

地学教育

第57巻 第6号(通巻 第293号)

2004年11月

目 次

原著論文

「アースシステム教育」の日本での検討と実践

……………五島政一・下野 洋・熊野善介・Victor J. MAYER…(183~201)

教育実践論文

サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業における教員野外研修について

—研修機関と研究者との新たな連携構築の観点から—……………藤岡達也…(203~216)

資 料

理科教育の観点からみた日本の民話……………宮橋裕司・斎木健一…(217~222)

本の紹介(223)

学会記事(224~234)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部理科教育教室内

平成 17 年度全国地学教育研究大会 茨城大会第 1 次案内
日本地学教育学会第 59 回全国大会

日本地学教育学会会長（学校法人 国際学園） 下野 洋
全国大会実行委員長（茨城大学） 牧野泰彦

期 日：2005（平成 17）年 8 月 6 日（土）～9 日（火）

会 場：茨城大学教育学部 D 棟（水戸市文京 2-1-1）

日 程：2005 年 8 月 6 日

午前：開会式，学会奨励賞授与式

研究発表 1

昼：ポスターセッション

午後：記念講演，白尾元理氏「露頭から読み取れる情報（仮題）」

研究発表 2

夕方：懇親会

2005 年 8 月 7 日

午前：シンポジウム「野外実習を実施しやすくするための条件づくり」

昼：ポスターセッション

午後：研究発表 3

閉会式

巡検 A：那珂川の源流から河口までたどる，8 月 8 日～8 月 9 日

巡検 B：つくば研究学園都市，研究所見学（地質標本館，気象研究所など交渉中）8 月 8 日（日帰り）

分科会は，小学校・中学校分科会，高校・大学分科会およびジュニアセッションを予定しています。

役員選挙に関する公示

2004年11月29日

正会員および学生会員 各位

日本地学教育学会
選挙管理委員会

役員候補者の推薦について

「役員選挙についての細則」に基づいて、平成17年度年度役員（評議員および監事）の選挙を行います。については細則により評議員候補者の推薦をお願いいたします。

[参考] 役員選挙についての細則（抜粋）

5. 評議員候補者の推薦は、正会員および学生会員3名以上の署名捺印した推薦状に本人の承諾書を添えて、推薦者が12月1日から12月25日（消印有効）までに選挙管理委員会（事務局）に届けるものとする。

6. 監事候補者の推薦は、常務委員会が行う。

（注）会則および細則の全文は、会誌「地学教育」52巻3号、1999年5月発行を参照してください。

現在の役員は、下記の通りです。

1) 平成16年度で任期の切れる評議員（再選を認められている）

北海道・東北地区：照井一明

関東地区：島津幸生・加藤尚裕・江藤哲人

中部地区：遠西昭寿

近畿地区：田結庄良昭

中国・四国地区：野瀬重人

九州・沖縄地区：田中基義

会長指名：買手屋仁・高橋 修・加藤圭司・青野宏美・土橋一仁

2) 平成17年度ないし平成18年度まで任期のある評議員（推薦しても無効）

北海道・東北地区：宮嶋衛次・中村泰久、関東地区：相原延光・円城寺

守・濱田浩美・渋谷 紘・米澤正弘・松森靖夫、中部地区：熊野善介・渡

辺 隆、近畿地区：戸倉則正・藤岡達也、中国・四国地区：林 武広・秦

明德、九州・沖縄地区：八田明夫・宮脇亮介、会長指名：林 慶一・牧野

泰彦・五島政一・馬場勝良・松川正樹・宮下 治・岡本弥彦

「アースシステム教育」の日本での検討と実践

The Study and Practice of the Earth Systems Education in Japan

五島政一*1・下野 洋*2・熊野善介*3・Victor J. MAYER*4

Masakazu GOTO, Hiroshi SHIMONO, Yoshisuke KUMANO and Victor J. MAYER

Abstract: The Earth Systems Education (ESE) is an integrated science education that is a concrete method for solving some problems facing science education in Japan. This paper reports how to implement ESE, and give some practical examples of its educational effects in Japan. ESE presents a method to integrate physics, chemistry and life sciences, at the center of Earth science. It is a concrete secondary-level science education program based on Earth System Science, designed to solve the task of educating the public about Earth science during a time of low academic enrollment.

Key words: Earth Systems Education, Global Science Literacy, outdoor learning, integrated science education, earth system science, secondary education

1. はじめに

我が国では、2002年に学習指導要領が改訂され、そこで示された内容は指導されるべき最低基準であることが明確にされた。今後、理科教師は学習指導要領に記載された内容を満たすだけでなく、生徒・学校・地域の実情に応じて授業の内容を豊かにしていくことが必要になった。このため、教師は自ら授業内容を開発し、構成する能力が新たに求められることになる。

現在、理科教育において理科離れなどの問題点が指摘されているが、その原因として自然科学が細分化・高度化されていること、理科教育の内容が日常生活と遊離したものとなっていること、子どもの自然体験が不足していることなどが挙げられている。これに対する1つの打開策として、子どもたちの理科に対する興味・関心を高めることが考えられる。このためには、高度化・細分化した自然科学の内容を、日常生活との関連を図りながら教材化し、自然体験を取り入れて、総合的に理科教育を展開する必要がある。現在、その

ような理科教育の総合化の理念とその展開例が求められている。

総合的な理科(融合的な理科)として昭和45年に告示された学習指導要領(文部省, 1970)以来「基礎理科」「理科I」「総合理科」が導入されてきたが、定着してこなかった。林(1997)は「基礎理科」があまり採用されなかった理由として「融合の一般的な方針が必ずしも明確ではなかった」ことを挙げ、そして「融合の方法として明確な一般的な指針やその根拠となる理論のみを示すべきであろう」と指摘し、物理・化学・生物・地学を融合や総合する理念の必要性を述べている。

総合化の理念の1つにアースシステム教育(Earth Systems Education)(Mayer, 1988, 1991a)がある。これは、1991年にアメリカのオハイオ州立大学のVictor J. Mayerが中心になって開発した科学教育で、従来の物理・化学・生物・地学の分野別の科学教育ではなく、システム科学という総合的な科学の学問体系に基づいた新しい科学教育である。アースシステム教

*1 国立教育政策研究所 2004年1月7日受付 2004年8月21日受理

*2 星槎大学

*3 静岡大学

*4 The Ohio State University

育は、教師自らが生徒・学校・地域の実情に応じて教材・内容・カリキュラムを開発・構成する方法を提供している。それは目標と指導方法については明示しているが教材・内容については規定していない。このアースシステム教育は、平成11年に告示された新学習指導要領（文部省，1999）の理科で求められている体験的な学習を通して、総合的・多面的な見方を育てる理科教育を実施する上で1つの具体的な方法の事例とすることができる。理科を中心とした総合的な学習のカリキュラム構成の基盤としても有効であると考えられる。

この論文では、アースシステム教育の概要、グローバルサイエンスリテラシー、日本でのアースシステム教育の具体的な実践方法やその意義などについて解説し、具体的な実践例とその教育効果について紹介する。

日本の「理科教育」は自然科学の領域を中心として構成されており、我が国特有の自然観を含んでいる。それに対し、アメリカの「科学教育」は科学・技術・社会の関連を扱い、科学的リテラシーの育成を目標にしている。これらは互いの文化的歴史的な背景の違いによるところもあるので、この論文では日本の「理科教育」とアメリカの「科学教育」を区別して表現する。

2. アースシステム教育の概要

(1) アースシステム教育の誕生の経緯

アメリカでは、冷戦以来、カリキュラムの再構築にはそれほど力が注がれていなかったが、1980年代後半から全米科学教育スタンダード(NRC, 1996)に見られるように、21世紀の科学カリキュラムの目的や目標を再検討する時期に入っている。特に、中等教育段階の科学カリキュラムの再構築に重点が置かれ、過去の科学の応用に頼るのではなく、新しい科学の奨励に目が向けられている。このような流れの中でアースシステム教育は誕生した。それは中等教育段階でシステム科学の手法を用いた科学教育の導入である。惑星としての地球のシステムを中心概念に据えることで、現在の分野別の科学でなく、新たな考え方に基づいたこれまでにない創造的な科学カリキュラムを提案することが可能になった。それは、惑星としての地球のシステムに基づいた概念を核とする中等教育段階の科学教育を目指すものであり、「科学は基本的に地球のシステムについて研究することであり、地球について調べることを通して科学的な思考力を育成していく」

(Fortner, 1991) という理念に基づいたものである。

Victor J. Mayer は冷戦時代以降の科学教育のあり方について以下のように述べている(Mayer & Tokuyama, 1997)。

冷戦の終了と民主主義の広がりによって世界は、過去の破壊的な戦争や経済戦争とは対照的に平和協力の時代に入った。その時代の科学教育は、地球温暖化、森林破壊、オゾン層破壊などの地球規模の環境問題を解決できるような科学的リテラシーを育成する教育を担う必要がある。

環境破壊など社会的な問題を解決できる科学は、すべての民主国家が直面している問題や将来の課題に対応することができ、市民から役に立つと認識され、彼らの支持を受けることができる科学となれるのである。そのような科学はまた、世界平和の維持、環境破壊の危機をとめる産業の創造、世界の民主主義に属する市民にとって効果的なコミュニケーションのメカニズムを提供するものとなる。

アメリカの連邦科学局は、いくたびか国の補助金を受けて地球科学研究の本質を再編成する努力をしてきた。再編の委託を受けた委員会は、この成果として「アースシステム科学」という学問の概念を確立した(Earth System Science Committee, 1988)。アースシステム科学は、「地球は相互作用するサブシステムで構成されるシステムである」という概念でとらえ、それを研究する学問である。

アースシステム科学の研究方法は、物理・化学・生物・地学など分化された専門分野のアプローチではなく、物理学者、化学者、生物学者、地質学者、そして社会学の分野など互いに異なった分野の科学者が、地球の各システムがどのように働き、またそれらが相互に作用し合うか、そして人間がそのシステムにどのような影響を与えるのかを理解する特別な知識や技能を用い、協力して仕事をする学際的なアプローチをとる特徴を持っている。

アースシステム科学で取り上げられている具体例は、「三葉虫の進化」、「大陸の成長」、「海洋底の拡大」、「地球温暖化」などがある。それは「還元的な科学のアプローチ」のように経済的、軍事的利点を生じるものではない。アースシステム科学は、人間のサブシステムを含む多様なアースシステムや、その相互作用を理解する方法として、科学の本質についてより総合的な理解を促す視点や科学の方法等を提供するものである。

現在、世界的に科学カリキュラムの方法論的な部分で焦点が当てられている還元的な科学だけでは、地球規模の複雑な環境変動を学習することはできない。しかし、アースシステム科学は、われわれのかけがえない惑星・地球の将来の環境について予測することを可能にすると思われる。

このようにアースシステム科学に代表されるシステム科学的な総合的な見方や考え方は、市民が正しい自然観を身に付けるために必要であると思われる。しかし残念なことに、従来行われてきた物理・化学・生物・地学など分化された専門分野の科学教育カリキュラムの開発に比べ、このシステム科学を中心とする総合的な科学教育カリキュラム開発は、今まで中等教育段階で非常に遅れていた。また、科学教育カリキュラムの中心に置かれたことはなかった。

(2) アースシステム教育による新しい科学教育の創造

アースシステム科学教育の中等教育段階の科学教育が「アースシステム教育 (Earth Systems Education: ESE)」である。アースシステム教育は、科学の基本的概念を地球のシステムを中心に展開することで生徒がたえず変化しているアースシステムを学習する総合的な科学教育である。それは、生徒が身近な地域の自然で野外学習を展開し、地球規模でアースシステムに関する情報を収集するような科学教育を奨励している。それはオハイオ州立大学と北コロラド大学で開発された。

アースシステム教育は、地球規模の科学的リテラシーの習得を目指した総合的な科学教育であり、1980年代後半のアメリカ科学教育界において、「危機に立つ国家」(NCEE, 1983)の科学教育の危機を打開する動きの中で、惑星としての地球に焦点を絞り、科学の概念やプロセスの枠を広げ、地球規模でとらえる試みとして開発されたものである。

開発に先立ち、アメリカ航空宇宙局 (NASA)、アメリカ海洋大気局 (NOAA)、アメリカ地質調査所 (USGS) など著名な地球科学者と教育者の会議で「高等学校卒業までに地球について知っておかなければならないこと」(Mayer, 1988; Mayer & Armstrong, 1990)をまとめた報告書が作成され、その中で学習すべき目標や概念、重点課題などのアースシステム教育の基盤が提示された。

重点課題は、以下の8つにまとめられている。

1) 幼稚園から6歳までの教育を重視する

- 2) ハンズオンや調査的なアプローチが必要である
- 3) 学習過程で、少数の人々や女性を励ましたり、彼らの意見を取り入れる
- 4) 多様な科学の教科を統合し、地理学の考え方も重要視する
- 5) 数学やコンピュータなど、新しい技術をもっと組み入れる
- 6) 課題解決的なケーススタディを開発する
- 7) 保護者や社会を巻き込む
- 8) 惑星地球についてわくわくするような面白い学習を展開できるよう心がける

学習の目標は、以下の4つにまとめられている。

- 1) 科学的思考 (scientific thought): 市民は、地球科学の歴史的、記載的、実験的な方法を用いて科学的探究の本質を理解することができる。
- 2) 知識 (knowledge): 子どもは、地球上で起こっている過程や特徴を記述したり説明したりして、地球の変化を予測できる。
- 3) 地球の管理保全 (stewardship): 市民は、環境や資源問題について学習した科学的方法で対応ができる。
- 4) 鑑賞 (appreciation): 市民は、地球の美しさを鑑賞できる。

学習の概念は、以下の10項目にまとめられている。

- 1) 地球システムは、巨大な宇宙の中にある太陽系の小さな一部分である。
- 2) 地球システムは、水、大地、氷、大気、生物の相互作用するサブシステムから構成されている。
- 3) 地球のサブシステム (水、大地、氷、大気、生物) は、自然の過程やサイクルを通して連続的に生み出され、変化し、相互に作用し合っている。
- 4) 地球の自然の過程は、数十億年という長い時間から、わずか数秒という短い時間までの周期で生起している。
- 5) 地球のサブシステムの多くは、限りがあり、使いすぎや誤った使い方など人間活動によって変化を受けやすい。そのような資源の例として、化石燃料、鉱物、淡水、土壌、動植物が挙げられる。
- 6) サブシステムを理解すればするほど、資源をよりよく管理できるようになる。人類は、鉱物や水などの地球資源を使用している。
- 7) 人間の活動は、意識するしないにかかわらず、

アースシステムに対して影響を与えている。

- 8) よりよくサブシステムを理解することで、より深く美しさを鑑賞できるようになる。
- 9) 技術の発達によって、地球を理解する能力は高まってきた。そして、今後も高まり続けるであろう。
- 10) 地球科学者は、地球のサブシステムの起源やプロセス、進化を研究する人である。彼らは、資源を見つけるのに専門知識を用い、将来の出来事を推測する。

アースシステム教育は、この報告を受けて構築されたもので、そのカリキュラムモデルは、科学界と科学教育界の勧告に基づいている。アースシステム教育は、報告書の重点課題を指導方法としてまとめ直し、その教育目標と基本的な概念をまとめて、7つの理解目標(Mayer, 1991a, 1991b; 五島・下野, 1996)を設定したものである。その概要は、観察・実験などの体験を通して地球システムを理解し、その相互作用の説明、その変化についての予測、科学的な情報に基づいて環境や資源問題への対応、地球の不思議さ偉大さ美しさといった美的価値を認め、科学やその職業に関心を持つという地球科学的リテラシーを持った市民の育成に当たることを目指した総合的な科学教育である。

日本でも渡部(1977)は、「理科系に進まない多くの学生にこそ総合理科的思考が必要だ」と主張し中等教育における総合理科の必要性を述べている。

アースシステム教育は、日本の学習指導要領のように具体的な指導内容は明示していないが、その理解目標と指導方法については以下のように明示している。

(3) アースシステム教育の7つの理解目標

アースシステム教育には惑星としての地球のシステムに関連する7つの理解目標があり、その7つの理解目標はそれぞれより具体的な下位目標によって構成されている。

1. 地球はユニークで、たぐいまれな美しさを持ち、大変価値のある惑星である。
 - その地球の美しさと価値は、文学や芸術を通して人々によってまたは人々のために表現される。
 - 人々は地球のサブシステムをよりよく理解することによって、惑星地球に関する鑑賞力を高めることができる。
 - 人々は地球のサブシステムに対する責任ある行動を通して、鑑賞力を明確化することができる。
2. 人間の活動は、集団的なものであれ個人的なもの

であれ、またそれを意識するしないにかかわらず、アースシステムに対して影響を与えている。

- 地球は傷つきやすく、その資源には限界があり、浪費や誤った利用によって影響を受けやすい。
 - 継続する人口増加は天然資源の枯渇や他の生物種を含む環境の破壊を加速させる。
 - 天然資源の利用を考えると、人間はまず生活スタイルを再考し、そして消費を削減し、再使用やリサイクルを行う必要がある。
 - 産業化の副産物は、大気、土地、水の汚染であり、その影響はその場所の近くだけでなく地球規模になる可能性がある。
 - われわれは地球をよりよく理解するほど、その資源をよりよく管理することができ、そして世界的な環境への影響を削減することができる。
3. 科学的思考力や科学技術の発達は、地球や宇宙空間を理解したり利用したりする人間の能力を伸ばしている。
 - 地球や宇宙科学の研究者だけでなく、生物学者、化学者、物理学者もアースシステムの研究に多様な方法を使う。
 - 直接観察、単純な道具、現代技術は、アースシステムの変化を表したり、説明したり、予測するモデルや理論を創造したり、テストしたり、変形することに利用される。
 - 歴史的、記載的、経験的研究は、地球や宇宙について学習する重要な方法である。
 - 科学的研究が技術革新を進める。
 - 技術がどんなに精巧になろうとも、それはすべての問題を解決することはできない。
 - 技術の使用は予期しない副作用や利益をもたらす。
 4. アースシステムは水、岩石、氷、大気、生命のサブシステムで構成され、それらの相互作用の上に成り立っている。
 - サブシステムは常に自然のサイクルやプロセスを通して変化している。
 - 力、運動、エネルギー変換は、サブシステム内やその間の相互作用を導く。
 - 太陽は、地球やその付近での多くのシステムやサブシステムの相互作用を引き起こす主要な外的エネルギー源である。
 - アースシステムの各要素は、サブシステムの相互作用によって変化する特徴的な性質や構造や構成

を持っている。

- プレートテクトニクスは、内的な力やエネルギーが地球内やその表面で連続的な変化を起こす方法を説明する理論である。
 - 風化、侵食、堆積は地球の表面を絶えず変形する。
 - 生命の存在は、他のサブシステムの特徴に影響を与える。
5. 地球は40億年以上の歴史があり、そのサブシステムは絶えず変化している。
- 地球のサイクルや自然のプロセスは、秒以下から何十億年の時間間隔で起こる。
 - 地球を構成する物質は何回もリサイクルされてきた。
 - 化石は、生物が地質学的な時間を通して相互に作用し進化してきた証拠である。
 - 進化は、どのように生物が変化してきたか説明する理論である。
6. 地球は、太古より広がる巨大な宇宙の中にある太陽系の小さいサブシステムである。
- 生物を含む宇宙のすべての物質は、同じ要素で構成され、同じ物理法則に従って動いているらしい。
 - 地球を含む宇宙空間のすべての天体は、太陽系や宇宙に作用する力に影響されている。
 - 地球を含む9つの惑星は、ほぼ円軌道で太陽の周りを公転する。
 - 地球は小さく第3番目の惑星であり、明確に知られた唯一の惑星のシステムとして存在する。
 - 地球の自転によって、昼夜が決定する。
7. 多くの人が、地球の起源やプロセス、進化等に興味を抱き、これらに関わる仕事に携わっている。
- 地球を研究する教師、科学者、技術者は、ビジネス、産業、政府機関、公立私立研究所で雇用されているし、また独立して仕事をしている。
 - 地球を研究する科学に関する職業には、フィールドで標本やデータを収集したり、実験室で分析や実験を行うことが含まれる。
 - 世界中の科学者は、口頭、文書、電子などの伝達手段を利用して共同研究をしている。
 - 地球を研究する科学者や技術者の中には、資源の位置を確定したり、アースシステムの変化を予測するのに特別な理解をしている人がいる。
 - 多くの人が、地球のプロセスと物質に関連した副業を求めている。

(4) アースシステム教育の指導法

その指導方法(五島・下野, 1996)は、Project2061(AAAS, 1989)や全米科学教育スタンダードで提案されている方法に基づいている(Kumano, 1997)。それは、物理・化学・生物・地学の4領域の境界を取り去り、教科内相互の関連を重視する。生徒が学ぶ内容は以前の科学教育の内容より少なくし、考えを出したり、思考することに重点が置かれ、専門用語の暗記については重視していない。科学的リテラシーを身に付けることを目的とした指導法は、科学的探究の方法や科学的価値観と一貫していなければならないとしている。答えが用意されている問題よりは、ある自然現象に関する疑問や発見で学習を始め、仮説を立てて、証拠を集め、調査を企画するような、生徒の興味や創造性を喚起することに重点を置いた指導法でなくてはならない。

1. 指導法は科学的研究の性質と一貫している。

a. 自然に対する疑問で始める。 b. 生徒の活動を発展にする。 c. 証拠の収集や利用を中心に置く。 d. 歴史的視点を配慮する。 e. 明確な表現をするよう心がけさせる。 f. グループ研究を奨励する。 g. 知ることと発見することを分離しないようにさせる。 h. 専門用語の暗記は重視しない。

2. 科学の指導法は科学的価値を反映させる。

a. 好奇心を歓迎する。 b. 創造性を賞賛する。 c. 疑問を持つ精神を奨励する。 d. 独断を避けさせる。 e. 美的反応を促進する。

3. 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。

a. 課題解決に成功した経験を重ねる。 b. 道具の使用について十分な経験を重ねる。 c. 科学において女性や少数派の役割を支持する。 d. グループ学習を強調する。

4. 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。

5. 教育には十分時間をかけるべきである。

(5) アースシステム教育のカリキュラム開発と評価方法

アースシステム教育で、教師は7つの理解目標のアースシステム枠組み(framework)を利用してカリキュラムを開発する。アースシステム教育に基づいたカリキュラムモデルは、生徒の身近な自然に関するテーマ学習を中心に展開されることが多い。生徒が地域の自然(身近なアースシステム)で野外学習を行っ

て課題を発見し、その課題をグループで協力して探究する学習を展開し、その課題に関する資料や情報をインターネットで世界から収集したり、コンピュータを利用した学習などを奨励している。また評価方法については真正な評価方法を推奨している。それは、ペーパーテストだけでは評価できない生徒の多様な能力を、ルーブリック評価表による評価、概念地図による評価、生徒のレポートなど作品の評価、野外学習などグループ学習での技能・コミュニケーション能力の評価、研究発表など表現力の評価などを利用して、生徒の能力を多面的・総合的に評価しようというものである。

3. アースシステム教育によって身に付けられる科学的リテラシー「グローバルサイエンスリテラシー」

1991年にアースシステム教育が開発されたとき、それは生徒が7つの理解目標を身に付けることを目的としていた。Mayerは、その後、1996年に日本の兵庫教育大学で研究を行い、科学教育とグローバル教育(The OSU, 1981; Mayer, 1990)の目標を融合することによって「グローバルサイエンスリテラシー(Global Science Literacy)」(Mayer & Tokuyama, 1997)という概念を確立し、それをアースシステム教育で育成する科学的リテラシーとした。

Mayerはグローバルサイエンスリテラシーについて次のように述べている。

科学の方法やプロセスは、あらゆる文化の間で共有でき、異文化交流のメカニズムを提供することができる。だから、科学はわれわれの世界について共通の考えを提供し、世界のあらゆる文化と関連したコミュニケーションの手段となりうる。

グローバル教育は、生徒に異文化理解や地球規模の展望を養成する要素を含むカリキュラム開発へのアプローチを目的としたものである。それは、あらゆる年代の生徒や次の学習のあらゆる教科に向けられたカリキュラムを構成する。グローバル教育には次の4つの目標がある。

- ① 人類を空間と時間でつながれた単体としてとらえる
- ② 地球を人類の生態的宇宙的基地としてとらえる
- ③ グローバルな社会構造を人間の社会組織の1つのレベルとしてとらえる
- ④ 自分自身を人類の仲間として、惑星地球の住民と

