

地学教育

第51巻 第2号(通巻 第253号)

1998年3月

目 次

原著論文

データベースの地学教育への活用……………山崎良雄・濱田浩美…(67~75)

高等学校の総合化理科としての展開例

—「火山」に関わる学習内容……………宮下 治…(77~85)

会員からの便り

林 慶一(1997): 科学的パラダイムに基づく融合理科の理念とその展開例についての討論
……………宮下 敦…(87~89)

本の紹介 (76, 86) 学会記事 (90~95)

日本地学教育学会

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

平成10年度日本地学教育学会総会開催案内

日本地学教育学会会長 石井 醇

平成10年度の総会を、下記のように開催いたします。よろしくご出席くださいますよう、ご案内いたします。なお、やむを得ずご欠席の方は、別添え委任状に、ご署名・捺印し、平成10年4月10日(必着)までに、学会事務局にご返送ください。

1. 日 時 平成10年4月18日(土) 午後2時より
2. 場 所 学習院中等科4階地学講義室(JR山手線 目白駅下車、学習院中・高門よりお入りください。)
3. 議 事
 - 1) 審議事項
 - ・平成9年度事業報告について
 - ・平成9年度決算報告について
 - ・平成10年度事業計画(案)について
 - ・平成10年度予算(案)について
 - ・その他
 - 2) 報告事項
 - ・平成10年度役員選挙結果
 - ・その他

地学教育フォーラム：次期教育課程に盛り込むべき内容をさぐる

昨年11月には文部省の教育課程審議会から次期教育課程に向けての「中間まとめ」が出され、小・中・高を通して「総合的な学習の時間」が、さらに高校では「理科基礎」、「理科総合」(いずれも仮称)等の新科目が作られることになりそうです。一方、同審議会の最終答申を待たずに、学習指導要領の調査研究協力者会もすでに各科目の内容の具体的な検討を進めているようです。

このような次期教育課程に向けての急速な動きを前に、本学会として、「中間まとめ」で示された各科目の理念に従うとすると、地学のどのような内容を入れるべきかを議論する必要があるかと思えます。極めて限られた時間数や少ない単位数のこれらの新科目等では、従来のように地質、岩石・鉱物、天文、気象のすべての分野の内容をせめて一つずつでも入れたいという希望は難しいのではないかと思います。現実には、どの分野を残してどの分野を削るかという厳しい選択を迫られることになります。そこで今回のフォーラムでは、従来の基本概念に関する研究成果をふまえて、小・中・高の地学分野の内容として、新科目等でこれだけは教える必要があるというものを、現場の先生方に提案していただき、それらをもとに参加者で議論を深めたいと思います。活発な議論ができますように、多くの会員の方々の参加をお願いいたします。

日 時 平成10年4月18日(土) 本学会総会(14:00～)の後
場 所 学習院中等科地学講義室

「次期教育課程に盛り込むべき内容をさぐる」

総合司会 間々田和彦(筑波大学附属盲学校)

林 慶一(東京学芸大学附属高校)

藤部勇三(国立天文台)

1. 趣旨説明
2. 「教育課程審議会への要望書・意見書について」の報告
3. 厳選の中でこれからの地学教育で取り上げたい内容:

(表紙3へ続く)

原著論文

データベースの地学教育への活用

山崎良雄*・濱田浩美*

1. 地学教育情報とコンピュータ

あふれる情報をどのように活用するのかということ、地学教育にとっても、重要な問題である。「情報」の種類には、新聞やテレビ等を示す場合が多いが、教科書、論文、辞典、実践集なども情報と考えることができる。社会にあふれる情報を整理し、コンピュータ技術を利用して情報を効率良く活用するのがデータベースである。問題解決に適切な情報がデータベースで検索できれば、個々の情報を集積しただけではなく、知識ベースとして働くようなシステムに発展させていくことも可能であろう。

著者らの研究室では、地学教育にコンピュータをどのように活用するかということテーマとして研究を続けている。地学教育情報の収集とデータベースを利用した情報整理、コンピュータを利用した環境計測データの収集、インターネットの教育への活用、地学情報CAIシステム等が、コンピュータに関係して著者らの教室で研究されている分野である。コンピュータを利用したこれら地学教育へのアプローチの実例を示す。

2. 地学教育情報とデータベース

学術・教育資料を収集して管理を行う場合、従来から膨大な量の出版物を情報整理する技法が考案されてきた。データをカードに記録して管理する場合もある。これはデータの内容によって直接アクセスを可能とするための工夫でもあった。コンピュータを利用する現代では、カードは磁気ファイルへと置き換えられつつある。その結果、データの蓄積場所が非常に小さく圧縮できることになり、データ検索速度は飛躍的な速さになった。

データベースとは、活用したいデータをコンピュータのファイルにセットして、それを利用するシステムである。データベースは、情報化社会で大きな役割を果たしているコンピュータ利用の中核をなすものとして重要な位置を背負っている。コンピュータの持つ機

能の中で、データベースは大量の情報を記憶・保存し、それらの情報の中から必要なものを素早く見つけ出し、これらを再編集してくれる機能を持っている。データベースの特徴は情報検索である。手作業では不可能と思われていたような複雑な処理も可能になってきた。様々な情報をデータベース上に再構成することにより、バラバラの情報が集中的に管理され、効率的運営が可能となった。

3. 地学教育情報データの種類と論理構造

情報をコンピュータで扱うためのデータ加工を考慮すると、情報の種類が大きく意味を持つようになる。このような分類は、データベースを扱うにあたって準備しなければならない入出力装置等を考えるために必要なことである。

- 文字情報データ：単語や文章などの文字から成る文献や出版物等を対象とする
- 数値情報データ：主に数表や実験測定値などの数値を中心とするもの
- 画像情報データ：図形や写真、絵などのイメージを格納したもの
- アナログ情報データ：音等のアナログ・データを主体とする。アナログデータはA-D変換をしてコンピュータに取り込むデータの論理構造に関して次に考察する。

データの論理構造の記述部は概念スキーマと呼ばれる。スキーマ(schema)とはデータをデータベースに格納するときの論理構造を定義するものである。ここでいうスキーマとは、データベースの機構、仕組み、組み立てられ方などの意味で使われた言葉である。データベースを管理する視点は、大きく分けて3階層になっている。蓄積データを記述したものを概念スキーマと言い、データ自体が有する論理的な構造を表現したものである。概念スキーマは、格納データの論理的な構造が記述され、データ項目名やデータ項目間の構造が定義される。ここでは、データの用法については考慮されておらず、格納されるデータとその間

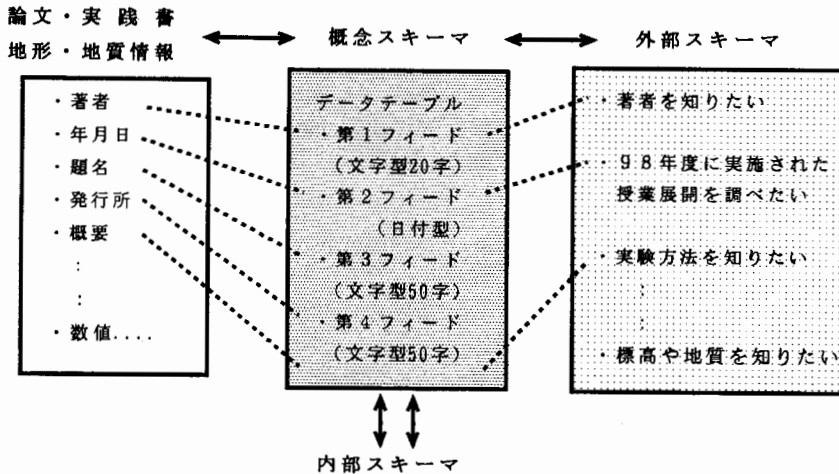


図1 地学教育情報データの論理構造

の正しい関係を記述することのみに注意がはられる。

そして、データを物理的媒体の上にどのように記録しているかという記録形式を記述したものを内部スキーマ (internal schema) という。内部スキーマは、コンピュータのディスク上でのデータベース・ファイルの物理的大きさや位置などが定義されている。ファイルの名前や共同利用に供するか否かなどの指定も行われる。しかしこのような部分はデータベース利用者からは直接見ることはできない。ある一つのデータベースに対する応用目的をいくつか想定すると、目的に応じて視点とか視野が異なるのが普通である。応用目的ごとにその視野に入る論理構造を記述したものが外部スキーマ (external schema) である。外部スキーマは、概念スキーマをもとにしてデータベースを利用することを目的に、データの論理構造を再度、定義し直すものである。データベースを使う際の、実際に使われるデータ項目名やその間の関係が記述されるのである (図1)。

データベース管理システムを活用するということは、内部スキーマ、概念スキーマ、外部スキーマを活用するということである。

4. 地学教育情報データベースのシステム構成要件

4.1 データベースの特徴

地学教育研究に必要な情報をデータベース化の際の特徴は以下の2点である。

- ・多様性: 情報源のメディアは日本地学教育学会そ

他の全国規模の雑誌から県や市町村の教育委員会発行のものまで多様であり、情報の表現法も様々である。情報の形態も日本語や英語文献、数値や図形、図表等を含むものまでである。それらの情報を文字型、数値型、画像型などに分けてデータベース化しなければならない。

- ・高次性: 教育データベースにおける一次情報は発行された本や論文、実践集などの出版物などである。一次情報として資料はコンピュータに画像として取り込まれる。画像を二次情報としての文字情報に変換し、概要やインデックス、画像情報としての図表情報などに分ける。さらに高次の情報は、特定テーマや分野に関する論文や実践などを対象にしている。

著者や項目、テクニカルタームなどの、より総合的な情報を対象として分類される。これらの情報はほとんど文字情報であるが、数値や画像情報なども活用されることがある。

4.2 データベースシステム概要と利用

データベースシステムは、原文献資料入力、蓄積、検索、提示等の能力を持っていなければならない。一次情報である文献データや数値データは、たとえば、千葉県総合教育センターの実践集が画像データとしてディスクに蓄積されている。画像情報の入力、スキャナーから資料を読みとり、テキスト変換等の処理を施し、ディスクに蓄積するようになっている。そこでは、手作業による複雑な工程が必要である。デジタルカメラも画像取り込みには利用可能である。数値情報は、スキャナーやA-D変換器、ディジタイザー

などからファイルに入力される。

データベースの管理は、形成されたデータをもとに、データベースの追加、編集、更新の各過程を含んでいる。また、データベースの利用は、確認、検索、出力等を可能にしている。これらの諸過程が有機的に結合すれば、使いやすいデータベースを構築できる。

キーワード（語彙）索引は、本文や数値を入力、蓄積した後に効率的にデータを利用するために重要な事柄である。地学教育情報データベースでは、キーワードの選定を含めデータ構造の検討や、多様な観点からの検索機能が要求される。キーワード索引システムは、実践集中のキーワードに関するデータベースの検索が可能である。テキストによる利用を想定し、テキスト全文、要約、見出し、あるいはキーワードについて検索が可能としなければならない。困難な課題は、検索のためのキーワード設定であろう。授業実践集などでは、まだキーワードや抄録の無い物も多い。実践集等の分類や内容、授業対象、実験項目などを抽出し、これらをキーワードとして作製し、検索の際の便宜を考慮している。

5. データベースの設計

データベースで重要なことは、情報を整理して一定のデータ構造でコンピュータに蓄積し、後に目的に合わせて利用可能となっていることである。膨大なデータをファイルにセットしただけではデータベースにはならず、データを電子ファイルとして蓄積したにすぎない。データベース化する情報には多くの種類があるので、記録情報の論理構造を考え、使用しやすいデータベースの設計が必要である。

データとは、数値データだけでなく、文字データや画像データも含めたすべてを意味している。集められたデータ間の関係は、データ作製時に予想されている利用目的で確定することは少ない。将来どのような使われ方がされるかをすべて予測することは不可能である。そのため、データベースの論理構造をデータベース側で独立して明確に記述しておけば、必要に応じてどのようなアクセスも可能となる。

格納データの論理的な構造を記述した概念スキーマに従って、データ自体が有する論理的な構造を考慮しながらデータ項目名やデータ項目間の構造が定義される。項目名やその属性（文字型か数値か、検索対象か表示のみか等々）などが記述されるのである。そして、データベースにおいて特に重要なのは、データ項目間

の関係を記述する論理構造である。論理構造の記述法で現在よく用いられているのは、リレーショナル（関係型）・モデルである。次に、地学教育情報データベースの概略を述べる。

いろいろなデータベースのなかで、リレーショナル・データベースは、テーブルを中心とした構造になっている。そこでは、関係のあるデータ項目名がそれぞれ別個のテーブルとしてまとめられている。このようなリレーショナル・データベースの特徴は、テーブルの中に直接に関係が定義されていないデータ項目間であっても、関係式を与えることでデータ項目間の関係を自由に定義できることである。テーブルの間関係を調べていくことで、データ項目間のいろいろな関係を知ることができる。リレーショナル・データベースの大きな特色は、利用者が検索時にデータ項目間の関係を自由に定義できることにある。

