

地学教育

第56巻 第1号(通巻 第282号)

2003年1月

目 次

教育実践論文

多摩川流域(昭島市)に分布する上総層群の古環境復元と地学野外学習

—かつての東京湾西端の古環境を探る—……………宮下 治・坪内秀樹…(1~17)

〈特集〉コンピュータと地学教育

原著論文

地震波形データによる地学実習とその総合学習や情報教育への展開…南島正重…(19~35)

教育実践論文

パソコンによる3次元地形図・地質図の描画

……………林 武広・小倉泰史・岡崎敬之・前田卓巳・永田雄一

山崎博史・鈴木盛久…(37~45)

初心者のための雲に関するデジタル図鑑の開発……………中澤美三・榊原保志…(47~54)

本の紹介(18, 36, 46)

お知らせ(55~58)

学会記事(59~60)

日本地学教育学会

平成 15 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 57 回全国大会

上越大会 第一次案内

日本地学教育学会会長 (国立教育政策研究所) 下野 洋
全国大会実行委員長 (上越教育大学) 渡邊 隆

大会主題: 新指導要領を踏まえたこれからの地学教育

主催: 日本地学教育学会

共催: 新潟県地学教育研究会, 上越科学技術教育研究会

後援 (後援依頼予定): 文部科学省, 全国連合小学校長会, 全日本中学校長会, 全校高等学校長協会, 日本私立中学高等学校連合会, 財団法人日本教育研究連合会, 日本理科教育協会, 新潟県教育委員会, 上越市教育委員会, 新潟県小学校教育研究会, 新潟県中学校教育研究会, 新潟県高等学校教育研究会

期 日: 2003 年 (平成 15 年) 8 月 1 日 (金) ~ 8 月 4 日 (月)

会 場: 上越教育大学講義棟 (上越市山屋敷町 1 番地)

日 程: 2003 年 (平成 15 年) 8 月 1 日 (金)

午前 開会式・学会奨励賞授与式など
研究発表 I (分科会)

昼 ポスターセッション・販売

午後 シンポジウム

テーマ: 「どうする学校地学の教育体系」

夕方 懇親会

2003 年 (平成 15 年) 8 月 2 日 (土)

午前 研究発表 II (分科会)

記念講演 渡邊 隆 (上越教育大学副学長)

演題: 粘土屋の地学教育畑の開拓 (仮題)

昼 ポスターセッション・販売

午後 研究発表 III (分科会)

閉会式 (午後 3 時予定)

2003 年 (平成 15 年) 8 月 3 日 (日) ~ 4 日 (月)

巡検 1泊2日コース (2003 年 (平成 15 年) 8 月 3 日 (日)・4 日 (月))

巡検 A 西頸城・フォッサマグナ
約 25 名

(上越出発, JR 直江津駅解散)

日帰りコース (2003 年 (平成 15 年) 8 月 3 日 (日))

巡検 B 新潟油田地域標準層序 約 25 名

(上越出発, JR 長岡駅解散)

大会参加要項:

1. 大会参加費: 4,000 円 (2003 年 (平成 15 年) 7 月 1 日 (火) までの事前申込および郵便振込の場合)

4,500 円 (当日の申込)

2,500 円 (大学生・大学院生)

2. 懇親会: 8 月 1 日 (金) (5,000 円)
3. 見学旅行: 一泊二日コース (A コース) は 25,000 円 (後日精算) の予定
日帰りコース (B コース) は 5,000 円 (後日精算) の予定
4. 参加申込締切: 2003 年 (平成 15 年) 7 月 1 日 (火)

(これ以降も申込はできますが, 参加費が 4,500 円となります)

申込用紙は次号の学会誌「地学教育」に掲載します。

また, 上越大会 HP にも掲載しますのでご利用下さい。

5. 大会予稿集 (含む巡検資料) の申込: 2003 年 (平成 15 年) 7 月 1 日 (火) までに大会事務局まで郵送または Eメール添付ファイルで申送下さい。予稿集 1,500 円 + 郵送料の郵便振込を確認次第送付します。
6. 記念講演会 (2003 年 (平成 15 年) 8 月 2 日 (土)) は一般市民にも無料で公開します。

研究発表募集要項:

1. 発表形式: オーラルおよびポスターセッション
分科会は小学校・中学校分科会と高校・大学分科会の 2 会場を予定し

ていますが、申込の状況によっては変更することもあります。

2. 発表時間: オーラル発表の場合は、質疑を含めて20分の予定。
ポスター発表の説明は、昼休みの1時間30分の予定。
3. 使用機器: OHP, 液晶プロジェクター
4. 発表申込締切: 2003年(平成15年)4月15日(火)必着
申込書は次号の「地学教育」と上越大会HPに掲載します。
5. 予稿集原稿締切: 2003年(平成15年)6月2日(月)予稿集原稿郵送必着

大会事務局・学会事務局:

〒943-8512 上越市山屋敷町1番地

上越教育大学自然系理科(地学)

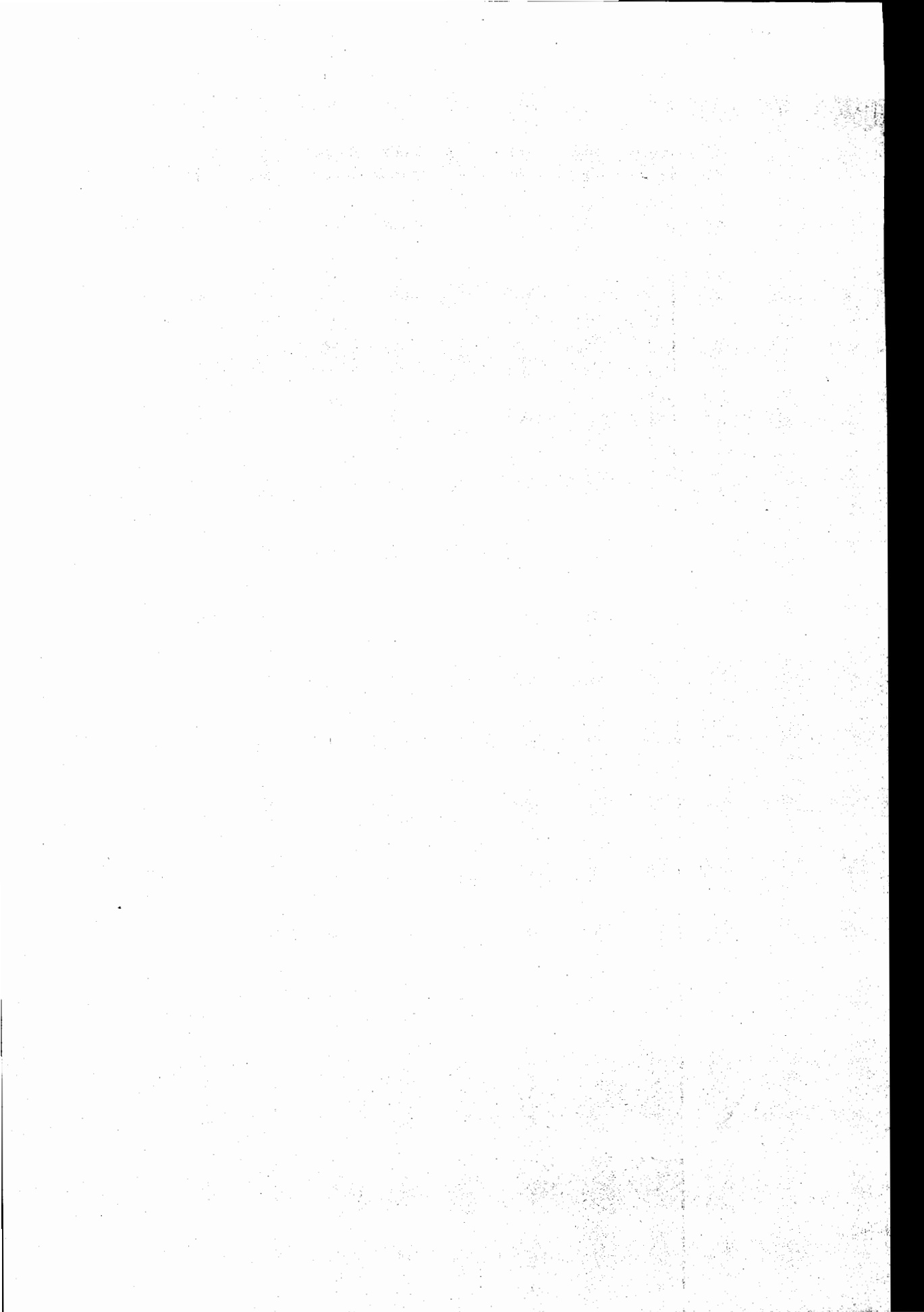
事務局長 中川清隆 TEL 025-521-3441 (ダイヤルイン)

E-mail: geo_joetsu@juen.ac.jp

郵便振替 口座番号: 00530-7-77830

口座名: 日本地学教育学会第57回全国大会事務局

上越大会HPアドレス http://www.juen.ac.jp/gakkai/geo_joetsu/



多摩川流域 (昭島市) に分布する上総層群の 古環境復元と地学野外学習

—かつての東京湾西端の古環境を探る—

Teaching Development of Paleoenvironmental Analysis
Using by the Pleistocene Kazusa Group along the
Tamagawa River, Akishima, West of Tokyo

宮下 治*・坪内秀樹**

Osamu MIYASHITA and Hideki TSUBOUCHI

Abstract: A methodology for teaching paleoenvironmental analysis to middle school students was developed and utilized in teaching a geological field class.

はじめに

平成14年度より実施されている、小学校学習指導要領「理科」(文部省, 1998a)では、天気、川、土地などの指導については、野外に出掛け地域の自然に親しむ活動を多く取り入れることとある。また、中学校学習指導要領「理科」(文部省, 1998b)でも観察、実験、野外観察を重視するとともに、地域の環境や学校の実態を活かすこととある。地学における野外での体験的・探究的な学習の重要性が増したと言える。

ところが、宮下(1999)によると、東京都の公立小学校、中学校、高等学校において、地学野外学習の実施率が近年、大きく低下してきている。また、教師は野外学習の重要性は十分に認識しているにもかかわらず、地学野外学習の素材・適地がない、地学野外学習を行う授業時数が確保しにくいなどの理由で、多くの教師が実施しない、もしくは実施できない状況がある。

そこで、筆者らは、教師が抱えている野外学習実施上の課題を少しでも解決し、より多くの教師が積極的に地学野外学習を授業の中に取り入れることができるよう、東京の身近な地域環境を活かした地学野外学習の開発に取り組んできている。

東京の南部を東西に流れる多摩川は、東京及び神奈川の学校からも近く、多くの児童・生徒が安全に学習

できる場であり、地学や生物の野外学習を行うには最適の場である。多摩川の流域には、第四系の上総層群が様々なところで広く分布している。そのため、筆者を含む研究グループでは、多摩川流域を用いた上総層群の野外学習の教材開発を行ってきた(馬場ほか, 1986; 林ほか, 1988; 宮下, 1990; 相場, 1991; 松川ほか, 1991; 宮下・坪内, 1993; 馬場ほか, 2000; 松川ほか, 2001)。

筆者らが研究を行ってきた東京都昭島市の拝島橋から上流約1kmの間には、上総層群の地層がほぼ水平に広く露出している。筆者らは、先に宮下・坪内(1993)において、地層が水平に広がる河床であっても、十分に地学野外学習を実施することが可能であることを検証する目的で、高校生を対象に、河床に水平に広がる地層を認識させていくための学習指導法と学習テキストの開発を行った。そして、授業実践を通し、生徒が河床に水平に広がる上総層群を地層として認識できるとともに、地層の広がりをも認識することができることの検証を行った。

その後10年が経過し、本地域の地層の露出もさらによくなり、筆者らは新たな地質調査と詳細な古生物学的な調査を行ってきた。本研究では、古生物学的な調査結果をもとにした、児童・生徒対象の古生物を主に扱った地学野外学習の教材化を行い、授業実践により、学習地域と教材の有効性と発展性について調べた

ので報告する。

なお、今回の野外学習の教材化を示すことにより、同じ学習地域を地学野外学習に用いたとしても、学習指導の目的に応じて、宮下・坪内(1993)で示した教材と本研究で示す教材とを使い分けて使用することが可能であり、学習指導の幅を広げ、かつ教育効果を一層高めるものと考ええる。

1. 多摩川流域(昭島市拜島橋付近)に分布する上総層群について

学習地域として選定した東京都昭島市の多摩川中流域は、東京都近郊や神奈川県近郊の学校からも行きやすく、地層が流域や河岸に広く分布しているため、多くの児童・生徒と一緒に学習しやすいなどの利点をもった地域である。

(1) 上総層群の概要

上総層群は模式地の千葉県中央部をはじめ、東京都や神奈川県にも広く分布している。上総層群は、東京都南部から神奈川県北部に位置する多摩丘陵や東京都西部の加住丘陵、草花丘陵、そして東京都北部から埼玉県との境に広がる加治丘陵(阿須山丘陵)にも広く分布している。多摩川流域に分布する上総層群について、松川ほか(1991)は、下位より飯能層矢嵐部層、飯能層加住部層、平山層、連光寺層、稲城層、飯室層に区分している。本論文においては、松川ほか(1991)の層序に従い述べていく。

また、堆積年代について竹越ほか(1990)は、平山火山灰層(平山層)が 1.49 ± 0.09 Ma、藤井(1998)は、飯室層のガラス質凝灰岩層が 1.45 ± 0.29 Ma というフィッション・トラック年代値を測定している。本学習地域に分布する飯能層加住部層、飯室層、平山層の下位であり、その堆積年代は1.5 Ma以前として捉えることができる。

(2) 学習地域の地質

本学習地域(図1)には、第四紀更新統上総層群飯能層加住部層(松川ほか, 1991)が多摩川の左岸を中心とした流域に広く露出している。地層は、 $N20^{\circ}W$ から $N10^{\circ}E$ で東へ 2° から 5° ほど傾斜している。

本学習地域に分布する上総層群は、厚さ約8 mであり、下位より礫層、泥層、そして中礫から成る礫層と堆積している。泥層中にはレンズ状の砂の層を数多く含んでいる。また、下位の礫層と中位の泥層は、本学習地域に広く分布している。この泥層には、直立樹幹化石や流木化石、葉片化石や球果化石、花粉化石、昆

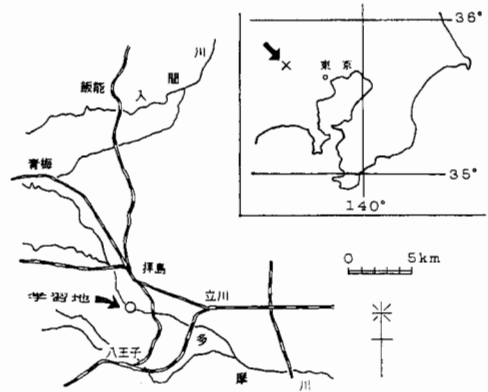


図1 学習地域(東京都昭島市拜島橋上流の多摩川流域)

虫化石、そして巣穴化石など多くの化石を含んでおり、小学生から一般の人たちまでを対象とした地学野外学習の場所としての適地であると考えられる。

本学習地域において、地層の分布状態や化石の産出する場所等から、学習ポイント1から学習ポイント6までの6ポイントを設定した。図2は、学習地域の岩相分布と学習ポイントを示したものであり、図3は、学習ポイント1から6までの柱状図と東西方向の地質断面概念図である。

以下、各学習ポイントに沿って地質及び産出化石の概要について述べる。

①学習ポイント1

学習ポイント1は、多摩川の本流からはずれた左岸側の位置である。礫層(層厚1 m 50 cm)、砂層(層厚60 cm)、泥層(60 cm)が順次堆積しているのが観察できる。礫層の礫は平均粒径が2~3 cm、最大粒径が10~15 cm、基質は砂質であり、円磨度は丸い。また、礫の形状は円盤状~球形である。礫の種類は、砂岩の割合が最も多く約80%を占め、次いでチャート、泥岩、礫岩の順に見ることができる。この礫層中には中粒砂で葉理のはっきりした砂層のレンズが挟まれている。その上位の細粒砂層には斜交葉理が発達し、河川による氾濫原堆積物であることが分かる。またこの砂層は、下流方向にいくに従い薄くなり、10 m程下流側では礫層の上に直接泥層が整合に重なっているのが観察できる。

②学習ポイント2

学習ポイント2は、多摩川の本流からはずれた左岸側の位置である。層厚1 m 30 cmの泥層が広く露出している。本泥層は、3枚の泥層に分けることができ、

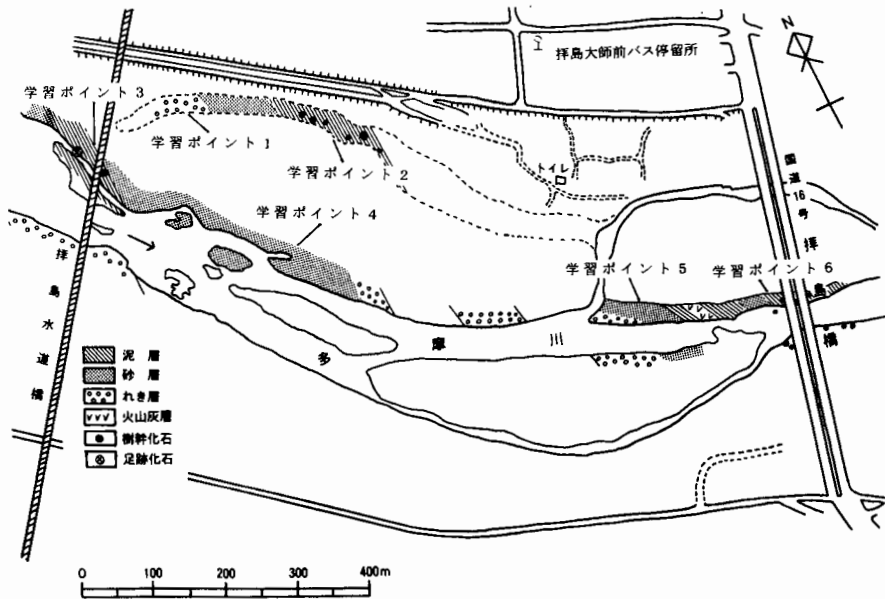


図2 学習地域の岩相分布と学習ポイント

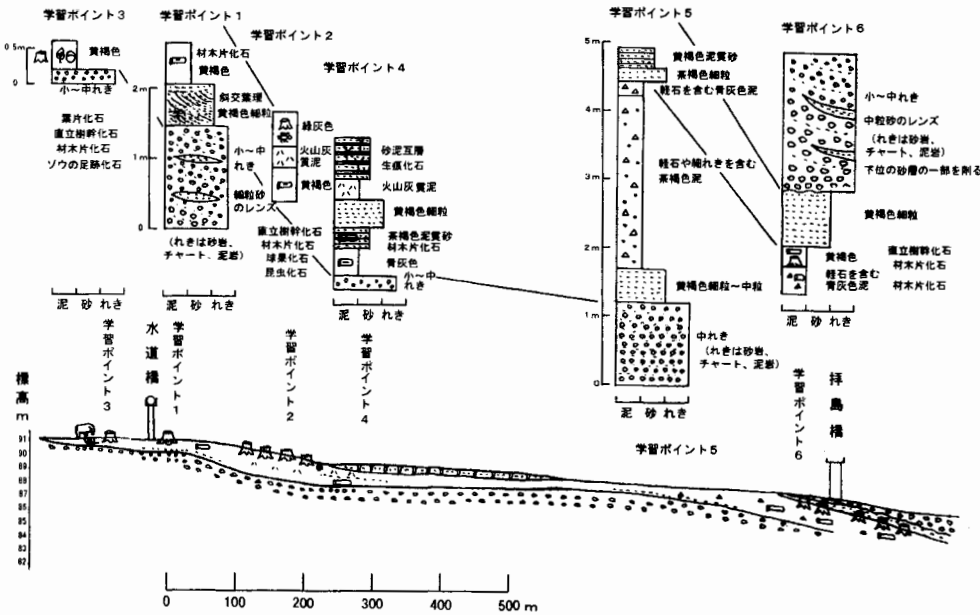


図3 学習ポイント1から6までの柱状図と東西方向の地質断面概念図

下位は黄褐色泥層で多くの流木化石を含み、学習ポイント1で観察できる泥層と同じものである。その上位には、緑灰色の火山灰質泥層が重なり、その上位に層厚約50cmの泥炭質泥層が堆積している。この泥炭質泥層には直立樹幹化石(6本を確認、直径2m 50cm~30cm)や流木化石、葉片化石、球果化石、花粉

化石、珪藻化石、昆虫化石が含まれている。なお、産出化石については後で述べる。

③学習ポイント3

学習ポイント3は、水道橋の真下付近から上流側約200mの範囲である。この地域では、広く地層が分布し、学習ポイント1で観察できた礫層と連続した礫層

(層厚 20 cm) を下位に確認することができる。その上位には黄褐色泥層(層厚 40 cm)が整合に重なっている。黄褐色泥層からは、*Metasequoia* (メタセコイア)の葉片化石や広葉樹の葉片化石が産出し、スギ科に属する種の直立樹幹化石(直径 1 m 20 cm)や流木化石も観察することができる。また、倉川・多摩川足跡化石調査団(2000)は、学習ポイント3の水道橋付近のシルト層からは、1998年に *Stegodon aurorae* (アケボノゾウ)の幼体頭骨が発見され、1999年にはアケボノゾウと思われる足跡化石が発見され、24個の足跡化石が確認でき、個々の足跡の直径は30 cm前後のものが多くを報告している。また、黄褐色泥層の表面には石灰質のノジュールを多く観察することができる。

④学習ポイント4

学習ポイント4では、厚さ約2 mに堆積した地層を観察することができる。学習ポイント1,3で観察できた礫層(層厚20 cm)の上位に、流木化石を含んだ青灰色泥層や茶褐色泥質砂層(層厚50 cm)、黄褐色の細粒砂層(層厚40 cm)、火山灰質泥層(層厚30 cm)、そして最上位には細粒から中粒の砂層と泥層との互層(層厚60 cm)を観察することができる。地層の走向と傾斜は、N10°E5°SEである。最上位の砂泥互層には、巣穴の入り口の直径が1 cm、まっすぐ下方に伸び深さが約10 cmの巣穴化石が数多く含まれている(図4)。

⑤学習ポイント5

学習ポイント5では、地層が広く分布し、厚さ約5 mに堆積した地層を観察することができる。学習ポイント1,3,4で観察できた礫層(層厚1 m 20 cm)が見られ、葉理がよく観察できる。その上位には、黄褐色細粒から中粒砂層(層厚50 cm)、軽石や細礫を含んだ茶褐色泥層(層厚2 m 50 cm)、茶褐色細粒砂層(層厚20 cm)、黄褐色で泥質砂層(層厚30 cm)が重なっているのが観察できる。また、川の右岸にも礫層が分布し、層厚は1 m 50 cmほどであり、左岸側よりも層が厚いことが確認できる。

⑥学習ポイント6

学習ポイント6は、拝島橋付近の川の左岸と右岸の両地域である。学習ポイント5で観察できた軽石を含んだ茶褐色泥層に連続している軽石と多くの流木化石を含んだ青灰色泥層(層厚40 cm)が観察できる。その上位には、直立樹幹化石と流木化石を含んだ黄褐色泥層(層厚30 cm)、黄褐色細粒砂層(層厚80 cm)が

重なっているのが観察できる。黄褐色細粒砂層の表面は凹凸が見られ、その上位には礫層(層厚2 m)が重なっている。礫層の礫は平均粒径が5~6 cm、最大粒径が15~20 cm、基質は中粒砂質であり、円磨度は丸い。また、礫の形状は円盤状~球形である。礫の種類は、砂岩の割合が最も多く約80%を占め、次いでチャート、泥岩の順に見ることができる。この礫層中には中粒砂ででき葉理のはっきりした砂層のレンズが挟まれている。また、黄褐色泥層からは、直立樹幹化石が、左岸側に4本、右岸側に5本が確認できる。

2. 多摩川流域(昭島市拝島橋付近)の産出化石と推測できる古環境

本学習地域からは様々な種類の化石が産出する。その中で、巣穴化石、植物化石(花粉化石、葉片化石や球果化石、樹幹化石)、珪藻化石、昆虫化石について述べるとともに、これらの化石から推測できる古環境について述べる。

(1) 巣穴化石

昭島市拝島橋上流約700 mの学習ポイント4の最上位の砂泥互層には、入り口の直径が1 cm、深さ約10 cmの巣穴化石が1 m四方に約1,100個と多く含まれている。この巣穴化石の概形は、枝分かれない、まっすぐ下方に伸び、他の巣穴と交差するということがほとんどないパイプ型の形態を示している(図4)。

このように砂層やシルト層に見ることのできるパイプ型の巣穴化石について、生痕研究グループ(1989)は、潮干帯に生息する甲殻類のうちエビ類とカニ類に見ることができる。また、エビ類とカニ類とでは巣穴の形態が大きく異なり、エビ類は複雑に曲がりくねり、枝分かれがあり、太さの変化も著しい。カニ類は管状で、まれに枝分かれがある程度であると指摘している。

このことから、本地域に見られる巣穴化石は、潮干帯に生息する甲殻類のカニ類であることが推測できる。

【巣穴化石から推測できる古環境】

多摩川流域に分布する上総層群の堆積環境の中で最初に海水の影響を受けたところとして従来考えられていた場所は、松川ほか(1991)によると、学習ポイント4の地点よりも下流約2 kmの平山砂層下部であった。しかし、今回の調査において、昭島市拝島橋上流約700 mの東経139°20'、北緯35°42'まで海水が入り込んできていた可能性が推測できる。

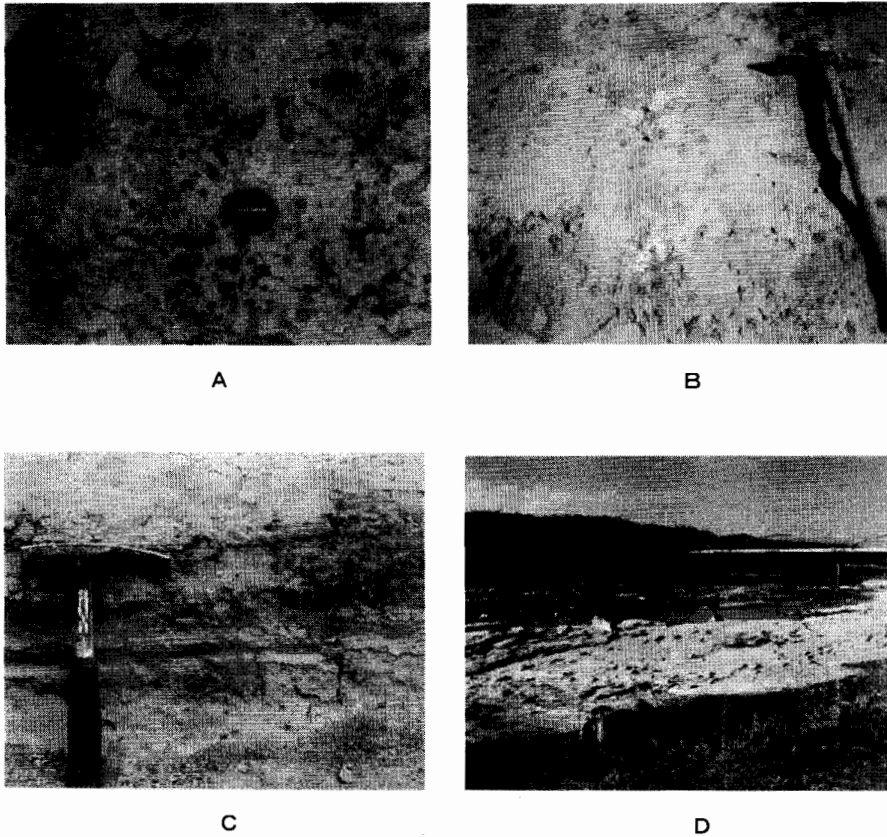


図4 学習ポイント4の砂泥互層に見られる生痕化石
 A~C: 学習ポイント4の砂泥互層に見られる生痕化石 (A, Bは地層面を上から見た様子, Cは地層面を横から見た様子)
 D: 学習ポイント4付近の地層の露出の様子

昭島市拝島橋上流約700mの学習ポイント4付近の古環境は、現在の多摩川河口付近と同様の潮干帯であった可能性が考えられる。図5は、多摩川中流域に分布する上総層群堆積時期の海水の進入の様子についてまとめたものである。

なお、学習ポイント5,6には巣穴化石が見つからないが、浸食により現在見られなくなっているものと考えられる。

(2) 植物化石

①花粉化石

花粉化石の分析は、筆者の一人宮下が行った。花粉分析の結果、飯能層上部に位置する本学習地域の学習ポイント2の泥炭質泥層3試料から花粉化石を抽出することができた。

試料の処理は、乾燥(110℃で10時間放置)→粉碎・篩分→10%KOH(室温状態で24時間放置)→

水洗→47%HF(室温状態で24時間放置)→水洗→水酢酸による脱水→アセトリシス処理→水洗→ZnCl₂による比重分別→封入(グリセリンゼリー)。検鏡は400倍及び1,000倍で観察し、200個以上の花粉粒を数えた。

抽出できた主な花粉化石は、木本では、*Pinus*(マツ属)3%、*Picea*(トウヒ属)3%、*Abies*(モミ属)15~32%、*Taxodiaceae*(スギ科)12%、*Metasequoia*(メタセコイア)9~12%、*Juglans*(クルミ属)3%、*Alnus*(ハンノキ属)16~27%、*Fagus*(ブナ属)26~29%、*Cyclobalanopsis*(アカガシ亜属)6~12%、*Ulmus-Zelkova*(ニレ属もしくはケヤキ属)6~14%であり、草本では、*Persicaria*(タデ属)3%がある。草本の産出率は木本に比べて非常に少ない。また、胞子も多く抽出できた。

この花粉化石群集は、*Metasequoia*の産出が多く、

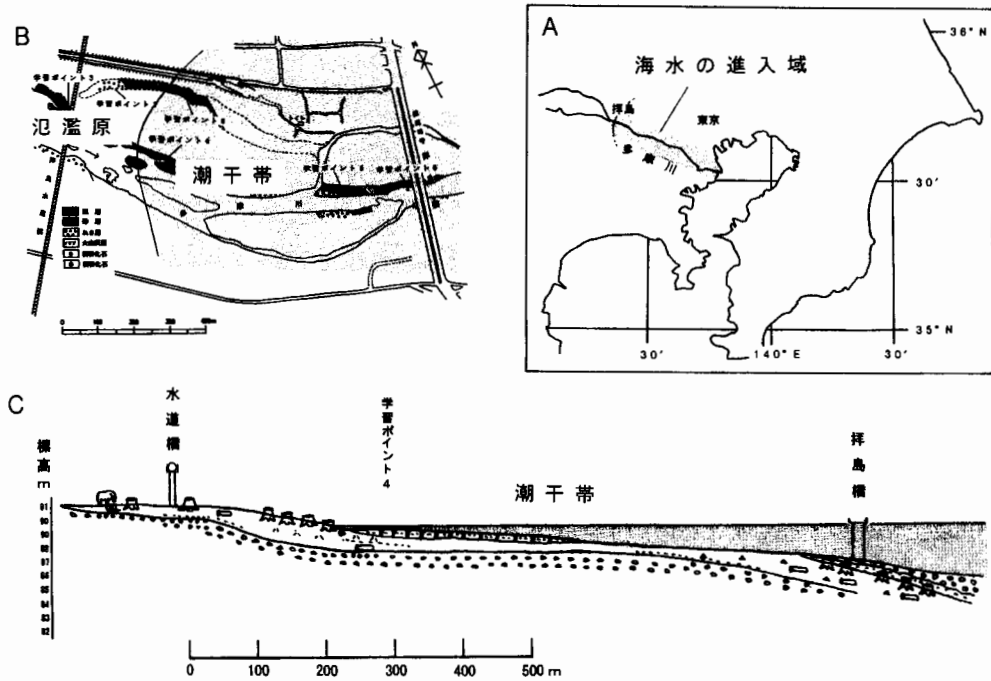


図5 多摩川中流域に分布する上総層群堆積時期の海水の進入の様子
A: 多摩川流域を広く捉えた様子, B: 水平面で捉えた様子, C: 縦断面で捉えた様子

Taxodiaceae, *Fagus*, *Cyclobalanopsis* 及び *Ulmus-Zelkova* の産出が多い一方で, *Tsuga* や *Betula* の産出が少ない特徴がある。本花粉化石群集は多摩丘陵北域に分布する上総層群の *Metasequoia* 花粉化石群集(宮下, 1986)に対応することが分かる。

