのような関連があるのかを検証し議論したものである。

なお観測は現在も続いており、今回の報告は中間的なものである。

2. 観測システム

2-1 機器の構成

観測装置は、基本的に銀河電波の観測で使われている簡易型電波望遠鏡（小野，1993）をそのまま転用したものである。この装置はアンテナ、受信機、記録装置によって構成される（図2）。本研究ではアンテナには八木型を、受信機は通信型受信機を、記録装置はペンレコーダーを使用した。図3はアンテナと仰角ロータを示す。図4は受信機と簡単な付加回路およびペンレコーダーを示す。簡単な付加回路を除いてはすべて市販の装置を組み上げたものであり、費用は30万円強である。

2-2 アンテナ

5素子の八木アンテナを用いた。八木アンテナは構

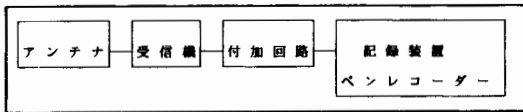


図2 簡単な電波望遠鏡のブロック図

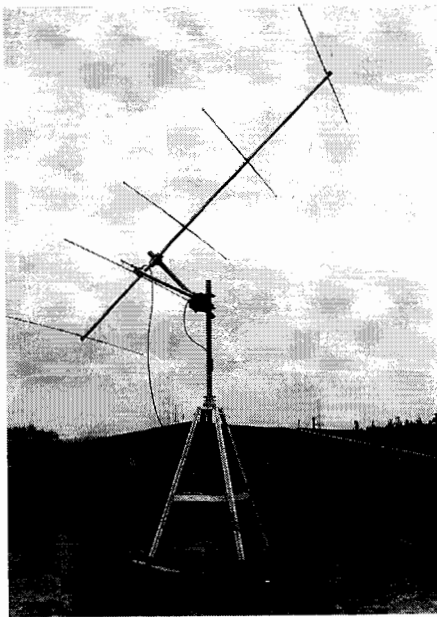


図3 観測システム：アンテナとローター

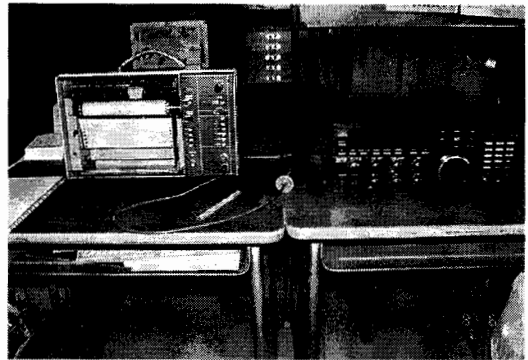


図4 観測システム：記録装置（左）・付加回路（中央）・受信機（右）

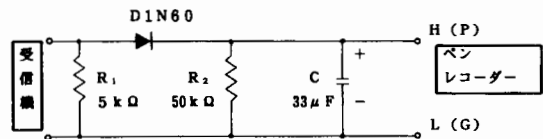


図5 付加回路図

造が簡単で性能が優秀であり、テレビアンテナとして今日広く使われている。今回使用したのは50 MHz受信用のもので、アンテナのビーム幅（利得が電力比の1/2になる角度）は60度程度と考えられる。50 MHzのアマチュア無線用アンテナ（ナガラ製SS56）をそのまま組み上げ使用した。アンテナのポールは南向きで仰角ローターにより、仰角45度の上空に向けて固定した状態で観測した。アンテナの水平面指向特性については図6に観測点を中心とした曲線で示した。

2-3 受信機

受信機は市販のアマチュア無線用の日本無線製NRD-525（¥149,800）を用いた。AMが受信可能で自動利得調整回路（AGC又はAVCともいう）がオフできる機種を選んだ。受信機は電波の強弱によって出力が増減するAM検波ができる必要がある。出力はラインアウト端子から取り出し、以下に示す付加回路に入力する。

2-4 付加回路

受信機のラインアウト端子から出た交流信号を記録装置に入力するために直流に変換する回路である（図5）。回路については、前田（1988）、小野（1993）に詳しく記述されている。この回路は部品を取り寄せ自作したものである。

2-5 記録装置

記録装置としてはペンレコーダーを用いた。ペンレ

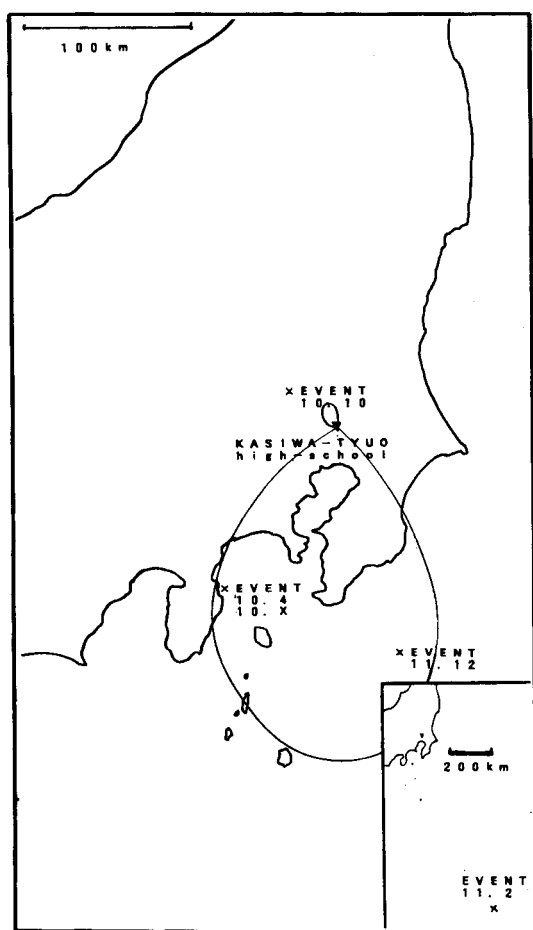


図6 観測点(KASIWA)と異常電波を検知した地震(EVENT)の震央および5素子八木アンテナの水平面指向特性

コーダーは入力端子に入った電圧をペンで記録用紙に記録する装置である。横河電機製 3057 (¥135,000) を用いた。これは 100 V で作動し、測定電圧は 10 mV から 50 V で、紙送りのスピードは 60 cm/分から 2 cm/時の定格を持つ。記録用紙には、付加回路を通した後の出力電圧が波形となって表示される。

ペンレコーダーを用いることのメリットとしては、

- (1) 紙に直接記録が印刷される。
- (2) 長時間の記録をそのまま広げて見ることができ、大局的な変化などがつかみやすい。
- (3) 記録の持ち運びや保存が便利である。
- (4) パソコンに比べて装置自体が発する電磁波が弱く、観測装置に対する影響が少ない

などがあげられる。

デメリットとしては出力された数値がデジタル化されていないため、各種のデータ処理をしようとするとき面倒であることがあげられる。これらの機器の接続や点検については本論の目的ではないので省略する。小野(1993)に詳しく述べられている。

2-6 観測

上記の観測機器を千葉県柏市松ヶ崎に位置する柏中央高校(北緯 35.87 度, 東経 139.97 度)の4階建て校舎屋上に設置した。図6には観測点の位置(図中の KASIWA)、異常電波が観測された地震の震央(図中の EVENT)及び今回用いた八木アンテナの水平面指向特性(図中の曲線)を示した。

観測する電波の周波数は 49.5 MHz である。この周波数はわが国の電波法においてアマチュアバンドに隣接する使用していない領域にあり、本研究のような人工的な信号を排除して電磁波の観測を行うには都合の良い周波数である。データの取得は 24 時間連続で行い、ペンレコーダーの記録紙交換の時間を除いてはノンストップである。1か月程度の記録が蓄積した段階で記録紙を切り離し、データ解析を行った。

このような装置によれば、銀河背景放射、太陽バーストが受信されるほか、大気中の放電(空電)や人工雑音(自動車、バイク、工場)も受信される。銀河電波は 1 恒星日の周期で 2 回のゆるやかなピークを持つ波形を示し、空電や人工雑音はスパイク状の波形として観測される。人工雑音は人間活動の不活発な時間(夜間や休日)にはレベルがかなり下がる。

3. データ

3-1 電磁波のデータ

1996年10月7日より観測を開始し、現在まで連続観測を行っている。本論では1996年10月から1997年1月まで連続観測した電磁波の記録および1997年3月に起きた伊豆の群発地震について解析した。また太陽活動との関連については、郵政省通信総合研究所平磯宇宙環境センター発表の太陽黒点数のデータも参考資料として用いた。

3-2 地震のデータ

地震発生前後の電磁波の記録と地震発生との関連を調べるために、震源データ(発震時、震央、深さ、マグニチュード(以下 M と表す))を収集する必要がある。これらは気象庁の速報に掲載されているものを用いた。

研究の初期段階では異常電波が地震と関連してどの

表2 解析した地震のリスト

EVENT NO	発震時 時分	震央	カテゴリ	震央 緯度	震央 経度	深さ km	M	震央距離 km	方位	黒点	異常 電波
10. 1	10月 5日 901	静岡県西部	内陸遠地	35.00	138.03	26	4.4	201.7	241		
10. 2	10月 7日 603	茨城県沖	海洋	36.40	140.90	35	4.3	103.3	55		
10. 3	10月12日 2036	埼玉県北部	近地	36.10	139.70	90	4.8	35.5	316		
10. 4	10月16日 2258	伊豆半島東方沖	伊豆	35.00	139.11	5	4.1	124.4	219		有り
10. X	10月17日 1212	伊豆半島東方沖	伊豆	35.00	139.11	5	3.7	124.4	219		有り
10. Y	10月18日 1001	埼玉県北部	近地	36.08	139.65	87	3.7	37.4	309		
10. 5	10月18日 1823	茨城県南部	近地	36.07	139.90	51	3.8	23.1	344		
10. 6	10月19日 144	東海道沖	海洋	33.80	137.62	357	5.9	314.3	223		
10. 7	10月24日 1114	新島神津島近海	小笠原	34.25	139.17	3	4.4	194.0	202		
10. 8	10月25日 1225	山梨県東部	内陸遠地	35.45	139.00	23	4.5	100.1	242	9	
10. 9	10月25日 2106	山梨県東部	内陸遠地	35.47	139.00	18	4.1	99.1	243	9	
10. 10	10月26日 1717	埼玉県北部	近地	36.08	139.67	89	3.9	36.0	310	18	有り
10. 11	10月28日 136	新島神津島近海	小笠原	34.28	139.23	3	4.2	188.9	201		
10. 12	10月28日 151	新島神津島近海	小笠原	34.30	139.22	4	4.4	187.2	201		
10. 13	10月29日 1135	茨城県南部	近地	35.87	140.27	59	3.8	27.4	90		
10. 14	10月30日 126	茨城県南部	近地	36.07	139.92	51	3.6	22.7	348		
10. 15	10月31日 006	八丈島近海	小笠原	33.07	140.06	152	4.6	310.8	178		
11. 1	11月 2日 450	新島神津島近海	小笠原	34.27	139.18	13	4.5	191.6	202		
11. 2	11月 7日 501	父島近海	小笠原	28.17	143.67	43	6.0	918.7	158		有り
11. 3	11月 8日 1609	東海道沖	海洋	33.90	137.27	361	4.9	329.4	228		
11. 4	11月11日 1420	茨城県南部	近地	36.00	140.08	66	3.7	17.6	35	17	
11. 5	11月15日 1030	千葉県南部	房総	35.10	139.93	69	4.0	85.5	182	20	
11. 6	11月20日 1127	房総半島南東沖	房総	34.35	141.28	54	6.0	206.7	145	8	
11. 7	11月23日 510	長野県南部	内陸遠地	35.75	137.55	13	4.0	221.3	267	40	
11. 8	11月24日 739	千葉県北西部	近地	35.75	140.10	77	4.5	17.8	138	41	
11. 9	11月24日 1150	茨城県沖	海洋	36.53	140.88	49	3.7	110.7	494	1	
11. 10	11月28日 851	東京湾	房総	35.60	140.05	76	3.7	30.8	166	28	
11. 11	11月28日 930	千葉県北東部	内陸遠地	35.73	140.73	52	3.8	71.1	103	28	
11. 12	11月28日 1640	房総半島南東沖	房総	34.63	140.33	69	5.2	141.5	167	28	有り
12. 1	12月 4日 822	新島神津島近海	小笠原	34.33	139.28	13	4.4	182.1	200		
12. 2	12月 5日 2233	茨城県沖	海洋	36.67	141.03	47	4.0	131.3	47		
12. 3	12月 7日 806	八丈島近海	小笠原	33.40	140.53	48	4.6	278.8	169	8	
12. 4	12月21日 1028	茨城県南部	近地	36.10	139.87	53	5.4	27.1	340	19	
12. 5	12月21日 1523	茨城県南部	近地	36.10	139.87	60	3.8	27.1	340	19	
12. 6	12月21日 1533	茨城県南部	近地	36.12	139.87	51	3.3	29.2	342	19	
1. 1	1月 6日 821	茨城県南部	近地	36.20	140.12	53	3.9	39.1	21	10	
1. 2	1月14日 1553	神奈川県東部	近地	35.62	139.55	30	3.6	47.3	234		
1. X	1月17日 526	茨城県南部	近地	36.00	139.95	61	3.5	14.5	353	8	
1. 3	1月20日 1819	新島神津島近海	小笠原	34.52	139.25	8	3.8	163.6	204		
1. 4	1月20日 1929	新島神津島近海	小笠原	34.52	139.25	6	3.9	163.6	204		
1. 5	1月27日 026	千葉県北西部	近地	35.75	140.08	77	4.2	16.7	143	8	
1. Y	1月28日 1145	茨城県沖	海洋	36.23	140.92	42	3.5	95.5	65	8	
1. 6	1月29日 1136	茨城県沖	海洋	36.67	141.40	34	4.2	157.9	56	11	

程度の広がりや強さで発生しているかが予めわかっているわけではない。すなわち観測装置のある関東において北海道や九州の地震まで異常電波を感知しうるのか、あるいは近地で地震が発生したとして、例えばM3程度の震央付近のみで有感な地震でも異常電波が感知できるのかという検出精度についての情報は最初に与えられていない。そこで当初は気象庁の速報に掲載されている日本付近の地震すべての発震時について電磁波記録を参照した。

その結果、遠い地震(震央距離350kmを超える)

やMが小さい地震(M3.5未満)については明確な異常電波を観測しなかったため、これらの地震については取り除き、残る地震44イベントについて関連を調べることにした。表2に解析した地震のリストを示す。なお3月に発生した伊豆半島東方沖で発生した地震は発生が群発的であり、表2の44イベントとは区別して解析することとした。

表2では震源は発生した地域により以下の5つのカテゴリーに分類することにした。

(ア) 近地 {条件: 震央距離50km圏内}

- (イ) 伊豆 (伊豆半島・伊豆小笠原諸島近海)
- (ウ) 房総 (房総半島付近)
- (エ) 内陸遠地 (震央距離 50 km 圏外)
- (オ) 海洋 (茨城県沖, 東海道沖)

3-3 電磁波データと地震データとの照合

本研究の最大の関心事は、地震発生と異常電波の相関を調べることである。データの解析方法は以下のようになる。

- (ア) ペンレコーダーに記録された受信電波の生のデータ上に解析した地震をマークする。
- (イ) 何らかの電波シグナルが検出された場合、それが人工雑音起源のもの (自動車や日中の産業活動) か天体活動起源のもの (空電, 太陽活動, 銀河電波) かを判定する。人工雑音は人間の産

業活動時間との対応がはっきりしており、経験によって波形を容易に識別しうる。簡便な方法として、地震発生日前後の同時刻の記録と比較参照する。この方法で、日変化などの影響を取り除く。

- (ウ) (イ)を考慮してもなお異常と思われる、地震発生と相関がある電波シグナルを『異常電波』とし、その波形パターン・振幅と地震の震源データ (規模, 震央距離, 方位, M) との関連を調べる。

4. イベント解析

異常電波の発生した地震についての震源データと波形を以下に示す。図7から図12までの図中で

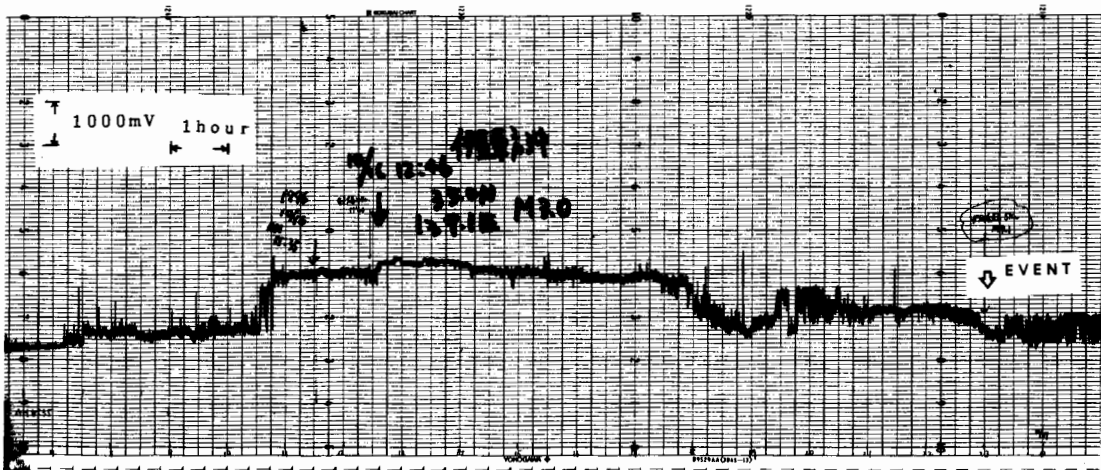


図7 伊豆半島東方沖地震 (1996年10月16日 M4.1) に先行して起きた異常電波の記録

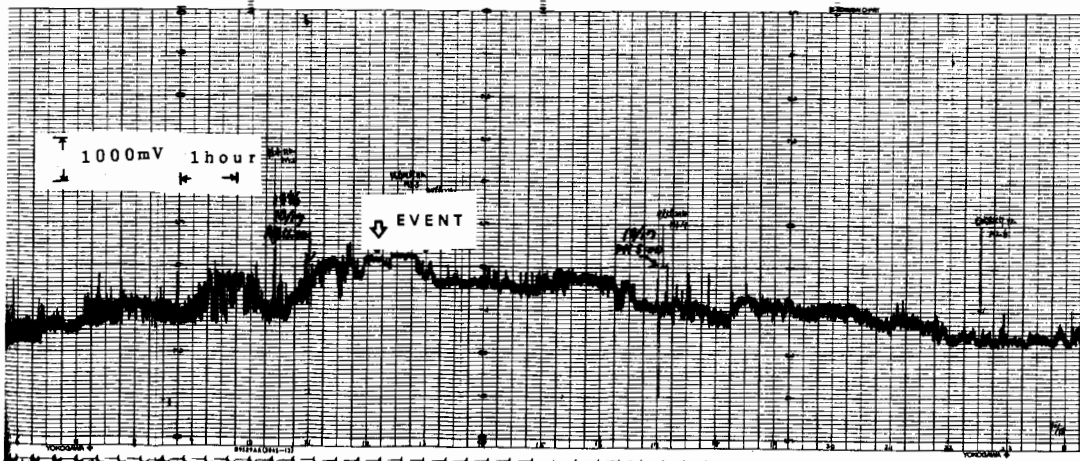


図8 伊豆半島東方沖地震 (1996年10月17日 M3.7) に先行して起きた異常電波の記録

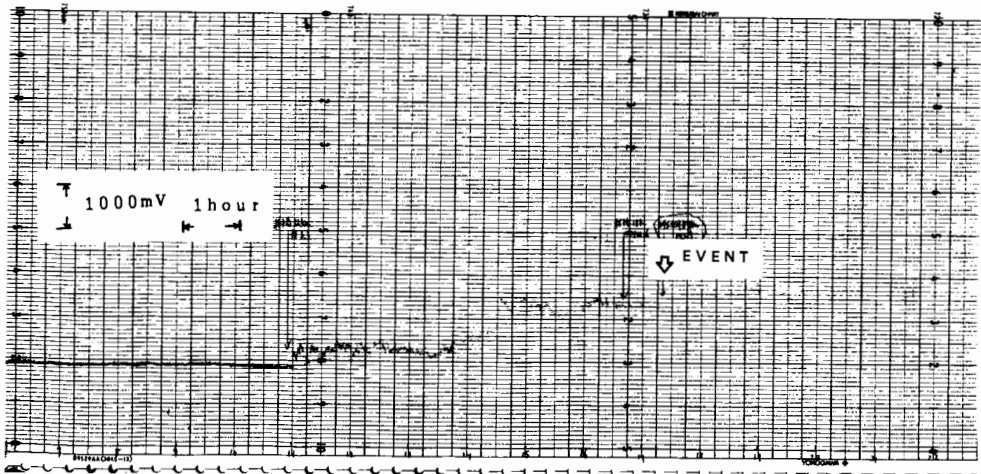


図9 埼玉県北部地震（1996年10月26日 M3.9）に先行して起きた異常電波の記録

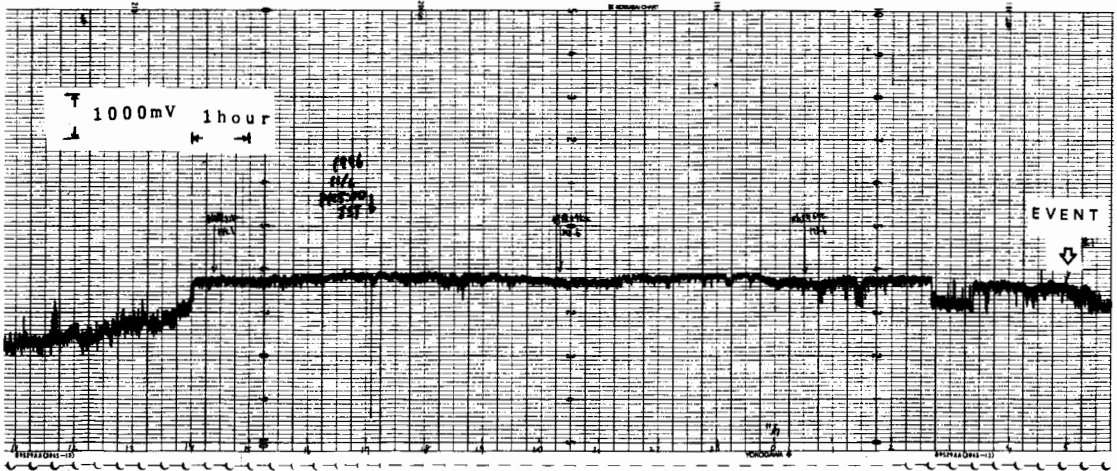


図10 伊豆近海地震（1996年11月7日 M6.0）に先行して起きた異常電波の記録

“EVENT” のマークが地震発生の時刻を示す。

4-1 伊豆半島東方沖地震（図7）

(EVENT NO. 10.4)

1996年10月16日22時58分，M4.1，深さ5 km，震央距離124.4 km，方位219度（南西）。

午前10時30分頃（地震発生約13時間前）から11時までの30分間に受信レベルにして1500 mV以上の波形の上昇が見られた。その後高い受信レベルを7時間程度維持し，18時頃から徐々にレベルが低下した後，地震が発生した。

4-2 伊豆半島東方沖地震（図8）

(EVENT NO. 10.X)

1996年10月17日12時12分，M3.7，深さ5 km，震央距離124.4 km，方位219度（南西）。

前日とほぼ同じ震源域で起きた地震である。前日から引き続き高い受信レベルを示していたが，午前9時頃（地震発生約3時間前）より再びピークに向けて波形は上昇し，波形のピーク時に地震が発生した。地震後は徐々に受信レベルを下げ，翌日0時には平常のレベルに回復した。平常レベルからピークまでの受信レベル差は2000 mVであった。前日に起きた地震と波形はよく似ている。

4-3 埼玉県北部地震（図9）

(EVENT NO. 10.10)

1996年10月26日17時17分，M3.9，深さ89 km，震央距離36.6 km，方位310度（北西）。

地震当日の11時（地震発生約6時間前）までは静穏でそれ以降徐々に受信レベルが上昇した。15時頃

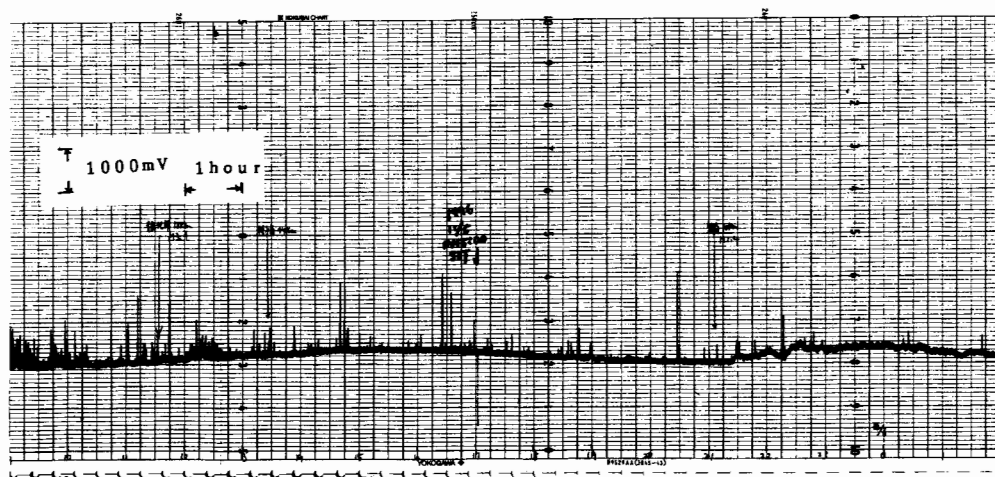


図 11 父島近海地震前日の電波の記録

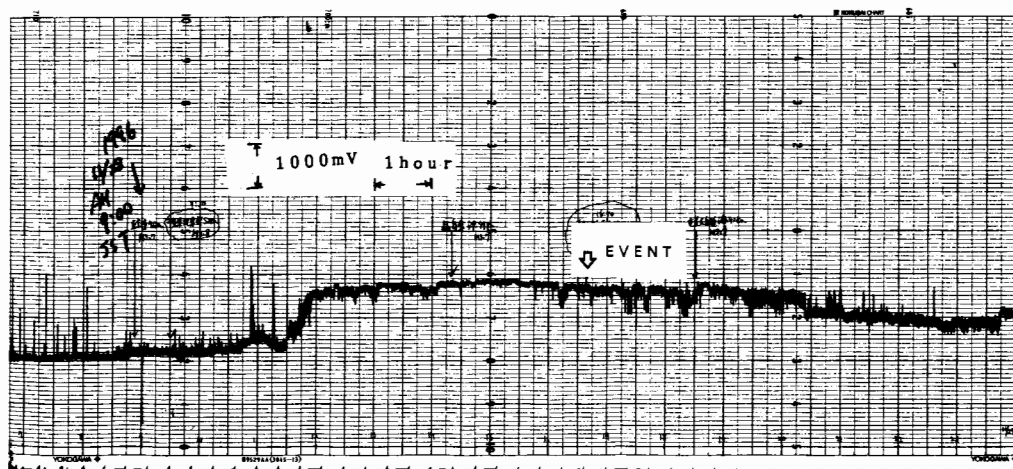


図 12 房総半島南東沖地震（1996年11月28日 M5.2）に先行して起きた異常電波の記録

受信レベルがピークに達し、その2時間後に地震が発生した。この EVENT では、比較的ゆるやかに受信レベルが上昇し、ピークを過ぎてからはフラットな部分を持たずに徐々に受信レベルが下降する波形を示している。

4-4 父島近海地震（図 10） （EVENT NO. 11.2）

1996年11月7日5時1分、M 6.0、深さ43 km、震央距離918.7 km、方位158度（南南西）。

地震前日の6日10時頃（地震発生約19時間前）より受信レベルが徐々に上昇し始めた。6日14時には受信レベルがピークに達する。平常時のレベルより1800 mV 高い状態が7日16時（地震発生11時間後）まで続いた。観測期間中最大の地震であり、最も

顕著に異常電波を検出したイベントである。異常電波の発生した先行時間や地震後の擾乱が続く時間も最も長かった。なお比較のために図11に、地震前日同時刻の波形を示す。地震前日は電磁波は全く静穏な状態であった。

4-5 房総半島南東沖地震（図 12） （EVENT NO. 11.12）

1996年11月28日16時40分、M 5.2、深さ69 km、震央距離141.5 km、方位167度（南南東）。

地震当日の11時30分頃（地震発生約5時間前）から12時にかけての30分間に1000 mV の急激な受信レベルの上昇が見られた。ピークに達してから4時間半後に地震が発生し、その後徐々に平常レベルに戻った。

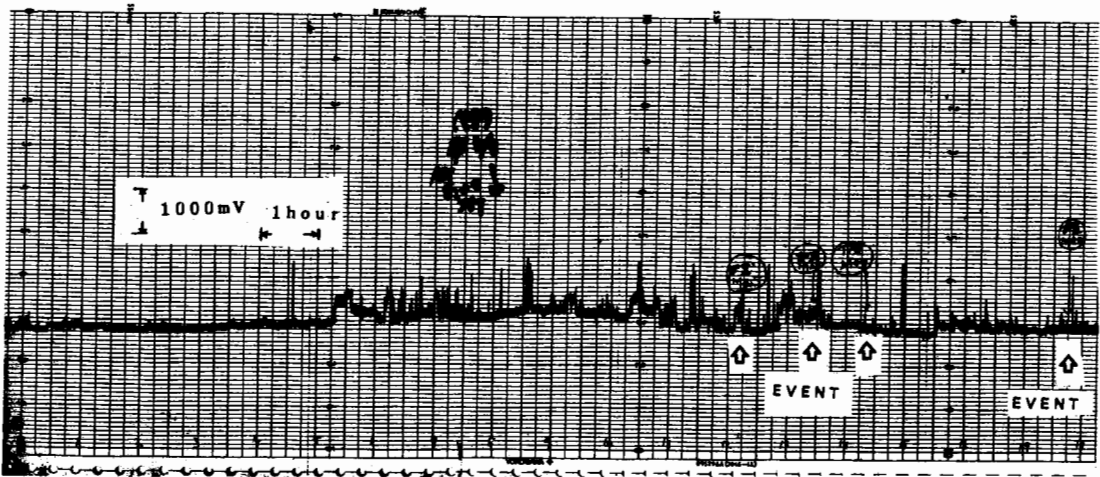


図13 伊豆半島東方沖の群発型地震（1997年3月3日）に先行して起きた異常電波の記録

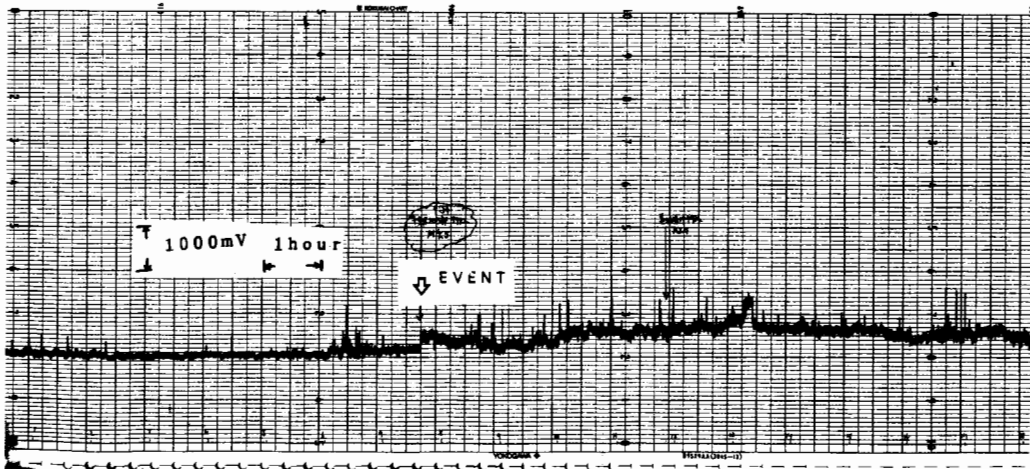


図14 地震に先行した異常電波を検知しなかった例（千葉県北西部地震，1996年11月24日 M4.5）

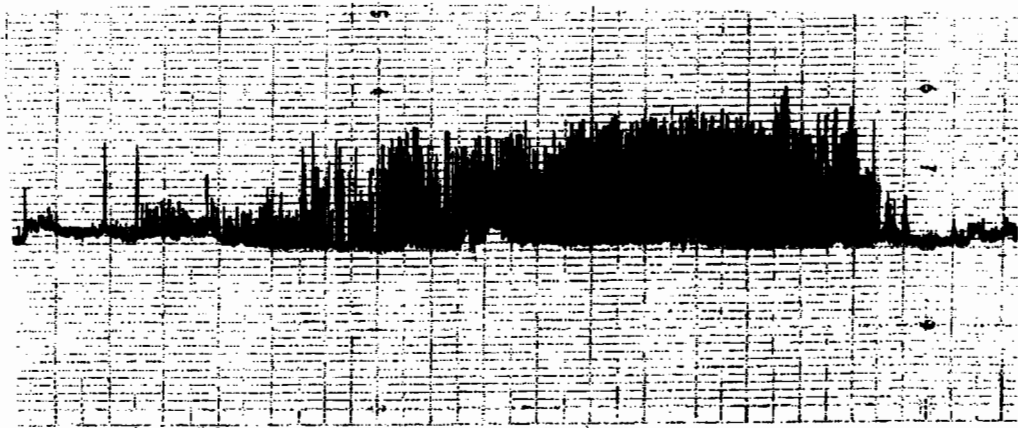


図15 雷による電波の記録

4-6 伊豆半島東方沖地震 [群発] (図 13)