データベース運用においては、データ管理とデータ利用を分離・独立させることが基本的な考え方である。データベース管理者はデータのみ注意到一般性のあるデータベースの構築管理に専念し、多数の利用者は、データを収納しているコンピュータのディスクやその上でのデータの配置順序などには気を配ることなく、データベースを使うことができる。

6. コンピュータを利用した地学教育へのアプローチの実例

著者らの研究室では、コンピュータを利用した地学教育へのアプローチについての研究がテーマとなっていることはすでに述べたが、これらの試みの一端を紹介する。

6.1 地学教育文献情報データベース

このシステムは現在研究開発中であり、データを蓄積中である。地学分野は、理科の中でも教えにくい分野であると考えられている。その理由は、地学を専門する教員が少ないことと、地学分野の教育・研究・実践等が教育関係者の間に流通しにくいことなどである。このような現状を改善するために、地学教育に関連した論文をデータベース化して、地学教育の発展に寄与することが目的である。

データベースは、Windows95上で動作する Visual dBASE v5.5 を採用した。dBASE は、コンピュータが Dos で動作している頃から世界中で流通したデータベースソフトであり、Windows95でも標準的である。そして、コンパイルを行うことにより、dBASE を

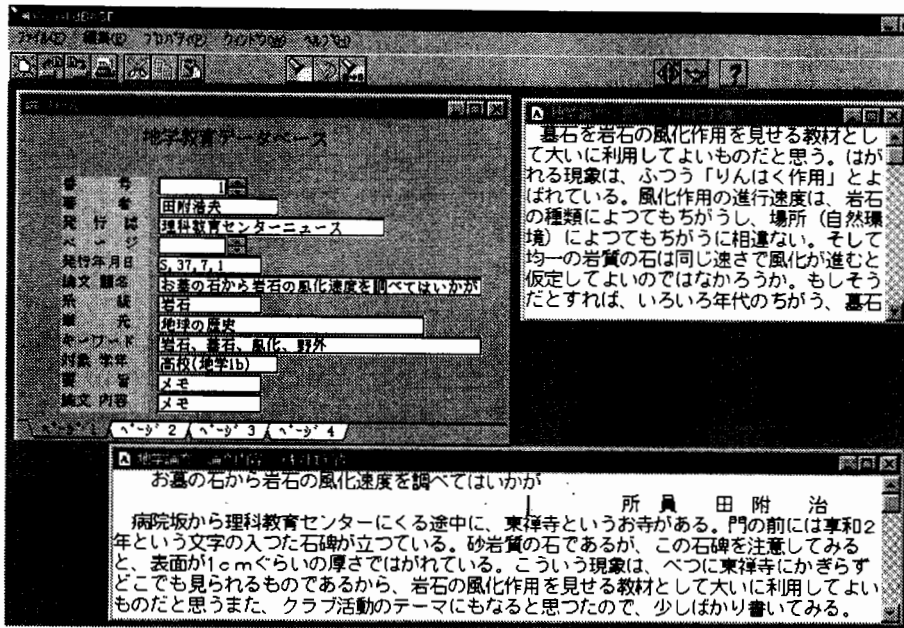


図2 地学教育文献情報データベースの例

導入していないコンピュータでもデータベースを実行できることなどが、Visual dBASEを採用した主な理由である。

データベースの項目は、著者、発行所、系統(天文、地質、岩石、気象、その他)、単元、対象学年、キーワードなどの項目からなり、論文の要旨、図や写真なども呼び出せるようにした。地学教育文献情報データベースの一例を次に示す。このシステムは現在データを入力中であるが、データ数としては三千件以上の地学教育論文等を収納する計画である。ある程度のデータ蓄積後に教育的利用に関する報告をする予定であり、ここではデータベースの表示画面を図2に示す。

6.2 地形・地質情報データベース

地学分野での研究・教育では、調査の前後に地形図や地質図を調べて予備知識を得たり確認をすることがある。また野外研究で収集したデータが多く集積されることも多い。これらの膨大なデータを効果的に教育へ利用できるように、数値情報をデータベース化して地学の教育・研究に活用することを検討した。

ここで紹介するのは、「塩原」地形・地質情報データベースである。塩原盆地付近の東西8.1 km、南北5.4 kmの地域を対象としている。セットされている情報は、数値情報化した地形データ、コード化された地質データ、ランドサット人工衛星画像データである。な

お、これらのデータは著者らが地形図や地質図等から独自に読み取ってデータベース化したものである。

データベースは、Windows95上で動作するLotus Approach97を採用した。アプローチは関数が多く用意され、独自の定義や操作がしやすいことが選定の第一条件であった。

以上を要約すると、地形・地質情報データベースを使用する利点は次のとおりである。

1. 各人工衛星画像や地形・地質との統計・画像処理が容易になる。
2. 必要なデータを簡単に取り出すことができる。
3. 長期のデータを比較し、経年変化を知ることが容易になる。

7. 地形・地質データの作製方法

地学分野での研究・教育では、調査の前後に地形図や地質図を調べて予備知識を得たり確認をすることも多く、また野外研究では収集したデータが多く集積されることも多い。そしてこれらの膨大なデータを効果的に教育へ利用できるように、データベースを活用することを検討した。研究対象としては、温泉地として知られ、また湖成堆積物が分布する地域としても有名な塩原盆地を選んだ(岩生・今井(1951))。リモートセンシングによる画像データも地学教育の分野でよく

利用されている(山崎(1988))。ランドサットデータを地形・地質の研究に利用する場合、大量のデータをどのように管理するかが問題となる。そこで著者らは、データベースを利用して地形・地質情報とランドサットデータを管理し、地学教育に利用する方法を研究した。

栃木県北部に位置する塩原盆地は日光と那須の間にある山間盆地である。2万5000分の1地形図「塩原」の塩原盆地付近の東西8.1 km、南北5.4 kmの地域を選んで本研究の対象地域とした(国土地理院(1982))。この地域を、東西270等分、南北180等分し、全体を48600のメッシュに分けた。ランドサットTMデータの分解能(30 m)にあわせて、研究対象地域を数値情報化した。従って、単位メッシュは30 m×30 m四方の大きさである。各メッシュごとにデータベースに読み込ませるデータを用意したが、その種類は、地形データ、地質データとランドサット人工衛星データバ

ンド1からバンド7である。各データのセット方法を次に述べる。

7.1 地形データ

数値情報化した地形データは、それ自体データベースとして取り扱うことができる。各メッシュの中心地点の標高を読みとって4桁の整数値で連続的に記録したものを地形データとした。地形データの一部を表1に示す。

7.2 地質データ

同地域の地質を、岩質と堆積年代によって7種類に区分し、整数値で表した地質情報ファイルを作製した。地質区分とコードとの関係を表2に示す。

7.3 データベースの選択

自然環境に関係するデジタル量のデータベース化に際しては以下の点を考慮しなくてはならない。

- ・大量のデータを効率よく収納できる。
- ・収容したデータをいろいろ利用できる。

検討したデータベースは、Paradox, Visual dBASE, The CARD, Approachである。市販されている多くのデータベースソフトの多くはこれらの条件を満たしている。今回は基本データベースにLotus Approach97を採用した。アプローチは関数が多く用意され、独自の定義や操作がしやすいことが選定の第一条件であった。アプローチは他のデータベースや表計算アプリケーションにもデータの転送が容易である。これもアプローチを基本データベースとした理由の一つである。Windows95では、さらに多くのデータベースや表計算アプリケーションも利用できるため、ユーザーの選択範囲は拡大する。

7.4 ランドサットフロッピー

ランドサット4, 5号は、マルチスペクトルスキャナー(MSS)とセマティックマッパー(TM)を搭載して公称高度705 kmを周回する。TMの分解能は30 mである。著者の選択した塩原盆地のリモートセンシングデータは、1987年5月21日にランドサット5号によって収集されたPath: 107, Row: 34のデータである。塩原地域は冬季から早春には積雪が残り、その他の季節でも雲の影響のない時期は少ない。この時期になったのは塩原盆地が快晴の時を選んだからである。今回使用したTMデータは、フロッピーディスク2枚に記録して配布されたものである。ランドサットデータはIBM FORMAT(2HD 256バイト/セクター, 77トラック, 26セクター/トラック)のフロッピーディスクに記録されているので、そのまま

表1 地形データの一部

Lineは東西方向, Pixは南北方向, 数字は標高(m)を示す。

| 塩原 標高 | Line 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 |
|----------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Pix31 | 697 | 698 | 700 | 700 | 699 | 697 | 696 | 694 |
| 32 | 693 | 695 | 697 | 699 | 698 | 697 | 696 | 694 |
| 33 | 690 | 693 | 694 | 698 | 697 | 696 | 695 | 693 |
| 34 | 686 | 691 | 693 | 697 | 696 | 695 | 694 | 692 |
| 35 | 680 | 691 | 692 | 696 | 695 | 694 | 693 | 692 |
| 36 | 686 | 691 | 692 | 694 | 694 | 693 | 692 | 690 |
| 37 | 685 | 692 | 692 | 693 | 693 | 692 | 690 | 687 |
| 38 | 683 | 689 | 691 | 692 | 692 | 691 | 688 | 686 |
| 39 | 680 | 687 | 691 | 692 | 692 | 691 | 688 | 685 |
| 40 | 675 | 686 | 691 | 691 | 691 | 690 | 687 | 684 |
| 41 | 666 | 682 | 689 | 690 | 690 | 688 | 686 | 683 |
| 42 | 660 | 672 | 682 | 687 | 688 | 687 | 683 | 682 |
| 43 | 658 | 670 | 681 | 683 | 684 | 683 | 682 | 681 |
| 44 | 655 | 667 | 678 | 682 | 682 | 681 | 680 | 676 |

表2 地質データ

塩原盆地付近に分布する地層を7区分した。

| 地質コード | 岩石・地層 | 時代 |
|-------|-----------|------|
| 7 | 富士山溶岩 | 第四紀 |
| 6 | 高原溶岩 | 第四紀 |
| 5 | 塩原層群(湖成層) | 第四紀 |
| 4 | 塩原層群(礫層) | 第四紀 |
| 3 | 福渡層 | 第三紀 |
| 2 | 小滝流紋岩 | 第三紀 |
| 1 | シラン沢石英斑岩 | 先第三紀 |

表3 アスキーファイルに変換されたTMデータの特徴

| File name | Sensor | Band (μm) | mean | max |
|-----------|--------|-----------|-------|-----|
| SC87TM1.D | BAND1 | 0.45~0.52 | 83.4 | 207 |
| SC87TM2.D | BAND2 | 0.52~0.60 | 37.7 | 102 |
| SC87TM3.D | BAND3 | 0.63~0.69 | 31 | 124 |
| SC87TM4.D | BAND4 | 0.76~0.90 | 110.6 | 209 |
| SC87TM5.D | BAND5 | 1.55~1.75 | 89.6 | 205 |
| SC87TM6.D | BAND6 | 10.4~12.5 | 134.5 | 163 |
| SC87TM7.D | BAND7 | 2.08~2.35 | 32.2 | 114 |

表4 データベースのフィールド構造

| フィールド名 | データ型 | サイズ | 式/参照 |
|---------|------|-----|---------------------------|
| Dat | 数値型 | 固定長 | |
| Pix | 数値型 | 固定長 | |
| Lin | 数値型 | 固定長 | |
| Tm1 | 数値型 | 固定長 | |
| : | : | : | : |
| Tm7 | 数値型 | 固定長 | |
| Hig | 数値型 | 固定長 | |
| Geo | 数値型 | 固定長 | |
| Tm1平均 | 計算型 | 固定長 | SAverage(Tm1), 集計ノ 林の表示位置 |
| : | : | : | : |
| Tm7平均 | 計算型 | 固定長 | SAverage(Tm7), 集計ノ 林の表示位置 |
| Hig平均 | 計算型 | 固定長 | SAverage(Hig), 集計ノ 林の表示位置 |
| Tm1標準偏差 | 計算型 | 固定長 | SStd(Tm1), 集計ノ 林の表示位置 |
| : | : | : | : |
| Tm7標準偏差 | 計算型 | 固定長 | SStd(Tm7), 集計ノ 林の表示位置 |
| Hig標準偏差 | 計算型 | 固定長 | SStd(Hig), 集計ノ 林の表示位置 |
| Tm1最大 | 計算型 | 固定長 | SMax(Tm1), 集計ノ 林の表示位置 |
| : | : | : | : |
| Tm7最大 | 計算型 | 固定長 | SMax(Tm7), 集計ノ 林の表示位置 |
| Hig最大 | 計算型 | 固定長 | SMax(Hig), 集計ノ 林の表示位置 |
| デー数 | 計算型 | 固定長 | SCount(Hig), 集計ノ 林の表示位置 |