多摩川流域(昭島市拜島橋付近)の本学習地域において, 上総層群の地層が形成されたこの時代は, *Metasequoia* 花粉化石群集から推定される森林の時代である。また, この森林には, *Abies*, *Pinus* 及び *Taxodiaceae* (*Metasequoia* を含む) などの温帯針葉樹種や *Fagus* 及び *Ulmus-Zelkova* などの冷温帯落葉広葉樹も混交していたものと考えられる。なお, 温帯針葉樹林について吉良ほか(1976)は, 冷温帯と暖温帯の中間に位置し, 針葉樹林や針葉樹と広葉樹との混交林を含んでいる森林としている。

②大型植物化石

本学習地域の学習ポイント2では, 泥炭質泥層から葉片化石や球果化石などの大型植物化石が産出する。

松川ほか(1991)によると, 泥炭質泥層中から産出したため, ほとんどの組織が残っている遺体の状態であり, 最も多く産出したのが, *Picea maximowiczii* (ヒメバラモミ) の球果である。次いで *Metasequoia*

cfr. *gliptostoroboides* (メタセコイアに比較される種), *Picea* cfr. *polita* (バラモミに比較される種) の球果が産出し, 全体的に針葉樹が優勢である。さらに, *Metasequoia* cfr. *gliptostoroboides* をはじめ, *Juglans cinerea* var. *megacineria* (オオバタグルミ), *Styrax microcarpa* (コミエゴノキ) の第三紀型の古い要素が伴っていることも特徴であることが報告されている。

また, 筆者らによる最近の調査の結果, 学習ポイント3から *Metasequoia* cfr. *gliptostoroboides* の葉片化石や種不明の広葉樹の葉片化石の産出を確認している。

③樹幹化石

本学習地域の学習ポイント2では, 泥炭質泥層に直立樹幹化石が6本確認できる。樹幹の最大直径は2m 50cm, 最小のものでも30cmある。また, 泥層中には流木化石が数多く産出する。

学習ポイント3では, 直径1m 20cmの直立樹幹化石が産出する。

学習ポイント6では, 黄褐色泥層に見られる直立樹幹化石が観察できる。左岸側に4本(直径, 10cm, 30cm, 30cm, 40cm), 右岸側に5本(直径, 30cm, 30cm, 40cm, 50cm, 50cm)が確認できる。なお, 直径

30 cm の直立樹幹化石の年輪から推測できる樹齢は、35年から40年であることが分かる。また、泥層中には流木化石が数多く産出する。

【植物化石から推測できる古環境】

学習ポイント2の地点から産出した植物化石は、マツ属、トウヒ属、メタセコイア属、バラモミなどの針葉樹とオオバタグルミ、マンシュウグルミ、ハンノキ属などの広葉樹、イネ科、ソバ属などの草本類である。オオバタグルミはクルミ科の落葉広葉樹で、第四紀はじめに滅んだものであり、現生の河岸によく生育するオニグルミに比べて、大きく細長いのが特徴である。

メタセコイア属、ハンノキ属、クルミ属などは水気の多いところを好む(矢頭・岩田, 1966; 沼田・岩瀬, 1975)ので、湿地の近くにそれらが生育し、その後背地にマツ属、ブナ属など、冷温帯落葉広葉樹と温帯針葉樹とを含んだ森林が分布していたことが推測できる。学習ポイント2, 3, 6において、直立樹幹化石が多く産出しているが、いずれも堆積当時の河岸に生育していたことを裏付けるものである。なお、トウヒ属には現在の亜寒帯に分布する種も含まれているが、ここではブナ属などの冷温帯に分布する属と一緒に産出するので、植物化石の大部分は冷温帯から温帯に生育する種からもたらされたと考えられる。

(3) 珪藻化石

珪藻化石の分析は、筆者の一人宮下が行った。珪藻分析の結果、飯能層上部に位置する本学習地域の学習ポイント2の泥炭質泥層1試料から珪藻化石を抽出することができた。

試料の処理は、500 cc のビーカーに試料20 g 程度入れ、35%の過酸化水素水を隠れる程度加え、24時間放置する。次に上澄み液を捨て、蒸留水で3~4回水洗いし、プロイラックスで封入する。

抽出できた珪藻化石は、*Pinnularia* (ピヌラリア属) 48%、*Cymbella* (キンベラ属) 37%、*Stauroneis* (スタウロネイス属) 10%、*Navicula* (ナビキュラ属) 4%、*Diploneis* (ディプロネイス属) 1%である。

【珪藻化石から推測できる古環境】

抽出できた珪藻化石は、いずれも湖沼もしくは河川などの淡水に生息している種類のものであり、学習ポイント2の泥炭質泥層が河川による堆積であることを裏付ける。

(4) 昆虫化石

本学習地域の学習ポイント2では、泥炭質泥層中のごく薄い泥層の部分から多くの昆虫化石が産出する。

松川他(1991)によると、産出した昆虫化石は61点であり、いずれも組織がそのまま残されている遺体化石である。最も多く産出したのがネクイハムシ類であり全体の8割を占める。そのうち、*Plateumaris* cfr. *constrictollis* (オオミズクサハムシの近似種)が大部分である。また、他の産出した種類として、*Staphylinidae*, gen. et sp. (ハネカクシ科の一種)、*Synuchus* sp. (ツヤヒラタゴミムシの一種)、*Harpalinae*, gen. et sp. (ゴミムシ亜科の一種)、*Aphodius* sp. (マグソコガネ属の一種)、*Donacia* sp. (ネクイハムシ属の一種)、*Coleoptera*, fam., gen. et sp. (鞘翅目の一種)がそれぞれ僅かに産出することが報告されている。

【昆虫化石から推測できる古環境】

学習ポイント2の地点から産出した昆虫化石の多くは、オオミズクサハムシの近似種であり、野尻湖昆虫化石グループ(1985)によると、海水面から離れたスゲ群落があるような湿地に生息しているという。また、1点のみ産出しているネクイハムシがあるが、入間川足跡化石発掘調査団(1995)によると、ネクイハムシは、湿地や水辺の植物を食べるハムシの仲間であって、ネクイハムシ類はすべて水辺に生息する。ネクイハムシ属の仲間は、湿地のスゲなどを食べていたと考えられる。

一方、わずかに産出しているゴミムシは、オサムシ科に属する昆虫で、一般的には湿地を好み、地表生のものが多く、河岸付近や周囲の森林に生息していたものと考えられる(入間川足跡化石発掘調査団, 1995)。

3. 教師用指導資料

小学校から高等学校まで、多くの教師がより積極的に地学野外学習を授業の中に取り入れていくことができるように、東京及び神奈川の身近な地域環境を活かした地学野外学習の指導計画を、多摩川流域(昭島市拝島橋付近)に分布する上総層群の地層と産出化石を用いて作成した。

(1) 学習対象

小学校「理科第6学年」、中学校「理科第1学年」、高等学校「理科総合B」「地学I」「地学II」等

(2) 学習目標

身近な河川に見られる地学的事象を野外観察や室内実習などを通して、地層の広がりや、地層がつくられた当時の地域の環境を探究することができる。

(3) 学習指導計画

教室における事前学習に2時間、野外学習に最大7

表1 学習指導計画の概要

次	時	学 習 活 動	備 考
1 次	1	<事前学習> (1) 地層の観察や調べ方について学習する。 (2) 東京の地質や多摩丘陵の地質の概要について学習する。	○ 地層観察の基本にとどめる。
	2	(3) 学習地の様子をVTRやスライド(コンピュータ画像)などで見る。 (4) 野外観察の注意を受ける。	○ コンピュータを用い学習地と教室を結ぶのも効果がある。(注1)
2 次	1	<野外学習：段階1> (注2) (1) 学習ポイント1 ① 地層のつくりを調べる。 ア 礫層、砂層、泥層の重なりの様子を観察しスケッチする(柱状図にする)。 イ 礫の種類や大きさ、円磨度などの特徴を観察する。 ウ 礫層、砂層、泥層の厚さを測定する。 ② 礫層の堆積場所を考える。	○ 砂層の斜交葉理や礫層中の砂のレンズにも注意させる。
	2	(2) 学習ポイント2 ① 泥層に含まれる樹幹化石を調べる。 ア 樹幹化石が原地性であることに気づく。 イ 樹幹の数、直径、年輪、根の張り方などについて調べる。 ウ 樹幹化石から分かることは何か考える ② 球果や昆虫などの化石を調べる。 ア メタセコイアやオオバタグルミなどの球果や実の化石を見つけ、種類を調べる。 イ 昆虫などの化石を見つけ、種類を調べる。 ③ 花粉化石や珪藻化石を調べるための泥の試料を採取する。 ④ 学習ポイント1から2までの地層観察から地層の広がりについて考察し、古環境の様子について考える。	○ 球果や昆虫化石の種類の図版や図鑑などを準備する。 ○ 他の場所の泥が混ざらないように注意する。 ○ 学習ポイント1で観察した泥層の続きであることを追跡させる。
	3	<野外学習：段階2> (3) 学習ポイント3 ① 学習ポイント1で観察した地層との関連を考える。 ② 泥層の表面を調べる。 ア アケボノゾウの足跡化石の場所を確認する。 イ 植物化石を調べる。 ウ 化石はどの地層から産出したか調べる。 ③ 泥層に含まれる樹幹化石を調べる。 ア 直径、年輪などについて調べる。 イ 樹幹化石からどのようなことが分かるか考える。	○ ゾウの足跡の写真などを準備し、見せられるようにする。 ○ 巻き尺など計測器を準備する。

2 次	4	<p>(4) 学習ポイント 4</p> <p>① 地層の断面を観察しスケッチする（柱状図にする）。 ア 地層の走向と傾斜を測定する。 イ 生痕化石を観察し直径や長さを測定し、どのような生物の痕跡か調べる。 ウ 学習ポイント 1、3 で観察した地層との関連を考える。</p> <p>② 生痕化石が見つかることによって、どのように地層の堆積環境が変化したのか考える。</p> <p>③ 学習ポイント 1 から 4 までの地層観察から地層の広がりについて考察し、かつての東京湾の海がどこまで来ていたのかを推測する。</p>	<p>○ 1 m 四方の生痕の個数を観察させる。</p> <p>○ 生痕化石の種類を調べる写真やデータを準備する。</p> <p>○ 河川の環境から海の環境が見えてくることに気づかせる。</p> <p>○ 河床の地質断面の概念図を描かせたり、総合柱状図を描かせるのもよい。</p>
	5	<p><野外学習：段階 3></p> <p>(5) 学習ポイント 5</p> <p>地層のつくりを調べる。</p> <p>ア 礫層、砂層、泥層の重なりの様子を観察しスケッチする（柱状図にする）。 イ 礫の種類や大きさ、円磨度などの特徴を観察する。 ウ 礫層、砂層、泥層の厚さを測定する。 エ 学習ポイント 1、3 で観察した地層との関連を考える。</p>	<p>○ 礫の種類や礫の間の堆積物の様子なども調べ、比較させる。</p>
	6 ・ 7	<p>(6) 学習ポイント 6</p> <p>① 地層のつくりを調べる。 ア 礫層、砂層、泥層の重なりの様子を観察しスケッチする（柱状図にする）。 イ 礫の種類や大きさ、円磨度などの特徴を観察する。 ウ 礫層、砂層、泥層の厚さを測定する。</p> <p>② 泥層に含まれる樹幹化石を調べる。 ア 樹幹の数、直径、年輪、根の張り方などについて調べる イ 樹幹化石から分かることは何か考える。</p> <p>③ 学習ポイント 1 から 6 までの地層観察から地層の広がりについて考察し、河床の地質断面の概念図を描く。</p> <p>④ 樹幹化石や礫層の観察から、海面変化などの古環境の様子について考える。</p>	<p>○ 河床の地質断面の概念図を描かせたり、総合柱状図を描かせるのもよい。</p> <p>○ 河床の地質断面の概念図を描かせるのが困難な場合には、予め作成したものを学習者に示してもよい。</p>
3 次	1	<事後学習>	
	2	(1) 野外観察で調べたことをまとめる。	
	3	(2) 学習ポイント 1 で採取した泥層を水洗いもしくは薬品処理を行い、花粉化石や珪藻化石を抽出し、種類などを調べる（注 3）。	○ 花粉化石や珪藻化石の種類を図版や図鑑などを準備する。
	4	(3) 昭島市拝島を流れる多摩川中流域の昔について、当時の環境を個人またはグループごとにまとめる。	○ 調べたことを総合的に判断するように指導・助言する。
	5	(4) 学習の成果を発表する。	

(注 1): コンピュータを用いて学習地と教室を結び実践として、相場ほか (1999, 2000) が参考となる。

(注 2): 野外学習は段階 1 から段階 3 まで設定してある。学習者のレベルや学習に使用できる時間などの条件に応じて、段階 1 で止めたり、段階 2 までで止めることも可能である。

(注 3): 古生物実習の花粉分析による古植生・古気候の推定を行うには、宮下 (1982, 1990) が参考となる。

教師用指導資料
 露頭名 拝島地域(拝島水道橋～拝島橋付近)
 対象学年 中学～高校
 キーワード 樹幹化石、生痕化石、地層の広がり
 地層・時代上総層群(新第三紀、第四紀)
 (各ポイントの特徴)



写真1

ポイント1
 下位から礫層、砂層、泥層の重なりが観察できます(写真1)。礫層中には弱いクワスラミナが観察されます。礫層堆積時に流れのある環境で堆積したことが考えられます。砂層は連続性が悪くレンズ状に挟まれていると考えられます。

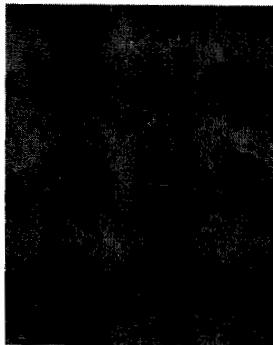


写真2

ポイント2
 旧河床に露出している泥層中にさまざまな形態の植物化石が見つけられます。この付近では、現在までに材片化石(写真2)、直立樹幹化石、オオバタグルミの葉やメタセコイアの球果化石、昆虫化石が産出しています。さらに、泥層中には花粉化石や珪藻化石も報告されており、堆積当時の古環境を推定することができると考えられます。当時この付近は河川の氾濫原であったと考えられます。

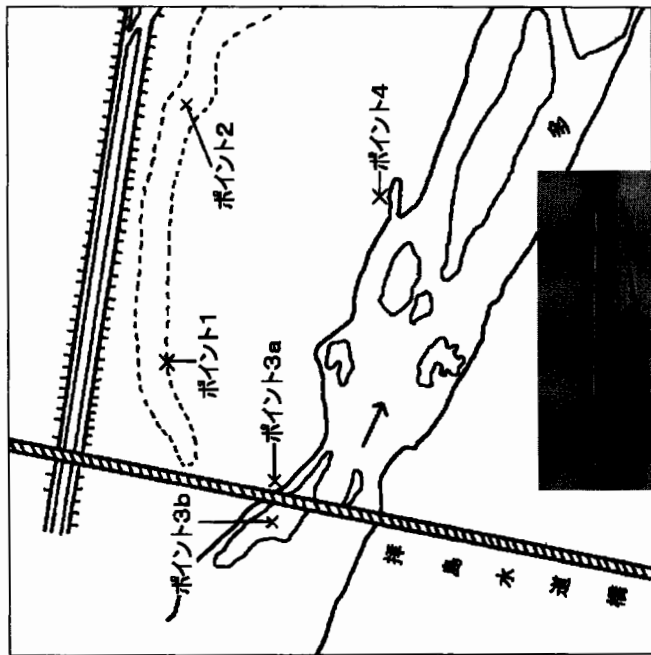
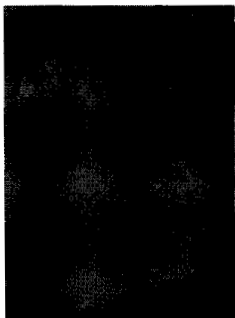


写真3

ポイント3b
 この付近に露出する砂層からソウヤシカ足跡化石が発見されています。またスギ科のメタセコイアにまじって広葉樹の葉も産出します(写真3)。河床付近の黄褐色泥層には硬い不規則状の石炭質ノジュールが見られます。特に内部構造にはつきりした特徴は見られません。



ポイント3a

ポイント3a
 水際のところ直立樹幹化石が見られます(写真4)。現在は流れの影響で下流側半分が消失していますが、その形状からもとは直径1m近くの太木であったと考え



写真4

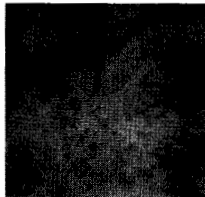


写真6

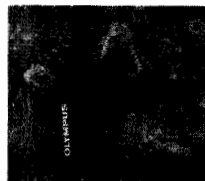


写真7

ポイント4
 水道橋から約300m下流の河床付近の中粒～細粒砂と泥の互層の中に直径1cm程度の生痕化石が多量に見られます(写真5)。写真6は生痕化石の横断面のようすです。写真7は約2年前で、洪水による侵食を受ける前の様子です。



写真5 ポイント4の露頭のようす

図6 教師用手持ち資料(上流側); 学習ポイント1～4)

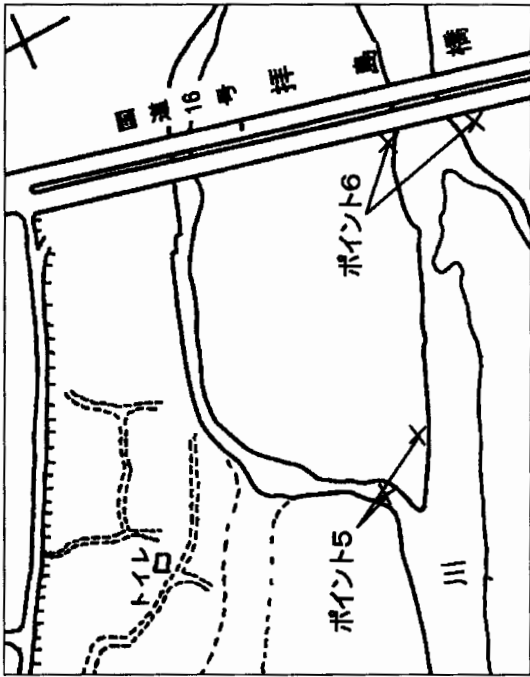


写真10

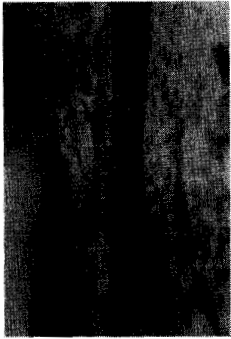


写真11



写真12



写真13



写真8
ポイント5



写真9



写真14

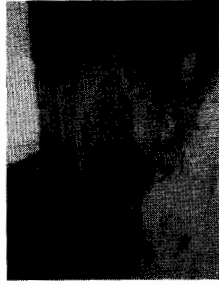


写真15

国道16号線拝島橋の上から上流側のポイント5、ポイント6のほぼ全葉を
 撮ることが出来ます。茶褐色の部分を上総層群に相当する地層です。灰
 色の現河床礫の特徴と礫層中の礫の比較が出来ます(写真8)。ポイント5
 付近には下位より黄褐色の砂層、凝灰質砂層、灰色泥層、細粒砂層の順
 に見ることが出来ます(写真9)。

ポイント6
 拝島橋の上流側では両岸に厚さ2m前後の地層の重なりが観察できます。この付近では
 下位から中礫～一部大礫を含む茶褐色礫層(写真10)、青灰色泥層、黄褐色の砂層およ
 び礫層が露出しています(写真11)。また、拝島橋下付近の青灰色泥層には合わせて10
 本近くの樹幹化石が埋まれます(写真12、13)。さらに同じ泥層中には多数の炭化した材
 片化石が見られ(写真14)、泥差原堆積物の特徴を示しています。さらに橋の下流側で
 は、下位の細粒砂～泥層の一部を削って堆積した礫層が観察できます(写真15)。

図7 教師用手持ち資料(下流側; 学習ポイント5～6)

時間(学習の進め方により2~7時間)、教室における事後学習に最大6時間(学習の進め方により2~6時間)の合計6~15時間に設定した。野外学習については、学習に使用できる時間や学習者のもつ様々な条件(例えば、小学生高学年、中・高校生、大学生、一般などの学習者の学習レベルや野外学習に使用できる時間等)に合わせて学習指導を選択できるように、野外学習を次のような、段階1から段階3までを設定し、学習指導計画を作成した(表1)。

①段階1の野外学習

学習対象者:小学生から中学生向け
使用時間:2時間程度でできる半日コース

②段階1~段階2までの野外学習

学習対象者:中学生から高校生向け
使用時間:5時間程度でできる1日コース

③段階1~段階3までの野外学習

学習対象者:高校生、大学生及び一般向け
使用時間:7時間程度でできる1日コース

(4) 野外学習場所

東京都昭島市拝島橋上流約1kmの水道橋の上流部から拝島橋までの多摩川流域

(5) 交通

JR立川駅北口から拝島行き、もしくは福生行きバスで行き、拝島大師前で下車する。徒歩3分で拝島自然公園に到着する。または、最寄り駅のJR昭島駅からは約2kmのところであり、徒歩でも十分に行くことができる。

(6) 学習ポイントの特徴

宮下・坪内(1993)で設定した学習ポイントは、生徒が河床に水平に広がる上総層群を地層として認識できるとともに、地層の広がりを知ることができることを目的に設定をしたため、川の下流側にある拝島橋の上から学習ポイントを定め、上流側へ移動をしていくように設定をした。一方、本研究においては、地層の観察と古環境を探究していくという観点から、地層の下位から観察させるため上流側から下流側に向けて、新たに学習ポイントを設定し直した。

新たな学習ポイントを設定するにあたり、地層の重なりが明確であったり、化石が産出したりするところを野外学習の観察ポイントとし、学習ポイント1から6を設定した(図2)。併せて、指導者が学習ポイントの特徴を簡便に見やすくしたものとして、学習ポイント1から学習ポイント6までの場所と写真、地層の特徴及び産出化石について一目で分かる教師用持ち資

料(図6,7)を作成した。

4. 学習テキスト

学習テキストを作成するに当たり、児童・生徒の体験的活動と探究活動の重要性を考え、各学習の段階に【作業】と【探究】を設けた。図8に、野外学習に用いる児童・生徒用の学習テキストを示す。

なお、巣穴化石、大型植物化石(葉片化石、球果化石、流木化石)、昆虫化石については、野外で直接観察し、古環境を推測していくことが可能である。一方、花粉化石や珪藻化石については、試料を持ち帰り、事後学習の中で取り扱い、古環境を推測していくことが可能である(宮下,1982;1990)。

5. 授業実践による評価

(1) 授業実践

作成した教材の有効性を確かめるために、作成した学習指導計画に従い、かつ学習テキストを使用した授業実践を6月初旬の梅雨に入る前の時期に行った。

- ・学習者:芝浦工業大学中学校1年生男子10名
(いずれの生徒も野外における地層の観察や化石採集の経験はこれまで一度もなかった。)
- ・学習内容:学習段階1(学習ポイント1及び2)
- ・指導者:坪内秀樹
- ・観察記録:宮下 治

(2) 教材としての評価

①学習テキストの評価

学習テキストは、各学習の段階に【作業】と【探究】を設けて作成を行った。各学習ポイントごとに学習観察の方法を明記した【作業】と、観察の結果から考察をしていく方法を明記した【探究】とが示されていたため、生徒にとって野外での学習に戸惑うことなく、学習の効果を高めるのに有効であった。

②学習ポイント1

生徒が【作業1】で描いた地層のスケッチを図9に挙げる。

スケッチの評価観点として、礫と砂の部分の区別、分級の度合、斜交葉理及びその向きが把握できているかをみた。結果は、大部分の生徒が粒度の違いについて区別することができていたが、葉理のような細かい構造について描いていた生徒は少なかった。

次に【作業2】で礫層中の比較的大きな礫を10個採取し、それらの礫の長径と円磨度を分類した。生徒の観察結果は、平均長径が7cm程度、垂円礫~円礫で、

東京昭島市拜島橋付近の多摩川での地学野外学習一かつての東京湾の西端を探る一

野外学習場所：東京都昭島市拜島橋上流約1 km の水道橋から拜島橋までの流域

① 学習ポイント1
ア【作業1】地層の様子を観察しよう。地層から少し離れて地層全体の様子を観察し、断面のスケッチをしよう。また、地層の重なりを柱状図に表してみよう。

イ【作業2】断面に近づき、どのような種類の堆積物で地層が作られているか調べ、先ほどのスケッチに記録しよう。周辺の中で大きいものから順に10個ほど選んで、その断面の最も長い部分の長さや傾斜を測定しよう。また、その10個の礫の形はどのようなものになっているか記録しよう。

ウ【観察1】礫の形状から礫層はどのような場所で作られたのだろうか。現在の河原の礫の形状や大きさを比較して考えてみよう。
(イ) もっと海に近い下流の河原
(ロ) 今の河原に近い河原
(ハ) 河口に近い河原
(ニ) 河口に近い海面上
(ホ) 河川の上流

② 学習ポイント2
ア【作業3】泥層に含まれる樹幹化石を観よう。樹幹の直径、年輪、年輪の根の張り方などについて調べ、記録しよう。また、地層の走向と傾斜も測定してみよう。学習ポイント1や3で観察した地層と比較しよう。

イ【作業4】この付近の泥層からは球果、葉、昆虫などの化石を見つかることができます。ハンマーやピンセットを使って掘って探してみよう。また、これらの樹幹化石はもともとどこから来たのか推定してみよう。それとも始めからここに生えていたものだろうか。合わせて考えてみよう。

ウ【観察2】樹幹化石や他の化石から地層ができた頃、この付近はどのような環境だったか推定してみよう。また、地層はどのように広がっているのか、地質の断面を調べてみよう。

エ【作業6】この付近の泥層からは花粉や埋蔵の化石も見つかることができます。学校に戻ってから調べられるように、泥をビニール袋に採取しよう。

③ 学習ポイント3
ア【作業6】地層の様子を観察しよう。礫層や泥層の重なりを観察し、スケッチをしよう。おおよそ150万年前頃から活動していた古代ゾウで、アケボノゾウや氷河時代の遺跡類に大抵から渡ってきたと言われているゾウの足跡化石が見つかった場所を確認しよう。

（読み物：アケボノゾウはどんなゾウ？）
アケボノゾウは、今から250万年前～70万年前に日本にいたステゴドン属のゾウの仲間です。日本でもアケボノゾウの祖先と考えられるシンジュウゾウ(400～250万年前)や氷河時代の遺跡類に大抵から渡ってきたと言われているゾウウゾウ(40～50万年前)などが知られています。そのなかでも、アケボノゾウは日本でのみ発見されている、日本の固有種です。(入間川足跡化石発掘調査団：1995より引用)

イ【作業7】泥層に含まれている植物(葉片)化石を探してみよう。見つかったときにはスケッチをしよう。また、大きなものを記録しよう。また、図鑑などで植物化石の名前を調べてみよう。

ウ【作業8】泥層に見られる大きな樹幹化石を観よう。樹幹化石の直径、年輪、根の張り方などについて調べ、記録しよう。

エ【探究3】学習ポイント3の地域では、アケボノゾウの足跡化石、葉片化石、重なり樹幹化石が見つかっています。これらの化石の産出から、この地域の地層がつくられた頃の環境について推定してみよう。

④ 学習ポイント4
ア【作業9】地層の様子を観察しよう。礫層や泥層などの地層の重なりを観察し、柱状図に表してみよう。また、地層の走向と傾斜も測定してみよう。学習ポイント1や3で観察した地層と比較しよう。

イ【作業10】最上位に堆積している砂と泥の互層をよく観察してみよう。丸い穴が数多く見つかります。ハンマーやピンセットを使って掘って探してみよう。また、丸い穴の大きさはどのくらいか？などについても調べてみよう。

ウ【観察4】この丸い穴の構造はどのようなものか推定してみよう。また、このことから、かつての東京湾の海がどこまで広がっていたか推定してみよう。

⑤ 学習ポイント5
ア【作業11】地層の様子を観察しよう。礫層や泥層などの地層の重なりを観察し、柱状図に表してみよう。また、地層の走向と傾斜も測定しよう。

イ【探究5】学習ポイント1、3、4で観察した地層と比較してみよう。

⑥ 学習ポイント6
ア【作業12】地層の様子を観察しよう。礫層や泥層などの地層の重なりを観察し、柱状図に表してみよう。

イ【探究9】拜島橋下付近から下流方向には、学習ポイント1から6の間の上総層群の中で、最も上位に重なる礫層が広く分布しています。学習ポイント1から6までの地層観察から地層の広がりの様子を確認しよう。

ウ【作業13】泥層に見られる樹幹化石を観よう。樹幹化石の直径、年輪、根の張り方などについて調べ、記録しよう。

エ【探究7】樹幹化石から地層ができた頃、この付近はどのような環境だったか推定してみよう。また、地層はどのように広がっているのか、地質の断面を調べてみよう。

これで、多摩川の野外学習を終わります。

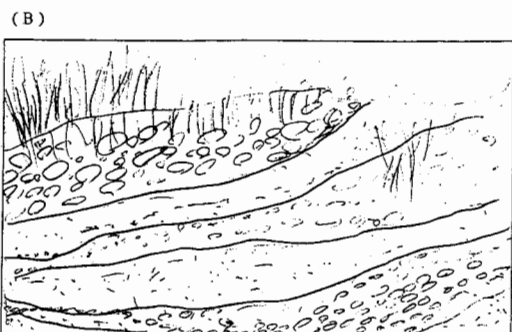
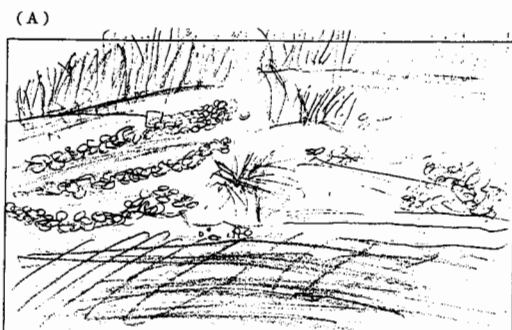