して、そしてグローバルな社会の参加者としてとらえる(Anderson, 1992)。

科学は学校のグローバル教育プログラムの重要な要素となるべきである。ある意味で、学校カリキュラムの中で科学は、科学教師や社会科教師の共有できる場所となることができる。アースシステム教育によって科学は、カリキュラムの分野間をつなぐ道となることができ、そして学際的な授業計画の機会を提供する。社会科と科学の教師が協力することで、将来の指導者や市民が世界の人々の相互関連を理解し、われわれの生活が地球やその資源にどのように影響を与えているか理解することを援助することができる(Mayer, 1990)。これはグローバル教育の基本的な目的であるばかりでなくアースシステム教育の目標の中心にも位置していることである(Mayer & Tokuyama, 1997)。

今日、アースシステム教育ではグローバル教育の2つの目標である地球規模の展望と異文化理解の目標を融合させた科学的リテラシー、すなわち「グローバルサイエンスリテラシー」を育成することを目標としている。

4. アースシステム教育の展開

アースシステム教育は全米の選ばれた学校のあらゆる学年で実施されてきた。小学校プログラムはアラスカ州、コロラド州、フロリダ州で実施された。中学校プログラムはオハイオの3学区やオレゴンで、高等学校プログラムはコロラド州、オハイオ州、ニューヨーク州で実施された(The OSU Research Foundation, 1994)。この実施に伴い、全米各地から200名の教師が集められ、全米科学財団(the National Science Foundation)の補助金によるアースシステム教育リーダー養成プログラム(the Program for Leadership in Earth Systems Education)に参加した。その200名のリーダーが各地で約1,000名の教師にアースシステム教育のプレゼンテーションを行った。これらの活動の中から、アースシステム教育、総合的な理科カリキュラムを教師が開発できるよう教材(resource guide)が開発された(Fortner & Mayer, 1993; Mayer & Fortner, 1995)。日本では、三浦市立南下浦中学校(五島, 1997)、三崎中学校(益田, 2003)や横浜中学校(辻井, 2003)での事例が紹介されている。

5. 日本におけるアースシステム教育の実践の意義

理科教育の現代化運動の時代に比べると、それ以後、理科教育のカリキュラムの再構築にはそれほど力が注がれてきていない。日本の理科教育は、物理・化学・生物・地学と分科された内容を指導するものが主体であった。中学校の理科教育の内容は、分科された内容が均等に配列されている。高等学校の理科教育は分化された科目が主体であり、高等学校にかつて導入された「理科I」や「総合理科」は、自然の総合的な見方や考え方を育成することを目指す科目であったが、その中心となる明確な考え方が具体的に示されていなかった。理科離れが叫ばれている今日、生徒の科学技術やその職業などへの興味・関心を高め、また生徒の生活や身近な自然と関連した理科の4分野を総合した新しい理科教育を開発したり構築する理念を必要とする時期にきている。

渡部(総合理科研究会, 1977)は、「理科教育はその目標に自然と人間との関係を取り上げた総合理科的性格を加えるべきだ」、「理科系に進まない多くの学生にこそ総合理科的な思考が必要だ」、「生徒の自然観がゆがんでいること、理科ぎらいが高年次になるほど多くなること、高校全入に近づく今後の高校生の能力レベルの多様性からみて、教育内容に対する理解度が低くなりつつあるという現実を反省しないと理科教育が形骸化してしまう」と述べ自然を総合的に見る理科教育の必要性と理科教育の危機について約30年前に主張している。アースシステム教育は、生徒がシステムという概念を中心として自然を理解することで、総合的な見方や考え方を身に付けていくという具体的な理念を提供している。それは、日本に21世紀の新しい総合的な理科教育や理科を中心とした総合的な学習を実践するための1つの有効な具体的モデルとなると考えられる。これまでにアースシステム教育は中野・大隈(1993)と五島・下野(1994, 1996)によって日本に紹介されている。人間を地球システムの一部と考える東洋の思想は、科学におけるシステムアプローチと一貫した見方であり(Mayer & Kumano, 1999)、アースシステム教育はアジア地域の文脈により適した21世紀の科学教育である(Kumano, 1997)。

6. 地学教育普及のためのアースシステム教育の意義

平成11年度の高等学校(全日制)の地学IA・IB・IIの開講状況はそれぞれ約18%・20%・6%と理科4分野の中で最低であり(猿田・長崎, 2001)、地学の履修率もここ30年間年々減少している(唐木, 1996)。地学教育は、地球資源、エネルギー資源、地球環境、災害・防災など自然と人間との関わりにも関連があり、正しい自然観を身に付けるために非常に大切な教育である。

下野は、「地学では本物の自然に触れ、実際の自然現象を観察する楽しさや感動を得る過程を通して、地学特有の科学的思考を身に付けることが大切である」(下野, 1998)、「身近な自然、本物の自然に触れさせるようにすることこそが地学教育の第一歩だとも考えられる」(下野, 1987)と本物の自然体験の大切さを述べている。恩藤(1979)は「環境教育を既存の教科内で行うとすれば地学領域が最適である」述べ、また小林・田代(1984)は「環境教育は、人間の生存、生活環境について認識と理解に基づいて行われるが、理科の立場から人間の生存の場としての環境を論じる場合、その根底となる概念は、地球をシステムとしてとらえることである」と述べている。これらは、地学教育における野外学習の必要性、環境教育を地学教育と関連づけることや地球システムの観点からアプローチすることの大切さを述べている。牧野(1978)は、「地学の教育体系として地球システムの科学のカリキュラム化が望ましい」「システマ的自然観の育成は、初等・中等教育の中で最も重要な達成目標の1つと考えるべきであり、地学教育がその目的を達成するために担われている責務は極めて大きいことを、われわれは深く自覚するべきであろう」と述べ「地球システムの科学(Geosystem Science)」(牧野, 1978)の開発・実践を期待している。

また、阿形(1992)は高等学校において「地域的な自然現象から地球システムを扱うグローバルな視野でものを見ることが可能である〔地学〕の設置を考えるべきである。」と提案している。また、日本でも「システム地学カリキュラム」(特定研究システム班, 1976)の開発研究が行われた。これらの地球システムは気圏・水圏・岩圏を中心とした総合化であり、生物圏は余り扱われていなかった。小林(1977)は、「高等学校の地学は、単に非生物界を対象とするのではなく、人

間の生活環境として地球を総合的に理解させることがねらいである」と地学教育の将来像を示している。

アースシステム教育は、生物圏もその他の3圏と同様に扱うだけでなく、7つの視点(理解目標)で、多面的・総合的に地球システムを理解することを目指している。よって、それは、日本の高等学校の理科教育の中で、自然体験や野外学習を重視し地球をシステムとしてとらえる総合的な地学教育として以上の要望に応える具体的な一例として有効であると思われる。それは、日本の高等学校の中で地学教育だけでなく、理科総合A・B、理科基礎、環境教育を中心とした総合的な学習や学校設定科目などを展開する基盤理念として参考にできるものである。「環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律」(平成15年10月1日施行)が成立し今後環境教育がますます盛んになることが期待され、具体的なカリキュラム開発などが必要となる。アースシステム教育は、米国では地学教育の普及のために地学を中心とした総合的な科学教育として提案された背景がある。日本の高等学校でも地学の内容を中心としたシステム科学を基盤にした総合的な理科教育の具体例として、アースシステム教育を紹介・実践・普及していくことは地学教育の普及のために一役を担えるものと思われる。

7. 日本の学習指導要領とアースシステム教育理解目標および評価項目の比較

日本でアースシステム教育を実践するために、日本の理科の学習指導要領(文部省, 1999)の学習内容がアースシステム教育のどの理解目標に対応するのかを検討した(表2)。その結果、学習指導要領の学習内容は、ほとんど理解目標4, 5, 6に対応していた。理解目標2は環境教育の学習のねらいに関するもの、理解目標3は科学と技術に関するものであり、新しい学習指導要領の内容に対応するところがある。理解目標7は科学に関連する専門家や職業を紹介する事で、理解目標1は美的に地球を鑑賞することを目標としている。これらの2つの理解目標1と7は、学習指導要領では特に目標としていないが、教師が意識的にそれらの内容を扱い指導をしていくことで日本の学習指導要領に基づいた中等学校の理科教育の中でもアースシステム教育の目指しているものを達成することができる。と考える。

アースシステム教育の基盤となる報告書(Mayer, 1988; Mayer & Armstrong, 1990)の学習目標は4つ

表1 評価項目比較表

アースシステム教育の基盤となる教育目標	日本の理科教育の評価項目
1. 科学的思考	2. 科学的思考
2. 知識	4. 知識・理解
3. 地球の管理・保全	3. 技能・表現
4. 鑑賞	1. 興味・関心・態度

に分類されている。その内容は、日本の学習評価項目と1対1対応するわけではないが、枠組みは基本的には、それほどずれていない。例えば、アースシステム教育の基盤となる教育目標の「1. 科学的思考」は日本の評価項目の「科学的思考」と、「2. 知識」は「知識・理解」「技能」と、「3. 地球の管理・保全(地球に対する責務)」は「態度」と、「4. 鑑賞」は「興味・関心・態度」に対応する。日本の「表現」に関する項目はないのではなく、アースシステム教育の指導方法などに示されていて、ここに明記されていないだけである。それらの大まかな対応を表1に示した。

8. 日本におけるアースシステム教育の実践の方法

日本では、初等・中等理科教育の学習内容は学習指導要領で規定されているが、アメリカでは、学習内容を学校や教師の裁量で決められる自由度が高い。アメリカにおけるアースシステム教育実践校において、理科カリキュラムの内容はさまざまであるが、教師はアースシステム教育の7つの理解目標の枠組みを利用してカリキュラムを開発する。それは、「科学は地球やその環境についての学習である」という展望に基づいている。また、その基礎となる物理、化学、生物の概念は、学習者にとって意味ある文脈の中、つまり生徒の生活場所で学習が展開されている。そこで、生徒の身近な自然から学習を展開する野外学習は、アースシステム教育の典型的な実践例となっている。生徒はグループで自分たちの課題を見つけ、他の生徒とのコミュニケーションを通して学習に関する情報を共有し学習を展開していく。また、野外学習だけでなく、インターネットやコンピュータを利用して地球についての現代科学のデータ収集を行うことや、CD-ROM、映像、その他の手段を利用して地球についての実際の科学情報源などを利用する方法で、この学習が展開されている。

アースシステム教育は、指導内容や配列を自由に決定できるアメリカで開発されたものである。日本の学校理科教育で導入するには工夫・改善が必要であ

表2 学習指導要領「中学校理科」・高等学校学習指導要領「基礎理科」・「理科総合A」・「理科総合B」の目標とアースシステム教育の理解目標の比較一覧表

中学校理科の学習指導要領	ESE 理解目標	第2分科の内容	ESE 理解目標
自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べ能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 2-3-4-5-6	(1) 植物の生活と種類 身近な植物についての観察、実験を通して、生物の調べ方の基礎を身に付けるとともに、植物の体のつくりと働きを理解させ、植物の種類やその生活についての認識を深める。 ア 植物の観察 イ 植物の体のつくりと働き ウ 植物の仲間	理解目標 3-4
第1分科(目標) (1) 物質やエネルギーに関する事物・現象に対する関心を高め、その中に問題を見いだし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。	理解目標 3-4	(2) 大地の変化 大地の運動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察を通して、地表に見られる様々な事象・現象を大地の変化と関連付けてみる見方考え方を養う。 ア 地層と過去の様子 イ 火山と地震	理解目標 4 理解目標 4 理解目標 4
(2) 物理的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、身近な物理現象、電流とその利用、運動の規則性などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4	(3) 動物の生活と種類 身近な動物についての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させるとともに、動物の種類やその生活についての認識を深める。 ア 動物の体のつくりと働き イ 動物の仲間	理解目標 3-4-5 理解目標 4-5 理解目標 4
(3) 化学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、身の回りの物質、化学変化と原子、分子、物質と化学反応の利用などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4	(4) 天気とその変化 身近な気象の観察、観測を通して、気象変化の現現象に気付かせるとともに、気象現象についてそれらが起こる仕組みと規則性について認識を深める。 ア 気象観測 イ 天気の変化	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4
(4) 物質やエネルギーに関する事物・現象を調べる活動を通して、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。	理解目標 3-4	(5) 生物の細胞と生殖 身近な生物についての観察、実験を通して、細胞のレベルで見た生物の体のつくりと生殖について理解させるとともに、細胞の形質が自ら決まる現象について認識させる。 ア 生物と細胞 イ 生物の解き方	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4
第1分科(内容) (1) 身のまわりの物理現象 身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的な見方や考え方を養う。 ア 光と音 イ 力と圧力	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4	(6) 地球と宇宙 身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽の放射及び太陽系についての認識を深める。 ア 天体の動きと地球の自転・公転 イ 太陽系と惑星	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4
(2) 身の回りの物質 身の回りの物質について観察、実験を通して、固体や液体、気体の性質、物質の状態変化について理解させるとともに、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身に付けさせる。 ア 物質のちがひ イ 水溶液	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4	(7) 自然と人間 微生物の働きや自然環境を調べ、自然界における生物相互の関係や自然界	理解目標 3-4-6 理解目標 4-6 理解目標 4-6
(3) 電流とその利用 電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させるとともに、日常生活と関連付けて電流と磁界につ	理解目標 3-4	のつり合いについて理解し、自然と人間のかわり方について総合的に見たり考えたりすることができるようにする。 ア 自然と環境 イ 自然と人間	理解目標 2-4 理解目標 2-4
いての初期的な見方や考え方を養う。 ア 電流 イ 電流の利用	理解目標 4 理解目標 4		
(4) 化学変化と原子、分子 化学変化についての観察、実験を通して、化合、分解などにまつる物質の変化やその機序の関わりについて理解させるとともに、これらの事象を原子、分子のモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う。 ア 物質の成り立ち イ 化学変化と物質の質量	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4		
(5) 運動の規則性 物体の運動やエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動の規則性やエネルギーの基礎について理解させるとともに、日常生活と関連付けて運動とエネルギーの初期的な見方や考え方を養う。 ア 運動の規則性	理解目標 3-4		
(6) 物質と化学変化の利用 物質と化学変化に関する事象の観察、実験を通して、物質と化学変化の利用について理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的な見方や考え方を養う。 ア 物質と化学変化の利用	理解目標 3-4		
(7) 科学技術と人間 エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間生活とのかわり方について認識を深めるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。 ア エネルギー資源 イ 科学技術と人間	理解目標 4 理解目標 2-3-4 理解目標 2-4 理解目標 2-4		
第2分科(目標) (1) 生物とそれを取り巻く自然の事象・現象に対する関心を高め、その中に問題を見いだし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。	理解目標 3-4		
(2) 生物や生物現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、植物や動物の生活と種類、生物の細胞と生殖などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4-5		
(3) 歴史的な事象・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、大地の変化、天気とその変化、地球と宇宙などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4-5-6		
(4) 生物とそれを取り巻く自然の事象・現象を調べる活動を行い、自然の調べ方を身に付けるとともに、これらの活動を通して自然環境を保全し、生命を尊重する態度を育て、自然を総合的に見ることができるようになる。	理解目標 2-3-4		
理科基礎の学習指導要領	ESE 理解目標		
科学と人間生活とのかわり方、自然の探究・解明や科学の発展の過程について、観察、実験などを通して理解させ、科学に対する興味・関心を高めるとともに、科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 2-3-4-5-6-7		
(1) 科学の始まり 道具や火の活用、自然の観察とその積み重ね、自然の中に見られる帰巢性や月経の発見など、科学の始まりと人間生活とのかわり方について考えさせる。	理解目標 3-7		
(2) 自然の探究と科学の発展 自然への疑問や興味に基づく客観的な観察と新しい発想の科学を発展させ、自然の見方を大きく転換し、展開させたことについて理解させる。 ア 物質の成り立ち (ア) 原子、分子の探究 (イ) 物質の合成への道 イ 生命を探る (ア) 細胞の発見と細胞説 (イ) 進化の考え方 ウ エネルギーの考え方 (ア) エネルギーの考え方の形成 (イ) 電気エネルギーの利用 エ 「宇宙」地球を探る (ア) 天動説と地動説 (イ) プレートテクトニクス説の成立	理解目標 3-4-5 理解目標 4 理解目標 4 理解目標 4-5 理解目標 4 理解目標 4-5 理解目標 4-5 理解目標 5		
(3) 科学の発展とこれからの人間生活 様々な自然認識の展開による科学の成果についての学習を踏まえて、現在及び将来における科学の発展と身近な人間生活とのかわり方について考察させる。	理解目標 2-3-4-5-6-7		

表2 つづき

理科総合Aの学習指導要領	ESSE 理解目標	理科総合Bの学習指導要領	ESSE 理解目標
自然の事物・現象に関する観察、実験などを通して、エネルギーと物質の成り立ちを中心に、自然の事物・現象について理解させるとともに、人間と自然とのかかわりについて考察させ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。	理解目標 2・3・4・5・6	自然の事物・現象に関する観察、実験などを通して、生物とそれを取り巻く環境を中心に、自然の事物・現象について理解させるとともに、人間と自然とのかかわりについて考察させ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。	理解目標 1・2・3・4・5・6
(1)自然の探究 身近な自然の事物・現象についての観察、実験などを通して、それらの基本的な方法を習得させるとともに、エネルギーや物質について考察させ、自然を探究する力を養う。 ア 自然の見方 自然をエネルギーや物質の変化と変換などでとらえ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。 イ 探究の仕方 具体的な事例についての観察、実験などを通して、探究の進め方を体得させる。	理解目標3・4 理解目標3・4 理解目標3	(1)自然の探究 身近な自然の事物・現象についての観察、実験などを通して、それらの基本的な方法を習得させるとともに、生物とそれを取り巻く環境について考察させ、自然を探究する力を養う。 ア 自然の見方 自然を多様性と共通性、変化と平衡などでとらえ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。 イ 探究の仕方 具体的な事例についての観察、実験などを通して、探究の進め方を体得させる。	理解目標3・4 理解目標3・4・5 理解目標3
(2)資源・エネルギーと人間生活 人間生活のかかわりの際、化石燃料、原子力、水力、太陽光などの利用の際見られる現象は、エネルギーという共通概念でとらえられることを理解させる。 ア 資源の開発と利用 (ア)エネルギー資源の活用 蓄積性の化石燃料と原子力及び非蓄積性の水力、太陽エネルギーなどの特性や有用性及びその利用などについて理解させる。 (イ)その他の資源の開発と利用 金属、非金属資源の特性や有用性、資源調査の方法や開発、再利用について理解させる。 イ いろいろなエネルギー (ア)仕事と熱 電流による発熱や仕事など、熱と仕事を中心としてエネルギーの基礎について理解させる。 (イ)エネルギーの変換と保存 太陽エネルギーは仕事に変えられたり生物のエネルギー源になったりすること及びエネルギーは変換されるがその総量は保存されることについて理解させる。	理解目標4 理解目標2・3・4 理解目標4 理解目標2・3・4 理解目標4 理解目標4 理解目標4	(2)生命と地球の移り変わり 生命の原としての地球の変遷をたどり、生命の出現と生物の変遷と地球環境の変化とかかわっていること及び生物は遺伝という共通の性質をもち、親の形質を子に伝えることについて理解させる。 ア 地球の移り変わり (ア)惑星としての地球 他の惑星との比較を通じて、生命を生み出す条件を備えた地球の特徴について理解させる。 (イ)地球の変動 プレート運動による世界の山脈の形成などの大地の変動について理解させる。 イ 生物の移り変わり (ア)生物の変遷 地球上の光合成生物の誕生から生物が地球上に進出し現在の生物に至るまでの変遷について理解させる。 (イ)遺伝の規則性 生物には親から子へ形質を伝える遺伝現象があり、そこには遺伝子の存在という共通性があることを理解させる。	理解目標4・5・6 理解目標4・5・6 理解目標4 理解目標4 理解目標4・5 理解目標4
(3)物質と人間生活 身の周りの物質は原子、分子、イオンから成り立ち、それらの粒子の結びつきの変化で物質の性質が変わることやエネルギーの出入りがあることを理解させる。 ア 物質の構成と変化	理解目標4	(3)多様な生物と自然のつり合い 地球上の様々な自然現象は、変化するとともに、その過程で平衡が保たれ、そこで多様な生物が生活していることについて理解させる。 ア 地表の変と大気 (ア)多様な景観 現在の地球上の草原、森林、河川などの景観の特徴とその形成について理解させる。	理解目標1・2・4 理解目標1・4
(ア)物質の構成単位 原子、分子、イオンとその結合についての基礎を理解させる。 (イ)物質の変化 物質の状態変化及び化学変化における原子、分子、イオンの状態をエネルギーと関連させて理解させる。 イ 物質の利用 (ア)日常生活と物質 人間生活とかかわりの際、物質の特性と利用及び物質の製造にエネルギーが必要であることについて理解させる。 (イ)生物をつくる物質 生物が有用な物質をつくること及び生物体内の化学反応の精妙さについて理解させる。	理解目標4 理解目標4 理解目標2・4 理解目標2・4 理解目標4	(イ)大気と水の循環 地球環境の大気と水の循環や運動について理解させ、地球上で熱の移動が行われ、熱が平衡が保たれていることを認識させる。 イ 生物と環境 (ア)生物の多様性 地球上には多様な生物が存在していること及びそれらの生活の多様性について理解させる。 (イ)生物の環境とかかわり 生物とそれを取り巻く環境は種々の生態系としてとらえることができること及び生態系における生物と環境とのかかわりを理解させる。	理解目標4 理解目標4 理解目標2・4
(4)科学技術の進歩と人間生活 科学技術の成果と今後の課題について考察させ、科学技術と人間生活とのかかわりについて探究させる。	理解目標2・3	(4)人間の活動と地球環境の変化 生物とそれを取り巻く環境の現状と課題について考察させ、人間と地球環境とのかかわりについて探究させる。	理解目標2・3・4

る。アースシステム教育の理念や目標を日本の中学校の理科教育に取り入れる場合、次の4つの方法が考えられる。

(1) 従来の理科の枠組みの授業で展開する場合

従来の理科の授業内容にアースシステム教育を意識した内容を付加することでアースシステム教育を導入できる。ここでは、その具体例として中学2年化学分野の化学反応の例で説明する。

化学変化(1)「二酸化炭素が水に溶けて炭酸になる」と(2)「石灰水に二酸化炭素を吹き込むと二酸化炭素が水酸化カルシウムと反応して炭酸カルシウムが発生

し白い沈殿が生じる。さらに二酸化炭素を吹き込み続けるとやがて透明になる(炭酸カルシウムが炭酸水素カルシウムに変化して透明になる)。その水溶液を煮沸したりして温度を変えると、また再び炭酸カルシウムが発生する」の場合:

従来の日本の中学校理科学習指導要領は、指導内容を学年ごとに物理領域、化学領域、生物領域、地学領域と分化させている。具体的には、化学変化「二酸化炭素+水→炭酸(CO₂+H₂O→H₂CO₃)」や「水酸化カルシウム+二酸化炭素→炭酸カルシウム+水(Ca(OH)₂+CO₂→CaCO₃+H₂O)、炭酸カルシウム+二酸化

化炭素+水 \rightleftharpoons 炭酸水素カルシウム ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaHCO}_3^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$)」を生徒が学習する場合、実験室で化学変化の実験を行い、その結果を科学的に理解するというものであった。つまり化学変化の内容は、化学分野の知識として理解することで完結していた。

アースシステム教育でこの化学変化を生徒が学習する場合、上のような学習だけでなく、生徒の日常生活や地球システムでのその化学反応の位置づけを一緒に学習し、総合的に理解する。つまり生徒の生活のどのような文脈で起こっているかなども一緒に学習するというものである。

具体的には、その化学変化は、自然界（地球システム）の中で大気圏と水圏や岩石圏と水圏の中に位置づけることができる。(1)は、大気中の二酸化炭素が雨水に溶けて弱酸性の水になる。(2)は、石灰岩が水や酸性の水によって溶かされ、鍾乳洞ができるという自然現象である。また、その化学反応で発生した二酸化炭素は大気圏に取り込まれる。その二酸化炭素は植物に吸収され生物圏での循環の一役を担うこととなる。その結果できた美しい鍾乳洞の景観は、長い地球の歴史の中で形成されたものである。そして、生徒が秋吉台のカルスト地形や鍾乳洞、中国の桂林の石灰岩地形なども鑑賞し、自然の美しさに興味を持つところまで学習していくのである。また、身近な日常生活でそのような化学変化の見られる現象を取り上げたりもする。

(2) 選択理科の授業で展開する場合

選択理科では、単元学習やテーマ学習などが自由に展開できるので、アースシステム教育を実践しやすいといえる。単元例としては、地域の自然、日本庭園、都市と地方の野生動物、日本の景観の形成、海の資源、森林や農業環境、都市の科学、台風と気象、火山と地震などが考えられるが、ここでは「台風」を例にとって説明する。テーマ「台風」を学習する場合（五島、2001a）