1997年3月3日より10日にかけて群発地震が発生した。M3以上の地震だけでも38回に昇った。最大震度はM5.7(3月4日12時51分)。

この地震に先行して2月23日(地震発生約8日前)より、受信レベルが比較的大きな振幅で細かな振動を繰り返すような特殊な波形が地震発生前に3度観測された。この波形は一連の地震活動が治まった10日過ぎまで断続的に現れた。このように振動する波形のパターンは3月の群発活動期のみ現れた。

4-7 異常電波を記録しなかった例 (図 14)

千葉県北西部地震。1996年11月24日、M4.5、深さ77km、震央距離17.8km、方位138度(南東)。

この地震は観測期間中に起きたM4を超える最も震央距離の短い地震であった。地震に先行しての異常電波は観測されなかった。

4-8 雷によるシグナル (図 15)

雷が接近すると多数のスパイク状ノイズが間断なく発生する。VHF帯では雷のシグナルと異常電波とはその波形の違いから明確に区別しうる。

5. 結 論

(1) 生の電磁波データの記録からわかることは、日中は人間活動に起因すると思われる人工的なノイズが激しいことである。このことは観測点近くに工場、鉄道、国道の交差点などがあるという地理的条件から観測当初から予想されていた。日中は、車・オートバイ・無線交信によるスパイク状のノイズが観測される。逆に深夜はスパイク状のノイズは少ない。

(2) (1)に関連して、深夜から早朝にかけてはバックグラウンドノイズは小さい。朝6時頃からバックグラウンドノイズは上昇し、15時頃をピークとして午後10時頃までゆるやかに下がる日変化が観測される。

(3) 日変化を除いてもなお残る信号すなわち『異常電波』が存在した。この記録については、さらにその前後の日の記録と照合し、太陽活動との関連についても調べた。その結果、太陽活動などの影響とは考えられない電磁波受信レベルの急激な上昇、上昇した受信レベルが維持されるなどの電波波形が記録された。これらは地震発生の数時間前から現れ、地震発生後には消滅する。

(4) 今回の観測期間中に得られた観測データから異常電波が検知できた地震の条件を整理すると以下の

ようになる。

(ア) 方向は観測点から南西～南～南東方向(アンテナの方位である南から $\pm 45^\circ$ の範囲)

(イ) 距離は観測点から30km～130km。

(ウ) マグニチュードはM3.7以上。

(5) (4)の条件の例外として、埼玉県北部地震(EVENT NO. 10. 10)は方位が北にあたるが異常電波を検知した。また父島地震(EVENT NO. 11. 2)は距離が900kmを越えていたが異常電波を検知した。

6. 考 察

今回の観測期間中、最も顕著な異常電波が現れたのは11月7日に発生したマグニチュード6の父島近海の地震であった。短時間の急激なバックグラウンドノイズの上昇とその上昇が数時間続いた後に地震が発生した。この事実は兵庫県南部地震に先行してラジオ放送のバックグラウンドノイズが数時間にわたり続いたという報告と調和的である。すなわちラジオのバックグラウンドノイズの上昇は本研究のシステムではペンレコーダー記録紙上に、「上昇したのち継続し、やがてレベルが下がる台形状の波形」として描かれるからである。ラジオの雑音を定量的にペンレコーダーで記録して監視しているのがこのシステムということになる。

観測システムが異常電波を検知した地震の方位に関しては、システムから見て南東から南西方向にほぼ限定されている。これは、アンテナの指向性に関係しているものと思われる。すなわち、八木アンテナは南に仰角45度で向けられており、その指向特性から考慮すると東～北～西方の電波は捕らえにくいからである。しかしながら図6の埼玉県北部地震の例のように観測点の北側でも異常電波を検知していることから、八木アンテナの指向特性が震央方向とどれだけ関わっているのかは未知数の部分も多いと言える。アンテナの利得と異常電波の発生地域及び震央との位置関係をより深く知るためには、例えば東西南北の4方向に八木アンテナを設置するなどの工夫が必要となるであろう。

観測システムが異常電波を検知した地震の距離に関しては、発生した地震のマグニチュードにも依存するが、今回解析したデータからは震央から約30km以上、130km未満というドーナツ状の範囲であった。特に興味深かったのは、震源に近いほど顕著な異常電波を捕らえたわけではなかった事である。M4以上の

地震でも震源に近すぎれば検知できなかったのである。この観測事実が異常電波発生メカニズムと何か関連があるのか、電離層反射メカニズムと関連しているのか、アンテナ等のシステムの回路が原因なのか、現在のところ不明である。多点の観測で今後検証しなくてはならない事項である。また異常を検知した地震の中でも父島近海地震は震央距離が著しく遠いにもかかわらず異常電波を検知した。このことは地震のマグニチュードが観測期間中最大の $M 6.0$ という大きさを持っていたからではないか。父島近海地震では、受信レベルの上昇の割合も、異常電波の継続時間も他の検知例と比べても大きかった。このことは M の大きな地震ほど遠くまで異常電波が伝搬し、顕著な異常電波の波形パターンを出現させる可能性を示唆している。

今回は少ない観測例から結論 5.(4) として異常電波の検知可能な地震の条件を導き出したので、今後観測データを積み重ねることでこれらの条件は修正され、条件がさらに絞り込まれて行くであろう。

本研究に近い波長での電磁波観測をしているグループの報告として、例えば、前田(1996)は兵庫県西はりま天文台において電波干渉計による木星電波(22.2 MHz)の観測中、兵庫県南部地震の40分前に異常電波を捕らえたとしている。さらに早川(1997)はLF帯(長波帯300 KHz以下)を中心に異常電波の例を多数報告している。これらの異常電波の電波源が断層なのか電離層などの超高層の擾乱による電波の反射なのかは現時点では特定できていない。異常電波が観測される原因としては断層近傍でのストレスにより大規模な圧電効果が生じて電磁場が形成され電磁波が放射されるとする説や地上電荷の蓄積によってコンデンサー効果が起こり上空の電離層に擾乱が起こるといふ説等があるが、いずれも決定的な物理メカニズム解明には至っていない段階である。本研究でも、地震と異常電波発生との関連についてしか調べておらず、メカニズム等の考察について詳しく言及できる立場にはない。しかし今後は電磁波観測による地震前兆の監視を充実していくためにも、観測の強化とともに地震と電磁波発生との関連について詳細かつ定量的な物理過程を記述し、支配する方程式を解明してコンピュータシミュレーションしていくことや、シミュレーション結果と室内実験と観測データとの整合性について検証していく必要があらう。

7. 将来構想

今回の観測を進展させ、地震前兆監視の検知を強化するために以下の観測システムを提案したい。

- (1) 現在は1本のアンテナが南方向に向いているだけだが、同一観測点で多方向に複数のアンテナを設置する。このことで今までの観測ではカバーしきれなかった西～北～東方向で発生する地震に先行する異常電波を捕らえ、震源の方位決定精度の向上が期待できる。
- (2) 現在は1か所で展開している観測点を同じ規格のシステムで多点に拡張する。このことで多点観測から得られるデータを共有し比較する事で地域特有な人工起源のノイズを取り除くことができる。また広域での多点観測は、異常電波の波源、強いては地震の震源域をさらに精度良く決めていく事が期待できる。図16にアマチュア無線局を利用した多点観測ネットワークの概要を示した。
- (3) 無指向性で全方位に対して感度があるアンテナを設置する。このことで観測点近傍での異常電波を検知できる可能性がある。さらにこれを発展させ震源付近のみで異常を検知できるシステムを多点で展開する方法も考えられる。この方式は全国の地域別の気象を即時に計測している気象庁の『アメダス』と似ている。このシステ

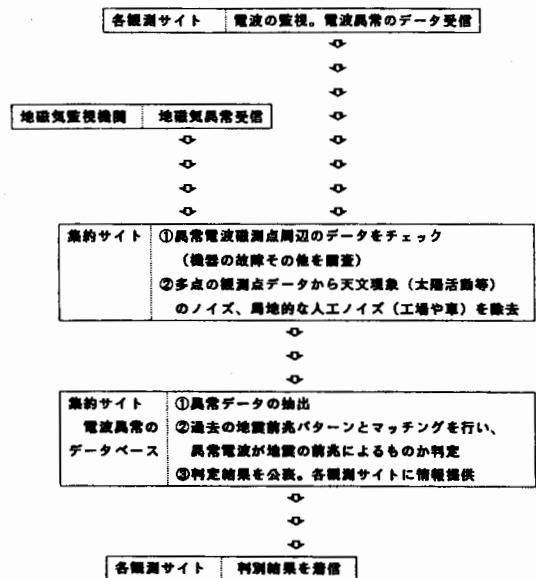
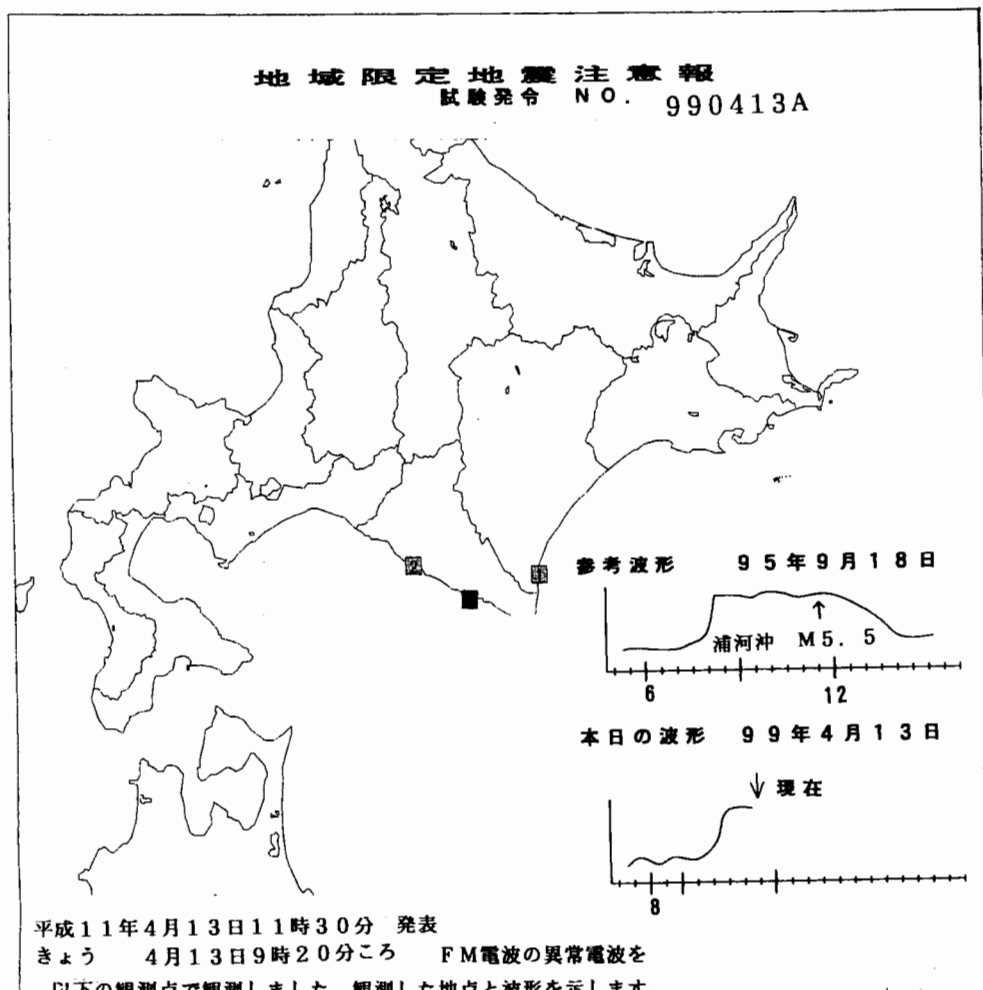


図16 異常電波観測ネットワークの情報伝達



異常電波を観測した地点を中心とした半径100kmの図に示した地域で
M4クラス以上の地震が24時間以内に起こる可能性があります。
十分注意して下さい。

※なおこの情報はデータの異常を試験的に公開しているもので、
地震発生の可能性を過去の電波異常データに基づき示したものです。
また行政的な制限を何ら設けるものではありません。

図17 限定地震注意報の構想

ムが構築できれば、図17に示すように地震発生
のポテンシャルの高い地域の住民に対して数
時間前に地震発生の注意報を発令することも夢
ではなくなるだろう。

8. 教材としての展望

アマチュア無線の機器を転用した電磁波の連続観測
は宇宙電波の観測にすでに役立てられている（横尾は
か、1992）。アマチュア無線機器の利用は以下の点で

有意義である。

- (1) コスト的にも学校予算で賅える範囲の設備である。
- (2) 多点観測に展開しやすい。
- (3) 生徒が参加して組み立てや観測ができる。
- (4) 地震前兆観測以外でも銀河電波の観測等の電波天文学教材として使える。

特に本研究のような連続観測が多点で展開されれば、高等学校間のみならず、大学・研究機関やアマチュア無線家等の相互の情報交換も可能となり、組織を越えた観測ネットワークに拡張していく可能性を秘めている。

生徒にとっても地震の前兆を捕らえられるとなれば興味を引くことができるであろうし、防災に対する意識を高める上でも手軽にできる本研究で示したシステムは、地学教育において大変有意義であると思われる。

謝 辞

アンテナの設計については、西はりま天文台の資料、太陽活動については平磯宇宙環境センターの資料、八木アンテナの指向特性についてはナガラ電子工業の資料を使用させて頂きました。ありがとうございました。

参 考 文 献

- 池谷元伺, 高木 俊二, 1996年, 震源発電過程, 日本地震学会講演予稿集, 1996年度秋季大会, P. 85.
 小野祐司, 1993年, 簡単な電波望遠鏡による銀河電波等の観測, 高校理科, 第36号, 千葉県高等学校教育研究会理科部会編, 52-55頁.
 串田嘉男, 1995年, VHF電波観測による地震予知, パリティ, Vol. 10, No. 10, 1995-10, 79-86頁.
 笹岡秀紀, 山中千博, 池谷元伺, 1996年, 花崗岩の応力

変化に伴う電気現象, 日本地震学会講演予稿集 1996年度秋季大会, P. 84.

- 高木俊二, 池谷元伺, 1996年, 地震発光の理論と実験, 地球惑星科学関連学会 1997年合同大会予稿集, 435頁.
 早川正士, 1997年, 「最新・地震予知学」, 祥伝社, 212頁.
 前田耕一郎, 1988年, 簡単な電波望遠鏡による銀河電波の観測, 兵庫医科大学物理学教室研究報告, NO. 8801.
 前田耕一郎, 1996年, 兵庫県南部地震の際に 22.2 MHz で観測されたパルス状の電波放射, 地球惑星科学関連学会 1997年合同大会予稿集, 429頁.
 松田智紀, 笹岡秀紀, 山中千博, 池谷元伺, 1996年, 石英を含んだ人工岩石の圧電-束縛電荷の発生メカニズム, 地球惑星科学関連学会 1997年合同大会予稿集, 436頁.
 横尾武夫, 福江純, 藤川雅康, 前田耕一郎, 1992年, 電波干渉計による宇宙電波の検出, 地学教育, 第45巻, 第4号, 159-166頁.
 弘原海 清, 1996年, 「前兆証言 1519!」, 東京出版, 第10章.
 Ikeya, M. and S. Takaki (1996A): Electromagnetic Fault for Earthquake Lightning, Jpn. J. Allp. Phys, 35, 3A, L355-L357.
 Ikeya, M., Hiroshi Matsumoto, Chihiro Yamanaka and H. Sasaoka (1996B): Seismic Electromagnetic Anomalies, Analysis of TV Noise 6 Hours before the Kobe Earthquake, PROGRAMME AND ABSTRACTS. THE SEISMOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN, No. 2, P88.
 Maeda, K., and N. Tokimasa (1996): Decametric radiation at the time of the Hyogo-ken Nanbu earthquake near Kobe in 1995, Geophys. Res. Lett., 23, 2433.
 Oike, K., and T. Yamada (1994): Relationship between Shallow Earthquakes and Electromagnetic Noises in the LF and VLF ranges, Electromagnetic Phenomena Related to Earthquake Prediction, (eds. M. Hayakawa and Y. Fujiwara). 459-474. TERRAPUB, pp. 115-130.
 Yamada, T., and K. Oike (1996): Electromagnetic Radiation Phenomena before and after the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake, J. Phys. Earth, 44, 405-412.

福島 毅・小野祐司: VHF帯地震先行電磁波の観測とその展望—アマチュア無線機を用いた試み— 地学教育 51巻 1号, 1-12, 1998

[キーワード] 電磁波観測, 電波望遠鏡, 地震教材, 天文教材

[要旨] アマチュアが手軽な観測装置を使って地震が起源と思われる電磁波異常を捕らえられないか検証する目的で, アマチュア無線局を利用した電磁波連続観測を行った。本観測で地震の数時間前に先行して起こる異常な電波を6例捕らえた。手軽な設備で観測が行える本システムは地震に対する興味を生徒に生じさせ, 連続観測することで日頃から防災の意識を高めることも効果も期待される。

Takeshi FUKUSHIMA and Yuuji ONO: Observation and Prospects of VHF Electromagnetic Radiation before Earthquakes—By Using Amateur Radio Equipments—. *Educat. Earth Sci.*, 51 (1), 1-12, 1998

原著論文

葉相観を導入した示相化石の指導 —古環境を探るツールとしての大型植物化石の活用—

大久保 敦*

1. はじめに

フロンガスによるオゾン層の破壊、二酸化炭素濃度の増加に伴う地球温暖化の危惧など地球環境の悪化に伴い、その対応が各方面で迫られている。一方、地質時代を通した時間のスケールで地球環境(古環境)を理解することは現在あるいは未来の地球環境を理解することにつながる。さらに地球環境改善のための策を講ずるうえでも必要不可欠な知識や視点であるといえる。近年地球科学の分野では最新の科学的手法に基づき、過去の地球環境を把握する研究が活発に行われている。その結果、多くの成果をあげ、地球環境の理解に大いに貢献している。また同時に、これら成果は我々に新たな地球観や環境観を求めている。たとえば林(1997)は、中学校教材を例にとり、自然科学の成果が教材へ取り込まれるまでの時間的な遅れを指摘し、その改善を求めている。これらに対応するために学校教育の場においても、これら成果を積極的にかつ速やかに導入し、それに基づいた地球観や環境観の育成を継続していくことが今後望まれる。

高等学校地学IBにおいて古環境を推定する手段として示相化石が扱われている。教科書では海域の例として造礁サンゴや貝類、陸域の例として植物(花粉や葉器官)が比較的多く取り上げられている。これらの解説には、化石と同種あるいは近似な現生分類群の生息環境から古環境を推定する方法が述べられている。

たとえば花粉分析による古気候の解析は、特に第四紀の陸域の古気候を推定するうえで有力な手段として定着している。また、生徒の探究活動としても優れた実践報告がある(たとえば「地学教育」では下野, 1978; 宮下, 1982, 1990など)。ここで用いられる原理は、化石群集の構成が現生のどの森林の構成と類似しているかを求め、その現生の森林の環境を抽出し化石群集の古環境にあてはめるというもので、現生アナログ法と呼ばれる。この場合、化石群集の構成種がす

べて現生種から成ることが理想的であるが、近似現生種で代用することも一般に行われている。しかし、花粉分析に現生アナログ法を適用する場合、次に挙げるような問題点が指摘されている(棚井, 1993; 植村, 1993)。

- ① 時代が古くなるに従って、絶滅分類群の割合が増え信頼性が低くなる。図1は西南日本内帯福井県の白亜紀後期の地層より抽出した被子植物花粉である(Okubo & Kimura, 1995)。ここに示したものはすべて絶滅分類群であり、被子植物のどの分類群と類縁関係があるのかが判明していない。したがって、化石群集の中にこのよ

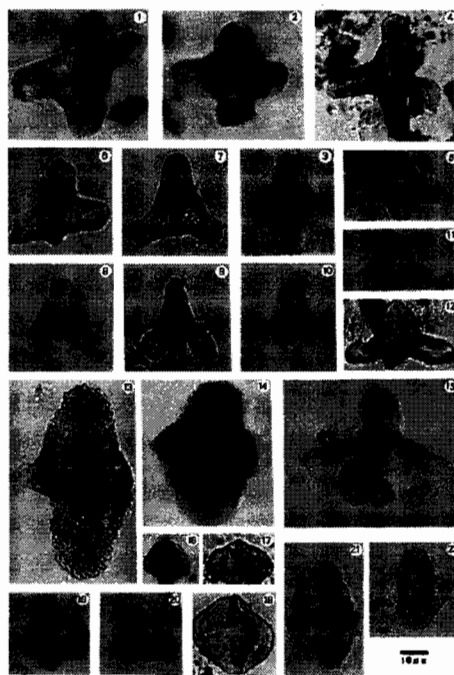


図1 白亜紀後期の被子植物花粉の一例
福井県池田町足羽層群産 triprojectate 型・oculate 型花粉(Okubo & Kimura, 1995)

* 東京学芸大学教育学部附属高等学校大泉校舎 1997年9月26日受付 1997年12月21日受理

うなもの割合（この群集では被子植物花粉の全種数の30%以上）が増えてくると、現生アナログ法でのアプローチだけでは古気候解析が困難になる。

- ② 分類方法が必ずしも確立されていない。花粉の場合種の同定は一般にむずかしく、属レベルでも区別が容易でないものがある。
- ③ 同定という作業を前提とするので、必然的に誤同定あるいは未同定の試料があると解析結果に直接影響を与える。
- ④ 花粉化石から古気候を解析する場合、一般に指標となる植物に注目して行われることが多い。この場合、指標となる植物の選択によって解釈が異なり、そのことが解析結果に影響を与える。

これらを解決する手段の一つとして「葉相観」を用いた方法が、古環境解析の分野で近年一般化しつつある。ただし、この場合もタフオノミーや花粉分析による解析など、複数の手段を併用することが望ましい。

この葉相観を用いて古気候を解析するという方法は原理が理解しやすく方法も簡便なので、教材として導入した場合多くの利点をもつ。そこで以下、葉相観の概要、教材としての特性、授業での実践例、および教材化の意義を報告する。

2. 葉相観による古気候解析法

1) 葉相観とは

葉相観（あるいは葉状相観）とは英語の foliar physiognomy の邦訳で、葉器官の各種特徴（外部形態や組

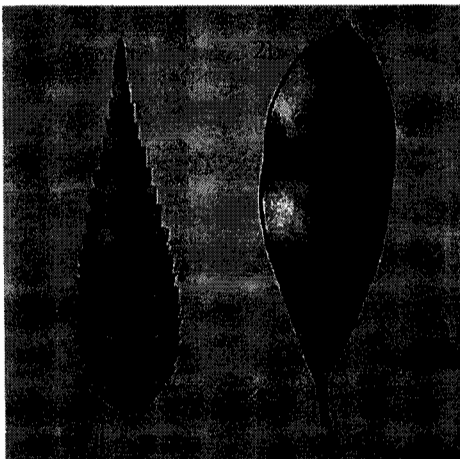


図2 非全縁葉と全縁葉

織の特徴）、またはそれを解析することをいう。日本ではこの分野の研究者を除いて、用語やその内容もまだよく一般に定着していない。

関東以南の温暖な地域では次に示すような特徴をもつ被子植物双子葉類木本植物（以下「広葉樹」と記す）が多く生育する（図2b）。

- ・葉の表面の光沢が顕著
 - ・葉肉が厚い
 - ・葉縁には鋸歯が無いかあるいはあまり発達しない
- 一方、関東以北の冷涼な地域ではつぎに示すような特徴を持つ広葉樹が多く生育する（図2a）。

- ・葉の表面の光沢が顕著でない
- ・葉肉が薄い
- ・葉縁には顕著に鋸歯が発達する

このように葉の外形的特徴（葉相観）と気候との間に何らかの関係があることは古くから知られ、特に20世紀以降多くの研究がなされてきた。また、これらの成果を基礎に古気候解析に葉相観を用いる研究も行われてきた。なお、葉相観およびそれを用いた古気候解析についての研究史、詳細な内容などについては棚井(1993)および植村(1993)で紹介されているので参照されたい。

2) 葉相観と古気候解析

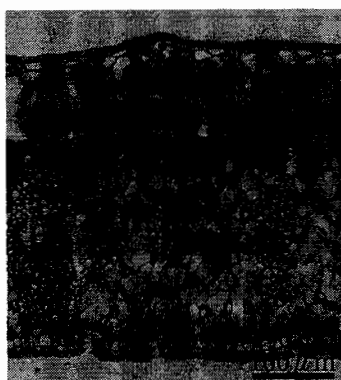
東南アジアと南米の熱帯雨林の広葉樹の構成種は異なるが、葉相観は非常に近い値を示す。このように葉相観が分類学にほとんど関係しないという性質が化石植物葉に適用できるという根拠になっている（棚井, 1993）。一般に古気候解析に用いられる葉相観の形態を表1に示す。

このうち葉縁、葉面積、葉肉の厚薄（図3）は気温と降水量に密接に関係しているといわれている（Wolfe,

表1 葉相観の形態

- ・葉縁（全縁-非全縁）
- ・葉面積（大きさ）
- ・葉肉組織の厚薄（常緑-落葉）
- ・器官（単葉-複葉）
- ・脈系（羽状脈-掌状脈）
- ・葉頂形態（滴下尖端の有無など）
- ・葉脚形態

補助的にこの他に、つる植物や刺植物の多寡、脈系密度、表皮組織の厚薄、毛状突起の多少、気孔形態、気孔密度、細胞壁の屈曲度などがある



Ficus elastica Roxb.
(インドゴムノキ)



Morus australis Poir.
(クワ)

図3 クワ科の葉肉組織の比較

1971 など). Wolfe (1979) はアジア大陸東部の熱帯雨林から温帯林北部までの森林を構成する全広葉樹種に対する全縁葉(葉縁に鋸歯を持たない葉)をもつ樹種の比率, つまり全縁率と気温とがよく対応した関係にあることを示した(表2). 特に, 適湿あるいは多湿気候の森林では全縁率と年平均気温の間に極めて高い相関関係(図4)があり, 全縁率3%が1℃に相当するという(Wolfe, 1979). これをもとに植村(1993)は年平均気温($T^{\circ}\text{C}$)を次の計算式で換算する方法を提唱している.

$$T^{\circ}\text{C} = 1/3E + 1.7 \dots \dots \dots (1)$$

($T^{\circ}\text{C}$: 年平均気温, E : 全縁率)

Wolfe による方法(以下便宜的に「全縁率法」と呼ぶ)はその後, 北米の第三紀の大型化石植物群集による古気温解析に適用され, 現在では一般的な方法として定着している. 我が国の第三紀植物群(一部第四紀)についても, 近年この種の研究成果が報告されている(Uemura, 1988; 尾上, 1989; Ozaki, 1991; 棚井, 1991; 尾崎, 1992; Horiuchi, 1996). その理由として, 日本列島には採集可能な大型植物化石葉を含む第三紀層が多く分布することが挙げられる(図5および表3). なお最近, 葉相観の特徴を葉縁の形態だけではなく複数取り上げ, 多変量解析の手法を用いて古気候を解析する試みが北米やロシアで行われている(Wolfe, 1993; Herman & Spicer, 1996).

3) 全縁率法の特徴

この方法では次に示す特性をもつので, 特に学術研究を行う場合にはこれらを理解したうえで解析を行うと効果的である.

- ① 化石群集に誤同定・未同定の分類群や絶滅した分類群が含まれていても, 葉形態が正しく識別されていれば解析の結果に影響しない. 分類学的な制約を受けないというこの特性は後述するように, 教材化にあたって優れた特性となっている.
- ② 解析結果の信頼性を確保するためには, 化石植物群集の組成が広葉樹で最低20種以上構成されていることが必要である(十分な採集量に基づいて識別されていること). できれば30種以上が望ましい. それ以下では1種の及ぼす影響は3℃以上となる(植村, 1993). なお, 実際の授業で行う場合には, 40人学級で一人数個も採集すれば合計200個体以上になり授業レベルでの解析には十分である. また, 表3に示すように日本各地の第三紀の植物化石産地では広葉樹の構成種数が多く, 20種以上採集することは比較的容易な場合が多い.
- ③ 堆積地の周辺の局所的な植生のみを反映した群集には適さない. 後背地のできるだけ広い範囲から供給された化石群集であること. したがって, 堆積相の解析や化石植物群集の構成要素解析も同時に行われる必要がある.

3. 教材としての特性

教材として全縁率法を導入した場合, 次に示す特性をもつ. また, これら特性は特に探究活動や地域などの自然・環境を総合的に学習する場合に適している.