図9 学習ポイント1で生徒が描いた地層のスケッチ

表2 学習ポイント1で生徒が考えた礫層の堆積場所

解答番号	人数	理由
(ア)今と同じような中流の河原	1	・石(レキ)の形が中流の形になっていた。
(イ)もっと海に近い下流の河原	7	・現在の河原の石の方が大きい。 ・石の形は丸い石が多くかどばった石がない。 ・まわりの砂が海の砂に似ている。 ・すじが入って川みた。
(ウ)もっと山に近い上流の河原	1	・もっと細い中流の川、小さいのばかりである。
(エ)海岸線にそった場所	0	
(オ)河口に近い海底	1	・川の流れてたまったもので、1つ1つの石が小さい。

表3 学習ポイント2で生徒が推論した古環境の解答例

地層の堆積環境	理由
山	・クルミやマツボックリの化石が見つかったから。 ・山くずれになり、地層がつくられた。
平野	・山の近くではもっとレキ層が続いている。 ・川の中では木がはえない。
川の近くの平地	・材化石やオオバタグルミ(陸地に生存するもの)が見つかった。
河口に近い平野	・砂があって、木があって土があるから。 ・クルミがあつたり、球果があつたりするので。
河口付近	・もう少し下流で貝の化石がよく採れると聞いたから。

筆者らの測定したデータともよく一致している。

また、【探究1】の砂礫層の堆積場所については、現在の河原の礫よりかなり小さく、丸みを帯びていることなどから、もう少し下流と答えた生徒が多かった(表2)。

③学習ポイント2

【作業3】の泥層中の樹幹化石については、化石の周囲を掘り下げるなどしたためか、比較的容易に原地性であることに気づいていた。

また、【作業4】では、植物化石の採取を行った。その結果、オオバタグルミの実やメタセコイアの球果などの化石を10点採取することができた。ただし、昆虫化石は採取することができなかった。

【探究2】の地層ができた頃の環境について、生徒は表3のように推定した。生徒は、礫層や植物化石の産出を根拠として堆積場所を陸域と答えている。なお、礫層の分級の度合や流木化石の密集部分の様子などについては誰も触れていなかった。

④生徒の理解度

表4は、生徒一人一人の学習テキストへの記入内容をもとに、一人一人の生徒の理解度の評価を示したものである。これを見ると、礫の大きさと形の区別、樹幹化石の原地性の理解、そして堆積時の古環境の推定はほとんどの生徒にとって理解できていることが分かる。一方、地質断面の推定はほとんどの生徒にとって理解しにくかったことが分かる。

(3) 野外学習地としての評価

本学習地域の地学野外学習教材としての有効性について、学習テキストへの記入結果、生徒の感想、活動の様子を考慮し、地層、化石、理解に分けてそれぞれ

表4 個々の生徒にみる理解度の評価

項目	生徒	理解度									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ポイント1	礫頭のスケッチ	△	×	×	△	○	○	△	△	△	△
	礫の大きさ	○	△	○	○	○	×	○	×	△	○
ポイント2	礫層中の礫と現在の河原の礫との比較	○	△	△	×	○	○	×	△	×	○
	地層の上下関係	△	○	×	○	×	×	○	○	×	△
まとめ	礫・砂・泥の区別	×	○	△	○	○	△	○	○	△	○
	樹幹化石の原地性の理解	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○
まとめ	地質断面(地下)の推定	△	○	△	×	△	△	×	×	△	×
	堆積時の古環境の推定	×	△	○	○	○	△	○	○	△	○

○:理解できている、△:理解がやや不十分である、×:理解できていない

評価を行う。

①地層

- ・礫の形や円磨度の分類、大きさの計測など具体的な目標はよい結果が得られた。
- ・学習ポイント2までの地層の広がりについて、表面に見えている泥層は、学習ポイント1から続いていることが理解できる。その一方で、地下の地質断面の推定は、礫層が観察することができないなどのことから、空間的な地層の広がりとして捉えにくかったことが分かる。なお、地質断面については、学習ポイント3から6へと進んでいけば、下位の礫層が連続して観察することができるなど、生徒にとっても理解がしやすくなるものとする。

②化石

- ・地層中より産出する流木化石については、ほとんどの生徒がその場で理解することができた。
- ・直立樹幹化石については、詳しく観察することにより、年輪が認められ根の張る様子などが見られるので、立木化石であることが容易に理解することができた。
- ・化石採取には約30分かかったが、その間熱心に行い、時間が足りない様子であった。

③理解

- ・地層堆積時の環境については、球果や樹幹化石などの植物化石が多く産出することから、陸域と答えた生徒が大部分であり、その具体的な場所については様々な考えが出された。
- ・古気候を推定させるには、その場の観察だけでは、一度に多くの化石が採取することができず困難を要する。事後学習において、花粉化石の観察などを行わせていくことが必要である。

今回の授業実践では、生徒のこれまでの学習経験や学習に用いる時間などの要因から、野外学習の段階1（学習ポイント1と学習ポイント2）で終えた。学習者の学習レベルや野外学習に使用できる時間等に合わせ、野外学習は段階2もしくは段階3まで進めていくことが可能である。今回行った、段階1だけの学習であっても、地層堆積時の古環境の推定、樹幹化石の理解など生徒の理解を深められる野外学習地であり、教材であると言える。

また、段階2までの学習を行うことにより、甲殻類の巣穴化石を確認することができ、かつて学習ポイント4付近は潮干帯であったこと、そして、かつての東

京湾の海がどこまで入り込んでいたのかを推測していくことが可能であると考え。

また、本学習は、事前学習、段階1から3までの野外学習、そして花粉化石などによる事後学習を行うことにより、一層大きな学習効果が生まれる発展性をもったものであると確信する。

6. ま と め

本研究では、より多くの教師が積極的に地学野外学習を授業の中に取り入れていくことができるように、東京の身近な地域環境を活かした地学野外学習を開発するため、東京及び神奈川の学校からも近く、地学野外学習を行いやすい多摩川流域を用いた。学習地域として選定したところは、東京都昭島市の拝島橋から上流約1kmの間であり、そこに広く分布する第四系上総層群の地層と産出化石を調べ、これらを用いた地学野外学習のための学習指導計画、教師用指導資料及び学習テキストを作成するとともに、授業実践により学習地域と教材の評価を行った。本研究の成果は、以下のようにまとめることができる。

- (1) 本学習地域の地層や化石の産出の状況により、学習ポイントを1から6まで設定し、各学習ポイントごとの地質についてまとめた。
- (2) 学習ポイント4の地点において、多摩川流域に分布する上総層群では最も上流域での潮干帯に生息する甲殻類の巣穴化石を発見し、昭島市拝島橋上流約700mの東経139°20′、北緯35°42′まで海水が入り込んできていたことを述べ、現在の多摩川の河口付近に似た潮干帯の堆積環境であったことを推測した。
- (3) 本学習地域における上総層群の花粉化石の分析を行い、花粉化石群集をまとめるとともに、本学習地域が *Metasequoia* 花粉化石群集に含まれることを述べた。
- (4) 学習者の学習レベルや野外学習に使用できる時間等に合わせて学習指導を選択できるように、野外学習を段階1から段階3まで設定した。学習指導計画を作成した。
- (5) 学習地域の地層や化石について一目で分かる写真入りの教師用手持ち資料を作成した。
- (6) 児童・生徒の体験的活動と探究活動の重要性を考え、各学習の段階に【作業】と【探究】を取り入れた学習テキスト「かつての東京湾の西端を探る」を作成した。

(7) 中学1年生10名を対象に授業を行い、教材及び学習地域としての評価を行い、その有効性を確認した。

謝 辞 本研究を進めるに当たり、東京学芸大学助教授 松川正樹氏、慶応義塾幼稚舎教諭 馬場勝良氏には、研究のご指導・ご助言をいただいた。北区立岩淵小学校教諭 板場 修氏には学習地域の調査及び学習指導計画作成においてご検討とご協力をいただいた。これらの方々には深く感謝する。

なお、本研究には、とうきゅう環境浄化財団研究補助金(代表 馬場勝良, 2000~2001)を使用した。

引用文献

- 相場博明(1991): 不整合の指導法の研究—八王子市北浅川流域を例として—. 地学教育, 44(2), 55-60.
- 相場博明・鈴木秀樹・鈴木二正・板場 修・高橋尚子(1999): 野外と教室をつなぐ遠隔授業の実践. 地学教育, 52(1), 1-10.
- 相場博明・馬場勝良・鈴木秀樹・鈴木二正・清水研助・板場 修・高橋尚子・西田享邦(2000): 野外と教室をつなぐマルチポイント遠隔授業. 地学教育, 53(1), 25-34.
- 馬場勝良・松川正樹・林 明・藤井英一・宮下 治・相場博明(1986): 地域を活かした地質教材の一試案—立川市南方の多摩川流域を例として—. 地学教育, 39(5), 193-201.
- 馬場勝良・松川正樹・小荒井千人・林 慶一・大久保敦・伊藤 慎(2000): 足跡化石を基に動物を動かそう—恐竜の方法をゾウに応用して—. 地学教育, 53(6), 269-281.
- 藤井英一(1998): 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境と氷河性海水水準変動の教材化. とうきゅう環境浄化財団多摩川環境調査助成集, No. 105, 127p.
- 林 明・藤井英一・相場博明・宮下 治・馬場勝良・松川正樹(1988): 地質野外実習における生徒の行動と理解. 地学教育, 41(6), 227-236.
- 入間川足跡化石発掘調査団(1995): 入間昔むかしアケボノゾウの足跡. 入間市博物館, 102p.
- 吉良竜夫・四手井綱英・沼田 真・依田恭二(1976): 日本
- の植生—世界の植生配置の中での位置づけ—. 科学, 46, 235-247.
- 倉川 博・多摩川足跡化石調査団(2000): 昭島市の多摩川河床に露出する加住礫層から発見されたアケボノゾウ足跡化石とその年代・古環境. 日本第四紀学会演習旨集, 30, 102-103.
- 松川正樹・馬場勝良・藤井英一・宮下 治・相場博明・坪内秀樹(1991): 多摩川中流域に分布する上総層群の古環境とそれに基づく地質野外実習教材の開発. とうきゅう環境浄化財団多摩川環境調査助成集, 第13巻, 270p.
- 松川正樹・新海拓也・林 慶一・三次徳二・馬場勝良(2001): 過去の海底を歩こう—東京都狛江市の多摩川流域に分布する第四系上総層群に基づいて—. 地学教育, 54(5), 193-201.
- 宮下 治(1982): モジュール方式による花粉分析の指導例. 地学教育, 35(1), 21-33.
- 宮下 治(1986): 多摩丘陵北域における上総層群の花粉群集. 地質雑, 92(7), 517-524.
- 宮下 治(1990): 泥層中の微化石による地層の対比の教材化—埼玉県飯能市の入間川流域を例として—. 地学教育, 43(3), 73-87.
- 宮下 治・坪内秀樹(1993): 流域に広がる地層を認識させる学習指導の工夫—東京都昭島市の多摩川流域を例として—. 地学教育, 46(5), 167-177.
- 宮下 治(1999): 地学野外学習の実施上の課題とその改善に向けて—東京都公立学校の実態調査から—. 地学教育, 52(2), 63-71.
- 文部省(1998a): 小学校学習指導要領, 97p.
- 文部省(1998b): 中学校学習指導要領, 104p.
- 野尻湖昆虫化石グループ(1985): アトラス・日本のネクイハムシー化石同定の手びきり. 野尻湖昆虫化石グループ, 182p.
- 沼田 真・岩瀬 徹(1975): 図説日本の植生. 朝倉書店, 178p.
- 生痕研究グループ(1989): 現生および化石の巣穴—生痕研究序説—. 地学団体研究会, 35, 131p.
- 竹越 智・村松敏雄・倉川 博・大沢 進・金井克明・高野繁昭(1990): 関東平野西縁丘陵の地質(1)—上総層群のフィッシュントラック年代(演旨). 日本地質学会第97年学術大会演旨, p. 218.
- 矢頭献一・岩田利治(1966): 図説樹木学—落葉広葉樹編—. 朝倉書店, 216p.

宮下 治・坪内秀樹：多摩川流域（昭島市）に分布する上総層群の古環境復元と地学野外学習—かつての東京湾西端の古環境を探る— *地学教育* 56 巻 1 号, 1-17, 2003

〔キーワード〕 地学野外学習, 古環境, 巣穴化石, 多摩川, 上総層群, 授業実践と評価

〔要旨〕 本研究では, より多くの教師が積極的に地学野外学習を授業の中に取り入れていくことができるように, 東京や神奈川の学校にとって身近な地域環境である, 多摩川中流域を用いた地学野外学習の教材化を行った. 教材化を行うに当たり, 東京都昭島市の拝島橋から上流約 1 km の間に広く分布する第四系上総層群の地層と産出化石について調べ, 古環境について考察を行った. これらの地学的な資料をもとに地学野外学習のための学習指導計画, 教師用指導資料及び学習テキストを作成するとともに, 授業実践により学習地域と教材の評価を行った.

Osamu MIYASHITA and Hideki TSUBOUCHI: Teaching Development of Paleoenvironmental Analysis Using by the Pleistocene Kazusa Group along the Tamagawa River, Akishima, West of Tokyo. *Educ. Earth Sci.*, 56(1), 1-17, 2003

本の紹介

「環境を守るための自然エネルギー読本」北海道自然エネルギー研究会編著、A5判、195ページ、2002年8月5日初版、2,000円＋税、東洋書店

地球環境の危機的な状況は、環境問題への高い関心と改善への取り組みを活性化させているが、地域社会の中で、環境問題に対しどのような対策を講ずればいいのか、明確な回答が得られていない。本書はこのような疑問に答えるための指針であり、まさにタイムリーな出版であった。クリーンで地域環境への影響がほとんどない多様なエネルギーを取り上げ、原理やシステム、活用方法、性能、現状と課題、展望等多方面にわたり詳述し、特記すべき問題は、コラムで解説する。執筆は、北海道自然エネルギー研究会の研究者、技術者33名が担当。本書の中で特に注目すべき点は、「環境やエネルギー問題への取り組みは、地域社会と地域住民の課題」として捉えていることである。その観点から、北海道北檜山町で「北檜山クリーンエネルギー研究会」が設立され、その活動と成果が後に「北海道自然エネルギー研究会」設立の母体となり、本書の発刊に至った。本書の内容は以下の9章から構成される。

I. 自然エネルギーの活用を考える

化石燃料や原子力燃料に対し、自然エネルギー資源への接近が重要であるが、現在はその一部が使用されているに過ぎない。特に、食糧生産や地場産業創出のためには、地域特性に合わせた自然エネルギーの利用が重要であるとする。また、日本はエネルギー資源、鉱物資源、食糧、家畜飼料、木材等の大部分を外国からの輸入に依存しているが、生産と消費の均衡を保つ循環社会の構築が急務であるとする。

II. 太陽光のエネルギー活用

太陽エネルギーの多様な利用の可能性とその原理及び太陽光発電システム、特徴について詳述している。

III. 風のエネルギーの利用

北海道北檜山町における「風の地図」づくりに関する実践報告がある。これは現地の教師と高校生が風速観測により完成されたもので、口絵に掲載。風力発電については、エネルギーの変換効率と発電システムの原理及び現状と課題について解説している。

IV. 小水力の活用

小型水力発電の原理と有効性、水車の長所と短所を解説。さらに北檜山町の小水力可能河川と電力賦存量に関する「小水力エネルギーマップ」について報告。

V. バイオマスエネルギー

バイオマスは、資源の有効利用と環境保全の観点から重要であるが、先進国スウェーデンの状況とEUに

おける実績等について具体的に説明。木質バイオマス利用については、現状とその可能性、問題点と今後の課題等について解説。畜産等バイオマスエネルギーの活用は、畜産廃棄物の管理のために、リデュース（発生抑制）、リユース（再利用）、リサイクルの3Rが必要。家畜糞尿の処理のためにバイオガスプラント（メタン発酵施設）が有利と説く。このプラントから発生するバイオガスは、発電機の燃料として利用。廃棄物排出量と利用量のバランスが取れた循環型社会の構築が重要であると説明している。

VI. 地熱と温泉

地熱水は多様に利用されるが、最も大規模なものが地熱発電であり、発電方式の現状と動向、今後の展望を解説。発電に使用した還元地熱水を農業用ハウス栽培に利用する例として、北海道濁川発電所を紹介。

VII. 波力と深層水

海水のエネルギー利用の多くは波力発電であるが、装置の小型化、高出力化、出力の平潤化、エネルギーの貯蔵等経済性の向上が課題であると指摘。一方、深層水の温度差発電は最も安定した発電方式とされ、その多様な利用価値から、今後期待できるとしている。

VIII. 雪・氷の利用

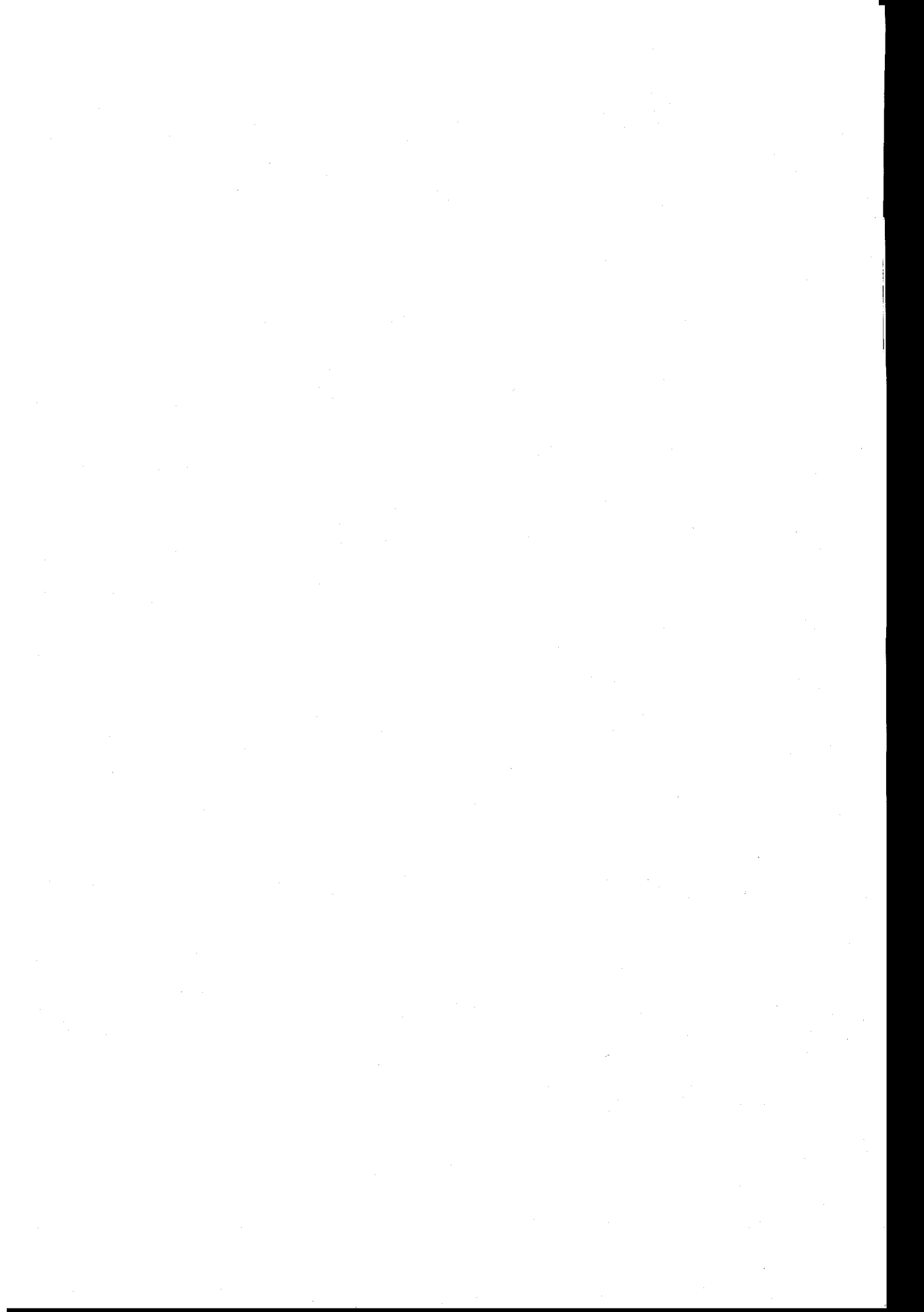
雪・氷の特性を考えて積極的活用を提案する。その具体例として、雪の冷房と雪氷のアイスシェルダーの利用について、現状と課題を解説する。

IX. 新エネルギーの有効活用

最初に自動車の排ガスによる環境汚染と規制の歴史、対策等を総括的に解説。その対策は低公害車の開発が急務であり、歴史、構造、燃料の特徴や今後の展望について説明。また、燃料電池は、クリーンエネルギーの代表格としてその利点を説明。しかし、発電効率は燃料や触媒、電解質の性能等に依存するため、環境負荷が少ないとは言えず今後の課題としている。

以上のように、本書は現在の地球環境の悪化に対し、自然エネルギーの立場から環境改善を訴え、提案する普及書であり実践書でもある。そして内容は限られた紙面の中で、必要かつ十分な事柄を網羅したと言える。また、本書は多様な自然エネルギーを扱っているが、読者に対し一貫して訴えていることは、「クリーンな自然環境を実現するために、エネルギー、食糧、家畜飼料、木材等は地域社会の中で生産、処理（廃棄）する循環型社会の構築が重要である」と指摘していることであろう。このように、本書は高校や大学の環境教育のために、さらに一般社会の教養書として広く活用されることを願うものである。（藤井 享）

特集 コンピュータと地学教育



原著論文

地震波形データによる地学実習と その総合学習や情報教育への展開

An Educational Module of Seismic Waveform Analysis for
Senior High School with the Scope of Integrated Learning
of Earth Science and Information Study

南 島 正 重*

Masashige MINAMISHIMA

Abstract: An educational module has been developed which allows students to analyze digital data of seismic waveforms. The module, developed primarily for earth science education, is also valuable in helping students to improve their skills in information literacy, and developing their motivation for integrated learning. Through utilization of this module, the concepts and strategies for integrated learning and information study at the high school level are promoted.

1. はじめに

日本の高等学校理科教育における「観察、実験を重視し、問題解決的な学習や体験的な学習を積極的に推進」しようとする流れは、次期学習指導要領でも基本的な考え方とされて定着している(文部省, 1999)。それは、課題を設定する科目「理科II」が昭和57年に現れ(文部省, 1979)、平成6年施行の「主体的な探究活動を重視」した内容(文部省, 1989)から引き継がれてきたものである。

一方、理科Iの必修に代表される総合化の流れ(文部省, 1979)と平成6年施行からの「コンピュータ等を活用すること」との関わり(文部省, 1989)が、次期学習指導要領に大きく盛り込まれることになっている。それは、週5日制に対応して理科の内容が厳選される中で、「総合的な学習の時間」と新教科「情報」という枠組みが新しく設定されて実施となる(文部省, 1999)。

この「総合」や「情報」は今や学校教育全体のキーワードになっているが、ここに提案されている視点は、実験や観察を通して科学の方法の手順に沿って学ばせようとしてきた理科教育、とりわけ地学教育が担

おうとして進んできた道に共通するように見える。

例えば、下野(1999)が整理したように総合的な学習の時間において、そのねらいと学習活動に例示されている「環境」をテーマに取り上げて実践すれば、地学分野の課題研究そのものでも良いことになる。また、「問題解決の工夫」「情報の収集・発信」をうたった教科「情報」には、科学の方法が重要な柱として含まれている。この発想について、浦野(1996)が情報教育の8つの柱を提案し、気象素材がそのすべてを含む教材になりうることをすでに主張している。

普通教科「情報」新設の趣旨の中でも「他教科の学習内容や学習活動の関連をよく検討して、有機的で効果的な指導計画を立てることが大切」とある(文部省, 2000)。まさに地学教育で蓄積してきたものが今後の総合化や情報化の流れに貢献できると考えられ、学校教育全体に効果的な場を提供できるように検討を急ぐべきであろう。

そこで、本論では著者が実践してきた地震波形のデジタルデータを扱った地学実習を例に、生データを用いた学習を計画するための基本的な設計法を提案する。そして、高等学校普通教育の中で、総合的な学習としての探究的な活動とコンピュータを用いた情報の

*1 東京都立向丘高等学校 2002年5月20日受付 2002年12月7日受理

扱いは通じて生徒に修得させるべき能力と態度を考察する。

2. 生データを扱うこと

時間と空間スケールの大きさから直接的な実験や観察の難しい地学分野では、どのようにして体験的に科学的な理解へ生徒を導くかが課題である。それだけに視聴覚教材やシミュレーションソフトの開発等が活発な分野ともいえよう。しかし、疑似体験だけの枠に留まっていたり、科学的な方法をとることのできる思考能力と能動的な態度を養うことにはなるまい。つまり、観測・実験によるデータから仮説・解析・結果と考察の過程を経験させる必要があると考える。

そのための教育環境として、インターネットを通じて様々な観測データを入手できるようになったことは大きな進歩といえる。ただし、様々な処理がなされた結果を見るだけならばここで言う意味はない。生徒自身の手で処理することが不可欠であり、その結果として何かの知見を得ることができるものを指す。インターネット環境が容易にかつ大量に情報を与えつつある中で、生徒にとってもこのような処理の余地がある観測データのことをここで生データと呼ぶ。

生データの教育応用例としては、気象分野が先行している。例えば、アメダスデータを用いた渡辺ほか(2000)によるソフト開発と実践、ひまわり画像を処理する池本・榊原(2000)、数量化されていないが広い意味の生データとしてライブカメラの映像データを応用した松本・坪田(1997)の実践も挙げられる。これらは従前から行われていた学校における気象観測に続く現代化の流れと見える。また、天文分野における同時観測やデータの交換もインターネット環境により容易になった。

さらに発想を拡大させた例として、相場ほか(2000)は、通信メディアを駆使することで野外と教室とを同時中継で結び、教室にいたる小学生に能動的な野外観察と同等の体験をさせようと試みている。この先駆的な試みも、児童自身が現地で直接に観察事項を得ているわけではないという意味において、情報メディアからの生データを与える実践といえる。

これらは、生徒自身が興味・関心を抱いた時期を逃さず(即時性)、身近で(地域性)豊富なデータを容易に(簡便性)、共通の興味を持つ仲間と協力する(社会性)ことができる環境を整えた上で、それぞれの生データを教育の場に導入しようとしている。

本論で扱う地震分野では、加藤(1993)による生データを扱った良い実践例がある。しかし、インターネット環境が整わない時代だったため、生データを活かした地震教材としては限界があった。気象庁の震源データや人工地震のデータは、一般には入手しにくく、気象庁による地震月報の発行には、地震発生から少なくとも1年以上の時間が要されていた。

現在では、インターネット環境の普及・充実とともに地震観測機関のデータ公開の推進が図られ、地震の分野でも飛躍的な即時性・地域性・簡便性・社会性の向上が見られる。特に防災科学技術研究所による強震ネットワーク(K-NET)は、今や生徒が体感した地震の発生から数時間程度で、生徒の住んでいる地域の数km以内の観測点におけるデジタル波形記録を提供してくれるのである(Kinoshita, 1998)。

ここで紹介する教材に用いたデータは、主にこのK-NETのウェブページ(<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>)からダウンロードしたものである。

K-NETのようにインターネットで得られる観測データは専門的な研究機関が与えるものである。よって、解析する方法やその機関が提供するソフトをそのまま学校教育のレベルで用いるには障害が多い。このことは、渡辺ほか(2000)がすでに指摘しており、生データを生徒が扱うために教師による準備と指導の工夫といったインターフェイスを要する。

ただし、この手間をすべての教師が別々に行う必要はあるまい。専門分野に通じる教師が教育用ソフトや基本的な指導法を考案し、教育情報として公開すれば良いのである。教師がその情報を取り入れて工夫を加えて実践するには意識や時間的余裕が十分ではない現状ではあるが、ハード面ではすでにインターネットがこの教材流通の利便性をもたらしている。

K-NETの地震波形データを生徒が自由に扱うためのソフトとして著者が作成した「Wave Study」(WVSと略す)の概要を表1に紹介しておく。このソフトも渡辺ほか(2000)によるアメダス用教育ソフト同様にフリーウェアとして公開する。

3. 生データを扱うための事前学習

生徒が主体的に生データを扱うためには、そのデータに対する具体的なイメージ形成と現象に対する基礎知識を身につけておくが必要であると仮定して話を進める。

まず、イメージ形成について論じる。先に挙げた相

場ほか(2000)による実践の中で、児童が野外にいる教師に映像とともに働きかけて観察結果を得ていることに注目する。もし、スチール写真と観察文だけならば、その生データの扱いに報告されたほどの効果は上がらなかっただろう。与えられただけの生データでは、自分でそれを得た場合と同様なイメージ形成は期待できないからである。

高等学校の場合、生データとして画像が与えられるならば生徒もそれなりのイメージが持てるだろう。しかし、言葉で説明された程度による数字の羅列データからのみならば、イメージを膨らませて考察させることは一般に無理がある。よって、生データから与える実践には、いかに実験や観察を自ら行った場合と同様の実感を与えて、その生データに対して十分なイメージ形成をさせられるかが重要である。

ア. 地震波形観察のためのイメージ形成

地震波形データでは、図1のようなアナログ波形の表現から出発することになる。しかし、1観測点の震動が時間の流れを横軸にした水平2成分と上下成分の3つの波形で示されていることを理解させなければ、主体的な活動を伴う次の処理へ導くことはできない。

空間座標の表現に3軸必要なことと時間とともに物理量が変化することをやさしく説明したとしても、なかなか体験的に実感を持った理解には至らない。指導の目標として、一見味気のない図1の波形記録から、あたかも今その震動を受けているかのようなイメージを持たせたいと考える。

そこで、WVSの1機能として波形記録のままに部屋を動かしてみせる単純な震動アニメーションを作成した(図2)。物理的に説明しやすいように、加速度波形として与えられるK-NETデータから積分によって

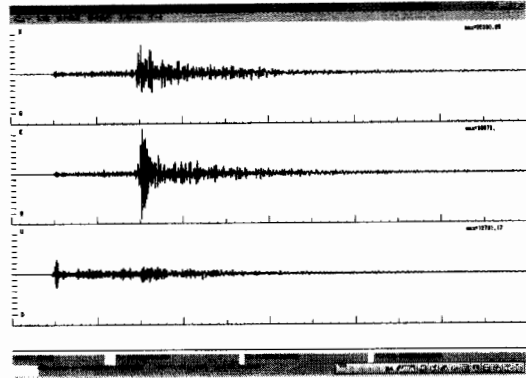


図1 地震波形の基本描画(WVSによる)
K-NET八王子観測点(東京都)の加速度原波形。震源データ1998年11月8日21時40分北緯35.6°東経140.1°深さ78km M4.6

得られる変位波形を表示し、その波形と対応させながら部屋を動かしている。

画面中央のマスコットの姿勢は、気象庁震度に対応した加速度の段階(河角, 1943a, b; 震度の解説は気象庁, 1996が平易で詳しい)で変化させている。地動としての変位と体感に関わる加速度の違いを感覚的に理解させることを意図している。