中学2年の地学分野「気象」のところで、生徒は「台風」を熱帯低気圧として学習していた。アースシステム教育では、その地域性を利用したテーマ学習を推奨している。台風はまさに日本の日常生活で経験できる自然現象であるので、テーマ学習の例としては最適である。テーマ学習「台風」では、台風をトピックにして、台風に関係する物理、化学、生物、地学領域の内容、およびアースシステム教育の理解目標に挙げている感性的な美的理解や台風と災害との関係など環境

教育的な視点、台風に関連する職業なども生徒は学習する。

テーマ「台風」の学習の導入で、台風に関わる芸術（富嶽三十六景）や詩・短歌や音楽などの日本の文化に関する内容を生徒が学習することで、台風に関する興味関心を喚起させられる。その後、生徒は、台風の形の説明として地球の自転やコリオリ力に関する地学の内容、台風の発生の説明として水の状態変化に関する化学の内容、断熱膨張や熱機関など熱現象に関する物理の内容を学習する。台風の経路と関連する貿易風や偏西風、台風の発生する地域の気象や気候など地学や地理の内容を学習し、そこに生息する動植物を生物の内容として学習する。つまり、生徒は台風に関するアースシステム（生物圏・岩石圏・大気圏・水圏）のすべてを学習していくものである。

また、台風の雨の酸性度や台風のもたらす災害や恩恵などによって生じる現象、台風の進路の予測などに使われる科学技術、気象関連の仕事を学習するなど、生徒は科学を中心として総合的に学習するプログラムで学習を展開することになる。これらのことによって生徒は台風に関する科学的な学習だけでなく、それに関わる文化なども併わせて総合的に台風を学習することができるようになる。

(3) 野外学習を中心とした理科カリキュラムの授業で展開する場合

アースシステム教育の指導方法として、地域の自然（身近なアースシステム）から学習を展開する野外学習を奨励している。つまり、アースシステム教育の理解目標や指導方法を参考にして身近な地域の自然を利用した探究的な野外学習を実践すれば、それはまさにアースシステム教育の理想的な指導例となる。その具体的事例は、「9. アースシステム教育の実践例」（五島、2001c）の項で述べる。

(4) 総合的な学習の時間で展開する場合

総合的な学習の時間のねらい「(1) 自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てること。(2) 学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的に取り組む態度を育て、自己の生き方を考えることができるようにすること」や配慮事項「(1) 自然体験やボランティア活動などの社会体験、観察・実験、見学や調査、発表や討論、ものづくりや生産活動など体験的な学習、問題解決的な学習を積極的に取り入れること。(2) グループ学習や異年齢集団に



図 1 中学校 1 年理科の生物分野カリキュラム。生物分野の学習指導計画 (五島, 1997) を改変

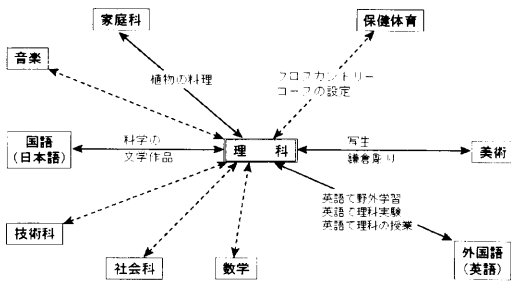


図2 理科を中心とした教科間のネットワーク (五島, 2000c)

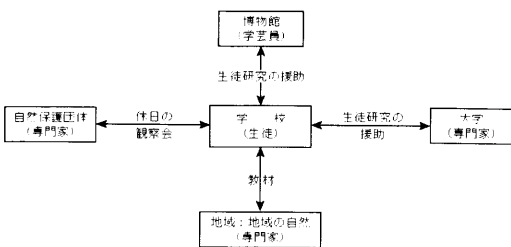


図3 学校を中心とした学びのネットワーク (五島, 2000c)

よる学習などの多様な学習形態、地域の人々の協力も得つつ全教師が一体となって指導に当たるなどの指導体制、地域の教材や学習環境の積極的な活用などについて工夫すること」は、アースシステム教育の指導方法のねらいとほとんど一致している。指導内容と指導時間を学習指導要領によって規定されている理科の授業時間だけで、アースシステム教育を実施することには限界がある。アースシステム教育を基に地域の自然環境を利用したカリキュラムを組織すると、それは他教科と融合した総合的な学習に発展させることが可能である。つまり、地域の自然環境を利用した学習は、理科を中心とした総合的な学習の時間の「環境、国際、情報など」にも触れることができる。理科を中心とした総合的な学習を展開する上で、アースシステム教育はその基盤となる理念を提供できると考えている。その具体例として「9. アースシステム教育の実践例」(五島, 1997)を参考にすることができる。

9. アースシステム教育の実践例「野外学習を中心とした理科カリキュラムの授業で展開する場合」

神奈川県三浦半島南端に位置し自然に恵まれた地域にある南下浦中学校の例を紹介する。そこで地域の自然(身近なアースシステム)を教材化し、中学校1

年理科の生物分野の授業で、学習指導の中心に目的の異なる5回の野外学習をおき、生徒が自然を探究しながら自然に対する興味・関心を高めるようなカリキュラム(図1)を開発した。このカリキュラムのもう1つ特徴は、図2に示したように理科を中心として他教科(国語・美術・家庭・英語・社会など)との融合を図っている点である。

このカリキュラムで学習する生徒は主としてグループで学習し、野外学習と教室での学習内容を常に関連づけている。図2のように、学習内容を他教科と関連づけて、理科を中心とした総合的な学習を行い、図3のように、学校を中心として、学びの場を博物館や野外観察会など学校外の施設・人材を利用して学習するなど、学習内容・方法を有機的・拡張的に展開していく(Goto, 2002)。この図1の学習指導は2カ月半で終了するが、この学習を基にして2・3年生を対象に行う野外学習や他教科と連携した学習へと広げるための基盤となっている。このカリキュラムの特徴について次に詳しく解説をする。

(1) 目的の異なる5回の野外学習

野外学習を適切な方法で指導すると、生徒は段階的に野外学習に関する知識や技能やコミュニケーションの能力を発展させていく。5回の野外学習の内容と学習方法を以下に説明する。

第1回野外学習: 校内の植物調査、グループ学習(6人で1グループ)

6人のグループで、各生徒が分担場所の植物の種類とその生育環境(日照度、温度、湿度、土の硬さなど)について調査を行う。この野外学習で植物図鑑の利用方法やグループで協同学習を行う方法について学習する。調査の後、まとめをして発表会を行う。生徒は、自然を調査・まとめ・発表をするという科学的研究のプロセスを学習する。

第2回野外学習: 学区におけるタンポポ調査、個人調査と全生徒の調査のまとめ

生徒は、野外調査の知識と技能の応用として、家の回りでタンポポの種類を調査する。その全生徒の調査結果を1枚の地図に描きこみ、学区のタンポポの種類と生育環境について考察する。

第3回野外学習: 市内のタンポポと植物の調査、グループ調査と全グループの調査のまとめ

生徒は学年行事のオリエンテーリングを利用して、学区から市内全域に広げてタンポポ調査と植物調査を行い、市内全域のタンポポ分布図と植物分布図を作成

し、市内の自然環境、例えば植生を考察する。

第4回野外学習：自由課題の野外学習、個別学習またはグループ学習

生徒は、自分で興味あることや発見したことを探究する動植物に関する自由テーマの野外学習を3～4時間かけて行う。ほとんどの生徒は学校内の森で、野外学習用の道具を利用して野外で観察・実験・調査を行う。この野外学習で、生徒は今まで身に付けた野外学習に関する知識や技能を総動員して観察・調査を展開していく。

第5回野外学習：植物分類標本づくり、個別学習

これは最後の野外学習で、生徒は今まで学習した植物の分類の知識を応用して、学校内の植物を利用して実物植物分類標本を作成する。採取した植物を同定・分類し、その特徴を画用紙にまとめ実物植物分類標本を作成する。

(2) 理科を中心として他教科と関連をつける学習

地域の自然を利用した野外学習では、生徒の興味関心が理科だけでなく他教科に広がる(図2)。具体的には図2のように、①地域の文化・歴史に関心を示す(社会)、②植物・動物を調査するだけでなく、それを料理して食べたりすることでより生物への関心を深める(家庭)(図1(B))、③美術の授業で野外の自然のスケッチをしたり、お盆の彫刻のモチーフに植物を使って作品を作り、生物に関する野外学習の調査の経験を活かす(図1(C))、④国語の教科書に野鳥に関する科学文を読み実際に野外で観察することで、文章を理解したり味わう能力を高める(図1(A))、⑤野外学習を英語で行うことで、生徒は実際の学習の文脈の中で英語を楽しんで使うなどが挙げられる。

(3) 学校を中心とした学びのネットワークの構築

地域の自然で野外学習を行うと、生徒はいろいろなものを発見する。生徒が興味を持って発見したことの中には教師がわからないことがたくさんある。例えば、ウラシマソウのつり竿のように長いものは何のためにあるのかは、専門家でもわからない。生徒が発見したことを基に探究的に学習を展開するためには、教師自らが生徒とともに博物館や大学などの社会施設や地域の人材を活用した学びを体験する必要がある。これによって生徒に学ぶ姿勢を示すことになる。また、そのような学習を続けていると教師と専門家とのネットワークが自然に構築され、そのために生徒が専門家から学ぶ機会も増えてくる。具体的には、野外学習の後に、土曜日の放課後を利用して博物館や大学の専門

家から動植物の同定をしてもらおう。また、地域の自然に興味を深めた生徒を博物館や自然保護団体などの休日の観察会に参加させ、社会施設を利用した学習を体験させるなどの指導を行った。

(4) 理科室の博物館化と生徒の研究成果・作品の公民館での展示

地域の自然を調査した研究成果を積み重ねるといろいろな標本や研究成果が蓄積される。それを理科室に展示し解説を加えて、理科室を博物館のような施設にすることができる。生徒が理科室で学習するのを楽しみにするよう工夫する。理科の学習環境を整備することは、生徒の理科への興味関心を高めることにつながる。また定期的に、地域の公民館を利用して地域の自然に関する展示会を行い、学校での学習成果を地域に公開し学校と地域との交流を図る。生徒は、自分の研究を地域の人に説明したり、教えたりする。そのような教える立場の経験は、生徒の学習意欲を高めるきっかけとなった(五島, 2001c)。

(5) 地域の学習教材・教具の開発

地域の自然を利用した学習を10年間展開する中で次のような教材・教具が開発された(五島, 2001b, 2001c)。「三浦半島植物ガイド」(中1～中3用): 三浦半島の植物観察に適したフィールドと季節の植物の紹介、「三浦の地層」(中3用): 野外地層観察用ガイドブック、「Plants Encyclopedia on The Miura Peninsula」(中1～中3用): 三浦半島の春の植物を中学生にわかる英語で解説した本、「Our Native Place Miura」(中3用): 地域の自然や地理・歴史・社会について説明した英語の副読本、「生成文法理解への道」「新しい文法理論による英語教育」(英語指導者用指導書)、「日本の河川の実物岩石標本」(中3用)「学校植物実物図鑑」(中1用)などである。下野(1997)は「教材の精選に当たっては、身近なもので日常生活に役立つようなもの、例えば、児童・生徒の野外における環境認識の実態を考慮したり、自然の基礎概念形成の媒体となるような自然の事物・現象を取り上げることにも有効である」と述べているように、アースシステム教育では地域の自然を利用した学習を奨励しているので、教師が上のような教材教具を開発することが望まれている。

(6) 理科を中心とした総合的な学習の展開の必要性

この実践を行った当時は「総合的な学習の時間」などなく、生徒が生き生き意欲的に学習する教科教育のあり方や学びのネットワークを求めらる中で自然と行き

着いた実践である。このカリキュラムは、新教育課程の「総合的な学習の時間」を利用すれば、もっと充実したものになると考えられる。理科の面白さを伝え、また知識や科学的な見方・考え方そして技能を身に付けさせるには十分な時間をかけた指導が必要である。野外学習を展開するにはそのための時間が必要であり、野外学習が総合的な学習になりやすい特徴と新学習指導要領での理科の授業時数削減を考慮すると今後積極的に「総合的な学習の時間」の利用を考えた理科指導を一層工夫することが必要である。さらに地域の文化の中心的な発信地としての学校の創造が求められ、教師手作りの教育は子どもに夢を与えると考えられる。

(7) カリキュラムとアースシステム教育理解目標・指導法との関連

以下にカリキュラム(図1)の内容とアースシステム教育理解目標(以下ESEと表示)や指導法(2の(4)参照)について説明する。

(1) 野外学習の基礎

ESE1: 身近な自然の中の美しいものや不思議なものを発見する。

ESE2: 学校内の植物が人間の影響を受けたものが多いことに気づく。

ESE4: 植物だけを観察するのではなく、周りの環境(気温、湿度、明るさ、土など)と関連づけて植物を調査する。

指導法: 1-a, b, c, e, f, g, 2-a, c, e, 3-a, d, 5

(2) 学校の中や周りの植物

ESE1: ルーペでタンポポの花びら、めしべ、おしべ、花粉などマイクロの世界の美しさを知る。

ESE4: タンポポの生育環境を地球システム(生物圏・大気圏・水圏・生物圏)の文脈で理解する。

指導法: 2-e, 3-b

(3) 野外学習 2

ESE2: タンポポの種類で人間の影響が理解できることを学ぶ。

ESE4: タンポポの生育環境を地球システム(生物圏・大気圏・水圏・生物圏)の文脈で理解する。

ESE6: タンポポの学区の分布図を作成する。

指導法: 1-b, c, f, g, 2-a, c, d, 3-a, d, 4, 5

(4) 微生物の観察

ESE1: 微生物を観察することで微生物の美しさや不思議に気づく。

ESE3: 科学技術の発展によって顕微鏡などの器具が

できたことで自然をよりよく理解できることを理解する。

指導法: 2-a, c, e, 3-b,

(5) 野外学習 3

ESE2: 市内のいろいろなタンポポの分布を調査することで、タンポポの種類が人間の自然への影響の指標になることを体験を通して学ぶ。

ESE6: タンポポの市内の空間的分布を理解する。

指導法: 1-b, c, e, f, g, 2-a, c, d, e, 3-a, d, 4, 5

(6) 植物の体のつくりと働き

ESE4: 花のつくりは虫などと関連していて、そこには不思議な自然の仕組み(システム)が発見できることを理解する。

ESE5: 植物の体のつくりと働きを進化の視点からも理解する。

指導法: 2-a, c

(7) 拡張的な学習

ESE7: 博物館の学芸員から直接学ぶことで研究者の仕事に興味・関心を深める。

指導法: 4, 5

(8) 葉のつくりと働き

ESE1: 葉の造形美に気づく。植物の細胞の美しさ(マイクロの世界)に気づく。

ESE4: 光合成の仕組みを太陽から始まるエネルギーの流れを考慮に入れ、大気、水、生物、土壌(の栄養分)の相互作用として理解する。

(9) 根・茎のつくりと働き

ESE4: 根・茎のつくりと働きを植物の個体維持システムに位置づけて理解する。

(10) 花の咲かない植物

ESE4: コケやシダの特徴を理解し、その生育環境を地球システムの位置づけて理解する。

ESE5: コケやシダの進化の歴史を説明して、生物の進化の視点からも理解する。

指導法: 1-d

(12) 野外学習 4

ESE1: 学習で得た知識を利用して、身近な地域の自然の美しさや不思議さを発見する。

ESE2: 身近な自然環境に人間の影響が現れていることを、自然環境の調査を通して理解する。

ESE3: いろいろな道具を利用して、身近な自然について探究的に学習する。

ESE4: 地域の自然で地球システムを理解できる。

ESE7: 発見や課題を探究する中で、専門家などに出

会い、自然に対する興味・関心を深める。

指導法：1-a, b, c, d, e, f, g, h, 2-a, b, c, d, e, 3-a, b, c, d, 5 (身近な自然から植物に関連する課題や問題を発見し、それについて探究的に学習するように指導する。)

(13) 植物の仲間

ESE4: 実物標本を作製する過程で、地球のシステムを再度確認する。

ESE7: 標本を調査するとき、専門家に同定などについて質問する。

指導法：1-b, c, e, g, 2-a, b, d, 3-a, b, 5

(14) 地域の自然観察

ESE1: 地域の自然の美しさに気づき、自然を保全する心情や郷土愛を身に付ける。

ESE2: 地域の自然を調査する中で、人間の自然環境への影響に気づき理解できる。

ESE3: 地域の自然を調査する中で、いろいろな道具やコンピュータやインターネットを利用し、その恩恵を理解する。

ESE4: 地域の自然を調査して、地域の自然のシステムを理解し、さらに地球規模の地球システムへの関心を深める。

ESE5: 地域の自然を調査する中で、地域の自然環境の時間的変化を理解する。

ESE6: 地域の自然を調査を通して、地球規模の自然に理解を広げたり、興味関心を深める。

ESE7: 地域の自然を調査する中で、いろいろな専門家と出会い、自然を鑑賞する人生の楽しみ方(趣味など)を知り、自然に対する興味・関心を深める。

指導法：1-a, b, c, d, e, f, g, 2-a, b, c, d, e, 3-a, b, c, d, 4, 5

以上の(1)から(14)までの事例の総括的目標は「地域の自然に興味を持ち、自然を科学的に理解し、自然保全の心や郷土愛をもち、心豊かな人格を育む。理科学習を通して学ぶ楽しさを知る」である。

(8) 教育効果・成果

教育効果や成果については以下の8点にまとめることができる。

- ①野外学習を中心とした学習指導を行うことで、地域の自然に興味を持ち、積極的に自然を観察・研究する生徒が育った。また、理科好きの生徒や郷土に愛着を持つ生徒が増えた。
- ②グループで調査のまとめ・発表を行うという研究の方法を理解させた。またグループ主体の活動で

生徒間のコミュニケーションの場を作り、よい人間関係の形成に役立った。

- ③野外学習セットを使った野外学習で、生徒を意欲的に活動させることができた。また、2・3年の野外学習では、積極的に身近な道具を利用していた。
- ④いろいろな動植物に興味を持ち、専門家に質問する機会を作ることで、自然には解明されていない不思議なことがたくさんあることに実体験を基に気づかせることができた。それによって生徒が自然に対する興味を持つきっかけになった。
- ⑤(部活動について)自然科学部の生徒は、顧問や博物館などの専門家の指導のもとで3年間研究し、「三浦半島の植物と小網代の森の自然環境の研究」という研究で、学生科学賞神奈川作品展で県知事賞を受賞した。
- ⑥(施設やネットワークについて)長年の地域を利用した野外学習指導によって、生徒の研究作品が蓄積され、学校の理科室を地域の自然博物館とすることができた。生徒は休み時間に理科室博物館で、自然や理科に対する興味を深めた。地域に関する学びのネットワークを構築できた。
- ⑦(教材教具について)地域の自然を利用した指導を行うために、「(5)地域の学習教材・教具の開発」で紹介した多様な教材・教具を開発できた。
- ⑧(カリキュラム開発について)総合的な学習が導入される以前に、地域の特性を活かした総合的な学習のカリキュラムの枠組みを作成できた。
- ⑨(アースシステム教育の導入について)教師がカリキュラムの内容や指導法について7つの理解目標や指導方法のバランスを俯瞰的に見ることができ、カリキュラムの改善について方向性を持つことができた。

10. おわりに

外国における科学教育の良い例の1つとして、ここでアースシステム教育を紹介するのに4つの理由がある。

第1は、アースシステム教育は「地域の自然(身近なアースシステム)の教材化」を中心に展開するという科学教育を奨励し、その理論的背景がシステム科学にあり、実践的で総合的な科学教育である。本物の身近な地域の自然で理科教育(野外学習)を展開したいと考えている理科教師にとっては、アースシステム教

育はカリキュラムや教育実践の理論的枠組みとして参考にできるものである。さらに、アースシステム教育は、子どもが地域の自然で学習を展開しインターネットなどを利用して地球規模で情報を収集し考察するという「地域で活動し地球規模で考える (Act locally and think globally)」科学教育である。学習方法として直接体験と IT (情報技術) の利用を融合させることを奨励するが、それは情報化時代において望まれている教育である。

第2には、アースシステム教育は自然を科学的に理解するだけでなく、美的な視点で鑑賞することを第1理解目標としているからである。それは、自然の科学的な側面とは異なる芸術的な側面を導入することで、事実と想像、論理と感情 (理性と感性) を混同することではない。芸術的な側面を科学教育に導入することで、自然に対する興味・関心をより深め、豊かな人間性の育成に役立つと考えているからである。さらにグローバルサイエンスリテラシーという概念を生徒が身に付けることを目的にする科学教育に発展したことで、アースシステム教育は、環境や国際理解など科学を中心とした総合的な教育を創造する哲学的側面を持っているからである。

日本の理科教育は、第3回国際理科教育調査 (TIMSS) (国立教育政策研究所, 2001) や OECD 生徒の学習到達度調査 (OECD PISA, 2002) などの国際共同調査の分析で、成績はよいが理科への興味関心が低いとか、科学に関する職業への関心が低いなどの問題点が挙げられている。アースシステム教育は、それらの問題を解決する視点や方法を持っている。それは、アースシステム教育の理解目標の1と7が自然や理科への興味関心を高めることや、科学に関する職業を積極的に紹介することを重点目標としているからである。よって、アースシステム教育は、日本の理科教育の抱えている問題や課題を解決する一助となれる可能性がある。

第3には、新教育課程で目標としている自ら学び自ら考える力などの「生きる力」を育成するために体験的な学習や問題解決的な学習を充実することが求められている。アースシステム教育は、野外学習など体験的な学習を展開し、自ら課題を発見し、それを探究していくという生徒主体の問題解決的な学習を奨励しているので、「生きる力」を育成することに対応できるカリキュラムを提供できる。

第4には、地学は高等学校での履修率が非常に低

い。地学教育の普及を考えたとき、従来の理科の4分野の1つとしての地学を教えるだけでなく、環境科学やシステム地学など総合的な理科の基盤として地学を展開することが以前から提案されていた。アースシステム教育は、地学を中心とし、総合的な科学であるシステム科学に基づいた科学教育である。それは、今後、地学教育の普及を考える上で、有効なものとなる。

それらの理由により、アースシステム教育は日本における新しい総合的な理科教育の1つの基盤となれるだけでなく、新学習指導要領の特徴である「総合的な学習の時間」の環境や国際理解などを構成する基盤を提供できる理科教育である。

この論文は、国立教育政策研究所紀要第131集の資料「新しい理科教育を創造する『アースシステム教育』」(五島ほか2001d)を基に大幅に加筆修正したものである。

謝辞 この論文は平成13年度～16年度科学研究費補助金 (基盤研究B(2)) (課題番号13571043) 「アースシステム教育の国際比較研究に基づいた教育システムの開発に関する実証的研究」によって研究を深めることができたものである。この科学研究でご協力いただいた市川智史氏、川地啓文氏、小玉秀史氏、後藤史朗氏、品川明氏、田代直幸氏、辻井典子氏、鳩貝太郎氏、平田大二氏、益田孝彦氏、Rosanne Fortner氏、Chris King氏をはじめ研究協力者の方々、また、資料提供などでご指導いただいた[※]藤森知典氏、渡部景隆氏に感謝申し上げます。

引用文献

- 阿形昌宏 (1992): 高等学校 [地学] における環境教育. 地学教育, 45, 193-202
- Anderson, L. (1992): Global education. In B. B. Tye and K. A. Tye: *A Study of School Change*. Albany: State University of New York Press, p. 17.
- Earth System Science Committee (1988): *Earth System Science*. National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C., 208 p.
- Fortner, R. W. (1991): Back to the Earth for Science Education. *Science Activities*, Vol. 28, No. 1, Wiley, Washington, D.C., 6-7.
- Fortner, R. W. and Mayer, V. J. (1993): *Activities for the Changing Earth System: Curriculum Activities for Teaching about Global Environmental Changes*. The Ohio State University, Columbus OH.
- 五島政一・下野洋 (1994): アースシステム教育と野外学習. 理科教育学会, 関東支部大会, 研究発表要項,