表5 データベースの一覧表示

| | Dat | Pix | Lin | Tm1 | Tm2 | Tm3 | Tm4 | Tm5 | Tm6 | Tm7 | Hig | Geo |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 1 | 8705 | 1 | 1 | 80 | 40 | 28 | 151 | 97 | 131 | 30 | 1050 | 2 |
| 2 | 8705 | 1 | 2 | 80 | 39 | 28 | 135 | 96 | 131 | 30 | 1045 | 2 |
| 3 | 8705 | 1 | 3 | 81 | 39 | 28 | 143 | 105 | 131 | 32 | 1038 | 2 |
| : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : | : |
| 48599 | 8705 | 270 | 178 | 80 | 38 | 27 | 129 | 102 | 131 | 30 | 810 | 3 |
| 48600 | 8705 | 270 | 180 | 80 | 37 | 27 | 134 | 95 | 131 | 28 | 840 | 3 |

表6 塩原盆地に露出する地層別平均標高

| 地層・地質 | 全体 | 基 盤 岩 類 | | | 凝 成 層 | 凝 成 台 地 | 凝 成 四 頂 丘 |
|---------|-------|---------|-------|-----|-------|---------|-----------|
| | | 石英ハング | 小規模砂岩 | 粗流層 | | | |
| 標 高 (m) | 812.6 | 812.5 | 862.4 | 870 | 858.7 | 864.6 | 1017.6 |

MS-DOS コンピュータシステムはこれをファイルとして読むことができない。そこで、セクターごとに直接TMデータを読みとり、MS-DOS FORMAT 上でASCII fileに変換する方法を取った(山崎, 1990)。次にランドサットTMデータをデータベースに組

み込む方法について述べる。TMはバンド1(0.45~0.52μm)からバンド7(2.08~2.35μm)までの7種類のセンサーを持っているので、TMの各波長に応じて、7本のアスキーファイルを作製した。各ファイルの概要を表3に示す。

7.5 データベースの実例

アプローチファイルのデータ構造を決定し、必要項目を設定した。日付、位置、ランドサットTM画像の7バンド、平均などの計算項目などが基本のフィールドとなった。フィールド構造を表4に示す。前述のランドサットTM画像7バンド(TM1~TM7)と、標高および地質情報の9種類の総計437400個の数値をそれぞれデータベースに組み込んだ。データの一覧を表5に示す。他のデータベースを利用して同様の一覧を作製することができる。この地域のデータ量は、東西約8km、南北約6km、総計48600画素で、各画素に対応して作製したファイルは、撮影年月、ランドサット画像データ(TM1~TM7)そして標高および地質情報の12種類である。PixとLinは各画素の座標を示す数値であり、Pixは1から270、Linは1から180間での値をとる。

データベースから画像処理用のTMデータファイルを作製することができる。いろいろなデータベースには、テキストデータを切り出す機能がついている。条件・範囲・フィールド(カラム)を選択してデータをファイルに作る事が可能である。TM画像処理用データをデータベースから切り出す方法は、数字で区切った。たとえば、pix, lin, 画像データの順に、

126, 6, 20
81, 64, 25
: : :

と必要なデータを並べる。画像データの部分には、目的に応じて抽出バンドを選ぶことができる。

8. データベースを利用した画像処理の例

画像処理に関して、データベースを利用する場合と利用しない場合の両者を比較検討した。最初に画像表示に必要なデータ量について考えてみる。ランドサットTMデータ7ファイル、地形ファイル、地質情報ファイルの合計9ファイルの総バイト数は約2メガバイトである。各データベースにこれらの全情報をセットした場合、dBASEとCARDが約2Mbyte、RBASEが約3Mbyte、PARADOXが約5メガバイ

トとなり、無加工の場合よりも容量は増加している場合が多い。しかしながら、データベース機能により、必要な部分を抽出することにより、より小さな実行用ファイルを作製することが可能となる。塩原層群分布地域内という条件に合致する TM7 画像を表示する場合、SC87TM7.D と SCGEOLO.D の 2 ファイルを合わせて約 400 キロバイトであるが、たとえば、データベースにより塩原層群の分布地域のみを TM 7 を切り出して作製したファイルは 143 kbyte しかなく、約 60% もファイルが小さくて済んだ。従って、TM データ保存用のハードディスクを画像処理実行用システムから切り離して別にする、画像処理実行用システム全体を小さくすることが可能となる。

次に処理時間について考えてみる。従来のフルデータを利用する場合（全データ読み込み）、1つのファイルを順次読み込めば良いので、単独のバンドの全シーンを表示することに適する。しかしながら複数の条件に合致した画像を表示する際には、必要なファイルをすべて最初から最後まで読み込んだ上で、必要部分のみを表示させなければならないので、必要以上の時間を要する。すなわち、全体を表示するには好都合だが、必要部分を表示する場合には余分な時間がかかる。同一コンピュータシステムを使って塩原層群露出地域の TM 画像を表示する場合、従来どおりに全体から読み出して表示するよりも、データベースから塩原層群分布地域のデータのみを取り出したデータで表示するほうが、処理時間が 40% 短縮されていた。

データベースを利用して画像処理をする場合の特徴は次のようである。複数の条件で画像処理する時でも、必要な条件を満たすデータのみを 1本のファイルにまとめるので、画像処理システム側の取扱いが容易である。そしてプログラムの一部を変更するだけで、処理速度が向上する。

また、データベースの統計処理機能により、平均、最大、最小、頻度分布などが容易に計算できる。標高と TM の地層別平均値を求める場合には、フィールドに統計関数を定義して簡単にある条件を満たすデータの統計値を求めることができる。地質別に TM 1~TM 7、標高の平均値を求めた結果を示す。塩原層群の平均標高が他よりも低くなっていることがわかる。塩原層群は湖成堆積物であり、堆積盆の低い部分に堆積したためである。

データベース関数を利用した計算では、データベースに収容したデータを加工していろいろな演算が可能

である。ランドサットによる熱画像や植生指数は地学教育・環境教育的に興味ある対象であり、榊原(1994)、榊原ほか(1997)など価値のある研究も多い。ここでは榊原が地学教育で論じている方法を引用し、データベースを用いて演算可能であることを示す。

- TM 6 から表面温度を求める

$$(aY+b)Y+c=dX$$

ただし、Y は表面温度 (K)、X はランドサット TM 画像バンド 6 の値、

$$a=5.1292/100000, \quad b=-0.014651, \\ c=1.47852, \quad d=-1.40654/255$$

- TM 3 と TM 4 から植生指数を求める。

$$\text{植生指数 NVI} = 100 \times (\text{TM } 4 - \text{TM } 3) / \\ (\text{TM } 4 + \text{TM } 3) + 100$$

ただし、TM 3, TM 4 は、ランドサット TM 画像バンド 3, 4 の値

上記の式を利用して、データベースに計算項目を設定すれば、表面温度と植生指数を計算させることができる。アプローチでの設定は次のようにすればよい。

「作製」→「フィールド定義」→フィールドを選び→データ型を「計算型」とし→オプションに計算式を記述する。その作業画面の一部を図 3 に示す。

画像データと地形データとを組み合わせて容易に立体画像が表示できることを次に示す。塩原盆地の地形・地質情報データベースを利用して標高データと TM 6 から求めた塩原盆地の立体地表温度分布を図 4 に、同じく標高データと TM 3 と TM 4 から求めた植生指数分布を図 5 示す。

以上を要約すると、地形・地質情報データベースに TM バンドデータをセットする利点は次のとおりである。

1. 各バンド間や地形・地質との統計・画像処理が容易なる。
2. 必要なデータを簡単に取り出すことができる。
3. 長期のデータを比較し、経年変化を知ることが

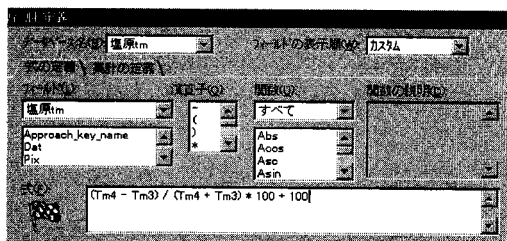


図 3 アプローチを例にとった植生指数の算出

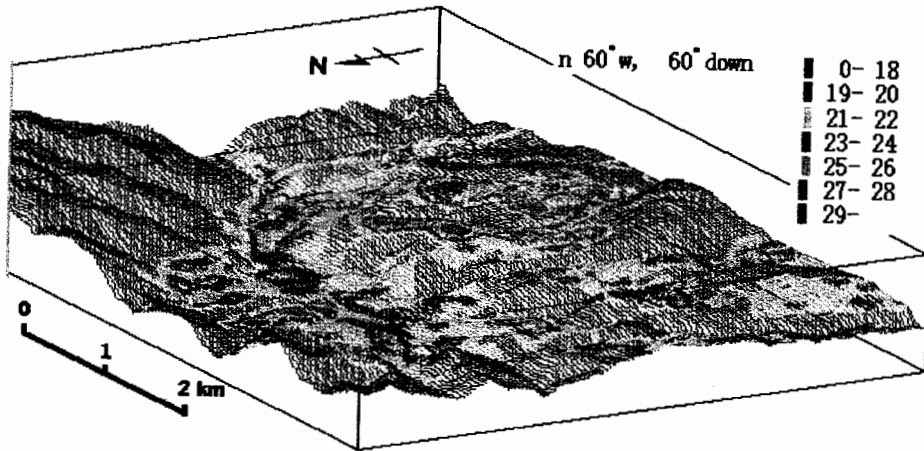


図4 塩原盆地の立体地表温度分布

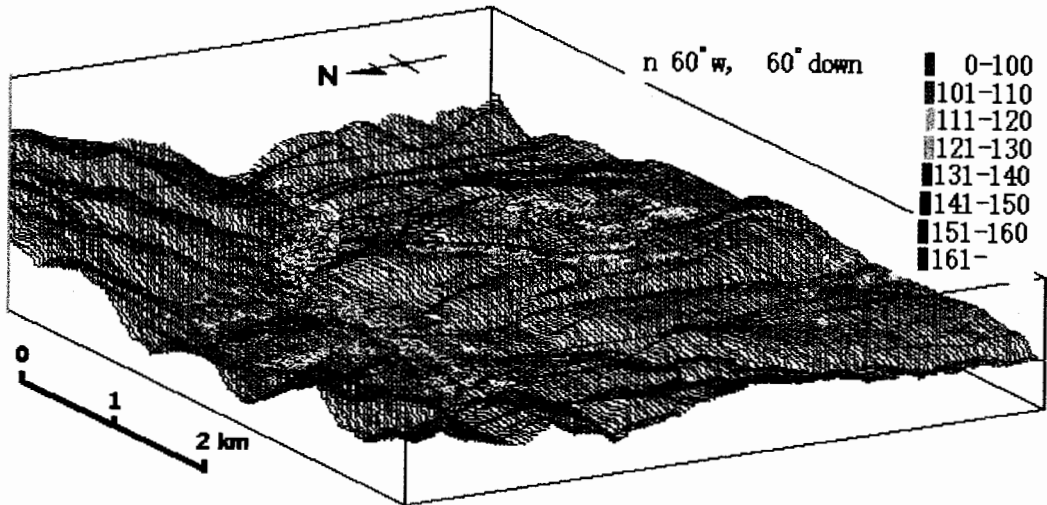


図5 塩原盆地の立体植生指数

衛星画像バンド3とバンド4と地形データを使った塩原温泉の画像

容易になる。

9. まとめ

ここで紹介した例は、著者らが所属する千葉大学教育学部地学教室で研究開発中のシステムを利用している。初めにも述べたように、地学教育に関する資料は年々増大し、これらをどのように活用するかということが重要なテーマとなりつつある。

データベースを利用した情報整理、コンピュータを利用した環境計測データの収集、インターネットでの地学情報の収集活用、地学情報CAIシステム等は、多様な授業に対応するための副教材としても、そして野

外自由研究の視覚的資料としても十分活用可能である(浮ヶ谷ほか(1997)), (唄代ほか(1997)), (山崎ほか(1995)), (山崎ほか(1997)). 学校等での授業にコンピュータを利用する機会が増している現在、地学分野におけるコンピュータの効果的な利用システム研究や、コンピュータを利用したバーチャル体験の授業への実践的活用等は、地学教育でも全力をあげて研究しなければならない分野となりつつある。

著者らが進めているコンピュータを利用した地学教育へのアプローチは、今後もますます重要な研究・教育のテーマになるであろう。その一端を示すことにより、地学教育発展のためのより良い方法を考えていき

たい。

謝 辞

信州大学の榊原保志先生にはランドサットデータに関して、また日本地学教育学会パソコン委員会の方々には日頃からネットワークを通してご教示を頂いており、この場をお借りして深く謝意を表す。本論の骨子は1997年度日本地学教育学会全国大会（於学習院大学）において発表した。