イ. 震動が伝わるといふ波のイメージ形成

震央の周りに広がった1つ1つの観測点の波形からWVSを使ってP波やS波の到着時刻を読み取り、走時図を描く実習を伴う実践例を後に紹介するが、ここで必要な「(地震)波とは震動が伝わるといふ現象である」というイメージも押さえさせておきたい。

そのための教材例として、地震学会の中学生向け教育ビデオ(日本地震学会, 1996)では、コンビニエンスストアの防犯カメラに記録された1995年兵庫県南部地震の震動映像を発震時刻の順に日本地図上に貼り付けてそのイメージを表現している。

地震学で走時を扱うときによく用いられる波形のベストアップも波が伝わることを生徒に確認させるのに適した図といえよう。図3にWVSを用いた例を示す。この図上で各波群をなぞれば、そのまま走時図となる。

ウ. イメージ形成と基礎知識の習得との関わり

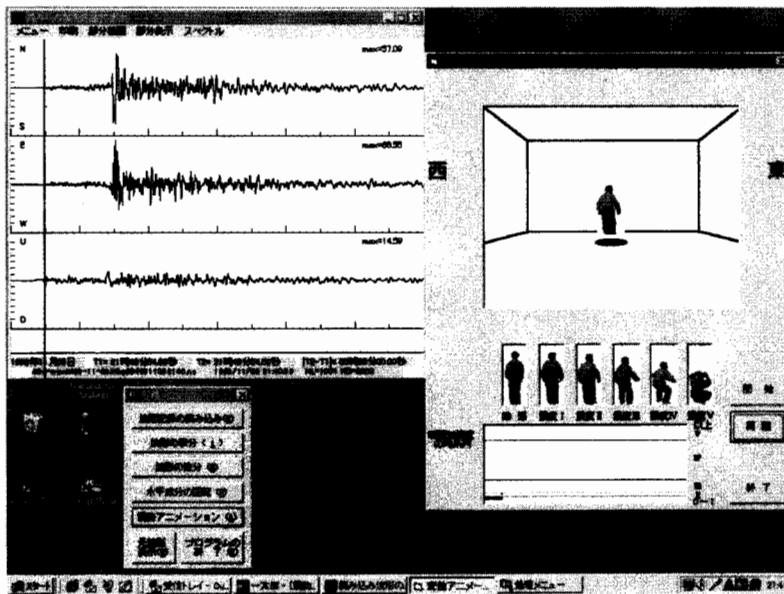
すでに触れた加速度や変位といった運動に関する物理量、図1や図3中にて登場したP波とS波による地震動や走時そして周期といった知識や概念がなければ、生徒は波形を観察するポイントをつかみにくだろう。能動的に波形処理を行わせるため、最低限の基

表1 Wave Study (WVS) の概要

ソフト名	Wave Study	作成者	南島 正重
開発言語	Microsoft Visual Basic 4.0		
基本機能	K-NET ウェブページからダウンロードされる地震波形のASCII型データやTEAC社DR-F1型データロガーのバイナリー型データを北南・東西・上下の3成分波形として表示・印刷すること。		
付加機能	◎ マウス操作により、波形の一部分を切り出して波の到着時刻を読みとること。 ◎ 波形のベストアップ表示(11観測点) ◎ 波形の積分と微分 ◎ 水平2成分の座標変換 ◎ 切り出した波形のスペクトル図表示 ◎ 1観測点の震動アニメーション		



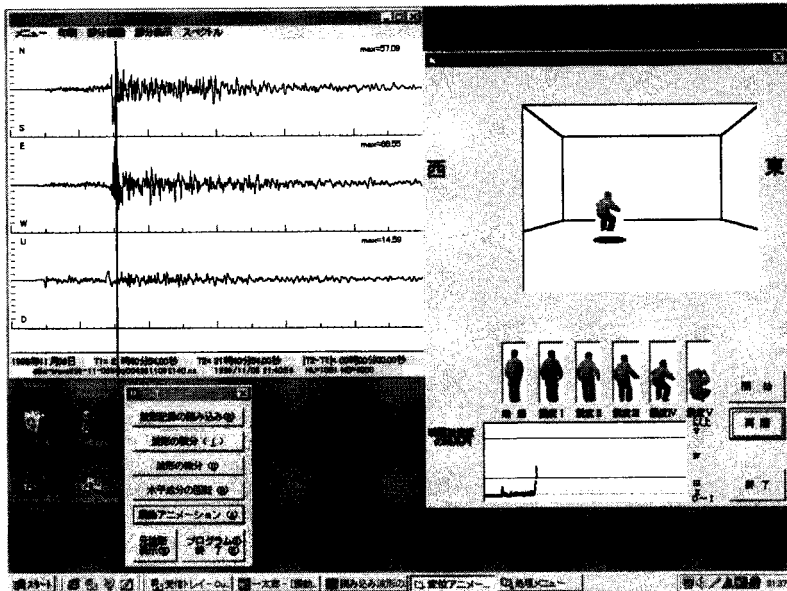
(a) 震動アニメーション表示の構成



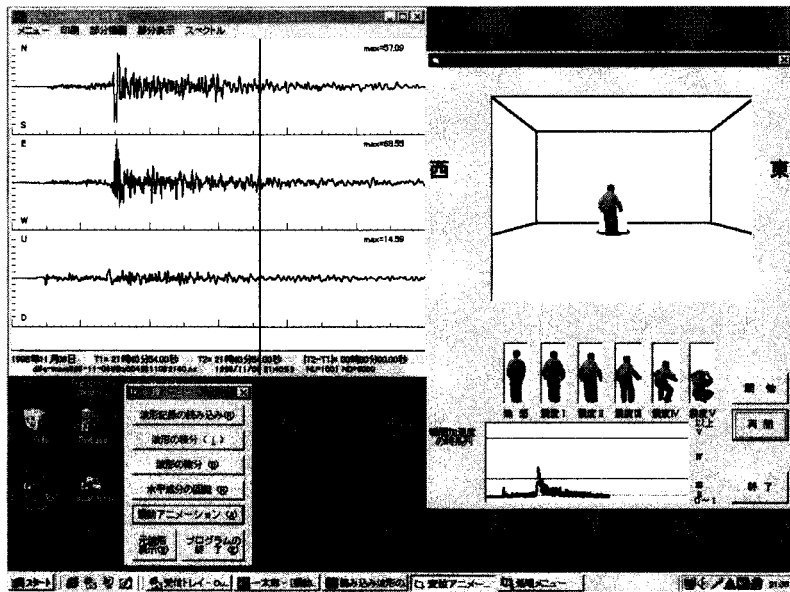
(b) 初動部 (P波) の震動

図2 震動アニメーションの観察

(b) 東京付近のように厚い堆積層がある地域では、固い基盤との間で屈折し、波は地表へほぼ鉛直に入射してくる。よって、縦波のP波による初動は、上下の振動として観察され、この動画でも地震の始まりとともに部屋が上下に揺れ出すことを確認できる。この事実からP波の到着時刻を読み取るためには、波形記録の上下動だけを観察すればよいことも理解できる。



(b) 初動部 (P 波) の震動



(d) 主要動後続波の震動

(c) 主要動は、横波の S 波の到着とともに始まる。よって、P 波と同様に考えれば、S 波は水平方向の震動として観察される。このことから、S 波の到着時刻を読み取るためには、波形記録の水平 2 成分を合わせて観察して判断する。この動画では、大きく水平に震動するとともにマスコットの姿勢が低くなることから加速度の変化が観察できる。(d) 部屋の動き (変位) は、依然として大きく動いているものの、その動きはゆっくりとしてマスコットは平然と立っていることから、体感に影響する加速度は意外と短時間で治まることがわかる。これは、一般に長周期成分の卓越している表面波や遠回りをして短周期成分が減衰した後続波による震動である。ここで、波の性質のほか、変位と加速度 (力) という物理量の違いを理解する機会を与える。

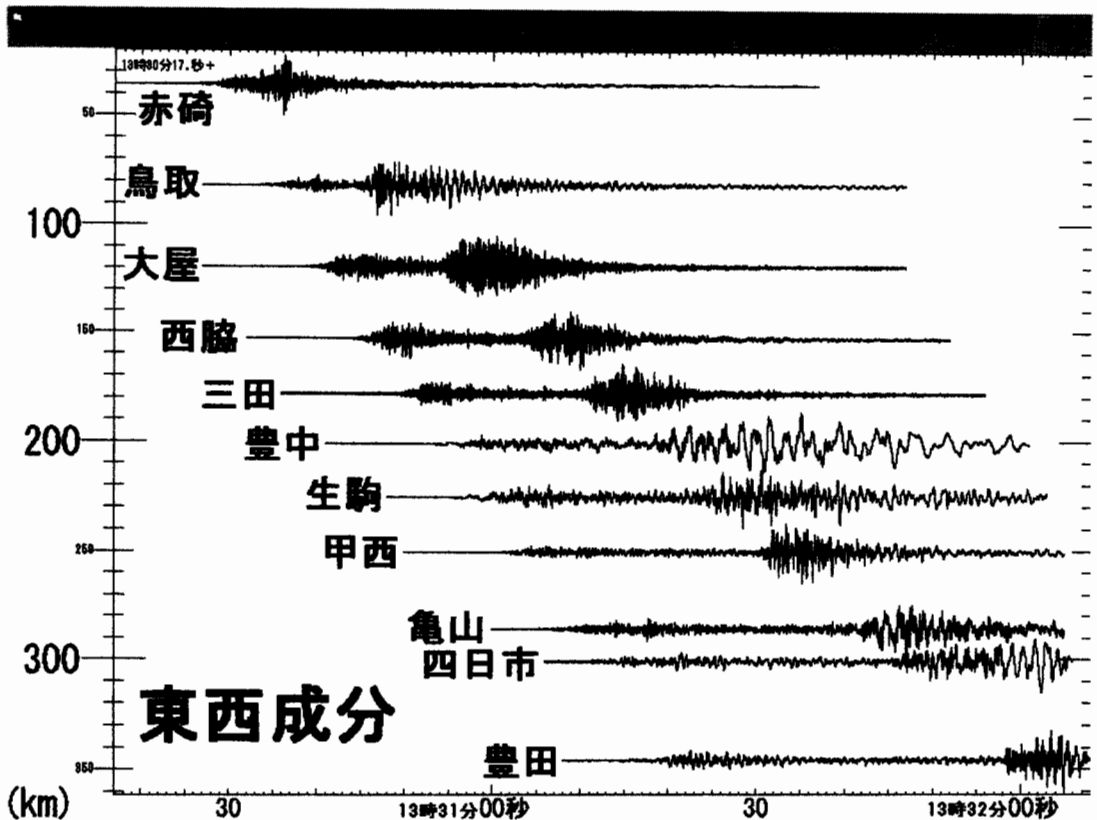


図3 波形のペーストアップ

WVSを用いて震央距離と時刻を合わせて地震波形を表示し、ラベルを付け加えたもの。波形データは、2000年鳥取県西部地震。

礎知識を身につけさせることは当然である。そこで、イメージ形成を意図しながら、実際の波形を積極的に用いて基礎知識の理解を促す指導が必要と考えている。この最低限の基礎知識とは何を指すかは、指導目標と実践上の条件で異なるだろう。具体的には、後述する課題研究実践例をその参考にしてもらいたい。

ここで、基礎知識を「理解すること」には「そのイメージを形成すること」を含んでいると考える。そして、基礎知識の理解には程度があり、現象や原理とそれを示す言葉とが単純に結びつけられる単純暗記から応用や発展思考へと広がるイメージ形成を含む概念習得までであろう。能率良く実習させるには、関係事項についてのある程度を事前に理解させることが不可欠だが、実習作業を通してその理解の程度は上昇していくことに注目すべきである。

つまり、初めから整理されたデータを与えるのではなく、生徒自らその処理を行う非能率的な時間も探究

的学習に必要な程度まで知識理解をするためには有効な活動といえよう。ならば、基礎知識やイメージ形成が十分と思われなくとも探究的活動へと指導することは無意味ではない。

ただし、その探究的活動に含まれる単調な作業が探究意欲を減退させる逆効果も想定できる。後述の課題研究実践ではこのような逆効果はほとんどない感触を得ているが、そこでの単調作業がパソコン実習であるからかもしれない。パソコンで作業する授業がまれな現状では、その作業自体が生徒には魅力的なことになるが近い将来にはそれは期待できないことになるう。

なお、ここでの議論を裏付ける十分なデータは今のところ得られていない。今後の実践を積み重ねることで確認していきたい。

4. データ処理から学ばせること

加藤(1993)が試みたように走時を扱った実習では、

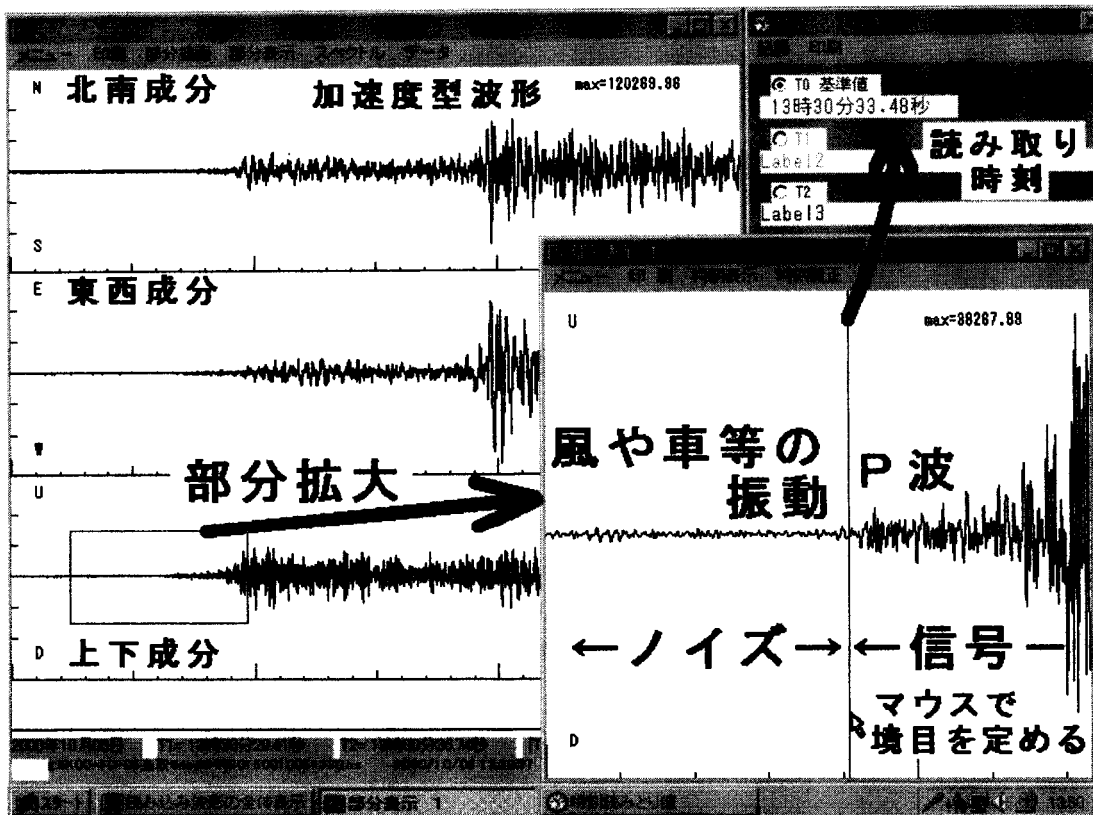


図4 WVSによるP波の読み取り

P波やS波の到着時刻はすでに読み取られた数字を与えるのが一般的である。ここでは、生徒が地震波形からそれらを直に読み取る実習を提案する。この新しく付け加わった実習は、自然から情報を得るという観測と情報処理について体験的に学習させる良い教材である。そのことを以下に論じる。

ア. 波形の読み取りから

まず、生徒は波が漠然とした現象であると知ることから始まる。

P波到着時刻の読み取りは、一般に上下動成分の波形から読み取る。特に堆積層の厚い関東平野では観測点の真下から縦波が伝わってくることになるからである。図4に示すようにWVSで拡大された初動部の地動は、P波の到着以前から振動している。風による木々や建築物の振動、自動車や工場から発生する振動等が混ざったいわゆるノイズの存在である。

時間の流れに従って、この波形上何回も左から右へ視線を流すことでP波の始まりを識別する。図5は、様々な走時を持つ（震央距離の異なった）観測点の波

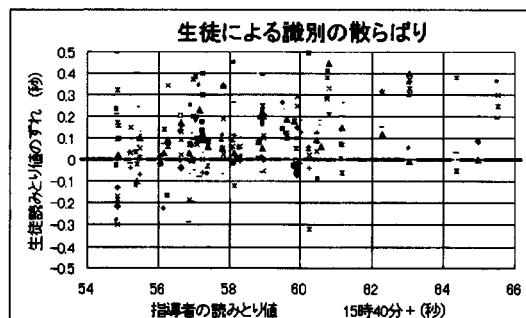


図5 生徒によるP波到着時刻読み取りの散らばり
指導者の読み取りとの差を読み取られた時刻を横軸にプロットしたもの。

形記録について、著者が読み取ったP波到着時刻を横軸とし、その時刻とM高校3年生が読み取った時刻の差をプロットしたものである。操作ミスや基礎知識の不足による勘違いなどで大きくはずしたものを除くと、 ± 0.3 秒程度の範囲で読み取りが可能であるといえる。走時が長くなる遠い地点の記録ほど若干遅れ気

味の傾向がある。これは、振幅の大きさに注意が向くあまりに、生徒は緩やかな立ち上がりを見逃してしまいうからであろう。

ノイズは定常的なものが多く、同じような波形を繰り返す傾向もある。そこで、振幅の大きくなる少し前において、それより左側（時刻の早い側）にはない特異な振動が見つければ、それがP波の始まりであると指導する。その要領により、生徒の読み取り精度は大きく向上する。そして、人間の眼力による情報識別能力は侮れないことを生徒は知ることにもなる。

次にS波の読み取りを行わせるが、これはP波の後続波の中からS波の始まりを識別するという難しい作業である。

S波の震動方向からわかるように、水平2成分を同時に観察して読み取る。上下動成分には、基盤と堆積層の速度コントラスト（音響インピーダンス比が大きいこと）から生じるSP変換波が現れることがしばしばある。このS波のエネルギーの一部が速度の大きいP波となって入射するため、S波の到着より早く上下動の振幅が大きくなる（東京都東部付近で1秒前後早く現れる）。生徒には、P波のときと区別せずに上下動のみを観察して読み取る者がいるので注意する。

読み取りの指導としてまず、全体波形の概観でおおよその見当をつけさせることが肝要である。それを省いて部分拡大をすれば、「木を見て森を見ない」ことに陥る。図6で比較してみると、振幅の変化でわかるS波の到着時刻を正確に決めようと時間軸を伸ばしても変化が曖昧になって識別が困難になることがわかる。これを波の観察識別における不確定性原理と仮称しておく。

拡大波形は、振幅の大きさから明らかにS波の到着が確認できる部分よりも前の部分を多く観察できるように区切っておかなければならない。一般にS波は、P波やその後続波より長周期成分が大きく含まれている（図7のスペクトルを参照）ので、拡大波形では波の山谷の間隔が空いてくるところを識別する。

パルスのようなS波の立ち上がりが見られる少ない例を除いて、時間軸の長短を変化させてしっかりと観察しなければならない。

周期の違いを強調するため、積分による速度波形や変位波形にして読み取らせると識別しやすくなることが多い。ただし、地震計アンプ等の不安定性や海のうねり等で発生する脈動が含まれていると、その長周期成分も強調されて余計に識別しにくくなる場合もある

ので注意する。

また、物理や数学の学習がかなり進んでいる生徒を対象としない限り、時間積分の意味を理解させないままに実践することになる。その場合、この処理は扱わないか、WVS等による積分波形をブラックボックス出力として扱わせるなど、指導上の工夫を要する。課題研究のデータとしてS波の到着時刻を用いるためには、特に時間と神経を使った読み取りが必要と思われる。そのため、著者による一般の授業実践では、加速度波形のまま読み取らせ、その精度の範囲で考察させている。

イ. グラフを描くことから

生徒自身の目と手で読み取られた値を1つ1つプロットさせる指導からも、多くのことを学ばせることができる。

図8に読み取りの記録用紙例ならびに生徒の描いた走時図、計測震度と最大加速度振幅の距離減衰図を示す。

図8bのようなグラフ化によって、まず、操作ミスによる明らかに読み違ったデータを見つけて読み直させることができる。複数の生徒が協力して作業している場合、読み取り者の記録をさせ、ミスなく読むことを競わせることも意味がある。間違いと誤差の違いを理解させるために、過度にならない程度にこだわりを持たせる指導が必要であろう。

そして、P波とS波の走時を比較して概観することから、等しい労力をかけた場合はどうしてもS波のばらつきの方が大きくなること、つまり、読み取り精度が落ちていることを悟ることになる。これは、読み取り体験から納得できることであり、誤差が間違いとは違うことを理解する機会とさせたい。

さらに、1つ1つプロットすることでグラフの特徴が把握できることを再認識すべきである。現在ではコンピュータを小学生のときから使いこなすようになり、手軽にきれいな図を描くことができるようになった。その便利さのために、図から特徴を把握する大切な学習が省略されてしまう危険性がある。

図8のような手書きプロット作業を震央距離の小さい方から始めた生徒の1人が、「震央距離は遠くなっているのに走時が変わらないよ。」と不思議がっていた。震源が深いとき、震央から十分離れていない観測点間で求める走時曲線が傾かないことを確認する機会になったのである。作業の前に受けたその説明よりも効果的に理解できたことは想像できよう。もし、

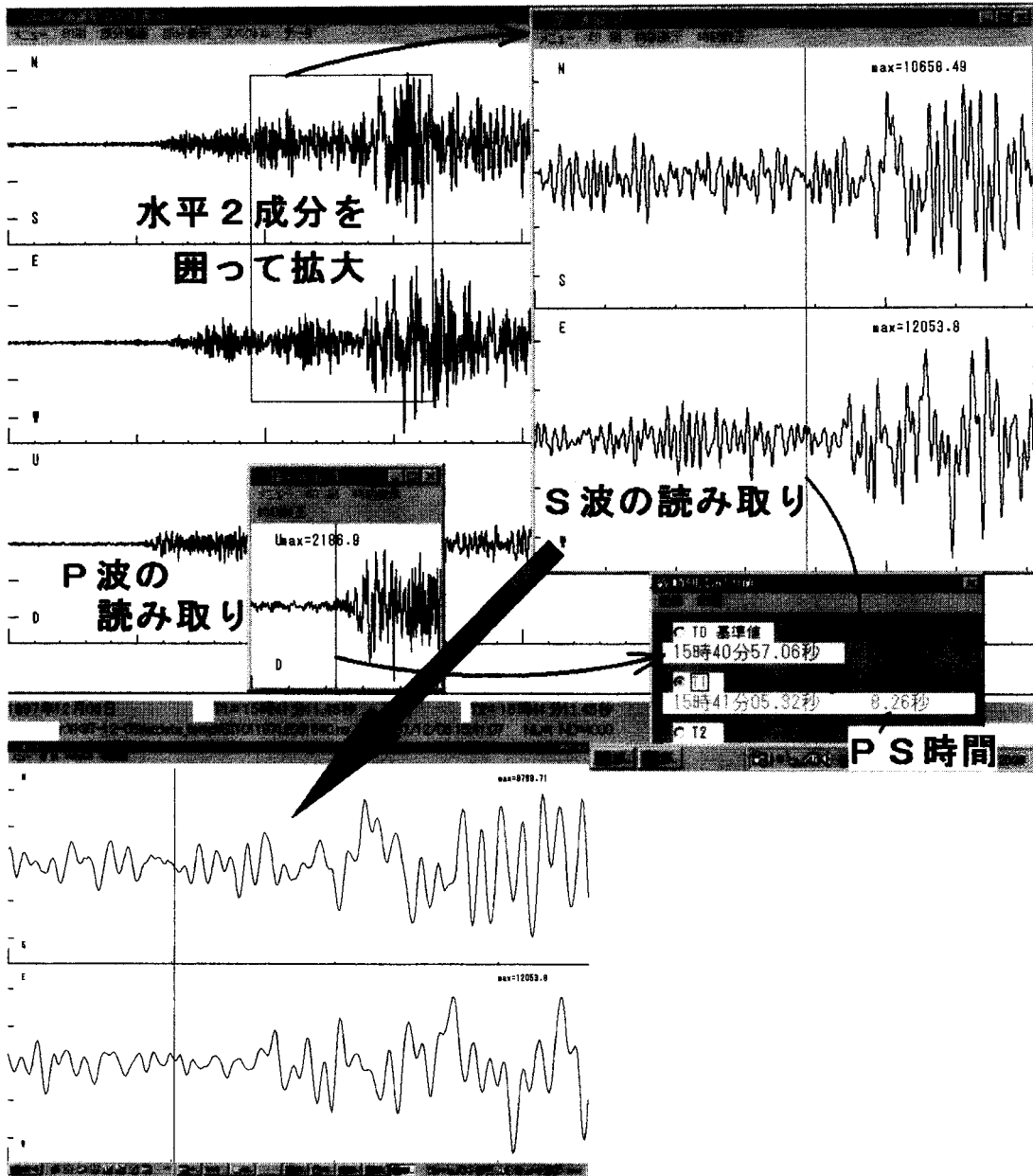


図6 S波の読み取りとその不確定性
 図の下部のように拡大しすぎるとS波の到着時を判断するのが難しくなる。

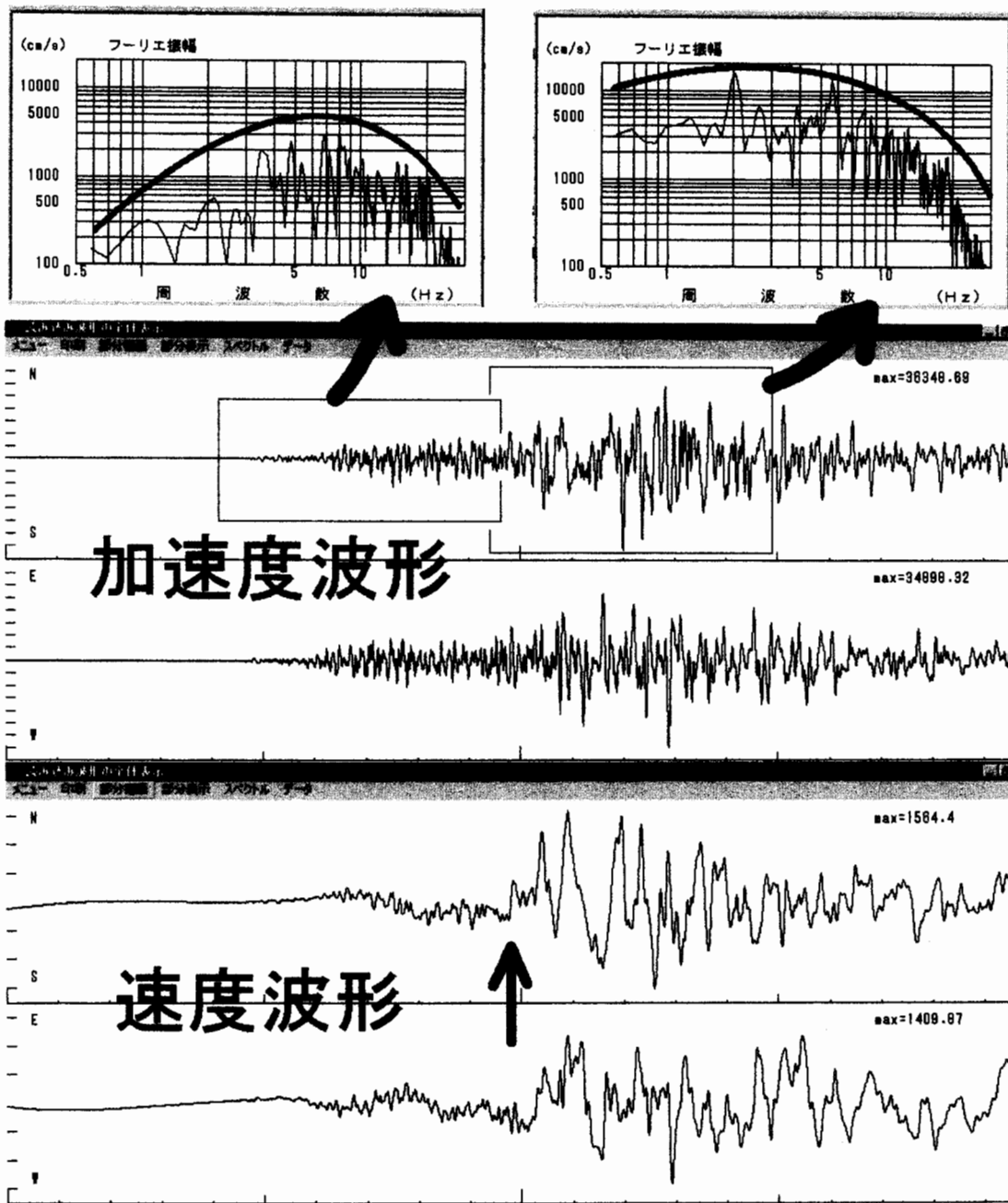


図7 P波とS波のスペクトル比較ならびに積分波形
 S波が到着すると長周期成分も卓越する(図は周期の逆数である周波数で表示)。積分による速度波形は長周期成分が強調されるためS波到着時刻の判断の参考となる。2000年7月9日3時57分神着(東京都三宅島)観測点の波形。WVS使用の図を再構成。

地学 ワークシート

走時と振幅を読みとって地震を探る

地震の震源時（震源において波が発生した時刻）1997年12月06日15時40分
 震源 北緯 35.7 東経 140.1 深さ 70.0 km
 マグニチュード (M) 4.6

読み取り記録 No.1

観測点	震央		計測	P波		S波		PS時間	読み取り者名	
	名前コード	経度 東経		緯度 北緯	距離 km	震度	到着時 00分00.00秒			最大振幅 上下動成分
千葉 CHB009	140.11	35.61	9.2	2.27	40° 54.87'		41° 01.87'	15.32	7.00'	N
白井 CHB003	140.06	35.79	9.7	3.57	" . '		" . '	140.25	" . '	1
佐倉 CHB007	140.23	35.72	13.3	3.41	" . '		" . '	56.68	" . '	2
浦安 CHB008	139.91	35.65	20.2	2.40	" . '		" . '	25.16	" . '	3
取手 IBR016	140.05	35.91	20.7	2.68	" . '		" . '	30.77	" . '	4

図8a 記録用紙例

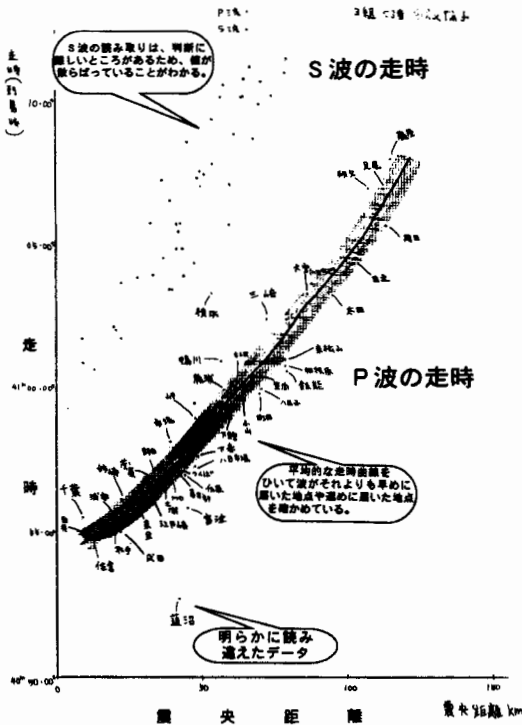


図8b 生徒の手書きによる走時図
 南島(1999)より引用。

表計算ソフトが与えられ、データ入力だけで図9のような走時図を得てしまったとしたら、その生徒はこのグラフをじっくり読み取ろうとするだろうか。ただし、時間をかけすぎても逆効果なのは当然であり、実践する生徒の状況からその都度選択しなくてはならないだろう。