- 40-41.
- 五島政一・下野 洋 (1996): アースシステム教育と野外学習. 1996年日本科学教育学会20周年記念論文集, 日本科学教育学会, 157-164.
- 五島政一 (1997): 地域の自然(植物・動物)を使った野外学習を中心とする学習指導方法の開発. 平成8年度東レ理科教育賞第28回受賞作品集, 東レ科学振興会, 34-37.
- 五島政一 (2001a): 正しい科学概念(自然観)を身に付ける方法(理科教育)ーシステム科学的な理科教育「アースシステム教育」ー. 楽しい理科授業11月号, 38, 明治図書, 58-61.
- 五島政一 (2001b): 正しい科学概念(自然観)を身に付ける方法(理科教育)(その2)ーグローバルサイエンスリテラシーの育成と地域の自然を利用した総合的な理科教育の創造ー. 楽しい理科授業12月号, 39, 明治図書, 58-61.
- 五島政一 (2001c): 理科を中心とした総合的な学習の展開. 理科の教育, 49, 東洋館出版社, 30-33.
- 五島政一・下野 洋・Mayer, V. J. (2001d): 新しい理科教育を創造する「アースシステム教育」. 国立教育政策研究所紀要第131集, 国立教育政策研究所, 155-165.
- Goto, M. (2002): How a Japanese Science Teacher Integrates Field Activities into His Curriculum. *Global Science Literacy*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 203-216.
- 五島政一ほか (2003): アースシステム教育の国際比較研究に基づいた教育システムの開発に関する実証的研究ー平成13年度~16年度科学研究費補助金(基盤研究B(2))研究報告書第1集「アースシステム教育とその教師教育」ー, 222 p.
- 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.
- 唐木 宏 (1996): カリキュラム編成の変遷と教育の現代的課題. 21世紀を展望する新教育課程編成への提案, 日学選書3, 日本学術協力財団, 61-67.
- 小林 学 (1977): 高等学校地学の変遷とその総合化. 地学教育, 30, 73-82.
- 小林 学・田代淳一 (1984): 環境教育の課題と展望. 理科の教育, 東洋館出版社, 24-28.
- 国立教育政策研究所 (2001): 数学教育・理科教育の国際比較. 国立教育政策研究所紀要第130集.
- 国立教育政策研究所 (2002): 生ための知識と技能: OECD生徒の学習到達度調査(PISA). ぎょうせい, 263 p.
- Kumano, Y. (1997): The Significance of Earth Systems Science (Education) in the Curricula of Japan and other Asian Countries. *Second International Conference on Geoscience Education: Learning about the Earth as a System Conference Proceedings*, 34-45.
- 牧野 融 (1978): システム地学から地球システムの科学へー環境科学としての地学の教育体系開発についての提言ー. 地学教育, 31, 83-87.
- 益田孝彦 (2003): 大地とその変化. アースシステム教育の国際比較研究に基づいた教育システムの開発に関する実証的研究ー平成13年度~16年度科学研究費補助金(基盤研究B(2))研究報告書第1集「アースシステム教育とその教師教育」ー, 国立教育政策研究所, 156-161.
- Mayer, V. J. (1988): *Earth Systems Education: A New Perspective on Planet Earth and the Science Curriculum*. Columbus, The Ohio State University Research Foundation, 44 p.
- Mayer, V. J. (1989): Earth Appreciation. *The Science Teacher*, 56(3), The National Science Teachers Association, Washington, D.C., 60-63.
- Mayer, V. J. (1990): Teaching from a Global Point of View. *The Science Teacher*, The National Science Teachers Association, Washington, D.C., 47-51.
- Mayer, V. J. and Armstrong, R. E. (1990): What every 17-year old should know about Planet Earth: A report of a conference of educators and geoscientists. *Science Education* 74(2), 155-165.
- Mayer, V. J. (1991a): *Earth Systems Education: Origins and Opportunities*. The Ohio State University Research Foundation, Columbus, 68 p.
- Mayer, V. J. (1991b): A Framework for Earth Systems Education. *Science Activities*, 28(1), 8-9.
- Mayer, V. J. and Fortner, R. W. (1995): *Science is a Study of Earth. A Resource Guide for Science Curriculum Restructure*, The Ohio State University & The University of Northern Colorado.
- Mayer, V. J. (1995): Using the Earth System for integrating the science curriculum. *Science Education* 79(4), 375-391.
- Mayer, V. J. and Tokuyama, A. (1997): Science Literacy in a global era. *Hyogo University of Teacher Education Journal*, 17(3), 75-89.
- Mayer, V. J. and Kumano, Y. (1999): The Role of System Science in Future School Science Curricula. *Studies in Science Education* 34, 71-91.
- 文部省 (1999): 中学校学習指導要領解説ー理科編一, 162 p.
- 文部省 (1999): 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編, 310 p.
- 中野佳昭・大隈紀和 (1993): 今後の理科カリキュラムの展望. 第17回年会論文集, 日本科学教育学会, 123-124.
- National Commission on Excellence in Education (1983): *A Nation At Risk: The Imperative for Educational Reform*. 危機に立つ国家(橋爪貞雄訳, 1984), 黎明書房, 名古屋, 231 p.
- National Research Council (1995): *National Science Education Standards*. 全米科学教育スタンダード(長洲南海男監修; 熊野善介・丹沢哲郎ほか訳, 2001) National Academy Press, Washington, D.C., 梓出版社,

- 260p.
- 恩藤知典 (1979): 環境教育の新しい思潮と地学教育. 地学教育, **32**, 127-135.
- 猿田祐嗣・長崎栄三 (2001): 我が国の高等学校の数学・理科の教育課程: 高等学校教育課程調査報告書. 科学研究費補助金 (基盤研究 A) 高等学校の科学教育改革に関する総合的研究報告書第 6 集, 国立教育政策研究所, 343p.
- 下野 洋 (1987): 地学教育の改善に関する一つの提案. 地学教育, **40**, 地学教育学会, 69-78.
- 下野 洋 (1997): 地球環境の理解を深める理科教育課程の編成の視点. 21 世紀を展望する新教育課程編成の提案, 日学選書 3, 200-210.
- 下野 洋 (1998): いま, 地学教育に求められるもの—体験学習・野外学習の必要性—. 地学教育, **51**, 201-212.
- The American Association for the Advancement of Science (1989): *Project2061: Science for all Americans*. Washington, D.C., 272 p.
- The Ohio State University (1981): *Perspectives of Global Education: A Sourcebook for Classroom Teachers*. The Ohio State University, Columbus, 180 p.
- The Ohio State University Research Foundation (1994): *The Biological and Earth Systems Science Curriculum: Report to the Worthington Board of Education*. The BESS National Advisory Committee and The Ohio State University, 37p.
- 辻井典子 (2003): 電流とそのはたらき, アースシステム教育の国際比較研究に基づいた教育システムの開発に関する実証的研究—平成 13 年度~16 年度科学研究費補助金 (基盤研究 B(2)) 研究報告書第 1 集「アースシステム教育とその教師教育」—. 国立教育政策研究所, 170-175.
- 渡部景隆ほか (1976): システム地学カリキュラム, 地学教育, **29**, 29-41.
- 渡部景隆 (代表) (1977): 自然と人間. 有文出版, 東京, 288 p.

五島政一・下野 洋・熊野善介・Victor J. MAYER: 「アースシステム教育」の日本での検討と実践 地学教育 **57** 巻 6 号, 183-201, 2004

〔キーワード〕 アースシステム教育, グローバルサイエンスリテラシー, 野外学習, 総合的な理科教育, 地球システム科学, 中等教育

〔要旨〕 日本の理科教育が直面する問題点を解決する 1 つの具体的な方法として, 総合的な理科教育「アースシステム教育」を紹介し, 日本で実践する方法, その実践例と教育的効果について報告する. このアースシステム教育は地学を中心にして物理・化学・生物を融合する方法を提供する. これは, 現在低迷している地学教育を打開する地球システム科学に基づいた具体的な 1 つの方法である.

Masakazu GOTO, Hiroshi SHIMONO, Yoshisuke KUMANO and Victor J. MAYER: The Study and Practice of the Earth Systems Education in Japan. *Educat. Earth Sci.*, **57**(6), 183-201, 2004

教育実践論文

サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業における 教員野外研修について

—研修機関と研究者との新たな連携構築の観点から—

In-service Field Training of Teachers in Science Partnership Program;
from the Viewpoint of Construction of Partnership between
Prefectural Education Center and Scientists

藤岡 達也*

Tatsuya FUJIOKA

Abstract: In this paper, I discuss significance and problems of the Science Partnership Program from the viewpoint of practice of the In-Service Field Training of Teachers around the Rokko Fault and the Nojima Fault in Hyogo Prefecture. In these areas, many people were injured by the Hyogoken-nanbu Earthquake in 1995. Many trainees in this program have learned about natural landscape and natural disasters for development of teaching materials. This program makes it clear that partnership between scientists and education center is very important for the effective In-service field training of teachers.

Key words: Science Partnership Program, in-service training of teachers, field training, natural disaster, education center

1. 問題の所在

近年、様々なところでパートナーシップの意義が論じられている。例えば、都道府県レベルでの行政、教育委員会、大学・研究機関、民間企業のパートナーシップによる環境教育のネットワーク構築（環境省総合環境政策局、2002）はその一つの例である。地学教育に関して、国外では研究者、教員、生徒による効果的なパートナーシップづくりを目指しての理論的・実践的研究が見られる（例えば、Ledley et al., 2003; Hall-Wallace and Regens, 2003 など）。国内においてもパートナーシップの名称は使われていなかったとしても、以前から大学と小・中学校、高等学校との連携による実践は報告されている（例えば、田中・松川、1996 など）。

「開かれた学校づくり」が最近の学校経営の一つのテーマと捉えられることがあり、今後、学校と地域社会や大学、NPO 等との連携による新しい教育効果は期待できる。特に科学技術の発展が著しい今日、変化する時代に対応して、その要望は切実とも言える。ただ、その連携システムの構築方法については、地域社会、教育委員会、学校においても模索中の状況である。

また、「教育審議会 養成と採用・研修との連携の円滑化について（第3次答申 平成11年12月）」に見られるように、教員の養成や研修は、今後ますます検討されるべき課題である。なぜならば新しい教育課題が多くなってきているので、一人の教員が対応すべき課題は増大し、その日常業務は多忙化する。しかし、新しい課題に自ら取組む時間の確保が難しいので、指導力を効率的に向上させるためには、教員研修はます

ます重要となると考えられる。地学教育については野外観察の方法を学ぶなど実践的な研修は、時間や経費が必要であるが、これまでも繰り返し述べられているように（例えば、恩藤，1997など）不可欠である。

ところで、平成14年度より文部科学省によって、「科学技術・理科大好きプラン」の一環として「サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業」（以後、本論では「SPP事業」と称する）が行われている。近年、SPP事業のねらいと地学教育におけるその効果については、本学会誌でも紹介されている（例えば、川村，2003；三次・林，2003）。SPP事業により、研究者が直接、高校生に関わる意義については、上で詳しく述べられているが、教員研修においても、パートナーシップによる効果は期待できる。従来から都道府県レベルの研修機関の担当者が教員研修において野外観察の指導を行ったり、大学の研究者等を招いて野外研修の指導を全面的に依頼したりする場合は多い。しかし、これまでの教員研修と比べてより効果的な研修を実施するために、研修機関の担当者と研究者との連携方法を検討する必要は一層認められる。

これらを背景として、大阪府教育センター科学教育部理科第二室（地学）（以後、本論では「府教育センター」と称する）は、平成14年度にSPP事業における地学領域の野外観察をテーマとした教員研修を実施し、研究者とのパートナーシップによる教員研修を試みた。本稿では、まず、SPP事業による教員研修のテーマ設定について論じ、次いで教員研修の内容等を紹介する。さらにその研修成果を報告することによって、地学領域における野外研修設定の重要性を示すだけでなく、従来の教員研修機関のみによる野外研修や研究者に全面的に依頼して行う研修では得られない意義を検討する。

2. 本研修の設定について

(1) SPP事業による地学に関連した教員研修

平成14年度のSPP事業では、「特別講義」、「科学技術・理科学習プログラム」とともに、各都道府県教育委員会、指定都市教育委員会及び中核市教育委員会や、大学・研究機関等において実施する、教員を対象とした「教員研修」が実施された。平成14年度の教員研修は29機関41課題が採択されたが、地学的な課題を掲げて実施されたのは府教育センター以外では、「火山活動と防災」（北海道教育委員会）、「地学研究の最前線」（茨城県教育委員会）、「身近な地形・地質の教

材化」（兵庫教育大学）、「最先端科学技術に夢を託す理科教育研修講座—宇宙開発と理科教育—」（山口県教育研修所）の4課題にすぎない。ここでも地学に関わる教員研修そのものが少ないことが懸念される。また、野外実習を中心に行った宿泊を伴う教員研修は府教育センターが実施した研修のみであった。野外研修では、目的地への移動時間が問題となる。宿泊を伴うことによって、観察地として好適な露頭などが都心より少し離れている場合でも移動時間のロスを省くなど効率的な研修の実施が期待できる。

(2) 研修テーマ設定の背景について

新学習指導要領のもとでの教育課程が、平成14年度より小・中学校から、また平成15年度から高等学校においても実施されている。現在の学習指導要領の内容を見ると、1995年兵庫県南部地震後であるため、自然災害について多く記載されている。しかし、自然災害を理科教育の課題として取扱うことにおいては、これまでもいくつかの問題点が指摘されている。まず、自然災害に関する内容は、理科の中では地学領域に属するが、地学領域は、小・中学校での地学を専門とする教員の少なさ、高等学校での生徒の地学履修率の低さなど、学校教育現場では十分に取組まれていない状態にある（藤岡，2001）。これに対して、府教育センターでは、これまでも地域教材の観点を重視しながら、「教育資料 兵庫県南部地震」（大阪府教育センター，1996）、「教育資料 大阪の自然災害と環境」（大阪府教育センター，2000）等を発刊して、府内の小・中・高等学校に配布し、児童・生徒の自然災害についての学習教材として役立つように教員への支援を行ってきた。しかし、教員自身がこの課題について興味・関心を持ち、野外観察を踏まえた地学の知識を身に付けていないと、教材を十分活用することが難しいというのが実情である。

学校の教育活動の中では、理科教育の内容を核とした自然災害やその自然災害と関わる地学教育は重要である。しかし、理科を担当する教員自身の姿勢により、その活動は大きく左右されると考えられる。小学校・中学校を含めた理科教員の意識を高めるためには、自然災害に関する教育とともに地学の野外学習について、実践的な研修は不可欠であろう。理科の中で、観察、実験、野外観察は常に重視されているが、それらは各学校、各地域において十分に取組まれているとは言いがたい。学習指導要領でもこれらは繰り返し強調されているが、児童生徒を野外に引率することの困難さ

だけでなく、理科担当教員の地学領域に関する指導力の向上の機会の実現について困難な点が多い(例えば、松川・林, 2003)。

しかし、教員自身がこれらの活動を体験し、その意義を感じることが学校教育での野外観察の実践への一歩となると考えられ、そのためにも、教員研修の充実を図る必要がある。そこで研修のテーマとして「自然災害と環境に関する野外研修」を掲げた。ここでは、地震などの自然災害についての基本的な知識の習得や理解は必要であり、理科、特に地学領域での自然災害に関する取組みは重要であるということを前提にした。つまり、自然災害に関連する地形・地質学等についての基本的な内容を野外で学習する機会の設定を考えた。

加えて本研修では、理科のみの教科活動だけでなく、「総合的な学習の時間」などにおいて、自然災害を教員が多方面から取扱うことができるように意図した。従来、理科教育の中では、地震・火山等の活動は自然現象についての観点から取扱われてきた。防災教育や災害教育は自然現象と人間活動との関係や自然現象が社会に与える影響を含む。つまり、防災教育や災害教育は、自然現象の知識や理解を取扱いながら自然と人間活動との関係を考える環境教育の課題とも関連している。そのため、理科教育にとどまらず、「環境教育」や「総合的な学習の時間」にも活用できる素材を考える必要がある。日本各地で東海地震、南海地震等に備えて、様々な防災対策や避難訓練等がなされているが、自然災害を「総合的な学習の時間」等において取組んでいる例は全国的に少ない。学校教育の中で、防災教育を取入れることは「生きる力」の育成とも関わってくる。そのため1995年兵庫県南部地震の衝撃が大きかった近畿地方においては、阪神淡路大震災と関わった内容を取入れた研修プログラムの構築が望まれる。

震災後、兵庫県各地では地震と震災を後世への教訓とするために多くの施設が建設された。特に兵庫県北淡町には、今回の地震によって野島断層の断層崖が現われ、断層をそのまま保存すべく「北淡町野島断層保存館」が建設され、保存館に隣接して被災した住居も展示されている。また、被害の大きかった神戸市には「阪神・淡路大震災記念、人と防災未来センター」が建設された。ここでは、神戸市内の震災発生直後の状況が再現されたり、被災者の遺品や支援活動の記録が展示されたりして、震災を風化させないという震災地域

の市民の意図が読み取れる。そこで野外研修と「北淡町野島断層保存館」、「阪神・淡路大震災記念、人と防災未来センター」での見学を組合せることによって、防災教育の重要性を参加者が意識できるようにすることを考えた。そのため、地震を科学・技術・社会の相互関連(STS教育)の観点から捉えなおし、また防災教育の再認識の機会とすることによって野外研修の補足的以上の効果が期待できた。

さらに、SPP事業の主体者側(府教育センター)にとって、講師だけに研修を全面的に任せるのではなく、研修における連携の必要性や府教育センターの職員(研究員、指導主事等)への啓発の意味もあった。府教育センターでは、年間10~12回位の地学野外実習を実施している。特に六甲断層近辺では毎年野外実習を行っており、地形からの地殻変動の読み取りや観察については、これまでも府教育センターが担当してきた。そこで、今回の研修では、府教育センターの職員自身も講師から新しい観点を学び今後の研修に活かすことも期待できた。

(3) 講師の選定について

これらに加えて研修設定に最も重要と考えたのは、本研修に沿った適切な講師を選定することであった。これについては阪神淡路大震災で最も被害が大きい地域の一つであり、さらには、顕著に地変現象が表れた北淡町の野島断層近辺で地形変位の状況精査を行っていた元地質調査所調査部長の協力を得ることができた。講師の専門性を知るきっかけは、府教育センターの地質学を専門とする主任研究員が、地震直後に野島断層近辺で調査を行ったとき、同じように調査に来ていた講師と現地でも論議したことである。それ以降も当主任研究員と情報交換を行っており、当主任研究員の論文執筆時(落合ほか, 1997など)にも本講師は助言した。また、本講師は今回の研修地域を含めた兵庫県の地質図幅作成にも関わるとともに(例えば、水野ほか, 1990など)、花こう岩の特質を広く紹介すること(例えば、服部・笹田, 1984など)にも努められており、専門的な研究者としての条件は十分備わっていると判断した。

以上を踏まえ、センター外の研究者との連携により、自然災害と関連して、自然景観をどのような観点から捉えることができるか、野外観察において具体的な地形・地質の何を見るかについて参加教員の力量が高まるような研修プログラムを作成した。

表1 平成14年度SPP事業「教員研修」「自然災害と環境に関する野外研修」実施日程・内容(案)

12月2日(月)

時間	内容	研修担当
8:45~9:00	集合・受付	
9:00~10:30	府教育センター発, 研修説明	府教育センター職員
10:30~14:20	六甲周辺にて野外研修 府教育センター職員 (六甲断層・白水峡・蓬莱峡等の観察)	講師(元通産省地質調査所)
14:20~16:00	移動	
16:00~17:00	講義「兵庫県南部地震による野島断層周辺の 地変現象と地震被害」	講師(元通産省地質調査所)

12月3日(火)

時間	内容	研修担当
9:00~11:00	野島断層周辺の地質・地形観察 「野島断層保存館・メモリアルハウス」見学 江崎灯台近辺の地変現象・地形観察	講師(元通産省地質調査所)
11:00~13:00	移動	
13:30~15:30	阪神・淡路大震災記念 「人と防災未来センター」見学	「人と防災未来センター」 職員等
15:30~17:00	移動, 府教育センター着	

表2 研修参加者の所属内訳

研修参加者の所属	人数
市教育委員会・教育センター指導主事	1
高等学校教諭	2
中学校教諭	5
小学校教諭	10

3. 研修内容と野外研修の観察地点について

(1) 研修日程・参加者

日程・内容(案)は表1のとおりである。ほぼ、これに基づいて行われたが、講師による講義では、様々な質問等から1時間程度延長された。

研修参加者及びその所属内訳については表2に示した。このうち、地学を専門とするものは、高校の2名と小学校の1名のみであった。また、参加者を各地域の野外研修のリーダーとして育成するねらいも含めていたため、平成14年度小・中学校「理科」長期研修(後期)受講生と、その修了生及び15年度の高等学校「地学」研修の受講生からも参加者を選出した。従来、府教育センターが野外観察の研修を行う場合、初心者に対して、野外調査の方法等基本的な内容の説明や方法について講義と実習を行うが、今回は研修実施の時

間的制約もあったので、それらを実施できなかった。しかし、このことは、外部の研究者との連携による本研修を従来の教育センターの職員のみによる研修と比較する点で好都合となった。つまり、今回の研修受講者は、全員が野外調査に関連する研修を既に受講しており、また、教育センター職員のみ研修も過去に受講している。

野外研修の内容とその観察ポイント等、講師や府教育センター職員の役割及びその連携については以下に触れる。なお、コース及び地質、地形の概況及び講師の講演内容については、研修後に作成した報告書(大阪府教育センター, 2003)やこれまでの野外観察ガイドブック(大阪府教育センター, 2002)に詳しく記されている。観察地点等では、講師と研修参加者、府教育センター職員と研修参加者との質疑応答だけでなく、研修者同士の教材化の観点や疑問など、自由に意見交換ができるように、この研修の意図を繰返して強調した。

(2) 六甲山地の研修内容

六甲山地北麓の六甲断層、淡路島北部に分布する野島断層は、いわゆる近畿トライアングル(藤田, 1980)の一辺に属する。六甲山地北麓では、活断層である六甲断層近辺において、地震を引き起こす新しい

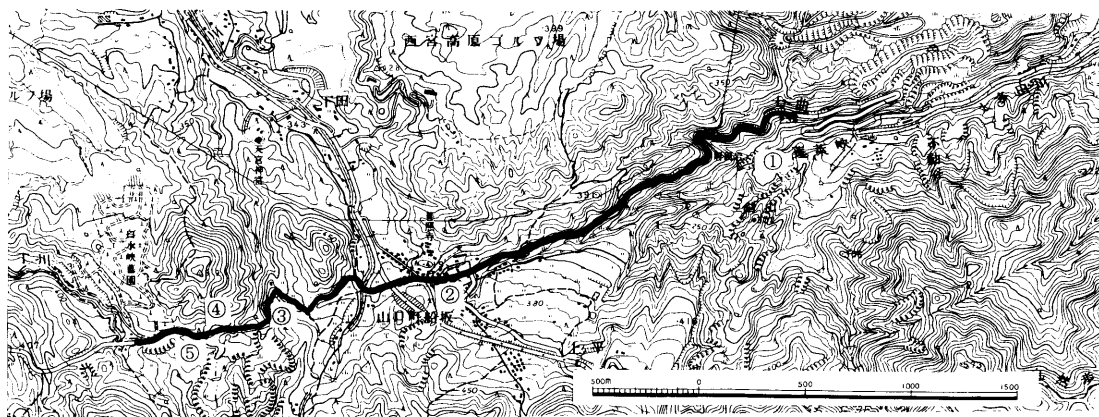


図1 六甲山地の巡検コース（蓬莱峡から白水峡にかけての観察ポイント）（1:25,000 地形図「宝塚」の一部に加筆）

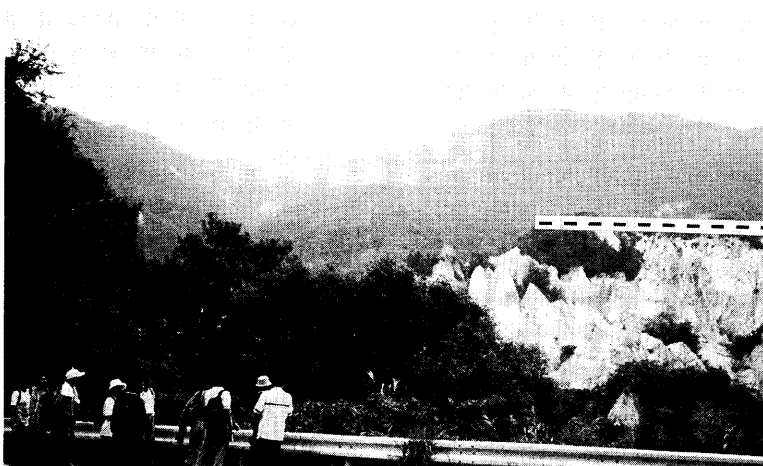


図2 蓬莱峡（観察ポイント①、点線は段丘面）

地殻変動を現在の地形や自然景観から読み取ることを研修のねらいとした。

兵庫県宝塚市蓬莱峡をスタートし、船坂を経て道路に沿って白水峡まで、約4kmの行程である（図1）。このコースは従来から、府教育センターが実施している研修ルートであり、当日の野外観察の説明等は上記の野外観察ガイドブック（大阪府教育センター、2002）に則って、最初に府教育センターの職員があたった。講師が、それに引き続き、地質調査所時代に研修地周辺の地質図作成のための調査経験からの違った観点から説明を行ったり、従来、府教育センターの職員が説明を行っていなかった観察箇所の指摘（花こう岩の変質の観点等）を行ったりした。以下に観察地点の研修内容を簡単に記す。