参考文献

岩生周一・今井 功 (1951): 5万分の1地質図幅「塩原」および説明書, 工業技術院地質調査所。
 浮ヶ谷 誠・山崎良雄・濱田浩美 (1997): パソコンを用いた地学的自然環境に関する教材化の試み, 平成9年度日本地学教育学会大会要項, 98-101。
 唄代邦子・山崎良雄・濱田浩美 (1997): 千葉県を例とした地学教育実践例のデータベース化, 平成9年度日本

地学教育学会大会要項, 94-95。
 国土地理院 (1982): 2万5千分の1地形図「塩原」。
 榊原保志 (1994): ランドサットによる熱画像と植生指数画像の教材化の意義, 地学教育, 47, 131-138。
 榊原保志・伊藤 武・石井寛子・北澤夏樹・田中栄司・坂野和久・平岩久幸 (1997): 気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材の開発, 地学教育, 50, 121-125。
 山崎良雄 (1988): 房総半島南端大賀付近の地質とランドサットデータ, 国土館大学教養論集, No. 26-27, 41-63。
 山崎良雄 (1990): マイクロコンピュータを使用したランドサットデータの処理について, 国土館大学教養論集, No. 21, 1-13。
 山崎良雄・濱田浩美 (1995): パソコン制御による自然環境データサンプリング, 千葉大学教育学部研究紀要, 43, 25-35。
 山崎良雄・濱田浩美 (1997): 栃木県塩原地域を例とした自然環境のデータベース化, 平成9年度日本地学教育学会大会要項, 96-97。

山崎良雄・濱田浩美: データベースの地学教育への活用 地学教育 51巻 2号, 1-9, 1998

〔キーワード〕 ランドサット, データベース, 地学教育文献, 温度, 植生

〔要旨〕 地学教育に利用可能な文献情報データベースと地形・地質情報データベースを構築した。文献情報データベースは、地学教育に関連した論文や実践を収録した。データベース項目は、著者、発行所、系統（天文、地質、岩石、気象、その他）、単元、対象学年、キーワードなどの項目からなり、論文の要旨、図や写真なども呼び出せるようにした。地形・地質情報データベースを利用すると、必要なデータを簡単に取り出すことができ、衛星画像や地形・地質との統計・画像処理が容易になり、長期のデータを比較し、経年変化を知ることが容易になるなど多くの利点を生み出す。

Yoshio YAMASAKI and Hiromi HAMADA: Application of Database to Earth Science Education. *Educat. Earth Sci.*, 51(2), 1-9, 1998

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

小山真人著 ヨーロッパ火山紀行 新書判 205頁
1997年10月初版 660円+税 (K) 筑摩書房

本書のまえがきに『日本語で書かれたこれまでの自然解説書の多くは、ほんの一部の人の興味しか惹きそうにないように感じます。記述内容が細分化した学問枠の中にとどまり過ぎ、かつ堅苦しく、その土地の自然を楽しむという視点に欠けているからだと思えます。構えた姿勢をもって自然を見学したり、勉強したりするのではなく、まずは自然を多少の予備知識をもったうえで、心ゆくまで「観光」してもらう必要があると考え、この本を書きました。』という部分がある。本書はこうした意図のもとに書かれている。本書の目次は次のようになっている。著者は、コラムは読み飛ばしてもよいと書いている。

まえがき

火山を楽しむための基礎知識

第1章 ギリシャ

サントリニー—エーゲ海でおきた巨大噴火とアトランティス伝説

コラム：サントリニ島の巨大噴火とミノア文明
ミノア噴火以後のサントリニ島

第2章 イタリア

ストロンボリ—炎を吹きあげ続ける地中海の灯台

コラム：ストロンボリ火山の噴火史

ストロンボリからヴェルカーノ—エオーリエ諸島

コラム：イタリアの火山分布とその成因

ヴェルカーノ—爆裂火口と硫黄の島

コラム：ヴェルカーノ火山の噴火史

エトナ—ヨーロッパ最大の活火山

コラム：エトナ火山の噴火史

ヴェスヴィオー—ナポリ湾にそびえるイタリア火山

コラム：プリニウスが見たヴェスヴィオ火山の紀元79年の噴火

ヴェスヴィオ火山の噴火史

第3章 アイスランド

レイキャヴィーク—アイスランド観光の基地

コラム：レンタカーでの火山観光と注意点

シンクヴェトリル—地殻が拡大する場所

コラム：アイスランドの地学的状況

レイキャヴィークから東火山帯へ—火山と地震の国

コラム：氷河の下で生まれた卓状火山

ヴェイディヴェトン—15世紀の噴火でつくられた凹地と湖

コラム：ヴェイディヴェトン火山列の噴火

ラカギガル—18世紀の災厄と異常気象

コラム：ラカギガル火山列の噴火と異常気象

グリムスヴェトンとカトラ—氷河の下の魔法使い

コラム：恐ろしい氷河バースト

ヘイマエイとスルセイ—火山との戦い

コラム：ヘイマエイ・スルセイ火山の噴火

ミヴァトン湖とクラブラ—美しいアイスランド
北部の火山と自然

コラム：ミヴァトン湖周辺の火山噴火史

第4章 フランス

シェヌ・デ・ピュイ—自然がつくった火山の博物館

コラム：独特な火山文化をもつ国フランス

コラム：フランスの火山噴火史とシェヌ・デ・ピュイ火山群

モンドール—眠りについたカルデラ火山

コラム：モンドール火山の噴火史

グレイ—中央山塊南部の火山の里

コラム：グレイ地方の火山群

第5章 ドイツ

アイフェル—ライン川に沿う小火山群

コラム：アイフェル火山群の噴火史

リース隕石孔—ロマンチック街道が横切る1500
万年前の巨大隕石孔

コラム：リース隕石孔の研究史

あとがき

目次は以上であるが、著者はここに挙げた五カ国のそれぞれの火山を実地見学し、文献なども参照して生き生きと火山の活動した状況や噴火史を書いたり描いたりしている。その付近の地図もあるから、非常に理解し易い。筆者はイタリアやアイスランド以外の活火山・カルデラなどあまり知らなかった。従って新しい知見が沢山あった。新書版の本の中にこれだけ充実した火山の事象を書いてあることに驚きを感じた。筆者の現役時代にこの本が出版されていたら、筆者の火山の授業はもっと充実したものとなっていたであろう。地学を担当している先生がたに参考になることはいくらでもない。是非、一読をお薦めしたい。(貫井 茂)

高等学校の総合化理科としての展開例

—「火山」に関わる学習内容—

宮 下 治*

はじめに

平成15(2003)年度からの完全学校週5日制を目指し、教育内容の見直しを進めている文相の諮問機関である教育課程審議会は、平成9年11月17日にそれまでの審議結果を「中間まとめ」として公表した。

その中では次のような表記がなされている。

(1) 教育課程の基準の改善の基本的な考え方において「総合的な学習の時間」(仮称)を創設し、児童・生徒の興味・関心等に基づく課題について横断的・総合的な学習の推進を図る。

(2) 各学校段階等ごとの教育課程の編成及び授業時数等において、高等学校教育の段階では多様な学習内容の中にも一定の基礎的・基本的な内容をバランスよく身に付けておくことが必要であり、そのような内容を必修として課す方向で検討をする。

(3) 各教科・科目等の内容において、高等学校では中学校で学習した内容を基礎とした科学の歴史や科学と人間生活とのかかわりなどを学ばせ、科学的素養を育成する新たな科目を設け、必修科目として選択的に履修できるようにし、「理科基礎」(仮称)や「理科総合」(仮称)の科目を置く。

学校週5日制のもとでは、教育内容を厳選するとともに、基礎・基本を徹底していかなければならない。そのためにも、高等学校の理科においては、物理、化学、生物、地学のそれぞれのもつ基礎的・基本的な内容を、バランスよく横断的・総合的に取り扱っていくことが必要となってくる。

新設される「理科基礎」(仮称)もしくは「理科総合」(仮称)のいずれかが、是非ともこうした総合的な意味を含んだ科目であってほしい。

ところで、総合化した理科を考えた場合、大きく2つの方法が考えられる。このことについて、林(1996, 1997)は物理、化学、生物、地学の各領域の内容の一部を選び1科目の体裁に構成した“内部独立型”、そ

して、一つのテーマを先に決め、その事物や現象を各領域の側面から取り扱う“融合型”の2つに区分をした上で、それぞれの長所と短所を論じている。

さらに、松川ほか(1997)は、高等学校における総合化理科の新しい教育課程の試みとして「自然科」を提案し、物理、化学、生物、地学の各領域の内容の関連を検討し、系統的に配置した教育課程を作成している。また、林(1997)は松川ほか(1997)の考えに基づき、高等学校の理科における融合科目を必修科目として設定する場合の理念と、科学的パラダイムに基づいた総合化の具体例として、「進化」の展開例を示している。

本小論においては、松川ほか(1997)、林(1997)の考えを支持しつつ、総合化理科の具体的なテーマの例として「火山」に関わる学習内容の展開例を提示することにより、総合化理科のイメージを一層膨らませることができればと考える。皆様のご批判とご意見をいただければ幸いです。

1. 「火山」に関わる学習の総合化への展開例

(1) 「火山」に関わる学習内容の関連について

伊豆諸島の三宅島で1983年に発生した割れ目噴火では、溶岩流によって400戸近い家屋が消失し、1991年には雲仙普賢岳の火砕流によって43人もの犠牲者を出してしまった。さらに、1997年には火山ガスによる死亡事故が相次いで起こった。犠牲者の中には観光の最中に事故に遭遇してしまった例もあり、火山列島に生活する私たちにとっては、火山の怖さを再認識させられる思いである。そのためにも、火山に関わる学習は学校において、是非とも生徒全員に学習させ、正しい認識を育むことが大切である。

さて、火山の学習といっても、様々な内容が関わり合ってくる。例えば、“火山ガス”一つを取ってみても、化学的な学習がどうしても必要である。さらに、火山を形成するマグマを考えれば、その成因は物理的

な学習が必要であり、地熱を用いた発電となると、その簡単な原理も学習しておくことが望まれる。また、火山活動によって動植物への影響も把握しておくことが肝要であり、生物学的な学習が必要となる。「火山」という自然事象を題材にすることによって、科学の様々な内容を含めていくことが可能であり、高等学校の総合化理科を行う場合の適切な事例となるものと考える。

以下に、「火山」に関わる学習内容と各領域との関連について述べ、現行の学習とどのように関わっているか、その位置づけを示すとともに、「火山」に関わる学習内容の関連について図1に示すことにする。

① 物理学に関連する学習内容

ア 地下増温率と熱伝導率との関係……中学校理科の「熱と温度」、高校物理IBの「熱とエネルギー」の学習に関連する。

イ 放射性元素によって生み出される地球内部の熱エネルギー……高校物理IBの「熱とエネルギー」、高校物理IIの「原子の構造」の学習に関連する。

ウ マグマの生成のしくみ（岩石の融解温度〈融点〉と圧力の関係）……中学校理科の「状態変化と温度」と「圧力」の学習に関連する。

エ 地熱の利用と発電のしくみ（電磁誘導）……中学校理科「電流と磁界」の学習に関連する。

② 化学に関連する学習内容

ア 温泉（酸性泉、中性泉、アルカリ性泉）……小学校理科の「酸性・中性・アルカリ性」、中学校理科の「酸・アルカリ・塩」、高校化学IBの「酸と塩基の反応」の学習に関連する。

イ 温泉と火山ガスとの関係……小学校理科の「水・水じょう気・氷」、「ものの燃え方と空気」、中学校理科の「化学変化と燃焼」、高校化学IBの「酸素・硫黄とその化合物」の学習に関連する。

ウ 火山ガスの成分（ SO_2 , H_2S , CO_2 , 水蒸気など）……上記②のイと同様の学習に関連する。

③ 生物学に関連する学習内容

ア 温泉の身体への効能……小学校理科の「からだのつくりとはたらき」、中学校理科の「動物のからだのつくりとはたらき」、高校生物IBの「代謝」の学習に関連する。

イ 熱水の噴出する深海底の生態系……小学校理科の「生物とその環境」、中学校理科の「生物の

生活とたがいのつながり」、高校生物IBの「生物の集団」、「生態系と物質循環」の学習に関連する。

ウ 噴気孔から噴出する火山ガスによる動植物への影響……上記③のイと同様の学習に関連する。

エ マグマが噴出した後の植物遷移……上記③のイと同様の学習に関連する。

④ 人間生活に関連する学習内容

ア 火口から噴火・噴出するものによる災害……中学校理科の「火山と地震」、高校地学IAの「火山とその災害」の学習に関連する。

イ 火山の噴火予知と防災……上記④のアと同様の学習に関連する。

以上の「火山」に関連した学習内容は、現行の中学校理科、高等学校物理・化学・生物のIA、IBの教科書の内容と融合して編成することが可能である。このことについては、2の「総合化に向けた学習内容の具体化」のところで改めて述べることにする。