一方、表計算ソフトを使ってグラフが簡単に描ける

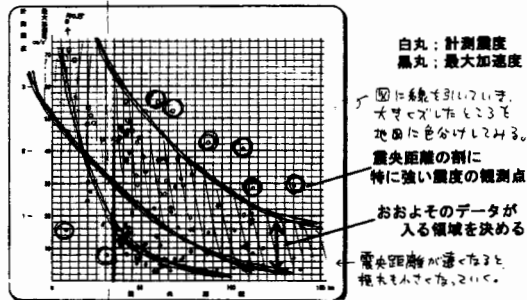


図8c 生徒による距離減衰図

ことの良さに注目したい。図9の上図は、K-NETのウェブページが与える震央距離から描かれたものだが、同下図では、震央の位置を試行錯誤で変化させて最も散らばりの少ない走時曲線を得たものである。震央距離を計算する表計算シートを作ってP波走時の読み取り値を入力しておく、震央の緯度経度を入れ直すたびにグラフを瞬時に書き換えるという機能を活用している。

このような大量のデータを用いて同じ作業を繰り返すとき、手書き作業の経験がある者ほどコンピュータの威力に感動することができよう。また、この試行錯誤的な逆解析としての震央決定法も地学的情報処理の学習内容として望ましいものとする。

以上のことから、指導者はただ便利だからとパソコンを使わせるのではなく、何を学ばせるために今パソコンを使わせるのかをはっきり意識して実践することが大切である。

ウ. 情報教育の視点

ここで、理科として情報処理の能力と態度をどのよ

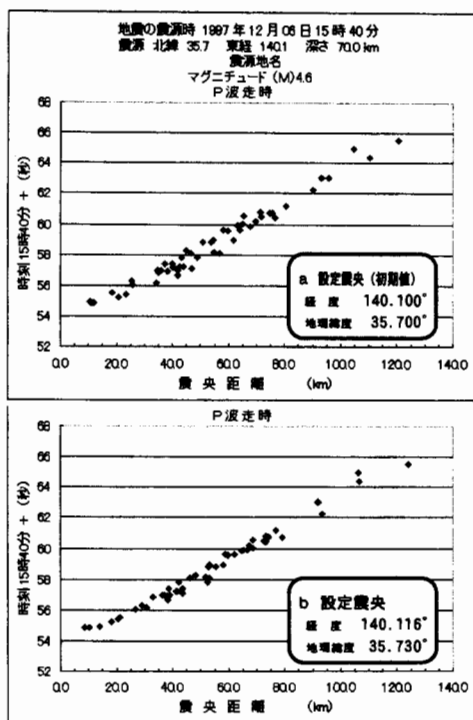


図9 表計算ソフトによる走時図
震央を試行錯誤的に変化させ、瞬時にプロットされるデータの散らばりが小さくなるように最適な位置を求める。マイクロソフト社エクセルを使用。

うに育てるべきかという情報教育の視点から本実習を論じておく。

学校教育の場でパソコンが整備されているが、生徒一人一人がパソコンを問題解決のための道具として使いこなしているとは言えない。携帯電話を用いて連絡を取り合う生徒は多いが、パソコンを使ってワープロや表計算を日常的に使うものは少ない(図10)。実社会で仕事をする人がパソコンを使うとしたら、多くがワープロや表計算、データベースとしてであろう。

一方、情報機器の変化は著しく、ソフトウェアのバージョンアップも1~2年で繰り返される状況では、学校で学ぶ「使い方」にはさほどの意味がない。

よって、学校の間ではパソコンを用いることで効率が上がる課題を用意して生徒に与え、その目的に到達するための情報処理の経験から、主体的に情報を扱う態度を体験的に学ばせるべきであると考えられる。

生データの扱いから学べる、信号とノイズの区別や根拠をはっきりさせた識別、グラフ化から学ぶ誤差と

間違いの違いや特徴の抽出等々は、情報の普遍的な概念である。その概念形成のためにはあえてパソコンを使わない指導に時間をかけたい。その上で、パソコンを使うことそのものが生徒の興味をひき、学習効果の上がる事実も押さえておきたい。パソコンを使うか使わないかの検討を省くことなく、場面に応じて教育実践を行うべきである。

5. 課題研究の展開

学校に課せられた「総合的な学習の時間」に代表される総合化は、「課題研究」の実践を主としているわけではない。しかし、理科教育の流れの中で扱われてきた「課題研究」が総合化の普遍的な意義を含んでいると考える。したがって、本論では課題研究の実践を例に述べる。ただし、現象を純粋化や抽象化する研究を連想すると総合化と反すると誤解されよう。もちろん、研究内容の方向でなく、生徒の学習や教師の指導に関する活動の総合化を指していることを断りおく。

「課題研究的な科目として設けた。」という科目「理科II」の内容とその取り扱い(文部省、1979)が、課題研究を実践する上での原則であろう。一方、1994年度から実施の理科各科目で強調された探究活動とは、「このような基本的な概念や原理・法則は単なる知識として理解させることが目的ではなく、探究活動を通して、これらを活用させる能力を身に付けさせることが必要である。」(文部省、1989)とある。つまり、通常の授業展開の中で実験・観察を充実させることを意味しているようである。

指導要領の解説を読む限り、課題研究と探究活動は、並記されている部分が多く、仕組みや法則を確かめるだけの実験・観察を加えた3段階の程度の差ととれないこともない。

大方の実践報告も参考に整理すると、意図された学習内容を理解するために行う探究学習を探究活動と呼び、テーマ設定や探究方法の選択も生徒主体に行うものを課題研究と呼ばれているようである。

ア. テーマの設定

興味・関心に応じて生徒自らがテーマを決める高レベルな学習活動は、理科教育が目指すべき理想と考えられる。ところが、現代は多くの高校生がインターネットとつながる携帯電話を持ち、自ら発想する以上に興味をひく情報が先に人ってくる。そのような状況では、科学的な方法による労力をかけて新しい知見を得る活動を引き出すような興味・関心の発揚は容易ではない

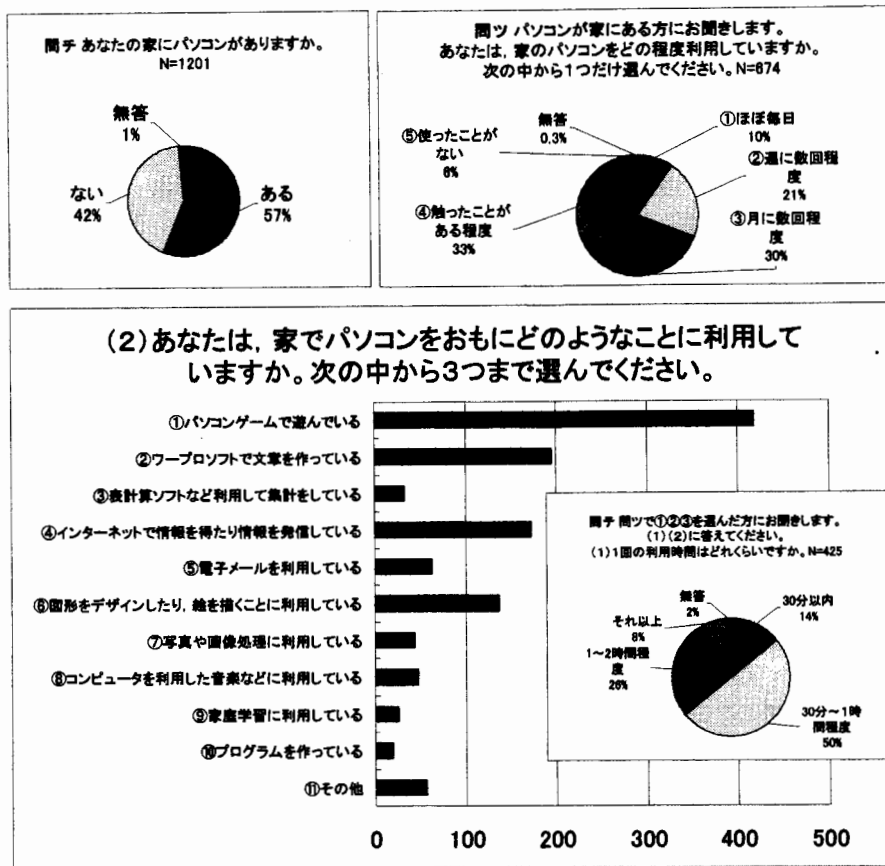


図 10 高校生のパソコン利用状況
花井 (2000) による愛知県内高校生 1,201 名の回答データから作図。

だろう。

また、「総合的な学習の時間」における実践となると課題設定の自由度が広がるため、主体性を期待される生徒にとってもそれを促す教師にとっても、教育目標に合致する活動内容を見つけにくくなる。

そこで、多くの課題研究の実践例でとられるようにテーマを教師があらかじめ用意しておき、その中から生徒に選ばせる形が考えられる。この形をとると、さらに探究活動との差が小さくなる。

本論で提案する形は、テーマを与えるのではなく、先にデータを与えてこれで何が調べられるかを考えさせる課題研究である。つまり、食べたい料理を決めさせて材料を揃えさせるのではなく、材料を見ておいしい料理を想像させる組み立てである。

一般に研究課題が先にあり、その解決のためにデータを集める実験や観察を行う方法を考えていくことが

基本形である。しかし、課題設定するためには問題意識をもつ機会や体験が先になくしてはならないこと、また、問題解決の行動以前に課題抽出のための情報処理能力が必要であることに注目した。高等学校教科書の知識レベルに見合うだけの経験と能力が生徒には不足していると仮定して、その指導から出発して課題研究へと導くことを考える。

まず、「なぜ」と疑問に思うには、現象を見たときに「ふつう」とはどういうことかを理解していなければ成り立たない。そこで、地震波形のデータを与える本実践では、地震の揺れを決める要素を震源域・経路・地盤の3つに分けて基本的な解説を施す。その内容は、東京都教育委員会防災教育パンフレット「地震と安全 高等学校」(東京都教育庁, 2002)にて見開き2ページの1面で示されたものである。

例えば、経路が長くなれば地震波のエネルギーは

「薄まる」ことや熱に変わることで小さくなることを説明する。その上で、図 8c にある計測震度や最大加速度が距離減衰する関係を手書きでプロットさせる。この作業で「震央距離の割に強く(弱く)揺れる」という「ふつうでない」ことの確認をさせている。

このように基礎知識をできるだけ単純に整理して与え、その理解を促す。次に、生データによるグラフ化の作業等を通じて確認をさせる。そこで、自然を概観すれば基礎知識どおりであることと、1つ1つを見ると複雑で単純でないことを体験的に気づかせておく。この気づきが、生データを扱う課題研究につながる問題意識の芽生えになると考えている。

課題研究としてテーマ設定させるには、具体的な方針をはっきりさせる指導が必要である。この地震波形データを扱うという限定があれば、震源域・経路・地盤のどれに注目するかという選択から指導できる。

観測点それぞれの揺れ方が、この3要素のどれにどれくらい関わっているかという観点で共通させることになる。テーマとなるねらいの具体例を以下に挙げる。

- P波とS波の振幅比が震央からの位置・方向で特徴が出るかを調べて震源域の断層運動を考える。
- P波の走時が震央距離の割に小さく、かつ震央距離の割に強く揺れた地域を調べてプレートとの関係を考える(図 11)。
- 等震度線の形と関東平野の形を比較して堆積層の影響を考える。

以上の意図をもって計画・実践した課題研究指導例の概略を図 12 に示す。これは、実践上は地学 IB の学習内容と連続する探究活動としているが、自主的なテーマ設定に重点を置いていることから課題研究の一つとして紹介しておく。

イ. 考察における指導

複雑な現象の地震波形という生データを扱う以上、この程度の研究ではっきりした結論を得ることはないと言って良い。そこで、生徒に結果を考察させるときの指導が大切となる。それは、データ処理の労力が無駄ではないことを理解させることである。

例えば、P波とS波の初動部振幅比を観測点地図に記入した者は、その数値の大きな散らばりに途方に暮れる。それに対して指導者は、「断層運動の影響より地盤の影響が大きいらしいことを君は見つけたのだ。」と励ますことができる。処理の間違い以外に失敗はな

いことを徹底的に指導することである。

同様のテーマで処理した生徒の中には、平滑化処理して地域による特徴を抽出した者もいる。もちろん、これも断層運動による放射特性だけを現しているとは断定できないが、3要素の関わりを考える指導として1つの注目すべき結果であると高く評価できよう。

地学現象の研究は、断定できる結論を導くことが難しい。それだけに処理をした結果は、一般化できないとはいえ、それは1つ1つの新しい知見とも言える。一般化のためにはその積み重ねが必要なことから、何もわからなかったという諦めにはではなく、自然現象の解明のために一歩貢献したという成就感に結びつけさせることである。

6. 実践応用への展望

2003年度からは、「生きる力」のうたい文句のもと、自ら学び、課題を見つけて問題解決を図る能力と態度の養成が高等学校にも期待される。そのため、時間数削減の厳しい条件の中、理科や総合的な学習の時間を通じて課題研究的な教育活動を行う環境整備が急務となっている。

高校生が主体的な問題解決を図ろうと意欲を持つためには、知識の量や思考能力に見合った課題設定の条件と情報処理のスキルが存在してなければならない。つまり、高校生にとって、結果が見えすぎるテーマも方法・結果の全く見えないものも手を出そうとはしないのである。

テーマ設定の指導には先述したような工夫がいる。また、グラフの書き方や読み取り方からパソコン操作といった、広い意味の情報処理能力の修得が課題解決へ至る必要条件となろう。そのため、中学校までの情報処理を伴う探究的な学習経験が十分でないまま、従来からの高等学校の授業による知識量の増加は、主体的な問題解決意欲を阻害させるとも予想される。

宮下・相場(1997)は、子どもの自由試行を認めて「内発的ゆさぶり」をかけていく小学校理科の指導を提案している。しかし、高校生にとっては知識量や経験が多いゆえに、課題設定前の自由試行を省くという障害が課題研究の実践には付け加わると想像できる。

そこで、それを補完する学習の場として、必修となる新教科「情報」に求めたい。単にパソコンのスキルだけを狙った実践となることなく、科学的な方法を経験させる意図を明確にするべきことを提案する。もし、本論で扱った地震波形データを「情報」の教材と

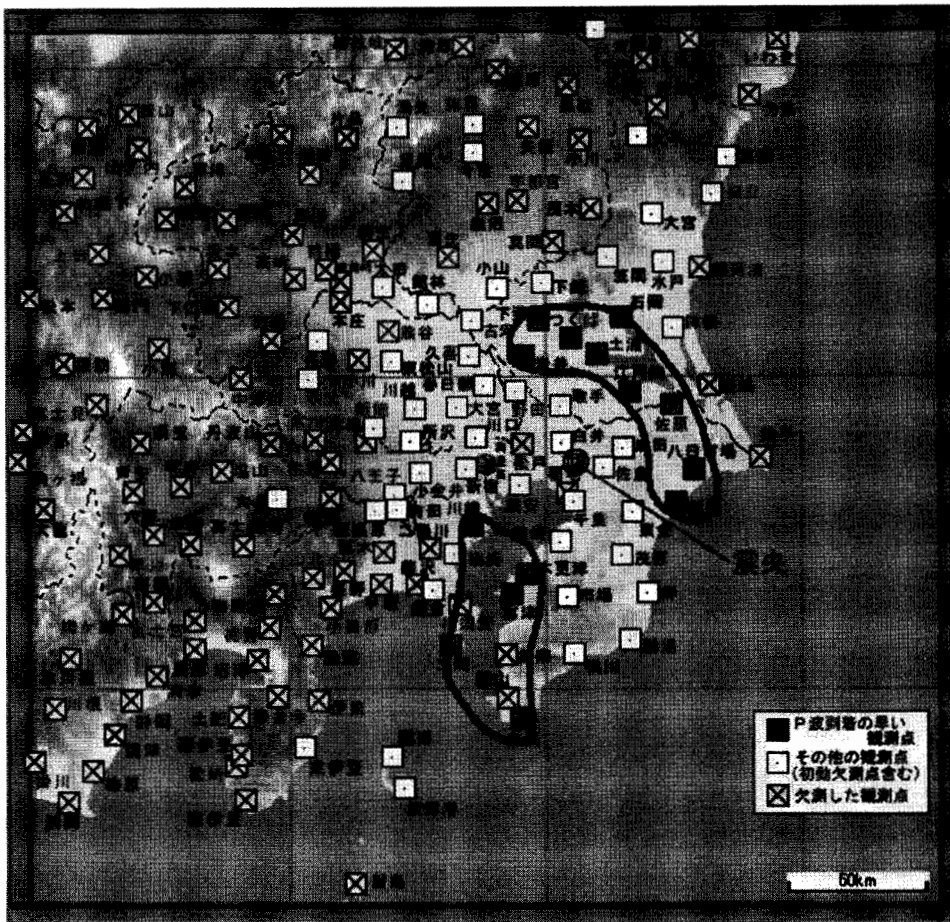


図11 課題研究の結果例

P波到着時刻の読み取りによる走時図をもとに震央距離の割に早く届いた観測点を黒く塗る。そのパターンから考察する。地図はゼンリン製「ゼンリン電子地図帳Z [zi:] III」により作成・改変し、結果整理用に生徒へ与えているもの。

取り上げるならば、地震波形のデジタルデータが宮下・相場(1997)の実践における「川原の石」に該当するだろう。そして、石の色や硬さを様々な手段で確かめるという児童の自由試行を促すように、読み取りやグラフ描画などのデータの処理を指導するのである。

このような実践の有効性を示唆するものとして、大学生に気象データを自由に処理させて自ら仮説を立てた気象変化の規則性を検証させるという榊原・東原(2000)の試みがある。その実践の結果、パソコンや表計算ソフトの技能は上がったが、気象に関する興味関心は低下した面もあると報告されている。そして、新教科「情報」や「総合的な学習の時間」に地学的現象を扱うべきという、本論と同様の提案もすでに述べら

れている。

本論では、高校生が自由試行を行うための道具としてパソコンを捉え、その技能の不足はわずかであって、自由試行を伴う探究的な学習経験自体の不足が大きいという仮説を挙げておく。その仮説が正しいとすれば、地震や気象といった地学現象に関わらずとも、広い意味の生データを自由に扱わせる教育プログラムの開発とその普及・実践が期待されなければならない。

また、学校週5日制の実施にも対応して、学校教育以外の場でこのような教育プログラムが実践されることも視野に入れるべきである。その点で、地域と密接な関わりをもつ防災教育の視点からの課題研究実践と

ミニ課題研究実践の概要

対象生徒 東京都立M高等学校(普通科共学) 第3学年必修選択科目(2単位)	3科目の中から2科目を 必ず選択させているため、 全生徒の5割が履修している。
--	---

単元
 地学1B
 (2) 地球の構成
 イ 地球の内部
 ウ 地球の構成に関する
 研究活動

講義やワークプリントを用いた学習(およそ15時間)

教科書の内容
 地震波(P波とS波)の物理的性質(波の屈折と反射の理解も含む)
 平行2層構造モデルの走時曲線(走時曲線)と地震の構造
 地球内部の構造 プレートの性質 異常震域 地震と断層

課題研究のために追加した内容
 地震波形記録の見方
 東京地方の震源分布とプレート(フィリピン海プレートと太平洋プレートの位置)
 地震動に影響する3要素(予ネストとして「地震と安全」)
 地震動の周波数(動的な減衰と地震や断層の共振を併せられる程度)

ワークシート実習
 波形のベストアップから走時曲線(震源)を推く
 2000年鳥取県西部地震のデータから
 等震度線の描画
 震央距離-計測震度・最大加速度関係(距離減衰曲線と呼ぶ10c)のプロット
 課題研究に用いるデータから(K-NETが提供している値を使用)

パソコン実習(4時間)

WVSの使い方(1時間) 読み取り実習 1997年12月6日15時40分 05震源点 2~3人で分担した場合は、2時間程度で 1人ですべてこなした場合は放課後を利用	生徒機 DOS/V機 (Pentium III 933MHz RAM256MB) 1人につき1台 LANで接続され、 地震波形データは、 サーバーのHDから 各自が読み込む。
--	--

走時曲線(走時曲線)の作成(1時間)
 手書きで行い、組に含むようになった場合は省略

課題の設定(1時間)
 テーマのねらいをいくつかの例を挙げて示す。予想される結果と物象例を解説する。

データの解析(宿題)
 おもに自作作業

報告書の作成(宿題)
 B4用紙程度の用紙1枚にまとめる。
 図は別につける。

図12 課題研究の実践例

して展開できる。その普及のためには、山崎ほか(2000)が地震分野について呼びかけているように、地球科学全般についてアマチュアリズムを促すことも必要であろう。本論は、その端緒をも与えるものと自負する。

7. まとめ

地震波形データを扱った地学教材を開発し、その実践研究を通して考察を行った。そして、その内容を次のようにまとめることができる。

- ①生データを与え、その処理をさせる地学実習は、情報教育の目標にも合致した理科教育の実践として位置づけられること。
- ②生データを素材とすることで、課題設定の自由度を持つ「課題研究」として、生徒の主体的な学習活動を容易にすることができること。それは、「総合的な学習」としても期待できること。
- ③生データに対して観察や実験を行った場合と同様の実感を持たせる工夫の実例を示し、その必要性を提言したこと。
- ④地震波による揺れを震源域・経路・地盤の3要素で整理した学習指導は、地震波形データを用い

- た課題研究実践に有効であることを示したこと。
- ⑤高等学校の教育における理科と新教科「情報」は、お互いに補充し合う学習の場として確立し、科学的な方法を経験させる意図を明確にするべきことを提案したこと。
 - ⑥防災教育や社会教育などの視点から、学校教育限定することなく、生データ(特に地震波形データ)による教育実践が地域での教育やアマチュアリズムへの呼び水となることを示唆したこと。

本研究の一部として、WVSを用いた実践については南島(2000)と南島(2001a)、地学教育と情報教育については南島(2001b)といった口頭での発表がなされていることを断りおく。また、ソフト開発に関して文部省(現・文部科学省)平成10年度科学研究費補助金(奨励研究(B))課題番号10916015の一部を使用している。さらに本研究と教育実践に用いたデジタル波形データのほとんどは、独立行政法人防災科学技術研究所防災研究情報センター強震観測管理室が運営するK-NET(<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>)が一般に公開しているものを用いている。

謝辞 本研究に関して東京学芸大学の山崎謙介先生には終始励ましをいただいた。また、東濃地震科学研究所の太田裕先生および東京大学地震研究所の工藤一嘉先生には、著者が1994年度地震研究所研究生(東京都教員研究生)のとき以来引き続いて助言をいただいている。本執筆に関して査読者や編集委員、そのほかの方から助言と励ましをいただいた。ここに記してそれら多くの厚意に感謝する。

引用文献

相場博明・馬場勝良・鈴木秀樹・鈴木二正・清水研助・板場修・高橋尚子・西田享邦(2000): 野外と教室をつなぐマルチポイント遠隔授業。地学教育, 53, 25-34.
 花井和志(2000): 高等学校普通科における情報教育推進に関する研究。平成11年度 愛知県教育センター長期研修員 研修報告, 23p.
 池本博司・榊原保志(2000): インターネットと雲分布モデルによる「四季の天気」の学習。地学教育, 53, 1-7.
 加藤昌典(1993): 地殻構造を求める実習に関する一考察。地学教育, 46, 127-136.
 河角 広(1943a): 震度と震度階。地震, 15, 6-12.
 河角 広(1943b): 震度と震度階(続)。地震, 15, 187-192.
 Kinoshita, S. (1998): Kyoshin Net (K-NET). *Seismolog-*

- ical Research Letters*, 69(4), 309-332.
- 気象庁(1996): 震度を知る—基礎知識とその応用—。ぎょうせい, 238p.
- 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, 37-43.
- 南島正重(1999): 学校教育における K-NET データの利用。日本地震学会ニュースレター, 11, No. 4, 35-38.
- 南島正重(2000): 実感を大切にしたい地震波形データ処理実習の指導。地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会予稿集, Ad-005 (CD-ROM; ウェブページ <http://www-jm.eps.s.u-tokyo.ac.jp/2000cd-rom/default.htm> にて閲覧可)。
- 南島正重(2001a): 2000 年鳥取県西部地震やその他最近のイベントを例にした K-net (強震ネット) データの教育活用。地球惑星科学関連学会 2001 年合同大会予稿集, A 4-001 (CD-ROM; ウェブページ <http://www-jm.eps.s.u-tokyo.ac.jp/2001cd-rom/default.htm> にて閲覧可)。
- 南島正重(2001b): 地学の中の情報か情報の中の地学か。日本地学教育学会第 55 回全国大会千葉大会要旨集, 62-63.
- 宮下 治・相場博明(1997): 子どもの自由試行を通した課題解決に関する考察—小学校 C 区分を例として—。地学教育, 50, 167-174.
- 文部省(1979): 高等学校学習指導要領解説 理科編・理数編。実教出版, 15-18.
- 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, 6-8.
- 文部省(1999): 高等学校学習指導要領解説 理科編・理数編。大日本図書, 5-9.
- 文部省(2000): 高等学校学習指導要領解説 情報編。開隆堂出版, 21-25.
- 日本地震学会(1996): 地震はなぜ起こる?—地震のなぞを探ってみよう—。社団法人日本地震学会, VHS ビデオ, 17 分.
- 榊原保志・東原義訓(2000): パソコンによる気象観測記録の中から規則性を調べる学習。地学教育, 53, 201-208.
- 下野 洋(1999): 新教育課程における地学教育の課題—地学リテラシーの考え方に基づいて—。地学教育, 52, 99-106.
- 東京都教育庁指導部指導企画課(2001): 平成 13 年度版地震と安全 高等学校。東京都教育委員会, 8-9.
- 浦野 弘(1996): リテラシーと情報教育の枠組みをふまえた気象教育。地学教育, 49, 41-48.
- 渡辺嘉士・榊原保志・牛山高彦(2000): 教育用アメダス CD-ROM 閲覧ソフトの開発と前線の学習。地学教育, 53, 259-268.
- 山崎謙介・木下繁夫・古瀬慶博・和田安司・上原正義(2000): 「K-NET 利用研究会」について—地震学にアマチュアリズムを—。日本地震学会ニュースレター, 12, No. 1, 17-20.

南島正重: 地震波形データによる地学実習とその総合学習や情報教育への展開 地学教育 56 巻 1 号, 19-35, 2003

〔キーワード〕 地震波形, 情報教育, 総合的な学習, K-NET, 生データ, 教育用ソフト

〔要旨〕 インターネットにて提供される K-NET に代表される, 地震波形のデジタルデータを用いた地学教材を開発し, 高等学校においてその教育実践を積み重ねている。その実践研究を通して, 2003 年度から実施される新カリキュラムの総合的な学習や教科「情報」の目標と照らし合わせながら具体的に考察を施した。その結論から, 本教材のような生データを素材にした理科教育の実践が, 情報教育として, また総合的な学習としても相応しいものになると確認される。そして, 地震波形データの具体的な教育活用例を示したことで, 地震防災教育や社会教育への貢献とアマチュアリズムの昂揚の可能性も展望している。

Masashige MINAMISHIMA: An Educational Module of Seismic Waveform Analysis for Senior High School with the Scopes of Integrated Learning of Earth Science and Information Study. *Educ. Earth Sci.*, 56(1), 19-35, 2003

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

周藤賢治・小山内康人著 解析岩石学—成因的岩石学へのガイド— A5判, 260頁, 2002年9月25日初版, 3,500円+税, 共立出版株式会社

本書「解析岩石学」は、岩石学概論上巻の「記載岩石学」に続く、岩石学概論下巻として出版された。上巻が火成岩、変成岩、堆積岩の分類や記載を記述しているのに対し、下巻の本書では、火成岩と変成岩の成因論の概要と、それを考察する上で最新のさまざまなデータの具体的な解析方法を記述している。しかし、本書は、上巻から完全に独立しており、上巻を読んでもなくても、十分理解できるように構成されている。

本書の特徴は、題名どおり、岩石の化学組成などを使用してモデル化することにより、諸作用を定量的に解析し、さらに天然の岩石への適用を具体的に上げている点にある。そして、副題にもあるように、実際に岩石の成因的な側面を学習できるように、工夫されている。特に、変成岩の記述において顕著に表れている。すなわち、個々の変成岩の精密な解析から変成岩分布地域全体を解析する手法をとっている。そして、解析するための組成共生図の作図方法や、変成反応を把握するための計算方法など、変成作用を解析するための基礎的な事柄についても、十分なスペースが割かれている。火成岩でも具体的なデータを与え、計算などによりどのように解析するかを記述している。

このように、本書は岩石の生い立ちに必要な温度や圧力など解析に必要なデータをどのように得ていくのか、その解析手法が詳細に述べられている。いわば研究者の思考過程までも公開している点で、極めてユニークで、岩石学を志す若き研究者だけでなく、どのように岩石の生い立ちを探るのか、これまで公開されなかった研究方法を知る上で、地学教師にとっても大変有益である。また、ミグマタイトなど現在重要な用語が囲み記事となっており、岩石学を学んでいない者にも理解できるように工夫されている。

本書は3部、10章からなり、その構成は下記のようなものである。

第1部 マグマ

第1章 生成機構

第2章 玄武岩質マグマ

第3章 安山岩質マグマ

第4章 カコウ岩質マグマ

第2部 変成作用

第5章 変成作用解析の基礎

第6章 相平衡と変成反応

第7章 変成分帯と累進変成作用

第8章 温度-圧力-時間経路: P-T-t path

第3部 岩石

第9章 火成岩

第10章 変成岩

第1部ではマグマの成因が、第2部では変成作用の解析を、第3部では、それぞれの岩石の総合的な解析が述べられている。

第1章では、マグマの生成について、相平衡図の読み方など基礎的な事柄が述べられている。

第2章では、最も基本である玄武岩マグマの成因が実験岩石学の成果をもとに解説されている。

第3章では、安山岩マグマの成因が記述されている。

第4章では、カコウ岩質マグマの成因について、化学組成や同位体組成などから、実例を入れて詳細に述べられている。

第5章では、変成作用を解析するための基礎的な事柄である鉱物共生の作図法や反応の計算法を述べている。

第6章では、変成反応過程に必要な、鉱物の相平衡関係と変成反応がシュライネマーカースの束などを用いて述べられている。

第7章では、累進変成作用の解析の基礎となる変成分帯の方法が詳細に述べられ、それらを基礎に低圧型、中圧型、高圧型の累進変成作用が記述されている。

第8章では、変成岩の温度-圧力-時間経路の解析が、具体例に基づき詳細に記述されている。そして、変成反応をもとにした岩石成因論的グリッドによる解析が述べられ、さらに地質温度・圧力計による変成温度・圧力の推定や放射年代の測定が記述されている。

第9章では、マグマの結晶分化作用やマグマによる地殻物質の同化作用、マグマ混合など、マグマが冷却して固結する過程が、岩石の化学組成や同位体組成などから、定量的に解析されている。

第10章では、変成岩の化学組成から変成岩の原岩推定を行う方法を解説し、さらに、超高温変成岩を取り上げて、変成岩の総合的な解析例を記述している。

以上、本書の内容を章ごとに順次述べてきたが、本書の特徴として、岩石の成因への解析が詳細に述べられており、岩石学になじみがない方にも、その成因論手法がよく理解され、大変有益である。特に、岩石成因論を展開するにあたり、本書では意識的に多くの図や表が用いられており大変理解しやすい。これら図は、最新のもので、地学教材の基本図としても大変有益である。

(田結庄良昭)

パソコンによる3次元地形図・地質図の描画

Drawing of 3-dimensional Topographical/Geological
Maps on a Personal Computer

林 武広*¹・小倉泰史*²・岡崎敬之*³・前田卓巳*⁴
永田雄一*⁵・山崎博史*¹・鈴木盛久*¹

Takehiro HAYASHI, Yasushi OGURA, Takayuki OKAZAKI, Takumi MAEDA,
Yuuichi NAGATA, Hirofumi YAMASAKI and Morihisa SUZUKI

Abstract: We propose a method for drawing 3-dimensional geological and/or route maps on a personal computer, and we review the educational benefits of such maps in earth science teaching. In the method, the 3-dimensional map is produced through the process of texture mapping of a planar (i.e., 2-dimensional) geological and/or routemap over a topographic map, using readily-available topographic software containing a function to process digital elevation model (DEM) data (see color figures). In practical teaching of topography and geology, students utilizing the 3-dimensional route and geological maps more readily understand the 3-dimensional distribution and shape of each geological body in a specific area.