① 蓬莱峡

蓬莱峡は六甲断層に沿った峡谷であり、この活断層と関連した地形である。本野外研修を蓬莱峡近辺の山体の自然景観の観察から始めた。ここでは、風化した花こう岩とその上のかつての大多田川により形成された高位段丘層からなる景観が観察できる（図2）。近辺の山体は六甲断層の活動に伴う激しい地殻変動を受けている。そのため、六甲山側の隆起が著しく、また断層に沿って侵食を受けたため峡谷の景観をつくっている。

② 船坂近辺の段丘面と断層地形

西宮市山口町船坂では、船坂川に沿った中位段丘面を読み取ることができる。この中位段丘面を切って六甲断層が走っているため、中位段丘面の高さが数メー

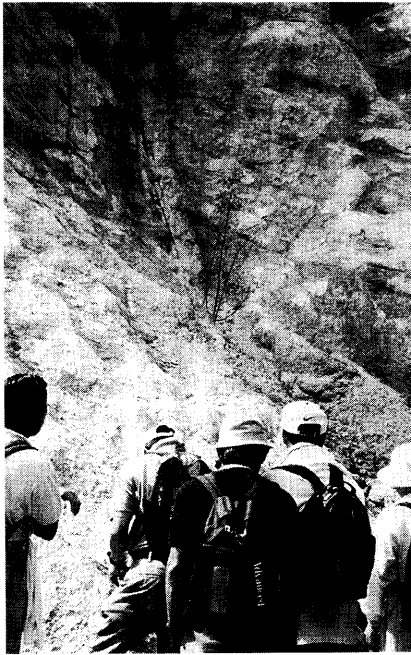


図3 花こう岩中の副断層（観察ポイント④）

トルずれ、断層崖が現れている。水平方向にも大きくずれていることも山や谷川など周囲の景観から読み取れる。

③ 高位段丘堆積物

船坂橋西側の露頭では、礫のインブリケーションから堆積物を運搬したかつての流向が読み取れる。一部に扇状地性の土石流堆積物が見られ、中には直径が1 m 近くの巨礫も見られた。

④ 六甲断層

六甲花こう岩と有馬層群を構成する流紋岩類が逆断層で接している。一部粘土化した破砕帯は幅2~3 m に及んでいることを確認することができる。また、付近の六甲花こう岩にも数本の断層が観察される（図3）。従来、六甲断層の主断層の見学を中心に行っていたが、講師からは副断層についての観点や副断層と花こう岩の風化や変質の状況などの説明があった。

⑤ 白水峡

風化した花こう岩が侵食され、人為的に採掘されたような景観となっている（図4）。活断層の影響により、熱水変質が進み、風化が非常に著しいため、新鮮な花こう岩は見られず、長石以外は粘土化した鉱物からしか原石が推定できないことも観察のポイントとした。



図4 白水峡での観察（ポイント⑤）

(3) 講演を中心とした内容

「兵庫県南部地震による野島断層周辺の地変現象と地震被害」のテーマのもと、講演が行われた。内容は、まず、講師がこれまで自分の研究してきたこと、兵庫県南部地震と断層について説明され、次いで、淡路島北部の被災状況を中心に講演した。本講師の場合、兵庫県洲本等での地質図幅作成の経験から、震災前の地域の写真を多数有しており、これと地震後の比較から地変を容易に理解することができた。講演の中で、特に強調されたのは、「地震のときに地表に現れるのは、地変としての地割れや地震断層であり、地下で大きなストレスを受けてできる断層とは異なるものである。下の活断層と結びついていることもあれば関係ないこともある。」点であり、地震発生直後から一貫した講師の捉え方であった（例えば、服部、1998 など）。受講者からの質問や意見もこれに関する内容がもっとも多かった。

また、講師が従来府教育センターの研修成果や研究成果とその意義を紹介されていた。その中で、講師から府教育センターの職員への質問があったり、その逆もあったりした。

(4) 淡路島での研修

淡路島では、野島断層近辺の地表に現れた現象から、地震の動きについてのメカニズムを推測することをねらいとした。

また、淡路島では、講師が中心に説明を行い、センター職員は、より分かりやすく解釈を加えたり、研修参加者の個人的な質問に答えたりして補足を行った。観察地点は2カ所（図5）であり、そこでの研修内容を簡単に記す。

① 小倉付近（北淡町小倉野島断層保存館周辺）

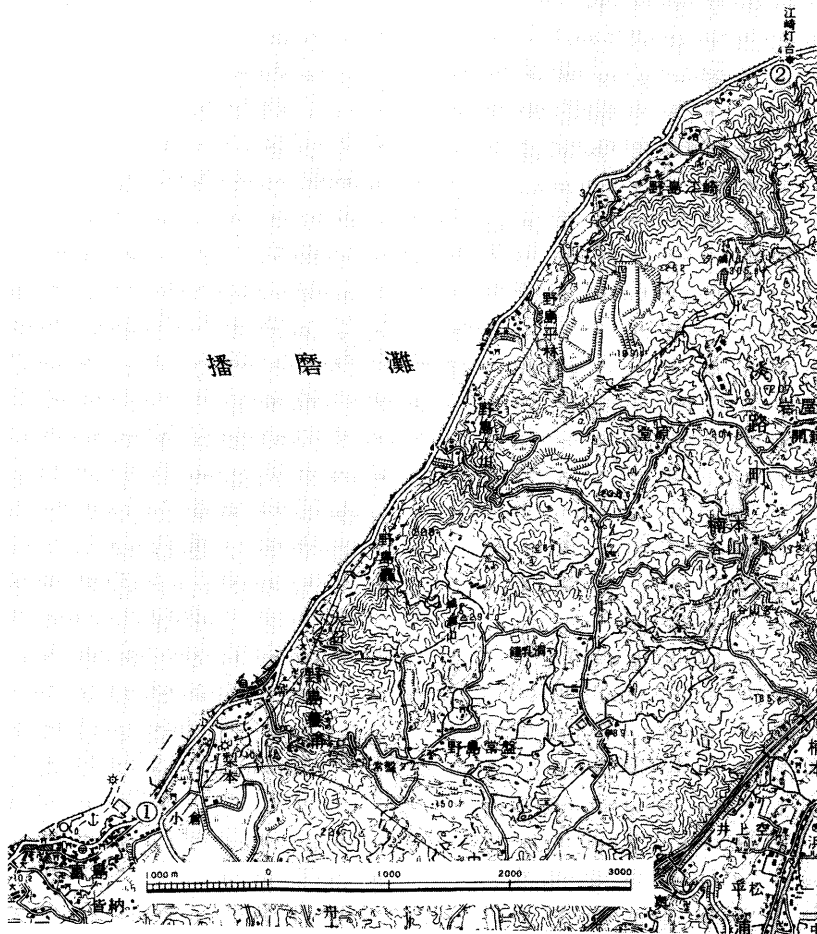


図5 淡路島での観察ポイント
(1:50,000 地形図「明石」の一部に加筆)

北淡町小倉周辺に位置する断層近辺の地層は大阪層群に属している。この地区においては、断層変位は最大で垂直に約30 cmに達している。もう1本の小地震断層がこれと平行して走っているのが観察できる。従来この断層は「既存の活断層が再活動したものである」(粟田・水野, 1997; 粟田, 2000 など)と考えられているのに対して、講師は「人工改変地や人工構造物との区別もなく、不連続面の介在も考慮しないで、間接的変位量に基づいて断層帯の分布幅を広く捕捉することは理解できない」とした(服部, 2000)。

② 江崎灯台付近(北淡町野島江崎)

野島江崎の北に立地する江崎灯台への階段では野島断層の横ずれ変位が観察できる。ここでは、階段の敷石が破断され、横ずれが1 mを超えたり、20 cm以上

の開口亀裂が生じたりしたため、地変を観察しやすい場所として、地震直後から注目された箇所の一つになっている。現在では開口部などは修復されているものの、変位は十分読み取ることができる。この現象について、従来の「連続する雁行断裂帯」(粟田, 2000)の考えに対し、講師は小倉付近と同様な「表層の局所的な現象」とした(服部, 2000)。

4. 受講者の反応から見た研修の成果

研修終了後、研修成果を検討するために研修参加者全員に本研修全体を通しての質問調査を行った。その結果について考察する。

まず、研修全体を二つの択一式のアンケート調査結果から検討する。一つ目の「研修の講義内容はわかり

表3 地震、自然災害についての新しい知見や理解の記述

A	地震被害と活断層の関係がわかり地震被害のとき、どのような対策をすればよいか学習できた。地震災害未来センターなどで、語り部から地震のときどのようなことが起こったかがわかり危機意識が実感できた。
B	地震による被害は、単に断層に近いということだけではなく、地盤の影響が非常に大きいことがわかった。こういったことや防災未来センターで見学したことを基に、正しい防災教育（いたずらに不安をおおらない）を行っていかねばならないと思った。
C	地震発生メカニズムについて教えてきたが、被害を受けない地盤・立地についてはあまり詳しく教えていなかった（知識がなかった）。
E	単に地球物理の結果のものでなく、人為的な地表の改変や人間の住み方といった点も加えて地震被害を考えねばならないということがわかり、理科教育も社会的な事柄を踏まえて行われねばならないと考えさせられた。
F	野島断層のことを通して、地層の様子、断層の動き等が理解できた。
H	地震や断層についての教材化についても有益な示唆をいただき、断層や変移についていっそう深く考えることができたようになった。断層記念館や防災センターの新しい施設を見学できて、新たな知見を得ることができ、今後の教育実践に役立てることができると思う。また、新たな疑問や新しいアイデアも出てきたので、教材開発にも取り組んでいこうと思った。自然災害と被害を少なくするための防災のさまざまな方策が大切なことがよくわかった。
K	地震と断層の関係について考える機会が与えられ阪神淡路大震災の断層系の具体的な事実を、多く知ることができた。淡路島で、地震により、右横ずれ断層ができていたことがよくわかりました。また、地震のエネルギーの大きさも実感できました。大阪湾を囲む三角形が、大阪の地形を作り上げたということもよくわかりました。神戸の科学館では、防災の観点から地震について見直すことができてよかった。地震の災害を防ぐために、何をなすべきか、考えさせられました。
L	自然科学はほとんどのことは調べられ理解されていると、日常生活から感じられるが、地震のしくみすらまだわからないことだらけということがわかり、自然の力は人間には遠く及ばないことを再認識できた。このことこそが自然への興味・関心の力になると思う。
P	地震の被害を少なくするために、耐震構造の強い家をつくるということだけでなく、地盤の改良も非常に大切であるということ。このようなことを地学の学会や研究者は、行政や市民に強く働きかけることが重要ではないかと思った。
Q	防災センターの見学をして、震災の大きさを実感できたとともに、震災から立ち上がろうとする人たちのドラマがあることがわかりました。これからの理科教育は、知識・理論の追究だけではなく、科学から発達した、人間としてどう生きるかを追究していかなくてはならないのではないか、と思いました。

やすかったと思いますか。」の質問に対して「わかりやすかった」「どちらかといえばわかりやすかった」「どちらともいえない」「どちらかといえばわかりにくかった」「わかりにくかった」の5段階の中から回答を求めた。これによると「どちらかといえばわかりにくかった」「どちらともいえない」の回答が合わせて12%であった。しかし、「わかりやすかった」、「どちらかといえばわかりやすかった」の回答を合わせると88%になり、全体としては理解しやすかったことが考えられる。

二つ目の「研修の講義内容には、参考になる点が多かったと思いますか。」の質問に対しても上と同じように5段階での回答を求めた。その結果、「多かった」

「どちらかといえば多かった」を合わせて100%となったため、全参加者はそれぞれの興味・関心や知識に応じて、参加者なりに何かをつかんだと考えられる。これらの結果から、研修内容は全体的にみて適当であったと思える。

次に、本研修の設定意義について、(a)参加者の地震、自然災害に関する新たな知見の獲得や理解、(b)講師と参加者・参加者同士のパートナーシップ等について、(c)野外研修の重要性の確認の3点を自由記述による質問を中心としたアンケート結果から検討する。自由記述による質問は3題あり、それらは「今回の研修で、どのようなことが理科教育で有効であると思われましたか、有効と思われたことを最大三つまで書き

表4 講師や研修参加者に関する記述

A	現地ですべて研究されている人の話は良く理解でき、大切だと思った。
B	聞いたらすぐわかる内容よりも少し難しめが良い。 とても有意義な研修であったと思います。今後もその道のプロフェッショナルといわれる方々の話を聞ければ良いと思う。一点気になったのは、一部の研修参加の先生（どの方も豊富な知識を持っておられる）がハイレベルな質問をされてしまうと、低レベルの質問がしにくく感じた。
C	科学の研究・教育において、異説を持たない内容は、やせたものだと思う。今回の研修は、全部納得できたわけではないが、活断層についての異説を学ぶことで、知識に深みできたと思う。授業の内容にも生かしたい。
D	一つの考え方にとらわれず、多様な考え方の意見を聞き、多角的に現象の本質に迫っていくこと、一つの考えではなく多様な考え方を提示することを学んだ。
E	その地域を深く研究している方から、現地において指導を受けること、一つの学説からの説明でなく、異なった視点からのアプローチの大切さを知った。野外に出て、その道のベテラン研究者の話を直接うかがえ、指導していただくような研修は、本当に役立つと思う。
F	大学の先生から最新の情報を教えてもらった。 野島断層のことを通して、自然科学の未熟さやものの見方、見え方等も大変勉強になった。
G	教科書や参考書などでは、はっきりとした定説や自然のしくみをシンプルにわかりやすく紹介されているが、定説にはなっていないが、複雑な自然の現象をとらえるには、様々な視点からの考え方が、原理やシステム解明への一つの手段となっていくことを感じました。一つの自然現象へのとらえ方も、いろいろな考え方があるということも考えさせられました。 専門家の考え方を講義や現地での説明を通じて学び意義があった。
H	講師の先生の地震や断層に対する深い思いをお聞かせいただいて、もっと自然をしっかりと見なければならぬことを痛感した。第一線の研究者にお話をうかがえたことで、大きな刺激をいただいた。また、地震や断層についての教材化についても有益な示唆をいただき、断層や変位についていっそう深く考えることができるようになった。
I	地層・地震などの内容が学習内容から減る傾向にあるが、単に（難しいから）（体験・実験しにくいから）ということだけで縮小してよいものか、改めて疑問に感じる。地層のモデルでゲーム化したりなど、学習の工夫はいろいろあるんだと考えさせられた。
J	研修で重要であったのは、野外で露頭を見て説明を聞くこと。博物館などでも、よく知っている方に説明していただくこと。最近の新しい情報が提供されること。よく調べられている講師に講話してもらうこと。講師の先生の資料も大切だった。
K	淡路島での講師の先生のお話を聞きまして、非常にスリリングな思いをしました。学問にかける情熱を伺い心を打たれました。もっといろいろな話をお聞きしたいと思いましたが、時間がなくて、残念でした。 専門に研究している人から、今日の研究の課題や問題点を教えていただいて面白かった。
L	私が中・高生の頃、断層や褶曲は教科書の写真にのっている程度のものしか知らず、大地の大きな力が地層をずらしたり曲げたりしたものそんなものとしかとらえていなかった。しかし、今回の研修で、同僚の先生から大阪の地形そのものが断層や褶曲そのものだと言われた外の景色を見た瞬間、地学に対する私自身の興味関心が、また一段と高まった。同じ感動を子どもたちにも伝えたい。
N	研究者の立場でありながら、実際に民間企業でそこに住んでいる人々や地表に近い部分の調査をされていた立場からの研究は、ある意味大切にしなければならないと感じました。 討論になったこと（多くの視点から見ることも）も勉強になりました。
O	特に先生に説明してもらいながら研修できたのがよく、断層について広い角度から考えられた。 今回の講師の先生の話は、わかりやすく、よかった。また、どんな質問にも、ていねいに答えていただき、先生の人柄がうかがえた。
P	実際の地層を見ながら解説を受け、話の中味も、人の生命に直結する話で、強く関心をもつことができた。講師の先生には地震で失う生命が一人でも少なくなるように、今後もご活躍を願う。 断層について教科書通りに考えがちだが、違う面から考えられたこと。一面的な理科教育ではいけないことがわかった。
Q	個人で勉強するだけではなく、同じ研修生の先生方と行動をともにする中で、いろいろと科学に対しての考え方を交流できたことがたいへんよかったです。
R	講師の先生の講演が勉強になった。

て下さい。」「今回の研修で受講した内容について、重要だと思われたことを自由にお書き下さい。」「今回のような研修について、ご感想をご自由にお書き下さい。」であった。これらの回答結果をもとに個人ごとに(a)～(c)の三つの観点から整理して、一覧にしたのが、表3～表5である。

表3は、3題の自由記述から個人ごとに地震、自然災害に関する新たな知見や理解した内容の記述をまとめたものである。18名中10名が、研修によって地震や自然災害についての知見が得られたことを記述している。E, H, K, P, Qの記述からは、地学を中心とした自然現象に関する知見だけでなく、地震被害や防災など自然と人間、社会との関係について認識された意見も見られた。地震を自然現象の観点からだけでなく、発生した被害状況、これからの防災対策などを考えると科学・技術・社会相互関連教育(STS教育)は重要な意味がある(藤岡, 1995)。生徒に対しての兵庫県南部地震の教材化の意義はかつて論じた(藤岡, 1996)が、授業を担当する教員にとっても、STS教育の観点を野外研修によって意識する人が多くいることが明確になった。

サイエンス・パートナーシップを考える点で本研修の大きな意義である研究者や参加者同士の論議についての記述をまとめたものが表4である。18名中17名がこれらの内容を記述している。講師について記載された内容が多く(A, B, E, F, G, H, J, K, N, O, P, R)、本研修にとって講師の役割が大きかったことがわかる。C, D, E, F, G, Pの記述からは、今回の講師の講義や現地での説明は、自分の考えに対する反対の意見も紹介され、様々な解釈について触れられたので参加者には印象深かったと思える。地変現象に対して講師の見解が従来の通説とそぐわない部分があり、現在も論議されている内容があった。地震発生時には、建築物の被害について、様々な原因が挙げられたが、自然科学一般についてもそうではあるが、特に再現性が不可能に近い地学現象では、すぐに結論の出にくい内容がある。また、完全な回答がいつも求められるわけではない。その点からも講師の役割には単に地学的な知識の供給だけでなく、研究者としての姿勢を参加者が学んだと期待できる。また、研修参加者同士の意見交換や交流の意義についても記述が見られる(H, I, L, N, Q)。なお、教育センター職員へも7名の記述があったが、謝辞的な内容であり、ここでは表の記載から省略した。

表5は、野外研修に関する内容の記述をまとめたものである。18名中17名が野外研修に対する記述を行っていた。野外研修の実施や実物を見ることの重要性の記述は、B, C, E, F, G, I, J, K, L, M, N, O, Q, Rに見られた。つまり、教員を対象とした野外研修そのものの設定の重要性が再確認されたと捉えることができる。

5. SPP 事業による教員研修の考察

SPP事業について、実施校の立場から考えると、講師を招聘したり、十分な消耗品を購入できたりするなど、ふだんの教育活動では得にくい充実した取り組みが考えられ、学校にとっては様々なメリットがあるものと思われる(例えば、川村, 2003)。また、学校や教師にとって科学者とのつながりは極めて限定されているため、SPP特別講義においては、基本的には講師を探すことが優先し、それに伴ってテーマが限定されることになる(三次・林, 2003)が、これはやむをえないことである。しかし、各教育センターの研修では、研究者とのつながりの深さ、教育委員会の立場、予算の確保の点から、比較的、講師の選定をしやすい条件にあると言える。実際、これまでも多くの大学や研究所の研究者・専門家等が教育センター主催の教員研修の講師を務めている(例えば、藤岡, 2003など)。そのため、教育センターの研修では、どのような講師を選定するかを検討するより前に、どのような目的のもと研修を実施するかを事前に検討することが、その利点を活かすためにも重要である。

さらに、外部講師を招くことが多い教育センター等では、従来実施されているような講師に全面的に依頼した教員研修とSPP事業による教員研修がどのように異なるのか、つまりパートナーシップによる研修の新たな意義は何かが問われるので、ここで、もう少し考察する。

教員研修の設定をモデル的に表すと図6に示したようになる。即ち、従来の研修目的のように、専門性を深めるために教員の知識を増やしたり、技能を習得したりすることが必要であった時は、講師が受講者に対し、一方的な知識等の伝達でもよかった。また、教育センターの担当者側としても、図6(a)の場において受講者が満足する講師を探すだけで研修設定の意義があった。しかし、理科における探究学習や「総合的な学習の時間」など教員が児童・生徒に対し、新たな学習課題を探ったり、個に応じた指導を行うことができ

表5 野外研修に関する内容の記述

A	機会があればもっと続けて欲しい。
B	実物を見ることの必要性がわかった。
C	2日かけて、じっくりと学べたのは、大変ありがたかった。1日では、とても理解できる内容でなかったと思います。またこのような内容のある研修を企画してください。 今回の研修では、実際に、被害の出た場所、出なかった場所を目の当たりにして、教えられるところ大であった。
D	子どもの理科ばなれ、理科ぎらいを論じていく中で、教える側の理科ばなれ、理科ぎらいを再認識したい。今回のような研修を通して、理科のダイナミックさやおもしろさを伝えることのできる教員の養成が急務であると感じた。このような研修を、多くの教員を対象に実施できるようにご配慮をお願いしたい。
E	現場主義の大切を実感。地学領域は、単に書物での学習では不十分である。現実生活に生活している地域にふれることにより、学習内容も深まり、地域を理解し、愛することができるようになるのだと考える。今後も、このような研修機会を増やしていただきたい。
F	学校現場の状況や研修にかかる費用等、様々な難問もありますが、できるだけ今回のような研修会が増えることを切に思います。特に地学に関するフィールドワークや天体観測等は、学校現場ではなかなかできないことが多く、我々教員にとっても、技量を高めにくい分野であるので、本当に勉強になりました。六甲断層を実際に見学しながら、山のでき方や土地の動き、その地層の特徴から、昔の様子が想像できることなどが理解できた。
G	「自然と災害と環境」をテーマに自然観察(フィールドワーク)、専門家の先生の講義、施設見学による学習のまとめを行った。このような研修は、一日では時間的に消化しづらいと思う。晩の交流会や天体観測会も交え、宿泊で行うことの重要性を感じました。地域の近くで起こった神戸・淡路震災のあとを再度見つめ直す大変よい機会になり、充実した2日間をすごすことができました。 何よりも大切なことは、フィールドワークを通して、じかに自然にふれることだと改めて感じました。
H	今回の研修に参加させていただいたことで、自然理解について、さらに深めることができた。また、断層運動についても新たな疑問も引き出すことができたので、一歩踏み込んだ研修を行い、今後の教育実践に生かしていきたい。 数年ぶりに断層記念館を訪れたが、展示内容が充実し変化し面と背を替えて保存の難しさも感じた。また防災センターでは、映像で震災のおそろしさを改めて思い起こすことができた。
I	じっくり時間をかけて講師の先生のお話を聞いたり、施設を見学できたのは良かった。 野外観察では、もっと実際に歩いて断層や地形の様子を理解する方が良かった。
J	現地を実際に見ると実感できてよく理解できる。
K	野外で露頭を見て説明を聞くこと。 地質の研修は、自分だけではなかなかできないものです。今回、実際に研修を行い、大地の成り立ちが、わかるようになりました。ピンクタフや、大阪層群等の言葉も、年代とともに位置づけられ、明快になりました。やはり、野外で実際に研修しなければならないと思いました。 近畿の地殻変動について、広範囲に調べることによって、明確な像を描くことができました。裏六甲の蓬莱峡と白水峡の河岸段丘の隆起を見ることによって、年々mmの単位で隆起することがよくわかりました。風化した花崗岩の上に河岸段丘がのっていることは、隆起の大きさをはっきりと示していました。
L	写真やビデオでは伝わらないスケールの大きさは、実物を見なければ全く伝わらない。何よりもフィールドに出て実物を見ながら説明を聞けるのがとても良かった。 蓬莱峡で見た花崗岩と河岸段丘との不整合、白水峡で見て触れた風化してきた大量の砂と断層、断層破砕帯など、これらは実物を見ることでしか感動は伝わってこない。机に向かっては伝わらない自然の大きさこそが、自然に対する興味を生むと思う。
M	宿泊を伴う研修ということであまり時間を気にすることなく気が済むまで観察することができて良かった。 六甲断層や野島断層などをやはり自分の目で見てみて、いままでの講義で教えていただいたことのイメージがはっきりとした。地層や断層についての講義のまとめをしているようだった。今回の研修のような宿泊をとまなうものでなければ、実際に天体望遠鏡を使って星の観察することは難しい。実際に現地に行き、実物を見たことにより、子どもに対して説明しやすくなった。
N	実際に現物を目の前にしての研修は、やはり、一番興味がわき、充実したものになります。地層については、これまでとは違う目で観察できそうで、子どもたちにも教えていこうと思っています。 現地で実物を見たことの意義は大きくこのような研修をこれからもぜひ続けていってください。
O	野外に出て実際目にしてながら研修することは大切でありとても勉強になった。
Q	野島断層など実物を見ることができたのが良かった。もしまた機会があれば、ぜひ参加したいと思います。
R	野外観察は理科教育に大切であると感じた。