- 1) 原理の理解が容易

表2 東アジア適湿～中湿性森林において全縁葉広葉樹の比率と気温資料
(Wolfe, 1971)

植 物 相	全縁葉樹 種の比率	年平均 気温	気温年 較差	森 林 植 生
Malaya	86	28	1	Tropical Rain forest
Philippine Islands (200m)	82	26	4	Tropical Rain forest
Ceylon(lowland)	81	27	2	Tropical Rain forest
Manilla	81	27	3	Tropical Rain forest
East Indies	77	26	3	Tropical Rain forest
Philippine Islands(450m)	76	26	5	Tropical Rain forest
Hawaii(lowland)	75	24	4	Paratropical Rain forest
Ceylon(upland)	73			Submontane Rain forest
Philippine Islands(700m)	72	24	1	Submontane Rain forest
Hong Kong	72	22	13	Paratropical Rain forest
Hainan	70	24	11	Paratropical Rain forest
Philippine Islands(1100m)	69	23	2	Montane Rain forest
Taiwan(0-500m)	61	21	11	Paratropical Rain forest
Hawaii(upland)	57	16	4	Montane Rain forest
Hainan(upland)	55			Subtropical forest
Fukien(upland)	50	19	19	Subtropical forest
North Kwangsi	49	19	12	Subtropical forest
Taiwan(500-1000m)	47			Subtropical forest
Taiwan(1000-2000m)	41			Subtropical forest
North Kiangsi	38	11	22	Mixed Mesophytic forest
South Anhwei	36			Mixed Mesophytic forest
North Chekiang	34	11	26	Mixed Mesophytic forest
East Szechuan-West Hupeh	30			Mixed Mesophytic forest
South Kiangsu	24			Mixed Mesophytic forest
Northern China Plain	22	11	30	Deciduous oak forest
Shensi	22			Deciduous oak forest
Manchuria	4	11	40	Mixed Northern Hard wood forest

葉縁の形状（全縁・非全縁）と気温の相関関係は直感的にもとらえやすい。1984年に試験的に行った中学校における授業実践では、生徒の提出したワークシートの内容を分析した結果から判断する限り、中学生段階の生徒対象の授業にも導入できると考えている。なお最近、相場（1997）は小学校6年生「大地のつくり」の学習で大型植物化石を用いた授業実践を報告し、その中で発展的学習として全縁率法を導入した古気候解析の実習を試みている。この報告では小学校高学年段階の児童でも、この原理の理解が可能であることを示している。

なお、なぜ広葉樹の全縁率と年平均気温との間に相関関係がみられるのかは判明していない。生理学的意味があるものと思われるが、現段階では納得のいく説明はまだ得られていない。

2) 方法が簡便

探究活動において実習を行う場合にも、種の同定を必要としないので、費やす時間やエネルギーがそのぶん本来の目的（考察や討論などの活動）に活用できる。また、誤同定による影響を受けることなく、葉形態が正しく認識できればよい。さらに薬品処理や顕微鏡などの特別な準備も一般に不要である（実体顕微鏡はあ

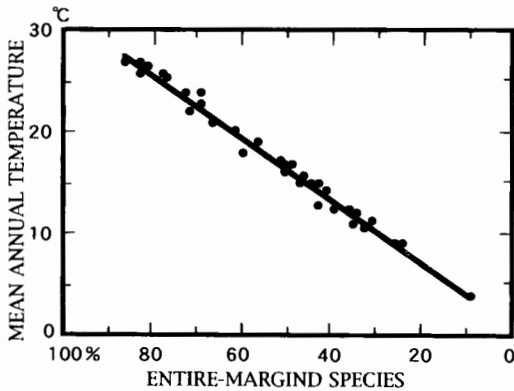


図4 アジアにおける適湿～中湿性森林における全縁葉広葉樹種の百分率と年平均気温との関係 (Wolfe, 1979)

数が確保できないかあるいは植物化石標本が用意できない場合)。

B 4～8時間

あらかじめ用意された植物化石標本の観察をもとに全縁率を求め、古気候を推定する実習(植物化石標本が用意でき時間数もある程度確保できる場合)。

C 10時間～

野外実習で植物化石を採集し、その試料をもとに全縁率を求め、地域の古気候を推定する実習(比較的近くに採集可能な植物化石の産地がある場合)。

れば便利)。

3) 得られる結果が明解

全縁率から計算によって古気温が具体的な数値(平均気温)で求められる。従来の現生アナログ法では、解析結果がデータの解釈の仕方によって異なったり、「寒—暖」などの相対的な表現しかできない場合が多かった。

4) さまざまな展開が可能

学校や生徒の実態あるいは目的に応じて、さまざまな展開の授業が可能である。ここでは確保できる時間数や学校の実態に応じて3通りの展開案を示した。

A 2～4時間

あらかじめ地質時代のある期間の資料(化石植物群集の組成表など)を用意し、それをもとに全縁率を求め、古気候の変遷を推定する実習(あまり時間

4. 授業実践

まず上記のAとBを合わせた方法で行い(1978年度～1984年度)、その後はCの方法(野外実習を中心とした授業展開)で授業実践を行っている。

図5および表3に示すように、日本列島各地の資料から新生代の植物群の変遷およびそれに基づく古気候の変化などがかなり解明され、学校の所在する地域(あるいはそれに近い地域)を題材とした授業展開が容易になってきた。そこで次に、学校近隣の地域で産出する植物化石を実際に採集し、それをもとに授業展開したCの例を紹介する。

C (野外実習)を中心として展開した例

1) 内容

この実習の授業計画全体を表4に、平成4年度に実施したときの野外実習の実施要項および当日の学習内容を図6に示す。

野外実習の場所は埼玉県熊谷市の西方、大里郡川本町の荒川河床(図7)に分布する新第三紀中新世後期の揚井層である。ここを選定したのは、ア)日帰り

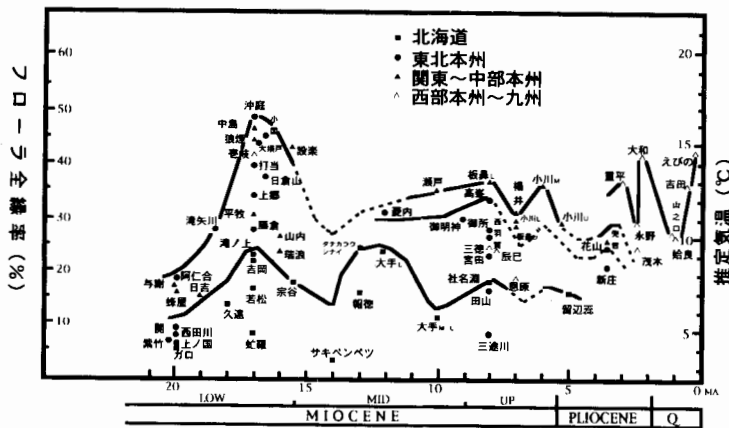


図5 日本における新第三紀植物相の全縁率と気温変化の関係(棚井, 1991)

表3 日本の主な第三紀植物群一覧(全緑率およびそれより求めた年平均気温)

植物群名	場所	地層名	地質年代	広葉樹種数	全緑率	年平均気温	引用文献
1 仏子	埼玉県入間市	仏子粘土層	鮮新世-洪積世	23	21	8.7	Horiuchi, J., 1996
2 茂木	長崎県長崎市茂木	茂木植物化石層	後期鮮新世	51	27.5	10.9	Tanai, T., 1976
3 余	大分県宇佐郡院内町	津房川層	後期鮮新世	28	32.1	12.4	岩内明子・長谷義隆, 1986
4 留辺苅	北海道常呂郡留辺苅町	小松沢層	初期鮮新世	46	17.4	7.5	Tanai, T. & Suzuki, N., 1965
5 花山	岩手県和賀郡湯田町	花山層	初期鮮新世	23	21.7	8.9	Murai, S., 1968
6 新庄	山形県新庄市	折渡層	初期鮮新世	18	22.2	9.1	Tanai, T., 1961
7 小柳井津	福島県河沼郡柳津町	和泉層	初期鮮新世	46	21.7	8.9	鈴木敬治・真鍋健一・吉田義, 1977
8 兜岩	群馬県甘楽郡南牧村	本宿層	初期鮮新世	98	22.4	9.2	Horiuchi, J., 1996
9 秋間	群馬県安中市	秋間層	初期鮮新世	19	21	8.7	Horiuchi, J., 1996
10 社名淵	北海道紋別郡遠軽町	遠軽層	後期中新世	61	18	7.7	Tanai, T. & Suzuki, N., 1965
11 三途川	秋田県湯沢市	三途川層	後期中新世	39	12.8	6	Huzioka, K. & Uemura, K., 1974
12 田山	岩手県二戸郡安代町	坂元川層	後期中新世	37	18.9	8	Uemura, K., 1988
13 宮田	秋田県仙北郡西木村	宮田層	後期中新世	53	28.3	11.1	Huzioka, K. & Uemura, K., 1973
14 高峯	山形県西置賜郡飯豊町	高峯層	後期中新世	46	34.8	13.3	Uemura, K., 1988
15 根の白石	宮城県仙台市	白沢層	後期中新世	92	20.7	8.6	Okutsu, H., 1955
16 天王寺	福島県福島市	天王寺層	後期中新世	38	31.5	12.2	Suzuki, K., 1959
17 楊井上部	埼玉県大里郡川本町	楊井層上部層	後期中新世	36	27.1	10.9	Horiuchi, J., 1996
18 楊井下部	埼玉県大里郡川本町	楊井層中部層	後期中新世	41	31.7	12.3	Horiuchi, J., 1996
19 板鼻上部	群馬県安中市	板鼻層	後期中新世	65	32.3	12.5	Ozaki, K., 1991
20 板鼻下部	群馬県安中市	板鼻層	後期中新世	47	36.2	13.8	Ozaki, K., 1991
21 大岡	長野県要級郡大岡村	大下層	後期中新世	34	29.4	11.5	Ozaki, K., 1991
22 茶臼山	長野県長野市	茶臼山層	後期中新世	25	36	13.7	Ozaki, K., 1991
23 差切	長野県東筑摩郡麻績村	差切層他	後期中新世	88	34.1	13.1	Ozaki, K., 1991
24 瀬戸	岐阜県瀬戸市	瀬戸層群	後期中新世	62	35.5	13.5	Ozaki, K., 1991
25 恩原	岡山県苫田郡上青原村	恩原層	後期中新世	46	23.9	9.7	Uemura, K., 1986
26 辰巳峠	鳥取県八頭郡佐治村	辰原層	後期中新世	125	28.5	11.2	Ozaki, K., 1981
27 中山	鹿児島県加世田市	南麓層群下部層	後期中新世	46	26.1	10.4	Ina, H. & Ishikawa, T., 1982
28 報徳	北海道中川郡美深町	報徳層	中期中新世	-	(16)	(7)	櫛井敏雅, 1991
29 タチカラウシナイ	北海道中川郡歌登町	タチカラウシナイ層	中期中新世	-	(25)	(10)	櫛井敏雅, 1991
30 ミヶ脳	福井県坂井郡三国町	米ヶ脳層	中期中新世	21	29	11.4	櫛井敏雅・安野敏勝, 1991
31 藤倉	青森県舟打鉱山	-	前期中新世後期	28	28.6	11.2	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
32 滝ノ上	北海道夕張市	滝ノ上層	前期中新世後期	22	22	9	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
33 サキベンベツ	北海道芦別市	サキベンベツ層	中期中新世前期	29	6.8	4	Tanai, T., 1971
34 芝石峠	愛知県北設楽郡東栄町	設楽層群	前期中新世後期	56	48.2	17.8	柴田洋・伊藤治行, 1983
35 宗谷	北海道稚内市	宗谷谷沢層	前期中新世後期	25	18	7.7	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
36 吉岡	北海道松前郡福島町	吉岡層	前期中新世後期	66	23.9	9.3	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
37 若松	北海道瀬棚郡瀬棚町	関内層	前期中新世後期	46	16	7	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
38 虹羅	北海道瀬棚郡瀬棚町	太櫛層	前期中新世後期	38	8	4.4	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
39 打当	秋田県北秋田郡阿仁町	打当層	前期中新世後期	92	40	15	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
40 沖庭	山形県西置賜郡小国町	今市層	前期中新世後期	55	50	18.4	Onoe, T., 1974
41 小国	山形県西置賜郡小国町	小国層	前期中新世後期	58	46	17	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
42 日倉山	新潟県岩船郡朝日村	日倉山層	前期中新世後期	34	32.4	12.5	鴨井幸彦, 1981
43 大須戸	新潟県岩船郡朝日村	朝日層	前期中新世後期	54	41.5	15.3	鴨井幸彦・小林義雄・鈴木敬治, 1978
44 浅川	茨城県久慈郡大子町	浅川層	前期中新世後期	20	40	15	Horiuchi, J., 1996
45 北田気	茨城県久慈郡大子町	北田気層	前期中新世後期	33	27.3	10.8	Horiuchi, J., 1996
46 日吉	岐阜県可児市他	中村累層	前期中新世中期	29	20.7	8.6	Huzioka, K., 1964
47 平牧	岐阜県可児市他	平牧累層	前期中新世後期	84	27.4	13.7	Ina, H., 1981
48 能登中島	石川県鹿島郡中島町	山戸田層	前期中新世後期	50	46	17	櫛井敏雅・榎村和彦, 1988
49 狼煙	石川県珠洲市	柳田累層	前期中新世後期	30	42	15.7	Ishida, S., 1970
50 久遠	北海道久遠郡大成町	左俣川層	前期中新世後期	31	13	6	Tanai, T. & Suzuki, N., 1972
51 阿仁合	秋田県北秋田郡阿仁町	阿仁合層	前期中新世前期	40	25	10	Huzioka, K., 1964
52 西田川	山形県西田川郡温海町	温海層	前期中新世前期	38	13	6	Huzioka, K., 1964
53 紫竹	福島県いわき市	紫竹層	前期中新世前期	38	8	4.4	Huzioka, K., 1964
54 与謝	京都府宮津市	世屋層	前期中新世前期	30	17	7.4	藤上亨, 1978
55 上ノ国	北海道松山郡上ノ国町	福山層	前期中新世前期	33	2.9	2.7	Tanai, T. & Suzuki, N., 1963
56 大坊	山口県大津郡油谷町	人丸層	後期漸新世	37	34	13	Huzioka, K., 1974
57 野田	山口県大津郡油谷町	箕波戸層	後期漸新世	33	36	13.7	Tanai, T. & Uemura, K., 1991
58 相浦	長崎県佐世保市	相浦層	前期漸新世	38	24	9.7	Tanai, T., 1961b
59 若松沢	北海道北見市	若松沢層	前期漸新世	26	3.8	3	櫛井敏雅・榎村和彦, 1983
60 春採	北海道釧路市	春採層	後期始新世	-	(34)	(13)	Tanai, T., 1961a
61 幾春別	北海道夕張市他	幾春別層	後期始新世	-	(40)	(15)	櫛井敏雅・榎村和彦, 1983
62 宇部	山口県宇部市	沖ノ山層	中期始新世後期	46	65	23.4	Huzioka, K. & Takahashi, E., 1970
63 美唄	北海道美唄市	美唄層	中期始新世後期	48	52.1	19.2	Endo, S., 1968
64 夕張	北海道夕張市	夕張層	中期始新世中期	-	35	13.4	藤岡一男・小林政雄, 1961

表 4 実習全体の指導計画表

学習内容	時間	備考
I 事前学習 (古環境調査法) 1.古環境とは? 2.地質学の基礎知識 (絶対年代と相対年代, 化石, 地層と岩石, 地層の対比と柱状図, 地質図) 3.古環境解析法 (地層・堆積構造, 示相化石) 4.地質調査法 (初歩) 5.現地の地質について	14時間	
II 野外実習 1.河床・地層・岩石の観察 2.ルートマップの作成 3.化石採集	1日	(埼玉県大里郡川本町 荒川河床新第三紀 中新世揚井層)
III 事後学習 1.柱状図作成 2.化石整理 (クリーニング, ナンバーリングなど) 3.化石同定とスケッチ 4.同定結果の整理	10時間	
IV レポート作成 1.化石林の復元 2.古気候の推定	-	冬季休業中の課題
V まとめ 1.レポート事後指導 2.地質時代の古気候	2時間	

理科 I 野外実習実施状況 (1992年度)	野外実習での指導内容
【目的】 1.地層やそれを構成している岩石, およびそれに含まれる化石を実際に露頭で観察し, 当時の環境を調べること。 2.植物化石を採集し, 当時の植生や気候を調べること。 3.野外実習の基本的な行動を身につけること。 【実施年月日】 1992年11月4日 (水) 【実施場所】 埼玉県大里郡川本町荒川河床 (熊谷市西南部) 【調査対象】 新生代新第三紀後期中新世揚井層 【参加者】 第一学年理科 I 履修者 (26名) 【引率者】 大久保教 丹 和浩 【時程】 9:30 秩父鉄道武川駅集合 9:40 武川駅出発 (徒歩) 10:40 実習場所到着 【活動 I】 12:00 昼食 12:30 【活動 II】 15:00 実習場所出発 (徒歩) 16:00 武川駅到着後解散	【活動 I】 河床のレキの観察 1.河床のレキの採集と同定 1) レキ10種類以上採集 * 結晶片岩 (長巻から25 km), 石灰岩 (秩父から40 km) 2) 火山岩, 堆積岩, 変成岩に分類 3) レキ種の同定 2.レキの由来の考察 1) レキ径・円度と運搬距離の関係 * 結晶片岩 (長巻から25 km), 石灰岩 (秩父から40 km) 2) 河床のレキ種から上流の地質や地史を推定 * 層状チャート・石灰岩・シタガクイ→熱帯の火山島 * 揚井層のレキと揚井層のレキ岩層との比較 * 揚井層の堆積環境 3.河床の堆積物の堆積構造の観察 1) イングリッション 2) 流痕 【活動 II】 地質調査・化石採集 1.ルートマップ作り (揚井層中部層) 2.化石採集 1) 産状の観察 2) 採集 * ハンマーの使用法, 採集のマナー 3) 化石の梱包

図 6 野外実習実施状況および内容

いけること, イ) 容易かつ安全に化石採集が行えること, ウ) ある程度まとまった数の化石が採集できるなどの条件をそなえているからである。

植物化石は揚井層中部層から上部層にかけて少なくとも8層準確認しているが(図8), 現在採集に適して

いるのは上部層のものである(図9, 図10)。

実際に化石採集にあてる時間は2時間ほどであるが古気候解析に十分な量を得ることができる。

この野外実習で採集した化石は教室に持ち帰りクリーニング, スケッチ, 同定, 保存の手順で作業を

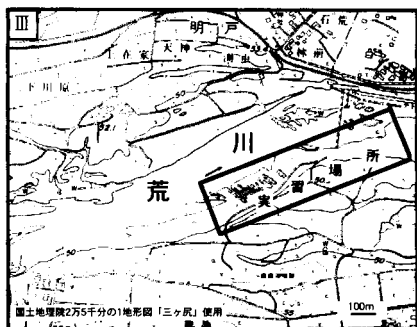
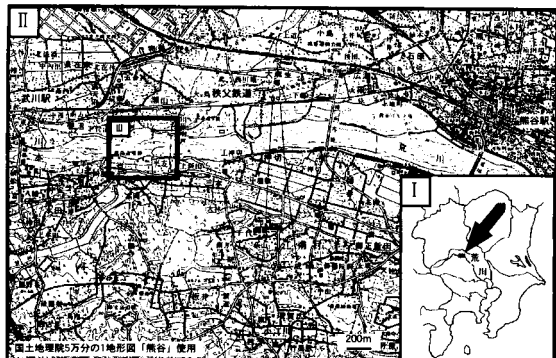


図7 野外実習の実施場所

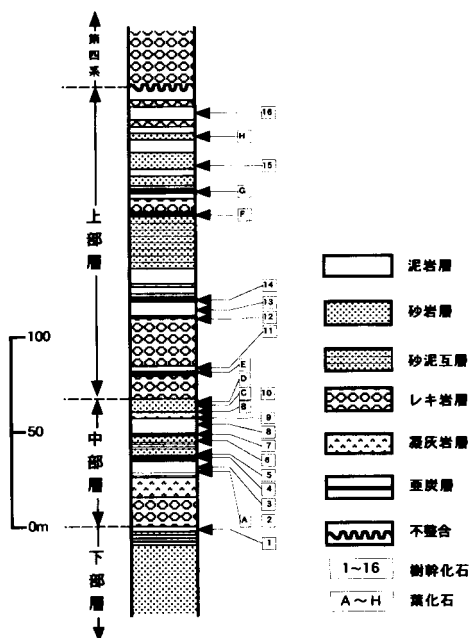


図8 川本町荒川河床部における楊井層柱状図

行った (図 11, 12, 13, 14)。この化石は乾燥するとぼろぼろになるので、チャック付きビニール袋に入れ、写真 (図 15) のようにトマトの箱を利用して収



図9 楊井層中部層中の含植物化石層



図10 楊井層上部層中の含植物化石層

納、整理した。

写真 (図 16) は生徒が実際に採集した化石の例で、マンサク科のフウである。

楊井層産の大型植物化石のリストを付録表 1-1~1-2 に示す。この資料から全縁率を求め、さらにその全縁率から次のように古気温を植村の計算式 (1) を用いて計算すると次のようになる。

$$\text{上部楊井層} \quad 1/3 \times 27.7 (\text{全縁率}) + 1.7 = 10.9^\circ\text{C}$$

$$\text{下部楊井層} \quad 1/3 \times 31.7 (\text{全縁率}) + 1.7 = 12.3^\circ\text{C}$$

実際に生徒の求めた結果は実施年により変動するが、おおよそこれらの結果からプラスマイナス 2 度ぐらいの範囲であった。

2) 実施状況

1985 年度から 1997 年度までの野外実習の実施状況を表 5 に示す。

生徒が提出したレポートから、実践を通してさまざまな生徒の反応が得られたが、特徴的なものを次に示す。

- 植物や植物化石が身近に感じられるようになって

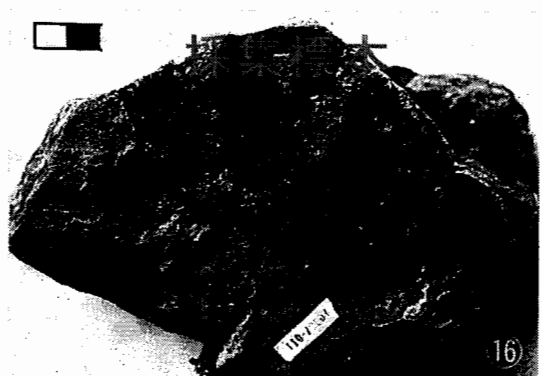
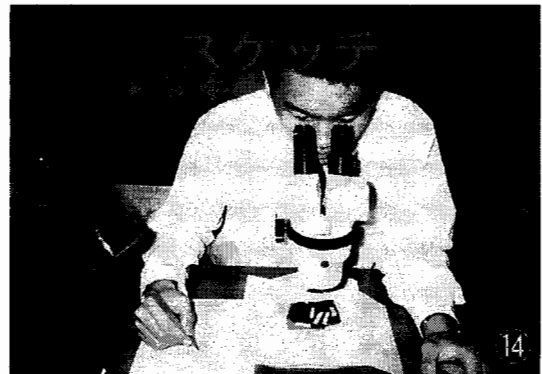


図 11~16 教室での作業の様子および植物化石標本

- た。
- ・新第三紀という時代が身近に感じられるようになった（数百万年は意外と近い過去、植物の種類が意外に現代的など）。
 - ・植物化石が古気候推定の道具として使えることに驚きを示した。
 - ・中新世後期（数百万年前）の関東地方の気候が今の気候と大きく違いがなかったことに驚きを示し

- た。
- ・化石は意外に簡単にしかもたくさん採れることに驚きを示した。

5. 教材化の意義

1) 扱える時代範囲の拡大とその効果

これまでも花粉分析法による古気候解析は、第四紀を中心にその特性を活かし優れた研究例が多く示さ

表5 年別野外実習実施状況

実施年月日	実施科目名	実施学年(期)	実施場所
1985年11月10日	理科I	第1学年(12期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1986年11月6日	理科I	第1学年(13期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1987年11月6日	理科I	第1学年(14期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1988年11月3日	理科I	第1学年(15期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1989年11月3日	理科I	第1学年(16期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1990年11月22日	理科I	第1学年(17期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1991年11月20日	理科I	第1学年(18期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1992年11月4日	理科I	第1学年(19期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1993年11月5日	理科I	第1学年(20期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1994年11月9日	総合理科	第1学年(21期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床
1997年6月14日	自然史(その他科目)	第3学年(22期)	埼玉県大里郡川本町荒川河床

表6 「地学教育」に掲載された化石の指導に関する論文一覧

著者名	発表年	巻・号	題名
鈴木道夫	1956	24号	東京都足立区産沖積世貝化石の指導研究
井藤正夫他	1965	58号	貝類化石を用いて進化を合理的に理解させる指導方法の研究試案
紺田功	1966	65号	高等学校における化石の取り扱いについて
八田明夫	1974	27巻	小型有孔虫化石を使った授業の一例、内容とその評価を中心に
田村実	1977	30巻	化石の指導についての提言
下野洋	1978	31巻	郷土の地学教育、花粉化石を用いた地史の指導
池田俊夫	1978	31巻	珪質岩の微化石を観る、地質教材化の一考察
小林文夫	1981	34巻	身近な地質教材の学習、有孔虫化石観察を例として
宮下治	1982	35巻	モジュール導入による花粉分析の指導例
矢島道子	1982	35巻	考現古生物学を大学教養課程教育へ導入する試み
松川正樹	1984	37巻	アンモナイトによる「生物進化」の教材化、同一内容に対する複数教材の開発に関する試み
矢島道子	1986	39巻	「理科I」で化石をどの様に取り扱うか
宮下治	1990	43巻	泥層中の微化石による地層の対比の教材化
藤井英一	1993	46巻	野外における化石の学習指導とその実践
岡本弥彦他	1993	46巻	現生種を取り入れた化石の学習指導に関する実践的研究
間島信夫	1995	48巻	恐竜の体重を測ろう-地学の新しい実験開発の試み-
細山光他	1995	48巻	放射虫化石の研究、課題研究指導の実践例
相場博明	1997	50巻	大型植物化石の教材化 -塩原の化石を利用した授業実践-

れてきた。一方、全縁率法では花粉分析法が適用しにくい、より古い時代(白亜紀後期まで)の資料を扱うことができる。したがってこの方法を用いることにより、ある程度長い期間(最長白亜紀後期から第四紀まで)の陸域の古気候変遷を、50万~100万年という時間のスケールで、しかも身近にある植物化石の資料からとらえることが可能になった。さらにその結果、前述の生徒の反応にもみられるように、彼らの地球観や環境観に少なからず影響を与えたようである。

2) 探究活動の教材としての活用

従来授業で植物化石を扱う場合、ただ見たり、あるいはせいぜいスケッチしたりに留まっていたのではないかと思われる。実際大型植物化石を教材化した報告

は非常に少ない(最近10年間では那賀島, 1991; 平川, 1992; 相場, 1997など)。今回の展開例から「葉っぱ」の化石から昔の気温が求められる、つまり古環境を調べる探究活動の教材としての利用法が生まれてきたことになる。

3) バランスのとれた化石観・自然観の育成

① 生態系という視点

昨今の恐竜ブームに象徴されるように、ある意味で化石に対する世間一般の関心は高い。事実、恐竜の骨格標本やアンモナイトは展示物としてのインパクトも強い。これに対して、残念ながら植物化石に対する関心は相対的に低いと言わざるをえない。ところで当時の地球上には恐竜やアンモナイトが単独で生息してい

たわけではなく、生態系の一部として存在していたことは承知のとおりである。そして、植物も生態系の中で生産者として重要な位置を占めていたことも事実である。したがって、地質時代においても生態系という視点で生物の世界をとらえたとき、植物化石がもっと認識されて良いはずである。

② 目的から手段へ

化石に実際に接したときの素朴な驚きや感動は貴重である。昨今の状況はこれら素朴な情意面でのエネルギーを学習への動機付けに利用できる良い環境にあるといえる。一方、たとえば1953年～1997年の「地学教育」に発表された論説・原著論文の中から教材開発・教材の扱い、指導例などで化石あるいは古生物を扱ったものは15であった(表6)。この結果を見る限り、先人の努力に敬意を表するもの、化石あるいは古生物を通して科学的な視点での興味・関心の育成、あるいは科学的手法の習得などを推進していく努力の余地がまだかなりありそうである。そのような意味で、今回の葉相観を導入した教材化が、植物化石を見るだけの対象(目的)から古気候を解析するツール(手段)へと視点を変える一助となればと考える。最近、松川ら(1997)は恐竜の足跡化石を用いて恐竜の古生態を復元する教材開発を行った。この報告なども同様な意義付けをすることができ、今後このような実践が拡大していくことが望まれる。

6. おわりに

生徒が多様化する中、結果が明解、方法が簡便、科学的な興味・関心を喚起するより多くの化石教材の開発が望まれる。特に進化、古生態、古環境、古生物地理、機能形態、あるいはタフオノミーなどの分野で最新の科学的成果をもとにした興味深い素材がその教材化を待っている。そのような意味で、今回の報告によって植物化石の分野でささやかであるが貢献できれば幸いである。

謝 辞

本論文を作成するにあたり、東京学芸大学教育学部松川正樹助教授にはご助言および投稿中の論文の内容についてご教示いただいた。また(財)自然史科学研究所(元東京学芸大学教授)木村達明所長および千葉大学教育学部山崎良雄教授にはご助言と励ましをいただいた。この研究の一部は河川環境財団研究助成の助成金(平成四年度および五年度)を使用した。あわせ

てここに謝意を表する。

引用文献

- 相場博明(1997): 大型植物化石の教材化—塩原の化石を利用した授業実践—, 地学教育, 50, 69-76.
- Endo, S. (1968): The flora from Eocene *Woodwardia* Formation, Ishikari coal field, Hokkaido, Japan, *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, ser. C*, 11, 411-449, pls. 1-26.
- 藤井英一(1993): 野外における化石の学習指導とその実践, 地学教育, 46, 45-55.
- 八田明夫(1974): 小型有孔虫を使った授業の一例, 内容とその評価を中心に, 地学教育, 27, 88-94.
- 林 慶一(1997): 中学校教材「リアス式海岸」の成因の扱いにみられる自然科学からの遅れ, 地学教育, 50, 77-85.
- Herman, A. B. & Spicer, R. A. (1996): Palaeobotanical evidence for a warm Cretaceous Arctic Ocean, *Nature*, 380, 330-333.
- 平川豊志(1992): 植物化石を使った理科I実習, 日本私学教育研究所調査資料, 167, 地学野外実習実践事例集(地学教育研究会編).
- Horiuchi, J. (1996): Neogene Floras of Kanto District, *Sci. Rept. Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, 17, 109-208.
- 細山光也(1995): 放散虫化石の研究, 課題研究指導の実践例, 地学教育, 48, 175-183.
- Huzioka, K. (1963): The Utto flora of northern Honshu, in: *Tertiary Floras of Japan. Miocene Floras*, 153-216, Collab. Assoc. Commem. 80th Anniv. Geol. Surv. Japan, Tokyo.
- Huzioka, K. (1964): The Aniai flora of Akita Prefecture and the Aniai-type floras in Honshu, Japan, *J. Min. Coll., Akita Univ. ser. A*, 3, 1-105.
- Huzioka, K. (1974): The Miocene Daibo flora from the western end of Honshu, Japan, *J. Min. Coll., Akita Univ., ser. A*, 5, 85-108, pls. 1-6.
- 藤岡一男・小林政雄(1964): 石狩炭田夕張地区清水沢炭鉱における夕張層の植物化石の産状, 鉱山地質, 11, 245-252.
- Huzioka, K. & Takahashi, E. (1970): The Eocene flora of Ube coal-field, southwest Honshu, Japan, *J. Min. Coll., Akita Univ., ser. A*, 4, 1-88, pls. 1-21.
- Huzioka, K. & Uemura, K. (1973): The Late Miocene Miyata flora of Akita Prefecture, Northeast Honshu, Japan, *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, ser. C*, 16, 661-738.
- Huzioka, K. & Uemura, K. (1974): The Late Miocene Sanzugawa flora of Akita Prefecture, Northeast Honshu, Japan, *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, ser. C*, 17, 325-366, pls. 1-11.
- 池田俊夫(1978): 珪質岩の微化石を観る, 地質教材化の一考察, 地学教育, 31, 107-112.
- Ina, H. (1981): Miocene fossils of the Mizunami Group,

- Central Japan. 1. Plants of Kani and Mizunami basins, *Monogr. Mizunami Fos. Mus.*, 2, 1-20, pls. 1-40.
- Ina, H. & Ishikawa, T. (1982): A Late Miocene Flora from the West Part of Satsuma Peninsula, Kagoshima Prefecture, Japan, *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, No. 9, 35-58.
- Ishida, S. (1970): The Noroshi flora of Noto Peninsula, Central Japan, *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., ser. Geol. & Mineral.*, 37, 1-112.
- 井熊正夫・池田 均・大冨治孝・松原新一 (1965): 貝類化石を用いて進化を合理的に理解させる指導法の研究 (試案), 地学教育, 58号, 7-17.
- 岩内明子・長谷義隆 (1986): 中・北部九州後期新生代の植生と古環境 —その2 安心院-院内地域 (上部鮮新統)一, 地質学雑誌, 92, 591-598.
- 鴨井幸彦 (1981): 新潟県北部, 朝日山地西麓地域中新世植物化石群について, 地質学雑誌, 87, 175-188.
- 鴨井幸彦・小林巖雄・鈴木敬治 (1978): 新潟県北部の中部中新統から産出する大須戸植物化石群について, 地質学雑誌, 84, 15-21.
- 小林文夫 (1981): 身近な地質教材の学習, 有孔虫化石観察を例として, 地学教育, 34, 81-86.
- 紺田 功 (1966): 高等学校における化石の取扱について, 地学教育, 65号, 23-24.
- 間島信夫 (1995): 恐竜の体重を測ろう —地学の新しい実験開発の試み一, 地学教育, 48, 93-102.
- 松川正樹 (1984): アンモナイトによる「生物進化」の教材化, 同一内容に対する複数教材の開発に関する試み, 地学教育, 37, 97-108.
- 松川正樹・小荒井千人・榊原雄太郎 (1997): 恐竜の「恐竜とかけっこ」の教材開発, 地学教育, 50, 217-227.
- 宮下 治 (1982): モジュール導入による花粉分析の指導例, 地学教育, 35, 21-34.
- 宮下 治 (1990): 泥岩中の微化石による地層の対比の教材化, 地学教育, 43, 73-87.
- Murai, S. (1970): On the Hanayama flora, *Tech. Rep. Iwate Univ.*, 4, 47-68, pls. 1-5.
- 那賀島彰一 (1991): 植物化石による古気候の推定とその教材化, 北海道立理科教育センター研究紀要, 3, 41-46.
- 岡本弥彦・春日二郎・伊藤邦夫・乙部憲彦 (1993): 現生種を取り入れた化石の学習指導に関する実践的研究, 地学教育, 46, 57-66.
- Okubo, A. & Kimura, T. (1995): Late Cretaceous triprojectate pollen grains from the Asuwa Formation in the Outer Zone of Japan, *International Conference of Diversification and Evolution of Terrestrial Plants in Geological Time*, Nanjing, 59-60.
- Okutsu, H. (1955): On the stratigraphy and paleobotany of the Cenozoic plant beds of the Sendai area, *Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser.*, 26, 1-114, pls. 1-8.
- Onoe, T. (1974): A Middle Miocene flora from Ogunimachi, Yamagata Prefecture, Japan, *Geol. Surv. Japan Rep.*, 253, 1-64.
- 尾上 亨 (1978): 近畿地方北部地域の中新生植物群に関する新見知, 地調月報, 29, 53-58.
- 尾上 亨 (1989): 栃木県塩原産更新世植物群による古環境解析, 地質調査所報告, 269, 207 pp.
- Ozaki, K. (1981): On the paleoenvironments of the Late Miocene Tatsumitoge flora, *Sci. Rep. Yokohama Natn. Univ., sec. II*, 28, 47-75.
- Ozaki, K. (1991): Late Miocene and Pliocene Floras in Central Honshu, Japan, *Bull. Kanagawa Pref. Mus. Sci., Special Issue*, 244 pp.
- 尾崎正紀 (1992): 日本における古第三紀植物群の変遷と古気候変化, 地調月報, 43, 69-85.
- 柴田 洋・伊奈治行 (1983): 愛知県設楽層群の貝類および植物化石, 瑞浪市化石博物館専報, 4, 1-89.
- 下野 洋 (1978): 郷土の地学教育, 花粉化石を用いた地史の指導, 地学教育, 31, 23-28.
- Suzuki, K. (1959): On the flora of the Upper Miocene Tennoji Formation in the Fukushima Basin, Japan, and its palaeoecological aspect, *Monogr. Assoc. Geol. Coll. Japan*, 9, 1-47, pls. 1-5.
- 鈴木敬治・真鍋健一・吉田 義 (1977): 会津盆地における後期新生代層の層位学的研究と会津盆地の発達史, 地質学論集, 14, 17-44.
- 鈴木道夫 (1956): 東京都足立区産沖積世貝化石の研究指導, 地学, 24号, 65-76.
- 田村 実 (1977): 化石の指導についての提言, 地学教育, 30, 49-58.
- Tanai, T. (1961a): The Oligocene floras from the Kushiro coal field, Hokkaido, Japan, *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., ser. 4*, 14, 383-514, pls. 3-20.
- Tanai, T. (1961b): Neogene floral change in Japan, *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., ser. 4*, 11, 119-398, pls. 1-32.
- Tanai, T. (1971): The Miocene Sakipenpetsu flora from Ashibetsu area, central Hokkaido, *Mem. Natn. Sci. Mus. Tokyo*, 4, ser. C, 14, 127-172, pls. 4-11.
- Tanai, T. (1976): The revision of the Pliocene Mogi Frola, described by Nathorst (1883) and Florin (1920), *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., ser. 4*, 17, 277-346.
- 棚井敏雅 (1991): 北半球における第三紀の気候変動と植生の変化, 地学雑誌, 100, 951-966.
- 棚井敏雅 (1992): 東アジアにおける第三紀森林植生の変遷, 瑞浪市化石博物館研究報告, 19, 糸魚川淳二博士記念号 125-163.
- 棚井敏雅 (1993): 植物化石群による第三紀気温変化の推定, 化石, 54, 35-52.
- Tanai, T. & Suzuki, N. (1976): Miocene floras of southwestern Hokkaido, Japan. *Miocene Floras*, 9-149, pls. 1-27, Geol. Serv. Japan, Kawasaki.
- Tanai, T. & Suzuki, N. (1965): Late Tertiary floras

- from northeastern Hokkaido, Japan, *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.*, **10**, 1-117, pls. 1-21.
- Tanai, T. & Suzuki, N. (1972): Additions to the Miocene floras of southwestern Hokkaido, Japan, *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, ser. 4, **15**, 281-359.
- 棚井敏雅・植村和彦 (1983): 北見市南部の若松沢植物群とその地質時代, 北海道の新第三紀の生層序研究連絡紙, **2**, 44-48.
- 棚井敏雅・植村和彦 (1988): 北海道西南部および本州北端部の台島型植物群 (中新世), 国立科博専報, **21**, 7-16.
- Tanai, T. & Uemura, K. (1991): The Oligocene Noda flora from the western end of Honshu, Japan, part 2, *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo*, ser. C, **17**, 81-90.
- Uemura, K. (1986): Late Miocene plants from Onbara in northern Okayama Pref., southwestern Honshu, Japan, *Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo*, ser. C, **12**, 121-130.
- Uemura, K. (1988): Late Miocene floras in Northeast Honshu, Japan, *Natn. Sci. Mus. Tokyo*, 197 pp.
- 植村和彦 (1993): 大型植物化石に基づく新生代の古気候変遷と気温, 化石, **54**, 24-34.
- 植村和彦・安野敏勝 (1991): 福井県西部の米ヶ脇累層産中新世植物, 三浦 静教授退官記念論文集, 43-54.
- Wolfe, J. (1971): Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras, *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **9**, 27-57.
- Wolfe, J. (1979): Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere, *U. S. Geol. Serv. Prof. Pap.*, **1106**, 1-37.
- Wolfe, J. (1993): A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages, *U. S. Geol. Serv. Bull.*, **2040**, 1-71.
- 矢島道子 (1982): 考現古生物学を大学教養課程教育へ導入する試み, 地学教育, **35**, 159-167.
- 矢島道子 (1986): 「理科 I」で化石をどの様に取り扱うか, 地学教育, **39**, 185-192.