I. はじめに

地学の学習では資料として各種の地図や分布図を活用することが多い。すなわち地学の学習では事象の空間的分布や配置、さらにそれらの時間的変化をとらえ、自然の成り立ちや変容の仕組みを考察することが主要な目的であることから、これらの資料は観察すべき対象としても重要な教材である。したがって、各種の図は学習用資料集、インターネットまたはデジタル媒体によるこの種の資料も含め、授業等で幅広く活用されている。一般的には、平面図で表現されている分布図、地図や配置図の類は、実際には3次元空間の現象を2次元で表したもので、あるいは3次元的な要素をまとめた形で2次元平面に投影したものである。日本の火山分布図のように広域的な分布や配置を示した図では、そこに表現されている内容は水平的な要素のみである。そのような場合では、水平方向の広がりに対し、垂直方向の広がりは無視できるレベルであるが、

狭い範囲の事象を扱う場合では垂直方向の広がりを見ることができないことがある。その場合には、3次元的な姿や有様を伝えるため必要に応じて適切な図的表現を工夫しなければならないが、3次元的な分布や配置、あるいは姿を2次元の紙面上に表現することは単純ではなく、例えば、地形図の等高線、また世界地図の図法等、様々な表現法がある。いずれの場合においても、2次元の姿は直観的に理解できるが、3次元の姿を読み取るためには、いくらかの論理的な思考操作が必要となる。

自然事象そのものを教材とする地学の学習にとって、3次元の分布・配置、また姿を的確かつリアルに把握することは、基本的に重要である。そのような能力を獲得し高めることも地学学習の目的の一つであろう。しかしながら、学習者が地形図や地質図等から直ちに3次元の様子をイメージすることは、さほど簡単ではなく、学習をスムーズに進めるためには何らかの工夫が必要となってくる。そのための方法として、例

*¹ 広島大学大学院教育学研究科自然システム教育学講座 *² 米子市立弓ヶ浜中学校 *³ 宇和島市立和霊小学校

*⁴ 広島県神辺町立神辺西中学校 *⁵ (株)アルファ E-mail: neko@hiroshima-u.ac.jp (林 武広)

2002年7月15日受付 2002年12月7日受理

えば、立体模型を使用したり、粘土等で実際に対象物を制作する活動等が試みられてきた。しかし、これらの方法は教材の範囲や時間等の制約があるため実用的ではない。むしろ、3次元の姿が正確に表現かつイメージしやすい鳥瞰図や展望図をパソコンで描画することが好適と考えられる。

現在、日本列島の地質分布を鳥瞰図表示で閲覧できるCD-ROMが市販されている(日本列島の地質編集委員会, 1996)。このCD-ROMにおいて地質分布を表示する範囲は西日本全体、東北日本全体といった広い範囲であり、図の画角や視線方向の変更はできないが、地質分布を地形の特徴と関連づけてとらえることはおおむね可能である。広域的な地質分布を扱う場合に当資料は極めて効果的な教材となるが、さらに、身近な地域のレベルでの地形、任意の地質図や各種の図を、特に生徒自らが調査したルートマップも含めて、画角、視線方向等のアングルを任意に設定しながら3次元描画することができれば地形・地質に関する学習を一層深めることが可能となる。そのための手段として学校での活用を考慮すれば、ごく一般的なパソコンやソフトウェア(以下、ソフト)を用いることが有効である。

そこで、本論では高価な専門的ソフトではなく、一般に使用されているWindowsとMacintoshそれぞれの環境において、廉価な市販ソフト、フリーソフト、シェアウェア等、簡単に入手可能で、かつ、操作も容易なソフトを利用した地形図・地質図の3次元描画(立体的描画)方法、およびそれらを地学の学習で活用する意義と方法について提案したい。

II. 3次元地形図・地質図の意義

地形図は地表の起伏を等高線によって表現したものであり、地質図は地表の地質分布を地図上に表現したものである。地質分布は、もともと3次元空間を占める各地質体がそれぞれ地表に現れたものである。すなわち、それらの分布様式から、大まかに各地質体の3次元形態や地質構造を類推することができる。そのためには、地質図から各地質体の3次元形態を読み取ることが必要不可欠となる。それに基づいて、各地質体の3次元形態や地質体間の相互関係を読み、地質構造の推定を行うこととなる。

専門的な論文等で用いられる地質図では、岩石ごとに異なった模様を用いて水平的な分布を示した図といくつかの断面図を併せて示す方法が一般的であるが、

これらは、地質図について専門的な知識を有することを前提としたもので、上記のようなプロセスを考慮した教育に活用することは難しいと言わざるを得ない。産業技術総合研究所発行の地域地質図では、分布する岩石によってそれぞれ異なった色を5万分の1、ないしは20万分の1の地形図上に重ねて塗色してあるため、地形と地質分布の関係を読み取ることが可能である。この場合においても、まず、ベースである地形図から地表の起伏をイメージし、加えて、それらに地質の分布を重ね合わせながら、3次元の地質分布の特徴を読み取るとは、生徒にとって、あるいは初学者にとって相当に難しいことである。

地図帳などに見られる地図では、標高のレベルごとに異なった色で塗り分けることで起伏が分かりやすく表現されているが、地形図の場合でも同様に、例えば100mごと異なった色で塗色することで、起伏等、地形の特徴がつかみやすくなる。ある地域において特徴的な地形をとらえるのみであれば、とらえることに適した方向をいくつか選び、それらに沿って地形断面図を描くことが効果的である(金個, 2002)。

この塗り分け作業には、時間と労力が必要であるが、生徒にとって有益な活動である(金個ほか, 1999)。林ほか(1993)は、高校地学の授業において広島市元宇品での野外観察と併せ、当地域の3次元地形図(鳥瞰図)を作成させてみたところ、生徒は当地域の地形の特徴を容易にとらえることができ、さらに野外観察で見いだした岩脈の分布と地形とを関連づけられたこと等、学習を深めるために効果的であったと報告している。その一方で、地形図から手作業で標高値を読み取り、パソコン入力することに多くの時間を要したことも指摘した。さらに鹿江・林(1998a, 1998b)および金個(2002)はパソコンによる3次元地形図を提示することで、生徒は対象地域に発達するリニアメントの特徴を容易にとらえることを報告している。特に地質分布や地質図に触れることなく、地形のみを扱う学習においても3次元地形図は十分に効果的と考えられる。

3次元地形図を描くために、1997年以前までは地形図にメッシュを掛け、手作業で標高値を読み取ってパソコンに入力することが必要であったが、その後国土地理院から細密なメッシュデータのCD-ROMが順次発行され始め、さらにそれらのデータを利用する地形図描画ソフトも多数開発されるようになった。これらのデータとソフトを用いて簡便・迅速に3次元地

形図・地質図の描画を行うことは、何かと多忙な教育現場において有益であろう。

山崎・鹿江(2001)は地形図と地質図を用いた学習で、地形と地質の関係をとらえさせることを企図し、広島県三次盆地、および同西条盆地地域において特徴的な方向の地形断面図を描かせ、その後、同方向での地質断面図を示すことで学習効果が得られたと報告している。小倉(1999)、岡崎(2000)および永田(2000)は地域の地質を教材化する研究において、3次元地質図作成に関する先駆的な試みを報告している。前田(2000)は、中学校において地質野外学習を試みた結果、生徒は地質の広がりや2次元的なものとしてとらえる傾向が強いことを指摘している。したがって、地形の特徴と地質分布を同時に示すことができる3次元地質図を活用すれば、より効果的な学習が期待できる。また、地質分布と地質構造の関係を学ぶため、高校地学では地質図学に関する内容が扱われているが、地質分布図から直ちに幾何学的な処理を経て断面図を描くといったプロセスが一般的であり、3次元での地質分布の特徴を十分にとらえないまま学習が進められることも多いと思われる。そのためか、生徒に学習内容を理解させることが難しいとの現場教師の声がよく聞かれる。この学習内容への理解を促進する上でも3次元地形図・地質図は有効と考えられる。

III. 3次元地形・地質図の描画

ここで述べる3次元地質図は、対象地域について、あくまでも地表での地質分布をコンピュータグラフィックスで3次元的に表示するものである。対象地域を構成するそれぞれの地質体について3次元の地質構造のモデリングを行い、それらを組み合わせることにより地質構造を表示するものではない。具体的

は、3次元地形図をベースとし、その地形表面に地質分布図(平面図)を“テクスチャ”として貼り付けること(テクスチャマッピング)で、地質分布を3次元で示そうとするものである。テクスチャマッピングは3次元グラフィックソフトにおいてごく一般的に備わっている機能の一つで、球や立方体等の3次元オブジェクトに“模様”を付けるためのプロセスである。本論の場合では、3次元地形図が3次元オブジェクトにあたる。

表1に3次元地形図・地質図関連のソフトについて、それぞれの名称、制作会社(作者)、入手方法、3次元表現スタイルを示している。なお、この表に挙げたもの以外にも、3次元地形図描画ソフトがいくつかあるが、ここでは筆者らが実際に操作し機能を確認したソフトのみを挙げている。これらのソフトではないけれども、テクスチャマッピングは可能であるが、利用できる画像が数値地図画像等に限定されているものでは3次元地質図描画に対応できない。これら以外に景観シミュレーションを主な目的とするVistaPro(AIsoft社)、Bryce 5D(メディアビジョン社)等があるが、これらも工夫によっては3次元地質図を描くことが可能である。

表1のソフト利用を前提に、まず、基本となる3次元地形図の描画、続いて、3次元地質図描画について概要を紹介する。

1. 3次元地形図

パソコンによる3次元地形図描画の基になるデータとしては、いずれのソフトにおいてもメッシュデータが最も一般的である。そのほか、標高の違いをモノクロの濃淡で塗り分けた地図(グレイマップ)を利用することもできる。グレイマップはメッシュデータから作成するか、グラフソフトや画像関連ソフトで任意

表1 3次元地形図・地質図を描画するためのソフトウェアの例

OS環境	ソフトウェア名	入手方法	制作(販売)会社 または作者	3次元描画	
				表現スタイル	テクスチャマッピング対応
Windows (95以降)	Bird's View Pro	市販品	日本地図センター	鳥瞰図	任意の図
	ラスタープラス3D	市販品	日本地図センター	鳥瞰図	数値地図画像、ランドサット画像
	Uplift	市販品	スタジオボン	鳥瞰図	任意の図
	PixTOPO	フリーウェア	佐藤和己	展望図	数値地図画像
	カシミール3D	フリーウェア	DAN 杉本	展望図	任意の図
Macintosh	数値地図ビューア*	シェアウェア	品川地蔵	鳥瞰図、展望図	任意の図

* 市販品もあり(日本地図センター)

に作図することもできる。

メッシュデータは、特別な必要がない限り CD-ROM で販売されている国土地理院発行の数値地図 50 m メッシュ、または同 250 m メッシュを利用する。50 m メッシュ、250 m メッシュとも 2 万 5 千分の 1 地形図を基にした DEM (Digital Elevation Model) データで、50 m メッシュでは 2 万 5 千分の 1 地形図 1 枚分の範囲を 1 データファイルとし、それぞれコード番号によって区別され全国を 3 枚の CD-ROM に分けて収録されている。250 m メッシュでは 20 万分の 1 地形図の範囲が 1 データファイルとなっており、全国が 1 枚の CD-ROM で収録されている。これらのコード番号と地名で表されている地形図との対応は販売店で配布されるメッシュコード一覧図 (地図)、または数値地図 CD-ROM に添付されている簡単なソフト (Windows のみ対応)、あるいは表 1 のソフトのうち、「カシミール」では画面上の地図を参照

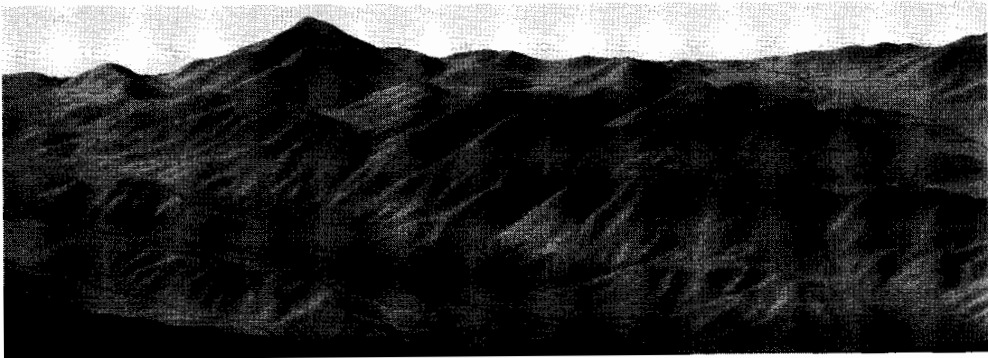
しつつ選択できる。

数値地図には、そのほかに地図画像が収録された数値地図 200000 (20 万分の 1 地形図の画像)、同 50000 (5 万分の 1 地形図の画像)、同 25000 (2 万 5 千分の 1 地形図の画像) があり (以下、数値地図画像)、さらに、メッシュデータと組み合わせて使用する場合に便利な、数値地図 25000 (地名・公共施設) および同 (行政界・海岸線) など、様々な種類のもが発行・販売されている。なお、数値地図の詳しい情報は国土地理院のホームページ (<http://www.gsj.go.jp/MAP/CD-ROM/cdrom.html>) を参照されたい。

実際に 3 次元地形図を描画する場合には、表 1 に挙げたいずれのソフトでもメッシュデータファイルを CD-ROM から読み込むことで簡単に実行することができる。

3 次元地形図の表現スタイルとして、鳥瞰図と展望図の 2 種類があるが、ソフトによっては、どちらか一

図 15 鳥、展望の地形 1.0 版
広島からの地形を参照。



—— 主要河川 —— 鉄道 —— 主要な道路

図 1 広島市東部地域の地形を 3 次元描画した例
上：鳥瞰図，下：展望図。「数値地図ビューア」，「数値地図 50 m メッシュ (標高) 日本 III」，「数値地図 25000 (地名・公共施設)」および「JMC マップ」を使用。

方、または両方とも描画可能である。

鳥瞰図は、描画対象範囲の無限遠の上空から地表を見下ろしたように描く投影法で、描かれる地形は場所によらずすべて同じサイズで描かれる。展望図は、描画対象範囲内あるいは近傍の視点から眺めたように描く投影法で、遠近感を示すため、視点から遠いものほど小さいサイズで描かれる。図1に、広島市東部地域の鉢取山付近を中心に、当地域を西方向から眺めたように描画した鳥瞰図と展望図の例を示す。

図1のように鳥瞰図および展望図は、それぞれ有利な点があるので、目的に沿って描画法を選択することになる。双方とも描画に先だって、3次元表示に必要な描画範囲、視線方向、視野角、俯角(仰角)、拡大率等の条件を設定する必要がある。展望図では、条件設定が鳥瞰図に比べやや煩雑ではあるが、例えば、ある山の上から地形を眺めた様子や平地から山地を見上げた様子など、生活の中で実際に経験できうるような、よりリアルな3次元描画も可能となる。これらの条件設定は、マウスの操作や数値の入力によって行うことが一般的である。

3次元地形図では上記の例のように、標高の範囲ごとに異なった色で塗り分け(段彩図)、さらに、起伏を際立たせるために陰影処理を施すことが一般的である。特に、“陰影は”、3次元地質図の場合に地表の起伏を強調するために重要な要素となる。

3次元地形図は次項で述べる3次元地質図のベースとなるので、3次元地質図の描画前にこのプロセスを実行し、対象地域の地形の特徴をとらえておくことも重要である。

2. 3次元地質図

3次元地質図は、前項で述べたメッシュデータを用いて描く地形図に平面地質図をテクスチャマッピング

し、3次元地形図を描画する場合と同じ要領で鳥瞰図、あるいは展望図を描くことで完成する。テクスチャマッピングは地質図に限らず、ルートマップ、土地利用図等いかなる図でも可能である。具体的な手順としては、前項で述べた3次元地形図の操作に加え、地質図画像ファイル読み込みとテクスチャマッピング実行のための各種設定操作を行うことになる。設定操作の中心は、テクスチャを地形図上の相当する位置に重ねるための“位置合わせ”である。表1のいずれのソフトにおいても、位置合わせのための基本として、貼り付ける地質図の対角の2隅、あるいは4隅の緯度・経度の値が基本となる。これらの値と、メッシュデータから描かれる地形図中のそれぞれ同じ緯度値・経度値を持つ位置を合わせることになる(図2)。この操作は、やや煩雑であり、精密に一致させることは容易ではないが、試行を繰り返すこと、また操作習熟により十分な結果を得ることができる。

続いて、鳥瞰図や展望図の描画を実行すると、地表の起伏に張り付く形で3次元地質分布が描画されるが、テクスチャが貼り付けられた部分には、地形図の場合のような標高段彩図は表示されない。そのままでは、地形の起伏が明瞭ではないので、“陰影処理”を施すことになる。陰影処理を前提とした場合、テクスチャとしての地質分布図中に“模様”や“文字”等が多用されていると、それらが“陰影”と重なり合い地表の起伏が分かりづらくなる。したがって、地質分布は色のみで塗り分ける等、できるだけ単純な表現が望ましい。

図3には、広島市東部地域のルートマップを鳥瞰図で描画した例、また図4には図3に示した地域の地質分布を鳥瞰図で描画した例を示す。両図とも図1上で示した3次元地形図上に、それぞれの図の左に示した

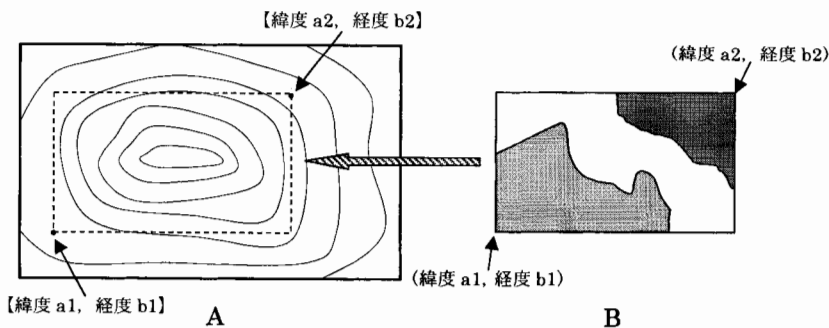


図2 地質図(平面図)をテクスチャマッピングするために行う位置合わせのイメージ
A: メッシュデータから描画される地形図, B: 地質図。

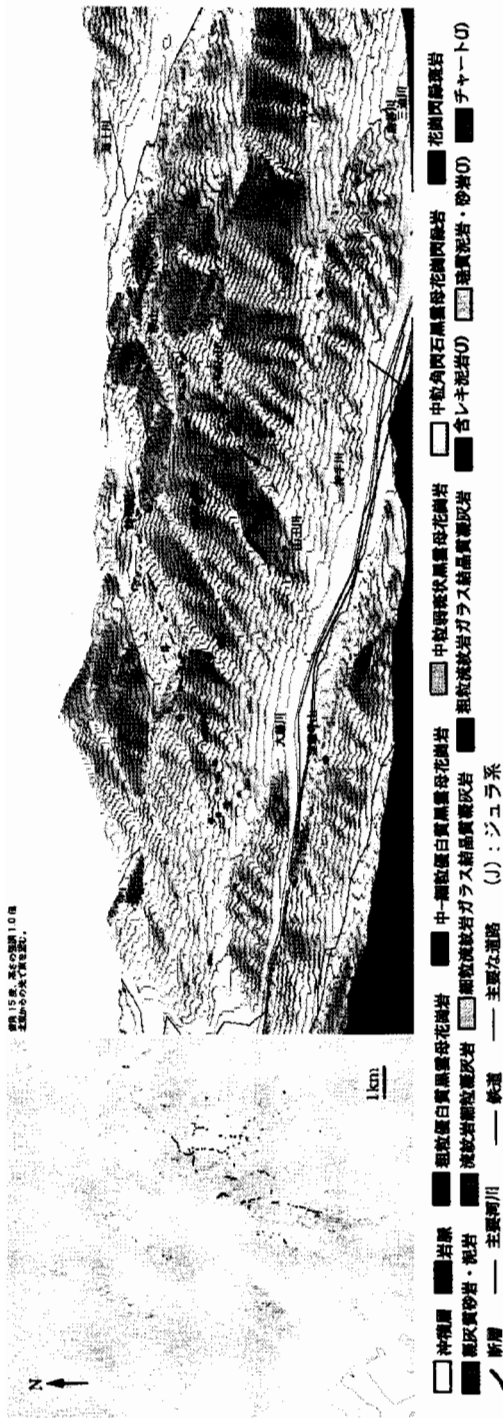


図3 ルートマップを3次元描画した例(広島市東部地域)
 左の図はテクスチャマッピングしたルートマップ、「カシミール3D+等高線図・白地図プラグイン」で描画した平面地形図上で岡崎(2000)に基づいてルートマップを作成。「数値地図ビューア」,「数値地図50mメッシュ」,「数値地図25000(地名・公共施設)」および「JMCマップ」を使用。



図4 3次元地質図の描画例(広島市東部地域)
 左の図はテクスチャマッピングした地質図, 岡崎(2000)および高木・水野(1999)に基づいて地質図を作成。凡例は図3と同一。「数値地図ビューア」,「数値地図50mメッシュ」,「数値地図25000(地名・公共施設)」および「JMCマップ」を使用。

平面図をテクスチャマッピングしたものである。

地質図やルートマップ等、テクスチャ用の画像ファイル作成に関しては、表1に挙げたソフトには画像の作成・処理機能が備わっていないため、一般のpaint系あるいはdraw系のソフトの利用が必要である。本論では、指導者(教師)による地質図の編集、あるいは生徒が行った野外調査の結果を活かしてルートマップや地質図を作成することを念頭においている。そこで、最も簡便な方法としては、2万5千分の1、または5万分の1地形図に地質分布を直接描くか、あるいは地形図の上に重ねたトレーシングペーパーに描いた後、イメージスキャナで読み込み、画像ファイルとして保存することである。ファイル形式は使用するソフトに応じ、読み込み可能な形式(多くの場合、JPEGあるいはBMP)を選択する。

地質図作成は上記の“位置合わせ”が前提であるので、地形図をベースにすることが好適である。また、画像の読みとり時の“ずれ”や“歪み”を可能な限り少なくするような工夫も必要となる。

地質図を描く場合、手書きではなく、パソコン上で行うことも可能である。その場合には、まず、地形図を読み込み、その画像を“背景”として、別のレイヤー上に各種のツール(直線、曲線等)を用いて図を描き、それを保存すればよい。このような場合、地形図として数値地図画像の利用が便利である。これらの画像は1ファイルのサイズ(4.5 MB)は大きい印刷にも十分なクオリティを有しており、パソコン上で地形図を活用した各種の作図にとって、極めて有効なメディアである。その他、図3の例のように、メッシュデータから白地図(等高線図)を描けるソフトも利用できる。

なお、産業技術総合研究所や都道府県等から発行されている地質図を直接、スキャナで読み込むことも想定されるが、その場合には著作権について十分な配慮が必要である。

これまで述べてきた3次元地形図・地質図は静止画を前提としてきたが、それらをムービー化すれば、連続的にアングルを変化させながら観察することが可能となるので、3次元での地形や地質分布の特徴をとらえる上で一層効果的である。

IV. 3次元地形・地質図の活用への提案

前章までに述べてきた3次元地形図、同地質図の意義および描画法をふまえ、それらの活用について考察してみたい。

3次元地形図・地質図を活用できる学習としては、まず、中学校2分野“大地の変化”、高等学校地学Ⅰの“野外観察と地形・地質”の学習において、火山、断層、海岸段丘等に関わる地形の見方や特徴を説明する場合、また、身近な地域の地形・地質を教材として取り上げて大地のつくりや構成を説明する場合に、提示用資料として十分活用可能と考える。

中学校選択理科の“課題研究”、高等学校地学Ⅰの“野外観察と地形・地質”、または同地学Ⅱの“課題研究”等において地質野外調査を行う場合には、生徒は地形図をベースにして、観察事項を記録したルートマップを作成し、それらと他の資料も参考にしながら、調査した地域に出現する各地質体の3次元的な分布を考えることになる。野外調査の際には、3次元空間を意識しつつ観察を行い、記録することが重要であるが、生徒の場合、観察地点を確認することと露頭での岩石同定が精一杯になることが多く、ルートや露頭の3次元的な配置を認識しながら調査を進めることは容易ではない。さらに、調査後に教室で結果をまとめ、分布を考える際には、地形図の等高線で表現された地面の起伏と、調査で確認した岩石の出現状況とを、関連づけながら考察することもまた容易ではない。

そこで、まず、ルートマップを3次元描画すれば、平面図上の点・線で表された露頭や岩石の配置・分布を3次元で直観的にとらえることができる(図3)。そのため、各露頭の空間的相互関係や出現岩石の空間的広がりを考察させる上で効果的である。引き続き、その考察結果に基づいて手書き、あるいはパソコン上で平面地質図を描き、それを3次元描画すれば(図4)、各地質体の3次元での分布様式や地質構造の考察へ発展させることが容易となろう。このようなプロセスを通して、再調査が必要な場所、あるいは新たに調査したいルートが認識されること、つまり野外調査へのフィードバックも期待できる。

さらに、高等学校地学Ⅰの“野外観察と地形・地質”で扱う“地質図”の学習では、簡単な地形図上に地質分布を重ねて描いた図を読み、地質断面図を描くといった内容があるが、その図から3次元的な地質分布の特徴をつかむことは生徒にとって難しいことである。そこで、例えば身近な地域の地質図(平面図)と併せ、その図の3次元描画を示すことで、地質体の3次元的な構造がイメージしやすくなり、断面図の作図学習へスムーズに進められることが期待できる。筆者

のうち林が上記のような試みを大学生の授業（実験）で行ったところ、地質図に初めて接する学生でも、3次元的な地質分布の特徴を容易にとらえることができた。その後、課した地質断面図の学習では、それらの学生は平面地形図上に示された各地質体の3次元的な構造を容易にイメージし、容易に断面図を描くことができた。

また、本方法は高等学校理科総合Bや中学校・高等学校の総合的な学習の時間等において地域を対象とした調査・研究活動を行った場合に、調査結果をまとめたり、考察する場面でも活用可能と考える。

V. おわりに

地学の学習では、時間・空間概念の形成が大きな目標であり、空間概念に関しては、自然の事象を調べ、働きかける活動を通して3次元的な見方・考え方を育成することが重要な要素である。しかし、現状では、このような見方・考え方は、中学生、高校生および大学生に見る限り、必ずしも十分とはいえない。自らが立って生活する大地の様子、またはその構成を3次元的にとらえることは、地学本来の内容のみならず、環境、防災といった面からも重要である。3次元空間認識については、数学で扱う部分もあるが、地学教育においても地質関連内容のみならず、天文、気象内容も対象に、その認識能力を高めるための工夫が必要と考える。そのことは同時に、学習内容の理解促進に密接に関わることでもある。本論では、地形・地質に関する図の3次元描画とその活用について提案したが、今後は、地域地質図、土壌図、災害地図等も簡単に迅速にパソコン上で扱うことができるよう、数値画像化されていくことを期待したい。

引用文献

林 武広・田中正樹・有田正志・鈴木盛久(1993): 地学

- 領域におけるCAIの実践的研究II—中・高等学校における指導例—。広島大学教育実践研究指導センター紀要, 5, 91-101.
- 金個 忍・下久吉博宣・山崎博史(1999): 地域の地形・地質の教材化—尾道地域を例に—。日本地学教育学会第53回全国大会要旨集, 142-143.
- 金個 忍(2002): 尾道地域の地形・地質の教材化。広島県立尾道東高等学校研究紀要, 創刊号, 45-58.
- 鹿江宏明・林 武広(1998a): 身近な地学的事象を調べる中学校理科学習におけるコンピュータ活用。学校教育実践学研究(広島大学教育学部附属教育実践総合センター), 4, 59-66.
- 鹿江宏明・林 武広(1998b): 理科授業における生徒の学び方—地形図学習における事例研究—。広島大学附属東雲中学校研究紀要「中学教育」, 30, 57-65.
- 国土地理院(1997): 数値地図50mメッシュ(標高)日本III. CD-ROM.
- 国土地理院(2000): 数値地図25000(地名・公共施設)。CD-ROM.
- 前田卓巳(2000): 沼隈半島の地質の教材化に関する研究。広島大学大学院学校教育研究科修論抄, 19, 237-240.
- 永田雄一(2000): 西条盆地における新生界の地質学的研究およびその教材化。広島大学大学院学校教育研究科修論抄, 19, 229-232.
- 日本地図センター(2002): JMCマップ(日本)。CD-ROM.
- 日本列島の地質編集委員会(1996): 理科年表読本 コンピュータグラフィックス日本列島の地質(CD-ROM付)。丸善, 東京, 139p.
- 小倉泰史(1999): 広島県中西部に分布する白亜紀火山岩類の研究及びその教材化への試み。広島大学大学院学校教育研究科修論抄, 18, 213-216.
- 岡崎敬之(2000): 広島市東部地域の火成岩類に関する地球科学的研究およびその教材化。広島大学大学院学校教育研究科修論抄, 19, 197-200.
- 高木哲一・水野清秀(1999): 海田市地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 1-27.
- 山崎博史・鹿江宏明(2001): 地形と地質の対応関係—時間・空間概念の育成をめざした理科教材の研究—。学校教育実践学研究(広島大学教育学部附属教育実践総合センター), 7, 99-104.