(2) 学習の展開例について

本学習は、全体を6次で延べ9～13時間程度の授業構成とし、授業者の進め方によって幅をもたせ、探究活動なども実施できるように計画をしてある。

図2に示す展開は一例に過ぎず、内容の組み替えや削除があっても構わないものとする。この展開例では第1次、第2次、第4次、第5次で学習の内容を複線化し、生徒の興味と関心に応じた探究活動を行わせるように計画をしてある。以下に、図2に従い学習の展開について触れる。

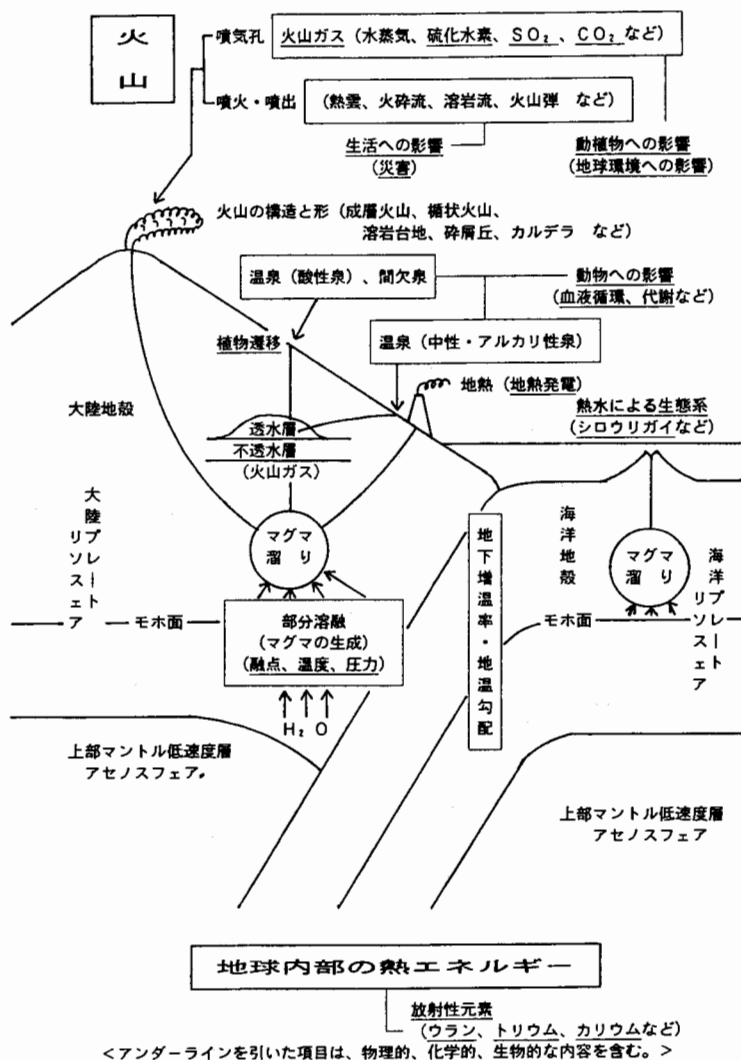
① 第1次：火山地帯の温泉のしくみはどのようなになっているのだろうか。

日本列島は火山国であるとともに、温泉の豊富な国でもある。生涯の生活の中で、この温泉との関わりは切っても切れないものと言っても過言ではない。

第1時は、温泉を導入とし、温泉の身体への効能について学習を行う。

第2時では、生徒の興味と関心によって、地熱発電と発電のしくみ、火山ガスと温泉の成分、熱水の影響による深海底の生態系の中から選び、主体的な探究活動を行う。できれば、生徒による発表の時間なども加えられると、全体として、物理的、化学的、生物学的観点での学習ができ、一層の学習効果が期待できる。

② 第2次：地下深くの熱はどのようなになっている



防災をどのように行っていけばよいのかを、生徒全員にしっかりと学習させておくことが大切である。

第1時は、火山にはそれぞれ個性があり、前兆現象や噴火の様式も異なっていることを学習し、噴火予知の現状について学習を行う。

第2時は、火山災害予想図の作成や、火山地域の防災計画などを調べ、火山災害への防災意識を高める。

2. 総合化に向けた学習内容の具体化

ここでは、学習指導計画の第1次、第2時における物理的学習「地熱の利用としての地熱発電」及び生物的学習「熱水の影響によって生まれた生態系」について、その具体化の試みを紹介する。

(1) 地熱の利用としての地熱発電

○学習目標：地熱の利用としての地熱発電の存在を知り、発電のしくみについて調べてみる。

○学習内容：(生徒用の配布資料を以下に示す。)

① 地熱とは

地表に存在する岩盤中に保有されている熱を広く地熱というが、その中でも特に、火山地域のあちらこちらに見られる噴気孔や温泉の涌出地域では、著しく高い地下の温度を示す。この地域の地下温度は、高温の水蒸気や熱によって高められており、このように水蒸気なり熱水によって地下深部から運ばれてきた熱を、ここでは「地熱」と呼んでおくことにする。

この狭義の地熱の源は、火山・温泉活動をもたらすマグマである。

② 地熱の利用〈地熱発電〉

火山活動の活発な地域などで深い井戸を掘り、噴出した熱水を蒸気と水に分け、その蒸気で発電機のタービンを回して発電を行っている。これが「地熱発電」である。

このような発電は、1913年にイタリアで250KWの地熱発電に成功したのがはじまりで、第二次大戦後、火山温泉国として有名なニュージーランドでも行われた。引き続いてアメリカ、ロシア、アイスランドでも開発が進められ、日本でも岩手県、大分県、そして北海道ですでに地熱発電が実用化されている。日本の地熱発電量は現在、アメリカ、フィリピン、イタリア、メキシコに次いで世界第5位である。

わが国には火山が多くあり、地熱発電が有望ではあるが、地下から出る水蒸気や高温の水の中には、有害物質が含まれている場合があるので、その処理に注意しなければならない。また、大量に地下水や水蒸気を取り続けると地盤沈下の恐れもある。

③ 発電のしくみ

・発電機はどのようなしくみで電気を起こすのだろうか。

・発電機はコイルと磁石を使って電気を起こす。なぜ電流が生じるのだろうか。

[この学習においては、現行の中学校理科の内容を活用することができる。図3は中学校理科の教科書の抜粋である。現在中学校で扱っている内容を、この総合化理科でも十分に取り入れていくことが可能である。]

(2) 熱水の影響によって生まれた生態系

○学習目標：深海底に熱水が噴き出すことがあること

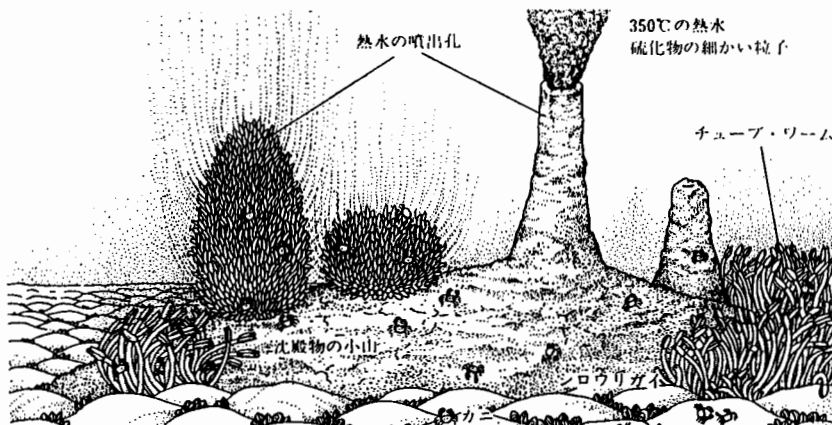


図4 熱水噴出孔の周囲の生態系の模式図(宮脇 昭, 藍 尚禮ほか: 1995: 生物IB. 教育出版より引用)

を知り、熱水の影響によって生まれる生態系について調べてみる。

○学習内容：(生徒用の配布資料を以下に示す。)

① 熱水の噴き出し

マグマが地下深所で固結する場合、その温度の低下に伴って、熱水の溶液に変わる。この溶液から熱水鉱物と溶媒の水に分離する。なお、マグマからの分離は374℃前後ではじまる。海洋地殻で生成されたマグマは上昇し、分離した水が熱水として深海底に噴き出すことがある。

② 深海底に見られる暗黒の生態系

1977年ガラパゴス諸島の推進2600mの深海底のところで熱水が噴き出し、そこに奇妙な生物の密集群が住むことが発見された(遠藤, 1988)。

海洋では太陽光の到達する深度はせいぜい200mにすぎず、それよりも深いところでは光合成が行われず、食物が減少し生物密度は急速に減少をする。水深2000~3000mの深海底では1~10g/m²程度の生物が存在すると考えられるが、なんとガラパゴスの深海底では15kg/m²もの生物が存在している(遠藤, 1988)。

日本の沖縄西方沖などの水深約2000mの暗黒の深海底にも地表の生態系とはまったく異なる生態系が発見されている。この生態系の中心にはかならず、硫化物の細かい粒子を多く含んだ350℃の熱水を盛んに噴き出す噴出口がみられている(図4)(教育出版, 1995)。

噴出口の周囲には独特の生物がみられる。その中には、太陽の光エネルギーにはほとんど依存せず、硫化水素をエネルギー源として利用する細菌(独立栄養細菌)が存在しており、こうした細菌を餌としてハオリムシ(図5)やシロウリガイなどの海産無脊椎動物とが共生している。日本近海でも1984~1985年の日仏“海溝計画”や、海洋科学技術センターの調査により、日本海溝西斜面、相模湾の深海底にハオリムシやシロウリガイなどの生物が発見されている(遠藤, 1988)。

おわりに

高等学校の総合化理科を想定して、その具体的学習の展開例を「火山」を中心に構成してみた。このテーマに沿って学習を考えていくと、図1に示すとおり、相当広く科学の分野が関連し合っていくことがわかる。

また、このことを、松川ほか(1997)による「自然科学の教育課程の項目と内容」の表において関連するところに網かけをし、確認してみると表のようになる。

数多くの小項目と内容において物理的、化学的、そして生物的内容を網羅した学習が展開できる可能性のあることを示しているものとする。

今日、生徒の個性を伸長し、ゆとりの中で学習をしていくには、教育内容を厳選するとともに、なるべく必修科目を減らしていこうとする方向は必要である。

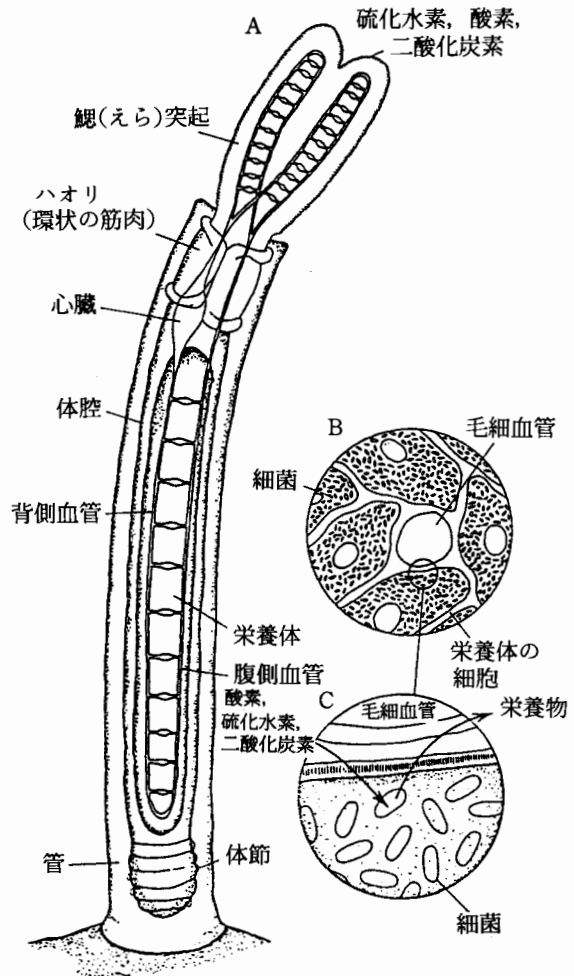


図5 ガラパゴスハオリムシの体制

ハオリムシはえらから硫化水素及び酸素を取り込み、血中のヘモグロビンによって栄養体に含まれる共生体に運搬する。共生体を含む栄養体の細胞バクテリオサイトの間には密に毛細血管が分布し(B)、共生体に硫化水素、酸素、二酸化炭素を供給し、共生体から渡された栄養物を動物体に運搬する(C)。(遠藤: 1988より引用)