大久保 敦: 葉相観を導入した示相化石の指導—古環境を探るツールとしての大型植物化石の活用— 地学教育 **51** 巻 **1** 号, 13-27, 1998

〔キーワード〕 示相化石, 植物化石, 古環境, 教材開発, 葉相観, 高等学校

〔要約〕 広葉樹の葉相観のうち葉縁の特徴に注目すると, 全広葉樹種に占める全縁の種の割合 (全縁率) と年平均気温との間には高い正の相関関係がある。この関係を化石植物葉に適用し古気温 (年平均気温) を求めることができる。この方法を示相化石の指導に導入した場合の教材としての特性 (原理の理解が容易, 方法が簡便, 結果が明解) を紹介し, また高等学校における授業実践の概要を報告し, さらに教材化の意義を考察した。

Atsushi OKUBO: Teaching of Facies Fossils to Apply Foliar Physiognomy —An application of mega-plant fossils for analyzing palaeoenvironment—. *Educat. Earth Sci.*, **51**(1), 13-27, 1998

付録表 1-1 これまでに記載された楊井層産植物化石葉一覧

学名	和名等	科名	Horiuchi (1996)		Ozaki(1991)	種類	全縁
cf. <i>Pinus trifolia</i>	材ミガマツに対比される種	マツ科			○	針葉樹	-
<i>Metasequoia occidentalis</i>	メタセコイア属の化石種	スギ科	M	U	○	針葉樹	-
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	スイショウ属の化石種	スギ科	M			針葉樹	-
<i>Cunninghamia protokonishii</i>	ツダ イギ 近縁の化石種	スギ科		U		針葉樹	-
<i>Magnolia elliptica</i>	コブシに近縁の化石種	モクレン科	M			広葉樹	○
<i>Magnolia nipponica</i>	モクレン属の化石種	モクレン科	M			広葉樹	○
<i>Magnolia sp.</i>	モクレン属の未定種	モクレン科			○	広葉樹	○
cf. <i>Actinodaphne lancifolia</i>	カゴノキに対比される種	クスノキ科			○	広葉樹	○
cf. <i>Cinnamomum camphora</i>	クスノキに対比される種	クスノキ科			○	広葉樹	○
cf. <i>Cinnamomum japonicum</i>	ヤブニッケイに対比される	クスノキ科			○	広葉樹	○
<i>Cinnamomum miocenum</i>	クスノキに近縁の化石種	クスノキ科	M	U		広葉樹	○
<i>Lindera cf. erythrocarpa</i>	クロモジ属の化石種	クスノキ科	M			広葉樹	○
<i>Lindera gaudini</i>	ヤマハコに近縁の化石種	クスノキ科		U		広葉樹	○
<i>Lindera miyataensis</i>	クロモジに近縁の化石種	クスノキ科	M	U	○	広葉樹	○
<i>Lindera hokiana</i>	材ハコモジに近縁の化石種	クスノキ科	M			広葉樹	○
<i>Machilus protojaponica</i>	料ハコノキに近縁の化石種	クスノキ科		U		広葉樹	○
cf. <i>Parabenzoin trilobum</i>	シロモジに対比される種	クスノキ科			○	広葉樹	×
cf. <i>Persea thunbergii</i>	タブノキに対比される種	クスノキ科			○	広葉樹	○
<i>Persea sp.</i>	タブノキ属の未定種	クスノキ科			○	広葉樹	○
<i>Cocculus sp.</i>	アオツツラフジ属の未定種	ツツラフジ科				つる性	○
cf. <i>Meliosma oldhamii</i>	ツシハツツラに対比される種	アワブキ科			○	広葉樹	×
<i>Cercidiphyllum crenatum</i>	カツラ属の化石種	カツラ科			○	広葉樹	×
<i>Hamamelis protojaponica</i>	マンサクに近縁の化石種	マンサク科	M			広葉樹	×
<i>Liquidambar miosinica</i>	タリツツラに近縁の化石種	マンサク科	M		○	広葉樹	×
<i>Parrotia pristina</i>	ベニヤマツツラ属の化石種	マンサク科	M	U		広葉樹	×
<i>Parrotia sp.</i>	ベニヤマツツラ属の未定種	マンサク科			○	広葉樹	×
<i>Buxus miojaponica</i>	ツゲに近縁の化石種	ツゲ科	M			広葉樹	○
<i>Buxus protojaponica</i>	ツゲに近縁の化石種	ツゲ科			○	広葉樹	○
<i>Castanea miocrenata</i>	クリに近縁の化石種	ブナ科			○	広葉樹	×
<i>Quercus protoacuta</i>	アカガシに近縁の化石種	ブナ科			○	広葉樹	×
<i>Quercus miovariabilis</i>	アベマキに近縁の化石種	ブナ科			○	広葉樹	×
<i>Quercus protoaliena</i>	ナラガシワに近縁の化石種	ブナ科	M		○	広葉樹	×
<i>Quercus protosalicina</i>	ガシガシに近縁の化石種	ブナ科	M		○	広葉樹	×
<i>Quercus protoserrata</i>	コナラに近縁の化石種	ブナ科	M	U		広葉樹	×
<i>Quercus sp.</i>	コナラ属の未定種	ブナ科			○	広葉樹	×
cf. <i>Alnus japonica</i>	ハンノキに対比される種	カバノキ科			○	広葉樹	×
<i>Alnus miojaponica</i>	ハンノキに近縁の化石種	カバノキ科	M			広葉樹	×
<i>Alnus protohirsuta</i>	ヤマハンノキに近縁の化石種	カバノキ科	M			広葉樹	×
<i>Alnus aff. trabeculosa</i>	ハンノキ属の化石種	カバノキ科	M			広葉樹	×
<i>Alnus sp.</i>	ハンノキ属の未定種	カバノキ科			○	広葉樹	×
<i>Betula sp. C</i>	カバノキ属の未定種C	カバノキ科	M			広葉樹	×
<i>Carpinus heigunensis</i>	イヌシデに近縁の化石種	カバノキ科	M		○	広葉樹	×
<i>Carpinus mioturczaninovi</i>	イワシデに近縁の化石種	カバノキ科		U		広葉樹	×
<i>Carpinus stenophylla</i>	クマシデに近縁の化石種	カバノキ科	M			広葉樹	×
<i>Carpinus subcordata</i>	サワシバに近縁の化石種	カバノキ科	M	U		広葉樹	×
<i>Corylus subsieboldiana</i>	ハシバミに近縁の化石種	カバノキ科			○	広葉樹	×
cf. <i>Ostrya japonica</i>	アサダに対比される種	カバノキ科			○	広葉樹	×
<i>Ostrya sp.</i>	アサダ属の未定種	カバノキ科			○	広葉樹	×
<i>Juglans sp.</i>	クルミ属の未定種	クルミ科	M			広葉樹	×
<i>Platycarya miocena</i>	ノグルミに近縁の化石種	クルミ科	M		○	広葉樹	×
<i>Pterocarya asymmetrosa</i>	サワグルミに近縁の化石種	クルミ科			○	広葉樹	×
<i>Pterocarya japonica</i>	サワグルミに近縁の化石種	クルミ科	M	U		広葉樹	×
<i>Clethra hokiana</i>	リョウブ属の化石種	リョウブ科	M	U		広葉樹	○
<i>Stewartia submonodelpha</i>	ヒメジャラに近縁の化石種	ツバキ科	M			広葉樹	×
<i>Rhododendron sp.</i>	ツツジ属の未定種	ツツジ科	M	U		広葉樹	○
<i>Diospyros miokaki</i>	カキに近縁の化石種	カキノキ科	M	U		広葉樹	○
<i>Populus aizuana</i>	ヤマナラシに近縁の化石種	ヤナギ科		U		広葉樹	×
<i>Populus cf. balsamoides</i>	ハコヤナギ属の化石種	ヤナギ科	M			広葉樹	×
<i>Populus kobayashii</i>	アサナラシに近縁の化石種	ヤナギ科		U	○	広葉樹	×
<i>Populus cf. hokiensis</i>	ヤマナラシに近縁の化石種	ヤナギ科	M		○	広葉樹	×

付録表 1-2 これまでに記載された楊井層産植物化石葉一覧

<i>Populus sp. A</i>	ハコヤナギ属の未定種A	ヤナギ科	M			広葉樹	×	
<i>Populus sp. B</i>	ハコヤナギ属の未定種B	ヤナギ科	M			広葉樹	×	
<i>Populus sp. C</i>	ハコヤナギ属の未定種C	ヤナギ科	M			広葉樹	×	
<i>Populus sp.</i>	ハコヤナギ属の未定種	ヤナギ科			U	広葉樹	×	
<i>Salix k-suzukii</i>	シロヤナギに近縁の化石種	ヤナギ科			U	○	広葉樹	×
<i>Salix parasachalinensis</i>	ヤナギ属の化石種	ヤナギ科	M			○	広葉樹	×
<i>Salix takaminensis</i>	カヤナギに近縁の化石種	ヤナギ科			U		広葉樹	×
<i>Salix misaotatetakii</i>	ヤナギ属の化石種	ヤナギ科				○	広葉樹	×
<i>Salix sp.</i>	ヤナギ属の未定種	ヤナギ科				○	広葉樹	×
<i>Rumex? sp.</i>	スイバ属の未定種	タデ科				○	草本	-
<i>Tilia miohenryana</i>	オハコバクに近縁の化石種	シナノキ科				○	広葉樹	×
<i>Tilia protojaponica</i>	シナノキに近縁の化石種	シナノキ科	M		U		広葉樹	×
<i>Tilia sp.</i>	ヘラノキに近縁の化石種	シナノキ科				○	広葉樹	×
<i>Tilia sp.</i>	シナノキ属の未定種	シナノキ科	M				広葉樹	×
" <i>Ficus</i> " <i>tiliaefolia</i>	ムカシウロノキ	アオギリ科				○	広葉樹	○
<i>Ulmus protojaponica</i>	ハルニレに近縁の化石種	ニレ科	M		U	○	広葉樹	×
<i>Ulmus sp.</i>	ニレ属の未定種	ニレ科				○	広葉樹	×
<i>Zelkova ungeri</i>	ケヤキに近縁の化石種	ニレ科	M		U	○	広葉樹	×
<i>Broussonetia sp.</i>	カジノキ属の未定種	クワ科	M		U		広葉樹	×
<i>Halesia sp.</i>	アメリカアサガラ属の未定種	エゴノキ科				○	広葉樹	×
<i>cf. Styrax japonica</i>	エゴノキに対比される種	エゴノキ科				○	広葉樹	×
<i>Rosa usyuenis</i>	ノイバラに近縁の化石種	バラ科			U		広葉樹	×
<i>Sorbus lesquereuxi</i>	アズキナシに近縁の化石種	バラ科				○	広葉樹	×
<i>Sorbus protoalnifolia</i>	アズキナシに近縁の化石種	バラ科			U		広葉樹	×
<i>Sorbus protojaponica</i>	カワヅクビに近縁の化石種	バラ科				○	広葉樹	×
<i>Hemitrapa trapelloidea</i>	ヒシモドキ属の化石種	ヒシ科			U		広葉樹	○
<i>Wisteria cf. fallax</i>	フジに近縁の化石種	マメ科	M		U		広葉樹	○
<i>Wisteria sp.</i>	フジ属の未定種	マメ科	M				広葉樹	○
<i>Cladrastis cf. anienensis</i>	フジキに近縁の化石種	マメ科	M		U	○	広葉樹	○
<i>Cladrastis sp.</i>	フジキ属の未定種	マメ科				○	広葉樹	○
<i>Lespedeza sp.</i>	ハギ属の未定種	マメ科				○	広葉樹	○
<i>Lespedeza sp.</i>	ハギ属の未定種	マメ科	M				広葉樹	○
<i>Sophora miojaponica</i>	エンジュに近縁の化石種	マメ科				○	広葉樹	○
<i>Wisteria fallax</i>	フジに近縁の化石種	マメ科				○	つる性	○
<i>Sapindus tanaii</i>	ムクロジ属の化石種	ムクロジ科				○	広葉樹	○
<i>Sapindus sp.</i>	ムクロジ属の未定種	ムクロジ科	M				広葉樹	○
<i>Acer nordenskiöldii</i>	カハミジに近縁の化石種	カエデ科	M		U	○	広葉樹	×
<i>Acer palaeorufinerve</i>	カハミジに近縁の化石種	カエデ科	M				広葉樹	×
<i>Acer protomatsumurae</i>	ヤマモミジに近縁の化石種	カエデ科				○	広葉樹	×
<i>Acer protomiyabei</i>	クロビイタヤに近縁の化石種	カエデ科				○	広葉樹	×
<i>Acer prototrifidum</i>	トウカエデに近縁の化石種	カエデ科				○	広葉樹	×
<i>Acer rotundatum</i>	イタヤカエデに近縁の化石種	カエデ科	M				広葉樹	×
<i>Acer tricuspdatum</i>	ハナノキに近縁の化石種	カエデ科				○	広葉樹	×
<i>Ilex subcornuta</i>	ヒバキに近縁の化石種	モチノキ科			U		広葉樹	○
<i>Rhus sp.</i>	ウルシ属の未定種	ウルシ科	M				広葉樹	○
<i>Berchemia miofloribunda</i>	クマヤナギ属の化石種	カハミジ科			U		広葉樹	×
<i>Berchemia sp.</i>	クマヤナギ属の未定種	カハミジ科	M				広葉樹	×
<i>Paliurs protonipponicus</i>	ハマナツメに近縁の化石種	カハミジ科				○	広葉樹	×
<i>Paliurs sp.</i>	ハマナツメ属の未定種	カハミジ科	M		U		広葉樹	×
<i>Ampelopsis sp.</i>	ノブドウ属の未定種	ブドウ科			U		広葉樹	×
<i>Vitis naumannii</i>	ヤマブドウに近縁の化石種	ブドウ科				○	つる性	×
<i>Alangium mikii</i>	ウリノキに近縁の化石種	ウリノキ科	M		U		広葉樹	×
<i>Fraxinus aff. k-yamadae</i>	ヤチタモに近縁の化石種	モクセイ科				○	広葉樹	×
<i>Fraxinus sp. A</i>	トネリコ属の未定種A	モクセイ科			U		広葉樹	×
<i>Fraxinus sp. B</i>	トネリコ属の未定種B	モクセイ科			U		広葉樹	×
<i>Potamogeton sp.</i>	ヒルムシロ属の未定種	ヒルムシロ科				○	草本	-
<i>Bambusites sp.</i>	化石タケの未定種	イネ科				○	-	-
<i>Sasa sp.</i>	ササ属の未定種	イネ科	M				草本	-
<i>Phragmites sp.</i>	ヨシ属の未定種	イネ科			U	○	草本	-
<i>Smilax aff. hokkaidoensis</i>	シオデ属の化石種	ユリ科				○	つる性	○

~~~~~

本の紹介

~~~~~

貝塚真平ほか 20 名共著 世界の地形 B5 364 頁
1997 年 7 月初版 7,500 円+税 東京大学出版会

本書の「まえがき」に「本書は、世界の地形を形成作用の観点から、変動・火山・流水・寒冷と乾燥・海岸の 5 部に分けた。各部の最初の章では概説を行い、つづく章ではそれぞれの地形を主題とした興味のある地域例をあげて具体的・詳細に解説し、最後の第 6 部では多くの形成作用の複合によってできている地形（実際の地形はほとんどがそうである）の解説をあげた。こういう構成をとったのは、具体的な地形を野外や画像で見たときに、どういう過程でその地形ができたのかを理解してもらおうことを目指したからである。」という部分があるが、この意図から本書は書かれている。

本書の目次は次のようになっている。全部書くと膨大になるので、大項目だけを書いておきたい。

まえがき

1. 変動と構造の地形

1-1 世界の変動地形と地質構造

1-2 トルコの活断層地形

1-3 ヒマラヤの隆起と活断層

1-4 ニューゼalandの変動地形

2. 火山の地形

2-1 世界の火山地形——とくに大規模火山を対象に

2-2 イタリア半島の火山

3. 流水がつくる地形

3-1 世界の流水地形

3-2 ガンジスデルタの地形

3-3 合衆国西部のペディメントと構造ベンチ

3-4 南米大陸太平洋岸の河川地形の配置と気候帯

4. 寒冷と乾燥の地形

4-1 世界の寒冷・乾燥地形

4-2 スピッツベルゲン——永久凍土の島

4-3 シベリア・カナダのピンゴと構造土

4-4 バルト海周辺の氷床が残した地形と地層

4-5 ヒマラヤ・チベットの氷河作用

4-6 カナダ西部山地の氷河地形

4-7 オーストラリアの砂丘

5. 海岸の地形

5-1 世界の海岸地形

5-2 チュニジアの海成段丘

5-3 イタリア南部カラブリアの海岸段丘

5-4 中部太平洋の完新世サンゴ礁

6. 多くの要因による地形

6-1 アイスランドの火山と地殻変動

6-2 ドイツの地形——北海からアルプスまで

6-3 黄土高原の黄土と地形

6-4 東北タイの地形——乾湿の交替する熱帯の砂質岩従順地形

6-5 ペルー海岸砂漠の川と洪水地形

世界全体～国規模の地形・地形誌の資料と文献目録

あとがき

索引図

以上のどの項目も興味深い内容である。例えば、「トルコの活断層地形」には、トルコ付近のプレートの境界やそれらの移動の方向を詳細に地図上に描き、その移動の方向もよく理解できるように説明されている。それによって、トルコやイラン・イラクのあたりに、時々、大地震が起きている現象もよく理解できる。筆者は、この本を読んで、ジャワ海溝からイタリア半島までの変動帯の理解がいっそう深まった。

また、「イタリアの火山」については良く知っているつもりであったが、阿蘇カルデラよりも大きいカルデラ火山が幾つかあることを知った。

さらに、「イエローストン火山地域」でも、大きいカルデラが幾つもあり、それらがカルデラの形成年代の違いによって、かさなりあっていることなども新しく知った事象である。

以上、少しの例であるが、筆者の新しく知った事象を挙げたが、ほかにも細かい新知見を挙げたら、きりが無いほどである。

とにかく、本書はそばにおいて、世界の主な地形の事典がわりに利用できると思う。教師といえども細かいところまで記憶することはできないと思うから、その目的を十分に果してくれるであろう。

日本の地形的なことを地学の授業で実施するとき、日本の例と世界の代表的な例と比較すると、生徒の理解は深まると思うので、本書から世界の例を挙げるのにたいへんに便利であると筆者は思う。地学の先生がたは、一度目を通しておくと、有効に用いることができる本であると考え。 (貫井 茂)

教育実践報告

授業「濃尾地震をめぐる人々」を実施して

—地学史と地震史を STS 教育の視点から教材開発する試み—

山田 俊 弘*

1. はじめに

本稿の目的は、地学史と地震史に関する題材を STS 教育の視点から教材開発し、高校地学授業で実施した結果を、報告することである。

地学史を題材とした数少ない実践報告に、今西 (1981)、峰尾 (1989)、池田 (1993) があり、それぞれ地学史の通史、プレート理論の形成史、ケプラーを素材とする新しい科学観をテーマにしている。だが以下で述べるような、明治時代の日本の地学史を地震災害と結びつけ社会的な文脈をふまえて総合化した教材開発の例は、見あたらない。

日頃の地学授業で自然災害、特に震災に触れることは多く、生徒の関心も高い。そして、災害の様相とその対策や、心構え・避難訓練との関係、および地震学史的側面に着目するのは、教育的に有効であり実際的であろうという指摘がある (石原, 1973)。だが、科学技術や災害への歴史的アプローチと防災教育との関係が、理科で十分に意識されて取り組まれているとはいえない状態にある (木谷ほか, 1990)。

筆者は地学史の教材化をテーマに、1984年度から数回にわたって、近代日本の科学史を地学の授業に取り入れることを試みた。その過程で、明治24年に起こった濃尾地震を事例とし、STS教育の示唆する視点を取り入れると、防災教育の側面も考慮した総合的な教材が得られることに気づいた。そこで「濃尾地震をめぐる人々」という複合的なテーマの教材を作成して、1989年度から地学のカリキュラムの終わりに位置づけて実施してみた。

2. 教材研究の枠組み

人間-自然関係において災害をとらえるとき、それを歴史化した場合、人間史 (歴史)-自然史関係において災害史を位置づけることになる。ここで地学史は人間史に含まれ、地震史は自然史の一部分と考えること

ができる (図1)。また災害の様相は科学技術の発展の状態によって違い、地域の文化のあり方にも規定される。つまりある災害を考える場合、科学・技術・社会・文化などの要素と要素間の関係性を考えに入れていく必要が出てくるわけである。

こうした複雑な関係性を扱う枠組みとして、筆者は STS (Science, Technology, and Society; 科学, 技術, 社会とそれらの相互関係を扱う) 教育の示唆する視点を採用する。とりわけ文化要素を考慮した非西洋社会の STS 相互作用モデル (小川, 1989; Ogawa, 1989) と、歴史的なパースペクティブを取り込んだ総合化された目標構造 (鈴木ほか, 1990) は、今回のような題材を教材化するにあたって都合のよい教材研究の枠組みを提示する。

例えば地震とその災害の場合、S (地震学をはじめとする諸科学)-T (地震予知・地震対策技術)-S (社会的反応) の相互関係の、それぞれの時代におけるあり方が、現在や他の時代・他の地域との、さまざまなレベルの文化的要素を含んだ、照応関係のなかで教材化されうる可能性が見えてくる (山田, 1996)。

各要素の内容についてももう少しみておこう。

S (科学) に当たる地震学は、大きな被害地震によって刺激を受け発展してきた。日本に移入された近代科学のなかで最も早く自立した分野であり、日本の近代文化史の観点からも興味深い事例とされる (藤井,

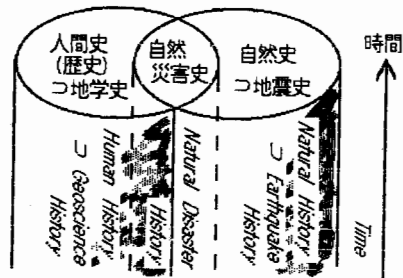


図1 地学史と地震史の関係概念図

* 千葉県立船橋高等学校 1997年10月2日受付 1997年10月25日受理

1967). 日本における地学史研究一般は必ずしも十分に進んでいないが、地震学史関係の資料は多く、通史としては萩原(1982)があり、池上(1987)に見られるような新たな展開もある。他方、東京地学協会において日本地学史を集成する事業が行われ始めた(日本地学史編纂委員会, 1992)。

地震史の編纂は明治時代以来の蓄積があり、比較的大きな被害地震については各種の地震誌が作成される。また近年の地域史への関心のなかで古地震の資料が集積されてきている(宇佐美, 1978; 宇佐美, 1983など)。

別の観点からみると、被害地震は一つの大きな実験とも言われ、建築学や土木工学、心理学、社会学などの諸分野において重要な意味をもっている。建築の分野からみた地震像として、日本建築学会(1988)が概観を与え、社会学的心理学的な調査として、東京大学新聞研究所(1979)や科学技術庁資源調査所(1981)が参考になる。また安政江戸地震の社会史的記述として北原(1983)が目され、地変の予知問題をめぐる科学社会学的な記述として、下坂(1989)が興味深い。こうした成果はSTSのいわばT(技術)やS(社会)の部分として参照できる。

3. 濃尾地震の地学教材としての意義

濃尾地震は、1891(明治24)年10月28日の早朝に起こった内陸性の巨大地震(マグニチュード8.0)で、震度Ⅶの激震区域は、岐阜・愛知・福井の3県に及んだ。死者は7,885人(飯田(1991)による)にのぼり、れんが造りの建物や鉄道など、近代化に伴う構築物が甚大な被害を受けたという点でも特徴的であった。翌年、震災予防調査会が設立され、日本の地震関係科学技術発展の画期となる。望月(1948)は、その影響の広範囲に及ぶことを欧州における1775年のリスボン地震に比較している。また地質教育と地誌記述の視点を含んだ特異なモノグラフとして、別所(1968)がある。

従来の濃尾地震の地学教材としての扱いは、根尾谷断層(水鳥断層)に関するものが圧倒的に多い。Koto(1893)に代表される当時の写真が多くの地学の教科書や資料集に採用されている。この場所は、1927(昭和2)年に国の天然記念物に指定され、1992年には地下観察館ができた。教科書では、地震断層、活断層、テクトニクス、地形などとの関係で触れられている。他には余震回数の大森の双曲線公式や現在も微小地震

として続く余震活動が言及されることがある。川上(1993)の教材研究も基本的にこの延長上にあり、自然科学的な側面に限定されている。

ここではさらに教材研究の範囲を、純理学的な内容から歴史的文化的要素を含んだSTS教育の示唆する、社会的な文脈にまで拡張してみたい。

濃尾地震についての文献資料はおびただしい数に上る。自然科学上の簡単な研究史は岡田(1993)にあり、基本文献が紹介されている。また、教材用の根尾谷断層の写真集として、野村倉一(1990, 1991)がある。社会史的な資料を含んだものとしては、名古屋市防災会議(1978)が有用であり、体験者の証言集として愛知県(1979)がある。岐阜新聞社出版局(1991)、岐阜県歴史資料保存協会(1991)は、地域の資料から災害当時の人々の動静を浮かび上がらせている。一般史との関連においては、岐阜県(1970)のような郷土史誌が役に立つ。

科学技術者に目を移してみる。近代科学技術の移入が一段落しつつあった時期に起こった大地震と災害は、多くの日本人科学技術者を突き動かした。現地調査をはじめとして、この地震に関わりをもった科学技術者は、日本の近代地学史において重要な役割を果たした人物が多く、調べていくとさまざまな人間的ドラマを見いだすことができる。震災対策と関係の深い建築の分野においても、濃尾地震の与えた大きな衝撃を認めることができる。関係する学者の一部を掲げておく(図2)。

濃尾地震の時点で、お雇い外国人教師の多くはすでに役割を終えて国外に去っている。他方日本人科学技

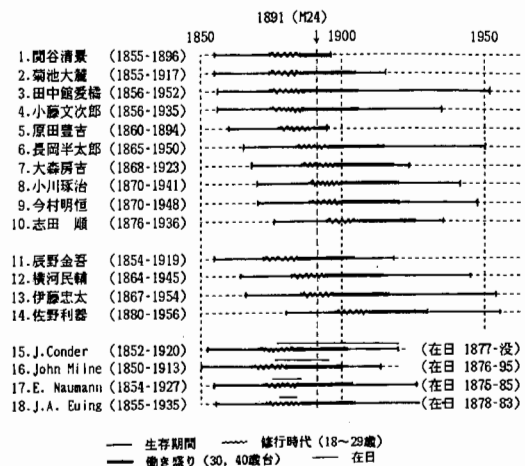


図2 濃尾地震と科学技術者

術者では、すでに研究者として一定の活動経験と地位のある「働き盛り」の三、四十歳台の者と、この時点ではまだ将来が決していない「修行時代」の三十歳未満の者との、いわば世代による違いが、地震への対応に現れてきている。例えば、関谷や小藤がその職分から啓蒙活動や現地調査に従事したのに対し、学生であった今村や小川は地震が重要な契機となって地震学や地質学に志している。(科学者や技術者が主要な業績をあげる年齢や、その世代に関しては、Neyman (1977)が規定するような厳密な検討が必要だが、とりあえず年齢に関しては、Lehman (1953)のグラフを参考にすると、一般的に三、四十歳台に活動のピークがくるものとしてよいと思われる。)

以上述べてきたことは一例に過ぎない。濃尾地震の持っている諸側面は、いろいろな切口からの教材化の可能性をもっていると考えられる。

4. 授業目標の設定と教材の作成

これまで述べたような視点と内容は、地学では「地学と人生」とか「人類と自然」、理科Iでは「人間と自然」といった単元名で触れられてきたことであるが、実際の授業で十分に扱われてきたとは言いがたい。そこで年間授業計画(表1)の最後に「自然災害と地学」という単元を設けて位置づけをし、教材を作成した。

その際、授業の目標として具体的には、

- a. 地震災害とそれに対する人々の反応
- b. 災害時の科学者の役割と行動
- c. 日本の近代化と地学との関係

の3項目について生徒たちに意識化させることを考えた。またその結果として、

- d. 科学と社会の関係性について
- e. 総合的な防災意識の必要性について

考えさせる契機となることを意図した。

教材は、授業の目標a～cに対応させて、テキスト

表1 選択地学年間授業計画

学期	単元	内容	時数
I	1 地球の概観	地球の4圏	5
	2 宇宙のなかの地球	太陽系の天文学	10
	3 大気の動きと水の作用	気象と海洋	12
II	4 地球内部の運動と地表の変化	火山・地震・岩石・鉱物・テクトニクス	19
	5 地球の歴史と進化	地層・化石・地史	11
III	6 恒星と宇宙の進化	恒星・銀河・宇宙論	6
	7 自然災害と地学	濃尾地震	3

表2 授業展開のプロット

数カ月～数十日前	「長岡先生の休学」の感想文提出
数十日～数日前	科学-社会関係 命題選択の実施
授業第1時	プリント① 資料①
第2時	プリント② 資料②
第3時	プリント③ 資料③
数日後	考査問題(命題選択を含む)

プリント① → 図3-1

資料① 震度分布/震度と心理の関係/岐阜測候所長の体験記/地震時の行動のチェックリスト

プリント② → 図3-2

資料② 関谷の告知文/今村明恒の回顧/余震回数減少についての大森公式の実習

プリント③ → 図3-3

資料③ 明治の科学者のタイプ-前近代型から近代型へ/在日外国人教師の数1860-1900/科学者の世代についての実習

となる3枚のプリントにまとめ、それぞれに補助資料をつけた(表2)。

テキストは、HOSC (History of Science Cases) (クローパー, 1976)の方法を参照して、本文を左半分に、質問項目や補助データを右半分に載せた(図3-1～3-3)。質問項目は、基礎的な知識の確認のためだけでなく、問題提起のために、必ずしも整った解答が得られる見込みがなくても、筆者が疑問に思ったものを含めて、さまざまな形式のものを取り上げるようにした(素朴で稚拙であると思えても教材作成者自身の疑問をぶつけてみるのが大事なようである)。もちろんそのすべてを授業時間中に扱うというわけではない。また、根尾谷や大垣・岐阜市内でとった写真のスライドを約20枚用意した。

なおこの授業に入る前に、問題意識を喚起するため事前の課題を2件用意している。一つは長岡半太郎のエピソードに触れた湯川(1971)を読んで感想を書かせるもの、もう一つは鈴木ほか(1989)の開発したアンケート形式の「科学と社会についての命題選択」である。後者は例えば、命題「科学と技術には関係がある」とその否定形「科学と技術には関係がない」の対から各自の考えに近い方を選ばせるもので、全部で36項目ある。これを事前テストとし、このうちの6項目を事後テスト(学期末考査)で用いて授業の効果をみることにした。