林 武広・小倉泰史・岡崎敬之・前田卓巳・永田雄一・山崎博史・鈴木盛久: パソコンによる3次元地形図・地質図の描画 地学教育 56巻1号, 37-45, 2003

[キーワード] パソコン 地質図 地形図 3次元 数値地図

[要約] 国土地理院発行の数値地図メッシュ(標高)CD-ROMと廉価な市販ソフト、フリーソフト等、簡単に入手可能なソフトを用い、3次元地形図を描画する方法、さらに3次元地形図にテクスチャとして地質分布図を貼り付け、3次元地質図を描画する方法の概要を紹介した。この方法によって地質分布の3次元的な広がりが見えやすくなること、地質図の意味への理解が促進されること、また、生徒が野外調査したルートマップ等も描画すれば、野外調査活動へのフィードバックも期待されることを提案し実践した。

Takehiro HAYASHI, Yasushi OGURA, Takayuki OKAZAKI, Takumi MAEDA, Yuuichi NAGATA, Hirofumi YAMASAKI and Morihisa SUZUKI: Drawing of 3-dimensional Topographical/Geological Maps on a Personal Computer. *Educat. Earth Sci.*, 56(1), 37-45, 2003

本の紹介

堆積学—新しい地球科学の成立 岡田博有 著

古今書院, A4判, 219頁, 2002年5月, 3,500円

堆積学の教科書としては、すでにいろいろな本が出版されているが、本書はその「まえがき」にもあるように、既刊の教科書には見られない「これまでの堆積学発展の流れの中で堆積学を解説した」斬新な教科書である。科学の歴史をたどったとき、自然に対する見方や考え方の変遷は決して単調・一様ではなく、大きなうねりや時には爆発的な変化すらあった。そして、大きな変化の起こった時期には、古いパラダイムから新しいパラダイムへの転換があった。したがって、過去のある時期の一連の科学研究の意義を真に理解するためには、現在の我々のパラダイムからではなく、当時の研究者たちの共有していたパラダイムの中に入ってみなければならない。本書は堆積学の基本的原理や方法論を、このような視点から理解させてくれる初めての書である。世界的にも類のないこのような教科書が、日本で出版されたことの意義は大きい。以下、目次に沿って本書の内容を紹介する。

1章「堆積学とその位置づけ」では、堆積学とは何か、堆積学の対象と関連領域との関係などが描き出されている。

2章「堆積学前史」は一地質学と層序学の発達—という副題どおり、地向斜概念に至るまでの歴史を、「1. 地層の重なりと時間軸—層序学の萌芽—、2. 近代地質学の幕開け—不整合概念の成立、3. 層序学の成立—地質図の作成と地層対比—、4. 斉一観と現在主義、5. 地向斜概念と地層研究」の5段階に分けて記述し、その中で堆積学がその独自領域をどのように鮮明にできたかが解説されている。

3章「地層の見方の発展」では、堆積学の根幹である地層の堆積状態とその形成過程に関する見方の発展が描かれている。「1. 堆積過程と古環境解析」では、Lyellの堆積構造の観察から、Sorbyの堆積過程の考察を経て、Baileyの堆積構造による地層の上下判定と堆積環境推定までが簡潔にまとめられている。続けて「2. の古流系解析」ではPettijohnらによる堆積構造から古流系解析への発展、さらに「3. 堆積盆解析と広域堆積学」への発展がたどられている。「4. 混濁流概念の確立」では、密度流と混濁流、実験による混濁流の実証、現行混濁流の観測、重力流概念の提唱、ター

ビダイトとパウマ・シーケンス、タービダイトの地質学的意義、タービダイト研究の諸問題—反転混濁流、遡上混濁流など—の順に60年あまりにわたるこの分野の研究の歴史に沿って理解が深められるような構成になっている。さらに、「5. 音響層序学」とその上に構築された新しい「6. 束層（シーケンス）層序学」についても、丁寧な解説と研究手法の確立の過程が描かれている。

4章「堆積岩石学の発達」では、堆積学のもう一つの柱をなす堆積岩岩石学が、発展の歴史に沿って解説されている。

5章「地層学の発達」では、相概念の発達の歴史、垂直的な岩相の違いが本来は水平的な環境の違いによるというWaltherの岩相対比の法則、相解析とそこで用いられる相モデルなどが扱われている。

6章「堆積学の成立」では、成立に先立つ西ヨーロッパ、ロシア、アメリカの3学派の学風とその背景、野外、実験、理論の三位一体化による近代堆積学の成立、堆積学の用語に関する論争、堆積学の組織化などが記されている。

7章「海洋底研究と堆積学」では、チャレンジャー号による成果から始まり、グローマー・チャレンジャー号による深海掘削がもたらしたさまざまな発展が丁寧に解説されている。

8章「日本の堆積学」では、明治初期の堆積学揺籃期から1950年頃の堆積学の成立を経て現在に至るまでの歴史がたどられている。

そして、9章「21世紀の堆積学」では、堆積学の将来を、堆積学と層序学のさらなる統合、壮大な夢を抱かせる惑星堆積学、社会的に期待される地球環境の問題での堆積学の役割などの観点から俯瞰されている。

本書は、専門が地質以外であったためにこれまで堆積学をきちんと学ぶ機会がなかったという教育関係者にとっては、歴史をたどりながら堆積学を面白く学べる教科書である。また、地質学を専攻してきた人にとっても、多くの新しい視野を提供してくれる有益な書である。また、どの部分の記述についても根拠となった文献があげられており、そのリストは巻末で36頁にも及ぶ。これによって、読者の興味に応じてより詳しく調べることができるよう配慮されており、著者の研究姿勢がにじみ出ている。 (林 慶一)

初心者のための雲に関するデジタル図鑑の開発

Development of a Digital Picture Book about Cloud for Beginning Learners

中澤美三*1・榊原保志*2

Yoshimi NAKAZAWA and Yasushi SAKAKIBARA

Abstract: A digital picture book about clouds was developed for beginning learners. It consists of five web pages containing activities such as cloud classification, cloud investigation, fun cloud facts including a movie, and a cloud matching game. A trial lesson using this digital picture book at a junior high school helped students identify more cloud types than the formerly used method with long-term retention.

1. はじめに

都市化の進展に伴い身近な自然が減少し自然体験の機会は少なくなってきた。教育課程審議会の答申(平成10年7月)における理科の改善の基本方針では、自然体験や日常生活との関連を図った学習を一層重視することが述べられている。下野(1998)は理科教育全体の中で自然体験を充実させるべく様々な野外活動を展開することが不可欠とし、野外活動の展開に当たり教室内の学習と野外学習との連携をどのように図るべきかが課題であるとしている。

野外観察の1つに雲の観察がある。中学校の教科書では、雲の名称は、第2分野の気象単元の最後の部分になる前線の学習において、前線の構造と関連して初めて出てくる。例えば、寒冷前線の説明では、「暖気が寒気によって急速に押し上げられ、強い上昇気流が生じる。そのため、積乱雲などが生じ…」とあり、またそれを説明する前線の構造図にも雲の名称が書かれている。学習指導要領(平成10年度12月)解説—理科編(文部省, 1999)では、「前線が通過する際、雲の様子が次々に変化していく。その雲の様子の変化を野外で観察させることができれば生徒にとって興味深い学習とすることができる」と書かれてある。雲の様子とは雲の状態や姿を指し、雲の形・色・厚さ・高度などから雲は分類される。前線の通過に伴う雲の変化に気づくために多様な雲の存在を学習しておくことは必要であろう。また、雲は気象観測の項目の中で唯一測器

が不要でかつ目に見える現象なので、実際に雲を観察させることは、雲に親しみを持たせ、これまで抽象的でイメージが湧きにくかった前線の構造の理解を助けるものと考えられる。

山下(1996)は天気と雲の学習を取り上げ教室での事前指導と学習の意味づけの事例を示している。このような報告はあるものの、教育現場では身近な雲を野外に出て実際に観察することがあまりないのが実状である。雲の野外指導の難しさには、授業時間内に、すべての種類の雲が見られないこと、見られる雲が典型的なものばかりでないことが考えられる。普及しない要因には、雲の特定を苦手とする教師が多いこともある(榊原ほか, 2002)。

教科書や資料集には典型的な十種雲形の雲が掲載されている。しかし、出現する雲は、典型的な形の雲ばかりではないので、雲の種類を見分けるには、雲の図鑑があると便利である。これまで『雲』(倉嶋・鈴木, 1986)、『雲のかお』(武田, 1998)といった雲の写真に関する良書も出版されている。

一方、教育現場へのコンピュータの導入、インターネットの普及によりウェブページを利用した調べ学習が行われ始めた。ウェブページはインターネットの環境さえあればいつでも誰でも利用できる長所があり、広く利用されることが考えられる。このようなウェブページには『雲の百科』、『雲の図鑑』があり、雲の写真が充実した優れたコンテンツである(表1)。ただし、これらのページには雲の写真から雲種を調べる機

能や楽しく学べるような工夫は少なく、小中学生のような初心者には適しているとはいえない。

本研究では、児童、生徒等の初心者を対象にした、雲に関する解説、視覚的に雲の種類を調べる検索、楽しく学習できるクイズ・ゲーム等のページを有する雲のデジタル図鑑を開発し、それをを用いた試行授業を公立中学校で行った結果、この教材は雲の学習に役立つという感触を得たので、ここに報告する。

2. 雲の種類と出現

天空に雲が占める割合は雲量といい、この大小によって、快晴、晴れ、曇りの天気分類される。地方気象台では、雲の種類を観測は雲量の観測と同時にされるが、一日における観測回数は地方気象台や測候所によって異なる。松本測候所では1日7回の観測が行われているが、長野地方気象台では4回の観測がある。ここでは長野地方気象台で2001年に観測された雲種データをもとに季節による観測できる雲の出現について検討する。なお、教育現場での観測可能性を検討しているので、日中に観測が行われた9時と15時の観測記録を利用した。

図1は十種雲形で分類される雲が1年間の平均としてどの程度のパーセントで観測できるのかを示したものである。図からわかるように、積雲、巻雲、高積雲の順でよく見られる。もっともよく見られる積雲は

表1 雲のウェブページのURL

雲の百科	http://w.and_b.hp.infoseek.co.jp/
雲の図鑑	http://www.asahi-net.or.jp/~EP3N-KIZM/zukan/clouds/clouds.htm

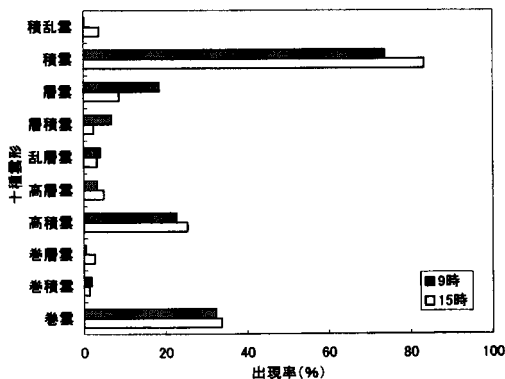


図1 長野市における雲の種類別年間出現率 (2001年)

80%にも達し、かなりの確率で観測できるといえる。この積雲の月別出現頻度を示したのが図2である。多く出現する月は7月8月であることがわかる。また、15時における頻度は9時のものと比べ同じか多いといえる。これは地表面が熱せられ、上昇気流が活発になる季節や時間帯であることに関係があると考えられる。ただし、一般に夏季是水蒸気の量が多く、雲は白っぽくなるので、よく澄んだ青空になりにくい。これは、印象深い雲の観察の場を提供する上でマイナス点である。

図3は1回の観測で見られる雲の種類数の平均を月別に示したものである。一年の中で雲の種類が多く見られる季節は夏季である。しかし、最も多かった7月でも2.4であり、一度に多くの雲を観察できることを期待しない方がよい。ちなみに、9時と15時ともに年間の最大雲種数は4である。

3. 雲のデジタル画像の作成

雲のデジタル図鑑を作成するに当たり、素材となる雲の静止画像、連続画像(動画)を撮影した。

雲の画像は主としてデジタルカメラ(オリンパス製、C-1400)で撮影した。銀塩カメラによる方法では

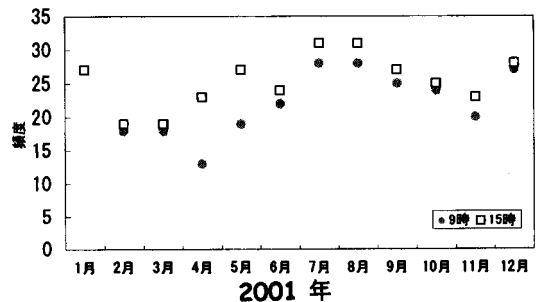


図2 長野市における積雲の月別出現頻度

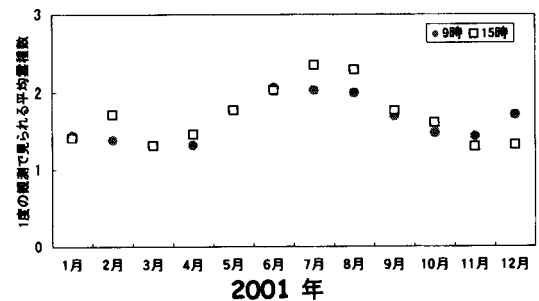


図3 長野市における1回の観測で見られる月平均雲種数の季節変化

現像費等のコストとスキャナで取り込む作業時間がかかるからである。撮影に当たっては、雲の大きさや高さが確認できるように地上の風景を取り入れたり、その雲の特徴がわかるようにズーム撮影を行った。

デジタルカメラの撮影モードをHQ (1280×1024ピクセル) に設定し、撮影した画像をフォトタッチソフトで画像補正した後、次の3つの形に加工した。1つ目はOHPシートへの印刷を考え、A4判の印刷に耐えるようHQモードの元画像サイズのままのもの、2つ目は、ウェブページ用資料として、学校にあるパソコンのディスプレイでスクロールせず表示できるように元画像を1/2サイズに縮小したもの、3つ目は、ウェブページで画像の表示速度を上げたり検索しやすくするためにサムネイル画像にしたものである。サムネイル作成には、画像もきれいで一括変換できることから、サムネイル作成フリーソフト「ART Image Master」(長瀬かずなり氏作成)を使用した。

雲の連続画像は、デジタルカメラとパソコンを用いる中井(1998)の方法により行った。本研究では、デジタルカメラにCASIO製QV-30、パソコンにEPSON製PC-486NOTEを使用した。このシステムを、信州大学教育学部西校舎最上階の天体観測教室に設置し、2分間隔の連続撮影を行った。

4. 雲のデジタル図鑑の作成

図鑑はいつでもどこでも多くの人に利用できることを考え、ウェブ上で利用できる形式で作成した。また、ユーザーとして小中学生のような初心者を想定したので、図鑑の写真集のような多くの画像を用意したほかに、視覚的に雲を調べる検索機能、楽しく学習できるクイズやゲームのページを設けた。ウェブページ製作

には、市販のホームページ製作ソフト「VisualPage」(シマンテック製)を使用し、Java言語による神経衰弱とクイズ等のゲームコーナーを設けた。Javaアプレットは、Javaプログラミング支援ソフト「Visual Cafe」(シマンテック製)で製作した。ウェブ上の動画については、撮影した画像を画像表示ソフト(例:「ACDSee」ACDsystem社製)でスライド表示させた。

5. 雲のデジタル図鑑の概要

図鑑の内容は、大きく分けてA雲の分類のページ、B雲の検索ページ、Cちょっと面白い知識のページ、D雲のクイズのページ、E雲のゲームのページで構成される(図4)。以下、その内容について述べる。

5.1 雲の分類のページ

このページでは、雲を層状雲のもの、対流雲のものに大別し、さらに、できる高さや降水のあるなしでさらに分類した(表2)。この表には、生徒が理解しやすいよう見た目のイメージによる区分及び俗称を付け説明した。また、雲のでき方についても触れ、巻積雲と高積雲、巻層雲と高層雲、積雲と積乱雲の違いなどよく似た雲の見分け方のコツを述べた。さらに雲に関する用語のページを設けた。

5.2 雲の検索のページ

ここでは雲の分類の仕方を説明する。雲の検索ページは、①調べたい雲の形や高さに着目し問答形式で検索していくと、雲の名前や特徴が調べられるページ、②多様な雲の写真の中から、調べたい目的の雲と似たものを探し出し、名前や特徴が調べられるページ、③名前から調べたい雲の特徴を調べられるページの3部からなる。

①問答形式の検索ページでは、生徒のとらえやすい形と高さを目安に検索できるようにした。例えば、図5aのそう状の雲、わた状の雲、その他から層状の雲を選ぶと検索2の画面(図5b)になる。ここでは高いところにある雲、低いところにある雲、雨が降っている雲の中から近いものを選ぶ。すると図5cの画面が出てきて、すじ状の雲、べール状の薄い雲、べール状の厚い雲に対応する写真が出てくる。ここですじ状の雲を選択すると図5dの画面が出てきて、検索の結果、条件に合う雲は巻雲となる。

②多様な雲の写真の中から検索するページでは、典型的な十種雲形の写真だけでなく、日常見られる様々な雲の写真を140枚用意し、生徒が調べたい雲の形に

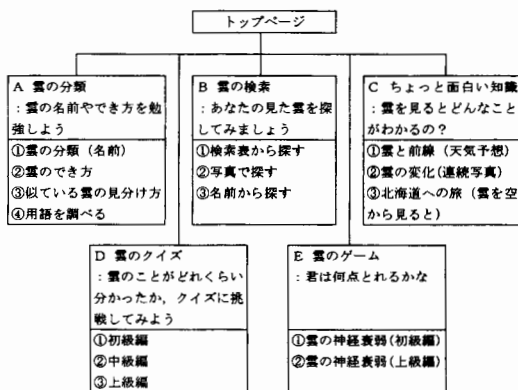


図4 雲のデジタル図鑑の概略

表2 十種雲形の分類 (榊原・中澤, 2001)

		名称	俗称	A	B	C	D	E
層状雲	上層雲	巻雲 巻積雲 巻層雲	すじ雲 うろこ雲, いわし雲 うす雲	○	○	○		
	中層雲	高積雲 高層雲	ひつじ雲 おぼろ雲		○	○		
	下層雲	層積雲 層雲 乱層雲	うね雲, くもり雲 きり雲 あま雲, ゆき雲			○ ○ ○ ○		○
対流雲	積雲 積乱雲	わた雲 入道雲, かみなり雲					○ ○ ○	

A: 髪の毛 (すじ) のような, B: 小さな雲片が群をなす, C: 層状をしている, D: モクモクした, E: 雨を降らせる

近いものから見つけられるようにした。また、これらの写真は、表示速度を向上させるために縮小してあるが、画像をクリックすると拡大表示する。③名前から検索するページは、雲を読む本 (高橋, 1982) などを参考に、十種雲形の名称に正式な名前のほか俗名も取り入れた。また、間違えやすい似ている雲の見分け方のページも含まれる。

5.3 おもしろい知識のページ

(1) 雲と前線 (天気予想) のページ

観天望気を行うことで天気予想ができること、天気のことわざをもとに温暖前線や寒冷前線の通過に伴う雲の種類の移り変わりの解説、その他のことわざなどの説明がある。

(2) 雲の変化 (連続写真) のページ

気象観測で雲の様子を観察する目的は、雲形を見分けるだけでなく、天気の変化を知る手がかりを得ることにある。このページでは時間の推移に伴い雲の形や種類が様々な変化していく様子が繰り返し見られるようにした。

天気の変化が明瞭に体験できる気象現象として、前線の通過がある。前線が通過しそうな時を見計らって、雲の様子を観察する授業を設定することが望ましいが、授業に都合良く前線は通過してくれないので、観測資料を利用せざるを得ないだろう。動画を作成するに当たり、334枚の連続静止画像を利用した。収録動画は、1998年11月17日に長野市を寒冷前線が通過した時のものである (図6)。動画を見ると、雲の変化は、時刻とともに急速に雲が厚みを増し、空が暗くなり、11時ごろ窓に水滴のつくほどの強い雨となり、

その後、14時には急速に天気が回復していく様子がわかる。また、この動画と各時刻における天気図・衛星雲画像を合わせて表示するようにした。画面では、停止ボタンやコマ送りボタンを用意し、観察できるようにした。なお、画像が見にくい場合は動画の基である一つ一つの静止画像のファイルをダウンロードして自分のスライドソフトでも見ることができるよう書庫を用意した。この書庫には1998年11月17日のほかに、同年10月15日、10月16日、12月8日の画像ファイルが収録されている。

(3) 北海道への旅 (雲を空から見ると) のページ

地上から観測した場合、夕方の太陽光のあたり方がちがう時など特殊な場合を除き、雲の高さや階層構造に気付きにくい。筆者の一人が、1998年9月25日に長野県の松本空港から北海道の千歳空港まで飛行機に搭乗した際に、機内から雲の様子を撮影した写真を用いた。飛行機が上昇し雲頂を超えたときの空に巻雲が見られる様子 (図7の雲画面の左上) や、雲底がそろっている様子を示した。また、フライト中に対応する12時の衛星画像を並べて表示した。

5.4 雲のクイズのページ

クイズのページは、十種雲形の名前や写真・形を当てる初級編と、雲形の天気やことわざの関係を考える中級編、前線の通過に伴う雲の変化を考える上級編を用意した。生徒が難易レベルに合わせて選択できるようにした。

5.5 雲に関する神経衰弱ゲームのページ

このページには、十種雲形の写真と名前を合わせる、いわゆる神経衰弱ゲームがある (図8)。このゲー

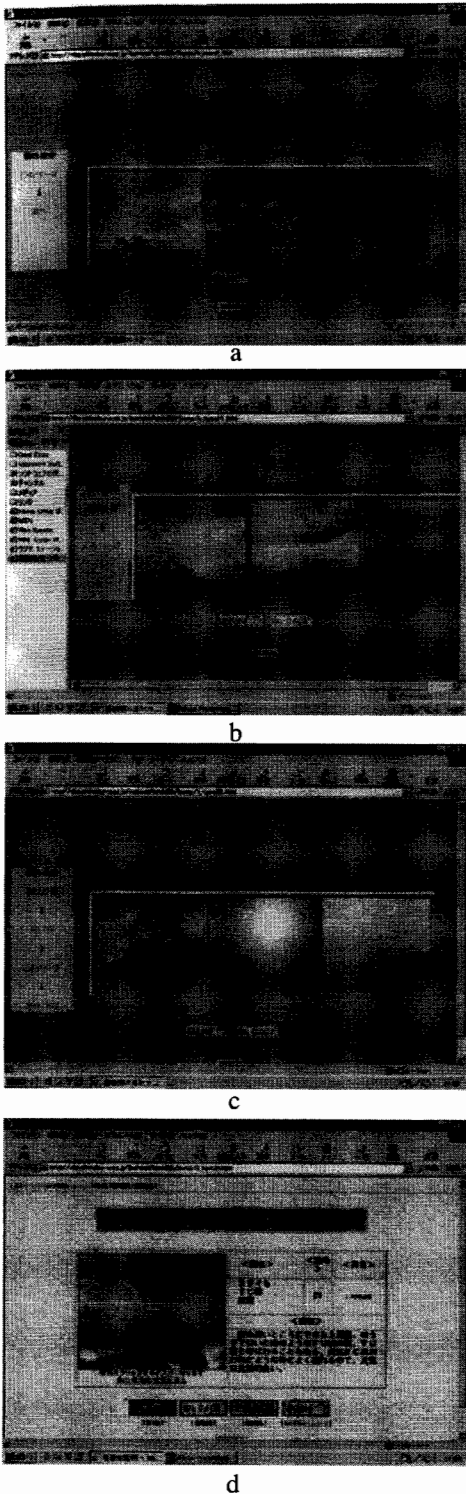


図5 雲の検索例

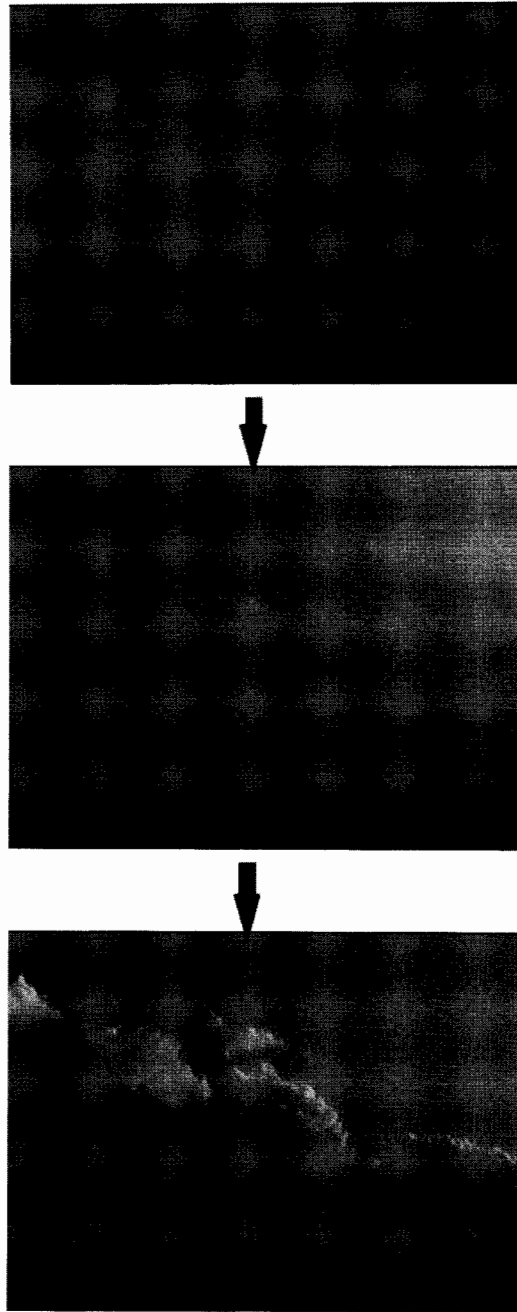


図6 天気が急速に回復している様子（ウェブページ上では動画で見られる）

ムは、10枚ずつ用意した雲の写真カードと名前のカードを選択し、写真と名前を合わせていくものである。まず、初級編を選ぶと図8aの画面が出てくる。ここで中央にある10枚の札の中から1枚の札を適当に

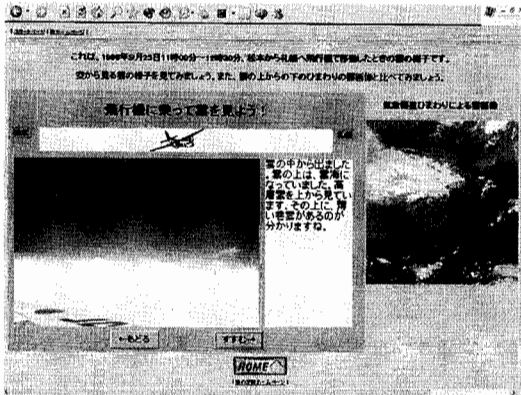


図7 北海道の旅のページ（雲の鉛直分布が見られる）

選ぶとそこに雲の写真が表示される。この雲の名称を右の札の中から選ぶ。もし正解ならば、図8bのような表示が出てきて、雲の写真の札はそのままになる。もし、誤答ならば図8cの画面になり、選択した雲の写真の札は無記入の札になる。このような方法ですべての札をオープンにさせるとゲームは終了になる。

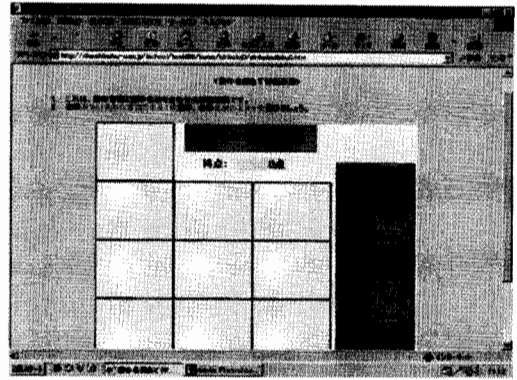
上級編では右側にある雲の名称の札も無記入になり、誤答になると雲の写真の札と名称の札ともに無記入の札になるので、それぞれの位置を覚えておかなければならない。初級編・中級編ともに得点も表示し、ゲーム終了後自分の理解度を確認できる。

6. 試行授業

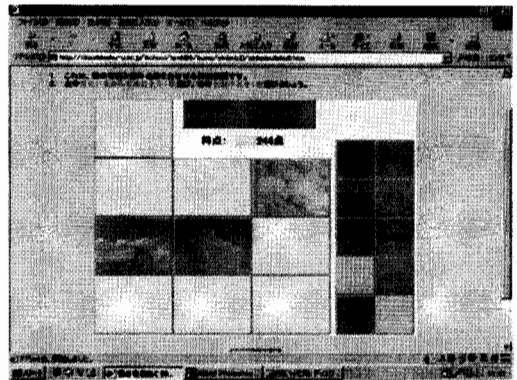
信州大学教育学部附属長野中学校2年の1つのクラスを対象に気象単元18時間中第3時間目に雲のデジタル図鑑を利用した授業を実施した。本論ではこのクラスを実験群と呼ぶ。また、別のクラスにおいてこの実習を設定しない統制群を設けた。両群はこの実習の有無以外は同じである。すなわち、実験群の気象単元の総授業時数は統制群より1時間多い。

6.1 前時の授業

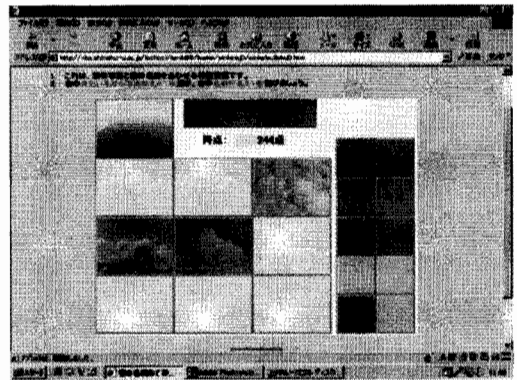
天気の変化を自分たちで予想する方法について質問をした。テレビやラジオの天気予報を利用する等の発言の後、「太陽がかさをかぶると雨になるように、空を観察してもわかるのでは」という発言があり、かさを作る雲の話から、雲の種類を学習することになった。十種雲形の特徴をとらえるこの時間は、雲のカラー写真を印刷したOHPシートを利用して、みんなでその写真を見ながら、考え話し合うことで、「綿のような雲と筋のような雲」「形がはっきりした雲とぼやっとし



a



b



c

図8 雲の神経衰弱ゲーム

た雲」などの違いに気づく意見が出され、理解を深めることができた。最後に、教室のベランダに出て実際に空にある雲を観察した。

6.2 雲のデジタル図鑑を利用した授業

この授業を実施したクラスはパソコンの使用が2

表3 「雲」に関する質問項目

事前テストは①の項目だけ、事後テストは①～④のすべての項目、遅延テストは①②③の3項目からなる。

- ①あなたの知っている雲の名前をすべて書いてください。
- ②雲の高いところのできる（ほうきではいたときの）すじのような雲の名前はなんといえますか。
- ③高層雲の特徴を書いてください（どんなことでもいいです）。
- ④雲の学習の授業について、感想・要望を書いてください。