| 大項目 | 中項目 | 小項目 | 内 容 |
|------------|---------------|----------------|----------------------|
| 生命 | ア 生物体の構造と機能 | (7) 組織 | 細胞の構造と機能 |
| | | (4) 代謝 | 異化(呼吸) |
| | イ 生命の連続性 | (7) 生殖と発生 | 生物の発生過程 |
| | | (4) 遺伝と変異 | 遺伝子と染色体 |
| | ウ 生命の反応と調節 | (7) 内部環境とその恒常性 | 調節系 |
| | | (4) 動物の行動と調節 | 神経系 |
| | エ 生物の集団 | (7) 動物の反応と調節 | 動物の集団とその変遷 |
| | | (4) 生物の集団とその変遷 | 生態系における物質循環とエネルギーの流れ |
| | オ 生物の進化 | (7) 生命の起源 | 生命の分類・系統 |
| | | (4) 生物界の多様性 | 生物の多様化及び大量絶滅 |
| 地球 | ア 自然の営み | (7) 進化の仕組み | 進化の仕組み |
| | | (4) 地球の営み | 水河のはたらき |
| | イ 地球表面部 | (7) 地形とその成因 | 水河や風が作る地形 |
| | | (4) 地形と化石 | 地層の対比 |
| | ウ 地球の内部 | (7) 地球の構造 | 地球内部の層構造 |
| | | (4) 地球の構造 | 岩石 |
| | エ 大気と水 | (7) 大気の大気 | 大気の大気と運動 |
| | | (4) 水のはたらき | 海水と大気の大気関係 |
| | ア 地球の運動 | (7) 地球の運動 | 地球の自転・公転 |
| | | (4) 地球の自転・公転 | 地球の自転・公転 |
| イ 太陽と恒星の観測 | (7) 太陽の形状と活動 | 太陽活動の観測 | |
| | (4) 恒星の放射 | 恒星の明るさ | |
| ウ 宇宙の進化 | (7) 恒星の進化 | 星間ガスと星の誕生 | |
| | (4) 宇宙の進化 | 宇宙の誕生と年齢 | |
| 物質とエネルギー | ア 物質 | (7) 物質の構成 | 原子 |
| | | (4) 原子の構成 | 原子核と放射線 |
| | イ エネルギー | (7) 力学的エネルギー | 位置エネルギーと運動エネルギー |
| | | (4) 熱とエネルギー | ボイル・シャルルの法則 |
| | ウ 音と光 | (7) 音の性質 | 音の伝わり方 |
| | | (4) 音波と光波 | 共振・共鳴 |
| | エ 電磁と磁界 | (7) 電磁 | 電磁誘導 |
| | | (4) 電磁 | 電磁気 |
| | オ 化学反応 | (7) 化学反応 | 酸化還元 |
| | | (4) 多様な化学反応 | 身近な生物・岩石・物質の多様性と共通性 |
| イ 資源とその利用 | (7) 天然物 | 化石燃料 | |
| | (4) 合成物 | 高分子化合物 | |
| ウ 未来への展望 | (7) 自然環境とその保全 | 自然環境の成り立ち | |
| | (4) 自然環境の保全 | 身近な科学技術の成果 | |

表「自然科」の教育課程の項目と内容(松川ほか, 1997)を改変
本稿で示した「火山」に関する学習内容の展開例で扱った内容を網かけで示してある。

その一方で、自然科学の内容に関わる基礎・基本について、広く学習しておくことも望まれる。そのためにも、少ない授業単位数の中では、物理、化学、生物、地学のそれぞれのもつ基礎的・基本的な内容をバランスよく横断的・総合的に取り扱っていくことが是非とも必要と考える。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり、東京学芸大学 松川正樹助教授、岐阜教育大学 榎原雄太郎教授、慶応義塾幼稚舎 馬場勝良教頭、相場博明教諭、東京学芸大学附属高等学校 林 慶一教諭、田中義洋教諭、東京都立晴海総合高等学校 藤井英一教諭、芝浦工業大学中学高等学校 坪内秀樹教諭、神奈川県立川崎高等学校 齊藤 茂教諭、千葉県立千葉女子高等学校 米澤正弘教諭、千葉県立佐倉高等学校 山本和彦教諭、東京成徳大学高等学校 青野宏美教諭、東京学芸大学附属高等学校大泉校舎 大久保 敦教諭には、さまざまな有益なご意見をいただいた。記して感謝の意を表す。

引用文献

- 遠藤圭子(1988): 独立栄養細菌と海産無脊椎動物の共生。遺伝, 42, 50-53.
- 林 慶一(1996): 高校での必修は独立の物化生地か, 総合化か?. 地学教育, 49, 200-202.
- 林 慶一(1997): 科学的パラダイムに基づく融合理科の理念とその展開例. 地学教育, 50, 21-33.
- 教育課程審議会(1997): 教育課程の基準の改善の基本方向について(中間まとめ).
- 松川正樹, 中西剋爾, 田中義洋, 林 慶一, 齊藤 茂, 根岸 潔, 米澤正弘, 山本和彦, 藤井英一, 坪内秀樹, 宮下 治, 相場博明, 馬場勝良, 青野宏美, 榎原雄太郎(1997): 高等学校の総合化理科の新しい教育課程の試み: 自然科. 日学選書9「21世紀の教育内容」にふさわしいカリキュラムの提案. 日本学術協力財団, 194-208.
- 宮脇 昭, 藍 尚禮ほか(1995): 生物IB. 教育出版, 207 p.
- 海野和二郎, 長倉三郎ほか(1993): 新しい科学1分野下. 東京書籍, 120 p.

宮下 治: 高等学校の総合化理科としての展開例—「火山」に関わる学習内容— 地学教育 51 巻, 2 号, 11-19, 1998

〔キーワード〕 高等学校, 総合化, 理科, 火山

〔要約〕 高等学校の理科においては、今後、物理、化学、生物、地学のそれぞれのもつ基礎的・基本的な内容を、バランスよく横断的・総合的に取り扱っていく総合化理科を必修の科目に位置づけていくことが必要である。本小論では、総合化理科のイメージを一層膨らませることができる具体例として、「火山」に関わる学習内容の展開例を提示し、その可能性を示した。

Osamu MIYASHITA: "Volcano" as Development of Unified Science Curriculum for High School. *Educat. Earth Sci.*, 51(2), 11-19, 1998

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

藤岡換太郎著 深海底の科学 日本列島を潜ってみれば NHK ブックス 249 p. 1020 円+税

「しんかい 6500」という潜水調査船があることはご存知であろう。世界で最も深く、文字どおり 6500 m 潜れる、全長 9.5 m の小さな“船”である。研究者はたった一人だけ乗り込める。世界中の研究者が交代で乗っている。何のために、何をしているのであろうか。才気あふれる著者が案内してくれる。

深海底の調査は、著者言うところの“蜘蛛の糸”のように、たくさんの観測機器をつるして海底に下ろしたり、船上の機器からの間接的なデータでもかなり進むが、醍醐味はやはり、研究者が潜って観察するところにある。

著者は“深海底の博物学”者であるという。深海底は 1℃ しかないのだが、寒さを忘れて観察する。読者も生首ならぬマネキン人形にぎょっとしたり、最深のシロウリガイ群集の発見に手に汗を握ることができる。

では、この観察から何がわかるのか。著者は日本列島の構造とその発達史がわかるという。ハンマーを持ってフィールドを駆け回ると同じように、あるいはそれ以上によくわかるという。著者は日本列島を東日本列島、西日本列島、そして日本海の背弧海盆の 3 つに分けて、深海底質学の最新の成果をわかりやすく

紹介している。東日本列島と西日本列島では潜り込んでいるプレートの年齢も厚さも性質も異なっていること、不思議にみちた日本海はどうやってできたかなどがよくわかる。

プレートテクトニクスが海洋底の調査から始まったように、深海底の観察は、さらに、現在未解決な問題を解く鍵を握っている。そのためには、もっと深く、もっと遠くに(たとえば極域)、もっと正確に(たとえば海洋衛星を使って)、もっと恒常的に深海底地質学を進めねばならないと説く。

著者は、シャーロック・ホームズやルパンに子どもの頃から親しみ、ジャック・クストー、ジュール・ベルヌの世界を胸の奥に秘めて、吉村 昭、新田次郎の小説を楽しみ、望月勝海、杉村 新、上田誠也、都城秋穂らに導かれて、今、深海底を潜っている。本書によって深海底に導かれる若人が生まれれば幸いである。地学の教師として最新の情報を知ること、もっと進んだ学習をしたい生徒に本書を紹介してあげることをお勧めする。

なお、本書では、白亜紀の地層の記述のところでもアリ・アニングの早口言葉を紹介するなど、地質学史への著者の豊富な知識がちりばめられている。かなり早足で地質学の歴史を学べる書でもある。

(東京成徳学園 矢島道子)

林 慶一 (1997): 科学的パラダイムに基づく融合理科の 理念とその展開例についての討論

宮 下 敦*

1. はじめに

地学教育第50巻の林慶一氏の論文「科学的パラダイムに基づく融合理科の理念とその展開例」(林, 1997)は、週5日制導入に伴う学校教育での総時間数削減に対応するため、今後の理科教育の方向性を示す目的で書かれたものであるが、筆者は重大な問題点をもっていると考えている。

通常の学術誌の投稿規定には、DiscussionまたはScientific communication と呼ばれるカテゴリがあり、公表された論文について、問題点がある場合にはここで議論がなされる。しかし、「地学教育」誌の投稿規定には、同様のカテゴリがない。これは、教育関係の論文については、これまで公開の場で討論をする必要がなかったか、あるいは科学的に討論をする習慣がなかったことを示している。論文の中で林氏は、批判・意見を求める旨の発言されているので、筆者の疑問に対してreplyの形で答えて頂けることを期待する。

2. どのパラダイムを教材化すべきか

林(1997)では、「現在の自然科学を支えている自然に対する支配的な見方(=科学的パラダイム)を、理科教育においても全面に出して融合する方法が最もよいのではないかと考えられる」と述べている。

クーン(ちなみにクーンはオハイオ州シンシナチ生まれの物理学者で、ドイツの有機化学者ではない)の定義によれば、パラダイムとは、ニュートン力学や相対性理論のように、一般に認められた科学的業績で、一時期の間、専門家に対して問い方や答え方のモデルを与えるものである。つまり、一つの科学者共同体の中で支持される法則・理論・記号・用語・モデル・模範例・装置・価値観などを一括したものを「パラダイム」と呼ぶ。中山茂氏による邦訳は第二版に基づくものであるが(クーン, 1971), その補章でパラダイム

の概念はさらに拡張され、パラダイムを信じる科学者共同体は、科学者全てでも、固有の領域(物理学・古生物学・火成岩岩石学など)でもよく、それに伴ってパラダイムの適応範囲は自然現象の広い範囲でも狭い範囲でもよい。したがって、古いパラダイムが新しいパラダイムに変わるパラダイム転換には、大きなものも小さなものもある。林氏が展開例として用いている「馬の進化」は、後述するように進化生物学に拡張されたものではないから、古生物学の中でのウマの進化についてのパラダイムを扱ったものである。ある分野についてパラダイムがいったん確立すると、それに基づいてその分野の研究・教育がなされ、科学は「通常科学」の状態になる。科学者は、「パズル解き」の問題について多種多様なデータと用語を作り、結果パラダイムの内容は、その分野以外の人には次第に理解がむずかしいものになる。

つまり、パラダイムはある分野の科学者の共通認識であって、その分野についての問題を解くために必要なものである。しかし、当該の科学者集団以外の人間には関係のないものであり、場合によっては専門外の人間からは内容が理解できないものとなっている。特定のパラダイムはその科学者集団内部では極めて有用であるから、しばしばそれが社会全体に対して有用であると錯覚する者も出てくる。理科リテラシーに関する議論で、研究者サイドから出される意見にはこうしたものがかなり含まれていることには注意を要する。自然科学者が用いるパラダイムの中で「学校教育としては、子どもにとって何が有用であるか「生きる力となるか?」あるいは「学ぶに値することは何か?」は、理科教育に携わる者が責任を持って主体的に取捨選択しなければならないものである。

また、林(1997)は、「①総合化に用いるパラダイムは当然最新のパラダイムであるべき、・・・中略・・・②その最新のパラダイムが完成されたものでもなく、将来更新されることもありうることを教える必要があ

ると述べている。クーンの考えでは、パラダイムは「革命」によって新しいパラダイムに転換することがある。それは、ある自然科学の分野の理論体系の中には、データによって裏打ちがない、思弁によって構成されている部分が必ずあって、これがその理論の弱点となるからである。思弁性による部分は分野によって大小があり、現在の自然科学の中では宇宙論や素粒子論は思弁による部分が大きく、学校教育で扱われる力学や化学反応の理論では極めて小さい。パラダイム転換は、この思弁性による部分が別の論理で置き換わったり、新しいデータによって崩壊したりすることによって起こる。思弁性が極めて高かった古代の自然観を、データの蓄積によって裏付けられた理論によって切り崩し、乗り越えた来たのが近代科学の成果であって、これを文化として次世代に伝えるのが理科教育の役目である。パラダイムとして次世代に伝えるべきものは、現状で我々が確実に「真理」であると考えられるものが選択されるべきであろう。また、そのような「真理」はそれぞれの子どもが自然科学理解のために必要なパラダイムであるはずだから、理科教員として教育を受けたものであれば、個々の教員が受けた自然科学分野の専門教育の内容によって、教えることが困難になるということはないであろう。例えば、生物学を専攻したから物理は教えられないということはないはずである。最新のパラダイムの一つである宇宙論がいくら面白くても、学校教育で必修として取り扱わないのはこうした見識に基づくものと考えられる。