5. 授業の実施概要

授業は1989年度(1990年1月)から1993年度(1994年1月)までの間に、ほぼ同じ形で5回行った。対象は3年生の地学選択者(1990年度は2講座、

尾張地震をめぐる人々 (1)

—明治20年代の日本の科学と科学者—

江戸時代後半から明治にかけて、日本に、西欧近代の科学・技術が急速に移入された。多くの日本人が外国に留学し、また多くの外国人が日本にやってきました、学んだり、教えたたりし、この過程が一段落するのが明治20年代(1887~1896)と考えられる。今日の「地学」の原型もこのころできはじめた。

内陸の直下型地震として歴史上最大級と言われる濃尾地震が起こったのは、ちょうどこの時期にあたり、これを契機に日本人の手になる地文学が飛躍してゆく。またれんが造りの建物・煙突・鉄橋など洋風建築の見直しも始まる。ここでとくに考えてみたいのは、濃尾地震の自然科学的意味にとどまらず、

- ①巨大な自然現象に人々がどのように対したか(自然災害と社会)
 - ②科学者たちはそのなかでどのように行動したか(社会と科学者)
 - ③当時の科学者がどのような問題に直面していたか(近代科学の移入)
- といった課題である。

1891(明治24)年10月28日午前6時37分11秒に、岐阜県を中心に起こった大地震は、日本全体を驚かせた。

根尾谷など震源地では、ゆれはじめるやすぐに家が倒れるほど強烈だった。朝食のはしと茶碗を持ったまま寝たまま倒れて死した人があったし、野良仕事へでかけようと軒下で脚絆をまいていた人さえ逃げそこなった。

岐阜市では、逃げ遅れて圧死した者だけで228名におよんだ。またかまどの火より出火、西北の風におおられ市街の大半を焼いた(焼失家数34.4%)。濃尾地震による人的被害は、死者7,885人(岐阜5,184、愛知2,638)、負傷者21,354人というものであった。

一方、建物も、全壊16万余、半壊12万余であり(旧藩領に限ると54.7%の家が被災、名古屋市の多くの場所で大規模に達する)、沖積平野での被害率が高かった。また特徴的だったのは、西洋的な建築物が壊滅的な被害を受けたことである。

たとえば、名古屋市尾頭町の尾張紡績の煙草造りの工場が倒れ、女工多数が圧死したのは有名であり、郵便電信局や、県全議事堂、電燈会社、師団司令部、橋本など多数の建物が倒壊し、名古屋監獄では囚人が圧死した。

1889(明治22)年全通した東海運線も大きな被害を受け、名古屋駅が倒壊したほか、笠置の陥没や鉄橋の橋桁が落ちたりした。山崩れは1万件を越えた。

消防夫自身も死傷者が続出するなかで、岐阜市では臨時消防隊が編成され、尋常師範学校・尋常中(須岐阜高校)、監獄警備隊囚徒たちを動員して、消火に当たった。

他方、流言飛語や、悪徳商人にたいし注意せよの旨の掲示が出され、要所に巡査が配置され、また臨時駐在所が設けられて、空襲防止などの措置がとられた。濃地は、地割れや、陥没、土砂崩れなど1.4万ha(18.0%)が被害を受け、とくに西濃部でひどかった。東濃の主産業である陶業は、陶器が焼き立ての時期に地震にみまわれた。養蚕(繭の生産)、製茶(繭糸などの産業も打撃を受けた)。

しかし、産業の停滞は、地震の大ききの割にはわずかであつたことが統計から知られている。クワと鎌による農耕、家内工業が支配的な工業は、天災に対して雑草のような強靭さをもっていた。同時に、復興の過程で各都市は、古い伝統から急速に脱皮し、産業革命の波のなかで、近代の工業と近代の都市が形成されていった。

- ◆明治20年代にはどんな歴史的事実があるか
- ◆根尾谷での被害
- ◆各地の震度を確認しておこう
根尾谷： 岐阜： 名古屋： 東京：

◆震度と人々の心理状態について考えてみよう(資料参照)
1987.12.17千葉県東方沖の地震のとき どこにいたか
何を感じたか
まず何をしようとしたか

◆なぜ洋風建築は簡単に壊れたのか

◆電車(汽車)に乗って地震にあつたらどうしたらよいか

◆災害に対応するのいろいろな立場のひとがいてることに注意しておこう

◆地震に際して生じる犯罪にはどんなものがあるか

◆他の時代に起こった大地震とそれに対する人々の対応を比べてみよう

	地震観	M	被害	人々の対応
安政地震				
関東地震				

図 3-1 授業用プリント①

震災をめぐる人々 (2)
—明治20年代の日本の科学と科学者—

《地震が科学者を動かす》

日本で最初の地震学の教授となった岡谷清真は、岐阜に近い大垣藩の貧しい下級武士の家に生まれた。大垣は地震が頻く、濃尾地震でもかなりの被害だった(家庭の9割が倒壊、全壊は2,678戸で59.8%に達した)が、岡谷本人は当時、兵庫県明石で病床にあった。しかし彼は病をおして、パンフレットや論文を発表して、人々を安心させ、啓蒙に努力した。また現地へも赴いた(11月下旬)。

彼の建議がもととなり、また直接的には議員であった数学者の岡池大蔵が尽力して、翌年、地震と震災防止の研究を協同でおし進める震災予防調査会ができた。

《地震が科学者の発展を促した、あるいは、科学者は災害も科学する》

岡谷の電報を受けた大森房吉は、ミルンに随行して、近畿から中部にわたる各地を調査してまわった(濃尾谷に入ったのは10月30日午後東京を出てから7日目)。ミルンは、明治13(1880)年に、日本地震学会を結成した主要人物の一人である。また大森は、この地震で得たデータをを用いて、日本の地震学の基礎を築いていくことになる。

地震学者のほかにも、地球物理学者、地震学者、土木・建築学者たちが、次々に現れ入りした。日本各地の地震気象観測をしていた物理学者の田中稲彦は、学生をつれて、地震後の地磁気変動の有無を調べた。すでに助教として研究の第一線で活躍しはじめた長岡半太郎もこれに参加した。

一方、地震学者の小橋文次郎は、感知・岐阜・福井を調査し、その結果を「中央日本大地震の原因について」という論文にまとめた(発表は1893年)。このとき彼の依頼で撮られたのが、有名な濃尾谷断層の写真であり、断層地震の事例として海外にも広く紹介された。

《地震が科学者の人生を決めた》

また学生であった小川隆治が、横浜から飯沼山へむかう途中で震災地を訪れ、衝撃を受けたのは、地震発生の数日後のことだった。小川はこれを重要なひとつの契機として、地震学と地理学の研究に何かあった。

のちに大森の「好敵手」と言われた今村明恒もまた、この地震が、地震学途になる第一歩となった。

《地震予知と科学者の役割》

震災を防ぐためには地震を予知することが一番と考えられたのは当然のことであった。過去の地震が調べられ、資料が蓄積されてくると、地震発生の周期性が目玉されるようになった。

今村は1905(明治38)年の論説で、関東地方が大震災に襲われる可能性を警告した。翌年論説が、1月16日付「東京二六新聞」に歪曲されて紹介され、大騒ぎに発展した。大森はこれを鎮めるために、新聞に談話や解説を載せ、今村の誤を激しく批判した。

◇岡谷清真(1847-1937);1855.1.28-1896.1.8)

岡谷の震度階

◆地震学者はつねに社会的義務や行動をするのか
地震学者はふだんどんどこをしようとしているのか

◇岡池大蔵(1847-1917);1855-1917)

◆震災予防調査会とは

◆議では、軍備拡張のための予算と競合して、もめたという。予算額はどれくらいだったのだろうか?

科学研究のための予算はどのように割り振られるのだろうか?

その基準はだれがどのように定めるのだろうか?

◇大森房吉(1847-1937);1858-1923.11.8)

大森地震学 震源距離についての大森公式

◆前震・本震・余震 余震強度に関する大森公式(双曲線公式)→資料・実習

前震は予知に役立たないか?

◇ジョン・ミルン(John Milne);1850-1913)

◇田中稲彦(1847-1917);1856-1952)

◇長岡半太郎(1847-1927);1865-1950)

◇小橋文次郎(1847-1937);1856-1935)

◆断尾谷断層と地震断層の重要性

◆建築分野では—

◇小川隆治(1847-1947);1870-1941)

◇今村明恒(1847-1947);1870-1948)

◆1906(明治39)年は丙午(ひのえうま)の年で、火事と地震が多いという迷信があった。

◆この騒動における「登場人物」とその役割を考えてみよう

◆17年後の1923年、関東地震が発生し、東京は灰塵に帰した。大森=今村論争の意味は何だったか

◆地震予知の問題事例：中国の地震予知

海城地震(1975.2.4) 予知の成功

唐山地震(1976.7.28) 予知の失敗

◆地震予知、あるいはもっと一般的に災害対策と科学者のあり方はどんなであるべきか。

図 3-2 授業用プリント②

年 組 氏名

瀛海屋地震をめぐる人々 (3)
—明治20年代の日本の科学と科学者—

§ お雇い外国人教師たち §
日本において近代的地震科学が始められたのは、多くの分野と同様、お雇い外国人教師たちによってである。地震学におけるミルン、地質学におけるナウマンなどは代表的な人物である。
近代地質学は、来日した外国人教師たちが、地震に驚いて、地面の振動を地震計を考案して正確に測定記録しようとしたことから、始まった。ユース・マニングは、コンバクトな大きな水平振り地震計を発明し(明治13年)、弾性論の研究からP波が深波であると同定した。

§ まず制度ができ、人材が配置される §
地震・火山による災害や、鉱山開発からの刺激を受けながら、明治10年代には制度的な整備と知識の移転が進んだ。
たとえば地質学の場合には、資源探査の必要から、地質調査所がつくられ(明治15年、前身の内務省地理局地質課は11年に設置)、日本全体の地質図の作成が統一的行われるようになった。

一方、1877(明治10)年東京大学が設立されると、理学部に「地質および探鉱冶金学科」ができ、第一回卒業生の小藤がドイツ留学後、1885年その教授となった。これに並行して、それぞれの学問分野の学会が、産声をあげた—東京地字協会(1879)、日本地震学会(1880)、造家(建築)学会(1886)など。
これを基礎にして、明治20年代には日本の地震科学が日本人の手で営まれるようになった。日本の地質構造区分とその解釈をめぐって、ナウマンの「フォッサ・マグナ」の考えにたいし、原田豊吉は、ジュースの考えを採用して批判を行うようになった。

§ 「研究者の群れに入りて」 §
だが他方、近代科学というそれまでの日本の文化とはまったく異なる知識体系を受け入れる過程では、いろいろな問題が科学者自身の内面に生じていた。
多くのものは近代化の方便として、和魂洋才の「洋才」として位置づけた。とりあえず技術として学ぼうというのである。
しかし、長岡半太郎は、欧米人に伍して科学的な業績をあげることができるとかどうか心配だった。彼は、この問題を解決するため、中国科学史の調査に一年を費やした。これは科学思想上の問題だった。

- ◆ お雇い外国人教師 何人くらい雇われたのか？ 給料は？
- ◆ なぜ明治の日本国家は近代科学を移入しようとしたのか
- ◇ ジョン・ミルン (John Milne: 既出)
- ◇ ナウマン (Edmund Naumann: 1854-1927)
- ◇ ユーイング (Sir James Alfred Ewing: 1855-1935)
- ◆ 地質調査所
- ◆ 大学制度の整備・発展について調べよう
- ◆ 学術組織 (学会など) はどんな目的でつくられるのか、その構成人数や、会員の種類、活動はどんなものであるのか、調べてみよう
- ◆ 日本の地質構造区分とフォッサ・マグナ (教科書を見よ)
- ◇ 原田豊吉 (1860-1894)
- ◇ ジュース (E. Suess: 1831-1914)
- ◆ ナウマン=原田論争
科学者はなぜ論争をすのか？
科学者は論争を好むか？
- ◆ その他の分野の日本人の業績をあげよ
- ◆ 儒教的価値観と自然科学
- ◆ C.f. 「中体西用」
- ◆ 長岡の問題意識 (東洋人は科学研究に堪能でないか否や) と 今日の創造性論議 (日本人に基礎科学を発展させる能力があるかないか) の類似点と相違点を考えよ

図 3-3 授業用プリント③

年 組 池 氏 名

58人：男29，女29；5年間で218人：男118，女100）である。実施時間は、通常3校時、実習に時間をとった場合は4校時で、5回ともほぼ同じ流れである。年度末の実施が多いので3年生受講者の出席率は必ずしもよくなく、1990年度の場合、のべ約6割であった。（むしろこのような機会を利用して試行的な授業を行ったという経緯がある。）ここでは1990年度（1991年1月）実施分を中心に報告し、必要に応じて他年度の実施結果にも言及する。

第1時では、プリント①と資料①を配布し、濃尾地震の概要を把握させるようにつとめる。すでに地震の項目で、根尾谷断層については触れているので、ここでは震災という面に注目することを明らかにし、まず地震の起こった明治20年代の出来事を想起させて、以下個々の被害やそれに対して人々がそれぞれの立場でどのような行動をしたか見ていった。岐阜測候所所長の体験記を読ませ、消防・警察の活動、産業の被害にも触れた。被害状況を実感してもらうため濃尾地震の写真集を回覧させたりした。質問事項としては、名古屋市内の洋風れんが建築の倒壊した理由、震災時の犯罪として考えられるもの、を投げかけた。反応がよくない場合は、少し間をおいて、当時の状況を紹介した。

なぜ明治時代の震災のことを細かくやるのかという疑問が出る一方、過去の災害を伝えるリアルな資料類、例えばぐにゃぐにゃになった鉄道線路の写真などは印象に残ったようだ。震度と人間の心理との関係—震度4ではまだスリルを求める心の余裕があるが、5になると生命の安全を脅かされるように感じパニック状態になりやすい—にも関心が集まった。1987年の千葉県東方沖地震のことは覚えている者も多く、具体例として参照できた。最後に、他の地域や他の時代に起こった震災と比較してみることの重要性に触れた。

第2時は、前回の最後を受けて、東京近傍の震災として安政江戸地震（1855年）と関東地震（1923年）を取り上げ、当時の地震に対する人々の見方や被害の程度、反応のし方を表に書き込みながら比較させた。適宜それぞれの地震についての資料を回覧させた。

次に2枚目の、プリント②と資料②を配布し、濃尾地震の時代の科学者の活動について解説した。主に橋本（1983）に依拠して、関谷清景が被災地の人々に啓蒙的な「告知文」を発して注意を喚起したことなどを中心に、震災予防調査会の成立まで述べた。調査会設立のための予算獲得と菊池大麓の役割についても言及し

た。そのほかミルン、長岡、小藤についても触れたが、主題は関谷—大森—今村という地震学者の系譜に置いた。今日の科学者と比較させる意味で、国立防災科学技術センター（当時）の石田瑞穂氏のインタビュー記事（石田、1990）を配布して参考とした。

第3時では、プリント③と資料③を用いて、明治初期のお雇い外国人教師の話から始め、明治時代の近代科学の移入に際し、外国人教師—制度的整備—日本人科学者の配置といった順に進んだことを概説した。人物としてはミルン、ナウマン、ユーイングに焦点をあてた。日本史の知識がある生徒も多く、それなりの理解と興味が得られたようだ。ナウマン=原田論争については簡単に触れただけである。最後に、長岡半太郎の問題意識—東洋人に科学ができるか—について、事前を書いてもらった感想文を参照しながら考えさせた。

実習として用意した「科学者の世代」は、時間が無い場合、OHPで筆者が作成したもの（図1とほぼ同じ）を映写して、科学者技術者にとって濃尾地震の体験がどのような意味をもったか指摘してまとめとした。

6. 評価とまとめ

授業終了後の定期考査時に、関連する問題を数題課して採点した。1990年度の場合、以下の4題である。

1) 関谷の行動および「告知文」（1891.10.30）と、1989年伊東沖海底噴火の折の地震学者の論説（力武常次氏、毎日新聞1989.8.26）を読み比べて、地震学者の行動ないし置かれた状態の比較をさせるもの

2) ビル街で地震にあったときの対策コピーづくり

3) 日本の科学の性格について（長岡半太郎の問題意識と今日の創造性論議に関連して）

4) 科学と社会についての命題選択（6項目）である。4題合計で52点を配点し、採点結果は最高47点、最低16点、平均34.5点（66%）、標準偏差7.5点であった。

1)は授業の目標の「b.災害時の科学者の役割と行動」に対応してつくった。この問題に対する標準的な解答は以下のようなものである。

「現在では地震予知・調査もかなり進み、国民は『予知連は地震を突きとめるのが仕事だ』などと考えている。だから予知連は国民の期待を背負っており、予知できなかった場合には非難すらされてしまう。しかし昔は地震を科学的にとらえることすら少なく、そのメカニズムなどはほとんど知られていなかったために、

表3 命題選択の割合の変化にみられる科学-社会関係の意識のされ方

命題	授業前(11月)	授業後(1月)	変化	対象人員
1. 科学以外の文化一般の状況は、科学の発達に影響を与える	85%	97%	増加	34人
2. 世間の関心は、科学に影響を与える	73	82	やや増	33
3. 科学者間では、「新参者」よりも「権威者」の方が重要視される	59	56		34
4. 戦争をしている国同士での科学者の交流はありえない	29	43	増加	35
5. 科学者は、自分の説と一致しない事実を無視することもある	49	36	減少	33
6. 科学者は、他人の意見を判断するのに常に客観的であるとは限らない	79	76		33

●命題は各項の否定形との2肢より選択

●対象者は、11月回答者で、授業を2時間以上受けたもの

●1月は選択の理由も記入させた

人々は地震に対し恐怖しており、学者はこれを安心させることも必要であった。」(男子)

2) は授業の目標の「a. 地震災害とそれに対する人々の反応」に関連してつくった。対策の書かれた短い文章を提示して、標語化させるもので、いざというときの行動の指標として役立つことを目的とする(日本建築学会, 1988. 座談会での提案参照)。解答例は以下の通りだが、覚えやすさと内容の正確さを備えたものはあまりなかった。

「頭を守って、周り見て、丈夫なビルに入りましょう」(男子)

「ビル街にいるときはビルへ、道路にいるときは丈夫そうな物のそばで様子をみる」(女子)

「繁華街、ガラスの雨が降ってくる、そういう時は、ビルに飛びこめ」(男子, 91年度)

3) は授業の目標の「c. 日本の近代化と地学との関係」に対応してつくった。板倉(1976)の文章の一部を提示し、日本人の科学技術上の独創性について意見を求めた。解答(49人)をあえて分類すると、否定的なもの24%, 肯定的なもの31%, 条件つき肯定45%。創造性の内容の評価自体を問題にする答案(すでにある理論を現実とつなぎあわせる技術自体が独創的)もあった。肯定的なものの一例を掲げる。

「基礎的な科学や技術の分野が不得意なわけではなく、文明開化によって西洋で基礎的なもののできあがっているものをどんどんとり入れてきたので、できないと思われがちだが、大森房吉などのように独創的な成果を十分に生み出すこともできる。」(女子)

科学と社会についての命題選択の割合を、授業の前後で比べてみたのが、表3である。命題1や4では肯定形に、つまり科学-社会間の関係性をより強く意識する方向にシフトするが、命題5では、否定形にシフトしている。これは理想化された倫理的判断(「科学者

表4 生徒の授業に対する印象・感想

・濃尾地震をめぐって、歴史に残るような人々がこれ程大勢動いていたのは本当に珍しいと思う。この地震を機に自分の人生が決まった人がいるのにも驚いた。...

(女子)

・うちはいなかで岐阜なので多少身近に感じられる話題であった。現在あのような地震があったら、それこそ当時とは比べものにならないような被害になるにちがいない。ただ、地震学の発達していない当時の学者たちの大変だったことを考えると、なかなか興味のあるものだと思う。(男子)

・地震はおそろしいと思った。しかし、その体験を通して自己の研究につなげ、一見無理だと思われるような予知を試みる人々のパワーはすばらしいと思った。それにしても、我々は無防備で、正しい避難の方法を知らなすぎるのではないか。(女子)

・改めて日本が地震大国だと知らされた。被害者には失礼だが、あれが日本の地震研究の出発点となったのだから、あの地震は、今の日本の地震研究・予知に役立つものだったと思う。(男子, 91年度)

・理科の授業という参考書や教科書に書いてある公式や事がらを扱うだけの事が多かった。... 今回の授業はそうした公式などが生み出されてくる背景にどのような歴史と人間の生き方があったのか、そして科学の意義を問うもので、日本史や現代文のようなおもしろさがあった。(男子, 89年度)

は本来そうあるべきだ)の方向で関係性が意識されたと考える。他の年度においてもほぼ同様の傾向(命題1, 2, 4では肯定形への、命題5, 6では否定形へのシフト)が見られた。このような限定付きで、科学-社会の関係性の意識が変化していると考えることができる。

また記入された理由を読むと、たとえば命題5については、「仮説と先入観は紙一重のもの」(肯定の理由)、「事実は事実、科学は事実の検証の上に成り立つのだから無視するわけにはいかない」(否定の理由)と、異なる科学観の反映が読み取れる。したがって、命題5の否定形で示される科学(者)の理想のあるべき姿(「科学者は、自分の説と一致しない事実を無視することはない」)のイメージは比較的根強いものであると予想できる。

生徒の感想を読むと、おおまかに三つの反応がある(表4参照)。つまり、お雇い外国人を含めた科学者たちの活動やエピソードが印象に残ったというもの、地震のおそろしさや避難訓練の大切さを感じたというもの、被害は悲惨だが地震学の発達にはよい機会となったというもの、である。

まとめると—

時期的にやりにくい面はあるが、高校3年生には関連諸科目の知識もあり、受容の素地は十分あると感じた。地震と人々との関わりの事例史を、STS教育の視点を取り入れることによって、科学と社会の関係性を含む複合的なテーマの教材として開発できると言える。また、過去の事例をもとに現在の事例を想起・比較させることで、授業の意義が明確となり、生徒の防災への意識も喚起できる。同時に、偉人伝的な古典的科学家像にとどまらない、よりリアルな科学家像を提示することができる。

しかしながら、諸側面に現れるエピソードは多様であり、3~4時間程度の授業ではすべて取り上げている時間がなく、生徒の方でも消化し切れていない面がみられた。科学と社会の関係性、および災害におけるその意味を問うという主題も、とりわけ文化要素との関係で十分に分節化して追求できたとはいいがたい。テキストの文章表現や内容構成、評価の仕方なども工夫を要すると感じた。特にSTS教育が重視する態度の育成・行動への動機づけと、そのための授業方法の改善については、今後の検討課題である。

7. おわりに—防災教育への含意

報告した授業は、筆者自身の興味とささやかな授業改編の試みから始めた。手がけてみて多様な問題があることがわかったが、ここでは主として防災教育との関連において今後の課題に言及しておきたい。

村上(1973)は、「災害を科学しようとする限り人間の問題を無視することができず」、こうした問題を含めた「新しい総合科学としての防災科学の確立が必要」と主張する。防災科学としての地学という観点から教材の編成を考察した吉田(1966)は、土木工学や河川工学、社会科学的内容も取り入れて、災害に対する心構えを育成していく必要性を説いた。実際に都市化など社会条件の変化に伴う災害の複雑化は、これまでの上からの一律的な防災訓練だけでは対応しきれないようにみえる。木谷ほか(1990)はこうした点に理科教育で積極的に災害について扱う理由を見いだす。

子どもたちが主体的に災害に対処する意識と能力を育てることの重要性も指摘されている(田中・編, 1985)。

ところが、錯綜した諸要素と要素間の関係のどこに注目し、どのような切口で教材化するか判断するのは、なかなかむずかしい作業である。生徒の関心をつなぎとめながら、知識の一般性に配慮しつつ、さらに主体的判断や行動を促さなければならない。

STS教育はこうした防災教育の今日的要求に対し有効な着眼点を示唆している。1995年の兵庫県南部地震(阪神・淡路震災)が明らかにしたのは、個々の科学や技術や社会組織は高度化しているにもかかわらず、あるいはそれゆえに、人間自体は災害に弱くなっているということである。これは言い換えればSTS相互作用が防災的に働いていないということであり、例えば、地質学(科学)は地震の危険性を警告していたが、社会と技術とはこれに対応する方向に必ずしも動かなかったという事実がある。こうした現実を受けて、藤岡(1996)は学校教育のみならず社会教育の必要性を指摘して具体的な実践を行っている。一連の事柄は我々自身の態度変更を迫るものでもある。木谷(1992)が理科教員養成に関わって述べていることを敷衍して言うと、地学教師は、理科の一分野としての地学の知識を理解して教えるというだけでなく、それが現代の社会のなかでどのように機能しておりまた機能しなければならないかを考えなければ、現実には有効ではないということである。これは明確に価値教育の内容をはらみ、優れてSTS教育的な課題である(小川, 1993)。防災教育においては、実践的側面をもついわばフィールドの知の養成が課題となり、STS相互関係の認識から日常の防災文化、さらに社会の防災文化の創出が目標となると言ってもよいと思われる。

地震や火山噴火は、地域ごとに反復性があり、過去の記録は現在の現象の理解と対策に役立つ。したがってこれらの教材の場合、歴史的な扱いは不可欠であり、歴史地震学の成果などを参照しながら、各地における地震とそれに対する人々の反応を取り上げることは防災教育のうえで有意義にちがいない。特に明治時代以降の経験は、今日的に、生活と防災、地震予知問題、科学者の役割、役所の役割、ジャーナリズムの役割、市民の役割などを考える際に、一つの興味深い歴史事例となるはずであり、より総合化された観点からの教材化の余地が存在するといってよいと考える。

それらは、新教育課程の科目「地学IA」の目標にあ

る「地学の応用についての理解」や「科学技術の進歩と人間生活とのかかわりについて」の認識(文部省, 1989)のためにも適切な教材になりうると考えられる。地学ⅠBや地学Ⅱでも追求されてよいテーマであろう。

このようなさまざまな題材の発掘と教材開発のなかから、多くの論者が必要性を指摘するかつての「稲むらの火」に相当するような防災ストーリーが生み出されることも期待される。さらに、科学-技術-社会相互の複合的な関係の上に立って、単に難を逃れるという功利的なレベルにとどまらない、人間と自然関係のより深い把握に至ることが展望される。

付記および謝辞 本稿は、日本地学教育学会第45回全国大会山梨大会(1991.8.22)で発表した「授業『濃尾地震をめぐる人々』を実施して—(科学・技術・社会)相互関係の文脈における地学授業の可能性—」をもとにしたものである。

本稿をまとめるにあたり貴重なご助言をくださった、稲森潤(日本赤十字武蔵野女子短期大学)、小川正賢(茨城大学)、鈴木善次(大坂教育大学)の各先生に感謝いたします。また以下の各氏、各機関には文献資料の収集に際してお世話になりました。記して謝意を表します。小関恒夫(千葉県立船橋高校)、近藤代(同、故人)、八耳俊文(青山女子短期大学)、金沢大学附属図書館、岐阜県防災課、岐阜県立図書館、岐阜地方気象台、国立国会図書館。

文 献

- 愛知県(1979): 濃尾地震生き証人の記録, 174 p.
- 別所文吉(1968): 山嶽の静動, 金沢大学教育学部地学教室地質彙報, 1, 1-364.
- 藤井陽一郎(1967): 日本の地震学, 紀伊国屋新書, 239 p.
- 藤岡達也(1996): 兵庫県南部地震に関するSTS教育開発の実践的研究, 地学教育, 49(4), 131-139.
- 岐阜県(1970): 岐阜県史 通史編・近代・中, 1205 p.
- 岐阜県歴史資料保存協会・編(1991): 学校誌にみる濃尾地震, 同協会, 107 p.
- 岐阜新聞社出版局・編(1991): 写真でみる濃尾震災, 岐阜新聞社, 171 p.
- 萩原尊礼(1982): 地震学百年, 東京大学出版会, 233 p.
- 橋本万平(1983): 地震学事始 開拓者・関谷清景の生涯, 朝日新聞社, 261 p.
- 飯田汲事(1991): 濃尾地震の発生とその後, 国際防災シンポジウム(講演概要), 岐阜県, 94 p., 1-13.
- 池田幸夫(1993): 新科学哲学に基づいたケプラーの法則の扱い方, 日本地学教育学会第47回全国大会 北陸大会要項, 112-113.
- 池上良平(1987): 震源を求めて—近代地震学への歩み, 平凡社, 258 p.
- 今西勝美(1981): 地学史を軸とした地学教育, 地学教育と科学運動, 10号, 19-23.
- 石田瑞穂(インタビュー: 大野祐子)(1990): 研究活動を支えてきたのは、何千年もの時間の流れをくぐり抜けてきた地球への興味です, 高校生の進路 Shin Ro, No. 325, 26-27.
- 石原 侑(1973): 教材研究 地震, 理科教室, 16(6), 50-55.
- 板倉聖宣(1976): 長岡半太郎, 朝日新聞社, 283 p.
- 科学技術庁資源調査所(1981): 地震動の強さと人間行動, 164 p.
- 川上紳一(1993): 理科教材としての濃尾地震・根尾谷断層, 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 18(1), 45-57.
- 北原糸子(1983): 安政大地震と民衆 地震の社会史, 三一書房, 264 p.
- クロッパ (Klopfer), L. E. (渡辺正雄・監訳)(1976): HOSC 物理・化学・生物: 全3巻, 講談社.
- 木谷要治・加藤裕之(1990): 理科で防災をどう教えるか—新しい防災教育序説, 東洋館出版社, 193 p.
- 木谷要治(1992): STS教育のために如何に教材を編成するか, 理科教材論(上)(理科教育講座第6巻), 東洋館出版社, 365 p., 331-354.
- Koto, Bundjiro(1893): On the cause of the great earthquake in central Japan, 1891. *J. Coll. Sci. Imp. Univ. Japan*, 5, 295-353, Pl. 28-35.
- Lehman, H. C. (1953): *Age and Achievement*, Princeton Univ. Press, 341 p.
- 峰尾秀之(1989): 生徒はプレート論をどのようにうけとめたか, 科教協ニュース, 372号, 4-7.
- 望月勝海(1948): 日本地学史, 平凡社, 184 p.
- 文部省(1989): 高等学校学習指導要領解説 理科編・理数編, 実教出版, 286 p.
- 村上處直(1973): 地震と都市—壊滅の危機と防災, 日本経済新聞社, 203 p., 28-29.
- 名古屋市防災会議・編(1978): 濃尾地震文献目録, 136 p.
- Neyman, Elzbieta(1977): Scientific career, scientific generation, scientific labour market. Blume, S. S. (ed.): *Perspective in the Sociology of Science*, John Wiley & Sons, pp. 71-94.
- 日本地学史編纂委員会(1992): 西洋地学の導入(明治元年~明治24年)〈その1〉—「日本地学史」稿抄一, 地学雑誌, 101, 133-150. (統報あり)
- 日本建築学会(1988): 建築雑誌, 103(1272)(特集・地震), 16-55.
- 野村倉一(1990): 根尾谷断層—濃尾地震から100年, 教育出版文化協会(岐阜), 24 p.
- 野村倉一(村松郁栄・監修)(1991): 根尾谷断層の今昔, 教育出版文化協会(岐阜), 45 p.
- 岡田篤正(1993): 1891年濃尾地震の震源地をたずねて—

- 根尾谷断層の紹介—断層研究資料センター, 76 p.
- 小川正賢 (1989): 科学技術社会における市民教育としての科学技術教育, 昭和 62 年度カシオ科学振興財団助成研究報告書, 251 p., 3-22.
- 小川正賢 (1993): 序説 STS 教育, 東洋館出版社, 221 p., 154-165.
- Ogawa, Masakata (1989): Family-Based STS Education: A New Approach. *Bull. Sci. Technol. Soc.*, 9, 239-244.
- 下坂 英 (1989): 科学におけるジャーナリズムと大衆—「東京大地震」と「富士山大爆発」—, 成定 薫ほか: 制度としての科学—科学の社会学, 木鐸社, 247 p., 221-247.
- 鈴木善次・玉巻佐和子 (1989): 学生・生徒の「科学観」と STS 教育, 日本科学史学会第 36 回年会研究発表講演要旨集, p. 67. (会場での配布資料を含む)
- 鈴木善次・原田智代・玉巻佐和子 (1990): 環境教育と STS 教育との関連性についての諸考察, 大阪教育大学紀要, V 部門, 39 巻, 1 号, 85-94.
- 田中二郎・編者代表 (1985): 先生, 地震だ!, どうぶつ社, 181 p., 167-173.
- 東京大学新聞研究所 (1979): 地震予知と社会的反応, 東京大学出版会, 365 p.
- 宇佐美龍夫 (1978): 大地震—古記録に学ぶ, そしえて, 238 p.
- 宇佐美龍夫 (1983): 東京地震地図, 新潮選書, 316 p.
- 山田俊弘 (1996): 地学教育と STS—高校における地学史の授業の試みから, 日本科学教育学会 20 周年記念論文集, 245-252.
- 湯川秀樹 (1971): 長岡先生の休学, 創造への飛躍, 講談社, 454 p., 60-63.
- 吉田 茂 (1966): 防災科学としての地学 (その I), 地学教育, 65 号, 1-8.