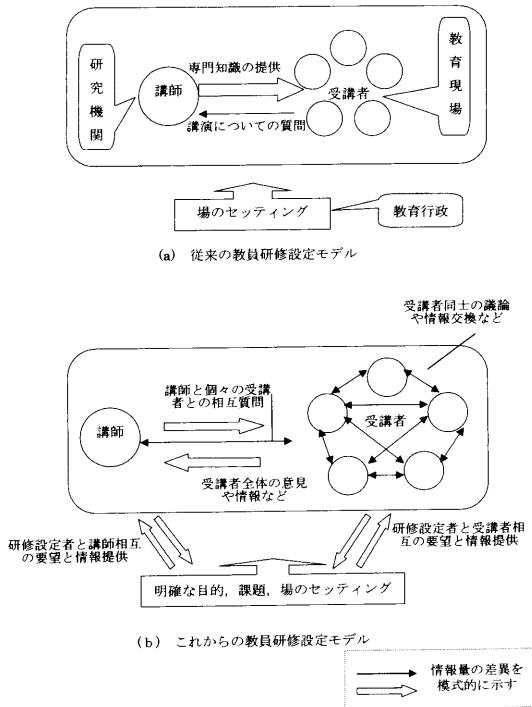


図6 教員研修設定モデル

る力を育成したりするには、知識等の伝達だけでは不十分となる。そのため、図6(b)で示したような教員自身が自らを啓発することができる研修が期待される。これを設定しようとした場合、受講者にとってもより有意義な研修とするには、受講者から講師への逆方向のはたらきかけ、例えば教育現場の課題を講師に理解してもらおう等も必要であり、受講者同士が話し合える雰囲気もつくっておく必要がある。そのためにも、受講者も参加以前に研修内容に関する問題意識や講師への質問、意見等の準備が重要である。さらに、センターの研修担当者も中に入って、質問や意見が出やすい雰囲気をつくるとともに受講者同士、受講者と講師の間をコーディネートする必要がある。これには、講師の専門性を熟知しておくこと、研修参加者の教育現場での現状や要望も理解しておくことが不可欠である。

図6(b)で示した研修を行う場合、最も重要なのは、研修前に、参加者についての情報、研修のねらい・すすめ方について、センター研修担当者と講師は十分な打ち合わせをしておくことである。このことが、研修の明確な目的、課題を設定することになる。つまり、

研修設定についてセンター側の担当者は、研修を講師にいわゆる「丸投げ」をするのではなく、研修を連携してつくるという意識が図6(a)の研修を設定する以上に必要となる。これまで、教育センターの職員のみが研修する場合でも、図6(a)において、講師のところへ、センター職員がそのまま置き換わったに過ぎないことが多かった。三次・林(2003)は、SPP事業として効果的な授業を報告しているが、これは、研究者の講師がかつて、その実施校の教諭をしていたことも大きい。つまり、少なくとも講師はその学校の状況、生徒の実状については理解しているはずである。このような例は理想的ではあるが、現実としては、必ずしも頻繁には期待できない。また、その三次・林(2003)の実践でさえ、講義内容、カリキュラムの変更のため、2時間ほどの打ち合わせが不可欠であったことを考えると、一般には、より長時間の、研修担当者と研究者との間に議論は必要である。実際、本研修においても講師とセンター側の職員との打ち合わせは、講師の了解を得て以降、電話、メールの頻繁なやりとりを行い、実施日の前日には、半日にわたって研修内容とその方法について話を詰めることになった。

研究者の専門的な問題意識は重要な意味をもち、研究の最先端の臨場感なども含め、研修参加者に科学に対する刺激を与えることが期待できる。しかし、地学を専門としない教員にとって、理解が不十分になるおそれもある。そのため、センターの職員も状況を見て、講師の話に補足をする必要がある場合も多い。それ以外にも教育センターの職員は、日常の研修の担当経験より、研修内容の学習指導要領における位置づけ、小・中・高等学校の教育現場の実状を熟知しており、研修参加教員への対応にも慣れている。そこで、教員研修では、講師だけで受講者の興味や理解を把握したり、対応したりすることは困難であることも多いので、教育センターの職員との有機的な連携が不可欠となる。

さらに教育センター側にとっても、研究内容についての新たな知見の習得にとどまらず、日常の研修について他の立場の方から意見をもらうことには、自分たちの研修を改めて見直す機会となる点に意義が認められる。

6. 今後の課題

平成14年度のSPP事業の中で、教員研修「自然災害と環境に関する野外研修」を近畿トライアングルの

一辺である六甲断層や野島断層周辺で1泊2日にわたって実施した。先に記したように、研究者と教育センター職員の連携した本研修は、参加者の地震災害や野外観察の知見を広める当初の目的に適った研修であったと言える。

先述したように、研究者を講師として招待し、研修全体の方向性を研修者に頼る従来の研修によると、研修参加者だけでなく、講師や研修主催者にとっても、多くを得ることは期待できない。その点、研究者と研修主催者側とが連携することによって、参加者だけでなく、講師にとっても学校の課題を知ったり、自分の考えを伝えたりするためにも意義が高まる。

最後に教員研修機関やその担当者が、研究者とのパートナーシップによる野外研修において、本実践を通じて確認できた一層の研修効果を上げるために取り組むべき課題をまとめると以下ようになる。

(1) 研修担当者も研究に携わるなど日常から専門性を高めておくこと

かつての教育センターのように自然科学の学術的な研究を進めにくいのは事実である。しかし、研究者の専門や担当分野の最新の動向を踏まえておくことが、研究者の選定や研修内容の作成に大きく関わることになる。同時に、このことが、センター職員のみで研修の可能な点、研究者による研修の必要な点の区別が明確になると言える。

(2) 先端の科学の課題について、教員の反応へ適切に対応すること

自然に残された痕跡から、生じた自然現象を復原することがいかに困難であるかも講師の説明によって受講者には理解できたと考えられる。再現の不可能な地学的な自然の解釈は一通りではなく、場合によってはすぐに回答が得られないこともある。それが、先端の研究者から語られるときに一層自然界の深さを教員も意識することができると考えられる。しかし、研修参加者にとっては理解が困難な点もある。そのことを研究者に促したり、補足したりすることは研修担当者の役割でもある。つまり研修担当者自身も研修に加わる必要がある。これには(1)とも関連して、研修担当者にも専門知識が必要である。

(3) 教員間のコミュニケーションを促し、参加者自身の意識向上に努めること

これからの研修は一方的な知識・技能の伝達だけでなく、図6(b)で示したような研修参加者相互の話合いも必要である。研修内容を学校に持ち帰り、実践

に結びつけるためには、同じ校種の教員等とその場で意見交換する必要がある。特に野外研修では、室内の実験等とは異なり、このような状況を設定しやすいことを踏まえて、発言等を促す必要がある。教育センターの職員は小・中学校、高等学校の研修を担当しているため、教育内容の連続性を理解しやすく、本研修のような複数の校種にわたった研修では、その利点を活かすことが可能である。

(4) 野外研修の意義を広めるために研修の設定に努力すること

野外研修の設定そのものが、研修参加者に体験として裏づけられ、理科教育にもこれが生かされることが期待できる。さらに専門家が加わると、一層自然を多方面から捉える方法を参加者が直接感じ取ることができる。教員研修機関としては、SPP事業も含め、教員が野外研修の重要性を認識する機会を設定する努力を払う必要がある。

今後、教員研修をめぐってのパートナーシップの構築は、ますます不可欠となると考えられる。また、そのためには学校教員と研究者の有機的な連携による研修プログラムを作っていく必要がある。それらを組織的に構築するためにも都道府県レベルの教育センターのコーディネータ的な役割がより望まれると言えるだろう。

謝辞 本研修を進めるにあたって、元地質調査所調査部長 服部 仁氏には大変お世話になった。また、研修参加の先生方からは様々な点から教示をいただいた。大阪府教育センター科学教育部理科第二室の落合清茂氏と大橋邦宏氏には本事業の研修に同行し、本研究を進めるにあたって多くの協力をいただいた。ここに深謝いたします。

引用文献

- 栗田泰夫・水野清秀(1997): 兵庫県南部地震に伴う地震断層ストリップマップ—野島・小倉及び灘川地震断層—。構造図12, 地質調査所。
- 栗田泰夫(2000): 「服部(1998a, b, 1999a, b, c, d, e)淡路島北部における兵庫県南部地震による地変と地震被害, I, II, III, IV, V, VIおよびVII」に対するコメント。地質ニュース, 553, 50-53。
- 藤岡達也(1995): 「科学—技術—社会の相互関連(STS)」を重視した地学教育—高校地学における年間指導計画の開発と実践。地学教育, 48, 1-10。
- 藤岡達也(1996): 兵庫県南部地震に関するSTS教育開発の実践的研究。地学教育, 49, 131-139。

- 藤岡達也(2001):「理科学習」と「総合的な学習」との連携を踏まえた「自然災害に関する学習」や「防災教育」について—兵庫県南部地震以後の動向を中心として—, 理科教育学研究, **41**(3), 13-20.
- 藤岡達也(2003): 科学教育に関連した教員研修における教育センターと一般行政・企業・大学との連携—大阪府を例にした都道府県レベルの教育センターの今日的な役割とその課題—, 科学教育研究, **27**(1), 50-59.
- 藤田和夫(1980): 日本の山地形成論, 59-68, 蒼樹書房, 東京, 466p.
- Hall-Wallace, M. and Regans, N. L. (2003): Impact of K-12 Partnership on Science Teaching. *Jour. Geosci. Educ.*, **51**, 104-113.
- 服部 仁・笹田政克(1984): 地質標本館だより—花崗岩の解剖—, 地質ニュース, **353**, 73-78.
- 服部 仁(1998): 淡路島北部における兵庫県南部地震による地形と地震被害 I. 地変現象の概要, 地質ニュース, **524**, 40-51.
- 服部 仁(2000): 「服部(1998a, b, 1999a, b, c, d, e)淡路島北部における兵庫県南部地震による地変と地震被害, I, II, III, IV, V, VI および VIII」に対するコメント(粟田, 2000)への回答, 地質ニュース, **553**, 54-62.
- 環境省総合環境政策局(2002): パートナーシップによる環境教育・環境学習の推進調査報告書, 環境省総合環境政策局, 144p.
- 川村教一(2003): 研究者を講師とした地震分野における校外学習—サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業による高校地学 IB の特別講義として—, 地学教育, **56**, 113-121.
- Ledley, T. S., Haddad, N., Lockwood, J. and Brooks, D. (2003): Developing Meaningful Student-Teacher-Scientist Partnership. *Jour. Geosci. Educ.*, **51**(1), 91-95.
- 松川正樹・林 慶一(2003): 大学・博物館・学校にボランティアを加えた地質の野外観察支援システムの構築, 地学教育, **56**, 61-67.
- 三次徳二・林 慶一(2003): SPP 特別講義の課題と実践に基づく解決法の提案, 地学教育, **56**, 149-165.
- 水野清秀・服部 仁・寒川 旭・高橋 浩(1990): 「明石地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)」, 地質調査所, 90p.
- 落合清茂・室井 勲・片岡精明(1997): 淡路島北淡町の野島地震断層近傍の円形井戸に見られた変形, 地質学雑誌, **103**, 1187-1190.
- 恩藤知典(1997): 野外学習の楽しさ, 下野洋(編著), 「身近な自然を調べる」, 東洋館出版社, 東京, 44-46.
- 大阪府教育センター(1996): 教育資料 兵庫県南部地震, 大阪府, 48p.
- 大阪府教育センター(2000): 教育資料 大阪の自然災害と環境, 大阪府, 117p.
- 大阪府教育センター(2002): 野外観察ガイドブック(CD-ROM版), 大阪府.
- 大阪府教育センター(2003): 平成14年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業「教員研修」報告書『自然災害と環境に関する野外研修』, 大阪府教育センター, 48p.
- 田中義洋・松川正樹(1996): インターネット CU-SeeMe を使った授業—恐竜の生態を科学してみよう—, 地学教育, **49**, 25-29.

藤岡達也: サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業における教員野外研修について—研修機関と研究者との新たな連携構築の観点から— 地学教育 **57** 巻 6 号, 203-216, 2004

〔キーワード〕 サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業, 教員研修, 野外研修, 自然災害, 教育センター

〔要旨〕 平成14年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム事業として教員研修「自然災害と環境に関する野外研修」を1泊2日にわたって実施した。兵庫県南部地震によって注目された野島断層や六甲断層, それに関連した自然景観を研修の主題とした。参加した多くの教員は自然景観と自然災害を学ぶことができた。本プログラムは, 研究者と教育センターとのパートナーシップが効果的な教員野外研修に重要であることを明らかにした。

Tatsuya FUJIOKA: In-service Field Training of Teachers in Science Partnership Program; from the Viewpoint of Construction of Partnership between Prefectural Education Center and Scientists. *Educat. Earth Sci.*, **57**(6), 203-216, 2004

理科教育の観点からみた日本の民話

Analysis of Japanese Folktales from the View Point of Science Education

宮橋裕司*¹・斎木健一*²

Hiroshi MIYAHASHI and Ken'ichi SAIKI

Abstract: Mention of natural phenomena and other matters in Japanese folk tales is based on the fundamental interest of Japanese people in these matters. We considered contents of Japanese folk tales to identify scientific interests of ancient Japanese peoples who did not study science formally. Our results show that the ancient Japanese peoples were interested strongly in their immediate natural environment, a topic now covered mostly by geoscience and biology. We therefore propose to use folk tales as effective teaching materials on regional natural matters and phenomena, and as a tool to investigate historic and prehistoric natural events, such as earthquakes, tsunami and volcanic eruptions.

Key words: interpretation of natural phenomena, folktales, geoscience

1. はじめに

児童・生徒の理科離れが顕著になりつつある。2002年(小, 中学校), 2003年(高等学校)4月1日より施行された新学習指導要領でも, 小, 中学校ならびに高等学校の各段階での理科の目標として, 自然に対する興味・関心を喚起することの重要性を掲げている。他方, 毎夏各地で行われる恐竜展は多くの子どもが詰めかけて盛況である。その一方で, なぜ理科離れが進んでいるのだろうか。

筆者らはその原因として「児童生徒が知りたいことと, 学校側が教えたいことの間には大きな相違があるため」という仮説をたてた。知りたいことを学習させず, 興味のないことについて興味を持つように努力しているのではないかと考えたのである。本研究ではその検証のために日本の民話を解析し, 理科教育を受ける以前の状態で, 日本人がどのような事象に関心を持っているかを推測した。民話は一般的に童話と同義と考えられがちだが, 古来, 学校などの教育機関がない地方農村で必要な知恵を後世に伝えていく手段の一つであ

り, 内容は子ども向けに限らない。このような民話の中には自然界の事象を説明する内容が数多く収録されており, 日本人が自然界のどのような事象に疑問を持っていたかを示す重要な手がかりとなると考えたのである。

なお, 以下の二つの理由から, 現在の児童・生徒に対する調査は行わなかった。まず, 児童生徒はすでに多くの事象の原因を学習しており, すでに学習したことについて疑問や関心を持たないであろうこと, 次に学校という枠の中で調査を行った場合に, 「理科」という枠を意識させずに回答を引き出す有効な手段が見つからなかったことである。

民話の語り手は, 幼い頃に繰り返し聞かされた話を改めて孫子に語って聞かせる。その際, 語り手は幼い聞き手を喜ばせようと努めることで彼らの気に入る内容に整えられ, わかりやすい表現, 言葉遣いに改められていく(稲田ほか, 2001)。このような過程の中で子どもの内発的疑問が民話の中に取り込まれていく可能性は大きくなる。一方, 現在において民話は出版物として内容が固定されているため, 語り手と聞き手の間

*¹ 慶應義塾志木高等学校 *² 千葉県立中央博物館 2004年1月26日受付 2004年9月25日受理

の関係で内容が語り変えられる可能性はほとんどない。

そこで本論文では、日本各地から採話された約3,400の民話について、どのような自然現象に興味・関心が寄せられているか調査を行った。その分析結果から現行の教科書の中でその内発的な疑問に解を提示できるものは何であるかカテゴリー別に分類し、地学教育が果たせる役割について検討を行った。

2. 民話の資料的な意義

民話は単なるおとぎ話ではなく、学校がなく文字も読めない地域社会の中でさまざまなノウハウを後世に伝えていく重要な手段でもあった。特に、神話には山岳や河川などの由来に関する話が、昔話には動植物の特徴に関する記述が数多く残され、学校教育の影響のない環境下で日本人が周辺の自然環境にどのような興味・関心を寄せていたのかが推測できる。

3. 民話の分析方法

(1) 民話の収集

現在出版されている民話の多くは現代風な脚色がなされているか、道徳性・物語性の強いものが意図的に採話されている。したがって、分析のためにはジャンルに偏りがなく、原形に近い形の民話が収集されている資料を選択する必要がある。このような条件をみたく文献は少ないが、本研究では「原話」、「再話」の履歴が丁寧に残され、かつより広範な地域の民話を収録しているという点から、未来社（ホルプ）の『日本の民話』全26巻（1974）を原資料として採用した。

(2) 民話の分析

未来社の「日本の民話」に収録された民話はわらべうたなどを除いても、3,400余話にのぼる。これらを、話の内容から、自然現象をどのような対象として扱っているかに基づいて以下の四つのカテゴリーに分類した。すなわち、自然現象を主な対象としているものを「主要対象民話」、副次的な対象としているものを「副次対象民話」、話の素材、登場人物の一つとして登場するのみのもを「背景対象民話」、そして自然現象との関わりを見出せないものを「非対象民話」として分類した。また、明治以降に作話されたことが明らかなものは除外した。

自然現象に関係する主要対象民話と副次対象民話を、その内容から生物分野に関係するもの、地学分野に関係するもの（地震・火山等の史実の記録を含む）、

およびそれ以外の内容に大別した。

また、上記の項目について地域固有の特異性の有無を確認するため、採話した地域別（未来社「日本の民話」の区分に従った）に項目ごとの採話数の比を算出した。

4. 民話の分析結果

(1) 自然への内発的関心の方向性と地域性

わらべうたを除く3,407話の民話を調査した結果、明確に自然に対する興味・関心が伺えるものとして主要対象民話および副次対象民話に区分されたものは717話で、図1に示すように全体の21%に相当する。

これらをさらに、既存の理科の科目別に分類すると、図2に示すとおり、物理、化学に該当する内容は皆無で、そのほとんどが生物ならびに地学関連（地震・火山記録を含む）の内容で占められる。生物関連の話題は、主要対象民話および副次対象民話中の67%に達し、その内訳は、動物の性質や形態の由来（50%）、植物・菌類（キノコ）の性質や形態に関するもの（17%）などである。地学関連の事象に対する関心を示すものは全体の23%を占め、火山・湖沼・海洋等の起源、性質に関するもの（13%）、気象関連（7%）、天文（1%）、地質・古生物（1%）および地震・火山・洪水・津波の記録（1%）に順次、興味・関心が高かったことが伺える（一民話中に二つ以上の主題が含まれることがある。したがって、主題の総数は民話数を上回ることになるが、パーセンテージの母数は主題総数とした）。

地域性については、採話時にある特定の項目に関するものが多く（少なく）集められてしまうという偏り

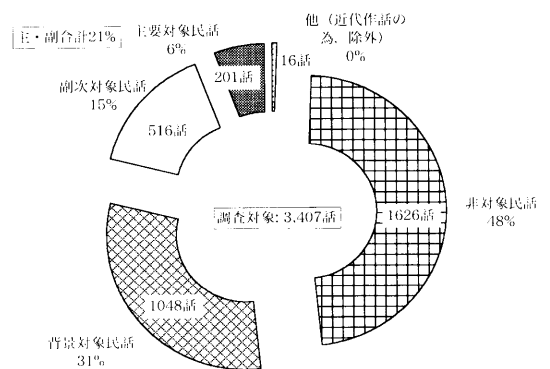


図1 自然への興味・関心に基づいた民話のカテゴリー

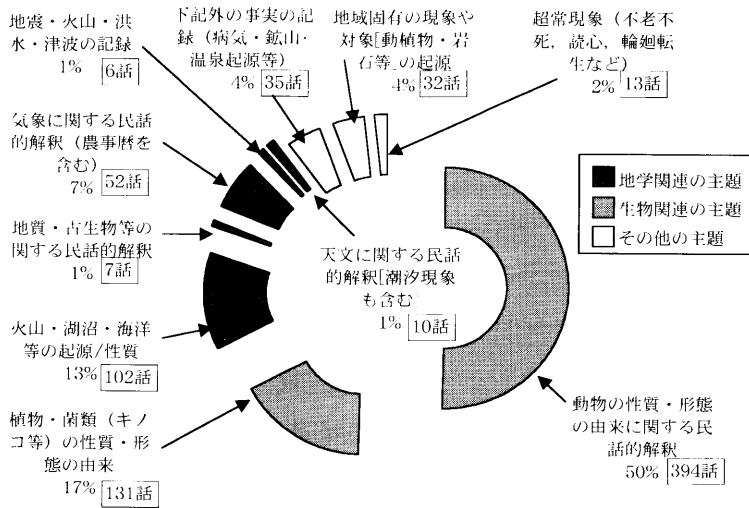


図2 主要対象民話および副対象民話にみられる自然への興味・関心の分類

を考慮しても、有意な地域差があるように見受けられる。

(2) 内発的関心に対応できる教科

今回の分析結果は、学校教育の影響がない環境下で日本人が「何に」内発的な興味・関心を寄せ、自然に対してどのような疑問を抱くものなのかを探る一つの手がかりになる。個々の民話の起源が、昭和期以前であると推測されることから、人々を取り巻く自然環境は現在と大きく異なることを前提にしなければならず、また、内容の多くが農事からのものであることも念頭に置かねばならないが、普段の生活における内発的な興味・関心の行方を知る資料としての重要性は捨て難い。採話された民話の分類から伺える一般的な傾向として、本来日本人が興味・関心を寄せていた自然の対象は、身近にあった動植物、見渡せる風景の中にある山や湖等の由来などにあった、ということであるが、これらの興味・関心に対応できる、換言すれば疑問に対して具体的な解を提示できる教科として、生物および地学に期待されるものは大きい。また、2002～2003年度から施行された新学習指導要領の理科の項目の中に謳われる「身近な自然の探究」において各地域の児童・生徒の興味・関心が内発的にどこに向きやすいものなのか、に関する一つの指針になりうる。

(3) 地学教育からの取り組み

図2に示すように、地学に関連する興味の対象は、教科内の複数の単元にわたっており、内発的な疑問に

対してさまざまな角度からの授業設計が容易である。また、地域に根ざした疑問点が多く挙げられていることから、地域固有の授業素材として検討を進める手がかりを与えてくれる。

地学関連の内容を持つ民話を分析すると、火山、湖沼の成因について民話的に解釈したものが多く、かつ図3に示すように地域性が強く認められる。つまり、秋田、岩手地域のように近隣に火山や大きな湖沼を持つ地域では、これらの成因に強い関心が寄せられていることが伺え、出雲地域のように国造り伝説が強く残る地域では、日本列島形成に関する民話が残されている。また、早魃が起きやすい地域では水源の成因に強い関心を持っていたことが伺える。したがって、地域ごとにどのような地学事象に関心が向けられてきたのかを把握することも重要である。新学習指導要領は地域との連携を強く謳っているが、地学では民話という側面からも切り込んで、地域の教材を発掘することが可能である。

また、農事からんで、河川や降雨など水に関わるもの、雷や暴風などに対する関心が高いことは全国的に民話の題材中に散見される。ほかに、大雪後の豊作、特定の時季に多雨・荒天である理由、水害関連など、気象関連の話題が目立つ。これらについても地域差が認められ、越後（新潟）地域には雷に関する民話が集中し、沿岸地域には時化の原因を民話的に解釈した題材が多い。これらのことから、農業地域、沿岸部、豪雪地域など気象関連に関心の強い地域を中心とし