今、理科教育に問われていることは、「生きる力」を育むためには、どのようなパラダイムを教えるべきかということなのであるが、林(1997)はパラダイムだから教えるべきだと主張するのみで、この問題に答えしていないのである。

3. 展開例について

林(1997)は「パラダイムに基づく総合化の展開例」として、ウマの進化の授業プランを示している。その内容を略述すると

- 1) 生物の進化をだどる材料に化石がある。
- 2) 最古のウマは、始新世のヒラコテリウムである。
- 3) ヒラコテリウムは森林に住む中型大程度の生物で、4本の指がある。
- 4) ウマは草原に住むようになってから、ロコモーションや食性が変わった。

- 5) それに合わせて、中指が発達し、関節や歯の形が変化した。
- 6) こうした進化は19世紀には「定向進化」というパラダイムで説明された。
- 7) 現在では自然環境の変化の方向に沿って「自然選択」により進化したとされる
- 8) 北米大陸西縁ではプレートの運動に起因する造山が起こった
- 9) 北米大陸中央部では山脈の形成により気候変動が起こり、森林から草原へと変化した。
- 10) これによりウマの進化は北米大陸で起こった、というものである。

これによって授業を受けたものは、どのような「パラダイム」を獲得できたのであろうか？

ア. ウマは、進化して足や歯の形が変わった

イ. ウマはが造山作用による気候変動によって草原に適應できるように進化した

ウ. 生物は環境変動による自然選択によって進化する

エ. 自然現象というのは、いろいろなところでつながりをもっている。

教材で事実として提示しているのはアとイである。これを示すことによってウやエが示しえたと考えるかどうかは、授業者の見識による問題である。しかし、効果の高い教材とされるものは、「科学の論理に基づく判断の方が、常識的・直感的な判断よりもはるかに有効である」ことが体験できるようなものでなくてはならない(板倉, 1966)。情報としてウマの進化しか与えられていないこの教材を通じて得られる判断能力とはどのようなものだろうか？ この教材を、進化学一般で使えるパラダイムとして拡張するためだけでも、ウマのみではなく、クジラはどうか？、ゾウはどうか？、などの吟味をした上で、ヒトについてはどうかという予測ができる段階まで、科学的な一般法則として使えるのに必要な順序で、事例が提示されていなければならないであろう。そのようなレベルに達して初めて子どもたちが将来生かせる科学的な知識や能力として定着するのであって、この教材は林(1997)が言うようにレベルが高いものではない。

また、ウマの進化の話の枝葉として、プレートテクトニクスや造山、フェーン現象を配置してみても、それぞれの事象の混合物を、一つの事例として配列したという意味しか出てこない。もし、これが基礎理科の理念を再評価して構想されたものであるとしたら、そ

これは以前の基礎理科と同じような評価しか得られないであろう。本来の融合教材は、融合された教材が相補的に影響をあい、これを用いて学習した子どもが、双方の概念を同時に身につけることができるようなものでなくてはならないだろう。まだ不完全なもので一般的に用いるためにはさらに追試が必要な段階であるが、そのような授業プランとして、筆者は、振動や波動現象と地球物理を結びつけたもの(宮下, 1996)と統計と気象を結びつけたもの(宮下, 1995)を開発し、一部を公表してある。前者は振動現象の基礎と、地震の測定・伝搬・減衰などの現象を同時に扱うもの、後者は、平均・標準偏差など統計の基礎と気象について統計的誤差や統計的変動、予測などについて同時に扱うものである。このような融合については、林(1997)も指摘するように、融合できる概念とできない概念がある。新しい総合的な理科の科目では、融合できる部分については融合して扱い、できない部分については単一の教材として丁寧に扱うようにするべきである。

4. おわりに

林氏とその研究グループは、学校教育理科の中での地学の位置づけを、4教科並列の中の1教科(松川・林, 1994)、科学技術科と自然環境科の一部(林・松川, 1996)、自然科(総合化理科, 松川ほか, 1997)および融合理科(林, 1997)というように状況に合わせて変えてきている。氏らのグループおよび研究協力者には、常務委員を含む地学教育学会を主導する方たちが含まれている。地学教育の将来を策定するのに当

たっては、こうしたトップダウンのような形で方向を提示するのではなく、地学教育に携わる教育関係者と広く議論をして、意見を汲み上げる工夫が必要であろう。現在、筆者とその共同研究者は、上記の案に対するものとして新しい総合化理科のプランについて検討をしており、近く公表する予定である。互いの案をたたき台として、公正な討論ができることを期待している。

引用文献

- 林 慶一・松川正樹(1996): 理科の2教科への分割と必修化。日学選書3「21世紀を展望する新教育課程編成への提案—理科教育, 数学教育, 技術教育, 情報教育—」財団法人日本学術協力財団, 469-489。
- 林 慶一(1997): 科学的パラダイムに基づく融合理科の理念とその展開例, 地学教育, 50, 175-187。
- 板倉聖宣(1966): 未来の科学教育, 国土社。
- クーン, T. (1971): 「科学革命の構造(中山 茂訳)」, みすず書房。
- 松川正樹・林 慶一(1994): 地学とはどのような科学か?—地学教育の目標を考えるために—, 地学教育, 47, 3-9。
- 松川正樹・田中義洋・斉藤 茂・根岸 潔・林 慶一・米澤政弘・山本和彦・藤井英一・坪内秀樹・宮下治・相場博明・馬場勝良・青野宏美・榊原雄太郎(1997): 自然科(高等学校の総合化理科の新しい教育課程)の試み, 地学教育, 50, 45-53。
- 宮下 敦(1995): 自然科学の基礎を教える地学の試み—「気象と統計」の授業—, 地学教育と科学運動, 24, 79-84。
- 宮下 敦(1996): 自然科学の基礎を教える地学の試み—授業書「ふりこと振動」を基礎にした地球物理の授業—, 早稲田教育評論, 10, 217-228。

宮下 敦: 林 慶一(1997): 科学的パラダイムに基づく融合理科の理念とその展開例についての討論 地学教育 51 巻, 2号, 21-23, 1998

〔キーワード〕 教育課程, パラダイム, 融合理科

〔要旨〕 林 慶一(1997): 科学的パラダイムに基づく融合理科の理念とその展開例について, 討論を行った。学校教育の理科の内容を考える上では, 理科教育関係者により子どもの科学的概念の形成の上で有用なパラダイムを選ぶことが重要であること。融合理科を考える上では, 複数の教材を羅列的に結合しただけでは効果がないことを述べた。

Atsushi MIYASHITA: Discussion on Philosophy and Development of Unified Science Curriculum Based on Scientific Paradigm. *Educat. Earth Sci.*, 51(2), 21-23, 1998

~~~~~  
学 会 記 事  
~~~~~

日本地学教育学会は、平成9年11月17日に文部省教育課程審議会より示された、「教育課程の基準の改善の基本方向について(中間まとめ)」に対し、次に示す要望書を「教育課程に関する日本地学教育学会の取り組みについて」を添えて、文部省同委員会宛提出した。

要 望 書

平成9年11月17日に文部省より示されました、次期教育課程の教育課程審議会の中間まとめを拝見いたしました。日本地学教育学会は、これより提示されます本答申におきまして、次の各点が取り入れられますよう要望いたしますとともに、答申された内容が各学校におきまして十分に達成されるよう、ご高配をお願い申し上げます。

平成9年12月25日
日本地学教育学会長 石井 醇

1. 地学では、児童生徒の自然体験を基本とした、総合的な内容の学習とすること
 1. 総合的な学習の時間では、我が国の豊かな自然を多面的に学習する内容を取り入れること
 1. 高校理科の基礎的・基本的な内容を総合的に含む「理科総合」を必修科目としておくこと
 1. 中学校・高等学校の全選択教科・科目を各学校で開講すること
 1. 各教科・科目における「基礎・基本」の内容は、コンセンサスの得られるものとする
 1. 理科・地学で実験観察が充分に行えるよう、時間配分の柔軟な運用など、教育環境の整備・充実を具体的に示すこと
1. 地学では、児童生徒の自然体験を基本とした、総合的な内容の学習とすること

次期学習指導要領では体験的な学習を通して、自分で問題を発見し解決する能力を培い、「生きる力」の育成を目標としております。このような能力の育成過程は、まさに科学の探究過程そのものといえましょう。また、「生きる力」の育成のために身近な自然は、子どもたちが単に知識だけではなく好奇心・探求心を持ち主体的に学習する場として不可欠なものであります。このように地学は「生きる力」を培うために必要な内容を多く含む教科です。子どもたちの発達段階に応じ、身の回りの自然から宇宙の構成まで、私たちを取り巻く自然に関する学習を多く取り入れていただきますようお願いいたします。
 1. 総合的な学習の時間では、我が国の豊かな自然を多面的に学習する内容を取り入れること

我が国は温帯を主としながらも、亜熱帯から亜寒帯までを国土として有しています。周囲を海に囲まれ起伏に富む豊かな我が国の自然がどのように生じ、将来にわたりどのようにして維持し、適応していくかについて系統立てて学ぶことを、我が国固有の環境教育の目標として置くことができましょう。

従来、環境教育では、環境破壊・環境汚染等の環境問題や生態系が主として扱われてまいりました。総合的な学習の時間の中で扱われる環境では、これまでの内容とともに、我が国の豊かな自然環境を単なる知識の習得ではなく、自然の体験を通した学習を一つの柱とした内容となりますようお願いいたします。
 1. 高校理科の基礎的・基本的な内容を総合的に含む「理科総合」を必修科目としておくこと

21世紀を生きる市民として必要とされる基礎的・基本的な内容は全ての生徒が身につけなければなりません。そのためには高校理科の中で「理科総合(仮称)」を必修としておくことが適切であると考えます。また、生徒の興味・関心に応じて開設される、物理・化学・生物・地学を選択する際の基礎科目としても、理科総合

は適当なものと考えます。理科総合を全員が必修する科目としておかれまますようお願いいたします。

1. 中学校・高校学校の全選択教科を各学校で開講すること

中間まとめでは、生徒の主体的な学習能力を育成するために、多く選択教科・科目が設けられています。地学や地学分野は自然を探究したい生徒にとっては必須の科目です。しかしながら、現状では、高等学校の学習指導要領に掲げられている選択科目に地学がありながら、地学を学びたい生徒の希望はほとんど叶えられておりません。選択科目・教科開設に必要な学校を巡回して教科・科目を担当する教員を配置する等の可能性を考慮しながら、生徒の探求心を育み主体的に学習するために中学校・高等学校の教科・科目選択が十分に保障されますようお願いいたします。

また、中学校の選択理科では、生徒の知的好奇心や探求心を満たすために、その内容を学習指導要領等により具体的に規定しない方向の検討をお願いいたします。

1. 各教科・科目における「基礎・基本」の内容は、コンセンサスの得られるものとする

児童生徒が主体的に学習する態度や、発展的に学習する態度を身につけるためには、教科・科目の内容を精選する必要があります。しかしながらその内容が厳選のもとに断片的な項目の集まりでは本来の趣旨が生かされません。基礎基本を学習するための具体的な活動として「読み書き算盤」という旧来の内容に加えて、幼少時からのいわゆる自然体験をはじめとする数多くの体験、実験、観察があることについてコンセンサスが得られております。これに加えるべき、基礎基本となる内容については様々な考え方があります。出来る限りコンセンサスが得られる内容となるようお願いいたします。

1. 理科で実験観察が充分に行える、時間配分の柔軟な運用など、教育環境の整備・充実を具体的に示すこと

学校五日制・総合された科目の導入により、必修単位数が減少いたしました。その中で厳選された内容を生徒が修得するためには、これまで以上に入念に準備された実験・観察等の児童生徒の体験が必要になります。施設設備はもちろんのこと、適切な教員配置や柔軟な時間配分等を具体的に示していただきますようお願いいたします。

中間まとめの小学校理科においては、自然に親しむ体験や実験観察を十分に行うこととされています。しかしながら、その趣旨のもと実際に指導することができる人材は十分ではありません。そうした人材登用に加えて、人材育成のための研修を行える環境整備を盛り込まれますようお願いいたします。

その他

中間まとめでは高等学校理科に必修科目として選択的に履修する科目の「理科基礎(仮称)」が取り入れられました。人類遺産として科学の成果を捉える中で、この理科基礎の中に科学史が大きく取り入れられたことは、時流にも鑑みますと望ましいことであると思います。理科基礎では古典的な実験・観察をおこないながら科学史を体験的体系的に学ぶことが、その学習の目標達成のために必要なことと思われます。また、理科基礎とともに理科総合は新たな科目であること。から、その指導にあたる教員研修を保障していただきますようお願い申し上げます。