山田俊弘: 授業「濃尾地震をめぐる人々」を実施して—地学史と地震史を STS の視点から教材開発する試み— *地学教育* 51 巻 1 号, 29-39, 1998

〔キーワード〕 濃尾地震, 地学史, 地震史, STS, 防災

〔要旨〕 地学史を地震史と関連づけて教材開発をする際, 文化要素を含み歴史的視点をもった STS 教育の視点から行った。濃尾地震を題材として多角的に取り上げることで, 複合的なテーマを含む総合的な教材を開発することができた。この教材を用いた授業では, 科学の歴史性や, 科学と社会の関係性, 防災の意識を喚起する結果を得た。

Toshihiro YAMADA: A Report of the Instruction "People around the Nobi (Mino-Owari) Earthquake 1891"—Development of Teaching Material for Relation between Geoscience History and Earthquake History Based on the Viewpoints of STS—. *Educat. Earth Sci.*, 51(1), 29-39, 1998

本の紹介

平 朝彦ほか4名共著 岩波講座地球惑星科学 9 地殻の進化 A5 283頁 1997年10月初版 3,700円+税

本書の「はじめに」に、「(前略)日ごろ見慣れた風景の中から、本書に述べたように絶えまない景観の変遷、物質の循環へと読者の思いを誘い、その全体像の解明への刺激になることを願う。」という意図のもとに書かれたものである。本書の構成は次のようになっている。

はじめに

1. 地表の変貌とマスマランス
 - 1 地形概観とその変遷
 - (a) 海洋底 (b) 大陸 (c) 大陸縁辺域
 - 2 マスマランス
 - (a) 地球表面における物質大循環 (b) 風化と削割 (c) 堆積物の付加と沈み込み
 - 3 地殻の水の役割
 - (a) 地下水の循環 (b) 透水性 (c) 物質循環における地下水の役割
2. 地層の形成
 - 1 堆積物の運搬堆積機構
 - (a) 各個運搬 (b) 集合運搬 (c) 堆積機構
 - 2 堆積相解析と堆積環境
 - (a) 堆積相解析 (b) 代表的な堆積環境
 3. 海面変動, テクトニクスと地層の形成
 - (a) 保存ポテンシャルと堆積速度 (b) シークエンス層序学 (c) テクトニクスと堆積作用
- 3 堆積物・堆積岩・鉱床
 - 1 堆積物の種類
 - (a) 陸源性碎屑物 (b) 火山碎屑物 (c) 生物源堆積物
 - 2 続成作用
 - (a) 機械的続成作用 (b) 生化学的続成作用と化学的続成作用
 - 3 鉱床の生成と地球表層環境の進化
 - (a) 鉱床の生成の場 (b) 現在の海底下の鉱床 (c) 始生代, 原生代の鉱床
4. 変成作用と変成岩
 - 1 変成岩と変成作用
 - (a) 変成岩とは (b) 変成度と変成相 (c) 相平衡論な解析についての概説 (d) 地質温度・圧力計 (e) 変成岩の部分融解
 - 2 変成作用とテクトニクス
 - (a) 変成岩の温度-圧力-時間径路
5. テクトニクスと造山運動
 - 1 テクトニクスとは何か
 - 2 造山運動論の歴史
 - (a) 古典的造山運動論 (b) 新しい造山運動への組み替え (c) ウィルソンサイクルと大陸の離合集散 (d) パンゲア大陸 (e) パンゲアより前の

超大陸の復元

3 大陸の分裂と大陸地殻の改変

(a) 大陸の分裂はなぜ起こるか? (b) パンゲア大陸の分裂とブルーム (c) ブルームが先か、伸張が先か? (d) ブルームの上昇域と下降域 (e) ブルームの上昇と大陸への影響 (f) 大陸の分裂の仕方, 大陸の改変 (g) 大陸伸張時の大陸地殻の成長

4 プレート沈み込み帯: 太平洋型造山運動

(a) プレートの沈み込み帯 (b) 付加作用 (c) 付加体と放射虫革命 (d) 海洋地殻の引き剥がし作用 (e) 海山群・海台の付加 (f) 底づけ作用とデュプレックス構造 (g) メランジュとオリストローム (h) 付加体の臨界尖形モデル (i) 造構性浸食作用 (j) 高圧低温型変成岩の上昇 (k) 沈み込みと島弧地殻の再編 (l) 海嶺の沈み込みと間欠的太平洋型造山運動 (m) 島弧の衝突・合体から大陸の成長へ

5 大陸の合体: 衝突型造山運動

(a) 衝突のはじまり: 海洋プレートのスラビのデラミネーション (b) 地球上最大の衝突帯: ヒマラヤ帯 (c) 衝突帯における大陸地殻の大改変 (d) チベット高原 (e) インド大陸によるアジアの広域変形と短縮量のバランス

以上の内容であるが筆者はどの項目も興味深く読んだが、特に3 堆積物・堆積岩・鉱床と5 テクトニクスと造山運動には啓発させられた。本講座の各巻の大項目ごとに「まとめ」があるが、3と5のそれぞれの「まとめ」の標題文を参考のため次に書いておきたい。

3のまとめの標題文

- ・圧密過程においても間隙水の挙動は重要な役割をなす
- ・微生物の新陳代謝の過程で、初期の続成は進行する
- ・地球表層環境では様々な鉱床が現在でも生成している
- ・過去の地球史において、地球表層環境の違いに応じて異なる鉱床が生成された

5のまとめの標題文

- ・造山運動とは大陸地殻の形成、進化のプロセスである
- ・大陸はウィルソンサイクルによって離合集散を繰り返す
- ・大陸の分裂はかつての造山帯から始まる場合が多い
- ・プレートの沈み込み帯では「太平洋型造山運動」が起こる
- ・大陸の衝突帯では「衝突型造山運動」が起こる

以上のように本書では、種々の地質現象をプレートテクトニクスによって説明し、読者を納得させることであろう。 (貫井 茂)

インターネットライブカメラの構築

松本直記*・高橋尚子**

1. はじめに

コンピュータに接続されたカメラからの映像をインターネット上に供給する、いわゆるインターネットライブカメラはインターネットの普及とともに増加しつつある。それらの画像を利用することで、日本のみならず世界中のリアルタイムな風景を、教室に居ながらにして知ることができる。各地の様子をリアルタイムに知りうる状況をつくることで、松本・坪田(1997)、手代木(1997)の報告にあるように、気象や天気学習の分野において飛躍的な効果をもたらす。

このようにインターネットライブカメラは増えつつあるが授業で活用するにはもっと密度が高い方が望ましい。教材になりうる気象システムに伴う現象はどこで発生するか分からないためである。例えば寒冷前線の前後での天気の状況の違いを知るためには適当な位置にカメラが存在している必要がある。

インターネットライブカメラは教育効果の向上を期待できるが、これまでは実現運用するには高価な機材と技術が必要であった。しかし近年では多額の投資を

せずとも実現可能なものになってきている。ホームページを持っているのであれば簡単に実現可能である。本稿の目的はインターネットライブカメラが比較的簡単に実現するのを具体的に示し、気象教育の発展を期待するものである。なお、以下紹介するコンピュータ環境はOSにWindows 95を使用している(図1)。

2. ソフトウェア

以前ではカメラからの映像をインターネット上へ提供するには自分でプログラムを作成する必要があったが、最近ではカメラの映像を画像ファイルとして自動的にWWWサーバへFTP転送するソフトウェアがあるのでインターネットライブカメラを実現する上で技術的にむずかしい部分は非常に簡単になった。例えばWebcam(\$25)とWebshot(\$29.95)というシェアウェアがある。なお、機種との相性があるらしく、筆者が使用したコンピュータ(東芝Brezza PV-1009JA)ではWebshotは動作しなかった。東芝Brezza PV-1009JAはあらかじめビデオキャプチャ用のイン

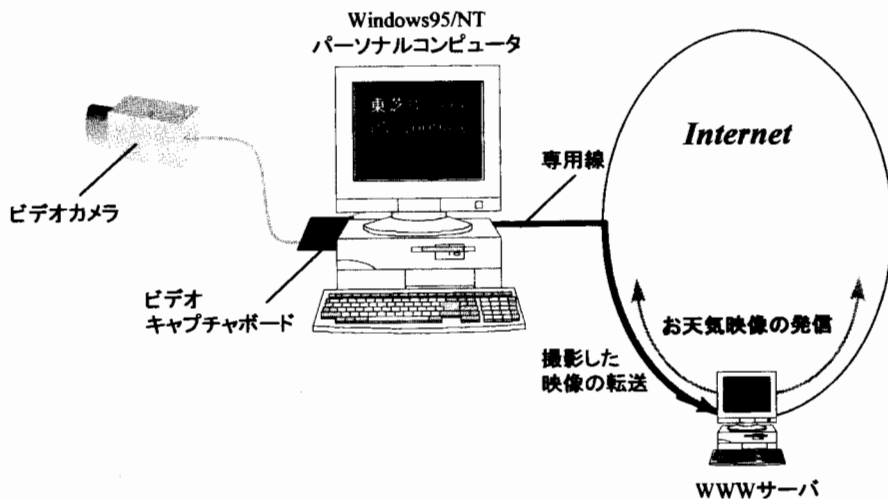


図1 本報告における実験環境

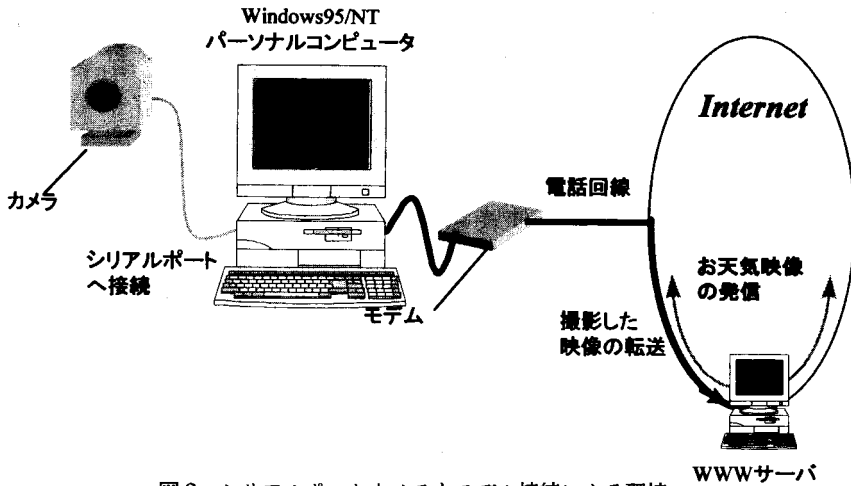


図2 シリアルポートカメラとモデム接続による環境

表1 ライブカメラソフトウェアの情報一覧

名称	価格	問い合わせ先	URL
Webcam	\$ 25	—	http://kolban.com/webcam32/
Webshot	\$ 29.95	—	http://www.cinecom.com/products/webshot.htm
スナップマン	¥22,000	(株)HID	http://www.dosanko.co.jp/hid/snapman/system.html

タフェースをもっている機種である。そのインタフェースの特殊性により動作しなかったものと思われる。

コンピュータはWWWサーバに専用線でつながっていることが望ましいが、電話回線でのダイヤルアップ接続でも可能である。上記、Webcamには一定時間おきにダイヤルアップ接続を行って、電話線を介してWWWサーバ上の画像情報を更新し、接続を切断する機能があり、ダイヤルアップ接続環境下でのライブカメラの実現を可能にしている(図2)。

ダイヤルアップ接続機能をもったライブカメラソフトウェアとしては他に、「スナップマン」(¥22,000)が(株)HIDから発売されている。しかし、これはソフトウェアの値段が高い上にコンピュータとカメラの接続に米国PLAY社製の「SNAPPY」という装置を必要とする。

ソフトウェアについての情報を表1に示す。

3. カメラ

コンピュータのシリアルポートに接続するだけで映

像をコンピュータ上に表示することのできるカメラを使うのが最も簡単である。例えば(株)マクニカから発売されているEnhanced CU-See Meに同梱されているRucola、(株)メディアヴィジョンから発売されているColor QCAM、(株)コンテックから発売されているD-CAM、デジタルインフォメーションテクノロジーから発売されているDI-CAM001などがある。

普通のビデオカメラをコンピュータに繋いだ方が画質ははるかに良い。その際には、ビデオ信号をコンピュータで扱うことができるようにするハードウェア(ビデオキャプチャボードなど)が必要である。ビデオキャプチャボードは最近では格段に値段が下がり、安価なものでは¥20,000程度から販売されている。筆者が使っているコンピュータは安価な普及機であるが、TVチューナーボードを標準装備しておりビデオ信号を受け付けることができるので、特別なハードウェアを追加することなくビデオカメラを繋ぐことができた。

シリアルポート接続カメラについての情報を表2に示す。

表2 シリアルポート接続カメラの情報一覧

名称	価格	問い合わせ先	URL
D-CAM	¥26,000	(株)コンテック	http://www2.contec.co.jp/direct/v-phone/d-cam.htm
Color QCAM	¥34,800	(株)メディアヴィジョン	http://www.ijnet.or.jp/mvi-cs/
Rucola	¥29,800	(株)マクニカ	http://www.macnica.co.jp/compl/wpine/cu-cusmruco.html
DI-CAM001	¥19,800	デジタルインフォメーション テクノロジー株式会社	http://www.digiinfo.co.jp/prod01.htm
クイックビデオ	未定	SVA ジャパン株式会社	http://www.sva.co.jp/qvpara.htm

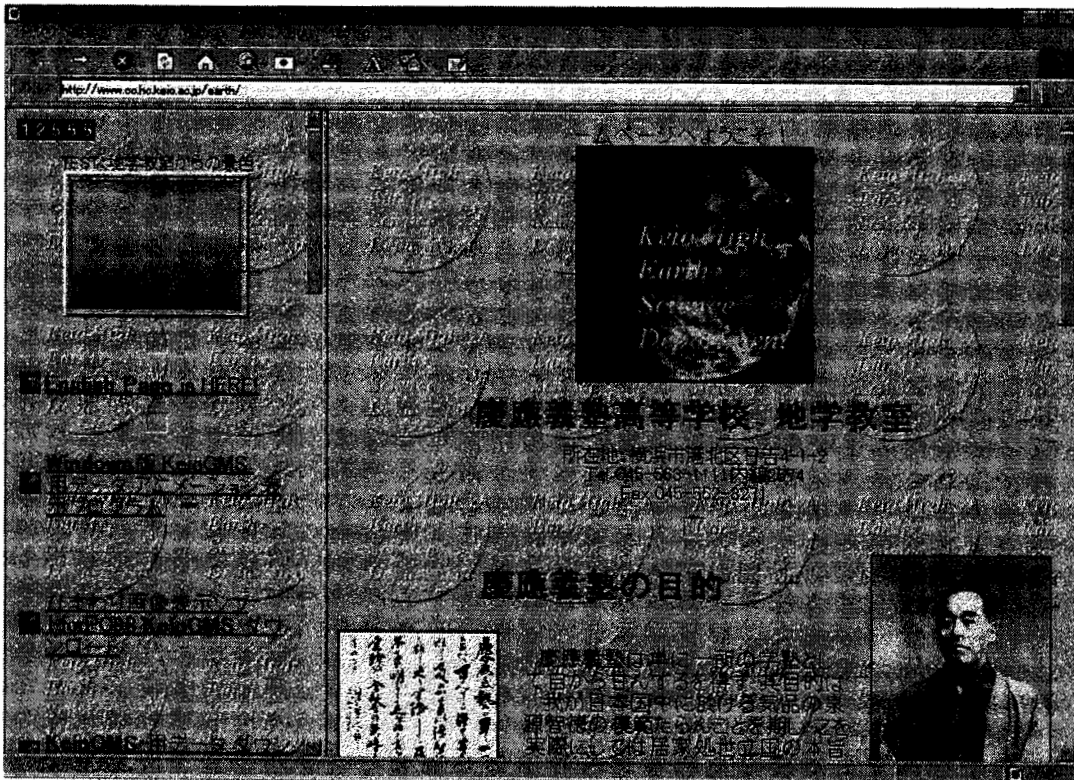


図3 慶應高校地学教室のホームページ

4. html の設定

WWW サーバ上の特定の名前のファイル（指定可能）がライブカメラソフトウェアによって自動的に更新されるので、html 文書にはそのファイル名を指定するだけでよい。なお、この実験では“webcam32.jpg”というファイルがライブカメラソフトによって自動生成される画像である。

本校地学教室のホームページの場合、次の一行を追加しただけである（図3）。

```
<IMG SRC="/webcam32.jpg" height
=120 width=160>
```

画像を更新する間隔はライブカメラソフトウェアで設定できるが、ブラウザで再読み込みをしなければ新しい画像の表示はされない。本校地学教室のホームページ上にある、ライブカメラ画像を自動更新するページ

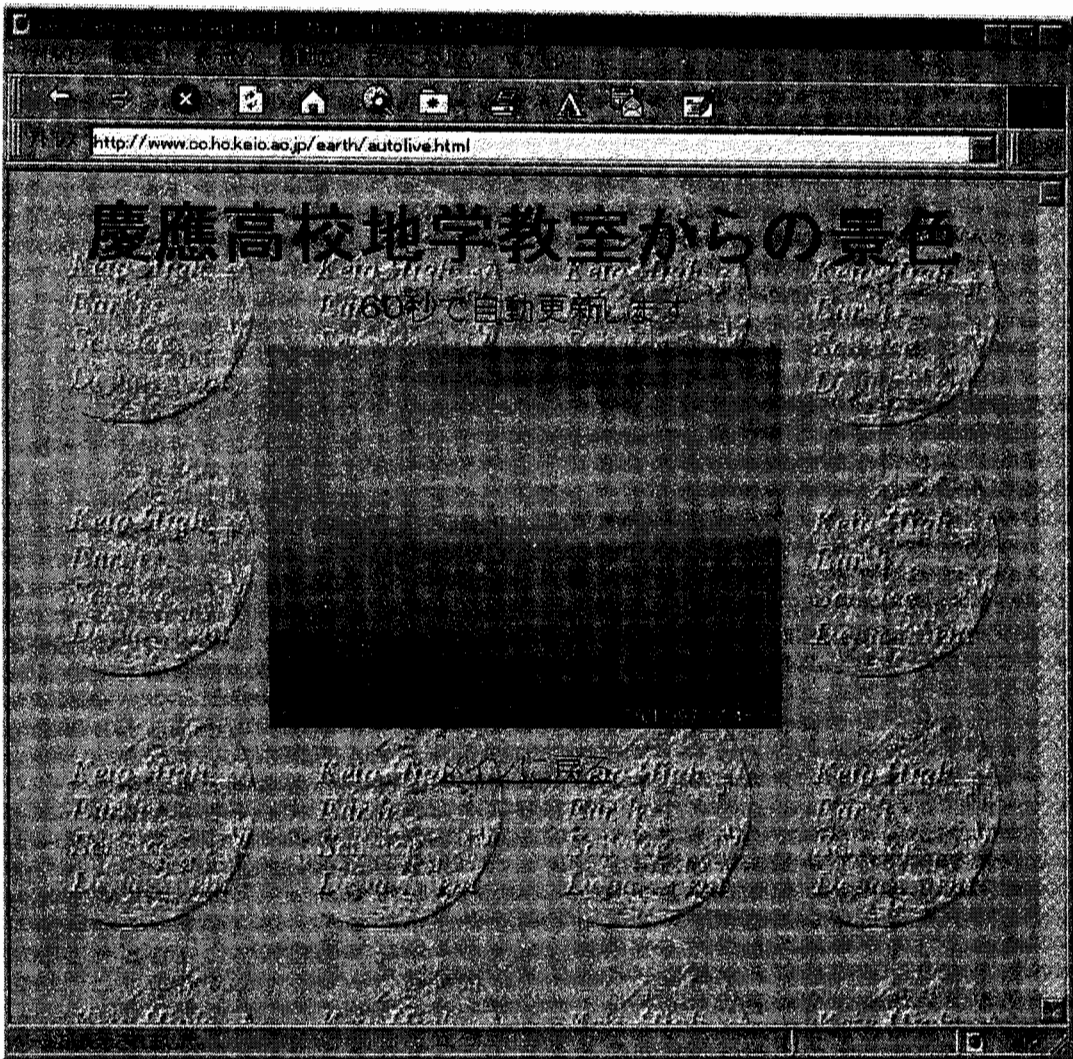


図4 ライブカメラの映像を60秒に1回自動更新するページ

(図4)のhtml文書を以下に示す。再読み込みを自動でさせるには、html文書のHEAD部分に図5の①の一行を挿入する。contentのあとの数字が自動読み込みをする間隔(秒)である。なお、html文書の設定については磯野・蔵守(1997)を参考にした。

5. 今後の展望

インターネットライブカメラの設置されている量が増加することにより、リアルタイム画像を利用した授業の機会は飛躍的に増加するだろう。こういった生活

に密着した情報は教育目的以外にもいろいろな利用の可能性が考えられる。例えば自分のいる場所のやや西の地点について天気の様子を知ることにより、降水の有無など簡単な天気予測を手軽に行うことができるようになる。

比較的簡単にインターネットライブカメラの製作ができることが分かった。拙稿がライブカメラの普及と気象教育の発展の一助になれば幸いである。

<HTML>	html 文書の始まり
<HEAD>	ヘッダー部分の始まり
<meta http-equiv="Refresh" content="60">	①
<TITLE>Keio Earth Science Dept. LIVE</TITLE>	タイトルの設定
</HEAD>	ヘッダー部分の終わり
<BODY background = ".back.jpg">	本文の始まり background は背景画像の設定
<CENTER>	これ以降を中央揃えにする
<H1>慶應高校地学教室からの景色</H1>	表題の設定
6 0 秒で自動更新します 	文章 および 改行
<p>	改行
width="320" height="240"> 	画像表示の設定 width および height は画像サイズの指定 改行
メインに戻る</p>	リンクの設定 および 改行
</CENTER>	センタリングの終わり
</BODY>	本文の終わり
</HTML>	html 文書の終わり

図5 図4のページのhtml文書(右側は各行の説明)

引用文献

- 磯野康孝・蔵守伸一(1997): HTMLハンドブック: ナツメ社, 439 pp.
- 松本直記・坪田幸政(1997): インターネットを利用した天気学習—ライブカメラによる観天望気—. 地学教育, 50, 19-29.
- 手代木英明(1997): インターネットを活用した「5年天気の変わり方」の学習 定点観測カメラ画像の活用について. 日本地学教育学会第51回全国大会要項, pp. 42-43.

松本直記・高橋尚子: インターネットライブカメラの構築 地学教育 51巻 1号, 41-45, 1998

〔キーワード〕 インターネット, ライブカメラ, 気象教育, コンピュータ

〔要旨〕 天気の様子をインターネット上にリアルタイムに提供するライブカメラの構築を行った。シェアウェアを利用することによって比較的簡単に実現することがわかった。またカメラやインターネットの接続も特に高価な機器や特殊な環境を必要とせず、一般的なコンピュータ環境でも低価格でライブカメラが実現可能なことを示した。ライブカメラの密度が高まることによって新たな教材の可能性を示唆した。

Naoki MATSUMOTO and Noriko TAKAHASHI: Constructing the Internet Live Camera. *Educ. Earth Sci.*, 51(1), 41-45, 1998

学会記事

第3回常務委員会

日時 平成9年10月6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, 下野洋, 副会長, 池田宣弘副会長, 青野宏美, 磯部秀三, 渋谷 紘, 清水政義, 高橋 修, 高橋典嗣, 坪田幸政, 根岸 潔, 馬場勝良, 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9年度大会宣言の扱いについて
 本学会の活動内容を知らせるものとして, 簡単な説明の前文をつける程度で早急に提出する。内容的にも, 11月に出来る教育課程審議会の間答申に対して提出予定の本会の要望と矛盾しないであろうから早く提出することは意義がある。中間答申に対する要望案は教育課程検討委員会が作成し, 常務委員会で諮る。
2. 平成10年度岩手大会について
 大会の準備は順調に進んでおり, 近々実行委員会が開催される予定である。文部省を含めたすべての後援の依頼は岩手で行う。
3. 平成11年度以降の大会について
 平成11年は広島, 12年は鹿児島で行う予定である。平成13年は千葉を考えている。
4. 大学入試センターの検討会について
 毎年春に行っている大学入試センターの検討会は, 日程的に短い時間で内容を検討しなければならず, 必ずしも満足な結果になっていない。あらかじめ協力者を全国から募るなど, 早めに準備をする。係は清水委員にお願いする。
5. 役員選挙の公示について
 平成10年度役員選挙の公示を行う。
6. 第6回「青少年科学体験まつり」(財団法人・日本科学協会)の後援について
 平成10年3月21日, 22日に府中市で行われる上記「青少年科学体験まつり」の後援を了承した。
7. 入会・退会者について
 平成9年度入会者として次の3名を承認した。

伊藤佐智子 学習情報通信システム研究所
 福島 毅 千葉県立行徳高校
 古田 茂樹 山口県教育研究所
 平成9年度退会者として次の3名を承認した。
 村上 正庚 東京(H9.4 逝去)
 鈴木 陽雄 栃木(H9.8 逝去)
 富川 孝治 神奈川

8. その他について

- ・JEM 青少年のための公開シンポジウム
 9月6日に駿台学園中等高等学校講堂で行われ, JEM 青少年プログラム委員会が作成したVTR「重さと質量, ろうそくの科学」を頂いた。

報 告

1. 編集委員会
 松川委員長から50巻4号の出版は印刷屋の事情でやや遅れたが, 投稿論文も多く編集は順調に進んでいるとの報告があった。
2. 行事委員会
 間々田委員長から次のような報告があった。本年度は施設の見学が多かったので, 来年は5月に城ヶ島の地質巡検を計画している。
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。9月19日に委員会を開き, 7月28日に行われた公開シンポジウムの評価を行った。教育課程審議会の議論が進んでおり, これにどう対応するか検討中である。
4. 支部支援委員会
 下野委員長から, 現在考えていることとして次のようなことが話された。各年度に行っている大会の実行委員会をフォローアップし, 支部のような活動が行えるよう連絡をとることを考えている。
5. 実態調査委員会
 松森委員長から環境教育に対するアンケートを実施したいという提案が出された。アンケート項目の中には自然環境だけでなく人為的な環境についての質問があり, 自然環境あるいは地学的な内容に限定するのか, 環境をどうとらえるかももう少し議論が必要であるとの意見が出された。どこで

折り合いをつけるか、もう一度委員会で検討することになった。

6. 教育実践報告集委員会

高橋(典)委員長から次のような報告があった。原稿が41例集まり、コメントを加えてリライトするように執筆者に依頼してある。出版予定は3月末であるが、出版社は検討中。

7. パソコン委員会

根岸委員長から東京大会でのパソコンセッションについて別紙により説明があった。来年も今年程度のことが実施できることを希望している。

8. 寄贈・交換図書

宇宙のゴミ問題 (株) 裳華房
 平成8年度東レ理科教育賞受賞作品集
 第28回 (財) 東レ科学振興会
 地学研究 46-1 日本地学研究会
 地学雑誌 106-3 東京地学協会
 研究紀要 4-2 神戸大学発達科学部
 地質ニュース 1997-6 地質調査所
 熊本地学会誌 No. 115 熊本地学会
 理科の教育 1997-8 日本理科教育学会
 軌道エレベータ —宇宙へ架ける橋—
 (株) 裳華房

会誌 No. 33, 平成9年7月
 香川県高等学校教育研究会理化部会・生地部会
 理科の教育 1997-9 日本理科教育学会
 地質ニュース 1997-7 地質調査所
 科学技術教育 36-3 千葉県総合教育センター
 地学雑誌 106-4 東京地学協会
 地学研究 46-2 日本地学研究会
 国立大学ガイドブック(入学者選抜方法編)
 平成10年度版 大学入試センター
 山口県立山口博物館研究報告 No. 23 1997-3
 山口県立山口博物館
 山口県の自然 No. 57, 1997-3
 山口県立山口博物館
 研究紀要 38-1 日本理科教育学会
 理科の教育 1997-10 日本理科教育学会

9. その他

- ・日本教育研究連合会の教育研究表彰に、横尾浩一氏を推薦し、受賞された。
- ・日本学術会議「第17期科学教育研連」の連絡委員に下野洋委員を推薦した。

以上

平成9年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会 第51回全国大会シンポジウム報告集

平成9年7月30日に学習院大学百周年記念会館で開催されました上記のシンポジウムの報告集として、発表者各位に論旨の執筆をお願いいたしましたのでここに掲載いたします。

日本地学教育学会 50年の歩み* —高校「地学」を中心に—

小林 学**

はじめに

日本地学教育学会は、昭和23年に日本地学教育研究会として発足し、その後現在の名称に変わり、小学校、中学校、高等学校、大学における地学教育を含めて広く研究活動を進めてきている。したがって、本学会の50年の歩みを限られた紙数の中で論じるのは極めて困難である。今回のシンポジウムは高校「地学」に重点が置かれているようであるので、副題として掲げたように、高校「地学」を中心にその歩みを探ってみることにする。

1. 高校「地学」誕生期（昭和20年代）

第2次世界大戦の終了で我が国の政治、経済などがすべてアメリカの統治下に置かれ、それまでの価値観も一変するほどの変革をもたらされた。教育もまた同様で、軍国主義的な内容や国家主義的な内容は一掃され、個人や自由の尊重が全面に出されるようになった。制度的には、六・三・三・四の学制が敷かれた。戦後のあらゆる物資が不足している中で校舎、教員の確保、教育内容の策定など、想像を絶する困難の中でこれらの作業は進められた。いずれも占領軍の厳しい指導監督下でこれらの作業は遅滞なく進められたのである。

それらの中で特記すべき一つの事項は、高校理科の一科目として「地学」が誕生したことである。

第2次世界大戦前には、博物科として地質・鉱物が扱われていたが、天文や気象は地理の中に含まれてい

た。現在の「地学」のような形を取り始めたのは、昭和16年から実施された理科物象である。これらは生物に対応する科目で、物理、化学とともに従来博物の中に含まれていた地質・鉱物と天文、気象が含まれていた。ここではまだ地学独自の教育体系をもつに至らなかったが、これらの内容は戦後の高校「地学」の誕生に大きな契機となっていたものといえよう。しかし、教育現場では地学領域の内容を専門外の物理、化学の教員が担当することになり、見学などの現地指導の学習が著しく軽視されがちであった。

このような現実が続けば、地学教育は全く形骸化することが心配され、戦後の大改革を契機に、多くの先覚者が積極的に地学教育振興のために立ち上がったのである。

高校「地学」の成立に当たって積極的な努力を続けられた方々は、藤本治義（東京教育大学教授）、小林貞一（東京大学教授）、加藤武夫（東京大学教授）らであった。

藤本らは、人間生活の場としての教養の地学の必要性を常々説いていたところであった。

終戦直後の食料、物資が不足し、不自由な生活をしている昭和21(1946)年2月、藤本、小林両教授は、物象科を解体して「地学」科を独立させる意見書を文部省に提出した。

同年4月、「地学教育の革新座談会」が地質学者、地理学者、文部省初等中等局の理科担当官ら参加のもとで開催された。これによって、日本学術振興会、第6常設委員会の中に第93地学教育小委員会の発足を見るに至った。この発足にあたっては、前述の加藤教授らの努力が大きかった。

この小委員会では、籙木政岐・畑中武夫（東京大学教授：天文学）らが積極的に天文を加えることを主張され、しだいに現在の地学の内容に近づいていったのである。

こうして、昭和23(1948)年1月高等学校学習指導要綱試案が出された。戦後1年半のことで、占領下

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をめざして—地学教育の役割—」(1997年7月30日)にて口頭発表

** 国際武道大学：本学会名誉会員

という事情がなければとうてい行いえない迅速な大改革であった。

こうして、高校「理科」に、物理・化学・生物と並んで地学が新設され、それぞれ5単位が充てられたのである。

我が国の高等学校理科に「地学」が誕生した経過を略記したが、当時諸外国の理科教育を調査した渡部景隆（後、本会第4代会長、東京教育大学教授・筑波大学教授）によれば、それらの諸国では天文、気象、地質などを統合した科目の設置はなかったという。

これらの内容構成に当たっては、現場の高校教員も参加し、後日第3代会長となった米山芳成（後、都立高校長）らの努力に負うところも大きかった。

この昭和23年版の高校「地学」は、終戦直後の極めて短期間に作成したためすぐに一部の手直しの作業が入り、昭和26年高等学校学習指導要領として出された。

こうして「地学」は、他の物理・化学・生物と並び高校理科の科目の一つとして歩み始めたが、当時の教科書を見ると、各専門分野のダイジェスト的な扱いが多かったことは否めないことである。

2. 日本地学教育研究会の発足

第93地学教育小委員会の審議過程で、地学の在り方についてなされた議論や高校地学の内容構成の検討などから多くの問題点のあることや、新しい科目としての地学教育の振興策の必要などが明らかになってきたので、昭和23年5月に「日本地学教育研究会」が発足し、初代の会長に加藤武夫（東京大学理学部長）が就任された。この会が現在の「日本地学教育学会」の前身である。

3. 地学解体論と必修「地学」の成立（昭和30年代）

戦後の高校の教育課程の大きな特徴の一つは大幅な選択履修である。学習指導要領は昭和26年に改められた後、昭和31年の改正で1科目の単位数は5単位または3単位となり、ついで理科の中で2科目の選択必修に変更された。当初15%ぐらいの地学履修者がこの頃になると、7%ほどに低下した。