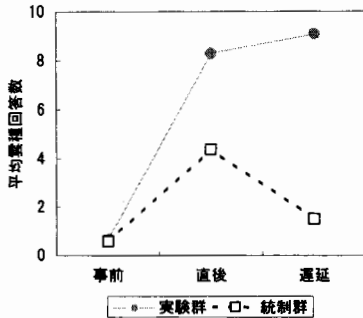


図9 授業に伴う平均雲種回答数の推移

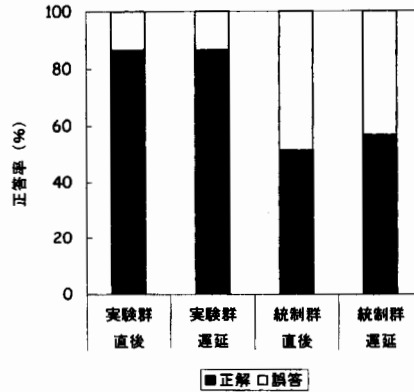


図10 「すじのような雲」の名前の正答率

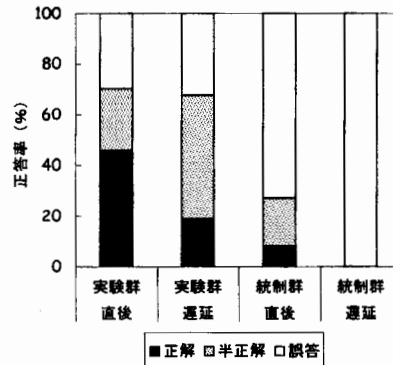


図11 高層雲の特徴に関する正答率

回目であったため、マウスやホームページを見るブラウザの使い方を授業のはじめに説明した。二人に1台のパソコンを使用し、神経衰弱ゲームのページとクイズのページを見るように指示した。必要に応じて雲の分類のページを参照していた。二人一組の学習形態は相談し合いながら学習を進めることができるので、パソコン操作に慣れてない生徒、雲種の理解が不十分な生徒が多くいる場合に有効なスタイルである。

6.3 授業評価

授業を評価するため、表3のような項目について事前テスト、事後テスト、遅延テストを実験群と対照群に対して実施した。これらのテストは、対象となる授業の前後に相当する授業と1ヶ月後の授業の時間において行った。

知っている雲の名前を上げてもらう質問の結果を図9に示す。これは、一人当たりの生徒が答えた雲種の数の平均を示したものである。積乱雲と雷雲のように十種雲形と俗称の両方を答えた場合は1つとした。図からわかるように、この実習は十種雲形の名称を記憶することに有効であり、その効果は持続的であると考えられる。

授業後のテストにおける「すじのような雲」の名前(正解:巻雲)を答える質問では、授業後(事後テスト)ですでに実験群は統制群よりはるかに正答率が高く、遅延テストにおいても正答率は高いままであった(図

10)。

次に、高層雲の特徴を答える質問では、「巻層雲よりも低いところにあり、太陽が透けない層状の雲」という回答のように、高さ、巻層雲との違い、形について触れているものを正解とし、3つの条件のうち2つ回答してあるものを半正解とした。2人の教師が別々に判断して、判断が食い違ったものは、話し合って判断した。図11からわかるように、実験群では比較的多くの生徒が理解し、1ヶ月後も記憶は持続しているのに対し、統制群では授業直後においても理解は低く、

1ヶ月後にはほとんど覚えていなかった。

授業後行った感想(事後テスト)では次のような回答があった。神経衰弱ゲームやクイズで写真と説明によって雲の特徴が良くわかった。点数がついてくるから、真剣にやれたし、結構覚えることができた。実際に写真があって、それと名前が一致させるゲームだったので、とてもわかりやすかったなど、生徒が主体的に十種雲形の学習に取り組めたことが見てとれた。また、今までは、晴れたときの空しか見ていなかったけれど、雲の多い空でも好きになれそうと興味・関心の向上に関する回答があった。

7. おわりに

以上述べたように雲のデジタル図鑑を用いた授業は十種雲形の名称と特徴を併せて覚えるのに有効であり、その効果は授業後も持続した。

このウェブページを公開したところ、小学校5年の気象単元や総合的な学習で活用した等のメールがあった。さらに、Yahooや国立国会図書館データベース・ナビゲーション・サービスに登録されたり、講習会等の利用許可の依頼や、一般の人からも感想や質問があり、学校教育現場だけでなく、広く利用され始めている。

今後、ブロードバンド時代を迎え、大容量のデータ配信が可能になる。毎日の雲の画像を書庫としてストックしているページ、台風や移動性高気圧の通過など四季の代表的な天気の様子を地上から見える雲の移

り変わりの様子を示す動画のページ、雲のライブカメラのページなど、ウェブページをより充実させることが課題である。

なお、このウェブページは次のURLで公開している。ご批判をいただければ幸いです。

http://rika.shinshu-u.ac.jp/ischool/tenki99/kumo/k_home.htm

本研究には、平成14年度文部省科学研究費補助金(特定領域研究, 課題番号140222222)を使用した。

文 献

- 倉嶋 厚・鈴木正一郎(1986): 雲. 小学館, 158p.
 中井専人(1998): 簡便なデジタル雲写真自動撮影. 天気, 45, 407-409.
 榊原保志・伊藤 武・巽 勇吉(2002): 小学校教員養成における理科カリキュラムの検討. 小学校理科指導法における実践的内容のカリキュラム開発(平成12年度から平成13年度教職課程における教育内容・方法の開発研究報告書), 2-13.
 榊原保志・中澤美三(2001): 雲の観察指導について. 理科の教育, 50, 42-43.
 下野 洋(1998): いま地学教育に求められるもの一体験学習. 野外学習の必要性一, 地学教育, 51, 201-212.
 高橋浩一郎(1982): 雲を読む本. 講談社, 211p.
 武田康男(1998): 雲のかお. 小学館, 155p.
 文部省(1999): 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—理科編—. 大日本図書, 東京, 162p.
 山下浩之(1996): 野外学習と教室内の学習の連携. 身近な自然を調べる, 下野洋著, 東洋館出版社, 256p., 53-55.

中澤美三・榊原保志: 初心者のための雲のデジタル図鑑の開発 地学教育 56巻1号, 47-54, 2003

〔キーワード〕 インターネット, ウェブページ, ホームページ, 中学校, 気象単元, 雲の学習

〔要約〕 雲のデジタル図鑑を開発した。その内容は雲の分類のページ, 雲の検索のページ, 雲の動画を含むおもしろい知識のページ, 雲に関するクイズのページ, 雲に関する神経衰弱のページからなる。このデジタル図鑑を用いた試行授業を中学校において行ったところ, この授業は雲の種類を理解するのに有効であり, その効果は持続的であることがわかった。

Yoshimi NAKAZAWA and Yasushi SAKAKIBARA: Development of a Digital Picture Book about Cloud for Beginning Learners. *Educ. Earth Sci.*, 56(1), 47-54, 2003

~~~~~  
お 知 ら せ  
~~~~~

「編集についての細則」、「投稿規定」及び「原稿の書き方」が改訂されましたので、お知らせします。大きな変更点としては、学術雑誌刊行の補助金申請に必要な「英文 Abstract」が新たに加わったこと、「要約」の名称を「要旨」と変更したこと、引用文献の書き方の例を示したことなどです。「編集についての細則」等は学会の Web サイト上でもご覧になれます。

日本地学教育学会誌「地学教育」編集についての細則

(昭和 55 年 8 月 22 日制定)
(昭和 59 年 4 月 1 日一部改訂)
(昭和 63 年 4 月 1 日一部改訂)
(平成 8 年 2 月 5 日一部改訂)
(平成 10 年 7 月 11 日一部改訂)
(平成 14 年 12 月 9 日一部改訂)

<原稿の提出、受付け及び保管>

1. 本会会員は「地学教育」に投稿することができる。ただし、その内容は著者の責任とする。
2. 他の学術雑誌、出版物に掲載済または投稿中の原稿は本誌に投稿できない。
3. 原稿の構成は、本文、図、表、図版、要旨及び英文 Abstract、キーワードからなる。
4. 原稿の作り方、及び投稿の手続きは別に定める投稿規定、及び原稿の書き方による。
5. 投稿に際しては、原稿の完全コピー 2 部と原稿送付状を編集委員会宛に送付し、原稿・原図は受理されるまで著者が保管する。
6. 編集委員会は、受取った投稿原稿の受付け年月日を記録して原稿を保管し、投稿者に原稿受付けを通知する。
7. 編集委員会は、会員または非会員に原稿を依頼することができる。

<原稿の審査及び受理>

1. 編集委員会は、受付けた原稿について担当編集委員と査読者を決め、それぞれに原稿を送付し掲載の適・不適の意見を依頼する。
2. 編集委員会は、担当編集委員及び査読者の意見を尊重して掲載の適・不適の決定を行う。
3. 編集委員会は、掲載の適になった原稿は受理とし、投稿者にその旨を通知し、印刷手続きを開始する。
4. 編集委員会は、掲載不適と認められた原稿については、その理由を明らかにした文書を付して、原稿を著者に返却する。
5. 編集委員会は、掲載適と認められた原稿についても、著者に修正を求めることができる。
6. 編集委員会は、内容の本旨を変えない範囲で投稿規定に沿うように修正することができる。

<論文の印刷・校正>

1. 論文の掲載の順序は、原則として受理の順とする。ただし、同号に同じような内容または分野の論文が集中したり、同著者の論文が重複しないように配慮する。
2. 会費・印刷代金など、本会に納入すべきものを滞納している会員の原稿は、それが納入されるまで掲載を延期することがある。
3. 初校正は原則として著者が行うが、会誌発行の時間的制約が著しいときは、著者に了解を求め編集委員会

が校正を行うことができる。

4. 著者は手持ちの原稿と照合して校正を行い、原則として1週間以内に返送すること。また、原稿の書き換えは認めない。

<別刷>

1. 別刷は50部以上10部単位で希望する部数を作成するが、印刷費用及び送料は著者負担とする。

<原稿の返却>

1. 原稿は、原則として返却しない。フロッピーディスク・図・写真などで返却を希望するものについては、赤字で「要返却」と受理原稿送付時に明記する。
2. 返却を希望する場合は、受理原稿送付の際に送料分の切手を貼り宛名を明記した封筒を同封する。

<査読者>

1. 査読者は編集委員会が委嘱する。
2. 査読者は年度終了後に公表する。

投 稿 規 定

原稿は正確・明瞭・簡潔に書き、会誌の体裁統一及び編集の便宜上、以下の事項を守って下さい。これは編集担当者の労務軽減、印刷費の節減にもつながります。

<投稿の手続き>

1. 本規定を遵守した、完成原稿を作成して下さい。原稿は原則として、ワープロで印字したものとします。なお、肉筆原稿の場合には、市販のA4判原稿用紙を使用して下さい。
2. 原稿送付状に必要事項を記入して提出して下さい。
3. 原稿は、A4判にコピーしたものを2部編集委員会へ送って下さい。
4. 投稿者は、投稿原稿の受理の連絡を受けたら速やかに原稿のオリジナルとそのフロッピーディスク（使用ワープロソフト名を明記する）を編集委員会に送付して下さい。

<原稿の種目>

1. 原著論文：地学教育に関する研究論文で、著者自身によるオリジナルな研究成果をまとめたもの。
2. 総説：ある分野に関する研究成果を総覧し、総合的にまとめ、研究史、研究の現状等について解説されたもの。
3. 教育実践論文：授業実践、教材・教具の開発、追試の結果など教育実践の論文。
4. その他：地学教育の普及に資する資料・解説・書評・紹介、委員会報告書、学会記事など。

<原稿の長さ>

1. 原著論文・総説・教育実践論文・資料は刷り上がり16ページ以内を原則とし、書評・紹介は1ページ以内とする。超過分の費用は著者負担とします。
2. アート紙図版（写真）は1枚を4ページ分に換算します。

<著作権>

1. 「地学教育」に掲載された論文（原著論文・総説・教育実践論文）などの著作権（著作財産権、copyright）は、日本地学教育学会に帰属するものとします。

原稿の書き方

<原稿の書き方>

1. 本文は、原則としてワープロで印字したものとす。用紙は A4 判で縦、1 行に 24 文字を横書きで 1 段組みにして作製する。88 行で刷り上がり 1 ページ分となる。
2. 原稿は、表題・英文タイトル・著者名・英文 Abstract・キーワード・本文・引用文献・日本語要旨の順で書く。また、第 1 ページの最下行に線を引き、脚注として著者の所属する機関または学校名を書く。
3. 見出しの番号は、大から小へ 1, (1), 1), ・などとし、「はじめに」、「おわりに」も含めて統一してつける。
4. 本文中に外国語をはさむことはできるだけ避ける。ただし、生物の学名、適当な訳語のない述語、固有名詞などのこの限りではない。
5. 句読点は「,」および「.」を用いる。
6. 地名など固有名詞で読み誤るおそれのあるものにはふりがなをつける。
7. ワープロ特有の誤変換・誤字に注意して下さい。字間はなるべくつめて左右にスペースを十分にとり、行間はなるべくあけて印字する。

<図・表・図版>

1. 図・表・図版は、原稿中に挿入したり、直接貼りつけない。1 つの図・表・図版ごとに台紙に貼り、欄外に著者名と図・表・図版の番号などを略記する。
2. 図・表・図版の番号・タイトル及び説明は、本文末にまとめて書く。
3. 図・表・図版を挿入する箇所を原稿本文の枠外に指定する。
4. 図・表・図版は、白紙または淡青色の方眼紙にプリンタまたは黒インクで鮮明に描き、そのまま製版できるものを提出する。
5. 製版に際して縮小しても差し支えないよう、線や字の大きさなど全体の体裁を考えて作製する。
6. 図の大きさや地図の縮尺を示すときは何分の 1 としないでスケールを図中に示す。
7. 写真は鮮明なものを用いる。
8. 左右に長くなる図・表は少なくとも左右見開きページ (28 cm) 以内におさまるようにする。
9. カラー図版の製版・印刷費は原則として著者負担とする。

<引用文献>

1. 本文中の文献の引用は、○○(1994)による、あるいは(○○, 1994; △△, 1999)とする。
2. 引用文献は「引用文献」として本文末に一括し、アルファベット(ヘボン式)順(同じ著者の場合は年代順)に書く。また、人名にスモールキャピタルは用いない。
3. 本文中での引用は、著者が 2 名の場合は「○○・△△(1994)によって」、3 名以上の場合、「○○ほか(1994)によって」、あるいは「…である(○○ほか, 1980).」と、引用文献の筆頭者姓に「ほか」をつけ、本文末の引用文献の項には執筆者全員の氏名を書く。
4. 雑誌名は慣例に従って略記して下さい。単行本及びそれに類するものは、発行所・発行機関名を書き、発行地、全体のページ数または特に引用したページを示す。

(例)

林 慶一・松川正樹(1996): 理科の 2 教科への分割と必修化. 日本学術協力財団(編), 日学選書 3「21 世紀を展望する新教育課程編成への提言—理科教育, 数学教育, 技術教育, 情報教育—」, (財)日本学術協力財団, 東京, 469-489. (単行本の一部を引用する場合の例)

糸魚川淳二(1993): 日本の自然史博物館. 東京大学出版会, 東京, 228p. (単行本の例)

Johnson, M. C. and Guth, P. L. (2002): Using GPS to Teach More than Accurate Positions. *Jour. Geosci.*

- Educ.*, 50, 241-246. (英文学術雑誌の例)
- 小荒井千人(2000): 機能形態学的解析に基づく二枚貝化石の生態復元に関する教材開発. *地学教育*, 53, 209-217. (学術雑誌の例)
- Lovelock, J. (1988): *The Age of Gaia*. ガイアの時代 (星川淳 訳, 1989), 工作舎, 東京, 392p. (翻訳単行本の例)
- 大槻真一郎(1988): 自然誌. 下野 広 (編), 世界大百科事典, 平凡社, 東京, 22, 457. (事典等からの一部の引用の例)
- Wulff, D. H., Nyquist, J. D. and Abbott, R. D. (1987): Student's Perceptions of Large Classes. In Weimer, M. G. (ed.), *New Directions for Teaching and Learning*, Jossey-Bass Inc., San Francisco, 17-30. (英文単行本の一部を引用する場合の例)
- Yeats, R. S., Sieh, K. and Allen, C. R. (1997): *The Geology of Earthquakes*. Oxford University Press, Oxford, 568p. (英文単行本の例)

<要旨・英文 Abstract・キーワード>

1. 論文の内容を具体的に表す 200 字程度の日本語要旨及び簡潔な英文 Abstract をつける.
2. 論文検索用のキーワードを 6 語以内選んで, 重要な順に書く. キーワードとしては, たとえば, 対象地域名, 小・中・高校別, 教育論, 教材名, 及び内容など.

「地学教育」の原稿の投稿先, 及び編集に関する問い合わせは下記までお願いします.

〒658-8501 神戸市東灘区岡本 8-9-1 甲南大学 理工学部 地学研究室
日本地学教育学会 編集委員会 林 慶一
TEL. 078-435-2517, Fax. 078-435-2539
E-mail: kihayasi@konan-u.ac.jp

なお, 現在, 編集委員長は林 慶一 (甲南大学理工学部), 副委員長は青野宏美 (東京成徳高等学校) です.


~~~~~  
学 会 記 事  
~~~~~

第2回 常務委員会議事録

日 時：平成14年7月8日(月)18時～19時30分

場 所：日本教育研究連合会 小会議室(4階)

出席者(7名)：下野 洋・馬場勝良・青野宏美・渋谷 紘・濱田浩美・土橋一仁・高橋 修

議 題：

1. 学術奨励賞について

本年度学術奨励賞選考結果が濱田浩美学術奨励賞選考委員長から報告された。

学会賞に関しては候補者の推薦、応募がなく該当者なしとした。また、論文賞として、神鳥 亮 会員ほかの「インターネットを活用した天文教材の開発」(54巻2号)を優秀論文賞候補として、評議員会に推薦することが報告され、了承された。また、教育実践優秀賞候補は、結果保留ということで、さらに委員会で審議した上で決定し、評議員会に推薦することが了承された。

2. 事務処理業務の一部業者委託について

本年度8月から、事務処理の一部を業者に委託することが承認された。

3. 平成15年度以降の大会について

高橋 修行事委員長より、平成15年度上越大会の現在までの準備状況について、上越大会準備委員会からの報告をもとに説明があった。

4. 入会者・退会者について

事務局から下記の入・退会者が報告され、承認された。

入会者：北村栄一(石川)・渡邊正俊(沖縄)・瀬戸義悦(宮城)・西村正史(兵庫)・山縣 毅(東京)

退会者：鈴木 衛(宮城)

8. その他

日学選書9に掲載された論文における、著作権侵害事件当事者の「本会を代表する活動については当分の間辞退する」旨の謹慎処分の解除について議論された。

報 告

1. 各種常置委員会から

- ・青野宏美編集委員より、55巻4号および情報特集号についての編集状況が報告された。

- ・高橋修行事委員から日本地学教育学会秋のシンポジウム会場が、日本科学技術館に変更になった旨報告があった。

- ・同委員から理科教育法制定50周年記念会第2回準備委員会の報告があった。

- ・下野 洋会長から、7/13(土)国立教育政策研究所において、Chris King氏を招いてのワークショップ開催のお知らせがあった。

- 2. 学会に送られた寄贈交換図書について報告があった(以下)。

日本理科教育学会, 理科の教育, 599

日本理科教育学会, 理科教育研究, 42-6

日本地理教育学会, 新地理, 50-1

地質調査総合センター, 地質ニュース, 573

東京地学協会, 地学雑誌, 111-3

新潟大学理学部研究報告(地質科学), 17

高校生天体観測ネットワーク報告

熊本大学理学部紀要(地球科学), 17

地学研究, 日本地学研究会, 51

高知大学学術研究報告(自然科学), 50

イリュウム, 東京電力, 14

- 3. その他：次回常務委員会は、平成14年10月5日(土)15時より開催予定。

第3回 常務委員会議事録

日 時：平成14年10月5日(土)15時～

場 所：日本教育研究連合会 小会議室(4階)

出席者(7名)：下野 洋・馬場勝良・渋谷 紘・青野宏美・濱田浩美・五島政一・高橋 修

議 題：

1. 山口大会の終了について

下野会長より山口大会終了についての挨拶があった。また、高橋修行事委員より同大会終了についての報告も併せて行われた。

2. 平成14年度以降の大会について

高橋修行事委員より、平成15年度予定の上越大会やそれ以降の大会について現在の状況が報告された。

3. 役員選挙日程について

馬場選挙委員より、役員選挙に関する公示につ

いて報告があり、その内容について了承された。

4. 「編集についての細則」改訂について

青野編集委員より「編集についての細則」改訂についての提案がなされ、投稿規定の〈原稿種目〉のうちの教育実践報告を教育実践論へ変更することが了承された。

5. 入会者・退会者について

下記の入・退会者が報告され、承認された。

入会者：山田哲也（山口）・火除 崇（山口）・伊藤 孝（茨城）・小林辰至（新潟）

退会者：なし

6. その他

1) 学術奨励賞に関する審査委員の選出は、今後、12月の常務委員会で行われることが了承された。

2) 宮下・間々田両会員の「日学選書9」における無断引用事件に関する措置「平成10年10月19日付代表活動辞退措置」解除に関して議論し、解除することが了承された。

報 告

1. 各種常置委員会から

1) 下野会長より、日本学術会議科学教育研連定例会議についての報告があった。

2) 渋谷副会長より、理科教育振興法50周年記念式典に関する準備委員会の報告があった。

3) 青野編集委員より、55巻5号および特集号についての編集状況が報告された。

4) 五島国際交流委員より、7月に行われた、Chris King氏(Keele Univ.)による講演会とワークショップについて報告があった。

5) 高橋行事委員より、10月12日(土)にお台場で行われる、秋の地学教育シンポジウムについて告知があった。

2. その他

次回常務委員会は、平成14年12月9日(月)18時より開催予定。

評議員会議事録

日 時 平成14年8月17日(土)17時～19時

場 所 山口大学 大会会館

出席者 下野 洋・馬場勝良・渋谷 紘・松川正樹・五島政一・遠西昭寿・八田明夫・青野宏美・濱田浩美・宮下 治・小川忠彦・加藤尚裕・高橋 修・中川清隆(次期上越大会

会事務局長)

はじめに、本臨時評議員会は、出席者16名・委任状12名で計28名となり、現評議員の過半数を超えているため、成立することが確認された。

議 題

1. 山口大会について

池田副会長(山口大会事務局長)から山口大会についての進行状況、これからのスケジュール等の説明があった。

2. 事務局の一部業務業者委託について

業者への事務委託については、学会の運営に関して問題の出ないことを前提に、一部事務の委託が承認された。

3. 大会宣言文について

池田副会長から山口大会宣言(案)が出され、それについて討議し、承認が行われた。

4. 次期(平成15年度)開催地の紹介

中川清隆会員(上越大会事務局長)から平成15年度上越大会の進行状況・組織案について説明があった。

報 告

1. 本年度学術奨励賞について

濱田学術奨励賞選考委員長から、優秀論文賞および優秀教育実践論文賞について報告があった。論文賞は神鳥会員ほかの「インターネットを活用した天文教材の開発—The Digitized Sky Surveyと暗黒星雲—」(54巻2号)に、また、教育実践優秀賞については宮下会員ほかの「高等学校地学における地下水を用いた環境教育の授業実践—問題解決学習の授業展開—」(54巻1号)に授与されることが報告された。

2. 各地の情報交換

池田(山口)・濱田(千葉)・林(兵庫)・遠西(愛知)・秦(島根)各評議員から、各地域の地学教育の動向や状況について報告があった。そこでは、地学教育に従事する人材が不足している事情、例えば地学を開講する高等学校の激減、地学会の衰退などの状況が報告された。一方、千葉や兵庫などの地域では、積極的に地元地学研究会との交流を行い、関西では将来的に全国大会を誘致する意見が出ていることなども報告された。また、秦委員からは、新指導要領について本学会の対応を明確にし、対外的に表明していかなければならないのではないかという意見が出された。

地学教育 原稿送付状

年 月 日 送付

氏名 論文 題名	漢字	(所属)
	ローマ字	
	和文	
	英文	
連絡先 (初校等送付)	(〒)	☎ - - FAX e-mail
原稿種類	原著論文 総説 教育実践論文 資料 解説 書評 紹介 ニュース その他	○で囲む
原稿枚数	本文 枚: 写真図版 枚: 図版 枚: 表 枚	
別刷	不要・必要____部 表紙なし タイトル部分窓抜表紙 タイトル他印刷表紙付	○で囲む

※連名で書ききれないときは裏面に書いて下さい。

月 日 受付	月 日 編集割付	担当
月 日 受領 葉書 発送	月 日 図・写真・表製版依頼	
月 日 査読依頼 氏	月 日 原稿印刷所に	
月 日 査読済	月 日 初校 著者校依頼	
月 日 著者に査読結果(掲載)通知	月 日 再校 編集委校正	
巻 号 に掲載決定	月 日 再校 印刷所に返送	
月 日 再	月 日 三校または念校	
月 日 再	月 日 三校または念校印刷所に返送	
月 日 再	月 日 完成	

日本地学教育学会 編集委員会



- 1 催事名 第9回「青少年の科学体験まつり」
- 2 開催日 平成15年3月21日(金)AM10:00~PM4:00
3月22日(土)AM10:00~PM3:00
- 3 開催場所 尼崎市記念公園総合体育館
〒660-0805 兵庫県尼崎市西長洲町1-4-1
TEL 06-6489-2027
(最寄駅) JR尼崎駅より西へ700メートル(徒歩約10分)
市バス、阪急バス「スポーツセンター前」
- 4 主催 財団法人日本科学協会
- 5 後援等 (共催)
尼崎市・尼崎市教育委員会
(後援)
兵庫県、兵庫県教育委員会、西宮市・芦屋市・伊丹市・宝塚市・川西市・
三田市・猪名川町の兵庫県下6市1町教育委員会、大阪市・豊中市の大
阪府下2市教育委員会、日本科学教育学会、日本物理教育学会、日本理
科教育学会、日本地学教育学会、(財)日本科学技術振興財団・科学技
術館
- 6 対象 小・中・高校生及び一般 (入場無料)
- 7 内容 自然の現象、科学の原理、新しい科学、不思議な科学などの実験メニ
ューの中から自由に科学体験を目で見て、耳で聞いて、直接手に触れられ
て体験する催し
- 8 連絡先 財団法人日本科学協会 業務部 第9回「青少年の科学体験まつり」係
〒107-0052 東京都港区赤坂1-2-2 日本財団ビル5階
TEL 03-6229-5365 FAX 03-6229-5369

見たい、知りたい、使いたいデータの宝庫。

<CD-ROM、書籍版 同時発売>

「自然界の辞典」

理科年表

平成15年

文部科学省 国立天文台 編

ポケット版 (A6) / 本体1,200円 ISBN4-621-07112-2

机上版 (A5) / 本体2,400円 ISBN4-621-07113-0 各966頁

1冊で科学の全分野をカバーするデータブック。カバーデザインも一新。

◇地球をダウンロード◇



理科年表 CD-ROM2003

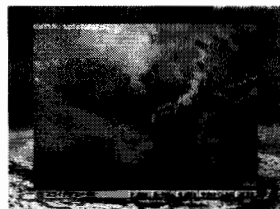
Windows XP, Windows 2000/NT, Windows Me/98/95
Macintosh (Mac OS Xには未対応)

文部科学省 国立天文台 編 本体26,000円 ISBN4-621-07114-9

「理科年表」76冊分、約3万頁のデータを1枚のCD-ROMに収録。

◇環境を知る「CD-ROM気象台」◇

気象データひまわり CD-ROM2003



Windows XP, Windows 2000/NT, Windows Me/98 対応

日本気象協会 編 本体12,000円 ISBN4-621-07115-7

静止気象衛星「ひまわり」から送られてきた画像(2001年365日分)と日本、世界の気象データを蓄積した好評のCD-ROM。

好評発売中

理科年表 日本の気象CD-ROM

Windows XP, Windows 2000/NT, Windows Me/98/95 対応 (財)気象業務支援センター 監修 本体12,000円
理科年表CD-ROM(気象部)の親版。地上気象160地点、アメダス1322地点の日別、月別データを詳細に収録。

理科年表読本 コンピュータグラフィックス日本列島の地質 CD-ROM版

Windows NT, Windows Me/98/95, Macintosh OS 8以上対応 産業技術総合研究所地質調査総合センター 監修 本体5,800円
日本列島の地質とその成立をコンピュータグラフィックスでダイナミックに表現。操作性の簡便さが特徴。

※ 価格はすべて税別・内容見本進呈

丸善 (出版事業部) 〒103-8245 東京都中央区日本橋 2-3-10 営業部TEL(03)3272-0521 FAX(03)3272-0693
<http://pub.maruzen.co.jp/>

「編集の細則」、「投稿規定」、「原稿の書き方」の改訂

原稿の「編集の細則」、「投稿規定」、「原稿の書き方」については、編集委員会として、編集の円滑化を図るとともに、実態に合わない部分が出てきたことから1年以上をかけて検討してきましたが、今回かなりの部分について改訂を行うことになりました。改訂案は、12月9日(土)の第4回常務委員会に提案し、審議・修正の上承認されました。投稿に際しては改めてこれらに目を通していただくようお願いします。大きな変更点としては、原稿に「英文 Abstract」を添えることになったこと、「要約」の名称を「要旨」と変更したこと、引用文献の書き方の例を示したことなどです。これらは学会の Web サイト上でもご覧になれます。

編集委員会より

定例編集委員会は、12月7日(土)午後および1月11日(土)午後に行われました。編集状況は、特集関係を含めて、原著論文1件、教育実践論文3件が受理されました。

原稿の投稿先

〒658-8501 神戸市東灘区岡本 8-9-1 甲南大学 理工学部 地学研究室
日本地学教育学会 編集委員会 林 慶一 宛
Fax: 078-435-2539, TEL: 078-431-4342 (内線 5520), 078-435-2517 (直通)
E-mail: kihayasi@konan-u.ac.jp

地学教育 第56巻 第1号

平成 15 年 1 月 20 日印刷

平成 15 年 1 月 25 日発行

編集兼 日本地学教育学会
発行 者 代 表 下 野 洋

〒263-8522
千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
千葉大学教育学部理科教育教室内
電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)
振替口座 00100-2-74684

印刷所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-8-8
電話 03-3362-9741~4

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 56, NO. 1

JANUARY, 2003

CONTENTS

Practical Article

- Teaching Development of Paleoenvironmental Analysis Using by the Pleistocene
Kazusa Group along the Tamagawa River, Akishima, West of Tokyo
.....Osamu MIYASHITA and Hideki TSUBOUCHI... 1~17

<Feature> Computer and Earth Science Education

Original Article

- An Educational Module of Seismic Waveform Analysis for Senior High School with
the Scopes of Integrated Learning of Earth Science and Information Study
.....Masashige MINAMISHIMA...19~35

Practical Articles

- Drawing of 3-dimensional Topographical/Geological Maps on a Personal Computer
...Takehiro HAYASHI, Yasushi OGURA, Takayuki OKAZAKI, Takumi MAEDA,
Yuichi NAGATA, Hirofumi YAMASAKI and Morihisa SUZUKI...37~45
- Development of a Digital Picture Book about Cloud for Beginning Learners
.....Yoshimi NAKAZAWA and Yasushi SAKAKIBARA...47~54

Book Review (18, 36, 46)

Announcements (55~58)

Proceeding of the Society (59~60)

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

c/o Faculty of Education, Chiba University; Chiba-shi, 263-8522, Japan