【参考資料】

1997・12・25

教育課程に関する日本地学教育学会の取り組みについて

身近な自然をもとに、時間的空間的な広がりを持った自然を内容としておりますのが地学であります。日本地学教育学会(以下、本会)は、21世紀を生きる市民として、学校教育・生涯教育において、この地学の持つ重要性を広く訴え続けてまいりました。毎年夏期に開催いたします日本地学教育学会研究大会・全国地学教育研究大

会におきましては、地域の自然の学習を生かした地学教育の一層の振興や、よりよい教育課程に向けて宣言をおこなってまいりました。

本学会は、地学の具体的な教育目標の検討をおこない、これまで特に教育課程について精力的に議論を積み重ねてまいりました。その中で、理科教育の中で地学が自然を総合的に捉える点で重要な役割を担っている結論に到達したのであります。

この結論を踏まえ、さらに理科の将来構想を具体的に構築する中で、地学が担う役割を明確に示し、地学をさらに活性化するための検討を目的とした理科活性化検討委員会（磯部琇三委員長：国立天文台）を1994年10月、学会内に設置しました。この委員会では、日本学術会議科学教育研究連絡委員会が主催するシンポジウムへの対応もおこない、他の学会に先駆け具体的なカリキュム案を提案したことは、日学選書9巻「21世紀の教育内容」日本学術協力財団刊（1997）等においても明らかであります。

この間に中央教育審議会での提言がおこなわれ、次期学習指導要領の改訂のための教育課程審議会が開催されております。こうした情勢の中で、学会として学校教育・生涯教育の中で地学の重要性を広く主張することが必要となってきたとの認識に立ちました。その結果、地学を中心に理科に関する教育課程を中心に検討するため、先の理科活性化検討委員会を発展的に解消し、新たに教育課程検討委員会（磯部琇三委員長）を1996年9月に設置し、活発な議論をおこなってまいりました。

また、こうした理科教育の振興と教育課程の検討を目的に、教科理科に関係する諸学会に呼びかけ、1995年7月、教科「理科」関連学会協議会（現議長：佐野博敏大妻女子大学社会情報学部教授・日本化学会）を発足しました。そこでは、初等・中等教育における教科「理科」の内容の検討をおこなう中で、関連学会間の意見交換、及び調整をはかり、学校教育のよりよい発展を目指した議論をおこなっております。現在、6学会から委員が選出されており、将来の教育課程に関するシンポジウムを2回（1996、1997）開催いたしました。

このほか、1996年1月、地学に関係する諸学会に呼びかけ、学校科目「地学関連学会連絡協議会」を発足しました。現在、15学会が加盟し、学校教育における地学教育の現状認識や、各学会での学会員外への教育普及活動等の報告を中心とした議論をおこなっております。

日本地学教育学会はこれからも、教育課程検討委員会を中心に、日本学術会議科学教育連絡委員会や、教科「理科」関連学会協議会・学校科目「地学」関連学会連絡協議会等におきまして、地学教育の一層の振興を図るべく検討していく所存であります。

よろしくお願い申し上げます。

教科「理科」関連学会協議会加盟6学会：日本化学会、日本科学教育学会、日本生物教育学会、日本地学教育学会、日本物理教育学会、日本理科教育学会（50音順）

学校科目「地学」関連学会連絡協議会加盟16学会：地学団体研究会 地球電磁気・地球惑星圏学会 東京地学協会 日本火山学会 日本海洋学会 日本岩石鉱物鉱床学会 日本気象学会 日本鉱物学会 日本古生物学会 日本測地学会 日本地学教育学会 日本地球化学会 日本地質学会 日本地震学会 日本天文学会 日本惑星科学会（50音順）

学 会 記 事

第3回常務委員会

日時 平成9年10月6日(月)午後6時～9時
 場所 日本教育研究連合会 小会議室(4階)
 出席者 石井 醇会長, 小川忠彦常務委員長, 下野洋副会長, 池田宣弘副会長, 青野宏美, 磯部琇三, 渋谷 紘, 清水政義, 高橋 修, 高橋典嗣, 坪田幸政, 根岸 潔, 馬場勝良, 松川正樹, 松森靖夫, 間々田和彦, 水野孝雄, 宮下 治の各常務委員

議 題

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

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

8. その他について

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

報 告

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

し議論が必要であるとの意見が出された。どこで折り合いをつけるか、もう一度委員会で検討することになった。

6. 教育実践報告集委員会

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

7. パソコン委員会

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

8. 寄贈・交換図書

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

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

山口県立山口博物館
研究紀要 38-1 日本理科教育学会
理科の教育 1997-10 日本理科教育学会

9. その他

- 日本教育研究連合会の教育研究表彰に、横尾浩一氏を推薦し、受賞された。
- 日本学術会議「第7期科学教育研連」の連絡委員に下野洋委員を推薦した。 以上

第4回常務委員会

日時 平成9年12月1日(月)午後6時~9時
場所 日本教育研究連合会 小会議室(4階)
出席者 小川忠彦常務委員長, 下野 洋副会長, 池田宣弘副会長, 青野宏美, 猪郷久治, 磯部 秀三, 渋谷 紘, 清水政義, 高橋 修, 高橋典嗣, 坪田幸政, 根岸 潔, 馬場勝良, 林 慶一, 松川正樹, 間々田和彦, 水野孝雄, 宮下 治の各常務委員

議 題

1. 平成10年度岩手大会について
大会準備については、とくに前回の報告に付け加えることはないが、岩手ではパソコンセッション用にコンピュータを用意することは難しいとの連絡が入っている。
2. 平成11年度以降の大会について
平成11年は広島で行う予定である。12年は鹿児島で行う方向で動いている。
3. 平成10年度科学研究費研究成果公開促進費「研究 成果公開発表(B)」の応募について
岩手大会では近接した時期に公開発表のシンポジウムを設定することが難しく、また別の時期に計画することも難しいことから、平成10年度の上記の申請は見送る。
4. 教育課程審議会の中間答申に対する要望について
間々田委員がとりまとめた要望書の案を、別紙により説明した。12月中に教育課程審議会の委員に送付するため、12月6日までにご意見をいただきたい。
5. 地学関連学会の教育普及活動に対する本学会の支援について
地学関連学会の中で、それぞれ関心あるものに出席できるよう情報の流通ができないか、相互に協力できる体制を作りたい。関心を持って作業をしてくださる方を募集しているが、具体的な実行案ができるまでは磯部委員が行う。
6. 「第5回アジア学術会議—科学者フォーラム」に対する協力(後援)依頼について
平成10年3月11日~13日に日本学術会議で行われる上記フォーラムに対して後援を承認した。
7. 入会・退会者について
平成9年度入会者として次の2名を承認した。

有本 淳一 京都府立塔南高校
宮橋 裕司 慶應義塾志木高校
平成9年度退会者として次の2名を承認した。

高木平八郎 東京

花岡 靖治 奈良

8. その他について

- ・財団法人日本学術協力財団編集発行による“日学選書9「21世紀の教育内容」にふさわしいカリキュラムの提案”が平成9年10月に刊行された。日本地学教育学会では50部を購入する。

報告

1. 東京大会宣言文を関係当局に提出

東京大会宣言文を11月13日に、次のところへ送付した。文部省および文部大臣、教育課程審議会の各委員、中央教育審議会の各委員。

2. 学会誌の複写権等の委託契約（学協会著作権協議会）

契約を行うことを確認する。

3. 編集委員会

松川委員長から次のような報告があった。50巻6号は予定通り出版された。今年は昨年より多い32論文の投稿があり、レベルも高くなってきた。編集は順調に進んでいる。このほか、編集委員の名前は毎号のせてほしいという要望があった。

4. 行事委員会

間々田委員長から次のような報告があった。日本海洋学会との共同でシンポジウムを行うことを検討している。また、6月下旬に3学会共催のシンポジウムを開催し、気候変動に関するセミナーを行う予定である。

5. 教育課程検討委員会

磯部委員長から次のような報告があった。教育過程審議会の中間まとめが出たところで、各学会がどのような方向を出すのか、それを見て要望書を出したい。次回の委員会は1月下旬を予定しており、指導要領作成にどのような影響を与えられるか、理科総合を念頭において教科書の勉強をする。

6. 支部支援委員会

下野委員長から、各年度に行っている全国大会

で核になった人たちと連絡をとっているとの報告があった。

7. 実態調査委員会

松森委員長欠席のため、次のような報告がファクシミリで送られてきた。環境教育に対するアンケート内容を根本的に見直しており、年あけに原案を提出したい。

8. 教育実践報告集委員会

高橋(典)委員長から次のような報告があった。11月に委員会を開き、教育実践報告集の割り付けを検討した。出版社との交渉を進める予定である。

9. パソコン委員会

根岸委員長から5月に学会のホームページを作ったので「地学教育」にアドレスをのせてほしいことと、論文のタイトル、要旨などをホームページにのせてほしいとの要望が出された。

10. 寄贈・交換図書

| | |
|-------------------|----------|
| 地質ニュース 1997-8 | 地質調査所 |
| 長崎県地学会誌 59号, 1995 | 長崎県地学会 |
| 地質ニュース 1997-9 | 地質調査所 |
| 地学雑誌 106-5 | 東京地学協会 |
| 理科の教育 1997-11 | 日本理科教育学会 |
| 新地理 49-5 | 日本地理教育学会 |

11. その他

- ・下野洋委員より日本学術会議「第17期科学教育研連」の協力委員の推薦を依頼されたので、林・松川両委員を名簿にのせたとの報告があった。

- ・第22回全国教育研究大会が11月26日に国立教育会館で開催され、磯部委員が出席した。来年の開催日は11月27日(金)。またこの会で、高橋(修)委員が学会誌の展示・販売を行った。

- ・小川委員長より、毎年2月に行われている日本理科教育協会主催の理科教育フォーラムは、開催できなくなったとの報告があった。フォーラムが今後も開催できない場合には、理科に関する意見交換の場が減少するので、存続できるよう努力したい。なお、理事長には本学会の栗野俊昭評議員が就任した。

以上

日本地学教育学会 51 卷 第 2 号

平成 10 年 3 月 25 日印刷

平成 10 年 3 月 31 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 石 井 醇

184-0015 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

東京学芸大学地学教室内

電話 0423-29-7534 庶務 (水野)

0423-29-7536 会計 (高橋)

0423-29-7544 編集 (松川)

振替口座 00160-3-86783

印 刷 所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-8-8

電話 03-3362-9741~4

- ・小学校
- ・中学校・高等学校

寺木秀一 (八王子教育委員会)
 榊原保志 (信州大学)
 相原延光 (神奈川県立光陵高校)
 清水政義 (東京都立日野高校)
 田中義洋 (東京学芸大学附属高校)

4. 討論

** HAYASHI Keiichi (林 慶一) **

Tokyo Gakugei University High School

E-mail: HAYASHI Keiichi@gakugei-hs.setagaya.tokyo.jp

Voice: +81-3-3421-8759 (Dial in to the Geoscience Room), 5151 (Call)

Fax: +81-3-3421-5152

Address: 4-1-5, Shimouma, Setagaya-ku, Tokyo, 154, JAPAN

第7回地学教育セミナー

「気候変動」

共催: 日本地質学会・地学団体研究会・日本地学教育学会

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

記

期 日 平成10(1998)年6月14日(日) 10:00~16:00

場 所 学習院百周年記念館(東京都豊島区目白) JR目白駅下車5分

参加費 1,000円(資料代を含みます)

セミナーに関する図書の販売も予定しております。是非、ご参加ください。

編集委員会より

定例編集委員会は、2月28日(日)午後に関開かれました。編集状況は原著論文2、資料1が受理されました。引き続き、学会員の皆様からの多数のご投稿を期待しております。

本年度投稿論文の査読を編集委員以外の方をお願いいたしました。記して、厚く御礼申し上げます(敬称略)。

實野宏美・藤井英一・石井 醇・片岡祥二・間島信男・牧野泰彦・水野孝雄・森本信也・斎藤 茂・榊原保志・下野 洋・高橋 修・坪田幸政・浦野 弘・山元孝広・編集委員会: 松川正樹(委員長)・林 慶一(副委員長)・榊原雄太郎・相馬博明・南島正重・宮下 治・根岸 潔・小野正裕・大久保 敦・坪内秀樹

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 51, NO. 2

MARCH, 1998

CONTENTS

Original Articles

Application of Database to Earth Science Education

.....Yoshio YAMASAKI and Hiromi HAMADA...67~75

"Volcano" as Development of Unified Science Curriculum for High School

.....Osamu MIYASHITA...77~85

Discussion on Philosophy and Development of Unified Science Curriculum Based on Scientific
ParadigmAtsushi MIYASHITA...87~89

Book Reviews (76, 86)

Proceeding of the Society (90~95)

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

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