戦後も10年を経過し、科学技術の振興も広く叫ばれるようになってきた。また、高校進学率も上昇してきて、高校の教育課程も大きな変革が迫られていた。大学関係者も特定の理科だけでなく、広い基盤を求め

る風潮もあり、必修を強化する動きが強くなったこのことは理科としては望ましいことではあるが、問題は履修方法であった。具体的には高等学校3学年に理科4科目をどのように組み込ませるかということであった。こうして出てきたのが、地学解体論である。「地学」の内容が高校理科に不要というのではないが、3学年の中に納めるためには、天文・気象は物理に、岩石・鉱物は化学に、地質・地史は生物に解体して分配するというものである。これらの議論の背景には、地学専門の教師の不足が挙げられた。

しかし、このような解体論では、地球は歴史的な存在であることや、まさに巨大な有機体ともいえるシステム的な見方を全く失うことになるとして、日本地学教育学会は、この「地学」解体論に対して反論の大キャンペーンを展開したのである。

第2代会長の藤本治義（前出）らはこの動きに対処して、牧野融（慶応高校、後同大教授）、木村達明（東京教育大学附属高校、後東京学芸大学教授）らが、村越司（東京地学協会）らの応援を受けて、「地学に関する懇談会」をもった。

この会では、地球を理解し認識するためには、「地学」は一教科としてまとまった体系にして課すべきであると結論づけるとともに、関連する業界を含む地学関係者相互によって案をまとめていったのである。

また、米山芳成（前述）らの努力もあって、高校理科出身の校長の中には、地学専攻でなくても解体論に反対する者もいた。

自然界は生物界と無生物界に大きく分けられ、前者は生物が後者は「地学」が扱うものである。理科が広く自然を認識する教科であれば当然一つの教科とする必要があるというのである。

これら「地学」の目標と性格が、文部省の審議会内の理科部会で、和達清夫（気象庁長官）、藤本治義（前述）を参考人とする意見によって実質的に認められ、「地学」は存続することになり単位数は減少したが必修となった。

単位数についていえば、「物理」5、「化学」4、「生物」4に対し、「地学」は2であった。これまで対等の単位数をもっていた「地学」関係者としては、たいへん割り切れないものを感じたのである。これは、国語、社会、数学、英語といった大きい単位数の教科がすべて15単位必修となり、理科も15単位の中に納める必要があった。繰り返すことになるが「物理」、「化学」、「生物」に対し、「地学」2単位は誠に残念なことであっ

た。

2単位になったとはいえ、必修の影響は極めて大きいもので、職業科課程を除く全国すべての高校で「地学」が実施されたのである。

この解体論によって、高校「地学」は目標・性格が厳しく問われることになった。これまでの各学問領域のダイジェスト版的な扱いから、地球の理解への体系化が強く図られたのである。

4. 理科教育の現代化と ESCP (昭和 40 年代)

1960 年代、科学技術の進歩は著しく、情報量の洪水といわれる時代となった。自然科学を背景とする理科教育においても、これらにどのように対応していくのかということが切実な問題となっていた。

このような時に、ソビエト連邦(現、ロシア共和国など)の人工衛星スプートニクが打ち上げられ、宇宙時代の幕開けとなった。アメリカ合衆国はこの打ち上げに少し遅れて人工衛星を打ち上げたが、その質量はソ連のものに比べて1割程度のものであった。この違いが、後にスプートニクショックと呼ばれるものである。

国力・科学技術力に世界一を自認していたアメリカが大きなショックを受けたことは想像に難くないが、そのことを科学教育の改革に向けたエネルギーには敬意を表したい。人工衛星打ち上げの遅れは時代遅れの科学教育にあるとして、アメリカの科学教育界は NSF から、これ以降かなりの年月にわたって、科学教育改革のための資金を得ることになる。

ちなみに我が国においても9年間に及ぶ科学教育研究のための予算が執行された。

こうしてアルファベットカリキュラムと呼ばれる、PSCS, CHMS, BSCS, ESCP などのカリキュラムが誕生し、世界をこの現代化運動に巻き込んでいったのである。

現代化の理念は、いろいろな見方があると思われるが、筆者は基本的な概念によって構成された知識体系の形成、自然を探究する科学の方法の修得にあると考える。

ESCP は、アメリカの現代化運動の中で作成された中学3年生用の「地学」である。それまで日本を除いて(高校理科を中心とした)世界の理科教育の中で、「地学」という単独の科目は筆者の知るところなかったと思う。(ちなみに、昭和50年代、筑波大学を会場にインターナショナルバカロレアの国際会議が開催さ

れたが、大学入試科目に、自然地理・天文はあっても「地学」はなかった。)

昭和42(1967)年、日本地学教育学会は、ESCPカリキュラム開発者を招いて、東京と大阪で国際セミナーを開催した。これらの開催には多くの人々が協力したが、中でも牧野融(前出)の労には大きいものがあった。

筆者は幸いに、この ESCP のセミナーに参加する機会を得た。このセミナーには、日本全国の地学の指導者クラスが参集した。サンプルズ、トンプソンの若い二人の講師の講義、実習に深い感銘を覚えたものである。

私を含めて、日本で広く行われているもっぱら知識の伝達の講義一辺倒とは異なり、資料を作り、整理しながら、自分の力で結論を出していく展開に新しい地学学習の在り方を感じた方が多かったことであろう。

「地学」は再現性の少ない事象を扱うことが多い。図・資料といった教材に頼りがちであるが、ESCP では工夫された多くのモデルを使いながら、生徒にいきいきと学習させていた。これらの学習方法は、その後の日本の地学教育に大きな影響を与えたのである。

5. 「基礎理科」から「総合理科」へ(昭和50年代以降)

昭和40年代以降、高校進学率が急上昇し、それまで50%台であったものが80%台となり、高等学校は国民の大多数の教育となった。現在進学率はおよそ95%にまで達し、準義務教育化しているといえよう。

この結果、入学してくる生徒の能力、適性がさらに多様化し、高校教育もこの対応を厳しく迫られることとなった。

一方、昭和40年代後半から、公害問題、環境問題が大きく取り上げられるようになり、学校教育として取り組むことが必要になってきた。これらのことから、一方では選択制の強化とともに、国民的な資質としての自然に対する認識も必要になってきた。

こうして高校理科の教育課程は、昭和43年の学習指導要領改訂で再び選択制に戻ったが総合的な自然観を形成する科目として「基礎理科」が新設された。

理科の各科目はそれぞれI, IIに分かれ、各3単位が充てられた。また、「基礎理科」には6単位が充てられた。必修の単位数は大幅に減少し、6単位となった。すなわち、Iのついた科目2科目または、「基礎理科」1科目を履修することが定められた。

これらのカリキュラムの策定には、渡部景隆（前述）、稲森 潤（本会第5代会長、東京学芸大学教授）らが参画した。

「基礎理科」は地学的内容をおよそ四分の一含むカリキュラムで極めてユニークなものであったが、高校現場では2科目以上にまたがる内容を強く敬遠する風潮があるため、当該生徒の8%台の履修率で、年を追うごとにそれもしだいに低下していった。

先述したように、高校進学率は年々上昇し、高校教育はさらに能力・適性に合わせた教育課程が強く要望され、選択制はさらに強化が必要となった。このため、昭和53(1978)年の改訂では他の科目と同じように理科の必修単位数はさらに減少し、6単位から4単位となった。

理科の構成は、「物理」、「化学」、「生物」、「地学」はそれぞれは各4単位となり、「理科I」「理科II」(4, 2単位)が設置された。この中で、「理科I」4単位のみが全員必修となった。

これまでの教育現場の実態を見ると、大学入試での地学選択者の現状や、担当教員の減少から地学履修者のさらなる減少が予想されていたので、「理科I」の役割には大きいものがあつた。すなわち、「理科I」の中には地球環境の理解を中心とした地学的な内容がおよそ四分の一含まれていたのである。これらの設置に当たって、渡部景隆（前出）が教育課程審議会の委員として、また稲森 潤（前述）が協力者として参加した。

先述のように我が国の高等学校理科においては合科的科目はなかなか受け入れられない風潮がある。しかし、この改訂によって少なくとも1単位分の地学的な内容、すなわち、地球に関する事項が必修として学習されることになった。

平成年代に入り、高校教育はまさに準義務教育化し、平成元年改訂の学習指導要領ではさらに個性重視、生涯教育体系への移行、社会の変化への対応が図られた。

理科においては、自然環境について総合的に理解するための内容を重視した「総合理科」、広範囲な科学や日常生活との関わりを重視した科目として各科目のIA、自然科学の基本的な概念形成を図る科目として、IB、IIの各科目が設けられた。この結果、理科は13科目となり、総合理科とBのついた科目が4単位で、他は2単位となった。

これらの科目の中で特筆されることは、総合理科とIAの設置である。これらの科目選択に当たっては、総

合理科と4科目の5区分の中の2区分にわたって2科目を履修させることになった。

この指導要領改訂には、平山勝美（本会第5代会長、立教大学教授）らが高等学校地学の作成協力者として参加した。

おわりに

このようにして見てくると、我が国の地学教育、特に高等学校「地学」は本学会と極めて大きな関わりがあることが分かる。関わりがあるというよりは、「地学」を生み育ててきた母体であるといえよう。

他の教育研究団体も同じであるといいながら、これらの活動のための費用のほとんどが自己負担であり、ボランティアの活動である。人々の幸福を願い、人類の未来に思いをめぐらせて、地学の設立と、その発展のために営々と努力を積み重ねられた学会の先輩諸兄に改めて敬意を表するものである。

（文中敬称は当時のものである）

参考文献

- 渡部景隆(1996): 地学教育の歴史. 地学雑誌, 105, p. 694-702.
 文部省(1948): 高等学校学習指導要項理科試案.
 文部省(1951): 高等学校学習指導要領理科.
 文部省(1956): 高等学校学習指導要領理科.
 文部省(1961): 高等学校学習指導要領解説理科編.
 文部省(1972): 高等学校学習指導要領解説. 理科・理数編.
 文部省(1979): 高等学校学習指導要領解説. 理科・理数編.
 文部省(1989): 高等学校学習指導要領解説. 理科・理数編.

理科(地学)教育の現状と課題*

三輪 洋次**

1. 理科教育・生物教育現状

【中学校】

(1) 第3回国際数学・理科教育調査報告書によれば、理科の力は世界でトップクラスであるが、論述的問題は良くない。また、理科が嫌いな点では世界でも最悪である。

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をめざして—地学教育の役割—」(1997年7月30日)にて口頭発表

** 文部省初等中等教育局教科調査官

①正答率が80%以上の問題

- ・仮想惑星で生きられるか考える問題(論述式)

②正答率が60%以上80%未満の問題 なし

③正答率が40%以上60%未満の問題

- ・水の循環に関する問題
- ・地殻の変動に関する問題
- ・化石燃料に関する問題
- ・空気の組成に関する問題
- ・昼夜の出現に関する問題
- ・オゾン層の重要性に関する問題

④正答率が40%未満の問題

- ・恒星の距離に関する問題

(2) 文部省教育課程実施状況テスト

〈ペーパーテストの結果〉

植物や動物の観察、気象の観測など自然の事象の観察や観測に関する基礎的な力、自然の事象に対する関心・意欲・態度は良好であるが、観察・実験に基づいて規則性を見つけるなど思考する力、実験結果をまとめて表すなどの表現する力はやや低い、課題解決のために生徒が観察や実験の方法を考えて具体的に実践する力は低い。前回と同一の問題では透過率が下がった問題もあれば、通過率が上がった問題もある。

〈協力校の結果〉

ア 評価の観点別調査結果の概要と考察

(ア) 自然事象への関心・意欲・態度

自然事象への関心・意欲・態度の実現状況は全体として良好である。第1分野では「電気分解とイオン」は、努力を要する状況にある生徒の割合が多い。また、「力の働き」および「仕事とエネルギー」も、努力を要する生徒の割合がやや多い第2分野では「身近な天体」「惑星と太陽系」では努力を要する生徒の割合がやや多い。

(イ) 科学的な思考

科学的な思考の実現状況は全体として良好である。第1分野では「化学変化」について努力を要する生徒の割合が多い。また、「気体の発生」「電流と電圧」「電気分解とイオン」も努力を要する生徒の割合がやや多い。第2分野では「身近な天体」「惑星と太陽系」「動物の生活と体のつくり」は努力を要する生徒の割合がやや多い。

(ウ) 観察・実験の技能

観察・実験の技能の実現状況は全体として良好である。第1分野では、「気体の発生」は努力を要する生徒の割合がかなり多く、「化学変化」も同様に多い。第2

分野では「地球と太陽系」は努力を要する生徒の割合がやや多い。

(エ) 自然事象についての知識・理解

自然の事象についての知識・理解の実現状況は全体として良好であるが、他の3観点に比べると努力を要する生徒の割合がやや多い。第1分野では、「化学変化」は、努力を要する生徒の割合がかなり多い。また、「気体の発生」「力」「原子と分子」も努力を要する生徒の割合が多い。第2分野では「天気とその変化」は努力を要する生徒の割合がやや多い。

イ 内容別調査結果の概要と考察

(ア) 物理的領域

物理的領域における実現状況は、全体を通じて良好である。特に、関心・意欲・態度の実現状況はどの学年を比べても同様の高い割合を示している。科学的な思考については第2学年および第3学年では第1学年に比べてやや実現状況が低い。これは発達段階に応じて抽象度が高くなるためと指摘されている。技能・表現についてはどの学年も顕著な差は見られない。知識・理解については、第2学年の「電流」に関する内容が抽象度が高く他の学年に比べて理解度が低くなっている。これも同様の理由による。

(イ) 化学的領域

化学的領域における実現状況は全体的に良好である。関心・意欲・態度の実現状況はどの学年も高い割合を示しており、物理的領域と同様の実現状況といえる。科学的な思考については、第2学年の「原子・分子」で抽象的な思考の困難さが指摘されており実現状況が低くなっている。技能・表現については、第1学年では実現状況がやや低い。原因として上皿天秤やろ過の仕方、加熱の仕方など器具の基本的操作の習得時間数の不足が指摘されている。

(ウ) 生物的領域

生物的領域の実現状況は全体として良好である。特に関心・意欲・態度、技能・表現の実現状況は良好である。科学的な思考の実現状況は2年の動物の学習についてやや低く、知識・理解の実現状況は1年の植物の学習についてやや低い傾向がある。「身近な生物」「動物の種類と生活」「生物のつながり」については、関心・意欲・態度、技能・表現、知識・理解とも良好である。生物領域での実験は個別実験が多く、さらに生徒が身近にある生物から観察・実験材料を選んだり、動植物を飼育栽培しているのでいっそう関心意欲が高まっていると指摘されている。生徒が主体的に活

動する観察・実験、記録、推論、討論などの活動が有効であると指摘されている。

(オ) 地学的領域

地学的領域の実現状況は全体として良好である。特に、関心・意欲・態度、技能・表現の実現状況は良好である。科学的な思考は、1年の天体の学習、2年の気象の学習でやや低く、知識・理解の実現状況は2年の気象の学習でやや低い傾向がある。「身近な天体」、「惑星と太陽系」については興味・関心は高いが、天体の空間的な位置関係を把握し、相対的な動きを理解することは十分でないという指摘もある。「天気とその変化」についての生徒の関心意欲は高く、また、科学的な思考、技能・表現の実現状況も良好な結果を示している。「大地の変化と地球」については、地域の自然を対象に探究する学習が行われており、関心・意欲・態度の実現状況は、たいへん良好である。「火山と地震」で課題選択学習を実施して、興味・関心を高めていると指摘されている。

(3) 選択理科の実施状況

平成8年度の調査では、全国の中学校の約60%の中学校で選択理科を実施している。選択理科はこれからの理科教育の在るべき方向を示す先導的な授業が行われている。課題解決学習である。1年をかけて解決するものから、1週間程度で解決するものまで多様である。課題の設定を教師が行うもの、生徒が決めるもの、教師が与えたものから生徒が選ぶものとさまざまである。グループで行うものと一人一人で行うものがある。チームティ칭ングで実施したり、

(4) 国立教育研究所調査(表1)

(5) 地学領域の野外実習の実施状況(表2)

筆者らの調査によると中学校での野外学習の実施状況

表1

	小5	中1	高1
理科の学習は毎日の生活に役立ちます	60%	32%	36%
理科を学習すると探求心がつくとおもいます	56%	61%	
理科の学習で外で生き物を観察することや地層を観察することが好きです	79%	73%	72%
理科の学習は実験があるので楽しいです	92%	88%	85%
将来科学者になりたいと思います	11%	9%	14%
学校で学んだ理科の知識や考え方は将来に職業に役立つ	74%	43%	45%
博物館や科学館に行くことが好きです	70%	55%	51%
科学は国の発展にとって非常に重要なものです	81%	73%	78%

表2

ア できるかぎり実施している	6.7%
イ あまり実施できないが何度かは実施した	57.3%
ウ 一度も実施していない	36.0%

況は表2のとおりである。

【高等学校】

高等学校で13科目という多様な科目になった。

(1) 理科各科目の履修状況

理科各科目の履修状況は下のとおりである。

生物IAは240,739人から226,525人に、生物IBは632,175人から579,032にそれぞれ若干減少している。生物IIは152,629人から153,947人にやや増加している。3科目合計では1,025,542人から959,504人とわずかに減少しているが、理科の中では33.5%を占め化学の37.6%に次いでいる。理科全体の履修者は3,002,531人から2,876,626人に減少している(表3、表4参照)。

(2) 探究活動の実施状況

現行の学習指導要領では、探究活動や課題研究など探究的な学習を重視している。観察・実験も単なる検証的な実験ではなく探究的な学習とすることが求められている。その探究的な学習がどのように行われているのだろうか。高等学校理科担当指導主事会議に

表3 平成8年度開設科目別履修者数(公立)

	選択者数(人) 総数 3,002,531 人	割合(%)
総合理科	46,775	1.6
物理 I A	183,930	
I B	289,167	
II	109,313	
物理合計	582,410	19.4
化学 I A	328,948	
I B	650,407	
II	166,620	
化学合計	1,145,975	38.2
生物 I A	240,739	
I B	632,175	
II	152,629	
生物合計	1,025,542	34.2
地学 I A	91,392	
I B	99,184	
II	11,252	
地学合計	201,828	6.7

表 4 平成 9 年度開設科目別履修者数 (公立)

	選択者数(人) 総数 2,876,626 人	割合 (%)
総合理科	42,137	1.5
物理 I A	192,849	
I B	278,979	
II	113,330	
物理合計	584,976	20.3
化学 I A	333,370	
I B	584,752	
II	164,340	
化学合計	1,082,462	37.6
生物 I A	226,525	
I B	579,032	
II	153,947	
生物合計	959,504	33.5
地学 I A	105,688	
I B	91,703	
II	10,156	
地学合計	207,547	7.2

において、1年間で行われる観察・実験のうち、探究活動の割合を調査したところ、平成8年度で全国平均29%という数字がでている。

(3) 理科教員の減少

東京などでも理科の教員の採用者は若干名、一桁であり、地学や物理はゼロのこともある。地学は個々数年ほとんどゼロである。理科の教員の平均年齢が確実に上昇している。

(4) 地学の野外学習の実施状況

筆者らが平成2年に東京都で行った調査によると、都立高校全日制普通科で、5年以内野外学習を実施している学校は約21%である。このうち18%の学校が1日バスを利用した野外学習としている。

(5) 理科における環境教育の取り組み

理科では環境教育が良く行われている。もともと理科は自然を調べる教科であるが、環境教育の基本は事実をしっかり認識すること、そのためには自然を調査することが基本である。理科の学習は視点を変えることによって環境教育となる。その中心になるのが地学の学習である。環境科というその他の教科で実施している学校もあるが、その大部分は地学に関わる学習としている学校が多い。

2. 理科における地学の在り方

このような現状の中で、地学教育はどのようにしたらいいか。研究を深める必要がある。

(1) 問題解決能力の育成

中教審の答申で「生きる力」が強調された。生きる力の中核になるのが、問題解決能力である。自ら考え自ら学ぶ力である。自ら課題を発見し、解決方法を考えて情報を集め、実験計画をたて、実験を行って解決する。この問題解決能力を地学の学習でも培う必要がある。知識を教え込む地学であってはならない。地学における問題解決学習は一般的に言われている問題解決学習と異なるように思う。地学における問題解決能力はどのようなものであるか、研究する必要がある。地質の学習における問題解決学習はどのようなになるか。天体の学習における問題解決学習はどのようなになるか。気象の学習における問題解決学習はどのようなになるか。それぞれ具体的に研究する必要がある。

(2) 地学の学習で身に付く資質・能力の明確化

地学を学ぶことによるのみ育つ資質・能力を明確化し、どのような授業を行うことによってこれらの資質・能力が育つかについて研究を深める。地学で培われる概念・能力は例えば次のようなものがあるが、これら地学の学習で身に付く資質・能力を明確にすることがまず肝心である。

【概念】

(昭和45年中学校理科指導書)

時間・空間、概念、歴史性、相対性、循環性が指摘されている。

(地学教育第47巻第1号(松川・林))

基本概念として、物質・エネルギー、時間・空間、輪廻・サイクル、歴史性、構造、変化、あいまい、非可逆的・非再現的を挙げている。

【能力】

問題解決能力、(帰納的)思考能力、予測推論能力、創造性、感性、総合力

これらの概念・能力はただ漠然と地学の学習をすれば身に付くものではない。意図的・計画的に年間授業計画に位置づけなくてはならない。どのような授業を行うことによってこのような概念・能力が身に付くか実証的に研究する必要がある。

(3) 野外学習などの実施

野外学習の実施状況の全国調査はないが、東京都で21%の学校が5年以内に1回以上の野外学習を行っ

ている。これは決して十分という数字ではない。地学にとって必須不可欠の野外学習を80%の学校が行っていないということになる。これで地学の面白さ、楽しさを伝えることができるのだろうか。教室の中で地層に関する知識を教えても地学を好きになるとは思えない。これからは校外学習を広くとらえて、自然博物館などの校外施設を利用した学習も含めて校外学習を行う必要がある。その際、その地域に詳しい外部講師を活用したりTTをうまく行うなどの工夫も必要である。

また、天体学習、気象学習においてもできるだけ本物と接して学習を行うか、天体観測、気象観測をもとに授業を進めるかがポイントである。

(4) 地学を学ぶことの意義を明確にする。

地学を学ぶことの意義は何か。上記の資質・能力を身につけることは大切であるが、そのほかにも下記のような意義を生かす地学とすべきである。

① 生きる力と地学教育

地学を学習することによって、どのような「生きる力」を身につけるか明らかにする。

② 環境教育の中核科目として

地学を環境教育にかえることはできない。地学は環境教育の知的基盤として中核科目としての役割を果たさなければならない。

③ 情報教育の中核科目として

これからの情報化の時代において地学は積極的に情報教育の中核科目としての役割を模索すべきである。

④ 国際理解教育の中核科目として

国際化を向かえる中で、地学は国際化教育の中核科目としての役割を研究すべきである。

⑤ 防災教育の中核科目として

阪神淡路の大震災の例でも明らかなように、日本は災害の国である。その中で防災に地学が果たす役割は大きい。その中核科目としての役割を明確にすべきである。

次期教育課程改訂に対する本学会の対応*

林 慶 一**

1. はじめに

次の教育課程改訂に向けての動きでは、文部省の中央教育審議会→教育課程審議会という正規の流れとは別に、初等中等教育の科学教育には従来ほとんど関わってこなかった日本学術会議の科学教育研究連絡委員会が早い段階から継続的に取り組み、その活動がまた多方面の活動を誘発してきたというのが大きな特徴である。そこで、筆者の知りうる範囲内から可能な限りの情報を集めて、この科学教育研連の活動を軸に本年6月までの教育課程の改訂に向けての動きとそれに対する本学会の対応をまとめてみた。このため、マスコミなどで公表されている文部省の側の最近の急速な動きは、ここでは改めて取り上げてはいないことをご了承いただきたい。また、最後に教育課程改訂に向けての筆者なりの見解も簡単に述べさせていただいた。

なお、この資料では、この間に本学会が対応して行った口頭および印刷物による発表を網羅したつもりではあるが、漏れがあるおそれもある。また、本稿では読者への便宜を図るため、筆者の責任でこれらの内容を数行ずつに要約してあるが、正確さや客観性は十分ではないかもしれない。したがって、漏れや誤りのある場合は筆者の責任であり、具体的にご指摘いただければ幸いである。

2. 次期改訂に向けての科学教育研連の活動を軸としたこれまでの動き

以下では、日付の後にテーマのみを示して特に説明を付していないものは、科学教育研究連絡委員会のシンポジウムなどである。それぞれのシンポジウムなどでの本学会からの発表者とそのタイトルを示し、その発表内容を要約してある。

1994. 4. 2. 科学教育：次の教育課程改訂への提言

遠西昭寿：小学校・中学校における理科教育の諸問題

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をめざして—地学教育の役割—」(1997年7月30日)にて口頭発表

** 東京学芸大学教育学部附属高等学校

- ・さらなる時間数の削減と安直な教科再編を行わない。
- ・認知的目標の重視や学習内容の系統性に配慮を。
- ・生活科と理科の関連に配慮を。
- ・理科の学習内容で特定の領域が突出することのないように。

田中義洋：地学教育の改善に向けての提言—高等学校を中心に—

- ・自然科学の中での「地学」の特徴を認識する必要がある。
- ・自然界について一通り学ぶためには高校地学までを学習する必要がある。
- ・地学の内容には専門家だけでなく多くの人が共有しなければならないものが多い。
- ・総合科目は現状では取扱いが困難であり、物・化・生・地は独立が望ましい。
- ・現状の選択制は生徒にとっての選択にはなっていない。

(これら2人の発表内容は、日本学術会議 科学教育研究連絡委員会 研究会記録「科学教育：次の教育課程改訂への提言」(筑波出版会)として印刷されている。)

* 会の趣旨がよく伝えられていなかったために、発表者によって内容には大きな開きがあったが、どのような問題点があるかを多方面から議論できた。

1994. 10. 29. 科学教育：次の教育課程はどのような内容を扱うべきか

遠西昭寿：小学校理科地学領域の学習内容と学年配列

- ・学習内容の選択に関わる基本的な考えを提案。
- ・学習内容の学年配列に関する基本的な考えを提案。
- ・上の二つの考えに基づいた小学校地学領域の学習内容と学年配列試案を提示。
- ・低学年からの理科の必要性や合科による理科の目標の喪失などを議論。

下野 洋 (科学教育学会から)：高等学校における科学教育カリキュラムの考え方

- ・①理科の基礎学力、②科学・技術リテラシーの育成、③アースシステム教育の考え方の三つの視点から考えるべきである。
- ・高等学校で取り上げる内容は、理科の目標、概念、方法、生物・地球システムの科学などからみてどのような基準で選ぶべきか。

林 慶一：次の教育課程における高校地学分野の内容と理科の教科・科目の再構成

- ・高校地学として扱うべき内容の選定基準と、それらの内容をコアとなる内容をを中心として配列することを提案。
- ・地学と物理・化学・生物の各分野との融合の可能性は、物理や化学とはむずかしいが、生物とはかなりうまくいく部分がある。

表 1

教科名	科目 (内容)		含まれる地学関連項目
科 学 技 術	必 修	(生命科学)	地球の構成と環境、地球の歴史/5項目
		「科学技術」 (物質科学) (エネルギー科学)	9 単 位 地球の活動と災害を含む 地殻の構成物質、資源開発とリサイクル/9項目 宇宙の中の地球、大気と水、海洋・地球系科 学技術/8項目
	選 択	「サイエンス生命科学」	4 地殻変動と生物界の変遷、生物の進化/9項目
		「サイエンス物質科学」	4 環境保全の科学/5項目
		「サイエンスエネルギー科学」	4 宇宙の進化、銀河系の運動、万有引力/7項目
		「テクノロジー」	4 0/5項目

- ・学問的に無理な融合には教育内容としての価値はない。

(これら2人の発表内容は、日本学術会議 科学教育研究連絡委員会 研究会記録「科学教育：次の教育課程はどのような内容を扱うべきか」(筑波出版会)として印刷されている。)

*技術系など他の学会からは総合化に賛成するところもあったが、理科は総合化には反対の意見が強かった。

1995.4.1. 科学技術教育：どのように教育課程を編成していくか

午前のシンポジウム「科学技術教育：教科・科目を超えたカリキュラム編成」では、科学教育学会から重点領域研究計画書「『新科学知』とカリキュラム開発」が詳しく解説された。

木村捨雄(代表)：高等学校「科学技術」カリキュラム開発。

In 科学教育学会の重点領域研究申請、「『新科学知』とカリキュラム開発」p.69-71.