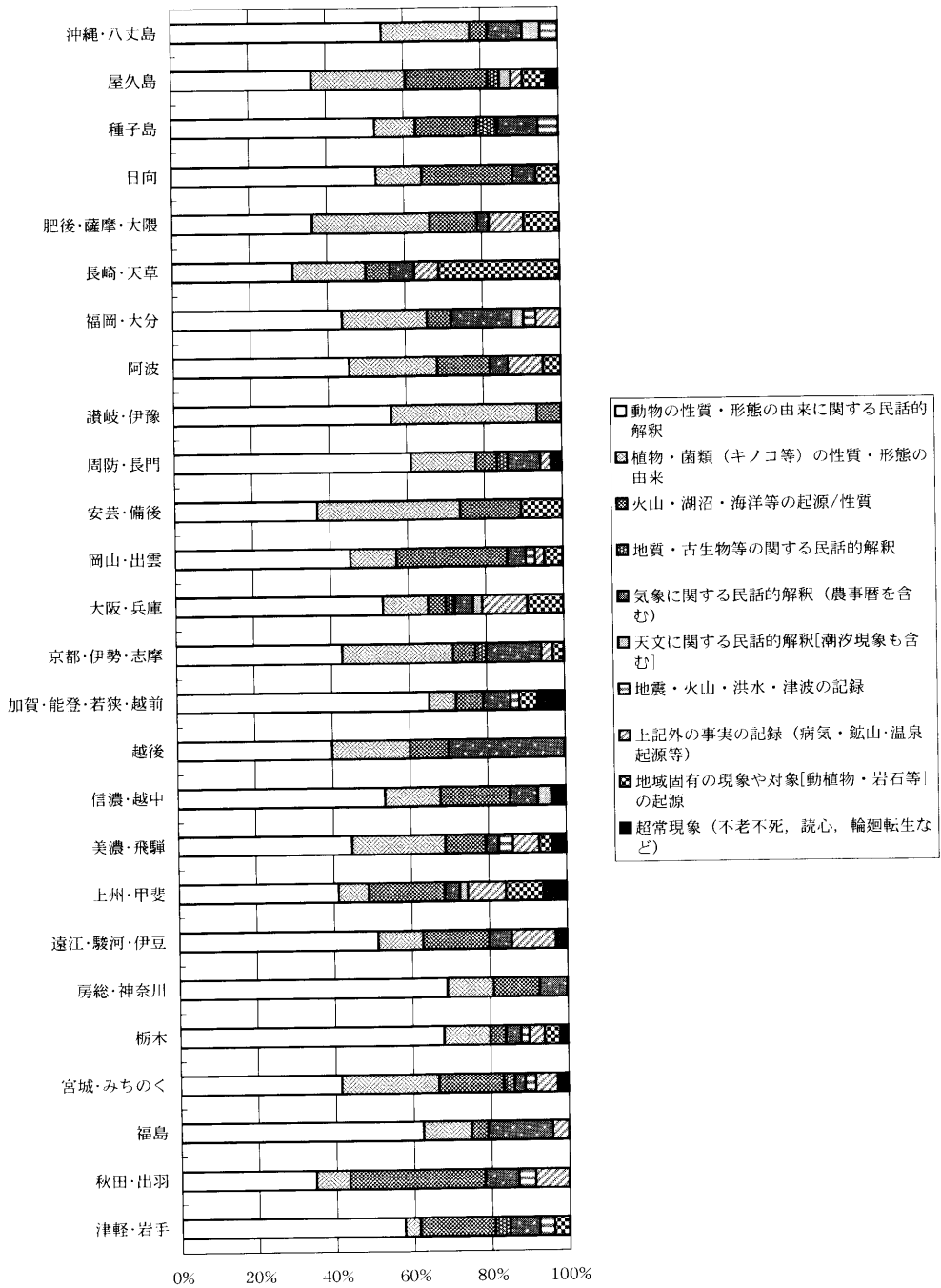


図3 民話にみられる興味・関心の地域性

て、教材のヒントを民話に求めることが可能である。

さらに、あまり多くはないが「埋没林」の起源に関する地質・古生物学系の話題がいくつか取り上げられ

ている。これこそ、地域特異性が強いので、改めてそれぞれの地域に埋もれている素材を発掘する好機である。

民話に残されている地震、津波、噴火などの記録は、作話も多いが、何割かは考古学的資料価値を持つものがあるため、理科年表などを手がかりに史実を追ってみるのも一つの「調べ学習」として利用価値があると思われる。

5. ま と め

本研究では日本の民話を解析し、本格的な理科教育を受ける以前の状態で日本人がどのような事象に関心を持っていたかを検討し、その結果から、学校教育やメディアなどの影響を受ける以前の状態にある子どもが、自然界のどのような事象に興味・関心を向けるのかを推測した。結果として、以下の3点が明らかになった。

1. 民話を取り上げる主題には自然物への強い関心が伺え、それらに対応できる教科は生物学と地学であること
2. 地域固有の地学的素材の活用が期待できること
3. 地震、津波、噴火などの自然災害の歴史的記録の調査が「調べ学習」などで利用できることを明らかにすることができた。

新学習指導要領では「目的意識を持った調査・観察」、「地域との連携」、「調べ学習」などが盛り込まれているが、具体的な指針は示されていないようである。現実には入学試験での得点獲得率、社会に出てから実利に「役立つ」であろうという基準から教材、授業指導方法が選択され、生徒たちも実利的な判断で理科の選択科目を選んでいく傾向があると考えられる。結局、子供たちの興味・関心から遠く離れたところで、理科教育が行われれば、「理科離れ」はますます深刻な事態に陥る可能性がある。地球惑星科学関連学会2003年合同大会の特別公開セッションの中でも、縣(2003)をはじめ、何人かの研究者が地学を学ぶ上での『内発的動機』の重要性を再三指摘している。このような状況で「日本人は自分を取り巻く自然の何に興味を持ってきたのか」、改めて問い、児童・生徒の内発的動機がどこにあるのかを精査することは、地学、ひいては自然を自発的に学ぶ児童・生徒を育てる上で重要であろう。

謝 辞 本研究を進めるに当たり、東京理科大学上野浜美氏には膨大な民話資料の調査にご協力をいただいた。記して感謝の意を表す。

引用文献

- 縣 秀彦(2003): 理科教育の現状と改善への提案—真正資源を用いた多角的アプローチが進む天文教育分野。地球惑星科学関連学会2003年合同大会講演要旨・特別寄稿, 50-53.
- 稲田浩二・稲田和子(2001): 日本昔話ハンドブック. 三省堂, 271 p.
- 【以下、未来社「日本の民話」シリーズ順】
- 齊藤 正・深沢紅子・佐々木 望(1974): 日本の民話1—津軽・岩手編一. 未来社, 464 p.
- 瀬川拓男・松谷みよ子・沢渡吉彦(1974): 日本の民話2—秋田・出羽編一. 未来社, 556 p.
- 片平幸三(1974): 日本の民話3—福島編一. 未来社, 459 p.
- 山田野理夫・東北農山漁村文化協会(1974): 日本の民話4—宮城・みちのく編一. 未来社, 515 p.
- 日向野徳久(1974): 日本の民話5—栃木編一. 未来社, 528 p.
- 高橋在久・安池正雄(1974): 日本の民話6—房総・神奈川編一. 未来社, 486 p.
- 菅沼五十一・岸 なみ(1974): 日本の民話7—遠江・駿河・伊豆編一. 未来社, 427 p.
- 小野忠孝・土橋里木(1974): 日本の民話8—上州・甲斐編一. 未来社, 518 p.
- 赤座憲久・江馬三枝子(1974): 日本の民話9—美濃・飛騨編一. 未来社, 476 p.
- 「信濃の民話」編集委員会・石崎直義・伊藤曙暁・佐伯安一(1974): 日本の民話10—信濃・越中編一. 未来社, 564 p.
- 水沢謙一・浜口一夫(1974): 日本の民話11—越後・佐渡編一. 未来社, 564 p.
- 清酒時男・杉原丈夫・石崎直義(1974): 日本の民話12—加賀・能登・若狭・越前編一. 未来社, 592 p.
- 二反長半・倉田正邦(1974): 日本の民話13—京都・伊勢・志摩編一. 未来社, 468 p.
- 二反長半・宮崎修二郎・徳山静子(1974): 日本の民話14—大阪・兵庫編一. 未来社, 519 p.
- 稲田浩二・石塚尊俊・岡 義重・小汀松之進(1974): 日本の民話15—岡山・出雲編一. 未来社, 524 p.
- 垣内 稔(1974): 日本の民話16—安芸・備後編一. 未来社, 563 p.
- 松岡利夫(1974): 日本の民話17—諏訪・長門編一. 未来社, 571 p.
- 武田 明(1974): 日本の民話18—讃岐・伊予編一. 未来社, 522 p.
- 湯浅良幸・緒方啓郎・武田 明(1974): 日本の民話19—阿波編一. 未来社, 478 p.
- 加来宣幸・土屋北彦(1974): 日本の民話20—福岡・大分編一. 未来社, 502 p.
- 吉松祐一・浜名志松(1974): 日本の民話21—長崎・天草編一. 未来社, 516 p.
- 荒木精之・村田 熙(1974): 日本の民話22—肥後・薩

- 摩・大隈編一。未来社，514 p.
- 比江島重孝(1974): 日本の民話 23—日向編一。未来社，524 p.
- 下野敏見(1974): 日本の民話 24—種子島編一。未来社，484 p.
- 下野敏見(1974): 日本の民話 25—屋久島編一。未来社，476 p.
- 伊波南哲・浅沼良次(1974): 日本の民話 26—沖縄・八丈島編一。未来社，432 p.

宮橋裕司・齋木健一：理科教育の観点からみた日本の民話 地学教育 57 巻 6 号，217-222，2004

〔キーワード〕 小学校，中学校，高等学校，理科離れ，地域，民話

〔要旨〕 学校教育の影響がない状態で子どもの知的好奇心が向けられる対象を知る手がかりとして，日本各地に残る約 3,400 の民話の中の自然現象について調査を行った。その結果，地学，生物に関する事象に興味・関心が寄せられており，科学的とは言えないながらも民話的に現象の理由を説明しようとしている意図が伺える。本論では日本人が周囲の自然に寄せていた内発的興味・関心に基づく教材の再発掘を提案するとともに地学教育が展開できる可能性を提案した。

Hiroshi MIYAHASHI and Ken'ichi SAIKI: Analysis of Japanese Folktales from the View Point of Science Education. *Educat. Earth Sci.*, 57(6), 217-222, 2004

本の紹介

鎌田浩毅著 地球は火山がつくった 地球科学入門
205頁, 819円, 2004年4月, 岩波書店, 新書版

「直径3mの火山弾に追いかけて」

「ぼくはマグママニアです」と自認する知り合いの地学教員がいる。火山地質学を専攻した彼は、マグマのことを考えるだけでワクワクするのだそうである。しかし、そんな彼でも火山弾の砲撃を浴びたことはない。たしかに、マグママニアの彼ならずとも、ダイナミックな火山の噴火活動には、災害の恐ろしさを越えて人を惹きつける何かを感じる。「曽屋さんは噴火観察の達人で、勤めはじめてから日本で起きた噴火はほとんど見たという大ベテランだ」本書には、筆者の元同僚だという火山学者が登場する。日本列島を南に北に、火山の噴火活動を見てきた人生とは実にうらやましい限りだ。日本で生まれて、地学を学ぶものとして、私はフィールド火山学者にあこがれる。大ベテランの火山学者とともに筆者が体験した記録である「警察署長室に陣どる」「全島避難命令」など、本書の書き出しは、緊迫感にあふれている。火山の噴火に直面する仕事は危険と隣り合わせであるが、災害を防ぐために科学が貢献できるとあれば、それは本望ではないだろうか。

「地球は火山がつくった」

さて、本書の構成は次のとおりである。

第一章 「火山弾に追いかける！」

第二章 「噴火の仕組み」

第三章 「噴火のさまざまなすがた」

第四章 「火山がつくってきた動く大地」

第五章 「新しい地球の見かた」

第一章では、筆者の体験した、1986年伊豆大島の噴火が語られる。第二章、第三章では、噴火活動と地下のマグマだまりで起こっている変化について解説されている。第四章、第五章では、プレート・テクトニクス、プルーム・テクトニクスの2つの理論が解説されている。このように、本書は中学・高校生を対象として、なぜ火山があるのか、マグマの発生、上昇、噴火のメカニズムからプルーム・テクトニクス理論までを、中学・高校で学ぶ基礎的な科学の概念だけで解説している。これまでもプレート・テクトニクスを分かりやすく解説した良書はあった。しかし、本書は火山からの切り口が新鮮である。

「マグマ」から「ダイアビル」まで

本書には、いくつかの科学用語が登場する。しかし、文章中に用語が登場することは決して難しい印象を与えない。「勉強の途中で新しいことばが出てきたときも、ただ暗記すればよいというものではない。どのように異なる見かたが出されたのかに着目すると、ことばが頭に入りやすくなる」このような視点からの筆者の語り口が本文の内容を分かりやすく、読者の頭の中に入れてくれるのである。

生徒に紹介すべきか!!

現行の高校地学I教科書では、火山、火成岩、プレートテクトニクスが学ぶべき項目として挙げられている。本書では、これら項目に加え、マントルの「ダイアビル」など発展的な内容について触れられている。その解説の分かりやすさを考えると、本書は高校地学の参考図書として絶好の書である。また、生徒に読ませる前に教員が読んでおきたい本でもある。高校で地学を教えている私の個人的な経験を述べることを許してもらえるなら、マグマの発生については、生徒からの質問に対して、これまでシドロモドロで答えていたのに、最近は絶対の自信を持って答えられるようになった。これは、本書を読んだおかげである。もちろん、生徒が読んで分かる内容なので、私の授業を受けさせる代わりに本書を読むように薦めても良いが、そうすると教員としての存在意義が脅かされそうな、そんな本でもある。しかし、火山や地球についてよりよく理解させるために、やはり生徒に紹介したい本である。そして、教員にとって、筆者のこの語り口、表現は、明日からの授業に参考になるのではないかと思う。

未来の地球科学へ

「そのころ地球科学の研究者は、毎月のように発見される新しい事実に興奮していた」第四章で筆者はこう書いている。これからも研究者や科学愛好家として、新しい発見に心躍らせ、ワクワクできるのは地球科学分野でも大いに期待できる場所である。本書は、中学・高校生への地球科学への誘いの書でもあろう。

児童・生徒の活字離れが進んでいるといわれる昨今であるが、著者の前著『火山はすごい』と併せて、中学・高校生に本書を薦めて、火山に、地球に関心を深める生徒が増えることを期待したい。(川村教一)

学 会 記 事

16 年度定例評議員会議事録

日 時：平成 16 年 8 月 19 日（木）16 時～18 時

場 所：岡山理科大学 第 11 学舎会議室

出席者：下野 洋・馬場勝良・野瀬重人・牧野泰彦・林 慶一・松川正樹・相原延光・米澤正弘・藤岡達也・五島政一・青野宏美・岡本弥彦・高橋 修・西谷知久（岡山大会事務局）

はじめに、本臨時評議員会は、出席者 12 名・委任状 17 名で計 29 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。各地の情報交換が行われた後議事に入った。

議 題

1. 岡山大会について

野瀬副会長（岡山大会委員長）から岡山大会についての進行状況、これからのスケジュール等の概略説明があった。

2. 大会宣言文について

野瀬副会長から岡山大会宣言（案）が出され、

それについて討議、承認が行われた。

3. 次期（平成 17 年度）開催地（茨城）の紹介

牧野副会長（茨城大会委員長）から平成 17 年度茨城大会の進行状況・組織案について説明があった。茨城大会は、平成 17 年 8 月 6～9 日茨城大学にて開催される。地学教育の普及についてをテーマとし、シンポジウムでは、野外実習実施への条件づくりについて茨城での実践例を中心に講演が行われる。また、定例のジュニアセッションも同時に開催される。

報 告

1. 本年度学術奨励賞について

五島学術奨励賞選考委員長（熊野）代理から、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。論文賞は該当なし、教育実践優秀賞については戸倉則正会員による「河川堆積物を用いた教材の開発—地層に刻まれた日時を読む試み—」（56 巻 6 号）に授与されることが報告された。

平成16年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第58回全国大会

岡山大会報告

日本地学教育学会第58回全国大会（岡山大会）実行委員会

I. はじめに

本年度に実施された標記の学会について、次により報告する。

前半の2日間では、33件の一般発表と8件のポスター発表に加えて、シンポジウム、記念講演、見学会、懇親会が行われた。後半の2日間は、巡検A（岡山県川上郡成羽町、後月郡芳井町一帯のバスによる見学・採集、一泊二日コース）、と巡検B（岡山県備前市とその周辺のバスによる見学・採集、日帰りコース）の2コースの地質巡検が実施された。

大会参加者は学会役員、一般参加者、学生、見学者（県内小・中・高等学校教員）を含めて153名であった。

本大会の実行委員会には、岡山県下の小、中、高等学校の地学関係の教員が多数参加し、大会の準備や運営、巡検の調査等を行った。

II. 大会概要

大会主題：21世紀における新しい地学教育の創造

期 日：平成16年8月20日（金）～23日（月）

会 場：岡山理科大学第10学舎
〒700-0005 岡山市理大町1-1

主 催：日本地学教育学会

共 催：岡山県教育委員会
岡山県高等学校教育研究会理科部会地学分科会

後 援：文部科学省
全国連合小学校長会
全日本中学校長会
全国高等学校長協会
日本私立中学高等学校連合会
(財)日本教育連合会

日本理科教育協会
日本理科教育学会
助 成：岡山県教育委員会
(財)福武教育振興財団
(財)八雲環境科学振興財団
岡山理科大学

1. 日程：平成16年8月20日（金）～21日（土）

日		行事	会場・その他
20日	9:00	受付	
	9:40	開会行事	
		口頭発表 I	A: 小学校・中学校分科会 I B: 高校・大学・一般分科会 I
	12:30	ポスターセッション	
	13:50	シンポジウム	A: 「小・中・高等学校における新しい地学教育の展開」
	16:00	見学会	林原自然科学博物館
21日	18:00	懇親会	岡山国際ホテル
	9:30	受付	
		口頭発表 II	A: 小学校・中学校分科会 II B: 高校・大学・一般分科会 II
	10:40	記念講演	A: 石井健一（林原自然科学博物館館長） 「新しい博物館建設のためのモンゴル恐竜発掘調査」
	12:00	ポスターセッション	
	13:00	口頭発表 III・IV	A: 高校・大学・一般分科会 III B: 高校・大学・一般分科会 IV
15:20	閉会行事		

2. 大会一日目 開会式、表彰式（9:00～9:30）

開会式

司会進行（事務局長・西谷知久）

1. 開式の辞（西谷知久）
2. 開会宣言（副委員長・草地 功）
3. 学会会長挨拶（下野 洋）
4. 実行委員長挨拶（野瀬重人）

5. 歓迎の挨拶
 - 1) 岡山理科大学 (学長・宮垣嘉也)
 - 2) 岡山県教育委員会 (指導課・千賀芳雄)
6. 閉式の辞 (西谷知久)

表彰式

1. 開式の辞 (担当・学会本部)
2. 選考委員長挨拶
3. 賞授与

優秀論文賞 戸倉則正
「河川堆積物を用いた教材の開発—地層に刻まれた日時を読む試み—」
4. 閉式の辞 (学会本部)



〈開式で挨拶をする下野会長〉

3. 研究発表及びシンポジウム (9:40~15:00)

(1) A 会場: 小学校・中学校分科会 I

- 1A01 (9:40) 「科学的思考力を高めることをねらいとした効果的な観測と観察について」鹿江宏明 (広島大学附属東雲中学校) 他
- 1A02 (10:00) 「河川とその流域を題材にした環境変化の学習プログラム」高橋 修 (東京学芸大) 他
- 1A03 (10:20) 「地学事象に対する生徒の「関心」について」岡本弥彦 (麻布大学・環境保健) 他
- 1A04 (10:40) 「時空概念形成を支援するデジタルコンテンツの開発とその教育的評価」相場博明 (慶應義塾幼稚舎) 他
*** 休憩 (10 分間) ***
- 1A05 (11:10) 「ライブカメラ画像を中心とした気象情報画像による前線の学習」山田 智 (上越教育大附属中学校) 他
- 1A06 (11:30) 「気象庁電子閲覧室 1 時間値取得ソフトの開発」中川清隆 (上越教育大学・自然系) 他

- 1A07 (11:50) 「生徒とつくる地域教材」佐藤秀則 (玉野市立日比中学校)
- 1A08 (12:10) 「情報を有効活用し、推論する力を育てる学習指導の在り方」森 尚紀 (岡山県山陽東小学校)



〈研究発表〉

(2) B 会場: 高校・大学・一般分科会 I

- 1B01 (9:40) 「パートナーシップ構築による地学教育の活性化について」藤岡達也 (上越教育大学) 他
- 1B02 (10:00) 「地質現象に見られる確率過程とシミュレーション」青野宏美 (東京成徳大学高等学校)
- 1B03 (10:20) 「コンセプトマップによるマグマの概念変化の分析 II」多賀優 (滋賀県立草津東高校) 他
- 1B04 (10:40) 「化石化作用の観察・実験法の開発」林 慶一 (甲南大学・理工学部)
*** 休憩 (10 分間) ***
- 1B05 (11:10) 「地学領域の授業構成と展開に関する考察」池田幸夫 (山口大学・教育)
- 1B06 (11:30) 「人文系大学生対象・大教室における教養科目「地球科学」の実践例—導入と中押しの重要性の確認—」伊藤 孝 (茨城大学・教育) 他
- 1B07 (11:50) 「地殻変動を実感させる学習展開と地質教材の開発」茂庭隆彦 (岩手県立総合教育センター) 他
- 1B08 (12:10) 「岩手県胆沢扇状地を変位させる出店断層の教材化」茂庭隆彦 (岩手県立総合教育センター) 他
- (3) A 会場: シンポジウム
テーマ「小・中・高等学校における新しい地学教育の展開」
司会 岡本弥彦 (麻布大学・環境保健)

午後のシンポジウムでは、次の三氏からテーマに沿った研究報告があり、その報告を基にして、参加者からの熱心な討論が行われた。

- 1) Dr. Ron Bonnstetter (ネブラスカ大学リンカーン校)
- 2) 藤本義博 (岡山県情報教育センター)
- 3) 平賀博之 (広島大学附属福山中・高等学校)

会場移動 (大学→博物館準備室, バス)

(15:30~16:00)



〈質問風景〉

製鉄技術の教材化」平賀博之 (広島大学附属福山)

(2) B会場: 高校・大学・一般分科会 II

2B01 (9:30) 「地学の学習における高速インターネットの活用」林 武広 (広島大学・教育) 他

昼食・パネル発表 (12:00~13:00)

2B02 (9:50) 「天体映像ネットワーク配信のハイビジョン化について」匹田 篤 (広島大学・地域連携センター) 他

2B03 (10:10) 「インターネットをつかった市民への地学教育」小出良幸 (札幌学院大学・社会情報)



〈懇親会・岡山国際ホテル〉

4. 林原自然科学博物館準備室見学 (16:00~17:30)

岡山市下石井 1-2-3 に、設置の準備が行われている恐竜博物館の準備室を見学した。

会場移動 (博物館準備室→ホテル, バス)

(17:30~18:00)

5. 懇親会, 岡山国際ホテル (18:00~20:00)

岡山市門田本町 4-1-16 の岡山国際ホテルで懇親会が行われた。このホテルは、天皇陛下がよくお泊まりになる由緒あるホテルである。岡山理科大学長等 3 名を来賓に迎え、会員、学生、実行委員等で和やかに歓談ができた。参加者は 49 名であった。

会場移動 (国際ホテル→岡山駅, バス)

(20:00~20:30)

6. 大会二日目・研究発表・記念講演

(9:30~15:10)

(1) A会場: 小学校・中学校分科会 II

2A01 (9:30) 「中学校の地学領域内容に関する日米比較」小林辰至 (上越教育大学) 他

2A02 (9:50) 「星を手にとり, 実習をして体感する星学習」山田幹夫 (高松高等学院・顧問)

2A03 (10:10) 「使用済みプラスチックを原料とする

(3) A会場: 記念講演 (10:40~12:00)

恐竜博物館の設置を準備している、博物館準備室の石井館長をお招きし、その準備状況の話をして頂いた。

講師 林原自然科学博物館長 石井健一

講演題目「新しい博物館建設のためのモンゴル恐竜発掘調査」

昼食・パネル発表 (12:00~13:00)

(4) A会場: 高校・大学・一般分科会 III

3A01 (13:00) 「プレート衝突現場におけるアースシステム教育」相原延光 (神奈川県立西湘高校)