- ・総合化の中で、地学が分解され、物理・化学・生物の中に吸収された形での案である。
- ・その延長として、選択科目でも地学は分解されて科目としては消されてしまっている。

〈本学会の対応〉

- ・地学教育学会からは、指定討論者の磯部琇三氏と松川正樹氏を含めて数人が地学関係者はずして地学を解体した科学技術カリキュラムを計画することに抗議に近い発言をした。
- ・また、今回から「科学教育」ではなく「科学技術教育」となったことに対して、科学と科学技術は別のものであり、突然このように変えた意図に対する疑問と反対を表明した。これには他の多くの学会も同様な意見であった。

午後のシンポジウム1「科学技術教育：教科科目を超えたカリキュラム編成」およびシンポジウム2「科学技術教育：どのように教育課程を編成していくか」では、科学教育学会に属する7人の研究者が将来展望やカリキュラム像、小中高の科学技術カリキュラムの理念、数学系カリキュラムの理念などを述べた後、提案者と指定討論者による短い発表があった。

下野 洋(科学教育学会から)：今後の研究と活動の進め方

- ・次回の教育課程を考える視点('94.10.29の発表と同趣旨)。
- ・今後の研究の進め方(従来の教育課程の見直し、中高一貫したカリキュラムの開発、学校制度の一部改変、野外学習の導入、実験・観察の在り方と評価)。

磯部琇三(地学教育学会から)：理科活性化に対する日本地学教育学会の取り組み

- ・教育課程改訂のための学会間の連絡会議を提案。
- ・地学教育学会で検討されている項目。
- ・教科科目を超えたカリキュラムとしては、一つの筋のある物語で物・化・生・地の内容を取り込んでいくことを提案。

(これら二人の発表内容は、後記の日学選書3「21世紀を展望する新教育課程編成への提案」に掲載されている。)

*同日の研連委員会で、研連の中に、次の改訂に向けての具体的な教育課程の編成を進めるための「新教育課程編成検討小委員会」(後に委員長 高橋景一氏となった)がつくられることになった。その任務は「次期の学習指導要領改訂の基礎となる新しい総合科学のカリキュラムを開発し、具体化の促進を検討協議する。」とされた。

5~6月「新教育過程編成検討委員会」は、上記の総合科学のカリキュラムの具体的な案をつくるために小・中学校担当の「第1部」と中・高校担当の「第2部」を内部に設置し、それぞれで会合をもち方針とスケジュールを決めて、7月のシンポジウムでの各委員の発表の分担を決めた。

6月5日に行われた「第1部」(小中分科会)では、現在は小学校でも物理・化学・生物・地学の内容が別々に扱われており、全く総合化されていないので、これらを内容的にも融合するとともに技術や社会との関連を盛り込んだカリキュラムを開発すべきであるとの意見が強かった。これを受けて各学会からの発表者とその分担領域が決められた。これに対して、5月27日に行われた「第2部」(中高分科会)では物理・化学・生物・地学の各科目を廃止して内容を融合することはむずかしいとの意見が強く、総合化の可能性としては各科目を中心として他領域の内容を取り込むという方法が現実的であるとの結論に達した。これに基づいて、各学会からの委員が自己の領域を中心とした総合科学のカリキュラムを、各内容を表の形にした具体的なものとして提

示して発表することになった。

なお、これ以降の各分科会の活動については、筆者がこれらの委員ではないため詳しく知ることはできなかった。特に、小中分科会については、実際の開催日や内容をほとんど把握できていないので、ここには示していない。

1995. 6. 13. 科学教育の振興と人材育成（学術会議第4部小委員会）

1995. 7. 1. 総合的新教育課程の編成

午前中は、上記の「第1部」（小中分科会）で準備されたものが、午後は、「第2部」

（中高分科会）で準備されたものとそれらを受けての総合討論が行われた。

遠西昭寿：理科カリキュラムはいかにして構成されるべきか

- ・小学校における理科の時間数の減少の実態。
- ・学校五日制の実施に伴って減らすべきは教科外活動である。
- ・現在の課題は、「生活レベルで入力し科学レベルで出力する新しいブラックボックス」としての学習過程である。
- ・総合化には領域固有性を根拠に強く反対の立場を示した。

松川正樹・林 慶一：他領域を取り込んだ地学に基づく総合科学の教育課程

- ・地学内部をまず総合化するために、従来の地学の内容を、自然界の全体像とその成立過程が分かるように、宇宙、地球、地球環境の順に並べかえた。
- ・そして、地学の各内容に物理・化学・生物のどのような内容が関連づけられるかを、必修科目を想定したやさしいレベルと、高等教育や専門教育の基礎としての高度なレベルの二つのタイプとしてつくり、表の形で提示した。

（これらの内容は、後記の日学選書3「21世紀を展望する新教育課程編成への提案」に掲載されている。）

* 午前中の議論では、総合化を理科の中だけでなく、技術も含めた形で行うべきであるとの発表が多かったが、具体的にどのような内容を扱うのかの提示はなく、理念の言い放しという感じで、これまでの研究会での議論からの進歩はあまりなかった。

* 午後の前半の議論では、各領域を中心としたカリキュラムを内

容を並べた表として具体的に提示することになっていたが、地学教育学会を除いて理念のみの発表となった。後半の討論ではさまざまな意見が出されたが、結局まとまった結論は出なかった。坂元研連委員長から強く求められていたカリキュラムの具体的内容の提示が他の学会からはなかったことに対して、地学以外の領域では他領域と広範囲取り込むことができないからではないかという地学教育学会からの意見に対して、時間不足のためだろうということになった。

1995. 9. 2. 新教育課程編成検討小委員会 中高分科会

理科系科目統合化に向けての共通項目の洗い出し。アンケートの作成。

1995. 10. 2. 科学教育・技術教育の新しい教育課程はどのような哲学・内容をもって編成されるべきか（学術会議第4部・第5部合同シンポジウム）

地質学研究連絡委員会を代表して、同研連委員長の佐藤 正氏より次のような内容の発表がされた。

(1) 地学の教育課程の編成の考え方と内容

- ・地学の理解の仕方には、①分析的な手法とともに総合的な方法もとられる、②歴史的な観点が必要になることが多い、という特徴がある。
- ・これらを教育課程の基本的な理念に含ませなければならぬ。分析的な科学と混ぜ合わせた教科では、十分な地学の理解を期待できない。

(2) 地学の教育課程の内容

- ・現場の教師や教育課程編成の専門家からの提案がすでにあり、これらは十分尊重されるべきである。
- ・自然と社会との関係を取り扱う際に、災害などの一面だけを強調するのは間違いである。また、自然科学的な問題に社会科学的な説明を混ぜてはならない。
- ・野外での観察をいっそう拡大する必要があるが、指導者の問題がある。

(3) 教師の問題

- ・地学という科目の中に多岐にわたる分野が存在する。それらのすべてを教えることさえむずかしいのに、総合的科目など教える力量をもつ教師がいるのか。
- ・野外での教育には生半可な知識の教師では務まらない。下手をすると生徒の軽侮を招き、興味をなくさせるおそれさえある。

以下省略……

また、天文学研究連絡委員会を代表して、小杉・

祖父江・山縣氏による次のような発表もあった。

- (1) 理科教育の本務は、
- 文化および実用の学としての二つの側面をもつ科学を時代を担う子供たちすべてに正しく継承すること。
 - 人間をとりまます自然と社会について、健全な認識をもち、これに基づいて自主的・批判的に物事を考えることのできる子供たちを育てること。
- (2) そのために必要なことは、
- 小中学校での扱う内容を現在のように限定することなく、星、銀河、宇宙にも言及されることが望ましい。
 - 理科の時間数がこれ以上削減されてはならない。物・化・生・地の一部のみの履修が当たり前になってきており、自然科学の総体としての把握ができなくなってきている。
 - 実験や観察が十分行えるように教育環境を整備することが不可欠。
 - 教員養成系の大学において天文学が開講されていない場合が多いので、これを解決する必要があるが、当面は研修などを充実させるのに天文学研究者は協力を惜しまない。

以下省略……

(これら二つの発表内容は、後記の日学選書3「21世紀を展望する新教育課程編成への提案」に掲載されている。)

1995. 10. 9. 教師教育と人材育成

石井 醇: 新しいタイプの教員 (スペシャリスト) の育成

- 学級規模の適正化 (学級規模, 教員の勤務条件改善, TT, カウンセラー・新教育機器指導者などの配置, 新教育機器活用と教員数, 教員の自主性・自発性・創意工夫が尊重され活かされる制度と運用, 教員の地位と待遇の改善)
- 教員養成改善のための条件整備と新しいタイプの教員養成 (人格・知識・意欲を具えた教員, 教育課程の充実, 教育学部の充実, 新しい教科の指導, 新教育機器・マルチメディア導入とその指導, カウンセリングや学級経営などの指導)

1995. 1. 25. 地学教育学会として文部省へ要望書を提出

日本地学教育学会は学校教育における地学的素養

の育成の重要性を考慮し、次の2項目を要望する。

1. 地学の基本概念の修得は、自然の総合的な理解に不可欠である。小・中学校はもとより、高等学校においても何らかの形で地学を必修とすること。
2. 小・中学校はもとより高等学校においても、地学領域を指導できる教員を各校最低1名、採用すること。

1996. 5. 神奈川県高等学校教科研究会理科部会地学カリキュラム委員会より「次期高等学校理科カリキュラムへの提言」が出される (地学教育, 49(3), 95-97)。

- ・小中学校と同様に高等学校でも地・生・化・物のすべてがそろった理科を必修とする。

表 2

教科名	科目 (内容)	標準単位数
理	必修 「理科1分野」(化学, 物理)	2又は4
	必修 「理科1分野」(地学, 生物)	2又は4
科	選択 「地学」	2
	選択 「生物」	2
	選択 「化学」	2
	選択 「物理」	2

1996. 6. 18. 中教審第一次答申案 (審議のまとめ) 公表

1996. 6. 20. 日学選書3「21世紀を展望する新教育課程編成への提案—理科教育, 技術教育, 数学教育, 情報教育」および日学選書4「21世紀をめざす教師教育」(日本学術協力財団) が出版される。前者は47編の論文中、地学教育学会からは8(+1)編。「21世紀を展望する新教育課程編成への提案—理科教育, 技術教育, 数学教育, 情報教育」(第1編) 新教育課程編成への課題と基礎理論

遠西昭寿: 理科カリキュラムはいかにして構成されるべきか

(’95. 7. 1 の発表内容)

下野 洋: 科学教育課程編成についての視点

(’94. 10. 29 の発表内容のうちの①理科の基礎学力と②科学・技術リテラシーについてのより詳細な議論)

(第2編) 総合的な教育課程の編成

下野 洋：地球環境の理解を深める新教育課程編成への視点

(’94. 10. 29 の発表内容のうちの③アースシステム教育(ESE)の考え方についてのより詳細な議論と、その中で展開される地球環境の理解に関わる基礎的概念を提示、また、自然環境の理解を深める野外学習の方法を提案。)

磯部 瑠三：科学技術と自然環境教育＝生命・宇宙・地球科学

(’95. 4. 1 の発表内容)

藤岡 達也（環境教育学会から）：「環境」「STS」を軸とした「総合理科」「地学 IA」

(自然科学の体系を重視する科目に対して「総合理科」や「地学 IA」では環境教育やSTS教育を展開しやすい。)

〈第3編〉個別領域からの総合的新教育課程の編成

馬場 勝良・相場 博明・石井 醇：小学校における総合的自然環境カリキュラム—C領域からのアプローチ—

(「水」「空」「大地」というテーマで、児童にとって身近な野外の自然環境を従来のA、B、Cの区分や学年の枠を超えて総合的に取り組むカリキュラムの案を提示している。)

松川 正樹・林 慶一：他領域を取り組んだ地学に基づく総合科学の教育課程

(地学の自然科学としての特徴から地学教育の基本概念を整理して、物・化・生の他領域の内容をどのように組み込むことができるかを示し、’95. 7. 1 の総合化の発表内容の根拠を述べたもの。)

〈第4編〉個別領域固有の新教育課程の編成

遠西 昭寿：小学校理科地学領域のカリキュラムを考える

(’95. 7. 1 の発表内容に加筆したもので、①能力や態度でカリキュラムは記述できるかという疑問、②学習内容の選択は社会的合意による、③カリキュラム作成のための週時間数、問題解決・直接経験主義、基礎基本の解釈などの枠組み、④学習内容の構造、⑤現行の学習指導要領に足りない内容など。)

林 慶一・松川 正樹：理科の2教科への分割と必

修化

(’95. 7. 1 の発表内容に加筆したもので、①物・化・生・地の基礎的・基本的内容の融合はむずかしい、②融合は対応できる教師の育成もむずかしい、③現行の領域固有的な内容の配列の方の問題、④地学の内容の配列を再検討するとともに理科を2教科に分割して、物・化・生・地の基本的内容を必修にする提案など。)

「21世紀をめざす教師教育」

石井 醇：新しいタイプの教員(スペシャリスト)の養成

(’95. 10. 9 の発表内容)

1996. 6. 29. 科学技術教育者会議「21世紀における科学技術教育」(第4部・第5部、科学技術基本政策研究会・青少年科学フォーラム協議会)

林 慶一：21世紀へ向けての理科教育

・物・化・生・地の内部独立型の「総合理科」と、物・化・生・地の区別のない「融合理科」のそれぞれの長所と短所を理論的に議論し、いずれも低学年の必修科目とするには解決しにくい難点があることを主張。結論としては、低学年の必修科目としては、現在の自然科学に基づく物・化・生・地を置き、自然界の広い領域の事象とその探究方法をバランスよく学習させた後、応用科目として融合理科を設置するのがよいと主張。

1996. 7. 1. 地学教育学会として要望書の中教審に提出

日本地学教育学会は中央教育審議会の「審議のまとめ」に対して、次の三項目を要望します。

1. 問題解決的な学習についてはその欠点にも留意し、児童・生徒の疑問を重視して、解決がむずかしくても自由な発想で取り組む学習を重視していただきたい。
2. 理科担当教員の指導力の向上には、理科の各分野の教員そのものを配置していただくとともに、長期研修を研修形式の主体としていただきたい。
3. 地域社会における理科に関するさまざまな学習機会の提供の推進によって、学校における理科教育の必要性が低下するわけではないことを明言していただきたい。

1996. 12. 7. 総合的な学習を指導する教師の育成
(第1部教科教育研連と第4部科学教育研連との合同シンポジウム)

教師養成に関する2回目のシンポジウムとして開かれた。

松川正樹：自然と総合化と教師教育

- 現在の教師教育システムの中で教育されている学生の教育実習の授業での問題点とその原因を探り、大学では物・化・生・地のある分野のテーマを掘り下げて研究しその分野から自然を研究する方法を習得することの必要性を主張した。(松川正樹ほか：自然・理科の総合化と教師教育。日学選書5『『21世紀の教育内容』にふさわしいカリキュラムの提案』(日本学術協力財団)に印刷中)

1996. 12. 8. 新教育課程編成検討小委員会 中高分科会

理科のスリム化の理念についての各学会の提案が出される。

松川正樹：田中ほか「新しい総合化理科の教育課程」の学習指導要領形式での内容の提案とそれを表にしたものを解説した。

(この内容は、松川ほか、1997：高等学校の理科の総合化の試み。日学選書5『『21世紀の教育内容』にふさわしいカリキュラムの提案』(日本学術協力財団)に印刷中)

*他の学会も松川案のような内容を示した表をつくってこることになった。

1997. 5. 30. 中教審第二次答申案(審議のまとめ(その2))公表

1997. 2. 1-2. 新教育課程編成検討小委員会 中高分科会

松川正樹：前回の総合化理科に組み込む内容を学問的要素から列挙した表を、地学以外の人の協力も得て改訂して改めて示した。

(この内容の一部は、松川ほか、1997：自然科(高等学校の総合化理科の新しい教育課程)の試み。地学教育, 50, 45-53に印刷されている。また、一部の内容は、松川ほか、1997：高等学校の理科の総合化の試み。日学選書5『『21世紀の教育内容』にふさわしいカリキュラムの提案』(日本学術協力財団)に印刷中。)

磯部瑠三：物・化・生・地の内容を横に連結するため、ストーリーを軸にして展開することを提案。

1997. 3. 2. 新教育課程編成検討小委員会 中高分科会

磯部瑠三：前回の分科会での提案を具体化して、総合化の軸となる12のストーリーを提唱するとともに、それらの各ストーリーの中で扱われる物・化・生・地の内容を示した。

(この内容と、12のストーリーのうち、「原子の循環」と「水の流れ」についての具体的カリキュラムを示したものが、磯部ほか、1997：総合化理科のカリキュラム作りへの試み。日学選書5『『21世紀の教育内容』にふさわしいカリキュラムの提案』(日本学術協力財団)に印刷中。)

*他の学会からも宿題となっていた内容の表が出された。

1997. 6. 29. 総合的な学習の指導と評価

林 慶一：科学的パラダイムに基づく総合化とその指導

- 総合化も大切であるが分析も重要であるので、物理・化学の内容で構成する分析的な科目をつくり、総合化は生物・地学の内容を中心にして物理・化学の内容を活用したものとす。
- 総合化には、学問的に価値のある方法がとられなければならない、それは科学的パラダイム以外には考えにくい。「進化」のパラダイムの展開例を示した。

3. 教育課程改訂に向けての私見

実際の教育現場である各学校で行われる教育は、それぞれの学校の教育課程に基づいている。各学校における教育課程は、国が教育課程編成の基準として示す学習指導要領に従いながらも、自校の方針や教師の考え方から生徒の実態までの多くを総合的に判断しつつ、各学校で最終的に編成されることになっている。しかし、現実には、学習指導要領が教育課程編成の方針から教科・科目構成、各科目の内容、さらにはそれらの内容の取り扱いまでを定めているので、各学校での教育課程編成の際の自由度は一般に考えられているよりもずっと小さい。このために、学習指導要領の改訂とその基本的方向を示す中央教育審議会の答申やそれをより具体化した教育課程審議会の答申の内容が、教育現場にいる人間にも直接関わってくることにもな

り、たいへん注目されるのである。もっとも、近年はこの自由度を大きくしようということで、必修を減らして選択の単位数を増やすとともに、選択の科目の多様化を進める方向で改訂が進められてきている。それならば、よい方向に向かっているということで教育現場では歓迎されているかという点、必ずしもそうではない。中途半端な選択枠の拡大は、必修となった科目の偏重と選択となった科目の軽視を生み出したように思われるからである。特に高等学校の地学にとっては、学習指導要領でのこのような位置付けの変化によって、地学の内容が必修に値するかどうかという議論がなされないままに、履修率が一時期の100%から現在の7%にまで激減しているという深刻な事態が生じている。このあまりにも大きな変化は、個々の地学教員の校内での努力で改善できる範囲をはるかに超えている。やはり、必修の科目よりも低く見られていることが原因になっていると言わざるをえないし、その根本は学習指導要領での位置付けにあると言わざるをえない。このように見てくると、高校での自由度を大きくする方向でこれからも進むのであれば、必修の科目を一部に残すのは上述のような誤解を一般に与えるので、いっそのこと全科目を選択にする方がましではないかとすら思う。

しかし、このような極端な結論を簡単に出してしまう前に、選択がそれほど必要かという根本的な問題をもう一度考えてみたい。というのは、身びいきを差し引いて控えめに見ても、地学の内容には一般市民が教養として身につけておくべきものがかなりあり、そのためには単位数は小さくしても地学は必修にされるべきであると考えられるからである。同様なことは歴史などの例を考えるまでもなく、他の多くの分野にも当てはまる。自然や社会のどの事象も、それに関するある程度の予備知識をもっていなければ、いくら目に映り耳に達しても、頭の中に受け止める部分がないので空しく通り抜けていくだけである。一般市民にとっての教養とは、このような多様な事象を受け止める能力であるとは言えないだろうか。もしそうだとすると、豊かな教養を身につけるためには広い分野にわたって多くの内容を学ぶしか方法はない。このような理由から、時流に逆らうようであるが、価値のある知識を一つでも多く身につけることの重要性を強調したい。それは人が、個人として充実した人生を送るためでもあり、国家・社会の一員として高い能力を発揮するための広い基礎をつくるためでもあるからである。

しかし、ここで知識とは何かについてももう一度きちんと考え直す必要がある。というのは、ペーパーテストによる入学試験で人生が決まるかのような考え方をしている子供が多い現在では、知識の意味するところは少し以前とは大きく異なってきているからである。子供にとっても、まず自然や社会があって、そこにみられる一見複雑そうな事象を解きほぐしてなるほどと思わせてくれるものが、少し前までの知識であったように思われる。ところが現在では、子供には自然や社会の事象よりも前に入学試験を頂点とするペーパーテストのピラミッドがあり、ペーパーテストの問題を解決してくれるのが知識であるという見方が強くなっている。その結果、問題を類型化したときの解法の技術までが重要な知識として塾などを中心に大量に教えられるようになってきてしまっている。これがいわゆる「知識の詰め込み」といわれるものの実態である。これに対して、むしろ自然や社会の事象の理解に本当に意味での知識は、内容の精選から厳選へと向かう中で、前の世代よりも次々と減らされてきている。学校だけでなく塾なども含めて、子供たちに詰め込まれている知識の実態を調査し、ペーパーテストのために用意されたようなものを知識として扱うことをやめれば、価値ある知識を学習するための時間は十分確保できるのではないだろうか。

以上は多分に個人的な見解であるが、地学教育学会としては地学がすべての国民にとって必要な内容を含んでいること、地学が理科や他の教科さらにはそれ以外の活動なども含めた学校教育全体の枠組みの中で極めて有益であることを外に向かって訴えることは重要であろう。このような訴えをしていく時点での地学の中味は、どのような場面にも対応できるように、できるだけ広くとっておいた方がよい。松川ら(1997)の「自然科」の内容のうち地学の部分について示されているものは、このような観点からのものである。そこに示された内容であれば、実際に展開する際には災害を中心にすることも、STS的に展開することも、学問的に展開することも可能であるからである。今回のシンポジウムではこの認識が不十分なのではないかと思われる場面も見られ、地学の内容として示された項目に個人的に関心のある部分が大きく扱われていないことに対する不満もあったようであるが、このような文脈で提案したものとしてご理解いただきたい。地学の中味が、地学IA的な内容かIB・II的な内容か、それ以外のものであるべきかは、地学が学校教育や社会教

育・生涯学習の中でどのように位置付けられるかがある程度見通しがついた時点でいろいろなバージョンをつくらばよいのではないだろうか。もし、現時点で地学の中味を災害に関連するような片寄ったものしてしまったとすると、災害は地域のすべての人々に及ぶのだから学校教育で中学生や高校生だけに教えるのではなく、社会教育で行うべきであるという主張が出てきた時に中等教育において地学を残すための反論ができないように思われる。

教育課程の改訂の際に、他の教科・科目などとの関係で、もう一つ重要なことは、三輪教科調査官からのご指摘があったように、地学の必要性を地学以外の人々にどのように納得させられるかである。筆者らは、すでに学術会議の科学教育研連において、松川・林(1994)や林・松川(1994)に基づいて、物理学、化学、生物学など他の自然科学の分野だけでなく数学や教育学の研究者に対して物・化・生にはない地学の自然科学としての特徴を示して、反論を受けないだけのものはできたと確信している。今大会の公開シンポジウムの方でも、坂元研連委員長(中教審委員)からこれを認めていただけているという旨のお話があった。もちろん、地学の必要性はこれに限るというものでもないで、別の説得力のある説明が出てくることを期待している。

4. おわりに

本稿でお分かりいただけたように、同じ地学教育学会員の間にも多様な意見がある。これらの意見を学会として一つにまとめることは極めて困難なように思われる。しかし、逆にその多様さゆえに、地学教育学会は今回の改訂に際して、もっとも積極的に関わり、発言をしてこれた学会でありえたようにも思われる。

参考文献

- 林 慶一・松川正樹 (1994): 地学教育の目標の具体化—小・中・高校と次第に拡大されていく自然観。地学教育, 47, 31-42.
- 神奈川県高等学校教科研究会理科部会地学カリキュラム委員会 (1996): 次期高等学カリキュラムへの提言, 地学教育, 49, 95-97.
- 松川正樹・林 慶一 (1994): 地学とはどのような科学か?—地学教育の目標を考えるために—。地学教育, 47, 3-9.
- 松川正樹・田中義洋・斎藤 茂・根岸 潔・林 慶一・米澤正弘・山本和彦・藤井英一・坪内秀樹・宮下治・相場博明・馬場勝良・青野宏美・榊原雄太郎

- (1997): 自然科(高等学校の総合化理科の新しい教育課程)の試み。地学教育, 50, 45-53.
- 木村捨雄(代表): 高等学校「科学技術」カリキュラム開発。In 科学教育学会の重点領域研究申請, 「新科学知」とカリキュラム開発」, pp. 69-71.
- 日本学術会議 科学教育研究連絡委員会 (1994): 研究会記録「科学教育: 次の教育課程改訂への提言」, 筑波出版会, 18 p.
- 日本学術会議 科学教育研究連絡委員会 (1995): 研究会記録「科学教育: 次の教育課程はどのような内容を扱うべきか」, 筑波出版会, 83 p.
- 日本学術協力財団 [編] (1996): 日学選書3「21世紀を展望する新教育課程編成への提案」, 日本学術協力財団, 537 p.
- 日本学術協力財団 [編] (1996): 日学選書4「21世紀をめざす教師教育」, 日本学術協力財団, 124 p.

学校における地学分野の教育の現状と課題*

相原 延 光**

1. はじめに一教員研修で感じたこと

演者は昭和56年度から10年間教員センターに勤務していた。その経験から以下に挙げる教員研修における重要性に関する意見を述べたい。

(1) 小学校教員研修

小学生の感受性は全方位的であり、興味関心の内容は総合化されたものであるという認識が大切である。彼らの柔軟な思考に対して答えるには、教員の理科の能力・資質として高等学校の全領域(物化生地)程度は必要である。また、自然の中で学ぶ力(生きる力)を体験する訓練(自然とのふれあい研修)が必要である。

(2) 中学校教員研修

生徒には実験・観察を通し、参加型授業を目指したい。教師が中心になって生徒の互いの精神的な連携と信頼感を高めることが大切である。現在の受験体制による弊害をどのように解決するか、地域と連携した中高一貫教育の体制づくりを目指したい。

(3) 高等学校教員研修

理科における国民的素養(リテラシー)の研究が必要である。現状のカリキュラムではどうしても大学受験の影響が大きいが、自分の専門分野にとらわれず身近な現象を積極的に取り上げ、融合的に、柔軟に考え

* 日本地学教育学会第51回全国大会公開シンポジウム「地学教育50年目の変革をめざして—地学教育の役割—」(1997年7月30日)にて口頭発表

** 神奈川県立光陵高等学校

る能力を身につけてほしい。

(4) 問題点と期待

ところが、現実には小学校では理科専科の教師が極端に少なく、彼らを中心とした校内研究体制が遅れており、中学校では単位数、教員数減に悩まされ、高等学校では環境・国際化・情報時代に最も近い地学領域を指導する体制がない。理科離れ現象（思考力、問題解決能力の低下の芽は小学校で生まれ、中学校で顕在化し、高等学校で個別化している。教員研修大学と教員研修機関が次期指導要領の諮問機関としての能力を発揮できることを期待したい。

2. 高等学校の現場で

演者の勤務校はほぼ全員が大学受験を目指す進学校である。基礎基本（英数国）重視のカリキュラムが組まれている。理科教員の専門分野は全領域にわたって各2名ずついるが、将来1名減員となる予定である。自由選択制で3年に地学1Aを置いているが、科目数増加に反対する意見が厳しい。2年次に化学が4単位必修であるので、慢性的に化学教員が不足し、逆に地学選択者が少ないために地学教員が化学と生物に分かれて兼任となっている。過員対策のため、家庭科の専任が置けず、非常勤講師となり、理科にまで講師枠が回ってこない。

現行指導要領になってから生徒の能力の落ち込みを感じる。特に計算力では高校数学との学習内容の変化に理科が合っていないことが原因である。観察力・表現力も低下している。2年次で物理・地学のどちらかを選択することで、事実上進路選択となっており、地学は文系進学者のための講座となっている。したがって、可能な限り最新の身近な現象や素材を取り上げて地学的（歴史的・環境的）自然観を中心にすえた授業を心がけている。地学IBではあるがIAとII、総合理科が合体したような授業である。

3. 神奈川県理科教育事情

3.1 神奈川県における「地学」の学習状況（1997年理科部会報）

新カリキュラムの完成年度にあたる1996年度、本県理科部会では、各校各科目の学習状況についてのアンケート調査を行った。回答のあったのは166校（課程が異なる場合は別学校として集計）で、生徒数に対しては約15万人分にあたる。この数は全県で306校265,000人の校数で54%生徒数で57%に相当する。

表1 全員履修科目（全員履修科目を設けている学校数）

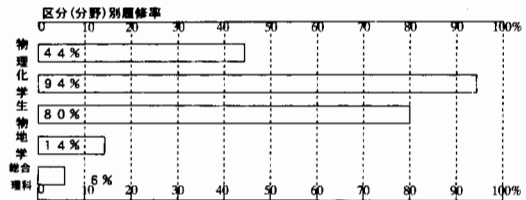
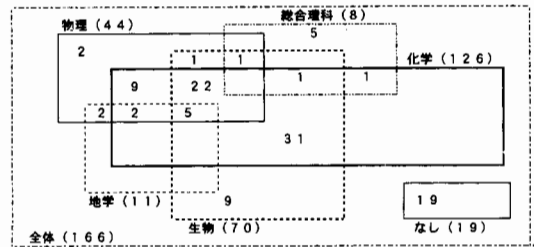


図1

(1) 全員履修科目

物理が全員履修の学校は44校、化学は126校、生物は70校、地学は11校であり、化学の圧倒的な強さが目立っている。物化生地いずれかの科目一つだけを全員履修にしているのは71校、2科目以上を全員履修にしているのは76校（このうち物化生地すべてを全員履修科目にしている学校は5校）であった(表1)。

(2) 区分別履修率

化学は全員履修に近い94%で、ついで生物80%、物理44%、地学は14%であり、科目のバランスが大きく崩れている。各区分の履修率を単純に加算して238%を単純に読み取ると、約2.4区分(分野)の科目を学習していることになる。これは学習指導要領の「5区分中2区分の必修履修」は満たしているが、以前のカリキュラムの時代と比べて大幅な後退といえる。地学を開設している学校は58校（内訳：県立44、市立3、私立11）で、14%という数字は全国の履修率22%（村田，1997）に比べ明らかに少なく、本県での地学履修状況の危機的状態が浮き彫りにされている。（図1）

(3) 項目別履修率

履修項目の最高値は「地震とその災害」であることは妥当なところであるが、これとて県内の10%（地学開設校の28%）の生徒しか学習していないことになる。このままでは防災や環境情報を理解し、主体的に受け止め、判断する社会適応能力が育っていないのではないかと危惧される。以下履修率の多い順に並べると、「地球の環境と人間」「太陽の形状と活動」「火山と

表 2 地学項目別履修率 (単位は %)

分野		項目							
地学 IA	身の回りの地学	自然の風景	4	建造物と岩石	5	身近な鉱物	4		
	天体の運行と人間生活	時間と時刻	6	季節と暦	5				
	資源と人間生活	エネルギー資源	6	地下資源	6	海洋資源	4	宇宙からの資源探査	2
	地球の活動と災害	気象とその災害	7	火山とその災害	8	地震とその災害	10	その他の災害	3
	地球と人間	地球の環境と人類	9	地球環境変化保全	7				
地学 IB	宇宙の中の地球	惑星としての地球	地球の概観	8	地球の運動	7			
		太陽と恒星	太陽の形状と活動	8	恒星の放射	7	恒星の進化	7	
		探求活動							
	地球の構成	大気と水	地球の熱収支	4	大気の性質と運動	5	海水と陸水	3	
地球の内部		地球内部の構造	5	地殻の構成物質	5	地球内部のエネルギー	4		
探求活動									
地球の歴史	地質時代の編年	地層と化石	5	岩石の年齢	4				
	地殻と生物の変遷	地殻構造と地塊構造	6	生物界の変遷	4	大陸と海洋底の動き	6		
	探求活動								
地学 II	地球の活動	地球の進化	原始の地球	5	プレートの動き	8			
		地球の環境	地球に働く力	3	高層の大気	3			
		日本列島の変遷	島としての日本列島	3	日本列島の地史	4			
	探求活動								
宇宙の構成	銀河系	銀河系の構造	5	銀河系の運動	3				
	銀河	銀河の形状	4	宇宙の進化	4				
課題研究	特定の地学的事象に関する探求活動								
	自然環境についての調査								

災害」「地球の概観」「プレートの動き」「気象と災害」「地球の運動」「恒星の進化」となる (表 2)。

3.2 過去 21 年の開設状況の変遷の調査 (1995 年神奈川県高等学校理科部会報より)

神奈川県内の高等学校の地学専門教員がどのようにその指導に当たってきたかを調べるために、理科部会の名簿から、担当科目が「地」のみの方を「専任」に、「地」と他の科目を併せ持っている方を「兼任」に、その他非常勤講師とを区別して集計を試みた。専任数が増えることは講座数増加を意味し、専任数が減り兼任数が増えることと、全体の合計が減少することは講座数が減少していることを意味するものと思われる。

その結果、人数の変動の原因は学習指導要領の改訂に伴うものと考えられた。昭和 39 年より導入の改訂では「地学 A」・「地学 B」が始まり、地学担当者の教員が大幅に増加した。昭和 48 年からの導入においては「地学 A」・「地学 B」が始まっている。この年から神奈川県では 100 校増設計画が始まり、学校数が昭和 62 年まで増加していったが地学専門の増員にはつながらず、非常勤講師が大幅に増加している。昭和 57 年よりの導入の改訂においては「理科・」「地学」が始まった。これを機に、地学専門の教員数は大幅に減少し、「理科・」と併せて授業を受けもつようになった。平成 6 年からの改訂では「地学 IB」と「地学 IA」とな

り、地学講座数は少しずつ増加に転じている。近年、生徒数減による過員対策の影響で非常勤講師の採用が大幅に減少、兼任が増加している。

3. 今後の課題

理科総体としての履修単位数を増やそうとしてもむずかしい状況にある。学校 5 日制による総単位数の減少、その中で体育・家庭科の全員履修と増加、社会科の世界史必修、英語のオーラル関係の新設など、社会状況の変化に対し敏感に反応した進出が目立つ。また、大学入試との関連で理科を課さなくなる傾向も進んでいる。「理科」においては、科目間の履修率に大きな差が現れ、「理科」として一丸となって取り組むことが困難になっているのが現状である。また、理科教員数減による学校内での勢力減少、変化しない教員の持ち時間数、予算処置もない「探求学習」や「課題研究」など、難題が山積みしている。

生徒一人一人が、その基礎を学び、裾野を広げなければ科学技術の健全な発展、生徒の健全なる発達は有り得ない。理科の教員全体で、本当に学ぶべき意義のある教育内容が何であるかを考えなくてはならないときにきていると思われる。理科 (地学) のリテラシーを早急に検討し、次期教育課程に反映すべきであろう。

平成 16 年度日本地学教育学会総会開催案内

日本地学教育学会会長 下野 洋

下記により、平成 16 年度の日本地学教育学会総会を開催いたします。ご出席くださいますようお願いいたします。なお、やむを得ずご欠席の方は、同封の委任状に、ご署名・ご捺印いただき、平成 16 年 4 月 14 日（水）までに、学会事務局にご返送ください。

1. 日 時 平成 16 年 4 月 17 日（土）午後 1 時より
2. 場 所 東京都小金井市貫井北町 4-1-1 東京学芸大学 二十周年記念会館 2F（武蔵小金井駅よりバス小平団地行き「学芸大正門」下車徒歩 5 分）
3. 議 事
 - 1) 報告事項
 - ・平成 15 年度事業報告
 - ・平成 15 年度決算報告
 - ・平成 16 年度役員選挙結果
 - 2) 審議事項
 - ・平成 16 年度事業計画（案）審議
 - ・平成 16 年度予算（案）審議

地学教育フォーラム

行事委員会

本年度フォーラムでは、近年急速に開発が行われつつあるデジタルコンテンツの状況とその地学教育への活用方法について、ご講演をいただき、講演者を交えて活発な討論を行いたいと思っています。多くの会員の参加をお願いいたします。

1. 日 時 総会終了後 午後 2 時～午後 3 時
2. 場 所 総会会場
3. 講 演 慶應義塾一貫校理科（地学）グループ
「デジタルコンテンツを地学教育にどう利用するか」

日本学術会議・科学教育研究連絡委員会主催のシンポジウム開催について

1. 日 時 平成 16 年 3 月 16 日（火）13 時 30 分～16 時 30 分
2. 場 所 日本学術会議会議室（地下鉄千代田線乃木坂下車）
3. 内 容 「知の再構築」、「自立・創造」とかかわるテーマを設定中
（備考）参加費は無料

参加希望者は研究委員（下野）までご連絡下さい。

連絡先 E-mail: shimono@rapid.ocn.ne.jp



EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 51, NO. 1

JANUARY, 1998

CONTENTS

Original Articles

- Observation and Prospects of VHF Electromagnetic Radiation before Earthquakes
—By Using Amateur Radio Equipments— ...Takeshi FUKUSHIMA and Yuuji ONO...1~12
- Teaching of Facies Fossils to Apply Foliar Physiognomy
—An application of mega-plant fossils for analyzing
palaeoenvironment—Atsushi OKUBO...13-27

Report

- A Report of the Instruction "People around the Nobi (Mino-Owari) Earthquake 1891"
—Development of Teaching Material for Relation between Geoscience History
and Earthquake History Based on the Viewpoints of STS—
.....Toshihiro YAMADA...29-39

Survey Report

- Constructing the Internet Live Camera
.....Naoki MATSUMOTO and Noriko TAKAHASHI...41~45

Note

- Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Society48~65

Book Reviews (28, 40)

Proceedings of the Society (46~47)

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