3A02 (13:20) 「アースシステム教育学習教材アイディア表の開発」五島政一 (国立教育政策研究所) 他

3A03 (13:40) 「理科教育法における野外学習の導入法に関する実践的な研究」熊野善介 (静岡大学) 他

3A04 (14:00) 「学芸員の中学理科授業への協力支援のあり方について」平田大二 (神奈川県立生命の星・地球博物館) 他

***休憩 (10 分間) ***

3A05 (14:30) 「沈降速度を用いた堆積時間の見積もりとその教材化」 芦澤尚子 (東京学芸大学) 他

3A06 (14:50) 「河床礫の指標としての評価と教材化に向けた基礎研究」 柿沼宏充 (東京学芸大学) 他

(5) B会場: 高校・大学・一般分科会 IV

4B01 (13:00) 「科学的思考力を高めることをねらいとした花崗岩の教材化」 佐竹 靖 (広島大学・教育・院) 他

4B02 (13:20) 「身近な自然現象から地球環境意識を高めるための高校地学教材とその学習過程」 池本博司 (広島市立基町高校) 他

4B03 (13:40) 取り消し

4B04 (14:00) 「授業から地域防災へ」 吉田綾子 (静岡県立御殿場南高校)

*** 休憩 (10 分間) ***

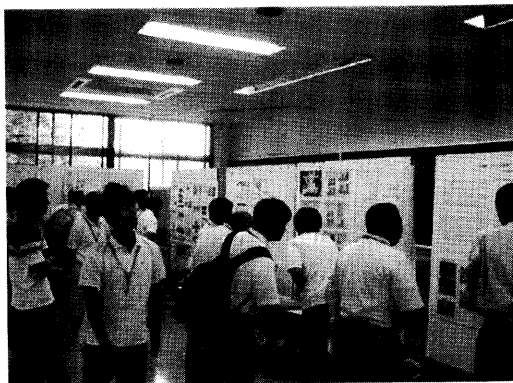
4B05 (14:30) 「学校を支援し地学野外学習を推進する一提言」 宮下 治 (東京都教職員研修センター)

4B06 (14:50) 「恐竜を題材とした地学体験キャンプ」 西谷知久 (岡山県立成羽高等学校)

(6) ポスターセッション

P01 「防災学習のためのマルチメディアコンテンツ」 吉森正尚 (広島大学・教育・院) 他

P02 「情報機器を用いた気象データの収集について」 石井隼人 (広島大学・教育・院) 他



〈ポスターの発表〉

P03 「博物館における地層や化石について学習する普及活動の実例」 松田敏孝 (中川町自然誌博物館)

P04 「夏の大三角を手にとって確かめる小4の星学習」 山田幹夫 (高松高等学院・顧問)

P05 「中学校理科教科書における地学分野の扱いの問題点について」 森 征洋 (香川大学・教育) 他

P06 「地中レーダを用いた表層地盤の構造解析」 香田達也 (神戸市立兵庫商業高校) 他

P07 「砂鉄が教えてくれたこと—鉄(II)イオンの分析」 横山義人 (岡山県立津山高等学校)

P08 「地域の地質教材から古環境を復元する授業の実践」 三次徳二 (大分大学教育福祉科学部)

(7) A会場: 閉会式 (15:20~15:45)

司会進行 (星加康昭)

1. 開式の辞 (星加康昭)
2. 学会長挨拶 (下野 洋)



〈大会宣言を朗読する野瀬重人実行委員長〉

3. 次期開催大学挨拶 (茨城大 牧野泰彦)
来年の地学教育学会は、茨城大学で平成17年8月6日~9日の予定で実施する。
4. 大会宣言文発表 (実行委員長・野瀬重人)
5. 閉式の辞 (実行副委員長・草地 功)



〈閉会の挨拶を述べる草地功実行副委員長〉

6. 巡検等の連絡について

III. 参加者

参加者は一般会員 89 名、学生 27 名、見学者（県内小・中・高等学校教員）37 名を含めて 153 名であった。

IV. 主な行事の報告

1. シンポジウム

次のテーマにより、3 名の提案者が研究発表を行った。

テーマ：「小・中・高等学校における新しい地学教育の展開」

司会 岡本弥彦（麻布大学・環境保健）

発表題目及び提案者

① Present Status on Earth Science Education in the USA

Ron Bonnstetter（ネブラスカ大学リンカーン校）

② 心も育つ理科コンテンツの開発と活用—岩石・鉱物のひろば—

藤本義博（岡山県情報教育センター）

③ 高等学校における「地学」振興の視点—授業、クラブ、SPP を通して—

平賀博之（広島大学附属福山中・高等学校）

司会者による提案者の紹介とシンポジウムの進め方の説明の後に、各発表が行われた。

(1) Ron Bonnstetter（ネブラスカ大学リンカーン校）

これから米国の地学教育の現状についてお話しする。米国の地球科学は、歴史的には科学として認められていなかった。そして、当然ながら高校でも教えられていなかった。1996 年、全米科学教育スタンダー

ドで地球科学の重要性が認識され、幼稚園から大学まで地球科学が教えられることとなった。スタンダードは日本の学習指導要領にあたり、自然科学に 8 つの科目領域が含まれている。物・化・生・地の領域の他に、統合的な概念、システムのモデル探究する科学、STS（本質や歴史を含む）などがある。教育の適時性や発達段階にそって、子どもが直接触ったりして五感に訴えるものからシステム的で抽象的なものに広げていくように配列されている。スタンダードができて約 10 年になるが、地球科学に関してはまだ中学校レベルの基本的な段階で終わっている。なぜこのような状態になっているかについては、四つの理由が考えられる。第一は、カリキュラムがいろいろな地域で作られている点である。第二は、教科書がやたらに厚いことである。第三は、小学校で地球科学が教えられていないことが挙げられる。第四は高校にも地球科学の専門家がいないというである。ここでいくつかの活動を紹介する。

その一つは、ある大きさの球を地球と見なし、大きさの違ういくつかの球の中から月の大きさの比率の球を子どもに選ばせることを行った。ほとんどの子どもは、この比率の球を選ぶことができない。また、この二つの球を用いて地球と月の間の距離を、地球の直径 8000 マイルをもとに地球月間の距離 25 万マイルを間違いなく表すことを課題として与えたが、正確に指摘できなかった。

次に、ハーバード大学卒業式にて、卒業生に科学概念がどれだけ入っているかを問うインタビューを行った 3 分間のビデオがあるので紹介する。この大学の卒業セレモニーの後の 4~5 名へのインタビューで次のような質問をした。「地球の四季はどうして生じるのか」という問いに対して「太陽からの距離の違いにより起こる」と答えた。明らかに誤概念を有している。その他の卒業生も誰一人正しい概念をもっている者はいなかった。このような例からも、地球科学の重要性や気候、岩石、河川、山などに対して、正しく深い理解を提供する必要があるというメッセージが読み取れる。

(2) 藤本義博（岡山県情報教育センター）

理科の学習内容のコンテンツに現役の科学者のメッセージを付加したものを作成した。岡山大学教育学部教授である草地功氏へのインタビューを動画としてデジタルコンテンツの中に挿入した。この中で氏は、自分が研究者（鉱物学）の道に入った動機や理科に授業



（Ron Bonnstetter 氏の発表）

の中で基礎学力の定着や心の教育を推し進めていくことの重要性を分かりやすく話している。理科離れが提唱されて久しいが、現在では中学生で将来の職業に理科関連のものを希望する生徒は全体の2割に過ぎず、早い時期に理科好きの生徒を育てていく必要がある。作成したコンテンツデザインとしては、「岩石・鉱物の広場」と題名を付け、「この石なんだ」、「鉱物・宝石コレクション」、「岩石薄片の作り方」、「鉱物先生って？」の四つに分類した。このコンテンツは、中学校1年向けに開発したが、生徒は動物には関心があるが興味がない者が多い。このコンテンツの中では、視覚的に大変美しい岩石切片の偏光顕微鏡写真を回転できる動画としてビデオ撮影したものを数十件取り込んでいる。

また、草地氏からのメッセージでは、新種の鉱物を発見したときの喜びや継続的に研究することの大切さなどを生の言葉で語ることによって、生徒の心を揺さぶり奮い立たせることをねらいとしている。また、色々な方向から岩石を観察することは、社会に出ていくための見方や考え方を育てることになる。このコンテンツを使った授業後の生徒のアンケート結果から、草地氏の実像を媒介にして生徒たちは、色々な側面から事物を見極めようとする姿勢と一般的に科学者のもつ暗くて怖いというマイナスイメージの払拭、そして物事の見方・考え方の広がりや深化が読み取れる。今後もITを有効活用して生徒の豊かな心を育てる工夫を重ねたい。

(3) 平賀博之（広島大学附属福山中・高等学校）

本大会のテーマである「…新しい地学教育の創造」に関わり、現状の問題点を挙げ共通の課題にしてみた。高校での地学教育は、現状でも危機的状況にあるが、新しい学習指導要領に変わり、平成18年度からの大学入試センター試験での理科の出題科目グループの変更が更なる危機的状況を増幅すると考えられる。それは、理科系の受験生が理科2科目選択する場合、従来ならば地学を選択する場合は、物理をペアに選ぶことが多かったが18年度以降は、(物理・地学)から1科目の選択となり、理科系ではほとんど地学の選択者がいなくなることが予想されるからである。新教育課程になり、理科総合A・Bも含めた中での地学I・IIの科目選択者の割合は5%であり、本年度のセンター試験で地学を受験科目に選んだ受験生は全体の3.4%である。18年度からは、地学の選択者はさらに減少することが予想される。また、勤務校での文系地学選択

者は、進学志望が定まらない者が主であり、授業の中で興味・関心をひく実験や実習とともにインターネットやコンピュータの積極的活用を図っている。

地学を高校で根づかせるために、理系では大学で将来地学を専攻する生徒の育成を、また文系においては将来に役立つ教養としての定着を図っている。また、SPP事業の一環として、毎年10名の講師を大学や研究機関から招き、本物に触れる機会を設けている。その中のいくつかは、地学関係の講師や研究者をお願いしている。この事業は、生徒に押しつけているのではなく、希望者のみに限定している。現状での参加希望者は、理系生徒が7割、文系が3割である。さらに、天文地学クラブでは、天体観測会や化石採集を毎年行っている。このような取り組みを行ってはいるが、普通科においては全体的に地学教育への危機感は強まるばかりであるので、この学会のような地学教育関連学会や他の関連学会との連携の強化が急務であると考ええる。

(1) 質疑応答

〈Q1〉平成18年度のセンター試験入試科目群は発表の通りであるが、19年度以降は変えることが可能である。現在、センター長に要望書(パブリックコメント)を出している。学会としての思いを要望していくと同時に、個人の動きも必要ではないか。

〈A1〉そのような内容については、学校現場には伝わっていない。近隣の数校が集まって、対策を話し合うことはしている。お互いに、思いを語り合うことは大切であると思う。

〈Q2〉センター試験の受験科目群変更のために、要望等をいつどのような場で提出すればよいのか。

〈A2〉要望書を出すきっかけになるのがこの大会である。科研費から予算取りして、関東地区においては、シンポジウムを開いており、小・中・高・大を含めて、学校での地学選択について継続して調査研究を行っている。地学は子どもたちに何を学ばせ、どんなに大切であるか等の観点で目的論的に10年ほど前から討議を重ねてきている。シンポジウムでは、学校教育とそれ以外の関連現象を二軸にとり考えていく。来る10月23日には、大阪市立大学で今日的な地学の課題について討議する予定である。このような地道な活動を継続し、意見を集約し関係機関に要望書としてまとめていくことが重要である。

(2) 記念講演要旨

講演者：石井健一（林原自然科学博物館館長）

題目：「新しい博物館建設のためのモンゴル恐竜発掘調査」

石井氏のこれまでの経歴からはじまり、「フィールドから何を学ぶか」「命を子どもたちに伝えていきたい」という信念にもとづいての博物館づくり、そして、モンゴルでの発掘の様子等をスライドを使って講演した。

なぜ博物館をつくらうと思ったか？ それは、長年大学で研究ができたことへの恩返し気持ちからだ。日本の博物館づくりは、お金がかかりすぎる、ど



〈講演中の石井健一氏〉

こも同じやり方であるなど、問題がある。お金をかけなくても、子どもたちが喜んでくれるような博物館にしたい、恐竜をとりあげ、子どもたちをひきつける、そして研究者が何を学び取っているかを伝えられるものになりたいと考えた。

化石は地球の遺産であるが、放っておくとなくなってしまう。生命の証であり、「私たちに繋がっている」ということを教えてくれるものだ。そういうことを子どもたちに伝えるためには、この博物館は、educatorの手によってつくられなければならない。学校を味方につける、すなわち学校に役立つ博物館をつくるべきである。

館の目標は、「人間の現在と未来を考える。」である。そこから、「人類とは何か」「人間と地球環境の関係は、今後どうあるべきか」について考える機会と場をつくりたいと考えている。そのために、「モンゴル調査」と「チンパンジープロジェクト」に取り組んでいきたい。

(3) 地質巡検

次の日程で巡検 A と巡検 B を実施した。

8月22日・23日…巡検 A

8月22日…巡検 B

1) 巡検 A

岡山県川上郡成羽町、後月郡芳井町一帯を理科大学のバスにより地質現象を見学したり、岩石、化石を採集する巡検を行った。参加者は21名であった。

案内者：西谷知久（県立成羽高校）、土屋新太郎（寄島中学校）、片山正彦（岡山県鉱物化石研究会）

8月22日午前8:30に岡山駅西口を出発し、成羽町へ向かった。最初に、成羽町美術館を見学した。この美術館は建築家安藤忠雄氏により設計され、成羽町出身の児島虎次郎画伯の絵画・収集品のほか、成羽で採集された化石も展示してある。このあと、美術館近くの成羽町枝において、三畳紀の貝化石（主としてエントモノチス）を採集した。成羽は三畳紀の植物化石で有名であるが、三畳紀の示準化石であるモノチスも多産する。その後、山宝鉱山跡に行き、鉱物を採集した。山宝鉱山は磁鉄鉱・ざくろ石を多産していたが、今回は鉱山のずりて採集した。

備中町田原にて石灰岩中の化石を採集した。この石灰岩はペルム紀のものであり、フズリナなどが採集で



〈宿泊所の前で記念撮影〉

きた。その後当日の宿泊地である成羽町吹屋に向かった。吹屋は銅の鉱山とともにベンガラ（赤土）の製造で栄えた所である。古い町並みの残る吹屋を見学してから、「ラフォーレ吹屋」というホテルに宿泊した。

次の日、8:30に宿を出発し、最初に大賀デッキンを観察した。この場所は小澤（1924）により報告された大賀衝上断層の模式地であり、国指定の天然記念物

になっている。行く途中より雨が降り出し、傘をさしたままの観察になった。その後、吉備高原面を車窓より見ながら芳井町日南へ向かった。ここには石炭紀の石灰岩が分布して、日南（ひな）石灰岩と呼ばれている。石灰岩鉱山もあるが、近くの河原で雨の中サンゴなどの化石を採集した。三葉虫も報告されているが、今回は見つからなかった。昼食後、芳井町高瀬にて三畳紀の植物化石を採集した。黒っぽい岩石の上、雨に濡れて化石がわかりにくかったが、いくらかは採集できた。最後に芳井町川町にて礫質片岩を観察した。2日目は雨にたたられ、十分には観察・採集できなかったが、特に大きな事故もなく、予定より若干早い時間に終了し、岡山駅にて解散した。

(2) 巡検 B

岡山県南東部地域の白亜紀火山岩類とロウ石（珪石）の見学と採集の巡検を、大学のバスを使って実施した。参加者は案内者を含めて13名であった。

案内者は、春日二郎（岡山市立福田中学校）、元井友之（岡山県立岡山南高等学校）、徳田真二（和気郡吉永町立吉永中学校）、只野牧人（岡山市立西大寺中学校）である。

岡山県南東部には、広く流紋岩を中心とした白亜紀の火山岩類が分布している。まず最初に訪れたのが、兵庫県との県境、国道2号線沿いにある備前市の台山（標高200m）の北側を鉱区とする品川開発である。日本で最初のロウ石鉱山として採掘が続けられている。ロウ石は、岡山県東部、備前市三石の特産として、江戸時代は彫刻用、明治時代は石筆用、明治後期からは耐火物用として利用されてきた。

白亜紀酸性火山岩類の下位の流紋岩質凝灰岩を母岩とした、低火山性浅熱水による交代鉱床である。品川開発は露天掘りで採掘をしており、その広い採掘場所で片山社長と永井総務部長の案内により珪石とパイロフィライトを採集させていただいた。次に訪れたのが、台山の西300mほどの所で操業する土橋鉱山である。ここは日本で唯一坑道掘りを行っているロウ石鉱山で、休日にもかかわらず、従業員の皆さん総出で案内をしていただいた。地下130mの所に総延長数千mもの坑道が網目状に広がり、我々は炎天下の地上から気温十数度の世界へ車で下りていった。良質のセリサイトを中心に長年追いかけた坑道は、所々に人の手で掘り進んだところもあり、明治からの坑道掘りへのこだわりに参加者は圧倒されっぱなしであった。ここでは、高級陶器用に利用される良質のセリサイトを

に入れることができた。

ロウ石鉱山をあとにし、途中で流紋岩質の結晶凝灰岩を採集し、備前市伊部に向かった。ここは、岡山の誇る備前焼の中心地で、多くの備前焼作家の窯が集まっている。備前焼作家、原田陶月氏の窯を訪れ、備前焼についての説明を受けた。良質の粘土は、田んぼの土をよけ、その下の堆積層からとってくるという。燃料の薪同様、手に入れるのが年々難しくなっているようだ。当然粘土も、白亜紀火山岩類の熱水変成で生じたもので、少しずつ山から流されて堆積したものである。この付近の山にはいと、川の水が粘土粒子を含み、薄い青緑色に濁って流れている。ちょうど我々の訪問と同時にやってきた関東方面からの男子学生が「土ひねり」の体験をしていた。貴重な粘土を少しいたできて帰った。

今回のコースの最後に、岡山の秘湯「大中山温泉」の社長が趣味で重機を動かして削った露頭から豊富に産出する、流理構造の非常にはっきりした典型的な流紋岩を採集した。時間の都合で今回の巡検では割愛したが、この周辺では、流理構造のない塊状熔岩や、球顆組織のはっきりしたもの、杏仁状構造を持つものを採集できるポイントもあり、流紋岩の研究には最適である。さらに、和気町大中山を中心とした地質は直径十数kmの「ベイゾン構造」をもち、バスの中では、「どうも、カルデラであつたらしい」という内容で楽しく議論をさせていただいた。

また、学校の標本箱にある「流紋岩」が「結晶凝灰岩」であることも、結晶凝灰岩・岩屑凝灰岩・熔結凝灰岩の標本を見ながら理解を深めていただいた。



〈土橋鉱山坑道内で記念写真〉

(4) 大会宣言

事前に行われた学会の評議委員会と岡山大大会の閉会式の審議において、次のような大会宣言文を採択した。

〈宣言文〉

昨今の科学技術の進歩や高度情報化社会の到来により、我々は便利さと物質的な豊かさを享受できるようになった反面、地球規模での環境問題や生命倫理に係わる未だかつて経験したことのない問題とも直面することとなった。また、少子・高齢化、都市化の進展や産業構造の変革、グローバル化や価値観の多様化は、家族や地域社会等と個人とのかかわり方を大きく変えつつある。

次代を担う子どもたちが、将来にわたって「個人がよりよく生き、よりよい社会を創る」ことができるようになるためには、知識量を増大させるだけの学び方では、洪水のような情報過多の中で適切な対応とは言えない。

次の文は、「ユネスコ 21 世紀教育研究会報告書」(1997)を参考に今後の地学領域で学ぶべきことをまとめたものである。

1) 「知ることを学ぶ」：理解の手段獲得のために

地学の学習は、素朴な疑問の解決から次第に真理を探究し、ひいては大自然についての理解を深め、有限な地球上での人類の生存や幸福に貢献するものでなければならない。また、地学は人間生活にとって重要な役割を果たしているとともに、そこには楽しさと地学特有の科学的な見方・考え方がある。具体的には、野外で本物に触れる学習を通して、理解する、発見する、知る喜びを味わいながら、その学び方を学ぶことが大切なことである。

2) 「なすことを学ぶ」：自らがおかれた環境の中で創造的に行動するために

わが国の子どもたちは、国際比較調査や教育課程実施状況調査などで明らかのように「将来理科と関係した職業に就く」という者は大変少ない。地学教育においても、地球環境問題の科学的解決、自然災害とその防止などにかかわる技能・資格の取得法だけでなく、他者と共に働くために直観力・判断力、問題解決能力などを具体的に学ぶ。

3) 「共に生きることを学ぶ」：社会のすべての営みに参画し協力するために

人間関係が希薄になっているといわれる今日、共通の目的のために共に働き、多様性の価値と相互理

解の精神に基づき他者を理解し相互依存を評価することを学ぶ必要がある。「人間と自然とのかかわり」など持続可能な地球環境を考えるとときには避けて通れない問題である。

4) 「人間として生きることを学ぶ」：前述の過程の総合化を図るために

学習活動においては、「課題研究」などを通して記憶力、推理力、美的感覚、コミュニケーション能力等を育成することであり、自立心、判断力、責任感を持って当たることが大切である。

今後は、個人自らの知識や技能を駆使して自分の意見を述べ複雑さを増す世界の中で相互依存的に適應できるよう、生涯を通して学習する機会を設ける必要がある。本大会では、「21 世紀の新しい地学教育の創造」の下に議論された中から今後の課題を取り上げ、学会としてこれらの一層の充実、発展を目指して焦点化した活動を推進することを宣言する。

V. 謝 辞

本大会の事前準備の段階から地学教育学会事務局をはじめとし、上越教育大学、広島大学、静岡大学等から色々とご支援をいただいた。また、学会開催にあたっては岡山県教育委員会、(財)福武教育振興財団、(財)八雲環境科学振興財団、岡山理科大学から多額の補助金をいただいた。上記諸機関に深甚なる謝意を表する次第である。

VI. 実行委員

岡山大大会を企画運営した実行委員会の委員を次に示す。

平成 16 年度全国地学教育研究大会委員

岡山大学附属小学校	教諭	辰巳 尚之
吉永町立吉永中学校	教諭	徳田 真二
岡山市立福田中学校	教諭	春日 二郎
岡山大学附属中学校	教諭	赤崎 哲也
岡山市立西大寺中学校	教諭	只野 牧人
総社市立総社中学校	教諭	平松 良夫
寄島町立寄島中学校	教諭	土屋新太郎
岡山県立岡山南高等学校	教諭	元井 友之
岡山県立成羽高等学校	教諭	西谷 知久
岡山市立岡山後楽館高等学校	教諭	森本 英利
岡山県立高梁高等学校	教諭	小網 晴男
岡山県立津山高等学校	教諭	横山 義人

岡山県教育センター指導主事	星加 康昭
地球科学教育研究会 代表	片山 正彦
岡山大学教育学部 教授	草地 功
岡山理科大学理学部 教授	野瀬 重人

〈文責：実行委員・野瀬重人，平松良夫〉

会費納入のお願い

各会員には、6月末頃、会費の請求書および払込票と払込票兼領収書をお送りしております。まだお支払いいただいていない会員は払込をお願いいたします。(会計)

編集委員会より

編集委員会は、9月25日(土)と11月13日(土)に開かれました。9月25日(土)に原著論文1, 教育実践論文2, 資料1が, 11月13日(土)には解説1がそれぞれ受理されました。投稿規定に合わない原稿の提出が目立ちます。特に, 引用文献がアルファベット順に並んでいない, 日本語要旨の未提出, abstractの日本語対訳の未提出が見受けられます。論文執筆に際しては当学会のHP (<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsese/>) に掲載されています投稿規定を熟読下さい。また, 図表として引用する資料の引用もとの明記の欠落も見受けられます。著作権法や出版権に抵触いたしますので, ご注意下さい。

地 学 教 育 第 57 卷 第 6 号

平成 16 年 11 月 20 日印刷

平成 16 年 11 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. 57, NO. 6

NOVEMBER, 2004

CONTENTS

Original Article

- The Study and Practice of the Earth Systems Education in Japan
.....Masakazu GOTO, Hiroshi SHIMONO, Yoshisuke KUMANO and
Victor J. MAYER...183~201

Practical Article

- In-service Field Training of Teachers in Science Partnership Program; from the
Viewpoint of Construction of Partnership between Prefectural Education Center
and ScientistsTatsuya FUJIOKA...203~216

Survey Report

- Analysis of Japanese Folktales from the View Point of Science Education
.....Hiroshi MIYAHASHI and Ken'ichi SAIKI...217~222

Book Review (223)

Proceeding of the Society (224~234)

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